

**Fachbereich Architektur, Bauingenieurswesen und Umweltwissenschaften  
Technische Universität Braunschweig**

**Forschungsprojekt „energieeffiziente Sanierung von Bürogebäuden der 50er  
bis 70er Jahre – Erarbeitung einer Planungshilfe“**

## **Abschlussbericht**

**1. September 2005 – 7. März 2008**

über das Projekt *Sanierung von Bürogebäuden der 50er bis 70er Jahre*,  
gefördert unter dem Aktenzeichen: 22247/01 und 22247/02 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Prof. Dipl.-Ing. W. Kaag, Institut für Baukonstruktion und Industriebau (IBKUI),  
Dipl.-Ing. Architekt Paul Ndi Ndi, M.-Arch. Sima Rustom

und

Prof. Dr. – Ing. T. Ummenhofer, Institut für Bauwerkserhaltung und Tragwerk (IBT),  
Dipl.-Ing. Frank Dröse, Dipl.-Ing. Tim Zinke

und

Prof. Dr.-Ing. M. N. Fisch, Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS),  
Dipl.-Ing. Tanja Beier, Dipl.-Ing. Philipp Eickmeyer

Braunschweig, März 2008

## Bearbeitungsteam

Technische Universität Braunschweig

Projektkoordination:

Institut für Baukonstruktion und Industriebau (IBKUI)

Prof. Dipl.-Ing. W. Kaag

Dipl.-Ing. Architekt Paul Ndi Ndi

M.-Arch. Sima Rustom

Institut für Bauwerkserhaltung und Tragwerk (IBT)

Prof. Dr. - Ing. T. Ummenhofer

Dipl.-Ing. Frank Dröse

Dipl.-Ing. Tim Zinke

Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS)

Prof. Dr.-Ing. M. N. Fisch

Dipl.-Ing. Tanja Beier

Dipl.-Ing. Philipp Eickmeyer

## Technische Universität Braunschweig

Institut für Baukonstruktion und Industriebau  
Fachbereich Architektur  
Schleinitzsstraße 21b, 38106 Braunschweig  
Tel: 0531 / 391 - 5922, Fax: 0531 / 391 - 8117  
Email: info@kaag.bau.tu-bs.de

IBKUI

Institut für Bauwerkserhaltung und Tragwerk  
Fachbereich Bauingenieurwesen  
Pockelsstraße 3, 38106 Braunschweig  
Tel: 0531 / 391 - 2500, Fax: 0531 / 391 - 2502  
Email: ibt@tu-bs.de

bt

Institut für Gebäude- und Solartechnik  
Fachbereich Architektur  
Mühlenpfordtstraße 23, 38106 Braunschweig  
Tel: 0531 / 391 - 3555, Fax: 0531 / 391 - 8125  
Email: igs@tu-bs.de

IGS

## Förderung durch



### Inhaltsverzeichnis

1	Verzeichnis von Bildern und Tabellen.....	5
2	Verzeichnis von Begriffen und Definitionen.....	17
3	Zusammenfassung/ Einleitung.....	23
4	Nachschlagewerk und Handlungsempfehlung für die Sanierung von Bürogebäuden....	29
5	Grundlagen .....	30
5.1	Methodik der Gebäudedokumentation.....	31
5.1.1	Vorplanung (A).....	32
5.1.2	Bestandsaufnahme (B).....	33
5.1.3	Nutzer-Fragebogen (C).....	34
5.2	Bestandscheckliste.....	35
6	Kurzvorstellung der PROsab-Gebäude.....	36
6.1	BBG - Braunschweiger Baugenossenschaft.....	37
6.2	UWA - Umweltamt Stuttgart.....	39
6.3	FRM - Forumsgebäude TU-Braunschweig.....	41
6.4	AVG - Aschaffenburgener Versorgungs-GmbH.....	43
6.5	MHM - Maggihaus München.....	45
6.6	STK - Sandtorkai.....	47
6.7	WST - Wendenstrasse 35-43.....	49
6.8	SAG - Schering AG Berlin, Gebäude M085.....	51
6.9	SAG - Schering AG Berlin, Gebäude M516.....	53
6.10	RNB - Rathaus Neubau Braunschweig.....	53
6.11	OHH - Okerhochhaus.....	57
6.12	BEK - Bildungswerk der Evangelischen Kirche.....	59
6.13	SKG - Sparkasse Goslar.....	61
7	Sanierungsrelevante Aspekte von Bürogebäuden der 50er-70er Jahre.....	63
7.1	Nutzung.....	64
7.2	Brandschutz.....	106
7.3	Tragwerk.....	146
7.4.1	Gebäudehülle Teil 1.....	187
7.4.2	Gebäudehülle Teil 2.....	216
7.5	Gebäudetechnik.....	261
8	Auswertung Nutzer- Fragebögen.....	289
8.1	Objektbeschreibung PROsab-Gebäude.....	290
8.2	Auswertung der Nutzerbefragungen.....	296
9	Fallbeispiele.....	302
9.1	Fallbeispiel 01.....	303
9.2	Fallbeispiel 02.....	315

---

9.3	Fallbeispiel 03.....	327
9.4	Fallbeispiel 04.....	344
10	Steckbriefe sanierter Gebäude.....	363
10.1	Kreisverwaltung Bad Segeberg.....	364
10.2	Geschäftshaus Zürich.....	366
10.3	LSV - Landwirtschaftliche Sozialversicherung Baden-Württemberg.....	368
10.4	Französische Botschaft Warschau.....	370
10.5	Vodafone Hochhaus Düsseldorf.....	372
11	Fazit / Resumée.....	374
12	Veröffentlichungen.....	375
13	Literaturverzeichnis.....	377
14	Anhang.....	390

### 1 Verzeichnis von Bildern und Tabellen

Abbildung 1	Interdisziplinäres Projektteam.....	25
Abbildung 2	Darstellung Arbeitsphasen.....	28
Abbildung 3	Gebäudedokumentation.....	30
Abbildung 4	Methodik der Gebäudedokumentation.....	31
Abbildung 5	Vorgehensweise der Bestandsaufnahme.....	33
Abbildung 6	Inbetriebnahme/Baujahr .....	36
Abbildung 7	Standorte der Gebäude.....	36
Abbildung 8	Ansicht West.....	37
Abbildung 9	Westfassade Staffelgeschoss.....	37
Abbildung 10	Regelgeschoss - Grundriss 2.OG.....	38
Abbildung 11	Standardbüro.....	38
Abbildung 12	Energieversorgung.....	38
Abbildung 13	Ansicht West.....	39
Abbildung 14	Süd-Ost-Fassade mit außen liegendem Sonnenschutz.....	39
Abbildung 15	Regelgeschoss - Grundriss 1.OG.....	40
Abbildung 16	Querschnitt.....	40
Abbildung 17	Ansicht Western Eingangsbereich.....	41
Abbildung 18	Ansicht Süden.....	41
Abbildung 19	Regelgeschoss - Grundriss 2.OG.....	42
Abbildung 20	Standardbüro.....	42
Abbildung 21	Energieversorgung.....	42
Abbildung 22	Ansicht Flurzone .....	43
Abbildung 23	Fassadenausschnitt Wartungs-.....	43
Abbildung 24	Grundriss Regelgeschoss.....	44
Abbildung 25	Innenraumansicht Fassade.....	44
Abbildung 26	Ansicht West.....	45
Abbildung 27	Ansicht Süd.....	45
Abbildung 28	Grundriss Regelgeschoss 3.OG.....	46
Abbildung 29	Ansicht Süd.....	47
Abbildung 30	Staffelgeschoss.....	47
Abbildung 31	Grundriss Regelgeschoss 3.OG.....	48
Abbildung 32	Standardbüro.....	48
Abbildung 33	Energieversorgung.....	48
Abbildung 34	Ansicht Norden - Innenhof.....	49
Abbildung 35	Fassadenausschnitt Süden.....	49
Abbildung 36	Regelgeschoss Bestand 3.OG.....	50
Abbildung 37	Endenergieversorgung.....	50
Abbildung 38	Ansicht Hof.....	51

Abbildung 39	Ansicht Hof.....	51
Abbildung 40	Regelgeschoss.....	52
Abbildung 41	Standardbüro.....	52
Abbildung 42	Energieversorgung.....	52
Abbildung 43	Lageplan.....	53
Abbildung 44	Ansicht Hof.....	53
Abbildung 45	Regelgeschoss, 2. OG.....	54
Abbildung 46	Doppelbüro.....	54
Abbildung 47	Energieversorgung.....	54
Abbildung 48	Ansicht Bohlweg.....	55
Abbildung 49	Fassadenausschnitt.....	55
Abbildung 50	Regelgeschoss - Grundriss 2.OG.....	56
Abbildung 51	Standardbüro.....	56
Abbildung 52	Energieversorgung.....	56
Abbildung 53	Ansicht Ost.....	57
Abbildung 54	Ansicht Staffelgeschoss.....	57
Abbildung 55	Regelgeschoss - Grundriss 7.OG.....	58
Abbildung 56	Energieversorgung.....	58
Abbildung 57	Ansicht Süd.....	59
Abbildung 58	Fassadenausschnitt Süd.....	59
Abbildung 59	Regelgeschoss - Grundriss 2.OG.....	60
Abbildung 60	Standardbüro.....	60
Abbildung 61	Energieversorgung.....	60
Abbildung 62	Ansicht Nord - Ost.....	61
Abbildung 63	Ansicht Nord - West.....	61
Abbildung 64	Regelgeschoss - Grundriss 2.OG.....	62
Abbildung 65	Standardbüro.....	62
Abbildung 66	Energieversorgung.....	62
Abbildung 67	Schaubild, Sanierungsflexibilität eines Bestandsgebäudes.....	63
Abbildung 68	Anforderungen an die Nutzungsstruktur.....	65
Abbildung 69	„Funktionale Abhängigkeit der Raster im Verwaltungsbau“.....	65
Abbildung 70	Systemgrundriss, Mittelflur und gleiche Raumtiefen.....	66
Abbildung 71	Systemgrundriss, Mittelflur und ungleiche Raumtiefen.....	67
Abbildung 72	Systemgrundriss, dreibündige Anlage.....	67
Abbildung 73	Systemgrundriss, einbündige Anlage mit Flur.....	68
Abbildung 74	Schaubild, Zusammenhang Raumtiefe/Bürotyp.....	69
Abbildung 75	Schaubild, Zusammenhang Gebäudetiefe / Belichtung.....	71
Abbildung 76	Diagramm, Potenzierung ungenutzter Fläche innerhalb eines Gebäudes .....	73

Abbildung 77	Arbeitsplatz im Jahr 1940.....	80
Abbildung 78	Schaubild, Raumzuschlag.....	83
Abbildung 79	Verhältnis Büroraumtiefe zu Flurzone.....	86
Abbildung 80	Neuaufteilung Büroraum.....	86
Abbildung 81	Flächensystematik.....	87
Abbildung 82	Flächenverteilung Büro.....	89
Abbildung 83	Zellenbürostruktur.....	91
Abbildung 84	Gruppen- und Zellenbürostrukturmix.....	91
Abbildung 85	Business Club - Flexibilität in der Nutzung und Möblierung bei Gebäudetiefe von 13,50m und Fassadenraster von 1,40 m.....	92
Abbildung 86	Anforderung an die Bürostruktur.....	93
Abbildung 87	Einzelbürostrukturen.....	94
Abbildung 88	Gruppenbürostrukturen.....	95
Abbildung 89	Kombibürostruktur.....	96
Abbildung 90	Offenes Gruppenraumbüro.....	97
Abbildung 91	Großraumbüro.....	98
Abbildung 92	Aufbau Installationswand.....	102
Abbildung 93	Beispiel Fa. Strähle.....	102
Abbildung 94	Kabelkanal Wand.....	103
Abbildung 95	Kabelkanal Boden.....	103
Abbildung 96	Zugänglichkeit Doppelboden.....	104
Abbildung 97	Kabelführung Hohlraumboden.....	104
Abbildung 98	Prinzip abgehängte Decke.....	105
Abbildung 99	Innenraumbeispiel.....	105
Abbildung 100	Gliederung des Brandschutzes.....	108
Abbildung 101	Definition der Schutzziele.....	109
Abbildung 102	Definition der Gebäudeklassen nach MBO 2002.....	110
Abbildung 103	Einteilung der Gebäude in Abhängigkeit ihrer Höhe.....	112
Abbildung 104	Beispiel für die Erfordernis eines notwendigen Flures nach MBO 2002 .....	121
Abbildung 105	Brandwände innerhalb ausgedehnter Gebäude.....	122
Abbildung 106	Beispiel über die Führung und Länge.....	123
Abbildung 107	Erforderliche Feuerwiderstandsdauer der Bauteile nach MBO 2002....	125
Abbildung 108	Zuordnung der Gebäude in die Gebäudeklassen nach MBO 2002.....	126
Abbildung 109	Häufigkeit der zweiten Rettungswegart im Bestand.....	128
Abbildung 110	Vergleich der Treppenhäuser Bestand - Sanierung.....	129
Abbildung 111	Anwendungshäufigkeit der Sanierungsmaßnahmen.....	131
Abbildung 112	Beispiel für den Aufbau eines Boxplots.....	132
Abbildung 113	Boxplots in Abhängigkeit von der Rettungsweglänge.....	133

Abbildung 114	Boxplot in Abhängigkeit von der Rettungsweglänge (GKL 4/5 + HH) ..	134
Abbildung 115	Boxplots in Abhängigkeit von der Brandabschnittslänge.....	135
Abbildung 116	Boxplots in Abhängigkeit von der Größe der Nutzungseinheiten.....	136
Abbildung 117	Verteilung der Deckensysteme bei den untersuchten Gebäuden.....	140
Abbildung 118	Entwicklung der Anforderungen an Massivdecken nach DIN 4102.....	141
Abbildung 119	Definition des Achsabstandes u.....	142
Abbildung 120	Entwicklung der Anforderungen an Rippendecken nach DIN 4102.....	143
Abbildung 121	Definition des Achsabstandes u für Rippendecken.....	144
Abbildung 122	Bürohauskonstruktion in Mauerwerk.....	148
Abbildung 123	Aussteifung durch Rahmenwirkung.....	151
Abbildung 124	Wandscheiben und Kern.....	152
Abbildung 125	Kappendecke.....	154
Abbildung 126	Grundsysteme der Deckentragwerke.....	158
Abbildung 127	Stahlsteindecke.....	162
Abbildung 128	Röhbaudecke,.....	163
Abbildung 129	Stahlblech-Verbunddecke, Hoesch.....	164
Abbildung 130	geschossweise Verteilung der Deckentypen der untersuchten Gebäude	167
Abbildung 131	prozentuale Verteilung der Deckentypen in den untersuchten Gebäuden .....	167
Abbildung 132	Oben: Gradliniengesetz, Mitte: Traglastverfahren Unten: Spannungs-Dehnungsdiagramm für Betonstahl.....	171
Abbildung 133	Verbundwirkung von glatten und gerippten Betonstählen.....	172
Abbildung 134	Auswahl gerippter Betonstähle von 1953 bis 1960.....	173
Abbildung 135	Stahl mit ausgerundeten Rippen ähnlich der heutigen Rippung.....	175
Abbildung 136	Entwicklung der DIN 1045 mit Darstellung der Bezeichnung der Betongüten und unter in Verbindung mit ihren Veränderungen der Betonfestigkeitsklassen.....	177
Abbildung 137	Einsatzhäufigkeit der Betonsorten bezogen auf die Bauteile: Decken, Wände und Stützen bei den untersuchten Objekten.....	181
Abbildung 138	Unterschiedliche Schreibweisen bei der Bewehrungsangabe bei den untersuchten Objekten.....	182
Abbildung 139	Bemessungswerte für Bst I, III, IV bezogen auf das Bemessungskonzept der DIN 1045 2001.....	184
Abbildung 140	Rechenwerte für die Spannungsdehnungslinien der Betonstähle.....	185
Abbildung 141	Wandaufbauten einschaligen(a-d) und mehrschaligen(e-f) tragende massive Außenwände.....	192
Abbildung 142	Auflösung der massiven tragenden Außenwände zur Skelett mit Ausfachung.....	193
Abbildung 143	Gestalt - Lochfassade.....	193

Abbildung 144	Gestalt - Pfeilerfassade.....	194
Abbildung 145	Gestalt - ausgefachte Fassade.....	194
Abbildung 146	Ausschnitte Fassaden mit nicht tragenden Außenwänden.....	195
Abbildung 147	Gestalt - Elementfassade.....	195
Abbildung 148	BBG Braunschweig - Betonfertigteil als vorgehängte Elementfassade	196
Abbildung 149	Konstruktionsarten von Bandfassaden.....	197
Abbildung 151	Gestalt - P-R-Fassade.....	197
Abbildung 152	Gestalt - Bandfassade.....	197
Abbildung 153	Aufteilung der Fassade der PROsab-Gebäude nach Konstruktion.....	198
Abbildung 154	Aufteilung der Fassade der PROsab-Gebäude nach Gestalt.....	198
Abbildung 155	Konstruktion und Gestalt der PROsab-Gebäude.....	200
Abbildung 156	Gesetzliche Entwicklung.....	202
Abbildung 157	Kreisverwaltung Bad Sgeberg, 1972 gebaut, 2002 saniert.....	208
Abbildung 158	Münchner Rückversicherungsgesellschaft, München, 1973 gebaut, 2001 saniert.....	208
Abbildung 159	Französische Botschaft, Warschau, 1970 gebaut, 2005 saniert.....	209
Abbildung 160	Geschäftshaus, Zürich, 1970 gebaut, 2001 saniert.....	209
Abbildung 161	Landwirtschaftliche Sozialversicherungsanstalt, Stuttgart, 1960 gebaut, 2002 saniert.....	210
Abbildung 162	Mannesmann AG, Düsseldorf, 1954 gebaut, 2002 saniert.....	210
Abbildung 163	Entwicklung der Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz.....	218
Abbildung 164	Wärmeverluste des Gebäudes.....	219
Abbildung 165	Vorteile einer Wärmedämmschicht.....	223
Abbildung 166	Wärmedurchgang bei Mehrschichtigkeit.....	225
Abbildung 167	Übersicht der anorganischen und organischen Dämmstoffarten.....	228
Abbildung 168	Absorberwand.....	232
Abbildung 169	Fassadenbauteil transluzent.....	232
Abbildung 170	schaltbare Wärmedämmung im Winter- und Sommerbetrieb.....	233
Abbildung 171	Vakuum-Isolations-Paneele.....	234
Abbildung 172	Faserdämmstoff / VIP.....	234
Abbildung 173	Polystyrol-Hartschaumplatten,	
Abbildung 174	Montage der Perimeterdämmung.....	235
Abbildung 175	Problemstellungen bei Fenstern.....	237
Abbildung 176	Anteil Fensterprofile im Bezug auf Materialität.....	246
Abbildung 177	Detailansicht Holzfenster.....	246
Abbildung 178	Staffelgeschoss (01BBG).....	248
Abbildung 179	Fassadenausschnitt (10RNB).....	248
Abbildung 180	Funktion tageslichtgesteuerter Sonnen- bzw. Blendschutzlamellen..	249

Abbildung 181	Beispiel - tageslichtgesteuerter Sonnen- bzw. Blendschutz innenliegend.....	250
Abbildung 182	und Abbildung 183 tageslichtoptimiertes Sonnen-/Blendschutzsystem (Folie).....	251
Abbildung 184	Sonnen- und Blendschutz (Folie).....	252
Abbildung 185	Sonnen- und Blendschutz (Lamellen).....	252
Abbildung 186	Lüftungsvariante 1 - einseitige Nachtlüftung.....	255
Abbildung 187	Lüftungsvariante 2 - Querlüftung.....	255
Abbildung 188	Tageslichtquotient (D) im Vergleich für ein 30%igen und einen 60%igen Fensteranteil (Quelle: BürobauAtlas, S. 122).....	257
Abbildung 189	Bestandsanalyse - Auswahlkriterien.....	258
Abbildung 190	Bürraum Fenster / Blendschutz.....	258
Abbildung 191	Isolierglas - Wasser im SZR.....	258
Abbildung 192	Nachhaltigkeitsbewertung Fenster.....	259
Abbildung 193	Auswahlkriterien - Sanierung Fenster.....	259
Abbildung 194	Gründe für einen hohen Energieverbrauch.....	263
Abbildung 195	Thermografieaufnahme.....	264
Abbildung 196	Thermografieaufnahme.....	264
Abbildung 197	untere Verteilung.....	267
Abbildung 198	obere Verteilung.....	267
Abbildung 199	Einrohrprinzip.....	268
Abbildung 200	Zweirohrprinzip.....	268
Abbildung 201	Strangleitungen.....	268
Abbildung 202	Horizontale Ringleitungen.....	268
Abbildung 203	Anordnung von Heizkörpern.....	269
Abbildung 204	Konvektions- bzw. Strahlungsanteil verschiedener Heizkörper.....	270
Abbildung 205	Arten raumlufttechnischer Anlagen.....	273
Abbildung 206	Klimaanlagen.....	275
Abbildung 207	Komponenten des Energiekonzepts.....	277
Abbildung 208	Jahres-Endenergieverbrauch Wärme [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a],	
Abbildung 209	Jahres-Endenergieverbrauch Strom [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a].....	283
Abbildung 210	Jahres-Endenergieverbrauch Wärme [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a] im Vergleich zu den Richtwerten nach SIA.....	284
Abbildung 211	Jahres-Endenergieverbrauch Strom [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a] im Vergleich zu den Richtwerten nach SIA.....	285
Abbildung 212	Jahres-Endenergieverbrauch Wärme [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a] im Vergleich zu EnEV 2007.....	286
Abbildung 213	Jahres-Endenergieverbrauch Strom [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a] im Vergleich zu EnEV 2007.....	287

Abbildung 214	BBG-Gebäude.....	290
Abbildung 215	Grundriss Regelgeschoss 2.OG.....	290
Abbildung 216	Rathaus-Neubau.....	291
Abbildung 217	Grundriss Regelgeschoss 2.OG.....	291
Abbildung 218	BEK- Gebäude.....	292
Abbildung 219	Grundriss Regelgeschoss 2.OG.....	292
Abbildung 220	Sparkasse Goslar.....	293
Abbildung 221	Grundriss Regelgeschoss 2.OG.....	293
Abbildung 222	Schering AG Berlin Gebäude M 085.....	294
Abbildung 223	Grundriss Regelgeschoss Schering AG M 085.....	294
Abbildung 224	Schering AG Berlin Gebäude M 516.....	295
Abbildung 225	Grundriss Regelgeschoss Schering AG M 516.....	295
Abbildung 226	Büro-Belegungszahl.....	296
Abbildung 227	Ort der Beschäftigung.....	296
Abbildung 228	Temperaturempfinden.....	297
Abbildung 229	Empfundene Luftfeuchte.....	298
Abbildung 230	Behaglichkeit.....	298
Abbildung 231	Beschattungseinrichtungen.....	299
Abbildung 232	Wichtigkeit Energieverbrauch techn. Geräte.....	299
Abbildung 233	Bewertung der Technik.....	300
Abbildung 234	Arbeitsumfeld.....	300
Abbildung 235	Zufriedenheit des äußeren Erscheinungsbildes.....	301
Abbildung 236	Lage des Gebäudes - Stadtplan,	
Abbildung 237	Ansicht Nord,	
Abbildung 238	Ansicht Süd.....	303
Abbildung 239	Bestand - Flächenoptimierung.....	305
Abbildung 240	Variante - Flächenoptimierung.....	305
Abbildung 241	Bestand - Flächendiagramm.....	305
Abbildung 242	Variante - Flächendiagramm.....	305
Abbildung 243	Variante 01b, ca. 27 feste AP und ca.3 flexible AP.....	306
Abbildung 244	Variante 01a, ca. 25 feste AP und ca.3 flexible AP.....	306
Abbildung 245	Beispiel Kommunikationsbereich.....	306
Abbildung 246	Beispiel Nutzung Mittelzone.....	306
Abbildung 247	Beispiel Transparenz.....	306
Abbildung 248	Variante 02, ca. 28 feste AP.....	307
Abbildung 249	Beispiel Nutzung Mittelzone.....	307
Abbildung 250	Grundrissstruktur Brandschutz für Bestand und Variante 2.....	309
Abbildung 251	Bestandsfassade Bild /Schnitt.....	310
Abbildung 252	Ansicht Fassade.....	311

Abbildung 253	Aufbringen einer Außendämmung.....	311
Abbildung 254	Variante Kastenfenster.....	312
Abbildung 255	Schnitt - Kastenfenster,	
Abbildung 256	Ansicht Fassade mit Kastenfenster.....	312
Abbildung 257	Variante Kastenfenster.....	313
Abbildung 258	Ansicht Nord-Westen,	
Abbildung 259	Ansicht Süd-Osten.....	315
Abbildung 260	Grundriss - Regelgeschoss 2.OG.....	315
Abbildung 261	Büroraum mit Schränken und Ablageflächen.....	316
Abbildung 262	Ausschnitt Variante 1.....	316
Abbildung 263	Ausschnitt Variante 2.....	316
Abbildung 264	Grundriss Variante 1 mit Gruppenbüros - 61 Arbeitsplätze.....	317
Abbildung 265	Beispiele - Kommunikationszone, Gruppenbüro und Besprechungsraum.	317
Abbildung 266	Grundriss Variante 2 mit begehbaren Balkonflächen.....	318
Abbildung 267	Beispiele - Nutzung Balkonbereich und Fassade.....	318
Abbildung 268	Baulicher Brandschutz.....	320
Abbildung 269	Bestandsfassade Schnitte / Ansicht.....	321
Abbildung 270	Variante 1 Schnitt / Ansicht Fassade.....	322
Abbildung 271	Variante 2 Schnitt / Ansicht Fassade.....	322
Abbildung 272	Variante 3 Schnitt / Ansicht mit begehbaren Balkonflächen.....	323
Abbildung 273	Variante 4 Schnitt / Ansicht Fassade.....	323
Abbildung 274	Fassade Rathaus Neubau - Bestand.....	324
Abbildung 275	Fassade Rathaus Neubau - Variante 3.....	324
Abbildung 276	Ansicht Westen,	
Abbildung 277	Ansicht Süden,	
Abbildung 278	Ansicht Osten.....	327
Abbildung 279	Grundriss - Regelgeschoss 2.OG.....	327
Abbildung 280	Flächenoptimierung - Regelgeschoss Bestand.....	328
Abbildung 281	Querschnitt.....	329
Abbildung 282	Aufstockung 9.OG.....	329
Abbildung 283	Beispiel - Konferenzbereich,	
Abbildung 284	Beispiel - Konferenzraum.....	329
Abbildung 285	Ausschnitt - Grundriss 2.OG.....	330
Abbildung 286	Büroraum Bestand,	
Abbildung 287	transparente Wände zum Flur.....	330
Abbildung 288	Flurtrennwände,	
Abbildung 289	Blick in ein Musterbüro.....	330

Abbildung 290	Regelgeschoss - Variante 01a,	
Abbildung 291	Nutzung Mittelzone ca. 20 feste AP und 10 flexible AP.....	331
Abbildung 292	Regelgeschoss - Variante 01b, ca. 42 AP,	
Abbildung 293	Gruppenbürozone.....	331
Abbildung 294	Regelgeschoss - Variante 02, ca. 29 AP	
Abbildung 295	Gruppenbürozone.....	332
Abbildung 296	Regelgeschoss - Variante 03, ca. 21 AP	
Abbildung 297	Zellenbürozone.....	332
Abbildung 298	Bestand - Flächendiagramm.....	334
Abbildung 299	Bestand - Flächenoptimierung.....	334
Abbildung 300	Var. 2 - Flächenoptimierung.....	334
Abbildung 301	Var. 2 - Flächendiagramm.....	334
Abbildung 302	und Abbildung 303 Montage Fassadenplatten 1968 .....	335
Abbildung 304	Bestandsfassade Schnitt / Ansicht.....	335
Abbildung 305	Aufbringen einer Außendämmung.....	336
Abbildung 306	Fassadenvariante 01 - Schnitt / Ansicht.....	336
Abbildung 307	Fassadenvariante 02a - Schnitt / Ansicht,	
Abbildung 308	Kastenfenster - schematischer Schnitt.....	337
Abbildung 309	Fassadenvariante 02b - Schnitt / Ansicht.....	338
Abbildung 310	Fassadenvariante 03 - Schnitt / Ansicht,	
Abbildung 311	schematischer Büroschnitt.....	339
Abbildung 312	Investitionskosten netto.....	342
Abbildung 313	Betriebskosten netto.....	342
Abbildung 314	Anforderungen / Empfehlung Sanierungsvariante.....	343
Abbildung 315	Innenraum Büro,	
Abbildung 316	Schrankzone zum Flur,	
Abbildung 317	Schrankzone zum Flur.....	345
Abbildung 318	Anordnung der Büroschränke.....	346
Abbildung 319	Bsp. Flurtrennwände transparent.....	346
Abbildung 320	Bsp. Einzelbüro.....	346
Abbildung 321	Bsp. Flurzone.....	346
Abbildung 322	Regelgeschoss ca. 50 AP, ca. 80 m Schrank.....	347
Abbildung 323	Beispiel Gruppenbüro.....	347
Abbildung 324	Beispiel Nutzung Mittelzone.....	347
Abbildung 325	Nutzung Mittelzone.....	347
Abbildung 326	3. OG, AP ca. 7 m Schrank, Besprechungsraum.....	348
Abbildung 327	Beispiel Gruppenbüro.....	348
Abbildung 328	Beispiel Besprechungsraum 01.....	348
Abbildung 329	Beispiel Besprechungsraum 02.....	349

Abbildung 330	Beispiel Besprechungsraum 03.....	349
Abbildung 331	3.OG Variante 02 Besprechungsraum, ca. 30 APL.....	349
Abbildung 332	3.OG G Variante 03 Besprechungsraum, ca. 75 APL.....	349
Abbildung 333	Fassadenansicht Balkon.....	350
Abbildung 334	Fassadenvarianten 02 - 04.....	352
Abbildung 335	Balkon, Sonnenschutz.....	353
Abbildung 336	Balkon, Sonnenschutz.....	353
Abbildung 337	Balkon, Sonnenschutz.....	353
Abbildung 338	Doppelfassade, Sonnenschutz.....	354
Abbildung 339	Doppelfassade, Sonnenschutz.....	354
Abbildung 340	Doppelfassade + Sonnenschutz 01.....	354
Abbildung 341	Doppelfassade + Sonnenschutz 02.....	354
Abbildung 342	Doppelfassade + Sonnenschutz 01.....	354
Abbildung 343	Doppelfassade + Sonnenschutz 02.....	354
Abbildung 344	Fassadenvarianten 01 - 04 ohne Balkon.....	355
Abbildung 345	Fassadenvariante 05 - 07 ohne Balkon.....	355
Abbildung 346	und Abbildung 347 Beispiel Fassade ohne Balkon,	
Abbildung 348	Beispiel Innenraum.....	356
Abbildung 349	Fassade ohne Balkon, Detail / Ansicht 03.....	357
Abbildung 350	Beispiel Fassade ohne Balkon,	
Abbildung 351	Beispiel Fassade ohne Balkon.....	358
Abbildung 352	Investitionskosten.....	359
Abbildung 353	Gesamtkosten.....	360
Abbildung 354	vor der Sanierung.....	364
Abbildung 355	nach der Sanierung.....	364
Abbildung 356	Regelgeschoss Grundriss 2.OG.....	365
Abbildung 358	Ansicht vor der Sanierung.....	366
Abbildung 359	Ansicht nach der Sanierung.....	366
Abbildung 360	Regelgeschoss - Grundriss 1.OG.....	367
Abbildung 361	Fassadenausschnitt.....	367
Abbildung 362	vor der Sanierung.....	368
Abbildung 363	nach der Sanierung.....	368
Abbildung 364	Regelgeschoss - Grundriss 1.OG.....	369
Abbildung 365	Schnitt.....	370
Abbildung 366	vor der Sanierung.....	370
Abbildung 367	nach der Sanierung.....	370
Abbildung 368	Grundriss vor / nach Sanierung.....	371
Abbildung 369	Innenraum.....	371
Abbildung 370	Detail Fassadenschnitt nach Sanierung.....	371

Abbildung 371	vor der Sanierung / nach Sanierung.....	372
Abbildung 372	nach der Sanierung.....	372
Abbildung 373	Grundriss nach Sanierung.....	373
Abbildung 374	Innenansicht Fassade.....	373
Tabelle 1	Liste der für die Durchführung notwendigen Unterlagen.....	32
Tabelle 2	Inhalt Nutzerfragebogen.....	34
Tabelle 3	Bestandscheckliste - struktureller Aufbau.....	35
Tabelle 4	Kleines bis großes Achsmaß.....	74
Tabelle 5	Entwicklung von Fensterachsmaßen /Achsraster von 1936-1992.....	81
Tabelle 6	Abstände nach heute gültigen gesetzlichen Vorschriften.....	82
Tabelle 7	Abstände nach gesetzlichen Vorschriften von 1965.....	82
Tabelle 8	Flächenbausteine und Zimmergrößen in m <sup>2</sup> .....	84
Tabelle 9	Mietflächendefinition für Büroräume.....	90
Tabelle 10	Benchmarks Büroorganisation, Nutzereignung 50er Jahre bis heute...	99
Tabelle 11	Erforderliche Feuerwiderstandsdauer der Bauteile.....	124
Tabelle 12	Feuerwiderstandsklassen der Bauteile.....	139
Tabelle 13	Stahlbetondecken, wirtschaftliche Spannweiten.....	156
Tabelle 14	Liste der zugelassenen Betonstähle von 1943.....	174
Tabelle 15	Festigkeitswerte und Einteilung historischer Betone auf Grundlage der DIN 1045.....	179
Tabelle 16	Merkmale bei Gebäuden der 50er bis 70er Jahre.....	189
Tabelle 17	Konstruktionsart und Gestalt von Fassaden.....	191
Tabelle 18	Lebenserwartung von Bauteilen / Elementen.....	206
Tabelle 19	Typische Mängel und Schäden von Fassaden der 50er - 80er Jahre...	207
Tabelle 20	Beispiel Lösungsansatz - Auszug aus Fallbeispiel BBG.....	214
Tabelle 21	Zusammenfassung - Fassadentyp / Lösungsansatz.....	215
Tabelle 22	Wärmedurchgangskoeffizienten opaker Bauteile.....	220
Tabelle 23	typische Mängel, Schäden und Folgen opaker Bauteile bei Gebäuden der 50er bis 70er Jahre.....	222
Tabelle 24	Vereinfachte Berücksichtigung nachträglicher Wärmeschutzmaßnahmen	224
Tabelle 25	Anwendungsmatrix von Dämmstoffarten.....	230
Tabelle 26	Dämmstoffe in der Entwicklung.....	236
Tabelle 27	Eigenschaften sowie typische Mängel und Schäden an Fenstern.....	241
Tabelle 28	Überblick U-Werte Verglasungsarten.....	243

Tabelle 29	Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten transparenter Bauteile.....	244
Tabelle 30	Bauphysikalische Werte verschiedener Verglasungen.....	245
Tabelle 31	Variantenvergleich Verglasung und Sonnenschutz.....	254
Tabelle 32	Zusammenfassende Checkliste Gebäudehülle.....	260
Tabelle 33	Kurzbeschreibung der Wärmeeerzeuger.....	266
Tabelle 34	Freie Lüftungsarten.....	272
Tabelle 35	thermodynamische Luftbehandlungsfunktion.....	274
Tabelle 36	Zusammenfassende Checkliste Gebäudetechnik.....	281
Tabelle 37	Zusammenfassende Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs.....	288
Tabelle 38	Übersicht der Kenndaten – Bestand und Grundrissvarianten Sanierung .....	308
Tabelle 39	Variantenvergleich der Fassadensysteme.....	314
Tabelle 40	Kenndaten – Bestand und Grundrissvarianten.....	319
Tabelle 41	Vergleich der Fassadensysteme.....	325
Tabelle 42	Übersicht der Kenndaten – Bestand und Grundrissvarianten Sanierung .....	333
Tabelle 43	Wärmedurchgangskoeffizient vorher/nachher.....	336
Tabelle 44	Variantenvergleich – Fassade.....	340

## 2 Verzeichnis von Begriffen und Definitionen

### A/V Verhältnis

Das A/V-Verhältnis ist beim Wärmeschutznachweis eine wichtige Kenngröße für die Kompaktheit eines Gebäudes. Es wird berechnet als Quotient aus der wärmeübertragenden Hüllfläche, d.h. Flächen, die Wärme an die Umwelt abgeben, wie Wände, Fenster, Dach, und dem beheizten Gebäudevolumen. Das A/V-Verhältnis beeinflusst entscheidend den Heizenergiebedarf. Ein geringeres A/V-Verhältnis bedeutet bei gleichem Gebäudevolumen eine kleinere wärmeübertragende Außenfläche. Pro m<sup>3</sup> Volumen ist somit weniger Energie notwendig, um die Wärmeverluste über die Hülle auszugleichen.

### Freie Lüftung

Unter freier, natürlicher Lüftung versteht man den Luftwechsel, der durch Gewichtsunterschiede der Luft bei Temperaturdifferenzen zwischen Innen- und Außenluft (oder bei Winddruck und Luftbewegung) ohne Verwendung von Ventilatoren hervorgerufen wird. (siehe Luftwechsel)

### Gesamtenergiedurchlassgrad [g]

Der Gesamtenergiedurchlassgrad einer Verglasung gibt den Anteil der auftreffenden Solarstrahlung an, der direkt als Strahlung oder als sekundär abgegebene Wärmestrahlung, z.B. durch die Erwärmung der Glasscheibe, in den Raum gelangt. Einheit für g gemessen in [%].

### Jahres-Heizwärmebedarf [ $Q'_H$ ]

Wärmemenge, die von der Heizanlage jährlich unter vorgegebenen Randbedingungen zur Beheizung des Gebäudes bzw. der Gesamtheit der beheizten Räume bereitzustellen ist. Einheit für  $Q'_H$  gemessen in [kWh/m<sup>2</sup>a].

### Konvektion (Wärmeströmung) [ $\dot{Q}$ ]

Bei der Konvektion, die nur in Gasen oder Flüssigkeiten stattfindet, wird die Wärme durch Bewegungsvorgänge (Strömung oder Ortsänderung) transportiert. Sie ist abhängig von der Fläche und vom Temperaturunterschied zwischen der wärmeabgebenden Fläche und der Raumluft sowie einer Wärmeübergangszahl, die ihrerseits

von der Konsistenz, Oberflächenbeschaffenheit sowie der Strömungsgeschwindigkeit bestimmt wird. Einheit für  $\dot{Q}$  gemessen in [W].

### **Luftwechsel [ $n_L$ ]**

Der Luftwechsel gibt an, welcher Anteil des in einem Raum enthaltenen Luftvolumens innerhalb einer bestimmten Zeit (üblicherweise in einer Stunde) durch Frischluft ersetzt wird. Für Bürogebäude ist der hygienische Mindestluftwechsel nach EnEV von  $1,0 \text{ h}^{-1}$  bis  $1,5 \text{ h}^{-1}$  einzuhalten. Einheit für  $n_L$  gemessen in [ $\text{h}^{-1}$ ] (Anteil der pro Stunde ausgetauschten Luft).

### **Lüftungswärmeverluste [ $Q_L$ ]**

Die durch Lüftung verlorengelende Wärme wird in der Wärmebilanz mit  $Q_L$  berücksichtigt. Einheit für  $Q_L$  gemessen in [kWh/a].

### **Rohdichte [ $\rho$ ]**

Die Rohdichte beeinflusst maßgeblich die wärmeschutztechnischen Eigenschaften des Baustoffs und ist wie folgt definiert: Sie ist der Quotient aus der Masse eines Stoffes und dem von dieser Masse eingenommenem Volumen, gemessen in [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ].

Eine geringe Rohdichte bedeutet gleichzeitig eine große Porosität oder ein hohes Hohlraumvolumen und führt damit zu einer besseren wärmedämmenden Wirkung des Stoffes. Der günstigste Rohdichtebereich liegt im Allgemeinen zwischen 20 und  $100 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

### **Tageslichtquotient [D]**

Verhältnis der horizontalen Beleuchtungsstärke eines beliebigen Punktes in einem Raum zur Beleuchtungsstärke einer waagerechten Fläche im Freien. Einheit für D gemessen in [%] oder [-].

### **Transmissionsgrad [ $\tau$ ]**

Der visuelle Transmissionsgrad beschreibt den Anteil sichtbarer Strahlung (320 – 780 nm) der durch die Verglasung in den Raum gelangt.

Er ist ausschlaggebend für die Tageslichtnutzung im jeweiligen Büro. Übliche Werte für Isolierverglasungen liegen zwischen 50 und 80%. Einheit für  $\tau$  gemessen in [%].

### **Transmissionswärmeverlust [ $Q_T$ ]**

Er entsteht infolge der Wärmeableitung über die Umschließungsflächen beheizter Räume wie Wände, Fußböden, Decken, Fenster. Nach der EnEV stellt der Transmissionswärmeverlust den Wärmestrom durch die Außenbauteile je Grad Kelvin Temperaturdifferenz dar. Es gilt: je kleiner der Wert, um so besser ist die Dämmwirkung der Gebäudehülle. Einheit für  $Q_T$  gemessen in [W/K].

### **Wärmebrücke**

Eine Wärmebrücke (oft fälschlicherweise als Kältebrücke bezeichnet) ist ein Bereich in Bauteilen eines Gebäudes, durch den die Wärme schneller nach außen transportiert wird, als durch die anderen Bauteile.

Man unterscheidet konstruktive und geometrische Wärmebrücken:

- Konstruktive Wärmebrücken entstehen durch Einbauten oder Materialien mit höherer Wärmeleitfähigkeit oder fehlender Wärmedämmung, beispielsweise Stahlbetonbauteile, die eine gedämmte Außenwand durchstoßen.
- Geometrische Wärmebrücken ergeben sich beispielsweise durch Versprünge oder Ecken in einem ansonsten homogenen Bauteil, wenn der Innenfläche eine größere Außenfläche, durch die die Wärme abfließt, gegenüber steht.

Im Bereich von Wärmebrücken sinkt im Winter die raumseitige Oberflächentemperatur von Bauteilen ab. Bei Unterschreiten der Taupunkttemperatur fällt Tauwasser (Kondenswasser) aus. An Wärmebrücken besteht die Gefahr von Schimmelbildung. Diese tritt nicht erst bei Tauwasserausfall, sondern bereits bei einer (durch die Oberflächentemperatur bedingten) relativen Luftfeuchte von mehr als 80 % an der Wand auf. Wärmebrücken führen zudem zu höherem Heizwärmebedarf und damit zu höheren Heizkosten.

### **Wärmedurchgangskoeffizient [U-Wert]**

Beschreibt den Wärmefluss, der im stationären Zustand durch ein Bauteil der Fläche von  $1\text{m}^2$  bei einer Temperaturdifferenz um  $1\text{K}$  auf beiden Seiten senkrecht zur Oberfläche fließt. Einheit für  $U$  gemessen in [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ].

### **Wasserdampfdiffusionswiderstand [ $\mu$ ]**

Die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl wird für die Berechnung des Diffusionsverhaltens von Bauteilen eingesetzt. Sie gibt an, wievielfach größer der Dampfdiffusionswiderstand eines Stoffes ist, als der entsprechende Kennwert einer gleich dicken Luftschicht bei gleicher Temperatur: für Luftschichten ist  $\mu = 1$ , für Baustoffe bzw. Dämmstoffe ist  $\mu > 1$ .

### **Wärmerückgewinnung**

Wärmerückgewinnung (WRG) ist ein Sammelbegriff für Verfahren zur „Wiedernutzbarmachung“ der thermischen Energie eines den Prozess verlassenden Massenstromes. Grundsätzliches Ziel der Wärmerückgewinnung ist die Minimierung des Primärenergieverbrauchs. Dabei stehen neben den energiewirtschaftlichen Bedürfnissen auch ökologische Forderungen im Vordergrund. Insbesondere werden im Hinblick auf das Kyoto-Protokoll zum Schutz des Klimas gesamtheitlich enorme Mengen an Treibhausgasen bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden. Für die eigentliche Funktion von Herstellungsprozessen ist in keinem einzigen Fall eine Wärmerückgewinnung erforderlich. Die Wärmerückgewinnung ist somit nicht dem eigentlichen Herstellungsprozess zugehörig. Sie hat lediglich die Aufgabe, die Energiepotentiale der von den Herstellungsprozessen letztlich in die Umwelt entlassenen Energieströme nachhaltig zu bewahren und zu erneuern. Damit hat die Wärmerückgewinnung die Eigenschaft einer regenerativen Energie.

### **Brutto-Geschossfläche**

Die Brutto-Geschossfläche (BGF) der DIN 277 bezeichnet die Summe der(nutzbaren) Grundflächen aller Grundrissebenen eines Gebäudes; sie setzt sich aus der Konstruktions- und der Netto-Grundfläche zusammen. Für ihre Berechnung sind die äußeren Maße der Bauteile einschließlich Bekleidung, z.B. Putz, in Fußbodenhöhe anzusetzen.<sup>1</sup>

### **Konstruktionsfläche**

Die Konstruktionsfläche (KF) ist aus den Grundflächen der aufgehenden Bauteile zu berechnen. Dabei sind die Fertigmaße der Bauteile in Fußbodenhöhe einschließlich Putz oder Bekleidung anzusetzen. Konstruktive und gestalterische Vor- und Rücksprünge an den Außenflächen, soweit sie die Netto-Grundfläche nicht beeinflussen, Fuß-, Sockelleisten, Schrammborde sowie vorstehende Teile von Fenster und Türbekleidungen bleiben unberücksichtigt. Die Konstruktions-

Grundfläche darf aber auch als Differenz aus Brutto und Netto-Grundfläche errechnet werden.<sup>1</sup>

### **Netto-Geschossfläche**

Dementsprechend beinhaltet die Netto-Geschossfläche (NGF) die Gesamtheit der nutzbaren Grundflächen aller Grundrissebenen eines Gebäudes, die zwischen den aufgehenden Bauteilen liegen. Sie untergliedert sich des weiteren in Nutz-, Funktions- und Verkehrsfläche, für ihre Berechnung sind die lichten Maße der Räume in Höhe des Fußbodens (excl. Fuß und Sockelleisten oder Schrammborden) anzusetzen.<sup>1</sup>

### **Funktionsfläche**

Die Funktionsfläche (FF) ist derjenige Anteil der Netto-Grundfläche (NGF), der dem Zugang zu den Räumen (z.B. Flure, Treppen oder Eingangsbereiche) und dem allgemeinen Verkehr innerhalb eines Gebäudes sowie dem Verlassen im Notfall dient.<sup>1</sup>

### **Verkehrsfläche**

Die Verkehrsfläche (VF) ist derjenige Teil der Netto-Grundfläche, der dem Zugang zu den Räumen, dem Verkehr innerhalb des Bauwerkes und auch dem Verlassen im Notfall dient. Bewegungsflächen innerhalb von Räumen, die zur Nutz- oder Funktionsfläche gehören, zum Beispiel Gänge zwischen Einrichtungsgegenständen, zählen nicht zur Verkehrsfläche.<sup>1</sup>

### **Nutzfläche**

Die Nutzfläche (NF) ist der Teil der Nettogrundfläche, der der Nutzung des Bauwerks auf Grund seiner Zweckbestimmung dient. Sie gliedert sich in Hauptnutzfläche (HNF) und Nebennutzfläche (NNF).<sup>1</sup>

### **Brutto-Rauminhalt**

Der Brutto-Rauminhalt (BRI) bezeichnet den Rauminhalt eines Gebäudes, der von den äußeren Begrenzungsflächen sowie nach unten von der Gebäudesohle umschlossen wird.<sup>1</sup>

## **Netto-Rauminhalt**

Der Netto-Rauminhalt (NRI) beinhaltet alle Rauminhalte der Räume eines Gebäudes, deren Grundflächen der NGF zugerechnet werden.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Quelle: „Projektentwicklung spekulativer Büroimmobilien  
Aufbau eines Bewertungsmodells“, Diplomarbeit, Sandra Kieker

### 3 Zusammenfassung / Einleitung

#### Ausgangssituation

Ein Großteil des Bestands an Büro- und Verwaltungsgebäuden in der Bundesrepublik Deutschland stammt aus der Phase erhöhter Bautätigkeit der Jahre zwischen 1950 und 1980. Heute erreichen viele der Gebäudekomponenten dieser Bauten wie Haustechnik und Fassadensystem das Ende ihrer Lebensdauer. Zudem haben sich die Energiestandards sowie die Anforderungen an den Komfort, die Ausstattung und an die Arbeitsplatzinfrastruktur zum Teil gravierend verändert. Darüber hinaus treten altersbedingte Schäden oder Ermüdungserscheinungen am Tragwerk auf.

Als Alternative zur weiteren Nutzung steht häufig nur der Abriss und Neubau der Gebäude zur Diskussion. Dabei bietet die Sanierung der bestehenden Bausubstanz auch Vorteile. Es zeigt sich anhand von Beispielen aus der Praxis, dass sich auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine grundlegende Sanierung gegenüber dem Neubau durchaus rechnet und bei der Umsetzung von umfassenden Sanierungskonzepten der gestalterische und technische Standard eines Neubaus erreicht werden kann.

Im Gegensatz zur Erhaltung von denkmalgeschützten historischen Bauten existieren zum Thema der Sanierung von Büro- und Verwaltungsgebäuden der 50er bis 70er Jahre kaum verallgemeinerbare und breit zugängliche Erfahrungen und Konzepte. An diesem Punkt setzt das Forschungsprojekt PROsab - Sanierung von Bürogebäuden der 50er bis 70er Jahre an. Ausgehend von einer umfassenden Analyse sanierter, nicht sanierter und innovativer neuer Büro- und Verwaltungsgebäude wurden für standardtypische Probleme Lösungen entwickelt und so dargestellt und aufbereitet, dass sie flexibel auf verschiedene Projekte anwendbar sind. Anhand von beispielhaften Pilotprojekten wurden diese Einzellösungen zu schlüssigen Sanierungskonzepten zusammengeführt. Primäres Ziel der Konzepte ist dabei, für die Altbauten in architektonischer, technischer und ökonomischer Hinsicht den Standard eines Neubaus zu erreichen.

#### Umweltrelevanz

Die Umweltrelevanz der Weiternutzung umfassend sanierter Bauwerke ergibt sich zunächst durch die Erhöhung des Nutzerkomforts. Aus ökologischer Hinsicht ergeben sich Ressourceneinsparungen gegenüber Abriss und Neubau und Energieeinsparpotenziale gegenüber dem nicht sanierten Ausgangszustand. Es muss allerdings beachtet werden, dass im Zuge eines Neubaus in der Regel höhere Energieeinspa-

rungen während der Nutzung erreicht werden können. Diese sind aber dem großen beim Abriss und Neubau einzusetzenden Ressourcenverbrauch gegenüberzustellen, was durch eine Amortisationsrechnung über den Lebenszyklus erfolgen kann.

Durch die Weiternutzung bestehender Bauten mit der Chance einer Aufwertung des Gesamterscheinungsbildes kann durch eine sinnvolle Sanierung das Stadtbild als gewachsenes Ganzes gestärkt werden. Neu und Alt werden in einem Gesamtkonzept verbunden. Schließlich profitiert der Nutzer von einer zeitgemäßen, funktionalen Arbeitswelt und einem Raumklima nach heutigem Standard bei gleichzeitigem Bewusstsein, sich in dem ihm vertrauten Gebäude zu befinden.

Die realisierbaren Ressourceneinsparungen ergeben sich aus der Verlängerung der Gesamtlebens- und Nutzungsdauer des Gebäudes. Aus gesamtenergetischer Sicht kann die Energie, die für die Herstellung der Baumaterialien und die Erstellung des Gebäudes aufgewendet werden muss, über einen längeren Zeitraum „abgeschrieben“ werden. Dies führt zu einer besseren Gesamtenergiebilanz gegenüber dem Abriss und der Erstellung eines Neubaus. Darüber hinaus lässt sich für den Sanierungsvorgang selbst eine Ressourcenschonung über den sinnvollen Umgang mit Baumaterialien und den Einsatz von materialgerechten Bau- und Konstruktionsweisen erreichen.

Die Energieeinsparpotenziale gegenüber nicht sanierten Objekten ergeben sich aus der Verwirklichung moderner Gebäudestandards (Dämmstandard, Anlagentechnik, ganzheitliches Gebäudekonzept). Damit kann im Allgemeinen eine drastische Reduktion des Primärenergieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu nicht sanierten Objekten erreicht werden.

Im Forschungsprojekt PROsab wird eine Reduktion des Primärenergiebedarfs um bis zu 70 % gegenüber dem Ausgangszustand angestrebt. Die Erfüllung des EnEV-Standards ist Grundvoraussetzung.

Des Weiteren müssen bei der Analyse der Umweltrelevanz die in den Gebäuden verbauten Schadstoffe berücksichtigt werden. Bei einer Sanierung muss ausgehend vom Gefährdungspotential der Schadstoffe von einem Spezialisten entschieden werden, wie mit ihnen während einer Sanierung umgegangen wird. Als Lösung sollte ein Gefahrenstoff-, Schadstoff- bzw. Abfallkataster erstellt werden, das für den Sanierungsvorgang detaillierte Vorgaben macht. Im Falle eines Abrisses ist es zwingend erforderlich, alle Schadstoffe sachgerecht zu entsorgen.

## Das Forschungsprojekt PROsab

### Das Team

Die Bearbeitung des Projekts erfolgt durch ein interdisziplinäres Team der TU Braunschweig, bestehend aus dem Institut für Baukonstruktion und Industriebau / Prof. Dipl.-Ing. Werner Kaag, dem Institut für Bauwerkserhaltung und Tragwerk / Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer und dem Institut für Gebäude- und Solartechnik / Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch.

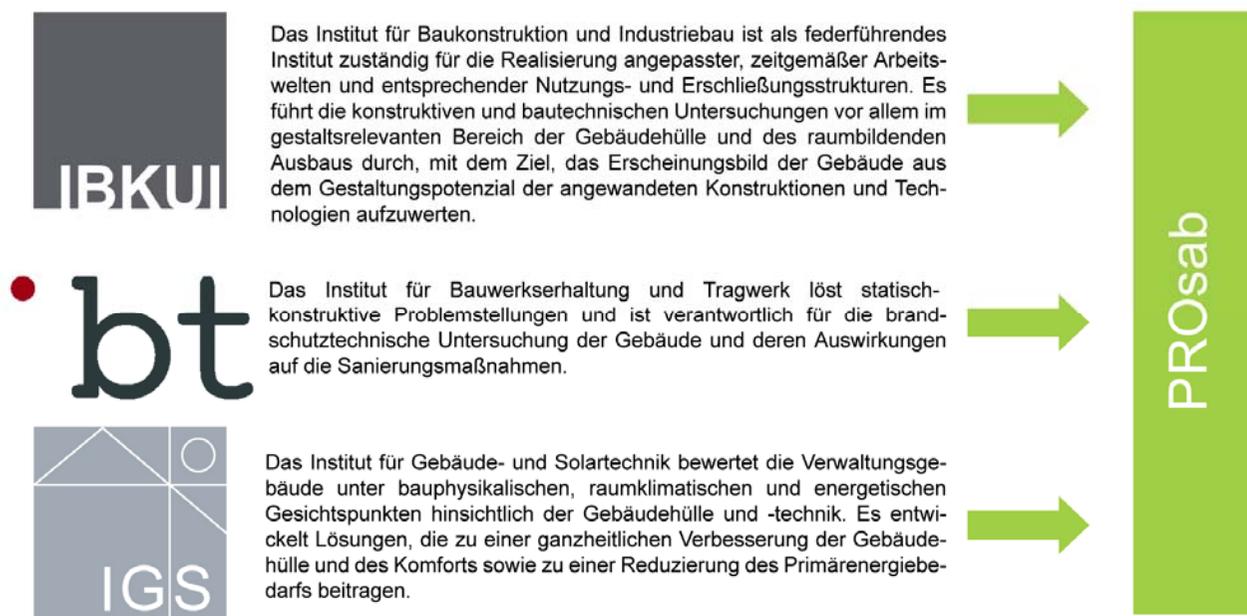


Abbildung 1 Interdisziplinäres Projektteam

### Zielsetzung

Es wurden 13 typische Bürogebäude der 50er bis 70er Jahre wurden im Vollbetrieb untersucht und über eine Bestandsaufnahme, einer detaillierten Bauwerksanalyse sowie der Entwicklung von Lösungsansätzen und Konzepten für die Sanierung der betrachteten Gebäude im Rahmen einer Machbarkeitsstudie entwickelt. Die Sanierungskonzepte wurden anschließend mit dem Ziel der Umsetzung an 3-4 Pilotprojekten, die von den 13 Bürogebäuden ausgewählt wurden, vertieft.

Ziel der Konzepte ist, das architektonische Erscheinungsbild aufzuwerten, zeitgemäße Arbeitswelten und Bürostrukturen zu schaffen, den Nutzflächenanteil zu optimieren, eine Komfortverbesserung und Erhöhung der Arbeitsplatzqualität zu erreichen und schließlich Energieverbrauch und Betriebskosten zu reduzieren.

Unter dem Aspekt der zyklischen Lebensdauer aller Gebäudesysteme sollen Nachhaltigkeitskonzepte erstellt werden, um zukünftige Wartungsarbeiten, Umbauten, Erweiterungen oder Umstrukturierungen dauerhaft einzubeziehen.

Weiter wurden auf Basis der ausgewählten Bürogebäude und der zusätzlich analysierten Bürogebäude aus relevanter Zeit für den Bürogebäudebestand der 50er bis 70er Jahre Gebäudemodelle erstellt, welche die Gebäude als architektonische Gesamtheit mit allen raumbildenden, konstruktiven und haustechnischen Systemen (Heizung, Lüftung, Sanitär, Kommunikationsmedien etc.) in seiner zeitspezifischen Art umfassen.

Auf Basis dieser Bauteilanalyse wurden Sanierungskonzepte erarbeitet.

Die Ergebnisse der Bestandanalyse und die Lösungsansätze, wurden anschließend aufbereitet und katalogisiert. Interessierten Bauherren, Fachplanern oder Gebäudebetreibern soll der Katalog als Orientierungshilfe zur Einordnung von Bestandsgebäuden vergleichbarer Gebäudetypen, als Sanierungsleitfaden und vor allem als Sanierungsanregung dienen.

### Die Arbeitsphasen

Das Forschungsprojekt PROsab war in zwei Arbeitsphasen unterteilt. Die erste Phase beinhaltete die Bauwerksaufnahme und -analyse von ausgewählten Bürobauten anhand eines Kriterienkatalogs und die Entwicklung von Einzellösungen für die untersuchten Bauten. In der zweiten Phase fand zuerst eine Entwicklung von Sanierungskonzepten für einzelne Gebäude statt. Im Anschluss wurde hierauf aufbauend ein Sanierungskatalog erstellt.

#### Phase 1

Die Datengrundlage der ersten Phase wurde durch die Bestandsaufnahmen und Bauwerksanalysen von 15 bis 20 Gebäuden gebildet. Dazu wurden Daten zu den folgenden, für das Bauwerk relevanten Bereichen erhoben:

- allgemeine Daten
- Nutzungsstruktur, Tragstruktur
- bautechnische Rahmendaten
- energetische Kenndaten
- gestalterische Mängel, Schäden aufgrund von Alterung und planerischen Unzulänglichkeiten

In weiteren Arbeitsschritten fand anschließend eine Potentialabschätzung hinsichtlich Flächenoptimierung, Bürostrukturen und Energieeffizienz statt, die anhand der Darstellung von typischen baulichen und konstruktiven Standards (Typologie) und identifizierten Schwachstellen erfolgte. Hierfür wurden Einzellösungen entwickelt, wobei der Schwerpunkt auf der Gestaltung von Lösungen und Lösungsvarianten für häufig auftretende Schwachstellen lag.

#### Phase 2

Die zweite Phase des Forschungsprojekts PROsab begann mit der Erstellung von Sanierungskonzepten für 3 - 4 ausgewählte Pilotprojekte aufbauend auf den erarbeiteten Einzellösungen aus Phase 1. Die Analyse bereits sanierter Bürogebäude und Neubauten, die sich durch innovative Lösungsansätze auszeichnen, flossen in die Betrachtungen mit ein. Die Sanierungskonzepte wurden dazu in einer Lebenszyklusanalyse unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten untersucht.

In einem abschließenden Arbeitsschritt erfolgte auf Grundlage der Erkenntnisse des Forschungsprojekts die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen und die Erstellung eines umfassenden Sanierungskatalogs für Bürogebäude der 50er bis 70er Jahre. Hierin wird der typische Bestand der 50er bis 70er Jahre dokumentiert.

Einzellösungen für häufig auftretende Probleme werden mit Kenndaten und Angaben zu Vor- und Nachteilen sowie Abhängigkeiten aufgeführt. Die entwickelten Sanierungskonzepte werden anhand von Beispielgebäuden vorgestellt und die Umsetzung der Sanierungsmaßnahme wird beschrieben.

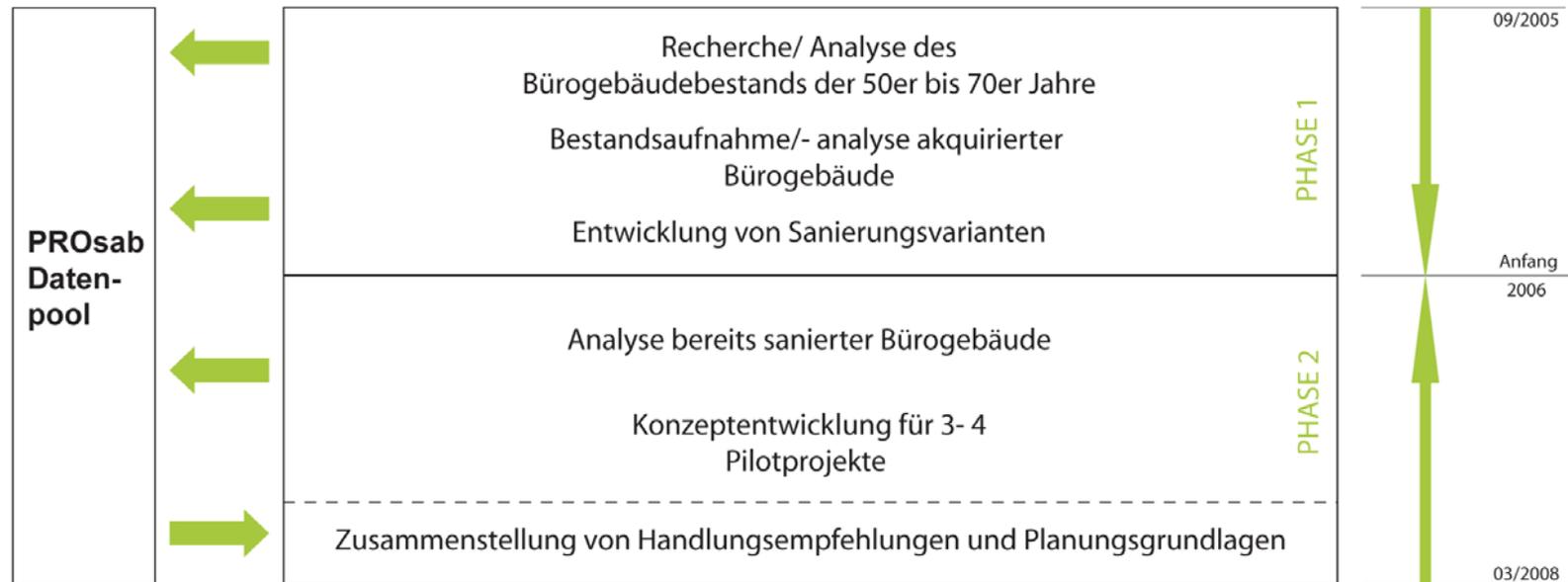


Abbildung 2 Darstellung Arbeitsphasen

## 4 Nachschlagewerk und Handlungsempfehlung für die Sanierung von Bürogebäuden der 50er bis 70er Jahre

Am Anfang einer Bürogebäudesanierung stehen stets die Fragen, ob die Sanierung eines Gebäudes ökonomisch und ökologisch betrachtet sinnvoll ist, welches Sanierungspotential ein Gebäude bietet, wie die Sanierungsziele aussehen und wie man diese erreichen kann. Die folgende Zusammenstellung hat das Ziel zum Verständnis aller sanierungsrelevanten Themenbereiche beizutragen, um dadurch Möglichkeiten, Ziele und Einschränkungen einer Sanierung erarbeiten zu können.

Die folgenden Kapitel 5-10 umfassen Teilergebnisse aus den Phasen I und II des Forschungsprojekts PROsab und dienen in ihrer geordneten Zusammenstellung als Nachschlagewerk und Handlungsempfehlung für die Sanierung von Bürogebäuden der 50er bis 70er Jahre.

Der Katalog soll

1. als Nachschlagewerk eine fundierte Wissensgrundlage schaffen und
2. als Handlungsempfehlung Sanierungsmöglichkeiten aufzeigen.

Kapitel 5 erläutert die im Vorfeld einer Sanierung notwendige Grundlagenermittlung. Die zu dieser Grundlagenermittlung benötigten Unterlagen wie der Nutzerfragebogen und die Bestandscheckliste sind im Anhang zu finden.

Kapitel 7 behandelt alle sanierungsrelevanten Gebäudeaspekte und schafft die theoretische Grundlage als Planungshilfe bei einer Sanierung. Die Anordnung dieser Wissensgrundlage erfolgt nach thematischen Gesichtspunkten.

Die Fallbeispiele aus Kapitel 9 und die Steckbriefe sanierter Gebäude aus Kapitel 10 beziehen sich in ihrer Darstellung und Erläuterung auf die in Kapitel 7 behandelten Gebäudeaspekte und zeigen darüber hinaus Möglichkeiten für die jeweiligen Sanierungsfälle auf.

Die systematische Gliederung der Kapitel wird als Übersicht in Form von jedem Themenbereich separat erfassenden Inhaltsverzeichnissen angeboten.

**5 Grundlagen**

Um Zusammenhänge und Unterschiede von Gebäuden der 50er- bis 70er- Jahre aufzeigen und auswerten zu können, gilt es eine entsprechende Anzahl an bestehenden Büro- und Verwaltungsgebäuden zu dokumentieren und zu analysieren. Zur Erreichung dieses Ziels wurde die Vorgehensweise, wie in

Abbildung 3 dargestellt, gewählt.

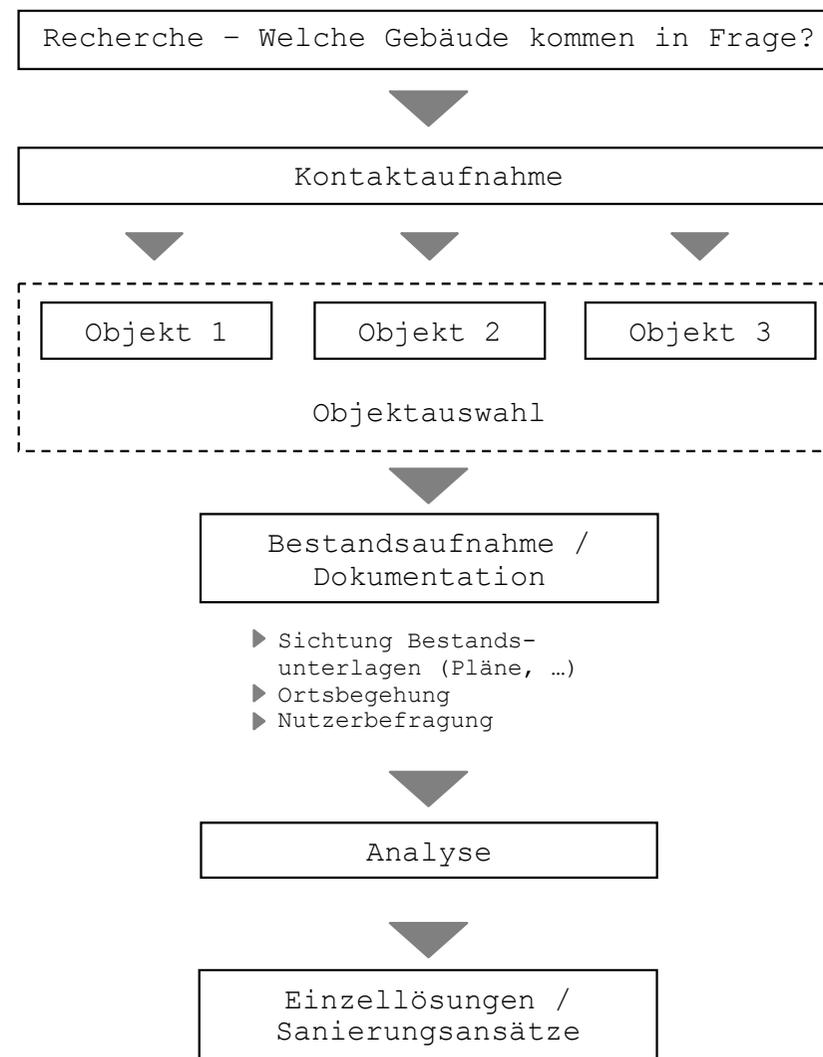


Abbildung 3 Gebäudedokumentation

**5.1 Methodik der Gebäudedokumentation**

Eine qualitative Bestandsdokumentation bedarf einer strukturierten Erfassung der wichtigsten Informationen über den Ist-Zustand des Gebäudes.

Um dies zu gewährleisten, ist in der folgenden Abbildung ein schematischer Ablaufplan dargestellt, der die Vorgehensweise für die Bestandsdokumentation durch einzelne Schritte erleichtert. Es sind einzelne Kriterien aufgeführt, die unabhängig voneinander oder besser in Kombination nacheinander ausgeführt werden können.

Bei der Dokumentation des Bestands werden sowohl die Bautechnik als auch die Anlagentechnik dokumentiert. Eine Energieverbrauchsanalyse wird ebenfalls zur Bewertung des Ist-Zustandes durchgeführt.

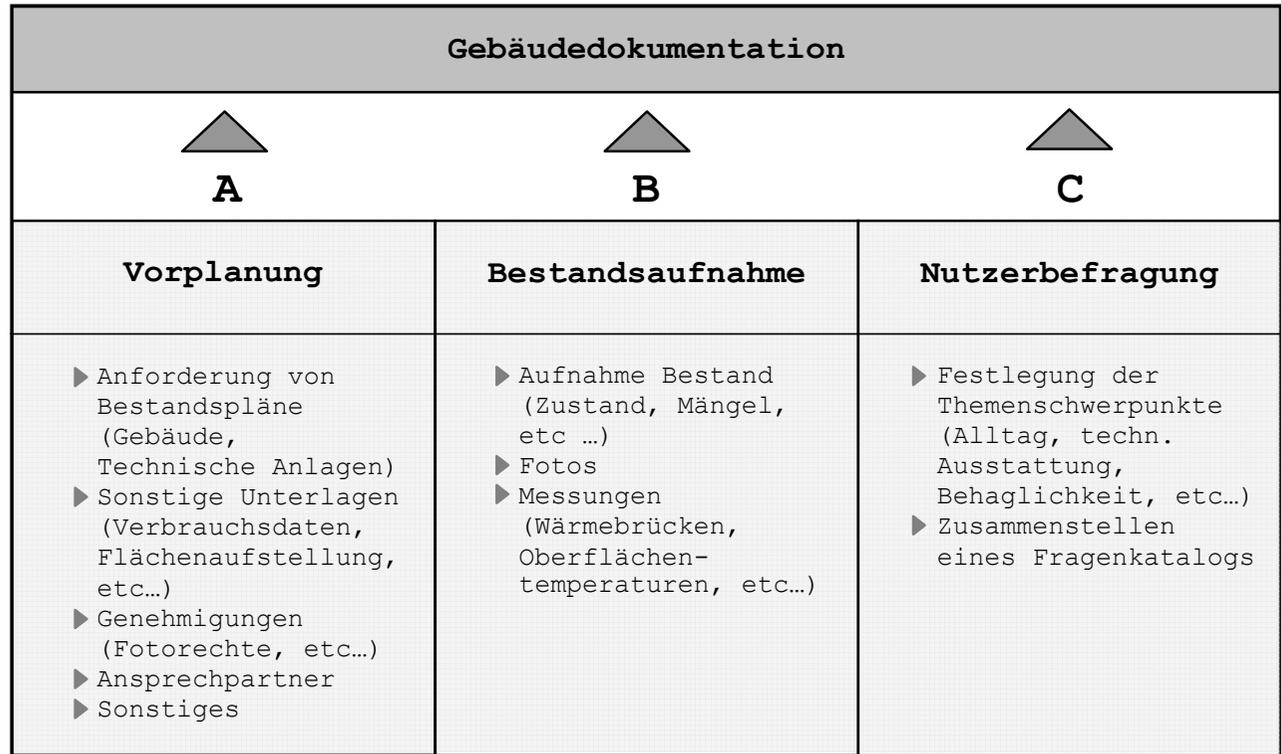


Abbildung 4 Methodik der Gebäudedokumentation

## 5.1.1 Vorplanung (A)

Die im Folgenden aufgeführten Unterlagen sollen vom Auftraggeber in Abstimmung mit dem Auftragnehmer zur Verfügung gestellt bzw. geleistet werden, um eine umfassende und detaillierte Bearbeitung der Gebäude zu ermöglichen. Sie sollen einen Überblick über den Umfang der Kooperation geben, um im Projekt einen möglichst reibungslosen Ablauf zu gewährleisten und unnötige Verzögerungen zu vermeiden. Über diese Gebäudeinformationen hinaus sind im Einzelfall zusätzliche Unterlagen erforderlich, die projektabhängig mit dem Auftraggeber abgestimmt werden.

	Unterlage	Erläuterung
1.	Planunterlagen Gebäude	Grundrisse, Ansichten, Schnitte, in Papierform, wenn vorhanden CAD-Pläne (dxf/dwg-Format)
2.	Planunterlagen Technische Anlagen	Papierform (A3/A4), wenn vorhanden CAD-Pläne (dxf/dwg-Format), ggf. Datenblätter zu einzelnen Hauptkomponenten
3.	Wärmeschutznachweis / Wärmepass (falls vorhanden)	bei Revisionsunterlagen oder ggf. beim verantwortlichen Bauphysik-/Statikbüro vorhanden, Baujahr nach 1977
4.	Abrechnungen des EVU (falls vorhanden)	Abrechnungen der letzten drei Jahre für Strom, Wärme, Gas, Kälte
5.	Dokumentation der GLT (falls vorhanden)	Handbuch, Dokumentation des Herstellers, Screenshots (nach Abstimmung)
6.	Ortsbegehung	Begehungen des Gebäudes (Technikzentralen, Standardbüro, Sonstiges) mit einem Betriebstechniker
7.	Fotos	Genehmigung des Auftraggebers, Fotos von relevanten Bauteile und Anlagen zu Dokumentationszwecken
8.	Nutzerumfrage (bei Bedarf)	Ausfüllen von Nutzerfragebögen (ca. 25 Mitarbeiter/Gebäude)
9.	Liste der vorh. Zähler	auflisten der im Gebäude vorhandenen Zähler (Strom/Wärme/Wasser)
10.	Ansprechpartner	Nennung von Ansprechpartner vor Ort (z.B. Betriebstechniker, Eigentümervertreter)

Tabelle 1 Liste der für die Durchführung notwendigen Unterlagen

**5.1.2 Bestandsaufnahme (B)**

Eine vollständige Dokumentation und Analyse eines Gebäudes allein aus dem Planbestand heraus ist nicht möglich. Erfahrungen zeigen, dass vorhandene Planbestände auf Grund des Gebäudealters deutliche Unterschiede zum heutigen Bestand aufweisen. Bereits durchgeführte Modernisierungsmaßnahmen sind in den Planunterlagen nicht dokumentiert, zum Teil sind sie lückenhaft oder fehlen ganz.

Durch die Begehung und Dokumentation vor Ort sowie Gespräche mit langjährigen Mitarbeitern können noch offene Fragen zur Gebäude- und Haustechnik (Bsp. Wandaufbau relevanter Bauteile) geklärt werden.

Durch den optischen Eindruck (bauliche Schäden, ungefähre Zeitpunkt der letzten Sanierung, usw.) besteht zudem die Möglichkeit, eine erste Gebäudebeurteilung abzugeben.

Der schematische Ablauf für die Bestandsaufnahme vor Ort wird in Abbildung 5 näher erläutert.

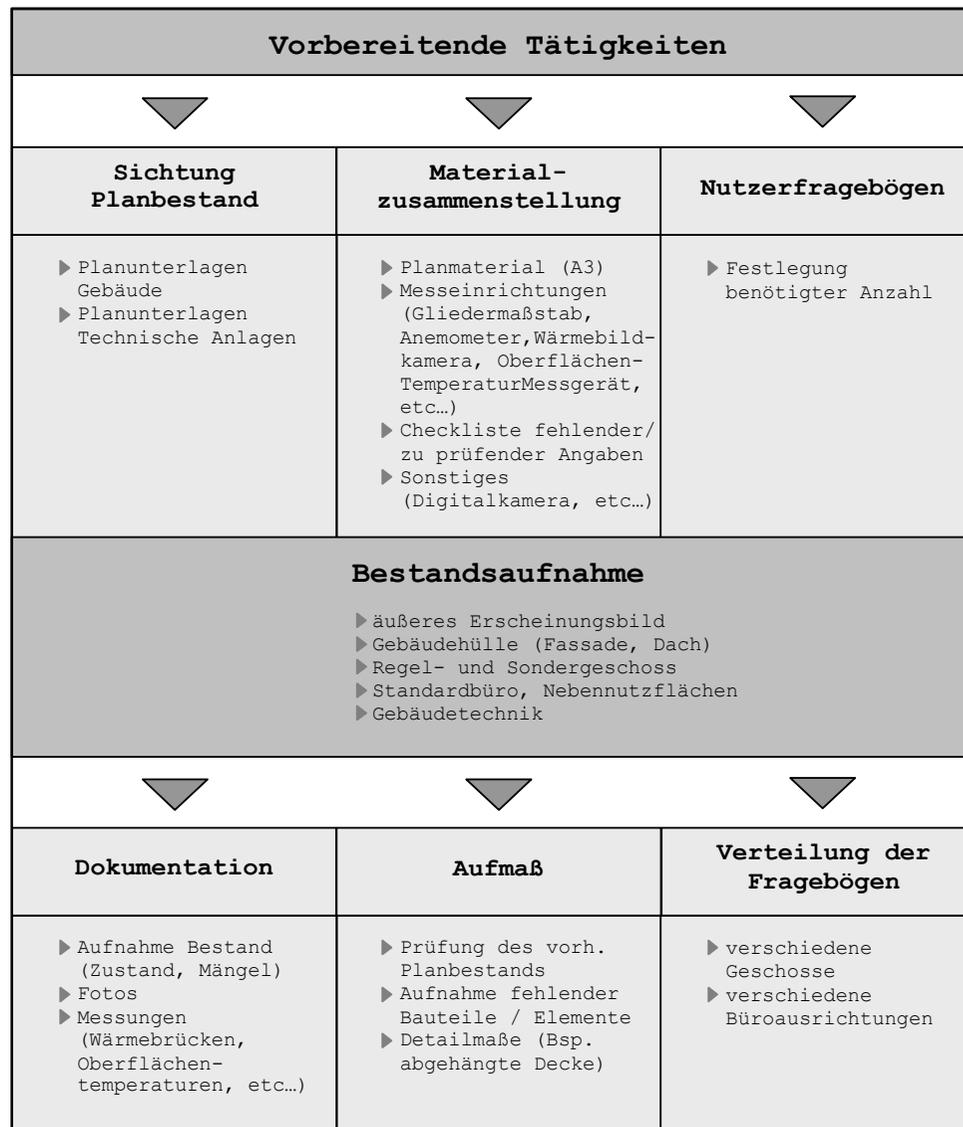


Abbildung 5 Vorgehensweise der Bestandsaufnahme

**5.1.3 Nutzer-Fragebogen (C)**

Mit Hilfe des Fragebogens sollen die jeweiligen Nutzer des Objekts die gegebenen Bedingungen des Gebäudes bewerten, um mögliche Ursachen und Probleme aufzuzeigen. Diese Aussagen werden in der Analyse des Gebäudebestands und in der späteren Entwicklung eines Sanierungskonzepts berücksichtigt. Ziel der durchgeführten Befragung ist es, möglichst vollständige Daten über tatsächlich vorherrschende Nutzerprofile zu erhalten.

Hauptbestandteil sind Fragen zur Behaglichkeit und Aufenthaltsqualität in den Büroräumen. Der Nutzer-Fragebogen für die Gebäudedokumentation ist dem Anhang zu entnehmen und ist in folgende Teilbereiche gegliedert:

	<b>Thema</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Ziel</b>
<b>A</b>	<b>Allgemeine Fragen (Person und Umfeld)</b>	Person, Tätigkeitsbereich, Büro- und Arbeitsplatzausrichtung, Arbeits- und Büroanwesenheitszeit	richtige Berücksichtigung der Personenlast nach Zeit und Ort
<b>B</b>	<b>Behaglichkeit und Aufenthaltsqualität</b>	empfundene Behaglichkeit im Büro, Akustik, Beleuchtung, Attraktivität des Raumes	Erkenntnisse über Behaglichkeit und Aufenthaltsqualität in den Büroräumen, Lüftungsgewohnheiten (manuelle Lüftung durch die Fenster hat bei falscher Nutzung negativen Einfluss auf das Temperaturniveau im Raum)
<b>C</b>	<b>Beschattungseinrichtung / Beleuchtung</b>	Nutzung, Bedienung, Ausrichtung Nutzung der Beleuchtung	falsche Nutzung - erheblicher Einfluss auf das Raumklima Aufschluss über tatsächlichen Gebrauch von Kunstlicht Ermittlung des Zusammenspiels von Nutzung Beleuchtung und Nutzung Verschattungseinrichtung
<b>D</b>	<b>Technische Ausstattung</b>	EDV-Geräten, Nutzung, Laufzeiten	Erkenntnisse über Nutzungsprofil, Betriebsdauer der Geräte
<b>E</b>	<b>Gebäudeleittechnik (falls vorhanden)</b>	Funktionsweise und Handhabung der Einzelraumregelung	Vertrautheit bzw. Interesse des Personals an der Büroraumtechnik über Akzeptanz dieser Technologie in der Praxis kann die Sinnhaftigkeit der Integration dieser kostenintensiven Technik in das Gesamtkonzept abgeschätzt werden
<b>F</b>	<b>Alltag</b>	Beurteilung des Gebäudes außen und innen, allgemeine Bemerkungen	Auflistung von Punkten, die dem Nutzer wichtig erscheinen und nicht im Fragebogen zu finden sind

Tabelle 2 Inhalt Nutzerfragebogen

**5.2 Bestandscheckliste**

Für die umfassende bau- und anlagentechnische Bestandsdokumentation der untersuchten Gebäude wird eine allgemeine Bestandscheckliste erstellt, welche Auskunft zu allgemeinen Daten sowie zu den Schwachstellen des jeweiligen Objekts geben soll.

Mit Hilfe der zur Verfügung gestellten Unterlagen vom Gebäudeeigentümer, der Begehung vor Ort und den ausgewerteten Nutzerfragebögen kann das jeweilige Gebäude nahezu vollständig dokumentiert werden. Außerdem liefert der Katalog eine sehr gute Basis für die anschließende Analyse und Auswertung des Gebäudes.

Der detaillierte Katalog bzw. die Bestandscheckliste für die Gebäudedokumentation, die im Anhang zu finden ist, beinhaltet im Wesentlichen folgende Schwerpunkte:

	Thema	Inhalt
1.	<b>Allgemeine Angaben</b>	Standort und Baujahr des Objektes, Nutzung, Planungsteam, Eigentümer, Betreiber, Nutzer, Denkmalschutz, Gebäudeausrichtung, -typ, -form und städtebauliche Lage
2.	<b>Nutzung</b>	Gebäude Maße, typische Geschosse Maße, Flächen, relative Kennwerte
3.	<b>Nutzungskonzept</b>	Bürotyp
	Erschließung	Vertikal - Aufzüge, Treppenhäuser. Horizontal Flure
	Bürostruktur	Organisationsstruktur, Büroraumform, Bürokonzept, Arbeitsform.
	Ausbau	Bodenaufbau, Deckenaufbau, Trennwände, Installationsführung
4.	<b>Brandschutz</b>	baulich vorbeugend (Fluchtwege, Brandabschnitte, ...), anlagentechnisch (Rauchmelder, Sprinkleranlage, ...)
5.	<b>Schallschutz</b>	Zuordnung der Räume, Außenlärm, haustechnische Anlagen
6.	<b>Tragwerk</b>	Bauwerkstypen, Aussteifung, Dachtyp, Dachaufbau, Deckensysteme, Deckenaufbau
9.	<b>Gebäudehülle</b>	Bestandszustand, Gestaltmerkmal, Fassadentyp, vorhandener Wärmeschutz, Schallschutz, Brandsschutz, Feuchtschutz. Fenster (Material, Öffnung, ...), Verglasung, Verschattungseinrichtungen (Sonnen- / Blendschutz)
10.	<b>Gebäudetechnik</b>	Energieversorgung (Wärme, Kälte, Strom), Energieverteilung, Technik (Heizung, Kühlung, Lüftung), Wasser
	Bürokonzept (Technik)	Heizung, Kühlung, Lüftung, GLT/Regelung

Tabelle 3 Bestandscheckliste - struktureller Aufbau

## 6 Kurzvorstellung der PROsab-Gebäude

In PROsab wurden insgesamt 13 typische Bürogebäude der 50er bis 70er Jahre im Vollbetrieb untersucht.

In der ersten Phase der Grobanalyse wurden detaillierte Aussagen zum Gebäude aus der Bestandsaufnahme und Bauwerksanalyse sowie eine Potenzialabschätzung hinsichtlich Optimierung der Flächennutzung, der Bürostrukturen (u.a. Attraktivität, Flexibilität, Funktionalität, Arbeitsplatzqualität, Ausnutzungsgrad der Konstruktion) und der Energieeffizienz (mit Einschätzung des Einsparpotentials) getroffen.

Die 13 PROsab-Gebäude werden im Folgenden in Form eines Gebäudesteckbriefes vorgestellt.

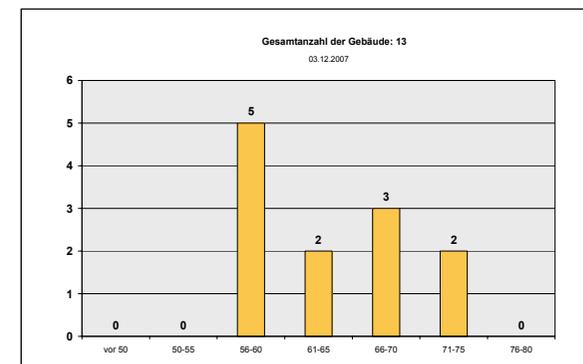


Abbildung 6 Inbetriebnahme/Baujahr <sup>1</sup>



Abbildung 7 Standorte der Gebäude

<sup>1</sup> Zu einem Objekt konnte keine bestimmte Aussage getroffen werden, da sich dieses in mehrere Bauabschnitte gliedert, die aus unterschiedlichen Baujahren (zwischen 1907 bis 1985) stammen.

### 6.1 BBG - Braunschweiger Baugenossenschaft

#### Allgemeines

Objektkennziffer	01 BBG
Bezeichnung	BBG - Braunschweiger Baugenossenschaft
Baujahr	1968, 1976 Staffelgeschoss
Standort	Celler Straße 66-69, 38114 Braunschweig
Nutzungsart	Verwaltungsbau
Eigentümer	Braunschweiger Baugenossenschaft
Nutzer	Braunschweiger Baugenossenschaft, Firma IPRO, Firma Purema, Anwaltskanzlei

#### Kenndaten

#### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)	11 (1/9/1)
Gebäudehöhe	29,14 m (32,54 m einschl. Staffelgeschoss)
Gebäuelänge	40,85 m
Gebäudebreite	13,36 m

#### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	19.504 [m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	6.045 [m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	4.837 [m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	2.902 [m <sup>2</sup> ]

BGF Regelgeschoss	569 [m <sup>2</sup> ]
-------------------	-----------------------

#### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	2-Bund
Bürotyp	Zellenbüros
Mitarbeiter	185

#### Tragstruktur

Tragwerk	Stahlbeton - Skelettkonstruktion
Aussteifung	Treppenhauskerne



Abbildung 8 Ansicht West



Abbildung 9 Westfassade Staffelgeschoss

## Kenndaten

### Gebäudehülle

Dach  
Fassadentyp

### Brandschutz

Gebäudeklasse  
Fluchtweglänge (max.)  
Brand- / Rauchabschnitte  
Anzahl der Treppenhäuser  
Anlagentechnik

### Energieversorgung

Wärme  
Kälte  
Strom

### Gebäudetechnik

Heizung  
Kühlung  
Elektro- und Medienversorgung  
Beleuchtung  
Lüftung  
Warmwasserversorgung

### Energieverbrauch

Endenergie Wärme / NGF  
Endenergie Strom / NGF  
  
Primärenergie Wärme / NGF  
Primärenergie Strom / NGF

### Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz  
  
Winterlicher Wärmeschutz

## Bestand

Flachdach  
Elementfassade

Hochhaus  
< 30 m  
keine  
2  
Rauchmelder

Fernwärme (BS Energy)  
-  
Netzstrom (BS Energy)

Plattenheizkörper  
dezentrale Splitgeräte (vereinzelt)  
Boden- und Brüstungskanäle  
runde Einbauleuchten in abgeh. Decke  
freie Fensterlüftung (Drehkipp-Fenster)  
dezentral (Durchlauferhitzer)

144 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
59 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
  
101 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
176 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]

Blendschutz innen: vertikale  
Stofflamellen; Sonnenschutz außen:  
horizontale Aluminiumlamellen  
(nur Staffelgeschoss)

keine Dämmung der Hülle vorhanden

## Bewertung Zustand

○ ● ○  
○ ● ○

● ○ ○  
● ○ ○  
● ○ ○  
○ ● ○

○ ● ○

● ○ ○  
○ ○ ○

● ○ ○  
○ ○ ○

○ ○ ○

○ ○ ○

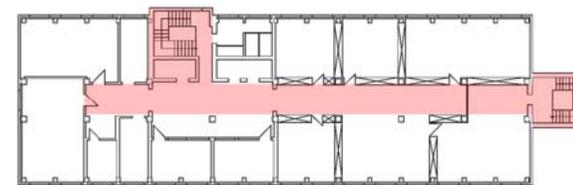


Abbildung 10 Regelgeschoss - Grundriss 2.0G



Abbildung 11 Standardbüro

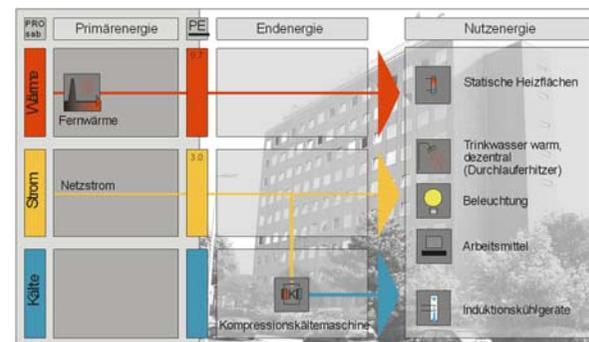


Abbildung 12 Energieversorgung

### 6.2 UWA - Umweltamt Stuttgart

#### Allgemeines

Objektkennziffer	02 UWA
Bezeichnung	Umweltamt Stuttgart
Baujahr	1966
Standort	Gaisburgstraße 4, 70182 Stuttgart
Nutzungsart	Verwaltungsbau
Eigentümer	Grundstücksgemeinschaft Gaisburgstrasse 4 / 4a Breuninger GbR
Nutzer	Umweltamt Stuttgart

#### Kenndaten

#### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)	8 (2/6/-)
Gebäudehöhe	ca. 20,95 m
Gebäuelänge	ca. 56,50 m
Gebäudebreite	13,10 m

#### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	- [m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	5.931 [m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	5.160 [m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	2.847 [m <sup>2</sup> ]
BGF Regelgeschoss	742 [m <sup>2</sup> ]

#### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	2-Bund
Bürotyp	Zellenbüros
Mitarbeiter	-

#### Tragstruktur

Konstruktionstyp	-
Aussteifung	-



Abbildung 13 Ansicht West

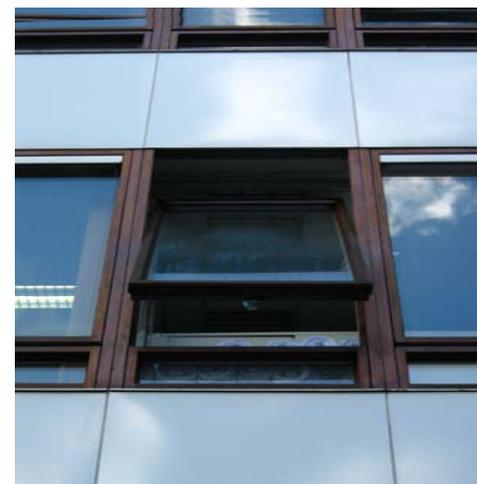


Abbildung 14 Süd-Ost-Fassade mit außen liegendem Sonnenschutz

Kenndaten	Bestand	Bewertung Zustand
<b>Gebäudehülle</b>		
Dach	Flachdach	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Fassadentyp	Bandfassade	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
<b>Brandschutz</b>		
Gebäudeklasse	-	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Fluchtweglänge (max.)	-	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Brand- / Rauchabschnitte	-	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Anzahl der Treppenhäuser	-	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Anlagentechnik	-	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
<b>Energieversorgung</b>		
Wärme	Fernwärme	
Kälte	-	
Strom	Netzstrom	
<b>Gebäudetechnik</b>		
Heizung	Konvektoren	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Kühlung	keine Kühlung	
Elektro- und Medienversorgung	Brüstungskanäle	
Beleuchtung	Spiegelrasterleuchten in abgeh. Decke	
Lüftung	freie Fensterlüftung (Schwenk- und Kippflügel)	
Warmwasserversorgung	dezentral (Durchlauferhitzer)	
<b>Energieverbrauch</b>		
Endenergie Wärme / NGF	95 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Endenergie Strom / NGF	- [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Primärenergie Wärme / NGF	66 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Primärenergie Strom / NGF	- [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
<b>Wärmeschutz</b>		
Sommerlicher Wärmeschutz	Blendschutz innen: Vorhänge; Sonnenschutz außen: Horizontallamellen (nur Süd-Ost-Fassade)	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Winterlicher Wärmeschutz	Außenwand: 5cm Wärmedämmung, U=0,55W/m <sup>2</sup> K Dach: 10cm Wärmedämmung, U=0,33W/m <sup>2</sup> K	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>

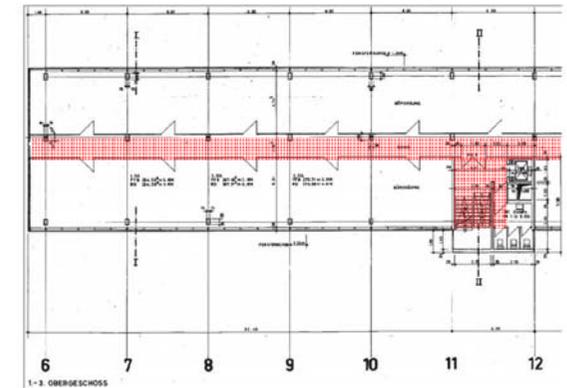


Abbildung 15 Regelgeschoss - Grundriss 1.OG

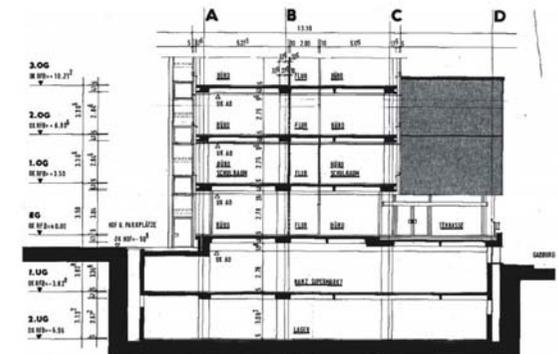


Abbildung 16 Querschnitt

### 6.3 FRM – Forumsgebäude TU-Braunschweig

#### Allgemeines

Objektkennziffer	03 FRM
Bezeichnung	Forumsgebäude
Baujahr	1960
Standort	Pockelsstrasse 14, 38106 Braunschweig
Nutzungsart	Verwaltungsbau
Eigentümer	TU-Braunschweig
Nutzer	TU-Braunschweig

#### Kenndaten

#### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / Überirdisch /Staffelgeschoss)	8 (1/7)
Gebäudehöhe	24,11 m
Gebäuelänge	56,50 m
Gebäudebreite	19,00 m

#### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	26.225 [m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	7.785 [m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	7.006 [m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	3.737 [m <sup>2</sup> ]
BGF Regelgeschoss	1.057 [m <sup>2</sup> ]

#### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	3-Bund
Bürotyp	Zellenbüros
Mitarbeiter	-

#### Tragstruktur

Konstruktionstyp	Stahlbeton - Skelettkonstruktion
Aussteifung	-



Abbildung 17 Ansicht Western Eingangsbereich

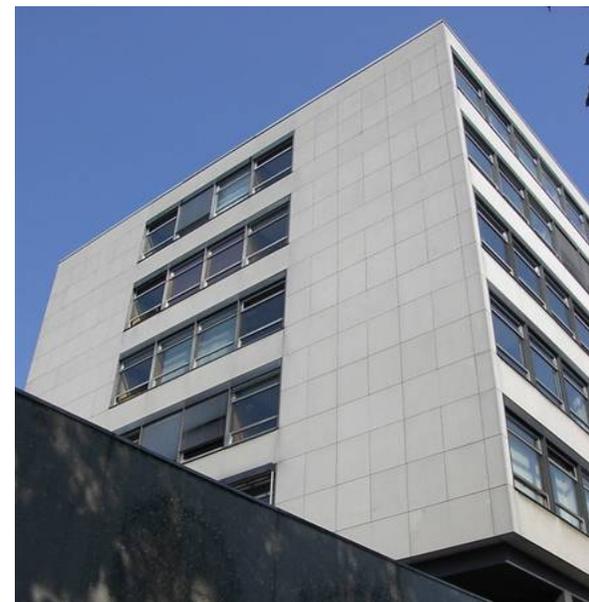


Abbildung 18 Ansicht Süden

## Kenndaten

### Gebäudehülle

Dach  
Fassadentyp

### Brandschutz

Gebäudeklasse  
Fluchtweglänge (max.)  
Brand- / Rauchabschnitte  
Anzahl der Treppenhäuser  
Anlagentechnik

### Energieversorgung

Wärme  
Kälte  
Strom

### Gebäudetechnik

Heizung  
Kühlung  
Elektro- und Medienversorgung  
Beleuchtung  
Lüftung

### Warmwasserversorgung

### Energieverbrauch

Endenergie Wärme / NGF  
Endenergie Strom / NGF  
  
Primärenergie Wärme / NGF  
Primärenergie Strom / NGF

### Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz  
  
Winterlicher Wärmeschutz

## Bestand

Flachdach  
Bandfassade

5  
37,4 m  
keine  
1  
keine

Fernwärme  
-  
Netzstrom

Konvektoren, Radiatoren  
-  
Leitungskanäle (Fußboden, Wand,...)  
Spiegelrasterleuchten  
freie Fensterlüftung (Kipp-Unter- und  
Oberlichter  
dezentral (Durchlauferhitzer)

## Bewertung Zustand

○ ● ○  
○ ○ ●

○ ○ ●  
○ ○ ●  
○ ○ ●  
○ ○ ●

○ ○ ●

○ ● ○  
● ○ ○  
● ○ ○

○ ○ ●

○ ○ ●

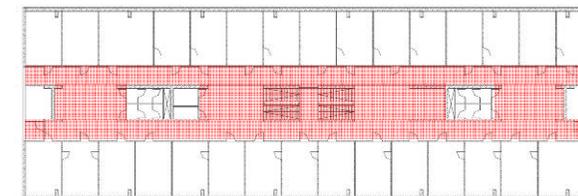


Abbildung 19 Regelgeschoss - Grundriss 2.0G



Abbildung 20 Standardbüro

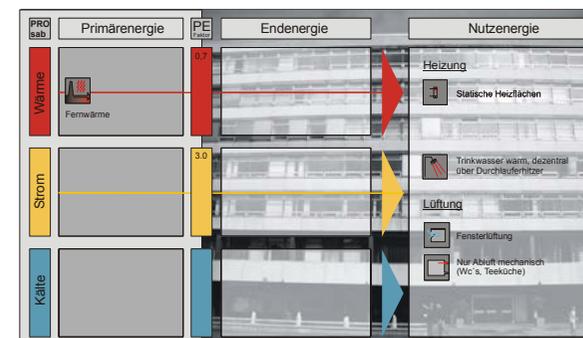


Abbildung 21 Energieversorgung

### 6.4 AVG – Aschaffener Versorgungs-GmbH

#### Allgemeines

Objektkennziffer	04 AVG
Bezeichnung	Aschaffener Versorgungs-GmbH
Baujahr	1972 - 1974
Standort	Aschaffener
Nutzungsart	Verwaltungsbau
Eigentümer	Aschaffener Versorgungs-GmbH
Nutzer	Aschaffener Versorgungs-GmbH

#### Kenndaten

##### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / Überirdisch / Staffelgeschoss)	6 (1/5/-)
Gebäudehöhe	ca. 18 m
Gebäuelänge	44,17 m
Gebäudebreite	19,17 m

##### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	- [m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	4.444 [m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	3.866 [m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	2.133 [m <sup>2</sup> ]

BGF Regelgeschoss	832 [m <sup>2</sup> ]
-------------------	-----------------------

##### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	3-Bund
Bürotyp	Zellenbüros
Mitarbeiter	-

##### Tragstruktur

Konstruktionstyp	Stahlrahmenkonstruktion
Aussteifung	Wandscheiben aus Stahlbeton B 225



Abbildung 22 Ansicht Flurzone



Abbildung 23 Fassadenausschnitt Wartungs-Balkon

## Kenndaten

### Gebäudehülle

Dach  
Fassadentyp

### Brandschutz

Gebäudeklasse  
Fluchtweglänge (max.)  
Brand- / Rauchabschnitte  
Anzahl der Treppenhäuser  
Anlagentechnik

### Energieversorgung

Wärme  
Kälte  
Strom

### Gebäudetechnik

Heizung  
Kühlung  
  
Elektro- und Medienversorgung  
Beleuchtung  
Lüftung  
Warmwasserversorgung

### Energieverbrauch

Endenergie Wärme / NGF  
Endenergie Strom / NGF  
  
Primärenergie Wärme / NGF  
Primärenergie Strom / NGF

### Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz  
  
Winterlicher Wärmeschutz

## Bestand

Flachdach  
Pfosten-Riegel-Fassade  
  
4  
< 35 m  
keine  
2  
Rauchmelder, Sprinkleranlage  
  
Fernwärme (aus betriebseigenem Heizwerk)  
-  
Netzstrom

Induktionsheizgeräte  
Kompressionskältemaschinen, Induktions-  
Kühlgeräte  
Brüstungskanäle  
Spiegelrasterleuchten in abgeh. Decke  
zentrale Lüftungsanlage (RLT Anlage)  
-

472 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
363 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
  
505 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
1.090 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]

Blendschutz innen: vertikale  
Stofflamellen;  
Sonnenschutz außen: Balkone (konstruktiv)

-

## Bewertung Zustand

○ ● ○  
○ ○ ●  
  
● ○ ○  
○ ○ ●  
○ ● ○  
○ ● ○

○ ● ○

● ○ ○  
○ ○ ●

● ○ ○  
○ ○ ●

○ ○ ●

○ ○ ●

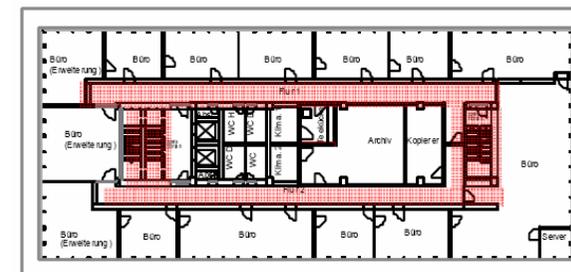


Abbildung 24 Grundriss Regelgeschoss



Abbildung 25 Innenraumansicht Fassade

## 6.5 MHM – Maggihaus München

### Allgemeines

Objektkennziffer	05 MHM
Bezeichnung	Maggihaus
Baujahr	1961
Standort	Weinstraße 6, 80333 München
Nutzungsart	Geschäftshaus
Eigentümer	Nestle AG
Nutzer	Einzelhandelsgeschäfte, Friseursalon, Ärzte

### Kenndaten

#### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss/)	7 (-/6/1)
Gebäudehöhe	-
Gebäuelänge	14,20 m (Hauptgebäude), 24,80 m (Längsbau)
Gebäudebreite	13,44 m (Hauptgebäude), 8,95 m (Längsbau)

#### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	-	[m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	ca. 3.000	[m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	ca. 2.610	[m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	ca. 1.440	[m <sup>2</sup> ]
BGF Regelgeschoss	ca. 500	[m <sup>2</sup> ]

#### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	1-Bund
Bürotyp	Zellenbüros
Mitarbeiter	-

#### Tragstruktur

Konstruktionstyp	-
Aussteifung	-



Abbildung 26 Ansicht West



Abbildung 27 Ansicht Süd

## Kenndaten

### Gebäudehülle

Dach  
Fassadentyp

### Brandschutz

Gebäudeklasse  
Fluchtweglänge (max.)  
Brand- / Rauchabschnitte  
Anzahl der Treppenhäuser  
Anlagentechnik

### Energieversorgung

Wärme  
Kälte  
Strom

### Gebäudetechnik

Heizung  
Kühlung  
Elektro- und Medienversorgung  
Beleuchtung  
Lüftung  
Warmwasserversorgung

### Energieverbrauch

Endenergie Wärme / NGF  
Endenergie Strom / NGF  
  
Primärenergie Wärme / NGF  
Primärenergie Strom / NGF

### Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz  
  
Winterlicher Wärmeschutz

## Bestand

Satteldach (ohne Dämmung)  
Ausgefachte Fassade

-  
< 35 m  
Geschossweise Trennung  
1  
-

Fernwärme  
-  
Netzstrom

Plattenheizkörper (Sanierung 1990)  
Splitgeräte (4.OG)  
  
teilweise Spiegelraster-Leuchten  
freie Fensterlüftung (Drehkipp-Fenster)  
dezentral

- [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
- [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
  
- [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
- [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]

Sonnenschutz außen: seilgeführte  
Horizontallamellen

Außenwände: 4-5 cm Mineralfaserdämmung

## Bewertung Zustand

○ ● ○  
○ ● ○

○ ○ ○  
○ ○ ○  
○ ○ ○  
○ ○ ○  
○ ○ ○

○ ● ○

○ ○ ○  
○ ○ ○

○ ○ ○  
○ ○ ○

○ ● ○

○ ○ ●



Abbildung 28 Grundriss Regelgeschoss 3.OG

### 6.6 STK - Sandtorkai

#### Allgemeines

Objektkennziffer	06 STK
Bezeichnung	Sandtorkai
Baujahr	1956
Standort	Am Sandtorkai 4-5, 20457 Hamburg
Nutzungsart	Verwaltungsbau
Eigentümer	HHLA - Hamburger Hafen und Logistik AG
Nutzer	HHLA - Hamburger Hafen und Logistik AG, verschiedene Firmen

#### Kenndaten

##### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)	8 (1/6/1)
Gebäudehöhe	33,25 m
Gebäuelänge	Nordseite 56 m, Südseite 60 m
Gebäudebreite	17 m

##### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	- [m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	8.700 [m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	7.569 [m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	4.176 [m <sup>2</sup> ]
BGF Regelgeschoss	1.013 [m <sup>2</sup> ]

##### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	2-Bund
Bürotyp	Zellenbüros
Mitarbeiter	-

##### Tragstruktur

Konstruktionstyp	Stahlbeton - Skelettkonstruktion
Aussteifung	2 Treppenhauskerne, 2 Windscheiben, 2 mittleren Stützenreihen



Abbildung 29 Ansicht Süd



Abbildung 30 Staffelgeschoss

Kenndaten	Bestand	Bewertung Zustand
<b>Gebäudehülle</b>		
Dach	Flachdach	○ ○ ○
Fassadentyp	Pfeilerfassade	○ ○ ●
<b>Brandschutz</b>		
Gebäudeklasse	Hochhaus	● ○ ○
Fluchtweglänge (max.)	< 30 m	○ ○ ○
Brand- / Rauchabschnitte	keine	○ ○ ●
Anzahl der Treppenhäuser	2	● ○ ○
Anlagentechnik	-	○ ○ ○
<b>Energieversorgung</b>		
Wärme	Fernwärme (Vattenfall Europe AG)	○ ● ○
Kälte	-	○ ○ ○
Strom	Netzstrom (Vattenfall Europe AG)	○ ○ ○
<b>Gebäudetechnik</b>		
Heizung	Radiatoren	○ ● ○
Kühlung	Induktionskühlgeräte (Staffelgeschoss)	○ ○ ○
Elektro- und Medienversorgung	Brüstungskanäle	○ ○ ○
Beleuchtung	Spiegelrasterleuchten	○ ○ ○
Lüftung	freie Fensterlüftung (Dreh-Kipp-Fenster)	○ ○ ○
Warmwasserversorgung	dezentral (Durchlauferhitzer)	○ ○ ○
<b>Energie</b>		
Endenergie Wärme / NGF	120 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	● ○ ○
Endenergie Strom / NG	-	○ ○ ○
Primärenergie Wärme / NGF	84 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	● ○ ○
Primärenergie Strom / NGF	-	○ ○ ○
<b>Wärmeschutz</b>		
Sommerlicher Wärmeschutz	Blendschutz innen: verschiedene Ausführungen; Sonnenschutz außen: schienengeführte, Horizontal-Lamellen aus Alu (Südseite)	○ ○ ●
Winterlicher Wärmeschutz	-	○ ○ ●



Abbildung 31 Grundriss Regelgeschoss (3.OG)



Abbildung 32 Standardbüro

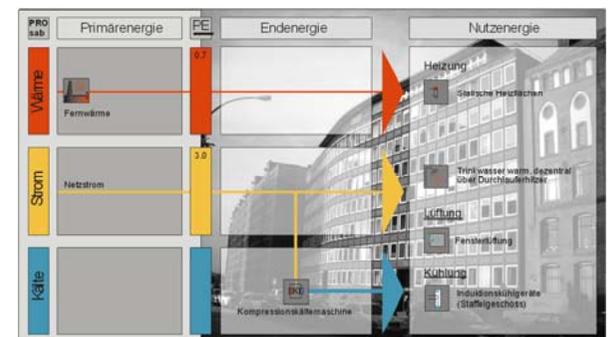


Abbildung 33 Energieversorgung

### 6.7 WST - Wendenstrasse 35-43

#### Allgemeines

Objektkennziffer	07 WST
Bezeichnung	Wendenstrasse
Baujahr	mehrere Bauabschnitte zw. 1907 und 1984/85
Standort	Wendenstrasse 35-43, 20097 Hamburg
Nutzungsart	Verwaltungsbau
Eigentümer	R+V Lebensversicherung
Nutzer	-

#### Kenndaten

#### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)	6 (1/5)
Gebäudehöhe	ca. 21 m
Gebäuelänge	keine Angaben möglich, da mehrere BA
Gebäudebreite	keine Angaben möglich, da mehrere BA

#### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	-	[m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	10.985	[m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	9.700	[m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	5.273	[m <sup>2</sup> ]
BGF Regelgeschoss	-	[m <sup>2</sup> ]

#### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	2-Bund/ 1-Bund (je nach Bauwerkstiefe)
Bürotyp	Zellenbüros (Einzel- und Gruppenbüros)
Mitarbeiter	-

#### Tragstruktur

Konstruktionstyp	Stahlbeton - Skelettkonstruktion
Aussteifung	3 Treppenhaukerne



Abbildung 34 Ansicht Norden - Innenhof



Abbildung 35 Fassadenausschnitt Süden

### Kenndaten

#### Gebäudehülle

Dach  
Fassadentyp

#### Brandschutz

Gebäudeklassen  
Fluchtweglänge (max.)  
Brand- / Rauchabschnitte  
Anzahl der Treppenhäuser  
Anlagentechnik

#### Energieversorgung

Wärme  
Kälte  
Strom

#### Gebäudetechnik

Heizung  
Kühlung  
Elektro- und Medienversorgung  
Beleuchtung  
Lüftung

Warmwasserversorgung

#### Energieverbrauch

Endenergie Wärme / NGF  
Endenergie Strom / NGF  
  
Primärenergie Wärme / NGF  
Primärenergie Strom / NGF

#### Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz  
  
Winterlicher Wärmeschutz

### Bestand

Flachdach  
Ausgefachte Fassade  
  
4  
< 30 m  
4 Brandabschnitte (Bauteile)  
3  
-  
  
Fernwärme  
-  
Netzstrom (Vattenfall Europe AG)

Plattenheizkörper  
-  
Leitungskanäle (Fußboden, Wand,...)  
Spiegelrasterleuchten in abgeh. Decke  
freie Fensterlüftung (Dreh-/Drehkipp-Fenster)  
dezentral (Durchlauferhitzer)

51 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
- [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
  
37 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
- [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]

Blendschutz innen: vertikale  
Stofflamellen oder horizontale  
Aluminium-Lamellen

-

### Bewertung Zustand

○ ○ ●  
○ ● ○  
  
● ○ ○  
○ ● ○  
● ○ ○  
○ ○ ○  
  
○ ● ○  
  
○ ● ○  
  
○ ○ ○  
○ ○ ○  
  
○ ● ○  
  
○ ○ ○  
○ ○ ●

Bauteil III.2

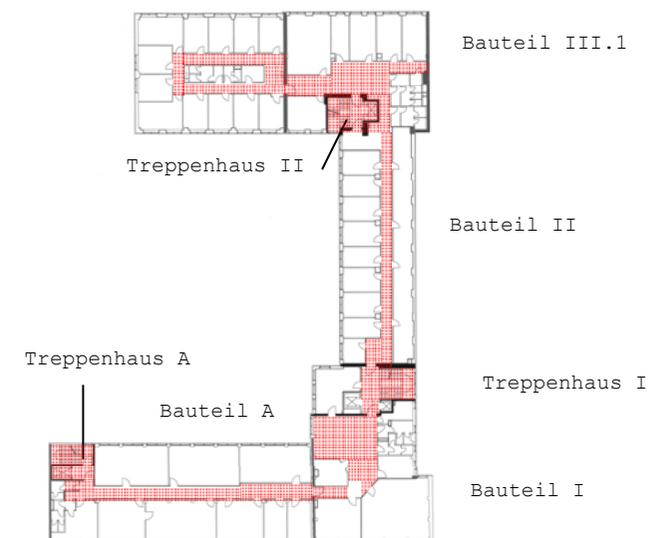


Abbildung 36 Regelgeschoss Bestand 3.OG

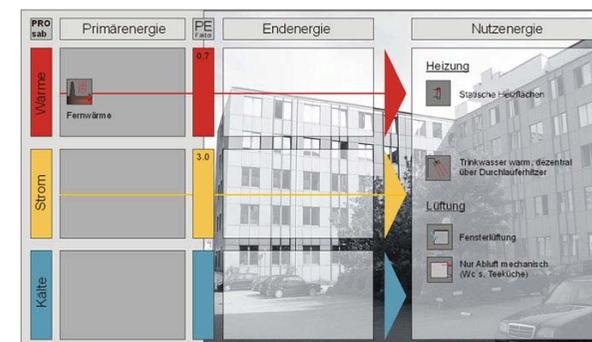


Abbildung 37 Endenergieversorgung

### 6.8 SAG – Schering AG Berlin, Gebäude M085

#### Allgemeines

Objektkennziffer	08 SAG
Bezeichnung	Schering AG Berlin M085
Baujahr	1958
Standort	Fennstraße 85 , 133 53 Berlin
Nutzungsart	Verwaltungsbau
Eigentümer	Pharmakonzern Schering AG Berlin
Nutzer	Pharmakonzern Schering AG Berlin

#### Kenndaten

##### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)	7 (1/6/0)
Gebäudehöhe	23,60 m (Traufkante)
Gebäuelänge	45,22 m
Gebäudebreite	14,80 m

##### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	81. 472 [m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	3.984 [m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	609 [m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	456 [m <sup>2</sup> ]

BGF Regelgeschoss	664 [m <sup>2</sup> ]
-------------------	-----------------------

##### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	2-Bund
Bürotyp	Zellenbüros
Mitarbeiter	23 / Regelgeschoss

##### Tragstruktur

Konstruktionstyp	Stahlbeton - Skelettkonstruktion
Aussteifung	1 Treppenhaukern, Windscheiben aus Giebel- und Treppenhauwänden, Rahmen aus Mittelstützen und -balken

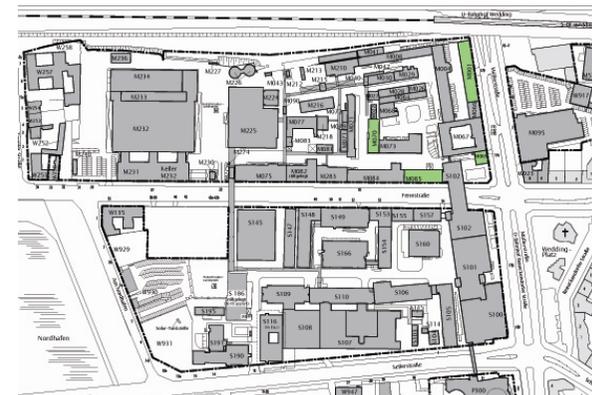


Abbildung 38 Ansicht Hof



Abbildung 39 Ansicht Hof

Kenndaten	Bestand	Bewertung Zustand
<b>Gebäudehülle</b>		
Dach	Flachdach	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
Fassadentyp	Bandfassade	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>
<b>Brandschutz</b>		
Gebäudeklasse	5	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>
Fluchtweglänge (max.)	27,5m	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>
Brand- / Rauchabschnitte	keine	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>
Anzahl der Treppenhäuser	1	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>
Anlagentechnik	-	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
<b>Energieversorgung</b>		
Wärme	Fernwärme	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Kälte	-	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Strom	Netzstrom	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
<b>Gebäudetechnik</b>		
Heizung	Plattenheizkörper	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
Kühlung	Splitgeräte	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Elektro- und Medienversorgung	Brüstungskanäle	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Beleuchtung	Spiegelrasterleuchten (unter Rohdecke)	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Lüftung	freie Fensterlüftung (Drehfenster und Kipp-Flügel)	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Warmwasserversorgung	dezentral (Plattenwärmeübertrager)	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
<b>Energieverbrauch</b>		
Endenergie Wärme / NGF	- [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Endenergie Strom / NGF	38 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
Primärenergie Wärme / NGF	- [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Primärenergie Strom / NGF	114 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
<b>Wärmeschutz</b>		
Sommerlicher Wärmeschutz	außenliegende horizontal Aluminiumlamellen innenliegende vertikale Stofflamellen	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
Winterlicher Wärmeschutz	200mm Leichtbeton, innen und außen 15mm Zementmörtel	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>

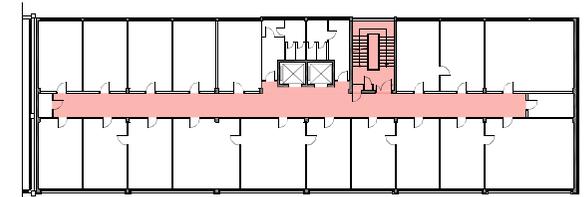


Abbildung 40 Regelgeschoss



Abbildung 41 Standardbüro

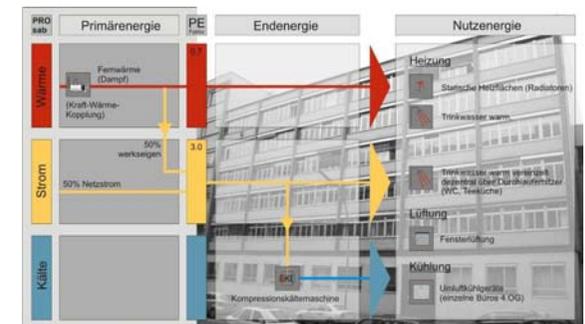


Abbildung 42 Energieversorgung

## 6.9 SAG – Schering AG Berlin, Gebäude M516

### Allgemeines

Objektkennziffer	09 SAG
Bezeichnung	Schering AG Berlin M516
Baujahr	1966
Standort	Reinickendorfer Straße 113 , 13353 Berlin
Nutzungsart	Verwaltungsbau
Eigentümer	Pharmakonzern Schering AG Berlin
Nutzer	Pharmakonzern Schering AG Berlin

### Kenndaten

#### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)	4 (1/3/0)
Gebäudehöhe	11,06 m
Gebäuelänge	48,22 m
Gebäudebreite	16,00 m

#### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	12.668	[m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	3.386	[m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	842	[m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	507	[m <sup>2</sup> ]

BGF Regelgeschoss	936 [m <sup>2</sup> ]
-------------------	-----------------------

#### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	2-Bund
Bürotyp	Zellenbüros
Mitarbeiter	38 / Regelgeschoss

#### Tragstruktur

Konstruktionstyp	Stahlbeton - Skelettkonstruktion
Aussteifung	1 Treppenhaukern, Windscheiben aus Giebel- und Treppenhauwänden, Rand- und Mittelstützen

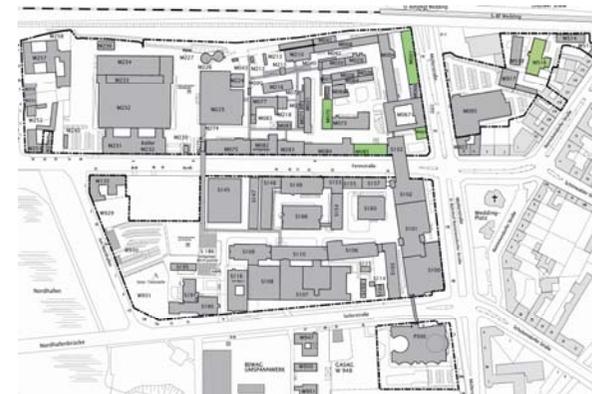


Abbildung 43 Lageplan



Abbildung 44 Ansicht Hof

Kenndaten	Bestand	Bewertung Zustand
<b>Gebäudehülle</b>		
Dach	Flachdach	○ ● ○
Fassadentyp	Bandfassade	○ ● ○
<b>Brandschutz</b>		
Gebäudeklasse	4	● ○ ○
Fluchtweglänge (max.)	<35m	● ○ ○
Brand- / Rauchabschnitte	2	● ○ ○
Anzahl der Treppenhäuser	2	● ○ ○
Anlagentechnik	Rauch- und Brandmelder	● ○ ○
<b>Energieversorgung</b>		
Wärme	Fernwärme	○ ● ○
Kälte	-	○ ● ○
Strom	Netzstrom	○ ● ○
<b>Gebäudetechnik</b>		
Heizung	Plattenheizkörper	○ ● ○
Kühlung	Splitgeräte	○ ● ○
Elektro- und Medienversorgung	Brüstungskanäle	○ ● ○
Beleuchtung	Spiegelrasterleuchten (unter Rohdecke)	○ ● ○
Lüftung	freie Fensterlüftung (Drehfenster und Kipp-Flügel)	○ ● ○
Warmwasserversorgung	dezentral (Durchlauferhitzer)	○ ● ○
<b>Energieverbrauch</b>		
Endenergie Wärme / NGF	153 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	○ ● ○
Endenergie Strom / NGF	40 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	○ ● ○
Primärenergie Wärme / NGF	168 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	○ ● ○
Primärenergie Strom / NGF	119 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	○ ● ○
<b>Wärmeschutz</b>		
Sommerlicher Wärmeschutz	außenliegende horizontal Aluminiumlamellen, Innenliegender Blendschutz	○ ● ○
Winterlicher Wärmeschutz	U-Wert 1,4 W/m <sup>2</sup> K U <sub>g</sub> -Wert 1,1 W/m <sup>2</sup> K	○ ○ ○



Abbildung 45 Regelgeschoss, 2. OG



Abbildung 46 Doppelbüro

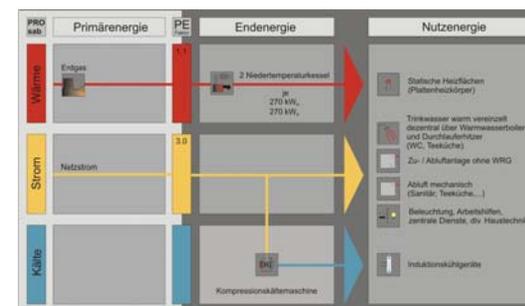


Abbildung 47 Energieversorgung

### 6.10 RNB - Rathaus Neubau Braunschweig

#### Allgemeines

Objektkennziffer	10 RNB
Bezeichnung	Rathaus Neubau Braunschweig
Baujahr	1971
Standort	Bohlweg 30, 38100 Braunschweig
Nutzungsart	Bürogebäude
Eigentümer	Stadt Braunschweig
Nutzer	Stadt Braunschweig, Einzelhandel (EG + 1.OG)

#### Kenndaten

##### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss) dehöhe	11 (Staffelgeschoss zwischen 1.OG und 2.OG) Gebäuhöhe bis 37,50 m
Gebäuelänge	Baukörper I: 22,35 m; II: 41,70 m; III: 22,13 m
Gebäudebreite	Baukörper I: 14,76 m; II: 14,60 m; III: 44,00 m

##### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	33.979 [m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	10.783 [m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	9.381 [m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	5.176 [m <sup>2</sup> ]
BGF Regelgeschoss	1.521 [m <sup>2</sup> ]

##### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	2-Bund
Bürotyp	Zellenbüros
Mitarbeiter	-

##### Tragstruktur

Konstruktionstyp	Stahlbeton - Skelettkonstruktion
Aussteifung	2 Treppenhauskerne, horizontale und vertikale Tragglieder



Abbildung 48 Ansicht Bohlweg



Abbildung 49 Fassadenausschnitt

### Kenndaten

#### Gebäudehülle

Dach  
Fassadentyp

#### Brandschutz

Gebäudeklasse  
Fluchtweglänge (max.)  
Brand- / Rauchabschnitte  
Anzahl der Treppenhäuser  
Anlagentechnik

#### Energieversorgung

Wärme  
Kälte  
Strom

#### Gebäudetechnik

Heizung  
Kühlung  
Elektro- und Medienversorgung  
Beleuchtung  
Lüftung  
  
Warmwasserversorgung

#### Energieverbrauch

Endenergie Wärme / NGF  
Endenergie Strom / NGF  
  
Primärenergie Wärme / NGF  
Primärenergie Strom / NGF

#### Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz  
  
Winterlicher Wärmeschutz

### Bestand

Flachdach  
Ausgefachte Fassade  
  
Hochhaus  
42 m  
keine  
1 + 1 (nicht bis EG)  
Rauchmelder, Brandmeldeanlage

Fernwärme (BS Energy)  
-  
Netzstrom (BS Energy)

Radiatoren  
Splitgeräte (einzelne Büroräume 8.OG)  
Brüstungskanal  
Spiegelrasterleuchten unter abgeh. Decke  
freie Fensterlüftung (Drehfenster und Kippoberlichter)  
nicht vorhanden

108 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
43 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]

76 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
129 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]

Blendschutz innen: unterschiedlich;  
Sonnenschutz außen: schienengeführte,  
horizontale Aluminium-Lamellen

Außenwand: Brüstungsbereich 4 cm Mineral-  
Faser- und 3 cm Styroporplatte  
Dach: k.A.

