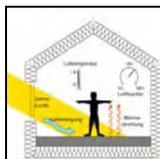


Projekt Mehrzweckhalle Nordhastedt

Anwendung integraler Planungsmethoden mit der energetischen Zielsetzung des Passivhaus-Standards am Beispiel des Neubaus der Mehrzweckhalle / Sporthalle Nordhastedt

(gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück)

Endbericht Stand 10.10.2008



Projektbeteiligte

Auftraggeber: Gemeinde Nordhastedt

Architekt: L. Köhler, Trennewurth

TGA: Ingenieurbüro Busch, Husum

Energieeffizienz: KApus, Eckernförde



KApus

ingenieurbüro vollert

Mühlenstraße 29, 24340 Eckernförde

Tel.: 04351 / 88 00-10, Fax: 04351 / 88 00-11

Email: info@kaplus.de, www.kaplus.de

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Zusammenfassung	4
3	Projektbeschreibung	5
3.1	Projektbeteiligte	5
3.2	Städtebauliche Situation	5
3.3	Wettbewerb	6
3.4	Gebäude und Nutzung	7
4	Ziele	9
4.1	Gebäudebestand	9
4.2	Ziel Umweltentlastung	9
4.3	Ziel geringe Betriebskosten / Wirtschaftlichkeit	10
4.4	Zielgruppe	10
5	Stand der Technik / Vergleichbare Projekte	10
5.1	Passivhaus-Sporthallen	11
5.2	Beispiel Sporthalle Neuberend	12
6	Optimierung Gebäudehülle	14
6.1	Kubatur	14
6.2	Auswahl der Konstruktion	16
6.3	Detail Wärmebrücken	19
6.4	Varianten der wärmetechnischen Qualität	21
7	Optimierung der natürlichen Belichtung	24
7.1	Anforderungen	25
7.2	Tageslichtsimulation	26
7.3	Kunstlicht	30
7.4	Zusammenfassung und Empfehlung	33
8	Lüftung	34
8.1	Anforderungen / notwendiger Luftwechsel	34
8.2	Mechanische Lüftung	34
9	Qualitätssicherung und Monitoring	36

10	Vergleich der Varianten	37
10.1	Varianten.....	37
10.2	Kosten (300, 400)	39
10.3	Betriebskosten im Jahr 1 (statisch).....	41
10.4	Wirtschaftlichkeit (Jahreskosten dynamisch)	41
10.5	Umweltwirkung.....	44
10.6	Entscheidungsmatrix.....	45
10.7	Zusammenfassung der Mehrkosten für die gewählte Variante.....	47
11	Anhang	48
11.1	Grundriss (verkleinerte Übersicht)	48
11.2	Ansichten und Schnitt (verkleinerte Übersicht)	49
11.3	Schaltschema RLT.....	51
11.4	Schaltschema Heizung	51
11.5	Auswahl der Bauausführung.....	53
11.6	Simulationsergebnisse und Randbedingungen	55
11.7	Ergebnisse Wärmebrückensimulation	62
11.8	Details Gebäudehülle M 1:10.....	66
11.9	Passivhaus-Projektierung – Variante 1 EnEV.....	69
11.10	Passivhausprojektierung – Variante 2 NEH.....	71
11.11	Passivhausprojektierung – Variante 3 Passivhaus.....	73
11.12	Ergebnisse Tageslichtuntersuchung.....	77
11.13	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Beleuchtung	80
11.14	Reflexionsgrade in Abhängigkeit des Materials und der Farbe	81
11.15	Gegenüberstellung der Energiebilanz der Varianten	82
11.16	Umweltwirkung der Varianten	85
11.17	Betriebskosten Energie (statisch Jahr 1)	85
11.18	Mehrkosten der Varianten.....	86
11.19	Wirtschaftlichkeit der Varianten (dynamisch).....	89

Anlagen

- Kostenberechnung der Grundvariante

- Zeichnungen

1 Einleitung

In Nordhastedt soll eine 2 Feld Sporthalle / Mehrzweckhalle erstellt werden. Der hochbauliche Entwurf wurde von den Architekten Köhler, Trennewurth entwickelt. Der Baubeginn soll Ende 2008 erfolgen. Die Fertigstellung und Inbetriebnahme ist für das Jahr 2009 geplant. Im laufenden Betrieb soll eine Erfolgskontrolle und Optimierung durch ein „energetisches Monitoring“ durchgeführt werden.

Die vorliegende Untersuchung wird durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert.

Ziel ist die Erarbeitung einer langfristig wirtschaftlichen Lösung mit geringster Umweltbelastung im Rahmen einer integral angelegten Planung der Halle.

Der Bericht gliedert sich in folgende Schwerpunkte:

- Grundlagen (Projektbeschreibung, Ziele, Stand der Technik)
- Baukonstruktive Optimierung der Gebäudehülle
- Optimierung der Tageslichtnutzung
- Energie- und komfortgerechte Be- und Entlüftung
- Energieversorgungskonzept
- Gesamtbewertung

Enthalten ist die Beschreibung des Planungsverlaufs mit unterschiedlichen Lösungsvarianten und den aus der integralen Betrachtung jeweils abgeleiteten Entscheidungen.

Der Planungsverlauf gliedert sich in folgende Abschnitte:

- September 2007 bis Februar 2008 - Vorplanung
- März 2008 bis Juni 2008 - Entwurfsplanung
- Ab Juli 2008 - Detailbetrachtungen

Begleitend zum Planungsprozess wurden Simulationsverfahren eingesetzt, um unterschiedliche Lösungsvarianten sachlich bewerten zu können. Die Berechnungen umfassten Tageslichtoptimierungen, Passivhaus-Bilanzierungen, dynamische Gebäudesimulationen, Wärmebrückenberechnungen sowie Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen.

Die Ergebnisse sind im vorliegenden Bericht dokumentiert.

2 Zusammenfassung

Unten werden die Ergebnisse der Planungsverlaufes zusammenfassend dargestellt.

Gebäudehülle

Im Verlauf der Planung wurde die ursprüngliche Konzeption eines Satteldaches mit Nebenräumen an der Nord- und Westseite zugunsten einer kompakten Lösung mit Pultdach und nördlich angelegten Nebenräumen weiter entwickelt. Für die Bauteile gegen Erdreich wurde eine massive Bauweise und auf der Nordseite eine Tafelwand gewählt. Die Wärmebrücken konnten gleichzeitig in ihrer Anzahl und Wirkung stark minimiert werden. Im Ergebnis werden Einsparungen erreicht, die zu einem Heizwärmebedarf von 30 % unter dem Passivhaus-Standard führt (10,6 kWh/m²a, vergl. auch Lüftung mit Wärmerückgewinnung).

Belichtung

Die Berechnungen der natürlichen Belichtung zeigen, dass die Wirtschaftlichkeit eines Oberlichtes zusammen mit einer Belichtung über die Seitenwände nicht gegeben ist. Bei einer Preissteigerung von 4 % für Strom ist ein Verzicht auf Fenster (Dunkelhalle !) ebenfalls nicht wirtschaftlich.

Gewählt wurden Lichtbänder auf der Nord- und Südseite (Höhe 3 m bzw. 2 m). Der Tageslichtquotient beträgt für die gewählte Variante > 3 % und führt zu einem spezifischen Strombedarf für Kunstlicht von 10,7 kWh/m²a bzw. 16,6 MWh/a.

Lüftung

Im Planungsverlauf wurden verschiedene grundsätzliche Möglichkeiten untersucht

- weitgehend natürliche Lüftung
- mechanische Lüftung der Nebenräume, natürliche Lüftung der Halle
- mechanische Lüftung der Nebenräume und der Halle

Als Ergebnis des Planungsvorganges wurde eine mechanische Grundlüftung mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung favorisiert. Die Zuluft wird in die Halle eingebracht und in den Feuchträume abgesaugt. Dadurch konnte die Luftmenge auf 2.000 m³/h begrenzt werden. Für kurzzeitig sehr hohe Belegungen der Halle wird die natürliche Lüftung eingesetzt. Aufgrund der dann stark ansteigenden internen Lasten kann die Wärmerückgewinnung hier ohnehin nur eingeschränkt genutzt werden.

Energieversorgung

Aus Sicht der Investition ist eine einfache Gastherme die günstigste Variante. Durch die Minimierung der Transmissionswärmeverluste sinkt die notwendige Leistung des EnEV-Standards von 60 kW auf 18 kW (Passivhaus-Standard). Dadurch entstehen Kosteneinsparungen durch den kleineren Gaskessel sowie durch kleinere Heizflächen.

Gesamtbewertung

Durchgeführt wurde eine dynamische Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Sensitivitätsanalyse sowie die Berechnung des gesamten Primärenergiebedarfes und der CO₂-Äquivalentemission. Nach Auswertung einer Bewertungsmatrix für 7 Varianten wird der Passivhaus-Standard mit Wärmepumpe (Quelle Trink-Wasserleitung) favorisiert. Einzelheiten können dem Bericht entnommen werden.

3 Projektbeschreibung

Das Projekt wird einleitend kurz vorgestellt.

3.1 Projektbeteiligte

Bauherr:

Gemeinde Nordhastedt

Der Bürgermeister - Herr Hinz

über Amt Heider Umland, Kirchspielsweg 6, 25731 Heide

Projektleitung

Leiter Bauamt Herr Burmeister, Amt Heider Umland, Kirchspielsweg 6, 25731 Heide

Fon 0481 / 60560, Fax 0481 / 60570, bauamt@amt-heide-land.de

Planung:

Hochbau

Architekt L. Köhler, Dorfstraße 7, 25693 Trennewurth

04857 / 330, Fax 04857 / 314, lotharkoehler@architek-ten.de

TGA

Ingenieurbüro Wolfgang Busch, Siemensstrasse 26, 25813 Husum

Fon 04841 / 80610, Fax.: 04841 / 8061-99, email: info@busch-haustechnik-planung.de

Energiekonzept

KAplus – Ingenieurbüro Vollert, Mühlenstraße 29, 24340 Eckernförde

Fon 04351 / 8800-10, Fax 04351 / 8800-11, info@kaplus.de

3.2 Städtebauliche Situation

Die Gemeinde Nordhastedt plant südlich des heutigen Sportplatzes auf dem Gelände am Festplatz / Bolzplatz eine Mehrzweck- und Sporthalle zu errichten. Die Mehrzweckhalle soll vom Schulweg erschlossen werden. Fußgänger erreichen den Haupteingang über einen eigenen Fußweg. Die Fahrzeuge werden über eine Fahrspur zu den Parkplätzen geführt. Von hier wird auch die Feuerwehr-Zufahrt sowie die Anlieferung des Catering erfolgen. Parkplätze sind an der Zufahrt vom Schulweg vorgesehen sowie auf dem westlichen Gelände des heutigen Bolzplatzes. Es werden etwa 28 Parkplätze für die Nutzung vorgesehen. Ein großzügiger Vorplatz bildet den Mittelpunkt der Erschließung vom Schulweg.

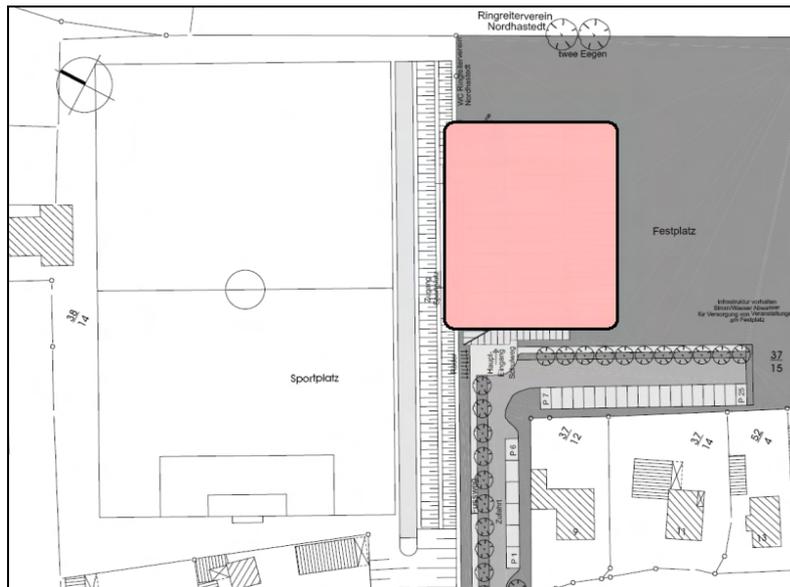
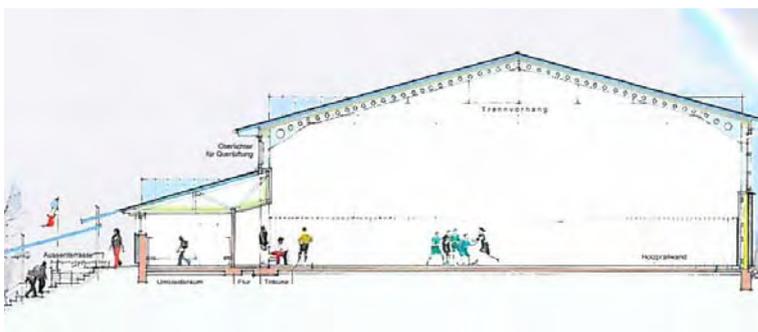


Abbildung 1: Lageplan (Ausschnitt)

Der Umkleide- und Duschbereich der Sporthalle kann vom Sportplatz über eine Treppenanlage benutzt werden. An der Südseite der Sporthalle ist es möglich, die Sporthalle über evtl. aufzustellende Zelte zu erweitern. Hier soll die Infrastruktur (Wasser/ Abwasser, Strom) zur Versorgung des Festplatzes vorgehalten werden. Für den Ringreiterverein Nordhastedt sind 2 Außentoiletten an der Nordostecke in direkter Verbindung zum Ringreiterplatz vorgesehen.

3.3 Wettbewerb

Auf Schreiben der Gemeinde vom 06.01.2006 haben drei Architekturbüros Entwürfe für den Wettbewerb abgegeben.

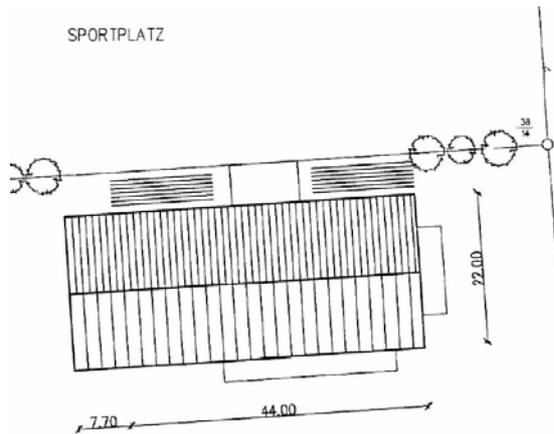


Teilnehmer A:

Tragwerk Stahlrahmenkonstruktion und Wände aus Verbund-Isopaneelen. Dach Trapezblech mit Mineralwollgedämmung und Profilblecheindeckung.

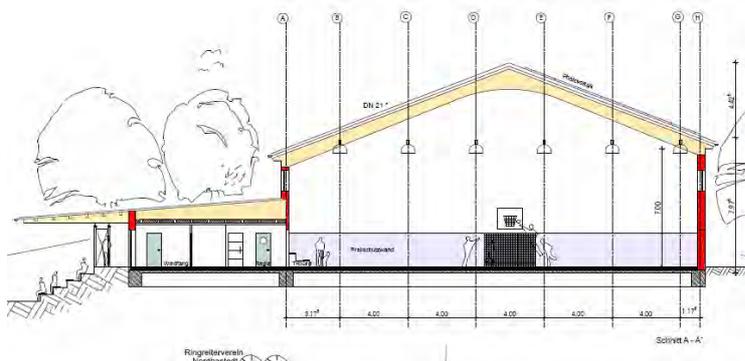
Raumfläche NGF: 1.283 m²

Kosten 300/400/700: 1.299.384 EUR
(inkl. 16 % MwSt.)

**Teilnehmer B:**

Es liegen nur sehr grobe Unterlagen vor.

Stahlgerüst als Tragkonstruktion mit Wänden aus Sandwichelementen. Mauerwerkssockel.

**Teilnehmer C:**

Stahlbetonträger mit Brettbindern als Tragkonstruktion, Wände aus Kalksandstein mit VMZ und Aluwelle als Verkleidung. Dach Trapezprofil, Dämmung und Alublech.

Raumfläche NGF: 1.373 m²

Kosten 300/400/700: 1.190.000 EUR (inkl. 16 % MwSt.)

Ausgewählt wurde der Entwurf von Teilnehmer C.

3.4 Gebäude und Nutzung

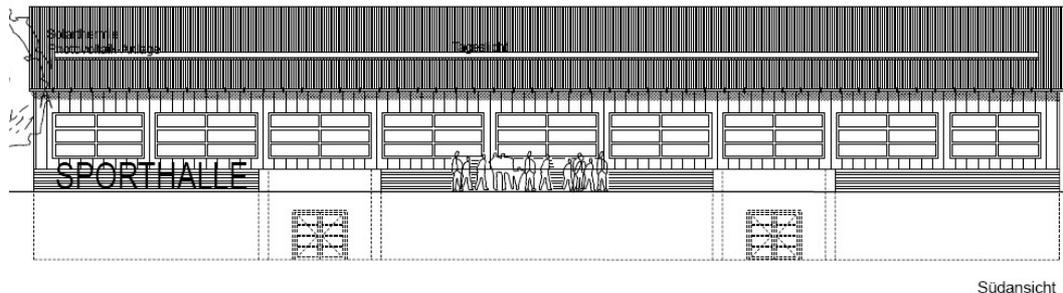
Vom Haupteingang am Schulweg erreicht man den Eingang mit Garderobe. Von hier aus wird die Halle erschlossen. Die Mehrzweck-/ Sporthalle ist als Doppelhalle konzipiert. Die Abmessungen betragen innen 22 x 44 m, mit den erforderlichen Sicherheitsabständen.

Auf der Südseite der Halle sind die Notausgänge sowie Ausgänge für evtl. Zelträume, die als Pausenräume für Musik- oder Theaterveranstaltungen dienen. Hier kann die Halle an den Festplatz mit angebunden werden. In der Halle befindet sich eine Tribüne für max. 100 Personen. Der Geräteraum ist über ein Schwingtor erschlossen. Dem Geräteraum ist ein mehrfach zu nutzender Raum zugeordnet, der auch als Geräteraum, Fitnessraum sowie Aufenthaltsraum für Musik- und Theateraufführungen dient.

Am Eingangsbereich gelegen befindet sich ein Raum für Begegnung für Jugend- und Sport. In diesem Raum kann eine kleine Teeküche eingebaut werden. Von der Sporthalle kann in direktem Zugang der Umkleide- und Sanitärtrakt erreicht werden.

Weiterhin sind von der Eingangshalle die notwendigen Damen-, Herren- und Behindertentoiletten zu erreichen. Es ist ein Raum für Catering vorhanden. Von hier kann über eine Durchreiche die Halle versorgt werden.

Zur Erreichung des Passivhaus-Standards ist eine hochwertig gedämmte Gebäudehülle sowie der Einsatz einer energieeffizienten Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung vorgesehen.



Südansicht

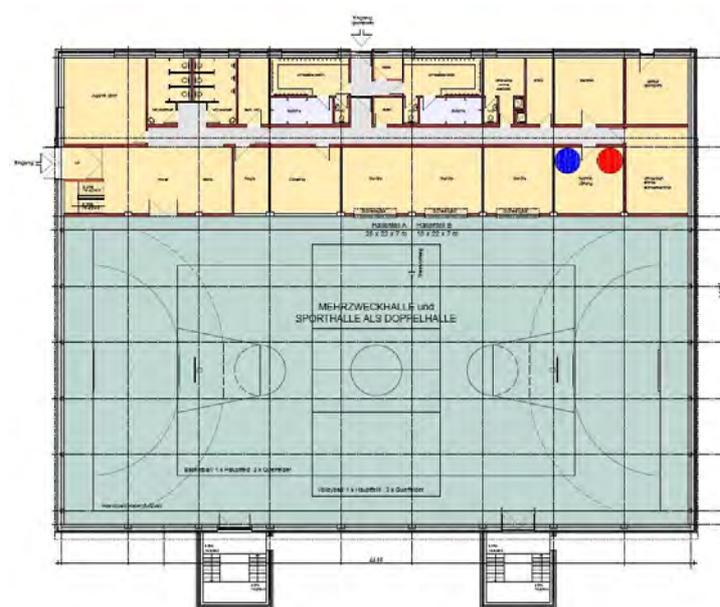


Abbildung 2: Südansicht und Grundriss (Stand Februar 2008, siehe auch Anlagen)

Im Planungsverlauf wurde das Satteldach zu einem Pultdach verändert, die Nebenräume kompakt auf der Nordseite angeordnet und die Halle z.T. abgesenkt (Hanglage, vergl. hierzu auch Abschnitt 6.1).

4 Ziele

Gemeindeeigene Hallen und Schulen verursachen i.d.R. einen wesentlichen Anteil des Energiebedarfs und der laufenden Energiekosten der Kommunen. Gleichzeitig sind diese Gebäude sehr gut geeignet, der Öffentlichkeit neue Wege für umweltschonende Maßnahmen in dem Bereich Energieeinsparung und Energieversorgung aufzuzeigen.

Für Neubauten gelten heute die Anforderungen der **Energie Einsparverordnung (EnEV) 2007**. Dieser Standard stellt somit die Basis der Untersuchung dar (Vgl. Var. 1, Kapitel 6.4).

4.1 Gebäudebestand

Gemäß dem aktuellen ages Forschungsbericht 2005 ergeben sich folgende durchschnittliche Verbrauchskennwerte für den derzeitigen Gebäudebestand in Deutschland:

- Mehrzweckhallen (Datengrundlage für 303 Hallen):
Verbrauchskennwert Heizwärme Mittel **150 kWh/m²a**
Verbrauchskennwert Strom Mittel **23 kWh/m²a**
- Sporthallen 1.000 bis 2.000 m² (Datengrundlage 184 Hallen)
Verbrauchskennwert Heizwärme Mittel **143 kWh/m²a**
Verbrauchskennwert Strom Mittel **24 kWh/m²a**

Durch die angegebenen Kennzahlen wird die Umweltproblematik und die hohen Energiekosten deutlich. Basis der vorliegenden Untersuchung für das Projekt Mehrzweckhalle Nordhastedt ist die gültige Energieeinsparverordnung 2007.

4.2 Ziel Umweltentlastung

Es werden folgende Zielwerte aufgestellt:

Niedriger Primärenergiebedarf für Heizwärme

- Optimierung der Hüllfläche
Unterschreitung des Passivhaus-Standards: **Heizwärmebedarf < 15 kWh/m²a**
- Umweltfreundliche Heizwärmeversorgung
Primärenergiebedarfs für Heizung und Trink-Warmwasser auf **< 30 kWh/m²a**

Niedriger Primärenergiebedarf für Stromanwendungen

- Tageslichtoptimierung (Haupt-Stromverbraucher !), effiziente Antriebe und Geräte
Senkung des Stromverbrauches für Kunstlicht auf **< 10 kWh/m²a**
Stromverbrauch gesamt **< 15 kWh/m²a**
- Kompensation des Restbedarfes für Strom durch regenerative Energien
Ziel: Bilanzierter CO₂-neutraler Betrieb der Halle

Bauwerk

- Möglichst langlebige umweltfreundliche Bauteile und Materialien
- Begrenzung der Stoffströme

4.3 Ziel geringe Betriebskosten / Wirtschaftlichkeit

Mit den unter Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgezeigten Verbrauchskennzahlen für Hallen ergeben sich für Kommunen derzeit folgende Betriebskosten für Energie:

- Durchschnitt Wärme 18.000,00 €/a und Strom 6.200,00 €/a
- Durchschnitt Summe **Energiekosten ca. 24.000,00 €/a**, Tendenz stark steigend !
(Annahmen: 1.500 m², Strom 180 €/MWh, Erdgas 80 €/MWh, Mittelwerte nach ages).

Ziel ist die Sicherstellung niedriger Kosten im Betrieb

- **Ziel Summe Energiekosten < 6.000,00 €/a** (heutiger Preisstand !)
- **Ggf. notwendige höhere Investitionen sollen über die Lebensdauer der Bauteile wirtschaftlich darstellbar sein.**

Im Rahmen der Planung soll eine Gesamtbetrachtung verschiedener Varianten unter Berücksichtigung der Lebensdauer der Bauteile die wirtschaftlichste (und gleichzeitig umweltfreundliche) Lösung aufzeigen.

Neben den Betriebskosten für Energie sind hier die Wartungs- und Instandsetzungskosten zu minimieren.

4.4 Zielgruppe

Die Mehrzweckhalle wird einer breiten Nutzung zugeführt und erreicht Besucher und Nutzer weit über die Grenzen der Gemeinde Nordhastedt hinaus. Es ist das Ziel und Anliegen der Gemeinde die Besucher des Gebäudes an Einspartechniken und neuen Möglichkeiten der Energieversorgung heranzuführen. Weiterhin soll das Projekt den interessierten Planern, Handwerkern, Bauunternehmern, Verwaltungen usw. zur Information zur Verfügung stehen. Das gesamte Energiekonzept soll direkt vor Ort ablesbar und einfach erfahrbar sein. Es wird eine qualifizierte Dokumentation des Vorhabens erstellt. Weiterhin sind Veröffentlichungen geplant.

5 Stand der Technik / Vergleichbare Projekte

Seit etwa 2003 wurden die ersten Sporthallen in Deutschland im Passivhaus Standard errichtet (Neuberend 2003, Unterschleißheim 2003). Bei beiden Hallen handelte es sich um 1-Feld Hallen.



Abbildung 3: Sporthalle Neuberend links, Sporthalle Unterschleißheim rechts (Quelle: passivhausprojekte.de)

5.1 Passivhaus-Sporthallen

Mittlerweile sind verschiedene, auch größere Passivhaus Hallen hinzugekommen.

Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über verschiedene realisierte Projekte.

Halle	Sporthalle Neuberend D-24879 Neuberend	Rupert- Egenberger- Schule D-85716 Unterschleiß- heim	Kurpfalz- grundschule Heidelberg D-69124 Heidelberg	Albert- Einstein- Schule D-30880 Laatzten	Turnhalle Issum- Sevelen D-47661 Issum	Passivhaus Dreifach- Sporthalle D-91567 Herrieden
Baujahr	2003	2003	2004	2005	2007	2007
Größe	1-Feld	1-Feld	1-Feld	3-Feld	1-Feld	3-Feld
Fläche	637 m ²	1000 m ²	933 m ²	1759 m ²	937 m ²	2274 m ²
Wärmeträger	Nahwärme BHKW	Nahwärme Geothermie	Nahwärme Gas	Gas Brennwert	Erdreich Wärmepumpe	Nahwärme Hackschnitzel
Wärmeabgabe	Deckenstrahl- platten	Über RLT	Über RLT	Über RLT Umkl.: FbHzg.	Über RLT	Über RLT
Sonstiges	Solare WWB, PV	-	Solare WWB	Solare WWB, 1000 m EWT	-	Ziel: CO ₂ neutral
Heizwärme- bedarf [kWh/m ² a]	10,5 Messwert 06/07	14,0 Rechenwert PHPP	16,0 Rechenwert PHPP	9,0 Messwert 06/07	15,0 Rechenwert PHPP	15,0 Rechenwert PHPP
Kosten (300+400)	k.A.	1800 EUR/m ²	970 EUR/m ²	k.A.	k.A.	2072 EUR/m ²
Mehrkosten PH Standard	153 TEUR	k.A.	k.A.	350 TEUR	63 TEUR	155 TEUR

Tabelle 1: Übersicht Sporthallen im Passivhaus Standard

(Quelle: passivhausprojekte.de und verschiedene, Angaben ohne Gewähr)

Schlussfolgerungen und Erkenntnisse

- Überwiegend Versorgung durch Nahwärme (also 400 Kosten geringer !). Anmerkung: In Nordhastedt nicht möglich, da keine geeigneten Abnehmer in Nähe vorhanden sind.
- Überwiegend wurde mit der Lüftungsanlage geheizt. Daraus kann gefolgert werden, dass die Luftmengen relativ hoch gewählt wurden (> 6.000 m³/h). Anderenfalls wäre die Deckung der Heizlast (ca. 10 W/m²) nicht möglich.
- Die Kosten streuen sehr stark bzw. werden nicht angegeben.
- Verbrauchsmesswerte liegen selten vor.
(Eine schriftliche Anfrage bei der Stadt Heidelberg blieb unbeantwortet. Für die Halle in Issum konnte nur der Stromverbrauch der Wärmepumpe benannt werden, die die Halle und die TWW Bereitung versorgt (11.500 kWh/a im ersten Betriebsjahr). Zusätzlich lag hier der allg. Stromverbrauch (Licht, RLT etc.) mit 19.000 kWh/a im ersten Betriebsjahr (etwa 20 kWh/m²a) recht hoch)

5.2 Beispiel Sporthalle Neuberend

Für die Sporthalle Neuberend (erste Passivhaus-Sporthalle) wurde durch das Büro KAplus ein Monitoring durchgeführt. Aus den Untersuchungen können weitere Erkenntnisse abgeleitet werden.

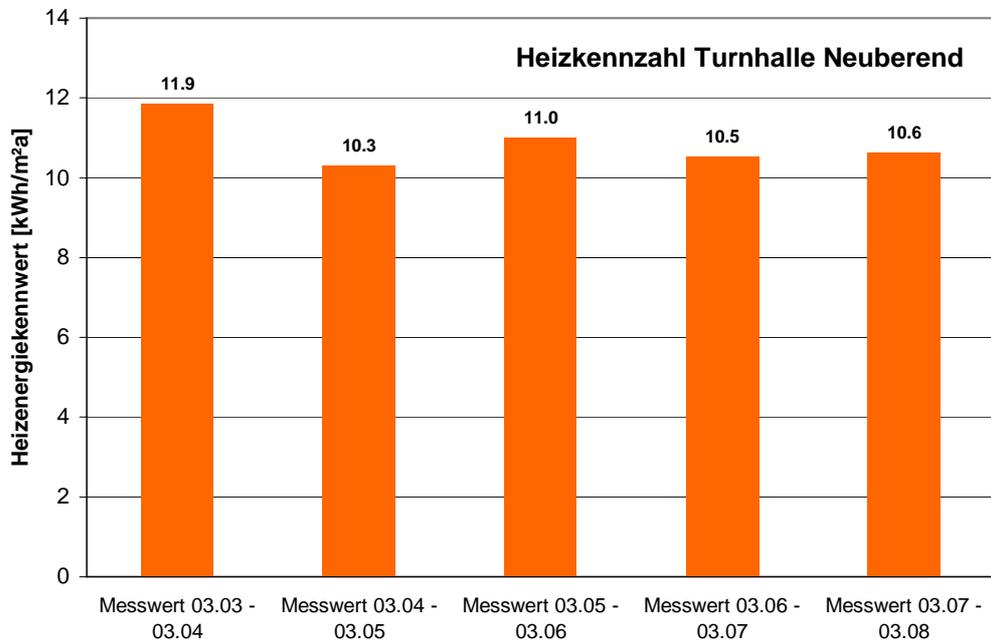


Abbildung 4: Messwerte Heizkennzahl Turnhalle Neuberend (Bezugsfläche 637 m²)

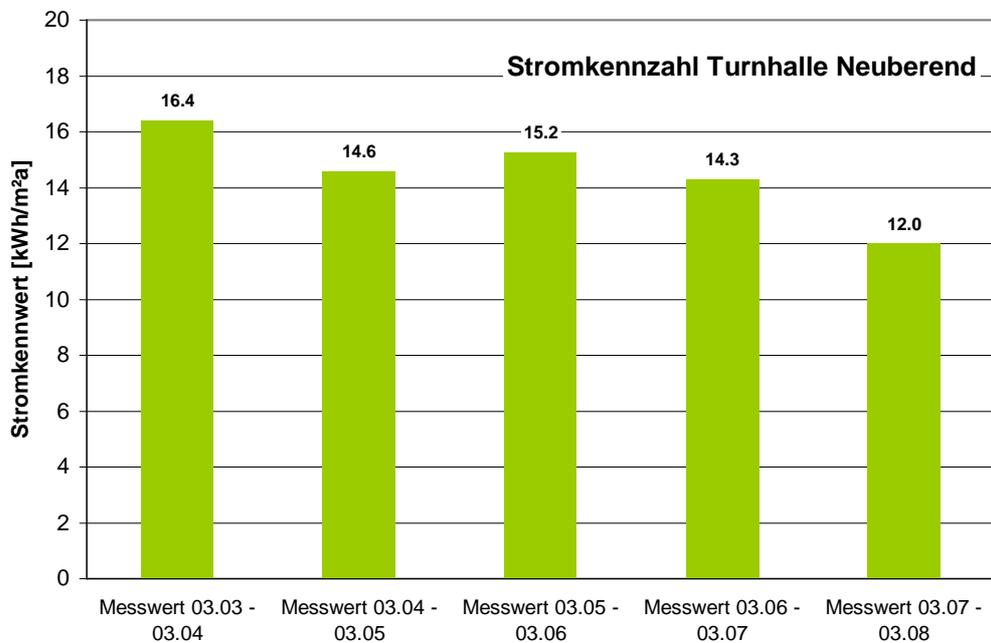


Abbildung 5: Messwerte Stromkennzahl Turnhalle Neuberend (Bezugsfläche 637 m²)

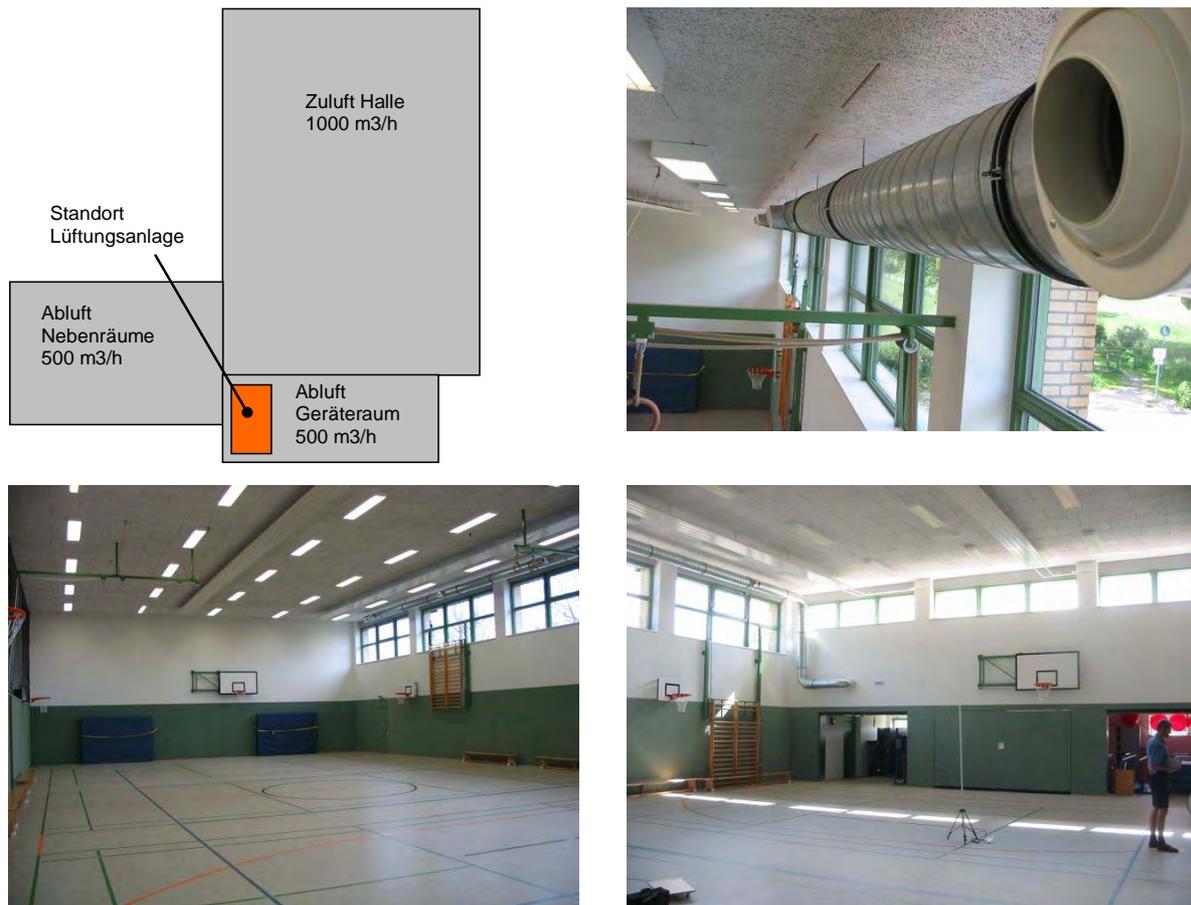


Abbildung 6: Skizze Lage Lüftungsanlage und Innenansichten (Zuluftrohr und zwei Reihen Deckenstrahlplatten)

Zusammenfassend:

- Sporthallen eignen sich sehr gut für den Passivhaus-Ansatz
- Der Einsatz von Heizflächen hat sich sehr bewährt. Die Lüftungsanlage kann mit geringeren Luftmengen betrieben werden und sehr einfach ohne Heizregister etc. aufgebaut werden. Die Bedienung durch nicht geschultes Personal (in kleinen Kommunen i.d.R. der Fall) ist möglich.
- Der Stromverbrauch übersteigt i.d.R. den Heizwärmeverbrauch. Der Primärenergieverbrauch für Strom liegt folglich 3 bis 4 mal über dem Heizwärmeverbrauch !
- Die Raumtemperaturen betragen maximal 18 °C im Winter.
- Möglichst einfache Anlagentechnik wählen.
- Wichtige Schlussfolgerung: Tageslicht unbedingt optimieren um den Strombedarf für Kunstlicht zu begrenzen. (Vgl. auch Kapitel 7.3)

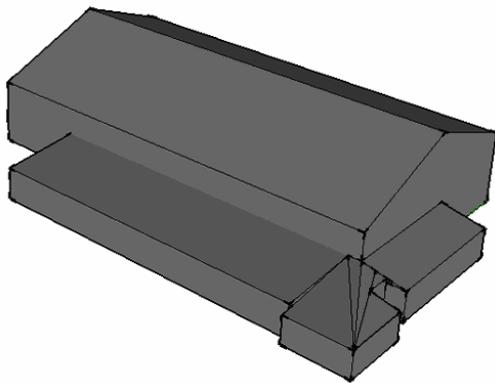
6 Optimierung Gebäudehülle

Im Rahmen der integralen Planung wurde ausgehend vom ersten Gebäudeentwurf die Gebäudehülle überarbeitet und hinsichtlich der aufgestellten Ziele optimiert.

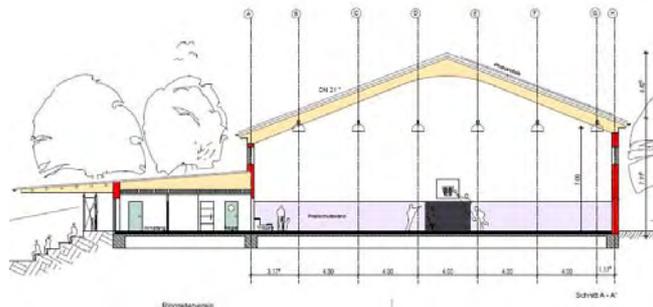
Ein erster Schritt ist die Optimierung der Kubatur in Hinblick auf A/V Verhältnis und Tageslichtnutzung. Diese Punkte einer frühen und noch groben Planungsphase bilden die Basis für eine weitere Optimierung der Gebäudehülle.

6.1 Kubatur

Der Planungsstand Herbst 2007 zeigte noch eine Lösung mit Satteldach und Nebenräumen an 2 Seiten der Halle. Der Haupteingang und Nebenreingang ist hier in die wärmedämmende Hülle eingeschritten und vergrößert damit die Hüllfläche.

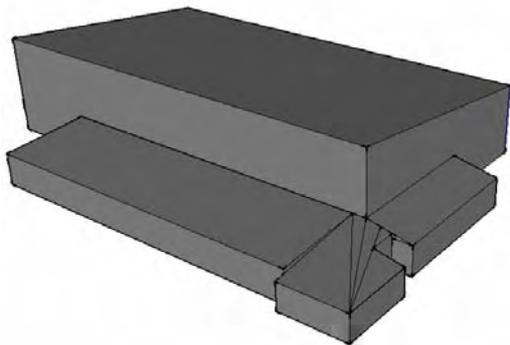


Erster Planungsstand

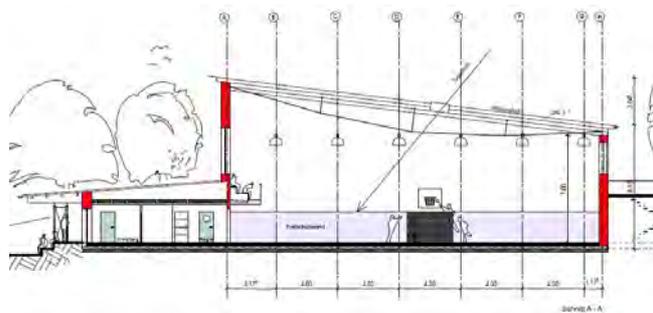


Schnitt erster Planungsstand

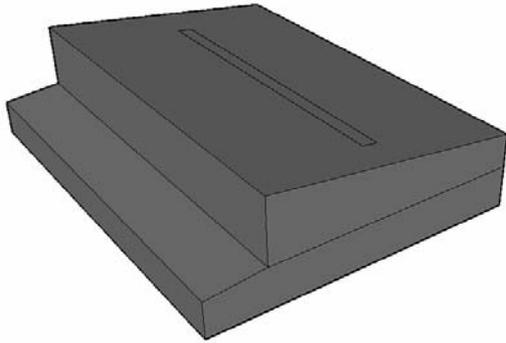
Abbildung 7: Kubatur erster Planungsstand Herbst 2007



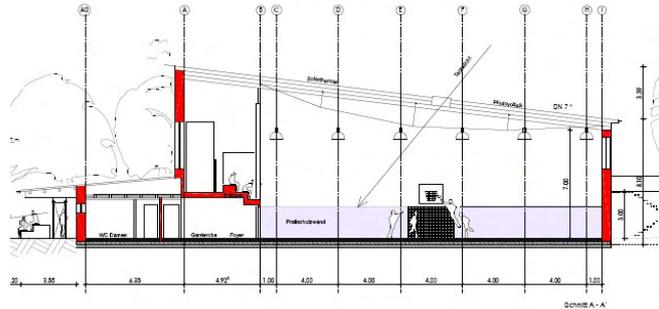
Zweiter Planungsstand



Schnitt zweiter Planungsstand



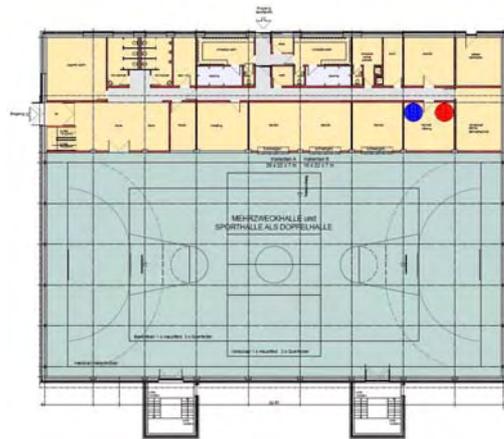
Dritter Planungsstand



Schnitt dritter Planungsstand



Grundriss zweiter Planungsstand



Grundriss dritter Planungsstand

Abbildung 8: Gegenüberstellung der Planungsstände von März 2008 und April/Mai 2008

Die Zeichnungen der Varianten können der Anlage entnommen werden.

Zur Verminderung der Wärmeverluste wurde das Verhältnis der wärmeübertragenden Hüllfläche im Verhältnis zum Gebäudevolumen optimiert. Dadurch wurde zusätzlich die Anzahl von Bauteilanschlüssen und potentiellen Wärmebrücken deutlich minimiert.

Der dritte und aktuelle Planungsstand zeigt eine einfache Gebäudeform mit einer Angliederung der Nebenräume auf der Nordseite. Die Dachfläche ist Richtung Süden orientiert und kann für die Nutzung regenerativer Energien genutzt werden. Die Tribüne wurde nach oben oberhalb der Geräteräume verschoben.

Stand	Wesentliche Änderung	A/V [m ⁻¹]
Erster Stand:	-	0,35
Zweiter Stand:	Pulldach, Gebäude 3 m tiefer	0,38
Dritter Stand:	Grundriss verändert, Hallentiefe größer (Tribüne)	0,33

Tabelle 2: Gegenüberstellung der wesentlichen geometrischen Kenngrößen der Gebäudestände

- Zunächst wurde die Dachform verändert und das A/V Verhältnis leicht erhöht. Der Grundriss bleibt zunächst gleich. Durch die Absenkung des Gebäudes stößt ein Teil der Außenwände aber jetzt gegen Erdreich.
- Im dritten Planungsstand wurde der Grundriss deutlich verändert und vereinfacht. Das A/V Verhältnis ist dadurch niedriger als im ersten Planungsstand. Die Dachform des Anbaus hat sich deutlich vereinfacht. Wärmebrücken und Bauteilanschlüsse wurden so minimiert.
- Obwohl das Volumen der 3.Variante etwas höher ist, können die Baukosten aufgrund der einfacheren Form konstant gehalten werden. Vorteile in den Energiekosten ergeben sich insbesondere durch die einfacheren Anschlüsse, also der Vermeidung von Wärmebrücken (vergl. hierzu auch Abschnitt 6.3 und Abschnitt 7). Die zu bewegenden Erdmengen sind in dieser Variante am geringsten (Minimierung Stoffströme).

6.2 Auswahl der Konstruktion

Im Rahmen der Planung wurden verschiedene grundsätzliche Konstruktionsarten bewertet. Es sollen folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Wirtschaftliche Lösung für die konkrete Bauaufgabe
- Langlebigkeit (also langfristige Wirtschaftlichkeit)
- Geringer kumulierter Energieaufwand
- Gute bauphysikalische Eigenschaften – insbesondere der Sommerlicher Wärmeschutz (Vergl. auch Ausführungen zur Konstruktion im Anhang Abschnitt 11.5 !)

Planungsverlauf und Konstruktion

Zunächst wurde eine massive Ausbildung der inneren Schale und die Verwendung eines Verblenders auf der Außenseite angenommen. Zur Kostenbegrenzung erfolgte die Begrenzung des Verblenders auf ca. 2 m Höhe (Haltbarkeit, Vandalismus). Im oberen Bereich kann eine Vorhangfassade mit geringeren kumulierten Energieaufwand der Baustoffe eingesetzt werden.

Im weiteren Planungsverlauf wurde die massive Bauweise auf die Wände gegen Erdreich und auf die Bereiche ca. 2 m über Erdgleiche begrenzt. Die Nordseite wird als Holztafel hochgedämmt ausgeführt. Die tragende Funktion kann hier durch Stützen im Bereich der Tribüne übernommen werden. Auf der Südseite wird die Last durch Träger im unteren

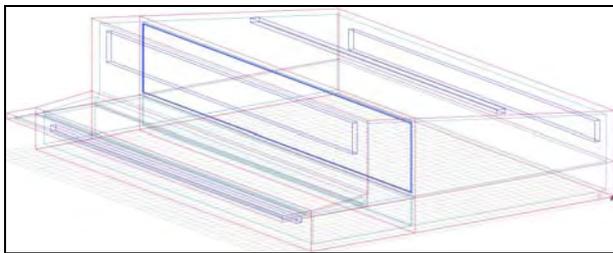
Bereich linienförmig verteilt. Durch die linienförmige Einbringung der Lasten ist es möglich auf Punktfundamente zu verzichten (Wärmebrücken!). Die dämmende Ebene kann von außen ohne Unterbrechung um die Sohle bzw. um das Gebäude gezogen werden.

