

Konzeption eines mitwachsenden Werkstättengebäudes für eine Werkstätte für behinderte Menschen in Holzbauweise mit optimierter Energieeffizienz

Abschlussbericht gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung
Umwelt

AZ 29965-25

Bearbeiter

Prof. DI Hermann Kaufmann, Architekten Hermann Kaufmann ZT GmbH
M.Eng.Dipl.-Ing.(FH) Florian Hausladen, Hausladen Ingenieurbüro GmbH
Ma.Sc. Martin Veit, Veit Energie Consult GmbH

August 2014

06/02		Projektkennblatt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt			
Az	29965-25	Referat	25	Fördersumme	124.875 €
Antragstitel		Konzeption eines mitwachsenden Werkstättegebäudes für eine Werkstätte für behinderte Menschen in Holzbauweise mit optimierter Energieeffizienz			
Stichworte					
Laufzeit		Projektbeginn		Projektende	
16 Monate		13.12.2011		13.04.2013	
Zwischenberichte		nach 8 Monaten			
Bewilligungsempfänger		ISAR-WÜRM-LECH IWL - Werkstätten für behinderte Menschen gemeinnützige GmbH Rudolf-Diesel-Str. 1 86899 Landsberg am Lech		Tel 08191 / 92 41 - 25 Fax 08191 / 92 41 - 99 Projektleitung Herr Ludger Escher Bearbeiter Herr Ludger Escher	
Kooperationspartner		Architekten Hermann Kaufmann ZT GmbH - Sportplatzweg 5 A-6858 Schwarzach Ingenieurbüro Hausladen GmbH - Feldkirchner Str. 7a - 85551 Kirchheim ZINNER Ingenieure - Blumenstr. 13 - 82152 Krailling Veit Energie Consult GmbH - Pilotystraße. 4 - 80538 München			
Zielsetzung und Anlass des Vorhabens Die ISAR-WÜRM-LECH IWL Werkstätten (kurz: IWL GmbH) ist eine gemeinnützige Einrichtung der beruflichen Rehabilitation für Menschen mit Behinderung. Die IWL GmbH plant, den Produktionsstandort in Landsberg am Lech auszubauen. Es ist eine schrittweise Erneuerung und damit einhergehend die Weiterentwicklung der Produktionsstätten auf dem erworbenen und bereits freigeräumten Nachbargrundstück umzusetzen. Die Entwicklung wird sich über mehrere Bauabschnitte erstrecken, somit muss bereits für die erste Planung eine Gesamtkonzeption entwickelt werden. Das gesamte Bauvorhaben sollte möglichst mit nachwachsenden Rohstoffen ausgeführt werden, ebenso sollte ein vorbildlicher Energiestandard umgesetzt werden. Für die Konzeption dieses flexiblen und mitwachsenden Holzbaus mit optimierter Energieeffizienz sind vernetzte Betrachtungsweisen sowie ein interdisziplinärer und ganzheitlicher Planungsprozess notwendig					
Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden Im Rahmen eines interdisziplinären Planungsprozesses soll für den Neubau der Werkstätte für behinderte Menschen der IWL in Landsberg mustergültige Lösungen zu folgenden Themen entwickelt werden: - Optimiert vorgefertigter Holzbau mit flexiblen Elementen für den mitwachsenden Holzbau - Musterlösung für eine energieverlustarme LKW-Anlieferung					

- Erarbeitung eines umfassend optimierten Energiestandards inkl. thermische Simulation
- Entscheidungsfindung anhand Lebenszykluskostenanalyse
- Untersuchung von Synergie Sprinkleranlage und Beheizung
- Masterplan Energieversorgung
- Variantenuntersuchung optimierter Beleuchtungsstandards und visualisiertes Energiemonitoring.

Die Arbeitsschritte bei den einzelnen Themen sind sehr verschieden. Grundsätzlich wird der bestehende Entwurf aus dem Wettbewerb durch Variantenstudien und deren Auswertung laufend optimiert. Die Ergebnisse werden kostenmäßig bewertet und dienen als seriöse und umfassende Entscheidungshilfe für die tatsächliche Ausführung. Methodisch ist eine interdisziplinäre Planungsphase mit den notwendigen Leistungsumfängen der einzelnen Planungsteams Voraussetzung für die erwarteten Ergebnisse.

Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • <http://www.dbu.de>

Ergebnisse und Diskussion

Die Vorfertigung wurde schon in der Planungsphase sehr weit durchdetailliert und fixiert. Versetzbare Elemente für den mitwachsenden Holzbau sind bereits im Gebäude realisiert und betreffen nicht nur den Holzbau sondern auch den Massivbau. Die Einfahrtstore wurden entsprechend der technischen Möglichkeiten umgesetzt. Interdisziplinär wurden die Anforderungen an die Gebäudehülle optimiert und mittels thermischer Simulation, Berechnung der Lebenszykluskosten und Wärmebrückenoptimierung überprüft. Zur Beleuchtungsanlage und Energiemonitoring wurde ein weiterführender Forschungsantrag gestellt, der noch nicht abgeschlossen ist.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Logo der DBU an der Bautafel - präsent während der Baudurchführung
Vorstellung des Projektes auf einer eigenen Pressekonferenz im Mai 2013
Bei der Eröffnung Plakate mit Erklärungen zum Forschungsprojekt

Fazit

Die Zielsetzungen wurden zum Großteil erreicht. Durch genaue Planung und ein frühes Einbinden von ausführenden Firmen, ist ein hoher Grad an Vorfertigung und die Festlegung dafür bereits im Plan möglich. Versetzbare Außenbauteile sind im Holzbau relativ leicht realisierbar, da die Elementierung schon bei der Montage eine wichtige Rolle spielt. Bei den Toren reagiert die Industrie nicht wirklich auf Anforderungen die abseits der breiten Nachfrage liegen. Hohe Preise sind das Ergebnis von Sonderlösungen die bei Nischenanbietern aber erhältlich sind. Erst wenn ein Markt für Speziallösungen erkannt wird, kann man hoffen, dass die Hersteller mit neuen Produkten reagieren.

Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • <http://www.dbu.de>

Abschlussbericht DBU

Inhalt

Projektkennblatt.....	2
1. Verzeichnis von Bildern Zeichnungen, Grafiken und Tabellen.....	6
2. Zusammenfassung.....	8
3. Einleitung.....	9
4. Hauptteil.....	11
4.1 Optimierung der Vorfertigung.....	11
4.1.1 Aufgabenstellung.....	11
4.1.2 Zielsetzung.....	11
4.1.3 Ergebnis.....	12
4.2 Entwicklung vorgefertigter flexibler Elemente für den mitwachsenden Holzbau.....	23
4.2.1 Aufgabenstellung.....	23
4.2.2 Zielsetzung.....	23
4.2.3 Ergebnis.....	23
4.3 Musterlösung für eine energieverlustarme LKW-Anlieferung.....	31
4.3.1 Aufgabenstellung.....	31
4.3.2 Ergebnis.....	31
4.4 Konzeptentwicklung Gebäudehülle/Gebäudetechnik und Festlegung Energiestandard.....	33
4.4.1 Aufgabenstellung.....	33
4.4.2 Zielsetzung.....	33
4.4.3 Ergebnis.....	34
4.5 Thermische Simulation.....	37
4.5.1 Aufgabenstellung.....	37
4.5.2 Zielsetzung.....	37
4.5.3 Ergebnis.....	37
4.6 Lebenszykluskosten.....	41
4.6.1 Aufgabenstellung.....	41

4.6.2	Zielsetzung.....	41
4.6.3	Ergebnis	41
4.7	Wärmebrückenoptimierung.....	42
4.7.1	Aufgabenstellung.....	42
4.7.2	Zielsetzung.....	42
4.7.3	Ergebnis	42
4.8	Synergieeffekte Gebäudeheizung über Sprinkleranlage.....	43
4.8.1	Aufgabenstellung.....	43
4.8.2	Zielsetzung.....	43
4.8.3	Ergebnis	43
4.9	Masterplan und Energieversorgung.....	45
4.9.1	Aufgabenstellung.....	45
4.9.2	Zielsetzung.....	45
4.9.3	Ergebnis	46
4.10	Beleuchtungsanlagen: Innovative Tageslicht und anwesenheitsabhängige LED-Beleuchtung in Industrieanlagen.....	47
4.10.1	Aufgabenstellung.....	47
4.10.2	Zielsetzung.....	47
4.10.3	Ergebnis	47
4.11	Energiemanagement im Spannungsfeld zwischen Mensch und Produktion Energiemonitoring mit visueller Darstellung der Energieströme innerhalb des Gebäudes	50
4.11.1	Aufgabenstellung.....	50
4.11.2	Zielsetzung.....	50
4.11.3	Ergebnis	50
5.	Fazit	53
5.1	Hochbau	53
5.2	Elektroplanung.....	52

1. Verzeichnis von Bildern Zeichnungen, Grafiken und Tabellen

S. 13	Ansicht Nordfassade	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 14	Schnitt Nordfassade Montagefolge	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 15	Kopplung Fensterelemente	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 16	Schnitt Ostfassade Montagefolge	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 17	Wasserschäden Dachkonstruktion	Fotoarchiv Büro Kaufmann
S.18	Schnitt Dachkonstr. Montagefolge	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 19	Dachdraufsicht Elementteilung	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 19	Dach Obergeschoss	Fotoarchiv Büro Kaufmann
S. 20	Schnitt Dach Prod. Montagefolge	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 21	Visualisierung Dach Halle Montagef.	Büro Kaufmann
S. 21	Blicke in Produktionshalle	Fotoarchiv Büro Kaufmann
S. 22	Einheben Hallendach	Fotoarchiv Büro Kaufmann
S. 24	Detail Pfosten bei Verglasung	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 25	Skizze Pfosten-Riegel-Fassade	Skizze Fa. Gump & Maier
S. 25	Detail Pfosten-Riegel-Fassade	Werkplanung Fa. Gump & Maier
S. 26	Schnitt Fassade Süden Montagefolge	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 27	Oberer Anschluss Fassade Süden	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 28	Sockelausbildung	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 28	Ansicht Südfassade	Fotoarchiv Büro Kaufmann
S. 29	Schnitt Westfassade Montagefolge	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 30	Fassadenelemente Südfassade	Fotoarchiv Büro Kaufmann
S. 30	Elementstoß Westfassade	Fotoarchiv Büro Kaufmann
S.32	Grundriss Erdgeschoss Therm. Zonen	Ausschnitt Ausführungsplanung
S. 34	spez. Primärenergiebedarf	Diagramm Büro Hausladen
S. 35	spez. CO2 – Emissionen	Diagramm Büro Hausladen

S. 36	spez. CO2 – Emissionen	Diagramm Büro Hausladen
S. 38	Grundriss Erdgeschoss	Grafik Büro Hausladen
S. 39	Variantenuntersuchung Bodenplatte	Diagramm Büro Hausladen
S. 44	Schema Kombination Sprinkler / Heiz.	Grafik Büro Hausladen
S. 46	Schema Energieversorgung	Grafik Büro Hausladen
S. 48	Grafik Kunstlichtkonzept	Grafik Büro Ip5
S. 48	Foto Produktionshalle	Fotoarchiv Büro Kaufmann
S. 49	Leuchtdichtevertelung Halle	Grafik Büro Ip5
S. 51	Schema Energiedatenaufnahme	Grafik Büro Veit
S. 51	Diagramm Wärmebedarf	Grafik Büro Veit
S. 51	Diagramm Stromverbrauch	Grafik Büro Veit
S. 52	Diagramm Zählerstruktur	Grafik Büro Veit

Anlagen

- Pläne Wettbewerb A3
- Tischvorlage 3 Thermische Simulation Schreinerei
- Tischvorlage 5 Thermische Simulation Büro
- Tischvorlage 6 Thermische Simulation Montage
- Tischvorlage Sprinkler Heizung
- Tischvorlage 10 Thermische Simulation Schreinerei Ergänzung
- Tischvorlage Energieversorgung
- Tischvorlage 9 Lebenszykluskosten
- Tischvorlage 11 Anlage Gleichwertigkeitsnachweis
- Tischvorlage 11 Anlage WB Berechnungen
- Tischvorlage 11 Bericht Wärmebrücken Gleichwertigkeitsnachweis
- Tischvorlage 17 Thermische Simulation Anlieferung
- Tischvorlage 14 Sonnenschutzkonzept Endabzug
- Tischvorlage 15 SWS Endabzug
- Tischvorlage 16 EnEV Nachweis Endabzug

2. Zusammenfassung

Bei der Planung des neu zu errichtenden Werkstättengebäudes für die IWL Landsberg wurde besonderes Augenmerk auf die Entwicklung ressourcenschonender Bauteile und Produkte gelegt. Das heißt, innovative Bauteile, Baustoffe, Konstruktionen sowie technische Gebäudeausrüstungen unter den Kriterien der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung.

Erreicht wurde dies durch einen interdisziplinären und gesamtheitlichen Planungsansatz. Schon im Vorfeld wurden sämtliche Fachplaner, aber auch zum Teil ausführende Firmen, in den Planungsprozess integriert, um diese hochgesteckten Ziele zu erreichen.

Das Gebäude ist so konzipiert, dass es in zwei Richtungen erweitert werden kann und zwar so, dass die Fassadenelemente möglichst zerstörungsfrei entfernt und wieder als Gebäudehülle verwendet werden können.

Als Baumaterial wurden zum Großteil nachwachsende Materialien verwendet.

Die Holzbauweise bietet eine gute Grundlage zur Erreichung der Ziele eines energieeffizienten Bauens. Diese Idee und die Konstruktion soll auch außen am Gebäude ablesbar sein – naturbelassenes Holz an der Fassade zeigt diese Grundhaltung in einem sonst eher durch nüchternen Funktionalismus geprägten architektonischen Umfeld.

Folgende Firmen waren an der Planung beteiligt:

Prof. DI Hermann Kaufmann, Architekten Hermann Kaufmann ZT GmbH
M.Eng.Dipl.-Ing.(FH) Florian Hausladen, Hausladen Ingenieurbüro GmbH
Herr Martin Veit, Veit Energie Consult GmbH
Herr Alexander Gumpp, Gumpp & Maier GmbH

Das Projekt wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert Az: 29965-25

3. Einleitung

Die ISAR-WÜRM-LECH IWL Werkstätten (kurz: IWL GmbH) ist eine gemeinnützige Einrichtung der beruflichen Rehabilitation für Menschen mit Behinderung. Sie beschäftigt derzeit 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Landsberg am Lech, München und Machtlfing, sowie Garching und Unterschleißheim. Als mittelständisches Unternehmen erwirtschaftete die IWL GmbH im Jahr 2010 einen Jahresumsatz von 18,3 Mio. Euro. In Landsberg betreibt die IWL GmbH zwei Betriebe. Im Betrieb Landsberg am Lech, Rudolf-Diesel-Straße werden Menschen mit geistiger- und/oder Mehrfachbehinderung beschäftigt. Diesen Menschen bietet die IWL GmbH Teilhabe am Arbeitsleben und berufliche Qualifizierung. Die IWL GmbH plant, den Produktionsstandort in Landsberg am Lech auszubauen. Zudem soll mittelfristig der Betrieb, welcher für die Qualifizierung von psychisch erkrankten Menschen zuständig ist, auf dem eigenen Grundstück angesiedelt werden. Es ist eine schrittweise Erneuerung und damit einhergehend die Weiterentwicklung der Produktionsstätten auf dem erworbenen und bereits freigeräumten Nachbargrundstück umzusetzen. Die Entwicklung wird sich über mehrere Bauabschnitte erstrecken, somit musste bereits für die erste Planung eine Gesamtkonzeption entwickelt werden. Diese erfolgte in Form eines Wettbewerbes. Aus 5 eingereichten Vorschlägen wurde das Projekt des Büros Architekten Hermann Kaufmann ZT GmbH aus Schwarzach ausgewählt. Das Projekt soll sehr hohen ökologischen Ansprüchen entsprechen.

Bei der jetzt umgesetzten ersten Baustufe handelt es sich um das Werkstättengebäude, das die Tischlerei samt Zentrallager sowie den IWL-Laden inkl. Kommissionierschreinerei aufnimmt, im Obergeschoss sollen teilweise Büroflächen und Montageflächen entstehen. Dieser Bauteil soll modular wachsen können, was durch die vorliegende Planung aus dem Wettbewerb belegt ist.

Das gesamte Bauvorhaben soll möglichst mit nachwachsenden Rohstoffen ausgeführt werden, ebenso soll ein vorbildlicher Energiestandard umgesetzt werden. Das erfordert eine innovative Planung, für die Konzeption dieses flexiblen und mitwachsenden Holzbaus mit optimierter Energieeffizienz sind vernetzte Betrachtungsweisen sowie ein interdisziplinärer und ganzheitlicher Planungsprozess notwendig.

Folgende Zielsetzungen wurden dabei verfolgt:

- die Entwicklung eines optimierten und möglichst hohen Vorfertigungsgrades des Holzbaus
- die Entwicklung vorgefertigter flexibler Elemente für den mitwachsenden Holzbau
- Erarbeitung einer Musterlösung für eine energieverlustarme LKW-Anlieferung
- Optimierung des Projektes in energetischer Hinsicht und Festlegung eines wirtschaftlich darstellbaren Energiestandards
- spezielle thermische Simulation zur Erarbeitung der Kriterien für den optimierten Energiestandard
- Erstellung eines Energieausweises gemäß EnEV 2009
- Wärmebrückenoptimierung
- Untersuchung eines möglichen Synergieeffektes für die Gebäudeheizung über die Sprinkleranlage
- Entwicklung einer Masterplanung der Energieversorgung
- innovative Tageslicht- und anwesenheitsabhängige LED-Beleuchtung in Industrieanlagen
- Energiemonitoring mit visueller Darstellung der Energieströme innerhalb des Gebäudes

Verfolgt und erreicht wurden die Ziele durch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit der einzelnen Fachplaner unter Einbeziehung auch von ausführenden Firmen. Komplexe Bauaufgaben dieser Art verlangen von allen an der Planung und Ausführung Beteiligten, eine Zusammenarbeit die über die Grenzen des eigenen Fachgebietes hinaus reicht. Die Verfolgung eines gemeinsamen Zieles, dass durch die Definition ein ressourcenschonendes im weitesten Sinn auch benutzer- und umweltfreundliches Gebäude zu erstellen ist - auch bedingt durch das Bewusstsein für einen speziellen Nutzerkreis tätig zu sein - hat dies hier aber einwandfrei ermöglicht.