### Bewertung Zustand

○ ● ○  
○ ○ ●

○ ○ ●  
○ ○ ●  
○ ● ○  
● ○ ○

○ ● ○

● ○ ○  
○ ● ○

● ○ ○  
○ ● ○

○ ● ○

○ ● ○

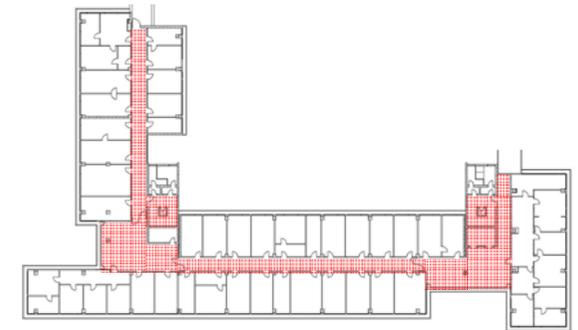


Abbildung 50 Regelgeschoss - Grundriss 2.OG



Abbildung 51 Standardbüro

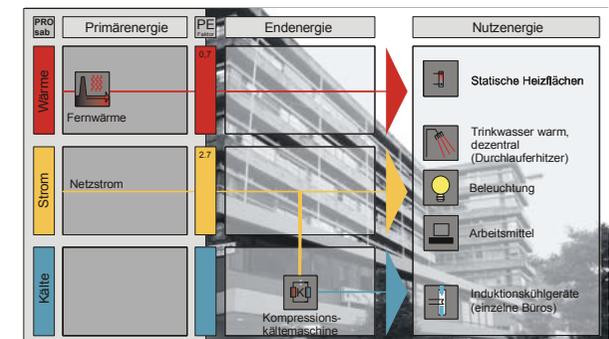


Abbildung 52 Energieversorgung

### 6.11 OHH - Okerhochhaus

#### Allgemeines

Objektkennziffer	11 OHH
Bezeichnung	Okerhochhaus
Baujahr	1955/56
Standort	Pockelsstraße 3, 38106 Braunschweig
Nutzungsart	Seminar- bzw. Vorlesungssäle, Büroräume
Eigentümer	Technische Universität Braunschweig
Nutzer	Institute der TU Braunschweig

#### Kenndaten

##### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)	19 (2/16/1)
Gebäudehöhe	58,70 m
Gebäudelänge	41,70 m (Staffelgeschoss: 23,68 m)
Gebäudebreite	10,70 m (Staffelgeschoss: 6,75 m)

##### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	28.911 [m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	8.739 [m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	6.236 [m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	4.304 [m <sup>2</sup> ]

BGF Regelgeschoss	446 [m <sup>2</sup> ]
-------------------	-----------------------

##### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	1-Bund
Bürotyp	Zellenbüros
Mitarbeiter	ca. 130

##### Tragstruktur

Tragwerk	Stahlbeton - Skelettkonstruktion
Aussteifung	Treppenhaukern, Aufzugsschacht, Giebelwände



Abbildung 53 Ansicht Ost



Abbildung 54 Ansicht Staffelgeschoss

Kenndaten	Bestand	Bewertung Zustand
<b>Gebäudehülle</b>		
Dach	Flachdach	○ ● ○
Fassadentyp	Pfeilerfassade	○ ● ○
<b>Brandschutz</b>		
Gebäudeklasse	Hochhaus	● ○ ○
Fluchtweglänge (max.)	< 35 m	○ ○ ○
Brand- / Rauchabschnitte	vertikale Rauchabschnitte im Treppenhaus vorhanden	○ ○ ●
Anzahl der Treppenhäuser	2	● ○ ○
Anlagentechnik	Rauchmelder	○ ● ○
<b>Energieversorgung</b>		
Wärme	Fernwärme (BS Energy)	
Kälte	-	
Strom	BS Energy	
<b>Gebäudetechnik</b>		
Heizung	Rippenheizkörper	○ ● ○
Kühlung	-	
Elektro- und Medienversorgung	Boden- und Brüstungskanäle	
Beleuchtung	Leuchtstofflampen (unter Rohdecke)	
Lüftung	freie Fensterlüftung (Kippfenster) Schachtlüftung in Toilettenräumen	
Warmwasserversorgung	dezentral (Durchlauferhitzer)	
<b>Energieverbrauch</b>		
Endenergie Wärme / NGF	-	○ ○ ○
Endenergie Strom / NGF	-	○ ○ ○
Primärenergie Wärme / NGF	-	○ ○ ○
Primärenergie Strom / NGF	-	○ ○ ○
<b>Wärmeschutz</b>		
Sommerlicher Wärmeschutz	Blendschutz innen: vertikale Lamellen	○ ○ ●
Winterlicher Wärmeschutz	Dämmung der Hülle Dach: 6 cm Polystyrolplatten WLK 040 Außenwand: 5 cm Holzfaserdämmplatte WLK 070	○ ○ ●

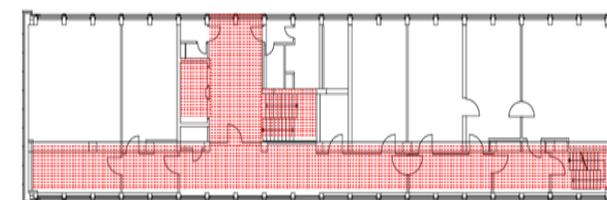


Abbildung 55 Regelgeschoss - Grundriss 7.OG

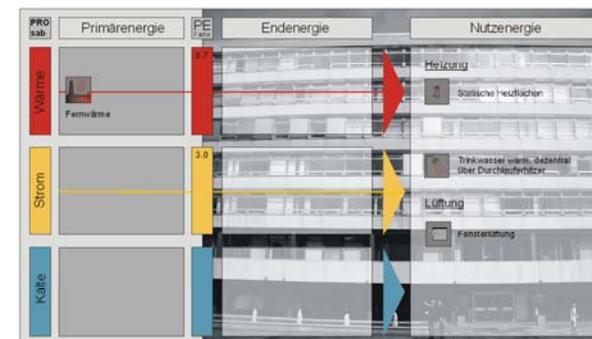


Abbildung 56 Energieversorgung

## 6.12 BEK - Bildungswerk der Evangelischen Kirche

### Allgemeines

Objektkennziffer	12 BEK
Bezeichnung	Bildungswerk der Evangelischen Kirche
Baujahr	1965
Standort	Goethestraße 24-30, 10625 Berlin -Charlottenburg
Nutzungsart	Verwaltungsbau
Eigentümer	
Nutzer	BEK - Bildungswerk der Evangelischen Kirche

### Kenndaten

#### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)	5 (1/4/-)
Gebäudehöhe	16,50 m (19,20 m OK Treppenhaus)
Gebäuelänge	77 m
Gebäudebreite	9 m

#### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	-	[m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	2.179	[m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	1.896	[m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	1.046	[m <sup>2</sup> ]

BGF Regelgeschoss	789	[m <sup>2</sup> ]
-------------------	-----	-------------------

#### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	1-Bund
Bürotyp	Zellenbüros
Mitarbeiter	-

#### Tragstruktur

Konstruktionstyp	Stahlbeton - Skelettkonstruktion
Aussteifung	2 Treppenhauskerne, horizontale und vertikale Tragglieder



Abbildung 57 Ansicht Süd



Abbildung 58 Fassadenausschnitt Süd

### Kenndaten

#### Gebäudehülle

Dach  
Fassadentyp

#### Brandschutz

Gebäudeklasse  
Fluchtweglänge (max.)  
Brand- / Rauchabschnitte  
Anzahl der Treppenhäuser  
Anlagentechnik

#### Energieversorgung

Wärme  
Kälte  
Strom

#### Gebäudetechnik

Heizung  
Kühlung  
Elektro- und Medienversorgung  
Beleuchtung  
Lüftung

#### Warmwasserversorgung

#### Energieverbrauch

Endenergie Wärme / NGF  
Endenergie Strom / NGF

Primärenergie Wärme / NGF  
Primärenergie Strom / NGF

#### Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz

Winterlicher Wärmeschutz

### Bestand

Flachdach  
Ausgefachte Fassade

4  
< 35 m  
2  
2  
Rauchmelder

Fernwärme (Vattenfall Europe AG)  
-  
Netzstrom (Vattenfall Europe AG)

Radiatoren  
-  
freie Leitungsführung über den Fußboden  
Spiegelrasterleuchten (unter Rohdecke)  
freie Fensterlüftung (Drehfenster und Kipp-Oberlichter)  
dezentral (Durchlauferhitzer)

### Bewertung Zustand

○ ○ ○  
○ ● ○

● ○ ○  
○ ● ○  
● ○ ○  
● ○ ○

○ ○ ●

○ ○ ○  
○ ○ ●

○ ○ ○  
○ ○ ●

○ ○ ●

○ ○ ○

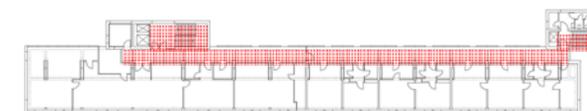


Abbildung 59 Regelgeschoss - Grundriss 2.OG



Abbildung 60 Standardbüro

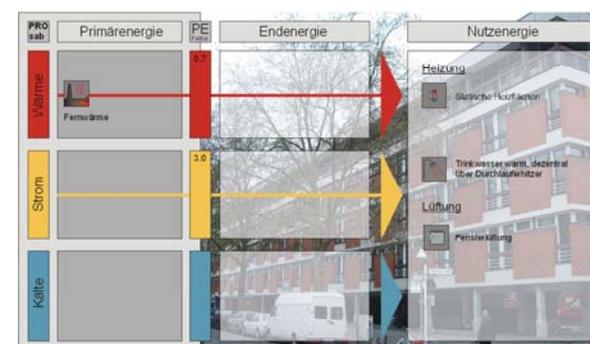


Abbildung 61 Energieversorgung

### 6.13 SKG – Sparkasse Goslar

#### Allgemeines

Objektkennziffer	13 SKG
Bezeichnung	Sparkasse Goslar
Baujahr	1958
Standort	Rammelsberger Straße 2, 38640 Goslar
Nutzungsart	Verwaltungsbau
Eigentümer	Sparkasse Goslar
Nutzer	Sparkasse Goslar

#### Kenndaten

##### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)	8 (1/6/1)
Gebäudehöhe	20,68 (24,17 m einschl. Staffelgeschoss)
Gebäuelänge	46,11 m
Gebäudebreite	18,09 m

##### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	- [m <sup>3</sup> ]
BGF (BruttoGrundFläche)	8.034 [m <sup>2</sup> ]
NGF (NettoGrundFläche)	6.990 [m <sup>2</sup> ]
HNF (HauptNutzFläche)	3.857 [m <sup>2</sup> ]

BGF Regelgeschoss	834 [m <sup>2</sup> ]
-------------------	-----------------------

##### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	3-Bund
Bürotyp	Zellenbüros
Mitarbeiter	127

##### Tragstruktur

Konstruktionstyp	Stahlbeton - Skelettkonstruktion
Aussteifung	horizontale und vertikale Tragglieder (Massivdecken und Wandscheiben)



Abbildung 62 Ansicht Nord - Ost



Abbildung 63 Ansicht Nord - West

Kenndaten	Bestand	Bewertung Zustand
<b>Gebäudehülle</b>		
Dach	Flachdach	○ ○ ●
Fassadentyp	Pfeilerfassade	○ ● ○
<b>Brandschutz</b>		
Gebäudeklasse	5	● ○ ○
Fluchtweglänge (max.)	< 30 m	● ○ ○
Brand- / Rauchabschnitte	keine	● ○ ○
Anzahl der Treppenhäuser	1	○ ● ○
Anlagentechnik	Rauchmelder, Brandmeldeanlage	● ○ ○
<b>Energieversorgung</b>		
Wärme	Erdgas (Harz Energie)	
Kälte	-	
Strom	Netzstrom (Harz Energie)	
<b>Gebäudetechnik</b>		
Heizung	Plattenheizkörper; Fußbodenheizung (nur Staffelgeschoss); RLT-Anlage (EG + Vers.)	○ ● ○
Kühlung	vereinzelt Splitgeräte (3.OG Serverräume, Vorstand Staffelgeschoss); RLT-Anlage (EG + Vers.)	
Elektro- und Medienversorgung	Brüstungskanal	
Beleuchtung	runde Deckeneinbauleuchten, Stehleuchten	
Lüftung	freie Fensterlüftung (Drehkipp-Fenster)	
Warmwasserversorgung	zentral (Aufbereitung über Heizungsanlage)	
<b>Energieverbrauch</b>		
Endenergie Wärme / NGF	149 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	○ ● ○
Endenergie Strom / NGF	61 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	○ ○ ●
Primärenergie Wärme / NGF	164 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	○ ● ○
Primärenergie Strom / NGF	183 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	○ ○ ●
<b>Wärmeschutz</b>		
Sommerlicher Wärmeschutz	Blendschutz innen: Horizontal-Lamellen (Alu); Sonnenschutz außen: konstruktive Auskragung (nur Staffelgeschoss)	○ ● ○
Winterlicher Wärmeschutz	Außenwand: Brüstungsbereich 7 cm Wärme-Dämmung; Dach: fehlende Wärmedämmung	○ ● ○

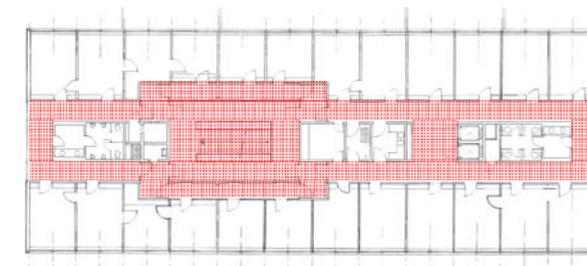


Abbildung 64 Regelgeschoss - Grundriss 2.OG



Abbildung 65 Standardbüro

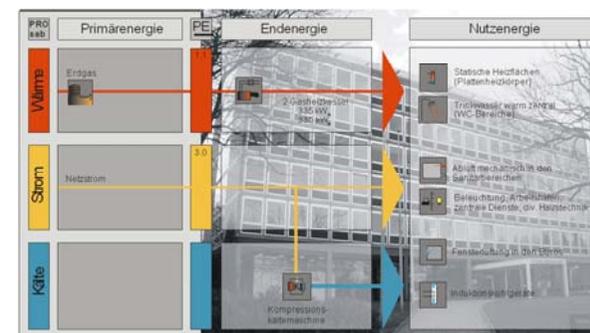


Abbildung 66 Energieversorgung

## 7 Sanierungsrelevante Aspekte von Bürogebäuden der 50er-70er Jahre

### Analyse des Bestands von Büro- und Verwaltungsbauten

Im folgenden Kapitel werden Standards von Verwaltungsbauten aus den 50er bis 70er Jahren recherchiert. Es erfolgt eine Zuordnung der architektonischen, konstruktiven, bautechnischen und energetischen Gebäudemerkmale entsprechend der Kapitel:

- 7.1 Nutzung
- 7.2 Brandschutz
- 7.3 Tragwerk
- 7.4 Hülle
- 7.5 Gebäudetechnik

Die einzelnen Gebäudemerkmale werden für sich aber auch in ihrem Zusammenhang und ihrer Abhängigkeit zueinander betrachtet.

Der Katalog einzelner Gebäudemerkmale bildet die Grundlage, das Gesamtgefüge eines Bürogebäudes aus dem betrachteten Zeitraum, Zusammenhänge und Abhängigkeiten aller Gebäudesysteme überblicken und im Anschluss sinnvolle und angemessene Sanierungsansätze erarbeiten zu können.

### Sanierungsflexibilität

In einem Bestandsgebäude gibt es unveränderbare, strukturelle Parameter, welche als festgelegte Faktoren in die Neuplanung eingehen und dadurch den Spielraum vorgeben, in dem sich die Sanierungsmöglichkeiten bewegen können.

Sanierungsflexibilität eines Bestandsgebäudes			
Unveränderbare, strukturelle Parameter	<b>Primärstruktur</b>	<b>Tragwerk</b>	Tragkonstruktion Deckenkonstruktion Gebäudetiefe Geschosshöhe Gebäudeerschließung Achsraster ...
Vom Sanierungsgrad abhängige, veränderbare Gebäudeanteile	<b>Sekundärstruktur</b>	<b>Hülle</b>	Fenster / Fassade Dach Außenwand Wärmeschutz Sonnenschutz Schallschutz Natürliche Belichtung Lüftung Ausblick Erscheinungsbild ...
Vom Sanierungsgrad abhängige, veränderbare Gebäudeanteile		<b>raumbildender Ausbau</b> <b>technischer Ausbau</b>	Nicht tragende Innenwände Fußbodenaufbau Unterdecke Technische Gebäudeausrüstung Raumaufteilung Büroorganisation Künstliche Belichtung Künstliche Be- und Entlüftung ...

Abbildung 67 Schaubild, Sanierungsflexibilität eines Bestandsgebäudes

### 7.1 Nutzung

#### Inhaltsverzeichnis

1 Erschließungs- und Konstruktionssysteme.....	66
2 Gebäudetiefe.....	69
3 Büroabmessungen.....	72
3.1 Ausbauraster.....	72
3.2 Ausbauraster und Flächeneffizienz.....	73
3.3 Ausbaurastergrößen.....	74
3.4 Büroraumtiefe.....	75
3.5 Gesetzliche Parameter.....	76
3.6 Entwicklung von Mindestbüroraumabmessungen.....	80
3.7 Entwicklung des Ausbaurasters.....	81
3.8 Bauelementgrößen.....	82
3.9 Mindestbüroraumbreite.....	82
3.10 Mindestbüroraumbreite und Ausbauraster.....	83
3.11 Büroraumfläche - Ausbauraster und Raumtiefen.....	84
4 Flächenaufteilung.....	85
5 Büroorganisation.....	91
5.1 Die gängigsten Bürostrukturen im Überblick.....	94
5.2 Büroorganisationsformen und Kenndaten.....	99
6 Zusammenfassung Nutzungsstruktur.....	100
7 Ausbauflexibilität.....	101
7.1 Wand.....	102
7.2 Boden.....	103
7.3 Decke.....	105

Die Gebäudetiefe, das Erschließungs- und Konstruktionssystem, die Geschossflächen, das Ausbauraster sowie die Geschosshöhe sind entscheidende baulich-strukturelle Faktoren, welche die Nutzungsstruktur bestimmen und den Grad der Nutzungsflexibilität eines Bürogebäudes nachhaltig festlegen. Eine unangemessene Gebäudetiefe oder ein ungeeignetes Konstruktions- bzw. Ausbauraster wirkt sich negativ auf die Flächennutzbarkeit aus, kann die Flächenkosten pro Arbeitsplatz erhöhen, den Nutzungskomfort beeinträchtigen und die Nutzungsflexibilität einschränken.

Neben diesen baulich-strukturellen Faktoren sind es auch die heute gültigen Normen und gesetzlichen Anforderungen, die an die Büroflächen gestellt werden und sich seit dem Bau der Bürogebäude oft mehrmals geändert haben, welchen die neue Nutzungsstruktur genügen muss.

Ein dritter Einflussbereich sind die „unternehmensspezifischen Anforderungen“, die in Form von veränderten quantitativen & qualitativen Flächenanforderungen in die neue Nutzungsstruktur einfließen.

In den folgenden Kapiteln werden einzelne Faktoren dieser drei Einflussbereiche für sich und in ihrer Abhängigkeit zueinander erläutert.

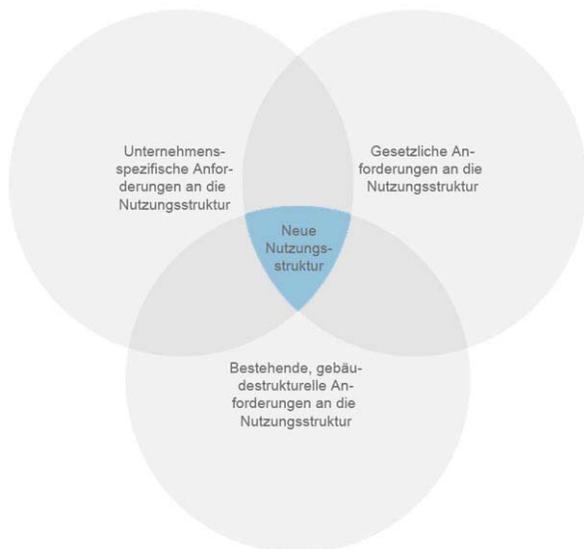


Abbildung 68 Anforderungen an die Nutzungsstruktur

Flächenstrukturstudien der letzten Jahre zeigen, welchen Einfluss baulich-strukturelle Grundlagen von Bürogebäuden auf deren Effizienz haben.

Die Bewertungsstudie des Immobilienberatungsunternehmens Atisreal lässt erkennen, welche Qualitätsmerkmale ausschlaggebend für eine Immobilienbewertung sind und welche Gewichtung diesen Merkmalen beigemessen wird. In der Studie wurden 400 Liegenschaften bewertet und ca. 1500 Führungskräfte der Immobilienbranche befragt, welche Kriterien für Sie besonders wichtig sind.

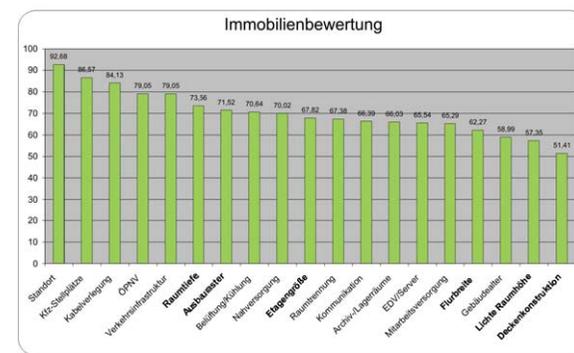


Abbildung 69 „Funktionale Abhängigkeit der Raster im Verwaltungsbau“

Quelle: Atisreal Key Report Office 2005; Darstellung aus Axel Geiger „Funktionale Abhängigkeit der Raster im Verwaltungsbau“

### 1 Erschließungs- und Konstruktionssysteme

Bürobauten der 50er bis 70er Jahre wurden überwiegend in Stahl- oder Stahlbetonbauweise errichtet.

Bei Geschossbauten unterscheidet man in der Regel Konstruktionssysteme nach dem Zwei-, Drei- und Vierständersystem. Die Bezeichnungen geben an wie viele Konstruktionsachsen ein Gebäude im Querschnitt besitzt, auf denen tragende Stützen positioniert sind.

Mit der Grundrisskonzeption der Bestandsbauten muss die Anordnung der Tragstruktur und die daraus resultierende Aufteilung in Erschließungs- und Nutzungszonen der Bestandsbauten analysiert werden. Es lassen sich 4 Anordnungen unterscheiden:

- 1) Zweibündige Anlage mit Mittelflur und gleichen Raumtiefen zu beiden Seiten
- 2) Zweibündige Anlage mit Mittelflur und ungleichen Raumtiefen zu beiden Seiten
- 3) Dreibündige Anlage mit zwei Fluren und dazwischen liegenden Nebenräumen
- 4) Einbündige Anlage mit einem Flur und Räumen zu einer Seite

zu 1)

Diese Aufteilung ergibt durch die gleich bleibende Raumtiefe eine einheitliche Bürostruktur mit überwiegend Einzelbüros oder Doppelbüros. Bei gleicher Raumtiefe beiderseits des Mittelflurs ist es unwirtschaftlich sowohl Einzel- als auch Gruppenbüros anzuordnen, da Gruppenbüros bei geringer Raumtiefe (bis 5 m) und Einzelbüros bei großer Raumtiefe (über 5,25 m) eine sinnvolle Anordnung der Arbeitsplätze nicht zulassen. Bei großen Raumtiefen lohnt es sich zu prüfen, ob eine erweiterte Nutzung der Flurzone durch das Versetzen von Flurtrennwänden möglich ist (Kombibüro).

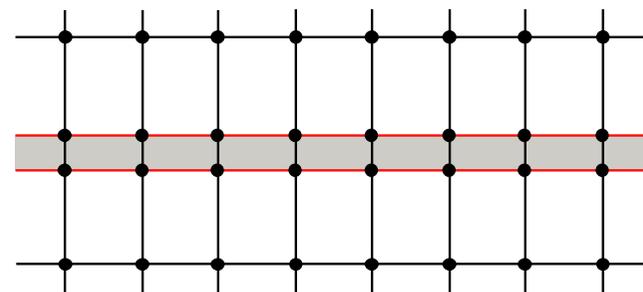


Abbildung 70 Systemgrundriss, Mittelflur und gleiche Raumtiefen

Zu 2)

Diese Anordnung ermöglicht auf der einen Flurseite gut geschnittene Einzelbüros, auf der anderen Seite gut dimensionierte Gruppen- oder Doppelbüros. Durch eine versetzte Anordnung des Mittelflures bzw. eine Aufweitung des Flures kann die Organisation aufgelockert und die Monotonie zu langer Flure gebrochen werden.

Zu 3)

Die dreibündige Anordnung bietet in der Mittelzone Platz für Nebenräume ohne Tageslichtbedarf und die vertikale Erschließung. Dadurch wird der belichtete Raum an der Außenwand ganz für Büros verfügbar gemacht. Oftmals bietet jedoch die Mittelzone mehr Nebenfläche als heute unbedingt notwendig ist, was sich ungünstig auf das Verhältnis Büronutzfläche zu Nebennutzfläche auswirkt. Liegen die Treppenträume räumlich getrennt in der Mittelzone, ist eine Nutzbarmachung überflüssiger Nebenflächen der Mittelzone unter Berücksichtigung der tragenden und aussteifenden Gebäudeelemente möglich.

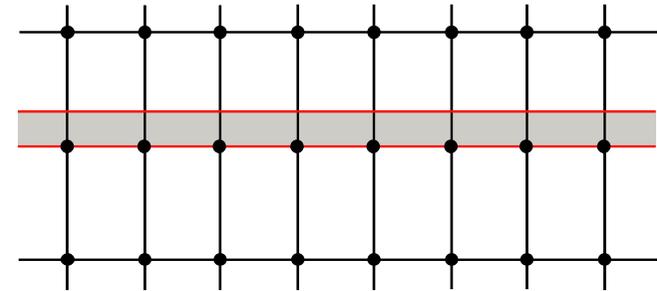


Abbildung 71 Systemgrundriss, Mittelflur und ungleiche Raumtiefen

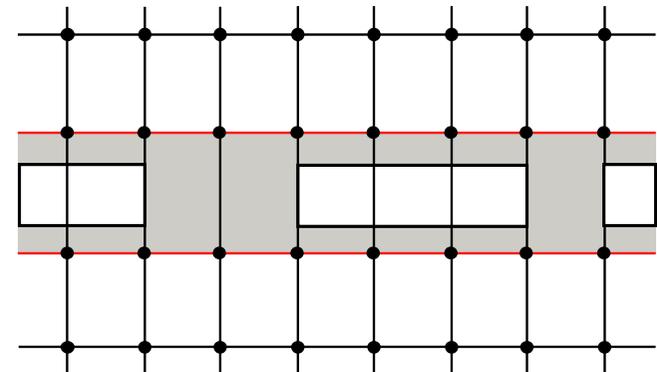


Abbildung 72 Systemgrundriss, dreibündige Anlage

Zu 4)

Beim einbündigen Gebäudetyp gibt es Zwei- und Dreistöckersysteme, die die Positionierung der Flurtrennwände bestimmen, damit die Breite des Flures bzw. der Büroräume und somit die Nutzungsmöglichkeit festlegen. Die Flurzone im einbündigen Gebäudetyp gewinnt durch die Anlagerung an die Außenwand an Attraktivität und ermöglicht dadurch die Integration einer Vielzahl an Nutzungen, falls sie eine ausreichende Breite aufweist.

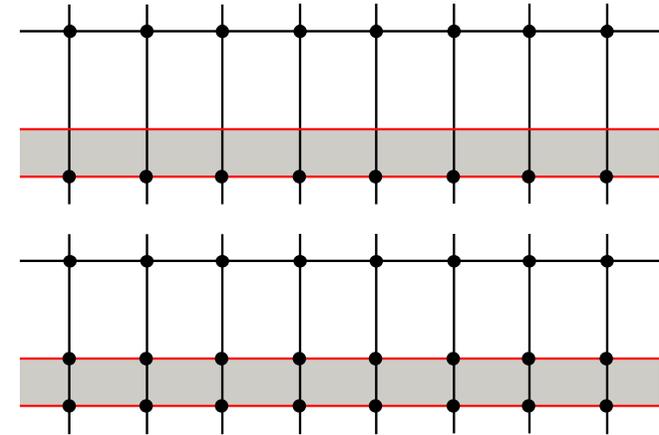


Abbildung 73 Systemgrundriss, einbündige Anlage mit Flur

2 Gebäudetiefe

Nachfolgendes Schaubild zeigt den Zusammenhang zwischen den gängigen Büroraumtypen und der Gebäude- bzw. Raumtiefe. Grün markiert den Idealbereich der Büroatmetiefe und die daraus resultierende Gebäudetiefe. Die idealen Büroabmessungen der unterschiedlichen Bürotypen können anhand der Anforderungen an die Möblierung von Büroräumen hergeleitet werden.

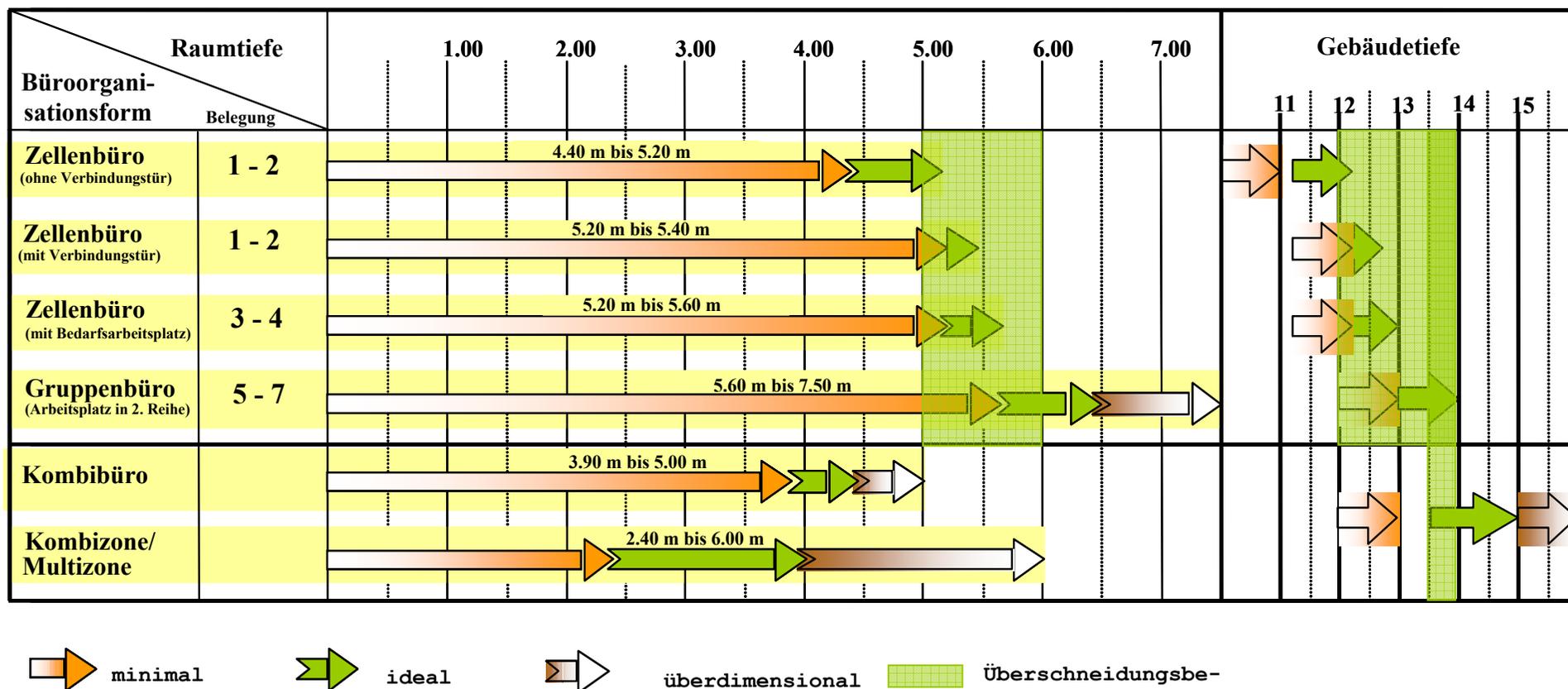


Abbildung 74 Schaubild, Zusammenhang Raumtiefe/Bürotyp  
Quelle Quickborner; eigene Darstellung

Die Gebäudetiefe bestimmt in großem Maße, welche Büroorganisation auf einer Geschossfläche realisiert werden kann.

Bei Gebäudetiefen ab 11,00 bis 12,50 m im lichten Innenmaß lassen sich wirtschaftlich Zellenbüros mit mittig liegender Flurzone oder geschosstiefe Gruppenbüros mit mittig angeordneten, flexiblen Arbeitsbereichen realisieren. Eine gleichzeitige Anordnung beidseitig liegender Zellenbüros mit Doppelbelegung und einer flexiblen Nutzung der Verkehrsfläche ist jedoch erst ab einer Gebäudetiefe von 13,50 m lichtigem Innenmaß möglich. Gebäudetiefen über 15 m erhöhen oft in beträchtlichem Maß die Betriebskosten, da neben einer künstlichen Belichtung der Fläche auch Belüftungsanlagen bewirtschaftet werden müssen. Die Bürofläche wird unwirtschaftlich und die Arbeitsplatzqualität nimmt ab.

Nebenstehendes Schaubild zeigt den Einfluss der Raum- und Gebäudetiefe auf die natürliche Belichtung. Die Teilabschnitte lassen sich in die drei Kategorien voll belichtete Flächen, teilbelichtete Flächen und unbelichtete Flächen einteilen. Der Grad der Belichtung einer Bürofläche bestimmt oder beschränkt deren Nutzungsmöglichkeiten. Voll belichtete Flächen sind für Büroräume, teilbelichtete und unbelichtete Flächen lediglich für Nebenräume oder Verkehrsflächen geeignet. Abhängig von der Büroorganisation und der Büroform führen Trennwände zwischen Büroräumen und Fluren abhängig von deren Materialausführung zu einer zusätzlichen Reduzierung der Belichtung der Mittelzone. Bei 3-Bund-Anlagen mit Mittelzone sind mittig liegende Kerne unbelichtet.

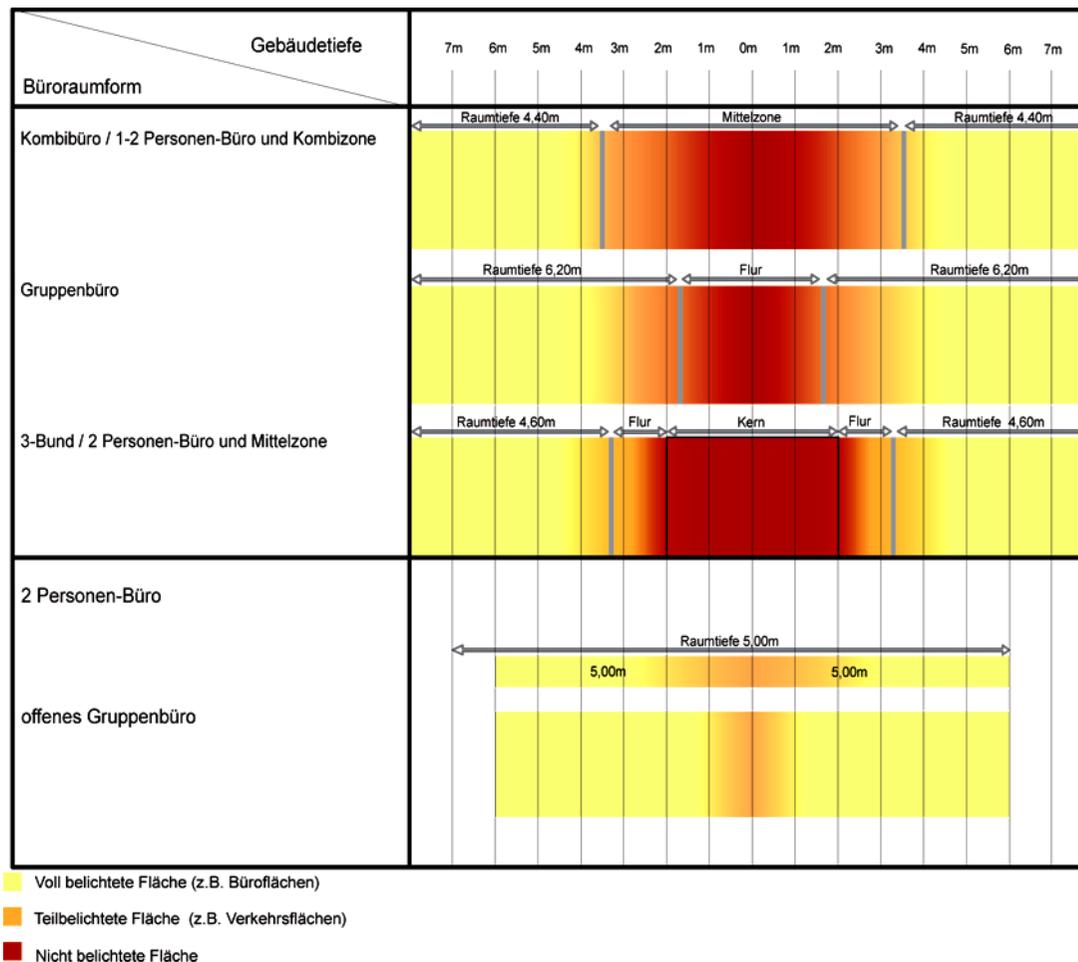


Abbildung 75 Schaubild, Zusammenhang Gebäudetiefe / Belichtung

### 3 Büroabmessungen

Eine optimale Büroabmessung orientiert sich an den gesetzlichen und den spezifischen Anforderungen an den Arbeitsplatz, der Arbeitsplatzergonomie, den Arbeitsabläufen und der damit einhergehenden Art und Anordnung der Büromöblierung und der technischen Ausstattung.

Im Bestandsgebäude sind es die baulich-strukturellen Faktoren wie die Geschosshöhe, das Ausbauraster und die von der Gebäudetiefe und dem Konstruktionssystem abhängige Büroraumtiefe, welche die Büroraummaße bestimmen.

#### 3.1 Ausbauraster

Die Wahl eines Ausbaurasters für ein Bürogebäude orientiert sich an gängigen Büroraumbreiten. Flexibilität und Wirtschaftlichkeit stehen in starkem Bezug zu dieser Größe.

Da die Bürotrennwände an die Außenwand des Gebäudes zwischen den Fensterelementen angeschlossen werden, ist ein Versetzen der Bürotrennwände bei einer Gebäudesanierung unter Erhaltung der Fassade nicht möglich. Die Raumbreite kann nur im Ausbauraster oder einem Vielfachen verändert werden. Abweichend besteht lediglich die Möglichkeit, durch planerische Eingriffe wie Ummöblierung oder dem Zusammenfügen von Räumen „rasterausgleichend“ einzuwirken.

Nur bei einer Erneuerung der Fassade kann das Ausbauraster verändert gewählt werden. In diesem Fall können Bürotrennwände neu gesetzt werden.

**3.2 Ausbauraster und Flächeneffizienz**

Das Ausbauraster bestimmt in großem Maß die Flächeneffizienz eines Bürogrundrisses. Ein ungeeignetes Ausbauraster wirkt sich negativ auf die Flächennutzbarkeit und somit auf die Flächenkosten pro Büroeinheit aus. Der Flächenverlust pro Büroeinheit addiert sich auf einem Bürogeschoss und in der Summe der Gebäudegeschosse, was zu einem überdurchschnittlich hohen Flächenverbrauch pro Einheit und Arbeitsplatz führt.

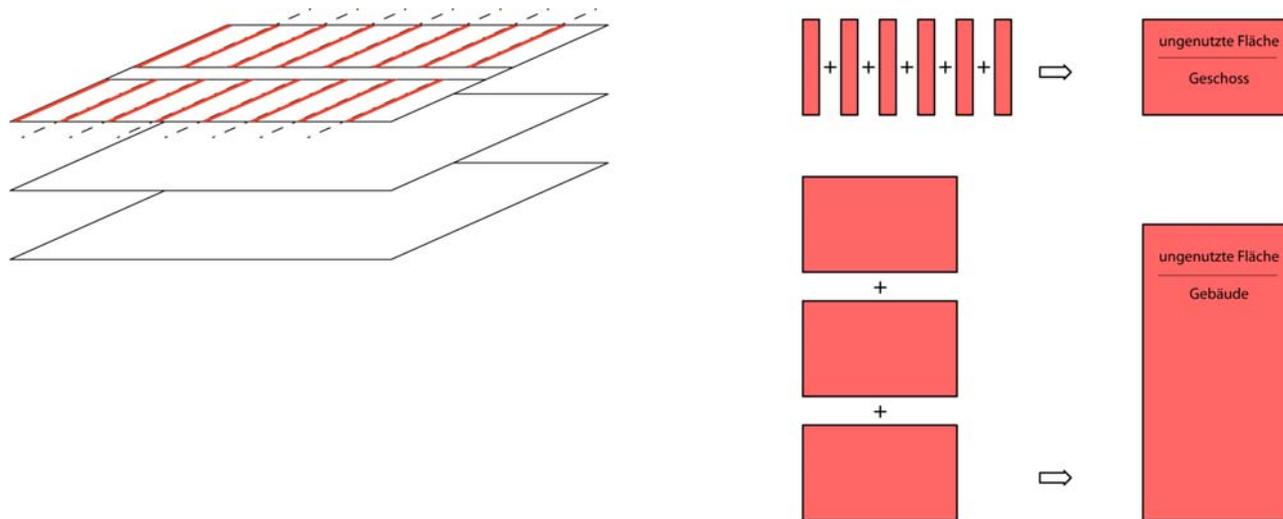


Abbildung 76 Diagramm, Potenzierung ungenutzter Fläche innerhalb eines Gebäudes

### 3.3 Rastergrößen

Nach Gottschalk werden gängige Achsmaße in kleine, große und sehr große Achsmaße eingeteilt:

Kleines Achsmaß	1.10m - 1.50m
Großes Achsmaß	1.75m - 2.00m
Sehr großes Achsmaß	2.20m - 2.50m

**Tabelle 4 Kleines bis großes Achsmaß**

Unabhängig von den Faktoren Gestaltung, Konstruktion und Statik können heute aus organisatorischen und flächenökonomischen Gründen folgende Raster empfohlen werden:

- 1.10m als Achsmaß mit einer kleinen Dimension, das eine sensible Anpassung an die verschiedenen Bedarfe ermöglicht. Das kleinteilige Achsmaß ist aufgrund der hohen Anzahl an Bauteilen relativ teuer.
- 1.25m als Achsmaß leitet sich aus dem oktametrischen Maßsystem des Mauerwerkbaus ab. Ebenfalls ein kleines Achsmaß und dadurch relativ teuer.
- 1.35m und 1.50m als Achsmaß hat vielfältige Unterteilungsmöglichkeiten
- 2.50m als Achsmaß für Einheitsraumkonzepte. Die Fensterteilung entspricht dadurch 2 x 1.25m mit geringen Anpassungsmöglichkeiten an andere Nutzungskonzepte.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> vgl. Ottmar Gottschalk „Verwaltungsbauten - flexibel, kommunikativ, nutzerorientiert „ S.102

### 3.4 Büroraumtiefe

Die Büroraumtiefe richtet sich nach der Gebäudetiefe und berechnet sich zum Beispiel bei einem klassischen Zweibund mit Zellenbürostruktur und mittig liegendem Erschließungsflur aus der halben Gebäudetiefe abzüglich der halben Flurbreite und der Trenn- und Außenwandmaße.

Die Größe der einzelnen Büroräume und somit auch die mögliche Zahl der Arbeitsplätze und deren Flächenverbrauch sind anhand der beiden Parameter, Büroraumtiefe und Ausbauraster festgelegt.

Hat ein zweibündiges Bürogebäude beispielsweise eine Gebäudetiefe von 13,00m und ein Ausbauraster von 1,25m ergibt dies abzüglich der Konstruktionsmaße und der Flurbreite eine Büroraumtiefe von 5,00m und bei einer Zweipersonenbürobelegung eine Raumbreite von etwa 4,80m (4 Achsen pro Raumeinheit abzüglich Trennwanddicke).

Der Flächenbedarf pro Arbeitsplatz läge dann bei einem Wert von 12m<sup>2</sup> und der Raum ließe sich in ergonomischer Hinsicht und den gesetzlichen Vorgaben entsprechend gut möblieren.

Bei gleicher Gebäudetiefe aber einem Ausbauraster von 1,35m würde sich bei ebenfalls 4 Achsen/ Büroraum eine Raumbreite von 5,40m ergeben. Der Flächenbedarf würde sich mit 13,5m<sup>2</sup> pro Arbeitsplatz um 12,5% erhöhen. Jeder Büroraum wäre also 3m<sup>2</sup> größer. Bei einem angenommenen Mietpreis von 20 Euro pro m<sup>2</sup> wären das statt 240 Euro pro Arbeitsplatz nun 270 Euro. In der Summe der Büroeinheiten und Geschosse ergebe dies eine erhebliche Erhöhung der Mietkosten. Durch einen erhöhten Flächenbedarf potenzieren sich natürlich dementsprechend auch die Nebenkosten pro Arbeitsplatz.

Die Prüfung des Büroflächenverbrauchs pro Arbeitsplatz der bei PROsab untersuchten Gebäude ergab eine durchschnittliche Fläche von 25 m<sup>2</sup> und liegt damit deutlich über einem angemessenen Wert. Bei der Berechnung des Durchschnittswertes wurden firmenspezifische Gebäudebelegungen (Über- / Unterbelegung), welche den Wert verfälschen würden, ausgenommen.

Im Vergleich dazu liegt der durchschnittliche Büroflächenverbrauch pro Arbeitsplatz von Bürogebäuden in Deutschland bei 9,5m<sup>2</sup> bis 15,5m<sup>2</sup>.

Da in der heutigen Büroorganisation unterschiedlichste Büroraumformen auftreten und von Gebäudeeignern mehr und mehr eine flexible Organisationsstruktur gewünscht wird, stellt sich bei jedem Gebäude von neuem die Frage, welches Ausbauraster diesen Flexibilitätsanforderungen entsprechen kann. Es ist dabei wichtig die vielfältigen Zusammenhänge und Abhängigkeiten nachzuvollziehen, um im Vor-

feld der Planung einer Neuorganisation unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten der Büroflächen erarbeiten zu können.

### 3.5 Gesetzliche Parameter

Die gesetzlichen Anforderungen an Büroflächen sind in den einschlägigen Regelwerken festgelegt, aus denen sich Mindeststandards und Raumabmessungen ableiten lassen:

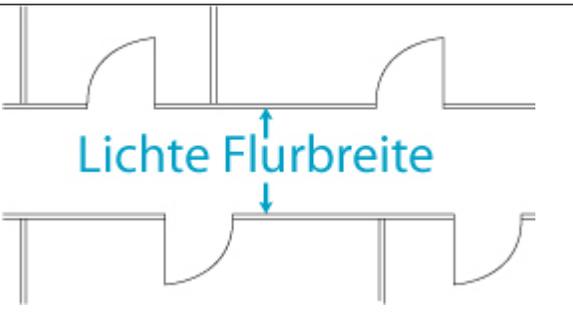
- **Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)** mit Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR)
- **DIN 4543-1** - Büroarbeitsplätze Flächen für Aufstellung und Benutzung von Büromöbeln
- Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV)
- BGI 650 - Bildschirm- und Büroarbeitsplätze (Ersatz für ZH 1/418)
- ZH 1/535 Sicherheitsregeln für Büroarbeitsplätze
- ZH 1/618 Sicherheitsregeln für Bildschirmarbeitsplätze

#### Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)

In der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) mit den Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR) sind die Mindestanforderungen an die Bewegungsflächen innerhalb der Büroräume, an die Verkehrswege, an die Grundfläche und die tätigkeitsabhängigen Lufträume pro Arbeitsplatz sowie an flächenabhängige Raumhöhen geregelt. Im Folgenden werden einige wichtige Regelungen aufgeführt.

Beispiele aus der **ArbStättV**:

#### Verkehrswege (§17)

Bis 5 Personen	0,875 (Baurichtmaß)	
Bis 20 Personen	1,00 (Baurichtmaß)	
Bis 100 Personen	1,25 m	
Bis 250 Personen	1,75 m	
Bis 450 Personen	2,25 m	

## Arbeitsräume (§23)

Verfügbare Grundfläche	mind. 8 m <sup>2</sup>
------------------------	------------------------

## Flächenrelevante Raumhöhen (§23)

Bis 50 m <sup>2</sup> Grundfläche	mind. 2,50 m	<p>Abgehängter Deckenbereich</p> <p>Lichte Raumhöhe</p>
Bis 100 m <sup>2</sup> Grundfläche	mind. 2,75 m	
Über 100 m <sup>2</sup> Grundfläche	mind. 3,00 m	
Über 2000 m <sup>2</sup> Grundfläche	mind. 3,25 m	
Unter Deckenschrägen / Im Arbeitsbereich	mind. 2,50 m	
Sonderregelung für in Büroräumen zu- lässige Unterschreitung	max. 0,25 m	

## Luftraum je Person (§23)

Bei sitzender Tätigkeit	mind. 12 m <sup>3</sup>
Bei nicht sitzender Tätigkeit	mind. 15 m <sup>3</sup>
Bei schweren körperlichen Tätigkeiten	mind. 18 m <sup>3</sup>
Zusätzlich für jeden regelmäßig, je- doch nicht ständig Anwesenden z.B. Be- rücksichtigung der Besucher in Kassen- hallen etc.	mind. 10 m <sup>3</sup>

## Bewegungsfläche (§24)

Mindestanforderung	1,5 m <sup>2</sup>	
Mindestbreite an jeder Stelle	1 m	
Wenn diese Bewegungsfläche nicht am Arbeitsplatz bereitgestellt werden kann, muss eine gleichwertige in Arbeitsplatznähe verfügbar sein. (z.B. Fensterabstand neben dem eigenen Arbeitsplatz)		

Quelle: <http://www.buero-forum.de/>, 31. Juli 2007

## DIN4543-1

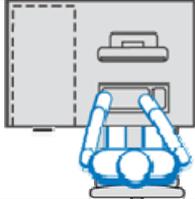
Die DIN 4543-1, 1992 - Büroarbeitsplätze Flächen für Aufstellung und Benutzung von Büromöbeln ist im Zusammenhang mit den Flächen im Büro (Mindestanforderungen an Größen und Abstände) ein wichtiges Regelwerk und behandelt:

- Arbeitsflächen
- Freie Bewegungsflächen
- Benutzerflächen
- Möbel-Stellflächen
- Möbel-Funktionsflächen
- Flächen für den Sicherheitsabstand
- Verkehrswegeflächen im Raum

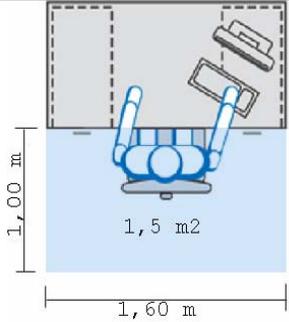
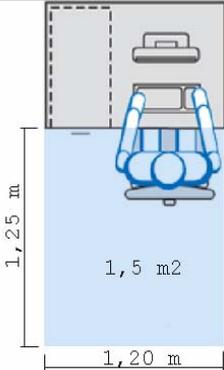
Die **DIN 4543-1** stellt für Aufsichtsbehörden und Berufsgenossenschaften nach Überprüfung der gesetzlichen Vorschriften die erste Beurteilungs- und Genehmigungsgrundlage für Büroflächen dar. Im Folgenden werden einige wichtige Regelungen aufgeführt.

Beispiele aus der DIN 4543-1:

**Arbeitsfläche**

Mindestgröße	1,28 m <sup>2</sup>	 <p>1,60 x 0,80 m</p>
Mindesttiefe an jeder Stelle	0,80 m	
Plattengröße zum Beispiel	1,60 x 0,80 m	 <p>1,20 x 0,80 m</p>
Zulässige Ausnahme für Computerarbeitsplatz	1,20 x 0,80 m	

**Freie Bewegungsfläche**

Mindestfläche je Arbeitsplatz	1,5 m <sup>2</sup>	 
Mindestbreite und -tiefe an jeder Stelle	mind. 1,00 m	

Quelle: <http://www.buero-forum.de/>, 31. Juli 2007

### 3.6 Entwicklung von Mindestbüroraumabmessungen

Die gesetzlichen Vorschriften zu Arbeitsstätten haben sich im Laufe der letzten Jahrzehnte ebenfalls geändert. Mindestabstände und Mindestarbeitsflächen haben sich vergrößert. Mit der neuen Kommunikationstechnik im Büro und der Einführung von Computerarbeitsplätzen haben sich die Anforderungen an den Arbeitsplatz gewandelt. Bei der Sanierung von Bürogebäuden aus den 50er bis 70er Jahren müssen diese Veränderungen bedacht werden, da das Gebäude nach einer Sanierung den heute gültigen Anforderungen und Vorschriften entsprechen muss. Ein damals den Mindestanforderungen entsprechender Arbeitsplatz kann heute nicht mehr zulässig sein.

Die Entwicklung der Büroachse bzw. des Ausbaurasters hängt sehr stark mit der Entwicklung des DIN gerechten Büroarbeitstisches zusammen, denn die Tiefe eines Büroarbeitstischs mit der dazugehörigen Bewegungsfläche bestimmt das Mindest-Raummaß eines Büroraums.

In den 40er Jahren mit Schreibtischiefen beginnend bei 0,48m für einen Schreibmaschinenarbeitsplatz bis 0,78m x 1,56m für einen Standardschreibtisch war es möglich, einen kleinen Einzelraum, 1-achsig mit dem Achsmaß 1,30m (1,17m lichte Breite) zu planen.

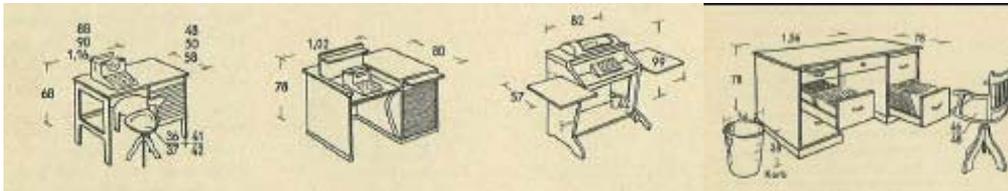


Abbildung 77 Arbeitsplatz im Jahr 1940

Aus: Neufert, Ernst: 1940, Bauentwurfslehre; Bauwelt-Verlag; S-170

Heute müsste ein Einzelbüro theoretisch mindestens 1,80m breit sein (0,80m Schreibtisch + 1,00m Bewegungsfläche).

Nach Neufert 1951 beträgt der kleinste Fenster bzw. Fensterpfeiler-Abstand 1,25 m, welcher nach DIN 4171 bei dem am häufigsten vorkommenden Büroarbeitsplatz seine Anwendung findet. Dieses Achsmaß ist durch seine geringe Größe sehr anpassungsfähig und für verschiedene Möbelstellungen geeignet. Es leitet sich wie eine Vielzahl anderer Bauelemente aus dem damals als Baunorm geltenden okta-

metrischen Maßsystem des Mauerwerkbaus ab und lässt sich deshalb konstruktiv gut mit anderen Bauteilen abstimmen.

Zusätzlich wurden die Achsmaße 1,20m, 1,30m und 1,40m im Jahre 1992 untersucht. Nach Gottschalk: **1979** sollte ein Arbeitsplatz ausreichende Arbeits- und Ablageflächen bieten. Gemäß DIN 4549 war zu dieser Zeit für eine Arbeitstischplatte das Standardmaß 156 x 78 cm festgelegt.

Nach DIN 4543 1: **1992** sind die minimalen Maße für eine Tischfläche neu definiert. Demnach muss die Arbeitstische 160 x 80 cm oder mehr betragen. Manche Arbeitsaufgaben erfordern nach o.g. DIN mehr Platz. Auch bei Mischarbeit, also einem Wechsel zwischen Bildschirmarbeit und anderen Tätigkeiten, ergibt sich eine notwendige Tischbreite von mindestens 200 cm.

### 3.7 Entwicklung des Ausbaurasters

Die Anforderungen an den Arbeitsplatz und die Büroausstattung haben sich in den letzten Jahrzehnten stark verändert. Das Ausbauraster der Gebäude ist jedoch bei einem Bestandsgebäude dasselbe geblieben.

Die Bücher zur Bauentwurfslehre von Ernst Neufert dokumentieren seit 1936 bis heute die Verwendung und Entwicklung des Ausbaurasters und seine funktionalen Abhängigkeiten im Verwaltungsbau. Folgende Tabelle zeigt beispielsweise die Entwicklung des Fensterachsmaßes bzw. des Achsmaßes zwischen 1940 und 2002.

Fensterachsmaß	1940	1951	1966	1973	1984	1992	2002
1,30	x					x	x
1,55	x						
1,75	x						
1,25		x	x	x	x	x	x
1,875		x	x	x	x	x	x
1,20						x	x
1,40						x	x

**Tabelle 5 Entwicklung von Fensterachsmaßen /Achsraaster von 1936-1992**  
**Aus: Neufert - Eigene Darstellung**

**3.8 Bauelementgrößen**

Um die Kosten bei der Sanierung und beim Neubau eines Bürogebäudes gering zu halten ist es außerdem sinnvoll mit einem Rastermaß zu arbeiten, welches den Elementgrößen häufig verwendeter Baumaterialien entspricht. Die Herstellung von Bauelementen mit Sondermaßen kann die Sanierungskosten in die Höhe schrauben. Die DIN 18 000 formuliert auf Grundlage von Untersuchungen der Internationalen Organisation für Normung eine einheitliche Modulordnung. Großen Einfluss auf die derzeitige Gebäudeplanung hat das Oktametersystem oder auch das Euromodul.

**3.9 Mindestbüroraumbreite**

Das Mindestachsmaß bzw. die Mindestbüroraumbreite z.B. eines Zwei-Personenbüros mit und ohne Büroschrank hinter den Arbeitsplätzen lässt sich nach den heute gültigen Vorschriften wie folgt berechnen:

Tisch	Anzahl	Mindestabstand	Anzahl	Schrank	Anzahl	Ergebnis
0,80m	x 2	+ 1m	x 2	+ 0m	x 0	= 3,60m
0,80m	x 2	+ 1m	x 2	+ 0,44m	x 2	= 4,48m

**Tabelle 6 Abstände nach heute gültigen gesetzlichen Vorschriften**

Tisch	Anzahl	Mindestabstand	Anzahl	Schrank	Anzahl	Ergebnis
0,78m	x 2	+ 0,85m	x 2	+ 0m	x 0	= 3,26m
0,78m	x 2	+ 0,85m	x 2	+ 0,40m	x 2	= 4,06m

**Tabelle 7 Abstände nach gesetzlichen Vorschriften von 1965**

Aus: Arbeitskreis Dr. Franz Petzold der Schmalenbach-Gesellschaft; „Das Büro“

3.10 Mindestbüroraubbreite und Ausbauraster

Das folgende Beispiel zeigt Raumbreiten, die sich aus den gängigen Achsmaßen ergeben. Das Beispielbüro mit Schrank könnte demnach gut in einem Gebäude mit einem Achsraster von 1,25m ( $4 \times 1,25m = 5,00m$ ) untergebracht werden. Besser wäre allerdings ein Achsraster von 1,20m ( $4 \times 1,20m = 4,80m$ ).

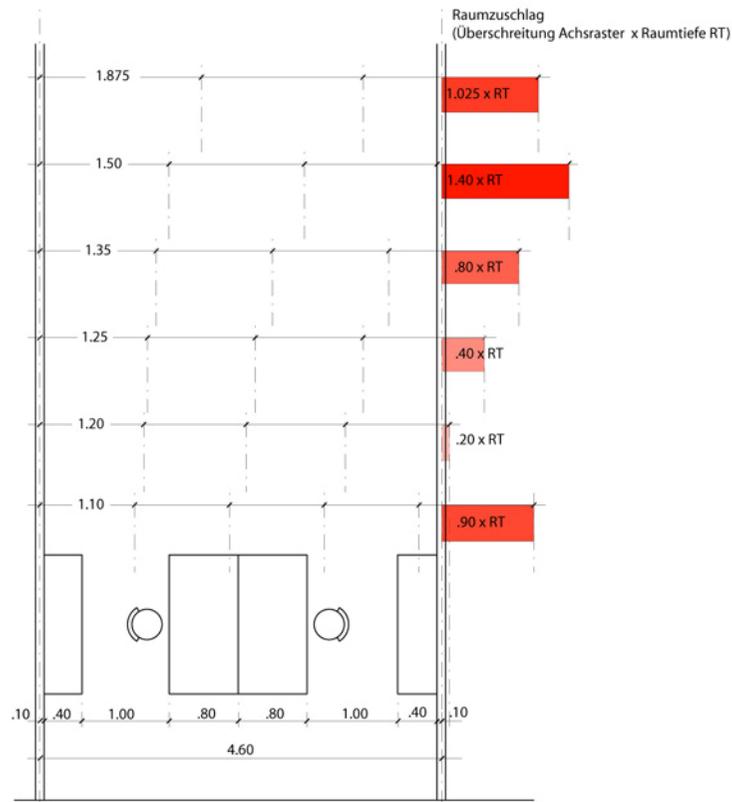
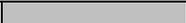


Abbildung 78 Schaubild, Raumzuschlag

**3.11 Büroraumfläche - Ausbauraster und Raumtiefen**

Die Büroflächen werden auf einem Raster entwickelt, welches verschiedene Bürotypen und -größen ermöglichen soll. Es leitet sich von den Normmaßen der Büromöbel (Mindestmaß der kleinsten und engsten Tischreihung und den notwendigen Verkehrsflächen im Raum) ab und bestimmt somit als Gebäudebaustein zusammen mit den notwendigen Erschließungsflächen die Mindest-Raumabmessung in einem Bürogebäude.

Ausbauraster (m)		1,10	1,25	1,35	1,40	1,50	1,80	
Raumtiefe (m)								
Flächenbausteine								
3,60	3,96	4,50	4,86	5,04	5,40	6,48		3 Flächenbausteine für 1 Zimmer
4,00	4,40	5,00	5,40	5,60	6,00	7,20		2 Flächenbausteine für 1 Zimmer
4,20	4,62	5,25	5,67	5,88	6,30	7,56		
4,70	5,17	5,88	6,35	6,58	7,05	8,46		
5,00	5,50	6,25	6,75	7,00	7,50	9,00		
Zimmergrößen		m <sup>2</sup>						
3,60	11,88	9,00	9,72	10,08	10,80	12,96		Flächenökonomische Größen
4,00	13,20	10,00	10,80	11,20	12,00	14,40		
4,20	13,86	10,50	11,34	11,76	12,60	15,12		
4,70	15,51	11,75	12,69	13,16	14,10	16,92		
5,00	16,50	12,50	13,50	14,00	15,00	18,00		

**Tabelle 8 Flächenbausteine und Zimmergrößen in m<sup>2</sup>**

Quelle: Gottschalk, Ottomar; 1994; Verwaltungsbauten; Bauverlag; S. 103; Eigene Darstellung

#### **4 Flächenaufteilung**

Die Flächenaufteilung in einem Bürogebäude steht in starker Abhängigkeit zu den Gebäudeparametern wie Raum- und Gebäudetiefe, Erschließungs- und Installationskerne, Stütz- und Ausbauraster. Im Vergleich zur Sanierung eines bestehenden Bürobaus kann die Flächenaufteilung bei einem Neubau in der Planungsphase anhand der Bestimmbarkeit dieser Gebäudeparameter beeinflusst werden. Während auf diese Weise bei einem Neubau gezielt auf die Optimierung der Primär- und Sekundärflächen (bedarfsbezogene Programmflächen und entwurfsbezogene Versorgungsflächen) eingegangen werden kann, ist die Flächenoptimierung im Altbestand sehr stark an die vorhandenen Gebäudeparameter gebunden. In neuen Flächenkonzepten wird aus Kostengründen die Minimierung des Flächenbedarfs pro Arbeitsplatz angestrebt. Dabei wird vor allem in der Bürofläche ein großes Einsparpotential gesehen.

Die technische Ausrüstung im Büroraum wird zunehmend kompakter. Kleinere Geräte erlauben eine Reduzierung der Arbeitszone und des Arbeitsradius. Rechner und Drucker werden in allgemein zugängliche Servicezonen ausgelagert.

Diese Entwicklung wirkt sich auf eine Minimierung der Büroraumdimensionierung aus und führt zu einer möglichen Raumfläche von nur 8 m<sup>2</sup>.

In erster Linie sollte es jedoch nicht darum gehen, das Verhältnis von Büro- raumfläche zu Versorgungsfläche zu Ungunsten der Büroraumfläche zu verändern, sondern eine maximale und intensive Nutzung der Gesamtfläche des Gebäudes zugunsten der Bürofläche durch Nutzungsentlastung, also Auslagerung von Arbeitsprozessen zu erreichen.

Dabei bieten die Versorgungsflächen mit einem Mittelwert von 30% des BGF eines Gebäudes durch Umstrukturierung der Flächennutzung ein großes Einsparpotential.

Ein Ansatz ist, einen größtmöglichen Anteil der Versorgungs- und Erschließungsflächen als gemeinschaftliche, „informelle Fläche“ (Kommunikationszonen) mit produktionsunterstützendem Charakter zu belegen.

In vielen Sanierungsbeispielen hat sich gezeigt, dass eine Neugliederung der Gebäudetiefe in Büroraum- und Versorgungszonen die Nutzungsmöglichkeiten erweitert. Die Verringerung der Büroraumtiefe hat eine Erweiterung der Mittelzone zufolge, die dadurch als zusätzliche Arbeitsfläche nutzbar wird.

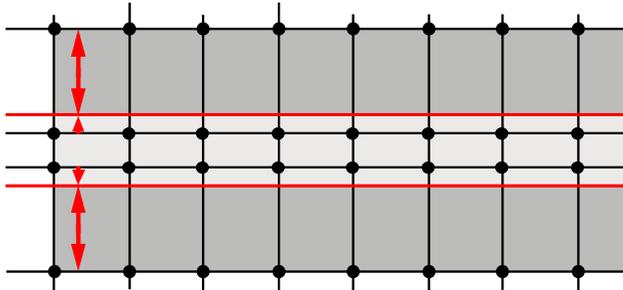


Abbildung 79 Verhältnis Büroraumtiefe zu Flurzone

Auch das Zusammenfassen von Büroräumen oder die Teilung von großen Büroräumen kann die Flächennutzung erhöhen. Büroraumgrößen können so den spezifischen Arbeitsplatzanforderungen angepasst werden.

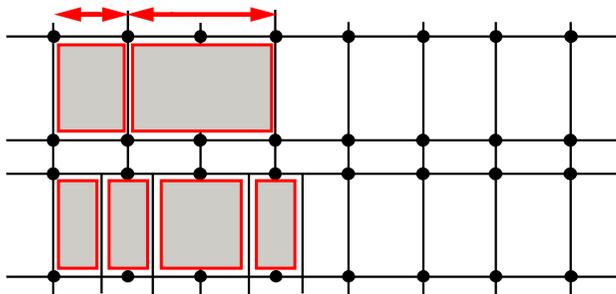


Abbildung 80 Neuaufteilung Büroraum

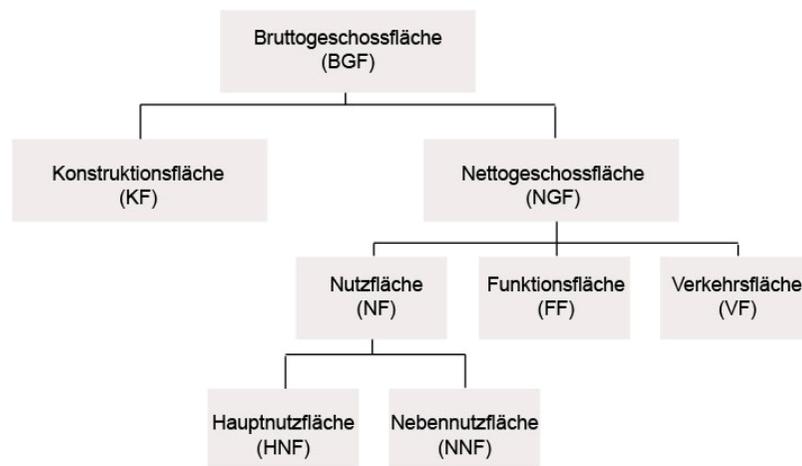
**Flächeneffizienz**

Die Flächeneffizienz lässt sich zum einen am Verhältnis vermietbarer Fläche zur Gesamtfläche aber auch am Verhältnis der Arbeitsplätze zur Mietfläche bewerten. Da der Mietflächenanteil der Teilbereich einer Büroimmobilie ist, welcher die Einnahmen generiert, stellt er bei der Bewertung von Büroimmobilien einen wichtigen Faktor dar.

Eine realistische Einschätzung der Flächeneffizienz eines Bürogebäudes kann auf der Grundlage des Verhältniswertes aus Gesamtfläche und Mietfläche alleine jedoch nicht getroffen werden, da der Wert keine Aussage über die Qualität und die mögliche Anzahl der Arbeitsplätze trifft. Die Form der Flächeneffizienz, die diese Faktoren mit einbezieht wird als Nutzwert bezeichnet.

Die **DIN 277** „Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau“ bildet die Grundlage für die Ermittlung von Flächen und Rauminhalten von Bürogebäuden.

Folgendes Schaubild veranschaulicht die Flächensystematik der DIN 277:



**Abbildung 81 Flächensystematik**

Im Kapitel 2 „Begriffe und Definitionen“ werden die Flächenbegriffe Brutto-Geschossfläche (BGF), Konstruktionsfläche (KF), Netto-Geschossfläche (NGF), Funktionsfläche (FF), Verkehrsfläche (VF), Nutzfläche (NF), Hauptnutzfläche (HNF), Nebennutzfläche (NNF), Brutto-Rauminhalt (BRI) und Netto-Rauminhalt (NRI) erläutert.

Die aus diesen Flächenwerten zu ermittelnden Verhältnisswerte (Kennwerte) **HNF/BGF**, **NGF/BGF**, **NGF/BRI**, **NNF/HNF**, **VF/HNF** und **Mietfläche/BGF** sind wichtig für eine Bewertung der Flächeneffizienz und werden im Folgenden genauer betrachtet:

### **HNF/BGF**

Das Verhältnis der Hauptnutzfläche (HNF) zur Bruttogeschossfläche (BGF) stellt einen sehr wichtigen Bewertungsfaktor dar und liegt nach Ergebnissen des Büro-Forums für Bürogebäude zwischen 65 und 73 %.

### **NGF/BGF**

Der Wert des Verhältnisses der Nettogeschossfläche (NGF) zur Bruttogeschossfläche (BGF) sollte nach einer Immobilien-Studie von Rolf Kyrein bei wirtschaftlich konzipierten Bürobauten ca. 86% nicht unterschreiten.

### **NGF/BRI**

Das Verhältnis der Nettogeschossfläche (NGF) zum umbauten Raum (BRI) sollte den Wert von 1 : 3,5 nicht überschreiten.

### **NNF/HNF** und **VF/HNF**

Um die Einflussfaktoren auf die Flächeneffizienz näher zu untersuchen, können die Kennwerte noch um das Verhältnis der Nebennutzfläche zur Hauptnutzfläche (NNF/HNF) – welches den Einfluss der Dimensionierung von Sanitärräumen und Garderoben darstellt – und dem Verhältnis von Verkehrsfläche zu Hauptnutzfläche (VF/HNF) – welches den Einfluss der Dimensionierung von Verkehrsflächen auf die Flächeneffizienz darstellt – ergänzt werden.

### **Mietfläche/BGF**

Da die DIN 277 nicht die Ermittlung der Mietfläche festlegt und es auch keine andere allgemeingültige Berechnungsmethode gibt, steht die Bewertung der Flächeneffizienz auf Grundlage des Kennwertes aus Mietfläche zu Bruttogeschossfläche (BGF) immer im Zusammenhang zu der angewendeten Mietflächen-Berechnungsmethode. Vielen Berechnungsmethoden liegt die in einem Bürogebäude bestehende Büroorganisation zugrunde wodurch sich sehr unterschiedliche Werte

#### **Wichtige Benchmarks bei Bürogebäuden:**

- HNF/BGF von 65% bis 73%
- Mietfläche/BGF von 75% bis 88%

#### **Spezifische Branchen und unternehmensabhängige Benchmarks**

- m2 Bürofläche/Arbeitsplatz von 9,5 m<sup>2</sup> bis 15,5 m<sup>2</sup>
- m2 bereichsbezogene Sonderfläche/Arbeitsplatz von 1,2 m<sup>2</sup> bis 3,5 m<sup>2</sup>
- Zentrale Sonderflächen von 20- 50 % der HNF

Quelle : <http://www.buero-forum.de/>, 31. Juli 2007

ergeben können. Wird eine Geschossfläche beispielsweise als Großraum oder Kombibüro organisiert, fällt die Verkehrsfläche der Mietfläche zu. Ist dieselbe Geschossfläche als Zellenbüro konzipiert fällt die Verkehrsfläche aus der Mietflächenberechnung heraus. Der Wert Mietfläche/BGF würde bei demselben Geschoss sehr unterschiedlich ausfallen.

Nach Ergebnissen des Büro-Forums liegt dieser Wert zwischen 75 und 88%.

**Flächenbedarf pro Arbeitsplatz**

Der Flächenbedarf pro Arbeitsplatz wird nach der DIN 277 in Bruttogeschossfläche (BGF) angegeben. Die Einteilung der BGF erfolgt in bedarfs- und entwurfsbezogene Programm- und Versorgungsflächen. Die Programmflächen gliedern sich in Büro- und Sonderflächen. Nach einer empirischen Untersuchung von Gottschalk von 1994 liegt der BGF Mittelwert pro Arbeitsplatz bei 35m<sup>2</sup>. Dabei macht die reine Bürofläche pro Arbeitsplatz im Mittelwert mit 15,3m<sup>2</sup> etwa 44%, die Sonderfläche mit 9,1m<sup>2</sup> etwa 26%, die Programmfläche mit 24,4m<sup>2</sup> etwa 70% und die Versorgungsfläche mit 10,6m<sup>2</sup> etwa 30% der BGF aus.



**Abbildung 82 Flächenverteilung Büro**

Das Schaubild zeigt, wie die Mietflächen für Büroräume von der Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung e.V. definiert sind und in welche Teilbereiche die Haupt- und Nebennutzfläche, die Verkehrsfläche, die Funktionsfläche und die Konstruktionsfläche untergliedert sind:

Mietflächendefinitionen für Büroräume										
Hauptnutz-/ Nebennutzflächen (HNF/NNF)	HNF/NNF		MF	NF	NGF	BGF				
	HNF	NNF								
Bürofläche	*		Mietfläche	Nutzfläche	Netto-Grundrissfläche	Brutto-Grundrissfläche				
Archivräume	*									
Kopierräume	*									
WC-Räume		*								
Putzräume		*								
Garderobe		*								
Teeküche	*									
Terrasse, Balkone		*								
<b>Verkehrsflächen (VF)</b>										
	Volle Mietfläche	Anteilige Mietfläche								
Innenliegende Flure / Gänge	*									
Erschließungsflure		*								
Eingangshalle		*								
Empfangsbereich	*									
Aufzugsbereich		*								
Fluchtbalkone /-terrassen										
Notausgänge / Schleusen										
Augzugsschächte										
Treppenpodeste										
Treppenläufe										
Rampen										
<b>Funktions-/ Technikflächen (FF)</b>										
Versorgungsschächte										
Hausanschlussräume										
Heizungsräume										
Sämtliche Haustechnikräume										
Augzugs-/ Förderanlagen										
<b>Konstruktionsflächen (KF)</b>										
Konstruktionswände										
Ortsgebundene Wände										
Stützen, Pfeiler, Säulen										
Schornsteine										

nach: Richtlinie zur Berechnung der Mietfläche für Büroräume der Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung e.V., Arbeitskreis Flächendefinition

Tabelle 9 Mietflächendefinition für Büroräume

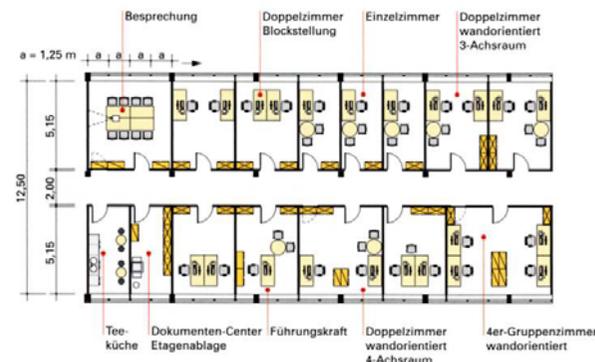
**5 Büroorganisation**

Die Anforderungen an die Gestaltung und räumliche Organisation der Gebäudeflächen haben im Laufe der Zeit einen starken Wandel erfahren. Faktoren wie Büroatmosphäre und Komfort spielen heute eine große Rolle. Die Erkenntnis, dass sich ein gesundes Arbeitsklima unter anderem positiv auf die Produktivität der Mitarbeiter auswirkt oder eine gute räumliche Organisation Flächeneinsparung und somit Kosteneinsparung ermöglicht, führte zu einem vermehrten Bemühen um neue Bürokonzepte.

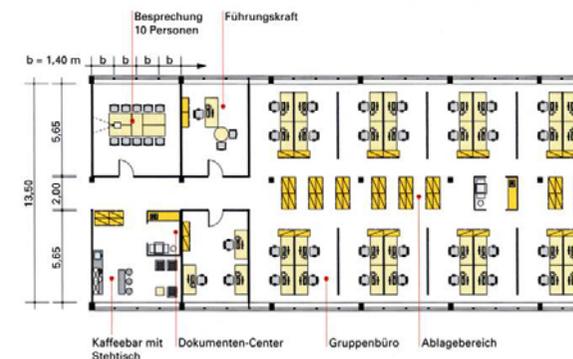
Bekannte Organisationsstrukturen wie das Zellenbüro (Fassadenraster von 1,25 bis 1,875m und Gebäudetiefe von 12 - 13m), das Gruppen- und Kombibüro (Fassadenraster von 1,35 bis 1,50m und Gebäudetiefe von 14 - 17m) bekamen ab den 90er Jahren unter anderem durch das so genannte Business-Club-Konzept Konkurrenz.

Welche Büroorganisationen in einem Gebäude möglich sind hängt stark von den bestehenden räumlichen und strukturellen Gegebenheiten des Bestandsgebäudes ab. Die Unveränderbarkeiten der Tragkonstruktion (nur mit großem Aufwand veränderbar), die vertikale Erschließung, die Gebäudeabmessung und das vorhandene Fassaden- und Ausbauraster legen den Rahmen fest, in dem eine Büroorganisation entsprechend den spezifischen Anforderungen eines Unternehmens entwickelt werden kann.

Eine Büroimmobilie muss Veränderungen in der Büroorganisation gewachsen sein und ihr Wert wird an dieser Anpassungsfähigkeit gemessen. Der Aspekt der Nutzungsflexibilität einer Büroimmobilie wird daher zunehmend an Bedeutung gewinnen.



**Abbildung 83 Zellenbürostruktur Einzel- und Doppelbüromix bei Gebäudetiefe von 12,50m und Ausbauraster von 1,25m**



**Abbildung 84 Gruppen- und Zellenbürostruktur-mix Nutzungsflexibilität bei Gebäudetiefe von 13,50m und Ausbauraster von 1,40m**

Der Wunsch nach Flexibilität beinhaltet jedoch oft Eingriffe in die bauliche und technische Substanz des Gebäudes.

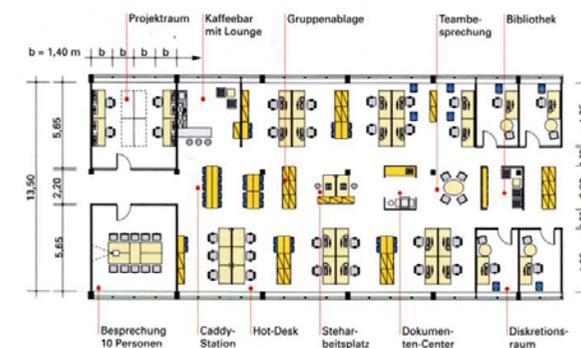
Eine Flexibilisierung der Büroorganisation mit einer Anpassung an unternehmensspezifische Arbeitsprozesse wird zu einer Optimierung der Flächennutzung führen. Eine gute Büroorganisation passt sich in Form eines „Büromix“ an die Arbeitsabläufe an.

Zeitlich begrenztes Arbeiten, wie beispielsweise Besprechungen oder die Nutzung von Servicebereichen, können an temporären Arbeitsplätzen angeboten werden und lassen die Nutzung durch mehrere Beschäftigte zu unterschiedlichen Zeiten zu. Die Optimierung des Flächenangebots wird dann nicht mehr nur durch räumliche, sondern auch zeitliche Organisation erzielt.

Kommunikation ist in jeder Büroform ein ausschlaggebender Faktor für den raumbildenden Ausbau. Flurtrennwände werden ganz oder teilweise transparent ausgeführt und wirken auf diese Weise offen und hell. Gleichzeitig wird die Nutzung der Mittelzone durch die Zuführung von natürlichem Licht attraktiv. Transparenz kann sich auch positiv auf das Unternehmensimage auswirken, im übertragenen Sinn als offene, transparente und vertrauensvolle Unternehmensstruktur. Das Ausmaß transparenter Flurtrennwände wird auch durch den benötigten Schrankraum im Büro bestimmt. Archivierungsvolumen können jedoch oft z.B. in die Mittelzone verlagert werden. Was im Büro bleibt, findet in Schränken entlang der Bürotrennwände Platz.

Im Verlauf der letzten Jahrzehnte hat der zunehmende Gebrauch moderner Kommunikationstechnologien sowohl die Nutzung eines Bürogebäudes als auch seine technische Infrastruktur entschieden beeinflusst. Heute wird ein großer Teil der Kommunikation auf technisch elektronischem Wege abgewickelt. Der Flächennutzungsfaktor „interne Kommunikation“ fällt somit heute geringer aus. Gleichzeitig steigt jedoch der Bedarf an internen Kommunikationsflächen durch eine Zunahme von teamorientierter Gruppenarbeit.

Nach wie vor macht Einzelarbeit mit hohem Konzentrationserfordernis einen großen Anteil des Flächenbedarfs aus. Eine Büroorganisation wird heute in der Regel einen angemessenen und ausgewogenen Anteil beider Arbeitsformen „Kommunikation und Konzentration“ beinhalten. Eine nutzergerechte Anpassung an Funktionsformen, wie Konzentration, Kommunikation, Repräsentation, Offenheit oder Vertraulichkeit wird sich in der Ausgestaltung des Büros niederschlagen.



**Abbildung 85 Business Club – Flexibilität in der Nutzung und Möblierung bei Gebäudetiefe von 13,50m und Fassadenraster von 1,40 m**

Vorgaben durch den Gebäudebestand, gesetzliche Vorgaben, technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklungstrends sowie Vorgaben durch den Nutzer bzw. das Unternehmen selbst sind Faktoren, die die Büroorganisation mitbestimmen. Eine Bürofläche, die für viele verschiedene Büroorganisationen geeignet und somit unterschiedliche Bürokonzepte und Büroraumformen aufnehmen kann, weist eine hohe Nutzungsflexibilität auf.

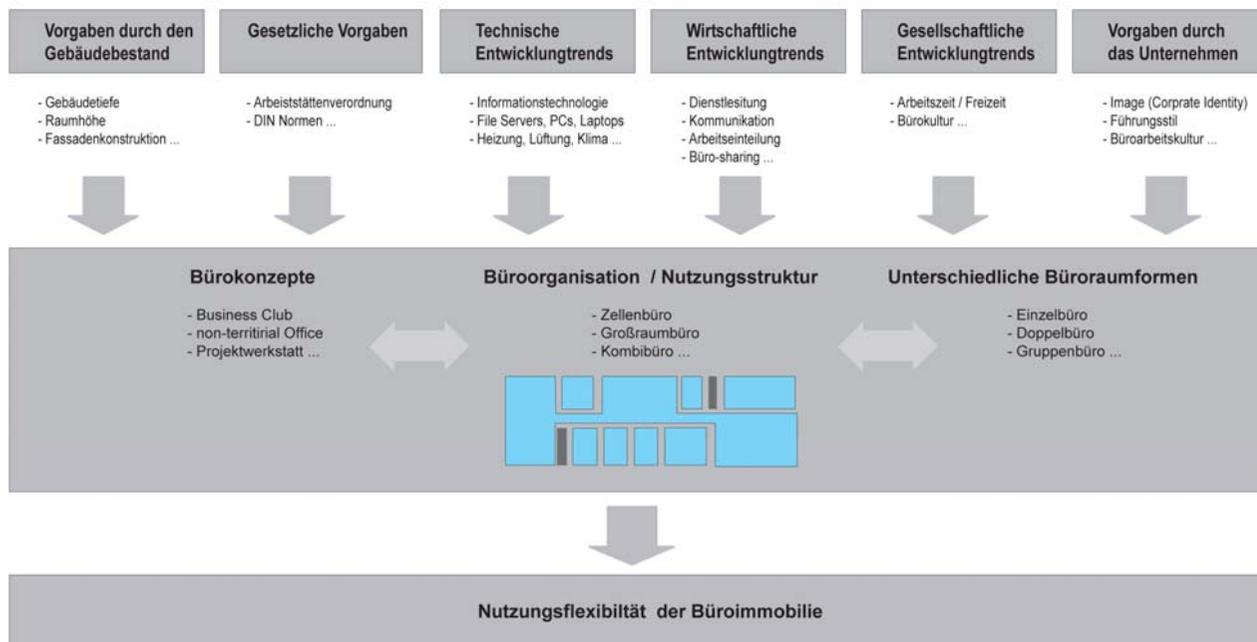


Abbildung 86 Anforderung an die Bürostruktur

## 5.1 Die gängigsten Bürostrukturen im Überblick

### Das Zellenbüro

#### Ausprägungen

- Einzelbüro
- Doppelbüro (2 Personen)

#### Bauliche Merkmale

- Raumfläche 10 - 20m<sup>2</sup>
- Raumtiefe 4,4 - 5,5m pro Raum
- Gebäudetiefe 12 - 13m
- Fensternahe Arbeitsplätze
- Hoher Tageslichtanteil

#### Organisatorische Merkmale

Vorteilhaft für:

- Einzelarbeit
- Kleinstgruppenarbeit
- Hohe Vertraulichkeit

Weniger vorteilhaft für:

- Teamarbeit / Projektarbeit
- Organisatorische Flexibilität
- Gestalterische Möglichkeiten

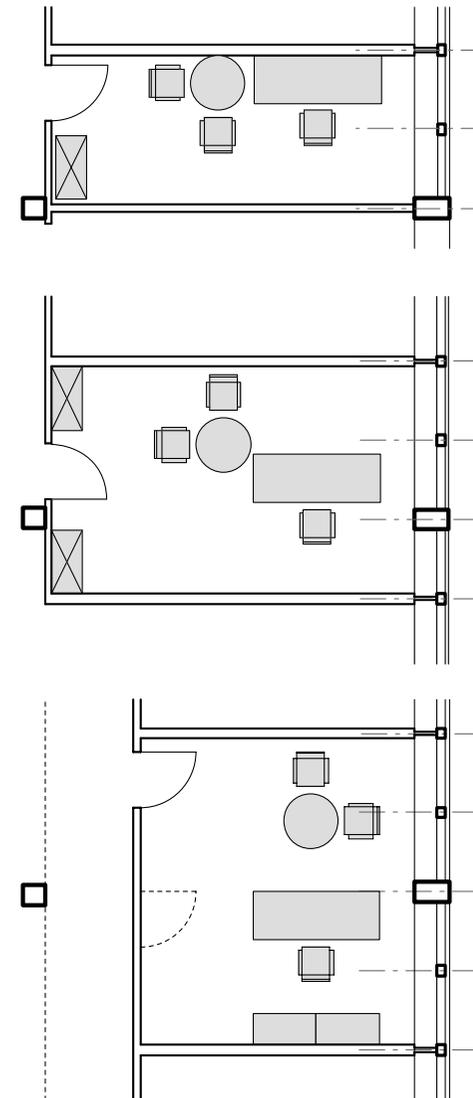


Abbildung 87 Einzelbürostrukturen

## Das Gruppenbüro

### Ausprägungen

- Gruppenbüro (4-8 Personen)

### Bauliche Merkmale

- Raumfläche 40 - 90m<sup>2</sup>
- Raumtiefe 5,5 - 7,5m pro Raum
- Auch als offene Fläche möglich
- Gebäudetiefe 13 - 15m
- Arbeitsplätze in der 2. Reihe
- Teilweise künstliche Beleuchtung
- Noch natürliche Belüftung

### Organisatorische Merkmale

#### Vorteilhaft für:

- Team- und Routinearbeit
- Kommunikationsförderung in arbeitsprozessorganisierten Gruppen

#### Weniger vorteilhaft für:

- Wechsel Kommunikation / Konzentration
- Individualität und Privatheit

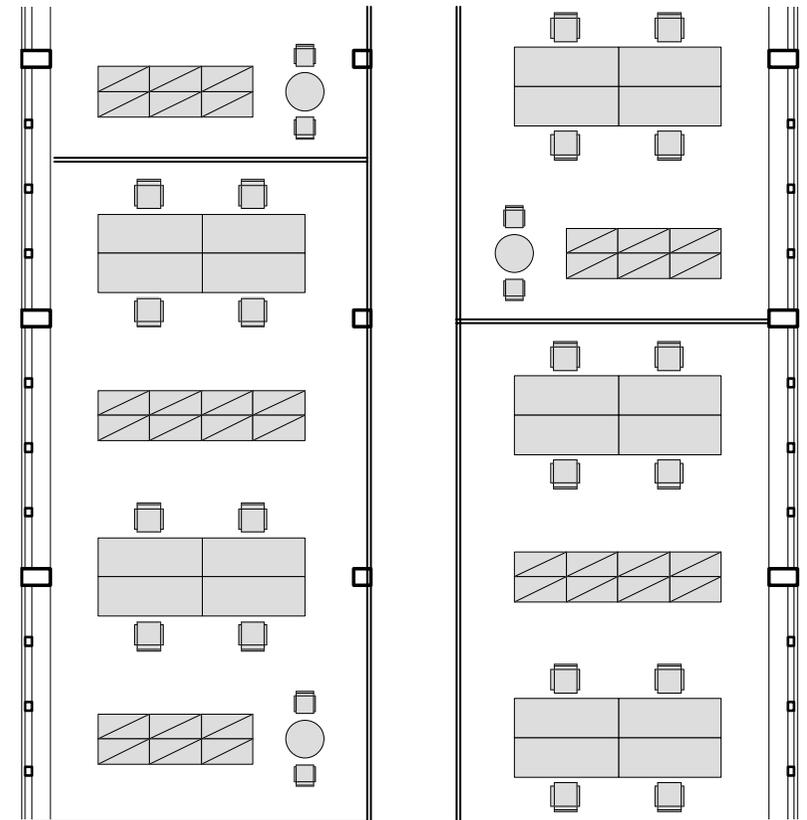


Abbildung 88 Gruppenbürostrukturen

## Das Kombibüro

### Ausprägungen

- Standardarbeitsraum für 1 Person
- Gelegentlich auch 2-Personenraum
- Glaswände zum Mittelbereich
- Innere multinutzbare Zone

### Bauliche Merkmale

- Raumfläche 9 - 12m<sup>2</sup>
- Raumtiefe 4,0 - 4,5m pro Raum
- Raumbreite 2,4 - 2,7m pro Raum
- Gebäudetiefe 14 -1 6m
- Fensternahe Arbeitsplätze
- Gleichwertige Arbeitsplätze

### Organisatorische Merkmale

#### Vorteilhaft für:

- Vereinigung von Einzel- und Teamarbeit
- Nutzung allgemeiner Ressourcen
- Räumliche Standardisierungsvorhaben

#### Weniger vorteilhaft für:

- Gruppenübergreifende Kommunikation

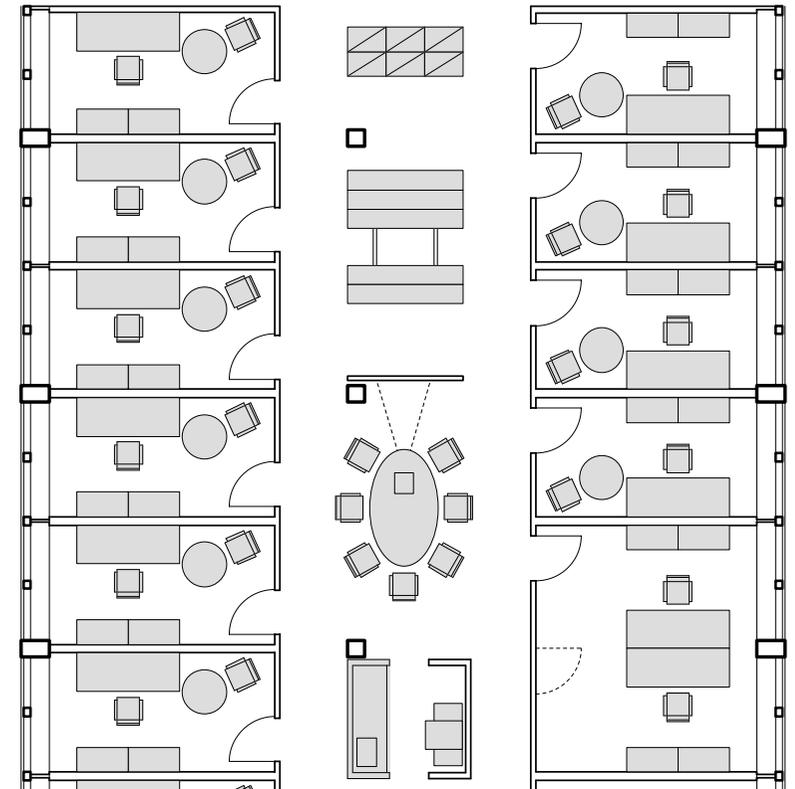


Abbildung 89 Kombibürostruktur

## Das offene Gruppenbüro

### Ausprägungen

- 8-20-Personenraum

### Bauliche Merkmale

- Raumfläche 90 - 250m<sup>2</sup>
- Raumtiefe 15 - 18m
- Auch als offene Fläche möglich
- Gebäudetiefe 14 - 16m
- Arbeitsplätze in der 2. und 3. Reihe
- Künstliche Beleuchtung
- Vollklimatisiert

### Organisatorische Merkmale

#### Vorteilhaft für:

- Teamarbeit / Projektarbeit
- Gruppenübergreifende Kommunikation

#### Weniger vorteilhaft für:

- Konzentrierte Einzelarbeit
- Wechsel Kommunikation / Konzentration
- Individualität und Privatheit

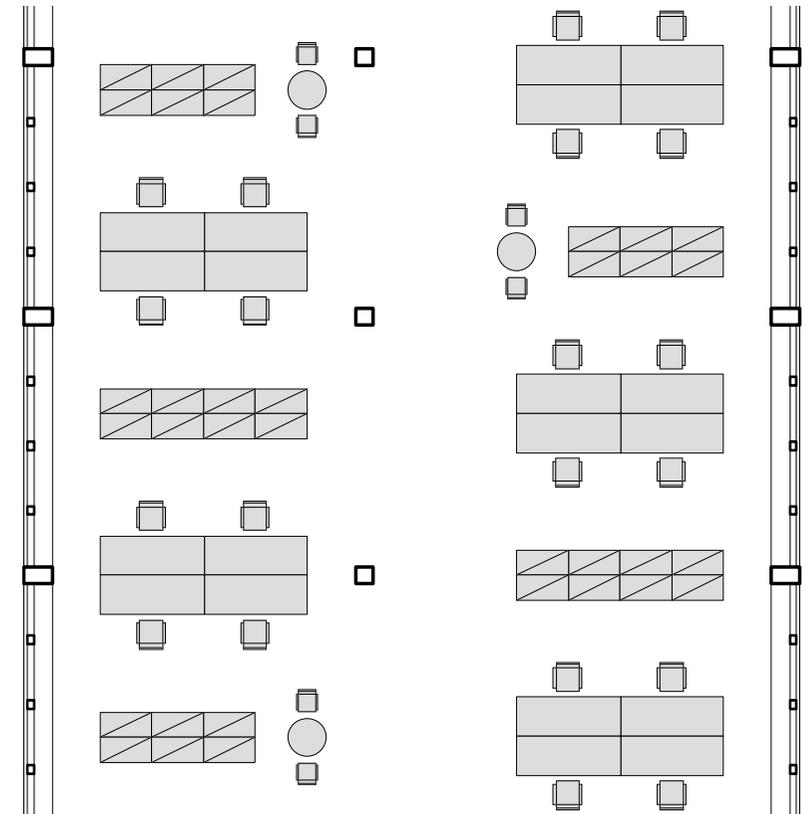


Abbildung 90 Offenes Gruppenraumbüro

## Das Großraumbüro

### Ausprägungen

- 20 bis über 100 Mitarbeiter pro Raum

### Bauliche Merkmale

- Raumfläche 400 - 1.200m<sup>2</sup>
- Raumtiefe bis zu 30m
- Gebäudetiefe 40 - 60m
- Arbeitsplätze in der 2. und 3. Reihe
- Künstliche Beleuchtung in Innenzonen
- Vollklimatisiert

### Organisatorische Merkmale

#### Vorteilhaft für:

- Routinetätigkeiten
- Teamarbeit
- Abbildung von Organisationsänderungen

#### Weniger vorteilhaft für:

- Konzentrierte Einzelarbeit
- Wechsel Kommunikation / Konzentration
- Individualität und Privatheit

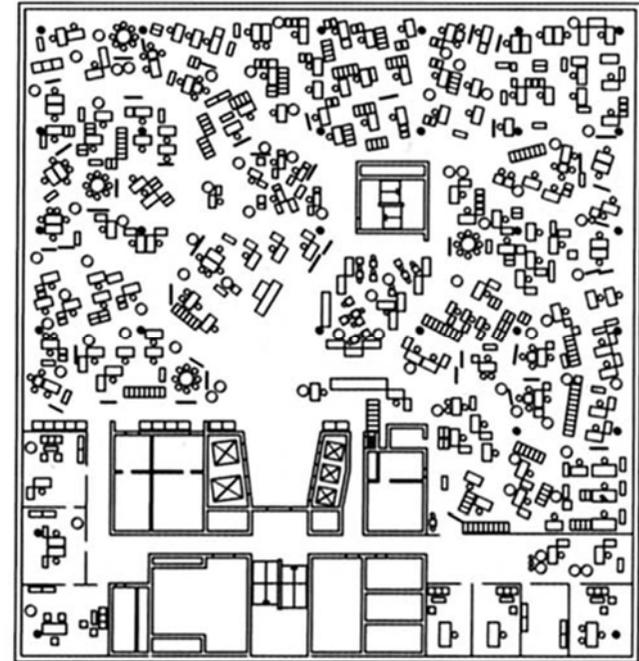


Abbildung 91 Großraumbüro  
(Quelle: Bürobau Atlas, 2005)

Quelle: Quickborner Team

**5.2 Büroorganisationsformen und Kenndaten**

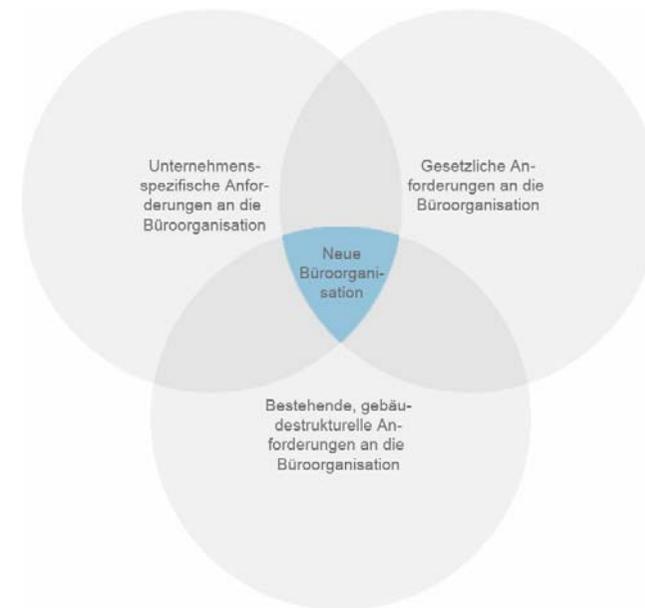
Entwicklung	50er		60er		80er	Bis Heute
Nutzereignung	Zellenbüro	Gruppenbüro	Großraumbüro	Kombibüro	Business-Club	Reversibles Büro
Erschließungstyp horizontal	1-3-Bund	2-Bund / Open Space	„Open Space“	3-Bund	konzeptabhängig	konzeptabhängig
Technische Flexibilität pro Arbeitsplatz	mittel	mittel	hoch	hoch	hoch	sehr hoch
Flurwände	Opak-Leicht-, Systemtrennwände	keine	keine	transparent	transparent	konzeptabhängig
Trennwand-Höhe	Raumhoch	Stellwände	max.1,60m	Raumhoch	Raumhoch	konzeptabhängig
Gemeinschaftsfläche	niedrig zentral	mittel zentral	mittel zentral	Hoch in Mittelzone	sehr hoch in Sonderzone	hoch konzeptabhängig
Raumklima	natürlich	Lüftung	klimatisiert	natürlich/ Lüftung	natürlich/ Lüftung	natürlich/ Lüftung
infrastrukturelle Versorgung	Raumweise Brüstungskanal	Doppel- und Hohlraumboden/ Abgehängte Decke	Ausschließlich Doppelboden /Abgehängte Decke	Hohlraumboden /Abgehängte Decke	Hohlraumboden /Abgehängte Decke	Ausschließlich Doppelboden /Abgehängte Decke
Konzentration	sehr hoch	niedrig	niedrig	hoch	hoch	hoch
Kommunikation (Informell)	niedrig	hoch	hoch	hoch	sehr hoch	sehr hoch
natürliche Belichtung	hoch	mittel-hoch	niedrig	mittel-hoch	hoch	hoch
<b>Kenndaten</b>						
Arbeitsplatzbedarf	12-18m <sup>2</sup>	8-15m <sup>2</sup>	8-15m <sup>2</sup>	10-16m <sup>2</sup>	8-12m <sup>2</sup>	10-16m <sup>2</sup>
Raumtiefe	5-6,5m	5-15m	20-40m	3,6-4,5m	3,6-4,5 / 12m	3,6-6,5
Lichte Gebäudetiefe	12-13m	12-20m	20-40m	14-17m	ab 13m	ab 13m
Geschosshöhe	2,75-3m	3,5-4m	3,75-4,5m	3,25-3,5m	3,5-3,75m	3,5-3,75m
Lichte Raumhöhe	min. 2,5m	min. 2,75m	min. 3,0m	min. 2,75m	min. 2,75m	min. 2,75m
BGF/Arbeitsplatz (Stand.beleg.)	28-32m <sup>2</sup>	25-30m <sup>2</sup>	25-30m <sup>2</sup>	28-32m <sup>2</sup>	25-30m <sup>2</sup>	25-32m <sup>2</sup>
Anzahl Mitarbeiter/Raum	1-5	6-20	>20	1-2	1-20	1-30
HNF/Büroeinheit	<400m <sup>2</sup>	<400m <sup>2</sup>	400-1600m <sup>2</sup>	200-400m <sup>2</sup>	200-400m <sup>2</sup>	konzeptabhängig
Mietfläche/Arbeitsplatz	24-27m	20-24m	20-24m	22-25m	20-27m	20-27m

**Tabelle 10 Benchmarks Büroorganisation, Nutzereignung 50er Jahre bis heute**

6 Zusammenfassung Nutzungsstruktur

Folgende Fragen sind bei der Wahl einer Büroorganisation zu klären:

- **Welche Büroorganisation ist geeignet?**
  - Welche Fläche wird benötigt und wie wird diese auf die unterschiedlichen Nutzungen verteilt?
  - Wie viele Arbeitsplätze werden benötigt?
  - Welcher Grad der Flächeneffizienz soll erreicht werden? (maximale Nutzfläche, Fläche pro Mitarbeiter)
  - Welche internen Arbeitsabläufe gibt es?
  - Lässt sich das Bürokonzept mit der Unternehmensphilosophie in Einklang bringen?
  
- **Welchen gesetzlichen Anforderungen muss die Büroorganisation gerecht werden?**
  - Werden die Brandschutzanforderungen erfüllt?
  - Werden die Anforderungen an den Arbeitsplatz erfüllt?(DIN4543-1, ArbStättV)
  
- **Welche Büroorganisation lässt sich in der bestehenden Gebäudestruktur realisieren?**
  - Weist der Altbestand geeignete **Geschossflächen** für die benötigten Programm- und Versorgungsflächen der neuen Büroorganisation auf?
  - Auf welchem **Konstruktionssystem** ist das Altgebäude aufgebaut?
  - Weist der Altbestand ein geeignetes **Ausbauraster** auf?
  - Weist der Altbestand eine geeignete **Gebäudetiefe** auf?
  - Weist der Altbestand eine geeignete **Geschoßhöhe** auf?
  - Weist der Altbestand eine geeignete Lage und Anzahl an vertikaler und horizontaler **Erschließung** auf?
  - Entsprechen die bestehende **Be- und Entlüftung** sowie der Grad der **natürlichen Belichtung** der neuen Bürokonzeption?
  - Weist der Altbestand eine geeignete **technische Gebäudeausrüstung** auf?



Anforderungen an die Nutzungsstruktur

Sanierungsflexibilität eines Bestandsgebäudes			
Unveränderbare, strukturelle Parameter	Primärstruktur	Tragwerk	Gebäudetiefe Geschosshöhe Gebäudeerschließung Achsraster ...
		Tragkonstruktion Deckenkonstruktion	

Ausschnitt aus Schaubild, Sanierungsflexibilität eines Bestandsgebäudes

### 7 Ausbauflexibilität

Flexibilitätsanforderungen werden auch im Hinblick auf den Ausbau an ein Bürogebäude gestellt. Die Möglichkeit, Arbeits- und Raumstrukturen hinsichtlich technischer und funktionaler Art verändern oder variieren zu können, wird als "interne Flexibilität" bezeichnet.

So muss beispielsweise bei einer späteren Verdichtung der Arbeitsplätze oder einer Veränderung der Büroorganisation auch eine damit einhergehende technische Nach- und Aufrüstung gewährleistet sein.

Ausbauflexibilität bedeutet auch, mit möglichst geringem Aufwand auf die Alterung verschiedener Gebäudesysteme mit unterschiedlichen Lebenszyklen reagieren zu können. Denn bei einem kurzen Lebenszyklus eines Teilsystems ist bei einem Austausch dieses Teilsystems mit einem Technologiewechsel zu rechnen. Um diesen Austausch möglichst reibungslos und ohne großen Aufwand ermöglichen zu können, sollten die Teilsysteme möglichst klar voneinander getrennt verbaut werden und über montagezugängliche Verbindungsstellen verfügen.

Während bei der Nutzungsflexibilität grundsätzliche Voraussetzungen der bestehenden Gebäudestruktur im Vordergrund stehen, um unterschiedliche Büroorganisationen überhaupt umsetzen zu können, wird beim Büroausbau die Flexibilität von **Wand, Boden und Decke** sowie die technische Gebäudeausrüstung hinsichtlich einfach zu handhabender und kostengünstiger Veränderbarkeit betrachtet. Die technische Gebäudeausrüstung gehört wie in der Abbildung „Sanierungsflexibilität eines Bestandsgebäudes“ dargestellt zu den „vom Sanierungsgrad abhängigen, veränderbaren Gebäudebauteilen“. Das bedeutet, in welchem Maße die technische Gebäudeausrüstung bei einer Gebäudesanierung angegangen wird, beeinflusst die Ausbaumöglichkeiten und demzufolge die Büroorganisation beträchtlich.

Wird ein Altbestand im Sanierungsfall bis auf den Rohbau zurückgebaut, können alle folgenden, von dieser Primärstruktur unabhängigen Gebäudeteile und Systeme einem Neubau gleich geplant und verbaut werden. Es werden daher im Folgenden für den Ausbau und die damit zusammenhängende technische Gebäudeausrüstung heute verwendete Systeme vorgestellt.

Die Flexibilität von Installationsmöglichkeiten und der damit verbundenen Boden und Deckenkonstruktion ist als sehr wichtig zu werten. Da die bei der Sanierung erhalten bleibende Gebäudestruktur die Geschosshöhe sowie die vertikale Erschließung beinhaltet und festlegt, sind Installationsführungen in Boden und Decke abhängig von diesen gegebenen Parametern zu betrachten. Manche der heute verwendeten Arten der Installationsführungen in Decke und Boden können aus diesem Grund gar nicht oder nur mit großem baulichen Aufwand zur Anwendung kommen.

Decken-, Wand- und Bodensysteme, die heute für den Ausbau und die damit zusammenhängende technische Gebäudeausrüstung verwendet werden:

### 7.1 Wand

Heutzutage werden Büroflächen neben den vorhandenen Wänden der Primärstruktur anhand von „leichten Trennwänden“ in die gewünschten Büroeinheiten gegliedert. Dabei handelt es sich für gewöhnlich um Montagewände in Leichtbauweise. Diese als Metallständerwerk mit Gipskartonbeplankung ausgeführten Leichtbauwände werden vor Ort errichtet und sind fest im Gebäude installiert. Das Rahmengerüst wird nach der Installation der gewünschten technischen Ausstattung (Schalter, Steckdosen etc.) mit einer Mineralfaser gedämmt, beidseitig mit Gipskartonplatten beplankt und abschließend oberflächenendbehandelt. Diese Büroraumtrennwallvariante kann relativ einfach eingesetzt werden und ist vergleichsweise kostengünstig. Aufgrund des relativ hohen Montageaufwands sind durch veränderte Nutzungsanforderungen bedingte schnelle räumliche Veränderungsmöglichkeiten nicht gegeben.

Eine weitere Variante der Bürotrennwand ist die Elementmontage- bzw. Systemwand. Diese Wandsysteme sind im Vergleich zu den Ständerwänden leicht veränderbar bzw. ergänzbar, schnell, einfach und „sauber“ zu montieren und wieder verwendbar. Allerdings sind sie wesentlich teurer als Ständerwände. Ihr Einsatz ist deshalb nur dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn sich häufig die Nutzungsanforderungen an die Bürofläche verändert und damit einhergehende räumliche Veränderungen nötig werden.

Kalkulationen des „Büro Forums“ ergaben, dass flexible Wandsysteme ab der zweiten Umbaumaßnahme die kostengünstigere Alternative darstellen.

Die Systemwand zeigt außerdem schon nach mehrmaligem Umbau Abnutzungserscheinungen. Die Systemwände bieten dem Nutzer durch verschiedene Ergänzungsmöglichkeiten zwar eine Vielzahl an raumbildenden Möglichkeiten, die Lagerung der Ergänzungselemente bedeutet jedoch einen logistischen und räumlichen Mehraufwand. Für Büroflächen, die einem ständigen Belegungs- bzw. Unternehmenswechsel unterliegen, kann ein derartiges System sinnvoll sein. Ansonsten gilt eine sorgfältig mit dem Unternehmen abgestimmte und darauf angepasste Büroflächenplanung als maßgeblich für die Minimierung von Umbaumaßnahmen. In diesem Fall sind fest installierte Wandsysteme eine angemessene Wahl.

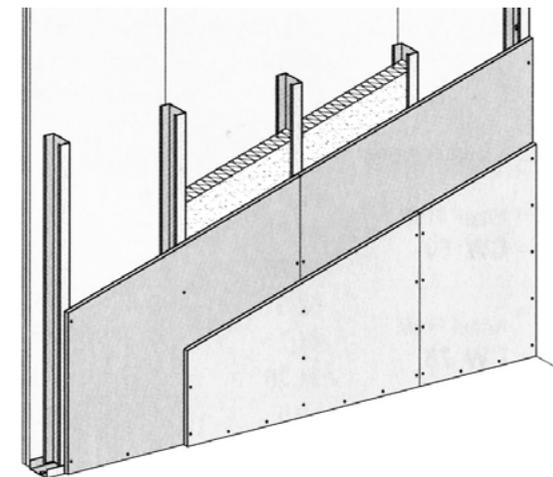


Abbildung 92 Aufbau Installationswand



Abbildung 93 Beispiel Fa. Strähle

### 7.2 Boden

Es gibt eine Vielzahl an unterschiedlichen Bodensystemen, welche hinsichtlich der Möglichkeiten der Installationsführung und ihrem Kostenaufwand unterschiedlich zu bewerten und einzuordnen sind.

Die einfachste Möglichkeit der Installationsführung bieten die Kanalsysteme, die häufig in Form von Brüstungskanälen entlang der Außenwand oder als Sockelkanäle eingesetzt werden oder aber als Unterflurkanal im Estrich, die in der Ausgleichs- oder Dämmschicht im Boden eingelassen sind.

Brüstungskanalsysteme sind eine sehr kostengünstige Variante der Installationsführung, sie sind leicht zugänglich und Auslässe sind einfach zu verändern. Aufgrund der begrenzten Kanalquerschnitte ist die nachträgliche Aufrüstung durch zusätzliche Kabel nur bedingt möglich. Eine technische Versorgung der Raumtiefe bietet dieses System nicht und für einige Bürostrukturen wie zum Beispiel dem Kombibüro mit einer genutzten Mittelzone aber auch schon dem Teamraumbüro ist eine sinnvolle technische Arbeitsplatzausrüstung ohne zusätzliche offene Kabelführung nicht möglich. Die technische Ausrüstungsflexibilität ist bei diesem System als vergleichsweise gering einzustufen.

Unterflurkanalsysteme bieten ebenfalls relativ kostengünstige Installationsmöglichkeiten. Ähnlich wie beim Brüstungskanalsystem gibt es auch hier einen nur begrenzten Installationsquerschnitt. Das System ist nur in dem ausgeführten Führungsraster möglich. Bei einem Einfachkanalsystem kann die Raumtiefe und somit viele Arbeitsplätze nicht erschlossen werden. Die technische Ausrüstungsflexibilität ist auch bei diesem System für einige Bürostrukturen unzureichend. Eine andere Möglichkeit der Installationsführung bietet der Hohlraumboden. Ein Hohlraumboden wird erzeugt, indem die flüssige Estrichmasse auf einer aufgeständerten, aber durchgehenden und dichten Oberfläche aufgebracht wird, unter der sich ein Hohlraum befindet.

Dieser Hohlraum dient der Aufnahme haustechnischer Installationen, wie Elektrokabel, PC-Verkabelungen oder Heiz- und Wasserrohren. Eine Nutzung des Hohlraumes zur Klimatisierung und Lüftung ist ebenfalls möglich.



Abbildung 94 Kabelkanal Wand



Abbildung 95 Kabelkanal Boden

Der Hohlraum ist über spezielle Revisionsöffnungen zugänglich, die vor oder nach dem Vergießen des installierten Bodens ausgespart werden können und ist dadurch an jeder beliebigen Stelle zugänglich und gewährleistet Auf- und Umrüstbarkeit bei ausreichend großem Installationsvolumen.

Die weitgehendste Installationsflexibilität aller Bodensysteme besitzt der Doppelboden, der aus industriell vorgefertigten, auf justierbaren Stützen aufgelagerten Bodenplatten besteht. Der Boden wird in Trockenbauweise verlegt. Wie beim Hohlraumboden können alle benötigten Installationen in der Ebene unter dem Boden mit einem größtmöglichen Installationsvolumen geführt werden. Die Installationsebene ist durch die reversiblen Bodenplatten an jeder Stelle zugänglich und gewährleistet daher eine größtmögliche Flexibilität. Bodenauslässe können an jedem beliebigen Punkt gesetzt werden, wodurch die freie Positionierung eines Arbeitsplatzes auf der gesamten Bürofläche möglich ist.

Um die freie Zugänglichkeit eines Doppelbodens nicht einzuschränken, muss die Oberfläche sinnvollerweise mit kleinflächigen, lose verlegten Bodenbelägen versehen werden. Aus Kostengründen kommt innerhalb eines Gebäudes oft eine Kombination aus Doppel- und Hohlraumböden zur Anwendung.



Abbildung 96 Zugänglichkeit Doppelboden



Abbildung 97 Kabelführung Hohlraumboden

7.3 Decke

Ähnliche, die Installationsflexibilität bestimmende Faktoren wie bei Bodensystemen gelten auch für Deckensysteme. Ausschlaggebend für den Flexibilitätsgrad sind eine Durchgängigkeit der abgehängten Deckenkonstruktion, ein ausreichendes Installationsvolumen sowie eine uneingeschränkte Zugänglichkeit der Installationsebene über reversible Deckenplatten. Die Raumhöhe bestimmt die mögliche Höhe der Installationsebene. In diesem Zusammenhang sind auch die gesetzlich vorgeschriebenen lichten Mindestraumhöhen für Büroflächen sind zu beachten. Siehe hierzu „**Flächenrelevante Raumhöhen**“, §23 der ArbStättV. Auch ist die Raumhöhe im Hinblick auf das Verhältnis zwischen Raum- bzw. Gebäudetiefe und natürlicher Be- und Entlüftung und natürlicher Belichtung zu sehen. Bei einer großen Gebäudetiefe und bestimmten Bürostrukturen müssen neben der natürlichen Klimatisierung und Belichtung des Raumes möglicherweise zusätzliche technische Anlagen eingesetzt werden. Die Deckeninstallationsebene muss hierfür ausreichend Platz bieten.

Deckensegel sind eine Variante der abgehängten Decke, sind jedoch flächenmäßig nicht durchgehend montiert sondern punktuell platziert. Sie sind auf einen bestimmten Raum angepasst, wodurch die Versetzbarkeit von Raumtrennwänden eingeschränkt sein kann.

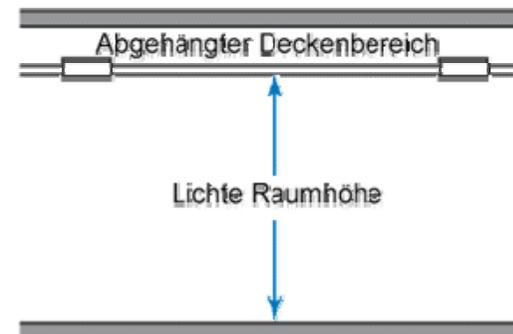


Abbildung 98 Prinzip abgehängte Decke

Ab-  
bil



Abbildung 99 Innenraumbeispiel

## 7.2 Brandschutz

### Inhaltsangabe

1 Einleitung .....	107
2 Vorbeugender baulicher Brandschutz - Begriffe und Verordnungen.....	110
3 Vorbeugender baulicher Brandschutz damals - heute.....	113
4 Quantitative Abschätzung der brandschutztechnischen Defizite an den untersuchten Bürogebäuden bezogen auf den baulichen Brandschutz.....	126
4.1 Rettungswege (erster und zweiter, horizontaler und vertikaler) .....	128
4.2 Horizontale Länge des ersten Rettungsweges.....	133
4.3 Länge der Brandabschnitte.....	135
4.4 Größe der Nutzungseinheiten.....	136
5 Lösungsvorschläge zur Anpassung des Brandschutzes an den Stand der Technik...	137
6 Feuerwiderstand der Bauteile.....	138
6.1 Einleitung.....	138
6.2 Feuerwiderstandsdauer von Massivdecken.....	140
6.3 Feuerwiderstand von Rippendecken.....	143
7 Zusammenfassung Brandschutz.....	145

### 1 Einleitung

Dem Brandschutz von Gebäuden, insbesondere dem vorbeugenden Brandschutz, kommt eine wichtige Bedeutung zu. So wird dieser bei der Planung und Ausführung von Projekten in Form von Brandschutzkonzepten berücksichtigt. Sowohl beim Neubau von Gebäuden, als auch beim Bauen im Bestand (z.B. Umnutzung von Gebäuden, Sanierungsmaßnahmen) muss ein schlüssiges Brandschutzkonzept vorliegen, denn Brände sind bis heute von hoher Aktualität. Demnach sollten und müssen Maßnahmen getroffen werden, um die Auswirkungen eines Brandes zu begrenzen, so dass es durch keine unkontrollierte Brandausbreitung zu Katastrophen kommen kann. Der Brandschutz wird zum einem über gesetzliche Vorgaben und zum anderen über diverse technische Baubestimmungen geregelt. In den Landesbauordnungen werden demzufolge Aufgaben und Schutzziele des Brandschutzes definiert. Diese sind ebenso in der Musterbauordnung zu finden, die zwar keine rechtliche Gültigkeit besitzt, aber als Leitfaden für die Landesbauordnungen zu verstehen ist. In § 14 MBO (2002) sind die Aufgaben des Brandschutzes wie folgt definiert und finden sich auch in den Landesbauordnungen mit identischem Inhalt wieder:

Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass

- der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und
- bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie
- wirksame Löscharbeiten möglich sind.

Diese bauaufsichtlichen Anforderungen an den Brandschutz haben grundsätzliche Bedeutung für die Allgemeinheit und deren Einhaltung ist bei jeder Baumaßnahme zu gewährleisten.

Der Begriff „Brandschutz“ soll alle Abwehrmaßnahmen zur Vermeidung von Bränden und zur Minimierung von Brandschäden zusammenfassen. Demnach kann zwischen vorbeugendem und abwehrendem Brandschutz unterschieden werden. Die Musterbauordnung behandelt vorwiegend den vorbeugenden, baulichen Brandschutz. Damit soll einerseits das Konzept verfolgt werden, die Brandentstehung der Bauteile zu behindern und andererseits der Brand- und Rauchausbreitung im Brandfall entgegenzuwirken.

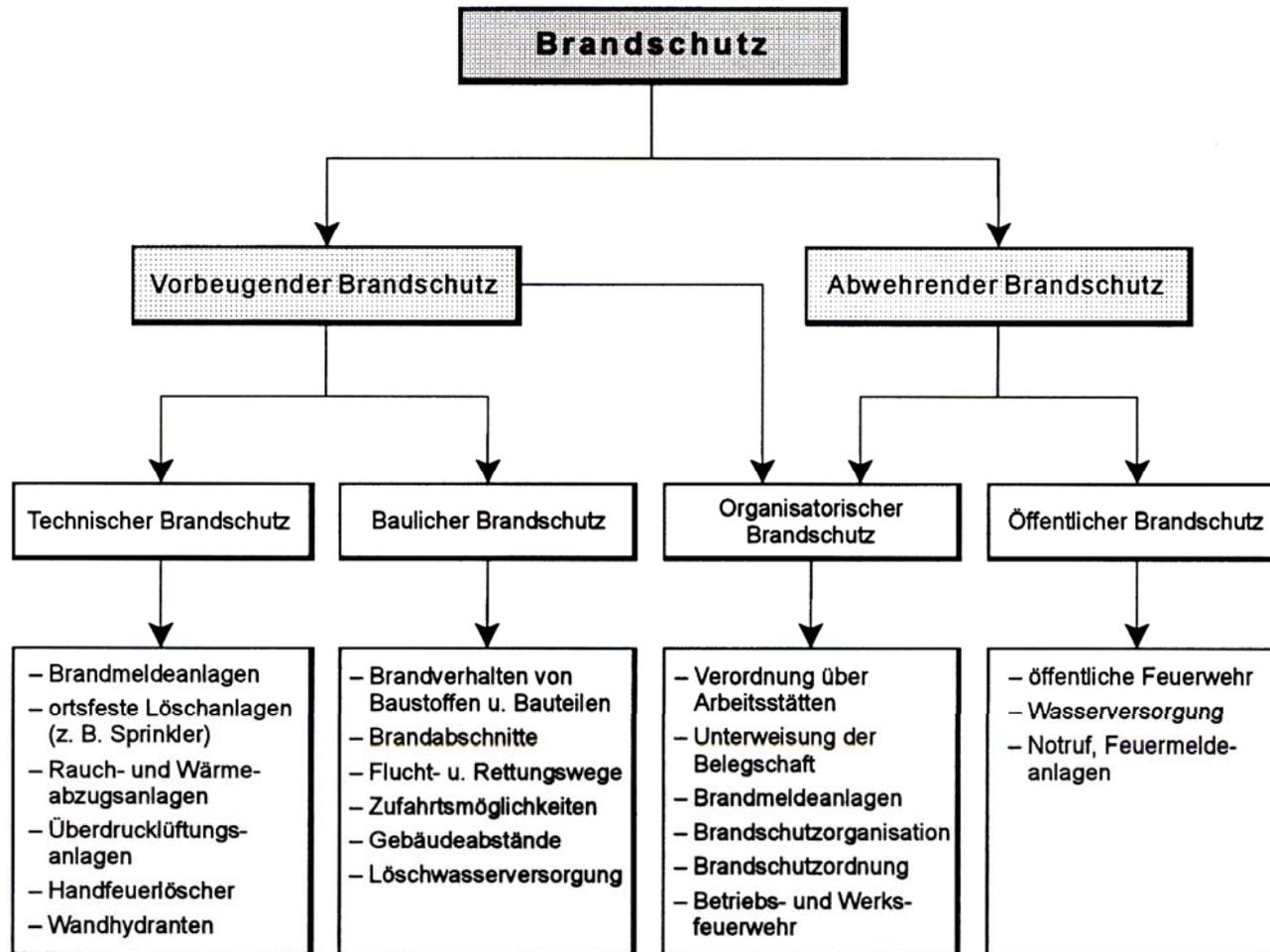


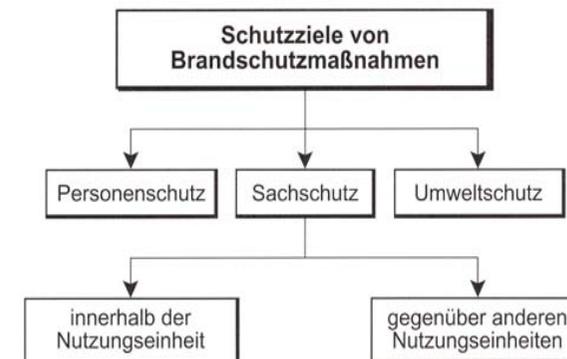
Abbildung 100 Gliederung des Brandschutzes

Das den Bauordnungen zugrunde liegende Sicherheitskonzept ist das Abschottungsprinzip. Raumtrennende Bauteile müssen für eine bestimmte Zeitdauer (z.B. 90 Minuten) ihre abschottende Wirkung behalten. Dadurch sollen sich Feuer und Rauch nicht über den Bereich der Brandentstehung ausbreiten können. Zudem dürfen die brandbeanspruchten Bauteile während der geforderten Zeitdauer ihre Tragfähigkeit nicht verlieren. Die Anforderungen an die Tragfähigkeit und den Raumabschluss ergeben sich zum einen in Abhängigkeit von dem Gebäude selbst (Gebäudeklasse, Sonderbauten) und zum anderen von der Funktion des Bauteils. In Abschnitt 6 wird auf die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile mit dem Schwerpunkt auf Massiv- und Rippendecken eingegangen. Die Tragfähigkeit und der Raumabschluss müssen für eine bestimmte Zeitdauer gewährleistet sein, so dass während dieser Dauer erforderliche Lösch- und Rettungsarbeiten möglich sind. Die Brandsicherheit kann als Summe der vorbeugenden und der abwehrenden Brandschutzmaßnahmen angesehen werden.

