

Sunny Research!

Nachhaltiges Gebäude- und Energiekonzept für ein
modernes Büro- und Gewerbegebäude

A. Preisler, C. Krenn, et al.

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

41/2005

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 Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>
oder unter:

Projektfabrik Waldhör
Nedergasse 23, 1190 Wien
Email: versand@projektfabrik.at

Sunny Research!

Nachhaltiges Gebäude- und Energiekonzept für ein
modernes Büro- und Gewerbegebäude

Auftragnehmer:
arsenal research
Ing. Anita Preisler

Autoren:
Ing. Anita Preisler, arsenal research
DI (FH) Christian Krenn, arsenal research
Arch. DI Ursula Schneider, pos architekten
Arch. DI Fritz Oettl, pos architekten
DI Dr.techn. Peter Puschnig, Technische Universität Graz - IWT
DI Thomas Mach, Technische Universität Graz - IWT
DI (FH) Martin Kirschner, ib hausladen

Konsulenten:
DI Dr.techn. Bernd Quiring, Quiring Consultants
DI Klaus Pokorny, Pokorny Lichtarchitektur
DI Sebastian Herkel, Fraunhofer ISE

Wien, am 21.03.2005

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines beauftragten Projekts aus der dritten Ausschreibung der Programmlinie *Haus der Zukunft* im Rahmen des Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften*, welches 1999 als mehrjähriges Forschungs- und Technologieprogramm vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gestartet wurde.

Die Programmlinie *Haus der Zukunft* intendiert, konkrete Wege für innovatives Bauen zu entwickeln und einzuleiten. Aufbauend auf der solaren Niedrigenergiebauweise und dem Passivhaus-Konzept soll eine bessere Energieeffizienz, ein verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger, nachwachsender und ökologischer Rohstoffe, sowie eine stärkere Berücksichtigung von Nutzungsaspekten und Nutzerakzeptanz bei vergleichbaren Kosten zu konventionellen Bauweisen erreicht werden. Damit werden für die Planung und Realisierung von Wohn- und Bürogebäuden richtungsweisende Schritte hinsichtlich ökoeffizientem Bauen und einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich demonstriert.

Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt dank des überdurchschnittlichen Engagements und der übergreifenden Kooperationen der Auftragnehmer, des aktiven Einsatzes des begleitenden Schirmmanagements durch die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik und der guten Kooperation mit dem Forschungsförderungsfonds der gewerblichen Wirtschaft bei der Projektabwicklung über unseren Erwartungen und führt bereits jetzt zu konkreten Umsetzungsstrategien von modellhaften Pilotprojekten.

Das Impulsprogramm *Nachhaltig Wirtschaften* 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 auch in der Schriftenreihe "Nachhaltig Wirtschaften konkret" publiziert, aber auch elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderzukunft.at/> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Kurzfassung

Motivation

Das große Segment des Büro- und Gewerbebaues einfachen bis mittleren Standards (1000 -1600 € Nettoherstellkosten/m² NFL) im Mietbereich nutzt die Qualität innovativer Gebäudetechnik derzeit noch kaum. Standardgebäude sind derzeit zweihüftig angelegt, sie besitzen Zellenbüros zu beiden Seiten, dahinter jeweils einen Erschließungsgang und in der Mitte eine Nebenraumzone.

Im Projekt sunny research sollten die Defizite dieser Gebäude in mehrerer Hinsicht aufgezeigt werden und es sollte eine ganzheitliche Lösung zur Behebung dieser Defizite gesucht werden, die energetische Aspekte mit Aspekten der Behaglichkeit und der räumlichen, arbeitsmedizinischen und psychologischen Qualität der Arbeitsplätze vereint.

Inhalt

Der Endbericht beinhaltet die Konzeption eines innovativen Gebäude- und Energiekonzeptes als Beispiel für moderne Büro- und Gewerbegebäude in Österreich, welches aufgrund der Zielvorgaben und Randbedingungen entwickelt wurde.

Beginnend mit der Konzeption des ersten Gebäude- und Energiekonzeptes, welches auf einem bestimmten Raum- Funktions- und Energiekonzept beruht, wird der Planungsprozess in den folgenden Kapiteln genau erläutert. Die Besonderheit der Konzeptentwicklung besteht vor allem darin, dass das erste Konzept intensiv durch Thermische Simulationsrechnung und Strömungssimulation überprüft und optimiert wurde, sowie auf Lichtplanung und Akustikplanung schon in dieser frühen Konzeptphase ein Schwerpunkt gelegt wurde.

Aus diesen Erkenntnissen und Schlussfolgerungen wurde das Endkonzept entwickelt und in diesem Bericht sowohl im Text ausformuliert, als auch graphisch dargestellt.

Beabsichtigte Ziele

Erreichung eines Nachhaltigen Gesamtkonzeptes durch Integration folgende Aspekte:

- Enge Verflechtung von Gebäude- und Energiekonzept
- Hohe Arbeitsplatzqualität bei flexiblen Nutzungsmöglichkeiten
- Sehr niedriger Energiebedarf für Heizung, Kühlung und Beleuchtung
- Nutzung Erneuerbarer Energieträger zur Deckung des Energiebedarfs

Methoden der Bearbeitung

Zur Raum- Funktions- und Energiebedarfserhebung wurden Energiebedarfsprofile erstellt, eine Mitarbeiterbefragung über Fragebogen durchgeführt und somit ein Raumfunktionsdiagramm erarbeitet. Integrierte Planung bei Architektur und Gebäudetechnik wurde von Beginn an praktiziert.

Zur Funktionsüberprüfung und Optimierung wurden eine Thermische Simulationsrechnung (TRNSYS) und Strömungssimulationen (CFD) durchgeführt.

Rahmenbedingungen und Daten

Randbedingungen der konventionellen Planung betreffend Standort des Bauvorhabens, Aufteilung in Hallen und Bürobereich, Personenanzahl, Quadratmeter Nutzfläche und dergleichen galten als Vorgabedaten.

sunny research sollte als 5-geschossiger, Nord/Süd orientierter Bauteil mit möglichst großer Südfassade ausgebildet werden. Die gesamte Südfassade sollte energetisch verwertet werden, wobei für die großen Unterschiede, welche zwischen Nordbereich und Südbereich herrschen, eine adäquate Lösung gefunden werden sollte.

Die unter 13.1.1 angeführten Defizite von Standardgebäuden sollten einer der Lage, Orientierung und den energetischen Prämissen angepassten Lösung zugeführt werden auf das Thema "wellness in work" sollte speziell eingegangen werden.

Baustandard: Niedrigenergiehausbauweise

Endenergiebedarf: unter 100 kWh/m²a (Wärme-/ Kältebedarf und Belichtung)

Relative Luftfeuchtigkeit: 40-60%

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Schon im Projektantrag wurden als Entgegnung zu den Defiziten von Standardgebäuden im Bezug auf „wellness in work“ 3 Hauptschwerpunkte definiert:

1. Kontrast und Vielfalt: Die Grundrisstypologie sieht eine deutliche Differenzierung zwischen Nord und Süd vor. Im Norden befinden sich hochwertige Einzelbüros, der Südbereich ist offen – in Art eines Großraumes, der nur durch die Pflanzenpuffer transparent unterteilt wird.
2. Licht: Die Nordbüros erreichen einen Tageslichtquotienten von 3,8% (mit waagrechten Metalllamellen als Tageslichtlenkung) und die Südbüros 3,1% (ohne Lichtlenkung), womit beide im optimalen Bereich liegen [2].
3. Klimakomfort:
 - a. *Frischluf*t: Die kompakten Einzelarbeitsräume im Norden werden über die Lüftungsanlage mit optimal konditionierter Frischluft versorgt in einer Qualität, die hinsichtlich CO₂-Spiegel und Luftfeuchte über den Normwerten liegt. (Das erforderliche Luftvolumen für die Südräume wird hier mit eingebracht) Die Südzone kann durch die offene Anlage als Überströmzone ausgebildet werden. Die Luftströmung wird über die natürliche Thermik über den mehrgeschossigen Luftraum an der Südfassade zur Wärme- und Feuchterückgewinnung zurückgeführt.
 - b. *Luftfeuchtigkeit*: Die Problematik von zu trockener Luft im Winterbetrieb wird durch Licht gesteuerten Pflanzen-Pufferräumen zur ökologischen Luftfeuchteconditionierung in Kombination mit Luftfeuchterückgewinnung behoben.
 - c. *Strahlungswärme/Kälte-Komfort*: Ein Großteil des Heizenergiebedarfs und des gesamten Kühlenergiebedarfs wird durch Bauteilaktivierung und somit durch sehr komfortable Strahlungswärme abgedeckt.

Eine Optimierung der Nutzflächen konnte anhand einer Gegenüberstellung der Flächenbilanzen nachgewiesen werden, die somit gewonnen Flächen wurden zur Unterstützung des Nutzungskonzeptes mit zwei thermischen Zonen in Nord und Süd herangezogen.

In der Südzone sind vertikale Lufträume integriert, die gegen die Bürozone durch Glaswände abgeschlossen sind. Die Anzahl der notwendigen Pflanzenpufferräume konnte aufgrund der Simulationsergebnisse von fünf auf drei reduziert werden.

Durch die Form der Südfassade konnten folgende Vorteile durch Simulationen bestätigt werden:

- Optimale Verwertung des solaren Eintrages für passive und aktive Nutzung (Photovoltaik)
- maximaler Außenbezug und Tageslichtanteil
- hochwertige Komfortbedingungen im Innenraum auch ohne Außenverschattung

Im Vergleich zu einem konventionellen Standardgebäude enthält der Grundriss von sunny research keine Zone ohne Tageslicht, was zu einer maximalen Menge an Tageslichtstunden und Minimierung des Kunstlichtbedarfes führt (siehe Kapitel 9.1.1.1).

Es werden hoch dämmende opake ($U = 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) Lüftungsflügel mit Wetterschutzlamellen eingesetzt, die während der Nacht bei jedem Wetter vollständig geöffnet bleiben können und somit die Möglichkeit von „free cooling“ erlauben.

Im Luftraum an der Südfassade wird zur Vermeidung von Schallübertragung ein speziell für sunny research entworfener Kulissenschalldämpfer eingesetzt. Dies gewährleistet das freie Strömen der Luft und gleichzeitig eine Einfügungsdämpfung von ca. 18 dB.

Zur Gewährleistung einer guten Raumakustik müssen ausreichend Schallabsorptionsflächen ausgeführt werden, eine genauere Beschreibung siehe Kapitel 7.11.

Eine weitere Verbesserung der Gebäudehülle von Niedrigenergiestandard auf Passivhausstandard erscheint nur im Bereich einer Verbesserung der thermischen Hülle auf 35cm Wärmedämmung und einem Einsatz von Nordfenstern in Passivhausstandard im Kosten/Nutzen Vergleich (Amortisationszeit von 7 Jahren) als sinnvoll.

Die technische Umsetzungsplanung des Konzeptes erforderte einen hohen Grad an Detaillösungsplanung für bestimmte Aufgabenstellungen wie opake Lüftungsklappen, Luft- und Wärmeeinbringung in die Nordbüros, Überströmöffnung Nord/Südbereich, interne Klappen für free cooling und dergleichen.

Der Einsatz von PVC soll im gesamten Gebäude vermieden werden, daher wurden alternative Konstruktionsbauten erarbeitet und sind in Kapitel 7.14.1 beschrieben

In Bezug auf Erweiterung erweist sich das Gebäudekonzept für „innere Erweiterung“ und „horizontale Erweiterung“ als sehr flexibel und relativ leicht durchführbar. Lediglich eine nachträgliche vertikale Erweiterung bedarf einer aufwändigeren Planung.

Flexibilität und Übertragbarkeit wurde hinsichtlich Trakttiefen, Achsraster und Nutzungsvarianten untersucht, die Vorschläge dazu sind in Kapitel 10 beschrieben.

Ausblick und Empfehlungen

Bei der Umsetzung des hier entwickelten Konzeptes sollte auf die Ergebnisse und Schlussfolgerungen laut Kapitel 13 unbedingt ein großes Augenmerk gelegt werden.

Das Konzept kann ohne Zweifel als sehr flexibel und für ein breites Spektrum an Anwendungsbereiche einsetzbar bezeichnet werden, jedoch sollte bei Adaptierungen immer darauf geachtet werden, dass hier bestimmte Aspekte wie z.B.: Orientierung des Gebäudes einen stärkeren Einfluss auf das Gesamtkonzept haben als sonst üblich.

Es sollten daher bei weitreichenden Adaptierungen der Planung ergänzende Simulationen angedacht werden.

Ein Monitoring der Energieversorgung sollte vorgesehen werden, da dadurch die Möglichkeit erbracht wird, während des Betriebes im Rahmen einer kontinuierlichen Qualitätskontrolle, die gesetzten energiesparenden Maßnahmen und die aktiven Energiesysteme zu überprüfen und zu verbessern.

Erst durch ausgewertete Messdaten können technische Vergleiche mit anderen Büro- und Gewerbebauten erstellt werden und somit mehr Sicherheit in diesen innovativen Bereich der Energieversorgung gebracht werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problembeschreibung.....	1
1.2	Schwerpunkte.....	3
1.2.1	Effizientes Energie- und Gebäudekonzept	3
1.2.2	Hohe Arbeitsplatzqualität	4
1.2.3	Intelligente Erweiterungsmöglichkeiten.....	4
1.2.4	Übertragbarkeit des Konzeptes	5
1.3	Vorarbeiten	6
1.4	Aufbau der Arbeit.....	9
1.4.1	Arbeitspakete	9
1.4.2	Zeitplan	9
1.4.3	Kostenaufstellung	10
2	Verwendete Methoden und Daten	11
2.1	Methoden	11
2.2	Daten.....	11
3	spezielle Grundlagen für die Projektierung	11
3.1	Raum/Funktions-/Energiebedarfsprofil	11
3.1.1	Grundlagenermittlung	11
3.1.2	Raum- und Funktionsdiagramm.....	12
3.2	Mitarbeiterbefragung	15
3.2.1	Mitarbeiterbefragung.....	15
3.2.2	Auswertung.....	15
3.3	Intelligente Erweiterung	15
3.3.1	Innere Erweiterung durch „Atmende Belegung“	15
3.3.2	Äußeres Wachstum – horizontal.....	15
3.3.3	Äußeres Wachstum – vertikal	16
4	Erstes Gebäudekonzept.....	17
4.1	Allgemeine Ausgangslage	17
4.1.1	Standardbüro/Gewerbegebäude: Definition.....	17
4.1.2	Defizite von Standardbüro/Gewerbegebäude	18
4.2	Ausgangslage im speziellen	20
4.2.1	Lage.....	20
4.2.2	Vorentwurf Duniecki/Maurer	21
4.2.3	Raumprogramm.....	24
4.3	Grundkonzept des Entwurfes	24
4.3.1	Energie und Gebäude.....	24
4.3.2	Antworten des Gebäudeentwurfes.....	32
4.3.3	wellness in work.....	37
4.3.4	Integration.....	43
4.4	Darstellung des Gebäudes im ersten Konzept	44
5	Erstes Energiekonzept	50
5.1	Konzeptfindung.....	50
5.2	Energieerzeugung	50
5.2.1	Variante I - Adsorptionskältemaschine, Rückkühler, Schichtspeicher	50
5.2.2	Variante II - Grundwassernutzung, Schichtspeicher	52
5.2.3	Variante III - DEC, Schichtspeicher, Kälteerzeugung über KKM.....	54
5.3	Haustechnikkonzept Bürobereich	56
5.3.1	Nordbereich	56
5.3.2	Südbereich (Open Space)	57

5.3.3	Grünpuffer	58
5.4	Haustechnikkonzept Hallenbereich	58
5.5	Kostenschätzung	60
5.6	Energieeinsparpotential	61
5.7	Energiekosteneinsparung	62
6	Dynamische Gebäudesimulation	63
6.1	Gebäude für die Simulation (Index F).....	63
6.1.1	Änderungen im Entwurf	64
6.2	Thermische Simulation	69
6.2.1	Ausgangslage und Aufbau der Untersuchung	69
6.2.2	Festsetzung der Eingabeparameter der Standardvarianten	70
6.2.3	Ergebnisse der Standardvariante	100
6.2.4	Variation verschiedener Eingabeparameter.....	111
6.2.5	Ergebnisse der Varianten im Quervergleich	134
6.3	Strömungssimulation	138
6.3.1	Definition der Simulationsgeometrie	138
6.3.2	Netzgenerierung	141
6.3.3	Randbedingungen	145
6.3.4	Ergebnisse.....	152
6.3.5	Zusammenfassung und Ausblick.....	166
6.4	Änderungen während der Simulation	167
6.4.1	Beschattung.....	167
6.4.2	Luftmengen.....	169
6.4.3	Luftführung	169
6.4.4	Kulissenschalldämpfer	170
6.4.5	Pflanzenpuffer und Feuchterückgewinnung.....	170
6.4.6	Dämmstandard	170
6.4.7	Regelstrategie der Beleuchtung und Lüftung im Puffer	171
6.4.8	Abstimmung von Luftvorerwärmung, Luftnacherw., WRG, BTA	171
6.5	Schlussfolgerungen aus den Simulationen.....	172
6.5.1	differenzierte Luftmengen	172
6.5.2	Kühlenergiebedarf	172
6.5.3	Zeiten der Bauteilaktivierung	173
6.5.4	Regelmechanismen	173
7	Gebäudekonzept Endfassung (Index G).....	174
7.1	Lage	174
7.2	Grundrisse	174
7.3	Fassaden.....	177
7.4	Schnitt	178
7.5	Entwurfskonzept, Endfassung	179
7.5.1	Orientierung von Bürogebäuden und topogene Optimierung	179
7.5.2	Kontrast und Vielfalt, Grundrisstypologie.....	181
7.5.3	Mitarbeitermotivation und Arbeitsbedingungen.....	183
7.5.4	integrierte Planung Haustechnik/ Architektur.....	184
7.5.5	Nutzungsvarianten der Südzone.....	187
7.6	Pflanzenpufferräume	190
7.6.1	Pflanzen/Verdunstungsleistung	190
7.6.2	Anordnung der Pflanzen	191
7.6.3	Verdunstungsleistung	192
7.6.4	Steuerung der Pflanze	192
7.6.5	Tageslichtquotient.....	193

7.6.6	Mindestbedingungen für die Pflanzen.....	194
7.6.7	Sommerliche Beschattung des Puffers.....	195
7.6.8	Belüftung	196
7.6.9	resultierende Raumlufffeuchte im Vergleich	196
7.6.10	Verglasung Pufferraum	196
7.7	Solarfassade	197
7.8	Beleuchtung/ Belichtung	199
7.8.1	Belichtung	200
7.8.2	Beleuchtung.....	201
7.8.3	Blendschutz im Süden	203
7.8.4	Sonnenschutz	204
7.9	Natürliche Lüftung	204
7.10	Schallschutz	206
7.11	Raumakustik.....	207
7.12	thermische Hülle.....	209
7.12.1	Aufbauten.....	209
7.12.2	Exkurs: verbesserte Hülle, Kosten/Nutzenvergleich	210
7.13	technische Umsetzung	214
7.13.1	Fenster und opake Lüftungsclappen	214
7.13.2	Luft und Wärmeeinbringung.....	217
7.13.3	Überströmöffnungen	217
7.13.4	interne Klappen für free cooling	218
7.14	ökologische Materialien	218
7.14.1	Materialalternativen.....	219
8	Energiekonzept Endfassung	220
8.1	Wärmeversorgungsanlagen	220
8.1.1	Wärmeerzeugungsanlagen.....	220
8.1.2	Wärmeverteilernetze.....	220
8.2	Lufttechnische Anlagen	221
8.3	Kälteanlagen	223
9	Intelligente Erweiterung.....	226
9.1	Innere Erweiterung durch „Atmende Belegung“	226
9.1.1	Intensivierung der Nutzung	227
9.2	Äußeres Wachstum – horizontal.....	232
9.2.1	additive Erweiterung	232
9.2.2	horizontale und vertikale Versorgung	232
9.3	Äußeres Wachstum – vertikal.....	233
10	Flexibilität des Konzeptes und Übertragbarkeit.....	235
10.1	Trakttiefe	235
10.2	Achsrastr	238
10.3	Flexible Gebäudetechnik	239
10.4	Nutzungsvarianten.....	239
11	Einbinden in das Gesamtprojekt	241
11.1	Abstimmung der Raum- und Funktionsprogramme	241
11.2	Abgleich mit dem Investorenprojekt von BSV.....	242
11.3	Festlegung Schnittstellen am Bau	244
11.4	Schnittstellen bei der Planung	245
11.5	Abstimmung Terminplan.....	245
11.6	Baukosten	245
11.7	Zusammenfassung	246
12	Dissemination	247

13	Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	259
13.1	Ausgangslage.....	259
13.1.1	Allgemeines	259
13.1.2	Ausgangslage im speziellen.....	260
13.2	Entwurfskonzept.....	260
13.2.1	Zusammenfassende Prämisse.....	260
13.2.2	wellness in work.....	260
13.2.3	Optimierung der Nutzflächen	262
13.2.4	Pflanzenpufferräume.....	262
13.2.5	Solarfassade	263
13.2.6	Beleuchtung/ Belichtung	264
13.2.7	Natürliche Lüftung.....	264
13.2.8	Schallschutz.....	264
13.2.9	Raumakustik	265
13.2.10	thermische Hülle, Passivhausstandard? Kostenvergleich.....	265
13.2.11	technische Umsetzung.....	266
13.2.12	ökologische Materialien	267
13.2.13	intelligente Erweiterung.....	267
13.2.14	Flexibilität und Übertragbarkeit	268
14	Verzeichnisse.....	270
14.1	Abbildungsverzeichnis.....	270
14.2	Tabellenverzeichnis.....	276
14.3	Quellenverzeichnis	277
14.4	Literaturangaben	278
15	Anhang.....	280

1 Einleitung

1.1 Problembeschreibung

Beim Bau von Gewerbe- und Industriebauten in Österreich werden die Möglichkeiten von effizientem und nachhaltigem Energieeinsatz kaum genutzt. Die Hemmnisse begründen sich beispielsweise durch ein Fehlen an Know-How und Demonstrationsanlagen, durch höhere Investitionskosten, zu großes Risiko für die Bauträger usw.

Im Wohnbereich hingegen haben sich das Thema „Energiesparen“ und der Einsatz „Erneuerbarer Energieträger“ bereits zu einem zentralen Thema entwickelt, wodurch Niedrigenergie- und Passivhausbauweise, kontrollierte Wohnraumlüftung, sowie Warmwasserbereitung und Raumheizung mit Erneuerbaren Energieträgern (Solaranlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel,...) einen starken Zuwachs verzeichnen konnten.

Das Erfolgskonzept im Wohnbereich lag vor allem in der Vermittlung folgender drei Aspekte an die Bauherrn und Bewohner:

- Erhöhter Wohnkomfort
- Nutzung eigener, erneuerbarer Ressourcen
- Beitrag zum Umweltschutz

Nun gilt es Konzepte zu entwickeln, die im Industrie- und Gewerbebereich einen ähnlichen Erfolg versprechen wie im Wohnbereich. Ein solches Konzept soll im Rahmen des Forschungsprojektes „Sunny research!“ entwickelt und wenn möglich auch umgesetzt werden.

Die Konstellation eines Gebäudekomplexes mit Büro- und Gewerbeflächen, welche völlig auf ein Konzept mit 100%-iger Deckung des Heiz- und Kühlbedarfes durch Erneuerbare Energiequellen, Abwärmenutzung und Wärmerückgewinnung setzt, ist in Österreich einzigartig.

Folgenabschätzung

Wirtschaftlich:

Das entwickelte Gebäudekonzept soll als Vorzeigeprojekt derzeit Machbares veranschaulichen und bei Kunden aus Industrie und Gewerbe als Imagestärkung des Bereiches nachhaltige Energieversorgung durch Erneuerbaren Energie wirken.

Durch fertig gestellte Gebäude dieser Art werden Impulse für weitere energieeffiziente Industrie-, Gewerbe-, Büro- und Institutsgebäude gesetzt. Die verwendeten Technologien werden durch den Einsatz in diesem Konzept als zukünftige wesentliche Funktionsträger in der Energieversorgung von Gebäuden unter Beweis gestellt. Dadurch sind auch ein erhöhter Einsatz und ein erhöhtes Marktpotential dieser Technologien in Österreich zu erwarten.

Durch eine Darstellung der Kosten im Vergleich zu konventioneller Planung (Investitionsmehrkosten und Energiekosteneinsparung), wird diese Art des innovativen Baues, insbesondere durch die erreichten Zusatzqualitäten (Komfortsteigerung, Effizienz- und Motivationssteigerung der Mitarbeiter, etc..) in der Zukunft den Weg der integrierten Planungs- und Bauweise verstärken.

Gesellschaftlich:

Die Einbindung der Mitarbeiter in Planungsphasen und den Entscheidungsprozess stellt die Berücksichtigung der jeweiligen Anliegen in größtmöglichem Umfang sicher. Die Benutzer- und Arbeitsfreundlichkeit des Gebäudes wird durch offene und allgemein zugängliche Erholungs- und Aufenthaltsflächen verstärkt und diese Flächen tragen dazu bei, den sozialen Kontakt und die Kommunikation zwischen den einzelnen Firmenangehörigen zu fördern.

Moderne Unternehmen können heute an der Wichtigkeit der Arbeitsbedingungen für die Kreativität, das Engagement und die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter nicht mehr vorbeigehen. Durch dieses Konzept werden diese Ziele bereits im Planungsstadium voll berücksichtigt.

Es soll erreicht werden, dass Bauherrn (meist Bauträger) und Nutzer (meist Mieter) die Einsatzmöglichkeiten und Vorteile derartiger Systeme kennen und zum Thema bei jedem Bauvorhaben gemacht werden.

Ökologisch:

Im Rahmen der Planung wird auf effiziente energetische und bauliche Maßnahmen größter Wert gelegt und der verbleibende Energiebedarf durch entsprechende umweltfreundliche Technologien gedeckt.

Durch den niedrigen Heiz- und Kühlenergiebedarf und dem effizienten Stromeinsatz, in Verbindung mit den Erneuerbaren Energiequellen wird ein niedriger Primärenergieverbrauch sichergestellt. Ein Teil des Stromes wird dabei durch eine Photovoltaikanlage selbst produziert.

1.2 Schwerpunkte

1.2.1 Effizientes Energie- und Gebäudekonzept

Ein Schwerpunkt dieses Projektes liegt in der Entwicklung eines effizienten Energie- und Gebäudekonzeptes, welcher durch folgende Teilbereiche bestimmt wird:

Energieeinsparung:

Das Energieeinsparpotential von Büro- und Industriebauten im Vergleich zu derzeitig vergleichbaren Standardbauten wurde im Rahmen dieses Projektes genau untersucht und mit Zahlen hinterlegt (siehe Abbildung 51)

Wärmedämmstärke:

Das Thema Wärmedämmstärke wurde durch eine ökologische und ökonomische Optimierungsstudie behandelt, um so die ideale Dämmstärke in Kombination mit dem gewählten Haustechniksystem zu kalkulieren (siehe Kapitel 7.12.2)

Wärme- und Kältequellen:

Es wurden verschiedene Varianten erarbeitet, die die Wärmequellen „Solare Luft“, „Solares Wasser“, Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung, sowie die Wärme und Kältequelle „Erdreich/Grundwasser“, entsprechend des Bedarfes und der optimalen Nutzung für die Heizung und Kühlung einsetzen und nach Möglichkeit in einem großvolumigen Puffer speichern.

Energieverteilung:

Die Energieverteilung wird als wichtiger Teil des Konzeptes genau durchleuchtet und in verschiedenen Varianten dargestellt, um so ein flinkes, an den Bedarf angepasstes und kosteneffizientes System zu erlangen.

Kühlbedarf:

Der Kühlbedarf in Bürobauten gewinnt aufgrund der dichten Belegung, großer Anzahl elektrischer Geräte und klimatischen Veränderungen immer mehr an Bedeutung. Es werden in diesem Projekt die Möglichkeiten passiver Kühlmaßnahmen (Nachtlüftung, Bauteilaktivierung), sowie innovativer aktiver Kühlmaßnahmen (Solare Kühlung, Wärmepumpe) untersucht.

Allgemeiner Stromverbrauch:

Das Konzept sieht im Rahmen der integralen Planung primär eine konsequente Senkung des Stromverbrauchs im Gebäude durch Verwendung energiesparender Leuchtmittel, Bürogeräte, Pumpen und Lüfter vor.

Mehrfachnutzung von Erneuerbaren Energieträgern in der Fassade:

Eine Mehrfachnutzung solarer Systeme an der Fassade als wichtiger Schwerpunkt des Projektes. So wird beispielsweise der Einsatz einer Photovoltaikanlage nicht nur als Stromgenerator, sondern gleichzeitig auch als Verschattungselement in der Fassade angestrebt.

1.2.2 Hohe Arbeitsplatzqualität

Nachhaltiges Wirtschaften in Unternehmen lebt von guten Arbeitsbedingungen. Sie sind die treibende Kraft für die Kreativität, das Engagement und die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter. Im vorliegenden Konzept werden diese Faktoren wie folgt berücksichtigt:

Qualität des Raumklimas:

In Räumen mit kontrollierter Be- und Entlüftung wird die Raumluft im Winter wesentlich zu trocken. Dies in Büroräumen umso mehr als in Wohnräumen, da hier auch keine nennenswerten inneren Feuchtequellen zu verzeichnen sind. Aufbauend auf den Erkenntnissen eines vorangegangenen HdZ Projektes und der Vorprojekte der beteiligten Konsulenten wurde in diesem Projekt die notwendige zusätzliche Feuchte – zur Gewährleistung einer Raumluftfeuchte von mindestens 45 %- in einem Pflanzenpufferraum mittels geeigneter Pflanzen erzeugt. Die Pflanzen sind auch zusätzlich in der Lage Schadstoffe aus der Luft zu filtern.

Tageslicht und Sonnenschutz:

Alle Arbeitsplätze werden mit blendfreiem Tageslicht durch Tageslichtlenkung ausgestattet. Die transluzenten Bereiche der Fassade werden in Hinblick auf die Gleichmäßigkeit und adäquate Ausleuchtung der Arbeitsplätze optimiert. Die Ausrichtung der Bürobereiche soll –ohne direkte Sonneneinstrahlung auf die Arbeitsplätze- den ungehinderten Ausblick und Fernblick zur Entspannung der Augen ermöglichen.

Diversität der Bereiche:

Als Kontrast zu den Arbeitsplätzen der Büros und Hallen mit ihren sehr gleichmäßigen Licht- und Temperaturbedingungen wird die Fläche zur kurzzeitigen Rekreation (die Kommunikationszone) in Bereichen ausgebildet in denen tages- und jahreszeitliche Schwankungen deutlich erlebbar sind. Farbigkeit, direkte Besonnung, erhöhte Tageslichtintensität, Wärmepol mit Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen im Winter und schattiger, durchlüfteter Freibereich im Sommer. Die Proportion (hoch) und der Charakter (offen) dieses Bereiches unterscheidet sich ebenfalls von den liegenden, geschlossen Hallen-, Labor und Büroräumlichkeiten.

Mitarbeiterbeteiligung:

Durch Mitarbeiterbefragungen wurden die möglichen Nutzer während der Planungsphase aktiv in die Entscheidungsprozesse integriert und gaben somit wichtige Impulse für die Detailplanungen der einzelnen Bereiche.

1.2.3 Intelligente Erweiterungsmöglichkeiten

Moderne Büro- und Gewerbestrukturen haben den Anspruch auf möglichst große Flexibilität und Erweiterbarkeit, es muss daher mit einer Erhöhung der Mitarbeiterzahl nach Fertigstellung des Objektes gerechnet werden. Die Erweiterbarkeit des Gebäudes in unterschiedlicher Form (Zuwachsen eines neuen Bereiches oder Erweiterung innerhalb eines bestehenden Bereiches) soll durch ein intelligentes Konzept in baulicher als auch energietechnischer Hinsicht mit modularem Charakter entsprochen werden. Folgende Konzepte werden untersucht:

Südzone als wechselnder Nutzungsbereich:

Im Rahmen dieses Projektes wurden Möglichkeiten untersucht die Südzone unterschiedlich zu nutzen (Besprechung, Teamarbeit, Büro) und dem Nutzer damit die Möglichkeit zu geben, seinen Bereich je nach Bedarf mitzugestalten.

Flexible Gebäudetechnik:

Größtmögliche Flexibilität ist ein Schlagwort, das derzeit gerade im Bürobereich von Bauträgern und Mietern verlangt wird. Das bedeutet, dass bei Büroteilungen oder Zusammenlegungen, die Energieversorgung immer

noch gewährleistet sein muss. Es wurde daher eine Verteilung der Heiz- und Kühlmedien, sowie der Stromversorgung und Beleuchtung angestrebt, die eine möglichst flexible Nutzung zulässt.

Erweiterungsmöglichkeiten des Gebäudes:

Es wurde untersucht in welcher Form das Gebäude- und Energiekonzept, unter Berücksichtigung der derzeit geltenden Baubestimmungen, eine Erweiterung des Gebäudes möglich und sinnvoll ist.

1.2.4 Übertragbarkeit des Konzeptes

Das entwickelte Konzept soll prinzipiell auf andere Gewerbe- und Industriebauten in Österreich übertragbar sein. Als Input für weitere nachhaltige Bauvorhaben sollen von diesem Forschungsprojekt folgende Werte geliefert werden:

Wirtschaftlichkeit:

Um die Realisierung dieses Konzeptes und eine Marktfähigkeit ähnlicher innovativer Konzepte im Industrie- und Gewerbebau zu gewährleisten, werden die Mehrkosten an Investition den Einsparungen an Energiekosten gegenübergestellt werden, um so eine wirtschaftliche Betrachtung zu ermöglichen (siehe Abbildung 52).

Monitoring:

Ein Monitoring der entscheidenden Komponenten der Haustechnikanlage in der die Funktion und Erzeugungsprofile kontinuierlich gemessen werden wird bei einer Umsetzung Konzeptes angestrebt. Die Messdaten sollen ausgewertet und publiziert werden um so technische Vergleiche mit anderen Industrie- und Gewerbebauten zu erlangen.

1.3 Vorarbeiten

Vorarbeiten im Rahmen „Haus der Zukunft“:

Projekt Themenwohnen Musik, innovatives Baukonzept:

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Themenwohnen Musik“ wurde die Luftbefeuchtung für 27 Einzelproberäume mit mechanischer Be- und Entlüftung im Winter über einen Pflanzenpufferraum konzipiert. Die gewonnenen Erkenntnisse über Pflanzenpufferräume zur Luftbefeuchtung betreffend Auswahl geeigneter Pflanzen, benötigte Beleuchtung und erzielbare Erträge waren für die aktuelle Planung sehr wichtig.

Ertragsoptimierung - Solar City Linz Pichling:

Simulationsberechnungen und Unterstützung zur Ertragsoptimierung durch Abstimmung der Hydraulikkreise der Warmwasserbereitungs- und Heizungssysteme. Weiters wurde für ein Wohnhaus in Passivhausbauweise eine Strömungssimulation (CFD) durchgeführt, um eine ausgewogene Temperaturverteilung mit möglichst niedriger Luftbewegung zu erreichen.

Projekt Alpiner Stützpunkt:

Im Rahmen dieses Projektes wurde ein energieautarkes Gebäude geplant und simuliert, welches einen hohen Strombedarf aufweist und dessen Energiekonzept auf extreme Umgebungsbedingungen ausgelegt ist. Die gewonnenen Erkenntnisse bezüglich der Auswahl der Maßnahmen lieferten für das gegenständliche Konzept wertvolle Inputs.

Vorarbeiten Komponentenentwicklung:

Solar-Luftkollektoren – IEA Task 19:

Untersuchungen an Solar-Luftkollektoren wurden im Rahmen der internationalen Forschungskoooperation von IEA Task 19 „Solar Air Systems“ durchgeführt. Da es für Luftkollektoren noch keine Prüfnormen gab, wurde eine Untersuchung der wenigen bereits serienmäßig gefertigten Kollektortypen und Prototypen unterschiedlicher Konstruktionsart aus Europa, Kanada und Australien durchgeführt. Hauptzweck dieser Untersuchungen war es, die Effizienz unterschiedlicher Bautypen in verschiedenen Temperatur-Einsatzbereichen zu analysieren.

Die dabei gewonnenen Erfahrungen sind ein wesentlicher Beitrag, um dem Einsatz der Solar-Lufttechnik in Österreich zukünftig einen größeren Stellenwert zukommen zu lassen.

Solares Kühlen – Large Scale Solar Cooling:

Das von der Europäischen Union finanzierte Projekt „Large Scale Solar Cooling“ beschäftigte sich mit der Entwicklung einer Absorptionskühlanlage, die auf der Stoffpaarbasis Ammoniak – Wasser beruht und als Medium für den Austreiber die günstige Wärme von Solar-Flachkollektoren verwendet. Wie auch die Messungen ergeben haben, ist es durchaus möglich Solar-Flachkollektoren anstelle von Erdgas oder Spezialkollektoren (Vakuumröhren) zu verwenden. Geeignete Absorptionskälte-maschinen dafür sind schon am Markt erhältlich und wurden als eine Variante für das Energiekonzept dieses Projektes vorgesehen.

Vorarbeiten Haustechnikkonzepte:

Haustechnikkonzept Verwaltungsgebäude:

Es wurde ein Technikkonzept für ein Verwaltungsgebäude in Niedrigenergiestandard mit optimierter Tageslichtnutzung entwickelt. Der Energiebedarf wurde durch Kombination gekannter, aber im Bürobau nicht verbreiteter Technologien, auf ein Drittel des heute üblichen reduziert. Eine Hohlkörperdecke wurde zur Luft- und

Installationsführung verwendet, die Frischluft wurde über einen Erdkanal auf natürliche Weise erwärmt und gekühlt. Auszeichnung: „Europäischer Preis für ökologischen Gewerbebau“, 1.Preis

Haustechnikkonzept Büros mit Werkstätten:

Für ein Gebäude mit Werkstätten im Erdgeschoss und Büroräume im Obergeschoss wurde ein Konzept entwickelt, welches die Gebäudehülle hinsichtlich Wärmedämmung, Tageslichtnutzung und Nutzung von solaren Gewinnen im Winter optimiert. Die Wärme- und Kälteversorgung erfolgt über eine Grundwasserwärmepumpe in Verbindung mit einer Holzpellettheizung.

Haustechnikkonzept Berufsschule:

Die Grundbeheizung dieses Gebäudes erfolgt über Thermoaktive Decken, die regelbare Beheizung erfolgt über Heizflächen im Fassadenbereich. Die Sporthalle wurde mit Deckenstrahlplatten beheizt. Die Kälteversorgung erfolgt über Grundwasser.

Vorarbeiten Simulation:

Betriebsgebäude - Energiekonzept

Ziel des Projektes war es, die Entwicklung und Realisierung eines zukunftsorientierten Energiekonzepts für das Betriebsgebäude der BBM-MIVA, das die in den gültigen Bauvorschriften und der Bauordnung geforderten Energiekennzahlen signifikant unterschreitet. Zielgrößen sind dabei die Minimierung des thermischen und elektrischen Energiebedarfs durch Optimierung der thermischen Qualität der Gebäudehülle, thermischen Zonierung der Gebäudeteile, Tageslichtnutzung, kontrollierte Be- und Entlüftung über einen Erdreichwärmetauscher sowie Minimierung von sommerlichen Kühlbedarf.

Thermische Simulationen zum Neubau einer Betriebsanlage

Der Planer beauftragte thermische Simulationsrechnungen bezüglich des Neubaus einer Betriebsanlage der Firma "Sonnenkraft" (St.Veit/Glan). Sowohl das geplante Bürogebäude als auch die angrenzende Produktions- und Lagerhalle sollte einer wärmetechnischen Betrachtung unterzogen werden. Gefordert waren Vorschläge zur Senkung des Heizenergiebedarfes sowie zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung, bewertet auf der Grundlage durchzuführender thermischer Simulationen. Weiters war der energetische Nutzen eines luftdurchströmten Erdreichwärmeübertragers zur Vorkonditionierung der Zuluft zu behandeln.

Strömungssimulation (CFD) für eine Messehalle:

Ziel war es, für eine Messehalle eine gleichmäßige Temperaturverteilung im gesamten Jahresverlauf im Aufenthaltsbereich von Personen zu erreichen. Die CFD-Simulation hatte die Aufgabe Aufschluss über die Luftführung, Einstellung der verwendeten Weitwurfdüsen und Luftbewegung zu geben, um so Einsparmöglichkeiten durch optimale Auslegung der Lüftungsanlage aufzuweisen.

Vorarbeiten Monitoring:

Anlagenmonitoring im Bereich Solarthermie:

Das Forschungszentrum übernimmt hier von der hydraulischen Analyse über die Planung und Installation der Datenerfassung bis hin zu Auswertung und Bericht alle Funktionen in den Projekten. Vom einfachen Ertragsmonitoring bis hin zur detaillierten hydraulischen Fehleranalyse wurde bereits ein breites Spektrum an Aufgabenstellungen übernommen. Im Rahmen des INTERREG - Projektes SOLAR - NET wird eine Hochleistungsdatenerfassung mehrerer großer Solaranlagen, inklusive aller Kreise der Energiezentralen zur Ertragsfassung, Funktionsprüfung und Energiebilanzierung durchgeführt.

Weiters erfolgt in diesem Zusammenhang eine Kooperation mit zwei weiteren Österreichischen Forschungszentren um nationale Standards im Bereich „Solarthermie - Monitoring“ für Systembeschreibungen, Begriffsdefinitionen, Auswertungen und Technologien festzulegen.

Monitoring von Wärmepumpenanlagen:

Es wurde eine Monitoringoffensive für Wärmepumpenanlagen gestartet, in welcher ein Qualitätsvergleich bei 12 installierten Anlagen durchgeführt wird (Anlagengrößen: ca. 10kW).

Monitoring und Gebäudeintegration von Photovoltaik:

Das EU - Forschungsprojekt Hip-Hip (House Integrated Photovoltaic – High-tech in Public) zielt darauf ab, neue Lösungen für die Integration von PV-Modulen in Dächer oder Gebäudefassaden zu entwickeln. Wesentlich dabei ist dass die Photovoltaik eine Doppelfunktion übernimmt, d.h. neben der Stromerzeugung auch die Funktion der Dachhaut der Fassade oder des Sonnenschutzes.

In diesem innovativen Forschungsprojekt liegt der Schwerpunkt unseres Forschungsteams auf der wissenschaftlichen Betreuung und dem Monitoring einer PV-Anlage in Villach. Diese gebäudeintegrierte PV-Anlage ist vorbildlich für die Verknüpfung wirtschaftlicher und ästhetischer Ansprüche, welche eine harmonische Verbindung mit dem Gebäude ermöglicht.

