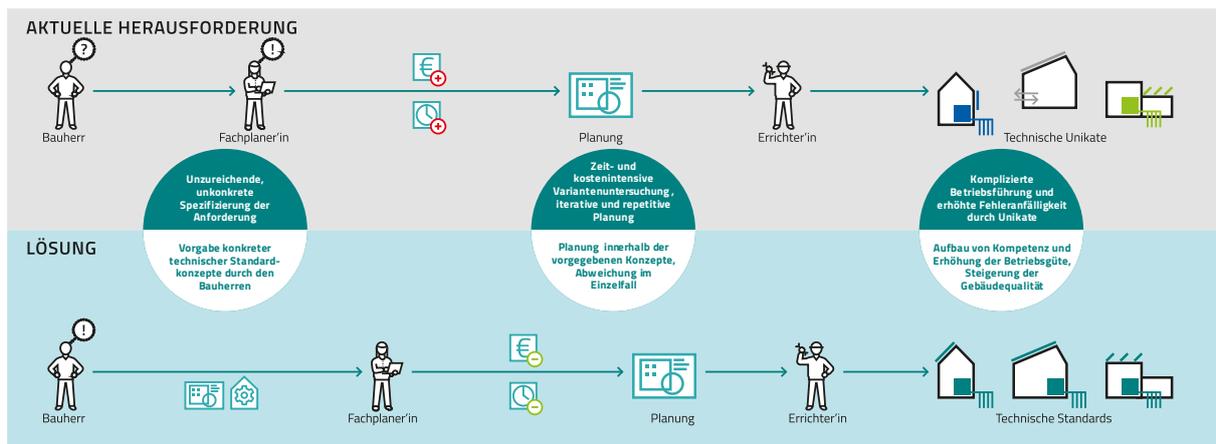


Starke Bauherren – Gute Gebäude



Entwicklung eines Werkzeuges zur Standardisierung gebäudetechnischer Anlagen im öffentlichen Bereich

Abschlussbericht zum Forschungsprojekt

18.10.2024

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Projekttitle Starke Bauherren – Gute Gebäude: Entwicklung eines Werkzeuges zur Standardisierung gebäudetechnischer Anlagen im öffentlichen Bereich

Autoren **Dr.-Ing. Stefan Plesser**
E-Mail: stefan.plesser@stw.de

M.Sc. Martin Laatsch
E-Mail: martin.laatsch@siz-energieplus.de

M.Sc. Johannes Lückemeyer
E-Mail: johannes.lueckemeyer@siz-energieplus.de

DBU-Aktenzeichen 37104/01-25

Projektlaufzeit 01.01.2021 bis 31.12.2023
(36 Monate)

Hinweis: Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren

Antragsteller  **Steinbeis** Steinbeis Innovation gGmbH
Willi-Bleicher-Straße 19
70174 Stuttgart

Ausführende Stelle   SIZ energieplus
Dr.-Ing. Stefan Plesser
Martin Laatsch, M.Sc.
Hamburger Straße 277
38114 Braunschweig

Ko-Fördergeber   proKlima – der energycity Fonds
Glockseeplatz 1
30169 Hannover

Die Autoren bedanken sich bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die Förderung des Projekts, bei allen Projektpartnern für die sehr konstruktive Zusammenarbeit sowie bei der energydesign braunschweig GmbH und der synavision GmbH für die inhaltliche Unterstützung.

I. Inhaltsverzeichnis

I.	Inhaltsverzeichnis	3
II.	Abbildungsverzeichnis	5
III.	Tabellenverzeichnis	6
IV.	Abkürzungsverzeichnis	7
V.	Kurzfassung.....	8
1	Einleitung	9
1.1	Umweltrelevanz	9
1.2	Zielsetzung	11
1.3	Lösungsansatz.....	12
2	Konzept- und Werkzeugentwicklung.....	13
2.1	Standard-Werkzeug.....	13
2.2	Ergänzende Standards für Einzelmaßnahmen	14
2.3	Workshops und Trainings	17
3	Erprobung und Optimierung in Pilotprojekten.....	18
3.1	Stadt Braunschweig – Stadtentwicklung.....	19
3.2	Evangelische Stiftung Neuerkerode – Entwicklung und Einführung eines Bauherrenstandards für die Sozialwirtschaft.....	22
3.3	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung – Standard für sommerlichen Wärmeschutz in Büros	25
3.4	Stadt Alfeld – Entwicklung und Erprobung eines Workshopkonzepts	27
3.5	Deutsche Bundesbank – Standardkonzepte für die Raumautomation	30
3.6	enercity - Technisches Monitoring als Maßnahme zur Qualitätssicherung	35
3.7	Region Hannover – Entwicklung eines Klimafahrplans	38
3.8	Staatliches Baumanagement Hannover – Entwicklung einer Strategie für den Umbau der Bundeswehr-Liegenschaften	42
4	Ökologische, ökonomische und technologische Bewertung	48

5	Kommunikation und Veröffentlichungen.....	49
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	51
6.1	Vorteile.....	51
6.2	Hemmnisse	52
6.3	Ausblick.....	52
7	Anhang.....	53
7.1	Standardunterlagen Räume.....	53
7.2	Standardunterlagen Gebäudehülle	54
7.3	Standardunterlagen Anlagentechnik	55

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Das Starke-Bauherren-Prinzip: Der Bauherr gibt die konzeptionellen Standards für das Gebäude vor	8
Abbildung 2 - Standard-Blatt für eine Heizungsanlage.....	14
Abbildung 3 - Verortung der Pilotprojekte im Gebäude-Lebenszyklus	18
Abbildung 4 - Übersicht über die Bahnstadt Braunschweig mit dem Bahnquartier links oben (Quelle: Stad Braunschweig).....	19
Abbildung 5 - Anforderungskatalog für die Gebäude	20
Abbildung 6 - Berechnung des voraussichtlichen Endenergiebedarfs je Nutzungsart	20
Abbildung 7 - Frühe Berechnung ökologischer Orientierungsgrößen für die Gesamtbaumaßnahme	21
Abbildung 8 - Darstellung eines Energieversorgungskonzeptes auf Basis der konzeptionellen Gebäudestandards	21
Abbildung 9 - Dorf Neuerkerode, Schwerpunkt der Bau- und Betriebsaufgaben der ESN	22
Abbildung 10 - Beispiel Standardkonzept Bewohnerzimmer.....	24
Abbildung 11 - Beispiel Standardkonzept Behinderten-WC	24
Abbildung 12 - Oberfläche des Web-Tools.....	27
Abbildung 13 - Pilotprojekt Kita Lützowstraße	28
Abbildung 14 - Workshopkonzept für die Beratung von Bauherren	29
Abbildung 15 - Standardkonzept für eine komplexe Raumautomation	31
Abbildung 16 - Definition des Mindest-Datenpunkumfangs für eine komplexe Raumautomation	34
Abbildung 17 – Kennzahl für den thermischen Komfort: Anteil der Messungen, die innerhalb der Nutzungszeit der Solltemperatur entsprechen	36
Abbildung 18 – Bewertung der Raumluftqualität: Anteil der Messungen, die innerhalb der Nutzungszeit den Grenzwert von 1000 ppm unterschritten haben	37
Abbildung 19 - Sanierungsfahrplan Region Hannover	41
Abbildung 20 - Beispielliegenschaft und Entwicklung der THG-Emissionen je Ausbaustufe	47

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Liste der standardisierten Modernisierungsmaßnahmen	15
Tabelle 2 - Mehrwert durch die Projektergebnisse je Themenbereich, qualitative Bewertung und quantitative Schätzung.....	48
Tabelle 3 Liste der Aktivitäten zur Projektkommunikation.....	49

IV. Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AMEV	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen
EH	Effizienzhaus (nach KfW: EH55, EH40 etc.)
EH	Einzelhandel
ESN	Evangelische Stiftung Neuerkerode
FW	Fernwärme
GA	Gebäudeautomation
GK	Gaskessel
GLT	Gebäudeleittechnik
HFKW	Halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe
HLK	Heizung, Lüftung, Kühlung
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HT	Hochtemperatur
JAZ	Jahresarbeitszahl
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KG	Kostengruppe (nach DIN 276)
KPI	Key Performance Indicator – Leistungskennzahl
LbKK	Liegenschaftsbezogenes Klimakonzept
MSR	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
NGF	Nettogrundfläche
NT	Niedertemperatur
nZEB	Nearly Zero Energy Building
PHPP	Passivhaus-Projektierungspaket
PV	Photovoltaik
QM	Qualitätsmanagement
RL	Rücklauf
RLT-Anlagen	Raumluftechnische Anlagen
SFP	specific fan power - Spezifischer Ventilatorwirkungsgrad
SL	Spitzenlast
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
THG	Treibhausgas
TMon	Technisches Monitoring
TW	Trinkwasser
VL	Vorlauf
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
WP	Wärmepumpe

V. Kurzfassung

Starke Bauherren sollen in Zukunft konzeptionelle Standards für ihre Bauprojekte vorgeben. So stärken sie ihre Position im Projekt, beschleunigen Planungsprozesse und vereinfachen das Projekt- und Qualitätsmanagement. Damit sind konzeptionelle Standards – für Räume, Gebäudehülle und Anlagentechnik sowie Modernisierungsmaßnahmen – ein zentraler Baustein für die Transformation des Gebäudebestands in Richtung Klimaneutralität, siehe Abbildung 1.

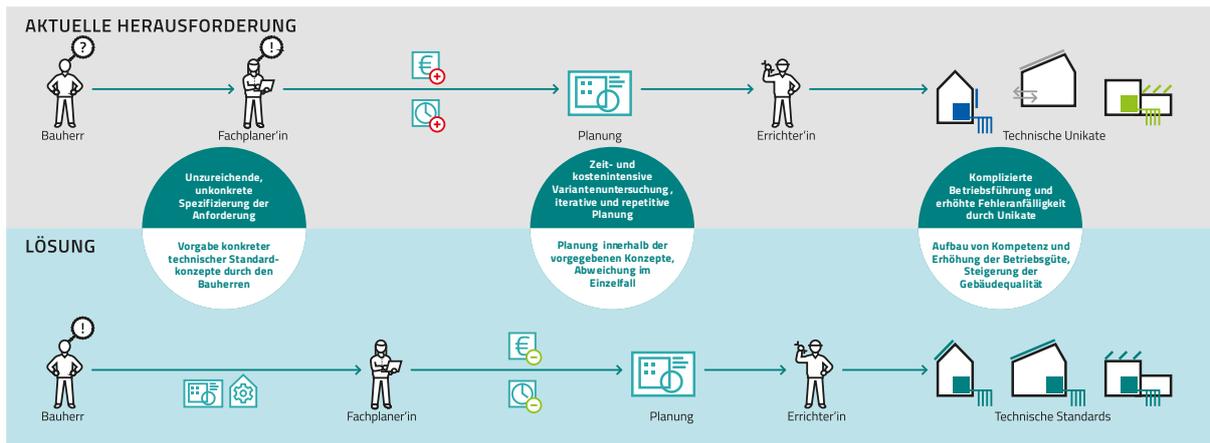


Abbildung 1 - Das Starke-Bauherren-Prinzip: Der Bauherr gibt die konzeptionellen Standards für das Gebäude vor

Die in diesem Projekt entwickelten konzeptionellen Standards bieten Bauherren produktneutrale Lösungen an, die alle energetischen und sonstigen technischen Anforderungen an Gebäude erfüllen können, ab gleichzeitig einen Lösungsrahmen definieren, den die Bauverwaltung gut beherrschen kann.

Mit der Einführung der integralen Planung wurden Fachplaner zunächst beauftragt, verschiedenste technische Lösungen für die Energieversorgung und das Raumklima von Bauaufgaben zu überprüfen. Aus Forschung, Entwicklung und Anwendungspraxis wissen wir heute, dass für die allermeisten Gebäude einige wenige Konzepte hervorragende Lösungen für das Bürogebäude, die Schule oder die Dreifeldsporthalle bieten. In den Pilotprojekten dieses Projekts konnte entsprechend auf die umfangreiche, zeitaufwändige individuelle Untersuchung verzichtet werden und konzeptionelle Standards durch die Bauherren vorgegeben werden.

Durch die wiederholte Anwendung der Konzepte kann die Bauverwaltung mit diesen konzeptionellen Standards eine hohe fachliche Kompetenz entwickeln und stärkt so die Position in ihren Projekten. Dieser vielversprechende Ansatz kann schnell und mit minimalen Kosten auf eine Vielzahl von Baumaßnahmen der öffentlichen Hand übertragen werden.

1 Einleitung

Die derzeitige Baupraxis bringt aus mehreren Gründen zunehmend Individualbauten mit komplexer technischer Ausstattung hervor. Ursachen sind zum Beispiel

- Zunehmend umfangreiche, komplexe und detaillierte Anforderungen an Gebäude und Gebäudetechnik;
- Eine als Reaktion zunehmende Komplexität in der technischen Gebäudeausrüstung;
- Knappe personelle Ressourcen und fehlendes Knowhow auf Bauherrenseite, um eine unangemessene Komplexität effektiv zu verhindern.

Dies führt in der Praxis zu einer immer weitergehenden Individualisierung technischer Lösungen, die im Betrieb nicht nur schwer zu handhaben sind, sondern sich auf Grund Ihrer Komplexität sogar in gewissem Maße einer Bewertung entziehen, ob eine Werkleistung für einen Bauherrn nun überhaupt erbracht ist oder nicht. Entsprechend werden aus guten Technologien und Produkten häufig keine guten Gebäude. Die zahlreichen Berichte zu entsprechenden „Optimierungspotentialen“ im Bestand sprechen hierzu eine klare Sprache¹.

Dieses Projekt hat ein Werkzeug zur gezielten Stärkung der Rolle des Bauherrn entwickelt. Gebäude können mit den im Mittelpunkt stehenden konzeptionellen technischen Standards nach der Entwicklung der integralen Planung und den zum Teil überkomplexen Konzepten der letzten 30 Jahre auch mit weniger individuellen Lösungen hohe Nachhaltigkeitsstandards erreichen.

Auf Grund des großen Modernisierungsdrucks und der vielen anstehenden Einzelmaßnahmen, z.B. im Bereich der Heizzentralen, wurde neben den ursprünglich geplanten Standardlösungen für Räume, Gebäudehülle und Anlagen auch ein Konzept für standardisierte Modernisierungsmaßnahmen entwickelt.

1.1 Umweltrelevanz

Neben zeitlichen Verzögerungen und höheren Kosten in Errichtung und Betrieb, einem unkomfortablen und teilweise schädlichen Innenraumklima bewirken Qualitätsdefizite auch über die gesamte Lebensdauer des Gebäudes höhere Emissionen. Deshalb sollte die Qualität von Gebäuden im Sinne der Nachhaltigkeitsziele verbessert werden. Mit der Entwicklung und Erprobung des

¹ Vergl. u.a. Plesser, Fisch et al: „EnBop - Energieoptimiertes Bauen: Energetische Betriebsoptimierung von Nicht-Wohngebäuden - Wissenschaftliche Begleitforschung EnBop im Förderkonzept EnOB : Forschungsbericht“, TU Braunschweig, 2015

Standardisierungstools in diesem Vorhaben ist es möglich, die Baupraxis im Sinne der Planungs-, Errichtungs- und Betriebsqualität von Gebäuden zu verbessern. Außerdem erleichtert die Definition von Standardkonzepten die Einführung bzw. erfolgreiche Anwendung höherwertigerer Effizienzstandards, indem die technischen Konzepte einmalig darauf zugeschnitten und zugrundeliegende Kennzahlen für alle Gebäude konkret vorgegeben werden.

Die hier definierten Standards sehen in der Gebäudehülle keine Verschärfung gegenüber den Anforderungen des GEG vor. Sie lassen jedoch Spielräume, um z.B. einen EH40-Standard umzusetzen. Entsprechend dem EU-weit definierten Ziel des „Nearly Zero Energy Gebäudes“ soll mit den Standards die im Gebäude benötigte Energie soweit möglich durch regenerative Energien gedeckt werden. Der Fokus der vorgeschlagenen technischen Standardkonzepte liegt vor allem auf Kombinationen zukunftsweisender, aber erprobter Komponenten: Wärmepumpe, Fernwärme, Photovoltaik, thermische Speicher und Lüftung. Die gebäudetechnischen Anlagen sollen robust sein, überkomplexe Technik vermeiden und im kompletten Lebenszyklus die angestrebte Nachhaltigkeit und Funktion aufweisen.

Die Umweltrelevanz wird auf dieser Basis für Neubauten wie folgt grob abgeschätzt: Jedes Jahr werden in Deutschland etwa 24.000 NWG errichtet.^{II} Wenn der Bereich der kommunalen NWG die gleiche Neubaurate aufweist, dann werden jährlich etwa 1.800 Gebäude errichtet. Bei einem neu errichteten Bürogebäude kann man überschlägig von einem Primärenergiebedarf von 100 kWh/m²a ausgehen, bei einer Schule von etwa 60 kWh/m²a. Mit einer Fläche von 3000 m² ergibt sich somit ein mittlerer absoluter Bedarf für beide Nutzungsarten von 240 MWh/a. 1.800 Neubauten dieser Art würden also einen Primärenergiebedarf von 432 GWh/a haben. Allein durch eine 10 %-ige Effizienzsteigerung durch Qualitätsverbesserungen infolge der flächendeckenden Anwendung des Werkzeugs durch kommunale Bauherren, können jährlich etwa 43 GWh Primärenergie eingespart werden. Bei einem mittleren Emissionsfaktor für Strom und Wärme von 193 g/kWh (Entwicklung bis 2050 berücksichtigt) können somit durchschnittlich etwa 8.300 T_{CO₂-Äq./a} eingespart werden.^{III,IV}

^{II} <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/70370/umfrage/baufertigstellungen---wohngeshaeude-und-nichtwohngeshaeude-seit-1998/>

^{III} Jurich K (2016): CO₂-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe. Climate Change

^{IV} Dr. Veit Bürger, Dr. Tilman Hesse, Dietlinde Quack, Andreas Palzer, Benjamin Köhler, Sebastian Herkel, Dr. Peter Engelmann (2016): Klimaneutraler Gebäudebestand 2050

Den Bauherren wird außerdem die Berücksichtigung weiterer übergeordneter Leitlinien^V erleichtert, denn auch hier ist nur eine einmalige Anpassung der Standardunterlagen notwendig, um direkt eine Integration in alle Einzelprojekte zu gewährleisten. Des Weiteren sind auch konkrete Materialvorgaben gemäß DGNB und blauem Engel integriert, sodass es über den gesamten Lebenszyklus zu geringen Umweltbelastungen kommt.

In Bezug auf die Anwendung in der Praxis hat der Starke Bauherren-Projektansatz den besonderen Vorteil, dass die Lösung keine zusätzlichen Dienstleister oder Personalkapazitäten in Einzelprojekten erfordert. Hemmnisse auf dem Weg zu einem klimaneutralen Gebäudebestand werden durch die Stärkung des vorhandenen Personals in seiner Rolle reduziert. Eine Stärkung der Bauherrenrolle trägt so unmittelbar, skalierbar und nachhaltig zu einer Verbesserung der Gebäudeperformance und damit zu einer Reduzierung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen bei.

1.2 Zielsetzung

Ziel dieses Vorhabens war die Entwicklung und Erprobung eines Werkzeugs zur Einführung einer strukturierten bauherrenseitigen Standardisierung technischer Gebäudekonzepte. Das Werkzeug umfasst die technischen Gebäude- und Anlagenkonzepte, notwendige Begleitdokumente und Arbeitsmittel für das Qualitätsmanagement und zum Projektmanagement sowie unterstützende Maßnahmen zur Schulung und Einführung des neuen Ansatzes bei den Bauherren. Die Stärkung des Bauherrn in seiner zentralen Rolle im Projekt führt zur Errichtung effizienterer, komfortablerer und günstigerer Gebäude. Darüber hinaus streben die Bauverwaltungen eine Straffung des Planungsprozesses zur Vermeidung von Verzögerungen an, die sonst häufig zu erhöhten Planungs- und letztlich auch Baukosten führen.