Aus den oben genannten Aufgaben des Brandschutzes können die Schutzziele abgeleitet werden. Diese setzen sich aus dem Personenschutz, dem Sachschutz und dem Umweltschutz zusammen. Zu beachten ist, dass es neben dem Leben und der Gesundheit sowie dem Eigentum der direkt betroffenen Personen auch um die oftmals beteiligte Nachbarschaft geht. Der Nachbarschaftsschutz muss bei der Planung von Brandschutzmaßnahmen berücksichtigt werden. In § 3 MBO (2002) heißt es: „Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden.“

Bei der Beurteilung von erforderlichen Brandschutzmaßnahmen muss aber letztendlich zwischen dem Neubau von Gebäuden und dem Bauen im Bestand unterschieden werden. Nach § 83 MBO (1996) kann die Anpassung des Brandschutzes rechtmäßig bestehender Gebäude an neue Vorgaben des Gesetzes verlangt werden, wenn dies im Einzelfall wegen der Sicherheit für Leben und Gesundheit erforderlich ist. Wenn jedoch nicht in absehbarer Zeit mit einem Brand gerechnet werden muss, sollten Anpassungsmaßnahmen erfolgen, die keine unzumutbaren Mehrkosten erzeugen. Der Bestandsschutz nach § 67 gestattet Abweichungen, Ausnahmen und Befreiungen von technischen Anforderungen der Bauordnung bei Berücksichtigung bestimmter Randbedingungen. Es muss also geprüft werden, ob bei Baumaßnahmen bestehender Gebäude der Bestandsschutz geltend gemacht werden kann. Dieser besteht dann, wenn:

- Bauwerke nach den zum Zeitpunkt der Errichtung gültigen Bestimmungen und technischen Regeln ausgeführt wurde,



**Abbildung 101 Definition der Schutzziele**

- bei Abweichungen von den jetzigen Regeln keine unmittelbare Gefahr erkennbar ist,
- keine wesentlichen Veränderungen am Bauwerk durchgeführt wurden und
- lediglich Renovierungsarbeiten durchgeführt werden, ohne an die Bausubstanz heranzugehen.

Daraus kann abgeleitet werden, dass zusätzliche Brandschutzmaßnahmen nach heutigen Regeln erforderlich werden, wenn:

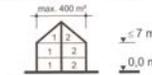
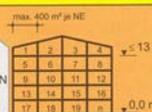
- Nutzungsänderungen bevorstehen,
- die Konstruktion verändert werden soll und
- Grundsanierungen durchgeführt werden mit Eingriff in die vorhandene Bausubstanz.

Bei Hochhäusern ist der Bestandsschutz auch dann aufgehoben, wenn lediglich eine Änderung der nichttragenden Konstruktion vorgenommen wird.

## 2 Vorbeugender baulicher Brandschutz – Begriffe und Verordnungen

Der Begriff vorbeugender Brandschutz fasst den anlagentechnischen, den baulichen und den organisatorischen Brandschutz zusammen. Hinsichtlich der Gefährdung der Menschen spielen die Rauchgase eine übergeordnete Rolle. Flucht- und Rettungswege müssen deshalb den Forderungen entsprechend lange rauchfrei bzw. raucharm gehalten werden. Daneben muss die Standsicherheit für Bauteile gewährleistet werden, um den Einsturz von Gebäudeteilen für eine bestimmte Zeitdauer zu unterbinden. Wird z.B. die geforderte Feuerwiderstandsklasse von Bauteilen nicht eingehalten, werden Kompensationsmaßnahmen erforderlich. Diese können im anlagentechnischen, baulichen, betrieblichen oder organisatorischen Brandschutz liegen. Letztendlich muss immer nachgewiesen werden, dass die allgemeinen Aufgaben bzw. Schutzziele des Brandschutzes nach § 3 und § 14 der Musterbauordnung (2002) eingehalten werden.

Die Beurteilung des vorbeugenden baulichen Brandschutzes erfolgt auf der Grundlage der Musterbauordnung, da alle Bundesländer eine eigene Landesbauordnung besitzen. Diese orientieren sich weitestgehend an der von der Arge Bau verabschiedeten Musterbauordnung. Allerdings basieren die Landesbauordnungen nicht immer auf der neuesten Ausgabe der MBO (2002), wodurch zum Teil unterschiedliche Regelungen in den Landesbauordnungen getroffen werden. Durch die Verwendung der MBO und der können die Vorgaben an den Brandschutz vereinheitlicht werden, so dass ein Vergleich der geschichtlichen Entwicklung des Brandschutzes möglich ist.

GKL 1	a	Freistehende Gebäude mit einer Höhe* bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m <sup>2</sup> **	
	b	Freistehende land- und forstwirtschaftlich genutzte Gebäude	
GKL 2		Gebäude mit einer Höhe* bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m <sup>2</sup> **	
GKL 3		Sonstige Gebäude mit einer Höhe* bis zu 7 m	
GKL 4		Gebäude mit einer Höhe* bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m <sup>2</sup> **	
GKL 5		Sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude	

\* Höhe ist das Maß der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, über der Geländeoberfläche im Mittel.  
 \*\*Die Grundflächen der Nutzungseinheiten im Sinne dieses Gesetzes sind die Brutto-Grundflächen; bei der Berechnung der Brutto-Grundflächen bleiben Flächen im Kellergeschoss außer Betracht.

Abbildung 102 Definition der Gebäudeklassen nach MBO (2002)

Gebäude werden nach der aktuellen Musterbauordnung (2002) in Abhängigkeit ihrer Höhe und der horizontalen Ausdehnung in fünf Gebäudeklassen eingestuft. Daneben erfolgt eine Einteilung der Gebäude in Sonderbauten (z.B. Hochhäuser, Versammlungsstätten usw.) Die Bildung der Gebäudeklassen, und damit eine Staffelung der Brandschutzanforderungen, resultiert aus den Schwierigkeiten der Lösch- und Rettungsmaßnahmen, die mit steigender Gebäudehöhe und größer werdenden Nutzungseinheiten zunimmt. Nutzungseinheiten, die deutlich kleiner sind als Brandabschnitte und gegeneinander mit Brandschutzqualität abgetrennt sind, stellen für die Brandausbreitung und die Brandbekämpfung durch die Feuerwehr ein geringes Risiko dar als Gebäude mit ausgedehnten Nutzungseinheiten. Die Anleiterbarkeit von Gebäuden durch die Feuerwehr ist hingegen von der Höhe abhängig (s. Abbildung 103 Einteilung der Gebäude in Abhängigkeit ihrer Höhe)

Die im Rahmen von PROsab untersuchten Gebäude fallen in die Gebäudeklasse 4 und 5 oder sind als Hochhäuser anzusehen. Dementsprechend liegt hier der Untersuchungsfokus:

- Gebäudeklasse 4: Gebäude, mit einer Höhe bis zu 13 m (OK Fußboden) und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m<sup>2</sup>.
- Gebäudeklasse 5: Sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude (über 13m und unter 22m).
- Hochhäuser: Gebäude, bei denen der Fußboden eines Aufenthaltsraumes mehr als 22 m über der festgelegten Gebäudeoberfläche liegt. Diese Definition für Hochhäuser wird bereits seit der ersten MBO von 1959 verwendet.

Ab der Hochhausgrenze besteht für die Feuerwehr keine Möglichkeit mehr, von außen durch die Fenster Lösch- und Rettungsmaßnahmen durchzuführen. Um die Selbstrettung der Menschen oberhalb der Hochhausgrenze im Brandfall zu gewährleisten, werden verschärfende Anforderung an die Zahl und Ausführung von Rettungswegen gestellt.

Durch die Zuordnung eines Gebäudes zu Gebäudeklassen bzw. zu Hochhäusern werden die brandschutztechnischen Anforderungen bestimmt. Diese erstrecken sich unter anderem auf die Anordnung von Fluchtwegen und Brandabschnitten, das Brandverhalten von Baustoffen und die Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen.

Es ist zu beachten, dass Hochhäuser erst ab 1981 explizit mit einer eigenen Richtlinie betrachtet werden, der MHochhausRL (Muster für Richtlinien über die bauaufsichtliche Behandlung von Hochhäusern). Auch die Einteilung der Gebäude in Gebäudeklassen wird in der aktuellen Musterbauordnung zum ersten Mal in dieser Form aufgeführt.

Die Unterteilung der Gebäude erfolgte in dem durch das Projekt PROsab untersuchten Zeitraum dagegen in Abhängigkeit der Gebäudehöhe bzw. der Anzahl an Vollgeschossen.

Die Entwicklung des baulichen Brandschutzes wird anhand der MBO von 1959, 1981 und 2002 sowie der MHochhausRL von 1981 aufgezeigt. Im Folgenden werden die Veränderungen durch die wichtigsten Maßnahmen zusammengestellt.

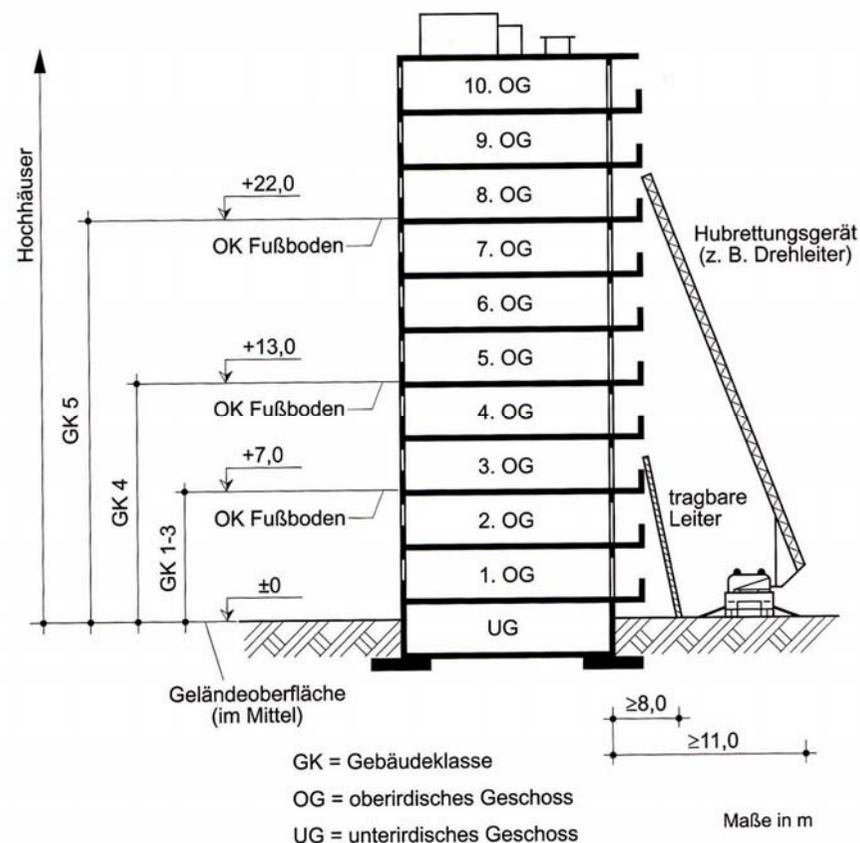


Abbildung 103 Einteilung der Gebäude in Abhängigkeit ihrer Höhe

**3 Vorbeugender baulicher Brandschutz damals - heute**

Die Anforderungen an den Brandschutz haben sich von 1959 mit der ersten Musterbauordnung bis heute zum Teil erheblich gewandelt. Der Vergleich der Musterbauordnungen und Hochhausrichtlinien soll dazu einen Überblick verschaffen. Aus den Ergebnissen lassen sich bereits Rückschlüsse auf die Defizite der Bürogebäude der 50er bis 70er Jahre ziehen.

- Allgemeiner Brandschutz:**

MBO 1959 mit Durchführungsverordnung 1963	MBO 1981 mit Änderung von Juni 1982	MBO 2002	MHochhausRL 1981
<b>Allgemeine Anforderungen an den Brandschutz</b>			
Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten und zu unterhalten, dass der Entstehung und der Ausbreitung von Schadenfeuer vorgebeugt wird und bei einem Brand wirksame Löscharbeiten und die Rettung von Menschen und Tieren möglich ist. (§ 19)	Bauliche Anlagen müssen so beschaffen sein, dass der Entstehung und der Ausbreitung von Feuer <b>und Rauch</b> vorgebeugt wird und bei einem Brand wirksame Löscharbeiten und die Rettung von Menschen und Tieren möglich ist. (§ 17)	Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer <b>und Rauch</b> (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren <b>sowie wirksame Löscharbeiten</b> möglich sind. (§ 14)	Entsprechend § 19 MBO 1959

• Brandwände:

MBO 1959 mit Durchführungsverordnung 1963	MBO 1981 mit Änderung von Juni 1982	MBO 2002	MHochhausRL 1981
<b>Anordnung und Ausführung von Brandwänden</b>			
<p>Brandwände müssen feuerbeständig und so dick sein, dass sie bei einem Brand ihre Standsicherheit nicht verlieren und die Verbreitung von Feuer auf andere Gebäude oder Gebäudeabschnitte verhindern. Brandwände sind herzustellen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>zum Abschluss von Gebäuden, bei denen die Abschlusswand in einem Abstand bis zu 2,50 m von der Nachbargrenze errichtet wird, es sei denn, dass ein Abstand von mind. 5 m zu bestehenden oder zulässigen künftigen Gebäuden gesichert ist;</li> <li>bei aneinander gereihten Wohngebäuden bis zu zwei Vollgeschossen auf einem oder mehreren Grundstücken in Abständen von höchstens 60 m, wenn die Gebäudetrennwände feuerbeständig sind;</li> <li>in aneinander gereihten anderen Gebäuden und innerhalb ausgedehnter Gebäude auf einem Grundstück in Abständen <b>von 40 m; größere</b></li> </ol>	<p>Brandwände sind herzustellen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>zum Abschluss von Gebäuden, bei denen die Abschlusswand bis zu 2,5 m von der Nachbargrenze errichtet wird, es sei denn, dass ein Abstand von mindestens 5 m zu bestehenden oder nach den baurechtlichen Vorschriften zulässigen künftigen Gebäuden gesichert ist,</li> <li>innerhalb ausgedehnter Gebäude und bei aneinander gereihten Gebäuden auf einem Grundstück in Abständen von höchstens 40 m; größere Abstände können gestattet werden, wenn die Nutzung des Gebäudes es erfordert und wenn wegen des Brandschutzes Bedenken nicht bestehen, ...</li> </ol> <p>Brandwände müssen feuerbeständig und so beschaffen sein, dass sie bei einem Brand ihre Standsicherheit nicht verlieren und die Verbreitung von Feuer auf andere Gebäude oder Gebäudeabschnitte verhindern. Brandwände müssen aus</p>	<p>Brandwände müssen als raumabschließende Bauteile zum Abschluss von Gebäuden (Gebäudeabschlusswand) oder zur Unterteilung von Gebäuden in Brandabschnitte (innere Brandwand) ausreichend lang die Brandausbreitung auf andere Gebäude oder Brandabschnitte verhindern. Brandwände sind erforderlich</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>als Gebäudeabschlusswand, <b>ausgenommen von Gebäuden ohne Aufenthaltsräume und ohne Feuerstätten mit nicht mehr als 50 m<sup>3</sup> Brutto-Rauminhalt</b>, wenn diese Abschlusswände an oder mit einem Abstand bis zu 2,50 m gegenüber der Grundstücksgrenze errichtet werden, es sei denn, dass ein Abstand von mindestens 5 m zu bestehenden oder nach den baurechtlichen Vorschriften zulässigen künftigen Gebäuden gesichert ist,</li> <li>als innere Brandwand zur Unterteilung ausgedehnter Gebäude in Abständen von <b>nicht mehr</b> als 40 m, ...</li> </ol>	<p>Die Vorgaben werden in den Bauordnungen der einzelnen Länder geregelt oder sind den Musterbauordnungen zu entnehmen.</p>

<p><b>Abstände können gestattet werden, wenn die Nutzung des Gebäudes dies erfordert und wegen des Brandschutzes Bedenken nicht bestehen; ...</b> (§ 36)</p> <p>Öffnungen in Brandwänden sind unzulässig. Sie können in inneren Brandwänden gestattet werden, <b>wenn die Nutzung des Gebäudes dies erfordert.</b> Die Öffnungen müssen mit selbstschließenden feuerbeständigen Abschlüssen versehen, die Wände und Decken anschließender Räume aus nicht brennbaren Baustoffen hergestellt werden. <b>Ausnahmen können gestattet werden, wenn der Brandschutz auf andere Weise gesichert ist.</b> ... (§ 37)</p>	<p>nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. ... Öffnungen in Brandwänden sowie in Wänden nach Absatz 1 Sätze 2 und 3 sind unzulässig; sie können in inneren Brandwänden gestattet werden, wenn die Nutzung des Gebäudes dies erfordert. Die Öffnungen müssen mit selbstschließenden feuerbeständigen Abschlüssen versehen sein. Ausnahmen können gestattet werden, wenn der Brandschutz auf andere Weise gesichert ist. ... (§ 28)</p>	<p>Brandwände müssen auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung feuerbeständig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Anstelle von Brandwänden nach Satz 1 sind zulässig <b>1. für Gebäude der Gebäudeklasse 4 Wände, die auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung hochfeuerhemmend sind, ...</b> Öffnungen in Brandwänden sind unzulässig. Sie sind in inneren Brandwänden nur zulässig, <b>wenn sie auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt sind;</b> die Öffnungen müssen feuerbeständige, <b>dicht-</b> und selbstschließende Abschlüsse haben. ... (§ 30)</p>	
---	--	---	--

• Rettungswege:

MBO 1959 mit Durchführungsverordnung 1963	MBO 1981 mit Änderung vom Juni 1982	MBO 2002	MHochhausRL 1981
<b>Fluchweglänge</b>			
<p>Von der <b>Mitte</b> eines jeden Aufenthaltsraumes muss eine notwendige Treppe <b>in höchstens 30 m Entfernung</b> erreichbar sein. ... (§ 42)</p>	<p>Von jeder Stelle eines Aufenthaltsraumes muss der Treppenraum mindestens einer notwendigen Treppe oder ein Ausgang ins Freie in höchstens 35 m Entfernung erreichbar sein. ... (§ 32)</p>	<p>Von <b>jeder Stelle</b> eines Aufenthaltsraumes sowie eines Kellergeschosses muss mindestens ein Ausgang in einen notwendigen Treppenraum oder ins Freie in <b>höchstens 35 m Entfernung</b> erreichbar sein. ... (§ 35)</p>	<p>Die Treppen sind so zu verteilen, dass die Rettungswege möglichst kurz sind. <b>Von jeder Stelle</b> eines Aufenthaltsraumes muss der Treppenraum einer notwendigen Treppe in <b>höchstens 25 m Entfernung</b> erreicht werden können. ... (Abschnitt 3.6.1)</p>
<b>Rettungswege (Treppen)</b>			
<p>Jedes nicht zu ebener Erde liegende Geschoß und der benutzbare Dachraum eines Gebäudes müssen über <b>mindestens eine Treppe</b>, bei Hochhäusern über mindestens zwei voneinander unabhängige Treppen oder eine Treppe in einem Sicherheitstrepfenraum zugänglich sein (notwendige Treppen). Sind mehrere Treppen erforderlich, so sind sie so zu verteilen, dass die Rettungswege möglichst kurz sind. ... (§ 42)</p>	<p>Jede Nutzungseinheit mit Aufenthaltsräumen muss in jedem Geschoss über mindestens zwei voneinander unabhängige Rettungswege erreichbar sein. Der erste Rettungsweg muss in Nutzungseinheiten, die nicht zu ebener Erde liegen, über mindestens eine notwendige Treppe führen; der zweite Rettungsweg kann eine mit Rettungsgeräten der Feuerwehr erreichbare Stelle oder eine weitere notwendige Treppe sein. Dies gilt nicht, wenn die Rettung über einen Treppenraum mög-</p>	<p>Für Nutzungseinheiten mit mindestens einem Aufenthaltsraum wie Wohnungen, Praxen, selbstständige Betriebsstätten müssen in jedem Geschoss <b>mindestens zwei voneinander unabhängige Rettungswege ins Freie vorhanden sein</b>; beide Rettungswege dürfen jedoch innerhalb des Geschosses über denselben notwendigen Flur führen. Für Nutzungseinheiten, die nicht zu ebener Erde liegen, muss der erste Rettungsweg über eine notwendige Treppe führen. Der</p>	<p>In Hochhäusern sind mindestens zwei Treppen oder statt zweier Treppen eine Treppe in einem Sicherheitstrepfenraum notwendig. Ist nur ein einziger Sicherheitstrepfenraum vorhanden, muss dieser an der Außenwand liegen Sind <b>zwei und mehr notwendige Treppen</b> vorhanden, so müssen sie entgegengesetzt und <b>in verschiedenen Rauchabschnitten</b> liegen. ... (Abschnitt 3.6.1)</p>

	<p>lich ist, in den Feuer und Rauch nicht eindringen können (Sicherheitstreppe-raum). ... (§ 17)</p>	<p>zweite Rettungsweg kann eine weitere notwendige Treppe oder eine mit Rettungsgeräten der Feuerwehr erreichbare Stelle der Nutzungseinheit sein. Ein zweiter Rettungsweg ist nicht erforderlich, wenn die Rettung über einen sicher erreichbaren Treppenraum möglich ist, in den Feuer und Rauch nicht eindringen können (Sicherheitstreppe-raum). ... (§ 33)</p>	
<p><b>Treppenräume</b></p>			
<p>Jede notwendige Treppe muss in einem eigenen, durchgehenden und an einer Außenwand angeordneten Treppenraum liegen. Bei Gebäuden bis zu drei Vollgeschossen können innenliegende Treppenräume gestattet werden, wenn wegen des Brandschutzes Bedenken nicht bestehen. In einem Gebäude mit mehreren notwendigen Treppen braucht von je zwei Treppenräumen nur einer an einer Außenwand zu liegen. ... (§ 43) Bei Gebäuden mit mehr als drei Vollgeschossen, die nicht Wohnzwecken dienen, wie Büro- oder Verwaltungs-</p>	<p>Jede notwendige Treppe muss in einem eigenen, durchgehenden und an einer Außenwand angeordneten Treppenraum liegen. Innenliegende Treppenräume können gestattet werden, wenn Ihre Benutzung durch Raucheintritt nicht gefährdet werden kann und wegen des Brandschutzes Bedenken nicht bestehen. ... Treppenräume müssen zu lüften und zu beleuchten sein. Treppenräume, die an einer Außenwand liegen, müssen in jedem Geschoss Fenster von mindestens 60 cm x 90 cm erhalten, die geöffnet werden können. In Gebäuden mit mehr als fünf Vollgeschossen und bei</p>	<p>Jede notwendige Treppe muss zur Sicherstellung der Rettungswege aus den Geschossen <b>ins Freie</b> in einem eigenen, durchgehenden Treppenraum liegen (notwendiger Treppenraum). Notwendige Treppenräume müssen so angeordnet und ausgebildet sein, dass die Nutzung der notwendigen Treppen im Brandfall ausreichend lang möglich ist. Jeder notwendige Treppenraum muss an einer Außenwand liegen und einen unmittelbaren Ausgang ins Freie haben. Innenliegende notwendige Treppenräume sind zulässig, wenn ihre Nutzung ausreichend lang</p>	<p>Treppenräume an der Außenwand sind in jedem Geschöß mit ausreichend großen öffenbaren Fenstern zu versehen. Die <b>Fenster</b> müssen eine freie Öffnung in zusammenhängender Fläche <b>von mindestens 0,9 m Breite und mindestens 1,2 m Höhe</b> haben; sie müssen von anderen Öffnungen in derselben Wand einen Abstand von mindestens 1,5 m, von Öffnungen in Wänden, die in einem Winkel von weniger als 120° anschließen, einen Abstand von mindestens 3 m haben. ... (Abschnitt 3.6.3.1)</p>

<p>gebäuden, können abweichend von § 43 innenliegende Treppenräume gestattet werden, wenn ihre Benutzung durch Raucheintritt nicht gefährdet werden kann. Rauchabzugsöffnungen in Treppenräumen, die nach § 43 Absatz 13 oder 14 BauO erforderlich sind, müssen einen freien Querschnitt von <b>mindestens 5 v. H. der Grundfläche</b> des dazugehörigen Treppenraumes oder Treppenraumabschnittes, mindestens jedoch von 0,5 m<sup>2</sup> haben. ... (DVO § 10)</p> <p>Treppenräume müssen zu lüften und zu beleuchten sein. Treppenräume, die an einer Außenwand liegen, müssen Fenster erhalten.</p> <p><b>In Hochhäusern</b> kann verlangt werden, dass die Treppenräume mit Ausnahme der Sicherheitstreppenräume in Höhe der 22-m-Grenze und darüber <b>nach jedem vierten Vollgeschoß in rauchdichte Abschnitte</b> geteilt werden.</p> <p>... (§ 43)</p>	<p>innenliegenden Treppenräumen ist an der obersten Stelle des Treppenraumes eine Rauchabzugsvorrichtung mit einer Größe von mindestens 5 v. H. der Grundfläche, mindestens jedoch von 1 qm anzubringen, die vom Erdgeschoß und vom obersten Treppenabsatz zu öffnen sein muss. ... (§ 32)</p>	<p>nicht durch Raucheintritt gefährdet werden kann. Notwendige Treppenräume müssen belüftet werden können. Sie müssen in jedem oberirdischen Geschoss unmittelbar ins Freie führende Fenster mit einem freien Querschnitt von mindestens 0,50 m<sup>2</sup> haben, die geöffnet werden können. Für <b>innenliegende notwendige Treppenräume</b> und notwendige Treppenräume in Gebäuden <b>mit einer Höhe</b> nach § 2 Abs. 3 Satz 2 <b>von mehr als 13 m</b> ist an der obersten Stelle <b>eine Öffnung</b> zur Rauchableitung mit einem freien Querschnitt von mindestens <b>1 m<sup>2</sup></b> erforderlich.</p> <p>... (§ 35)</p>	<p><b>Die innenliegenden Treppenräume dürfen nur über Vorräume zugänglich</b> sein; die Vorräume dürfen weitere Öffnungen nur zu allgemein zugänglichen Fluren, Aufzügen und Sanitärräumen haben. ...</p> <p>Der <b>Treppenraum ist mit einer Lüftungsanlage</b> zu versehen, die auf Dauer einen mindestens einfachen Luftwechsel je Stunde erreicht.... (Abschnitt 3.6.3.2)</p>
--	--	--	---

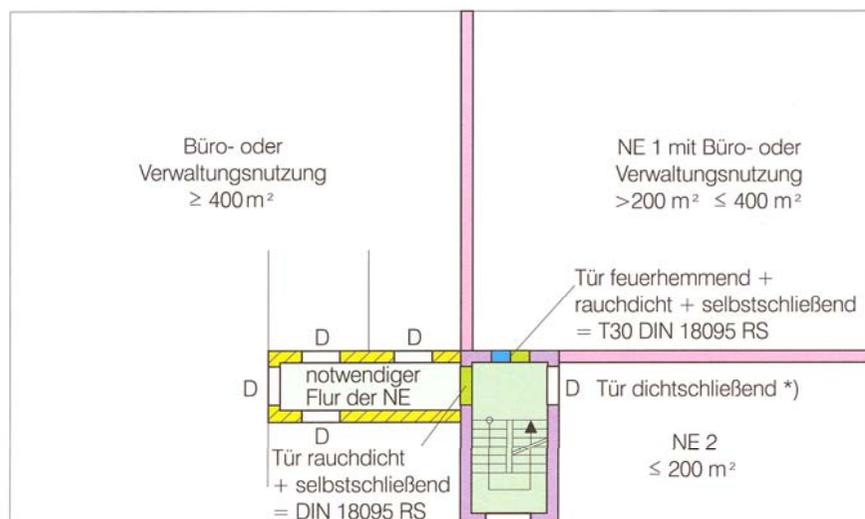
Flure			
<p>Die nutzbare Breite allgemein zugänglicher Flure, die als Rettungswege dienen, muss für den größten zu erwartenden Verkehr ausreichen; <b>Flure von außergewöhnlicher Länge</b> sollen durch nicht abschließbare, selbstschließende Türen, die in der Regel in Fluchtrichtung aufschlagen müssen, <b>unterteilt</b> werden. In Hochhäusern muss jeder Teilabschnitt des Flures einen unmittelbaren Zugang zu einem Treppenraum haben und soll durch Fenster, die unmittelbar ins Freie führen, zu belichten und zu lüften sein. ... (§ 43)</p>	<p>Die nutzbare Breite allgemein zugänglicher Flure muss für den größten zu erwartenden Verkehr ausreichen; Flure von mehr als 30 m Länge sollen durch nicht abschließbare, dichte und selbstschließende Türen unterteilt werden. In den Fluren ist eine Folge von weniger als drei Stufen unzulässig. Wände allgemein zugänglicher Flure sind unbeschadet der §§ 25 bis 28 in Gebäuden mit mehr als zwei Vollgeschossen mindestens feuerhemmend aus nichtbrennbaren Baustoffen herzustellen und bis an die Rohdecken zu führen. ... (§ 33)</p>	<p>Flure, über die Rettungswege aus Aufenthaltsräumen oder aus Nutzungseinheiten mit Aufenthaltsräumen zu Ausgängen in notwendige Treppenräume oder ins Freie führen (notwendige Flure), müssen so angeordnet und ausgebildet sein, dass die Nutzung im Brandfall ausreichend lang möglich ist. <b>Notwendige Flure sind nicht erforderlich ... innerhalb von Nutzungseinheiten, die einer Büro- oder Verwaltungsnutzung dienen, mit nicht mehr als 400 m<sup>2</sup></b>; das gilt auch für Teile größerer Nutzungseinheiten, wenn diese Teile nicht größer als 400 m<sup>2</sup> sind, Trennwände nach § 29 Abs. 2 Nr. 1 haben und jeder Teil unabhängig von anderen Teilen Rettungswege nach § 33 Abs. 1 hat. Notwendige Flure sind durch nichtabschließbare, <b>rauchdichte</b> und selbstschließende Abschlüsse <b>in Rauchabschnitten zu unterteilen</b>. Die Rauchabschnitte sollen <b>nicht länger als 30 m sein</b>. Die Abschlüsse sind bis an die Rohdecke zu führen; sie dürfen bis an die Unterdecke der Flure geführt wer-</p>	<p>Die allgemein zugänglichen Flure, die zu zwei entgegengesetzt liegenden Treppenräumen oder in zwei Fluchtrichtungen zu nur einem Sicherheitstreppenraum führen, dürfen <b>zwischen den Treppenraumzügen höchstens 40 m</b> lang sein. Sie müssen in Abschnitte (Rauchabschnitte) von höchstens 20 m Länge durch selbstschließende und mindestens rauchdichte Türen unterteilt (falls verglast, nur in Stahlrahmen mit Drahtglas in einer Dicke von mindestens 7 mm mit kreuzweise verschweißten Drähten oder gleichwertig) sein. Jeder Abschnitt muss einen unmittelbaren Zugang zu einem Treppenraum nach Satz 1 haben. ... (Abschnitt 3.7.1.1)</p> <p>Die allgemein zugänglichen Flure, die nur zu einem Treppenraum (Sicherheitstreppenraum) führen oder als <b>Stichflure</b> nur eine Fluchtrichtung haben, dürfen bis zur Einmündung in den Treppenraum, den davorliegenden offenen Gang oder in eine Schleuse</p>

		<p>den, wenn die Unterdecke feuerhemmend ist. <b>Notwendige Flure mit nur einer Fluchtrichtung, die zu einem Sicherheitstreppenraum führen, dürfen nicht länger als 15 m sein.</b> Die Sätze 1 bis 4 gelten nicht für offene Gänge nach Absatz 5. ...          ... Die Wände sind bis an die Rohdecke zu führen. Sie dürfen bis an die Unterdecke der Flure geführt werden, wenn die Unterdecke feuerhemmend und ein demjenigen nach Satz 1 vergleichbarer Raumabschluss sichergestellt ist. ...          § 36)</p>	<p><b>höchstens 10 m</b> lang sein. Der Flur darf höchstens 20 m lang sein, wenn          a) ein zweiter Rettungsweg - auch über einen Rettungsbalkon mit zwei Fluchtrichtungen (Nr.3.7.3) - zu einem zweiten Treppenraum oder einem Sicherheitstreppenraum vorhanden ist oder          b) er nur Öffnungen zu dem Raum hat, für den er als Rettungsweg bestimmt ist.          ...          (Abschnitt 3.7.1.2)</p>
--	--	---	---

• **Schlussfolgerung aus der Entwicklung des baulichen Brandschutzes**

Die oben aufgeführten Tabellen zeigen die Entwicklung des vorbeugenden baulichen Brandschutzes im Laufe der Zeit auf. Bereits bei der Betrachtung der allgemeinen Anforderung an den Brandschutz ist zu erkennen, dass die grundlegenden Aufgaben des Brandschutzes zwar schon von Beginn an eindeutig identifiziert waren, jedoch in der ersten MBO von 1959 der Bedeutung der Rauchausbreitung kaum Rechnung getragen wurde: „Bauliche Anlagen sind so zu errichten ..., dass der Ausbreitung von Schadensfeuer vorgebeugt wird ...“. Es heißt in der MBO von 1959 lediglich, dass Flure, die als Rettungswege dienen und eine außergewöhnliche Länge besitzen, durch selbstschließende Türen unterteilt werden sollten. In der nachfolgenden MBO wurde dieser Sachverhalt dagegen präzisiert, so dass der Rauchausbreitung in Fluchtwegen vorgebeugt wurde. Die Bildung von maximal 30m langen Rauchabschnitten in notwendigen Fluren wurde erforderlich und wird auch heute noch gefordert. Bei Hochhäusern gelten verschärfte Anforderungen.

Der Begriff „notwendiger Flur“ wurde in der MBO von 1996 neu eingeführt und definiert und präzisiert den bis zu diesem Zeitpunkt verwendeten Ausdruck „allgemein zugänglicher Flur“. Insbesondere bei Nutzungseinheiten, die einer Büro- oder Verwaltungsnutzung dienen, mit nicht mehr als 400m<sup>2</sup>, ist kein notwendiger Flur erforderlich. Auf die Anwendung der bauordnungsrechtlichen Vorschriften für notwendige Flure wird damit für den genannten Fall verzichtet.



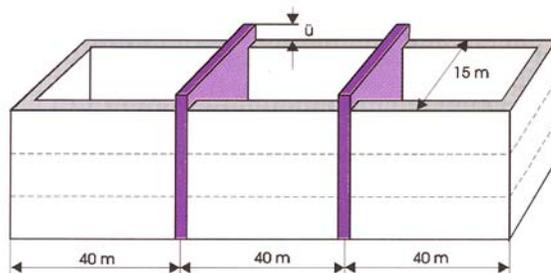
\*) in einigen Ländern teilweise auch: dicht, vollwandig und selbstschließend

**Abbildung 104 Beispiel für die Erfordernis eines notwendigen Flures nach MBO 2002**

Für die Behandlung von Hochhäusern ist die 400m<sup>2</sup>-Regelung in Bezug auf den notwendigen Flur nicht festgeschrieben. Sie wird allerdings in dem Entwurf der Muster Richtlinie über den Bau und Betrieb von Hochhäusern (MHHR) vom August 2005 empfohlen.

Im Gegensatz zu der Rauchausbreitung in Fluchtwegen haben sich die Vorgaben an die Anordnung und Ausführung von Brandwänden kaum geändert. Die Vorschriften gehören zu den ältesten Bestandteilen des Baurechts, so haben sich Brandwände als sehr wirksam herausgestellt, um das Übergreifen von Feuer und Rauch in angrenzende Gebäudeteile und Nachbargebäude zu verhindern. Damit sind sie eine zwingende Voraussetzung, um die grundsätzlichen bauaufsichtlichen Schutzziele

zu erfüllen und den durch ein Feuer verursachten Schaden wenigstens auf den betroffenen Brandabschnitt zu begrenzen.

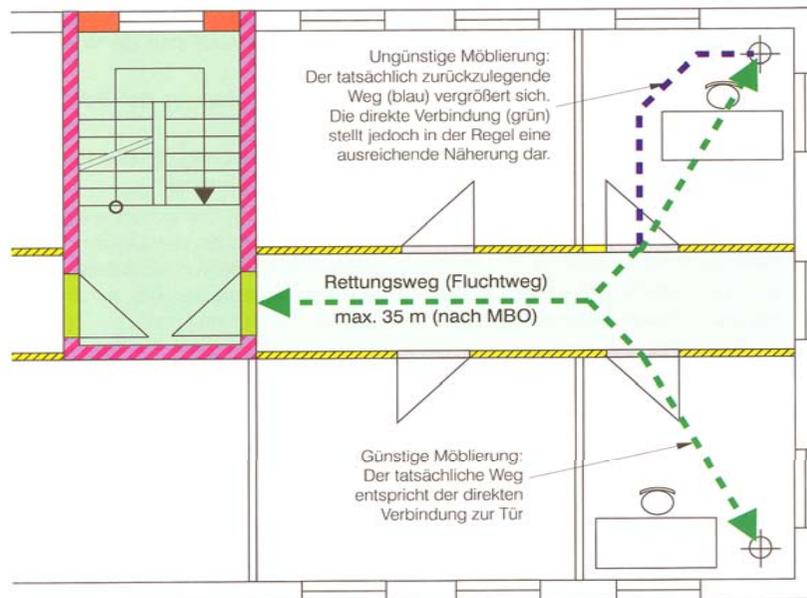


	BW: $\ddot{u} \geq 30$ cm, bei weicher Bedachung $\geq 50$ cm
	KTW: $\ddot{u} \geq 50$ cm

Abbildung 105 Brandwände innerhalb ausgedehnter Gebäude

Kritisch zu betrachten ist die Regelung über die erforderlichen Rettungswege in der MBO von 1959. Dort heißt es: „Jedes nicht zu ebener Erde liegende Geschoss und der benutzbare Dachraum eines Gebäudes müssen über mindestens eine Treppe, bei Hochhäusern über mindestens zwei voneinander unabhängige Treppen oder eine Treppe in einem Sicherheitstuppenraum zugänglich sein ...“. Bei Gebäuden unterhalb der Hochhausgrenze muss demnach nur ein einziger Rettungsweg vorhanden sein. Erst mit der MBO von 1981 wird ausdrücklich gefordert, dass jede Nutzungseinheit mit Aufenthaltsräumen über mindestens zwei unabhängige Rettungswege verfügen muss, um die Rettung der Menschen im Brandfall zu gewährleisten. Bei Hochhäusern muss auch der 2. Rettungsweg ortsfest sein. Ein Sicherheitstuppenhaus, in welches Feuer und Rauch nicht eindringen können, kann die beiden unabhängigen Rettungswege ersetzen. Erst in der MBO von 1981 wird vorgeschrieben, dass die Treppenhäuser einen direkten Ausgang ins Freie haben müssen. So konnten im betrachteten Zeitraum Gebäude entstehen, deren Fluchtwege

nur bis zu einer bestimmten Etage führten und dort endeten oder unter Einbeziehung der Flure weiterführten.  
 Die maximale Fluchtweglänge hat sich im Laufe der Zeit kaum verändert. Bei Hochhäusern gelten seit der MHochhaus RL von 1981 verschärfte Anforderungen.



**Abbildung 106 Beispiel über die Führung und Länge des 1. Rettungsweges nach MBO (2002)**

- Erforderliche Feuerwiderstandsdauer der Bauteile

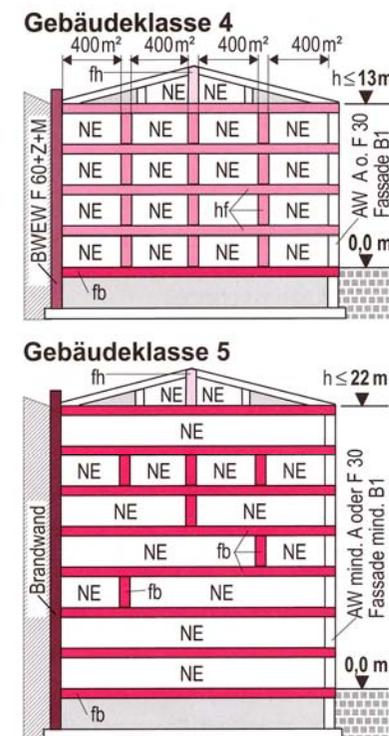
	MBO 1959 mit Durchführungsverordnung 1963			MBO 1981 mit Änderung vom Juni 1982		MBO 2002		MHochhausRL 1981
Einteilung in Gebäudeklassen nach MBO (2002)	GK1 4	GK1 5	Hochhaus	GK1 4	GK1 5	GK1 4	GK1 5	Hochhaus
<b>Tragende Wände, Stützen</b>								
im Dachgeschoss, wenn darüber keine Aufenthaltsräume möglich sind (oberstes DG)	F90	F90	F90	F90-A	F90-A	ohne	ohne	F90-A
im Dachgeschoss, wenn darüber Aufenthaltsräume möglich sind	F90	F90	F90	F90-A	F90-A	F60	F 90	F90-A
im Normalgeschoss	F90	F90	F90	F90-A	F90-A	F60	F 90	F90-A
im Kellergeschoss	F90	F90	F90	F90-A	F90-A	F90	F 90	F90-A
<b>(nichttragende) Außenwände</b>	A	A	A	F30 o. A	F30 o. A	F30 o. A	F30 o. A	A
<b>Trennwände</b>								
von Nutzungseinheiten im obersten DG	F90	F90	F90	F90	F90	F30	F30	F90-A
von Nutzungseinheiten im DG, wenn darüber noch Aufenthaltsräume möglich sind	F90	F90	F90	F90	F90	F60	F90	F90-A
von Nutzungseinheiten im Normalgeschoss	F90	F90	F90	F90	F90	F60	F90	F90-A
von Aufenthaltsräumen im Kellergeschoss	F90	F90	F90	F90	F90	F90	F90	F90-A
<b>Brandwände</b>	F90-A/M	F90-A/M	F90-A/M	F90-A/M	F90-A/M	F60-M	F90-A/M	F90-A/M
<b>Decken</b>								
im Dachgeschoss, wenn darüber keine Aufenthaltsräume möglich sind	F30-A	F90	F90	F30	F90	ohne	ohne	F90-A
im Dachgeschoss, wenn darüber noch Aufenthaltsräume möglich sind	F30-A	F90	F90	F30	F90	F60	F90	F90-A
im Normalgeschoss	F30-A	F90	F90	F30	F90	F60	F90	F90-A
im Kellergeschoss	F90	F90	F90	F90	F90	F90	F90	F90-A
<b>Wände notwendiger Treppenräume</b>	F90-A/M	F90-A/M	F90-A/M	F90-A/M	F90-A/M	F60-M	F90-A/M	F90-A/M
<b>Wände notwendiger Flure</b>	F30-A	F30-A	F30-A	F30-A	F30-A	F30	F30	F90-A
<b>Fahrschachtwände</b>	F90-A	F90-A	F90-A	F90	F90	F60	F90-A	F90-A

Tabelle 11 Erforderliche Feuerwiderstandsdauer der Bauteile

Um eine Vergleichbarkeit der Musterbauordnungen und zu ermöglichen, wird die Einteilung der Gebäude in die Gebäudeklassen nach der MBO (2002) gewählt. Wie bereits erwähnt, wurden in den ersten beiden Musterbauordnungen (1959 und 1981) die Gebäude hauptsächlich nach der Anzahl ihrer Vollgeschoße unterschieden und werden hier der äquivalenten Gebäudeklasse nach MBO 2002 zugeordnet.

Die Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer der Bauteile haben sich im Laufe der Zeit nicht signifikant verändert. In der MBO (2002) werden letztendlich die Richtlinien an das im Dachgeschoss weiter differenziert. So variieren die Vorgaben an tragende Wände, Stützen, Trennwände und Decken in Abhängigkeit möglicher Aufenthaltsräume. Auch wird in der MBO (2002) in der GKL 4 die geforderte Widerstandsdauer teilweise auf 60 Minuten abgemindert (z.B. F60 für tragende Bauteile).

Bei Hochhäusern galten schon immer verschärfte Anforderungen an das gesamte Tragwerk und Bauteile zu Abschottungszwecken. Hier wurde und wird im Allgemeinen eine Mindestfeuerwiderstandsdauer von 90 Minuten gefordert. Befindet sich der oberste Aufenthaltsraum mehr als 60m über Geländeoberfläche, müssen z.B. tragende Wände Feuerwiderstandsdauern von 120 Minuten aufweisen (MHochhausRL 1981).



h = OK Fußboden des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein AR möglich ist, über der Geländeoberfläche im Mittel (in den LBOs teilw. unterschiedlich geregelt).

h > 22 m: Hochhaus = Sonderbau

Abbildung 107 Erforderliche Feuerwiderstandsdauer der Bauteile nach MBO 2002

**4 Quantitative Abschätzung der brandschutztechnischen Defizite an den untersuchten Bürogebäuden bezogen auf den baulichen Brandschutz**

Der Hauptanteil der bezüglich des Brandschutzes untersuchten Gebäude ist den Hochhäusern zuzuordnen. Gegenüber den Gebäudeklassen 4 und 5 werden, dort neben erhöhten Anforderungen an das Tragwerk, besonders verschärfte Vorschriften an die Anzahl und Ausführungen von Rettungswegen gestellt.

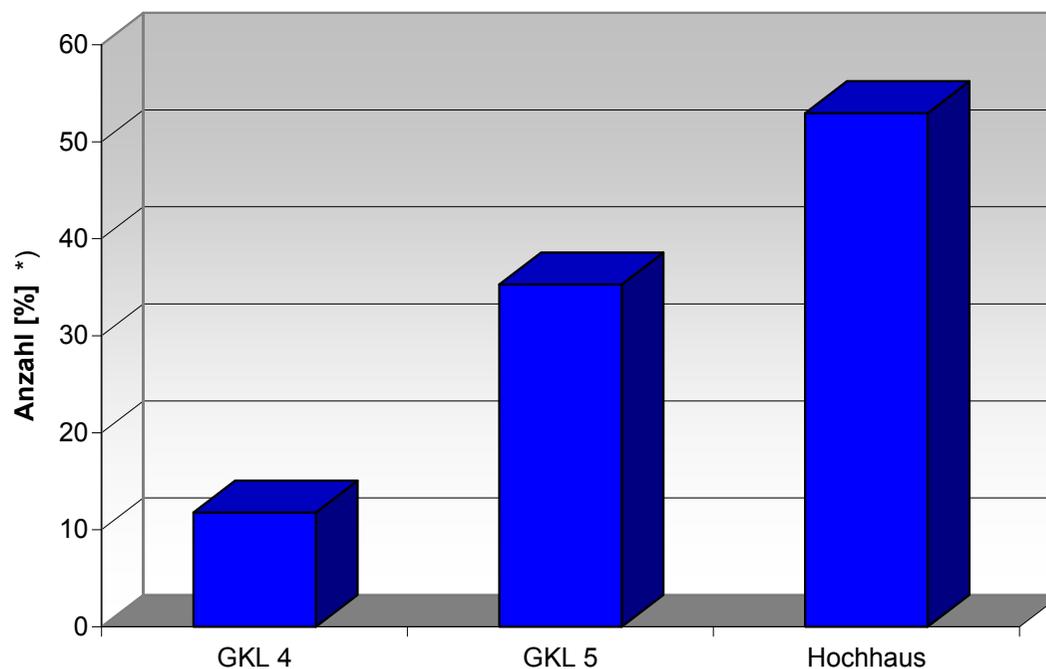


Abbildung 108 Zuordnung der Gebäude in die Gebäudeklassen nach MBO (2002), \*) basierend auf 17 Gebäuden

Da der bauliche Brandschutz sehr kostenintensiv ist und im Falle von Defiziten erhebliche Eingriffe in die Bausubstanz erfordern, konzentriert sich die Untersuchung auf folgende Schwerpunkte:

- Rettungswege (erster und zweiter, horizontaler und vertikaler)
- Brandabschnitte
- Nutzungseinheiten
- Feuerwiderstand der Bauteile

Beim Feuerwiderstand der Bauteile müssen zum einen die erforderlichen Widerstände über die Bauwerksklassen und Gesetzgebungen ermittelt werden, zum anderen müssen die vorhandenen durch Untersuchungen am Bauwerk und Recherchen in der Planung bestimmt werden. Hinweise zu den vorhandenen Feuerwiderständen werden gesondert in Kapitel 6 gegeben.

4.1 Rettungswege (erster und zweiter, horizontaler und vertikaler)

Generell müssen für jedes hier betrachtete Gebäude zwei unabhängige Rettungswege vorhanden sein. Der erste Rettungsweg, und ebenfalls der zweite bei Hochhäusern müssen ortsfest sein. Aus Abbildung 109 ist zu erkennen, dass der zweite Rettungsweg im Bestand mit Abstand am meisten über ein weiteres zusätzliches Treppenhaus verlief. Lediglich ein untersuchtes Gebäude verfügte über einen Sicherheitstreppe. Bei den Gebäudeklassen 4 und 5 erfolgte der zweite Rettungsweg dagegen meist über anleitebare Stellen. Aber auch eine Kombination von anleitebaren Stellen und Fluchtbalkonen war bei einigen Gebäuden vorhanden. Zudem verfügten zwei der Gebäude über keinen zweiten Rettungsweg.

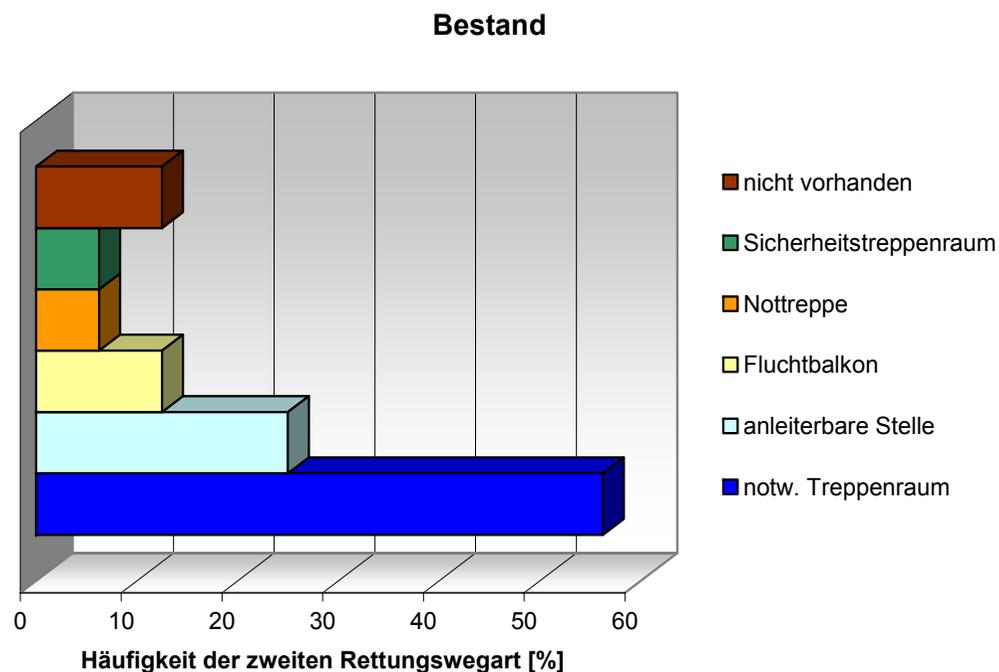


Abbildung 109 Häufigkeit der zweiten Rettungswegart im Bestand

Bei der Betrachtung der Rettungswegsituation kommt dem ersten Rettungsweg eine besondere Bedeutung zu. Dieser wird in einen vertikalen und horizontalen Abschnitt unterteilt. Bestandteil des horizontalen Weges ist der Gang von jeder Stelle eines Aufenthaltsraumes über einen notwendigen Flur, sofern dieser erforderlich ist, zu einem notwendigen Treppenraum. Der vertikale Rettungsabschnitt umfasst den Weg über diesen notwendigen Treppenraum, so dass ein Ausgang ins Freie ermöglicht wird.

Abbildung 110 zeigt einen Vergleich der Häufigkeiten der Treppenhäuser vor und nach den empfohlenen Sanierungsmaßnahmen. Es wird deutlich, dass besonders bei den Gebäuden mit nur einem notwendigen Treppenhaus dieses häufig als Sicherheitstreppenhaus ausgeführt werden muss, um die Anforderungen an die Rettungswege zu erfüllen.

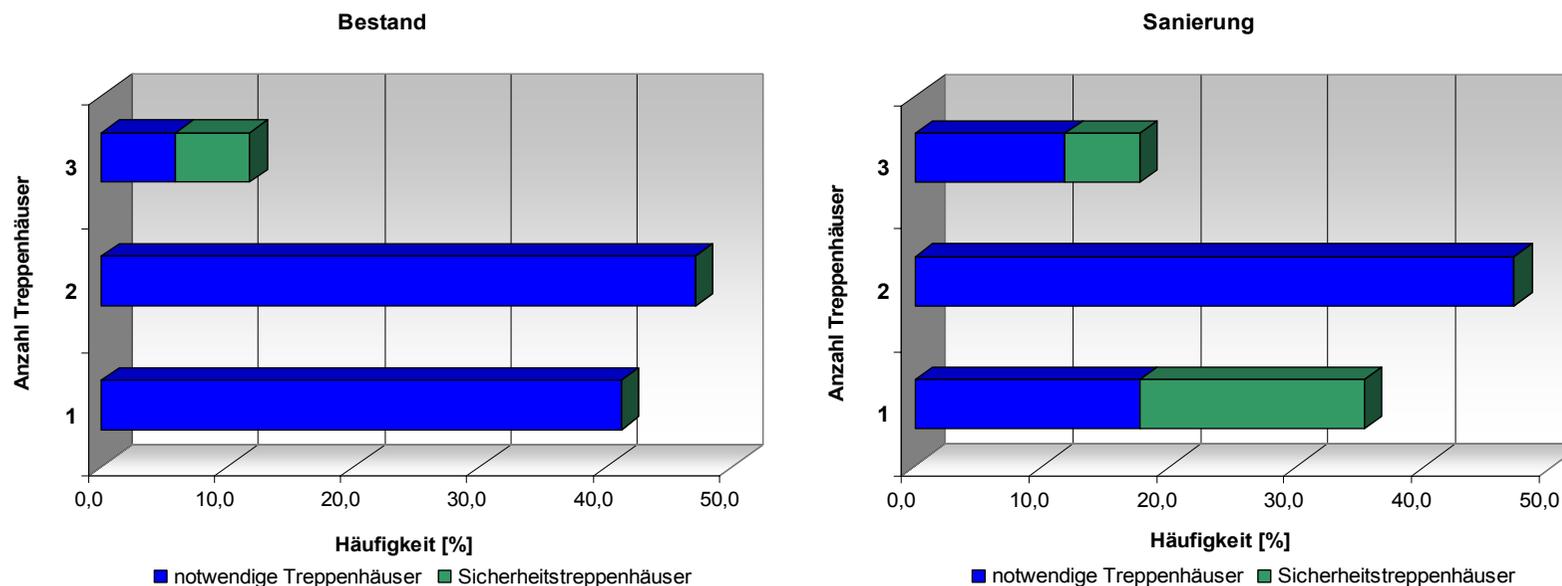


Abbildung 110 Vergleich der Treppenhäuser Bestand - Sanierung

Die Auswertung der Sanierungsmaßnahmen für den vorbeugenden Brandschutz zeigt, dass die Unterteilung der Nutzungseinheiten mit weniger als 400m<sup>2</sup> sehr wirkungsvoll und wirtschaftlich effektiv ist. Für diese Sanierungsmaßnahme gibt es verschiedene Ursachen. Zum Einen bieten die Grundrisse eine Teilung mit direktem Zugang zum Treppenraum an. Innerhalb dieser Nutzungseinheit sind die Anforderungen an die Bauteilqualitäten gering. Die Trennung der Nutzungseinheiten untereinander ist durch eine leichte, feuerbeständige Trennwand möglich. Nicht aufgeführt in dieser Darstellung sind Kompensationsmaßnahmen wie die Flucht in einen anderen benachbarten Brandabschnitt. Diese Art des Fluchtweges ist nach MBO 2002 und MHR 1984 nicht gestattet, wird jedoch unter Einhaltung bestimmter Auflagen toleriert. Weitere Defizite von Gebäuden, die baulich nur unter erheblichen finanziellen Aufwendungen beseitigt werden können, werden durch anlagentechnische Maßnahmen kompensiert. Eine Kombination baulicher und anlagentechnischer Maßnahmen war in dieser Untersuchung bei allen Hochhäusern und bei ca.30% der anderen Gebäude erforderlich und wird für eine Sanierung dringend empfohlen. Nach unseren Recherchen entspricht bei nur knapp 10% der Gebäude die Ausbildung der Rettungswegsituation den heutigen Anforderungen entspricht.

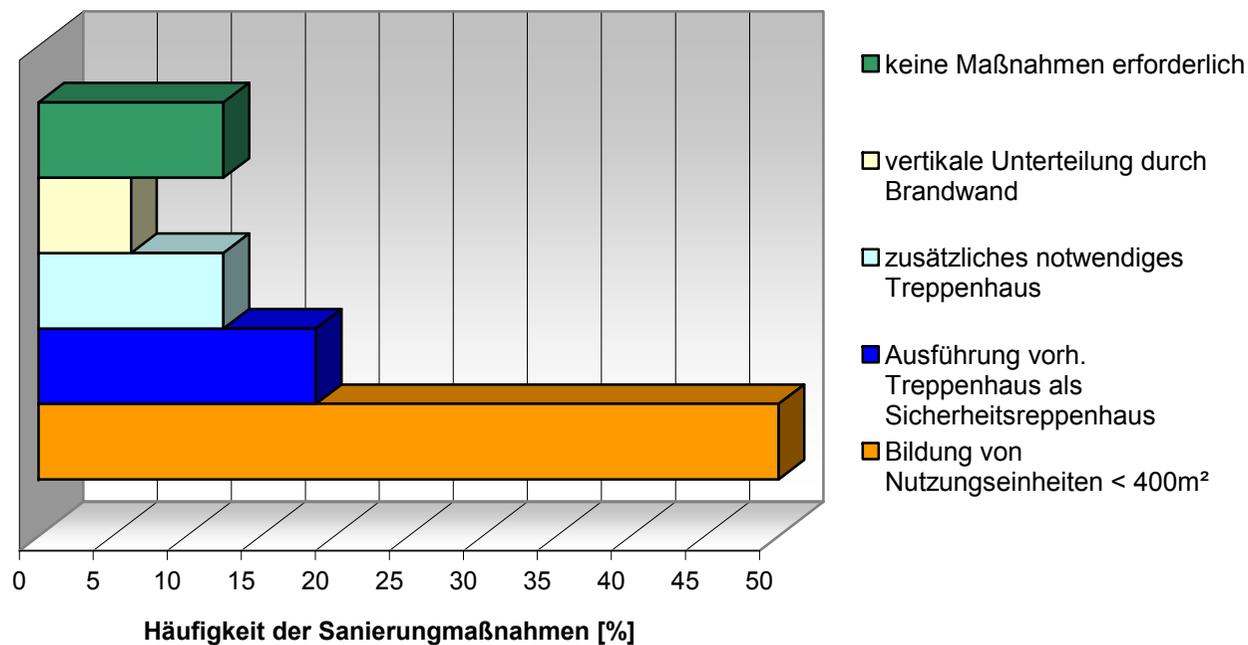


Abbildung 111 Anwendungshäufigkeit der Sanierungsmaßnahmen

Nachfolgend werden zur Beschreibung der Rettungsweglängen, der Brandabschnittslängen sowie der Größe der Nutzungseinheiten unter anderem Boxplots verwendet. Die Konzentration liegt dabei auf der Ausbildung der horizontalen Rettungswegsituation. Auf die Feuerwiderstandsdauer der Bauteile, insbesondere auf die der Decken, wird in Abschnitt 6 eingegangen.

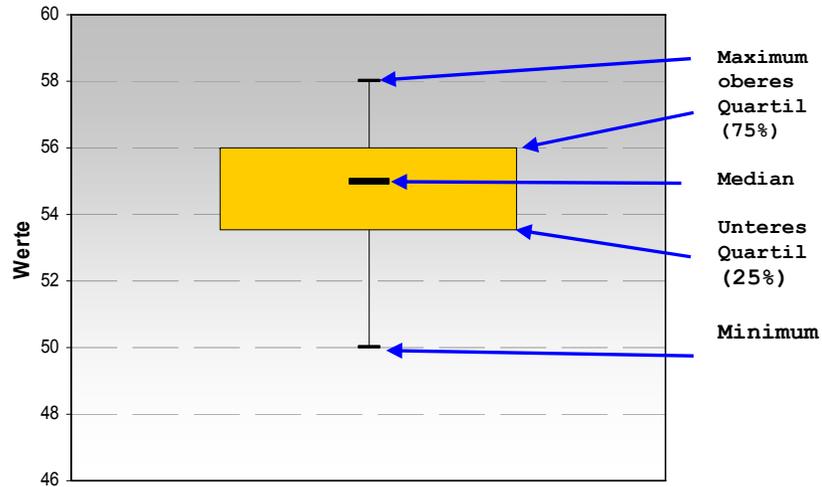


Abbildung 112 Beispiel für den Aufbau eines Boxplots

Die Box wird durch das obere und untere Quartil bestimmt und umfasst 50% der Daten. Die Länge der Box ist als Maß für die statistische Streuung anzusehen. In ihr befindet sich der Median, welcher durch seine Lage einen Eindruck von der Schiefe der den Daten zugrunde liegenden Verteilung vermittelt. Zusätzlich sind der Maximal- und Minimalwert durch einen horizontalen Strich markiert.

4.2 Horizontale Länge des ersten Rettungsweges

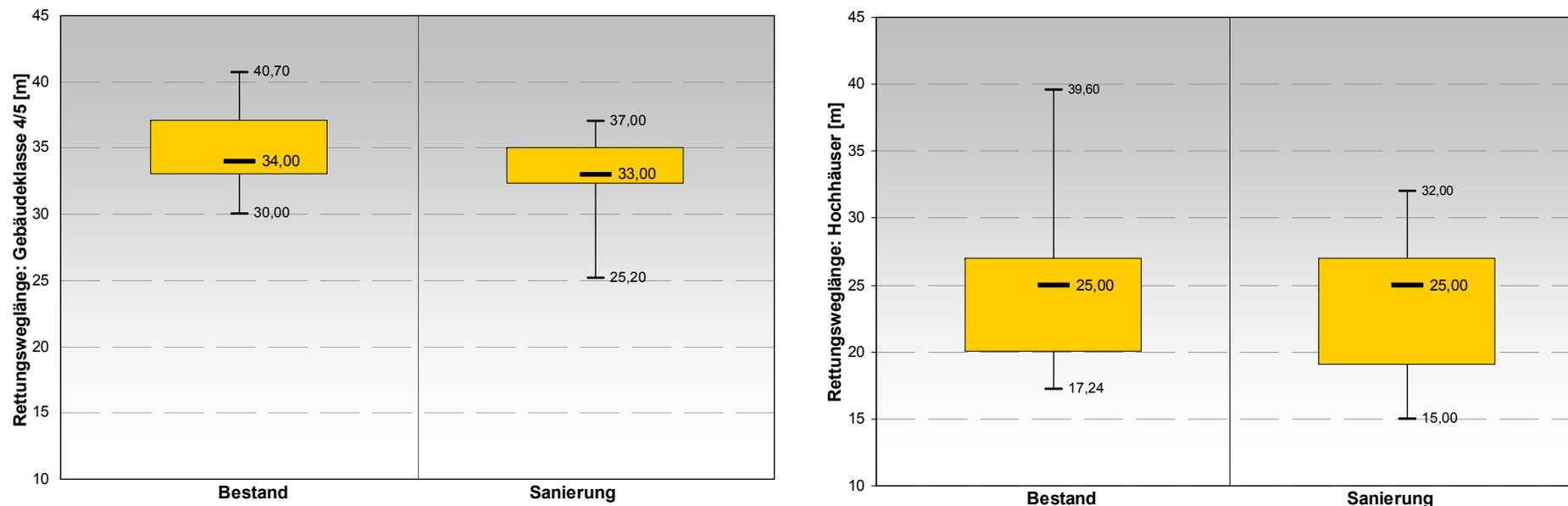


Abbildung 113 Boxplots in Abhängigkeit von der Rettungsweglänge

Bei der Betrachtung der horizontalen Länge des ersten Rettungsweges muss zwischen Gebäuden der Gebäudeklassen 4 bzw. 5 und Hochhäusern unterschieden werden, da sich die Vorgaben diesbezüglich unterscheiden. So darf der Weg bei der Gebäudeklasse 4 und 5 35m nicht überschreiten, wohingegen die Vorgabe bei Hochhäusern 25m beträgt. Es ist zu erkennen, dass bei den meisten Gebäuden die Vorgaben eingehalten werden bzw. nicht wesentlich von ihnen abweichen. Einzelne Ausreißerwerte konnten z.B. durch die Flucht, andere Nutzungseinheiten oder ein zusätzliches Treppenhaus abgemindert werden.

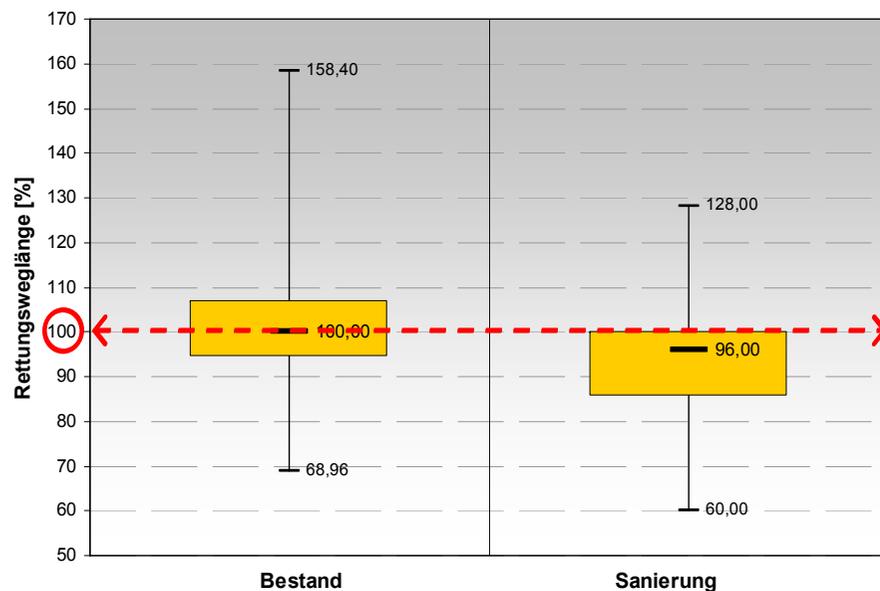


Abbildung 114 Boxplot in Abhängigkeit von der Rettungsweglänge (GKL 4/5 + HH)

Obiges Diagramm fasst die Gebäudeklassen 4 und 5 sowie die Hochhäuser zusammen. Eine Rettungsweglänge von 25m bei den Hochhäusern und 35m bei den restlichen Gebäuden entspricht dem 100%-Wert. Durch die empfohlenen Sanierungsmaßnahmen konnte die Rettungswegsituation verbessert werden, so dass die Vorgaben weitestgehend eingehalten werden (basierend auf 13 Gebäuden).

Im Einzelfall muss dennoch die jeweilige Landesbauordnung betrachtet werden, da die Vorgaben in Abhängigkeit von dem Bundesland variieren können.

4.3 Länge der Brandabschnitte

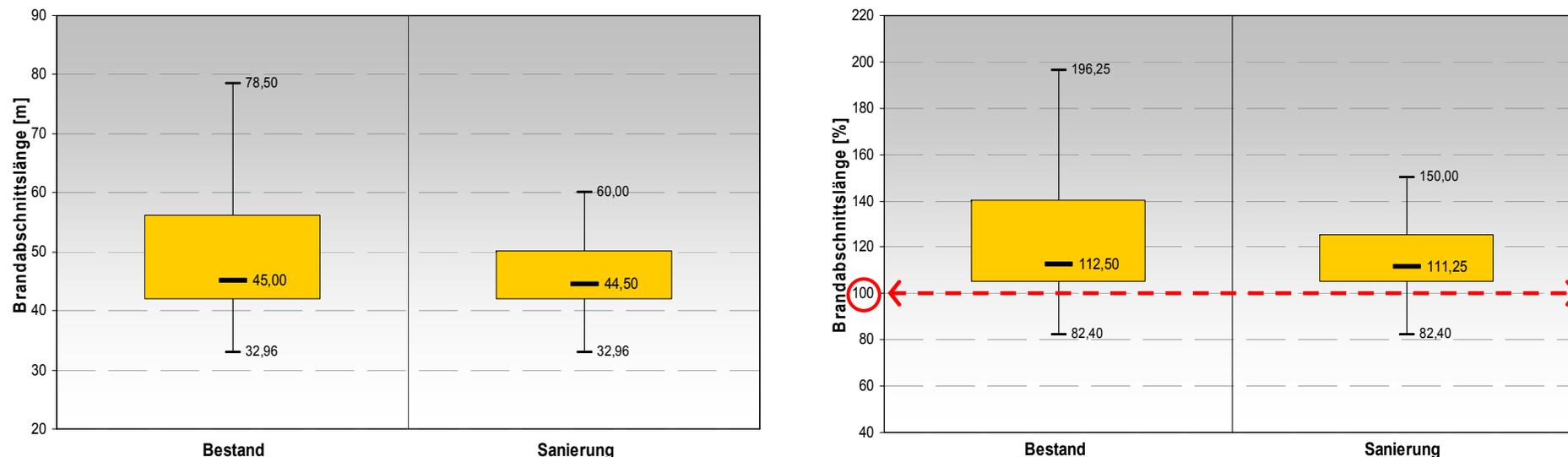


Abbildung 115 Boxplots in Abhängigkeit von der Brandabschnittslänge

Die sowohl in der MBO 2002 als auch zumeist in den Landesbauordnungen geforderte maximale Brandabschnittslänge für die Gebäudeklassen 4 bzw. 5 und Hochhäusern beträgt 40m. Obige Diagramme zeigen die Ergebnisse der untersuchten Gebäude bezüglich der maximalen Länge der Brandabschnitte vor und nach den Sanierungsmaßnahmen an. Die Grundlage bildet eine Menge von 16 Gebäuden. Bei dem rechten Diagramm wird eine Länge von 40m als 100%-Wert definiert. Es ist zu erkennen, dass der Großteil der Gebäude die Vorgaben nicht einhält. Auch ist ein starker Ausreißerwert zu beobachten, der jedoch im Sanierungsvorschlag durch die Anordnung einer Brandwand zur vertikalen Unterteilung um etwa die Hälfte verringert wird. In den meisten Fällen bilden die Außenwände der Gebäude zugleich den einzigen vertikalen Brandabschnitt. Eine nachträgliche Unterteilung ausgedehnter Gebäude ist zumeist nur mit großen Aufwand und erheblichen Kosten verbunden. Daher wird überwiegend die Überschreitung der maximalen Brandabschnittslänge durch andere Maßnahmen kompensiert.

#### 4.4 Größe der Nutzungseinheiten

Bei Gebäuden, die in Nutzungseinheiten mit Grundflächen von weniger als 400m<sup>2</sup> aufgeteilt sind, kann aufgrund der 400m<sup>2</sup>-Regelung auf die Anordnung eines notwendigen Flurs verzichtet werden. Dadurch können alle Formen der Büroorganisation wie z.B. Großraum- oder Kombibüros realisiert werden, im Wesentlichen ohne weitere Brandschutzaufgaben erfüllen zu müssen. Darüber hinaus entfällt eine eventuell vorhandene Stichflurproblematik.

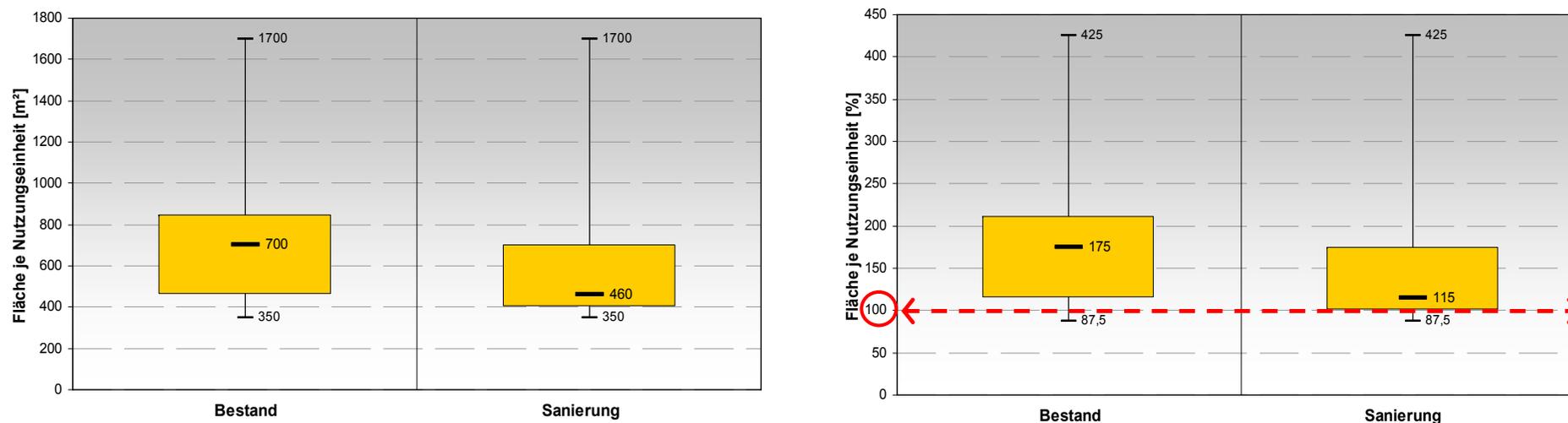


Abbildung 116 Boxplots in Abhängigkeit von der Größe der Nutzungseinheiten

Es wird deutlich, dass bei etwa der Hälfte der Gebäude nach den jeweiligen Sanierungsmaßnahmen auf die 400m<sup>2</sup>-Regelung zurückgegriffen werden kann. Der Median wird von 175% auf 115% reduziert. Auch hier basieren die Werte auf der Grundlage von 13 untersuchten Gebäuden.

### 5 Lösungsvorschläge zur Anpassung des Brandschutzes an den Stand der Technik

Die Untersuchung macht deutlich, dass bei vielen Gebäuden nach heutigen Vorschriften Defizite bei der Betrachtung der Rettungswegsituation vorzufinden sind.

Die Anpassung der Brandschutzmaßnahmen rechtmäßig bestehender Gebäude an heutige Regeln kann nur gefordert werden, wenn dies im Einzelfall wegen der Sicherheit für Leben und Gesundheit erforderlich ist. Ansonsten kann der Brandschutz nach oben genannten Bedingungen geltend gemacht werden, so dass lediglich Anpassungsmaßnahmen erfolgen sollten, die keine unzumutbaren Mehrkosten verursachen.

Fehlt beispielsweise der zweite, unabhängige Rettungsweg oder besitzt ein Hochhaus nur ein notwendiges Treppenhaus als ortsfesten Rettungsweg, so kann davon ausgegangen werden, dass unmittelbare Gefahr für das Leben der Mitarbeiter bei einem Brand besteht. Eine Anpassung der Brandschutzmaßnahmen aus heutiger Sicht wird somit erforderlich.

Ausgedehnte Gebäude lassen relativ leicht und verhältnismäßig kostengünstig durch F-90 Trennwände in mehrere, kleinere Nutzungseinheiten gliedern. Vorausgesetzt, von jedem Abschnitt ist ein Treppenraum direkt zugänglich. Durch die 400m<sup>2</sup>-Regelung werden damit keine zusätzlichen Anforderungen an die Ausbildung von notwendigen Fluren gestellt (Raumabschluss, Bildung von Rauchabschnitten etc.). Es können sämtliche Formen der Büroorganisation im Wesentlichen ohne weitere Vorgaben realisiert werden. Zudem entfällt eine etwaige Stichflurproblematik. Nach unseren Recherchen können auch Nutzungseinheiten mit mehr als 400m<sup>2</sup> unter diese Regel fallen, wenn die Überschreitung nur geringfügig ist, die Bildung eines neuen Brandabschnittes wenig Einfluss auf die Sicherheit haben und/oder eine anlagentechnische Maßnahme ergänzt wird.

Ein wesentlicher Baustein zum Erreichen der Schutzziele ist die Einhaltung der Rettungsweglänge. Da die meisten Gebäude eine Ausdehnung von ca. 40m haben, wird die Rettungsweglänge häufig eingehalten. Bei ausgedehnten Gebäuden sind meist Brandwände zur Unterteilung angeordnet. Sind Nutzungseinheiten durch Brandwände getrennt, gilt die Flucht durch die benachbarte Nutzungseinheit als Kompensationsmaßnahme zur Verringerung der Rettungsweglänge. Deutliche Überschreitungen erfordern die Ergänzung durch einen weiteren Treppenraum.

Letztendlich sind in dem anlagentechnischen Brandschutz Kompensationsmaßnahmen zu sehen, wenn die bauliche Situation sonstige Anpassungsmaßnahmen nicht zulässt. Denkbar sind flächenmäßige Sprinkleranlagen und Rauch- bzw. Feuermelder.

Der organisatorische Brandschutz stellt zudem eine zusätzliche, präventive Maßnahme dar, um die Auswirkungen eines Schadenfeuers zu beschränken. Durch Feuerlöscher, Flucht- und Rettungspläne und gut erkennbare Notausgänge sowie Schulung der Mitarbeiter bezüglich des Verhaltens im Brandfall lässt sich der durch einen Brand verursachte Schaden reduzieren.

## 6 Feuerwiderstand der Bauteile

### 6.1 Einleitung

Das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen wird in der DIN 4102 geregelt. Die Erstausgabe, bestehend aus 3 Teilen, wurde 1940 eingeführt. Im Laufe der Zeit erfolgte eine stetige, umfangreichere Weiterentwicklung. So wurde die Norm 1965 inhaltlich neu in 5 Teile gegliedert und erfuhr eine bis heute andauernde Titeländerung. Aktuell umfasst die DIN 4102 insgesamt 22 Teile. Daraus wird ersichtlich, dass die Betrachtung des Brandverhaltens von Baustoffen und Bauteilen immer differenzierter erfolgte. Dem Brandschutz wurde im Laufe der Entwicklung eine immer größer werdende Bedeutung zugeschrieben.

Neben der Unterteilung von Baustoffen nach ihrem Brandverhalten in die Brennbarkeitsklassen A (nicht brennbare Baustoffe) und B (brennbare Baustoffe) werden Bauteile bezüglich ihres Brandverhaltens anhand von Feuerwiderstandsklassen klassifiziert (s.

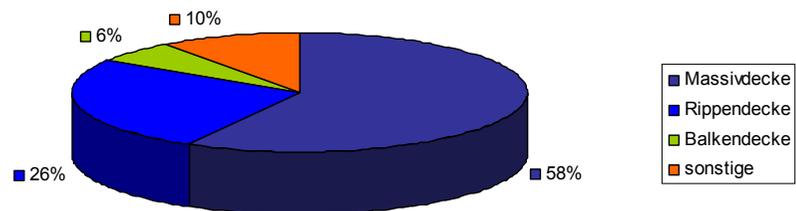
Tabelle 12 Feuerwiderstandsklassen der Bauteile). Die Feuerwiderstandsklasse gibt die Dauer eines Bauteils in Minuten an, in der es im Brandfall seine Funktion behält.

<b>bauaufsichtliche Bezeichnung</b>	<b>Kurzbezeichnung</b>
feuerhemmend	F30
hochfeuerhemmend	F60
feuerbeständig	F90
hochfeuerbeständig	F120
höchstfeuerbeständig	F180

**Tabelle 12 Feuerwiderstandsklassen der Bauteile**

Die Erstausgabe der DIN 4102 unterschied die Klassen F30, F90 und F180. Erst 1970 erfolgte eine weitere Untergliederung mit den Feuerwiderstandsklassen F60 und F120. Die Anforderung an die Bauteile ergibt sich zum einen aus der Funktion des Bauteils selbst (z.B. tragendes Bauteil, Brandwand etc.) und zum anderen aus der Einteilung des Gebäudes in eine in der entsprechenden Landesbauordnung geregelten Gebäudeklasse.

Bei der Beurteilung der Bauteile bezüglich ihres Brandverhaltens stellte sich heraus, dass bei den untersuchten Gebäuden Defizite im Brandschutz nach heutiger Sicht hauptsächlich bei den Decken vorzufinden sind. Wegen des großen Anteils an Massiv- und Rippendecken bei der Gebäudeaufnahme (84%) werden im Folgenden diese beiden Deckensysteme genauer untersucht. Dabei wird anhand von Beispielen aufgezeigt, wie sich die Anforderungen der DIN 4102 seit ihrer erstmaligen Einführung von 1940 bis zur aktuellen Norm entwickelt haben. Dadurch lassen sich Rückschlüsse auf eventuell erforderliche Ertüchtigungsmaßnahmen ziehen, um den Anforderungen der aktuellen Regelung gerecht zu werden.



**Abbildung 117**  
**Verteilung der Deckensysteme bei den untersuchten Gebäuden**

**6.2 Feuerwiderstandsdauer von Massivdecken**

Decken müssen als tragende und raumabschließende Bauteile zwischen Geschossen im Brandfall ausreichend lang standsicher und widerstandsfähig gegen die Brandausbreitung sein. In allen Geschossen wird daher eine in Abhängigkeit von der Gebäudeklasse entsprechende Feuerwiderstandsklasse der Decken gefordert. Im Allgemeinen müssen sie als feuerbeständige Bauteile (F90) ausgebildet werden. Von großer Bedeutung ist der Schutz der Bewehrung im Brandfall, um den Stahl vor Erhitzung zu schützen.

**Regelung für Massivdecken (F90):**

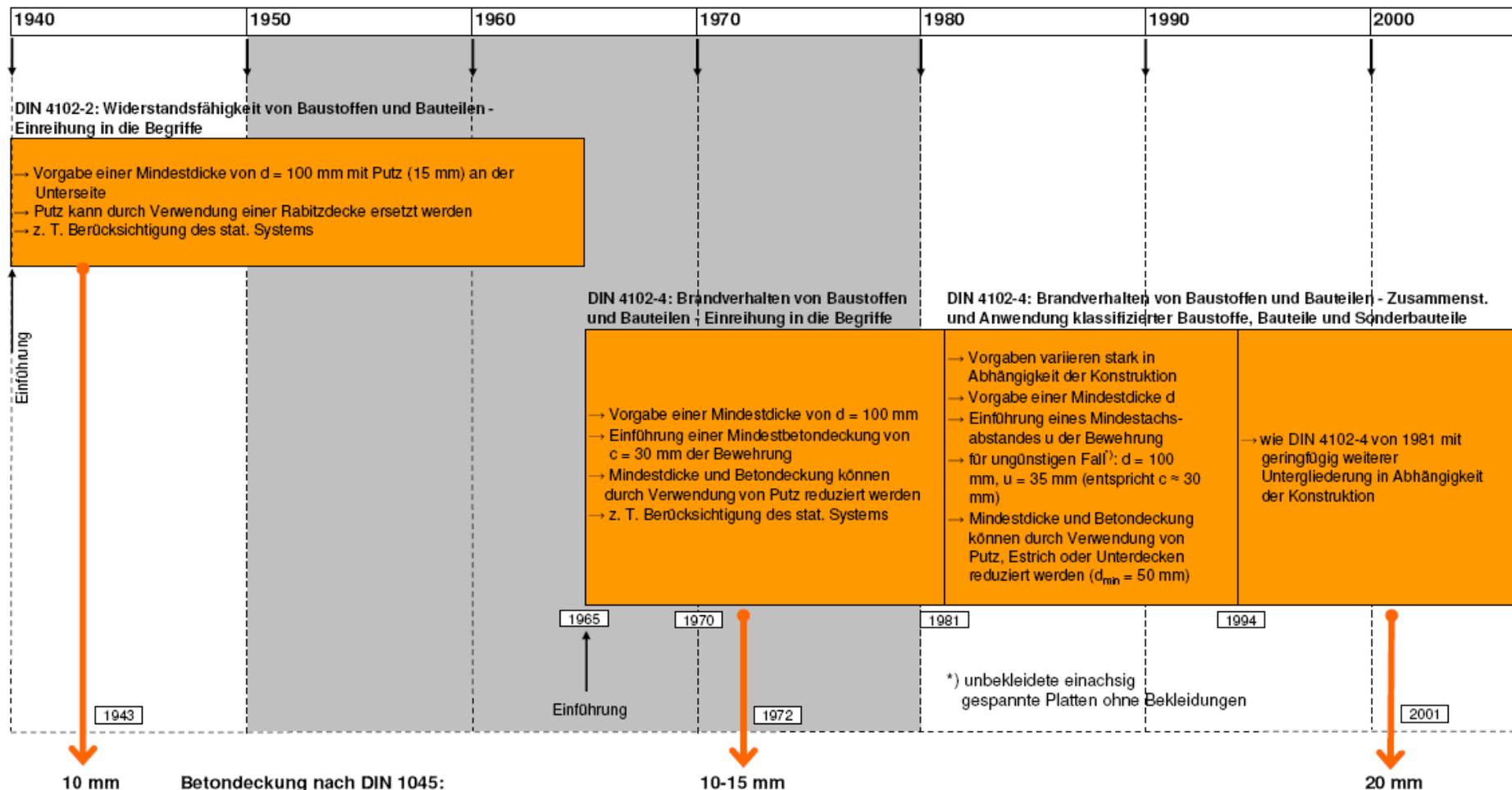


Abbildung 118 Entwicklung der Anforderungen an Massivdecken nach DIN 4102

Abbildung 118 zeigt die Entwicklung der Anforderung an Massivdecken mit der Feuerwiderstandsdauer F90 über die Zeit auf. Es ist zu erkennen:

- 1940 war nur die Vorgabe einer Mindestdicke der Platte mit Putzbeschichtung an der Unterseite einzuhalten, um die geforderte Feuerwiderstandsdauer zu erreichen. Das statische System der Decke hatte nur geringen Einfluss auf die Konstruktionsvorgaben.
- 1965 wurden die Anforderungen an Massivdecken durch die Vorgabe einer Mindestbetondeckung  $c$  der Bewehrung erweitert. Die Verwendung von Putz zur Abminderung der Mindestdicke der Platte und der Betondeckung der Feldbewehrung war möglich.
- 1981 wurde die DIN 4102 von Grund auf überarbeitet. Die Vorgaben variierten nun stark in Abhängigkeit der Konstruktion (z.B. stat. Lagerung, 1-achsig bzw. 2-achsig gespannt, Unterdecken usw.). Der Umfang der DIN 4102 nahm enorm zu. Neu war zudem die Einführung eines Mindestachsabstandes  $u$  der Bewehrung. Es musste für jedes statische System geprüft werden, welche Vorgaben zur Erreichung der Feuerwiderstandsdauer einzuhalten waren. Die Verwendung von Beschichtungen wie Putz und Estrich aber auch die Konstruktion von Unterdecken sind möglich, um Plattendicke und Betondeckung abzumindern.
- Die aktuelle DIN 4102-4 von 1994 basiert auf der Ausgabe von 1981 und enthält ähnliche Vorgaben. Lediglich eine weitere geringfügige Untergliederung der Konstruktion ist enthalten.

In der Phase der Kostenabschätzung dient dieses Zeitdiagramm als Orientierung für eventuell bevorstehende Maßnahmen zur Ertüchtigung einer Massivdecke des betrachteten Zeitraumes in eine feuerbeständige Konstruktion aus heutiger Sicht. Dabei muss beachtet werden, dass die aktuellen Vorschriften sehr differenziert ausfallen. In Abhängigkeit vom statischen System ändern sich die Anforderungen. Eine Stahlbetonmassivdecke von 1959 mit F90-Anforderungen nach damaliger Normung hat eine Betondeckung  $c=1\text{cm}$  und  $1,5\text{cm}$  Putz. Unter der Voraussetzung, dass die vorhandene Bewehrung aus  $10\text{mm}$  Stäben besteht und der Putz zur Betondeckung angerechnet werden darf, entspricht das einem Achsabstand  $u=1,5\text{cm} + 1,0\text{cm} = 2,5\text{cm}$ . Damit würden Decken, die zweiachsig gespannt sind, die Kriterien für eine feuerbeständige Konstruktion erfüllen. Einachsig gespannte Platten machen Ertüchtigungsmaßnahmen erforderlich.



Abbildung 119 Definition des Achsabstandes  $u$

### 6.3 Feuerwiderstand von Rippendecken

Bei den Rippendecken zeigt sich eine ähnliche Entwicklung wie bei den Massivdecken.

#### Regelung für Rippendecken, ohne Füllkörper (F90):

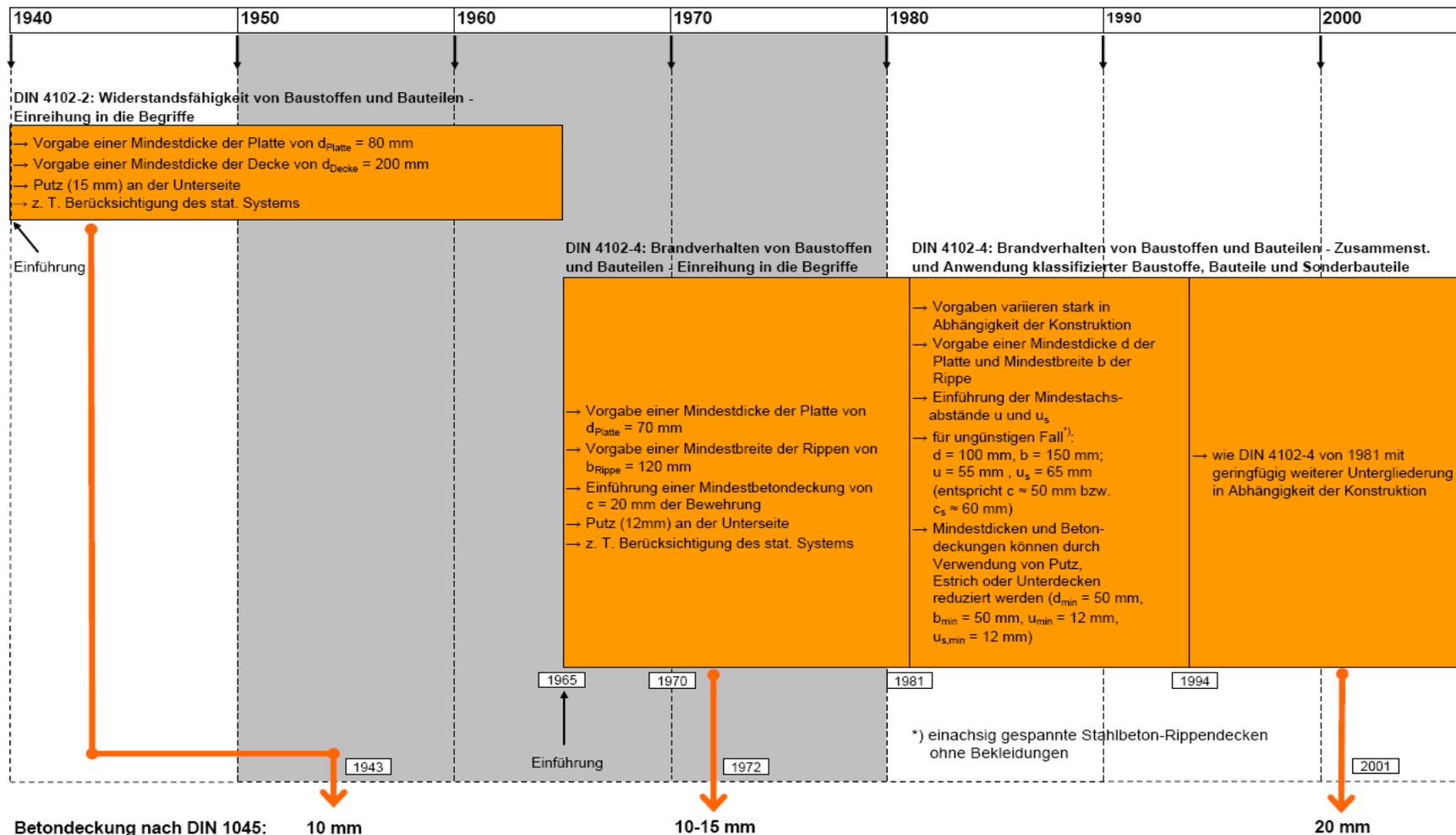


Abbildung 120 Entwicklung der Anforderungen an Rippendecken nach DIN 4102

Abbildung 120 zeigt:

- 1940 war zum Erreichen der Feuerwiderstandsdauer F90 die Vorgabe einer Mindestdecke der Platte und der Decke einzuhalten. An der Unterseite der Rippendecke musste zudem eine Putzschicht angebracht sein.
- 1965 wurden die Vorgaben einer Mindestbreite der Rippe und der Platte sowie eine Mindestbetondeckung der Bewehrung eingeführt. Das statische System wurde auch hier nur im Einzelfall berücksichtigt. Eine Putzschicht war weiterhin erforderlich.
- 1981 erfolgte eine Komplettüberarbeitung der DIN 4102. Die Vorgaben variierten wiederum stark in Abhängigkeit der Konstruktion. Der Umfang der DIN 4102 nahm enorm zu. Es wurden Vorgaben von Mindestachsabständen  $u$  und  $u_s$  der Bewehrung eingeführt. Für jedes statische System musste geprüft werden, welche Konstruktionsvorgaben einzuhalten waren. Weiterhin waren die Verwendung von Beschichtungen und Unterdecken möglich, um die Mindestdicken sowie die Betondeckung zu reduzieren.
- Die aktuelle DIN 4102-4 von 1994 basiert auf der Ausgabe von 1981 und enthält ähnliche Vorgaben. Lediglich eine weitere geringfügige Untergliederung der Konstruktion ist enthalten.

Beispiel: Wenn vorliegende Rippendecken ohne Füllkörper aus dem Jahr 1962 stammen und sie nach damaligen Vorschriften als feuerbeständig eingestuft wurden, müssen sie es heute nicht mehr zwangsläufig sein. Im Allgemeinen sind die vorhandene Betondeckung und die Rippenbreite maßgebend. Nach unseren Recherchen liegt die Betondeckung in dieser Decke bei etwa 1cm zzgl. Putz. Bei einer Decke, die als Einfelddecke ausgebildet wurde, sind heute mindestens 4cm erforderlich. Aus dieser Betondeckung ergibt sich auch eine Mindestbreite der Rippen, die damals ohne Anforderungen war.

Im Kapitel Tragwerk Abschnitt 3 werden die Vor- und Nachteile der Deckensysteme und ihre Anwendungshäufigkeit innerhalb des Forschungsprojektes beschrieben. Dort sind auch die Ergebnisse für den Brandschutz dargestellt.

Wegen der starken Differenzierung der statischen Systeme in der aktuellen DIN 4102 (von 1994) muss jeder Einzelfall untersucht werden.

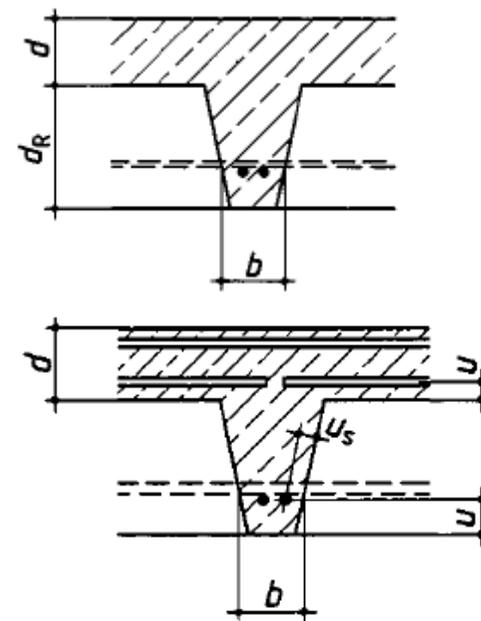


Abbildung 121 Definition des Achsabstandes  $u$  für Rippendecken

Bei der genauen Betrachtung des Feuerwiderstandes sind folgende Fragen sind zu klären:

- Welche Anforderungen werden an die Decke gestellt?
- Welches statische System liegt vor?
- Welche Betondeckung ist vorhanden?
- Wie dick ist die Platte?
- Welcher Fußbodenaufbau liegt vor?
- Entspricht der vorhandene Putz den Anforderungen der DIN 4102, um auf die vorhandene Betondeckung angerechnet werden zu können?
- Ist eine abgehängte Decke vorhanden und kann sie als Brandschutzverkleidung angesetzt werden?

### **7 Zusammenfassung Brandschutz**

Der bauliche Brandschutz der meisten Gebäude entspricht nicht den heutigen Anforderungen. Er ist im Falle einer Sanierungsmaßnahme zu verbessern. Der Aufwand für die Ertüchtigung ist in Abhängigkeit von der Gesamtbaumaßnahme zu leisten. Ein Gebäudeeigner kann die beigefügten Checklisten zur Einschätzung seines Gebäudes nutzen, um sich einen Überblick über die Defizite des Gebäudes zu machen. Erstrebenswert sind immer Nutzungseinheiten mit einer Größe <400m<sup>2</sup> mit direktem Zugang zu den Treppenträumen. Diese Struktur ist ausgesprochen kostengünstig zu erreichen und in Kombination mit einer Sprinkleranlage auf dem Stand der Technik. Als Ausblick auf den zukünftigen Brandschutz lässt sich der Entwurf der Musterhochhausrichtlinie hinzuziehen, in der vom Abschottungsprinzip Abstand genommen wird, um unter Zuhilfenahme von Anlagentechnik die gleiche Sicherheit zu bieten mit dem baulichen Brandschutz. Der bauliche Brandschutz ist ein wichtiger Kostentreiber bei der Sanierung der Bürogebäude der 50er, 60er und 70er Jahre. In Zusammenarbeit mit Versicherungen lässt sich jedoch durch Rabatte in der Gebäudeversicherung ein Teil der Kosten kompensieren.

**7.3 Tragwerk****Inhaltsverzeichnis**

1	Bauwerkstypen und deren Aussteifungskonzepte.....	147
1.1	Massivbauweise.....	147
1.1.1	Massivbauten mit tragenden Längswänden.....	148
1.1.2	Massivbauten mit tragenden Querwänden.....	149
1.2	Skelettbauweise.....	149
1.2.1	Aussteifungstragwerke.....	150
1.2.2	Stockwerkrahmen.....	151
1.2.3	Wandscheiben.....	152
2	Deckensysteme der 50er, 60er, 70er Jahre.....	153
2.1	Einleitung.....	153
2.2	Massivdecken.....	156
2.2.1	Balkendecken.....	158
2.2.2	Plattenbalkendecken.....	158
2.2.3	Stahlbetonrippendecken.....	159
2.2.4	Plattendecken.....	160
2.2.5	Hohlplattendecken.....	162
2.2.6	Stahlsteindecken.....	162
2.2.7	Hohlkörperdecke.....	162
2.2.8	Stahlzellendecken.....	164
3	Bauwerkstypen und Deckensysteme an den untersuchten Gebäuden.....	165
3.1	Besonderheit Planunterlagen und Bestandsuntersuchungen.....	165
3.2	Bauwerkstypen.....	165
3.3	Deckensysteme.....	167
3.4	Ergebnisse.....	169
4	Historische Werkstoffe und ihre Anwendung nach aktueller Normung.....	171
4.1	Einleitung.....	171
4.2	Betonstahl.....	172
4.3	Beton.....	176
4.4	Objektbezogene Auswertung für Beton und Betonstahl.....	180
4.5	Ermittlung der erforderlichen Bewehrung für bestehende Decken.....	183
5	Zusammenfassung Tragwerk.....	185

### 1 Bauwerkstypen und deren Aussteifungskonzepte

#### 1.1 Massivbauweise

In Massivbauweise errichtete Büro- und Geschäftshäuser wurden in aller Regel vermehrt in der Zeit des Wiederaufbaus und der schwierigen Beschaffung von Baumaterial bis 1950 gebaut. Am Beispiel von West-Berlin beschränkte sich die geringe Bautätigkeit bis 1950 hauptsächlich auf Instandsetzungsarbeiten. Ziegel wurden als Großteil des benötigten Baumaterials aus der Enttrümmerung der Städte gewonnen. Mit dem Anstieg der Bautätigkeit reichten die so gewonnenen Ziegel nicht mehr aus, so dass man aus der Wiederverwendung von gebrochenen Trümmerziegeln als Ziegelsplitt-Zuschläge neuartige Hohlblocksteine entwickelte. Bis Mitte der 50er Jahre wurden noch überwiegend Bürogebäude in Massivbauweise errichtet. Mit der Forderung nach mehr Flexibilität der Grundrisse setzt sich die Skelettbauweise zumindest als Mischform in der Massivbauweise durch.

Unter der Massivbauweise von Bauwerken versteht man die Herstellung der tragenden Konstruktionsteile aus Mauerwerk, Beton, Stahlbeton und Spannbeton.

Das Gefüge der Massivbauweise wird auch als Wandbau bezeichnet. In diesem Gefüge haben Wände und Decken durch das Zusammenwirken eine tragende und aussteifende Wirkung. Als vertikale Stütztragwerke können dabei die Wände angesehen werden, die statisch als eine stehende Scheibe beansprucht werden. Die Deckentragwerke aus Stahl und Beton stellen dagegen als flächenstabile Scheiben eine wirksame Horizontalaussteifung des Bauwerkes dar. Aus den vertikalen Wandscheiben und den horizontalen Deckenscheiben ergibt sich eine Art Kistensystem. Dies stellt die konstruktive Grundlage des mehrgeschossigen Massivbaus dar und macht das Bauen mit relativ hohen und dünnen Wänden erst möglich.

### 1.1.1 Massivbauten mit tragenden Längswänden

Bei Massivbauten mit tragenden Längswänden werden die Decken- und Dachkonstruktionen quer zum Baukörper gespannt und tragen ihre Lasten auf die inneren und äußeren Längswände ab. Dabei werden diese von den Geschossdecken und nicht tragenden Querwänden ausgesteift. Die Abstände der Längswände ergeben sich aus den Stützweiten der überdeckenden Deckenkonstruktion und betragen 4 - 6 m. Bei zwei Deckenfeldern mit einer inneren tragenden Längswand ergibt sich eine Gebäudetiefe von 8 - 12m. Bei größeren Gebäudetiefen sind 3 Deckenfelder mit zwei inneren tragenden Längswänden wirtschaftlicher. In

Abbildung 122 ist ein Beispiel für eine Bürohauskonstruktion in Mauerwerk dargestellt. Zwischen den geschosshohen Fenster- und Brüstungselementen sind tragende Wandscheiben vorgesehen. Tragende Längswände sind als einzelne Wandteile aus dem Mauerwerk aufgelöst. Die Deckenkonstruktion ist quer zum Baukörper gespannt und liegt sowohl auf den Außenwänden als auch auf den inneren Flurwänden auf. In Verbindung mit senkrecht stehenden Giebelwänden aus Stahlbeton wird gleichzeitig eine Queraussteifung des Gebäudes erreicht. Durch die Zusammenfassung der horizontalen Deckenscheiben und der vertikalen Endscheiben zu einem windsteifen Tragwerk kann bei einer nicht zu großen Länge des Bauwerks auf zusätzliche aussteifende Querwände verzichtet werden.

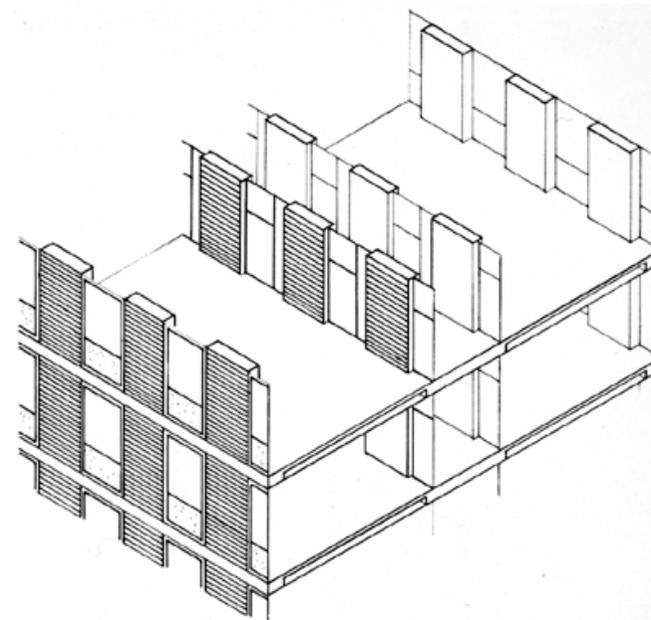


Abbildung 122 Bürohauskonstruktion in Mauerwerk

### 1.1.2 Massivbauten mit tragenden Querwänden

Neben Massivbauten mit tragenden Längswänden können Gebäude in Massivbauweise auch mit tragenden Querwänden erstellt werden. Diese Bauweise mit tragenden Querwänden bezeichnet man auch als Schottenbauweise, Lamellenbauweise oder „Hamburger Bauweise“. Bei Bauten mit tragenden Querwänden werden die Decken- und Dachkonstruktionen in Längsrichtung des Bauwerks von Querwand zu Querwand gespannt. Die Außenlängswände haben keine tragende Aufgabe, sie dienen lediglich dem Raumabschluss und dem Wärmeschutz des Raumes. Dadurch wird eine Trennung der tragenden und dämmenden Glieder in der Wandbauweise erreicht. Durch die Anordnung der tragenden Querwände im Grundriss erhält man zellenförmige Raumanordnungen, die relativ unflexibel sind. Daher wird diese Bauweise vornehmlich im Wohnungsbau angewendet

### 1.2 Skelettbauweise

In den 50er Jahren haben sich die Tragwerke von Bürogebäuden in Skelettbauweise gegenüber der Massivbauweise immer mehr durchgesetzt. Begünstigt wird diese Entwicklung durch den Wunsch nach maximaler natürlicher Belichtung und größerer Flexibilität der Nutzflächen. Die Grundrisse sollen den oft wechselnden funktionellen Anforderungen leicht und ohne großen Aufwand angepasst werden können. Im Gefüge des Massivbaus sind die Festlegung der Raumgrößen und die Freiheit der Grundrissgestaltung durch das statisch erforderliche Zusammenwirken der raumbildenden Bauteile relativ eng begrenzt. Die statische Aufgabe der tragenden und aussteifenden Wände und Decken steht nachträglichen Veränderungen entgegen.

Gebäude in Skelettbauweise sind vielgeschossige Bauwerke, bei denen die Gebäudelasten über stab- und balkenartige, vertikale und horizontale Tragwerkselemente zusammengeführt und an wenigen Stellen punktuell abgeführt werden. Somit stellt die Skelettbauweise eine Alternative zum Wandbau dar, in der die Lasten über tragende Wandscheiben linear abgetragen werden.

Beim Massivbau bilden die raumabschließenden Scheiben der tragenden Wände das Tragwerk. Im Gegensatz dazu ist beim Skelettbau das Tragwerk (Tragskelett) funktionell und konstruktiv ganz deutlich von den Elementen der Außenhülle sowie des Innenausbaus getrennt. Während die Wände lediglich nicht tragende Raumabschlüsse darstellen, werden alle Lasten über das Skelett abgetragen.

Das Tragwerk ist im Wesentlichen ein Tragskelett, ein sog. „Gerippe“, das zum einen vertikale Einwirkungen infolge Eigenlasten, Auflasten und Nutzlasten abträgt und zum anderen horizontale Kräfte z. B. infolge von Wind ableitet. Die Hauptelemente der Skelettbauweise sind Stützen und Träger, auf denen die Geschossdecken aufgelagert sind. Sie übernehmen die Funktion der deckentragenden Wände.

Vertikale Tragwerke sind gekennzeichnet durch die besonderen Systeme der Lastenbündelung, der Lastenabführung und der Seitenversteifung. Die Hauptsysteme der Lastenabtragung in Senkrechten sind das Rastersystem, das Kragsystem und das Freispannsystem. Im Rastersystem sind die Punkte der Lasteinleitung gleichmäßig verteilt. Die Lasten jedes einzelnen Geschosses werden pro Raster (Flächeneinheit) zusammengefasst und einzeln abgetragen. Beim Kragsystem liegen die Punkte der Lastenbündelung in der Mitte des Gebäudes. Die Lasten werden in jedem Geschoss zum so genannten Mittelschaft gelenkt und zentral zum Boden abgeleitet. Im Freispannsystem sind die Punkte der Lastbündelung in der Außenhaut angeordnet. Die Lasten werden jeweils in jedem Geschoss zur Außenhaut gelenkt und von dort peripher in den Boden geleitet.

Die Standsicherheit der Skelettbauweise muss durch zusätzliche Maßnahmen sichergestellt werden. Sie ist nur zu gewährleisten durch eine ausreichende räumliche Aussteifung des Tragsystems in mindestens drei zueinander angeordneten Ebenen: durch Scheiben oder Diagonalverbände in der Decken- und Wandebene, durch steife Knoten sowie durch eingespannte Stützen und Träger mit Durchlaufwirkung.

### **1.2.1 Aussteifungstragwerke**

Solange ein Gebäude aus massiven schweren Wänden erstellt und dabei eine bestimmte Höhe nicht überschritten wurde, war es möglich, die anfallenden horizontalen Windkräfte ohne besondere Vorkehrungen aufzunehmen. Die Vielzahl der aussteifenden Längs- und Querwände sorgte von selbst für die Standfestigkeit. Wenn jedoch aufgrund hoher Materialfestigkeiten die tragenden Querschnitte auf ein Minimum gesenkt werden können und wenn an Stelle eines Massivbaues ein filigranes Skelett tritt, dann müssen Maßnahmen zum Aussteifen des Gebäudes getroffen werden.

Die Stabilität eines Gebäudes wird durch die Aussteifung sichergestellt. Das System der Aussteifung leitet alle horizontalen Lasten in die Fundamente ab und bewirkt, dass die horizontalen Verformungen gering gehalten werden.

Die Aussteifungstragwerke können an unterschiedlicher Stelle des Gebäudegrundrisses, als Kern, Außen- oder Innenwand oder auch zur Bildung räumlicher Tragstrukturen, eingesetzt werden.

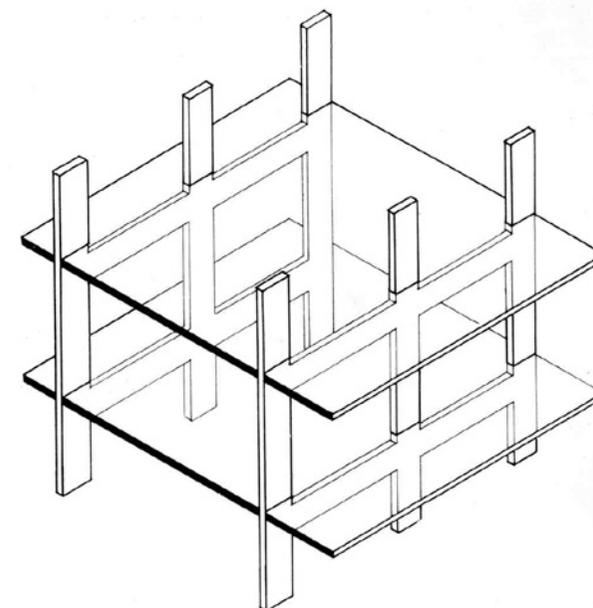
Für die Abtragung der Horizontallasten ist es erforderlich, dass sich in jeder Horizontalebene des Tragwerks mindestens drei Aussteifungselemente befinden, deren Systemachsen sich nicht im selben Punkt schneiden. Vertikale Aussteifungselemente können im Grundriss jeweils so angeordnet werden, dass sie bei den verschiedenen Laststellungen der Horizontallast jeweils den größten Hebelarm zueinander haben.

### **1.2.2 Stockwerkrahmen**

Horizontale Kräfte werden in Rahmensystemen über relativ gedrungene, biege- und schubfeste Stützen und Riegel abgeleitet. Rahmentragwerke werden gebildet aus Zwei- bzw. Dreigelenkrahmen oder aus eingespannten Rahmen. Bei Stockwerksrahmen sind die Stützen und Riegel in den Knoten biegesteif miteinander verbunden. Durch eine Konzentration der Aussteifung auf wenige besonders steife Elemente lassen sich alle anderen Stützen als leichte Pendelstützen ausbilden. Die Deckenscheiben müssen sich hierbei an der Abtragung der Horizontallasten beteiligen. Der Stockwerksrahmen trägt sowohl zur Abtragung der Vertikallasten als auch zur Aussteifung des Tragwerks bei. Durch diese Art der Aussteifung bleiben die Felder zwischen den Stielen frei, so dass die Grundrissflächen frei verwendbar sind.

Die Abbildung 123 Aussteifung durch Rahmenwirkung zeigt die schematische Darstellung der Rahmenwirkung eines Gebäudes. Die Träger und Stützen bilden in Querrichtung des Gebäudes dreistielige Stockwerksrahmen. Jeder Rahmen nimmt infolge seiner Biegesteifigkeit die anfallende horizontale Kraft auf und leitet sie in das Fundament ab. Bei dieser Darstellung wurde der Windangriff in Längsrichtung zunächst außer Acht gelassen. Hier müsste eine zusätzliche Längsaussteifung durch eine Anordnung von Längsbalken, die biegesteif mit den Stützen verbunden werden müssen, erfolgen.

Probleme bei Rahmentragwerken entstehen dadurch, dass die Rahmen relativ weich sind. Verformungen, die durch horizontale Kräfte entstehen, sind demzufolge groß. Zu beachten ist, dass Stahlrahmen weicher sind als Stahlbetonrahmen. Deshalb eignen sich reine Rahmenkonstruktionen hauptsächlich nur für niedrige Gebäude mit wenigen Geschossen.



**Abbildung 123 Aussteifung durch Rahmenwirkung**

**1.2.3 Wandscheiben**

Bei Tragsystemen die mit Wandscheiben ausgesteift sind, werden die horizontalen Kräfte ausschließlich durch steife Wandscheiben abgeleitet. Die Stützen werden als Schwerlaststützen ausgebildet, die zur Aufnahme von Normalkräften dimensioniert sind und statisch als Pendelstützen wirken. Wandscheiben sind vertikal in das Fundament oder in den steifen Kasten der Untergeschosse einbindende Kragträger und verhalten sich in der Ebene wie ein Biegeträger. Die Wandscheiben werden in der Regel aus Stahlbeton hergestellt. An deren Stelle können aber auch Stahlfachwerke angeordnet werden.

Die Ausbildung der Aussteifungselemente als Kerne bei der Skelettbauweise stellt eine weitere Konstruktionsmöglichkeit dar. Dabei werden Stahlbetontragwände zu Kernen zusammengefügt, die gleichzeitig vertikale Erschließungsschächte wie Aufzugs- und Installationsschächte oder Treppenhäuser beherbergen. Dabei können diese räumlichen Tragsysteme als vertikale, in den Baugrund eingespannte Hohlprofilglieder mit schubsteif verbundenen Tragelementen gesehen werden. Sie sind zum Ableiten von vertikalen und horizontalen Lasten geeignet. Das Tragverhalten eines Kerns entspricht dem Verhalten eines dünnwandigen, auskragenden Biegeträgers mit geschlossenem Hohlquerschnitt. Der Hohlquerschnitt ist besonders torsionssteif und weist eine räumliche Steifigkeit und Stabilität auf. Dies ergibt sich aus dem kastenartigen Aufbau mit dem geschlossenen Querschnitt. Kerne können an verschiedenen Stellen des Gebäudegrundrisses angeordnet werden: Innerhalb, am Rand oder außerhalb des Gebäudegrundrisses. Der einzelne Kern sollte im Idealfall möglichst zentral im Bauwerk liegen, um damit resultierende Torsionsbeanspruchungen aus horizontalen Kräften zu minimieren. Um eine größtmögliche Steifigkeit der Kerntragelemente zu erzielen, sollten diese eine möglichst geschlossene Röhre bilden. Aufzugstüren bzw. ein großer Anteil an Öffnungen auf einer Seite im Hohlkastenquerschnitt reduzieren die Steifigkeit und den Tragwiderstand erheblich.

**Einzelne Tragwände**



**Schachtartiger Kern**

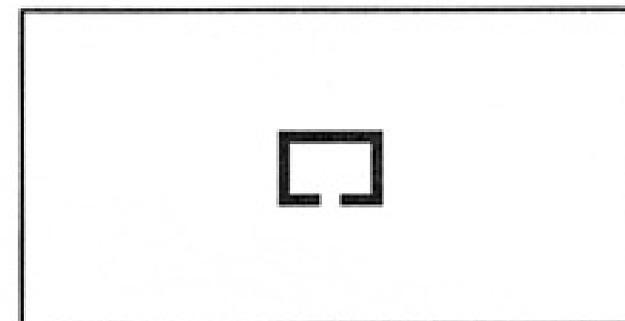


Abbildung 124 Wandscheiben und Kern

### 2 Deckensysteme der 50er, 60er, 70er Jahre

#### 2.1 Einleitung

Deckentragwerke sind die geschossbildenden Tragelemente innerhalb der Gebäude. Sie übernehmen die Funktionen der horizontalen Aussteifung, des Verkehrslastabtrags, der Lastweiterleitung in die vertikale Tragstruktur und Funktionen für die bauphysikalischen Parameter Schallschutz, Brandschutz und ggf. Wärmeschutz.

Besonderheit der Deckentragwerke ist das flache Dach. Als oberster Raumabschluss eines Gebäudes übernimmt das Dach als Teil der Gebäudehülle eine schützende Funktion der darunter liegenden Räume gegen Feuchtigkeit, starke Temperaturschwankungen, Schall und gegen Brandwirkungen. Die bauphysikalischen Funktionen werden von einzelnen Baustoffschichten übernommen, die in ihrer Gesamtheit eine Art flächiges Paket bilden, das zwar trittfest sein muss, sich aber aufgrund der Festigkeit selbst nicht tragen kann.

An das Deckentragwerk werden vielfältige Anforderungen gestellt: So muss die Tragschicht während der gesamten Lebensdauer des Gebäudes als stabile Unterlage für den bauphysikalischen Schichtenaufbau dienen. Demzufolge trägt es neben dem Eigengewicht die Lasten aus den bauphysikalischen Schichten und die von außen auf das Dach wirkenden Lasten aus Verkehr, Wind und Schnee ab. Dabei dürfen die aus der Lastabtragung resultierenden Verformungen der Tragschicht die Funktionsfähigkeit der bauphysikalischen Schichten nicht beeinflussen. Im Bereich des Übergangs von Dachdecke zu Außenwand, d. h. im Auflagerbereich, dürfen auftretende Verformungen der Tragschicht keine statischen oder bauphysikalischen Beeinträchtigungen verursachen. Wenn die lastabtragende Schicht auch lastunabhängige Verformungen erfährt, die beispielsweise aus Temperatur- oder Feuchtigkeitsänderung stammen, sind diese bis auf ein nicht schädigendes Maß zu begrenzen oder konstruktiv zu neutralisieren. Gleichzeitig zu den vorgenannten Anforderungen kann das Dachtragwerk auch weitere Aufgaben übernehmen. Es dient beispielsweise als aussteifende, horizontale Scheibe oder zum Wärme-, Schall- und Brandschutz.

Bis Ende der 30er Jahre wurden Deckenkonstruktionen für große Spannweiten und hohe Lasten unter anderem als Kappendecken hergestellt. Für die Herstellung der Kappendecken verwendete man Walzträger mit I-Profil. Nach der Ära der gemauerten Kappen (bis etwa 1930) wurden die Zwischenräume mit Beton oder Schlackenbeton aufgefüllt.

Die Form der Kappen reduzierte sich in dieser Phase zu einer ca. 12cm dicken Masivdecke, die oberseitig bündig mit den Stahlträgern erstellt wurde und sich unterseitig auf den unteren Flanschen der Stahlträger abstützt. So wird an den Stahlträgern ein zweidimensionaler Spannungszustand erreicht, der diese Decken sehr tragfähig werden lässt. Im Bereich des Industrie- und Geschäftshausbaus folgten den Kappendecken flache, auf Stahlträger aufgelagerte Stahlbetondecken sowie reine Stahlbetonkonstruktionen.

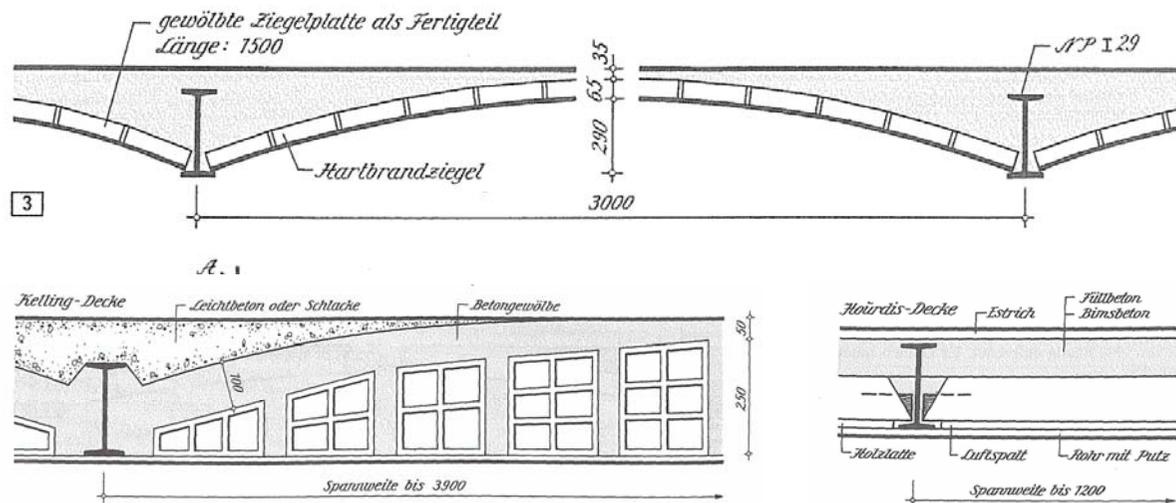


Abbildung 125 Kappendecke

Durch den 2. Weltkrieg wurde ein Großteil der Bausubstanz in Deutschland zerstört. Die folgenden Jahre standen im Zeichen des Wiederaufbaus, sie waren gekennzeichnet durch eine große Knappheit an Roh- und Baustoffen. Die industriell gefertigten Baustoffe wurden vielerorts ersetzt durch Trümmerbauteile der zerstörten Gebäude. Sechs Jahre nach Kriegsende wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Wohnungsbau ein Merkblatt herausgegeben, mit der Aufforderung zur Einsparung von Stahl. Darin heißt es:

„... Vielfach werden heute (1951) Entwürfe vorgezogen, bei denen auf die Notwendigkeit der Stahleinsparung nicht genügend Rücksicht genommen wird, z. B. werden weitgespannte, freitragende Konstruktionen auch heute noch da gewählt, wo sie nicht unbedingt nötig sind.

Man versucht häufig aus ästhetischen Gründen große Öffnungen und Räume ohne Stützen zu schaffen, sichtbare Unterzüge zu vermeiden, Konstruktionen niedrig zu halten und Stützen schlank zu gestalten, auch dort, wo es baulich nicht geboten ist. Der Stahlverbrauch ist hierbei naturgemäß höher als normal.

Gespart werden kann durch:

- Verminderung der Stützweiten
- Anwendung genügend hoher Konstruktionshöhen
- Verwendung von Massivbauarten, Gewölben und Stahlbetonkonstruktionen.

Deckenkonstruktionen im Wohnungsbau und anderen Hochbau:

... Stahlsparende Decken verwenden. Wo möglich, stahlfreie Steindecken.“

Folglich beeinflusste diese wirtschaftspolitische Haltung das Bauwesen nachhaltig. Daraufhin wurden neuartige Deckenbauweisen, wie beispielsweise zahlreiche Stahlleichtträgerdecken als materialsparende Kombination von Stahlfachwerken, Betonstahl sowie eingehängten Formsteinen aus Beton und Ziegeln, verwendet. Erhöhte Schallschutzanforderungen, Vorteile bei der Möglichkeit der zweiachsigen Lastabtragung und die Verwendung von geripptem Betonstahl verhalfen der Stahlbetonplattendecke zur vorrangigen Anwendung.

In den darauf folgenden Jahren wurde es schwieriger, den hohen Bedarf an Arbeitskräften zu decken. Die steigenden Lohnkostenanteile unterstützten die Forderung nach Rationalisierung der Bauverfahren, so dass zunächst insbesondere die Vorfertigung von großformatigen Stahlbetonbauteilen erfolgte. Ab etwa 1975 wurden, begünstigt durch deren Entwicklung, Großflächenschalungen eingesetzt. Gleichzeitig drängten Mischbauweisen auf den Markt, die die Vorteile der Vorfertigung und der örtlichen Herstellung nutzen.

Eine Entscheidung für die eine oder andere Bauart der Deckenkonstruktion bei vorgegebenen Stützenrastern fällt in zunehmendem Maße unter Berücksichtigung des preisgünstigsten Angebotes, der Kosten und der Verfügbarkeit von Baustoffen insbesondere bei Stahl, der Fertigstellungstermine sowie der bestmöglichen Erfüllung der gestellten Anforderungen.

**2.2 Massivdecken**

Massivdecken sind Bauelemente, die aus anorganischen, nicht brennbaren Baustoffen z. B. aus Stein, Beton und Stahl bzw. aus deren Verbund hergestellt werden. Im Gegensatz zu Holzdecken sind Massivdecken unempfindlich gegen Feuchtigkeit und deshalb sicher vor Schwamm, Fäulnis und holzschädigendem Ungeziefer. Besonders bei Beton- und Stahlskelettbauwerken leisten Massivdecken einen großen Beitrag zur Aussteifung der Bauwerke. Vorteilhaft ist die Möglichkeit, bei den meisten Massivdecken ihre Durchlaufwirkung auszunutzen. Hinzu kommt, dass Massivdecken keine Verringerung des tragenden Wandquerschnittes hervorrufen und trotz großer Stützweiten (über 5m) und großer Belastung nur eine relativ geringe Konstruktionshöhe benötigen. Außerdem können Massivdecken durch die Verwendung von anorganischen, nicht brennbaren Baustoffen feuerhemmend bzw. feuerbeständig ausgeführt werden.

Wie bei anderen Deckensystemen sind zur Erfüllung von Schall- und Wärmeschutzanforderungen zusätzliche Maßnahmen für den Aufbau des Fußbodens notwendig.

In der Tabelle 12 sind Beispiele für wirtschaftliche Deckendicken und für die Spannweiten von Stahlbetondecken in den üblichen Deckentypen dargestellt.

<i>Deckentyp</i>	<i>Deckendicke in m</i>	<i>Spannweite in m</i>
Einachsig gespannte Durchlaufdecke	0,12...0,20	4,5...7,5
Einachsig gespannte Rippendecke	0,16...0,40	7,0...10,0
Einachsig gespannte Plattenbalkendecke	0,30...0,80	bis 14,0
Pilzdecke	0,20...0,30	4,5...7,5
<b>Kassettendecke</b>	0,30...0,80	bis 9,0

**Tabelle 13 Stahlbetondecken, wirtschaftliche Spannweiten**

Eine statische Beurteilung von Massivdecken bezieht sich auf den fertigen Einbauzustand, wobei herstellungsgemäß nach der Art des Einbaus unterschieden wird. Grundsätzlich lassen sich hier drei statische Grundsysteme ableiten:

1. Balkendecken
2. Plattenbalkendecken
3. Plattendecken

Die angeführte Reihenfolge der statischen Grundsysteme entspricht gleichzeitig dem zunehmenden Grad der Aussteifung. Die Abbildung 126 zeigt die Grundsysteme der Deckentragwerke. Im folgenden Abschnitt werden diese näher erläutert.

Eine Vielzahl von DIBT-zugelassenen und typengeprüften Massivdeckentypen sind unter ihren Markennamen bekannt, lassen sich aber den o.g. Grundsystemen zuordnen. 1967 waren ca. 2000 solcher Konstruktionstypen, die sich zum Teil nur unwesentlich in ihrer Ausführung unterschieden, innerhalb des Bundesgebietes zugelassen.

**2.2.1 Balkendecken**

Die Suche nach massiven Decken, die ohne Schalung hergestellt werden können, führte zu Decken, die von vorgefertigten, mehr oder weniger dicht nebeneinander gelegten Massivbalken getragen werden. Massivbalken haben u. a. die Form von Rechteckquerschnitten, profilierten Stahlbetonträgern mit Flansch und Steg, von Stahlbetonhohlbalken, Ziegelhohlbalken oder von Stahlleichtträgern. Vorteilhaft ist diese Massivkonstruktion durch ihre meist hohe Tragfähigkeit und die geringe Baufeuchte, die bei deren Herstellung in Fertigteilbauweise auftritt. Jedoch bleibt zu beachten, dass hier höhere Kosten für den Transport und die Montage entstehen.