Auf den Einsatz von einfachen Isopaneelen (v.a. Industriebau) wird aufgrund der geringen Lebensdauer und der nicht zufrieden stellend lösbaren Details verworfen (vergl. auch Anhang Abschnitt 11.5, Auswahl der Bauausführung!).

Gebäudesimulation als Bewertungshilfe

Zur Prüfung des sommerlichen Temperaturverhaltens der Halle wurde eine dynamische Gebäudesimulation mit dem Programm BSim durchgeführt. Die Klimadaten für den Standort wurden mit der Software METEONORM erzeugt.

Vergl. hierzu Anhang 11.6 Simulationsergebnisse und Randbedingungen.



Ziel ist die Gewährleistung des thermischen Komforts. Der Einfluss der Bauweise und der Nachtauskühlung sind wesentliche Parameter in Hinblick auf das Temperaturverhalten des Gebäudes.

Abbildung 9: Simulationsmodell

Die Bewertung des sommerlichen Temperaturverhaltens ist angelehnt an das Verfahren der **DIN 4108-2:2003-07**. Die Grenz-Raumtemperatur (hier 25 °C) soll an nicht mehr als 10% der Aufenthaltszeit überschritten werden. Zusätzlich wird ein Zielwert definiert, der den Grenzwert unterschreitet. Es wird aufgrund der Nutzung als Mehrzweckhalle von einer ganzjährigen Nutzung ausgegangen.

Aufgrund der Nutzung (niedrigere Innentemperatur!) wird der Grenzwert auf 5 % der Nutzungszeit (220 Std.) festgelegt. Der Zielwert auf 2,5 % der Nutzungszeit (110 Std.).

Varianten

Es werden folgende Varianten berechnet:

Variante	Bauweise Außenwände Halle	Außenliegender Sonnenschutz	Sommerliche Nachtlüftung	Zusätzliche Personenlast
Var1	Leicht - Holztafel	-	-	-
Var2	Leicht - Holztafel	Ja	-	-
Var3	Leicht - Holztafel	Ja	Ja	-
Var5	Schwer - 24er KS Stein innen	Ja	-	-
Var6	Schwer - 24er KS Stein innen	Ja	Ja	-
Var7	Schwer - 24er KS Stein innen	Ja	Ja	80 Zuschauer an Sonntagen

Tabelle 3: Zusammenfassung der unterschiedlichen Varianten

Es ergibt sich folgendes Ergebnis:

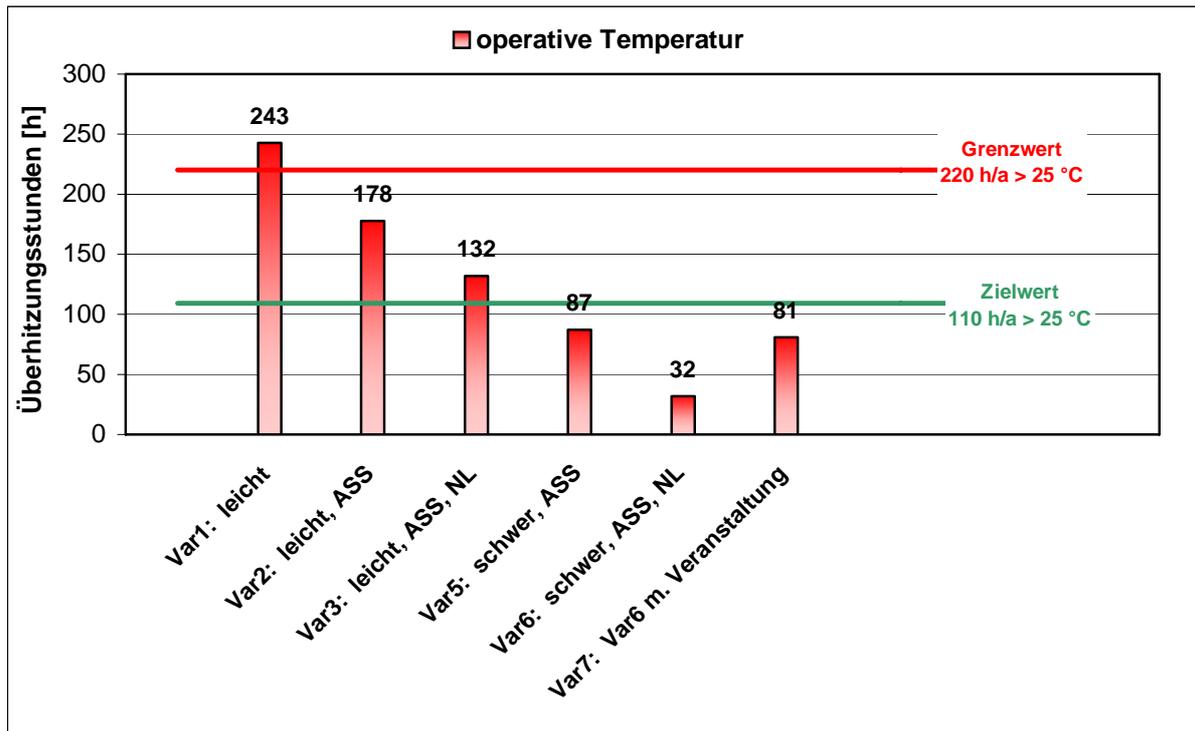


Abbildung 10: Vergleich der Überhitzungsstunden der Varianten

Empfehlung:

- Schwere Bauweise der Wände (Prallschutz möglichst hinterlüften, Akustik an der Decke)
- Außenliegende Verschattung Süd (Abminderungsfaktor < 0,25). Für die Funktion der Halle auch aus Gründen der Minimierung der Blendung **zwingend erforderlich**.
- Möglichkeit der **nächtlichen Auskühlung** schaffen
- Die natürliche Lüftung soll die Spitzen abdecken. Die mechanische Lüftung gewährleistet lediglich eine Grundlüftung.

Während des Planungsverlaufes wurde der Aufbau der Außenwand Nord geändert. Da die Stützen jetzt die Dachlast aufnehmen wird die Nordwand als Holztafelwand geplant. Da jedoch die übrigen Wände sowie die Decke der Tribüne massiv ausgebildet werden, ist die zur Verfügung stehende Speichermasse der Halle ausreichend. Für die geplante Variante werden die Stunden über 25 °C im Bereich des Zielwertes von 110 Stunden liegen.

Diese Variante wird deshalb weiter verfolgt:

- Außenwand Nord oben als leichte Holztafelwand
- Außenwände Süd, Ost, West innen massiv
- Dach leicht

Vergl. auch Randbedingungen im Anhang (Abschnitt 11.6 !)

6.3 Detail Wärmebrücken

Planungsverlauf

Im Verlauf der Planung wurden die Hauptanschlusspunkte der Gebäudehülle mit Hilfe von Wärmebrückenkatalogen und ausgeführten Details optimiert. Folgende Punkte wurden variiert und betrachtet:

- Lage der Dämmschicht in der Sohle
Im frühen Stadium sollten die Dämmschichten aufgeteilt werden (Ober- und unterhalb der Sohle). Letztendlich wurde die Dämmung komplett unterhalb der Sohle angeordnet. Dadurch vereinfacht sich auch der Anschluss Wand – Sohle, da die Dämmung ungestört umläuft. Falls eine Fußbodenheizung in Kombination mit einer Wärmepumpe zum Einsatz kommt, steht die Sohle als Tagesspeicher zur Verfügung (Nachtstrom günstiger)
- Fundament Vormauerschale
Die Vormauerschale sollte zunächst mit auf der Sohle stehen. Im Rahmen der Optimierung wurde ein Detail mit getrenntem Fundament entwickelt.
- Fassade Halle Nord
Aufgrund der Änderung der Positionierung der Tribüne konnte das Traggerüst des Daches nach innen verlegt werden. Die Nordfassade der Halle kann somit als nicht tragendes Leichtbauelement ausgebildet werden.

Wärmebrückensimulation als Planungshilfsmittel

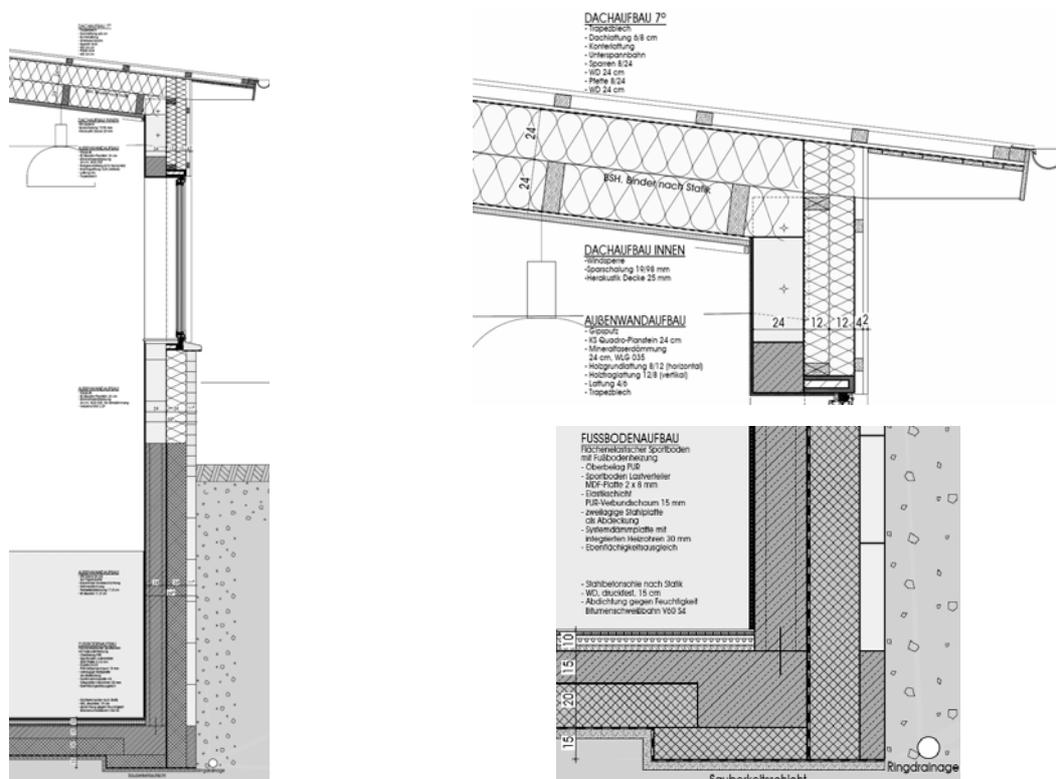
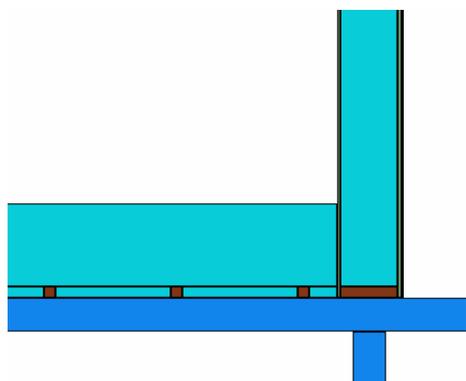


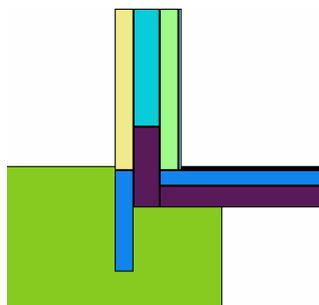
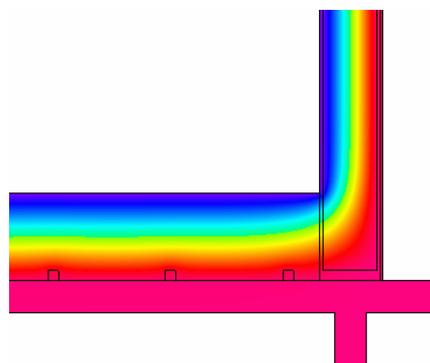
Abbildung 11: Fassadenschnitt Südseite und Anschlusspunkte Südseite (S. auch Zeichnungen in Anlage)

Nr.:	Bezeichnung:	Länge [m]:	Psi Wert [W/mK]:
1:	Traufe Anbau Nord	45.2	-0.072
2:	Dach Anbau Tafel Nord	45.2	0.026
3:	Traufe Halle Nord	45.2	-0.057
4:	Traufe Halle Süd	45.2	-0,054
5:	Sockel Halle Süd	103.3	-0.043
6:	Sockel Halle Süd 2	10.8	-0.042
7:	Sockel Anbau Nord	45.2	-0.042
9:	Ortgang Ost und West	56.4	-0,054
10:	Ecke Halle Luft Süd	1.8	-0.084
11:	Ecke Halle Luft Süd 2	7.4	-0.057
12:	Ecke Halle Luft Nord	15.6	0.014
13:	Ecke Halle Erdreich	6.0	-0.062
14:	Ecke Anbau	5.2	-0.084
15:	Fenster Sturz Süd	36.0	0.001
16:	Fenster Laibung Süd	4.0	0.001

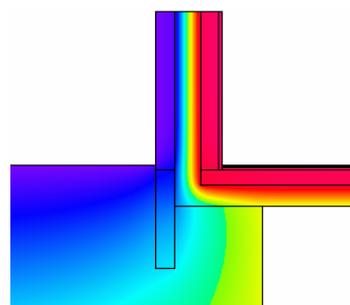
Tabelle 4: Wärmebrückenverlustkoeffizienten der berechneten Anschlussdetails



Nr. 2: Anschluss Dach Anbau – Tafelwand Halle Nord



Nr. 7: Fußpunkt Anbau



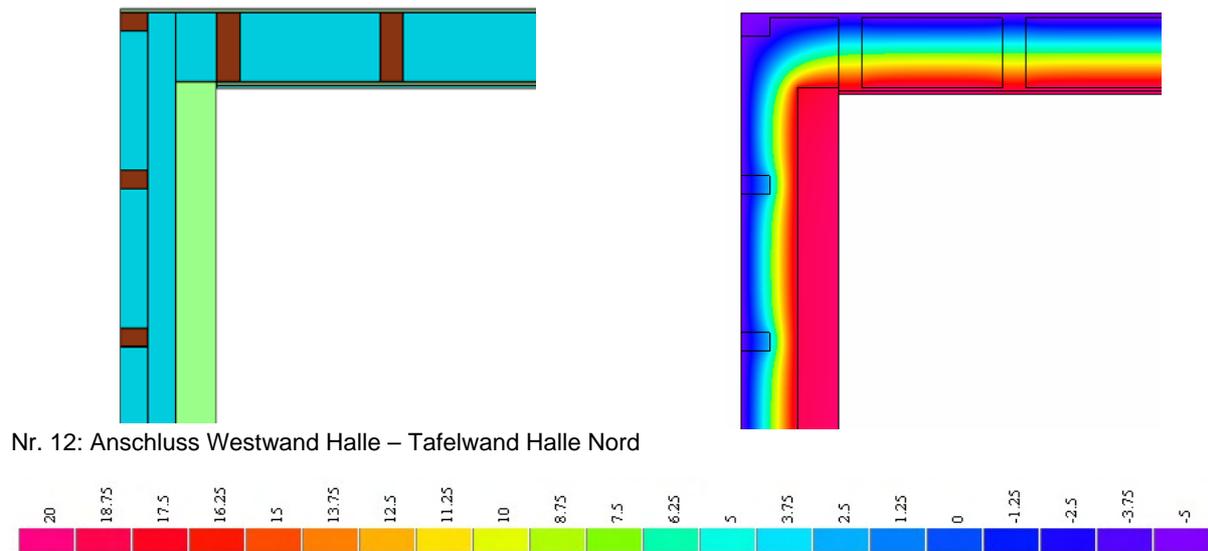


Abbildung 12: Modell und Isothermenbild berechneter Wärmebrücken (Weitere Ergebnisbilder s. Anhang)

Oben sind beispielhaft die Berechnungsergebnisse für drei Details dargestellt.

Die Mehrzahl der Wärmebrücken sind durch die Geometrie (Außenbezug) und meist lückenlose Dämmung negativ.

Weitere Detailplanungen der Wärmebrückenminimierung wurden dem Anhang beigelegt (vergl. Anhang Abschnitt 11.7 und Zeichnungen in der Anlage).

6.4 Varianten der wärmetechnischen Qualität

Planungsverlauf

Im Planungsverlauf wurde die Kubatur verändert und die Pultdachform mit z.T.: eingegrabener Halle als sinnvollste Variante entwickelt. Hier sind die u.a. die Erdbewegungen (Stoffströme) am geringsten. Weiterhin erwies sich die Mischung von Leichtbau (Nord und Dach) sowie Massivbau (gegen Erdreich) als optimale Konstruktion. Nach diesen Festlegungen wurden weitere Varianten mit dem Passivhaus-Projektierungspaket bilanziert. Die Ergebnisse dienen insbesondere zur Einschätzung der späteren Energiekosten.

Passivhaus-Projektierung – Raumtemperatur

Die DIN 18032 gibt für die Auslegung der Heizungsanlage eine Raumtemperatur der Halle von 20 °C vor. Für die Bilanzierung wird dagegen von einer Innentemperatur von 18 °C ausgegangen. Der Wert basiert auf Messwerten und Erfahrungen aus anderen Projekten. (vergl. Abschnitt 5 und Abbildung unten).

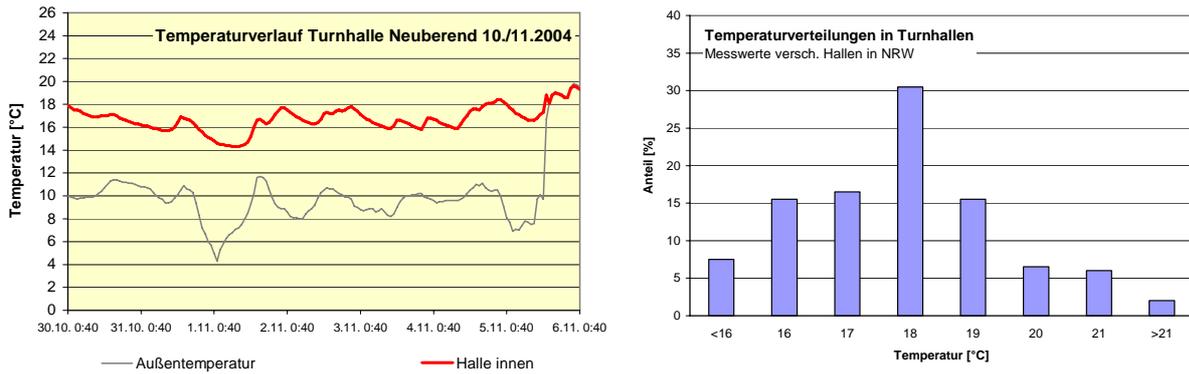


Abbildung 13: Innentemperatur in Sporthallen. Links Messwerte Turnhalle Neuberend (Okt./Nov. 2004) und rechts Messwerte versch. Hallen in NRW (Quelle: H. Grobecker: „Energieeinsparung durch Nutzerverhalten in Sport- und Turnhallen“ aus E.A. Spindler (Hrsg.) „Die energieeffiziente Sporthalle“)

Des Weiteren gibt es folgende Anweisungen für den Betrieb von Sporthallen:

- Stadt Frankfurt: Temperaturvorgabe für Turnhallen: 18 °C (Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2007)
- Stadt Hamburg: Nutzungs-Grundtemperatur: 14 °C, Bedarfstemperatur (Manuell für 40 Minuten einschaltbar): 17 °C (TA6, Energie und Wasser sparende Gebäudetechnik in Sporthallen)

Entsprechend den Änderungen der Gebäudegeometrie wurde die energetische Bilanzierung im Planungsverlauf angepasst und detailliert.

Varianten

Folgende Varianten werden bilanziert:

		Variante 1 - EnEV	Variante 2 - NEH	Variante 3 – PH
Boden	cm W/m²K	10 0,33	12 0,28	24 0,15
Wand	cm W/m²K	12 0,25 / 0,30	16 0,20 / 0,24	24 0,13 / 0,19
Dach	cm W/m²K	18 0,25	24 0,19	48 0,09
Fenster W/m²K		1,6	1,3	0,8
Lüftung Umkleide		Zu- und Abluft mit WRG 70%	Zu- und Abluft mit WRG 70%	Abluft mit WRG 85%
Lüftung Halle		Fenster	Fenster	Zuluft mit WRG 85% Fenster (Sommer)

Tabelle 5: Übersicht über die Varianten (Dämmstandards, Effizienz Lüftung)

Einzelheiten können dem Anhang entnommen werden (Abschnitte 11.9, 11.10, 11.11).

Ergebnis

Es ergeben sich folgende Heizwärmebedarfe:

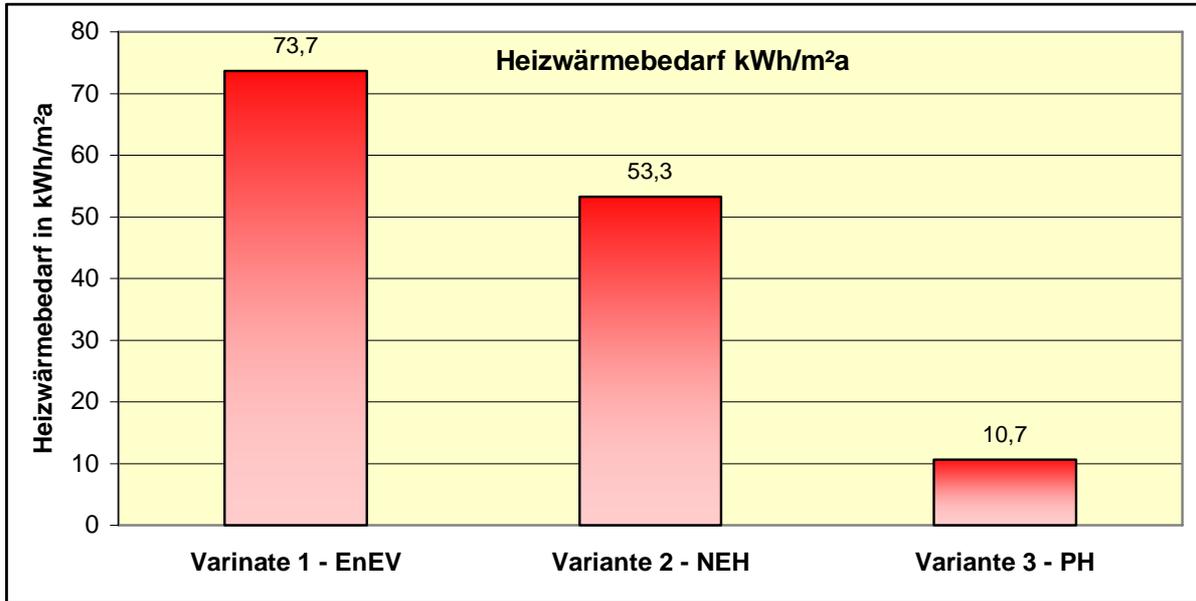


Abbildung 14: Ergebnisse der PH-Projektierung der 3 Varianten

Der Bedarf kann von 74 kWh/m²a auf etwa 11 kWh/m²a abgesenkt werden.

Hinweis: Erzeugungs-, Verteilverluste und Trink-Warmwasser sind oben nicht enthalten.

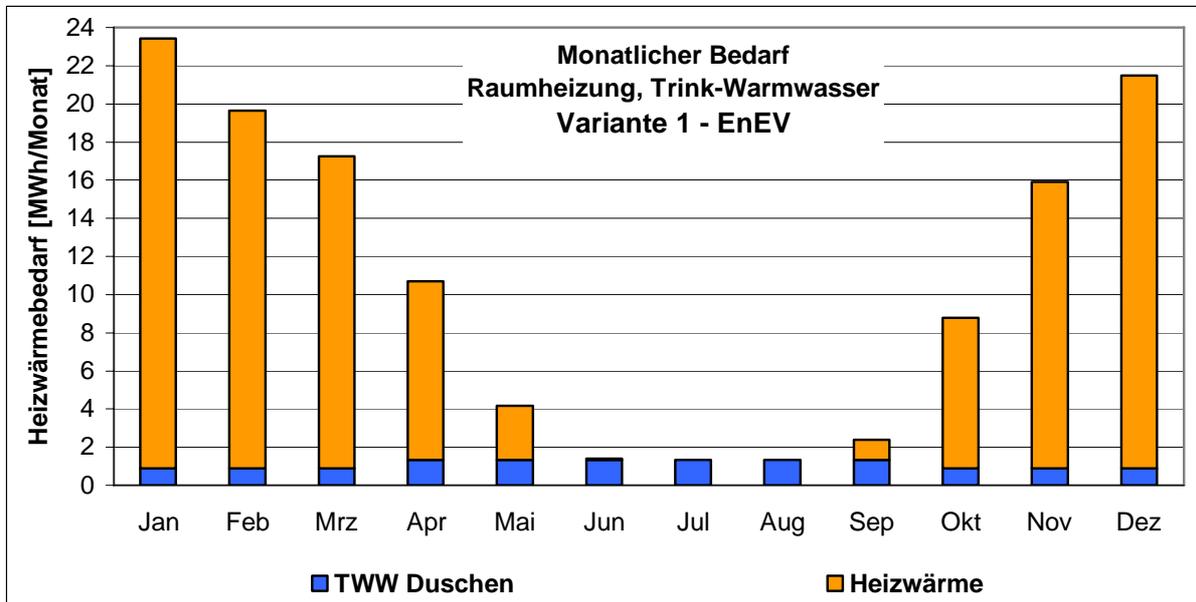


Abbildung 15: Monatlicher Heizwärmebedarf der Variante 1 (EnEV- Variante hier incl. Trink-Warmwasser)

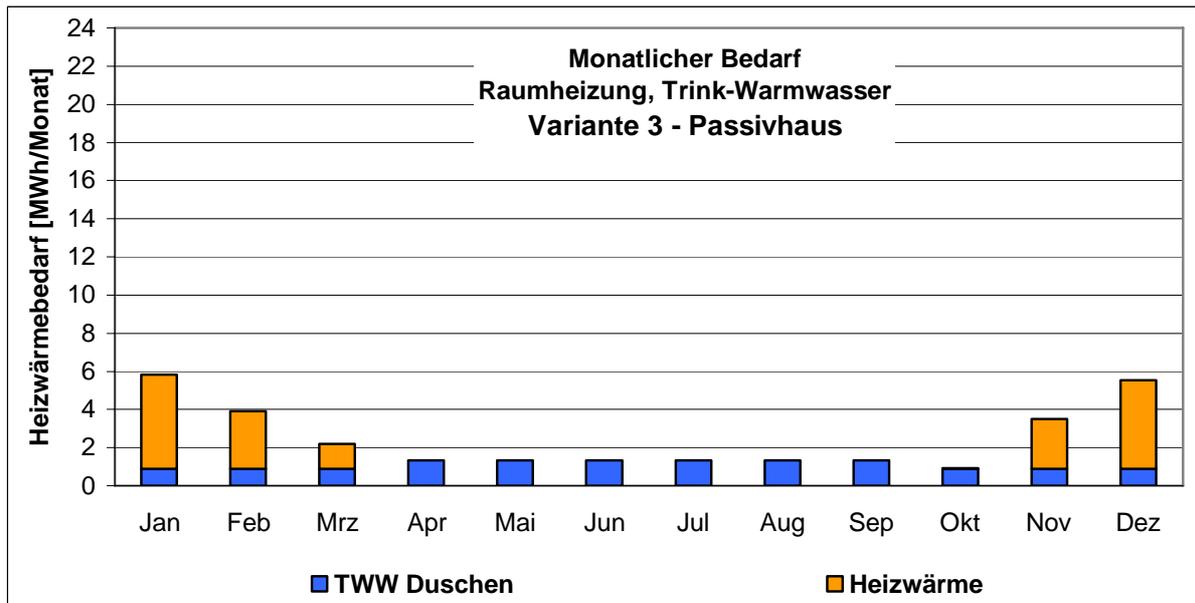


Abbildung 16: Monatlicher Heizwärmebedarf der Variante 3 (Passivhaus-Standard hier incl. Trink-Warmwasser)

- Der Trinkwarmwasserbedarf dominiert in der Variante 3 zunehmend den Heizwärmebedarf.
- Der Einsatz einer Solarthermie Anlage ist deshalb hier nahe liegend.

Eine differenzierte Betrachtung incl. Verluste mit verschiedenen Wärmeerzeugern wird im Abschnitt 10 durchgeführt.

7 Optimierung der natürlichen Belichtung

Allgemeine Bemerkungen

Die Hauptaufgabe der natürlichen Beleuchtung ist die Gewährleistung des visuellen Komforts über einen möglichst langen Zeitraum während der Nutzungsdauer. Eine hohe Tageslichtautonomie gewährleistet maximale Energieeinsparung bei der Beleuchtung.

Die künstliche Beleuchtung sollte entsprechend der Nutzung in Ergänzung zum Tageslicht schalten.

Beleuchtungsniveau

Im Innern eines Raumes ist die Helligkeit der natürlichen Beleuchtung direkt proportional zur Intensität des Tageslichtes im Freien. Die Stärke der Beleuchtung wird durch den Tageslichtquotienten D beschrieben. Er ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen der Beleuchtungsstärke im Rauminnen E_i zur Beleuchtungsstärke auf einer unbeschatteten horizontalen Fläche im Freien E_a . Die empfohlene Größe des Tageslichtquotienten hängt von der jeweiligen Nutzung ab.

7.1 Anforderungen

Aus der Nutzung ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die Beleuchtung der Sporthalle. Bei Gymnastik (Boden- oder Geräteturnen, Stangenklettern, Laufen, usw.) kann das Beleuchtungsniveau niedriger sein. Auch harte Kontraste sind zulässig, und direkte Sonneneinstrahlung kann angenehm empfunden werden. Bei Ballspielen ist das Erkennen und Verfolgen eines kleinen, sich schnell in verschiedene Richtungen bewegendes Objektes notwendig. Der Blick schwenkt über verschiedene Wand- und Deckenoberflächen und wechselt dabei schnell von einer Szene zur anderen. Das Beleuchtungsniveau muss dabei höher sein. Wände und Decken sollten gleichmäßig bei eher schwachen Kontrasten ausgeleuchtet sein.

Die **DIN EN 12193** klassifiziert bezüglich der Beleuchtungsstärke Sporthallen in drei Klassen. Eine für den lokalen Bereich ausgelegte Sporthalle mit Schul- und Freizeitsportbetrieb ist in der Klasse III eingruppiert. Für diese Klasse (III) nennt die Norm Mindestwerte horizontaler Beleuchtungsstärken von 300 lx. Diese Mindestwerte dürfen nicht unterschritten werden. Die DIN EN 12193 empfiehlt Planungswerte, die 25 % über den Mindestwerten liegen.

Anforderungen an die Versorgung mit Tageslicht sind in der **DIN 67526**

„Sportstättenbeleuchtung. Richtlinien für die Beleuchtung mit Tageslicht“ definiert:

„Tageslichtöffnungen, also Fenster und Oberlichter, dienen nicht nur zur Beleuchtung der Sportstätten, sondern schaffen auch einen visuellen Kontakt nach außen. Ihre Anwendung muss Blendungserscheinungen (Funktionsstörungen, Unfallgefahr) vermeiden. [...] In teilbaren Hallen dürfen die Wände wegen des Wechsels der Hauptbewegungsrichtung keine Lichtöffnungen erhalten, sofern nicht durch Oberlichter [...] Blendung und Silhouetteneffekt vermieden werden können.“

Folgende werden Werte empfohlen:

- Tageslichtquotient am ungünstigsten Punkt: 2 %
- Tageslichtquotient im Mittel: 3 %

Des Weiteren sollte eine hohe Gleichmäßigkeit erzielt werden.

Reflexionsgrade

Der Reflexionsgrad beschreibt den Anteil des allseitig zurückgestrahlten Lichts einer Fläche. Um eine ausgewogene Leuchtdichteverteilung in den Hallen zu erreichen, werden folgende Reflexionsgrade gefordert (DIN 5036 – 2)

Boden $\rho \geq 0,25$

Wände, Türen, Trennvorrichtungen $\rho \geq 0,45$

Decke $\rho > 0,5$ (angestrebt $\geq 0,25$)

Reflexionsgrade sind materialabhängig; eine Auflistung dazu befindet sich im Anhang Abschnitt 11.14.

7.2 Tageslichtsimulation

Zur Optimierung der Versorgung der Halle mit Tageslicht werden die Planungsstände mit Hilfe einer Tageslichtsimulation untersucht. Durch Variantenbildung werden Empfehlungen abgeleitet. Die Simulation erfolgt mit dem Programm Relux Version 2007-3.

Weiterhin wird der monatliche bzw. jährliche prozentuale Anteil bestimmt, bei dem das Tageslicht bei einem definierten Tageslichtquotienten und einer geforderten Beleuchtungsstärke ausreicht.

Erster Planungsstand

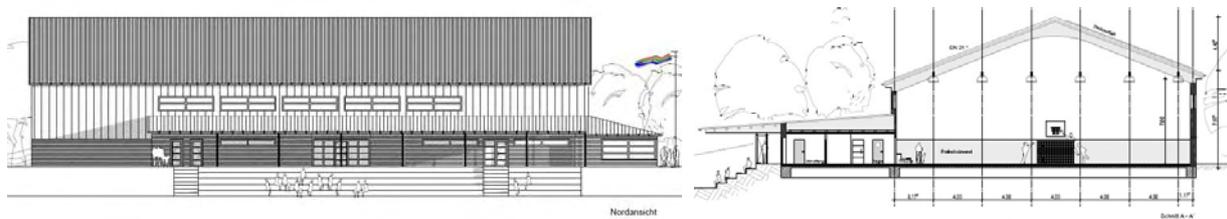


Abbildung 17: Nordansicht und Schnitt erster Planungsstand

Randbedingungen erster Planungsstand

Standort		Nordhastedt
Himmel		Diffus (Bedeckter Himmel nach CIE)
Reflexionsgrade	Decke; Boden; Innenwände	70 % ; 55 % ; 60 %
Fenster		Zweiseitig
Rahmenanteil und Verschmutzungsgrad		35 % ; 10 %
Lichttransmission	Fenster und Oberlicht	70 %
Betriebszeit	werktags	8:00 – 22:00

Tabelle 6: Randbedingungen Tageslichtsimulation erster Planungsstand

Ergebnis erster Planungsstand

Die wesentlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Tageslichtnutzung sind die Anordnung und die Gestaltung der transparenten Flächen in der Gebäudehülle. In zwei Varianten wurde die Fensterfläche optimiert.

Varianten		Variante 1.1 Erster Stand	Variante 1.2	Variante 1.3
Fenster (Nord)	Abmessungen (Breite x Höhe in m)	24,6 x 1,2	44 x 1,8	44 x 1,8
Fenster (Süd)	Abmessungen (Breite x Höhe in m)	24,6 x 1,2	44 x 2,4	44 x 1,8
Oberlicht	Abmessungen (Breite x Höhe in m)	Kein Oberlicht	40 x 1,2	40 x 1,2
Tageslichtquotient	Ergebnis (Mittelwert)	1,2 %	4,5 %	4,1 %

Tabelle 7: Varianten und Ergebnis Tageslichtsimulation erster Planungsstand

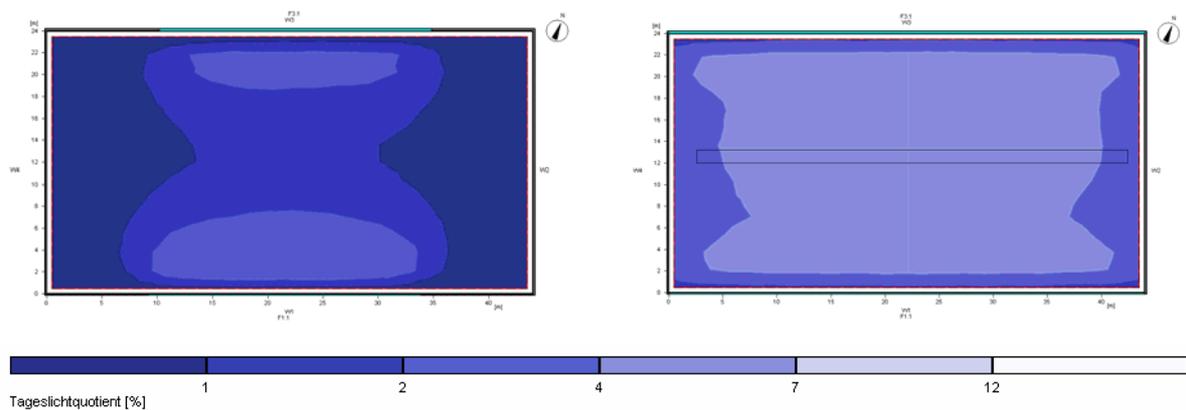


Abbildung 18: Tageslichtberechnung der Halle – links Stand erster Planungsstand, rechts Variante 1.3

Folgende Punkte werden für die weitere Planung abgeleitet:

- Zur Erhöhung des Tageslichtanteils sind zusätzliche Fenster erforderlich. Die Fensterbänder Nord und Süd wurden auf die gesamte Gebäudebreite ausgeweitet.
- Optimierung der horizontalen Anordnung / Sturzhöhe zur Belichtung der Raumtiefe
- Zur Verbesserung der Gleichmäßigkeit sollten zusätzlichen Oberlichter, die ein nahezu blendfreies Zenitlicht ermöglichen, in der weiteren Planung untersucht werden.

Zweiter Planungsstand

Gegenüber dem ersten Planungsstand wurden die Fenster der Nord und Südfassade über die ganze Gebäudelänge ausgedehnt. Zusätzlich wurde die Lage der Fenster aufgrund der Änderung der Dachform verändert.

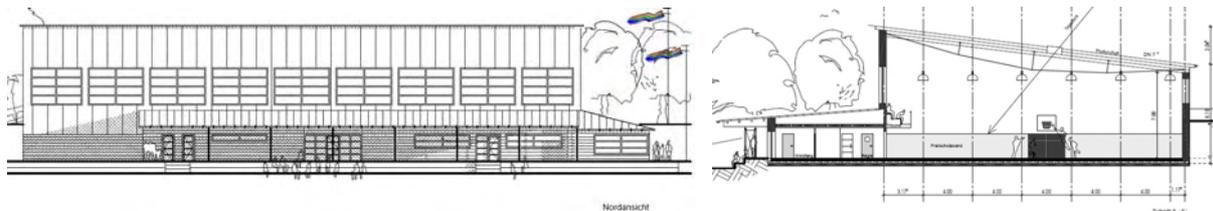


Abbildung 19: Nordansicht und Schnitt zweiter Planungsstand

Randbedingungen zweiter Planungsstand

Standort	Nordhastedt	
Himmel	Diffus (Bedeckter Himmel nach CIE)	
Reflexionsgrade	Decke; Boden; Innenwände	70 % ; 55 % ; 60 %
Fenster	Zweiseitig	
Lichttransmission	Fenster	70 %
Rahmenanteil und Verschmutzungsgrad	10 % ; 10 %	
Lichttransmission	Oberlicht	50 %
Rahmenanteil und Verschmutzungsgrad	20 % ; 10 %	

Tabelle 8: Randbedingungen Tageslichtsimulation zweiter Planungsstand

Ergebnis zweiter Planungsstand

Varianten		Variante 2.1 2. Stand	Variante 2.2 ohne OL	Variante 2.3 ohne OL	Variante 2.4 ohne OL	Variante 2.5 mit OL
Fenster (Nord)	Abmessungen (Breite x Höhe in m)	9 Stück á 4,3 x 3	9 Stück á 4,3 x 3	9 Stück á 4,3 x 3	9 Stück á 4,3 x 2,5	9 Stück á 4,3 x 2,0
Position der Fenster	Abstand Dachunter- kante zu Sturz	2,4 m	2,4 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m
Fenster (Süd)	Abmessungen (Breite x Höhe in m)	9 Stück á 4,3 x 2	9 Stück á 4,3 x 2	9 Stück á 4,3 x 2	9 Stück á 4,3 x 2,5	9 Stück á 4,3 x 2,5
Position der Fenster	Abstand Dachunter- kante zu Sturz	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m
Oberlicht	Abmessungen (Breite x Höhe in m)	22 Stück á 1 x 1	Kein Oberlicht	Kein Oberlicht	Kein Oberlicht	4 Stück á 1,5 x 1,5
Tageslichtquotient	Ergebnis (Mittelw.)	5,12 %	4,36 %	3,94 %	4,07 %	4,27 %

Tabelle 9: Varianten und Ergebnis Tageslichtsimulation zweiter Planungsstand

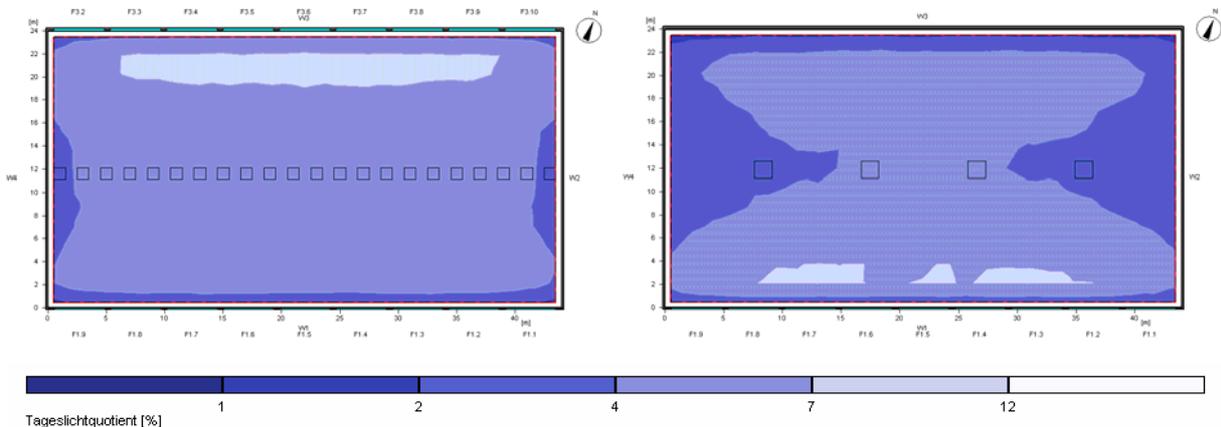


Abbildung 20: Tageslichtberechnung der Halle – links Stand zweiter Planungsstand, rechts Variante 2.5

Im zweiten Planungsstand wurden die Fenster deutlich vergrößert. Durch Variation der Anordnung konnten die Fenster in Anzahl und Größe bei Beibehaltung der aufgestellten Anforderung (Tageslichtquotient $\geq 4,0$) wieder etwas reduziert werden.

Dritter Planungsstand

Wesentliche Änderung ist die Gebäudetiefe durch geänderte Anordnung der Tribüne oberhalb der Geräteräume.

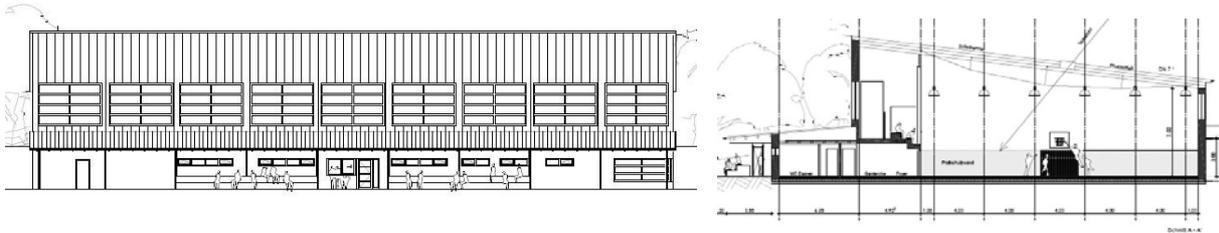


Abbildung 21: Nordansicht und Schnitt dritter Planungsstand

Randbedingungen dritter Planungsstand

Standort	Nordhastedt, diffus (Bedeckter Himmel nach CIE)	
Reflexionsgrade	Decke; Boden; Innenwände	70 % ; 55 % ; 60 %
Fenster	Zweiseitig	
Lichttransmission	Fenster	70 %
Rahmenanteil und Verschmutzungsgrad	10 % ; 10 %	
Lichttransmission	Oberlicht	40 %
Rahmenanteil und Verschmutzungsgrad	10 % ; 10 %	

Tabelle 10: Randbedingungen Tageslichtsimulation dritter Planungsstand

Ergebnis dritter Planungsstand

Varianten		Variante 3.1 3. Stand	Variante 3.2 ohne OL	Variante 3.3 ohne OL	Variante 3.4 mit OL	Variante 3.5 mit OL
Fenster (Nord)	Abmessungen (Breite x Höhe in m)	9 Stück á 4,5 x 3	9 Stück á 4,5 x 5	9 Stück á 4,5 x 3	9 Stück á 4,5 x 5	9 Stück á 4,54 x 3
	Höhe Unterkante (m)	4,5	4,5	6,5	4,5	6,5
Fenster (Süd)	Abmessungen (Breite x Höhe in m)	9 Stück á 4 x 2	9 Stück á 4 x 2	9 Stück á 4 x 2	9 Stück á 4 x 2	9 Stück á 4 x 2
	Höhe Unterkante (m)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Oberlicht	Abmessungen (Breite x Höhe in m)	Kein Oberlicht	Kein Oberlicht	Kein Oberlicht	2 Stck á 5 x 2,5	2 Stck á 5 x 2,5
	Abstand Traufe (m)	-	-	-	9,75	9,75
Tageslichtquotient	Ergebnis (Mittelw.)	2,79	3,81	3,03	4,59	3,79

Tabelle 11: Varianten und Ergebnis Tageslichtsimulation dritter Planungsstand

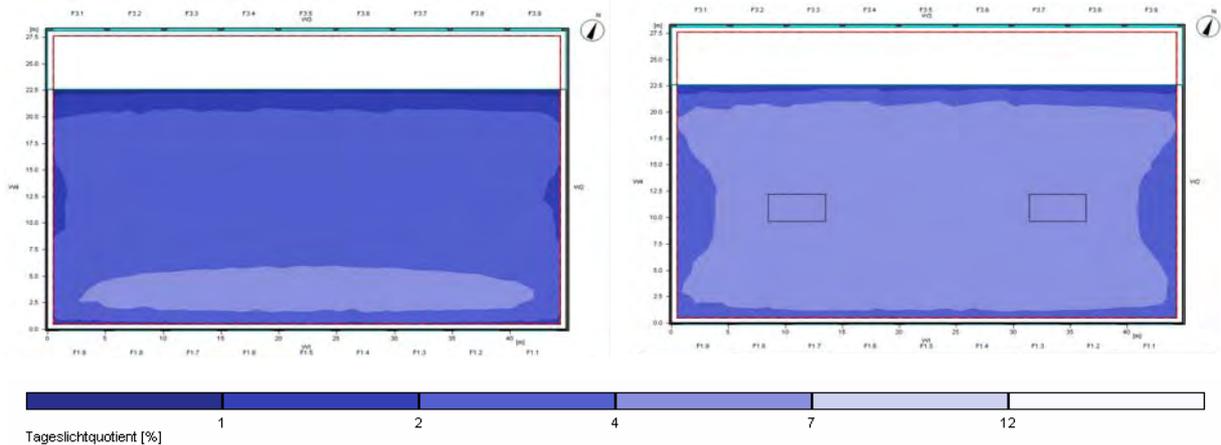


Abbildung 22: Tageslichtberechnung der Halle – links Stand dritter Planungsstand, rechts Variante 3.4

Zur Einhaltung der Anforderung an den mittleren Tageslichtquotienten ist eine Vergrößerung der Fenster erforderlich. Der Grund dafür liegt in der Erhöhung der Raumtiefe.