4. Hauptteil

4.1 Optimierung der Vorfertigung

4.1.1 Aufgabenstellung

Der moderne Holzbau zeichnet sich aus durch weitgehende Vorfertigungsmöglichkeiten. Die Leichtigkeit des Baustoffes ermöglicht das Transportieren von großen Elementen von der Werkhalle zur Baustelle, damit findet der Bauprozess zum größten Teil im witterungsgeschützten Bereich statt. Die Montage erfolgt sehr rasch was die Schäden durch Witterungseinflüsse minimiert. Das führt zu einer Qualitätssteigerung, auch werden dadurch unnötige Energie- und Ressourcenaufwendungen wie Reparaturen, Auswechslungen oder Baustellentrocknung weitgehend vermieden, was zu einer nicht zu vernachlässigenden Ökologisierung des Bauwesens beiträgt.

Das Maß der Vorfertigung hängt sehr stark von der Planung ab. Es muss schon im Entwurf darauf Rücksicht genommen werden, besonders aber die Detailentwicklung im Hinblick auf Vorfertigungseignung ist entscheidend. Das gilt besonders für die Elementstöße und Elementverbindungen. Weil verschiedene Professionisten in der Vorfertigung zusammenarbeiten müssen, stellt sich in der Praxis immer wieder das Problem der Haftung. All das verlangt eine ganzheitliche Planung zusammen mit allen Ingenieuren unter Beiziehung von erfahrenen Ausführenden.

4.1.2 Zielsetzung

Im Rahmen eines interdisziplinären Planungsprozesses soll für den Neubau der Werkstätte für behinderte Menschen der IWL in Landsberg eine mustergültige Lösung entwickelt werden, bei der die Vorfertigung optimiert ist. Folgende Ziele sollten damit erreicht werden:

- Möglichst weitgehend vorgefertigte Gebäudehülle d.h. Fassadenelemente mit fertig eingebauten Fenstern und weitgehend fertiger Außenhaut.
- Vorgefertigte Dachelemente sowohl für die Sheddachbereiche der Werkstätten als auch für die Flachdachbereiche der Montageräume mit bereits werkseitig vorgesehener Akustikmaßnahmen sowie Befestigungselementen für Haustechnische Anlagen wie Deckenheizkörper oder Beleuchtungselemente.
- Integration möglichst aller notwendigen Haustechnikelemente in die präfabrizierten Bauteile.

- Entwicklung von montagefreundlichen, dichten und kältebrückenfreien Elementstößen

4.1.3 Ergebnis

Der übliche Ablauf bei der Planung eines Gebäudes im Hochbau sieht in der Regel nicht vor, den ausführenden Firmen Vorgaben zu machen, wie sie das gewünschte (auf Papier gebrachte) Ziel der Planer, erreichen. Selbst im Holzbau, der durch seine Komplexität sicher mehr Überlegungen in der Planungsphase benötigt, wird im Normalfall die Art und Weise wie die Bauteile von den Professionisten produziert und transportiert werden, nicht mit überlegt bzw. der Firma in der Werkplanung überlassen. Bei der Planung für das Gebäude der IWL Landsberg wurde versucht ein anderer Weg einzuschlagen. Der genau Aufbau und die Größe der Elemente wurden nicht nur mit geplant, sondern auch in den Plänen festgehalten und den Zimmereibetrieben als Vorgabe für ihre Fertigung schon in der Angebotsphase übermittelt. Um mit diesen Vorgaben auch sicher richtig zu liegen, wurde schon zu Beginn der Ausführungsplanung ein Fachbetrieb ausgewählt, der dem Planungsteam beratend zur Seite stand. Sämtliche Elementgrößen wurden im Vorfeld definiert und, da im Holzbau die Verbindungen dieser Elemente eine gewisse Herausforderung darstellen, auch diese Anschluss – und Verbindungsdetails definiert.

Die Firma Gump und Maier wurde von uns beauftragt, in Zusammenarbeit mit uns die Elementgrößen zu definieren. Dieser Aufwand wurde dem Zimmererbetrieb mit 3.000,- € vergütet. Bei mehreren Besprechungen wurde neben den Elementeinteilungen der Fassaden auch die Ausbildung der Verbindungsstöße bzw. der Anschlüsse an die anderen Bauteile definiert.

Bei der Fixierung der Elementgrößen wurde darauf geachtet, dass eine Breite von 3,0 Metern nicht überschritten wurde – damit ist es möglich, ohne aufwendigen und teuren Sondertransport die Bauteile vom Werk auf die Baustelle zu transportieren. Die Länge der Elemente war durch die maximale Fassadenhöhe von ca. 7,5 Meter unkritisch in Bezug auf den Transport. Die Elemente richten sich aber auch nach den am Markt verfügbaren Plattendimensionen. Bei unserem Projekt bestimmte die OSB-Platte auf der Innenseite mit 250/500 cm die Größe der Teilung maßgeblich mit.

Auf den folgenden Seiten ist an einigen Ansichten und Details exemplarisch dokumentiert, wie die Gebäudehülle elementiert, konstruiert und montiert wurde.

4.1.3.1 Nordfassade

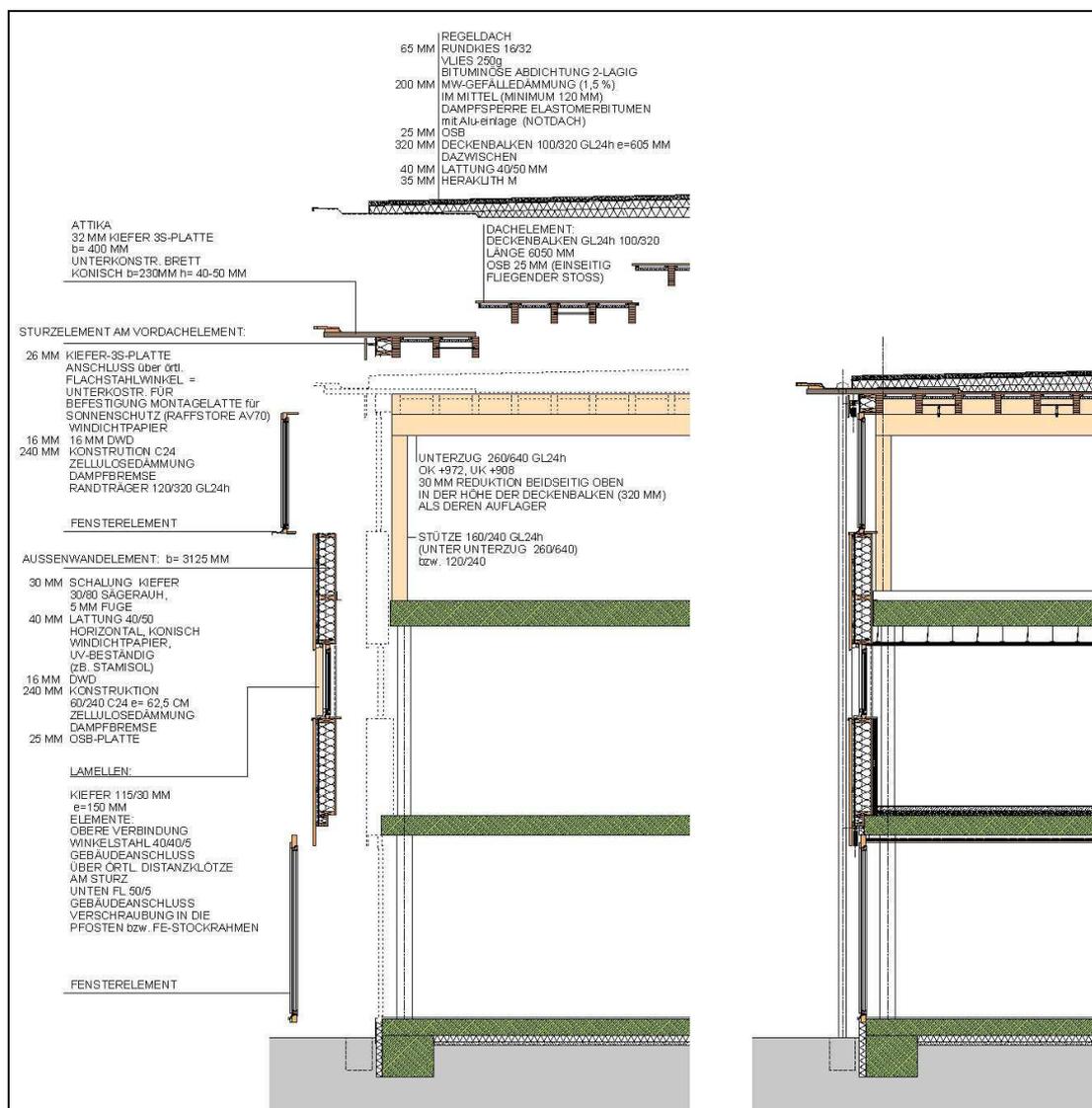
Ziel der Elementierung ist es möglichst viele Arbeitsschritte bereits im Werk zu erledigen. Je größer die Elemente gewählt werden, umso weniger Arbeit ist auch für das Versetzen der Elemente vor Ort auf der Baustelle nötig und es gibt weniger Fügpunkte in Form der Verbindungstöße. Die Größe der Elemente richtet sich neben der Möglichkeit sie zu transportieren auch nach den Gegebenheiten in der Produktionshalle.



Ansicht Nordfassade

Die Elementgröße richtet sich natürlich auch nach der Gestaltung der Fassade. Bei der Nordfassade wurde darauf verzichtet, die Fenster gleich im Werk in die Elemente zu integrieren. Auf Grund der Größe der Verglasung wäre der Aufwand dafür in keinem Verhältnis zum erzielten Zeitgewinn gestanden. Geplant war aber, die Fenster im Zwischengeschoss gleich mit der Fassade zu liefern. Diese Idee musste aber wieder verworfen werden, da die Fenster durch ihre extrem langen Lieferzeiten den gewünscht zügigen Baufortschritt behindert hätten.

Der Schnitt durch die Nordfassade verdeutlicht die Montagefolge. Zuerst wird das Dachtragwerk gestellt. Danach kommen die Dachelement und die Fassade wird montiert. Zum Schluss erfolgt das Versetzen der Fenster im Ober- und Erdgeschoss.

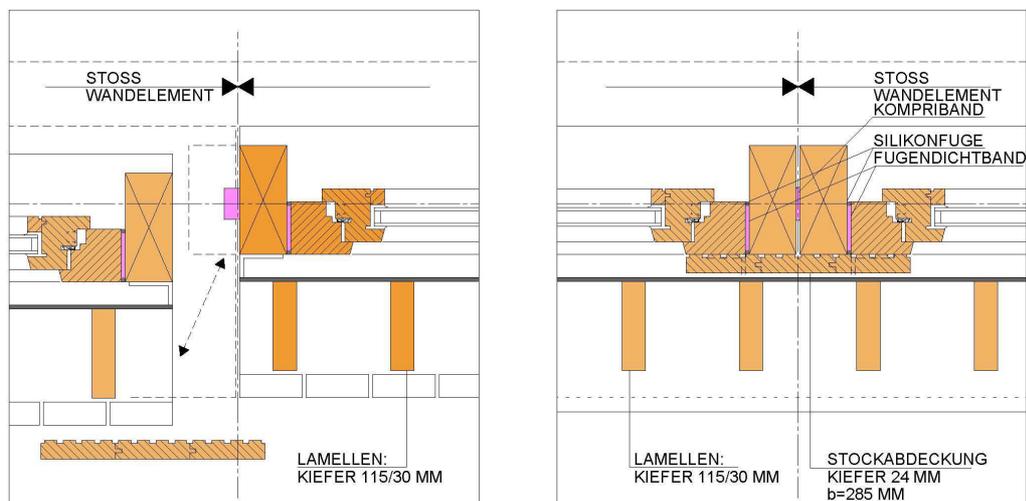


Schnitt Nordfassade Montagefolge

4.1.3.2 Ostfassade

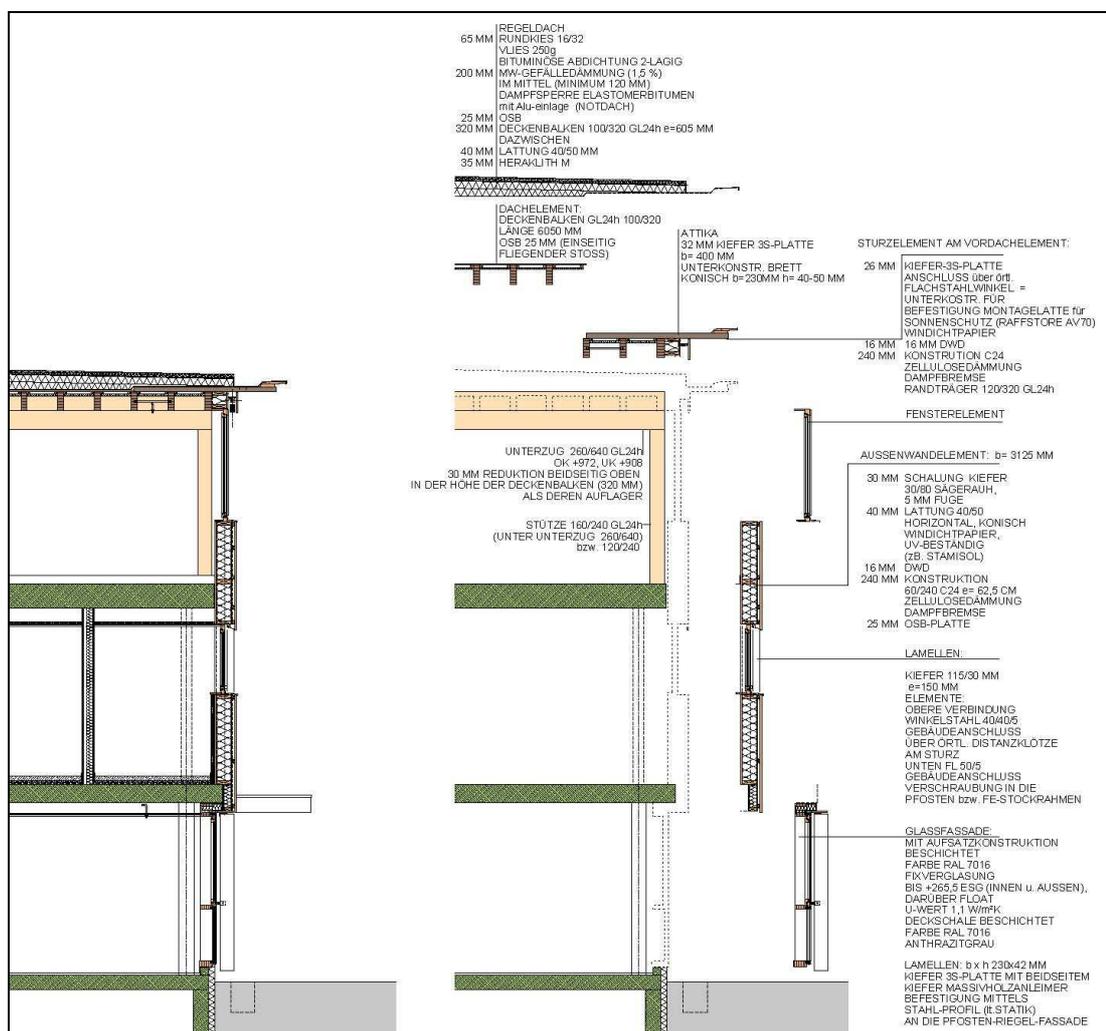
Die Montage der Ostfassade erfolgte analog der Nordfassade. Auch hier wurde die Verglasung erst nach dem Versetzen der Fassade vorgenommen. Für das Zwischengeschoss wurde ein Detail entwickelt, dass das luftdichte Koppeln der Fensterelemente am Elementstoß zulässt. Herausforderung dabei ist der luft- und dampfdichte Anschluss einerseits, aber auch die Möglichkeit die Elemente vor Ort noch etwas justieren zu können. Des Weiteren muss natürlich auch das Schwindverhalten von Holz über die Lebensdauer des Gebäudes berücksichtigt werden. Gelöst wurde das Problem indem, immer am Elementstoß ein Pfosten angeordnet wurde, welche dann mittels Kompriband luft- und dampfdicht gekoppelt wurden.

An diesem Detailpunkt ist zu sehen, wie wichtig es ist, die Elementierung bereits in der Ausführungsphase zu überlegen. Die für die Verbindung der Elemente notwendigen Pfosten müssen gestalterisch und auch technisch in die Planung integriert werden und bei der Ausschreibung berücksichtigt werden.



Kopplung Fensterelemente

Bei den Pfosten-Riegel-Fassaden im Erdgeschoss wurde darauf verzichtet, die Aufsatzkonstruktion bereits im Werk zu montieren. Die Gefahr einer Beschädigung ist dabei einfach zu groß. Erst vor Ort wurden die Holzpfosten mit den entsprechenden Aufsätzen versehen und zum Schluss das Glas eingesetzt.