Aus statischer Sichtweise versteht man unter Balken stabförmige Träger mit beliebigem Querschnitt, die überwiegend auf Biegung beansprucht werden. Balkendecken sind Deckentragwerke aus direkt nebeneinander verlegten Balken oder aus in Abständen verlegten Balken mit Zwischenbauteilen, die in der Längsrichtung nicht mittragen. Bei Balkendecken mit dicht verlegten Balken trägt jeder Balken den von ihm selbst eingenommenen Teil der Decke. Bei Decken mit in Abständen verlegten Balken trägt jeder Balken die Last eines Balkenfeldes. Die Balkenzwischenbauteile werden mit Hilfe von quertragenden Ausfachungen geschlossen, die ihre Lasten auf den Balken abtragen, also entsprechend wie Neben- und Hauptträger wirken. Die Ausfachung kann hohl bzw. massiv sein und entweder aus einem Stück oder aus mehreren Einzelteilen bestehen.

**2.2.2 Plattenbalkendecken**

Plattenbalkendecken entsprechen in ihrer Querschnittsform typischen Stahlbetonkonstruktionen. Sie sind stabförmige Tragwerke, die durch kraftschlüssig miteinander verbundene Balken und Platten für die Aufnahme der Schnittgrößen zusammenwirken. Eine Plattenbalkendecke kann geschlossen oder aus einzelnen Trägern hergestellt werden. Im Vergleich zu einer massiven Vollplatte ist sie leichter und damit bei größeren Stützweiten und Lasten wirtschaftlicher.

Der Querschnitt der Druckzone besteht hauptsächlich aus Beton und enthält nur soviel Stahlbewehrung, wie für den Verbund zum Zugquerschnitt sowie zur Querverteilung der Lasten erforderlich ist. Im Bereich der Zugzone wird der Beton auf das nötigste Maß verringert und die erforderliche Zugbewehrung im Balken zusammengefasst.

Balkendecken

Balken dicht nebeneinander verlegt



Balken in Abständen verlegt



Plattenbalkendecken

ohne Füllkörper



mit nichttragenden Füllkörpern



mit längs- und quertragenden Füllkörpern



Plattendecken



Hohlplattendecke



Abbildung 126  
Grundsysteme der Deckentragwerke

Dadurch wird eine günstige statisch wirksame Balkenhöhe und ein ausgeglichenes Verhältnis von Tragfähigkeit zum Eigengewicht erreicht.

Die erforderliche Balkenhöhe hängt von mehreren Faktoren ab, z. B. von der Belastung, der Stützweite, den Stützweitenverhältnissen bei Durchlaufträgern und der Durchbiegungsbeschränkung. In Abhängigkeit dieser Faktoren kann die Bauhöhe zwischen  $1/8$  bis  $1/20$  der Stützweite betragen. Bei Kragarmen ergibt sich die Bauhöhe zu  $1/2$  bis  $1/5$  der Kragweite. Balkenabstände von 2 bis 3m sind möglich. Bei kleineren Abständen ergeben sich geringere Balkenhöhen und dünnere Platten. In Abhängigkeit vom lichten Abstand unterscheidet man zwischen den Plattenbalken- und Rippendecken.

### 2.2.3 Stahlbetonrippendecken

Stahlbetonrippendecken sind Plattendecken, deren lichter Abstand der Rippen höchstens 70cm beträgt. Die Dicke der Platte darf nicht kleiner sein als  $1/10$  des lichten Rippenabstandes und muss mindestens 5cm betragen. Die Druckplatte der Stahlbetonrippendecke erhält nur eine einfache Querbewehrung zur Sicherung der Quersteifigkeit. Die Zugbewehrung ist in den Längsrippen angeordnet, die mindestens 5cm breit sein müssen. Statisch gesehen besteht die Decke aus T-Balken, die quersteif untereinander verbunden sind. Diese Decken können auch zweiachsig gespannt sein. Dadurch entstehen Kassettendecken, deren lichter Abstand der Rippen 70cm ebenfalls nicht überschreiten darf.

Die Anwendung einer Stahlbetonrippendecke kommt in Frage, wenn die zu überspannende Deckenweite über 6m beträgt, die Minderung des Eigengewichts im Vergleich zu einer Decke im Vollquerschnitt erforderlich ist, die Deckenunterseite in die Raumgestaltung mit einzubeziehen ist oder wenn eine bessere Raumakustik gegenüber einer Stahlbetondecke mit ebener Untersicht wünschenswert ist.

Die Zwischenräume der Rippen können auf unterschiedliche Weise erzeugt werden. Dabei unterscheidet man zwischen Plattendecken ohne Füllkörper, mit nicht tragenden Füllkörpern oder mit längs- und quertragenden Füllkörpern.

Bei Plattendecken ohne Füllkörper sind die Druckplatte und die Zugrippen im fertigen Zustand unterseitig sichtbar.

Wenn eine ebene untere Ansicht erforderlich ist, so kann sie z. B. durch eine unterseitige Putzschale oder eine abgehängte Decke erreicht werden (Wirusdecken, Pohlmanndecke). Bei Decken mit nichttragenden Füllkörpern dienen diese nur als unterseitig ebene Schalkörper, die das Gefach zwischen den Rippen ausfüllen, sich aber an der Tragwirkung der fertigen Decke nicht beteiligen. Längs- und quertragende Füllkörper dienen einerseits als unterseitig ebener Schalkörper und ersetzen andererseits ganz oder teilweise die Ortbetondruckplatte. Durch einen zweckmäßigen Verbund mit den Ortbetonrippen sind sie direkt an der Abtragung der Kräfte der Decken beteiligt und müssen deshalb aus hinreichend druckfesten Baustoffen (z. B. Beton oder gebranntem Ton) bestehen.

Rippendecken haben seit der Betonanwendung im Bauwesen große Bedeutung. Aufgrund des sparsamen Materialumganges ist die Konstruktion in vielfältigsten Ausführungen seit 1904 gebräuchlich. Der Einsatz von Füllkörpern führte zu den Varianten beim Rippenabstand, in der Bauteilhöhe, Rippenbreite und Plattenstärke. Bis zur Einführung der DIN 1045 (Stahlbetonnorm) und der DIN 4225 (Fertigteile aus Stahlbeton) im Jahr 1943 wurde diese Konstruktionsart in den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton geregelt. Im Jahr 1951 wurde für die Fertigteil-Rippendecke mit Füllkörpern wegen gestiegener Sicherheitsaspekte die DIN 4233 sowohl in der Bundesrepublik Deutschland als auch in der DDR eingeführt. Der Begriff „F-Decke“ weist auf diese Konstruktionsart hin.

### 2.2.4 Plattendecken

Plattendecken sind ebene Flächentragwerke, die quer zur Ebene beansprucht werden. Sie können linienförmig oder auch punktförmig gelagert sein. Für die Herstellung von Plattendecken können Ortbeton, teilweise vorgefertigte Platten oder vorgefertigte Platten zum Einsatz kommen. Plattendecken in Ortbeton mit vollem Querschnitt sind die am häufigsten verwendeten Deckenkonstruktionen. Unterschieden werden ein- und zweiachsige gestützte Platten. Platten, die einseitig gestützt sind, benötigen mindestens zwei gegenüberliegende Auflagerungen auf Unterzügen oder Wänden. In diese Richtung verläuft auch die Hauptbewehrung. Liegen Platten an mehr als zwei Seiten auf, so erfolgt eine zweiachsige Lastabtragung.

Plattendecken werden hauptsächlich für Spannweiten bis ca. 6m eingesetzt.

Der Vollquerschnitt mit seiner ebenen Unterseite wird allen Anforderungen der Raumnutzung, der Installationen, der Deckenverkleidung und des Zwischenwandanschlusses gerecht.

Sind Stützweiten von mehr als 6m notwendig, so steigen die erforderlichen Plattendicken bis über 30cm an. Folglich wird das Eigengewicht der Platte im Verhältnis zur üblichen Nutzlast groß und damit unwirtschaftlich.

Die erforderliche Dicke der Decke ergibt sich aus dem Eigengewicht, der Spannweite, der Belastung und der Art der Bewehrung. Die Mindestdeckendicke  $d$  beträgt im allgemeinen 7cm, bei befahrenen Platten mit PKW 10cm, bei befahrenen Platten mit schweren Fahrzeugen 12cm und 5cm bei ausnahmsweise begangenen Platten z. B. Dachplatten.

Wie einleitend für Massivdecken bereits erwähnt, gibt es zahlreiche Versuche, die Herstellung von Massivdecken zu rationalisieren. So kommen teilweise vorgefertigte oder vollständig vorgefertigte Platten zum Einsatz, die vorzugsweise bei regelmäßigen Stützenrastern vorgesehen werden. Teilweise vorgefertigte Platten bestehen aus Gitterträgerplatten (auch bekannt als sog. „Filigrandecken“) mit einer mindestens 4cm dicken Betonplatte und einer möglichst rauhen Oberseite für einen guten Verbund mit dem später zu ergänzenden Ortbeton. Durch fachwerkartige Gitterträger aus Stahl, deren Untergurte in die Betonplatte einbetoniert sind, wird die erforderliche Steifigkeit für den Transport-, Montage- und Betonierzustand erreicht. Im fertig montierten Zustand und bis zum Erhärten des Ortbetons werden die Gitterträgerplatten nur durch Querträger und Rüststützen unterstützt. Die Plattenlänge entspricht in der Regel der Stützweite. Aufgrund des erforderlichen Transports im Straßenverkehr überschreiten die vorgefertigten Platten eine Breite von 2,50m häufig nicht. Entsprechend dem gewählten statischen System wird nach dem Verlegen der Gitterträgerplatten die obere Bewehrung über den unterstützenden Wänden und Unterzügen zur Erzielung der Durchlaufwirkung eingebaut und mit Ortbeton bis zur endgültigen Bauhöhe aufgefüllt.

Ganz vorgefertigte Platten werden als Einfeldplatten eingesetzt. Hauptsächlich werden sie für Geschossdecken im Großtafelbau für Wohn- oder Dienstleistungsgebäude mit möglichst regelmäßigen Grundrissen und Spannweiten bis zu 4,50m verwendet. Um möglichst homogene Deckenscheiben bei der Herstellung zu erhalten und ungleiche Durchbiegungen an den Stoßstellen benachbarter Deckenplatten zu verhindern, werden die Stoßflanken profiliert bzw. herausstehende Anschlussbewehrungen oder stählerne Einbauteile verschraubt und geschweißt. Die Zwischenräume der Stoßbereiche werden nach erfolgter Montage mit Ortbeton vergossen.

### 2.2.5 Hohlplattendecken

Hohe Belastungen und große Spannweiten erfordern große Konstruktionshöhen mit entsprechend hohem Eigengewicht. Mit steigender Dicke der Vollplattenquerschnitte nimmt die gewonnene Nutzlast im Verhältnis zum Eigengewicht überproportional ab und wird damit unwirtschaftlich. Um das Eigengewicht zu reduzieren, werden Decken mit röhrenförmigen Hohlräumen ausgeführt. Diese Hohlräume werden durch das Einlegen von Hohlkörpern in den Querschnitt hergestellt. Gegenüber Stahlbetonvollquerschnitten mit gleicher Bauhöhe ergeben sich je nach Art und Form der ausgebildeten Hohlkörper Gewichtseinsparungen von bis zu 35 %. Im Vergleich zu einer aufgelösten Deckenkonstruktion hat eine Hohlplatte den Vorteil einer ebenen Untersicht und geringerer Durchbiegung.

### 2.2.6 Stahlsteindecken

Stahlsteindecken sind Deckenkonstruktionen aus Deckenziegeln, Beton oder Zementmörtel und einer Bewehrung aus Betonstahl. Die Deckenziegel werden in Reihe auf die Sparschalung verlegt. Sie sind so geformt, dass sie eine ebene Untersicht bilden und Längsrippen für die Aufnahme der Bewehrung und des Füllbetons entstehen. Stahlsteindecken sind dabei in Richtung der Längsrippen einachsig gespannt. Nach DIN 1045 hat die Deckendicke mindestens 9cm zu betragen. Der Füllbeton der Längsrippen muss mindestens der Festigkeitsklasse B 15 entsprechen. Der Abstand der Bewehrungsstäbe darf 25cm nicht überschreiten, weshalb im Gegensatz zu Stahlbetonrippendecken nur Deckenziegel bis zu 25cm Breite verwendbar sind. Stahlsteindecken werden in der Regel bei ruhenden, gleichmäßig verteilten Lasten angewendet. Bei anderen Lastfällen wie z. B. bei hohen Einzellasten, sind besondere konstruktive Maßnahmen und Nachweise erforderlich.

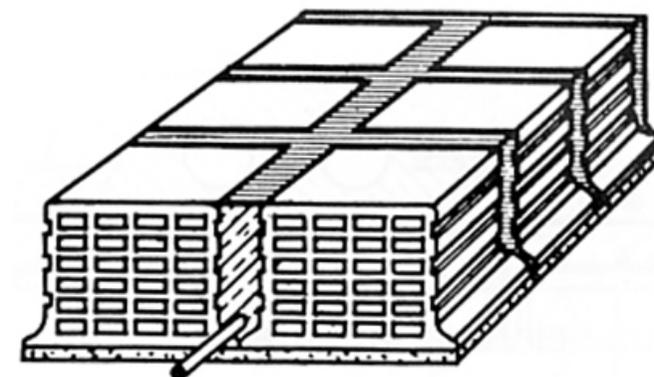


Abbildung 127 Stahlsteindecke

### 2.2.7 Hohlkörperdecke

Eine besondere Art der massiven Plattendecke ist die Hohlkörperdecke. Eine Ausführungsvariante ist die Röhbaudecke. Sie wurde bei großen Spannweiten und hohen Lasten eingesetzt. Deshalb ist sie meist in Industriebauten oder in Bibliotheken zu finden. Die Decken sind aus Stahlbeton und haben Konstruktionshöhen größer als 23cm.

Sie wurden mit Schalrohren als Hohlkörper ausgestattet, um das Eigengewicht um bis zu 40% im Vergleich zu einer Massivplatte gleicher Höhe zu reduzieren. Die Rohre liegen in Haupttragrichtung, behindern jedoch nicht den Querlastabtrag. Ihr Durchmesser ist immer 13cm kleiner als die Gesamtdeckendicke, da die Betondeckungen und Bewehrungsdurchmesser von der Deckenstärke abgezogen werden müssen. Damit die Schalrohre während der Betonage nicht aufschwimmen, sind sie in Bewehrungskörbe eingeflochten, die an der Schalung verankert werden. Im Auflagerbereich werden Massivstreifen ausgebildet, um den ungehinderten Querkraftabtrag gewährleisten zu können. Das Schalrohrsystem wurde bauaufsichtlich zugelassen und nach der DIN 1045 bemessen.

1938 wurde die DIN 4028 eingeführt, die eine weitere Ausführungsvariante, die Stahlbetonhohldiele, regelte. Dabei handelt es sich um Fertigteile, die einachsrig von einem zum anderen Auflager spannen. Zur seitlichen Lastverteilung sind die Platten durch Nut und Feder miteinander verzahnt.

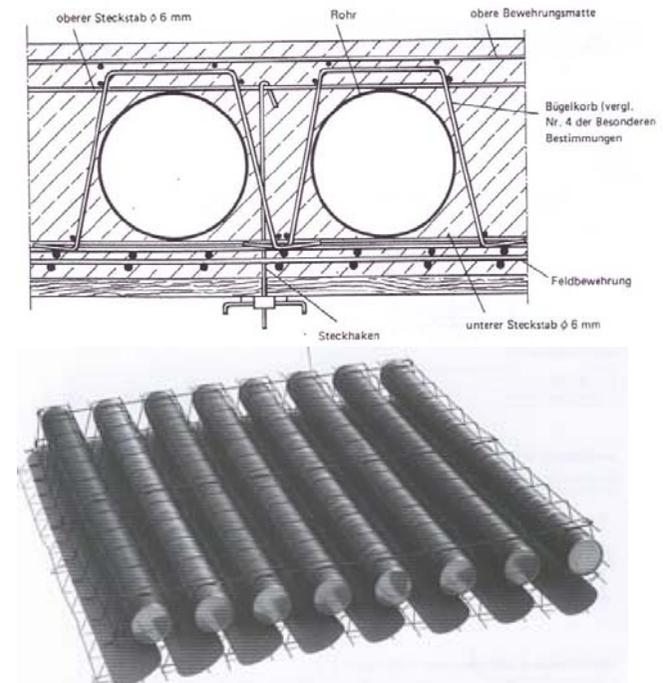


Abbildung 128 Röhbaudecke,  
oben: Querschnitt  
unten: Schalrohre

### 2.2.8 Stahlzellendecken

Stahlzellendecken werden mit Hilfe von kaltverformten, trapezförmig profilierten und bandverzinkten Stahlblechtafeln hergestellt. Die Stahlblechtafeln werden als verlorene Schalung eingesetzt, stellen eine tragfähige Arbeitsbühne und Queraussteifung dar und dienen gleichzeitig als Abstandhalter für die Bewehrungszone bis zum Betonieren der Decke. Entsprechend der Tragrichtung der Trapezbleche werden die Decken als einachsig gespannt angesehen. Eine Scheibenwirkung ist dann gegeben, wenn sie an den Übergreifungsstößen durch kraftschlüssige Verbindungen wie Schrauben oder Nieten verbunden sind. Bei Stahlblechverbunddecken sind die Trapezbleche mittragend. In Abbildung 6 ist ein schematischer Aufbau einer Stahlblech-Verbunddecke, System Hoesch, dargestellt. Der Aufbeton muss eine Minstdicke von  $> 5\text{cm}$  und eine Mindestgüte von  $> \text{B } 15$  besitzen. Zu den Vorteilen dieser Decken gehören das geringe Eigengewicht, niedrige Konstruktionshöhen, schnelle Montage von Hand, sofortige Belastbarkeit und eine Vereinfachung der Deckenabhängung und des späteren Ausbaus (s. Abb. Hoesch).

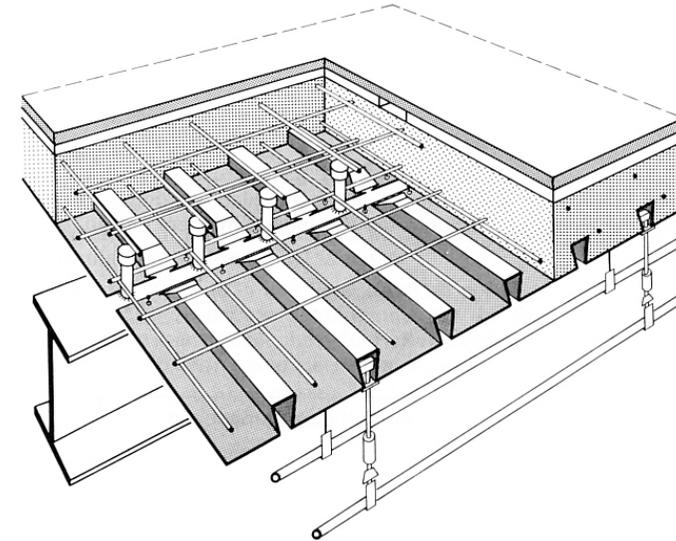


Abbildung 129 Stahlblech-Verbunddecke, Hoesch

### 3 Bauwerkstypen und Deckensysteme an den untersuchten Gebäuden

#### 3.1 Besonderheit Planunterlagen und Bestandsuntersuchungen

Die Bestandsaufnahme der Gebäude wurde durch Einsichtnahme der Ausführungspläne, der statischen Berechnung und der in Augenscheinnahme vor Ort durchgeführt. Ziel der Untersuchung war es, sich einen weitestgehenden Überblick zu verschaffen über die Qualitäten der Bauteile. Im Vordergrund der Untersuchungen standen die Bauwerkstypen, Decken, Wände und Stützen. Während der Auswertung stellte sich heraus, dass Stützen und Wände keine Schwierigkeiten darstellen, wenn sie nicht im Sanierungsfall perforiert werden oder die Lasten einer Aufstockung die Tragreserven übersteigen. In der Auswertung werden Wände und Stützen nicht berücksichtigt. Die Beton- und Stahlgüten sowie die Betondeckungen wurden nur über die Planunterlagen bestimmt. Eventuelle Einbaudifferenzen konnten nicht ermittelt werden. Wenn zu den betreffenden Themen für einzelne Gebäude keine Unterlagen vorlagen, wurden diese Gebäude in der Auswertung nicht berücksichtigt. In Fällen abweichender Planung zu den ausgeführten Gegebenheiten wurden die geplanten Güten und Maße in die Auswertung einbezogen.

In den meisten Fällen der Vor-Ort-Untersuchung konnten die Rohdecken nur einer Sichtprüfung unterzogen werden, da die Objekte im laufenden Betrieb begutachtet wurden.

#### 3.2 Bauwerkstypen

Um eine offene Gestaltung der Bürostruktur zu erreichen, wäre ein Bestand ideal, der frei von vertikalen Bauteilen ist. Je mehr tragende Innenwände den Grundriss teilen, desto eingeschränkter ist die Vielfalt der Bürostrukturvarianten. Stützen sind in dieser Konstellation leichter in die Wunschvariante zu integrieren. Die Bauwerkstypen geben Hinweise auf die freie Gestaltung der Grundrisse. Beim Skelettbau sind im allgemeinen Treppenhauskerne oder Rahmen für die Aussteifung verantwortlich. Deshalb sind im Bereich der Nutzfläche meist nur Stützen vorhanden. Der Skelettbau bietet somit die größte Flexibilität für die Bürostruktur. Im Gegensatz dazu ist die Massivbauweise mit tragenden Querwänden die unflexibelste Anordnung vertikaler Tragglieder. Eine Mischbauweise war üblich.

In diesem Forschungsvorhaben wurden 13 Gebäude auf ihre Tragstruktur untersucht. Es stellte sich heraus, dass in Abhängigkeit der Gebäudehöhe fast ausschließlich Skelettbauten mit Aussteifung durch Treppenhauskerne und / oder Brandwände an den Giebelwänden hergestellt wurden. Vereinzelt wurden die Gebäude als Skelettbauten mit aussteifenden Wandscheiben konzipiert.

Ein Drittel aller Bürogebäude sind klassische Zweispänner (rechteckiger Grundriss mit innenliegendem Flur und nach außen die Büroräume). Die äußeren Stützen stehen in der Fassade. Bei 60% der Zweispänner sind die Stützen in beiden Flurwänden integriert, in 40% nur in einer. Bei der eventuell vorgesehenen Entfernung des Flures zum Umbau in Kombi- oder Großraumbüros wird immer mindestens eine Stützenreihe den Raum teilen. Zur Unterbringung von Haustechnikanlagen ist unter der Decke immer mit Unterzügen zu rechnen.

Weitere Skelettbautypen waren 20% Dreispänner, 13,5% Einspänner, 13,5% Sonderkonstruktionen. Bis auf eine Sonderkonstruktion sind alle Bauwerke Stahlbetonskelettbauten. Bei der besagten Sonderkonstruktion handelt es sich um eine Stahlrahmenbauweise, die mit Beton ummantelt ist.

Zwei Objekte sind als Sonderkonstruktionen einzustufen. Das Objekt 09SAG wurde als Druckereigebäude ursprünglich geplant und in den 80er Jahren umgebaut. Es entspricht von der Tragkonstruktion einem Zweispänner mit einer Stützenreihe. Wegen seiner großen Breite kann der Flur nicht neben der Stützenreihe angeordnet werden.

3.3 Deckensysteme

Den Geschossdecken kommt eine besondere Bedeutung zu. Sie sind mit ihren Unterzügen zusammen, die am meisten beanspruchten Bauteile. Ihre Dicke ist entsprechend ihrer Belastung, den damaligen Material- und Bemessungsgrundlagen dimensioniert worden. Wände wurden aus baupraktischen Gründen dicker hergestellt. Sie besitzen im Allgemeinen Tragreserven.

Die untersuchten Gebäude weisen im Wesentlichen vier Deckentypen auf. In Abbildung 130 ist die Verteilung über die untersuchten Gebäude und jeweiligen Geschosse dargestellt.

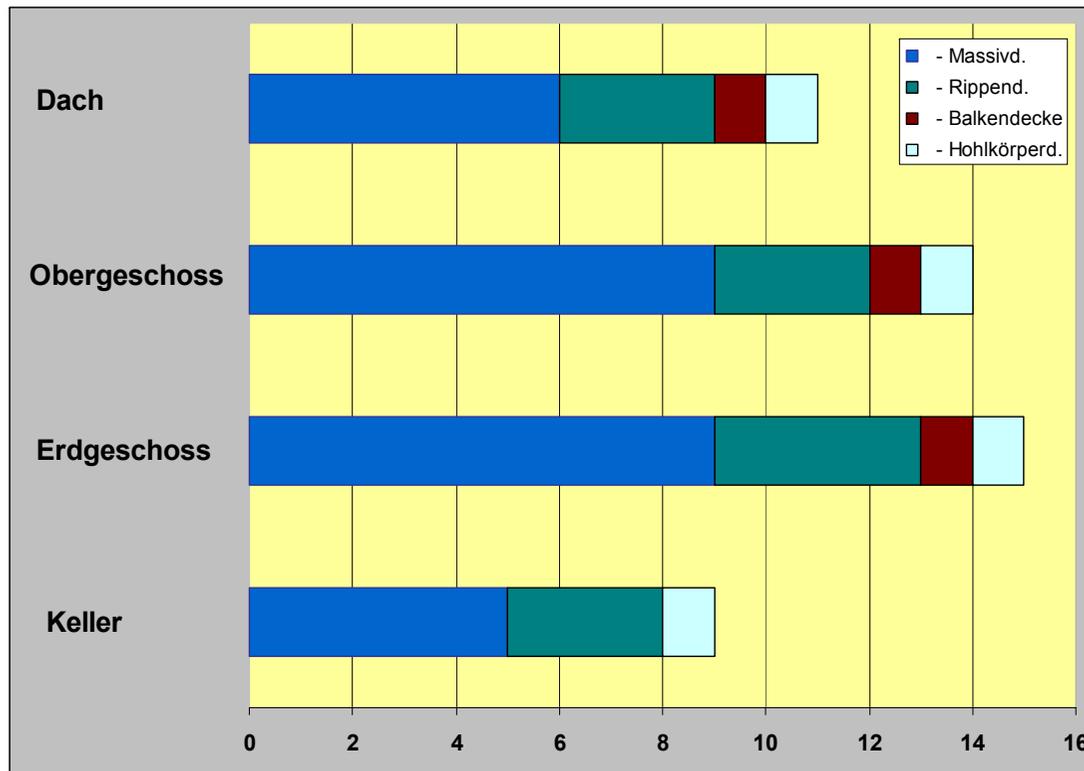


Abbildung 130 geschossweise Verteilung der Deckentypen der untersuchten Gebäude

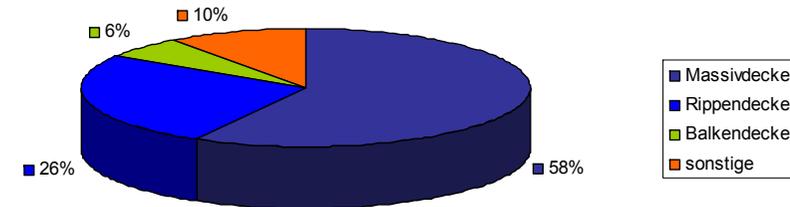


Abbildung 131 prozentuale Verteilung der Deckentypen in den untersuchten Gebäuden

Da nicht alle Planunterlagen vorlagen und die Deckenansicht verdeckt war, weichen die Anzahlen über die Geschosse ab. 84% aller Decken sind Massiv- oder Rippendecken.

Die Massivdecken mit Dicken zwischen 15cm und 21cm weisen keine Schäden auf. Die Decken wurden für die Büronutzung konzipiert, dementsprechend sind sie heute genauso tragfähig, da die heutige Nutzlast der damaligen entspricht. Alle Decken wurden in Ortbeton hergestellt, obwohl bei zwei Objekten Fertigteile vorgesehen waren. In diesen Fällen waren immer Kostenüberlegungen der Ausschlag für die Änderung. Alle betrachteten Decken sind vierseitig auf Unterzügen aufgelagert. Besonderheit des statischen Systems von Zweibundbürogebäuden mit Stützenreihen beidseitig des Flures waren quer zum Flur Unterzüge angeordnet.

Flachdecken (oder Pilzdecken) wurden bei den untersuchten Gebäuden nie ausgeführt. 1972 wurde ein Heft des DAfStb zur Bemessung von Flachdecken herausgegeben, mit dem diese Art von Decken als gerichtetes System nachgewiesen werden konnte. Vermutlich sind Flachdecken, die vor dem Erscheinungsjahres dieses Heftes hergestellt wurden, Einzelfälle.

Die Rippendecken wurden mit und ohne Hohlkörper hergestellt. Die untersuchten Rippendecken weisen keine Schäden auf. Wie die Massivdecken sind die Rippendecken heute genauso tragfähig wie zur Erbauungszeit. In brandtechnischer Hinsicht sind die Rippendecken mit Hohlkörpern besser zu bewerten als die ohne. Das Hauptkriterium für einen ausreichenden Feuerwiderstand ist die Betondeckung. Bei fehlenden Hohlkörpern werden die Rippen dreiseitig beflammt. Der Wärmeabfluss ist bei den freiliegenden Rippen aufgrund der fehlenden Masse und der dreiseitigen Beflammung ungünstig und gefährdet die Festigkeit der Bewehrung. Die Betondeckung wird daher höher ausgelegt als bei Rippendecken mit Hohlkörpern.

Bei den anderen Decken handelt es sich eine Balkendecke, eine Stahlzellendecke und um eine Röhbaudecke.

Die Balkendecken haben ihre Vorteile in der leichten Bauweise. Der dünne Deckenspiegel lässt zwischen den Balken Platz für eventuelle Installationen. Wenn die Balken an ihren Auflagern auf Wänden aufliegen, ist das Nachinstallieren von Rohrleitungen problemlos möglich. Nachteile entstehen bei diesem Deckensystem im Bezug auf Brandschutz. Der dünne Deckenspiegel verlangt generell eine abgehängte Decke, um den Feuerwiderstand auf hochfeuerhemmend oder feuerbeständig anzuheben. Die Röhbaudecke ist bei Bürogebäuden unüblich, da deren Stärke der hohe Lastabtrag ist. Sie wurde für den damaligen Verwendungszweck: Druckerei konzipiert. Sie ist für die Auswertung der Bürogebäude untypisch.

Dritte untypische Decke ist die Robertson Stahlzellendecke. Die ausgeführte Variante ist mit ca. 5cm Aufbeton versehen worden. Aus statischer Sicht hat diese Konstruktion keine Nachteile. Brandschutztechnisch ist sie jedoch zu ertüchtigen, da ihr Einbauort eine feuerbeständige Konstruktion verlangt.

### 3.4 Ergebnisse

Aus den Untersuchungen ist ersichtlich, dass die Mehrheit aller Decken Massivdecken sind und dass mit ihnen die wenigsten Defizite auf den Gebieten des Tragwerks und des Brandschutzes zu erwarten sind. Sie sind im Allgemeinen sehr tragfähig und verfügen im Falle einer Sanierung Tragreserven für einen neuen Fußbodenaufbau. Da sie zweiachsig spannen, können sie nachträglich hergestellte Öffnungen ohne zusätzliche Stahlträger kompensieren. Ihr Feuerwiderstand ist in den meisten Fällen ausreichend. Die Deckendicke reicht in allen untersuchten Gebäuden für feuerbeständige Konstruktionen. Das zweite Kriterium für den Feuerwiderstand, die Betondeckung, ist bei Gebäuden, die vor 1965 errichtet wurden, im Praxisfall zu untersuchen, da es vor diesem Zeitpunkt keine Anforderungen für den Brandschutz gab. Die zur selben Zeit gültige Betonnorm forderte eine Betondeckung von 1cm. Für einen Feuerwiderstand F60 bis F90 wären Ertüchtigungsmaßnahmen erforderlich. Folgende Ertüchtigungsmaßnahmen sind in Abhängigkeit von der Größe der Betondeckung möglich:

- Aufbringung eines Putzes
- Einbau einer abgehängten Decke

Die Rippendecken sind differenzierter einzustufen. Sie haben für eine Büronutzung ausreichende Tragreserven, reagieren jedoch sehr anfällig auf Änderungen des Tragsystems. Sie können wegen der einachsigen Tragwirkung keine Lasten über die zweite Richtung abtragen. Bei größeren Öffnungen im Deckenspiegel verlieren die Rippen die dazugehörige Druckzone und somit die Tragfähigkeit. Werden die Rippen selbst zerstört, müssen ganze Deckenabschnitte über eine Stahlkonstruktion abgefangen werden. Dabei ist zu prüfen, ob benachbarte Rippen die zusätzliche Last aufnehmen können. Bei einem untersuchten Gebäude wurden die Decken für Verkehrslasten von 5kN/m<sup>2</sup> ausgelegt. Nur in diesem Fall wäre eine Änderung des Fußbodenaufbaus möglich gewesen.

Die Rippendecken erfüllen zu 50% den erforderlichen Brandschutz. In die untersuchten Decken wurden auch die vorhandenen Dächer einbezogen. Deren erforderlicher Feuerwiderstand liegt im Allgemeinen bei 30 Minuten.

Von den Decken mit höheren Anforderungen bestand nur eine Rippendecke mit Hohlkörpern die Auswertung positiv.

Alle anderen hatten zu wenig Betondeckung oder die Rippenbreite reichte nicht aus.

Mögliche Ertüchtigungsmaßnahmen:

-Aufbringung eines Putzes

-Einbau einer abgehängten Decke

Die Ertüchtigungsmaßnahmen stehen im engen Zusammenhang mit den Erkenntnissen aus der Tragwerksplanung. Die Decken haben wenige Tragreserven. Deshalb ist eine Ertüchtigungsmaßnahme genau zu untersuchen. In drei Fällen lag jedoch eine abgehängte Decke vor, die jedoch aus akustischen Gründen und nicht aus brandschutztechnischen Gründen konzipiert wurde.

4 Historische Werkstoffe und ihre Anwendung nach aktueller Normung

4.1 Einleitung

Zur Ertüchtigung von Bürogebäuden sind umfangreiche Kenntnisse zu den verwendeten Werkstoffen erforderlich. Erhöhte Verkehrslasten oder Änderungen des statischen Systems wegen Änderung der Nutzung sowie Anbauten und Dachaufstockungen können nur sicher umgesetzt werden, wenn alle zusätzlich beanspruchten Bauteile ausreichend dimensioniert sind. Vorhandene Tragwerksreserven werden durch eine Recherche in den Planungsunterlagen ermittelt. Jedoch sind die Informationen zu den Werkstoffen der 50er bis 70er Jahre nicht ohne Umrechnungen der damaligen Kenngrößen in die heutigen möglich.

Die Ergebnisse der Recherche sollten nach der Vorplanung durch zusätzliche Materialprüfungen bestätigt werden.

Neben der Beurteilung der eingesetzten Werkstoffe erweist sich auch die Auswertung der Bemessungsergebnisse der Bestandsstatik als schwierig. Die Darstellung der Ergebnisse hat sich im Laufe der Jahre geändert. Infolge der Weiterentwicklung der Werkstoffe wurden auch die Bemessungswerkzeuge an die Regeln der Technik angepasst. So wurde erst mit der neuen Auflage der DIN 1045 (1972) das Traglastverfahren eingeführt, obwohl es schon 1951 von Haberstock veröffentlicht wurde. In Österreich wurde das Verfahren schon 1953 als Stand der Technik eingeführt. Bis 1972 hatte das Gradliniengesetz seine Gültigkeit. Nach den Unterlagen der untersuchten Gebäude wurde jedoch schon Ende der 50er Jahre das Traglastverfahren eingesetzt. Nicht nur eine großzügige Wahl der Bewehrung erzeugt Tragreserven, sondern auch das verwendete Bemessungsverfahren. Bei dem Gradliniengesetz wurde die Betondruckfestigkeit nur zu einem Bruchteil ausgenutzt wurde. Mit einer modernen Schnittgrößenermittlung und der Ausnutzung konservativer Bemessung lassen sich Tragwerke für den Erhalt oder für Änderungen ertüchtigen.

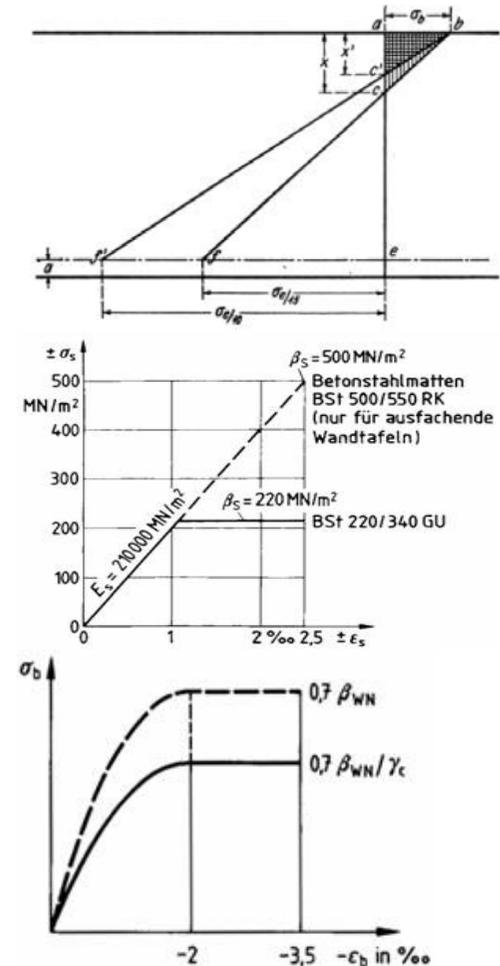
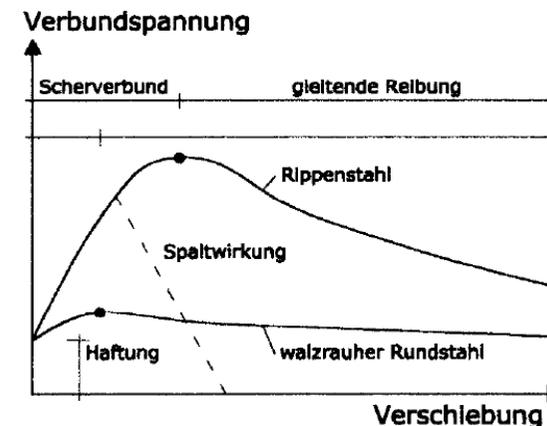


Abbildung 132  
 Oben: Gradliniengesetz  
 Mitte: Traglastverfahren  
 Unten: Spannungs-Dehnungsdiagramm für Betonstahl

**4.2 Betonstahl**

Die Ausgabe der DIN 1045 (1943) legt ihr Augenmerk auf den Betonstahl. Die damals neuen Betonstahlgruppen zur Klassifizierung der Festigkeitsmerkmale unter Berücksichtigung von Stahl-, Herstellungs- und Weiterverarbeitungsart boten dem Planer festgelegte Rahmenbedingungen. In diese Klassen finden die zulässigen Stahlspannungen in Abhängigkeit vom Verwendungszweck und der Betonart Eingang. Zu dieser Zeit wurden bereits vier Betonstahlgruppen geführt: StI bis StIV mit Mindestzugfestigkeiten von 340 bis 500N/mm<sup>2</sup>. Da die maximalen Dehnungen im Stahlbetonbau auf 0,5% begrenzt wurden, konnte die maximale Zugspannung 500N/mm<sup>2</sup> nicht überschreiten. Die Verwendung höherwertiger Stähle für schlaffe Bewehrung war deshalb nicht erforderlich. Diese Zugfestigkeit entsprach dem Betonstahl IV. Deshalb konzentrierte man sich in den 1952 und 1954 veröffentlichten Richtlinien mehr auf die Verbundeigenschaften der Stähle mit dem Beton. Bis 1972 wurde eine Vielzahl von Betonstählen hergestellt, die verschiedene Oberflächenprofilierungen zur Verbesserung des Verbundes aufwiesen. Obwohl sich die Berechnung des Verbundes gerippter Stähle seit Ende der 50er Jahre nicht mehr veränderte, wurde die Form der Rippen und die Anordnung auf dem Stahl mehrfach verändert. Neigung der Rippen und Ausrundungen am Anschnitt verändern die Rißbildung des Betons erheblich. Scharfkantige Rippen erzeugen eine Kerbwirkung in dem auf Zug beanspruchten Beton und führen zu Sollrißstellen. Seit Ende der 60er Jahre ist der Hersteller des Stahls durch die Rippen auf dem Stahl zu identifizieren.



**Abbildung 133 Verbundwirkung von glatten und gerippten Betonstählen**

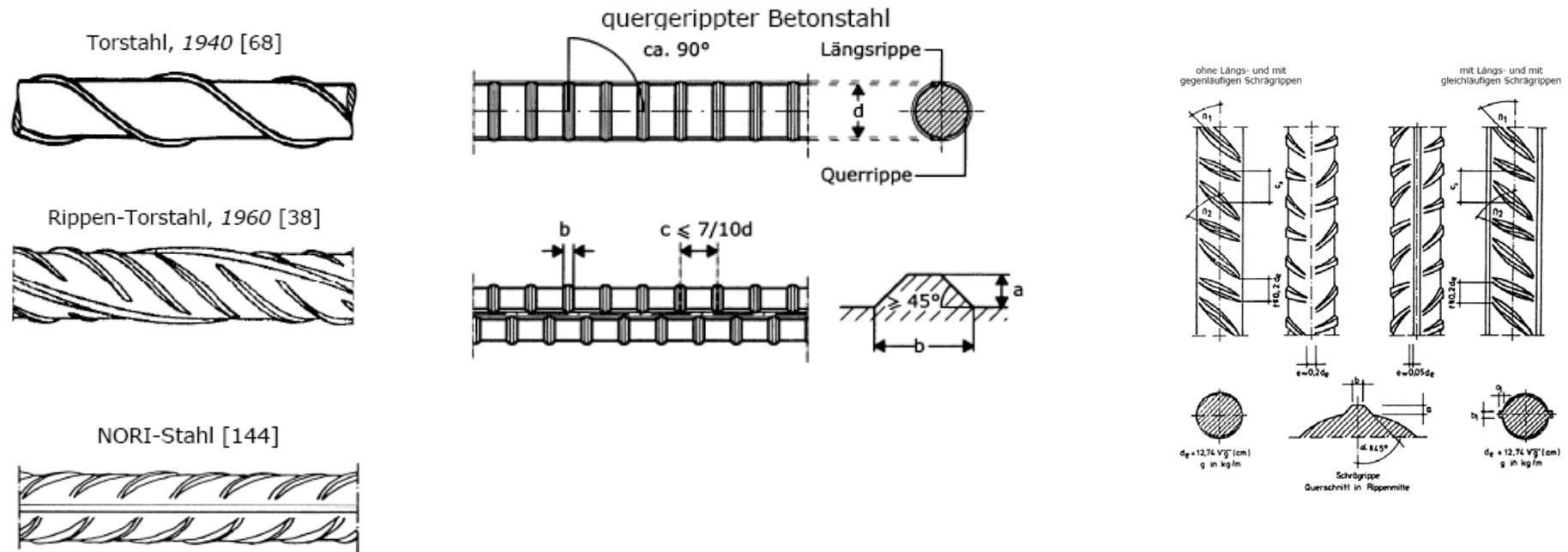


Abbildung 134 Auswahl gerippter Betonstähle von 1953 bis 1960

Die Neuerungen der Richtlinien von 1952 und 1954 sowie weitere Forschungsarbeiten zum Verbund fanden Eingang in die neu aufgelegte Norm für Betonstähle im Jahr 1972: DIN 488. Inhalt der Norm sind Formgebung und Oberflächengestaltung der Betonstähle, die Festlegung der Durchmesser und Angabe zu Zugfestigkeiten. Erstmals wurden einheitliche Angaben verankert, die eine planerische Grundlage schufen. Erstmals in einer Norm erwähnt wurde der BSt500/550. Er wurde in zwei Ausführungen (siehe Abbildung) hergestellt. Die Werkstoffkenngrößen haben sich bis heute nicht mehr geändert. Die Form wurde jedoch in der DIN 488 von 2001 geändert. Für die Nachbemessung von Betonen mit dieser Bewehrung hat es keine Bedeutung. Aus der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, dass diese Betonstahlsorte zwar erstmals in der Norm beschrieben wurde, aber bereits seit der Richtlinie von 1952 unter den Namen kaltverformter schräg gerippter Betonformstahl IVb oder NORI-Stahl bekannt.

Seit Einführung der DIN 1045 von 1943 werden die Betonformstähle den verschiedenen Betonstahlgruppen zugeordnet. Im Wesentlichen erfüllen sie deren Anforderungen.

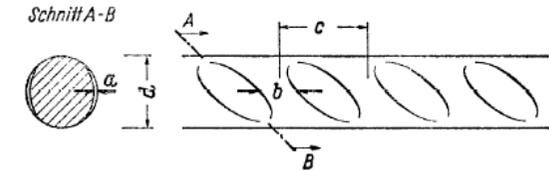
Kapitel	Betonstahl	Zulassung	Betonstahlgruppe						
			I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IVa	IVb
3.3.4	Drillwulst-Stahl	1937 – 1956				X			
3.3.5	Nocken-Stahl	1937 – 1962		X		X		X	
3.3.6	Torstahl	1938 – 1959					X		
3.4.2	glatter Betonstahl (naturhart)	1940 – 1972 (Erlass)	X	X					
3.4.2	Betonhartstahl	1943 – 1945		X					
3.4.3	TIU-Stahl	keine					X		
3.4.3	Riegel-Torstahl	keine					X		
3.4.5	quergewalzte Betonformstahl	1952 – 1972 (Richtlinie)	X	X		X	X	X	
3.4.6	naturharter, quergewalzte Betonformstahl: QUERI-, Ilseeder-, NORI-Stahl	ab 1952	X	X		X		X	
3.4.7	kaltverformter, quergewalzte Betonformstahl: Torstahl mit Querrippen, DRIPP-Stahl	1953 – 1953					X		
3.4.8	kaltverformter, schräggewalzte Betonformstahl: Betonformstahl IIIb, Betonformstahl IVb	1956 – 1960					X		X
3.4.10	Rippen-Torstahl	1959 – 1972					X		
3.4.11	FILITON-Stahl	1965 – 1969					X		
3.4.12	HI-BOND-A-Stahl	1959 – 1972				X			
3.4.14	NORI-Stahl	1960 – 1972				X		X	
3.4.15	NORECK-Stahl	1960 – 1967					X		
3.4.16	Einheitszulassung für schräggewalzte Betonformstahl IIIa	1964 – 1972				X			
3.4.17	DIROC-Stahl	1964 – 1969				X			
3.4.18	schräggewalzte Betonformstahl IIIa der Walzwerk Becker KG	1964 – 1969				X			

Tabelle 14 Liste der zugelassenen Betonstähle von 1943

Seit Anfang des 20. Jahrhunderts wurde der Betonstahl kreuzweise in Decken verlegt. Die Idee der Vorfertigung von Betonstahlmatten, damals Betonstahlgewebe genannt, wurde in den 20er Jahren erstmals umgesetzt. 1943 wurden sie in die Normung einbezogen. Die Mattenbewehrung wurde der Stahlgüte IV zugeordnet, jedoch handelt es sich hier um Stäbe mit glatter Oberfläche. Der Mattenname setzt sich aus einem Buchstaben und einer dreistelligen Zahl zusammen: Der Buchstabe verweist auf die Stabanordnung (R = Richtungsmatte, Q = quadratische Matte, N = nichtstatische Matte), die Zahl steht für den Stahlquerschnitt pro Meter ( $188 = 1,88\text{cm}^2/\text{m}$ ). Der Mattenanteil an der gesamten Bewehrung stieg stetig. Bis in die 50er Jahre wurde die Entwicklung vorangetrieben. 1957 wurden neben den glatten auch profilierte Stähle zugelassen. Ab 1968 wurde fast nur noch gerippter Stahl für die Mattenherstellung eingesetzt.

Die Einführung der DIN 488 1972 ergab keine wesentlichen Neuerungen. Es wurden nur noch Lagermatten der Stahlgüte IV ( $f_y=550\text{N/mm}^2$ ) geregelt. Die Profilierungen unterschieden sich zu den vorher bereits existierenden geringfügig. In diese Norm wurden noch Matten mit glatten Stäben der Güte IV aufgenommen, obwohl deren Anteil auf dem Bau stark zurückgegangen ist. Die fehlende Profilierung spiegelte sich in der Verankerungslänge wieder.

Betonstahlmatte mit Profilierung ab 1957 und zwei Rippenreihen  
[38]



Betonstahlmatte mit Profilierung ab 1962 und drei Rippenreihen  
[140]

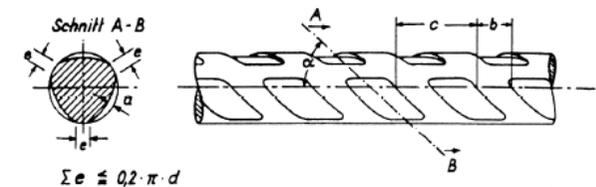


Abbildung 135 Stahl mit ausgerundeten Rippen  
ähnlich der heutigen Rippung

### 4.3 Beton

Joseph Monier gilt als einer der Erfinder des Eisenbetons. Er entdeckte durch Experimente mit Blumentöpfen aus Beton und Drahteinlage, dass durch Eiseneinlagen eine Verstärkung des Betons möglich ist. Auf Grundlage dieses Wissens entwickelte sich der Eisenbeton, für den 1904 in Preußen die ersten Vorschriften für den Hochbau erlassen wurden. In dem Jahr 1932 wurden die Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton als Baupolizeivorschriften eingeführt. Dies stellt den Beginn der Normung mit der Erstausgabe der DIN 1045 „Bestimmungen und Ausführung von Bauwerken aus Eisenbeton“ dar. Der Begriff Eisenbeton wurde 1940 durch die Bezeichnung Stahlbeton ersetzt. Demzufolge nannte sich die 1943 erschienene DIN 1045 „Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Stahlbeton“. Diese Norm galt für das gesamtdeutsche Gebiet bis 1959. Weitere notwendige Festlegungen zum Bau von Stahlbetonbauten wurden zwar in der DDR und der BRD getrennt entwickelt und eingeführt, sie wurden jedoch in beiden Ländern in der Planung berücksichtigt.

Mit Beginn der Normung für Eisenbeton bzw. Stahlbeton durch die DIN 1045, ging eine Einteilung der Betone in bestimmte Festigkeitsklassen einher. Auf diese Betonfestigkeitsklassen, die voraussetzenden Parameter für die Einteilung sowie auf die Änderungen in der Bezeichnungsweise werden die nachfolgenden Ausführungen eingehen.

Die Kurzbezeichnung der unterschiedlichen Betone in der DIN 1045 aus den Jahren 1943 und 1959 setzte sich dabei aus der Kennung „B“ für Beton und dem Wert der Festigkeit in  $\text{kg/cm}^2$  zusammen. Der Beton B225 weist somit auf eine Würfeldruckfestigkeit von  $225 \text{ kg/cm}^2$  hin. In den nachfolgenden Ausgaben der DIN 1045 wurde die Bezeichnung immer wieder dem Stand der Technik angepasst. 1978 wurde die Einheit aus Masse pro Fläche [ $\text{kg/cm}^2$ ] durch die Einheit der Spannung, also Kraft pro Fläche, [ $\text{N/mm}^2$ ] ersetzt. Im Rahmen der europäischen Harmonisierung wurde 2001 die deutsche Kennung für Beton (B) durch die englische (C für concrete) ausgetauscht und die Festigkeitsangabe auf die Zylinderdruckfestigkeit bezogen.

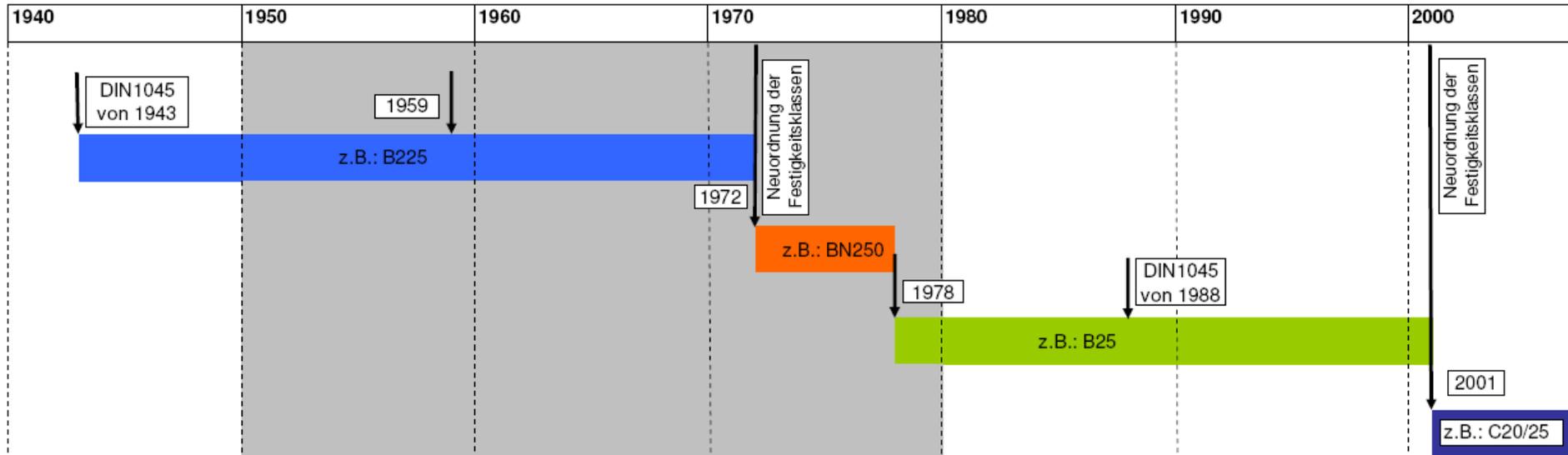


Abbildung 136 Entwicklung der DIN 1045 mit Darstellung der Bezeichnung der Betongütern und unter in Verbindung mit ihren Veränderungen der Betonfestigkeitsklassen

Diese Änderung führt gleichzeitig zu den größten Problemen bei der Beurteilung der in bestehenden Bauwerken eingesetzten Betongütern. Die angegebenen Werte bezeichnen auf der einen Seite die Zylinderdruckfestigkeit ( $f_{cz} = 20\text{N/mm}^2$ ) und auf der anderen Seite die Würfeldruckfestigkeit ( $f_{cw} = 25\text{N/mm}^2$ ). Die alten Betonfestigkeitsklassen können so nicht einfach auf die aktuellen übertragen werden. Beim Bauen im Bestand werden anhand vorhandener Planungsunterlagen Rückschlüsse auf die Betondruckfestigkeit in Form der Betongüte gezogen. In den Vorgängernormen wurde die Würfeldruckfestigkeit nachgewiesen, die an Würfeln mit einer Kantenlänge von 200mm ermittelt wurde.

Diese Festigkeit ist nicht vergleichbar mit der Zylinderdruckfestigkeit, die aktuell in allen statischen Nachweisen berücksichtigt wird. Die Zylinderdruckfestigkeit kann über Umrechnungsfaktoren aus der Würfeldruckfestigkeit abgeleitet werden. In der unten abgebildeten Tabelle sind die Zylinderdruckfestigkeiten für Vorgänger-Betongüten dargestellt und den aktuellen Festigkeitsklassen zugeordnet. Die bislang erstellten Tabellen zum Vergleich der Betongüten beziehen sich nur auf die Betongüten von 1988 und wären für den Zeitraum der 50er bis 70er Jahre wenig aussagekräftig. Die Tabelle dient als Hilfsmittel für die Beurteilung der Bausubstanz im Vorfeld weitergehender Untersuchungen. Die ursprünglich geplanten Betongüten müssen durch Versuche an Probekörpern bestätigt werden.

Eine Besonderheit stellen die Ziegelsplittbetone dar, die je nach Gefüge unterschieden werden können. Dies kann auf der einen Seite porig und auf der anderen Seite geschlossen sein. Diejenigen, die ein poriges Gefüge aufweisen, wurden z. B. für tragende Wände eingesetzt und die mit einem geschlossenem z. B. bei bewehrten Decken. Anwendung fanden sie besonders in den Nachkriegsjahren, denn der für die Herstellung notwendige Ziegelbruch wurde aus den Trümmern des Krieges gewonnen. Bei den Festigkeiten konnten mit ihnen die Güteklassen B120 und B160 erreicht werden. Die Norm, die diese Betone behandelte war die DIN 4163 aus dem Jahr 1951, die mittlerweile zurückgezogen ist. Heute beschäftigt sich die DIN 4226-100 mit rezyklierter Gesteinskörnung.

Überblick über die Betonfestigkeitsklassen von 1943 bis heute

Klassen nach DIN 1045: 2001 1988 und 1978 1972 1959 und 1943	B 5 BN 50 B 50	B 80	C8/10	B 10 BN 100	B 120 *	B 15 BN 150	B 160	C12/15	C16/20	B 225	C20/25	B 25 BN 250	C25/30	B 300	B 35 BN 350	C30/37	C35/45	B 45 BN 450	C40/50	C45/55	B 55 BN 550
nur für unbewehrten Beton																					
<b>Würfeldruckfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]</b> mit Kantenlänge 200mm (alt)	5	8	/	10	12	/	15	16	/	22,5	/	25	/	30	35	/	/	45	/	/	55
<b>Würfeldruckfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]</b> Formel für Umrechnung: $f_{cw150} = f_{cw200} / 0,95$	5,26	8,42	10,00	10,53	12,63	15,00	15,79	16,84	20,00	23,68	25,00	26,32	30,00	31,58	36,84	37,00	45,00	47,37	50,00	55,00	57,89
<b>Zylinderdruckfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]</b> Formel für Umrechnung: $f_{cz} = f_{cw} / 1,25$	4,21	6,74	8,00	8,42	10,11	12,00	12,63	13,47	16,00	18,95	20,00	21,05	25,00	25,26	29,47	30,00	35,00	37,89	40,00	45,00	46,32
<b>Rechenfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]</b> $f = \alpha \cdot f_{ck}$ ( $\alpha = 0,85$ ) (Zylinderfestigkeit)	3,58	5,73	6,80	7,16	8,59	10,20	10,74	11,45	13,60	16,11	17,00	17,89	21,25	21,47	25,05	25,50	29,75	32,21	34,00	38,25	39,37
<b>Zugfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]</b> Bis C50/60: $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{cz}^{2/3}$	0,78	1,07	1,20	1,24	1,40	1,57	1,63	1,70	1,90	2,13	2,21	2,29	2,56	2,58	2,86	2,90	3,21	3,38	3,51	3,80	3,87
<b>Einteilung in die Betonfestigkeitsklasse</b>	C 8/10		C 12/15			C 16/20		C 20/25			C 25/30		C 30/37		C 35/45		C 40/50		C 45/55		

\* eine 100% Ausnutzung ist nicht empfehlenswert

Tabelle 15 Festigkeitswerte und Einteilung historischer Betone auf Grundlage der DIN 1045 (2001)

### 4.4 Objektbezogene Auswertung für Beton und Betonstahl

Ziel der nachfolgenden Ausführungen ist es, die objektbezogene Situation der verwendeten Betone und Betonstähle darzustellen. Im Speziellen soll die Einsatzhäufigkeit der einzelnen Betonfestigkeitsklassen und Betonstahlsorten in dem betrachteten Zeitraum der 50er, 60er und 70er Jahre erörtert werden. Die hierbei betrachteten Bauteile stellen Decken, Unterzüge, Stützen und Wände dar. Die Gründe für diese Darstellung liegen darin, dass aufgezeigt werden soll, welche Materialkennwerte üblicherweise für die einzelnen Bauteile Anwendung fanden. Somit werden Rückschlüsse auf andere Bestandsbauten ermöglicht.

Außerdem liegt ein wesentlicher Grund darin herauszufinden, ob es aufgrund der verwendeten Beton- und Stahlgüten zu Problemen bei einer Bemessung nach heutigen Richtlinien kommen kann.

Im Hinblick auf die verwendeten Betone kann folgendes festgestellt werden:

Das in

Abbildung 137 dargestellte Diagramm zeigt, dass grundsätzlich nur drei unterschiedliche Betonfestigkeitsklassen in den 50er, 60er und 70er Jahren zum Einsatz kamen. Ferner wird deutlich, dass bei Decken, Unterzügen und Wänden ausschließlich der B300 und der B225 verwendet wurden. Die Anwendungshäufigkeit des B225 liegt für Decken und Unterzüge bei 50% und für Wände bei 60%. Im Gegensatz dazu kam bei Stützen eine weitere Betonfestigkeitsklasse zur Anwendung. Hierbei handelt es sich um den B450, der allerdings mit einer Einsatzhäufigkeit von ca. 11% eher selten Verwendung fand. Vorwiegend wurde bei Stützen der B300 mit einer Häufigkeit von ca. 56% genutzt.

Nach Gliederungspunkt 4.3 können die angegebenen Betonsorten nach aktueller Normung wie folgt eingestuft werden: Bei einem B225 handelt es sich um einen C20/25, bei einem B300 um einen C25/30 und bei einem B450 um einen C35/45.

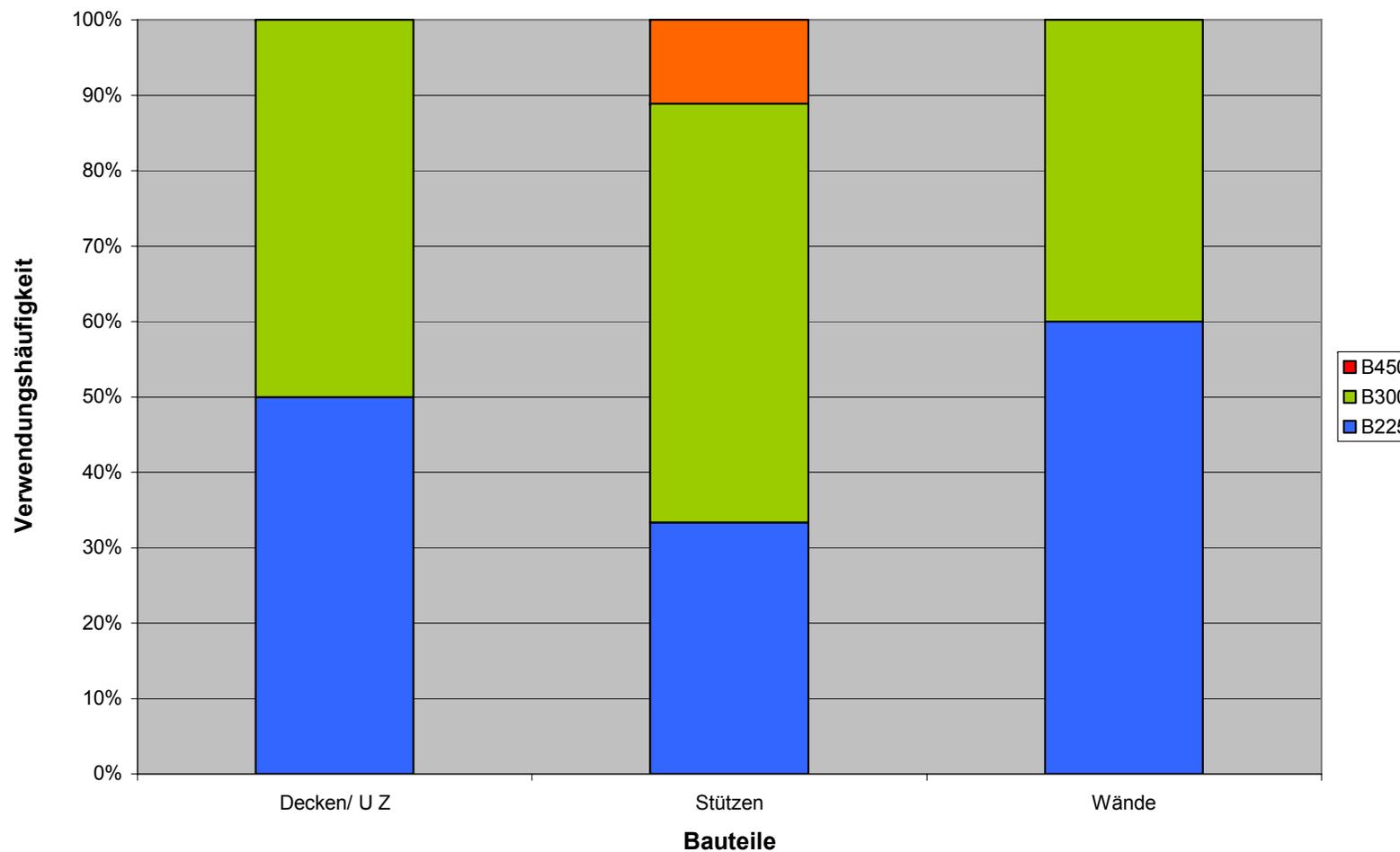


Abbildung 137 Einsatzhäufigkeit der Betonsorten bezogen auf die Bauteile: Decken, Wände und Stützen bei den untersuchten Objekten

Bei den eingesetzten Betonstählen zeigt sich im Gegensatz zu den Betonen ein anderes Bild. Statt einer variierenden Anwendungshäufigkeit verschiedener Betonstahlsorten, werden bei den Betonstählen, bei fast allen Objekten, die Betonstähle BStI, III und IV gleichermaßen eingesetzt. Anmerken könnte man allerdings, dass der BStI nach den Planungsunterlagen des Projektes Schering z. B. als Bewehrung für untergeordnete Bauteile Anwendung fand. Die maßgeblichen Unterschiede bei den einzelnen Betonstählen liegen zum einen in der Festigkeit und zum anderen in der Oberfläche der Stähle (siehe Kapitel 4.2).

Die nachfolgende Abbildung 15 zeigt grundsätzlich auf, wie Bewehrungsangaben in alten Plänen aussehen können.

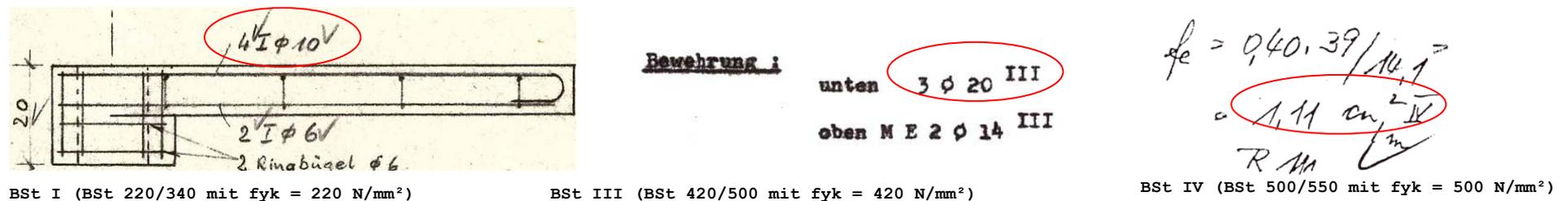


Abbildung 138 Unterschiedliche Schreibweisen bei der Bewehrungsangabe bei den untersuchten Objekten

Die vorherigen Ausführungen zeigen, dass in früherer Zeit die Betonstähle BSt I, III und IV häufig zum Einsatz kamen. In Verbindung mit dem Wissen, dass die Baustähle BSt I und III in der aktuellen DIN 1045 von 2001 nicht mehr aufgeführt sind, kann festgehalten werden, dass sich beim Bauen im Bestand die Bemessung damaliger Stahlbetonbauteile schwierig gestaltet. Die aktuelle DIN 1045 behandelt nur den BSt 500 bzw BSt IV, der heutzutage als einziger Baustahl verwendet wird. Auswirkungen ergeben sich hierdurch z.B. bei Biege- und Schubnachweisen, bei Nachweisen auf Druck (nur wenn der Stahl in den Nachweis mit eingeht) und Zug oder bei Verankerung- bzw. Übergreifungslängen.

Um dieses Problem näher zu beleuchten und um Antworten zu geben, wird sich der nachfolgende Gliederungspunkt hiermit näher auseinandersetzen.

### 4.5 Ermittlung der erforderlichen Bewehrung für bestehende Decken

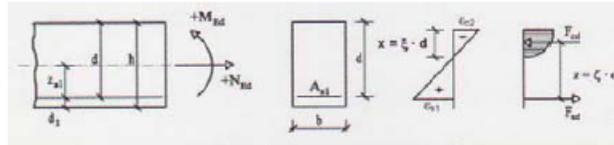
Biegebemessung nach  $\mu$ E<sub>ds</sub> für alte und neue Betonstähle

In der heutigen Zeit liegt ein großes Aufgabengebiet des Bauingenieurs in der Erhaltung und Sanierung bestehender Gebäude. Somit kommt der verantwortliche Planer unweigerlich mit Baumaterialien aus den früheren Tagen in Berührung. Gerade hier können immer wieder Schwierigkeiten auftreten, denn durch die Einführung neuer und überarbeiteter Normen besteht die Möglichkeit, dass einige Materialien in den aktuellen Normen keine Berücksichtigung finden. Diese Problematik kommt z.B. in dem Fall der Betonstähle zum tragen, wenn die früher üblichen Stahlsorten in die heutige Bemessung mit einbezogen werden sollen. Denn wie das vorherige Kapitel bereits erwähnt hat, enthält die aktuelle DIN 1045 nur den BSt 500 und nimmt keinen Bezug zu den älteren Stählen wie dem BSt 420 und BSt 220.

Aufgrund dessen sollen die nachfolgenden Ausführungen dieses Gliederungspunktes eine Hilfestellung bei der Biegebemessung älterer Bauteile bieten. Erforderlich wird die Bemessung vor allem, wenn eine höhere Belastung auf die Bauteile wirkt oder aufgrund einer veränderten Raumnutzung Teile der tragenden Struktur entfernt werden müssen.

Die Tabelle, die hierfür erstellt wurde und in der Abbildung 139 zu sehen ist, stellt in ihren Grundzügen die Bemessung nach dem  $\omega$ -Verfahren aus der aktuellen DIN 1045 dar. Infolgedessen, dass bei diesem Verfahren nur der heute übliche BSt 500 Berücksichtigung findet, musste die Tabelle um die früher verwendeten Betonstahlsorten erweitert werden. Somit besteht nun die Möglichkeit, eine unkomplizierte Umbemessung älterer Bauteile vorzunehmen.

Bemessungstafel für den Rechteckquerschnitt ohne Druckbewehrung für Biegung mit Längskraft



$\mu_{Ed}$	$\omega$	$\xi = x/d$	$\zeta = z/d$	$\epsilon_{s2}$	$\epsilon_{s1}$ (BSt 500) in ‰	$\sigma_{ed}$ BSt 500 (IV)	$\epsilon_{s1}$ (BSt 420) in ‰	$\sigma_{ed}$ BSt 420 (III)	$\epsilon_{s1}$ (BSt 220) in ‰	$\sigma_{ed}$ BSt 220 (I)
0,01	0,0101	0,03	0,99	-0,77	25,00	435	25,00	365	25,00	191
0,02	0,0203	0,044	0,965	-1,15	25,00	435	25,00	365	25,00	191
0,03	0,0306	0,055	0,96	-1,46	25,00	435	25,00	365	25,00	191
0,04	0,041	0,066	0,976	-1,76	25,00	435	25,00	365	25,00	191
0,05	0,0515	0,076	0,971	-2,06	25,00	435	25,00	365	25,00	191
0,06	0,0621	0,086	0,967	-2,37	25,00	435	25,00	365	25,00	191
0,07	0,0728	0,097	0,962	-2,68	25,00	435	25,00	365	25,00	191
0,08	0,0836	0,107	0,966	-3,01	25,00	435	25,00	365	25,00	191
0,09	0,0946	0,118	0,961	-3,35	25,00	435	25,00	365	25,00	191
0,1	0,1057	0,131	0,946	-3,5	23,29	435	23,29	365	23,29	191
0,11	0,117	0,145	0,94	-3,5	20,71	435	20,71	365	20,71	191
0,12	0,1285	0,159	0,934	-3,5	18,55	435	18,55	365	18,55	191
0,13	0,1401	0,173	0,928	-3,5	16,73	435	16,73	365	16,73	191
0,14	0,1518	0,188	0,922	-3,5	15,16	435	15,16	365	15,16	191
0,15	0,1638	0,202	0,916	-3,5	13,80	435	13,80	365	13,80	191
0,16	0,1759	0,217	0,91	-3,5	12,61	435	12,61	365	12,61	191
0,17	0,1882	0,232	0,903	-3,5	11,56	435	11,56	365	11,56	191
0,18	0,2007	0,248	0,897	-3,5	10,62	435	10,62	365	10,62	191
0,19	0,2134	0,264	0,89	-3,5	9,78	435	9,78	365	9,78	191
0,2	0,2263	0,28	0,884	-3,5	9,02	435	9,02	365	9,02	191
0,21	0,2395	0,296	0,877	-3,5	8,33	435	8,33	365	8,33	191
0,22	0,2528	0,312	0,87	-3,5	7,71	435	7,71	365	7,71	191
0,23	0,2665	0,329	0,863	-3,5	7,13	435	7,13	365	7,13	191
0,24	0,2804	0,346	0,866	-3,5	6,60	435	6,60	365	6,60	191
0,25	0,2946	0,364	0,849	-3,5	6,12	435	6,12	365	6,12	191
0,26	0,3091	0,382	0,841	-3,5	5,67	435	5,67	365	5,67	191
0,27	0,3239	0,4	0,834	-3,5	5,25	435	5,25	365	5,25	191
0,28	0,3391	0,419	0,826	-3,5	4,88	435	4,88	365	4,88	191
0,29	0,3546	0,438	0,818	-3,5	4,49	435	4,49	365	4,49	191
0,3	0,3706	0,458	0,81	-3,5	4,15	435	4,15	365	4,15	191
0,31	0,3869	0,478	0,801	-3,5	3,82	435	3,82	365	3,82	191
0,32	0,4038	0,499	0,793	-3,5	3,52	435	3,52	365	3,52	191
0,33	0,4211	0,52	0,784	-3,5	3,23	435	3,23	365	3,23	191
0,34	0,4391	0,542	0,774	-3,5	2,95	435	2,95	365	2,95	191
0,35	0,4576	0,566	0,765	-3,5	2,69	435	2,69	365	2,69	191
0,36	0,4768	0,589	0,755	-3,5	2,44	435	2,44	365	2,44	191
0,37	0,4968	0,614	0,745	-3,5	2,20	435	2,20	365	2,20	191
0,38	0,5177	0,64	0,734	-3,5	1,97	396	1,97	365	1,97	191
0,39	0,5396	0,667	0,723	-3,5	1,75	350	1,75	355	1,75	191
0,4	0,5627	0,695	0,711	-3,5	1,54	307	1,54	312	1,54	191
0,41	0,5875	0,754	0,686	-3,5	1,14	227	1,14	231	1,14	191
0,42	0,6139	0,759	0,684	-3,5	1,11	221	1,11	225	1,11	191
0,43	0,6391	0,787	0,673	-3,5	0,95	189	0,95	193	0,95	181
0,44	0,6653	0,814	0,661	-3,5	0,80	160	0,80	162	0,80	153
0,45	0,7075	0,875	0,636	-3,5	0,50	100	0,50	101	0,50	96
0,46	0,7457	0,921	0,617	-3,5	0,30	60	0,30	61	0,30	57
0,47	0,8048	1,000	0,584	-3,5	0	0	0	0	0	0

unwirtschaftlicher Bereich

Formeln für die Bemessung:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b * d * f_{cd}) \quad \text{mit:} \quad M_{Ed} = M_{Ed} - N_{Ed} * z_{s1}$$

$$f_{cd} = \alpha * f_{ck} / \gamma_c \quad (\alpha = 0,85)$$

$$A_{s1} = 1 / \sigma_{ed} * (\omega * b * d * f_{cd} + N_{Ed})$$

Die Tabelle gilt für die Betonstähle BSt 500, 420 und 220 mit  $\gamma_s = 1,15$  in Verbindung mit Normalbeton  $\leq C50/60$

Abbildung 139 Bemessungswerte für Bst I, III, IV bezogen auf das Bemessungskonzept der DIN 1045 (2001)

Die in der Tabelle enthaltenen Werte konnten auf der einen Seite aus der in der DIN 1045 befindlichen Tabelle übernommen werden, wie es für den Betonstahl BSt 500 der Fall war. Auf der anderen Seite mussten sie für den BSt 420 und BSt 220 neu ermittelt werden. Hierbei wurden die Werte für die Stahldehnung beibehalten und die zugehörigen Spannungen errechnet. Zwei Bereiche waren hierbei zu unterscheiden. Zum einen der Bereich mit konstanter Spannung. Diese konnte über die Formel  $\sigma_{sd} = f_{yk} / \gamma_s$  ermittelt werden. Zum anderen der linear ansteigende Bereich, der in der Tabelle grau gekennzeichnet ist und den unwirtschaftlichen Bereich darstellt. Hier wurde die zur Dehnung zugehörige Spannung über einen Dreisatz ermittelt.

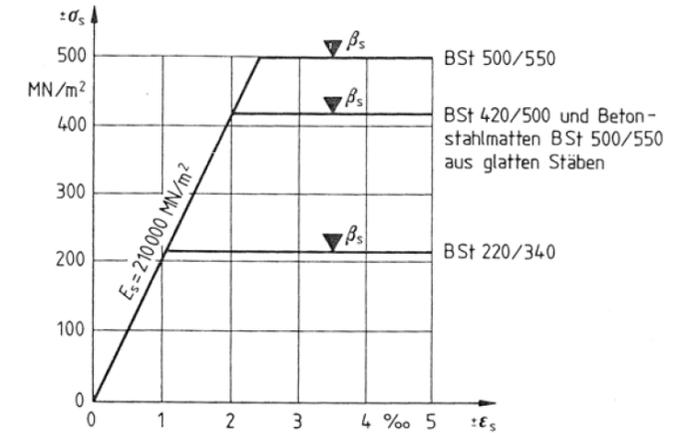


Abbildung 140 Rechenwerte für die Spannungs-Dehnungslinien der Betonstähle

Für die noch fehlenden Werte wie der mechanische Bewehrungsgrad, die bezogene Druckzonenhöhe und der bezogene Hebelarm kamen die folgenden Formeln zum Einsatz:

$$\xi = \epsilon_c / (\epsilon_c + \epsilon_s)$$

$$\zeta = 1 - \xi * k_a$$

$$\omega = \alpha_R * \xi = \mu_{Eds} / \zeta$$

## 5 Zusammenfassung Tragwerk

Aus Sicht der Tragwerksplanung und des Feuerwiderstandes der Bauteile sind die untersuchten Gebäude in einem guten Zustand. Die anzusetzenden Nutzlasten betragen schon in den 50er Jahren  $2,0 \text{ kN/m}^2$ . Die leichten Trennwände wurden schon damals mit einem Flächenlastzuschlag berücksichtigt. Wenn nicht gerade Aufstockungen von mehr als einem Stockwerk geplant sind, sind alle vertikalen Tragglieder ohne Sanierungsmaßnahmen tragfähig. Der Feuerwiderstand der Stützen und Wände entspricht den Vorgaben der aktuellen Vorschriften. Das schwächste Tragglied sind die Decken.

Meist liegen Massivdecken vor, die in ihrem Tragverhalten gutmütig sind. Aufgrund ihrer meist zweiachsigen Ausführung sind die Feuerwiderstände feuerbeständig. Negativ zu bewerten sind die Balkendecken und Rippendecken ohne Füllkörper, deren Anteil am gesamten Deckenbestand 20% beträgt. Bei ihnen sind aufgrund der Deckenstärke, der Rippenbreite, Betondeckung und der Anzahl der Bewehrungsstähle in den Rippen die Feuerwiderstandsdauern nicht feuerbeständig oder hochfeuerhemmend. Hier sind Ertüchtigungsmaßnahmen zu erwarten.

Die Ertüchtigungsmaßnahmen können sein:

- Abgehängte Decke als Feuerbarriere
- Aufbringen eines Putzes nach DIN 4102 Teil 4

Die Art der Ertüchtigungsmaßnahme ist im Zusammenhang mit den anderen Bereichen der Planung auszuwählen. Abgehängte Decken erfordern Abstimmungen bei:

- den Tragreserven der Decken
- gewünschter Bauteilaktivierung bei Nachtlüftung
- geringen Raumhöhen im Bereich der Fensteranschlüsse
- mechanischer Lüftung über Deckenauslässe

Wenn die Ertüchtigungsmaßnahmen nicht möglich sind, sind in Zusammenarbeit mit bauaufsichtlichen Behörden Ersatzmaßnahmen zu konzipieren. Eine wäre zum Beispiel der Nachweis der Feuerwiderstandsdauer der Decken mit der Ersatzmaßnahme Sprinklerung und/oder Brandmeldeanlage.

Die Betrachtung des Tragwerks und des Brandschutzes ergab eine positive Bilanz aller Gebäude. Nur ein Gebäude, das jedoch keine typischen Kennzeichen gemäß den gewählten Parametern hat, muss u.a. aus Brandschutzgründen entkernt und neu ausgebaut werden. Alle anderen Gebäude können durch geringfügige Maßnahmen in einen sicheren Zustand nach heutigen Regeln der Technik versetzt werden.

### 7.4.1 Gebäudehülle Teil 1

#### Inhaltsverzeichnis

1	Merkmale der 50er- bis 70er-Jahre-Bauten.....	188
2	Konstruktionsart und Gestalt.....	190
2.1	Tragende massive Außenwände.....	192
2.2	Lochfassade.....	193
2.3	Skelett mit Ausfachung.....	193
2.4	Pfeilerfassade und ausgefachte Fassaden.....	194
2.5	Nicht tragende Außenwände.....	194
2.6	Elementfassade.....	195
2.7	Pfosten-Riegel-Fassade.....	196
2.8	Bandfassaden.....	197
3	Konstruktionsart und Gestalt der Prosab-Gebäude.....	198
4	Weiterentwicklung der Fassade Doppelfassade.....	201
5	Entwicklung der gesetzlichen Anforderungen.....	201
6	Typische Mängel und Schäden der Fassaden.....	203
6.1	Lebensdauer von Bauteilen.....	203
7	Beispiele sanierter Fassaden.....	208
8	Zusammenfassung.....	211
8.1	Lösungsansatz - Instandsetzung von Teilen der Fassade.....	211
8.2	Lösungsansatz - Rückbau, Austausch oder Neubau von Fassaden.....	212

### 1 Merkmale der 50er- bis 70er-Jahre-Bauten

Aus der Überwindung des monumentalen Historismus, der Wiederaufnahme der Moderne und den ökonomischen Zwängen der Nachkriegszeit entstand in den 50er Jahren eine charakteristische Architektursprache: Gestaltungsziele wie Leichtigkeit und Dynamik statt Masse und Symmetrie, Transparenz statt Geschlossenheit standen nun im Vordergrund und ließen die Gebäude funktional, feingliedrig und bescheiden erscheinen. Große Fensterflächen mit filigranen Profilen in gerasterter Gliederung sorgten für Transparenz. Eine zunächst handwerkliche Vorfabrikation und Serienfertigung von Bauteilen prägten das Erscheinungsbild der Gebäude der späteren 50er Jahre und sind deutliches Indiz für eine beginnende Industrialisierung des Bauens in dieser Zeit.

In den 60er Jahren wurden in Deutschland neue Tendenzen aus dem Ausland aufgenommen – Skelettbauten mit vorgehängten Fassaden prägten zunehmend das Erscheinungsbild des Bürobaus. Der Funktionalismus des industrialisierten Bauens setzte sich endgültig durch und der Umgang mit neuen Baustoffen, Konstruktionen und Formen wurde weiter verstärkt. Die Geometrie der Bauteile, ihre Gliederung und Relief dienten als Grundlage der Form.

Die 70er Jahre waren geprägt durch Massenfertigung und Industrialisierung. Die Vorfertigung von integrierten Bausystemen, Steigerung der Produktivität und Effizienz bei gleichzeitiger Senkung der Baukosten wurde angestrebt, was sich oft nachteilig auf die technische und ästhetische Qualität der Gebäude auswirkte. Das architektonische Erscheinungsbild in den 70er Jahren wurde geprägt durch das „zur Schau stellen“ der Konstruktion des Gebäudes. Fassaden mit Brüstungen aus Sichtbetonfertigteilen mit unterschiedlicher Oberflächenbehandlung entstanden, großflächige Fenster mit metallbedampfte Gläsern wurden angewendet, um der Problematik des sommerlichen Wärmeeintrags entgegenzuwirken.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über typische Merkmale von Bürogebäuden aus den 50er bis 70er Jahren.

	<b>50er Jahre</b>	<b>60er Jahre</b>	<b>70er Jahre</b>
<b>Gestaltung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leichtigkeit, Kleinmaßstäblichkeit statt Massivität und Repräsentation</li> <li>- Übertragung klassischer Gliederungssysteme in moderne Formensprache</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionalität</li> <li>- Skelettbauweise mit vorgehängten Fassaden</li> <li>- klar geometrisch aufgeteilte Fassade</li> <li>- Geometrie als Ordnungsform</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Industrialisierung, Ausdruck des seriellen „Baukastens“, klare Gliederung, großflächige Verglasung, Großmaßstäblichkeit</li> <li>- Primär-Sekundär-Struktur</li> <li>- tragende Konstruktion (außenliegend) rückt in den Vordergrund</li> <li>- Sichtbetonbauten</li> </ul>
<b>Materialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stahl, Stahlbeton, Mauerwerk, Klinker, Keramik, Eternit, Messing, Glas, Glasbausteine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beton (Bimsbetonhohlblocksteine), Ziegel, Natur- und Werksteinplatten, Glas, Asbest</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stahl, Stahlbeton, Beton (Sichtbeton - Betonwerkstein), Ziegel, Kalksandsteine, Werksteinplatten, Glas</li> </ul>
<b>Außenwände</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hochlochziegel / Stahlbeton</li> <li>- geringe Wandstärken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bimsbetonhohlblocksteine (selten Ziegel)</li> <li>- geringe Wandstärken</li> <li>- Betonsandwichelemente mit Kerndämmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lochziegel, Betonsteine, Kalksandsteine</li> <li>- geringe Wandstärken</li> <li>- industriell vorgefertigte Stahlbetonbauteile</li> <li>- Sandwichelemente - Metall</li> <li>- erst einschalig und ungedämmt, später mehrschalig und gedämmt</li> </ul>
<b>Geschossdecken</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hohlkörperdecken</li> <li>- geringe Dimensionierung der Stahlbetondecken</li> <li>- tlw. Decken mit anbetonierten Holzwolle-Leichtbauplatten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stahlbetondecken</li> <li>- Rippendecken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Betondecken</li> <li>- schwimmender Estrich</li> </ul>
<b>Fenster</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- filigrane Holzfenster mit Einfachverglasungen</li> <li>- großformatige Fensteröffnungen</li> <li>- gerasterte, rhythmische Gliederung</li> <li>- ungedämmte Profile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Holzfenster mit Einfachverglasungen und Holz-, Aluminium- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung</li> <li>- großformatige Fensteröffnungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Holz-, Aluminium- und Kunststofffenster</li> <li>- großformatige Fensteröffnungen</li> <li>- Isolierverglasung</li> </ul>
<b>Fassadenoberflächen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Putz</li> <li>- vorgehängte Natursteinplatten</li> <li>- Beton oder Kunststein, Fliesen, Keramik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Putz</li> <li>- Verkleidung mit Asbestzement-Fassadenplatten oder Holz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Putz</li> <li>- vorgefertigte Elemente (Sichtbeton, Betonwerkstein)</li> <li>- Glas-/Stahlkonstruktionen mit ungedämmten Profilen</li> </ul>

**Tabelle 16 Merkmale bei Gebäuden der 50er bis 70er Jahre**

### 2 Konstruktionsart und Gestalt

Das Erscheinungsbild eines Gebäudes wird neben der Gliederung und Proportion des Baukörpers vorrangig durch die Fassade geprägt. Aus konstruktiver Sicht lassen sich Fassaden in drei Typen unterscheiden: Tragende, massive Außenwände, Skelett mit Ausfachung in einer Ebene zwischen den Stützen und Skelette mit nicht tragenden Außenwänden in unterschiedlichen Ebenen vor oder hinter den Stützen.

Es muss analysiert werden, welche Fassadenelemente zur Primär- oder zur Sekundärstruktur gehören, fest verbaut oder austauschbar sind.

Morphologisch, das heißt bezogen auf die Gestalt lassen sich Fassaden durch die Art und Gliederung bzw. Anordnung der Öffnungen und geschlossenen Teile unterscheiden.

Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über Konstruktion und Gestalt von Fassaden der 50er bis 70er Jahre.

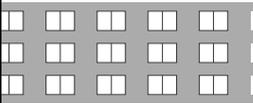
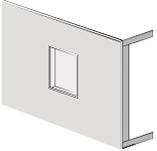
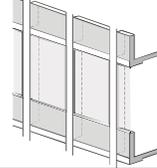
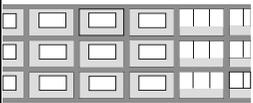
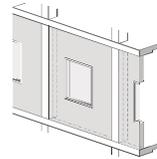
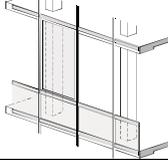
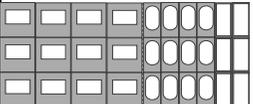
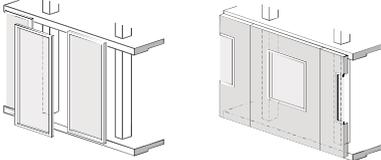
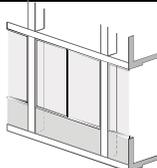
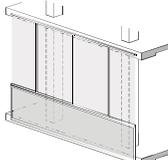
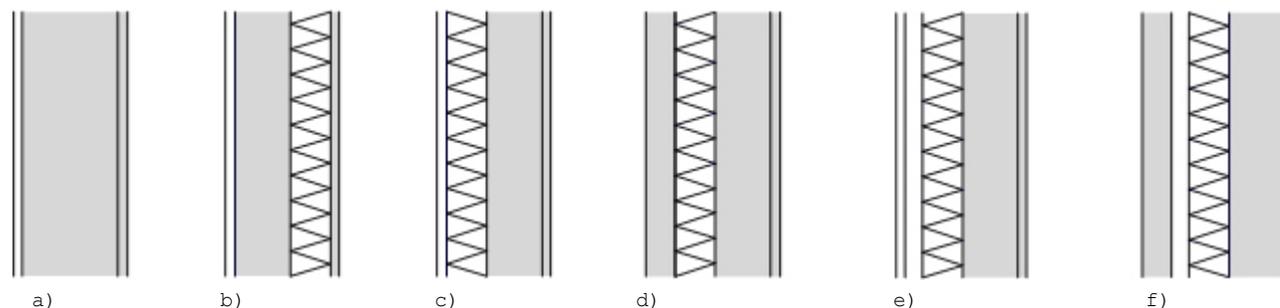
Gestalt	Konstruktion		
	Tragende Außenwand - massiv	Skelett mit Ausfachung	Nicht tragende Außenwand
<b>Lochfassade</b> 			
<b>Pfeilerfassade</b> 			
<b>Ausgefachte Fassade</b> 			
<b>P-R-Fassade</b> 			
<b>Elementfassade</b> 			
<b>Bandfassade</b> 			

Tabelle 17 Konstruktionsart und Gestalt von Fassaden

**2.1 Tragende massive Außenwände**

Bis 1952, vor Einführung der DIN 4108 für Wärmeschutz, sind Bürofassaden als monolithisch massive Wandkonstruktion oder als ein aus Schichten zusammengesetztes Bauteil mit äußerer Bekleidung ausgeführt. Dabei beträgt die Mindestwanddicke einschaliger Außenwände 11,5cm. Die tragende massive Außenwandkonstruktion besteht mittlerweile aus natürlichen und künstlichen Steinen oder Beton. Die Bekleidung mit Wetterschutzfunktion besteht aus Putz, Natursteinplatten, Zementplatten, Keramik, Metal oder Holz. Es werden bei tragenden Außenwandkonstruktionen folgende Wandsysteme unterschieden: Einschalige und mehrschalige.



**Abbildung 141 Wandaufbauten homogene (a) und geschichtete (b-f) tragende massive Außenwände**

Die einschalige tragende Außenwand ist entweder:

- a) homogen - nur aus einem Material (monolithisch)
- b) geschichtet mit innenliegender Wärmedämmung
- c) geschichtet mit außenliegender Kerndämmung oder
- d) geschichtet mit Vorhangfassade ausgeführt.

Die mehrschalige, tragende Außenwand ist dagegen mit

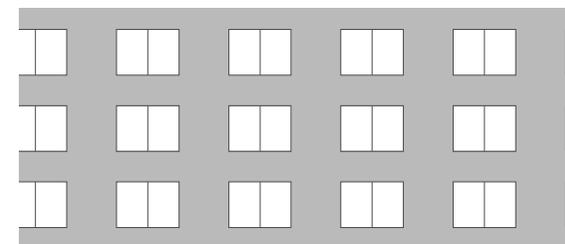
- e) einer Außen- und Innenschale mit Kerndämmung oder
- f) einer Außen- und Innenschale mit einer Luftschicht aufgebaut.

Die verschiedenen Funktionen der Außenwand sind getrennt und einzelnen Schichten oder Schalen der Wand zugeordnet. Während die Außenschale (Verblendschale oder verputzte Vormauerschale) als Wetterschutz sowie als Schutz vor mechanischer Beschädigung dient, übernimmt die Innenschale die Abtragung der Vertikal- und Horizontallasten sowie die Funktion einen dichten Raumabschluss herzustellen.

Beim Fassadentyp tragende, massive Außenwand liegt der Sanierungsbedarf meist auf dem Bereich Wärmeschutz und damit dem Austausch oder der Ertüchtigung der nicht tragenden Fassadenkomponenten sowie der Fenster- und Sonnenschutzelemente. Der Fensterflächenanteil ist durch die Öffnungen in der Außenwand vorgegeben und nur mit Eingriffen in die tragende Struktur zu vergrößern.

**2.2 Lochfassade**

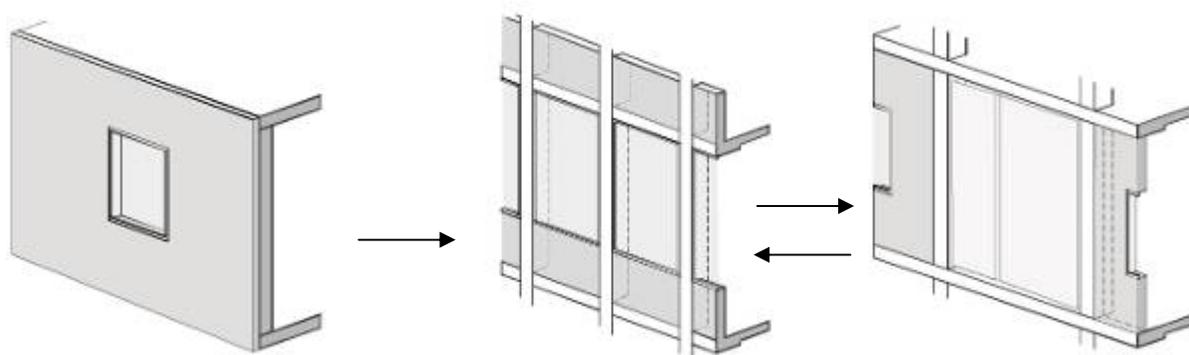
Bezogen auf das Erscheinungsbild bezeichnet man eine Fassade mit eingeschnittenen Öffnungen in der massiven Außenwand als Lochfassade. Gestalterisch entsteht abhängig von der Lage des Fensters im Wandaufbau durch die sichtbare Tiefe der Fensterlaibung ein mehr oder weniger plastisches Erscheinungsbild aus körperhafter, schwerer Masse und eher kleinen Konstruktionsöffnungen. Auch bei nicht tragenden, schweren, vorgehängten Fassaden z.B. aus Betonfertigteilen oder verkleideten Fassaden mit Ausfachung finden sich Beispiele mit den beschriebenen Gestaltmerkmalen. Aus konstruktiver Sicht liegt in den beschriebenen Fällen eine andere Ausgangssituation im Sanierungsfall vor.



**Abbildung 143 Gestalt - Lochfassade**

**2.3 Skelett mit Ausfachung**

Gebäude mit ausgefachter Fassade sind Skelettbauten mit sichtbaren, tragenden Stützen und Decken in der Fassadenebene. Mit der Unterscheidung der geschlossenen, massiven Außenwand in tragende und ausfachende Elemente, bilden die Stützen und Decken die geometrische Gliederung. Eine feingliedrige Fassadengestaltung und Relieferung entsteht mit der Differenzierung der Ansichtsbreite von Stützen und Deckenkanten sowie der Lage und Materialität der Ausfachungen.



**Abbildung 142 Auflösung der massiven tragenden Außenwände zur Skelett mit Ausfachung**

Die Ausfachungen bestehen aus transparenten und opaken Bauteilen: Wände oder Brüstungen aus Leichtbeton, Betonwerkstein, Ziegelmauerwerk (schwere Ausfachung) oder gedämmten Paneelen (leichte Ausfachung), Glasbausteine, Festverglasungen und Fensterelementen.

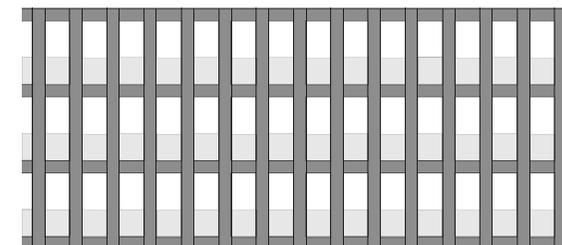
Da die Primärstruktur aus Stützen und Geschossdecken in einer Ebene mit der Fassade liegt, muss diese ebenso wie die Ausfachung wärmegeklämt sein oder Wärmeeigenschaftens besitzten. Bei vielen Gebäuden der 50er und 60er Jahre ist diese Anforderung jedoch nicht ausreichend erfüllt, was Wärmebrücken und entsprechenden Wärmeverlust zur Folge hat. Nach heutigem Standard muss die gesamte Fassadenfläche im Fall einer Sanierung wärmetechnisch ertüchtigt werden, was in der Regel ein völlig anderes Erscheinungsbild ergibt. Fenster und leichte Ausfachungen sind Bauelemente, die bei einer Sanierung meist ausgetauscht werden müssen, weil sie wesentlichen Anforderungen wie Dichtheit und Funktionsfähigkeit, aufgrund ihrer technischen Lebensdauer, und Wärmedämmung nach heutigem Standard nicht mehr entsprechen.

**2.4 Pfeilerfassade und ausgefachte Fassade**

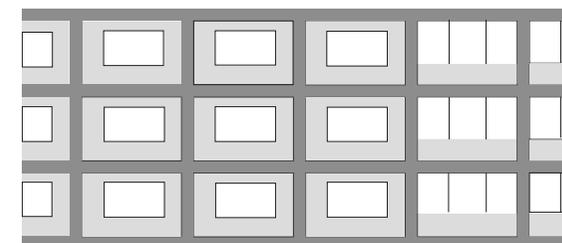
Skelettbauten mit Ausfachungen prägen das Erscheinungsbild vieler Bürogebäude der 50er und auch der 60er Jahre. Die Pfeilerfassade ist ein Fassadentyp mit Betonung der eng gestellten, im Relief hervorgehobenen tragenden Fassadenpfeiler, die damit den Ausdruck des Gebäudes bestimmen. Bei ausgefachten Fassaden wird die horizontale und vertikale Gliederung durch Abbildung der Stützen und Deckenränder gleichermaßen betont, Fenster können als „Löcher“ in der ausfachenden Wand oder auf eine geschlossene Brüstung aufgesetzt ausgebildet sein.

**2.5 Nicht tragende Außenwände**

Mit der Skelettbauweise vollzieht sich die konstruktive Trennung der Hülle des Gebäudes von der Tragstruktur und damit die Aufhebung der Bindung des Erscheinungsbildes an die möglichen Öffnungen in einer tragenden Wand oder zwischen Stützen und Decken. Die konsequente Anwendung dieses Prinzips ist die so genannten Vorhangfassade (Curtain Wall), erstmals angewendet beim Lever House in New York der Architekten Skidmore, Owings und Merrill aus dem Jahre 1953. Danach hat diese Form der Außenwand für Bürobauten breite Anwendung gefunden.



**Abbildung 144 Gestalt - Pfeilerfassade**



**Abbildung 145 Gestalt - ausgefachte Fassade**

Die Hülle als vorgehängte Fassade ist hier ein der Primärstruktur vollständig vorgesetztes selbsttragendes System, in welches Festverglasungen und gedämmte Paneele integriert sind.

Bei der vorgehängten Fassade entwickelten sich zwei Konstruktionsarten:

Die Elementfassade und die Pfosten-Riegel-Fassade. Beide prägen das Bild nicht tragender Außenwände seit etwa den 60er Jahren.

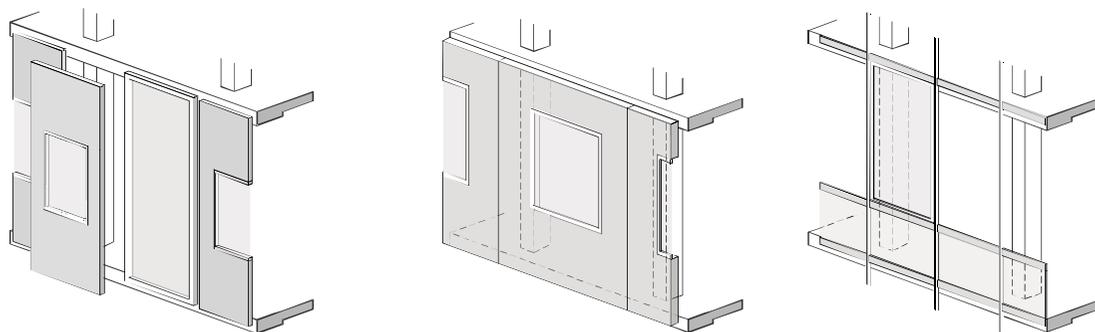


Abbildung 146 Ausschnitte Fassaden mit nicht tragenden Außenwänden

### 2.6 Elementfassade

Die Elementfassade ist ein System das seinen Ausdruck durch die Aneinanderreihung einzelner, werkseitig vorgefertigter Elemente gleicher Größe erhält, welche durch die Anforderung der Eigensteifigkeit oft typische material- und herstellungsbedingte Ausformungen aufweisen. Die Elemente können über ein bis zu drei Geschosse hängend oder stehend gespannt werden. Das Elementsystem erlaubt die Herstellung komplexer, funktionsfertiger Fassadenelemente in der Werkstatt unter kontrollierten Bedingungen mit einem Höchstmaß an Automatisierung und Präzision. Die gleichbleibend hohe Qualität und die schnelle Montage auf der Baustelle sind die Vorteile dieses Systems. Elementfassaden werden mit transparenten oder auch mit opaken Elementen ausgeführt, mechanische Lüftungs- und Sonnenschutzsysteme können integriert werden. Die Rahmenprofile bestehen aus Holz, Stahl, Aluminium oder Kunststoff.

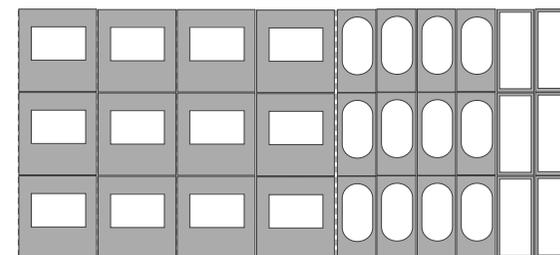


Abbildung 147 Gestalt - Elementfassade

Durch Entwicklung der Betontechnologie bei der Vorfertigung und vielfältigen Gestaltungsvariation von Beton (Oberflächenstrukturierung oder Einfärbung) kam es in den 70er Jahren zu einer allgegenwärtigen, massenhaften Anwendung von Betonfertigteilen bei vorgehängten Fassaden. Vorallem diese Tatsache führte letztlich zur Ablehnung dieses Baustoffs- das Schlagwort der „zubetonierten Landschaft“ ist bis heute präsent.

Aufgrund der damals noch mangelnden, die Dauerhaftigkeit des Betons, der Verankerungselemente und der Dauerhaftigkeit der Elementfugen betreffenden Erfahrungen, treten an diesen Fassaden regelmäßig Schäden auf, die eine Sanierung erforderlich machen.



Abbildung 148 BBG Braunschweig - Betonfertigteile als vorgehängte Elementfassade (Quelle: BBG)

Neben den Korrosionsproblemen der Verankerungselemente sind die häufigsten Schwachpunkte: ungenügende Dämmqualität, Alterung und Verschluss von Dichtungsprofilen und defekter oder fehlender Sonnenschutz.

### 2.7 Pfosten-Riegel-Fassade

Die Pfosten-Riegel-Fassade besteht aus industriell vorgefertigten, geschosshohen senkrechten Pfosten und waagerechten Riegeln mit äußeren Preßleisten und Dichtungsprofilen zur Aufnahme von Einselementen: Festverglasung, Fenster, gedämmte, einschalige Paneele. Die Profile aus Stahl, Aluminium oder Holz

übernehmen die tragende Funktion der Fassade. Die Trennung zwischen Trag-

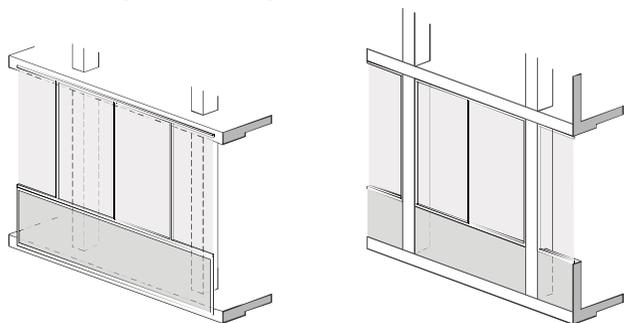
profilen und Einsetzelementen erlaubt eine flexible funktionale Gestaltung der Fassade und die bestmögliche Anpassung an die jeweilige Gebäudegeometrie, so dass prinzipiell an jedem Pfosten Trennwände im inneren angeschlossen werden können.

Der hohe Grad an Vorfertigung und die Unabhängigkeit von Rohbautoleranzen waren weitere Gründe einer schnellen Verbreitung.

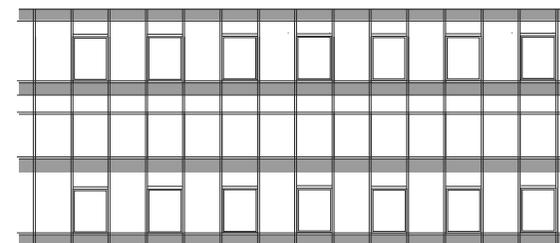
Neben den Alterungs- und Verschleißerscheinungen an Dichtungen und Beschlägen sind auch hier gestiegene Komfortansprüche und Dämmtechnische Erfordernisse die wichtigsten Sanierungsgründe. Pfosten- Riegel- Systeme erlauben zwar auf einfach Art den Austausch der Einsetzelemente gegen solche, die heutigen Anforderungen ganz entsprechen, oft bleibt jedoch das Problem thermisch nicht ausreichend getrennter Tragprofile, wenn diese nicht entsprechend ertüchtigt werden können.

**2.8 Bandfassaden**

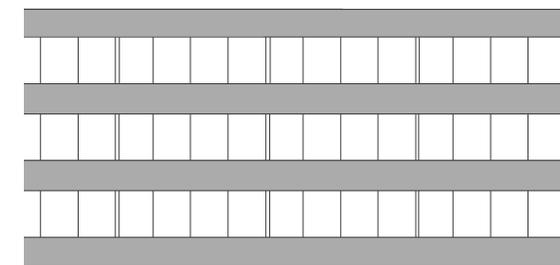
Die Bandfassade erhält ihren Charakter durch den Wechsel von Fenster- und Brüstungsbändern, wodurch die horizontale Gliederung der Fassade betont wird. In den 50er bis 70 Jahren sehr verbreitet, kommen Bandfassaden immer dort zur Ausführung, wo massive geschlossene Brüstungen konstruktiv notwendig sind (Brandüberschlag) und eine flexible Raumaufteilung realisiert werden soll. Die Brüstungen sind vorgehängt oder auf die Geschosdecke gestellt und anschließend verputzt oder als mehrschichtige bzw. mehrschalige Konstruktion verkleidet. Die darüber aneinander gereihten konventionellen Fensterelemente werden zu Fensterbändern zusammengefügt, bestehen aus Aluminium, Stahl, Holz oder Kunststoff. Im Sanierungsfall hat diese Konstruktionsart den Vorteil, dass Fenster und Brüstungsbänder getrennt behandelt werden können.



**Abbildung 149 Konstruktionsarten von Bandfassaden**



**Abbildung 150 Gestalt - P-R-Fassade**



**Abbildung 151 Gestalt - Bandfassade**

**3 Konstruktionsart und Gestalt der PROsab-Gebäude**

Bei 69% der untersuchten PROsab-Gebäude sind die Außenwände als Skelett mit Ausfachung konstruiert. 31% aller Gebäude haben nicht tragende Außenwände. Keines der untersuchten Gebäude hat tragende massive Außenwände.

Bezogen auf die Fassadengestalt sind 30% der PROsab-Gebäude als ausgefachte Fassade ausgeführt, 23% als Pfeilerfassade.

Bezogen auf die Gestalt sind 8% als Elementfassade, 8% als P-R-Fassade und 15% als Bandfassade ausgeführt.

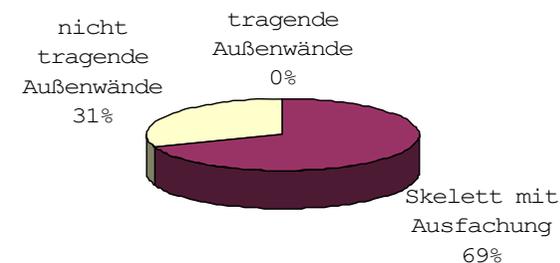


Abbildung 152 Aufteilung der Fassade der PROsab-Gebäude nach Konstruktion

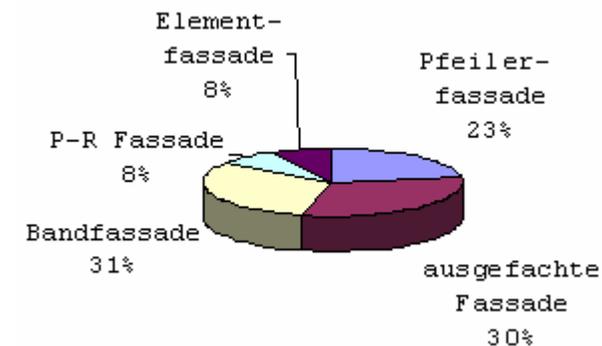
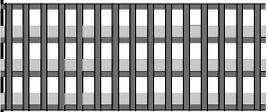
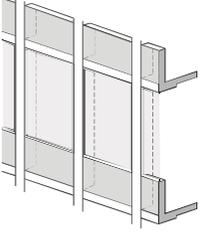
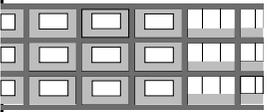
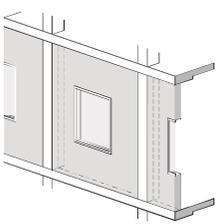
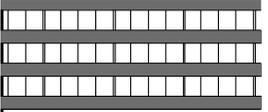
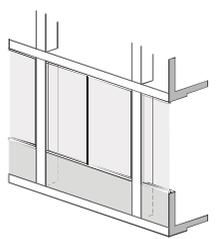


Abbildung 153 Aufteilung der Fassade der PROsab-Gebäude nach Gestalt

Gestaltmerkmale	Konstruktionsart				
<p>Pfeilerfassade</p> 		 <p>06 STK</p>	 <p>11 OHH</p>	 <p>13 SKG</p>	
<p>Ausgefachte Fassade</p> 		 <p>07 WST</p>	 <p>05 MHM</p>	 <p>12 BEK</p>	 <p>10RNB</p>
<p>Bandfassade</p> 		 <p>SAG 09</p>	 <p>SAG 08</p>		

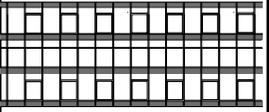
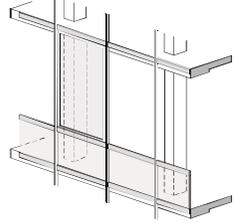
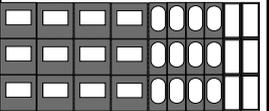
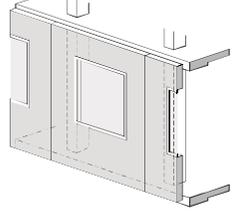
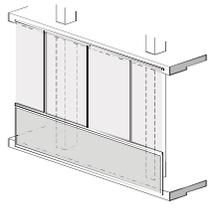
Gestaltmerkmale	Konstruktionsart	Beispiele - PROsab-Gebäude	
<p><b>P-R-Fassade</b></p> 		 <p>04 AVG</p>	
<p><b>Elementfassade</b></p> 		 <p>01 BBG</p>	
<p><b>Bandfassade</b></p> 		 <p>02 UWA</p>	 <p>03 FRM</p>

Abbildung 154 Konstruktion und Gestalt der PROsab-Gebäude

### 4 Weiterentwicklung der Fassade - Doppelfassade

Mit der Energiekrise 1973 gewinnt die Begrenzung des Energieverbrauchs von Gebäuden und damit der bauliche Wärmeschutz- die Dämmung der Gebäudehülle- zunehmend an Bedeutung. Eine oft eingesetzte Konstruktion ist die Doppelfassade, der der eine hinterlüftete Außenschale aus Glas der Fassade vorgesetzt wird. Sie ermöglicht:

- Windschutz
- Schallschutz
- Natürliche Lüftung witterungsunabhängig (Schlagregen, Wind)

Untersuchungen zur Wirksamkeit haben gezeigt, dass die Probleme:

- Brandschutz
- Zugänglichkeit zum Fluchtweg
- Verrauchung durch Kamineffekt
- Hitzestau im Zwischenraum (Sommer)
- natürliche Lüftung eingeschränkt

berücksichtigt werden müssen.

### 5 Entwicklung der gesetzlichen Anforderungen

Die primäre Aufgabe der Fassade ist es, das Raumklima gegen die äußeren Witterungseinflüsse zu schützen und somit den Nutzerkomfort zu gewährleisten. Mit den steigenden Anforderungen an den Wärmeschutz entwickelten sich auch die in diesem Zusammenhang stehenden Gesetze, Richtlinien und Normen. Die DIN 4108 von 1952, überarbeitet 1960 und 1969 legte die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz in Hochbauten fest und gab Hinweise zum Wärme- und Feuchteschutz für die Planung und Ausführung von Aufenthaltsräumen in Hochbauten. Weitere Überarbeitungen folgten 1996 und 2004. Abbildung 155 zeigt die Entwicklung der DIN 4108 von 1950 bis heute.

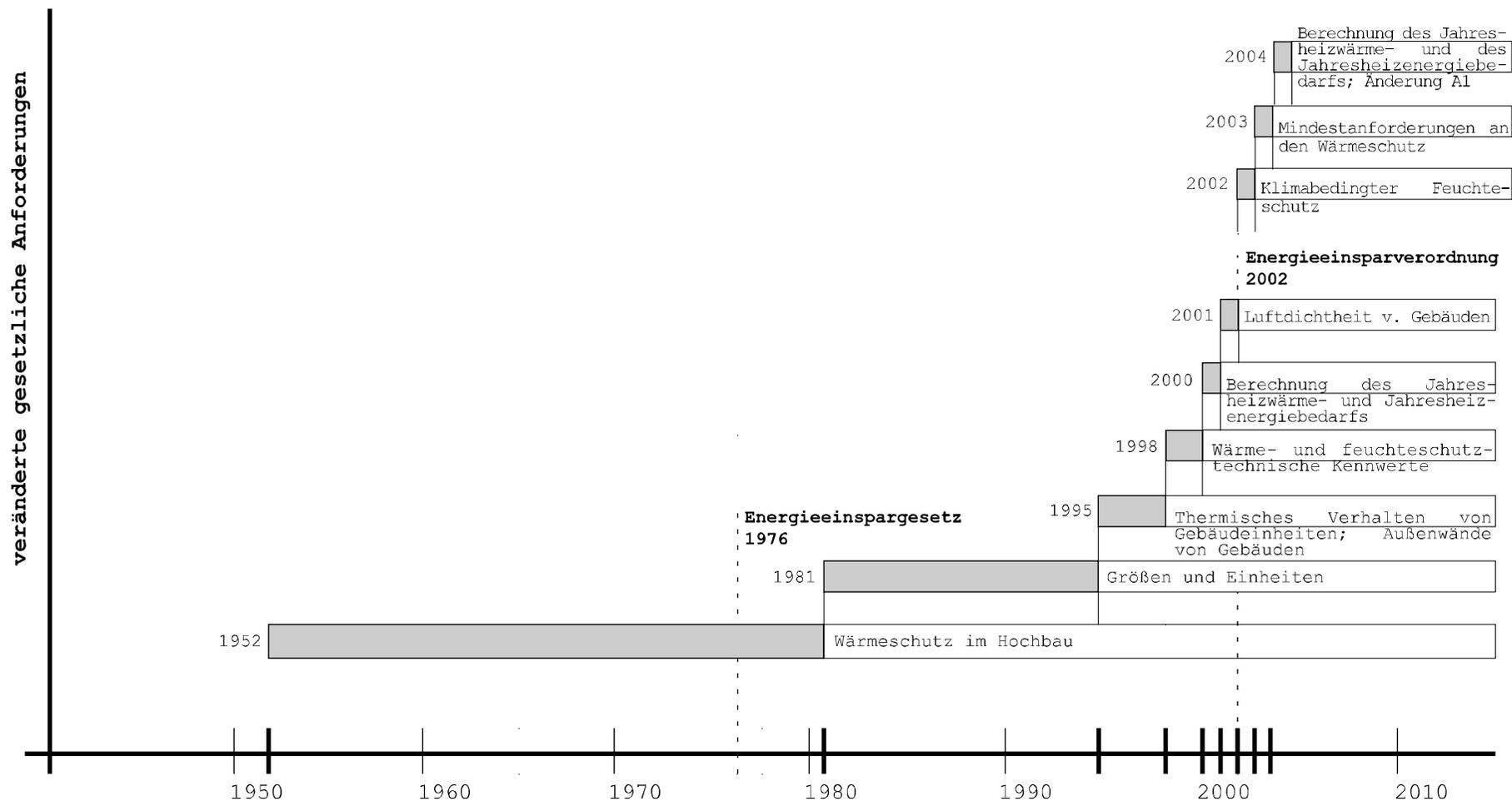


Abbildung 155 Gesetzliche Entwicklung

### 6 Typische Mängel und Schäden der Fassaden

Da die Gebäudehülle den Umweltbedingungen ausgesetzt ist und dem Verschleiß unterworfenen Bedienelemente besitzt, die einer ständigen Wartung bedürfen, entwickeln sich im Laufe der Jahre unvermeidliche Schäden, welche sich nicht zuletzt an einem mangelhaften Erscheinungsbild ablesen lassen. Viele Fassadenkomponenten der Gebäude der 50er bis 70er Jahre haben ihre Lebensdauer überschritten.

Viele der Schäden und Mängel der Fassaden sind aus heutiger Sicht auf die Planung und Ausführung nach Normen und technischen Standards der Zeit der Errichtung zurückzuführen, die längst überholt sind.

Nach der Sanierung von Gebäuden aus den 50er bis 70er Jahren müssen diese daher den heutigen technischen und energetischen Standards entsprechen. Dabei besteht für viele Gebäude die Chance, ein neues und zeitgemäßes Erscheinungsbild zu erhalten.

#### 6.1 Lebensdauer von Bauteilen

Die Lebensdauer von Bauteilen wird vor allem von den Bauteileigenschaften, der Ausführungsqualität, der Stärke der Beanspruchung und der Instandhaltung beeinflusst. Die Lebenserwartung wird deshalb mit „von-bis-Werten“ angegeben, die als mittlere Lebenserwartung angesetzt werden können. Die tatsächliche Lebenserwartung kann von den angegebenen Werten abweichen.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Leitfadens nachhaltiges Bauen

Bauteil / Bauteilschicht		Lebenserwartung von - bis [a]	mittlere Lebenserwartung [a]
Tragkonstruktion	1. Fundament Beton	80 - 150	100
	2. Außenwände / -stützen		
	Beton, bewehrt, bewittert	60 - 80	70
	Naturstein, bewittert	60 - 250	80
	Ziegel, Klinker, bewittert	80 - 150	90
	Beton, Betonstein, Ziegel, Kalksandstein, bekleidet	100 - 150	120
	Leichtbeton, bekleidet	80 - 120	100
	Verfugung, Sichtmauerwerk	30 - 40	35
	Stahl	60 - 100	80
	Weichholz, bewittert	40 - 50	45
	Weichholz, bekleidet; Hartholz, bewittert	60 - 80	70
	Hartholz, bekleidet	80 - 120	100
	3. Innenwände, Innenstützen		
	Beton, Naturstein, Ziegel, Klinker, Kalksandstein	100 - 150	120
	Leichtbeton	80 - 120	100
	Stahl	80 - 100	90
	Weichholz	50 - 80	70
	Hartholz	80 - 150	100
	4. Decken, Treppen, Balkone		
Beton, frei bewittert	60 - 80	70	

Bauteil / Bauteilschicht		Lebenserwartung von - bis [a]	mittlere Lebenserwartung [a]
	Beton, außen bekleidet oder innen	100 - 150	100
	Gewölbe und Kappen aus Ziegel, Klinker	80 - 150	100
	Stahl innen	80 - 100	90
	Stahl außen	50 - 90	60
	Tragkonstruktion Holztreppe innen, Weichholz	50 - 80	60
	Tragkonstruktion Holztreppe innen, Hartholz	80 - 150	90
	Tragkonstruktion Holztreppe außen, Weichholz	30 - 50	45
	Tragkonstruktion Holztreppe außen, Hartholz	50 - 80	70
5.	Treppenstufen		
	Naturstein, hart, außen / innen	80 - 150	100
	Naturstein weich, Betonwerkstein, außen	30 - 100	70
	Naturstein weich, Betonwerkstein, innen	50 - 100	80
	Stufen, Hartholz, innen	30 - 50	45
	Stufen, Hartholz, außen	20 - 40	35
6.	Dächer, Dachstühle		
	Beton	80 - 150	100
	Stahl	60 - 100	80
	Holzdachstuhl	80 - 150	120
	Leimbinder	40 - 80	50
	Nagelbinder	30 - 50	30

Bauteil / Bauteilschicht		Lebenserwartung von - bis [a]	mittlere Lebenserwartung [a]
Nichttragende Konstruktion außen	7. Außenwände, Verblendung, Ausfachung		
	Beton		
	- bewittert	60 - 80	70
	- bekleidet	100 - 150	120
	Naturstein, bewittert	60 - 250	80
	Ziegel, Klinker		
	- bewittert	80 - 150	90
	- bekleidet	100 - 150	120
	Kalksandstein		
	- bewittert	50 - 80	65
	- bekleidet	100 - 150	120
	Leichtbeton, bekleidet	80 - 120	100
	Verfugung	20 - 50	40
		Weichholz, bewittert	40 - 50
	Hartholz, bewittert	60 - 80	70
8. Luftschichtanker, Abfangkonstruktionen			
	Stahl, verkleidet	30 - 50	35
	Edelstahl	80 - 120	100
9. Schächte			
	Beton, Betonfertigteil	40 - 70	60
	Ziegel, Klinker	70 - 100	80
	Kalksandstein	50 - 60	55
	Kunststoff	20 - 50	40

Bauteil / Bauteilschicht		Lebenserwartung von - bis [a]	mittlere Lebenserwartung [a]	
10. Mauer-, Attikaabdeckungen, Fensterbänke, außen	Naturstein	60 - 150	80	
	Klinker	80 - 150	90	
	Beton-, Betonfertigteil, Keramik, Fliesen, Kunststein	60 - 80	70	
	Kupferblech	40 - 100	50	
	Alu, Stahl verzinkt, Faserzement	30 - 50	40	
	Kunststoff	15 - 30	20	
	Zinkblech, Zementputz	20 - 30	25	
	11. Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser	30 - 60	40	
	12. Außenanstriche	Kalkfarbe	6 - 8	7
		Kunststoffdispersionsfarben	10 - 25	20
Mineralfarbe		10 - 25	15	
Öl- und Kunstharz		5 - 20	8	
Imprägnierung auf Mauerwerk		15 - 25	20	
Imprägnierungen auf Holz		10 - 20	15	
Kunststoffbeschichtungen auf Beton		15 - 30	20	
	13. Außenputze			
	Zementputz, Kalkzementputz	20 - 50	40	
Kunststoffputz	25 - 35	30		
WDVS	25 - 45	30		
14. Bekleidungen auf Unterkonstruktion				
	Naturstein, Schiefer-, Kunststeinplatten	60 - 100	80	
	Kupferblech	70 - 100	80	

Bauteil / Bauteilschicht		Lebenserwartung von - bis [a]	mittlere Lebenserwartung [a]
	Faserzementplatten, Bleiblech	40 - 60	55
	Aluminium	50 - 100	60
	Zinkblech, Stahlblech, verzinkt	30 - 60	45
	Kunststoff	30 - 50	40
	Glas	40 - 70	50
	Unterkonstruktion Edelstahl	80 - 120	100
	Unterkonstruktion Stahl	30 - 60	45
	Unterkonstruktion Holz	30 - 50	35
	15. Wärmedämmung, belüftet	25 - 35	30
	16. Geländer, Gitter, Leitern, Roste, außen		
Edelstahl	80 - 120	100	
Aluminium, Stahl, Hartholz	30 - 60	45	
Weichholz, Holzwerkstoff beschichtet	25 - 50	35	

Bauteil / Bauteilschicht		Lebenserwartung von - bis [a]	mittlere Lebenserwartung [a]
Außentüren, -fenster	17. Rahmen / Flügel		
	Hartholz, Aluminium	40 - 60	50
	Weichholz	30 - 50	40
	Stahl, verzinkt	40 - 50	45
	Kunststoff	40 - 60	50
	18. Verglasung, Abdichtung		
	Einfachverglasung	60 - 100	80
	Mehrscheiben-Isolierglas	20 - 30	25
	Verkittung	8 - 15	10
	Glasabdichtung durch Dichtprofile	15 - 25	20
	Glasabdichtung durch Dichtstoffe (Silicone o. ä.)	10 - 25	12
	Flügeldichtungsprofile	15 - 25	18
	19. Beschläge		
	Einfache Beschläge	30 - 50	40
	Drehkipp-, Hebedrehkipp-, Schwingflügel-, Schiebebeschläge	20 - 30	25
	Türschlösser	20 - 30	25
	Türschließer	20 - 30	22
	20. Sonnenschutz außen		
	Feststehend aus Leichtmetall	50 - 100	60
	Beweglich, Aluminium oder Kunststoff	20 - 30	25
Markisen	10 - 20	15	

Tabelle 18 Lebenserwartung von Bauteilen / Elementen (Quelle: Leitfaden für nachhaltiges Bauen)

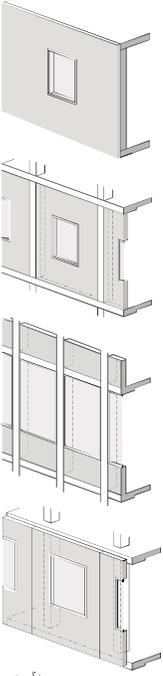
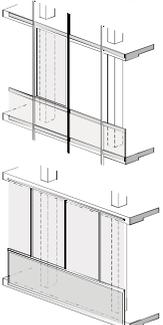
Fassadentyp	Mängel und Schäden	Ursache
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erscheinungsbild</li> <li>- Einwirkung von Schwefelwasserstoff, Verschmutzung bzw. Verätzung und Außenwandverfärbungen, Korrosion</li> <li>- material- und temperaturbedingte Längenausdehnungen, Rissbildung:</li> <li>- schadhafte Mauersteine</li> <li>- Betonabsprengungen</li> <li>- Putzrisse</li> <li>- Korrosion von Bewehrungsstahl</li> <li>- korrodierende Metallverankerung, absturzgefährdete Fassadenplatten</li> <li>- Durchfeuchtung von Brüstungen, Stützen, Decken, Fleckenbildung, Anstrichzerstörung</li> <li>- spröde oder abgelöste Abdichtfolien (Überschreitung des Lebenszyklus von Dichtungs-Profilen)</li> <li>- undichter Randverbund von Gläsern und Paneelen</li> <li>- Ablösung der Oberflächenbeschichtungen, Zerstörung des mineralischen Putzes</li> <li>- Kontamination mit Asbest</li> <li>- defekter oder fehlender Sonnenschutz</li> </ul>	<p>▶ <b>Alterung und Verschleiß von Bauteilen</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- thermisch nicht getrennte Fenster- und Fassadenprofile</li> <li>- ungenügend dämmende Verglasung</li> <li>- ungenügend dämmende Paneele oder Ausfachungen</li> <li>- nicht oder ungenügend gedämmte Fassadendurchdringungen</li> <li>- fehlende Brandüberschlagswege</li> </ul>	<p>▶ <b>Bautechnische Standards der 50er bis 70er Jahre</b></p>

Tabelle 19 Typische Mängel und Schäden von Fassaden der 50er - 80er Jahre

### 7 Beispiele sanierter Fassaden



Abbildung 156 Kreisverwaltung Bad Segeberg, 1972 gebaut, 2002 saniert

(Quelle: Baumeister 6/03)



Abbildung 157 Münchner Rückversicherungsgesellschaft, München, 1973 gebaut, 2001 saniert

(Quelle: Detail 10/02)

**Bestandsfassade:** Bandfassade

**Sanierungsgrund:** Energetische Mängel, absturzgefährdete Keramikplatten der Brüstungsverkleidung

**Sanierte Fassade:** Doppelfassade

Die Brüstungsbänder sind mit rotem Glasfasergewebe verkleidet.