Basis sind technische Standards für die Gebäudehülle, Räume und technische Anlagen sowie Modernisierungsmaßnahmen. Wichtig ist hierbei die Möglichkeit des Rollenwechsels des Bauherrn, der nicht zu Projektbeginn den Fachplaner nach Vorschlägen fragt, sondern selbst konkrete Bedarfe und Aufgaben definiert. Damit wird die Rolle des Bauherrn unmittelbar gestärkt, da im Projekt nun die eigenen Standards umgesetzt werden. Die Wiederholung typischer Anlagen ermöglicht außerdem die bessere Kompetenzbildung auf Seiten des Bauherrn. Diese wird im

^V z.B. Klimaanpassungskonzepte, Nachhaltigkeitsleitlinien und Barrierefreiheitsbestimmungen übergeordneter Verwaltungseinheiten

Werkzeug durch spezifische auf die Standards zugeschnittenen Inhalte unterstützt. Auch die Qualitätssicherung wird durch vorab definierte Standards vereinfacht.

Ein weiteres Ziel des Vorhabens war die Evaluation des Mehrwertes des beschriebenen Ansatzes. Die Vorteile durch die gezielte Unterstützung des Bauherrn mit Systemstandards sowie durch den veränderten Prozess wurden entlang den HOAI-Leistungsphasen (LP) zusammengetragen. Eine mögliche quantitative Einschätzung konnte vor allem in Bezug auf einzelne technische Funktionen geschehen, von denen per Bottom-Up-Ansatz allgemein Rückschlüsse auf Projekte gezogen werden können. Umfassende Post-Project-Evaluationen konnten nicht mehr durchgeführt werden, da die Projekte noch keinen abschließenden Stand erreicht hatten.

1.3 Lösungsansatz

Die Bearbeitung dieses Projekts erfolgte unter der Leitung und Koordination des SIZ energieplus gemeinsam mit der Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen. Dabei wurde zunächst das Konzept definiert (AP1) und ein methodischer Demonstrator entwickelt (AP2). Die KEAN unterstützte die Konzeptionierung in Bezug auf die Anwendung in kommunalen Bauverwaltungen und die Kommunikation (AP3). Anschließend wurde die Methodik in Pilotprojekten angewendet, evaluiert, weiterentwickelt und optimiert (AP4+5). Darüber hinaus organisierten SIZ und KEAN die Kommunikation mit den öffentlichen Bauverwaltungen, holten strukturiertes Feedback von den Anwendern und Verbänden ein und entwickelten auf Basis ihrer Erfahrungen Multiplikationskonzepte für die Verbreitung im Anschluss an das Projekt (AP6).

2 Konzept- und Werkzeugentwicklung

SIZ und KEAN haben zunächst grob festgelegt, dass die technischen Standards in drei Gruppen definiert werden sollen: Raumtypen, Bauteile der Gebäudehülle und Anlagentypen. Hierfür wurden erste Liste der Typen erstellt. Intensiv diskutiert wurde die Frage nach dem anzustrebenden Energiestandard für Neubau und Sanierung insbesondere zwischen KfW55 und KfW40-Standard. Hierzu wurde festgelegt, dass die Standards grundsätzlich geeignet sein sollen, einen KfW40-Standard zu erreichen, Mindestanforderungen sich jedoch am KfW55-Standard orientieren. Diskutiert wurde außerdem die Frage der Berücksichtigung grauer Energie. Es wurde festgelegt, dass diese berücksichtigt werden soll.

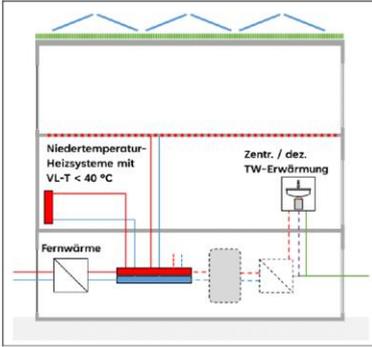
2.1 Standard-Werkzeug

Als Ergebnis der Stakeholder-Gespräche mit den Projektpartnern wurden zusätzlich folgende Anforderungen an das Werkzeug festgelegt:

- Darstellung der Standards in einem für die Kommunikation an die Fachplanung geeigneten, kompakten Format, das insbesondere für Auftaktbesprechungen als Werkzeug zur Darstellung des Bauherrenwunsches genutzt werden kann
- Reduzierung der Beschreibungstiefe, um den Informationsumfang für alle Beteiligten beherrschbar zu halten
- Vermeidung von produktspezifischen Anforderungen, um marktneutral zu bleiben und trotz Standardisierung Angebotsvielfalt zu gewährleisten.

Als Format wurde je technischem Standard ein Blatt gewählt, das gut lesbar im Format A3 gedruckt werden kann, siehe Abbildung 2.

Fernwärme



KG 410 - Wasser- und Gasanlagen

- Kaltwasserhaupteinspeisung und -verteilung außerhalb warmgehender Räume und Schächte
- Trinkwasser-Feinfilter mit automatischer Rückspülfunktion und entsprechender Ablaufmöglichkeit, keine Filterkartuschen
- Zentrale Trinkwassererwärmung nur bei ausreichend großem Bedarf (z.B. Großküchen oder zentrale Duschanlagen), ansonsten dezentral
- Falls zentral: Trinkwassererwärmung per Frischwasserstation und Heizungs-Pufferspeicher
- Keine Stich- und Stagnationsleitungen

KG 420 - Wärmeversorgungsanlagen

- Fernwärme-Kompaktstation, max. Rücklauf-temperatur gemäß der Anschlussbedingungen des Versorgers

KG 480 - Automation

- Visualisierung und Steuerung über eine Management- und Bedienebene (anpassbare Sollwerte, Grenzwerte, Kennlinien, Zeitprogramme)
- Erstellung einer Funktionsbeschreibung nach VDI 3814
- außenlufttemperaturgeführte Vorlauftemperaturkennlinie mit Absenkbetrieb außerhalb der Nutzungszeiten
- TW-Vorlauftemperatur-Sollwert: 60 °C
- TW-Zirkulationstemperatur-Grenzwert: ≥ 55 °C
- Heizgrenze: 24 h-Außenlufttemperatur-Mittelwert von 15 °C (außer TW-Erwärmung)
- Kommunikationsprotokoll: BACnet; alle Komponenten mit BACnet-Schnittstelle

KG 600 - Ausstattung

- durchgängige Anwendung eines einheitlichen Kennzeichnungsschlüssels für Anlagen und Datenpunkte
- Beschriftungsschilder für alle Netzwerkteilnehmer nach einem definierten System
- Im Heizungsraum aufhängen: Hydraulikschema farbig, laminiert und auf einer Trägerplatte kaschiert; Aushang mit den zuständigen Wartungspartnern
- Schlauchhalter und Schläuche DN15 zur Entlüftung und Entleerung sowie zur Reinigung von Magnetit- und Schlammabscheidern vorsehen, sofern nicht alles an eine Entleerrinne angeschlossen ist
- Rohrleitungen und Kanäle in Technikzentralen und Trassenverläufen mit Fließrichtungspfeilen und Gruppen-, Zusatz- und Schriftfarbe nach einem definierten System versehen

- Systemtemperaturen von etwa 37/30 °C für die Raumheizung bzw. 65/37 °C für die TW-Erwärmung
- Aufteilung der Heizkreise im Gebäude nach Himmelsrichtungen (z.B. N-O, S-W) und Nutzungserfordernis
- Umwälzpumpen mit einem Energieeffizienzindex von 0,23 (Klasse A+) oder besser, gemäß ErP-Richtlinie der EU
- Schutz der Pumpen und Armaturen durch Schlamm- und Magnetitabscheider
- Beimisch-Schaltung mit Dreiweg-Mischarmatur im Vorlauf; bei Fußbodenheizkreisen zusätzlich mit konstanter Vormischung
- Horizontale Leitungen aus Sicherheitsgründen nicht in der Fußbodenkonstruktion

Abbildung 2 - Standard-Blatt für eine Heizungsanlage

In der weiteren Bearbeitung mit einzelnen Projektpartnern ergab sich dann der Bedarf nach zusätzlichen Standards, die sukzessive ergänzt wurden, wie z.B. Pflegezimmer. Alle Standard-Blätter sind im Anhang dargestellt.

2.2 Ergänzende Standards für Einzelmaßnahmen

In Gesprächen mit der Region Hannover und dem Staatlichen Baumanagement Hannover wurde klar, dass neben den allgemeinen Standards für Gebäude auch Standards für einzelnen Modernisierungsmaßnahmen erforderlich sind, da neben Neubau und Kernsanierung auch viele einzelnen Maßnahmen wie der Austausch von Fenstern, der Ersatz eines Heizkessels durch eine Wärmepumpe oder die nachträgliche Installation einer Wärmepumpe. Entsprechend wurden mehr als 20 standardisierte Einzelmaßnahmen definiert, die in einfacher Weise und mit wenig Vorinformation auf Bestandsgebäude angewendet werden können. Sie bilden in Summe je Gebäude oder für ganze Portfolien die Grundlage für die Entwicklung von Modernisierungspfaden, siehe Tabelle 1.

Tabelle 1 - Liste der standardisierten Modernisierungsmaßnahmen

ID	Bezeichnung	Beschreibung
1	Fassadensanierung wenig / Aufdopplung	Anbringung einer Dämmung, Ziel: EH 55 U-Wert von 0,8 auf 0,2 W/(m ² K)
2	Fassadensanierung umfassend	Anbringung von Dämmung, Ziel: EH 55 U-Wert von 1,7 auf 0,2 W/(m ² K)
3	Innendämmung	Anbringung einer Innendämmung U-Wert von 1,7 auf 0,5 W/(m ² /K)
4	Austausch Fenster	Austausch Fenster durch 3-Scheiben-Wär- meschutzverglasung U-Wert von 5 auf 0,9 W/(m ² K)
5	Austausch Fenster II	Austausch 2-Scheiben-Fenster durch 3- Scheiben-Wärmeschutzverglasung U-Wert von 2,7 auf 0,9 W/(m ² K)
6	Austausch Fenster III	Austausch 2-Scheiben-Fenster durch 3- Scheiben-Wärmeschutzverglasung U-Wert von 1,3 auf 0,9 W/(m ² K)
7	Dachsanierung einfach	Energetische Sanierung Flachdach, Däm- mung auf GEG-Mindestanforderung U-Wert von 0,95 auf 0,20 W/(m ² /K)
8	Dachsanierung EH55	Energetische Sanierung Flachdach, Däm- mung auf EH55 U-Wert von 0,95 auf 0,14 W/(m ² /K)
9	Dämmung der Kellerdecke I	Dämmung des unteren Abschlusses des beheizten Bereichs U-Wert von 1,5 auf 0,3
10	Dämmung der Kellerdecke II	Dämmung des unteren Abschlusses des beheizten Bereichs U-Wert von 0,8 auf 0,3
11	Perimeterdämmung	Anbringung einer Dämmung an erdberüh- renden Bauteilen, Erdarbeiten, Abdich- tung, Dämmmaterial; U-Wert von 0,8 auf 0,3; Annahmen: Lohn- kosten 70 €/h, 1 Arbeitstag mit 2 Personen für 30 m ² Perimeterfläche

ID	Bezeichnung	Beschreibung
12	Flächenheizung	Anbringung von Flächenheizungen, Anschluss an vorhandene Verteilungsleitung, Absenkung der Vorlauftemperatur von 55 °C auf 37 °C; Annahme: Erhöhung der JAZ von 3 auf 4,5, Einsparung von 2,5 % Stromverbrauch je K Temperaturabsenkung
13	Nachrüstung PV-Anlage	Monokristalline PV-Module mit einer Leistungsdichte von 0,2 kWp/m ² , Jahresvolllaststunden Niedersachsen von 850 h/a, Eigennutzungsgrad 30 %
14	Ergänzung Wärmepumpe I	Ergänzung Gas-Kessel durch Wärmepumpe mit Erdwärmequelle; Deckungsanteil WP 60 %, 40 % durch SL-Erzeuger, Leistungszahl 3, 1700 Volllaststunden, VL-Temperatur 55 °C, gleicher Heizwärmebedarf
15	Ergänzung Wärmepumpe II	Ergänzung Gas-Kessel durch Wärmepumpe mit Erdwärmequelle; Deckungsanteil WP 60 %, 40 % durch SL-Erzeuger, Leistungszahl 3, 1700 Volllaststunden, VL-Temperatur 55 °C, um 50 % reduzierter Heizwärmebedarf
16	Austausch durch Wärmepumpe	Austausch Gas-Kessel durch Wärmepumpe mit Erdwärmequelle; Leistungszahl 3, 1700 Volllaststunden, VL-Temperatur 55 °C, um 50 % reduzierter Heizwärmebedarf
17	Modernisierung RLT	Austausch der Ventilatoren und Antriebe; von SFP 6 (4.000 Ws/m ³) auf SFP 3 (1.200 Ws/m ³); 8h Betrieb an Werktagen mit 70 % Nennleistung; Investitionskosten von ca. 21 T€ bei einem Volumenstrom von 29.000 m ³ /h
18	Modernisierung Beleuchtung	Austausch Beleuchtung durch LED-Leuchten, Nachrüstung Präsenzmelder in Fluren zur Teil-Abschaltung auf Verkehrsflächen; von 5,33 W/m ² Leuchtstofflampe mit EVG auf 1,8 W/m ² LED mit 40 % reduzierter Betriebszeit auf Verkehrsflächen (15 % der NGF); mittlere tägliche Beleuchtungsdauer von 6 h; 1566 h/a Betrieb; 50.000 h Lebensdauer

ID	Bezeichnung	Beschreibung
19	Modernisierung der Heizungsverteilung	Austausch der Umwälzpumpen mit angepasster Dimensionierung und hoher Effizienz, hydraulischer Abgleich der Heizungsverteilung, Entleerung, Spülung und Neubefüllung der Anlage (nach VDI 2035), Nachrüstung von Magnetitfiltern; Annahmen: 3 Pumpen; alte Pumpen mit EEI (energy efficiency index) von 0,8, neue Pumpe mit 0,2; Dienstleistungs- und Investitionskosten von 25 T€
20	Heizungsregelung	Implementierung einer effizienten Regelung gemäß DIN EN ISO 52120 Klasse B: Kennlinien, Absenkbetrieb, Zeitprogramme, Pumpenregelung

2.3 Workshops und Trainings

Das Konzept der Standardisierung wurde in zahlreichen Web-Meetings und einigen Live-Workshops vorgestellt und diskutiert. In der Bearbeitung mit den Pilotpartnern entstand ein Foliensatz, der als Einführung und Training für Anwender genutzt werden kann. Checklisten zur Nachverfolgung der Anwendung wurden in Abstimmung mit den Pilotpartnern zunächst nicht weiterentwickelt. Dies kann jedoch im Zuge einer Umsetzung als Software die Basis für ein begleitendes Qualitätsmanagement sein. Hierzu wurde ein Webservice^{VI} eingerichtet, auf dem die Projektinhalte erläutert werden und Arbeitsmittel heruntergeladen werden können.

^{VI} [Starke Bauherren – Gute Gebäude - Starke Bauherren \(xn--starkebauherren-gutegebude-2hc.de\)](http://starkebauherren-gutegebäude-2hc.de)

3 Erprobung und Optimierung in Pilotprojekten

Mit den einzelnen Pilotpartnern wurden die jeweilige Situation in ihrer Baupraxis abgestimmt und evaluiert, wie der „Starke Bauherren-Ansatz“ eingesetzt werden kann. Dies reichte von der Entwicklung einzelner zusätzlicher Standards über die Anwendung in Planung und Errichtung bis zu ergänzenden Standards für einzelne Modernisierungsmaßnahmen. Im Rahmen von Workshops hatten die Partner auch Gelegenheit, sich über Ihre Erfahrungen auszutauschen. Damit konnte das Konzept an verschiedenen Stellen über den gesamten Lebenszyklus erprobt werden, siehe Abbildung 3.

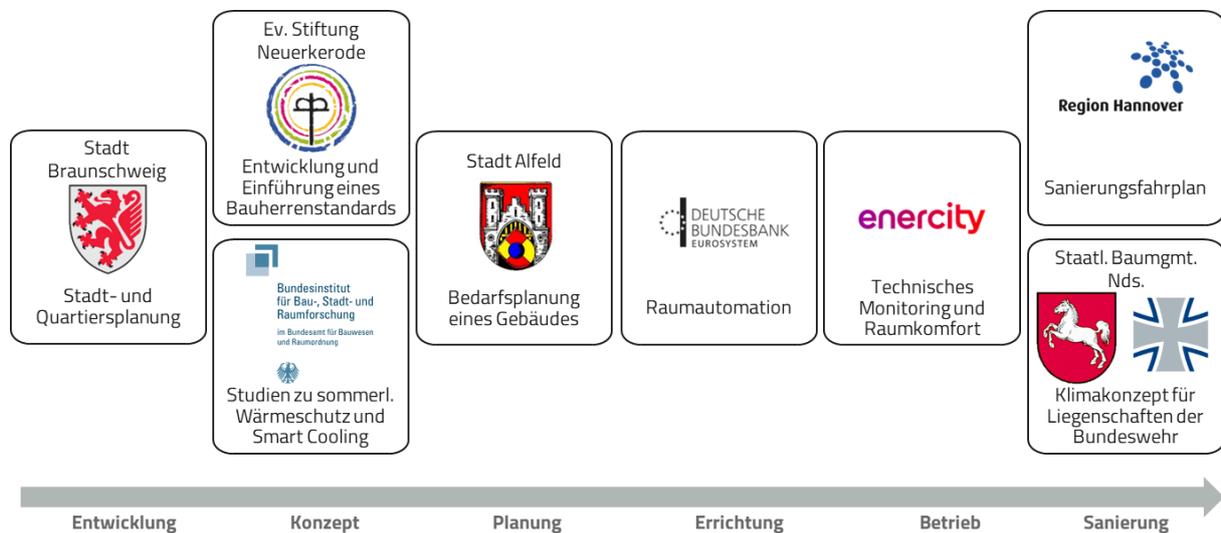


Abbildung 3 - Verortung der Pilotprojekte im Gebäude-Lebenszyklus

Im Folgenden werden die einzelnen Pilotanwendungen entlang dieser Reihenfolge vorgestellt. In den anschließenden Kapiteln erfolgen eine allgemeine technische, ökonomische und ökologische Bewertung sowie eine Dokumentation der Projektkommunikation und ein Ausblick auf potenzielle Anwendungen der Ergebnisse in der Baupraxis.

3.1 Stadt Braunschweig – Stadtentwicklung

Mit einer Größe von etwa 300 ha ist die Bahnstadt die größte innenstadtnahe Potentialfläche Braunschweigs. Gegenstand dieser Betrachtung sind die ca. 18 ha großen Flächen nördlich des Hauptbahnhofs Richtung Innenstadt. Diese Neubaumaßnahme umfasst rund 130.000 m² Bruttogeschossfläche.



Abbildung 4 - Übersicht über die Bahnstadt Braunschweig mit dem Bahnhofsquartier links oben (Quelle: Stadt Braunschweig)

Das erstellte Energiekonzept dient als Grundlage für die weitere Bearbeitung des Projektes. Vorgaben des Gutachtens fließen in zukünftige Wettbewerbe/ Konzeptvergaben/ Verträge und die Festsetzungen des Bebauungsplanes ein. Die später zu erstellenden Hochbauten bauen auf dieses Konzept auf.

