

Plusenergie-Verwaltungs- gebäude Ernstbrunn

Bürobau WKS

F. Mayer,
G. W. Reinberg,
T. Waltjen, u.a.

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

26/2015

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Plusenergie-Verwaltungs- gebäude Ernstbrunn

Bürobau WKS

Florian Mayer (WKS Simonsfeld)

Prof. Arch. DI Georg W. Reinberg, DI Christina Federmair,
Martha Enriquez Reinberg, lic. Arch., DI Isabel Santos Carvalho
(Architekturbüro Reinberg ZT GmbH)

DI (FH) Felix Heisinger, Mag. (FH) Rudolf Binting, Ing. Mag. Maria Fellner,
Dr. Tobias Waltjen, Dr. Bernhard Lipp
(IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH)

DI Patrick Jung, DI Mathias Kendlbacher, DI Dr. Peter Holzer,
DI Claus Faruß (IPG Ingenieurbüro Jung GmbH)

Ing. Hannes Schwahofer, Ing. Bernhard Schiesser
BPS Engineering, Techn. Büro

DI. Johann Riebenbauer (JR Consult ZT)

DI Anna Detzhofer (DnD Landschaftsplanung ZT KG)

Linus Waltenberger (m.o.o.con GmbH)

Wien, Jänner 2015

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse www.HAUSderZukunft.at Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	11
Abstract	14
1 Einleitung.....	17
1.1 Ausgangssituation/Projektbeschreibung	17
1.1.1 Städtebau.....	17
1.1.2 Architektur	17
1.1.3 Wesentliche Entwicklungen gegenüber dem Wettbewerbsprojekt	20
2 Hintergrundinformationen zum Projekteinhalt	21
2.1 Wettbewerbsprojekt.....	21
2.2 Entwurfsprojekt:	22
2.3 Ausführung.....	25
2.4 Fertiges Projekt	34
3 Ergebnisse des Projektes	40
3.1 Anwendungen von Winddruck (AP1).....	40
3.1.1 Gebäudesimulation	40
3.1.2 Natürliche Querlüftung des Kommunikationsbereichs zur (Verringerung der sommerlichen Überwärmung).....	44
3.1.3 Windturbine zur Unterstützung der mechanischen Belüftung	68
3.1.4 Windbetriebene Kolbenstempelpumpen	74
3.1.5 Erdsonden als Ersatz für Brunnenwasser (Ergänzung AP1).....	86
3.2 Gleichstrombetriebe (AP 2)	91
3.2.1 Recherche zur Marktverfügbarkeit von Gleichstromgeräten, zB. Antriebe für Sonnenschutz	91
3.2.2 Gleichstrom für die EDV Kühlung	91
3.2.3 Gleichstrom für die Heizungspumpen.....	92
3.2.4 Speichermethoden (Batterien, Akkus, Elektroautos).....	92
3.2.5 Backup	97
3.2.6 Priorisierung von Verbrauchern	97

3.2.7 Nutzung von Gleichstrom im Bürobetrieb (Laden von Laptops, Mobiltelefonen, Betreiben von Computer, etc.) und für Ladestationen für Elektrofahrzeuge	97
3.3 Ökologischer Gesamtaufwand inkl. Verkehr (AP 3)	101
3.3.1 Ermittlung aller Belastungen über den gesamten Lebenszyklus gemäß CEN TC 350, von der Errichtung bis zur Entsorgung des Gebäudes in unterschiedlichen Ausführungsvarianten bzgl. Baustoffe, Gebäudetechnik, Energieversorgung.....	101
3.3.2 Erstellung von Transportszenarien der Büronutzer, ökologische Bewertung unter besonderer Berücksichtigung der Eigenenergieversorgung.....	102
3.3.3 Gesamtoptimierung (Gebäude und Verkehr im Kontext ländlicher Raum).....	106
3.4 Flächeneffizienz der Eigenenergieversorgung (AP 4)	116
3.4.1 Gesamtkonzept: PV / Thermische Solarnutzung / passive Solarnutzung:.....	116
3.4.2 Photovoltaik und das Erreichen eines Plusenergiehauses.....	116
3.4.3 Solarthermie.....	122
3.4.4 Konkurrenznutzen Winderzeugung (Verschattung) und solare Stromerzeugung.....	126
3.4.5 Primärenergievergleich	127
3.5 Architekturbezogene Energieoptimierung (AP5)	129
3.5.1 Vergleich der Kosten in der Errichtung (Beton- oder Holzdecke).....	129
3.5.2 Wirkung der Speichermasse auf den Energieverbrauch.....	131
3.5.3 Auswirkung der Innenraumbepflanzung im Kommunikationsbereich auf den Kühlbedarf	155
3.5.4 Doppelfunktionen, wie z.B. Beschattung durch PV: Probleme und Vorteile	157
3.5.5 Detailplanung	159
3.6 Umweltfreundliche Baustellentransporte (AP6)	191
3.6.1 Recherche der konkreten Möglichkeiten des Bahntransportes	191
3.6.2 Recherche der unterschiedlichen Umweltbelastung bei LLCW; Transport oder Bahntransport der schweren Bauteile.....	194
3.6.3 Ermittlung der Relation der Umweltbelastung des Baustellentransportes zur Umweltbelastung der Bauproduktherstellung und des Betriebes des Gebäudes	194
3.7 Unterstützung von Smart Grids (AP 7)	195
3.7.1 Ein „smartes Gebäude“ innerhalb eines „Smart Grid“	195

3.8	Verwendung ökologische Baustoffe (AP 7A)	196
3.8.1	Detailplanung Baustoffe:	196
3.9	Monitoring, TQB und Baukosten (AP 8).....	207
3.9.1	TQB Zertifizierung	207
3.9.2	Monitoring (noch nicht fällig).....	210
4	Detailangaben in Bezug auf die Ziele des Programms.....	217
4.1	Einpassung in das Programm	217
4.2	Beitrag zum Gesamtziel des Programms	217
4.3	Einbeziehung der Zielgruppen und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt.....	217
4.4	Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale für die Projektergebnisse	217
5	Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen	219
6	Ausblick und Empfehlungen	220
7	Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis	221

Kurzfassung

Ausgangssituation/Motivation

Das neue Bürogebäude (Firmenzentrale) der Firma Windkraft Simonsfeld AG in Ernstbrunn soll – ausgehend von einer Plusenergiehaus-Planung – in 7 Schritten über eine positive Energiebilanz hinaus zu einem Demonstrationsgebäude weiterentwickelt werden.

Inhalte und Zielsetzungen

Die sieben Schritte sind

- (1) direkte mechanische Nutzung von Windkraft
- (2) direkte Nutzung von Gleichstrom
- (3) die ökologische Optimierung von Gebäude und Verkehr zum und vom Gebäude unter Nutzung der Eigenenergiegewinnung
- (4) die Flächeneffizienz der Eigenenergiegewinnung (Solarthermie und PV)
- (5) eine auf Sommer wie auf Winterbetrieb ausgelegte 100 % Energiefassade
- (6) Umweltfreundliche Baustellentransporte während der Bauzeit
- (7) und die Unterstützung von Smart Grids durch ein optimiertes Lastmanagement („Smart House“)

Gegenüber der ursprünglichen Einreichung wurden einige innovative Teile nicht ausgeführt und die Baukosten gekürzt (z.B. Gleichstromnutzung), andere innovative Bauteile wurden verbessert ausgeführt bzw. neu entwickelt und ergänzen zusätzlich das Konzept (z.B. PV, thermische Kollektoren, Glasfassade, Lüftungselemente).

Methodische Vorgehensweise

Recherchen

Bauphysik – Gebäudesimulation

Ökobilanzierung

TQB-Bewertung

Architekten- und Gebäudetechnikplanung

Beschattungsstudien

Messtechnik Innenraumluftqualität und Energie

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Anwendungen von Winddruck: Aufbauend auf einer thermischen Gebäudesimulation wurde die natürliche Querlüftung des Wintergartens mittels a) Windturbinen im Dachbereich und b) passiven Öffnungen in der Fassade konzipiert, überprüft und optimiert. Die Windturbinen unterstützen zusätzlich mechanisch die kontrollierte Wohnraumlüftung. Ein Langsamläufer wurde für die Nutzung des Grundwassers zur Serverkühlung geplant, bestellt und wurde ausgeführt. Ein Monitoring der Raumlufthqualität und des Energieverbrauchs wird durchgeführt.

Gleichstrombetriebe: Marktstudien ergaben fehlende Marktverfügbarkeit von Gleichstromgeräten, eine geringe Effizienz von DC-DC-Wandlern für die verschiedenen benötigten Spannungen, allerdings ein Potential für Gleichstromtankstellen für Elektrofahrzeuge. Das vorhandene Batterielager wurde laufend bewertet und war schließlich auf Grund der gegebenen Fördersituation nicht wirtschaftlich einsetzbar.

Ökologischer Gesamtaufwand inkl. Verkehr: Transportszenarien für den Standort wurden bis zu einem Stadium vorbereitet, in dem sie gemeinsam mit den Mitarbeitern weiterentwickelt und in Folge realisiert werden können.

Flächeneffizienz der Eigenenergieversorgung: Das unvorhergesehen begrenzte Angebot an Grundwasser bedingte einen Umstieg auf Geothermie als Wärmequelle (und Kältequelle). Dadurch war aber ein Überangebot an Wärme gegeben und die thermische Kollektoranlage wurde entsprechend verkleinert. Die photovoltaische Stromerzeugung wurde auf das förderbedingte optimale Ausmaß ausgeweitet. Die Situierung der Windturbinen wurde im Hinblick auf Beeinträchtigungen der PV-Anlage und die Gefahr der möglichen Kondensatbildung verbessert. Die Belegung der PV an der Fassade wurde verdichtet.

Architekturbezogene Energieoptimierung: Ein Kostenvergleich für Beton- und Holzdecken wurde durchgeführt. Durch thermische Simulationen wurde die Wirkung der Speichermassen auf den thermischen Komfort und den Energieverbrauch geprüft und in Varianten optimiert. Die Innenraumbepflanzung wurde konzipiert. Die thermische Qualität der Verglasung wurde erhöht. Zur Integration des thermischen Kollektors wurde Entwicklungsarbeit geleistet.

Umweltfreundliche Baustellentransporte: Die Möglichkeit umweltfreundlicher Baustellentransporte per Bahn wurde recherchiert. Es wurde gegen den Bahntransport entschieden, unter anderem deshalb weil der ausgewählte Hersteller über keinen Gleisanschluss verfügt.

Unterstützung von Smart Grids: Überlegungen zur Nutzung vorhandener Akkus aus dem Windparkbetrieb wurden angestellt und ein zusätzlicher, eigener Batterieraum wurde als Reserve für zukünftigen Batterieeinsatz, um zu wirtschaftlich sinnvollem Zeitpunkt den Eigenstromverbrauch der PV maximieren zu können

Monitoring, TQB und Baukosten: Eine TQB-Vorzertifizierung wurde durchgeführt, ein Monitoringkonzept erstellt und die für die Evaluierung und Optimierung des Gebäudebetriebes notwendigen Messeinrichtungen eingebaut. Dank Monitoring konnten einige Probleme in der Haustechnik identifiziert werden. Eine ÖGNB und eine klima: aktiv (in Gold) Erklärung und

Zertifizierung wurde durchgeführt.(das Gebäude wurde dafür anlässlich des BauZ Kongresses ausgezeichnet.

Ausblick

Das neue Bürogebäude der Firma Windkraft Simonsfeld AG in Ernstbrunn ist – ausgehend von einer Plusenergiehaus-Planung – in 7 Schritten über eine positive Energiebilanz hinaus zu einem Demonstrationsgebäude weiterentwickelt worden. Das Gebäude wird nicht nur den -entsprechend Haus der Zukunft definierten - Eigenbedarf decken, sondern fast eineinhalb mal soviel Energie produzieren. Eine Erweiterung auf der PV Anlage auf das doppelte Ausmaß ist möglich und vorgesehen.

Das Bürogebäude wurde im Mai 2014 fertiggestellt und bezogen und ist seitdem in Betrieb. Bis November 2014 wurden diverse Mängel behoben. Seit Mai 2014 läuft ein Monitoring.

Das Projekt erhielt die Bewertung Gold bei der klimaaktiv Bewertung und erreichte dabei 965 von 1000 Punkten. Ebenso wurde es TQB-bewertet und erhielt 942 von 1000 Punkten

Abstract

Starting point/Motivation

The new office building (headquarter) of Windkraft Simonsfeld AG in Ernstbrunn, Lower Austria, is planned as a Plus Energy Building. From these already excellent starting conditions it is intended to make 7 more steps to explore innovative options for energy gaining buildings.

Contents and Objectives

The seven steps are:

- (1) direct mechanical use of wind power (wind pressure)
- (2) direct use of direct current generated on-site
- (3) ecological optimisation of building and traffic from and to the building using energy generated on-site
- (4) space efficiency of building surface for generating thermal solar energy and photovoltaic power
- (5) a façade optimised for passive solar gains and excellent natural lighting in winter and high gains of thermal and photovoltaic energy in summer („100 % energy façade“)
- (6) Environmental friendly transport to the building site using the railway adjacent to the building site
- (7) optimised demand respond electricity management: a „smart house“ to support (future) „smart grids“.

Some costs for innovative building features applied for in the original research grant application have been cut (e.g. use of DC power) or cancelled. Other innovative building elements have been built in an improved version or have been newly developed, contributing to the concept (e.g. PV, thermal collectors, glass façade, ventilation elements).

Methods

Research

Building physics – building simulation

LCA analysis

TQB Building Certification

Architectural design and HVAC planning

Shading studies

Measurements of indoor air quality and energy consumption

Results

Use of wind pressure: Based on thermal building simulation the potential of natural cross ventilation for the winter garden by a) wind turbine on the roof and b) passive openings in the façade has been designed and tested. The wind turbines also support mechanically the controlled ventilation. A low-speed motor has been devised, ordered, and installed to use groundwater for cooling of the host computers. Indoor air quality and energy consumption is being monitored in the building.

Direct Current Appliances: Market research revealed DC appliances to be unavailable and DC-DC-converters for supplying several low-voltage devices to be inefficient. However a promising option of using DC charging stations for electric vehicles has been identified. The built battery store has been evaluated continually but proved to be economically not feasible due to lacking subsidy schemes.

Ecological expenditure including traffic: scenarios for transportation have been developed to a stage in which involvement of the staff may be considered for further advancement.

Space efficiency of on-site energy production: Less groundwater was found than was expected. This caused a shift to geothermal heating and cooling. Solar thermal collector area was reduced accordingly. PV solar energy area has been extended to account for the optimum with regard to subsidy regulation. The planned wind turbine fan has been relocated as not to impair the PV facilities and prevent condensation. Coverage arrangement of PV elements at the façade has been compacted.

Energy optimisation of building construction: costs of concrete vs. wooden floors have been compared. With thermal building simulation the impact of thermal mass on thermal comfort and energy consumption has been established and optimised. Use of plants for humidification has been planned. Thermal quality of glazing has been improved. Integration of a thermal collector has been studied.

Environmentally friendly rail transport to the building site has been investigated. Finally it was decided against this option. One reason was, that the selected supplier has no rail connection.

Support for Smart Grids: use of accumulators from the wind farm were considered and a separate battery room has been planned to make provision for maximised use of self-produced electricity in future economically more favourable conditions.

Monitoring, TQB building certification and building costs: A TQB pre-certificate has been issued, a monitoring concept has been devised, and devices for evaluation and optimisation of building services have been installed. With monitoring some HVAC problems could be identified. The building was certified with ÖGNB and with klimaaktiv (Gold level).

Prospects / Suggestions for future research

The new office building (headquarter) of Windkraft Simonsfeld AG in Ernstbrunn, Lower Austria, has been planned as a Plus Energy Building. From these already excellent starting conditions 7 more innovative steps have been implemented to achieve an energy gaining building. The building will produce 50 % more energy than it requires, thereby surpassing plus energy criteria of Haus der Zukunft. PV can be and will be increased to twice the area.

The office building was completed and became operative in May 2014. Until November 2014 some failures were remedied. In May 2014 the monitoring program has been started.

The project was awarded Gold in the klima**aktiv** certification and reached 965 out of 1000 points. The project was also TQB-certified and reached 942 out of 1000 points.

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation/Projektbeschreibung

1.1.1 Städtebau

Der Neubau liegt am nord-östlichen Rand von Ernstbrunn. Er nutzt die spezielle Lage am Bahndamm (Norden und Westen) und öffnet sich nach Süden und Osten. Durch die leicht lesbare, aber sehr markante besondere Form kann eine beeindruckende Fernwirkung erzielt werden. Wer aus Richtung Wien kommend nach Ernstbrunn fährt, fährt auf der in Richtung des Gebäudes leicht abfallenden Straße direkt auf das Gebäude zu, ähnlich wie der Bahnfahrer, der das Gebäude südseitig umfährt (wenn die Bahn, voraussichtlich 2015, wieder einen regulären Betrieb aufnehmen wird). Nord- und westseitig ist das Gebäude in halber Höhe abgedeckt (durch den Bahndamm) und tritt ohne jede Störung der bestehenden Ortsstruktur auf. Die Südorientierung mit dem Schwenk gegen Osten öffnet das Gebäude auch kleinräumig in Richtung der Zufahrtsstraße und zeigt auch hier die offene und ökologisch orientierte Haltung der Nutzer.

Das Gebäude gibt dank seiner Position ein weites, einladendes grünes Feld nach Süden frei. Funktionell wird klar in einen Bürobereich „im Grünen“ und einem Lagerbereich unterschieden. Nördlich des Bürogebäudes schließt ein geschützter Grünbereich an das Gebäude an. Der nördliche Bereich am Bahndamm dient als Abstellanlage für den PKW-Verkehr. Zusätzlich gibt es westlich des fußlaufigen Einganges zum Grundstück an der Zufahrtsstraße eine kleine PKW-Abstellanlage.

Prinzipiell wurde darauf geachtet, dass den Autos keine dominierende Stellung zukommt, sie bei der Annäherung an das Gebäude nicht wesentlich in Erscheinung treten, und dem Lagerbereich zugeordnet sind. Die größeren Flächen für die stehenden Autos sind durch den Bahndamm optisch „versenkt“.

Städtebaulich tritt ein einfaches, ruhiges, aber durch die Glasfassade und dessen Biegung eindrucksvolles Gebäude in Erscheinung. Es bleibt dem Besucher durch seine Besonderheit leicht in Erinnerung.

1.1.2 Architektur

Entsprechend den speziellen Funktionen ist der Baukörper in zwei Teile geteilt. Eine sehr einfach konstruierte, funktionell optimierte Lagerhalle und ein einfach konstruiertes, in seiner Erscheinungsform aber speziell auf die Idee und die Haltung von Windkraft Simonsfeld abgestimmter Bürobau.

Die Lagerhalle ist modular aufgebaut und leicht ergänzbar oder in Teilen austauschbar.

Das Bürogebäude kombiniert unterschiedliche Funktionen in unterschiedlichen Bauteilen, die jeweils den besonderen Funktionen entsprechen.

Büros:

Sämtliche Büros sind von Norden her direkt belichtet und erhalten zusätzlich von Süden diffuses Licht. Dadurch sind optimale Belichtungsbedingungen für einen Bürobetrieb geschaffen: beidseitiges Licht ohne direkte Besonnung, sodass kein Sonnenschutz (wie bei Ost, West oder Südorientierung nötig) die Tageslichtbeleuchtung beeinträchtigt. Diese Büros können innerhalb der Nord- und Südwand völlig flexibel genutzt werden (leicht montierbare Trennwände).

Wohnen/Essen/Besprechung/Nebenräume:

Diese Räume liegen an der Südseite und Wohn- und Essbereich erhalten so – für diese Funktion sehr vorteilhaft – direktes Sonnenlicht. Beim Besprechungsraum und den Nebenräumen bleibt dieses Sonnenlicht auf limitierte Fensteröffnungen beschränkt und die Südwände werden für die thermische Solarnutzung verwendet.

Empfang/Halle/Kommunikation:

Dieser Bereich ist im Winter vollständig direkt besonnt, und im Sommer gänzlich beschattet. Er ist reich bepflanzt. So kann die Kommunikation stimuliert werden, es entsteht ein Kontrastraum zu den (licht- und temperaturmäßig) „standardisierten“ Büroräumen und es wird ein intensiver Bezug zur Umgebung, zur Sonne und zum Wetter hergestellt. Die Zweigeschoßigkeit der Halle schafft eine großzügige Atmosphäre und zeigt die nicht einzig auf Gewinnstreben, sondern auf Qualität und Menschlichkeit orientierte Haltung der Windkraft Simonsfeld.

Neben der Repräsentation gegenüber dem Besucher kann diese Halle auch viel für die Produktivität der Mitarbeiter beitragen: für den vereinzelt am Computer arbeitenden Menschen wird hier Kommunikation und Austausch angeregt und es kann die – stärker als im Bürobereich – wechselnde Temperatur dieses Bereiches durchaus kreislaufanregend wirken.

Den Bezug zur Windkraft schafft diese Halle nicht nur dadurch, dass das – für die Windkraft wichtige – Wetter stets gut miterlebt werden kann, sondern auch dadurch, dass die Rundung der Verglasung eine Orientierung in Richtung des naheliegenden Windparks der Firma Windkraft Simonsfeld schafft. Die Galerie des Obergeschoßes ist in seiner Schräge genau in Richtung dieses Windparks orientiert. So kann „das Windrad“ ständig in seiner optimierten Funktion (nämlich am Berg) gesehen und erlebt werden und es kann auf – nur suboptimal untergebrachte – stromerzeugende Windräder am Grundstück (als Ausstellungsobjekt) verzichtet werden.

Smart und Simpel / Energieeffektiv und Nachhaltig:

Das Gebäude ist in seiner Struktur sehr einfach aufgebaut: Tragende Wände (Südwand, Mittelwand und Nordwand), auf denen die Decke und das Dach und die Zwischendecke aufliegen bzw. im Falle des Lagers optimierte Wände und darauf aufliegend Dachelemente in Modulbauweise. Einzige Ausnahme ist die gekrümmte Südwand entsprechend der speziellen Funktion (Transparenz, Öffnung, spektakuläres Erscheinungsbild), wobei auch diese Kon-

struktions modular aufgebaut ist. Durch die gewählte Bauweise wird nicht nur die Konstruktion verbilligt, sondern es wird auch – innerhalb der jeweiligen Bauteile – Flexibilität geschaffen.

Auf bewegliche Teile auf der Fassade des Gebäudes wird weitestgehend verzichtet. Im Süden gibt es eine starre horizontale Verschattung (im Sommer steht die Sonne im Süden hoch, im Winter steht sie im Süden tief). Auf die im Bürobereich jedenfalls kritischen Fenster (starker sehr flacher Sonneneinfall im Sommer kann nur durch Reduktion der Tageslichtbeleuchtung erreicht werden) wird im Osten und Westen gänzlich verzichtet. Ostfenster gibt es nur in kleiner Ausführung für Nebenräume bzw. als Ausgang ins Freie.

Das Energiekonzept agiert zunächst – betriebskostensparend – passiv (gute Wärmebewahrung durch hohe Dämmung, beste Gläser, gute Details, Luftdichtigkeit, Sommernachtkühlung, Beschattung, Belüftung, passive Solarnutzung im Winter). Sofern im Weiteren mechanische Unterstützung nötig ist, erfolgt der Betrieb dieser Mechanik unterstützt durch Windkraft. Erst dann, wenn die Windkraft nicht mehr direkt einsetzbar ist (Wasserpumpe bei Windstille oder mechanische Belüftung bei zu wenig Wind) erfolgt der Betrieb dieser mechanischen Geräte durch Strom.

Eine massive lehmverputzte Speicherwand (Beton) samt Stiege und der obere Gangbereich sowie Steinböden in der Halle ermöglichen die passive Solarnutzung und die passive Nachtkühlung (ausreichend Speichermasse). Innenseitig mit Lehmputz versehene Holz-Außenwände ergänzen dieses Konzept. Damit kann die Technik auf ein Minimum reduziert werden bzw. kommt minimiert zum Einsatz.

Die üppige Bepflanzung im Innenbereich (Pflanzenbecken) unterstützt die Feuchteregulierung, wirkt schallhemmend und staubbindend.

Das Gebäude verfügt über eine kontrollierte Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (Zuluft/ Abluft = 1850 m³/h). Das Bürogebäude ist mit 379 m² PV-Elementen ausgestattet (137 m² an der Fassade und 242 m² am Dach) - Bruttofläche, es können noch 800 m² zusätzlich am Dach des Lagers und über den PKW-Stellplätzen angebracht werden.

Außerdem verfügt das Bürogebäude über 34 m² thermischen Kollektoren mit 3000 Liter Pufferspeicher. Zusätzliche Wärme- und Kühlleistung wird über 11 Tiefenbohrungen dem Erdreich entzogen und im Falle der Wärme über eine Wärmepumpe (20 KW) zur Verfügung gestellt¹. Die Kühlung des Servers erfolgt mittels Grundwasser, dessen Pumpe von einem langsam laufenden Windrad unterstützt wird. Das Regenwasser wird in einer Zisterne zur Gartenbewässerung gesammelt bzw. vor Ort zum Versickern gebracht. Die Simulationsergebnisse belegen, dass schon mit der Photovoltaik-Grundausrüstung ein Netto-Plus-Energiegebäude geschaffen wurde.

¹ Beachte aber Protokoll der Sitzung vom 11.9.2012, in der weitere technische Lösungen erwogen wurden

Schlussbemerkung

Insgesamt geht es bei diesem Architekturkonzept nicht um ein Nebeneinander von – gleichberechtigter – Architektur, Energieversorgung und Nachhaltigkeit, sondern um die Einheit dieser Elemente: um eine neue Architektur, die durch die Nutzung der erneuerbaren Energiequellen und durch seine Nachhaltigkeit neue und bessere Architekturqualitäten schafft und die Architektur selbst weiterentwickelt. So kann das Thema Energieeffizienz und Nachhaltigkeit am besten dargestellt werden.

1.1.3 Wesentliche Entwicklungen gegenüber dem Wettbewerbsprojekt²

Aus Kostengründen wurde das Volumen des Bürohauses reduziert und es sind Kindergruppenräume und Rekreationsräume im Osten des Bürohauses entfallen. Im gegebenen Fall war dies leicht möglich, in dem das Gebäude östlich um einige Achsen gekürzt wurde. Gleichzeitig wurde der Bürobau um Archiv- und Lagerräume reduziert. Diese Räumlichkeiten konnten mit wesentlich vergrößerten Volumen in der Lagerhalle (als Galerie) untergebracht werden.

Damit in Verbindung konnte die Lage des Gebäudes am Grundstück optimiert werden: es gibt nun mehr Abstand zur östlichen Grundgrenze und das Gebäude wurde etwas nach Norden gerückt.

Da am Grundstück wesentlich weniger Grundwasser, als ursprünglich angenommen, gefunden wurde, erfolgt nun die Sommerkühlung des Gebäudes über 100 Meter tiefe Bohrungen und nur der Server wird über das Grundwasser gekühlt. Damit einhergehend wurde die Fläche der thermischen Solarkollektoren auf der Südfassade wesentlich reduziert (nur mehr 35 m²), um die Wärmebedarfsdeckung teilweise auch über die Tiefenbohrungen zu betreiben und somit das Erdreich im Winter zu kühlen (um mehr Sommerkühle aus dem Erdreich zur Verfügung zu haben).

In Erwartung günstiger Förderungen für Photovoltaik wurde die PV-Fläche am Dach und auf der Fassade des Büros vergrößert und es werden Leerverrohrungen für eine zukünftige PV-Nutzung am Dach der Lagerhalle sowie zu den PKW-Stellplätzen ausgeführt.

Darüber hinaus waren – abgesehen von Ausführungsdetails wie z.B. beim Bürodach – keine wesentlichen konzeptionellen Änderungen erforderlich.

² entspricht der ursprünglichen Einreichung beim HdZ

2 Hintergrundinformationen zum Projektinhalt

2.1 Wettbewerbsprojekt

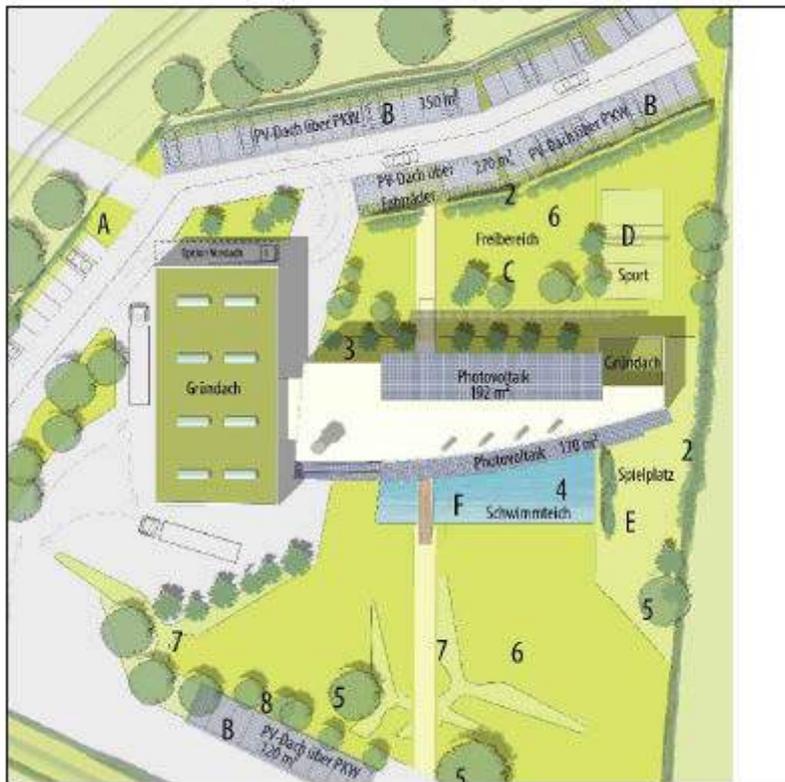


Abbildung 1: Wettbewerbsprojekt (Lageplan)



Abbildung 2: Wettbewerbsprojekt (von Süd-Ost)



Abbildung 3: Wettbewerbsprojekt (von Süd-West)

2.2 Entwurfsprojekt:

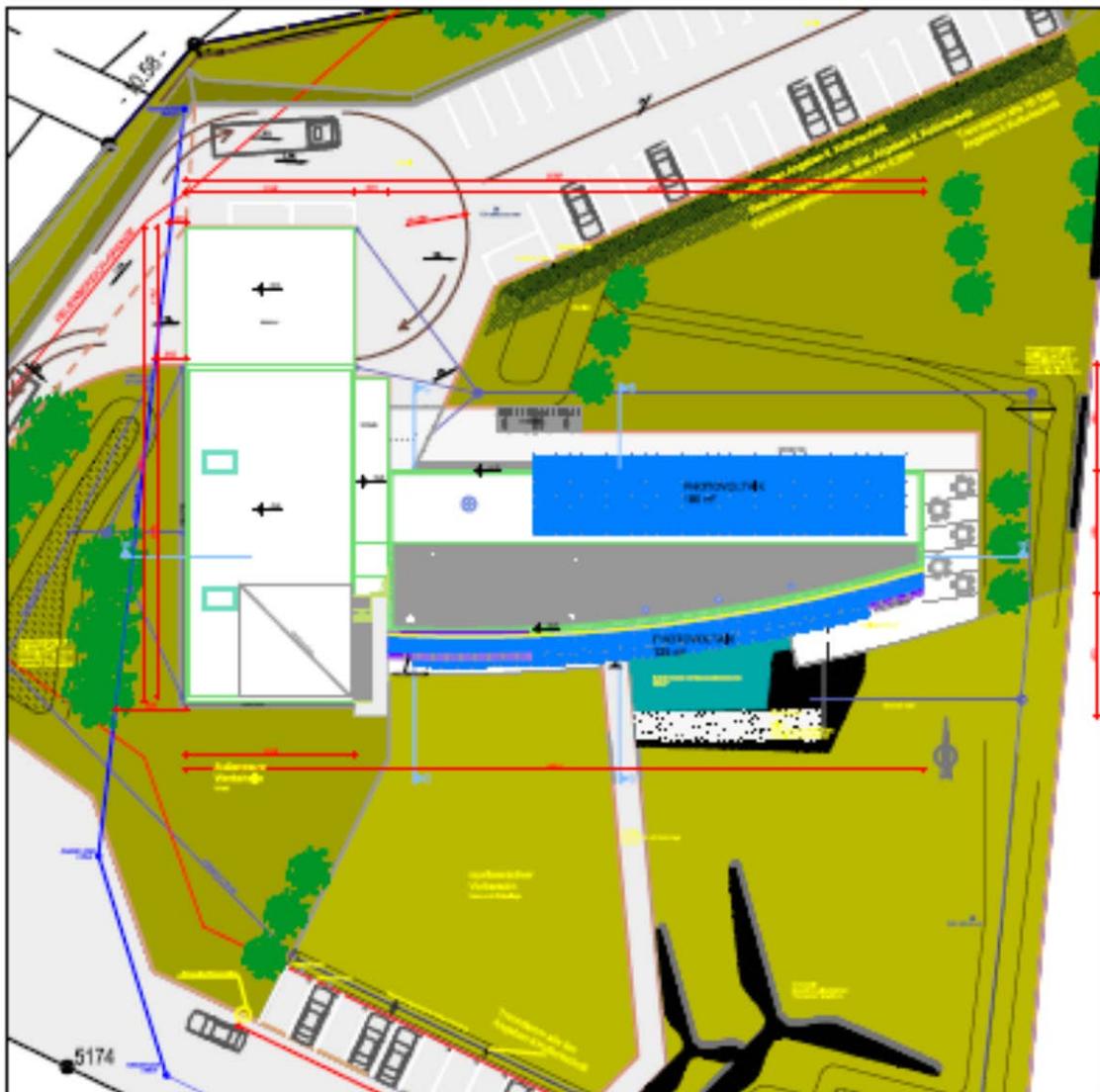


Abbildung 4: Lageplan Entwurf



Abbildung 5: Verkleinertes Bürogebäude (Entwurf, von Süd-Ost)



Abbildung 6: Planungsstand November 2012 (von Süd-West)

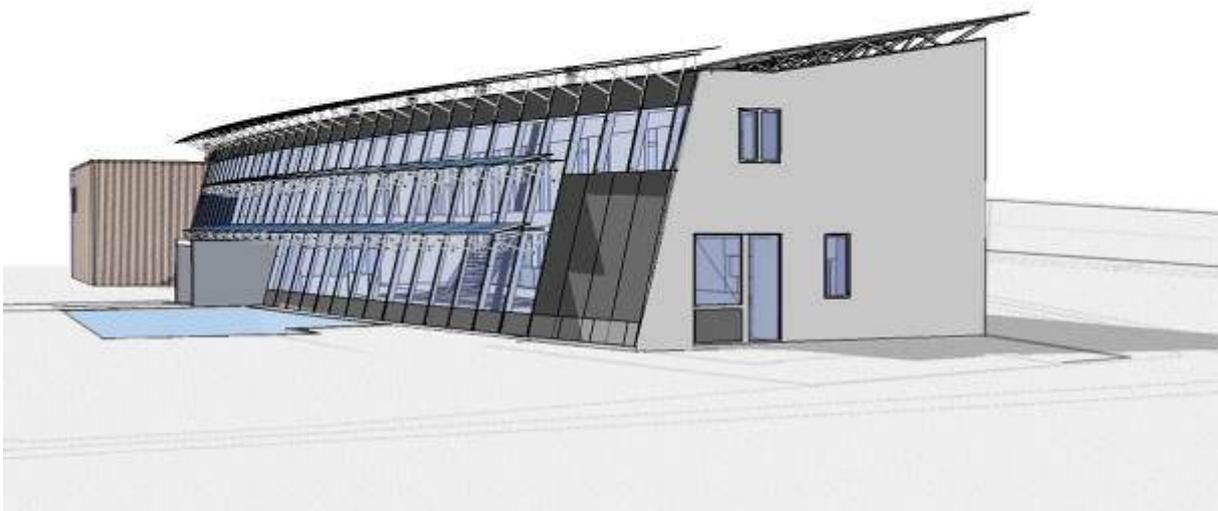


Abbildung 7: Planungsstand November 2012 (von Süd-Ost)

2.3 Ausführung

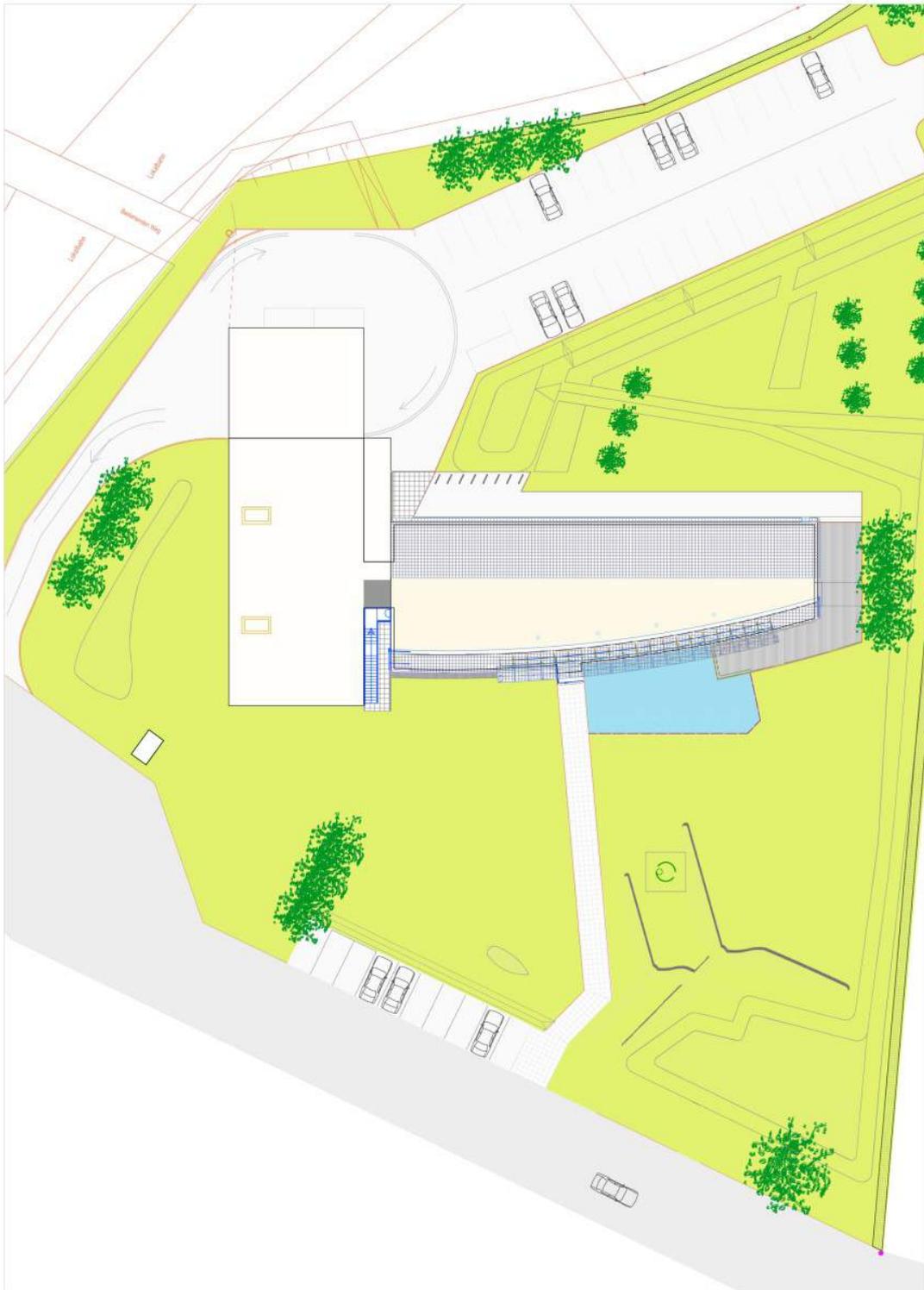


Abbildung 8: Lageplan Ausführung

Firmengebäude Windkraft Simonsfeld in Ernstbrunn

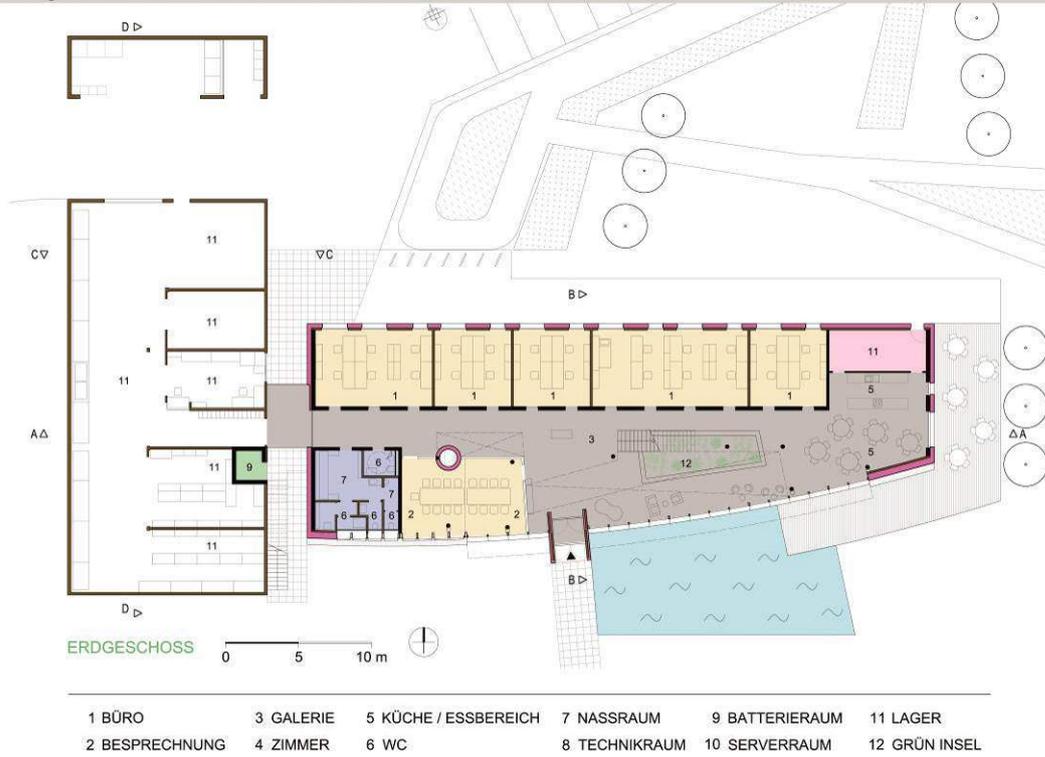


Abbildung 9: Ausführung EG

Firmengebäude Windkraft Simonsfeld in Ernstbrunn

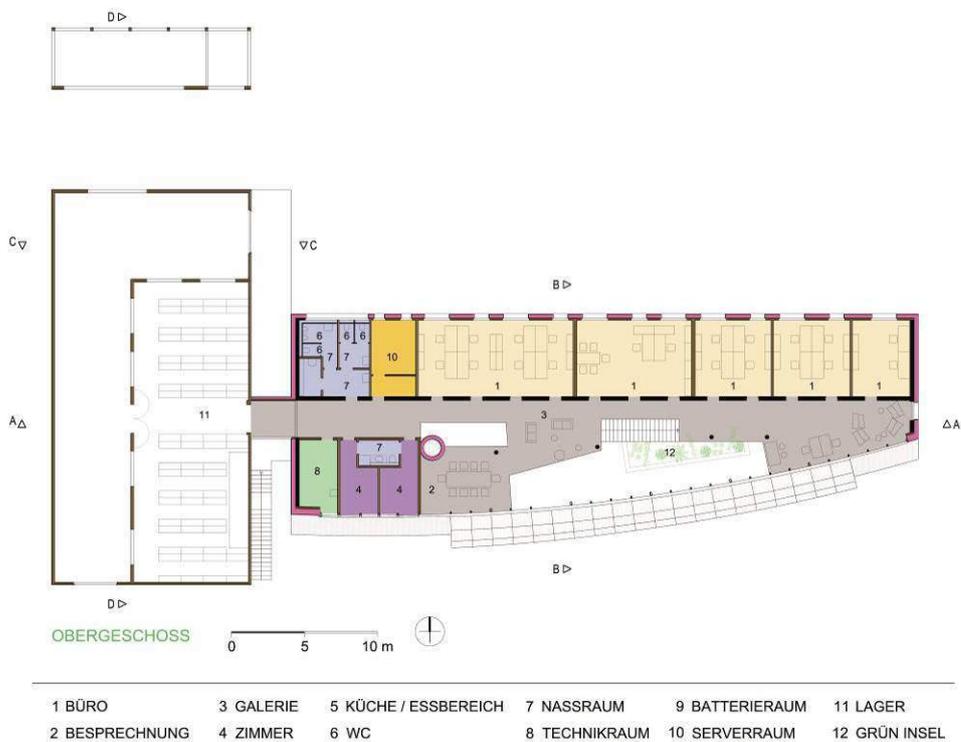


Abbildung 10: Ausführung OG

















Abbildung 11: Baufortschritt März bis Oktober 2013

2.4 Fertiges Projekt





Abbildung 12: Impressionen vom fertigen Projekt



Abbildung 13: oben, unten: Nordfassade





Abbildung 14: Ostfassade



Abbildung 15: Süd-Westfassade

Abbildung 16: Kommunikationsbereich Sommer – Winter





Abbildung 17: Büros mit flexiblen Trennwänden und Pinnwand als Akustikelement

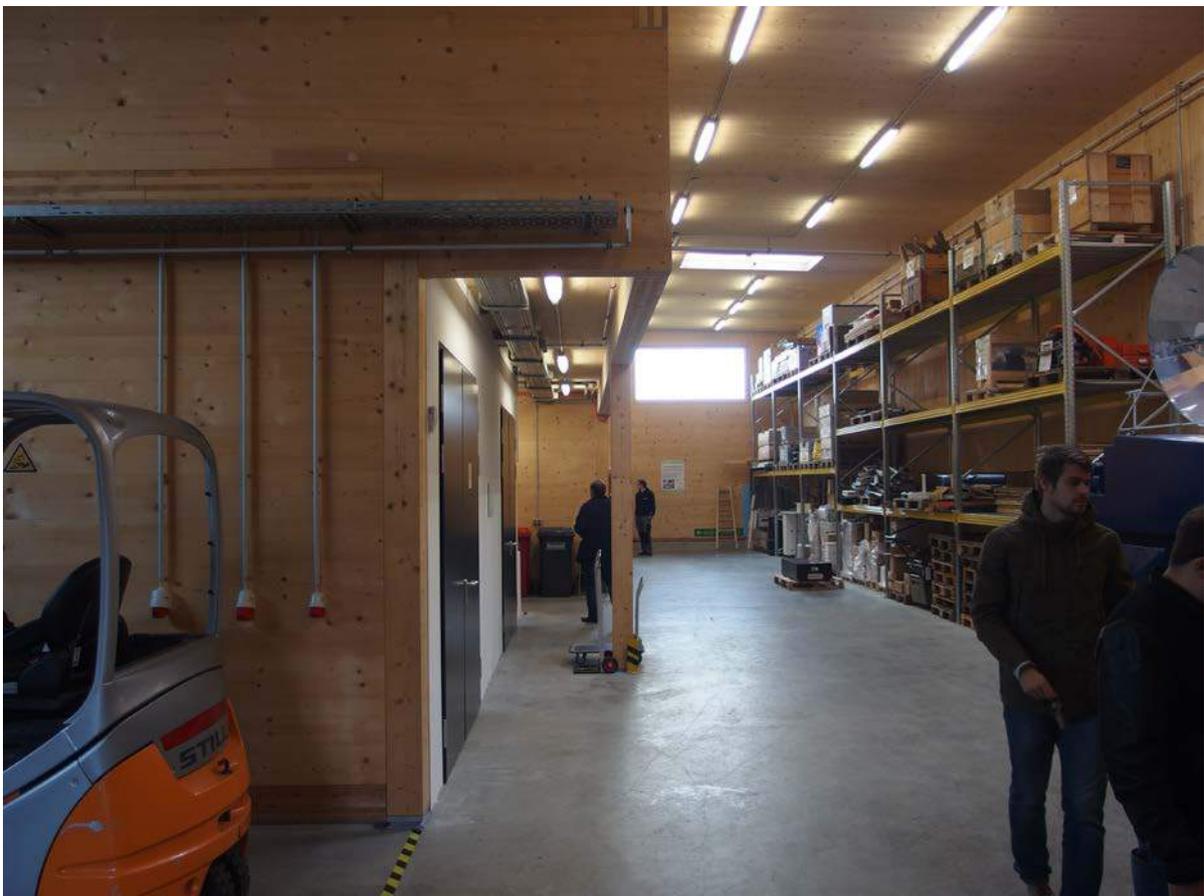


Abbildung 18: Lagerhalle

3 Ergebnisse des Projektes

3.1 Anwendungen von Winddruck (AP1)

Ziel laut Antrag: Anwendungen für direkt mechanisch genutzten (nicht in Strom konvertierten) Winddruck in der Gebäudeklimatisierung konzipieren, realisieren und die Wirksamkeit und Effizienz überprüfen (Monitoring).

3.1.1 Gebäudesimulation

Für das gesamte Verwaltung und Lagergebäude wurde eine umfangreiche thermische Gebäudesimulation durchgeführt. Hierfür wurde das Simulationsprogramm Tas 9.2. von EDSL ltd. und der Wetterdatensatz „Poysdorf 10y extreme“ verwendet.

Das Gebäude wurde in folgende Zonen gegliedert (Abbildung 19):

Die Aufbauten der Bauteile wurden dem Bauteilkatalog vom Architekturbüro Reinberg entnommen und die inneren Lasten durch Personen und Geräte setzen sich wie folgt zusammen: Die betrachtete nutzungsbedingte Wärmeabgabe setzt sich aus der Personenabwärme, der Beleuchtungsabwärme und der Geräteabwärme zusammen.

Es werden vorgegebene Betriebszeiten sowie nutzungsbedingt unterschiedliche Belegungsdichten berücksichtigt.

Folgende Ansätze werden der Berechnung zugrunde gelegt:

Wärmeabgabe je Personen: $70 W_{\text{sensibel}} + 45 W_{\text{latent}}$

Anzahl Personen:

Büros: 45 Vollbelegung; 34 Ist-Belegung

Besprechung EG: 14

Besprechung OG: 9

Essbereich: 20

Kommunikationsbereich: 2

Galerie OG: 2

E- Geräte:

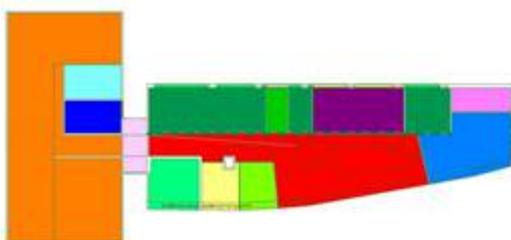
Geräte Büro Arbeitsplatz: 150Watt/ Arbeitsplatz

Geräte Besprechung: 30 Watt/ Arbeitsplatz

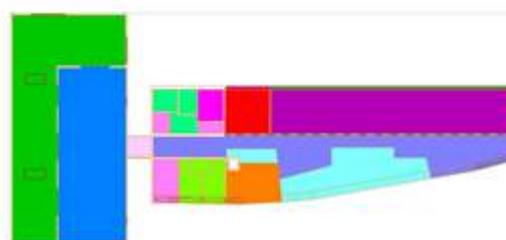
Server: 4*1500 Watt

Tabelle 1: Zonen der thermischen Gebäudesimulation

Zonenfarbe	Zonenbezeichnung	Fläche [m ²]	Volumen [m ³]
Rot	Wintergarten	172,4	494,3
Grün	Luftraum Foyer	77,3	211,6
Lila	Foyer OG	121,2	312,6
Gelb	EG Besprechung Fenster	23,2	64,0
Grün	Referenz Büro EG	13,1	39,1
Rot	CO/FI	27,5	84,5
Violett	Monitoring	55,5	166,1
Grün	Büro EG	112,4	336,7
Violett	Büro OG	149,1	458,2
Grün	EG Besprechung Glas	22,8	62,7
Orange	OG Besprechung	28,7	70,1
Grün	Notschlafplätze	26,8	66,3
Blau	Mitarbeiter Kantine	68,8	193,6
Cyan	Nebenräume	43,7	121,2
Grün	Sanitär	55,4	161,1
Magenta	Server	11,2	35,9
Rosa	Durchgang	24,9	66,4
Orange	Lagerhalle	299,5	898,0
Blau	Werkraum	25,7	77,1
Cyan	Öllager	26,2	78,7
Blau	Lager OG	165,7	326,3
Grün	Luftraum Lagerhalle	191,8	490,9



Erdgeschoß



Obergeschoß

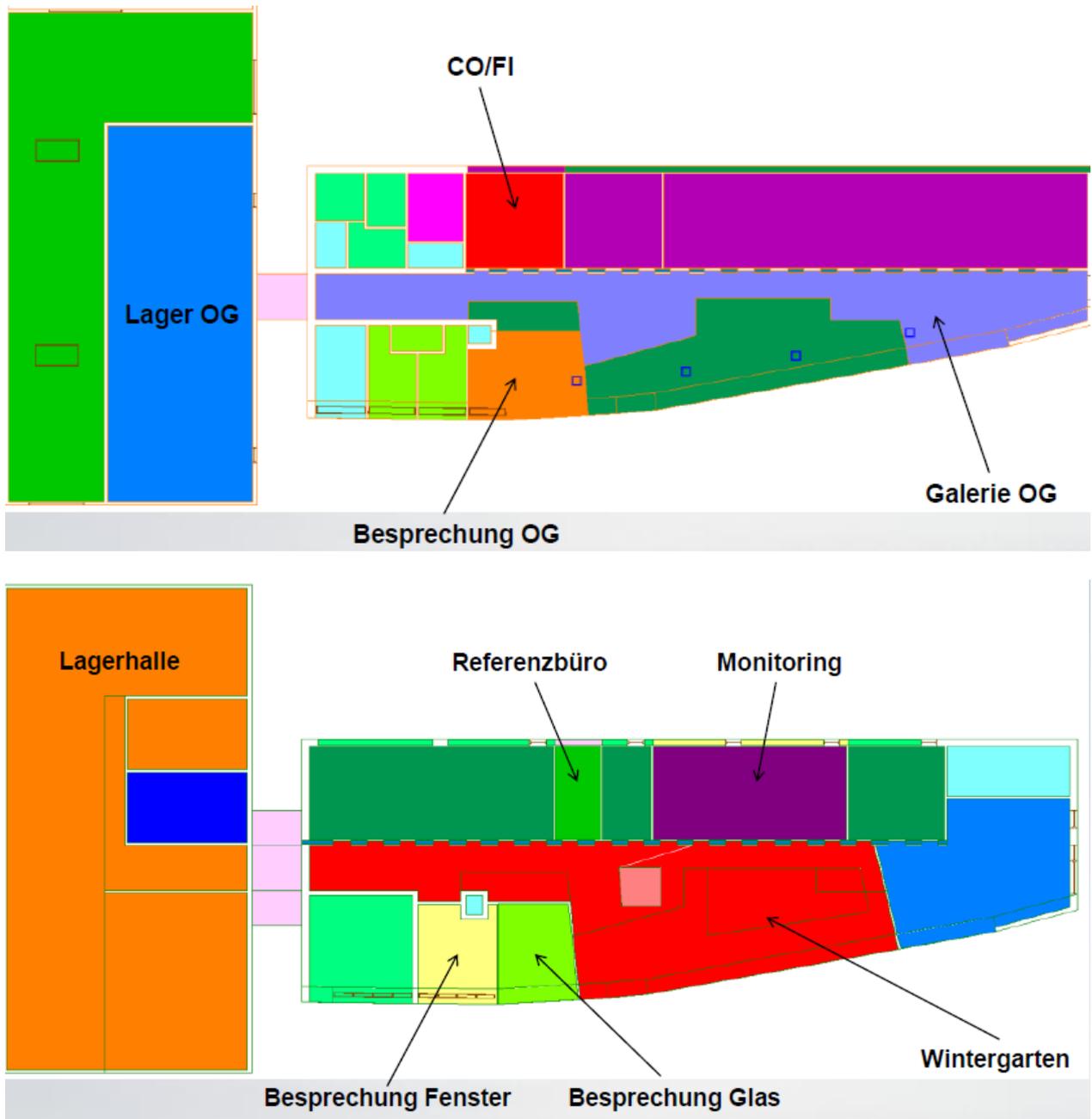


Abbildung 19: Zonen der thermischen Gebäudesimulation

Belegungszeit:

- allgemeiner Bürobetrieb:
 - Mo–Do: 08:00–16:30 Uhr
 - Fr: 08:00–12:00 Uhr
- Monitoring: 365 Tage/Jahr von 00:00–4:00Uhr
- Besprechung:
 - Mo–Do: 08:00–11:00 Uhr und 12:00–15:00 Uhr

- Fr: 08:00–11:00 Uhr

Beleuchtung:

Installierte Leistung: Büro 10,44 W/m²

Halle 15,77 W/m²

Einschaltung: unterhalb 500 Lux (gedimmt)

Es erfolgt eine Anpassung der Beleuchtungsleistung entsprechend des Tageslichtangebotes (Tageslichtsteuerung).

Die Simulation der thermischen Behaglichkeit sowie der Energieverbräuche geht von einer Vollbelegung, 45 Personen, aus. In einer weiteren Variante wird der Energieverbrauch bei der Ist Belegung, 34 Personen, ebenfalls ermittelt.

Bei den vereinbarten Parameter (Aufbauten, innere Lasten, Anlagentechnik ...) wurden die in

	Vollbelegung			Ist-Belegung		
	HWB/KB		HEB/KEB	HWB/KB		HEB/KEB
	[kWh/m ² a]	[kWh/a]	[kWh/ a]	[kWh/m ² a]	[kWh/a]	[kWh/a]
Heizen Bürogebäude	7,5	6.460	7.750	8,0	6.860	8.230
Heizen Lager	5,0	2.320	2.780	5,0	2.320	2.780
Heizen Gesamtgebäude	6,5	8.780	10.530	6,7	9.180	11.016
Kühlen Bürogebäude	7,7	7.040	8.440	5,5	6.210	7.450

HWB ... Heizwärmebedarf; KB ... Kühlbedarf; HEB ... Heizenergiebedarf; KEB ... Kühlenergiebedarf

ersichtlichen Energiekennndaten ermittelt.