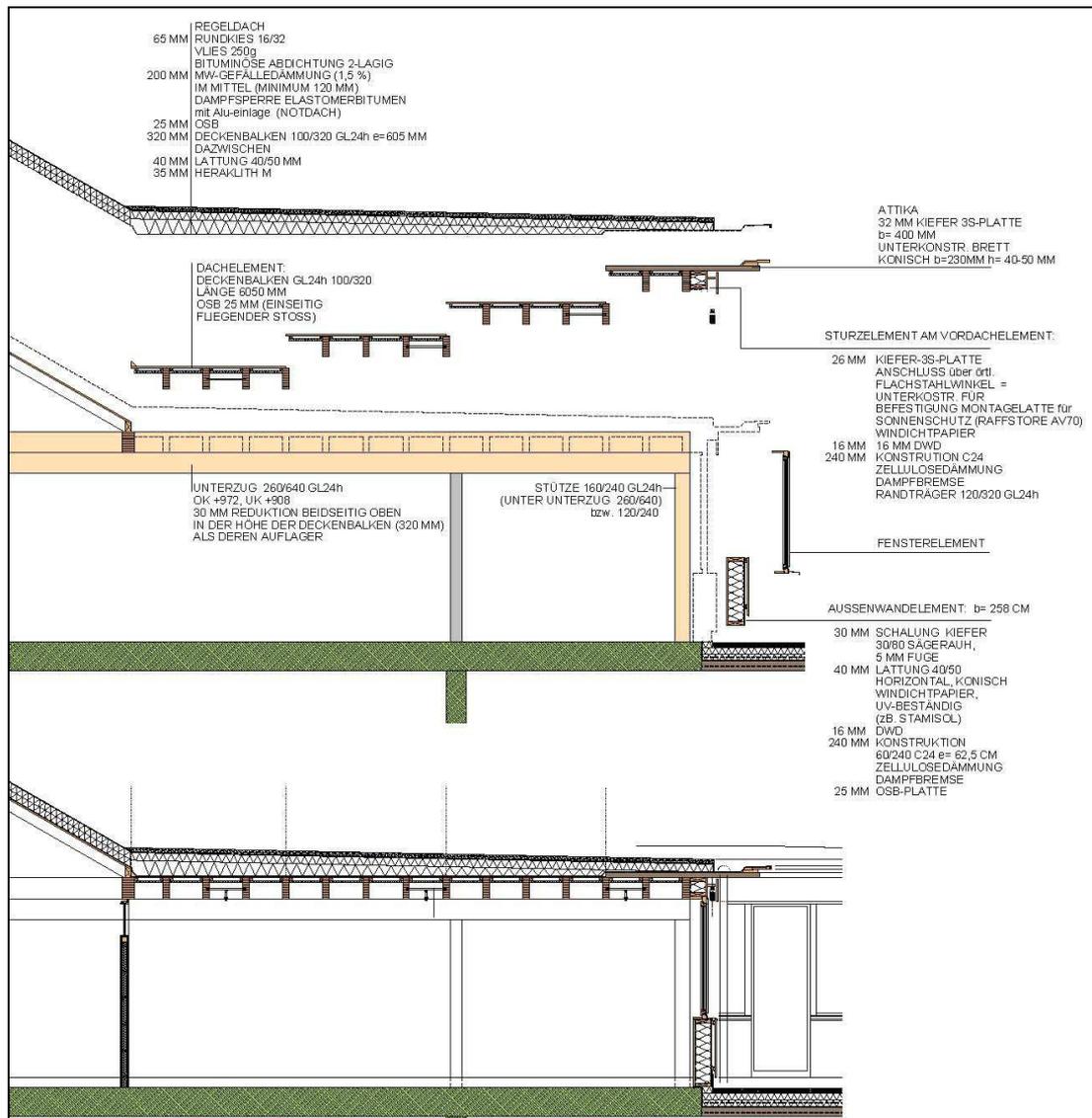
Schnitt Ostfassade Montagefolge

4.1.3.3 Dach Obergeschoss

Das Dach über dem Obergeschoss besteht aus Holzstützen an der Fassade und aus darüber angeordneten Holzträgern die die gesamte Gebäudebreite überspannen. Auf diese Holzträger aufgelegt wurden fertig montierte Dachelemente bestehend aus Holzrippen mittels OSB-Platten zu einem Element verbunden und dazwischen - auch bereits im Werk aufgeschraubt - die Untersicht aus gestrichenen Holzwolleleichtbauplatten. Die Haltekonstruktion für die Sprinkleranlage wurde auch bereits im Werk zwischen die Holzrippen eingelegt. Auch diese Elementierung erfolgte bereits in der Planungsphase und ein genauer Elementplan wurde erstellt. Leider wurde darauf verzichtet die Notabdichtung bereits im Werk aufzubringen. Dadurch kam es, bedingt durch die schlechte Witterung in der Zeit des Aufrichtens, zu erheblichen Wasserschäden an der Holzkonstruktion und den Holzwolleleichtbauplatten. Der Schwarzdecker konnte mit den Abdichtungsarbeiten nicht Schritt halten, und wenn die Holzkonstruktion durchfeuchtet ist, kann darauf auch nicht mehr ohne weiteres die Dachabdichtung aufgebracht werden. Die Notabdichtung muss unbedingt im Werk aufgebracht werden, damit auf der Baustelle nur noch die Stoßverklebung erfolgen muss!



Wasserschäden an der Dachkonstruktion OG 1



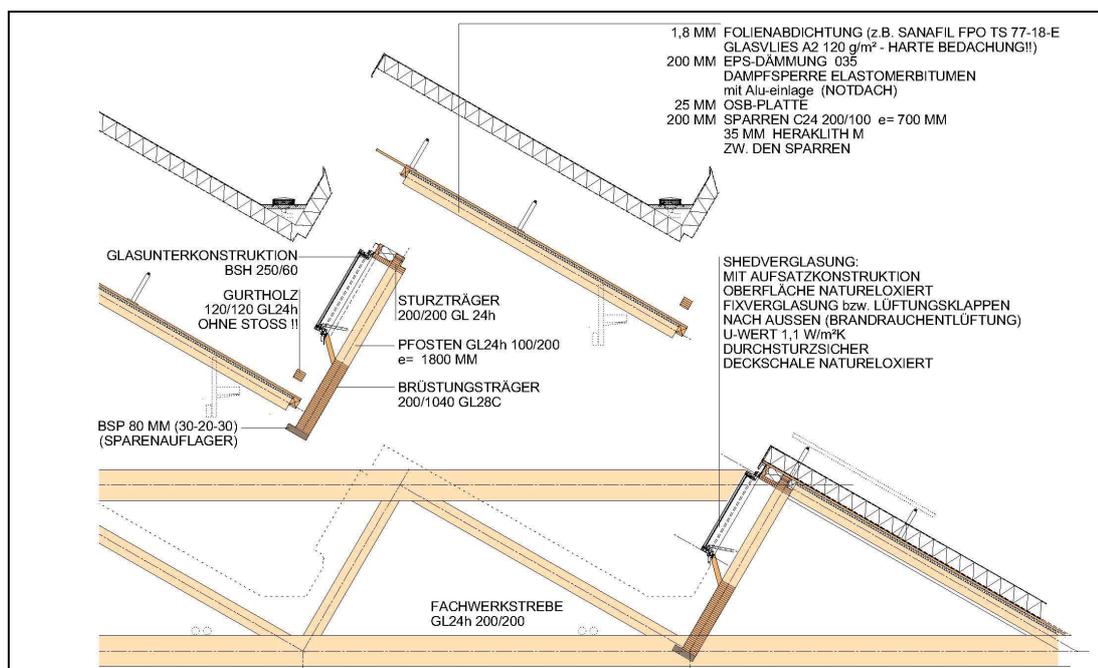
Schnitt Dachkonstruktion Montagefolge

4.1.3.4 Dach Produktionshalle

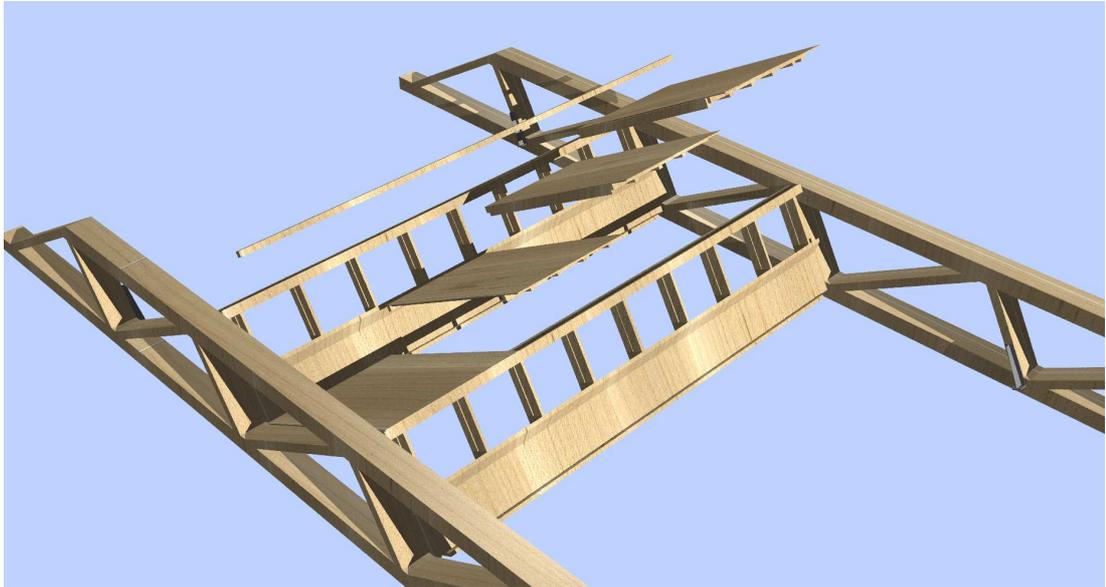
Beim Dach der Produktionshalle waren schon im Entwurf die sehr großen Spannweiten eine Herausforderung. Damit die Nutzung der Halle so wenig wie möglich eingeschränkt wird wollte der Bauherr eine möglichst stützenfreie Halle. Die Spannweite für die Hauptträger in Form des Holzfachwerkes beträgt 25 Meter. Dazwischen überbrücken Brettschichtholzträger als Sekundärkonstruktion 12,5 Meter. Diese Brettschichtholzträger folgen den Diagonalen des Fachwerkes und sind somit 60° aus der Lotrechten geneigt. Über den Trägern ist ein Fensterband eingesetzt, damit die Halle gleichmäßig auch in der Tiefe durch Licht aus Norden versorgt wird. Durch die Spannweiten ergaben sich Trägerbreiten beim Fachwerk von 60 Zentimeter. Dieser Umstand sollte in der Ausführungsphase die Montage des Daches wesentlich erleichtern.

In der Planung wurde folgender Bauablauf festgelegt:

Zuerst werden die Holzfachwerkträger auf die Betonstützen gehoben. Danach folgen die Sekundärträger – sie werden zwischen zwei Fachwerke auf ein Knotenblech aufgeschoben. Die Unterkonstruktion für die Shedverglasung ist auch hier bereits in das Element integriert – Aufsatzelement und Verglasung kommen allerdings erst später. Danach kommt das Dachelement. Es wird zwischen die Sekundärträger eingelegt. Das Dachelement kommt nicht über die gesamte Breite von 12,5 Meter, sondern ist in mehrere Teile gegliedert. Diese Elemente werden auch gleich im Werk mit der Holzwoleleichtbauplatte als Untersicht belegt. Die Dachabdichtung und Dämmung erfolgen dann im Nachgang



Schnitt Dach Produktionshalle Montagefolge



Visualisierung Dach Halle Montagefolge



Blick in die Halle mit den Fachwerkträgern und zum Teil schon versetzten Dachelementen

Der Vorschlag der ausführenden Firma in der Ausführungsphase ging aber noch einen Schritt weiter. Anstatt die Fachwerkträger auf die Stützen zu heben und dann die Sekundärträger dazwischen zu versetzen, wurde die Idee verfolgt, immer ein Feld gleich am Boden fertig zu montieren. Damit mussten die Fachwerkträger auf der Stütze nicht gegen kippen gesichert werden und natürlich ist die Montage am Boden leichter zu bewerkstelligen als in 6 Meter Höhe.



Einheben eines Feldes des Hallendaches

Diese Variante wurde ausgeführt und funktionierte auch einwandfrei. Durch die Trägerbreite von 60 Zentimeter konnten die Fachwerke geteilt werden, um erst wieder auf der Stütze nach dem Einheben verbunden zu werden. Damit wurde immer ein ganzes Feld von 25 x 12,5 Meter am Boden vormontiert, mit zwei Autokränen auf die Stützen gehoben und so konnte sehr rasch das Dach über der Halle, mit immerhin 2100 m² Grundfläche geschlossen werden.

4.2 Entwicklung vorgefertigter flexibler Elemente für den mitwachsenden Holzbau

4.2.1 Aufgabenstellung

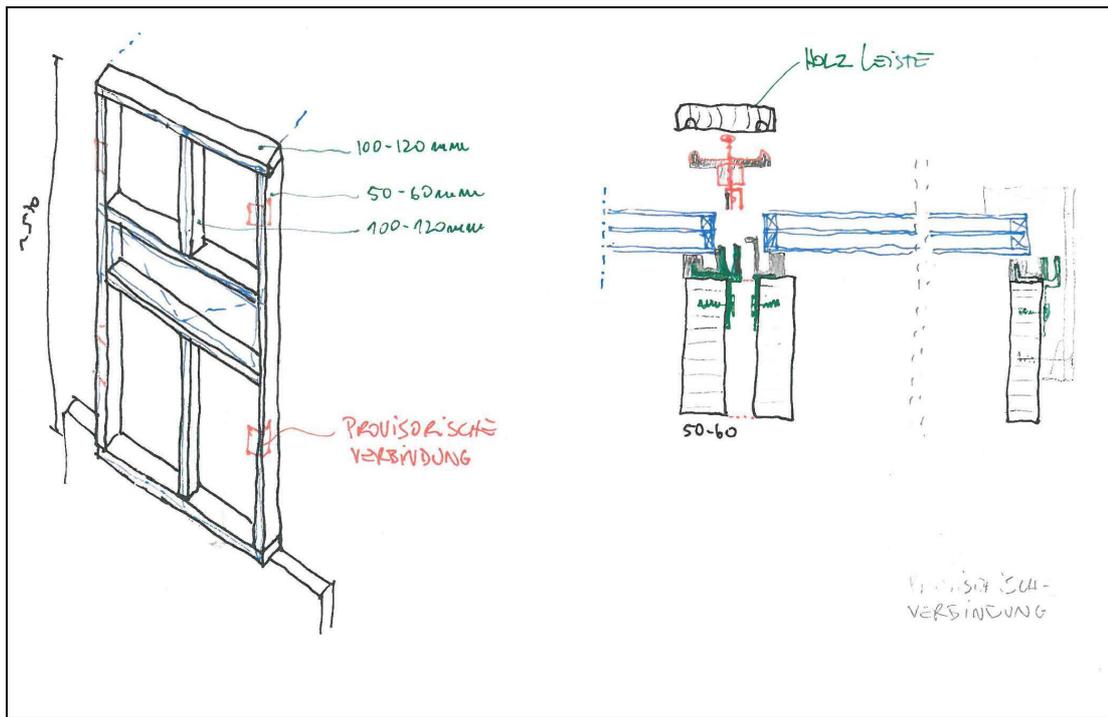
Das Projekt zeichnet sich durch einen ganzheitlichen Planungsansatz aus, der bereits mehrere mögliche Baustufen in das Gesamtkonzept mit einbezieht. Bereits schon bei der ersten Baustufe wird starkes Augenmerk auf die Eignung der einzelnen Elemente für zu erwartende Veränderungen gelegt. Es ist zu vorausszusehen, dass das Wachstum in absehbaren Zeitspannen erfolgen wird und somit ist es sinnvoll, die Bauteile, die flexibel ausgeführt werden müssen, so zu konzipieren, dass sie möglichst zerstörungsfrei in ihre neuen Lagen versetzt werden können. Das gilt sowohl für die Innenwände als auch für Außenwände, die bei einer Erweiterung der Werkstätten wieder verwendet werden sollten.

4.2.2 Zielsetzung

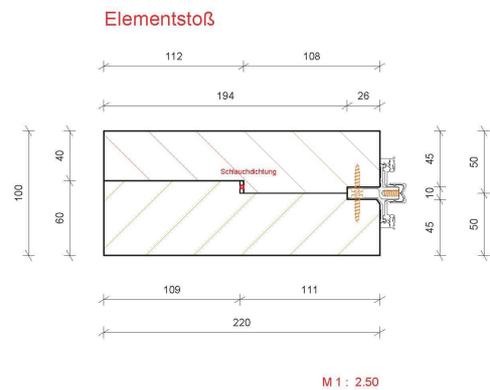
Entwicklung von flexiblen, modularen Außenwand- als auch Innenwandelemente für den Gewerbebau. Dazu gehört die Entwicklung und Erarbeitung von prototypischen Detaillösungen, die eine zerstörungsfreie Demontage von Außen- und Innenwandelementen für einen Gewerbebau ermöglichen. Ebenso müssen die einzelnen Elemente so konzipiert werden, dass sie auch beweglich bleiben, das heißt mit vertretbarem Aufwand in ihre neue Lage versetzt werden können. Dabei ist nicht beabsichtigt, eine Systemwand zu entwickeln, wie sie im Bürobau bereits als flexible Bürotrennwand angewendet wird, denn dazu sind die Anforderungen und Funktionalitäten im Gewerbebau zu unterschiedlich. Besonderes Augenmerk liegt auf prototypischen Detaillösungen, um es Handwerksbetrieben zu ermöglichen, maßgeschneiderte Lösungen umzusetzen.