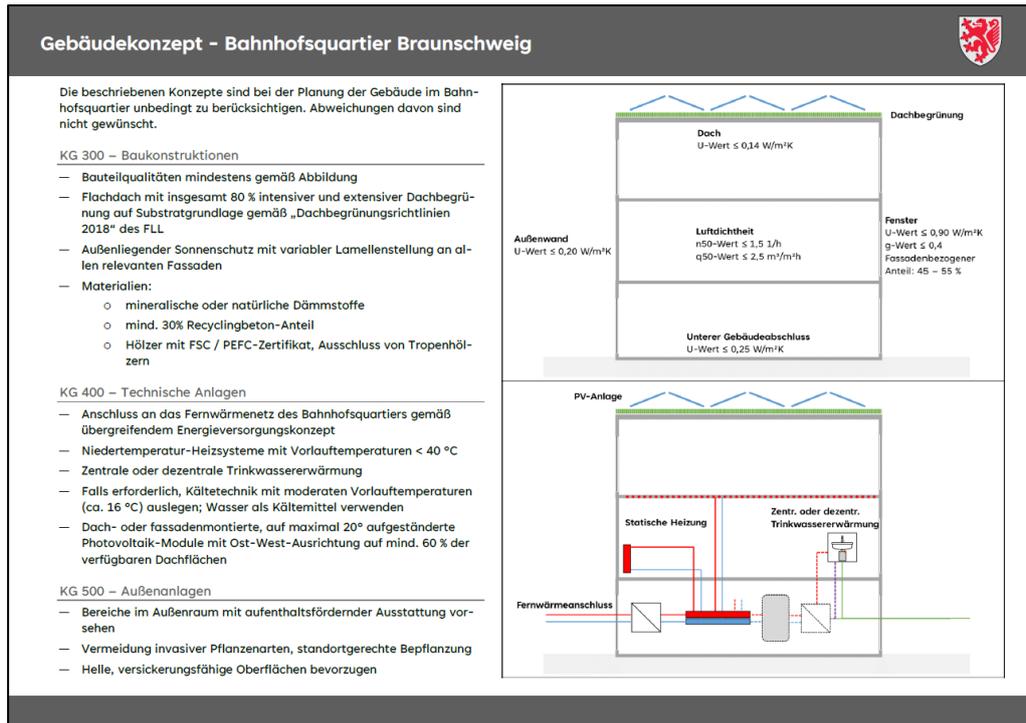


Abbildung 5 - Anforderungskatalog für die Gebäude

Bereits auf Basis der städtebaulichen Planung wurde die gesamte Baumaßnahme des Bahnhofskwartiers anhand der Standardkonzepte in Bezug auf Betriebsenergie und Graue Energie bewertet. So konnten schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt mit minimalem Aufwand Orientierungsgrößen für die ökologische Dimensionen der Maßnahme entwickelt werden.

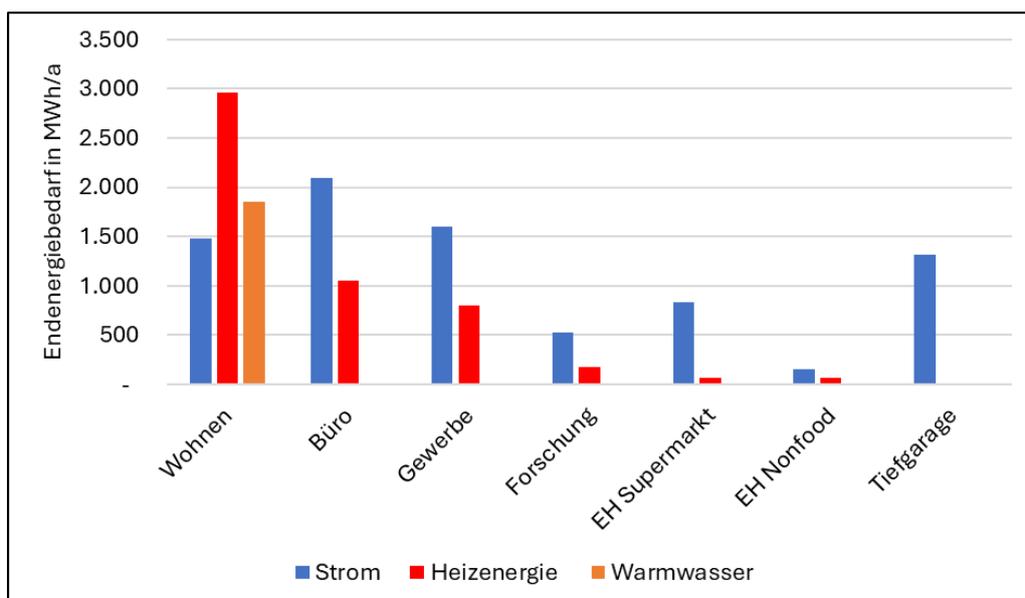


Abbildung 6 - Berechnung des voraussichtlichen Endenergiebedarfs je Nutzungsart

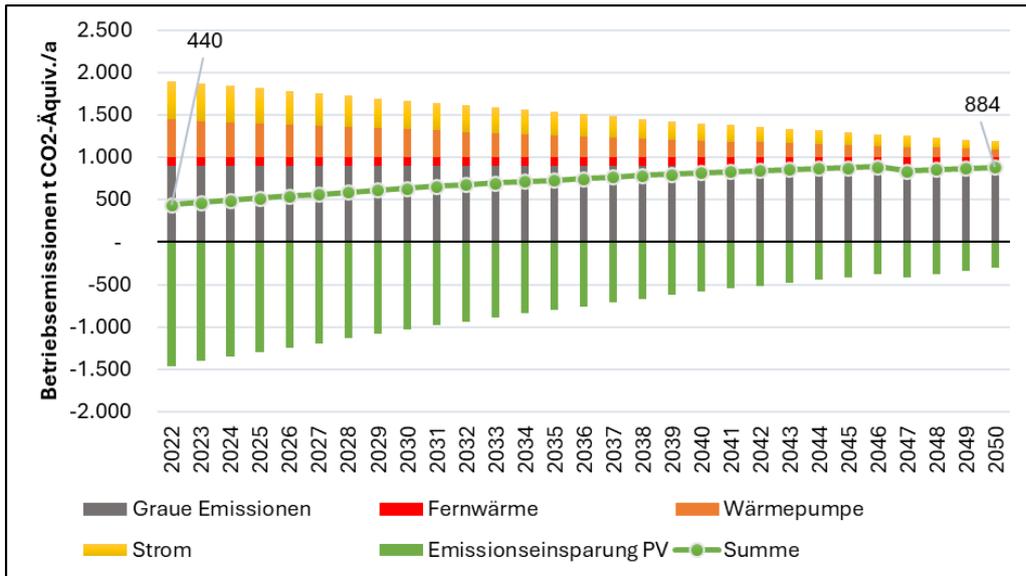


Abbildung 7 - Frühe Berechnung ökologischer Orientierungsgrößen für die Gesamtbaumaßnahme

Zusätzlich bildeten die Ergebnisse der Anwendung der Standards die Grundlage für die frühe Entwicklung eines hydraulisch getrennten Niedertemperatur-Teilnetzes des Fernwärmesystems der BS Energy, siehe Abbildung 8.

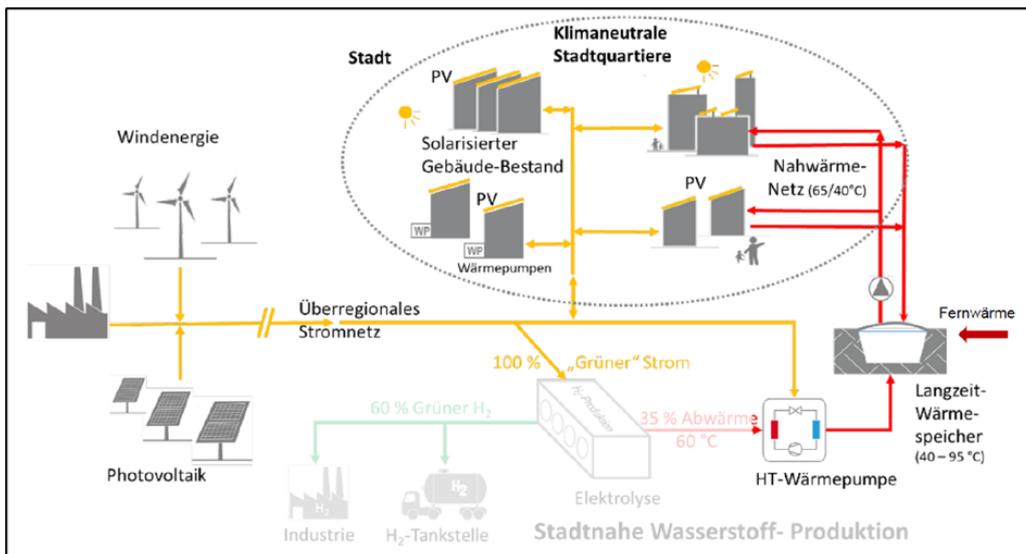


Abbildung 8 - Darstellung eines Energieversorgungskonzeptes auf Basis der konzeptionellen Gebäudestandards

Außerdem konnten die Standards frühzeitig als Vorgabe der Stadt Braunschweig in die weiteren Verfahren eingebracht werden. Wie erfolgreich dies gelingt, wird sich nach Abschluss dieses Projekts im weiteren Verlauf der Umsetzung des Bahnhofsquartiers zeigen. Insgesamt ermöglichen frühe konzeptionelle Entscheidungen, dass sämtliche Stakeholder und Shareholder Planungssicherheit bekommen, nicht zuletzt durch die Aufstellung einer Energie- und Klimabilanz sowie einer Kostenbilanz. Voraussetzung für die Umsetzung des nachhaltigen Quartiers-Energiekonzeptes ist eine einvernehmliche Abstimmung mit dem Versorgungsträger.

3.2 Evangelische Stiftung Neuerkerode – Entwicklung und Einführung eines Bauherrenstandards für die Sozialwirtschaft

Die Evangelische Stiftung Neuerkerode (ESN), mit Sitz in Braunschweig, betreibt eine Vielzahl von Einrichtungen zur medizinischen Versorgung, darunter Wohn- und Pflegeheime sowie Krankenhäuser, und beschäftigt rund 3000 Mitarbeitende. Die Aktivitäten der ESN konzentrieren sich unter anderem auf das inklusive Dorf Neuerkerode (siehe Abbildung 9). Das Hauptproblem, dem das Projekt begegnete, war die Fragmentierung von Erfahrung und Know-how innerhalb des interdisziplinär aufgestellten Personals sowie die ineffiziente Informationsabfrage in Einzelprojekten.



Abbildung 9 - Dorf Neuerkerode, Schwerpunkt der Bau- und Betriebsaufgaben der ESN

Trotz des reichen Erfahrungsschatzes und vorhandenen Know-hows waren die Anforderungen an die Betriebsführung und Bewirtschaftung der Gebäude nicht standardisiert. Dies führte zu ineffizienten Prozessen und einer hohen Kommunikationslast in jedem Projekt. Die Evangelische Stiftung Neuerkerode erkannte die Notwendigkeit, ihre Anforderungen zu standardisieren, um das Personal zu entlasten und eine einheitliche Vorgabe zu schaffen, die die Betriebsführung erleichtert und optimal auf die Nutzung abstimmt.

Um diesem Problem zu begegnen, wurde gemeinsam mit der ESN ein Bauherrenstandard entwickelt und eingeführt, der sowohl die generellen als auch die spezifisch sozialwirtschaftlichen Anforderungen aus den verschiedenen Fachdisziplinen vereint. Dadurch sollen eine effizientere Betriebsführung und Bewirtschaftung der Gebäude und eine erleichterte Kommunikation innerhalb des Teams erreicht werden.

Die Erarbeitung des Bauherrenstandards erfolgte in mehreren Schritten. Nach einer Vorstellung der Projektidee für alle Beteiligten, wurden in mehreren Workshops zunächst die relevanten Anforderungen aus den verschiedenen Fachdisziplinen identifiziert und zusammengeführt. Bereits dieser Arbeitsschritt führte schon zu einer deutlich wahrgenommenen Verbesserung bei der ESN. Anschließend erfolgten eine umfassende bauherreninterne Abstimmung und Kommentierung, um sicherzustellen, dass alle Stakeholder ihre Bedürfnisse angemessen vertreten sahen. Nachdem der Standard finalisiert war, gab es eine abschließende Präsentation und Erläuterung für das Personal, das zukünftig damit arbeiten wird. Alle Beteiligten sollten mit dem neuen Prozess und den Unterlagen vertraut gemacht werden, um den tatsächlichen und den gefühlten Aufwand der Veränderung so gering wie möglich zu halten.

Die Einführung eines Bauherrenstandards wurde insgesamt sehr positiv aufgenommen und verspricht, die Effizienz und Qualität der Dienstleistungen der Evangelischen Stiftung Neuerkerode zu verbessern. Das Personal ist nun in der Lage seine Aufgaben effizienter umzusetzen, da die Anforderungen in den Einzelprojekten klar definiert und leicht zugänglich sind. Der Ansatz soll konsequent beibehalten und die verwendeten Dokumente regelmäßig fortgeschrieben werden, um das Potenzial der Standardisierung nach dem initialen Aufwand langfristig auch ausschöpfen zu können.

Optimierungspotential liegt noch im Standardisierungsprozess selbst. Während der Entwicklung der weiteren Standardkonzepte ist aufgefallen, dass die Standards zunehmend detaillierter und bauherrenspezifischer wurden. Die Berücksichtigung verschiedener Bereiche und die Beteiligung der verschiedenen Fachleute (Elektrotechnik, IT, HLK, Nutzervertretung, ...) führt zu einer detaillierten Definition der bauherrenspezifischen Anforderungen und ist zunächst sehr positiv zu bewerten. Im Sinne einer übergeordneten, bauherrenübergreifenden Standardisierung ist dieser Ansatz jedoch hinderlich, da die individuellen und detaillierten Anforderungen nicht ohne Weiteres übertragbar sind. Sobald bei verschiedenen Bauherren eine Vielzahl von Anpassungen am Standard notwendig sind, bedarf es einer Instanziierung und unabhängigen Versionierung der Dokumente. Eine Weiterentwicklung und Fortschreibung durch eine bauherrenunabhängige Stelle wären damit signifikant verkompliziert. Der Pflegeaufwand ist in diesem Fall dezentralisiert von den Bauherren selbst zu erbringen und damit insgesamt deutlich höher. Dementsprechend sollten technische Standards auf einer konzeptionellen, übertragbaren Ebene bleiben und bei Bedarf bauherren- und projektspezifisch dezentral ergänzt, aber möglichst nicht individualisiert werden.

Bewohnerzimmer mit Bad

KG 300 - Baukonstruktionen

Innenausbau

- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

KG 400 - Technische Anlagen

Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Heizkörpern
- Installation voreinstellbarer Thermostatventile (Voreinstellung: Max = Solltemperatur, Min = 5 °C)
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 21 °C

Raumlufttechnik

- Abluft im Bodezimmer mit passiver Nachströmung
- Fensterlüftung bei Bedarf jederzeit möglich

Beleuchtung

- LED-Leuchten
- Manuell schaltbar, ggf. dimmbar und in separaten Gruppen

Sanitär

- Washbecken mit elektrischem, elektronisch geregelttem Durchlauferhitzer
- Einhebelmischer mit maximaler Auslauftemperatur von 43 °C
- Strahlregler mit max. 3 l/min, Duschbrause mit max. 7 l/min
- Spülwassermenge für WC-Anlagen ist 2-stufig mit 3 und 6 Litern auszuführen

Elektro- und Informationstechnik

- Schalter und Steckdosen sind in Weiß, mit integriertem Beschriftungsfeld und erhöhtem Berührungsschutz vorzusehen
- Wohnheim:
 - Eine Daten-Doppeldose (für Internet- und Telefonanschluss)
- Altenheim:
 - Eine Daten-Doppeldose unter der Decke (für WLAN und ggf. DECT-Antennen)
 - pro Bett 2 Daten-Doppeldosen (für Bett, Infotainment, Telefon, priv. Internet)
 - Lichttruf: gem. gesetzlichen Anforderungen, i.d.R. sternförmig von Bad, Bett und neben dem Eingang zur Lichttruf-Bus-Verkabelung der Zimmer

Gebäudeautomation

- Keine übergeordneten Automationsfunktionen
- Manuelle Raumbedienug:
 - Sonnenschutz (Auf, Ab, Lamellenwinkel größer / kleiner)
 - Beleuchtung (Ein, Aus; optional: heller, dunkler)

KG 600 - Ausstattung

- Barrierefreie Ausstattung nach DIN 18040
- Berücksichtigung der Möglichkeit zum Nachrüsten von medizinischen Hilfsmitteln wie z.B. Klappgriffen oder Duschtolletten
- Doppelkleiderhaken sind in Waschbecken- und in Duschhöhe anzubringen
- Toilettenpapierhalter und WC-Bürstenhalter sind wandmontiert auszuführen
- Spiegel entsprechend der jeweiligen Nutzung vorsehen (z.B. Sicherheitspiegel für geschlossene Pflegeräume, höhenverstellbare bzw. höhenangepasste Spiegel für Barrierefreiheit)
- Abstimmung mit dem Nutzer zum weiteren Mobiliar

weitere Anforderungen

- Nach Abstimmung: Verkabelung für Ambient Assisted Living (AAL)-Technologie und Antennenanschluss für konventionelle Fernseh-Anschlüsse

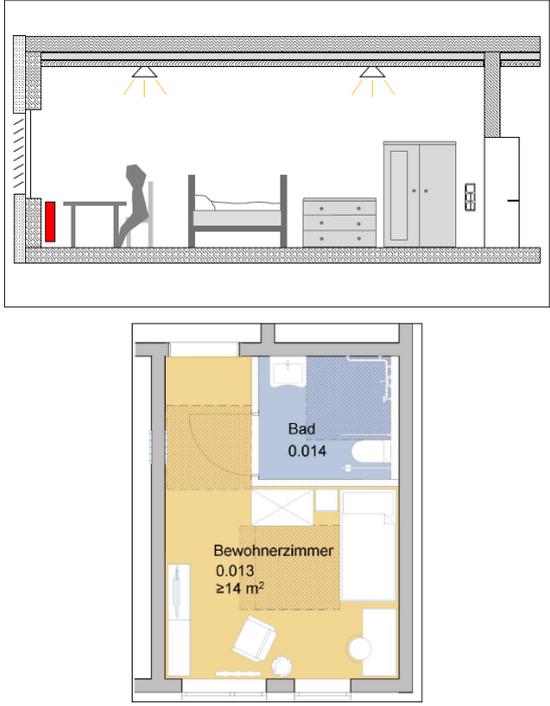


Abbildung 10 - Beispiel Standardkonzept Bewohnerzimmer

Behinderten-WC

KG 300 - Baukonstruktionen

Innenausbau

- stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- abgehängte GK-Akustik-Lockdecke
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“

Fenster und Türen

- Tür mit Überströmöffnung
- Tür mit waagrechtter Griffstange auf 85 cm Höhe
- Manuell öffnbare Fenster mit rollstuhlgerechter Griffhöhe 85 cm

KG 400 - Technische Anlagen

Heizung und Kühlung

- Deckung der Heizlast mit Heizkörpern
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 21 °C

Raumlufttechnik

- Abluft mit passiver Nachströmung aus benachbarten Räumen, um Stofflasten (Gerüche, Feuchte, ...) zu reduzieren
- Zeitprogramm- und präsenzgesteuert
- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des entsprechenden Mindestluftwechsels (mind. 11 m³/(h m²))

Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert
- Beleuchtungsstärke mind. 200 Lux, im Spiegelbereich 500 Lux; Farbwiedergabe mind. Index Ra 80
- Präsenzmelder mit integriertem Akustiksensoren
- Manuell einschaltbar; Nachlaufzeit von 15 min

Elektro- und Informationstechnik

- Schalter und Steckdosen sind in Weiß, mit integriertem Beschriftungsfeld und erhöhtem Berührungsschutz vorzusehen
- Lichttrufanlage vorsehen, ggf. mit Aufschaltung auf die IT der esn

Sanitär

- Washbecken mit elektrischem, elektronisch geregelttem Durchlauferhitzer
- Einhand-Hebelmischer am Waschtisch mit verlängertem Bedienhebel zur Bedienung im Sitzen
- maximale Auslauftemperatur von 43 °C
- Strahlregler mit max. 3 l/min

Gebäudeautomation

- DALI-Protokoll für die Lichtregelung, ansonsten KNX-Netzwerkprotokoll
- Manuelle Raumbedienug:
 - Beleuchtung (Ein)

KG 600 - Ausstattung

- Wandspiegel ab Oberkante Waschbecken
- Wandbefestigte Spülbürstengarnitur
- Papierrollenhalter, inkl. Ersatzmagazin
- Hygiene-Klappdeckeleimer für Hygieneartikel
- Einhandseifenspender und Flüssigdesinfektionspender muss auch mit eingeschränkter Handfunktion benutzbar sein; Entnahmehöhe nicht unter 85 cm und nicht über 100 cm
- Papierhandtuchspender in einer Höhe von 85 - 90 cm anzuordnen, fest montierter Mülleimer

weitere Anforderungen

- Klappbare Haltestützgriffe neben bzw. am Waschbecken sowie neben der Toilette
- Auslösung der WC-Spülung auch an den Stützklappgriffen möglich
- Washbecken muss mit Rollstuhl voll unterfahrbar sein (Kniefreiheit in 30 cm Tiefe und 67 cm Höhe); Unterputz- oder Flachsiphon vorsehen
- Kein Bodenablauf benötigt

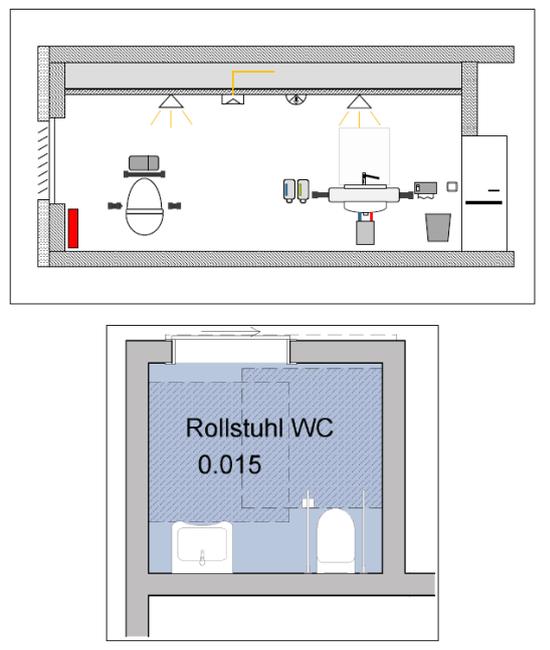


Abbildung 11 - Beispiel Standardkonzept Behinderten-WC

3.3 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung – Standard für sommerlichen Wärmeschutz in Büros

Die steigenden Temperaturen aufgrund des Klimawandels stellen eine zunehmende Herausforderung für den sommerlichen Wärmeschutz von Gebäuden dar. Insbesondere in hochgedämmten Gebäuden ist die Kontrolle der Raumtemperatur von großer Bedeutung, um den Komfort der Nutzer zu gewährleisten und den Energieverbrauch zu minimieren, weil die Heiz- und Kühlleistungen dementsprechend sehr gering ausgelegt werden und Störgrößen wie solare Einträge im Verhältnis einflussreicher sind. Um den Planungsaufwand in Bezug auf den sommerlichen Wärmeschutz zu reduzieren und den Planungsprozess zu beschleunigen, sollten bauphysikalische und funktionale Konfigurationen für Büroräume definiert werden, die stets einen adäquaten sommerlichen Wärmeschutz gewährleisten. Durch die Einhaltung dieser einfachen Vorgaben sind in der Vielzahl der Bauprojekte, vor allem in den frühen Planungsphasen, keine individuellen thermischen Simulationen mehr erforderlich und Zeit und Kosten werden eingespart.