Tabelle 2: Energiekennzahlen

	Vollbelegung			Ist-Belegung		
	HWB/KB		HEB/KEB	HWB/KB		HEB/KEB
	[kWh/m ² a]	[kWh/a]	[kWh/ a]	[kWh/m ² a]	[kWh/a]	[kWh/a]
Heizen Bürogebäude	7,5	6.460	7.750	8,0	6.860	8.230
Heizen Lager	5,0	2.320	2.780	5,0	2.320	2.780
Heizen Gesamtgebäude	6,5	8.780	10.530	6,7	9.180	11.016
Kühlen Bürogebäude	7,7	7.040	8.440	5,5	6.210	7.450

HWB ... Heizwärmebedarf; KB ... Kühlbedarf; HEB ... Heizenergiebedarf; KEB ... Kühlenergiebedarf

3.1.2 Natürliche Querlüftung des Kommunikationsbereichs zur (Verringerung der sommerlichen Überwärmung)

Windturbinen im Dachbereich

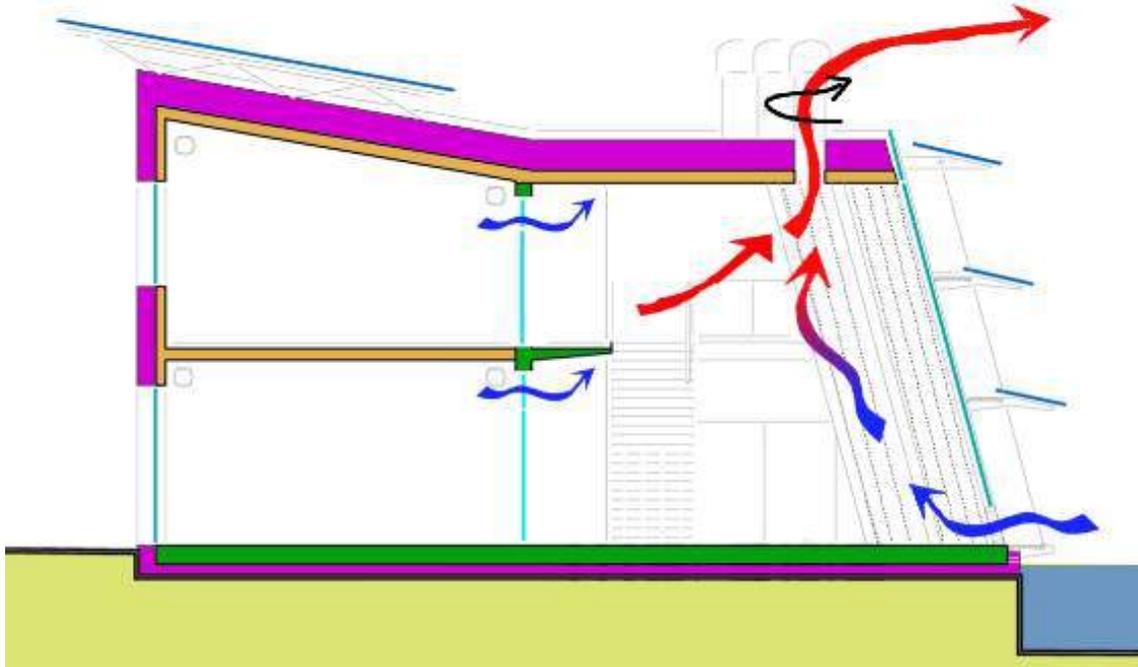


Abbildung 20: Prinzip der Abluftgeneratoren

Um im Kommunikationsbereich die Gefahr der Überhitzung zu verringern werden am Dach windunterstützte Dachentlüftungen (Windturbinen) vorgesehen. Diese öffnen sich automatisch, wenn die Lufttemperatur der Galerie im 1. Stock über 23°C steigt. Ist die Innentemperatur geringer als die Außentemperatur, bleiben die Klappen geschlossen. Wenn die gemessene Innentemperatur inkl. einer Hysterese kleiner der gewünschten Temperatur wird, beginnen sich die Klappen der Dachentlüfter zu schließen. Für den gesamten Bereich wurden in der Simulation vier Dachentlüfter mit einem Innendurchmesser von 400 mm gewählt. Für den Einbau wurden zunächst das Gerät Hurrigan 400 vom Hersteller Edmonds und dem Importeur Ventfair GmbH oder gleichwertiges empfohlen. Die elektrisch betriebenen Lüftungsklappen müssen dem hohen Dämm- und Dichtheitsstandard des Bürogebäudes entsprechen. Ein solches Produkt stellt etwa Enerko GmbH mit der gedämmten Jalousieklappe Typ Iureka 100 her. Der U-Wert einer einseitig gedämmten Klappe beträgt 4,5 W/(m²K) und der zweiseitig gedämmten 2,5 W/(m²K).

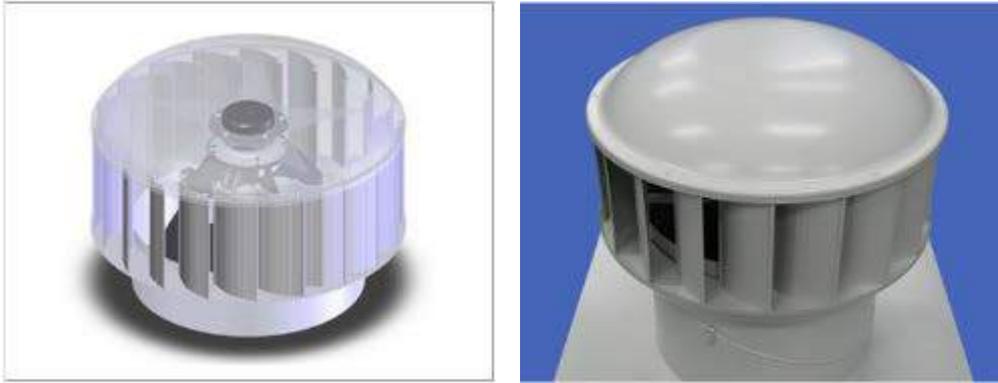


Abbildung 21: Dachlüfter³ – zu Beginn der Planung vorgeschlagen

Die Ausschreibungsergebnisse erbrachten aber übermäßig hohe Kosten für diese Ventilatoren. Als Reaktion darauf wurde vom Planerteam (Architekt, Haustechnikplaner und Klimaingenieur) ein eigenes System für die Klappen und die entsprechenden Luftleitungen und deren Einbindung in die Dachflächen entwickelt, das von der Bauphysik bewertet, für geeignet ausgewiesen und auch im Kostenrahmen angeboten wurde. Ein besonderes Problem stellt dabei das Auffangen eines möglichen Kondensates im Klappenbereich dar. Es wurden zunächst untergehängte Schüsseln vorgeschlagen, die ein mögliches Kondensat auffangen können. Die Wasserableitung sollte ohne elektrische Pumpe direkt in den Pflanzbereich erfolgen.

Deshalb wurden im Weiteren die Lüfter – um Kosten zu reduzieren – in den Bereich des Pflanzenbeckens verschoben, sodass allfälliges Kondensat direkt in das Pflanzenbecken tropft. Damit ist die Frage eines möglichen Kondensats, die die Bauphysik nicht beantworten konnte, nicht mehr problematisch. Auf der Baustelle selbst wurden die Lüfter samt Schächten zunächst montiert, aber mit nicht plangemäßer und unzureichender Dampfsperre. Sie wurden deshalb nochmals ausgebaut und unter Einbeziehung der Vorschläge der Monteure vor Ort vervollständigt (Ausführungsvariante mit Aluminiumfolie innenseitig und mit Metall leisten, da die irrtümlich vom Zimmermann eingebauten Holzleisten der eventuellen Feuchtigkeit nicht standgehalten hätten). Es konnte auch ein fehlerhafter Anschluss der Windgeneratoren an die Dachbahn korrigiert werden.

³

Quelle: <http://www.ventfair.com/ventilatoren/hybride/?d2> (letzter Zugriff 31.07.2012)

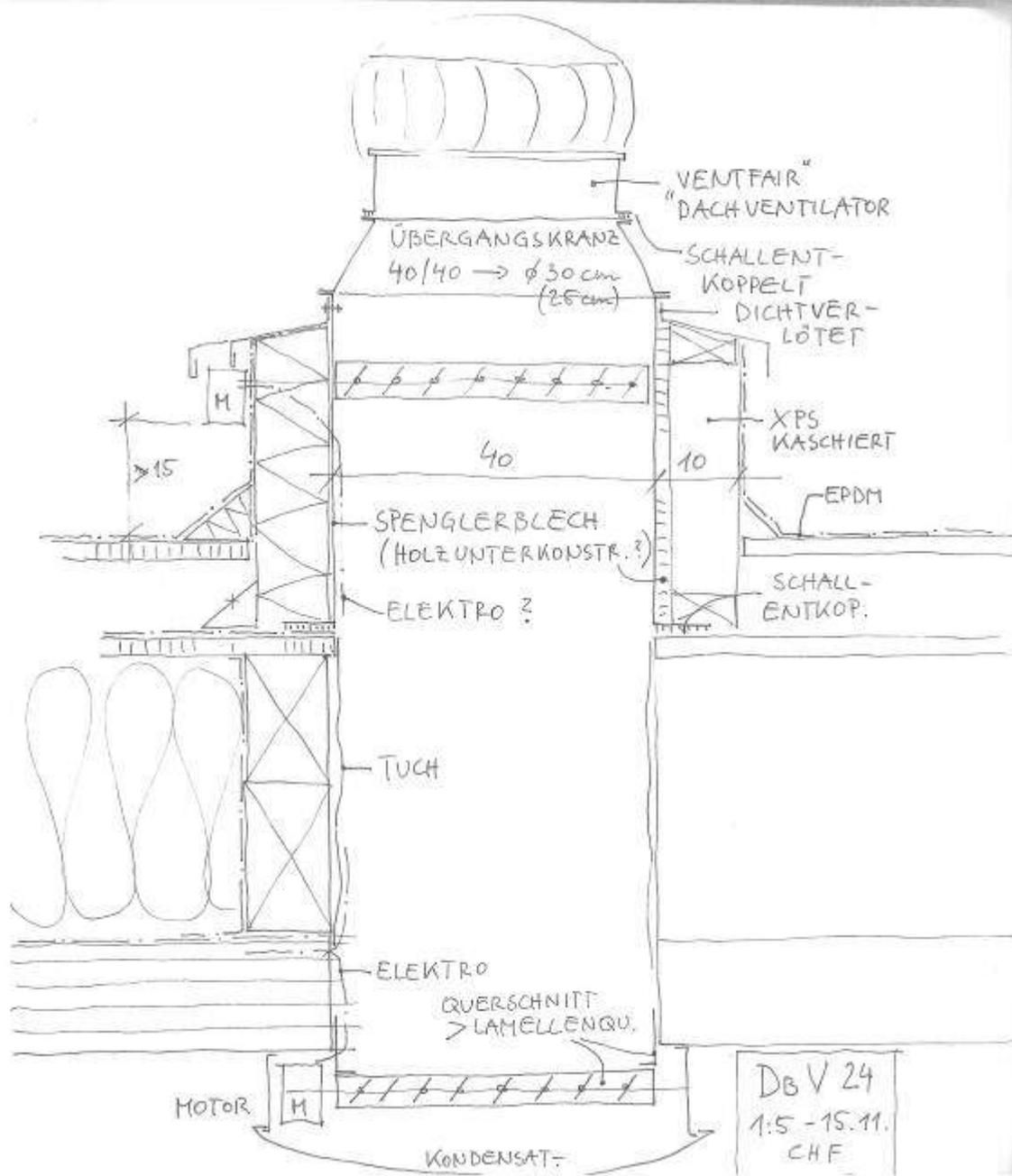


Abbildung 22: Detailplanung Vorabzug

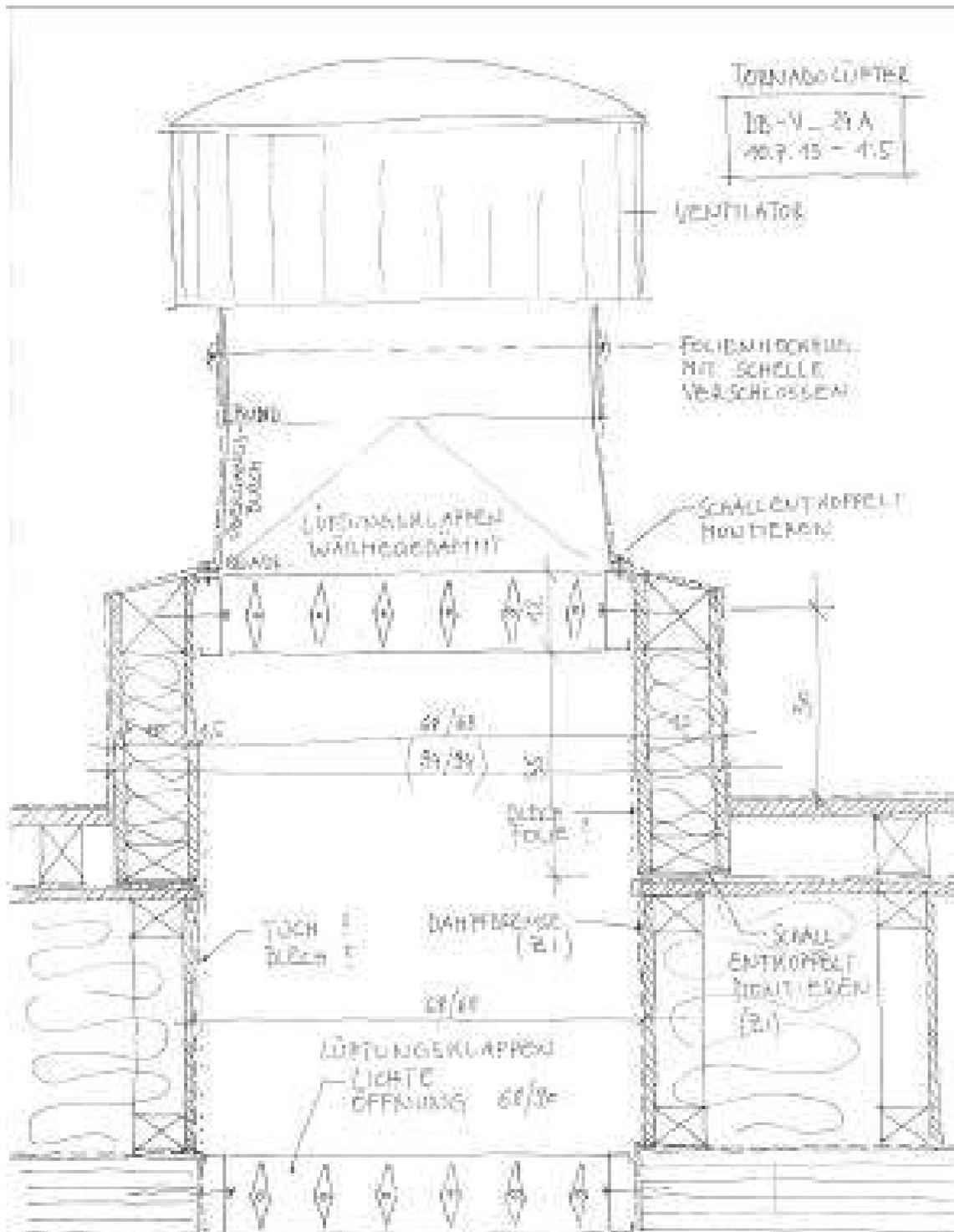


Abbildung 23: Schemaschnitt Windturbinen im Dachbereich – Ausführung

Abbildung 24: Einbau







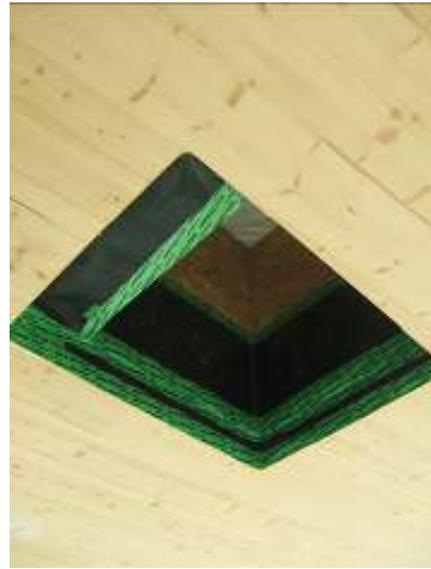


Abbildung 25: Demontage und Wiedereinbau:









Öffnungen für passive Querlüftung in der Fassade

Um eine Durchströmung des wintergartenähnlichen, zweigeschoßigen Südbereiches des Büros zu erreichen, sind zusätzlich in der Fassade im Bereich Erdgeschoß Lüftungsöffnungen vorgesehen. Die zu öffnende Fläche sollte entsprechend den Simulationsberechnungen mindestens ca. 8 m² betragen. Die Fassadenöffnungen werden wie die Lüftungsklappen der Dachentlüfter geschaltet. Die Detaillierung des Fußpunktes der Fassade (nach Einarbeitung der Anforderungen der ausführenden Fassadenfirma) und die detaillierten Angaben zum effektiven Lüftungsquerschnitt der Wetterschutzlamellen ergaben, dass diese den lichten Querschnitt der Lüftungsflügel um bis zu 55 % einschränken. Damit wäre die geforderte Öffnung von 8 m² nicht mehr eingehalten worden (reduziert auf 5.06 m²). Daher, und auch weil sich die Windkraft Simonsfeld AG die Möglichkeit eines späteren Einbaues von Insektengittern – die weitere Einschränkungen bis zur Hälfte des effektiven Querschnittes brächten – vorbehalten hatte, wurde die Ausführung des Fußpunktes und der Lüftungsflügel nochmals überarbeitet und die Anzahl der Lüftungsflügel wesentlich erhöht. Dies war durch eine Vergrößerung der Klappen selbst und durch zusätzliche Klappen im Bereich der nun entfallenen thermischen Kollektoren (östlicher, unterer Bereich der Südfassade) gut möglich.

Durch das Anbringen von Insektenschutzgitter in den Lüftungsklappen im Erdgeschoß verringert sich der mögliche Lüftungsquerschnitt um 66 %. Aufgrund dieser Gegebenheit wurde eine Berechnung durchgeführt, welche die Auswirkungen einer Querschnittsverringering auf den Kommunikationsbereich darstellt. In den folgenden Abbildungen erfolgt dies anhand der Temperaturdifferenz und des Luftvolumenstroms.

In Abbildung 26 ist erkennbar, dass die Temperaturdifferenz (gemessen an der Deckenoberkante und verglichen mit der Temperatur ohne Insektenschutzgitter) bis ca. 70 % Querschnittsverringering flacher ansteigt als darüber. Bei dem zur Anwendung kommenden Gitter ist mit einer Erhöhung der Temperatur von etwa 0,5 K zu rechnen. Ebenso ist in Abbildung 27 ein stärkerer Abfall des Volumenstroms ab 70 % ersichtlich.

Daher lässt sich daraus schließen, dass von einer Reduktion über 70 % abzuraten ist und das geplante Insektenschutzgitter mit einer geringen Temperaturerhöhung möglich ist.

Anzumerken ist, dass die Berechnung ohne einen auftretenden Wind berechnet wurde. Der Grund hierfür ist die Darstellung der Systemfunktion im Worst-Case-Szenario. Ein auftretender Wind erhöht den Luftvolumenstrom und senkt damit die Temperaturdifferenz.

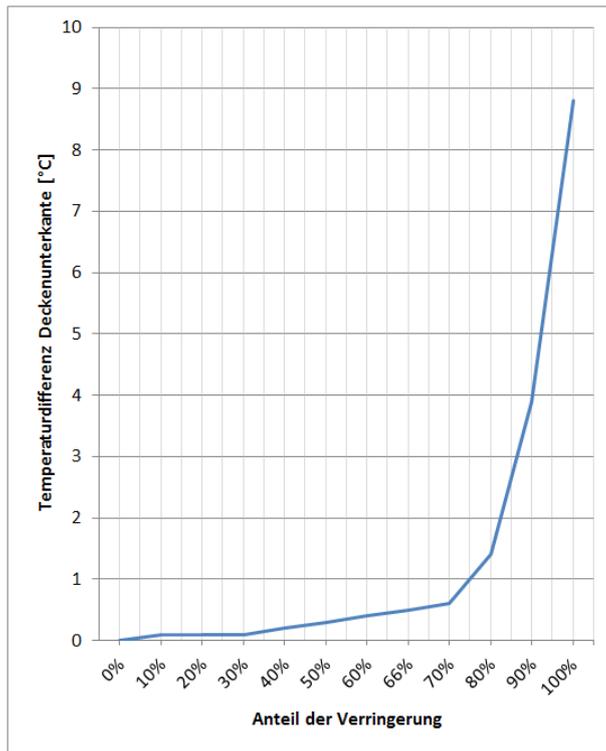


Abbildung 26: Temperaturveränderung durch Querschnittverringern

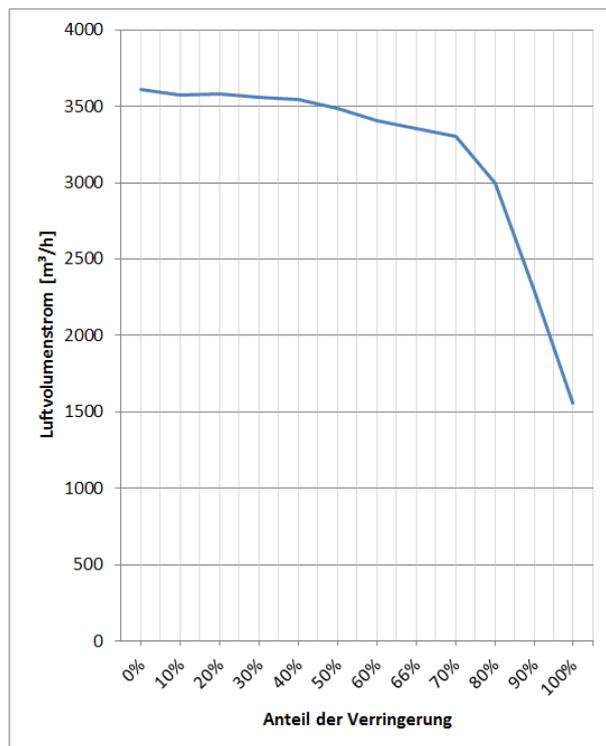


Abbildung 27: Luftvolumenstrom bei Querschnittverringern

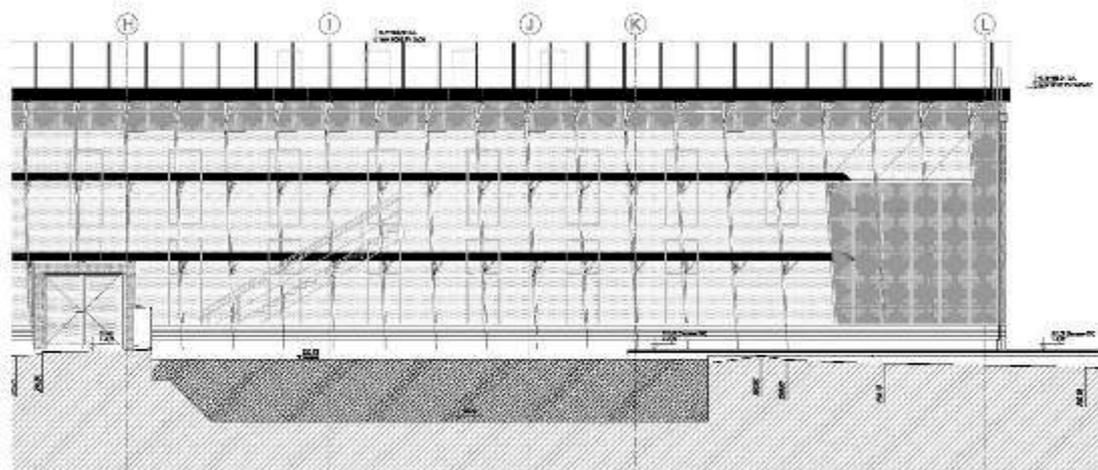


Abbildung 28: Ursprüngliche Süd-Fassade im östlichen Bereich

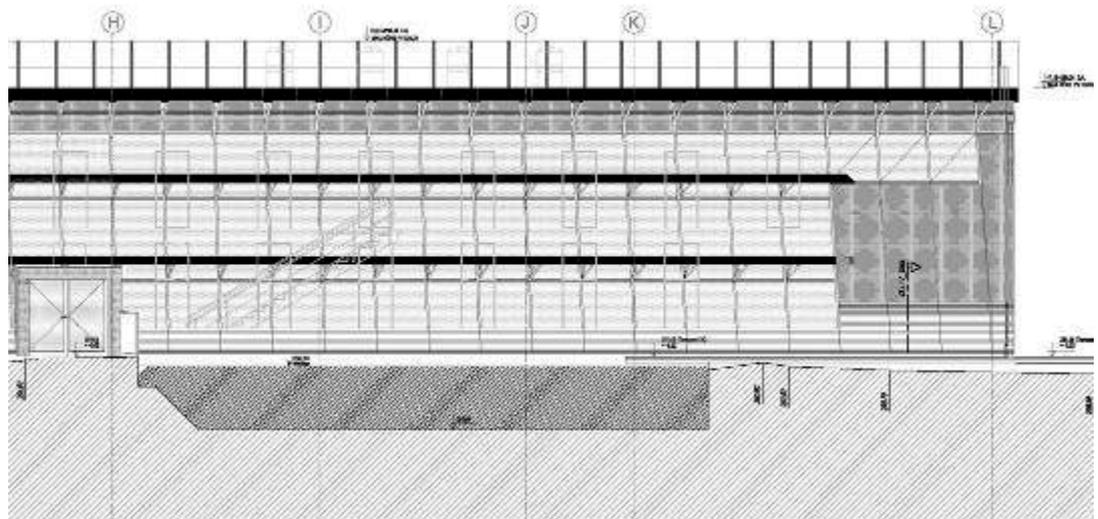


Abbildung 29: Fassade mit erweitertem Bereich Lüftungsöffnungen

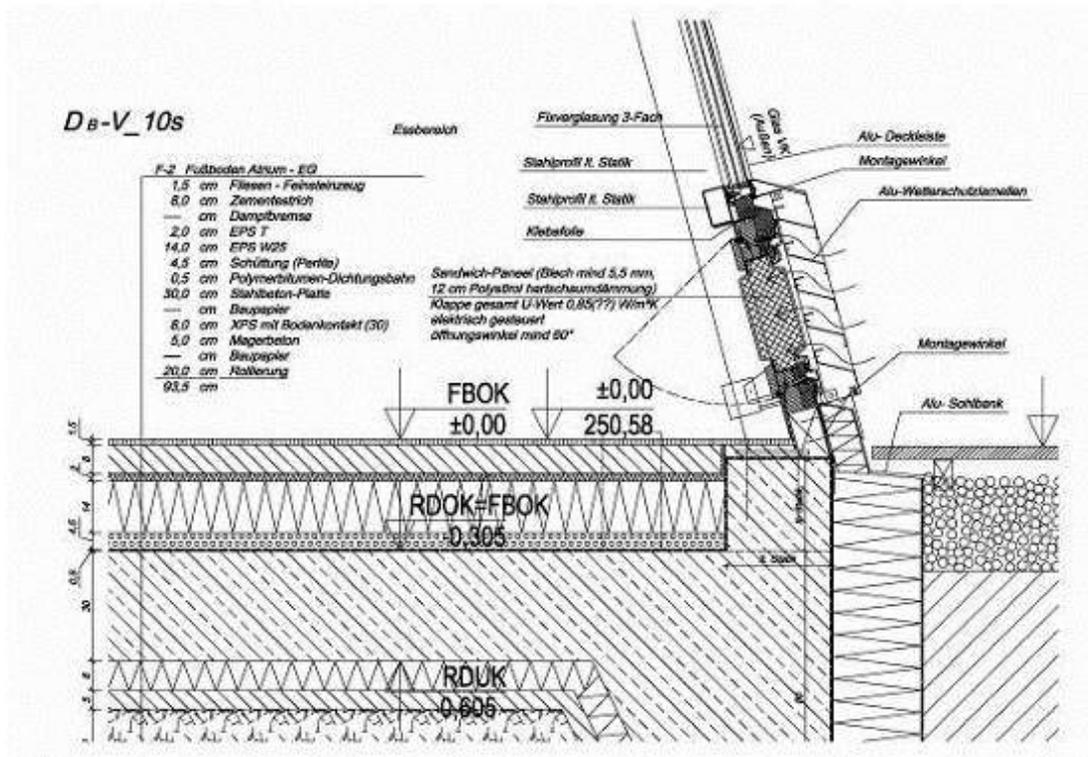


Abbildung 30: Ursprüngliches Detail der Lüftungskappen

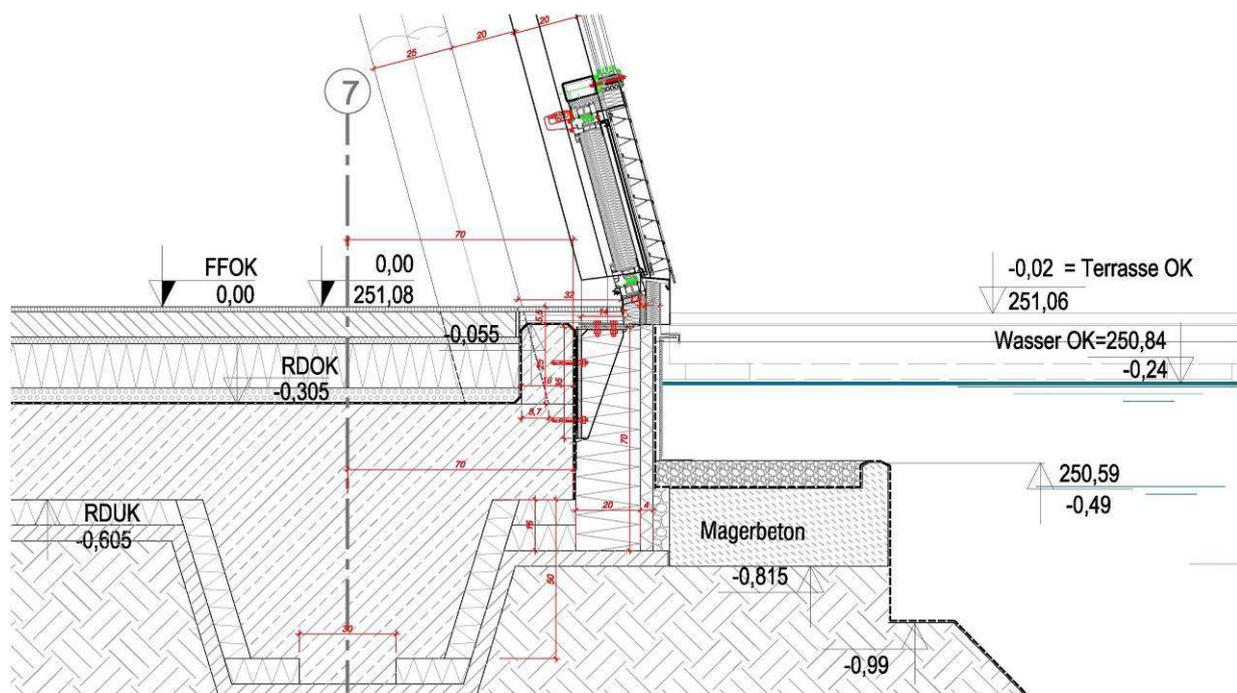


Abbildung 31: Lüftungsöffnungen





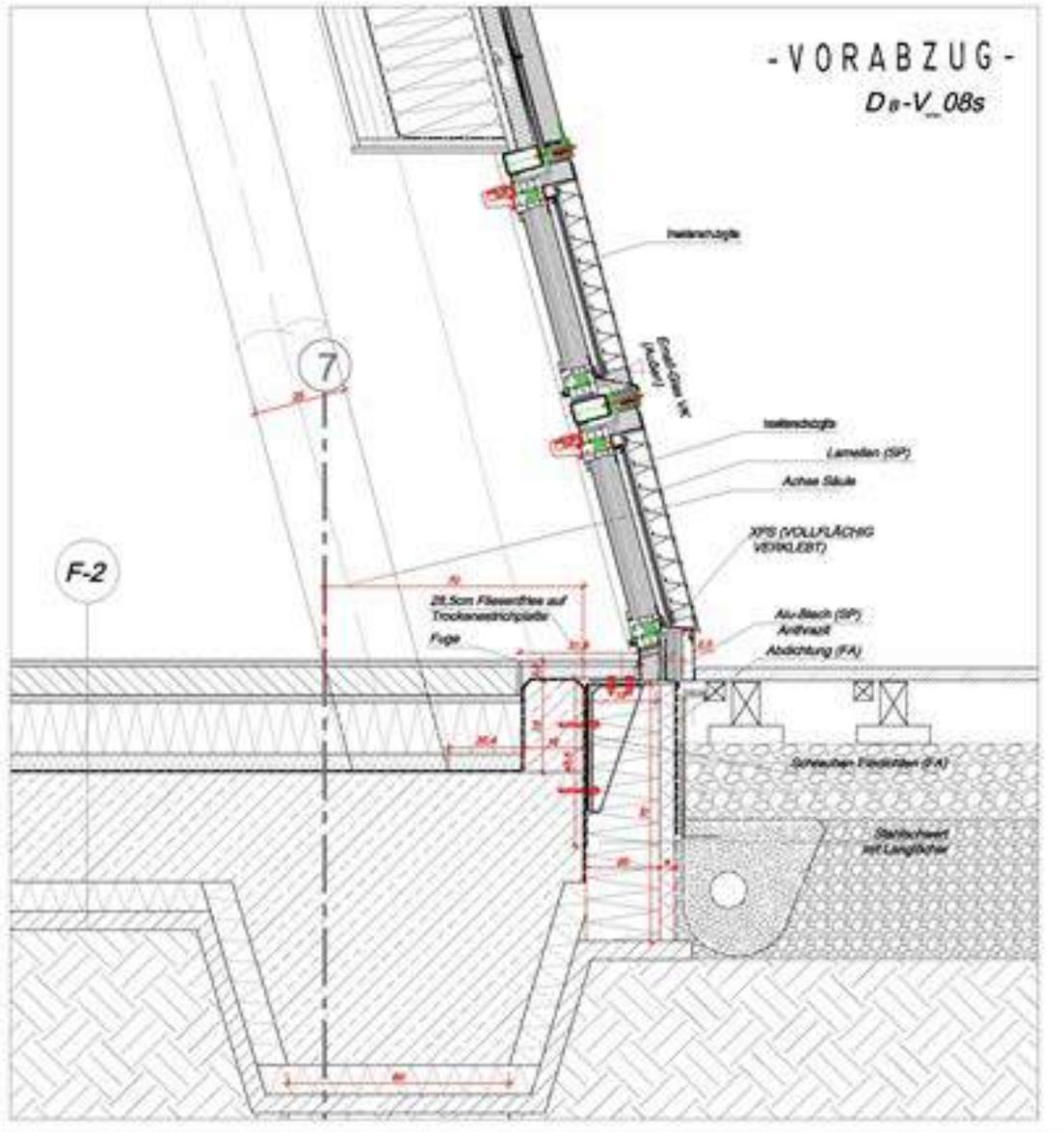


Abbildung 32: Detail vergrößerter Lüftungsbereich- Zuluftklappen







Abbildung 33: Vergrößerter Lüftungsbereich- Zuluftklappen







Simulationsergebnisse zur Maßnahme: Passive Gebäudekühlung

Die natürliche Entlüftung stellt die erste Maßnahme zur Verringerung der sommerlichen Überwärmung dar. Sowohl die Lüftungsklappen in der Fassade als auch die Dachturbinen öffnen sich gleichzeitig und eine Durchströmung des gesamten Kommunikationsbereichs entsteht. Dabei strömt frische kühlere Außenluft ein und die heißere Luft wird im Dachbereich abgesaugt. In Abbildung 34 ist die Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur mit und in Abbildung 35 ohne einer Querlüftung abgebildet. Dabei ist erkennbar, dass sich die Temperaturen größer 27 °C mit der simulierten natürlichen Lüftung stark reduzieren.

Tabelle 3: Wirkung der natürlichen Querlüftung

Zone	Temperatur >27°C pro Jahr		
	ohne Querlüftung	mit Querlüftung	Reduktion um
Wintergarten EG	72 h	23 h	68%
Galerie OG	151 h	65 h	57%
Besprechung OG	324 h	177 h	45%

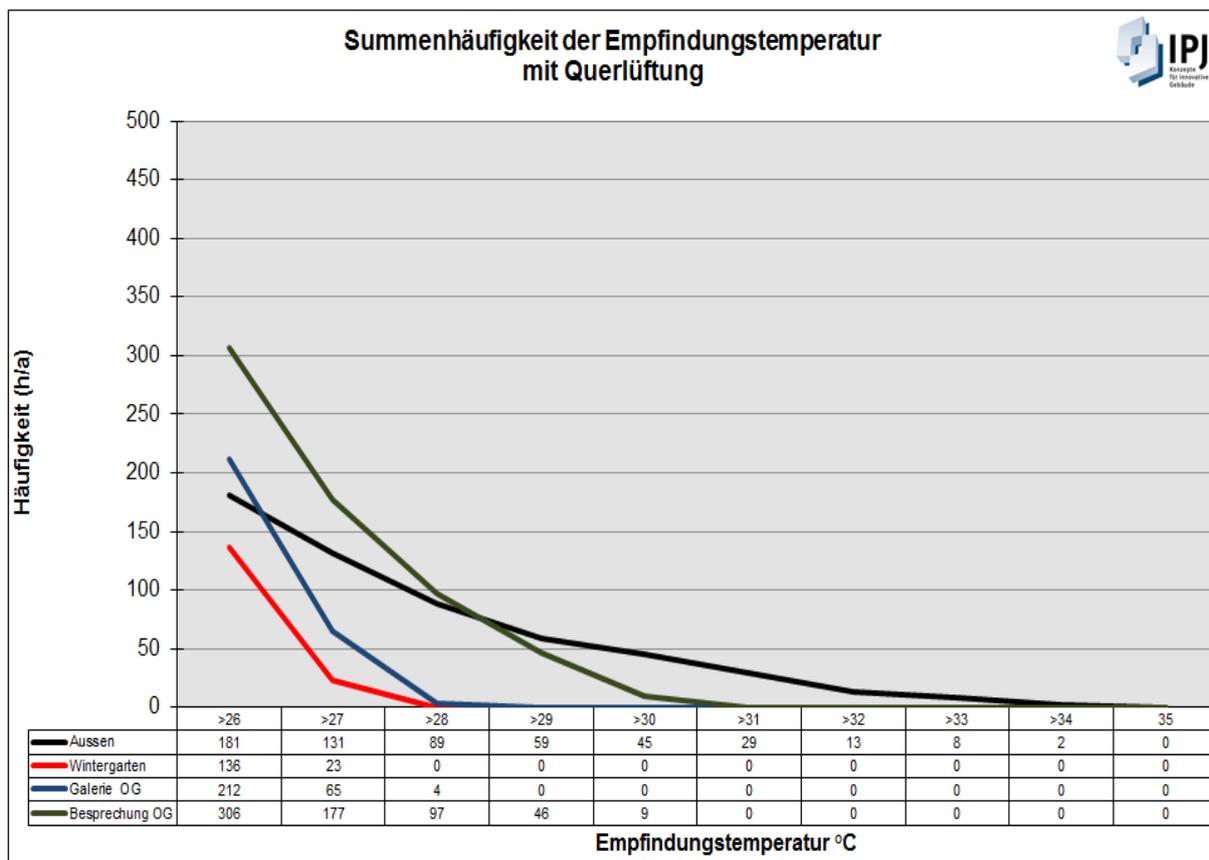


Abbildung 34: Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur mit Querlüftung

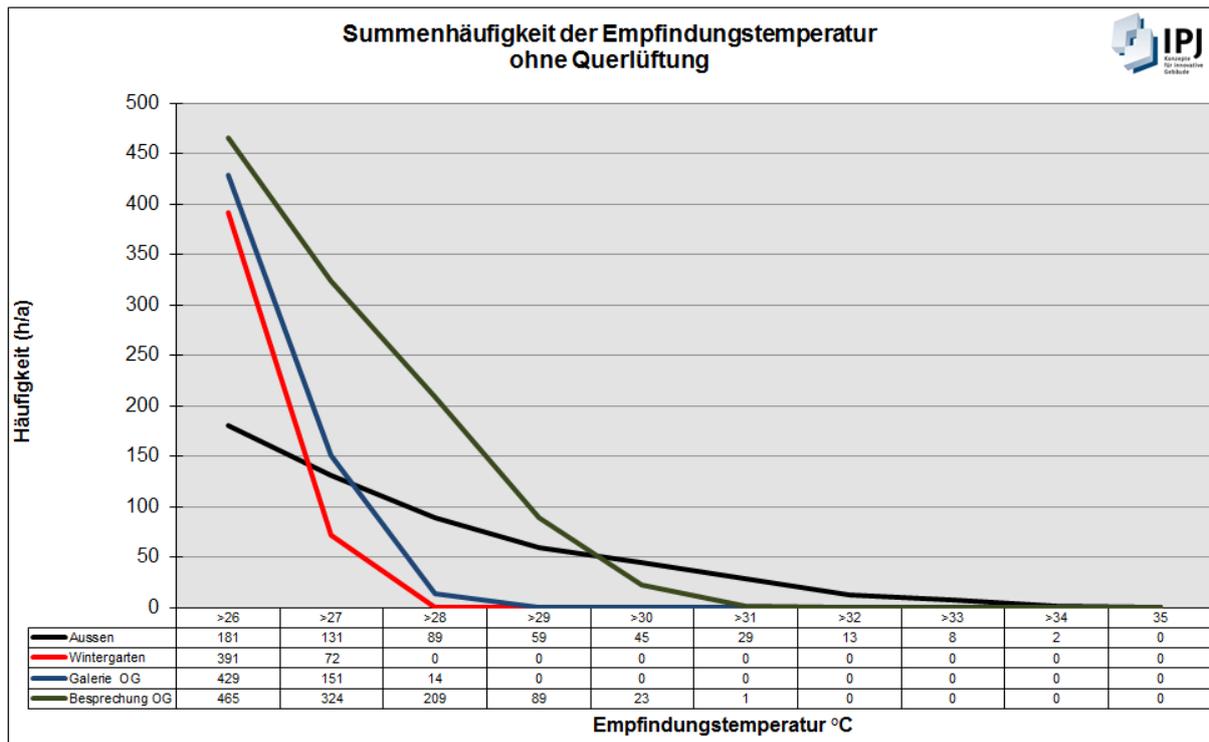


Abbildung 35: Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur ohne Querlüftung

3.1.3 Windturbine zur Unterstützung der mechanischen Belüftung

Ergebnis der Maßnahme: Unterstützung der technischen Lüftungsanlage

Um den Strombedarf der Lüftungsanlage zu verringern, wird eine Windturbine bei dem Fortluftausgang installiert. Hierbei wurde derselbe Hersteller Edmonds mit dem Produkt Hurrigan empfohlen, lediglich die Größenordnung der Turbine musste zu Planungsbeginn noch geklärt werden. Die Ausführung erfolgte wie folglich ausgeführt.

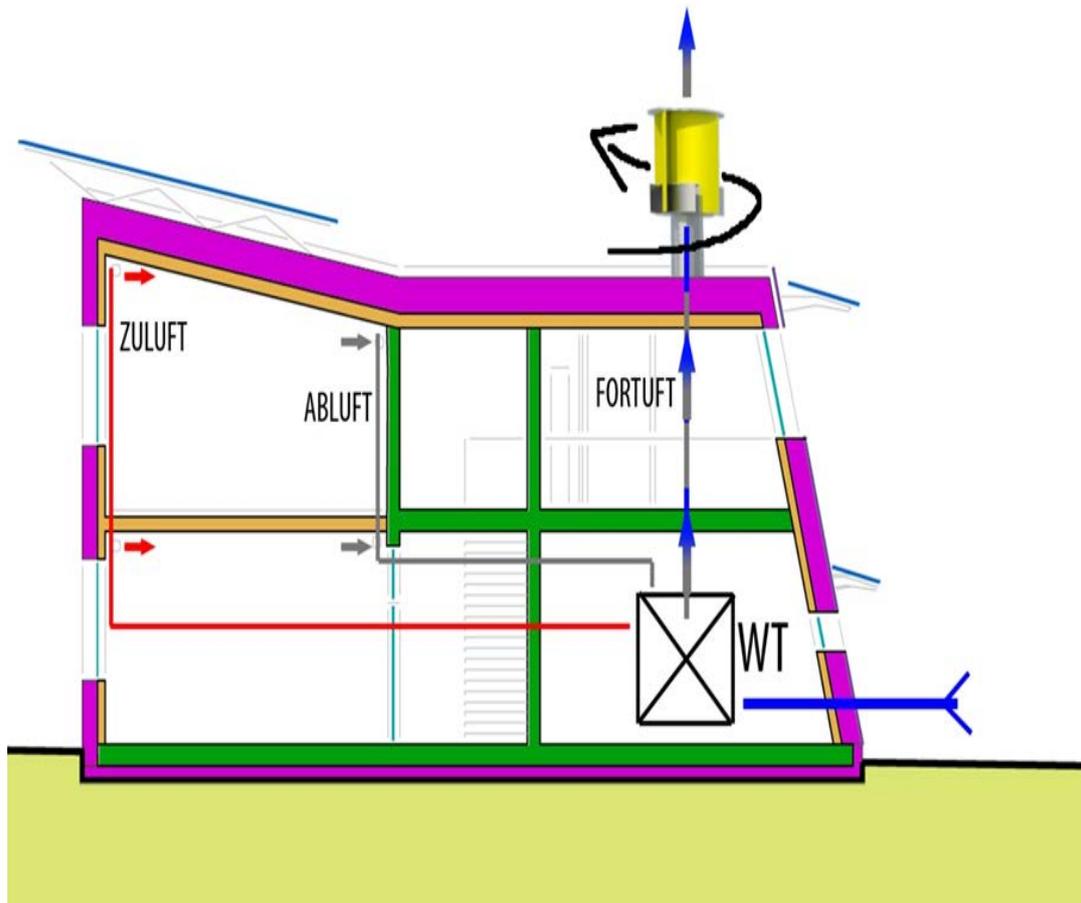


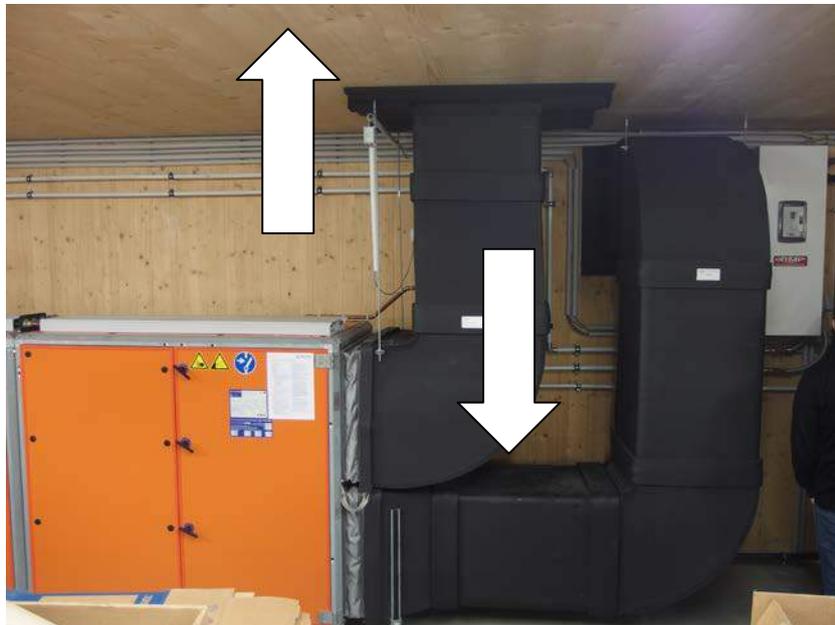
Abbildung 36: Prinzipielles Funktionsschema:

Der aufbaubare Druck beträgt ca. zwischen 30 bis 50 Pa und die Abluftleistung beträgt 1850 m³/h.

Die Turbine wird wie folgt in die Haustechnik integriert:



Abbildung 41: Windgenerator auf der Abluft der Lüftungsanlage in der Halle



3.1.4 Windbetriebene Kolbenstempelpumpen

Wechsel der Verwendung des Brunnenwassers

Der notwendige Kühlbedarf sollte ursprünglich mit Freecooling über Grundwasser abgedeckt, jedoch nach einer Probebohrung und einem Pumpversuch konnte die notwendige Menge an Grundwasser nicht nachgewiesen werden.

Daher wird der Kühl- und Heizbedarf mittels Erdwärme abgedeckt. Geheizt wird mittels thermischen Kollektoren und Wärmepumpe. Diese hat eine Jahresarbeitszahl von 4. Gekühlt wird überwiegend durch Belüftung des Gebäudes während der Sommernächte und die Nutzung der Kühle aus dem Erdreich.. Um die Leistung und den aufbringbaren Energiebedarf des Erdreiches zu ermitteln wurde eine Erdreichsimulation durchgeführt. Auf der Basis dieser Daten wurden folgende zwei Varianten, welche in die Ausschreibung eingeflossen sind, für die Energieentnahme vorgeschlagen:

1. Die Erdwärme wird einerseits aus den Pfählen der Tiefengründung des Gebäudes (sogenannte Energiepfähle) und aus zusätzlichen 3 Tiefensonden mit je einer Länge von 100 lfm entnommen.
2. Die Energie wird aus 11 Tiefensonden mit je einer Länge von 100 lfm entnommen. Die Ausschreibung hat ergeben dass die 11 Tiefensonden die günstigere Variante sind, diese ist in der Anschaffung um ca. 14.000,- billiger. Des Weiteren hat diese Variante folgende Vorteile:
3. Reparaturmöglichkeit der Verteilleitungen im Gebrechensfall
4. Bessere Energieausbeute

Da die Wassermenge für die Kühlung des Serverraumes ausreichend ist, wird der bereits vorhandene Brunnen (der für die Bestimmung der Grundwassermenge bereits gebohrt wurde) zur Nutzung des Grundwassers aktiviert. Zur Förderung des Wassers ist einerseits eine elektrisch betriebene Pumpe vorgesehen und andererseits wird ein windbetriebener Langsamläufer, welcher eine Wasserpumpe antreibt, zur Unterstützung der Pumpe ausgeführt.

Ergebnis der Planung

Im Rahmen der Vorarbeiten innerhalb des Forschungsprojektes wurde der Langsamläufer vom Hersteller Molzan Windkraftanlagen namens MW 2000-2 mit einer Kolbenpumpe vorgeschlagen. Diese Anlage kann bis zu 1000 l/h aus einer Tiefe bis zu 7 m fördern. Beim Einbau ist auf die Frostfreihaltung der Pumpe zu achten. In den folgenden Abbildungen sind der 3 m hohe Mast des Langsamläufers (die Mastlänge im Projekt Windkraft Simonsfeld muss jedoch höher sein, damit die Rotorblätter über die Dachkante des angrenzenden Gebäudes ragen) und die Membranpumpe ersichtlich.

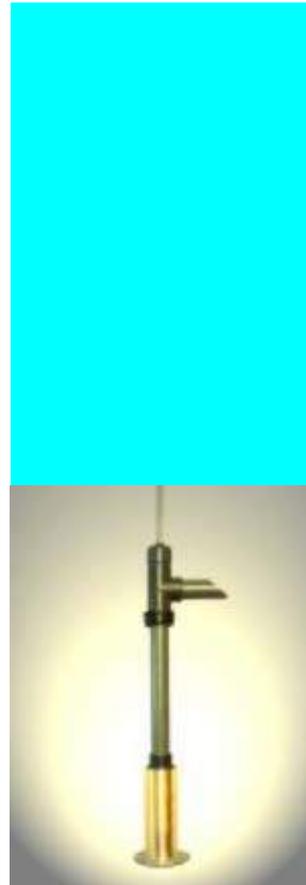


Abbildung 42: ursprünglich vorgeschlagener Langsamläufer und Kolbenpumpe Fabrikat: Mozlan Windkraftanlagen Type: MW2000 ST⁴

Aufgrund des tieferen Brunnens wird nun folgende Variante ausgeführt:

Ausgeführte Windbetriebene Kolbenstempelpumpe

Grundgerüst als feuerverzinkter freistehender Mast. Dieser trägt das wartungsfreie Exentergetriebe, den ausgewuchteten Rotor und die Windfahne, die zur Steuerung und Abschaltung dient, sowie die Pumpenanlage.

Das hohe Drehmoment des Rotors ermöglicht eine Wasserförderung schon bei Windstärke 1 bis 2 (nach Beaufort) je nach Saughöhe, wobei schon bei Windstärke 4 bis 5 die Nennleistung erreicht ist. Die Windfahne dient auch zur Drehzahlbegrenzung des Rotors bei Starkwind und verhindert gleichzeitig eine Beschädigung der Windkraftanlage. Das Rotorkreuz und Windfahngestänge sind feuerverzinkt, die Rotorflügel und Windfahnenbleche sind aus rostfreiem Edelstahl.

⁴ Quelle: <http://www.molzan-windkraftanlagen.de/produkte/1000-liter-std/> (letzter Zugriff 01.08.2012)

Langsamläufer mit Kolbenstempelpumpe 2

Die Stempelpumpe befindet sich ca. 5 m unterhalb der Erdoberfläche. Der Brunneninnendurchmesser muss mindestens 100 mm betragen. Für noch tiefere Wasserstände kann die Pumpe auf Wunsch gegen Aufpreis verlängert werden. Die Windkraftpumpe kann ganzjährig genutzt werden, da sie frostsicher ist. Bei Stillstand des Rotors lässt die Pumpe den Wasserstand automatisch unter der Erdoberfläche absinken.

Automatische Starkwindregelung, Dauerhandabschaltung

Technische Daten:

Feuerverzinkter Mast Höhe: 6,00 Meter

Rotor Durchmesser: 1,60 Meter

Blattzahl: 6 Stk Edelstahl

Kolbenstempelpumpe

Wassermenge: 860 l/h

Förderhöhe: 19 m (inkl. Druckverluste und geodätischer Förderhöhe)

tiefster Wasserstand im Brunnen: 10 m

Brunnentiefe: 14 m

Bohrlochdurchmesser: 200 mm.

Im selben Bohrloch muss aber auch noch eine E- Pumpe als Sicherheit von uns eingebaut werden. Diese hat einen Durchmesser von 80 mm, inklusive notwendiger Verlängerung für Positionierung auf 12 m unter Terrain.

Inklusive allem erforderlichen Klein-, Dicht- und Befestigungsmaterial.

In Abbildung 43 ist das Anlagenschema der Grundwasserpumpe mit der Einbindung des Langsamläufers abgebildet. Hierbei ist dargestellt, dass der Langsamläufer die elektrische Pumpe unterstützt und diese gemeinsam mit einem Kühlgerät den Serverraum kühlen. Anschließend wird das erwärmte Wasser zum Versiegen gefördert.