4.2.3 Ergebnis

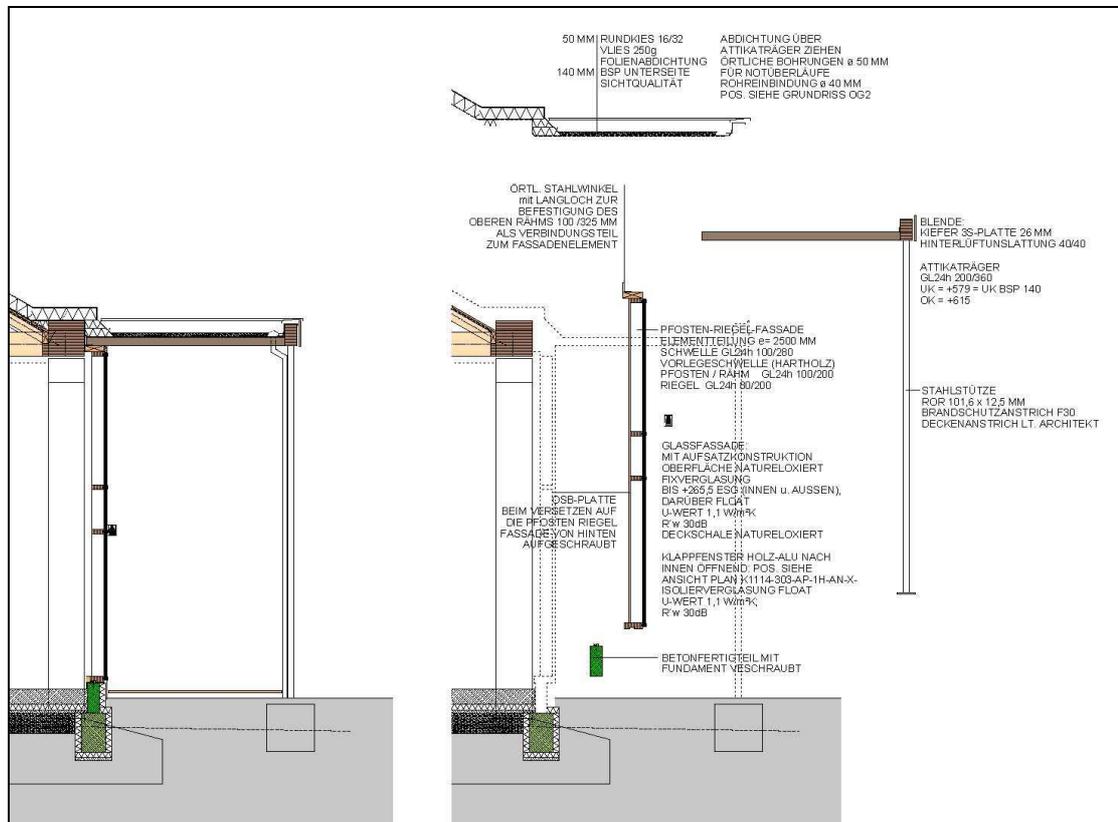
Der Holzbau eignet sich durch die Möglichkeit einer umfassenden Vorfabrikation im Werk und einem raschen Versetzten auf der Baustelle auch später hervorragend dafür, die Elemente wieder zu demontieren. Nach der Demontage können sie, bei einer entsprechenden Wahl der Verbindungsmittel, ohne größere Beeinträchtigung wieder an neuer Stelle eingebaut werden. So lag die Herausforderung für die Gestaltung von flexibel versetzbaren Elementen weniger beim Holzbau, als mehr bei den Anschlüssen an den Massivbau. Auch besteht ein Großteil der Fassade an der Südseite aus Verglasungselementen, wo der Aufwand bei der Demontage doch beträchtlich wäre. Gemeinsam mit ausführenden Firmen wurde eine Lösung gesucht, um diesen Aufwand so gering wie möglich zu halten.



Skizze Pfosten-Riegel-Fassade Süden

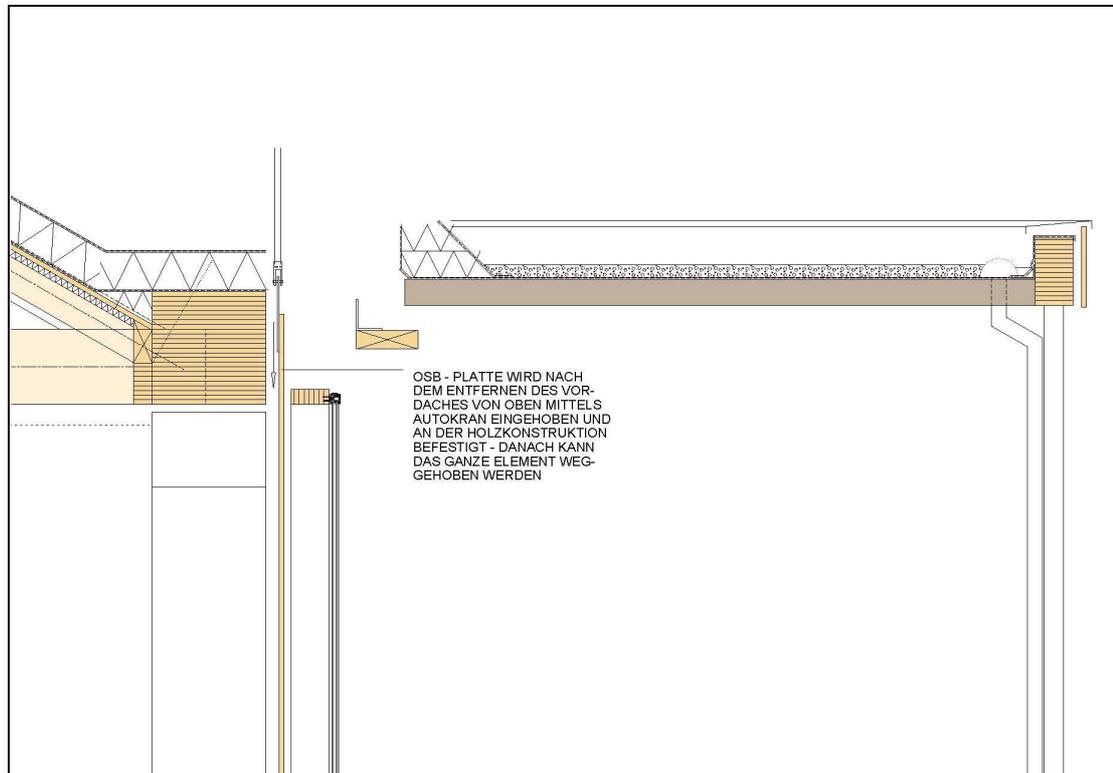


Detail Werkplanung Fa. Gump & Maier



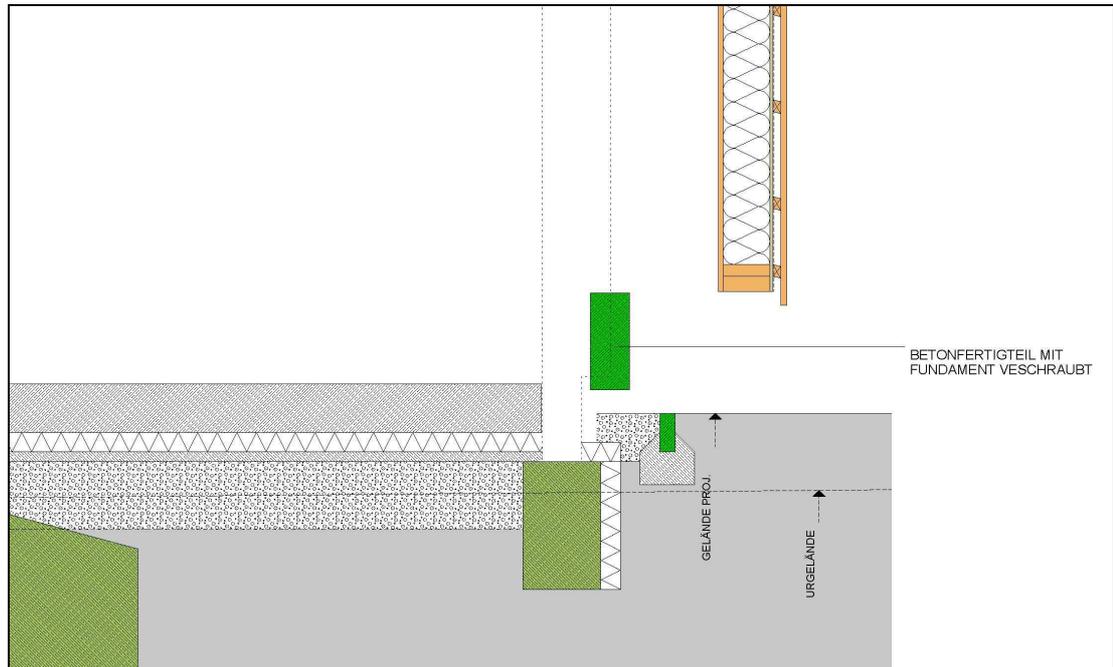
Schnitt Pfosten-Riegel-Fassade Süden Montageschritte

Damit ist es möglich das Element mit der Verglasung zu versetzen. Das Vordach wird entfernt. Der obere Anschluss ist so gestaltet, dass danach von oben über die gesamte Elementbreite eine Holzplatte nach unten eingeschoben werden kann. An dieser Holzplatte wird die Konstruktion von innen befestigt und mit dem Glas nach oben weggehoben. Nach der Zwischenlagerung können die Elemente wieder analog dem Entfernen in die Gebäudehülle integriert werden.



Oberer Anschluss Pfosten-Riegel-Fassade Süden

Die Holzelemente der Fassade und auch die Pfosten-Riegel-Fassade, stehen nicht direkt auf der Bodenplatte auf. Damit sie Spritzwasser geschützt sind und auch um der aufsteigenden Feuchtigkeit keine Möglichkeit zum Eindringen zu bieten, sind sie auf einer ca. 20 Zentimeter hohen Betonaufkantung aufgesetzt. Bei einer Erweiterung der Halle ist natürlich diese Aufkantung im Weg. Es wurde beschlossen, diesen Betonriegel nicht wie üblich aus Ortbeton herzustellen, sondern stattdessen ein Betonfertigteile zu verwenden. Dieses Fertigteile ist mittels Schrauben mit dem darunter liegenden Ortbetonstreifenfundament verbunden. So kann es leicht entfernt werden. Die neue Bodenplatte wird dann direkt an die bestehende Platte angeschlossen und die Fertigteile können wiederverwendet werden.



Sockelausbildung

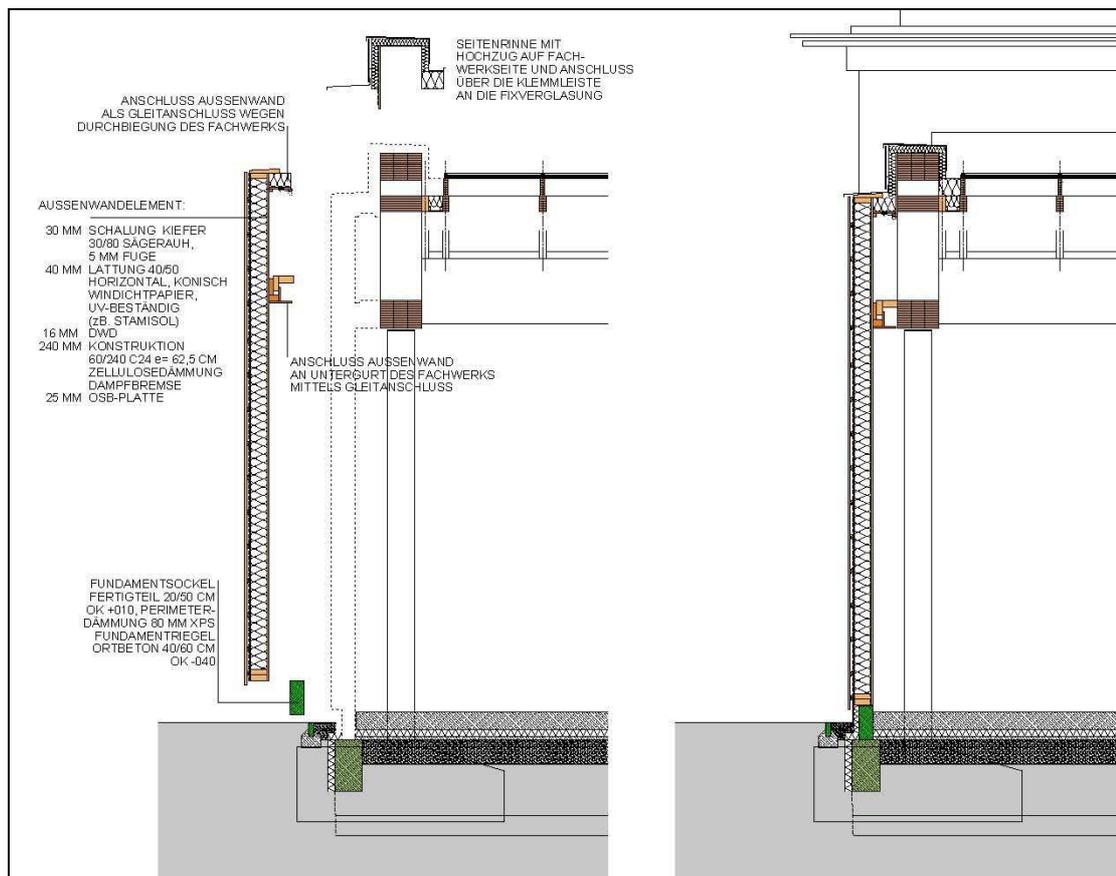


Ansicht Südfassade

4.2.3.2 Westfassade

Auch die Westfassade ist flexibel gestaltet, da das Gebäude auch in diese Richtung eine Erweiterung ermöglichen soll. Hier stellen sich die gleichen Probleme wie an der Südseite. Der untere Anschluss wurde gleich gelöst – ein verschraubtes Betonfertigteil übernimmt die Rolle der Sockelausbildung und kann bei Bedarf leicht entfernt werden.

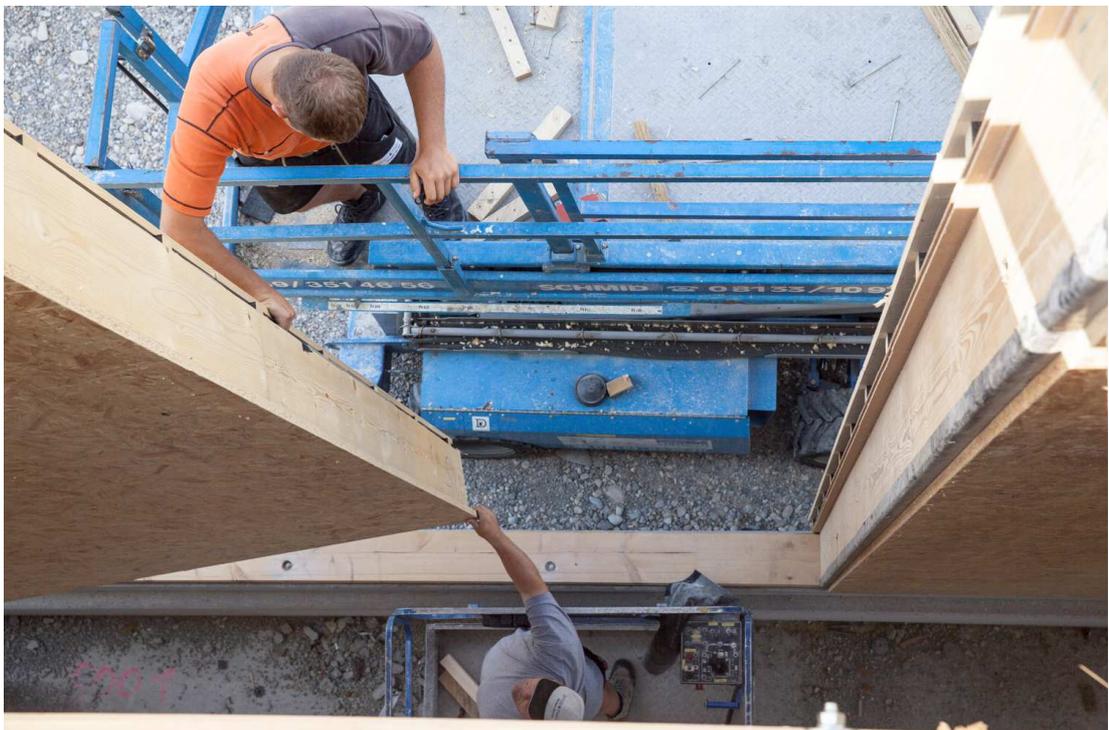
Da die Wand aber versetzbar sein muss kann sie keine Lasten aus dem Träger übernehmen. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass der Fachwerkträger an der Fassade sehr große Verformungen aufweist. Diese Verformungen können nicht in die Wandelemente eingeleitet werden und die Wandelemente können die Verformungen nicht aufnehmen. Die Einzige Möglichkeit um keine Bauschäden zu produzieren ist ein Entkoppeln von Tragwerk und Wandelement. Die Wand wurde mit einem deutlichen Abstand zum Träger errichtet und über einen Gleitanschluss horizontal an das Tragwerk angebunden.