Vor der alten Fassade ist eine neue gläserne Außenhaut als Doppelfassade angebracht, die von einer einfachen Stahlkonstruktion gehalten wird.

**Bestandsfassade:** Bandfassade

**Sanierungsgrund:** Erweiterungspotential, Energetische Mängel, Belichtungsprobleme, Undichtigkeiten, ungünstiges Fassadenraster

**Sanierte Fassade:** Doppelfassade

Flexibles Ausbauraster, Entfernung der Brüstungen und Einbau einer 3-fach Verglasung, Windgeschützter Sonnenschutz, neue gläserne Vorsatzschale zur Verbesserung des Schallschutzes bei geöffneten Fenstern



Abbildung 158 Französische Botschaft, Warschau, 1970 gebaut, 2005 saniert  
(Quelle: Bauwelt 3/06)

**Bestandsfassade:** Aluminium-Elementfassade  
**Sanierungsgrund:** Undichtigkeit, Energetische Mängel, Überhitzung im Sommer, Asbestbelastung,

**Sanierte Fassade:** Elementfassade  
Überarbeitung der Paneele (gereinigt, sandgestrahlt und mit Teflon beschichtet), doppelte Festverglasung, zusätzliche Dämmung und Verkleidung im Inneren



Abbildung 159 Geschäftshaus, Zürich, 1970 gebaut, 2001 saniert  
(Quelle: Baumeister 6/03)

**Bestandsfassade:** Bandfassade-Sichtbeton  
**Sanierungsgrund:** Energetische Mängel, Belichtungsprobleme (kleinteilige Fensterelemente mit breiten Profilen), ungünstiges Fassadenraster

**Sanierte Fassade:** Bandfassade  
Nordfassade- Entfernung der Brüstungen, großflächige Festverglasung mit Lüftungselementen, Brüstungsbereiche neu mit Fertigteilen wärme gedämmt und mit hinterlüfteten Aluminiumplatten verkleidet.



Abbildung 160 Landwirtschaftliche Sozialversicherungsanstalt, Stuttgart, 1960 gebaut, 2002 saniert  
(Quelle: Glas 6/03)

**Bestandsfassade:** Bandfassade

**Sanierungsgrund:** Eigentümerwechsel, Verkehrslärm durch neue Straßenbrücke, Energetische Mängel, Unangemessenheit des Erscheinungsbilds

**Sanierte Fassade:** Doppelfassade

Brüstungsbereiche wärmegeklämt, hinterlüftet und neu verkleidet

Vorsatzschale Glas aus Schallschutzgründen und Windschutz für natürliche Lüftung und Sonnenschutz



Abbildung 161 Mannesmann AG, Düsseldorf, 1954 gebaut, 2002 saniert  
(Quelle: Homepage Büro RKW)

**Bestandsfassade:** Pfosten- Riegel- Fassade

**Sanierungsgrund:** Denkmalschutz, zu geringe Dämmstärken, schlechte U-Werte der Verglasungen, Energetische Mängel, Luftundichtigkeit, rostende Konsolen der Fassadenaufhängungen

**Sanierte Fassade:** Denkmalgerechte Sanierung der Vorhangfassade als P-R-Fassade, Komplettaustausch der Profile und Ausfachungen unter Beibehaltung des Erscheinungsbildes

### 8 Zusammenfassung

Um die eingangs beschriebenen Ziele zu erreichen, ist in der Regel eine ganzheitliche Sanierung erforderlich. Aber die Beispiele der bereits sanierten Gebäude zeigen, dass oft die innere Organisation unangetastet bleibt und lediglich die dringlichsten Bauschäden an der Fassade behoben werden. Die Konzepte für eine Sanierung der Fassade hängen von folgenden Punkten ab:

- Funktion: welche zusätzlichen Anforderungen aus der Nutzung des Gebäudes muss die Gebäudehülle erfüllen?
- Konstruktion: welche Teile der Gebäudehülle haben alterungs- oder verschleißbedingte Mängel und ihre Lebensdauer überschritten?  
Welche geänderten oder neuen Anforderungen und Vorschriften müssen erfüllt werden?
- Gestalt: zeigt das Gebäude Alterungsspuren, entspricht das Erscheinungsbild noch den Anforderungen?

**Es werden zwei Lösungsansätze für die Sanierung von Fassaden betrachtet:**

- ▶ -Instandsetzung und Ertüchtigung der Bestandsfassade unter Verwendung wesentlicher Bauteile
- ▶ -Rückbau der Bestandsfassade und Neuerrichtung, ggt. unter Verwendung einzelner Elemente

#### 8.1 Instandsetzung und Ertüchtigung

Bei diesem Sanierungsansatz ist das Ziel, die bestehenden Fassadenkomponenten so weit instand zu setzen und zu ertüchtigen, dass sie den heute gültigen Anforderungen an die Gebäudehülle genügen. Im Vorfeld ist zu klären, ob der Erhaltungszustand der Komponenten diesen Sanierungsansatz überhaupt zulässt. Ferner ist abzuwägen, ob eine Instandsetzung tatsächlich kostengünstiger ausfällt als ein kompletter Austausch der Fassade. Bei einer Ertüchtigung von Bauteilen wie beispielsweise bei einem nachträglichen Aufbringen einer Wärmedämmung mit Verkleidung muss deren zusätzliche Last ebenfalls bedacht werden.

► **Die in der Regel notwendigen Mindestmaßnahmen geschlossener Fassadenteile sind**

- Aufbringen zusätzlicher Wärmedämmung und einer neuen äußeren Bekleidung (geschlossene Fassadenteile)

► **Fenster**

- Ersetzen der Fensterrahmen und der Verglasung

► **Sonnenschutz**

- Ersetzen oder Anbringen von Sonnenschutz und Blendschutz

### 8.2 Rückbau, Austausch oder Erneuerung

Rückbau der Fassade bis zum Rohbau und Austausch von wesentlichen Elementen der Fassade oder Errichten einer neuen Fassade sind meist Maßnahmen im Rahmen einer ganzheitlichen Sanierung des Gebäudes als Reaktion auf Veränderungen der inneren Organisation. Im Fall einer ganzheitlichen Sanierung ist es erforderlich, das Gebäude auf den Rohbauzustand zurückzuführen, um funktionale, energetische bzw. konstruktive und gestalterische Aspekte im Zusammenhang lösen zu können. Es entsteht ein Mehrwert durch die Sanierung, vergleichbar mit einem Neubau.

### Beispielmaßnahmen

► **Für Pfeilerfassaden, ausgefachte Fassaden und Bandfassaden**

- Austausch von massiven, geschlossenen Ausfachungen oder Brüstungselementen
- Erneuerung der Fenster und Integration von Sonnenschutz
- Außen- oder Innendämmung von Stützen und Deckenspiegeln in der Fassadenebene

► **Für Elementfassaden**

- Austausch von Elementen gegen Fassadenelemente, die den heutigen Anforderungen entsprechen

- Erneuerung der Fenster und Integration von Sonnenschutz
  
- ▶ **Für Pfosten-Riegel-Fassaden**
- Austausch der P-R-Fassade ggf. ohne Tragprofile, Austausch der Einsetzelemente (Fenster und Paneele)
- Integration von Sonnenschutz
- Ggf. Entfernung oder Dämmung von Reinigungsbalkonen

Am Beispiel des PROsab-Gebäudes BBG (s. Fallbeispiel 03- BBG) lassen sich beide Sanierungsansätze für die Fassade folgendermaßen darstellen:

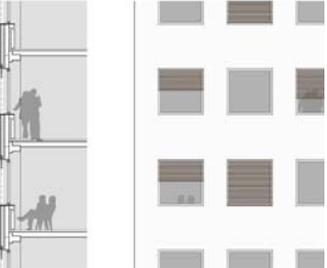
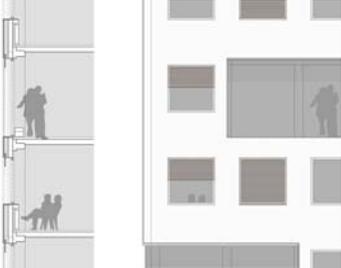
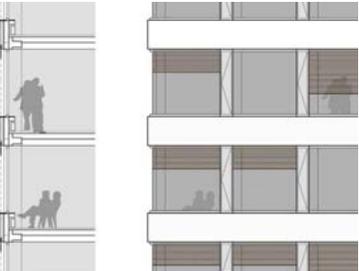
Gestaltmerkmal	Instandsetzungsmaßnahmen	Rückbau/Austausch/Neubau
 <p><b>Beispiel BBG</b>  <b>Bestandsfassade:</b>                      - Elementfassade</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anbringung einer Außendämmung und Verkleidung auf bestehende Außenfassade                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Wärmedämmverbundsystem (WDVS) mit mineralischem Oberputz</li> <li>b) Aluminium-Glattblechfassade (hinterlüftet)</li> <li>c) Faserzementplatten (hinterlüftet)</li> </ul> </li> <li>- Austausch der Fenster</li> <li>- Integration außenliegender Sonnenschutz</li> </ul>	 <p style="text-align: right;">Variante A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anbringung einer Außendämmung und Verkleidung</li> <li>- Demontage von einzelnen Fassadenelementen, Einbau geschosshoher Kastenfenster mit integriertem Sonnenschutz in Teilbereichen z.B. bei Konferenz- und Empfangsbereich</li> </ul>  <p style="text-align: right;">Variante B</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- komplette Demontage und Entsorgung der Bestandsfassade</li> <li>- Einbau neuer Fassade mit geschlossenen Brüstungen, Fensterelementen (feststehend) mit Sonnenschutzverglasung, seitliche Lüftungsflügel (opak) und außenliegendem Sonnenschutz</li> </ul>

Tabelle 20 Beispiel Lösungsansatz - Auszug aus Fallbeispiel BBG

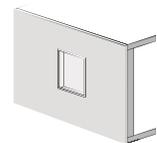
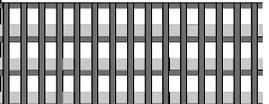
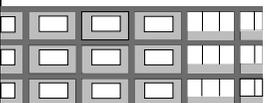
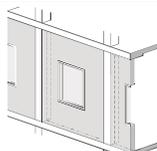
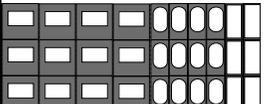
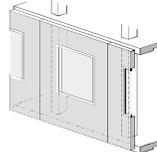
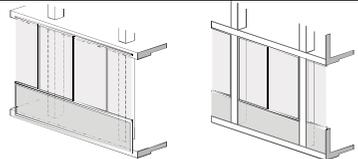
Gestaltmerkmale	Konstruktion	Lösungskonzept	
		Instandsetzung	Rückbau /Ausstausch/Neubau
<b>Lochfassade</b> 		X	
<b>Pfeilerfassade</b> 		X	X
<b>Ausgefachte Fassade</b> 		X	X
<b>P-R-Fassade</b> 			X
<b>Elementfassade</b> 		X	X
<b>Bandfassade</b> 		X	X

Tabelle 21 Zusammenfassung - Fassadentyp / Lösungsansatz

### 7.4.2 Gebäudehülle Teil 2

#### Inhaltsverzeichnis

1 Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz.....	217
1.1 Baulicher Wärmeschutz in der Aussenfassade.....	219
2 Opake Bauteile.....	220
2.1 Dämmstoffarten.....	226
2.2 Anwendungsgebiet.....	229
2.3 Dämmstoffe in der Entwicklung.....	232
3 Fenster.....	237
3.1 Rahmenmaterialien von Fenstern.....	238
3.1.1 Holzfenster.....	238
3.1.2 Stahlfenster.....	238
3.1.3 Leichtmetallfenster.....	239
3.1.4 Kunststofffenster.....	239
3.2 Verglasung.....	243
3.3 Entwicklung des sommerlichen Wärmeschutzes.....	248
3.4 Nachtlüftung.....	255
3.4.1 einseitige Nachtlüftung.....	255
3.4.2 Querlüftung.....	255
3.5 Natürliche Belichtung.....	256
3.6 Zusammenfassung Fenster.....	258

### 1 Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz

In den 20er Jahren entstand erstmals aus Gründen der Hygiene und gesundheitlicher Überlegungen heraus, der Begriff „Mindestwärmeschutz“. Dieser wurde schließlich 1952 in der DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“, mit dem Ziel der Vermeidung von Feuchteschäden durch baulichen Wärmeschutz sowie dem Schutz vor Überhitzung im Sommer definiert und niedergeschrieben.

Darauf aufbauend entstand 1977 auf der Grundlage des Energieeinspargesetzes (EnEG), die 1. Wärmeschutzverordnung (WSVO) – in der ein energiesparender Mindestwärmeschutz gewährleisten sein musste.

In der 2. und 3. WSVO von 1984 und 1995 wurden die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, die bei einer Sanierung der Gebäudehülle (Fassade, Fenster, Dach) eingehalten werden müssen, weiter verschärft.

In der ersten Novellierung der Wärmeschutzverordnung wurde das Verfahren der Festschreibung von Wärmedurchgangskoeffizienten (ehem. „k-Wert“, heute „U-Wert“) für die Außenbauteile von Gebäuden beibehalten. Im Vergleich zur ersten Wärmeschutzverordnung 1977 wurden lediglich die Anforderungen verschärft, d.h. die einzuhaltenden U-Werte herabgesetzt. Mit der 2. Novellierung der Wärmeschutzverordnung 1995 wurde neben der weiteren Verschärfung der Anforderungen ein Bilanzverfahren für den Nachweis eingeführt. Im Rahmen des Verfahrens war die Einhaltung eines in Abhängigkeit des Verhältnisses  $A/V_e$  (Fläche der Gebäudehülle im Verhältnis zum beheizten Bruttovolumen) festgeschriebenen Wertes für den Jahres-Heizwärmebedarf  $Q_h$  nachzuweisen.

In der Bilanzierung wurden die Wärmeverluste über Transmission und Lüftung sowie die internen und solaren Wärmegewinne berücksichtigt.

Das aus den vorhergehenden Wärmeschutzverordnungen bekannte „Bauteilverfahren“ wurde für die Sanierung von Bestandsgebäuden und Neubauten mit bis zu 2 Vollgeschossen beibehalten.

2002 entstand schließlich die Energieeinsparverordnung (EnEV). Dabei wird erstmals die Anlagentechnik und mit ihr die Erzeugung der benötigten Nutzwärme integraler Bestandteil einer energetischen Bewertung.

Während die DIN 4108 weiterhin den Mindestwärmeschutz von Gebäuden regelt, sind im Rahmen des EnEV-Nachweises der Jahres-Primärenergiebedarf  $Q_p$  des Gebäudes und die Einhaltung des Grenzwerts des flächenbezogenen Transmissionswärmeverlustes nachzuweisen. Die EnEV schreibt damit die Anforderungen an den energie-

sparenden Wärmeschutz fest. Mit dem Nachweis des flächenbezogenen Transmissionswärmeverlustes wird zum einen ein Mindestwärmeschutz festgeschrieben und mit dem Jahres-Primärenergiebedarf auch die Art der Wärmeversorgung (Anlagentechnik und Brennstoff) mit erfasst.

In der folgenden Grafik ist die Entwicklung im Laufe der Jahre von der WSVO bis zur Novellierung der EnEV (2007) dargestellt.

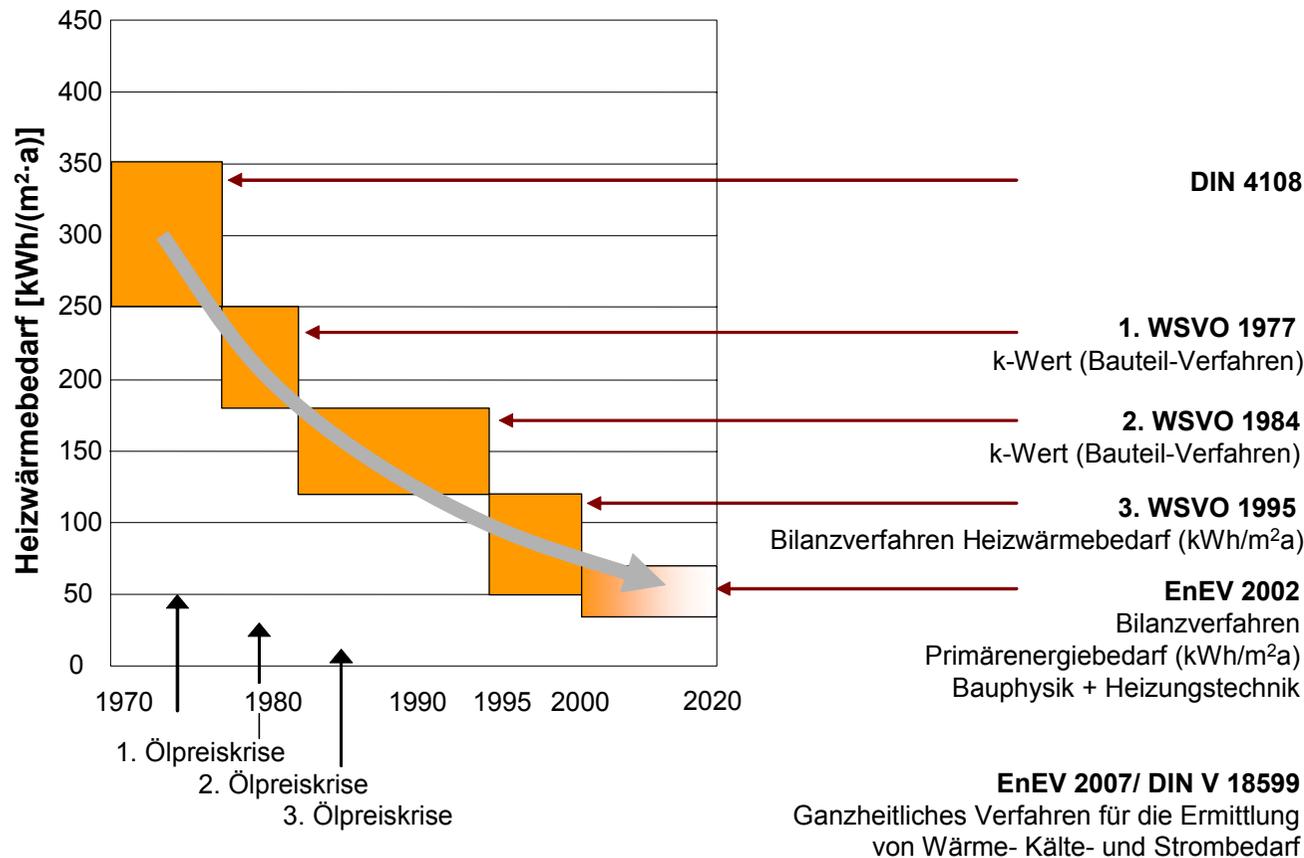


Abbildung 162 Entwicklung der Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz

**1.1 Baulicher Wärmeschutz in der Aussenfassade**

Der Wärmeverlust von Gebäuden setzt sich zusammen aus dem Lüftungs- und dem Transmissionswärmeverlust. Während der Lüftungswärmeverlust eine Funktion der Lüftungsart (Fensterlüftung, maschinelle Lüftung mit oder ohne Wärmerückgewinnung) und der Dichtheit der Gebäudehülle ist, wird der Transmissionswärmeverlust (Wärmeabgabe durch die Gebäudehülle) über den Aufbau der Bauteile bestimmt.

Der rechnerische Nachweis des Transmissionswärmeverlustes erfolgt über den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) und wird in der Einheit  $W/m^2 \cdot K$  angegeben. Der U-Wert ist ein Maß für den Wärmestromdurchgang und ermöglicht einen Vergleich und eine Bewertung der Dämmeigenschaft eines Werkstoffes bzw. eines Bauteils aus mehreren unterschiedlichen Baustoffen. Der Wärmedurchgangskoeffizient beschreibt den Wärmefluss durch ein Bauteil der Fläche von  $1m^2$  mit einer Temperaturdifferenz von  $1K$  auf beiden Seiten.

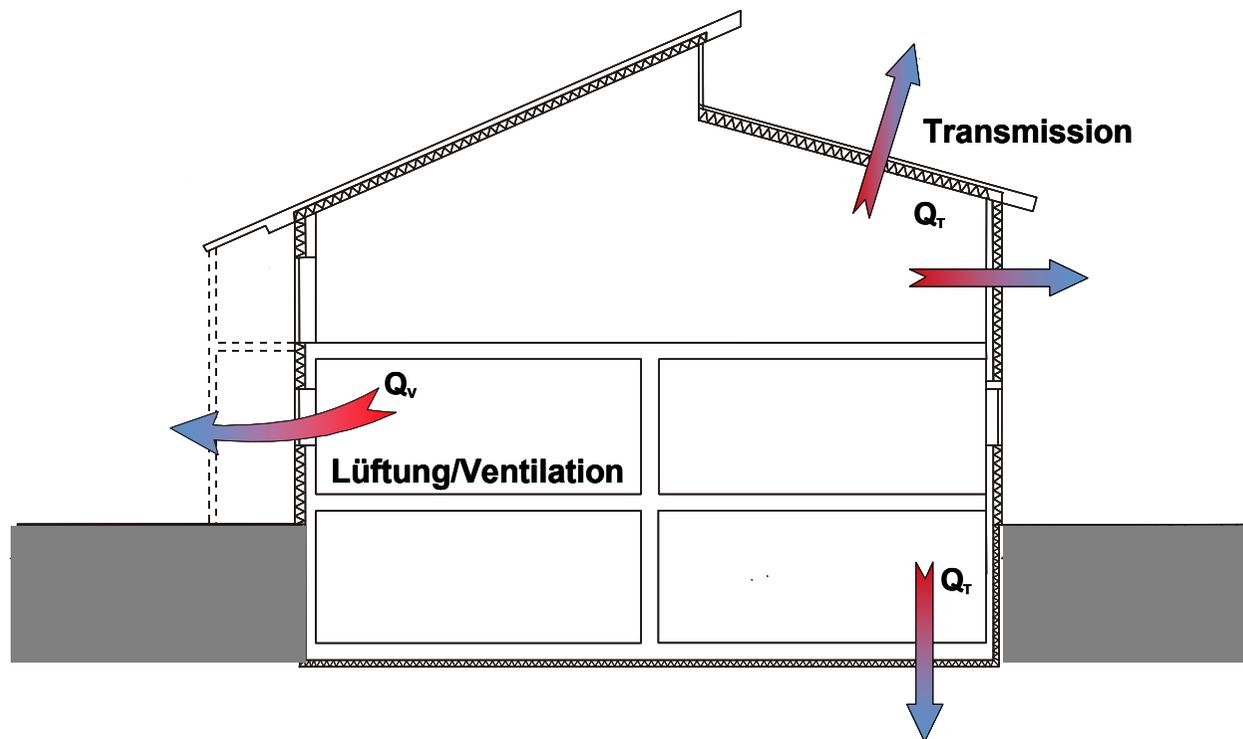


Abbildung 163 Wärmeverluste des Gebäudes

**2 Opake Bauteile**

Die Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung typischer U-Werte opaker Bauteile für Gebäude der 50er, 60er und 70er Jahre sowie die aktuell in der EnEV definierten zulässigen Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_{max}$  bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen.

Bauteil (opak)		typische Wärmedurchgangskoeffizienten in W/(m²K)			
		50er Jahre	60er Jahre	70er Jahre	EnEV 2007
<b>Dach</b>	Flachdächer (insbes. massive Konstruktion)	2,1	2,1	0,6	0,25
	Steildächer (insbes. Holzkonstruktion)	1,4	1,4	0,8	0,3
<b>oberste Geschossdecke</b> (auch Fußboden gegen außen, z.B. über Durchfahrten)	massive Decke	2,1	2,1	0,6	0,3
	Holzbalkendecke	0,8	0,8	0,6	0,3
<b>Außenwand</b>	allgemein	1,4	1,4	0,6 / 1,0 *1	0,35 / 0,45 *2
<b>Bauteile gegen Erdreich oder unbeheizte Räume</b> (Keller)	massive Bauteile	1,5	1,0	1,0	0,6
	Holzbalkendecke	0,8	0,8	0,6	0,4

\*1 Die Annahme des tatsächlich gültigen Wertes liegt bei der tatsächlich vorhandenen Konstruktion der Außenwand. Für Holzkonstruktionen wird hier ein Wert von 0,6 W/(m²K) und für massive Konstruktionen ein Wert von 1,0 W/(m²K) angenommen.

\*2 Die Annahme des tatsächlich gültigen Wertes liegt an den Eigenschaften der vorhandenen Außenwand. Für eine allgemein betrachtet Außenwand wird ein Wert von 0,45 W/(m²K) angenommen. Unter genauer Berücksichtigung der neuen und der vorhandenen Bauteilschichten kann der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils auch bei 0,35 W/(m²K) liegen, siehe EnEV.

**Tabelle 22**    **Wärmedurchgangskoeffizienten opaker Bauteile**

(Quelle: BMVBW 2007, Tabelle 3; EnEV: Anhang 3, Tabelle 1)

Der Wärmedurchgangskoeffizient massiver Deckenkonstruktionen wurde zum Beispiel um ca. 85% von 2,1 W/(m<sup>2</sup>·K) (50er Jahre) auf 0,3 W/(m<sup>2</sup>·K) (EnEV 2007) reduziert. So weisen Neu- oder Sanierungsbauten nach heutigem Standard (EnEV 2007) einen deutlich verbesserten Wärmeschutz auf.

Von den untersuchten PROsab-Gebäuden sind 82% (der Gebäude) in den 50er und 60er Jahren gebaut wurden. Bei ihnen wurde beispielsweise für die opaken Außenwandflächen ein U-Wert von 1,4 W/m<sup>2</sup>K ermittelt, der den Anforderungen aus dieser Zeit entspricht.

Erst mit dem Beginn der 70er Jahre haben sich deutliche Verbesserungen im Bereich des Wärmeschutzes ergeben (siehe Tabelle 22).

Die Entwicklung wurde einerseits durch die Erhöhung der Energiepreise und andererseits durch die in der Wärmeschutzverordnung 1977 festgeschriebenen Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz ausgelöst. Der heute erreichte Standard des baulichen Wärmeschutzes mit der gültigen Energieeinsparverordnung und den mit Passiv- und Nullenergiehäusern erreichte Stand des Wissens und der Technik stellen einen wesentlichen Fortschritt im Bereich des baulichen Wärmeschutzes dar. Für den Neubau entwickelte Dämmstoffe und Technologien fließen auch in die Sanierung von Gebäuden ein, so dass sich die Entwicklung insgesamt auf den gesamten Bausektor auswirkt.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über typische Mängel und Schäden an opaken Bauteilen der 50er bis 70er Jahre und den daraus resultierenden Folgen.

Mängel und Schäden	Folgen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- fehlende, unzureichende oder beschädigte Wärmedämmung</li> <li>- Mängel bei Abdichtungen: Luftundichtheiten in der Gebäudehülle</li> <li>- Wärmebrücken (z.B. bei Auskragungen)</li> <li>- unzureichender Schall-, Brand- und Feuchteschutz</li> <li>- mangelhafte Baustoffqualität</li> <li>- Einsatz von Schadstoffen</li> <li>- Rissbildung</li> <li>- Korrosionsschäden und Betonabplatzungen</li> <li>- Planungs- bzw. Herstellungsfehler</li> <li>- Materialermüdung durch Witterungseinflüsse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärme und Energieverluste</li> <li>- Durchfeuchtung</li> <li>- Schimmelpilzbildung</li> <li>- Schallausbreitung</li> </ul>

**Tabelle 23 typische Mängel, Schäden und Folgen opaker Bauteile bei Gebäuden der 50er bis 70er Jahre**

Neben den aufgeführten typischen Mängeln und Schäden trägt zudem ein falsches Nutzer- und Lüftungsverhalten zu Schäden am Bauwerk bei.

Die Sanierung der Außenwände bzw. der gesamten Außenbauteile sollte den Feuchte- und Wärmeschutzanforderungen (nach EnEV) gerecht werden.

Allerdings ist aus energetischen und bauphysikalischen Gründen darauf zu achten, dass Maßnahmen zum Wärmeschutz möglichst gleichmäßig durchgeführt werden und das Gebäude ganzheitlich betrachtet wird (Gesamt-Bauvorhaben). Kombinationen aus erneuerten Elementen (z.B. Fenster) und Bauteilen mit schlechten U-Werten kann zu Tauwasserbildung führen und verursacht Feuchteschäden und Schimmelpilzbildung.

Einen großen Einfluss auf die energetische Qualität opaker Bauteile haben nachträglich realisierte Wärmeschutzmaßnahmen. Beispielsweise können durch das sorgfältige Aufbringen einer Wärmedämmschicht auf die Außenwand folgende Ziele erreicht werden:

## Aufbringen einer Wärmedämmschicht

- ▶ Verbesserung des Wärme- und Schallschutzes
- ▶ Reduzierung der Transmissionswärmeverluste
- ▶ Vermeidung von Wärmebrücken
- ▶ Verringerung des Jahres-Heizwärmebedarfs
- ▶ Erhöhung der Oberflächentemperatur im Innenwandbereich
- ▶ Verbesserung der Behaglichkeit und des Komforts

Abbildung 164 Vorteile einer Wärmedämmschicht

Anstehende oder bereits durchgeführte Wärmeschutzmaßnahmen können durch Anwendung der nachfolgenden Tabelle überschlägig bewertet werden. Es werden die Abhängigkeiten des U-Werts von der Dämmstoffstärke dargestellt.

Ist der U-Wert im Urzustand bekannt, bzw. lässt dieser sich ungefähr einordnen (vgl. Tabelle 22), so kann schnell ermittelt werden, mit welcher Dämmstoffstärke man welchen U-Wert erreicht. Da eine Information über die Wärmeleitfähigkeit des eingesetzten Dämmstoffes bei Bestandsgebäuden in den seltensten Fällen zur Verfügung steht, eine genaue Wahl des Dämmstoffs bei der Sanierung im Vorfeld noch nicht festgelegt ist, usw. wird hier ein Pauschalwert von  $\lambda = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  angesetzt. Eine genauere Beschreibung von Dämmstoffarten sowie die Wahl der Richtigen Dämmung bei einer anstehenden Sanierung werden im nächsten Kapitel näher erläutert.

Urzustand	zusätzliche Dämmung							
	2 cm	5 cm	8 cm	12 cm	16 cm	20 cm	30 cm	40 cm
Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten in $\text{W/(m}^2\text{K)}$								
> 2,5	1,20	0,63	0,43	0,30	0,23	0,19	0,13	0,10
>2,0 ... 2,5	1,11	0,61	0,42	0,29	0,23	0,19	0,13	0,10
>1,5 ... 2,0	1,00	0,57	0,40	0,29	0,22	0,18	0,13	0,10
>1,0 ... 1,5	0,86	0,52	0,38	0,27	0,21	0,18	0,12	0,09
>0,7 ... 1,0	0,67	0,44	0,33	0,25	0,20	0,17	0,12	0,09
>0,5 ... 0,7	0,52	0,37	0,29	0,23	0,18	0,16	0,11	0,09
≤ 0,5	0,40	0,31	0,25	0,20	0,17	0,14	0,11	0,08

**Tabelle 24 Vereinfachte Berücksichtigung nachträglicher Wärmeschutzmaßnahmen**  
(Quelle: IWU - Pauschale U-Werte, 2005)

Es besteht weiter die Möglichkeit, den U-Wert der durchgeführten bzw. durchzuführenden Wärmeschutzmaßnahmen mit Hilfe von Formeln zu berechnen.

$$U = \frac{1}{R_T} \quad [W/(m^2K)]$$

Einen groben Überblick über die einzelnen Schritte der Berechnung bietet die folgende Abbildung 165. Die genaue Vorgehensweise ist in der DIN EN ISO 6946 beschrieben und wird auf Grund der Komplexität hier nicht näher erläutert.

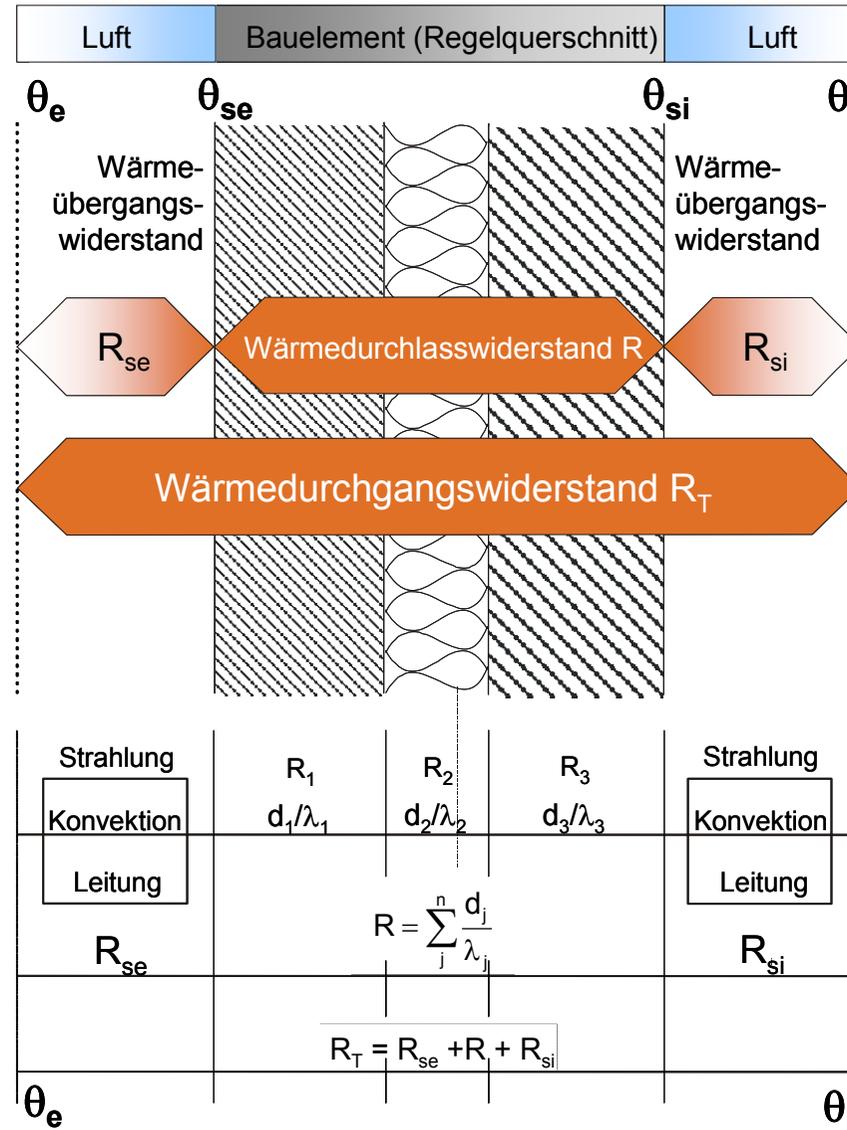


Abbildung 165 Wärmedurchgang bei Mehrschichtigkeit

Wie anfangs beschrieben ist die Sanierung von flächigen Bauteilen so zu planen, dass der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2003-07 eingehalten wird. Die Energieeinsparverordnung (EnEV) beinhaltet weit darüber hinausgehende Anforderungen an das Dämmvermögen der Gebäudehülle, das bei opaken Bauteilen meist durch Dämmstoffe realisiert wird. Hinzu kommen die stark gestiegenen Komfort- und Behaglichkeitsansprüche.

### 2.1 Dämmstoffarten

Wärmedämmstoffe werden nach ihrer Rohstoffbasis systematisiert. Man unterscheidet nach anorganischen (mineralischen) und organischen Ursprung des Rohstoffs. Innerhalb dieser beiden Gruppen gliedern sich die Dämmstoffe in Abhängigkeit von der Weiterverarbeitung in „natürliche“ und „synthetische“ Stoffe. Bei den „natürlichen“ bleibt der Rohstoff unverändert, bei den „synthetischen“ wird durch eine spezielle Bearbeitung die mineralorganische Zusammensetzung geändert. Einige natürliche Dämmstoffe enthalten jedoch Zusätze, wie z.B. Imprägnierungen, Bindemittel usw., die nicht natürlichen Ursprungs sind, jedoch unter 25% des Materialanteils liegen und somit trotzdem als „natürlich“ bezeichnet werden können.

Die wichtigste Eigenschaft der Wärmedämmstoffe ist die geringe Wärmeleitfähigkeit. Aber auch zusätzliche Kriterien wie Druckfestigkeit oder Brandverhalten können je nach Anwendungsfall für die Wahl eines Dämmstoffes ausschlaggebend sein. Im Folgenden werden die wichtigsten charakteristischen Eigenschaften von Dämmstoffen näher erläutert. Zur Beurteilung von Dämmstoffen sind die Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit, Wasserdampfdiffusionswiderstand und Wasseraufnahme von Bedeutung. Auch mechanische und schalltechnische Eigenschaften sowie das Brandverhalten spielen eine Rolle, werden hier jedoch nicht weiter betrachtet.

#### *Rohdichte*

Die Rohdichte beeinflusst maßgeblich die wärmeschutztechnischen Eigenschaften eines Dämmstoffs. Eine geringe Rohdichte bedeutet gleichzeitig eine große Porosität oder ein hohes Hohlraumvolumen und führt damit zu einer besseren wärmedämmenden Wirkung des Stoffes.

Die Ermittlung der Rohdichte von Wärmedämmstoffen erfolgt nach DIN EN 1602.

### **Wärmeleitfähigkeit**

Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  sollte bei Dämmstoffen möglichst klein sein um vor großen Wärmeverlusten zu schützen. Alle Materialien mit einer Wärmeleitfähigkeit  $\leq 0,10$  W/m\*K dürfen laut DIN 4108 als Wärmedämmstoffe bezeichnet werden. Ein überwiegender Teil der Dämmstoffe hat Wärmeleitfähigkeiten im Bereich von 0,030 bis 0,050 W/m\*K und ist in diesem Definitionsbereich als gut zu bezeichnen.

### **Wasserdampfdiffusionswiderstand**

Die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl  $\mu$  wird für die Berechnung des Diffusionsverhaltens von Bauteilen eingesetzt. Für Baustoffe bzw. Dämmstoffe ist  $\mu > 1$ .

### **Wasseraufnahme**

Eine Durchfeuchtung im eingebauten Zustand kann durch sogenannte Diffusions- und Kondensationsvorgänge entstehen. Aufgrund von Druckunterschieden von innen nach außen kann Wasserdampf durch den Dämmstoff diffundieren, so dass der Wasserdampfsättigungspunkt erreicht wird und Kondensat ausfällt. Durch andauernde oder häufig wiederkehrende Kondensatbildung können Dämmstoffe völlig durchnässen. Feuchteaufnahmen durch Diffusion und Kondensation können durch bauphysikalisch korrekte Schichtenaufbauten vermieden werden.

In der folgenden Übersicht werden die Dämmstoffe nach der beschriebenen Systematik mit ihren wichtigsten Eigenschaften, wie Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit und Wasserdampfdiffusionswiderstand dargestellt:

<u>anorganische</u> Dämmstoffe				<u>organische</u> Dämmstoffe			
	Rohdichte	Wärmeleitfähigkeit	Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl		Rohdichte	Wärmeleitfähigkeit	Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl
	$\rho$	$\lambda$	$\mu$		$\rho$	$\lambda$	$\mu$
	[kg/m <sup>3</sup> ]	[W/mK]	[-]		[kg/m <sup>3</sup> ]	[W/mK]	[-]
<b>synthetisch</b>				<b>synthetisch</b>			
Glaswolle	20-153	0,035-0,045	1-2	Polystyrol, expandiert	15-30	0,035-0,040	20-100
Steinwolle	22-200	0,035-0,045	1-2	Polystyrolschaum, extrudiert	25-45	0,030-0,040	80-200
Schaumglas	115-220	0,040-0,060	$\infty$	Polyurethan-Hartschaum	30-100	0,024-0,030	30-200
Blähglas	150-230	0,070-0,093	1-5	Polyurethan-Ortschaum	45	0,030-0,040	30-100
Kalziumsilikatschaum	115-300	0,045-0,065	3-20	Phenolharzschaum	40	0,022-0,040	60
Keramikfasern, Keramikschaum	120-560	0,030-0,070	-	Melaminharzschaum	8-11	0,035	1-2
Aerogel	50-100	0,017-0,021	-	Polyethylenschaum	50-110	0,033	7000
Pyrogene Kieselsäure	150-200	0,021	-	Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum	10	0,035-0,040	1-3
Schlackenwolle	80-220	0,035-0,040	1-2	Polyesterfasern	15-20	0,035-0,045	1-2
Gippschaum	60-180	0,045	4-8				
<b>natürlich</b>				<b>natürlich</b>			
Blähperlite	90-490	0,045-0,070	3-5	Holzwohle	350-600	0,090	2-5
Vermiculite, expandiert	70-160	0,046-0,070	3-4	Holzfasern	30-270	0,040-0,090	5-10
Blähglimmer	70-160	0,046-0,070	3-4	Kork, expandiert	100-220	0,045-0,060	5-10
Blähton	260-500	0,085-0,10	2-8	Zellulosefasern	30-80	0,040-0,045	1-2
Bims	150-230	0,060-0,080	4	Hanf	20-68	0,040-0,050	1-2
Wärmedämmziegel	500-750	0,080-0,140	5-10	Schafwolle	25-30	0,040-0,045	1-5
				Baumwolle	20-60	0,040	1-2
				Flachs	20-80	0,037-0,045	1-2
				Getreidegranulat	105-115	0,050	3
				Schilfrohr	120-225	0,055-0,090	2-5
				Kokosfasern	70-120	0,040-0,050	1-2
				Seegrass	75	0,043-0,050	-
				Holzspäne	90-140	0,045-0,55	2-5
				Chinaschilf	150	-	2
				Torf	-	-	-
				Strohballen	150	0,038-0,072	1-2

Abbildung 166 Übersicht der anorganischen und organischen Dämmstoffarten

(Quelle: Dämmstoffe - Grundlagen, Materialien, Anwendung, Detail Praxis 2007, S.20)

### 2.2 Anwendungsgebiet

Je nach Anwendungsgebiet, Einsatzziel und -zweck, klimatischen und bauphysikalischen Bedingungen ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an Dämmstoffe. Besonders bei außenliegenden Dämmschichten müssen die Materialeigenschaften differenziert werden.

Die prinzipielle Verwendung von baulicher Wärmedämmung lässt sich nach dem Einbauort im Gebäude in drei übergeordnete Bereiche einteilen:

- Decke und Dach
- Wand
- Perimeter (erdberührte Bauteile).

Eine weitere Unterteilung erfolgt nach DIN V 4108-10. Die Eigenschaften, die Dämmstoffe für die Anwendung in Deutschland je nach Material und Anwendungstyp mindestens einhalten müssen, sind in ausführlichen Tabellen in der „Anwendungsnorm“ DIN V 4108-10 aufgelistet und werden hier nicht näher erläutert.

Die nachfolgende Übersicht zeigt die gängigsten Dämmstoffe mit ihren definierten Eigenschaften nach DIN V 4108-10 (\*siehe Dämmstoffarten). Ihre Zuordnung erfolgt nach dem Einbauort im Gebäude.

Mit Hilfe dieser Anwendungsmatrix kann der passende Dämmstoff mit seiner dazugehörigen Eigenschaft für ein entsprechendes Bauteil schnell ermittelt werden. Wichtig ist jedoch, dass die Lage der Dämmung im Vorfeld festgelegt wird.

Einbauort im Gebäude		Dach und Decke						Wand						Perimeter				
Kurzzeichen nach DIN V 4108-10		DAD	DAA	DUK	DZ	DI	DEO	DES	WAB	WAA	WAP	WZ	WH	WI	WTH	WTR	PW	PB
Kurzbeschreibung		Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Deckungen	Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Abdeckungen	Außendämmung des Daches, der Bewitterung ausgesetzt (Umkehrdach)	Zwischensparren-dämmung zweischaliges Dach, nicht begehbare aber zugängliche erste Geschossdecke	Innendämmung der Decke (unterseitig) oder des Daches, Dämmung unter Sparren / Tragkonstruktion,	Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderungen	Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich mit Schallschutzanforderungen	Außendämmung der Wand hinter Bekleidung	Außendämmung der Wand hinter Abdichtung	Außendämmung der Wand unter Putz (Sockeldämmung, Wärmebrückendämmung)	Dämmung von zweischaligen Wänden, Kerndämmung	Dämmung von Holzrahmen- und Holztafelbauweisen	Innendämmung der Wand	Dämmung zwischen Hausreiwänden mit Schallschutzanforderungen	Dämmung von Raumtrennwänden	Außenliegende Wärmedämmung von Wänden gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung)	Außenliegende Wärmedämmung unter der Bodenplatte gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung)
anorganisch	Glaswolle	•	•		•	•	•	•	•		•	•	•	•	•			
	Steinwolle	•	•		•	•	•	•	•		•	•	•	•	•			
	Schaumglas	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•
	Blähperlit	•	•		•	•	•	•	•		•	•	•	•	•			
	Vermiculite, expandiert	•	•		•	•	•	•	•		•	•	•	•	•			
	Blähglimmer	•	•		•	•	•	•	•		•	•	•	•	•			
organisch	Polystyrol, expandiert	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•		•				
	Polystyrolschaum, extrudiert	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•			•	•
	Polyurethan-Hartschaum	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
	Phenolharzschaum	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
	Holzwohle				•	•	•	•	•		•	•	•	•				
	Holzfasern	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•		
Kork, expandiert	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•			

• Mit definierten Eigenschaften nach DIN V 4108-10

☐ synthetisch    ■ natürlich

Tabelle 25 Anwendungsmatrix von Dämmstoffarten

(Quelle: Dämmstoffe - Grundlagen, Materialien, Anwendung, Detail Praxis 2007, S.18-19)

Generell müssen Dämmstoffe entsprechend der Verwendung im Bauwerk und der Beanspruchung bei Transport und Einbau neben thermischen und feuchtetechnischen Eigenschaften aber auch bestimmte mechanische Mindesteigenschaften aufweisen:

- Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene (Abreißfestigkeit) spielt bei Dämmstoffen in WDVS eine Rolle (Windsog)
- Biegefestigkeit beispielsweise bei Putzträgerplatten im Holzbau
- Dauerdruckbeanspruchung: Dämmung unter lastabtragenden Bodenplatten oder erhöhten Verkehrslasten auf Trittschalldämmungen
- akustische Anforderungen
- Kurzzeit- und Langzeitwasseraufnahme bei der Anwendung mit Belastung durch flüssiges Wasser oder Wasserdampfdiffusion, beispielsweise bei WDVS (Schlagregen) oder Perimeterdämmung (Bodenfeuchtigkeit und Grundwasser)
- Brandverhalten

Ob eine Konstruktion hinsichtlich Wärmeschutz, klimabedingtem Feuchteschutz, Brandschutz, Tragfähigkeit, Dauerhaltbarkeit, usw. geeignet ist, hängt nicht nur von der Wahl des geeigneten Dämmstoffs ab, sondern wird maßgeblich von der Reihenfolge und dem Zusammenspiel aller Schichten des Bauteils bestimmt.

Die entsprechenden Bauteilnachweise hierfür sind:

- Nachweis des klimabedingten Feuchteschutzes (Tauwassernachweis nach dem Glaserverfahren) nach DIN 4108-3
- Schallschutznachweis nach DIN 4109
- Nachweis der Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102

2.3 Dämmstoffe in der Entwicklung

Alle Dämmstoffe befinden sich fortschreitend in der Entwicklung. Im Folgenden werden einige Sondertypen näher erläutert.

• Transparente Wärmedämmung (TWD)

Unter dem Begriff versteht man:

- lichtdurchlässige Dämmstoffe mit guter Wärmedämmung
- Nutzung von Sonnenenergie über eine „transparent“ gedämmte Wand zu Heizzwecken (Trombe-Wand)

Transparente Wärmedämmsysteme bestehen meist aus einer außenliegenden Glasscheibe oder einem transparenten Glasputz und einer dahinter liegenden lichtdurchlässigen TWD-Schicht (z.B. Polycarbonat). Auf der Innenseite der TWD befindet sich in der Regel eine Absorberschicht (schwarzer Anstrich oder Vlies). Je nach Größe und Anwendung wird auf der Außenseite zusätzlich ein Sonnenschutz montiert, der eine Überhitzung im Sommer verhindert und in Winternächten die Wärmedämmung verbessert.

Die Solarstrahlung durchdringt die TWD, trifft auf den Absorber und heizt diesen auf. Ein großer Teil der gewonnenen Wärme fließt in die Wand, wird dort gespeichert und zeitverzögert über eine als angenehm empfundene Wärmestrahlung an den Innenraum abgegeben.

Abbildung 167 zeigt einen schematischen Schnitt durch eine Absorberwand mit vorgehängtem TWD-Modul (U-Wert: 0,60 - 1,00 W/m<sup>2</sup>K, g-Wert: 65%).

Abbildung 168 zeigt einen schematischen Schnitt durch ein TWD-Modul als transluzentes Fassadenbauteil (Tageslichtnutzung, U-Wert: 0,60 - 1,00 W/m<sup>2</sup>K, g-Wert: 53 - 65%).

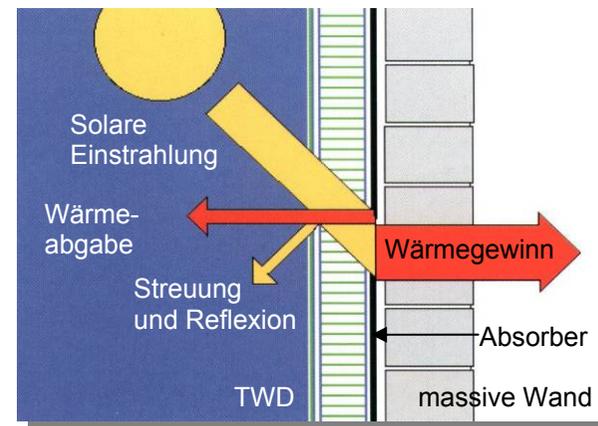


Abbildung 167 Absorberwand (www.waermedaemmstoffe.com)

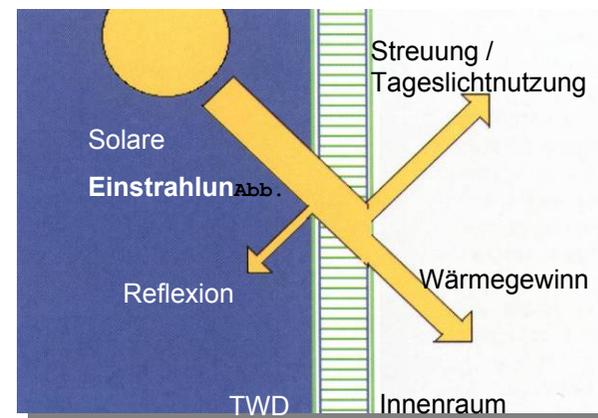


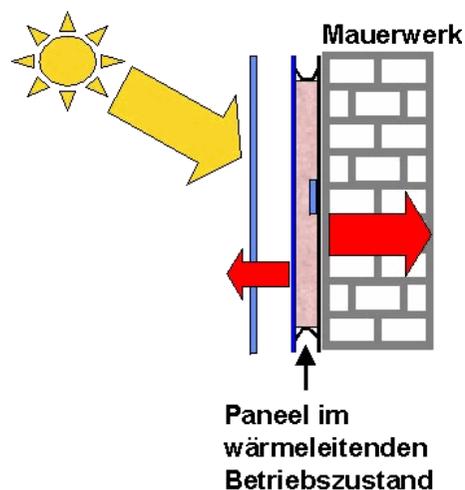
Abbildung 168 Fassadenbauteil transluzent (www.waermedaemmstoffe.com)

- **Schaltbare Wärmedämmung (SWD)**

Die SWD ist eine Vakuumdämmung mit einem ca. 20 mm dicken Paneel aus einer Edstahlhülle und einem evakuierten Glasfaserkern, dessen Wärmeleitfähigkeit mittels elektrischer Spannung verändert werden kann.

Für den Einsatz an der Fassade wird die SWD mit einer vorgesetzten Glasscheibe kombiniert. Die Oberfläche des Paneels dient als Absorber. Die absorbierte Solarenergie wird mit hohem Wirkungsgrad auf das massive Mauerwerk oder direkt an die Innenraumluft übertragen. Je nach Speicher vermögen des Mauerwerks wird die Wärme zeitverzögert an die Innenräume abgegeben. Bei fehlender Einstrahlung wird die schaltbare Wärmedämmung leistungslos hochisolierend geschaltet. Dieser Betriebszustand kommt auch im Sommer zum Einsatz, so dass eine Überhitzung des Mauerwerks und der Innenräume vermieden wird.

### Winterbetrieb



### Sommerbetrieb

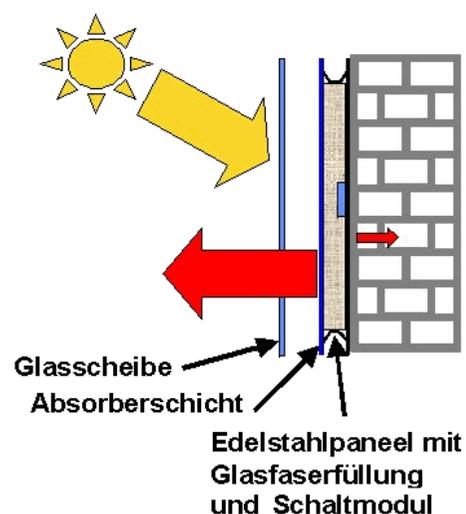


Abbildung 169 schaltbare Wärmedämmung im Winter- und Sommerbetrieb  
(Quelle: [www.zae-bayern.de](http://www.zae-bayern.de))

### • VIP-Vakuum-Isolations-Paneel (VIP)

Vakuumdämmplatten werden in der Regel aus einem Kern aus mikroporösen Materialien und einer gasdichten Umhüllung, die je nach Anwendungsfall eine Metallverbundfolie, ein Kunststoff oder ein Edelstahlblech sein kann, hergestellt.

In einer Vakuumkammer wird aus den Platten die Luft abgepumpt und diese dann gasdicht versiegelt.

Der Dämmkern besteht meist aus mikroporöser Kieselsäure oder PS- bzw. PUR-Hartschaum. Um die Langzeitstabilität des Vakuums zu verbessern werden Getter (gasabsorbierende Stoffe) zugesetzt.

Aufgrund der Evakuierung von Dämmstoffen wird der Beitrag von Gasen (Luft, Treibmittel) ausgeschlossen. Extrem feinporige Dämmstoffe wie pyrogene Kieselsäure eignen sich hierfür besonders, da diese geringe Anforderungen an den Evakuierungsdruck stellen und auch bei Druckanstieg noch ausgezeichnete Dämmeigenschaften besitzen.

Dämmkerne aus Hartschaumstoffen eignen sich nur für den Niedertemperaturbereich, da Schaumstoffe ausgasen. Im Baubereich werden meist Dämmkerne aus Kieselsäurematerial verwendet, da diese nicht brennbar, langlebig und hitzebeständig sind.

#### *Verwendete Folientypen*

- Aluminium-Verbundfolie
- Metallbedampfte Folie
- SiO<sub>x</sub>-bedampfte Folie

#### *Kernmaterial*

- Glas- oder Mineralfasern
- Pulver, Aerogele (z.B. pyrogene Kieselsäure)
- Offenporige Schäume (z.B. extrudiertes Polystyrol)

Abbildung 171 zeigt einen Faserdämmstoff und ein VIP mit gleicher Dämmleistung.



Abbildung 170 Vakuumpaneeel (VIP)  
(Quelle: [www.bine.de](http://www.bine.de))



Abbildung 171 Faserdämmstoff / VIP  
(Quelle: [www.bine.de](http://www.bine.de))

- **Perimeterdämmung (belastbare Dämmung)**

Als Perimeterdämmung wird die Wärmedämmung von erdberührten Bauteilen von Gebäuden und Bauwerken an ihrer Außenseite bezeichnet. Dabei kann es sich sowohl um die Dämmung unterhalb der Bodenplatte eines Gebäudes wie auch um die Wanddämmung einer im Erdreich eingebundenen Kelleraußenwand handeln.

Die Dämmung muss wasser- und druckbeständig sein, daher werden geschlossenenporige Schaumstoffmaterialien, z.B. extrudiertes Polystyrol-Hartschaumplatten verwendet. Das Dämmmaterial wird außerhalb der wasserundurchlässigen Schicht (Bitumenanstrich oder Kunststoff-Folie) angebracht. Es wird oft empfohlen die Dämmplatten zu verkleben, damit sie nicht verschoben werden, wenn sich die Hinterfüllung der Baugrube setzt. Seit einigen Jahren werden auch Recycling-Materialien wie Glasschaum-Granulat und Glasschaumplatten als Perimeterdämmung verwendet. Glasschaum-Granulat wird aus reinem Altglas hergestellt.

Seit Anwendung der Energieeinsparverordnung hat die Bedeutung von Perimeterdämmungen zugenommen.



Abbildung 172 Polystyrol-Hartschaumplatten  
([www.modellbahnecke.de](http://www.modellbahnecke.de))



Abbildung 173 Montage der Perimeterdämmung  
([www.greenpeace-stuttgart.de](http://www.greenpeace-stuttgart.de))

Im Folgenden werden die Sondertypen mit ihren wichtigsten Eigenschaften, wie Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit und Anwendungsbereich in einer Tabelle zusammengefasst:

<b>Dämmstoffart</b>	<b>Rohdichte</b> □ <b>[kg/m³]</b>	<b>Wärmeleitfähigkeit</b> □ <b>[W/mK]</b>	<b>Anwendungsbereich</b>
Transparente Wärmedämmung	-	0,066-0,140	Wand/Fassade: WDVS
Schaltbare Wärmedämmung (SWD)	-	-	passive Solarnutzung, Alternative zur transparenten Wärmedämmung
Vakuum-Isolationspaneel (VIP)	150-300	0,002-0,008	Kühltransporte, Transportboxen, Gebäudedämmung (Passivhaus)
Perimeterdämmung (extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten)	25-45	0,030 - 0,040	Außenwände und Bodenplatte gegen Erdreich

**Tabelle 26 Dämmstoffe in der Entwicklung**

### 3 Fenster

Fenster, die bauphysikalisch Unterbrechungen der Bauwerkshülle und somit „energetische Schwachstellen“ der Gebäudehülle darstellen, haben einen bedeutenden Einfluss auf das architektonische Erscheinungsbild. Deshalb ist die Sanierung von Fenstern und damit das Herstellen des Fassadenbildes neben den relativ hohen Kosten bei der denkmalgerechten Erhaltung der Büro- und Verwaltungsbauten der 50er bis 70er Jahre eines der schwierigsten Probleme.

In der nachfolgenden Grafik sind häufig auftretende Schwachstellen bei Fenstern der 50er bis 70er Jahre Gebäude aufgelistet.

Die Anforderungen an Fenster in Gebäuden sind im Vergleich zur Bauzeit der Gebäude erheblich gestiegen. Der im Vergleich zur opaken Hülle höhere Wärmeverlust der Fenster und die Schallübertragung in den Raum (durch gestiegenen Verkehrslärm) stellen heute in Kombination mit der Tageslichtnutzung und dem Bezug zur Außenwelt die Kriterien zur Wahl und Anordnung von Fenstern in der Gebäudehülle dar. Die gestiegenen Anforderungen gelten hierbei sowohl für Neubauten als auch für die Sanierung von Bestandsgebäuden.

#### Häufig auftretende Probleme bei Fenstern

- ▶ unzureichender Wärme- und Schallschutz
- ▶ Vorhandensein von Wärmebrücken - undichte Anschlüsse
- ▶ Luftundichtheiten
- ▶ kleinteilige Fensterelemente und breite Profile - wirkt sich nachteilig auf die Raumstimmung aus
- ▶ verzogene Fensterrahmen - Fenster lassen sich nicht mehr öffnen
- ▶ Original-Fensterteile sind schwer zu erhalten
- ▶ Jalousien im Scheibenzwischenraum nicht mehr funktionsfähig

Abbildung 174 Problemstellungen bei Fenstern

### 3.1 Rahmenmaterialien von Fenstern

Grundsätzlich lassen sich Fenster nach folgenden Rahmenmaterialien unterscheiden: Stahl, Kunststoff, Holz und Aluminium.

Die Auswahl der geeigneten Fenster spielt bereits bei der Planung eine wichtige Rolle, egal ob für Neubau oder Sanierung. Dabei stehen bei der Wahl der Fensterelemente optische, technische oder funktionelle Aspekte im Vordergrund. Welches Rahmenmaterial letztendlich zur Anwendung kommt, hängt von Faktoren wie dem Typ des Gebäudes, dem persönlichen Geschmack des Bauherren und dem Preis ab. Aber auch die Umweltbeeinträchtigung durch Herstellung, Gebrauch und Entsorgung der Produkte kann eine entscheidende Rolle spielen.

In den folgenden Abschnitten werden die verschiedenen Rahmenmaterialien aus der Zeit der 50er bis 70er Jahre mit ihren Eigenschaften sowie Vor- und Nachteilen näher erläutert und untereinander verglichen.

#### 3.1.1 Holzfenster

In gestalterischer Hinsicht waren Holzfenster mit ihren breiten Profilen bei gleicher Flügelgröße den Metallfenstern in den 50er Jahren unterlegen - in bauphysikalischer Sicht waren sie jedoch den thermisch ungetrennten Metallprofilen weit überlegen. Holzfenster wurden häufig als Verbund- oder Kastenkonstruktion mit ungeteilten Flügeln ausgeführt.

Während Metallprofilen gegenüber den Fenstern aus Holz anfangs eine längere Lebenserwartung bescheinigt wurden, stellte man fest, dass auch die Holzfenster bei guter Pflege und gutem Bauernhalt sehr dauerhaft sein können. Zudem lassen sich beschädigte hölzerne Fensterteile wesentlich leichter handwerklich reparieren als vergleichbare Schäden an Metallfenstern.

#### 3.1.2 Stahlfenster

Stahlfenster waren aus gewalzten Stahlprofilen hergestellt und unterschieden sich in zwei Arten von Profilen: scharfkantige Flachstähle und „Industrieprofile“ oder auch so genannte ungedämmte Hohlprofile. Ein Vorteil der Stahlfenster gegenüber Holzfenstern, zusätzlich zur größeren Belastbarkeit und Stabilität, liegt darin, dass bei Stahl keine Quellungsbewegungen auftreten. Die thermischen Bewegungen sind relativ gering. Daher werden die Dichtungen zum Glas weniger strapaziert als bei Holzfenstern.

Sämtliche Stahlfenster aus der damaligen Zeit entsprechen heute nicht mehr den bauphysikalischen Anforderungen. Dem Wärmeverlust über die Wärmebrücken der gut

wärmeleitenden Stahlprofile wurde damals nur mit dem Luftraum, der sich zwischen den Anschlägen ergibt, begegnet.

Erst Anfang der 60er Jahre wurde der Wärmeschutz bei Stahlfenstern durch thermische Trennung der Fassadenprofile in Deutschland eingesetzt. Heute bildet er den Standard für Isolierfenster bei allen Rahmenmaterialien außer Holz. Thermisch getrennte Profile bestehen aus zwei Einzelprofilen mit eingeschobenen Abstandhaltern (Kunststoffprofile) oder Dämmstoffeinlage.

Der größte Schwachpunkt der Stahlfenster aus der damaligen Zeit liegt heute bei der ungenügenden Wärmedämmung und der Undichtigkeit der Profile, da die ungetrennten Profile eine Wärmebrücke bilden. Zudem haben sich viele Flügelrahmen über die Jahre leicht verbogen, sind undicht oder klemmen. Außer den Anschlägen gibt es keine zusätzlichen Dichtungslippen, die etwaige Verformungen auffangen können. Um die Dichtigkeit bestehender Stahlfenster wieder herzustellen, können sie in der Regel mit Dichtungslippen nachgerüstet werden.

### 3.1.3 Leichtmetallfenster

Gut eloxierte Aluminium-Fensterrahmen sind langlebig und grundsätzlich wartungsfrei, wenn man von einer gelegentlichen Reinigung absieht. Da Aluminium spröder als zum Beispiel Stahl ist, liegt der größte Nachteil dieses Baustoffs darin, mechanische Schäden reparieren und Verformungen nachbessern zu können. Auch die thermische Ausdehnung ist bedeutend höher als beim Stahl, wodurch die Dichtungsmaterialien und Maueranschlüsse bei Aluminiumfenstern stärker strapaziert werden und die Schadenshäufigkeit größer als bei Stahl- oder auch bei Holzfenstern ist.

Aufgrund der höheren Wärmeleitfähigkeit der Rahmenkonstruktion gegenüber Holzfenstern weisen Aluminiumfenster im Vergleich deutlich höhere Wärmeverluste auf. In der weiteren Entwicklung der Fensterprofile wurde hier mit der Entwicklung thermisch getrennter Profile entsprechend reagiert, die jedoch in den Rahmenprofilen der 60er bis 70er Jahre noch nicht realisiert wurden.

### 3.1.4 Kunststofffenster

Dieser Fenstertyp entwickelte sich spät und spielte erst Ende der 70er Jahre eine wesentliche Rolle.

Der am häufigsten bei Kunststofffenstern verwendete Werkstoff ist PVC (Polyvinylchlorid). Er ist thermoplastisch, das heißt unter Temperatureinwirkung verformbar.

Die Verformbarkeit des Grundmaterials ermöglicht eine große Formenvielfalt der fertigen Fensterprofile, vom einfachen rechtwinkligen Rahmen über Rundbögen bis zu geometrisch komplexen Formen.

Materialbedingte Schäden an Kunststofffenstern lassen sich auf Verspröden bzw. Verwittern des Kunststoffes und Produktions-, Transport- und Montagefehler beschränken.

Bei einer hohen bauphysikalischen Qualität, die in den 60er- und 70er-Jahren nicht vorausgesetzt werden konnte, erfordern heutige Kunststofffenster wenig Pflege- und Erhaltungsaufwand.

Tabelle 27 gibt einen Überblick über die Materialeigenschaften sowie typische Mängel und Schäden an Fenstern mit Rahmen unterschiedlicher Materialität.

<b>Bezeichnung</b>	<b>Materialeigenschaft</b>	<b>Mängel und Schäden</b>
<b>Holzfenster</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ energiesparender, natürlich nachwachsender Rohstoff</li> <li>▶ hohe Festigkeit</li> <li>▶ gute Bearbeitung</li> <li>▶ individuelle Gestaltung und Dimensionierung</li> <li>▶ gute Dämmeigenschaften</li> <li>▶ stabil, formbeständig, langlebig</li> <li>▶ Lebensdauer: 40 bis 50 Jahre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Verwitterung, Vergrauung</li> <li>▶ Befall von holzerstörenden Insekten und Pilzen</li> <li>▶ Holzverwerfung, Quellungsbewegung</li> <li>▶ Eckspaltenbildung in den Eckverbindungen</li> <li>▶ Anstrichschäden (fast ausschließlich auf einen zu hohen Feuchtigkeitsgehalt des Holzes zurückzuführen)</li> <li>▶ Holzdurchfeuchtung/-zerstörung durch Mängel oder Schäden im Glasfalzbereich und an der Verglasung</li> <li>▶ Mängel oder Schäden an Dichtungsprofilen</li> <li>▶ mangelhafte Verkittung</li> </ul>
<b>Stahlfenster</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ hohe Belastbarkeit</li> <li>▶ hohe Stabilität</li> <li>▶ geringe thermische Bewegungen</li> <li>▶ Lebensdauer: 40 bis 50 Jahre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Wärmeverluste über gut leitende Profile</li> <li>▶ fehlende Dichtungen</li> <li>▶ Undichtigkeiten der Profile</li> <li>▶ ungenügende Wärmedämmung</li> <li>▶ Korrosionsschäden</li> <li>▶ Schäden im Maueranschlag</li> </ul>
<b>Aluminiumfenster</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ gute Festigkeitswerte</li> <li>▶ geringes Gewicht - statische Vorteile</li> <li>▶ hohe Leitfähigkeit, somit geringere Wärmedämmeigenschaften</li> <li>▶ Lebensdauer: 40 bis 60 Jahre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Beton und Kalk führen bei Kontakt mit dem Aluminium zu Schäden an der Oxidschicht - Folge: Korrosion</li> <li>▶ ungedämmte Profile - großer Wärmedurchgang, führt zu Wärmeverlust und Beschlagen der Scheibeninnenseite</li> </ul>
<b>Kunststofffenster</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ häufiger Werkstoff PVC (Polyvinylchlorid)</li> <li>▶ unter Temperatureinwirkung verformbar (thermoplastisch)</li> <li>▶ große Formenvielfalt durch Material</li> <li>▶ wenig Pflege und Erhaltungsaufwand</li> <li>▶ Lebensdauer: 40 bis 60 Jahre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Versprödung und Verwitterung</li> <li>▶ Produktions-, Transport- und Montagefehler (z.B. Risse durch den ganzen Querschnitt oder entlang der Schweißnähte)</li> <li>▶ Verfärbungen durch UV-Bestrahlung</li> </ul>

**Tabelle 27 Eigenschaften sowie typische Mängel und Schäden an Fenstern**

Die Fenster des Gebäudebestands der 50er bis 70er Jahre weisen meist eine hohe Undichtigkeit auf. Dies resultiert einerseits aus bewusst nicht luftdichtem Einbau um einen Mindest-Luftwechsel auch bei geschlossenen Fenstern zu gewährleisten, andererseits aus dem Verschleiß der Dichtungen.

Die Fensterkonstruktionen stellen nicht selten eine energetische Schwachstelle dar und sind in der Regel besonders durch Wärmebrücken gekennzeichnet. Dieser Mangel verursacht das Absinken der inneren Oberflächentemperatur und den möglichen Ausfall von Tauwasser und kann zur Bildung von Schimmelpilzen führen. Durch das Vorhandensein von Wärmebrücken steigt der Heizenergiebedarf des Gebäudes, so dass sich die Heizkosten für die Nutzer erhöhen. Der damit verbundene steigende CO<sub>2</sub>-Ausstoß beeinträchtigt die Nachhaltigkeit des Gebäudes und trägt zur Umweltbelastung bei. Über die sich aufgrund der geringeren Oberflächentemperatur der Fenster einstellenden Strahlungstemperatur-Asymmetrie werden weitere Komforteinbußen verursacht.

Die angestrebte energetische Sanierung der Außenfassade sollte neben den opaken Außenwänden auch immer eine Verbesserung der Fensterflächen bzw. der transparenten Bauteile beinhalten. Die Folgen sind eine Verbesserung der Behaglichkeit in den Gebäuden und eine Erhöhung der solaren Wärmegewinne, die zu einem geringeren Heizenergiebedarf führen. Im Sommer sollte allerdings einer möglichen Überhitzung der Räume durch Verschattungseinrichtungen vorgebeugt werden.

### 3.2 Verglasung

Für den Betrachtungszeitraum der 50er bis 70er Jahre gibt es eine Vielzahl an Verglasungsarten im Gebäudebestand.

Während die Glasdicke der Einfachverglasung oftmals nur wenige Millimeter beträgt und nur geringe Wärmedämmeigenschaft aufweist, besteht das Isolierglas aus zwei oder mehreren Glasscheiben mit luft- bzw. gasgefüllten Zwischenräumen. Die Anzahl der Glasscheiben, die Füllung der Zwischenräume, die Glasdicken und die Reflexion der Gläser (Art der Beschichtung) bestimmen letztlich die Wärmedämm- und die Schalleigenschaften des Isolierglases.

In der nebenstehenden Tabelle sind die verschiedenen Verglasungsarten mit ihren U-Werten aufgelistet.

Bei der Bestimmung des U-Wertes eines Fensters ist neben der Verglasung auch das Rahmenmaterial von großer Bedeutung. Über die Ausführungsqualität des Rahmens ergibt sich ein großer Einfluss auf den gesamten U-Wert des Fensters (siehe Tabelle 28).

Nennwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern und Fenstertüren  $U_{f,w}$  in Abhängigkeit vom Nennwert des Wärmedurchgangskoeffizienten für Verglasung  $U_{g,w}$  und vom Bemessungswert des Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmens  $U_{f,r,w}$

U <sub>f,r,w</sub> -Wert Rahmen (W/m <sup>2</sup> K)	U <sub>g,w</sub> -Wert Rahmen (W/m <sup>2</sup> K)																	
	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	
Einfachglas	5,7	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	
	3,3	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	
	3,2	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
	3,1	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
	3,0	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	
	2,9	2,4	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
	2,8	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
	2,7	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
	2,6	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	3,1	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
	2,5	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
	2,4	2,1	2,1	2,2	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
	2,3	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
	2,1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
2,0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
1,9	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
1,6	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
1,5	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
2,3	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	
2,2	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	
2,1	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,8	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	
2,0	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,3	2,5	2,6	2,7	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	
1,9	1,7	1,7	1,8	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	
1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	
1,7	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
1,6	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
1,5	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	
1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	
1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	
1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	
1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	
0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	
0,7	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	
0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	
0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	

Tabelle 28 Überblick U-Werte Verglasungsarten (Quelle: DIN V 4108-4:2004-07)

In der Tabelle 29 sind die typischen U-Werte transparenter Bauteile für die Gebäude der 50er bis 70er Jahre zusammengestellt.

Bauteil	Konstruktion	Eigenschaften	bis 1978	1979 bis 1983
			Pauschalwert für den Wärmedurchgangskoeffizienten U in W/(m²K) und Ψ in W/(mK), sowie Verglasungstyp nach DIN V 18599-2, Tab. 5	
Fenster, Fenstertüren	Holzfenster, einfach verglast	U <sub>w</sub>	5,0	-
		Glas	einfach	-
		U <sub>g</sub>	5,8	-
	Holzfenster, zwei Scheiben	U <sub>w</sub>	2,7	2,7
		Glas	zweifach	zweifach
		U <sub>g</sub>	2,9	2,9
	Kunststofffenster, Isolierverglasung	U <sub>w</sub>	3,0	3,0
		Glas	zweifach	zweifach
		U <sub>g</sub>	2,9	2,9
	Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung	U <sub>w</sub>	4,3	4,3
		Glas	zweifach	zweifach
		U <sub>g</sub>	2,9	2,9
zusätzliche Elemente von Fassaden	Paneel / opake Füllung	U <sub>p</sub>	1,5	1,2
	Fassadenprofil	U <sub>f</sub>	7,0	4,5
	Festverglasung	Ψ <sub>g</sub>	0	0,15
	Paneel / opake Füllung	Ψ <sub>p</sub>	0,20	0,20
	Fenster	Ψ <sub>w</sub>	0,07	0,07

Bedeutung des Indizes:  
w = Fenster inkl. Fensterrahmen, g = opake Füllung, Paneel, f = Fassadenprofil

**Tabelle 29 Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten transparenter Bauteile**

sowie für Fassaden im Urzustand (BMVBW 2007, Tabelle 3)

Neben dem U-Wert besitzt die Verglasung weitere Parameter, die beim heutigen Planungsprozess spezielle Aufmerksamkeit verdienen. Es sind vor allem der Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) und der Licht-Transmissionsgrad der Verglasung ( $\tau$ -Wert, angegeben in Prozent) zu beachten.

In Tabelle 30 sind bauphysikalische Werte gängiger Verglasungen zusammengestellt.

Zwischen Wärmeschutz- (WSV) und Sonnenschutzverglasung (SSV) gibt es eine Vielzahl an Möglichkeiten, die auf dem Markt angeboten werden.

	U-Wert (W/m <sup>2</sup> K)	$\tau$ -Wert (%)	g-Wert
Einfachverglasung	ca. 5,8	> 90	~ 0,85
Isolierverglasung	3,1 - 2,0	85 - 80	0,80 - 0,75
Wärmeschutzverglasung zweifach	1,8 - 1,0	80 - 75	0,71 - 0,56
dreifach	0,8 - 0,5	70 - 65	0,58 - 0,45
Sonnenschutzverglasung	1,8 - 1,0	70 - 55	0,46 - 0,21

U = Wärmedurchgangskoeffizient,  $\tau$  = visueller Transmissionsgrad, g = Gesamtenergiedurchlassgrad

**Tabelle 30** Bauphysikalische Werte verschiedener Verglasungen (Quelle: BürobauAtlas, S. 113)

Im Folgenden werden die Fenster der PROsab-Gebäude mit dem typischen Gebäudebestand aus dieser Zeit verglichen und analysiert. Vorab ist zu erwähnen, dass bei einigen PROsab-Gebäuden schon Teilbereiche oder einzelne Elemente im Laufe der Zeit erneuert worden sind.

Die Bestandsaufnahme der Fassaden- bzw. Fensterflächen zeigt, dass bei 50% der PROsab-Gebäude die Profile der Fenster aus Holz bestehen. Bei 36% der Gebäude sind die Fenster mit Aluminium-Profilen und bei lediglich 14% mit Profilen aus Stahl versehen (vgl. Abbildung 175).

Bei der Verglasung sind die typischen Merkmale von Bürogebäuden der 50er bis 70er Jahre deutlicher zu erkennen. Bei 82% der Gebäude sind die Fenster mit Zweischeiben-Isolierglas ausgestattet. Die bestehende Verglasung hat bei einem  $U_v$ -Wert von 2,7 - 3,0  $W/m^2K$  einen Energiedurchlassgrad von ca. 78%. Bei zwei Gebäuden sind die Fenster, bzw. eine Fensterseite noch mit einer Einscheibenverglasung versehen. Bei lediglich zwei Gebäuden ist ein Teilbereich der Fenster durch neue, hochwertigere Fenster ersetzt worden.

Die gewonnenen Erkenntnisse aus den untersuchten und analysierten PROsab-Gebäuden decken sich mit den Angaben aus der Recherche von Bestandsgebäuden der 50er bis 70er Jahre.

Nach dem Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“ haben Holz- und Aluminium-Fensterrahmen eine mittlere Lebensdauer von 50 Jahren, Stahlrahmen von 45 Jahren. Die Lebenserwartung von Mehrscheiben-Isolierglas bei Außenfenstern liegt bei ca. 25 Jahren.

Man kann sagen, dass sowohl bei den Fenster-Profilen als auch bei der vorhandenen Verglasung heute die mittlere Lebensdauer erreicht ist, so dass ein Austausch der Elemente sinnvoll ist.

Außerdem befinden sich bei einem Teil der Bestandsbauten die Flügel und Rahmen in einem schlechten Wartungszustand (siehe Abbildung 176).

Auch die Verglasung entspricht nicht mehr den thermischen Anforderungen heutiger Fenster. Im Vergleich zu heute hat eine Verglasung einen U-Wert von ca. 1,1  $W/m^2K$  und einen Energiedurchlassgrad von 60-65%. Ein behagliches Raumklima kann mit der alten Verglasung weder im Sommer noch im Winter gewährleistet werden; beispielsweise kann es im Sommer bei direkter Besonnung zur Überhitzung der Räume kommen.

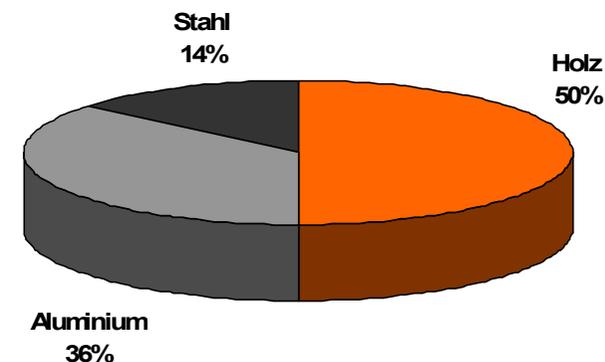


Abbildung 175 Anteil Fensterprofile im Bezug auf Materialität



Abbildung 176 Detailansicht Holzfenster

Bei Gebäuden der 50er bis 70er Jahre stammt ein Großteil des Bestands noch aus der Bauzeit. Elemente, wie beispielsweise Fenster, haben heute das Ende ihrer Nutzungsdauer erreichen. Trotzdem wird versucht die Bestandsfassade zu erhalten, Mängel und Schäden auszubessern oder zu ersetzen, um den finanziellen Aufwand möglichst gering zu halten.

Um jedoch den Veränderungen des Energiestandards und den Anforderungsprofilen an den Bürokomfort gerecht zu werden, ist oftmals nur eine ganzheitliche, energieeffiziente und komfortgerechte Sanierung des Gebäudes die sinnvollste Lösungsmöglichkeit. Unter Berücksichtigung aller Komponenten, wie Gebäudehülle und der im Gebäude integrierten Technik, kann mit einer Sanierung der Bürogebäude aus den 50er bis 70er Jahren der Standard eines Neubaus erreicht werden.

### 3.3 Entwicklung des sommerlichen Wärmeschutzes

Die Überhitzung der Räume durch den sommerlichen Energieeintrag führte bereits in den 50er Jahren zu Kompensationsmaßnahmen. Anfangs tolerierte man die erhöhten Einträge der Wärmegewinne, so dass das Problem des Sonnenschutzes noch weitgehend ungelöst blieb. Auch der innenliegende Sonnen- und Blendschutz konnte das Aufheizen der Räume nicht verhindern, bis schließlich in den 60er Jahren der außenliegende Sonnenschutz verstärkt am Markt angeboten und in Bauvorhaben eingesetzt wurde.

Die Analyse der untersuchten Gebäude in PROsab bestätigt diese Entwicklung, da der überwiegende Teil der Gebäude aus der Bauzeit der 60er Jahre stammt. Von insgesamt 13 Gebäuden besitzen 69% einen außenliegenden Sonnenschutz in Form von schienengeführten Horizontallamellen aus Aluminium. Davon wurde bei drei Gebäuden lediglich das zurückgesetzte, teilweise voll verglaste Staffelgeschoss mit einem außenliegenden Sonnenschutz versehen.

Mit Hilfe dieser Maßnahme konnten die solaren Wärmegewinne und die Überhitzung der Räume erheblich reduziert werden. Außenliegende Jalousien verhindern das Antreffen der Strahlung auf die Scheibe und reduzieren damit den solaren Wärmevertrag erheblich.

Allerdings ist zu beachten, dass noch bis heute die Anfälligkeit des außenliegenden Sonnenschutzes infolge der hohen Wind-, Schnee- und Feuchtigkeitsbelastung sowie die Geräusentwicklung problematisch sind.

Neben dem erhöhten Wärmegewinn muss der erhöhte Kunstlichtbedarf bei einem intakten Sonnen- und Blendschutz berücksichtigt werden. Die daraus resultierende Wärmeentwicklung wird heute in vielen Fällen über die Integration von Kälte-technik kompensiert. Nachhaltigere Maßnahmen zur Tageslichtnutzung sowie passive Sonnenschutzmaßnahmen durch angepasste Verglasung und entsprechenden Sonnenschutz sind in aktuellen Entwicklungen in Verbindung mit schlanken Technikkonzepten für geringe Betriebskosten realisiert.

Im Folgenden werden die heute gängigen Sonnenschutzvarianten näher erläutert und mit ihren Vor- und Nachteilen untereinander verglichen.

Vorwegnehmend kann man sagen, dass die Art der Verglasung und die Ausrichtung des Gebäudes einen wichtigen Einfluss auf die Lage des Sonnenschutzes nehmen. Das äußere Erscheinungsbild spielt in der architektonischen Gestaltung eine wesentliche Rolle, ist aus bauphysikalischer Sicht jedoch nebensächlich und wird in der weiteren Betrachtung vernachlässigt.



Abbildung 177 Staffelgeschoss (01BBG)

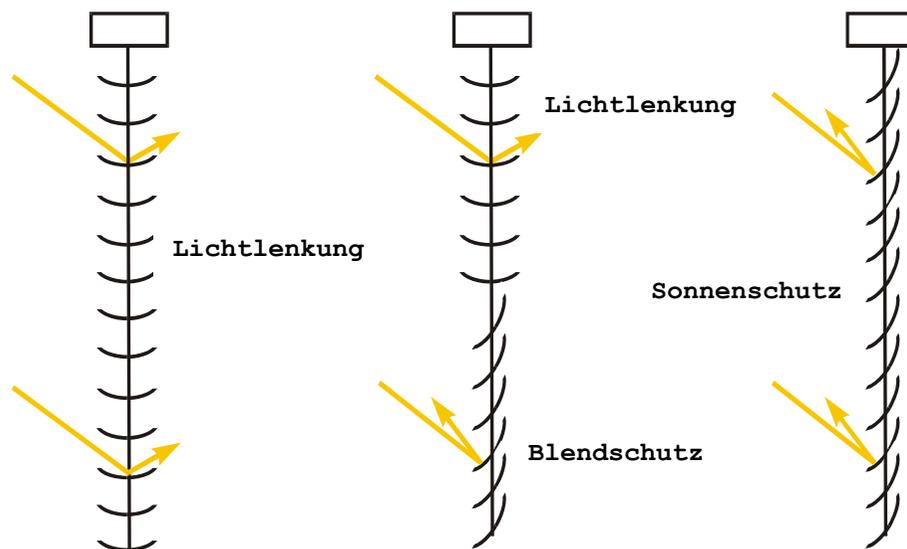


Abbildung 178 Fassadenausschnitt (10RNB)

**Variante 01a - innenliegender Sonnen- und Blendschutz**

Der manuell zu bedienende Sonnen- und Blendschutz befindet sich in der Glasfalz und ist vor Wind und Wetter geschützt. Zudem nimmt er keinen Einfluss auf das Erscheinungsbild der Fassade.

Am effektivsten ist ein tageslichtoptimierter Sonnen- und Blendschutz. Sonnenschutzlamellen sind dadurch, dass sie horizontal gedreht werden können, flexibler und auch zur Tageslichtlenkung geeignet. Beispielsweise besteht die Möglichkeit das obere 1/3 geöffnet zu lassen, während dessen die unteren 2/3 geschlossen werden (Blendfreiheit). Diese Technik erfordert eine entsprechende Knüpfung der Lamellen. (siehe Abbildung 179)



**Abbildung 179** Funktion tageslichtgesteuerter Sonnen- bzw. Blendschutzlamellen  
Schematische Darstellung

Da im Vergleich zu einem außenliegenden Sonnenschutz die Wirkung eines innenliegenden Sonnenschutzes nicht so effektiv ist, ist es wichtig, in diesem Zusammenhang eine richtige Verglasung zu wählen.

Sinnvoll wäre eine Sonnenschutzverglasung, die beispielsweise mit einem Gesamtenergiedurchlassgrad von  $g=34\%$ , einer Lichtdurchlässigkeit von  $\tau=68\%$  und einem Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) von  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  realisiert werden kann. Dadurch wird der sommerliche Energieeintrag reduziert. Die Verglasung weist eine hohe Sonnenschutzwirkung bei gleichzeitig guter Lichtdurchlässigkeit auf, um den Überhitzungsstunden im Sommer entgegenzuwirken. Aufgrund dieser guten Eigenschaften kann der Sonnenschutz auf die Rauminnenseite verlegt werden.



Abbildung 180 Beispiel - tageslichtgesteuerter Sonnen- bzw. Blendschutz innenliegend

### Variante 01b - Folienrollo innen

Alternativ ist auch die Nutzung eines Folienrollos denkbar. Je nach Ausführung können die Folien mehr oder weniger transparent ausgeführt werden, was sich auf den Sonnenschutzfaktor auswirkt. Die Folienrollos sind als Blend- und/oder Sonnenschutz erhältlich. Durch eine Aluminium-Bedampfung und die Tönung lässt sich eine Sonnenschutzfunktion über die eigentliche Blendschutzanwendung hinaus kombinieren. In Verbindung mit Sonnenschutzverglasung ergibt sich ein ausreichender Sonnenschutz je nach Tönung und Fensterflächenanteil.

Die Bedienung der Rollos erfolgt von unten nach oben. Großer Vorteil ist, dass bei Sonnenschein im oberen Fensterbereich Tageslicht in die Büros gelangt, während der Arbeitsbereich (Schreibtisch) ausreichend „verschattet“ wird. Durch die hochwertige Sonnenschutzverglasung ist die Variante 01b eine gute und kostengünstige Alternative zu den schienengeführten Lamellensystemen.

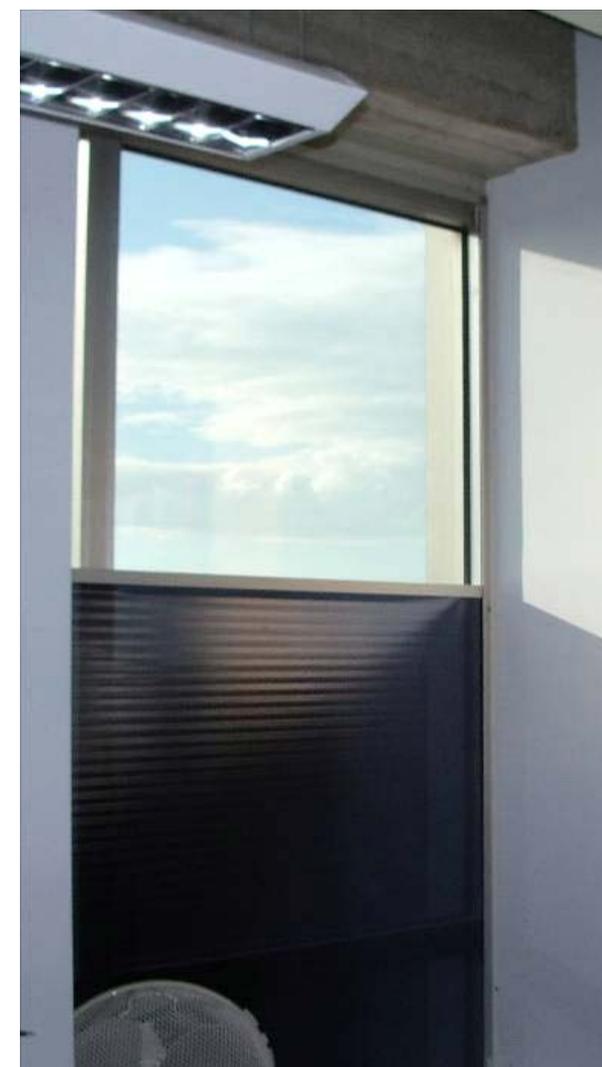


Abbildung 181 und Abbildung 182 tageslichtoptimiertes Sonnen-/Blendschutzsystem (Folie)

### Variante 02a + b - Sonnen- und Blendschutz im Scheibenzwischenraum

Eine weitere Möglichkeit wäre der Einbau einer Verglasung mit integriertem Sonnen- und Blendschutz im Scheibenzwischenraum (Abbildung 183). Der Sonnen- und Blendschutz befindet sich hier ebenfalls in einer geschützten Position, sowohl von Innen als auch von Außen. Der Antrieb sollte motorisch erfolgen, um Beschädigungen durch falsche Handhabung zu vermeiden. Durch den Einsatz von Lichtlenklamellen im Sonnenschutz kann der Tageslichteinfall in die Raumtiefe noch verbessert werden. Beim Einbau eines Sonnenwächters ist es zudem möglich die Räume bei direkter Besonnung automatisch zu verschatten.

Zwei Sonnenschutzsysteme werden auf dem Markt angeboten. Entweder befindet sich im Scheibenzwischenraum eine Sonnenschutzfolie (Variante 02a - ISO-Roll) oder Sonnenschutzlamellen (Variante 02b - ISO-Shadow). Je nach Ausführung können die Folien mehr oder weniger transparent ausgeführt werden, was sich auch auf den Sonnenschutzfaktor auswirkt.

Um eine Beschädigung dieses Systems beim Öffnen des Fensters zu vermeiden (besonders in Kippstellung) kann der Sonnenschutz in seiner Stellung nur verändert werden, wenn das Fenster geschlossen ist. Erreicht wird dies durch Fensterkontakte.



ISO-Roll

Abbildung 183 Sonnen- und Blendschutz (Folie)



ISO-Shadow

Abbildung 184 Sonnen- und Blendschutz (Lamellen)  
(Quelle: [www.glastec.de](http://www.glastec.de))

### Variante 03 - außenliegender Sonnenschutz / innenliegender Blendschutz

Der schienengeführte Sonnenschutz in Form von Horizontal-Lamellen (motorisch gesteuert) befindet sich auf der Außenseite der Fensterelemente; tageslichtgesteuerte Lichtlenklamellen im oberen Bereich leiten natürliches Licht zur Beleuchtung an die Decke der Büros. Der Sonnenschutz wird außen am Fensterprofil oder in der Dämmebene befestigt. Durch die Anordnung des Sonnenschutzes auf der Außenseite der Fassade kann der sommerliche Energieeintrag weiter reduziert werden und führt zu einer Verminderung der solaren Wärmelasten um bis zu 50% im Raum. Im Vergleich: Über innenliegende Rollos dagegen können die solaren Einträge nur um 10% reduziert werden.

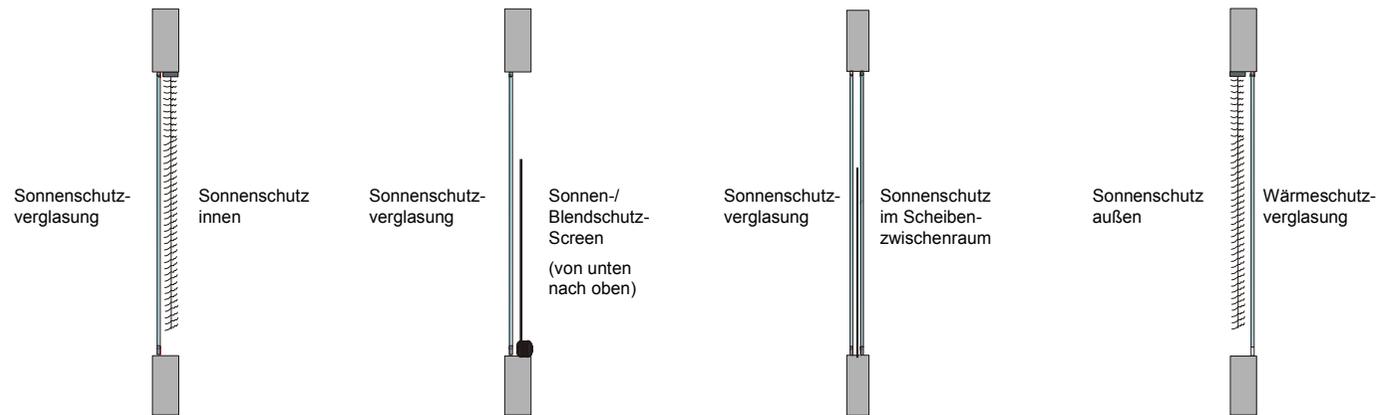
Das bedeutet, dass im Vergleich zu einem innenliegenden Sonnenschutz die Wirkung eines außenliegenden Sonnenschutzes wesentlich effektiver ist, so dass bei der Wahl der Verglasung eine Wärmeschutzverglasung ausreicht.

Die Wärmeschutzverglasung kann mit einem Gesamtenergiedurchlassgrad von  $g=60\%$ , einer Lichtdurchlässigkeit von  $\tau=80\%$  und einem Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) von  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  realisiert werden.

Es ist zu beachten, dass außenliegende Sonnenschutzvorrichtungen aufgrund der Windverhältnisse und der Witterung nicht überall zu realisieren sind. Zudem nimmt er Einfluss auf das Erscheinungsbild der Fassade, so dass vor der Ausführung der Denkmalschutz zu klären ist. Die konstruktiven Gegebenheiten gilt es ebenfalls zu überprüfen.

Im Rauminnen sollte ein manuell zu bedienender Blendschutz vorhanden sein, der sich in der Leibung auf der Rauminnenseite befindet. Er dient in erster Linie der komfortgerechten Ausstattung der Büroarbeitsplätze, um ein blendfreies Arbeiten zu ermöglichen.

In Tabelle 31 werden die beschriebenen Sonnen- und Blendschutzvarianten mit ihren Vor- und Nachteilen noch einmal gegenübergestellt:



	Sonnenschutzverglasung + Sonnenschutz innen	Sonnenschutzverglasung + Blendschutz-Screen innen	Wärmeschutzverglasung + Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum	Wärmeschutzverglasung + Sonnenschutz außen
Wirksamkeit als Sonnenschutz	+	+	++	++
Lichtlenkung	+	-	+	-
Tageslichtnutzung	++	+	+	+
Bezug nach außen	+	+	+	+
Investitionskosten	<b>mittel - hoch</b>	<b>mittel</b>	<b>hoch</b>	<b>mittel</b>
Windanfälligkeit	+	+	+	-
Kombination mit Kippfenster	<b>0</b>	+	++	++

Tabelle 31 Variantenvergleich Verglasung und Sonnenschutz

**3.4 Nachtlüftung**

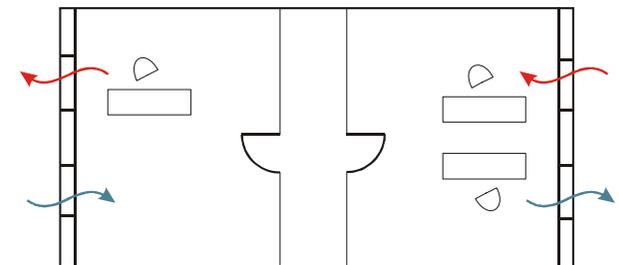
Bei einem Fensterflächenanteil von 30% können trotz außen liegenden Sonnenschutzes und der Verwendung einer Sonnenschutzverglasung Temperaturen über 26°C im Büro zu 15% der Betriebsstunden im Norden/Osten und annähernd 25% der Betriebsstunden im Süden/Westen nicht verhindert werden. Mit einer effektiven Nachtlüftung hingegen kann man eine deutliche Reduzierung der Überhitzungsstunden im Sommer erreichen. Voraussetzungen für eine Nachtlüftung sind ein ausreichender Luftwechsel ( $>4h^{-1}$ ) und entsprechend geringe nächtliche Außentemperaturen ( $T_{amb} < 17^{\circ}C$ ), die die thermisch wirksamen Bauteilmassen abkühlen. Erst bei nächtlichen Außentemperaturen größer 20°C sinkt die Effektivität der Nachtlüftung deutlich. Nachfolgend sind zwei Strategien der Nachtlüftung dargestellt.

**3.4.1 einseitige Nachtlüftung**

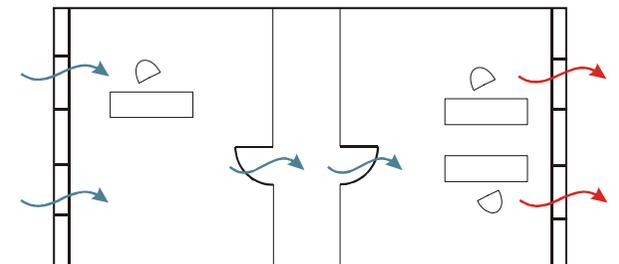
Bei der einseitigen Nachtlüftung kann jeder Raum über den Fensterkippflügel über Nacht be- und entlüftet werden. Hierbei kann ein Luftwechsel von bis zu  $3h^{-1}$  gewährleistet werden. Zur Optimierung dieser Lüftungsvariante wird vorgeschlagen den Lüftungsflügel mit einer motorischen Steuerung zu versehen, damit sich das Fenster bei bestimmten äußeren Witterungsbedingungen (Wind, Regen,...) automatisch schließen kann. Tagsüber ist es dem Bediener möglich die Automatik des Fensters nach Bedarf zu übersteuern, d.h. jeder Nutzer ist für „sein Klima“ selber verantwortlich.

**3.4.2 Querlüftung**

Mit Windeinfluss kann der Luftwechsel durch Querlüftung im Gegensatz zur einseitigen Nachtlüftung deutlich erhöht werden. Hierbei soll die Luft durch das Büro über den Flur ins Nachbarbüro und wieder nach außen, also komplett quer durch das Gebäude, strömen. Bei Windstille entspricht diese Variante einer einseitigen Lüftung. Die Variante „Querlüftung“ muss hinsichtlich des Brand- und des Schallschutzes geprüft werden, da für das Durchströmen der Luft Schlitze, Auslässe und Durchbrüche in den Büros hergestellt werden müssen.



**Abbildung 185 Lüftungsvariante 1 - einseitige Nachtlüftung**



**Abbildung 186 Lüftungsvariante 2 - Querlüftung**

### 3.5 Natürliche Belichtung

Für die optimale Bestimmung der natürlichen Beleuchtungsverhältnisse im Büro sind die Raum- und Fassadengeometrie sowie die bauphysikalischen Eigenschaften der Verglasung entscheidend. Sonnen- und Blendschutzmaßnahmen werden hier im ersten Schritt nicht berücksichtigt, da sie den lichten Querschnitt der Fenster nicht reduzieren. Bei allen Varianten wird von einer natürlichen Lüftung ausgegangen.

Bei einem geringen Fensterflächenanteil von 30%, fällt die Lichtausbeute insgesamt niedrig aus. Der Tageslichtquotient unterschreitet die empfohlene 3% - Grenze ab einer Raumtiefe von 1,5 m bei der Variante mit Sonnenschutzverglasung. Zu beachten ist ein erhöhter Strombedarf und die Erhöhung der internen Lasten durch die Beleuchtung als Folge des Fensterflächenanteils von nur 30%.

Ein Fensterflächenanteil von 60% verbessert die Tageslichtsituation signifikant. Erst bei einer Raumtiefe von ca. 3,00 m wird die 3% - Grenze unterschritten. Im fensternahen Bereich macht sich die Brüstungshöhe bemerkbar. Der Energiebedarf für die künstliche Beleuchtung ist im Vergleich zu einem 30%igen Fensterflächenanteil um 30-40% reduziert. Einbußen werden lediglich durch die im Hinblick auf den Tageslichteintrag ungünstige Sonnenschutzverglasung erzeugt.

Eine weitere Erhöhung des Fensterflächenanteils von 60% auf 90% führt nicht zu einer vergleichbar deutlichen Zunahme des Tageslichteintrags wie bei der Erhöhung von 30% auf 60%. Nur im fensternahen Bereich wird der Tageslichteintrag erhöht. Der starke Abfall der Belichtungsintensität zur Raumtiefe ist nahezu analog zu den Büros mit einem Fensterflächenanteil von 60%. Der Einfluss des verglasten Brüstungsbereichs auf den Lichteintrag ist sehr gering.

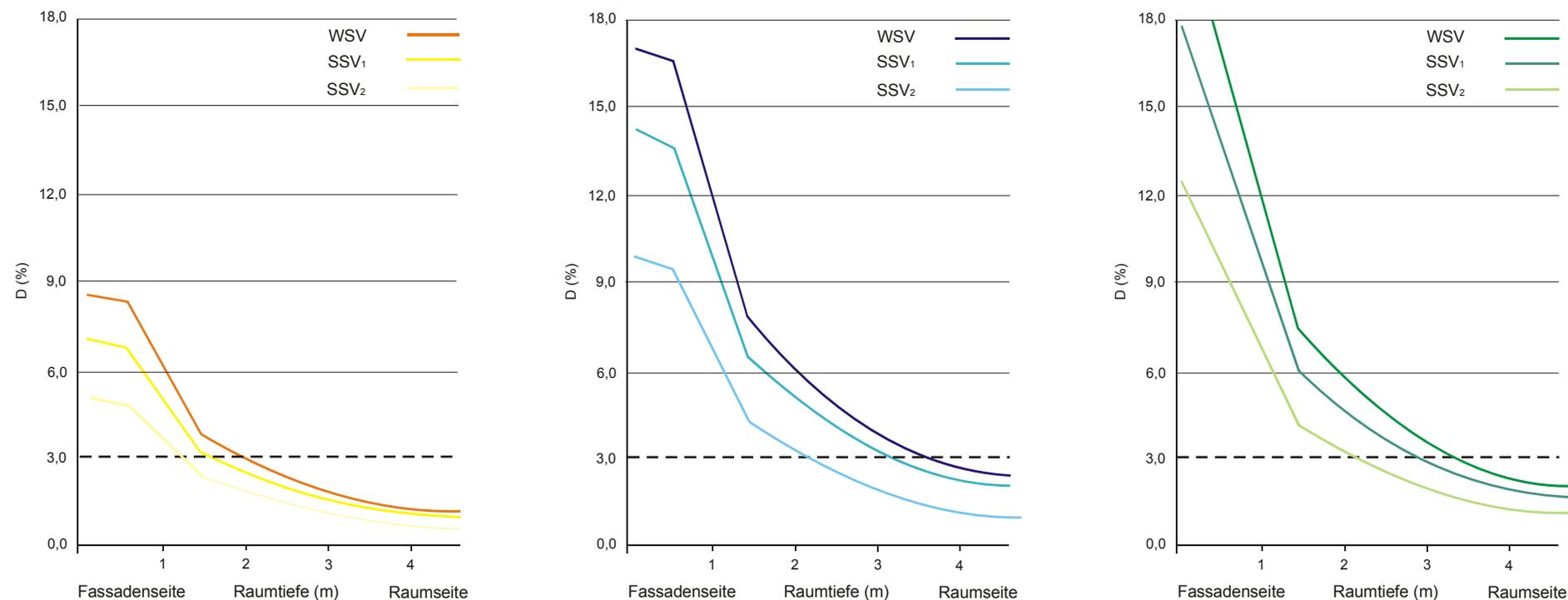


Abbildung 187 Tageslichtquotient (D) im Vergleich für ein 30%igen und einen 60%igen Fensteranteil (Quelle: BürobauAtlas, S. 122)

Die Reduzierung des Fensterflächenanteils auf ein Minimum oder eine ungünstige Positionierung der Fenster (z.B. Sturz) machen einen erhöhten Kunstlichteinsatz erforderlich und führen zu einem Wärmeeintrag aus internen Lasten. Die Fassadengestaltung hat somit signifikanten Einfluss auf den Energiehaushalt des Gebäudes.

Im Bezug auf den thermischen und visuellen Komfort und der Energieeffizienz liegt für Bürogebäudefassaden der optimale Verglasungsanteil zwischen 50 und 70%. Ein Großteil der untersuchten PROsab-Gebäude bestätigt dies. Es besitzen 85% der Gebäude eine Bandfassade und haben einen Fensterflächenanteil zwischen 50% und 60%. Zwei Gebäude besitzen ausschließlich eine Lochfassade und haben

lediglich einen Fensterflächenanteil von ca. 30%. Für eine optimale Tageslichtnutzung erscheint die Bandfassade für Verwaltungsbauten am sinnvollsten.

### 3.6 Zusammenfassung Fenster

In Abbildung 188 wird anhand eines Beispiels eine Auswahl möglicher Kombinationen von Sonnenschutzmaßnahmen für Fassaden mit einem Fensterflächenanteil von 30%, 60% und 90% gezeigt. Eine orientierungsangepasste Wahl der Komponenten kann unerwünscht hohe Temperaturen im Büro verhindern. Selbst bei einem 30%igen Fensterflächenanteil entscheiden Glasqualität und Sonnenschutz über den Raumkomfort und den wirtschaftlichen Betrieb eines Gebäudes.

#### Bestandsanalyse:

- Das Bestandsgebäude wurde 1960 gebaut.
- Die Fassade hat einen Fensterflächenanteil von 60%.
- Die Fenster haben einen Rahmen aus Stahl und sind allseitig (horizontale Ausrichtung) mit einer Isolierverglasung ausgestattet.
- In den Büros befindet sich ein innenliegender Blendschutz.



Abbildung 189 Büroraum Fenster / Blendschutz

Rahmen Material	Fensterflächenanteil	Verschattung	Lage	Fassaden-Ausrichtung	Art der Verglasung
Aluminium	30%	Sonnenschutz	innen	Nord	Einscheibenverglasung
Kunststoff	60%	Blendschutz	SZR	Ost	Isolierglas
Holz	90%	nicht vorh.	außen	Süd	WSV
Stahl	-	-	-	West	SSV

Abbildung 188 Bestandsanalyse - Auswahlkriterien



Abbildung 190 Isolierglas - Wasser im SZR

**Lösungsvorschlag:**

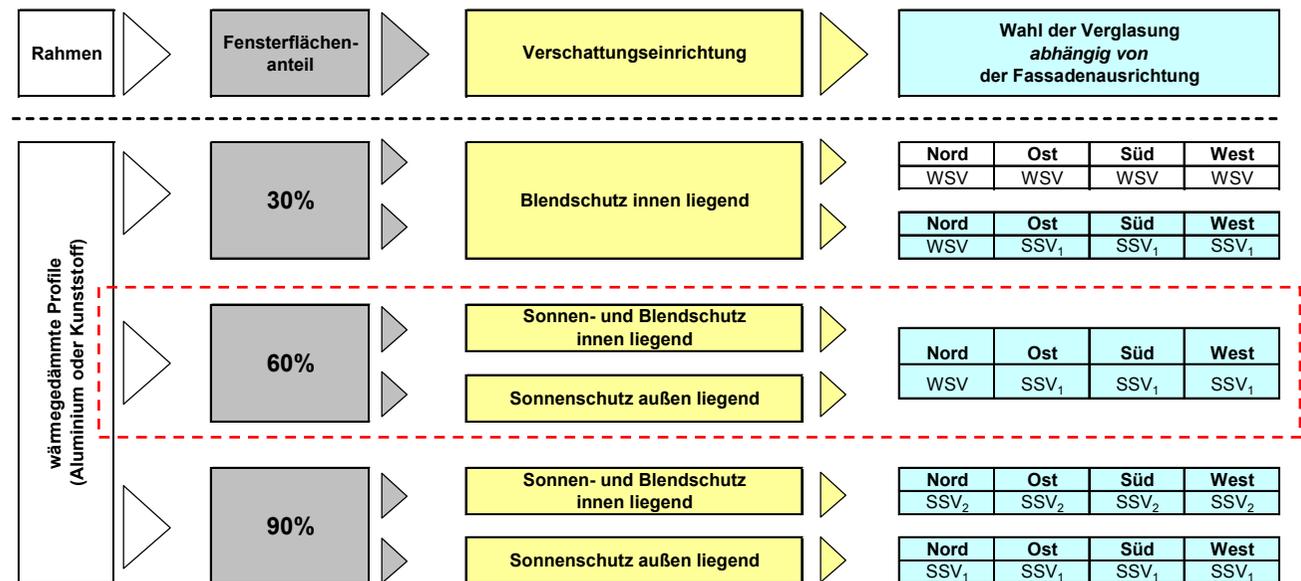
Ein Austausch der Fensterelemente ist sinnvoll.

Stahlrahmen haben eine mittlere Lebensdauer von 45 Jahren (siehe Abbildung 191), die bei einem Baujahr von 1960 erreicht sind. Außerdem entsprechen die Stahlfenster aus dieser Zeit heute nicht mehr den bauphysikalischen Anforderungen. Der größte Schwachpunkt dieser Stahlfenster liegt heute bei der ungenügenden Wärmedämmung und der Undichtigkeit der Profile, da die ungetrennten Profile eine Wärmebrücke bilden (vgl. Kapitel 3.1 Rahmenmaterialien von Fenstern). Zu empfehlen sind neue, wärmegeämmten Aluminium- oder Kunststoff-Profile für die Fensterrahmen.

Bei Erhalt eines 60%igem Fensterflächenanteils besteht die Wahl zwischen einem innen oder außen liegenden Sonnen- und Blendschutz. Im Norden ist eine Wärmeschutzverglasung (WSV), im Osten, Süden und Westen eine Sonnenschutzverglasung (SSV) empfehlenswert, um den anfallenden Überhitzungsstunden im Sommer entgegenzuwirken.

Fenster	Material	Lebenserwartung von - bis [a]	mittlere Lebenserwartung [a]
Rahmen / Flügel	Hartholz, Aluminium	40 - 60	50
	Weichholz	30 - 50	40
	Stahl, verzinkt	40 - 50	45
	Kunststoff	40 - 60	50
Verglasung	Einfachverglasung	60 - 100	80
	Mehrscheiben-Isolierglas	20 - 30	25

Abbildung 191 Nachhaltigkeitsbewertung Fenster (Quelle: Leitfaden Nachhaltiges Bauen)



[WSV - (80/60), SSV<sub>1</sub> - (68/37), SSV<sub>2</sub> - (50/25)]

Abbildung 192 Auswahlkriterien - Sanierung Fenster

In Tabelle 32 werden die wichtigsten Punkte, die in den vorangestellten Kapiteln zur Gebäudehülle beschrieben werden, zusammengestellt. Sie beschreibt, auf welche Punkte bei einer anstehenden Sanierung geachtet werden sollte.

Die Daten in der Tabelle sind keine Richtwerte, sie dienen lediglich zur Orientierung.

	Beschreibung									
<b>Gebäudehülle</b> (opake Flächen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gute Wärmedämmung (wirkt sich positiv auf Innenklima und Energiebedarf aus)</li> <li>- Orientierungswerte Dämmstoffstärke bei <math>\lambda=0,04 \text{ W/mK}</math>:               <table style="margin-left: 20px; border: none;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">Wand:</td> <td style="padding-right: 20px;">gut: 15 - 18 cm</td> <td>sehr gut: 25 - 30 cm</td> </tr> <tr> <td>Dach:</td> <td>gut: 25 - 30 cm</td> <td>sehr gut: 35 - 40 cm</td> </tr> <tr> <td>Kellerdecke:</td> <td>gut: 12 - 15 cm</td> <td>sehr gut: 20 - 25 cm</td> </tr> </table> </li> <li>- Wärmebrücken vermeiden</li> </ul>	Wand:	gut: 15 - 18 cm	sehr gut: 25 - 30 cm	Dach:	gut: 25 - 30 cm	sehr gut: 35 - 40 cm	Kellerdecke:	gut: 12 - 15 cm	sehr gut: 20 - 25 cm
Wand:	gut: 15 - 18 cm	sehr gut: 25 - 30 cm								
Dach:	gut: 25 - 30 cm	sehr gut: 35 - 40 cm								
Kellerdecke:	gut: 12 - 15 cm	sehr gut: 20 - 25 cm								
<b>Fenster</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fenster mit geringem U-Wert wählen: <math>U_w &lt; 1.5 \text{ W/m}^2\text{K}</math></li> <li>- bei großflächiger Verglasung: <math>U_w &lt; 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}</math></li> <li>- bei sehr hohem Dämmstandard: <math>U_w &lt; 0.8 \text{ W/m}^2\text{K}</math></li> </ul>									
<b>Tageslicht</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tageslicht auf der Arbeitsfläche</li> <li>- Fenster von der Oberkante Schreibtisch bis (sturzfrei) unter die Decke (Höhe wichtiger als Breite)</li> <li>- geringe Raumbreite (max. 4 - 5 m)</li> <li>- Verglasung mit hoher Transmission wählen</li> <li>- keine Überstände über den Fenstern</li> </ul>									
<b>sommerlicher Wärmeschutz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- innere Wärmequellen minimieren (Stromverbraucher)</li> <li>- Thermische Speichermassen mit großer Oberfläche zu den Innenräumen, vorrangig Decke und Boden, Materialien mit hoher Wärmespeicherfähigkeit und hoher Wärmeleitfähigkeit (z.B. Beton, schweres Mauerwerk)</li> <li>- Wärmegewinne durch solare Einstrahlung begrenzen</li> <li>- außenliegend, vom Nutzer einstellbarer Sonnenschutz (Ost, West, Süd)</li> </ul>									

Tabelle 32 Zusammenfassende Checkliste Gebäudehülle

## 7.5 Gebäudetechnik

### Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	262
1.1	Heizung.....	265
1.2	Lüftung.....	271
1.3	Kühlung.....	275
1.4	Wasser und Abwasser.....	279
1.5	Stromversorgung.....	280
1.6	Zusammenfassung.....	281
2	Energieeffizienz.....	282
2.1	Energieverbrauch.....	282
2.2	Fazit.....	288

## 1 Einleitung

Die neue EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden stellt eine Weiterentwicklung des in der EnEV betrachteten Ansatzes dar und erlaubt eine detaillierte Aufnahme und Bewertung um Gebäude und Anlagentechnik in Abhängigkeit von der Nutzung und der Gebäudeart. So werden heute nicht mehr nur die Gebäudebeheizung, sondern alle Faktoren der Konditionierung eines Gebäudes berücksichtigt.

Bei der Sanierung von 50er bis 70er Jahre Bauten, die vor dem Inkrafttreten der ersten WsVO von 1977 gebaut wurden und entsprechend unverhältnismäßig hohe Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen aufweisen, besteht enormes Einsparpotential. So lassen sich mit wirtschaftlichen Energiesparmaßnahmen im Schnitt 50% der jetzigen Heizenergie einsparen.

Der hohe energetische Verbrauch ist zum einen auf die Baukörpergeometrie (u.a. ungünstiges A/V<sub>e</sub>-Verhältnis, viele Außenflächen), die Bausubstanz und auf ungünstige Bauelemente zurückzuführen. Aber auch bei der Anlagentechnik gibt es enormes Einsparpotential - z.B. durch die Erhöhung der anlagentechnischen Effizienz.

Die Gründe für einen hohen anlagentechnischen Verbrauch sind in der folgenden Abbildung 193 aufgeführt.

Gründe eines hohen anlagentechnischen Verbrauchs sind:	
<b>Heizung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Überdimensionierung der Heizungs-, Klima-, Lüftungs- und Beleuchtungstechnik</li> <li>▶ zu hoch vorgehaltene Leistungsreserve</li> <li>▶ mangelnde Abstimmung und Regelung einzelner Anlagenteile und -komponenten</li> <li>▶ Anlagenhydraulik mit Wärmeverteilung- und Übergabe</li> <li>▶ Verbrauch bei der Wärmeerzeugung</li> <li>▶ überdimensionierte und nicht auf das Netz abgestimmte Pumpen</li> <li>▶ mangelnder hydraulischer Abgleich von mehreren Heizkreisen</li> <li>▶ überheizen der Räume durch thermische Trägheit der Heizflächen</li> <li>▶ fehlende Wärmedämmung bei Rohrnetzen</li> <li>▶ veraltete Thermostatventile</li> </ul>
<b>Kühlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ nicht an den Bedarf angepasste Kühlsysteme</li> <li>▶ ungünstiges Zusammenspiel von Heizung und Kühlung (gleichzeitiger Betrieb von Heizung und Kühlung)</li> <li>▶ Mangelhafte Abstimmung und Regelung einzelner Komponenten</li> </ul>
<b>Lüftung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Lüftungswärmeverluste durch unkontrollierte Lüftung und Nutzerverhalten</li> <li>▶ nicht angepasster Luftwechsel</li> <li>▶ fehlende Integration einer Wärmerückgewinnung</li> <li>▶ nicht angepasste / optimierte Laufzeiten</li> </ul>
<b>Strom</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Installationen entsprechen nicht mehr dem Anforderungsprofil</li> <li>▶ Anpassung an Anschlussleistungen</li> <li>▶ veraltete Lichttechnik</li> </ul>

Abbildung 193 Gründe für einen hohen Energieverbrauch

Die in heutigen Bürostandards installierte Gebäudeleittechnik (GLT) ist in den Gebäuden der 50er bis 70er Jahre in der Regel nicht vorhanden. Somit ist auch keine zentrale Steuerung der Anlagenkomponenten möglich. Der Begriff Gebäudeleittechnik bedeutet, dass Komponenten wie Beleuchtung, Heizung, Jalousien usw. im Gebäude zentral über einen PC überwacht und gesteuert werden.

Nach einer Gebäudesanierung, bei der bauliche Maßnahmen zum Wärmeschutz ergriffen wurden (z.B. Verbesserung der U-Werte von Dach, Außenwand und Fenster), sollte die Anlagentechnik an den geringeren Heizenergiebedarf angepasst werden. Dies kann in Form einer Teilerneuerung der Anlagentechnik oder durch den Einsatz einer komplett neuen Wärmeversorgungs- bzw. Lüftungsanlage geschehen. Im Rahmen dieser Maßnahme kann über die Integration eines GLT-Systems in die Gesamtmaßnahme nachgedacht werden. Zudem sind aus energetischer Sicht einzelne licht-, wärme-, Lüftungs- und Kältetechnische Maßnahmen durchzuführen, um neben einer Verbrauchsreduzierung auch eine Komfortverbesserung zu erzielen.

Schon in den 50er und 60er Jahren wurden zentrale Heizungsanlagen, die sich aus mehreren verschiedenen Komponenten wie Wärmeerzeuger, Wärmeverteilnetz und Heizkörper / Heizflächen zusammensetzten, zur Beheizung der Räume verwendet. Aufgrund der großen Wärmeverluste durch die Luftundichtigkeiten und schlechte Wärmedämmung (auch bei einer großen Anzahl von PROsab-Bürogebäuden) war eine extrem hohe Heizleistung erforderlich. Allerdings gab es keine Gefahr von Schimmelpilzbildung, da ein sehr hoher Luftwechsel zu niedrigen relativen Raumluftfeuchten in der Heizperiode führte.

Ab Mitte der 70er Jahre ergab sich durch Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz und steigende Energiepreise im Baubereich eine neue Entwicklung: Die Fassade wurde dichter, die Wärmedämmung der Gebäudehülle verbessert. Somit konnten zwar die Wärmeverluste reduziert werden, doch der damit verbundene verminderte Luftwechsel führte zu höheren relativen Raumluftfeuchten in der Heizperiode und somit zur Bildung von Schimmelpilzen.

Heute wird mit der Einführung der EnEV die Dichtheit der Gebäudehülle noch weiter verbessert, so dass ein bewusstes Lüften der Nutzer oder eine RLT-Anlage notwendig wird, um den kaum noch vorhandenen natürlichen Luftwechsel und damit die hohen relativen Raumluftfeuchten im Sommer und in den Übergangszeiten zu umgehen. Aufgrund der guten Dämmung besteht die Gefahr der Schimmelpilzbildung, kann aber durch richtige Handhabung vermieden werden.

Im Folgenden werden einzelne Komponenten der Gebäudetechnik genauer beschrieben. Anschließend werden die typischen Merkmale der 50er bis 70er Jahre Nichtwohngebäude mit den Erkenntnissen der untersuchten PROsab-Gebäude verglichen und analysiert.

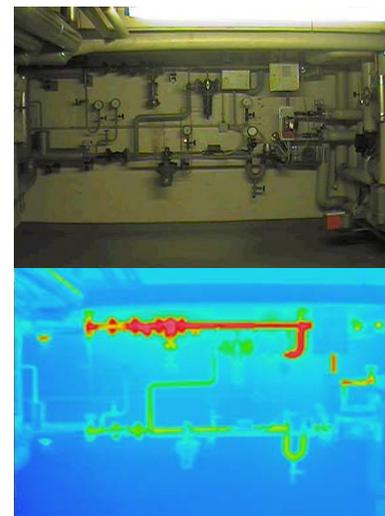


Abbildung 194 Thermografieaufnahme

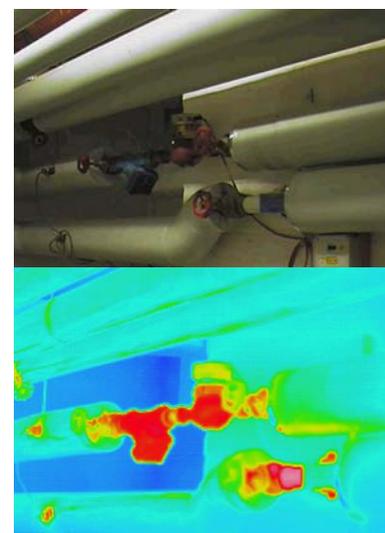


Abbildung 195 Thermografieaufnahme

### 1.1 Heizung

Grundsätzlich unterscheidet man bei der Beheizung von Räumen zentrale und dezentrale Heizungsanlagen. Im Folgenden werden die wesentlichen Merkmale der zentralen Heizungsanlage genauer beschrieben. Die dezentralen Anlagen werden an dieser Stelle vernachlässigt, da deren Zahl in den Büro- und Verwaltungsgebäuden der 50er bis 70er Jahre verschwindend klein ist.