1.4 Aufbau der Arbeit

1.4.1 Arbeitspakete

Das Projekt ist in folgende Arbeitspakete unterteilt:

Task 1: Raum/Funktions/Energiebedarfsprofil

Task 2: Mitarbeiterbefragung

Task 3: Intelligente Erweiterung

Task 4: Gebäude- und Energiekonzept

Task 5: Einbindung der Architekten des Gesamtprojektes; Untersuchung der Übertragbarkeit auf das Gesamtprojekt

Task 6: Thermische Gebäudesimulation

Task 7: Mitarbeiterinformation

Task 8: Gebäude- und Energiekonzept Endfassung

Task 9: Unterstützung für Ausführungsplanung

Task 10: Dissemination

Die Inhalte der einzelnen Arbeitspakete werden im Projektbericht genauer beschrieben.

1.4.2 Zeitplan

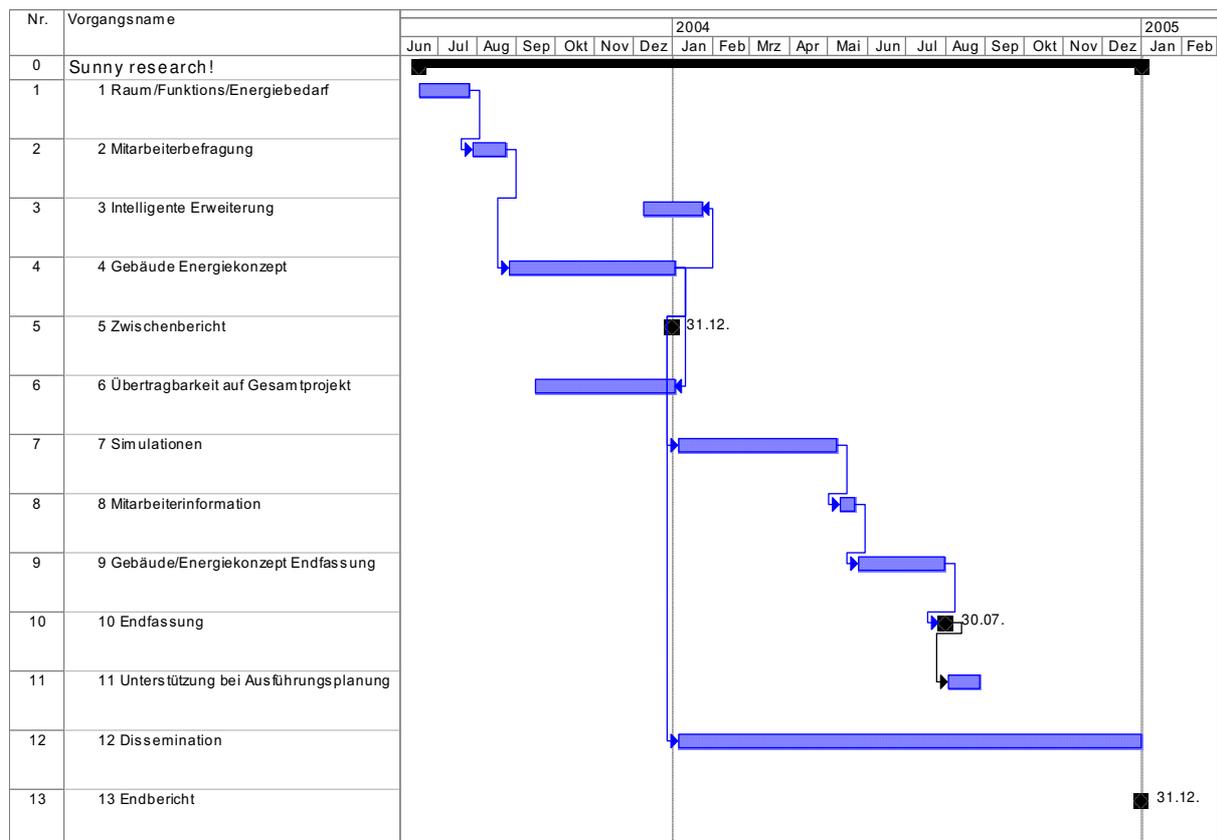


Abbildung 1: Sunny Research Projektplan

1.4.3 Kostenaufstellung

Partner	arsenal research EE / VT					pos Architekten			TU - GRAZ			ISE Freiburg			Pokorny (Licht)			Quiring (Akustik)			Hausladen			Gesamt
	Personenmonate (A)	Personalkosten (A)	Personenmonate (B)	Personalkosten (B)	Reisekosten	Personenmonate	Personalkosten	Reisekosten	Personenmonate	Personalkosten	Reisekosten	Personenmonate	Personalkosten	Reisekosten	Personenmonate	Personalkosten	Reisekosten	Personenmonate	Personalkosten	Reisekosten	Personenmonate	Personalkosten	Reisekosten	
Sunny research!																								
0. task Projektkoordination	1.5	21708																						
1. task Raum/Funktions/Energiebedarfsprofil	0.59	8538	0.45	4281		0.75	9000																	
2. task Mitarbeiterbefragung	0.22	3184				0.45	5400																	
3. task intelligente Erweiterung	0.23	3329				1.04	12600	260																
4. task Gebäude und Energiekonzept	1.28	18524	1.12	10656	1500	2.09	25200	1140				0.08	1000		0.24	3000	100	0.24	3000	400	0.89	11250	300	
5. task Einbinden Gesamtprojekt						1.00	12057																	
6. task Dynamische Gebäudesimulation	0.4	5789	0.9	8563	500	0.45	5400	260	2.24	15000	800													
7. task Mitarbeiterinformation	0.22	3184				0.30	3600																	
8. task Gebäude und Energiekonzept, Endfassung	0.37	5355	0.82	7801	500	1.79	21600	330	0.60	4000	200				0.12	1500		0.06	800	200	1.13	14250	200.00	
9. task Unterstützung Ausführungsplanung						1.16	14000																	
10. task Dissemination	0.3	4342																						
Summe:	5.11	73952	3.29	31301	2500	9.03	108857	1990	2.84	19000	1000	0.08	1000		0.36	4500	100	0.30	3800	600	2.02	25500	500	
Personal und Reisekosten:					107.753			110.847			20.000			1.000		4.600			4.400				26.000	274.600

Tabelle 1: Kostenaufstellung

2 Verwendete Methoden und Daten

2.1 Methoden

- Erstellung von Energiebedarfsprofilen: Zur Energiebedarfserhebung wurden Prüfstandsprofile (Energiebedarf, Prüfungsdauer,...) erstellt.
- Mitarbeiterbefragung: Es wurde eine Mitarbeiterbefragung über Fragebogen durchgeführt und somit ein Raumfunktionsdiagramm erarbeitet.
- Integrierte Planung: Integrierte Planung bei Architektur und Gebäudetechnik wurde von Beginn an praktiziert.
- Simulationen: Zur Funktionsüberprüfung und Optimierung wurden Thermische Simulationen (TRNSYS) und Strömungssimulationen (CFD) durchgeführt.
- Monitoring: Ein Monitoring der entscheidenden Komponenten der Haustechnikanlage in der die Funktion und Erzeugungsprofile kontinuierlich gemessen werden wird bei einer Umsetzung Konzeptes angestrebt.

2.2 Daten

Randbedingungen der konventionellen Planung betreffend Standort des Bauvorhabens, Aufteilung in Hallen und Bürobereich, Personenanzahl, Quadratmeter Nutzfläche und dergleichen galten als Vorgabedaten. Die zu nutzbare Abwärme der Prüfstände wurde entsprechend heutiger Gegebenheiten abgeschätzt.

Baustandard: Niedrigenergiehausbauweise

Endenergiebedarf: unter 100 kWh/m²a (Wärme-/ Kältebedarf und Belichtung)

Relative Luftfeuchtigkeit: 40-60%

3 spezielle Grundlagen für die Projektierung

3.1 Raum/Funktions-/Energiebedarfsprofil

3.1.1 Grundlagenermittlung

Zu Projektstart wurden die erforderlichen Grundlagen zur Erarbeitung eines Gebäude- und Energiekonzeptes ermittelt.

Diese Grundlagenermittlung umfasste folgende Teilbereiche:

- Grundsätzliches: Es wurden die geltenden Bauvorschriften, Unterlagen der zuständigen Magistrate zur Energieversorgung, Wasserversorgung, Entwässerung und Lärmschutzvorschriften als Grundlage verwendet. Die Gegebenheiten des Grundstückes wie Größe, Nachbargebäude, geplante Bebauung, Orientierung, Erschließung, Bodenart und Grundwassertiefe wurden erhoben.
- Baukörper: Die Bauökologischen Maßnahmen wie die Verwendung von ökologischen Baumaterialien wurde festgelegt. Eine möglichst hohe Flexibilität der Büroräume wurde schon zu Beginn als Herausforderung für Architektur und Haustechnik bestimmt. Die mögliche Situierung des Pufferspeichers und der Pflanzenpufferräume wurden als wichtiger Bestandteil im Gebäude festgehalten.
- Büronutzung: Es wurden die Nutzungszeiten der Bürobereiche, Labore, und Besprechungsräume mittels Mitarbeiterbefragung erhoben. Die Personenbelegung, Beleuchtung und Geräteausstattung

wurde festgelegt. Ein wichtiger Teil der Konzeptentwicklung war die Festlegung der geforderten Raumkonditionen wie Raumlufttemperatur im Sommer/Winter, Regelungsmöglichkeiten der Nutzer, Raumluftfeuchte, für die unterschiedlichen Bereiche.

- Hallen/Labore: Die technische Ausrüstung dieser Bereiche wurde abgeklärt und Schnittstellen zwischen Haustechnikplaner und Prüfstandsplaner definiert.
- Energieversorgungsanlage: Es wurden bestimmte Vorgaben an die Haustechnikplaner betreffend bevorzugter Energieversorgung (Erneuerbare Energieträger) und Energieverteilung (Niedertemperaturheizung, Flächenheizung, Bauteilaktivierung) gestellt. Die Konzeptfindung hat sich unter Berücksichtigung dieser und vieler anderer Gesichtspunkte ergeben (siehe Energiekonzept). Weiters wurden die Anforderungen an die Regelungstechnik festgelegt.

Abwärmenutzung

Prüfstand	Abwärme- medium	Temperatur Abwärme	max. Leistung Abwärme	durchschn. Leistung Abwärme während Versuch	Betriebs- stunden	Wärme- menge
			kW	kW	h/a	kWh/a
Photovoltaik-Labor						
WR-Standardsets	Raumluft	Raumtemp.+2K	12	12	180	2.160
WR-Dauertest	Raumluft	Raumtemp.+2K	10	10	240	2.400
Modultests elektrisch	Raumluft	Raumtemp.	1	1	80	80
Wärmepumpen-Labor						
WP bis 25 kW	Wasser/Glykol	45°C	80	50	6.120	306.000
Solarthermie-Labor						
Kollektorgröße: 2m ²	Raumluft	Raumtemp.+4.6K	30	30	800	24.000
	Kältemittel	45°C	30	22	800	17.600
Kollektorgröße: 4m ²	Raumluft	Raumtemp.+4.6K	30	30	200	6.000
	Kältemittel	45°C	30	22	200	4.400
Solarthermie-Outdoor						
Kollektorgröße: 2m ²	Kältemittel	45°C	6	2	200	400
Kollektorgröße: 4m ²	Kältemittel	45°C	25	8	120	960

Tabelle 2: Die jährliche Wärmemenge der Prüfstände, welche zur Abwärmenutzung zur Verfügung steht. Diese Berechnung beruht auf einer Erhebung des derzeitigen Prüfstands welcher durch Prüfstandsprofile ermittelt wurde.

3.1.2 Raum- und Funktionsdiagramm

Es wurde versucht unter Berücksichtigung der derzeitigen Gegebenheiten und der zu erwartenden Personal- und Aufgabenentwicklung des Geschäftsfeldes Erneuerbare Energie ein Raum- und Funktionsdiagramm zu erstellen. Als Methode wurden die Mitarbeiterbefragung und die Strategische Entwicklungspläne des Geschäftsfeldes herangezogen.

Dach:

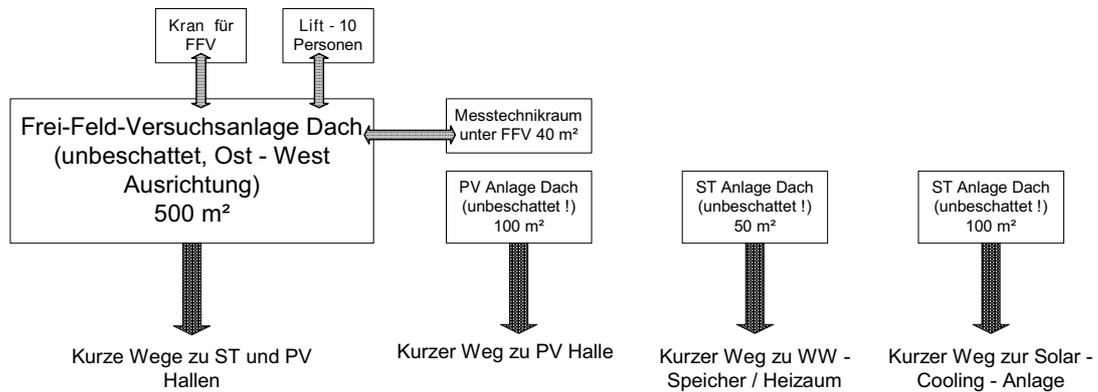


Abbildung 2: Raum-/Funktionsdiagramm Dach

Ebenerdig:

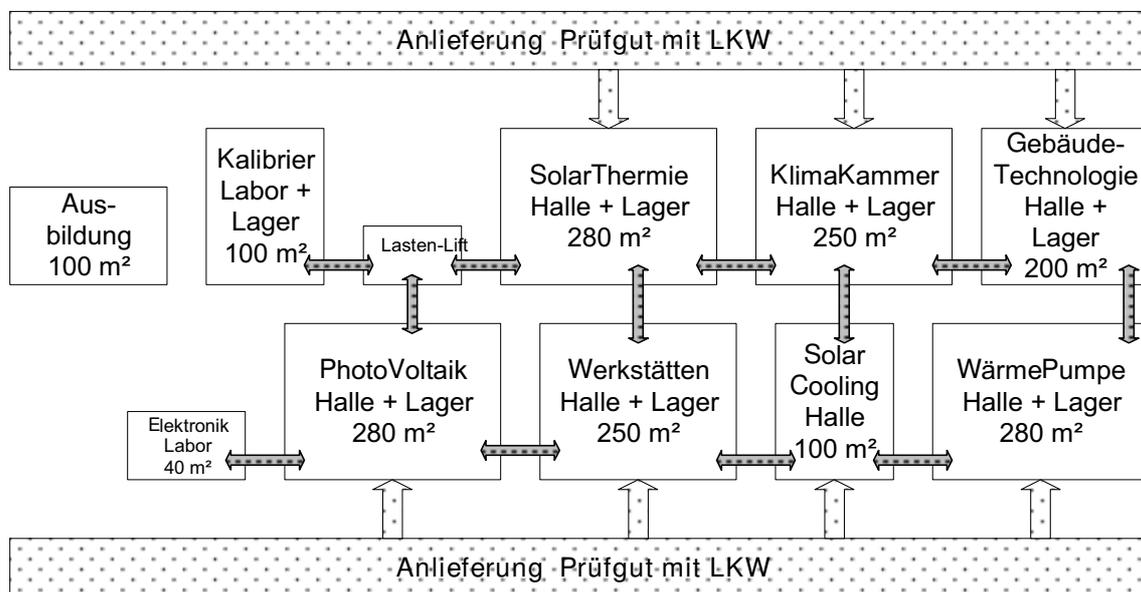


Abbildung 3: Raum-/Funktionsdiagramm Hallen und Labore

Direkt über oder neben Hallen:

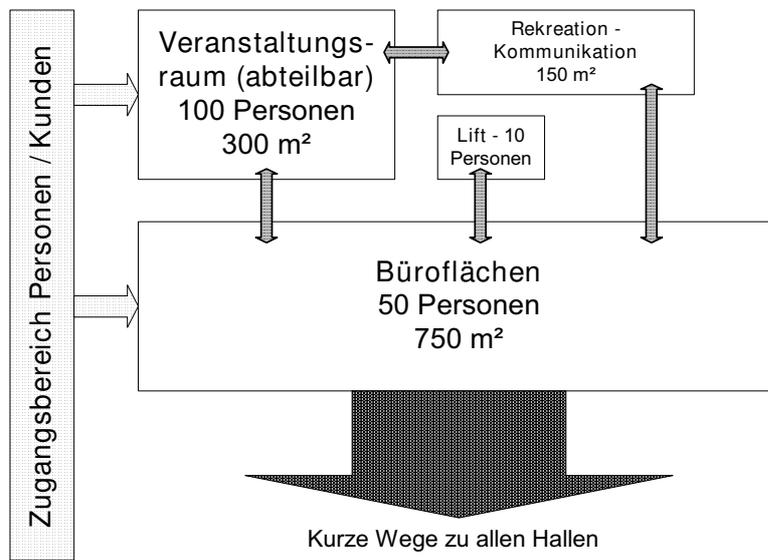


Abbildung 4: Raum-/Funktionsdiagramm Bürobereich

3.2 Mitarbeiterbefragung

3.2.1 Mitarbeiterbefragung

Die Mitarbeiterbefragung war ein wichtiger Teil der Grundlagenermittlung und zur Erstellung des Raum- und Funktionsdiagramms. Es sollten dadurch genauere Kenntnis der Arbeitsstile- und Abläufe im Geschäftsfeld Erneuerbare Energie gewonnen werden, um das Raumkonzept auf die ablesbaren Standards besser abstimmen zu können. Weiters sollten für die geplanten Simulationsdurchgänge ausreichend realitätsnahe Szenarien und Nutzerprofile generiert werden um die Treffsicherheit für die spätere Nutzung zu steigern.

Siehe Anhang 1: Mitarbeiterfragebogen

3.2.2 Auswertung

Als wichtigste Erkenntnisse hinsichtlich Architektur und Raumkonzept kann zusammengefasst werden:

- Der Arbeitsstil entspricht modernen hochwertigen Dienstleistungsbetrieben, die durch Flexibilität bei der Raumbelegung und der Gruppenbildung geprägt ist.
- Die Arbeitszeiten sind relativ homogen, wobei leichte Belastungsspitzen im Prüfbetrieb im Winterhalbjahr vorhanden sind. Die Arbeitszeiten verschieben sich im Sommer leicht gegen frühere Zeiten.
- die angegebenen wöchentlichen und täglichen Besprechungszeiten, lassen den Bedarf an ergänzenden Besprechungs- Meeting-Zonen erkennen.

Siehe Anhang 2: Auswertung Fragebogen

3.3 Intelligente Erweiterung

3.3.1 Innere Erweiterung durch „Atmende Belegung“

Die Charakteristik der Arbeitsprozesse des herangezogenen Geschäftsfeld ist stark von Teamarbeit und stark wechselnder Intensität geprägt.

Das vorliegende Gebäudekonzept reagiert sehr elastisch auf diese wechselnden Ansprüche. Die offene Südzone ist der Bereich, in dem Projektgruppen, Teamarbeitsplätze und Workshops Platz finden. Damit können Arbeitsbereiche temporär in diesen Bereich hineinwachsen und nach Abschluss einer Projektphase den Raum wieder für andere Nutzungen frei machen. Auch kurzfristige Mehrbelegungen in intensiven Projektphasen können hier abgepuffert werden.

3.3.2 Äußeres Wachstum – horizontal

Das Gebäude ist als lineares Konzept entwickelt, das eine einfache additive Erweiterung ermöglicht. Mit den Stiegenhäusern als Erschließungs- und Infrastruktur-Vertikalen können lineare und kammartige Strukturen gebaut werden.

Ebenso gilt für die Energieversorgung, dass eine horizontale Erweiterung des Gebäudes durchaus möglich ist.

3.3.3 Äußeres Wachstum – vertikal

Durch nachträgliches Aufbauen zusätzlicher Geschosse wäre eine vertikale Ausweitung denkbar. Damit müssten viele baubehördliche, technische und funktionelle Anforderungen vorausgeplant und auch im Bau bereits angelegt werden, wie z.B. in den Bereichen Statik, Brandschutz, Stiegenbreiten, Lifte, Fluchtwege.

Auch das Energieversorgungssystem ist bei einer Erweiterung des Gebäudes in vertikale Richtung nur begrenzt flexibel. Eine Möglichkeit wäre bei einer vertikalen Erweiterung von Bürogeschossen auch eine eigene Energieversorgungszentrale dafür vorzusehen.

Da dies Mehrinvestitionen „auf Verdacht“ erfordert hätten, die wirtschaftlich nicht vertretbar erscheinen, ist diese Variante der Erweiterung nicht weiter verfolgt worden.

4 Erstes Gebäudekonzept

4.1 Allgemeine Ausgangslage

Im Wohnbau haben sich die Themen Energiesparen, Nachhaltigkeit und der Einsatz erneuerbarer Energieträger" bereits zu einem zentralen Anliegen entwickelt.

Das Erfolgskonzept im Wohnbau lag vor allem in der Vermittlung folgender drei Aspekte an die Bauherrn und Bewohner:

Erhöhter Wohnkomfort, Nutzung eigener, erneuerbarer Ressourcen, Beitrag zum Umweltschutz

Beim Bau von Büro und Gewerbebauten werden die Möglichkeiten von effizientem und nachhaltigem Energieeinsatz derzeit wenig genutzt.

Entweder sind es die Prestigeobjekte und Konzernzentralen im obersten Preissegment des Bürobaues (ab 2200€ Nettoherstellkosten/m² NFL), bei denen auch Wert auf die Architektur und eine innovative Gebäudetechnik gelegt wird oder aber Projekte ambitionierter Firmeninhaber in der Privatwirtschaft.

Das große Segment des Büro/Gewerbebaues einfachen bis mittleren Standards (1000 -1600 € Nettoherstellkosten/m² NFL) im Mietbereich nutzt die Qualität innovativer Gebäudetechnik derzeit noch nicht.

Im Folgenden wollen wir kurz darstellen, wie Büroimmobilien zurzeit standardmäßig geplant und ausgeführt werden, und welche Defizite diese Gebäudekonzepte auf den Ebenen EnergietechnikKlimakomfort und Raumqualität aufweisen.

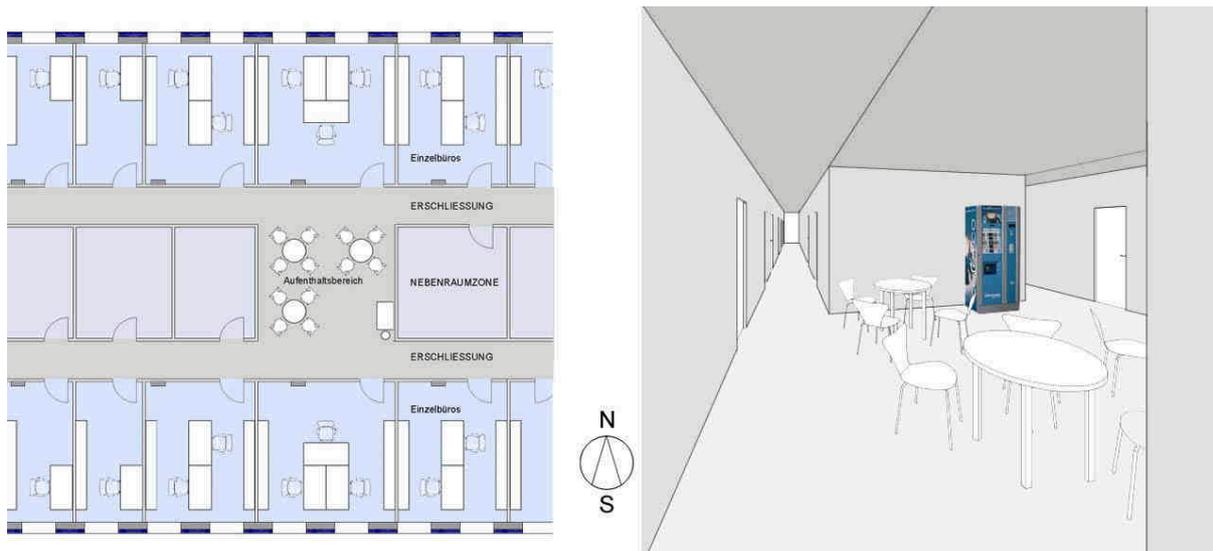


Abbildung 5 + Abbildung 6: Standardbürogebäude, Grundriss, Perspektive

4.1.1 Standardbüro/Gewerbegebäude: Definition

Die Abbildung zeigt den Schemagrundriss für ein kompaktes Standardbürogebäude (siehe Abbildung 5). Nach Norden und Süden (oder Osten und Westen) Zellenbüros, zwei Mittelgänge, Mittelzone für Nebenräume, Archiv, Teeküche, Kopierer, "Kommunikationszone", ausschließlich natürliche Fensterlüftung im Winter, Radiatorenheizung, Kühlung über fan coils im Sommer, konstante Beleuchtung in allen Innenbereichen.

Die Wärmeerzeugung erfolgt üblicherweise über Heizzentralen, die mit fossilen Brennstoffen (Heizöl, Erdgas) betrieben werden, sofern kein Fern/Nahwärmeanschluss genutzt wird.

Die Kälteerzeugung erfolgt mit Kompressionskältemaschinen, wofür der wertvolle Energieträger Strom in großen Mengen herangezogen werden muss.

Die Wärmeverteilung erfolgt über Radiatoren, die Kälteverteilung meist über Umluft fan coils. Die Frischluftversorgung stellt bei derartigen Systemen im Sommer und Winter ein Problem dar, da zu diesen Zeiten eine Fensterlüftung mit einem hohen Energieverbrauch verbunden ist.

4.1.2 Defizite von Standardbüro/Gewerbegebäude

4.1.2.1 Defizite in der Raumqualität

- eintönige Zellenstruktur,
- 40 % der Grundrissfläche ohne natürliche Belichtung
- unattraktive Pause-, Kommunikations- und Wartebereiche
- große Nebenraumflächen
- hoher Anteil Erschließungsflächen
- veraltetes Raumangebot für moderne Arbeitsweisen
- ...

Generell hat das Zellenbüro für ein bis zwei Personen auch heute noch durchaus seine Berechtigung. Ein abgeschlossener Raum, der dem Nutzer maximale Privatheit und eine ungestörte Arbeitsatmosphäre gewährleistet ist nach wie vor für viele Tätigkeiten im Bürobereich sinnvoll bis erforderlich. Für solche Räume allerdings auch sommers wie winters optimale klimatische Bedingungen zur Verfügung zu stellen wird in Standardbürogebäuden zumeist vernachlässigt (siehe Defizite Energietechnik). Jedenfalls bringt die Abgeschlossenheit und räumliche Begrenztheit des Einzelbüros auch eine gewisse Beengtheit mit sich, der im Standardbürogebäude eine Alternative, ein Kontrast fehlt. Wenn der Tagesablauf eines Arbeitnehmers nur zwischen Tiefgarage, künstlich belichtetem Gang, Zellenbüro, künstlich belichteter Pausenfläche, Teeküche und WC stattfindet, und diese darüber hinaus keine hochwertigen klimatischen Bedingungen bieten, so muss sicher von räumlichen Defiziten gesprochen werden, auch wenn der Arbeitsplatz eine ausreichende Größe und die entsprechende Normbelichtung aufweist.

Darüber hinaus bedingt das Zellenbüro, dass ab einer Gebäudetiefe von ca. 5m (der Zellenbürotiefe) keine natürliche Belichtung mehr vorhanden ist. Auch das obligate Oberlicht über der Türe ändert an dieser Tatsache nicht sehr viel.

Die innen liegenden Nebenraumflächen sind daher völlig ohne natürliche Belichtung und können ausschließlich zur Lagerung oder für unbelichtete Nebenräume verwendet werden. In Zeiten, in denen immer mehr Daten im Computer gespeichert sind, werden große Archivzonen zunehmend an Bedeutung verlieren. So werden dem zukünftigen Mieter zwar große Büroflächen angeboten, die Nutzbarkeit ist allerdings weitgehend determiniert und das Verhältnis Arbeitsplatzfläche zu Nebenraumfläche nicht immer vorteilhaft geschweige denn flexibel.

Für moderne Arbeitsweisen wie Teamwork in wechselnder Besetzung und Größe bietet diese Raumaufteilung kein adäquates Angebot.

4.1.2.2 Defizite aus arbeitsmedizinischer Sicht:

4.1.2.2.1 Entspannung für das Auge

Das menschliche Auge benötigt zur Entspannung eine Änderung des Fokus. Zwischen dem konzentrierten Blick auf die Bildschirmoberfläche oder auch auf den Tisch (eine Distanz von weniger als einem Meter) muss zur Entspannung immer wieder ein Objekt in weiter Distanz fokussiert werden oder der Fokus auf unendlich gestellt werden. Da dies im Raum auf Grund der kleinen Distanzen kaum möglich ist, benötigen Zellenbüros den waagrechten Ausblick nach außen, um den Arbeitenden ebendiesen Fernblick zur Entspannung der Augen zu ermöglichen.

Dies erfordert aber einen ungehinderten Ausblick zu allen Tages und Jahreszeiten.

Sobald aus Gründen des Sonnenschutzes oder aus Gründen der Blendung das Fenster zur Gänze durch eine Jalousie oder einen Screen verschlossen wird, kann diese wichtige arbeitsmedizinische Forderung nicht mehr eingehalten werden.

Diese Tatsache stellt in allen Räumen außer in nord orientierten ein gravierendes Problem dar. Über lange Perioden des Tages und des Jahres verhindert entweder der Sonnenschutz oder der Blendschutz den freien Ausblick. Darüber hinaus wird der Raumeindruck dadurch bedrückend und kann auch beim kurzzeitigen Verlassen des Arbeitsplatzes innerhalb des Gebäudes nicht kompensiert werden.

4.1.2.2 Gleichförmigkeit

Für die Gesundheit des Menschen sind Rhythmus und Wechsel ein wesentliches Element. Wechsel in der Temperatur, in der Belichtung, in der Farbe, in der Raumgröße.

In Standardgebäuden fehlen die zur Kreislaufanregung wichtigen Kontraste und Veränderbarkeiten im gesamten Bürobereich völlig. Alle Zonen haben ähnlichen Charakter.

Das Hockenbleiben in den Büros wird gefördert, Kommunikation erschwert, es fehlen Kontraste in der Belichtung, Raumform und Raumgröße; Bewegung wird nicht stimuliert.

4.1.2.3 Defizite aus psychologischer Sicht

Effektives Arbeiten kann durch das Umfeld gefördert oder behindert werden. Die konzentrierte, ruhige Atmosphäre, die durch viele Menschen im Lesesaal einer Bibliothek erzeugt wird, ist Konzentration fördernd. Ein Arbeitsplatz in einem modernen Büro kann jedoch nicht Bibliotheksbedingungen aufweisen.

Hier kommt ein anderes Prinzip zum Tragen: Das des oftmaligen Wechsels zwischen Konzentration und Entspannung. Die Entspannungspausen zwischen der konzentrierten Arbeit reichen vom kurzen Blick aus dem Fenster über das kurze Verlassen der sitzenden Position bis zur längeren Pause mit lunch oder Fitnessprogramm. Wesentlich dabei ist, dass unterschiedliche Pausen mit unterschiedlichen Längen realisierbar sein sollten.

Wenn wir uns den Bürotag eines Arbeitnehmers vorstellen, so beginnen wir voll Konzentration am Arbeitsplatz im Einzelbüro.

Nach einer Stunde konsequenten Arbeitens wäre eine kurze Veränderung gut.

2 min. ein anderes Tageslicht, eine andere Raumgröße und Proportion, ein kurzer Wortwechsel mit einem Kollegen. Nichts davon ist realisierbar:

Der "Kommunikationsbereich" vor der Bürotüre ist unattraktiv, die Teeküche ist zu weit weg, eine Pause dort dauert zu lang, eng ist es dort obendrein, ein Besuch beim Kollegen im Nebenzimmer fällt aus, der Raum ist nicht einsehbar, man kann nicht abschätzen, ob man gerade stören würde oder nicht.

4.1.2.4 Defizite hinsichtlich Klimakomfort

4.1.2.4.1 Frischluftmenge

In Standardbürogebäuden gibt es zumeist ausschließlich Fensterlüftung. Dagegen wäre prinzipiell nicht einzuwenden, wenn auch gelüftet würde. Vielfache Untersuchungen in der Praxis haben aber gezeigt, dass viel zu selten gelüftet wird.

Das verwundert nicht: $\frac{3}{4}$ des Jahres müssten die Fenster aktiv geöffnet und geschlossen werden, weil es im Winter sonst zu kalt wird, im Sommer zu warm wird. Lediglich in der Übergangszeit außerhalb der Heiz und Kühlperiode könnte das Fenster den ganzen Tag in Kippstellung verbleiben.

Dieses aktive Lüften ist im Bürobetrieb kaum durchsetzbar. Verschärft wird die Situation noch dadurch, dass sich Bürogebäude oft an staub und lärm belasteten Straßen befinden, wo mit der Frischluft auch Staub und Lärm in den Raum geholt werden.

Die Luftqualität in Standardbürogebäuden ist aus diesen Gründen zumeist mangelhaft, jedenfalls jedoch direkt abhängig vom Standort und dem Nutzerverhalten.

4.1.2.4.2 *Lufttrockenheit*

Anders als in Wohnungen gibt es in Büros normalerweise keine nennenswerten internen Feuchtequellen. Wenn im Winter dem Raum Frischluft zugeführt wird, hat diese Luft je nach den Ausgangsbedingungen (Temperatur und Feuchte) nach dem Erwärmen auf Raumtemperatur eine relative Luftfeuchtigkeit von ca. 20%. Die Feuchteabgabe der Personen reicht bei sitzender Tätigkeit in keiner Weise aus um das Feuchtedefizit auszugleichen.

Ausreichend gelüftete Räume im Bürobau (ob mechanisch oder händisch) weisen im Winter und im Frühjahr zu trockene Raumluft auf, selbst in mangelhaft gelüfteten Büroräumen herrscht zu dieser Zeit zumeist keine ausreichende Luftfeuchtigkeit.

4.1.2.4.3 *Kühlung*

Trotz kleiner Fenster kommen Standardbürogebäude im Sommer nicht ohne Kühlung aus. Diese wird zumeist durch fan coils bereitgestellt. Die im Büroraum vorhandene Luft wird dabei im Umluftverfahren über den sog. fan coil geführt, der sie abkühlt. Da Luft aber ein sehr schlechter Energieträger ist, müssen große Luftmengen umgewälzt werden. Dies führt zu höheren Luftgeschwindigkeiten und damit zu einer geringeren Behaglichkeit.

4.1.2.5 **Defizite hinsichtlich Energietechnik:**

Standardgebäude weisen im Vergleich mit dem heutigen Stand der Technik einen nach wie vor hohen Energieverbrauch hinsichtlich Heizen, Kühlen und Beleuchtung bei minderer Gesamtqualität auf. Dies dadurch, dass die Transmissionswärmeverluste nicht minimiert sind, keine Wärmerückgewinnung der Lüftungswärmeverluste vorhanden ist, solare Gewinne nicht maximiert werden, keine Optimierung des Kühlenergiebedarfes erfolgt, keine energieeffizienten Systeme und keine Systeme mit erneuerbarer Energie eingesetzt werden. Besonders wichtig erscheint es uns anzumerken, dass dieser höhere Energieverbrauch auch nicht mit höherem Nutzerkomfort zu rechtfertigen ist, dass im Gegenteil auch der Nutzerkomfort weit hinter dem zurückbleibt, was mit einer effizienten und intelligenten Energietechnik heute bzw. in Zukunft möglich ist. .

Wir hoffen, dass es uns gelungen ist mit diesen Ausführungen zu verdeutlichen, dass es unbedingt erforderlich ist, neben den Defiziten im Energieverbrauch auch die anderen Defizite von Standardbürogebäuden zu beheben, wenn alternative Konzepte nachhaltig erfolgreich sein wollen.

4.2 **Ausgangslage im speziellen**

4.2.1 **Lage**

Das Gebäude von sunny research sollte im Rahmen eines Neubaus in Wien 21, Siemensstrasse/Giefinggasse realisiert werden. (siehe Abbildung 7) Das Grundstück der ehemaligen "Paukergründe" sollte mit einem Büro/Gewerbegebäude in 2 Baustufen bebaut werden. Der neue Name des Areals war ursprünglich Business & Science Park Vienna. Unter anderen Firmen aus dem F&E Bereich wird Arsenal Research, ein Unternehmen der Austrian Research Centers dorthin übersiedeln. Geplant waren weiters die Ansiedlung einer Fachhochschule und eines Gründerzentrums.

Arsenal Research besteht aus mehreren Geschäftsfeldern: EE (erneuerbare Energie), ZD (Zentrale Dienste), VW(Verkehrswege), MEA (Monitoring, Energie- und Antriebstechnik), RCP, GF(Geschäftsführung) und VT (Verkehrstechnologie)

Das im Projekt sunny research geplante Gebäude sollte als ein Teil der Bebauung der 1. Bauphase durchgeführt werden, und ursprünglich den Geschäftsbereich Erneuerbare Energie (wie oben ausgeführt ein Teilbereich von Arsenal Research) beheimaten.

Das Grundstück weist eine Nord Süd Erstreckung von 220m und eine Ost-West Erstreckung von 96,5m auf. Die Siemensstraße liegt im Süden des Grundstückes, die Giefinggasse im Westen. Die südliche Grundgrenze ist etwa 35° nach Süd-West orientiert, die anderen Grundgrenzen entsprechen in etwa den Himmelsrichtungen West, Nord und Ost.

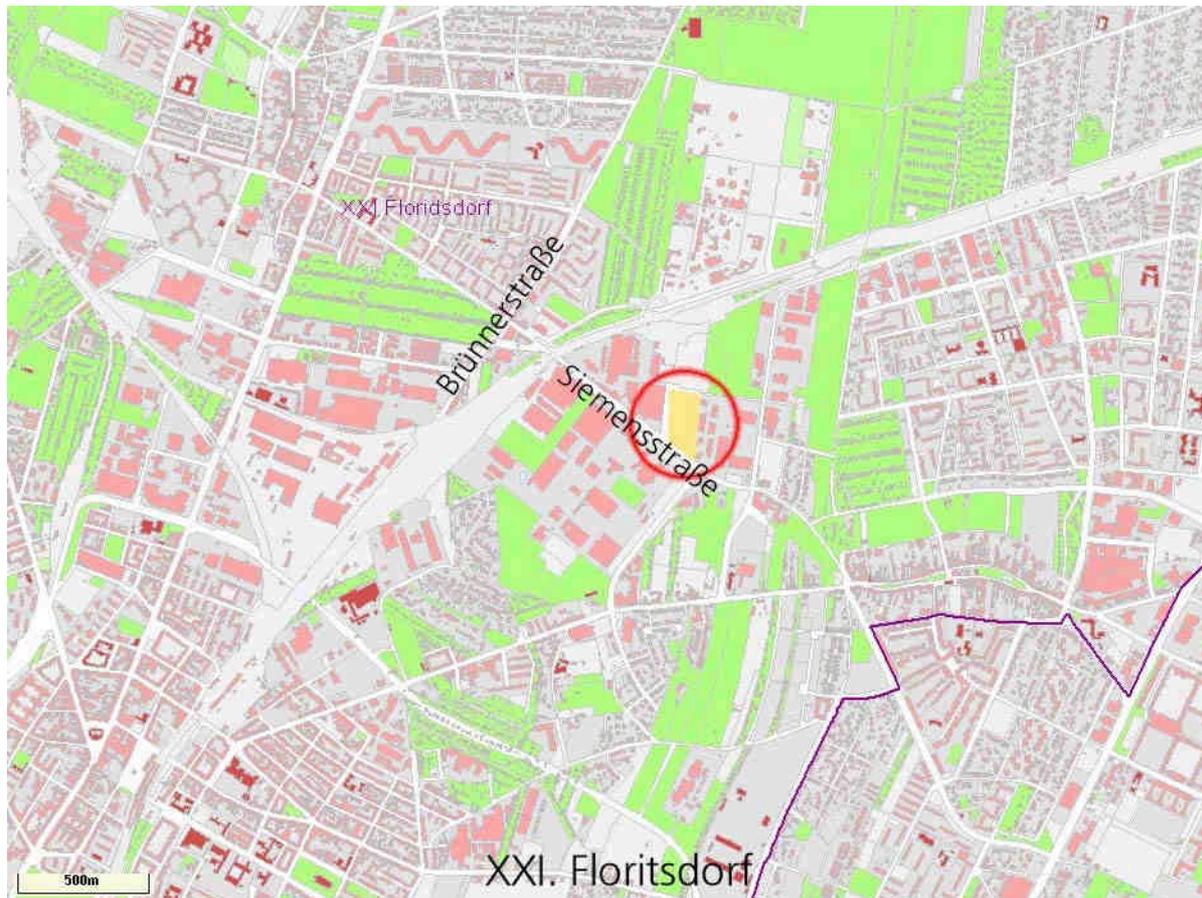


Abbildung 7: Lageplan 21. Bezirk

4.2.2 Vorentwurf Duniecki/Maurer

Auf dem genannten Grundstück gab es vor mehreren Jahren einen Architektenwettbewerb, aus dem der Bebauungsvorschlag des Architekten Arthur Duniecki siegreich hervorging.

Zu Beginn des Forschungsauftrages lag uns ein Vorentwurf der Architekten Duniecki/Maurer für die erste Bauphase vor.

Dieser Vorentwurf sieht eine kammartige Bebauung vor mit einem 5-geschossigen Hauptbaukörper entlang der südwestlich gelegenen Siemensstr. und der westlich gelegenen Giefinggasse. Der Hauptbaukörper weist demnach eine Ost-West bzw. Nord-Ost Süd-West Orientierung auf.

An den Hauptbaukörper kammartig angeschlossen sind 4 Nordsüd orientierte Baukörper mit 4-5 Geschossen, weiters diverse große Hallengebäude mit 8 bis 10m Höhe im Süden des Grundstückes.