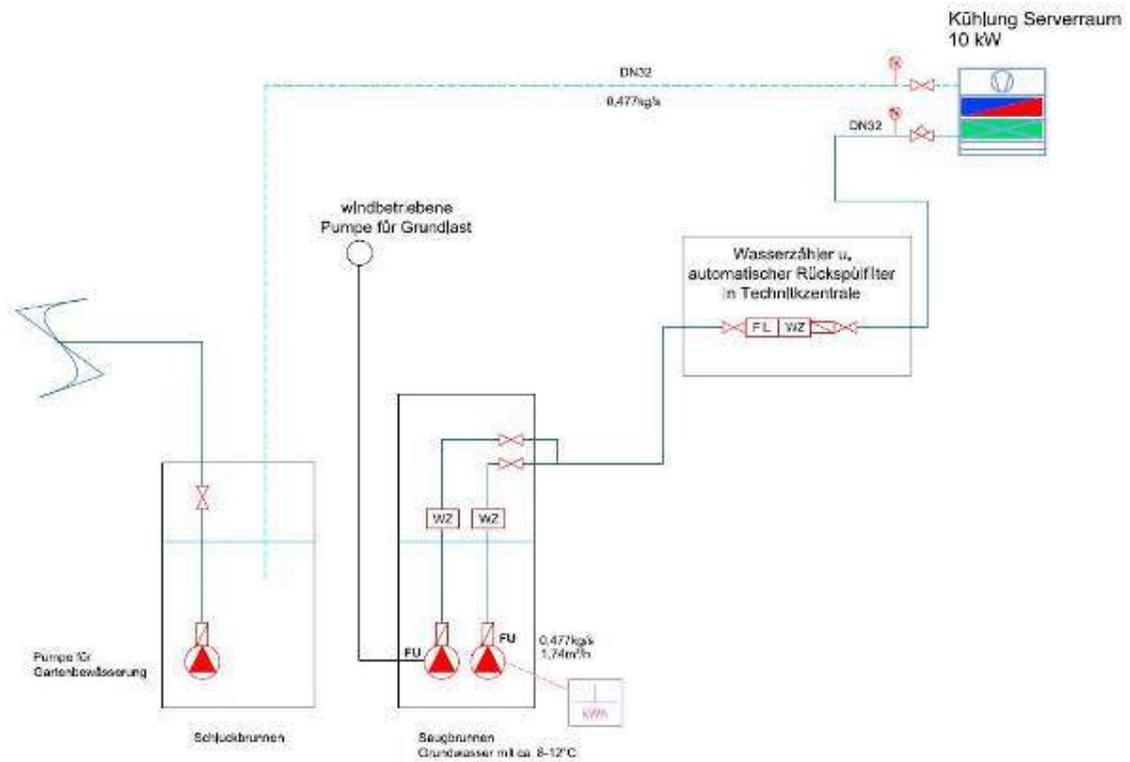


Abbildung 43: Anlagenschema Serverraumkühlung inkl. Langsamläufer

Detailplanung Windrad Langsamläufer

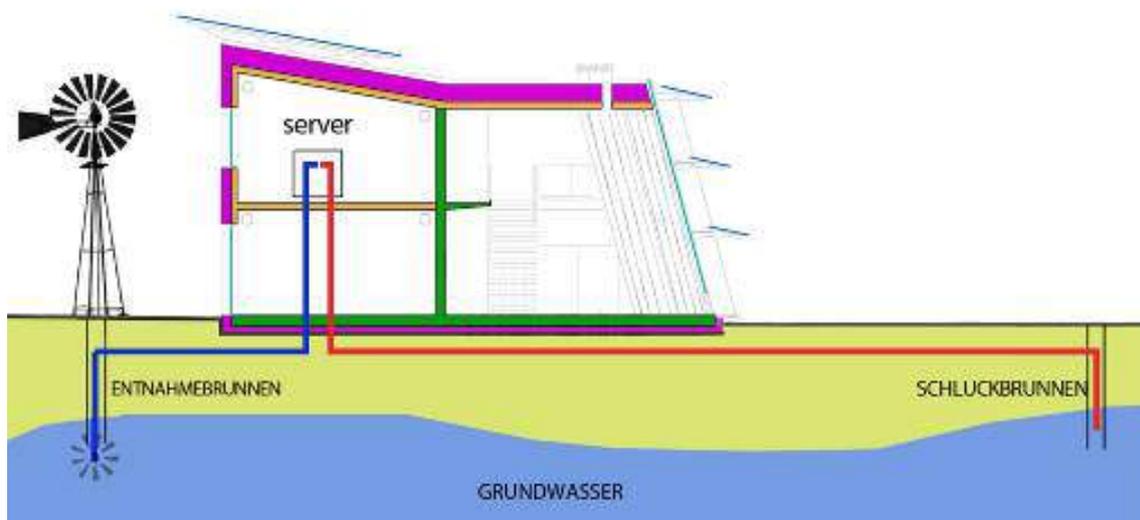


Abbildung 44: Prinzipielles Funktionsprinzip Grundwasserkühlung Server – Windgestützte Grundwasserpumpe

Entnahmebrunnen

M.: 1:50

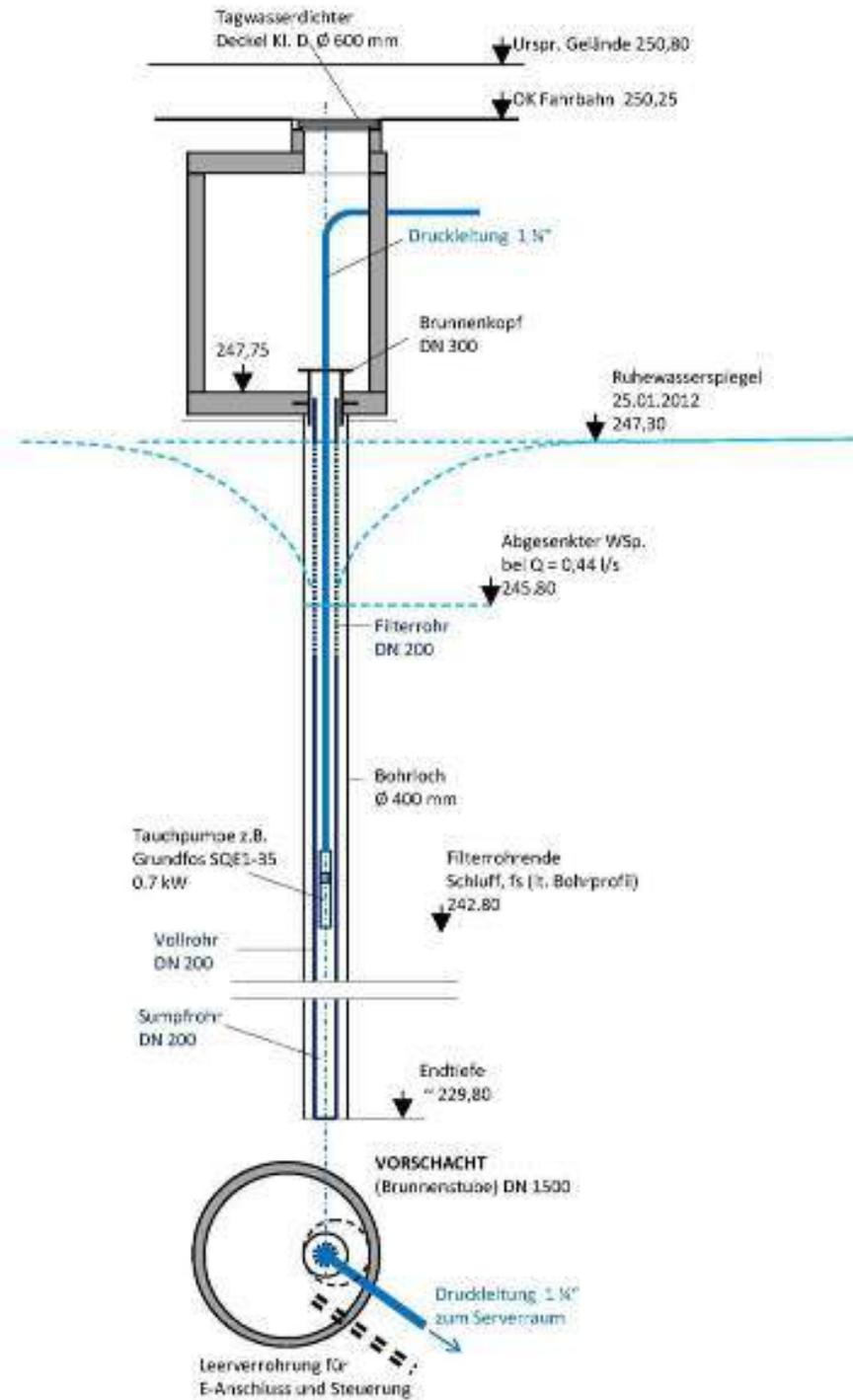


Abbildung 45: Technisches Funktionsschema

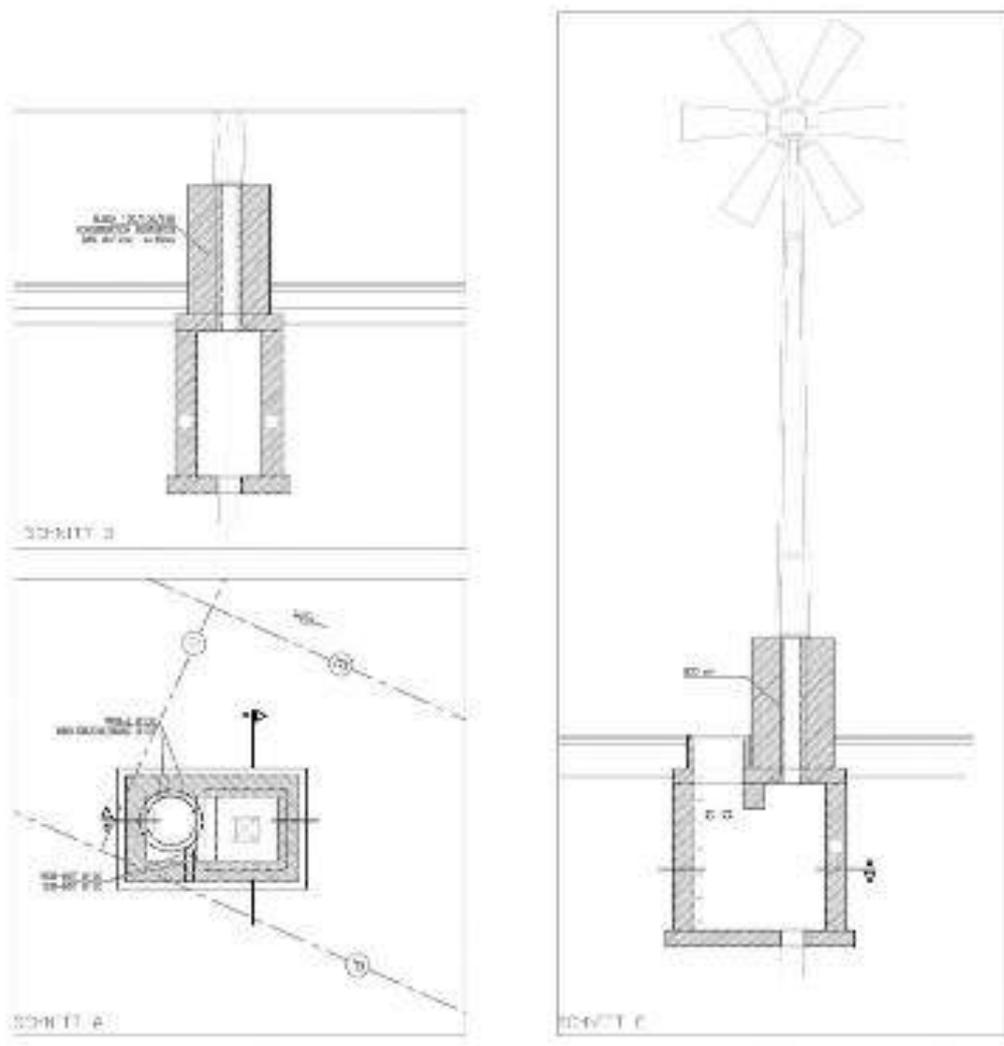
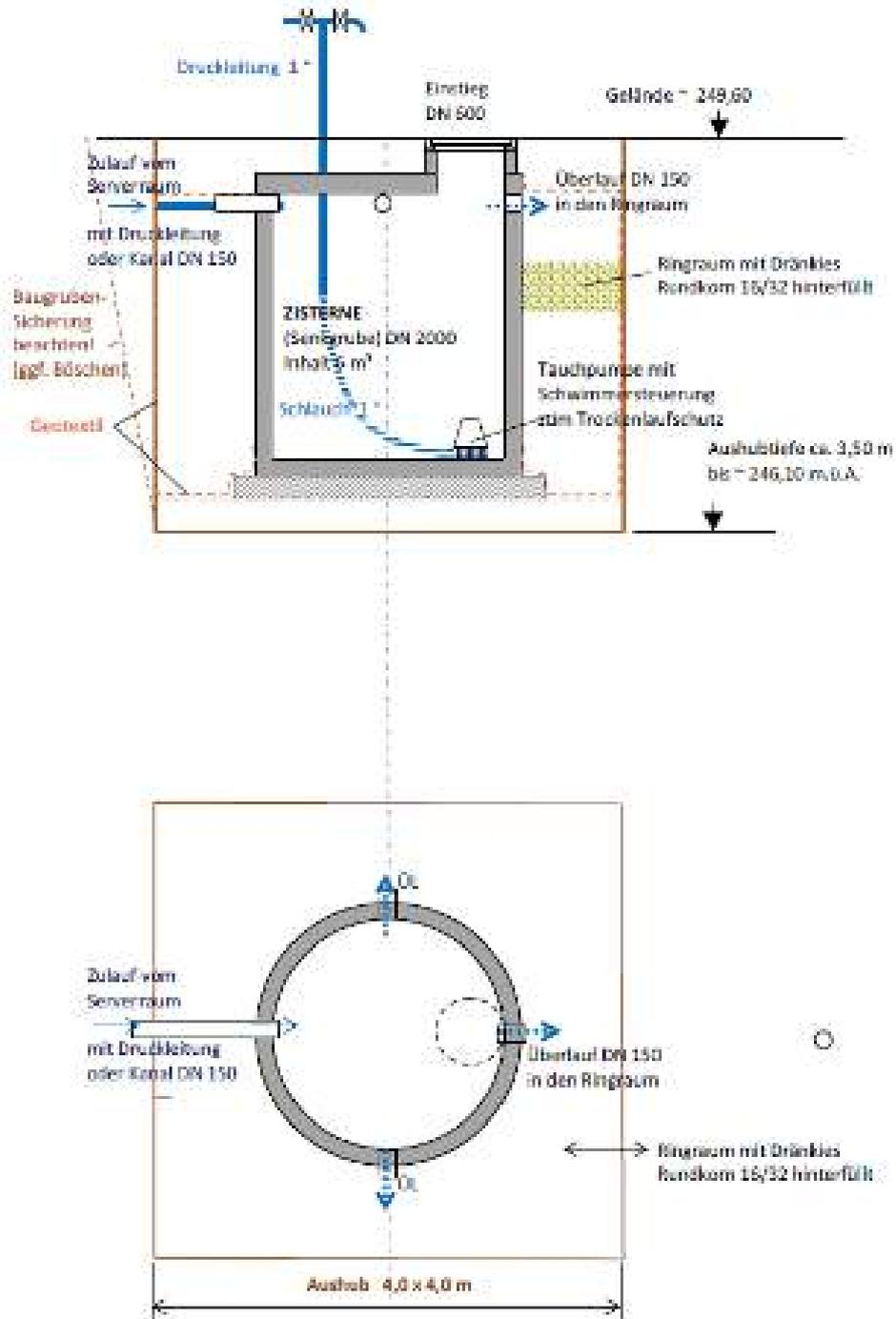


Abbildung 46: Ausführungsdetail

Das verwendete Brunnenwasser wird nach Nutzung dem Untergrund wieder zurückgegeben. Es wird in eine Zisterne geleitet (von wo es zur Gartenbewässerung genutzt werden kann) und über diese zur Versickerung gebracht.

Schluckbrunnen (mit Zisterne)

M.: 1:50



d

Abbildung 47: Schnitt und Anschlussschema Schluckbrunnen

Realisierung in Bürogebäude der Windkraft Ernstbrunn

Besondere Schwierigkeiten bei der Realisierung des Langsamläufers ergaben sich daraus, dass die Herstellerfirma zunächst keine Statik liefern konnte aus der sich die Belastung für den Unterbau des Windrades ergibt. Erst nach langen Verhandlungen und Recherchen durch das Architekturbüro konnten soweit analoge Angaben ermittelt werden, dass die Konstruktion des Unterbaues möglich war.

Der vor der Bautätigkeit gebohrte Testbrunnen wurde erhalten:



Abbildung 48: vorhandener Testbrunnen (aus Voruntersuchung)



Abbildung 49: Aushub für Fundamente



Abbildung 50: Wartungsschacht und Fundamentarbeiten für den Langsamläufer



Abbildung 51: Fundament für den Langsamläufer



Abbildung 52: Langsamläufer vor dem Aufstellen





Abbildung 35: anfänglicher und fertiger Langsamläufer

Um bessere Windbedingungen zu erreichen wurde von Seiten Windkraft Simonsfeld der Mast des Windrades verlängert. Dadurch wurde erreicht, dass das Windrad wesentlich höher als das Gebäude ist.



3.1.5 Erdsonden als Ersatz für Brunnenwasser (Ergänzung AP1)

Da wie beschrieben nun auch das Erdreich zur Kühlung verwendet wird und so das fehlende Brunnenwasser ersetzt, wird im Folgenden ergänzend diese Nutzung beschrieben.

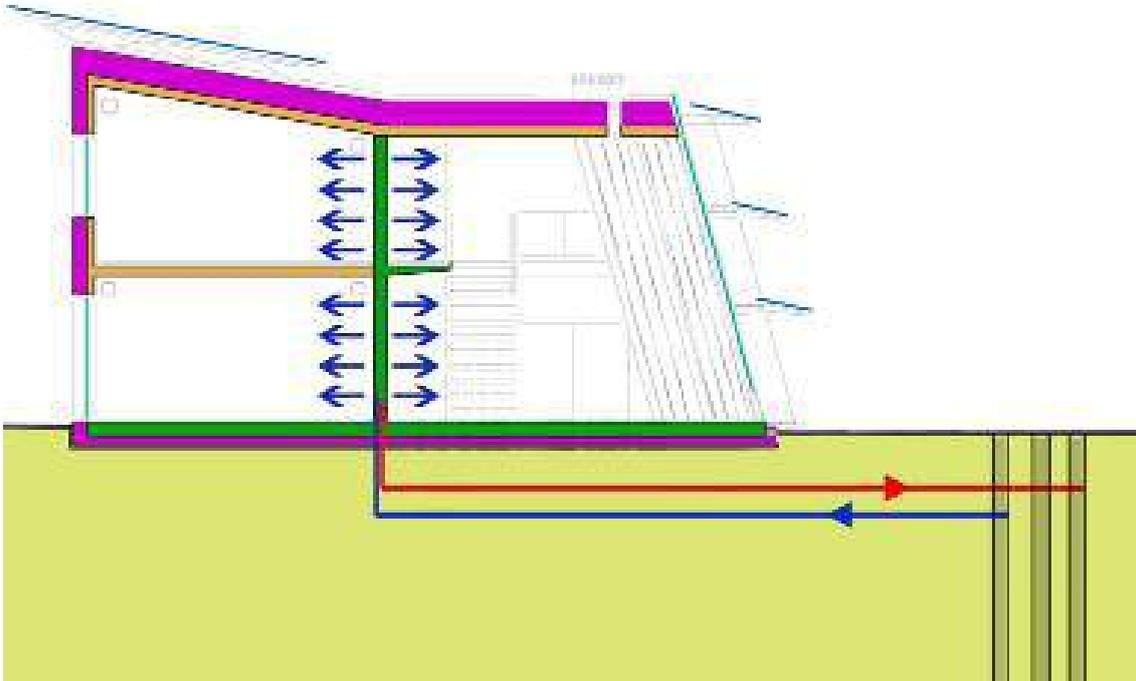
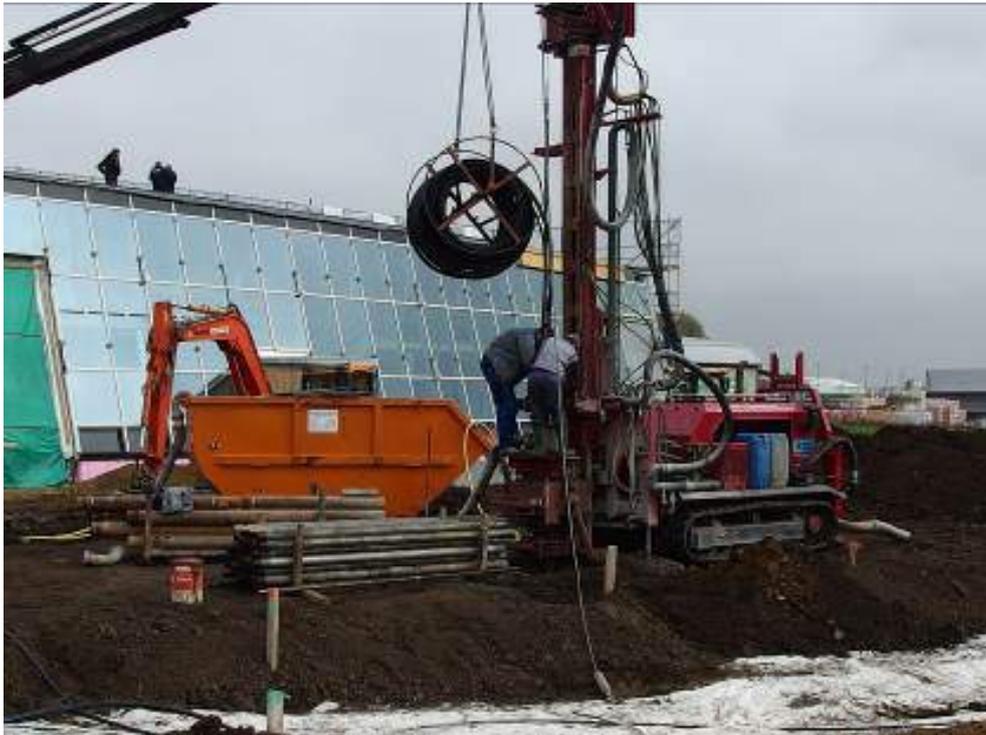


Abbildung 53: Prinzipielles Funktionsschema – Erdwärmennutzung zur Kühlung:

Zur Nutzung der Energie aus dem Erdreich entschied man sich für 11 Tiefensonden mit je einer Länge von 100 lfm.









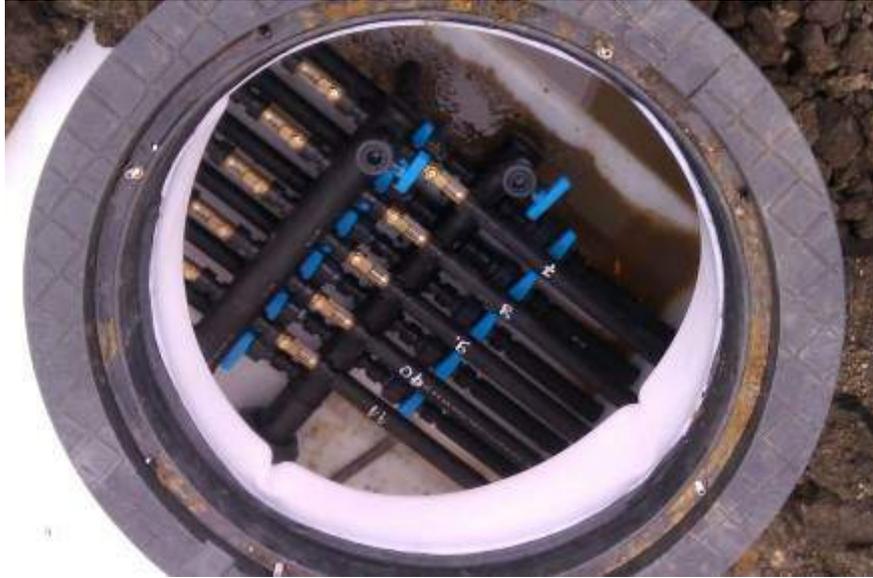


Abbildung 54: Ausführung der Tiefenbohrungen und Zusammenfassung der Leitungen

3.2 Gleichstrombetriebe (AP 2)

Ziel laut Antrag: Windstrom und photovoltaischer Strom generieren Gleichstrom, der üblicherweise durch Wechselrichter für herkömmliche elektrische Anlagen zu Wechselstrom umgewandelt wird. Es soll untersucht werden, ob Direktnutzungen von Gleichstrom zum Beispiel als Antriebe für Sonnenschutzeinrichtungen, Gleichstrompumpen und Ventilatoren, aber auch für Computer, das Laden von Mobiltelefonen, etc., verfügbar und vorteilhaft sind. Ebenso wird die Verwendung von Gleichstrom für das Laden von Elektrofahrzeugen überlegt.

3.2.1 Recherche zur Marktverfügbarkeit von Gleichstromgeräten, zB. Antriebe für Sonnenschutz

Um die Marktverfügbarkeit von Lüftungsgeräten mit Gleichstromanspeisung zu überprüfen, wurde Kontakt mit einigen namhaften Herstellern aufgenommen. Mit folgenden Firmen wurde Rücksprache gehalten:

- 1 Firma Menerga
- 2 Firma Svegon
- 3 Firma Lüfter
- 4 Firma Hoval
- 5 Firma Troges, Ansprechpartner

Die Befragung der o.a. Firmen ergab folgendes Ergebnis:

Bei allen Firmen werden Gleichstromventilatoren in den mechanischen Lüftungsanlagen eingesetzt, um möglichst niedrige Stromverbräuche zu gewährleisten.

Keiner der befragten Firmen kann jedoch ein Gerät anbieten, bei dem die Versorgung des Gerätes selbst (Einspeiseklemme) über Gleichstrom erfolgt. Laut Aussage der Firmen müsste ein Prototyp gebaut werden. Da die zu erwartende Einsparung relativ gering sein dürfte (Wechselrichterverluste, Gleichrichterverluste) wird vom Gedanken Abstand genommen, dass für das gegenständliche Projekt ein Prototyp entwickelt wird, da die Kosten für eine solche Anlage, vor allem die Entwicklungskosten, das Projektbudget sprengen würden.

3.2.2 Gleichstrom für die EDV Kühlung

Verwendung von Gleichstrompumpen für die Förderung des Kühlwassers für die EDV-Kühlung. Hier wurde ebenfalls überlegt Gleichstrompumpen für die Förderung des Brunnenwassers zu verwenden. Es wurde jedoch entschieden, dass eine direktgetriebene Pumpe (Winddirektantrieb) vorgesehen wird. Es wird also nicht Wind in Strom umgewandelt und dann mit Strom eine Pumpe betrieben, sondern die Pumpe direkt mit Windkraft betrieben. Als Backupsystem wurde hier eine Wechselstrompumpe vorgesehen, da der Betrieb des Kühlsystems auf jeden Fall aufrechterhalten werden muss. Der Einsatz eines erprobten Pumpensystems für diesen Zweck war dringend notwendig.

3.2.3 Gleichstrom für die Heizungspumpen

Recherche über die Verwendung von Gleichstrompumpen als Heizungspumpen.

Hier wurde mit folgenden namhaften Herstellern Kontakt aufgenommen:

- 1 Firma Grundfos,
- 2 Firma KSB,
- 3 Firma Wilo,

Die Befragung ergab folgendes Ergebnis:

Die angesprochenen Firmen verwenden zwar zum Großteil Gleichstromantriebe in den Pumpen, jedoch ist hier nur Wechselstromversorgung bzw. Drehstromversorgung vorgesehen, der Strom wird pumpenintern auf Gleichstrom umgerichtet.

Keine der angesprochenen Firmen kann Pumpen in der notwendigen Qualität mit direkter Gleichstromeinspeisung liefern.

Nach Durchführung der Marktrecherche und Diskussion mit den Projektbeteiligten wird entschieden, dass für einen möglichst effektiven Betrieb zwar Gleichstromantriebe verwendet werden. Von der ursprünglichen Idee, Gleichstrom direkt aus der PV-Anlage für die Antriebe zu verwenden, wird, jedoch Abstand genommen, da die zu erwartenden Gewinne mit ca. 3 % (Abschätzung) relativ gering sind. Die Nutzung würde jedoch aufgrund der am Markt nicht vorhandenen Geräte sowie der Notwendigkeit, zusätzlich ein separates Gleichstromnetz mit allen in diesem Zusammenhang notwendigen Sicherungsmaßnahmen aufzubauen, den Kostenrahmen des Projektes sprengen.

3.2.4 Speichermethoden (Batterien, Akkus, Elektroautos)

Im gegebenen Fall stehen folgende Stromspeichermöglichkeiten zur Verfügung:

Vorhandenes Batterielager

Batterien, die im Winter (Dezember–März) für Warnlampen im Bereich des Windparks eingesetzt werden: Diese Batterien sind im Vordachbereich der Lagerhalle untergebracht und stünden gerade zu dieser Zeit zur Verfügung, in der Stromüberschüsse aus der PV-Anlage zu erwarten sind.

Mit diesem Batterielager könnten kurzfristige (tages- oder wochenweise) Überschüsse oder Mängel ausgeglichen werden. Dadurch könnten Managementprobleme des öffentlichen Stromnetzes verringert werden und es wird das Stromnetz entlastet (siehe auch AP7). Da im gegebenen Fall auch ein Nachtbetrieb (Monitoring der Windkraftanlagen) gegeben ist, könnte so auch ein Tag-Nacht-Ausgleich erfolgen.

Die Überschüsseinspeisung erfolgt mit einem bidirektionalen Zähler, das heißt, dass der nicht verbrauchte Strom über den gleichen Zähler ausgespeist wird, wie der Strom, der vom Netz

konsumiert wird, eingespeist wird. Es wurde entschieden, dieses Batterielager vorläufig nicht zu nutzen.

Speichermethoden

Die geplante Einbindung der Photovoltaikanlage in das Stromnetz wurde auf Basis der wirtschaftlichen Gegebenheiten, der Förderungslage und der Prognosen über den Eigenverbrauch und der Strompreissteigerung (angenommen 2,5 %, Eigenverbrauch ca. 60 %) als Überschusseinspeisung festgelegt. Die Nutzungsbedingungen des Bürogebäudes lassen auf einen hohen erzielbaren Eigenverbrauchsanteil von ca. 60 % ohne elektrischen Speicher hoffen.

Der Eigenverbrauchsanteil lässt sich jedoch auf Basis von Berechnungen nicht ermitteln. Da dieser Anteil bzw. die Optimierung des Eigenverbrauchsanteil mit Hilfe von Stromspeichern jedoch entscheidend für die Auslegung und die Wirtschaftlichkeit von Stromspeichern ist wurden folgende Strategien festgelegt.

Die vorhandenen Stromspeicher, 60 Stück Bleibatterien (Varta Professional 12 V, 90 Ah), welche zum Betrieb von Eiswarntafeln eingesetzt werden, haben eine Nennspeicherkapazität von ca. 60 kWh. Die Batterien wären somit theoretisch ein hervorragender Speicher, um den Eigenverbrauchsanteil zu erhöhen. Leider sinkt die Batteriekapazität nach 200 bis 300 Entladezyklen auf 50 %, und diese sind daher für die Aufgabe als Photovoltaikspeicher nicht geeignet. Abgesehen davon wäre das Batteriemangement dafür sehr teuer, da es eine Einzelanfertigung wäre. Da auch weiterhin Batterien erforderlich sein werden, soll bei künftigen Beschaffungsvorgängen nach Typen gesucht werden, welche auch als Photovoltaikspeicher geeignet wären. Der Markt ist in diesem Bereich derzeit stark in Bewegung, sodass die Hoffnung besteht ein geeignetes Produkt mit entsprechendem Batteriemangement zu finden.

Fertige Speichersysteme auf Lithium-Ionen Basis kommen derzeit in verschiedenen Varianten auf den Markt, es gibt aber noch keine langjährige Erfahrung dazu. Die hohen Investitionskosten sind aufgrund des jetzt schon zu erwartenden hohen Eigenverbrauchsanteil nicht zu rechtfertigen. Die Kosten für die gespeicherte kWh liegen derzeit im Bereich zwischen 30 bis 80 ct. Die Entwicklung lässt auf stark fallende Preise in den nächsten Jahren hoffen.

Um den Eigenverbrauchsanteil nach dem Auslaufen der Förderungen weiter zu erhöhen wird daher folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

- Das elektrische Nutzerprofil im Büroneubau wird mit Hilfe des Monitoringsystem genau erhoben und mit Hilfe einer darauf aufbauenden Auswertung eine spezifische Speicherlösung ausgearbeitet, die optimal an den Bedarf im Büroneubau angepasst ist.
- Weitere Optimierung der Stromverbraucher im PV-ertragsarmen Zeitraum wie z.B. der EDV. Hier soll bei der Server-Erneuerung speziell auf den Energieverbrauch geachtet werden. Die Unterschiede von normalen Servern und greenIT-Servern können durchaus den Faktor 2–5 bedeuten.

Nachdem die Bleibatterien eine geringe Lebensdauer von 2–4 Jahren aufweisen, wäre es sinnvoll bei der Anschaffung der nächsten Batterien darauf zu achten, dass ein Typ gewählt wird, der beide Funktionen – 1. Speicher für die PV Anlage vom März bis Ende Oktober sowie 2. Einsatz in den Windparks für die Eiswarnung – erfüllen kann.

Der Batterieraum wird jedenfalls als künftiger - vorläufig leer stehender - „Speicherraum“ konzipiert.

Batterieraum in der Lagerhalle

Da zu Beginn des Bauvorhabens noch nicht feststand, ob und welche Photovoltaik-Förderung gewährt wird, wurde ein Batterie-Lagerraum geplant. Hier können für diesen Zweck optimierte Batterien (derzeit Bleibatterien (unterschiedlichste Angaben: bitte klären) sowie zukünftige Weiterentwicklungen) untergebracht werden. Da eine Förderung in Form eines finanziell günstigeren Einspeisetarifes gewährt werden, so wurde dieser Batterieraum vorläufig überflüssig bzw. wird er erst nach Auslaufen dieser Förderung (voraussichtlich 13 Jahre) genutzt werden. Wäre eine Förderung der Errichtungskosten (die die Verfasser im Hinblick auf Probleme mit dem Management des öffentlichen Netzes als viel sinnvoller ansehen), so wäre die Bestückung dieses Batterieraumes interessant, um einen möglichst hohen Strom-Eigenverbrauch zu ermöglichen.

Weitere Vorgangsweise

Folgende Vorgehensweise wurde daher gewählt:

- Erhebung des Nutzerverhaltens im Büroneubau durch ein einjähriges Monitoring mittels Datenlogger, nach anschließender Auswertung soll eine spezifische Speicherlösung ausgearbeitet werden, die optimal an den Bedarf im Büroneubau angepasst ist und eingesetzt wird sobald wirtschaftlich sinnvoll
- Nachdem die Bleibatterien eine geringe Lebensdauer von 2–4 Jahren aufweisen, ist es sinnvoll bei der Anschaffung der nächsten Batterien darauf zu achten, dass ein Typ gewählt wird, der beide Funktionen – 1. Backup für PV Anlage vom März bis Ende Oktober sowie 2. Einsatz in den Windparks für die Eiswarnung – erfüllen kann.

Im Jänner 2013 wurde bei der OEMAG um Förderung des photovoltaisch generierten Stroms der Aufdach- und fassadenintegrierten Anlage angesucht. Ein Fördertarif konnte leider nicht generiert werden, jedoch folgte seitens OEMAG die Aufnahme in den Resttopf mit dem Angebot, für die Dauer von 13 Jahren zum Netzparitätstarif in Höhe von 18 ct/kWh einzuspeisen. Dieses wurde vom Bauherrn angenommen, wobei man sich nach kaufmännischer Betrachtung für die Variante „Überschußeinspeisung“ entschieden hat. Dabei wird der Strom ins Netz eingespeist, welcher gebäudeintern nicht verbraucht werden kann. Dies ist zum Beispiel an den Wochenenden der Falls, wenn kein Bürobetrieb stattfindet.

Es wird davon ausgegangen, dass nach Ablauf des Förderzeitraums leistbare Speichertechnologien zur Verfügung stehen werden und dann der Batterieraum in der Lagerhalle aktiviert werden kann, um einen möglichst hohen Eigenverbrauch des PV-Stroms zu erzielen

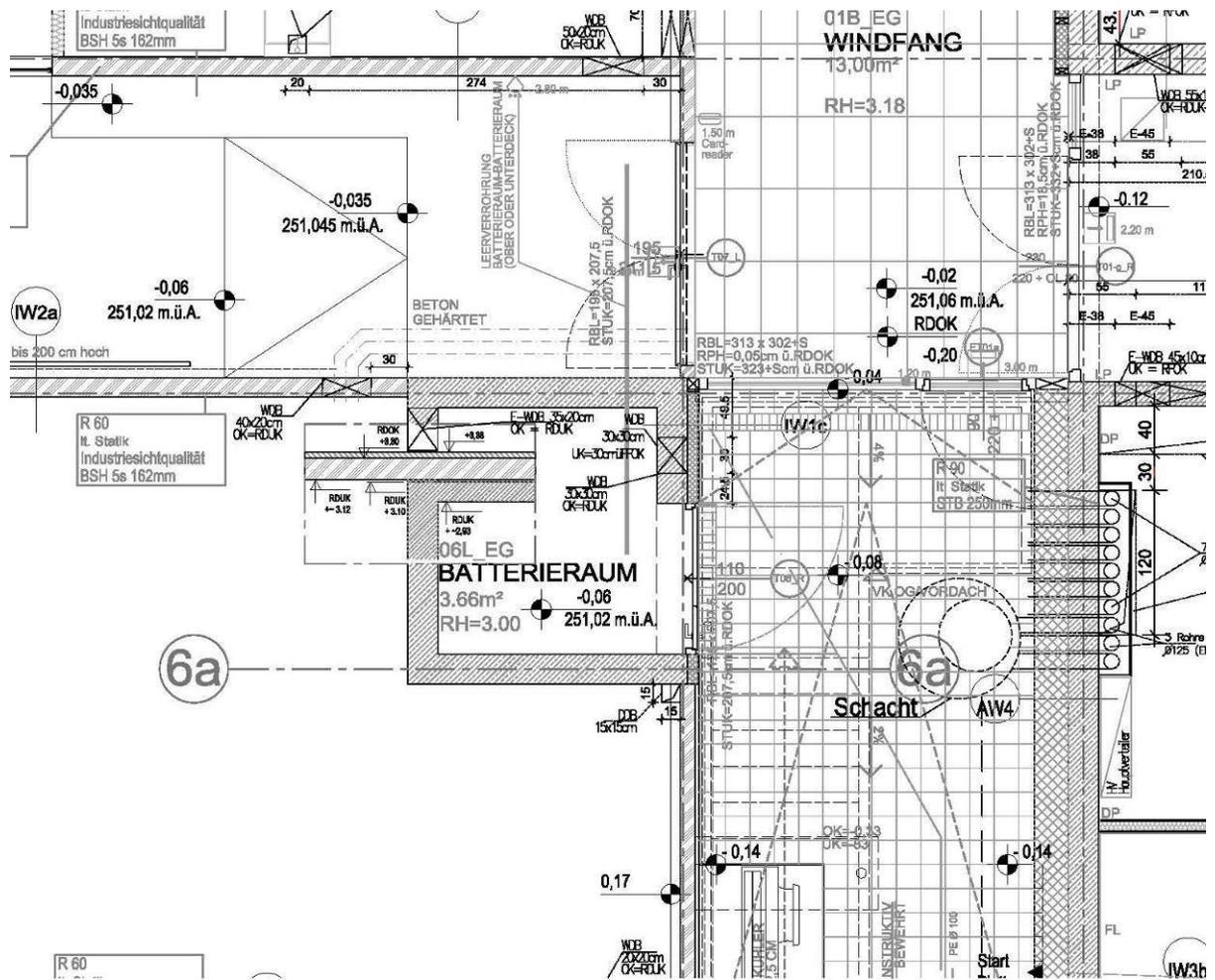


Abbildung 55: Grundriss Batterieraum



Abbildung 56: Batterieraum als Reservefläche für spätere Nutzung

Derzeit mögliche Batterien:

Tabelle 4: Eigenschaften elektrochemischer Stromspeicher (aus Fisch u.a., 2012)⁵

Stromspeicher	Pb / Säure	Li-Ion	Redox-Flow
Wirkungsgrad	ca. 85 %	ca. 90 %	ca. 80 %
Energiedichte	20 bis 30 Wh/kg	100 bis 150 Wh/kg	10 bis 20 Wh/l
Kosten	200 bis 300 €/kWh	ca. 1.000 €/kWh	500 bis 700 €/kWh

⁵ Fisch, M. Norbert u.a.: „Energie Plus – Gebäude und Quartiere als erneuerbare Energiequelle“, Dr. Canz'sche Druckerei Medien GmbH, Ostfildern.

Batterien der Elektroautos

Die mögliche Anzahl an E-Mobilität, sowie die Auslegung der Akkus und deren Platzbedarf wird in Abstimmung mit Windkraft Simonsfeld AG ermittelt.

Wie in AP3, Punkt 0 weiter erörtert, werden entsprechende Mobilitätsszenarien entwickelt, welche in Abstimmung mit den realen Gegebenheiten und Bedürfnissen der Windkraft Simonsfeld auf deren Umweltwirkungen untersucht werden.

Die Ergebnisse dieser Mobilitätsbetrachtung inkl. LCA fließen in die Variantenuntersuchung von E-mobility Fragestellungen ein. Je nachdem, wie viele E-Autos sinnhaft die Flotte bilden, stehen entsprechend viele Akkus zu Verfügung und können je nach Nutzungsstrategie für etwaige Gebäudebetriebsthemen herangezogen werden.

Derzeit betreibt die Windkraft Simonsfeld 4 Elektroautos, welche hauptsächlich während der Geschäftszeiten als Teil des Fuhrparks genutzt werden. Da sich das solare Angebot nur in geringem Ausmaß mit der Verfügbarkeit der E-Autos tagsüber am Gelände deckt, wurde weder eine Direktladung mittels Gleichstrom realisiert noch eine Einbindung in das Speicherkonzept vorgenommen. In Zukunft ist angedacht, eventuell eine PV-Anlage auf noch zu errichtenden Carports zu installieren. Da jedoch wie in 5.3 beschrieben das Speicherkonzept noch nicht realisiert wurde, wird eine Einbindung von Akkus der E-Autos zu gegebenem Zeitpunkt geprüft.

3.2.5 Backup

-

3.2.6 Priorisierung von Verbrauchern

-

3.2.7 Nutzung von Gleichstrom im Bürobetrieb (Laden von Laptops, Mobiltelefonen, Betreiben von Computer, etc.) und für Ladestationen für Elektrofahrzeuge

Computer haben grundsätzlich sehr verschiedene Gleichspannungsversorgungsspannungen z.B. von 12 bis 24 V, je nach Type. Daher hätte nur ein Gleichspannungsnetz mit mehr als 24 V Sinn z.B. 40 V oder 60 V. Die erforderliche spezielle Gleichspannung würde dann über Gleichspannungswandler (DC-DC-Wandler) hergestellt. Gleichspannungswandler haben aufgrund des Technologiefortschrittes einen etwas besseren Wirkungsgrad als Gleichspannungsversorgungen mit Wechselspannungen als Eingang. Da in Europa aber ein 230 V-Wechselspannungsnetz verwendet wird, heben sich die Wirkungsgradvorteile der DC-DC-Wandler mit den höheren Leitungsverlusten aufgrund der niedrigeren Gleichspannung praktisch auf und haben wirtschaftlich wegen der Herstellungskosten keinen Sinn.

Derzeit drängen Powerladestationen auf den Markt, welche ein Elektroauto in 15 bis 30 Minuten laden können. Die Leistungen solcher Ladestationen liegen bei 50 kW_{peak} bei einer Versorgungsspannung von 400 V_{AC}. Hier bestünde zumindest die Möglichkeit, solche Lade-

stationen mit geringem Adaptierungsaufwand direkt mit ca. 400 V Gleichspannung von den Photovoltaikmodulen bzw. dem Batteriezwischenspeicher zu betreiben. Dies scheint derzeit die einzig sinnvolle Anwendung für Gleichspannung aus einer größeren Photovoltaikanlage zu sein.

Die Investitionsentscheidung fiel auf 2 wechselstromgespeiste Ladestationen des Typs Mehler. Die Tankstellen werden mit jeweils zwei Spiralkabeln versehen, damit die Entnahme des Ladegerätes aus dem Auto unterbleiben kann. Damit können sowohl Mennekens Typ 1 Stecker (für die E-Autos Renault Fluence, Renault Kangoo sowie Mitsubishi i-Miev) als auch Mennekens Typ 2 Stecker (für den Renault Zoe) betrieben werden. Die schnellste Beladung ermöglicht rund 22 kW, womit der Renault Zoe in einer Stunde vollgeladen ist. Der Sprung zu einer 50 kW Ladung wäre unverhältnismäßig teuer gewesen.

Damit ist eine Ladeinfrastruktur für bis zu 8 Elektroautos mit drei Säulen (eine Besucher- und eine Firmentanksäulen) plus eine Leerverrohrung für eine mögliche Erweiterung geschaffen.

Konkret werden für PKW folgende Stromtankstellen ausgeführt: Es wird je eine Elektrotankstelle beim Besucherparkplatz, beim Mitarbeiterparkplatz und für die Fahrräder ausgeführt.

- Zapfsäule Besucherparkplatz: Stromtankstelle mit 2x Typ 2 11 kW Ladeanschlüssen (eine davon inkl. 5 m Spiralkabel), 1x CEE 5/16 A Kraftsteckdose und 1x Schuko-steckdose
- Zapfsäule Firmenparkplatz: Stromtankstelle mit 2x Typ 2 11 kW Ladeanschlüssen (eine davon inkl. 5 m Spiralkabel), 1x Typ 2 22 kW und 1x Typ 2 3,6 kW (inkl. 5 m Spiralkabel)



Abbildung 57: Beispielfoto der E-Tankstelle





3.3 Ökologischer Gesamtaufwand inkl. Verkehr (AP 3)

Ziel Laut Antrag: Aufgrund der vorliegenden Planung für das Gebäude kann der ökologische Gesamtaufwand in Varianten ermittelt und so weiter optimiert werden. Bilanzgrenzen sind

- das Gebäude selbst, von der Errichtung bis zur Entsorgung
- Verkehr von und zum Gebäude. Damit sind Szenarien, die die Nutzung der am Standort gewinnbaren Eigenenergie einbeziehen, möglich (Stromtankstelle ...)

In einem Syntheseschritt können Gebäude und darauf bezogener Verkehr gemeinsam ökologisch optimiert werden.

Weiteres Ziel ist das Einpflegen und Optimieren aller für die TQ-Bewertung erforderlichen Parameter.

3.3.1 Ermittlung aller Belastungen über den gesamten Lebenszyklus gemäß CEN TC 350, von der Errichtung bis zur Entsorgung des Gebäudes in unterschiedlichen Ausführungsvarianten bzgl. Baustoffe, Gebäudetechnik, Energieversorgung

Im Zuge des AP3 wurde nicht nur die ökologische Wirkung des Gebäudes untersucht, sondern auch im Sinne der CEN TC 350 ‚Sustainability of construction works‘ die ökonomische Performance des Gebäudes überprüft (siehe Life Cycle Costing nach ISO 15686-5), um im Gesamtkontext der Frameworks für Environmental Performance und Economic Performance die Planung an einem nachhaltigen Plusenergiegebäude zu unterstützen.

Dabei wurde zu den richtungsweisenden Projektphasen eine Lebenszykluskostenberechnung erstellt. Vor allem in der frühen Projektphase, als zwischen Entwurfsalternativen entschieden werden musste, konnte die LCC (Life cycle costing) Analyse einen evidenzbasierten Entscheidungsprozess unterstützen.

Hierzu wurde schon im Architekturwettbewerb (Juni 2011) eine Lebenszykluskostenanalyse⁶ an acht Wettbewerbsbeiträgen durchgeführt.

Die Analyse hat gezeigt, dass die Baukosten der Wettbewerbsbeiträge eine Varianz von bis zu 30 % aufweisen. Jedoch entwickeln sich die Folgekosten nicht analog zu den Baukosten, sondern weisen, je nach Systemwahl und Entwurf, unterschiedliche hohe Gebäudefolgekosten auf. Sodass, selbst nach Bereinigung der Investitionskosten, das Delta bei den Folgekosten nach 30 Jahren fast 40 % ausmacht (siehe Abbildung 58).

In Abbildung 58 sind die Lebenszykluskosten der 8 Wettbewerbsbeiträge um die Investitionskosten bereinigt worden. Man erkennt, dass die kumulierten jährlichen Folgekosten für Reinigung, Instandsetzung, Wartung, Energie&Verbräuche sowie Betriebsführung unterschiedlich stark ansteigen.

⁶

Siehe zur Methodik: G. Hofer, B. Herzog, M. Grim, Calculating life cycle cost in the early design phase to encourage energy efficient and sustainable buildings, SB11 Helsinki World Sustainable Building Conference, 2011

Die vertikalen Sprünge (y-Achse = kumulierte, diskontierte Kosten) weisen Reinvestition, hervorgerufen durch Erneuerungen, aus. Abhängig von der jeweiligen zu erneuernden Komponente (Haustechnik, Fassade, etc.) sind diese Sprünge unterschiedlich hoch und führen zu steigenden Lebenszykluskosten.

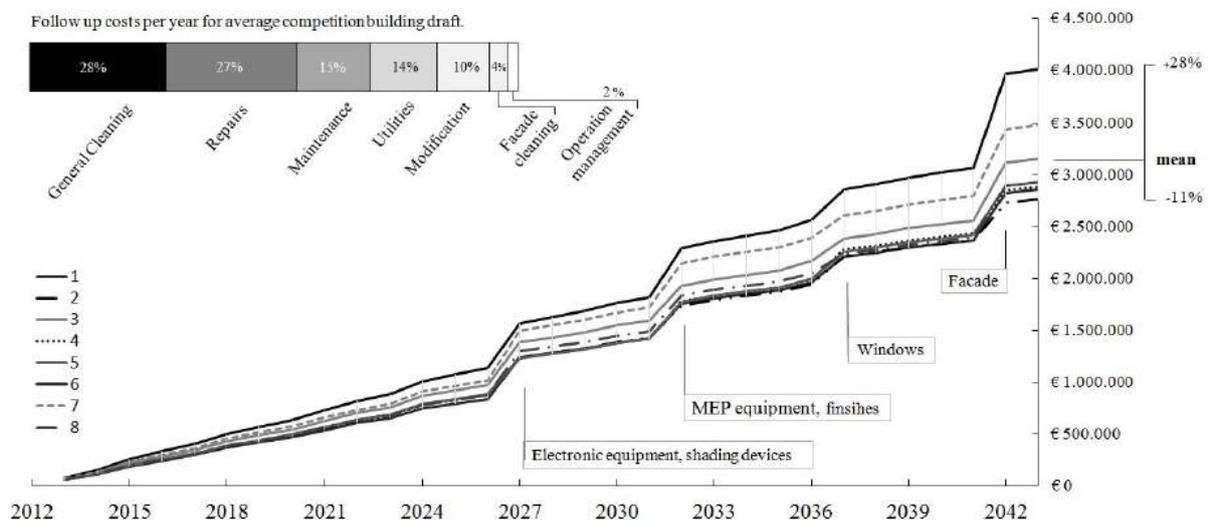


Abbildung 58: Folgekosten der acht Wettbewerbsbeiträge(2011) für den Architekturwettbewerb der Windkraft Simonsfeld⁷.

In der linken, oberen Ecke der Grafik sind die durchschnittlichen, jährlichen Folgekosten entsprechend der Jahresscheibe 10 (Jahr 2023) gelistet. Es zeigt deutlich, dass die größte Position der hier gelisteten Folgekosten das Thema Reinigung besitzt (Unterhaltsreinigung, Glas- und Fassadenreinigung).

Die Lebenszyklusanalyse konnte wichtige Entscheidungsfindungsprozesse durch eine sachliche Gegenüberstellung von Alternativen unterstützen, da hierdurch nicht nur kurzfristige Investitionskosten, sondern auch Gebäudefolgekosten beurteilt werden.

3.3.2 Erstellung von Transportszenarien der Büronutzer, ökologische Bewertung unter besonderer Berücksichtigung der Eigenenergieversorgung

Die Windkraft Simonsfeld ist einer der größten Arbeitgeber in der Umgebung Simonsfeld-Ernstbrunn. Die derzeit 41 Mitarbeiter kommen zum überwiegenden Teil aus der Umgebung des Weinviertels.

Abbildung 59 zeigt die Summenverteilung der Mitarbeiter von Windkraft Simonsfeld entsprechend ihrer Distanz von Wohnort zu Arbeitsstätte. Außendienstmitarbeiter sind hauptsächlich Servicepersonal, welches bedarfsbezogen die betreuten Windkraftanlagen wartet und somit keine klar definierte Distanz von Wohnort zu Arbeitsplatz hat. Diese Personen sind täglich mit Servicefahrzeugen unterwegs.

⁷ Die Investitionskosten wurden neutralisiert. Berechnungsmethodik: Kapitalwertmethode, Diskontzinssatz: 4%, Energiekostenindex: 2%, Inflation 2%, Baukostenindex 2%, Betrachtungshorizont 30 Jahre [M.O.O.CON]

Nur fünf Personen haben einen täglichen Arbeitsweg von weniger als 5 km. Im Durchschnitt legt jeder Mitarbeiter der Windkraft Simonsfeld täglich eine Distanz von 57 km zurück⁸.

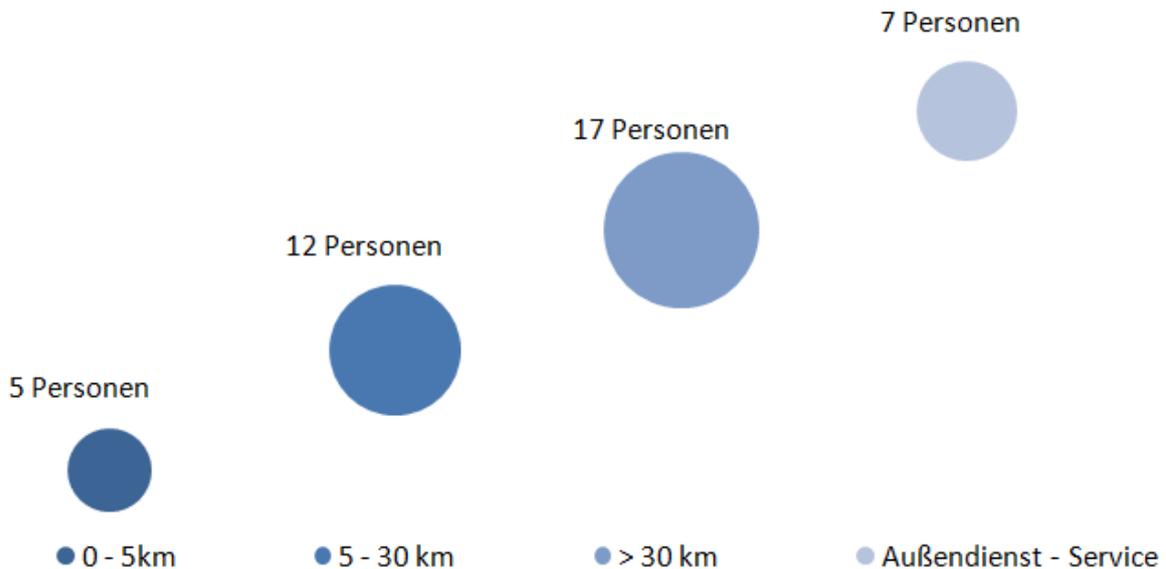


Abbildung 59: Anzahl der Personen entsprechend Cluster "Entfernung Wohnort zu Arbeitsplatz"

Eine erste Mobilitätsanalyse des IST-Standes zeigt auf wie die Mitarbeitermobilität aufgeschlüsselt ist. Abbildung 60 verdeutlicht die täglich zurückzulegenden Wege auf Grund der Distanz zwischen Wohnort und Arbeitsplatz der Mitarbeiter. Etwaige Mobilitätskonzepte, in Verbindung mit E-Mobility, müssen auf die realen Gegebenheiten und Bedürfnisse der Mitarbeiter eingehen, ansonsten besteht seitens der Nutzer keine Akzeptanz und auch ein wohl durchdachtes Konzept scheitert.

Jedoch lässt die Auswertung positive Aspekte der Datenlage hervorkehren: die Fahrtlängen in Kilometer der einzelnen Mitarbeiter sind zu überwiegendem Anteil kürzer als 50 km und fallen somit in die sinnvolle Reichweite von E-Autos⁹.

Die Wohnortverteilung könnte eine Car-Pooling Option als sinnvolle Untersuchung vorgeben: weitere Untersuchungen und Mitarbeitergespräche sollen hier Möglichkeiten aufdecken.

Der Modal Split kann in einer nächsten Stufe ermittelt werden, so dass sinnvolle Transport-szenarien entwickelt werden, welche in Abstimmung mit den Nutzern auf ein überprüfbares Level gebracht werden.

Die im nächsten Schritt ermittelten Szenarien werden für eine LCA-Ermittlung aufbereitet und fließen in die Gesamtbetrachtung mit ein.

⁸ Außendienstmitarbeiter nicht berücksichtigt. Annahme: die Distanz von Wohnort zu Arbeitsstätte wird täglich zwei Mal zurück gelegt.

⁹ Siehe VCÖ „Technologien für nachhaltige Mobilität“, Wien, 2012

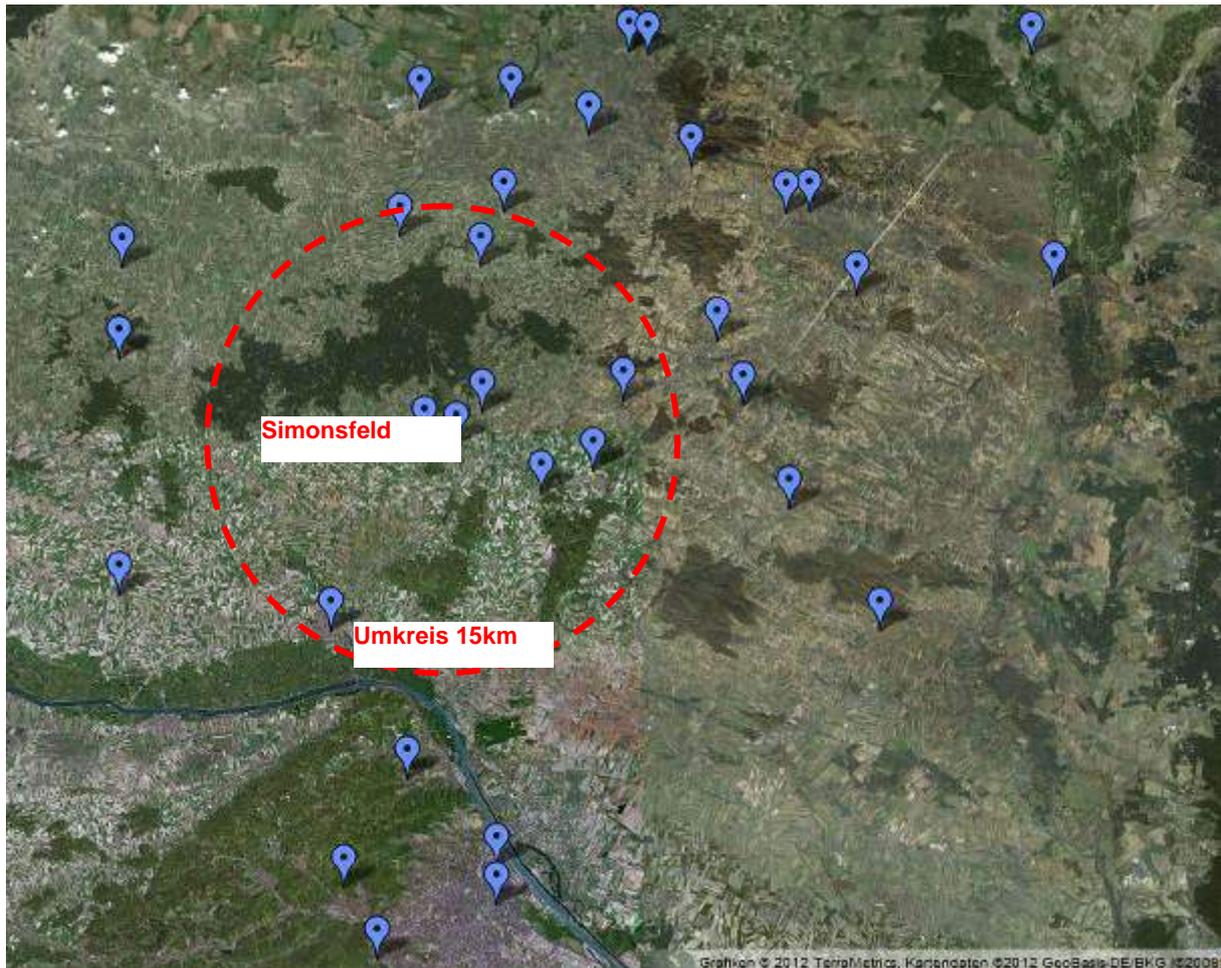


Abbildung 60: Täglich zurückzulegende Distanz von Wohnort der einzelnen Personen (blaue Punkte) zum Arbeitsplatz (roter Punkt)

Für das Ist-Szenario wurde, wie in Abbildung 61 dargestellt, die täglich zurückgelegten Fahrwege erhoben und ausgewertet. Es zeigt sich, wie in Abbildung 61 dargestellt, ein überwiegend vom Individualverkehr geprägtes Bild: mehr als die Hälfte der Mitarbeiter legt täglich einen Weg von mehr als 30 km zum Arbeitsplatz zurück. Dabei kommen alle fast ausschließlich mit PKW. Somit werden (ohne Außendienstmitarbeiter) alleine durch den Arbeitsweg der Mitarbeiter wöchentlich 9.500 Kilometer mit PKWs zurückgelegt. Dabei sind die arbeitsbedingten Fahrten (Termine, Wartung von Windkraftanlagen) noch nicht einmal berücksichtigt.

Mitarbeiter	Distanz (km) Wohnort- Ernstbrunn	PKW Km pro Woche	verwendetes Verkehrsmittel
xxxxx1	2	20	PKW
xxxxx2	2	20	PKW
xxxxx5	2	16	PKW
xxxxx6	2	20	PKW
xxxxx32	5	20	PKW
xxxxx33	8	77	PKW
xxxxx24	11	110	PKW
xxxxx10	15	60	PKW
xxxxx19	20	200	PKW
xxxxx9	21	210	PKW
xxxxx4	23	207	PKW
xxxxx3	24	240	PKW
xxxxx34	24	240	PKW
xxxxx8	25	250	PKW
xxxxx23	26	260	PKW
xxxxx7	29	290	PKW
xxxxx27	29	290	PKW
xxxxx15	31	310	PKW
xxxxx35	31	310	PKW
xxxxx29	32	320	PKW
xxxxx31	32	320	PKW
xxxxx17	35	350	PKW
xxxxx36	39	390	PKW
xxxxx37	40	400	PKW
xxxxx26	40	402	PKW
xxxxx39	41	410	PKW
xxxxx25	42	420	PKW
xxxxx18	43	430	PKW
xxxxx40	43	430	PKW
xxxxx22	48	480	PKW
xxxxx16	49	437	PKW
xxxxx41	52	464	PKW
xxxxx11	57	513	PKW
xxxxx12	62	620	PKW

Abbildung 61: Erhebung zurückgelegter Kilometer pro Mitarbeiter pro Arbeitswoche in Abhängigkeit der Distanz zwischen Wohnort und neuem Arbeitsplatz in Ernstbrunn

Der große Hebel zur Emissionsreduktion im Bereich Mobilität sind Änderungen des Modal Split, wenn Mitarbeiter auf ein anderes, emissionsärmeres Verkehrsmittel umsteigen oder, durch Car Pooling, Wegstrecken teilen und somit eine Fahrtenreduktion im Individualverkehr erreichen.

Im Zuge einer Onlinebefragung der Mitarbeiter der Windkraft Simonsfeld soll die Akzeptanz bezüglich Umstieg auf

- Zug Regiobahn Leiserberge
- Firmen Elektroautos
- Car Pooling

abgefragt werden. Die Ergebnisse dieser Umfragen sind die Basis für die 3 Mobilitätsszenarien, welche in den ökologischen Gesamtaufwand übernommen werden.

3.3.3 Gesamtoptimierung (Gebäude und Verkehr im Kontext ländlicher Raum)

Ziel und Aufgabenstellung

Die Herstellung ist ein wesentlicher Teil des Lebenszyklus eines Bauprodukts und des Gebäudes. In ganzheitlichen Gebäudebewertungsansätzen sind daher nicht nur die Umweltauswirkungen durch den Energiebedarf zum Gebäudebetrieb ein Kriterium, sondern auch jene, die durch die Herstellung für die Baustoffe und Gebäudekomponenten entstehen. In diesem Forschungsprojekt wurde sogar noch ein Schritt weiter gegangen und die von den Mitarbeitern zum Büro zurückgelegten Wege berücksichtigt. Eine Methode zur Bewertung der Umweltauswirkungen eines Produkts ist die Ökobilanz. Sie beruht auf der Erfassung aller wesentlichen Stoff- und Energieströme (Sachbilanz), die Klassifizierung und Charakterisierung der Substanzen hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen (Wirkungsabschätzung bzw. Wirkbilanz) und die anschließende Auswertung.