(Vergl. auch Ergebnisse der Tageslichtberechnungen 11.12)

7.3 Kunstlicht

Anforderungen

Für Sporthallen beträgt die empfohlene Nennbeleuchtungsstärke (Mittelwert der Beleuchtungsstärke auf der Sportfläche) je nach Nutzung folgende Werte:

Sportart	Horizontale Nennbeleuchtungsstärke E	
	Training (Beleuchtungsklasse III) [lx]	Wettkampf regional (Beleuchtungsklasse II) [lx]
Gymnastik	200	300
Turnen	200	300
Leichtathletik	200	300
Ballspiele	200	500
Hockey	300	500
Badminton	300	500
Tennis	300	500
Tischtennis	300	500

Tabelle 12: Empfohlene Nennbeleuchtungsstärken für Innenanlagen (Auszug EN 12193:1999)

Da die Nennbeleuchtungsstärke für den Betriebszustand gilt, ist bei der Planung der Nennwert mit 1,25 zu multiplizieren. Für die Halle Nordhastedt soll die Beleuchtungsklasse II erreicht werden.

Weitere Anforderungen sind:

- Gleichmäßige Anordnung der Leuchten zur Bildung angemessener Schatten ohne harte Schlagschatten.
- Grenze für die örtliche Gleichmäßigkeit der horizontalen Beleuchtungsstärke $g = E_{\min}/E_m$ auf der Sportfläche beträgt für Training 1 : 2, für den Wettkampf 1 : 1,5
- Verwendung von Rasterleuchten zur Vermeidung von Direktblendung aus unterschiedlichen Blickrichtungen.
- Verwendung matter Oberflächen zur Vermeidung von Blendung durch Reflexion.
- In Hallen mit Fenstern Lichtfarbe neutralweiß oder tageslichtweiß verwenden.
- Farbwiedergabe-Index mindestens 65.

Erfahrungen Sporthalle Neuberend

Bei der Sporthalle Neuberend wurde eine Messung des Strom Lastganges und der Beleuchtungsstärke nach Inbetriebnahme durchgeführt.

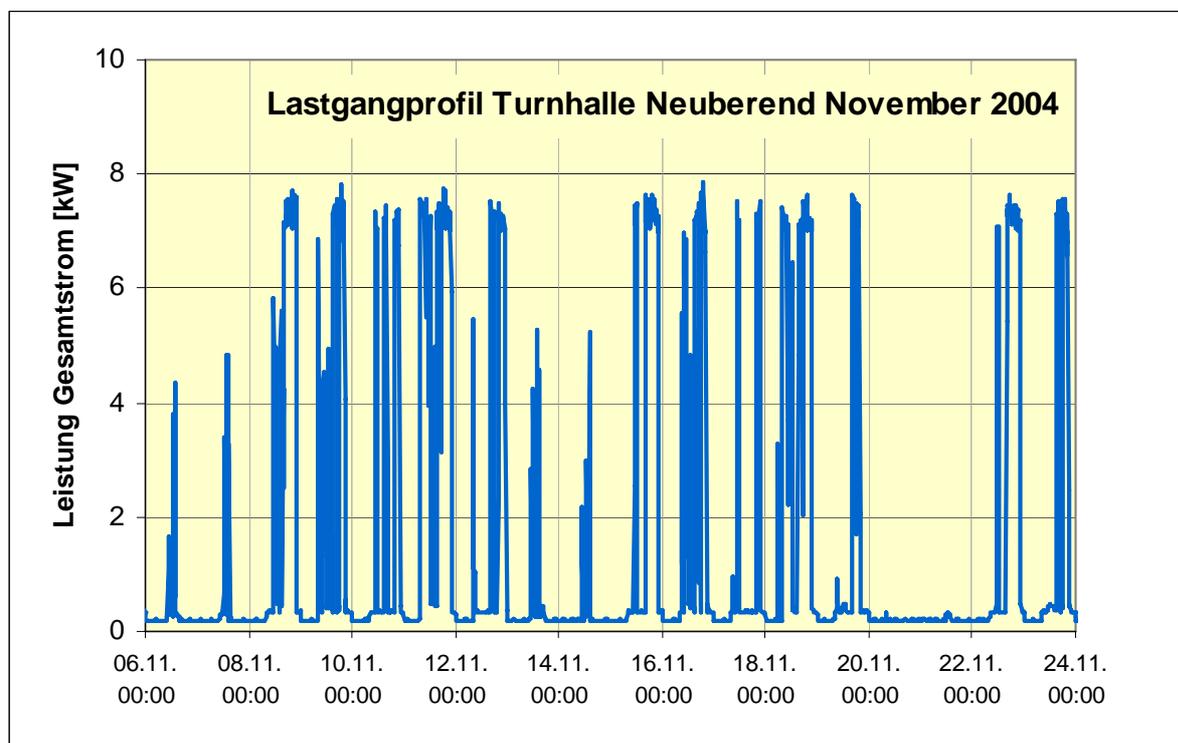


Abbildung 23: Stromlastgangmessung Schulsporthalle Neuberend November 2004 (mit offensichtlich nicht eingestellter Beleuchtungsregelung und Ausfall einer Lüftungsanlage)

Ergebnis: Die künstliche Beleuchtung ist Hauptverursacher beim Stromverbrauch !

Effizienz

Eingesetzt wird eine effiziente künstliche Beleuchtung. Diese entspricht dem Stand der Technik:

- Leuchtstofflampen T5, Mindesteffizienz > 90 lm/W
- Rasterleuchten, Betriebswirkungsgrad mindestens > 80%, Ballwurfsicher
- Elektronische Vorschaltgeräte
- Tageslichtabhängige Regelung, Präsenzsteuerung, 200 lx Grundeinstellung, 500 lx schaltbar jedoch automatische Rücksetzung auf 200 lx nach def. Zeiteinstellung. Weitere Lichtszenen sollen einstellbar sein: z.B 100 lx für Veranstaltungsbetrieb
- Die mittlere Leistungsaufnahme wird auf 10 W/m² abgeschätzt

Kunstlichtbedarf Halle Nordhastedt

Für den Standort und die oben aufgestellten Anforderungen lässt sich der Bedarf an Kunstlicht ermitteln. So können die berechneten Tageslicht Varianten aus wirtschaftlicher Sicht bewertet werden.

Die Sonnenwahrscheinlichkeit für den Standort Norddeutschland wurde berücksichtigt. Ebenso die tägliche Nutzungszeit und der Sonnenstand im Jahresverlauf.

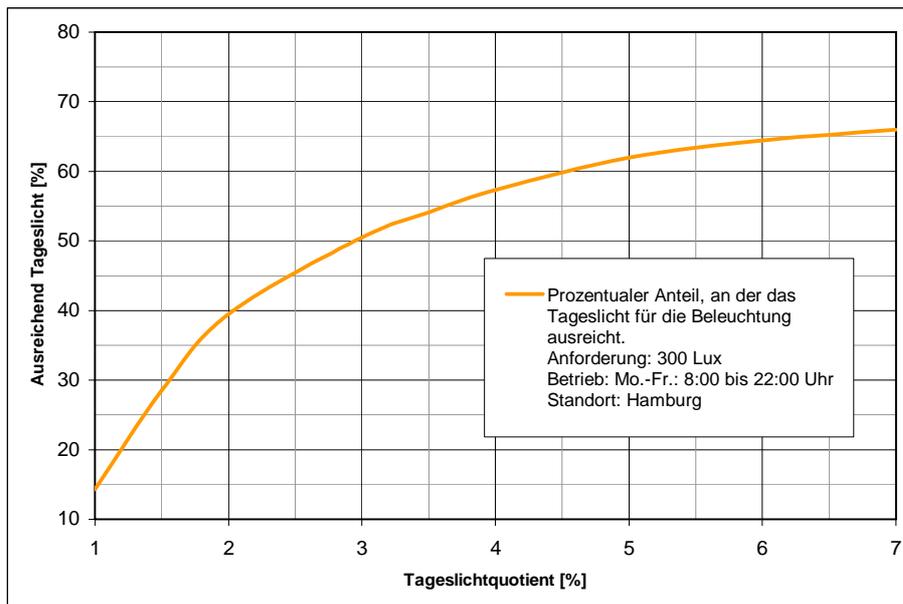


Abbildung 24: Ausreichender Anteil Tageslicht in Abhängigkeit des Tageslichtquotienten (Standort Norddeutschland, ermittelt mit dem Programm RELUX)

Variante:	Variante 3.1 3. Stand	Variante 3.2 ohne OL	Variante 3.3 ohne OL	Variante 3.4 mit OL	Variante 3.5 mit OL
Tageslichtquotient im Mittel [%]	2,79	3,81	3,03	4,59	3,79
Anteil Kunstlicht [h/a]	1864	1571	1717	1462	1608
Strombedarf Kunstlicht [kWh/a]	18039	15209	16624	14148	15563

Tabelle 13: Strombedarf für Kunstlicht (Nutzungszeit Halle: 3654 h/a, Kennwert Beleuchtung: 10 W/m²)

Variante:	Variante 3.2 ohne OL	Variante 3.3 ohne OL	Variante 3.5 mit OL	Dunkelhalle:
Kapitalkosten [€/a]	901	0	1.690	-2.689
Betriebskosten [€/a]	392	0	695	-1.111
Verbrauchskosten [€/a]	-455	-329	-483	4.215
Mehrkosten [€/a]	839	-329	1.902	415

Tabelle 14: Mehr- und Minderkosten gegenüber Variante 3.1 (Berechnung und Annahmen siehe Anhang)

7.4 Zusammenfassung und Empfehlung

Es zeigt sich, dass der „konventionelle Passivhaus-Ansatz“ nicht zielführend ist. Große Fensterflächen auf der Südseite und sehr kleine Fenster auf der Nordseite reduzieren zwar den Heizwärmebedarf, führen aber zu einer ungleichmäßigen Belichtung und erhöhen folglich den Strombedarf. Weiterhin muss der Sommerfall beachtet werden.

Aufgrund des hohen Anteiles der künstlichen Beleuchtung an den Betriebskosten für Energie wird das Tageslicht nicht für hohe passive solare winterliche Gewinne sondern für eine gute gleichmäßige Belichtung dimensioniert.

- Eine Dunkelhalle ist bei einer Preissteigerung von 4% für Strom nicht wirtschaftlich.
- Oberlichter im Dach sind für diese Halle nicht wirtschaftlich und werden nicht weiter verfolgt.
- Die Untersuchungen zeigen, dass ein Fensterband mit 3 m Höhe Nord und 2 m Höhe Süd sinnvoll und wirtschaftlich sind. Die größere Fläche Süd ergibt sich aus der vorgelagerten Tribüne (größere Tiefe im Vergleich zu Süd !)

8 Lüftung

8.1 Anforderungen / notwendiger Luftwechsel

Zur Sicherstellung des hygienisch notwendigen Luftwechsels und zur Abfuhr von Wärmelasten im Sommer ist eine Belüftung des Gebäudes notwendig. Zusätzlich muss eine Abluft in den Sanitärbereichen sichergestellt werden.

Nach **DIN 18032-1** „Hallen und Räume für Sport und Mehrzwecknutzung. Teil1: Grundsätze für die Planung“ soll eine natürliche Be- und Entlüftung im Regelfall angestrebt werden.

Wenn RLT-Anlagen erforderlich sind empfiehlt die Norm folgende Luftströme:

- 60 m³/h je Sportler je Halle
- 20 m³/h je Zuschauerplatz (Nichtraucher)

Für Umkleide- und Sanitärräume werden folgende Luftmengen empfohlen, wenn RLT erforderlich ist:

- Für Umkleideräume 6facher Luftwechsel
- Für Sanitärräume 8 bis 10facher Luftwechsel

8.2 Mechanische Lüftung

Im Verlauf der Planung wurden verschiedene Lösungswege untersucht:

Ausschließliche mechanische Be- und Entlüftung der Umkleiden / Duschen

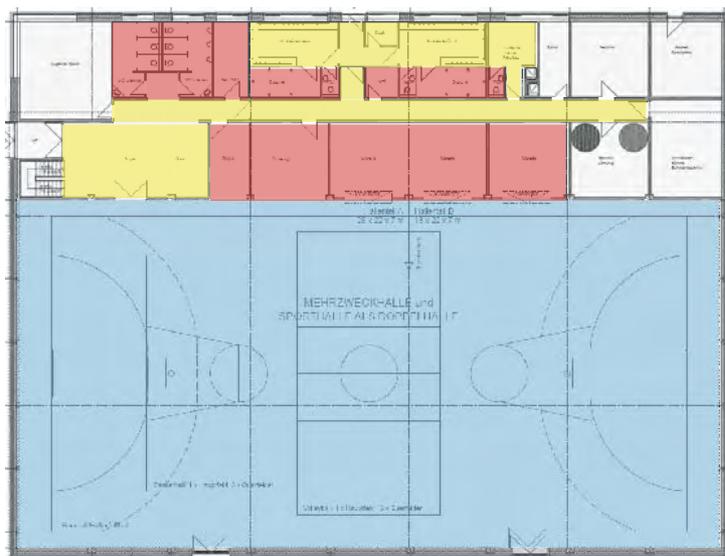
Der Vorteil dieser Lösung ist die einfache Luftführung mit relativ kurzen Leitungslängen. Fluchtwege müssen nicht zwingend gekreuzt werden (Brandschutz: Abschottung oder Brandschutzklappe !). die Kosten werden auf ca. 18.000 € geschätzt. Da die Hauptnutzung in der Halle stattfindet, sollte diese jedoch mit einem Grundluftwechsel versehen werden. Eine Wärmerückgewinnung ist in der Halle nicht möglich. Diese Lösung wird deshalb nicht weiter verfolgt.

2 getrennte mechanische Lüftungsanlagen für die Halle und für den Nebentrakt

Vorteil dieser Lösung ist die unabhängige Ansteuerung der beiden Anlagen entsprechend der Präsenz in den jeweiligen Bereichen. Allerdings steigen die Investitionskosten und die Luftmenge an. Es müssen 2 Anlagen gewartet werden. Die Kosten für diese Variante werden auf 45.000 € geschätzt (Annahme Grundluftwechsel in der Halle, 2.000 m³/h). Wird die Anlage auf den Veranstaltungsbetrieb ausgelegt, ergeben sich deutlich höhere notwendige Luftmengen: Z.B. 400 Personen, 30 m³/P, 12.000 m³/h. die Anlagenkosten steigen auf über 100.000 € an. Da dieser Fall jedoch nicht als Regelnutzung auftreten wird, wird die Auslegung auf den Spitzenfall verworfen. Die Installation von 2 getrennten Anlagen wird ebenfalls aus Kostengründen verworfen.

Gemeinsame Lüftungsanlage für Nebentrakt und Halle

Geplant ist eine gemeinsame Anlage für den Nebentrakt und für die Halle. Die Auslegung erfolgt aufgrund der notwendigen Feuchteabfuhr in den Duschräumen. Die Zuluft wird jedoch nicht in die Umkleieräume, sondern in die Halle eingeblasen. Auf ein verzweigtes Rohrnetz in der Halle wird verzichtet. Zur Dämpfung der Kosten erfolgt ein direktes Einblasen der Frischluft in die Halle im Bereich der Innenwand Nebentrakt / Halle. Die Luftmenge von 2.000 m³/h dient in der Halle als Grundlüftung (ausreichend für 35 bis 100 ständig anwesenden Personen je nach Aktivität). Die Kosten werden auf 33.000 € geschätzt. Für die vorgesehenen Regelnutzungen ist die hochwirksame Wärmerückgewinnung nutzbar.



- Blau: Zuluft Halle
- Gelb: Überströmung Flur / Umkleiden
- Rot: Abluft Sanitär / Geräte

Abbildung 25: Lüftungsschema RLT

Folgendes Lüftungskonzept ist Stand der Planung und soll weiter verfolgt werden:

- Einsatz einer passivhaustauglichen RLT Anlage mit einem Wärmebereitstellungsgrad der WRG > 85%. Die Hilfsenergie sollte < 0,4 W/m³ Luft betragen.
- Trennung der Lüftungsfunktion von der Heizfunktion (die oft propagierte Kopplung wird aus Gründen der erhöhten Störanfälligkeit hier nicht verfolgt). Also kein Heizregister in der RLT-Anlage. Sehr einfaches Gerät.
- Die Luftmenge wird mit **2.000 m³/h auf die Regelnutzung** ausgelegt (Sport: 35 bis 50 Personen, wenig Aktivität: 70 bis 100 Personen).
- Eingesetzt wird eine Strahlungsheizung (geringe Lufttemperatur, niedrige Systemtemperatur).
- Geregelt natürliche Lüftung über Zuströmöffnungen zur Gewährleistung der sommerlichen Lüftung, der Nachtauskühlung und der Lüftung bei hoher Belegung.

9 Qualitätssicherung und Monitoring

Begleitend zur Ausführung und für den Betrieb werden folgende Punkte geprüft:

Ausführungsplanung / Ausschreibung

- Prüfung des baulichen Wärmeschutzes und der Effizienz. Übereinstimmung der Planung und Ausschreibung mit dem Planungskonzept.
- Prüfung der Angebote auf Übereinstimmung mit den geforderten energetischen Zielen der Ausschreibung.

Bauausführung – Termine vor Ort

- Abgleich der tatsächlichen Bauausführung der wärmedämmenden Gebäudehülle auf Übereinstimmung mit der Planung (Maße, WLG, fachgerechte Verarbeitung)
- Sichtkontrolle in Hinblick auf Wärmebrückenvermeidung
- Sichtkontrolle bei der Herstellung der luftdichten Ebene
- Durchführung einer Blower-Door-Messung (DIN EN 13829, Verfahren A). Erstellen des Messberichtes. Ggf. in Kombination mit Infrarot-Thermografie (witterungsabhängig)

Messkonzept - Monitoring

Im Rahmen eines Messkonzeptes sollen die wesentlichen Energieverbräuche erfasst und dokumentiert werden. Durch unterstützende Kurzzeitmessungen soll u.a. auch eine Einregulierung und Fehlersuche unterstützt werden.

Folgende Punkte sind im Messkonzept vorgesehen:

- Messung der Wärmemengen und Stromverbräuche über drei Heizperioden (Kunstlicht, RLT-Anlage, Hilfsantriebe und sonstiges, Wärme Heizung, Wärme TWW, Energiemengen der Energieerzeuger)
- Kurzzeitmessung (1-3 Wochen) des Temperaturverhaltens im Sommer über mobile Datenlogger.
- Kurzzeitmessung Tages- und Kunstlichtangebot
- Blower-Door und Thermografie zur Prüfung der Gebäudehülle
- Kurzzeitmessung des Stromlastganges (Sommer und Winterwoche)
- Bericht mit Vorschlägen zur Optimierung

Abschlussbericht

Erstellen des Abschlussberichtes zur Dokumentation der Qualitätssicherung und des Monitorings.

10 Vergleich der Varianten

Ziel ist die Ermittlung einer langfristig wirtschaftlichen Lösungen mit möglichst geringer Umweltbelastung. Dazu werden Varianten mit unterschiedlichen wärmetechnischen Qualitäten der Gebäudehülle und verschiedenen Energieversorgungskonzepten beurteilt.

10.1 Varianten

Es werden folgende Varianten betrachtet:

	Variante 1.0	Variante 2.0	Variante 3.0	Variante 3.1	Variante 3.2	Variante 3.3	Variante 3.4
Gebäudehülle	EnEV	NEH	Passivhaus	Passivhaus	Passivhaus	Passivhaus	Passivhaus
Wärmeerzeuger	Kessel Erdgas	Kessel Erdgas	Kessel Erdgas	Kessel Erdgas	Kessel Holzpellet	Wärmepumpe	Wärmepumpe
Quelle	-	-	-	-	-	Trinkwasser Ltg.	Register Sohle
Wärmeleistung	60 kW	47 kW	18 kW	18 kW	18 kW	18 kW	18 kW
Solarthermie	0m ²	25m ²	0m ²	25m ²	25m ²	25m ²	35m ²
Heizfläche Halle Nebenraum	Decke HK Platte	Decke HK Platte	Decke HK Platte	Decke HK Platte	Decke HK Platte	Fußboden Fußboden	Fußboden Fußboden
Wärmerückgewinnung	WRG 70% Nebentrakt	WRG 70% Nebentrakt	WRG 85% gesamt	WRG 85% gesamt	WRG 85% gesamt	WRG 85% gesamt	WRG 85% gesamt

Tabelle 15: Übersicht über die Varianten (vergl. hierzu auch Anhang)

Für die oben aufgeführten Varianten werden die Mehr- bzw. Minderkosten ermittelt, die Energiebilanz aufgestellt und dynamische Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen durchgeführt. Einzelheiten sind im Anhang aufgeführt. Die wesentlichen Eckdaten werden auf den folgenden Seiten zusammen gefasst.

Variante 1.0 – EnEV Standard

Gebäudehülle: Entsprechend der derzeit gültigen EnEV 2007 (Vgl. Tabelle 5).
(Boden $U=0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$, Wand $U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$, Dach $U= 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Gebäudetechnik: Konventioneller Erdgaskessel 60 kW und Wärmeabgabe über Deckenstrahlplatten in der Halle und Heizkörper in den Umkleiden.
Einfache Lüftungsanlage zur Entlüftung der Sanitärräume, Halle über Fenster belüftet.

Variante 2.0 – Niedrigenergiehaus Standard

Gebäudehülle: NEH Standard, Ziel Heizwärmebedarf < 60 kWh/m²a (Vgl. Tabelle 5).
(Boden U=0,28 W/m²K, Wand U=0,20 W/m²K, Dach U= 0,19 W/m²K)

Gebäudetechnik: Erdgaskessel 47 kW, zusätzlich eine 25 m² thermische Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung.

Variante 3.0 – Passivhaus Standard

Gebäudehülle: PH Standard, Ziel Heizwärmebedarf < 15 kWh/m²a (Vgl. Tabelle 5).
(Boden U=0,15 W/m²K, Wand U=0,13 W/m²K, Dach U= 0,09 W/m²K)

Gebäudetechnik: Konventioneller Erdgaskessel 18 kW und Wärmeabgabe über Deckenstrahlplatten in der Halle und Heizkörper in den Umkleiden. PH Lüftungsanlage mit WRG > 85 % für den hygienisch notwendigen Luftwechsel.

Variante 3.1 – Passivhaus Standard + Solarthermie

Gebäudehülle: PH Standard, Ziel Heizwärmebedarf < 15 kWh/m²a (Vgl. Tabelle 5)

Gebäudetechnik: Konventioneller Erdgaskessel 18kW und Wärmeabgabe über Deckenstrahlplatten in der Halle und Heizkörper in den Umkleiden. PH Lüftungsanlage mit WRG > 85 % für den hygienisch notwendigen Luftwechsel der Feuchträume. Zusätzlich eine 25 m² thermische Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung.

Variante 3.2 – Passivhaus Standard + Holzpellets

Gebäudehülle: PH Standard, Ziel Heizwärmebedarf < 15 kWh/m²a (Vgl. Tabelle 5)

Gebäudetechnik: Holzpellet-Kessel 18kW und Wärmeabgabe über Deckenstrahlplatten in der Halle und Heizkörper in den Umkleiden. PH Lüftungsanlage mit WRG > 85 % für den hygienisch notwendigen Luftwechsel. Zusätzlich eine 25 m² thermische Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung.

Variante 3.3 – Passivhaus Standard + Wärmepumpe

Gebäudehülle: PH Standard, Ziel Heizwärmebedarf < 15 kWh/m²a (Vgl. Tabelle 5)

Gebäudetechnik: Wärmepumpe 18kW, die als Quelle die nah gelegene Haupt-Trinkwasserleitung (DN300) des Wasser-Verbandes Süderdithmarschen nutzt (DVGW Zulassung 06/2008). Die Wärmepumpe soll nach Möglichkeit mit dem „natürlichen“ Kältemittel CO₂ betrieben werden. Die Temperatur der Trinkwasserleitung beträgt mindestens 8°C. Wärmeabgabe über Fußbodenheizung in Halle und Umkleiden. PH Lüftungsanlage mit WRG > 85 % für den hygienisch notwendigen Luftwechsel. Zusätzlich eine 25 m² thermische Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung.

Variante 3.4 – Passivhaus Standard + Wärmepumpe

Gebäudehülle: PH Standard, Ziel Heizwärmebedarf < 15 kWh/m²a (Vgl. Tabelle 5)

Gebäudetechnik: Wärmepumpe, die als Quelle einen Erdreichssolespeicher nutzt, der auch als Zwischenspeicher der Solaranlage genutzt wird. Unter dem Hallenboden wird ein Register verlegt. Wärmeabgabe über Fußbodenheizung in Halle und Umkleiden. PH Lüftungsanlage mit WRG > 85 % für den hygienisch notwendigen Luftwechsel. Zusätzlich eine 35 m² thermische Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung und der Heizung über das Erdregister.

10.2 Kosten (300, 400)

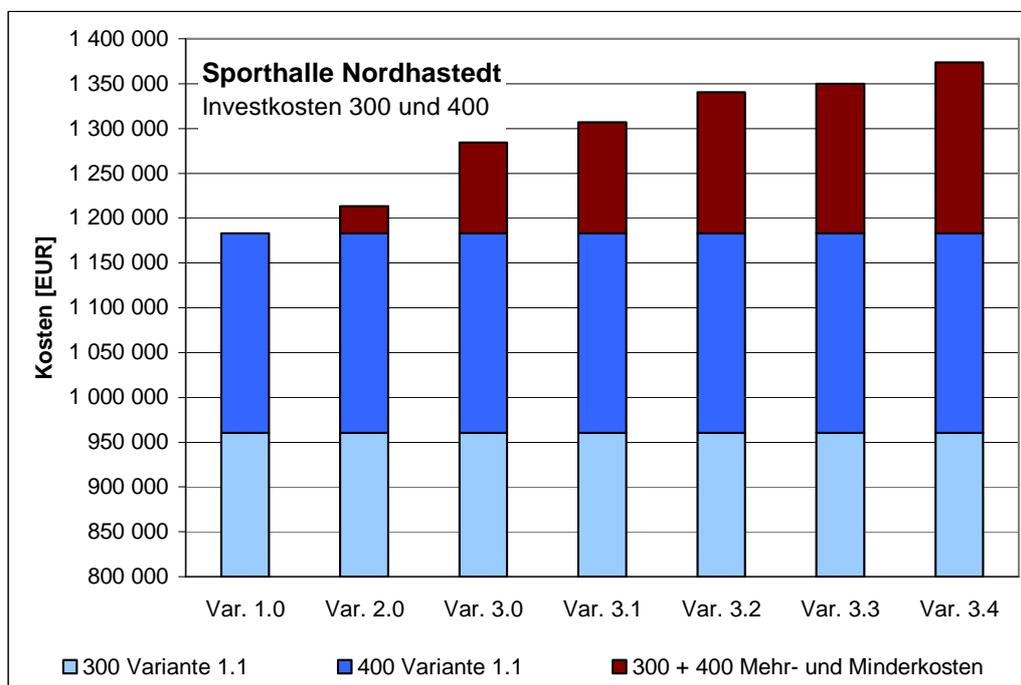


Abbildung 26: Investkosten der Varianten

Die oben angegebenen Kosten sind im Anhang detaillierter aufgeführt (Abschnitt 11.18)

Variante 2.0 (Niedrigenergie-Standard, Erdgaskessel + Solarthermie)

Mehrkosten von ca. 7.000 € entstehen durch die Erhöhung der Dämmstoffstärken. Verbesserte Fenster mit einem U-Wert von 1,3 W/m²K sind nur durch wärmetechnisch hochwertige Rahmen mit 2-fach Wärmeschutzverglasung oder durch Standardrahmen mit einer 3-fach Wärmeschutzverglasung erreichbar. Diese Mehrkosten wurden auf ca. 9.500 € geschätzt. Weiterhin wurde in der Variante der Einsatz einer thermischen Solaranlage zur Brauchwassererwärmung angenommen. Allerdings fallen Minderkosten von ca. 13.000 € aufgrund der geringeren Heizlast (Kessel, Heizflächen) an, so dass die Mehrkosten der Gebäudetechnik auf ca. 14.000 € abgeschätzt wurden.

Variante 3.0 (Passivhaus-Standard, Erdgaskessel)

Die gesamte Gebäudehülle wird in einem sehr hochwertigen wärmetechnischen Standard ausgestattet. Die Mehrkosten betragen ca. 127.000 € wovon die Fenster mit 3-fach Verglasung und passivhaustauglichen Rahmen einen Anteil von ca. 30.000 € ausmachen. Derzeit sind die passivhaustauglichen Rahmen noch relativ teuer.

Im Bereich der TGA werden die Mehrkosten durch eine hochwertige Lüftungsanlage durch die Einsparung in der Heizungstechnik (Kessel nur noch 18 kW, kleine Heizflächen !) überkompensiert. Für die KG 400 entstehen deshalb Minderkosten von ca. -25.000 €.

Insgesamt betragen deshalb die Mehrkosten des Passivhaus-Standards 7,9% der gesamten Baukosten (KG300 und 400).

Varianten 3.1 bis 3.4

Der Einsatz einer Solaranlage (Var. 3.1), eines Pelletkessels (Var. 3.2) bzw. einer Wärmepumpe (Var. 3.3 und 3.4) führt zu zusätzlichen Kosten.

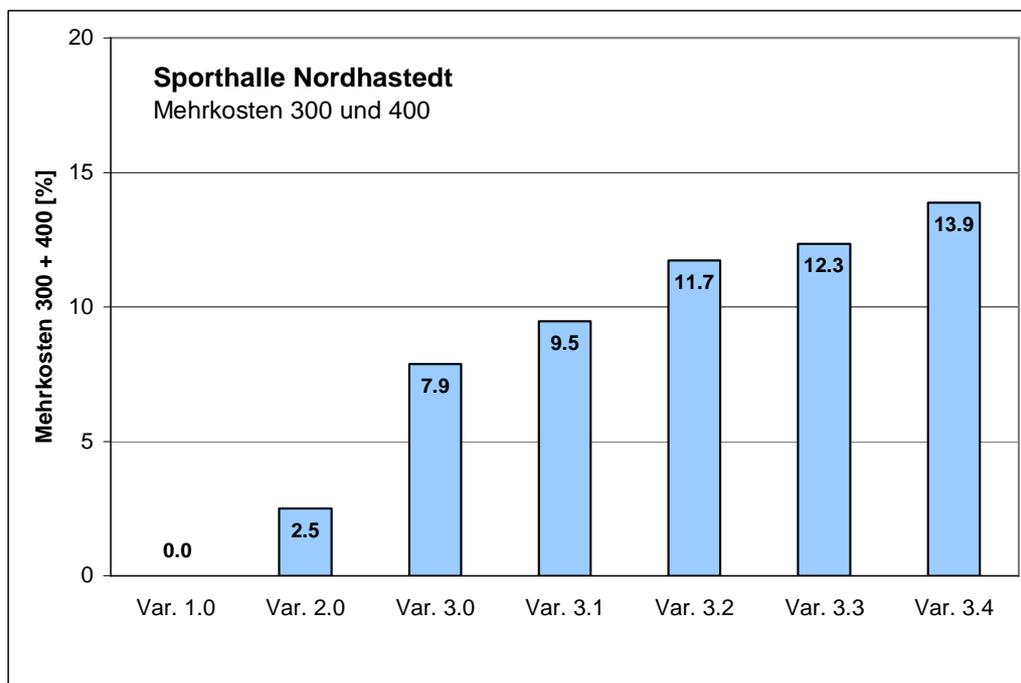


Abbildung 27: Mehrkosten 300 und 400 der Varianten

Zusammenfassung

Die **Mehrkosten für die Ausführung des Gebäudes als Passivhaus betragen 7,9 %** bezogen auf die Baukosten (300, 400, Variante 3.0). Die Mehrkosten steigen, falls die Energieversorgung umweltfreundlicher gestaltet werden soll (Variante 3.1 bis 3.4).

Einzelheiten der Kostenbetrachtung sind dem Anhang Abschnitt 11.18 beigefügt. Die Grundvarianten ist im Anhang Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ausführlich dokumentiert.

10.3 Betriebskosten im Jahr 1 (statisch)

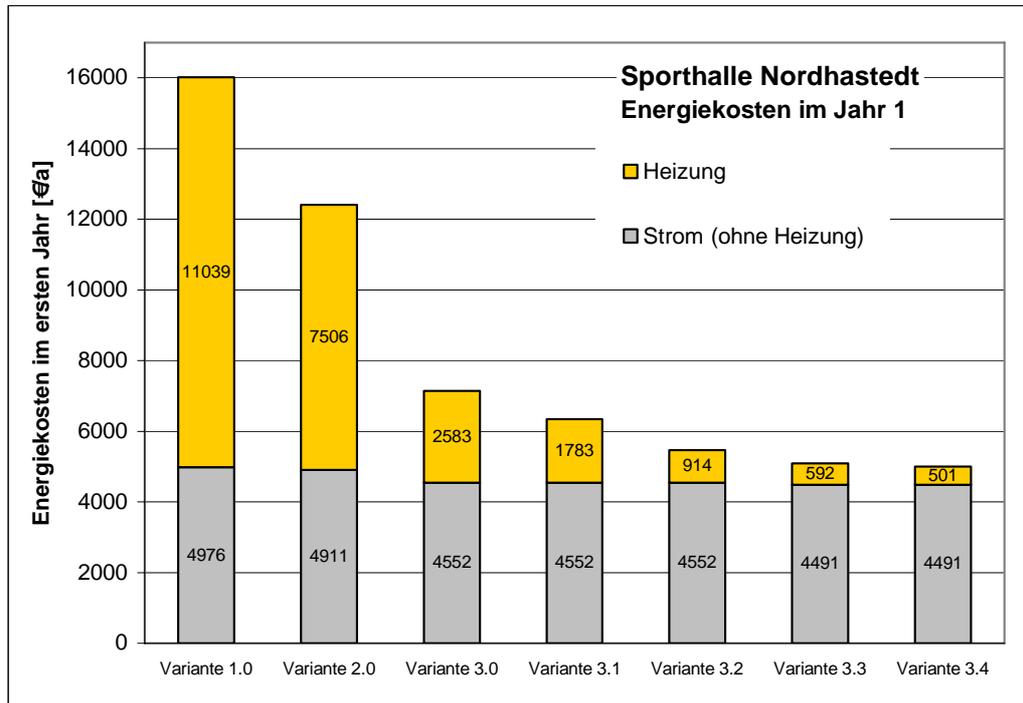


Abbildung 28: Energiekosten im 1. Jahr
(statisch, Strom 180 €/MWh, WP-Strom 110 €/MWh, Erdgas 80 €/MWh, Holzpellets 41 €/MWh)

Die geringsten Betriebskosten für Energie werden durch den Einsatz einer Wärmepumpe mit Kopplung über ein Erdspeicher unter der Sohle in Verbindung mit einer thermischen Solaranlage erreicht. Solaranlage, Wärmepumpe, Erdspeicher und Heizflächen sind über ein Regelsystem miteinander gekoppelt. Für die Variante 3.4 sind allerdings die höchsten Investitionskosten zu erwarten.

Die Gesamtwirtschaftlichkeit wird unten beurteilt.

10.4 Wirtschaftlichkeit (Jahreskosten dynamisch)

Für die dynamische Berechnung wird die Annuitätenmethode angesetzt (Jahreskosten, dynamisch). Bei 4% Preissteigerung für Energie ergeben sich die geringsten jährlichen Kosten für die Passivhausvariante 3.0 mit einfacher Erdgastherme.

Variante:	Variante 1.0	Variante 2.0	Variante 3.0	Variante 3.1	Variante 3.2	Variante 3.3	Variante 3.4
Jährliche Kosten [T EUR/a]	86.3	82.7	73.7	75.1	77.0	76.1	77.0

Tabelle 16: Berechnung der jährlichen Kosten

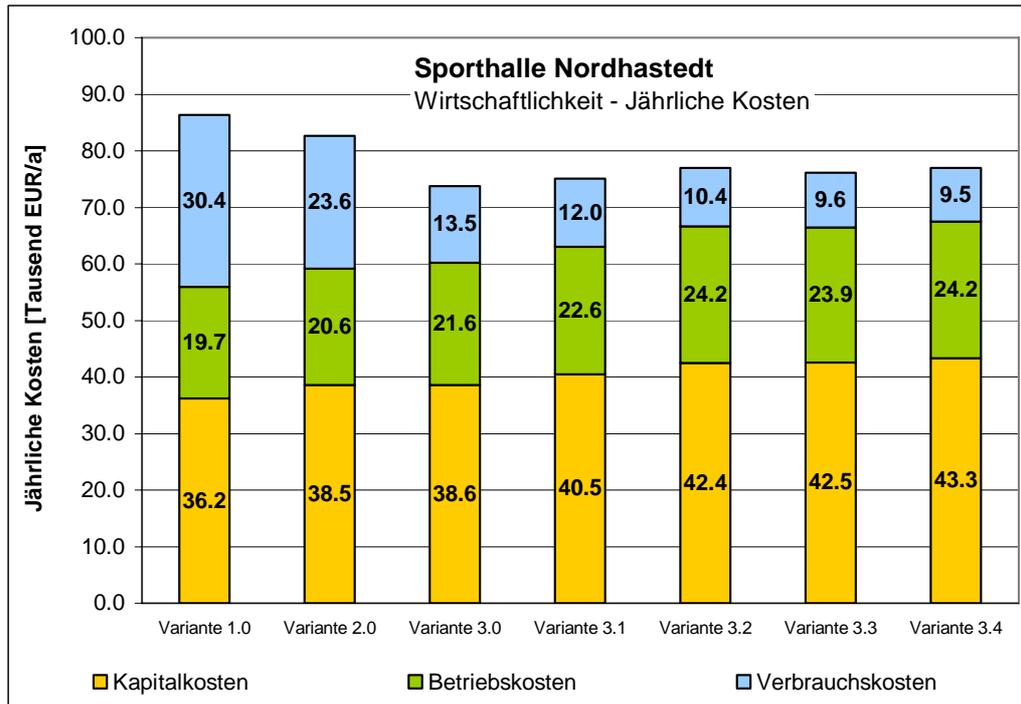


Abbildung 29: Wirtschaftlichkeitsberechnung der Varianten (hier DBU Zuschuss für 3.0 bis 3.4 angenommen!)

Die dynamische Kostenrechnung ist im Anhang Abschnitt 11.19 dokumentiert.

Die Berechnung zeigt, dass die sehr hochwertig gedämmte Gebäudehülle (Variante 3.0, Passivhaus-Standard) zu den geringsten jährlichen Kosten führt. Eine weitere Verbesserung der Anlagentechnik führt zwar zu einer weiteren Absenkung der Betriebskosten, allerdings sind die Kosten für die erhöhte Investition dadurch nicht aufzufangen (Bei 4% Preissteigerung!).

Aus wirtschaftlichen Gründen sollte zunächst in die Minimierung des Energiebedarfs, also vorrangig in die wärmetechnische Qualität der Gebäudehülle investiert werden. Der Passivhaus-Standard kann gegenüber heute gesetzlich geforderten Standards als wirtschaftlicher bezeichnet werden.

Eine verbesserte umweltfreundlichere Anlagentechnik ist der zweite Schritt, da die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen (Variante 3.1 bis 3.4) bei Preissteigerungen von 4% nicht nachgewiesen werden konnte.

Sensitivitätsanalyse

Wird für die **Mehrkosten** der Varianten 3.0 bis 3.4 ein Zuschuss der **DBU von 50%** angenommen, so ergibt sich für verschiedene Preissteigerungen folgendes Ergebnis:

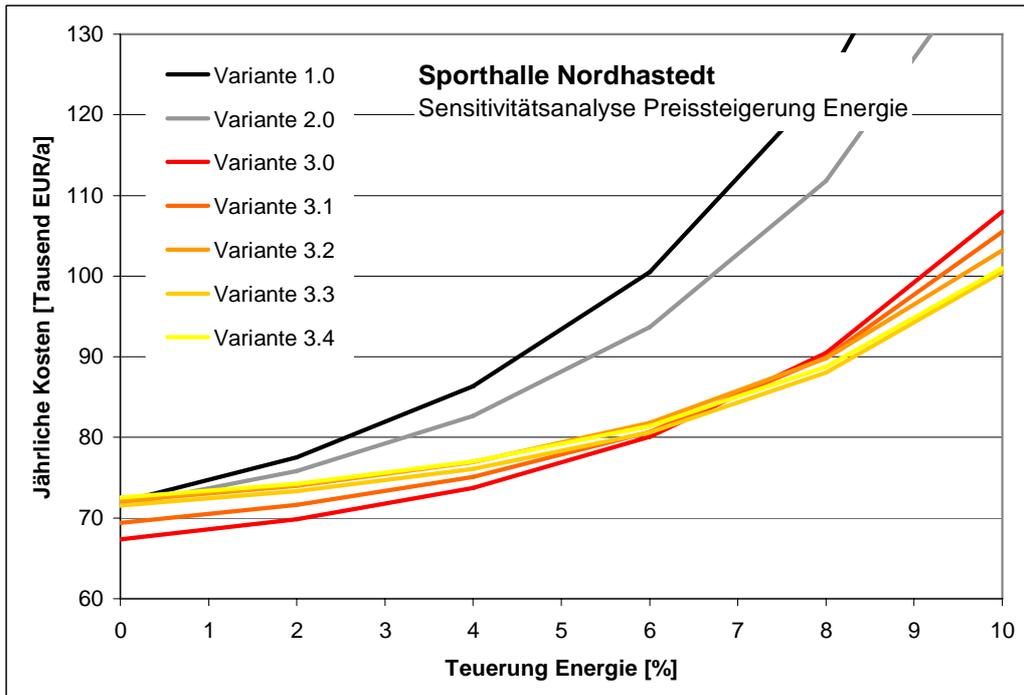


Abbildung 30: Wirtschaftlichkeitsberechnung Varianten – Sensitivitätsanalyse mit DBU Zuschuss

Unten wurde **kein DBU Zuschuss** zu den Mehrkosten des Passivhaus-Standards und der Heizwärmeversorgung im Rahmen der Sensitivitätsanalyse angenommen.

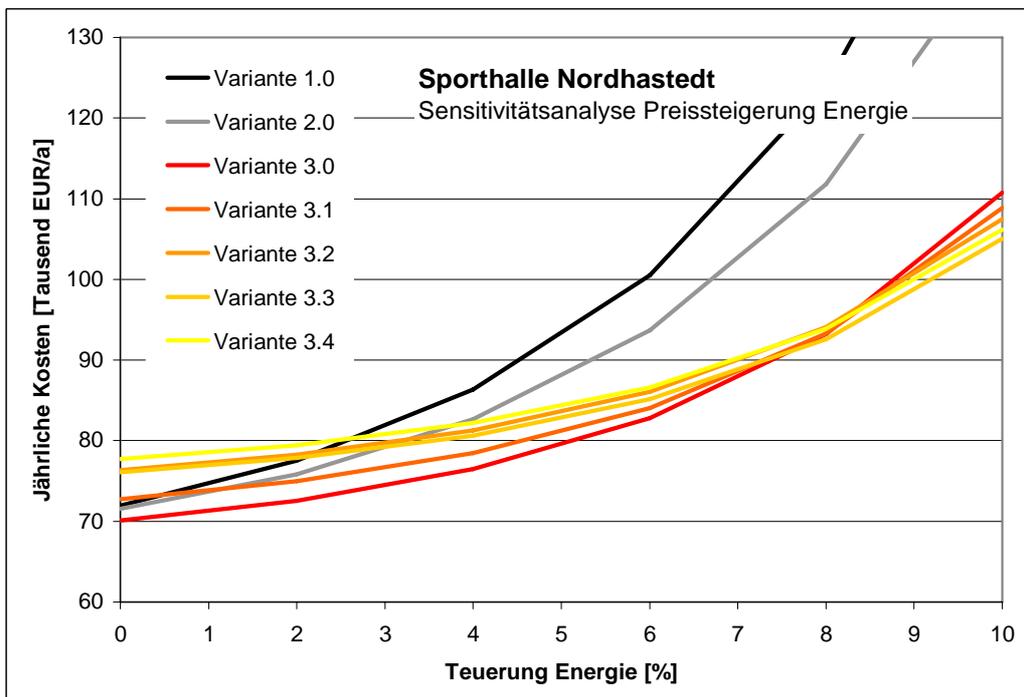


Abbildung 31: Wirtschaftlichkeitsberechnung Varianten – Sensitivitätsanalyse ohne DBU Zuschuss

Ergebnis

- Die Varianten 3.0 (Passivhaus, Erdgasterme) führt bei 4% Preissteigerung zu den niedrigsten Kosten.
- Ab 7,5% Preissteigerung ist die Variante 3.3 (Passivhaus, Wärmepumpe an Trinkwasserleitung) die wirtschaftlichste Wahl. Wird ein Zuschuss eingerechnet, so ist bei ca. 6% Preissteigerung die Variante 3.3 am wirtschaftlichsten.
- Erkennbar ist die starke Abhängigkeit der jährlichen Kosten der „konventionellen“ Varianten 1 und 2 bei Preissteigerungsraten über 4%.

10.5 Umweltwirkung

Unten abgebildet ist der Primärenergiebedarf im Vergleich.

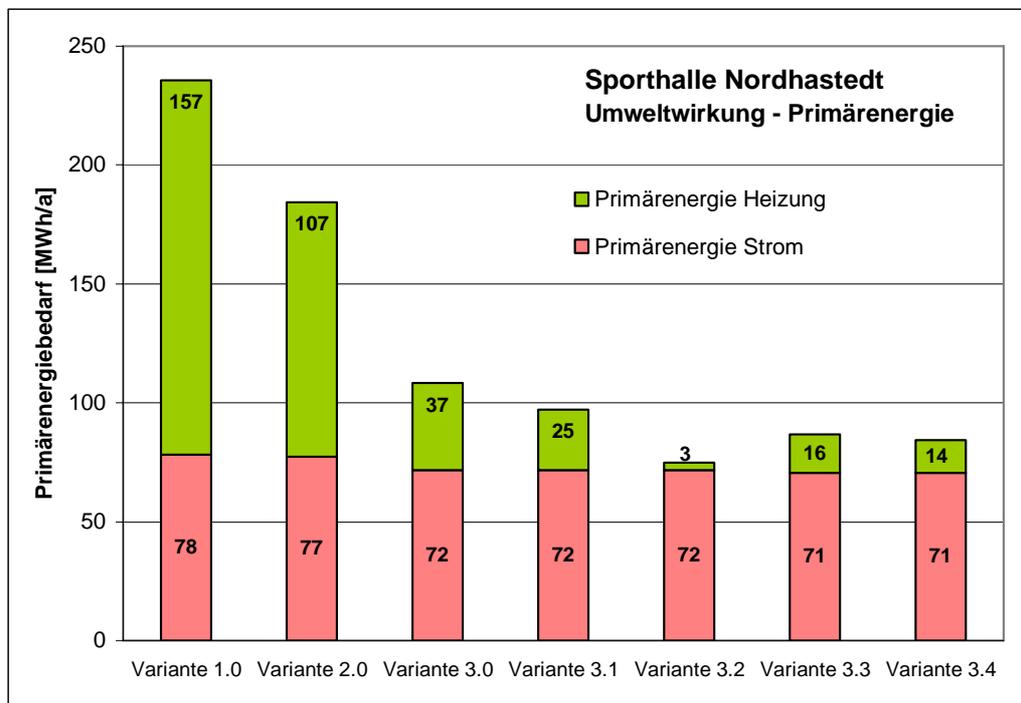


Abbildung 32: Umweltwirkung Varianten – Primärenergie

Alle Passivhaus-Varianten bewegen sich auf niedrigem Niveau. Der niedrigste Primärenergieaufwand wird durch die Beheizung mit Holzpellets erreicht (Variante 3.2).