Komponenten der zentralen Heizungsanlage sind:

- a) Wärmeerzeuger
- b) Wärmeverteilnetz
- c) Heizflächen

#### a) Wärmeerzeuger

Wärmeerzeuger dienen der Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser durch ständig verfügbare Energieträger. Dabei wird durch Verbrennung von festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen Wärme erzeugt und auf ein Wärmeträgermedium übertragen. Dabei spielen neben der Art und Verwertung des Brennstoffs und den Möglichkeiten für die Brennstofflagerung vor allem wirtschaftliche, ökologische und nutzertechnische Gesichtspunkte eine entscheidende Rolle. Eine optimale Abstimmung der Komponenten des Wärmeerzeugers (Brenner, Heizkessel) ist Grundvoraussetzung für ein wirtschaftliches Arbeiten. Folgende Punkte sind deshalb zu berücksichtigen:

- Bauart und Aufstellort
- Material, Lebensdauer und Korrosionswiderstandsfähigkeit
- Dimensionierung (Abstimmung auf den Bedarf)
- Wirkungsgrad
- Regelbarkeit und Bedienung
- Wartungsfreundlichkeit
- Umstellbarkeit auf andere Brennstoffe
- Emittierung von Schadstoffen
- gute Ausnutzung des Brennstoffs

In der nachfolgenden Tabelle sind verschiedene Wärmeerzeuger (Kessel) aufgeführt, die nach ihrer Bauart gegliedert sind:

<b>Wärmeerzeuger</b>	<b>Beschreibung</b>
Spezialheizkessel	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Kessel für festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoff</li> <li>&gt; Ausrüstung mit Gebläsebrenner bei flüssigen Brennstoffen</li> <li>&gt; optimale Brennstoff-Auslegung ermöglicht hohe Wirkungsgrade</li> <li>&gt; einfache gebaut, klein, leicht, preisgünstig</li> </ul>
Umstellbrandkessel	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Ab- und Wiederaufbau von Kessel- und Feuerungsteilen von festen auf flüssige (oder gasförmige) Brennstoffe</li> <li>&gt; Auslegung nach dem überwiegend verwendeten Brennstoff</li> </ul>
Wechselbrandkessel	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; wechselweiser Betrieb mit festen oder flüssigen (bzw. gasförmigen) Brennstoffen möglich-kein Umbau vom Betreiber nötig</li> <li>&gt; Kessel können ein oder mehrere Brennräume haben</li> <li>&gt; gleichzeitiges Verbrennen von festen und flüssigen Brennstoffen ist nicht möglich</li> </ul>
Konstanttemperaturkessel	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Jahresnutzungsgrad <math>\leq 70\%</math></li> <li>&gt; Vermeidung der Schwitzwasserbildung auf den Heizflächen durch konstante Kesselwassertemperatur oberhalb des Wasserdampftaupunktes</li> <li>&gt; großer Teil der eingesetzten Energie von Abgas-, Stillstands- und Abstrahlungsverlusten bleibt ungenutzt</li> <li>&gt; nicht umweltschonend</li> </ul>
Niedertemperaturkessel	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Temperatur des Wärmeträgers höchstens <math>55^{\circ}\text{C}</math> oder in Abhängigkeit von der Außentemperatur und der Zeit durch selbsttätig wirkende Einrichtungen zwischen <math>75^{\circ}\text{C}</math> und <math>40^{\circ}\text{C}</math> oder tiefer "gleitet"</li> <li>&gt; für den Betrieb mit niedrigen Heizwassertemperaturen geeignet</li> <li>&gt; Kessel für <u>einen</u> bestimmten Brennstoff</li> <li>&gt; Flächenheizungen mit niedrigen Oberflächentemperaturen besonders geeignet</li> <li>&gt; korrosionsempfindlich</li> <li>&gt; Nutzwärme <math>\sim 90\%</math></li> </ul>
Tieftemperaturkessel	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Heizwassertemperaturen werden in den Brennerpausen ohne untere Begrenzung unter den Taupunkt der Abgase gesenkt</li> <li>&gt; geringe Bereitschaftsverluste</li> <li>&gt; korrosionsempfindlich</li> </ul>
Brennwertkessel	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; erhöhte Energieeinsparung durch Nutzung der im Abgas enthaltenen Latentwärme</li> <li>&gt; Abgaswärmetauscher (im Rücklauf enthalten) sorgen für ein Kondensieren des im Abgas enthaltenen Wasserdampfs - damit wird Verdampfungswärme genutzt</li> <li>&gt; Nutzwärme <math>\sim 105\%</math></li> </ul>

**Tabelle 33 Kurzbeschreibung der Wärmeerzeuger**

### b) Wärmeverteilnetz

Als Wärmeverteilnetz versteht man die Einrichtungen, die zur Heizwärmeübertragung vom Wärmeerzeuger zu den wärmeabgebenden Flächen installiert werden. Unter Zuhilfenahme eines Wärmeträgers (Wasser, Dampf, Luft) können Räume mit Wärme versorgt werden. In den meisten Fällen wird Warmwasser zur Raumbeheizung verwendet, da das Warmwasser an den Heizkörpern mäßige Oberflächentemperaturen ermöglicht und zum anderen ein gutes Regelverhalten aufweist. Es gewährleistet einen Betrieb ohne bzw. mit nur vergleichsweise geringem Überdruck, es ist kostengünstig und fast überall erhältlich.

In den 50er bis 70er Jahren wurden üblicherweise Warmwasserheizungen als Schwerkraftheizungen gebaut. Dabei steht der Kessel an der tiefsten Stelle des Systems. Das warme Wasser steigt aufgrund der geringeren Dichte in den Leitungen nach oben, während das kühlere Wasser im Rücklauf nach unten zur Wiedererwärmung fließt. Dieses System wird heute wegen der schlechten Regelbarkeit bei gleichzeitig starker Trägheit nicht mehr gebaut.

Heute haben sich Pumpenheizungen eindeutig gegenüber Schwerkraftheizungen durchgesetzt. Hier wird die Zirkulation mittels Umwälzpumpe erreicht. Durch den Einsatz dieser Pumpen werden kleinere Durchmesser der Rohre ermöglicht, was eine Verbilligung des Rohrnetzes und einen geringeren Wärmeverlust zur Folge hat. Des Weiteren wird eine bessere Regeldynamik und geringere Trägheit erreicht.

Konventionelle Warmwasserleitungen in mehrgeschossigen Gebäuden werden vorzugsweise mit unterer Verteilung ausgeführt, da geringere Rohrlängen nötig sind und weniger Wärmeverluste auftreten (siehe

Abbildung 196). Über verlegte Steigleitungen in Außenwänden oder im Innenbereich können die Heizkörper mit Warmwasser versorgt werden. Die Verteilung der Heizwärme in der Etage kann über senkrechte Steigleitungen oder über horizontale Leitungen erfolgen (siehe

Abbildung 196 und Abbildung 197).

Welches Heizungssystem am Besten geeignet ist, hängt stark von der Bauwerkskonzeption ab. Während beim Massivbau nahezu alle üblichen Verteilungsarten und Systeme eingesetzt werden können, gibt es Einschränkungen bei Skelettbauten. Skelettbauten erlauben im Allgemeinen keine senkrechten Leitungen in der Außenwand, so dass an dieser Stelle häufig auf eine horizontale Verteilung zurückgegriffen wird.

Die Wärmeverteilleitungen können als Einrohr- oder als Zweirohrleitungen verlegt werden. Während Einrohrheizungen dort eingesetzt werden, wo nur wenige Heizkörper versorgt werden müssen, liefert das Zweirohrsystem Wasser mit der gleichen Temperatur für eine bestimmte Anzahl von Heizkörpern.

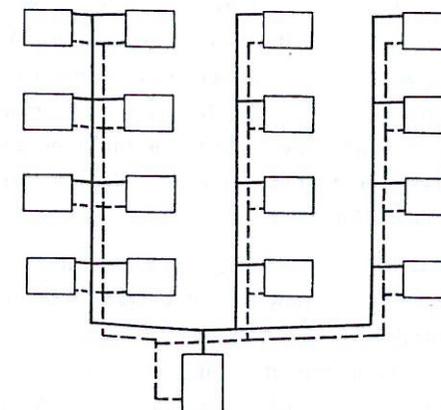


Abbildung 196 untere Verteilung  
(Quelle: Projektierung von WW-Heizungen)

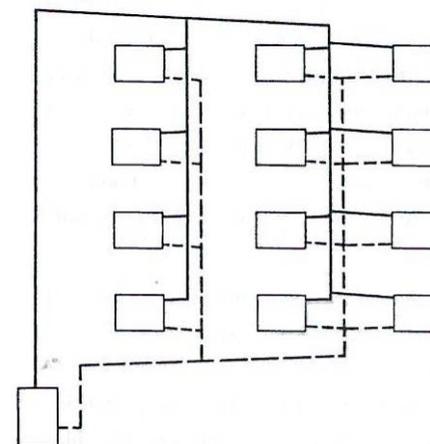


Abbildung 197 obere Verteilung  
(Quelle: Projektierung von WW-Heizungen)

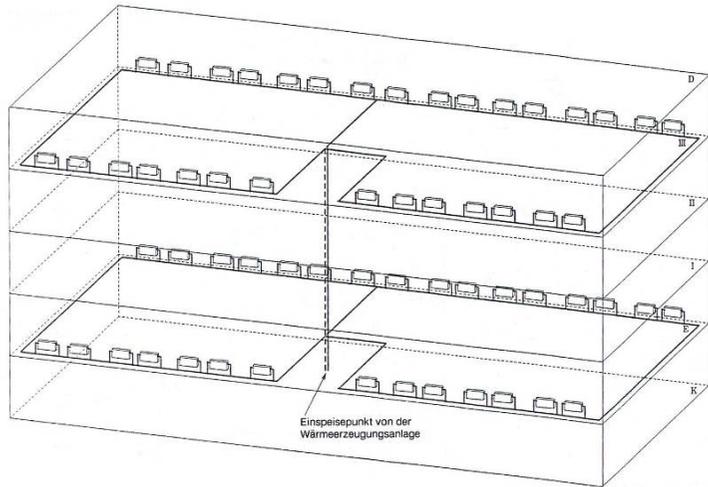


Abbildung 198 Einrohrprinzip  
(Quelle: Projektierung von Warmwasserheizungen)

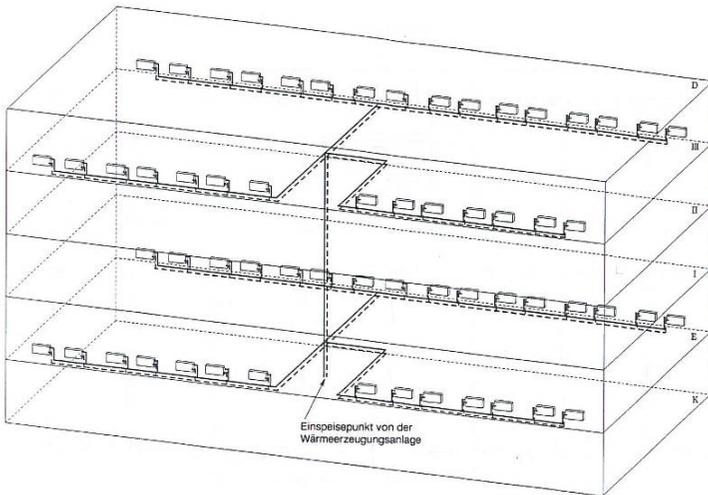
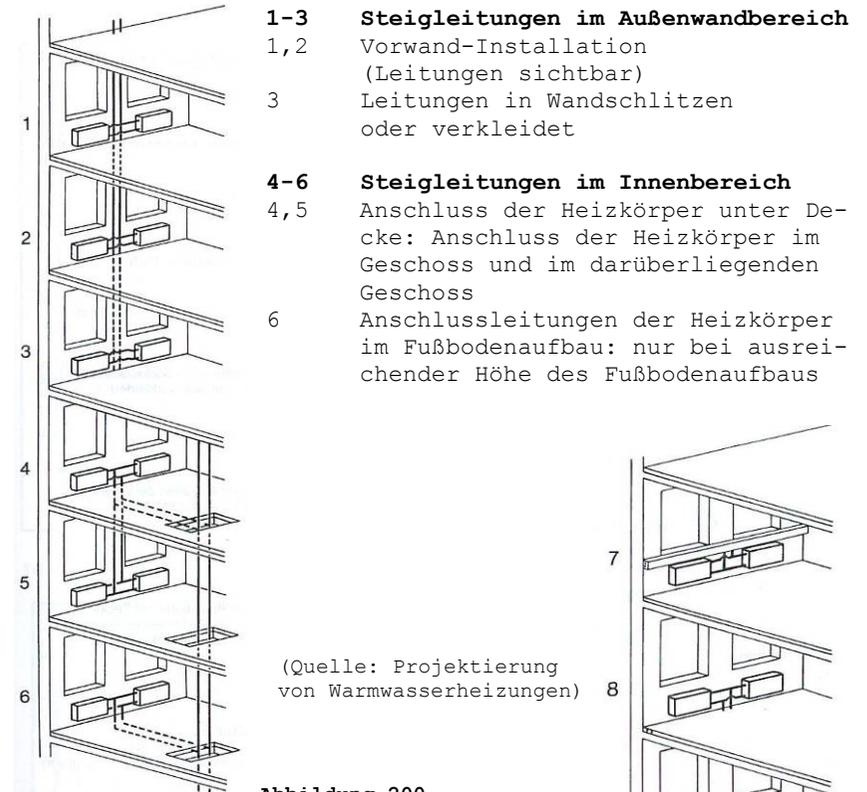


Abbildung 199 Zweirohrprinzip  
(Quelle: Projektierung von Warmwasserheizungen)

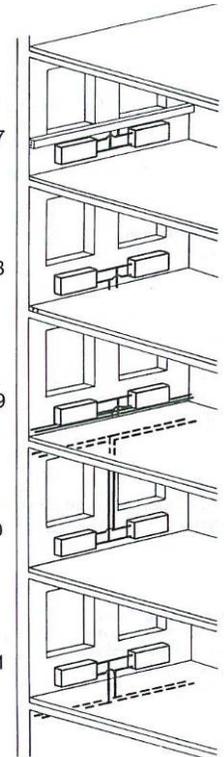


- 1-3 Steigleitungen im Außenwandbereich**
- 1,2 Vorwand-Installation (Leitungen sichtbar)
- 3 Leitungen in Wandschlitzzen oder verkleidet
- 4-6 Steigleitungen im Innenbereich**
- 4,5 Anschluss der Heizkörper unter Decke: Anschluss der Heizkörper im Geschoss und im darüberliegenden Geschoss
- 6 Anschlussleitungen der Heizkörper im Fußbodenaufbau: nur bei ausreichender Höhe des Fußbodenaufbaus

Abbildung 200  
Strangleitungen (oben)

Abbildung 201  
Horizontale Ringleitungen (rechts)

- 7-11 Horizontale Ringleitungen**
- 7 Ringleitung im Fensterbank-Kanal
- 8 Ringleitung im Estrich
- 9 Ringleitung im Sockelbereich (sichtbar oder verkleidet)
- 10 Ringleitung unter der Decke (sichtbar oder verkleidet)
- 11 Ringleitung unter der Decke des darunterliegenden Geschosses (sichtbar oder verkleidet)



Bei Wärmeverteilnetzen ist besonders auf die Wärmedämmung und den Schallschutz zu achten. Die Leitungswege sollten möglichst kurz gehalten und wärmegeklämt ausgebildet werden. Die Dämmstärke entspricht im beheizten Bereich dem Nenn-durchmesser der Leitung und im unbeheizten Bereich der doppelten Wärmedämmung. Verwendet werden sollten elastische Dämmmaterialien, damit störende Geräusch-einflüsse vermieden werden.

Die Einrichtungen von Wärmeverteilnetzen können aus verschiedenen Materialien bestehen. Dabei spielt die Wasserqualität eine entscheidende Rolle. Je nach Beschaffenheit kommen Stahl-, Kupfer- und Kunststoffrohre zum Einsatz.

c) Heizflächen

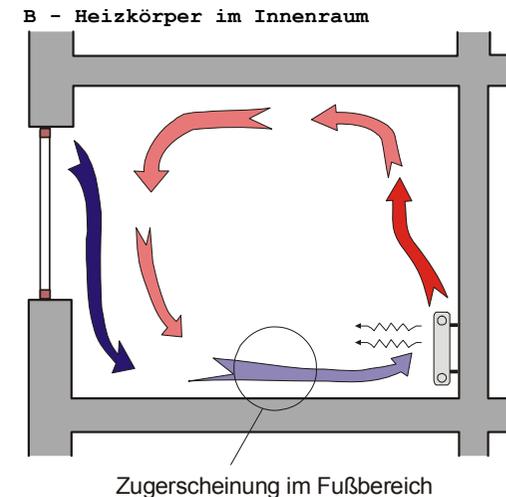
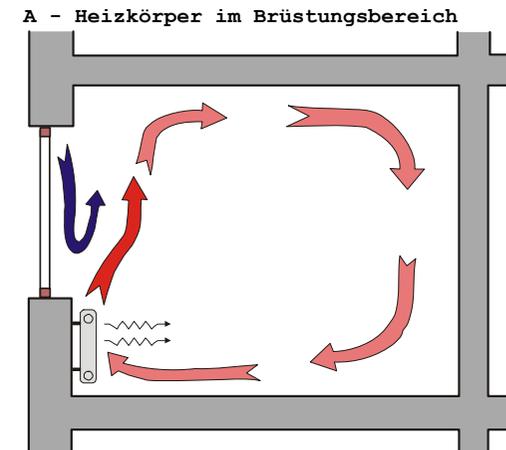
Als Heizfläche wird die Oberfläche bezeichnet, über die ein Wärmestrom ausgetauscht wird. Sie beinhaltet sowohl Glieder- und Plattenheizkörper (häufig bei Bürogebäuden der 50er bis 70er Jahre) als auch Flächenheizungen.

Die Anforderung, die an eine Heizfläche gestellt wird, ist nachfolgend aufgeführt:

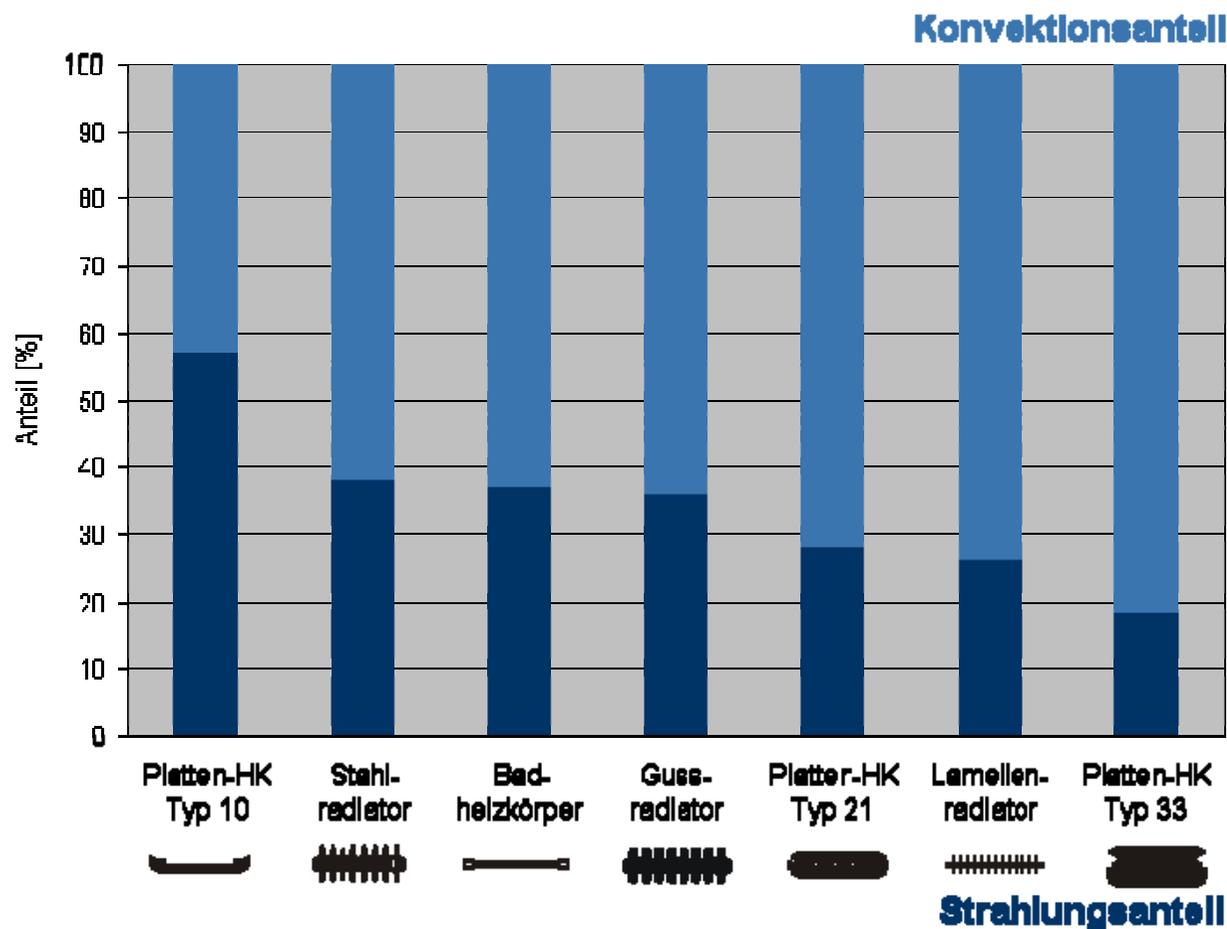
- möglichst gleichmäßige Wärmeabgabe und gleichmäßige Temperaturverteilung im Raum
- gute Regelbarkeit, schnelle Anpassung an erforderlichen Wärmebedarf
- gute Lage der Heizfläche
- hohe Oberflächentemperaturen
- geräuscharm
- lange Lebensdauer
- leichte Montage und Wartungsmöglichkeit

Für die Aufstellung von Heizflächen (Heizkörpern) bieten sich besonders Außenwände bzw. Brüstungen unter den Fenstern aufgrund der gleichmäßigeren Temperaturverteilung im Raum an. Die einfallende Kaltluft durch das Fenster wird durch die Heizkörper erwärmt und verhindert somit Zugserscheinungen und niedrige Temperaturen im Bodenbereich (siehe Abbildung 202).

Die Wärmeabgabe erfolgt über Konvektion und Strahlung. Das Verhältnis dieser beiden Größen bestimmt das Raumklima und hängt von der Art und Oberflächentemperatur der Heizflächen (Heizkörper) sowie von dem Ort der Aufstellung ab.



**Abbildung 202 Anordnung von Heizkörpern**



Konvektion:

- höhere Luftbewegung
- höherer Energieverbrauch
- kurze Aufheizzeit
- günstig für Kurzzeitheizung

Strahlung:

- physiologisch angenehm
- niedriger Energieverbrauch
- größere Trägheit
- längere Aufheizzeit
- ungünstig für schnelle Regelung

Abbildung 203 Konvektions- bzw. Strahlungsanteil verschiedener Heizkörper

## 1.2 Lüftung

Die Lüftung dient der Erneuerung der Raumluft, um ein optimales Raumklima zu erzielen. Dies wird erreicht, indem die Luft von Schadstoffen und Gerüchen gereinigt, erwärmt oder gekühlt bzw. be- und entfeuchtet wird.

Bei der Lüftung von Gebäuden unterscheidet man zwischen:

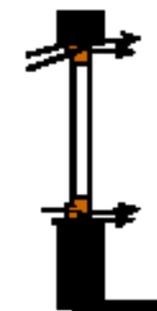
- a) Freie Lüftung
- b) Raumlufttechnischen Anlagen und vollautomatischen Klimaanlage mit Luftbehandlungsfunktionen

Die Übergänge der verschiedenen Lüftungssysteme zueinander sind fließend. Der Luftwechsel spielt bei der Lüftung von Gebäuden die entscheidende Rolle: Er gibt an, welcher Anteil des in einem Raum enthaltenen Luftvolumens innerhalb einer bestimmten Zeit (üblicherweise in einer Stunde) durch Frischluft ersetzt wird. Für Bürogebäude ist der hygienische Mindestluftwechsel nach EnEV von 1,0 h<sup>-1</sup> bis 1,5 h<sup>-1</sup> einzuhalten.

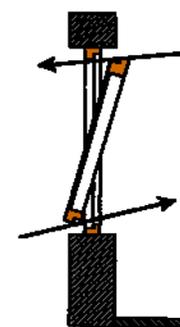
### a) Freie Lüftungssysteme

Unter freier, natürlicher Lüftung versteht man den Luftwechsel, der durch Gewichtsunterschiede der Luft bei Temperaturdifferenzen zwischen Innen- und Außenluft (oder bei Winddruck und Luftbewegung) ohne Verwendung von Ventilatoren hervorgerufen wird. Dabei werden vier freie Lüftungsarten unterschieden: Fugen- oder Selbstlüftungen, Fensterlüftungen, Dachaufsatzlüftungen und Schachtlüftungen.

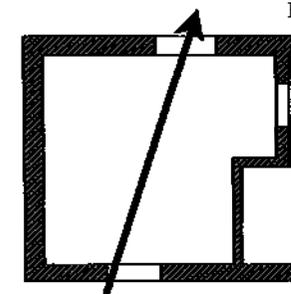
Freie Lüftungsarten	Beschreibung
Fugen- oder Selbstlüftung	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Luftwechsel, der durch die Fugen von geschlossenen Fenstern infolge des durch Temperaturunterschiede und Wind hervorgerufenen Druckunterschiedes zwischen innen und außen entsteht Luftwechsel: <math>0,5 - 1,0 \text{ h}^{-1}</math></li> </ul>
Fensterlüftung	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Luftwechsel, der durch das Öffnen des Fensters hervorgerufen wird</li> <li>&gt; wirksamere Lufterneuerung als Fugen- oder Selbstlüftung</li> <li>&gt; Zegerscheinungen im Winter möglich (deshalb nur kurz Sturzlüften)</li> <li>&gt; Versagung der Fensterlüftung bei gleicher Innen- und Außentemperatur</li> <li>&gt; ggf. Querlüftung möglich (wenn unterschiedliche Windkräfte wirken)</li> </ul>
Dachaufsatzlüftung	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; thermischer Auftrieb der erwärmten Luft wird ausgenutzt</li> <li>&gt; über Entlüftungsöffnungen am Dach (auch verschließbar) wird die Luft nach außen abgeführt Arbeitsplätze sollten in der Nähe der Zuluftöffnungen vermieden werden (Zegerscheinungen)</li> </ul>
Schachtlüftung	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; stärkerer Luftwechsel möglich als bei Fensterlüftung</li> <li>&gt; Anordnung von Luftein- und austrittsöffnungen (EG und Dach) in der Wand - thermischer Auftrieb und Sogwirkung des Winds wird ausgenutzt</li> <li>&gt; beide erzeugen im Schacht eine Luftströmung nach oben und somit einen Unterdruck im Raum - Ansaugen der Außenluft aus dem Freien</li> <li>&gt; nicht kontrollierbar - Versagen an warmen Sommertagen oder bei Windstille möglich</li> </ul>



**Fugenlüftung**  
 $0,1 - 0,3 \text{ h}^{-1}$



**Fensterlüftung**  
 $0,8 - 4,0 \text{ h}^{-1}$  (gekippt)  
 $9,0 - 15 \text{ h}^{-1}$  (geöffnet)  
(Stoßlüftung)



**Querlüftung**  
 $> 40 \text{ h}^{-1}$   
(gegenüberliegende Fenster ganz geöffnet)

Tabelle 34 Freie Lüftungsarten

b) Raumlufthechnische Anlagen

In der folgenden Tabelle sind die Arten raumlufthechnischer Lüftungsanlagen aufgeführt (siehe dazu auch DIN EN 13779):

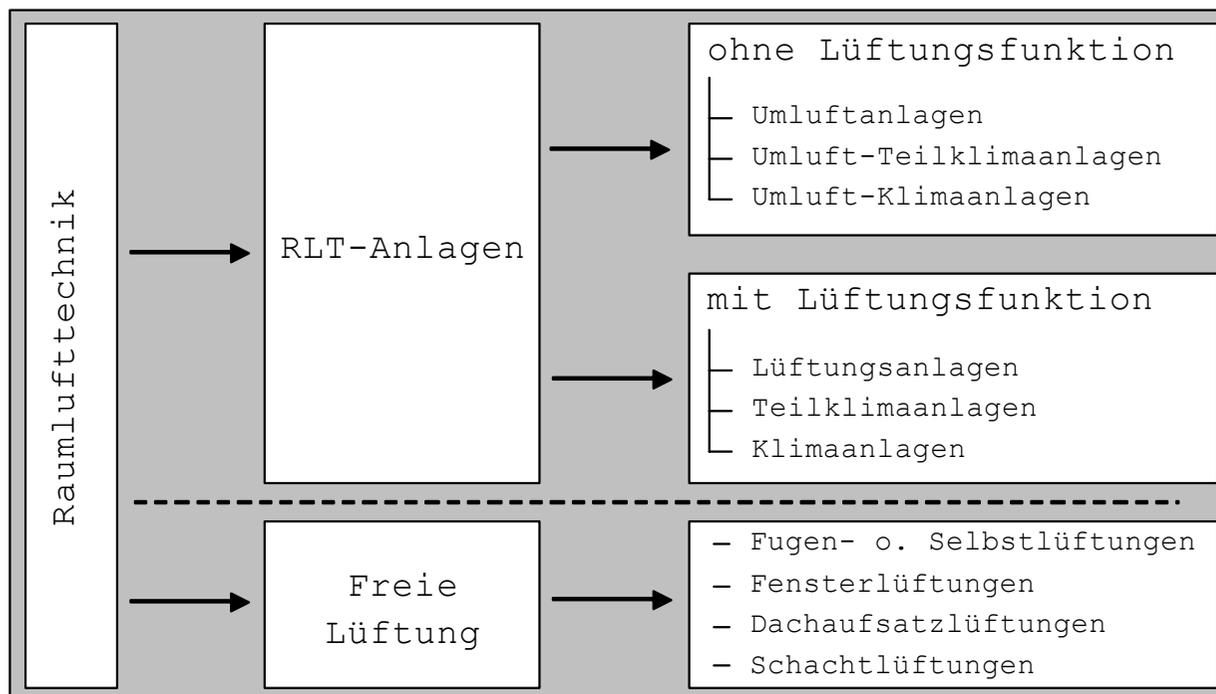


Abbildung 204 Arten raumlufthechnischer Anlagen

Man klassifiziert raumlufthechnische Anlagen nicht nur nach ihrer Lüftungsfunktion (siehe Abbildung 204), sondern auch nach der Art der thermodynamischen Luftbehandlung, den Druckverhältnissen und Luftgeschwindigkeiten, den Luftdruckverhältnissen und dem Nutzungszweck.

Die Definition von Lüftungs-, Teilklima- und Klimaanlage ist in Tabelle 35 genauer beschrieben; die Funktionen dieser Anlagen hängen von der Art der thermodynamischen Luftbehandlung ab.

RLT-Anlage mit Lüftungsfunktion	Beschreibung
Lüftungsanlagen	> ohne oder mit einer thermodynamischen Luftbehandlungsfunktionen (Lufterwärmung, Luftkühlung, Luftbefeuchtung, Luftentfeuchtung)
Teilklimaanlagen	> mit zwei oder drei thermodynamischen Luftbehandlungsfunktionen (Lufterwärmung, Luftkühlung, Luftbefeuchtung, Luftentfeuchtung)
Klimaanlagen	> mit allen vier thermodynamischen Luftbehandlungsfunktionen (Lufterwärmung, Luftkühlung, Luftbefeuchtung, Luftentfeuchtung)

Tabelle 35 thermodynamische Luftbehandlungsfunktion

Raumlufttechnische Anlagen kommen in Gebäuden zum Einsatz, in denen eine bestimmte Anforderung an ein Raumklima gestellt wird, die über eine natürliche Belüftung nicht sichergestellt werden kann. Sie garantieren einen gleich bleibenden Luftwechsel und gewährleisten ein hygienisches und gesundes Wohlbefinden für die Personen in den Räumen. Zudem werden aus bauphysikalischer Sicht Feuchteschäden vermieden und damit die Bildung von Schimmelpilzen reduziert.

Raumlufttechnische Anlagen verursachen in der Regel hohe Bau- und Betriebskosten und haben häufig einen enormen Platzbedarf. Deshalb sollte eine Installation nur dort realisiert werden, wo aus physiologischen und baulichen Gründen keine Alternative geboten wird. Bei Bürogebäuden der 50er bis 70er Jahre erfolgt die Belüftung der Räume häufig über freie Lüftungssysteme, aufwändige raumlufttechnische Anlagen sind in dem originalen Gebäudebestand eher selten.

## 1.3 Kühlung

Mit Hilfe von Klimaanlage können in einem Raum gewünschte Umgebungsbedingungen bezüglich Temperatur, Luftfeuchte und Luftqualität realisiert und auf vorgegebenen Werten gehalten werden. Dies geschieht unabhängig von der angrenzenden Umgebung (Außenraum, Nachbarräume,...). Die vorgegebenen Werte werden durch Temperatur- und Feuchteeinrichtungen überwacht und gesteuert.

Klimaanlagen können die Wärme aus den Räumen abführen (Kühlen) bzw. zuführen (Erwärmen), die Feuchtigkeit erhöhen (Befeuchten) oder senken (Entfeuchten) und die eingesetzten Medien (Luft, Wasser) transportieren.

Die Energie- und Betriebskosten sind bei Klimaanlage sehr hoch, deshalb sollte man trotz Verwendung einer Anlage versuchen, die Kosten so gering wie möglich zu halten. Eine Wärmerückgewinnung ist deshalb unbedingt zu empfehlen. Außerdem sollte die Anlage, insbesondere bei extremen Außentemperaturen, im Umluftbetrieb gefahren und nur die erforderliche Mindestluftfrate beigemischt werden.

Grundsätzlich unterscheidet man Klimaanlage nach folgender Grafik:

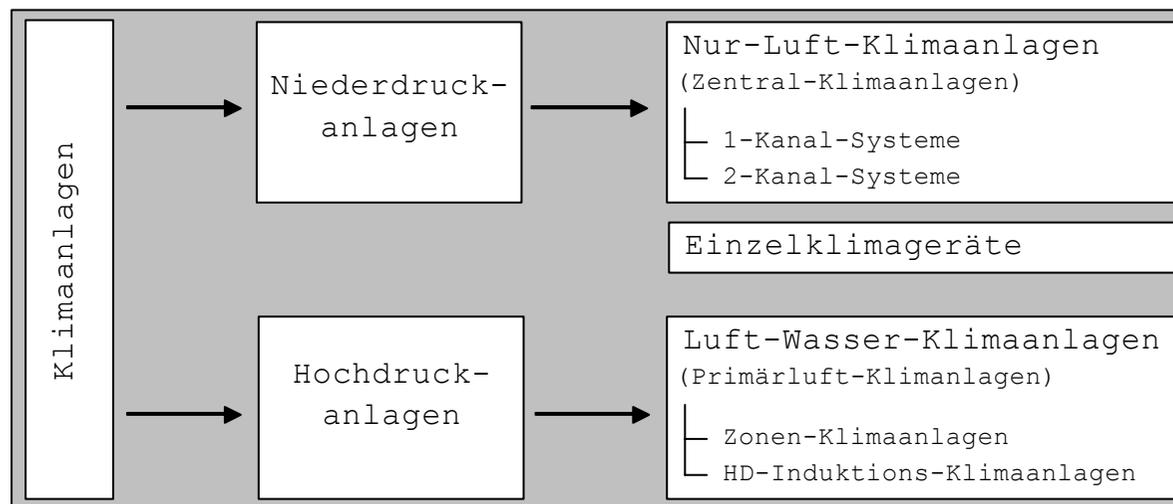


Abbildung 205 Klimaanlage

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass bei der schematischen Übersicht auf weitere Unterteilungen in Bezug auf die Art des Volumenstroms und nach der Ausführung des wasserseitigen Wärmeträgers bei den Luft-Wasser-Systemen verzichtet wurde.

Für Büroräume gilt dabei, dass die Temperatur der Raumluft zwischen 18°C und 28°C, die Luftfeuchtigkeit zwischen 15% und 90% und die Luftbewegung fast nicht wahrnehmbar, d.h. zugfrei sein sollte.

Neben zentralen Klimaanlage besteht die Möglichkeit Einzelklimageräte für bestimmte Räume (Serverraum, usw.) im Bürogebäude zu verwenden. Sie haben die gleichen Funktionen wie große Anlagen und ermöglichen eine individuelle auf den Raum angepasste Regelung.

Bei den untersuchten PROsab-Bürogebäuden lässt sich feststellen, dass nachträglich eine große Anzahl von Klima-Splitgeräten installiert wurde, die die Räume mit Kälte versorgen. Diese Splitgeräte bestehen aus zwei Einheiten. Ein Induktionskühlgerät im Rauminnenbereich - z.B. unter der abgehängten Decke fest montiert, das die Raumluft ansaugt, filtert und kühlt. Das zweite Element ist ein Außengerät, das den Kühlkompressor enthält. Beide Geräte sind mit einer Schlauchrohrleitung miteinander verbunden. Über eine manuelle Regelung können sie nach Bedarf gesteuert werden. Der Geräuschpegel wird durch die externe Lage möglichst gering gehalten. Ähnlich wie bei Einzelklimageräten erzielen Splitgeräte Vorteile in Bezug auf Kosten und Montierbarkeit.

Im Folgenden wird die Gebäudetechnik der PROsab-Bürogebäude mit dem für diesen Zeitraum (50er bis 70er Jahre) typischen Gebäudebestand verglichen und analysiert. Dazu wurde eine Übersicht zu den wesentlichen technischen Komponenten des Energiekonzepts erstellt (siehe Abbildung 206). Angaben zur Wärmebereitstellung im Gebäude, zur Belüftung und Kühlung der Büroräume und weitere Informationen zum Bürokonzept sind dargestellt. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass in erster Linie die Versorgung der Büroräume im Regelgeschoss und damit das Bürokonzept untersucht werden. Die technische Ausstattung von Nebenräumen, wie z.B. Toiletten, wird in der Betrachtung nur beiläufig berücksichtigt. Des Weiteren sollte kurz erwähnt sein, dass es sich bei den PROsab-Bürogebäuden um Gebäude im Bestand handelt, bei denen bereits einzelne technische Komponenten im Laufe der Zeit erneuert bzw. ersetzt wurden!

Komponenten	01BBG	02UWA	03FRM	04AVG	05MHM	06STK	07WST	08SAG	09SAG	10RNB	11OHH	12BEK	13SKG
<b>Technisierungsgrad</b>													
nichtklimatisiert	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
teilklimatisiert													
vollklimatisiert				•									
Natürliche Lüftung	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Nachtlüftung													
Tageslichtnutzung	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Regenwassernutzung													
ökologische Baustoffwahl													
<b>Bürokonzept</b>													
<b>Heizung</b>													
Induktionsheizgeräte				•									
Statische Heizflächen	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Flächenheizung (Fußboden/ Decke)													
Thermische Bauteilaktivierung													
RLT-Anlage													
<b>Kühlung</b>													
Induktionskühlgeräte	•			•		•			•	•			•
RLT-Anlage													
Sonstige								•					
<b>Lüftung</b>													
Fensterlüftung	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Nur Zuluft mechanisch (RLT-Anlage)													
Nur Abluft mechanisch (RLT-Anlage)							•						•
RLT-Anlage mit WRG				•									•
Klimaanlage (mit Be- und Entfeuchtung)													
<b>Technische Gebäudeausrüstung</b>													
<b>Energieversorgung</b>													
Gas									•				•
Öl													
Rapsöl													
Holz													
Nahwärme													
Nahkälte	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	
Fernwärme													
<b>Energieverteilung</b>													
Wasser	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Luft													
<b>Warmwasser</b>													
zentral					•			•					•
dezentral	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•	
<b>Lüftungsanlage</b>													
zentral				•					•				
dezentral		•							•				•
<b>Elektrische Energie</b>													
Netzstrom	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sonstige								•					
<b>Kälte</b>													
Kompressionskälte				•									
Absorptionskälte													
sonstige													

Abbildung 206 Komponenten des Energiekonzepts

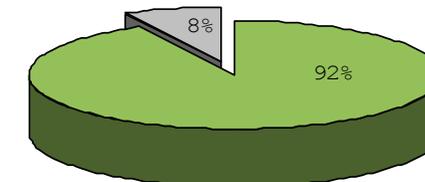
Die Aufnahme der Gebäudetechnik bei den PROsab-Büro- und Verwaltungsgebäuden zeigt, dass bei der Energieversorgung ca. 85% der Gebäude heute über Fernwärme versorgt werden. Dieses „überraschende“ Ergebnis hängt damit zusammen, dass die meisten Technikzentralen, wie bereits oben beschrieben, im Laufe der Zeit erneuert bzw. dem Stand der Technik angepasst wurden. Typische Merkmale von Bürogebäuden der 50er bis 70er Jahre lassen sich allerdings bei den Heizflächen erkennen. Ca. 92% aller PROsab-Bürogebäude werden über statische Heizflächen mit Wärme versorgt. Heute moderne Komponenten, wie z.B. Flächenheizungen oder Bauteilaktivierung, finden in diesen Gebäuden keine Berücksichtigung.

Auch der Technisierungsgrad gibt Aufschluss über den Stand der Technik bei Bürogebäuden der 50er bis 70er Jahre. Ca. 92% aller PROsab-Bürogebäude werden nicht klimatisiert und über die Fenster natürlich belüftet. Dieses Ergebnis verdeutlicht die geringe technische Ausstattung des Bestands. Lediglich das „jüngste“ Gebäude (1972) ist vollklimatisiert und verdeutlicht eine Tendenz in der technischen Ausstattung ab 1970.

54% der Gebäude sind nachträglich mit Klima-Splitgeräten für Konferenzbereiche, Sonderbüros, Serverräume, usw. ausgestattet, um der Überhitzungsproblematik im Sommer aufgrund der geringen Qualität der Gebäudehülle entgegenzuwirken - mit steigender Tendenz. Der geringe bauliche Aufwand, die leichte Montage, die individuelle Regelung der Geräte, der geringe Platzbedarf und die Anschaffungskosten sind Vorteile und die Gründe dafür, warum immer häufiger solche Geräte zum Einsatz kommen. Jedoch sollten sie nicht das ästhetische und architektonische Erscheinungsbild stören (z.B. durch Anhängen an die Fassade), sondern wenn möglich mit in die Fassade integriert (dezentrale Fassadenlüftungsgeräte) oder an untergeordneten Orten aufgestellt werden. Des Weiteren ist auf die Geräuschentwicklung der Geräte zu achten.

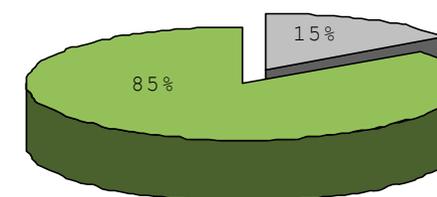
Diese aus PROsab gewonnenen Erkenntnisse decken sich mit den Recherchen zum Bestand von Bürogebäuden der 50er bis 70er Jahre. Die geringe technische Ausstattung der Gebäude im Vergleich zu heute wird ablesbar. Viele Gebäudekomponenten dieser Bauten wie z.B. Haustechnik und Fassadensysteme erreichen das Ende ihrer Nutzungsdauer. Mit geringen finanziellen Mitteln wird versucht die Gebäudetechnik und somit den Komfort im Büro Schritt für Schritt zu verbessern. Doch aufgrund der Veränderung der Energiestandards sowie der veränderten Anforderungsprofile an den Komfort, an die Ausstattung und an die Arbeitsplatzinfrastruktur bietet oftmals nur eine ganzheitliche, energieeffiziente und komfortgerechte Sanierung des Gebäudes die sinnvollste Lösungsmöglichkeit. Unter Berücksichtigung der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik lassen sich die Bürogebäude der 50er bis 70er Jahre so sanieren, dass sie den Standard eines Neubaus erreichen.

### Technisierungsgrad



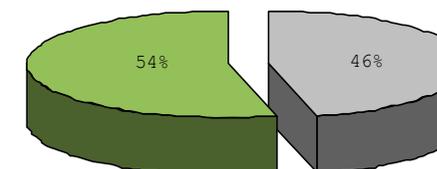
- 12 Gebäude nichtklimatisiert
- 1 Gebäude vollklimatisiert

### Energieversorgung



- 11 Gebäude Fernwärme
- 2 Gebäude Erdgas

### Kühlung



- 7 Kühlung einzelner Räume mittels dezentraler Geräte
- 6 Gebäude ohne Kühlung

### 1.4 Wasser und Abwasser

Bei den Gebäuden der 50er bis 70er Jahre bestehen die Trinkwasserversorgungsleitungen in den meisten Fällen aus Kupfer, verzinktem Stahl, zum Teil aus Blei. Kupferrohre bieten sich für Wasserrohre wegen der günstigen Eigenschaften in Bezug auf Korrosionsbeständigkeit, Biegsamkeit und Verlegbarkeit besonders an, jedoch kann es in Regionen mit einem hohen pH-Wert des Wassers auch gesundheitsschädlich sein. Gleiches gilt für Bleileitungen zur Trinkwasserversorgung; diese sollten bei einer Sanierung unbedingt durch neue Leitungen ersetzt werden. Dabei sind die anerkannten Regeln der Technik einzuhalten und die AVBWasserV zu berücksichtigen.

Die Kaltwasserversorgung erfolgt in den Bestandsgebäuden zentral über die Wasserwerke, wie auch bei 100% der PROsab-Bürogebäude. Die Übergabestation dafür befindet sich häufig im Kellergeschoss des Gebäudes. Die Leitungsverteilung für die Kaltwasserversorgung erfolgt vom Kellergeschoss ausgehend und versorgt über Steigestränge die oberen Geschosse. Der Zustand und das Material des Verteilnetzes sollte vor der Sanierung des Gebäudes stichprobenartig überprüft werden. Je nach Beschaffenheit des Trinkwassers können sich über die Dauer der Betriebszeit (ca. 20-30 Jahre) Ablagerungen im Rohrsystem gebildet haben (s.o.).

Die Warmwasserbereitung erfolgt bei den untersuchten Gebäuden größtenteils (77%) dezentral über elektrische Warmwasserboiler oder Durchlauferhitzer. Dabei wird das Warmwasser nur in den Teeküchen und/ oder WCs zur Verfügung gestellt. Die vorhandenen Leitungen bei der Wasserversorgung sollten genauer auf Ablagerungen untersucht werden, damit der Durchfluss nicht gemindert wird. Häufig bietet sich im Zuge einer möglichen Sanierung und der damit verbundenen Umstrukturierung des Innenraums entwurfsabhängig eine angepasste Wasserverteilung an. Aufgrund des geringen Warmwasserbedarfs in Bürogebäuden ist die dezentrale Warmwasserbereitung als durchaus wirtschaftlich und aus energetischen Gründen vertretbar zu betrachten. Eine zentrale Warmwasserbereitung mit ihren Verteilverlusten (Zirkulationswärmeverluste über die Rohrleitungen) erscheint wenig sinnvoll. Veraltete Warmwasserboiler sollten durch neue Geräte ausgetauscht werden.

Bei den 50er bis 70er Jahre Gebäuden bestehen Abwasserrohre in der Regel aus Steinzeug oder gusseisernen Rohren. Schadensbilder dieser Rohre sind: Korrosion, Bruch von Rohrleitungen bzw. Verstopfungen durch falsche Dimensionierung der Leitungen. In diesen Fällen sollten die Leitungen durch neue Rohre ersetzt werden.

### 1.5 Stromversorgung

Bei den Bürogebäuden der 50er bis 70er Jahre erfolgt die Stromversorgung aus dem Niederspannungsnetz als Standardversorgung. Dabei wird die Hauptanschlussleitung vom Energieversorgungsunternehmen verlegt und gehört zu dessen Betriebsanlagen. Erst ab dem Hausanschlusskasten ist der Eigentümer eines Gebäudes für die weitere Verteilung im Haus zuständig.

In vielen Fällen reicht die Belastbarkeit und Alterung der vorhandenen Versorgungsleitungen im Stromnetz nicht aus, um den geänderten Ansprüchen im Gebäude gerecht zu werden. Weiterhin sind die angeschlossenen Verbraucherleistungen im Hinblick auf angemessene Absicherungen nicht angepasst und Kabelpritschen überfüllt. Diese typischen Mängel des Gebäudebestands der 50er bis 70er Jahre in Bezug auf die Stromversorgung sollten durch neue und ggf. zusätzliche Installationsleitungen behoben werden.

Bedingt durch bestehende bauliche Situationen an Büro- und Verwaltungsgebäuden der 50er bis 70er Jahre ist ein erhöhter Kunstlichtbedarf erforderlich. Durch die Verwendung von Unterzügen, Brüstungen und/oder opaken Wandflächen können die teilweise sehr tiefen Büroflächen nicht mehr mit Tageslicht versorgt werden, so dass der Gebrauch von Kunstlicht unabdingbar ist. Die Verwendung veralteter Lichttechnik und die zum großen Teil nicht angepasste Anzahl und Bestückung der Leuchten führen häufig zu einem erhöhten Stromverbrauch, der deutlich reduziert werden kann.

Durch die Wahl eines auf das Gebäude angepassten Lichtkonzeptes kann die Wirkung und Qualität von Räumen maßgeblich verbessert werden. Dabei spielen helle Materialoberflächen, Sonnenschutzsysteme mit Tageslichtlenkfunktion aber auch die Verwendung von Energiesparlampen eine entscheidende Rolle.

**1.6 Zusammenfassung**

In Tabelle 36 werden die wichtigsten Punkte, die in den vorangestellten Kapiteln zur Gebäudetechnik beschrieben wurden, zusammengestellt. Sie beschreibt, auf welche Punkte bei einer anstehenden Sanierung geachtet werden sollte. Die in der Tabelle angeführten Standzeiten sind Richtwerte; sie dienen lediglich zur Orientierung.

	Beschreibung
<b>Heizung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmeerzeuger sollten die mittlere Lebensdauer von 15-20 Jahren nicht überschreiten</li> <li>- Auslegung der Anlage einschließlich Kessel prüfen</li> <li>- Verfügbarkeit und Verwendung des Energieträgers prüfen</li> <li>- Dämmung der Heizleitungen</li> <li>- Ersetzen veralteter Pumpen, Steuer- und Regelanlagen</li> <li>- Anzahl und Anordnung von Heizflächen prüfen (Anpassung an den erforderlichen Heizenergiebedarf)</li> </ul>
<b>Lüftung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Raumlüfttechnische Anlagen sollten die mittlere Lebensdauer von 15-20 Jahren nicht überschreiten</li> <li>- Wärmerückgewinnung und Filteranlagen regelmäßig kontrollieren</li> <li>- Prüfung des Regelkonzepts und ggf. Anpassung an Nutzung</li> <li>- Einhaltung des hygienischen Mindestluftwechsels</li> </ul>
<b>Kühlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kälteanlagen sollten die mittlere Lebensdauer von 15-20 Jahren nicht überschreiten</li> <li>- Prüfen der Einbindung möglicher Kältekonzepte bei Bedarf</li> </ul>
<b>Wasser und Abwasser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material und Zustand der Versorgungsleitungen prüfen</li> <li>- Notwendigkeit von Warmwasser prüfen</li> <li>- Abwägung über zentral oder dezentrale Warmwasserversorgung (Bei Bürogebäuden ist in der Regel eine dezentrale Warmwasserversorgung sinnvoll!)</li> <li>- Untersuchen der Abwasserleitungen auf Schadensbilder</li> <li>- Ersetzen veralteter Pumpen</li> </ul>
<b>Stromversorgung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfung der Belastbarkeit und Alterung der vorhandenen Versorgungsleitungen im Stromnetz</li> <li>- angeschlossene Verbraucherleistung im Hinblick auf angemessene Absicherungen kontrollieren</li> <li>- mögliche Integration zusätzlicher Installationsleitungen</li> <li>- Erstellung eines Kunstlichtkonzepts</li> </ul>

**Tabelle 36 Zusammenfassende Checkliste Gebäudetechnik**

### 2 Energieeffizienz

Die Bewertung der Energieeffizienz der Bestandsgebäude erfolgt durch den Vergleich von Jahresverbrauchskennwerten unter Berücksichtigung der technischen Ausstattung. Bei Vergleichen ist zu berücksichtigen, dass Gebäude zumeist nicht identisch in ihren energierelevanten Funktionen sind und betriebs- oder nutzungsspezifische Unterschiede erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch haben. Darüber hinaus werden vorliegende Daten hinsichtlich ihrer Plausibilität bewertet.

#### 2.1 Energieverbrauch

Für die Auswertung der PROsab-Gebäude wurden jeweils Energieverbrauchswerte für Wärme und Strom aus dem Jahr 2005 aus der Auflistung der Eigentümer/Versorgungsunternehmen verwendet. Vereinzelt stehen zwar weitere Verbrauchswerte zur Verfügung, jedoch ist keine lückenlose Verwendung der Angaben möglich. Die angegebenen Werte sind zeitbereinigt. Als Bezugsgröße wurde die Nettogrundfläche verwendet.

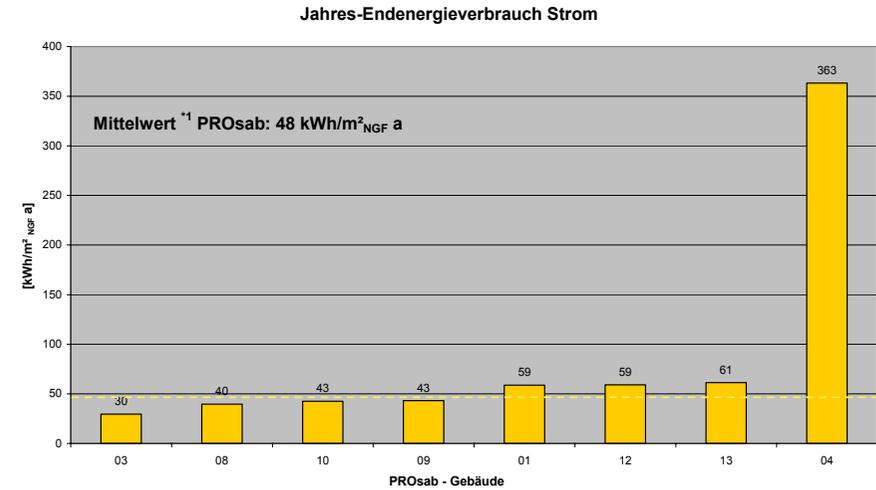
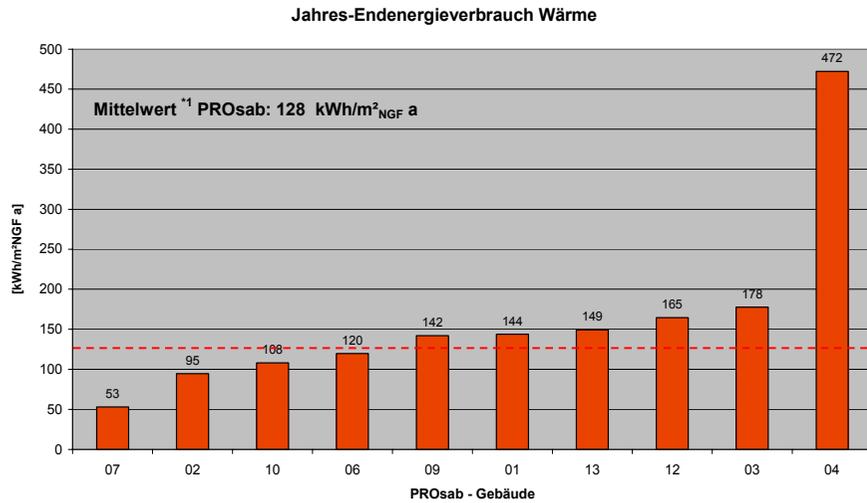
Eine Prüfung der angegebenen Verbrauchswerte durch die Auswertung eines Lastzeitprofils vom Energieversorger oder eine Kurzzeit-Vorortmessung zur Validierung der Kennwerte hat nicht stattgefunden!

In

Abbildung 207 und Abbildung 208 sind die Energieverbrauchskennwerte für die 13 untersuchten Gebäude dargestellt, zu denen sowohl Angaben zum Verbrauch von Heizenergie als auch zum Verbrauch elektrischer Energie gemacht wurden.

Für die Gebäude 05 und 11 lagen keine Energieverbrauchskennwerte für Wärme und Strom vor. Bei Gebäude 08 lag lediglich ein Energieverbrauchskennwert für Strom und für die Gebäude 02, 06 und 07 ein Energieverbrauchskennwert für Wärme vor.

Die Gebäude sind ansteigend nach ihrem Verbrauch sortiert. Gebäude mit fehlenden Werten werden nicht dargestellt.



**Abbildung 207 Jahres-Endenergieverbrauch Wärme [kWh/m²\_NGF a]**  
 \*1 Im Mittelwert ist das Gebäude 04 nicht enthalten!

**Abbildung 208 Jahres-Endenergieverbrauch Strom [kWh/m²\_NGF a]**  
 \*1 Im Mittelwert ist das Gebäude 04 nicht enthalten!

Der Mittelwert der PROsab-Gebäude liegt beim Endenergieverbrauch Wärme bei 128 kWh/m²a und beim Endenergieverbrauch Strom bei 48 kWh/m²a.

Das Gebäude 07 hat im Verhältnis zu den anderen Gebäuden einen sehr niedrigen Energieverbrauch Wärme. Hier ist zu berücksichtigen, dass einige Etagen im Gebäude nicht vermietet sind und auf Grund des Leerstands weniger Heizenergie benötigt bzw. verbraucht wird.

Die Endenergieverbrauchskennwerte des Gebäudes 04 - Aschaffenburg- Versorgungs- GmbH (AVG) sind im Mittelwert der PROsab-Gebäude nicht enthalten. Sie sind nicht mit den Verbrauchsdaten der anderen Gebäude (Technisierungsgrad nicht klimatisiert) vergleichbar. Die AVG ist vollklimatisiert und hat dementsprechend wesentlich höhere Verbrauchswerte. Sie wird in der weiteren Auswertung aufgrund der Vergleichbarkeit nicht weiter berücksichtigt.

In Abbildung 209 sind die Energieverbrauchskennwerte für die 9 Gebäude dargestellt, bei denen Angaben zum Verbrauch von Heizenergie gemacht wurden. Als Vergleichswerte für Verwaltungsbauten wurden die Energiekennzahlen nach SIA [308/1 7/1993 nichtklimatisiert (NK)] angesetzt.

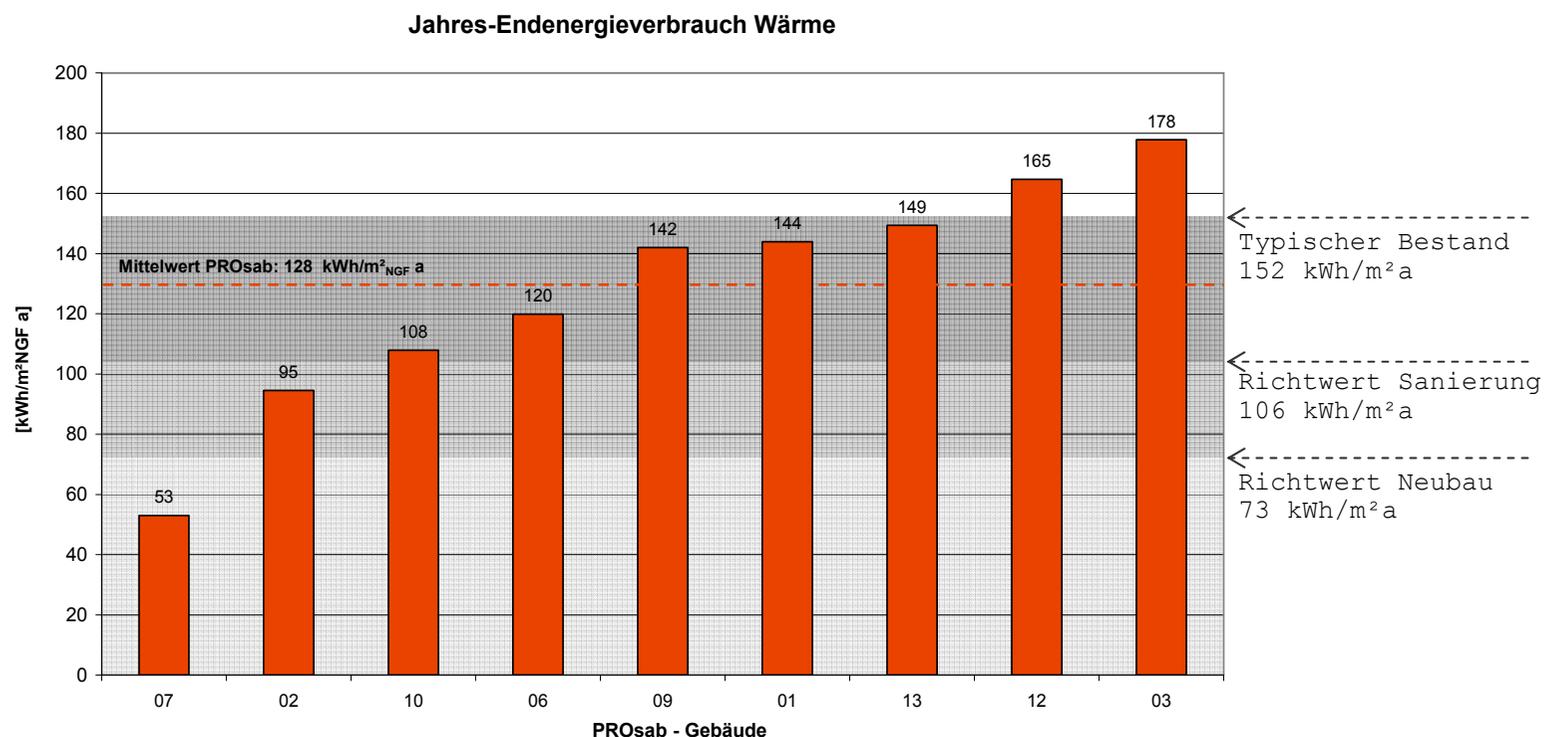


Abbildung 209 Jahres-Endenergieverbrauch Wärme [kWh/m²NGF a] im Vergleich zu den Richtwerten nach SIA

Mit den ermittelten und zur Verfügung gestellten Daten für den Wärmeverbrauch liegen die PROsab-Gebäude hinsichtlich des Heizenergieverbrauchs im Durchschnitt von 128 kWh/m²a unter dem mit 152 kWh/m²a angesetzten Wert für den typischen Bestand nach SIA.

In Abbildung 210 sind die Energieverbrauchskennwerte für die 7 Gebäude dargestellt, bei denen Angaben zum Verbrauch von elektrischer Energie gemacht wurden. Als Vergleichswerte für Verwaltungsbauten wurden ebenfalls die Energiekennzahlen nach [SIA] angesetzt.

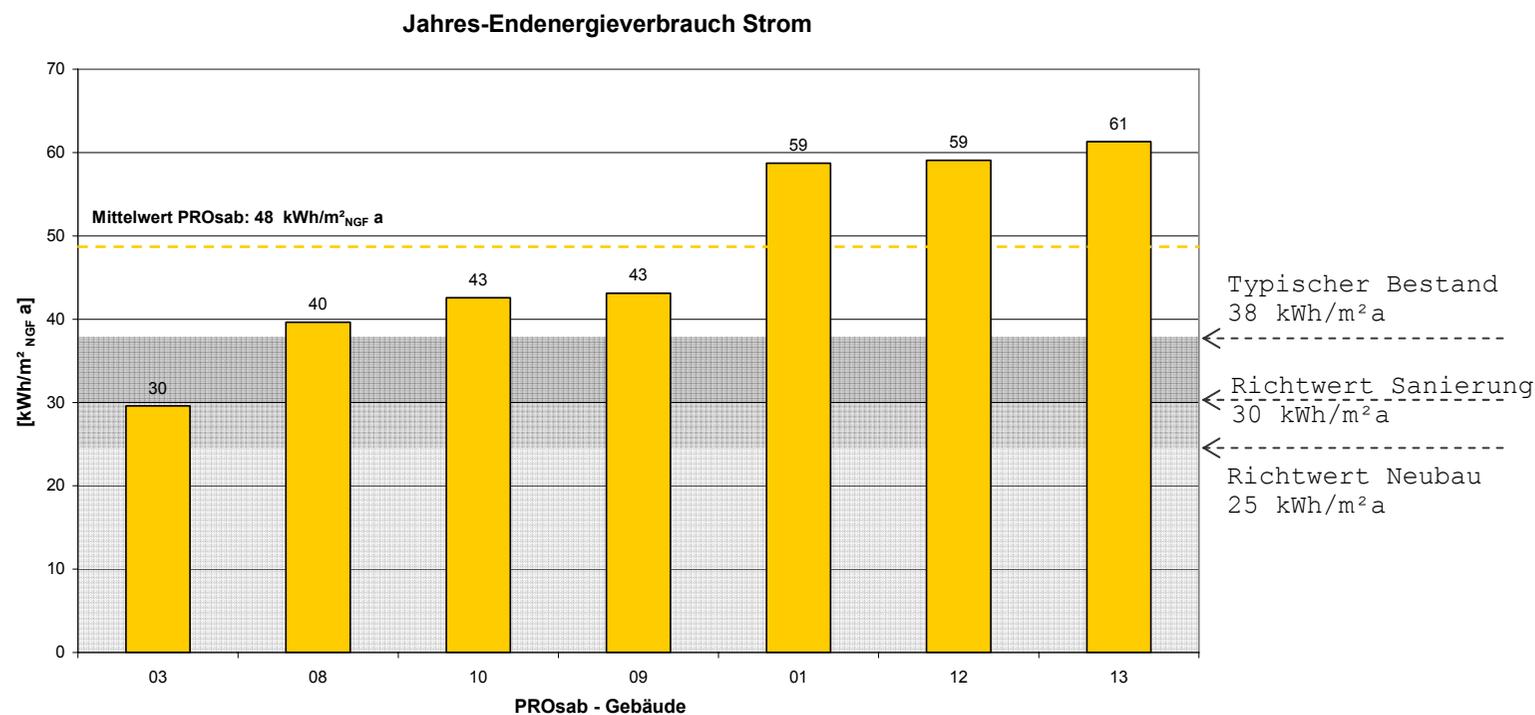


Abbildung 210 Jahres-Endenergieverbrauch Strom [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a] im Vergleich zu den Richtwerten nach SIA

Mit den ermittelten und zur Verfügung gestellten Daten für den Stromverbrauch liegen die PROsab-Gebäude hinsichtlich des Stromverbrauchs im Durchschnitt von 48 kWh/m<sup>2</sup>a über dem mit 38 kWh/m<sup>2</sup>a angesetzten Wert für den typischen Gebäudebestand nach SIA.

In der EnEV 2007 wird für Verwaltungsgebäude mit normaler technischer Ausstattung für den Heizenergieverbrauch ein Wert von 130 kWh/m<sup>2</sup>a bei einer NGF ≤ 3.500 m<sup>2</sup> und 115 kWh/m<sup>2</sup>a bei einer NGF ≥ 3.500 m<sup>2</sup> angegeben.

Die Gebäude 09 und 12 haben eine NGF ≤ 3.500 m<sup>2</sup> und liegen über dem Wert nach EnEV (siehe Abbildung 211). Die restlichen Gebäude haben eine NGF ≥ 3.500 m<sup>2</sup>. Das Gebäude 07 liegt hier weit unter dem Wert nach EnEV. Wie anfangs erwähnt spielt hier der Leerstand in Teilbereichen des Gebäudes eine große Rolle. Die Gebäude 01, 13 und 03 liegen weit über dem angesetzten Wert von 115 kWh/m<sup>2</sup>a. Alle übrigen Gebäude liegen im Bereich des angegebenen Vergleichswerts.

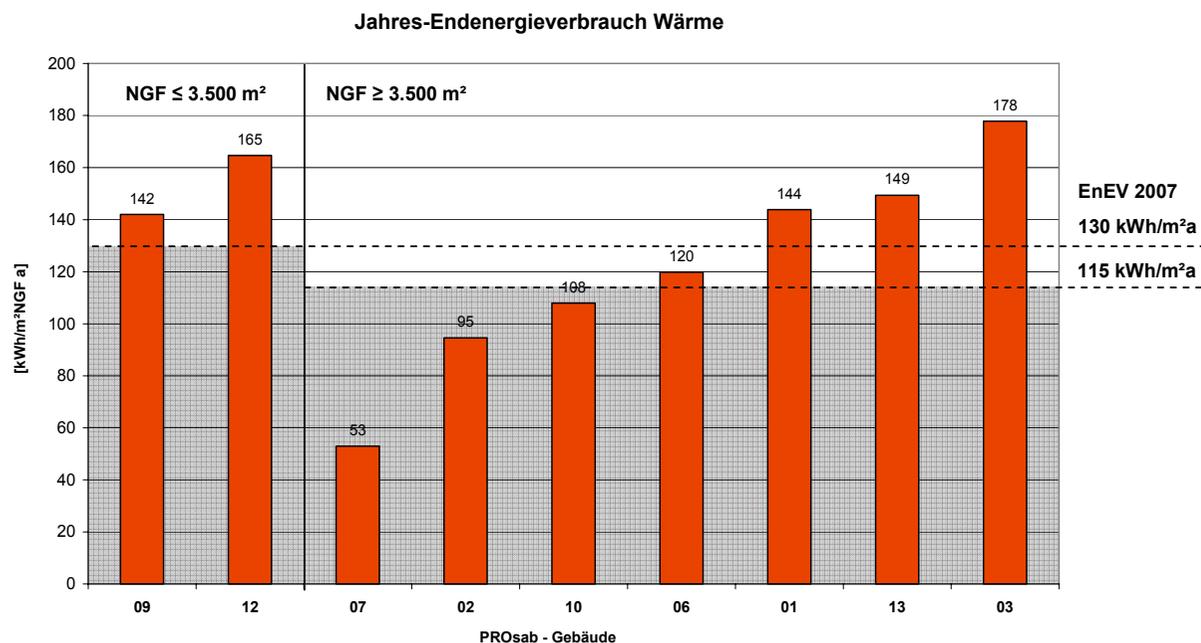


Abbildung 211 Jahres-Endenergieverbrauch Wärme [kWh/m<sup>2</sup>NGF a] im Vergleich zu EnEV 2007

Für den Stromverbrauch wird in der EnEV 2007 für Verwaltungsgebäude mit normaler technischer Ausstattung ein Wert von 35 kWh/m<sup>2</sup>a bei einer NGF ≤ 3.500 m<sup>2</sup> und 45 kWh/m<sup>2</sup>a bei einer NGF ≥ 3.500 m<sup>2</sup> angegeben. Die Gebäude 12, 13 und 01 liegen jeweils weit über dem angegebenen Vergleichswert nach EnEV. Die restlichen Gebäude liegen im Bereich des Vergleichswerts.

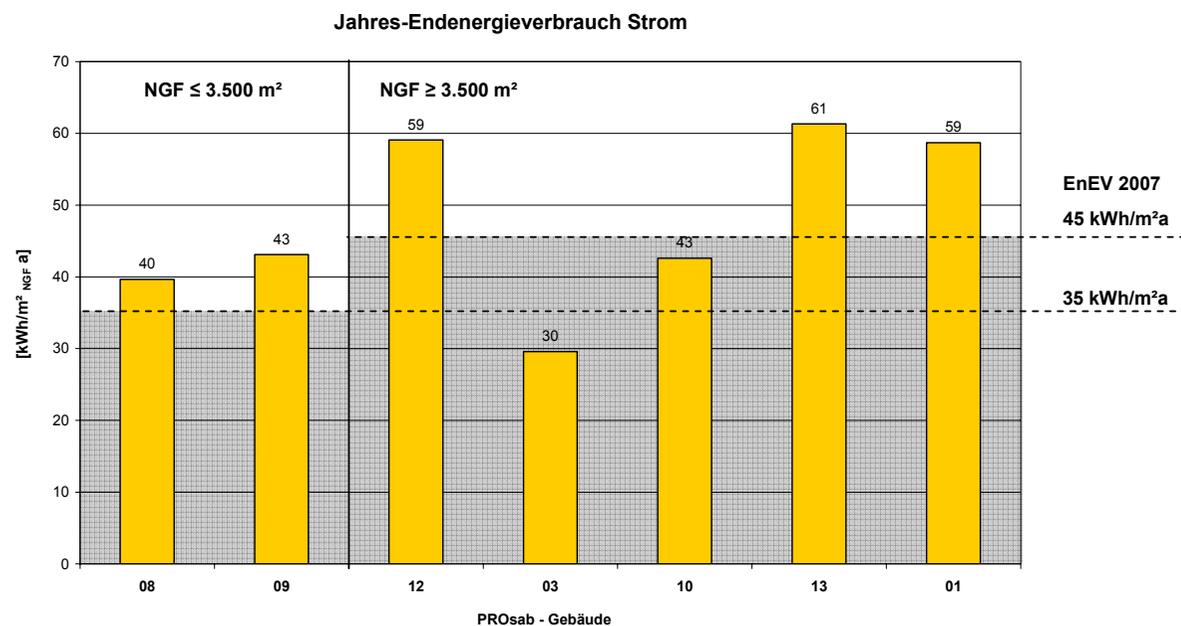


Abbildung 212 Jahres-Endenergieverbrauch Strom [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a] im Vergleich zu EnEV 2007

## 2.2 Fazit

Die Verbrauchswerte Wärme und Strom liegen bei den untersuchten Gebäuden in PROsab im Durchschnitt über den nach EnEV 2007 gültigen Werten.

Mögliche Ursachen für den zum Teil hohen Wärmeverbrauch ist eine unzureichende Wärmedämmung und Luftdichtigkeit der Gebäudehülle, Wärmebrücken, „schlechte“ Fenster (hohe U-Werte), mangelhafte oder ganz fehlende Dämmung am Verteilnetz des Heizsystems, usw.

Ursachen für den hohen Stromverbrauch sind möglicherweise die technische (veraltete) Ausstattung sowie deren Nutzung, die veraltete Lichttechnik sowie der hohe Kunstlichtanteil für die tiefen Raumzonen, die innen liegenden Flure, usw.

In Tabelle 37 werden mögliche Maßnahmen beschrieben, die zur Senkung des Wärme- und Stromverbrauchs und zur Senkung der jeweiligen Kosten beitragen können.

	Beschreibung möglicher Maßnahmen
<b>Wärmeverbrauch senken</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gute Wärmedämmung der Gebäudehülle</li> <li>- Luftdichtigkeit der Gebäudehülle</li> <li>- Fenster mit geringen U-Werten</li> <li>- Vermeidung von Wärmebrücken</li> <li>- Wärmedämmung Verteilnetz Heizsystem (Pumpen, Übergangsstücke, Absperrventile, Verteil- / Steigleitungen, usw.)</li> </ul>
<b>Stromverbrauch senken</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beleuchtungs-Schaltkreise nach Tageslichtzonen planen</li> <li>- ggf. Beleuchtung tageslicht- und präsenz-abhängig steuern</li> <li>- Haustechnik elektrisch optimieren</li> <li>- elektrisch effiziente Büroausstattung wählen</li> </ul>

Tabelle 37 Zusammenfassende Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs

## 8 Auswertung Nutzer- Fragebögen

Im Rahmen des Forschungsprojektes PROsab wurde bei einem Teil der untersuchten Gebäude der Nutzer-Fragebogen aus dem Anhang angewandt. Es wurden verschiedene Mitarbeiter, unterschieden nach der Ausrichtung der Büros, mit Hilfe dieses Fragebogens zu folgenden Themen befragt:

- A - Allgemeine Fragen zur Person und zum Umfeld
- B - Behaglichkeit und Aufenthaltsqualität
- C - Beschattungseinrichtung
- D - Technische Ausstattung
- E - Gebäudeleittechnik
- F - Alltag
- G - Allgemeine Bemerkungen

Durch die Befragung sollten die individuellen Empfindungen eines jeden befragten Mitarbeiters in Erfahrung gebracht werden. Ziel war, etwas über den Arbeitsplatz und Arbeitsraum sowie über die Komfortbedingungen des Gebäudes herauszufinden. Nach der Auswertung der Fragebögen des jeweiligen Objekts konnten eventuelle Problemstellungen hinterfragt und sofern möglich bei den Sanierungsvorschlägen aufgenommen und verbessert werden.

Die allgemeine Auswertung bezieht sich auf die Nutzerbefragungen folgender Gebäude:

- 01 BBG - Braunschweiger Baugenossenschaft, Braunschweig
- 10 RNB - Rathaus Neubau, Braunschweig
- 12 BEK - Bildungswerk der Evangelischen Kirche, Berlin-Charlottenburg
- 13 SKG - Sparkasse, Goslar
- 08 SAG - M 805 Schering AG, Berlin
- 09 SAG - M 516 Schering AG, Berlin

Zum besseren Verständnis der Auswertung werden im Vorfeld nutzerrelevante Aspekte dieser Gebäude genauer betrachtet.

## 8.1 Objektbeschreibung PROsab-Gebäude

### 01 BBG - Braunschweiger Baugenossenschaft, Braunschweig

Das Gebäude der Braunschweiger Baugenossenschaft befindet sich im Norden Braunschweigs. Das 10-stöckige Gebäude wurde 1968 gebaut und 1976 um ein zusätzliches Staffelgeschoss (10. OG) aufgestockt. Das BBG-Gebäude ist in einem Zweibund organisiert, an dessen Flur die einzelnen Zellenbüros anschließen. Diese werden überwiegend als Einzel-, teilweise als Mehrpersonenbüros genutzt. Es fehlen Pausenräume sowie geeignete Kommunikationszonen. Eine Teeküche ist vorhanden, jedoch bietet diese wenig Aufenthaltsqualität. Durch die opaken Trennwände der einzelnen Büros zum Flur haben die Mitarbeiter weder die Möglichkeit Sichtkontakt zueinander aufzunehmen, noch wird der Flur ausreichend natürlich belichtet - demzufolge muss das Kunstlicht eingeschaltet werden, was wiederum einen steigenden Stromverbrauch zur Folge hat. Die einzelnen Büros verfügen über einen innenliegenden Blendschutz in Form von vertikalen Stofflamellen. Ein behagliches Raumklima kann nicht gewährleistet werden, da die Verglasung nicht mehr den thermischen Anforderungen heutiger Fenster entspricht. Außerdem fehlt ein außenliegender Sonnenschutz, um einer Überhitzung im Sommer entgegenzuwirken.



Abbildung 213 BBG-Gebäude

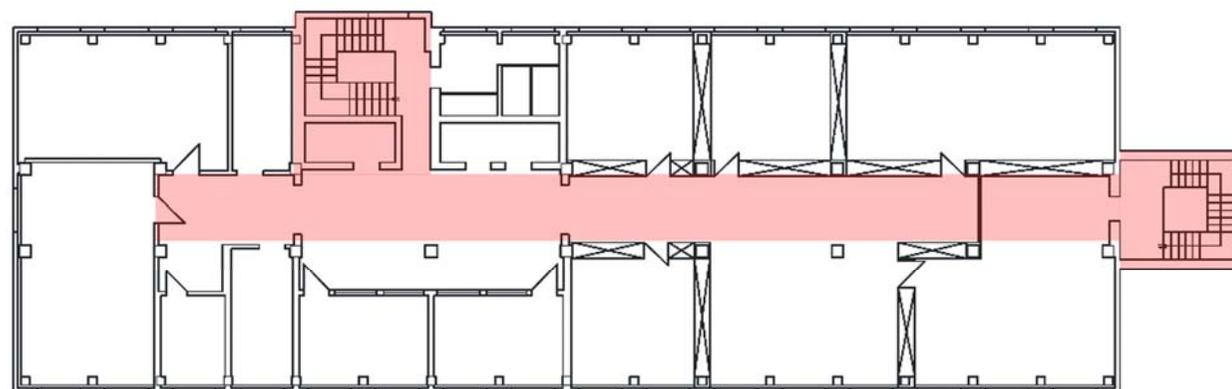


Abbildung 214 Grundriss Regelgeschoss 2.OG

## 10 RNB – Rathaus Neubau, Braunschweig

Der Rathaus Neubau befindet sich in der Innenstadt Braunschweigs. Das 11-geschossige Bauwerk wurde 1971 gebaut und ist als Zweispänner ausgeführt. Die Analyse ergab, dass die einzelnen Büros sehr klein sind und demnach eine Doppelbelegung nur mit Einschränkungen möglich ist. Der Flur ist, wie bei der BBG bereits erläutert, nicht natürlich belichtet. Auch die Belüftung gestaltet sich als schwierig. Die vorhandenen Oberlichter an den Bürowänden lassen sich weder öffnen noch ermöglichen sie eine Versorgung mit Tageslicht. Besprechungsräume und Teeküchen sind kaum bis gar nicht vorhanden. Für die Mitarbeiter besteht keine Möglichkeit sich in ihren Pausen „angenehm“ aufzuhalten oder sich zurückzuziehen. Die Büros besitzen sowohl einen innenliegenden Blendschutz in Form von Gardinen oder Jalousien, als auch einen konstruktiven Sonnenschutz durch die auskragenden Wartungsbalkone. Dieser konstruktive Sonnenschutz verhindert jedoch, dass ausreichend Tageslicht in die Büroräume gelangt. Das Raumklima verschlechtert sich durch die Bestandsfassade aus der Bauzeit, da es durch Undichtigkeiten zu Zugerscheinungen kommt. Sie entspricht nicht mehr den thermischen Anforderungen heutiger Fassaden.



Abbildung 215 Rathaus-Neubau

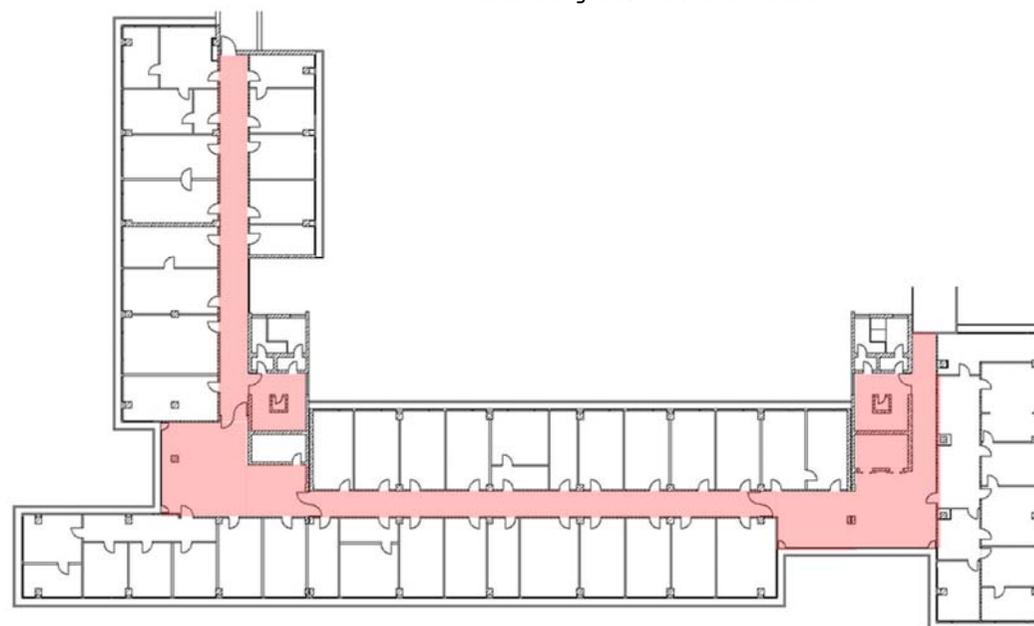


Abbildung 216 Grundriss Regelgeschoss 2.OG

## 12 BEK - Bildungswerk der Evangelischen Kirche, Berlin

Das Gebäude befindet sich in Berlin-Charlottenburg und wurde 1965 gebaut. Es besitzt 3 Stockwerke mit einem aufgebauten Staffelgeschoss. Der Verwaltungsbau ist als Einspanner organisiert, an dessen Flur Büro-, Seminar- und Bibliotheksräume angrenzen. Außerdem sind Teeküchen und Nebenräume für Drucker und Büromaterial vorhanden. Der Flur ist durch seine Lage an der Außenwand gut belichtet und wird natürlich belüftet. Er wird von den Mitarbeitern gerne als Kommunikationszone genutzt. Eine Büroeinheit besteht aus einem Flurstück, einem Bürovorraum, der meist als Aktenablage genutzt wird, und dem Büro selber. Der ungewöhnliche Grundriss kann auf die 1963 umgeplante Nutzung zum Studentenwohnheim zurückgeführt werden. Die Büros besitzen keinen außenliegenden Sonnenschutz. Auf dem Hof des Grundstücks befinden sich jedoch große Bäume, die für eine ausreichende Verschattung sorgen. Ein großer Nachteil ist, dass durch den hohen Grad der Verschattung die Nutzer das Kunstlicht am helllichten Tag anschalten müssen. Dies führt wiederum zu einem erhöhten Stromverbrauch. Da einige Fenster des Gebäudes nicht mehr den heutigen Anforderungen genügen, kann ein behagliches Raumklima nicht gewährleistet werden.



Abbildung 217 BEK- Gebäude

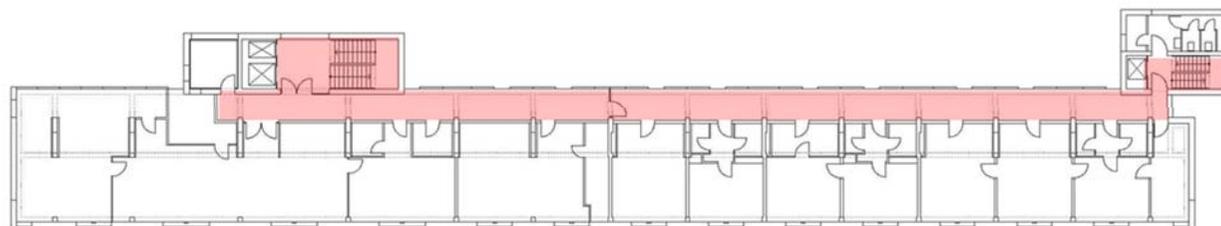


Abbildung 218 Grundriss Regelgeschoss 2.OG

## 13 SKG - Sparkasse, Goslar / Harz

Das Sparkassen-Gebäude befindet sich im südlichen Randgebiet von Goslar und wurde 1958 von Friedrich Wilhelm Kraemer entworfen und gebaut. Das untersuchte Gebäude besitzt 6 Vollgeschosse und ist als Dreibund ausgeführt. Die Büros befinden sich entlang der Fassade und sind als Zellenbüros für 1-2 Personen organisiert. Vorhandene Konferenzräume sind nur für Gruppen von 6-10 Personen angelegt. Pausen- und Kommunikationszonen existieren nur in unzureichender Form und Anzahl. Die einzelnen Büro- und Konferenzräume verfügen über großzügige Fensterflächen mit einem innenliegenden Sonnenschutz. Die Fenster wurden 1997 ausgetauscht und entsprechen den heutigen Ansprüchen. Im Staffelgeschoss sowie im Erdgeschoss sind die Fenster (Einscheibenverglasung) noch aus dem Jahr 1958. Hier kommt es zu starken Zugerscheinungen. Eine Grundrissorganisation als Dreibund bringt auch große Nachteile mit sich. Weder die Flure noch die Räume in der Mittelzone (Teeküche, etc.) werden natürlich belüftet und mit Tageslicht versorgt. Diese Zonen müssen künstlich beleuchtet werden, was einen hohen Stromverbrauch zur Folge hat.



Abbildung 219 Sparkasse Goslar

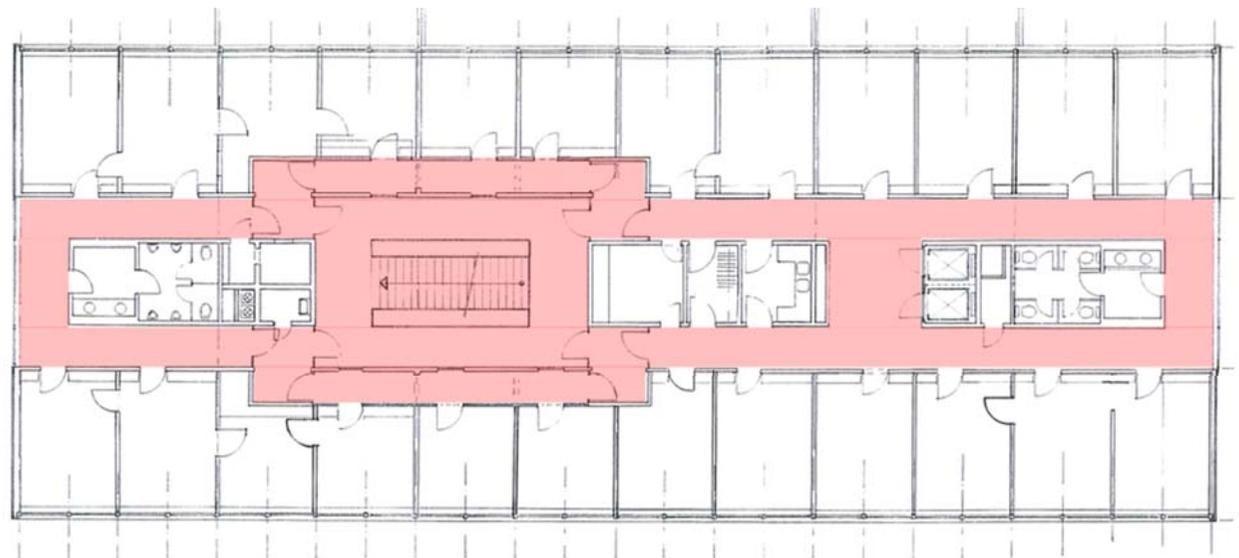


Abbildung 220 Grundriss Regelgeschoss 2.OG

### 08 SAG – Schering AG Berlin, M 085

Das Verwaltungsgebäude M 085 gehört zum Gebäudekomplex des Pharmakonzerns Schering AG im Stadtteil Berlin Wedding und befindet sich in der Fennstraße 85. Das Gebäude wurde im Jahr 1958 gebaut. Der Büro- und Verwaltungsbau ist voll unterkellert, besitzt 6 Geschosse und verfügt über ein notwendiges Fluchttreppenhaus, und ist als Zweibund in einer Zellenbüroorganisation ausgeführt. Es hat eine Gesamtlänge von ca. 45,22m und eine Gebäudetiefe von ca. 14,80m.

Das Gebäude der Schering AG besteht aus einer Stahlbeton-Skelettkonstruktion mit einem Stützenraster von 7,44m bzw. 3,72m in der Straßen- bzw. Hoffront und einem Stützraster in Querrichtung von 5,975m, 2,45m und 5,975m.

Die Fassade ist als Skelett mit schwerer Ausfachung ausgebildet. Die Ausfachung besteht aus Leichtbeton ohne zusätzliche Dämmung und ist von beiden Seiten verputzt.

Es wird eine Aufwertung des Erscheinungsbildes des Gebäudes vorgeschlagen, um die Attraktivität des Standorts zu steigern – eine optimierte Büroorganisation im Grundriss, eine Verbesserung der Gebäudehülle, eine Steigerung des Raumkomforts und der Flächeneffizienz.



Abbildung 221 Schering AG Berlin Gebäude M 085

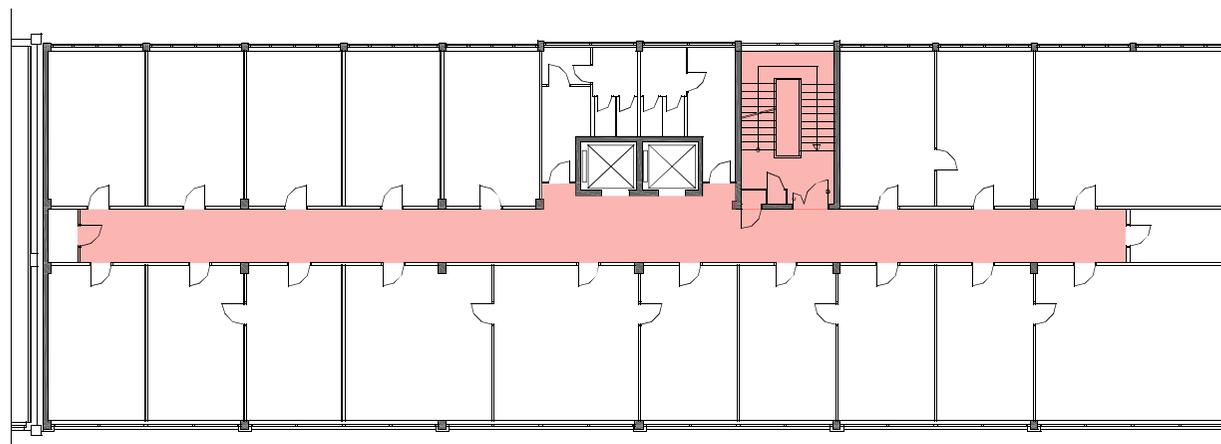


Abbildung 222 Grundriss Regelgeschoss Schering AG M 085

### 09 SAG – Schering AG Berlin, M 516

Das Verwaltungsgebäude M516 gehört zum Gebäudekomplex des Pharmakonzerns Schering AG im Stadtteil Berlin Wedding und befindet sich auf dem Hofgelände in der Reinickendorfer Straße 113. Das Gebäude wird über eine Zufahrt von der Reinickendorfer Straße aus oder rückwärtig mit eingeschränktem Zutritt über einen Zugang von der Müllerstraße erschlossen. Aufgrund der Parkmöglichkeiten im südwestlich angrenzenden Parkhaus und der Verbindung zum Schering Hauptgebäude wird der Hintereingang des Gebäudes durch die Mitarbeiter stark genutzt. Das Gebäude ist freistehend.

Das ehemalige Druckergebäude ist Mitte der 60er Jahre zu einem Bürogebäude umgebaut worden. Das Gebäude ist von Entwurf und Statik 5-geschossig konzipiert, wurde aber nur 3-geschossig ausgeführt. Die Fundamente, das Treppenhaus und die Decke über dem 2.OG (als normale Geschoßdecke ausgeführt) lassen eine weitere Aufstockung zu. In dem Anbau sind ein Treppenhaus, Aufzüge, WC-Räume, Wasch- und Umkleieräume mit massiven Wänden aus Stahlbeton bzw. KSV-Mauerwerk untergebracht. Das Gebäude hat eine Gesamtlänge von 48,22m, eine Gebäudetiefe von 16,00m (ohne Anbau), und eine Gebäudehöhe von 11,06m. Eigentümer und Hauptbetreiber des Gebäudes ist die Schering AG in Berlin.



Abbildung 223 Schering AG Berlin Gebäude M 516



Abbildung 224 Grundriss Regelgeschoss Schering AG M 516

**8.2 Auswertung der Nutzerbefragungen**

Die Fragebögen wurden insgesamt von 111 Personen beantwortet. Sie teilen sich wie folgt auf:

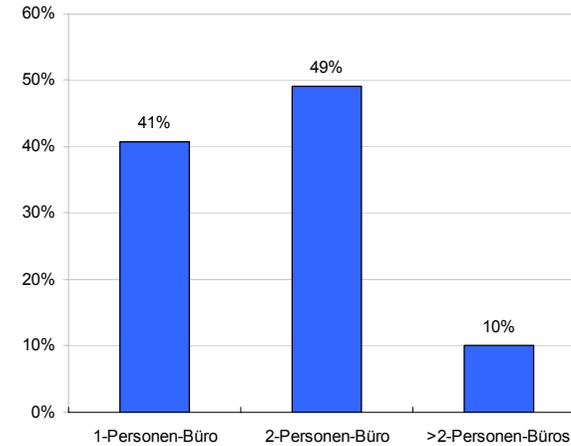
- 29 Mitarbeiter der Schering AG Berlin 08
- 15 Mitarbeiter der Schering AG Berlin 09
- 17 Mitarbeiter der Braunschweiger Baugenossenschaft
- 16 Mitarbeiter des Rathaus Neubaus
- 7 Mitarbeiter des Bildungswerkes der Evangelischen Kirche
- 27 Mitarbeiter der Sparkasse in Goslar

**Teil A - Allgemeine Fragen zur Person und Umfeld**

Der Hauptteil der Befragten gehörte der Altersgruppe der 35-50 Jährigen an. Der größte Teil arbeitet im administrativen Bereich, nur wenige Personen haben technische Aufgaben, selten hat ein Betrieb einen wissenschaftlichen Mitarbeiter.

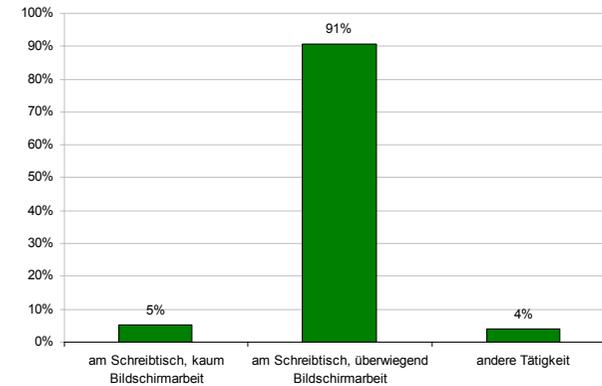
Es fällt auf, dass die Befragten meist in Einzelbüros arbeiten. Einige arbeiten in einem Zweierbüro, nur bei der BBG arbeiten auch mehr als 2 Personen in einem Raum. Alle Befragten sitzen am Schreibtisch und leisten überwiegend Bildschirmarbeit. Nur ein geringer Anteil (9%) arbeitet nicht am Bildschirm, sitzt aber ebenfalls am Schreibtisch. Dementsprechend wichtig ist das Wohlbefinden am Arbeitsplatz - folglich im Büro. Alle Schreibtische haben dieselbe Ausrichtung. Sie stehen alle seitlich mit weniger als 2m Abstand zum Fenster. Der Großteil der Befragten ist mit der Aufteilung und Anordnung der Räume zufrieden und findet die Lage sinnvoll für die Arbeitsabläufe. Des Weiteren sind die Personen größtenteils zufrieden mit ihrer Bürogröße. Lediglich im Rathaus Neubau finden einige Mitarbeiter ihre Büros zu klein und auch bei der Sparkasse in Goslar wünschen sich einige Personen größere Büros.

**Wie viele Personen nutzen durchschnittlich Ihr Büro?**



**Abbildung 225 Büro-Belegungszahl**

**Wie und wo verbringen Sie den größten Teil Ihrer Arbeitszeit?**



**Abbildung 226 Ort der Beschäftigung**

**Teil B – Behaglichkeit und Aufenthaltsqualität**

Den meisten Mitarbeitern ist im Sommer zu warm. Im Winter ist es bei der BBG und im RNB zu kalt, in den anderen beiden Gebäuden gerade richtig. Grund hierfür sind die im vorherigen Absatz beschriebenen veralteten Fenster und die unzureichend gedämmten Außenwände. Beides entspricht nicht mehr den thermischen Anforderungen von heute. Die Luftfeuchte ist für die meisten im Sommer „gerade richtig“, bei der BBG und der SAG 08 befinden sie einige Leute aber auch als „zu trocken“. Im Winter dagegen stimmt die Mehrheit überein, dass die Luft manchmal zu trocken sei. Nur bei der Sparkasse in Goslar hält man die Luftfeuchte im Winter für „gerade richtig“. Bei der Braunschweiger Baugenossenschaft und im Rathaus Neubau beklagen sich die Befragten über starke Zugerscheinungen, die wieder auf eine mangelhafte Hülle (z.B. Wärmebrücken) zurückzuführen sind. Geruchsbelästigungen durch z.B. alte Teppichböden oder Mobiliar werden selten bestätigt. Im Allgemeinen befinden die befragten Personen die Behaglichkeit als „ziemlich angenehm“. Die Akustik im Büro wird als gut bezeichnet. Die meisten fühlen sich weder vom Außenlärm noch von anderen Geräuschen gestört. Bei der BBG wird vereinzelt angemerkt, dass die Büros sehr hellhörig sind und man die Gespräche aus den Nachbarräumen mitbekommt. Als Grund wird eine zu dünne Bürotrennwand angegeben. Die Möglichkeiten der Beheizung werden von fast allen als gut beschrieben, sowohl in der Handhabung als auch bei der „Behaglichkeit“. Alle Befragten öffnen unter den gleichen Voraussetzungen die händisch zu bedienenden Fenster: Wenn die Luft „zu warm“, „zu sauerstoffarm“ oder „zu geruchsbelastet“ ist.

Unterschiedlich sind dann allerdings die Lüftungsgewohnheiten der einzelnen Befragten. Einige lüften nur einmal am Tag 15 Minuten (RNB), andere bis zu fünfmal à 30 Minuten (BEK), jedoch immer durch gekippte Fenster, bis auf Einzelfälle bei der SAG 08, die teilweise das Fenster weit öffnen. Eine Sturzlüftung findet nicht statt. Erwähnenswert ist auch die Aussage der Befragten, dass sie sowohl Überhitzungen im Sommer als auch Abkühlungen im Winter durch die Wahl ihrer Kleidung ausgleichen.

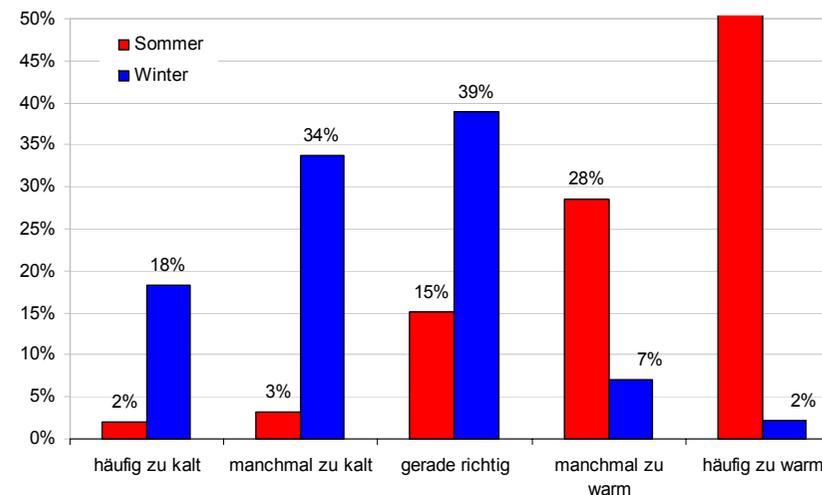


Abbildung 227 Temperaturempfinden

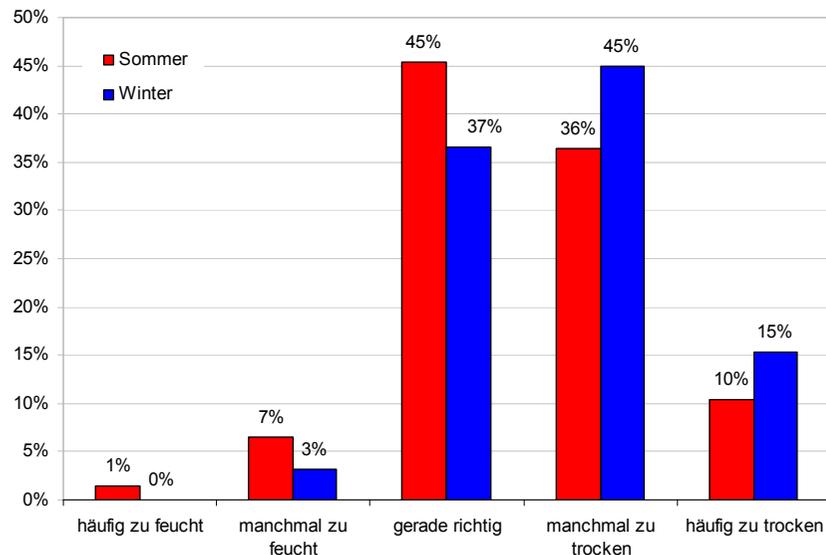


Abbildung 228 Empfundene Luftfeuchte

Mit der Tageslichtausbeute sind fast alle zufrieden. Nur im Rathaus Neubau wird sie als „ausreichend“ bezeichnet. Dies mag an dem konstruktiven Sonnenschutz durch die Balkone liegen. Das Kunstlicht wird von den Befragten sowohl als „sehr gut“ als auch als „befriedigend“ bezeichnet, die Handhabung desselben als „gut“. Die Flurbeleuchtung wird von allen als „befriedigend behaglich“ befunden, die Aussagen über die Handhabung variieren - während sie bei der BBG und beim RNB als „gut“ empfunden wird, ist man bei der Sparkasse unzufrieden und beurteilt sie mit „schlecht“ bis „sehr schlecht“. Die Sanitärbereiche sind für die meisten „befriedigend“. In der BBG wird die Behaglichkeit als „schlecht“ bewertet. Ein Grund wird jedoch nicht angegeben. Die Handhabung der Beleuchtung schwankt zwischen „gut“ und „befriedigend“. Auch die Atmosphäre der Treppenhäuser wird von den meisten als unbehaglich empfunden.

Dies kann an den kaum bis gar nicht vorhandenen Fensterflächen liegen. Auch die Handhabung der Treppenhäuserbeleuchtung wird in den meisten Fällen bemängelt, besonders bei der Sparkasse in Goslar, bei dessen Entwurf durch Friedrich Wilhelm Kraemer die Treppe ein wesentliches gestalterisches Element war. Die Attraktivität im Inneren des Gebäudes ist für die Befragten größtenteils nur „befriedigend“.

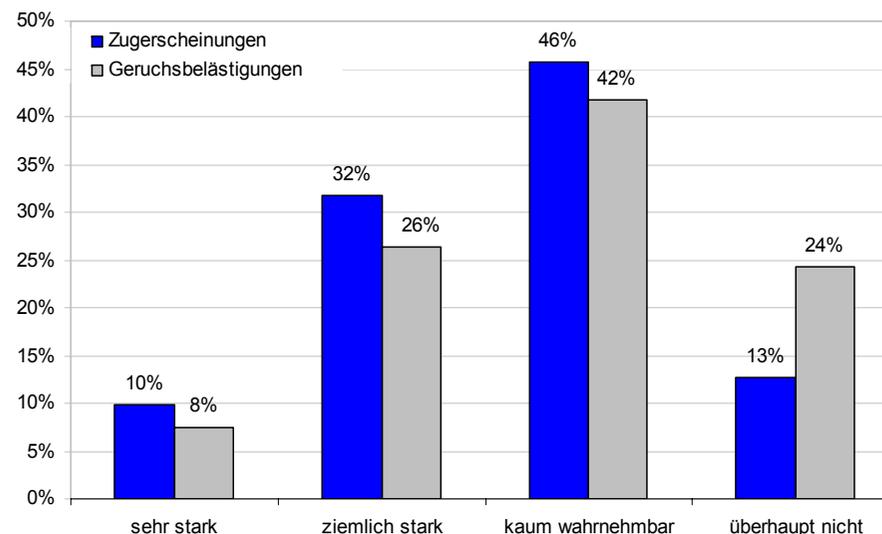


Abbildung 229 Behaglichkeit

## Teil C - Beschattungseinrichtung

Bei Fragen nach dem Sonnenschutz stellt sich heraus, dass drei von vier Gebäuden über einen innenliegenden Blendenschutz verfügen. Nur die Büros im Rathaus-Neubau und die Schering AG 08 und 09 besitzen (SAG teilweise) einen außenliegenden Sonnenschutz. Alle Blend- und Sonnenschutzvorrichtungen müssen händisch bedient werden. Die Befragten geben ausnahmslos an, dass die Schutzvorrichtungen bei Blendung und Überhitzung heruntergefahren werden. Beim BEK muss das Kunstlicht eingeschaltet werden, wenn der Sonnenschutz aktiv ist.

### Welche Beschattungseinrichtungen sind bei Ihnen vorhanden?

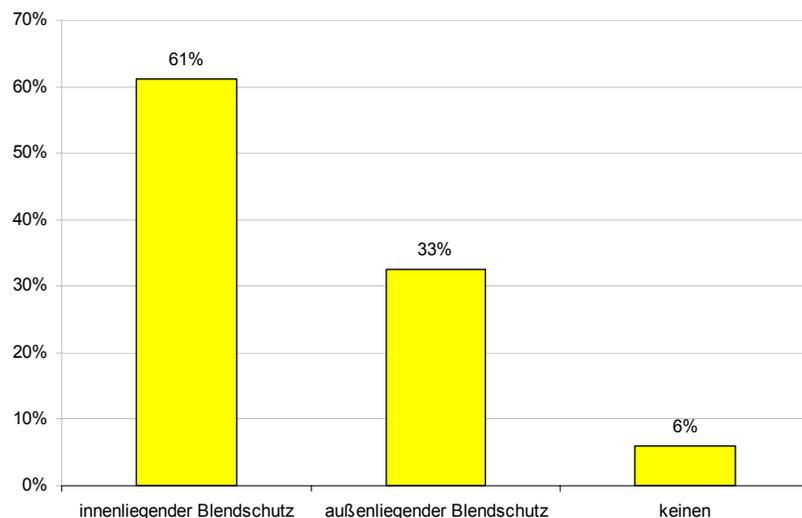


Abbildung 230 Beschattungseinrichtungen

## Teil D - Technische Ausstattung

Die Ausstattungen der Büros stimmen größtenteils überein. Sie verfügen alle über einen Monitor bzw. LCD-Bildschirm, einen Computer, einen Drucker und ein Telefon. Auffallend ist, dass nicht alle Büros über eine Schreibtischleuchte verfügen. Von allen Befragten wird angegeben, dass die Geräte während der gesamten Arbeitszeit betrieben werden, nur beim BEK versucht man die Laufzeiten auf die Büroanwesenheit zu beschränken. In der BBG und im RNB benutzen die Teilnehmer Steckdosen, die man ausschalten kann, im BEK und bei der SKG nicht. Dort werden die Geräte allerdings auch eigenhändig ausgeschaltet, so dass keines ständig oder im Standby-Modus betrieben wird. Bei der BBG und beim RNB werden trotz „roter“ Steckleisten ständig oder im Standby Geräte betrieben. Bei der Anschaffung neuer Geräte wird in fast 75% der befragten Gebäude nicht auf den Energieverbrauch geachtet.

### Spielt der Energieverbrauch bei der Anschaffung neuer technischer Geräte in Ihrem Arbeitsbereich eine Rolle?

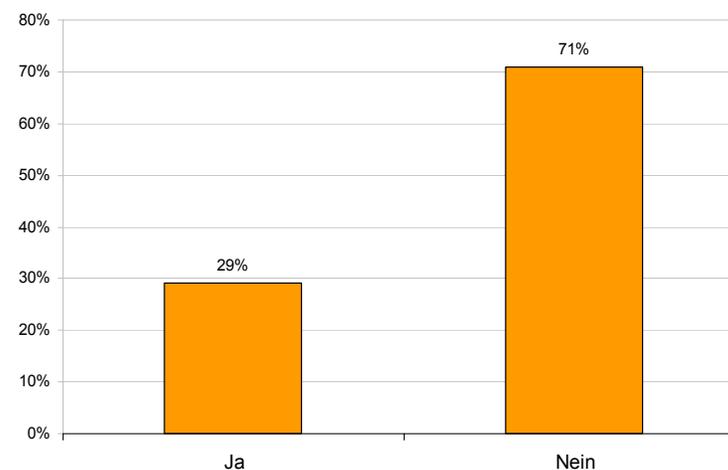


Abbildung 231 Wichtigkeit Energieverbrauch techn. Geräte

## Teil E - Einführung in die Gebäudeleittechnik

Ob die Funktion und Handhabung der Einzelraumregelung erklärt wurde, beantworten fast alle Befragten mit „Nein“. Allerdings wird auch keine Einführung gewünscht. Die Technik des Gebäudes wird von den Befragten als „gut“ bis „befriedigend“ eingestuft.

Welche Gesamtbewertung geben Sie der installierten Technik?

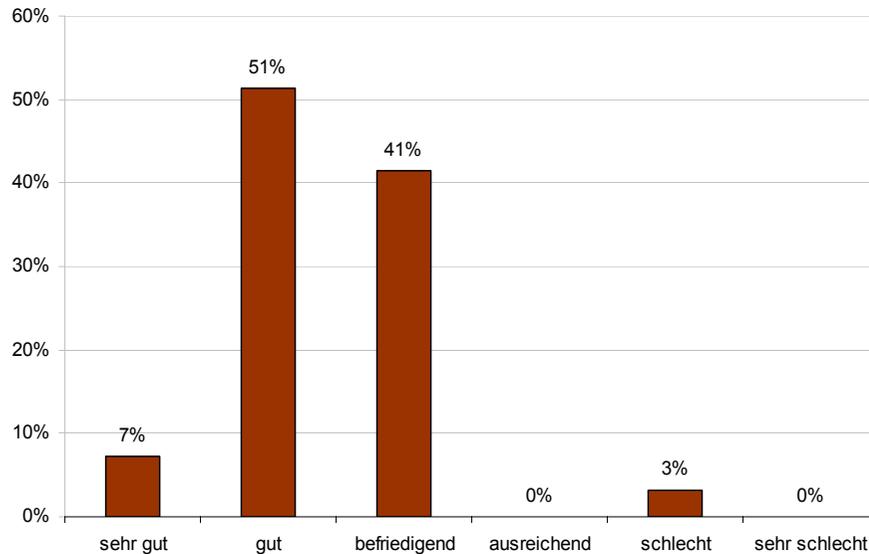


Abbildung 232 Bewertung der Technik

## Teil F - Alltag

Auffällig ist, dass trotz der aktuell niedrigen Flächeneffizienz keiner der Befragten eine Zusammenlegung in Mehrpersonbüros wünscht. Vielmehr wird eine Stärkung der Einzelbüros gefordert. Die Rückzugsmöglichkeiten werden von den Befragten als „befriedigend“ angegeben. Im RNB werden sie als „ungenügend“ eingestuft. Bei der Frage danach, ob die Aufzüge oder die Treppen genutzt werden, wird sowohl das eine als auch das andere genannt. Auffallend ist jedoch, dass die meisten der Befragten auch das zweite Obergeschoss mit dem Aufzug anfahren. Dies mag zum Teil an der Unattraktivität der Treppenhäuser liegen.

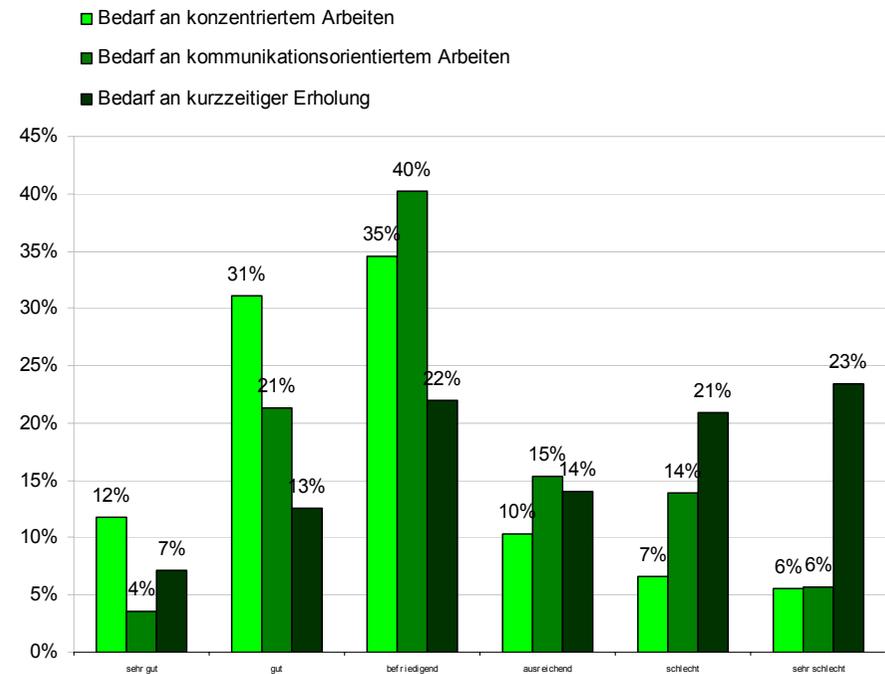


Abbildung 233 Arbeitsumfeld

### 8.3 Fazit

Bei der Auswertung der Fragebögen bezogen auf die Gebäudeanalyse fällt auf, dass es sowohl Übereinstimmungen als auch Unterschiede in Nutzerempfinden und Analyse gibt. Die Forderung nach kommunikationsorientiertem Arbeiten wurde sowohl in den Nutzerbefragungen als auch in der Analyse (zu wenig Offenheit, keine eindeutigen Kommunikationsräume usw.) deutlich. Die Befragten wünschen sich mehr Offenheit, Licht und Aufenthaltsqualität. Diese Aufenthaltsqualität soll durch die Planung neuer oder Umplanung vorhandener Teeküchen oder Pausenräume passieren. Darüber hinaus wird eine Neugestaltung der Verkehrsflächen, wie fehlende Farben, Bilder im Flur usw. gewünscht. Des Weiteren sind die meisten mit dem äußeren Erscheinungsbild nicht zufrieden und wünschen sich eine optische Aufwertung.

Es ist wichtig Wünsche, Kritiken und Empfindungen der Mitarbeiter bei einer anstehenden Sanierung mit zu berücksichtigen, da die Planung sowohl dem ganzen Gebäude, als auch der Atmosphäre in den Arbeitsräumen gerecht werden soll. Hier sind es letztendlich die Mitarbeiter, die täglich in dem Gebäude arbeiten. Ein gutes Arbeitsklima bzw. eine gute räumliche Atmosphäre fördern gleichzeitig die Produktivität der Mitarbeiter.

### Welchen Eindruck vermittelt Ihr Bürogebäude von Außen betrachtet?

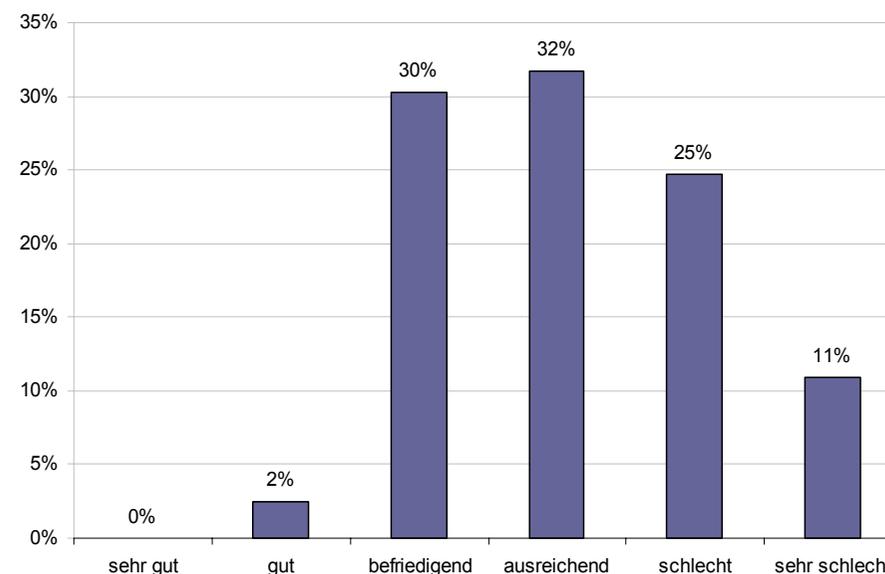


Abbildung 234 Zufriedenheit des äußeren Erscheinungsbildes

## 9 Fallbeispiele

In Kapitel 6 wurden bereits alle 13 untersuchten PROsab-Gebäude und ihre Bestandswerte steckbriefartig vorgestellt.

Im Kapitel Fallbeispiele werden nun folgende PROsab-Gebäude näher analysiert und Sanierungsvorschläge in Form von Einzellösungen dargestellt:

08 - Schering AG (Gebäude 085), Berlin (1958)

10 - Rathaus Neubau, Braunschweig (1971)

01 - BBG - Braunschweiger Baugenossenschaft (1968)

04 - AVG - Aschaffenburgischer Versorgungs GmbH (1972)

Bei den Gebäuden BBG (Braunschweiger Baugenossenschaft) und AVG (Aschaffenburgischer Versorgungs GmbH) sind zusätzlich Ermittlungen der Investitions- und Betriebskosten der Sanierungskonzepte sowie Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt worden.

Die Fallbeispiele und die Steckbriefe sanierter Gebäude aus Kapitel 10 beziehen sich in ihrer Darstellung und Erläuterung auf die in Kapitel 7 behandelten Gebäudeaspekte und zeigen darüber hinaus verallgemeinerbare Möglichkeiten für Sanierungsfälle auf.

### 9.1 Fallbeispiel 01

Das **Verwaltungsgebäude M 085** gehört zum Gebäudekomplex des Pharmakonzerns Schering AG in der Fennstraße, Berlin-Wedding. Die südlich des Gebäudes liegende Fennstraße ist eine vierspurige Straße mit hohem Verkehrsaufkommen. Im Norden orientiert sich das Gebäude zu einem Innenhof. Der Innenhof wird als Zugang und Andienung mehrerer zur Schering AG gehöriger Labor-, Bürogebäude sowie Werkstätten genutzt. An den Stirnseiten ist das Gebäude zwischen unmittelbar angrenzenden Gebäuden eingespannt und ist somit in eine geschlossene Randbebauung eingebunden.

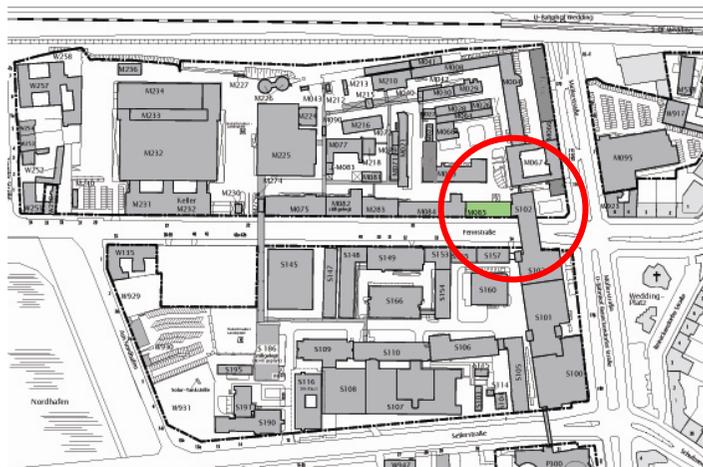


Abbildung 235 Lage des Gebäudes - Stadtplan



Abbildung 236 Ansicht Nord



Abbildung 237 Ansicht Süd

Das Gebäude wurde im Jahr 1958 als Skelettbau mit sichtbaren Fassadenstützen und verputzter Ausfachung gebaut. Der Büro- und Verwaltungsbau ist voll unterkellert, besitzt 6 Geschosse und verfügt über ein notwendiges Fluchttreppenhaus und einen Mittelflur mit Verbindungen zu den angrenzenden Gebäuden im 1.OG, 2.OG und 4.OG. Es hat eine Gesamtlänge von 45,22 m und eine Gebäudetiefe von 14,80 m. Eigentümer und Nutzer des Gebäudes ist die Schering AG in Berlin.

## 1 Sanierungsziele

Wie beim Objekt der BBG wurden bei der Grobanalyse des Scheringgebäudes Lösungen für optimale Raumstrukturen unter Berücksichtigung des Brandschutzes und Fassadenkonzepte erarbeitet. Genaue Sanierungsziele:

- Verbesserung der Gebäudehülle in schall- und wärmetechnischer Hinsicht
- Aufwertung des architektonischen Erscheinungsbildes
- Steigerung des Raumkomforts
- Flächeneffizienz
- Senkung der Energiekosten
- Verbesserung des vorbeugenden Brandschutzes

## 2 Nutzung

Das Gebäude wird im Wesentlichen für die Finanzbuchhaltung, das Rechnungswesen, Produktionsmanagement und Unternehmenscontrolling genutzt.

## 2.1 Flächenoptimierung

Durch Verzicht auf Fluranordnung verringert sich die Büroraumtiefe von 5,93m auf 4,43m. Die neue offene Mittelzone von 5,24m ermöglicht eine flexible Nutzung mit Arbeitsplätzen, Gemeinschafts- und zentralen Medienbereichen.

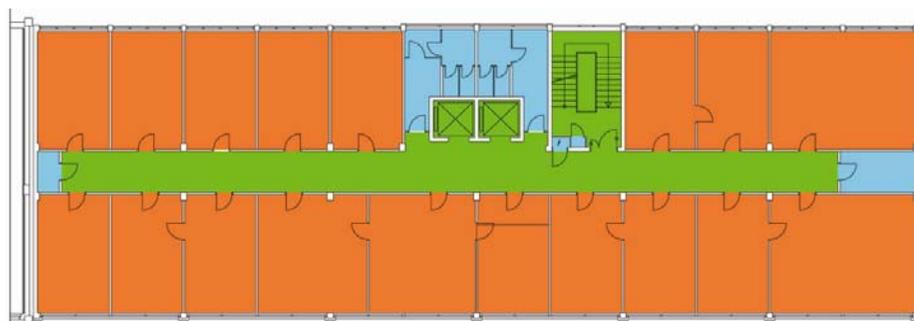


Abbildung 238 Bestand - Flächenoptimierung

NGF	609 m <sup>2</sup>
HNF	456 m <sup>2</sup>
NNF	39 m <sup>2</sup>
VF	114 m <sup>2</sup>

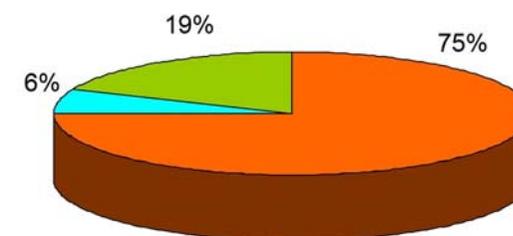


Abbildung 240 Bestand - Flächendiagramm

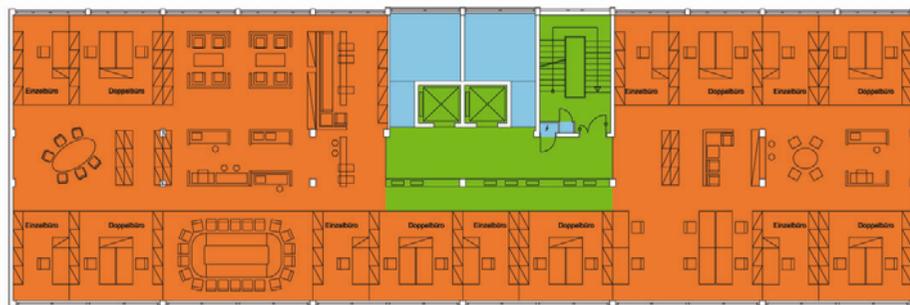


Abbildung 239 Variante - Flächenoptimierung

NGF	609 m <sup>2</sup>
HNF	507 m <sup>2</sup>
NNF	30 m <sup>2</sup>
VF	72 m <sup>2</sup>

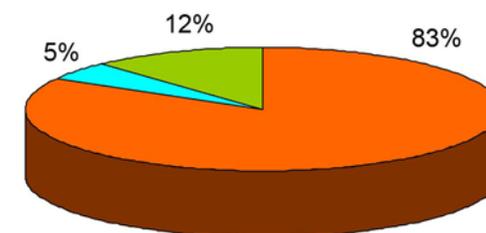


Abbildung 241 Variante - Flächendiagramm

- Hauptnutzfläche (HNF)
- Nebennutzfläche (NNF)
- Verkehrsfläche (VF)

## 2.2 Büroorganisation

### Regelgeschoss Variante 01a und 01b

Mischbüroform

Es entsteht eine reversible Büroform. Die Belegung der Bürofläche durch unterschiedliche Büroorganisationsformen (Zellen-, Kombi-, Gruppenbüro und Business-Club) ist aufgrund einer vorhandenen Gebäudetiefe von 14,40 m möglich. Neben Doppelbüros werden auch Einzelbüros angeboten.

### Vorteile

- sehr hohe Flexibilität und
- Nachhaltige Bürostruktur
- Flächeneffizienz
- Erhöhung der Hauptnutzfläche / AP
- flexible Nutzung der Mittelzone
- transparente Trennwände: Energieeinsparung, Tageslicht

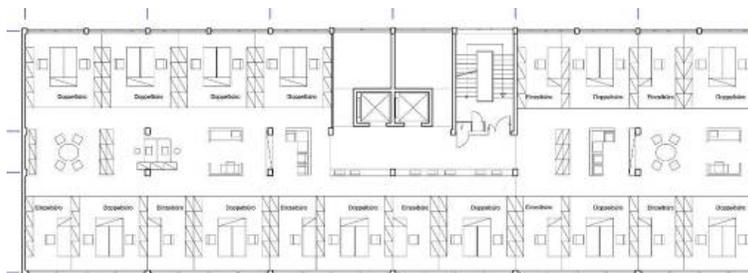


Abbildung 242 Variante 01b, ca. 27 feste AP und ca.3 flexible AP

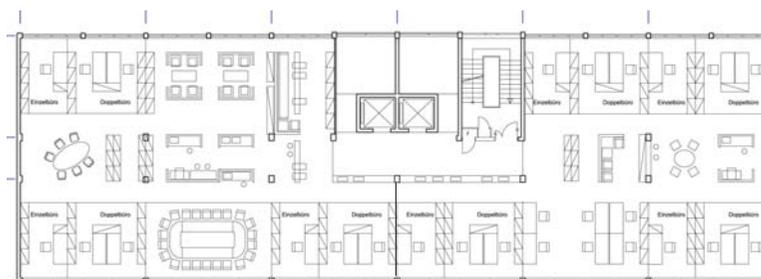


Abbildung 243 Variante 01a, ca. 25 feste AP und ca.3 flexible AP



Abbildung 244 Beispiel Kommunikationsbereich



Abbildung 245 Beispiel Nutzung Mittelzone



Abbildung 246 Beispiel Transparenz

## Regelgeschoss - Planung - Variante 02

Das Hauptachsmaß der Fassade von 3.72m (bzw. 7,44m) wird in drei (bzw. sechs) statt wie im Bestand in vier (bzw. acht) Elemente a 1,24m untergliedert. Dadurch ergeben sich angemessene Raumbreiten für Doppelbüros. (Abbildung 247)

Besprechungsbereiche mit transparenten Trennwänden werden in der Mittelzone angeordnet. Die unmittelbar an die Erschließungszone angrenzenden Bereiche sind räumlich offen gestaltet.