Schnitt Westfassade Montagefolge



Fassadenelemente Südfassade



Elementstoß Westfassade

4.3 Musterlösung für eine energieverlustarme LKW-Anlieferung

4.3.1 Aufgabenstellung

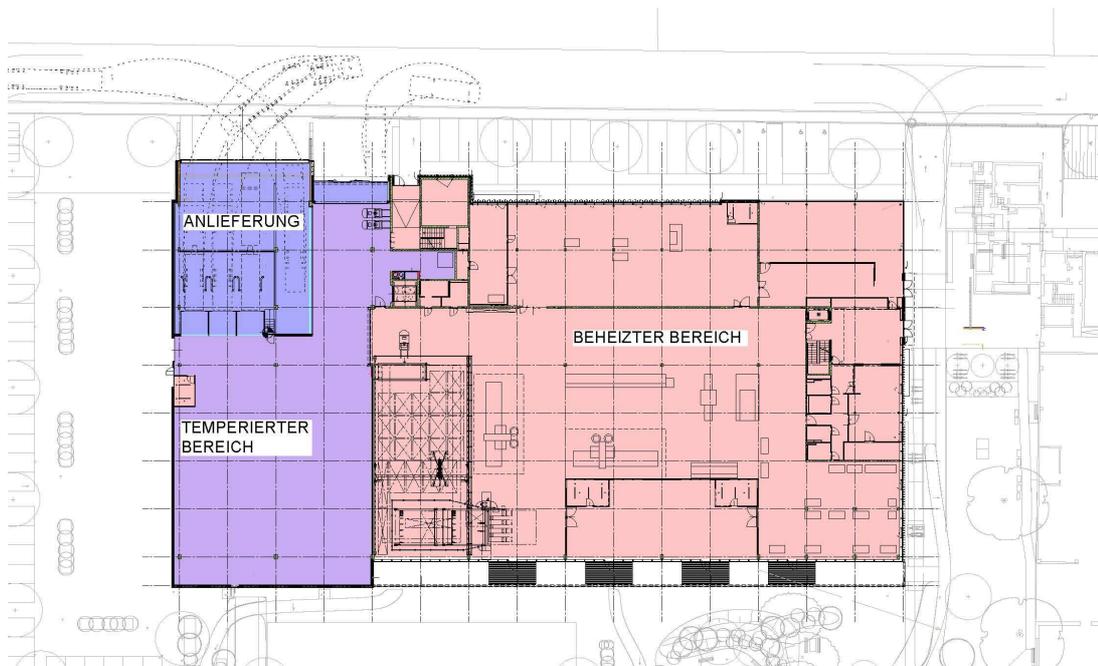
Durch die Forderung nach Einsparung von Heizenergie auch bei Gewerbebauten wird sukzessive die Gebäudehülle mit höheren U-Werten ausgeführt. Eine außerordentliche Schwachstelle stellt der Anlieferungsbereich dar. Dort sind große Tore notwendig, die weder in guter Dämmqualität erhältlich sind, noch die notwendige Luftdichtigkeit aufweisen können. Auch ist unklar, welche Energieverluste in der Anlieferungsphase auftreten, wie relevant sie im Zusammenhang mit dem Gesamtenergieverbrauch sind. Am Beispiel Werkstätte für behinderte Menschen IWL soll eine mustergültige Lösung dieses Problems bzw. eine vernünftige Vorgangsweise erarbeitet werden, die eine Quantifizierung des Problems und dazu die Entwicklung maßgeschneiderte Lösungen ermöglicht.

4.3.2 Ergebnis

Durch vom Nutzer vorgegebene Funktionsbezüge ist klar, dass die Anlieferung in Zusammenhang mit dem Zentrallager steht. Im Entwurf wurde diese Situation über einen überdachten Anlieferungshof der im Baukörper integriert ist, gelöst. Da ein Großteil der angelieferten Ware sehr großformatige Platten sind, die nur seitlich entladen werden können, wurde eine spezielle Lösung für diesen Vorgang gesucht. Bei vielen bekannten Lösungen für das seitliche Entladen fährt das Fahrzeug seitlich an das Gebäude und wird von dort über eine Toröffnung entladen. Thermisch ist das natürlich nicht ideal. Durch die von uns vorgeschlagene Lösung, dies in einen überdachten Hof zu verlegen, der dann auch noch mit einem Tor gegen die Außenluft abtrennbar ist, sollten diese Bedingungen deutlich verbessert werden. In Abstimmung mit dem Büro Hausladen wurden die thermische Hülle und die Beheizung der Räume so ausgeführt, dass es zu einer Staffelung kommt. Der Außenbereich geht über in den nicht beheizten abschließbaren Anlieferungshof. Von dort kommt man über Entladeschleusen und Tore in das nur temperierte Zentrallager. Das Zentrallager wiederum ist über Tore und Türen, die thermisch den Anforderungen von Außenbauteilen entsprechen vom restlichen beheizten Gebäudeteil getrennt. Sämtliche Tore sind wärmegeämmt und wurden wie ein Tor in der Gebäudehülle behandelt.

Im Entladehof befinden sich drei Andockschleusen für das Entladen von hinten und eine Möglichkeit für das seitliche Entladen. Damit können 4 LKW gleichzeitig in den Hof einfahren. Das bedingt ein Tor mit einer Breite von 17 Meter. Dieses Tor stellte die Hersteller vor enorme Herausforderungen. Ursprünglich war es als Rolltor angedacht. Nach Gesprächen mit den Herstellern, die zum Teil keine Lösung für diese Problem liefern konnten und explodierenden Kosten, wurde die Entscheidung zugunsten eines dreiteiligen Schiebetores ge-

fällt. Dieses Tor kann besser automatisiert werden, ist von den Kosten deutlich günstiger und konnte zur Verbesserung der thermischen Anforderungen mit Kunststoffstegplatten belegt werden. Bei der seitlichen Entladung war das Problem ähnlich gelagert – ein 16 Meter breites Tor, das das Entladen des LKWs über die ganze Länge ermöglicht. Da wir uns hier schon im Gebäudeinneren befinden und der Winddruck das Tor nicht so stark belasten kann wurde ein Rollltor eingebaut, dessen Lamellen wärmedämmend ausgeführt wurden. Die Tore waren eigentlich die letzten Bauteile, die auf der Baustelle eingebaut wurden. Es war sehr aufwendig überhaupt Firmen zu finden die diese Tore bauen können, da es sich nicht um Standardbauteile handelt. Bei den ersten Angeboten waren dann die Kosten auch so exorbitant hoch, dass, um diese Konzept halten zu können, nach weiteren alternativen Lösungen gesucht werden musste. Letztendlich wurden die Tore von der Firma Zargen Bösch geliefert; mit dieser Firma hatten wir schon in der Entwurfsphase die Möglichkeit dieses Konzeptes besprochen.



Grundriss Erdgeschoss thermische Zonen

Wie aus der thermischen Simulation abzulesen ist, hat der Einsatz der Außentore den Verzicht auf die Deckenstrahlplatten im Zentrallager ermöglicht. Bei geschlossenen Außentoren sind die Gebläseluftwärmer, die in diesem Bereich realisiert wurden, ausreichend um den Lagerbereich im Mindesttemperaturbereich zu halten.

(siehe Tischvorlage Thermische Simulation Anlieferung vom 30.05.2014)

4.4 Konzeptentwicklung Gebäudehülle/Gebäudetechnik und Festlegung Energiestandard

4.4.1 Aufgabenstellung

Heute sind Begriffe wie Nullenergiegebäude oder Plusenergiegebäude in aller Munde. Auch aufgrund der globalen Herausforderungen sind ein minimierter Energiebedarf und der Einsatz regenerativer Energieträger wünschenswert. Jedoch muss auch auf die Wirtschaftlichkeit der eingesetzten Mittel geachtet werden. Daher stellt sich die Frage, welcher energetische Standard mit dem Neubau der IWL angestrebt wird. Im Rahmen der derzeitigen Planung wird ein Gebäudedämmstandard angestrebt, welcher die Anforderungen der derzeit gültigen EnEV 2009 um 30 % unterschreitet. Anschließend wird überprüft, mit welchen zusätzlichen Dämmmaßnahmen und Techniken ein Null- bzw. Plusenergiegebäude erreicht werden kann.

4.4.2 Zielsetzung

Im Rahmen eines integralen Planungskonzeptes werden Vorschläge zur Optimierung des Gebäudes erarbeitet.

Planungsziele sind

- die Minimierung des Energiebedarfs,
- die Minimierung der Investitions- und Betriebskosten und
- die Erhöhung des Komforts und der Tageslichtnutzung

Es werden Beratungen und Berechnungen zu folgenden Themengebieten durchgeführt:

- allgemeine Fassadenkonzeptentwicklung
- Wärmedämmstandard Gebäudehülle
- natürliche Lüftung
- mechanische Lüftung
- Verglasung und Sonnenschutz
- Tageslichtnutzung
- Kunstlichtkonzept
- passive Kühlmaßnahmen
- Photovoltaik

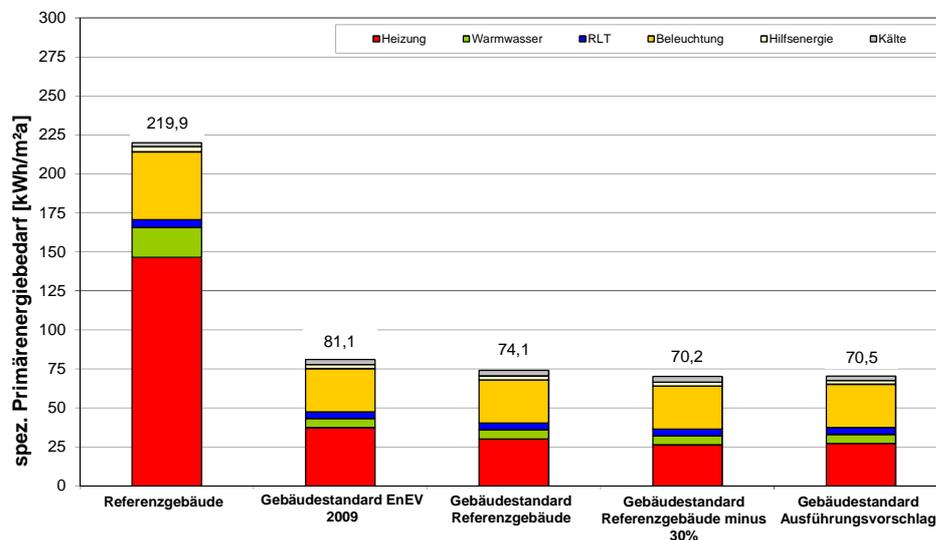
Es werden die Maßnahmenpakete aufgezeigt, mit denen ein bestimmter Energiestandard, z.B. Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen, Nullenergiegebäude, Plusenergiegebäude, erreicht werden kann. Die Berechnung des Energiebedarfs erfolgt gemäß in Anlehnung an die Berechnungsvorschriften der EnEV 2009.

Es werden projektspezifische Lösungen entwickelt, die den Entwurfsaspekt der Architekten berücksichtigen und den Anforderungen an nachhaltige Gebäude Rechnung tragen.

Die Vorschläge werden in Besprechungen dem Bauherren und dem Planungsteam vorgestellt und es wird gemeinsam ein optimiertes Gesamtkonzept entwickelt. Die Beratung erfolgt begleitend zur Vorentwurfs- und Entwurfsplanung.

4.4.3 Ergebnis

Für die Entwicklung eines optimalen Konzepts zur Minimierung des Energiebedarfs für das geplante Gebäude wurden verschiedene Dämmstandards (EnEV 2009, Standard Referenzgebäude EnEV 2009 und Referenzgebäude EnEV 2009 minus 30%) untersucht. Aus den Erkenntnissen der Untersuchung wurde die Ausführungsvariante erarbeitet.

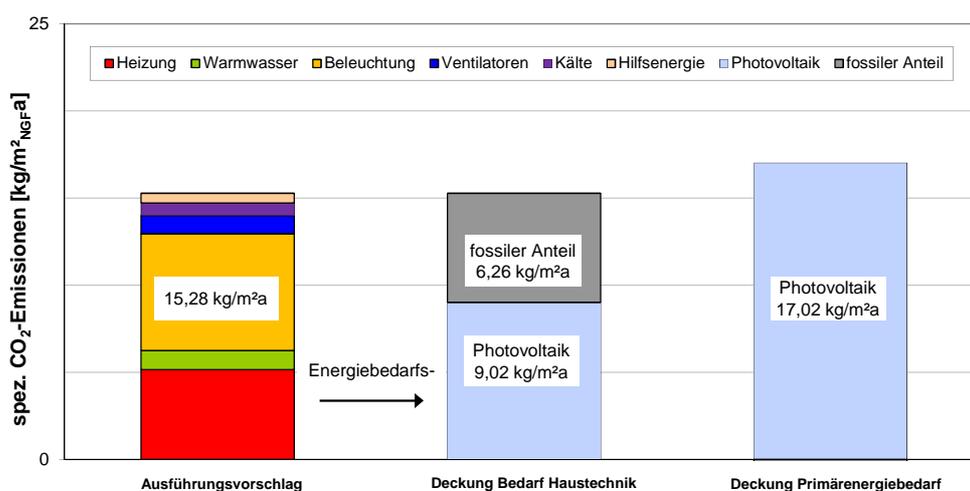


Die Ausführungsvariante stellt ein Optimum zwischen ökonomischen und ökologischen Aspekten dar. Aufgrund einer regenerativen Energieversorgung mit einem Primärenergiefaktor von 0,2 ist der Einfluss der Gebäudehülle auf den Primärenergiebedarf sehr gering. Daher wäre es aus primärenergetischer Sicht ausreichend, bei der Planung nur die vorgeschriebenen Mindestwerte der derzeit gültigen EnEV einzuhalten. Dies ist jedoch im Hinblick auf den thermischen Komfort sowie die Ressourcenschonung wenig empfehlenswert.

Es wurde allerdings bewusst auf eine unangemessen hohe Dämmung z.B. zur Erreichung eines Passiv-Hausstandards verzichtet, da die Anforderungen des Gebäudes als vorwiegend niedrigbeheizte Produktionshalle diesen Aufwand in keiner Weise rechtfertigen. Die zum Erdreich angrenzenden, untergeordneten, niedrig beheizten Bereiche, mit teilweise hoher Abwärme, wurden deshalb nur sparsam gedämmt. Dagegen wurden die Hauptaufenthaltsbereiche mit einem hohen Dämmstandard versehen. Die Dämmdicken für die Außenwände entsprechen, bedingt zum einem durch die hohen Anforderungen an den thermischen Komfort, zum anderen durch die konstruktiven Anforderungen des Holzbaus, einem Passivhausstandard. Auch die U-Werte der Dachflächen erreichen die für den Passivhausstandard notwendigen $0,15 /m^2K$.

Im Zuge der Planung wurde auch der Einsatz einer 3-Scheiben-Verglasung untersucht. Es hat sich gezeigt, dass die Heizenergieeinsparung vergleichsweise gering ist und die großen Verglasungsflächen eine 3-Scheiben-Konstruktion schwierig und kostenintensiv gestalten. Daher wird eine 2-Scheiben-Verglasung eingesetzt. Durch den gewählten Dämmstandard konnte im Vergleich zu dem gesetzlichen Mindeststandard der Endenergiebedarf für die Raumheizung um 27 % gesenkt werden.

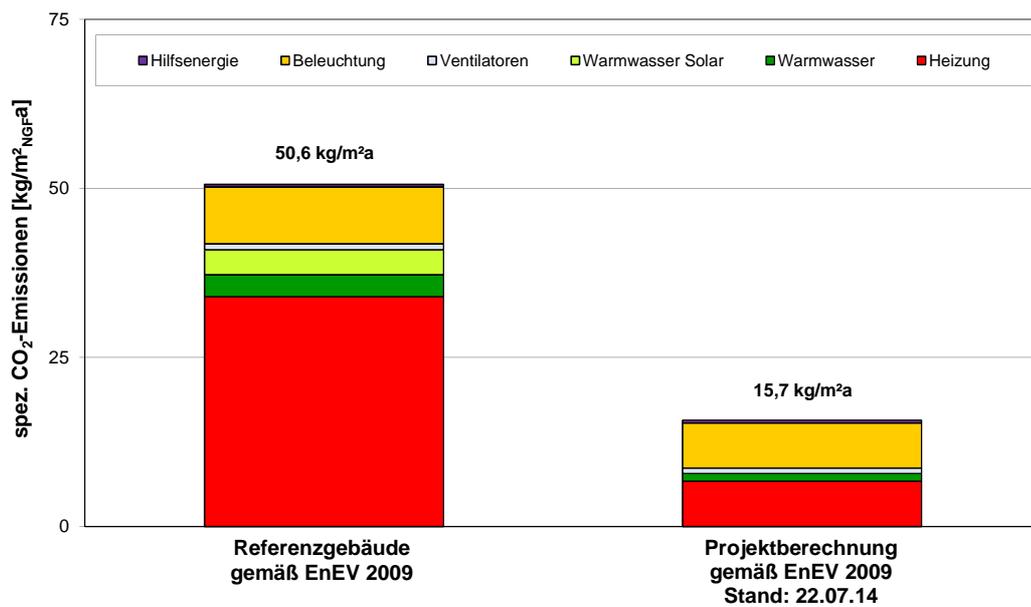
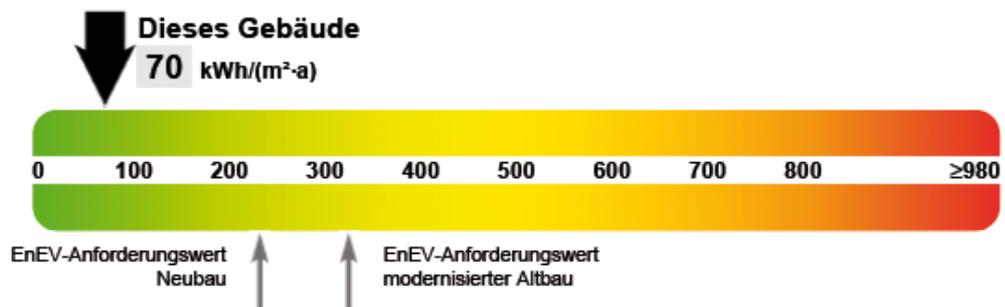
Anschließend wurde untersucht, mit welchen Mitteln ein Nullprimärenergie- und Nullemissionsgebäude erreicht werden kann. Hierzu wurden verschiedene Möglichkeiten der Belegung der Dachflächen mit Photovoltaik geprüft. Der von dieser Anlage erzeugte Strom kann als Gutschrift für den Strom gewertet werden. Ziel ist, dass der Primärenergiebedarf und die CO₂ Emissionen für Heizung, Warmwasser, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung und Hilfsenergie durch die PV-Anlage bilanziell innerhalb eines Jahres gedeckt werden.