Im Laufe der Bearbeitung stellte sich heraus, dass keine universelle Kombination von Merkmalen (zum Beispiel Fensterqualität, Sonnenschutz, Nachtauskühlung, Bauschwere) existiert, die in jedem Fall, also bei allen möglichen Randbedingungen (wie Ausrichtung, Grundfläche, Fensterfläche, Klimazone) zu einer Einhaltung des Wärmeschutzes führt. Es lassen sich lediglich Standardkonzepte definieren, die mit hoher Wahrscheinlichkeit zur Unterschreitung der geforderten 500 Überhitzungsstunden aus der DIN 4108-2 (2013) führen. Dementsprechend wären weiterhin individuelle Untersuchungen notwendig und der Lösungsansatz der Definition von Standard-Raumkonzepten wäre in diesem Fall nicht geeignet, um Bauherren bei dieser Fragestellung zu unterstützen.

Als Alternative wurde im Projekt ein benutzerfreundliches Web-Tool entwickelt, das es Bauverantwortlichen ermöglicht, konzeptionelle Entscheidungen zum sommerlichen Wärmeschutz eigenständig und effizient zu treffen. Das Tool soll es den Nutzern ermöglichen, verschiedene Raumkonfigurationen zu bewerten und potenzielle Lösungen für den sommerlichen Wärmeschutz zu identifizieren. Dabei werden die Übertemperaturgradstunden nach DIN 4108-2 (2013) und die Behaglichkeitsbewertung nach DIN EN 15251 (2012) berücksichtigt.

Das Web-Tool basiert auf umfangreichen thermischen Simulationen, die für typische Büroräume durchgeführt wurden. Dabei wurden verschiedene Parameter wie Gebäudeausrichtung, Fensterflächenanteil, Sonnenschutzmaßnahmen und passive Kühlung berücksichtigt. Die dynamischen thermischen Simulationen wurden für etwa 1,7 Mio. Varianten in TRNSYS durchgeführt, um die

Temperaturverhältnisse in den Räumen während der Sommermonate zu analysieren. Da die erforderliche Rechenleistung für eine Berechnung innerhalb eines sinnvollen Zeitraums deutlich größer war, als mit internen Ressourcen möglich war, wurde die Berechnung über den Dienst von Microsoft Azure auf Server von Microsoft ausgelagert. Die Rechenzeit konnte somit auf etwa 2 Wochen begrenzt werden.

Das entwickelte Web-Tool stellt diese umfangreichen Simulationsergebnisse übersichtlich und anwenderfreundlich zur Verfügung und bietet den Nutzern die Möglichkeit, verschiedene Parameter einzustellen und die Auswirkungen auf den sommerlichen Wärmeschutz zu visualisieren. Bauverantwortliche bekommen damit eine effiziente und benutzerfreundliche Möglichkeit, konzeptionelle Entscheidungen zum sommerlichen Wärmeschutz von Gebäuden zu treffen. Durch die Berücksichtigung der Übertemperaturgradstunden und der Behaglichkeitsbewertung können potenzielle Lösungen für den sommerlichen Wärmeschutz bereits sehr früh im Projekt identifiziert und bewertet werden. Das Tool hilft, den Planungsaufwand zu reduzieren und den Planungsprozess zu beschleunigen, indem es den Beteiligten insbesondere in den frühen Projektphasen eine schnelle und einfache Orientierung beim Wärmeschutzkonzept bietet. Damit sind sie nicht mehr auf individuelle, zeitaufwändig zu koordinierende und durchzuführende thermische Simulationen der Räume angewiesen. Auch die damit verbundenen Planungs- und Simulationsiterationen werden vermieden.

Die Dokumentation zu diesem Teilprojekt kann bei Bedarf zur Verfügung gestellt werden. Das Tool selbst ist online verfügbar (<https://sws-check.siz-energieplus.de/sws-check> - Stand: 27.03.2024) und wurde bereits einer Vielzahl von Bauherren zur Verfügung gestellt. Eine Evaluation der Anwendung konnte im Rahmen des Forschungsprojektes nicht durchgeführt werden.

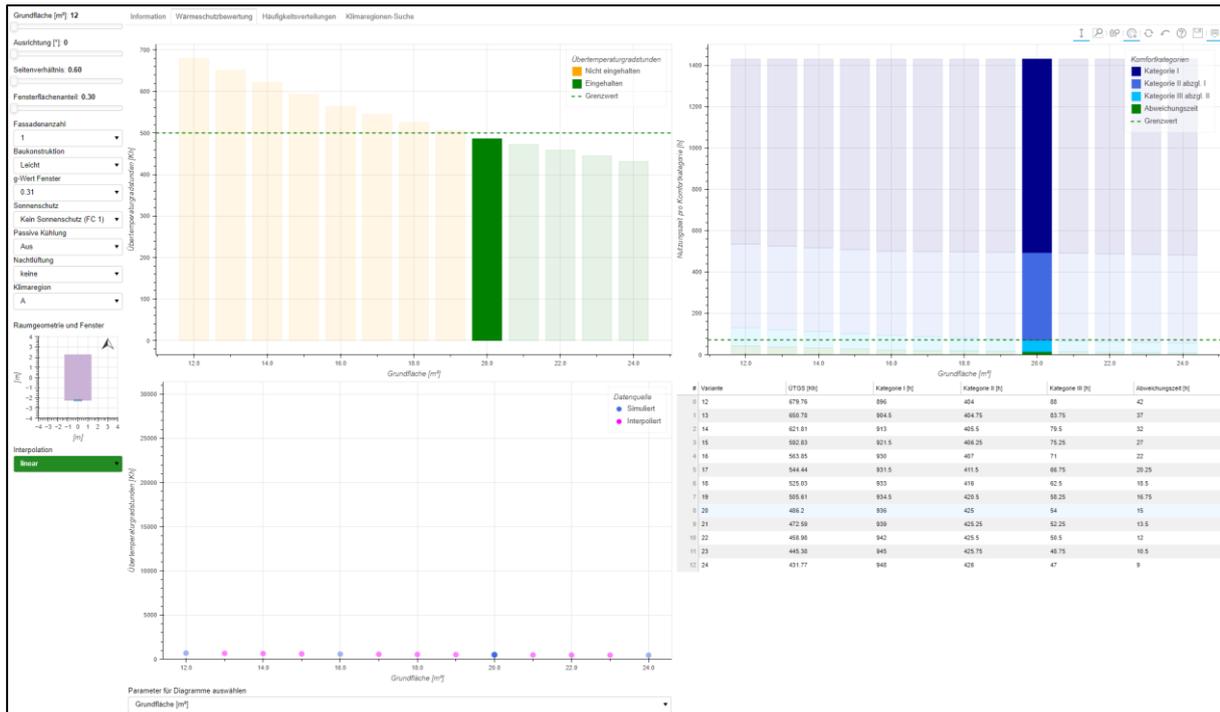


Abbildung 12 - Oberfläche des Web-Tools

3.4 Stadt Alfeld – Entwicklung und Erprobung eines Workshopkonzepts

Die Stadt Alfeld (Leine), eine Kleinstadt mit etwa 19.000 Einwohnern im Landkreis Hildesheim, steht vor der Herausforderung, technologische und konzeptionelle Entscheidungen in ihren Bauvorhaben effizient und zielgerichtet zu treffen. Die Besonderheit ist der vergleichsweise geringe Lerneffekt aufgrund selten vorkommender Bauaufgaben gleicher Art, sodass jedes Bauprojekt erst einmal wieder neuartig ist und mit hoher Individualität angegangen werden muss. Das Hauptproblem liegt in den damit einhergehenden langwierigen und komplexen frühen Planungsphasen, in denen zwischen verschiedenen technologischen und konzeptionellen Möglichkeiten entschieden werden muss. Ziel war es, diese Prozesse zu beschleunigen, indem keine individuellen Lösungen angestrebt werden und stattdessen auf vorhandene, robuste Standardkonzepte zurückgegriffen wird. Dadurch soll die Komplexität reduziert, die Zeit- und Kosteneffizienz gesteigert und insgesamt nachhaltiger gebaut werden.

Ziel dieses Pilotprojektes war es daher, für den Anwendungsfall „kleine Kommune“ eine Lösung zu finden, die den typischen Bauaufgaben bestmöglich entsprechen. Zu berücksichtigen war, dass die vergleichsweise geringe Anzahl an Bauaufgaben einer Art sowie die fehlende Spezialisierung keine eigene bauherrenspezifische Standardisierung von technischen Konzepten und Prozessen ermöglichte. Stattdessen waren bereits vorhandene, robuste Standardkonzepte sinnvoll in die Abläufe der Stadt Alfeld zu integrieren.

Dafür wurde in diesem Pilotprojekt ein Workshopkonzept entwickelt, um die Kommune auf Basis ihrer Grundlagenplanung für ein konkretes Bauvorhaben beratend zu unterstützen und eine Auswahl an Standardkonzepten für die weitere Planung zur Verfügung zu stellen. Das Pilot-Bauprojekt, welches Grundlage der Bearbeitung war, war der Umbau bzw. der Neubau der Kita Lützowstraße, für den mehrere Varianten für Neubau oder Sanierung und Anbau in Frage kamen. Die entsprechenden konzeptionellen Entscheidungen wurden demnach zunächst durch Energie-, Öko- und Kostenbilanzen für die diskutierten Varianten unterstützt. Der Prozess umfasste eine Vorbesprechung und drei Workshops, die jeweils verschiedene Aspekte der Planung abdeckten. Am Ende wurden entsprechende Unterlagen als Hilfsmittel übergeben und die Lösungen und der veränderte Planungsprozess mit dem durch die Stadt beauftragten Planer gemeinsam besprochen.



Abbildung 13 - Pilotprojekt Kita Lützowstraße

Das entwickelte und erprobte Workshopkonzept hat den folgenden Ablauf, der in Abbildung 14 außerdem schematisch dargestellt ist:

1. Übermittlung der Grundlagenermittlung durch den Bauherrn, einschließlich interner strategischer Ziele, Zeit- und Finanzrahmen, Raumprogramm, Dimensionen des Grundstücks und weitere Randbedingungen.
2. Workshop 1 zur energetischen Zielsetzung und den möglichen Varianten für das Bauvorhaben, einschließlich der Gebäudehülle und des Photovoltaik-Potenzials.
3. Workshop 2 zu Raumübergabesystemen und Anlagentechnik, mit Übergabe der Standard-Konzeptblätter für den Einstieg in die Planung.

4. Workshop 3 zur Vorstellung des veränderten Planungsprozesses und zur Besprechung der Standardkonzepte mit dem Planungsteam.

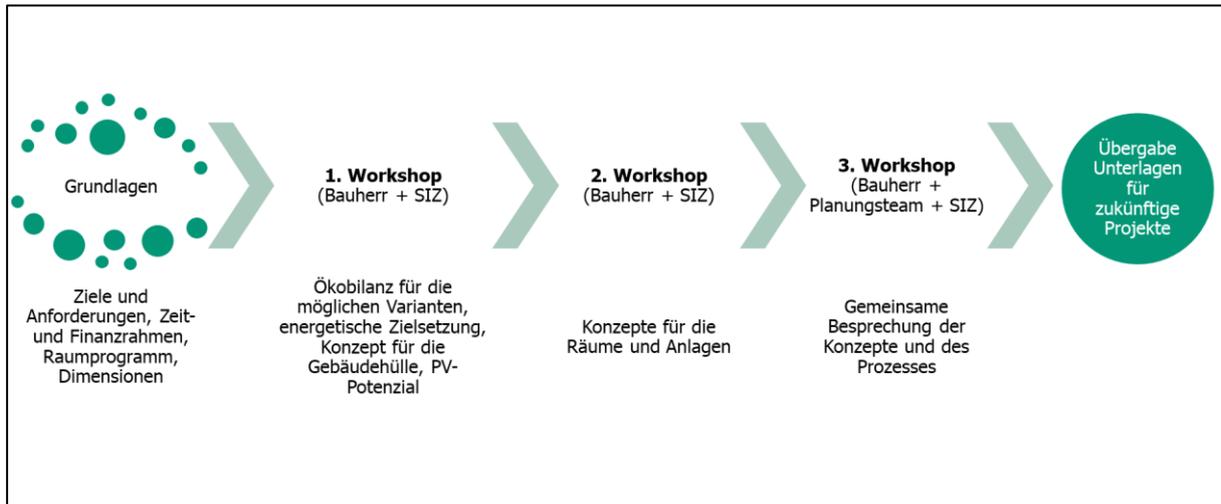


Abbildung 14 - Workshopkonzept für die Beratung von Bauherren

Die Integration standardisierter Konzepte in den Planungsprozess hat sich als effektive Methode erwiesen, um die Komplexität zu reduzieren und die Effizienz zu steigern. Durch die klare Strukturierung der relevanten Themen und die fokussierte Herangehensweise bei der Entscheidungsfindung konnte die Stadt Alfeld ihre Planungsprozesse optimieren und ihre Rolle als Bauherr stärken.

Zukünftig sollte noch mehr Wert auf digitale, anwenderfreundliche Werkzeuge gelegt werden, um auf diesem Wege mit geringerem Aufwand eine Vielzahl von Bauherren bei der Konzeption ihrer Bauprojekte zu unterstützen. Im Gegensatz zur personalintensiven, individuellen Beratung entsteht somit ein skalierbarer Mehrwert für Bauherren und letztendlich für den Klimaschutz. Weiterhin bedarf es einer Institution und oder eines Netzwerks, welches für die Qualität und Aktualität der Standardkonzepte verantwortlich ist, sodass Bauherren mit geringerer Bauaktivität darauf zugreifen und von einem größeren Erfahrungsschatz profitieren können.

3.5 Deutsche Bundesbank – Standardkonzepte für die Raumautomation

Die Deutsche Bundesbank ist die unabhängige Zentralbank der Bundesrepublik Deutschland. Seit 1999 ist sie Teil des Eurosystems, in dem sie zusammen mit den anderen nationalen Zentralbanken und der Europäischen Zentralbank für die gemeinsame Währung, den Euro, verantwortlich ist. Zur Erfüllung ihrer Aufgaben unterhält die Bundesbank ein Gebäudeportfolio mit Filialen an verschiedenen Standorten. Aufgrund der Komplexität und spezifischen Anforderungen ihres Tätigkeitsfeldes übernimmt sie die damit verbundenen Betreiber- und Bauherrenaufgaben selbst. Speziell für den Bereich der Gebäudeautomation war den Verantwortlichen schon früh klar, dass die Anforderungen der Nutzung und Energieeffizienz in standardisierter Form definiert und darüber in den Einzelprojekten nutzbar gemacht werden müssen. Dementsprechend kam es zur Aufstellung eines bauherrneigenen Lastenhefts mit Planungs- und Ausführungsvorgaben für die Gebäudeautomation. Dieses Lastenheft bündelt die nutzungsspezifischen Anforderungen an das Gewerk und wird den entsprechenden Auftragnehmern bei Sanierungs- und Neubauprojekten als Vertragsgrundlage vorgegeben.

Eine besondere Rolle bei der Gebäudeautomation übernimmt die Raumautomation, da in ihr viele Gewerke zusammenkommen (Heizung, Lüftung, Kühlung, Elektrotechnik und die Kostengruppe 300 durch Jalousieanlagen und Fenster). Die angestrebten Raumfunktionen zur Erreichung eines bedarfsgerechten und damit energieeffizienten Betriebs bestimmen dabei den notwendigen Technisierungs- und Automatisierungsgrad, welcher wiederum mehr oder weniger Sensoren und Aktoren erfordert, welche über die Raumautomation verknüpft werden müssen. Dementsprechend gibt es bei einer komplexen Automation viele Schnittstellen und den Bedarf nach Informationsaustausch, welcher netzwerktechnisch berücksichtigt werden muss. Elementare Anforderung ist dahingehend, dass von den Anlagen und Komponenten aller Gewerke ein einheitliches Netzwerkprotokoll verwendet wird, also z.B. nur BACnet.

Die Bundesbank plant gemeinhin mit einer komplexen Gebäudeautomation, um ihrem Anspruch zur Erreichung der höchsten Energieeffizienzklasse nach DIN EN ISO 52120 gerecht zu werden. Darüber hinaus zielt sie mit einem hohen Digitalisierungs- und Automatisierungsgrad auf eine möglichst effiziente und digitale Betriebsführung, Instandhaltung und Qualitätssicherung ab.

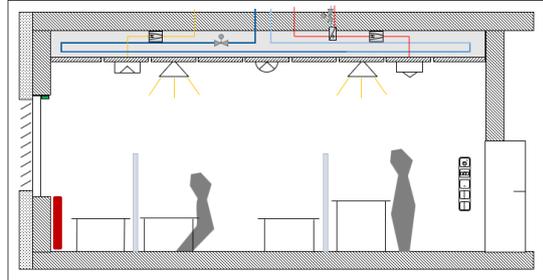
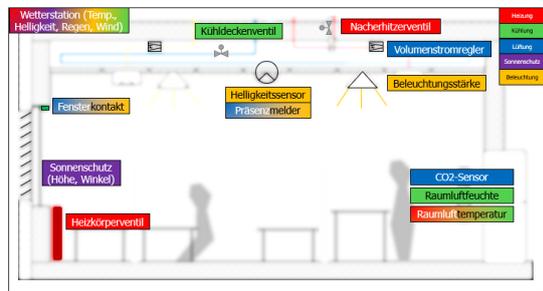
Die Aufgabenstellung im Rahmen dieses Forschungsprojektes war die Bündelung der wichtigsten Anforderungen an die Raumautomation und die Aufbereitung als Hilfsmittel für den Bauherrn, als Ergänzung zum Lastenheft Gebäudeautomation. Dafür wurden zunächst Standardkonzepte in abgestuften Komplexitäten kompakt auf jeweils einer Seite definiert (siehe Abbildung 15). Diese

Blätter eignen sich aufgrund der Bündelung der Anforderungen fortan zur Unterstützung der Projektleitung des Bauherrn bei der Koordination der Planung.