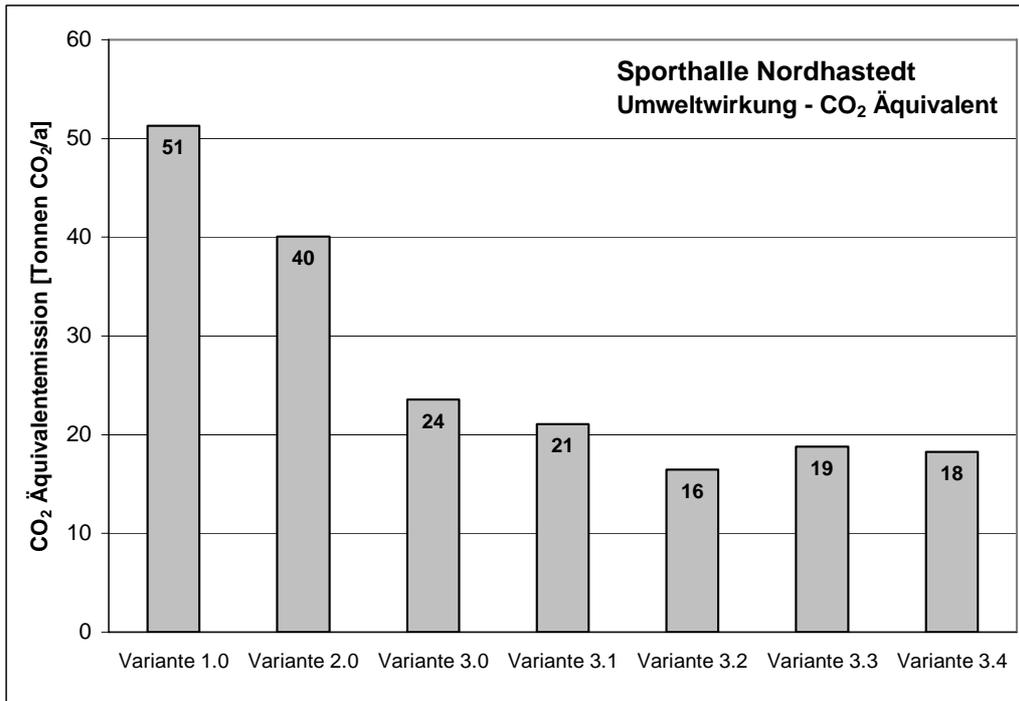


Abbildung 33: Umweltwirkung Varianten – CO₂ Äquivalent

Die Variante 3.2 (Passivhaus, Holzpellettheizung, therm. Solaranlage) weist die geringsten CO₂-Äquivalentemissionen auf.

10.6 Entscheidungsmatrix

Unten sind verschiedene Entscheidungskriterien mit einer Gewichtung von 1 bis 3 aufgeführt. Es werden Punktzahlen von 1 bis 3 vergeben und mit der Gewichtung multipliziert.

Wirtschaftlichkeit

Die berechnete Wirtschaftlichkeit der Variante ist ein entscheidendes Kriterium für die Gemeinde. Deshalb wird die Gewichtung mit 3 gewählt.

Umwelt

Die Umweltbelastung zu senken ist eine zentrale Aufgabe der Menschheit für die nächsten Jahre und Jahrzehnte. Die Gewichtung beträgt hier ebenfalls 3.

Innovation

Durch das Projekt sollen nach Möglichkeit neue Lösungen gefunden und eingesetzt werden. Wenn in der Umsetzung keine technische Innovation umgesetzt wird, wird das Hauptziel des Projektes nicht gefährdet (Die Gebäudenutzung mit höchster Wirtschaftlichkeit und geringster Umweltbelastung durchführen zu können !)

Außenwirksamkeit

Eine Außenwirksamkeit ist für den Standort Nordhastedt von Interesse. Es fördert ein positives Image der Gemeinde: Gewichtung 1.

Einfache Bedienung

Eine einfache Bedienung ist wichtig, da beispielsweise eine komplizierte Regelungen zu Fehleinstellungen führen können und somit die Wirtschaftlichkeit gefährden und die Umweltbelastung erhöhen. Gewichtung deshalb mit 2.

Abhängigkeit Öl / Gas

Aufgrund der endlichen Ressourcen, der Umweltbelastung und der stark schwankenden Preise für fossile Energieträger sollte hier eine möglichst geringe Abhängigkeit bestehen.

Kriterium	Gewichtung	Variante	Varinate	Variante	Variante	Varainte	Variante	Variante
		1.0	2.0	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4
		EnEV Erdgas	NEH Erdgas	PH Erdgas	PH Erdgas Solarthermie	PH Holz Solarthermie	PH WP Solarthermie Trinkwasser	PH WP Solarthermie Erdspeicher
Wirtschaftlichkeit	3	2	2	3	2	2	3	2
Umwelt	3	1	1	2	2	3	3	3
Innovation	1	1	1	2	2	2	3	3
Außenwirksamkeit	1	1	1	2	3	3	3	3
Einfache Bedienung	2	3	3	3	2	1	2	2
Abhängigkeit Öl / Gas	1	1	1	2	2	3	3	3
Summe		18	18	27	23	25	31	28

Tabelle 17: Entscheidungsmatrix

Es ergibt sich folgendes Ergebnis:

- Die **Variante 3.3** erzielt die höchste Punktzahl
- Die Varianten 1 bis 2 erreichen die geringsten Punktzahlen

Anmerkung:

Die obige Bewertung ist z.T. subjektiv und kann nach eigenem Ermessen verändert werden.

10.7 Zusammenfassung der Mehrkosten für die gewählte Variante

Die Mehrkosten der **Variante 3.3** (Passivhaus-Standard, Wärmepumpe mit Anbindung an die Trink-Wasserleitung, Thermische Solaranlage) gegenüber einer Standardausführung gemäß EnEV 2007 (Variante 1.0) incl. Monitoring, Visualisierung und Dokumentationen sind unten aufgeführt.

Mehrkosten Bauwerk	Kosten, brutto
Bauwerkskosten KG 300	126.698 €
TGA Kosten KG 400	40.000 €
Nebenkosten NK 15%	25.005 €
Summe Bauwerk incl. NK (gerundet auf T€)	192.000 €

Sonstige Mehrkosten	Kosten, brutto
Qualitätssicherung, Monitoring Projektdokumentation	30.000,00 €
Infobroschüre	3.000,00 €
Anzeigetafel / Visualisierung	5.000,00 €
Summe	38.000,00 €

Die gesamten Mehrkosten betragen somit **230.000 € (brutto)**.

11 Anhang

11.1 Grundriss (verkleinerte Übersicht)

MEHRZWECKHALLE und SPORTHALLE DER GEMEINDE NORDHASTEDT

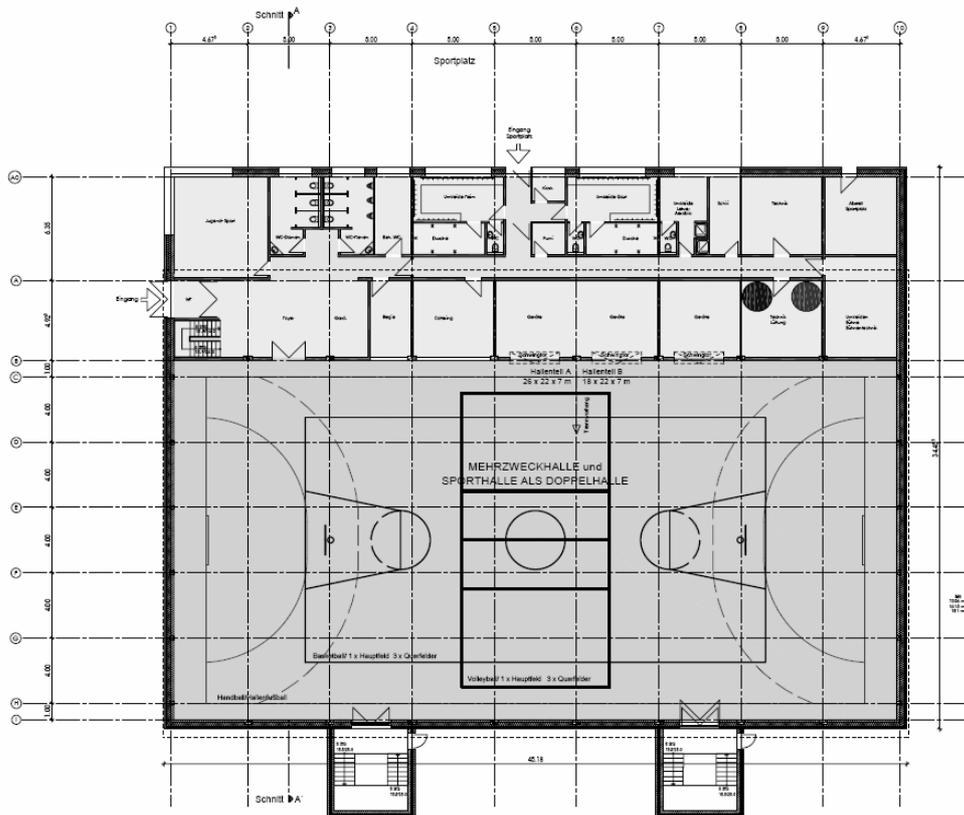
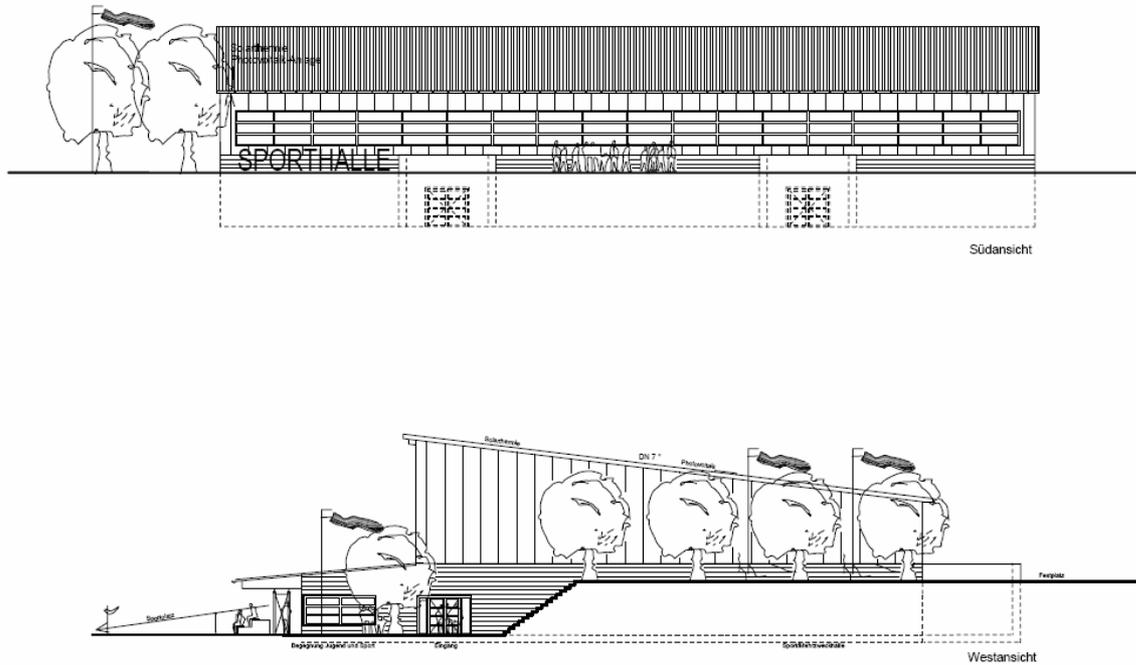


Abbildung 34: Grundriss Stand August 2008 (Quelle Büro Köhler)

11.2 Ansichten und Schnitt (verkleinerte Übersicht)

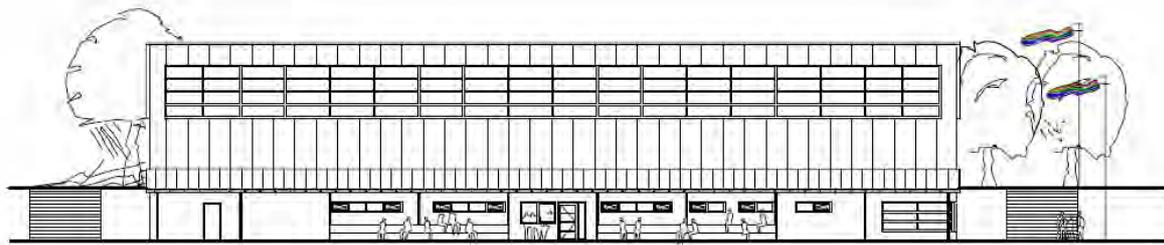
MEHRZWECKHALLE und SPORTHALLE DER GEMEINDE NORDHASTEDT



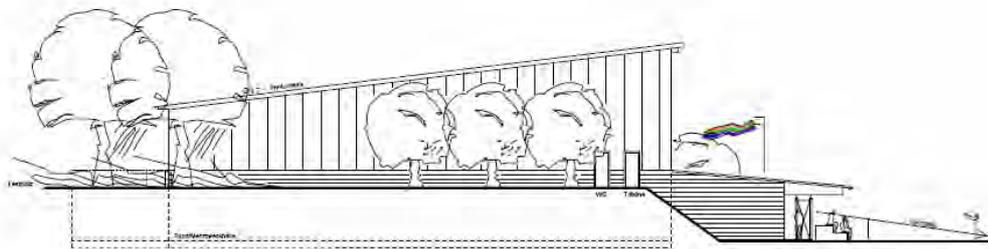
M: 1:200

Abbildung 35. Ansichten Süd und West Stand August 2008 (Quelle Büro Köhler)

MEHRZWECKHALLE und SPORTHALLE DER GEMEINDE NORDHASTEDT



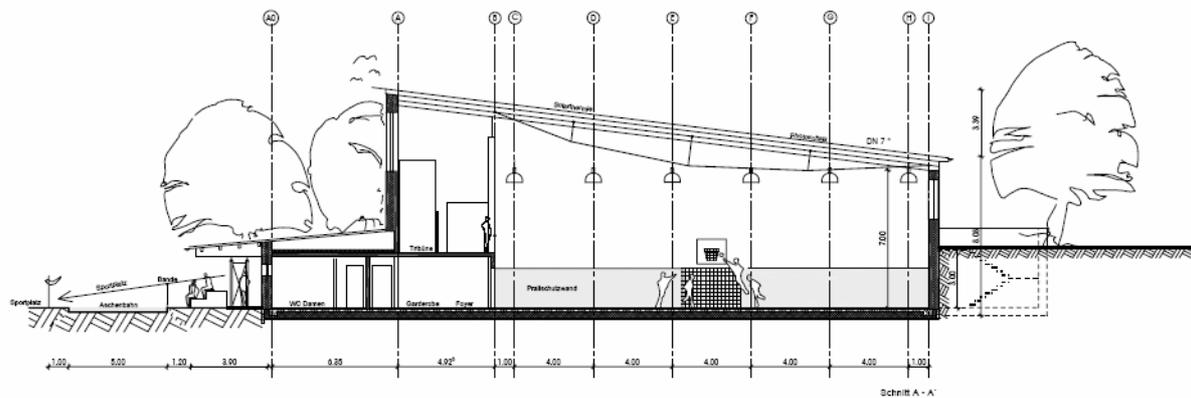
Nordansicht



Ostansicht

M: 1:200

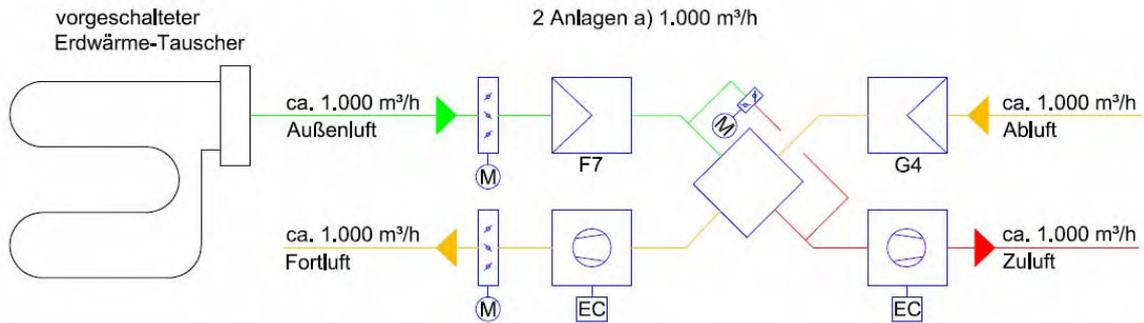
Abbildung 36: Ansichten Nord und Ost Stand August 2008 (Quelle Büro Köhler)



Schnitt A - A

Abbildung 37: Schnitt Stand August 2008 (Quelle Büro Köhler)

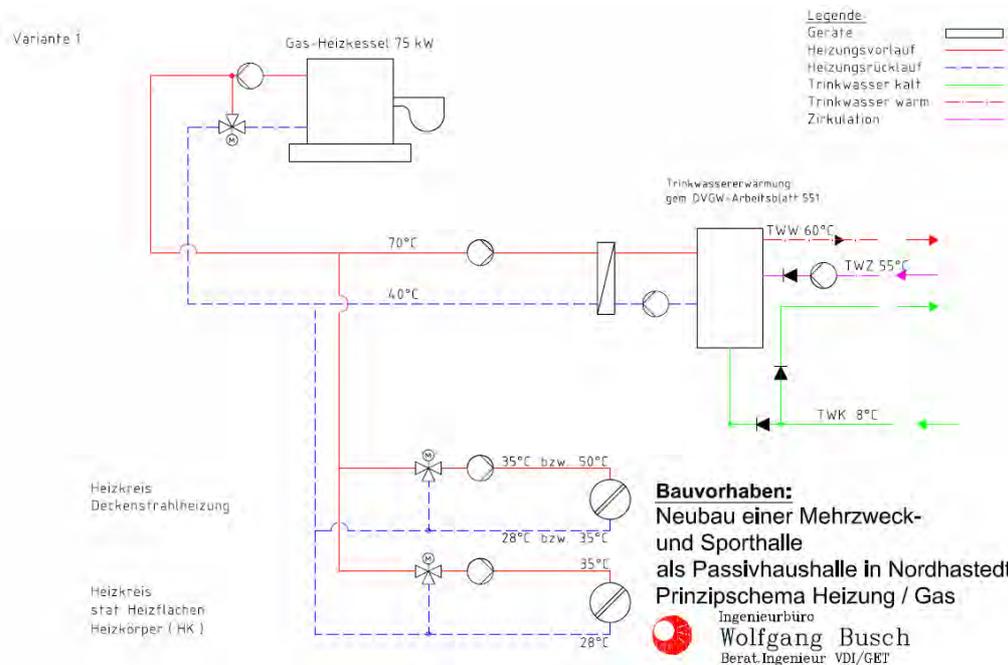
11.3 Schaltschema RLT



Bauvorhaben:
 Neubau einer Mehrzweck-
 und Sporthalle
 als Passivhaushalle in Nordhastedt
 Prinzipschema Lüftung / Halle + NR
 Ingenieurbüro
Wolfgang Busch
 Berat. Ingenieur VDI/GfT

Abbildung 38: Schaltschema RLT-Anlage Stand August 2008, Quelle Büro Busch

11.4 Schaltschema Heizung



Bauvorhaben:
 Neubau einer Mehrzweck-
 und Sporthalle
 als Passivhaushalle in Nordhastedt
 Prinzipschema Heizung / Gas
 Ingenieurbüro
Wolfgang Busch
 Berat. Ingenieur VDI/GfT

Abbildung 39: Schaltschema Heizung Variante mit Gaskessel - (Stand August 2008, Quelle Büro Busch)

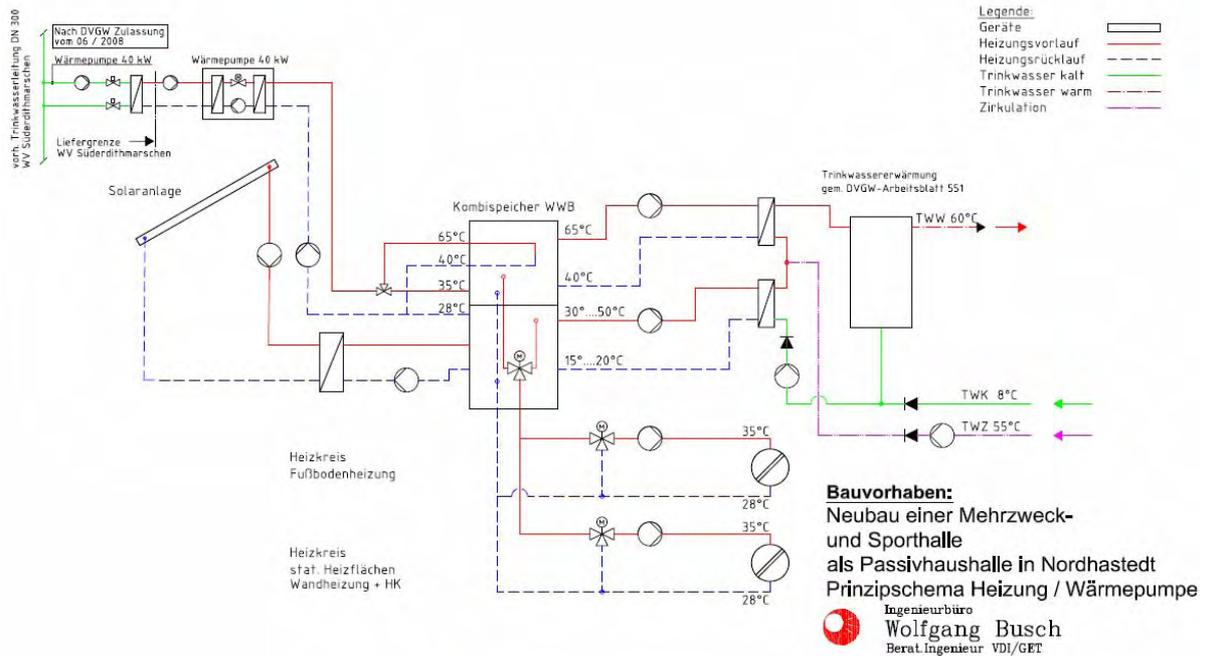


Abbildung 40: Schaltschema Heizung Variante Wärmepumpe - (Stand August 2008, Quelle Büro Busch)

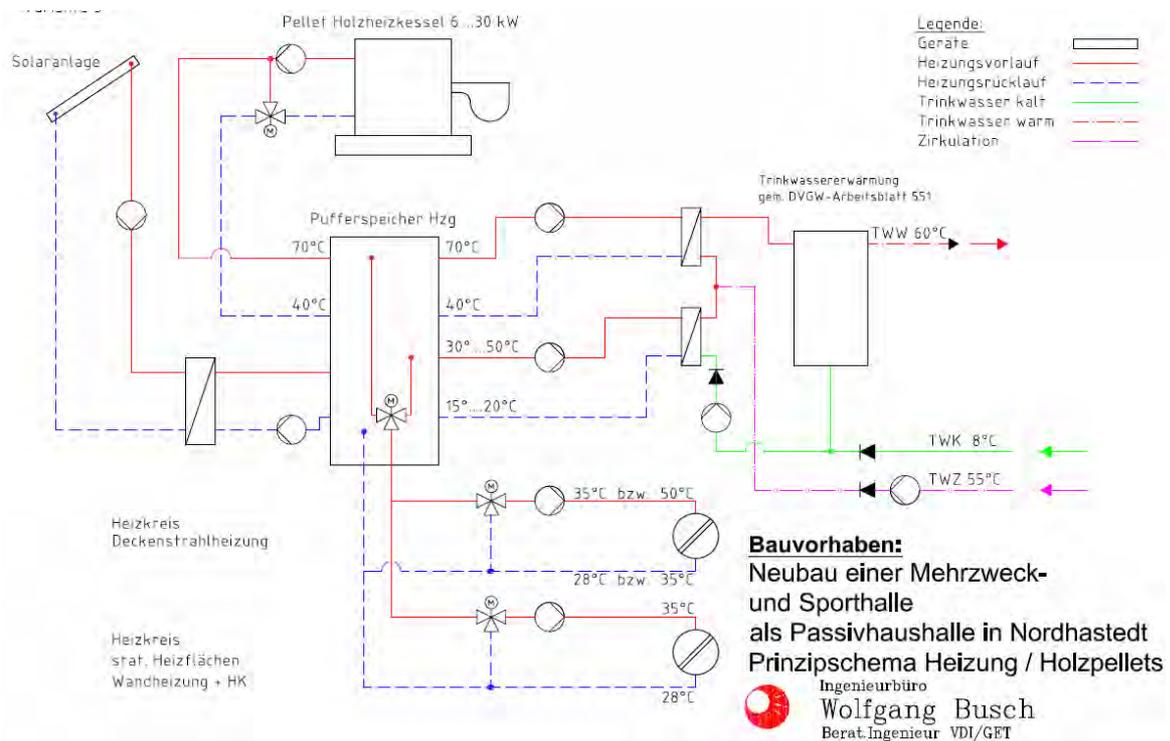


Abbildung 41: Schaltschema Heizung Variante Holzpelletkessel - (Stand August 2008, Quelle Büro Busch)

11.5 Auswahl der Bauausführung

Mit dem ursprünglichen Entwurf aus dem Wettbewerb wurden die Materialien und die Bauart der Mehrzweck-Halle wie folgt vorgeschlagen:

331 Tragende Außenwände

Kalksandsteinmauerwerk, Steinformat 50/50 cm, Quadro, dicke 17,5 cm

335 Außenwandbekleidungen außen

Wärmedämmung 2-lagig 12 cm, Luftschicht 5 cm, Verblendmauerwerk 2 DF bis 2,2 m Höhe, als stabiler Sockel, Farbe wie Grundschule, oberhalb 2,20 m Aluminiumbekleidung als Welle

Der Bauherr hat sich hauptsächlich durch die stabile Bauausführung in konventioneller Bauweise für den Entwurf der eingereichten Arbeit entschieden.

Besonders wichtig erschien dem Preisgericht die ballwurfsichere Innenwand aus Mauerwerk und die Sockelverblendung an den Außenwänden, die durch den hohen öffentlichen Gebrauch einer hohen Nutzung unterliegen. Bei verschiedenen Bauvorhaben mit Innenwänden in Holzrahmenbauweise traten nach kurzer Zeit doch erhebliche Schwindrisse an den Wänden auf, deren Beseitigung erhebliche Nachfolgekosten nach sich ziehen. Ähnlich sind unter diesen Gesichtspunkten der Stabilität auch Isopaneele im Sockelbereich nicht zu empfehlen. Auch hier sind nach ein paar Jahren auf Grund der Nutzung erhebliche Schäden an den Elementen zu bemerken.

Der Dachaufbau wurde auf Grund der Schallwirkung nach außen und der Schalldämmung der Halle nach innen mit einer Akustikdecke innen vorgeschlagen.

Bei der Weiterentwicklung der Halle zum Ausbau in Passivhausstandard wurden die Bauteile aus der Vorplanung erneut untersucht und gegenübergestellt. Die daraus bevorzugten und empfohlenen Details sind in den zeichnerischen Details für die Passivhaus Halle dargestellt. (siehe Anlage) Die Preise sind aktuelle Preise aus Angeboten der örtlichen Firmen.

Außenwand gegen Erdreich

Auf Grund des Erddruckes kommt hier nur eine Stahlbetonwand mit der entsprechenden Perimeterdämmung in Frage.

Bauteil

Außenwand über Erdreich Sockelbereich

Innenschale aus Kalksandstein 24 cm, Gipsputz, Wärmedämmung 20 cm, Sockel aus Verblendmauerwerk 2 DF

Preis pro m² 138,00 Euro netto

Alternativ

Innenschale als Holzrahmenbau, Gipskarton, Wärmedämmung 24 cm, Sockel aus Verblendmauerwerk 2 DF

Preis pro m² 160,00 Euro netto

Handelsübliche Isopaneele mit einer vergleichbaren Dämmstoffdicke von 20 cm haben innen und außen nicht die gewünschte Stabilität, sind an den Stößen, im Sockel, an den Ecken und im Traufbereich nur mit erheblichem Aufwand winddicht zu verbinden. Die Farbe der verzinkten Stahlbleche außen hat eine Lebensdauer von ca. 15 bis 20 Jahre und muss dann zumindest im Randbereich erneuert werden.

Die Details von Thermodach Herstellern für Dach und Wand überzeugen nicht. (siehe Traufdetail Fischer THERM plus Dach, Technische Info Nr. DL-Tr-Ak-o1).

Fazit: Dem Bauherrn wird der konventionelle Aufbau der Außenwand empfohlen

Dach

Stahltrapezblech, Farbe silbergrau, Lattung 6/8, Konterlattung, Unterspannbahn, Sparren 8/24, Dämmung 24 cm
Kontersparren 8/24, Dämmung 24 cm, Windsperre, Sparschalung mit Anpresslatte, Akustikdecke

Preis pro m² 124,00 Euro netto

Alternativ

Stahltrapezblech, Farbe silbergrau, Lattung 6/8, Konterlattung, Unterspannbahn, Dämmung 48 cm

Fischer Trapezprofil, Fi AK 135/310; t= 0,75 mm; mit Schallschutzstreifen

Preis pro m² 105,00 Euro netto

Alternativ

Isopaneel Dach 16 cm

Zwischen Sparren Dämmung 32 cm, Fischer Trapezprofil, Fi AK 135/310; t= 0,75 mm; mit Schallschutzstreifen

Preis pro m² 110,00 Euro netto

Fazit: Dem Bauherrn wird der konventionelle Aufbau des Dachaufbaues empfohlen.

Tragende Konstruktion

333 Außenstützen

Stahlbetonstützen 30/50 cm, mit sog. Gabel für den tragenden Brettbinder sowie Stb. Stützen an den Giebelseiten 24/24 cm, einschl. Ringbalken

361 Dachkonstruktion

Dachkonstruktion aus Brettschichtbindern, Brettschichtholz nach DIN, SI (sichtbar)

Die tragende Konstruktion mit Stahlbetonstützen und Brettschichtbindern ist vom Preis in etwa gleich teuer wie eine Stahlkonstruktion zumal der Stahlpreis 2007 um ca. 80 % gestiegen ist.

Fazit: Dem Bauherrn wird die oben aufgeführte Ausführung empfohlen

L. Köhler, Architekt

(Diskussionspapier in der Planungsrunde)

11.6 Simulationsergebnisse und Randbedingungen

Allgemeine Annahmen:

- Als Grenzwert für die Überhitzung wird eine Temperatur von 25 °C angenommen
- Aufgrund der Nutzung (niedrigere Innentemperatur !) wird der Grenzwert auf 5% der Nutzungszeit (220 Std.) festgelegt. Der Zielwert auf 2,5% der Nutzungszeit (110 Std.)
- Die Nutzungszeit ist von 8:00 bis 20:00 Uhr an allen Tagen im Jahr (4380 Std.)
- Als Klimadaten wird ein mit Meteonorm erzeugter Wetterdatensatz benutzt
- Fußbodenheizung 3:00 – 20:00 Uhr
- 50 Personen sind während der Nutzungszeit
- Bei Veranstaltungen sind 130 Person während der Nutzungszeit am Sonntag in der Halle (nur Variante 7).
- Im Winter läuft während der Nutzungszeit eine mechanische Lüftungsanlage mit WRG 85% und einem Volumenstrom von 1400 m³/h.
- natürliche Taglüftung, 8:00 – 20:00 Uhr
- natürliche Nachtlüftung, 0:00 – 5:00 Uhr und 21:00 – 24:00 Uhr
- Licht: 7:00 – 20:00 Uhr, ganzjährig, wird automatisch geregelt (4 Stufen)
- Außenliegender Sonnenschutz: Abminderungsfaktor 0,25, ab 180 W/m² gezogen
- Natürliche Lüftung: 1/3 der Südfenster und ¼ der Nordfenster sind offenbar
- Glasscheiben: U-Wert 0,5 W/(m²K), g-Wert 0,54
- Fensterrahmen U-Wert 0,8 W/(m²K)
- Außenwand schwer: Kalksandstein 240 mm, Dämmung 200 mm, Verblender 115 mm, U-Wert 0,160 W/(m²K)
- Außenwand leicht: GKB 12,5 mm, OSB 15 mm, Dämmung 200 mm, DWD 20 mm, U-Wert 0,162 W/(m²K)
- Innenwand schwer: KS 150 mm
- Innenwand leicht: GKB,OSB, Ständer, OSB, GKB

Variante 1

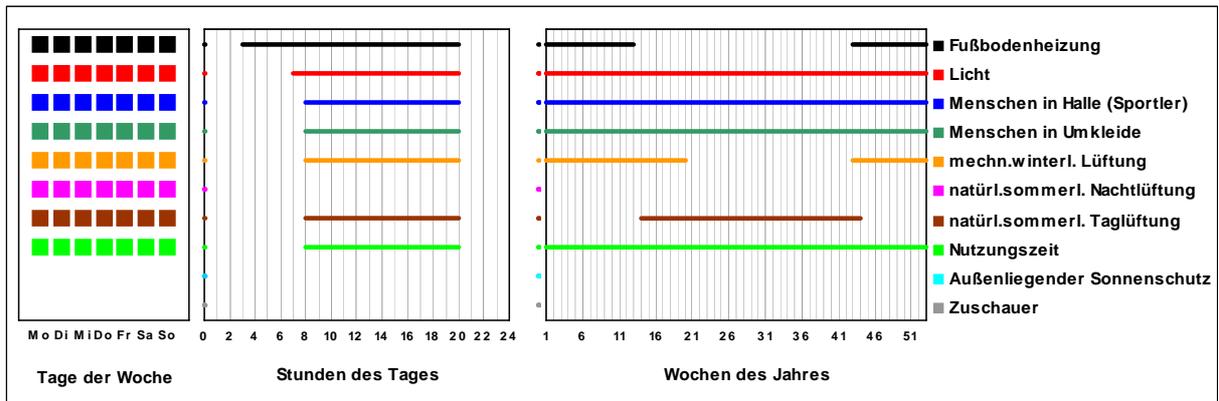
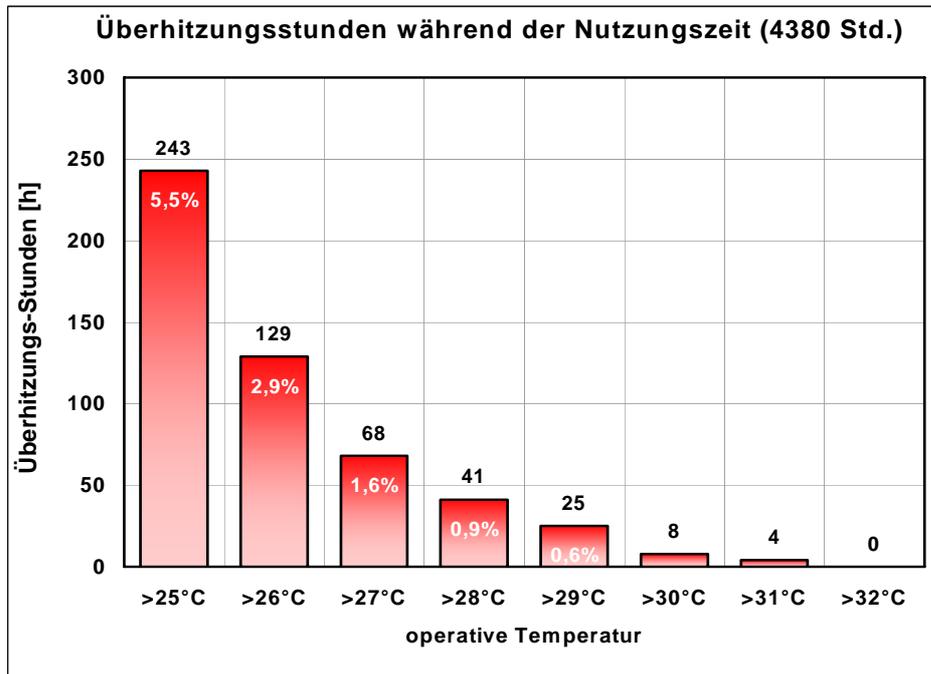


Abbildung 42: Überheizungsstunden und Randbedingungen der Variante

Variante 2

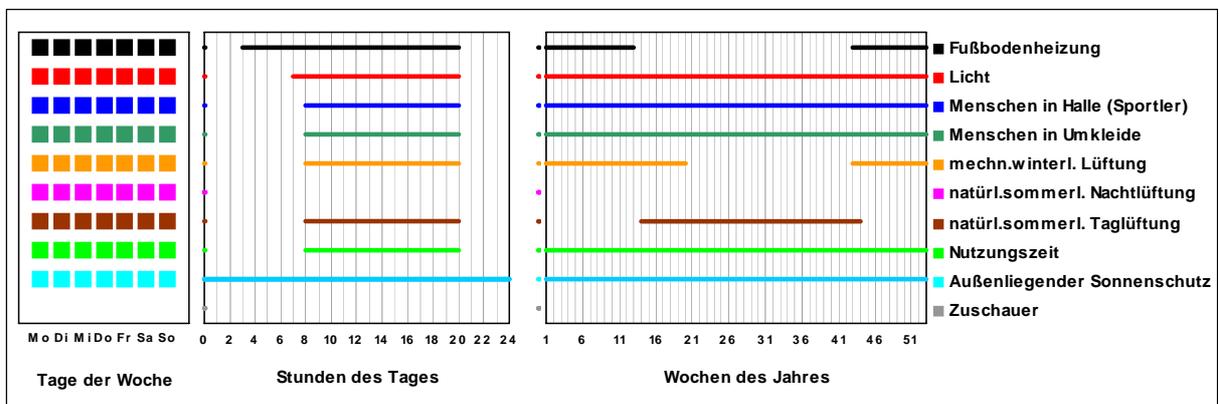
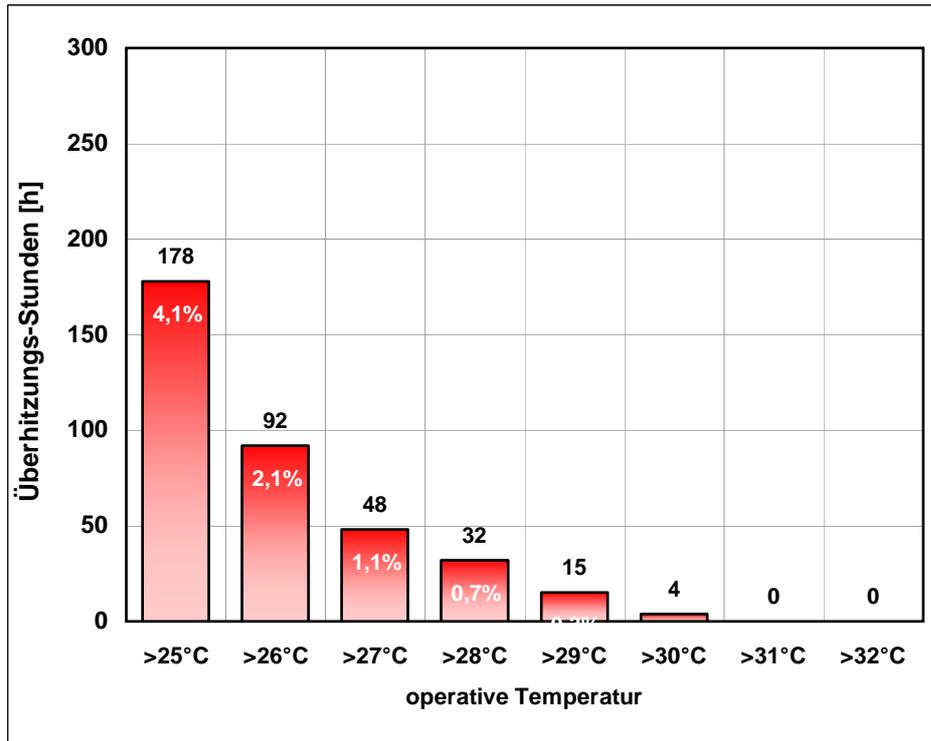


Abbildung 43: Überheizungsstunden und Randbedingungen der Variante

Variante 3

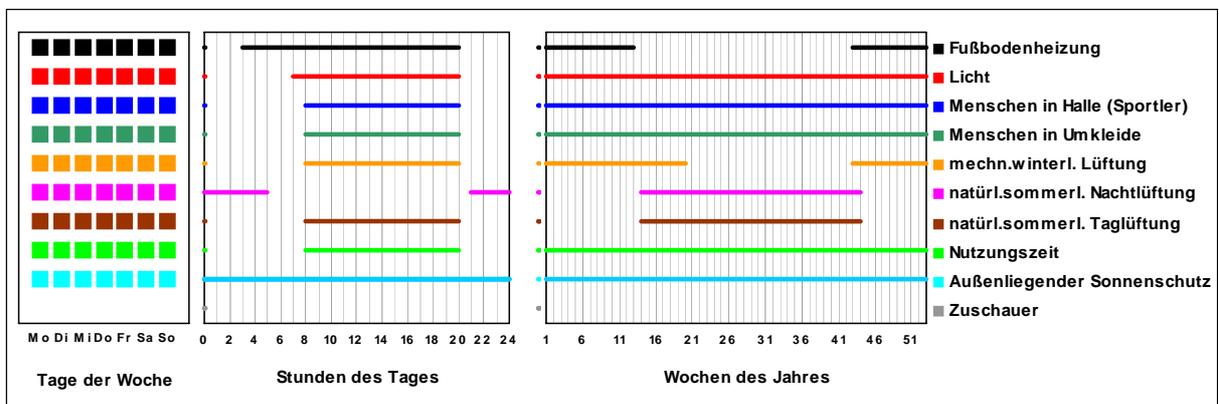
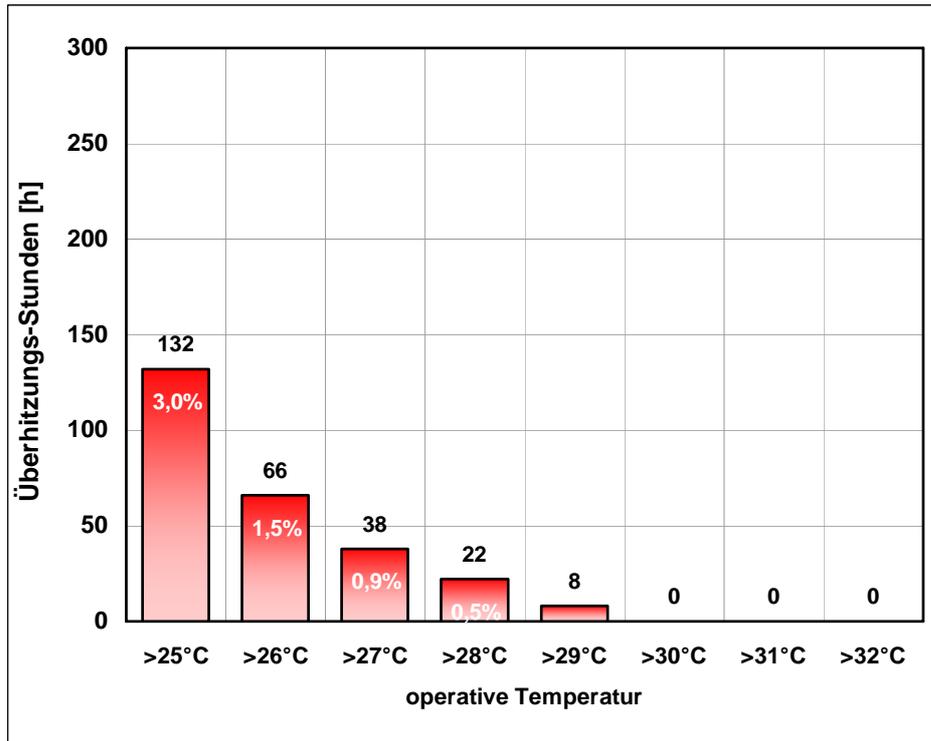


Abbildung 44: Überheizungsstunden und Randbedingungen der Variante

Variante 5

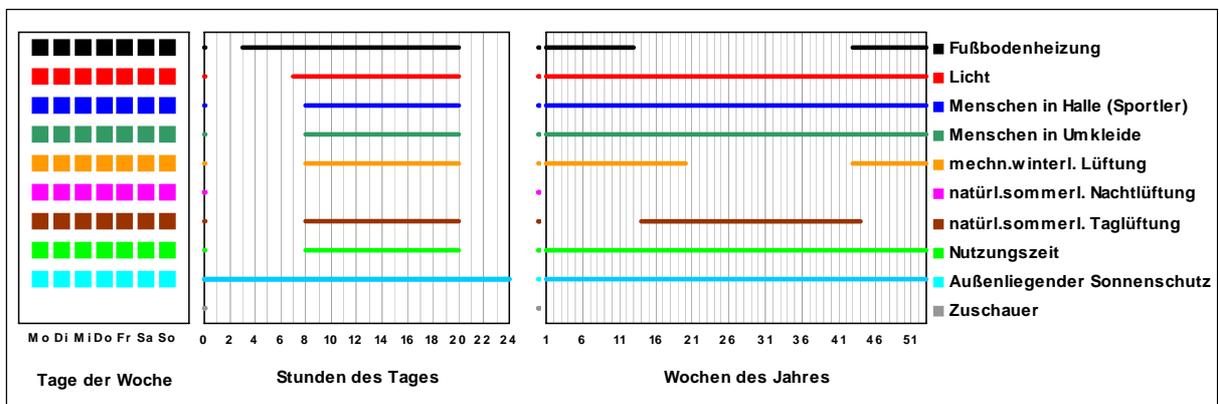
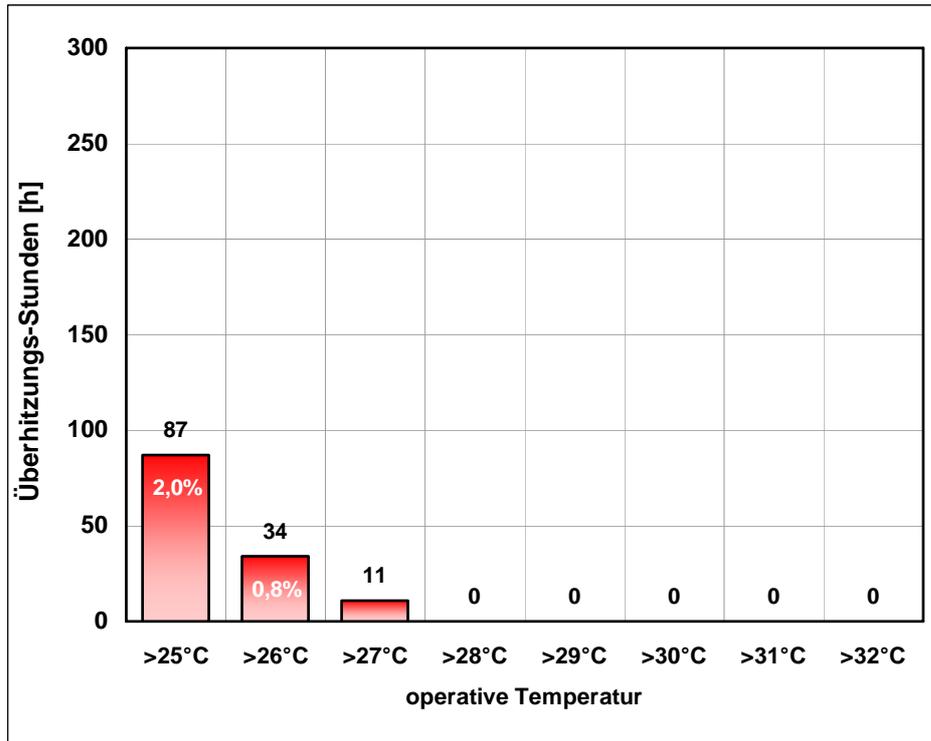