Als Betrachtungszeitraum wurden 50 anstelle der sonst üblichen 100 Jahre bei Gebäudebewertungen als Referenz herangezogen. Die Wahl des kürzeren Betrachtungszeitraums begründet sich einerseits auf die oft kürzere Nutzungsdauer von Gewerbegebäuden und andererseits auf die nicht vorhersehbaren Entwicklungen im Bereich der Mobilität. Es werden alle vorgelagerten Prozesse ohne Rücksicht auf geografische Grenzen zurückverfolgt. Das Gebiet des Endverbrauchs ist auf Österreich und die umliegenden Länder konzentriert.

Die Basisdaten für die Bilanzergebnisse allgemeiner Prozesse wie Energiesysteme, Transportsysteme, Basismaterialien, Forstwesen, Entsorgungsprozesse und Verpackungsmaterialien stammen aus ecoinvent v 2.2 [Frischknecht et al. 2010]. Zusätzlich sind einige Referenzdaten für Rohstoffe und Vorprodukte vom IBO im Zuge von Produktbewertungen und Forschungsprojekten erhoben worden.

Für die Wirkungsabschätzung (LCIA) wurde die Methode nach CML 2001 herangezogen.

Tabelle 5: Umweltkategorien und ihre Einheiten

Umweltkategorien	Indikator	Einheit
Beitrag zum Treibhauseffekt	Treibhauspotential	kg CO ₂ -Äquivalent
Beitrag zur Versauerung	Versauerungspotential	kg SO ₂ -Äquivalent
Bedarf an nicht erneuerbaren energetischen Ressourcen	Primärenergiebedarf, nicht erneuerbar	MJ

Tabelle 6: Verkehr, Datensätze , ecoinvent v 2.2

Verwendete Datensätze Verkehr
Transport, passenger car, diesel, EURO4/CH S (of project Ecoinvent system processes)
Transport, passenger car, petrol, EURO4/CH S (of project Ecoinvent system processes)
Transport, passenger car, electric, LiMn2O4, city car/CH S (of project Ecoinvent system processes)
Transport, regional train, SBB mix/CH S (of project Ecoinvent system processes)

Für die Berechnungen wurde das vom IBO entwickelte Software-Tool ECOSOFT, bzw. ECO2SOFT verwendet.

Ergebnisse

Wie erwähnt wurde als Betrachtungszeitraum 50 Jahre gewählt. Zur Veranschaulichung der Unterschiede zu kürzeren und längeren Betrachtungszeiträumen wurden folgende Diagramme erstellt. Der geringe Unterschied zu 30 bzw. 50 Jahren lässt sich durch die Nutzungsdauern begründen, die hinterlegt sind. Innerhalb der 50 Jahren geht man von einer einmaligen Erneuerung des Teppichbodens in den Büroräumen und der Fenster und Türen des Gebäudes aus (siehe Abbildung 62 und Abbildung 63).

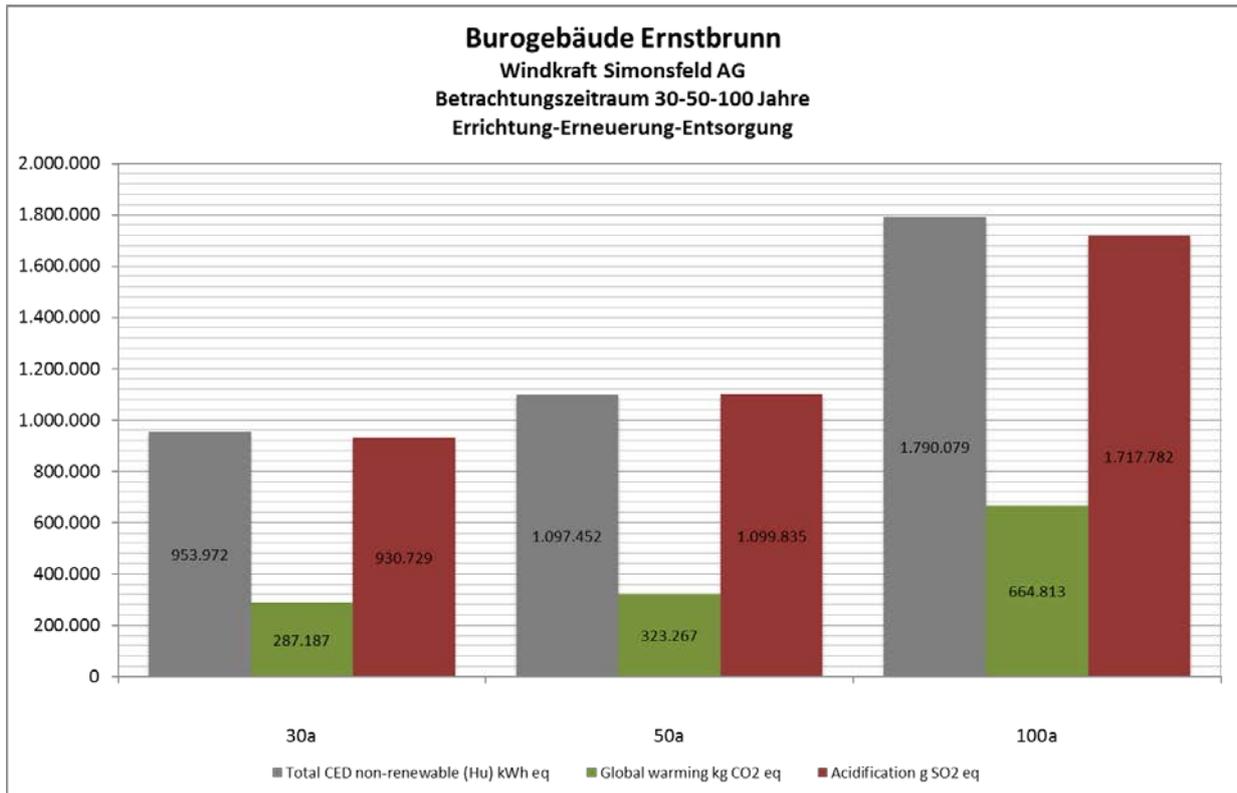


Abbildung 62: Betrachtungszeiträume Gebäudebilanz

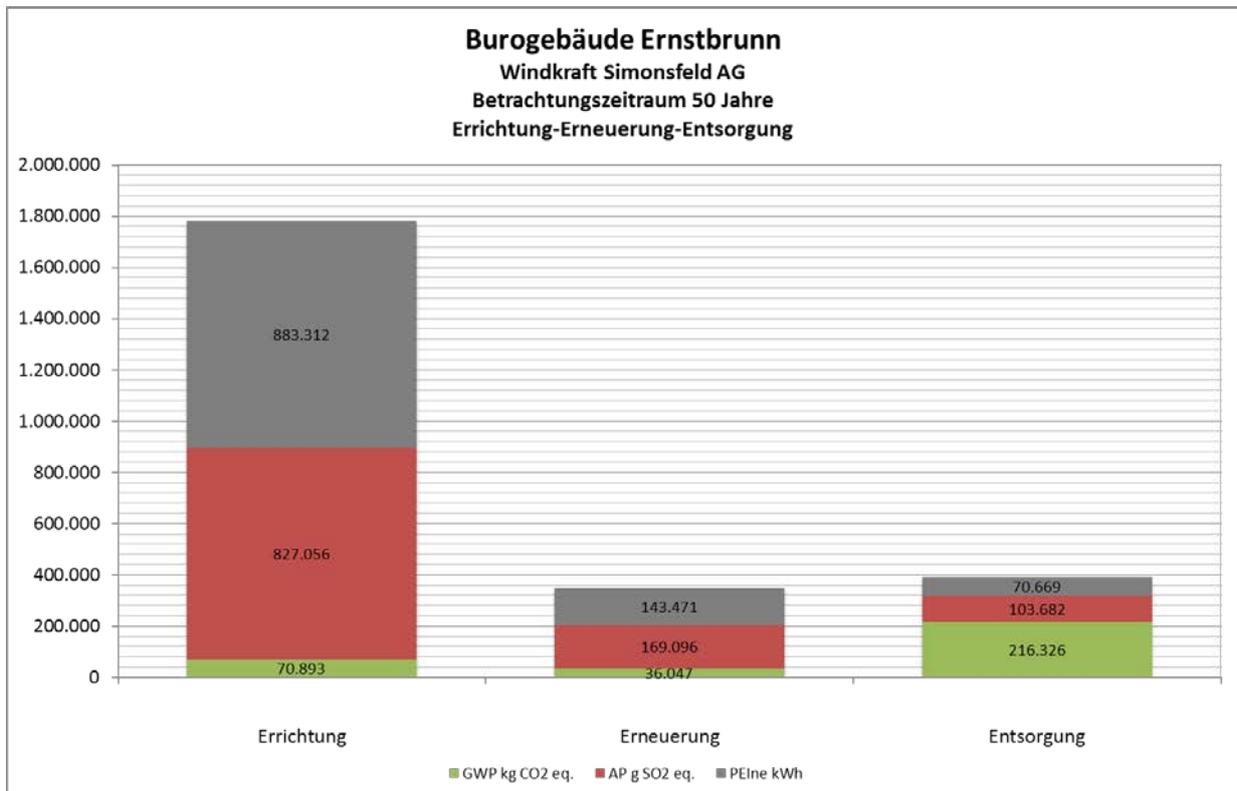


Abbildung 63: Betrachtungszeitraum 50a, Errichtung, Erneuerung, Entsorgung

Variante „ausgeführt“ und „Massiv“, Bürogebäude Ernstbrunn

Es erfolgte eine ökologische Optimierung des Gebäudes durch Verwendung von Bauteilen (Außenwände, Dach und tragende Innenwände) die größtenteils aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen. Siehe auch Kapitel 3.8. Als Basis wurde von einer Variante ausgegangen bei der die Außenwände und das Dach ausschließlich in Stahlbeton und EPS ausgeführt wurden.

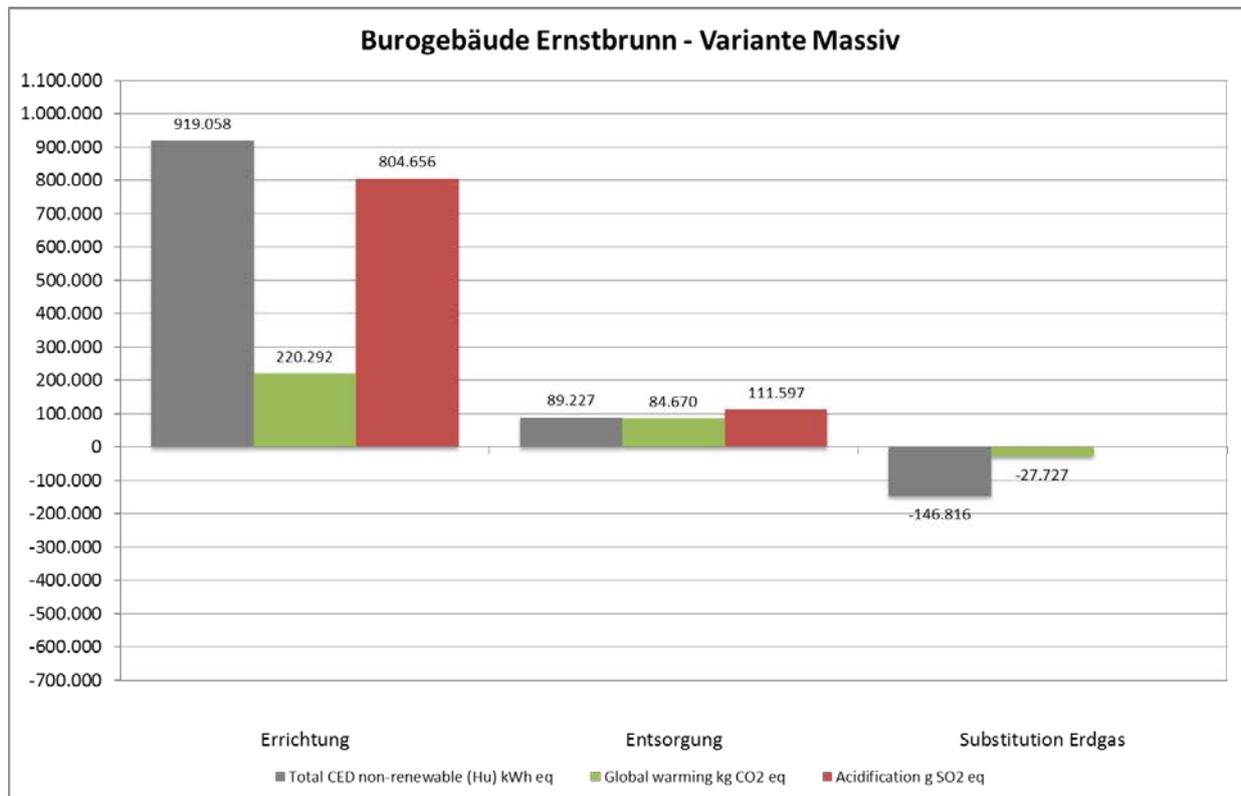


Abbildung 64: Außenwände und Dach aus Stahlbeton und EPS Dämmung.

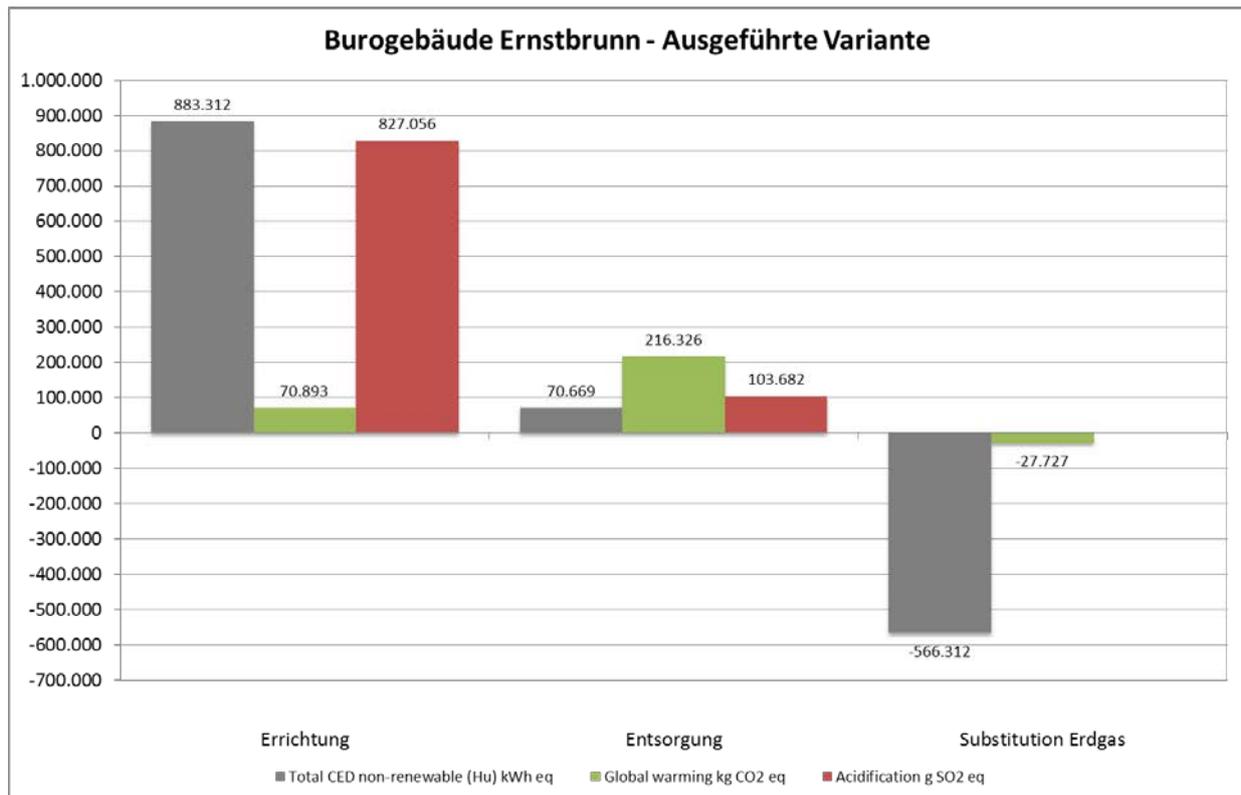


Abbildung 65: Ausgeführte Variante, Betrachtungszeitraum 30 Jahre

Die Ergebnisse in Abbildung 65 zeigen, dass zunächst bei der Errichtung CO₂ durch die Nutzung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen gebunden wird und damit die CO₂ Bilanz wesentlich geringer ausfällt. Der Primärenergiebedarf und die Versäuerung unterscheiden sich hingegen nur gering. Die Indikatoren bei der Erneuerung sind bei beiden Varianten gleich. Im Betrachtungszeitraum 50 Jahre kommt es bei beiden Varianten zum einmaligen Tausch der Fenster und Türen sowie der Bodenbeläge in den Büroräumen. Bei der Entsorgung wurde davon ausgegangen, dass die Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen thermisch verwertet werden und das darin gebundene CO₂eq. wieder freigesetzt wird. Die Entsorgungsprozesse in Summe, führen zu geringen Auswirkungen hinsichtlich der aufzuwendenden Energie und der Versäuerung. Die freigesetzten Mengen an CO₂eq. betragen hingegen mehr als das Doppelte verglichen mit der Variante „Massiv“. Für die Entsorgung der Biomasse, bei der ausgeführten Variante vor allem Holz, wurde von einer thermischen Verwertung ausgegangen, wobei einerseits CO₂ freigesetzt wird und andererseits Energie gewonnen wird. Die Energiegewinnung wird bei der Entsorgung nicht berücksichtigt. Bei dieser Arbeit wurde davon ausgegangen, dass fossile Rohstoffe in Form von Erdgas eingespart werden. Dies führt in weiterer Folge zu Energie- und CO₂ Einsparungen, die in der Grafik negativ dargestellt sind (siehe Balken „Substitution Erdgas“). Unter der Prämisse, dass die Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen thermisch verwertet werden, ergibt sich für die ausgeführte Variante, bezogen auf die berücksichtigten Ökoindikatoren und den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren eine wesentlich bessere Bilanz verglichen mit der Variante „Massiv“.

Energieverbrauch und Energieproduktion

Der Primärenergiebedarf für den Betrieb des Bürogebäudes abzüglich der Außenanlagen und Server wurden in Kapitel 3.4 errechnet. Da sich die Bilanzgrenze auf das Bürogebäude bezieht wurde der Stromverbrauch für die Umluftheizung Lager und die Außenanlagen abgezogen. Daraus ergibt sich ein Stromverbrauch von rund 30.620 kWh/a. Die Konversionsfaktoren für die Berechnung des PEB und der CO₂-Emissionen wurden lt. OIB Richtlinie 6, 2011 angenommen. Der Anteil an erneuerbaren Energieträgern wurde nicht berücksichtigt, um eine Vergleichbarkeit mit dem Errichtungs-, Erneuerungs- und Entsorgungsprozesses des Gebäudes zu ermöglichen.

Daraus ergeben sich folgende Kennwerte:

Tabelle 7: Primärenergiebedarf für den Gebäudebetrieb, 1 Jahr, österr. Strommix

Total CED non-renewable	kWheq	65.833
Global warming (GWP100)	kg CO2 eq	12.769

Die prognostizierte Stromproduktion der PV-Anlage beträgt 47.301 kWh/a. Durch die Stromproduktion ergeben sich in 50 Jahren folgende Einsparungen an Primärenergie und CO₂ Emissionen aus herkömmlicher Stromproduktion (Österreich-Mix):

Tabelle 8: Einsparung Stromverbrauch (Österr. Strom-Mix n.e.) durch Eigenproduktion

Total CED non-renewable	kWheq	5.084.858
Global warming (GWP100)	kg CO2 eq	986.226

Neben der Stromproduktion wurden auch die Indikatoren (Primärenergiebedarf und Treibhauspotential) zur Errichtung und Erneuerung der PV-Anlage berechnet. Die Entsorgung wurde nicht berücksichtigt. Bei der Nutzungsdauer der Anlage wurde von 25 Jahren ausgegangen. Berücksichtigt wurden neben den Paneelen auch die fünf Wechselrichter mit Leistungen zwischen 4–12 kW.

Tabelle 9: Herstellungsaufwand PV-Anlage inkl. Wechselrichter, ND 25a, Betrachtungszeitraum 50a

Total CED non-renewable	kWheq	659.175
Global warming (GWP100)	kg CO2 eq	143.643

Die eingesetzte Energie zur Herstellung der PV-Paneele gleicht sich im Vergleich zum PV-Stromertrag in 3,2 und die CO₂-Emissionen in 3,6 Jahren aus.

Die unten angeführte Bilanz berücksichtigt das Gebäude (Entsorgung, Errichtung, Erneuerung), die PV-Anlage (Errichtung, Erneuerung) und den Betriebsstrom (Heizen, Kühlen, Licht, ..) hinsichtlich der Indikatoren PEI n.e. und GWP, und ist unter den vorher

geführten Rahmenbedingungen (Nutzungsdauern, Bilanzgrenzen, etc.) leicht positiv. Den hauptsächlichen Beitrag dazu leisten die Erträge der Photovoltaik Anlage, gefolgt von der vorher errechneten Substitution an Erdgas bei der thermischen Verwertung des Abbruchholzes.

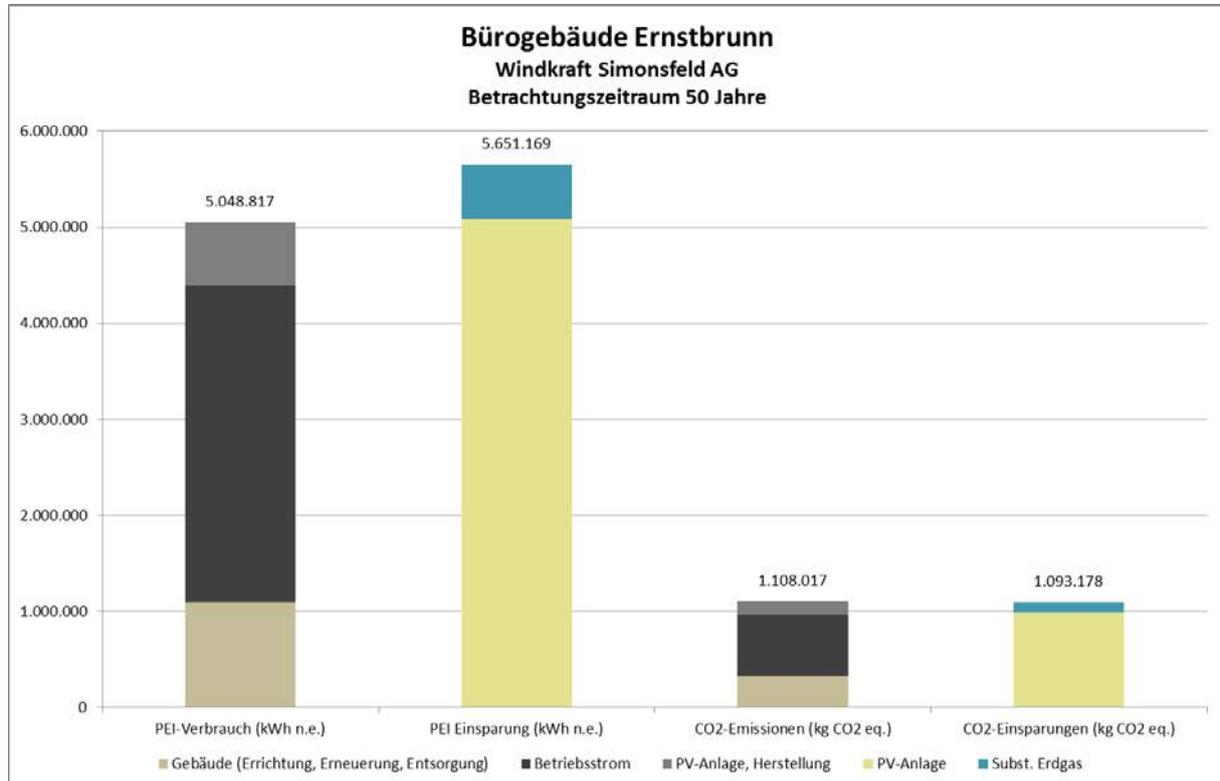


Abbildung 66: Bilanz Gebäude, Energieverbrauch und Energieproduktion

Verkehrsszenarien

Auf Basis der von der Windkraft-Simonsfeld AG durchgeführten Befragung zur Mobilität der Büromitarbeiter wurden drei Szenarien erstellt, die beispielsweise Maßnahmen wie Umstieg auf andere Verkehrsmittel, Bildung von Fahrgemeinschaften und Arbeiten von zu Hause beinhalten.

Die Szenarien sind aufeinander aufbauend und können folgendermaßen grob kategorisiert werden

Tabelle 10: Szenarien:

	IST	V1	V2	V3
Maßnahmen	Status quo, alle Mitarbeiter reisen per PKW an	Mitfahr-gemeinschaften, Work at Home	Teilweiser Umstieg auf E-Auto	Nutzung der Regiobahn Leiser-Berge

Die Kilometerleistung der Mitarbeiter pro Jahr (Mitfahrgemeinschaften werden die Mitarbeiter zusammengefasst) ist in der nächsten Tabelle angeführt. Tendenziell kommt es zu einer

Abnahme der in Summe zurückgelegten Kilometer bis zum Szenario V3. Hier nimmt sie personenbezogen wieder zu aufgrund der Nutzung der Regiobahn. Der Anteil an Personen, die auf ein Elektro-Auto umsteigen möchten, liegt bei derzeit 10 %. Einen höheren Stellenwert bei den Mitarbeitern hat die Regiobahn Leiser Berge die, falls als Pendlerzug in Betrieb genommen, Ernstbrunn mit Wien verbinden würde.

Tabelle 11: Personenkilometer pro Jahr

	Einheit	IST	V1	V2	V3
PkW	km/a gesamt	305.149	218.989	199.069	132.701
E-Auto	km/a gesamt			13.968	29.824
Regiobahn	km/a gesamt				74.365
Summe	km/a gesamt	305.149	218.989	213.037	236.890

Mittels Datensätzen der ecoinvent v 2.2 (2010) Datenbank wurden die Umweltindikatoren auf Basis der zurückgelegten Kilometer pro Person bzw. Fahrgemeinschaft berechnet. Darin beinhaltet sind anteilmäßig sowohl die Produktion, Wartung und Entsorgung des Verkehrsmittels als auch die Errichtung, Wartung und Entsorgung der jeweiligen benutzen Infrastruktur. Die statistische Verteilung der PKWs lag 2011lt. Statistik Austria in Österreich bei 55,8 % mit Diesel und 44,2 % mit Benzin betriebenen Fahrzeugen. Vergleicht man den Ist-Zustand mit dem Szenario 3, so ist aus derzeitiger Sicht der Mitarbeiter eine Reduktion der untersuchten Umweltindikatoren um nahezu die Hälfte möglich.

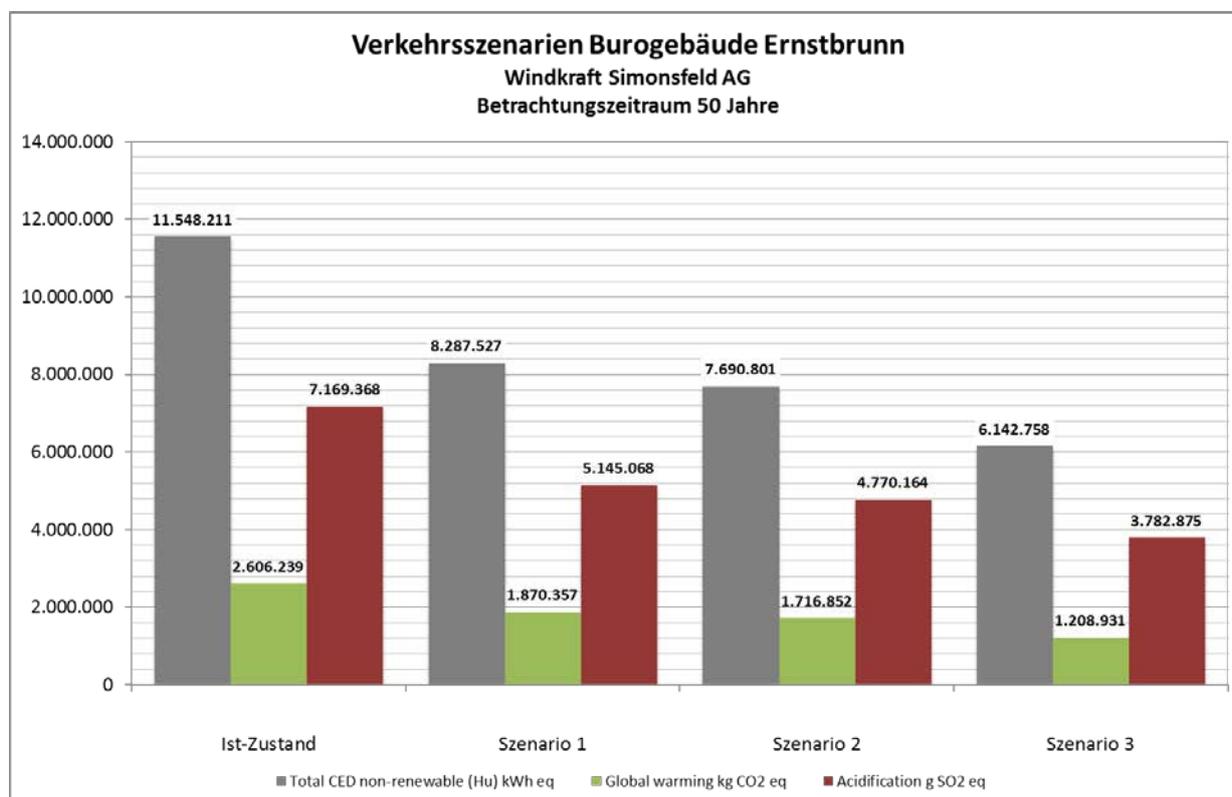


Abbildung 67: Verkehrsszenarien, Umweltindikatoren

Ergebnisse und Ausblick

Beim Bürogebäude Ernstbrunn und den hier gewählten Rahmenbedingungen liegt der größte Einfluss auf die Ökobilanz bei den mittels Privatfahrzeugen zurückgelegten Arbeitswegen der Mitarbeiter. Danach folgt der Betriebsstrom, das Gebäude und die PV-Anlage, die in Summe in etwa unter 50 % der Indikatoren PEI und CO₂ für das Verkehrsszenario „Ist-Zustand“ liegen. Die großen Potentiale hinsichtlich verbesserter Ökobilanz liegen daher vor allem in Reduktion der verkehrsbedingten Emissionen. Der Energieverbrauch des Gebäudes liegt bereits auf hohem Niveau. Durch die Verwendung nachwachsender Rohstoffe und deren thermischer Verwertung konnte die Gebäudebilanz (Errichtung, Erneuerung, Entsorgung) hinsichtlich der eingesetzten grauen Energie um rund 50 % und die CO₂_{eq.} Emissionen um rund 30 % reduziert werden.

Weiteres zu Verkehr

In AP 3 wird anhand der Nutzeranalyse beschrieben wie die geographische Verteilung der Mitarbeiter der Windkraft Simonsfeld ist und der daraus resultierende Modalsplit durch die Wahl der Verkehrsmittel.

Im ländlichen Kontext ist der Pendlerverkehr mittels Auto (Individualverkehr) auf Grund der oft nicht stark ausgebauten öffentlichen Verkehrsmöglichkeiten hoch. In Ernstbrunn pendeln täglich rund 800 Personen aus der Gemeinde in das Umland. „Der Großteil der Auspendler fährt mit dem Auto über die B 6. Zu den Pendlerzeiten spielt es sich auf der Strecke ziemlich ab.“ Vizebürgermeister Horst Gangl¹⁰

Ernstbrunn besitzt zwar einen Bahnanschluss – die Bahnstrecke der ehemaligen, einspurigen Regionalbahn zwischen Ernstbrunn und Korneuburg – diese ist jedoch stillgelegt.

Zukünftige Entwicklungen des öffentlichen Verkehrsangebots:

Die Bahnstrecke Ernstbrunn Korneuburg soll wiederbelebt werden und somit die ländlichen Gemeinden mit Korneuburg und in weiterer Folge Wien verbinden. Auf Druck mehrerer Gemeinden wird das Projekt „Regiobahn Leiser Berge“ vorangetrieben und ein Betreiber gesucht. Die Projektplaner sehen ein Potential von rund 2.000 Passagieren pro Tag¹¹. Der Zieltermin der Projektgesellschaft für die Inbetriebnahme ist Dezember 2015 und somit im Folgejahr der Fertigstellung des Bürogebäudes Windkraft Simonsfeld.¹²

¹⁰ Kurier, 23.04.2012

¹¹ NÖ Verkehrsplaner Friedrich Zibuscka, 18.10.2012

¹² <http://www.regiobahn.at/>



Abbildung 68: Projektierte Streckenführung der wiederbelebten Bahnstrecke lt. Projektgesellschaft Regiobahn Leiser Berge

Der Bahnhof Ernstbrunn ist in unmittelbarer Nähe zu dem zukünftigen Plusenergiegebäude Windkraft Simonsfeld. Durch diese Umstände ergeben sich für die Windkraft Simonsfeld in Zukunft ganz neue Mobilitätsoptionen und dementsprechend neue Szenarien für die gesamte Lebenszyklusanalyse welche den Personenverkehr mitberücksichtigt.

Die in Abstimmung mit der Windkraft Simonsfeld in Workshops zu erarbeitenden Szenarien werden auf jeden Fall auch ein Szenario betreffend Einbindung der zukünftigen Regiobahn Leiser Berge inkludieren.

3.4 Flächeneffizienz der Eigenenergieversorgung (AP 4)

Ziel laut Antrag: Die Anteile der Solarthermie und der PV-Module am Standort gemäß Bedarf eines Bürogebäudes abstimmen. Optimale Ausrichtung der Module. Tageslichtnutzung optimieren. Module, die gleichzeitig als fixe Verschattungseinrichtungen fungieren, sollen die Tageslichtnutzung nicht beeinträchtigen.

3.4.1 Gesamtkonzept: PV / Thermische Solarnutzung / passive Solarnutzung:

Das Bürogebäude wurde grundsätzlich so konzipiert, dass es möglichst große Sonnengewinne erzielen kann. Entsprechend den groben Einschätzungen und Simulationen in der Wettbewerbsphase wurde versucht, den thermischen Bedarf möglichst weitgehend mit Solarwärme zu decken (um den Einsatz von Strom zur Wärmeerzeugung zu vermeiden). Es wurde erreicht, dass sowohl im Winter als auch im Sommer die Südfassade zu annähernd 100 % energieproduktiv ist, wobei für den Winterbetrieb die thermischen Gewinne durch passive Solarnutzung und für den Sommerbetrieb die Stromgewinne optimiert wurden (um verlorene Sonnenenergie über das gesamte Jahr zu vermeiden und die Jahreserträge sowohl der passiven thermischen, als auch der aktiven thermischen und der photovoltaischen Solarnutzung zu optimieren). Gleichzeitig können die in ihrer Position optimierte PV-Panels (gut ventiliert, nicht beschattet, zur Sommersonne orientiert) zur sommerlichen Beschattung der transparenten Bauteile verwendet werden.

3.4.2 Photovoltaik und das Erreichen eines Plusenergiehauses

Um den elektrischen Strom für die Erreichung des Plusenergiehauses zu erzeugen wurden am Dach des Verwaltungsgebäudes 242 m² und an der Fassade 137 m² (brutto) Photovoltaikmodule angebracht. Die Module an der Fassade stellen zusätzlich einen feststehenden Sonnenschutz dar. Diese verringern die solare Einstrahlung im Sommer und tragen somit zur Verringerung des Kühlbedarfes bei.

Für das Ziel ein Plusenergiegebäude zu schaffen wurde die Definition des „Haus der Zukunft“ herangezogen, die wie folgt lautet:

Unter „Plus-Energie-Gebäude“ wird ein Gebäude verstanden, dessen jährlicher Primärenergieverbrauch vor dem Hintergrund höchster Energieeffizienz unter der vor Ort produzierten erneuerbaren Energie liegt. Unter „vor Ort“ wird innerhalb der Grenzen der Siedlung oder des Gebäudes bzw. in unmittelbarer Nachbarschaft hierzu verstanden.

Die Definition umfasst alle Anwendungen innerhalb eines Gebäudes bzw. einer Siedlung zur Funktionsgewährleistung. Der Energiebedarf für Mobilität (insb. motorisierten Individualverkehr) und Produktion im Falle von Produktionsbetrieben (z.B. Druckerei) ist nicht zu berücksichtigen.

Quelle: Haus der Zukunft plus, Ausschreibung 2.Stufe

Daraus ergab sich eine Systemgrenze, die im Sankey-Diagramm in Abbildung 69 dargestellt wird. Aus dieser Abbildung ist ersichtlich, dass alle Anwendungen für die Funktion des

Gebäudes (Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Warmwasser und Kühlung) mit einbezogen werden. Ebenfalls mit beinhaltet sind alle verwendeten Geräte im Bürogebäude (PCs, Drucker etc.) mit der Ausnahme des Serverstrombedarfes.

Die Geräte dürfte man zwar als Betriebsproduktion deklarieren und muss diese somit nicht zwingend einrechnen, jedoch ist aufgrund der installierten PV-Leistung ein Miteinbeziehen möglich und es werden dennoch alle Ziele erfüllt.

Der Strombedarf für die Produktion im Lager (Ladestation Stapler und Batterien) sowie für die Ladestationen für die E-Autos befindet sich außerhalb der Systemgrenze und wird nicht miteinbezogen.

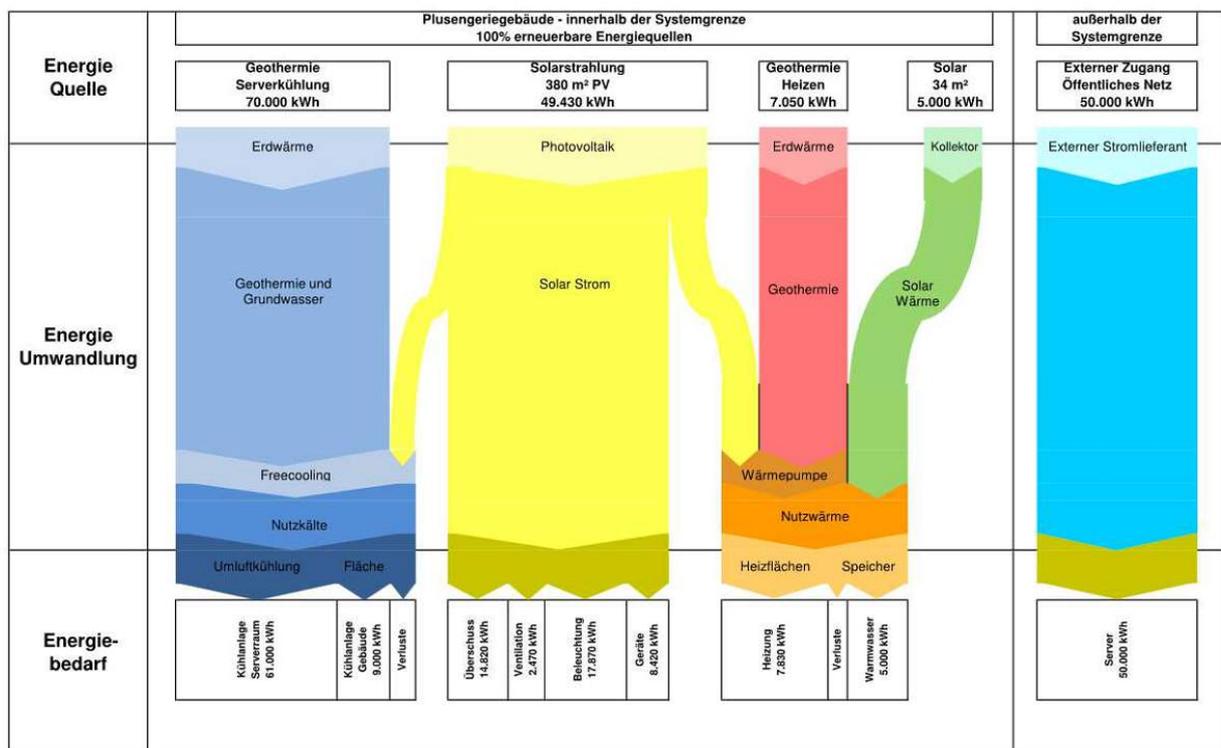


Abbildung 69: Systemgrenze Plusenergiegebäude

Der elektrische Energiebedarf des gesamten Gebäudes wurde mit folgenden Parametern ermittelt:

- Der Strombedarf der Beleuchtung inkl. der Außenbeleuchtung wurde mittels Nutzerprofil aus der Simulation entnommen.
- Der Bedarf der Heizungsanlage, welche mittels Wärmepumpe gedeckt wird, wurde mit einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4 aus dem Wärmebedarf ermittelt. Der Wärmebedarf ist ein Ergebnis der Simulation.

- Kühlung mittels Erdwärme und Freecooling: Der dazugehörige Pumpenenergiebedarf wurde mit 1/20 des Kühlenergiebedarfes angenommen.
- Warmwasseraufbereitung mittels thermischer Solaranlage: Der dazugehörige Pumpenenergiebedarf wurde mit 1/20 des Warmwasserwärmebedarfs angenommen.
- Der Strombedarf der Umluftheizgeräte wurde durch das Büro BPS Engineering abgeschätzt.
- Technische Be- und Entlüftung mit einem Rotationswärmetauscher mit einem Wärmerückgewinnungsgrad von 90 %: Die elektrische Leistungsaufnahme der Ventilatoren (mit sauberem Filter) wird mit 1,56 kW/(m³/s) festgelegt.
- Der Strombedarf für die Serverraumkühlung teilt sich in Ventilator- bzw. Pumpenstrom (für die Grundwassernutzung) auf. Der jeweilige Bedarf wurde von BPS Engineering abgeschätzt.
- Der Strombedarf für die Geräte (Computer, Drucker etc.) wurde aus dem Nutzungsprofil entnommen.
- Der Bedarf an elektrischer Energie für die Umwälzpumpe des Teiches und der Pumpe für die Solaranlage wurde abgeschätzt.

Für das gesamte Gebäude inklusive Lager hat sich folgender elektrischer Strombedarf ergeben:

Tabelle 12: Energiebedarf elektrischer Strom – innerhalb der Systemgrenze

Bereiche	Strombedarf Vollbelegung [kWh/a]	Strombedarf Ist-Belegung [kWh/a]
Beleuchtung	16.670	16.670
Geräte (PC, Drucker etc.)	8.050	5.700
Heizung (Wärmepumpe)	2.630	2.790
Solaranlage	230	230
Kühlung-Freecooling	470	400
Kühlung-Kompressionskälteanlage	800	800
Kühlung Serverraum	1.880	1.880
Außenanlage (Beleuchtung und Pumpe)	1.350	1.350
Umluftheizung Lager	360	360
Mechanische Lüftung	2.470	2.470
Gesamtenergiebedarf	35.760	33.500

Tabelle 13: Energiebedarf elektrischer Strom – außerhalb der Systemgrenze

Bereiche	Strombedarf 1.Ausbaustufe [kWh/a]	Strombedarf 2.Ausbaustufe [kWh/a]
Server	43.800	87.600

In der folgenden Tabelle ist der Ertrag an elektrischer Energie aus den Photovoltaik-Anlage vom Dach und der Fassade angegeben. Diese Ertragsdaten wurden von dem Unternehmen Elektro Mörth GmbH geliefert. Die Bemessung erfolgte mit einem entsprechenden Wetterdatensatz, der vorhandenen Neigung und Ausrichtung sowie der Eigenschaften der tatsächlich in Verwendung gebrachten Komponenten.

Tabelle 14: PV-Ertrag lt. Berechnung Elektro Mörth vom 30.10.2013 (Fassade) und 07.08.2013 (Dachanlage), berechnet mit PV*Sol Expert 5.5 (R6) - siehe Beilage

Bereich	[kWh/a]
Fassade (137m ²)	13.910
Dachfläche (242m ²)	35.520
Gesamtertrag	49.430

In der nachfolgenden Abbildung 70 wird der Energiebedarf bei Vollbelegung und des Ist-Bestandes der Belegschaft in den einzelnen Kategorien abgebildet und dem Ertrag aus der PV-Anlage gegenübergestellt. Aufgrund der guten Gebäudehülle und der effizienten Wärmepumpe ist der Strombedarf im Verhältnis zu den verwendeten Bürogeräten und der Beleuchtungen eher gering.

In dieser Abbildung ist außerdem ersichtlich, dass der PV-Ertrag hoch genug ist, um die definierte Systemgrenze einhalten zu können und damit ein Plusenergiegebäude nachzuweisen. Nach den jetzigen Berechnungen mit den verwendeten Nutzerprofilen und Erträgen entsteht ein Überschuss von 13.956 kWh/a bei der Vollbelegung und 16.256 kWh/a bei der IST-Belegung. Allerdings ist dieser Überschuss zur Einbindung des Strombedarfes für den Server zu gering. Zur Aufnahme des Serverstrombedarfes innerhalb der Systemgrenze wäre eine zusätzliche Photovoltaikanlage mit 197 m² bei der 1. Ausbaustufe und 496 m² bei der 2. Ausbaustufe des Servers erforderlich.

Folgende Flächen für die Photovoltaikanlagen wären für eine mögliche Erweiterung denkbar:

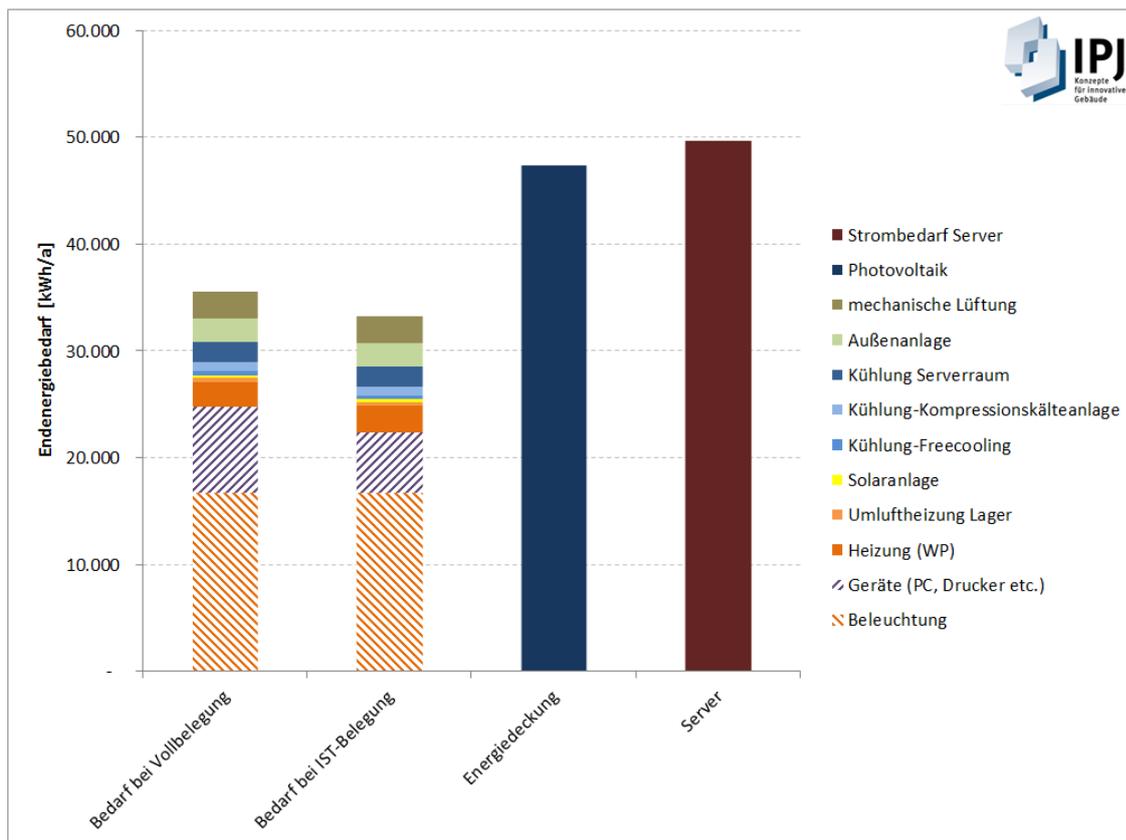


Abbildung 70: Gegenüberstellung Energiebedarf und Deckung

Im Laufe der Planung und in der Hoffnung auf günstigere Förderungen wurden die PV-Anlagen sowohl am Dach des Büros als auch auf der Fassade vergrößert. Eine weitere Vergrößerung auf bis zu 150 kWp wäre seitens EVN denkbar. Für ein eventuelle spätere Erweiterung wurden Leerverrohrungen und Kabelkanäle zu den entsprechenden Positionen vorgesehen.

Tabelle 15: Übersicht Flächen für Photovoltaikanlagen

Folgende Flächen für die Photovoltaikanlagen werden zusätzlich zu den bereits geplanten Flächen für einen späteren Ausbau angedacht: Position	Geplante Fläche	Erweiterbare Fläche
Schrägdach Büro	242 m ²	0 m ²
Verschattung Fassade Büro	137 m ²	0 m ²
Lager	0 m ²	143 m ²
Vordach Lager	0 m ²	59 m ²
Parkplatzüberdachung PKW	0 m ²	216 m ²

Summe	379 m²	418 m²
--------------	--------------------------	--------------------------

Der Bauherr hat sich aus folgenden Gründen gegen eine Erweiterung der Anlage auf Lager und Parkplatzüberdachung entschlossen:

- Die derzeitige Anlagengröße beträgt 50 kWp. Seitens Baubehörde, EVN und Land NÖ sind sämtliche Unterlagen vorhanden, um am 1.1.2013 für den OEMAG-Tarif ansuchen zu können. Eine Erhöhung der Anlagengröße auf über 50 kWp hätte zur Folge, dass eine elektrizitätsrechtliche Genehmigung seitens Land NÖ notwendig wäre. Die fristgerechte Erlangung der nötigen Unterlagen wäre aus heutiger Sicht nicht mehr möglich.
- Aufgrund des bestehenden Generalplanervertrages hätte die Erweiterung erhebliche Erhöhungen der General- und Fachplanerhonorare zur Folge.
- Laut Aussage des Generalplaners wäre eine Errichtung der zusätzlichen Flächen außerhalb des Generalplanervertrages durch einen anderen Planer/Errichter im Rahmen der ÖBA nicht koordinierbar. Die Planung des Generalplaners wurde deshalb zu besonders günstigen Konditionen und nicht entsprechend Generalplanervertrag angeboten.
- Die Notwendigkeit von Carports soll nach ein- bzw. mehrjährigem Betrieb des neuen Firmenstandorts entschieden werden.

3.4.3 Solarthermie

An der Südfassade sind thermische Solarkollektoren geplant. Diese dienen nicht nur zur Verringerung des Heizbedarfes, sondern sind auch architektonisch ein wesentlicher Bestandteil des Bürogebäudes.

Ursprünglich sollte der Warmwasserbedarf und der Heizwärmebedarf möglichst weitgehend mit Solarthermie gedeckt werden, um den Stromeinsatz zur Wärmeerzeugung so weit wie möglich abzudecken. In diesem Konzept war vorgesehen, die Kühlenergie aus dem Grundwasser bereitzustellen, da vom Kulturtechniker vermutet wurde, dass reichlich Grundwasser vorhanden sei (Brunnen auf Nachbargrundstücken). Die detaillierte Bodenuntersuchung ergab aber, dass nicht ausreichend Wasser vorhanden ist, um das Gebäude und den Server zu kühlen. Daher wurde überlegt, die Kühlenergie aus einer Tiefenbohrung zu gewinnen. Etwa zur gleichen Zeit ergab sich nach detaillierten Bodenuntersuchungen, dass die ursprünglich vorgesehene Fundierung über eine Bodenplatte bzw. Streifenfundamente nicht möglich ist, sondern die Bodenverhältnisse eine Pfahlgründung erfordern.

Es wurde daher zunächst beschlossen, das vorhandene Wasser ausschließlich zur Nutzung der Serverkühlung zu verwenden und die Kühlung des Gebäudes über eine Aktivierung der Gründungspfähle (Sonden innerhalb der Pfähle) zu bewerkstelligen.

Um langfristig eine ausgeglichene Bilanz im Erdreich zu erzielen, sollte bei diesem Kühlsystem – falls dieses frei von fließendem Grundwasser wäre – dem Erdreich im Winter Wärme entzogen werden. Daher soll in dieser Variante ein Teil der nötigen Wärme dem Erdreich entzogen werden und zwar in etwa die gleiche Energiemenge, die im Sommer zum Kühlen benötigt wird. Somit bestünde nur mehr ein begrenzter Restwärmebedarf, der nicht dem Erdreich entzogen werden sollte. Dieser Restwärmebedarf ist begrenzt und limitiert damit auch die Größe der thermischen Solarkollektoren und es ergibt sich für diese Kollektoren eine Systemgrenze:

Das heißt, dass die Kollektoren nicht mehr als 4.950 kWh pro Jahr in das System einspeisen sollten. Daraus ergibt sich eine maximal mögliche Kollektorfläche von 34 m² statt der in der ursprünglichen Planung vorgesehenen 64 m². Diese wurden zwischenzeitlich auf 100 m² vergrößert, um eine Förderschiene nutzen zu können. Es wurde im Konkreten entschieden, die thermischen Kollektoren, die zwischenzeitlich auf dem Lagergebäude (Südfassade) vorgesehen waren und auch die sich im östlichen Teil Büro-Südfassade befunden haben, entfallen zu lassen. Letztere sind vom Technikraum weiter entfernt, als das westliche Kollektorfeld der Büro-Südfassade, welches belassen wurde.