In der 1. Bauphase sollte der an der Siemensstraße (und im vorderen Teil der Giefinggasse) gelegene Teil des Hauptbaukörpers realisiert werden, weiters alle Hallen und der erste der süd orientierten "Kamm" Baukörper. (siehe Abbildung 8 bis Abbildung 10)

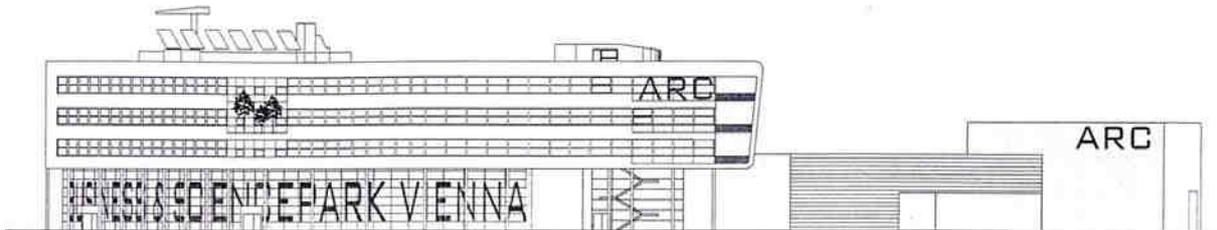


Abbildung 8: Ansicht Siemensstraße, Projekt Arch. Duniecki

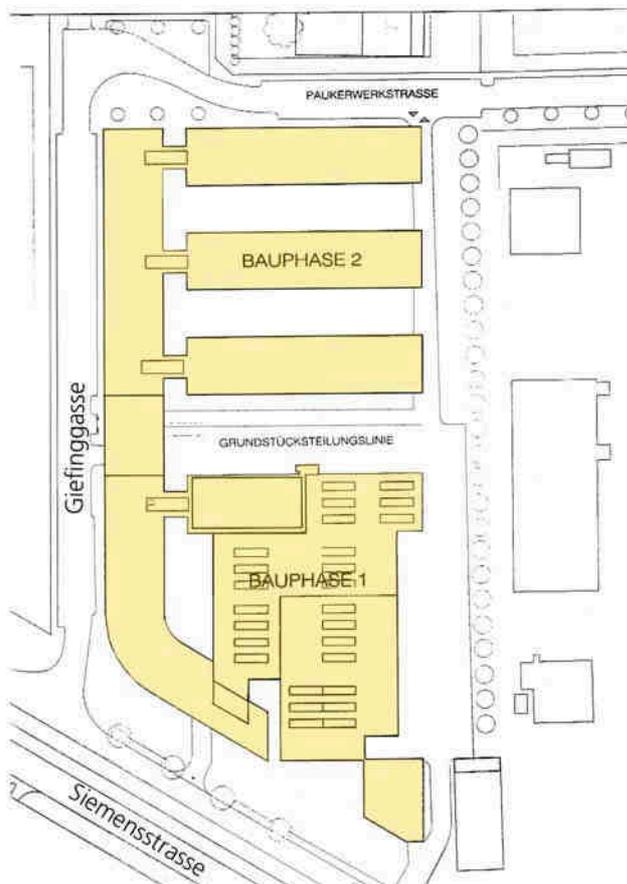


Abbildung 10: Lageplan, Projekt Arch. Duniecki

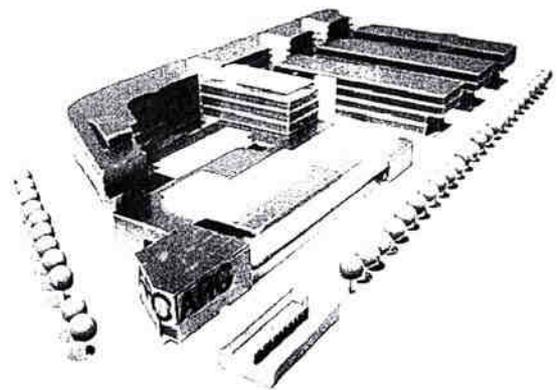


Abbildung 9; Modellfoto Blick Südost

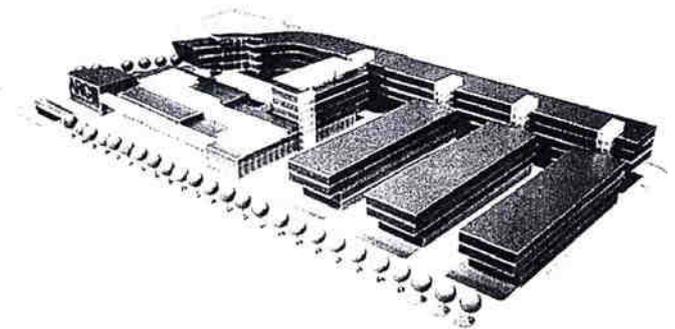


Abbildung 11: Modellfoto Blick Nordwest

Teilbereich sunny research

Innerhalb dieses Projektes sollte sunny research anstelle des kurzen, süd orientierten Baukörpers geplant werden. (restliche Pläne siehe Anhang)

Das Projekt Duniecki/Maurer besteht in diesem Bereich aus einem 5-geschossigen, 2hüftigen Baukörper mit einer Trakttiefe von 17,70m und einer Südfassadenlänge von 35,40m. Im Erdgeschoss und 1. OG sind Hallen untergebracht, die oberen 3 Geschosse beinhalten Büroflächen. (siehe Abbildung 12 und Abbildung 13)

Das Gebäude ist auf einem Achsraster von 5 bzw. 7,5m aufgebaut und ist im Westen mit einem Erschließungskern an das Hauptgebäude angebunden.

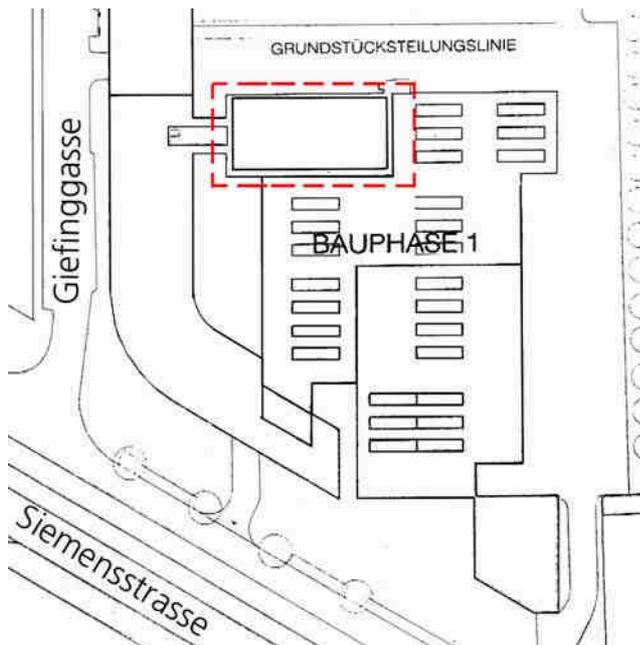


Abbildung 12: Ausschnitt Lageplan

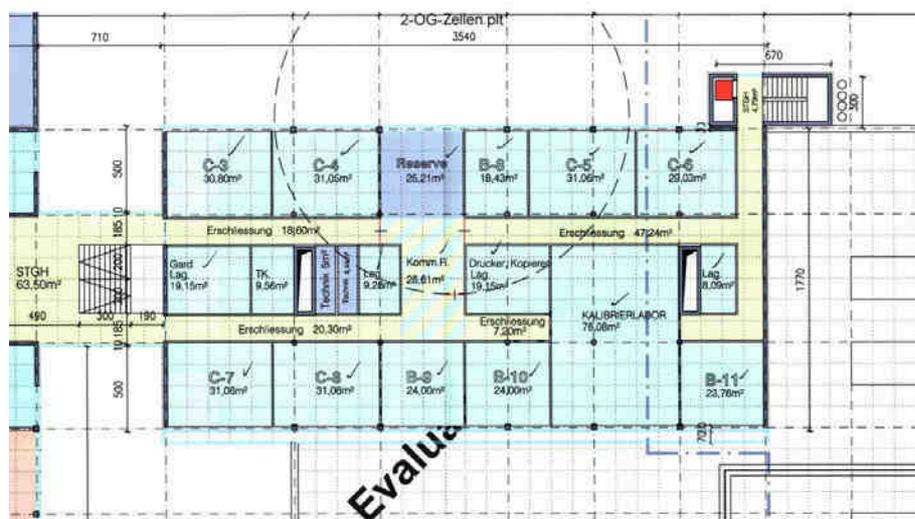


Abbildung 13: Grundriss, 2. Obergeschoss

Die Ostansicht besteht aus einer fensterlosen Fassade, eine Erweiterung nach Osten wäre möglich, ist aber seitens des Bauträgers nicht vorgesehen.

Eine Besonderheit besteht in der Freifeldprüfanlage auf dem Dach, die zur Prüfung von thermischen Kollektoren dient und die gesamte Dachfläche in Anspruch nimmt.

Für das Gebäudekonzept und energetisch relevant waren weiters auch die Prüfstände in den Hallen, deren Abwärme für die Beheizung des Gebäudes herangezogen werden sollte.

4.2.3 Raumprogramm

Hinsichtlich des Raumprogramms lagen zu Beginn des Forschungsprojektes 2 unterschiedliche Aufstellungen vor:

1. Die Erarbeitung des Raumprogramms, die die Gruppe Erneuerbare Energie durchgeführt hatte und die unter Punkt 3.1 dokumentiert ist,
2. Das allgemeine Raumprogramm für Arsenal Research, welches dem Entwurf Duniecki/Maurer zugrunde lag.

Das letztere Raumprogramm unterlag innerhalb des Gesamtgebäudes mehreren Veränderungen und Verschiebungen, die jeweils im Entwurf sunny research eingearbeitet und aufgenommen wurden und die eine mehrmalige Überarbeitung des Vorentwurfes sunny research nach sich zogen. Einige Einzelheiten sind unter Kap. 11 dargestellt.

Dieses Raumprogramm sieht in den ersten 2 Geschossen eine Nutzung durch große Hallen vor, darüber Büronutzung und diverse allgemeine Flächen. Die Zuordnung zu den einzelnen Geschäftsbereichen von Arsenal Research (wie unter 4.2.1 dargestellt) wurde von Seiten des Bauherrn/Bauträgers mehrmals geändert, lediglich der Geschäftsbereich "Erneuerbare Energie" blieb fixer Bestandteil des Bauteils sunny research.

Die Büroflächen bestanden aus Einzelräumen Typ A, B, C also für eine, zwei oder drei Personen, Räumen mit Übergröße für die jeweilige Geschäftsfeldleitung, dazu diverse Nebenräume wie Kopierer, Lager, Archiv, Bibliothek, Teeküche, darüber hinaus Besprechungsräume und Kommunikationszonen, sowie einige Sonderräume mit hohen klimatischen Anforderungen wie diverse Labors. Nähere Darstellung siehe Kapitel 11.

4.3 Grundkonzept des Entwurfes

4.3.1 Energie und Gebäude

4.3.1.1 Energiequellen

als Energiequellen für das Gebäude waren

1. das solare Strahlungsangebot
2. Erdwärme
3. Abwärme aus dem Prüfbetrieb vorgesehen

Neben der Verwertung des auf das Grundstück entfallenden solaren Strahlungsangebotes sollten die unterschiedlichen Anforderungen an Neigung und Größenanteil der Flächen Solarluft, Solarwasser, PV und das Strahlungsangebot für die Freiprüfflächen zu einem Stück homogener Architektur zusammengesetzt werden.

Ein kleiner Bereich sollte auch als verschatteter Freibereich für die Rekreation der Mitarbeiter zur Verfügung stehen. (siehe Abbildung 14)

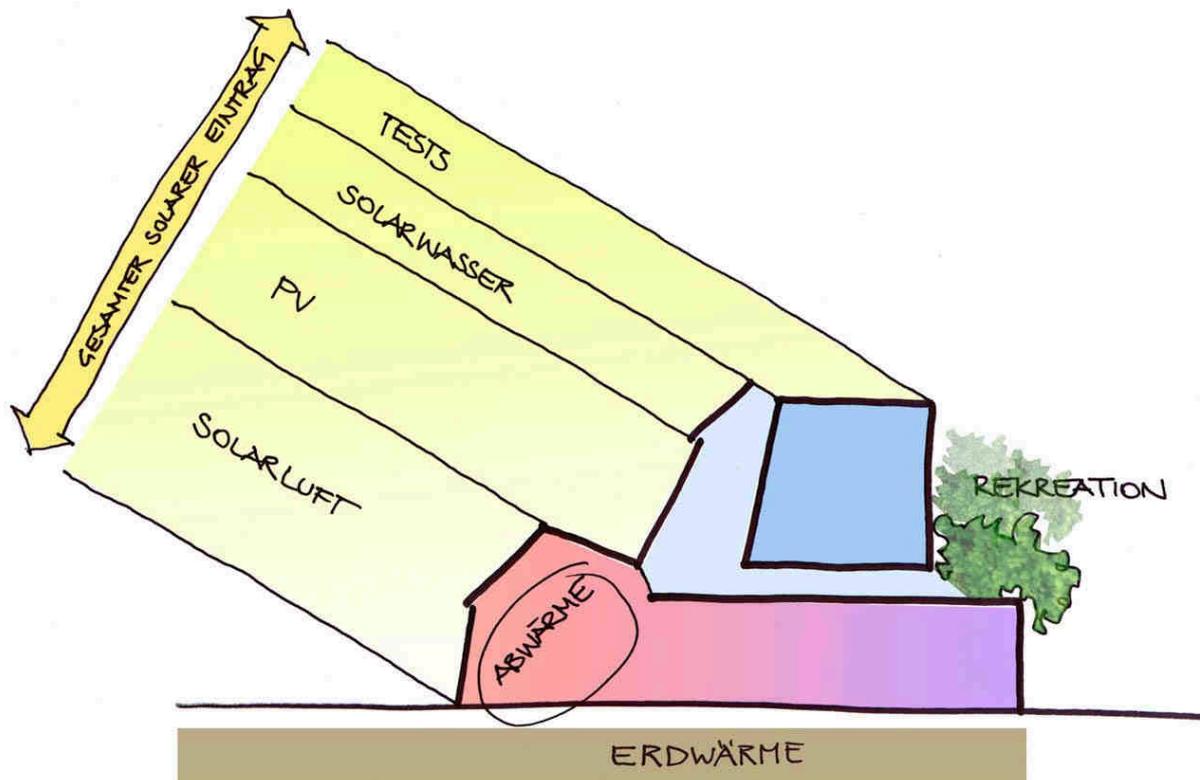


Abbildung 14: Gebäude und Energiequellen

4.3.1.2 topogene Optimierung

4.3.1.2.1 solarer Eintrag

Grundlage allen energieeffizienten Bauens ist es, den solaren Eintrag auf einem Grundstück oder auf ein Gebäude möglichst vollständig zu verwerten. (siehe Abbildung 15)

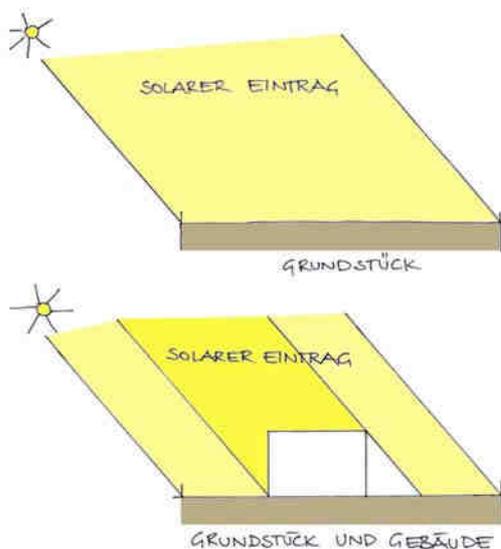


Abbildung 15: Solarer Eintrag

Prinzipiell sollte auch die Gebäudeform und die Lage im Grundstück immer nach Maßgabe der solaren Einstrahlung konzipiert werden. Generell muss dabei immer darauf geachtet werden, dass von der tief stehenden Wintersonne möglichst große Teile der Fensterflächen eigener Gebäude und der Nachbargebäude erfasst werden, der hoch stehenden Sommersonne jedoch so gut wie möglich schon durch die Gebäudeform oder Fassadenausbildung wenig Angriffsfläche (zumindest was die Fenster betrifft) geboten wird.

Des gleichen muss auf Beschattung und Einschränkung des solaren Strahlungsangebotes durch die benachbarte Bebauung Bezug genommen werden. Im speziellen Fall waren wir durch die Möglichkeiten, die das einzuhaltende Vorentwurfskonzept Duniecki/Maurer bot eingeschränkt, und zwar sowohl was die Lage des Gebäudes im Bauplatz als auch was seine Höhenentwicklung anbetraf. Die Lage und Höhenentwicklung des Baukörpers waren grob fixiert und konnten nur in geringem Ausmaß verändert werden. (siehe Abbildung 16)

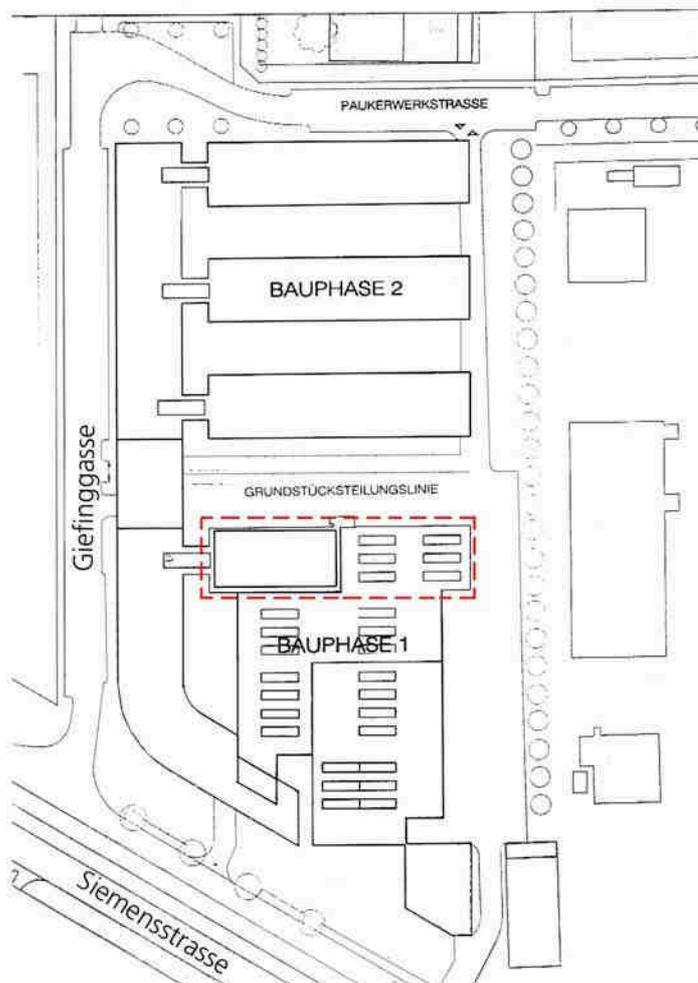


Abbildung 16: Lageplan, mögliche Situierung des Baukörpers

Des Weiteren sollten wir uns auf die Verwertung des Eintrages auf die Fassade beschränken, da das Dach für eine bestimmte Nutzung – nämlich die Freifeldprüfanlage von Arsenal Research -Gruppe erneuerbare energie-vorgesehen war.

Daher wurde eine Analyse der Verschattung des Südtraktes durch das Hauptgebäude durchgeführt. Daraufhin wurde versucht, die Lage des Baukörpers im Rahmen der Möglichkeiten zu optimieren.

Die nachfolgende Darstellung zeigt die Lage der Messpunkte für die Verschattungssimulation des ursprünglichen Gebäudes und die geänderte Situation nach der Optimierung der Baukörperlage.

Die Punkte befinden sich auf einer Höhe von 8,5m, dies ist der unterste Punkt der Solarfassade. Punkte weiter oben weisen dementsprechend weniger Verschattung auf.

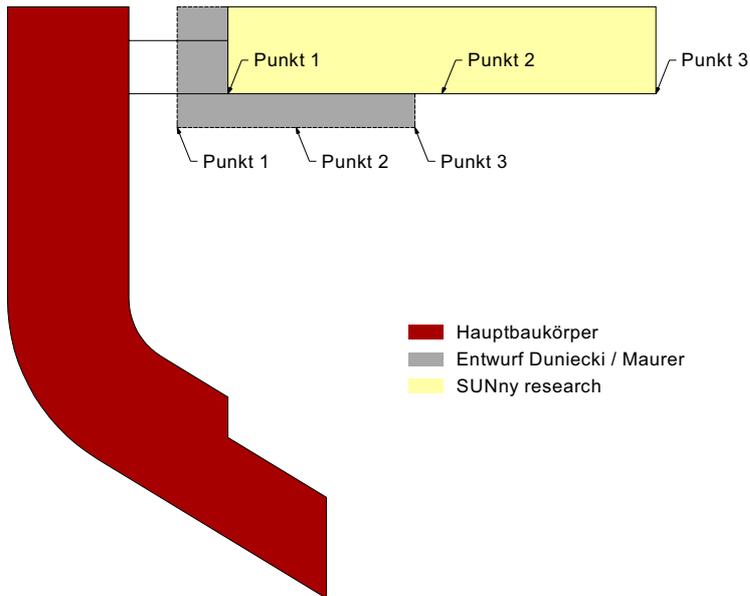


Abbildung 17: Lage der Betrachtungspunkte

Eine Analyse der Beschattung durch den Baukörper des Hauptgebäudes gibt folgendes Bild:

In den Grafiken ist jeweils dunkelgrau das Ausgangsgebäude und gelb die veränderte Lage sunny research dargestellt. Die rechten und linken Seiten, die über eine Fassadenparallele hinausgehen, sind mit grauen Feldern abgedeckt, da sie für die Fassade nicht relevant sind.

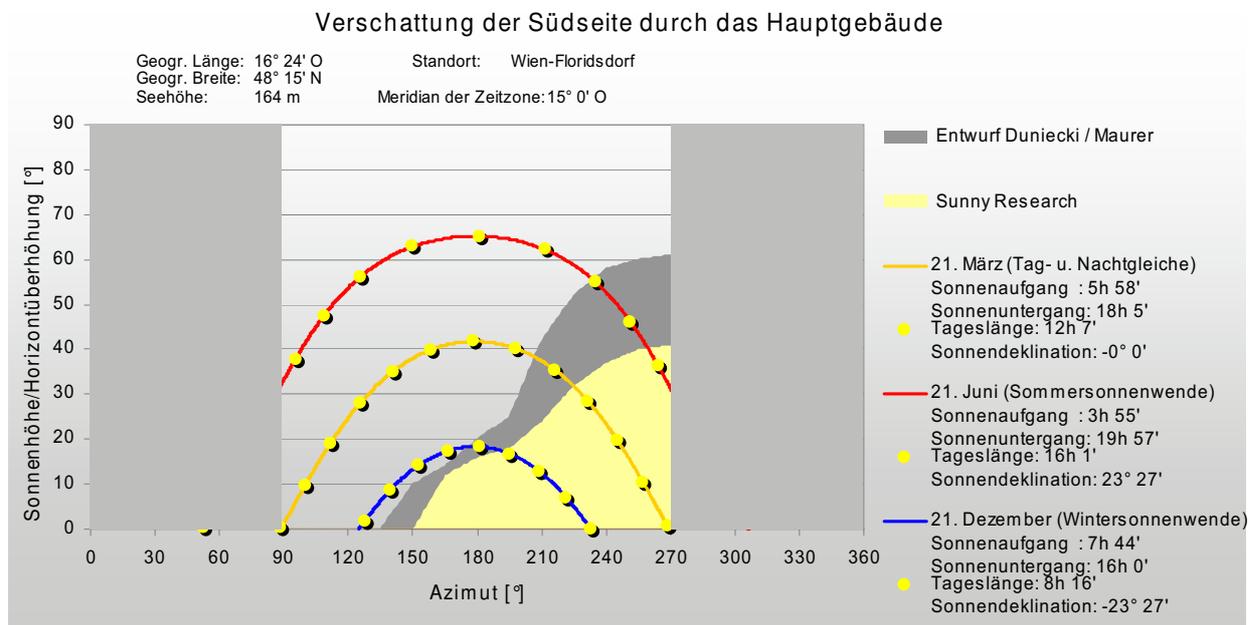


Abbildung 18: Verschattung im Punkt 1

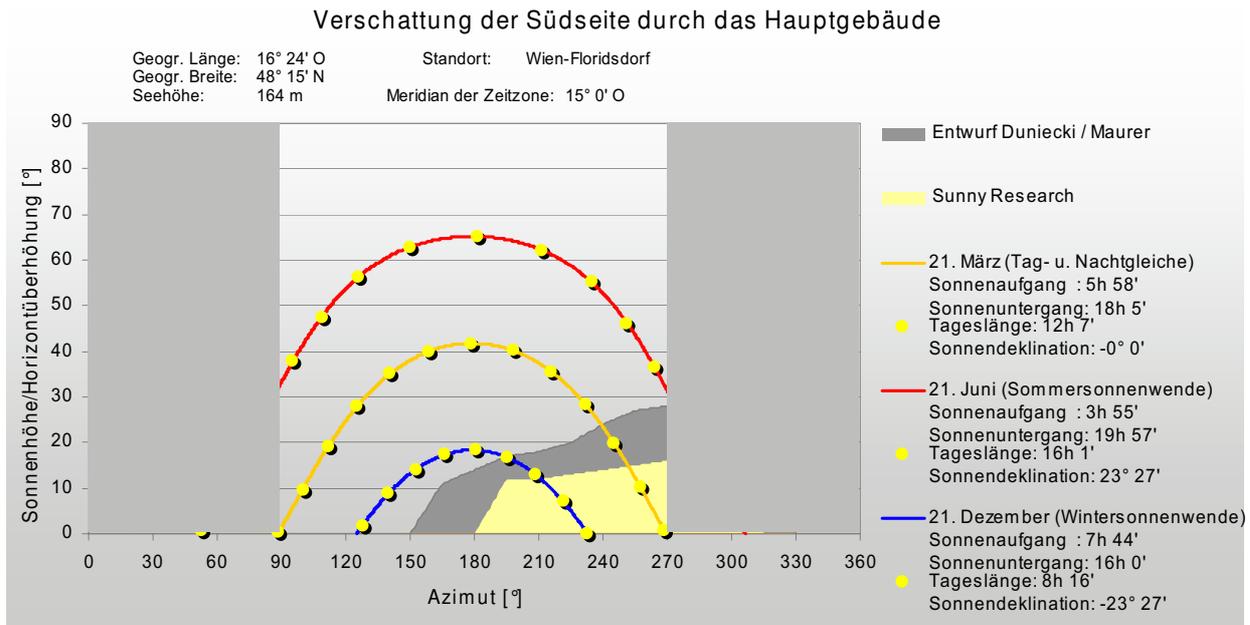


Abbildung 19: Verschattung im Punkt 2

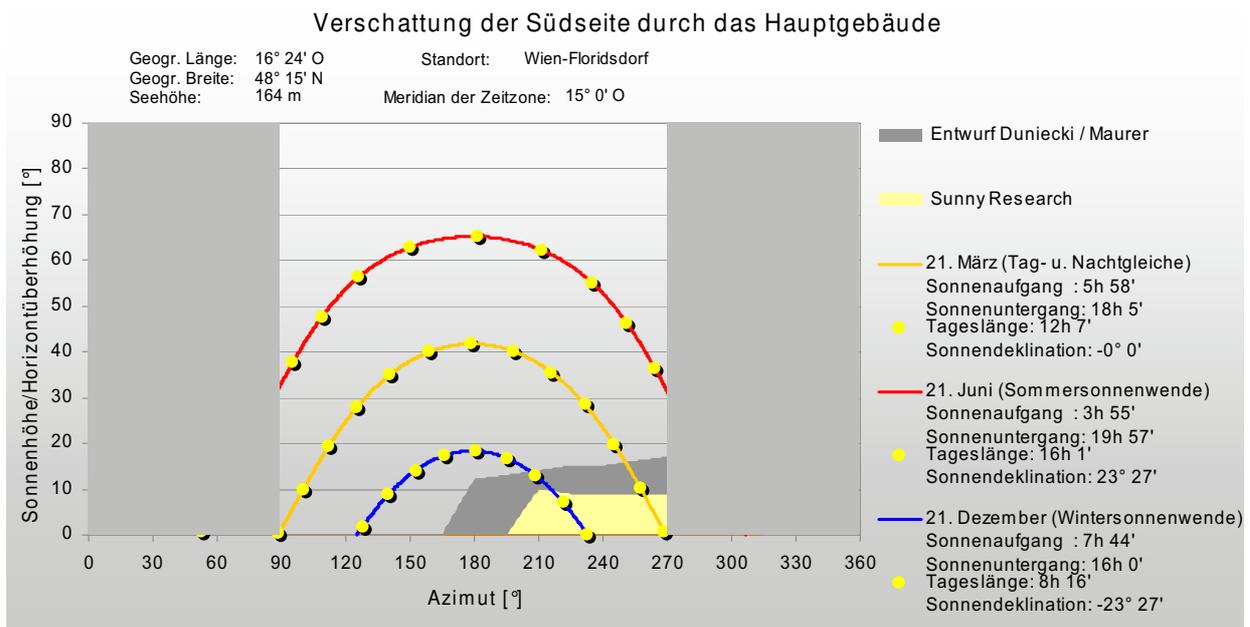


Abbildung 20: Verschattung im Punkt 3

Die Abbildung 18 bis Abbildung 20 zeigen eine Einschränkung der Besonnung durch den westseitigen Hauptbaukörper, die Verbesserung durch die geänderte Lage sunny research ist ebenfalls gut ablesbar. In den Standorten 2 und 3 sind bei sunny research keine nennenswerten Verschattungen mehr vorhanden, da die solare Einstrahlung um und unter 10° aus der Horizontalen gering ist.

4.3.1.2.2 Orientierung des Gebäudes

Die Orientierung des Gebäudes war durch den Vorentwurf Duniecki/ Maurer vorgegeben. Der Bauteil sunny research ist fast genau Nord-Süd orientiert, die Abweichung nach SSW beträgt 7°. Auf diese mehr oder weniger reine Nord-Süd Orientierung der Gebäudeausrichtung war bei der inneren Organisation zu reagieren.

4.3.1.2.3 Gebäudeform

Wie vorab dargestellt legten solarer Eintrag, Beschattung und die Möglichkeiten innerhalb des vorgegebenen Konzeptes anstelle des gedrunenen, kurzen Baukörpers aus dem Entwurf Duniecki/ Maurer einen möglichst langen, schlanken Baukörper nahe, mit möglichst großer Entfernung zum beschattenden Hauptgebäude. Da eine interne Verbindung zum Hauptgebäude aber in allen Geschossen bewahrt werden musste kam eine große Distanz zwischen Hauptbaukörper und sunny research aus Kostengründen nicht in Frage, da man zur Verbindung einen verglasten Gang über alle Geschosse hätte errichten müssen.

Ein Abrücken vom Hauptgebäude um eine Achse wurde jedoch als zumutbar empfunden.

Dadurch dass der Baukörper sunny research länger ist, konnte er weniger tief ausgebildet werden. Dies ermöglichte zusätzlich ein Zurückversetzen der Südfassade um 5m nach Norden.

Daraus ergab sich in etwa folgende Gebäudeform: (siehe Abbildung 21)

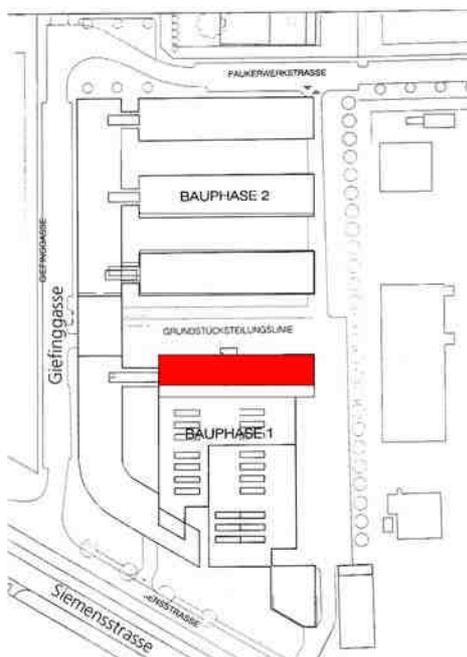


Abbildung 21: Mögliche Gebäudeform

4.3.1.3 Eigenheiten der Nord-Süd Orientierung

Jede Lage hat ihre besonderen Bedingungen, das Gebäude sunny research ist, wie vorab beschrieben für eine Nord Süd Ausrichtung konzipiert. Die Nord-Süd Ausrichtung wird durch eine starke Differenz der beiden Seiten gekennzeichnet.

Unverschattete Südseiten sind winters wie summers besonnt. Die Sonne dringt im Winter da sie flach steht mehrere Meter tief ins Gebäude (dies ist auch in der Übergangszeit am Vormittag und Nachmittag der Fall) Im Sommer steht die Sonne hoch und kann leichter durch bauliche Maßnahmen (Vordächer, Vorsprünge, etc.) abgeschattet werden. Südseiten stellen im Bürobau eine besondere Herausforderung dar.

Auf der Nordseite gibt es das ganze Jahr über nur im Hochsommer in den frühen Morgenstunden und späten Abendstunden direkte Besonnung. Ansonsten herrschen die (relativ) gleichmäßigen Bedingungen, die für alle Berufe optimal sind, die dringend gleich bleibende Bedingungen benötigen wie z.B. Fotografen oder Maler.

Zurück zur Südseite:

Wenn die Sonne scheint, muss der dahinter liegende Raum abgeblendet werden können, da andernfalls die Lichtmenge und die extreme Schlagschattenbildung ein Arbeiten nicht nur am Computer unmöglich macht.

Wenn im Süden abgeblendet wird ergeben sich 2 Probleme:

1. Im Winter ist zwar Ablendung gewünscht, die Sonnenenergie sollte aber trotzdem in den Raum gelangen können, die Ablendung sollte also nicht außen vor der Fassade erfolgen. (siehe Abbildung 22)

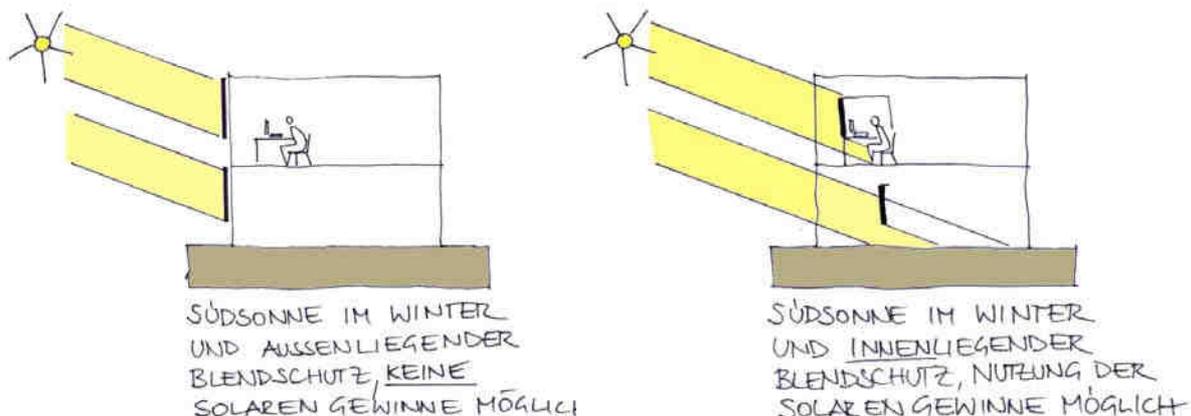


Abbildung 22: links: Südsonne und außen liegender Blendschutz, rechts Südsonne und Innen liegender Blendschutz

2. Wenn abgeblendet ist (also durchaus ganzjährig und oft) besteht keine Möglichkeit des Ausblickes und des Kontaktes mit der Außenwelt mehr. Kleine Büroräume können dann stark beengend wirken.

Die Nordseite –wie schon erwähnt – besitzt demgegenüber die bevorzugte Orientierung für Arbeitsräume: blendfreies, gleichmäßiges Licht, mäßiger solarer Eintrag.

4.3.1.3.1 *Optimale Verwertung des solaren Strahlungsangebotes*

4.3.1.3.1.1 *Doppelfassade ?*

Aus den vorangegangenen Erläuterungen ergibt sich, dass der Blendschutz auf der Südseite jedenfalls im Inneren des Gebäudes erfolgen sollte. Wenn jedoch an einer Südseite die Sonne ungehindert und tief in den Raum eindringen kann, so sind zwar solare Gewinne garantiert, jedoch auch (selbst bei hochwinterlichen Temperaturen) eine große Überhitzungsneigung.

Es muss daher eine Form gefunden werden, den solaren Eintrag ins Gebäude zu lassen, jedoch nicht soweit, dass die klimatischen Bedingungen der angrenzenden Nutzflächen dadurch unzumutbar verschlechtert werden.

Die klassische Doppelfassade wäre für diese Zwecke gut geeignet. Im Fassadenzwischenraum würde die solare Einstrahlung in Wärme umgewandelt und könnte von dort abgeführt und in ein Lüftungssystem eingebunden werden, die Büroräume dahinter könnten einen Blendschutz an der inneren Fassade erhalten und wären klimatisch nicht beeinträchtigt.

Die Doppelfassade scheidet jedoch aus Kostengründen im Standardbürobau (und dort wollen wir uns bewegen) aus.

4.3.1.3.1.2 *passive und aktive Nutzung?*

Eine weitere Tatsache harrt der Überlegung:

Der solare Eintrag auf eine unverschattete Südseite ist hoch, für eine reine Befensterung weit zu hoch.

Gleichzeitig ist es aber eine Vergeudung von wertvoller erneuerbarer Energie opake Flächen ohne weitere Funktion nach Süden auszubilden. Dies sollte daher unbedingt vermieden werden.

Es ist sinnvoll einen Teil der Fassade für passive solar Nutzung zu verwenden (Belichtung und direkter Wärmeeintrag in die dahinter liegenden Büroräume) den anderen Teil aktiv solar (thermische Kollektoren, Photovoltaik) oder mit Hybridsystemen (solar Luft).

Wie viel Fensterflächen nach Süden soll es also geben? Wie könnte eine kostengünstige Kombination von Solar passiv und Solar Luft aussehen?

4.3.1.3.1.3 *Zellenbüros nach Süden? Nutzerkomfort?*

Darüber hinaus gibt es noch folgendes zu bedenken:

Wie wir in den vorangegangenen Ausführungen gesehen haben, müssen Südfassaden sommers wie winters bei Sonnenschein aus Blendschutzgründen abgeblendet werden.

Das bedeutet: Einzelbüros nach Süden mit kleinen Fenstern (die für die Belichtung ausreichend wären), negieren den wesentlichen Umstand der oftmalig notwendigen Ablendung der direkten Sonne und der Tatsache, dass man im Südeinzelbüro im Sommer und Winter dadurch sehr oft ohne Kontakt zur Außenwelt auskommen muss, weil der Raum zur Gänze abgeblendet oder/und abgeschattet werden muss.

Dies sollte durch eine andere Maßnahme kompensiert werden, z.B. dadurch, dass sich im Süden große Räume befinden, die den mangelnden Außenbezug durch ihre Längendimension ersetzen können.

4.3.1.3.1.4 *Komfortanforderungen an die Südzone*

Wenn nach Süden großzügig befenstert wird, mag dies zwar die Überhitzungsneigung verstärken, es erlaubt jedoch auch die Verstärkung von Unterschieden und Kontrasten, die im Bürobau so fehlen und so erwünscht sind:

Eine großzügige Befensterung nach Süden erlaubt es die Unterschiede der Tages -und Jahreszeiten verstärkt wahrzunehmen (und sei es nur für die kurze Zeit einer Pause), ein Umstand den wir für die Gesundheit der Mitarbeiter für äußerst wesentlich halten. Eine große Befensterung nach Süden gibt die Möglichkeit, sich der Sonne, ihrer Intensität und belebenden Wirkung kurzfristig in voller Stärke aussetzen zu können.

Wir denken, dass die Befensterung aus den oben genannten, psychologischen Faktoren an der Südseite größer sein sollte als eine rein auf passive Gewinnverwertung ausgelegte Optimierung es nahe legen würde, und dass versucht werden muss, diese "Überwärme" auf andere sinnvolle Weise zu nutzen.

Die Frage, ob im Bürobau jedenfalls nach Nord und Süd gleichmäßig aufgeteilte Zellenbüros geschaffen werden sollen, und ob die klimatischen Anforderungen an die beiden Zonen die Gleiche sein sollen ist unbedingt zu überdenken.

Eine Instrumentierung mit PV-Elementen legt weiters einen Doppelnutzen als Beschattung nahe, da die PV-Elemente geneigt (je nach gewünschtem Optimum unterschiedlicher Winkel) ihren höchsten Ertrag aufweisen.

4.3.2 Antworten des Gebäudeentwurfes

4.3.2.1 Zusammenfassende Prämisse

Als Zusammenfassung der vorangegangenen Kapitel kann als Prämisse definiert werden:

sunny research soll als 5-geschossiger, Nord Süd orientierter Bauteil mit möglichst großer Südfassade, ausgebildet werden. Die gesamte Südfassade soll energetisch verwertet werden, für die großen Unterschiede zwischen Norden und Süden soll eine adäquate Lösung gefunden werden. Die unter 4.1.2 angeführten Defizite von Standardgebäuden sollten einer der Lage, Orientierung und den energetischen Prämissen angepassten Lösung zugeführt werden. Der Ansatz dazu ist unter 4.3.3 näher erläutert.

4.3.2.2 Optimierung der Nutzflächen

Vom Bauträger war ein fixes Raumprogramm mit fixen Nutzflächen vorgegeben. Die alternative Planung von sunny research durfte keine Vergrößerung und damit Verteuerung des Bauvorhabens bewirken. Neue und alternative Nutzungen, wie extensive Besprechungs- und Meetingbereiche waren im Bauträger- Plan nicht vorgesehen.

Das vom Bauträger vorgelegte Raumprogramm ist von konventioneller Grundstruktur. Es sind für den Bereich sunny research ausschließlich Zellenbüros vorgesehen, das vorgesehene Flächenausmaß der einzelnen Zellen ist im allgemeinen Vergleich als mittelgroß anzusehen. Flächen für wechselnde Arbeiten, Teamarbeit, informelle Kommunikation in kleineren Gruppen sind nicht vorgesehen.

Ziel von sunny research war es, die Größe der Zellenbüros zu optimieren (verkleinern auf eine unter Einhaltung des Nutzungskomforts minimierte Größe) Dies wurde gemeinsam mit den zukünftigen Nutzern anhand von Möblierungsstudien durchgeführt. Es wurde nachgewiesen, dass die im VE Duniecki/Maurer vorgesehene Bürotiefe von 5m und die Anzahl der Achsen unter Einhaltung der Möblierungsanforderungen minimiert werden können. Dies wurde an hand von Gegenüberstellungen der Flächenbilanzen nachgewiesen.

Stand 8.10.03 lt. AV3 von Arsenal Research, A. Preisler vom 6.10.03 (lt. Vorentwurf Duniecki 24.09.03)

OG 2-3

Erneuerbare Energie

Raumbezeichnung	NFL
Sekretariat	24,50
Arbeitsplatz Typ GFLD	36,86
Arbeitsplatz Typ B	219,44
Arbeitsplatz Typ C	244,42
Besprechung	38,36
Kommunikation	55,00
Teeküche	20,00
Bibliothek	29,03
Kopierer	19,15
Lager	60,81
Archiv	14,59
Kalibrierlabor	78,08
Ausbildungslab. WP	51,00

Z-Summe EE 891

VORENTWURF2, pos architekten lt. Planstand vom 12.09.2003 Index D

OG 2-3

Erneuerbare Energie

Räume lt. Raumprogramm, Kompakt ausgeführt:

Raumbezeichnung	NFL	NFL/Raum	Räume
Sekretariat	26	26,00	1
Arbeitsplatz Typ GFLD	33	16,60	2
Arbeitsplatz Typ B	199	16,60	12
Arbeitsplatz Typ C	176	22,00	8
Besprechung 1	40	40,00	1
Kommunikation	22	22,00	1
Teeküche	10	10,00	1
Bibliothek	30	30,00	1
Kopierer	0	0,00	1
Lager	27	26,60	1
Archiv	17	17,00	1
Ausbildung	72	72,00	1
Kalibrierlabor	72	72,00	1
Z-Summe	724		

Zusatzflächen als Kompensation für kompakte Büros:

Meetingzonen	82
Grün- Pufferräume	46
Messbüro	16

Z-Summe EE 852

Abbildung 23: Bsp. Vergleich Vorentwurf BSV/ Vorentwurf pos Architekten.