Raumtyp „Büro komplex“



☐ Checkbox / Pflicht ○ Option

Gebäudeautomationsfunktionen nach DIN EN ISO 52120

D Keine Gebäudeautomation

C Standard-Gebäudeautomation

B Teiloptimierte Gebäudeautomation

A Hoch energieeffiziente Gebäudeautomation

↓ Kompromissbereich Bestand

KG 300 – Baukonstruktionen

A Sonnenschutz

- ☐ Sonnen- und Blendschutz mit variabler Lamellenstellung an allen relevanten Fassaden:
 - außenliegende Raffstores
 - außenliegende Jalousien
- ☐ Windstabilität und Betrieb mindestens bis Windstärke 7
- ☐ Verriegelungs- und Windschutzsteuerung
- ☐ Sommer: Lamellennachführung gemäß Sonnenstandsrechnung, um jeweils das Optimum an Durchsehbarkeit und Blendschutz bzw. Kühllastverringerung zu erreichen
- ☐ Winter: Solare Gewinne haben Vorrang vor Blendschutz
- ☐ Sonnenschutz muss bei Alarmmeldungen im Gebäude hochfahren, um die Sicht auf und den Zugang zu den Fenstern freizugeben

KG 400 – Technische Anlagen

B Heizung und Kühlung

- ☐ Deckung der Heizlast mit Plattenradiatoren und per Zuluft
- ☐ Deckung der Kühllast per Sonnenschutz, passiver Kühldecke und per Zuluft

C Raumlufttechnik

- ☐ Versorgung durch zentrale Lüftungsanlage
- ☐ Raumweise Regelung des Luftvolumenstroms über VVR in Abhängigkeit von der Raumluftqualität (CO₂-Sensor), Möglichkeit zur zeitweisen manuellen Übersteuerung
- ☐ Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren
- ☐ CO₂-Sensor im Abluftkanal
- ☐ Spül- und Freikühlobetrieb

D Beleuchtung

- ☐ Beleuchtung mit LED-Leuchten:
 - präsenzgesteuert
 - tageslichtabhängig gedimmt in Abhängigkeit vom Sonnenschutz
- ☐ Mindest-Beleuchtungsstärke von 500 lx gemäß ASR 3-4
- ☐ Komplexe Beleuchtungssteuerung mit Lichtfarbe (HCL-Regelung)

E Elektro- und Informationstechnik

- ☐ Kabel- und Anschlussverteilung:
 - Hohlraumböden mit Bodentanks in regelmäßigen Abständen mit Strom- und Netzwerkan schlüssen
 - Kabelführung, Strom- und Netzwerkan schlüsse in umlaufenden Brüstungskä nalen
 - Integration in Möbel

F Gebäudeautomation

- ☐ DALI-Protokoll für die Lichtsteuerung, ansonsten BACnet
- ☐ Ansteuerung Sonnenschutz:
 - einfaches Zweipunktsteuerung (hoch, runter)
 - komplex: SMI-Protokoll
- ☐ Sollwertvorgabe entsprechend der vier Energieniveaus: Komfort (Nutzung), Bereitschaft (vor Nutzung), Absenken (Nachts und

Urlaubszeit) und Gebäudeschutz

- ☐ Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb der Raumklimatisierung
- ☐ Präsenzerfassung per Präsenzmelder und Präsenztaster
- ☐ Sollwertverschiebung zur Sommerkompensation ab 27 °C Außenlufttemperatur bis zu 26 °C Raumlufttemperatur
- ☐ Lös chung manueller Übersteuerungen nach 30 min ohne Präsenzmeldung im Raum
- ☐ Bei Fensteröffnung Deaktivierung der Lüftungsfunktion und Schließung des Kühldeckenventils
- ☐ Raupunktüberwachung der Kühldecken
- ☐ Ausschluss des Raums
- ☐ Verknüpfung mit den jeweiligen Zentralanlagen, die den Raum versorgen (Lüftungsanlage, Wärmepumpe, Heizkreis, Kältezeuger, Kühlkreis, ...), um Betriebsführung und Monitoring zu unterstützen; Darstellung auf MBE und im Regelschema
- ☐ Dokumentation der zugehörigen Brandschutzklappen je Raum
- ☐ Dokumentation der zugeordneten Wetterstation und des entsprechenden Fassaden-Windwächters
- ☐ **Mindest-Datenpunktfumfang für Steuerung, Regelung und Monitoring auf nächster Seite**

Manuelle Raumbedien ung:

- ☐ Sonnenschutz (Auf, Ab)
- ☐ Lichttaster (Ein, Aus, heller, dunkler), ggf. mehrere Gruppen
- ☐ Lüftung (Ein, Aus, Volumenstrom erhöhen / verringern, Automatik)
- ☐ Raumtemperatur (Sollwertsteller ± 3 °C)
- ☐ Präsenztaster (Ein, Aus)

☐ Beauftragung eines unabhängigen Dritten zur Durchführung eines technischen Monitorings nach AMEV-Empfehlung 158

KG 610 – Ausstattung

- ☐ Höhenverstellbare Schreibtische und ergonomische Büro stühle
- ☐ Aufbewahrungsmöbel sind mit dem Nutzer abzustimmen
- ☐ individuell regelbarer Blendschutz, sofern erforderlich

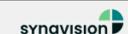
Erstellt in Zusammenarbeit mit:  

Abbildung 15 - Standardkonzept für eine komplexe Raumautomation

Der Prozess der Standardisierung wurde durch regelmäßige gemeinsame Workshops mit verschiedenen Inputs auch durch weitere Experten begleitet. Währenddessen konnten seitens der Bundesbank in einem fortgeschrittenen Sanierungsprojekt, welches nicht auf Grundlage der Standardkonzepte geplant wurde, Erfahrungen aus der Qualitätssicherung und Betriebsführung zusammengetragen werden. Diverse Probleme bei der Jalousiesteuerung, der Beleuchtungssteuerung und der Brandschutzklappenauslösung führten zu der Erkenntnis, dass zukünftig weitere Datenpunkte digital verfügbar sein müssen, um Probleme im Rahmen der Qualitätssicherung und im Betrieb frühzeitig und überhaupt nachvollziehen und die Instandhaltung des Gebäudes proaktiv unterstützen zu können:

1. Beispiel: Jalousiesteuerung

Das Fahrverhalten der Raffstore an der Außenfassade sind für den Betrieb nicht nachvollziehbar. Die angefahrenen Stellungen entsprechen zum Teil nicht den Vorgaben. Durch ein beauftragtes technisches Monitoring soll die gewünschte Funktion nachgewiesen werden. Da bei der Anlage aber auf einen Teil der Fassade aus dem Bestand zurückgegriffen wurde, wurden die eigentlich

benötigten Datenpunkte in der Umsetzung der Gebäudeautomation nicht vorgesehen (z.B. Endlagenschalter). Das Stellsignal der Jalousie wird zudem intern z.B. per Hand oder durch Sicherheitsfunktionen (z.B. Windabschaltung) übersteuert, ohne dass der resultierende Stellwert in Form von 0-100% für eine Bewertung zur Verfügung steht. Die Offenlegung dieses Wertes für eine Bewertung erfordert in dem aktuellen Baufortschritt einen nicht wirtschaftlich abbildbaren Zusatzaufwand. Dementsprechend ist eine digitale und automatische Bewertung der physikalischen und regelungstechnischen Funktion nicht möglich. Um diese Situation zukünftig zu vermeiden, sind die für eine Bewertung benötigten Informationen in Form einer Mindest-Datenpunktliste den Standard-Raumautomationskonzepten beigefügt.

2. Beispiel: Beleuchtungssteuerung

Die Ansteuerung der dimmbaren Lampen in den Räumen ist teilweise dysfunktional und nicht bedienerfreundlich umgesetzt. Auch diese Funktion kann mithilfe des technischen Monitorings nicht geprüft werden, da die erforderlichen Datenpunkte nicht verfügbar sind. Das Stellsignal der Beleuchtung wird per Hand oder Automation (z.B. Zeitprogramm, Präsenzerkennung) übersteuert der resultierende Dimm-Wert in Form von 0-100% steht für eine Bewertung nicht zur Verfügung. Die Offenlegung dieses Wertes erfordert in dem aktuellen Baufortschritt ebenfalls einen nicht wirtschaftlich abbildbaren Zusatzaufwand und soll zukünftig schon in der Planungsphase über eine entsprechende Datenpunktanforderung gewährleistet werden.

3. Beispiel: Brandschutzklappenauslösung

Immer wieder kommt es zu unkontrollierten und nicht nachvollziehbaren Auslösungen von Brandschutzklappen. Das hat zur Folge, dass ohne bestehenden Brandalarm zentrale Lüftungssysteme ausfallen und die zugehörigen Räume somit nicht mit konditionierter Luft versorgt werden. Aufgrund der Brandschutzanforderungen stehen die benötigten Datenpunkte zur Fehlerbehebung prinzipiell zur Verfügung. Die nicht vorhandene Dokumentation der Zuordnung der Brandschutzklappen zu den Lüftungsanlagen und deren Positionierung in den bzw. Verknüpfung mit den entsprechenden Räumen verhindert allerdings eine effiziente Qualitätssicherung. Die konkreten Anforderungen an die Dokumentation wurden vor dem Hintergrund dieser Erfahrungen in die Standardkonzepte integriert.

Im Ergebnis wurde, in Zusammenarbeit mit dem TÜV SÜD und der Bundesbank selbst, ein umfassendes Bauherrenwerkzeug entwickelt, welches die Anforderungen an Raumautomationskonzepten unterschiedlicher Komplexität konkret benennt und anschaulich bündelt. Jedes Konzept ist durch ein skizziertes Regelschema mit den entsprechenden Datenpunktlisten ergänzt, welche direkt konform mit dem spezifischen Kennzeichnungssystem der Bundesbank benannt

sind und somit einfacher in die Planung übernommen werden können (siehe Abbildung 16). Im Zuge der Zusammenarbeit konnte außerdem eine Ergänzung des Kennzeichnungssystems um wichtige Komponenten angeregt werden (z.B. Helligkeitssensor, Präsenzmelder und Anemometer zur Messung der Windgeschwindigkeit).

Die Anwendung des Bauherrenstandards für die Raumautomation verspricht eine deutliche Vereinfachung der Qualitätssicherung, der Betriebsführung sowie der proaktiven Instandhaltung. Damit sollen Gebäudekonzepte mit höchster Energieeffizienz auch tatsächlich die geplante Qualität erreichen und im Betrieb langfristig aufrecht gehalten werden können.

Bauherrenübergreifend können folgende themenbezogene Empfehlungen abgeleitet werden. Für die Raumautomation sollten unbedingt frühzeitig Anforderungen definiert werden, welche den effizienten und zeitgleich nutzerfreundlichen Betrieb der verschiedenen Übergabesysteme sicherstellen. Dafür ist es von Vorteil auf eher einfache, weniger komplexe Raumfunktionen mit einer robusten und transparenten Regelung und entsprechend nachvollziehbaren nutzerseitigen Eingriffsmöglichkeiten zu setzen. Eine effiziente Qualitätssicherung sollte bereits am Anfang der Planung ansetzen und am Ende der Inbetriebnahmephase eine systematische Überprüfung der zentralen Funktionen beinhalten (z.B. eine fassadenweise Sichtprüfung der Raffstores bei zentralen Stellbefehlen). Darüber hinaus sollten die benötigten Datenpunkte für ein technisches Monitoring nach AMEV-Empfehlung 158 bereits in der Planung vorgesehen und vor der VOB-Abnahme für einen Probetrieb zur Verfügung stehen. Während der Nutzungsphase dienen diese Datenpunkte der fortlaufenden Qualitätssicherung und der Instandhaltung der technischen Anlagen.

Ein erhebliches Potenzial für den Bauherrn bietet allerdings die bloße Veränderung des Ablaufs, indem er am Anfang der Planung konkret gefasste Standardkonzepte verbindlich vorgibt und damit zu einer Vereinfachung und Beschleunigung des Planungsprozesses beiträgt. Umfangreiche Variantenuntersuchungen und Planungsiterationen mit den dazugehörigen Besprechungen und Personenstunden können somit vermieden und gleichzeitig eine konsistente und vollständige Planungsgrundlage im Sinne des späteren Gebäudebetriebs gewährleistet werden. Wichtig ist, dass die Auftragnehmer zur Einhaltung der Standards verpflichtet werden und nur davon abweichen können, wenn die vorgeschlagene Alternative erwiesenermaßen so viel günstiger, schneller und oder besser ist, dass sich die Abweichung vom Standardkonzept im Ermessen des Bauherrn lohnt.

3.6 enercity - Technisches Monitoring als Maßnahme zur Qualitätssicherung

Das technische Monitoring nach AMEV-Empfehlung 158 stellt einen systematischen Prozess zur Überwachung und Optimierung der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) in öffentlichen Gebäuden dar. Diese Empfehlung des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) verfolgt primär das Ziel, die Betriebsbereitschaft der technischen Anlagen sicherzustellen, Fehler frühzeitig zu erkennen und zu beheben, sowie die Betriebsweise kontinuierlich zu optimieren. Wesentliche Komponenten dieses Monitorings umfassen die kontinuierliche Datenaufnahme und -analyse, die Echtzeitüberwachung der Systeme, regelmäßige Inspektionen, sowie die umfassende Dokumentation und Berichterstattung über den Betriebszustand. Durch gezielte Maßnahmen zur Fehlerbehebung und langfristigen Optimierung wird eine signifikante Reduktion des Energieverbrauchs und der Betriebskosten angestrebt. Das technische Monitoring trägt somit wesentlich zur Erhöhung der Betriebssicherheit, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit öffentlicher Gebäude bei und unterstützt Bauherren bei der kosteneffizienten und nachhaltigen Gebäudebewirtschaftung.

In diesem Projekt wurde das Leistungsbild der AMEV-Empfehlung 158 erprobt und bezüglich der Anwendbarkeit bzw. optimalen Ausgestaltung für einfache und komplexe Gebäude evaluiert. Der Bauherrnennutzen wurde über die Durchführung eines technischen Monitorings für den Neubau der enercity-Hauptverwaltung in Hannover erprobt. Insbesondere durch eine vertiefte Analyse der raumklimatischen Bedingungen im Neubau, sollte neben dem energieeffizienten und funktionalen Anlagenbetrieb auch der Nutzerkomfort bewertet werden.

Die Analysen des Anlagenbetriebs und des Raumkomforts zeigten sowohl zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme (August 2023) als auch am Ende des ersten Quartals 2024 einen erheblichen Handlungsbedarf in allen gebäudetechnischen Systemen. Abweichungen vom geplanten Anlagenbetrieb wurden strukturiert erfasst, visualisiert und beschrieben und konnten gemeinsam mit dem Nutzer und Betreiber und den beteiligten Firmen in einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess überführt werden.

Die Bewertung des Raumkomforts ist in Abbildung 17 und Abbildung 18 in Bezug auf die Einhaltung der thermischen Anforderungen (Raumsolltemperatur) und die Raumluftqualität (CO₂-Konzentration) dargestellt. Die CO₂-Konzentration in den entsprechenden Räumen wird automatisch durch die Gebäudeautomation erfasst und soll über höhere Luftmengen durch die Lüftungsanlagen ausgeglichen werden. Die Raumluftqualität innerhalb der Nutzungszeit ist dementsprechend nahezu vollständig im Bereich unter 1.000 ppm. Durch die systematische Datenanalyse

konnte darüber hinaus jedoch festgestellt werden, dass viele der verbauten CO₂-Sensoren physikalisch unplausible Messwerte unterhalb der Konzentration in der Außenluft erzeugen (etwa 400 ppm). Diese Sensoren wurden dementsprechend innerhalb des nächsten Wartungsintervalls durch den Errichter der Anlagen neu kalibriert. Der thermische Komfort wird nach und nach mithilfe des Inputs aus dem technischen Monitoring verbessert, indem entsprechende regelungstechnische Maßnahmen durch den Betreiber oder die MSR-Firma umgesetzt und kontinuierlich evaluiert werden. Bei der Interpretation der Abweichungen ist zu beachten, dass auch die außenlufttemperaturbedingte Abschaltung der aktiven Kühlsysteme dazu führt, dass die gewünschten Solltemperaturen nicht eingehalten werden können. Nichtsdestotrotz kann der thermische Komfort auch in diesen Fällen verbessert werden, indem die Wärmeversorgung deaktiviert und der sommerliche Wärmeschutz effektiv ist sowie die passive Kühlung über die Erdsonden in Betrieb und hydraulisch abgeglichen ist.

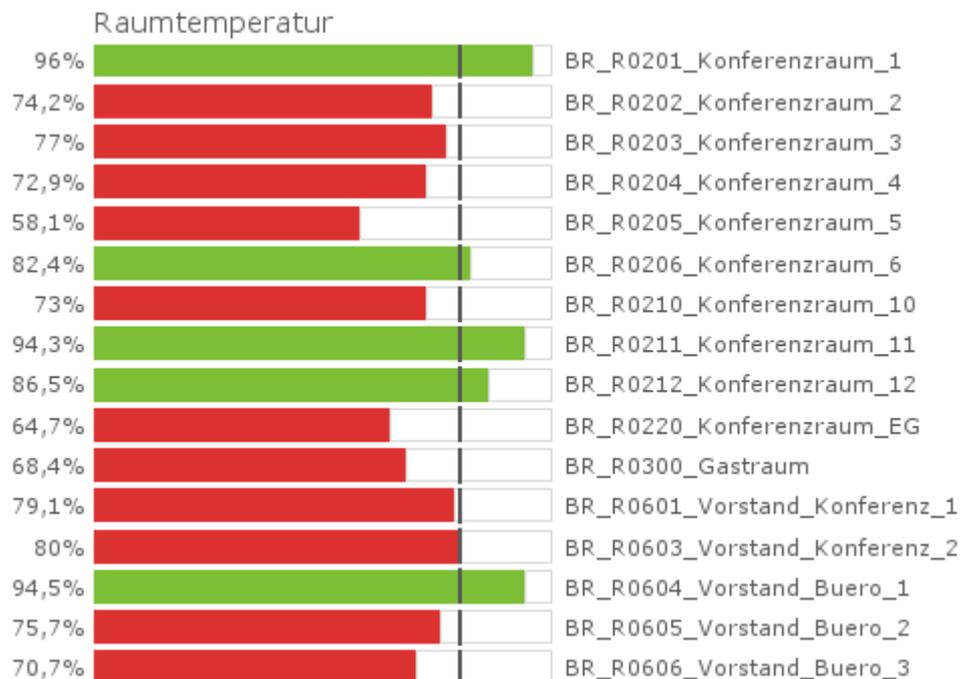


Abbildung 17 – Kennzahl für den thermischen Komfort: Anteil der Messungen, die innerhalb der Nutzungszeit der Solltemperatur entsprechen

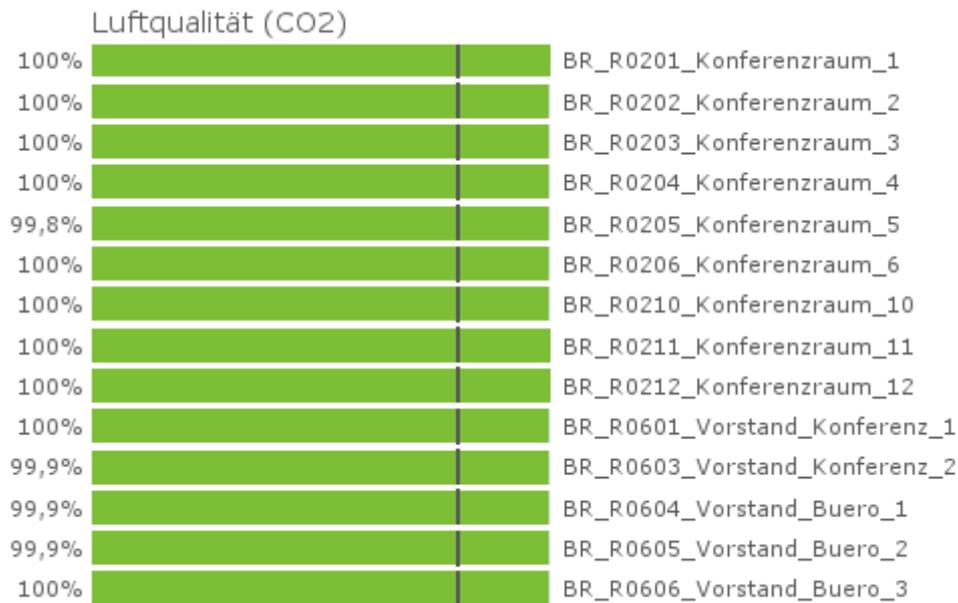


Abbildung 18 – Bewertung der Raumluftqualität: Anteil der Messungen, die innerhalb der Nutzungszeit den Grenzwert von 1000 ppm unterschritten haben

Für Gebäude mit einer Gebäudeleittechnik und interoperablen gebäudetechnischen Systemen ist das technische Monitoring am Ende der Inbetriebnahme und während der Gebäudenutzung als standardisierter Prozess eine einfach umsetzbare und effektive Maßnahme, um einen energieeffizienten, kostengünstigen und verschleißarmen Betrieb sowie zufriedene Nutzer zu erhalten. Ohne diese systematische, detaillierte, kontinuierliche Erfassung und Auswertung der Gebäudeautomationsdaten, bleibt dem Bauherrn und dem Betreiber üblicherweise nur eine stichprobenartige Prüfung des momentanen Betriebszustands anhand von Messungen, Sichtprüfungen und der Ablesung der Datenpunkte auf der Management- und Bedieneinrichtung sowie die regelmäßige Wartungsleistung durch die entsprechenden Fachfirmen. Mit monatlichen, quartalsweisen oder jährlichen Auswertungen der Energie- und Wasserverbräuche könnte außerdem ein ineffizienter Betrieb oder ein irregulärer Mehrverbrauch festgestellt werden. Aufgrund der geringen Datenauflösung und fehlenden Einsicht in die Wirkzusammenhänge der Gebäudeautomation ist eine Fehlersuche und -behebung allerdings schwierig bis unmöglich.