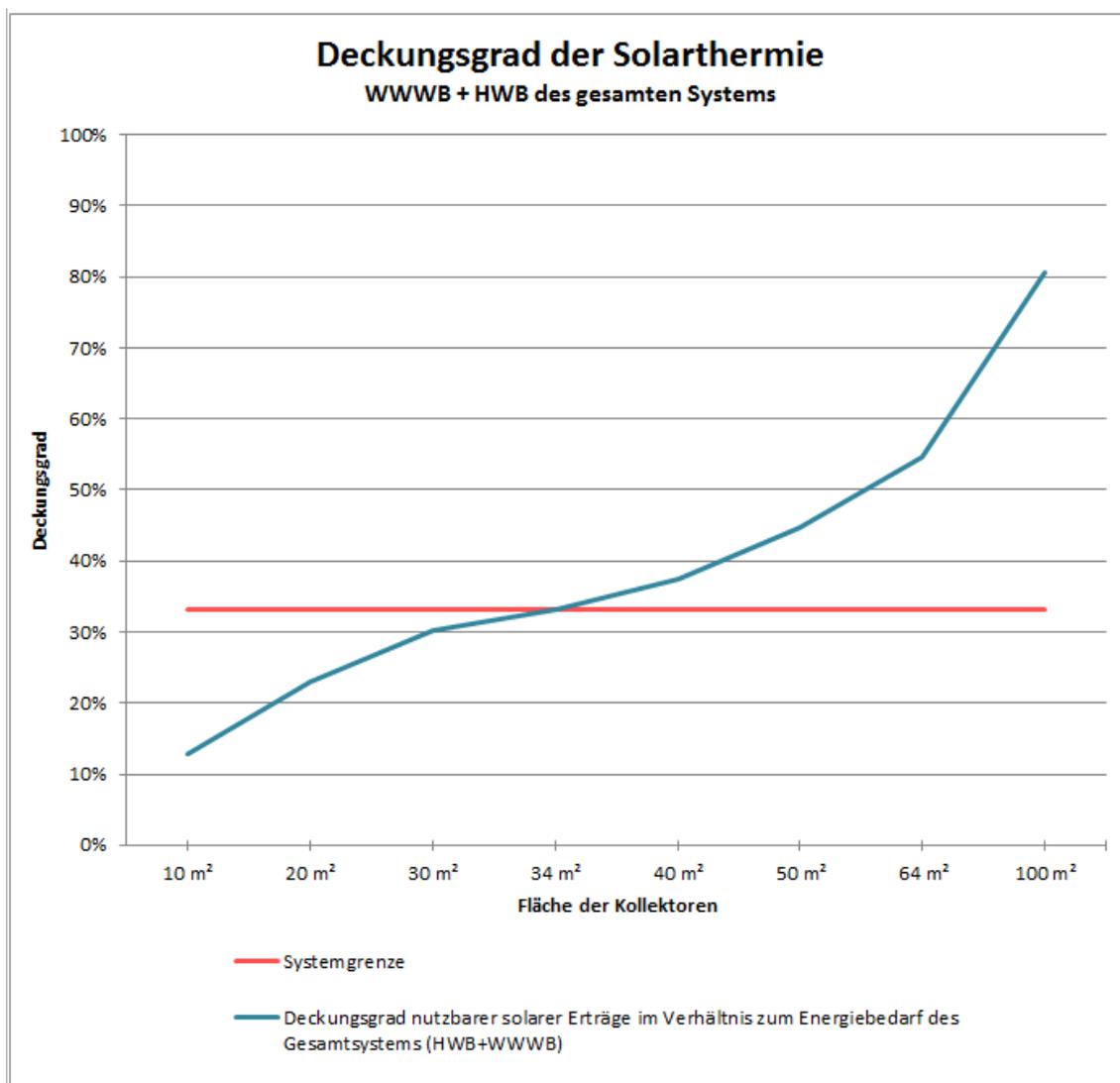


Abbildung 71: Deckungsgrad der Solarthermie im gesamten Heizsystem

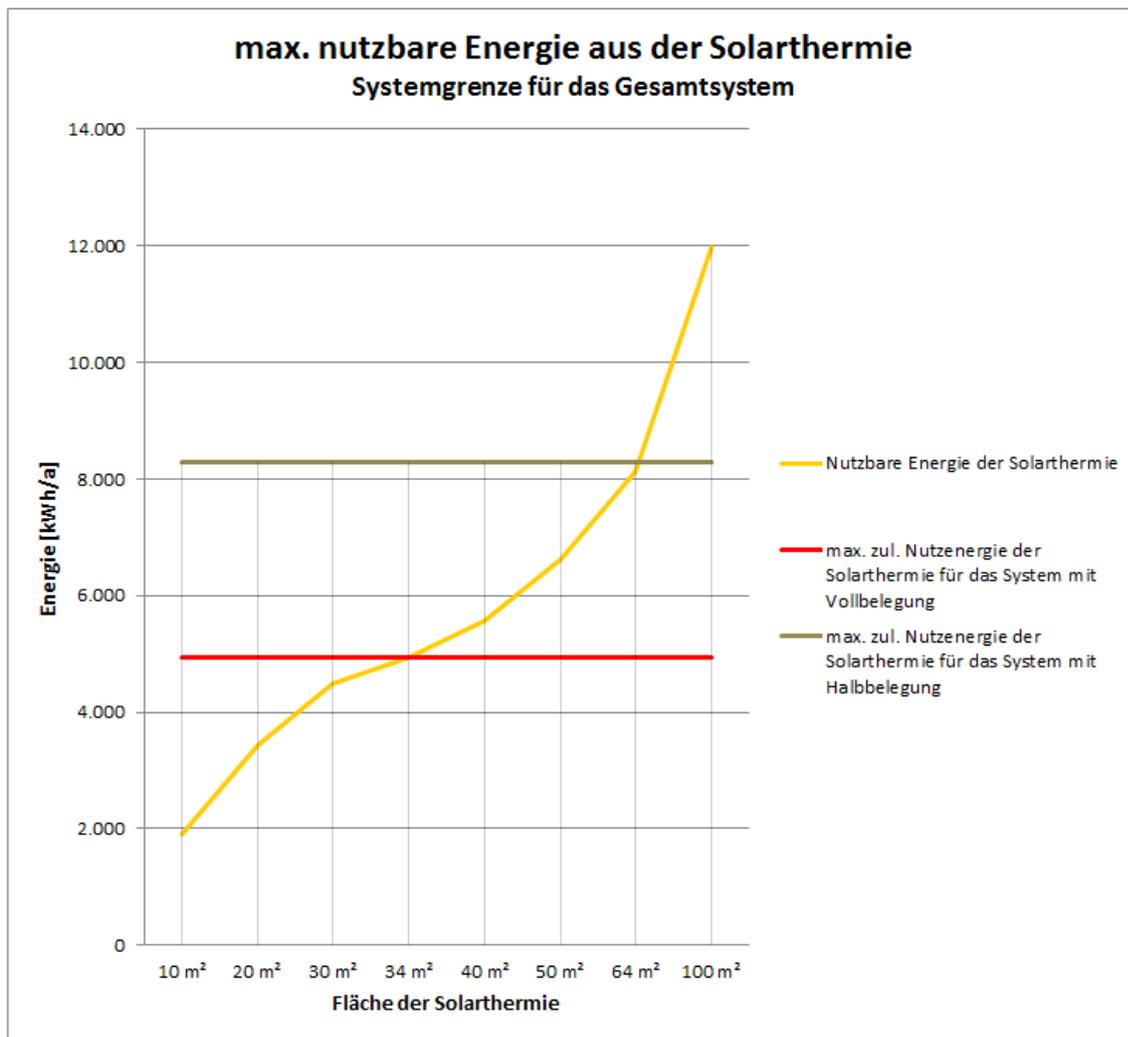


Abbildung 72: Darstellung der Systemgrenze bei Halb- bzw. Vollbelegung

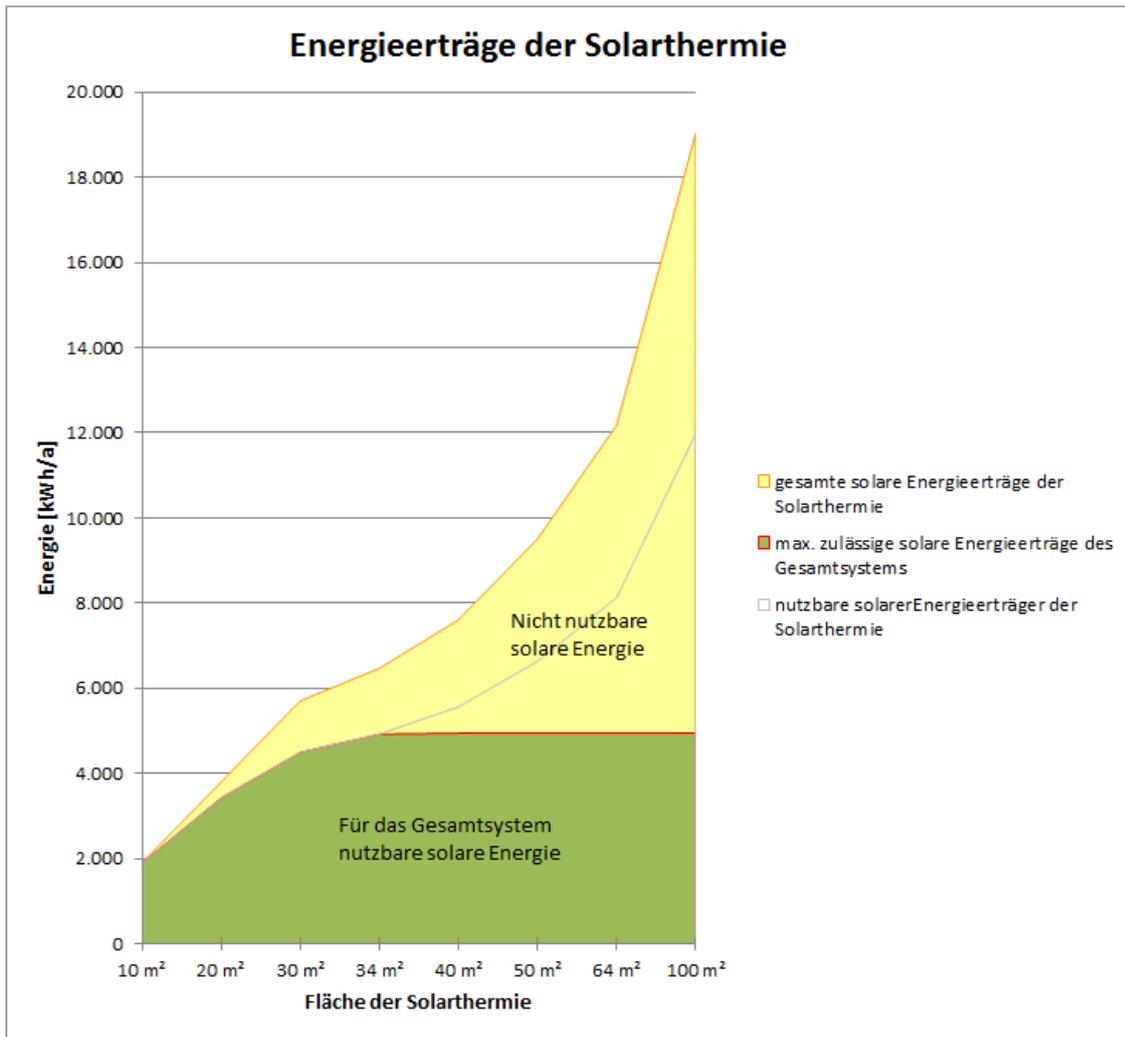


Abbildung 73: Energieerträge der Solarthermie

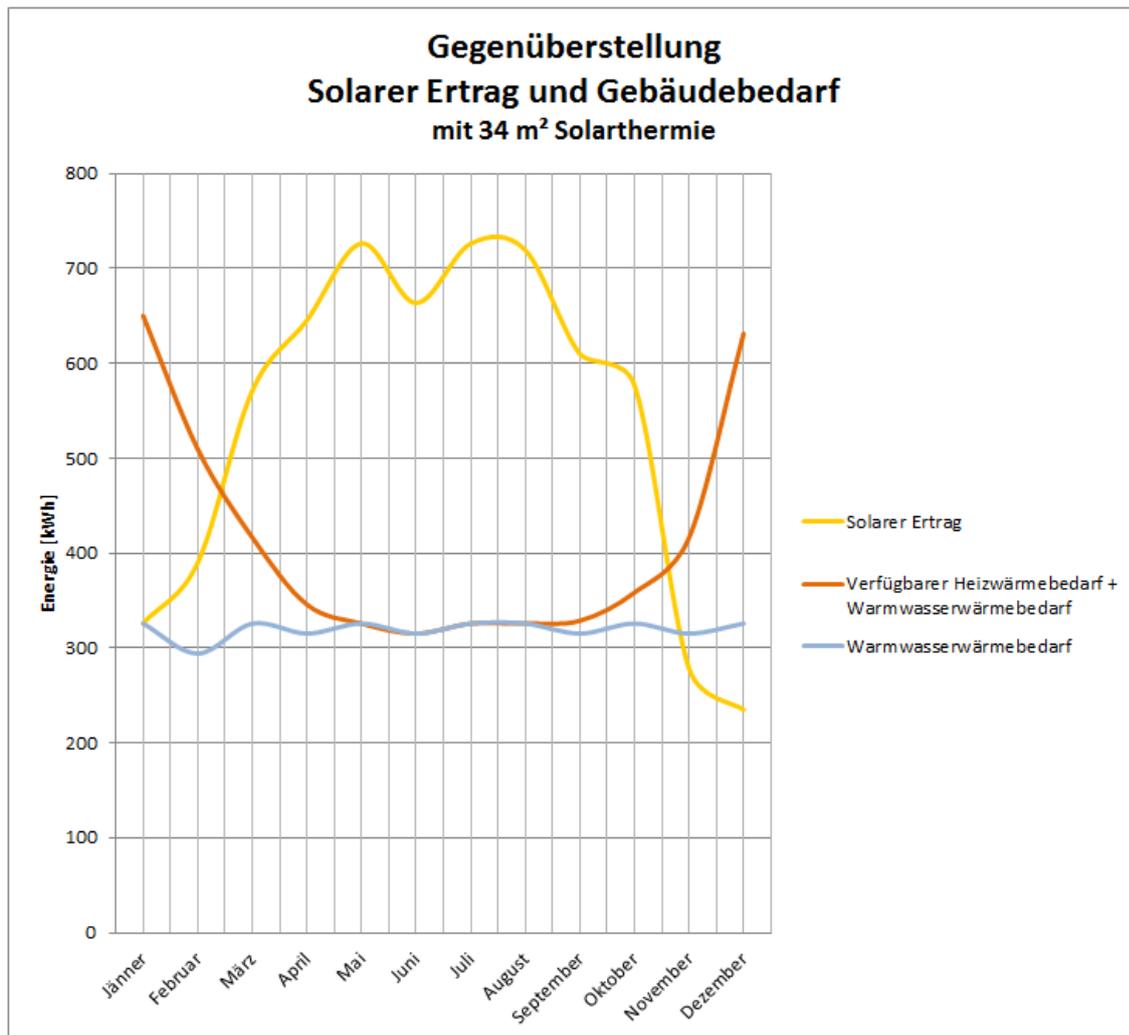


Abbildung 74: Gegenüberstellung des solaren Ertrags und dem nutzbaren Gebäudebedarf

3.4.4 Konkurrenznutzen Winderzeugung (Verschattung) und solare Stromerzeugung

Die Photovoltaik Paneele sind am Bürogebäude in der Fassade sowie über dem Schrägdach geplant.

In der ursprünglichen Planung war die Lüftungsanlage im Technikraum im Obergeschoss des Bürogebäudes vorgesehen. Die Position des Tornadolüfters war auf dem Flachdach des Gebäudes vorgesehen. In einer späteren Variante wurde die Lüftungsanlage oberhalb der nach Norden verlegten Sanitärgruppe eingeplant (siehe auch: Arbeitspaket 4, Pkt. 4). Hierbei kam es einerseits zu Platzproblemen und andererseits reduzierte der Ab- und Zuluftkanal mit dem Tornadolüfter die mögliche Fläche der Photovoltaikanlage, bzw. entstanden auch Beschattungsprobleme für die nun vergrößerte Solaranlage.

In der letzten Planung wurde die Lüftungszentrale in das Lager im Obergeschoss des Nachbargebäudes verlegt. Dies führte auch dazu, dass der Tornadolüfter auf dem Flachdach des Lagers positioniert wurde. Somit wird die mögliche Fläche der PV-Anlage durch die

Kanäle nicht beeinträchtigt. Nach einer Durchführung einer Schattenstudie wurde der Fortluftkanal mit dem Tornadolüfter an einer Stelle mit einer möglichst geringen Beeinträchtigung für die zukünftig mögliche PV-Anlage positioniert.

Die neue Situierung bringt den zusätzlichen Vorteil mit sich, dass der Bürobetrieb von keinen etwaigen entstehenden Geräuschen- und Vibrationsübertragungen gestört wird.

3.4.5 Primärenergievergleich

In diesem Kapitel wird die benötigte Primärenergie für die Nutzung des jetzigen Bürostandortes in Simonsfeld mit dem Neubau (Vollbelegung und IST-Belegung) verglichen. Die Verbrauchsdaten des Bürogebäudes in Simonsfeld wurden von Windkraft Simonsfeld AG geliefert. Da keine genaue Aufschlüsselung des Betriebsstrombedarfes (ausgenommen der Strombedarf des Servers) vorliegt, wurde der Energiebedarf des elektrischen Stromes in Abbildung 75 mit einem Balken dargestellt. Das Gebäude wird derzeit mit einer Hackschnitzelheizung des angrenzenden Landwirtschaftsbetriebes beheizt. In der folgenden Tabelle 11 ist der Endenergiebedarf des jetzigen Betriebsgebäudes aufgeschlüsselt:

Tabelle 16: Endenergiebedarf alter Betriebsstandort Simonsfeld

Bereich	[kWh/a]
Betriebsstrombedarf	16.353
Strombedarf Server	8.500
Heizenergiebedarf	21.920

Der Energiebedarf des Neubaus in der Vollbelegung und der IST-Belegung ist dem AP 4, Kapitel 0 zu entnehmen.

Die Umrechnungsfaktoren von Endenergiebedarf auf den Primärenergiebedarf, Konversionsfaktor genannt, wurden aus der OIB-Richtlinie 6 entnommen bzw. mit der Software Gemis 4.6 ermittelt.

Der Vergleich der Primärenergie wurde mit dem Primärenergiebedarf aus nicht erneuerbaren Quellen (PEBn.ern.) durchgeführt.

Da zur Erzeugung und Entsorgung der PV-Anlage ebenfalls Primärenergie benötigt wird, muss ein, auf die durchschnittliche Lebensdauer bezogener, PEBn.ern. mit eingerechnet werden. Um die vorhandene PEB-Kompensation ermitteln zu können, muss der Primärenergiebedarf der PV-Anlage von dem PEB des österreichischen Strommixes abgezogen werden. Anschließend wird mittels dieser Differenz und dem Endenergiebedarf die PEB-Kompensation ermittelt.

Tabelle 17: Konversionsfaktoren

Bereich	F _{PE}
Biomasse ⁹	1,08
Strom (Österreich-Mix) ⁹	2,62

In dem nachfolgenden Diagramm ist erkennbar, dass das Bestandsgebäude einen wesentlich geringeren Primärenergiebedarf hat. Dies ist einerseits auf den geringeren Energieverbrauch (Endenergie) zurückzuführen und andererseits auch auf die verwendete Wärmezeugung. Im Neubau erfolgt die Heizung mittels Wärmepumpe, welche mit Strom angetrieben wird und somit im Vergleich zur Biomasse bei der Primärenergie mehr ins Gewicht fällt. Ebenso ersichtlich ist, dass der Neubau einen hohen Anteil des PEB mit der PV-Anlage kompensieren kann. Aufgrund der hohen Leistungen der Beleuchtung, der Geräte und des Servers ist eine gesamte Abdeckung jedoch nicht möglich.

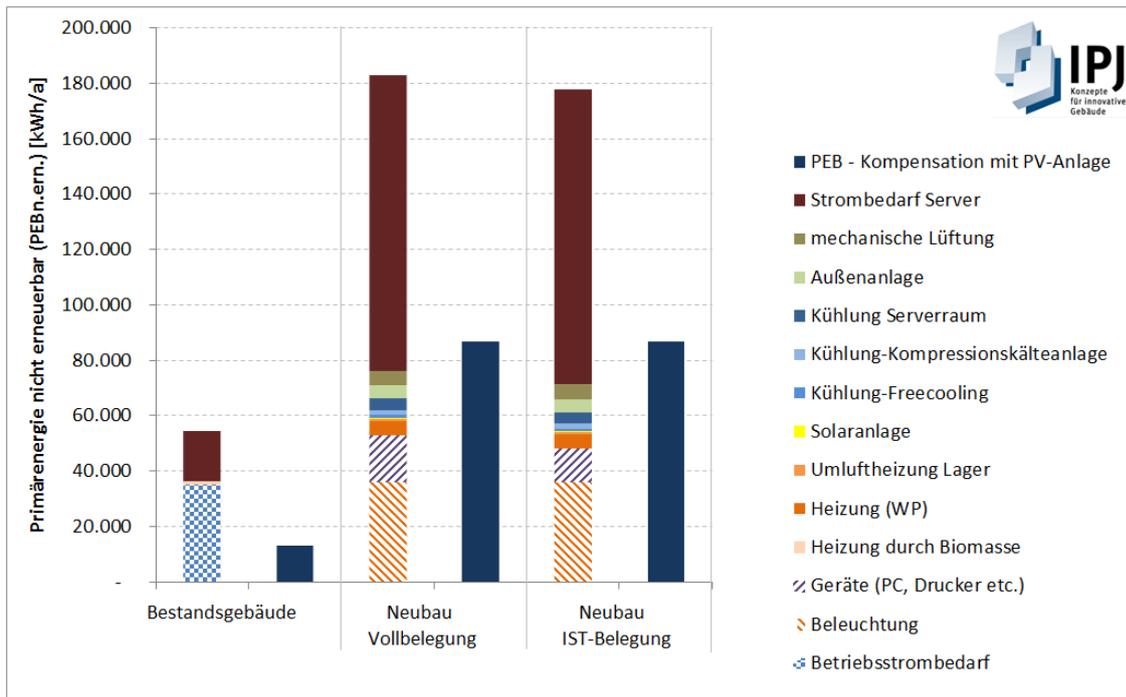


Abbildung 75: Vergleich Primärenergie (nicht erneuerbare Quellen)

3.5 Architekturbezogene Energieoptimierung (AP5)

Ziel laut Antrag: In der Gebäudekonstruktion (Holz- oder Betondecke: Wirkung der Speichermasse) und an den Fassaden sollen energetisch optimierte Varianten untersucht werden. Ist es möglich, das ganze Jahr hindurch an der Fassade Energie zu gewinnen? PV im Sommer, passive Energieeinträge durch die Fenster im Winter? Wie kann die Tageslichtnutzung im Winter und der Ertrag von Solarkollektoren im Winter optimiert werden?

3.5.1 Vergleich der Kosten in der Errichtung (Beton- oder Holzdecke)

Aus ökologischen Gründen sollten möglichst viele tragende Bauteile aus Holz realisiert werden. Und es war auch unter diesem Aspekt – in Verbindung mit den Überlegungen zur Speichermasse – zu optimieren.

Aus statischen Gründen (Aussteifung) sind aber – bei gegebenem Gebäudekonzept – einzelne Bauteile aus Beton erforderlich. Darüber hinaus verfügt Beton über wesentlich mehr Speichermasse als Holz und ist damit besser geeignet, passive Solargewinne im Winter im Gebäude zu halten und im Sommer die Nachtkühle auf die Tagesstunden zu übertragen.

Daher sieht das Gebäudekonzept vor, dass die Mittelwand (und der Erschließungsgang, sowie die allgemeinen Aufenthaltsflächen in diesem Gang) und die Seitenwände entsprechend den statischen Erfordernissen in Beton ausgeführt werden, um so ein möglichst gutes Speicherverhalten bei möglichst geringem Betoneinsatz zu erzielen. Die Mittelwand und die Zwischendecke bieten mehr Oberfläche und Gebäudevolumen als Außenwände, Decke oder Fußböden.

Darüber hinaus ergab ein Kostenvergleich zwischen Gebäudeteilen aus Beton und aus Holz insgesamt ein ziemlich ähnliches Ergebnis. Die Wandkonstruktion erweist sich in Holz als etwas kostengünstiger, die Decken in Beton als kostengünstiger.

Vergleich:

Tabelle 18: Kostenvergleich Gebäudeteile in Beton oder Holz

270 ernstbrunn				Mittelpreis		Spreizung			
				EINH P	POS P	PP		Jahr	Proj
Pos Nr	Kurztext	EH	M	EUR/ EH	EUR				Kommentar
	Baumeister					5%			BKI 01.2011 bis 06.2012 +3,1%
LG 7	Beton			LG 7		Kommentar			
07.02.01.F	Beton Wand H3,2m C20/25 ü.20-30cm dick	m3		105,00		101 - 108 (130)		2011	Lei 12 entfällt
07.02.01.I	Beton Wand H3,2m C25/30 15-20cm dick	m3		110,00		108 - 112 (130)		2011	Lei 12 entfällt
07.02.01.J	Beton Wand H3,2m C25/30 ü.20-30cm dick	m3	0,2	108,00	21,60	103 - 110 (130)		2011	Lei 12 UG Rampenwand b.30cm, 110kg/m3
07.02.01.K	Beton Wand H3,2m C25/30 ü.30-40cm dick	m3		100,00		97 - 106 (120-130)		2011	Lei 12 entfällt
07.02.01.L.Z	Beton Wand H3,2m C30/37 15-20cm dick	m3		122,00		118/ 125/ 132		2011	Lei 12 UG Innenwände, b.20cm, 105kg/m3
07.02.01.M.Z	Beton XC2 Wand H3,2m C30/37 15-20cm dick	m3		132,00		126/ 132/ 142		2011	Lei 12 aussenwand (UG)
07.02.01.N.Z	Beton XC2 Wand H3,2m C30/37 ü.20-30cm dick	m3		131,00		123/ 132/ 142		2011	Lei 12 Dichtbeton
07.02.01.O.Z	Beton XC2 Wand H3,2m C30/37 ü.30cm dick	m3		128,00		115/ 129/ 142		2011	Lei 12
07.02.01.T.Z	Schalung Betonwand H3,2m	m2	2	30,00	60,00	26/ 31/ 38		2011	Lei 12
07.02.01.V	Bewehrung Stabstahl Betonwand H3,2m	kg	27	1,15	31,05	0,90/ 1,05/ 1,15/ 1,25		2011	Lei 12 27kg/m2 20cm dick Innenwand,105kg/m3
07.02.01.W	Bewehrung Matten Betonwand H3,2m	kg		1,15				2011	Lei 12
07.02.02.X.Z	Wandfuß thermische Trennung	m2	0,1	85,00	8,50	20/ 40/ 90/ 115		2011	Lei 12 8 statt 15 m2 lt Plan Statik 2011-03-07
07.02.03.A.Z	Innenwände Beton H3,2m C30/37 20cm	m3	0,2	120,00	24,00	110/ 117/ 130		2011	Lei 12 Innenwände ab EG höher + Aufzug (oder Aufzug anderswo...)
07.02.03.B.Z	Schalung Innenwand H3,2m	m2	2	28,00	56,00	23/ 25/ 31/ 33/ 40		2011	Lei 12 Innenwände ab EG höher + Aufzug
07.02.03.C.Z	Bewehrung Stabstahl Innenwand	kg	22	1,15	25,30	0,90/ 1,05/ 1,15/ 1,25		2011	Lei 12 13kg/m2 20cm dick / 105kg/m3? prüfen Statik Ansatz Innenwände ab EG höher 105kg/m3 + Aufzug130kg/m3
07.02.03.D.Z	Bewehrung Matten Innenwand	kg		1,15		0,90/ 1,05/ 1,15/ 1,25		2011	Lei 12 entfällt
	ZwSumme Beton Aussenwand	m2			121,15	5%			
	ZwSumme Beton Innenwand	m2			113,80	5%			
07.02.03.E.Z	FT-Hohlwand H3,2m C30/37 20cm	m2		75,00		62/ 72/ 74/ 84/ 100		2011	Lei 12 Wände Ort beton
07.02.14.C	Beton Säule/Pfeiler H3,2m C25/30 bis 0,05m2	m3		175,00		157/ 168/ 183/ 215		2011	Lei 12 300kg/m3
07.02.14.D	Beton Säule/Pfeiler H3,2m C25/30 über0,05m2	m3		165,00		142/ 152/ 168/ 215		2011	Lei 12 300kg/m3
07.02.14.E	Beton Säule/Pfeiler H3,2m C30/37 bis 0,05m2	m3		185,00		162/ 168/ 188/ 192/ 205		2011	Lei 12
07.02.14.F	Beton Säule/Pfeiler H3,2m C30/37 über0,05m2	m3		175,00		147/ 157/ 168/ 192/ 205		2011	Lei 12
07.02.14.N	Schalung Betonpfeiler rechteckig H3,2m	m2		55,00		42/ 44/ 50/ 52/ 60		2011	Lei 12
07.02.14.W.Z	Bewehrung Stabstahl Betonpfeiler H3,2m	kg		1,15		0,90/ 1,05/ 1,15/ (2,10)		2011	Lei 12 300kg/m3
07.02.14.X.Z	Az. Pfeiler Sichtbeton	m3		20,00		5/ 20/ 25/ 50		2011	Lei 12
07.02.14.Y.Z	Az. Pfeiler Schalung	m2		10,00		5/ 43?		2011	Lei 12
07.02.18.E	Beton Balken,Roste H3,2m C30/37 bis 20cm	m3		165,00		138/ 148/ 168/ 192/ 200		2011	Lei 12
07.02.18.F	Beton Balken,Roste H3,2m C30/37 über 20cm	m3		150,00		130/ 138/ 168/ 196/ 205		2011	Lei 12
07.02.18.S	Schalung Beton-Balken/Roste H3,2m	m2		50,00		37/ 43/ 53		2011	Lei 12
07.02.18.V	Bewehrung Stabstahl BetonBalken/Roste H3,2m	kg		1,25		0,8/ 1,08/ 1,15/ 1,35/ 1,60		2011	Lei 12 300kg/m3
07.02.19.C	Beton Balken,Roste H-5m C25/30 bis 20cm	m3		170,00		132/ 142/ 168/ 196/ 206		2011	Lei 12 300kg/m3
07.03.01.C	Beton Decke/Kragplatte H3,2m C25/30 b.25cm	m3	0,23	120,00	27,60	104/ 118/ 127/ 132		2011	Lei 12 entfällt
07.03.01.D	Beton Decke/Kragplatte H3,2m C30/37 b.25cm	m3	0,2	115,00	23,00	100/ 108/ 123/ 127/ 129		2011	Lei 12 Normaldecke+Dach ü DG tlw=0,2;
07.03.01.E.Z	Beton XC2 Decke/K.pl. H3,2m C30/37 b.30cm	m3		125,00		118/ 120/ 123/ 132/ (139)		2011	Lei 12
07.03.01.S	Schalung Decke/Kragplatte Untersicht H3,2m	m2	1	30,00	30,00	23/ 25/ 33/ 35		2011	Lei 12 alle Decken, Flachdach, Rampe - ca.
07.03.01.T	Schal.Decke/Kragplatt Roste,Randschal.H3,2m	m2	0,05	45,00	2,25	39/ 43/ 44/ 45/ 54		2011	Lei 12
07.03.01.V	Bewehrung Stabstahl Decke/Kragpl.H3,2m	kg	22	1,10	24,20	0,90/ 1,04/ 1,08/ 1,15 / (1,36)		2011	Lei 12 d,0,25m = 115kg/m3; d,0,2m und b,0,3m = 105kg/m3
07.03.01.W	Bewehrung Matten Decke/Kragpl.H3,2m	kg		1,15		0,90/ 1,10/ 1,15/ 1,79/ 1,97		2011	Lei 12
	ZwSumme Beton Decke über OG 20cm	m2			79,45	5%			
	ZwSumme Beton Decke über EG 23cm	m2			85,43	5%			
LG 9	Mwk			LG 9	Spiittini	Kommentar			80
09.11.02.A	Mwk.NF Loch M3-M10	m3		430,00		390/ 425/ 440/ 490		2011	Lei 12
09.11.05.A	17/18cm HLZ-Mwk M3-M10	m2		55,00		50/ 52/ 55/ 58/ (79)		2011	Lei 12
09.11.06.C	25cm HLZ-Schalst-Mwk M5-M10	m2		75,00		64/ 67/ 74/ 100/ 105		2011	Lei 12
09.11.06.D.Z	20cm HLZ-Mwk. Objekt plan	m2		70,00		53/ 67/ 73/ 81/ 83		2011	Lei 12 WDB nicht abgezogen
09.11.06.E.Z	Az. Zertifikat Nature plus	m2		0,10				2011	Lei 12 WDB nicht abgezogen
09.11.06.F.Z	Wandfuss SBZ thermisch entkoppelt	m		30,00		22/ 25/ 38/ (108)		2011	Lei 12 d=20 Perlitfüllung oder durchgehend, PTH 25-38 Plan o.glw
09.11.06.G.Z	Wandfuss Lastverteilung	m		10,00		9/ 9/ 9/ 23/ (65)		2011	Lei 12
09.12.02.C	Betonschalst.Mwk.C16/20 25cm	m2		75,00		70/ 90		2011	Lei 12
09.12.02.E	Betonschalst.Mwk.C16/20 40cm	m2		90,00		84/ 90/ 94/ (138)		2011	Lei 12
09.16.01.A	Az Mwk.Ft-Überl.bis 15cm	m		10,00		9/ 10/ 11		2011	Lei 12

Tabelle 19: Kostenvergleich Gebäudeteile in Beton oder Holz (Fortsetzung)

270 ernstbrunn					Mittelpreis		Spreizung			
					EINH P	POS P	PP		Jahr	Proj
09.16.01.C	Az Mwk Ft-Überl ü 20-25cm	m			20,00		13/ 17/ 23/ 25/ 27		2011	Lei 12
Putz innen										INNENPUTZ BAUSEITS
LG 10	Leistung	EH	mM	LG 10						Kommentar
10.11.03.B	I-putz Wand 10mm Mwk.gegl.	m2			11		10,5/ 11,5		2011	Lei 12 Zw HLZ
10.11.03.D	I-putz Wand 10mm Beton.gegl.	m2			13		12/ 12,5/ 13/ 13,5/ 15,5		2011	Lei 12 inkl AZ Voranstrich Ortbeton (statt Pos. 10.11.06.B) bei Bedarf zuzügl Putzbewehrung 4.- EUR/ m2
10.11.03.K.Z	I-putz Wand 10mm KZM Nassr.	m2			12		9,5/ 10,5/ 12,5/ 13/ 13,5/ 14,5		2011	Lei 12
10.11.06.B	I-Dünno.3mm Betonwand.geglätt.	m2			11		7/ 7,5/ 12,5/ 13/ 13,5		2011	Lei 12 vergl 10.11.03.D EHP? I-putz 10mm (Beton/ Ziegel nebeneinander! vergl 10.11.03.D inkl Voranstrich Ortbeton
10.11.07.B	I-Dünno.Decke 3mm Beton.gegl.	m2	1		11	11,00	7/ 7,5/ 8,5/ 12,5/ 13/ 13,5		2011	Lei 12 EHP hoch!
10.50.00.A.Z	Wandputz innen Lehm Unterputz	m2	1		30	30,00	27/ 28/ 29/ (45)		2011	Lei 12 EHP hoch!
10.50.00.B.Z	Wandputz innen Lehm Oberputz	m2	1		27	27,00	(11) 26/ 27/ 28		2011	Lei 12 EHP hoch!
10.50.00.C.Z	Schilfrohmatten Wand	m2	1		6	6,00	5/ 5/ 5/ (32)		2011	Lei 12
10.50.00.D.Z	Jutegewebe	m2	1		7	7,00	7/ 7/ 7/ (18)		2011	Lei 12
10.50.00.E.Z	Az Biofaserlehm BF 02	m2	1		3	3,00	3/ 3/ 3/ (23)		2011	Lei 12
10.50.00.F.Z	Wandfuss Mwk luftdicht spachteln	m			12		12/ 12/ 12/ (91)			
ZwSumme Lehmputz Beton Aussenwand		m2				67,00	5%			
ZwSumme Lehmputz Beton Innenwand		m2				134,00	5%			
ZwSumme KZputz Beton Decke (o Spachtelung		m2				13,00	5%			
Zimmermann							15%			BKI 05.2007 bis 06.2012 +13,6%
LG 36	Leistung	EH	mM	LG 36						Kommentar
36.60.03.A.Z	Dach ü. OG 128mm 5s, Sicht flach	m2	1		100,00	100,00	87/ 97/ 103/ 115/ (130)		2007	PurkH
36.60.03.E.Z	Dach ü. OG 148mm 5s, Sicht flach	m2	1		110,00	110,00	64/ 101/ 106/ 120/ 121/ (158)		2007	PurkH
36.60.03.C.Z	Decke ü. EG 182mm 5s, Sicht	m2	1		123,00	123,00	hochgerechnet von d=170 (107/ 107/ 124/ 125/ 138/ (158)		2007	PurkH
36.60.03.D.Z	Decke ü. EG 208mm 7s, Sicht	m2	1		145,00	145,00	hochgerechnet von d=170 (107/ 107/ 124/ 125/ 138/ (158)		2007	PurkH
36.60.04.0.Z	Tragende Innen- u. Aussenwände, 94 mm	m2	1		84,00	84,00	78/ 79/ 82/ 85/ 92/ (108)		2007	PurkH
BETON	KOMPL m INDEX Summe									
	Beton Aussenwand, inkl Lehmputz	m2	1			198,00				
	Beton Innenwand, inkl Lehmputz	m2	1			260,00				
	Beton Decke ü OG Büro, inkl Putz	m2	1			97,00				
	Beton Decke ü EG Büro, inkl Putz	m2	1			103,00				
HOLZ	KOMPL m INDEX Summe									
	BSH Aussenwand, inkl Lehmputz	m2	1			172,00	Lehmputz mit Schilfmatte			
	BSH Innenwand, inkl Lehmputz	m2	1			248,00	Lehmputz mit Schilfmatte			
	BSH Decke ü OG Büro, Sichtholz	m2	1			121,00	Mischpreis d=128 - 148			
	BSH Decke ü EG Büro, Sichtholz	m2	1			167,00	d= 208			
	BSH Decke ü LAger, Sichtholz	m2	1			141,00	d= 182			

3.5.2 Wirkung der Speichermasse auf den Energieverbrauch

Zur Heizung und Kühlung des Bürogebäudes standen verschiedene Varianten zur Auswahl. Im Allgemeinen handelt es sich hierbei um Flächenheizungen und Flächenkühlungen bzw. einer Betonkernaktivierungen. In den durchgeführten Simulationen wurden die Systeme variiert, lediglich die Betonkernaktivierung bei der Mittelmauer wurde in der Variante mit einbezogen. In folgender Abbildung sind die verschiedenen System für die Büros bzw. dem Kommunikationsbereich dargestellt.

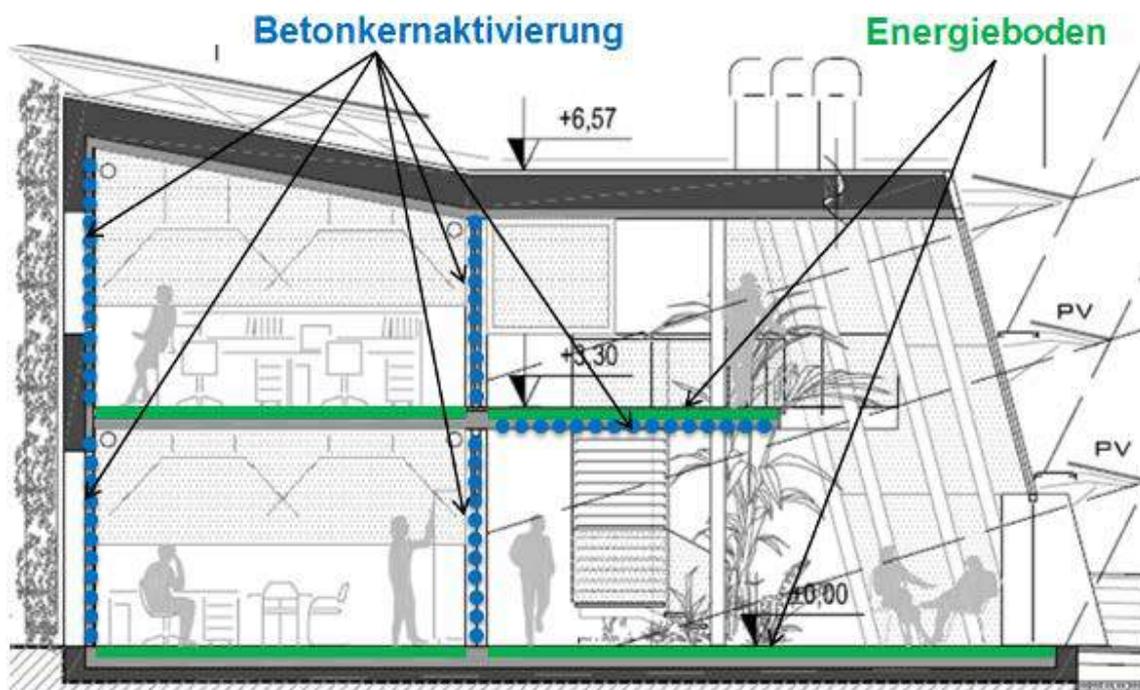


Abbildung 76: Abgabesysteme für Heizung und Kühlung des Bürogebäudes

Darstellung der untersuchten Varianten

Büroräume

Tabelle 20: Varianten der Büros

	Büro-Var. 1	Büro-Var. 2
Wandheizung Außenwand	X	
Betonkernaktivierung Innenwand	X	X
Energieboden		X

Kommunikationsbereich und Galerie

Tabelle 21: Varianten Kommunikationsbereich und Galerie

	KB-Var.1	KB-Var.2	KB-Var.3	KB-Var.4
Betonkernaktivierung Innenwand und Galeriedecke	X	X	X	X
Energieboden bei Fassade (1m breiter Streifen)	X	X	X	X
Fassade mit 2-Scheibenglas	X	X		
Fassade mit 3-Scheibenglas			X	X
Lufttemperatur min 12°C	X		X	
Lufttemperatur min 20°C		X		X

Ergebnisse Thermischer Komfort der untersuchten Varianten

Alle Kennwerte der dynamischen Simulation beruhen auf den in Kap. 1.2 genannten Wetterdaten.

Dies ist insbesondere beim Vergleich der Simulationsergebnisse mit einer Kühl- oder Heizlastberechnung zu beachten.

Die dargestellten Temperaturen sind empfundene oder operative Raumtemperaturen, welche durch die Wärmestrahlung erwärmter Raumflächen mit bestimmt werden. Sie sind insbesondere ein Maß für das Komfortempfinden der anwesenden Personen.

Erklärung der folgenden Diagramme:

1 Tagesverlauf der Empfindungstemperatur:

An der Ordinate sind die Temperatur und auf der Abszisse die Stunden je Tag aufgetragen. In diesem Diagramm ist die zu erwartende Temperatur zur jeweiligen Tagesstunde ersichtlich.

2 Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur:

In diesem Diagramm wird die stundenmäßige Häufigkeit von auftretenden Temperaturen gezeigt. Die Ordinate stellt die Stunden pro Jahr dar und auf der Abszisse sind die auftretenden Temperaturen aufgetragen. In der Tabelle unterhalb der Abszisse sind die Häufigkeiten der jeweiligen Temperaturen und Räume tabellarisch dargestellt.

Büro

Büro-Variante 1

Bei dieser Variante erfolgt die Heizung und Kühlung mittels einer Betonkernaktivierung der Mittelmauer und einem Wandheizungs- bzw. -kühlungssystem in der Außenwand.

In dem nachfolgenden Summenhäufigkeitsdiagramm ist zu erkennen, dass das Referenzbüro im Erdgeschoß die höchsten Temperaturen aufweist. Dies ist auf die geringe Größe des Raumes und die Summe der inneren Last zurückzuführen.

Die maximale Empfindungstemperatur des Referenzbüros beträgt 28 °C und weist eine Häufigkeit von 21 Stunden pro Jahr auf. Maximal an 290 Stunden im Jahr (11 % der Nutzungszeit) steigt die Empfindungstemperatur über 26 °C an.

Während der Nachtstunden beträgt die minimale Empfindungstemperatur ca. 24 °C. Eine merkbare Auskühlung durch eine Nachtabenkung ist nicht erkennbar.

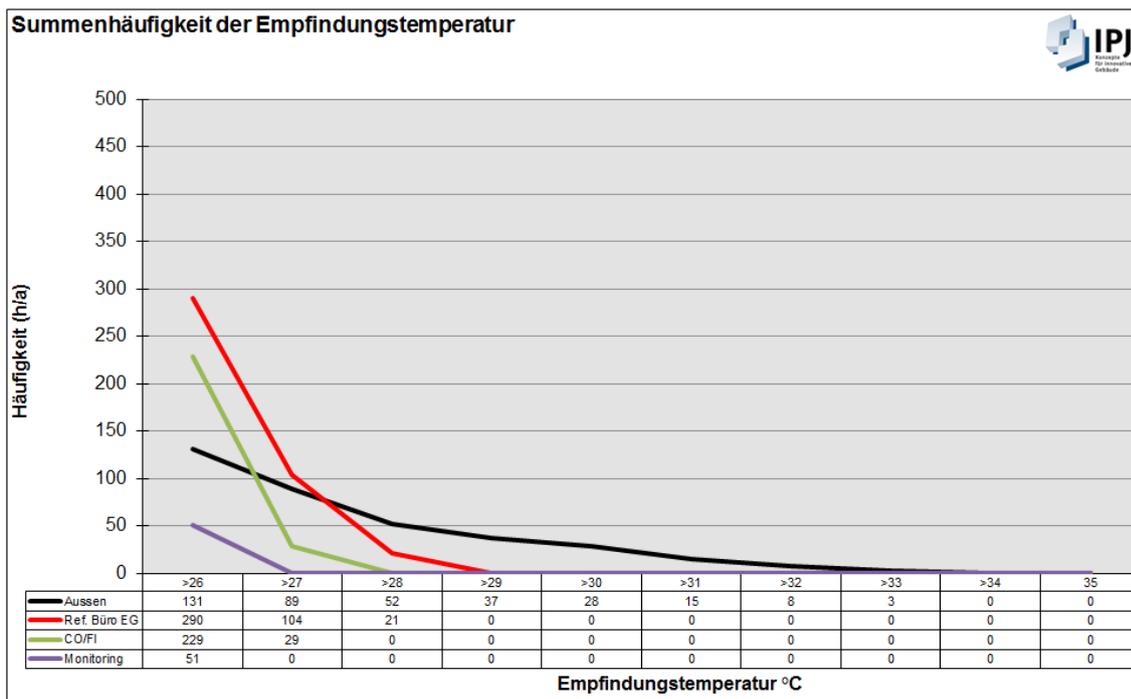


Abbildung 77: Büro-Var. 1 – Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur

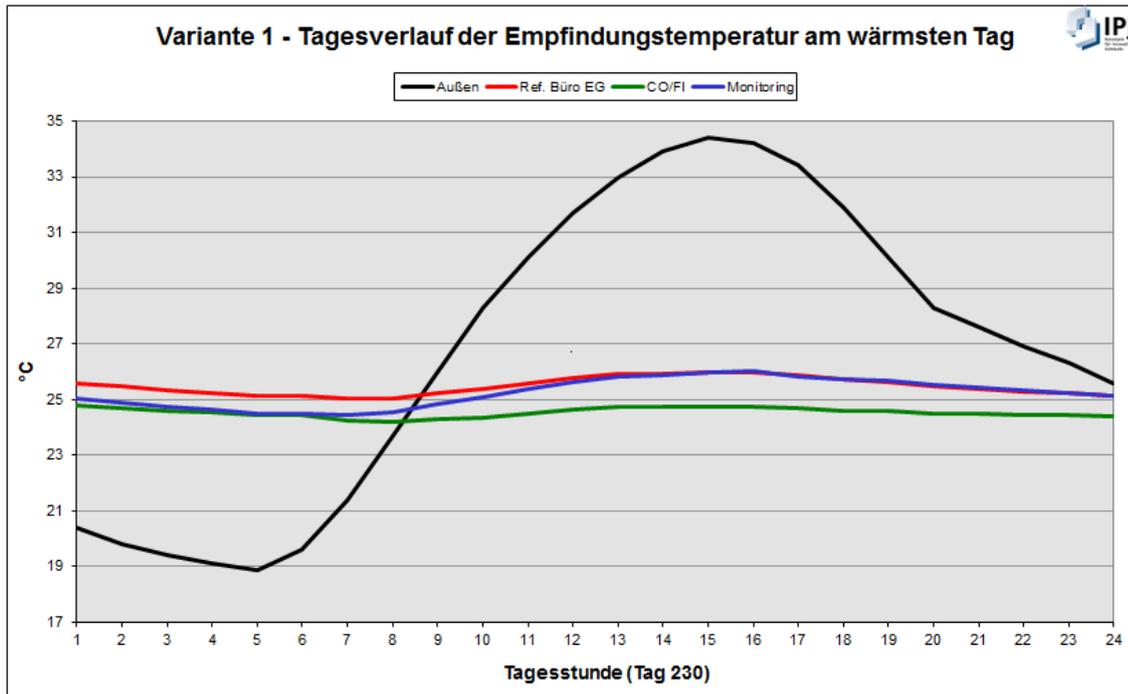


Abbildung 78: Büro-Var. 1 – Tagesverlauf der Empfindungstemperatur

Büro-Variante 2

Hier erfolgt die Heizung und Kühlung mittels einer Betonkernaktivierung der Mittelmauer und Fußbodenheizung bzw. -kühlung.

In dem nachfolgenden Summenhäufigkeitsdiagramm ist zu erkennen, dass das Referenzbüro im Erdgeschoß und das Büro CO/FI die höchsten Temperaturen aufweisen.

Die maximale Empfindungstemperatur des Referenzbüros und des Büros CO/FI beträgt 27 °C und weist eine Häufigkeit von 27 Stunden pro Jahr im Referenzbüro und 18 Stunden im Büro CO/FI auf. Im Büro CO/FI steigt die Empfindungstemperatur maximal an 105 Stunden im Jahr (4 % der Nutzungszeit) über 26 °C an.

Während der Nachtstunden beträgt die minimale Empfindungstemperatur ca. 23 °C bis 24 °C. Eine merkbare Auskühlung durch eine Nachtabenkung ist erkennbar.

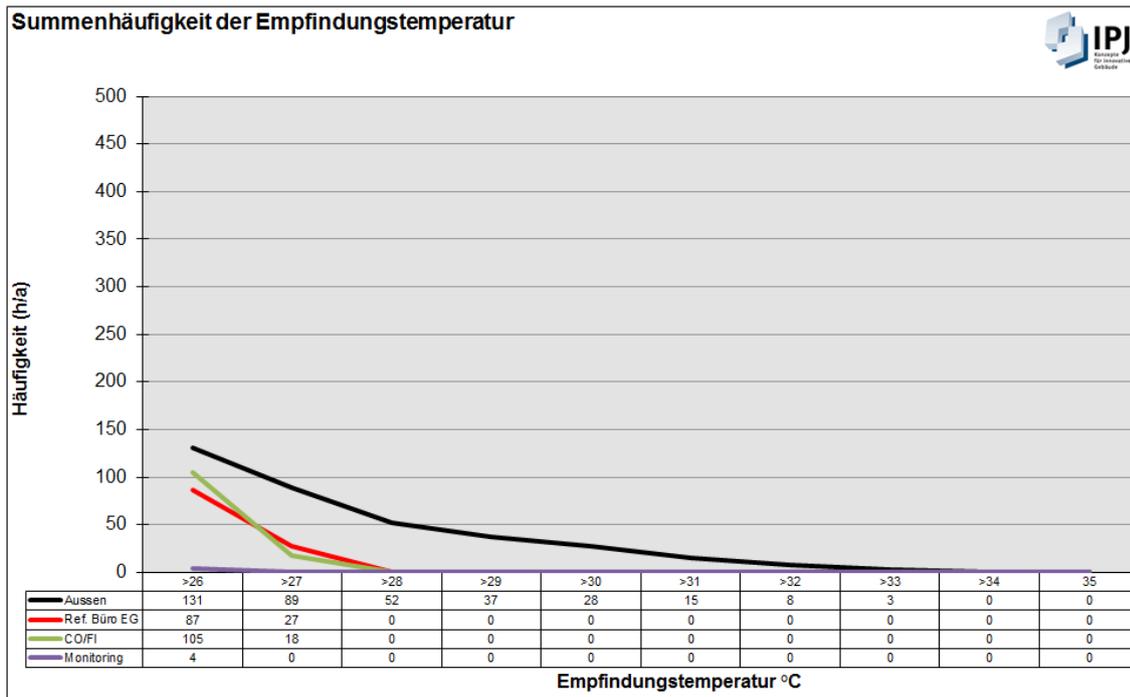


Abbildung 79: Büro-Var.2 – Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur

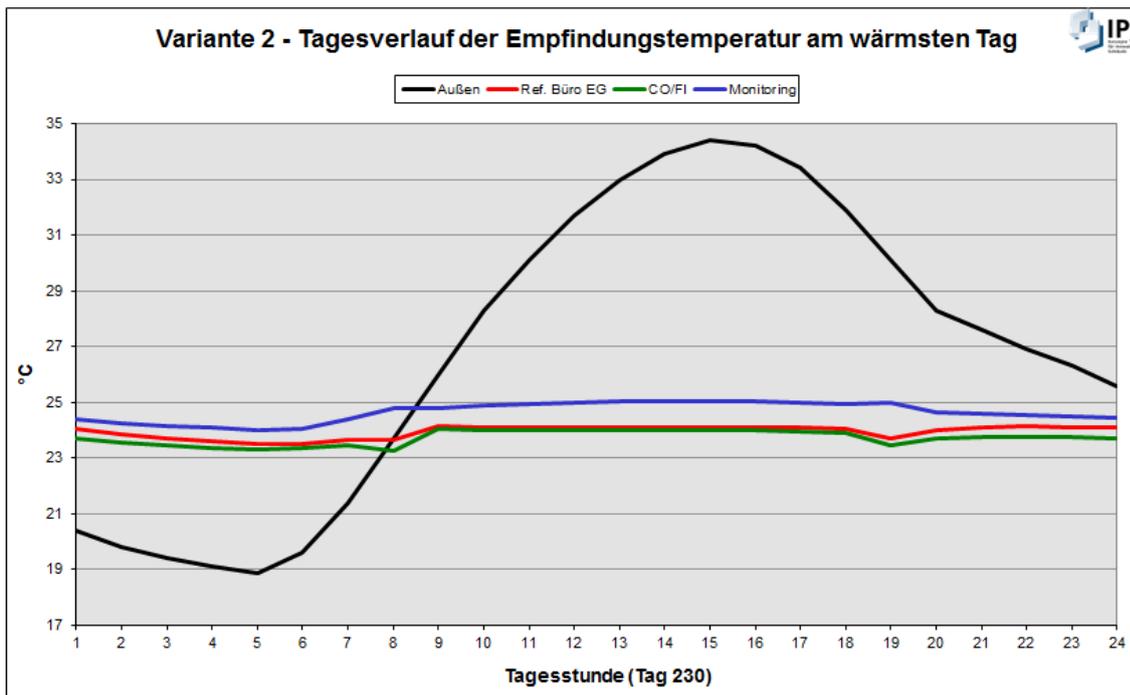


Abbildung 80: Büro-Var.2 – Tagesverlauf der Empfindungstemperatur

Kommunikationsbereich (Halle im Bürobau) und Galerie

KB-Variante 1

In der Variante 1 des Kommunikationsbereichs erfolgt die Ausbildung der Südfassade mit einer 2-Scheiben-Verglasung. Die einzuhaltende Mindestlufttemperatur beträgt 12 °C.

Aus der Abbildung 69 ist ersichtlich, dass der Besprechungsraum im Obergeschoß die höchsten Temperaturen aufweist. Hierfür gibt es zwei Gründe: Einerseits ist dieser Besprechungsraum nicht gesondert konditioniert und zum Kommunikationsbereich bzw. zur Galerie komplett offen. Andererseits ist die Situierung des Raumes direkt an der Glasfassade. Durch die direkte Sonneneinstrahlung erhöht sich die Empfindungstemperatur.

Die maximale Empfindungstemperatur des Besprechungsraumes beträgt 30 °C und weist eine Häufigkeit von 14 Stunden pro Jahr auf. Im Kommunikationsbereich und in der Galerie beträgt die maximale Empfindungstemperatur ca. 28 °C.

In der Abbildung 81 sieht man, dass in den Bereichen Kommunikationsbereich und Galerie die minimal zu erwartende Empfindungstemperatur während des Nutzungszeitraumes zwischen 17 °C und 18 °C liegt. Im Bereich des Besprechungsraumes ist mit einer minimalen Empfindungs-temperatur von 16 °C zu rechnen.

Während der Nachtstunden beträgt die minimale Empfindungstemperatur ca. 24 °C. Eine merkbare Auskühlung durch eine Nachtabenkung ist erkennbar.

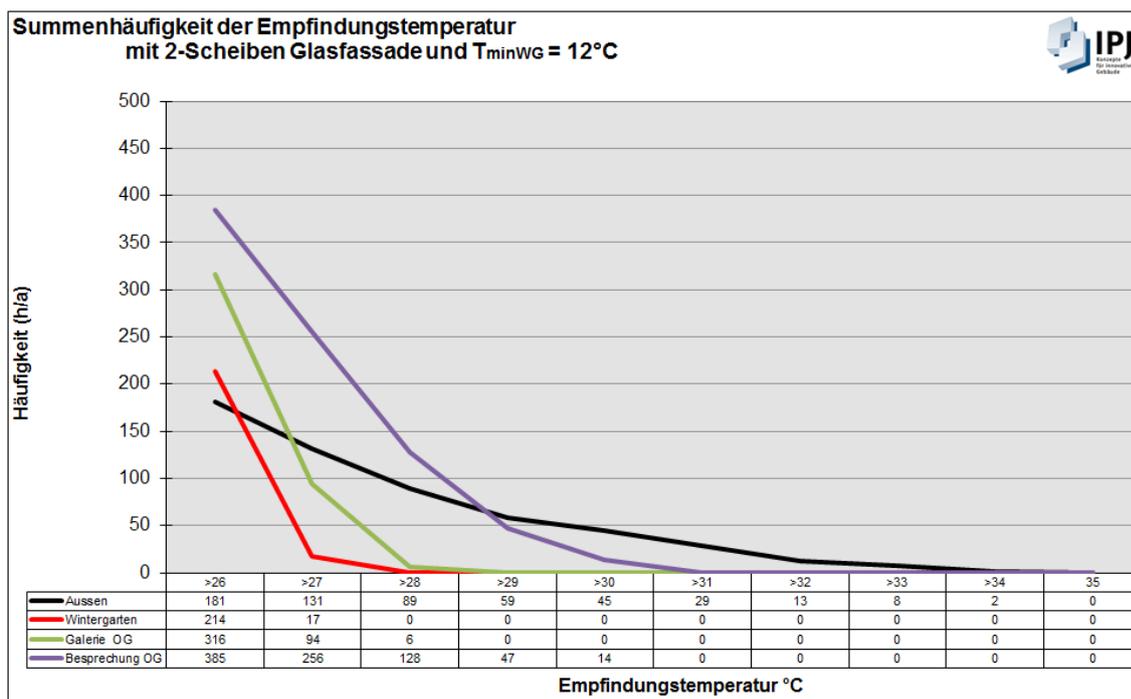


Abbildung 81: KB-Var. 1 – Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur

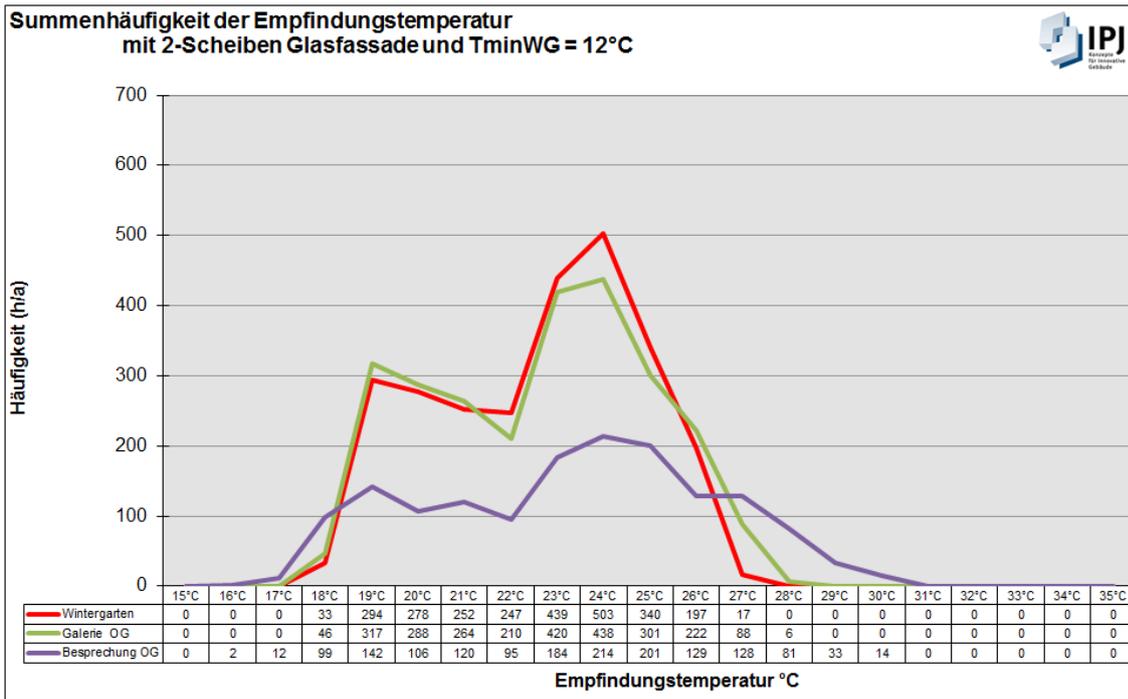


Abbildung 82: KB-Var. 1 – Summenhäufigkeit (nicht kumulierend) der Empfindungstemperatur

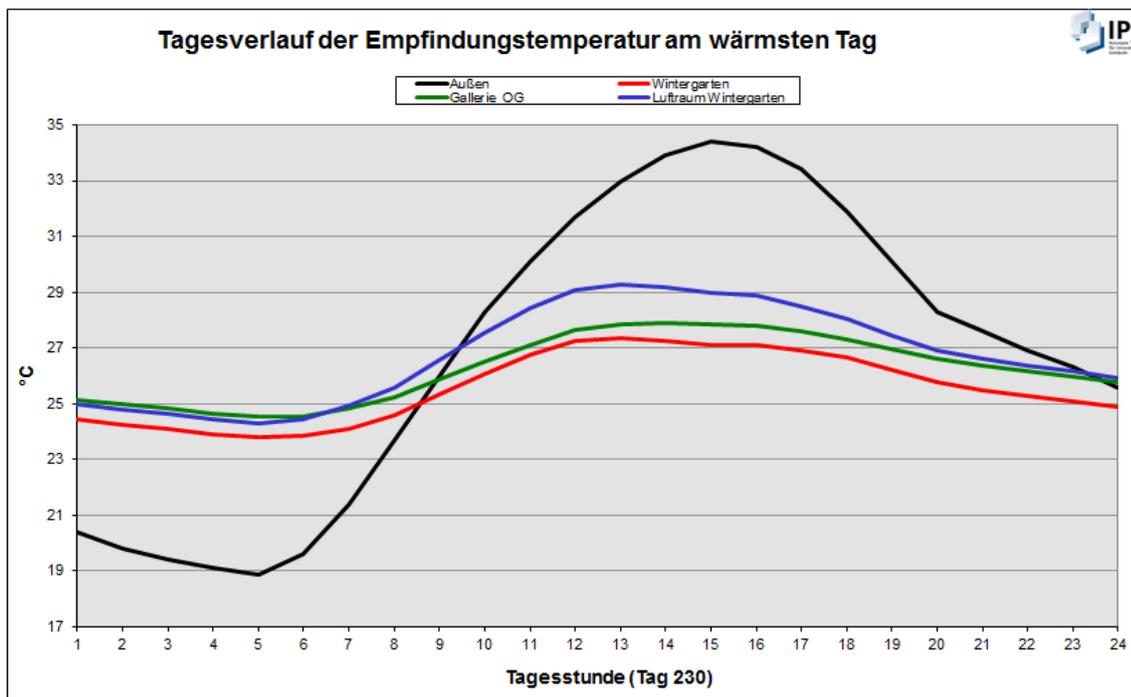


Abbildung 83: KB-Var. 1 – Tagesverlauf der Empfindungstemperatur im Sommer

KB-Variante 2:

In dieser Variante des Kommunikationsbereichs erfolgt die Ausbildung der Südfassade ebenfalls mit einer 2-Scheiben-Verglasung. Die einzuhaltende Mindestlufttemperatur beträgt abweichend zur Variante 1 20 °C.

Aus der Abbildung 72 ist ersichtlich, dass wiederum der Besprechungsraum im Obergeschoß die höchsten Temperaturen aufweist. Die Gründe hierfür sind dieselben wie in Variante 1.

Die maximale Empfindungstemperatur des Besprechungsraumes beträgt 30 °C und weist eine Häufigkeit von 14 Stunden pro Jahr auf. Im Kommunikationsbereich und in der Galerie beträgt die maximale Empfindungstemperatur ca. 28 °C.