Die so gewonnenen Flächen sollten zum einen dazu verwendet werden um größere Flächen für wechselnde Arbeit und informelle Kommunikation bereitzustellen, zum anderen sollten sie helfen ein Konzept zu unterstützen das von Anbeginn aus mehreren Gründen für eine Nordsüd Orientierung sinnvoll schien: Eine thermische Zonierung und unterschiedliche Nutzungszuordnung zwischen Nord und Süd.

Es erfolgte also in Absprache mit dem Nutzer eine Umschichtung der verfügbaren Bauvolumina. Die Einzelräume wurden etwas kompakter konzipiert. Lagerflächen konnten dadurch gespart werden, dass Flächen für Lagerschränke in die Gangbereiche verlagert werden konnten. Die durch diese Maßnahmen frei werdenden Flächenreserven ermöglichten ein großzügigeres Raumprogramm in der Südzone.

Es ist ersichtlich, dass durch die Optimierung der Bürozuschnitte- und Größen Raum gewonnen wurde um Mehrwert und mehr Arbeitsplatzqualität zu schaffen. Das bedeutet gleiche Nutzbarkeit, mehr Komfort bei geringeren Investitionskosten.

4.3.2.3 Thermische Zonierung und Nutzungszuordnung

Ausgehend von der vorgegebenen Nord-Süd Ausrichtung des Gebäudes wurde das Konzept verfolgt, die Einzelarbeitsräume möglichst in die kühlere Nordzone zu verlagern und in die exponiertere Südzone eher ergänzende und temporäre Nutzungen zu legen. Dank der Umschichtungen im Raumprogramm (wie unter 4.3.2.2 beschrieben) war dies auch möglich. Die Zellenbüros sollten lediglich Arbeitsplätze und die notwendigen Aufbewahrungsmöbel enthalten, während die Südzone wesentlich intensiver für Kommunikation genutzt werden

sollte. Die in einem Standardgebäude normalerweise vorgesehenen kleinen Besprechungsplätze in den Zellenbüros sollten zusammengefasst werden und ausschließlich in der Südzone situiert sein.

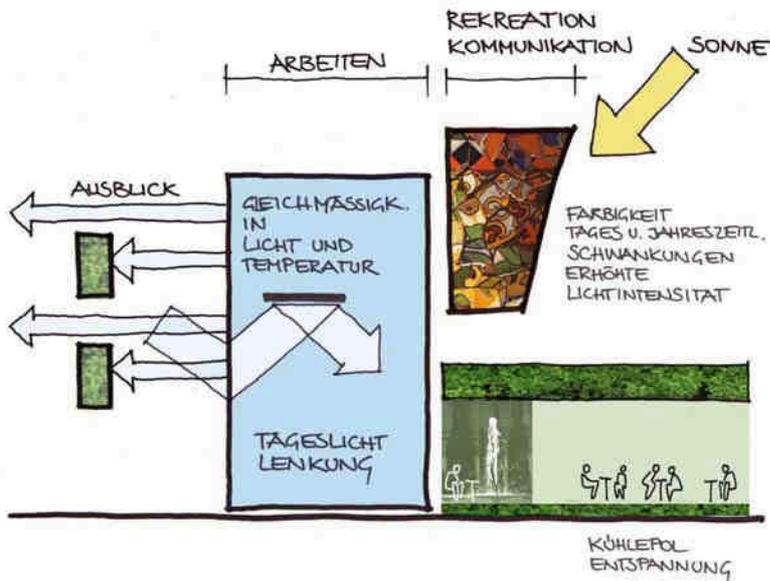
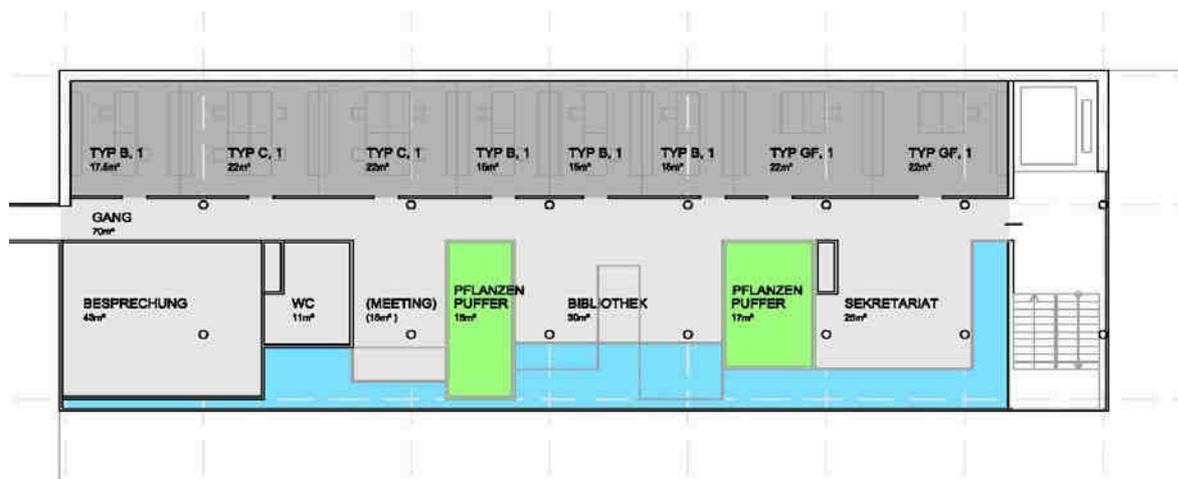


Abbildung 24: Thermische Zonierung, Kontrast und Vielfalt, Arbeit und Entspannung

4.3.2.3.1 Südzone

Die Südzone war als offenes Raumkontinuum über 3 Geschosse mit mehreren Lufträumen konzipiert. Hier sollten ursprünglich größere Temperaturunterschiede zugelassen werden als in der stabilen, optimal konditionierten Nordzone. Dies provozierte die Zuordnung von temporären und wechselnden Nutzungen. Die größere thermische Bandbreite sollte es auch ermöglichen, mehr solare Einstrahlung passiv zu nutzen und im Gebäude zwischenzuspeichern. Abbildung 25 zeigt einen Ausschnitt des 3. OG und den Querschnitt durch das Gebäude, in dem man die Intention der freien Raumbildung gut erkennen kann.



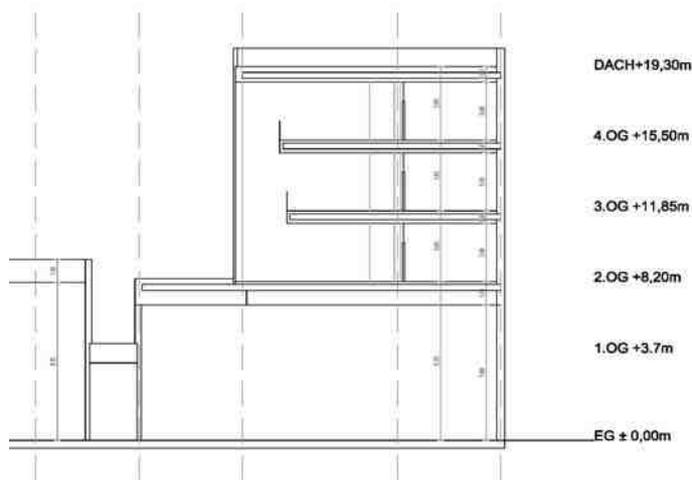


Abbildung 25: Grundriss 3. OG und Schnitt

4.3.2.4 Südfassade als Solargenerator

Ein wesentlicher Ansatz des Projektes ist die 100%ige solare Nutzung der südexponierten Gebäudehülle. Dafür kamen beim vorhandenen Bauplatz die Südfassaden der Bürogeschosse und die Dachfläche in Frage. die ebenerdigen Hallen waren angebaut.

Die ca. 500 m² große Dachfläche war ganzflächig als Prüffeld für Solarthermie und Photovoltaik mit Teileinspeisung in das Stromsystem vorgesehen. Auf einem Doppelboden aus Gitterrost-Konstruktion waren flexible Prüfanordnungen mit freier Leitungsführung möglich.

Die ca. 780m² Südfassade sollte lt. erster Besprechung mit den Konsulenten für Haustechnik zu 50% Flächenanteile für Licht und passivsolare Nutzung erhalten, zu 25% solarthermische Flächen und zu 25% photovoltaische Elemente.

Weiters wurden von den Konsulenten eingebracht, dass die senkrechte Ausrichtung der Flächen für die aktive Nutzung nicht optimal ist. Seitens der Konsulenten wurden angestellte Elemente vorgeschlagen.

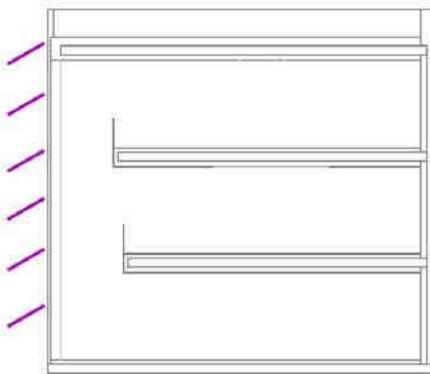


Abbildung 26: Schemaschnitt mit angestellten Elementen

Im Sinne einer verbesserten Gebäudeintegration schlugen die Architekten daraufhin die gefaltete Fassade vor, die bis zum Abschluss des Projektes erhalten blieb und auch wesentliches Erkennungsmerkmal des solaren Gebäudes ist.

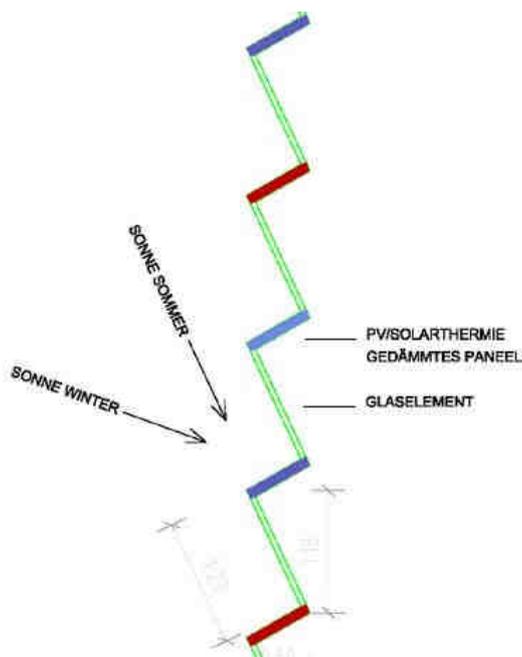
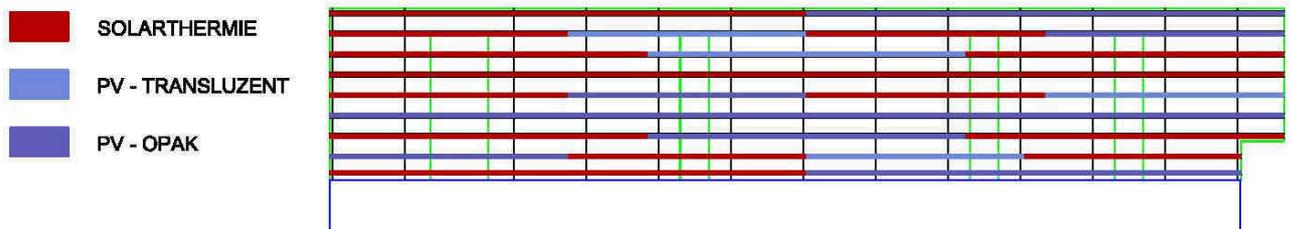


Abbildung 27: Ansicht und Schemaschnitt Südfassade

Mit dieser Geometrie wird einerseits der solare Eintrag auf die solaraktiven Elemente erhöht, andererseits der Eintrag auf die Fensterflächen im Sommer deutlich erhöht. Der optimale Anstellwinkel wurde von Seiten der Simulation berechnet und angegeben.

Die erläuternden Grafiken und der Nachweis der Optimierung finden sich unter Kap. 6.2

Durch die spezielle Geometrie der Südfassade konnte eine optimale Ausrichtung der Solarkomponenten und gleichzeitig eine Grundbeschattung für den Sommerfall erreicht werden. In der thermischen Simulation sind die Standardvariante und alle Varianten mit Ausnahme 6b und 6c ohne außen liegenden Sonnenschutz im Süden gerechnet. Es wird dort (Kap. 6.2) nachgewiesen, dass dies ohne Probleme möglich ist.

4.3.2.5 Speichermasse und Raumkonzept

Ein wesentliches Problem im Bürobau kann die sommerliche Überwärmung darstellen. Insbesondere süd orientierte Räume und hohe innere Lasten durch PC, Kopierer und dgl. führen rasch zu Werten außerhalb der Komfortzone.

Darauf wurde im vorliegenden Konzept auf 3 Arten reagiert.

4.3.2.5.1 Speichermasse

Alle Decken sind in Sichtbeton als speicherwirksame Massen gestaltet, die noch durch die thermische Aktivierung mit eingelegten Kühlschlangen unterstützt werden. Die im Bürobau sonst üblichen abgehängten Gipskartondecken, die auch im Entwurf für das restliche Gebäude vorgesehen sind, werden bei sunny research nicht ausgeführt.

Der Entwurf sunny research kann durch diese Maßnahme (keine Gipskartondecken) auch teilweise Raumhöhe einsparen, soweit die erforderliche Anbindung an das Hauptgebäude dies durch Rampen ermöglichte. Bei einem solitär konzipierten Gebäude, das nicht auf andere Bauteile Rücksicht nehmen muss, könnten durch diese Maßnahme noch weiteres Gebäudevolumen und dadurch Transmissionsverlustfläche eingespart werden.

Es ist ein wesentliches Merkmal energieeffizienten Bauens, Baustoffe nicht willkürlich sondern nach Maßgabe ihrer stofflichen Eigenschaften zu verwenden. Für hoch gedämmte Gebäude mit Kühllasten scheint aus momentaner Sicht eine tragende innere Struktur aus schweren, speicherfähigen Massen in Kombination mit einer nicht tragenden, hoch Wärmedämmenden Hülle ohne nennenswerte Speicherkapazität die sinnvollste Kombination darzustellen.

4.3.2.5.2 Volumen und Höhe

Das Raumkonzept ordnet im Süden nur temporäre Nutzungen mit großen Luftvolumen an, wodurch die Toleranzgrenze hinausgeschoben wird. Weiters erfolgt an der Südfassade über den mehrgeschossigen Luftraum durch eine Art Kamineffekt eine sehr wirksame Abführung der warmen Luft.

4.3.2.5.3 offenes Konzept

Durch das offene Raumkonzept wird „free cooling“ ermöglicht, wodurch ohne zusätzlichen Energieaufwand die eingespeicherte Tageswärme aus den Bauteilen zusätzlich mit der kühlen Nachtluft abgeführt werden kann.

4.3.3 wellness in work

Wie in Kap.4.1.2 ausgeführt können in Standardgebäuden verschiedene Defizite geortet werden, die direkt auf die Arbeitsbedingungen für die Nutzer Einfluss nehmen.

Es sind dies im Wesentlichen:

- eintönige Zellenstruktur
- 40 % der Grundrissfläche ohne natürliche Belichtung
- unattraktive Pause-, Kommunikations- und Wartebereiche
- große Nebenraumflächen
- hoher Anteil Erschließungsflächen
- veraltetes Raumangebot für moderne Arbeitsweisen
- hohe Gleichförmigkeit
- mangelnde Entspannungsmöglichkeit und Animierung
- mangelnde Frischluftversorgung
- Lufttrockenheit
- unkomfortable Kühlung
- ...

Schon im Projektantrag wurden als Entgegnung zu diesen Defiziten 3 Hauptschwerpunkte definiert, die folgend im ersten Ansatz dargelegt werden sollen.

4.3.3.1 Kontrast und Vielfalt

Die Orientierung des Baukörpers begünstigt die Verstärkung von Unterschieden, da diese auf natürliche Weise so und so vorhanden sind.

Dies kommt der Forderung nach Kontrast und Vielfalt entgegen, die für jeden Arbeitsplatz gestellt werden sollte. Diese Unterschiede müssen ausgebaut und ihre Qualität verstärkt werden. Die Grafik in Abbildung 29 aus dem Projektantrag von sunny research hat dieses Prinzip bereits veranschaulicht.

Die Grundrisstypologie sieht eine deutliche Differenzierung zwischen Nord und Süd vor. Im Norden befinden sich hochwertige Einzelbüros, der Südbereich ist offen gehalten. Zur Fassade befindet sich ein Luftraum über 3 Geschosse (siehe Abbildung 28)

Man sieht hier auch noch deutlich die ersten Entwicklungsstufen: unterschiedlich große Pflanzenpufferräume, 2 bis in die Mitte des Traktes reichende Lufträume (nicht nur an der Fassade, wie in späterer Folge)



Abbildung 28: Grundrisstypologie

Die starken Schwankungen hinsichtlich Jahreszeit und direkter solarer Einstrahlung können so als Qualität und als Kontrast zur Nordzone erlebt werden. Wenn die solare Einstrahlung den Blendschutz erforderlich macht, gleicht die Größe des Raumes den temporär mangelnden Außenblickbezug aus. Die Nutzer können so zwischen unterschiedlichen räumlichen Zonen wechseln und für die jeweilige Arbeit passende räumliche Bedingungen suchen.

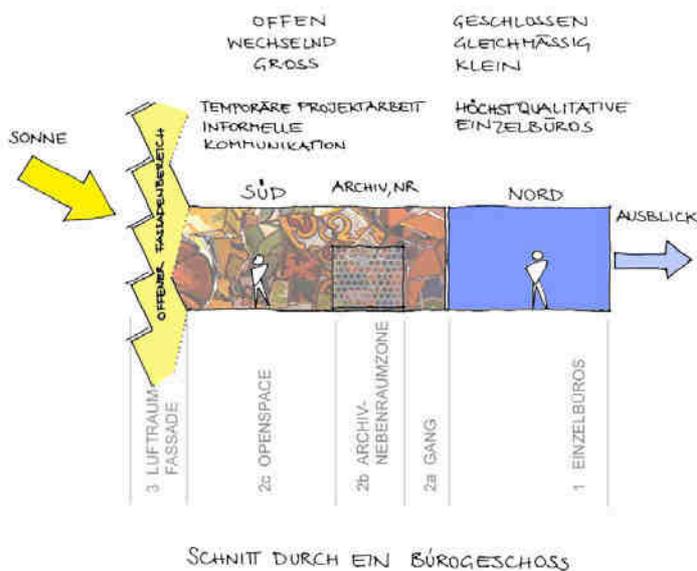


Abbildung 29: Diversität der Zonen

Es war vorgesehen, dass die Südzone alle Nebenräume und Kommunikationsräume aufnehmen sollte. Nebenraumzonen sollen offen und nicht raumhoch ausgebildet, wenn erforderlich, sollten semitransparente Abtrennungen verwendet.

Die schon beschriebene Einsparung an Nutzflächen in den Zellenbüros führt zu mehr Kommunikationsbereichen im Süden. Auch temporäre Teams können dort angesiedelt werden. Im ersten Konzept war noch nicht klar, wie gute Bedingungen im Südbereich herrschen würden.

Von vollwertigen Arbeitsplätzen in diesem Bereich wurde in dieser Phase des Konzeptes nicht ausgegangen. Es sollte sich erst später herausstellen, dass dies ohne Probleme möglich ist.

Wichtig war uns vor allem auch, dass die Mitarbeiter zum kurzzeitigen Verlassen ihrer Arbeitsplätze animiert werden sollten. Eine Pause von wenigen Minuten sollte darin bestehen können, direkt ab Verlassen des Einzelbüros andere räumliche und optische Bedingungen vorzufinden und nicht erst über einen langen künstlich belichteten Gang zum "Pausenraum" zu gelangen.

Weiters sollten die knapp dimensionierten Einzelbüros und die Attraktivität der Südzone die Mitarbeiter dazu veranlassen auch für kurze zweier und dreier Meetings die Arbeitsplätze zu verlassen und die Umgebung zu wechseln.

Wir glauben, dass diese Wechsel sehr effizient entspannen, die Leistungsfähigkeit erhöhen und mit einem Minimum an Zeit das maximale Ergebnis erzielen.

4.3.3.2 Licht

Tageslicht gehört zu denen Wichtigsten Qualitäten am Arbeitsplatz. Umso weniger zufrieden stellend ist es, wenn Standardbürogrundrisse 40% der Fläche ohne natürliche Belichtung aufweisen und die Fensterflächen der belichteten Räume zwar über der lt. Bauordnung erforderlichen Mindestfläche liegen, eine gute oder gar optimale Belichtung z.B. lt. dem Gebäudebewertungstool Total Quality damit aber noch lange nicht erreichen. (Hier wird für Büros ein Tageslichtquotient von 2% in 2m Raumtiefe für eine gute Belichtung gefordert)

Darüber hinaus ist die Größe der Fensteröffnungen auch zwischen Technikern ein konstantes Streitthema. Energiesparer tendieren zumeist dazu, notwendige Belichtungen zu definieren oder aus der Bauordnung zu übernehmen, und diese Mindestflächen mit dem Argument einhalten zu wollen, dass große Fensterflächen nur unnötige Kühllasten verursachen, und sonst keinen nennenswert positiven Effekt hätten.

Wir vertreten hier eine andere Position.

Tageslicht ist ein essentieller Lebensbestandteil des Menschen. Es ist für den Menschen wesentlich wichtiger als die meisten technischen Errungenschaften der Neuzeit.

Prinzipiell muss dabei beachtet werden, dass die Tageslichtmenge je nach Himmelszustand Tageszeit und Jahreszeit sehr stark variiert.

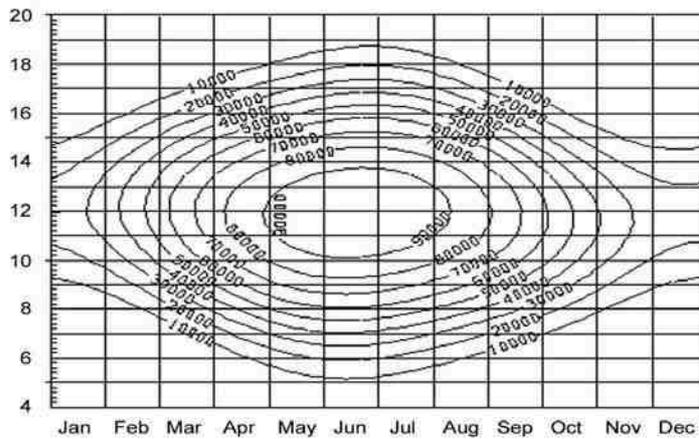
Ein Tageslichtquotient von 1,5% im Innenraum auf einer 85cm hohen Arbeitsfläche in 2m Entfernung vom Fenster (ein üblicher Wert in Standardgebäuden) bedeutet bei einer Außenbeleuchtungsstärke von 60 000 lx (klarer Himmel zu Mittag im März) einen Wert von 900 lx (auf der Arbeitsfläche), dem ist eine Normarbeitsplatzbeleuchtung von 500 lx gegenüberzustellen, die an einem sonnigen Tag zu Mittag im März noch klar überschritten wird. (200 lx wäre vergleichsweise der Einschaltenschwellwert für die künstliche Beleuchtung. Dieser liegt niedriger als die in der Norm geforderte Arbeitsplatzbeleuchtung, da dort zwischen Tagelicht und Kunstlicht nicht unterschieden wird. Der Wert ist also eher für Kunstlicht relevant. Bei Tageslicht - weil es als höherwertiges Licht angesehen wird-, werden Werte bis 200 lx noch gerade als ausreichend empfunden.)

Bei einer Außenbeleuchtungsstärke von 10 000 lx (bedeckter Himmel um 9h im März) werden im genannten Beispiel nur mehr 150 lx erreicht, also sogar der Einschaltenschwellwert für Kunstlicht wird unterschritten.

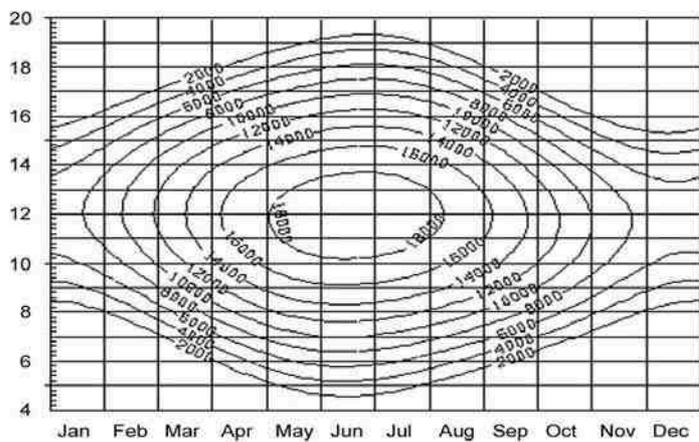
In den folgenden Diagrammen kann gut abgelesen werden zu welchen Zeiten und Himmelszuständen 33000 lx unterschritten werden, das entspricht im Modellfall den Zeiten, zu denen 500 lx Arbeitsplatzbeleuchtung unterschritten werden.

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Außenbeleuchtungsstärken in Wien für klaren, mittleren und bedeckten Himmel wiedergegeben.

Klarer Himmel



Bedeckter Himmel



Mittlerer Himmel

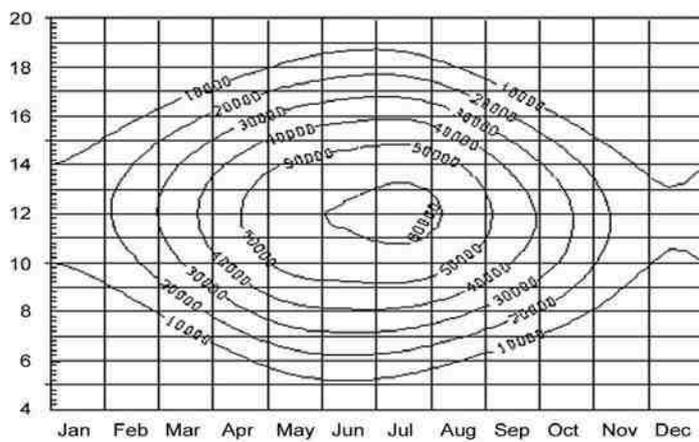


Abbildung 30: Außenbeleuchtungsstärken für Wien, klarer, mittlerer und bedeckter Himmel. Man kann gut erkennen wie stark die Außenbeleuchtungsstärke im Jahresverlauf, Tagesverlauf und je nach Bewölkung schwankt.

Große Fensteröffnungen und damit ausreichend Tageslicht bieten jedenfalls immer die Option, ein eventuelles zuviel auszublenden, kleine Fensteröffnungen können die Lichtmenge jedoch nicht vermehren.

Selbstverständlich sind Fenster sehr sensible Bauteile.

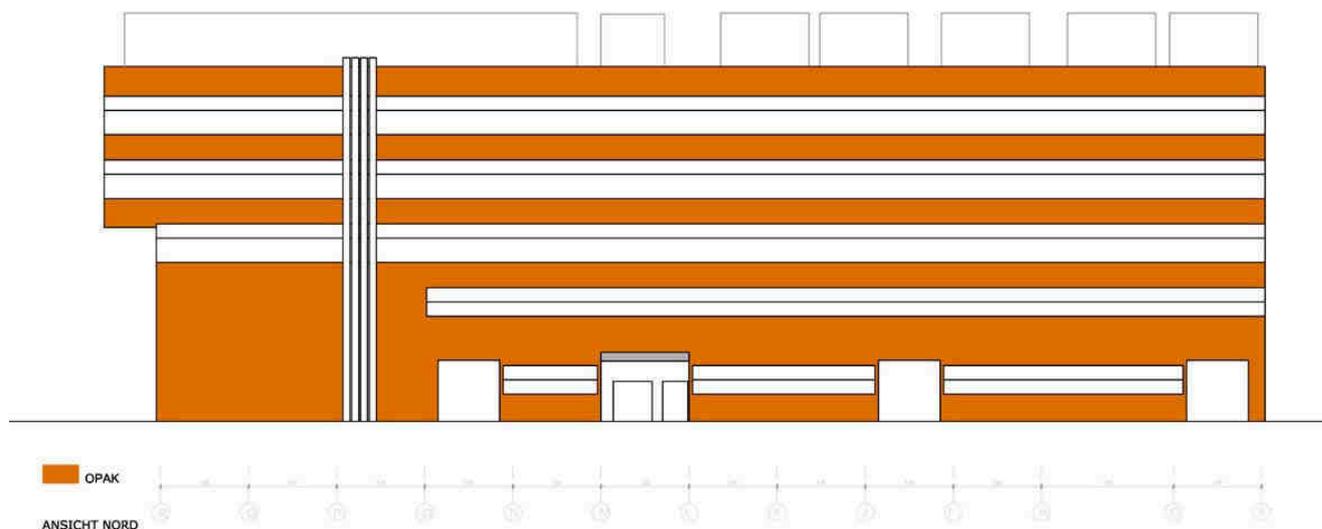


Abbildung 31: Ansicht Nord

Nach Norden orientiert, stellen sie im Vergleich mit einer gut gedämmten opaken Außenwand eine thermische Verlustfläche dar.

Nach Süden orientiert, bergen sie in größerer Fläche immer die Gefahr der sommerlichen Überwärmung des dahinter liegenden Raumes.

Trotzdem kann energieeffizientes Bauen kein Selbstzweck sein.

Die Tageslichtmenge und die Fenstergröße muss nach den Anforderungen für den Menschen definiert werden und zwar jedenfalls großzügig und mit Reduktionsmöglichkeiten, keinesfalls aber kann und soll ein energetisches Dogma die Fenstergrößen und damit die Tageslichtmengen für den Menschen bestimmen.

Im Gegenteil dazu muss immer nach einem Optimum für den Menschen gesucht werden, und dann die entsprechende, sinnvolle und nachhaltige technische Lösung dazu entwickelt werden.

Wir treten mit dem Gebäude sunny research den Beweis an, dass energieeffizientes Bauen und großzügige Belichtung keinen Widerspruch darstellen.

Wir haben bei sunny research die Südfassade mit maximaler Befensterung konzipiert und auch auf der Nordseite große Öffnungen vorgesehen.

Im ersten Entwurf war auch nordseitig Bandfenster ohne Sturz vorgesehen wie in Abbildung 31 festgestellt werden kann.

Weitere technische Werte und Details finden sich unter Kap. Kap. 7.8.1 und 7.13.1

4.3.3.3 Klimakomfort

Optimierung von Frischluft, Luftfeuchtigkeit, und Strahlungswärmekomfort

Ein wichtiger Beitrag der Haustechnik liegt neben den sinnvollen energieeffizienten Effekten auch im Bereich des Wohlbefindens und der Gesundheit.

Mit dem vorliegenden Raumkonzept konnten die derzeitigen technischen Möglichkeiten sehr wirksam auf einen Bürobetrieb abgestimmt werden.

Ein optimaler Klimakomfort war ausgeprägtes Anliegen des Konzeptes.

4.3.3.3.1 Frischluft

Im Vergleich zu einem konventionell ausgeführten Standardgebäude (Fensterlüftung) ist das Gebäude sunny research selbstverständlich mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ausgestattet, die ganzjährig für die erforderliche Frischluft sorgt.

Im Gegensatz zu konventionellen Lüftungsanlagen sollte bei sunny research untersucht werden, wie weit es möglich ist, die Luft ausschließlich in die Zellenbüros im Norden einzubringen und die Südzone ausschließlich Überströmzone zu behandeln.

Die kompakten Einzelarbeitsräume im Norden werden daher über die Lüftungsanlage mit optimal konditionierter Frischluft versorgt in einer Qualität, die hinsichtlich CO₂-Spiegel und Luftfeuchte über den Normwerten liegt. (Das erforderliche Luftvolumen für die Südräume wird hier mit eingebracht)

Die entsprechenden Luftmengen sind in Kap. 6.2 näher dargestellt.

Die Südzone wird durch die offene Anlage als Überströmzone ausgebildet.. Die Luftströmung wird über die natürliche Thermik über den mehrgeschossigen Luftraum an der Südfassade der Wärmerückgewinnung zugeführt

4.3.3.3.2 Luftfeuchtigkeit

Die Bereitstellung der notwendigen Luftfeuchtigkeit ist in Bürogebäuden ein hartnäckig negiertes Thema.

Im Unterschied zu Wohnungen, wo es zahlreiche und theoretisch ausreichende innere Feuchtquellen gibt, weist das Bürogebäude hier im Winter und in der Übergangszeit klare Defizite auf.

Entsprechend den Erkenntnissen aus dem Forschungsprojekt „Themenwohnen Musik“ wurde die Verwendung von Pflanzen zur ökologischen Luftfeuchtkonditionierung hier hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf den Bürobau untersucht.

Die Problematik zu trockener Luft im Winterbetrieb ist hier wie vorab erwähnt wesentlich ausgeprägter vorhanden und kann durch die vorgesehenen, Licht gesteuerten Pflanzen-Pufferräume behoben werden.

Die Dimensionierung war auf die Anforderungen des Bürobetriebes anzupassen, wobei die pflanzenphysiologischen Daten aus Themenwohnen Musik übernommen werden konnten.

Im ersten Stadium des Konzeptes wurde von einer Befeuchtung ausschließlich über die Pflanzenpufferräume ohne Feuchtrückgewinnung ausgegangen. (siehe Abbildung 32)

Gleichzeitig leisten diese Feuchtegeneratoren neben ihrer physiologischen Funktion auch einen erheblichen psychologischen Beitrag als interne „Grünräume“ zu einem angenehmen und produktiven Arbeitsklima.

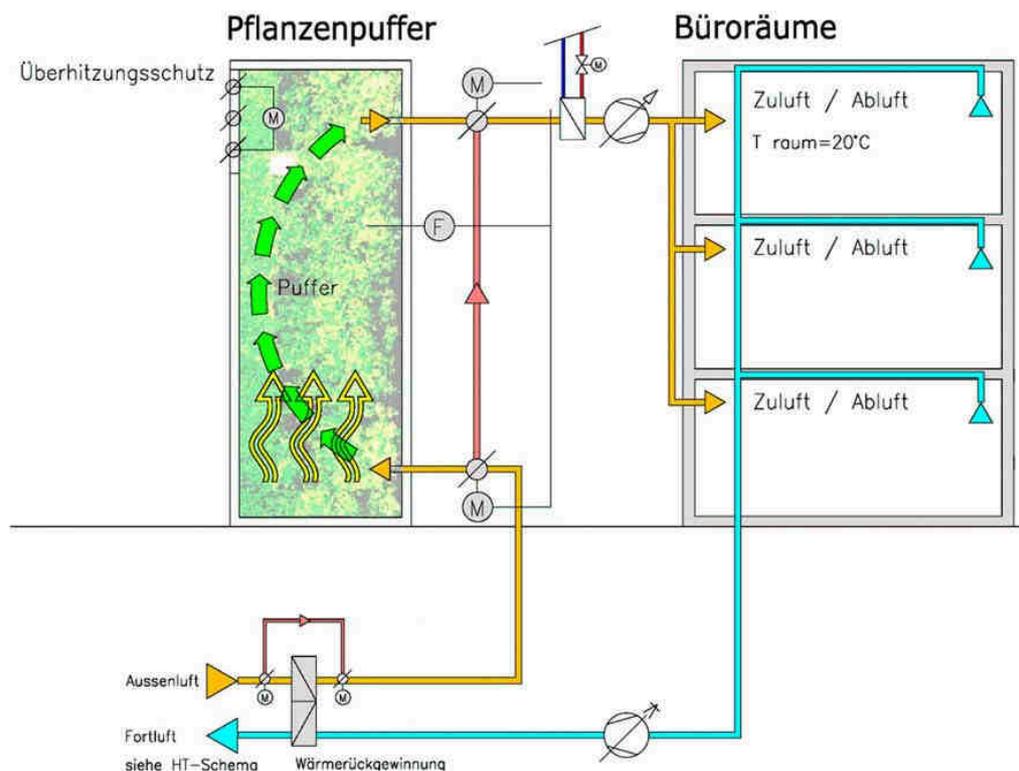


Abbildung 32: System Pflanzenpuffer

4.3.3.3 Strahlungswärme/Kälte-Komfort

Der nach der Wärmerückgewinnung und dank der hoch Wärmedämmenden Hülle geringe verbleibende Heizwärmebedarf wird im ersten Konzept über die thermoaktive Decke gedeckt. Dies gewährleistet einen hohen Strahlungswärme-Komfort.

Individuell regelbare Heizpaneele als Ergänzung wurden vom Konsulenten für Haustechnik vorgeschlagen, da der Individualität von dieser Seite großer Stellenwert beigemessen wird.

Als Architekten halten wir die Verwendung von mehreren Systemen bei so geringen Lasten für übertrieben, und würde lieber mit einer Aufklärung und Information der zukünftigen Nutzer reagieren und das System schlank halten.

Ob die hohe Individualität in der Einflussnahme auf die Raumtemperatur in Zukunft ein wesentliches Kriterium sein wird, oder ob es gelingen wird, die Nutzer davon zu überzeugen, dass die geringen Lasten mit möglichst wenig Systemen abgedeckt werden sollten, und dass daher die individuelle Regelbarkeit bei gleichzeitiger Gewährleistung eines hohen Allgemeinkomforts zu diesen Gunsten zurückgedrängt werden sollte, wird die Zukunft weisen.

Die Kühlung erfolgt im Unterschied zu konventionellen Bürogebäuden über free cooling (spezielle Fensterbauteile s. Kap. 7.13.1) ergänzt durch die temporäre Zuschaltung der thermoaktiven Decken in der Nacht und die Temperierung (Kühlung) der Zuluft.

Die Diagramme zeigen während des ganzen Jahres behagliche Temperaturen (im grünen Bereich). Var. 03 ohne Nachtluftwechsel, Var. 04 mit free cooling (2fachem LW) in der Nacht. Im Südraum ist die höhere Temperaturspreizung hauptsächlich im Winter und in der Übergangszeit zu erkennen, im Sommer bleibt auch hier die Temperatur im behaglichen Bereich. Dank Grundwasserkühlung und thermoaktiver Decken könnte die Temperatur im Sommer ohne wesentlichen Anstieg des Primärenergiebedarfes noch weiter gesenkt werden (siehe Simulation, Var. 3A).

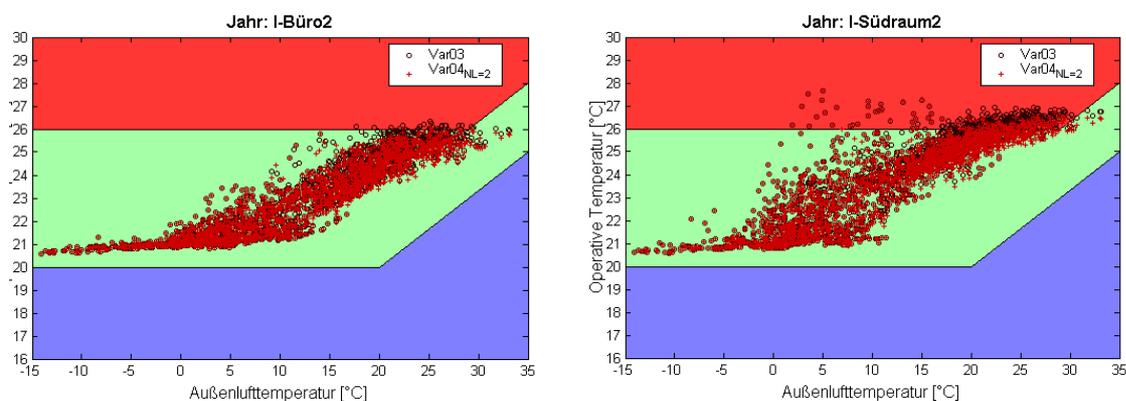


Abbildung 33: Empfundene Raumtemperatur gegen Außenlufttemperatur links im Nordraum, rechts im Südraum (Innenmodul). Behaglichkeitsdiagramm nach DIN 1946 / Teil II

4.3.4 Integration

Mit dem vorhergehend beschriebenen Bündel an gestalterischen und technischen Maßnahmen konnte ein integriertes Gesamtkonzept entwickelt werden, dass innovativ auf die Nutzeranforderungen und die bau- und haustechnischen Anforderungen an energieeffizientes Bauen reagiert.