### Vorteile

- sehr hohe Flexibilität und
- Nachhaltige Bürostruktur
- Flächeneffizienz
- Erhöhung der Hauptnutzfläche / AP
- flexible Nutzung der Mittelzone
- transparente Trennwände: Energieeinsparung, Tageslicht
- Nutzungsstruktur mit Doppelbüros
- abgetrennte Besprechungsbereiche

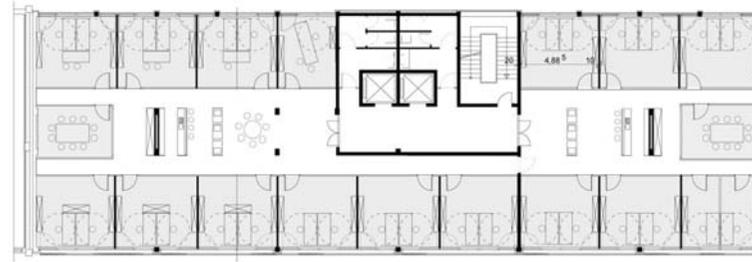


Abbildung 247 Variante 02, ca. 28 feste AP



Abbildung 248 Beispiel Nutzung Mittelzone

## 2.3 Vergleich der Grundrissvarianten

In der nachfolgenden Tabelle wird der Bestand mit den unterschiedlichen Einzelösungen der Grundrissvarianten verglichen wobei die wichtigsten Kenndaten gegenübergestellt werden.

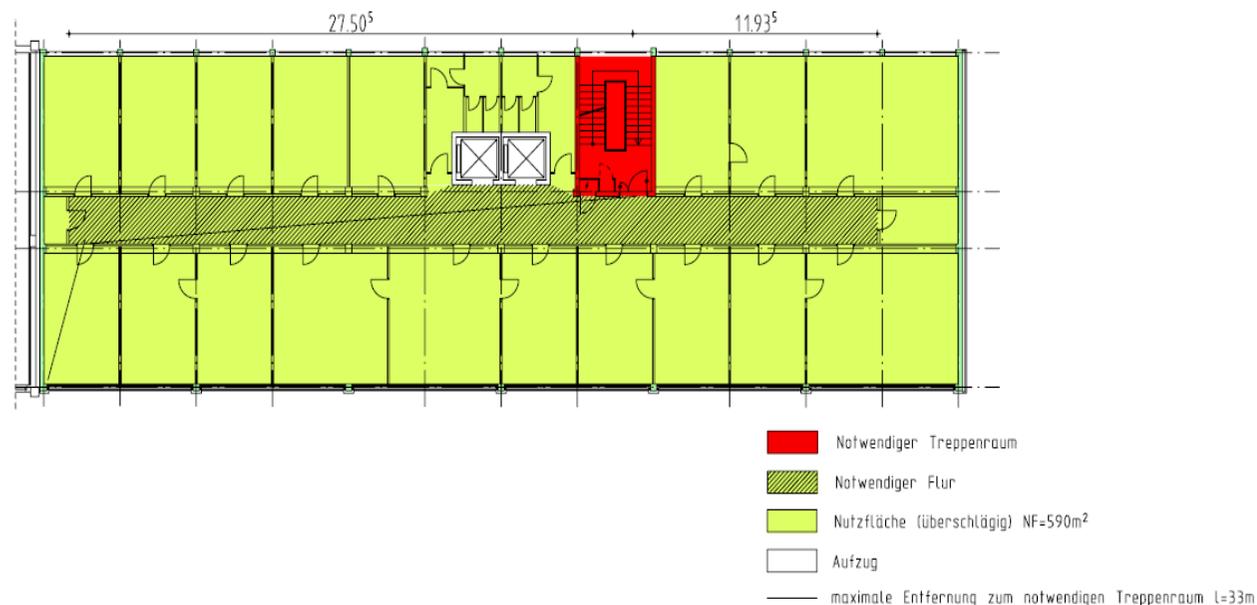
<b>Kenndaten - Regelgeschoss</b>	<b>Bestand</b>	<b>Variante 01a/b</b>	<b>Variante 02</b>
Anzahl Arbeitsplätze / Geschoss	23	25-30	28
Einzel AP-Bedarf / MA	28,87 m <sup>2</sup>	24,5 m <sup>2</sup>	24 m <sup>2</sup>
Bruttogrundfläche [BGF]	664 m <sup>2</sup>	664 m <sup>2</sup>	664 m <sup>2</sup>
Hauptnutzfläche [HNF]	456 m <sup>2</sup>	507 m <sup>2</sup>	497 m <sup>2</sup>
Verkehrsfläche [VF]	114 m <sup>2</sup>	72 m <sup>2</sup>	82 m <sup>2</sup>
HNF / BGF	68,6%	76%	74,8%
Anteil VF / NF	18,7%	12%	13%

Tabelle 38 Übersicht der Kenndaten - Bestand und Grundrissvarianten Sanierung

### 3 Baulicher Brandschutz

Brandschutz im Bestand

- Gebäudeklasse 5
- Notwendiger Flur als Stichflur
- Fluchtweglänge <35m
- 1. Rettungsweg: Treppenraum
- 2. Rettungsweg in Geschossen verschieden: nicht vorhanden, Fenster, Angrenz. Brandabschnitt
- Zu große Rauchabschnitte
- Feuerwiderstand der Decken nicht ausreichend



Brandschutz für Variante 01a und 02

- Nutzungseinheiten <400m², Trennwand in F90
- Fluchtweglänge <35m
- 1. Rettungsweg: Treppenraum, Einbau einer Schleuse gegen Verrauchung
- 2. Rettungsweg: in Geschossen verschieden: Fenster, Angrenz. Brandabschnitt
- Rauchabschnitte nicht erforderlich
- Erhöhung Feuerwiderstand der Decken durch Abhängung

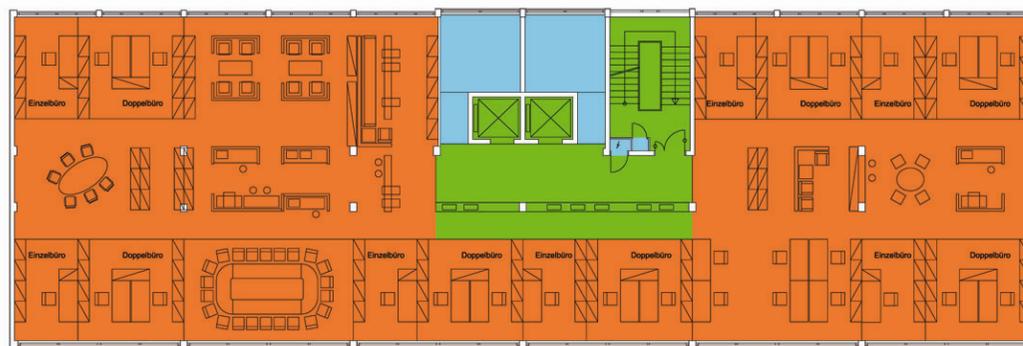


Abbildung 249 Grundrissstruktur Brandschutz für Bestand und Variante 2

## 4 Fassade

### 4.1 Bestandsfassade

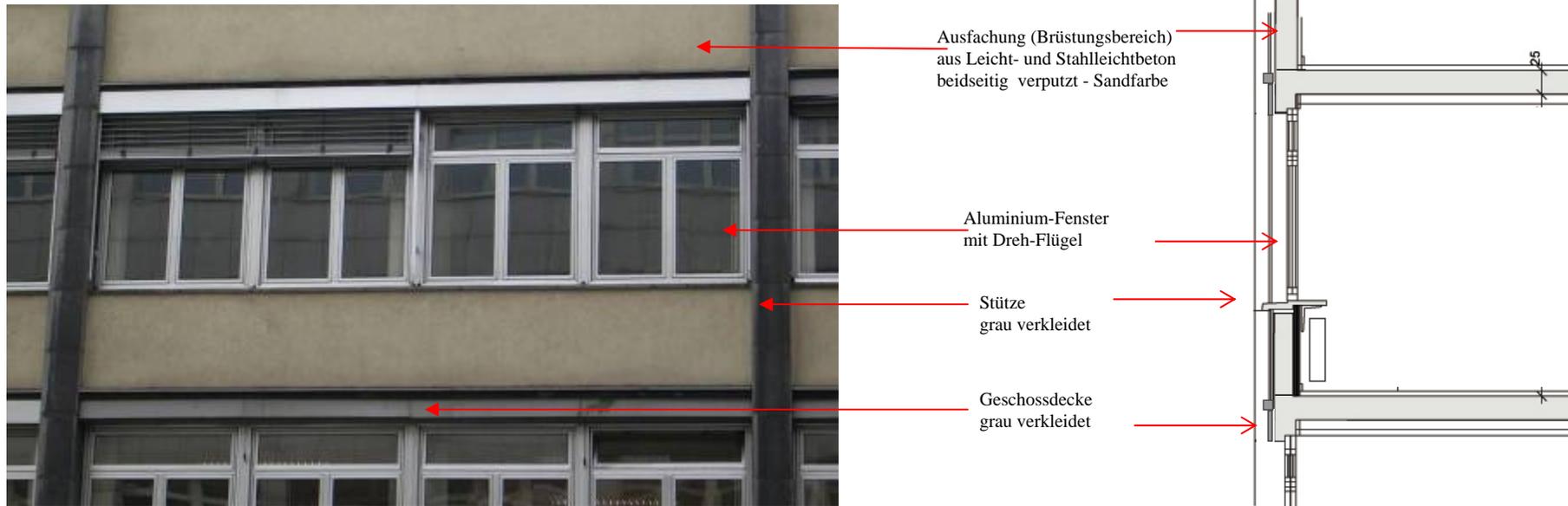


Abbildung 250 Bestandsfassade Bild /Schnitt

- Außenwand: 200mm Leichtbeton, innen und außen mit 15mm Zementmörtel verputzt ( $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Aluminium-Fenster mit Isolierverglasung, Drehflügel, Kipp-Oberlichter ( $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- innenliegender Blendschutz (vertikale Stofflamellen)
- außenliegender Sonnenschutz (horizontale Alulamellen auf der Südostseite, vereinzelt Nordwestseite)

## 4.2 Fassadenvarianten

### Variante 01

Erhalt der Bestandsfassade  
Erneuerung der Fenster  
Erhalt des Heizsystems

Wärmeschutzverglasung: Gesamtenergiedurchlassgrad  $g=60\%$   
Lichtdurchlässigkeit  $\tau=80\%$   
Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) von  $1,1\text{W/m}^2\text{K}$

### Variante 02

- Aufbringen einer Außendämmung ( $U=0,25\text{ W/m}^2\text{K}$  für Außenwand)
- neue Außenverkleidung
- Erneuerung der Fenster innen liegendem Blendschutz auf der Nordwestseite; Wärmeschutzverglasung und außen liegendem Sonnenschutz auf der Südostseite) ( $U=1,3\text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Erhalt des Heizsystems

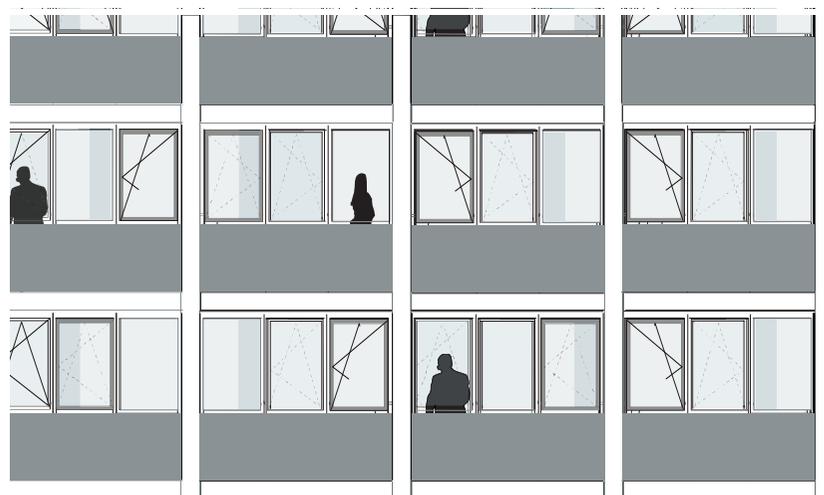


Abbildung 251 Ansicht Fassade

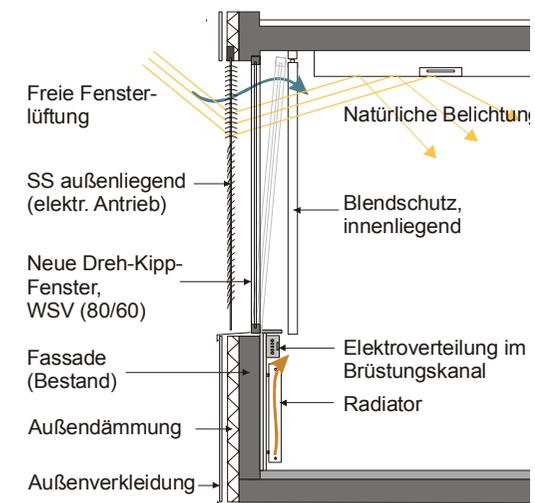


Abbildung 252 Aufbringen einer Außendämmung

## Variante 03

- Aufbringen einer Außendämmung
- neue Außenverkleidung
- Erneuerung der Fenster (Kastenfenster mit Sonnenschutz im Fensterzwischenraum auf der Südostseite; neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung und innen liegenden Blendschutz auf der Nordostseite)
- Erhalt des Heizsystems

Wie Maßnahme 2 außer:

Anwendung von Kastenfenstern bei höherem Außenlärm und besonderen Anforderungen bezüglich des Wärme- und Schallschutzes durch geringeren Raumschallpegel bei zu Lüftungszwecken geöffnetem Kippflügel, sowie durch witterungsunabhängige Nachtlüftung.

Kastenfenster mit inneren Kippflügeln für Lüftungszwecke

Öffnungselement als 2. Rettungsweg

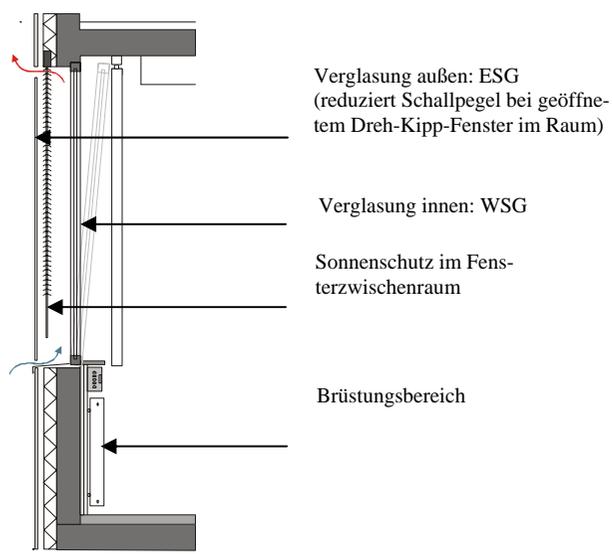


Abbildung 253 Variante Kastenfenster

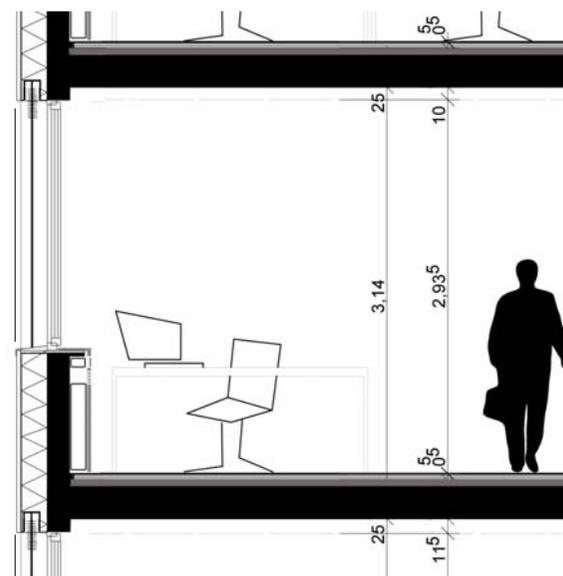


Abbildung 254 Schnitt - Kastenfenster

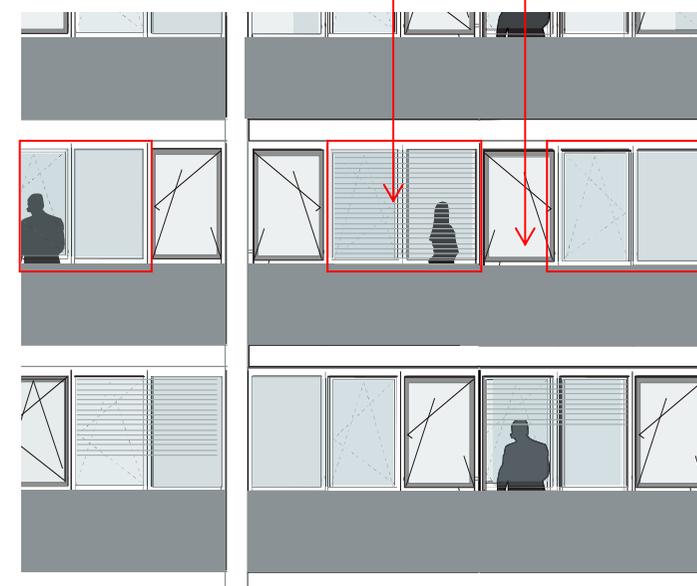


Abbildung 255 Ansicht Fassade mit Kastenfenster

## Variante 04

- Entfernung der Leichtbeton-Ausfachung
- neue Außenverkleidung ( Traggerippe)
- Anbringen von neuer raumhoher Glasausfachung
- Erneuerung des Heizsystems

An der Südostfassade, entlang der stark befahrenen Fennstrasse besteht die Fassade aus drei Ebenen:

- innen liegender Blendschutz aus manuell justierbaren, farbigen Stoffbahnen, die von einer Schiene geführt werden.
- raumhohe 3-fach-Verglasung (Wärmeschutzverglasung) mit Dreh- und Kipp-Fenstern zur Verbesserung des Schallschutzes.
- aussen liegender Sonnenschutz aus einem Runddrahtgittergewebe, das gardinenartig, durch einen Motor entlang der Fassade auf einer Schiene geführt wird.

Die Nordwestfassade besteht aus 2 Ebenen:

- innenliegender Blendschutz aus manuell justierbaren, farbigen Stoffbahnen, die von einer Schiene geführt werden.
- raumhohe 2-fach-Wärmeschutzverglasung mit Dreh- und Kipp-Fenstern

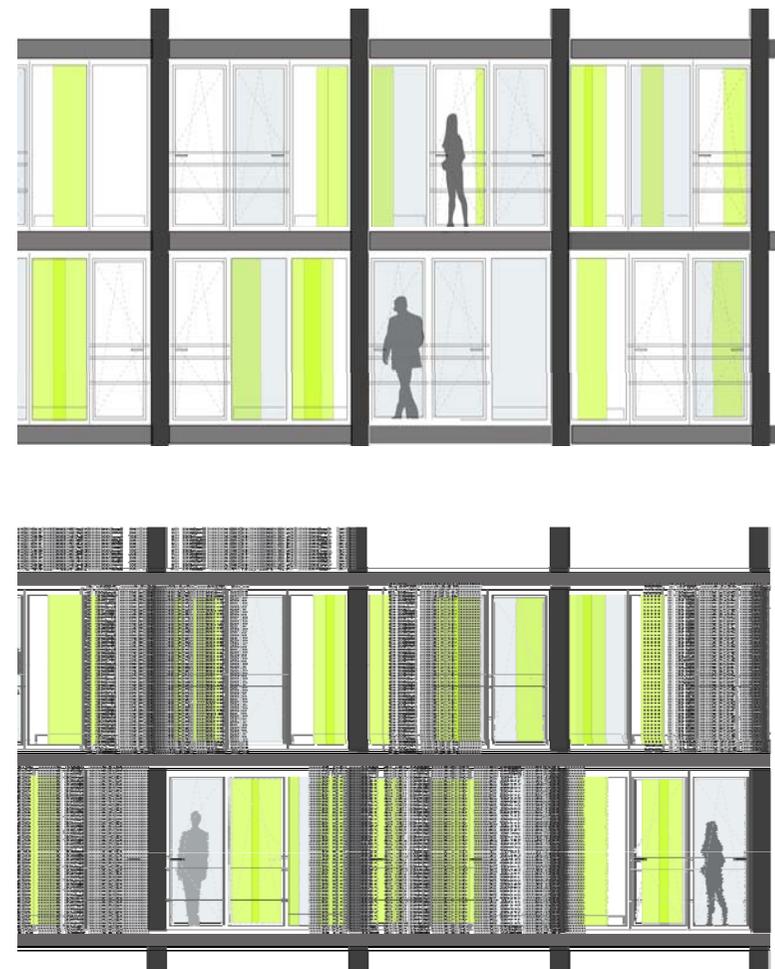


Abbildung 256 Variante Kastenfenster

**4.3 Vergleich der Fassadenvarianten**

Nr.	Variante	Vorteile	Nachteile
01	Neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung und außen liegendem Sonnenschutz auf der Südostseite und neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung und innen liegendem Blendschutz auf der Nordwestseite	gute Wärmedämmwerte; Verringerung der Überhitzungsprobleme durch außen liegenden Sonnenschutz; Einbau von Lichtlenksystemen möglich; das bestehende Heizsystem kann erhalten bleiben; die Sanierung kann mit nur geringen Eingriffen in einen genutzten Bestand erfolgen;	Investitions- und Wartungskosten hoch, Sonnenschutz witterungsabhängig;
02	Neue Gebäudehülle mit außen liegender Dämmung, sonst wie Variante 01	wie 01, jedoch sehr gute Wärmedämmwerte; verbesserter Schallschutz, Einsparung von Heizenergie, neue Fassadengestaltung	die Möglichkeit der Lastabtragung in die vorhandenen Fundamente ist zu prüfen
03	Neue Gebäudehülle mit außen liegender Dämmung, Kastenfenster auf der Südostseite und neue, wärmeschutzverglaste Fenster auf der Nordwestseite	sehr gute Wärmedämmwerte, wesentliche Verbesserung des Raumschallpegels bei zu Lüftungszwecken geöffnetem Fenster; Sonnenschutz ist witterungsgeschützt; Überhitzungsprobleme werden nachhaltig verringert; Einbau von Lichtlenksystemen möglich; das bestehende Heizsystem kann erhalten bleiben; die Sanierung kann mit nur geringen Eingriffen im Vollbetrieb erfolgen; neue Fassadengestaltung	motorische Bedienung des Sonnenschutzes; kosten- und wartungsintensiv; Fensterreinigung von außen; schwierige Positionierung des Sonnenschutzbehanges; aufwändige Variante bezüglich der Investitionskosten
04	Neue Gebäudehülle mit raumhoher Glas-Ausfachung	Aufwertung des Erscheinungsbildes und der Raumqualität	Gesamtsanierung, hohe Investitionskosten, Sonnenschutz ist nicht effektiv, bei geschlossenem Sonnenschutz reduzierte natürliche Belichtung, Heizenergie geht verloren, hoher Anteil an Überhitzungsstunden im Sommer

**Tabelle 39 Variantenvergleich der Fassadensysteme**

## 9.2 Fallbeispiel 02

### Neues Rathaus Braunschweig

Der Rathaus Neubau wurde im Jahr 1971 gebaut und bezogen. Im Erdgeschoss und 1.OG sind Einzelhandelsgeschäfte untergebracht; in den oberen Geschossen befinden sich die Räumlichkeiten der Stadt Braunschweig. Der Büro- und Verwaltungsbau ist nicht unterkellert, besitzt 11 Geschosse und ein Staffelgeschoss zwischen 1.OG und 2.OG. Das Gebäude verfügt über zwei notwendige Flucht-treppenhäuser, einen notwendigen Flur und ist als Zweispänner ausgeführt.

Es erstreckt sich über eine Gesamtlänge von 78,50 m, eine Gebäudebreite von 44,00 m und hat eine Höhe von 37,50 m.

Eigentümer und Hauptbetreiber des Gebäudes ist die Stadt Braunschweig. Der Neubau des Rathauses ist durch einen nördlichen und einen südlichen Übergang mit dem Altgebäude verbunden und wird vom Bohlweg aus erschlossen. Der Innenhof zwischen Neubau und Altgebäude ist größtenteils eingeschossig überbaut. Ein Verbindungsweg an der Westseite dient der Anlieferung des Einzelhandels.



Abbildung 257 Ansicht Nord-Westen



Abbildung 258 Ansicht Süd-Osten



Abbildung 259 Grundriss - Regelgeschoss (2.OG)

## 1 Sanierungsziel

Aufgrund der gegebenen Randbedingungen und der vorhandenen Überhitzungsproblematik werden die folgenden Sanierungsziele angestrebt:

- Maßnahmen für den baulichen Brandschutz
- Steigerung des Raumkomforts und Flächeneffizienz
- Verbesserung der Gebäudehülle
- Aufwertung des architektonischen Erscheinungsbildes

Im Folgenden werden zwei im Rahmen des Forschungsprojekts erarbeitete Sanierungsvarianten für die Verbesserung der Flächenoptimierung und Raumqualität vorgestellt. Danach erfolgt eine kurze Beleuchtung der maßgebenden Brandschutzaspekte. Abschließend wird auf vier Sanierungsvorschläge für die Fassade eingegangen.

## 2 Nutzung

### 2.1 Optimierung der Flächen und Raumqualität

#### Maßnahme

- Schränke und Ablageflächen werden parallel zu den Flurtrennwänden bzw. der Fassade angeordnet
- Türen zum Mittelflur werden transparent oder mit seitlichem Sichtfenster ausgebildet
- Büroräume werden mit Verbindungstüren ausgestattet

#### Vorteil

- Die großen Bürotiefen bis ca. 7,00 m können als Schrank- und Ablagefläche sinnvoll genutzt (s. Büroorganisation Variante 1) oder als Sonderfläche in Form eines begehbaren Balkons ausgebildet werden (s. Büroorganisation Variante 2).
- Dem Mittelflur kann mehr Tageslicht zugeführt werden und gewinnt an Raumqualität. Die Büroräume werden einsehbarer.
- Kommunikation und projektbezogene Zusammenarbeit werden gefördert.



Abbildung 260 Büroraum mit Schränken und Ablageflächen

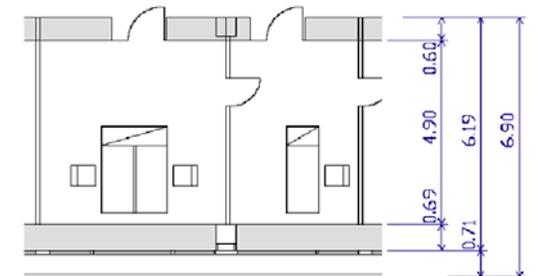


Abbildung 261 Ausschnitt Variante 1

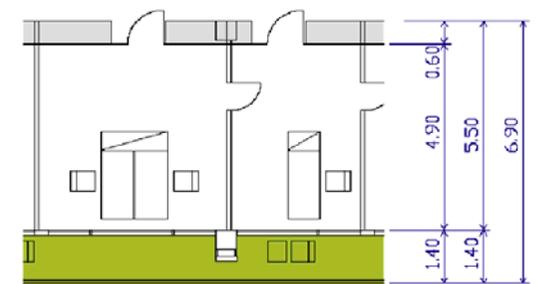


Abbildung 262 Ausschnitt Variante 2

## 2.2 Büroorganisation

### Regelgeschoss - Planung - Variante 1

#### Maßnahme

- Gefangene Räume werden aufgelöst und als Gruppenbüros ausgebildet
- Aufweitungen der Verkehrsflächen und Erzeugen von Kommunikations- und Wartezonen
- Die Verkehrsfläche wird zugunsten der Hauptnutzfläche verringert
- Es erfolgt die Ausbildung einer Brandwand (Baukörper II, Achse 7), Reduzierung der Rettungsweglänge

#### Vorteile

- Entstehung von Kommunikationszonen (Pausen- und Wartebereiche)
- Mehr Tageslicht im Mittelflur durch die transparenten Flurtrennwände. Bessere Raumqualität und Senkung des Stromverbrauchs
- Erleichterung der Orientierung
- Kommunikation und projektbezogene Zusammenarbeit werden gefördert
- Es ist eine erhöhte Sicherheit im Brandfall gegeben

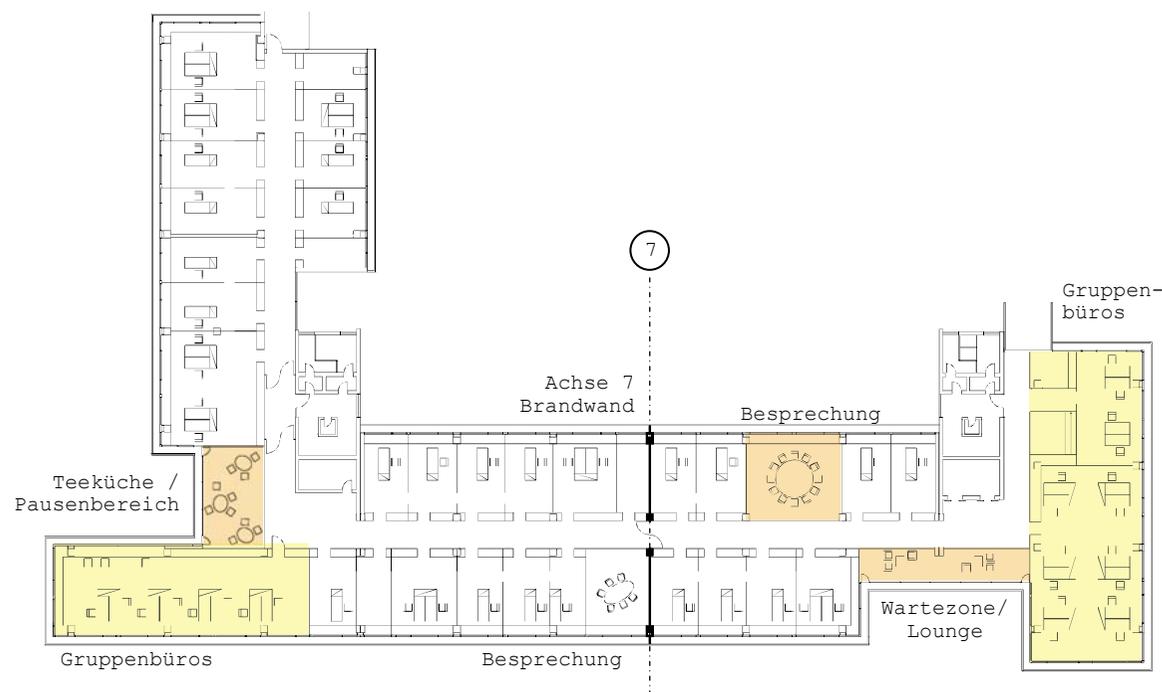


Abbildung 263 Grundriss Variante 1 mit Gruppenbüros - 61 Arbeitsplätze



Abbildung 264 Beispiele - Kommunikationszone, Gruppenbüro und Besprechungsraum  
(Quelle: werk, bauen und wohnen 11/05)

## Regelgeschoss - Planung - Variante 2

### Maßnahme

Wie Variante 1, jedoch:

- Ungenutzte Bürofläche entlang der Fassade und zwischen den Stützen wird in Form eines begehbaren Balkons als Sonderfläche umgenutzt
- An den schwer erschließbaren Enden der Baukörper II und III entstehen Kommunikationsbereiche in Form von größeren Besprechungseinheiten

### Vorteile

Wie Variante 1, jedoch:

- Es entstehen notwendige Kommunikationszonen (Pausen-, Wartebereiche) von ca. 115m<sup>2</sup>

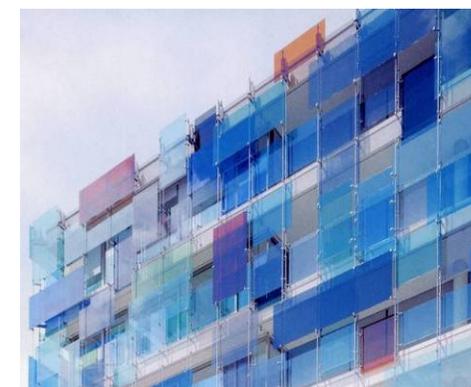
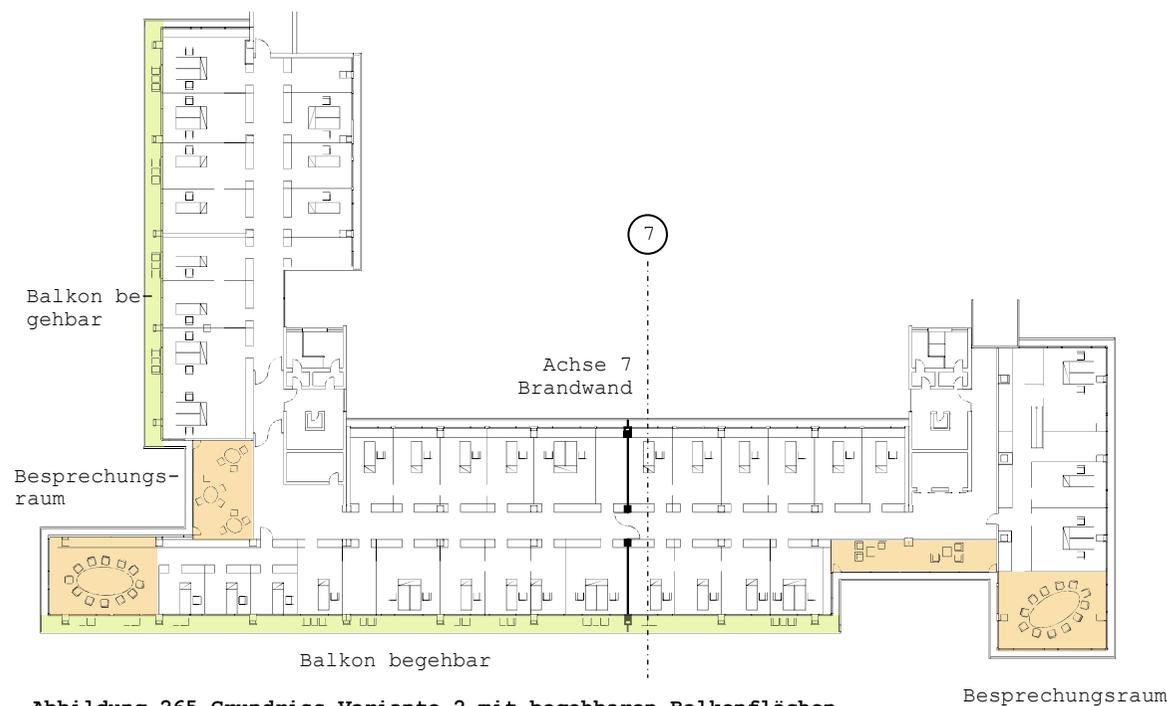


Abbildung 266 Beispiele - Nutzung Balkonbereich und Fassade  
(Quelle: werk, bauen und wohnen 11/05)

## 2.3 Vergleich der Grundrissvarianten

In der nachfolgenden Tabelle wird der Bestand mit den unterschiedlichen Einzel-lösungen der Grundrissvarianten verglichen, wobei die wichtigsten Kenndaten gegenübergestellt werden.

<b>Kenndaten - Regelgeschoss</b>	<b>Bestand</b>	<b>Variante 1</b>	<b>Variante 2</b>
Anzahl Arbeitsplätze / Geschoss	50	61	61
Ø Einzel AP-Bedarf / MA	30,4 m <sup>2</sup>	24,9 m <sup>2</sup>	24,9 m <sup>2</sup>
Bruttogrundfläche [BGF]	1.521 m <sup>2</sup>	1.521 m <sup>2</sup>	1.640 m <sup>2</sup>
Hauptnutzfläche [HNF]	911,35 m <sup>2</sup>	926 m <sup>2</sup>	848 m <sup>2</sup>
Verkehrsfläche [VF]	390,13 m <sup>2</sup>	301 m <sup>2</sup>	309 m <sup>2</sup>
HNF / BGF	60 %	61 %	52 %
Anteil VF / NF	39% (hoch)	28% (normal)	27% (normal)

Tabelle 40 Kenndaten - Bestand und Grundrissvarianten

## 3 Brandschutz

### 3.1 Defizite im Bestand

Das 1971 bezogene Rathaus wird nach Niedersächsischer Bauordnung NBauO § 2, Absatz 3 als Hochhaus eingestuft. Das ganze Gebäude mit seiner Länge von 78,50 m besitzt keine Brandwände. Die zulässige Länge eines Brandabschnitts von 40 m wird damit erheblich überschritten.

Des Weiteren überschreitet die Länge der notwendigen Flure zwischen den beiden Treppenträumen mit  $l = 71,65$  m den zulässigen Wert von 40 m.

Die Stichflure des Rathauses haben Längen von bis zu  $l = 23,50$  m. Stichflure sind allerdings nur in Verbindung mit einem Sicherheitstreppenraum zulässig. Die Unterteilung der Flure in Rauchabschnitte haben eine Länge von  $l = 35,00$  m, zulässig ist jedoch eine Länge von max. 20 m (Hochhaus).

Die maximale Entfernung von der Bürotür zum Treppenraum (bei einer zweiten vorhandenen Fluchtrichtung) soll 20 m nicht überschreiten, hier sind es maximal  $l = 34,30$  m.

### Defizite baulicher Brandschutz

*Brandabschnittslänge*

*Länge der notwendigen Flure*

*Stichflure*

*Rauchabschnittslänge*

*Fluchtswegslänge*

### 3.2 Sanierungsmaßnahme Ausbildung Brandabschnitte

Die wichtigste bauliche Maßnahme ist die Ausbildung einer Brandwand inklusive einer selbstschließenden T-90 Tür, die das Gebäude in zwei Brandabschnitte unterteilt. Als Anpassungsmaßnahme würde sich damit der Rettungsweg für viele Büros erheblich reduzieren und die Länge der Brandabschnitte auf die zulässigen 40 m sinken. Außerdem kann dadurch die Brandausbreitung eingeschränkt werden. In allen Geschossen gilt es den Flur zu ertüchtigen. Die Rauchdichtigkeit muss geprüft und gegebenenfalls nachgebessert werden. In Bereichen von verlegten Kabeln ist die Abschottung zu gewährleisten. Alle Brandlasten müssen aus den Fluren entfernt werden. Die Einführung von Rauchabschnitten ist zu empfehlen.

#### Sanierungsmaßnahmen 1. Rettungsweg

Der Baukörper 1 von der Achse E bis zur Achse K wird über einen Stichflur mit einer Länge von 23,5 m erschlossen. Die maximale Rettungsweglänge wird nicht überschritten. Da ein Stichflur nur in Verbindung mit einem Sicherheitstreppenraum gestattet ist, sollte der Bereich als Großraumbüro mit einer Grundfläche von weniger als 400 m<sup>2</sup> ausgebildet werden. Dadurch werden keine Anforderungen an Flure gestellt, wie z.B. feuerhemmende Ausführung der Wände, Stichflurlänge oder die Einführung von Rauchabschnitten. Der Zugang zum Treppenraum erfolgt dann über eine Schleuse, die das Verrauchen des Treppenraumes verhindern soll. Die anderen Gebäudeteile funktionieren über den vorhandenen Flur gut, wenn die beschriebene Brandwand ausgebildet wird.

- Notwendiger Treppenraum (NTR)
- Notwendiger Flur
- Nutzfläche
- Aufzug
- Fläche für Großraumbüro
- Brandwand mit T90-Tür Achse 7
- max. Entfernung zum NTR:
  - $l_1 = 32,0m$
  - $l_2 = 26,7m$
  - $l_3 = 26,6m$

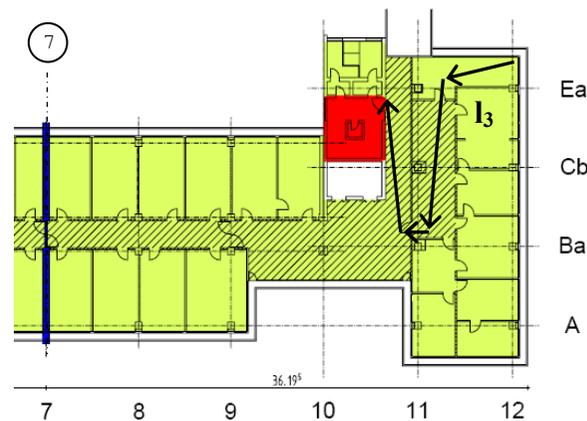
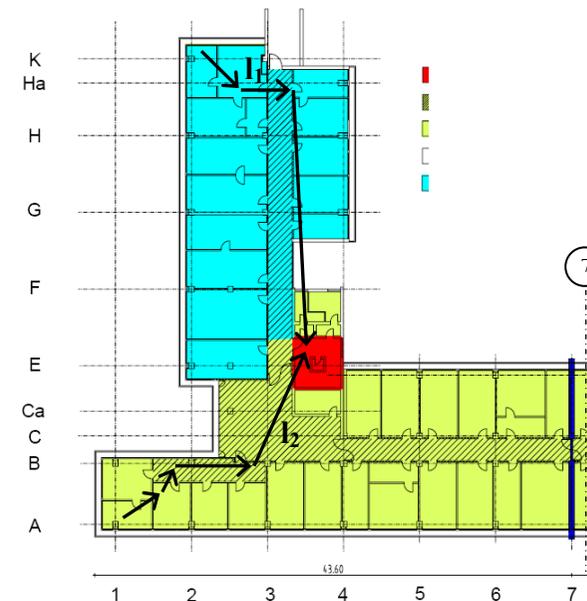


Abbildung 267 Baulicher Brandschutz Regelgeschoss

## 4 Fassade

### 4.1 Bestandsfassade

Das Erscheinungsbild wird durch die Kragplatte aus Stahlbeton mit dekorativen Elementen bestimmt (Brüstungselemente). Da es aus sicherheitstechnischen Gründen nicht möglich ist, die Brüstungselemente sowie die Fassade von außen zu reinigen, wirkt sie verschmutzt und trist. Bei der Sanierung sollten Materialien und Farben eingesetzt werden, die das Gebäude attraktiver und angemessener erscheinen lassen.

#### Merkmale:

- Zurückgesetzte Fassadenelemente bestehend aus einer Holzkonstruktion mit äußerer Edelstahlverblendung und opaken Brüstungspaneelen
- Drehfenster, Kippoberlichter sowie feststehende Elemente mit Isolierverglasung (Raster  $a = 1,07 \text{ m}$ ,  $c = 53 \text{ cm}$ )
- Außenliegender, schienengeführter Sonnenschutz (Horizontallamellen)
- Individueller, innenliegender Blendschutz
- Kragplatte aus Stahlbeton (betretbare Balkone)
- Dekoratives Brüstungselement

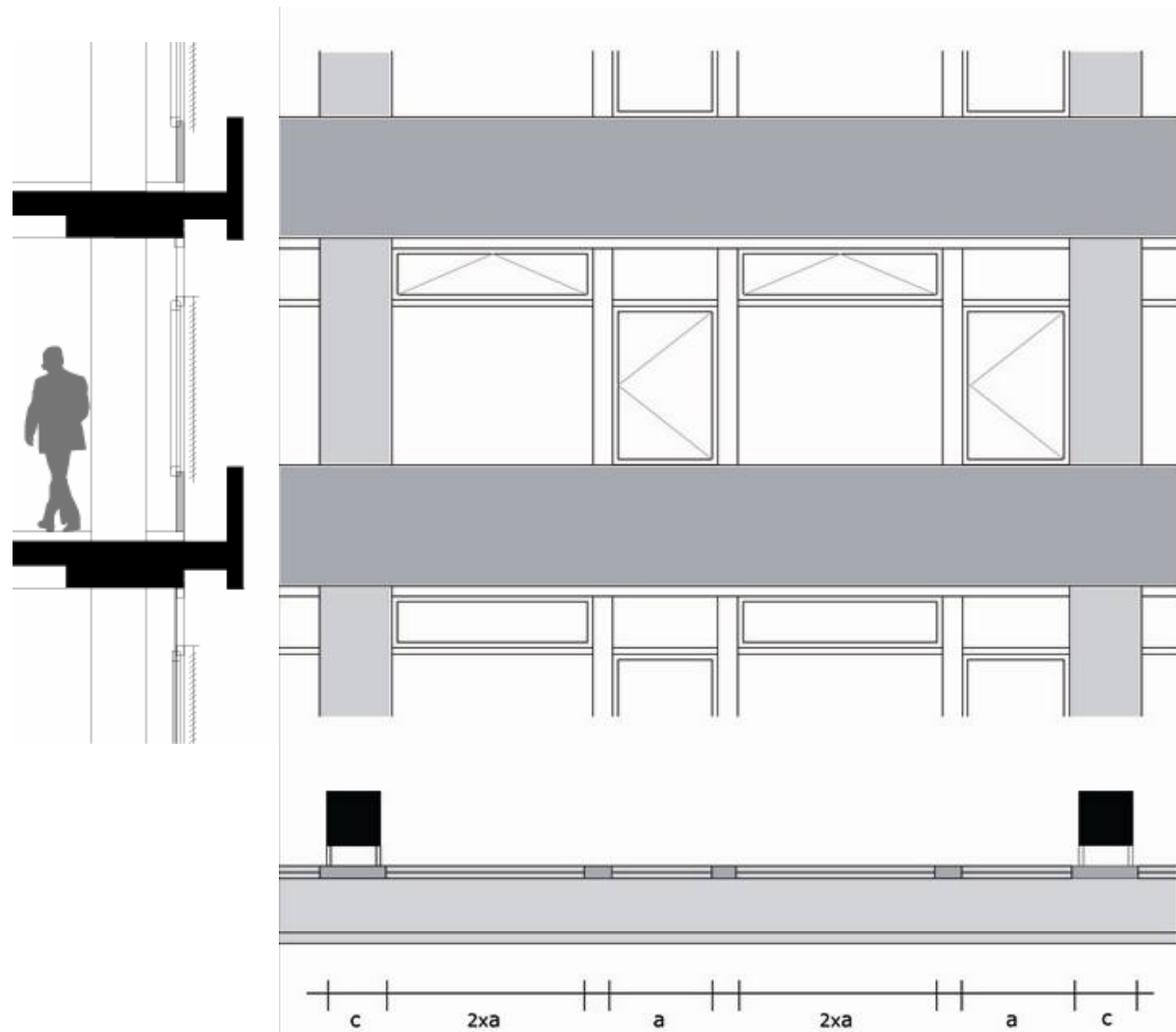


Abbildung 268 Bestandsfassade Schnitte / Ansicht

## Fassade - Variante 1

### Maßnahme

- Entfernen der bestehenden Brüstung und Erneuerung durch neue Brüstungspaneele
- Erneuerung der Fensterelemente in der Brüstungsebene, Ausbildung als Drehkipf-Fenster
- Erneuerung des Sonnenschutzes (innenliegend)
- Erneuerung des Heizsystems

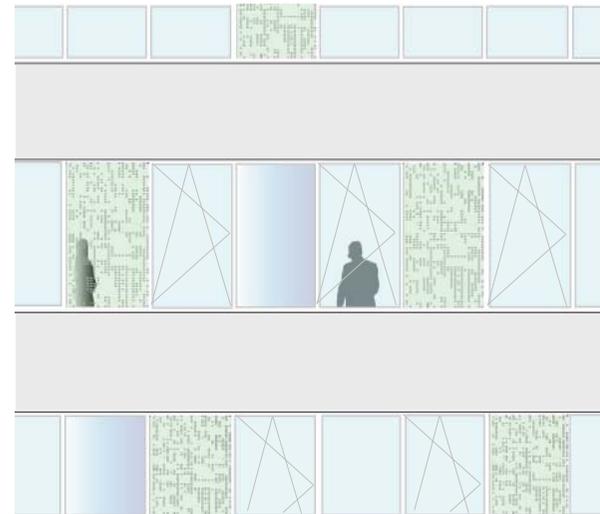


Abbildung 269 Variante 1 Schnitt / Ansicht Fassade

## Fassade - Variante 2

### Maßnahme

- Entfernen der bestehenden Brüstung und Erneuerung durch neue Brüstungspaneele
- Erneuerung der Fensterelemente in der Brüstungsebene, Ausbildung als Kastenfenster
- Erneuerung des Sonnenschutzes (im Fensterzwischenraum)
- Einbau eines Brüstungslüftungsgeräts für Zu- und Abluft
- Einbau eines neuen Heizsystems

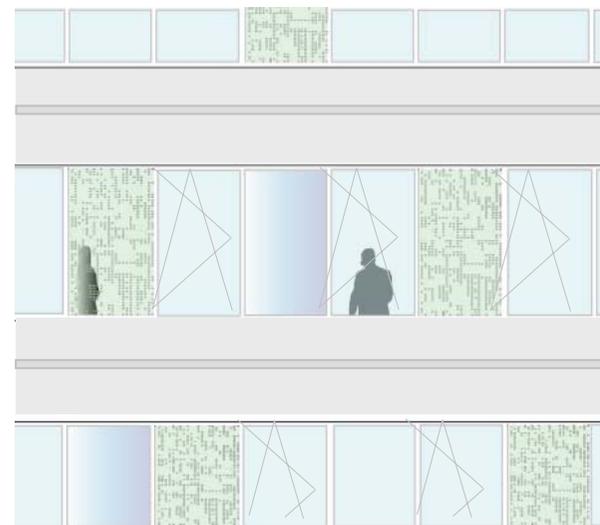


Abbildung 270 Variante 2 Schnitt / Ansicht Fassade

## Fassade - Variante 3

### Maßnahme

- Schaffung einer begehbaren Balkonfläche im Brüstungsbereich
- Neue raumhohe, öffenbare Fenster-elemente im Büroraum
- Raumhohe zweigeteilte Verglasung zur Straßenseite mit innenliegendem Sonnenschutz
- Erneuerung des Heizsystems

Die Fensterelemente werden um ca. 85 cm nach innen versetzt. Zusammen mit der ungenutzten Balkonfläche entsteht eine neue Sonderfläche von 1,40m Tiefe.

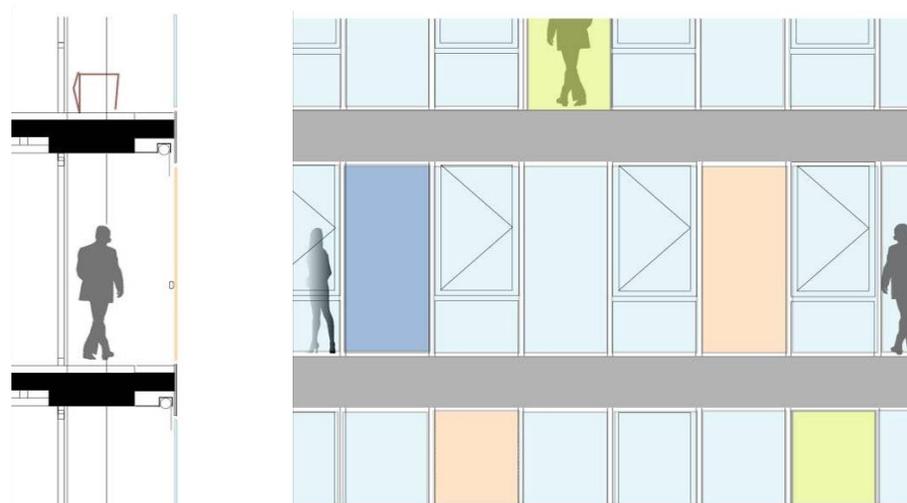


Abbildung 271 Variante 3 Schnitt / Ansicht mit begehbaren Balkonflächen

## Fassade - Variante 4

### Maßnahme

- Neue Fassaden-/Fenster-elemente.
- Erneuerung des außenliegenden, schienengeführten Sonnenschutzes (Horizontallamellen)
- Entfernung des Wartungsbalkons (Kragplatte und Brüstungs-Element)
- Erhalt des Heizsystems

Bessere Tageslichtversorgung als bei Variante 3 und damit Einsparung von Strom für Kunstlicht

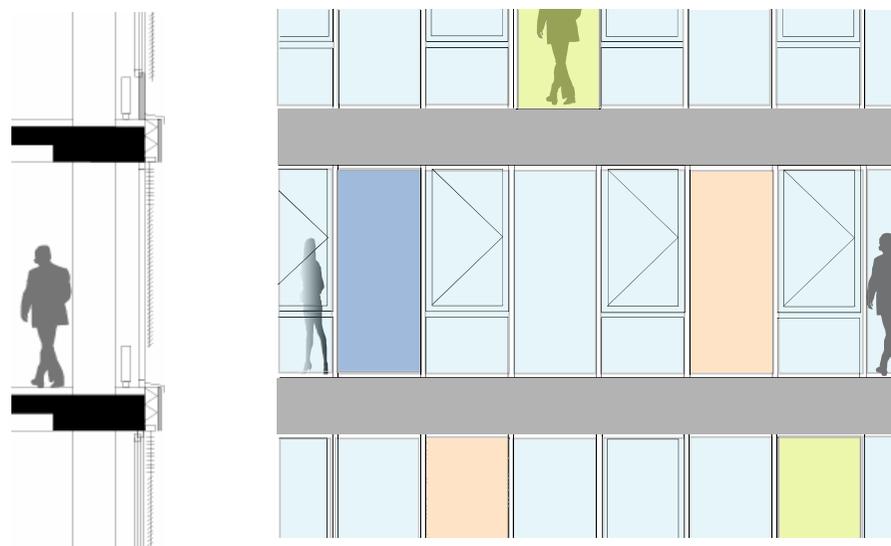


Abbildung 272 Variante 4 Schnitt / Ansicht Fassade



Abbildung 273 Fassade Rathaus Neubau - Bestand



Abbildung 274 Fassade Rathaus Neubau - Variante 3

**4.2 Vergleich der Fassadenvarianten**

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten. Allen Varianten ist gemein, dass sie eine natürliche Belichtung und Belüftung sowie eine variable Nutzung der Nutzflächen ermöglichen.

Nr.	Variante	Vorteile	Nachteile
1	neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung und innenliegendem Sonnenschutz  Erneuerung des Brüstungsbereichs, Dämmung außenliegend	gute Wärmedämmwerte; deutliche Verringerung der Überhitzungsprobleme durch neue Verglasung; Einbau von Lichtlenksystemen möglich (motorisch), Erhalt des Heizsystems Flächeneffizienz, Tageslichtversorgung der Büros	optischer Fassadeneingriff, Einbau neuer Heizkörper
2	Kastenfenster mit Sonnenschutz im Fensterzwischenraum, dezentrale Lüftungsgeräte und neue statische Heizflächen	wesentliche Verbesserung des Raumschallpegels bei gleichzeitigem Lüften; keine Überhitzungsprobleme; witterungsgeschützte Nachtlüftung möglich, hoher individueller Nutzungskomfort, Tageslichtversorgung der Büros	motorische Bedienung des Sonnenschutzes; kosten- und wartungsintensiver; Fensterreinigung von außen; optischer Fassadeneingriff,
3	neue raumhohe, Öffensbare Fensterelemente, Sonnenschutz im Brüstungsbereich, begehbare Balkonfläche im Brüstungsbereich  Dämmung außenliegend	sehr gute Wärmedämmwerte; wesentliche Verbesserung des Bauschalldämm-Maßes; Sonnenschutz ist witterungsgeschützt; Überhitzungsprobleme werden nachhaltig verringert; Einbau von Lichtlenksystemen möglich; neue Fassadengestaltung	Fensterreinigung von außen; aufwändigste Variante bezüglich der Investitionskosten, Erneuerung des Heizsystems, sehr schlechte Tageslichtversorgung der Büros, Verringerung der Raumtiefe
4	neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung und außenliegendem Sonnenschutz, Entfernung des Wartungsbalkons,  Dämmung außenliegend	gute Wärmedämmwerte; deutliche Verringerung der Überhitzungsprobleme durch neue Verglasung; Einbau von Lichtlenksystemen möglich (motorisch), Erhalt des Heizsystems, Tageslichtversorgung der Büros	motorische Bedienung des Sonnenschutzes; kosten- und wartungsintensiver, optischer Fassadeneingriff

**Tabelle 41 Vergleich der Fassadensysteme**

**5 Fazit und Umsetzungsempfehlungen**

Sämtliche Fassaden, ausgenommen das Erdgeschoss und die Treppenhäuser, stellen sich als Skelettfassade mit Ausfachung dar. Die zurückgesetzte Fassade besteht

aus einer Holz-Konstruktion, die nach außen mit einer Edelstahlver-

blendung versehen ist. Der Brüstungsbereich ist mit geschlossenen Paneelen versehen. Vor den Fensterflächen befindet sich ein Sonnenschutz in Form von außenliegenden, schienengeführten Horizontallamellen aus Aluminium.



*Bestandssituation*

Für das Regelgeschoss werden unterschiedliche Bürostrukturen, wie Zellen- und Gruppenbüro einzeln oder in Kombination vorgeschlagen. Das Verhältnis von Verkehrsfläche zur Hauptnutzfläche kann somit deutlich verbessert werden.



*Flächenoptimierung*

Aus brandschutztechnischer Sicht ist die wichtigste bauliche Maßnahme die Ausbildung einer Brandwand, die das Gebäude in zwei Brandabschnitte unterteilt. Der Rettungsweg von vielen Büros aus würde sich erheblich reduzieren. Außerdem kann dadurch die Brandausbreitung eingeschränkt werden. In allen Geschossen gilt es den Flur zu ertüchtigen. Die Rauchdichtigkeit muss geprüft und gegebenenfalls nachgebessert werden. Außerdem ist die Einführung von Rauchabschnitten zu empfehlen.



*Brandschutz*

Es wird eine Aufwertung des Erscheinungsbildes des Gebäudes vorgeschlagen, um die Attraktivität des Standorts zu steigern. Eine Verbesserung der Gebäudehülle, eine Steigerung des Raumkomforts und der Flächeneffizienz sowie die Senkung der Energiekosten sollen die Identität des Gebäudes wesentlich verbessern. Unabdingbar bei allen Varianten sind jedoch aus energetischer Sicht der Einbau neuer Fenster bzw. einer neuen Verglasung, um das Raumklima sowohl im Sommer als auch im Winter zu verbessern.



*Fassade und Erscheinungsbild*

**Sanierungsparameter:**

## 9.3 Fallbeispiel 03

### BBG Braunschweiger Baugenossenschaft

Das ehemalige Lucks und Co. Gebäude wurde im Jahr 1968 gebaut und bezogen. 1976 wurde ein zusätzliches Staffelgeschoss auf das Dach gebaut. Der Büro- und Verwaltungsbau ist voll unterkellert, besitzt 10 Geschosse und verfügt über zwei notwendige Fluchttreppenhäuser, einen notwendigen Flur und ist als Zweispänner ausgeführt. Es hat eine Gesamtlänge von ca. 40 m und eine Gebäudetiefe von ca. 13 m.

Das Gebäude der BBG besteht aus einer Stahlbeton-Skelettkonstruktion; das Staffelgeschoss aus einer Stahlrahmenkonstruktion.

Sämtliche Fassaden, ausgenommen das Staffelgeschoss und die Treppenhäuser, stellen sich als Element-Fassaden dar. Die bestehende Außenwandverkleidung aus vorgefertigten, großflächigen Durisolplatten, wurde mit Stahlkonsolen an den Randunterzügen der tragenden Konstruktion befestigt. Die Treppenhauskerne bestehen aus Ortbeton und wurden nachträglich mit einem Wärmedämmverbundsystem versehen. Das von der eigentlichen Fassade zurückgesetzte Staffelgeschoss besteht aus einer Aluminium-Konstruktion und ist nahezu vollständig verglast.



Abbildung 275 Ansicht Westen



Abbildung 276 Ansicht Süden



Abbildung 277 Ansicht Osten

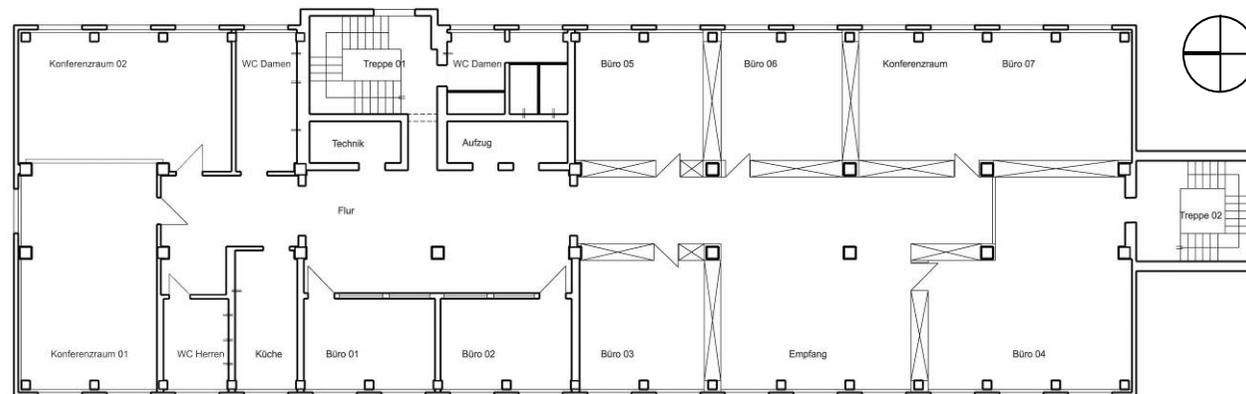


Abbildung 278 Grundriss - Regelgeschoss (2.OG)

## 1 Sanierungsziel

Im Rahmen des untersuchten Gebäudes der BBG wurden in der Grobanalyse voneinander unabhängige Sanierungsmaßnahmen betrachtet. Zum einen wurden Einzellösungen zur Nutzung und Grundrissorganisation, zum anderen Lösungsvorschläge zur Sanierung der Fassade entwickelt.

Dabei wurden folgende Sanierungsziele des Forschungsprojekts verfolgt:

- Verbesserung der Gebäudehülle
- Aufwertung des architektonischen Erscheinungsbildes
- Steigerung des Raumkomforts
- Flächeneffizienz
- Senkung der Energiekosten

## 2 Nutzung

### 2.1 Flächenoptimierung

- Abriss des Staffelgeschosses
- Neuaufstockung bündig zur Fassade
- Weiterführung der Aufzüge in die oberste Etage
- Aufstockung des Treppenhauses im Süden um ein Geschoss (Fluchtwegproblematik)
- Auslagerung von Besprechungs- und Sozialbereichen aus den einzelnen Geschossen
- gemeinschaftliche Nutzung des Konferenzbereichs in der obersten Etage (9.OG - Aufstockung)
- Umnutzung der gewonnenen Fläche in den Regelgeschossen

Auslagerung der Konferenzräume in das 9.OG (Aufstockung)

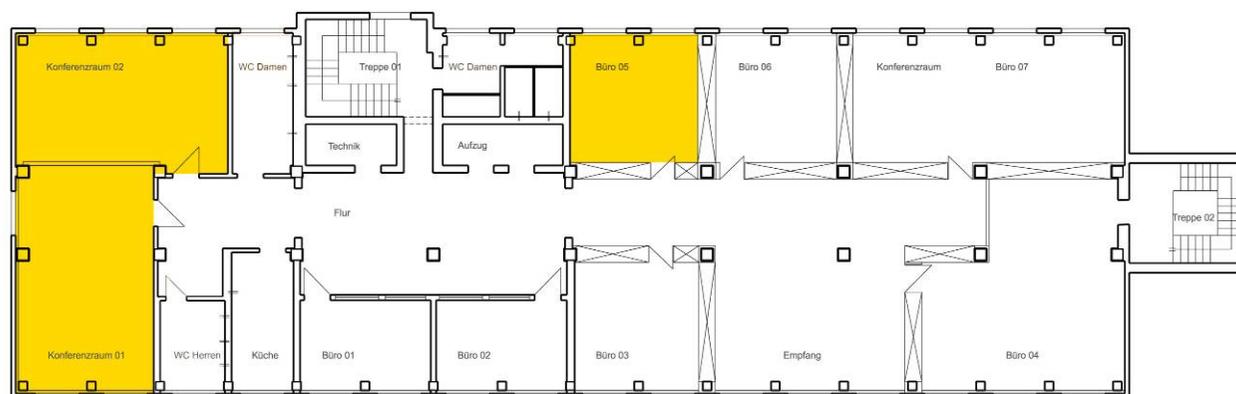


Abbildung 279 Flächenoptimierung - Regelgeschoss Bestand

## Vorteil

- Flächenoptimierung durch Auslagerung, Reaktivierung und Umnutzung
- Erhöhung der Nutzfläche/ Arbeitsplätze (AP) auf den einzelnen Etagen
- Zugewinn an Nutzfläche/AP im 9.OG

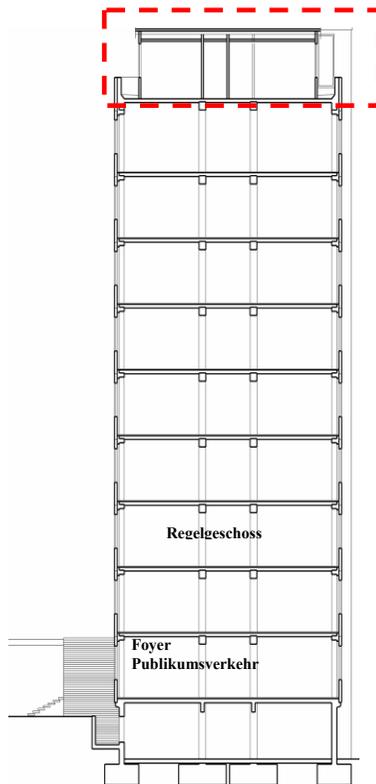


Abbildung 280 Querschnitt

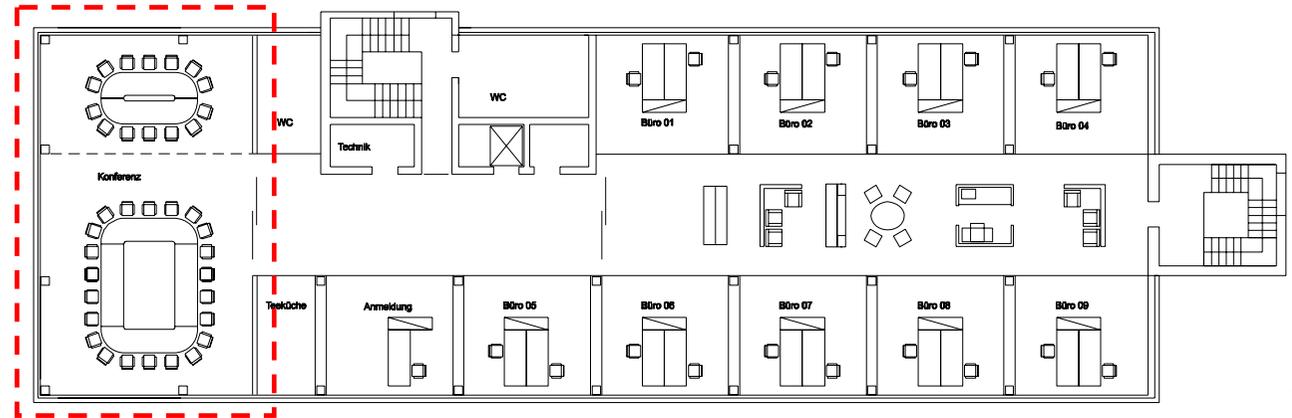


Abbildung 281 Aufstockung 9.OG



Abbildung 282 Beispiel - Konferenzbereich



Abbildung 283 Beispiel - Konferenzraum

## 2.2 Optimierung der Raumqualität

- Anordnung der Schränke quer zur Längsachse
- Flur-Trennwände transparent

### Vorteile

- Flurzonen mit Tageslicht versorgt
- Raumqualität
- Einsparung von Stromkosten

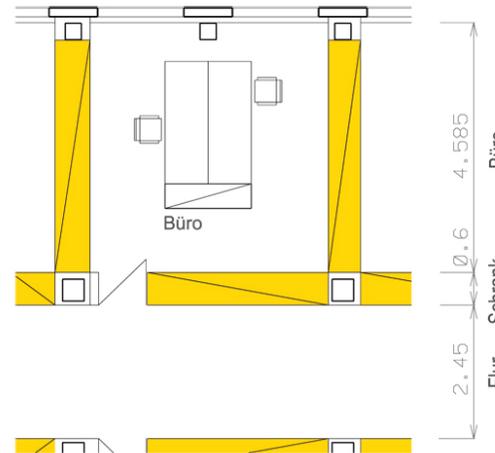


Abbildung 285 Büroraum Bestand

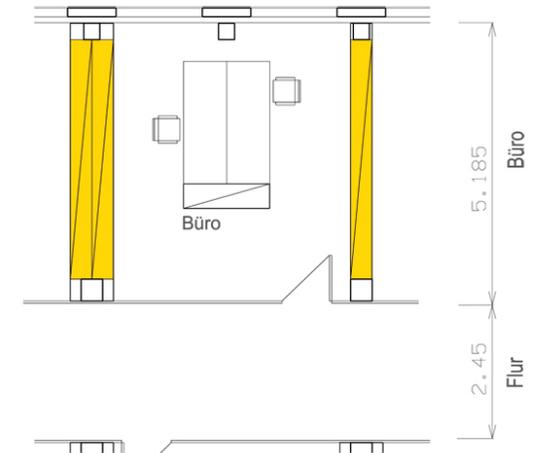


Abbildung 286 transparente Wände zum Flur

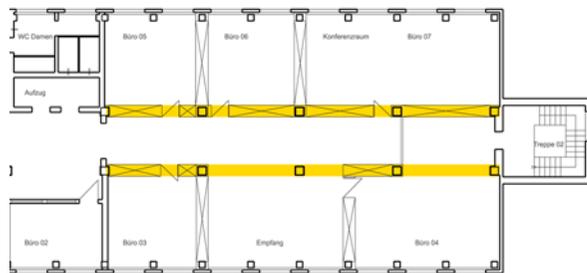


Abbildung 284 Ausschnitt - Grundriss 2.0G  
Schränkelemente



Abbildung 287 Flurtrennwände  
(Quelle: Bauwelt 3/06)



Abbildung 288 Blick in ein Musterbüro  
(Quelle: Bauwelt 3/06)

## 2.3 Büroorganisation

### Regelgeschoss - Variante 01a und 01b

- heterogene Mischung aus Einzel- und Gruppenbüros

#### Vorteile

- hohe Flexibilität und Nachhaltigkeit
- Flächeneffizienz
- offener Raumeindruck
- kommunikative Arbeitsorganisation
- flexibler Zusammenschluss von Arbeitseinheiten möglich
- einheitliche Arbeitsplatzqualität

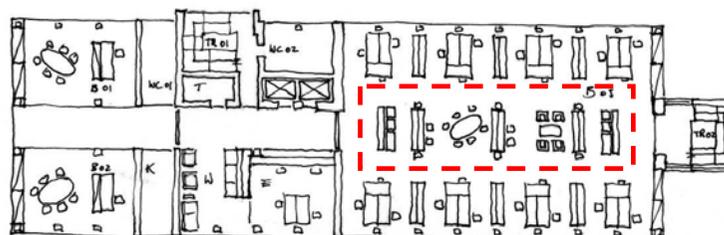


Abbildung 289 Regelgeschoss - Variante 01a  
ca. 20 feste AP und 10 flexible AP



Abbildung 290 Nutzung Mittelzone  
(Quelle: werk, bauen+ wohnen 11/05)

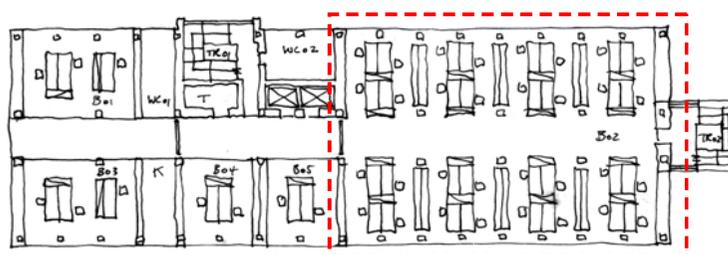


Abbildung 291 Regelgeschoss - Variante 01b, ca. 42 AP



Abbildung 292 Gruppenbürozone  
(Quelle: werk, bauen+ wohnen 11/05)

### Regelgeschoss - Variante 02

- heterogene Mischung aus Einzel- und Gruppenbüros

## Vorteil

- gute Flexibilität und Nachhaltigkeit
- Flächeneffizienz
- offener Raumeindruck
- kommunikative Atmosphäre
- Übersichtlichkeit
- störungsfreie Arbeit und Privatheit in den Einzel- und Doppelbürozone

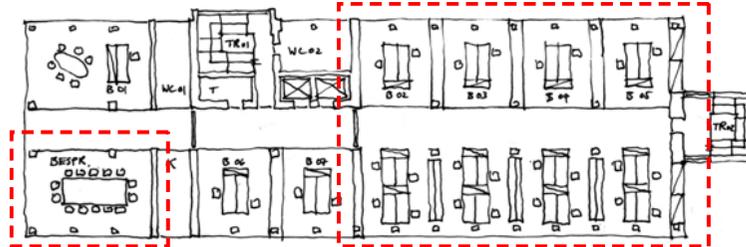


Abbildung 293 Regelgeschoss - Variante 02, ca. 29 AP



Abbildung 294 Gruppenbürozone  
(Quelle: Licht Architektur Technik 2/05)

## Regelgeschoss - Variante 03

- reine Zellenbüroform

## Vorteil

- Privatheit
- störungsfreies Arbeiten
- hohe Nutzerakzeptanz

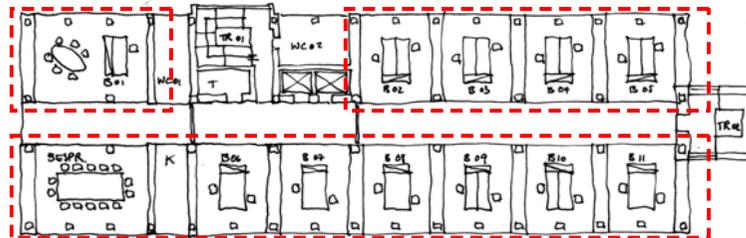


Abbildung 295 Regelgeschoss - Variante 03, ca. 21 AP



Abbildung 296 Zellenbürozone  
(Quelle: Bürobau Atlas 05)

## 2.4 Vergleich der Grundrissvarianten

In der nachfolgenden Tabelle wird der Bestand mit den unterschiedlichen Einzel-lösungen der Grundrissvarianten verglichen wobei die die wichtigsten Kenndaten gegenübergestellt werden.

<b>Kenndaten - Regelgeschoss</b>	<b>Bestand</b>	<b>Variante 01a/b</b>	<b>Variante 02</b>	<b>Variante 03</b>
Anzahl Arbeitsplätze / Geschoss	7 - 11	20 - 35	20 - 35	21
Einzel AP-Bedarf / MA	46 m <sup>2</sup>	15 - 19 m <sup>2</sup>	15 - 19 m <sup>2</sup>	15,5 m <sup>2</sup>
Bruttogrundfläche [BGF]	568,57 m <sup>2</sup>	568,57 m <sup>2</sup>	568,57 m <sup>2</sup>	568,57 m <sup>2</sup>
Hauptnutzfläche [HNF]	327,14 m <sup>2</sup>	364,21 m <sup>2</sup>	364,21 m <sup>2</sup>	335,67 m <sup>2</sup>
Verkehrsfläche [VF]	124,73 m <sup>2</sup>	91,88 m <sup>2</sup>	91,88 m <sup>2</sup>	137,08 m <sup>2</sup>
HNF / BGF	57%	64%	64%	59%
Anteil VF / NF	33% (hoch)	25% (normal)	25% (normal)	36% (hoch)

**Tabelle 42** Übersicht der Kenndaten - Bestand und Grundrissvarianten Sanierung



Arbeitsplätze 11

Abbildung 298 Bestand - Flächenoptimierung

NGF	530 m <sup>2</sup>
HNF	328 m <sup>2</sup>
NNF	48 m <sup>2</sup>
VF	154 m <sup>2</sup>

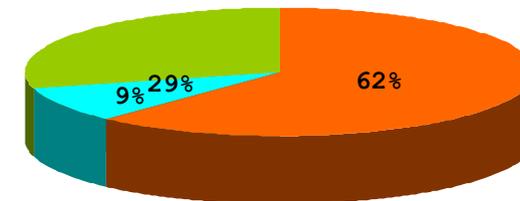


Abbildung 297 Bestand - Flächendiagramm



Arbeitsplätze 20

Abbildung 299 Var. 2 - Flächenoptimierung

NGF	530 m <sup>2</sup>
HNF	380 m <sup>2</sup>
NNF	40 m <sup>2</sup>
VF	107 m <sup>2</sup>

■ Hauptnutzfläche (HNF)  
■ Nebennutzfläche (NNF)  
■ Verkehrsfläche (VF)

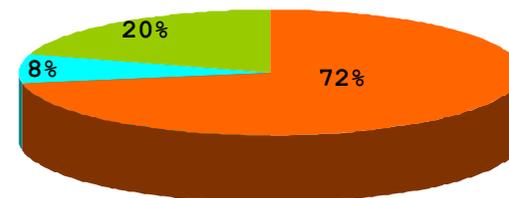


Abbildung 300 Var. 2 - Flächendiagramm

## 3 Fassade

### 3.1 Bestandsfassade

- Außenwand: vorgefertigte Duri-solplatten mit Holzbetonkern und Außenschale in Waschbeton U-Wert  $1,52 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holz- bzw. Aluminium-Drehkipp-Fenster mit Isolierverglasung U-Wert  $2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- individueller, innenliegender Blendschutz



Abbildung 301 und Abbildung 302

Montage Fassadenplatten 1968 (Quelle: Fotos BGG)

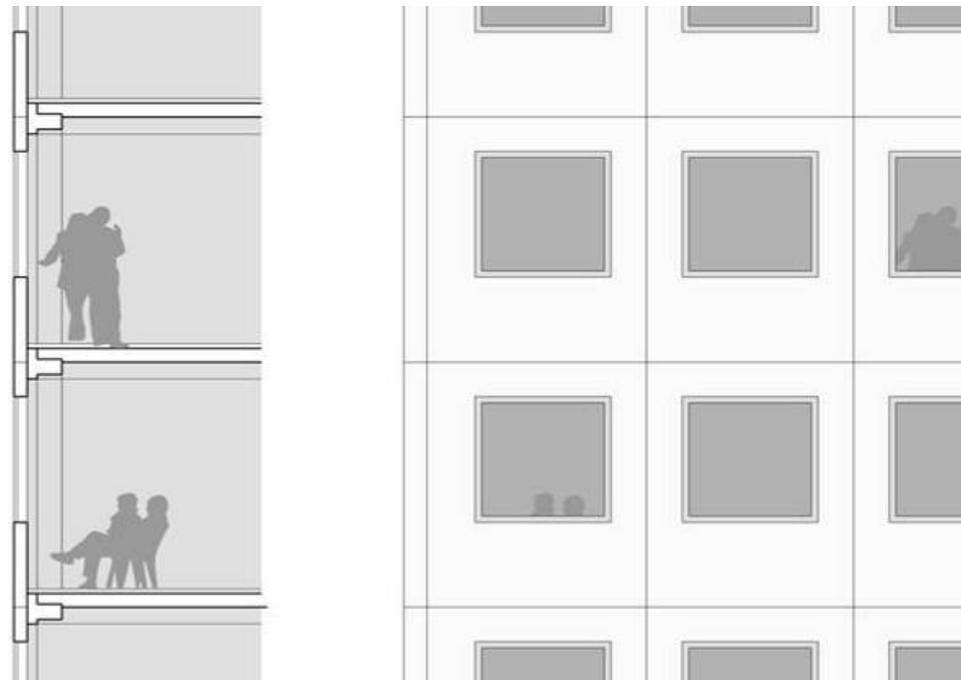


Abbildung 303 Bestandsfassade Schnitt / Ansicht

## Fassade - Variante 01 (a-c)

### Sanierungsmaßnahmen

- Anbringung einer Außendämmung und Verkleidung auf bestehende Außenfassade
  - a) Wärmedämmverbundsystem (WDVS) mit mineralischem Oberputz
  - b) Aluminium-Glattblechfassade (hinterlüftet)
  - c) Faserzementplatten (hinterlüftet)
- Austausch der Fenster (U-Wert: 1,1 W/m<sup>2</sup>K), Holz-Aluminiumrahmen, Drehkipp-Beschlag zur natürlichen Belüftung, Verglasung: Westen: SSV (ipasol 68/34)
  - Osten: WSV (iplusE 80/60)
- außenliegender Sonnenschutz (motorische Steuerung), tageslichtgesteuerte Lichtlenklamellen im oberen Bereich

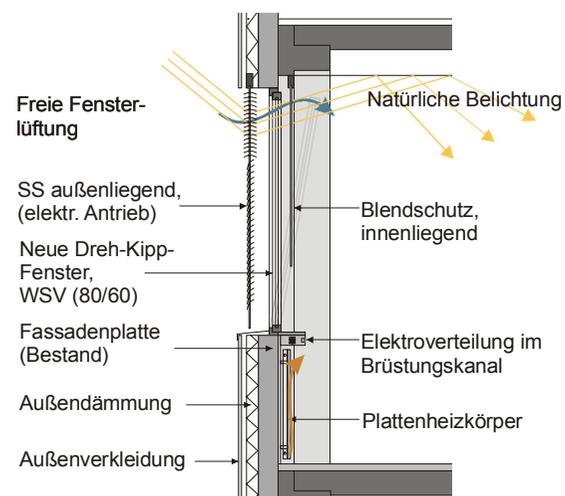


Abbildung 304 Aufbringen einer Außendämmung

Gebäudeabschluss	Bestand U-Wert (Wm <sup>2</sup> K)	Sanierung U-Wert (Wm <sup>2</sup> K)
Außenwand	1,52	0,25
Fenster	2,7	1,3 - 1,4

Tabelle 43 Wärmedurchgangskoeffizient vorher/nachher

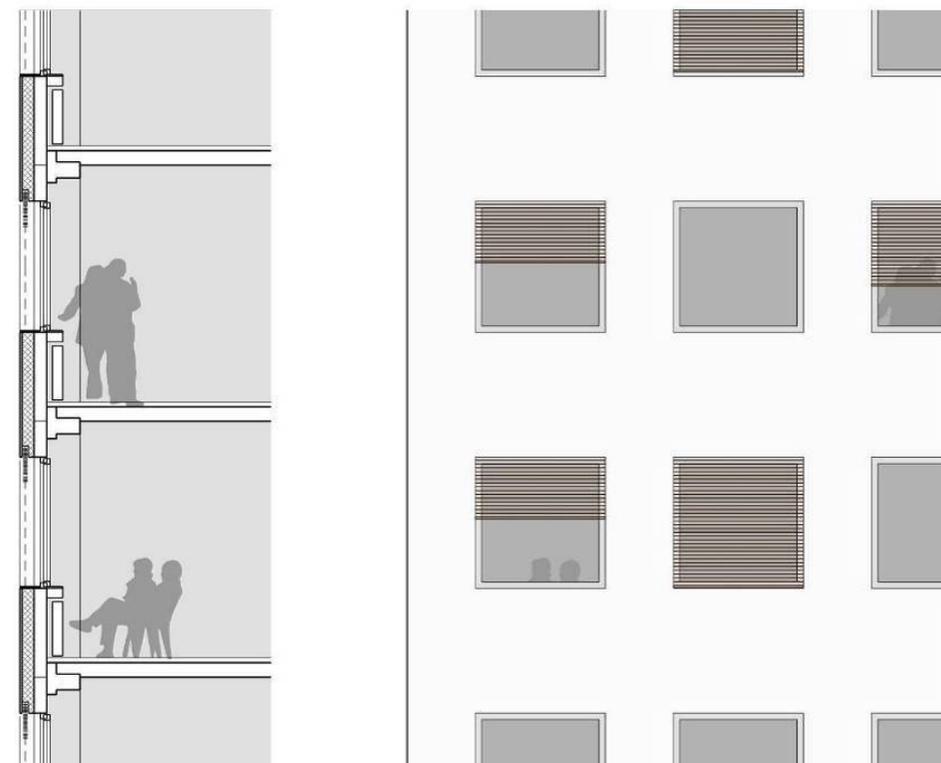


Abbildung 305 Fassadenvariante 01 - Schnitt / Ansicht

## Fassade - Variante 02a

Wie in Variante 01 beschrieben, jedoch

- Austausch der Fenster
- Montage eines außenliegenden Sonnenschutzes (motorische Steuerung)
- Anbringung einer Außendämmung und Verkleidung
- Demontage von Fassadenelementen, Einbau geschosshoher Kastenfenster in Teilbereichen (Konferenz- und Pausenbereichen)
- Demontage der dort vorhandenen Heizkörper und des Brüstungskanals
- Montage neuer Konvektoren und Verlegung neuer Stromversorgung

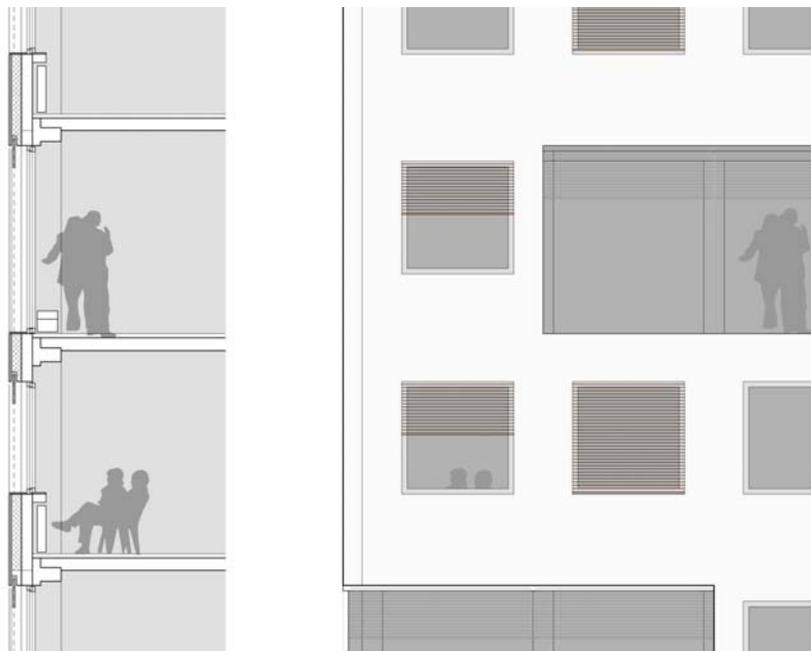


Abbildung 306 Fassadenvariante 02a - Schnitt / Ansicht

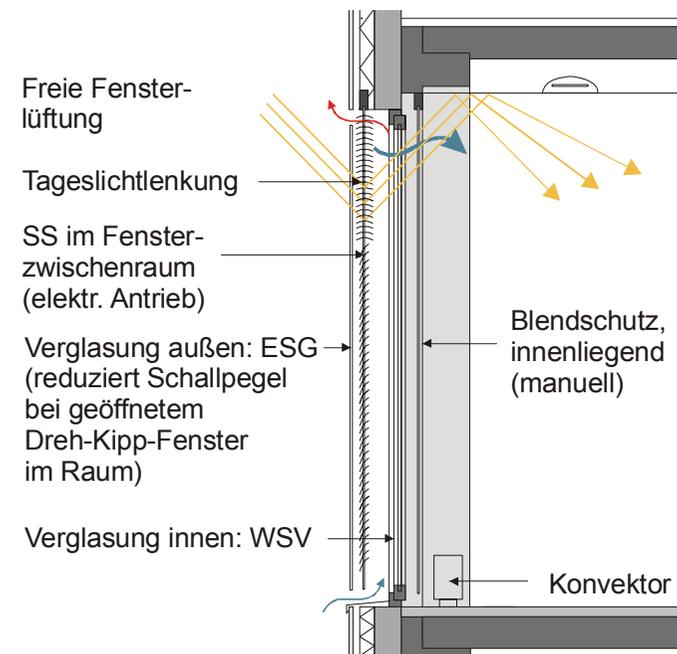


Abbildung 307 Kastenfenster - schematischer Schnitt

## Fassade - Variante 02b

Wie in Variante 02a beschrieben, jedoch:

- Elementkästen statt der Kastenfenster, die sich nach außen schieben als verkleidete Stahlkonstruktion mit teilvorgespannter Verglasung (TVG), außenliegendem Sonnenschutz und seitlichen Belüftungselementen als Drehflügel



Abbildung 308 Fassadenvariante 02b - Schnitt / Ansicht

## Fassade - Variante 03

### Sanierungsmaßnahmen

- komplette Demontage und Entsorgung der Bestandsfassade
- Einbau neuer Brüstungsbänder mit neuer Unterkonstruktion, Dämmung, Aluminiumblechverkleidung außen und innenseitigem Putz
- Einbau neuer Fensterelemente (feststehend) mit Sonnenschutzverglasung, seitlichen Öffnungsflügeln (opak) und außenliegendem Sonnenschutz (motorisch gesteuert), schienengeführten Horizontallamellen
- Demontage der Leitungsführung und der Heizkörper, sowie des Brüstungskanals mit der vorhandenen Stromversorgung
- Montage neuer Heizkörper, neue Leitungen, neuer Brüstungskanal für die Stromversorgung

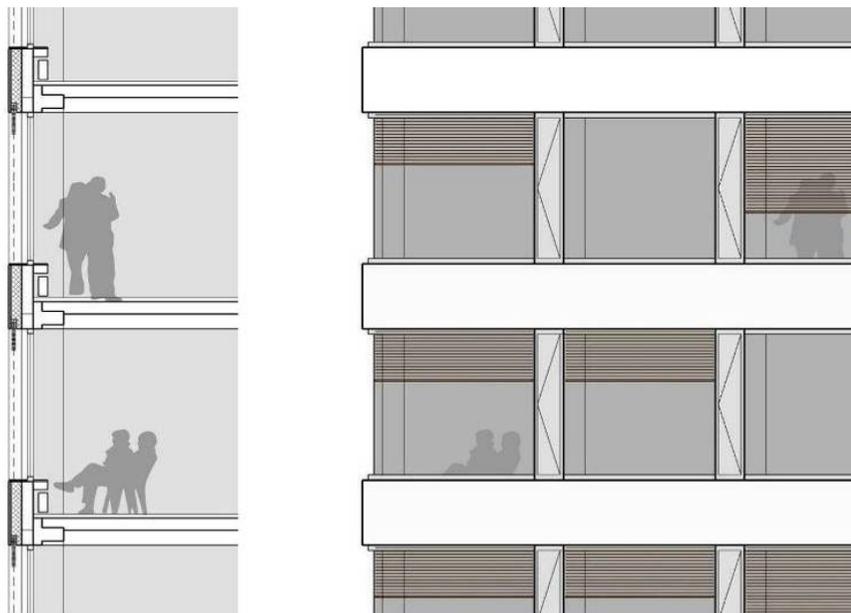


Abbildung 309

Fassadenvariante 03 - Schnitt / Ansicht

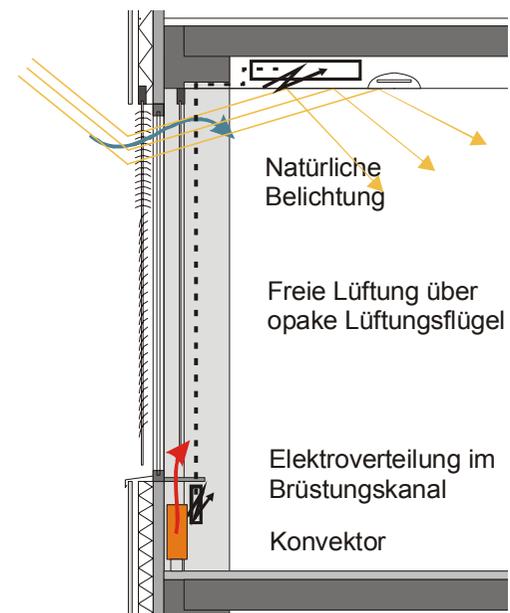


Abbildung 310 schematischer Büroschnitt

Vergleich der Fassadenvarianten

In

Tabelle 44 sind die unterschiedlichen Fassadenvarianten mit ihren Vor- und Nachteilen zusammengefasst:

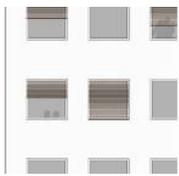
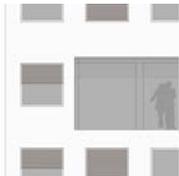
Variante	Vorteile	Nachteile
<b>01 (a-c)</b> 	<p>Aufwertung des architektonischen Erscheinungsbildes, deutliche Verbesserung der Wärmedämmwerte; Vermeidung von Wärmebrücken an Anschlusspunkten, Reduzierung der U-Werte, Dämmstandard Neubau, Verringerung der Überhitzungsprobleme durch den außenliegenden Sonnenschutz; guter Blend- bzw. Sonnenschutz; geringfügige Beeinträchtigung des Nutzers während der Sanierung, Erhalt des bestehenden, intakten Heizsystems, Heizeneinsparung</p>	<p>Investitions- und Wartungskosten; witterungsabhängiger Sonnenschutz, Fensterfläche ca. 30 % - erhöhter Stromverbrauch, erhöhte interne Lasten durch die Beleuchtung, optischer Fassadeneingriff</p>
<b>02 (a+b)</b> 	<p>Aufwertung des architektonischen Erscheinungsbildes, deutliche Verbesserung der Wärmedämmwerte; Reduzierung der U-Werte, Dämmstandard Neubau, Verringerung der Überhitzungsprobleme durch den außenliegenden Sonnenschutz; guter Blend- bzw. Sonnenschutz</p>	<p>Investitions- und Wartungskosten; witterungsabhängiger Sonnenschutz, optischer Fassadeneingriff; Beeinträchtigungen des Nutzers während der Sanierung in Teilbereichen; teilweise Erneuerung der Technik; höherer Sanierungsaufwand als bei Variante 01, Fassadenreinigung in Teilbereichen nur von außen möglich</p>
<b>03</b> 	<p>Verbesserung der Wärmedämmwerte; guter Blend- bzw. Sonnenschutz; Fensterfläche ca. 60 % - optimaler Verglasungsanteil, Einsparung interner Lasten durch optimale Tageslichtausnutzung</p>	<p>intensive Investitions- und Wartungskosten; witterungsabhängiger Sonnenschutz, erhöhter Anteil an Überhitzungsstunden im Sommer, optischer Fassadeneingriff; erhebliche Beeinträchtigungen des Nutzers während der Sanierung; Erneuerung der Technik; hoher Sanierungsaufwand, Fassadenreinigung nur von außen möglich</p>

Tabelle 44 Variantenvergleich - Fassade

## 4 Kosten

Bei der BBG wurden in Absprache mit dem Eigentümer folgende Sanierungsvarianten der Fassade aus der Grobanalyse weiter untersucht und ausgearbeitet:

- 01a Erneuerung der Fenster, Wärmedämmverbundsystem
- 01b Erneuerung der Fenster, Aluminium-Glattdachfassade
- 01c Erneuerung der Fenster, Faserzementfassade
- 02a Erneuerung der Fenster, zweischaliges Fenster in Teilbereichen, Faserzementfassade
- 02b wie Variante 02a, jedoch Elementkastenfenster in Teilbereichen
- 03 komplette Demontage der Fassade, Brüstung abgesenkt, Brüstungsbänder mit Aluminiumverkleidung, Fenster festverglast, opake Lüftungsflügel

Alle Varianten beinhalten die Aufstockung des obersten Geschosses und des Treppenhauses im Süden sowie die Neugestaltung des Eingangsbereichs, auf die im vorangestellten Abschnitt nicht näher eingegangen wurde.

Da die einzelnen Etagen im Gebäude an mehrere, sehr unterschiedliche Firmen vermietet sind und jede Firma ihren eigenen Arbeitsablauf bzw. ihre eigene Organisationsstruktur hat, wurde eine Betrachtung der Grundrissorganisation im Bezug auf Flächeneffizienz, usw. nicht weiter gewünscht. Außerdem nicht erfasst werden Aufwendungen für die Außenanlagen, der Tragwerksplanung (statische Prüfung der vorhandenen Fassadenplatten und der Anschlüsse an den Rohbau, statische Tragfähigkeit des Daches), der Innenausbau (Staubwände, Schutz der vorhanden Innenbauteile) sowie anstehende Schönheitsreparaturen.

Nachfolgend werden die Investitionskosten ermittelt und mit den Betriebs- und Wartungs-/Instandhaltungskosten im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsberechnung in Anlehnung an die VDI 2067 zusammengeführt. Die Höhe der jeweils für die verschiedenen Maßnahmen angenommenen Kosten basieren auf BKI-Daten sowie Erfahrungen aus vergleichbaren Projekten.

Der im Folgenden genannte Kostenrahmen berücksichtigt ausschließlich die Kostengruppen der KG 300 (Baukonstruktion) und KG 400 (Technische Gebäudeausrüstung)

### 4.1 Investitionskosten

Die Übersicht zeigt, dass in Variante 1a und 1c die Investitionskosten gegenüber den anderen Varianten geringer ausfallen. Das liegt daran, dass der Bestand weitestgehend erhalten bleibt. Die Bestandsfassade wird mit einer äußeren Wärmedämmung und einer kostengünstigen Verkleidung versehen sowie neue Fensterelemente eingebaut. Der Anteil der anfallenden Investitionskosten für den Eingangsbereich, die Aufstockung (bis auf Variante 1b) und die Technik (bis auf Variante 3) sind annähernd gleich.

Bei Variante 1b ist die Fassade und die Aufstockung teurer als bei den anderen Varianten, da der Kostenfaktor für die Aluminium-Glatblechfassade wesentlich höher liegt.

Bei Variante 3 sind die Investitionskosten für die Technik sehr hoch. Durch die neue Fassade muss der vorhandene Brüstungsbereich vollständig entfernt werden. Es müssen neue Heizkörper, eine neue Leitungsverteilung sowie eine neue Strom- und Medienversorgung installiert werden.

### 4.2 Betriebskosten

In der folgenden Gesamtkostenübersicht werden neben den Wartungs- und Instandhaltungskosten die Kapitalkosten und die Energiekosten dargestellt. In den Varianten ist der jeweilige Anteil der Wartungs-/Instandhaltungskosten und der Energiekosten annähernd identisch, die jährlichen Gesamtkosten werden nur in Grenzen beeinflusst. Auf Grund der unterschiedlichen Sanierungsvorschläge für die Fassade sind es hier hauptsächlich die Kapitalkosten, die den Ausschlag geben.

Ansätze für Gesamtkostenbetrachtung:

Zinssatz	5,0 % /a
Baunebenkosten	15 %
Nutzungsdauer Gebäude (Hülle)	40 Jahre
Nutzungsdauer TGA	20 Jahre

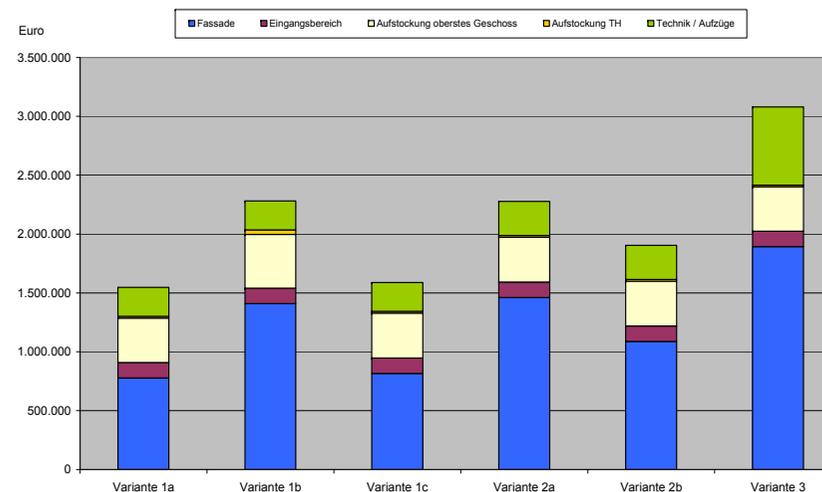


Abbildung 311 Investitionskosten netto [€]

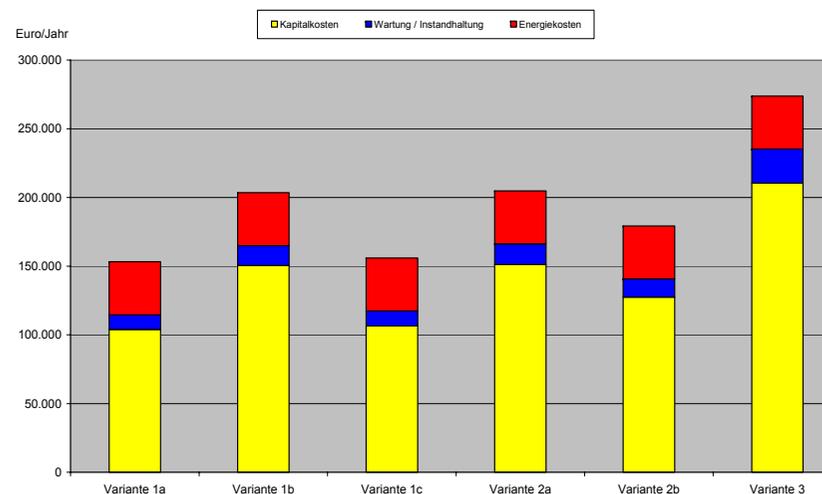


Abbildung 312 Betriebskosten netto [€]

**5 Fazit und Umsetzungsempfehlungen**

Durch eine neue Fassade wird das architektonische Erscheinungsbild des Gebäudes aufgewertet, der Standort gewinnt an Attraktivität. Gleichzeitig werden über eine aufgetragene Außendämmung Energiekosten gesenkt und der Nutzerkomfort erhöht. Zum Schutz gegen die sommerliche Überhitzung dient ein außenliegender Sonnenschutz. Zur natürlichen Belüftung dienen weiterhin die Fenster bzw. Lüftungsflügel (Variante 03).

Die Zusammenhänge von Fassade, Technik und dem damit verbundenen Komfort der Nutzer haben gezeigt, dass eine merkliche Verbesserung schon durch die Variante 01a (Wärmedämmverbundsystem) erreicht werden kann. Dies ist die kostengünstigste Variante, bei der das vorhandene Heizsystem erhalten bleiben kann und gleichzeitig alle weiteren Bedingungen erfüllt werden. Variante 01c und 02b sind Vorschläge mit ähnlichen Maßnahmen und vergleichbaren Kosten. Die jährliche Belastung bei den Varianten 01a+c und 02b sind nahezu identisch.

In Variante 03 bekommt das Gebäude ein komplett neues Erscheinungsbild. Der hohe Verglasungsanteil der neuen Fassade hat zum Vorteil, dass eine optimale Tageslichtausnutzung in den Büros und eine gleichzeitige Einsparung interner Lasten erzielt werden kann. Ein großer Nachteil ist jedoch, dass eine höhere Anzahl an Überhitzungsstunden im Jahr auftritt. Weitere Nachteile sind die intensiven Investitions- und Wartungskosten, eine erhebliche Beeinträchtigung des Nutzers während der Sanierung und die Erneuerung der gesamten Technik im Brüstungsbereich.

Eine Sanierung hätte zum Vorteil, dass die Immobilie eine nennenswerte Wertsteigerung erfährt und die Betriebskosten gesenkt werden. Unter Berücksichtigung eines nachhaltigen Sanierungskonzeptes und nach Bewertung der Vor- und Nachteile wird die Ausführung der Variante 01a, 01c oder 02b empfohlen.



**Stimmiges Gesamtkonzept**

- Verbesserung der Gebäudehülle
- Aufwertung des architektonischen Erscheinungsbildes
- Steigerung des Nutzerkomforts
- Senkung der Energiekosten



**Niedrige Sanierungskosten**

- Fassade
- Eingangsbereich
- Aufstockung
- Technik



**Niedrige Betriebskosten**

- Kapitalkosten
- Wartung/Instandhaltung
- Energiekosten



**Variante 1a, 1c oder 2b**

Abbildung 313 Anforderungen / Empfehlung Sanierungsvariante

## 9.4 Fallbeispiel 04

### AVG – Aschaffener Versorgungs-GmbH

#### 1 Sanierungsziele

Im Zusammenhang mit diversen Umplanungen und Erweiterungen der Bürostruktur (EG-3.OG) wurde von der AVG ein Nutzungskonzept erstellt. Bei mehreren Begehungen im Zuge der aktuellen Büroumbauten wurden jedoch schwerwiegende Mängel des Brandschutzes aufgedeckt (Ausführung der Zwischenwände sowie der Geschossdecken entsprechen nicht den Anforderungen der Baugenehmigung von 1972, etc...). Des Weiteren sind die Stützen, mit einer asbesthaltigen Brandschutzummantelung versehen, obwohl die umlaufenden Stahlträger entlang der Fassade 1990 Asbestsaniiert wurden.

Man kann sagen, dass die vorhandene Fassade nicht mehr den heutigen energetischen Anforderungen entspricht. Auch die sehr hohen Energiekosten belegen, dass sowohl Technik als auch die Fassade sehr hohe Energieverbrauchswerte aufweisen. Auf Grund dieser Vielzahl aufgezeigter Mängel des Gebäudes, wurde von der AVG die Erstellung einer Machbarkeitsstudie mit detaillierten Sanierungskonzepten beauftragt. Ziel ist, die Behebung der baulichen Brandschutzmängel, die Verbesserung der Gebäudehülle, eine Erhöhung des Nutzflächenanteils, eine Komfortverbesserung und Erhöhung der Arbeitsplatzqualität, sowie die Reduzierung von Betriebs- und Energiekosten zu erreichen.

#### 2 Nutzung

Das gesamte Gebäude wird als Verwaltungs- und Bürogebäude genutzt. Im Untergeschoss befinden sich Technikbereiche und Lagerräume. Im Erdgeschoss befindet sich neben einer Büronutzung ein EDV Bereich und die Netzleitstelle, in der alle technischen Informationen über die Versorgungseinrichtung der Stadt Aschaffenburg erfasst werden. In den oberen Etagen liegen Büros und Besprechungsräume an den Außenseiten des Gebäudes. Im Kern befinden sich neben den beiden Treppenhäusern zwei Aufzugsschächte, Sanitärbereiche, Kopierbereiche sowie Archive. Auf dem Dach befinden sich weitere Technikräume.

Die Büroräume haben eine vergleichbar geringe Raumtiefe von ca. 4,11 m. Grund hierfür ist die Schrankzone der Büroräume, die parallel zu den Erschließungsfluren des Gebäudes verläuft. Diese Anordnung verhindert eine gute Tageslichtversorgung der Flure.

Das Arbeiten in Zellenbüros wirkt einem kommunikativen Arbeitsablauf in vielen Fällen entgegen. Besprechungs- und Pausenbereiche sind in nur unzureichender Anzahl und Größe vorhanden.



Abbildung 314 Innenraum Büro



Abbildung 315 Schrankzone zum Flur



Abbildung 316 Schrankzone zum Flur

## 2.1 Flächenoptimierung

**Maßnahme** - Die vorhandenen Schrankwandelemente zum Flur werden in Stützachse senkrecht zur Fassade angeordnet.

**Vorteil** - Die vorhandene, geringe Bürotiefe von 4,11 m gewinnt ca. 46 cm hinzu. Man erreicht eine Büroraum-Tiefe von 4,57 m, dies ermöglicht ein Flächengewinn von ca. 15 %. Durch eine verglaste Trennwand zum Flur kann die nötige Transparenz erzielt werden, über die man eine natürliche Aufhellung der Flur- und Mittelzone erreicht und an Raumqualität dazu gewinnt.

Die verbleibende Raumbreite von 5m abzüglich einer Schrankbreite + Trennwand (60cm) lässt genügend Raum für zwei Arbeitsplätze.

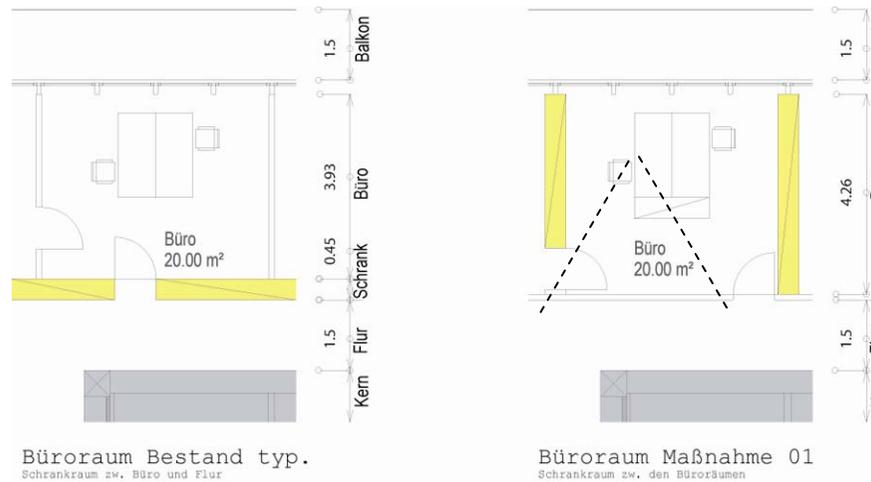


Abbildung 317 Anordnung der Büroschränke



Abbildung 318 Bsp. Flurtrennwände transparent  
(Quelle: Bauwelt 3/06)



Abbildung 319 Bsp. Einzelbüro  
(Quelle: Bauwelt 3/06)



Abbildung 320 Bsp. Flurzone  
(Quelle: Bauwelt 3/06)

Der Vorteil der Mischbüroform gewährleistet eine sehr gute Flexibilität und Nachhaltigkeit.

Weitere Vorteile sind:

- Flächeneffizienz
- offener Raumeindruck
- kommunikative Arbeitsorganisation
- Einzelbüros werden dort, wo sie notwendig sind, in erforderlicher Anzahl abgetrennt

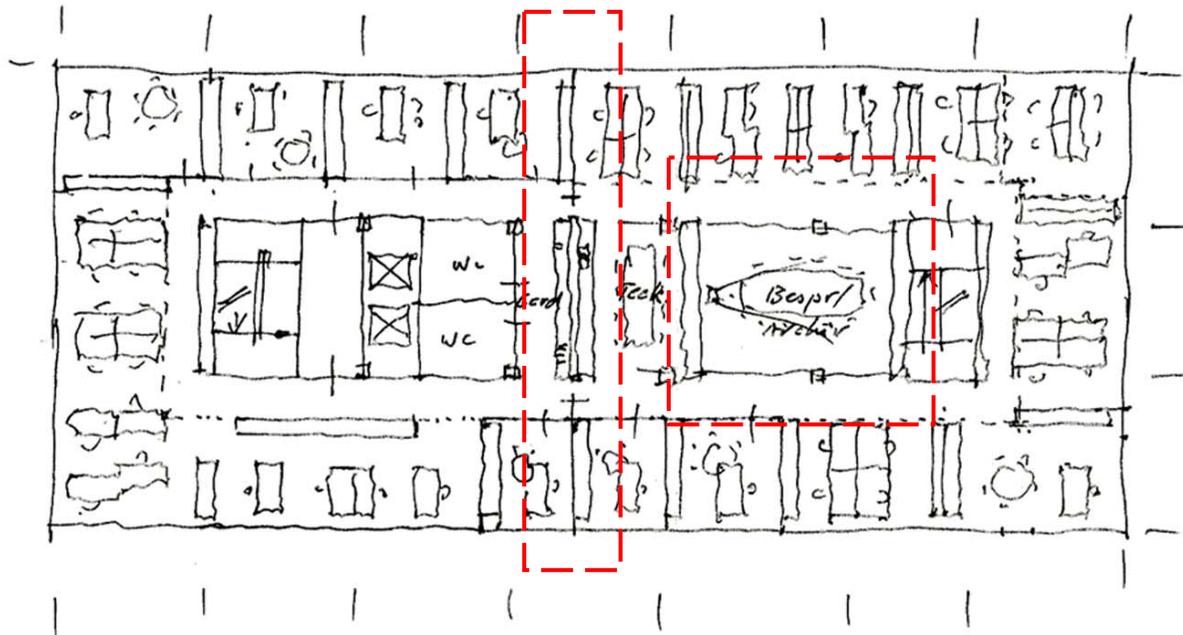


Abbildung 321 Regelgeschoss ca. 50 AP, ca. 80 m Schrank



Abbildung 322 Beispiel Gruppenbüro  
(Quelle: werk, bauen+ wohnen 11/05)



Abbildung 323 Beispiel Nutzung Mittelzone  
(Quelle: werk, bauen+ wohnen 11/05)



Abbildung 324 Nutzung Mittelzone (Quelle:  
werk, bauen+ wohnen 11/05)

## Maßnahme

### 3.OG (Geschäftsleitung)

Die Vorzone im Bereich des Besprechungsraums ist zugleich für die Geschäftsleitung nutzbar. Der Besprechungsraum ist gegebenenfalls teilbar, und erhöht somit die Flexibilität.

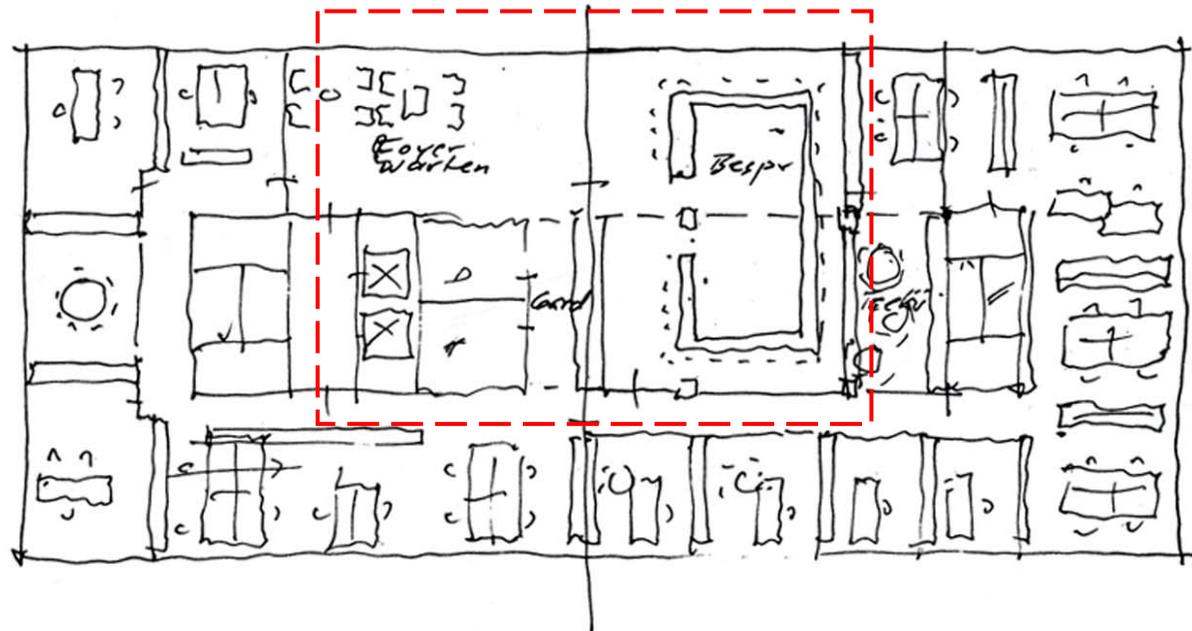


Abbildung 325 3. OG, AP ca. 7 m Schrank, Besprechungsraum



Abbildung 326 Beispiel Gruppenbüro  
(Quelle: Licht, Architektur Technik 2/05)



Abbildung 327 Beispiel Besprechungsraum 01  
(Quelle: DBZ 10/06 )



Abbildung 328 Beispiel Besprechungsraum 02

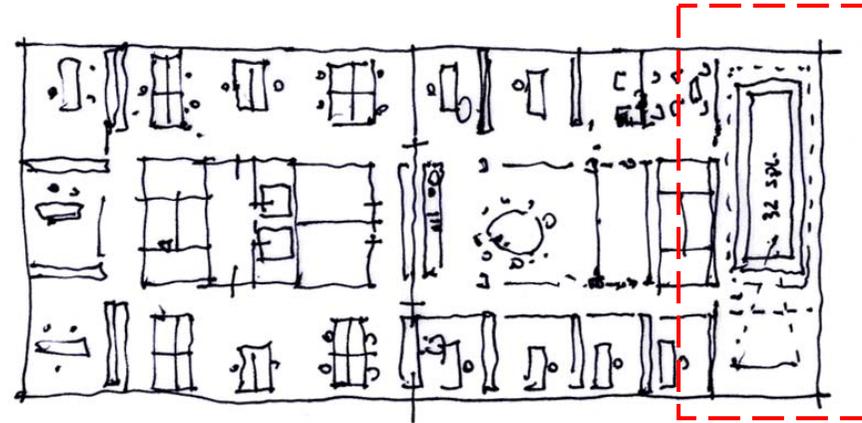


Abbildung 330 3.OG Variante 02 Besprechungsraum, ca. 30 APL



Abbildung 329 Beispiel Besprechungsraum 03

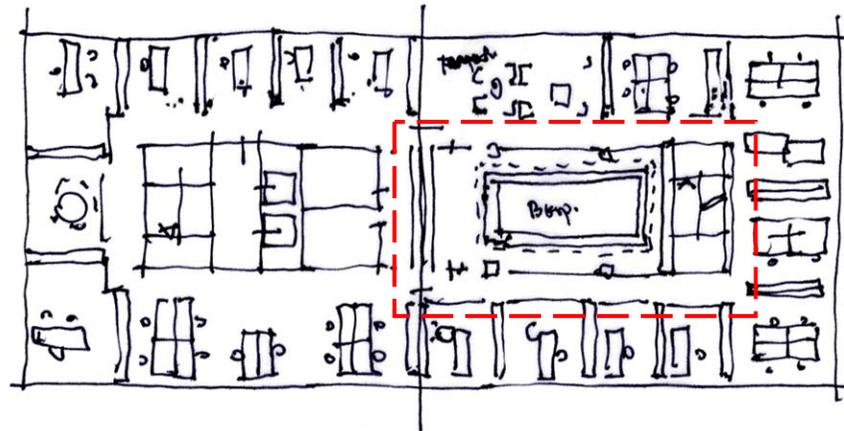


Abbildung 331 3.OG G Variante 03 Besprechungsraum, ca. 75 APL

### 3 Fassade

Die Fassadenstützen sind tragend und bestehen aus rechteckigen Stahlhohlraumprofilen (100 x 180). Die Eckstützen sind quadratisch (180 x 180). Das Achsraster der Fassadenstützen beträgt 1,25 m. Vor dieser Außenstützenreihe sind Fassadenelemente mit feststehender Wärmeschutzverglasung und Brüstungspaneeelen (56 mm) montiert. Die Witterung hat den Schutzlack der Profile stark angegriffen, sodass Rostflächen sichtbar sind.

Die Festverglasung ohne jegliche Fensterlüftungsmöglichkeit wirkt sich nachteilig auf das Raumklima aus, denn die Büros müssen vollklimatisiert werden. Der Glasflächenanteil von 46 % liegt unter dem empfohlenen Durchschnittswert von ca. 50-70 %. Es muss mit künstlicher Beleuchtung nachgeholfen werden. Dies erhöht den Strombedarf.

Um das Gebäude laufen in allen Ebenen begehbare Balkone, die mit Gitterrosten abgedeckt sind. Sie dienen lediglich der Wartung (Reinigung der Außenfassade, etc...) und als konstruktiver Sonnenschutz. Er hat den Nachteil, dass die Büroräume weniger mit Tageslicht versorgt werden.

Eine zusätzliche Sonnenschutzmaßnahme ist nicht vorhanden. Lediglich ein manuell bedienbarer, innenliegender Blendschutz dient als Verschattungsvorrichtung. Aufgrund dieser Tatsache und der ins Alter gekommenen Fenster kann es bei direkter Besonnung zur Überhitzung der Räume kommen.

Die vorhandene Fassade entspricht dem Baujahr von 1972 und kann nach den heutigen energetischen Anforderungen als unzureichend bezeichnet werden. Die hohen Energiekosten belegen, dass sowohl Technik als auch die Fassade sehr hohe Energieverbrauchswerte aufweisen.



Abbildung 332 Fassadenansicht Balkon

## 3.1 Sanierungsziele

Durch den Auftraggeber wird eine Sanierung mit geringem investiven Aufwand angestrebt. Ohnehin erforderliche Sanierungsmaßnahmen werden anschaulich dargestellt und auf das Gesamtkonzept abgestimmt.

Folgende Sanierungsziele werden angestrebt:

- Behebung baulicher Brandschutzmängel
- Verbesserung der Gebäudehülle
- Erneuerung Fassadenlüftungsgeräte - zentrale Technik (Kälte + Lüftung)
- Aufwertung des architektonischen Erscheinungsbildes
- Steigerung des Raumkomforts und Flächeneffizienz
- Senkung der Betriebs- und Energiekosten

### Variante 1 - Baurechtliche Sanierung und Sanierung zentraler Technik

Die Sanierungsabfolge der Variante 1 sieht wie folgt aus:

- Die Nutzer müssen jeweils für 4 bis 6 Wochen umziehen, d.h. es müssen ca. 4 bis 5 Zonen geräumt werden.
- Es werden Brandwände eingezogen, die zur Abschottung des Haupttreppenraumes im Brandfall dienen, sowie eine Brandwand in F90 zur Teilung der Geschosse in 2 x 400 m<sup>2</sup>. Die Decke und die Träger werden mit einem Spritzputz versehen, dabei muss die vorhandene abgehängte Decke im Vorfeld demontiert werden. Des Weiteren müssen die Belüftungssysteme mit Brandschutzklappen versehen werden.
- Es erfolgt der Einbau einer flächendeckenden Brandmeldeanlage.
- Geplante und angestrebte Umbauten der Büroflächen (nach AVG) werden realisiert.
- Nach Beendigung dieser Arbeiten erfolgt der Wiederbezug der „alten“ Büros.
- Zum Ende erfolgt die Sanierungen in den Technikzentralen (Lüftung + Kälte), die nach beurteiltem Zustand ausfallgefährdet ist.