Durch die Erhöhung der Mindestlufttemperatur auf 20 °C ist auch die minimale Empfindungstemperatur gestiegen. Dieser Anstieg ist in der Abbildung 84 ersichtlich. In den Bereichen Kommunikationsbereich und Galerie ist mit einer minimal zu erwartende Empfindungstemperatur während des Nutzungszeitraumes von ca. 19 °C zu rechnen. Die minimale Empfindungstemperatur des Besprechungsraumes beträgt in etwa 18 °C und wird an 7 Stunden des Nutzungszeitraumes erreicht.

Während der Nachtstunden entstehen Empfindungstemperaturen von 22 °C bis 24 °C. Eine merkbare Auskühlung durch eine Nachtabsenkung ist erkennbar.

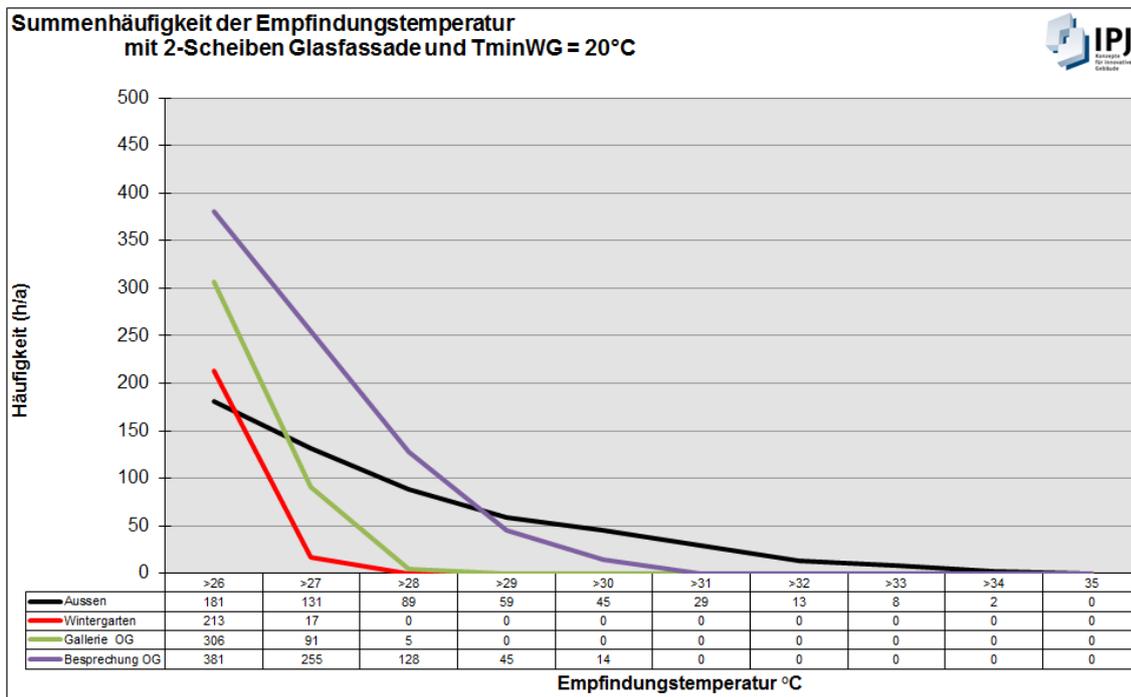


Abbildung 84: KB-Var. 2 – Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur

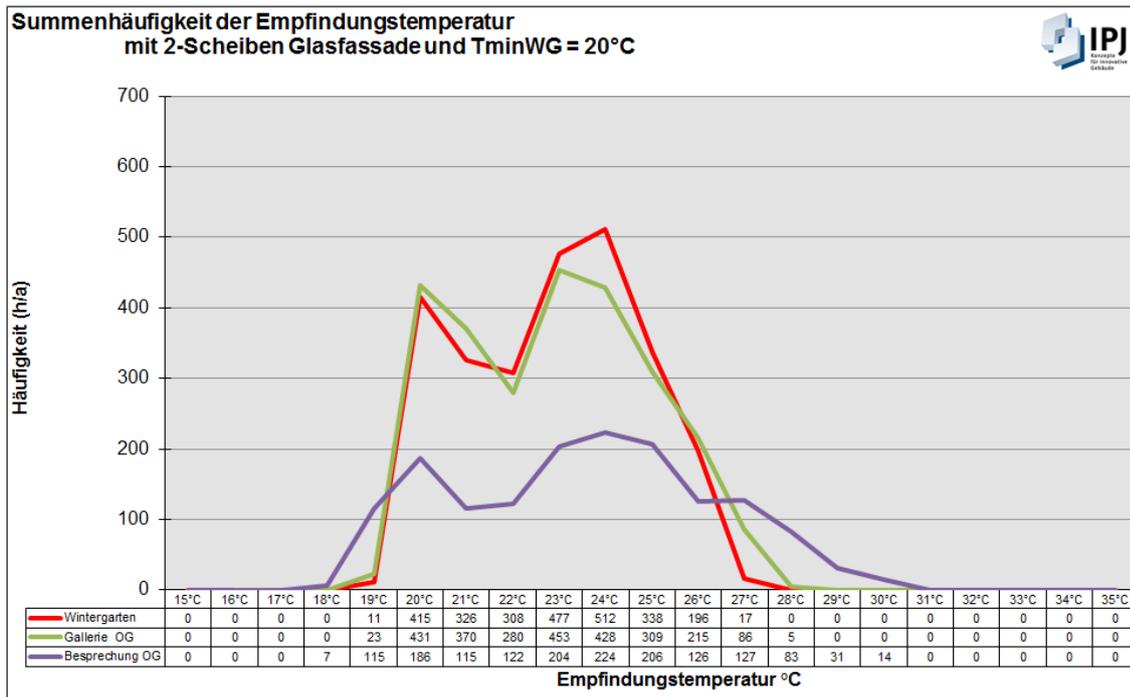


Abbildung 85: KB-Var. 2 – Summenhäufigkeit (nicht kumulierend) der Empfindungstemperatur

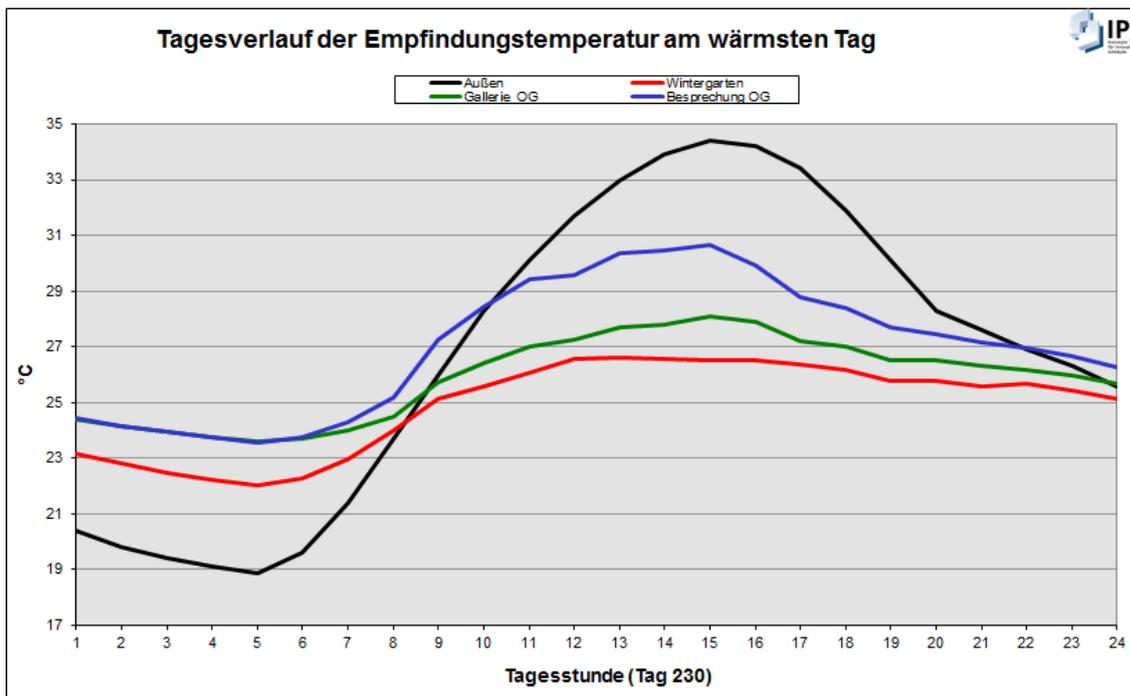


Abbildung 86: KB-Var. 2–Tagesverlauf der Empfindungstemperatur im Sommer

KB-Variante 3:

Hierbei wird die Südfassade mit einer 3-Scheiben-Verglasung hergestellt und die einzuhal-
tende Mindestlufttemperatur beträgt 12°C .

Aus der Abbildung 87 ist ersichtlich, dass auch hier der Besprechungsraum im Obergeschoß die höchsten Temperaturen aufweist. Die Gründe hierfür sind dieselben wie in Variante 1.

Die maximale Empfindungstemperatur des Besprechungsraumes beträgt 30 °C und weist eine Häufigkeit von 15 Stunden pro Jahr auf. Im Kommunikationsbereich und in der Galerie beträgt die maximale Empfindungstemperatur ca. 28 °C.

Durch die Verwendung der 3-Scheibenverglasung erfolgt eine Verbesserung der Gebäudehülle. Dies führt einerseits zur Verringerung des Energiebedarfes (siehe Punkt Ergebnisse) und andererseits erhöht sich die Empfindungstemperatur in der Nacht. Wie in der Abbildung 88 erkennbar liegen in allen Bereichen die minimalen Empfindungstemperaturen zwischen 18 °C und 19 °C.

Während der Nachstunden erfolgt eine deutlich spürbare Absenkung der Empfindungstemperaturen. In der Abbildung 89 sind die minimalen Empfindungstemperaturen zwischen 22 °C und 24 °C ersichtlich.

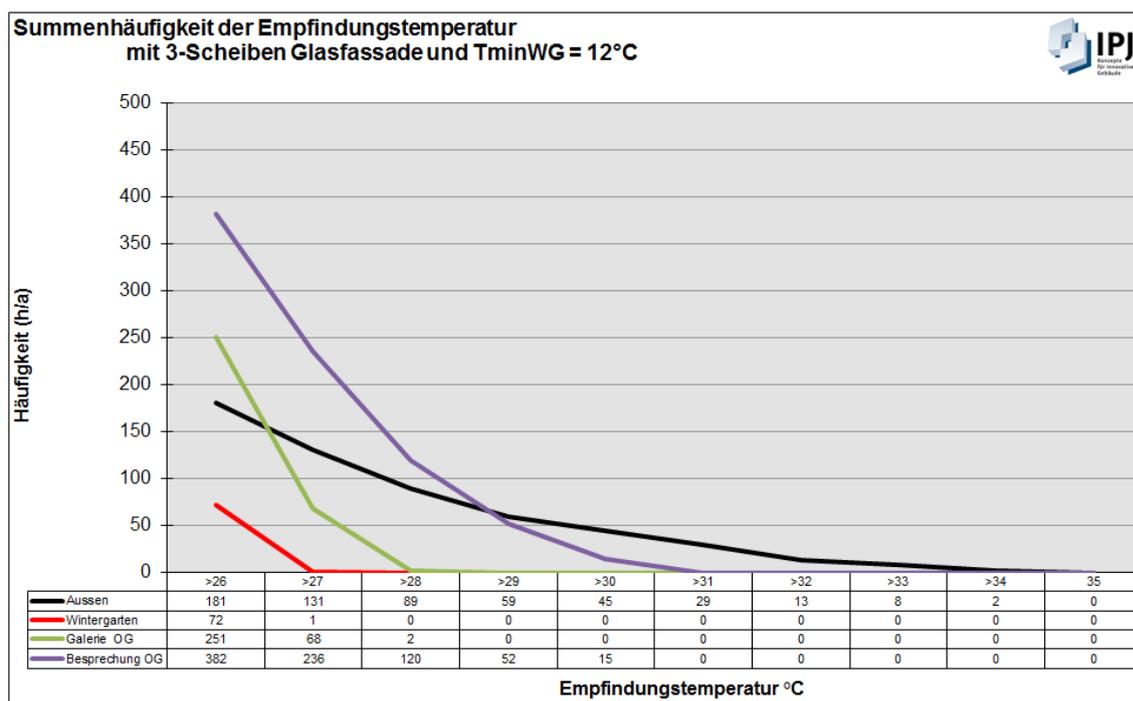


Abbildung 87: KB-Var. 3 – Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur

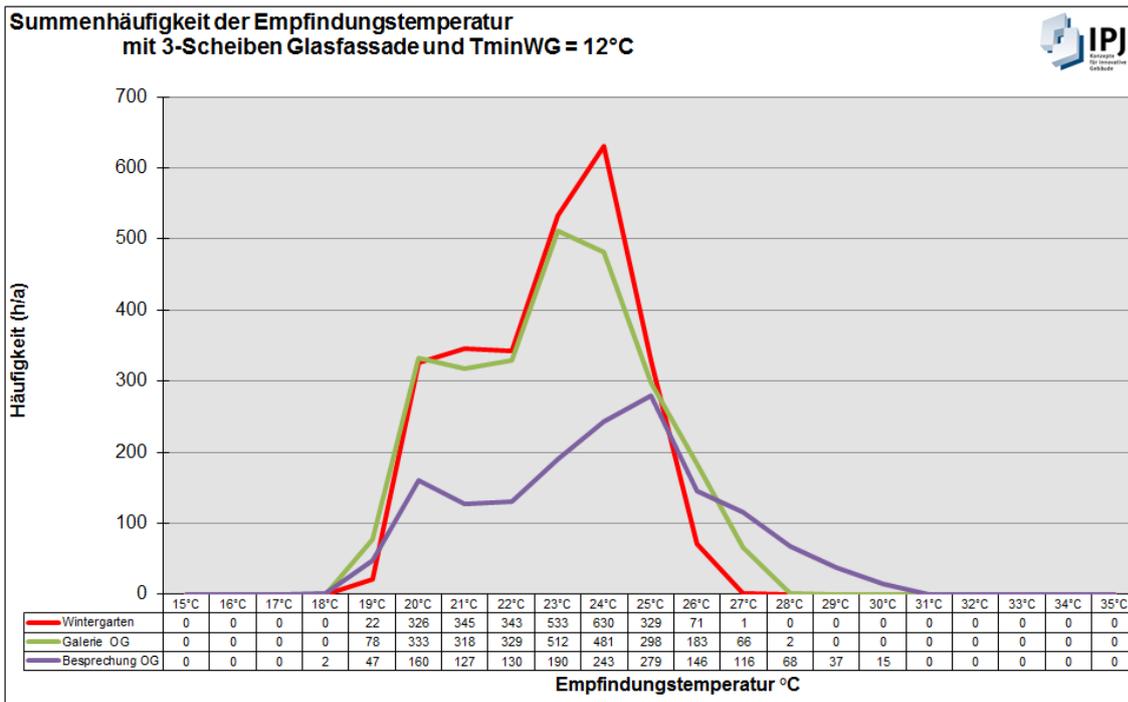


Abbildung 88: KB-Var. 3 – Summenhäufigkeit (nicht kumulierend) der Empfindungstemperatur

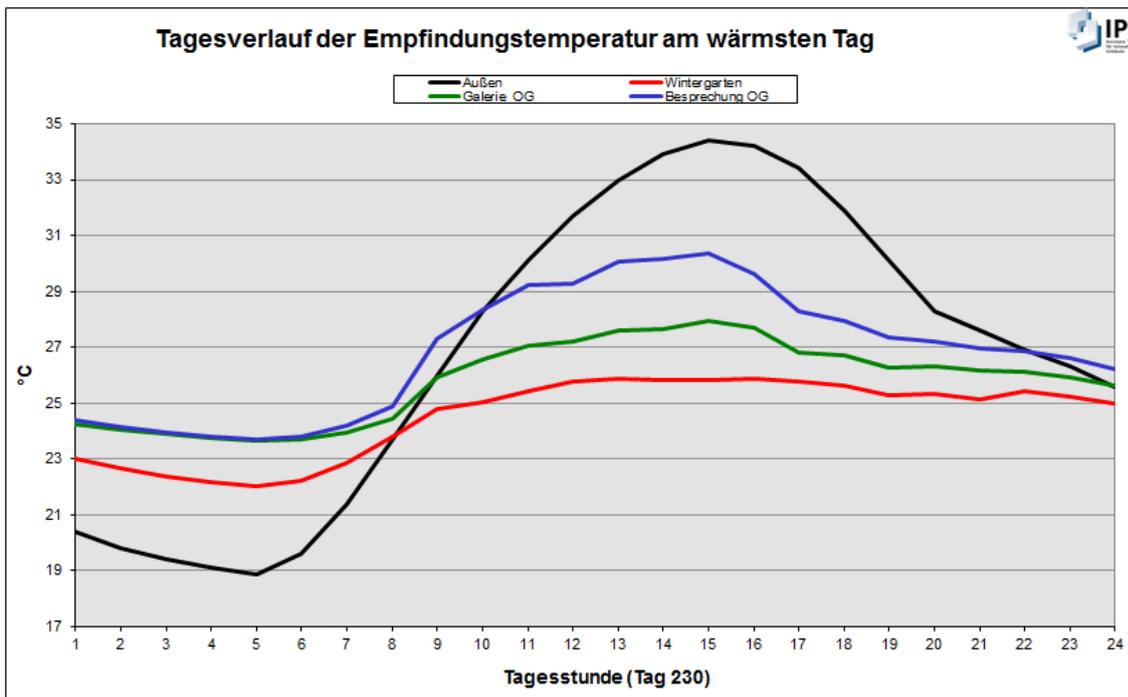


Abbildung 89: KB-Var. 3–Tagesverlauf der Empfindungstemperatur im Sommer

KB-Variante 4:

In der Variante 4 des Kommunikationsbereichs erfolgt die Ausbildung der Südfassade mit einer 3-Scheiben-Verglasung. Die einzuhaltende Mindestlufttemperatur beträgt 20°C .

Aus der Abbildung 90 ist ersichtlich, dass der Besprechungsraum wie auch schon in den anderen Varianten die höchsten Temperaturen aufweist. Die Begründung dieser Tatsache ist in der Erläuterung der Variante 1 beschrieben.

Die maximale Empfindungstemperatur des Besprechungsraumes beträgt ca. 30 °C. Im Kommunikationsbereich und in der Galerie beträgt die maximale Empfindungstemperatur in etwa bei 27 °C.

Durch die Erhöhung der Mindestlufttemperatur auf 20 °C sind auch die minimalen Empfindungstemperaturen leicht gestiegen. In der Abbildung 91 sieht man, dass in allen Bereichen die minimal zu erwartende Empfindungstemperatur während des Nutzungszeitraumes zwischen 19 °C und 20 °C liegt.

Während der Nachtstunden beträgt die minimale Empfindungstemperatur ca. 22 °C bis 24 °C und eine ausgeprägte Nachabsenkung ist in der Abbildung 92 gut erkennbar.

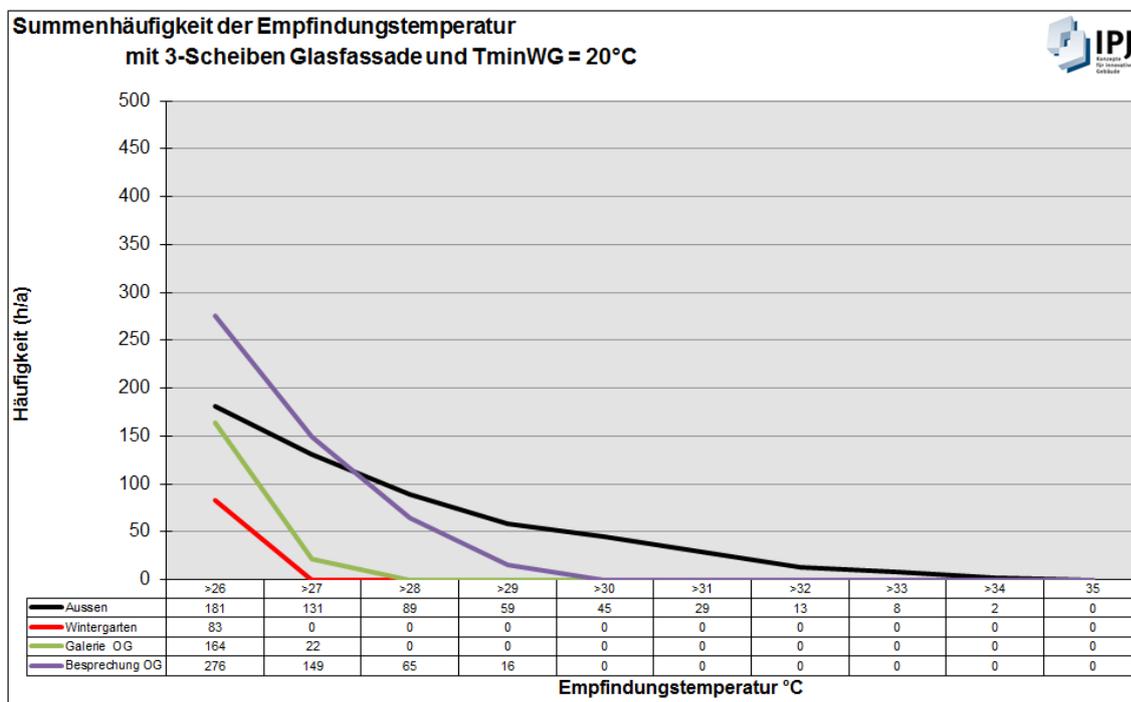


Abbildung 90: KB-Var. 4 – Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur

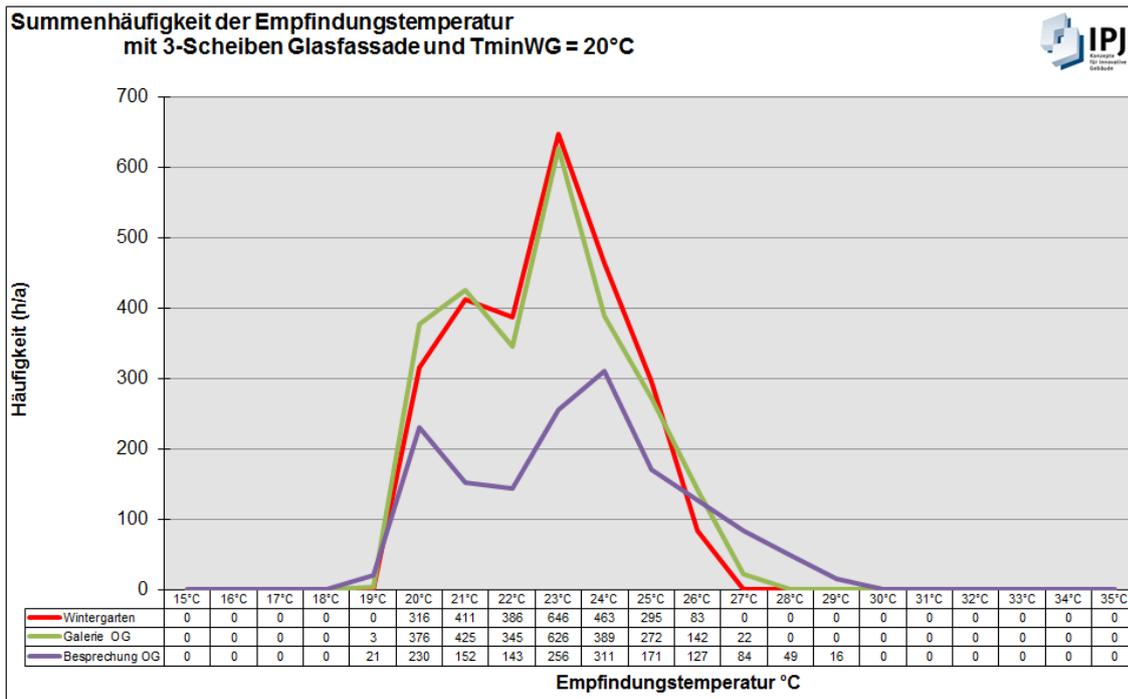


Abbildung 91: KB-Var. 4 – Summenhäufigkeit (nicht kumulierend) der Empfindungstemperatur

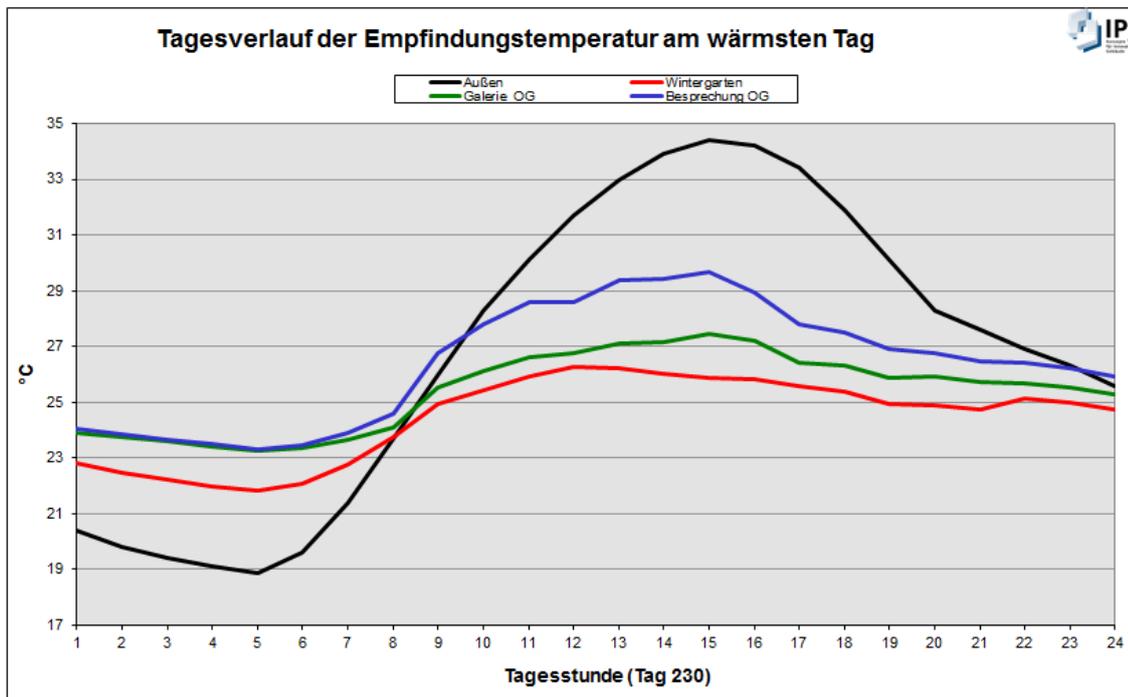


Abbildung 92: KB-Var. 4 – Tagesverlauf der Empfindungstemperatur im Sommer

Besprechungsräume EG

Die Besprechungsräume im Erdgeschoß werden mittels Fußbodenheizung bzw. -kühlung mit Energie versorgt. Zusätzlich sind zur Deckung der Spitzenlasten bei Besprechungen gesonderte Kühlbalken an der Decke vorgesehen.

In den nachfolgenden Diagrammen werden die auftretenden Empfindungstemperaturen der einzelnen Besprechungsräume im Erdgeschoß sowie im Obergeschoß dargestellt. Da der Besprechungsraum im Obergeschoß nicht extra konditioniert wird und mit dem Atrium direkt verbunden ist, bilden sich hier ähnliche Temperaturen wie im Atrium ab und daher sind höhere Temperaturen im Sommer zu erwarten.

In der Abbildung 93 sieht man, dass die maximale Empfindungstemperatur des Besprechungsraumes „Glas“ 27 °C beträgt. Das Maximum des Besprechungsraumes „Fenster“ liegt bei 26 °C. Die Temperaturunterschiede der benachbarten Räume sind auf den unterschiedlichen Glasanteil der Fassade und der Innenwände zurückzuführen.

Im Besprechungsraum „Glas“ steigt maximal an 460 Stunden im Jahr (29 % der Nutzungszeit) die Empfindungstemperatur über 26 °C an.

Während der Nachtstunden beträgt die minimale Empfindungstemperatur ca. 24 °C. Eine merkbare Auskühlung durch eine Nachtabenkung ist im Besprechungsraum „Glas“ deutlich spürbar.

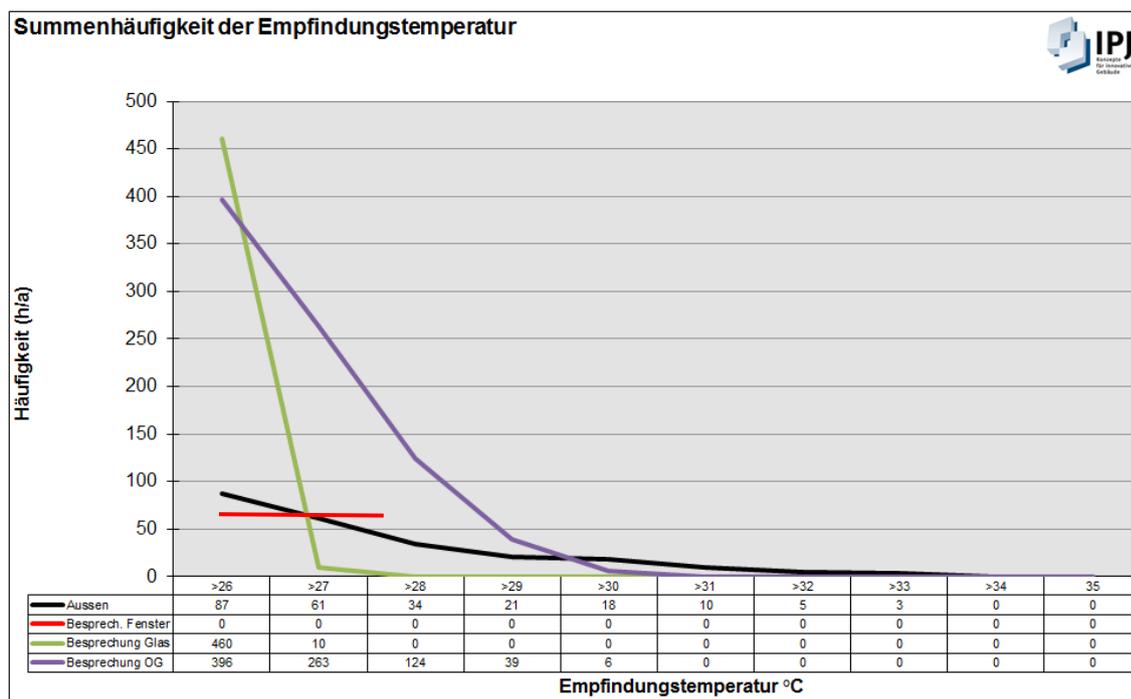


Abbildung 93: Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur

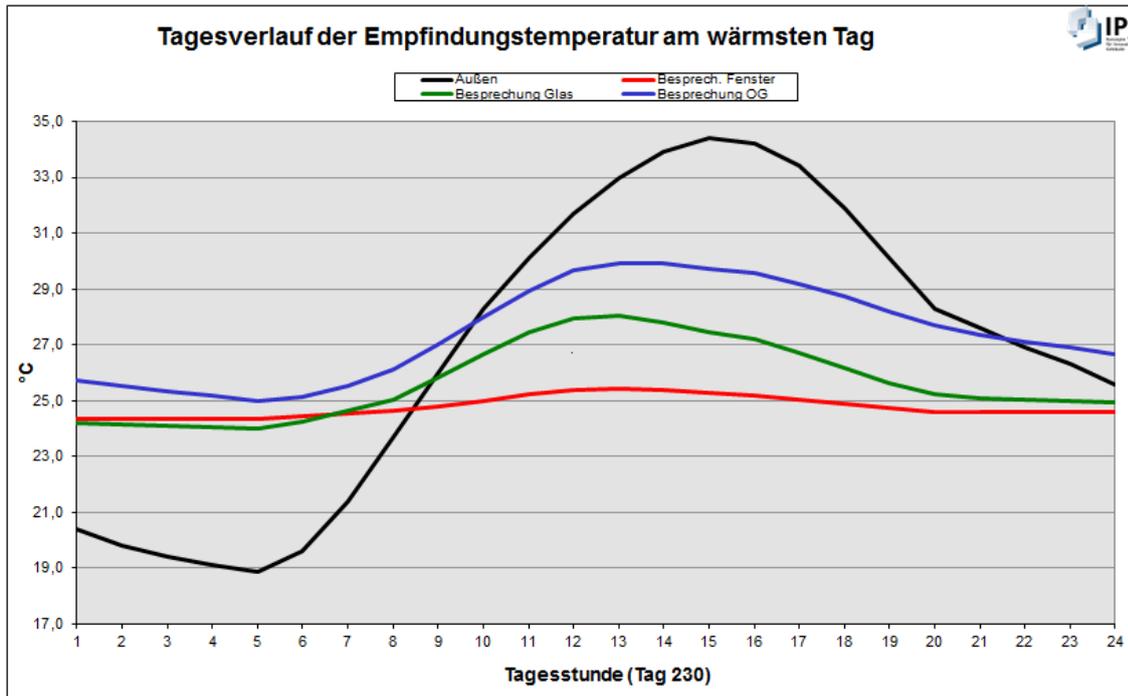


Abbildung 94: Tagesverlauf der Empfindungstemperatur Sommer

Energiekennzahlen der untersuchten Varianten

Die ermittelten Energiekennzahlen stellen den Endenergiebedarf für Heizung und Kühlung des Gebäudes dar. Unberücksichtigt bleibt dabei der Kühlenergiebedarf des Servers, der durch eine separate Split-Anlage gedeckt wird.

Die Energiekennzahlen berücksichtigen Umwandlungsverluste in Höhe von 20 % des berechneten Nutzenergiebedarfs.

Die Energiekennzahlen für das Verwaltungsgebäude unterscheiden sich lediglich in den untersuchten Varianten zur Konditionierung des Kommunikationsbereichs.

Die betrachteten Varianten zur Konditionierung der Büroflächen (Energieboden bzw. aktivierte Außenwand) führen zu nahezu identischen Kennwerten.

Der höchste spezifische Heizenergiebedarf ergibt sich mit 19,2 kWh/m²a aus der Kommunikationsbereich-Variante 2 (Außenfassade 2-Scheibenverglasung, Raum-Mindesttemperatur 20 °C).

Mit 13,4 kWh/m²a stellt die Kommunikationsbereich-Variante 3 (3-Scheibenverglasung, Raum-Mindesttemperatur 12 °C) die günstigste Variante dar.

Die Kühlenergiekennwerte zeigen in allen Varianten ähnliche Werte auf; die Kommunikationsbereich-Varianten mit 3-Scheibenverglasung zeigen aufgrund des günstigeren g-Wertes und der dadurch verminderten solaren Last geringfügige Vorteile.

In den folgenden Tabellen werden die jeweiligen ermittelten Kennwerte dargestellt.

Tabelle 22: Heizkennwerte Verwaltungsgebäude

Heizenergie	Max. Last		Bedarf	
	[kW]	[W/m ²]	[kWh/a]	[kWh/m ² a]
KB-Var. 1	22,1	23,7	15.352	16,5
KB-Var. 2	24,7	26,5	17.867	19,2
KB-Var. 3	21,1	22,6	12.441	13,4
KB-Var. 4	22,3	23,9	15.124	16,2

Tabelle 23: Kühlkennwerte Verwaltungsgebäude

Kühlenergie	Max. Last		Bedarf	
	[kW]	[W/m ²]	[kWh/a]	[kWh/m ² a]
KB-Var. 1	22,0	23,6	10.020	10,8
KB-Var. 2	22,0	23,6	10.020	10,8
KB-Var. 3	21,0	22,6	9.713	10,4
KB-Var. 4	21,6	22,6	9.713	10,4

Gewählte und eingeplante Variante

Alle Kennwerte der dynamischen Simulation beruhen auf Wetterdaten für Ernstbrunn. Die verwendeten Wetterdatensätze sind insbesondere bei einem eventuellen Vergleich der Simulationsergebnisse mit einer Kühl- oder Heizlastberechnung zu berücksichtigen.

Aus der oben angeführten Variantenstudie haben sich folgende Systemkomponenten nach mehrmaligen Besprechungen herauskristallisiert. Folgende Systemkomponenten des Heiz- und Kühlsystems wurden gewählt:

- Betonkernaktivierung

Für eine Grundkühlung sorgt eine Betonkernaktivierung. Dabei werden die Mittelmauer und die Betondecke im Atrium aktiviert. Die Vorlauftemperatur beträgt dabei 20 °C. Für den Heizfall wird die Betonkernaktivierung nicht herangezogen. Die Steuerung erfolgt mittels Temperatursensor im Atrium.

- Büro:

Sowohl die Heizung als auch die Kühlung dieser Räume erfolgt über einen Energieboden (Fußbodenheizung – bzw. -kühlung). Die Vorlauftemperatur beträgt im Kühlfall 20 °C und im Heizfall 35 °C. Die Steuerung erfolgt raumweise mittels Thermostat.

- Kommunikationsbereich (Atrium)

Der Kommunikationsbereich wird auf eine Mindesttemperatur von 18 °C konditioniert. Dies erfolgt mit einer flächendeckenden Fußbodenheizung im Erdgeschoß. Die Steuerung erfolgt mittels Thermostat im Erdgeschoß und die Vorlauftemperatur beträgt 35 °C.

- Besprechungsräume

Für eine Grundkonditionierung wird im Erdgeschoß ein Energieboden herangezogen. Im Obergeschoß ist keine gesonderte Konditionierung vorgesehen. Für höhere Leistungen sorgt ein bedarfsgesteuerter Kühlbalken.

- Essbereich:

Aufgrund einer Planungsänderung gibt es keine Trennung zwischen Essbereich und Atrium. Daher wurden die Mindesttemperatur des Essbereiches dem des Kommunikationsbereiches auf 18 °C angeglichen. Die sowohl die Kühlung als auch die Heizung erfolgt mittels zonengesteuerten Energieboden. Dabei beträgt die Vorlauftemperatur im Kühlfall 20 °C und im Heizfall 35 °C.

Die nachfolgende Tabelle 19 zeigen die jährlichen Energiebedarfe nach Verbrauchern. Die Energiekennzahlen sind dabei als Summenwert sowie bezogen auf deren Nettogeschoßfläche angegeben. Beim Endenergiebedarf wurden die Haustechnikverluste mit angenommenen 20 % zum Heizwärmebedarf ergänzt.

Auf Grund der geringeren Inneren Lasten ist der Heizwärmebedarf bei der Ist-Belegung höher als bei der Vollbelegung und der Kühlbedarf reduziert sich. Es ist festzustellen, dass der Heizwärmebedarf durch das Lüftungskonzept (Kommunikationsbereich und Galerie werden mit warmer Luft von Büros versorgt) und der guten Gebäudehülle sehr gering ausfällt.

Die flächenspezifischen Bedarfsangaben (je m²) beziehen sich auf die Nettogeschoßfläche (NGF).

Tabelle 24: Jährliche Energiekennzahlen nach Verbrauchern

	Vollbelegung			Ist-Belegung		
	HWB/KB		HEB/KEB	HWB/KB		HEB/KEB
	[kWh/m²a]	[kWh/a]	[kWh/ a]	[kWh/m²a]	[kWh/a]	[kWh/a]
Heizen Bürogebäude	6,8	6.190	7.430	7,2	6.570	7.880
Heizen Lager	3,5	1.650	1.980	3,5	1.650	1.980
Heizen Gesamtgebäude	5,7	7.840	9.410	5,9	8.220	9.860
Kühlen Bürogebäude	9,9	7.540	9.050	8,7	6.650	7.980

HWB ... Heizwärmebedarf; KB ... Kühlbedarf ; HEB ... Heizenergiebedarf ; KEB ... Kühlenergiebedarf

Die nun folgende Abbildung 95 zeigt Heizwärme-, Kühl-, und Warmwasserbedarf nach deren jahreszeitlichen Bedarf für die Vollbelegung. Dezember und Jänner sind jene Monate mit dem höchsten Heizwärmebedarf - Juli, August sind jene mit dem höchsten Kühlbedarf.

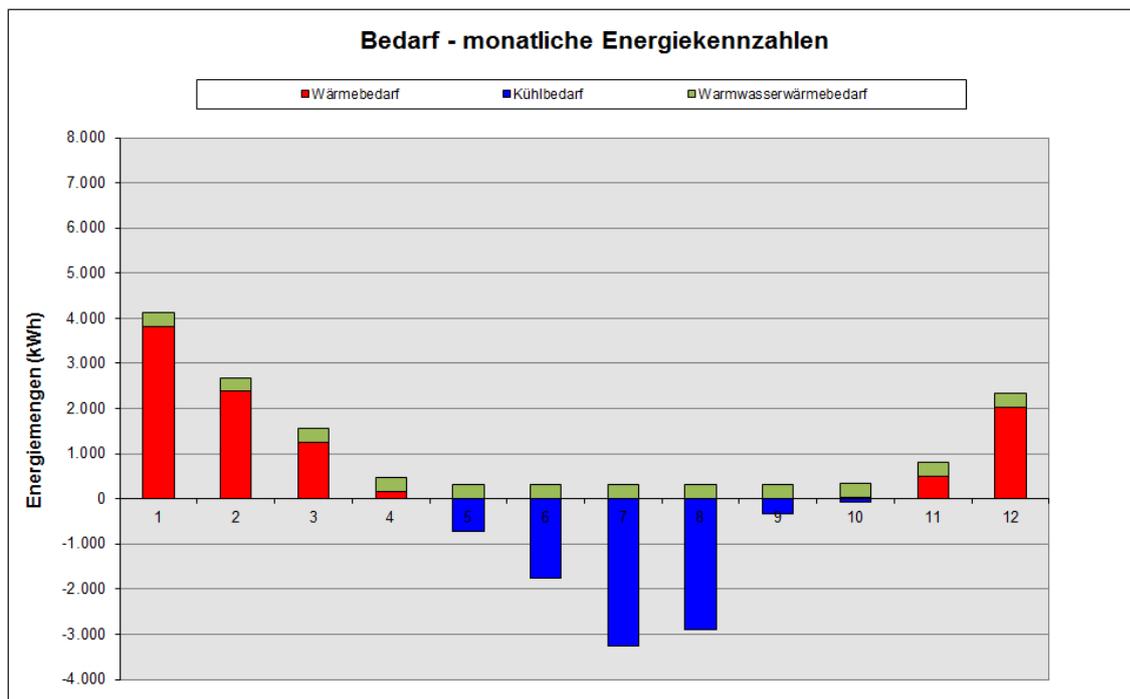


Abbildung 95: Energiekennzahlen- Wärme, Kälte, Warmwasser inkl. Verluste Haustechnik - Vollbelegung

In der nun folgenden Tabelle 20 ist der monatliche Energieverbrauch sowie die notwendigen Leistungen für Heizen bzw. Kühlen des Bürogebäudes und Lagers in deren Vollbelegung ohne die Serverkühlung aufgelistet. Für die Aufzählung der Leistung wurde der Wetterdatensatz „Ernstbrunn_extrem“ und für die Energiekennzahlen „Ernstbrunn_normal“ gewählt. Zur

Ermittlung des Warmwasserwärmebedarfes wurde ein Bedarfswert von 5 l pro Person und Tag vereinbart.

Tabelle 25: Monatlicher Heiz- und Kühlkennwerte – Bürogebäude + Lager inkl. Verluste Haustechnik

	Heizung (Wärmepumpe)		Kühlung (Freecooling)
	Erdreich	Strom WP	Erdreich
	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Januar	3.000	1.000	0
Februar	1.870	620	0
März	930	310	0
April	70	20	0
Mai	0	0	660
Juni	0	0	1.670
Juli	0	0	3.100
August	0	0	2.870
September	0	0	140
Oktober	20	10	0
November	360	120	0
Dezember	1.650	550	0
Summe	7.900	2.630	8.440

Anmerkung:

Eine Veränderung der Konditionierung im Kommunikationsbereich und Essbereich hat Auswirkungen auf die Energiekennzahlen. Der Kommunikationsbereich wurde ursprünglich nicht beheizt und war räumlich durch eine Glaswand mit dem Essbereich ($T_{\min} = 21\text{ °C}$ zu den Nutzungszeiten) getrennt. In der zuletzt angestrebten Version fällt die Temperatur im Kommunikationsbereich und im Essbereich nicht unter 18 °C , und die Glaswand wurde entfernt. Diese Konditionierung erfolgt mittels Fußbodenheizung.

Bei den nun folgenden Energiekennwerten ist angegeben, welche Auswirkungen eine Temperaturveränderung auf die Energiekennwerte hat. In der Tabelle 21 wird die ursprüngliche Variante (Kommunikationsbereich unbeheizt mit Glastrennwand zum beheizten Essbereich) mit zwei verschiedenen Temperaturvarianten ($T_{\min} = 18\text{ °C}$ bzw. 21 °C) gegenübergestellt.

Tabelle 26: Gegenüberstellung Heizkennwerte im Kommunikationsbereich mit verschiedenen Konditionierungen

	Unkonditioniert	18°C	21°C	Heizenergiebedarf [kWh/a]
Wintergarten	x			9.160
Essbereich			x	
Wintergarten		x		9.410
Essbereich		x		
Wintergarten			x	12.520
Essbereich			x	

Die folgende Abbildung 96 zeigt den Heiz- und Kühlbedarf nach deren Verbraucherzonen. Circa ein Drittel des Heizwärmebedarfes benötigt die Lüftungsanlage. 36 % des gesamten Heizbedarfes benötigt die Fußbodenheizung der Büros. Das Lager benötigt zur Frostfreihaltung der Halle ca. ein Fünftel des gesamten Heizbedarfes.

Beim Kühlbedarf entfällt ein hoher Anteil auf den Energieboden in den Büros. Dies ist auf die hohen inneren Lasten zurückzuführen. Der zweitgrößte Abnehmer des Kühlbedarfs ist die Betonkernaktivierung, welche sowohl die Büros als auch den Kommunikationsbereich kühlt.

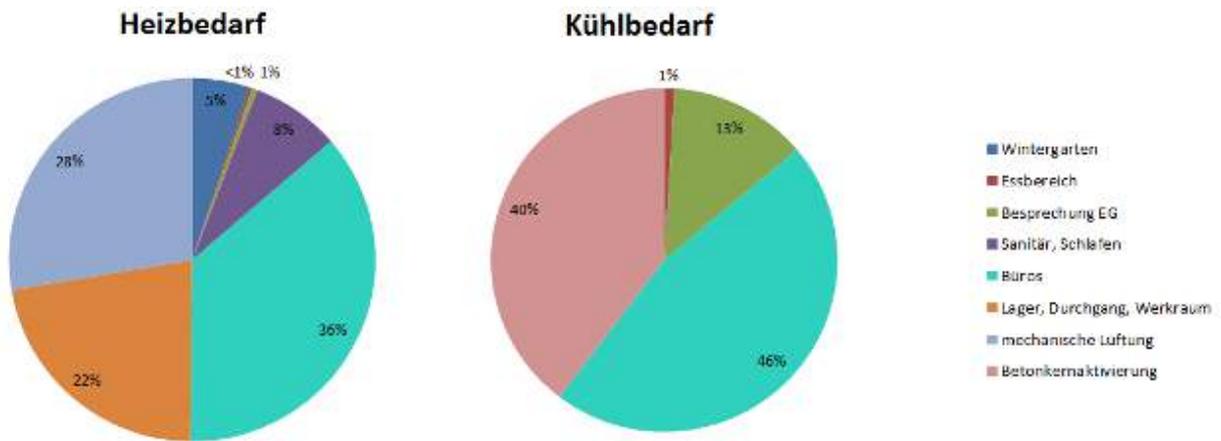


Abbildung 96: Aufteilung des jährlichen Heiz- und Kühlbedarfes

In der folgenden Tabelle 22 ist der monatliche Endbedarf für Heizen (Erdreich und Strom WP) sowie für Kühlen (Erdreich – Freecooling) bei einer Vollbelegung ersichtlich. Für die Wärmepumpe wurde eine Jahresarbeitszahl von 4,0 angesetzt.

Tabelle 27: Monatlicher Heiz und Kühlkennwerte – Bürogebäude + Lager nach deren Bereitstellung

	Heizung (Wärmepumpe)		Kühlung (Freecooling)
	Erdreich	Strom WP	Erdreich
	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Januar	2.750	920	0
Februar	1.690	560	0
März	840	280	0
April	60	20	0
Mai	0	0	710
Juni	0	0	1.760
Juli	0	0	3.270
August	0	0	2.900
September	0	0	330
Oktober	20	5	80
November	280	95	0
Dezember	1.420	470	0
Summe	7.060	2.350	9.050

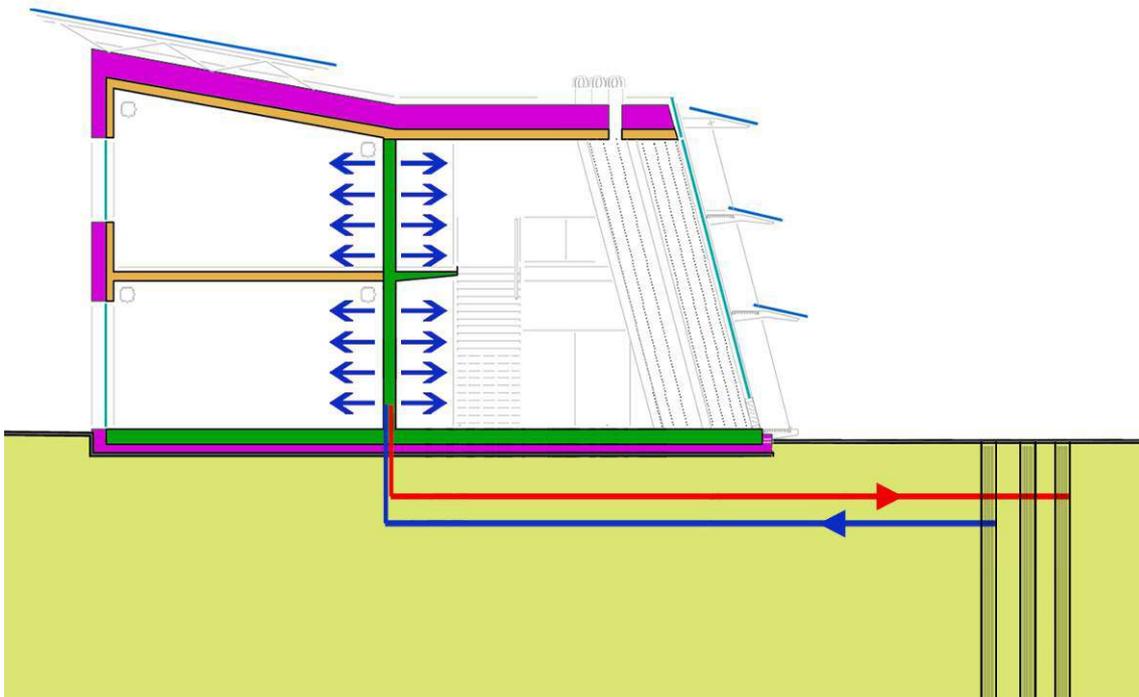


Abbildung 97: Prinzipielles Funktionsschema:



Abbildung 98: Einbausituation der Kältschlängen in der Decke und der Wand



Abbildung 99: Betonkernaktivierung – Ausführung:

3.5.3 Auswirkung der Innenraumbepflanzung im Kommunikationsbereich auf den Kühlbedarf

Im Bürobau müssen wesentlich mehr Personen als im Wohnbau – bei gleicher Nutzfläche bzw. gleichem Volumen – mit Frischluft versorgt werden. Dies bedeutet, dass im Bürobau ein viel häufigerer Luftwechsel erforderlich ist (je Person ca. 30 m³ Luft je Stunde, Kinder etwas weniger: das bedeutet einen bis zu doppelt so hohen Luftwechsel für den Bürobau als für den Wohnbau). Dies ergibt in der kalten Jahreszeit – wenn die kalte Außenluft erwärmt und damit relativ sehr trocken wird – eine gegenüber dem Wohnbau wesentlich erhöhte Problematik durch trockene Luft. Dazu kommt noch, dass im Bürobau durch Computer, Drucker, Teppiche, usw. die Staub- und Geruchsbelastung und die Lärmbelastung höher ist, als im Wohnbau.

Pflanzen, durch ihre Fähigkeit Feuchte abzugeben, Staub zu binden und Schall zu schlucken, helfen mit, diese Problematik zu erleichtern. Darüber hinaus können Pflanzen auch das psychologische Arbeitsklima wesentlich verbessern.

Zur heißen Jahreszeit können Pflanzen durch die Verdunstung von Wasser über die Blattflächen auch einen Kühleffekt erzielen. Nicht zuletzt tragen Pflanzen in Büros, die ja vorwiegend zur Tageszeit genutzt werden, zur Sauerstoffanreicherung in CO₂-Bindung bei.

Daher wurde im gegebenen Projekt nicht nur eine reiche Bepflanzung durch Topfpflanzen vorgeschlagen, sondern ein großes Pflanzenbecken mit bis zu zwei Geschoße hoher Bepflanzung, die auf drei Stahlseilen hochgezogen wird. Es kommen dabei folgende Pflanzen zum Einsatz:

Alocasia macrorrhiza (Alokasie)

- Alternanthera ficoidea (Papageienblatt)
- Chlorophytum comosum (Grünlilie)
- Pellaea rotundifolia (Frauenhaarfarn)
- Tetrastigma voinieriana (Kastanienwein)

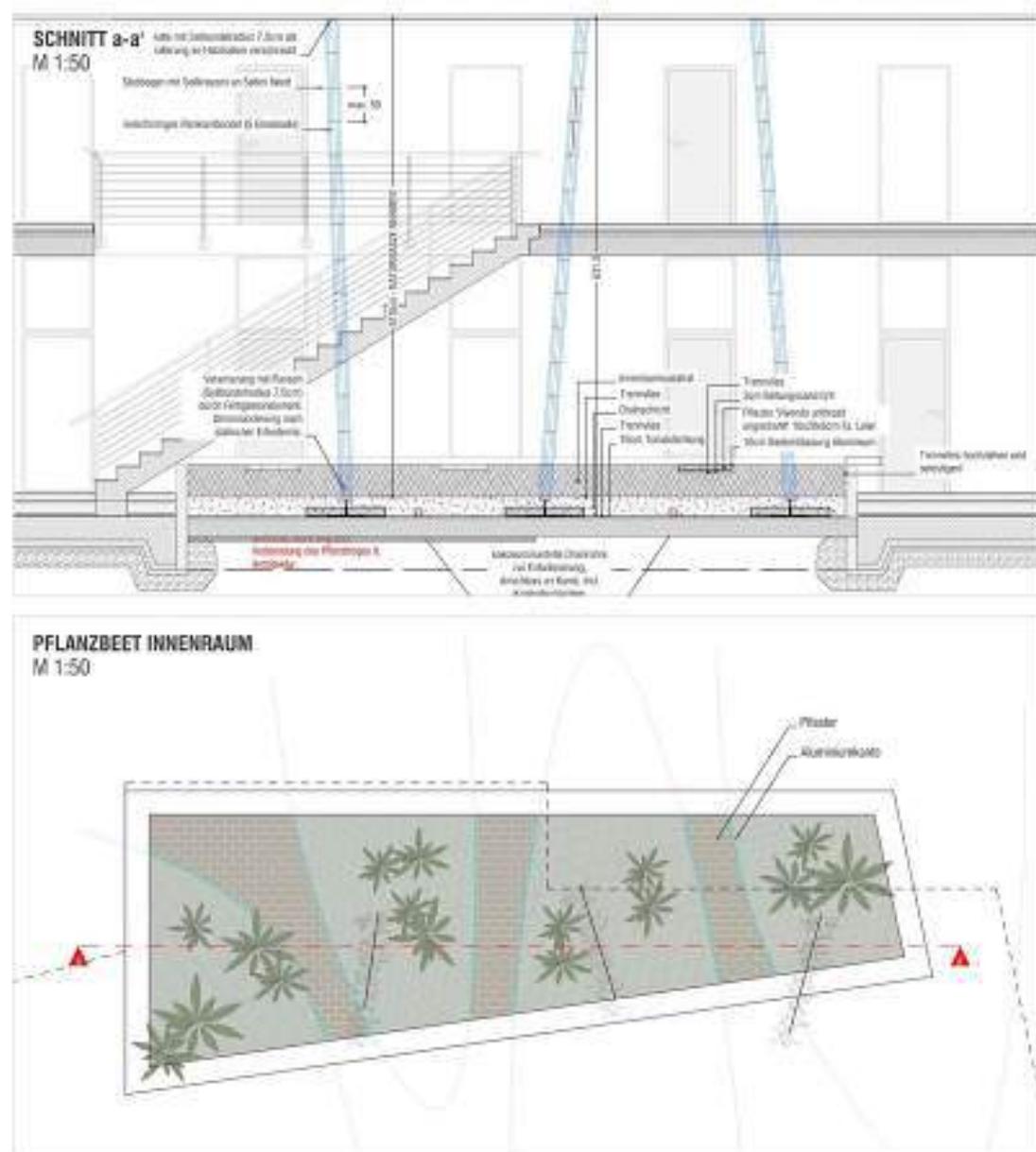


Abbildung 100: Pflanzenbeet Innenraum

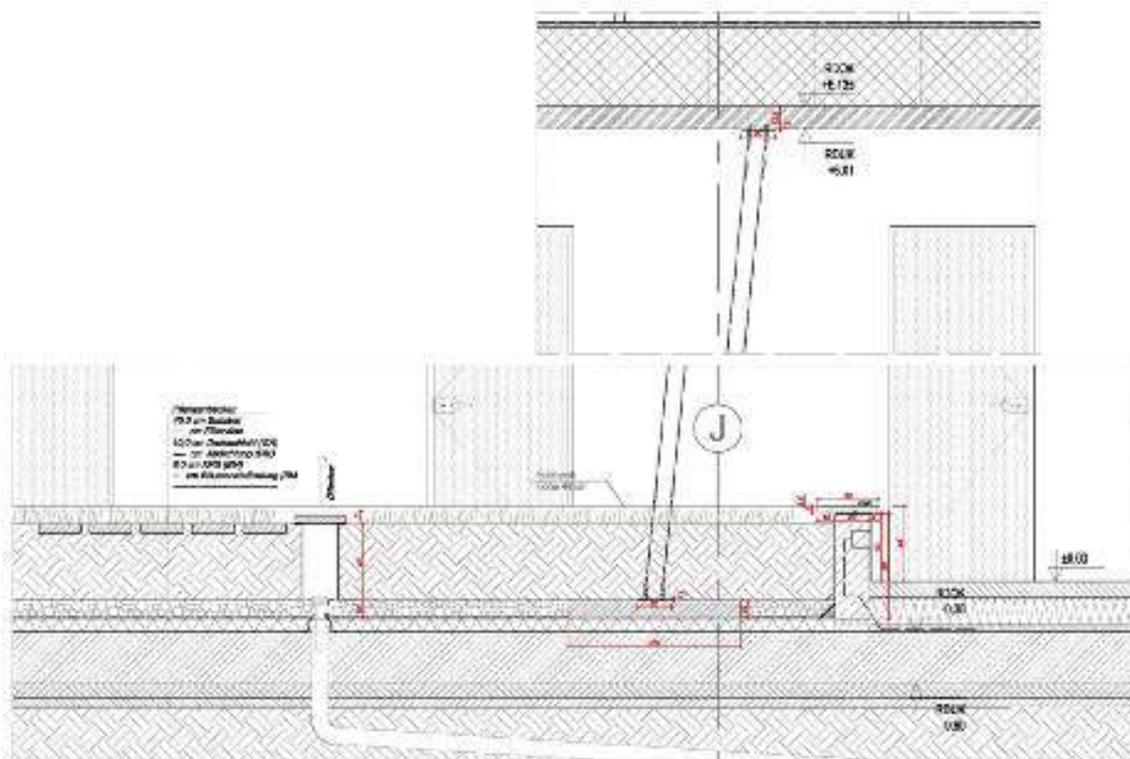


Abbildung 101: Schnitt und Aufbau Pflanzenbeet

3.5.4 Doppelfunktionen, wie z.B. Beschattung durch PV: Probleme und Vorteile

Vorteile:

- Verringerung des Kühlbedarfes durch die Beschattung

Durch die Beschattung verringert sich der Kühlbedarf um 30 % und der Heizbedarf steigt um 10 % an, da weniger Sonneneintrag in der Heizperiode vorhanden ist. Dieser Effekt wirkt sich zusätzlich positiv auf die Erdreichbilanz aus. Beim Heizen und Kühlen mittels Erdwärme, sollte der Jahreskühlbedarf bei Fehlen von fließendem Grundwasser im Erdreich niedriger sein als der Jahresheizbedarf. Anders würde sich das Erdreich zu stark erwärmen. Ohne die feststehende Beschattung der PV-Anlage wäre die Erdreichbilanz ausgeglichen bzw. das Kühlen würde sogar etwas mehr Energie benötigen. Die Gefahr einer Erdreichserwärmung bestünde bei Fehlen von fließendem Grundwasser und dauerhafte Kühlung wäre nicht immer gewährleistet.