Auf den Dachflächen sind Vorrichtungen für die Anbringung einer PV-Anlage vorgesehen. Bei einer maximalen Belegung der Dachflächen mit PV Modulen kann in Abhängigkeit von der Leistung und den spezifischen Erträgen der PV-Module ein Null-

oder Plus-Energie und ein CO₂-neutrales Gebäude realisiert werden.

Eine PV-Anlage wurde zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht realisiert. Die Berechnung zum EnEV Nachweis wurde daher ohne Berücksichtigung der PV- Anlage erstellt



(siehe Tischvorlage 14, 15 und 16 vom 22.07.2014)

4.5 Thermische Simulation

4.5.1 Aufgabenstellung

Mit Hilfe der thermischen Simulationen kann das Fassaden- und Technikkonzept eines Gebäudes überprüft und optimiert werden.

4.5.2 Zielsetzung

Am Beispiel von 3 Räumen (z.B. Werkstatt, Büro, Besprechungsraum) werden die Auswirkung von Fassade, Heiz- und Kühlsystem auf den thermischen Komfort bewertet. Mit dem Simulationsprogramm TRNSYS werden der Verlauf der Raumtemperaturen und der Energiebedarf errechnet. Durch die Berechnung von verschiedenen Simulationsvarianten ist es möglich, die Auswirkungen von Änderungen an der Gebäudehülle oder Gebäudetechnik zu quantifizieren. Die Varianten werden hinsichtlich folgender Aspekte miteinander verglichen:

- Raumtemperaturen
- Regelbarkeit
- Energiebedarf

Bei der Simulation werden unterschiedliche Szenarien für die Raumbellegung und das Nutzerverhalten betrachtet.

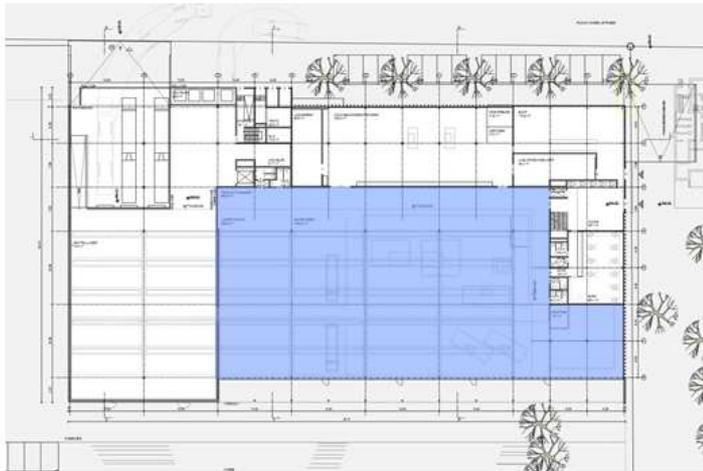
4.5.3 Ergebnis

Thermische Simulation der Schreinerei

Die Fassaden der Schreinerei sind nach Süden und Osten orientiert. Über nordorientierte Sheddächer wird die Schreinerei auch in der Raumtiefe mit Tageslicht versorgt.

Zur Minimierung der sommerlichen Überhitzung wurde bei der Shedverglasung eine neutrale Sonnenschutzverglasung mit einem g-Wert von 0,27 und einer Lichttransmission von 50 % eingesetzt wird. Zusätzlich sorgen an der Südfassade ein Vordach und außenliegende Raffstore für die Verschattung im Sommer.

Aufgrund der Maschinenabwärme ist in der Schreinerei mit hohen internen Wärmegewinnen zu rechnen. Es wurde hier von 15 W/m^2 während der Betriebszeit ausgegangen.



Grundriss Erdgeschoss

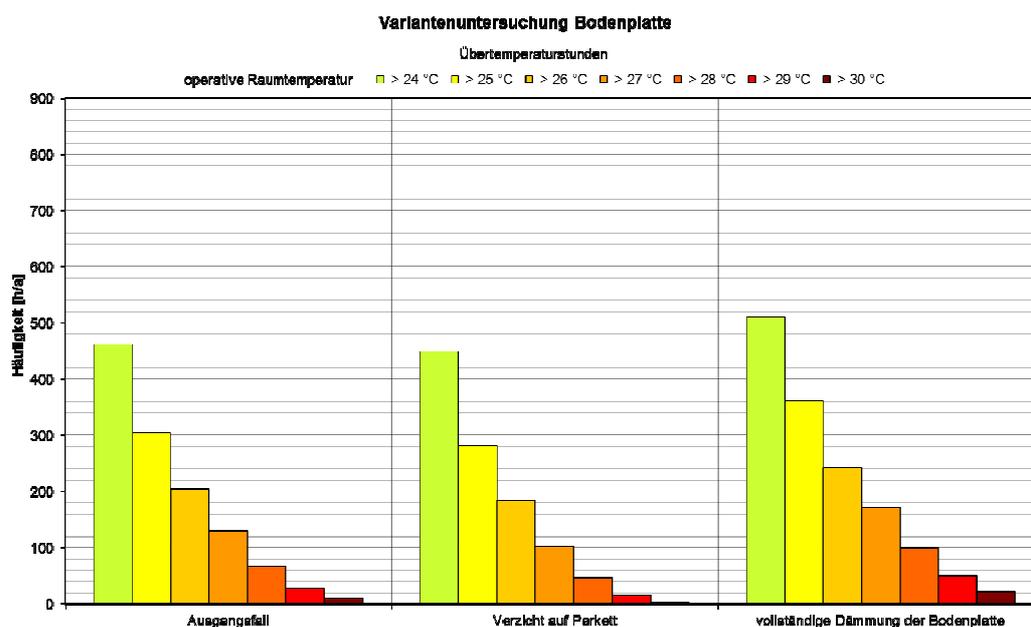


Die Lüftung in der Schreinerei erfolgt über Lüftungsklappen. In der Südfassade befinden sich Kippflügel über die die Frischluft in die Schreinerei einströmen kann. Über Lüftungsklappen in den Sheddächern strömt die Abluft wieder nach draußen. Im Winter dienen die Lüftungsklappen zur Frischluftversorgung. Im Sommer dienen die Lüftungsklappen auch zur Abfuhr der sommerlichen Übertemperaturen und zur Nachtlüftung. Es wurde im Rahmen der Konzeptfindung abgeklärt, dass geöffnete Lüftungsklappen mit den Anforderungen zur Begrenzung der Schallemissionen vereinbar sind.

Zusätzlich gibt es in der Schreinerei eine Späneabsaugung. Im Winter wird die Späneabsaugung im Umluftbetrieb betrieben. Im Sommer dient die Späneabsaugung zur Unterstützung der natürlichen Lüftung.

Im Rahmen der Konzeptentwicklung wurden für die Schreinerei thermische Simulationen durchgeführt und unterschiedliche Varianten der Gebäudehülle und Gebäudetechnik miteinander verglichen. So konnte der sommerliche Komfort verbessert werden.

Eine Fragestellung war beispielsweise, ob der Boden der Schreinerei komplett gedämmt werden soll oder nur der gemäß DIN 4108-2 geforderte Randstreifen von 5 m. Im Ausgangsfall wurde von einem 5 m breiten Randstreifen ausgegangen. Die thermischen Simulationen haben gezeigt, dass sich die vollständige Wärmedämmung im Winter kaum auf den Heizwärmebedarf auswirkt, da sich unter dem Gebäude eine Wärmeinsel bildet. Im Sommer hingegen wirkt sich die Wärmedämmung negativ auf den sommerlichen Komfort aus, da die Speichermasse des Erdreichs „abgekoppelt“ wird und nicht mehr als thermischer Speicher wirksam wird.



Grundsätzlich haben die thermischen Simulationen gezeigt, dass in der Schreinerei mit hohen Raumtemperaturen zu rechnen ist. Auf eine Kühlung wurde jedoch aus energetischen und finanziellen Gründen verzichtet.

(siehe Tischvorlage 3 vom 12.04.2012 und Tischvorlage 10 vom 27.11.2012)

Thermische Simulation Büro

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurden für die Büros die Auswirkungen des Nutzerverhaltens untersucht. An warmen Sommertagen ist es erforderlich, z.T. gantztägig die Fenster vollständig geöffnet zu lassen. Ist dies aus Schallschutzgründen (z.B. Verringerung der Schall-Immissionen aus der Schreinerei) nicht möglich und können die Fenster nur gekippt werden, erhöhen sich die Raumtemperaturen um bis zu 1K. Im gleichen Maße erhöhen sich bei der Basisvariante die Raumtemperaturen während der Nutzungszeiten, wenn keine Nachtlüftung durchgeführt wird.

Ein innenliegender Sonnenschutz (Blendschutz) kann auch bei Einsatz einer Sonnenschutzverglasung keine ausreichende Behaglichkeit für die Nutzer bieten. Es wurde daher empfohlen, wie geplant eine Wärmeschutzverglasung in Kombination mit einem variablen, außenliegenden Sonnenschutz an allen Fassaden des Obergeschosses nach Süden, Osten und Westen vorzusehen.

Es wurden ferner unterschiedliche aktive Kühlsysteme untersucht. Aufgrund ihrer begrenzten Leistung kann mit der Fußbodenkühlung nicht sichergestellt werden, dass bei einer Außentemperatur von 32°C eine maximale Raumtemperatur von 26°C unterschritten wird. Wegen der Trägheit des Systems und der Strahlungskälte herrscht aber an normalen Sommertagen ein niedrigeres Temperaturniveau als mit dem Umluftkühler, der nur eingesetzt

wird, um die Temperaturspitzen zu kappen. Daher, und weil keine Übergabe- und Regelungsverluste enthalten sind, ist der Energiebedarf für das Umluftkühlsystem geringer als für die Fußbodenkühlung. Allerdings ist für den Umluftkühler ein niedrigeres Temperaturniveau erforderlich, das bei der Kälteerzeugung energetisch unvorteilhaft ist.

Für die Behaglichkeit lässt sich zusammenfassen, dass mit allen Varianten außer V2 die Behaglichkeitskategorie 3 gemäß DIN EN 15251 eingehalten werden kann. Einzelne „Temperatúrausreißer“ sind auf die Regelung der Heizungs- und Lüftungsfreigabe zurückzuführen und können durch eine optimierte Regelung bzw. durch optimales Nutzerverhalten verhindert werden. Ist die Behaglichkeitskategorie 2 gewünscht, ist dies mit Umluftkühlsystemen möglich.

(siehe Tischvorlage 5 vom 19.09.2012)

Thermische Simulation Montage

Die Erkenntnisse hinsichtlich Nutzerverhalten, Fassadenkonzept (Verglasungsart und Sonnenschutz) und aktive Kühlung wurden von dem Büroraum auch auf den Montageaum übertragen. Bei diesem haben daneben die internen Wärmelasten entscheidenden Einfluss auf den sommerlichen Komfort. Werden sie von 15 W/m^2 auf 5 W/m^2 reduziert, ergeben sich rund 1-2 K niedrigere Raumtemperaturen an heißen Sommertagen, wenn die internen Lasten nicht über die natürliche Lüftung abgeführt werden können. Als Resultat sinken die Überhitzungsstunden deutlicher als es durch Einsatz von Sonnenschutzverglasung der Fall wäre.

(siehe Tischvorlage 6 vom 19.09.2012)

4.6 Lebenszykluskosten

4.6.1 Aufgabenstellung

Häufig werden Bauherrenentscheidungen ausschließlich anhand der Höhe der Investitionskosten getroffen und hierbei die kostengünstigeren Systeme ausgewählt. Dies ist jedoch zu kurz gedacht, da sich Investitionen in Energieeinsparmaßnahmen durch die Verringerung der Betriebskosten amortisieren können.

Daher ist es zielführender, Investitionsentscheidungen anhand der Lebenszykluskosten zu treffen. Lebenszykluskosten beinhalten sowohl die Kosten für Herstellung als auch für die Nutzung eines Gebäudes. In die Nutzungskosten fließen die Energiekosten und die Kosten für Wartung und Instandhaltung mit ein. Auch zukünftige Preissteigerungen werden berücksichtigt.

4.6.2 Zielsetzung

Als Entscheidungsgrundlage für den Bauherrn werden im Rahmen der Entwurfsplanung für unterschiedliche Varianten die Lebenszykluskosten berechnet. Die Varianten berücksichtigen unterschiedliche Dämmstandards und Technikkonzepte mit denen die gewünschten Energiestandards (z.B. Nullenergiegebäude, Plusenergiegebäude) erreicht werden können.

Die Berechnung erfolgt in Anlehnung an die Berechnungsmethode der DGNB (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e.V.) gemäß Steckbrief 16. Die Energiepreise und angenommene Preissteigerungsraten werden mit dem Bauherrn abgestimmt.

4.6.3 Ergebnis

Im Rahmen der Untersuchung wurden vier Szenarien (EnEV 2009 Standard, Standard Referenzgebäude EnEV 2009, Standard Referenzgebäude EnEV 2009 minus 30% und der Ausführungsfall), jeweils mit einer Holzversorgung miteinander verglichen. Zusätzlich wurde bei der Variante Ausführungsfall die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage geprüft. Ergänzend wurde außerdem der Ausführungsfall mit einer Gasversorgung untersucht.

Die Wirtschaftlichkeit der untersuchten Varianten ist, abgesehen von den Kosten für den besseren Dämmstandard, vor allem sehr stark abhängig von der Art der am Markt herrschenden Energiepreise sowie der Energiepreissteigerung. Durch den kostengünstig zur

Verfügung stehenden Brennstoff sowie die niedrigen zu erwartenden Preissteigerungen wird die Amortisation eines hohen Dämmstandards erschwert. Aus diesem Grund erscheint auf den ersten Blick der Dämmstandard des Referenzgebäudes EnEV 2009 die wirtschaftlichste Lösung zu sein. Die Untersuchung hat jedoch gezeigt, dass die höheren Kosten für einen besseren Dämmstandard durch den Einsatz einer PV-Anlage wieder eingespart werden können und die geplante Ausführungsvariante damit eine optimale Lösung, sowohl aus wirtschaftlicher als auch ökologischer Sicht darstellt.

(siehe Tischvorlage 9 vom 17.12.2012)

4.7 Wärmebrückenoptimierung

4.7.1 Aufgabenstellung

Mit zunehmender Wärmedämmung der Gebäudehülle steigt die Bedeutung der Wärmebrücken an.

4.7.2 Zielsetzung

Daher wird für die Wärmebrücken eine Ausbildung gemäß den normierten Ausführungsbeispielen der DIN 4108 Beiblatt 2 angenommen. Für alle relevanten Wärmebrückendetails wird deren Gleichwertigkeit überprüft, um den verbesserten Wärmebrückenkorrekturwert von ΔU_{WB} in Höhe von $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ ansetzen zu können.

Für alle Wärmebrücken, die nicht den Konstruktionsbeispielen gemäß DIN 4108 Beiblatt 2 entsprechen, wird ein Gleichwertigkeitsnachweis geführt. Hierfür wird über eine Wärmebrückenberechnung gemäß DIN EN ISO 10211 für die entsprechenden Details der Ψ -Wert bestimmt und mit den Vorgaben der DIN 4108 – Beiblatt 2 verglichen.

4.7.3 Ergebnis

Es wurde für alle nachzuweisenden Details der Wärmebrückennachweis geführt. Aus technischen Gründen konnte für einige Details die Gleichwertigkeit nicht nachgewiesen werden. Aus diesem Grund wurde der verbesserte Wärmebrückenzuschlag nicht angesetzt. (siehe Tischvorlage 11 inklusive Anlagen WB Berechnungen und Gleichwertigkeitsnachweis vom 15.04.2013)

4.8 Synergieeffekte Gebäudeheizung über Sprinkleranlage

4.8.1 Aufgabenstellung

Die Beheizung von Werkstattgebäuden und Industriehallen erfolgt in vielen Fällen über Deckenstrahlplatten, welche mit Warmwasser betrieben werden. Je nach baulichen, brandschutzrechtlichen Gegebenheiten kommen in diesen Bereichen ebenfalls Sprinklertechniken zum Einsatz. Beide Systeme werden in Deckennähe platziert. Durch eine Kombination Sprinkler / Heizung könnte die Installationsdichte an der Decke herabgesetzt werden und die Decke entlastet werden, dies führt zu mehr Platz und Nutzlastreserven an der Decke, zudem ist hier ein geringerer Koordinationsaufwand in der Planungs- und Bauphase zu erwarten. Im Hinblick auf diesen Sachverhalt stellt sich die Frage, inwieweit Synergieeffekte durch eine sinnvolle Kombination der Gebäudebeheizung und der Sprinklertechnik zur Anwendung kommen können.