4.4 Darstellung des Gebäudes im ersten Konzept

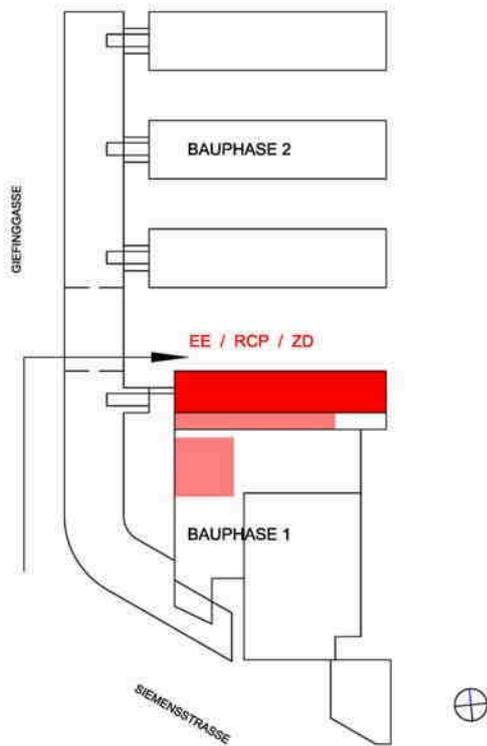


Abbildung 34: Lageplan



Abbildung 35: Erdgeschoss

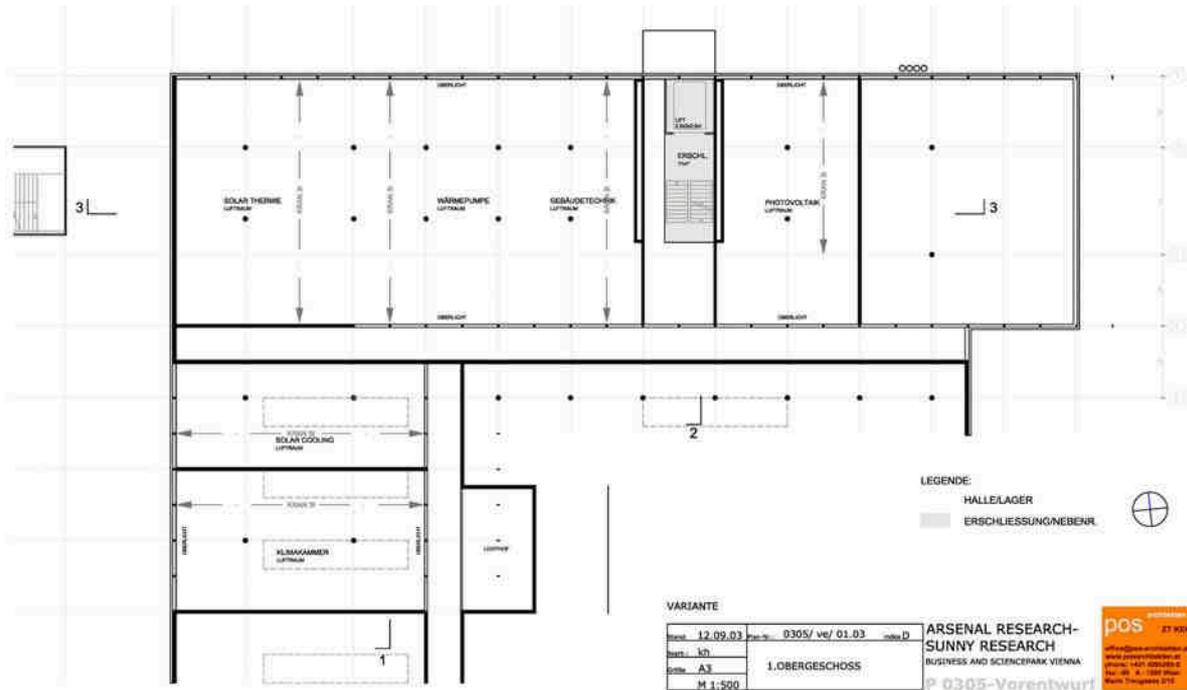


Abbildung 36: 1.Obergeschoss



Abbildung 37: 2.Obergeschoss

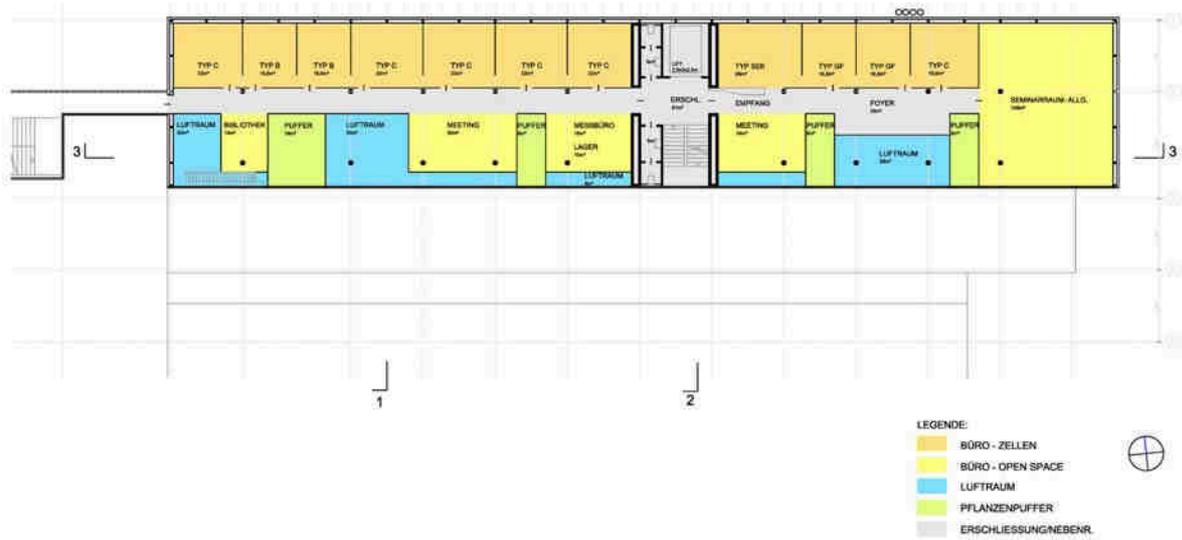


Abbildung 38: 3. Obergeschoss

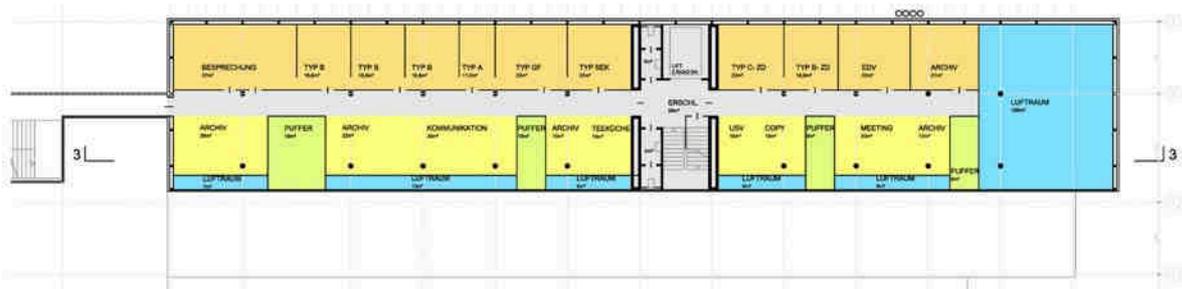


Abbildung 39: 4. Obergeschoss

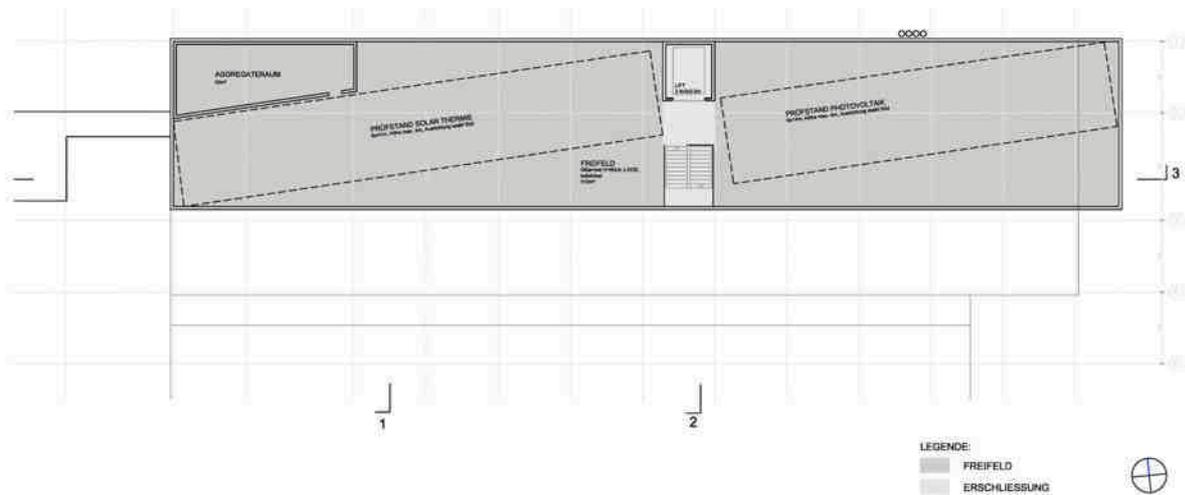


Abbildung 40: Dachdraufsicht

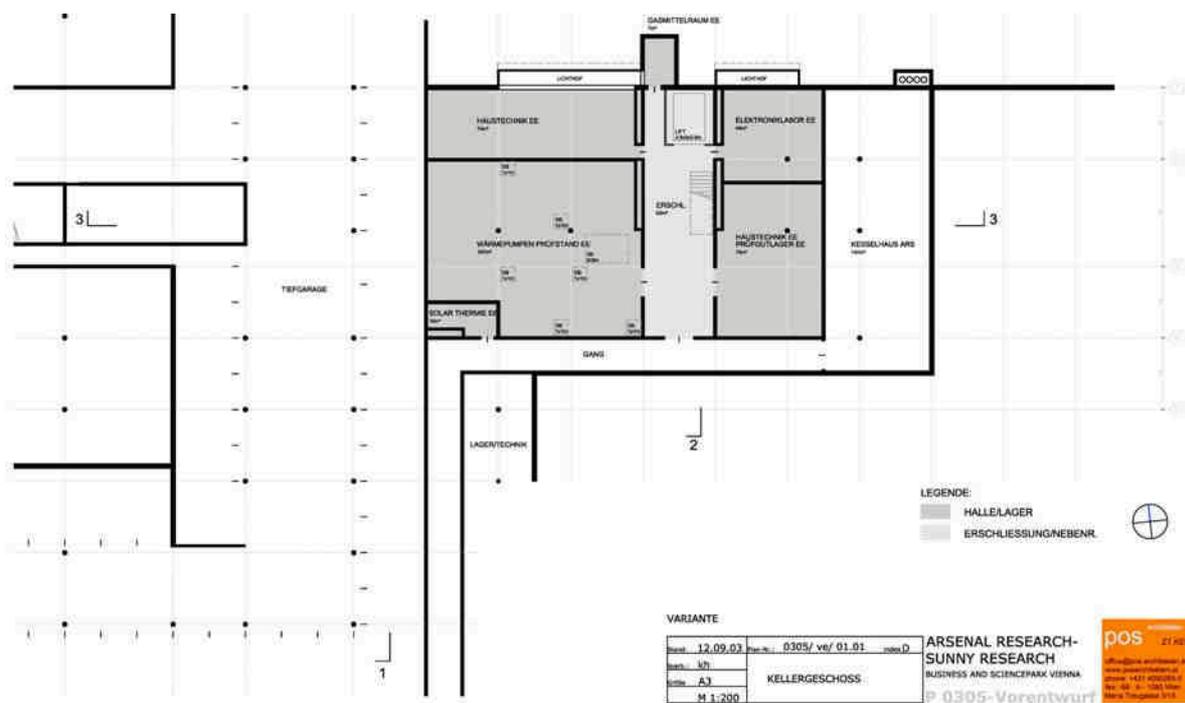


Abbildung 41: Kellergeschoss

VARIANTE		ARSENAL RESEARCH-SUNNY RESEARCH BUSINESS AND SCIENCEPARK VIENNA P. 0305-Vorentwurf	
Datum: 12.09.03	Proj.-Nr.: 0305/ve/01.01		
Arch.: JKH			
Stufe: A3	KELLERGESCHOSS		
M 1:200			

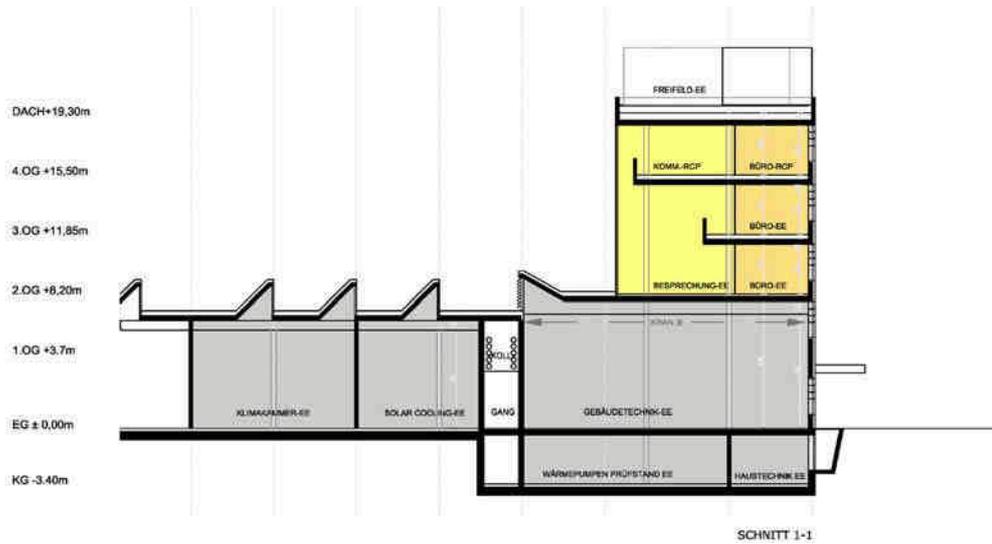


Abbildung 42: Querschnitt

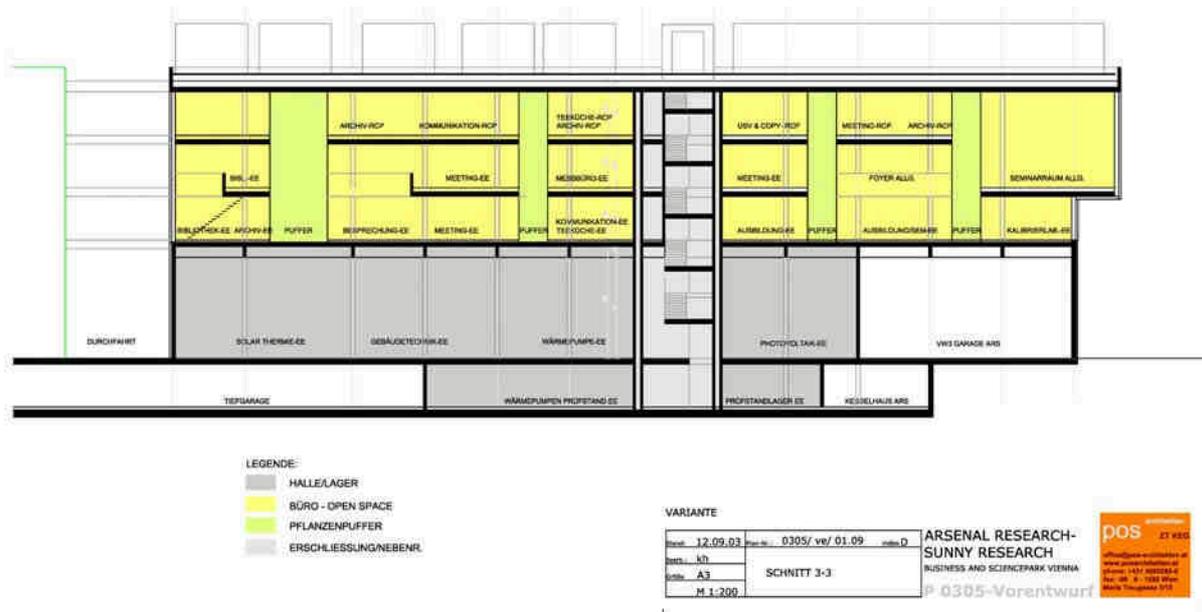


Abbildung 43: Längsschnitt

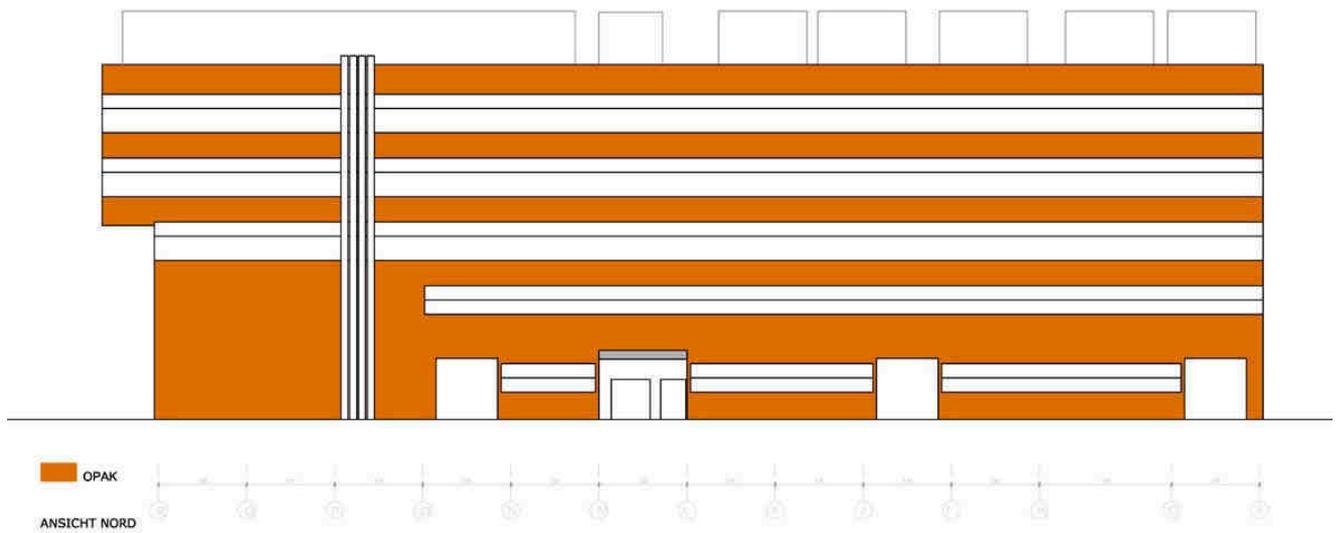


Abbildung 44: Ansicht Nord

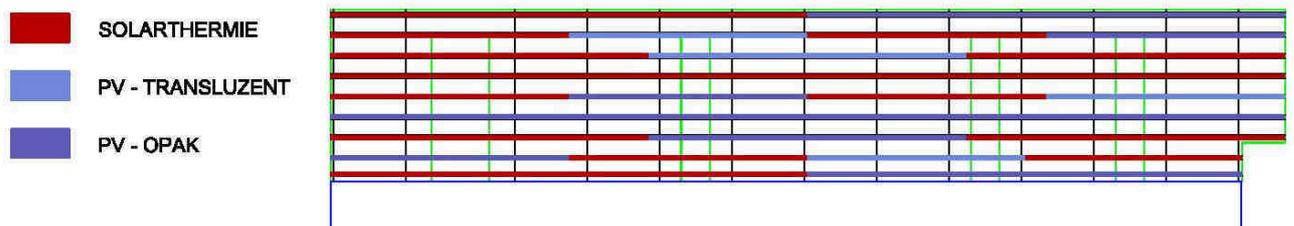


Abbildung 45: Ansicht Süd

5 Erstes Energiekonzept

5.1 Konzeptfindung

Es wurden unterschiedliche Systeme zur Energieerzeugung, zur Belüftung, Heizung und Kühlung von Büro-, Besprechungsräume und von Prüfstandshallen untersucht. Zuerst wurden verschiedene Energieerzeugungsvarianten erstellt, welche unterschiedliche Raumklimakonzepte zur Folge haben. Zusätzlich wurden die "weichen Faktoren" wie Funktionalität, Nutzerakzeptanz und Behaglichkeit in die Bewertung mit einbezogen. In einer Gesamtzusammenfassung sind die geschätzten Investitionskosten dargelegt.

5.2 Energieerzeugung

Folgende Varianten standen zur Diskussion:

1. Energieerzeugende Adsorptionskältemaschine
2. Grundwassernutzung
3. DEC-System

5.2.1 Variante I - Adsorptionskältemaschine, Rückkühler, Schichtspeicher

Systembeschreibung

Die Wärme für das Heizungssystem wird über thermische Kollektoren, Abwärme der Prüfstände und ein Nachheizwerk (z.B.: Fernwärme) bereitgestellt und in einem Groß-Schichtenspeicher zur Entkopplung von Bedarf und Angebot gespeichert. Die Kälteversorgung erfolgt über eine Adsorptionskältemaschine. Zur Entkopplung von Angebot und Bedarf und Verringerung der Taktung der Kältemaschine wird ein Kaltwasserspeicher eingesetzt.

Die Grundraumheizung erfolgt über TAD (Thermisch Aktive Decken), eine Regelung wird über Heizkörper ermöglicht.

Raumkühlung erfolgt ebenfalls über TAD (Rückkühlung im Nachtbetrieb über Rückkühlwerk) und bleibt damit ungeregelt.

Vorteile

- Es erfolgt eine Nutzung von Sonnenergie und Abwärme für heizen und kühlen.
- Schichtenspeicher dient zur Speicherung von Abwärme und thermische Solarenergie.
- Rückkühlwerk der Adsorptionskältemaschine wird nachts zur Entladung der TAD genutzt.
- Die geringe Vorlauftemperatur für TAD ermöglicht hohen Nutzungsgrad für Kollektoren und Abwärme.

Nachteile

- Es ist ein Nachheizwerk als konventionelles Nachheizsystem erforderlich.
- Es ist keine Zuluftentfeuchtung möglich.
- Adsorptionskältemaschine nicht in allen Leistungsklassen verfügbar.
- Die TAD kann nur nachts gekühlt werden.

Kosten ca. 798.000 € netto

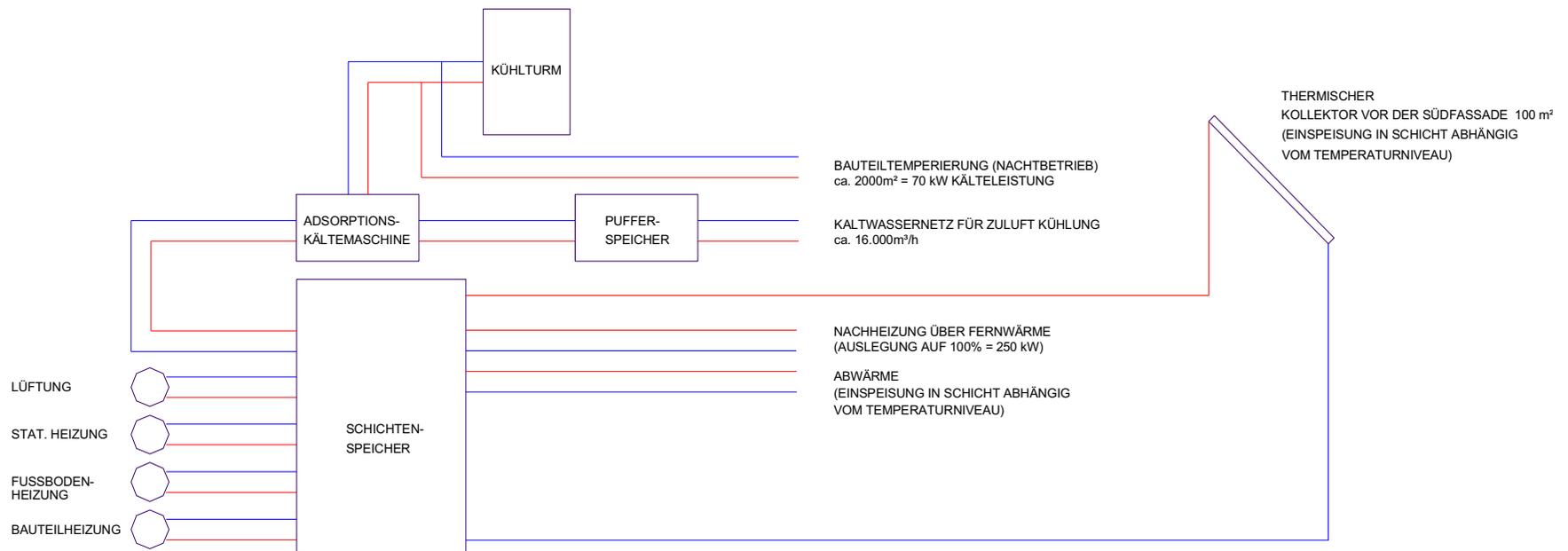
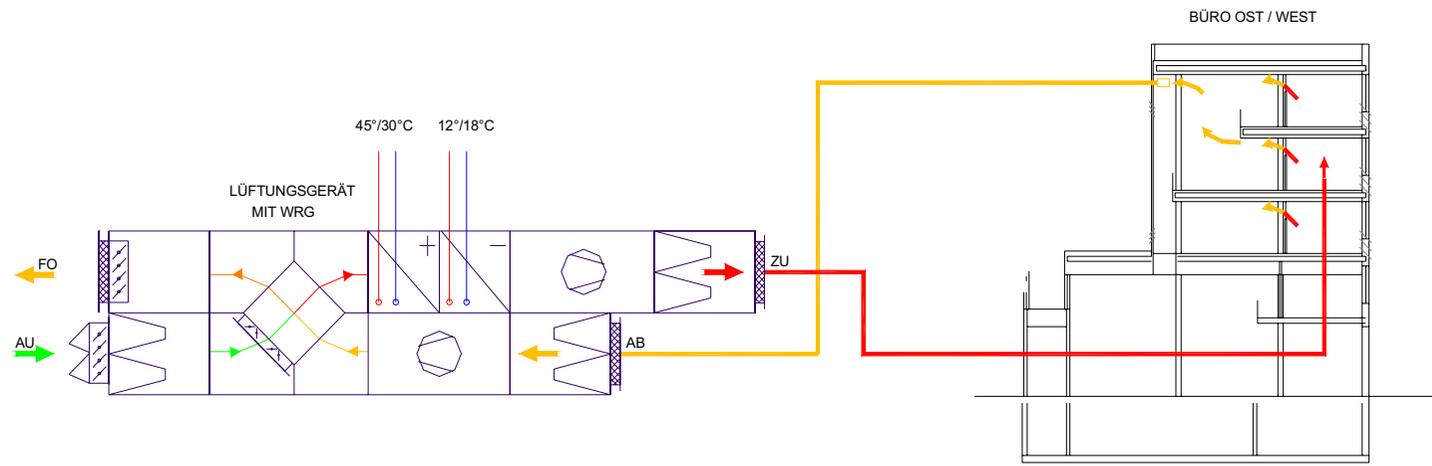


Abbildung 46: Variante I - Adsorptionskältemaschine, Rückkühler, Schichtspeicher

5.2.2 Variante II - Grundwassernutzung, Schichtspeicher

Systembeschreibung

Die Wärme für das Heizungssystem wird über eine Grundwasserwärmepumpe und Abwärme der Prüfstände bereitgestellt, welche zur Entkoppelung von Angebot und Bedarf in einen Groß-Schichtenspeicher gespeichert wird. Die Kälteversorgung erfolgt über einen Grundwasserwärmetauscher.

Die Grundraumheizung erfolgt über TAD (Thermisch Aktive Decken), eine Regelung wird über Heizkörper ermöglicht.

Raumkühlung erfolgt ebenfalls über TAD (Rückkühlung im Nachtbetrieb über Rückkühlwerk) und bleibt damit unregelt.

Alternativ:

Einsatz eines Deckensegel zur Regelung bei heizen und kühlen.

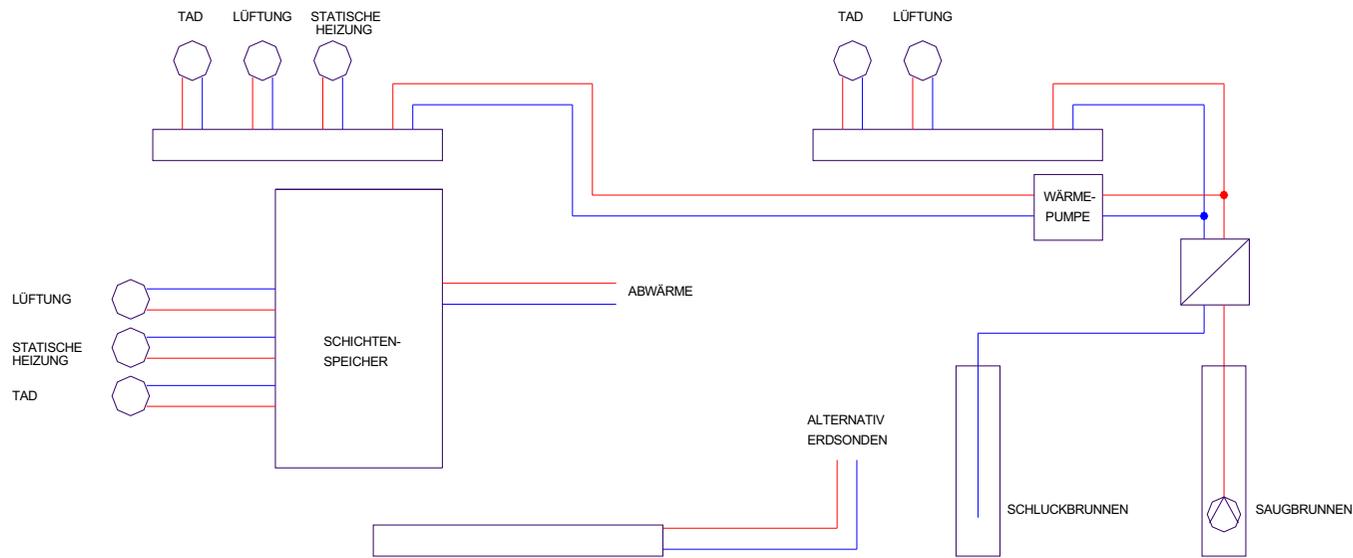
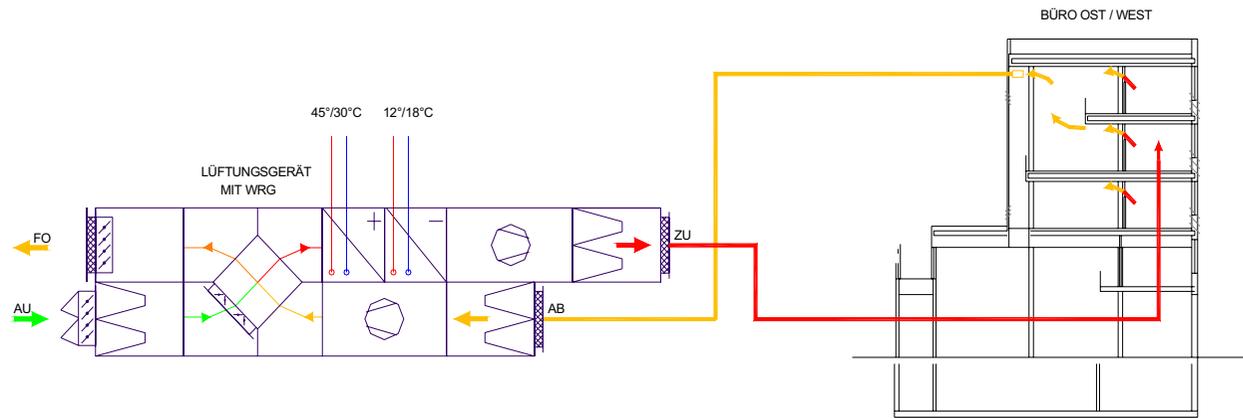
Vorteile

- Es erfolgt eine Nutzung von Umweltenergie und Abwärme für heizen und kühlen.
- Ein Geringer Platzbedarf im Gebäude ist notwendig.
- TAD kann auch tagsüber gekühlt werden.
- Die geringe Vorlauftemperatur für TAD im Heizbetrieb ermöglicht eine hohe Arbeitszahl der Wärmepumpe.

Nachteile

- Stromverbrauch für Wärmepumpe muss bereitgestellt werden
- Es ist keine Zuluftentfeuchtung möglich.
- Die geologischen Voraussetzungen und eine Genehmigung für Grundwassernutzung sind erforderlich

Kosten ca. 791.700 € netto



Abbildung

47:

Variante

II

-

Grundwassernutzung,

Schichtspeicher

5.2.3 Variante III - DEC, Schichtspeicher, Kälteerzeugung über KKM

Systembeschreibung

Die Kühlung der Zuluft erfolgt über eine DEC-Anlage mit folgender Regelung:

- Stufe 1: adiabate Kühlung der Abluft, indirekte Zuluftkühlung über Wärmerückgewinnung
- Stufe 2: zusätzliche Entfeuchtung der Außenluft über Sorptionsrad, Zuluftbefeuchtung, Regeneration des Sorptionsrades über Luftkollektoren, Abwärme oder Nachheizwerk.

Die Abwärme der Prüfstände wird in einem Groß-Schichtenspeicher gespeichert und zur Wärmeversorgung des Heizungssystems verwendet. Die Luftkollektoren werden im Winter für Luftvorwärmung Hallen eingesetzt.

Für Räume mit zwingend einzuhaltenden Raumtemperaturen (z.B. Kalibrierlabor) werden Splitklimateure vorgesehen.

Raumheizung erfolgt über statische Heizkörper oder Fußbodenheizung, die Raumkühlung über Nachtlüftung (geöffnete Klappen)

Vorteile

- Es erfolgt eine Nutzung von Sonnenenergie und Abwärme für heizen und kühlen
- Es ist eine Zuluftentfeuchtung möglich

Nachteile

- Es ist ein Nachheizwerk (z.B.: Fernwärmeheizung) als konventionelles Nachheizsystem erforderlich
- Es ist keine Speicherung der Solarwärme möglich
- Die Kaltwasserversorgung für Labore erfolgt über Kompressionskälte
- Behaglichkeitsdefizit kann bei längeren Hitzeperioden auftreten, da aktive Kühlung nur über Nachtlüftung erfolgt (keine TAD).
- Hoher Platzbedarf für Lüftungsgeräte ist erforderlich

Kosten ca.755.700 € netto

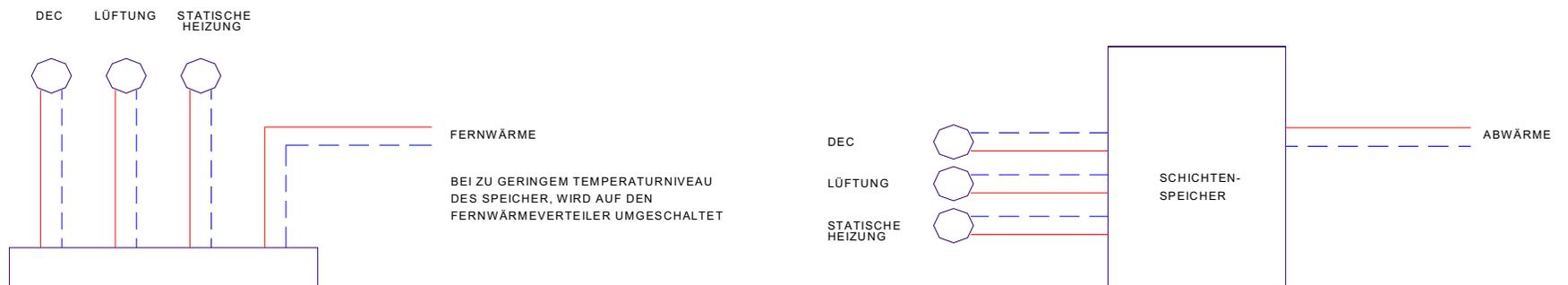
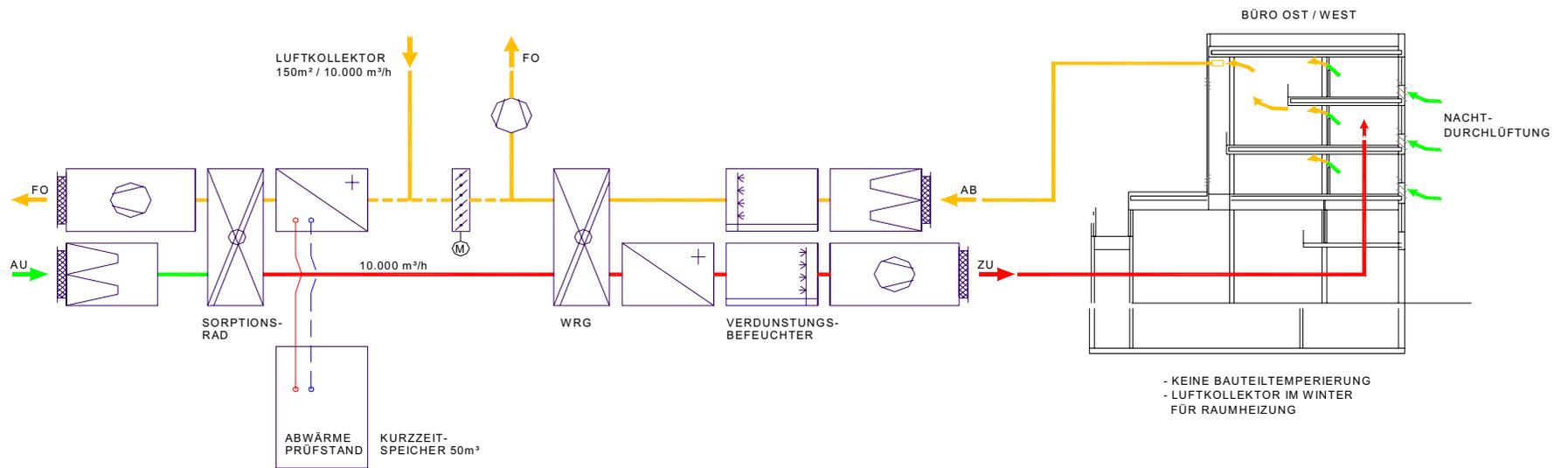


Abbildung 48: Variante III - DEC, Schichtspeicher, Kälterzeugung über KKM (Kompressionskältemaschine)

Diese Systeme wurden unter folgenden Gesichtspunkten für dieses Projekt bewertet:

- Erzielbaren Komfort
- Technischer Aufwand
- Investitionskosten
- Nachhaltigkeit
- Innovationsgehalt
- Betriebs- und Wartungskosten
- Energiebedarf / Primärenergiebedarf

Variante 2 wurde aufgrund dieser Bewertungskriterien als für dieses Bauvorhaben sinnvollste Variante ausgewählt.

5.3 Haustechnikkonzept Bürobereich

5.3.1 Nordbereich

Es werden eine mechanische Lüftung, eine Bauteiltemperierung zur Beheizung und Kühlung und statische Heizflächen zur Nachregelung vorgesehen (siehe Abbildung 49).

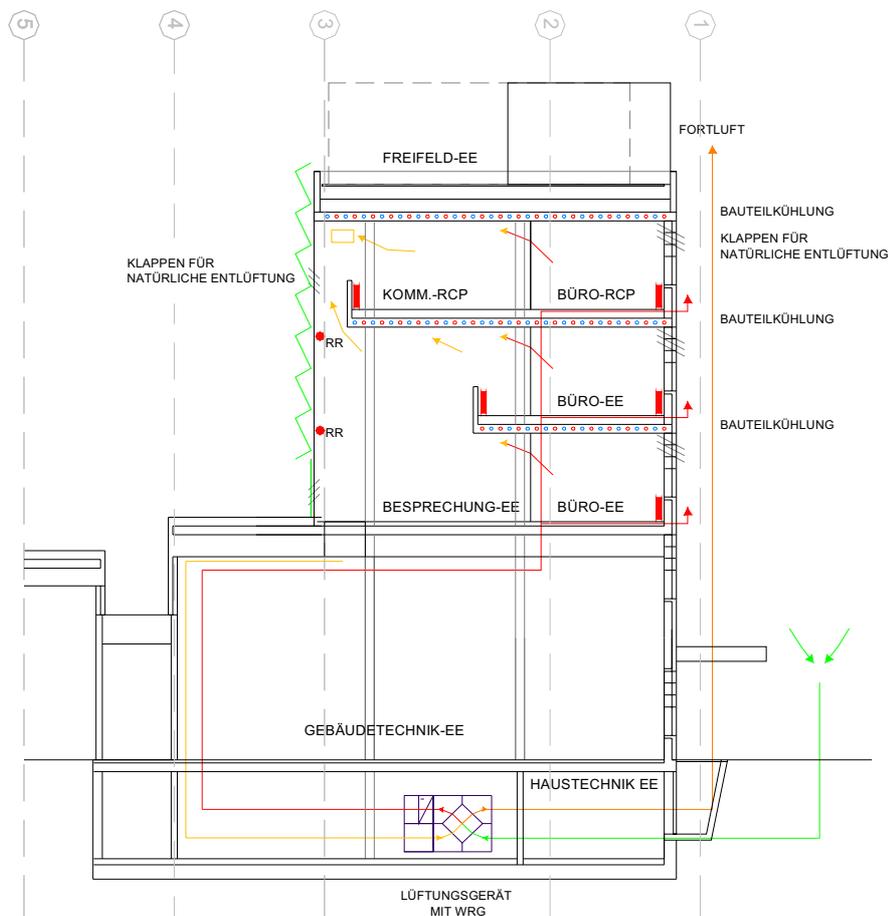


Abbildung 49: Energieverteilung Bürobereich

Lüftung

Die Büros werden mittels Quellluft mechanisch belüftet. Die Abluft strömt über eine noch zu entwerfende Überströmöffnung in den Open Space Bereich über.

Heizung/Kühlung

Die Grundheizung und die Kühlung erfolgen über die Bauteilheizung / -kühlung, die aus wasserdurchströmten Leitungen in der Konstruktionsebene besteht. Die temperierten Betondecken geben die Wärme- bzw. Kälteenergie nach oben und unten an die jeweiligen Räume ab. Durch die großen energieübertragenden Flächen genügen geringe Temperaturdifferenzen zum Heizen und Kühlen. Weiterhin wirkt die Masse der Betondecken als Zwischenspeicher. Dadurch kann die Nachtkühle als Kältequelle genutzt werden.

Für die verbesserte individuelle Regelbarkeit im Winter wird ein Heizkörper mit Thermostatventil vorgesehen. Alternativ könnten im Randbereich in den Decken oder Fußböden schneller regelbare Heizelemente vorgesehen werden. Die Kühlung erfolgt über die TAD ungeregelt.

Vorteile

- sehr gute Luftqualität, hohe Behaglichkeit
- schnelle Regelbarkeit im Winter gegeben
- niedrige Vorlauftemperatur für Bauteilheizung
- Rückkühlung der Bauteilkühlung nachts möglich

Nachteile

- Begrenzte Kühlleistung
- im Sommer ungeregelt
- Akustik vorab genau prüfen

5.3.2 Südbereich (Open Space)

Es werden eine mechanische Lüftung, eine Bauteiltemperierung zur Beheizung und Kühlung und eine Fußbodenheizung/kühlung vorgesehen.

Lüftung

Die mechanische Lüftung für diesen Bereich wird durch Überströmung aus dem Bürobereich. Die Absaugung erfolgt am höchsten Punkt an der Südfassade und wird dann zur Wärmerückgewinnung zum Lüftungsgerät zurückgeführt. Zur Überhitzungsvermeidung werden Fassadenklappen im unteren und oberen Fassadenbereich vorgesehen.

Heizung/Kühlung

Falls nötig wird zur Vermeidung von Kaltluftabfall an der Fassade im 3./4.OG eine Rippenrohr vorgesehen (lt. Ergebnisse Simulation).

Der Open Space Bereich wird temperiert und kann bei Nutzung über die Fußbodenheizung/-kühlung im 2. OG nachgeregelt werden.

Alternativ könnte eine schnellere und individuellere Regelfähigkeit erreicht werden, wenn die Nachheizung und -kühlung über Deckensegel erfolgt.

Die Kühlung erfolgt über die TAD ungeregelt.