Für Gebäude mit geringer Komplexität, ohne Gebäudeleittechnik und unabhängig voneinander betriebene technische Systeme, ist die kontinuierliche Erfassung und Auswertung der Zählerdaten ein geeignetes Mittel, um einen energieeffizienten Betrieb festzustellen. Die automatische, monatliche Erfassung der Hauptzähler für z.B. Strom, Wärme, Gas, Öl und Wasser ist ein sinnvoller Datenumfang, um noch rechtzeitig und ausreichend detailliert auf Fehlentwicklungen aufmerksam werden zu können. Ergänzend dazu empfiehlt sich ein kontinuierlicher oder jährlicher

Datenexport für die leistungsstärksten Einzelanlagen über eine geeignete Schnittstelle. Z.B. können Messkits zur Erfassung der Vor- und Rücklauftemperaturen von Heizkreisen einfach nachgerüstet werden oder eine Datenschnittstelle zur Datenerfassung des Herstellers der jeweiligen Anlagentechnik eingerichtet werden.

3.7 Region Hannover – Entwicklung eines Klimafahrplans

Die systematische Umstellung des Gebäudebestands auf einen bilanziell ausgeglichenen, also klimaneutralen Betrieb, stellt für viele Verwaltungen großer Liegenschaftsbestände eine immense, zusätzliche Herausforderung dar. Ebenso steht auch die Region Hannover nach dem entsprechenden politischen Beschluss vor der Aufgabe, ihren Gebäudebestand auf Klimaneutralität umzustellen. Allerdings sind die vorhandenen Personalkapazitäten begrenzt und bereits stark ausgelastet, die historisch gewachsene, unterschiedliche Bauweise der Gebäude sowie unvollständigen Daten zur Bauteilqualität erschweren eine effektive Planung und Priorisierung der Sanierungsmaßnahmen.

Um dieser Herausforderung zu begegnen, ist es von entscheidender Bedeutung, Zeit nicht mit einer sehr detaillierten Bestandserfassung zu verlieren, sondern stattdessen schnell die Maßnahmen mit dem größten Einsparpotenzial zu identifizieren und mit ihrer Umsetzung zum richtigen Zeitpunkt zu beginnen. In Zusammenarbeit mit und für die Region Hannover wurde eine Methodik entwickelt, um schnell und mit wenigen Informationen einen Klimafahrplan für den kompletten Gebäudebestand zu erstellen. Dieser Fahrplan bietet einen Überblick über sämtliche erforderliche Maßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität und ermöglicht eine ausreichend belastbare Abschätzung der benötigten Ressourcen.

Die Erstellung eines Klimafahrplans erfordert eine differenzierte Methodik, die sich je nach der Charakteristik und Zusammensetzung des Portfolios richtet. Dabei lassen sich grob drei Szenarien unterscheiden:

Ein Eigentümer, eine komplexe Liegenschaft: Bei diesem Szenario handelt es sich um Liegenschaften wie Bundeswehr-Kasernen (siehe Kapitel 3.8), Universitäts-Campus oder Firmenkomplexe, die eine Vielzahl von Gebäuden in räumlicher Nähe und einer meistens gemeinsamen technischen Infrastruktur umfassen. Die Methodik muss hier auf die spezifischen Bedürfnisse und Anforderungen dieser komplexen Liegenschaften zugeschnitten sein, im Vergleich zum ersten Szenario also auch zentrale Anlagentechnik (Heiz- und Kraftwerke und Quartierspeicher) und Verteilleitungen berücksichtigen.

Ein Eigentümer, viele verteilte Liegenschaften: Dieses Szenario umfasst Gebäude, die im Besitz einer Institution sind, z.B. einer Stadt oder Gemeinde, eines Landkreises oder Bundes- und Landesbauten, jedoch nicht an einem Ort liegen und technisch unabhängig voneinander sind. Hier ist eine Methodik erforderlich, die eine koordinierte Erfassung und Planung für eine Vielzahl von unabhängigen Liegenschaften ähnlicher Nutzung ermöglicht.

Viele Eigentümer, viele Liegenschaften: In diesem Szenario sind zahlreiche unterschiedliche private und institutionelle Eigentümer für eine Vielzahl von Liegenschaften verantwortlich, wie es bei der kommunalen Wärmeplanung der Fall ist. Die Methodik muss hier darauf abzielen, die verschiedenen Interessen und Bedürfnisse der einzelnen Eigentümer zu berücksichtigen und eine kooperative Planung zu ermöglichen. Auf technischer Ebene gilt es hier, die komplexe Entwicklung unterschiedlicher Nutzungsarten, Wärme- und Stromquellen und -senken zu erfassen und in einer gemeinsamen Planung zusammenzufassen.

Die am Beispiel der Region Hannover entwickelte und erprobte Methodik adressiert die zweite Kategorie und gliedert sich in die folgenden Schritte:

1. **Schnelle Bestandserfassung:** Zur schnellen Erfassung des Gebäudebestands wird eine Datenbank erstellt, die nur die relevanten Informationen für jedes Gebäude enthält. Dabei werden vorhandene Unterlagen vom Eigentümer beschafft, und vereinzelt Verantwortliche befragt, um fehlende undokumentierte Informationen zu erhalten. Zusätzlich werden Satellitenbilder, 3D-Modelle und Abfragen aus Geoinformationssystemen genutzt, um Gebäudeflächen und -kubaturen zu erfassen.
2. **Definition der Standard-Sanierungsmaßnahmen:** Es wird eine Liste von Standardmaßnahmen zur Sanierung der Gebäudehülle und Modernisierung der Anlagentechnik definiert. Diese umfassen beispielsweise die Dämmung der Fassade und des Daches, den Austausch von Heizungsanlagen durch effizientere Systeme wie Wärmepumpen und die Installation von Photovoltaikanlagen. Für jede Maßnahme werden ökonomische und ökologische, spezifische Kennzahlen recherchiert und berechnet, welche mit den Bezugsgrößen des Gebäudes entsprechend hochgerechnet werden können (z.B. Kosten der Fassadensanierung in €/m² Fassadenfläche). Die grauen Emissionen werden bei der Auswahl von Materialien und Komponenten berücksichtigt, um den positiven Umweltnutzen zu begünstigen.
3. **Entwicklung Maßnahmenliste:** Auf Basis der Standardmaßnahmen werden jedem Gebäude Maßnahmen zugewiesen. Diese Zuordnung erfolgt anhand definierter Zuweisungsregeln, die beispielsweise das Alter der vorhandenen Heizungsanlage oder den Zustand der Gebäudehülle anhand des spezifischen Heizenergieverbrauchs berücksichtigen. Dabei werden die

ökonomischen und ökologischen Auswirkungen jeder Maßnahme berechnet, um ihre Wirksamkeit und den Aufwand zu bewerten. Dazu gehören Investitionskosten, Veränderung der Betriebskosten, graue Emissionen, energetisches Einsparpotenzial, Betriebsemissionen und die ökologische und ökonomische Amortisationszeit.

4. **Erstellung des Sanierungsfahrplans:** Um den Sanierungsfahrplan effektiv zu definieren, werden die Maßnahmen sinnvoll gruppiert, beispielsweise durch die Kombination von Dachsanierung und der Errichtung einer Photovoltaikanlage. Außerdem erfolgt eine Filterung der Maßnahmenpakete nach ökologischer Amortisation und bei Bedarf auch nach ökonomischer Rentabilität. Die Priorisierung der Maßnahmenpakete erfolgt entweder nach dem größten Potenzial zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen oder nach den geringsten THG-Vermeidungskosten. Um die Umsetzungsjahre zu definieren und die Maßnahmen zu planen stehen zwei Optionen zur Verfügung: 1. Es wird ein Zieljahr vorgegeben und die Maßnahmen gleichmäßig bis zur Erreichung der Klimaneutralität verteilt. Dabei werden die benötigten Ressourcen ermittelt, zum Beispiel, dass das Zieljahr 2035 eine jährliche Investition von 10 Millionen Euro und den Einsatz von zwei Vollzeitäquivalenten für die Koordination erfordert. 2. Die verfügbaren Ressourcen, also das nötige Maßnahmenvolumen pro Jahr wird vorgegeben. Anhand dieser Informationen wird das Jahr ermittelt, in dem die Klimaneutralität bei sukzessiver Maßnahmenumsetzung erreicht wird. Zum Beispiel: jährliche Investitionen von 10 Millionen Euro führen dazu, dass die Klimaneutralität im Jahr 2035 erreicht wird.
5. **Umsetzung der Maßnahmen:** Nach einem politischen Beschluss zur Umsetzung des Sanierungsfahrplans sollte das Team und die internen Prozesse aufgebaut werden. Die Machbarkeit der Maßnahmen wird nun gründlich geprüft, wobei auch Aspekte wie Denkmalschutzvorgaben, Instandhaltungszyklen und statische Anforderungen berücksichtigt werden. Die Beauftragung externer Auftragnehmer erfolgt möglichst gebündelt, um den Koordinationsaufwand zu minimieren und Kostenvorteile zu nutzen. Bei Bedarf werden Voruntersuchungen und Detailprüfungen in Auftrag gegeben, wie zum Beispiel Sachverständigenprüfungen für Statik, Brandschutz und die elektrotechnische Infrastruktur. Anschließend erfolgt die Beauftragung der entsprechenden Planer- und Errichterleistungen. Ein kontinuierliches Monitoring der Verbräuche und der Maßnahmen gewährleistet das Controlling des Prozesses. Eine regelmäßige, z.B. jährliche Fortschreibung des Sanierungsfahrplans ermöglicht die Berücksichtigung der Erfahrungen sowie technologischer und wirtschaftlicher Entwicklungen und veränderter gesetzliche Rahmenbedingungen.

Die Erstellung eines Sanierungsfahrplans auf Grundlage von Standard-Sanierungsmaßnahmen ermöglicht es Bauherren, ihre Gebäude systematisch auf Klimaneutralität umzustellen und dabei

sowohl ökologische als auch ökonomische Ziele zu verfolgen. Hervorzuheben ist dabei der signifikante zeitliche Vorteil einer einfacheren aber trotzdem ausreichend präzisen digitalen Bestandserfassung, im Vergleich zu aufwändigen Ortsbegehungen, Messungen und Sachverständigenprüfungen. Der Vorteil wird naturgemäß umso größer, je größer die Anzahl der Bestandsgebäude ist. Umso früher die größten Einsparpotenziale gehoben werden, desto geringer ist die zeitlich akkumulierte Treibhauswirkung der verursachten Emissionen.

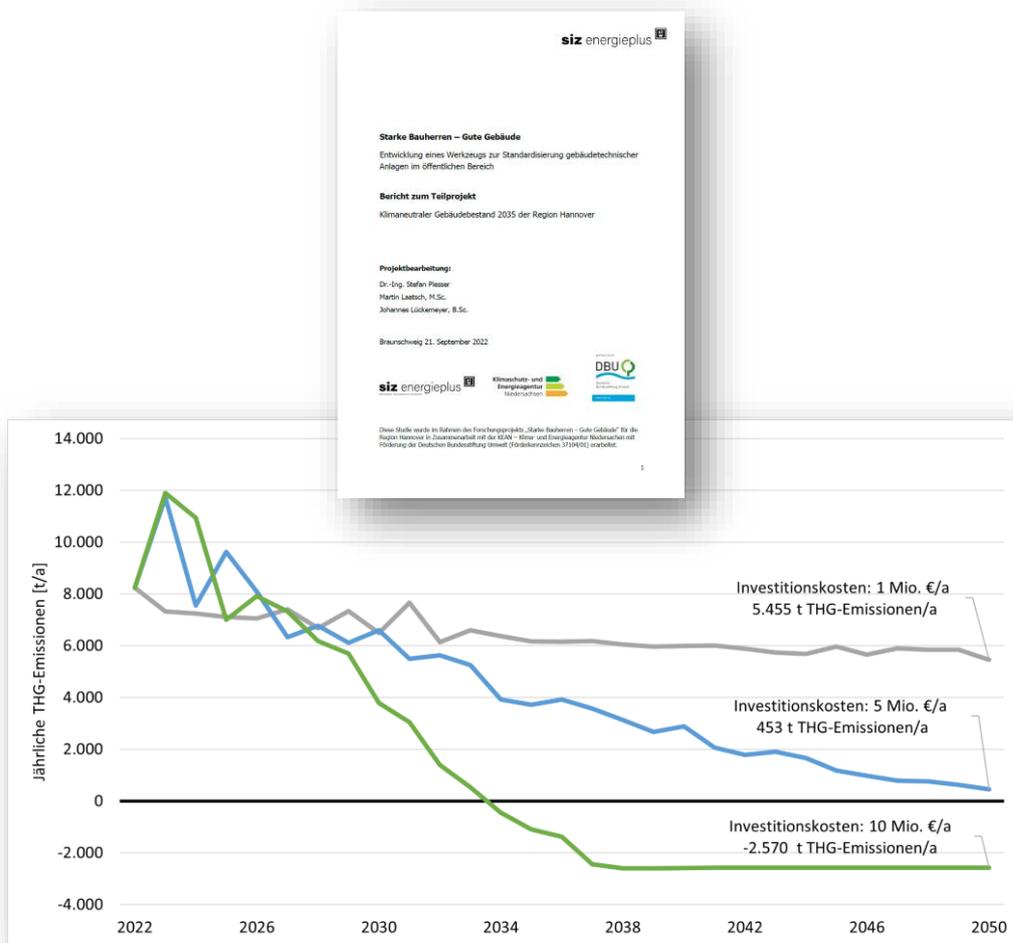


Abbildung 19 - Sanierungsfahrplan Region Hannover

3.8 Staatliches Baumanagement Hannover – Entwicklung einer Strategie für den Umbau der Bundeswehr-Liegenschaften

Ziel dieses Pilotprojekts war die Entwicklung eines Liegenschaftsbezogenen Klima-Konzeptes (LbKK) am Beispiel der Von-Düring Kaserne in Rotenburg (Wümme). Die Methodik zur Transformation der Liegenschaft der Von-Düring-Kaserne soll auch auf weiteren Bundeswehrliegenschaften anwendbar sein. Gegenstand der Betrachtung ist also eine große, komplexe Liegenschaft mit ganz oder teilweise gemeinsam genutzter Anlagentechnik, die einen Eigentümer und Betreiber hat.

Es soll eine Liste mit konkreten Maßnahmen für die Gebäudesanierung und die Energieversorgung zur Reduzierung der Treibhausgas (THG)-Emissionen im Betrieb der Liegenschaft entwickelt werden. Sobald die verursachten THG-Emissionen kleiner als Null sind, gilt die Liegenschaft als bilanziell klimaneutral. Dieser Zustand soll im Jahr 2045 erreicht sein. In diesem liegenschaftsbezogenen Klimakonzept (LbKK) wird die jährliche Klimabilanz der Liegenschaft aus den jährlichen, von Baumaßnahmen und Gebäudebetrieb verursachten THG-Emissionen, abzüglich der jährlichen THG-Emissionsäquivalente der in das Stromnetz eingespeisten Strommengen berechnet. **„Klimaneutral“ beziehungsweise „klimapositiv“ ist die Liegenschaft, wenn sie in einem Jahr eine ausgeglichene Emissionsbilanz aufweist oder durch eingespeiste „Überschüsse“ sogar Emissionen an anderer Stelle vermeidet und so eine positive Klimabilanz erreicht^{VII}. Klimaneutralität bedeutet entsprechend nicht, dass die Gebäude zu jedem Zeitpunkt mehr Energie produzieren als sie verbrauchen oder dass sie energie-autark sind.**

Die Maßnahmen zur Reduzierung der THG-Emissionen umfassen sowohl die bauliche Sanierung der Bestandsgebäude als auch den Umbau der Energieversorgungsanlagen. Ergänzend werden außerdem die Effekte durch Anpassungen der Flächennutzung betrachtet. Bei der Definition und Priorisierung der Maßnahmen wird auf eine Minimierung der Klimawirkung geachtet, d.h. die Maßnahmen müssen im Laufe ihres Lebenszyklus mehr Emissionen vermeiden, als sie verursacht haben.^{VIII} Bilanziell werden die grauen Emissionen in Bezug auf die Klimaneutralität der Liegen-

^{VII} Eine ähnliche Bewertungsmethodik wird auch von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen in ihrem „Rahmenwerk für klimaneutrale Gebäude und Standorte“ definiert, s. <https://www.dgnb.de/de/themen/klimaschutz/rahmenwerk/index.php>

^{VIII} Für diesen Abgleich müssen die grauen Emissionen jeder Maßnahme herangezogen werden. Diese bestehen aus den verursachten THG-Emissionen aus Herstellung, Transport, Einbau, Instandhaltung, Reparatur, Abbruch, Abfallbehandlung und Beseitigung der verwendeten Bauteile bzw. Materialien. Das Recyclingpotenzial wirkt sich positiv aus und verringert die grauen Emissionen.

schaft jedoch nicht mitberechnet. Es werden lediglich die Betriebsemissionen betrachtet. **Außerdem werden die Maßnahmen mit dem höchsten Einsparpotenzial priorisiert, weil die Treibhauswirkung durch zeitlich akkumulierte THG-Emissionen gespeist wird.** Im Fokus der Bearbeitung steht dementsprechend auch die Robustheit und schnelle Umsetzbarkeit der technischen Konzepte. Die Verwendung von bereits etablierten, marktreifen und möglichst schlüsselfertig installierbaren technischen Konzepten haben dahingehend deutliche Vorteile hinsichtlich eines wirksamen Klimaschutzes im Vergleich zu aufwändigen, technischen Individuallösungen und experimentellen Konzepten. Diese sind tendenziell mit einem hohem Zeit- und Kostenrisiko verbunden, welches das Ziel Klimaneutralität gefährden können. Innovative, risikobehaftete Konzepte sind dennoch zu evaluieren und ihr potenzieller Mehrwert im LbKK zu berücksichtigen, sie müssen aber entsprechend geplant und begleitet werden. Sie sind als verbessernde, das unabhängig funktionierende Grundkonzept ergänzende Elemente zu behandeln.