Abbildung 45: Überheizungsstunden und Randbedingungen der Variante

Variante 6

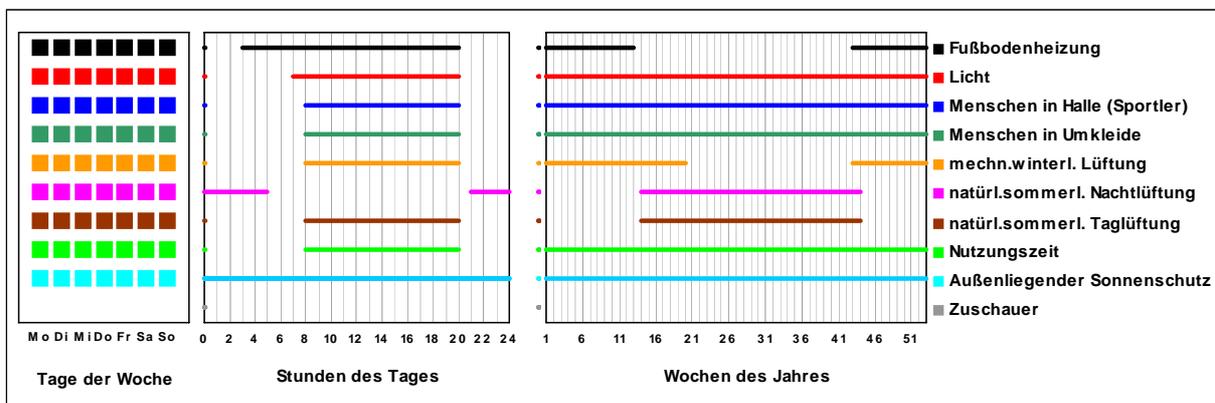
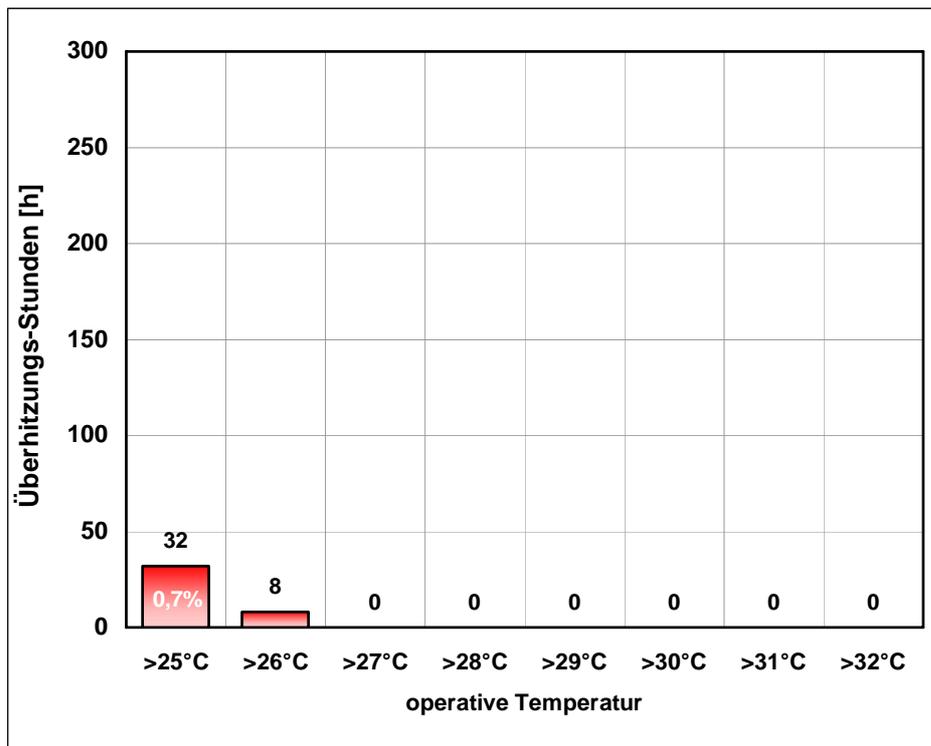


Abbildung 46: Überheizungsstunden und Randbedingungen der Variante

Variante 7

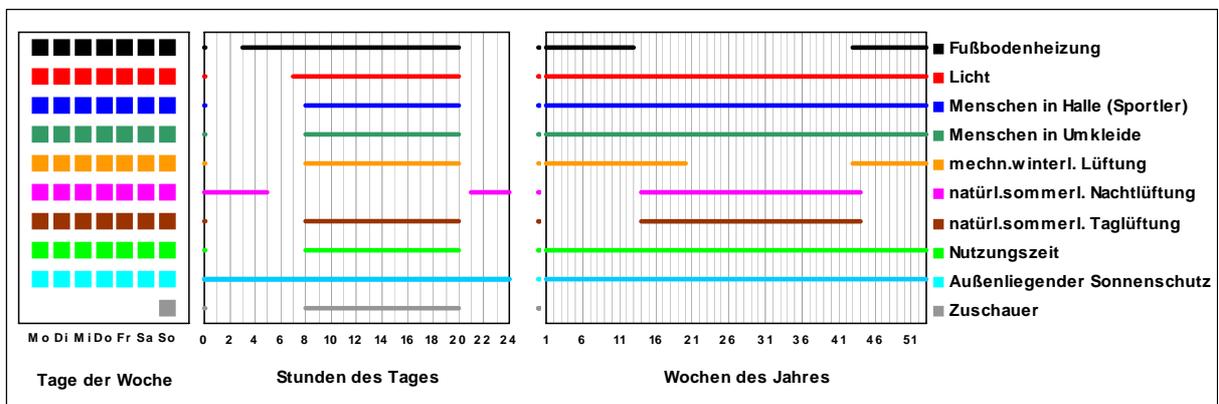
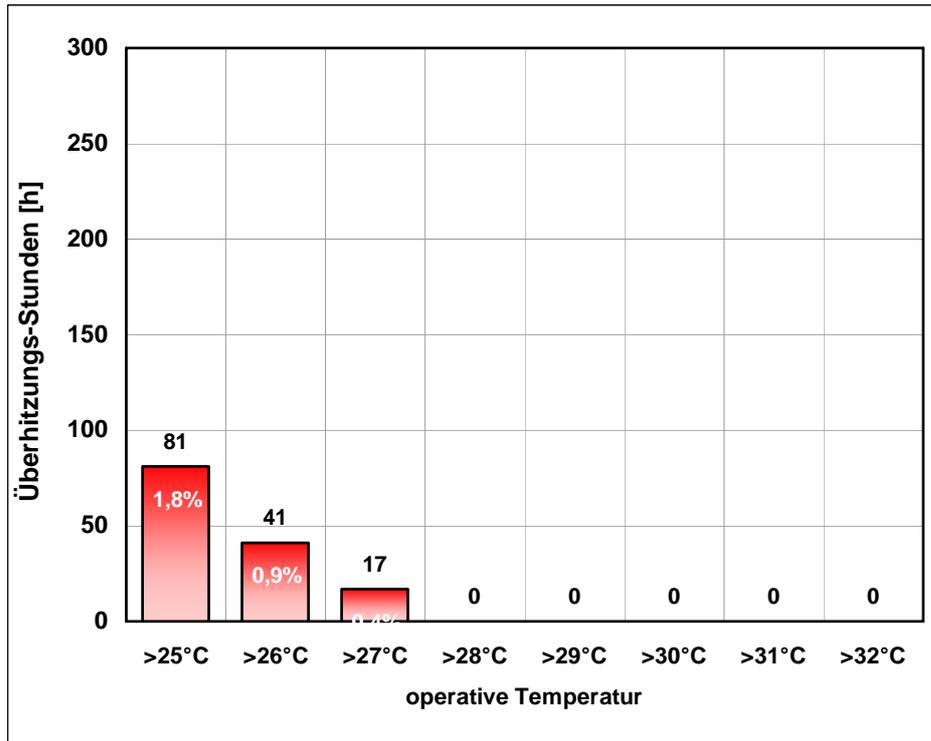
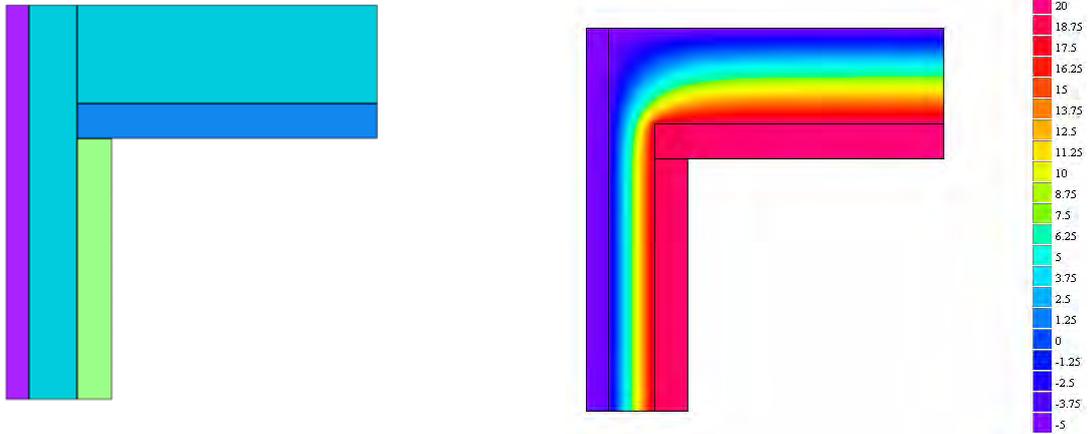


Abbildung 47: Überheizungsstunden und Randbedingungen der Variante

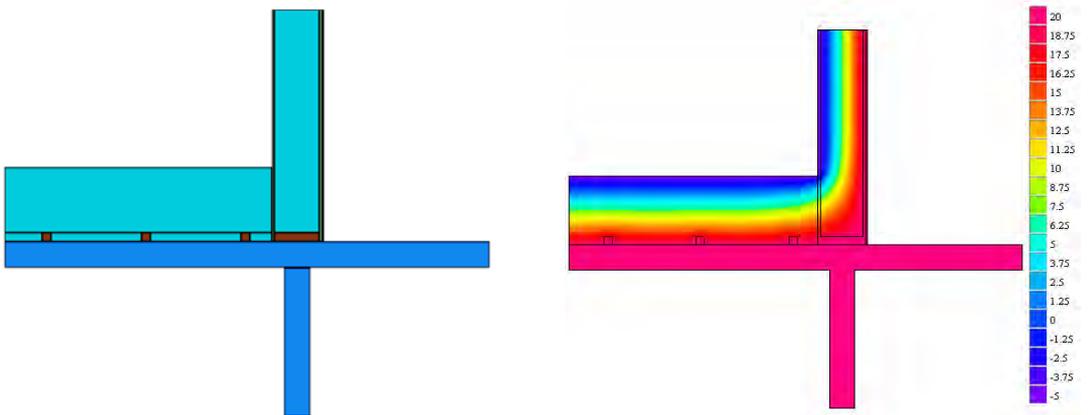
11.7 Ergebnisse Wärmebrückensimulation

Die Bauteilanschlüsse wurden mit dem Programm Heat2 Version 7.0 (Uni Lund / Fa. Blocon, Schweden) berechnet. Randbedingungen wurden entsprechend den Angaben der DIN EN ISO 10211, Wärmebrücken im Hochbau und der DIN 4108 gewählt.

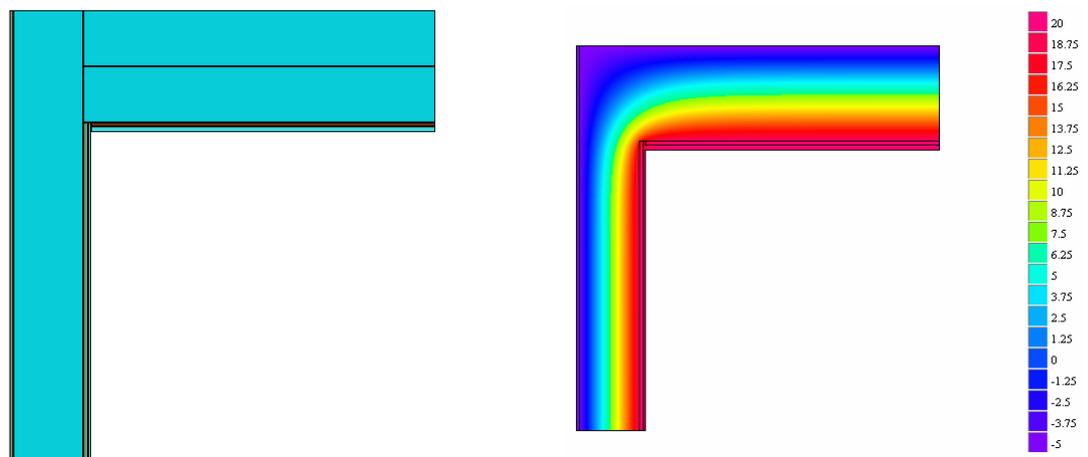
Nr. 1:



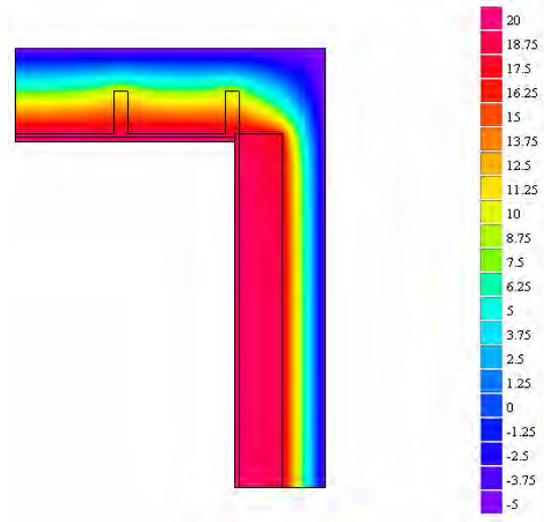
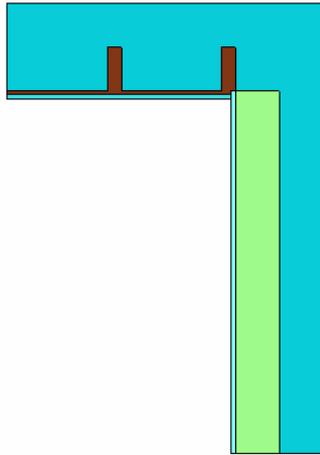
Nr. 2:



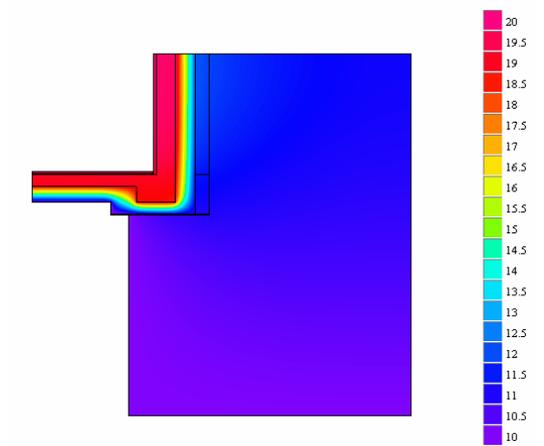
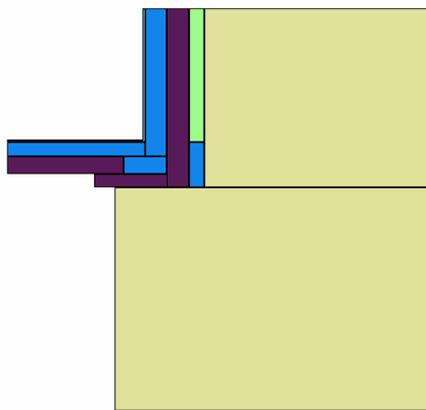
Nr. 3:



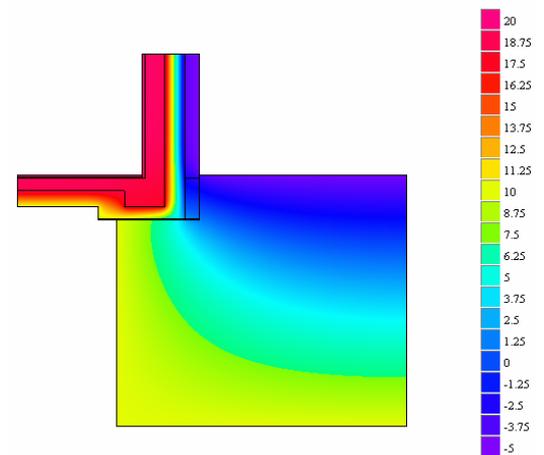
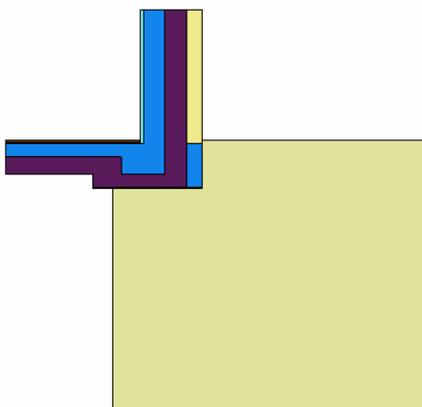
Nr. 4 &
Nr. 8:



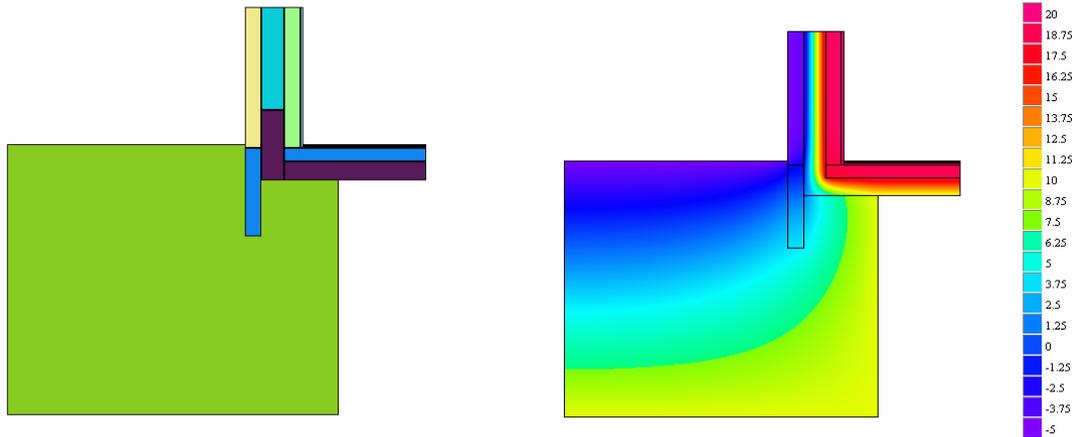
Nr. 5:



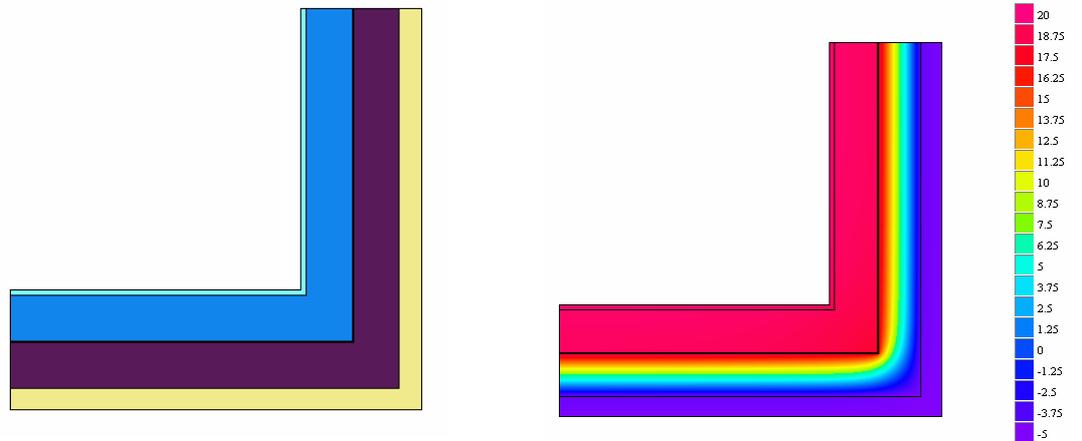
Nr. 6:



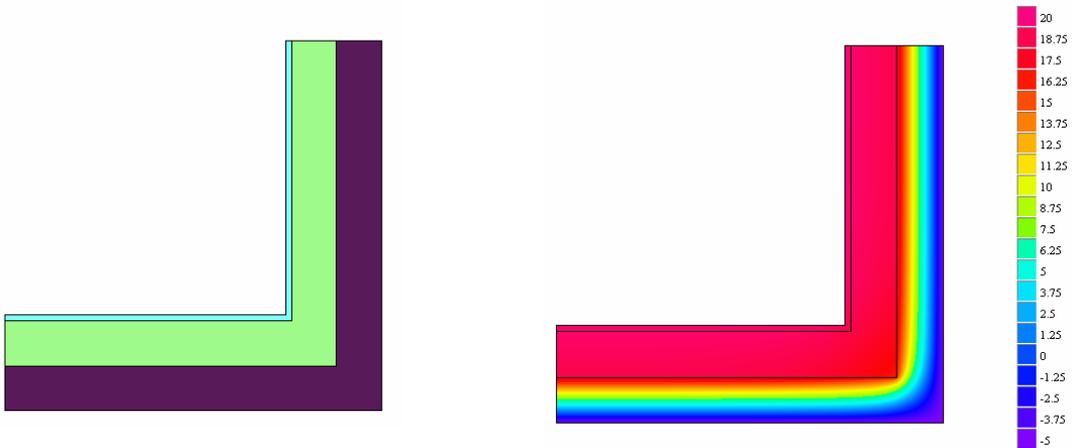
Nr. 7:



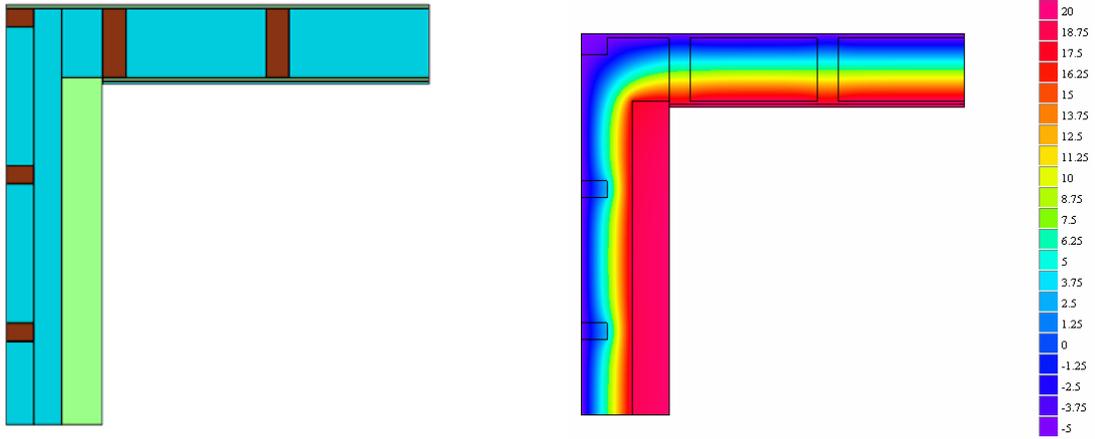
Nr. 9 &
Nr. 13:



Nr. 10:



Nr. 11:



Nr. 12:

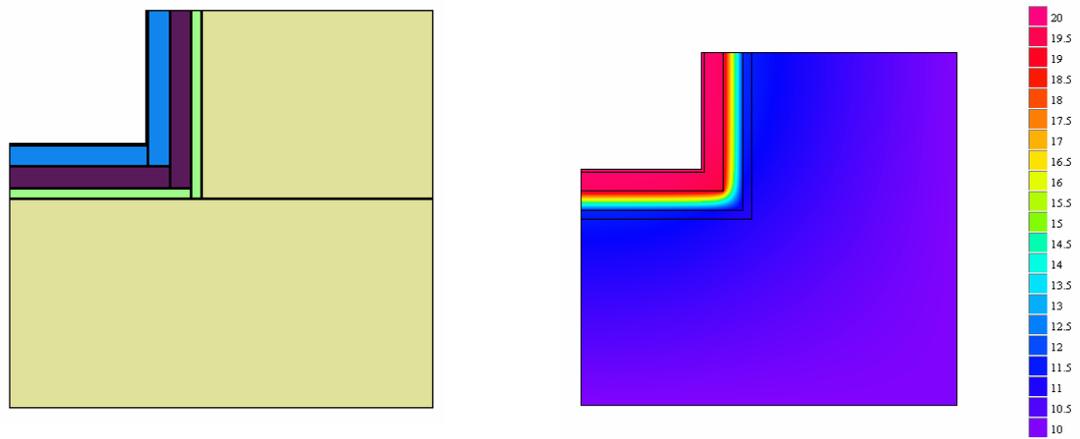


Abbildung 48: Modell und Isothermenbild berechnete Wärmebrücke (Nummerierung entsprechend Tabelle 4)

11.8 Details Gebäudehülle M 1:10

Anmerkung: Detail Fensteranschluss zeichnerisch noch nicht berücksichtigt.

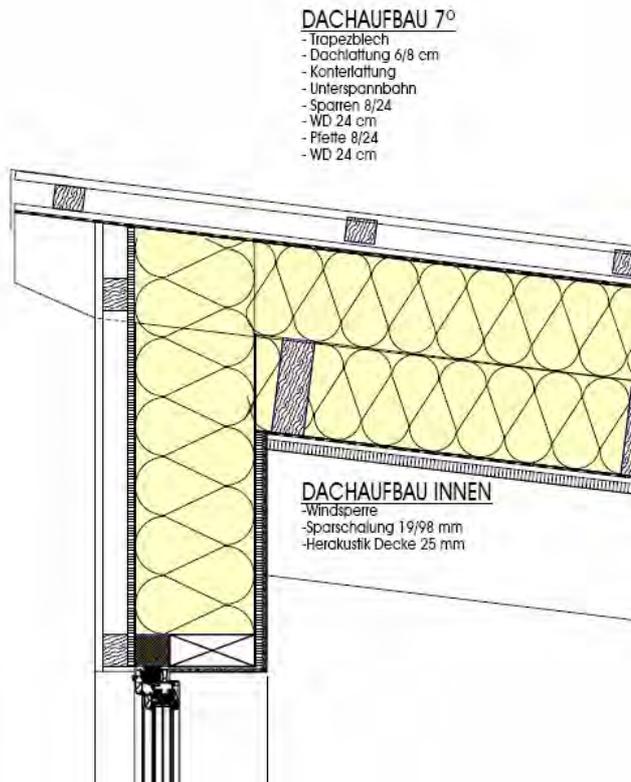


Abbildung 49: Firstdetail Halle Nordfassade Stand August 2008 (Quelle Büro Köhler)

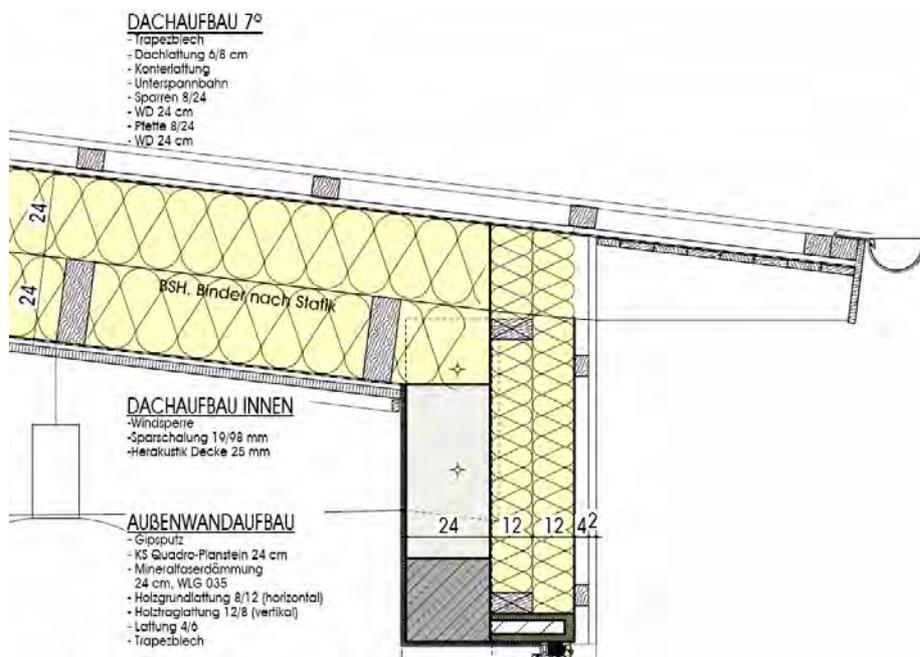


Abbildung 50: Firstdetail Halle Südfassade Stand August 2008 (Quelle Büro Köhler)

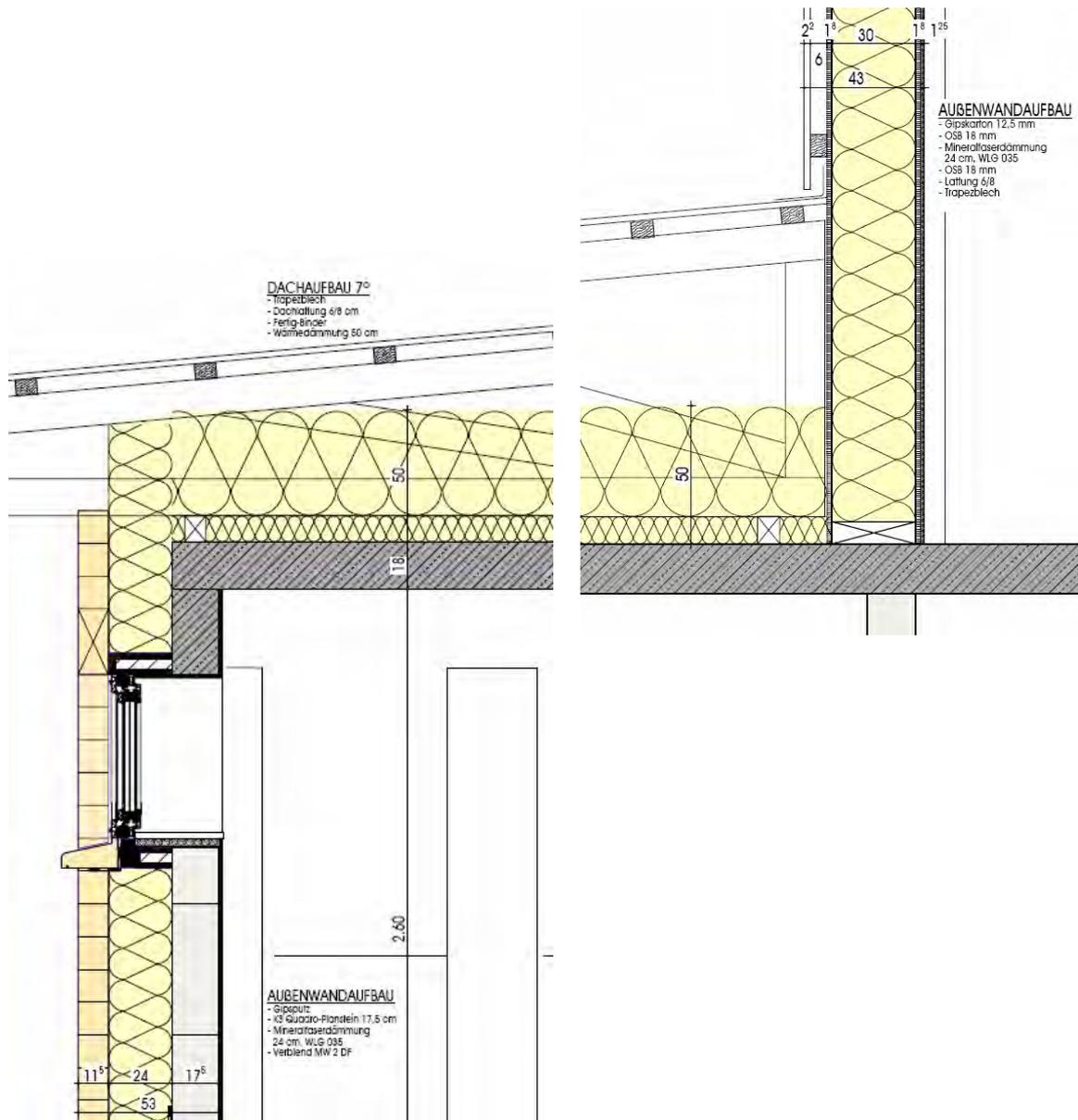


Abbildung 51: Trauf- und Wanddetail Anbau Nordfassade Stand August 2008 (Quelle Büro Köhler)

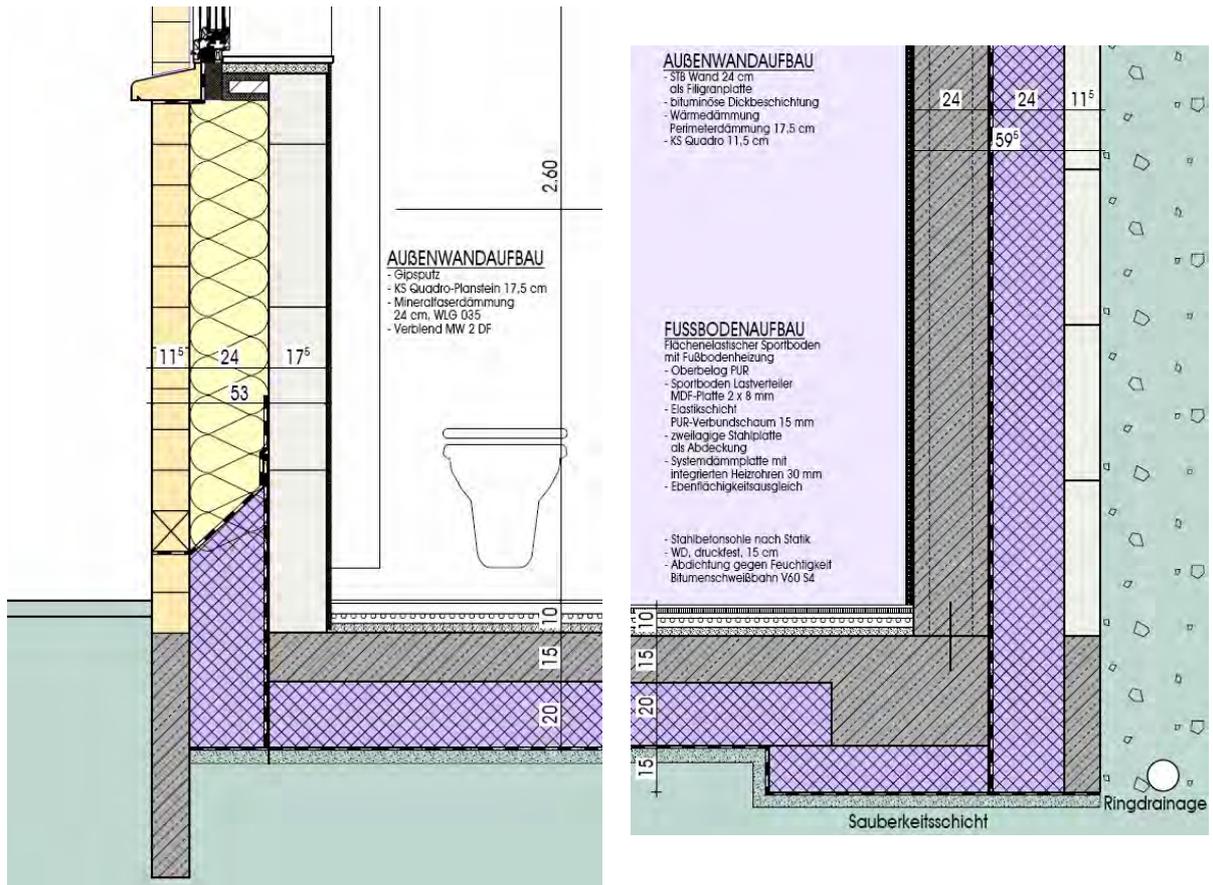


Abbildung 52: Sockeldetails Nord- und Südfassade Stand August 2008 (Quelle Büro Köhler)

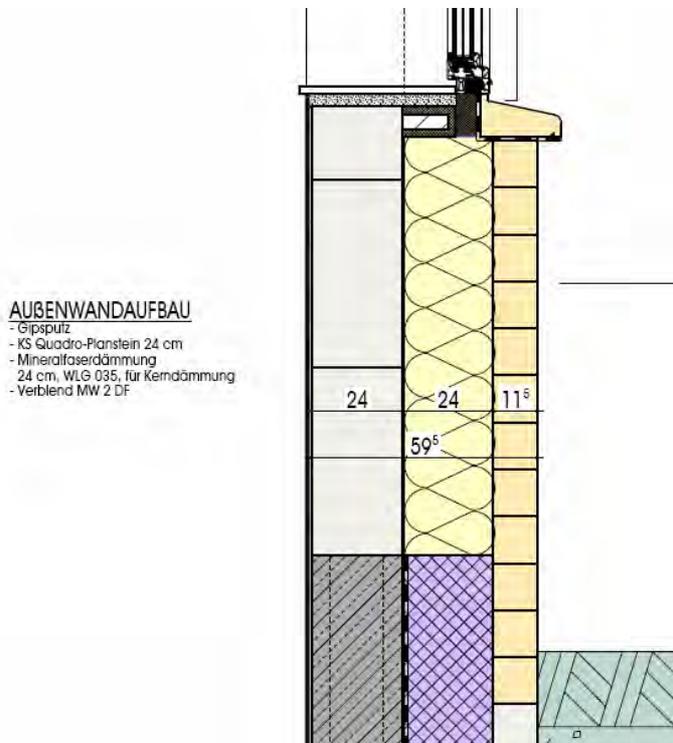


Abbildung 53: Sockeldetails Nord- und Südfassade Stand August 2008 (Quelle Büro Köhler)

11.9 Passivhaus-Projektierung – Variante 1 EnEV

Klima: Standard Deutschland		Innentemperatur: 18 °C					
Objekt: Mehrzweckhalle Nordhastedt		Gebäudetyp/Nutzung: Sporthalle					
Standort: Nordhastedt		Energiebezugsfläche A _{EB} : 1552,9 m ²					
spez. Kapazität: 204 Wh/(m ² K) (Eingabe im Blatt "Sommer")		pro m ² Energiebezugsfläche					
Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Red.Fak. Mon.	G _i kWh/a	kWh/a	
1. Außenwand Verblender	A	274,7	0,252	1,00	79	=	5431
2. Außenwand gegen Erdreich	B	353,6	0,254	1,00	65	=	5824
3. Dach/Decken Außenluft	A	1506,9	0,252	1,00	79	=	29801
4. Bodenplatte	B	1555,4	0,328	1,00	65	=	33005
5. Außenwand Vorhangsfassade	A	580,8	0,298	1,00	79	=	13584
6.	A			1,00		=	
7.	X			0,75		=	
8. Fenster	A	311,0	1,638	1,00	79	=	40013
9. Außentür	A	18,0	1,987	1,00	79	=	2814
10. Wbrücken außen (Länge/m)	A	4600,5	0,050	1,00	79	=	18065
11. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P			1,00		=	
12. Wbrücken Boden (Länge/m)	B			1,00		=	
Transmissionswärmeverluste Q_T						Summe	148537
							95,6
wirksames Luftvolumen V _L		A _{EB} m ²	lichte Raumhöhe m				
		1553	2,50			=	3882
wirksamer Luftwechsel außen n _{L,a}	n _{L-Anlage} 1/h	η*EWÜ	η _{WRG}	n _{L,Rest} 1/h	n _{L,aqui} Anteil 1/h		
	0,448	0%	0,55	0,083	0,284		
wirksamer Luftwechsel Erdreich n _{L,g}	0,448	0%	0,55		0,000		
Lüftungsverlust außen Q_{L,a}		V _L m ³	n _{L,aqui} Anteil 1/h	C _{Luft} Wh/(m ³ K)	G _i kWh/a	kWh/a	
		3882	0,284	0,33	79	=	28600
Lüftungsverlust Erdreich Q_{L,e}		3882	0,000	0,33	65	=	0
Lüftungswärmeverluste Q_L						Summe	28600
							18,4
Summe Wärmeverluste Q_V		Q _T kWh/a	Q _L kWh/a	Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenendausenkung			
		(148537 + 28600)	1,0			=	177137
							114,1
Ausrichtung der Fläche	Abminderungsfaktor vgl. Blatt Fenster	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m ²	Globalstrahlung kWh/(m ² a)			
1. Nord	0,33	0,62	149,5	378	=	11430	
2. Ost	0,40	0,00	0,0	577	=	0	
3. Süd	0,30	0,62	88,3	746	=	12370	
4. West	0,30	0,62	13,7	660	=	1674	
5. Horizontal	0,50	0,40	59,5	1011	=	12069	
6. Summe opake Flächen					=	0	
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S						Summe	37543
							24,2
Innere Wärmequellen Q_i		Länge Heizzeit kh/d	spezif. Leistung q _i W/m ²	A _{EB} m ²			
		0,024	365	2,8	1552,9	=	38090
							24,5
Freie Wärme Q _F				Q _S + Q _i			
				75634	=	48,7	
Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten				Q _F / Q _V			
				0,43	=		
Nutzungsgrad Wärmegewinne η _G							83%
Wärmegewinne Q_G		η _G * Q _F					
		62752				=	40,4
Heizwärmebedarf Q_H		Q _V - Q _G					
		114386				=	73,7

HEIZWÄRMELAST

Objekt: Mehrzweckhalle Nordhastedt		Gebäudetyp/Nutzung: Sporthalle	
Standort: Nordhastedt		Energiebezugsfläche A _{EB} : 1552,9 m ²	Innen-temperatur: 18 °C
Klima (Heizlast): Standard Deutschland			

Auslegungstemperatur		Strahlung: Nord Ost Süd West Horizontal					
Wetter 1:	-10,6 °C	10	30	90	35	40	W/m ²
Wetter 2:	-1,2 °C	5	5	10	5	10	W/m ²
Erdreichauslegungstemp.	0,0 °C						

Bauteile	Temperaturzone	m ²	U-Wert	W/(m ² K)	Faktor immer 1 (außer "X")	TempDiff 1	TempDiff 2	P _T 1	P _T 2			
				W/(m ² K)		K	K	W	W			
1. Außenwand Verblender	A	274,7	*	0,252	*	1,00	*	28,6	bzw. 19,2	=	1975	bzw. 1331
2. Außenwand gegen Erdreich	B	353,6	*	0,254	*	1,00	*	18,0	bzw. 18,0	=	1619	bzw. 1619
3. Dach/Decken Außenluft	A	1506,9	*	0,252	*	1,00	*	28,6	bzw. 19,2	=	10838	bzw. 7304
4. Bodenplatte	B	1555,4	*	0,328	*	1,00	*	18,0	bzw. 18,0	=	9174	bzw. 9174
5. Außenwand Vorhangsfassade	A	580,8	*	0,298	*	1,00	*	28,6	bzw. 19,2	=	4941	bzw. 3330
6.			*		*		*			=		
7.			*		*		*			=		
8. Fenster	A	311,0	*	1,638	*	1,00	*	28,6	bzw. 19,2	=	14552	bzw. 9807
9. Außentür	A	18,0	*	1,987	*	1,00	*	28,6	bzw. 19,2	=	1023	bzw. 690
10. Wbrücken außen (Länge/m)	A	4600,5	*	0,050	*	1,00	*	28,6	bzw. 19,2	=	6570	bzw. 4428
11. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P		*		*	1,00	*	18,0	bzw. 18,0	=		
12. Wbrücken Boden (Länge/m)	B		*		*	1,00	*	18,0	bzw. 18,0	=		
13. Haus/Wohnungstrennwand	I		*		*	1,00	*	1,0	bzw. 1,0	=		

Transmissionswärmelast P_T

Summe	=	50693	bzw.	37683
-------	---	--------------	------	--------------

Lüftungsanlage:

A _{EB}	m ²	1552,9	*	lichte Raumhöhe	m	2,50	=	m ³	3882					
wirksames Luftvolumen V _L														
Wärmebereitstellungsgrad des Wärmeübertragers	η _{WRG}	55%	Wirkungsgrad des EWÜ	0%	Wärmebereitstellungsgrad EWÜ	η _{EWÜ 1}	0%	bzw.	η _{EWÜ 2}	0%				
energetisch wirksamer Luftwechsel n _L	1/h	0,146	+	n _{L, Rest} (Heizlast) 1/h	0,448	*(1 -	Φ _{WRG}	0,55	bzw.	0,55) =	0,347	bzw.	0,347

Lüftungswärmelast P_L

V _L	m ³	3882,3	*	n _L	1/h	0,347	bzw.	n _L	1/h	0,347	*	c _{L, Rest}	Wh/(m ² K)	0,33	TempDiff 1	K	28,6	bzw.	TempDiff 2	K	19,2	=	P _L 1	W	12707	bzw.	P _L 2	W	8564
Summe				P _V 1				P _V 2				P _T + P _L				63400	bzw.	46247											

Summe Wärmelast P_V

Ausrichtung der Fläche	Fläche m ²	g-Wert (senkr. Einstrahlung)	Abminderungsfaktor (vgl. Blatt Fenster)	Strahlung 1 W/m ²	Strahlung 2 W/m ²	P _S 1 W	P _S 2 W
1. Nord	149,5	0,6	0,3	11	5	347	146
2. Ost	0,0	0,0	0,4	30	5	0	0
3. Süd	88,3	0,6	0,3	83	9	1379	156
4. West	13,7	0,6	0,3	53	6	135	16
5. Horizontal	59,5	0,4	0,5	46	11	546	128
Summe				spez. Leistung W/m ²	A _{EB} m ²	P _S + P _I	P _G 2
				1,6	1553	4892	2931
						P _V - P _G	
						58508	43315

Wärmeangebot Solarlast P_S

Summe	=	2407	bzw.	446
-------	---	-------------	------	------------

Interne Wärmelast P_I

spez. Leistung W/m ²	1,6	*	A _{EB} m ²	1553	=	P _I 1 W	2485	bzw.	P _I 2 W	2485
---------------------------------	------------	---	--------------------------------	-------------	---	--------------------	-------------	------	--------------------	-------------

Wärmegewinne P_G

P _S + P _I	=	4892	bzw.	2931
P _V - P _G	=	58508	bzw.	43315

Heizwärmelast P_H

	=	58508	W
--	---	--------------	---

wohnflächenspezifische Heizwärmelast P_H / A_{EB}

	=	37,7	W/m ²
--	---	-------------	------------------

Eingabe max. Zulufttemperatur	52 °C	Zulufttemperatur ohne Nachheizung	θ _{zu, Min}	5,1 °C
Max. Zulufttemperatur θ _{zu, Max}	52 °C			9,3 °C

zum Vergleich: Wärmelast, die von der Zuluft transportierbar ist P_{Zuluft, Max}

	=	26891 W	spezifisch:	17,3 W/m ²
--	---	----------------	-------------	------------------------------