Vorteile

- Gute Luftqualität, hohe Behaglichkeit
- Regelbarkeit im Winter gegeben

Nachteile

- Begrenzte Kühlleistung
- im Sommer ungeregelt
- Akustik vorab genau prüfen
- Schallübertragung zwischen den Räumen und Etagen beachten
- Brandschutzsituation klären
- höhere Vorlauftemperatur durch Rippenrohrheizung

5.3.3 Grünpuffer

Der Grünpuffer wird zur Befeuchtung der Zuluft im Winter verwendet. Hierfür ist es erforderlich, die Zuluft über den gesamten Puffer zu führen und am höchsten Punkt durch eine Abteilung oder über ein Glasrohr abzusaugen. Die Luftgeschwindigkeit im Pflanzenpuffer ist $\leq 0,2\text{m/s}$ vorzusehen. Um Schwitzwasser und Schimmelbildung an der Außenfassade zu verhindern, wird hier seitens der Architekten eine Dreifachverglasung mit thermisch entkoppelten Profilen vorgesehen. Im Sommer kann der Grünpuffer keine haustechnische Anwendung finden. Um Hitzestau in ihm zu verhindern, ist er über Klappen im Dach und im Fassadenbereich abzulüften. Um eine Überhitzung im 4.OG Open Space Bereich zu verhindern, wird hier seitens der Architekten geprüft, ob eine Überhöhung im Bereich der Fassade möglich wäre. Die sich im höchsten Punkt anstauende Wärme könnte somit leicht über das Abluftband in der Fassade abgelüftet werden. Weiterhin wäre es möglich, die Lüftungsanlage nur im Zuluftbetrieb zu betreiben und den Abluftventilator auszuschalten.

5.4 Haustechnikkonzept Hallenbereich

Lüftung/Heizung/Kühlung

Hallen unter Bürobereich:

Die Beheizung der Halle erfolgt über eine in drei Zonen aufteilbare Warmluftheizung/ Kühlung mit eigenständigen Nachheiz-/kühlregistern für folgende Bereiche:

- Solarthermie, Gebäudetechnik, Wärmepumpe EG
- Photovoltaik
- Wärmepumpe UG

Durch die Luftheizung/Kühlung werden eine schnelle Regelbarkeit und eine ausreichende Frischluftversorgung auch für diese großen Raumtiefen erreicht. Zur Entwärmung der Photovoltaikhalle, sowie der Solarthermehalle werden die wärmeentwickelten Lampen eingehaust und direkt abgesaugt. Die abgesaugte Luft kann im Winter zur Vorwärmung der Außenluft der normalen Hallenlüftung dienen. Auf eine Außenluftvorkonditionierung über einen Erdkanal kann bei Einsatz der Grundwasserkühlung verzichtet werden.

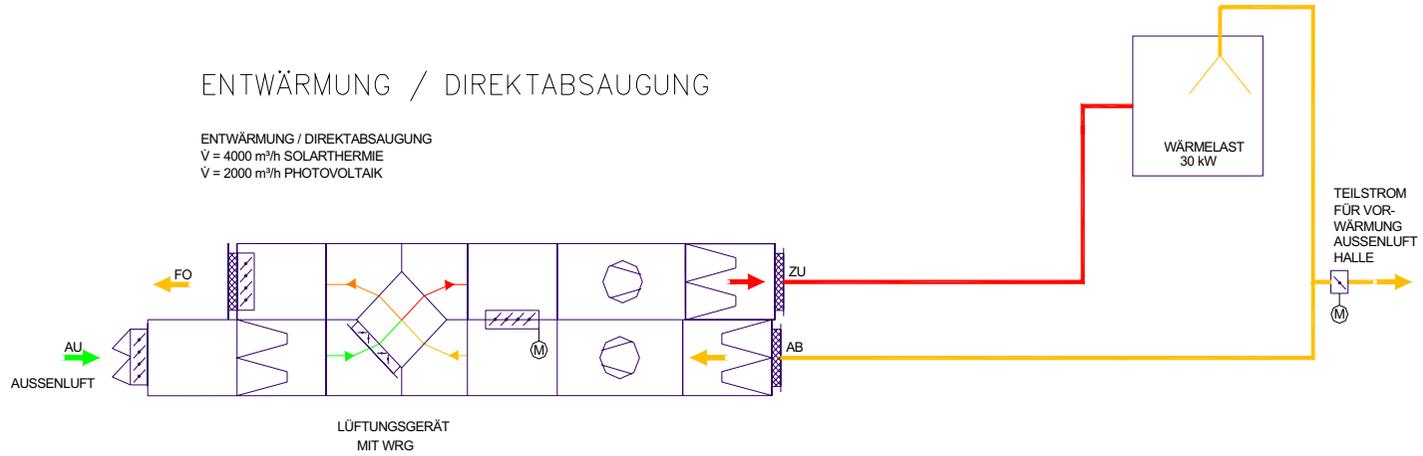
Die Halle Solar Cooling wird natürlich über Oberlichter in der Fassade und über das Sheddach gelüftet, die Beheizung erfolgt über statische Heizflächen. Dadurch werden die hohen Anforderungen an eine mechanische Lüftung in diesem ex-geschützten Bereich vermieden.

Das Klimalabor wird natürlich über Oberlichter in der Fassade und über das Sheddach gelüftet, die Beheizung erfolgt über statische Heizflächen.

Für alle Hallen gilt, dass eine Nachlüftung über Oberlichter mit entsprechenden Klappen und Wetterschutzgittern möglich ist.

ENTWÄRMUNG / DIREKTABSAUGUNG

ENTWÄRMUNG / DIREKTABSAUGUNG
 $\dot{V} = 4000 \text{ m}^3/\text{h}$ SOLAR THERMIE
 $\dot{V} = 2000 \text{ m}^3/\text{h}$ PHOTOVOLTAIK



HALLENLÜFTUNG:

$\dot{V} = 6000 \text{ m}^3/\text{h}$
 $\Delta p = 450 \text{ Pa}$
 Umluftbetrieb möglich

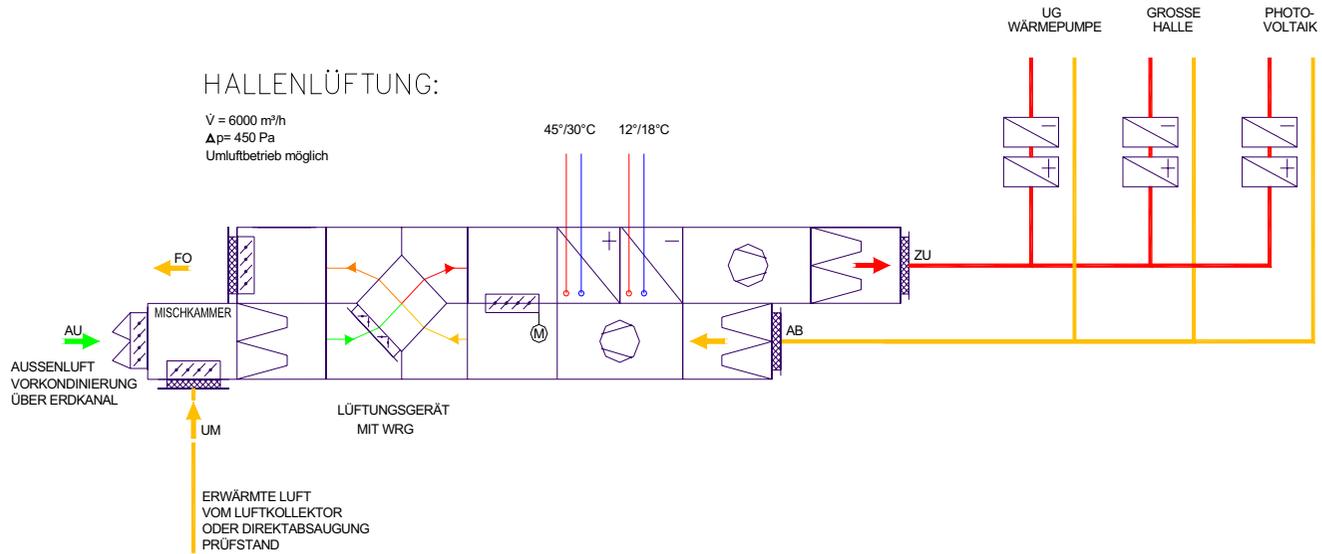


Abbildung 50: Schema Hallenbereich

5.5 Kostenschätzung

Kälteerzeugung	Wärmeerzeugung	Büro Heizung, Kühlung, Lüftung	Labor Heizung, Kühlung, Lüftung	Kosten Heizung, Kälte	Kosten Lüftung	Kosten MSR	Kosten Sanitär	Kosten Gesamt
Adsorptionskältemaschine (AKM) zur Erzeugung von Kaltwasser (Antrieb über Abwärme und thermischen Kollektor)	Abwärmenutzung, thermischer Kollektor, Fernwärme	Sommer: Zuluftkühlung über AKM, Raumkühlung über TAD (Rückkühlwerk) Winter: Zuluftbefeuchtung über Pflanzenpuffer, Raumheizung über TAD, statische Heizkörper bzw. FBH.	Sommer: Zuluftkühlung über Erdkanal, Umluftkühlgeräte über AKM Winter: Luftheizung Zuluftvorwärmung über Erdkanal und Abwärme (Luft)	346.500	218.000	119.000	115.200	798.700
Grundwasser zur Erzeugung von Kaltwasser	Abwärmenutzung, Grundwasserwärmepumpe (evtl. thermischer Kollektor)	Sommer: Zuluftkühlung über Grundwasser, Raumkühlung über TAD oder Deckensegel (Grundwasser) Winter: Zuluftbefeuchtung über Pflanzenpuffer, Raumheizung über TAD oder Deckensegel	Sommer: Zuluftkühlung über Grundwasser, Umluftkühlgeräte über Grundwasser. Winter: Luftheizung Zuluftvorwärmung über Erdkanal und Abwärme (Luft)	351.500	218.000	107.000	115.000	791.700
Wie Variante II, nur Erdsonden statt Grundwasser								
DEC zur Zuluftkühlung und -entfeuchtung (Antrieb über Luftkollektor und Abwärme), Kaltwassererzeugung für Labor über Splittklimageräte	Abwärmenutzung, Fernwärme	Sommer: Zuluftkühlung über DEC, Kühlung der Speichermassen im Raum über Nachtlüftung Winter: Zuluftbefeuchtung über Pflanzenpuffer, Raumheizung über statische Heizkörper bzw. FBH	Sommer: Zuluftkühlung über Erdkanal, Umluftkühlgeräte über Splittklimageräte Winter: Luftheizung Zuluftvorwärmung über Erdkanal, Luftkollektor und Abwärme (Luft)	226.500	328.000	86.000	115.200	755.700
Wie Variante II, nur Wasser statt Luftkollektor								

Tabelle 3: Kostenschätzung Haustechnikvariante

5.6 Energieeinsparpotential

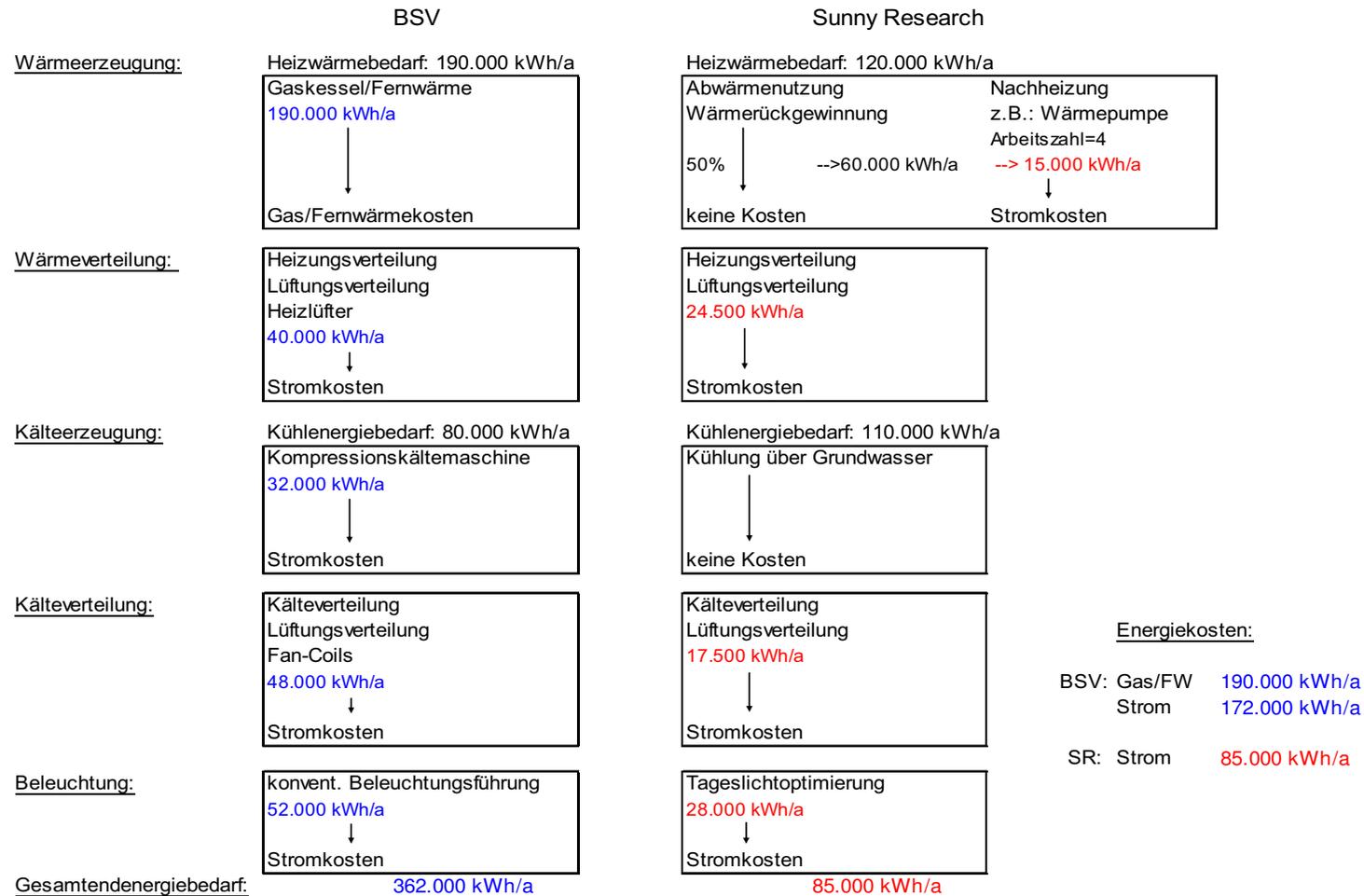


Abbildung 51: Systemvergleich – Energieeinsparpotential

Um die Energieeinsparung zu ermitteln wurde zuerst ein Systemvergleich der beiden Energieversorgungs- und Verteilungssysteme erstellt (siehe Abbildung 51). So konnte der jährliche Energiebedarf für Heizung, Kühlung, Energieverteilung und Beleuchtung ermittelt werden. Auffallend ist, dass nicht nur in der Energieversorgung, sondern auch in der Energieverteilung ein erhebliches Einsparpotential vorhanden ist.

5.7 Energiekosteneinsparung

Die Energiekosteneinsparung bei einem Vergleich der beiden Systeme miteinander am Beispiel der Fernwärme Wien und Wienstrom für zehn, fünfzehn und zwanzig Jahre ist in Abbildung 52 dargestellt.

		Energiekosten für 1 Jahr [€]	Energiekosten* für 10 Jahre [€]	Energiekosten* für 15 Jahre [€]	Energiekosten* für 20 Jahre [€]	doppelte Energiekosten* für 15 Jahre [€]
BSV:						
Fernwärme Wien:	190.000 kWh/a 54.5 €/MWh	10.355				
Wienstrom:	172.000 kWh 0.0794 €/kWh	13.657				
Gesamt:		24.012	260.112	409.330	574.069	818.660
Sunny Research:						
Strombedarf:	85.000 kWh/a					
PV-Anlage:	32.000 kWh/a					
Wienstrom:	53.000 kWh/a 0.0794 €/kWh	4.200	48.150	78.100	112.850	156.200
Einsparung:		19.812	211.962	331.230	461.219	662.460

Förderung WWFF: 662.460€ - 331.230€ = 331.230

*bei 3% Energiekostensteigerung pro Jahr

Abbildung 52: Energiekosteneinsparung

6 Dynamische Gebäudesimulation

6.1 Gebäude für die Simulation (Index F)

Bevor die thermische und die Strömungssimulation begonnen wurde, war klar geworden, dass eine Realisierung von sunny research im Rahmen der 1. Bauphase des Business & Science Park Vienna wie ursprünglich geplant nicht möglich sein würde.

Das Projektteam beschloss daraufhin, das Projekt in der Weise abzuändern, dass die Spezifika, die aus den Anforderungen des speziellen Nutzers Arsenal Research resultierten, zugunsten einer allgemeiner umsetzbaren Variante aufgegeben werden sollten und das Projekt entsprechend abgeändert und umgeplant werden sollte.

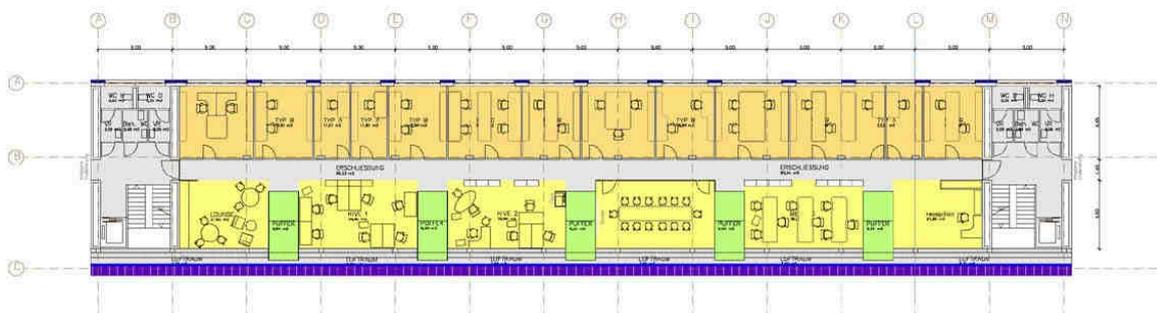


Abbildung 53: Grundriss Index F

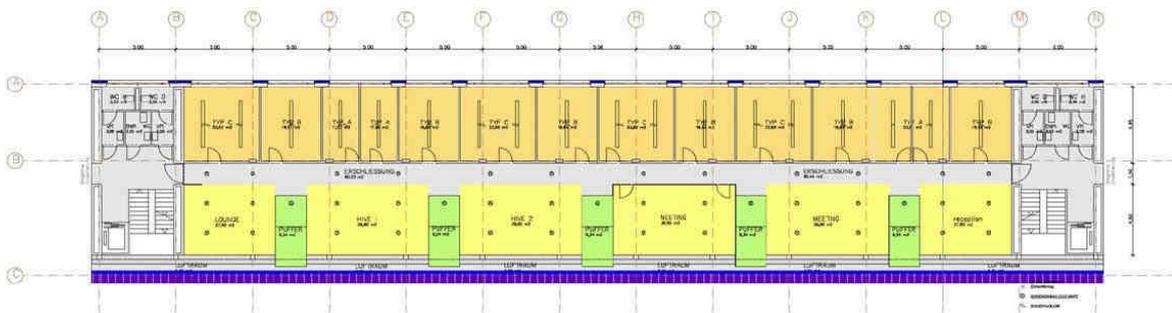


Abbildung 54: Grundriss mit Beleuchtungsanordnung, Index F

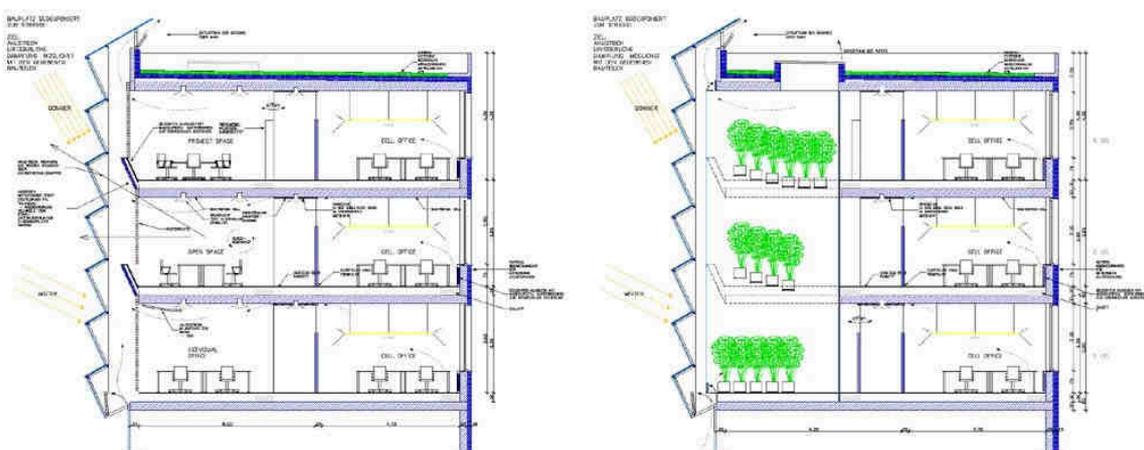


Abbildung 55: Regelschnitt, und Schnitt durch den Grünpuffer, Index F

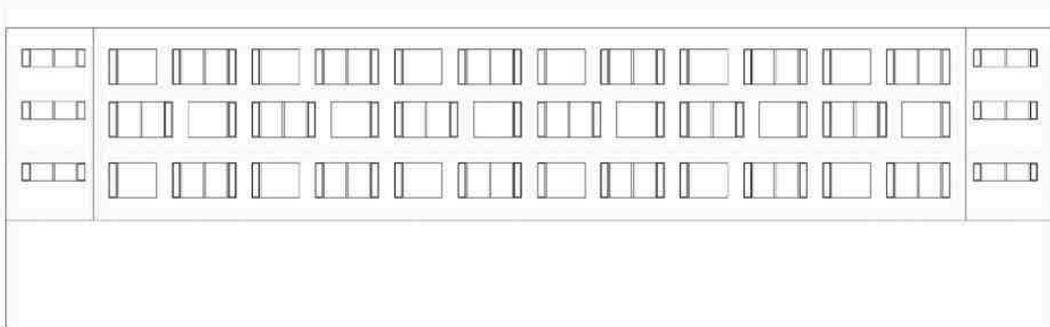
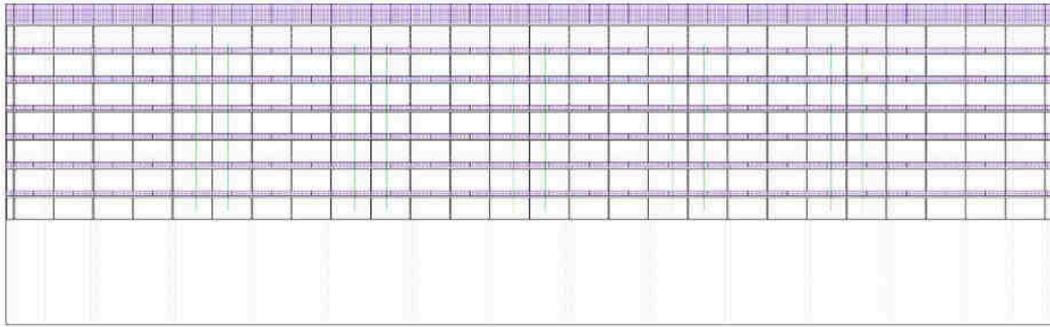


Abbildung 56: Süd und Nordansicht, Index F

6.1.1 Änderungen im Entwurf

6.1.1.1 Lage der Kerne

Dies betraf zuerst die Lage der Erschließungskerne. Die Erschließungskerne im 1. Entwurf waren vom Gesamtprojekt determiniert worden (Anschluss an Keller, Tiefgarage und den Hauptbaukörper). Ihre Lage in der Mitte des Grundrisses war unter allgemeinen Gesichtspunkten nicht wirklich günstig. Im ursprünglichen Entwurf zerschnitt das mittlere Stiegenhaus den Grundriss, die maximalen Fluchtweglängen waren nicht ausgenützt.

Daher wurden für die Weiterbearbeitung zwei Stiegenkerne an den Enden des Grundrisses angeordnet. Dies schafft eine doppelt so große, zusammenhängende Nutzfläche pro Geschoß, normalerweise ein wichtiges Verwertungsargument.

6.1.1.2 Flächen, Nutzungszuordnung

Das spezifische Raumprogramm von Arsenal Research wurde aufgegeben. In weiterer Folge wurde ein Raumprogramm für ein „normales“ Büro/Gewerbegebäude zugrunde gelegt, mit „üblichen“ Raumgrößen für A (1 Arbeitsplatz), B (2 AP) und C (3 AP) Typen. Die Minimierung der Einzelräume, die im 1. Entwurf umgesetzt worden war, um die allgemeinen Flächen und Kommunikationsbereiche vergrößern zu können, wurde aufgegeben.

Ein Standardgebäude hat normalerweise ein ungefähres Flächenverhältnis von 80 zu 20 zwischen Arbeitsplatzzugeordneten Flächen (Zellenbüros, Großraumbüros) und direkten Nebennutzflächen (Teeküche, Lager, Archiv, Kopierraum, Besprechungsbereiche, sog. Kommunikationsflächen)

Im 1. Entwurf war hier ein Verhältnis von ca. 60/40 gewählt worden, da die Gesamtflächen fix vorgegeben waren und durch die mit den Nutzern abgestimmte Minimierung der direkten Arbeitsplatzflächen eine Aufwertung der Kommunikationsflächen vorgenommen werden konnte. Daraus hatte sich dann im Grundriss eine Aufteilung Nord–Arbeitsplätze, Süd-Nebenzonen, Kommunikationsbereiche realisieren lassen.

Für einen unbekanntem Nutzer konnte diese Verteilung nicht sinnvoll aufrechterhalten werden.

6.1.1.3 Nutzungsvarianten in der Südzone

Unter normalen, jedenfalls unbekanntem Nutzungsannahmen musste zu dem vorgenannten Verhältnis 80/20 zurückgekehrt werden. Das bedeutete, dass auch in der Südzone permanente Nutzungen angenommen werden mussten. Es war ein Teil der Simulation nachzuweisen, dass dies möglich ist.

Weiters blieben wir bei dem Ansatz, dass im Süden keine Zellenbüros geplant werden sollten, aus den unter 4.3.1.3 beschriebenen Gründen.

Es wurden jedoch 3 räumliche Varianten für mögliche permanente Nutzungen entwickelt, die näher unter 7.5.5 beschrieben sind.

6.1.1.4 Vereinheitlichung Grundrissstruktur, Flexibilität

Für die Büros wurden 3 Breiten festgelegt: 4 Achsen für Typ C, 3 Achsen für Typ B und 2 Achsen für Typ A. Im Grundriss folgen einander 4-Achser und 3-Achser in kontinuierlicher Reihe. Von der ursprünglichen gewünschten totalen Flexibilität der Nordzone in Kombination mit Bandfenstern und einer Änderbarkeit der Teilung in jeder Achse wurde abgegangen. Gespräche mit diversen Büroimmobilienerrichtern und Verwertern hatten ergeben, dass eine tief greifende Änderung der Raumteilung selten durchgeführt wird.

Wir beschränkten uns daher in der Nordzone in weiterer Folge darauf, dass C Typen jeweils in 2 A Typen geteilt werden können. In Kombination mit den Möglichkeiten der Südzone schien dies eine ausreichende, gute und kostengünstige Lösung.

6.1.1.5 Nordfassade

In Zusammenhang mit den Änderungen der Grundrissstruktur wurde auch eine neue Nordfassade entwickelt. Es wurde versucht, im Norden die Flächenanteile der Fenster zu verkleinern. Entsprechend der Grundrissstruktur mit abwechselnd C (bzw. 2A) und B Typen, wurde eine klassische Lochfassade entwickelt mit einer teilbaren Fensterkombination für C Typen, und einer Kombination für B Typen. Diese Veränderungen wurden in Abstimmung mit dem Lichtplaner durchgeführt, der mit Tageslichtsimulationen den TQ, den Tageslichtquotienten in verschiedenen Raumtiefen überprüfte.

Aus den Lichtberechnungen geht hervor, dass für die qualitätvolle tiefe Ausleuchtung der nördlichen Zellenbüros besonders wichtig die sturzffreie Ausführung der Fensteröffnungen ist. Hingegen bringt eine leichte Einengung der Breite durch massive Fensterpfeiler keine spürbaren Verschlechterungen. Daher wurden in weiterer Folge Fassadenstudien abgehend vom Fensterband mit Lochfassade untersucht. Der Vorteil besteht in der konstruktiv und bautechnisch einfacheren und billigeren Ausführung. Um die Flexibilität in der inneren Aufteilung zwischen Einzel- Doppel- und Tripelbüros zu unterstützen wurde eine Fensteranordnung entwickelt, die durch versetzten Achsraster und wechselnde Öffnungsbreiten vielfältige Möglichkeiten bietet.



Abbildung 57: Fensterband Fassadenausschnitt

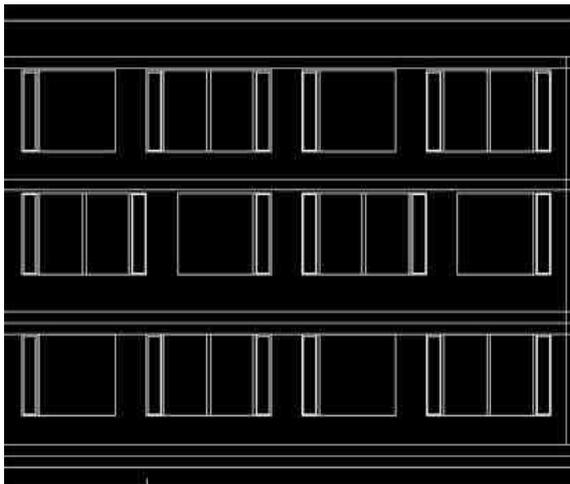


Abbildung 58 Vergleich Letztstand Lochfassade Ausschnitt

Weiters wichtig für die Entwicklung der Fassade war die Optimierung der Tageslichtausbeute durch möglichst große Glasflächen und Fixverglasungen (s. Kap. 7.8).

6.1.1.6 Lage und Größe der Pflanzenpuffer

Auch die Lage und Größe der Pflanzenpuffer in der Südzone wurde vereinheitlicht.

Es wurden 5 gleich große Pufferräume festgelegt und eine Bestückung mit 60 Pflanzen festgelegt

6.1.1.7 Anordnung der Pflanzen, Optimierung der Pufferbelichtung

Die Pflanzen *Cyperus Alternifolius*, wie unter 7.6.1 beschrieben, verändern mit der Lichtmenge ihre Transpirationsleistung. Für die therm. Simulation musste daher der Tageslichtquotient für die einzelnen Pflanzenstandorte ermittelt werden. Gleichzeitig war es wichtig, die Lichtausbeute zu optimieren, damit die Pflanzen möglichst wenig künstlich beleuchtet werden müssen, jedenfalls nicht zu einer Zeit, zu der die Beleuchtung nur der Lebenserhaltung der Pflanze dienen würde und keine Feuchteleistung erforderlich wäre.

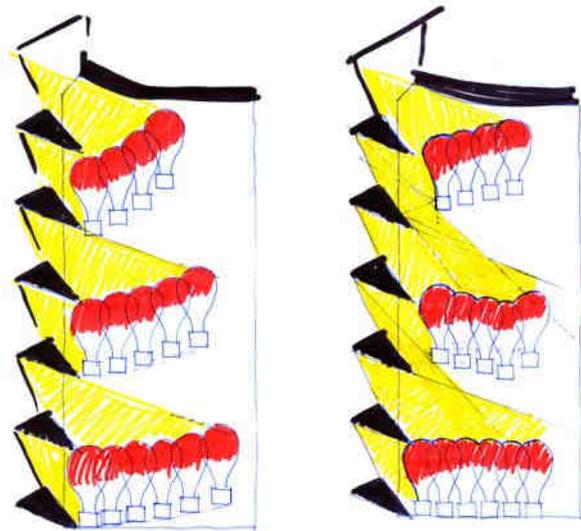


Abbildung 59 Anordnung der Pflanzen für optimale Pufferbelichtung

Im Rahmen der thermischen und der Strömungssimulation vorausgehenden Berechnungen und Optimierungen wurde festgestellt, dass der Puffer ein Oberlicht erhalten muss.

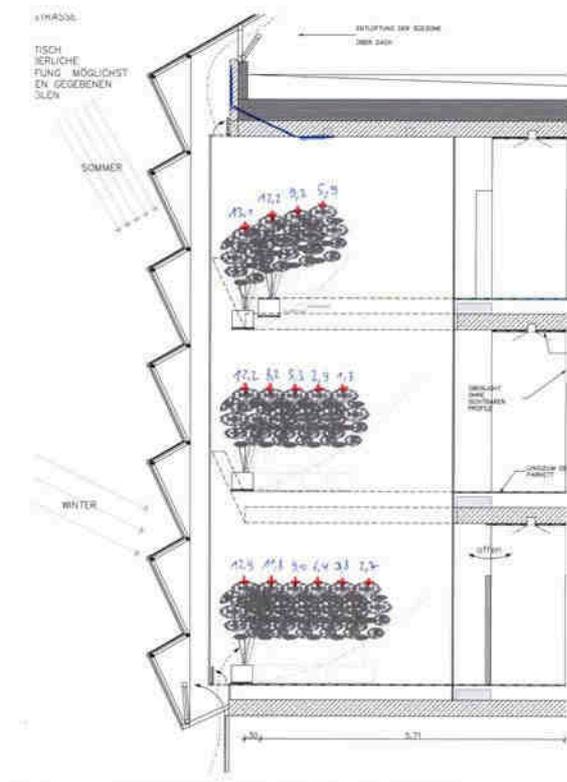


Abbildung 60: TQ Pflanzen, 1. Anordnung

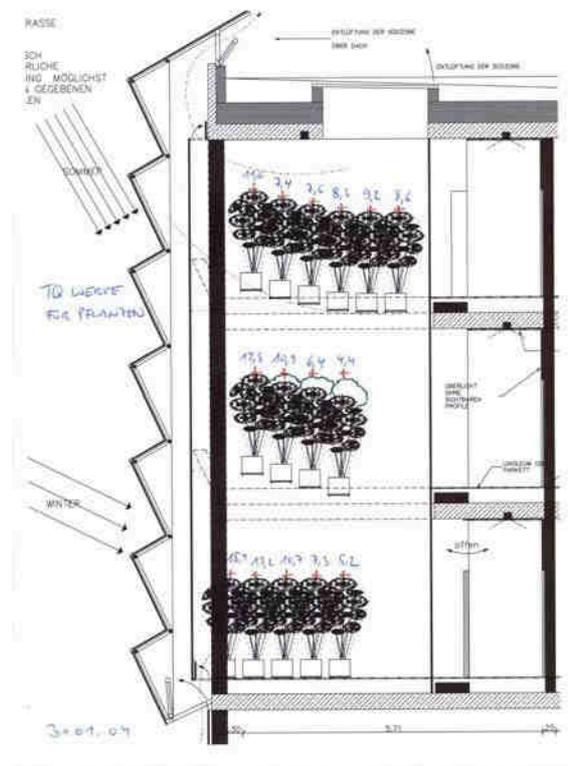


Abbildung 61: TQ Pflanzen, nach d. Optimierung

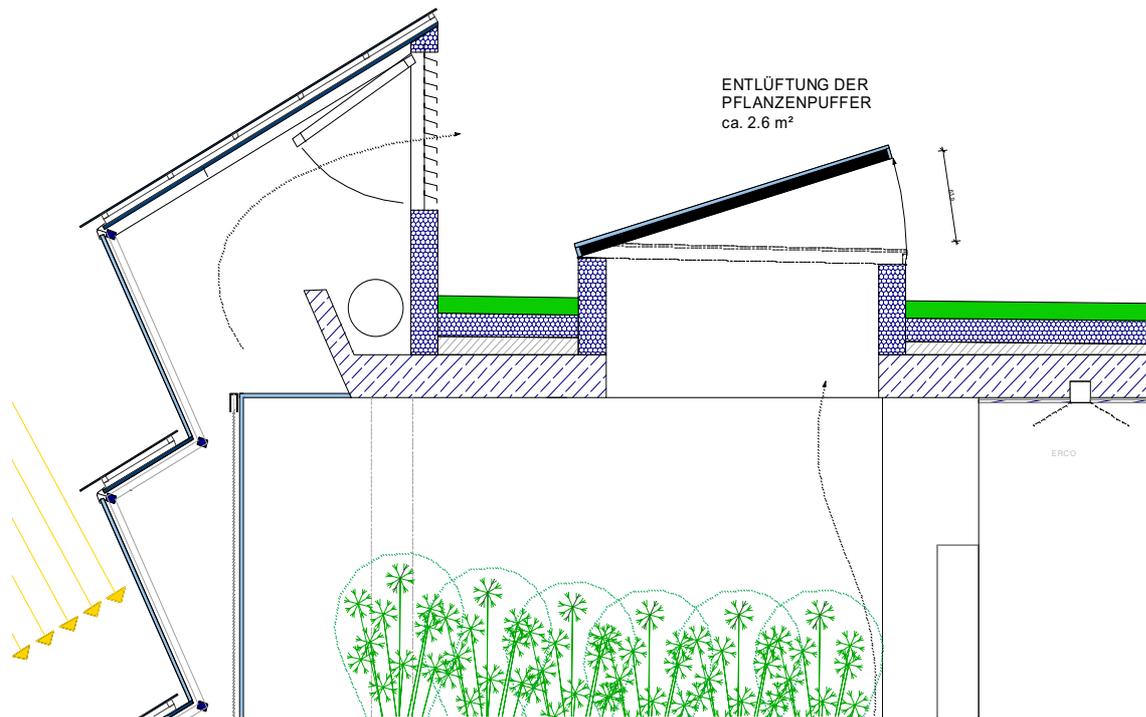


Abbildung 62: Oberlicht der Pflanzenpuffer

6.1.1.8 Schallschutz

Für die erste Simulation wurde ein freier Luftraum an der Fassade ohne Einschränkung durch Kulissenschalldämpfer angenommen.

6.1.1.9 Sonnenschutz, Blendschutz

Auch Sonnenschutz und Blendschutz waren in dieser Phase noch nicht definiert. Ziel der ersten Überprüfung sollte es sein ob südseitig ohne außen liegenden Sonnenschutz das Auslangen gefunden werden kann. Für die erste thermische Simulation wurde mit monatsweisen pauschalen Abschattungsfaktoren eines innen liegenden Blendschutzes gerechnet, die vereinfacht in etwa eine händische Bedienung des Blendschutzes wiedergaben. Eine Regelung, wie sie für eine mechanische Anlage vorzugeben ist, war zu diesem Zeitpunkt in der Simulation noch nicht enthalten. Auch die ersten Strömungssimulationen wurden komplett ohne Blend- und Sonnenschutz durchgeführt.

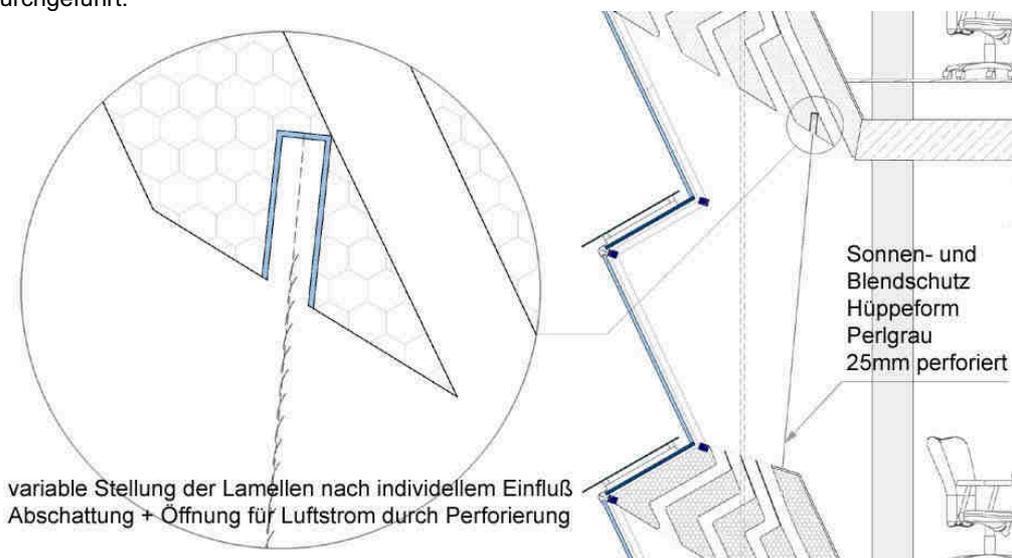


Abbildung 63: Innen liegender Sonnenschutz

6.2 Thermische Simulation

6.2.1 Ausgangslage und Aufbau der Untersuchung

6.2.1.1 Vorgangsweise und Inhalt der Arbeit

Der erste Schritt liegt im Aufbau eines Simulationsmodells das die thermischen Parameter der „Standardvariante“ beschreibt. Klimatische Randbedingungen, das Gebäude inklusive seiner Gebäudetechnik und auch nutzungsbedingte Parameter werden im Programmpaket TRNSYS [9].

Als Grundlage der klimatischen Randbedingungen für die thermische Simulation wird ein durchschnittlicher Klimadatensatz des Standortes Wien eingesetzt (siehe Kapitel 6.2.2.1.1). Die thermische Zonierung, sowie sämtliche Klima- und Gebäudeparameter werden mit der CFD- Simulation, dem planenden Architekturbüro und den Planern der Gebäude- und Lichttechnik abgestimmt. Die Simulationsdauer wird mit einem Jahr (siehe Tabelle 4) festgelegt um sowohl das Sommer- bzw. Winterverhalten als auch die Regelungsstrategie in der Übergangszeit bewerten zu können.

Monat	Anzahl der Stunden	von Stunde	bis Stunde	von Tag	bis Tag
Jänner	744	1	744	1	31
Februar	672	755	1416	32	59
März	744	1417	2160	60	90
April	720	2161	2880	91	120
Mai	744	2881	3624	121	151
Juni	720	3625	4344	152	181
Juli	744	4345	5088	182	212
August	744	5089	5832	213	243
September	720	5833	6552	244	273
Oktober	744	6553	7296	274	304
November	720	7297	8016	305	334
Dezember	744	8017	8760	335	365
	8760				

Tabelle 4: Einteilung des Simulationsjahres in Stunden, Monate und Tage

Der modular aufgebaute Baukörper ist dreigeschossig, mit einem zentralen Gang erschlossen und mit seinen Hauptfassaden nach Norden und Süden ausgerichtet. Dem modularen Aufbau des Gebäudes entsprechend werden stellvertretend für das gesamte Gebäude je ein Randmodul und ein Innenmodul (siehe Kapitel 6.2.2.2.1) betrachtet und für Rand- und Innenmodul getrennt ausgewertet.