Bei der Konzipierung von Maßnahmen bis zum Jahr 2045 müssen Annahmen für Rahmenbedingungen in der Zukunft getroffen werden, insbesondere zu THG-Emissionsfaktoren^{IX}. Gerade in der aktuellen Situation, beherrscht von Klimawandel, energieverorgungsrelevanter außenpolitischer Spannungen, Fachkräftemangel und Inflation, sind Prognosen, noch dazu für einen Zeitraum von mehr als 20 Jahren, kaum zuverlässig möglich.

Maßnahmen zur Instandhaltung oder Sanierung, die innerhalb des Betrachtungszeitraums zusätzlich oder ohnehin notwendig werden, werden nicht erfasst und sind dementsprechend nicht im Ergebnis berücksichtigt.

Jede Modellierung muss sich an ihrem Zweck und den verfügbaren Möglichkeiten orientieren. Bei der Modellierung von Gebäuden reicht dies von der Bewertung ganzer Städte auf Basis von geodätischen Daten und automatisierter Auswertung von Satellitendaten auf der höchsten Ebene bis hinunter zur dynamischen Simulation einzelner Regelkreise der Gebäudetechnik. Durch die verfügbare Datengrundlage der Liegenschaft konnte eine Vielzahl detaillierter Informationen berücksichtigt und auf eine aufwändige individuelle Bestandsaufnahme zur Zustandsermittlung der einzelnen Gebäude verzichtet werden. Für die Bewertung der Entwicklung der Gesamtheit der Lie-

^{IX} THG-Emissionsfaktoren geben an, wie viele Emissionen durch eingesetzte Energiemengen verursacht werden. Sie werden regelmäßig für verschiedene Energieträger aktualisiert. Durch die Steigerung des Anteils regenerativer Energien in den Strom- und Wärmenetzen werden die THG-Emissionen durch den Betrieb von Gebäuden gesenkt, ohne dass Maßnahmen am Gebäude selbst umgesetzt werden.

genschaft war dies auch nicht erforderlich. **Deshalb wurde das Konzept standardisierter Maßnahmenarten und einer jährlichen Bewertung entwickelt. Diese Grundlage kann und sollte bei der Umsetzung der Maßnahmen aus diesem Konzept durch detailliertere Bestandsaufnahmen und individuelle, gebäudespezifische Planungen ergänzt und vertieft werden.**

Die resultierende Maßnahmenliste des LbKK kann nicht starr abgearbeitet werden, sie soll in erster Linie eine priorisierte Handlungsempfehlung für den Umbau der Liegenschaft sein. Vor allem die geplanten Stilllegungen und Neubauten haben einen großen Einfluss auf die Entwicklung der Verbräuche. Diese folgen vor allem dem Zeitplan des Nutzers und können dementsprechend nicht mit Sicherheit im Konzept verankert werden. Unter anderem dieser Umstand macht ein regelmäßiges Monitoring der Verbräuche und der Maßnahmenumsetzung erforderlich. Außerdem sollten technologische und wirtschaftliche Entwicklungen sowie veränderte gesetzliche Rahmenbedingungen erfasst und regelmäßig durch eine Fortschreibung des LbKK Berücksichtigung finden.

Die entwickelte und für die Von-Düring-Kaserne erprobte Strategie für die Erstellung eines Klimakonzeptes für eine große Liegenschaft mit vielen Gebäuden und zentraler Strom- und Wärmeversorgung lässt sich wie folgt zusammenfassen:

1. Datenbank mit Bestandsinformationen

Zunächst geht es um die Beschaffung, Sichtung und Aufbereitung der verfügbaren Datengrundlage zu den Energieverbräuchen und des Zustands des Gebäudebestands, der Wärmeerzeugung- und Verteilung, der Stromerzeugung- und Verteilung, der Kälteerzeugung und -verteilung, den vorhandenen Speichermöglichkeiten und der aktuellen und zukünftig geplanten Nutzung. Bei Bedarf ist zusätzlich eine Ortsbegehung zur Zustandsfeststellung und Erfassung weiterer Besonderheiten des Standorts durchzuführen. Unabhängig davon können die Betriebsverantwortlichen vor Ort Auskunft zu weiteren Besonderheiten geben und den Prozess mit ggf. noch fehlenden Informationen und Dokumenten unterstützen.

2. Maßnahmenliste Gebäude

Auf Grundlage der Bestandsdaten und des Nutzungskonzeptes können nun allen Bestandsgebäuden energetische Sanierungsmaßnahmen zugewiesen sowie Neubauten und Stilllegungen als Maßnahmen definiert werden. Jede Maßnahme hat rechnerische Auswirkungen auf den Strom-, Wärme-, und Kälteverbrauch, welche in Summe das Einsparpotenzial je Gebäude und insgesamt darstellen.

3. Definition von Ausbaustufen

Eine sinnvolle Clusterung der Gebäude z.B. nach Nutzungsart, Strangzugehörigkeit im Nahwärmenetz, der Baualtersklasse und damit ähnlichen Maßnahmen je Gebäude, nach Verbrauchskennwerten oder Kombinationen daraus, unterstützt eine systematische und prozessoptimierte Umsetzung. Das Ziel ist u.a. die pragmatische Bündelung von Baumaßnahmen und die strangweise Absenkung der Vorlauftemperatur im Nahwärmenetz, um die Verteilverluste zu reduzieren.

Aus dieser Clusterung der Gebäude ergibt sich eine Gruppierung der Maßnahmen. Mit jeder umgesetzten Maßnahmengruppe sollte eine signifikante Reduzierung der prognostizierten Verbräuche einhergehen. Die Maßnahmencluster können nun anhand ihres Einsparpotenzials priorisiert und in der Maßnahmenliste in eine Reihenfolge gebracht werden. Jede abgeschlossene Sanierung eines Gebäudeclusters markiert aufgrund ihrer Auswirkungen eine neue Ausbaustufe für das LbKK.

4. Technologieauswahl

In einem der LbKK-Erstellung übergeordneten Prozess, sollte zunächst eine systematische Technologieanalyse für Technologien zur Wärme- und Stromerzeugung sowie zur Energiespeicherung durchgeführt werden. Diese sollte regelmäßig aktualisiert werden, um Weiterentwicklungen Rechnung zu tragen und veränderte Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Bei der LbKK-Erstellung kann auf das Ergebnis zugegriffen und eine Interpretation in Bezug auf die Anforderungen und Potenziale der entsprechenden Liegenschaft vorgenommen werden. Daraus können also konkrete technische Konzepte priorisiert werden, welche in ihrer Kombination ein schlüssiges Energieversorgungskonzept mit möglichen Ausbaustufen und Erweiterungen bilden.

5. Energie- und Klimabilanz und Grobauslegung der Komponenten

Jede Ausbaustufe des LbKK führt zu einer Veränderung des Strom- und Wärmeverbrauchs, welcher im Jahresverlauf auch zu veränderten Lasten führt. Entsprechend der Häufigkeit eines erwarteten Lastzustands ergibt sich die Jahresdauerlinie. Diese ist Grundlage für die Auslegung der benötigten Komponenten und führt zu einer spezifischen Zusammensetzung der Wärme- und Strombilanz je Ausbaustufe. Diese Bilanzen führen in Abhängigkeit von ihrer Zusammensetzung zu einem gewichteten Mittelwert für den THG-Faktor Wärme und Strom. Das Produkt aus dem Verbrauch und dem jeweiligen THG-Faktor ergibt schließlich die zu erwartenden jährlichen THG-Emissionen. Maßgabe für die Dimensionierung von Komponenten der Energieversorgung und der Integration der Maßnahmen in die Ausbaustufen, sollten in diesem Zuge die folgenden Punkte sein:

- Schnelle Reduzierung der THG-Emissionen durch Energieträgerwechsel und Installation von Anlagen zur nachhaltigen Stromerzeugung
- Auslegung der Komponenten passend zum Zielzustand, damit eine spätere Überdimensionierung vermieden wird.
- Frühzeitige Installation von Strom- und oder Wärmespeichern gemäß Technologieauswahl, um den Eigennutzungsgrad des auf der Liegenschaft erzeugten Stroms zu erhöhen. Das führt zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und einer Entlastung des öffentlichen Versorgungsnetzes.

6. Klimafahrplan

Am Ende sollte ein technisch und bilanziell schlüssige sowie priorisierte Maßnahmenliste anhand definierter Ausbaustufen stehen. Jede Maßnahme verändert den THG-Emissionswert der vorigen Stufe ausgehend vom Anfangszustand. Die Ausbaustufe, die zu einem Unterschreiten der Nulllinie führt, markiert das Jahr der Klimaneutralität, also das vordefinierte Zieljahr (z.B. 2030 oder 2045). Daraus leitet sich die verfügbare Zeit zur Umsetzung der vorigen Ausbaustufen und die jeweiligen Jahreszahlen ihrer Fertigstellung ab.

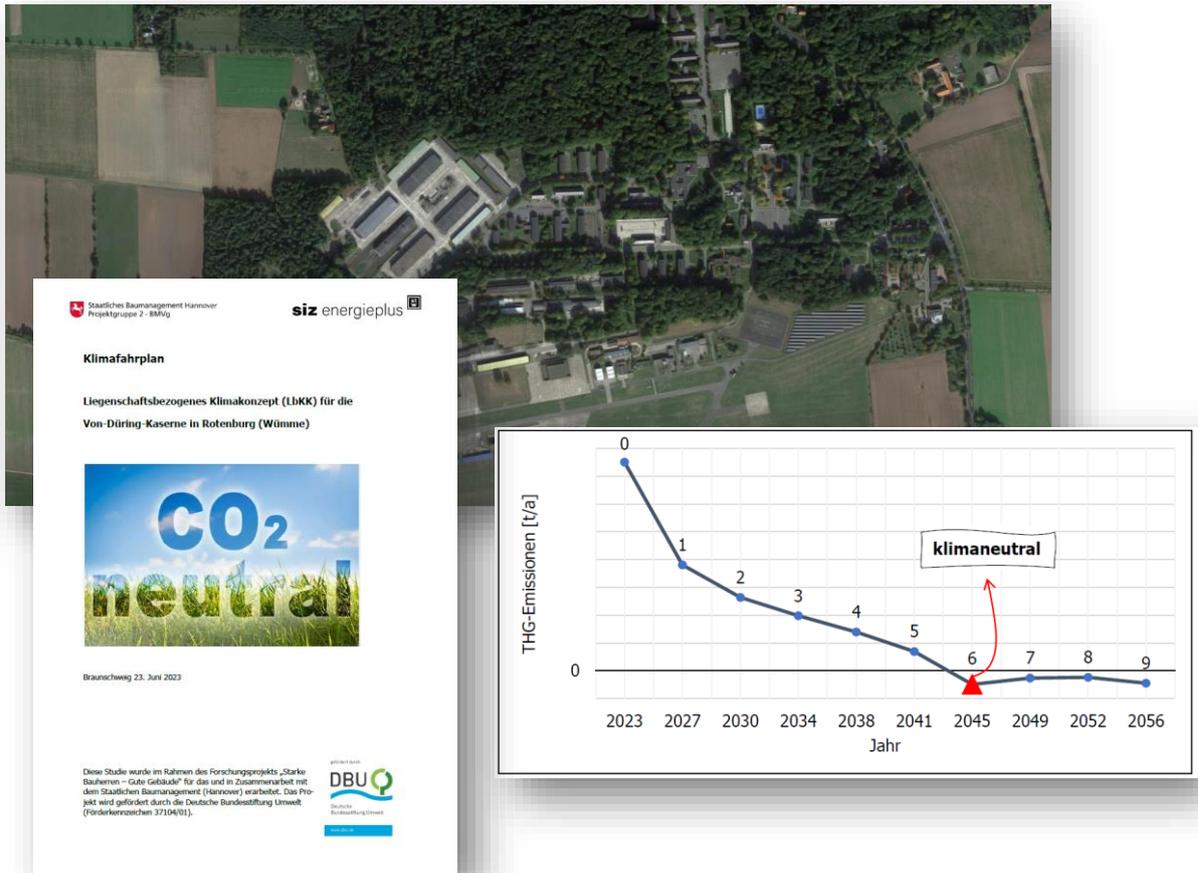


Abbildung 20 - Beispielliegenschaft und Entwicklung der THG-Emissionen je Ausbaustufe

4 Ökologische, ökonomische und technologische Bewertung

Eine quantitative Bewertung konnte auf Grund der geringen Anzahl von Pilotprojekten noch nicht erarbeitet werden. Im Folgenden werden die Potentiale überwiegend qualitativ beschrieben und, soweit möglich, Größenordnungen abgeschätzt. Einsparpotentiale bei THG-Emissionen werden aus Publikationen zu Potentialen der Betriebsoptimierung abgeleitet, die durch die Anwendung von Standard voraussichtlich zumindest teilweise gehoben werden können.

Tabelle 2 - Mehrwert durch die Projektergebnisse je Themenbereich, qualitative Bewertung und quantitative Schätzung

Thema	Prozessvereinfachung / -beschleunigung	Kosteneinsparung	Verringerung THG-Emissionen
Stadtplanung und Quartiersentwicklung (Kapitel 3.1)	<ul style="list-style-type: none"> - Keine individuellen Energiekonzepte in Wettbewerben - Belastbare Kennzahlen für Energie, Emissionen und Kosten bereits in der städtebaulichen Planung 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine individuellen Energiekonzepte in Wettbewerben 	<ul style="list-style-type: none"> - Belastbare Kennzahlen für Energie, Emissionen und Kosten bereits in der städtebaulichen Planung
Neubau und Sanierungen (Kapitel 3.2, 3.3 , 3.4, 3.5)	<ul style="list-style-type: none"> - Ca. 3 – 9 Monate in den HOAI Leistungsphasen 1-3 u.a. durch den Entfall von Variantenuntersuchungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Ca. 3-7% der Planungskosten nach HOAI Leistungsphasen 1-3 u.a. durch den Entfall von Variantenuntersuchungen 	<ul style="list-style-type: none"> - 10% geringere Energieverbräuche und THG-Emissionen durch höhere Qualität bzw. Zielerreichung^x
Modernisierungen (Kapitel 3.7, 3.8)	<ul style="list-style-type: none"> - Schnellere Auswahl von Maßnahmen - Präzisere zeitliche Verortung im Kontext der gesamten Instandhaltung 	<ul style="list-style-type: none"> - Gebäudeübergreifende Bündelung von Maßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> - 10% geringere Energieverbräuche und THG-Emissionen durch höhere Qualität bzw. Zielerreichung

Da die Einführung von Standards auf strategischer Ebene, z.B. als Prozess innerhalb einer Bauverwaltung, nur geringe Mehrkosten verursacht und in Einzelprojekten unmittelbar Beschleunigung und Einsparungen erzeugt, wird das Potential neben den ökologischen Aspekten insbesondere in der Wirtschaftlichkeit und der effektiveren Skalierung von nachhaltigen Gebäuden gesehen.

^x Vergl. u.a. Plessner, Fisch et al: „EnBop - Energieoptimiertes Bauen: Energetische Betriebsoptimierung von Nicht-Wohngebäuden - Wissenschaftliche Begleitforschung EnBop im Förderkonzept enOB : Forschungsbericht“, TU Braunschweig, 2015

5 Kommunikation und Veröffentlichungen

Im Rahmen des Projekts wurden zahlreiche Maßnahmen zur Kommunikation und kritischen Diskussion der Inhalte und Ergebnisse durchgeführt. Dies umfasste sowohl die Abstimmung mit den Partnern in den Pilotprojekten als auch z.B. mit Architekten- und Ingenieurkammern.

Tabelle 3 Liste der Aktivitäten zur Projektkommunikation

Datum	Aktivität
01.06.2021	Auftakt-Online-Präsentation an alle interessierten Bauherren
13.07.2021	Präsentation für die Stadt Wolfenbüttel
14.07.2021	Abstimmung mit der Architektenkammer Niedersachsen zum Standardisierungskonzept
25.08.2021	Präsentation im Netzwerk Schulbau mit Kommunen aus dem Großraum Hannover
10.11.2021	Abstimmung mit der Ingenieurkammer Niedersachsen zum Standardisierungskonzept
20.01.2022 und 22.03.2022	Präsentation für das Niedersächsische Landesamt für Bau und Liegenschaften (NLBL)
28.03.2022	Präsentation für den Niedersächsischen Städtetag
05.05.2022	Veranstaltung des 1. Netzwerktreffens mit allen Projektpartnern und weiteren Interessierten in Hannover
28.06.2022	Präsentation des Projektes bei der VDI-Konferenz Gebäudeautomation in Baden-Baden
07.07.2022	Veranstaltung des 2. Netzwerktreffens mit allen Projektpartnern und weiteren Interessierten in Hannover
14.09.2022	Präsentation des Projektes bei der GLT-Anwendertagung in Leipzig
07.10.2022	Präsentation des Projektes im Rahmen des Niedersächsischen „Tages der Wärmepumpe“

13.07.2023	Präsentation des Projektes für die Landmarken AG
26.09.2023	Online-Präsentation zum Thema „Durch Standardisierung zu erfolgreichen Bauprojekten!“ für alle interessierten Bauherrn im Verteiler der KEAN
11.10.2023	Online-Präsentation zum Thema „Fahrplan für einen klimaneutralen kommunalen Gebäudebestand“ für alle interessierten Bauherrn im Verteiler der KEAN
06.12.2023	Durchführung einer Abschlussveranstaltung in Hannover mit allen Projektpartnern

Darüber hinaus wurde das Projekt auf der Projektwebsite, in Newslettern der KEAN und mit einem Artikel im Steinbeis-Transfer-Magazin vorgestellt.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Dieses Projekt hat in verschiedenen Pilotanwendungen gezeigt, dass das entwickelte Werkzeug als Prozesskonzept in der Praxis gut angewendet werden kann.

6.1 Vorteile

In allen Projekten konnten erwartete Vorteile festgestellt werden:

- **Beschleunigung der Planungsverfahren**

Die konkrete Vorgabe technischer Lösungen durch Bauherren verkürzt insbesondere die frühe Planungsphase in Projekten, indem aufwändige Variantenuntersuchungen entfallen können. Die entsprechenden Kosten in der HOAI-Leistungsphase 2 können deutlich gesenkt, die Planungszeiten üblicher Projekte der öffentlichen Hand in der Größenordnung von 1-6 Monaten verkürzt werden.

- **Besseres und frühzeitigeres Verständnis der eingesetzten Technologien**

Im Projekt Bahnquartier Braunschweig konnten unter Verwendung der Standards sowohl sehr frühe Abschätzungen der zu erwartenden Betriebskosten als auch der Bau- und Betriebsemissionen ermittelt werden. Damit konnten diese „KPIs“ frühzeitig allen Beteiligten sichtbar gemacht werden. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, die Standards mithilfe des „Anforderungskatalogs für die Gebäude“, der in das verbindliche Gestaltungshandbuch der Stadt Braunschweig integriert wurde, auch in Städtebau- und Architekturwettbewerbe einzubinden. Dadurch könnten sie als Grundlage „gesetzt“ werden und würden die Wettbewerbe von weniger zielführenden Beiträgen zur Konzeptfindung entlasten.

- **Effektiveres Qualitätsmanagement**

Insbesondere im Projekt mit der encicity konnte nachvollzogen werden, wie ein standardisierter QM-Prozess die Sicherung der Projekteziele unterstützt. Durch die standardisierte Bearbeitung des Technischen Monitorings konnte eine schnelle, kostengünstige und detaillierte Analyse der Gebäudeperformance umgesetzt und zahlreiche Optimierungspotenziale in Bezug auf Energieeffizienz und Nutzerkomfort frühzeitig festgestellt werden.

Die standardisierten Modernisierungsmaßnahmen haben außerdem gezeigt, dass die zu erwartende Welle von Einzelmaßnahmen aus Modernisierungsfahrplänen im privaten Assetmanagement und aus der kommunalen Wärmeplanung der Städte und Kommunen durch Standards schneller erfasst und ihre Umsetzung besser organisiert werden kann.