Über die Zuluft beheizbar? **nein**

11.10 Passivhausprojektierung – Variante 2 NEH

Klima: Standard Deutschland		Innentemperatur: 18 °C	
Objekt: Mehrzweckhalle Nordhastedt		Gebäudetyp/Nutzung: Sporthalle	
Standort: Nordhastedt		Energiebezugsfläche A _{EB} : 1552,9 m ²	
spez. Kapazität: 204 Wh/(m ² K) (Eingabe im Blatt "Sommer")	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)
			Red.Fak. Mon.
			G _i kWh/a
			kWh/a
			pro m ² Energiebezugsfläche
Bauteile			
1. Außenwand Verblender	A	274,7	0,196
2. Außenwand gegen Erdreich	B	353,6	0,197
3. Dach/Decken Außenluft	A	1506,9	0,191
4. Bodenplatte	B	1555,4	0,276
5. Außenwand Vorhangfassade	A	580,8	0,238
6.	A		
7.	X		
8. Fenster	A	311,0	1,304
9. Außentür	A	18,0	1,422
10. Wbrücken außen (Länge/m)	A	4600,5	0,050
11. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P		
12. Wbrücken Boden (Länge/m)	B		
Transmissionswärmeverluste Q _T			Summe
			116680
			75,1
wirksames Luftvolumen V _L		A _{EB} m ²	lichte Raumhöhe m
		1553	2,50
		= 3882	
wirksamer Luftwechsel außen n _{L,a}	n _{L,Anlage} 1/h	η*EWÜ	ηWRG
wirksamer Luftwechsel Erdreich n _{L,g}	0,448	0%	0,70
	0,448	0%	0,70
	= 0,217		0,083
	= 0,000		
Lüftungsverlust außen Q _{L,a}	V _L m ³	n _{L,äqui} Anteil 1/h	C _{Luft} Wh/(m ³ K)
Lüftungsverlust Erdreich Q _{L,e}	3882	0,217	0,33
	3882	0,000	0,33
	= 21549		77
	= 0		57
Lüftungswärmeverluste Q _L	Summe		
	21549		
	13,9		
	0,0		
Summe Wärmeverluste Q _V	Q _T kWh/a	Q _L kWh/a	Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenend-absenkung
	116680	21549	1,0
	= 138229		
	= 89,0		
Ausrichtung der Fläche	Abminderungsfaktor vgl. Blatt Fenster	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m ²
			Globalstrahlung kWh/(m ² a)
1. Nord	0,39	0,58	149,5
2. Ost	0,40	0,00	0,0
3. Süd	0,37	0,58	88,3
4. West	0,37	0,58	13,7
5. Horizontal	0,50	0,40	59,5
6. Summe opake Flächen			731
			0
Wärmeangebot Solarstrahlung Q _S	Summe		
	30435		
	19,6		
Innere Wärmequellen Q _I	Länge Heizzeit kh/d	spezif. Leistung q _i W/m ²	A _{EB} m ²
	0,024	303	2,8
	= 31620		1552,9
	= 20,4		
Freie Wärme Q _F	Q _S + Q _I		kWh/a
	= 62055		40,0
Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten	Q _F / Q _V		
	= 0,45		
Nutzungsgrad Wärmegewinne η _G			
	= 90%		
Wärmegewinne Q _G	η _G * Q _F		kWh/a
	= 55923		36,0
Heizwärmebedarf Q _H	Q _V - Q _G		kWh/a
	= 82306		53,0

Objekt: Mehrzweckhalle Nordhastedt		Gebäudetyp/Nutzung: Sporthalle										
Standort: Nordhastedt		Energiebezugsfläche A _{EB} : 1552,9 m ²	Innen-temperatur: 18									
Klima (Heizlast): Standard Deutschland												
Auslegungstemperatur		Strahlung: Nord Ost Süd West Horizontal										
Wetter 1: -10,6 °C		10 30 90 35 40 W/m ²										
Wetter 2: -1,2 °C		5 5 10 5 10 W/m ²										
Erdreichauslegungstemp.: 0,0 °C		Fläche										
Bauteile	Temperaturzone	m ²	U-Wert W/(m ² K)	Faktor immer 1 (außer 'X')	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	P _T 1 W	P _T 2 W				
1. Außenwand Verblender	A	274,7	0,196	1,00	28,6	19,2	1534	1034				
2. Außenwand gegen Erdreich	B	353,6	0,197	1,00	18,0	18,0	1254	1254				
3. Dach/Decken Außenluft	A	1506,9	0,191	1,00	28,6	19,2	8216	5537				
4. Bodenplatte	B	1555,4	0,276	1,00	18,0	18,0	7727	7727				
5. Außenwand Vorhangfassade	A	580,8	0,238	1,00	28,6	19,2	3945	2658				
6.	A			1,00	28,6	19,2						
7.	X			0,75	28,6	19,2						
8. Fenster	A	311,0	1,304	1,00	28,6	19,2	11583	7806				
9. Außentür	A	18,0	1,422	1,00	28,6	19,2	732	494				
10. Wbrücken außen (Länge/m)	A	4600,5	0,050	1,00	28,6	19,2	6570	4428				
11. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P			1,00	18,0	18,0						
12. Wbrücken Boden (Länge/m)	B			1,00	18,0	18,0						
13. Haus/Wohnungstrennwand	I			1,00	1,0	1,0						
Transmissionswärmelast P_T							Summe =	41562	bzw.	30938		
Lüftungsanlage:		wirksames Luftvolumen V _L		A _{EB} m ²	lichte Raumhöhe m	m ³						
		1552,9		1552,9	2,50	3882						
Wärmebereitstellungsgrad des Wärmeübertragers		η _{WRG}	Wirkungsgrad des EWÜ		Φ _{WRG}	Φ _{WRG}	η _{EWÜ 1}	η _{EWÜ 2}				
		70%	0%		0,70	0,70	0%	0%				
energetisch wirksamer Luftwechsel n _L		n _{L,Rest} (Heizlast) 1/h	n _{L,Anlage} 1/h	Φ _{WRG}		Φ _{WRG}	1/h		1/h			
		0,146	0,448	*(1 - 0,70)		0,70	0,280		0,280			
Lüftungswärmelast P_L		V _L m ³	n _L 1/h	n _L 1/h	c _{Luft} Wh/(m ³ K)	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	P _L 1 W	P _L 2 W			
		3882,3	0,280	0,280	0,33	28,6	19,2	10248	6906			
Summe Wärmelast P_V									P _T + P _L =	51810	bzw.	37845
Wärmeangebot Solarlast P_S		Ausrichtung der Fläche	Fläche m ²	g-Wert (senkr. Einstrahlung)	Abminderungsfaktor (vgl. Blatt Fenster)	Strahlung 1 W/m ²	Strahlung 2 W/m ²	P _S 1 W	P _S 2 W			
		1. Nord	149,5	0,6	0,4	11	5	388	163			
		2. Ost	0,0	0,0	0,4	30	5	0	0			
		3. Süd	88,3	0,6	0,4	83	9	1585	179			
		4. West	13,7	0,6	0,4	53	6	156	19			
		5. Horizontal	59,5	0,4	0,5	46	11	546	128			
							Summe =	2674	bzw.	490		
Interne Wärmelast P_I		spez. Leistung W/m ²		A _{EB} m ²			P _I 1 W	P _I 2 W				
		1,6		1553			2485	2485				
Wärmegewinne P_G									P _S + P _I =	5159	bzw.	2974
							P _V - P _G =	46650	bzw.	34870		
Heizwärmelast P_H									=	46650	W	
wohnflächenspezifische Heizwärmelast P_H / A_{EB}									=	30,0	W/m ²	
Eingabe max. Zulufttemperatur		52 °C	Zulufttemperatur ohne Nachheizung		θ _{zu,Min}			°C	°C			
Max. Zulufttemperatur θ _{zu,Max}		52 °C			9,4			12,2				
zum Vergleich: Wärmelast, die von der Zuluft transportierbar ist P_{Zuluft,Max}									=	24432	W spezifisch: 15,7 W/m ²	
									Über die Zuluft beheizbar?	nein	(ja/nein)	

11.11 Passivhausprojektierung – Variante 3 Passivhaus

Klima: Standard Deutschland		Innentemperatur: 18 °C	
Objekt: Mehrzweckhalle Nordhastedt		Gebäudetyp/Nutzung: Sporthalle	
Standort: Nordhastedt		Energiebezugsfläche A _{EB} : 1552,9 m ²	
spez. Kapazität: 204 Wh/(m ² K) (Eingabe im Blatt "Sommer")			

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Red.Fak. Mon.	G _i kKh/a	G _i kWh/a	pro m ² Energiebezugsfläche kWh/(m ² a)	
1. Außenwand Verblender	A	274,5	0,155	1,00	70	2956		
2. Außenwand gegen Erdreich	B	342,4	0,186	1,00	29	1876		
3. Dach/Decken Außenluft	A	1218,4	0,094	1,00	70	7987		
4. Bodenplatte	B	1556,5	0,155	1,00	29	7096		
5. Außenwand Vorhangsfassade	A	381,5	0,159	1,00	70	4224		
6. Außenwand Tafel Nord	A	230,5	0,126	1,00	70	2020		
7. Dach Anbau	X	310,8	0,077	1,00	70	1670		
8. Fenster	A	311,0	0,831	1,00	70	17967		
9. Außentür	A	18,0	0,855	1,00	70	1071		
10. Wbrücken außen (Länge/m)	A	430,1	-0,020	1,00	70	-597		
11. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P	61,9	-0,044	1,00	29	-80		
12. Wbrücken Boden (Länge/m)	B	103,3	-0,043	1,00	29	-131		
Transmissionswärmeverluste Q_T						Summe	46059	29,7

wirksames Luftvolumen V _L	A _{EB} m ²	lichte Raumhöhe m	V _L m ³
1553	1552,9	2,50	3882

wirksamer Luftwechsel außen n _{L,a}	n _{L,Anlage} 1/h	η*EWÜ	ηWRG	n _{L,Rest} 1/h	n _{L,aqui} Anteil 1/h
0,096	0,096	0%	0,85	0,042	0,056
wirksamer Luftwechsel Erdreich n _{L,g}	0,096	0%	0,85		0,000

Lüftungsverlust außen Q_{L,a}	V _L m ³	n _{L,aqui} Anteil 1/h	C _{Luft} Wh/(m ³ K)	G _i kKh/a	G _i kWh/a	kWh/(m ² a)	
	3882	0,056	0,33	70	5023	3,2	
Lüftungsverlust Erdreich Q_{L,e}	3882	0,000	0,33	29	0	0,0	
Lüftungswärmeverluste Q_L	Summe					5023	3,2

Summe Wärmeverluste Q_V	Q _T kWh/a	Q _L kWh/a	Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenend-absenkung	Summe	kWh/(m ² a)
	46059	5023	1,0	51082	32,9

Ausrichtung der Fläche	Abminderungsfaktor vgl. Blatt Fenster	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m ²	Globalstrahlung kWh/(m ² a)	G _S kWh/a		
1. Nord	0,39	0,55	149,5	129	4146		
2. Ost	0,40	0,00	0,0	203	0		
3. Süd	0,37	0,55	88,3	337	6096		
4. West	0,37	0,55	13,7	261	726		
5. Horizontal	0,50	0,40	59,5	347	4147		
6. Summe opake Flächen					0		
Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S	Summe					15115	9,7

Innere Wärmequellen Q _I	Länge Heizzeit kh/d	spezif. Leistung q _I W/m ²	A _{EB} m ²	Q _I kWh/a	kWh/(m ² a)
	0,024	212	1552,9	22124	14,2
Freie Wärme Q _F	Q _S + Q _I			37239	24,0
Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten	Q _F / Q _V			0,73	
Nutzungsgrad Wärmegewinne η _G				93%	
Wärmegewinne Q_G	η _G * Q _F			34526	22,2
Heizwärmebedarf Q_H	Q _V - Q _G			16556	10,7

Grenzwert	kWh/(m ² a)	Anforderung erfüllt?
	15	ja

Objekt: Mehrzweckhalle Nordhastedt		Gebäudetyp/Nutzung: Sporthalle nach Passivhausstandard	
Standort: <input type="text"/>		Energiebezugsfläche A _{EB} : 1552,9 m ²	Innen-temperatur: 18
Auslegungstemperatur		Klima (Heizlast): Standard Deutschland	
Strahlung: Nord Ost Süd West Horizontal			
Wetter 1: -10,6 °C		10	30
Wetter 2: -1,2 °C		5	5
Erdreichauslegungstemp. 11,8 °C		90	35
		10	10
		W/m ²	W/m ²

Bauteile	Temperaturzone	m ²	U-Wert W/(m ² K)	Faktor immer 1 (außer 'X')	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	P _T 1 W	P _T 2 W
1. Außenwand Verblender	A	274,5	0,155	1,00	28,6	19,2	1215	819
2. Außenwand gegen Erdreich	B	342,4	0,186	1,00	6,2	6,2	396	396
3. Dach/Decken Außenluft	A	1218,4	0,094	1,00	28,6	19,2	3281	2211
4. Bodenplatte	B	1556,5	0,155	1,00	6,2	6,2	1500	1500
5. Außenwand Vorhangfassade	A	381,5	0,159	1,00	28,6	19,2	1735	1170
6. Außenwand Tafel Nord	A	230,5	0,126	1,00	28,6	19,2	830	559
7. Dach Anbau	X	310,8	0,077	1,00	28,6	19,2	686	462
8. Fenster	A	311,0	0,831	1,00	28,6	19,2	7381	4975
9. Außentür	A	18,0	0,855	1,00	28,6	19,2	440	297
10. Wbrücken außen (Länge/m)	A	430,1	-0,020	1,00	28,6	19,2	-245	-165
11. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P	61,9	-0,044	1,00	6,2	6,2	-17	-17
12. Wbrücken Boden (Länge/m)	B	103,3	-0,043	1,00	6,2	6,2	-28	-28
13. Haus/Wohnungstrennwand	I			1,00	1,0	1,0		

Transmissionswärmelast P_T

Summe	=	17175	bzw.	12179
-------	---	--------------	------	--------------

Lüftungsanlage:

A _{EB} m ²	lichte Raumhöhe m	m ³
1552,9	2,50	3882

wirksames Luftvolumen V_L

Wärmebereitstellungsgrad des Wärmeübertragers η _{WRG}	Wirkungsgrad des EWÜ	Wärmebereitstellungsgrad EWÜ
85%	0%	0%

energetisch wirksamer Luftwechsel n_L

n _{L,Rest} (Heizlast) 1/h	n _{L,Anlage} 1/h	Φ _{WRG}	Φ _{WRG}	1/h	1/h
0,105	0,096	0,85	0,85	0,119	0,119

Lüftungswärmelast P_L

V _L m ³	n _L 1/h	n _L 1/h	c _{Lut} Wh/(m ³ K)	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	P _L 1 W	P _L 2 W
3882,3	0,119	0,119	0,33	28,6	19,2	4369	2944

Summe Wärmelast P_V

P _T + P _L	=	21544	bzw.	15123
---------------------------------	---	--------------	------	--------------

Wärmeangebot Solarlast P_S

Ausrichtung der Fläche	Fläche m ²	g-Wert (senkr. Einstrahlung)	Abminderungsfaktor (vgl. Blatt Fenster)	Strahlung 1 W/m ²	Strahlung 2 W/m ²	P _S 1 W	P _S 2 W
1. Nord	149,5	0,6	0,4	11	5	368	155
2. Ost	0,0	0,0	0,4	30	5	0	0
3. Süd	88,3	0,6	0,4	83	9	1503	170
4. West	13,7	0,6	0,4	53	6	148	18
5. Horizontal	59,5	0,4	0,5	46	11	546	128

Summe

	=	2564	bzw.	471
--	---	-------------	------	------------

Interne Wärmelast P_I

spez. Leistung W/m ²	A _{EB} m ²	P _I 1 W	P _I 2 W
1,6	1553	2485	2485

Wärmegewinne P_G

P _S + P _I	=	5049	bzw.	2956
P _V - P _G	=	16495	bzw.	12167

Heizwärmelast P_H

	=	16495	W
--	---	--------------	---

wohnflächenspezifische Heizwärmelast P_H / A_{EB}

	=	10,6	W/m ²
--	---	-------------	------------------

Eingabe max. Zulufttemperatur **52** °C

Max. Zulufttemperatur θ_{zu,Max} **52** °C

Zulufttemperatur ohne Nachheizung θ_{zu,Min} **13,7** °C

Zulufttemperatur ohne Nachheizung **15,1** °C

zum Vergleich: Wärmelast, die von der Zuluft transportierbar ist P_{Zuluft,Max}

	=	4706	W	spezifisch: 3,0	W/m ²
--	---	-------------	---	------------------------	------------------

Über die Zuluft beheizbar? **nein**

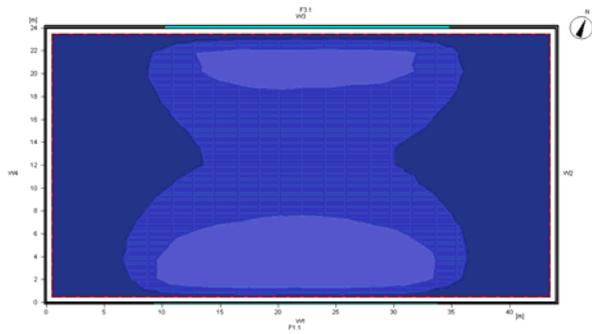
5 Dach Halle Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung							
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]						innen R _{si} : 0,10 außen R _{sa} : 0,04	
Teillfläche 1	λ [W/(mK)]	Teillfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teillfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite	
1. Akustikdecke	0,250					Dicke [mm]	25
2. Schalung	0,130						19
3. Dämmung	0,035	Konstruktion	0,130				480
4. Unterspannbahn							
5. Lattung							
6. Eindeckung							
7.							
8.							
Flächenanteil Teillfläche 2			Flächenanteil Teillfläche 3			Summe	
13,0%						52,4	cm
U-Wert: 0,094 W/(m ² K)							

6 Tür Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung							
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]						innen R _{si} : 0,13 außen R _{sa} : 0,04	
Teillfläche 1	λ [W/(mK)]	Teillfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teillfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite	
1. Haustür	0,150					Dicke [mm]	150
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
Flächenanteil Teillfläche 2			Flächenanteil Teillfläche 3			Summe	
						15,0	cm
U-Wert: 0,855 W/(m ² K)							

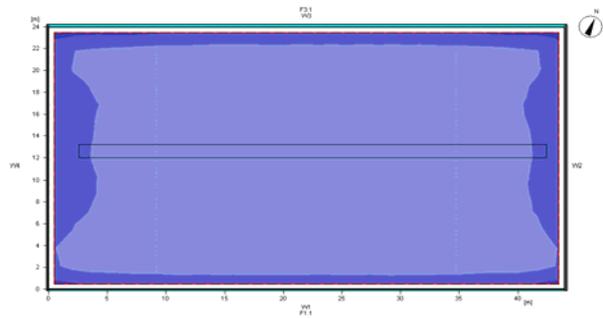
7 AW Nord Leichtbau Tafel Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung							
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]						innen R _{si} : 0,13 außen R _{sa} : 0,04	
Teillfläche 1	λ [W/(mK)]	Teillfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teillfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite	
1. GKB	0,250					Dicke [mm]	13
2. OSB	0,130						18
3. Dämmung	0,035	Konstruktion	0,130				300
4. OSB	0,130						18
5. Unterkonstruktion							
6. Verkleidung							
7.							
8.							
Flächenanteil Teillfläche 2			Flächenanteil Teillfläche 3			Summe	
6,0%						34,9	cm
U-Wert: 0,126 W/(m ² K)							

8 Dach Anbau Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung							
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]						innen R _{si} : 0,10 außen R _{sa} : 0,04	
Teillfläche 1	λ [W/(mK)]	Teillfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teillfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite	
1. Putz	0,870					Dicke [mm]	3
2. Beton	2,500						180
3. Dämmung	0,035	Konstruktion	0,130				120
4. Dämmung	0,035			Konstruktion	0,130		380
5.							
6.							
7.							
8.							
Flächenanteil Teillfläche 2			Flächenanteil Teillfläche 3			Summe	
10,0%			5,0%			68,3	cm
U-Wert: 0,077 W/(m ² K)							

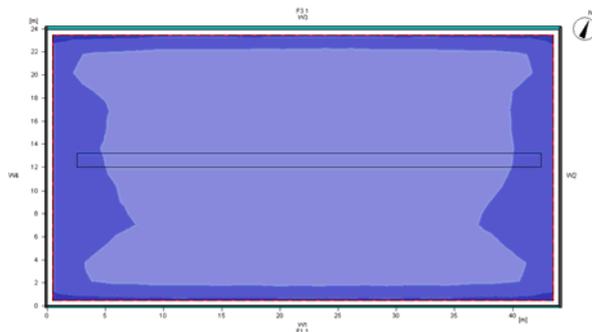
11.12 Ergebnisse Tageslichtuntersuchung



Ausgangsvariante 1.1



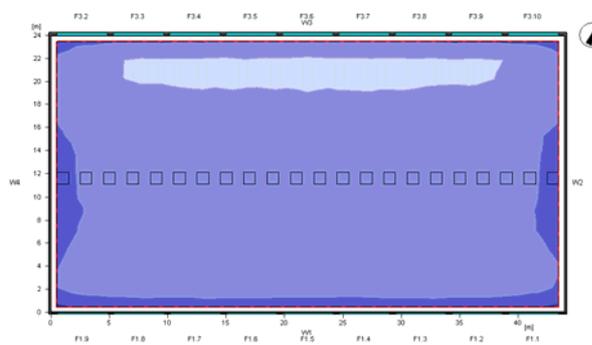
Variante 1.2



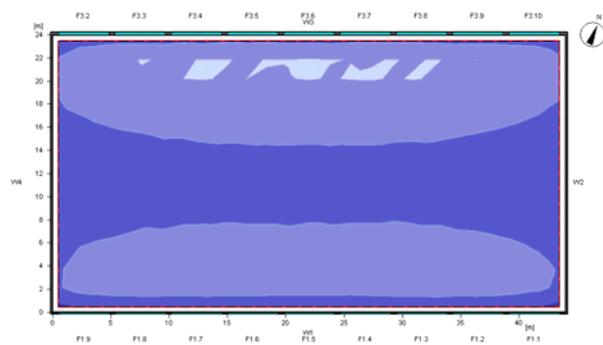
Variante 1.3



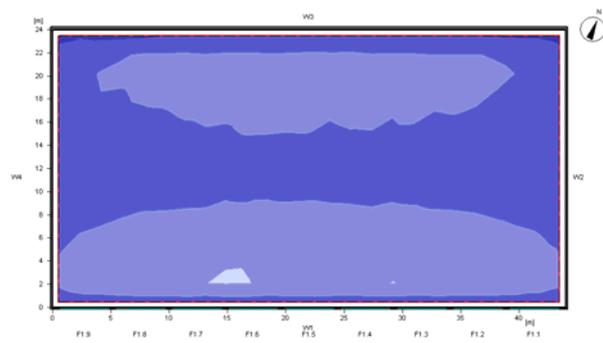
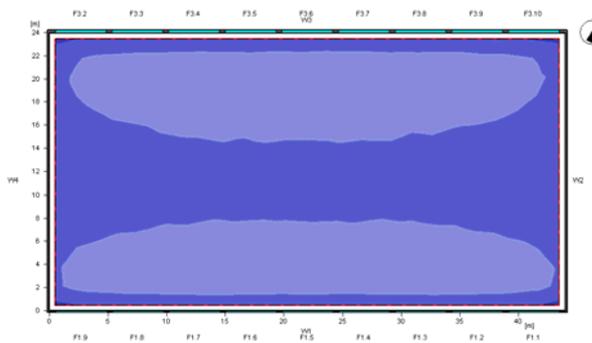
Abbildung 54: Berechnungsergebnisse erster Planungsstand – Verteilung des Tageslichtquotienten je Variante



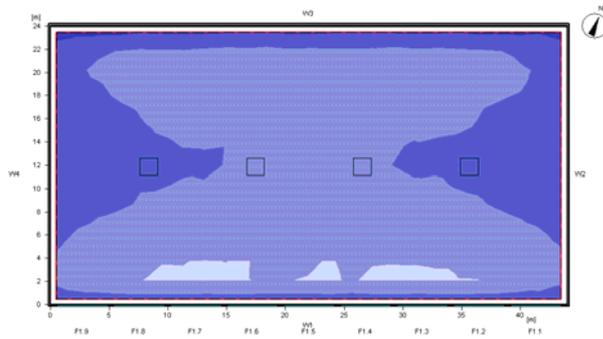
Ausgangsvariante 2.1



Variante 2.2



Variante 2.3

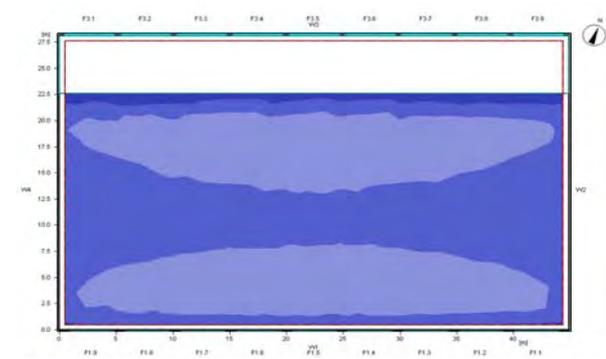
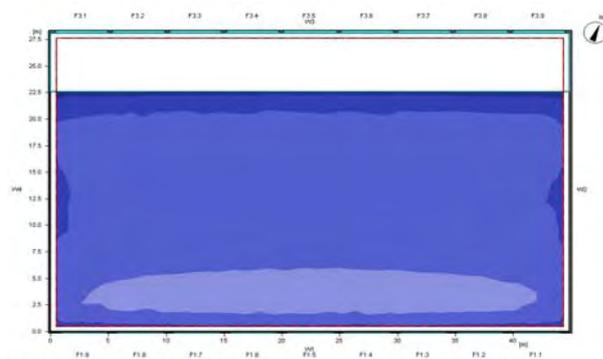


Variante 2.4

Variante 2.5

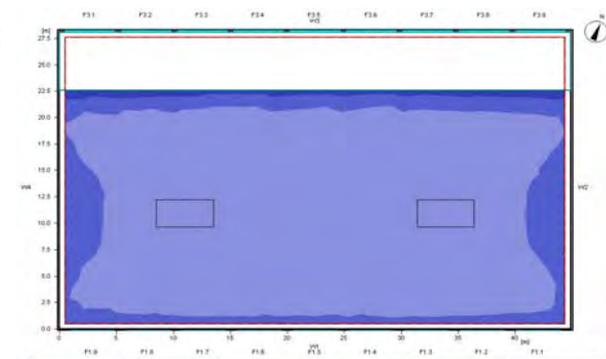
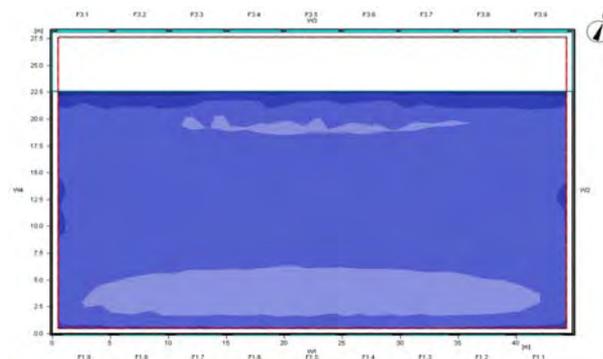


Abbildung 55: Berechnungsergebnisse zweiter Planungsstand – Verteilung des Tageslichtquotienten je Variante



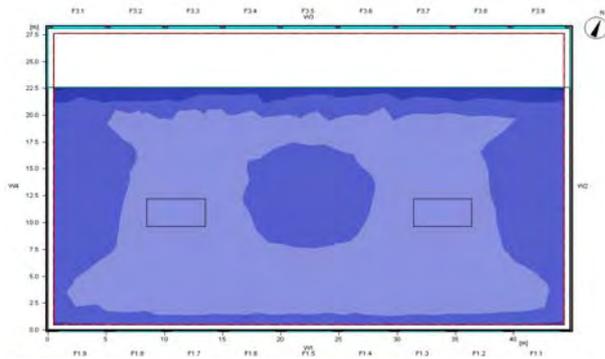
Ausgangsvariante 3.1

Variante 3.2



Variante 3.3

Variante 3.4



Variante 3.5

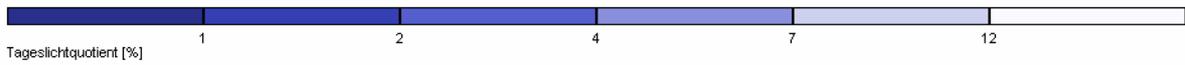


Abbildung 56: Berechnungsergebnisse dritter Planungsstand – Verteilung des Tageslichtquotienten je Variante

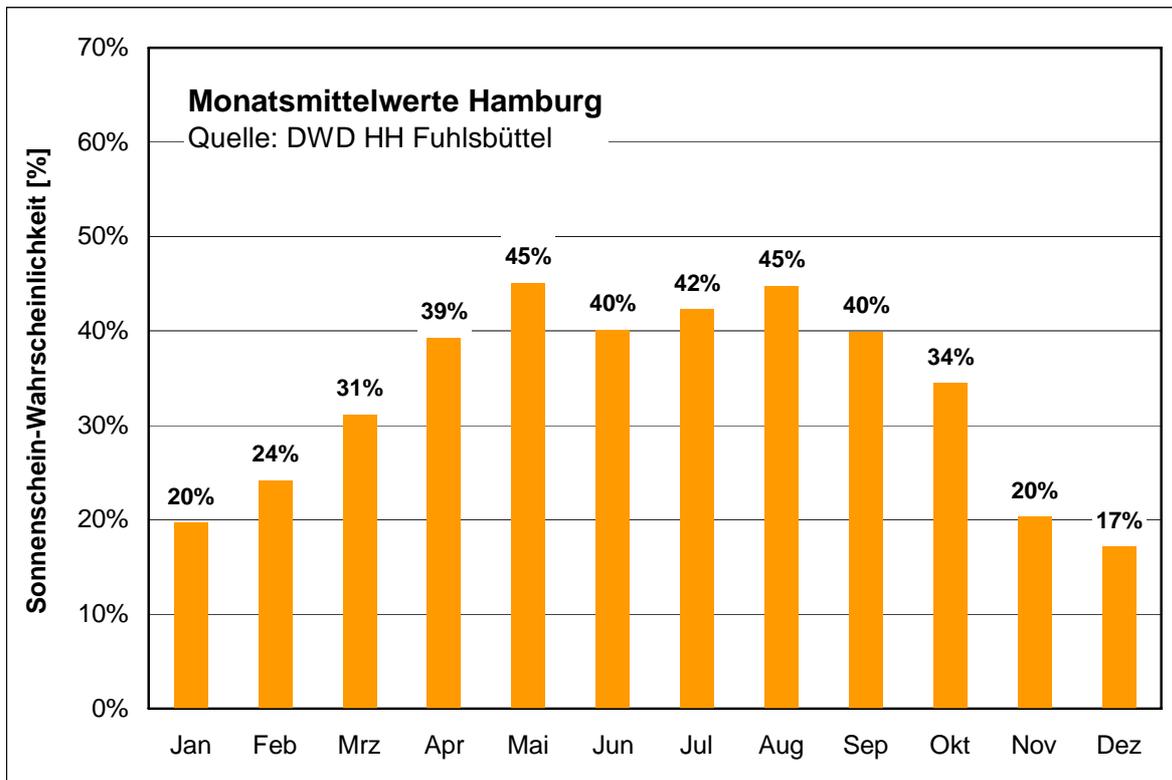


Abbildung 57: Sonnenschein-Wahrscheinlichkeit für Hamburg

11.13 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Beleuchtung

Planungsstand 3		Projekt: Sporthalle Nordhastedt				
Varianten Tageslicht						
Annahmen						
	Kosten	Kalk. Zinsfuß		Teuerung		
	Kapital	1,045	[-]	1,03	[-]	
	Betrieb	1,045	[-]	1,03	[-]	
	Verbrauch	1,045	[-]	1,04	[-]	
	betr. Zeitraum	15	[a]			
Randbedingungen						
		Variante TL3.1	Variante TL3.2	Variante TL3.3	Variante TL3.5	Dunkelhalle
	Fensterfläche Süd [m²]	72	72	72	72	0
	Fensterfläche Nord [m²]	122	203	122	203	0
	Fläche Oberlicht [m²]	0	0	0	25	0
	Strombedarf Kunstlicht [kWh/a]	18039	15209	16624	15563	35284
	Mehrbedarf Strom Kunstlicht [kWh/a]	0	-2830	-1415	-2476	17245
	Mehrbedarf Strom RLT [kWh/a]	0	0	0	0	1535
	Heizwärmebedarf [kWh/a]	32199	34170	32199	33097	30702
	Mehrbedarf Heizwärme [kWh/a]	0	1970	0	898	-1498
	Mehrkosten Fenster gegenüber Wand:		200 [€/m²]			
	Mehrkosten Oberlicht gegenüber Dach:		500 [€/m²]			
	Mehrkosten Verschattung:		100 [€/m²]			
Kapitalkosten						
	Investion	Nutzungsdauer	Restwertfaktor	Annuitätenf.	Kapitalkosten	
brutto	[€]	[a]	[-]	[1/a]	[€/a]	
Variante 3.2						
Mehrkosten Fenster	16.200	30	0,60	0,0931	901	
Variante 3.3						
Mehrkosten Fenster	0	30	0,60	0,0931	0	
Variante 3.5						
Mehrkosten Fenster	16.200	30	0,60	0,0931	901	
Mehrkosten Oberlicht	12.500	25	0,68	0,0931	789	
					1.690	
Dunkelhalle						
Minderkosten Fenster	-38.700	30	0,60	0,0931	-2.153	
Minderkosten Verschattung	-7.200	20	0,80	0,0931	-535	
					-2.689	
Betriebsgebundene Kosten						
(Wartung, Unterh., Personal, Vers.)	Kosten bezüglich der Investion	Kosten im 1. Betriebsjahr	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende Kosten	
	[%]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]	
Variante 3.2						
	2	324	13,00	0,0931	392	
Variante 3.3						
	2	0	13,00	0,0931	0	
Variante 3.5						
	2	574	13,00	0,0931	695	
Dunkelhalle						
	2	-918	13,00	0,0931	-1.111	
Verbrauchsgebundene Kosten						
brutto	Energiekosten	Kosten im 1. Betriebsjahr	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende Kosten	
	[€/MWh]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]	
Variante 3.2						
Strom	180,0	-509	13,88	0,0931	-659	
Heizenergie	80,0	158	13,88	0,0931	204	
Variante 3.3						
Strom	180,0	-255	13,88	0,0931	-329	
Heizenergie	80,0	0	13,88	0,0931	0	
Variante 3.5						
Strom	180,0	-446	13,88	0,0931	-576	
Heizenergie	80,0	72	13,88	0,0931	93	
Dunkelhalle						
Strom	180,0	3.380	13,88	0,0931	4.370	
Heizenergie	80,0	-120	13,88	0,0931	-155	
Ergebnis der Varianten						
Jahresmehrkosten	[€/a]	Variante 3.2	Variante 3.3	Variante 3.5	Dunkelhalle	
		839	-329	1.902	415	

Tabelle 18: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Beleuchtung

11.14 Reflexionsgrade in Abhängigkeit des Materials und der Farbe

Baumaterialien	Reflexionsgrad ρ [%]	Farbanstriche	Reflexionsgrad ρ [%]
Ahorn, Birke	0,6	weiß	0,75 – 0,85
Aluminium, matt	0,75 – 0,84	hellgrau	0,4 – 0,6
Chrom, poliert	0,6 – 0,7	mittelgrau	0,25 – 0,35
Eiche hell, poliert	0,25 – 0,35	dunkelgrau	0,1 – 0,15
Eiche dunkel, poliert	0,1 – 0,15	schwarz	0,04
Email, weiß	0,65 – 0,75	hellblau	0,4 – 0,5
Holzfaserplatten	0,5 – 0,6	dunkelblau	0,15 – 0,2
Glas	0,08	marineblau	0,05 – 0,1
Granit	0,2 – 0,25	dunkelgrün	0,15 – 0,2
Kalkstein	0,35 – 0,55	olivgrün	0,25 – 0,35
Marmor, poliert	0,3 – 0,7	hellgrün	0,45 – 0,55
Messing, hochpoliert	0,7 – 0,75	hellblau	0,4 – 0,5
Mörtel hell, Kalkputz	0,4 – 0,45	hellgelb	0,6 – 0,7
Gipsputz	0,8	orange	0,2 – 0,25
Sandstein	0,2 – 0,4	rosa	0,45 – 0,55
Sperrholz, roh	0,25 – 0,4	zinnoberrot	0,2 – 0,25
Zement, Beton, roh	0,2 – 0,3	dunkelrot	0,15 – 0,2
Ziegel, rot, neu	0,1 – 0,15	braun	0,2 – 0,3
Gewebe weiß, dünn	0,3 - 0,6	beige	0,2 - 0,35

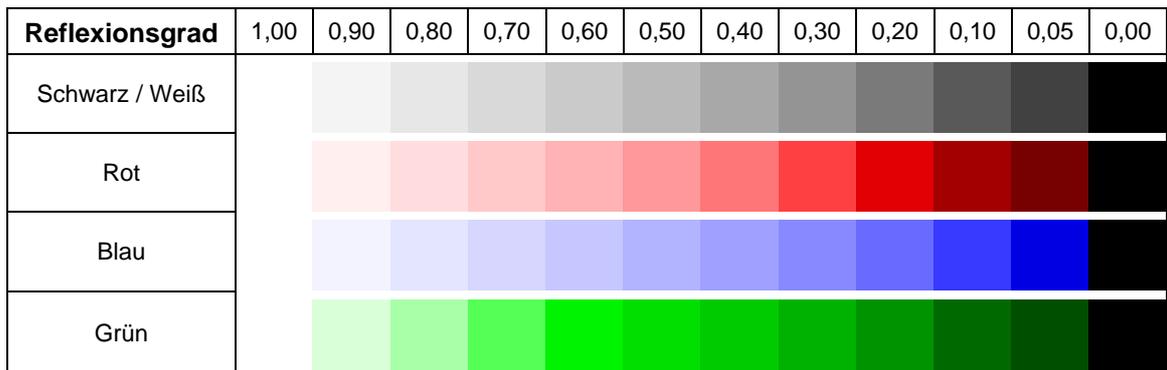


Abbildung 58: Beispiele für Reflexionsgrade unterschiedlicher Farben

11.15 Gegenüberstellung der Energiebilanz der Varianten

	Variante 1.0	Variante 2.0	Variante 3.0	Variante 3.1	Variante 3.2	Variante 3.3	Variante 3.4
	Heizwärme						
TWW Duschen	EnEV	NEH	PH Standard				
[kWh/M]	[kWh/M]	[kWh/M]	[kWh/M]	[kWh/M]	[kWh/M]	[kWh/M]	[kWh/M]
Jan	889.1	22528.7	17387.0	4937.9	4937.9	4937.9	4937.9
Feb	889.1	18737.9	14108.1	3021.6	3021.6	3021.6	3021.6
Mrz	889.1	16358.6	11920.3	1301.3	1301.3	1301.3	1301.3
Apr	1333.7	9365.7	5952.9	1.3	1.3	1.3	1.3
Mai	1333.7	2831.6	889.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Jun	1333.7	68.7	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Jul	1333.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aug	1333.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sep	1333.7	1038.6	180.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Okt	889.1	7882.6	5164.6	32.7	32.7	32.7	32.7
Nov	889.1	15015.6	11282.8	2613.0	2613.0	2613.0	2613.0
Dez	889.1	20602.7	15906.7	4648.1	4648.1	4648.1	4648.1
Jahr	13337.1	114433.5	82795.3	16556.0	16556.0	16556.0	16556.0
	[MWh/M]						
Jan	0.89	22.53	17.39	4.94	4.94	4.94	4.94
Feb	0.89	18.74	14.11	3.02	3.02	3.02	3.02
Mrz	0.89	16.36	11.92	1.30	1.30	1.30	1.30
Apr	1.33	9.37	5.95	0.00	0.00	0.00	0.00
Mai	1.33	2.83	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00
Jun	1.33	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jul	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aug	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sep	1.33	1.04	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
Okt	0.89	7.88	5.16	0.03	0.03	0.03	0.03
Nov	0.89	15.02	11.28	2.61	2.61	2.61	2.61
Dez	0.89	20.60	15.91	4.65	4.65	4.65	4.65
Jahr	13.34	114.43	82.80	16.56	16.56	16.56	16.56
spez.	[kWh/m²a]						
	8.6	73.7	53.3	10.7	10.7	10.7	10.7

Heizwärmebedarf Randbedingungen für die Berechnung	Thermischer Kollektor	25	m ²
	Spezifischer Ertrag der therm. Solaranlage	400	kWh/m ² a
	Arbeitszahl Wärmepumpe 1 im Mittel	4.1	-
	Arbeitszahl Wärmepumpe 2 im Mittel	4.9	-
	Hilfsenergie	1	%
	Energieverluste Erdgas-Kessel ca.	0.08	-
	Energieverluste Pellet-Kessel ca.	0.08	-
Energieverluste WP ca.	0.03	-	

Variante 1.0 EnEV 2007 + Erdgas	Energiebedarf	Bedarfsdeckung - Energieträger inkl. Hilfsstrom			
	MWh/a	Erdgas MWh/a	Holzpellets MWh/a	Umwelt MWh/a	Strom MWh/a
Raumheizwärme (PHPP)	114.4				
TWW Duschen	13.3				
Wärmeverluste	10.2				
Hilfsstrom	1.4				
Wärmepumpe		0.0	0.0	0.0	0.0
Pelletkessel		0.0	0.0	0.0	0.0
Erdgaskessel		138.0	0.0	0.0	1.4
Thermischer Kollektor		0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	139.4	138.0	0.0	0.0	1.4

Variante 2.0 EnEV 2012 + Erdgas + Solar	Energiebedarf	Bedarfsdeckung - Energieträger inkl. Hilfsstrom			
	MWh/a	Erdgas MWh/a	Holzpellets MWh/a	Umwelt MWh/a	Strom MWh/a
Raumheizwärme (PHPP)	82.8				
TWW Duschen	13.3				
Wärmeverluste	7.7				
Hilfsstrom	1.0				
Wärmepumpe		0.0	0.0	0.0	0.0
Pelletkessel		0.0	0.0	0.0	0.0
Erdgaskessel		93.8	0.0	0.0	0.9
Thermischer Kollektor		0.0	0.0	10.0	0.1
Summe	104.9	93.8	0.0	10.0	1.0

Variante 3.0 Passiv-Standard + Erdgas	Energiebedarf	Bedarfsdeckung - Energieträger inkl. Hilfsstrom			
	MWh/a	Erdgas MWh/a	Holzpellets MWh/a	Umwelt MWh/a	Strom MWh/a
Raumheizwärme (PHPP)	16.6				
TWW Duschen	13.3				
Wärmeverluste	2.4				
Hilfsstrom	0.3				
Wärmepumpe		0.0	0.0	0.0	0.0
Pelletkessel		0.0	0.0	0.0	0.0
Erdgaskessel		32.3	0.0	0.0	0.3
Thermischer Kollektor		0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	32.6	32.3	0.0	0.0	0.3

Variante 3.1 PH-Standard + Erdgas + Solar	Energiebedarf	Bedarfsdeckung - Energieträger inkl. Hilfsstrom			
	MWh/a	Erdgas MWh/a	Holzpellets MWh/a	Umwelt MWh/a	Strom MWh/a
Raumheizwärme (PHPP)	16.6				
TWW Duschen	13.3				
Wärmeverluste	2.4				
Hilfsstrom	0.3				
Wärmepumpe		0.0	0.0	0.0	0.0
Pelletkessel		0.0	0.0	0.0	0.0
Erdgaskessel		22.3	0.0	0.0	0.2
Thermischer Kollektor		0.0	0.0	10.0	0.1
Summe	32.6	22.3	0.0	10.0	0.3
<hr/>					
Variante 3.2 PH-Standard + Pellet + Solar	Energiebedarf	Bedarfsdeckung - Energieträger inkl. Hilfsstrom			
	MWh/a	Erdgas MWh/a	Holzpellets MWh/a	Umwelt MWh/a	Strom MWh/a
Raumheizwärme (PHPP)	16.6				
TWW Duschen	13.3				
Wärmeverluste	2.4				
Hilfsstrom	0.3				
Wärmepumpe		0.0	0.0	0.0	0.0
Pelletkessel		0.0	22.3	0.0	0.2
Erdgaskessel		0.0	0.0	0.0	0.0
Thermischer Kollektor		0.0	0.0	10.0	0.1
Summe	32.6	0.0	22.3	10.0	0.3
<hr/>					
Variante 3.3 PH-Standard + WP1 + Solar (Wärmequelle Trinkwasser Ltg.)	Energiebedarf	Bedarfsdeckung - Energieträger inkl. Hilfsstrom			
	MWh/a	Erdgas MWh/a	Holzpellets MWh/a	Umwelt MWh/a	Strom MWh/a
Raumheizwärme (PHPP)	16.6				
TWW Duschen	13.3				
Wärmeverluste	0.9				
Hilfsstrom	0.3				
Wärmepumpe		0.0	0.0	15.7	5.3
Pelletkessel		0.0	0.0	0.0	0.0
Erdgaskessel		0.0	0.0	0.0	0.0
Thermischer Kollektor		0.0	0.0	10.0	0.1
Summe	31.1	0.0	0.0	25.7	5.4
<hr/>					
Variante 3.4 PH-Standard + WP2 + Solar (Wärmequelle Register Sohle/Solar)	Energiebedarf	Bedarfsdeckung - Energieträger inkl. Hilfsstrom			
	MWh/a	Erdgas MWh/a	Holzpellets MWh/a	Umwelt MWh/a	Strom MWh/a
Raumheizwärme (PHPP)	16.6				
TWW Duschen	13.3				
Wärmeverluste	0.9				
Hilfsstrom	0.3				
Wärmepumpe		0.0	0.0	16.5	4.5
Pelletkessel		0.0	0.0	0.0	0.0
Erdgaskessel		0.0	0.0	0.0	0.0
Thermischer Kollektor		0.0	0.0	10.0	0.1
Summe	31.1	0.0	0.0	26.5	4.6

11.16 Umweltwirkung der Varianten

Umweltwirkung - Randbedingungen der Berechnung								
Energiebezugsfläche:		1552.93	m ²					
Strom Sonstiges:		3	kWh/m ² a					
Primärenergiefaktoren (nicht erneuerbarer Anteil !):				CO ₂ -Emissionsfaktoren GEMIS:				
Strom mix	2.99	kWh _{Prim} /kWh _{End}		Strom	647	kgCO ₂ /MWh _{End}		
Erdgas	1.14	kWh _{Prim} /kWh _{End}		Erdgas	249	kgCO ₂ /MWh _{End}		
Pellets	0.14	kWh _{Prim} /kWh _{End}		Pellets	42	kgCO ₂ /MWh _{End}		
Erdgas- bzw. Holzbedarf:								
inkl. Verluste		Variante 1.0	Variante 2.0	Variante 3.0	Variante 3.1	Variante 3.2	Variante 3.3	Variante 3.4
		Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Holz	Strom WP	Strom WP
		EnEV	NEH	PH	PH	PH	PH	PH
Erdgas	[kWh/a]	137992	93823	32285	22285	0	0	0
Holzpellets	[kWh/a]	0	0	0	0	22285	0	0
Summe:	[MWh/a]	138	94	32	22	22	0	0
Summe:	[kWh/m ² a]	89	60	21	14	14	0	0
Strombedarf:								
		Variante 1.0	Variante 2.0	Variante 3.0	Variante 3.1	Variante 3.2	Variante 3.3	Variante 3.4
		EnEV	NEH	PH	PH	PH	PH	PH
Beleuchtung	[kWh/a]	16624	16624	16624	16624	16624	16624	16624
RLT	[kWh/a]	3528	3528	2352	2352	2352	2352	2352
Sonstiges	[kWh/a]	4659	4659	4659	4659	4659	4659	4659
Strom Heizung	[kWh/a]	1380	1038	323	323	323	5379	4551
Summe:	[MWh/a]	26	26	24	24	24	29	28
Summe:	[kWh/m ² a]	17	17	15	15	15	19	18
Ergebnis								
Primärenergie Heizung	[MWh/a]	157	107	37	25	3	16	14
Primärenergie Strom	[MWh/a]	78	77	72	72	72	71	71
Primärenergie gesamt	[MWh/a]	236	184	108	97	75	87	84
CO ₂ -Äquivalentemission	[Tonnen CO ₂ /a]	51	40	24	21	16	19	18