Das entwickelte Gebäudekonzept zeichnet sich durch verschiedene Besonderheiten aus. Ein wesentlicher Punkt liegt in der Gestaltung der exakt nach Süden ausgerichteten Hauptfassade (Kapitel 6.2.2.2.3), die zur Maximierung der Solarernte, aus Photovoltaikpaneelen und Verglasungen mit unterschiedlichen Anstellwinkeln besteht. Eine weitere Besonderheit stellen die, an der Südfassade angeordneten, bepflanzten Pufferräume dar (Kapitel 6.2.2.4). In der Heizperiode wird die Zuluft des Belüftungssystems über diese bepflanzten Räume geführt um eine Befeuchtung der Raumluft zu erreichen.

Nach Modellierung (siehe Kapitel 6.2.2) und Bewertung (siehe Kapitel 6.2.3) der Standardvariante wurden einzelne Eingabeparameter geändert um nach der anschließenden Bewertung Rückschlüsse auf das thermische Verhalten ziehen zu können.

6.2.2 Festsetzung der Eingabeparameter der Standardvarianten

6.2.2.1 Annahmen der Standort bestimmten Bedingungen

6.2.2.1.1 Klimadaten

Zur Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse am Gebäudestandort (Wien) wird ein Klimadatenatz aus dem Klimadatengenerator Meteonorm [7] gewählt. Die angenommenen Klimadaten beziehen sich auf eine Geographische Breite von 48,187° und eine Geographische Länge von 16,343° (Seehöhe 170 m ü. A.). Eine monatliche Auswertung der wesentlichen Klimaparameter zeigt Tabelle 5.

Wien													
	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	Jahr
GLOBALSTRAHLUNG													
Maxima, [W/m ²]	412	523	731	820	905	912	857	866	712	586	393	304	912
Mittelwert, [W/m ²]	36	64	113	159	213	224	227	194	134	87	40	27	127
Energie, [kWh/m ²]	27	43	84	114	159	161	169	145	97	65	29	20	1111
DIFFUSSTRAHLUNG													
Maxima, [W/m ²]	180	256	334	394	434	438	427	408	371	294	192	141	438
Mittelwert, [W/m ²]	21	45	64	96	109	126	122	107	77	51	26	20	72
Energie, [kWh/m ²]	16	30	47	69	81	91	91	80	55	38	19	15	632
LUFTTEMPERATUR													
Minima, [°C]	-16.3	-14.0	-8.4	-1.6	4.3	7.6	8.3	10.9	5.1	-0.1	-7.3	-12.7	-16.3
Maxima, [°C]	11.1	13.4	19.5	23.9	30.4	28.9	33.1	30.7	28.4	23.2	17.3	11.4	33.1
Mittelwert, [°C]	-1.2	0.8	5.4	9.8	14.0	17.3	19.4	19.3	15.6	10.3	5.1	0.5	9.7
LUFTFEUCHTIGKEIT													
Minima, [%]	42.0	46.0	36.0	29.0	32.0	31.0	28.0	36.0	40.0	43.0	52.0	57.0	28.0
Maxima, [%]	99.0	100.0	96.0	93.0	95.0	98.0	99.0	95.0	99.0	99.0	100.0	99.0	100.0
Mittelwert, [%]	81.1	77.7	70.7	64.5	65.7	65.7	63.0	65.4	70.6	75.7	81.7	81.7	71.9

Tabelle 5: Auswertung des Klimadatenatzes Wien (Meteonorm, Standort Wien)

Der angenommene Jahresverlauf der Globalstrahlung auf die Horizontale und der angenommene Jahresverlauf der Diffusstrahlung sind in Tabelle 4 dargestellt. Abbildung 65 zeigt den von Meteonorm [7] generierten Verlauf der Außenlufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit am Standort Wien.

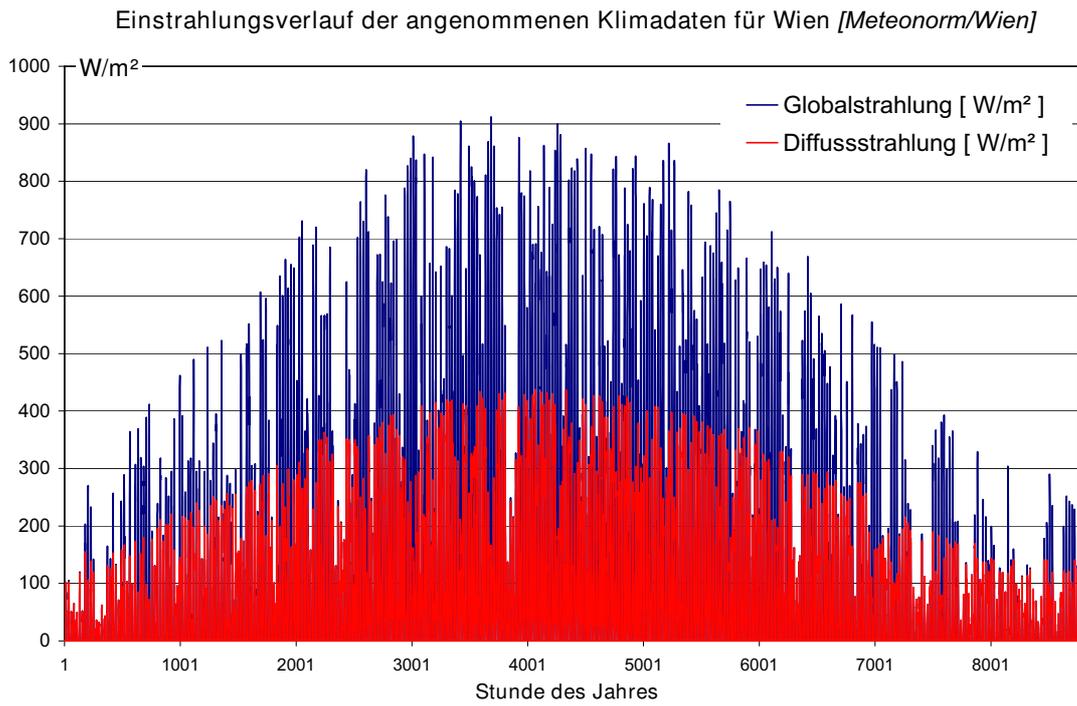


Abbildung 64: Solare Global- und Diffusstrahlung im Jahresverlauf

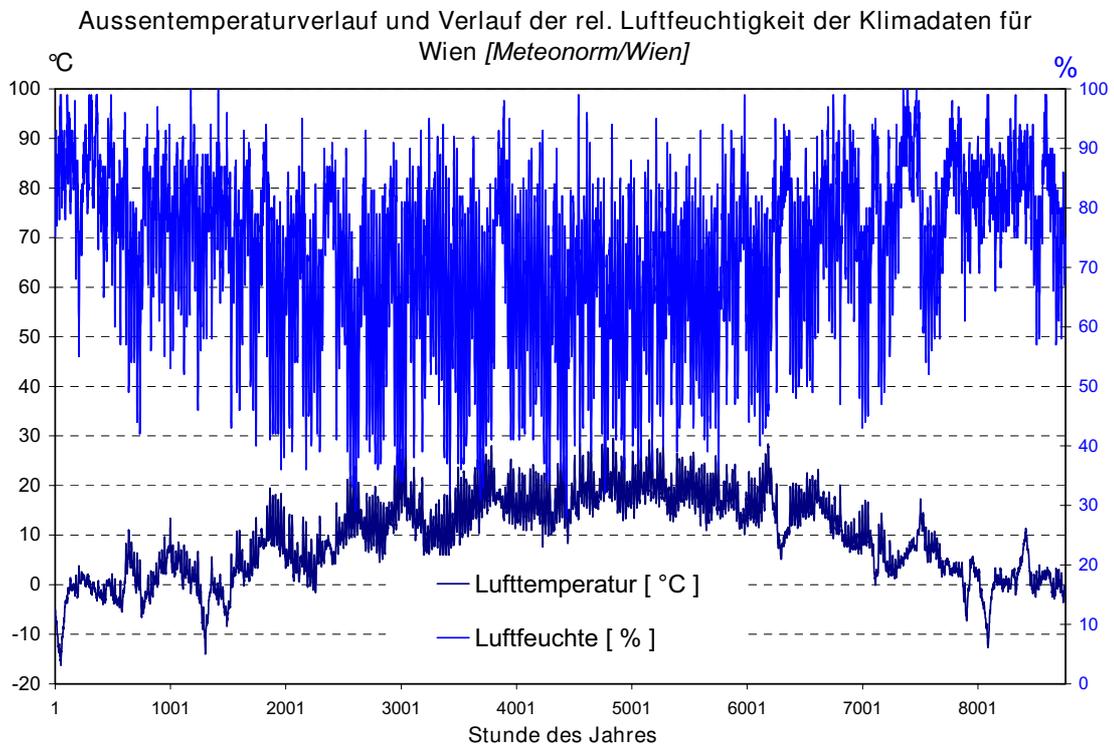


Abbildung 65: Außenlufttemperatur und relative Feuchtigkeit im Jahresverlauf

6.2.2.1.2 Bestehende und mögliche externe Verschattungen

Verschattungen der Gebäudeaußenflächen aufgrund von Objekten, die nicht dem Gebäude selbst zugeordnet sind (Geländeerhebungen, Nachbargebäude, Bäume etc), oder Verschattungen die im Laufe der geplanten Nutzungsdauer des Gebäudes zu erwarten sind, werden keine angenommen.

6.2.2.2 Gebäudeannahmen

6.2.2.2.1 Strukturierung des Gebäudes

Bei dem zu simulierenden Gebäude handelt es sich um ein modular aufgebautes, dreigeschossiges Bürogebäude. Der Baukörper ist Ost-West gerichtet und durch einen zentralen Gang erschlossen. An der Nordseite des Erschließungsganges sind abgeschlossene Büroräume angeordnet. Die südliche Hüfte wird durch intensiv bepflanzte Räume in einzelne Segmente gegliedert. Die sich dazwischen ergebenden Räume können in verschiedener Ausprägung vom Erschließungsgang getrennt werden

Der modulare Aufbau des Gebäudes ermöglicht es, dass nur einzelne sich wiederholende Teilabschnitte (Module) untersucht werden müssen. Aus den Simulationsergebnissen der einzelnen Module kann dann auf das thermische Verhalten des Gesamtgebäudes geschlossen werden. Diese Vorgangsweise lässt eine genauere Zonierung des Gebäudes zu ohne eine zu hohe Anzahl von thermischen Zonen zu erhalten (Abbildung 66).

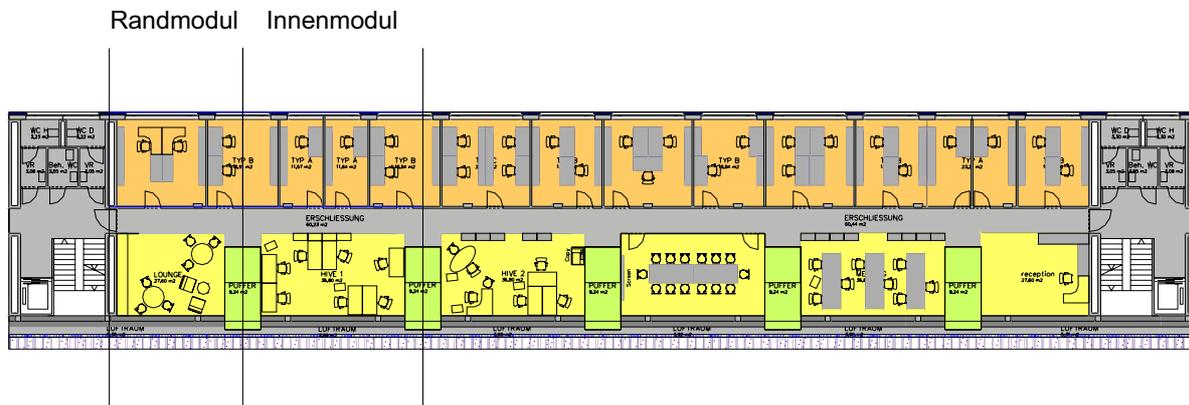


Abbildung 66: Aus dem Baukörper werden ein Randmodul und ein Innenmodul herausgeschnitten

6.2.2.2.2 Thermische Zonierung

Das Randmodul und das Innenmodul werden mit je 12 thermischen Zonen modelliert (4 Zonen je Geschoss). Die Pflanzenpufferräume werden je Modul durch eine thermische Zone repräsentiert. Die Unterschiede zwischen Rand- und Innenmodul ergeben sich einerseits durch die geometrischen Verhältnisse und andererseits durch die an den Systemgrenzen angesetzten Randbedingungen.

Das Randmodul ist mit seiner rechten Systemgrenze an das Innenmodul gekoppelt. Die linke Systemgrenze ist in zweierlei Ausprägungen vorstellbar. Einerseits könnte ein Stiegenhaus die Randbedingung vorgeben, andererseits sind Modulanordnungen denkbar in denen die Stiegenhäuser nicht am äußeren Rändern liegen und somit die Randzone an ihrer linken Systemgrenze an Außenklima grenzt. Für die Standardvariante wurde die zweite Variante gewählt und somit an der linken Seite des Randmoduls ein Außenwandaufbau (Kurzbezeichnung: AW2) der an Außenklima grenzt, angenommen.

Das Innenmodul grenzt, wie bereits beschrieben, einerseits an ein Randmodul und andererseits mit der rechten Systemgrenze an ein weiteres Innenmodul. Da von der Annahme ausgegangen wird, dass sich sämtliche Innenmodule ähnlich verhalten wird die rechte Systemgrenze des Innenmoduls als adiabat (kein Wärmestrom über die Systemgrenze) angesetzt.

Grundsätzlich beschreibt jede Zone, mit Ausnahme der Nordbüros, einen einzelnen Innenraum des Gebäudes. In der Nordzone werden mehrere Bürozellen zu einer thermischen Zone zusammengefasst. Zusätzlich gibt es in jedem Geschöß eine Zone, die das thermische Verhalten im südseitigen Luftraum beschreiben soll. Die angenommenen Hauptabmessungen und die vorgenommene Zonierung zeigt Abbildung 67.

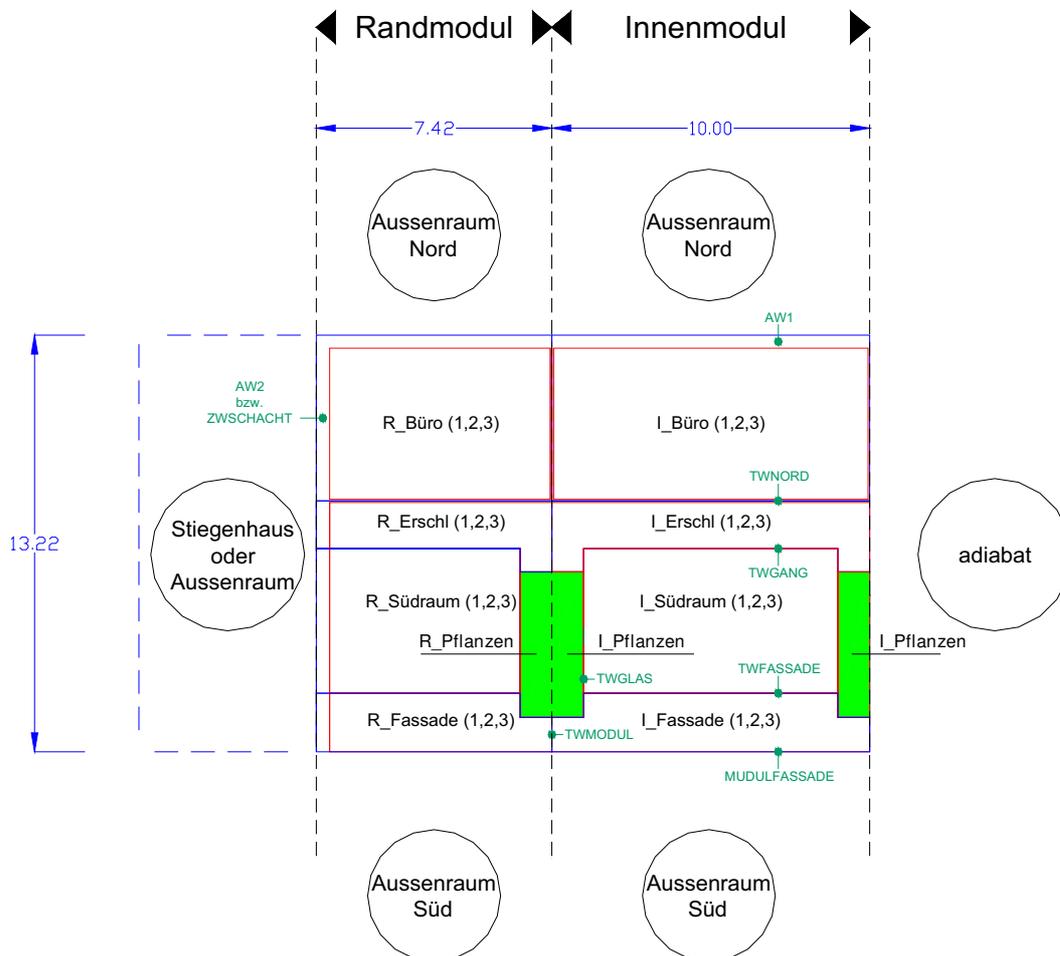


Abbildung 67: Thermische Zonierung des dreistöckigen Gebäudes (Geschosshöhen laut Plan: Erdgeschoß , 3,59 m; 1. Obergeschoß 3,56 m; 2. Obergeschoß 4,05 m)

In den Annahmen zur Standardvariante wird davon ausgegangen, dass die Randzone an ihrer linken (westlichen) Grenze an Außenluftbedingungen grenzt (d.h. es ist kein Stiegenhaus vorhanden). Diese Annahmen stellen sowohl im Winterfall als auch im Sommerfall die extremeren Bedingungen dar. Im Winterfall wird die Randzone mit einer großen Außenfläche belastet (Westfassade) was zu sicherlich wesentlich höheren Heizlasten, als sie im Falle eines Abschlusses des Baukörpers durch ein temperiertes Stiegenhaus, der Fall wäre. Auch im Sommerfall ist durch die verglaste Westseite des Fassadenraumes eine höhere solare Last zu erwarten.

6.2.2.2.3 Annahmen zum Aufbau der Modulfassade

Eine Besonderheit im Gebäudekonzept des zu untersuchenden Gebäudes stellt die Südfassade dar. Sie besteht aus einer modular aufgebauten Pfosten- Riegel Konstruktion, in die einerseits Photovoltaik- Paneele (Neigung 30° zur Horizontalen) und andererseits Fixverglasungen (Neigung 115° zur Horizontalen) eingesetzt sind (siehe Abbildung 68)

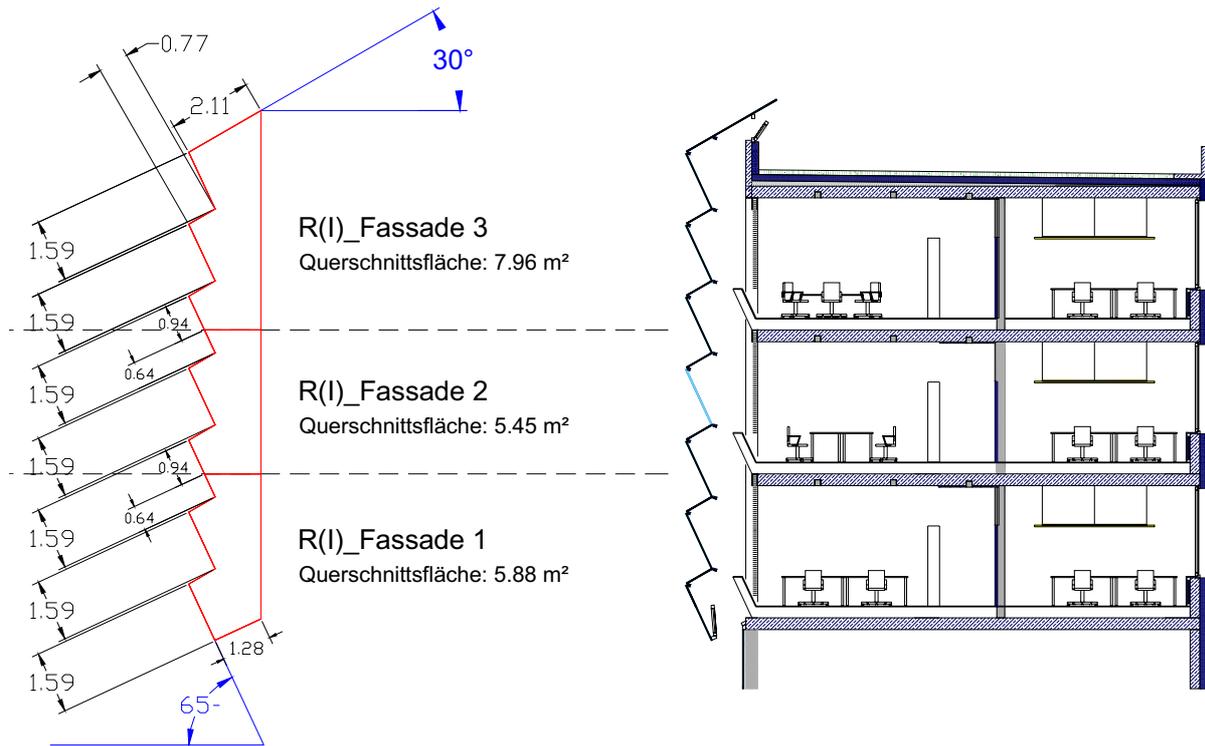


Abbildung 68: geometrische Auswertung der modularen Südfassade nach thermischen Zonen

Die gesamte Südfassade ist aus einer Aneinanderreihung eines Fassaden- Basismoduls zusammengesetzt. Abbildung 69 zeigt die entsprechenden in die Zeichenebene geklappten Abmessungen. Die Gesamtfläche dieses Basismoduls setzt sich aus der Verglasungsfläche, der Paneelfläche (PV) und den Flächen der Pfosten und Riegeln zusammen.

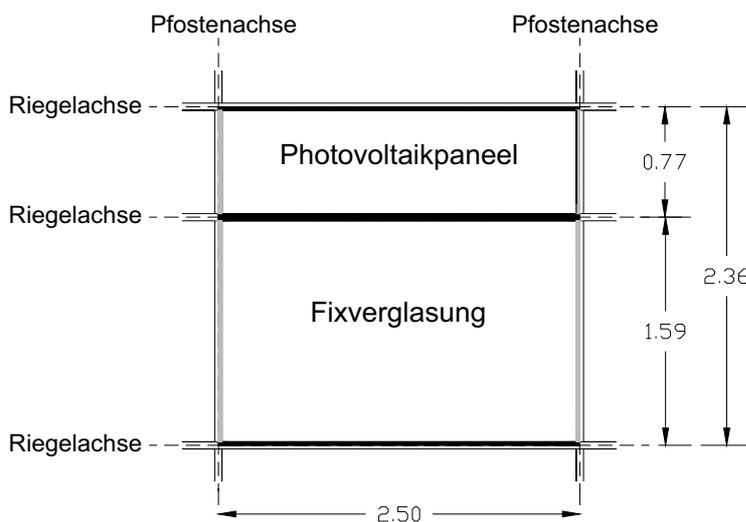


Abbildung 69: Einzelmodul der modular aufgebauten Pfosten- Riegel Konstruktion der Südfassade

Das Basismodul wird mit einer Fassadenlänge von 2,5 m angesetzt. Die Flächenauswertungen der Fassade des Rand- und des Innenmoduls ergeben sich entsprechend ihrer Fassadenlänge und ihrer Höhe. Tabelle 6 zeigt die diesbezüglich angenommenen Teilflächen. Da die Eingabe in das Simulationsprogramm TRNSYS je Zone durchzuführen ist werden die in der Tabelle 6 angeführten Teilflächen je thermischer Zone zusammengefasst.

Flächenauswertung der Modulfassade nach Geschossen [m ²]																
Ebene	Orientierung	Basismodul (Fassadenlänge 2,5 m)					Randmodul (Fassadenlänge 7,0 m)					Innenmodul (Fassadenlänge 10,0 m)				
		A _{Riegel}	A _{Pfosten}	A _{Paneel}	A _{Glas}	□	A _{Riegel}	A _{Pfosten}	A _{Paneel}	A _{Glas}	□	A _{Riegel}	A _{Pfosten}	A _{Paneel}	A _{Glas}	□
1	ORI 07	0,13	0,10	5,05	0	5,28	0,36	0,29	14,13	0,00	14,78	0,52	0,41	20,19	0,00	21,12
	ORI 08	0,13	0,08	0	3,77	3,98	0,35	0,22	0,00	10,56	11,13	0,50	0,31	0,00	15,09	15,90
	ORI 07	0,13	0,04	1,76	0	1,93	0,35	0,10	4,94	0,00	5,39	0,50	0,14	7,06	0,00	7,70
	ORI 08	0,13	0,08	0	3,77	3,98	0,35	0,22	0,00	10,56	11,13	0,50	0,31	0,00	15,09	15,90
	ORI 07	0,13	0,04	1,76	0	1,93	0,35	0,10	4,94	0,00	5,39	0,50	0,14	7,06	0,00	7,70
	ORI 08	0,06	0,05	0	2,27	2,37	0,18	0,13	0,00	6,34	6,65	0,25	0,18	0,00	9,06	9,50
2	ORI 08	0,06	0,03	0	1,51	1,60	0,18	0,09	0,00	4,22	4,48	0,25	0,12	0,00	6,03	6,40
	ORI 07	0,13	0,04	1,76	0	1,93	0,35	0,10	4,94	0,00	5,39	0,50	0,14	7,06	0,00	7,70
	ORI 08	0,13	0,08	0	3,77	3,98	0,35	0,22	0,00	10,56	11,13	0,50	0,31	0,00	15,09	15,90
	ORI 07	0,13	0,04	1,76	0	1,93	0,35	0,10	4,94	0,00	5,39	0,50	0,14	7,06	0,00	7,70
	ORI 08	0,06	0,05	0	2,27	2,37	0,18	0,13	0,00	6,34	6,65	0,25	0,18	0,00	9,06	9,50
	verschattet	0,13	0,06	3,03	0	3,22	0,36	0,17	8,47	0,00	9,01	0,52	0,25	12,10	0,00	12,87
□		1,89	0,92	18,66	26,41	47,87	5,29	2,58	52,24	73,94	134,05	7,56	3,68	74,63	105,63	191,50

Tabelle 6:Flächenauswertung der südlichen Modulfassade nach Randmodul und Innenmodul

Die an den jeweiligen Flächen der Südfassade angesetzten Elemente werden laut der in der Tabelle 7 gezeigten Werte in die Modellbildung übernommen.

Verglasungen:	$U_{\text{Glas}} = 1.10 \text{ W/m}^2\text{K}, g = 0.598$
Photovoltaikpaneel:	$U_{\text{Panel}} = 0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$
Pfosten:	$U_{\text{Pfosten}} = 1.45 \text{ W/m}^2\text{K}$
Riegel:	$U_{\text{Riegel}} = 1.45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tabelle 7: Angenommene Rechenwerte für die Elemente der Südfassade

Westfassade der Fassadenzone

In den Annahmen zur vorliegenden Standardvariante wird davon ausgegangen, dass die Randzone an ihrer westlichen Grenze an Außenluftbedingungen grenzt (Kapitel 6.2.2.2.1). Der nach Westen gerichtete Abschluss der Fassadenzone ($R_{\text{Fassade 1}} = 5,88 \text{ m}^2$, $R_{\text{Fassade 2}} = 5,45 \text{ m}^2$, $R_{\text{Fassade 3}} = 7,96 \text{ m}^2$) wird durch eine Verglasungsfläche gebildet. Die wärmetechnischen Kennwerte sind mit denen der südlichen Modulfassade gleichzusetzen (siehe Tabelle 7). Der Rahmenanteil wird mit 15 % der Fassadenfläche angesetzt. Das dazugehörige Verschattungssystem unterscheidet sich von den Annahmen der südlichen Modulfassade (Kapitel 6.2.2.4.6).

6.2.2.2.4 Annahmen zu Fensterflächen in der Nordfassade

Entsprechend der vorgenommenen Segmentierung des Baukörpers in Module wird die nach Norden gerichtete Fassade des Baukörpers ebenfalls in Innen- bzw. Randmodule unterteilt. Die Randbedingung an der unteren Fläche der Ebene 1 wird als adiabat angesetzt (Abbildung 70). Die dazugehörigen Fensterflächen wurden aus

den vom zuständigen Architekturbüro (pos-architekten) zur Verfügung gestellten Plänen entnommen (Abbildung 70).

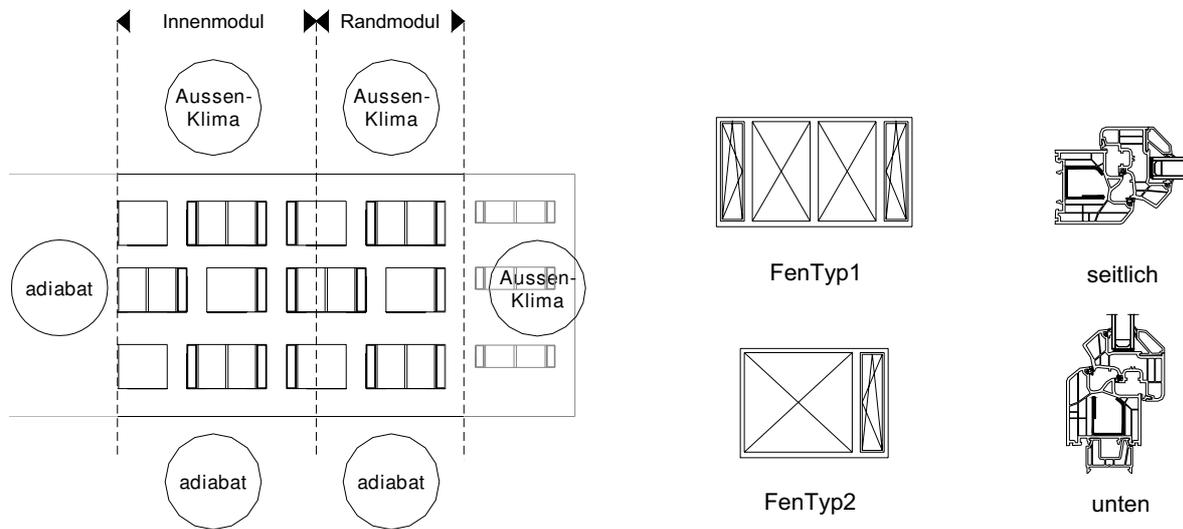


Abbildung 70: Unterteilung des Baukörpers in Module und angesetzte Randbedingungen (links), Annahme der Fenstergeometrie in der Nordfassade (mittig) und Rahmen der Nordfenster (Quelle: Internorm, Modell Dimension) (rechts)

Jede angenommene Fensterfläche wird, in Übereinstimmung mit den in Abbildung 70 dargestellten Rahmenprofilen, in eine Rahmen- und eine Verglasungsfläche unterteilt. Aus der Aufteilung zwischen Rahmen- und Verglasungsflächen und den jeweiligen thermischen Kennwerten für den Rahmen (RTyp) und die Verglasung (GTYP) setzten sich die gezeigten Fenstertypen zusammen

In Folge der Unterteilung des Baukörpers in einzelne Module werden auch die beiden Fenstertypen (FenTyp1 und FenTyp2) an unterschiedlichen Stellen in zwei Teile getrennt. Die aus dieser Vorgangsweise hervorgehenden Teilfenster werden den geometrischen Vorgaben entsprechend in einen Rahmenteil und einen Verglasungsteil unterteilt. Jeder thermischen Zone werden weiters die entsprechenden Fenster und Einstrahlungsverhältnisse zugeordnet. Tabelle 8 zeigt die angenommenen thermischen Kennwerte für Rahmen und Verglasung. Eine Überdämmung der Fensterstöcke wurde in der Simulation berücksichtigt.

Verglasungen:	$U_{\text{Glas}} = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}, g = 0,598$
Rahmen:	$U_{\text{Rahmen}} = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tabelle 8: Angenommene Rechenwerte für die Elemente der Nordfassade

6.2.2.2.5 Dachverglasungen (Oberlichter in den Pflanzenpufferräumen)

Zur besseren Belichtung der Pflanzenpufferräume wird über jeden Pufferraum ein verglastes Oberlicht eingesetzt. Die Verglasung wird, als Vorgabe des planenden Architekten, mit einer dreischiebigen Wärmeschutzverglasung (Pilkington-Optitherm) angenommen. Die Größe des Oberlichtes wird mit 4 m^2 festgelegt, wobei 20% davon als Rahmenanteil angenommen werden. Die entsprechenden thermischen Rechenwerte zeigt Tabelle 9.

Verglasungen:	$U_{\text{Glas}} = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 0,45$
Rahmenfläche:	$U_{\text{Rahmen}} = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tabelle 9: Angenommene Rechenwerte für die Elemente der Dachverglasungen (Oberlichter)

6.2.2.2.6 Geometrische Zonenauswertung

Das zu untersuchende Gebäude wurde in thermische Zonen unterteilt. Bauteile gegen Außenluftbedingungen wurden mit ihren Außenabmessungen berücksichtigt (Bruttoauswertung). Innenbauteile werden durch ihre Symmetrieffläche repräsentiert. Zusätzlich zu der in Tabelle 10 angeführten Auswertungen wurde der im Innenmodul angenommene Pflanzen- Pufferraum (I_Pflanzen) mit einem Netto-Volumen von 103,95 m³ angenommen. Dem Randmodul steht mit 51,98 m³ Rauminhalt die Hälfte dieses Volumens als Pflanzen-Pufferraum (R_Pflanzen) zur Verfügung.

	Zonen- bezeichnung	Nettofläche (bis Fassaden- mitte) [m ²]	Nettonutzfläche (Bodenfläche) [m ²]	Nettohöhe [m]	Nettovolumen [m ³]
Randmodul	R_Büro 1	33,36	33,36	3,05	101,75
	R_Erschl 1	10,99	10,99	3,05	33,52
	R_Südraum 1	27,51	27,51	3,05	83,91
	R_Fassade 1	9,40	-		38,35
	R_Büro2	33,36	33,36	3,05	101,75
	R_Erschl 2	10,99	10,99	3,05	33,52
	R_Südraum 2	27,51	27,51	3,05	83,91
	R_Fassade 2	9,40	-		35,54
	R_Büro 3	33,36	33,36	3,05	101,75
	R_Erschl 3	10,99	10,99	3,05	33,52
	R_Südraum 3	27,51	27,51	3,05	83,91
	R_Fassade 3	9,40	-		52,91
			243,78	215,58	
Innenmodul	I_Büro 1	47,52	47,52	3,05	144,94
	I_Erschl 1	16,12	16,12	3,05	49,17
	I_Südraum 1	36,68	36,68	3,05	111,87
	I_Fassade 1	12,98	-		53,18
	I_Büro 2	47,52	47,52	3,05	144,94
	I_Erschl 2	16,12	16,12	3,05	49,17
	I_Südraum 2	36,68	36,68	3,05	111,87
	I_Fassade 2	12,98	-		48,88
	I_Büro 3	47,52	47,52	3,05	144,94
	I_Erschl 3	16,12	16,12	3,05	49,17
	I_Südraum 3	36,68	36,68	3,05	111,87
	I_Fassade 3	12,98	-		73,98
			339,90	300,96	

Tabelle 10: Geometrische Auswertung der thermischen Zonen im Rand- und Innenmodul

6.2.2.2.7 Angenommene Konstruktionsaufbauten

Tabelle 11 zeigt die für die Simulation angenommenen Konstruktionsaufbauten. Die Kurzbezeichnungen der Aufbauten entsprechen den Bezeichnungen in Abbildung 67.

Anmerkungen:

- Schichtdicke einer Bauteilschicht: d [m]
 Dichte des Baustoffes einer Bauteilschicht: ρ [kg/m³]
 Wärmeleitfähigkeit der Bauteilschicht: λ [W/mK]
 Wärmedurchgangswiderstand: R [m²K/W]
- Baustoffschichten unter einer Dicke von 0,001 m werden in der wärmetechnischen Betrachtung nicht berücksichtigt. Die dargestellten U-Werte sind für Außenbauteile mit einem inneren Wärmeübergangskoeffizienten $\alpha_i = 7,7$ W/m²K und einem äußeren Wärmeübergangskoeffizient $\alpha_a = 25,0$ W/m²K berechnet.

	Bauteilschicht	d	ρ	λ	c_p	R	U-Wert
		[m]	[kg/m ³]	[W/mK]	[kJ/kgK]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
AW1	Kunststoffdünnputz	0,005	1200	0,700	1,00	0,007	0,233
	EPS	0,160	17	0,040	1,45	3,902	
	Beton B225	0,250	2300	2,300	1,08	0,132	
	Spachtelung	0,005	2000	1,400	1,10	0,004	
		0,420					
AW2	Kunststoffdünnputz	0,005	1200	0,700	1,00	0,007	0,233
	EPS-F	0,160	17	0,040	1,45	3,902	
	Beton B225	0,250	2300	2,300	1,08	0,132	
	Spachtelung	0,005	2000	1,400	1,10	0,004	
		0,420					
GRUENDACH	Humusschicht	0,080	1900	1,800	1,05	0,044	0,197
	Vlies	0,003	-	-	-	-	
	Schüttung (Splitt)	0,040	1800	0,700	1,00	0,057	
	Vlies	0,005	-	-	-	-	
	Bitumen-Dachdichtung	0,005	1050	0,170	0,96	0,029	
	Bitumen-Dachdichtung	0,003	1050	0,170	0,96	0,018	
	steinodur WDK LD WLG-035	0,160	30	0,035	1,40	4,571	
	bituminöse Dampfsperre	0,002	1050	0,170	0,96	0,012	
	Pormex-Voranstrich	-	-	-	-	-	
	Gefällebeton	0,060	2000	1,300	1,08	0,046	
	Stahlbeton-Decke	0,300	2300	2,500	1,08	0,130	
	Spachtelung	0,005	2000	1,400	1,10	0,004	
	0,663						
GESCHD	Parkett	0,004	800	0,200	1,00	0,020	1,333
	Holzspanplatte (R = 800)	0,036	800	0,200	2,50	0,180	
	Luftschicht waagrecht	0,260	-	-	-	-	
	Beton B225	0,300	2300	1,900	1,08	0,158	
	Spachtelung	0,005	2000	1,400	1,10	0,004	
	0,605						
ZWSCHACHT	Spachtelung	0,005	2000	1,400	1,10	0,004	2,144
	Beton B225	0,150	2300	2,300	1,08	0,158	
	Luftschicht	0,350	-	-	-	-	
	Beton B225	0,150	2300	2,300	1,08	0,158	
	Spachtelung	0,005	2000	1,400	1,10	0,004	
	0,660						
TWNORD	Bauplatten RB 12,5	0,012	760	0,210	1,05	0,057	0,473
	ISOVER-Trennwand	0,075	14	0,041	1,03	1,829	
	Bauplatten RB 12,5	0,012	760	0,210	1,05	0,057	
	0,099						
TWGLAS	Glas	0,004	2500	1,000	0,75	0,004	3,489
	Epoxy	0,001	1140	0,2	1,00	0,005	
	Glas	0,004	2500	1,000	0,75	0,004	
		0,009					

Tabelle 11: Angenommene Konstruktionsaufbauten (Kurzbezeichnungen in der linken Spalte lt. Abbildung 67)

6.2.2.3 Solare Strahlung auf die modulare Südfassade

Die Konzeption der Südfassade geht von dem Bestreben aus einen möglichst hohen Anteil der auftreffenden solaren Strahlung zu nutzen. Aus diesem Bestreben heraus wird die Fassade in PV Paneele (30° Neigung zur Horizontalen) und Verglasungen (115° Neigung zur Horizontalen, d.h. überhängend) ausgeführt (siehe Abbildung 68). Die PV Paneele erhalten einen hohen Strahlungsanteil. Die Einstrahlung auf die Verglasungsfläche reduziert sich, im Vergleich zur vertikalen Fassade (siehe Abbildung 71), besonders in den durch Überhitzungsgefahr dominierten Sommermonaten. Der damit erzielte Effekt ist in Abbildung 71 zu erkennen.

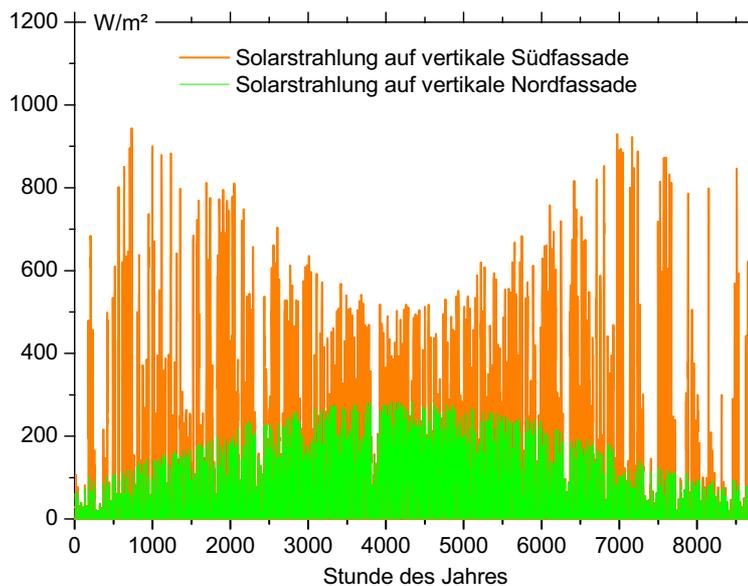


Abbildung 71: Jahres- Einstrahlungsverlauf auf eine herkömmliche vertikale Südfassade und eine vertikale Nordfassade. Klimadaten aus Klimadatengenerator [7], Standort Wien.

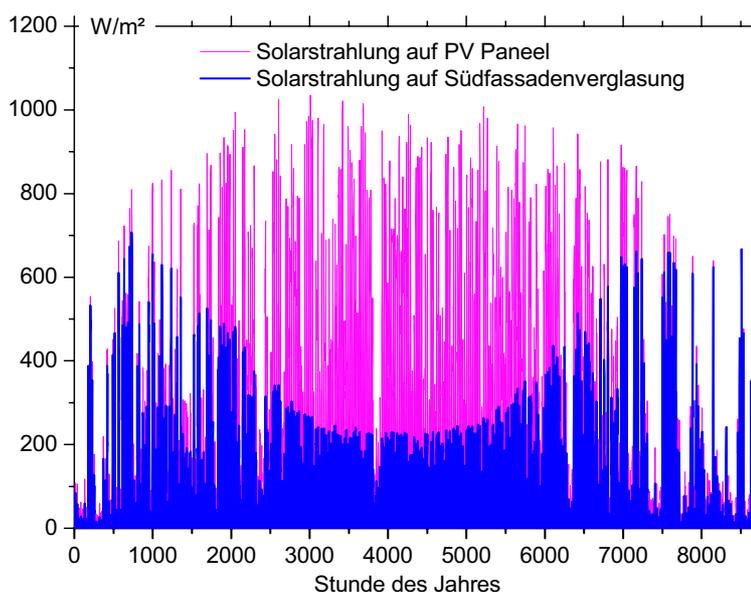


Abbildung 72: Jahres- Einstrahlungsverlauf auf die Glasflächen und die PV Paneele der modularen Südfassade. Klimadaten aus Klimadatengenerator [7], Standort Wien.