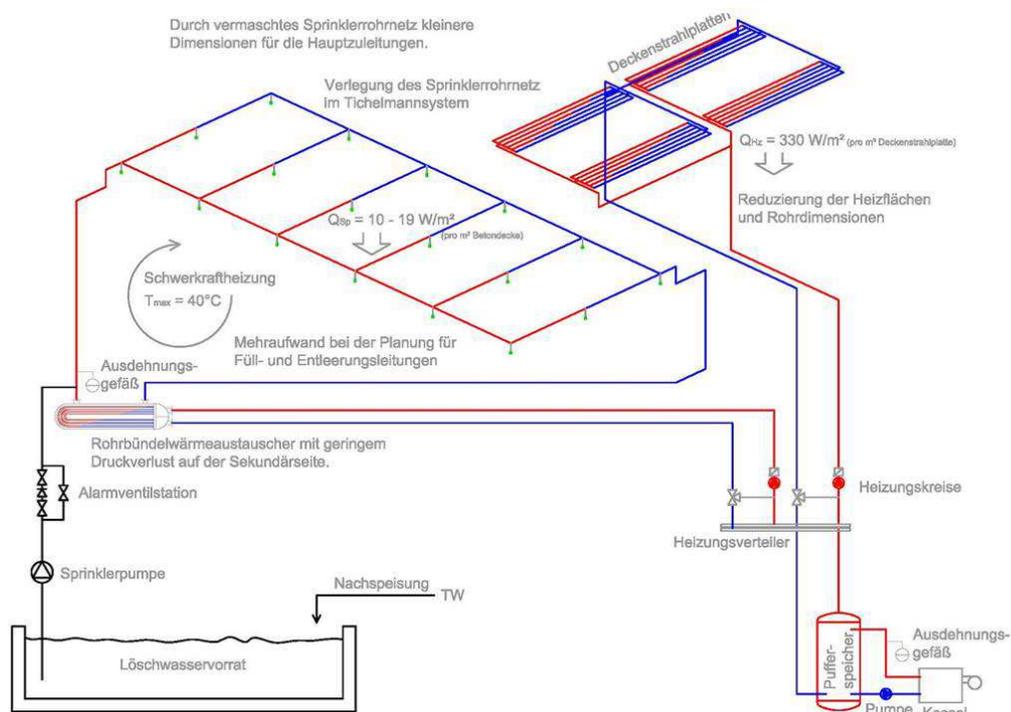
4.8.2 Zielsetzung

Es soll geprüft werden, ob eine Beheizung des Gebäudes über ein überdimensioniertes Sprinklernetz technisch möglich und sinnvoll umsetzbar ist. Hierzu wird eine Machbarkeitsstudie zur Abklärung der rechtlichen und technischen Notwendigkeiten unter Einbeziehung von Sprinklererrichter- / Herstellerfirmen, Brandschutzsachverständigen bzw. des VDS erstellt.

4.8.3 Ergebnis

Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Nutzung des Sprinklerrohrnetzes für Heizzwecke sehr gut geeignet ist um Installationsdichten im Deckenbereich zu reduzieren. Dies trifft besonders bei den IWL-Werkstätten zu, da hier große Hallen mit vergleichsweise niederen Temperaturen zu beheizen sind.

Interessanterweise hat sich gezeigt, dass gerade die Nutzung eines in die Betondecke integrierten Sprinklerrohrnetzes, welches bisher nur durch einen Hersteller für den deutschen Markt eine VdS-Zulassung hat, sich am besten umsetzen lässt. Es kann jedoch in beheizten Räumen bzw. Werkstätten oder Hallen nicht vollständig auf zusätzliche Heizflächen oder anderweitige Beheizungssysteme verzichtet werden. Die zusätzlich einzubringende Heizleistung vermindert sich jedoch in einem Bereich zwischen 20 – 40%.



Schema Kombination Sprinkler und Heizung

Für den Fall, das eine Halle „nur“ frostfrei gehalten werden muss, ist das System jedoch geeignet ohne zusätzliche weitere Heizflächen auszukommen. Für die Sprinklerrohrleitung entfällt auch eine sonst notwendige elektrische Begleitheizung einschl. der anzubringenden Isolierung, bzw. die kostenintensivere Installation einer trockenen Sprinkleranlage.

Da es bis dato kaum Komponenten aus der Heizungstechnik (z.B. Umwälzpumpen oder Ventile) gibt, die eine Zulassung für die Anwendung in Sprinkleranlagen haben, besteht derzeit die einzige Möglichkeit einer Umsetzung in einer Schwerkraftheizung. Um einen Synergieeffekt der Sprinkleranlage zur Gebäudeheizung nutzen zu können, sollte daher weitere Untersuchungen angestrebt werden. Besonders ist der Bereich des normativen Regelwerks mit den Ausschüssen und des Verbandes der Sachversicherer stärker mit einzubeziehen. Eine direkte Berücksichtigung des Heizfalls über die Sprinkleranlage in den Normen und Vorschriften sollte das Ziel sein.

(siehe Tischvorlage Sprinkler Heizung Endbericht vom 04.10.2012)

4.9 Masterplan und Energieversorgung

4.9.1 Aufgabenstellung

Industrie- und Produktionsstandorte haben sich in der Vergangenheit in einer gewissen Eigendynamik ständig verändert. Dies betrifft bauliche Strukturen, technische Einrichtungen sowie unternehmensspezifische Produktionsabläufe. Energieversorgungsstrukturen wurden in vielen Fällen im Hinblick auf Standortveränderungen ohne eine übergreifende, räumliche Gesamtkoordination ausgebaut. Eine zukunftsweisende, nachhaltige und sinnvolle Anpassung der jeweiligen Energieversorgungsstrukturen ist häufig nicht gegeben. Nachhaltigkeit ist hierbei im Sinne von Energieeinsparung, Energieeffizienz, Einsatz erneuerbarer Energien, Ökonomie und Ökologie sowie geringer Kapitalbindung zu verstehen. Anhand des Standortes der IWL soll aufgezeigt werden wie bei Veränderungs- und Umstellungsprozessen innerhalb des Standortes mit der Thematik Energieversorgung unter Berücksichtigung der oben genannten Aspekte umgegangen werden kann.

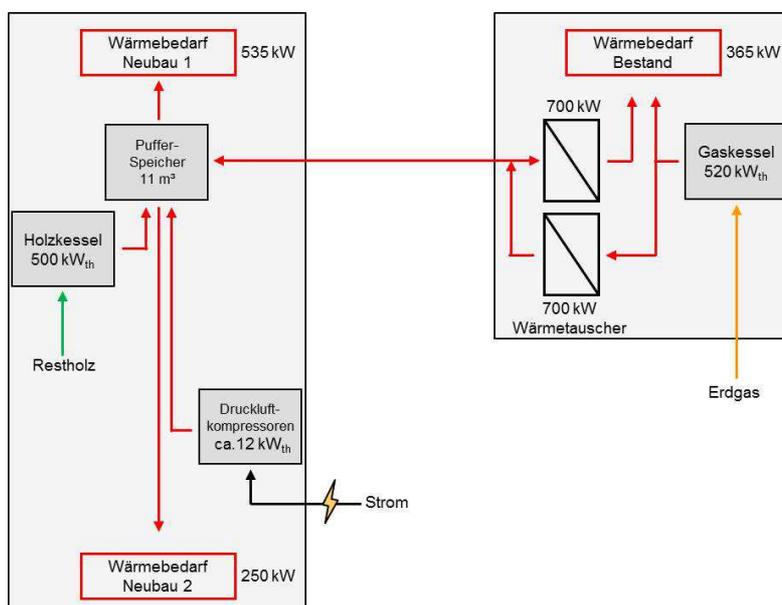
4.9.2 Zielsetzung

Konkret wird untersucht, in wieweit die am Standort bestehenden Anlagen zur Energieerzeugung in den derzeit zu planenden 1. Bauabschnitt auf dem Nachbargrundstück zur Versorgung mit eingebunden werden können. Da eine Vollversorgung des 1. BA über die bestehenden Anlagen zur Energieerzeugung nicht möglich sein wird, gilt es die neu zu errichtenden Anlagen mit den bestehenden Anlagen sinnvoll zu kombinieren, zu verschalten und regelungstechnisch zu steuern um speziell im Teillastbereich einzelner Anlagen einen hohen Wirkungsgrad zu erzielen. Es wird auch betrachtet, wie die Energieversorgung des Standortes nach Fertigstellung des 1. Bauabschnittes schrittweise modular im Hinblick auf zukünftige Bauabschnitte 2 (5+x Jahre) und 3 (10+x Jahre) erweitert werden kann mit dem Ziel, auf mittel- und langfristige Sicht den Standort über eine Energiezentrale oder einen energetisch sinnvollen Verbund von Wärmeerzeugern zu versorgen. Hierfür ist es notwendig zu betrachten, wie die schon bestehenden Aggregate unter Berücksichtigung der jeweiligen Restlaufzeit bedarfsgerecht ersetzt werden können.

4.9.3 Ergebnis

Durch einen Wärmeverbund der bestehenden Wärmeversorgungsanlagen der Bestandsgebäude können die Wärmeerzeuger im Neubau kleiner dimensioniert werden. Neben Investitionskosteneinsparungen ergibt sich somit eine bessere Auslastung der einzelnen Wärmeerzeuger. Hinzu kommt im Fall von IWL, dass der Biologische Brennstoff zukünftig nur im neuen Gebäude anfällt, was auch für eine Fokussierung der Biomasseverbrennung auf dieses Gebäude spricht.

Die Gebäude werden mittels eines Nahwärmenetzes verbunden, jedoch werden die Heizungssysteme des Neubaus und des Bestandsgebäudes durch zwei Trennwärmetauscher hydraulisch voneinander getrennt. Dies ist notwendig, da die Heizungssysteme auf unterschiedlichen Druckniveaus arbeiten. Zusätzlich wird die Versorgungssicherheit erhöht, da im Falle einer Leckage in einem der beiden Heizungsnetze das andere Gebäude während der Reparatur weiterhin beheizt werden kann. Außerdem sorgt die Trennung der Systeme dafür, dass keine Verschmutzung von einem Heizungsnetz in das andere Heizungsnetz gelangt. Durch die Verbindung können zunächst die beiden und später auch weitere Gebäude Heizungsseitig miteinander verbunden werden. Die Wärmeversorgung erfolgt je nach Bedarf und Auslastung der Wärmeerzeuger von unterschiedlichen Gebäuden.



Sollte der Bedarf der neuen Gebäude die installierte Leistung übersteigen oder wird ein bestehendes Gebäude mit Heizungszentrale durch ein neues Gebäude ersetzt, muss in dem neuen Gebäude ein entsprechend dimensionierter Wärmeerzeuger eingeplant werden. Insgesamt lässt sich durch eine vorausschauende Anordnung der Wärmeerzeuger und der Installation einer Nahwärmeverbundung die Anzahl von Wärmeversorgern sinnvoll reduzieren.

(siehe Tischvorlage Masterplanung und Energieversorgung vom 05.12.2012)

4.10 Beleuchtungsanlagen: Innovative Tageslicht und anwesenheitsabhängige LED-Beleuchtung in Industrieanlagen

4.10.1 Aufgabenstellung

Untersuchung und Definition von Beleuchtungsstandart die den Menschen in einem Produktionsgebäude ein Arbeitsumfeld bietet das die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit erhält / erhöht und den Bedürfnissen der Mitarbeiter dauerhaft entspricht.

4.10.2 Zielsetzung

Definition von Beleuchtungsstandard die den Menschen in der Produktion und Verwaltung, ein nach Ihren physischen und psychischen Bedürfnissen optimiertes Arbeitsumfeld bietet. Am Beispiel von jeweils 3 Arbeitsplätzen in der Produktion und Verwaltung wird ein optimaler Beleuchtungsstandard mit LED definiert und bestimmt. Durch eine Variantenuntersuchung ist eine Optimierung der Position, Helligkeit, Lichtfarbe und Regelung der Beleuchtungssteuerung möglich. Um die Qualität der Beleuchtungsanlage / -steuerung inkl. Tageslichtnutzung optimieren zu können, sollen für jeweils drei exemplarische Varianten eine Beleuchtungssimulation inkl. Praxistest und Nutzerbefragung durchgeführt werden.

4.10.3 Ergebnis

Im Rahmen eines integrierten Planungsansatzes wurde ein Lichtkonzept entwickelt mit dem die Anforderungen erfüllt werden können. Betrachtet werden ausgewählte Kunstlichtvarianten die sämtlich die Anforderungen an eine normgerechte Beleuchtung von Industrieanlagen erfüllen.

Ausgangsbasis bildet eine Standardbeleuchtungsanlage auf T16 Basis Leuchtstofflampen mit besonderen Augenmerk auf niedrige Investitionskosten. Energetische Einsparungen über Steuerungs- oder Regelungsautomatik sind bei dieser Variante 1 nicht vorgesehen. In einem Folgeschritt werden Automatisations-Komponenten integriert die zu niedrigeren laufenden Betriebskosten führen (Variante 1.1). Der Technologie-Wechsel zu hochwertigen LED-Leuchten erlaubt einen höheren effektiven Nutzlichtstrom im Verhältnis zur eingesetzten elektrischen Energiemenge. Dies führt zu weiteren Einsparungen. Die in Variante 2.1 betrachtet werden. Variante 2.2 verbessert die Ergonomie der Kunstlichtlösung über die Regelung, indem das Kunstlicht mit einer „Adaptiven Kunstlichtregelung (AKL)“ anstatt der Konstantlichtregelung ausgeführt wird. Variante 3.1 dient der biologischen Aktivierung des Kunstlichts, indem Verteilung und Lichtmenge optimiert werden – zu einer circadian wirksamen und die Raumgeometrie betonenden Beleuchtungslösung. Die Anlage wird mit einer Konstantlichtregelung ausgeführt. In dieser Variante wird der Bereich des Druckriegels nicht auf circadiane Wirksamkeit hin geregelt. Die Variante 3.2 entspricht der Vorvariante, jedoch

mit einer "Adaptiven Kunstlichtregelung (AKL)" der Komponenten anstatt einer Konstantlichtregelung.

Die Variante 3.2 wurde im Rahmen einer Lichtberechnung simuliert und in ein Ausführungsdetail überführt.

Zielstellung Kunstlichtkonzept Halle (LV-Grundlage)