11.17 Betriebskosten Energie (statisch Jahr 1)

Betriebskosten im Jahr 1 - Randbedingungen der Berechnung								
Energiebezugsfläche:		1552.93	m ²					
Strom Sonstiges:		3	kWh/m ² a					
Energiekosten brutto (Annahme für 2008 !)								
Erdgas	80	€/MWh		Strom Wärmepumpe (Mischpreis)	110	€/MWh		
Pellets	41	€/MWh		Strom	190	€/MWh		
Erdgas- bzw. Holzbedarf:								
inkl. Verluste		Variante 1.0	Variante 2.0	Variante 3.0	Variante 3.1	Variante 3.2	Variante 3.3	Variante 3.4
		Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Holz	Strom WP	Strom WP
		EnEV	NEH	PH	PH	PH	PH	PH
Erdgas	[kWh/a]	137992	93823	32285	22285	0	0	0
Holzpellets	[kWh/a]	0	0	0	0	22285	0	0
Summe:	[MWh/a]	138	94	32	22	22	0	0
Summe:	[kWh/m ² a]	89	60	21	14	14	0	0
Strombedarf:								
		Variante 1.0	Variante 2.0	Variante 3.0	Variante 3.1	Variante 3.2	Variante 3.3	Variante 3.4
		EnEV	NEH	PH	PH	PH	PH	PH
Beleuchtung	[kWh/a]	16624	16624	16624	16624	16624	16624	16624
RLT	[kWh/a]	3528	3528	2352	2352	2352	2352	2352
Sonstiges	[kWh/a]	4659	4659	4659	4659	4659	4659	4659
Strom Heizung	[kWh/a]	1380	1038	323	323	323	5379	4551
Summe:	[MWh/a]	26	26	24	24	24	29	28
Summe:	[kWh/m ² a]	17	17	15	15	15	19	18
Ergebnis Jahreskosten Energie								
Heizung	[€/a]	11039	7506	2583	1783	914	592	501
Strom (ohne Heizung)	[€/a]	4976	4911	4552	4552	4552	4491	4491
Energiekosten	[€/a]	16016	12417	7135	6335	5466	5082	4991

11.18 Mehrkosten der Varianten

				Variante 2.0 NEH + Erdgaskessel + Solar			Variante 3.0 PH + Erdgaskessel		
Investition - Baukonstruktion 300		Menge	Einheit	Spez. Kosten netto [€/Einheit]	Spez. Kosten brutto [€/Einheit]	Kosten brutto [€]	Spez. Kosten netto [€/Einheit]	Spez. Kosten brutto [€/Einheit]	Kosten brutto [€]
300	Summe Variante 1.1	1	-		960 480	960 480		960 480	960 480
Mehr- und Minderkosten									
39090	Mineralwolle 2x50 mm, Kerndämmung AW	310	m ²	0	0	0	10	12	3 689
39090	Styrodur 10 cm, Kellerwand	250	m ²	9	11	2 678	14	17	4 165
39090	Styrofoam 200 mm, unter der Sohle	1556	m ²	0	0	0	15	18	27 775
39090	Mineralwolle 8 cm, Holzkonstruktion Fassade	600	m ²	6	7	4 284	14	17	9 996
39090	Bauschnittholz, S10, FI/TA/, lief. -20/20	52	m ³	0	0	0	235	280	14 542
39090	Abbund Kanthölzer, Pultdach	2 187	m	0	0	0	6	7	14 314
39090	Spannfilz URSA 240 mm, Dach	1 600	m ²	0	0	0	11	13	20 087
39090	Fenster- und Türleibung breiter	250	m	0	0	0	12	14	3 570
39090	Fenster Passivhausstandard	1	-	8 000	9 520	9 520	24 000	28 560	28 560
	Summe Mehr- und Minderkosten					16 482			126 698
	Summe 300					976 962			1 087 178
Investition - Technische Anlagen 400		Menge	Einheit	Spez. Kosten netto [€/Einheit]	Spez. Kosten brutto [€/Einheit]	Kosten brutto [€]	Spez. Kosten netto [€/Einheit]	Spez. Kosten brutto [€/Einheit]	Kosten brutto [€]
400	Summe Variante 1.1	1	-		222 652	222 652		222 652	222 652
Mehr- und Minderkosten									
420	Wärmeerzeuger mit Zubehör	1	-		-4 000	-4 000		-12 000	-12 000
420	Rohrleitungen und Isolierung	1	-		-1 200	-1 200		0	0
420	Heizflächen Sporthalle	1	-		-8 000	-8 000		-27 000	-27 000
420	Heizflächen Nebenräume	1	-		-800	-800		-1 500	-1 500
420	Solarthermie	1	-		25 000	25 000		0	0
420	Kombispeicher / Wärmepumpe	1	-		0	0		0	0
420	Pufferspeicher / Holzpellets	1	-		0	0		0	0
420	Kombispeicher / Erdgaskessel	1	-		2 800	2 800		0	0
420	Erderegister	1	-		0	0		0	0
420	Pelletlager	1	-		0	0		0	0
430	Lüftung Sporthalle	1	-		0	0		20 000	20 000
430	Lüftung Umkleide	1	-		0	0		-5 000	-5 000
	Summe Mehr- und Minderkosten					13 800			-25 500
	Summe 400					236 452			197 152
Investition 300 und 400						Kosten brutto [€]			Kosten brutto [€]
	Summe Mehr- und Minderkosten					30 282			101 198
	Summe 300 und 400					1 213 414			1 284 330

				Variante 3.1 PH + Erdgaskessel + Solar			Variante 3.2 PH + Holzpellet + Solar		
Investition - Baukonstruktion 300		Menge	Einheit	Spez. Kosten netto [€/Einheit]	Spez. Kosten brutto [€/Einheit]	Kosten brutto [€]	Spez. Kosten netto [€/Einheit]	Spez. Kosten brutto [€/Einheit]	Kosten brutto [€]
300	Summe Variante 1.1	1	-		960 480	960 480		960 480	960 480
Mehr- und Minderkosten									
39090	Mineralwolle 2x50 mm, Kerndämmung AW	310	m ²	10	12	3 689	10	12	3 689
39090	Styrodur 10 cm, Kellerwand	250	m ²	14	17	4 165	14	17	4 165
39090	Styrofoam 200 mm, unter der Sohle	1556	m ²	15	18	27 775	15	18	27 775
39090	Mineralwolle 8 cm, Holzkonstruktion Fassade	600	m ²	14	17	9 996	14	17	9 996
39090	Bauschnittholz, S10, FI/TA/, lief. -20/20	52	m ³	235	280	14 542	235	280	14 542
39090	Abbund Kanthölzer, Pultdach	2 187	m	6	7	14 314	6	7	14 314
39090	Spannfilz URSA 240 mm, Dach	1 600	m ²	11	13	20 087	11	13	20 087
39090	Fenster- und Türleibung breiter	250	m	12	14	3 570	12	14	3 570
39090	Fenster Passivhausstandard	1	-	24 000	28 560	28 560	24 000	28 560	28 560
	Summe Mehr- und Minderkosten					126 698			126 698
	Summe 300					1 087 178			1 087 178
Investition - Technische Anlagen 400		Menge	Einheit	Spez. Kosten netto [€/Einheit]	Spez. Kosten brutto [€/Einheit]	Kosten brutto [€]	Spez. Kosten netto [€/Einheit]	Spez. Kosten brutto [€/Einheit]	Kosten brutto [€]
400	Summe Variante 1.1	1	-		222 652	222 652		222 652	222 652
Mehr- und Minderkosten									
420	Wärmeerzeuger mit Zubehör	1	-		-12 000	-12 000		18 000	18 000
420	Rohrleitungen und Isolierung	1	-		0	0		0	0
420	Heizflächen Sporthalle	1	-		-27 000	-27 000		-27 000	-27 000
420	Heizflächen Nebenräume	1	-		-1 500	-1 500		-1 500	-1 500
420	Solarthermie	1	-		26 000	26 000		26 000	26 000
420	Kombispeicher / Wärmepumpe	1	-		0	0		0	0
420	Pufferspeicher / Holzpellets	1	-		0	0		2 000	2 000
420	Kombispeicher / Erdgaskessel	1	-		-3 600	-3 600		-6 000	-6 000
420	Erdregister	1	-		0	0		0	0
420	Pelletlager	1	-		0	0		4 000	4 000
430	Lüftung Sporthalle	1	-		20 000	20 000		20 000	20 000
430	Lüftung Umkleide	1	-		-5 000	-5 000		-5 000	-5 000
	Summe Mehr- und Minderkosten					-3 100			30 500
	Summe 400					219 552			253 152
Investition 300 und 400						Kosten brutto [€]			Kosten brutto [€]
	Summe Mehr- und Minderkosten					123 598			157 198
	Summe 300 und 400					1 306 730			1 340 330

				Variante 3.3 PH + WP TWW + Solar			Variante 3.4 PH + WP Sohle + Solar		
Investition - Baukonstruktion 300		Menge	Einheit	Spez. Kosten netto [€/Einheit]	Spez. Kosten brutto [€/Einheit]	Kosten brutto [€]	Spez. Kosten netto [€/Einheit]	Spez. Kosten brutto [€/Einheit]	Kosten brutto [€]
300	Summe Variante 1.1	1	-		960 480	960 480		960 480	960 480
Mehr- und Minderkosten									
39090	Mineralwolle 2x50 mm, Kerndämmung AW	310	m ²	10	12	3 689	10	12	3 689
39090	Styrodur 10 cm, Kellerwand	250	m ²	14	17	4 165	14	17	4 165
39090	Styrofoam 200 mm, unter der Sohle	1556	m ²	15	18	27 775	15	18	27 775
39090	Mineralwolle 8 cm, Holzkonstruktion Fassade	600	m ²	14	17	9 996	14	17	9 996
39090	Bauschnittholz, S10, FI/TA/, lief. -20/20	52	m ³	235	280	14 542	235	280	14 542
39090	Abbund Kanthölzer, Pultdach	2 187	m	6	7	14 314	6	7	14 314
39090	Spannfilz URSA 240 mm, Dach	1 600	m ²	11	13	20 087	11	13	20 087
39090	Fenster- und Türleibung breiter	250	m	12	14	3 570	12	14	3 570
39090	Fenster Passivhausstandard	1	-	24 000	28 560	28 560	24 000	28 560	28 560
Summe Mehr- und Minderkosten						126 698			126 698
Summe 300						1 087 178			1 087 178
Investition - Technische Anlagen 400		Menge	Einheit	Spez. Kosten netto [€/Einheit]	Spez. Kosten brutto [€/Einheit]	Kosten brutto [€]	Spez. Kosten netto [€/Einheit]	Spez. Kosten brutto [€/Einheit]	Kosten brutto [€]
400	Summe Variante 1.1	1	-		222 652	222 652		222 652	222 652
Mehr- und Minderkosten									
420	Wärmeerzeuger mit Zubehör	1	-		15 000	15 000		15 000	15 000
420	Rohrleitungen und Isolierung	1	-		0	0		0	0
420	Heizflächen Sporthalle	1	-		-16 000	-16 000		-16 000	-16 000
420	Heizflächen Nebenräume	1	-		0	0		0	0
420	Solarthermie	1	-		26 000	26 000		30 000	30 000
420	Kombispeicher / Wärmepumpe	1	-		6 000	6 000		6 000	6 000
420	Pufferspeicher / Holzpellets	1	-		0	0		0	0
420	Kombispeicher / Erdgaskessel	1	-		-6 000	-6 000		-6 000	-6 000
420	Erdregister	1	-		0	0		20 000	20 000
420	Pelletlager	1	-		0	0		0	0
430	Lüftung Sporthalle	1	-		20 000	20 000		20 000	20 000
430	Lüftung Umkleide	1	-		-5 000	-5 000		-5 000	-5 000
Summe Mehr- und Minderkosten						40 000			64 000
Summe 400						262 652			286 652
Investition 300 und 400						Kosten brutto [€]			Kosten brutto [€]
Summe Mehr- und Minderkosten						166 698			190 698
Summe 300 und 400						1 349 830			1 373 830

	Gesamt 300	300 Variante 300	Mehr- Minder Kosten 300	Gesamt 400	Variante 1.1 400	Mehr- Minder Kosten 400
	[EUR]	[EUR]	[EUR]	[EUR]	[EUR]	[EUR]
Var. 1.0	960 480	960 480	0	222 652	222 652	0
Var. 2.0	976 962	960 480	16 482	236 452	222 652	13 800
Var. 3.0	1 087 178	960 480	126 698	197 152	222 652	-25 500
Var. 3.1	1 087 178	960 480	126 698	219 552	222 652	-3 100
Var. 3.2	1 087 178	960 480	126 698	253 152	222 652	30 500
Var. 3.3	1 087 178	960 480	126 698	262 652	222 652	40 000
Var. 3.4	1 087 178	960 480	126 698	286 652	222 652	64 000

11.19 Wirtschaftlichkeit der Varianten (dynamisch)

Variante 1.0: EnEV - Erdgaskessel		Projekt: Sporthalle Nordhastedt				
Annahmen	Kosten	Kalk. Zinsfuß		Teuerung		
	Kapital	1.045	[-]	1.03	[-]	
	Betrieb	1.045	[-]	1.03	[-]	
	Verbrauch	1.045	[-]	1.04	[-]	
	betr. Zeitraum	40	[a]			
Randbedingungen	Jahresheizwärmeverbrauch (inkl. Verluste)			138.0	[MWh/a]	
	Energiebezugsfläche			1 552.9	[m²]	
Brennstoffverbrauch:	Erdgas			138.0	[MWh/a]	
	Pellets			0.0	[MWh/a]	
	Strom allg.			26.2	[MWh/a]	
	Strom WP			0.0	[MWh/a]	
Kapitalkosten butto	Investition	Nutzungsdauer	Restwertfaktor	Annuitätenf.	Kapitalkosten	
	[€]	[a]	[-]	[1/a]	[€/a]	
	Summe 300 - Gebäude	960 480	40	1.00	0.0543	52 196
	Mehr- und Minderkosten 300	0	40	1.00	0.0543	0
	Sanitär	48 790	25	1.34	0.0543	3 544
	Elektro	83 862	25	1.34	0.0543	6 091
	Wärmeerzeuger mit Zubehör	20 000	20	1.56	0.0543	1 696
	Rohrleitungen und Isolierung	6 000	25	1.34	0.0543	436
	Heizflächen Sporthalle	40 000	25	1.34	0.0543	2 905
	Heizflächen Nebenräume	4 000	25	1.34	0.0543	291
	Solarthermie	0	20	1.56	0.0543	0
	Kombispeicher / Pufferspeicher	2 000	20	1.56	0.0543	170
	Erdregister	0	40	1.00	0.0543	0
	Pelletlager	0	25	1.34	0.0543	0
	Lüftung Sporthalle	0	20	1.56	0.0543	0
	Lüftung Umkleide	18 000	20	1.56	0.0543	1 527
	Zuschuss Land	-600 000	40	1.00	0.0543	-32 606
Zuschuss DBU	0	40	1.00	0.0543	0	
Summe	1 183 132				36 248	
Betriebsgebundene Kosten (Wartung, Unterh., Personal, Vers.)	Kosten bezüglich der Investition	Kosten im 1. Betriebsjahr	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende Kosten	
	[%]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]	
	Instandhaltung Gebäude	1	9 605	29.28	0.0543	15 282
	Instandhaltung Sanitär	1	488	29.28	0.0543	776
	Instandhaltung Elektro	1	839	29.28	0.0543	1 334
	Instandhaltung Wärmeerzeuger	3	600	29.28	0.0543	955
	Instandhaltung Rohrleitungen und Isolierung	1	60	29.28	0.0543	95
	Instandhaltung Heizflächen Sporthalle	0.5	200	29.28	0.0543	318
	Instandhaltung Heizflächen Nebenräume	0.5	20	29.28	0.0543	32
	Instandhaltung Solarthermie	2	0	29.28	0.0543	0
	Instandhaltung Speicher	1.5	30	29.28	0.0543	48
	Instandhaltung Erdregister	0.5	0	29.28	0.0543	0
	Instandhaltung Pelletlager	3	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Lüftung Sporthalle	3	0	29.28	0.0543	0	
Instandhaltung Lüftung Umkleide	3	540	29.28	0.0543	859	
Summe		12 381			19 699	
Verbrauchsgebundene Kosten brutto	Brennstoffkosten (Für 2008)	Kosten im 1. Betriebsjahr	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende Kosten	
	[€/MWh]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]	
	Energiekosten Erdgas	80.00	11 039	34.91	0.0543	20 945
	Energiekosten Pellets	41.00	0	34.91	0.0543	0
	Energiekosten Strom allg.	190.00	4 976	34.91	0.0543	9 441
Energiekosten Strom WP	110.00	0	34.91	0.0543	0	
Summe		16 016			30 386	
Ergebnis der Variante						
Jahreskosten	[€/a]				86 334	

Variante 2.0: NEH - Erdgaskessel + Solar		Projekt: Sporthalle Nordhastedt			
Annahmen	Kosten	Kalk. Zinsfuß		Teuerung	
	Kapital	1.045	[-]	1.03	[-]
	Betrieb	1.045	[-]	1.03	[-]
	Verbrauch	1.045	[-]	1.04	[-]
	betr. Zeitraum	40	[a]		
Randbedingungen	Jahresheizw ärmeverbrauch (inkl. Verluste)			93.8	[MWh/a]
	Energiebezugsfläche			1 552.9	[m²]
Brennstoffverbrauch:	Erdgas			93.8	[MWh/a]
	Pellets			0.0	[MWh/a]
	Strom allg.			25.8	[MWh/a]
	Strom WP			0.0	[MWh/a]
Kapitalkosten	Investion	Nutzungsdauer	Restwertfaktor	Annuitätenf.	Kapitalkosten
brutto	[€]	[a]	[-]	[1/a]	[€/a]
Summe 300 - Gebäude	960 480	40	1.00	0.0543	52 196
Mehr- und Minderkosten 300	16 482	40	1.00	0.0543	896
Sanitär	48 790	25	1.34	0.0543	3 544
Elektro	83 862	25	1.34	0.0543	6 091
Wärmeerzeuger mit Zubehör	16 000	20	1.56	0.0543	1 357
Rohrleitungen und Isolierung	4 800	25	1.34	0.0543	349
Heizflächen Sporthalle	32 000	25	1.34	0.0543	2 324
Heizflächen Nebenräume	3 200	25	1.34	0.0543	232
Solarthermie	25 000	20	1.56	0.0543	2 121
Kombispeicher / Pufferspeicher	6 000	20	1.56	0.0543	509
Erdregister	0	40	1.00	0.0543	0
Pelletlager	0	25	1.34	0.0543	0
Lüftung Sporthalle	0	20	1.56	0.0543	0
Lüftung Umkleide	18 000	20	1.56	0.0543	1 527
Zuschuss Land	-600 000	40	1.00	0.0543	-32 606
Zuschuss DBU	0	40	1.00	0.0543	0
Summe	1 214 614				38 538
Betriebsgebundene Kosten	Kosten bezüglich	Kosten im	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende
(Wartung, Unterh., Personal, Vers.)	der Investion	1. Betriebsjahr			Kosten
	[%]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]
Instandhaltung Gebäude	1	9 770	29.28	0.0543	15 544
Instandhaltung Sanitär	1	488	29.28	0.0543	776
Instandhaltung Elektro	1	839	29.28	0.0543	1 334
Instandhaltung Wärmeerzeuger	3	480	29.28	0.0543	764
Instandhaltung Rohrleitungen und Isolierung	1	48	29.28	0.0543	76
Instandhaltung Heizflächen Sporthalle	0.5	160	29.28	0.0543	255
Instandhaltung Heizflächen Nebenräume	0.5	16	29.28	0.0543	25
Instandhaltung Solarthermie	2	500	29.28	0.0543	796
Instandhaltung Speicher	1.5	90	29.28	0.0543	143
Instandhaltung Erdregister	0.5	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Pelletlager	3	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Lüftung Sporthalle	3	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Lüftung Umkleide	3	540	29.28	0.0543	859
Summe		12 930			20 572
Verbrauchsgebundene Kosten	Brennstoffkosten	Kosten im	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende
brutto	(Für 2008)	1. Betriebsjahr			Kosten
	[€/MWh]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]
Energiekosten Erdgas	80.00	7 506	34.91	0.0543	14 241
Energiekosten Pellets	41.00	0	34.91	0.0543	0
Energiekosten Strom allg.	190.00	4 911	34.91	0.0543	9 318
Energiekosten Strom WP	110.00	0	34.91	0.0543	0
Summe		12 417			23 559
Ergebnis der Variante					
Jahreskosten	[€/a]				82 670

Variante 3.0: PH - Erdgaskessel		Projekt: Sporthalle Nordhastedt			
Annahmen	Kosten	Kalk. Zinsfuß	Teuerung		
	Kapital	1.045	[-]	1.03	[-]
	Betrieb	1.045	[-]	1.03	[-]
	Verbrauch	1.045	[-]	1.04	[-]
	betr. Zeitraum	40	[a]		
Randbedingungen	Jahresheizw ärmeverbrauch (inkl. Verluste)			32.3	[MWh/a]
	Energiebezugsfläche			1 552.9	[m²]
Brennstoffverbrauch:	Erdgas			32.3	[MWh/a]
	Pellets			0.0	[MWh/a]
	Strom allg.			24.0	[MWh/a]
	Strom WP			0.0	[MWh/a]
Kapitalkosten	Investion	Nutzungsdauer	Restwertfaktor	Annuitätenf.	Kapitalkosten
butto	[€]	[a]	[-]	[1/a]	[€/a]
Summe 300 - Gebäude	960 480	40	1.00	0.0543	52 196
Mehr- und Minderkosten 300	126 698	40	1.00	0.0543	6 885
Sanitär	48 790	25	1.34	0.0543	3 544
Elektro	83 862	25	1.34	0.0543	6 091
Wärmeerzeuger mit Zubehör	8 000	20	1.56	0.0543	679
Rohrleitungen und Isolierung	6 000	25	1.34	0.0543	436
Heizflächen Sporthalle	13 000	25	1.34	0.0543	944
Heizflächen Nebenräume	2 500	25	1.34	0.0543	182
Solarthermie	0	20	1.56	0.0543	0
Kombispeicher / Pufferspeicher	2 000	20	1.56	0.0543	170
Erdregister	0	40	1.00	0.0543	0
Pelletlager	0	25	1.34	0.0543	0
Lüftung Sporthalle	20 000	20	1.56	0.0543	1 696
Lüftung Umkleide	13 000	20	1.56	0.0543	1 103
Zuschuss Land	-600 000	40	1.00	0.0543	-32 606
Zuschuss DBU	-50 599	40	1.00	0.0543	-2 750
Summe	1 284 330				38 568
Betriebsgebundene Kosten	Kosten bezüglich	Kosten im	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende
(Wartung, Unterh., Personal, Vers.)	der Investion	1. Betriebsjahr			Kosten
	[%]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]
Instandhaltung Gebäude	1	10 872	29.28	0.0543	17 297
Instandhaltung Sanitär	1	488	29.28	0.0543	776
Instandhaltung Elektro	1	839	29.28	0.0543	1 334
Instandhaltung Wärmeerzeuger	3	240	29.28	0.0543	382
Instandhaltung Rohrleitungen und Isolierung	1	60	29.28	0.0543	95
Instandhaltung Heizflächen Sporthalle	0.5	65	29.28	0.0543	103
Instandhaltung Heizflächen Nebenräume	0.5	13	29.28	0.0543	20
Instandhaltung Solarthermie	2	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Speicher	1.5	30	29.28	0.0543	48
Instandhaltung Erdregister	0.5	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Pelletlager	3	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Lüftung Sporthalle	3	600	29.28	0.0543	955
Instandhaltung Lüftung Umkleide	3	390	29.28	0.0543	621
Summe		13 596			21 631
Verbrauchsgebundene Kosten	Brennstoffkosten	Kosten im	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende
brutto	(Für 2008)	1. Betriebsjahr			Kosten
	[€/MWh]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]
Energiekosten Erdgas	80.00	2 583	34.91	0.0543	4 900
Energiekosten Pellets	41.00	0	34.91	0.0543	0
Energiekosten Strom allg.	190.00	4 552	34.91	0.0543	8 636
Energiekosten Strom WP	110.00	0	34.91	0.0543	0
Summe		7 135			13 537
Ergebnis der Variante					
Jahreskosten	[€/a]				73 736

Variante 3.1: PH - Erdgaskessel + Solar		Projekt: Sporthalle Nordhastedt			
Annahmen	Kosten	Kalk. Zinsfuß		Teuerung	
	Kapital	1.045	[-]	1.03	[-]
	Betrieb	1.045	[-]	1.03	[-]
	Verbrauch	1.045	[-]	1.04	[-]
	betr. Zeitraum	40	[a]		
Randbedingungen	Jahresheizw ärmeverbrauch (inkl. Verluste)			22.3	[MWh/a]
	Energiebezugsfläche			1 552.9	[m²]
Brennstoffverbrauch:	Erdgas			22.3	[MWh/a]
	Pellets			0.0	[MWh/a]
	Strom allg.			24.0	[MWh/a]
	Strom WP			0.0	[MWh/a]
Kapitalkosten	Investion	Nutzungsdauer	Restwertfaktor	Annuitätenf.	Kapitalkosten
brutto	[€]	[a]	[-]	[1/a]	[€/a]
Summe 300 - Gebäude	960 480	40	1.00	0.0543	52 196
Mehr- und Minderkosten 300	126 698	40	1.00	0.0543	6 885
Sanitär	48 790	25	1.34	0.0543	3 544
Elektro	83 862	25	1.34	0.0543	6 091
Wärmeerzeuger mit Zubehör	8 000	20	1.56	0.0543	679
Rohrleitungen und Isolierung	6 000	25	1.34	0.0543	436
Heizflächen Sporthalle	13 000	25	1.34	0.0543	944
Heizflächen Nebenräume	2 500	25	1.34	0.0543	182
Solarthermie	26 000	20	1.56	0.0543	2 205
Kombispeicher / Pufferspeicher	6 000	20	1.56	0.0543	509
Erdregister	0	40	1.00	0.0543	0
Pelletlager	0	25	1.34	0.0543	0
Lüftung Sporthalle	20 000	20	1.56	0.0543	1 696
Lüftung Umkleide	13 000	20	1.56	0.0543	1 103
Zuschuss Land	-600 000	40	1.00	0.0543	-32 606
Zuschuss DBU	-61 799	40	1.00	0.0543	-3 358
Summe	1 314 330				40 504
Betriebsgebundene Kosten	Kosten bezüglich	Kosten im	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende
(Wartung, Unterh., Personal, Vers.)	der Investion	1. Betriebsjahr			Kosten
	[%]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]
Instandhaltung Gebäude	1	10 872	29.28	0.0543	17 297
Instandhaltung Sanitär	1	488	29.28	0.0543	776
Instandhaltung Elektro	1	839	29.28	0.0543	1 334
Instandhaltung Wärmeerzeuger	3	240	29.28	0.0543	382
Instandhaltung Rohrleitungen und Isolierung	1	60	29.28	0.0543	95
Instandhaltung Heizflächen Sporthalle	0.5	65	29.28	0.0543	103
Instandhaltung Heizflächen Nebenräume	0.5	13	29.28	0.0543	20
Instandhaltung Solarthermie	2	520	29.28	0.0543	827
Instandhaltung Speicher	1.5	90	29.28	0.0543	143
Instandhaltung Erdregister	0.5	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Pelletlager	3	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Lüftung Sporthalle	3	600	29.28	0.0543	955
Instandhaltung Lüftung Umkleide	3	390	29.28	0.0543	621
Summe		14 176			22 554
Verbrauchsgebundene Kosten	Brennstoffkosten	Kosten im	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende
brutto	(Für 2008)	1. Betriebsjahr			Kosten
	[€/MWh]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]
Energiekosten Erdgas	80.00	1 783	34.91	0.0543	3 382
Energiekosten Pellets	41.00	0	34.91	0.0543	0
Energiekosten Strom allg.	190.00	4 552	34.91	0.0543	8 636
Energiekosten Strom WP	110.00	0	34.91	0.0543	0
Summe		6 335			12 019
Ergebnis der Variante					
Jahreskosten	[€/a]				75 077

Variante 3.2: PH - Pelletkessel + Solar		Projekt: Sporthalle Nordhastedt			
Annahmen	Kosten	Kalk. Zinsfuß	Teuerung		
	Kapital	1.045	[-]	1.03	[-]
	Betrieb	1.045	[-]	1.03	[-]
	Verbrauch	1.045	[-]	1.04	[-]
	betr. Zeitraum	40	[a]		
Randbedingungen	Jahresheizwärmeverbrauch (inkl. Verluste)			22.3	[MWh/a]
	Energiebezugsfläche			1 552.9	[m²]
Brennstoffverbrauch:	Erdgas			0.0	[MWh/a]
	Pellets			22.3	[MWh/a]
	Strom allg.			24.0	[MWh/a]
	Strom WP			0.0	[MWh/a]
Kapitalkosten	Investion	Nutzungsdauer	Restwertfaktor	Annuitätenf.	Kapitalkosten
brutto	[€]	[a]	[-]	[1/a]	[€/a]
Summe 300 - Gebäude	960 480	40	1.00	0.0543	52 196
Mehr- und Minderkosten 300	126 698	40	1.00	0.0543	6 885
Sanitär	48 790	25	1.34	0.0543	3 544
Elektro	83 862	25	1.34	0.0543	6 091
Wärmeerzeuger mit Zubehör	38 000	20	1.56	0.0543	3 223
Rohrleitungen und Isolierung	6 000	25	1.34	0.0543	436
Heizflächen Sporthalle	13 000	25	1.34	0.0543	944
Heizflächen Nebenräume	2 500	25	1.34	0.0543	182
Solarthermie	26 000	20	1.56	0.0543	2 205
Kombispeicher / Pufferspeicher	6 000	20	1.56	0.0543	509
Erdregister	0	40	1.00	0.0543	0
Pelletlager	4 000	25	1.34	0.0543	291
Lüftung Sporthalle	20 000	20	1.56	0.0543	1 696
Lüftung Umkleide	13 000	20	1.56	0.0543	1 103
Zuschuss Land	-600 000	40	1.00	0.0543	-32 606
Zuschuss DBU	-78 599	40	1.00	0.0543	-4 271
Summe	1 348 330				42 427
Betriebsgebundene Kosten	Kosten bezüglich	Kosten im	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende
(Wartung, Unterh., Personal, Vers.)	der Investion	1. Betriebsjahr			Kosten
	[%]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]
Instandhaltung Gebäude	1	10 872	29.28	0.0543	17 297
Instandhaltung Sanitär	1	488	29.28	0.0543	776
Instandhaltung Elektro	1	839	29.28	0.0543	1 334
Instandhaltung Wärmeerzeuger	3	1 140	29.28	0.0543	1 814
Instandhaltung Rohrleitungen und Isolierung	1	60	29.28	0.0543	95
Instandhaltung Heizflächen Sporthalle	0.5	65	29.28	0.0543	103
Instandhaltung Heizflächen Nebenräume	0.5	13	29.28	0.0543	20
Instandhaltung Solarthermie	2	520	29.28	0.0543	827
Instandhaltung Speicher	1.5	90	29.28	0.0543	143
Instandhaltung Erdregister	0.5	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Pelletlager	3	120	29.28	0.0543	191
Instandhaltung Lüftung Sporthalle	3	600	29.28	0.0543	955
Instandhaltung Lüftung Umkleide	3	390	29.28	0.0543	621
Summe		15 196			24 177
Verbrauchsgebundene Kosten	Brennstoffkosten	Kosten im	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende
brutto	(Für 2008)	1. Betriebsjahr			Kosten
	[€/MWh]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]
Energiekosten Erdgas	80.00	0	34.91	0.0543	0
Energiekosten Pellets	41.00	914	34.91	0.0543	1 733
Energiekosten Strom allg.	190.00	4 552	34.91	0.0543	8 636
Energiekosten Strom WP	110.00	0	34.91	0.0543	0
Summe		5 466			10 370
Ergebnis der Variante					
Jahreskosten	[€/a]				76 973

Variante 3.3: PH - WP TWW + Solar		Projekt: Sporthalle Nordhastedt			
Annahmen	Kosten	Kalk. Zinsfuß	Teuerung		
	Kapital	1.045	[-]	1.03	[-]
	Betrieb	1.045	[-]	1.03	[-]
	Verbrauch	1.045	[-]	1.04	[-]
	betr. Zeitraum	40	[a]		
Randbedingungen	Jahresheizwärmeverbrauch (inkl. Verluste)			22.3	[MWh/a]
	Energiebezugsfläche			1 552.9	[m²]
Brennstoffverbrauch:	Erdgas			0.0	[MWh/a]
	Pellets			0.0	[MWh/a]
	Strom allg.			23.6	[MWh/a]
	Strom WP			5.4	[MWh/a]
Kapitalkosten	Investion	Nutzungsdauer	Restwertfaktor	Annuitätenf.	Kapitalkosten
butto	[€]	[a]	[-]	[1/a]	[€/a]
Summe 300 - Gebäude	960 480	40	1.00	0.0543	52 196
Mehr- und Minderkosten 300	126 698	40	1.00	0.0543	6 885
Sanitär	48 790	25	1.34	0.0543	3 544
Elektro	83 862	25	1.34	0.0543	6 091
Wärmeerzeuger mit Zubehör	35 000	20	1.56	0.0543	2 969
Rohrleitungen und Isolierung	6 000	25	1.34	0.0543	436
Heizflächen Sporthalle	24 000	25	1.34	0.0543	1 743
Heizflächen Nebenräume	4 000	25	1.34	0.0543	291
Solarthermie	26 000	20	1.56	0.0543	2 205
Kombispeicher / Pufferspeicher	6 000	20	1.56	0.0543	509
Erdregister	0	40	1.00	0.0543	0
Pelletlager	0	25	1.34	0.0543	0
Lüftung Sporthalle	20 000	20	1.56	0.0543	1 696
Lüftung Umkleide	13 000	20	1.56	0.0543	1 103
Zuschuss Land	-600 000	40	1.00	0.0543	-32 606
Zuschuss DBU	-83 349	40	1.00	0.0543	-4 529
Summe	1 353 830				42 531
Betriebsgebundene Kosten	Kosten bezüglich	Kosten im	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende
(Wartung, Unterh., Personal, Vers.)	der Investion	1. Betriebsjahr			Kosten
	[%]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]
Instandhaltung Gebäude	1	10 872	29.28	0.0543	17 297
Instandhaltung Sanitär	1	488	29.28	0.0543	776
Instandhaltung Elektro	1	839	29.28	0.0543	1 334
Instandhaltung Wärmeerzeuger	3	1 050	29.28	0.0543	1 671
Instandhaltung Rohrleitungen und Isolierung	1	60	29.28	0.0543	95
Instandhaltung Heizflächen Sporthalle	0.5	120	29.28	0.0543	191
Instandhaltung Heizflächen Nebenräume	0.5	20	29.28	0.0543	32
Instandhaltung Solarthermie	2	520	29.28	0.0543	827
Instandhaltung Speicher	1.5	90	29.28	0.0543	143
Instandhaltung Erdregister	0.5	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Pelletlager	3	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Lüftung Sporthalle	3	600	29.28	0.0543	955
Instandhaltung Lüftung Umkleide	3	390	29.28	0.0543	621
Summe		15 048			23 942
Verbrauchsgebundene Kosten	Brennstoffkosten	Kosten im	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende
brutto	(Für 2008)	1. Betriebsjahr			Kosten
	[€/MWh]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]
Energiekosten Erdgas	80.00	0	34.91	0.0543	0
Energiekosten Pellets	41.00	0	34.91	0.0543	0
Energiekosten Strom allg.	190.00	4 491	34.91	0.0543	8 520
Energiekosten Strom WP	110.00	592	34.91	0.0543	1 123
Summe		5 082			9 643
Ergebnis der Variante					
Jahreskosten	[€/a]				76 116

Variante 3.4: PH - WP Sohle + Solar		Projekt: Sporthalle Nordhastedt			
Annahmen	Kosten	Kalk. Zinsfuß		Teuerung	
	Kapital	1.045	[-]	1.03	[-]
	Betrieb	1.045	[-]	1.03	[-]
	Verbrauch	1.045	[-]	1.04	[-]
	betr. Zeitraum	40	[a]		
Randbedingungen	Jahresheizwärmeverbrauch (inkl. Verluste)			22.3	[MWh/a]
	Energiebezugsfläche			1 552.9	[m²]
Brennstoffverbrauch:	Erdgas			0.0	[MWh/a]
	Pellets			0.0	[MWh/a]
	Strom allg.			23.6	[MWh/a]
	Strom WP			4.6	[MWh/a]
Kapitalkosten	Investion	Nutzungsdauer	Restwertfaktor	Annuitätenf.	Kapitalkosten
brutto	[€]	[a]	[-]	[1/a]	[€/a]
Summe 300 - Gebäude	960 480	40	1.00	0.0543	52 196
Mehr- und Minderkosten 300	126 698	40	1.00	0.0543	6 885
Sanitär	48 790	25	1.34	0.0543	3 544
Elektro	83 862	25	1.34	0.0543	6 091
Wärmeerzeuger mit Zubehör	35 000	20	1.56	0.0543	2 969
Rohrleitungen und Isolierung	6 000	25	1.34	0.0543	436
Heizflächen Sporthalle	24 000	25	1.34	0.0543	1 743
Heizflächen Nebenräume	4 000	25	1.34	0.0543	291
Solarthermie	30 000	20	1.56	0.0543	2 545
Kombispeicher / Pufferspeicher	6 000	20	1.56	0.0543	509
Erdregister	20 000	40	1.00	0.0543	1 087
Pelletlager	0	25	1.34	0.0543	0
Lüftung Sporthalle	20 000	20	1.56	0.0543	1 696
Lüftung Umkleide	13 000	20	1.56	0.0543	1 103
Zuschuss Land	-600 000	40	1.00	0.0543	-32 606
Zuschuss DBU	-95 349	40	1.00	0.0543	-5 182
Summe	1 377 830				43 305
Betriebsgebundene Kosten	Kosten bezüglich	Kosten im	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende
(Wartung, Unterh., Personal, Vers.)	der Investion	1. Betriebsjahr			Kosten
	[%]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]
Instandhaltung Gebäude	1	10 872	29.28	0.0543	17 297
Instandhaltung Sanitär	1	488	29.28	0.0543	776
Instandhaltung Elektro	1	839	29.28	0.0543	1 334
Instandhaltung Wärmeerzeuger	3	1 050	29.28	0.0543	1 671
Instandhaltung Rohrleitungen und Isolierung	1	60	29.28	0.0543	95
Instandhaltung Heizflächen Sporthalle	0.5	120	29.28	0.0543	191
Instandhaltung Heizflächen Nebenräume	0.5	20	29.28	0.0543	32
Instandhaltung Solarthermie	2	600	29.28	0.0543	955
Instandhaltung Speicher	1.5	90	29.28	0.0543	143
Instandhaltung Erdregister	0.5	100	29.28	0.0543	159
Instandhaltung Pelletlager	3	0	29.28	0.0543	0
Instandhaltung Lüftung Sporthalle	3	600	29.28	0.0543	955
Instandhaltung Lüftung Umkleide	3	390	29.28	0.0543	621
Summe		15 228			24 229
Verbrauchsgebundene Kosten	Brennstoffkosten	Kosten im	Diskontfaktor	Annuitätenfaktor	Laufende
brutto	(Für 2008)	1. Betriebsjahr			Kosten
	[€/MWh]	[€]	[a]	[1/a]	[€/a]
Energiekosten Erdgas	80.00	0	34.91	0.0543	0
Energiekosten Pellets	41.00	0	34.91	0.0543	0
Energiekosten Strom allg.	190.00	4 491	34.91	0.0543	8 520
Energiekosten Strom WP	110.00	501	34.91	0.0543	950
Summe		4 991			9 470
Ergebnis der Variante					
Jahreskosten	[€/a]				77 004

Gesamtkostenzusammenstellung DIN276 / 1993 Brutto in EUR

Projekt: 0601V1 Mehrzweckhalle Nordhastedt, Variante 1, EnEV 2007

1900 BGF / m2
13566 BRI / m3

Kostengruppen	Summe m2 Fläche	Anteil % m3 Raum
39012 Erd- Beton- Putz-Mauerarbeiten	383.051,34 EUR	28,68 %
	201,61 EUR	28,24 EUR
39016 Zimmerarbeiten	212.597,56 EUR	15,92 %
	111,89 EUR	15,67 EUR
39020 Dachdecker- und Klempnerarbeiten	43.724,61 EUR	3,27 %
	23,01 EUR	3,22 EUR
39024 Fliesenarbeiten	34.156,60 EUR	2,56 %
	17,98 EUR	2,52 EUR
39025 Estricharbeiten	10.218,11 EUR	0,77 %
	5,38 EUR	0,75 EUR
39027 Tischlerarbeiten	35.457,49 EUR	2,65 %
	18,66 EUR	2,61 EUR
39028 Bodenbelagsarbeiten	6.842,03 EUR	0,51 %
	3,60 EUR	0,50 EUR
39030 Sonnenschutz	9.758,00 EUR	0,73 %
	5,14 EUR	0,72 EUR
39031 Metallbauarbeiten, Fenster	77.112,00 EUR	5,77 %
	40,59 EUR	5,68 EUR
39033 Gebäudereinigung	2.499,00 EUR	0,19 %
	1,32 EUR	0,18 EUR
39034 Malerarbeiten	16.184,10 EUR	1,21 %
	8,52 EUR	1,19 EUR
39040 Tischlerarbeiten aussen	17.614,38 EUR	1,32 %
	9,27 EUR	1,30 EUR
39060 Sportboden	77.350,00 EUR	5,79 %
	40,71 EUR	5,70 EUR
39061 Prallschutz	18.445,00 EUR	1,38 %
	9,71 EUR	1,36 EUR
39062 Trennvorhang	15.470,00 EUR	1,16 %
	8,14 EUR	1,14 EUR
Summe 300	960.480,22 EUR	71,91 %
	505,52 EUR	70,80 EUR
410 Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen	48.790,00 EUR	3,65 %
	25,68 EUR	3,60 EUR
42101 Wärmeerzeugung, Erdgas- Kessel	24.990,00 EUR	1,87 %
	13,15 EUR	1,84 EUR
423 Raumheizflächen	5.355,00 EUR	0,40 %
	2,82 EUR	0,39 EUR

Gesamtkostenzusammenstellung DIN276 / 1993 Brutto in EUR

Projekt: 0601V1 Mehrzweckhalle Nordhastedt, Variante 1, EnEV 2007

1900 BGF / m2
13566 BRI / m3

Kostengruppen		Summe m2 Fläche	Anteil % m3 Raum
42302	Deckenstrahlplatten	37.485,00 EUR	2,81 %
		19,73 EUR	2,76 EUR
431	Lüftungsanlagen	17.439,65 EUR	1,31 %
		9,18 EUR	1,29 EUR
440	Starkstromanlagen	67.592,00 EUR	5,06 %
		35,57 EUR	4,98 EUR
446	Blitzschutz- und Erdungsanlagen	6.155,17 EUR	0,46 %
		3,24 EUR	0,45 EUR
456	Gefahrenmelde- und Alarmanlagen	361,04 EUR	0,03 %
		0,19 EUR	0,03 EUR
471	Küchentechnische Anlagen	3.808,00 EUR	0,29 %
		2,00 EUR	0,28 EUR
Summe 400		211.975,86 EUR	15,88 %
		111,57 EUR	15,63 EUR
730	Architekten- und Ingenieurleistungen	103.530,00 EUR	7,75 %
		54,49 EUR	7,63 EUR
735	Tragwerksplanung	24.990,00 EUR	1,87 %
		13,15 EUR	1,84 EUR
736	Technische Ausrüstung	15.053,50 EUR	1,13 %
		7,92 EUR	1,11 EUR
744	Vermessung	2.261,00 EUR	0,17 %
		1,19 EUR	0,17 EUR
749	Gutachten und Beratung sonstiges	1.005,55 EUR	0,08 %
		0,53 EUR	0,07 EUR
771	Prüfungen, Genehmigungen Abnahmen	16.298,89 EUR	1,22 %
		8,58 EUR	1,20 EUR
Summe 700		163.138,94 EUR	12,22 %
		85,86 EUR	12,03 EUR
Gesamtsumme:		1.335.595,02 EUR	100,00 %
		702,94 EUR	98,45 EUR

25.08.2008

Seite 3

KG - Zusammenstellung

Projekt: 0601V1 Mehrzweckhalle Nordhastedt, Variante 1, EnEV 2007

DIN 276		Summe m2 Fläche	Anteil % m3 Raum
300	Bauwerk - Baukonstruktionen	960.480,22 EUR	71,91 %
		505,53 EUR	70,78 EUR
400	Bauwerk - Technische Anlagen	211.975,86 EUR	15,88 %
		111,56 EUR	15,62 EUR
700	Baunebenkosten	163.138,94 EUR	12,22 %
		85,86 EUR	12,02 EUR
<hr/>			
		1.335.595,02 EUR	100,01 %
Summe Projekt:		702,95 EUR	98,42 EUR

Projekt	LvNr	Bezeichnung	LV-Summe	Auftrag ohne Nachtrag	Nachtragsumme	Auftrag inkl. Nachtr.	Rechnungsprüf.-Su	Währu
<input checked="" type="checkbox"/> 0601V1	-----	MEHRZWECKHALLE NORDHASTEDT, VA	1.335.594,95	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601201	Nichtöffentliche Erschließung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601312	Erd- Beton- Mauerarbeiten	383.051,34	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601316	Zimmerarbeiten	212.597,55	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601320	Dachdecker- und Klempnerarbeiten	43.724,59	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601324	Fliesenarbeiten	34.156,57	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601325	Estricharbeiten	10.218,11	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601327	Tischlerarbeiten innen	35.457,48	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601328	Bodenbelagsarbeiten	6.842,02	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601330	Sonnenschutz	9.758,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601331	Metallbau, Fenster	77.112,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601333	Gebäudereinigung	2.499,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601334	Malerarbeiten	16.184,10	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601340	Türen und Fenster	17.614,38	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601360	Sportboden	77.350,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601361	Prallschutz	18.445,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601362	Trennvorhang	15.470,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601410	Sanitärinstallation	48.790,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601414	Feuerlöscher	361,05	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601420	Heizungsinstallation	67.830,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601431	Lüftungsanlage Umkleiden	17.439,65	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601440	Elektroinstallation einschl. Beleuchtung	67.592,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601446	Blitzschutz	6.155,17	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601456	Brandmeldeanlage	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601471	Küche Jugend u. Sport	3.808,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601520	Aussenanlagen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601611	Sportgeräte, Einbau fest	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601612	Sportgeräte, beweglich	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601613	Sportgeräte, Kleingeräte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601617	Möblierung Allgemein	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601620	Textilien	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601621	Kunst am Bau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR
	0601700	Nebenkosten	163.138,94	0,00	0,00	0,00	0,00	EUR