6.2 Hemmnisse

Gleichzeitig konnten aber auch Hemmnisse festgestellt werden. Hierzu konnten Lösungsstrategien zumindest skizziert werden:

- **Widerstand der Fachplaner gegen die „Entmündigung“ in Bezug auf die kreative Findung von Lösungen und Verlust der Innovationsfähigkeit.**

Innovation soll nicht blockiert werden. Im Gegenteil sollte die Notwendigkeit von Innovation und Demonstration gestärkt werden. Da diese jedoch immer mit Risiken und Aufwand verbunden ist, muss sie professionell und mit ausreichenden Mitteln erfolgen. Nicht sinnvoll ist ein „Ausprobieren“ im normalen Projekt ohne wissenschaftliche Begleitung, Evaluation und Kommunikation.

- **Beharrungsvermögen der handelnden Akteure bei der Einführung**

Die Einführung und Durchsetzung von Standards in der eigenen Bauverwaltung ist eine Herausforderung, da es in der Regel bereits technische Standards gibt und diese natürlich auch von den handelnden Personen selbst als „ihre“ Standards entwickelt wurden. Auch in den Pilotprojekten waren bereits zahlreiche Standards vorhanden. Diese bezogen sich jedoch in der Regel eher auf technische Details als auf die konzeptionelle Ausgestaltung der Gebäude. Entsprechend kann hier auch eine effektive Synergie aus Konzept und Detail erreicht werden, um alle Beteiligten mitzunehmen. Der vorhandene Handlungsdruck sollte dabei die Notwendigkeit verdeutlichen.

- **Durchhalten von Standards auch bei Gegenwind im Einzelprojekt**

Da Standards immer ein Stück weit vereinfachen, wird es in jedem Projekt, gerade in Bestandsgebäuden, zu Situationen kommen, in denen die Anwendung von Standards auch Zwänge erzeugt. Hier zeigt sich, dass die Einführung von Standards eine Führungsaufgabe ist. Die Projektleitung der Bauverwaltung muss die Anwendung der Standards im Einzelprojekt mit dem Rückhalt der Leitung einfordern können, auch wenn erste Gegenargumente vorgebracht werden. Die „Beweislast“ muss hier eine hohe Hürde sein, ein Indizienbeweis reicht nicht aus.

6.3 Ausblick

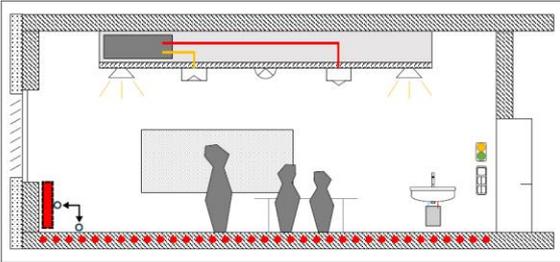
Insgesamt haben die Pilotanwendungen so zum einen bestätigt, dass der Ansatz „Starke Bauherren – Gute Gebäude“ funktioniert und zugleich wichtige Hinweise darauf gegeben, wie zu erwartende Reaktanzen überwunden werden können. Sie haben darüber hinaus gezeigt, dass die Prozesse so vereinheitlicht werden können, dass sie für eine Umsetzung als Software-Anwendung geeignet sind. Somit sind gute Chancen für eine breite Anwendung gegeben.

7 Anhang

Im Projekt wurden zahlreiche konzeptionelle Standards für Räume, Gebäudehülle und Anlagentechnik entwickelt. Im Folgenden sind typische Beispiele dieser Standards dargestellt. Im Projekt hatte sich gezeigt, dass das Verständnis und die praktische Kommunikation der Standards in den Projekten eine Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung sind. Entsprechend wurde als Format für alle Standards (mit Ausnahme der Modernisierungsmaßnahmen) eine Folienpräsentation gewählt. Eine Digitalisierung der Inhalte ist jedoch möglich und kann so auch als Grundlage für einen durchgehenden Qualitätsmanagementprozess genutzt werden.

7.1 Standardunterlagen Räume

Unterrichtsraum



KG 300 - Baukonstruktionen

- Stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- Ganz oder teilweise abgehängte Gipskarton-Akustik-Lochdecke
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“
- Maximale Nachhallzeit gemäß DIN 18041, Raumtyp A4 – „Unterricht inklusiv“ oder Raumtyp A3 – „Unterricht“

KG 400 – Technische Anlagen

Heizung

- Heizkörper oder Fußbodenheizung, ausgelegt für Niedertemperaturbetrieb
- Raumlufttemperatur-Grundsollwert von 20 °C, Sollwertsteller ± 3 K

Lüftung

- Hybrides Lüftungskonzept: mechanische Grundlüftung und Fensterlüftung
- Dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Zulufttemperaturregelung über Bypassklappe; Installation im angrenzenden Nebenraum, sofern vorhanden; Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
- Lüftungsampel empfiehlt Fensterlüftung und unterbricht Automatikbetrieb, wenn es temperaturbedingt energetisch vorteilhaft ist; manuelles Einschalten mit Nachlaufzeit und Ausschalten jederzeit möglich

- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des hygienischen Mindestluftwechsels; Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren
- Spülbetrieb vor regulärem Nutzungsbeginn; Freikühlbetrieb nachts ab 4 K Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Außenluft

Kühlung

- Keine aktive Kühlung; passive Temperierung über Erdwärmequelle mit zentraler Taupunktüberwachung, wenn Flächenheizungen geplant

Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen

Elektro- und Informationstechnik

- Steckdosen mit erhöhtem Berührungsschutz

Sanitär

- Waschbecken mit elektrischem, elektronisch geregelttem Durchlauferhitzer, Auslauftemperatur maximal 43 °C
- Selbstschlussarmatur mit 5 s Nachlaufzeit und max. 3 l/min Durchfluss

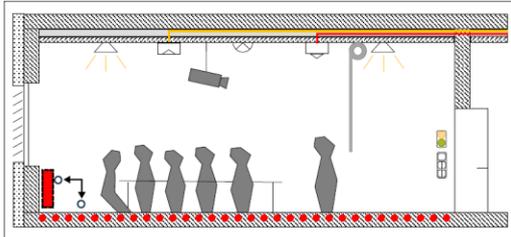
Raumaautomation

- DALI für die Lichtregelung, ansonsten KNX
- Sensoren: Temperatur, Präsenz, Helligkeit
- Manuelle Raumbedienung:
 - Temperatur (Sollwertsteller ± 3 K)
 - Sonnenschutz (Auf, Ab, Winkel größer / kleiner)
 - Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
 - Lüftung (Ein, Aus)

KG 610 – Ausstattung

- Tische mit unterseitigen Schienen zum Einhängen der Stühle

Besprechungsraum mit Lüftungsanlage



KG 300 - Baukonstruktionen

- Stabiler Linoleum-Bodenbelag mit mindestens 3,2 mm Dicke
- Ganz oder teilweise abgehängte Gipskarton-Akustik-Lochdecke
- Alle Materialien vorzugsweise mit Umweltzeichen „Blauer Engel“
- Maximale Nachhallzeit gemäß DIN 18041, Raumtyp A4 oder Raumtyp A3

KG 400 – Technische Anlagen

Heizung

- Deckung der Heizlast mit Fußbodenheizung
- Raumlufttemperatur-Sollwert: 20 °C
- Möglichkeit zur passiven Kühlung über Erdwärmequelle o.ä.

Lüftung

- Hybrides Lüftungskonzept: mechanische Grundlüftung und Fensterlüftung
- Dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Zulufttemperaturregelung über Bypassklappe; Installation im angrenzenden Nebenraum, sofern vorhanden; Zeitprogramm- und präsenzgesteuerter Betrieb
- Lüftungsampel empfiehlt Fensterlüftung und unterbricht Automatikbetrieb, wenn es temperaturbedingt energetisch vorteilhaft ist; manuelles Einschalten mit Nachlaufzeit und Ausschalten jederzeit möglich

- Konstante Luftvolumenströme zur Erfüllung des hygienischen Mindestluftwechsels; Schalldämpfer sowie ausgeglichene und minimale Luftmengen, um Lüftungsgeräusche zu minimieren
- Freikühlbetrieb nachts ab 4 K Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Außenluft

Kühlung

- Keine aktive Kühlung; passive Temperierung über Erdwärmequelle mit zentraler Taupunktüberwachung, wenn Flächenheizungen geplant

Beleuchtung

- LED-Leuchten; präsenzgesteuert und tageslichtabhängig gedimmt
- Manuell schalt- und dimmbar, ggf. in separaten Gruppen

Elektro- und Informationstechnik

- Ausreichende Strom- und Netzwerkanlüsse für alle potenziellen Besprechungsteilnehmenden

Gebäudeautomation

- DALI für die Lichtregelung, ansonsten KNX
- Sensoren: Temperatur, Präsenz, Helligkeit
- Manuelle Raumbedienung:
 - Temperatur (Sollwertsteller ± 3 K)
 - Sonnenschutz (Auf, Ab, Winkel größer / kleiner)
 - Beleuchtung (Ein, Aus, heller, dunkler)
 - Lüftung (Ein, Aus)

KG 610 – Ausstattung

- Medientechnik in Absprache mit dem Nutzer

7.2 Standardunterlagen Gebäudehülle

Gebäudekonzept

KG 300 - Baukonstruktionen

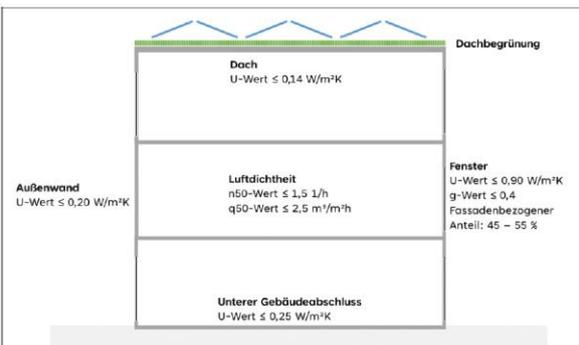
- Bauteilqualitäten mindestens gemäß Abbildung
- Mittlere bis schwere Baukonstruktion
- Materialien:
 - mineralische oder natürliche Dämmstoffe
 - mind. 30% Recyclingbeton-Anteil
 - Hölzer mit FSC / PEFC-Zertifikat, Ausschluss von Tropenhölzern
- Außenliegender Sonnenschutz mit variabler Lamellenstellung an allen relevanten Fassaden
- Flachdach mit einer intensiven und oder extensiven Dachbegrünung auf Substratgrundlage gemäß „Dachbegrünungsrichtlinien 2018“ des FLL

Grundrissvorgaben:

- Aufteilung in eigenständige Nutzungseinheiten möglich (ein Sanitärkern und ein Treppenhaus je Nutzungseinheit)
- Distanz zwischen lärmintensiven Räumen (Aufzüge, Küchen, Werkräume...) und Räumen mit besonderen Anforderungen (Unterricht, Aufenthalt, Wohnen)
- Technikzentralen: Platzreserven und Zugänglichkeit unter Berücksichtigung des späteren Austauschs bzw. der Nachrüstung technischer Anlagen

KG 400 – Technische Anlagen

- Dachmontierte, auf 10 - 15° aufgeständerte Photovoltaik-Module mit Ost-West-Ausrichtung unter maximaler Ausnutzung der verfügbaren Dachflächen, Drehung im Azimut parallel zur Ausrichtung des Gebäudes
- Kontinuierliche digitale Erfassung der Zählerstände sämtlicher Hauptmedien-Zähler für das Energiemanagement
- Beauftragung eines unabhängigen Dritten zur Durchführung eines technischen Monitorings nach AMEV-Empfehlung 158, um einen optimierten Gebäudebetrieb ab Nutzungsbeginn zu gewährleisten
- Anlagenbetrieb zeitlich und energetisch unmittelbar an die tatsächliche Nutzung anpassen; Hinterlegung von Zeitprogrammen, Kennlinien und Sollwerten, die vom Betreiber angepasst werden können



Lüftungstechnik:

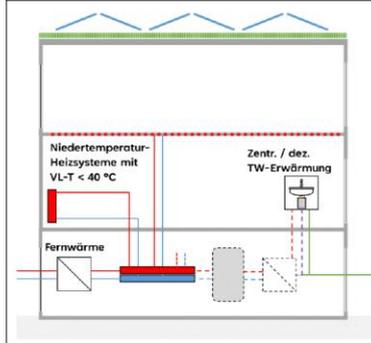
- Ziel ist die Schaffung der Möglichkeit zur Herstellung einer hygienischen Raumluft
- Wenn freie Lüftung inkl. entsprechender Prozesse (z.B. Fensterlüftung mit Lüftungsampel) nicht ausreichen, dann können betroffene Bereiche mit einer dezentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ausgestattet werden (hybrides Lüftungskonzept)

KG 500 – Außenanlagen

- Bereiche mit aufenthaltsfördernder Ausstattung vorsehen
- Planung von überdachten, bedarfsabhängig beleuchteten Fahrradstellplätzen gemäß ADFC-Empfehlung TR61020911 bzw. DIN 79008 Teil 1
- Bedarfsgerechte Beleuchtung im Eingangs- / Außenbereich
- Vermeidung invasiver Pflanzenarten, standortgerechte, widerstandsfähige Bepflanzung
- Helle, versickerungsfähige Oberflächen bevorzugen

7.3 Standardunterlagen Anlagentechnik

Fernwärme



KG 410 - Wasser- und Gasanlagen

- Kaltwasserhauptspeisung und -verteilung außerhalb wärmehender Räume und Schächte
- Trinkwasser-Feinfilter mit automatischer Rückspülfunktion und entsprechender Ablaufmöglichkeit, keine Filterkartuschen
- Zentrale Trinkwassererwärmung nur bei ausreichend großem Bedarf (z.B. Großküchen oder zentrale Duschanlagen), ansonsten dezentral
- Falls zentral: Trinkwassererwärmung per Frischwasserstation und Heizungs-Pufferspeicher
- Keine Stich- und Stagnationsleitungen

KG 420 - Wärmeversorgungsanlagen

- Fernwärme-Kompaktstation, max. Rücklauf-temperatur gemäß der Anschlussbedingungen des Versorgers

- Systemtemperaturen von etwa 37/30 °C für die Raumheizung bzw. 65/37 °C für die TW-Erwärmung
- Aufteilung der Heizkreise im Gebäude nach Himmelsrichtungen (z.B. N-O, S-W) und Nutzungserfordernis
- Umwälzpumpen mit einem Energieeffizienzindex von 0,23 (Klasse A+) oder besser, gemäß ErP-Richtlinie der EU
- Schutz der Pumpen und Armaturen durch Schlamm- und Magnetitabscheider
- Beimisch-Schaltung mit Dreiweg-Mischarmatur im Vorlauf; bei Fußbodenheizkreisen zusätzlich mit konstanter Vormischung
- Horizontale Leitungen aus Sicherheitsgründen nicht in der Fußbodenkonstruktion

KG 480 - Automation

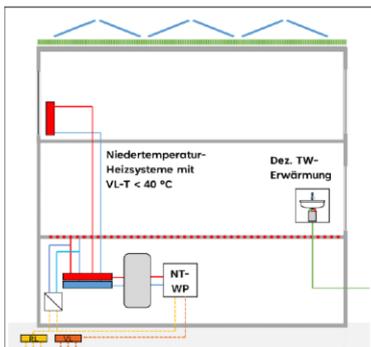
- Visualisierung und Steuerung über eine Management- und Bedienebene (anpassbare Sollwerte, Grenzwerte, Kennlinien, Zeitprogramme)
- Erstellung einer Funktionsbeschreibung nach VDI 3814
- außenlufttemperaturgeführte Vorlauf-temperaturkennlinie mit Absenkbetrieb außerhalb der Nutzungszeiten
- TW-Vorlauf-temperatur-Sollwert: 60 °C
- TW-Zirkulationstemperatur-Grenzwert: ≥ 55 °C
- Heizgrenze: 24 h-Außenlufttemperatur-Mittelwert von 15 °C (außer TW-Erwärmung)
- Kommunikationsprotokoll: BACnet; alle Komponenten mit BACnet-Schnittstelle

- durchgängige Anwendung eines einheitlichen Kennzeichnungsschlüssels für Anlagen und Datenpunkte
- Beschriftungsschilder für alle Netzwerkteilnehmer nach einem definierten System

KG 600 - Ausstattung

- Im Heizungsraum aufhängen: Hydraulikschema farbig, laminiert und auf einer Trägerplatte kaschiert; Aushang mit den zuständigen Wartungspartnern
- Schlauchhalter und Schläuche DN15 zur Entlüftung und Entleerung sowie zur Reinigung von Magnetit- und Schlammabscheidern vorsehen, sofern nicht alles an eine Entleerrinne angeschlossen ist
- Rohrleitungen und Kanäle in Technikzentralen und Trassenverläufen mit Fließrichtungspfeilen und Gruppen-, Zusatz- und Schriftfarbe nach einem definierten System versehen

Wärmepumpe mit Erdwärmequelle und dezentraler Trinkwassererwärmung



KG 410 - Wasser- und Gasanlagen

- Kaltwasserhauptspeisung und -verteilung außerhalb wärmehender Räume und Schächte
- Trinkwasser-Feinfilter mit automatischer Rückspülfunktion und entsprechender Ablaufmöglichkeit, keine Filterkartuschen
- Bei ausreichend großem Bedarf (z.B. Großküchen oder zentrale Duschanlagen) zentrale Trinkwassererwärmung vorsehen
- Keine Stich- und Stagnationsleitungen

KG 420 - Wärmeversorgungsanlagen

- Niedertemperatur-Kompressionswärmepumpe (NT-WP)
- Auswahl und Erschließung einer Erdwärmequelle im Außenbereich (z.B. Erdsonde, Grabenkollektor, Spiralsonde, Flächenkollektor)

- Systemtemperatur von etwa 37/30 °C
- Berücksichtigung einer Regeneration der Erdwärmequelle in den Sommermonaten, um die Jahresarbeitszahl zu erhöhen, eine passive Kühlung des Gebäudes zu ermöglichen und insgesamt weniger Leitungslänge zu benötigen
- Aufteilung der Heizkreise im Gebäude nach Himmelsrichtungen (z.B. N-O, S-W) und Nutzungserfordernis
- Umwälzpumpen mit einem Energieeffizienzindex von 0,23 (Klasse A+) oder besser, gemäß ErP-Richtlinie der EU
- Schutz der Pumpen und Armaturen durch Schlamm- und Magnetitabscheider
- Beimisch-Schaltung mit Dreiweg-Mischarmatur im Vorlauf; bei Fußbodenheizkreisen zusätzlich mit konstanter Vormischung
- Horizontale Leitungen aus Sicherheitsgründen nicht in der Fußbodenkonstruktion

KG 480 - Automation

- Visualisierung und Steuerung über eine Management- und Bedienebene (anpassbare Sollwerte, Grenzwerte, Kennlinien, Zeitprogramme)
- Erstellung einer Funktionsbeschreibung nach VDI 3814
- außenlufttemperaturgeführte Vorlauf-temperaturkennlinie mit Absenkbetrieb außerhalb der Nutzungszeiten
- Heizgrenze: 24 h-Außenlufttemperatur-Mittelwert von 15 °C
- Kommunikationsprotokoll: BACnet; alle Komponenten mit BACnet-Schnittstelle

- durchgängige Anwendung eines einheitlichen Kennzeichnungsschlüssels für Anlagen und Datenpunkte
- Beschriftungsschilder für alle Netzwerkteilnehmer nach einem definierten System
- Zählung der in das Erdreich eingebrachten und entnommenen Wärmemenge zur überwachenden Bilanzierung

KG 600 - Ausstattung

- Im Heizungsraum aufhängen: Hydraulikschema farbig, laminiert und auf einer Trägerplatte kaschiert; Aushang mit den zuständigen Wartungspartnern
- Schlauchhalter und Schläuche DN15 zur Entlüftung und Entleerung sowie zur Reinigung von Magnetit- und Schlammabscheidern vorsehen, sofern nicht alles an eine Entleerrinne angeschlossen ist
- Rohrleitungen und Kanäle in Technikzentralen und Trassenverläufen mit Fließrichtungspfeilen und Gruppen-, Zusatz- und Schriftfarbe nach einem definierten System versehen