Die Alternativen zur Verringerung des Kühlbedarfs sind:

- Verringerung des g-Wertes bei dem verwendeten Glas
- Installation eines feststehender Sonnenschutzes
- Installation von variablen Beschattungsmaßnahmen (z.B.: Jalousien...)

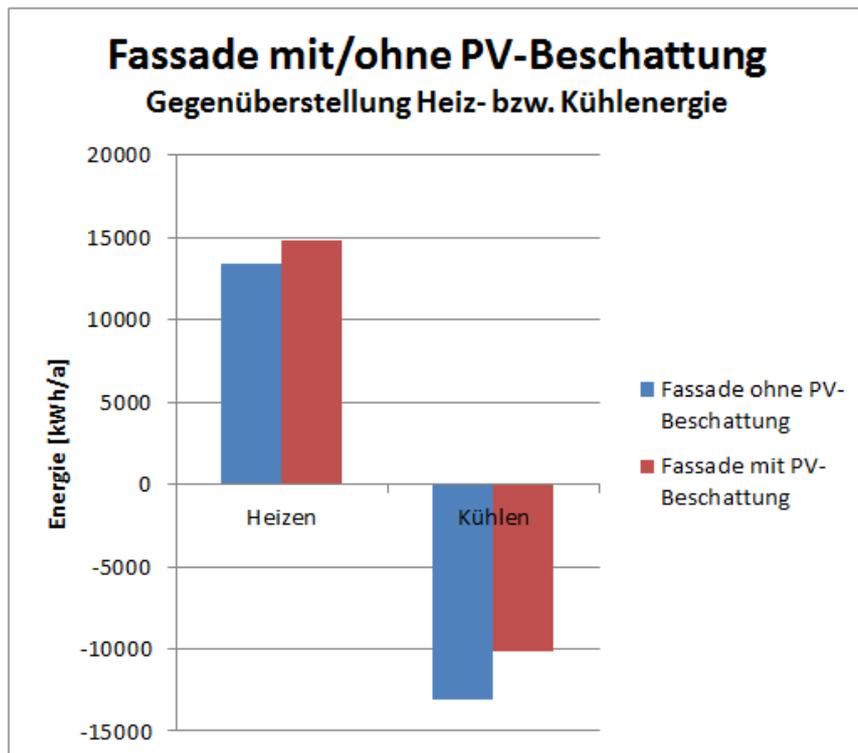


Abbildung 102: Heiz- und Kühlenergie mit/ohne Beschattung der Kommunikationsbereichsfassade.

Vorteil:

- Die vorhandene Fläche für die fixe Beschattung kann zur Energiegewinnung genutzt werden und verringert somit den Platzbedarf am Dach

Probleme:

- Durch die notwendige Konstruktion entstehen punktuelle Wärmebrücken in der Glasfassade
- Wegen der Gefahr des Brechens und Herunterfallens der Elemente müssen diese teilweise mit einem Sicherheitsglas versehen werden => Erhöhung der Kosten pro m²-PV

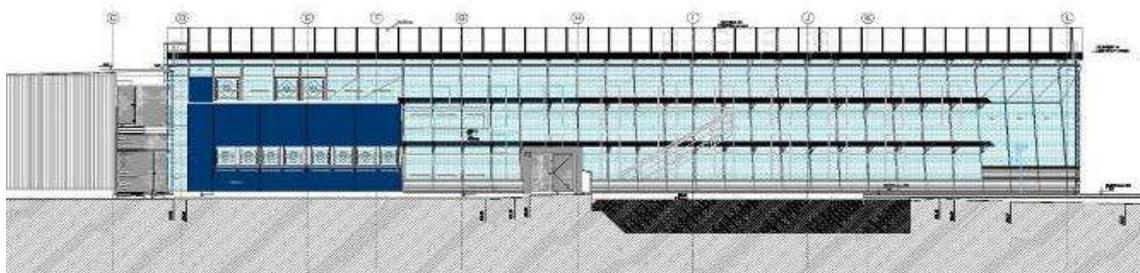


Abbildung 103: Südfassade Büro

•

3.5.5 Detailplanung

Detailplanung Passive Solarnutzung

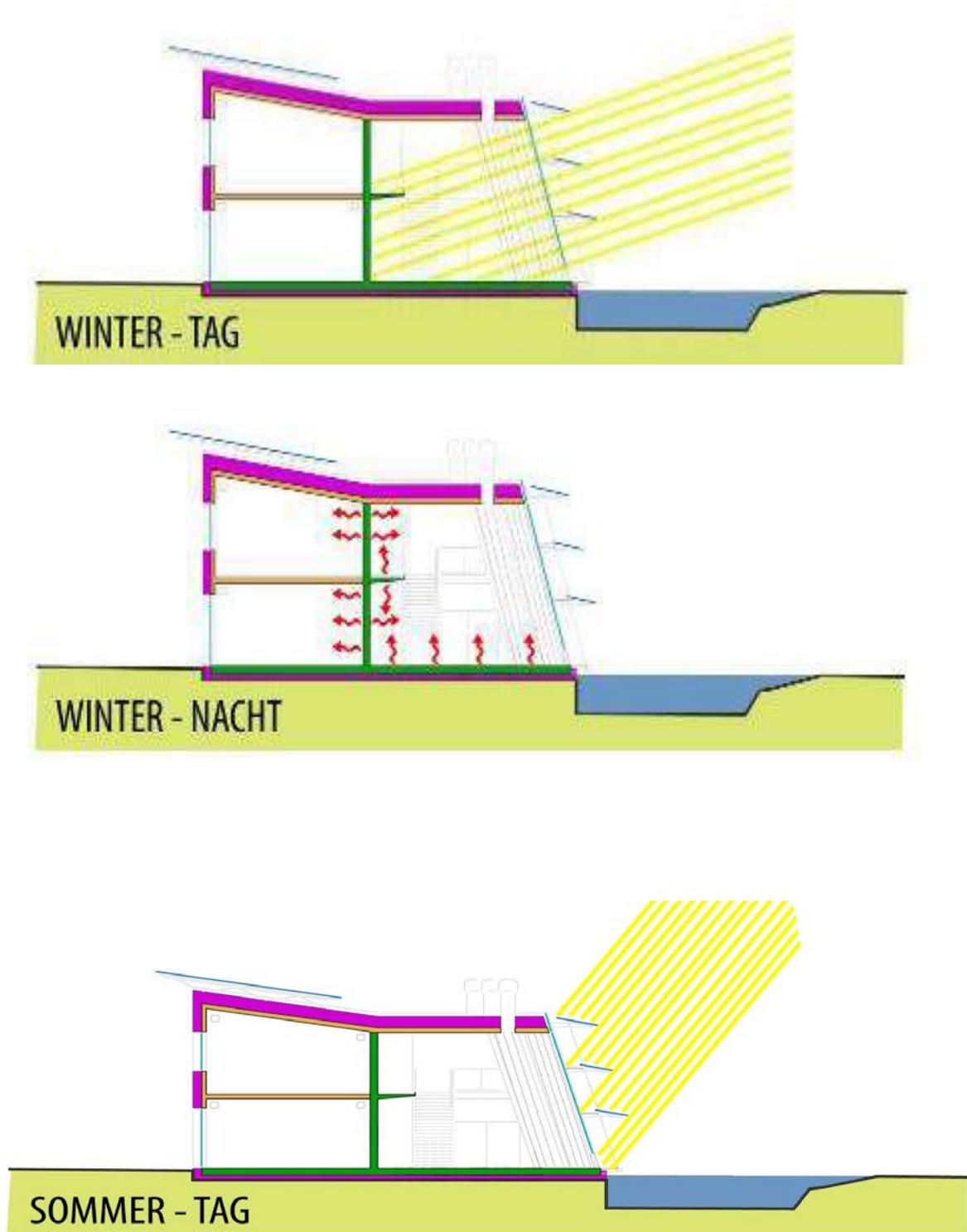
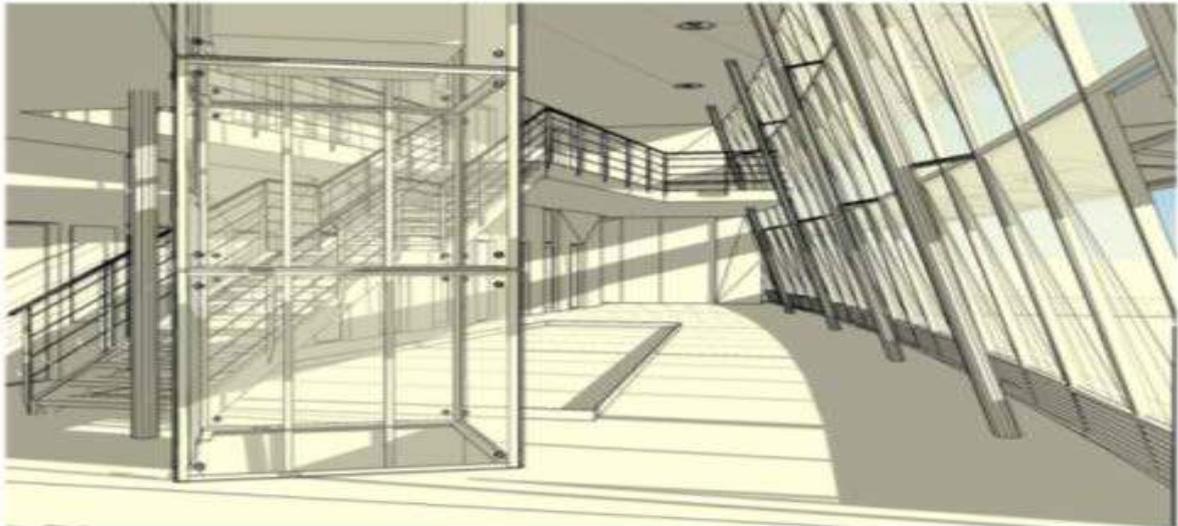
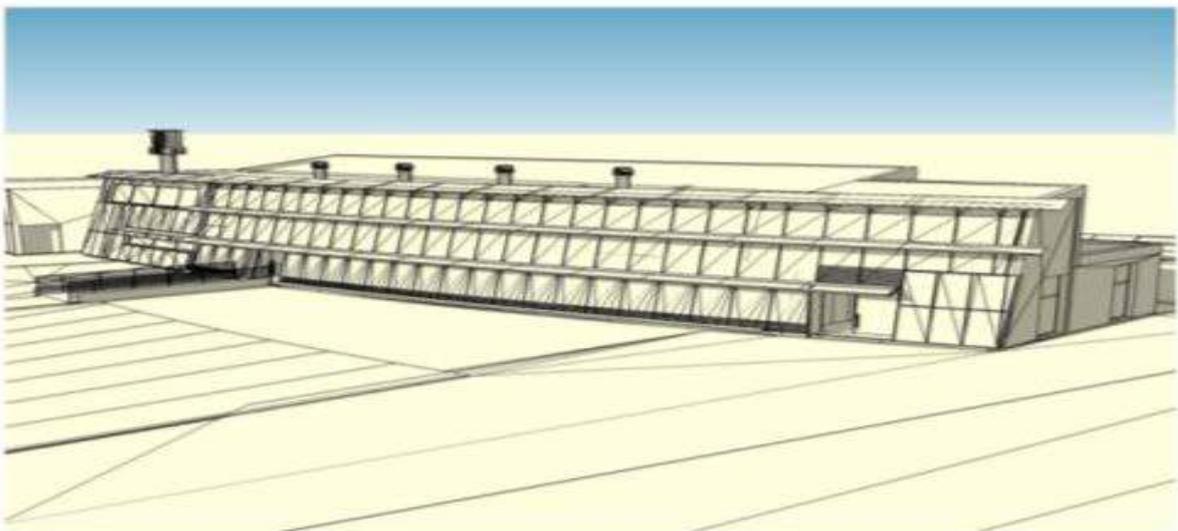


Abbildung 104: Prinzipielle Funktionsweise – Passive Solarnutzung:

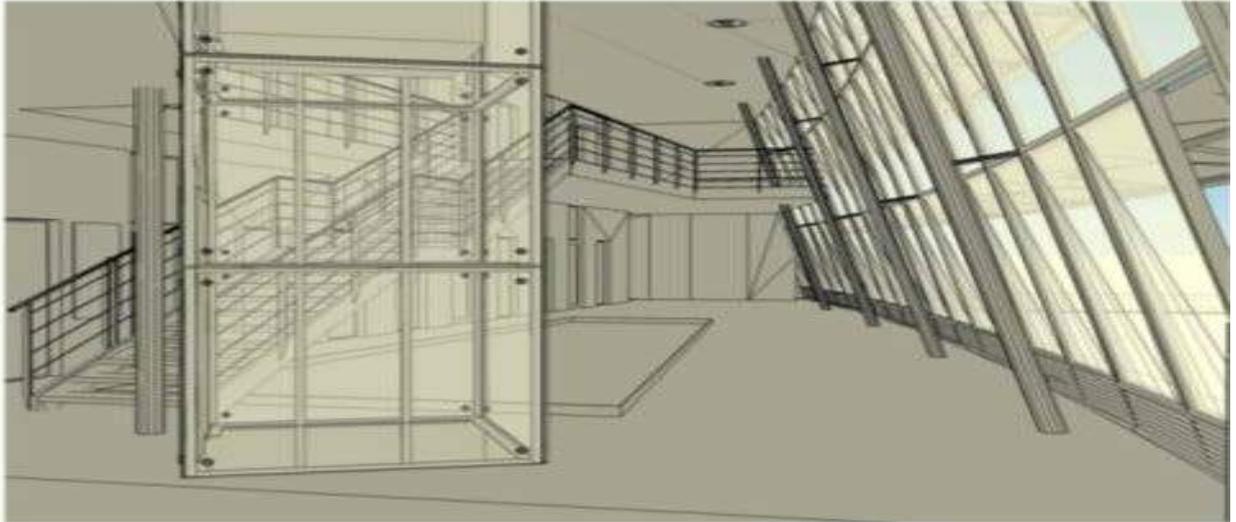


Innenansicht 21. Dezember 12:00 Uhr

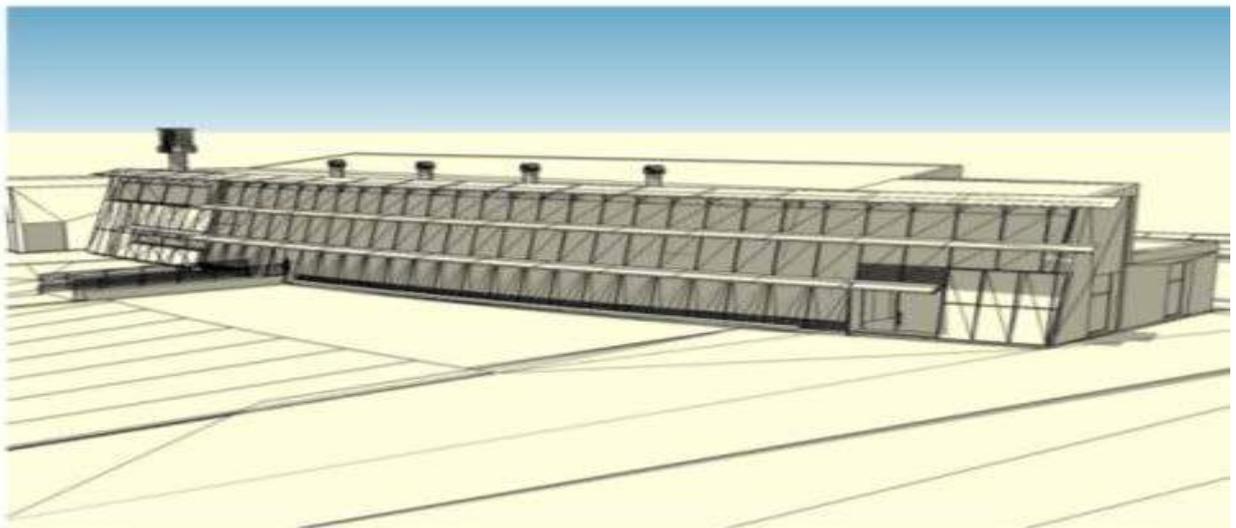


Außenansicht 21. Dezember 12:00 Uhr

Abbildung 105: Halle Büro: Besonnung 21. Dezember 12:Uhr - Simulation



Innenansicht 21. Juni 12:00 Uhr



Außenansicht 21. Juni 12:00 Uhr

Errichtung Südfassade







Abbildung 106: Massiver Kern als Speichermasse



18.11.13



Abbildung 107: 13. 6.2014, 13:47



Abbildung 108: 20.1.2015, 13:48



Abbildung 109: 12.11. 2014, 13:40



Abbildung 110: 7.1.2015, 10:38



Abbildung 111: 20.1.2015, 10:48



Abbildung 112: 30.6.2014, 13:17: Verglasung ohne direkte Besonnung

Detailplanung PV

Gemeinsam mit der ausführenden Firma wurde die Unterkonstruktion im Detail entwickelt. Für die Ausführung der PV Elemente selbst konnten kein Standardelemente (deren Größe vordefiniert ist) verwendet werden. Daher wurde eine mit der Ausführung eine Firma beauftragt die sich mit Spezialformaten und Spezialsituationen beschäftigt.

Die Firma lieferte mehrere Vorschläge für die Ausführung der PV Elemente und gemeinsam mit dem Architektenbüro wurde die tatsächliche Belegung mit PV Zellen festgelegt. Es wurde eine dichtere -als ursprünglich ausgeschriebene- Belegung gewählt, wodurch eine bessere Sommerbeschattung erzielt wird und die Gesamtleistung der PV Anlage sehr knapp an das durch die Förderung bzw. die einschlägigen Bestimmungen)gegebene Limit (50KWp) herangeführt wurde.

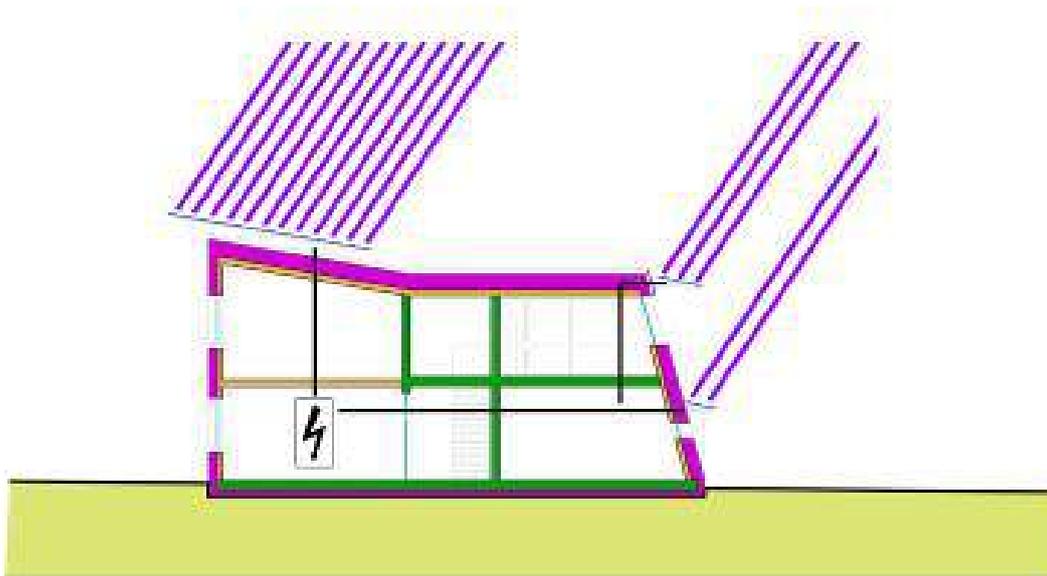


Abbildung 113: Prinzipielles Funktionsschema PV zur Stromgewinnung und zur sommerlichen Beschattung

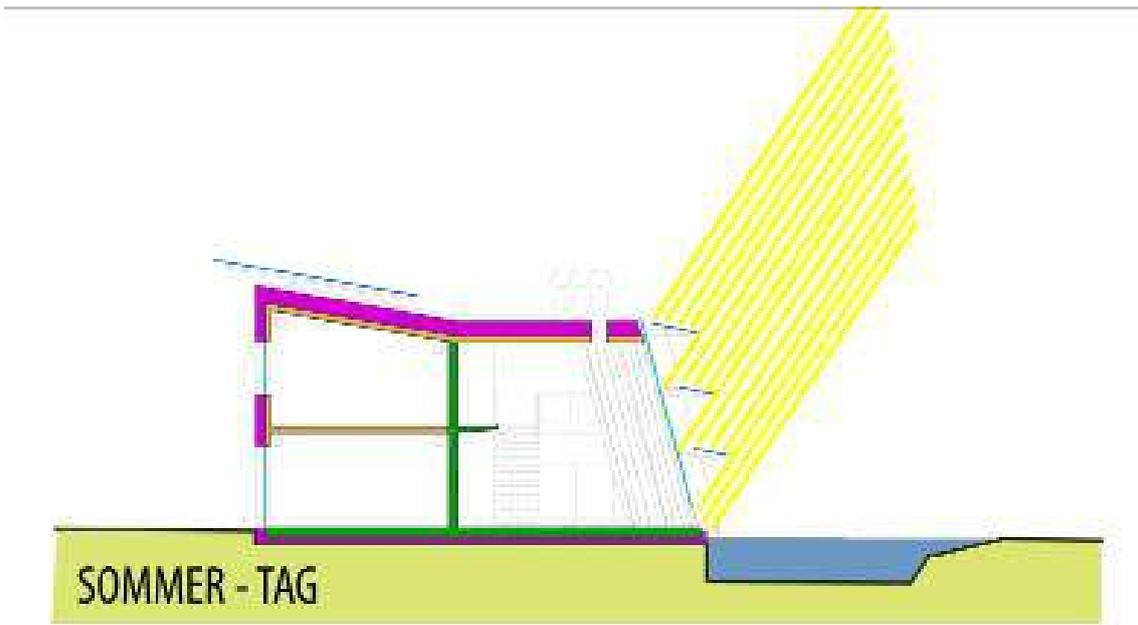


Abbildung 114: Beschattung 21. Juni 12:00

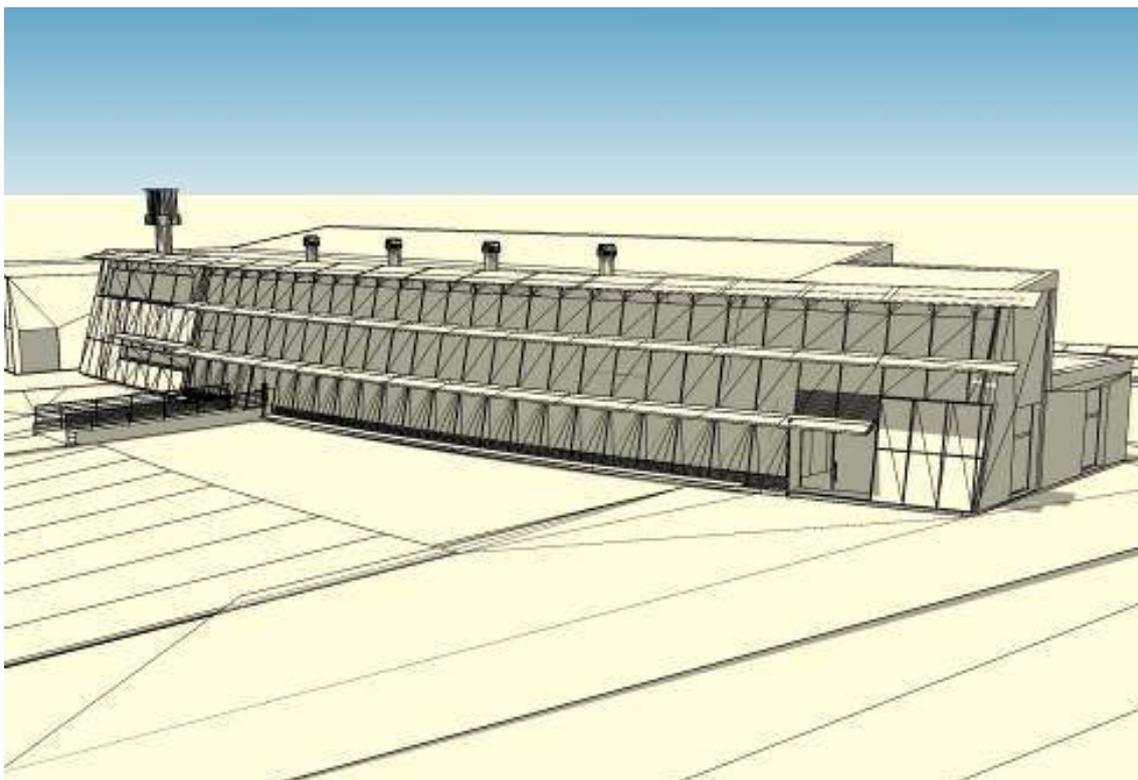


Abbildung 115: Außenansicht 21. Juni 12:00h

Ein besonders kritischer Punkt ergab sich in der Ausführung der obersten PV Zeile. Dort wird die PV nicht in der Fassade sondern im Träger in diesem Bereich ausgeführt. Dieser ist aus Holz ausgeführt. Durch einen Fehler bei der Abdeckung dieses Trägers wurde er zu feucht und muss daher über den Winter ausgetrocknet werden und die oberste PV Reihe kann erst im Frühling, vor der Fertigstellung, montiert werden.

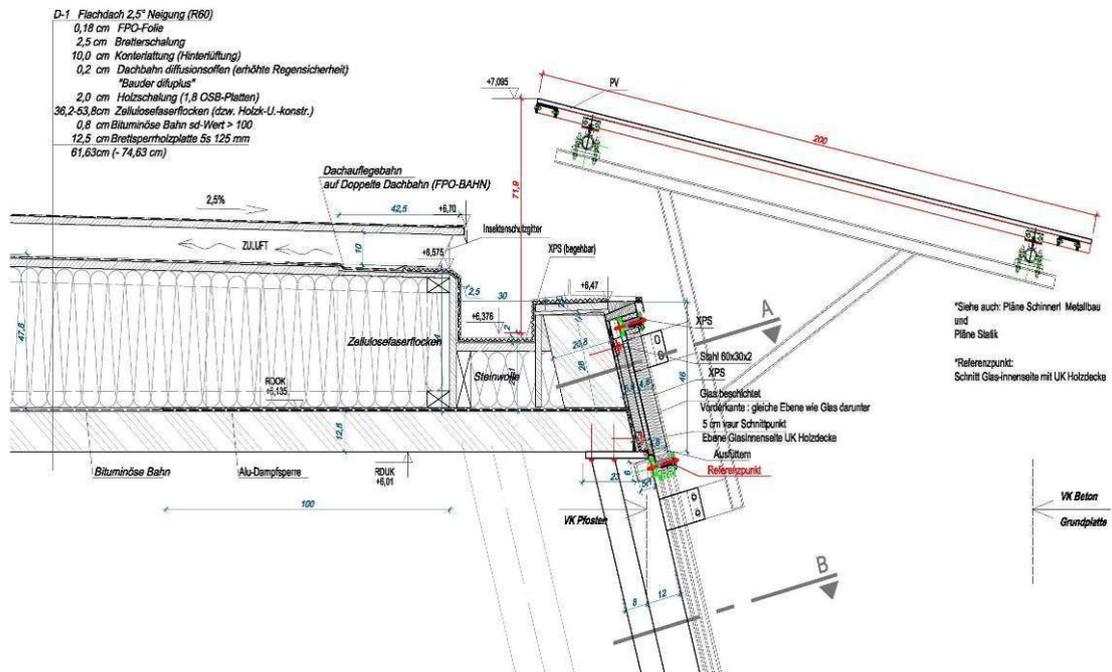


Abbildung 118: Detail Traufpunkt über Büro-Südfassade mit PV





Abbildung 119: Feuchtemessung des Attikaträgers

Abbildung 120: PV am Dach:







Abbildung 121: vollständig belüftete PV am Dach

Abbildung 122: PV auf der Fassade:



Abbildung 123:PV Unterkonstruktion auf der Fassade



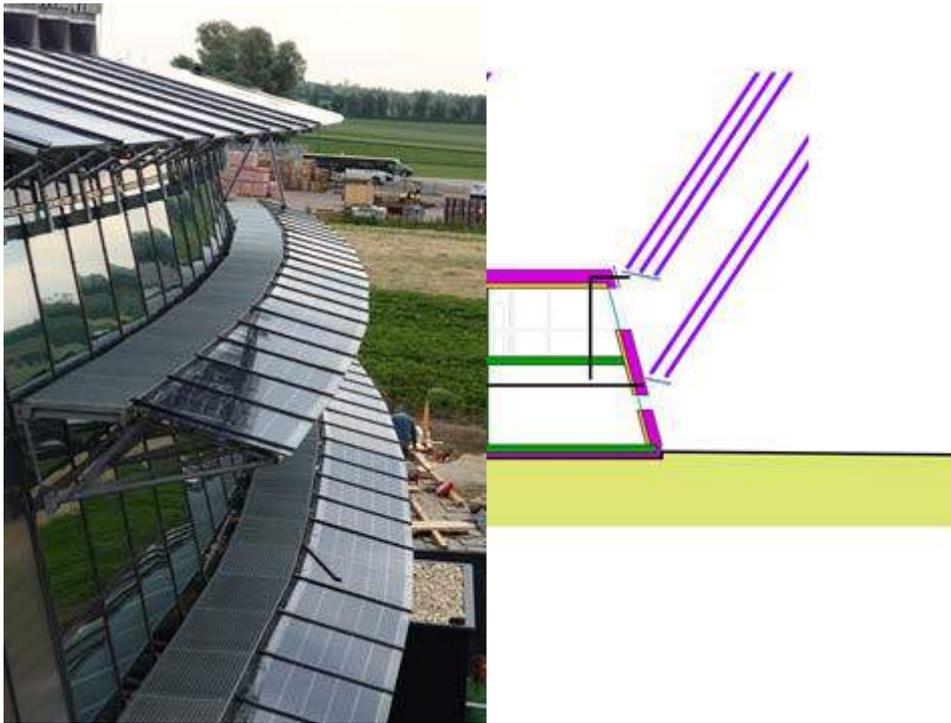


Abbildung 124: PV in der Fassade





Abbildung 125:PV Schattenspiel im Gebäude



Aktive Thermische Solarnutzung: Unerwarteter Innovationsbedarf für Fassadenkollektoren:

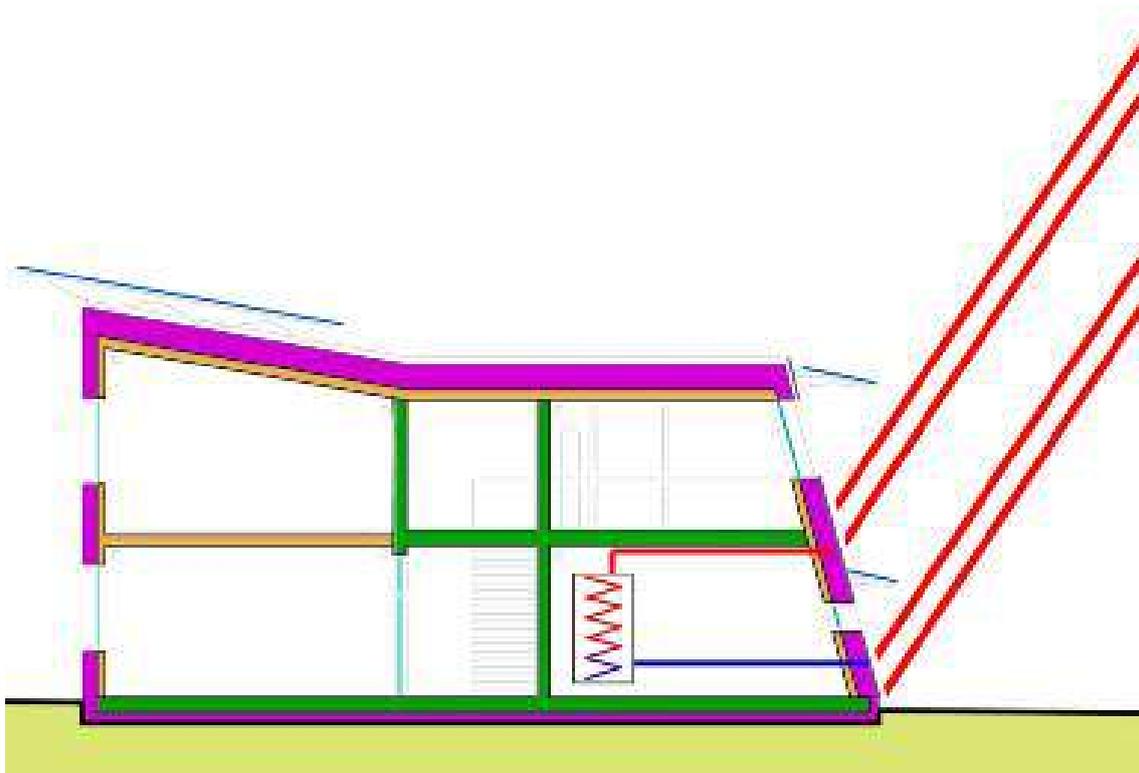


Abbildung 126: Prinzipielles Funktionsschema:

Im Bereich der durch die PV Elemente nicht beschattet ist sind Thermische Kollektoren geplant, die wie schon beschrieben auf 36 m² reduziert wurden.

Die beauftragte Kollektor-Firma war nicht im Stande voraus entsprechende Planungen zu liefern und damit konnte auch die Unterkonstruktion lange Zeit nicht definiert werden.

Ein wesentlicher Problempunkt war dabei, dass weder die ausführende Firma wusste wie warm der Kollektor auf der Rückseite wurde noch darüber irgendwelche Werte auffindbar waren (es liegen keine entsprechenden Forschungserkenntnisse vor).

Dieser Wert war aber unbedingt nötig um die dahinter befindlichen Materialien definieren zu können. Z.B. ist die dampfgedichtete Regenschutzbahn dahinter nur bis 80 Grad beständig).

Es wurden daher innerhalb des Forschungsprojektes Simulationsberechnungen angestellt um diesen Wert zu ermitteln, erst danach konnten die Konstruktionsdetails festgelegt werden und mussten sämtliche vom Architekturbüro neu entwickelt werden. Erst nach Herstellung der fertigen Unterkonstruktion war die Kollektorfirma in der Lage Naturmasse zu nehmen und Unterlagen für die tatsächliche Ausführung zu liefern. Dadurch mussten wesentliche Verzögerung innerhalb dieses Bauteiles in Kauf genommen werden und spezielle Wetterschutzmaßnahmen getroffen werden.

Weiteres mussten die Anschlüsse zwischen den Kollektoren neu entwickelt werden: durch die Neigung der Fassade und die zusätzliche Rundung ergeben sich zwischen den Kollektoren leicht konische Zwischenräume, wofür die Kollektorenfirmen keine Standardprodukte zur Verfügung haben. Deshalb wurden diese Verbindungselemente beim Spengler ausgeschrieben, Der beauftragte Spengler war jedoch –wie sich vor Ort ergab- technisch nicht im Stande ist sein Angebot auch zu realisieren. Auch der Fassadenbauer konnte dies Zwischenstücke nicht realisieren, da seine Bauteile zu dick für die Durchführung sind. Es wird deshalb einer eigene Firma damit beauftragt werden

Ergebnis der Simulationsberechnung:

Durch das dynamische Verhalten der Oberflächentemperaturen aufgrund der Tagesverläufe führt eine statische Berechnung der Grenztemperaturen im Bauteil zu irreführenden Ergebnissen.

Die thermische Simulation, welche mit den vorhandenen Tagesverläufen und somit dynamisch rechnet, weist eindeutig auf, dass die Absorbertemperatur mit 160°C hoch ist, jedoch aufgrund der Kurzfristigkeit nicht im gleichen Ausmaß bei der Kollektorrückwand bzw. bei der Folie ankommt.

Mit einer maximalen Oberflächentemperatur der Folie von 63,4°C ist der Einbau der gewünschten Folie (Eignung bis 80°C) möglich.

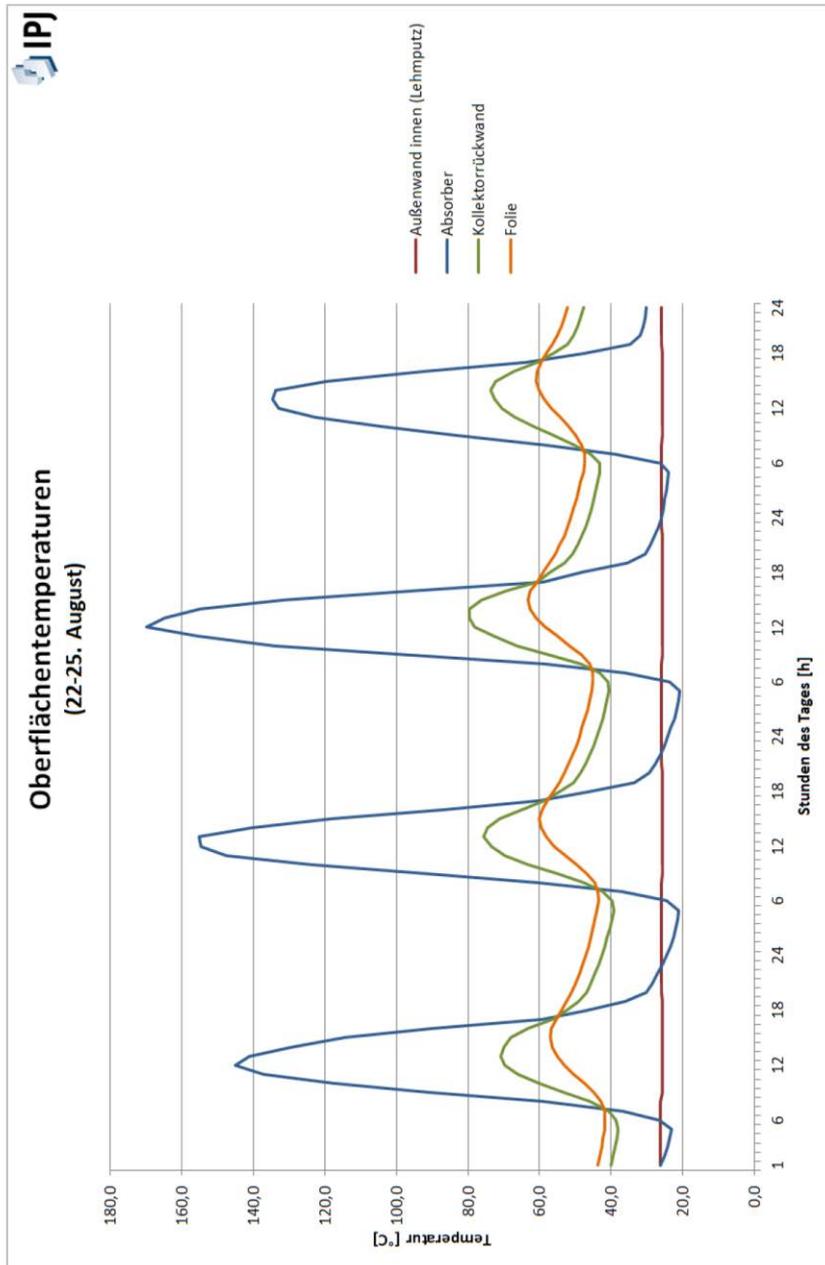


Abbildung 127: Oberflächentemperaturverlauf des Solarkollektors

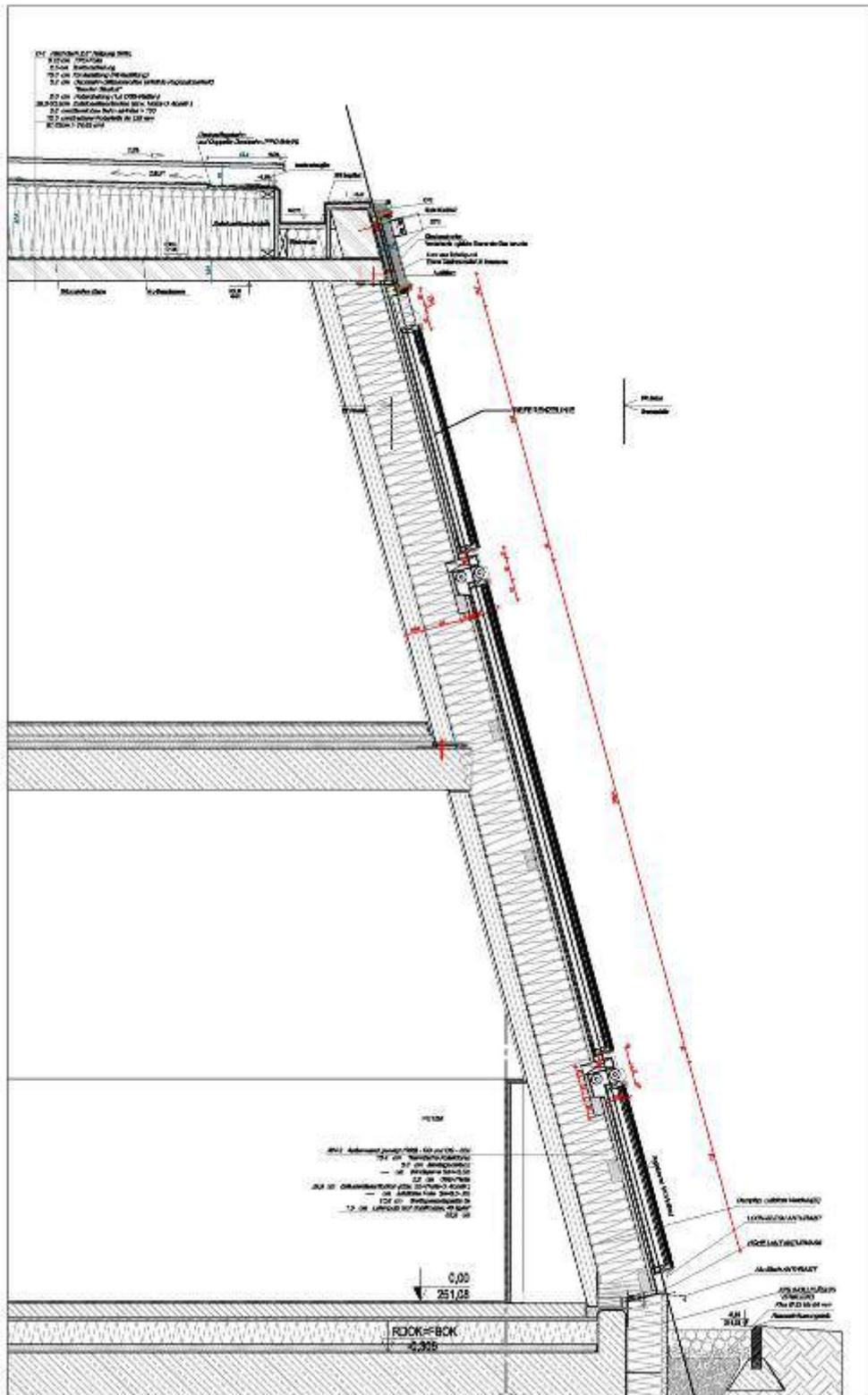




Abbildung 131: Kollektor Unterkonstruktion – Innenseite (mit Lehmputz)



Abbildung 132: Provisorische Abdeckung der Fassadenkollektorbereiche



Abbildung 133: Unterdachbahn hergestellt nach Definition der Temperaturen an der Kollektorrückseite bzw. im Bereich der Unterdachbahn



Abbildung 134: Naturmaß durch die Kollektorfirma, mit anschließender 9 wöchiger Fertigungszeit





Abbildung 135:Montage der Fassadenkollektoren:



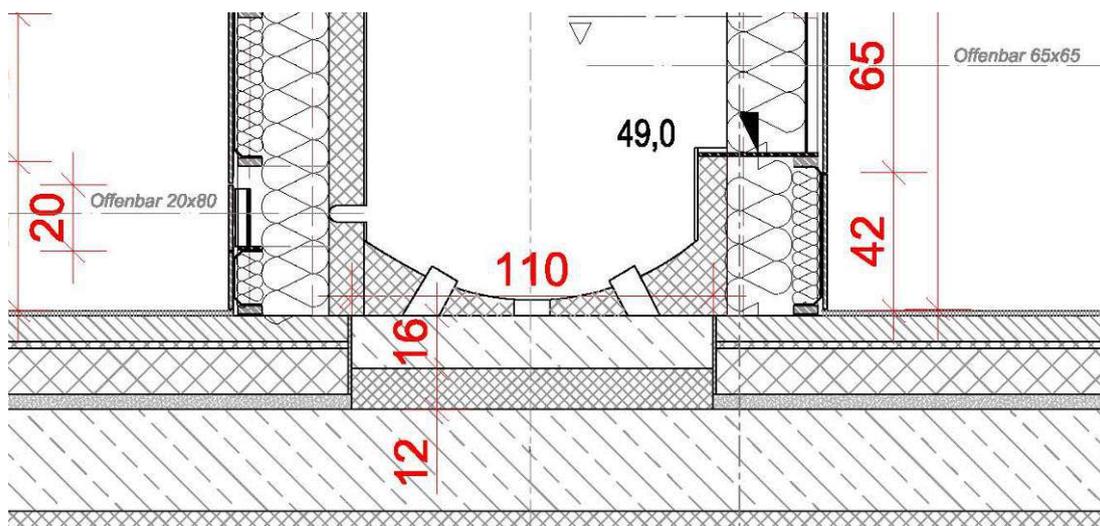


Abbildung 136: Detail thermische Trennung Pufferspeicher



Abbildung 137: Speicher – Thermisch getrennt von der Konstruktion



3.6 Umweltfreundliche Baustellentransporte (AP6)

Ziel laut Antrag: In Anknüpfung an die Ergebnisse der RUMBA Projekte und angesichts des vorhandenen Gleisanschlusses der Baustelle sollen Varianten des Transports schwerer Bauteile mit der Bahn und konventionell per LKW verglichen werden. Dabei werden für jede Alternative jeweils das Zusammenspiel dreier unabhängiger Variablen ermittelt:

1. die Umweltbelastungen durch den Transport zur Baustelle,
2. die Umweltbelastungen durch die Produktion und
3. die Folgen der Alternative für den Gebäudebetrieb

3.6.1 Recherche der konkreten Möglichkeiten des Bahntransportes

Der Bauplatz grenzt direkt an das Bahngelände des Bahnhofs Ernstbrunn. Als Grundlage für die Möglichkeit des Bahntransportes gilt es zunächst zu klären, ob ein Bahntransport zur Baustelle auf den vorhandenen Gleisen überhaupt machbar wäre. Diese Eisenbahnlinie war zum Zeitpunkt der Einreichung dieses Projektes für den Lastentransport geeignet (für den Personenverkehr erfolgen nur am Wochenende Nostalgiefahrten) aber von Seiten der ÖBB würde auf das Ziel der Einstellung dieser Linie hingearbeitet und es waren die Gebühren für den Gütertransport besonders hoch. Zum heutigen Zeitpunkt ist der ÖBB-Betrieb eingestellt und es gibt nur mehr zum Wochenende Nostalgiefahrten eines anderen Betreibers sowie konkrete Pläne ab 2015 den Personenverkehr mit einem neuen Betreiber durchzuführen.

Am 26.4.2012 wurden erste diesbezügliche Gespräche mit der ÖBB und anschließend auch mit dem Vizebürgermeister der Gemeinde Ernstbrunn geführt. Von Seiten der ÖBB wurden die Anfragen zunächst sehr abwehrend behandelt. Von Seiten der Gemeinde ergab sich hohes Interesse und auch Initiativen, die Bahnlinie wieder stärker zu aktivieren – einerseits, um den ökologischen Zielen der Gemeinde besser entsprechen, andererseits auch, um den Personenverkehr (Pendler) nach Wien besser bewältigen zu können, da es mit dem Auto oft sehr lange Wartezeiten durch Staus bei der Wieneinfahrt gibt. Ziel der Gemeinde ist es, ab 2015 einen privaten Triebwagenbetrieb dafür zu errichten. Grundsätzlich wird von Seiten der Gemeinde die Idee des Baustellenbahntransportes begrüßt und es wurden Kontaktadressen zur Verfügung gestellt. Im Weiteren wurden daher Kontakte mit dem NÖ Verkehrslandesplaner und auch wieder mit der ÖBB aufgenommen.

Insgesamt ergaben die Recherchen folgende Situation:

Zur Strecke

- Die Strecke Korneuburg – Ernstbrunn ist eine eingleisige, nicht elektrifizierte Lokalbahnstrecke mit relativ vielen Steigungen und relativ niedriger zugelassener Höchstgeschwindigkeit
- Die Entfernung von Korneuburg ist ca. 35 km, Fahrzeit ab Korneuburg ca. eine Stunde

- Die ÖBB Infrastruktur will diese Strecke abgeben, die Gruppierung Regionbahn ist an der Übernahme interessiert und es ist ab 2015 ein Personenverkehr vorgesehen
- Derzeit gibt es bis Ernstbrunn nur Nostalgieverkehr

Zum Güterverkehr

- Derzeit findet Güterverkehr nur bis Rückersdorf-Harmannsdorf statt, da in Ernstbrunn keine Nachfrage besteht.
- Güterverkehr wäre aber grundsätzlich jederzeit möglich
- Die Zustellung einzelner Wagen (Einzelwagenverkehre) könnte nur durch die Rail Cargo Austria (RCA) der ÖBB erfolgen.
- RCA ist in der aktuellen Situation an Einzelwagenverkehren nach Ernstbrunn vermutlich nicht interessiert, da die Bedienung sehr aufwendig ist.
- Sinnvoller wäre ein derartiger Transport vermutlich nur, wenn man Wagengruppen bzw. möglichst Ganzzüge bildet, die mit möglichst wenigen Bedienfahrten an- und abbefördert werden können.
- In einem derartigen Fall könnte dann ggf. auch ein Dritt-EVU (Eisenbahnverkehrsunternehmen) mit dieser Agenda befasst werden.
- Laut Auskunft der RCA ist der Transport für diese derzeit auf der Strecke Rückersdorf-Harmannsdorf nach Ernstbrunn überhaupt nicht möglich, da kein Zugführer über die erforderlichen Streckenkenntnisse verfügt.

Der Bahnhof Ernstbrunn

- Der Bahnhof Ernstbrunn hat insgesamt vier Gleise, das Ladegleis mit einer relativ großen Verladefläche
- Es wäre grundsätzlich relativ viel Platz, um Güter nicht nur zu verladen, sondern auch ev. zwischenzulagern
- Die Gleisanlagen hätten auch Kapazitäten für Wagenabstellungen etc.
- Es könnte eine direkte Verlagerung vom Gleis auf Bau erfolgen, was die relativ energieintensive Zwischenlagerung ersparen würde.

Mengen und Relationen

- Bezüglich des Aushubes: Mögliche Deponien mit Bahnanschluss liegen bspw. in Schönfeld-Lasseo oder Parndorf, weitere mögliche Deponien wären zu prüfen.
- Bezüglich der Breitsperrholzelemente bestehen besonders günstige Voraussetzungen: sperrige und lange Güter haben natürlich Vorteile auf der Schiene, speziell hier

ist aber anzunehmen, dass auf Grund der noch geringeren Gesamtmengen Ganzzugkonzepte kaum in Frage kommen.

Kooperationsprojekte, Machbarkeitsprüfung, Förderungen

- Auf Grund der geringen Mengen und des „nur einmaligen“ Aufkommens sind keine aktuellen Förderungen bekannt, die hierfür direkt beantragt werden könnten.

Es werden Möglichkeiten hier über den Logistikcluster der ecoplus Kooperationsmodelle geprüft.

Die Möglichkeit des Bahntransportes wurde in die Leistungsverzeichnisse der Zimmermannsangebote als Wahlposition aufgenommen und wie folgt textiert:

Ernstbrunn – Transport mit der Bahn – 16.11.12 - chf

Ausschreibungstext:

66. 0100A - AZ Transportleistungen mit railcargo

Aufzählung auf Positionen dieses Leistungsverzeichnisses für die Beförderung von Materialien von oder zur Baustelle mit der Bahn. Der (pauschal anzubietende) Mehr- oder Minderpreis bezieht sich auf folgende

Transportleistungen: "....."

Die ersten Reaktionen der Anbieter stellen sich wie folgt dar:

BM Schüller: Fa. Railcargo bietet Leistungen nicht an

BM Leyrer&Graf: Da die ÖBB nur bis Harmannsdorf/Rückersdorf liefert und die Lieferung nur mit vollen Waggons sinnvoll ist, wird es bei Auftragsvergabe erhoben, ob Railcargotransport geeignet ist.

Alle Firmen haben keinen Mehr- oder Minderpreis fürTransportleistungen mit railcargo angeboten.

BM Aichinger: Transportleistungen mit der Bahn nicht möglich.

BM Haider: nicht angeboten

BM Bohrn: ohne Kommentar nicht angeboten

Alpine: ohne Kommentar nicht angeboten

ZI Graf (Zauner) hat AZ für Transport von KLH-Platten mit railcargo angeboten, 2655,-€

ZI Graf-Holztechnik: Da die ÖBB nur bis Harmannsdorf/Rückersdorf liefert und der weiterführende Transport erst erfragt werden muss, wird noch nichts angegeben. Railcargo kann erst bei exakten Angaben kalkulieren. Zwei zusätzliche Kräne erforderlich.

ZI Longin: 22.732,-€, sonst kein Kommentar

ZI Fahrenberger: kein Bahnanschluss

Nachträglicher Anbieter mit direktem Gleisanschluss: 17.727.-

3.6.2 Recherche der unterschiedlichen Umweltbelastung bei LLCW; Transport oder Bahntransport der schweren Bauteile

Aus den Berichten des Rumba-Projektes¹³ ergibt sich, dass zwei Drittel des mengenmäßigen Güterverkehrs (in Tonnen) Baustofftransporte sind, 7 bis 10 % der NO₂- und Partikelemissionen im Verkehr dem Baustellenverkehr anzulasten sind und der Bau nur einer Wohnung 2.500 bis 3.000 LKW-Kilometer ausmacht. Es ist daher aus ökologischer Sicht durchaus interessant, den Baustellenverkehr auf die Schiene zu verlegen.

3.6.3 Ermittlung der Relation der Umweltbelastung des Baustellentransportes zur Umweltbelastung der Bauproduktherstellung und des Betriebes des Gebäudes

Da nur ein Anbieter den Transport der Holzpaneele direkt von seiner Firma zur Baustelle gewährleisten konnte, wurde dessen Produkt mit dem Produkt eines etwa gleichpreisigen Alternativanbieters verglichen. Dieser ist baubiologisch besser (Kleber) und es wurde in der Gesamtheit der Vorteil des Klebers gegenüber dem Vorteil des Schienentransports als - für Umweltfragen - relevanter eingestuft und für das baubiologisch bessere Produkt (KLH-Platten) und gegen den Bahntransport entschieden.

¹³ RUMBA – Richtlinien für eine umweltfreundliche Baustellenabwicklung. Kurzbericht, Stadt Wien, MD Stadtbaudirektion, Okt. 2004 (weiterführende Literatur: www.rumba-info.at)

3.7 Unterstützung von Smart Grids (AP 7)

Ziel laut Antrag: Die Nutzung der Eigenenergie soll so optimiert werden, dass die Autonomie gegenüber dem Stromnetz möglichst hoch wird. Dafür sind Energiedienstleistungen mit dem Anfall von Wind- oder PV-Strom abzustimmen (Nutzungskonzept), geeignete Geräte auszuwählen, wobei auch die in AP 3 geplante Nutzung der Elektromobilität einzubeziehen ist.

3.7.1 Ein „smartes Gebäude“ innerhalb eines „Smart Grid“

Wie schon im AP2, Pkt. 5 angesprochen, könnten in Zukunft, wenn mehr Gebäude energieproduktiv sind und mehr dezentrale Energieproduktionen stattfinden, die öffentlichen Stromnetze und deren Management überfordert werden und schwer handhabbare und wirtschaftlich ungünstige Überproduktionen entstehen und andererseits Extremsituationen, in denen das Netz über zu wenig Strom verfügt. Um diese Schwierigkeiten zu vermeiden sollten Gebäude und im Weiteren Stadtteile, Industrieparks oder ganze Regionen möglichst viel des produzierten Stroms selbst verbrauchen bzw. selbst speichern. Dadurch können die jeweiligen Einheiten auch mehr Selbständigkeit und Autonomie gewinnen.

Dies kann einerseits durch Last-Management innerhalb des Gebäudes erfolgen, andererseits durch möglichst weitgehende Speicherung innerhalb der jeweiligen Versorgungsbereiche. Diese Speicherung des elektrischen Stroms ist in Gebäudebereichen innerhalb des Tages- und Wochenbereiches schon gut möglich. In diesem Bereich können Gebäude zu wesentlichen Komponenten eines „Smart Grid“ werden und wichtige „Dienstleistungen für das Gesamtsystem erbringen, um Netzstabilität, Lastmanagement und jahreszeitliche Speicher- und Verlagerungsstrategien zu unterstützen“ (Fisch¹⁴ u.a. 2012, Seite 94)

Im gegebenen Fall steht ein relativ großes Batterielager (siehe AP2, Punkt 5.1) für die Speicherung von Überschüssen aus der Eigenproduktion der PV zur Verfügung, und es besteht die Möglichkeit, zusätzlich Batterien in einem dafür vorgesehenen Lagerraum unterzubringen. Diese Überschüsse sind insbesondere an sonnigen Wochenenden und an sonnigen Tagen mit wenig Kühlbedarf zu erwarten. Die tatsächliche Ausführung wird von der Art der gewährten Förderung (oder auch Nichtförderung) der zu installierenden PV-Anlagen abhängen.

Das Bürogebäude der WKS Simonsfeld wird auf diese Weise „Smart-Grid ready“ geplant: es werden mit dem Batterielager die räumlichen Voraussetzungen geschaffen, in denen abhängig von der Fördersituation Batterien installiert werden können. Damit kann das Gebäude die Belastung des Stromnetzes mit Überschüssen oder mit Bedarfsspitzen minimieren.

¹⁴ Fisch, M. Norbert u.a.: „Energie Plus – Gebäude und Quartiere als erneuerbare Energiequelle“, Dr. Canz'sche Druckerei Medien GmbH, Ostfildern, 2012

3.8 Verwendung ökologische Baustoffe (AP 7A)

3.8.1 Detailplanung Baustoffe:

Es wurde weitestgehend versucht auch ökologisch und baubiologisch sinnvolle Materialien einzusetzen. Durch den Entfall des Eisenbahntransports konnte ein Teil der frei werden Mittel für den neuartigen Einsatz von baubiologisch vorteilhafte Materialien verwendet werden.