Werte bei 100% Lichtstrom aller Komponenten und Wartungsfaktor 0,67

Beleuchtungsstärke Horizontal H=85cm im Mittel: 821 Lux

Beleuchtungsstärke Vertikal H=150m im Mittel: 270 Lux melanopisch bewertet

Eh und Ev jeweils im Bereich Halle Sheddachversorgt

Ergebnisse Licht

1) Direktleuchte Graft

Eh 549 Lux

Ev(mel) 111 Lux

2) Indirektleuchte ScubaT16

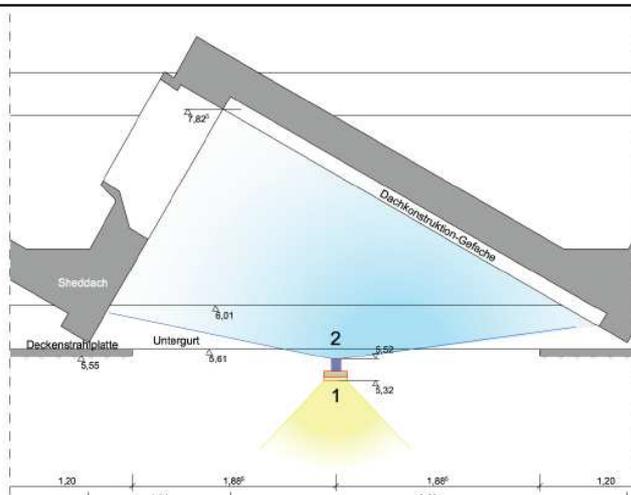
Eh 194 Lux

Ev(mel) 143 Lux

Summe Komponenten 1 und 2

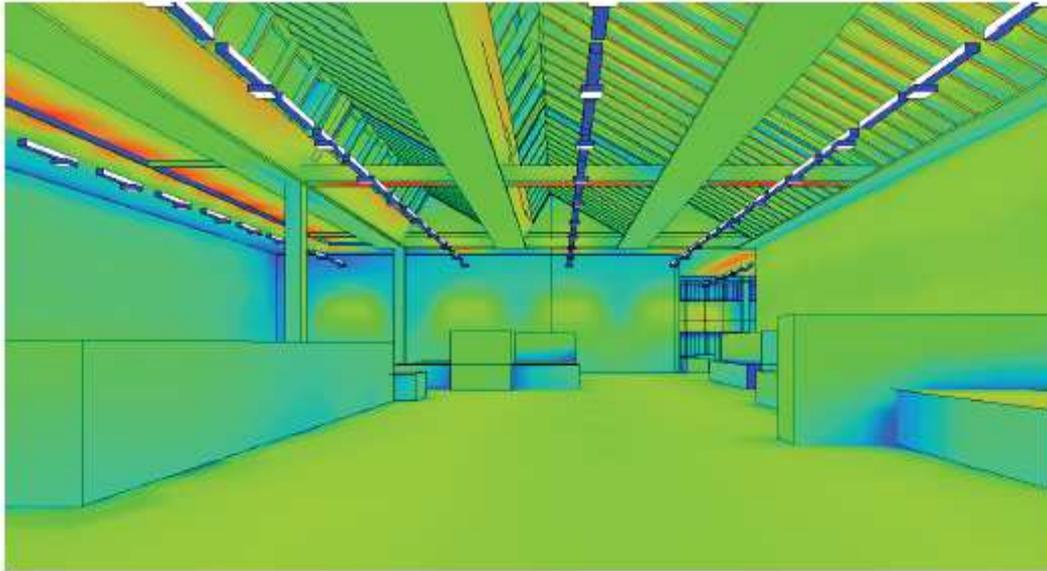
Eh 743 Lux

Ev(mel) 254 Lux

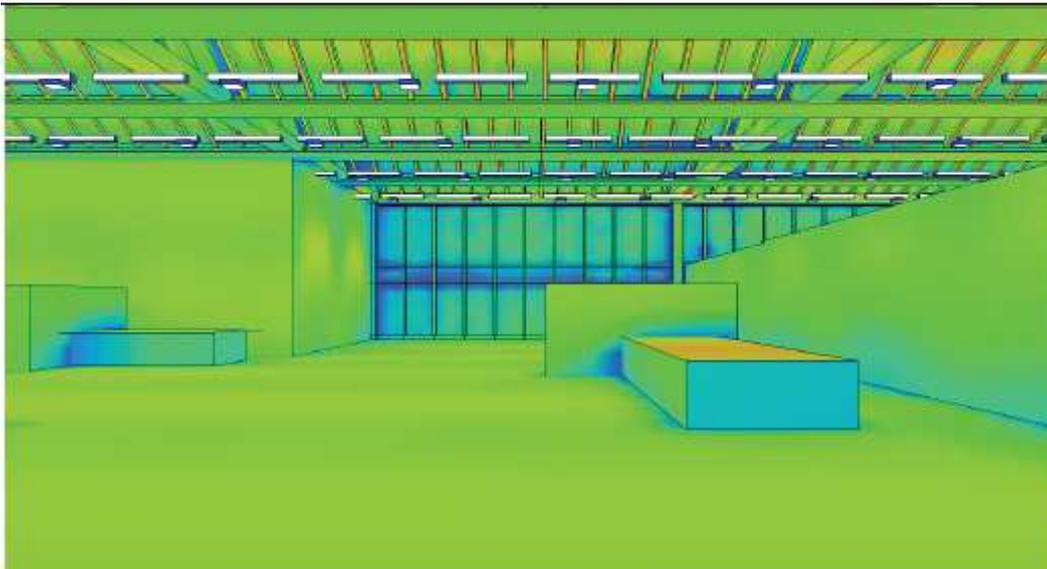


Blick in die Produktionshalle

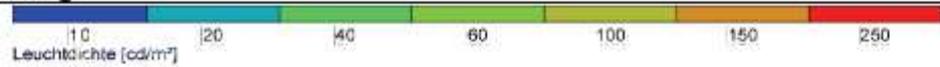
Blick längs zur Halle



Blick Quer zur Halle



Skalierung



Leuchtdichteverteilung Produktionshalle

4.11 Energiemanagement im Spannungsfeld zwischen Mensch und Produktion Energiemonitoring mit visueller Darstellung der Energieströme innerhalb des Gebäudes

4.11.1 Aufgabenstellung

Schaffung einer visuell-grafischen Darstellung die den Energieverbrauch für Mitarbeiter in einem Produktionsbetrieb mit dessen komplexen Zusammenhängen möglichst einfach und verständlich für die Menschen im Unternehmen darstellt.

4.11.2 Zielsetzung

Die Schaffung eines intuitiv verständlichen Kommunikationsstandards führt zur nachhaltigen Änderung des Nutzerverhaltens, um dauerhaft die Energieverbräuche zu minimieren und die CO₂ Emissionen zu reduzieren.

Zusammenfassung unter dem Gesichtsfeld der Umweltrelevanz auf Klima und Arbeitskräfte:

- Energieeinsparung über 35 – 50 % bei Strom- und CO² in der Elektrotechnik möglich
- Förderung der Mitarbeitergesundheit
- Schaffung einer Wohlfühlatmosphäre am Arbeitsplatz
- Erhöhung der Bewusstseinsbildung für den Energieverbrauch im Betrieb
- Reduzierung der krankheitsbedingten Arbeitsausfälle

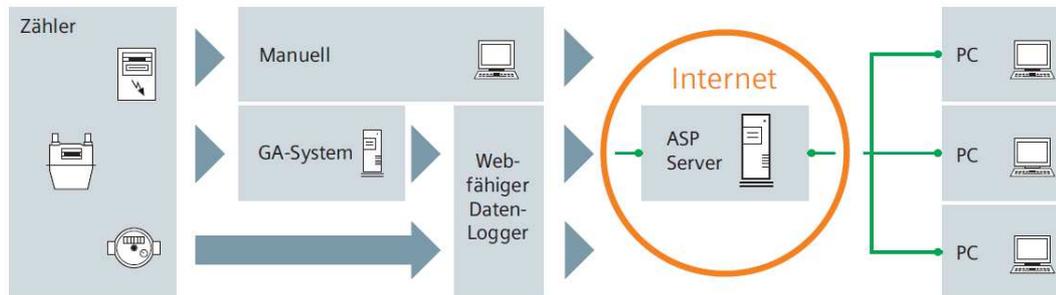
4.11.3 Ergebnis

Im Rahmen eines integrierten Planungsprozesses wurden mehrere Varianten untersucht

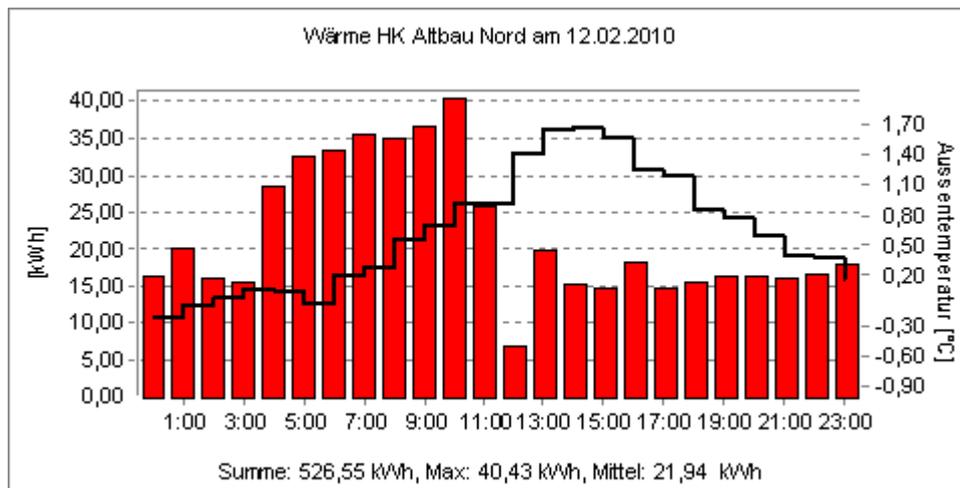
Die effektivste und dauerhaft günstigste Lösung die Energieverbräuche zu senken, bittet die Installation einer automatischen Verbrauchserfassung. Bei einem so genannten Energiezähler - Managementsystem handelt es sich um eine Kommunikationsstruktur aus einem Datensammler mit einer Übertragungseinrichtung zu einer zentralen Rechneinheit.

Dieser speichert viertelstündlich die Zählerstände und übermittelt sie einmal täglich per Telefonmodem an die Gebäudeleittechnik. Dort werden diese automatisch auf Grenzwertüberschreitungen überwacht und in einer Datenbank gespeichert. Diese Daten können online auch direkt vom jeweiligen verantwortlichen Mitarbeiter eingesehen werden.

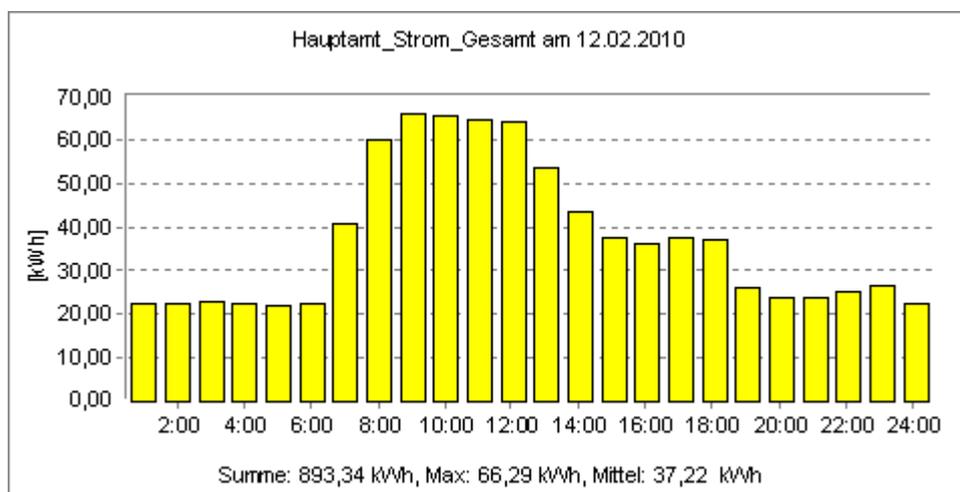
Eine schematische Darstellung der verschiedenen Energiedatenaufnahme finden Sie in der nachfolgenden Darstellung:



Beispielhaft werden nachfolgend Lastgänge des Wärme- und Stromverbrauchs der Produktionsanlage dargestellt die mittels automatischer Verbrauchserfassung generiert werden.



Wärmebedarf in kWh in Abhängigkeit von der Außentemperatur.



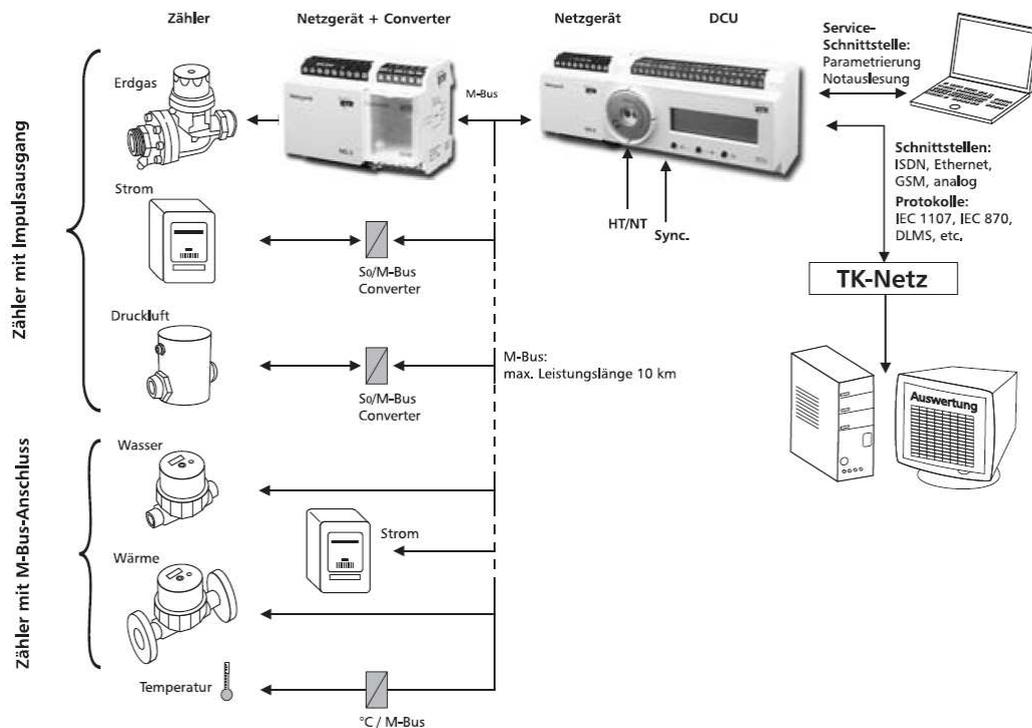
Stromverbrauch

Die Gewinnung der Verbrauchsdaten ist also auf vielfältige Weise möglich, in den meisten Fällen wird es anfänglich eine Kombination aus manuellen und automatischen Erfassungsmöglichkeiten sein. Die manuelle Ablesung sollte aber schrittweise durch eine automatische Datenerfassung ersetzt werden, da diese über einen längeren Zeitraum sicherlich die wirtschaftlichste und effektivste Methode darstellt.

Übersicht zu notwendigen Investitionen (Messtechnik, Steuerung, Datenverwaltung etc.)

Zum Aufbau einer Zählermanagementstruktur sind internetfähige Datensammler bzw. Datenlogger mit Telefonmodem in den jeweiligen Liegenschaften erforderlich die mit einer zentralen Datenbank verbunden sind. Aus dieser Datenbank werden dann diverse Auswertungen wie Lastprofile, Energiebericht, CO₂ Bilanzen usw. generiert die online ausgelesen werden können.

Der Datenlogger mit Modem wird räumlich in die Nähe der Verbrauchszähler gesetzt und ist in der Lage mehrere Zählwertsignale über mehrere Tage zu speichern, bis die Daten über eine Telefonverbindung von den Zentralrechner in die Datenbank ausgelesen werden und dort für Auswertungen zur Verfügung stehen. Ein prinzipieller technischer Aufbau eines solchen Systems ist nachfolgend schematisch dargestellt.



Aufbau Zählermanagementstruktur

5. Fazit

5.1 Hochbau

Im Bereich Hochbau, also bei der Optimierung der Vorfertigung und der Entwicklung vorgefertigter flexibler Elemente war es ein Vorteil, dass die ausführende Firma auch beratend schon in der Planung mit eingebunden war. Dadurch mussten die Ideen nicht nochmals transportiert und erklärt werden. Zugleich kann dies aber auch als Nachteil angesehen werden. Vermutlich wäre es zu mehr neuen Lösungen gekommen, wenn eine andere als die beratende Firma den Zuschlag erhalten hätte. So wurden die Lösungen nicht nochmals überprüft und kritisch betrachtet. Auch ist nicht überprüfbar, ob die Ansätze einer allgemeinen Betrachtung standhalten, oder sie speziell auf einen ausführenden Betrieb zugeschnitten sind.

- **Terminsituation**

Als Problem bei der Umsetzung stellte sich der enge Ausführungsterminplan dar. Eventuell waren die Termine zu optimistisch gesetzt. Die kalkulierten 16 Wochen für die Montage der Holzbauteile haben sich deutlich auf 24 Wochen verlängert. Durch den hohen Grad der Vorfertigung, muss natürlich auch die Werkplanung sehr detailliert ausgeführt werden und benötigt die entsprechende Vorlaufzeit. Die dafür veranschlagten 6 Wochen waren laut ausführender Firma nicht ausreichend. Ein weiteres Problem stellte die Lieferzeit der Fenster dar. Abhängig vom Hersteller muss hier mit 8 Wochen gerechnet werden. Leider war es nicht möglich, die Fenster für das Zwischengeschoss bereits im Werk zu montieren, da ansonsten die Wandelemente zu spät auf der Baustelle eingetroffen wären und den gesamten Bauablauf behindert hätten.

Als Vorteil stellte sich die Vergabe der gesamten Gebäudehülle an eine Firma heraus. Der Zimmermann hatte in seinem Gewerk auch die Dachabdichtungs- und Spenglerarbeiten, sowie alle Fenster und Verglasungen zu koordinieren. Dadurch gibt es weniger Schnittstellen auf der Baustelle und die Diskussionen, wer an Terminverzögerungen bzw. Bauschäden Schuld hat, werden deutlich reduziert.

- **Dachabdichtung / Holzoberflächen**

Ein weiteres Problem, dass im Vorfeld eventuell unterschätzt wurde, betrifft die Dachabdichtungsarbeiten. Durch den hohen Grad der Vorfertigung wurden die Elemente auf der Baustelle mit den fertigen Ansichtsflächen geliefert und versetzt. Auf ein Aufbringen der Notabdichtung im Werk wurde verzichtet – sukzessives Nacharbeiten auf der Baustelle durch den Dachdecker war gefordert und hat leider nicht geklappt. So konnte über lange Zeit Feuchtigkeit die Konstruktion durchfeuchten und die Sichtflächen der Holzträger und der Holzwolleleichtbauplatten beeinträchtigen. Besonders groß waren diese Probleme im Bereich des Daches über dem Obergeschoss. Sehr aufwändige Sanierungsmaßnahmen wurden dadurch nötig – Arbeiten die natürlich Kosten- und Zeitintensiv waren.

Allgemein muss gesagt werden, dass es oft schwierig ist, auf der Baustelle sämtlichen an der Ausführung Beteiligten zu vermitteln, dass die Holzoberflächen schon fertig und schützenswert sind und nicht durch eine Bekleidung nochmals verdeckt werden. Unbehandeltes Holz wird auf der Baustelle oft als reines Konstruktionselement angesehen.

- **Tore Anlieferung**

Ein weiteres großes Problem stellten die Tore dar. Ursprünglich, schon im Entwurf, wurden Hersteller kontaktiert, um mögliche Torgrößen zu prüfen. Mit diesen Informationen wurde dann die Planung erstellt. In der Ausführungsplanung zeigte sich, dass es sehr wenige Firmen gibt, die Tore abweichend zu den Standardgrößen herstellen können. Die Industrie ist war hier ohnehin nicht kooperationsbereit und die dann angebotenen Speziallösungen waren durch den hohen Preis wirtschaftlich nicht vertretbar. Zum Glück konnte schlussendlich ein Anbieter gefunden werden, dessen Standardlösungen eine gewisse Flexibilität zulassen und dadurch preislich auch noch im Kostenrahmen zu liegen kommen.

5.2 Elektroplanung

Die im Rahmen des Planungsprozesses definierten Zielsetzungen können Großteils mit marktüblichen Produkten realisiert werden. Durch die Kombination von gängigen Produkten können die gewünschten Ergebnisse mit vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand realisiert werden. Eine ggf. höhere Anfangsinvestition amortisiert sich durch die geringeren Betriebskosten und höherer Arbeitsplatzqualität innerhalb kürzester Zeit.