## Variante 2 - Generalsanierung mit Zellenbüros

Die Variante 2 beinhaltet alles, was für die Generalsanierung dieses Gebäudes nötig ist: Brandschutz, Optimierung der Nutzflächen, Hohlraumboden ausgeführt

### Möglichkeit A - Fassade mit Balkon/ Fassadensanierung

- Die Wartungsbalkone werden erhalten und weiterhin begehbar gemacht
- Die Fenster bzw. Lüftungsflügel werden raumhoch (ca. 2,8 m hoch) ausgeführt um den Zugang der Balkone zu ermöglichen
- Der Sonnenschutz wird außen auf die vordere Balkonebene angebracht
- Die Elektroverteilung wird im Hohlraumboden ausgeführt

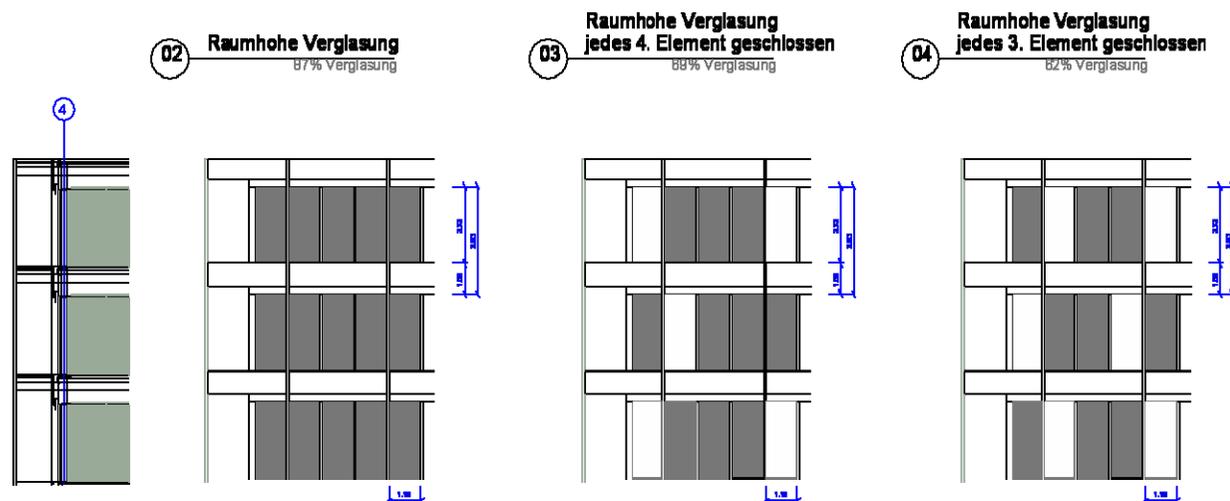


Abbildung 333 Fassadenvarianten 02 - 04

05 Raumhohe Verglasung jedes 2. Element 1/2 (Lüftungsfügel) 88% Verglasung  
 06 Raumhohe Verglasung jedes 2. Element 1/2 (Lüftungsfügel) 48% Verglasung  
 07 Raumhohe Verglasung jedes 2. Element 1/2 (Lüftungsfügel) 88% Verglasung

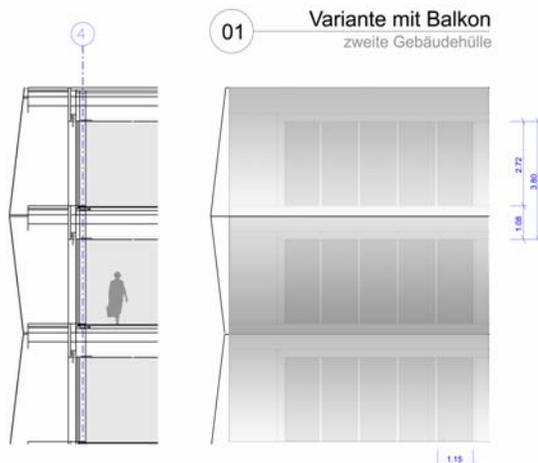
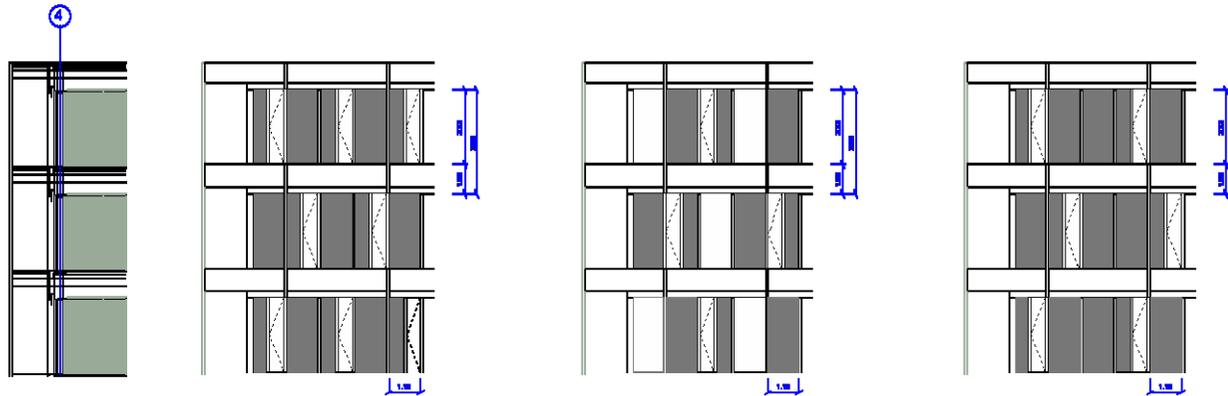


Abbildung 334 Balkon, Sonnenschutz

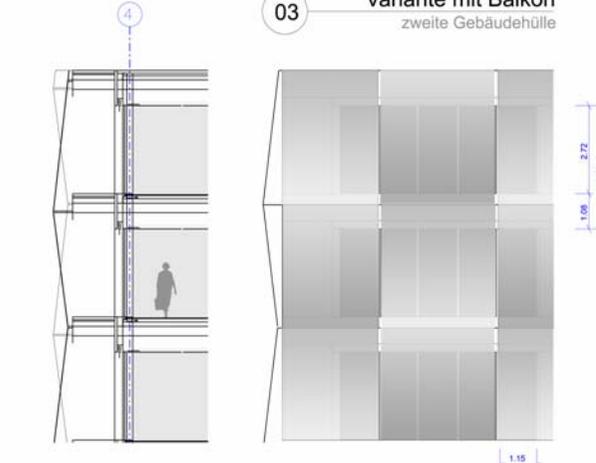


Abbildung 335 Balkon, Sonnenschutz



Abbildung 336 Balkon, Sonnenschutz

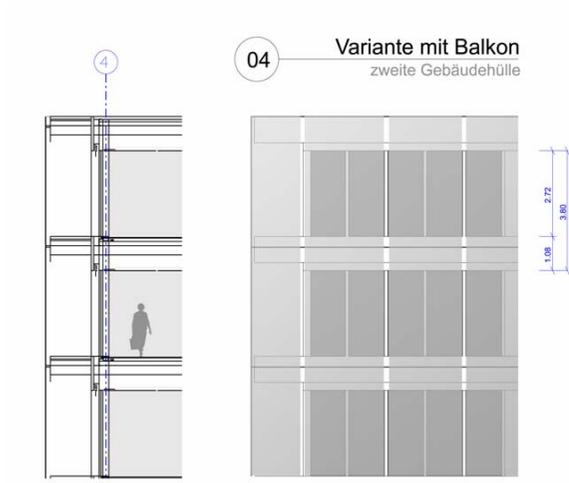


Abbildung 337 Doppelfassade, Sonnenschutz



Abbildung 339 Doppelfassade + Sonnenschutz 01  
(Quelle: Quelle: werk, bauen und wohnen 11/05)

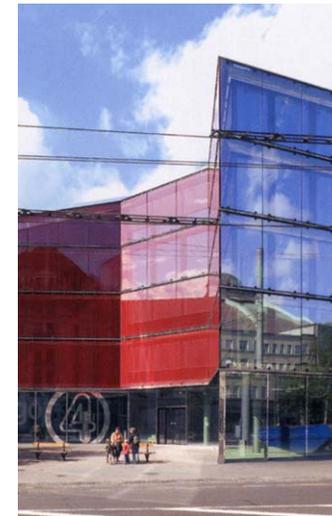


Abbildung 341 Doppelfassade + Sonnenschutz 01  
(Quelle: Ark 4/05)

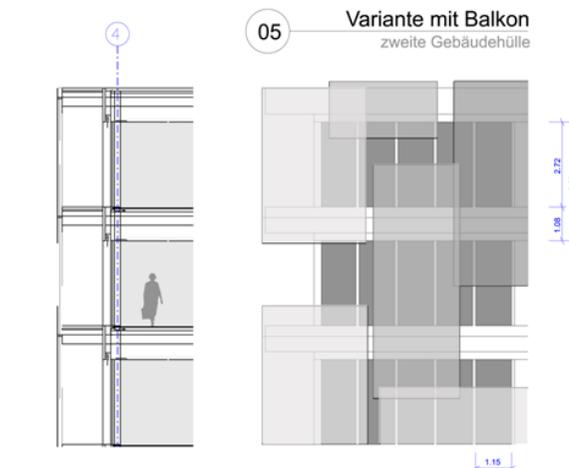


Abbildung 338 Doppelfassade, Sonnenschutz

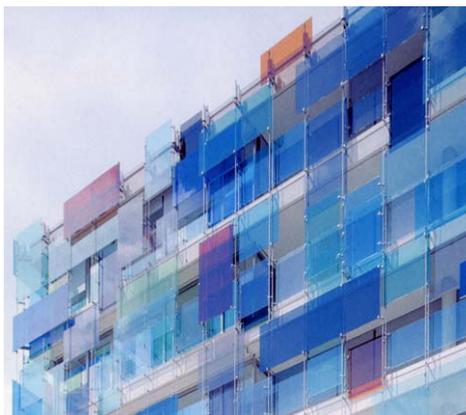


Abbildung 340 Doppelfassade + Sonnenschutz 02  
(Quelle: werk, bauen und wohnen 11/05)



Abbildung 342 Doppelfassade + Sonnenschutz 02  
(Quelle: Ark 4/05)

## Möglichkeit B - Fassade ohne Balkon

- Die Wartungsbalkone werden entfernt
- Die Öffnungsflügel sind ca. 2,5 m hoch
- Dazu kommt eine Fassade mit außenliegendem Sonnenschutz
- An der Fassade wird eine Brüstung mit integrierter Heizung als Elektroverteiler montiert

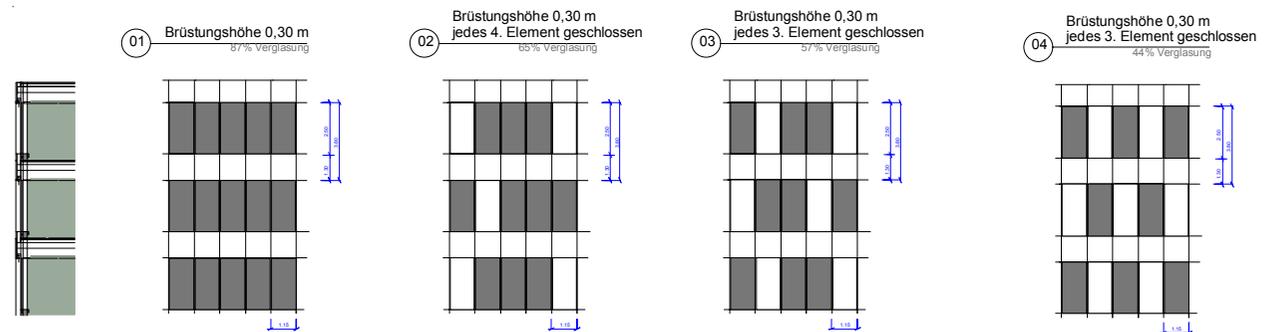


Abbildung 343 Fassadenvarianten 01 - 04 ohne Balkon

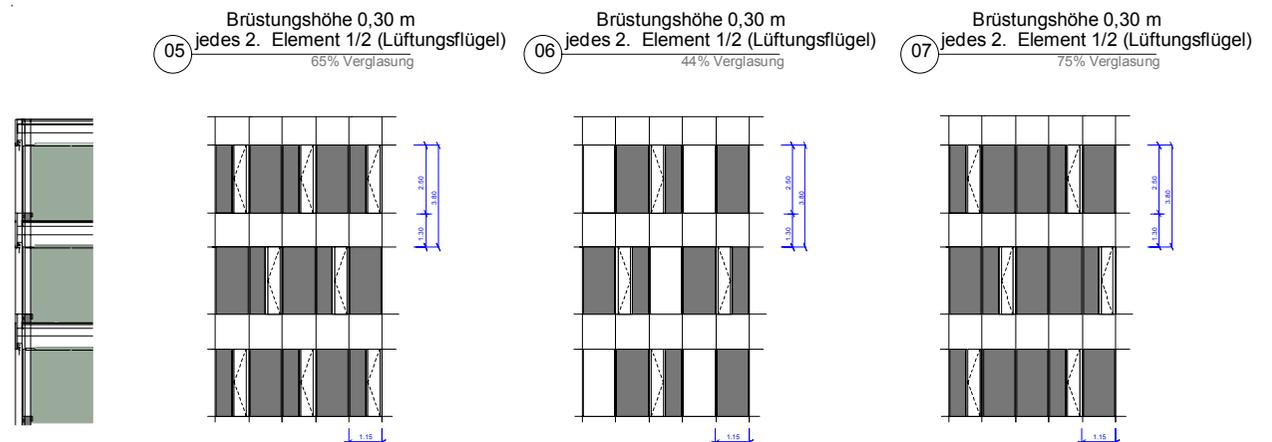


Abbildung 344 Fassadenvariante 05 - 07 ohne Balkon

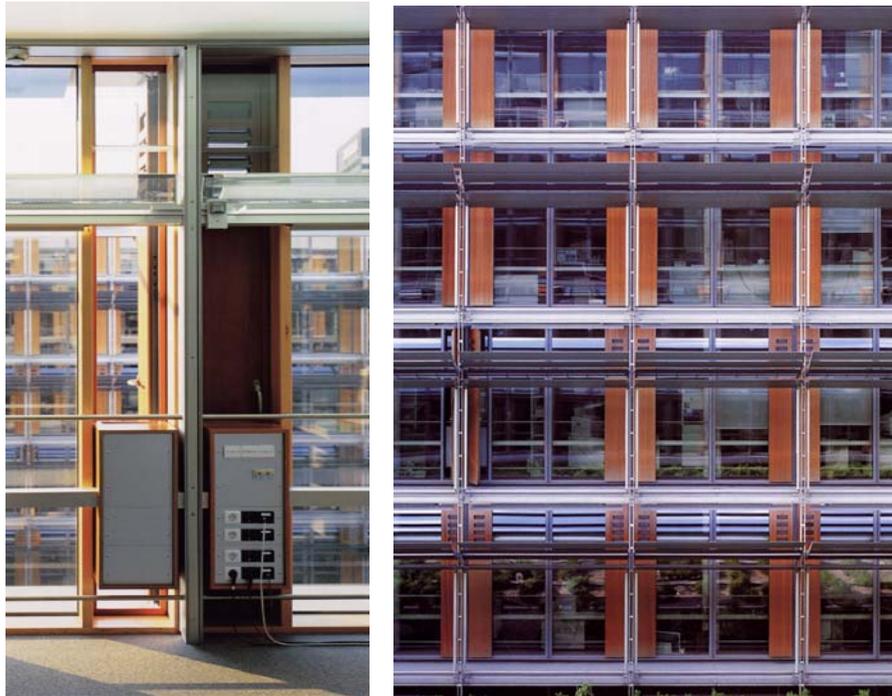


Abbildung 345 und Abbildung 346 Beispiel Fassade ohne Balkon



Abbildung 347 Beispiel Innenraum  
(Quelle: Reflexion und Transparenz, 2002)

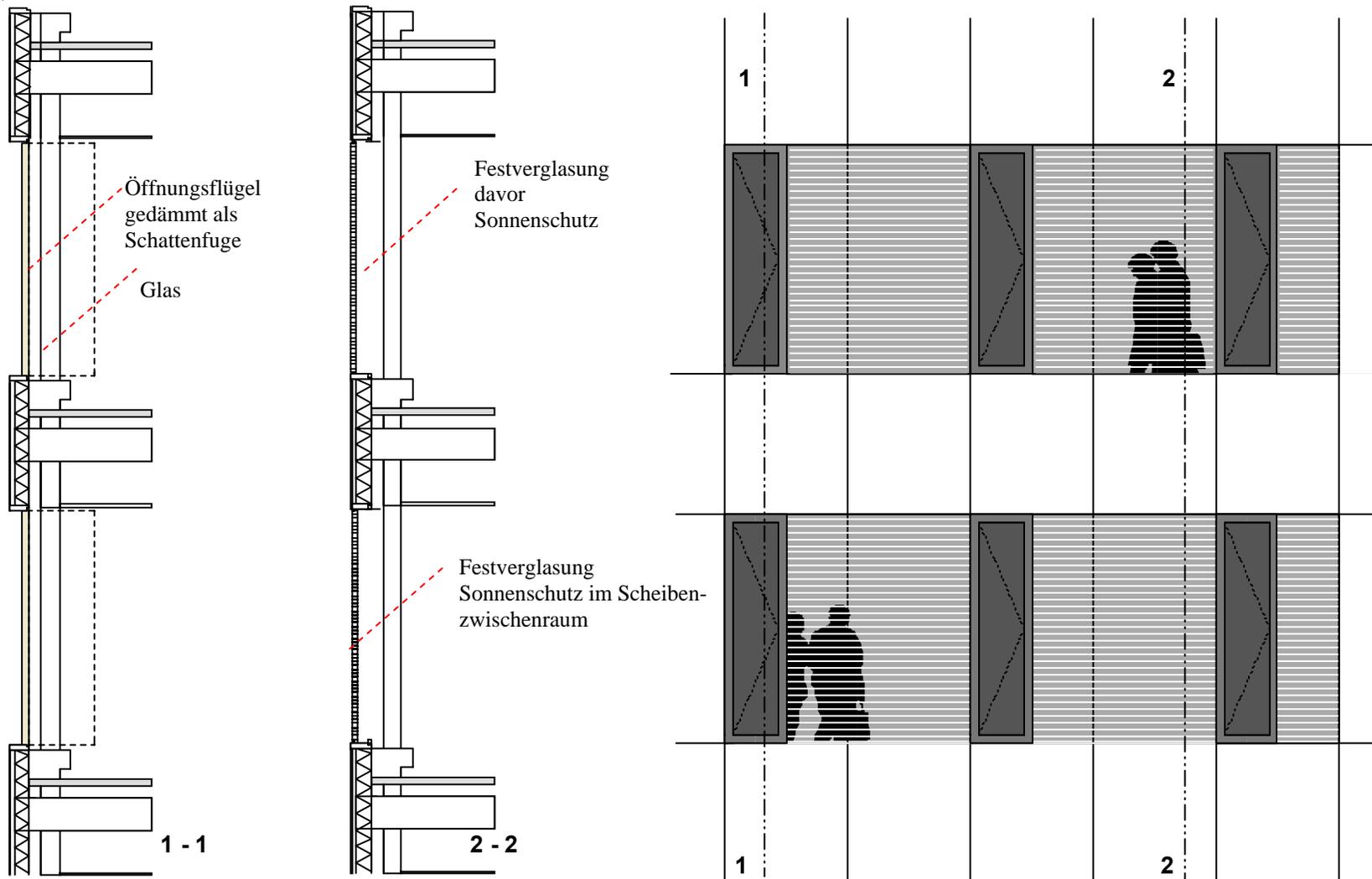


Abbildung 348 Fassade ohne Balkon, Detail / Ansicht 03



Abbildung 349 Beispiel Fassade ohne Balkon  
(Quelle: Glas Architektur und Technik 9/05)



Abbildung 350 Beispiel Fassade ohne Balkon  
(Quelle: Glas Architektur und Technik 9/05)

4 Kosten

4.1 Investitionskosten

In der folgenden Investitionskostenübersicht werden die Kosten für Hülle, Innenraum, Brandschutz, Asbestsanierung und Technik dargestellt. Die Übersicht zeigt, dass in Variante 1 - Brandschutz und Technik die Investitionskosten gegenüber den anderen Varianten sehr gering ausfallen. Das liegt daran, dass in Variante 1 nur baulich erforderliche Sanierungsmaßnahmen wie Brandschutz und Technikzentrale betrachtet werden. Gebäudehülle, Flächeneffizienz, Asbest und Technik werden hier nicht berücksichtigt. Der Bestand bleibt weitestgehend erhalten, muss dementsprechend aber gewartet und instand gehalten werden (vgl. hierzu Abbildung 312). In den übrigen Varianten ist der jeweilige Anteil der anfallenden Investitionskosten annähernd gleich.

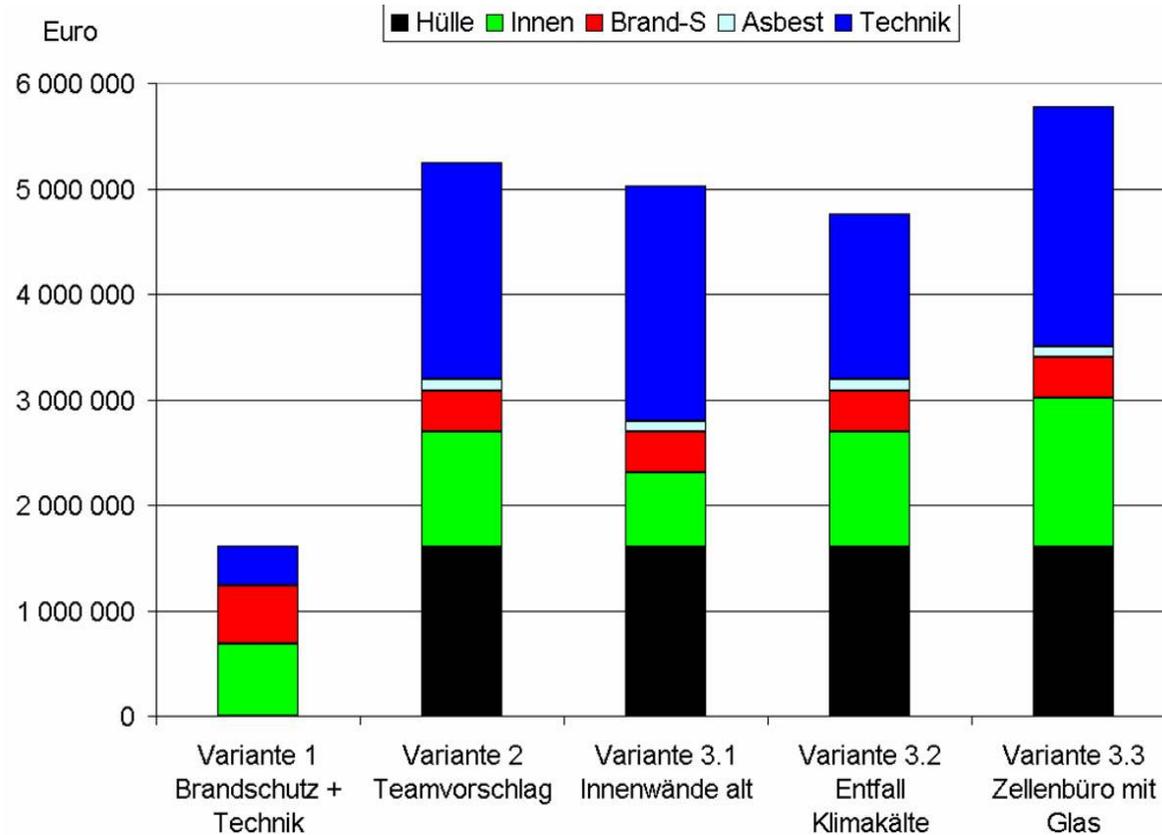


Abbildung 351 Investitionskosten

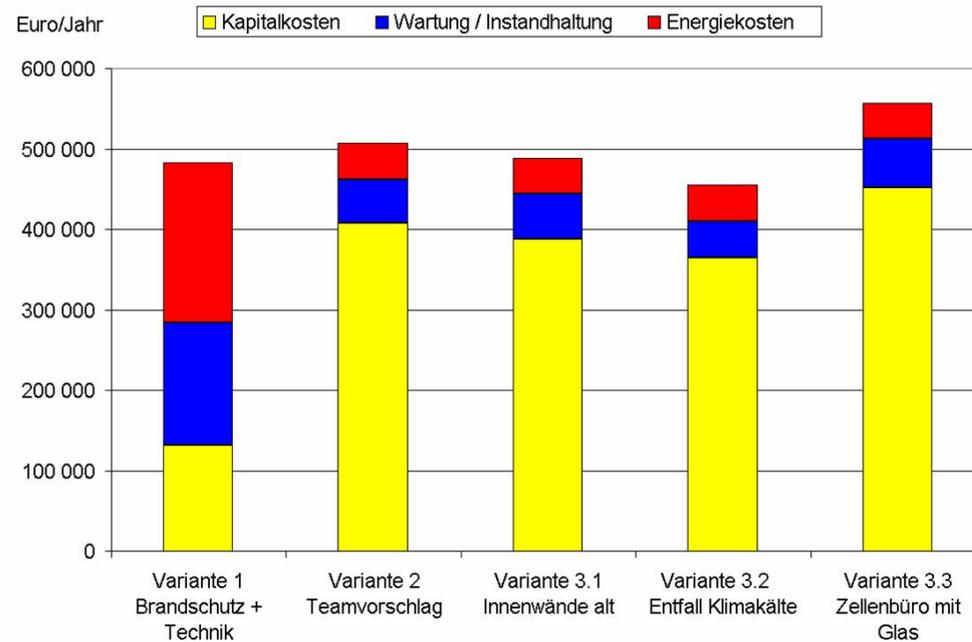
**4.2 Gesamtkosten**

In der folgenden Gesamtkostenübersicht werden neben den Wartungs- und Instandhaltungskosten die Kapitalkosten und die Energiekosten dargestellt. Die Übersicht zeigt, dass in Variante 1 - Brandschutz und Technik die Kosten für Wartung und Instandhaltung, sowie für die Energie sehr hoch sind. Das liegt daran, dass in Variante 1 nur baulich erforderliche Sanierungsmaßnahmen wie Brandschutz und Technikzentrale betrachtet werden. Gebäudehülle, Flächeneffizienz, Gebäudetechnik etc. werden hier nicht berücksichtigt. Der Bestand bleibt erhalten und muss dementsprechend gewartet und instand gehalten werden. Auf Grund der schlechten bauphysikalischen Eigenschaften des Gebäudes sind die Energiekosten dementsprechend hoch.

In den übrigen Varianten ist der jeweilige Anteil der Wartungs-/Instandhaltungskosten und der Energiekosten annähernd identisch, die jährlichen Gesamtkosten werden nur in Grenzen beeinflusst. Auf Grund der Generalsanierung sind es hier hauptsächlich die Kapitalkosten, die den Ausschlag geben.

Ansätze für die Gesamtkostenbetrachtung:

- Zinssatz 4.5 % /a
- Baunebenkosten 15 %
- Nutzungsdauer TGA 20 Jahre
- Nutzungsdauer Innenausbau 20 Jahre
- Nutzungsdauer Gebäudehülle 40 Jahre



**Abbildung 352 Gesamtkosten**

## 4.3 Fazit und Umsetzungsempfehlungen

In der Machbarkeitsstudie wurde zuerst der Gebäudebestand dokumentiert und darauf aufbauend Lösungsvorschläge erarbeitet. Die zentrale und dezentrale Gebäudetechnik und die Fassade stammen noch von der Errichtung des Gebäudes (Baujahr 1972) und können nach den heutigen energetischen Anforderungen als unzureichend bezeichnet werden. Die fest verglaste Wärmeschutzverglasung wird nicht ausreichend durch den umlaufenden Balkon verschattet. Ohne wirksamen, außenliegenden Sonnenschutz überhitzen die Büros zur Ost- und Westfassade im Sommer und müssen mit hohem Energieaufwand gekühlt werden. Neben den hohen Energiekosten hat dieser Zustand auch massive Komforteinschränkungen zur Folge. Über die brandschutztechnisch unwirksame, abgehängte Decke sind die Pfosten und Riegel der Stahlrahmenkonstruktion sowie die Unterseite der Robertson- Stahlzellendecke nicht ausreichend geschützt.

Über die Studie wurden nachfolgende Themen näher betrachtet und Verbesserungsvorschläge erarbeitet:

1. Behebung der baulichen Brandschutzmängel
2. Erneuerung der Technik im Gebäude und in den Zentralen
3. Verbesserung von Gebäudehülle / Sonnenschutz
4. Erhöhung des Nutzerkomforts
5. Steigerung der Flächeneffizienz

Zu den oben genannten Punkten wurden jeweils mehrere Varianten ausgewertet und vorgestellt. Mit Hilfe einer thermischen Gebäudesimulationen wurden verschiedene Fassaden- und Technikvarianten verglichen.

### **Variante 1 - Brandschutzsanierung und Sanierung zentraler Technik**

Unabhängig von Sanierung von Fassade und Technik besteht für die Behebung der Brandschutzmängel umgehender Handlungsbedarf. In der Variante 1 werden Maßnahmen zur brandschutztechnischen Ertüchtigung des Gebäudes dargestellt, die zwingend umgesetzt werden müssen. Es wird vorgeschlagen einen Spritzputz mit Brandschutzfunktion auf die tragenden Bauteile und die Unterseite der Robertson-Stahlzellendecke aufzubringen. Das alternative Ertüchtigen der abgehängten Decke auf F90 hätte zur Konsequenz, dass der Deckenholraum brandlastfrei (ohne Elektroinstallationen) sein müsste, was bei gegebener Geschossverteilung nur mit sehr hohem Aufwand zu erreichen ist.

In den Bürogeschossen kann durch die Teilung in zwei Nutzungseinheiten von ca. 2 x 400 m<sup>2</sup> auf notwendige Flure verzichtet werden. Mit diesen Nutzungszonen ist es möglich, bei Bürotrennwänden auf jegliche Brand- und Rauchschutzanforderungen zu verzichten, oder diese im Sinne von Gruppenbüros entfallen zu lassen.

## **Variante 2 - Generalsanierung des Gebäudes und der Technik**

Für die Variante 2 gelten bezüglich der Brandschutzsanierung die in Variante 1 genannten Maßnahmen. Bei gleichzeitiger Generalsanierung von Technik und Fassade wird jedoch das Aufbringen des Brandschutzmörtels und die Montage der Brandwand stark vereinfacht.

Durch Entfall des umlaufenden Wartungsbalkons und einer neuen Fassade kann der Tageslichteinfall der Büros optimiert und das architektonische Erscheinungsbild des Gebäudes aufgewertet werden. Zum Schutz gegen sommerliche Überhitzung dient ein außenliegender Sonnenschutz mit Lichtlenkfunktion im oberen Bereich. Die Fenster sollen im Wechsel mit fest verglasten Einheiten zum Öffnen und Lüften gestaltet werden.

Die bisher durch unattraktive Nebenflächen belegte Mittelzone wird für notwendige Pausen-, Besprechungs- und Sozialflächen im Sinne eines Kombibüros genutzt. Dieser Mischbüroform gewährleistet eine sehr gute Flexibilität und Nachhaltigkeit, Flächeneffizienz, eine Komfortverbesserung und Erhöhung der Arbeitsplatzqualität.

Einzelbüros werden je nach Notwendigkeit in erforderlicher Anzahl abgetrennt. Die vorhandenen Schrankwandelemente zum Flur werden senkrecht zur Fassade angeordnet. Durch eine verglaste Trennwand zum Flur kann die nötige Transparenz erzielt werden, über die man eine natürliche Aufhellung der Flur- und Mittelzone erreicht und an Raumqualität dazu gewinnt.

10 Steckbriefe sanierter Gebäude

## 10.1 Kreisverwaltung Bad Segeberg

### Allgemeines

Objektkennziffer	-
Bezeichnung	Kreisverwaltung Bad Segeberg
Baujahr	1971 - 1973; 2001 - 2002 saniert
Standort	Hamburger Str. 30, 23795 Bad Segeberg
Nutzungsart	Verwaltungsbau
Eigentümer	Kreisverwaltung Bad Segeberg
Nutzer	Kreisverwaltung Bad Segeberg

### Sanierungsgründe

fehlendes zweites Fluchttreppenhaus,  
undichte Fenster, Lärmimmission, sommerliche  
Aufheizung, Zugerscheinungen, Dachmangel

### Kenndaten

#### Baukörper

	vor der Sanierung	nach der Sanierung
Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)	10 (1/9/-)	10 (1/9/-)
Gebäudehöhe	-	31,20 m
Gebäuelänge	44,00 m	44,00 m
Gebäudebreite	12,50 m	12,50 m

#### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	20.793 m <sup>3</sup>	25.817 m <sup>3</sup> davon 3.300 m <sup>3</sup> Doppelfassade
BGF (BruttoGrundFläche)	6.665 m <sup>2</sup>	6.774 m <sup>2</sup> zzgl. 1.004 m <sup>2</sup> Doppelfassade
NGF (NettoGrundFläche)	5.613 m <sup>2</sup>	5.722 m <sup>2</sup>
HNF (HauptNutzFläche)	3.199 m <sup>2</sup>	3.251 m <sup>2</sup>
BGF Regelschoss	667 m <sup>2</sup>	667 m <sup>2</sup>

#### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	2-Bund	2-Bund
Bürotyp	Zellenbüros	Zellenbüros
Mitarbeiter	247	247

#### Tragstruktur

Tragwerk	Stahlbeton - Skelettkonstruktion (erhalten)
Aussteifungsart	-



Abbildung 353 vor der Sanierung  
(Quelle: Baumeister 6/03)



Abbildung 354 nach der Sanierung  
(Quelle: Baumeister 6/03)

## Kenndaten

### Gebäudehülle

Dach  
Fassadentyp

### Brandschutz

Gebäudeklasse  
Fluchtweglänge (max.)  
Brand- / Rauchabschnitte  
Anzahl der Treppenhäuser  
Anlagentechnik

### Energieversorgung

Wärme  
Kälte  
Strom

### Gebäudetechnik

Heizung  
Kühlung  
Elektro- und Medienversorgung  
Beleuchtung

Lüftung

Warmwasserversorgung

### Energieverbrauch

Endenergie Wärme / NGF  
Endenergie Strom / NGF

Primärenergie Wärme / NGF  
Primärenergie Strom / NGF

### Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz

Winterlicher Wärmeschutz

Außenwände: 4 cm

### vor der Sanierung

Flachdach  
Bandfassade

Sonderbau (Hochhaus)  
-  
-  
1  
-

Fernwärme  
-  
Netzstrom

Flachheizkörper  
dezentrales Einzelgerät  
Brüstungskanäle  
Anbauleuchten

freie Fensterlüftung  
über Dreh-Kippfenster

-

133 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
37 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]

93 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
111 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]

Sonnenschutz außen;  
Vertikallamellen innen  
(erhalten)

Dämmung der Hülle  
Dach: 5 cm  
8-12 cm (WDVS)

### nach der Sanierung

Flachdach  
Doppelfassade

Sonderbau (Hochhaus)  
<35 m  
2  
2  
Rauchmelder

Fernwärme  
-  
Netzstrom

(erhalten)  
-  
(erhalten)  
abgependelte Spiegel-  
rasterleuchten  
freie Fensterlüftung  
über Fassadenzwischenraum

-

92 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
31 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]

64 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
93 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]

Sonnenschutz im FZR  
Kopfenden: roter Screen  
Mittelteil: horizontale  
Gitterroste (konstruktiv)  
Erhöhung der Dämmung  
15 cm



Abbildung 355 Regelgeschoss Grundriss 2.0G  
(Quelle: Baumeister 6/03)



Abbildung R.: Baukonstruktion. 5.  
Aufl.. Detail Fassadenansicht

## 10.2 Geschäftshaus Zürich

### Allgemeines

Objektkennziffer	-
Bezeichnung	Geschäftshaus, Zürich
Baujahr	1970, 2001 (saniert + aufgestockt)
Standort	Hohlstrasse 560, 8048 Zürich
Nutzungsart	Verwaltungsgebäude
Eigentümer	Helvetia Patria
Nutzer	Helvetia Patria

### Sanierungsgründe

Schadstellen an der Gebäudesubstanz, wenig Tageslicht, veraltete bauphysikalische und anlagentechnische Ausstattungen

### Kenndaten

#### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)  
Gebäudehöhe  
Gebäuelänge  
Gebäudebreite

#### vor der Sanierung

7 (1/5/1)  
20,0 m  
52,5 m  
15,5 m

#### nach der Sanierung

9 (1/7/1)  
24,0 m  
52,5 m  
15,5 m

#### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)  
BGF (BruttoGrundFläche)  
NGF (NettoGrundFläche)  
HNF (HauptNutzFläche)

-  
4.938 m<sup>2</sup>  
4.296 m<sup>2</sup>  
2.370 m<sup>2</sup>

-  
7.528 m<sup>2</sup>  
6.550 m<sup>2</sup>  
3.613 m<sup>2</sup>

BGF Regelgeschoss

804,15 m<sup>2</sup>

813,75 m<sup>2</sup>

#### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp  
Bürotyp  
Mitarbeiter

2 - Bund  
Zellen- und Großraumbüros  
300 (AP)

3 - Bund  
Zellen- und Großraumbüros  
400 (AP)

#### Tragstruktur

Konstruktionstyp  
Aussteifung

Stahlbeton - Skelettbau  
Treppenhauskern

Stahlbeton - Skelettbau  
Treppenhauskern



Abbildung 356 Ansicht vor der Sanierung  
(Quelle: Baumeister 6/03)



Abbildung 357 Ansicht nach der Sanierung  
(Quelle: Baumeister 6/03)

### Kenndaten

#### Gebäudehülle

Dach  
Fassadentyp

#### Brandschutz

Gebäudeklasse  
Fluchtweglänge (max.)  
Brand- / Rauchabschnitte  
Anzahl der Treppenhäuser  
Anlagentechnik

#### Energieversorgung

Wärme  
Kälte  
Strom

#### Gebäudetechnik

Heizung  
Kühlung  
Elektro- und Medienversorgung  
Beleuchtung  
Belüftung  
Warmwasserversorgung

#### Energieverbrauch

Endenergie Wärme / NGF  
Endenergie Strom / NGF  
Primärenergie Wärme / NGF  
Primärenergie Strom / NGF

#### Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz  
Winterlicher Wärmeschutz  
tunsbereich (12cm)

### vor der Sanierung

Flachdach  
Bandfassade

-  
-  
-  
2  
-

Öl  
(Strom)  
Netzstrom

Konvektoren  
Kältemaschine  
Brüstungskanäle  
-  
Lüftungsanlage ohne WRG

-

191 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
97 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
210 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
291 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]

-  
-

### nach der Sanierung

Flachdach  
Bandfassade

-  
-  
-  
2  
-

Gas  
(Strom)  
Netzstrom

thermische  
Bauteilaktivierung (Decke)  
thermische  
Bauteilaktivierung (Decke)  
Bodenkanäle  
Einbau - Downlights +  
Leuchtstoffröhren  
freie Lüftung, Lüftungsan-  
lage mit WRG  
zentral

36 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
34 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
39 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]  
102 [kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a]

Fallarmmarkisen (motorisch  
gesteuert)  
wärmegeämmter Brüs-

Dach: Dämmung 16cm

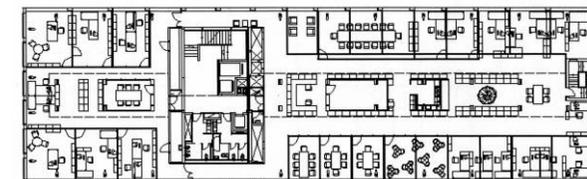


Abbildung 358 Regelgeschoss - Grundriss 1.0G  
(Quelle: Baumeister 6/03)



Abbildung 359 Fassadenausschnitt  
(Quelle: Baumeister 6/03)

## 10.3 LSV – Landwirtschaftliche Sozialversicherung Baden-Württemberg

### Allgemeines

Objektkennziffer -  
 Bezeichnung LSV – Landwirtschaftliche Sozialversicherung Baden-Württemberg  
 Baujahr 60er Jahre, 01/2002 – 07/2003 Sanierung  
 Standort Vogelrainstr. 25, 70199 Stuttgart  
 Nutzungsart Verwaltungsbau  
 Eigentümer Landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft LBG  
 Nutzer LSV Baden-Württemberg

### Sanierungsgründe

veraltete brandschutztechnische, bauphysikalische und konstruktive Anforderungen, Lärmbelästigung

### Kenndaten

#### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / Überirdisch / Staffelgeschoss)  
 Gebäudehöhe  
 Gebäudelänge  
 Gebäudebreite

	vor der Sanierung	nach der Sanierung
Geschosse (unterirdisch / Überirdisch / Staffelgeschoss)	14 (1/13/-)	14 (1/13/-)
Gebäudehöhe	46,70 m	46,70 m
Gebäudelänge	33,30 m	34,50 m
Gebäudebreite	18,80 m	23,10 m
<b>Flächen und Volumen</b>		
BRI (BruttoRaumInhalt)	-	43.494 m <sup>3</sup>
BGF (BruttoGrundFläche)	ca. 8.800 m <sup>2</sup>	11.088 m <sup>2</sup> (inkl. Dofa)
NGF (NettoGrundFläche)	ca. 7.650 m <sup>2</sup>	9.947 m <sup>2</sup>
HNF (HauptNutzFläche)	ca. 4.200 m <sup>2</sup>	6.326 m <sup>2</sup>
BGF Regelgeschoss	ca. 650 m <sup>2</sup>	750 m <sup>2</sup> (zzgl. 42 m <sup>2</sup> Doppelfassade bzw. 102 m <sup>2</sup> 12.OG)
<b>Organisationsmerkmale</b>		
Erschließungstyp	-	1-Bund
Bürotyp	Zellen- und Gruppenbüros	Zellen- und Großraumbüros
Mitarbeiter	400 (Hochhaus + Flachbau)	400 (Hochhaus)
<b>Tragstruktur</b>		
Konstruktionstyp	Stahlbeton – Skelettbau	Erhalt des Bestands
Aussteifung	-	-



Abbildung 360 vor der Sanierung  
 (Quelle: Glas 6/2003)



Abbildung 361 nach der Sanierung  
 (Quelle: Baumeister 6/03)

Kenndaten	vor der Sanierung	nach der Sanierung
<b>Gebäudehülle</b>		
Dach	Flachdach	Flachdach
Fassadentyp	Bandfassade	Doppelfassade
<b>Brandschutz</b>		
Gebäudeklasse	Hochhaus	Hochhaus
Fluchtweglänge (max.)	-	< 30 m
Brand- / Rauchabschnitte	keine	keine
Anzahl der Treppenhäuser	1	2 (1 Feuerwehraufzug)
Anlagentechnik	-	Sprinkleranlage
<b>Energieversorgung</b>		
Wärme	-	Gasbrennwertkessel
Kälte	-	Kompressionskältemaschinen
Strom	Netzstrom	Netzstrom
<b>Gebäudetechnik</b>		
Heizung	-	RLT Anlage, thermische Bauteilaktivierung, Flächenheizung
Kühlung	-	RLT Anlage, thermische Bauteilaktivierung
Elektro- und Medienversorgung	-	Bodenkanäle
Beleuchtung	-	Stehleuchten
Lüftung	-	RLT Anlage mit WRG, freie Lüftung über Öffnungsflg.
Warmwasserversorgung	-	-
<b>Energieverbrauch</b>		
Endenergie Wärme / NGF	-	125 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]
Endenergie Strom / NGF	-	- [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]
Primärenergie Wärme / NGF	-	138 [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]
Primärenergie Strom / NGF	-	- [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]
<b>Wärmeschutz</b>		
Sommerlicher Wärmeschutz	-	Horizontallamellen (Alu) im Fassadenzwischenraum
Winterlicher Wärmeschutz	Außenwand: 2 cm Dämmung	Mineralfaserplatten

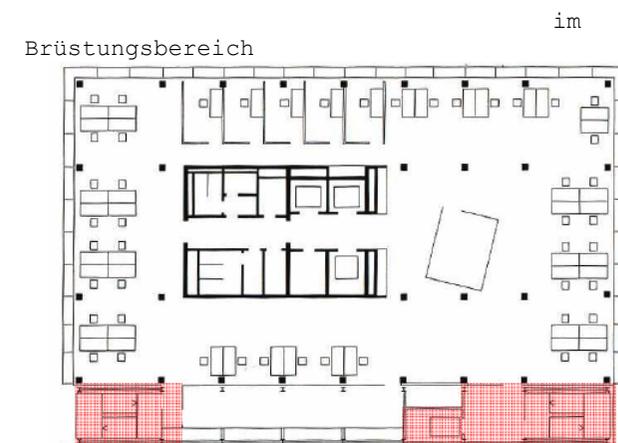


Abbildung 362 Regelgeschoss - Grundriss 1.0G  
(Quelle: Baumeister 6/03)

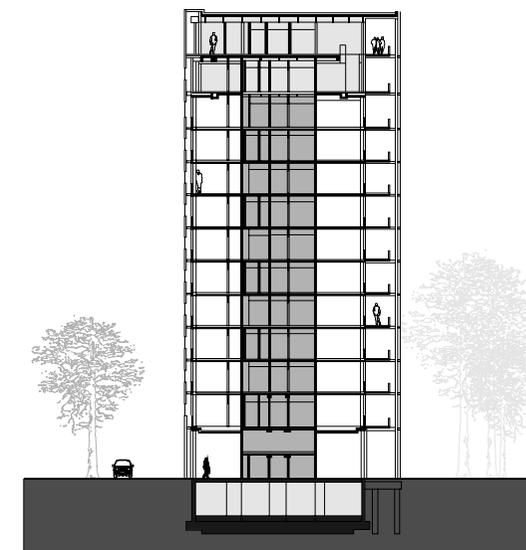


Abbildung 363 Schnitt

## 10.4 Französische Botschaft Warschau

### Allgemeines

Objektkennziffer	-
Bezeichnung	Französische Botschaft
Baujahr	1971; 2003-2005 saniert
Standort	Warschau
Nutzungsart	Botschaftsgebäude
Eigentümer	Französisches Außenministerium
Nutzer	Französisches Außenministerium

### Sanierungsgründe

Kältebrücken, Heizenergieverluste, sommerliche Aufheizung, Asbestbelastung, konstruktive Spannungen, fleckige Oberfläche der Aluminiumpaneele

### Kenndaten

#### Baukörper

Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)	4 (1/3/-)	4 (1/3/-)
Gebäudehöhe	14,50 m	14,50 m
Gebäuelänge	78,00 m	78,00 m
Gebäudebreite	24,50 m	24,50 m

#### Flächen und Volumen

BRI (BruttoRaumInhalt)	ca. 24.938 m <sup>3</sup>	ca. 29.600 m <sup>3</sup>
BGF (BruttoGrundFläche)	6.306 m <sup>2</sup>	7.644 m <sup>2</sup>

BGF Regelschoss	1465 m <sup>2</sup>	1911 m <sup>2</sup>
-----------------	---------------------	---------------------

#### Organisationsmerkmale

Erschließungstyp	2-Bund	3-Bund
Bürotyp	Zellenbüros	Kombibüros/Business Club

#### Tragstruktur

Tragwerk	Stockwerk-Rahmen-konstruktion (Stahl) (erhalten)	
----------	--	--

(Quelle: Baumeister 6/03)

Aussteifung



Abbildung 364 vor der Sanierung  
(Quelle: Bauwelt 3/06)



Abbildung 365 nach der Sanierung  
(Quelle: Bauwelt 3/06)

## Kenndaten

### Gebäudehülle

Dach  
Fassadentyp

### Brandschutz

Gebäudeklasse  
Fluchtweglänge (max.)  
Brand- / Rauchabschnitte  
Anzahl der Treppenhäuser  
Anlagentechnik

### vor der Sanierung

Flachdach  
Elementfassade  
(Aluminiumpaneele mit  
Einfachverglasung)

Sonderbau (Hochhaus)  
-  
-  
2  
-

### nach der Sanierung

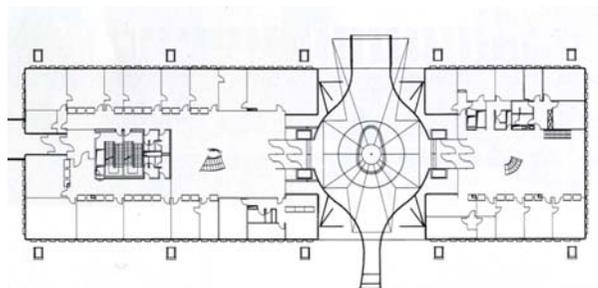
Flachdach  
Elementfassade  
(Aluminiumpaneele mit  
doppelter Festverglasung)  
Kastenelement

Sonderbau (Hochhaus)  
<35 m  
-  
2  
-

Abbildung 366 Grundriss vor / nach Sanierung



Abbildung 367 Innenraum  
(Quelle: Bauwelt 3/06)



(Quelle: Bauwelt 3/06)

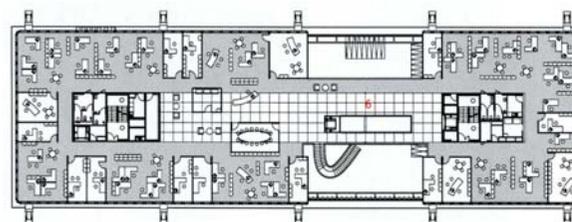
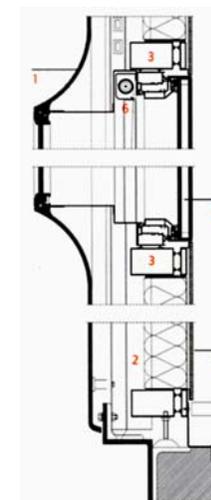


Abbildung 368 Detail Fassadenschnitt nach Sanierung  
(Quelle: Bauwelt 3/06)



## 10.5 Vodafone Hochhaus Düsseldorf

### Allgemeines

Objektkennziffer	-
Bezeichnung	Mannesmann Hochhaus
Baujahr	1956; 2002 saniert (Denkmalschutz)
Standort	München
Nutzungsart	Verwaltungsbau
Eigentümer	-
Nutzer	Mannesmann AG

### Sanierungsgründe

Hohe Energieverluste, raumluftechnisch überholte Anlagenkomfort, mangelnder Brandschutz, Fassade entspricht nicht den Anforderungen der Wärmeschutzverordnung

### Kenndaten

	vor der Sanierung	nach der Sanierung
<b>Baukörper</b>		
Geschosse (unterirdisch / überirdisch / Staffelgeschoss)	3	3
Gebäudehöhe	25	25)
Gebäuelänge	93 m	93 m
Gebäudebreite	31,00 m	31,00 m
	13 m	12 m
<b>Flächen und Volumen</b>		
BRI (BruttoRaumInhalt)	1.049.412 m <sup>3</sup>	1.049.412
BGF (BruttoGrundFläche)	26.000 m <sup>2</sup>	26.000 m <sup>2</sup>
NGF (NettoGrundFläche)	- m <sup>2</sup>	- m <sup>2</sup>
HNF (HauptNutzFläche)	- m <sup>2</sup>	- m <sup>2</sup>
BGF Regelschoss	403 m <sup>2</sup>	403 m <sup>2</sup>
<b>Organisationsmerkmale</b>		
Erschließungstyp	1-Bund	1-Bund
Bürotyp	Zellenbüros	Zellenbüros
Mitarbeiter	-	-
<b>Tragstruktur</b>		
Tragwerk	Stahlbeton - Skelettkonstruktion (erhalten)	-
Aussteifungsart	Stahlbeton Kern	- Stahlbeton Kern



Abbildung 369 vor der Sanierung / nach Sanierung  
 Quelle: RKW - Homepage)  
 Abbildung 370 nach der Sanierung

### Kenndaten

#### Gebäudehülle

Dach

Fassadentyp

#### Brandschutz

Gebäudeklasse

Fluchtweglänge (max.)

Brand- / Rauchabschnitte

Anzahl der Treppenhäuser

Anlagentechnik

#### vor der Sanierung

Flachdach

P-R-Fassade Standard -50er

Jahre

Sonderbau (Hochhaus)

-

-

2

-

#### nach der Sanierung

Flachdach

F-R-Fassade heutiger

Standard

Sonderbau (Hochhaus)

<25 m

-

2

-

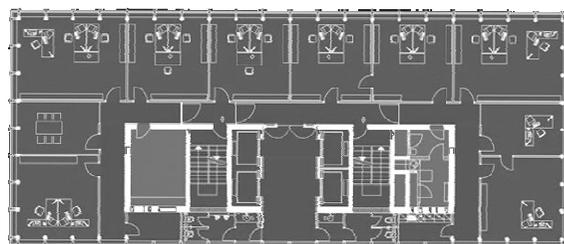


Abbildung 371 Grundriss nach Sanierung

(Quelle: RKW - Homepage)



Abbildung 372 Innenansicht Fassade

(Quelle: RKW - Homepage)

### 11 Fazit / Resumée

Nach der Recherche zur Entwicklung und Veränderung von Normen und Richtlinien, die der Planung von Gebäuden zum jeweiligen Zeitpunkt zugrunde lagen, wurden die nutzungsbedingten Anforderungen an Tragwerke und Fassaden des Bestands der 50er bis 70er Jahre untersucht und die Gebäude nach ihren Merkmalen Typologien zugeordnet. Anhand der bekannten und vermuteten Schwachstellen und der interdisziplinär ausgeführten Bestandsaufnahme und Befragung von Gebäudeeigentümern und Nutzern ist es möglich gewesen, die Beweggründe einer Sanierung (Bürokomfort, Nutzungsflexibilität, Ergonomie, Image, Kosten- und Energieeinsparung) aufzuzeigen. Es ist dabei auch klar geworden, welchen Einfluss steigende Energiepreise, die seit 2002 eingeführte Energieeinsparverordnung und die Veränderung der Büroorganisation und -technik auf das Verhalten gegenüber dem Energieverbrauch und damit auf die Entscheidung für eine Sanierung haben.

Bei den 13 untersuchten Gebäuden handelt es sich nutzungstypisch ausschließlich um Ein-, Zwei- und Dreibund-Anlagen. Aspekte einer ganzheitlichen Sanierung von Großraumbüros entfallen auf diese Weise, aber ein großer, abgeschlossener und repräsentativer Teil des Baugeschehens wird dennoch behandelt.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Gebäude mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln effizient und komfortgerecht saniert werden können.

Bei Beachtung der Abhängigkeiten aus Gebäudegeometrie, Tragwerk und Fassade können bei einer ganzheitlichen Sanierung eine Vielzahl von Büroorganisationsformen nach den heutigen arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen realisiert werden. Dann ist sowohl eine Optimierung der Flächennutzung und damit der Wirtschaftlichkeit als auch des Komforts der Nutzer erreichbar. Das sanierte Gebäude erreicht Neubauqualität. Die untersuchten Fälle haben auch ergeben, dass die Gebäudeeigner fast ausnahmslos zunächst nur die Senkung der Betriebskosten als Sanierungsgrund sehen, und daher nur Teilbereiche der Gebäudehülle oder der technischen Anlagen am Besten bei laufendem Betrieb sanieren wollen. Die in einem konkreten Fall durchgeführten Vorplanungen mit Kostenermittlungen und deren Gegenüberstellung zeigt jedoch deutlich, dass sich die Mehrinvestition in eine ganzheitliche Sanierung als wirtschaftlicher erweist.

## 12 Veröffentlichungen

Neben der Präsentation auf der Homepage [www.prosab.de](http://www.prosab.de), der lokalen Presse (Braunschweiger Echo, 26.10.2005) und der universitätsinternen Pressstelle wurde das Forschungsprojekt Prosab im Zuge der universitären Lehre in Lehrveranstaltungen wie Theoriearbeiten und Seminaren (z.B. Seminar: Arbeitswelten, Sommersemester 2006) präsentiert und veröffentlicht. Weitere Öffentlichkeitsarbeit und Präsentationen sind im Anschluss an die 2. Phase geplant.

## Vorträge

- 02/2006     Energieeffiziente und komfortgerechte Sanierung von Bürogebäuden  
            „CLEAN ENERGY POWER 2006“  
            2. Expertenforum - Energetische Sanierung, 18.-19.01.2006  
            Vortrag
- 09/2006     Veranstaltungsreihe „architekturimpulse“ der Energieagentur NRW und der AK NW  
            „Bauen im Bestand - Sanierung versus Abriss“  
            Gelsenkirchen, 13.09.2006  
            Podiumsdiskussion
- 05/2007     Energieeffiziente Sanierung von Baudenkmalen und Nichtwohngebäuden  
            TU Dresden, TU Braunschweig, DBU Osnabrück, 24.05.2007  
            Vorträge

## Zeitschriften

- 10/2005     • Braunschweiger Zeitung, 26.10.2005  
            "Die altersschwachen Bürohäuser" (pdf 344 kB)
- PAZ - Peiner Allgemeine Zeitung, 25.10.2005  
            "Alte Bürogebäude neu konzipieren" (pdf 250 kB)

- 11/2005
- EUWID Facility Management, 09.11.2005  
"Forschungsprojekte"
  - Neue Braunschweiger, Nr. 44, 03.11.2005  
"Forscher analysieren alte Büro-Komplexe" (pdf 108 kB)
- 02/2006
- DAB Deutsches Architektenblatt, 2/06, S.29  
"PROSAB - Energieeffiziente und komfortgerechte Sanierung von Bürogebäuden"

## 13 Literaturverzeichnis

- [ 03] *Instandsetzung eines Verwaltungsgebäudes in Stuttgart*. Glas -Architektur und Technik. Seiten 37-43, 6/2003.
- [ 03] *Sanierung der ehemaligen Industrie-Kreditbank in Düsseldorf. Mehr-Wert*. Intelligente Architektur. Seiten 22-27, 3/2003.
- [ 03] *Über die Sanierung der ehemaligen Landeskreditbank Düsseldorf*. Intelligente Architektur. Seiten 22-27, 3/2003.
- [ 03] *Kreisverwaltung Bad Segeberg*. Glas -Architektur und Technik. Seiten 8-14, 2/2003.
- [Lut02] LUTZ, M.: *Modernisierung Mannesmann Hochhaus in Düsseldorf*. Glas -Architektur und Technik. Seiten 48-53, 3/2002.
- [ 01] *Finanzkaufhaus in Düsseldorf*. Detail. Seiten 1050-1053, 6/2001.
- [ ] *Revitalisierung des Haupthauses der KfW in Frankfurt*. [www.ensan.de](http://www.ensan.de)
- [Ehl01] EHLTING, D.: *Vorfertigung komplexer Ausbau-Baussysteme für offene Bauweisen*. Dissertation an der Universität Dortmund. 2001. Berlin:dissertation.de
- [Rei04] REINERS, H.: *Umbauen. Die 35 besten architektonischen Lösungen für: Umnutzung, Erweiterung, Sanierung*. Architektur-Preis Reiners Stiftung München, DVA, 2004.
- [Böh02] BÖHNING, J.: *Altbau - Modernisierung im Detail Konstruktionsempfehlungen*. Rudolf Müller- Verlag, Köln, 2002
- [Sch03] SCHITTICH, C: *Im Detail - Bauen im Bestand. Umnutzung, Ergänzung, Neuschöpfung*. Birkhäuser, 2003.
- [Rog02] ROGERS, P: *Ein ganzheitlicher Weg. Strategien einer nachhaltigen Ingenieurplanung*. Intelligente Architektur / AIT Spezial, Seiten 40-45, 37/2002.
- [Gän02] GÄNßMANTEL, J.; Geburtig, G.: *(K)eine Utopie? Nachhaltiges und kostengünstiges Sanieren. Tl.1: Bestandsaufnahme, Instandsetzungsplanung und - Durchführung*. B+B Bauen im Bestand Jg. 25. Seiten 32-37, 6/2002.
- [Jes02] JESTER, K.; Schneider, E.: *Weiterbauen. Erhaltung, Umnutzung, Erweiterung, Neubau. Konzepte, Projekte, Details*. Bauwerk, Berlin, 2002.
- [Pfa99] PFAU, J.: Tichelmann, K.: *Konzepte sind gefragt*. Ausbau + Fassade. Seiten 20-24, 11/1999.
- [Pow99] POWELL, K.: *Bauen im Bestand*. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart, 1999.

- [Kri99] KRIPPNER, R.: Herzog, T.: *Architektur der 60er Jahre. Das ehemalige Bilka - Kaufhaus in Kassel Bauhandwerk mit Bausanierung*, Jg. 21. Seiten 65-69, 9/1999.
- [Ler93] LERCH, H.: *Bausubstanz neu genutzt. Architektur individueller Arbeitsstätten*. Verlagsanstalt Alexander, Leinfelden-Echterdingen, 1993.
- [Ker98] KERSCHBERGER, A.: *Modellhafte Sanierung von Typenbauten*. ,Tüv-Verlag GmbH Köln, 1998.
- [Maa97] MAAß, J.: *Die Umnutzung der Conti-Hauptverwaltung am Königsworther Platz in Hannover zu einem Universitätskomplex für 6000 Studenten*. Altstadt - City - Denkmalort. Jahrestagung der Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland 1995 in Hamburg. Christians, Hamburg. Seiten 186-188, 1997.
- [ 04] *Sanierung von Verwaltungsbauten - Planung, Technik, Kostenaspekte*. Literaturdokumentation. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2004.
- [Got94] GOTTSCHALK, O.: *Verwaltungsbauten. Flexibel - kommunikativ - nutzerorientiert*. Bauverlag Wiesbaden, 1994.
- [Kra87] KRAEMER, K.: *Verwaltungsbauten. Neubau, Umbau und Erweiterungen Administrative Buildings. New Constructions, conversions and extensions*. Kraemer Stuttgart, 1987.
- [Kli94] KLINGELE, M.: *Architektur und Energie. Planungsgrundlagen für Büro- und Verwaltungsbauten*. C.F.Müller, Karlsruhe, 1994.
- [Hen98] HENNINGS, D.: *Energie kann nicht verloren gehen. Wie können Büro- und Verwaltungsbauten ohne großen Aufwand thermisch optimiert werden?* Deutsche Bauzeitung. Seiten 109-116, Jg. 132/3 1998.
- [Mey91] MEYER-BOHE, W.: *Umbauten. Alternativen zum Neubau*. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart, 1991.
- [Der00] DEREK, L.: *Creative Re-use of Buildings vol. 1 and 2*. Donhead publishing Ltd., Shaftesbury, England, 2000.
- [SG97] SCHNEIDER, R., Gentz, M.: *Intelligent Office. Zukunftssichere Bürogebäude durch ganzheitliche Nutzungskonzepte*, Köln, 1997.
- [Geb91] GEBERZAHN: *Das neue Büro. Eine kritische Betrachtung zum Stand der Bürohaus- und Arbeitsplatzarchitektur*. AIT. Seiten 50-56, 3/1991.
- [ 01] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, *Leitfaden nachhaltiges Bauen*, Hrsg. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 2. Nachdruck, 2001.

- [Roz06] ROZYNSKI, M.: *Sanierung von Bürohochhäusern der 1960er und 1970er Jahre*, Dissertation an der TU Braunschweig, 2006.
- [Joe75] JOEDICKE, J.: *Büro- und Verwaltungsbauten*. Karl Krämer Verlag Stuttgart, 1975.
- [HJK02] HASCHER, R., Jeska S., Klauck Birgit.: *Entwurfsatlas Bürobau, Entwurfsgrundlagen des Bürobaus*. Birkhäuser, 2002.
- [Hen75] HENN, W.: *Aussenwände*. Verlag Georg D. W. Callwey, München, 1975.
- [Har56] HART, F.: *Skelettbauten*. Verlag Georg D. W. Callwey, München, 1956.
- [Ack83] ACKERMANN, K.: *Grundlagen für das Entwerfen und Konstruieren*. Karl Krämer Verlag Stuttgart, 1983.
- [Pet65] PETZOLD, F.: *Das Büro*. Westdeutscher Verlag Köln und Opladen, 1965.
- [Eis05] EISELE, J., Staniek, B.: *BürobauAtlas*. Verlag Georg D. W. Callwey GmbH, München, 2005.
- [Mey75] MEYER-BOHE, W.: *Elemente des Bauens. Fassaden*. Verlaganstalt Alexander Koch GmbH, Stuttgart, 1975.
- [Mey75] MEYER-BOHE, W.: *Die Bauelemente von Fassaden*. Julius Hoffmann, Stuttgart, 1973.
- [Gat65] GATZ, K.: *Aussenwand Konstruktion*. Verlag Georg D. W. Callwey, München, 1965.
- [Oes64] OESTERLEN, D.: *Bauten und Planungen 1946 - 1963*. Verlaganstalt Alexander Koch GmbH, Stuttgart, 1964.
- [ 02] *Verwaltungsbau*. Konzept. Detail, 9/2002.
- [Joe59] JOEDICKE, J. (1959): *Bürobauten*. Verlag Gerd Hatje, Stuttgart, 1959.
- [Sch67] SCHMITT, H. (1967): *Hochbaukonstruktion: Die Bauteile und das Baugefüge, Grundlagen des heutigen Bauens*. Maier, 4. Aufl., 1967.
- [Dor04] DORSEMAGEN, D. (2004): *Büro- und Geschäftsfassaden der 50er Jahre - Konservatorische Probleme am Beispiel von West-Berlin*. Berlin: Technische Universität, Fakultät VII, Dissertation, 2004.
- [ 60] *Musterbauordnung für die Länder des Bundesgebietes einschließlich des Landes Berlin*. *Musterbauordnungskommission*. Schriftenreihe des Bundesministers für Wohnungsbau, Band 16. Kommunal-Verlag, Recklinghausen, 1960,
- [ 60] *Allgemeine Einführung in die Musterbauordnung, Teil A: Begründungsausschuss der Musterbauordnungskommission*. Schriftenreihe des Bundesministers für Wohnungsbau, Band 17. Kommunal-Verlag, Recklinghausen, Fassung April 1960.

- [ 60] *Einführung in die Musterbauordnung, Teil B: Die Vorschriften im einzelnen, Begründungsausschuss der Musterbauordnungskommission.* Schriftenreihe des Bundesministers für Wohnungsbau, Band 18. Kommunal-Verlag, Recklinghausen, Fassung August 1960.
- [ 63] *Musterentwürfe von Rechtsverordnungen zur Musterbauordnung, Musterbauordnungskommission.* Schriftenreihe des Bundesministers für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung, Band 20. Kommunal-Verlag, Recklinghausen, August 1963.
- [ 83] *Musterbauordnung in der Fassung vom 11. Dezember 1981.* Bauverlag, Berlin, 1983.
- [Wer04] WERNER, U.: *Bautechnischer Brandschutz.* Birkhäuser, 2004.
- [Fri00] FRIEDRICHS, K.: *Vom Intelligent Building zur Telekooperation,* Fakultät für Architektur der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, 2000.
- [Kle02] Kleinbrink, M.: *Wandel der Büroarbeit.* Detail, 9/2002.
- [ 01] *Leitfaden Nachhaltiges Bauen vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen,* Stand Januar 2001.
- [ 04] *Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV) vom 12. August 2004.*
- [ 02] *Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV) vom 20. März 1976 (ASR 37/1, ArbStätt 5.037.1), zuletzt geändert am 27. September 2002.*
- [ ] *Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR) zur Arbeitsstättenverordnung vom Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung im Bundesarbeitsblatt bekannt gegeben.*
- [SW77] SIEGEL, C.; Wonneberg, R.: *Bau- und Betriebskosten von Büro- und Verwaltungsgebäuden - eine Auswertung von 110 ausgeführten und in Betrieb genommenen Gebäuden,* Bauverlag, Wiesbaden und Berlin, 1977.
- [ 04] *Niedersächsische Bauordnung,* Stand: 10.02.2003; Allgemeine Durchführungsverordnung zur Niedersächsischen Bauordnung 11.03.1987 geändert am 22.07.2004.
- [ 86] *Verordnung über den Bau und Betrieb von Hochhäusern - Hochhausverordnung NRW,* Stand:(11. Juni 1986).
- [Got94] Gottschalk, Ottomar; *Verwaltungsbauten,* Bauverlag, Wiesbaden, 1994
- [Res07] Rester, Helmut; *Sanierung von 50er- bis 70er-Jahre-Bauten,* Forum Verlag, Augsburg, 2007
- [Mey80] Walter Meyer-Bohe, *Vorhangfassade,* Verlagsanstalt Alexander Koch GmbH, Stuttgart, 1980
- [Kna07] Knaack, Klein, Bilow, Auer, *Prinzipien der Konstruktion,* Birkhäuser Verlag AG, Basel, Boston, Berlin, 2007

- [ 01] *Leitfaden Nachhaltiges Bauen vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Stand Januar 2001*
- [ 04] *Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 12. August 2004 vom 20. März 1976 (ASR 37/1, ArbStätt 5.037.1), zuletzt geändert am 27. September 2002*
- [ ] *Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR) zur Arbeitsstättenverordnung vom Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung im Bundesarbeitsblatt bekannt gegeben.*
- [Sie77] *Siegel, C.; Wonneberg, R.: Bau- und Betriebskosten von Büro- und Verwaltungsgebäuden - eine Auswertung von 110 ausgeführten und in Betrieb genommenen Gebäuden, Bauverlag Wiesbaden und Berlin 1977*
- [Eis05] *Eisele, J. und Staniek, B.: Bürobau Atlas, Callwey Verlag München 2005*
- [Zür03] *Zürcher, Christopf: Bauphysik, Bau und Energie, Leitfaden für Planung und Praxis, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zürich 2003*
- [PS07] *Pfundstein; Gellert; Spritzner; Rudolphi: Dämmstoffe - Grundlagen, Materialien, Anwendung, Detail Praxis 2007*
- [Bur95] *Burkhardt, Wolfgang: Projektierung von Warmwasserheizungen, 4.Auflage, R. Oldenbourg Verlag GmbH, München, 1995.*
- [Pis00] *Pistohl, Wolfram: Handbuch der Gebäudetechnik, Werner Verlag GmbH & Co.KG, Düsseldorf, 2000.*
- [LL05] *Laasch, Thomas; Laasch, Erhard: Haustechnik, 11.Auflage, B.G. Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2005.*
- [EJ99] *Eickenhorst, Heinz; Joos, Lajos: Energieeinsparung in Gebäuden, Vulkan-Verlag, Essen, 1999.*
- [IWU05] *IWU - Institut Wohnen und Umwelt: Entwicklung eines vereinfachten, statistisch abgesicherten Verfahrens zur Erhebung von Gebäudedaten für die Erstellung des Energieprofils von Gebäuden, Kurztitel: Kurzverfahren Energieprofil, Darmstadt, 28.01.2005*
- [03] *Kreisverwaltung Bad Segeberg, Glas -Architektur und Technik- 2/2003, S.8-14*
- [Sim03] *Simon, Axel: Romero & Schaeffle - Geschäftshaus in Zürich, Baumeister 06/2003, „Re/development“, S. 80 - 87*
- [BBP03] *Brockstedt; Bergfeld; Peterson: Kreishaus in Bad Segeberg, Baumeister 06/2003, „Re/development“, S. 74 - 79*
- [Wec03] *Weckesser, Annette: innere Werte - Landwirtschaftliche Sozialversicherung Baden-Württemberg, AIT, ABIT Büro heute, 10/2003, S. 158 - 160*
- [ 03] *Instandsetzung eines Verwaltungsgebäudes in Stuttgart, Glas -Architektur und Technik- 6/2003, S. 37-43*

- [RSZ06] Richarz, Clemens; Schulz, Christina; Zeitler, Friedemann: *Energetische Sanierung - Grundlagen, Details, Beispiele*, Detail Praxis 2006
- [IfB05] Institut für Bauforschung e.V. Hannover; *U-Werte alter Bauteile*, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2005
- [RKW05] RKW Rationalisierungsgemeinschaft Bauwesen (Eschborn), IFB Institut für Bauforschung e.V. (Hannover), Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB (Stuttgart), VHV Vereinigte Hannoversche Versicherung a.G. (Hannover); *Schäden bei der energetischen Modernisierung, Tagungsband des 40. Bausachverständigen-Tag im Rahmen der Frankfurter Bautage 2005*, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2005
- [VLHB05] Voss, Karsten; Löhnert, Günter; Herkel, Sebastian; Wagner, Andreas; Wambsganß, Mathias: *Bürogebäude mit Zukunft*, 1. Auflage, TÜV-Verlag GmbH, Köln, 2005
- [Res05] Rester, Helmut: *Sanierung von 50er- bis 70er-Jahre-Bauten - Spezifische Konstruktionsmerkmale, Schadensbilder und Sanierungsmaßnahmen*, Forums Verlag Herkert GmbH, Merching, 2007
- [ 07] *Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV 2007)*, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil 1 Nr.34, ausgegeben zu Bonn am 26.Juli 2007
- [BfV07] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, *Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte im Wohnungsgebäudebestand*, vom 26.Juli 2007
- [Ros06] Dipl.-Ing. Rozynski, Matthias: *Passive Kühlung und sommerliche Überhitzung*, Bauphysik 28 (2006) Heft 5, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin
- [BSF05] DI Blümel, Ernst; DI (FH) Sumann, Markus; Ing. Fink, Christian: *COOLSAN - Kältetechnische Sanierungskonzepte für Büro- und Verwaltungsgebäude*, AEE Intec Arbeitsgemeinschaft erneuerbare Energie, Bericht aus Energie- und Umweltforschung, 2005
- [Dor04] Dipl.-Ing. Dorsemagen, Dirk: *Büro- und Geschäftshausfassaden der 50er Jahre - Konservatorische Probleme am Beispiel West-Berlin*, genehmigte Dissertation, Band 1, Berlin 2004
- [LEE] LEE: *Leitfaden elektrische Energie*, Hessisches Umweltministerium
- [Kni02] Dipl.-Ing. Knissel, Jens: *Energieeffiziente Bürogebäude mit reduzierten internen Wärmequellen und Wärmeschutz auf Passivhausniveau*, Dissertation, Berlin 2002
- [BWI06] BWI-Bau: *Daten und Fakten zum Baumarkt, Artikel: Büromärkte - Lage bessert sich erst mittelfristig*, Jahrgang 5, Heft 1, Fraunhofer IRB Verlag, 2006
- [Esc05] Escherich, Mark: *Zur Problematik der Denkmalpflege bei Bauten der 1960er und 1970er Jahre - Eine Bestandsaufnahme*, kunsttexte.de, Nr. 1, 2005
- [IWU03] IWU - Institut Wohnen und Umwelt GmbH: *Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze*, Stand 2003

- [Lüt02] Prof. Dr.-Ing. Lützkendorf, Thomas; Institut für baubezogene Energie- und Umweltforschung e.V.: *Nachhaltiges Planen, Bauen und Bewirtschaften von Bauwerken - Ziele, Grundlagen, Stand und Trends - Bewertungsmethode und -hilfsmittel*, Kurzstudie für das BMVBM im Auftrag des BBR, Stand 2002
- [Use01] Usemann, K.W.: *Gesundheitsingenieur - Haustechnik, Bauphysik, Umwelttechnik*, Heft 5, Jahrgang 2001, S. 221 - 233
- [Gin02] Gintars, Dorothee, BINE Projektinfo: *Energetische Schulsanierung*, Fachinformationszentrum Karlsruhe - Gesellschaft für wissenschaftlich-technische Informationen mbH, 2002
- [Vos07] Prof. Dr.-Ing. Voss, Carsten; Dipl.-Ing. Hoffmann, C.; Klein, W., Bergische Universität Wuppertal, Bauphysik und technische Gebäudeausrüstung btga; Dr.-Ing. Pfafferott, Jens; Dipl.-Ing. Kalz, D., Dipl.-Ing. Neumann, Chr., Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme Freiburg: *Energieeinsparung contra Behaglichkeit?, Forschungen, Heft 121, Selbstverlag des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung*, Bonn 2007, Herausgeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
- [PK07] Dr. Pfafferott, Jens; Klaz, Doreen, Fraunhofer ISE, BINE Informationsdienst: *Thermoaktive Bauteilsysteme - Nichtwohnungsbau energieeffizient und kühlen auf hohem Komfortniveau*, 2007
- [ 05] Sechster Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO<sub>2</sub>-Reduktion“: *Nationales Klimaschutzprogramm 2005 - Beschluss der Bundesregierung vom 13.Juli 2005*, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- [LHG01] Leutgöb, Klemens (E.V.A.); Hüttler, Walter (E.V.A.); Greisberger, Herbert (ÖGUT); im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit): *ALT.BAU.NEU - FTE-Strategie für die nachhaltige Althausanierung*, Wien 2001
- [Hen00] Hennings, Detlef, Deutsche Bauzeitung (db)03/2000, S. 1 - 11, „Büro- und Verwaltungsgebäude thermisch optimieren - bei minimalem Energiebedarf“
- [Dar06] Dr. Schulze Darup, Burkhard, Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.: *Das Passivhaus*, Stand 2006
- [KSP84] Kraemer Sieverts & Partner: *Bauten und Projekte*, Karl Krämer Verlag, Stuttgart 1984
- [Ros06] Dipl.-Ing. Architekt Rozynski, Matthias: *Sanierung von Bürohochhäusern der 1960er und 1970er Jahre - Möglichkeiten bau- und betriebskostenoptimierter, komfort- und energiegerechter Sanierung mit gläsernen Vorsatzschalen*, Dissertation, 2006
- [War01] WAREMA Renkhoff GmbH: *WAREMA Tageslichttechnik - Grundlagen, Systeme*, 2001
- [War01] WAREMA Renkhoff GmbH: *WAREMA innenliegender Sonnenschutz*, 2002
- [VBG02] VBG Verwaltungs-Berufsgenossenschaft: *Sonnenschutz im Büro - Hilfen für die Auswahl von geeigneten Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen*, 2002

- [ ] AVBWasserV - Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser
- [AHN00] AHNERT, R.; KRAUSE, K.-H.: *Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960, Teil I.* 6. Aufl., Verlag Bauwesen, Berlin, 2000.
- [AHN01] AHNERT, R.; KRAUSE, K.-H.: *Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960, Teil II.* 6. Aufl., Verlag Bauwesen, Berlin, 2001.
- [AHN02] AHNERT, R.; KRAUSE, K.-H.: *Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960, Teil III.* 6. Aufl., Verlag Bauwesen, Berlin, 2002.
- [BAC97] BACHMANN, H.: *Hochbau für Ingenieure : Eine Einführung.* Teubner Verlag, Stuttgart, 1997.
- [BAR01] BARGMANN: *Historische Bautabellen-, Normen und Konstruktionshinweise 1870 bis 1960.* 3. Aufl., Werner Verlag, Neuwied, 2001.
- [BLA99] BLAICH, J.: *Bauschäden Analyse und Vermeidung.* Fraunhofer IRB, Stuttgart, 1999.
- [BOC06] BOCK; KLEMENT: *Brandschutzpraxis für Architekten und Ingenieure.* 2. Auflage, Bauwerk Verlag GmbH, Berlin, 2006.
- [BON04] BONK, M.; ANDERS, F.: *Schäden durch mangelhaften Wärmeschutz.* Fraunhofer IRB, Stuttgart, 2004.
- [CZI97] CZIESIELSKI, E. (Hrsg.): *Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen.* 3. Aufl., Teubner Verlag, Stuttgart, 1997.
- [DIE02] DIERKS, K.; SCHNEIDER, K.-J.; WORMUTH, R.: *Baukonstruktion.* 5. Aufl., Werner Verlag, Düsseldorf, 2002.
- [DOR041] DORSEMAGEN, D.: *Büro- und Geschäftsfassaden der 50er Jahre - Konservatorische Probleme am Beispiel von West-Berlin.* Technische Universität Berlin, Fakultät VII, Diss., 2004.
- [EIS05] EISELE, J.; STANIEK, B.: *BürobauAtlas.* Callwey Verlag, München, 2005.
- [FOU06] FOUAD; SCHWEDELER: *Brandschutzbemessung auf einen Blick nach DIN 4102.* Bauwerk Verlag GmbH, Berlin, 2006.
- [GRA79] GRASSER, E.; KORDINA, K.; QUAST, U.: *Bemessung von Beton- und Stahlbetonbauteilen nach DIN 1045.* Hrsg.: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton. 2. Aufl., Heft 220. Ernst & Sohn, Berlin, 1979.
- [KDS06] KD SCHALUNGSTECHNIK (Hrsg.): *Hohlkörperdecken mit dem System Röhbau.* Petersdorf, 2006.

- [KOR72] KORDINA, K.: *Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton : Hilfsmittel zur Berechnung der Schnittgrößen und Formveränderungen von Stahlbetontragwerken nach DIN 1045*. Heft 240, Ernst und Sohn, 1972.
- [LEO84] LEONHARDT, F.; MÖNNIG, E.: *Vorlesungen über Massivbau, Teil 1 : Grundlagen zur Bemessung im Stahlbetonbau*. 3. Aufl., Springer Verlag, Berlin, 1984.
- [LEO77] LEONHARDT, F.; MÖNNIG, E.: *Vorlesungen über Massivbau, Teil 1 : Grundlagen zum Bewehren im Stahlbetonbau*. 3. Aufl., Springer Verlag, Berlin, 1977.
- [MAY05] MAYR, J.: *Brandschutzatlas, Teil 1 bis 3*. Stand 2005, Feuertrutz, Verlag für Brandschutzpublikationen, 2005.
- [MER06] MERSCHBACHER: *Brandschutz-Praxishandbuch für die Planung, Ausführung und Überwachung*. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln, 2006.
- [NEU56] NEUMANN, D.: *Frick/Knöll Baukonstruktionslehre Teil 2*. 19. Aufl., Teubner Verlag, Stuttgart, 1956.
- [NEU02] NEUMANN, D., WEINBRENNER U.: *Frick/Knöll Baukonstruktionslehre Teil 1*. 33. Aufl., Teubner Verlag, Stuttgart, 2002.
- [PHO05] PHOCAS, M. C.: *Hochhäuser Tragwerk und Konstruktion*. Teubner Verlag, Stuttgart, 2005.
- [RAF78] RAFEINER, F.: *Hochhäuser*. Band 2: Elemente. 2. Aufl., Bauverlag, Wiesbaden, 1978.
- [RAP74] RAPSON, R.; BANDEL, H.: *Tragsysteme*. 4. Aufl., Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1974.
- [SCH66] SCHULZE, S.; KRAUSE, C.: *Bürobauten*. Krämer, Stuttgart, 1966.
- [SCH04] SCHMITZ, G.: *Bemessungstabellen nach DIN 1045-1*. Werner Verlag, Neuwied, 2004.
- [SIE77] SIEGEL, C.; WONNEBERG, R.: *Bau- und Betriebskosten von Büro- und Verwaltungsgebäuden - eine Auswertung von 110 ausgeführten und in Betrieb genommenen Gebäuden*. Bauverlag, Wiesbaden und Berlin, 1977.
- [DIN] DIN EN 13779 - *Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlagen*
- [DIN] DIN V 4108-10 - *Wärmeschutz- und Energie-Einsparung in Gebäuden, Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe*, Teil 10: Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe
- [DIN] Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland vom 23. Mai 1949, zuletzt geändert am 26. Juli 2002
- [DIN] Musterbauordnung -MBO-, ARGEBAU Fachkommission Bauaufsicht, November 2002

- [DIN] Musterbauordnung für die Länder des Bundesgebietes einschließlich des Landes Berlin, Musterbauordnungskommission, Schriftenreihe des Bundesministers für Wohnungsbau, Band 16, Kommunal-Verlag Recklinghausen, Januar 1960
- [DIN] Allgemeine Einführung in die Musterbauordnung, Teil A, Begründungsausschuss der Musterbauordnungskommission, Schriftenreihe des Bundesministers für Wohnungsbau, Band 17, Kommunal-Verlag Recklinghausen, Fassung April 1960
- [DIN] Einführung in die Musterbauordnung, Teil B: Die Vorschriften im einzelnen, Begründungsausschuss der Musterbauordnungskommission, Schriftenreihe des Bundesministers für Wohnungsbau, Band 18, Kommunal-Verlag Recklinghausen, Fassung August 1960
- [DIN] Musterbauordnung in der Fassung vom 11. Dezember 1981, Textausgabe, Bauverlag, Berlin, 1983
- [DIN] Musterbauordnung in der ersten Fassung (erste MBO) vom 30. Oktober 1959
- [DIN] Muster-Richtlinie über den Bau und Betrieb von Hochhäusern (Muster-Hochhaus-Richtlinie - MHHR), ARGEBAU Fachkommission Bauaufsicht, Projektgruppe MHHR, Entwurf, Stand 17. August 2005
- [DIN] Richtlinien über die bauaufsichtliche Behandlung von Hochhäusern, Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern vom 25. Mai 1983, Az.: IIB10-4115.10-1.8, Fassung Oktober 1982
- [DIN] Niedersächsische Bauordnung (NBauO) in der Fassung vom 10.02.2003, zuletzt geändert am 23. Juni 2005 - Nds. GVBl. Nr. 14 vom 30.06.2005, S. 208
- [DIN] Allgemeine Durchführungsverordnung zur Niedersächsischen Bauordnung (DVNBauO) in der Fassung vom 11. März 1987 - GVBl. S. 29. Enthalten in: NBauO und DVNBauO: Textausgabe. 3. Auflage. Wiesbaden: Bauverlag, 1991
- [DIN] Niedersächsische Bauordnung (NBauO) in der Fassung vom 23.07.1973, gültig ab 01.01.1974, zuletzt geändert am 11.04.1986 - BauOÄndG ND5
- [DIN] Gesetz zur Vereinfachung des Berliner Baurechts in der Fassung vom 29.09.2005, gültig ab 01.02.2006, ändert DenkmSchG BE in der Fassung vom 24.04.1995 sowie StrG BE in der Fassung vom 13.07.1999
- [DIN] Bauordnung für Berlin (BauO Bln) in der Fassung vom 03.09.1997, gültig ab 01.11.1997, zuletzt geändert am 14.06.2001 - BauOÄndG BE 9
- [DIN] Bauordnung für Berlin (BauO Bln) in der Fassung vom 1.07.1979, gültig ab 01.07.1979

- [DIN] Gesetz zur Änderung der Bauordnung Berlin (BauOÄndG BE) in der Fassung vom 29.01.1971, ändert BauO BE in der Fassung vom 29.07.1966
- [DIN] Hamburgische Bauordnung (HBauO) in der Fassung vom 01.07.1986, gültig ab 01.01.1987, zuletzt geändert am 05.10.2004 - BauOÄndG HA 10
- [DIN] Hamburgische Bauordnung (HBauO) in der Fassung vom 10.12.1969, zuletzt geändert durch BauOÄndg HA 5
- [DIN] DIN 1045 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1: Bemessung und Konstruktion in der Fassung vom Juli 2001, zuletzt geändert im Juni 2005 - Berichtigung 2
- [DIN] DIN 1045 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN206-1 in der Fassung vom Juli 2001, zuletzt geändert im Januar 2005 - DIN 1045-2/A1
- [DIN] DIN 1045 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 3: Bauausführung in der Fassung vom Juli 2001, zuletzt geändert im Januar 2005 - DIN 1045-3/A1
- [DIN] DIN 1045 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen in der Fassung vom Juli 2001
- [DIN] DIN EN 206-1 Beton -Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität in der Fassung vom Juli 2001, Deutsche Fassung EN 206-1 Jahr 2000, zuletzt geändert im September 2005 - DIN EN 206-1/A2
- [DIN] DIN 1045-1: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 100: Ziegeldecken. Fassung vom Juni 2003
- [DIN] DIN 1053 Mauerwerk - Teil 4: Fertigbauteile. Fassung von 1978
- [DIN] DIN 1045 Beton und Stahlbetonbau: Bemessung und Ausführung in der Fassung vom Dezember 1978
- [DIN] DIN 1045 Beton und Stahlbetonbau: Bemessung und Ausführung in der Fassung vom Januar 1972
- [DIN] DIN 1045 Bauwerke aus Stahlbeton in der Fassung vom November 1959
- [DIN] DIN 1045 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil A : Bauwerke aus Stahlbeton in der Fassung vom Mai 1949
- [DIN] DIN 4102 Teil 1: „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Baustoffe - Begriffe, Anforderungen und Prüfungen“, Beuth Verlag GmbH, August 1934

- [DIN] DIN 4102 Teil 1: „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Baustoffe - Begriffe, Anforderungen und Prüfungen“, Beuth Verlag GmbH, September 1977
- [DIN] DIN 4102 Teil 1: „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Baustoffe - Begriffe, Anforderungen und Prüfungen“, Beuth Verlag GmbH, Mai 1981
- [DIN] DIN 4102 Teil 1: „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Baustoffe - Begriffe, Anforderungen und Prüfungen“, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Mai 1998, geändert im August 1998 - DIN 4102-1 Berichtigung 1
- [DIN] DIN 4102 Teil 3: „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Brandwände und nichttragende Außenwände - Begriffe, Anforderungen und Prüfungen“, Beuth Verlag GmbH, November 1940
- [DIN] DIN 4102 Teil 3: „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Brandwände und nichttragende Außenwände - Begriffe, Anforderungen und Prüfungen“, Beuth Verlag GmbH, Februar 1970
- [DIN] DIN 4102 Teil 3: „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Brandwände und nichttragende Außenwände - Begriffe, Anforderungen und Prüfungen“, Beuth Verlag GmbH, Berlin, September 1977
- [DIN] DIN 4102 Teil 4: „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile“, Beuth Verlag GmbH, Februar 1970
- [DIN] DIN 4102 Teil 4: „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile“, Beuth Verlag GmbH, März 1978
- [DIN] DIN 4102 Teil 4: „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile“, Beuth Verlag GmbH, März 1981
- [DIN] DIN 4102 Teil 4: „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile“, Beuth Verlag GmbH, Berlin, März 1994 mit Änderung A1 von November 2004
- [DIN] DIN 4102 Teil 22: „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten“, Beuth Verlag GmbH, Berlin, November 2004
- [DIN] DIN 4109: Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise in der Fassung vom November 1989, zuletzt geändert im Januar 2001 - DIN 4109/A1

- [DIN] DIN 4109-1: Schallschutz im Hochbau; Begriffe in der Fassung vom September 1962, Vorgänger: DIN 4109 in der Fassung vom April 1944 sowie DIN 4109 in der Fassung vom Januar 1959
- [DIN] DIN 4844 Teil 3: „Sicherheitskennzeichnung - Flucht- und Rettungspläne“, Beuth Verlag GmbH, Berlin, September 2003
- [DIN] DIN 18095 Teil 1: „Türen - Rauchschutztüren - Begriffe und Anforderungen“, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Oktober 1988
- [DIN] Leitfaden Nachhaltiges Bauen vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Stand Januar 2001

14 Anhang

Nutzer- Fragebogen

**A** Zunächst einige allgemeine Fragen zur Person und Umfeld

**A1** Alter der befragten Person (Zutreffendes bitte ankreuzen)

- unter 35
- 35 – 50
- über 50

**A2** Geschlecht

- männlich
- weiblich

**A3** In welchem Aufgabenbereich arbeiten Sie hier im Gebäude?

- Administrativer Bereich
- Technischer Bereich
- Wissenschaftlicher Bereich
- Sonstige .....

**A4** In welchem Bereich des Gebäudes haben Sie Ihr Büro?

.....-Geschoss

**Büroausrichtung:**             Nord  Ost  Süd  West

**A5** Wie lange arbeiten Sie schon in diesem Raum?

.....Jahre.....Monate

**A6** Wie viele Personen nutzen durchschnittlich Ihr Büro?

.....Person/en

**A7** Wie und wo verbringen Sie den größten Teil Ihrer Arbeitszeit?

- am Schreibtisch, kaum Bildschirmarbeit
- am Schreibtisch, überwiegend Bildschirmarbeit
- andere Tätigkeit.....

**A8** Wie beurteilen Sie insgesamt, 1 = sehr gut und 6 = sehr schlecht, die ergonomische Qualität der Möblierung (Stuhl, Schreibtisch usw.) Ihres Büros (Sitz-/Arbeitshöhe, Einstellmöglichkeiten, Platzverhältnisse usw.)?

Note....., weil.....

**A9** Wie viele Stunden Ihrer Gesamtarbeitszeit verbringen Sie an einem durchschnittlichen Arbeitstag an Ihrem Büroarbeitsplatz?

- 7 bis 10 Stunden
- 4 bis 6 Stunden
- weniger als 4 Stunden

**A10** Entfernung Ihres Arbeitsplatzes vom Fenster

- weniger als 2 m vom Fenster
- 2 bis 4 m vom Fenster
- mehr als 4 m vom Fenster

**A11** Welche Orientierung hat Ihr Arbeitsplatz in Bezug auf die Fenster?

- Fenster sind vor mir
- Fenster sind seitlich von mir
- Fenster sind hinter mir

**A12** Ist die Anordnung der einzelnen Räume für Ihre Arbeitsabläufe sinnvoll?

- ja             teilweise     nein

**A13** Ist die Größe der einzelnen Räume angemessen?

- zu groß     gut             zu klein

**A14** Wie wohl fühlen Sie sich insgesamt in Ihrem Büro?

Note....., weil.....

**A15** Wo kann bei Ihnen geraucht werden

- Raucherraum                             eigenes Büro
- Sozialraum                                 gar nicht
- Flur     sonstige .....

**B** Behaglichkeit und Aufenthaltsqualität

**B1** Beurteilen Sie die Aufenthaltsqualität in Ihrem Büro

**Empfundene Raumtemperatur (Sommer):**

- häufig zu kalt
- manchmal zu kalt
- gerade richtig
- manchmal zu warm
- häufig zu warm

**Empfundene Raumtemperatur (Winter):**

- häufig zu kalt
- manchmal zu kalt
- gerade richtig
- manchmal zu warm
- häufig zu warm

**Empfundene Luftfeuchtigkeit (Sommer)**

- häufig zu feucht
- manchmal zu feucht
- gerade richtig
- manchmal zu trocken
- häufig zu trocken

**Empfundene Luftfeuchtigkeit (Winter)**

- häufig zu feucht
- manchmal zu feucht
- gerade richtig
- manchmal zu trocken
- häufig zu trocken

**Frische der Luft**

- sehr gering
- ziemlich gering
- ziemlich gut
- sehr gut

**Zugerscheinungen**

- sehr stark
- stark
- kaum wahrnehmbar
- überhaupt nicht

**Geruchsbelästigung**

- sehr stark
- ziemlich stark
- kaum wahrnehmbar
- überhaupt nicht

**Empfundene Behaglichkeit**

- sehr unangenehm
- ziemlich unangenehm
- ziemlich angenehm
- sehr angenehm

Wenn es an Ihrem Arbeitsplatz zu Beeinträchtigungen wie Zugerscheinungen, Geruchsbelästigungen, etc. kommt, beschreiben Sie dies bitte kurz!

.....

.....

.....

**B2 Fühlen Sie sich an Ihrem Arbeitsplatz akustisch gestört durch Geräusche von außerhalb des Gebäudes bei geschlossenen Fenstern?**

- immer
- häufig
- selten
- nie

**B3 Stört Sie der Außenlärm bei geöffnetem Fenster?**

- immer
- häufig
- selten
- nie

**B4 Bewerten Sie bitte allgemein die Raumakustik in Ihrem Büro mit Noten von 1 = sehr gut bis 6 = sehr schlecht**

Note....., weil.....

**B5 Bewerten Sie bitte die Heizungsanlage in Ihrem Büro hinsichtlich Behaglichkeit und Handhabung mit Noten von 1 = sehr gut bis 6 = sehr schlecht**

Behaglichkeit: Note....., weil.....

Handhabung: Note....., weil.....

**B6 Wann öffnen Sie in der Regel das/die Fenster?**

- wenn die Luft zu warm ist
- wenn die Luft zu kalt ist
- wenn die Luft zu trocken ist
- wenn die Luft zu feucht ist
- wenn die Luft zu sauerstoffarm ist
- wenn die Luft zu geruchsbelastet ist
- gar nicht
- Sonstiges, und zwar.....
- nicht offenbar

**B7 Wie häufig und wie lange öffnen Sie Ihre Fenster/Tür aus raumklimatischen/ Behaglichkeitsgründen während des Tages?**

	Häufigkeit	Dauer	Fensterstellung
Fensterflügel	.....mal/Tag	.....	<input type="radio"/> gekippt <input type="radio"/> weit geöffnet
Oberlicht	.....mal/Tag	.....	
Türoberlicht	.....mal/Tag	.....	
Tür	.....mal/Tag	.....	

**B8 Wie werden die Fenster geöffnet?**

- Fensterflügel ganz  händisch  automatisch
- Fensterflügel gekippt  händisch  automatisch
- Oberlicht  händisch  automatisch

**B9 Gleichen Sie durch die Wahl Ihrer Kleidung am Arbeitsplatz witterungsbedingte Überhitzungen im Innenraum aus?**

- ja
- nur ungen
- nein

**B10 Gleichen Sie durch die Wahl Ihrer Kleidung am Arbeitsplatz witterungsbedingte Abkühlungen im Innenraum aus?**

- ja
- nur ungen
- nein

**B11 Bewerten Sie bitte die Beleuchtung in Ihrem Büro hinsichtlich der Lichtverhältnisse am Arbeitsplatz und der Handhabung mit Noten von 1 = sehr gut bis 6 = sehr schlecht**

Tageslicht: Note....., weil.....

Kunstlicht: Note....., weil.....

Handhabung: Note....., weil.....

**B12** Bewerten Sie bitte die Beleuchtung in den folgenden Räumlichkeiten hinsichtlich Behaglichkeit und Handhabung mit Noten von 1 = sehr gut bis 6 = sehr schlecht

**Flure** Behaglichkeit: Note.....

Handhabung: Note.....

**Toiletten** Behaglichkeit: Note.....

Handhabung: Note.....

**Treppenhaus** Behaglichkeit: Note.....

Handhabung: Note.....

**B13** Wie attraktiv ist Ihrer Meinung nach Ihr Büro insgesamt im »Inneren« mit Noten von 1 = sehr gut bis 6 = sehr schlecht (Arbeitsplatz incl. Büroumfeld) gestaltet (Farben, Materialien, Innenarchitektur, Pflanzen usw.)?

Note....., weil.....

**C Beschattungseinrichtung**

**C1** Welche Beschattungseinrichtungen sind bei Ihnen vorhanden?

innenliegender Blendschutz

außenliegender Sonnenschutz

Falls kein Blendschutz vorhanden ist, wünschen Sie sich einen?

ja

nein

**C2** Welche wird von Ihnen genutzt?

innenliegend  außenliegend  beide  keine

**C3** Wie werden diese bedient?

innenliegend  händisch  automatisch

außenliegend  händisch  automatisch

**C4** Wie ist die Beschattungseinrichtung ausgerichtet? (Mehrfachnennung möglich)

.....Himmelsrichtung .....Himmelsrichtung .....Himmelsrichtung

**C5** Warum und wann wird die jeweilige Beschattungseinrichtung benutzt?

innenliegend  Blendung des Arbeitsplatzes  überhöhter Temperatur  
 durch die Sonne  durch die Sonne  
 bei Bewölkung  bei Bewölkung

außenliegend  Blendung des Arbeitsplatzes  überhöhter Temperatur  
 durch die Sonne  durch die Sonne  
 bei Bewölkung  bei Bewölkung

**C6** Erzeugt das Tageslicht an Ihrem Arbeitsplatz bei heruntergefahrenem außenliegenden Sonnenschutz Blenderscheinungen?

immer

häufig

selten

nie

**C7** Funktioniert die Regelung des Sonnenschutzes aus Ihrer Sicht ordnungsgemäß?

ja  nein

Falls nein, beschreiben Sie bitte kurz das Problem

.....  
.....  
.....

**C8** Welche Verbesserungsvorschläge zur Beleuchtung allgemein haben Sie?

.....  
.....

**C9** Schalten Sie bei aktiver Beschattungseinrichtung die Beleuchtung ein?

ja  nein

**D Technische Ausstattung**

**D1** Wie ist die technische Ausstattung Ihres Arbeitsplatzes (nicht die des gesamten Raumes)?

Monitor  ja  nein Anzahl .....

LCD-Bildschirm  ja  nein Anzahl .....

Computer  ja  nein Anzahl .....

Laptop  ja  nein Anzahl .....

Drucker  ja  nein Anzahl .....

Scanner  ja  nein Anzahl .....

Schreibtischleuchte  ja  nein Anzahl .....

Faxgerät  ja  nein Anzahl .....

Telefon  ja  nein Anzahl .....

Sonstiges:

.....  ja  nein Anzahl .....

.....  ja  nein Anzahl.....

**D2** Wann läuft Ihr Computer?

ganze Arbeitszeit

Büroanwesenheit

kein PC

**D3 Nutzen Sie die vorgesehenen roten Computersteckdosen?**

ja  nein

**D4 Gibt es an Ihrem Arbeitsplatz Geräte, die ständig betrieben werden, bzw. im stand-by-Modus laufen?**

ja  nein

**Wenn ja, welche?**

.....  
 .....

**D5 Spielt der Energieverbrauch bei der Anschaffung technischer Geräte in Ihrem Arbeitsbereich eine Rolle?**

ja  nein

**E Einführung in die Gebäudeleittechnik**

**E1 Wurden Ihnen die Funktionsweise und die Handhabung der Einzelraumregelung erklärt?**

Funktionsweise  ja  nein Wenn ja, von wem? .....

Handhabung  ja  nein Wenn ja, von wem? .....

**E2 War die Einführung verständlich?**

ja  nein

**Wenn nein, was war für Sie unverständlich?**

.....  
 .....

**E3 Wünschen Sie sich eine bessere Aufklärung über die vorhandene Technik?**

ja  nein

**Wenn ja, was speziell?**

.....  
 .....

**E4 Welche Gesamtbewertung zwischen 1 = sehr gut und 6 = sehr schlecht geben Sie der installierten Technik?**

Note....., weil.....

**E5 Welche Veränderungsvorschläge hinsichtlich der Funktion und Nutzung einzelner Gebäudetechniken haben Sie?**

.....  
 .....

**F Alltag**

**F1 Was gefällt Ihnen an dem Gebäude besonders gut?**

.....  
 .....

**F2 Was gefällt Ihnen gar nicht an dem Gebäude?**

.....  
 .....

**F3 Welche Orte für Gespräche/Austausch mit Kolleginnen/Kollegen nutzen Sie?**

.....  
 .....

**F4 Wie gut, 1 = sehr gut und 6 = sehr schlecht, ist Ihr Büro für Ihren Bedarf an konzentriertem, ungestörtem Arbeiten geeignet?**

Note....., weil.....

**F5 Wie gut, 1 = sehr gut und 6 = sehr schlecht, ist Ihr Büro für Ihren Bedarf an kommunikationsorientiertem Arbeiten (Informationsaustausch, Team-/Projektarbeit usw.) geeignet?**

Note....., weil.....

**F6 Könnten Sie sich vorstellen, in einem Großraumbüro zu arbeiten?**

ja  nein

**F7 Halten sie es für sinnvoll, die Unterteilung in Einzel-/Doppelbüros zu stärken?**

ja  nein

**F8 Inwieweit können Sie sich zur kurzzeitigen Erholung/Entspannung aus Ihrem Büroumfeld zurückziehen (Cafeteria, Pausenraum, Rückzugsraum, Außenanlage, Park usw.) 1 = sehr gut und 6 = sehr schlecht?**

Note....., weil.....

**F9 Benutzen Sie vorwiegend die Treppe oder den Aufzug?**

Treppe

Aufzug

F10 Alles in allem: Welchen Eindruck, 1 = sehr gut und 6 = sehr schlecht, vermittelt Ihr Bürogebäude von Außen betrachtet (Architektur, Fassade, Gebäudezustand, usw.)?

Note....., weil.....

F11 Was würden Sie verändern, wenn Sie die Möglichkeit dazu hätten?

.....  
.....

<b>G</b> Allgemeine Bemerkungen
---------------------------------

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## Bestandscheckliste - Allgemeine Angaben

<b>Name u. Standort des Gebäudes</b>	Objektname	Straße
	_____	_____
<b>Fertigstellung (Baujahr)</b>	Baugenossenschaft	Stadt
	_____	_____
<b>Datum der Modernisierung / Instandsetzung / Sanierung</b>	Datum	Maßnahme
	_____	_____
	_____	_____
<b>Bauherr / Bauträger</b>	Unternehmen	Ansprechpartner
	_____	_____
<b>Eigentümer</b>		Telefon
	_____	_____
<b>Betreiber</b>		_____
	_____	_____
<b>Nutzer</b>		_____
	_____	_____
<b>Nutzungsart</b>		_____
	_____	_____
<b>Planungsteam</b>		
<b>Architekt</b>	_____	
<b>Bauphysik / TGA</b>	_____	
<b>Tragwerk / Statik</b>	_____	
<b>Projektsteuerung</b>	_____	

## Bestandscheckliste - Allgemeine Angaben

### Denkmalschutz

ja   
nein

### bereits saniert

nein   
teilweise   
voll

Sanierungsjahr \_\_\_\_\_

### Gebäudetyp

(bsp. Hochhaus, Riegel, Hof, ...) \_\_\_\_\_

### Gebäudeform

(bsp. Rechteck, Quadrat, ...) \_\_\_\_\_

### städtebauliche Lage

(bsp. Solitär, an der Straße) \_\_\_\_\_

## Bestandscheckliste - Nutzung

### Kenngrößen

#### Gebäude

Geschosse	_____ [Stck]	überirdisch _____ [Stck]
		unterirdisch _____ [Stck]
Gebäudehöhe	_____ [m]	
Gebäudelänge	_____ [m]	
Gebäudetiefe	_____ [m]	
Achsraster	_____ [m]	
A (Oberfläche Gebäudehülle)	_____ [m <sup>2</sup> ]	
V (Gebäudevolumen)	_____ [m <sup>3</sup> ]	

#### Geschoss

Lichte Geschosstiefe	_____ [m]
Lichte Geschosslänge	_____ [m]
Geschosshöhe	_____ [m]

#### Büroraum

Ausbauraster	_____ [m]
Raumtiefe	_____ [m]
Raumbreite	_____ [m]
Raumhöhe	_____ [m]
Grundfläche [m <sup>2</sup> ]	_____ [m <sup>2</sup> ]
Volumen [m <sup>3</sup> ]	_____ [m <sup>3</sup> ]
Anzahl Arbeitsplätze (AP)	_____

**Bestandscheckliste - Nutzung**

**Geschossflächen**

Brutto-Geschossfläche (BGF)	_____	[m <sup>2</sup> ]
Konstruktionsfläche (KF)	_____	[m <sup>2</sup> ]
Netto-Geschossfläche (NGF)	_____	[m <sup>2</sup> ]
Nutzfläche (NF)	_____	[m <sup>2</sup> ]
Hauptnutzfläche (HNF)	_____	[m <sup>2</sup> ]
Nebennutzfläche (NNF)	_____	[m <sup>2</sup> ]
Verkehrsfläche (VF)	_____	[m <sup>2</sup> ]
Funktionsfläche (FF)	_____	[m <sup>2</sup> ]
Mietfläche nach GIF	_____	[m <sup>2</sup> ]
	_____	
Brutto-Raum-Inhalt (BRI)	_____	[m <sup>3</sup> ]

**Relative Kennwerte**

A / V	_____	NGF/ BGF	_____
HNF / BGF	_____	NGF/BRI	_____
Mietfläche / BGF	_____		
BRI / BGF	_____		
VF / HNF	_____		
BGF / AP	_____	[m <sup>2</sup> ]	
BGF / MA	_____	[m <sup>2</sup> ]	
MA / AP	_____		
Grundfläche / AP	_____	[m <sup>2</sup> ]	

## Bestandscheckliste - Nutzung

### Erschließungs-/ Konstruktionssystem

- Einbund - Flur, Räume einseitig
- Zweibund - Mittelflur, Räume beidseitig  
mit gleichen Rauntiefen
- Zweibund - Mittelflur, Räume beidseitig  
mit ungleichen Rauntiefen
- Dreibund - Mittelzone, Flure  
beidseitig, Räume beidseitig


### Erschließung

#### vertikal

Treppenhäuser  
Anzahl  
Lage

Laufbreite \_\_\_\_\_ [m]

Aufzüge  
Anzahl  
Lage

#### horizontal

Flure  
Lage

Lichte Höhe \_\_\_\_\_ [m]

**barrierefreie Zugänge**  ja  nein

## Bestandscheckliste - Nutzung

### Ausbau

#### Bodenaufbau Schichtenaufbau

1. \_\_\_\_\_ [mm]
2. \_\_\_\_\_ [mm]
3. \_\_\_\_\_ [mm]
4. \_\_\_\_\_ [mm]

#### Deckenaufbau

Abgehängte Decke

ja  nein

#### Schichtenaufbau

1. \_\_\_\_\_ [mm]
2. \_\_\_\_\_ [mm]
3. \_\_\_\_\_ [mm]
4. \_\_\_\_\_ [mm]

#### Wandaufbau

##### Massivwand Schichtenaufbau

1. \_\_\_\_\_ [mm]
2. \_\_\_\_\_ [mm]
3. \_\_\_\_\_ [mm]
4. \_\_\_\_\_ [mm]

## Bestandscheckliste - Nutzung

### Leichtbauwand

Montagewand (statisch)	Schichtenaufbau
1.	_____ [mm]
2.	_____ [mm]
3.	_____ [mm]
4.	_____ [mm]
Systemwand (flexibel)	Schichtenaufbau
1.	_____ [mm]
2.	_____ [mm]
3.	_____ [mm]
4.	_____ [mm]

### Flurtrennwand

opak	<input type="checkbox"/>		
transparent	<input type="checkbox"/>		
Oberlichtband	<input type="checkbox"/>		
Massivwand	<input type="checkbox"/>		
Leichtbauwand	<input type="checkbox"/>	Montagewand <input type="checkbox"/>	Systemwand <input type="checkbox"/>

### Installationführung

#### Kanalsystem

Brüstung	<input type="checkbox"/>	durchgehend ja	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	Querschnitt _____ [h/b]
Unterflur	<input type="checkbox"/>	durchgehend ja	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	Querschnitt _____ [h/b]
						Achsraster _____ [m]

## Bestandscheckliste - Nutzung

**Hohlraumboden**  durchgehend ja  nein  Höhe \_\_\_\_\_ [h]  
**Doppelboden**  durchgehend ja  nein  Höhe \_\_\_\_\_ [h]

**Be- und Entlüftungsanlagen**  ja  nein  
 Anordnung / Lage \_\_\_\_\_

**Elektroinstallation**  
 Anordnung / Lage \_\_\_\_\_

### Bürostruktur

#### Organisationsstruktur

Zellenbüro   
 Großraumbüro   
 Kombibüro   
 Teamraumbüro

#### Büroraumform

Einzelbüro  Anzahl/ Geschoss \_\_\_\_\_ Grundfläche \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]  
 Doppelbüro  Anzahl/ Geschoss \_\_\_\_\_ Grundfläche \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]  
 Gruppenbüro  Anzahl/ Geschoss \_\_\_\_\_ Grundfläche \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]

## Bestandscheckliste - Nutzung

### Bürokonzept

Kombibüro	<input type="checkbox"/>	
Business Club	<input type="checkbox"/>	
Desk Sharing	<input type="checkbox"/>	
Non-territorial	<input type="checkbox"/>	
Projektwerkstatt	<input type="checkbox"/>	
sonstiges		_____

### Sonstige Nutzungen

Teeküchen	<input type="checkbox"/>	Anzahl/ Geschoss _____	Grundfläche _____	[m <sup>2</sup> ]
Sanitärbereich	<input type="checkbox"/>	Anzahl/ Geschoss _____	Grundfläche _____	[m <sup>2</sup> ]
Versammlungsräume	<input type="checkbox"/>	Anzahl/ Geschoss _____	Grundfläche _____	[m <sup>2</sup> ]
Empfang	<input type="checkbox"/>	Anzahl/ Geschoss _____	Grundfläche _____	[m <sup>2</sup> ]
sonstige				

### Arbeitsform

	Zelle	Teamraum	Kombi	Großraum
Konzentrierte Einzelarbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einzelarbeit / Routinetätigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Team- / Gruppenarbeit konstant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Team- / Gruppenarbeit wechselnd	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Projektarbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informelle Kommunikation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ad - hoc Kommunikation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Bestandscheckliste - Brandschutz

Objekt \_\_\_\_\_

Standort \_\_\_\_\_

Gebäudehöhe \_\_\_\_\_ [m]

Baujahr: \_\_\_\_\_

Gebäudeklasse

1	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>

oder Sonderbauten

Hochhaus [1]	<input type="checkbox"/>
Verkaufsstätten [2]	<input type="checkbox"/>
Versammlungsstätten [3]	<input type="checkbox"/>
Arbeitsstätte [4]	<input type="checkbox"/>

Nutzungseinheiten [NE]

Anzahl je Geschoss	<input type="checkbox"/>	[Stück]
Größe je NE (Bestand)	<input type="checkbox"/>	[m <sup>2</sup> ]
Größe je NE (Sanierung)	<input type="checkbox"/>	[m <sup>2</sup> ]

NE < 400m<sup>2</sup>

NE > 400m<sup>2</sup>

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

[1]: nach Hochhausrichtlinie

[2]: nach Verkaufsstättenrichtlinie

[3]: nach Versammlungsstättenrichtlinie

[4]: nach Arbeitsstättenrichtlinie

## Bestandscheckliste - Brandschutz

### Vorbeugender baulicher Brandschutz

#### Brandabschnitte

ja  nein

Länge \_\_\_\_\_ [m]

Bemerkungen

---



---

#### Brandwände

Material (Variante)

horizontaler Brandüberschlag Dach

horizontaler Brandüberschlag Fassade

Öffnungen vorhanden

Abstand der BW

ja  nein

ja  nein

ja  nein

Dicke \_\_\_\_\_ [m]

Länge a \* \_\_\_\_\_ [m]

Länge b \* \_\_\_\_\_ [m]

Fläche \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]

Länge c \* \_\_\_\_\_ [m]

\_\_\_\_\_ [m]

Bemerkungen

---



---

#### Brandschutztüren

T-30

T-60

T-90

sonstige \_\_\_\_\_

#### Trennwände

Material (Variante)

Führung von Rohdecke zu Rohdecke

Türöffnungen vorhanden

ja  nein

ja  nein

Dicke \_\_\_\_\_ [m]

Fläche \_\_\_\_\_ [m<sup>2</sup>]

Bemerkungen

---



---

## Bestandscheckliste - Brandschutz

### Außenwände

Material (Variante)  
vertikaler Brandüberschlag

ja   
 nein

Dicke \_\_\_\_\_ [m]  
Länge d \* \_\_\_\_\_ [m]

### Decken

Konstruktionsart (Variante)  
Unterdecken vorhanden

ja   
 nein

Dicke \_\_\_\_\_ [m]

Bemerkungen

---

---

### Dächer

Konstruktionsart (Variante)  
Unterdecken vorhanden  
Bedachung

ja   
 nein   
hart  weich

Dicke \_\_\_\_\_ [m]

Bemerkungen

---

---

### Erster Rettungsweg

Sicherer Ausgang ins Freie (im EG)   
Notwendiger Flur mit sicherem Ausgang ins Freie (im EG)   
Notwendige Treppe mit notwendigem Treppenraum und  
sicherer Ausgang ins Freie (alle Geschosse)   
Notwendiger Flur + notw. Treppe mit notw. Treppenraum  
und sicherem Ausgang ins Freie (alle Geschosse)

Rettungswegbreite \_\_\_\_\_ [m]

Bemerkungen

---

---

## Bestandscheckliste - Brandschutz

### Zweiter Rettungsweg

Weitere notwendige Treppe mit notwendigem Treppenraum  
 Anleiterbare Stelle (Fenster)  
 Sicherheitstreppenraum  
 Fluchtbalkon  
 Nottreppe  
 Notleiter  
 nicht vorhanden


Rettungswegbreite \_\_\_\_\_ [m]

Bemerkungen \_\_\_\_\_

### Feuerwehraufzug

ja  nein

### Aufenthaltsräume im DG/ KG

ja  nein

### Gefangene Räume

ja  nein

max. Entfernung zum Treppenraum \_\_\_\_\_ [m]

Bemerkungen \_\_\_\_\_

### Notwendiger Flur

als Stichflur ausgeführt  
 Unterteilung in Rauchabschnitte  
 RS-Türen  
 sonstige

ja  nein   
 ja  nein   
 ja  nein

max. Länge zum TR \_\_\_\_\_ [m]

max. Länge der RA \_\_\_\_\_ [m]

abgehängte Decken vorhanden

ja  nein

Brandlasten

ja  nein

Laubengänge

ja  nein

max. Rettungsweglänge (Bestand) \_\_\_\_\_ [m]

max. Rettungsweglänge (Sanierung) \_\_\_\_\_ [m]

Bemerkungen \_\_\_\_\_

**Bestandscheckliste - Brandschutz**

<b>Treppenträume</b>			
Treppenträume vorhanden	ja	<input style="width: 30px;" type="text"/>	nein <input style="width: 30px;" type="text"/>
Anzahl Treppenträume		_____ [Stück]	
Lage Treppenträume	_____		
Rauchabzugsöffnungen vorhanden	ja	<input style="width: 30px;" type="text"/>	nein <input style="width: 30px;" type="text"/>
unmittelbarer Ausgang ins Freie	ja	<input style="width: 30px;" type="text"/>	nein <input style="width: 30px;" type="text"/>
Verlauf		in einem Zug <input style="width: 30px;" type="text"/>	unterbrochen <input style="width: 30px;" type="text"/>
Treppenbreite		_____ [m]	
RS-Türen	ja	<input style="width: 30px;" type="text"/>	nein <input style="width: 30px;" type="text"/>
sonstige	_____		
Treppenraum beleuchtet	ja	<input style="width: 30px;" type="text"/>	nein <input style="width: 30px;" type="text"/>
Sicherheitstreppenraum	ja	<input style="width: 30px;" type="text"/>	nein <input style="width: 30px;" type="text"/>
Sicherheitsschleuse vor TR vorhanden	ja	<input style="width: 30px;" type="text"/>	nein <input style="width: 30px;" type="text"/>
abgehängte Decken vorhanden	ja	<input style="width: 30px;" type="text"/>	nein <input style="width: 30px;" type="text"/>
Brandlasten	ja	<input style="width: 30px;" type="text"/>	nein <input style="width: 30px;" type="text"/>
Bemerkungen	_____		
	_____		

## Bestandscheckliste - Brandschutz

### Anlagentechnischer Brandschutz

Sprinkleranlage	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
Rauchmelder	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
Elektroinstallationen	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
HLK Installationen	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
sonstige	_____	

### Organisatorischer Brandschutz

Feuerlöscher vorhanden	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
Notausgänge gut erkennbar	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
Flucht- und Rettungspläne vorhanden	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
sonstige	_____	

**Bestandscheckliste - Schallschutz**

		erforderlich	Ist
<b>gegen Geräusche aus fremden Räumen</b>			
Luftschalldämmung (bewertetes Schalldämm-Maß)	_____ [dB]	_____	_____
Innenwände	_____ [dB]	_____	_____
Decken	_____ [dB]	_____	_____
Türen	_____ [dB]	_____	_____
Trittschalldämmung (bewerteter Norm-Trittschallpegel)			
Decken	_____ [dB]	_____	_____
Treppen	_____ [dB]	_____	_____
<b>gegen Außenlärm</b>			
Luftschalldämmung (bewertetes Schalldämm-Maß)			
Außenwände	_____ [dB]	_____	_____
Fenster	_____ [dB]	_____	_____
Türen	_____ [dB]	_____	_____
res. Schalldämm-Maß (Außenbauteil)	_____ [dB]	_____	_____
Dach	_____ [dB]	_____	_____
<b>gegen Geräusche aus haustechnischen Anlagen</b>			
Wasserinstallationen			
Installationsschallpegel	_____ [dB]	_____	_____
sonstige haustechnische Anlagen			
max. Schalldruckpegel	_____ [dB]	_____	_____

## Bestandscheckliste - Tragwerk

### Bauwerkstypen

Massivbauweise	<input type="checkbox"/>
Skelettbauweise	<input type="checkbox"/>
Mischbauweise	<input type="checkbox"/>

### Aussteifung

#### längs zum Gebäude

Rahmen	<input type="checkbox"/>
Treppenhaus/Aufzugskerne	<input type="checkbox"/>
Wandscheiben	<input type="checkbox"/>

#### quer zum Gebäude

Rahmen	<input type="checkbox"/>
Treppenhaus/Aufzugskerne	<input type="checkbox"/>
Wandscheiben	<input type="checkbox"/>

### Dachtyp

Warmdach	<input type="checkbox"/>
Kaltdach	<input type="checkbox"/>
Umkehrdach	<input type="checkbox"/>
sonstige	_____

### Dachaufbau aus Planunterlagen

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

## Bestandscheckliste - Tragwerk

### Decken

Regelgeschoss

Massivdecke	<input type="checkbox"/>		
Rippendecke	<input type="checkbox"/>	mit Hohlkörpern	<input type="checkbox"/>
		ohne Hohlkörper	<input type="checkbox"/>
Balkendecke	<input type="checkbox"/>		
Sonstige		_____	

Abmessungen:

max. Feldlänge [m]	=	_____
Dicke der Platte [cm]	=	_____
Steghöhe [cm]	=	_____
Rippenabstand [cm]	=	_____
Betondeckung [cm]	=	_____
Putz nach DIN 4102-Teil4 [cm]	=	_____

statisches System

Mehrfeld	<input type="checkbox"/>		
Dreifeld	<input type="checkbox"/>		
Zweifeld	<input type="checkbox"/>		
Einfeld	<input type="checkbox"/>		
zweiachsiger Lastabtrag	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/> nein

Materialgüten:

Beton	=	_____
Betonstahl	=	_____
andere	=	_____

### Deckenaufbau aus Planunterlagen

1	_____
2	_____
3	_____
4	_____

## Bestandscheckliste - Tragwerk

### Unterzüge

Regelgeschoss-Hauptträger

statisches System

Mehrfeld	<input type="checkbox"/>
Dreifeld	<input type="checkbox"/>
Zweifeld	<input type="checkbox"/>
Einfeld	<input type="checkbox"/>

Abmessungen:

max. Feldlänge [m]	=	_____
Unterzughöhe [cm]	=	_____
Unterzugbreite [cm]	=	_____
Betondeckung [cm]	=	_____
Putz nach DIN 4102-Teil4 [cm]	=	_____

Materialgüten:

Beton	=	_____
Betonstahl	=	_____
andere	=	_____

Regelgeschoss-Nebenträger

ja  nein

statisches System

Mehrfeld	<input type="checkbox"/>
Dreifeld	<input type="checkbox"/>
Zweifeld	<input type="checkbox"/>
Einfeld	<input type="checkbox"/>

Abmessungen:

max. Feldlänge [m]	=	_____
Unterzughöhe [cm]	=	_____
Unterzugbreite [cm]	=	_____
Betondeckung [cm]	=	_____
Putz nach DIN 4102-Teil4 [cm]	=	_____

Materialgüten:

Beton	=	_____
Betonstahl	=	_____
andere	=	_____

## Bestandscheckliste - Tragwerk

### Stützen

Regelgeschoss

statisches System

Pendelstütze	<input type="checkbox"/>
Rahmenstütze	<input type="checkbox"/>
Kragstütze	<input type="checkbox"/>

Abmessungen:

Geschosshöhe [m]	=	_____
Länge [cm]	=	_____
Breite [cm]	=	_____
Betondeckung [cm]	=	_____
Putz nach DIN 4102-Teil4 [cm]	=	_____

Materialgüten:

Beton	=	_____
Betonstahl	=	_____
andere	=	_____

### Tragende Wände

ja  nein

Funktion:

aussteifend	<input type="checkbox"/>
tragend	<input type="checkbox"/>
Wandträger	<input type="checkbox"/>

Abmessungen:

Geschosshöhe [m]	=	_____
Länge [cm]	=	_____
Dicke [cm]	=	_____
Betondeckung [cm]	=	_____
Putz nach DIN 4102-Teil4 [cm]	=	_____

Materialgüten:

Beton	=	_____
Betonstahl	=	_____
andere	=	_____

## Bestandscheckliste - Hülle

### 1. Bestandsaufnahme

Überprüfungsmaßnahmen der Bestandserfassung der bzw. des:

Anforderungen des Denkmalschutzes

Wandaufbaus

Wandbekleidung auf Vollständigkeit

Feuchteschäden

Ausblühungen und Auslaugungen

Witterungsschutzes


Bemerkungen

---

---

### Alter der Bauteile

Wie das Gebäude

Zwischenzeitliche Sanierung

Jahr der Erneuerung


---

## Bestandscheckliste - Hülle

### Gestaltmerkmale / Fassadentyp

Lochfassade	<input type="checkbox"/>
Bandfassade	<input type="checkbox"/>
Vorhangfassade	<input type="checkbox"/>
Ausgefachte Fassade	<input type="checkbox"/>
Doppelfassade	<input type="checkbox"/>
Kastenfassade	<input type="checkbox"/>
Sonstige	<input type="checkbox"/>

Bemerkungen

---

---

### Material und Konstruktion

#### Tragende Wandkonstruktion

Mauerwerk aus Ziegeln	<input type="checkbox"/>
Mauerwerk aus Kalksandsteinen	<input type="checkbox"/>
Mauerwerk aus Porenbetonsteinen	<input type="checkbox"/>
Mauerwerk aus Naturstein	<input type="checkbox"/>
Ortbeton (Normalbeton)	<input type="checkbox"/>
WU-Beton	<input type="checkbox"/>
Betonfertigteile	<input type="checkbox"/>

Bemerkungen

---

---

## Bestandscheckliste - Hülle

### Wandbauart

- einschalig
- einschalig, aussenliegende Dämmung
- einschalig, innenliegende Dämmung
- zweischalig mit Luftschicht
- zweischalig mit Dämmung
- zweischalig, Luftschicht, Dämmung

<input type="checkbox"/>

### Bemerkungen

---

---

### Hülle

- Verblendmauerwerk
- Metall
- Betonfertigteile
- Holz
- Natur- /Betonwerkstein
- Keramik
- Wärmedämmverbundsystem
- Faserzement
- Glas

<input type="checkbox"/>

### Bemerkungen

---

---

## Bestandscheckliste - Hülle

### Befestigung

angemörtelte Bekleidung	<input type="checkbox"/>
geklebte Bekleidung	<input type="checkbox"/>
mechanisch befestigte Bekleidung	<input type="checkbox"/>

### Unterkonstruktion

Unterkonstruktion aus Metall	<input type="checkbox"/>
Unterkonstruktion aus Holz	<input type="checkbox"/>

Bemerkungen

---

---

### **Vorhandener Wärmeschutz**

U-Wert [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ] \_\_\_\_\_

Ermittlung des U-Wertes	berechnet	<input type="checkbox"/>
	geschätzt	<input type="checkbox"/>

Bemerkungen

---

---

## Bestandscheckliste - Hülle

### Vorhandener Schallschutz

Bewertetes Schalldämm-Maß  $R'_{w,r}$  [dB] \_\_\_\_\_

Ermittlung des Schalldämmmaßes

gemessen

berechnet

geschätzt

Bemerkungen

---

---

### Vorhandener Brandschutz

Feuerwiderstandsklasse

F-30A

F-60A

F-90A

F-120A

F-180A

Bemerkungen

---

---

## Bestandscheckliste - Hülle

### Vorhandener Feuchteschutz

Schlagregensicherheit nach DIN 4108

Beanspruchungsgruppe I / gering

Beanspruchungsgruppe II / mittel

Beanspruchungsgruppe III / stark


### 2. Erscheinungsbild

#### Optischer Gesamteindruck

Optische Mängel: sehr stark

deutlich sichtbar

mäßig

geringfügig


#### Gesamttauglichkeit

Gebrauchsmängel: sehr stark

deutlich

mäßig

geringfügig


## Bestandscheckliste - Hülle

### Schadensaufnahme

Wandoberfläche Außen:

Oberfläche glatt	<input type="checkbox"/>
Oberfläche sandet ab	<input type="checkbox"/>
Verfärbungen	<input type="checkbox"/>
Verschmutzungen	<input type="checkbox"/>
Schadhafte Fugen	<input type="checkbox"/>
geringfügige Durchfeuchtung	<input type="checkbox"/>
großflächige Durchfeuchtung	<input type="checkbox"/>
Ausblühungen, Salze	<input type="checkbox"/>
- Chloride	<input type="checkbox"/>
- Sulfate	<input type="checkbox"/>
- Nitrate	<input type="checkbox"/>
Schimmelpilze	<input type="checkbox"/>
Risse	<input type="checkbox"/>
Ablösungen an Putz und Mauerwerk	<input type="checkbox"/>
Bekleidungsmaterial lose o. fehlend	<input type="checkbox"/>
Glasur-Risse keramischer Bekleidung	<input type="checkbox"/>

Bemerkungen

---

---

**Bestandscheckliste - Hülle**

**3. Fensterfläche**

Fassade Außenwandfläche gesamt [m <sup>2</sup> ]		100%
Flächen, opak [m <sup>2</sup> ]	_____	%
Flächen, transparent (Anteil) [m <sup>2</sup> ]	_____	%
Geschosshöhe [m]	_____	
Brüstungshöhe [m]	_____	
Rahmen	_____	
Material	_____	
Farbe	_____	
<b>Verglasungsart</b>		
Isolierverglasung	<input type="checkbox"/>	
Wärmeschutzverglasung	<input type="checkbox"/>	
Sonnenschutzverglasung	<input type="checkbox"/>	
sonstige	_____	

## Bestandscheckliste - Hülle

### Öffnungen

Drehflügel	<input type="checkbox"/>
Kippflügel	<input type="checkbox"/>
Dreh-Kippflügel	<input type="checkbox"/>
Klappflügel	<input type="checkbox"/>
Schiebeflügel	<input type="checkbox"/>
Wendeflügel	<input type="checkbox"/>
Steuerung durch GLT	<input type="checkbox"/>
sonstige	
Zustand	_____
	_____
	_____

### Verschattung / Sonnenschutz

Bauart	_____
Farbe	_____
Lage	_____

<input type="checkbox"/>	fest
<input type="checkbox"/>	beweglich
<input type="checkbox"/>	Steuerung durch GLT

## Bestandscheckliste - Hülle

### Blendschutz

Bauart

Farbe

Lage

fest

beweglich

Steuerung durch GLT

## Bestandscheckliste - Büro-Technik

<b>Heizung</b>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	Induktionsheizgeräte	<input type="checkbox"/>		Thermische Bauteilaktivierung <input type="checkbox"/>
	Statische Heizflächen (Konvektor/Radiator)	<input type="checkbox"/>		RLT-Anlage <input type="checkbox"/>
	Flächenheizung (Fussboden/Decke)	<input type="checkbox"/>		sonstige _____
<b>Kühlung</b>				
	Induktionskühlgeräte	<input type="checkbox"/>		
	RLT-Anlage	<input type="checkbox"/>		
	sonstige		_____	
<b>Lüftung</b>				
	Fensterlüftung	<input type="checkbox"/>		RLT-Anlage mit WRG <input type="checkbox"/>
	nur Zuluft mechanisch (RLT-Anlage)	<input type="checkbox"/>		Klimaanlage (mit Be- und Entfeuchtung) <input type="checkbox"/>
	nur Abluft mechanisch (RLT-Anlage)	<input type="checkbox"/>		sonstige _____
<b>Beleuchtung (künstlich)</b>				
	Art des Kunstlichts	<input type="checkbox"/>		
	Anordnung / Lage	<input type="checkbox"/>		
	installierte Leistung	_____		
	Kontrolle (Päsenz / Tageslicht)	<input type="checkbox"/>		

## Bestandscheckliste - Büro-Technik

### Regelung

		zentral	raumweise
Heizung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lüftung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kühlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kunstlicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonnenschutz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Elektroinstallation

Bodenkanal	<input type="checkbox"/>
Brüstungskanal	<input type="checkbox"/>
sonstige	_____

**Bestandscheckliste- Gebäudetechnik**

**Energieversorgung Wärme**

Gas	<input type="checkbox"/>	
Öl	<input type="checkbox"/>	
Rapsöl	<input type="checkbox"/>	
Holz	<input type="checkbox"/>	
Nahwärme	<input type="checkbox"/>	
Fernwärme	<input type="checkbox"/>	
sonstiges	<input type="checkbox"/>	

**Elektrische Energie**

Netzstrom	<input type="checkbox"/>
sonstiges	<input type="checkbox"/>

**Heizung**

Ort der Aufstellung	
wärmegeämmte Hülle	ja <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nein
Heizkessel (Anzahl)	
Art des Kessels	
Baujahr	
Nenn-Wärmeleistung	
Fabrikat Brenner	
Baujahr	
Wärmeleistung	
Auslegungstemperatur	

**Wärmeverteilung**

Anzahl der Heizkreise	
	Kreis(e) Heizung
	Kreis(e) WW-Bereitung
	Kreis(e) dynamische Heizung
	Kreis(e) Reserve

**Sonstiges**


## Bestandscheckliste- Gebäudetechnik

### Lüftung

Nutzungsart	zentral <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> dezentral
Ort der Aufstellung	_____	
Typ / Fabrikat	_____	
Baujahr	_____	
Volumenstrom	_____	
WRG	_____	
versorgter Bereich	_____	
Sonstiges	_____	

### Kälte

Nutzungsart	zentral <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> dezentral
Ort der Aufstellung	_____	
Typ / Fabrikat	_____	
Baujahr	_____	
Kältemittel	_____	
Sonstiges	_____	

## Bestandscheckliste- Gebäudetechnik

### Warmwasserbereitung

Nutzungsart	zentral <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> dezentral	→ dez. WW-Bereitung _____
Ort der Aufstellung	_____		Typ / Fabrikat _____
Typ / Fabrikat	_____		Baujahr _____
Baujahr	_____		Leistung _____
Speicher (Volumen)	_____		
Zirkulation (Schaltzeit)	_____		
Dämmung	_____		
Sonstiges	_____		