Beispiel: Schafwolle in den nicht tragenden Trennwänden:

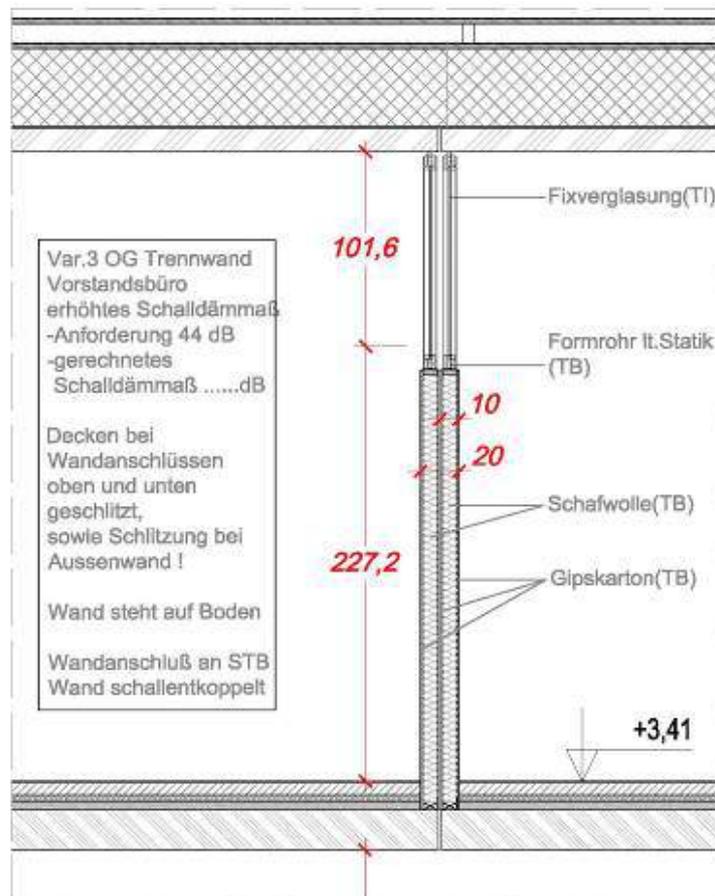


Abbildung 138: Schnitt Bürozwischenwand mit erhöhtem Schallschutz

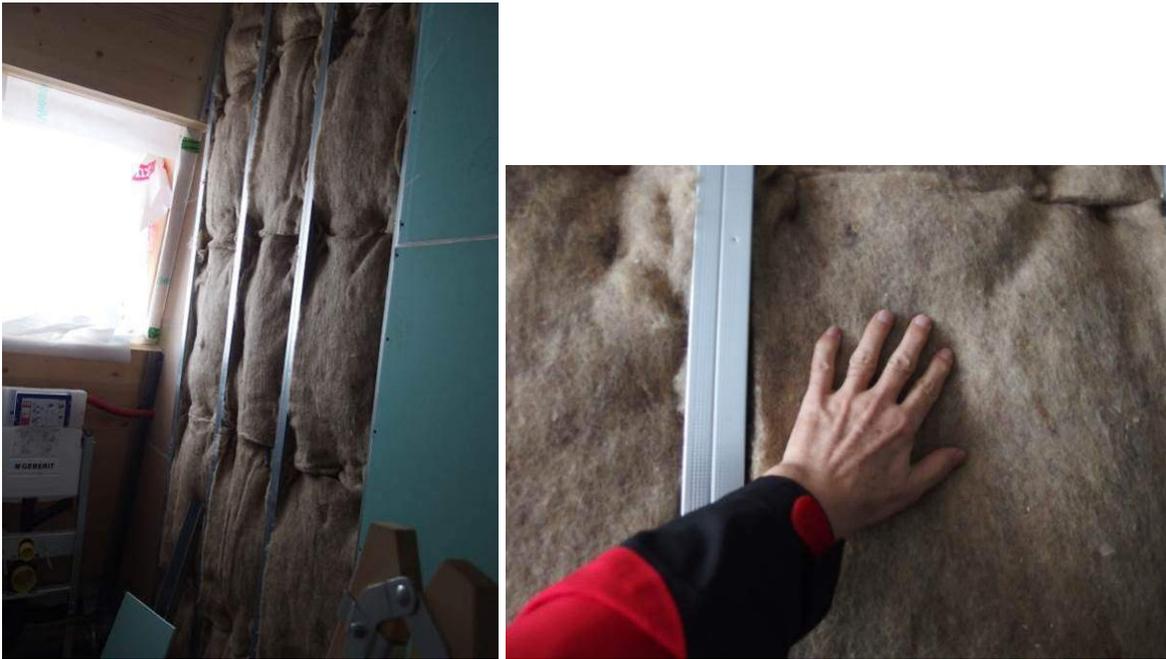


Abbildung 139: Schalldämmende Wand beim Chefzimmer



Wand zwischen Besprechungsraum und Halle

Beispiel Dämmung Solarspeicher:

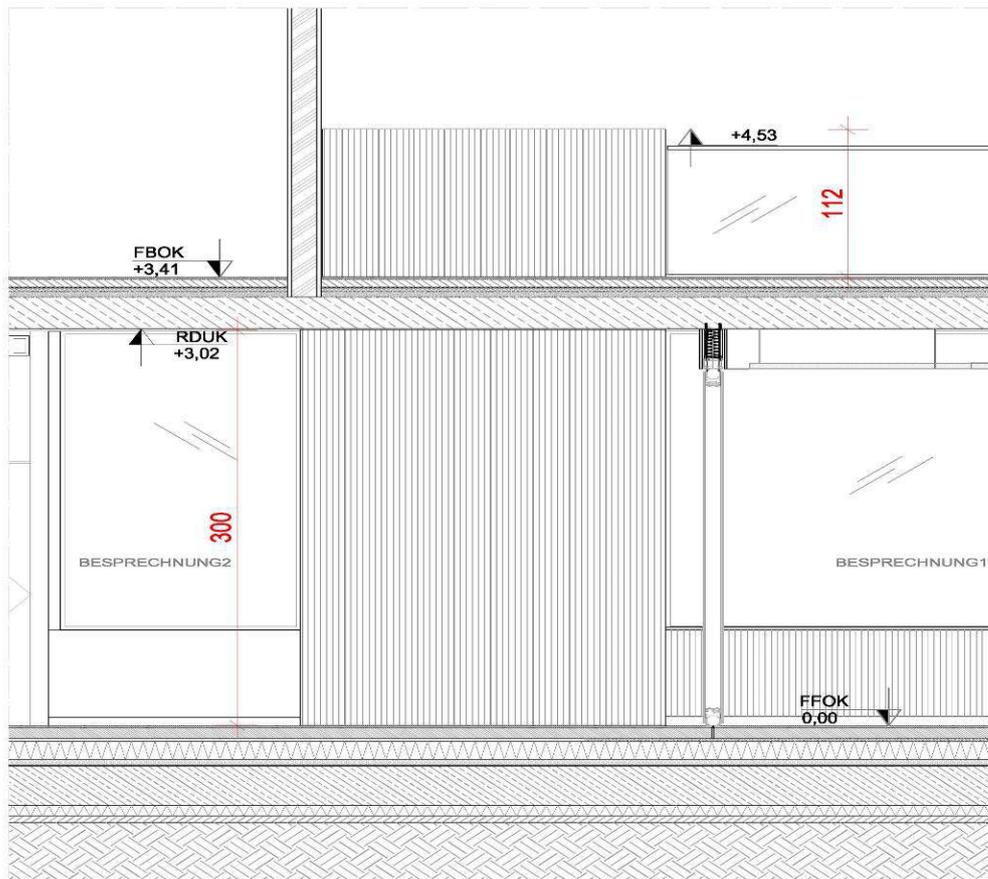


Abbildung 140: Thermischer Speicher Ansicht

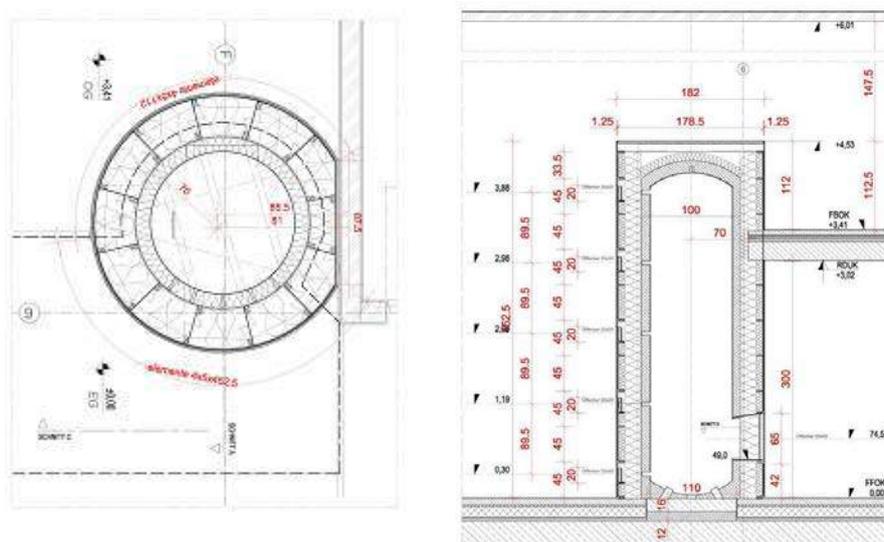


Abbildung 141: Schafwollwärmedämmung des thermischen Speichers (gleichzeitig Akustik-
element).



Abbildung 142: Thermischer Speichers (gleichzeitig Akustikelement).

Beispiel: tragende Holzkonstruktionen (Brettsperrholz)



Abbildung 143: Vollholzkonstruktion Lagerhalle



Abbildung 144: Holzkonstruktion Wand und Decke Büros





Abbildung 145: Holzkonstruktion zur Ausnahme der Wärmedämmung (Zellstoff) über der obersten Geschossdecke

Beispiel Fenster



Abbildung 146: Passivhausfenster aus Holz und Wärmedämmung aus Kork

Beispiel Lehmputz:

Dieser erforderte die Ausarbeitung von zahlreichen – nicht *standardisierten Details*:

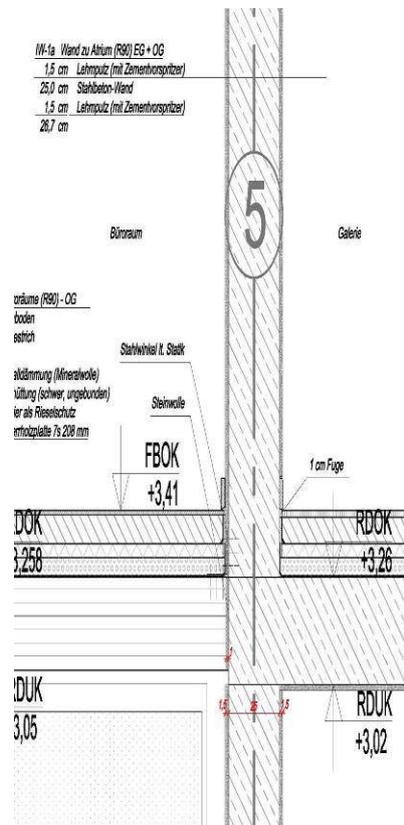
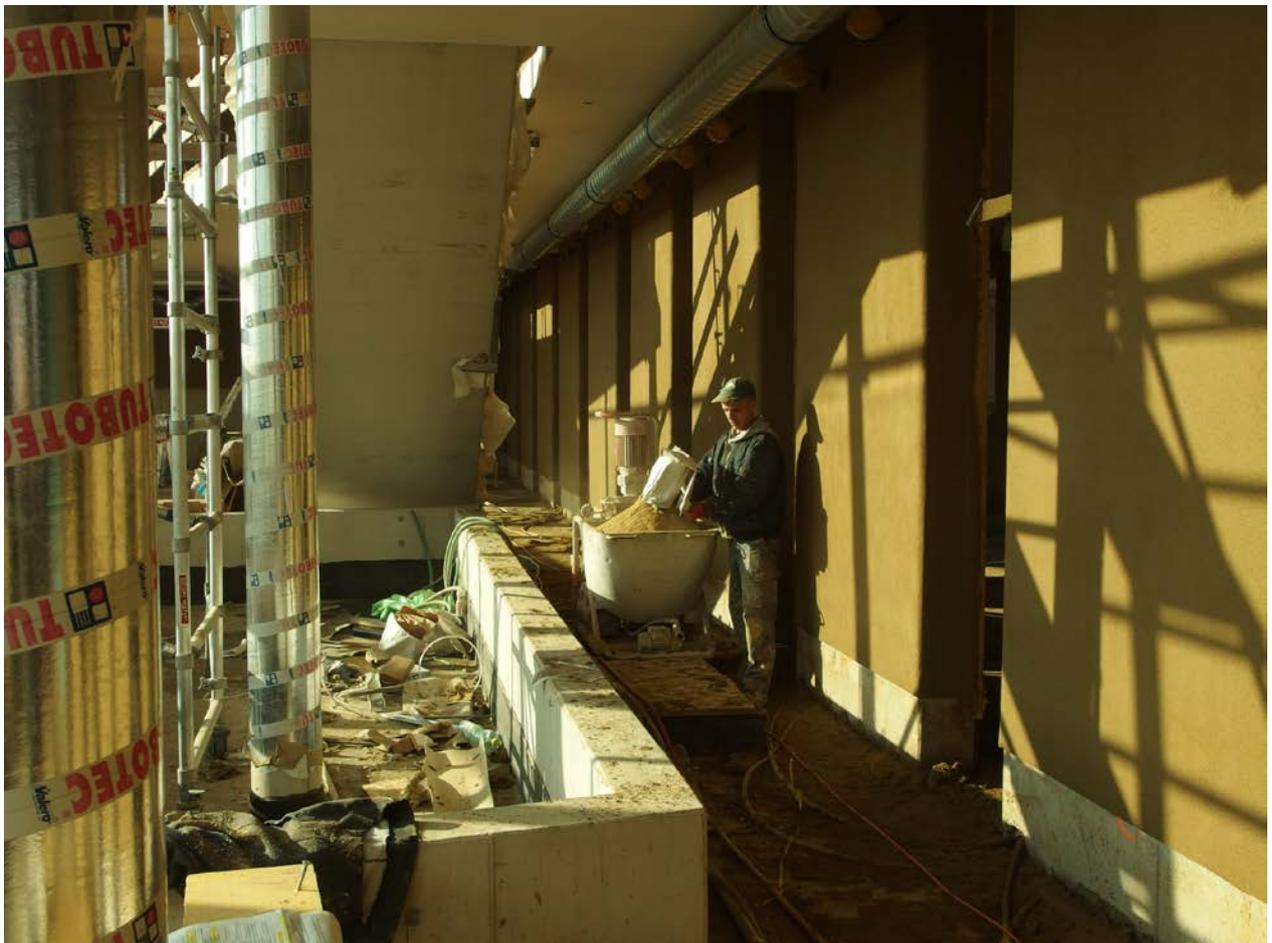


Abbildung 147: Detail lehmverputzte Betonwand





Abbildung 148: Verarbeitung Lehmputz





Beispiel dampfopenes Dach und Wände mit Zellstoff gedämmt

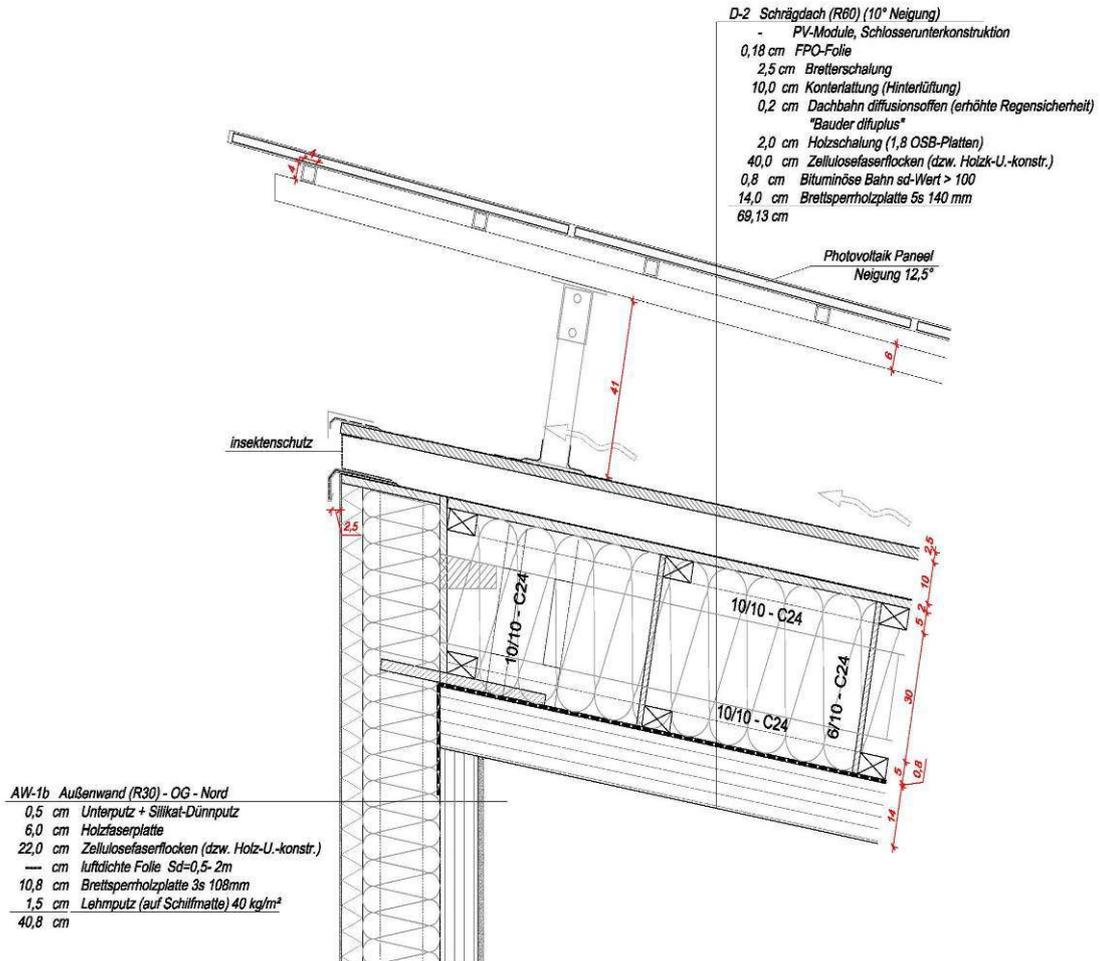


Abbildung 149: Firstdetail Büro – Holzkonstruktion gedämmt mit Zellstoff





Abbildung 150: Holzkonstruktion Außenwand Nord gedämmt mit Zellstoff



Abbildung 151: Dachaufbau mit anschließender Zellulosedämmung

3.9 Monitoring, TQB und Baukosten (AP 8)

Ziel laut Antrag: Die Raumklimaparameter und der Energieverbrauch werden über mindestens 2 Jahre verfolgt

Eine TQB-Zertifizierung wird durchgeführt.

3.9.1 TQB Zertifizierung

Die TQB Vorbewertung (Kriterienkatalog Dienstleistungsgebäude) wurde vollständig überarbeitet und aktualisiert. Alle Kategorien wurden gemeinsam mit den Projektpartnern Architekturbüro Reinberg, Windkraft Simonsfeld und M.O.O.CON GmbH überprüft und korrigiert. Es konnten 942 Punkte erzielt werden. Das Objekt ist auf der Datenbank https://www.oegnb.net/zertifizierte_projekte.htm abrufbar.

Tabelle 28: TQB-Zertifizierung

A	Standort & Ausstattung	200	156
A.1	Infrastruktur	80	45
A.2	Standortsicherheit und Baulandqualität	40	31
A.3	Ausstattungsqualität	60	60
A.4	Barrierefreiheit	40	20
B	Wirtschaft & techn. Qualität	200	194
B.1	Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus	100	99
B.2	Sustainable Sites	45	20
B.3	Technische Objektqualität	80	75
C	Energie & Versorgung	200	200
C.1	Energiebedarf	150	150
C.2	Energieaufbringung	50	45
C.3	Wasserbedarf	25	20
D	Gesundheit & Komfort	200	200
D.1	Thermischer Komfort	45	45
D.2	Raumluftqualität	75	70
D.3	Schallschutz	60	57
D.4	Belichtung, Beleuchtung, Sonnen- und Blendschutz	50	47
E	Baustoffe und Konstruktion	200	192
E.1	Vermeidung kritischer Stoffe	50	50
E.2	Regionalität, Recyclinganteil, Produkte mit Umweltzertifikat	50	47
E.3	Ökologie der Baustoffe / Konstruktion	60	44
E.4	Entsorgung	60	51

Erläuterungen

Standort und Ausstattung

Aufgrund des ländlichen Standorts können im Bereich Infrastruktur erwartungsgemäß eher wenige Punkte erreicht werden. Für die MitarbeiterInnen zählt sicher auch der nahegelegene Wald als Erholungsgebiet, der in der ÖGNB Bewertung keine Berücksichtigung findet.

Aufgrund der Größe des Projektes, des familiären Arbeitsklimas und der starken Verbundenheit der Mitarbeiter mit dem Unternehmen sind gewisse Ausstattungen lt. Kategorie A3.2 nicht notwendig, wodurch auch hier nicht alle Punkte erreicht werden

Wirtschaftliche und technische Qualität

Auch wenn nicht bei allen Unterkategorien alle Punkte erreicht werden, kann aufgrund von Punkteüberhängen (in einzelnen Kategorien können „Plus-Punkte“ erreicht werden) die volle Punkteanzahl erreicht werden.

Energie und Versorgung

Das Gebäude ist als Plusenergiegebäude geplant, was durch eine planungsbegleitende Gebäudesimulation und Energiebilanzierung bewertet wurde. Durch diese hohe energetische Qualität können auch in dieser Kategorie alle Punkte erreicht werden.

Gesundheit und Komfort

Aufgrund der hohen thermischen Ansprüche wird auch in der Unterkategorie thermischer Komfort die höchste Punkteanzahl erreicht. Da im Zuge des Forschungsprojektes auch ein Produktmanagement durchgeführt wird, kann in der Kategorie Raumluftqualität eine hohe Punkteanzahl erreicht werden. In der Kategorie Schallschutz werden nur wenige Punkte erreicht, da die Bewertung auf Bauteile ausgelegt ist, die Räume mit unterschiedlichen Nutzungseinheiten begrenzen. Im Fall des Bürogebäudes der Windkraft Simonsfeld handelt es sich um eine zusammengehörende Büronutzung die diese hohen Ansprüche lt. Norm nicht erfüllen muss.

Baustoffe und Konstruktion

In dieser Kategorie sind zum Teil noch Annahmen hinterlegt, da sich viele Punkte erst in der Ausschreibungsphase bzw. erst in der Vergabe klären. Aufgrund des hohen ökologischen Anspruchs kann in der Kategorie Ökologie die volle Punktezahl erreicht werden.

3.9.2 Monitoring (noch nicht fällig)



1. Temperatur
2. Luftfeuchte
3. Windgeschwindigkeit
4. CO2-Gehalt
5. Energieverbrauch, verbraucherspezifisch

Die Maßnahmen, die für ein möglichst aufschlussreiches transparentes Monitoring der Anlage notwendig sind, werden mit allen Projektbeteiligten diskutiert und abgestimmt. Folgende Maßnahmen werden für das Monitoring festgelegt:

Alle Messwerte und Verbrauchswerte werden in einem zentralen Monitoring-Rechner zusammengeführt. In diesem Rechner werden sowohl die Daten gesammelt als auch die Berichte generiert.

Ziel ist es, ein optimales Werkzeug für die Anlagenoptimierung zu schaffen.

Als Leitprodukt für das Visualisierungssystem wird

- Fabrikat: TAC Type: Vista

vorgesehen.

Wetterstation

Es wird eine Wetterstation vorgesehen, hier werden folgende Messwerte erfasst:

- Außentemperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Solareinstrahlung
- Windgeschwindigkeit

Erfassung der Wärmeströme

Die notwendigen Wärmemengenzähler für die Heizungs- und Solaranlage wurden festgelegt. Die Zähler samt Zählernummern wurden in das Anlagenschema eingetragen und sind im folgende Schema eingetragen:

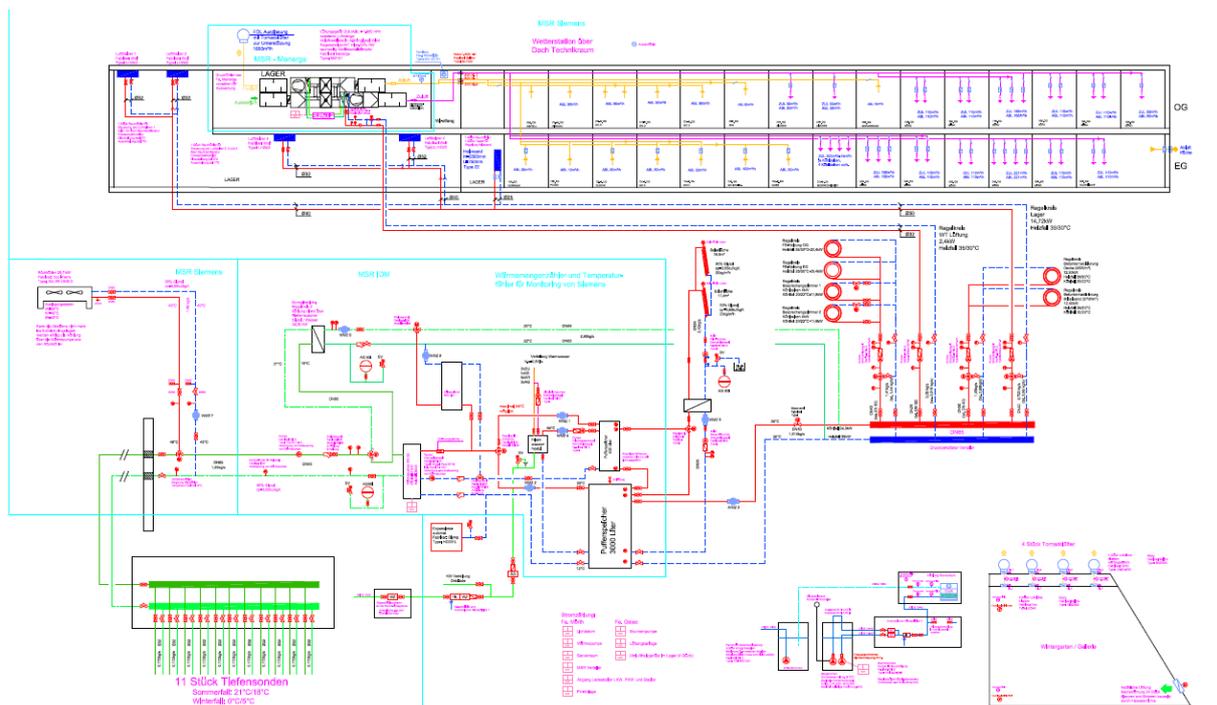


Abbildung 152: Anlagenschema für das Monitoring

Erfassung Stromverbräuche

Folgende Stromzähler müssen vorgesehen werden:

1. Lichtstromzähler
2. Serverraum
3. Wärmepumpe
4. Restliche Haustechnik
5. Brunnenpumpe
6. Lüftungsanlage
7. Umluftheizgeräte im Bereich des Lagers

Darstellung der Energieflüsse

Im Zuge der Haustechnikplanung und der Vorbereitung für das Monitoring wurde ein eignes detailliertes Energieflussdiagramm erstellt.

In der nun folgenden Abbildung ist der gesamte Verbrauch von thermischer und elektrischer Energie anhand eines Sankeydiagramms dargestellt. Die Verbraucher sind nach deren Bezugsquellen und nach dem vorhandenen Anlagenschema aufgelistet. Die Gliederung der einzelnen Punkte wurde anhand der angegebenen Wärmemengen- bzw. Stromzähler durchgeführt.

Da die Bürogeräte und der Server einen gemeinsamen Stromzähler erhalten, sind beide außerhalb der Systemgrenze angeführt.

Der Strom aus der PV-Anlage wird zuerst zur Abdeckung des Eigenbedarfes verwendet und der etwaige Überschuss wird in das öffentliche Netz eingespeist. Hierfür dient der EVU-Zähler als ein Zähler für die Stromnutzung und der Stromeinspeisung.

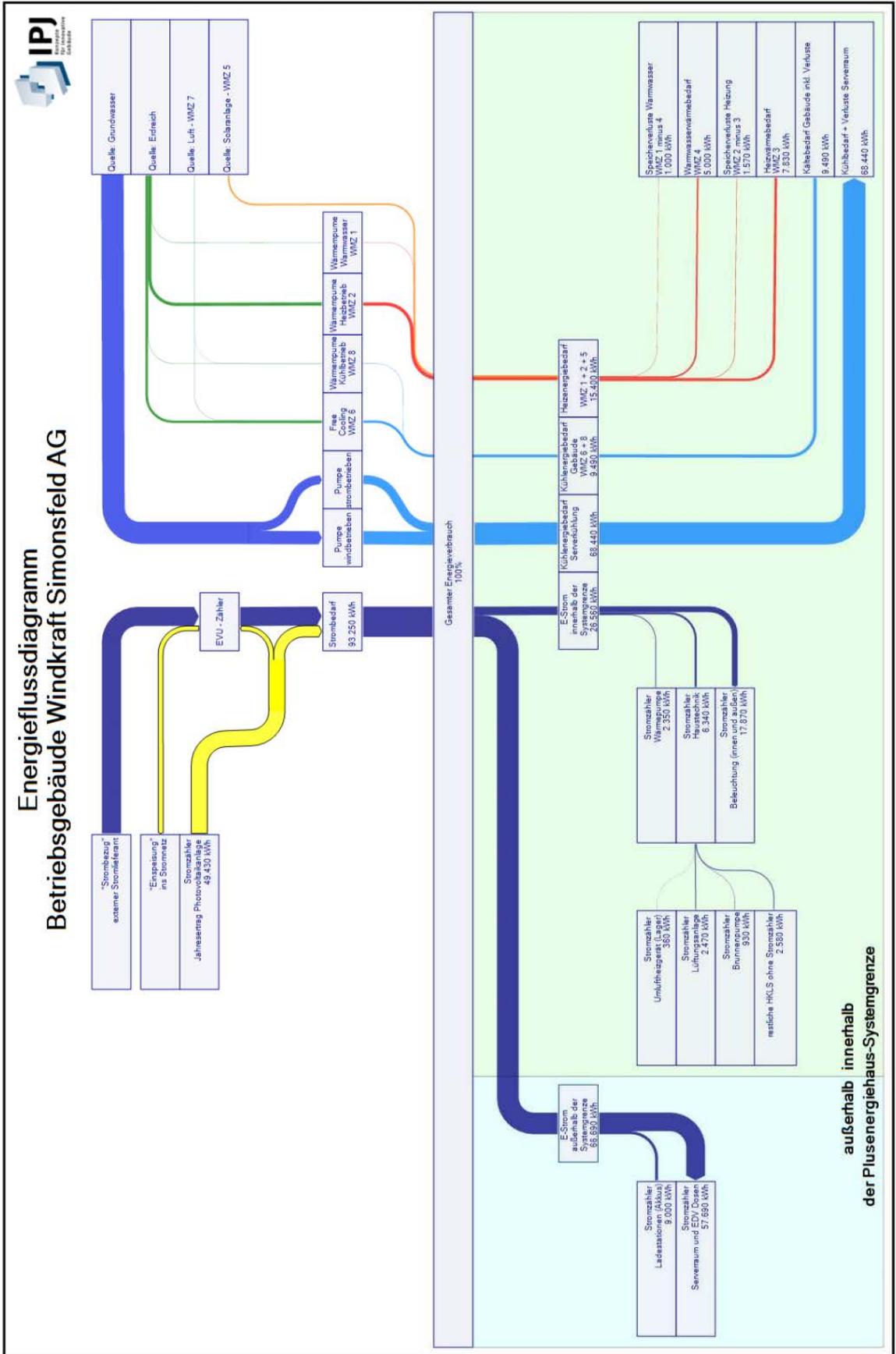


Abbildung 153: Energieflussdiagramm anhand der Abnehmer und Zähler

Messung der Raumparameter

Es wird festgelegt, dass alle Aufenthaltsräume mit Raumtemperaturfühlern ausgestattet werden und die Messwerte aufgezeichnet werden.

Die Luftfeuchtigkeit der Referenzpunkte wird ebenfalls gemessen und aufgezeichnet.

Ertrag Natürliche Lüftung Kommunikationsbereich

Für die Darstellung der Erträge aus der natürlichen Lüftung im Kommunikationsbereich werden 4 Luftgeschwindigkeitsmesser vorgesehen (1 Stk. pro Tornadolüfter). Mit diesen kann die abgeleitete Luftmenge errechnet werden und somit mit der Raumtemperatur Rückschlüsse auf die abgeführte Energiemenge getroffen werden.

Die Regelung der natürlichen Lüftung erfolgt fortluftseitig über Klappen bei den Tornadolüftern.

Erfassung der Gewinne der Unterstützung der mechanischen Gebäudelüftung

Für die Lüftungsanlage wird ein eigener Stromzähler vorgesehen. Die Ersparnis durch den aufgesetzten fortluftseitigen Tornadolüfter soll so errechnet werden, dass der Stromverbrauch der Lüftungsanlage in Bezugnahme auf die Windgeschwindigkeit beobachtet und aufgezeichnet wird.

Die übrigen Messdaten der Lüftungsanlage werden über eine LON Bus Schnittstelle auf den Visualisierungsrechner übertragen.

Erträge aus der PV Anlage

Die Zählung der Erträge aus der PV-Anlage ist abhängig vom Konzept der PV-Anlage.

- Wenn ein möglichst großer Eigenverbrauch das Ziel ist, also kein Einspeisetarif lukriert werden kann, wird ein Ertragszähler und ein Zähler nach der Batterieanlage benötigt, damit die Verluste verifiziert werden können.
- Wird ein Einspeisetarif lukriert und der gesamte Strom ausgeleitet, ist nur ein Einspeisezähler notwendig.

Hier wird das System entsprechend der Entscheidung über die Verwendung der PV Anlage, welche vom möglichen Erhalt einer ÖMAG bzw. Klimafondsförderung abhängt, adaptiert.

In der Monitoringabteilung der Windkraft Simonsfeld AG werden derzeit verschiedene Visualisierungssysteme hinsichtlich Darstellungseigenschaften und Energieverbrauch auf ihre Eignung geprüft.

Wenn die Entscheidung auf einen Leitstand wie im folgenden Bild dargestellt fällt, könnte das Haustechnikschema als Fenster frei am Visualisierungsleitstand positioniert werden. Es würde dann die Haustechniküberwachung nebst der Windkraftüberwachung und der Videoüberwachung der Eingänge zentral am Visualisierungsleitstand dargestellt. Somit wird dem zu-

ständigen Fernüberwacher die Möglichkeit geboten, neben den Windkraftanlagen auch das Gebäude mit einem Blick zu überwachen.

Die folgende Variante wird aus Kostengründen nicht mehr weiterverfolgt.



Abbildung 154: Visualisierungsleitstand für das Monitoring



Abbildung 155: Monitoring (ca. 30 W / Monitor)

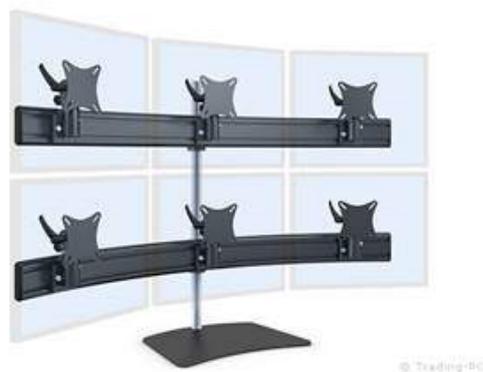


Abbildung 156: Visualisierungsleitstand für das Monitoring

Aktuelle Variante wird ein Ständer mit 6 Stk. 23" Monitore (ca. 30 W / Monitor) sein. Auf einigen der Bildschirme wird immer dieselbe Maske angezeigt werden – z.B. die Statusansicht aller Windparks oder die Visualisierung des Bürogebäude. Je nach Bedarf werden zwischen 1 und 3 Bildschirme Arbeitsbildschirme sein, wo sich der Mitarbeiter die gewünschten Darstellungen öffnet, z.B. Windkraftanlagendetail oder aktuelles Energieflussdiagramm.

Natürlich ist die Überwachung auch mit einem eigenen unabhängigen Monitor möglich, der Visualisierungsleitstand würde hier nur komfortabler sein. Ein eigener PC für die Haustechniküberwachung ist nicht eingeplant, hier arbeitet man sehr erfolgreich mit virtuellen Maschinen, die auf dem Firmenserver abgebildet sind und somit auch energietechnisch gesehen nicht ins Gewicht fallen.

Den Standort der Visualisierung wird unmittelbar vor dem Fernüberwachungsarbeitsplatz in Form eines Visualisierungsleitstandes oder eines eigenen Bildschirms sein. Bezüglich Visualisierungssoftware ist vorgesehen, dass das Haustechnik-Schema einmalig bei der Inbetriebnahme von einer externen Firma erstellt und in Betrieb genommen wird. Im Zuge der Inbetriebnahme werden mindestens 2 Mitarbeiter für eine Systemeinschulung vorgesehen, in welcher die Möglichkeiten der Überwachung und der Betriebsdatenanalysen aufgezeigt werden. In Form einer zweiten Schulung werden mindestens 2 Mitarbeiter für eine erweiterte Systemeinschulung vorgesehen. Die erweiterte Systemeinschulung soll zeigen, wie Systemanpassungen und Erweiterungen durchgeführt werden können.

Wie man aus der Erfahrung vom Monitoring der Windkraftanlagen weiß, ist eine optimale Betriebsführung und eine weitere Optimierung der Anlagen nur möglich, wenn möglichst viele Daten der Anlage zur Verfügung stehen und Werkzeuge und Analysemethoden verfügbar sind, diese Daten auch tiefgreifend zu analysieren.

Mit Hilfe eines noch zu definierenden Kennzahlensystems, ambitionierten Kennzahlenvorgaben, Mitarbeitern die sich laufend mit der Analyse der Betriebsdaten (Energieflüsse) beschäftigen und einem internen Reporting der Kennzahlen (eventuell am Bildschirm im Eingangsbereich) wird ein Optimierung des Gesamtsystem zu bewerkstelligen bzw. das hohe Niveau der Gebäudeperformance zu halten sein.

4 Detailangaben in Bezug auf die Ziele des Programms

4.1 Einpassung in das Programm

Das Projekt behandelt prioritär:

Schwerpunkt 3.3.1 Neubauten von Gebäuden mit Plusenergiestandard mit hoher Signal- und Multiplikationswirkung

Subschwerpunkt: Winddruck

Begründung: Das Demonstrationsgebäude in Ernstbrunn ist ein geplanter Neubau, der den Plusenergiestandard erreichen soll.

Ausschreibungsziele: Da es sich um ein schon von ferne sichtbare Verwaltungsgebäude (Firmenzentrale) eines Windkraftbetreibers handelt, ist die Sichtbarkeit der eingesetzten Technologien in jeder Hinsicht gewährleistet. Auch das Unternehmen (der Antragsteller) wird das Demonstrationsgebäude als Teil seiner Corporate Identity und seines Corporate Design betrachten.

4.2 Beitrag zum Gesamtziel des Programms

Das Demonstrationsgebäude selbst geht mit sonnigen Sozial- und Besprechungsräumen nach Süden, Büros nach Norden in vorbildlicher Weise auf Bedürfnisse von Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ein.

Der innovative Schwerpunkt des Projekts liegt aber auf Umweltaspekten: Plusenergiestandard, ökologische Optimierung, Untersuchungen zu umweltfreundlichem Transport, sowohl schwerer Bauteile auf die Baustelle per Bahn als auch später im Betrieb die „Betankung“ von E-Autos mit Strom, der auf dem Grundstück gewonnen wurde.

4.3 Einbeziehung der Zielgruppen und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt

Zielgruppe ist in erster Linie die MitarbeiterInnen der Windkraft Simonsfeld AG. Sie wurden in AP 3 auf Ihre Mobilitätsgewohnheiten und ihre Meinung zu möglichen Alternativen (Bahn, Elektroautos) befragt.

4.4 Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale für die Projektergebnisse

Das Demonstrationsgebäude wird nur für den Eigenbedarf errichtet.

Für die wissenschaftlichen Projektpartner ist das Gebäude ein schönes Referenzprojekt.

Die wissenschaftlichen Konsortiumsmitglieder werden die Ergebnisse in Vorträgen, auf Kongressen, z.B. dem jährlichen BauZ!-Kongress im Rahmen der Wiener Messe Bauen und

Wohnen, im IBOmagazin, in Schulungen der Green Academy, und im Rahmen ihrer Lehrtätigkeit an Universitäten verbreiten.

5 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

Mit dem Demonstrationsgebäude schafft die Windkraft Simonsfeld AG ein Instrument zur Demonstration ihrer technischen und sozialen Anliegen. Die neuen technischen Lösungen können MitarbeiterInnen, Kundinnen und die 1600 AktionärInnen des Unternehmens ermutigen, bei Baumaßnahmen in jeweils ihrem Bereich ebenso Plusenergiekonzepte umzusetzen.

In den bisherigen Arbeitspaketen (siehe AP2 und AP8) kam man zu dem Ergebnis, dass das Einsparungspotential von Gleichstrombetrieb im Gebäude vernachlässigbar ist und die technischen, am Markt verfügbaren Lösungen nicht ausgereift sind. Daher sieht das Konsortium weitaus mehr Potential in einem umfassenderen Monitoring, welches

- a) einen besseren und energieeffizienteren Betrieb des Gebäudes ermöglicht sowie
- b) wichtige Erkenntnisse für zukünftige Plus-Energie Gebäude liefern kann.

Da die Windkraft Simonsfeld AG im Rahmen der Betriebsüberwachung von Windparks über eine eigene Monitoringabteilung mit 24h-Betrieb verfügt, liegt es auf der Hand die Abteilung ebenfalls mit dem Gebäudemonitoring zu betrauen, um neben der Überwachung des Betriebs von Windkraftanlagen auch den Betrieb des energetisch optimierten Gebäudes zu überprüfen und Feinjustierungen zu ermöglichen.

Nach interner Rücksprache mit der FFG plant das Konsortium, voraussichtlich nicht verwendete Fördergelder für Gleichstromanwendungen für das intensivierete Monitoringkonzept zu verwenden, um damit die Anschaffung von diversen Messgeräten zu finanzieren. Dies betrifft jedoch ausschließlich eine Kostenumschichtung innerhalb der Sachkosten des Konsortialführers und erfordert folglich keinen Antrag auf Kostenumschichtung.

Des Weiteren kam man in den Arbeitspaketen zu der Erkenntnis, dass in der gegebenen Situation ein Bahntransport nicht sinnvoll gewesen wäre, da die Rahmenbedingungen ungünstig waren und baubiologische Maßnahmen sinnvoller sind (für die Gesamtbilanz). Daher ist vorgesehen, mehr Innovation in den Bereich Baubiologie zu realisieren. Darüber hinaus ergaben sich in der Ausführung besondere Probleme mit der Energiefassade im Bereich der thermischen Kollektoren, deren Einbindung von den ausführenden Firmen im technisch üblichen Rahmen nicht möglich ist. Es mussten dafür besondere Aufwendungen geleistet werden (Anschlussdetails, eigene Simulationen der Temperaturbereiche, da keinerlei Daten vorliegen etc.). Auch für die PV-Anlage zur Beschattung mussten eigene Entwicklungsarbeiten wie spezielle Aufteilung der Zellen, Halterungen und dgl. geleistet werden.

6 Ausblick und Empfehlungen

Offen geblieben sind

- ein noch nicht vorhandener Markt für Gleichstromgeräte, die den am Gebäude gewonnenen Strom direkt nutzen könnten (AP 2)
- Anbindung des Standortes an eine reaktivierte Bahnlinie nach Ernstbrunn (AP 3)
- die wirtschaftlichen Potenziale für Energiespeicherung und damit Eigenenergieverbrauch (Smart Grid) (AP 7)

7 Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wettbewerbsprojekt (Lageplan)	21
Abbildung 2: Wettbewerbsprojekt (von Süd-Ost)	21
Abbildung 3: Wettbewerbsprojekt (von Süd-West).....	22
Abbildung 4: Lageplan Entwurf.....	22
Abbildung 5: Verkleinertes Bürogebäude (Entwurf, von Süd-Ost).....	23
Abbildung 6: Planungsstand November 2012 (von Süd-West)	24
Abbildung 7: Planungsstand November 2012 (von Süd-Ost).....	24
Abbildung 8: Lageplan Ausführung.....	25
Abbildung 9: Ausführung EG	26
Abbildung 10: Ausführung OG.....	26
Abbildung 11: Baufortschritt März bis Oktober 2013.....	34
Abbildung 12: Impressionen vom fertigen Projekt.....	35
Abbildung 13: oben, unten: Nordfassade.....	36
Abbildung 14: Ostfassade	37
Abbildung 15: Süd-Westfassade	37
Abbildung 16: Kommunikationsbereich Sommer – Winter	38
Abbildung 17: Büros mit flexiblen Trennwänden und Pinnwand als Akkustikelement	39
Abbildung 18: Lagerhalle.....	39
Abbildung 19: Zonen der thermischen Gebäudesimulation.....	42
Abbildung 20: Prinzip der Abluftgeneratoren	44
Abbildung 21: Dachlüfter – zu Beginn der Planung vorgeschlagen.....	45
Abbildung 22: Detailplanung Vorabzug.....	46
Abbildung 23: Schemaschnitt Windturbinen im Dachbereich – Ausführung	47
Abbildung 24: Einbau	48
Abbildung 25: Demontage und Wiedereinbau:	52
Abbildung 26: Temperaturveränderung durch Querschnittverringerng.....	57

Abbildung 27: Luftvolumenstrom bei Querschnittverringerng.....	57
Abbildung 28: Ursprüngliche Süd-Fassade im östlichen Bereich	58
Abbildung 29: Fassade mit erweitertem Bereich Lüftungsöffnungen.....	58
Abbildung 30: Ursprüngliches Detail der Lüftungsklappen.....	59
Abbildung 31: Lüftungsöffnungen	59
Abbildung 32: Detail vergrößerter Lüftungsbereich- Zuluftklappen.....	62
Abbildung 33: Vergrößerter Lüftungsbereich- Zuluftklappen.....	64
Abbildung 34: Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur mit Querlüftung	67
Abbildung 35: Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur ohne Querlüftung	68
Abbildung 36: Prinzipielles Funktionsschema:.....	69
Abbildung 37: Anlagenschema Lüftungsanlage mit Tornadolüfter	70
Abbildung 38: Ursprüngliche Positionierung (Grundriss OG)	70
<i>Abbildung 39: Neue Positionierung im Bereich der Lagerhalle – Galerie.....</i>	<i>71</i>
<i>Abbildung 40: Schnitt Übergang Büro – Lagerbereich</i>	<i>71</i>
<i>Abbildung 41: Windgenerator auf der Abluft der Lüftungsanlage in der Halle</i>	<i>72</i>
Abbildung 42: ursprünglich vorgeschlagener Langsamläufer und Kolbenpumpe Fabrikat: Mozlan Windkraftanlagen Type: MW2000 ST.....	75
Abbildung 43: Anlagenschema Serverraumkühlung inkl. Langsamläufer.....	77
Abbildung 44: Prinzipielles Funktionsprinzip Grundwasserkühlung Server – Windgestützte Grundwasserpumpe	77
Abbildung 45: Technisches Funktionsschema.....	78
Abbildung 46: Ausführungsdetail	79
Abbildung 47: Schnitt und Anschlussschema Schluckbrunnen	80
Abbildung 48: vorhandener Testbrunnen (aus Voruntersuchung).....	81
Abbildung 49: Aushub für Fundamente	82
Abbildung 50: Wartungsschacht und Fundamentarbeiten für den Langsamläufer	82
Abbildung 51: Fundament für den Langsamläufer	82
Abbildung 52: Langsamläufer vor dem Aufstellen.....	83
Abbildung 53: Prinzipielles Funktionsschema – Erdwärmenutzung zur Kühlung:.....	86

Abbildung 54: Ausführung der Tiefenbohrungen und Zusammenfassung der Leitungen	90
<i>Abbildung 55: Grundriss Batterieraum</i>	95
<i>Abbildung 56: Batterieraum als Reservefläche für spätere Nutzung</i>	96
Abbildung 57: Beispielfoto der E-Tankstelle	98
Abbildung 58: Folgekosten der acht Wettbewerbsbeiträge(2011) für den Architekturwettbewerb der Windkraft Simonsfeld.....	102
Abbildung 59: Anzahl der Personen entsprechend Cluster "Entfernung Wohnort zu Arbeitsplatz"	103
Abbildung 60: Täglich zurückzulegende Distanz von Wohnort der einzelnen Personen (blaue Punkte) zum Arbeitsplatz (roter Punkt)	104
Abbildung 61: Erhebung zurückgelegter Kilometer pro Mitarbeiter pro Arbeitswoche in Abhängigkeit der Distanz zwischen Wohnort und neuem Arbeitsplatz in Ernstbrunn.....	105
Abbildung 62: Betrachtungszeiträume Gebäudebilanz	108
Abbildung 63: Betrachtungszeitraum 50a, Errichtung, Erneuerung, Entsorgung.....	108
Abbildung 64: Außenwände und Dach aus Stahlbeton und EPS Dämmung.....	109
Abbildung 65: Ausgeführte Variante, Betrachtungszeitraum 30 Jahre	110
Abbildung 66: Bilanz Gebäude, Energieverbrauch und Energieproduktion	112
Abbildung 67: Verkehrsszenarien, Umweltindikatoren	113
Abbildung 68: Projektierte Streckenführung der wiederbelebten Bahnstrecke lt. Projektgesellschaft Regiobahn Leiser Berge	115
Abbildung 69: Systemgrenze Plusenergiegebäude	117
Abbildung 70: Gegenüberstellung Energiebedarf und Deckung.....	121
Abbildung 71: Deckungsgrad der Solarthermie im gesamten Heizsystem	124
Abbildung 72: Darstellung der Systemgrenze bei Halb- bzw. Vollbelegung	124
Abbildung 73: Energieerträge der Solarthermie	125
Abbildung 74: Gegenüberstellung des solaren Ertrags und dem nutzbaren Gebäudebedarf	126
Abbildung 75: Vergleich Primärenergie (nicht erneuerbare Quellen)	128
Abbildung 76: Abgabesysteme für Heizung und Kühlung des Bürogebäudes.....	132
Abbildung 77: Büro-Var. 1 – Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur	134

Abbildung 78: Büro-Var. 1 – Tagesverlauf der Empfindungstemperatur	135
Abbildung 79: Büro-Var.2 – Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur	136
Abbildung 80: Büro-Var.2 – Tagesverlauf der Empfindungstemperatur	136
Abbildung 81: KB-Var. 1 – Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur	137
Abbildung 82: KB-Var. 1 – Summenhäufigkeit (nicht kumulierend) der Empfindungstemperatur	138
Abbildung 83: KB-Var. 1 – Tagesverlauf der Empfindungstemperatur im Sommer	138
Abbildung 84: KB-Var. 2 – Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur	139
Abbildung 85: KB-Var. 2 – Summenhäufigkeit (nicht kumulierend) der Empfindungstemperatur	140
Abbildung 86: KB-Var. 2–Tagesverlauf der Empfindungstemperatur im Sommer	140
Abbildung 87: KB-Var. 3 – Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur	141
Abbildung 88: KB-Var. 3 – Summenhäufigkeit (nicht kumulierend) der Empfindungstemperatur	142
Abbildung 89: KB-Var. 3–Tagesverlauf der Empfindungstemperatur im Sommer	142
Abbildung 90: KB-Var. 4 – Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur	143
Abbildung 91: KB-Var. 4 – Summenhäufigkeit (nicht kumulierend) der Empfindungstemperatur	144
Abbildung 92: KB-Var. 4 – Tagesverlauf der Empfindungstemperatur im Sommer	144
Abbildung 93: Summenhäufigkeit der Empfindungstemperatur	145
Abbildung 94: Tagesverlauf der Empfindungstemperatur Sommer	146
Abbildung 95: Energiekennzahlen- Wärme, Kälte, Warmwasser inkl. Verluste Haustechnik - Vollbelegung	149
Abbildung 96: Aufteilung des jährlichen Heiz- und Kühlbedarfes	152
Abbildung 97: Prinzipielles Funktionsschema:	154
Abbildung 98: Einbausituation der Kühlschlagen in der Decke und der Wand	154
Abbildung 99: Betonkernaktivierung – Ausführung:	155
Abbildung 100: Pflanzenbeet Innenraum	156
Abbildung 101: Schnitt und Aufbau Pflanzenbeet	157

Abbildung 102: Heiz- und Kühlenergie mit/ohne Beschattung der Kommunikationsbereichsfassade.....	158
Abbildung 103: Südfassade Büro	158
Abbildung 104: Prinzipielle Funktionsweise – Passive Solarnutzung:	159
Abbildung 105: Halle Büro: Besonnung 21. Dezember 12:Uhr - Simulation.....	160
Abbildung 106: Massiver Kern als Speichermasse	164
Abbildung 107: 13. 6.2014, 13:47	165
Abbildung 108: 20.1.2015, 13:48.....	165
Abbildung 109: 12.11. 2014, 13:40.....	166
Abbildung 110: 7.1.2015, 10:38.....	166
Abbildung 111: 20.1.2015, 10:48.....	167
Abbildung 112: 30.6.2014, 13:17: Verglasung ohne direkte Besonnung.....	167
Abbildung 113: Prinzipielles Funktionsschema PV zur Stromgewinnung und zur sommerlichen Beschattung	168
Abbildung 114: Beschattung 21. Juni 12:00.....	169
Abbildung 115: Außenansicht 21. Juni 12:00h.....	169
Abbildung 116:PV-Beschattungselemente auf der Südfassade- Schnitt	170
Abbildung 117: Grundriss: PV auf 3 Ebenen auf konischer Fassade	170
<i>Abbildung 118: Detail Traufpunkt über Büro-Südfassade mit PV.....</i>	<i>171</i>
Abbildung 119:Feuchtemessung des Attikaträgers	172
Abbildung 120:PV am Dach:.....	172
Abbildung 121: vollständig belüftete PV am Dach	174
Abbildung 122:PV auf der Fassade:	174
Abbildung 123:PV Unterkonstruktion auf der Fassade.....	175
Abbildung 124:PV in der Fassade	176
Abbildung 125:PV Schattenspiel im Gebäude	177
Abbildung 126: Prinzipielles Funktionsschema:	178
Abbildung 127: Oberflächentemperaturverlauf des Solarkollektors.....	180
<i>Abbildung 128: Detailschnitt durch den Fassadenkollektor.....</i>	<i>181</i>

Abbildung 129: Entwickeltes Fassadendetail	182
<i>Abbildung 130: Kollektor Unterkonstruktion – Außenseite</i>	182
Abbildung 131: Kollektor Unterkonstruktion – Innenseite (mit Lehmputz)	183
Abbildung 132: Provisorische Abdeckung der Fassadenkollektorbereiche	184
Abbildung 133: Unterdachbahn hergestellt nach Definition der Temperaturen an der Kollektorrückseite bzw. im Bereich der Unterdachbahn	184
Abbildung 134: Naturmaß durch die Kollektorfirma, mit anschließender 9 wöchiger Fertigungszeit.....	185
Abbildung 135:Montage der Fassadenkollektoren:	186
Abbildung 136: Detail thermische Trennung Pufferspeicher	188
Abbildung 137: Speicher – Thermisch getrennt von der Konstruktion.....	189
Abbildung 138:Schnitt Bürozwischenwand mit erhöhtem Schallschutz.....	196
Abbildung 139: Schalldämmende Wand beim Chefzimmer	197
Abbildung 140: Thermischer Speicher Ansicht	198
Abbildung 141: Schafwollwärmedämmung des thermischen Speichers (gleichzeitig Akustikelement).....	198
Abbildung 142: Thermischer Speichers (gleichzeitig Akustikelement).	199
Abbildung 143: Vollholzkonstruktion Lagerhalle.....	199
Abbildung 144: Holzkonstruktion Wand und Decke Büros	200
Abbildung 145: Holzkonstruktion zur Ausnahme der Wärmedämmung (Zellstoff) über der obersten Geschossdecke	201
Abbildung 146: Passivhausfenster aus Holz und Wärmedämmung aus Kork	201
Abbildung 147: Detail lehmverputzte Betonwand.....	202
Abbildung 148: Verarbeitung Lehmputz.....	203
<i>Abbildung 149: Firstdetail Büro – Holzkonstruktion gedämmt mit Zellstoff</i>	205
Abbildung 150: Holzkonstruktion Außenwand Nord gedämmt mit Zellstoff	206
Abbildung 151: Dachaufbau mit anschließender Zellulosedämmung.....	206
Abbildung 152: Anlagenschema für das Monitoring.....	211
Abbildung 153: Energieflussdiagramm anhand der Abnehmer und Zähler	213

Abbildung 154: Visualisierungsleitstand für das Monitoring	215
Abbildung 155: Monitoring (ca. 30 W / Monitor)	215
Abbildung 156: Visualisierungsleitstand für das Monitoring	215

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zonen der thermischen Gebäudesimulation.....	41
Tabelle 2: Energiekennzahlen	43
Tabelle 3: Wirkung der natürlichen Querlüftung.....	67
Tabelle 4: Eigenschaften elektrochemischer Stromspeicher (aus Fisch u.a., 2012).....	96
Tabelle 5: Umweltkategorien und ihre Einheiten.....	106
Tabelle 6: Verkehr, Datensätze , ecoinvent v 2.2.....	107
Tabelle 7: Primärenergiebedarf für den Gebäudebetrieb, 1 Jahr, österr. Strommix	111
Tabelle 8: Einsparung Stromverbrauch (Österr. Strom-Mix n.e.) durch Eigenproduktion	111
Tabelle 9: Herstellungsaufwand PV-Anlage inkl. Wechselrichter, ND 25a, Betrachtungszeitraum 50a.....	111
Tabelle 10: Szenarien:.....	112
Tabelle 11: Personenkilometer pro Jahr	113
Tabelle 12: Energiebedarf elektrischer Strom – innerhalb der Systemgrenze.....	119
Tabelle 13: Energiebedarf elektrischer Strom – außerhalb der Systemgrenze	119
<i>Tabelle 14: PV-Ertrag lt. Berechnung Elektro Mörth vom 30.10.2013 (Fassade) und 07.08.2013 (Dachanlage), berechnet mit PV*Sol Expert 5.5 (R6) - siehe Beilage</i>	<i>120</i>
Tabelle 15: Übersicht Flächen für Photovoltaikanlagen	121
<i>Tabelle 16: Endenergiebedarf alter Betriebsstandort Simonsfeld</i>	<i>127</i>
Tabelle 17: Konversionsfaktoren	128
Tabelle 18: Kostenvergleich Gebäudeteile in Beton oder Holz	130
Tabelle 19: Kostenvergleich Gebäudeteile in Beton oder Holz (Fortsetzung)	131
Tabelle 20: Varianten der Büros	132
Tabelle 21: Varianten Kommunikationsbereich und Galerie	133

Tabelle 22: Heizkennwerte Verwaltungsgebäude	147
Tabelle 23: Kühlkennwerte Verwaltungsgebäude	147
Tabelle 24: Jährliche Energiekennzahlen nach Verbrauchern	149
Tabelle 25: Monatlicher Heiz- und Kühlkennwerte – Bürogebäude + Lager inkl. Verluste Haustechnik	150
Tabelle 26: Gegenüberstellung Heizkennwerte im Kommunikationsbereich mit verschiedenen Konditionierungen	151
Tabelle 27: Monatlicher Heiz und Kühlkennwerte – Bürogebäude + Lager nach deren Bereitstellung	153
Tabelle 28: TQB-Zertifizierung.....	208