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+Zuschl.
	V	Allgemeine Vorbemerkungen Version BGB, Feb. 1996						<input type="checkbox"/>		
	V	Technische Vorbemerkungen Mauerarbeiten						<input type="checkbox"/>		
	V	Baubeschreibung						<input type="checkbox"/>		
001		Baustelleneinrichtung				22.787,83		<input type="checkbox"/>		
001.1	NNN	An- und Abtransport der Geräte	pausc	1.000	4.000,00	4.000,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	4.000,00
001.2	NNN	Kraftstromanschluß	St	1.000	100,00	100,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	100,00
001.3	NNN	Bauwasseranschluß	psch	1.000	50,00	50,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	50,00
001.4	NNN	WC	St	1.000	540,00	540,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	540,00
001.5	NNN	Baustraße, Kies/Schotter	m2	200.000	4,80	960,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	4,80
001.6	NNN	Bauschutt Container reiner Bauschutt	St	5.000	180,00	900,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	180,00
001.7	NNN	Bauschutt Container allgem. Bauschutt	St	8.000	350,00	2.800,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	350,00
001.8	NNN	Behelfsmäßige Tür	St	2.000	50,00	100,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	50,00
001.9	NNN	Außengerüst aus Stahlrohr	m ²	1.250.000	9,50	11.875,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	9,50
001.10	NNN	Gerüst mit Dachdeckereinrichtung	m ²	211.000	1,53	322,83	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	1,53
001.11	NNN	Bauzaun, Stahlrahmen (mobil), h = 2,00 m	m/M	100.000	3,00	300,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	3,00
001.12	NNN	Bauzaun-Tore (3,50 m breit), als Zulage	St	1.000	30,00	30,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	30,00
001.13	NNN	Baufafel komplett, 6,00/3,00 m	St	1.000	250,00	250,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	250,00
001.14	NNN	Baufafel/Firmenleisten	St	20.000	28,00	560,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	28,00
021		Erdarbeiten				6.731,00		<input type="checkbox"/>		
021.1	NNN	Oberboden 40 cm	m ³	1.000.000	3,00	3.000,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	3,00
021.2	###	Füllkies U 5, liefern,einbauen u. verdichten	m ³	1.700.000	12,00		300	<input checked="" type="checkbox"/>	0,00	12,00
021.3	NNN	Bodenaushub Streifenf. nach Plan, im Füllkies	m ³	60.000	15,00	900,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	15,00
021.4	NNN	Bodenaushub d. Einzelfundamente	m ³	25.000	17,00	425,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	17,00
021.5	NNN	Feinplanum liefern u. herstellen	m ²	1.500.000	1,00	1.500,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	1,00
021.6	NNN	KG Rohr DN 100 mm, mit Verbindungsst.	m	50.000	14,00	700,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	14,00
021.7	NNN	Zulage Bogen DN 100 mm	St	50.000	3,60	180,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	3,60
021.8	NNN	Zulage f. Abzweig DN 100	St	5.000	5,20	26,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	5,20
122		Mauerarbeiten				99.301,00		<input type="checkbox"/>		
122.1	NNN	Verblendmw. Kalksandstein 2 DF, Putz	m ²	250.000	38,00	9.500,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	38,00
122.2	NNN	Dickbeschichtung im Sockel m. Remmers Sulfiton K 2	m ²	250.000	8,50	2.125,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	8,50
122.3	###	Dämmung im Sockel, Styrodur 20 cm	m ²	250.000	22,00		300	<input checked="" type="checkbox"/>	0,00	22,00
122.4	NNN	Mw.d.Außenw.,Quadro KS, 17,5	m ³	210.000	240,00		39012	<input type="checkbox"/>	0,00	240,00
122.5	NNN	Mw.d.Außenw.,Quadro KS, 24,0	m ³	280.000	220,00	61.600,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	220,00
122.6	NNN	Abdichtig. Fenster u. Türleibg. Lohr Element 12/8	m	50.000	14,00	700,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	14,00
122.7	NNN	Abdichtig. Fenster u. Türleibg. Lohr Element 14/8	m	70.000	16,00	1.120,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	16,00
122.8	NNN	Herst. v. Öffng. Tür 75/126/213	St	2.000	8,00	16,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	8,00

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+Zuschl.
122.9	NNN	Herst. v. Öffng. Tür 88,5/213	St	14,000	14,00	196,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	14,00
122.10	NNN	Herst. v. Öffng. Fenster 100 bis 250	St	8,000	16,00	128,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	16,00
122.11	NNN	Herst. v. Öffng. Fenster 250 bis 400	St	2,000	28,00	56,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	28,00
122.12	ANN	Ringbalken 17,5/24, STB	m	150,000	26,00		39012	<input type="checkbox"/>	0,00	26,00
122.13	ANN	Ringbalken KS 17,5	m	35,000	24,00		39012	<input type="checkbox"/>	0,00	24,00
122.14	NNN	Mw.d.innenw., Quadro KS, 17,5	m ³	11,000	220,00	2.420,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	220,00
122.15	NNN	Quadro- Systemstürze 17,5	m	2,000	10,00	20,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	10,00
122.16	NNN	Mw.d.innenw., Quadro KS, 24,0	m ³	1,000	220,00	220,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	220,00
122.17	NNN	Mw.d.innenw. KS 11,5	m ²	390,000	33,60	13.104,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	33,60
122.18	NNN	Überd. d. Öffng. m. Spava 101/11,5	St	30,000	8,00	240,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	8,00
122.19	ANN	Ringbalken KS 11,5	m	45,000	22,00		39012	<input type="checkbox"/>	0,00	22,00
122.20	ANN	Ringbalken 11,5/24, STB	m	15,000	22,00		39012	<input type="checkbox"/>	0,00	22,00
122.21	NNN	Mw.d.innenw. KSV 17,5	m ³	5,000	240,00	1.200,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	240,00
122.22	ANN	Ringbalken KS 17,5	m	25,000	24,00		39012	<input type="checkbox"/>	0,00	24,00
122.23	ANN	Ringbalken 17,5/24, STB	m	10,000	26,00		39012	<input type="checkbox"/>	0,00	26,00
122.24	NNN	Mw.d.innenw. KS 24 cm	m ³	1,000	240,00	240,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	240,00
122.25	NNN	Überd. d. Öffng. m. Spava 101/24	St	1,000	16,00	16,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	16,00
122.26	NNN	Zulage zwischen Sparren ausmauern	m	200,000	20,00	4.000,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	20,00
122.27	NNN	Isolierung Bitumenbahn G 200 DD, waagerecht	m ²	400,000	6,00	2.400,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	6,00
122.28	ANN	Schweißbahn V60 S4	m ²	1.450,000	8,00		39012	<input type="checkbox"/>	0,00	8,00
<input type="checkbox"/> 125		Verblendmauerwerk				24.960,00		<input type="checkbox"/>		
125.1	NNN	Glückstädter 2 DF, glatt bunt	m ²	310,000	63,00	19.530,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	63,00
125.2	NNN	Fenstersohlbank aus Formziegel	m	35,000	35,00	1.225,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	35,00
125.3	NNN	Rollschicht unter Türen Bockhorner	m	5,000	40,00	200,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	40,00
125.4	NNN	Herst. v. Öffng. Türen 75/126 H 213,5	St	2,000	5,00	10,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	5,00
125.5	NNN	Herst. v. Öffng. Türen 125/250 H 213,5	St	6,000	10,00	60,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	10,00
125.6	NNN	Herst. v. Öffng. Fenster 100/126	St	15,000	5,00	75,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	5,00
125.7	NNN	Herst. v. Öffng. Fenst.250/400	St	6,000	10,00	60,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	10,00
125.8	NNN	Zulage Ausmauerung zw. d. Sparren	m ²	20,000	30,00	600,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	30,00
125.9	NNN	Rollschicht als Abschluß 24	m	50,000	10,00	500,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	10,00
125.10	NNN	Rollschicht als Abschluß 11,5	m	50,000	10,00	500,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	10,00
125.11	NNN	Verblend Abfangung Halfeneisen Typ HMA	m	30,000	30,00	900,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	30,00
125.12	NNN	Verblend Abfangung V4A Winkel	m	30,000	40,00	1.200,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	40,00
125.13	NNN	Zul. Schrägschnitt Unterschnitt f. Sohlbank	m	10,000	10,00	100,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	10,00
<input type="checkbox"/> 12D		Wärmedämmung Mauerarbeiten				5.600,00		<input type="checkbox"/>		
12D.1	NNN	Wärmed. Mineralw. 2x50 mm, steif, ROCKWOOL	m ²	560,000	10,00	5.600,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	10,00
12D.2	ANN	Wärmed. Mineralw. 100 mm, steif, W.d. Bleiters	m ²	560,000	9,50		39012	<input type="checkbox"/>	0,00	9,50

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+Zuschl.
132	V	Beton- und Stahlbetonarbeiten				136.750,03		<input type="checkbox"/>		
132.1	NNN	Die Stahlbetonfundamente werden in Erdschalung betor					39012	<input type="checkbox"/>		
132.2	NNN	Streifenfundament B 25, Erdschalung	m ³	60.000	105,00	6.300,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	105,00
132.3	NNN	Zulage für Köcherfundament	St	25.000	15,00	375,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	15,00
132.4	NNN	Trennlage PE Folie	m ²	250.000	1,00	250,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	1,00
132.5	NNN	Sauberkeitsschicht C8/12	m ²	1.450.000	2,00	2.900,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	2,00
132.6	NNN	Bodenplatte 20 cm	m ³	286.000	95,00	27.170,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	95,00
132.7	NNN	Sohlenrand abgetrept	m ²	40.000	41,00	1.640,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	41,00
132.8	NNN	Fundamentkocher f. Einbaugeräte	St	30.000	0,00		39012	<input type="checkbox"/>	0,00	0,00
132.9	NNN	Stütze 30/50 H bis 700	m ³	17.000	280,00	4.760,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	280,00
132.10	NNN	Stb. Wandpfeiler, 24/100,	m ³	3.000	155,00	465,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	155,00
132.11	NNN	Unterzug 17,5/24	m ³	4.000	100,00	400,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	100,00
132.12	NNN	Überzug 17,5/bis 40	m ³	4.000	100,00	400,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	100,00
132.13	NNN	Betonsturz 17,5 bis 50	m ³	2.000	100,00	200,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	100,00
132.14	NNN	Dämmung mit Styrofoam, 40 mm	m ²	40.000	8,80	352,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	8,80
132.15	NNN	Dämmung mit Styrofoam, 80 mm	m ²	40.000	14,00	560,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	14,00
132.16	NNN	Zulage f.d.Herstellen von Kanten	m	35.000	8,00	280,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	8,00
132.17	NNN	Ringbalken 11,5/24	m	40.000	17,00	680,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	17,00
132.18	NNN	Ringbalken 17,5/24,	m	1.000	23,03	23,03	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	23,03
132.19	NNN	Ringbalken 24/24	m	200.000	22,00	4.400,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	22,00
132.20	NNN	Füllgrundecke aus Stahlbeton	m ²	520.000	42,00	21.840,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	42,00
132.21	NNN	Treppenaufplatte als Fertigteil	St	2.000	1.200,00	2.400,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	1.200,00
132.22	NNN	Stufen aus Stahlbeton, Tribüne	m	40.000	120,00	4.800,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	120,00
132.23	NNN	Treppenaufplatte als Fertigteil	St	1.000	650,00	650,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	650,00
132.24	NNN	Treppenanlage Keller, Rampe?	St	2.000	6.500,00	13.000,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	6.500,00
132.25	NNN	Schalung, Douglas Fire Platten	m ²	50.000	62,50	3.125,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	62,50
132.26	NNN	Kernbohrung Ø 150 mm, d = 25 cm	St	10.000	100,00	1.000,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	100,00
132.27	NNN	Kernbohrung Ø 70 mm, d = 25 cm	St	15.000	40,00	600,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	40,00
132.28	NNN	Betonstahl BSt 500 S, Rundstahl	kg	6.000.000	0,90	5.400,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	0,90
132.29	NNN	Betonstahl BSt 500 M, Mattenstahl	kg	30.000.000	0,90	27.000,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	0,90
132.30	NNN	Halfenschiene HTA 38/17, verzinkt	m	120.000	9,00	1.080,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	9,00
132.31	NNN	Halfenschiene Stb./ MW, HMS 25/15	m	20.000	40,00	800,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	40,00
132.32	NNN	Stahlstütze IPB 140. m. Kopf, Fußpl.	St	1.000	750,00	750,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	750,00
132.33	NNN	Stahlstütze als Stahlrohr 108/4,5 mm	St	4.000	250,00	1.000,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	250,00
132.34	NNN	Stahlrohr d = 88,9 mm	St	2.000	200,00	400,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	200,00
132.35	NNN	Stahlrohr d = 101,6 mm	St	2.000	220,00	440,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	220,00
132.35	NNN	Anschweißplatte 250/200/20	St	1.000	80,00	80,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	80,00

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+Zuschl.
132.36	NNN	Anschweißplatte 190/270/15	St	6,000	80,00	480,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	80,00
132.37	NNN	Stahlträger in versch. Längen IPB	kg	500,000	1,00	500,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	1,00
132.38	NNN	Schließen Aussparungen/Schlitz	m³	1,000	250,00	250,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	250,00
<input type="checkbox"/> 232		Putzarbeiten				21.782,02		<input type="checkbox"/>		
232.1	NNN	Gipsputz MP 75, Halle	m²	1,200,000	8,00	9,600,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	8,00
232.2	NNN	Verzinkte Eckschutzschienen für Gipsputz	m	25,000	2,20	55,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	2,20
232.3	NNN	Beiputzarbeiten	psch	1,000	997,02	997,02	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	997,02
232.4	NNN	Innenwandputz Kalk- Zement Climaplast	m²	900,000	10,50	9,450,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	10,50
232.5	NNN	Verputzen der Tür- u. Fensterlaibungen	m²	80,000	18,50	1,480,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	18,50
232.6	NNN	Eckschutzschienen	m	40,000	2,70	108,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	2,70
232.7	NNN	Mauerschlitze m. Streckmetall	m	10,000	9,20	92,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	9,20
<input type="checkbox"/> 12E		Sonstiges Mauerarbeiten				3.980,00		<input type="checkbox"/>		
12E.1	NNN	Aussparg. f. Rohrleitg. 20-100 cm2	St	20,000	10,00	200,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	10,00
12E.2	NNN	Wandnischen f. Unterputz-Spülkästen	St	2,000	40,00	80,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	40,00
12E.3	NNN	Wandnischen f. Unterputz-Spülkästen	St	8,000	25,00	200,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	25,00
12E.4	NNN	Wandnischen f. Akustik Ziegel	m²	18,000	25,00	450,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	25,00
12E.5	NNN	Schlitz im KSV-Mauerw., Querschn.b.300cm	m	10,000	10,00	100,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	10,00
12E.6	NNN	Schließen der vorgeh. Schlitz	m	10,000	15,00	150,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	15,00
12E.7	NNN	Abmauerung San Block, Vorwandinstall.	m²	25,000	36,00	900,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	36,00
12E.8	NNN	Einstemmen, Bohren v. Kleinteilen	St	100,000	1,00	100,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	1,00
12E.9	NNN	Lohnarbeiten eines Baufacharbeiters	Std.	50,000	36,00	1,800,00	39012	<input type="checkbox"/>	0,00	36,00

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+Zuschl.
163	V	Version BGB, Feb. 1996, allgemein				44.611,30		<input type="checkbox"/>		
		Bauholz und Abbund						<input type="checkbox"/>		
	V	Bei den Dächern handelt es sich						<input type="checkbox"/>		
163.1	NNN	Bauschnittholz.S10,FI/TAV,lief.,-20/20	m ³	52.000	220,00	11.440,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	220,00
163.2	NNN	Konstruktionsvollholz gehobelt	m ³	2.000	375,00	750,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	375,00
163.3	NNN	Bschholz SI	m ³	27.000	495,00	13.365,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	495,00
163.4	NNN	Bschholz NSI	m ³	2.000	470,00	940,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	470,00
163.5	NNN	Abb. Kanthölzer, Pultdach	m	2.100.000	5,50	11.550,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	5,50
163.6	NNN	Abbund Brettschichtholz,Dachkonstruktion	m	464.000	7,80	3.619,20	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	7,80
163.7	NNN	Bitumenbahn als Unterlage für Kanthölzer	m	19.000	8,90	169,10	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	8,90
163.8	NNN	Konstruktionsteil Stützenkopf	St	16.000	45,00	720,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	45,00
163.9	NNN	Ankerbolzen M12/300	St	12.000	4,00	48,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	4,00
163.10	NNN	Stahlrohr d = 76,1 mm, HA 3	St	4.000	165,00	660,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	165,00
163.11	NNN	Stahlträger IPB 180,	kg	650.000	1,20	780,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	1,20
163.12	NNN	Holzverbindungsmittel	St	300.000	1,90	570,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	1,90
164		Dächer, Traufen, Ortgänge				88.270,00		<input type="checkbox"/>		
164.1	NNN	Stellbretter traufseitig	m	135.000	7,80	1.053,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	7,80
164.2	NNN	DELTA- MAXX Plus, Unterspannbahn	m ²	1.770.000	3,70	6.549,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	3,70
164.3	NNN	Konterlattung aus halb. Schalbrettern	m ²	1.770.000	2,60	4.602,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	2,60
164.4	NNN	Dachlattung 6/8 cm	m ²	1.770.000	4,80	8.496,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	4,80
	V	Produktbeschreibung					39016	<input type="checkbox"/>		
164.5	NNN	Stirnbekleidung, Isocolor Structura	m	90.000	32,50	2.925,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	32,50
164.6	NNN	Traufenuntersicht, einschl. Unterk., Isocolor Structura	m ²	60.000	98,50	5.910,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	98,50
164.7	NNN	Deckenuntersichten bekleiden mit Isocolor Structura Fa	m ²	15.000	78,50	1.177,50	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	78,50
164.8	NNN	Kleinflächen bekleiden mit Isocolor Structura Fassadeni	m	10.000	48,50	485,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	48,50
164.9	NNN	Ortengang einschl. Untersicht, Unterkonstr., Isocolor Stru	m ²	20.000	135,00	2.700,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	135,00
164.10	NNN	Schrägschnitte an Fassadentafeln	m	30.000	5,00	150,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	5,00
164.11	NNN	DELTA- Fol Windsperre	m ²	1.200.000	2,90	3.480,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	2,90
164.12	NNN	Unterkonstr. als Sparschalung 24/80	m ²	1.200.000	5,40	6.480,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	5,40
164.13	NNN	Deckenbekl. Gipskart. 12,5 GKF Feuersch.	m ²	100.000	7,50	750,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	7,50
164.14	NNN	Herakustikplattendecke F feinwollig 25 mm	m ²	730.000	34,50	25.185,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	34,50
164.15	NNN	Anschlussleisten Dach/ Wand	m	250.000	10,80	2.700,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	10,80
164.16	NNN	Zulage Vorhangunterk.	m	15.000	24,50	367,50	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	24,50
164.17	NNN	Spannfilz URSA 24 cm	m ²	1.400.000	10,90	15.260,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	10,90
165		Wände und Decken				44.712,10		<input type="checkbox"/>		
165.1	NNN	Alu-Unterkonstruktion	m ²	640.000	28,00	17.920,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	28,00

LV: 0601V1_0601316 Zimmerarbeiten [Gesamtsummen: Netto 178.653,40 EUR Mwst 19% 33.944,15 EUR Brutto 212.597,55 EUR]

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+Zuschl.
165.2	NNN	Aluminium-Fensterbänke	m	64.000	43,50	2.784,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	43,50
165.3	NNN	Fassadenabschluß unten aus Alu-Lüftungsprofil	m	64.000	8,90	569,60	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	8,90
165.4	NNN	Fassaden-Wärmedämmung 2-lagig	m²	640.000	13,50	8.640,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	13,50
165.5	NNN	Wandflächen Blech	m²	640.000	19,00	12.160,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	19,00
165.6	NNN	Schrägschnitte an Fassadentafeln	m	80.000	5,00	400,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	5,00
165.7	NNN	Durchdringungen Fassadentafeln	m	5.000	30,00	150,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	30,00
165.8	NNN	Fenster- und Türeleibungen aus Isocolor Structura Tafels	m	15.000	14,90	223,50	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	14,90
165.9	NNN	Zulage Abhängung mit CD-Profilen, Raumhöhe 250	m²	50.000	15,50	775,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	15,50
165.10	NNN	Revisionsöffnung	St	4.000	98,50	394,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	98,50
165.11	NNN	Bekleidg. Rohrkasten 1 Ecke abw. 60 cm	m²	16.000	43,50	696,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	43,50
<input type="checkbox"/> 16E		Sonstiges				1.060,00		<input type="checkbox"/>		
16E.1	NNN	Std. eines Facharbeiters	Std.	20.000	36,00	720,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	36,00
16E.2	NNN	Std. eines Bauhelfers	Std.	20.000	17,00	340,00	39016	<input type="checkbox"/>	0,00	17,00
»										

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
	V	Version BGB, Feb. 1996, allgemein						<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> 205		Dacheindeckung mit Trapezblech				28.864,35		<input type="checkbox"/>			
	V	Baubeschreibung						<input type="checkbox"/>			
205.1	NNN	Stahltrapezprofile, Trapezprofil 22-214,	m²	1.770,000	14,40	25.488,00	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	14,40	
205.2	NNN	Entlüftungshauben	St	4,000	12,80	51,20	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	12,80	
205.3	NNN	Firstprofil	m	45,000	18,30	823,50	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	18,30	
205.4	NNN	Firstentlüftungsband	m	45,000	11,45	515,25	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	11,45	
205.5	NNN	Dachrandprofil, Ortgang	m	80,000	18,20	1.456,00	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	18,20	
205.6	NNN	Rohrmanschetten	St	3,000	151,20	453,60	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	151,20	
205.7	NNN	Entlüftungshauben	St	6,000	12,80	76,80	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	12,80	
205.8	NNN	Lichtkuppe(RWA),Acryl,2-sch.,el,100/100	St	0,000	1.400,00		300	<input checked="" type="checkbox"/>	0,00	1.400,00	
<input type="checkbox"/> 222		Dachrinnen				3.411,00		<input type="checkbox"/>			
222.1	NNN	Hängedachrinne aus Titanzink 153	m	95,000	20,80	1.976,00	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	20,80	
222.2	NNN	Rinnenboden, gerade	St	4,000	1,50	6,00	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	1,50	
222.3	NNN	Rinneneinhangstützen, halbrund	St	9,000	15,00	135,00	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	15,00	
222.4	NNN	Rinneneinhang, Titan-Zinkblech, Z 333	m	95,000	9,50	902,50	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	9,50	
222.5	NNN	Standrohrkappe, Titan-Zinkblech, DN 100	St	9,000	2,50	22,50	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	2,50	
222.6	NNN	Standrohr f.d. Regenfallrohr NW 100 mm	m	9,000	41,00	369,00	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	41,00	
<input type="checkbox"/> 224		Regenfallrohre				1.179,00		<input type="checkbox"/>			
224.1	NNN	Regenfallrohr Ø 100	m	30,000	23,80	714,00	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	23,80	
224.2	NNN	Runde Rohrbogen Ø 100 mm	St	16,000	6,00	96,00	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	6,00	
224.3	NNN	Standrohr f.d. Regenfallrohr NW 100 mm	m	9,000	41,00	369,00	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	41,00	
<input type="checkbox"/> 223		Wandanschlüsse				1.924,00		<input type="checkbox"/>			
223.1	NNN	Abdichtung Fensterfuge	m	10,000	25,60	256,00	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	25,60	
223.2	NNN	Anschl. Trapezblech/ Pellicolor Front	m	45,000	19,10	859,50	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	19,10	
223.3	NNN	Sohlbanke verblechen, unter Rollschichten	m	35,000	23,10	808,50	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	23,10	
<input type="checkbox"/> 22E		Sonstiges Klempner				1.365,00		<input type="checkbox"/>			
22E.1	NNN	Stundenlohn Facharbeiter (Klempnerarb.)	h	35,000	39,00	1.365,00	39020	<input type="checkbox"/>	0,00	39,00	
»											

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+Zuschl.
	V	Version BGB, Feb. 1996, allgemein						<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> 242		Wandfliesen				7.287,70		<input type="checkbox"/>		
242.1	NNN	Dichtanstrich auf Putz, Duschen	m²	30,000	8,90	267,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	8,90
242.2	NNN	Wandfliesen 20x25 geklebt,	m²	156,000	38,80	6.052,80	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	38,80
242.3	NNN	Einzeldekors, 10/10 cm, als Zulage	m	1,000	8,90	8,90	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	8,90
242.4	NNN	Jollyprofil,	m	20,000	4,10	82,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	4,10
242.5	NNN	Abm. San Block, Vorwand KS	m²	10,000	58,00	580,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	58,00
242.6	NNN	Zulage San block einfliesen	m²	10,000	17,80	178,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	17,80
242.7	NNN	Zulage Ablagen u. Fensterbänke ausarbeiten	m²	5,000	7,00	35,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	7,00
242.8	NNN	Rohrkasten Winkelelement	m	4,000	21,00	84,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	21,00
<input type="checkbox"/> 243		Bodenfliesen				11.898,50		<input type="checkbox"/>		
243.1	NNN	Bodenfliesen 30/30 geklebt, IGA Objekt	m²	208,000	39,80	8.278,40	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	39,80
243.2	NNN	Sockel passend zur Bodenfliese 6 cm	m	140,000	13,00	1.820,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	13,00
243.3	NNN	Bodenfliesen 20/20 geklebt, Spül- Küche R12 V4	m²	21,000	49,20	1.033,20	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	49,20
243.4	NNN	Hohlkehlsoclel 20/10 cm, liegend	m	13,000	19,50	253,50	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	19,50
243.5	NNN	Zulage Innen- Außenecken	m	13,000	0,80	10,40	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	0,80
243.6	NNN	Sockel passend zur Bodenfliese	m	13,000	13,00	170,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	13,00
243.7	NNN	Anarbeiten Bodenablauf	St	10,000	17,00	170,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	17,00
243.8	NNN	Bodeneinläufe einfliesen	St	10,000	17,00	170,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	17,00
243.9	NNN	Abdichtung Boden mit Ardex	m²	1,000	8,50	8,50	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	8,50
243.10	NNN	Schlüter- Schiene-Edelstahl, 8 mm	m	15,000	7,80	117,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	7,80
243.11	NNN	Fugenprofil, Schlüter, Dilex BWB 100, Dünnbett	m	5,000	7,50	37,50	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	7,50
<input type="checkbox"/> 244		Treppen				2.609,30		<input type="checkbox"/>		
244.1	NNN	Bodenfliesen, Podest	m²	4,500	51,00	229,50	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	51,00
244.2	NNN	Trittstufenverkleidung	m²	7,000	184,00	1.288,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	184,00
244.3	NNN	Setzstufenverkleidung	m²	4,800	67,00	321,60	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	67,00
244.4	NNN	Sockel im Stufenverlauf	m	15,000	19,80	297,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	19,80
244.5	NNN	Stufenkantenprofil, Schlüter, TREP-B	m	26,000	18,20	473,20	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	18,20
<input type="checkbox"/> 24E		Sonstiges Fliesenarbeiten				6.907,50		<input type="checkbox"/>		
24E.1	NNN	dauerelastische Fugen	m	150,000	3,80	570,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	3,80
24E.2	NNN	Anwei 028 a Formenmatte PVC,(Wabenmatte)	St	1,000	1.223,00	1.223,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	1.223,00
24E.3	NNN	EMCO Eingangsmatte 527/5 R, Nadelfilz	St	1,000	1.200,00	1.200,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	1.200,00
24E.4	NNN	EMCO 522/5R 60/90	St	1,000	294,00	294,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	294,00
24E.5	NNN	Fensterb. Agglo, Mikro Bianco 3 cm	m	40,000	48,70	1.948,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	48,70
24E.6	NNN	Zulage Kreis/ Gehrungsschnitt	m	3,000	7,50	22,50	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	7,50
24E.7	NNN	Boden abdecken	m²	200,000	3,50	700,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	3,50

[Gesamtsummen: Netto 28.703,00 EUR Mwst 19% 5.453,57 EUR Brutto 34.156,57 EUR]

LV: 0601V1_0601324 Fliesenarbeiten

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+Zuschl.
» 24E.8	NNN	Fliesenlegerstunden	St	25.000	38,00	950,00	39024	<input type="checkbox"/>	0,00	38,00

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
	V	Version BGB, Feb. 1996, allgemein						<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> 252		Estricharbeiten				8.586,65		<input type="checkbox"/>			
	V	Beschreibung						<input type="checkbox"/>			
252.1	NNN	Wärmedämmung, EPS, 60 mm, Estrich untere Lage	m ²	496,000	3,60	1.785,60	39025	<input type="checkbox"/>	0,00	3,60	
252.2	NNN	Trittschalldämmung, EPS, 20-2 mm	m ²	496,000	2,30	1.140,80	39025	<input type="checkbox"/>	0,00	2,30	
252.3	NNN	Perlite Schüttung, Rohre	m ³	1,000	68,00	68,00	39025	<input type="checkbox"/>	0,00	68,00	
252.4	NNN	schwimmender Estrich 6 cm	m ²	496,000	10,50	5.208,00	39025	<input type="checkbox"/>	0,00	10,50	
252.5	NNN	Randdämmstreifen aus Hartschaum	m	500,000	0,17	85,00	39025	<input type="checkbox"/>	0,00	0,17	
252.6	NNN	Abdeckung Dämmung, PE-Folie, 0,2	m ²	140,000	0,35	49,00	39025	<input type="checkbox"/>	0,00	0,35	
252.7	NNN	Faserbewehrung, Zulage	m ²	385,000	0,65	250,25	39025	<input type="checkbox"/>	0,00	0,65	
»											

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
	V	Version BGB, Feb. 1996, allgemein						<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> 276		Stahlzargen				4.508,00		<input type="checkbox"/>			
276.1	NNN	Stahlzarge 101/213.5, Mw 205, Optima 41	St	0,000	180,00		39027	<input type="checkbox"/>	0,00	180,00	
276.2	NNN	Stahlzarge 88.5/213.5 Mw 145, Optima 34	St	0,000	166,00		39027	<input type="checkbox"/>	0,00	166,00	
276.3	NNN	Stahlzarge 88.5/213.5 Mw 205	St	0,000	176,00		39027	<input type="checkbox"/>	0,00	176,00	
276.4	NNN	Stahlzarge 88.5/213.5 Mw 270	St	23,000	196,00	4.508,00	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	196,00	
276.5	NNN	Stahlzarge 101/213.5 Mw 145	St	0,000	180,00		39027	<input type="checkbox"/>	0,00	180,00	
276.6	NNN	Stahlzarge 101/213.5 Mw 205	St	0,000	176,00		39027	<input type="checkbox"/>	0,00	176,00	
276.7	NNN	Stahlzarge 113.5/213.5, Mw 205, Schiebetür	St	0,000	389,00		39027	<input type="checkbox"/>	0,00	389,00	
<input type="checkbox"/> 277		Innentüren				7.061,00		<input type="checkbox"/>			
277.1	NNN	Innentürblätter 2110/985, Wirus, Optima 41	St.	0,000	396,00		39027	<input type="checkbox"/>	0,00	396,00	
277.2	NNN	Innentürblätter 2110/860, Wirus, Optima 34	St.	0,000	299,00		39027	<input type="checkbox"/>	0,00	299,00	
277.3	NNN	Innentürblätter 2110/985, Wirus, Optima 34	St.	23,000	307,00	7.061,00	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	307,00	
277.4	NNN	Innentürblätter 1135/2110 Wirus, Schiebetür	St.	0,000	380,00		39027	<input type="checkbox"/>	0,00	380,00	
<input type="checkbox"/> 27C		Sectionaltore				12.000,00		<input type="checkbox"/>			
27C.1	NNN	Sectional-Tor SPU 30, Hörmann 3125 x 3250 mm	St	1,000	1.500,00		300	<input checked="" type="checkbox"/>	0,00	1.500,00	
27C.2	NNN	Einbauelemente nach Ponath	St	1,000	12.000,00	12.000,00	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	12.000,00	
<input type="checkbox"/> 27A		Toiletten Trennwände				2.360,00		<input type="checkbox"/>			
	V	Fabrikate					39027	<input type="checkbox"/>			
27A.1	NNN	System VK 13 AL - WC Frauen Vorderwand 300 cm bre	St	1,000	1.400,00	1.400,00	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	1.400,00	
27A.2	NNN	System VK 13 AL - WC Männerlungen 1 Vorderwand 3	St	1,000	960,00	960,00	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	960,00	
<input type="checkbox"/> 27E		Sonstiges Tischler				3.867,20		<input type="checkbox"/>			
27E.1	NNN	Profizylinder 27/35 mm	St	29,000	24,00	696,00	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	24,00	
27E.2	NNN	Verlängerungen je 10 mm	St	5,000	3,20	16,00	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	3,20	
27E.3	NNN	Gruppenschlüssel	St	29,000	4,50	130,50	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	4,50	
27E.4	NNN	Generalhauptschlüssel	St	1,000	6,30	6,30	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	6,30	
27E.5	NNN	Wandtürpuffer, HEWI, 30 mm,	St	29,000	17,10	495,90	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	17,10	
27E.6	NNN	Symbole für Toiletten	St	3,000	8,50	25,50	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	8,50	
27E.7	NNN	Handlauf aus Holz Treppenhaus	m	11,000	46,00	506,00	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	46,00	
27E.8	NNN	Material für vorgenannte Stundenlohnarbeiten	psch	1,000	500,00	500,00	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	500,00	
27E.9	NNN	Std. eines Facharbeiters	Std.	35,000	42,60	1.491,00	39027	<input type="checkbox"/>	0,00	42,60	

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+Zuschl.
	V	Version BGB, Feb. 1996, allgemein						<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> 363		Linoleumbeläge				5.749,60		<input type="checkbox"/>		
363.1	NNN	Zementestrich säubern, grundieren	m²	112.000	0,40	44,80	39028	<input type="checkbox"/>	0,00	0,40
363.2	NNN	Zementestrich ausgleichen, 2 mm, schleifen, Randstreifen	m²	112.000	3,20	358,40	39028	<input type="checkbox"/>	0,00	3,20
363.3	NNN	Zementestrich, 2. mal spachteln	m²	112.000	2,80	313,60	39028	<input type="checkbox"/>	0,00	2,80
363.4	NNN	Risse vergießen	m	20.000	7,00	140,00	39028	<input type="checkbox"/>	0,00	7,00
363.5	NNN	Trennschienen aus Messing, 3 mm	m	5.000	7,00	35,00	39028	<input type="checkbox"/>	0,00	7,00
363.6	NNN	Linoleum, DLW Linodur	m²	112.000	22,70	2.542,40	39028	<input type="checkbox"/>	0,00	22,70
363.7	NNN	Linoleum, Nähte verschweißen	m²	112.000	1,25	140,00	39028	<input type="checkbox"/>	0,00	1,25
363.8	NNN	Linoleum beschichten	m²	112.000	2,95	330,40	39028	<input type="checkbox"/>	0,00	2,95
363.9	ANN	Hohlkehlsockelleisten aus Bodenbelag	m	0.000	9,80		39028	<input type="checkbox"/>	0,00	9,80
363.10	NNN	Sockelleiste Buche 14/60	m	100.000	7,00	700,00	39028	<input type="checkbox"/>	0,00	7,00
363.11	NNN	Scheuerleisten	m	100.000	3,20	320,00	39028	<input type="checkbox"/>	0,00	3,20
363.12	NNN	Stunden eines Facharbeiters	St	25.000	33,00	825,00	39028	<input type="checkbox"/>	0,00	33,00
»										

[Gesamtsummen: Netto 8.200,00 EUR Mwst 19% 1.558,00 EUR Brutto 9.758,00 EUR]

LV: 0601V1_0601330 Sonnenschutz

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
<input type="checkbox"/> 030		Sonnenschutzarbeiten				8.200,00		<input type="checkbox"/>			
» 030.1	NNN	Außenraffstore-Anlage, Alu, 2160/1900 mm	St	1,000	8.200,00	8.200,00	39030	<input type="checkbox"/>	0,00	8.200,00	

LV: 0601V1_0601331 Metallbau, Fenster [Gesamtsummen: Netto 64.800,00 EUR Mwst 19% 12.312,00 EUR Brutto 77.112,00 EUR]

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
	V	Version BGB, Feb. 1996, allgemein						<input type="checkbox"/>			
	V	Technische Vorbemerkungen						<input type="checkbox"/>			
315		Metallbau Fenster				60.000,00		<input type="checkbox"/>			
	V	Konstruktionsbeschreibungen						<input type="checkbox"/>			
315.1	NNN	Fassade Pfosten Riegel	St	1,000	43.000,00	43.000,00	39031	<input type="checkbox"/>	0,00	43.000,00	
315.2	NNN	RWA Fenster	St	10,000	1.700,00	17.000,00	39031	<input type="checkbox"/>	0,00	1.700,00	
314		Metallbau Geländer				4.800,00		<input type="checkbox"/>			
314.1	NNN	Geländer Ober- Unterg. Welldraht	m	40,000	120,00	4.800,00	39031	<input type="checkbox"/>	0,00	120,00	
»											

LV: 0601V1_0601333 Gebäudereinigung [Gesamtsummen: Netto 2.100,00 EUR Mwst 19% 399,00 EUR Brutto 2.499,00 EUR]

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
	V	Version BGB, Feb. 1996, allgemein						<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> 331		Gebäudereinigungsarbeiten				2.100,00		<input type="checkbox"/>			
» 331.1	NNN	Gebäudereinigung	psch	1,000	2.100,00	2.100,00	39033	<input type="checkbox"/>	0,00	2.100,00	

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
	V	Version BGB, Feb. 1996, allgemein						<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> 342		Anstrich auf mineralischen Untergründen				7.935,80		<input type="checkbox"/>			
342.1	NNN	Vorbereiten von Wandflächen, Kalkm. Putz	m²	1.400,000	0,86	1.204,00	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	0,86	
342.2	NNN	Anstrich auf Wand, Putz, Latex, Brillux seidenmatt	m²	1.400,000	2,82	3.948,00	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	2,82	
342.3	NNN	Wände spachteln , Gipskarton,	m²	55,000	3,32	182,60	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	3,32	
342.4	NNN	Anstrich auf Wänden, Gipskarton	m²	55,000	2,64	145,20	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	2,64	
342.5	NNN	Betondecken, Fleckspachtelung	m²	400,000	3,89	1.556,00	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	3,89	
342.6	NNN	Decken spachteln , Gipskarton,	m²	100,000	3,40	340,00	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	3,40	
342.7	NNN	Anstrich auf Decken, Gipskarton	m²	100,000	2,80	280,00	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	2,80	
342.8	NNN	Anstrich auf Decken, mit Raufaser tapeziert	m²	100,000	2,80	280,00	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	2,80	
<input type="checkbox"/> 347		Tapezierarbeiten				1.449,00		<input type="checkbox"/>			
347.1	NNN	tapezieren m. Raufaser, Decken u. Dachschräge	m²	350,000	4,14	1.449,00	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	4,14	
<input type="checkbox"/> 344		Anstrich auf Metall				1.048,08		<input type="checkbox"/>			
344.1	NNN	Heizungsrohre 10-20 mm	m	100,000	1,84	184,00	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	1,84	
344.2	NNN	Stahlzarge 88,5/201 Mw 145	St	28,000	30,86	864,08	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	30,86	
<input type="checkbox"/> 34E		Sonstiges Malerarbeiten				3.167,20		<input type="checkbox"/>			
34E.1	V	Anstrich von Holz aussen. Holzbretter aussen, wie Wind					39034	<input type="checkbox"/>			
34E.2	NNN	Anschlussleisten Dach/ Wand	m	320,000	1,96	627,20	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	1,96	
34E.3	NNN	Fußleisten/Scheuerleisten	m	200,000	3,50	700,00	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	3,50	
34E.4	NNN	Anschlußfugen	m	250,000	1,76	440,00	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	1,76	
»	NNN	Lohnarbeiten eines Facharbeiters	Std.	50,000	28,00	1.400,00	39034	<input type="checkbox"/>	0,00	28,00	

LV: 0601V1_0601340 Türen und Fenster [Gesamtsummen: Netto 14.802,00 EUR Mwst 19% 2.812,38 EUR Brutto 17.614,38 EUR]

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
	V	Version BGB, Feb. 1996, allgemein						<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> 272		Außentüren				0,00		<input type="checkbox"/>			
	V	Allgemeine Produktbeschreibung						<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> 273		Fenster				13.482,00		<input type="checkbox"/>			
» 273.1	NNN	West und Nord	St	1,000	13.482,00	13.482,00	39040	<input type="checkbox"/>	0,00	13.482,00	
<input type="checkbox"/> 274		Fensterbänke				920,00		<input type="checkbox"/>			
274.1	NNN	Fensterbänke Alu	m	40,000	23,00	920,00	39040	<input type="checkbox"/>	0,00	23,00	
<input type="checkbox"/> 27E		Sonstiges Tischler				400,00		<input type="checkbox"/>			
27E.1	NNN	Std. Tischlergeselle	Std.	10,000	40,00	400,00	39040	<input type="checkbox"/>	0,00	40,00	

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
»								<input type="checkbox"/>			
01	V	Sportbodenbelagsarbeiten				65.000,00	39060	<input type="checkbox"/>			
01.1	NNN	Feuchtigkeitssperre Dicke: ca. 1 mm	qm	0,000	4,50		39060	<input type="checkbox"/>	0,00	4,50	
01.2	NEN	20 mm PUR-Wärmedämmung WLG 025	qm	0,000	6,90		39060	<input type="checkbox"/>	0,00	6,90	
01.3	NNN	Sportboden in 31 mm Stärke, Angebot Top Sport	qm	1,000	65.000,00	65.000,00	39060	<input type="checkbox"/>	0,00	65.000,00	
01.4	NNN	Gerätaumboden wie vor, jedoch starr	qm	0,000	21,15		39060	<input type="checkbox"/>	0,00	21,15	
01.5	NNN	PUR-Belag erhöhter Schutzfunktion	qm	0,000	24,50		39060	<input type="checkbox"/>	0,00	24,50	
01.6	ANN	Linoleum 3,2 mm Forbo Marmoleum Sport	qm	0,000	18,50		39060	<input type="checkbox"/>	0,00	18,50	
01.7	ANN	PUR Versiegelung	qm	0,000	4,20		39060	<input type="checkbox"/>	0,00	4,20	
01.8	NNN	Rahmen und Deckel bis 270 mm	Sickl	0,000	65,00		39060	<input type="checkbox"/>	0,00	65,00	
01.9	NNN	Spielfeldmarkierungen	lfdm	0,000	2,20		39060	<input type="checkbox"/>	0,00	2,20	
01.10	NNN	Fußleiste flachliegend 60 / 16 Buche	lfdm	0,000	6,50		39060	<input type="checkbox"/>	0,00	6,50	
01.11	NNN	Übergangsschienen 60/2 mm VZA	lfdm	0,000	22,00		39060	<input type="checkbox"/>	0,00	22,00	
01.12	NNN	Erstpflege des Bodens sofort nach	qm	0,000	0,60		39060	<input type="checkbox"/>	0,00	0,60	
01.13	NNN	Facharbeiterstunden auf Nachweis	Std.	0,000	38,50		39060	<input type="checkbox"/>	0,00	38,50	

LV: 0601V1_0601361 Prallschutz [Gesamtsummen: Netto 15.500,00 EUR Mwst 19% 2.945,00 EUR Brutto 18.445,00 EUR]

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
☐ 02		Prallschutz nach DIN 18032				15.500,00		<input type="checkbox"/>			
» 02.1	NNN	textiler Prallschutz, Angebot top Sport	qm	1,000	15.500,00	15.500,00	39061	<input type="checkbox"/>	0,00	15.500,00	
02.2	NNN	Haftvorstrich	qm	0,000	0,60		39061	<input type="checkbox"/>	0,00	0,60	
02.3	NNN	Wandflächen spachteln	qm	0,000	3,90		39061	<input type="checkbox"/>	0,00	3,90	
02.4	NNN	Wandflächen nochmal spachteln.	qm	0,000	3,25		39061	<input type="checkbox"/>	0,00	3,25	
02.5	NNN	Textiler Prallschutz Velours	qm	0,000	169,00		39061	<input type="checkbox"/>	0,00	169,00	
02.6	NNN	Zulage Paneelform 195 cm	qm	0,000	169,00		39061	<input type="checkbox"/>	0,00	169,00	
02.7	NNN	Umbördeln des Prallschutzes	lfdm	0,000	168,00		39061	<input type="checkbox"/>	0,00	168,00	
02.8	NNN	EL-8 Kantenschutzprofil, 8 x 25 mm,	lfdm	0,000	169,00		39061	<input type="checkbox"/>	0,00	169,00	
02.9	NNN	Aussparungen in Prallschutz einarbeiten	Sick	0,000	169,00		39061	<input type="checkbox"/>	0,00	169,00	
02.10	NNN	Tagelohn eines Facharbeiters auf Anweisung.	Std	0,000	150,00		39061	<input type="checkbox"/>	0,00	150,00	

LV: 0601V1_0601362 Trennvorhang [Gesamtsummen: Netto 13.000,00 EUR Mwst 19% 2.470,00 EUR Brutto 15.470,00 EUR]

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
☐ 030		Trennwandanlagen				13.000,00		<input type="checkbox"/>			
» 030.1	NNN	Trennvorhang, Angebot top Sport	St	1,000	13.000,00	13.000,00	39062	<input type="checkbox"/>	0,00	13.000,00	

[Gesamtsummen: Netto 3.200,00 EUR Mwst 19% 608,00 EUR Brutto 3.808,00 EUR]

LV: 0601V1_0601471 Küche Jugend u. Sport

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
	V	Version BGB, Feb. 1996, allgemein						<input type="checkbox"/>			
☐ 901		Kücheneinbauten				3.200,00		<input type="checkbox"/>			
	V	Küchenbeschreibung						<input type="checkbox"/>			
» 901.1	NNN	Kücheneinrichtung	St	1,000	3.200,00	3.200,00	471	<input type="checkbox"/>	0,00	3.200,00	

LV: 0601V1_0601700 Nebenkosten [Gesamtsummen: Netto 137.091,55 EUR Mwst 19% 26.047,39 EUR Brutto 163.138,94 EUR]

PosNr.	Typ	Text	Dim.	Menge	Preis in EUR	GP in EUR	Din 27€	Entfaellt	Zuschl.%	EP+ Zuschl.	Hinweis
<input type="checkbox"/> D73		Architekten- und Ing. Leistungen				120.650,00		<input type="checkbox"/>			
D73.1	NNN	Leistungen von Architekten	St	1,000	87.000,00	87.000,00	730	<input type="checkbox"/>	0,00	87.000,00	
D73.2	NNN	7.2.2.1 Statik	St	1,000	21.000,00	21.000,00	735	<input type="checkbox"/>	0,00	21.000,00	
D73.3	NNN	736 Elektroingenieur	St	1,000	7.500,00	7.500,00	736	<input type="checkbox"/>	0,00	7.500,00	
D73.4	NNN	736 Heizungsingenieur, Sanitärplanung	St	1,000	5.150,00	5.150,00	736	<input type="checkbox"/>	0,00	5.150,00	
<input type="checkbox"/> D74		Gutachten und Beratung				2.745,00		<input type="checkbox"/>			
D74.1	NNN	749 Bodengutachten	St	1,000	845,00	845,00	749	<input type="checkbox"/>	0,00	845,00	
D74.2	NNN	7.5.1.2 Einmessung	St	1,000	1.900,00	1.900,00	744	<input type="checkbox"/>	0,00	1.900,00	
<input type="checkbox"/> D77		Allgemeine Baunebenkosten				13.696,55		<input type="checkbox"/>			
D77.1	NNN	771 Prüfingenieur	St	1,000	6.800,00	6.800,00	771	<input type="checkbox"/>	0,00	6.800,00	
D77.2	NNN	Siegeko	St	1,000	6.896,55	6.896,55	771	<input type="checkbox"/>	0,00	6.896,55	
»											