Betrachtet man die energetische Auswertung der geplanten Südfassade, so ergibt sich das in Abbildung 73 dargestellte Ergebnis. Die meist unerwünschten hohen Solareinträge während der Sommermonate werden durch die Ausrichtung der Glasflächen verhindert. Es ergibt sich eine Jahressumme der ankommenden Solarstrahlung von 565 kWh/m²a. Die PV Paneele hingegen zeigen mit 1242 kWh/m²a, im Gegensatz zu einer vertikalen Südfassade (886 kWh/m²a), einen sehr hohen Energieeintrag.

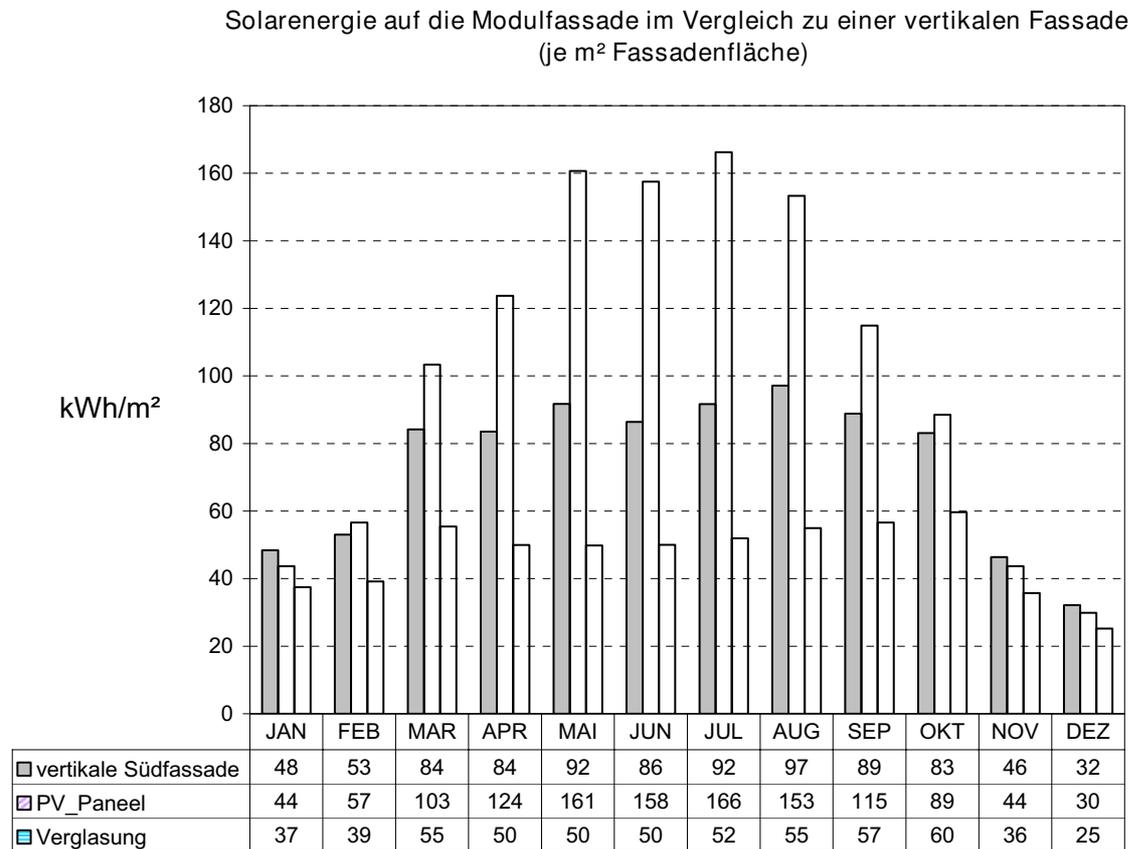


Abbildung 73: Monatssummen der eingestrahltten Solarenergie der Paneel- bzw. Verglasungsflächen im Vergleich zur eingestrahltten Solarenergie auf eine vertikale Südfassade. Klimadaten aus Klimadatengenerator [Meteonorm], Standort Wien.

6.2.2.3.1 Abstimmungsdaten für die CFD- Simulation

Zur Abstimmung der simulationstechnischen Randbedingungen mit der CFD Simulation (arsenal research-Geschäftsfeld Verkehrstechnologien) werden zwei Tagesverläufe der klimatischen Randbedingungen ausgewertet und explizit dargestellt (Abbildung 74 und Tabelle 12).

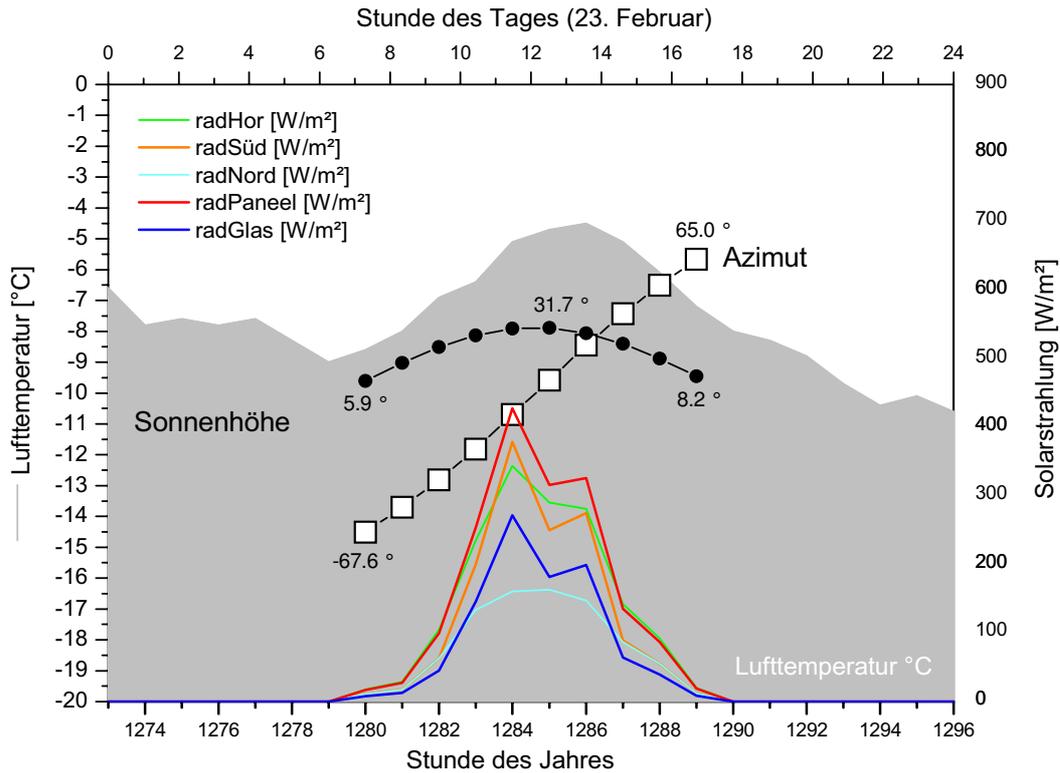


Abbildung 74: Tagesverlauf klimatischer Randbedingungen der Südfassade (23. Februar)

Stundenwerte für den 23. Februar												
Ausgangsdaten aus Meteororm [Meteororm], Standort Wien								mit TRNSYS [TRNSYS] berechnete Solarstrahlung auf				
Stunde des Jahres	Stunde des Tages	Sonnenhöhe	Azimut	Globalstrahlung horizontal	Diffusstrahlung horizontal	Lufttemperatur	relative Luftfeuchtigkeit	vertikale Süd-fassade	vertikale Nord-fassade	Solar-paneel	Süd-verglasung	
[h]	[h]	[°]	[°]	[W/m²]	[W/m²]	[°C]	[%]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]	
1273	1	-	-	0	0	-6,6	80	0	0	0	0	
1274	2	-	-	0	0	-7,8	87	0	0	0	0	
1275	3	-	-	0	0	-7,6	84	0	0	0	0	
1276	4	-	-	0	0	-7,8	85	0	0	0	0	
1277	5	-	-	0	0	-7,6	83	0	0	0	0	
1278	6	-	-	0	0	-8,3	86	0	0	0	0	
1279	7	-	-	0	0	-9,0	89	0	0	0	0	
1280	8	5.9	-67.6	18	18	-8,6	86	11	11	17	8	
1281	9	14.7	-55.5	29	29	-8,0	80	17	17	27	12	
1282	10	22.3	-42.3	105	105	-6,9	73	63	63	99	45	
1283	11	28	-27.3	235	206	-6,4	69	200	134	254	146	
1284	12	31.3	-10.5	344	247	-5,1	62	379	161	427	272	
1285	13	31.7	6.3	290	251	-4,7	59	250	163	316	182	
1286	14	29.1	23.2	281	225	-4,5	58	275	147	326	199	
1287	15	23.9	38.5	142	141	-5,1	59	89	87	136	64	
1288	16	16.8	52.4	92	92	-6,1	62	55	55	87	40	
1289	17	8.2	65	20	20	-7,2	67	12	12	19	9	
1290	18	-	-	0	0	-8,0	70	0	0	0	0	
1291	19	-	-	0	0	-8,3	70	0	0	0	0	
1292	20	-	-	0	0	-8,8	72	0	0	0	0	
1293	21	-	-	0	0	-9,7	75	0	0	0	0	
1294	22	-	-	0	0	-10,4	79	0	0	0	0	
1295	23	-	-	0	0	-10,1	75	0	0	0	0	
1296	24	-	-	0	0	-10,6	77	0	0	0	0	

Tabelle 12: Auswertung der Klimadaten aus Klimadatengenerator [7], Standort Wien, des 23. Februar nach Stundenwerten

Zur Ergänzung des, als Referenzfall für einen Wintertag gewählten 23. Februar, wird als Beispiel für einen heißen Sommertag der 22. Juli ausgewählt (Abbildung 75, Tabelle 13)

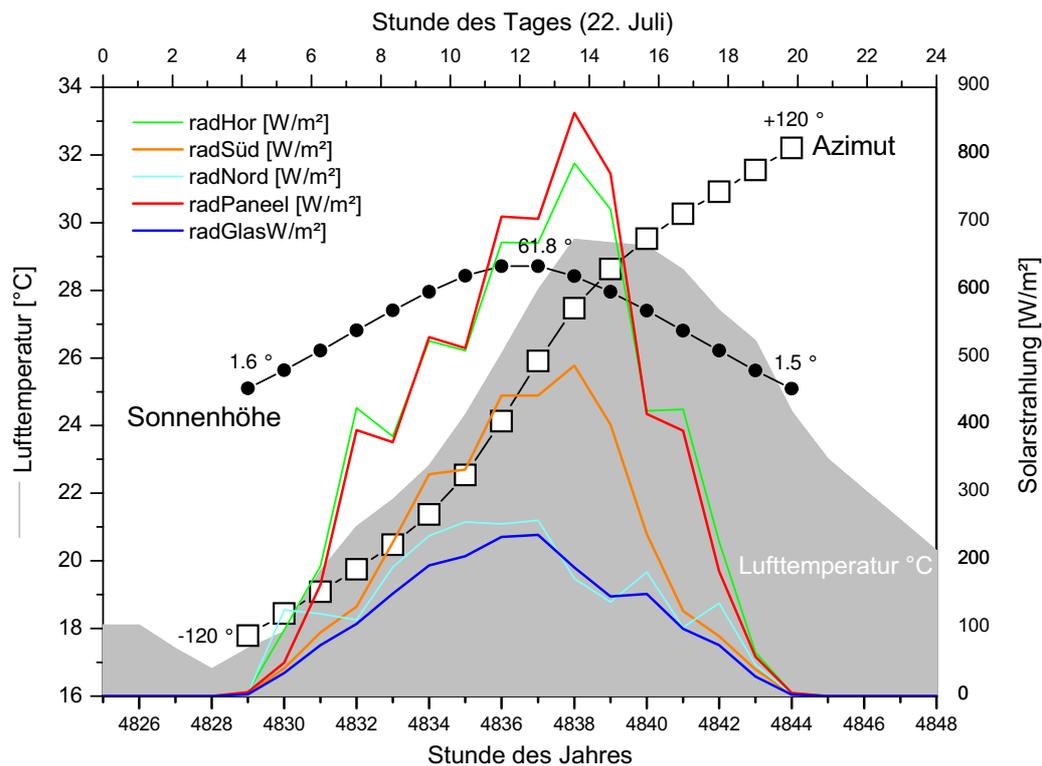


Abbildung 75: Tagesverlauf Klimatischer Randbedingungen der Südfassade (22. Juli)

Stundenwerte für den 22.Juli												
Ausgangsdaten aus Meteonorm [Meteonorm], Standort Wien								mit TRNSYS [TRNSYS] berechnete				
Stunde des Jahres	Stunde des Tages	Sonnenhöhe	Azimut	Globalstrahlung horizontal	Diffusstrahlung horizontal	Lufttemperatur	relative Luftfeuchtigkeit	Solarstrahlung auf				
								vertikale Südfassade	vertikale Nordfassade	Solarpaneel	Süverglasung	
[h]	[h]	[°]	[°]	[W/m²]	[W/m²]	[°C]	[%]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]	
4873	1	-	-	0	0	16.2	72	0	0	0	0	
4874	2	-	-	0	0	15.8	73	0	0	0	0	
4875	3	-	-	0	0	15.4	74	0	0	0	0	
4876	4	-	-	0	0	14.4	78	0	0	0	0	
4877	5	1.2	-119.6	8	8	14.9	75	5	5	8	3	
4878	6	10.3	-109.1	62	60	15.2	73	38	43	56	28	
4879	7	20	-98.3	71	71	15.2	72	43	43	67	31	
4880	8	29.9	-87.3	201	187	15.9	70	121	120	190	90	
4881	9	39.8	-75.2	392	290	17.1	65	231	189	385	152	
4882	10	49	-60.2	419	354	18	62	268	230	412	178	
4883	11	56.7	-40.5	433	395	18.9	59	280	254	421	193	
4884	12	61.4	-14.5	407	379	20.8	53	262	243	394	184	
4885	13	61.4	14.5	679	415	21.2	51	454	263	717	244	
4886	14	56.7	40.5	441	370	21.6	51	289	242	437	190	
4887	15	49	60.3	544	353	22.4	49	339	227	557	189	
4888	16	39.7	75.2	433	292	22.7	48	249	189	429	156	
4889	17	29.9	87.4	350	204	22.4	49	148	132	328	113	
4890	18	19.9	98.4	266	112	21.9	51	73	149	202	69	
4891	19	10.3	109.1	122	45	20.7	55	31	196	30	30	
4892	20	1.2	119.6	3	3	20.3	57	2	2	3	1	
4893	21	-	-	0	0	19	62	0	0	0	0	
4894	22	-	-	0	0	17.2	69	0	0	0	0	
4895	23	-	-	0	0	16.1	75	0	0	0	0	
4896	24	-	-	0	0	16.1	75	0	0	0	0	

Tabelle 13: Auswertung der Klimadaten (Meteonorm Standort Wien) des 22. Juli nach Stundenwerten

6.2.2.4 Simulation der Feuchteproduktion im Pflanzenpufferraum

Je Modul wird ein Innenvolumen bereitgestellt (Pflanzenpuffer) in dem, von den anderen Innenvolumina durch eine Glasscheibe getrennt, eine Bepflanzung vorgesehen ist. Zur Befeuchtung der Raumluft in der Heizperiode wird die Zulufführung über diese Pufferräume geführt um eine Befeuchtung der Zuluft zu bewirken. Die in diesem Kapitel beschriebene Systematik und die Auswahl der Pflanzentyps stützt sich auf Erfahrungen aus dem „Haus der Zukunft“ Projekt [8].

6.2.2.4.1 Beschreibung der verwendeten Pflanzen

Es müssen Pflanzen verwendet werden, die eine fest definierte Verdunstungsleistung aufweisen. Die Pflanzen müssen in ihrer Verdunstungsleistung durch Licht (und andere Klimaparameter) sicher zu steuern sein. Wichtig ist vor allem, dass die Pflanzen im Wesentlichen unabhängig von endogenen Rhythmen produzieren (keine Winterruhe etc.) Als geeignetste Pflanzenart hierfür ist Cyperus anzusehen (*Cyperus alternifolius*). Speziell die Sorte 'Prima Klima' weist eine geeignete hohe Verdunstungsleistung auf und ist in ihrer Verdunstungsleistung in hohem Maße von der Lichtmenge abhängig und somit relativ gut steuerbar (Abbildung 13).

Botanischer Name:

Cyperus alternifolius, Prima Klima

Sorte:

Züchtung: Selektion von M. R. Radtke

Durchmesser:

ca. 10 – 30 cm unten, ca. 100 – 130 cm oben

Höhe:

130 – 150 cm (von Substratoberfläche)

Wuchsbedingungen (Licht):

Mindestvoraussetzungen sind nicht erforscht,
maximal 16 Std. volle Sonne

benötigte minimale Lichtstärke:

Cyperus benötigt generell viel Licht (ist also lichtbedürftig). Zu wenig Licht schwächt die Pflanzen.

(die Pflanzen „zehren“ quasi an ihrer Substanz, vergleichbar mit hungrigen Menschen).

Empfehlung:

Es ist ratsam 800 – 1.000 lx über 8 – 10 Stunden zu geben.

Abbildung 13: wesentliche Daten der eingesetzten Pflanzenart [8]

Verdunstungsreaktion auf Lichteinstrahlung:

Der Wasserumsatz ist direkt abhängig vom Lichtgenuss der Pflanze. Die Transpiration wird tagsüber praktisch verzögerungsfrei über die Lichtmenge gesteuert. Aus pflanzenphysiologischen Gründen verzögert sich jedoch die Reaktion im Laufe des Tages etwas. Nachts treten physiologisch bedingte Verzögerungen ein, die aber nicht länger als max. ca. 15 min. dauern.

Verdunstungsleistung der Pflanze:

Eine Pflanze *Cyperus alternifolius* 'Prima Klima.' setzt unter optimalen Bedingungen bis zu 1,8 l Wasser pro Tag um. Im Innenraum mit Fenstern oder Zusatzlicht sinkt der Wasserumsatz. Es werden aber dennoch bis zu gut 1 l/d und Pflanze erreicht.

6.2.2.4.2 Tageslichtquotient im Pflanzenpufferraum

Für die Beschreibung der lichtabhängigen Feuchtigkeitsproduktion der Pflanzen im Pufferraum ist notwendig, die Tageslichtverhältnisse im Pufferraum zu kennen. Als lichttechnischer Kennwert wird dazu im folgenden der Tageslichtquotient (TQ) verwendet, der das Verhältnis zwischen Innen- und Außenbeleuchtungsstärke angibt. Im Zuge einer Lichtsimulation durchgeführt von „Pokorny Lichtarchitektur“ wurden die Tageslichtquotienten in den Pflanzenpufferräumen ermittelt. Abbildung 76 zeigt einen Schnitt durch den Pflanzenpufferraum zusammen mit den Tageslichtquotienten an verschiedenen Positionen. Man erkennt deutlich, dass der TQ mit zunehmender Entfernung von den Fenstern abnimmt. Im Sinne eines vereinfachten Ansatzes für die Simulation der Feuchteproduktion der Pflanzen ist es durchaus zulässig vom einem mittleren TQ von 13 % für die vordere, 8 % für die mittlere und 5 % für die hintere Pflanzenreihe auszugehen.

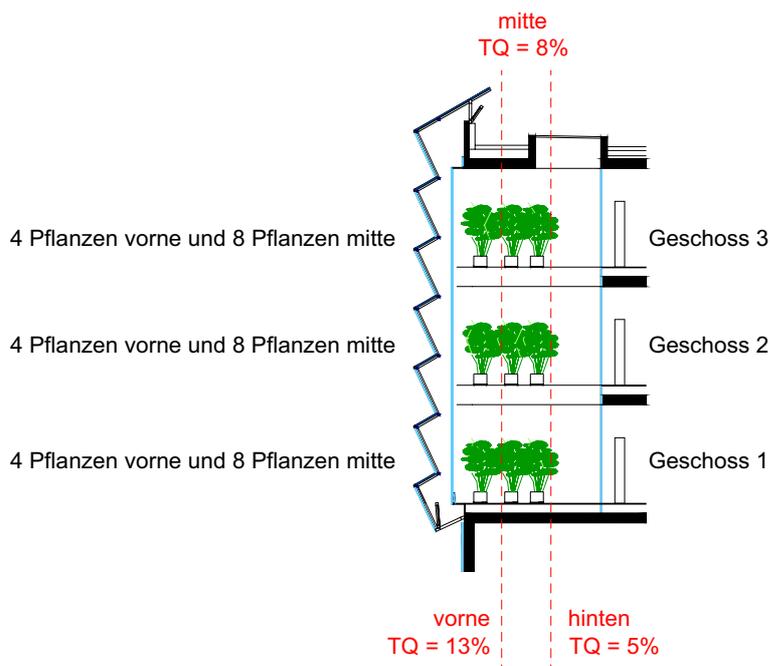


Abbildung 76: Schnitt durch einen Pflanzenpufferraum. Unterteilung der Puffertiefe in die Aufstellungsorte „vorne“, „mitte“ und „hinten“.

Multipliziert man die Außenbeleuchtungsstärke, die als Klimadatenwert für den Standort Wien als Stundenwert verfügbar ist, mit dem für die jeweilige Pflanzenreihe gültigen Tageslichtquotienten, so erhält man die Beleuchtungsstärke in den Pflanzenpufferräumen. Diese Innenbeleuchtungsstärke in den Pufferräumen ist in Abbildung 77, Abbildung 78 und Abbildung 79 für die vordere, mittlere und hintere Pflanzenreihe als Isolux – Diagramm dargestellt. Entscheidend für den Aktivitätsgrad der Pflanzen ist nun die über den Tagesverlauf erhaltene Beleuchtungsstärke. Eine Größe, die diesen Sachverhalt quantitativ ausdrückt, ist z.B. gegeben durch die Anzahl der Stunden, in denen die Beleuchtungsstärke größer als 800 Lux ist.

In der Folge werden Pflanzen als hellstehend, mittelstehend und dunkelstehend bezeichnet, wenn sie mehr als 12, 10 bzw. 8 Stunden pro Tag über 800 Lux Beleuchtungsstärke ausgesetzt sind. Erhält die Pflanzen weniger

als 8 Stunden Licht mit einer Beleuchtungsstärke von über 800 Lux, so muss sie zeitweise künstlich beleuchtet werden. Die Einteilung des Jahres in hellstehend (H), mittelstehend (M), dunkelstehend (D), und künstlich beleuchtet (K) kann Abbildung 77 bis Abbildung 79 bzw. Tabelle 14 entnommen werden. Eine künstliche Beleuchtung der Pflanzen braucht nur innerhalb des Zeitraums K zu erfolgen, und dann auch nur, wenn die momentane Beleuchtungsstärke unter 2000 Lux liegt, und die Zuluft über den Pflanzenpuffer geführt wird.

Aufstellung	TQ	Aktivitätsgrad		Tage	Zeitraum				
					von	bis	und	von	bis
Vorne	13	K	künstlich beleuchtet	53	01. Jan	21. Jan		29. Nov	31. Dez
		D	dunkelstehend	61	22. Jan	21. Feb		30. Okt	28. Nov
		M	mittelstehend	62	22. Feb	24. Mrz		30. Sep	29. Okt
		H	hellstehend	189	25. Mrz	29. Sep			
Mitte	8	K	künstlich beleuchtet	88	01. Jan	28. Jan		02. Nov	31. Dez
		D	dunkelstehend	52	29. Jan	09. Mrz		21. Okt	01. Nov
		M	mittelstehend	80	10. Mrz	12. Apr		05. Sep	20. Okt
		H	hellstehend	145	13. Apr	04. Sep			
Hinten	5	K	künstlich beleuchtet	115	01. Jan	19. Feb		28. Okt	31. Dez
		D	dunkelstehend	54	20. Feb	18. Mrz		02. Okt	27. Okt
		M	mittelstehend	72	19. Mrz	22. Apr		25. Aug	01. Okt
		H	hellstehend	124	23. Apr	24. Aug			

Tabelle 14: Einteilung der Pflanzen im hellstehend (H), mittelstehend (M), dunkelstehend (D), und künstlich beleuchtet (K) abhängig von der Jahreszeit und Aufstellungsort der Pflanzen.

Meteorologisches Klimadatenetz für Wien
 Tageslichtquotient = 13.0%

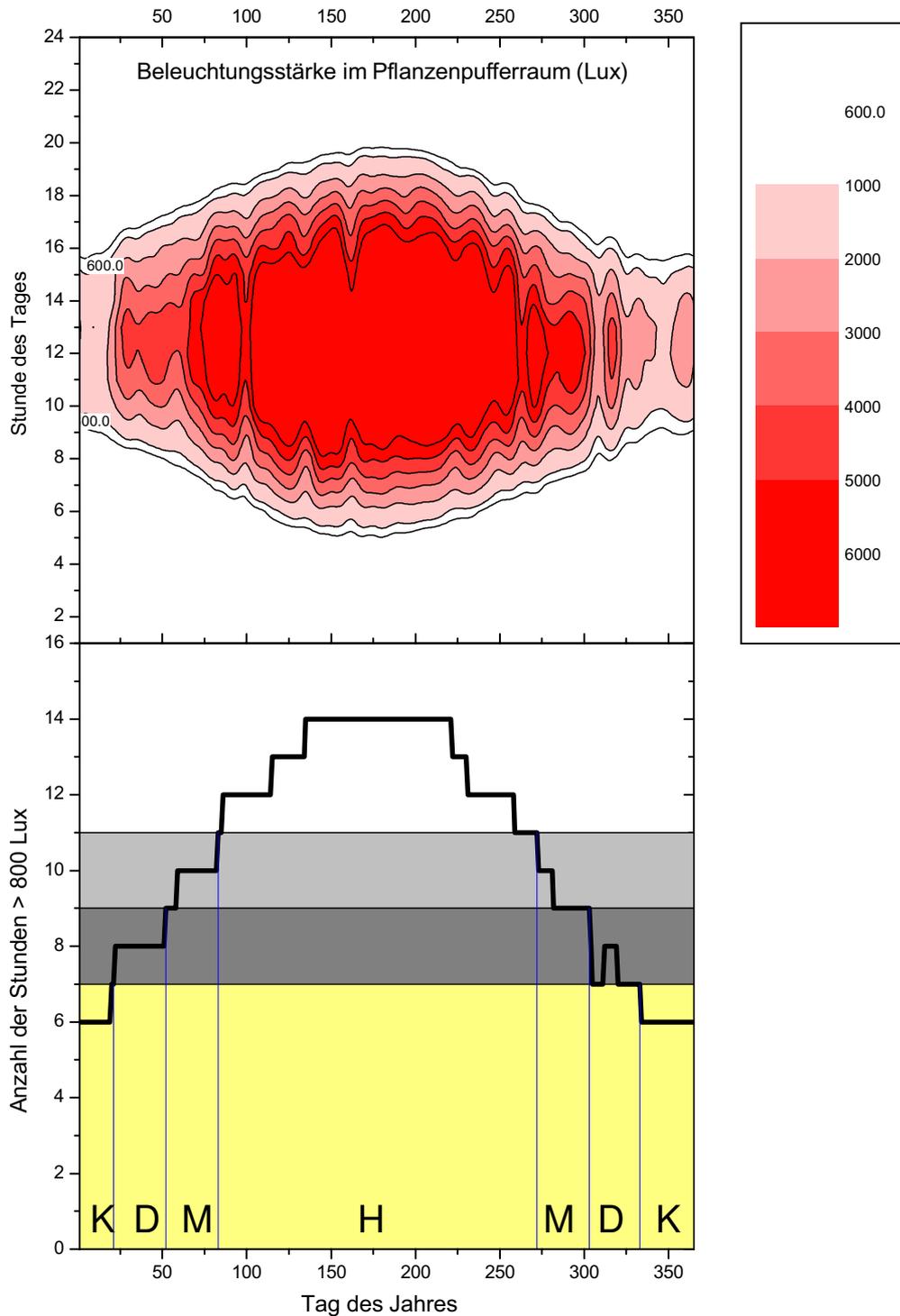


Abbildung 77: Isoluxlinien (oben) und Anzahl der Stunden größer als 800 Lux Beleuchtungsstärke (unten) für einen Tageslichtquotienten von 13%. Die Beleuchtungsstärken basieren auf Globalstrahlungswerten eines Klimadatenatzes für den Standort Wien.

Meteonorm Klimadatensatz für Wien
Tageslichtquotient = 8.0%

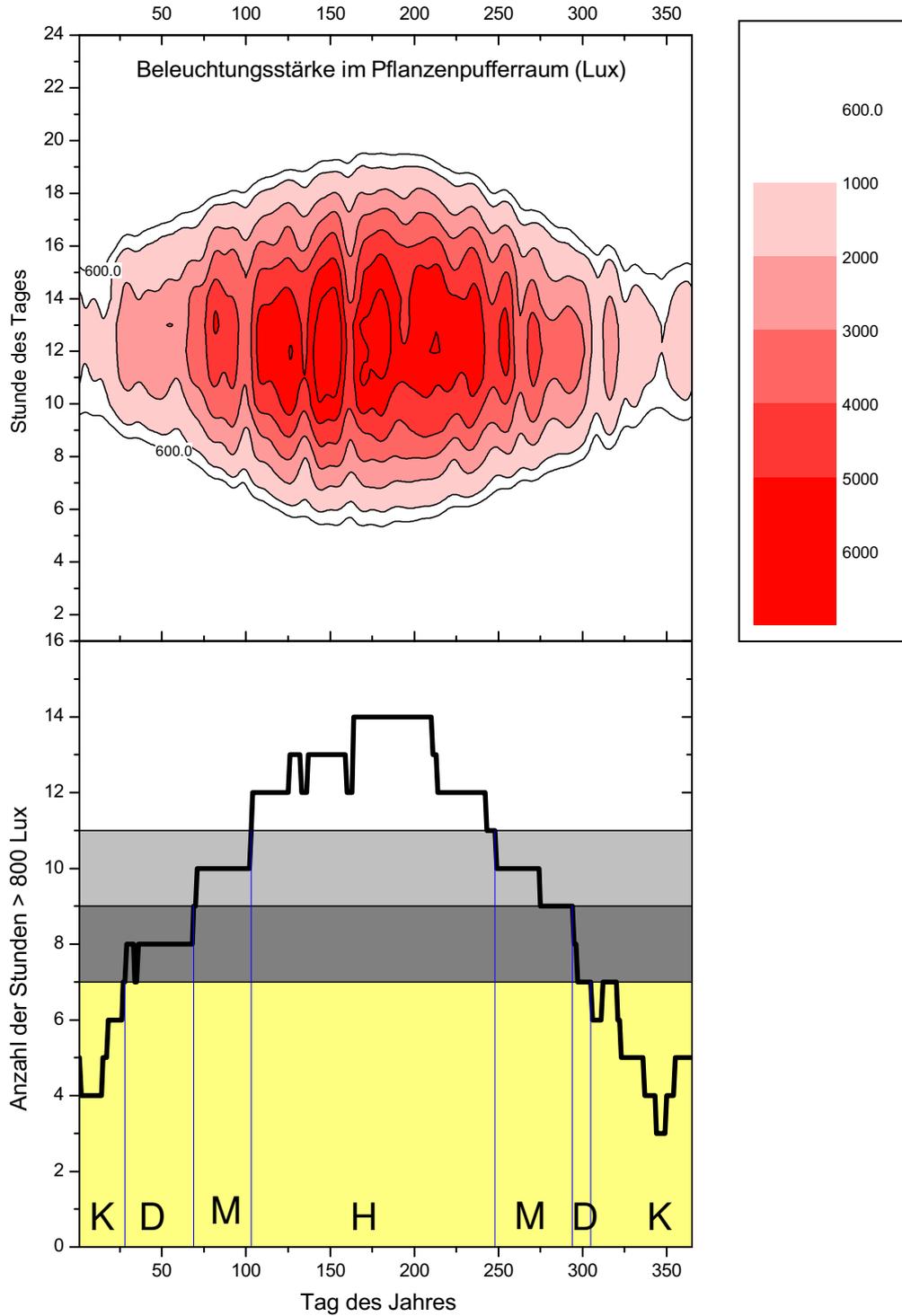


Abbildung 78: Isoluxlinien (oben) und Anzahl der Stunden größer als 800 Lux Beleuchtungsstärke (unten) für einen Tageslichtquotienten von 8%. Die Beleuchtungsstärken basieren auf Globalstrahlungswerten eines Klimadatensatzes für den Standort Wien.

Meteorologisches Klimadaten für Wien
 Tageslichtquotient = 5.0%

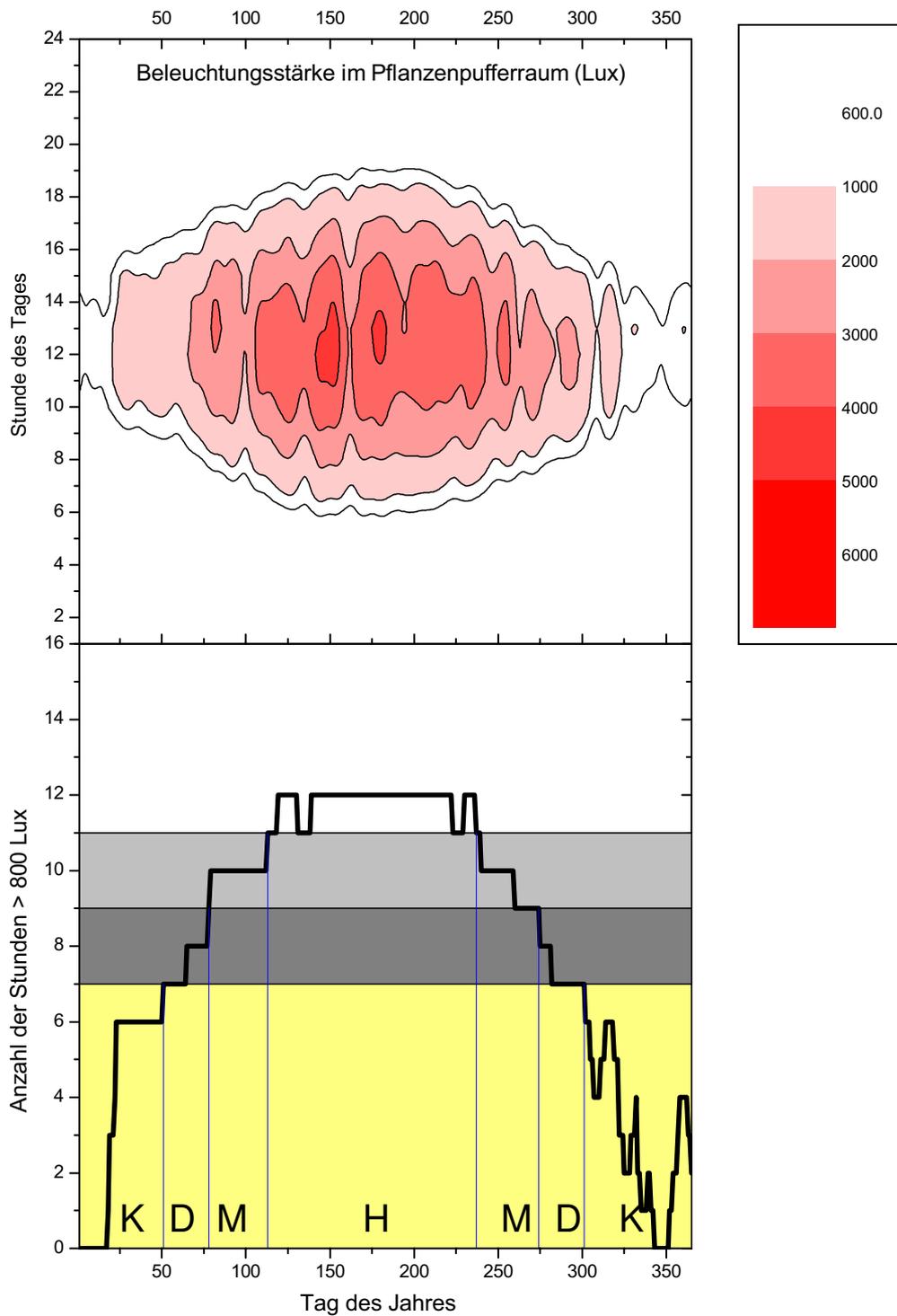


Abbildung 79: Isoluxlinien (oben) und Anzahl der Stunden größer als 800 Lux Beleuchtungsstärke (unten) für einen Tageslichtquotienten von 5%. Die Beleuchtungsstärken basieren auf Globalstrahlungswerten eines Klimadatenatzes für den Standort Wien.

6.2.2.4.3 Feuchteproduktion als Funktion der Beleuchtungsstärke

In Übereinstimmung mit dem oben erwähnten Projekt „Themenwohnen Musik“ wurde der Datensatz für eine „Normcyperuspflanze“ am gegebenen Standort zusammengesetzt. Wie bereits erwähnt hängt die Feuchtigkeitsproduktion einer Cyperuspflanze nicht nur vom momentanen Wert der Beleuchtungsstärke ab, sondern ändert sich auch vom Aktivitätsgrad der Pflanzen ab, der wiederum eine Funktion der Beleuchtungsstärke über einen längeren Zeitraum (Größenordnung eine Woche) ist. Daher ist es, wie bereits erläutert, notwendig eine Unterscheidung in hellstehende (H), mittelstehende (M), dunkelstehende (D), und künstlich beleuchtete (K) Pflanzen zu treffen. Abbildung 18 zeigt nun die Transpirationsrate einer Norm-Cyperuspflanze als Funktion der momentanen Beleuchtungsstärke für die vier bereits erwähnten Aktivitätsgrade.

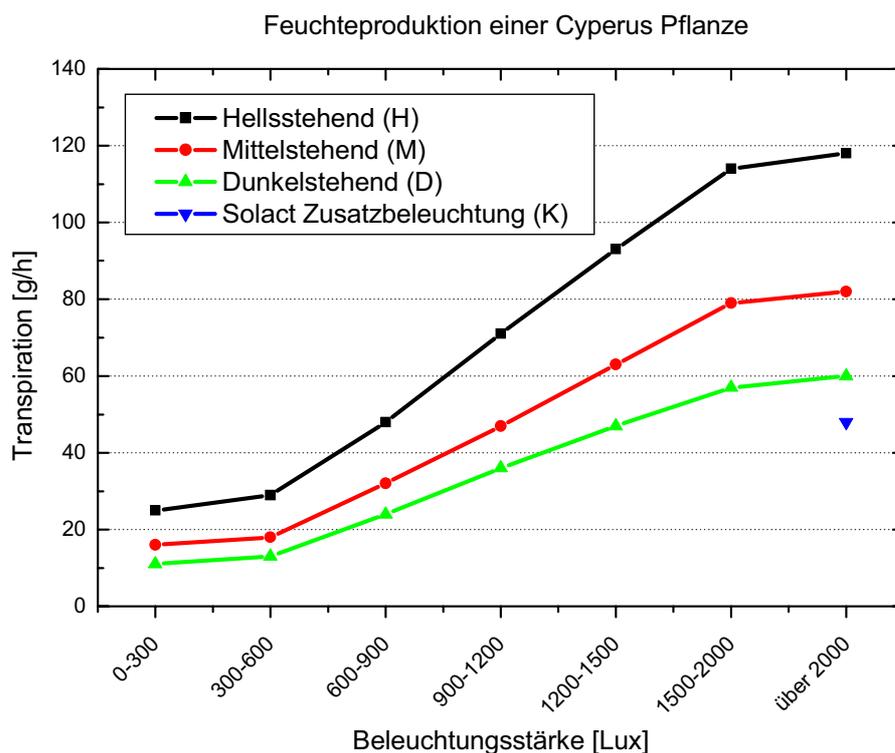


Abbildung 80: Die Feuchteproduktion einer Cyperuspflanze in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke. Die Zeiten, in denen die Pflanzen als hellstehend (H), mittelstehend (M), dunkelstehend (D), oder als künstlich beleuchtet (K) zu betrachten sind, können Abbildung 77 entnommen werden.

Berücksichtigt man die Transpiration – Beleuchtungsstärke – Kennlinien aus Abbildung 80 und verknüpft sie mit den Daten für die Innenbeleuchtungsstärken im Pflanzenpufferraum (vgl. Abbildung 77 – Abbildung 79), so erhält man die Transpiration der Pflanzen im Jahresverlauf. Abbildung 81 zeigt nun die tägliche Feuchteproduktion aller 36 Cyperus Pflanzen in einem Pufferraum. Die Transpiration ist während der Wintermonate am geringsten, da die Transpirationsrate unter künstlicher Beleuchtung vergleichsweise gering ist. Werden die Pflanzen 9 Stunden pro Tag künstlich beleuchtet, so ist eine Feuchteproduktion von rund 20 Litern pro Pufferraum, das entspricht rund 0,5 Litern pro Pflanze, zu erwarten. Im Sommer erwartet man hingegen Spitzenwerte von bis zu 60 Litern pro Pufferraum bzw. 1,6 Litern pro Pflanze.

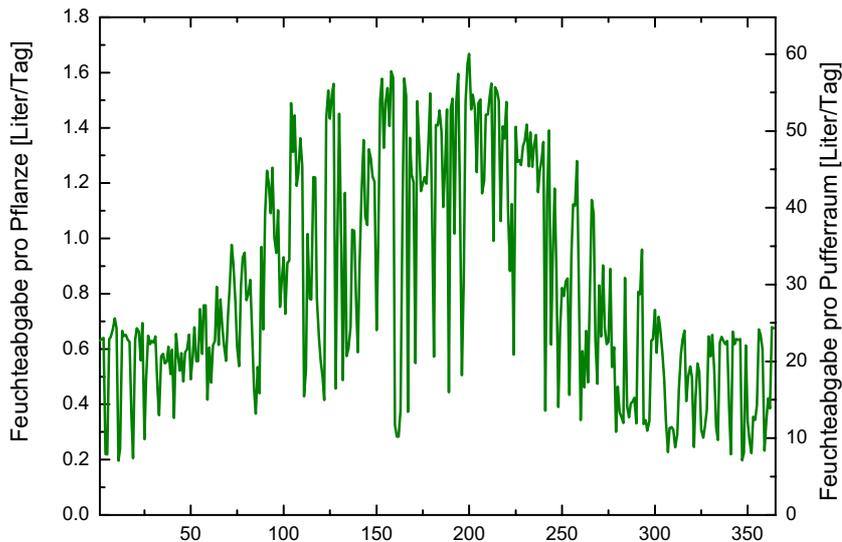


Abbildung 81: Die tägliche Feuchteproduktion [kg/Tag] dargestellt als Jahresverlauf für eine Pflanze (linke Achse) und alle 36 Pflanzen pro Pflanzenpufferraum (rechte Achse).

6.2.2.4.4 Die Modellierung des Lüftungssystems

In der Simulation des Lüftungssystems (Schema in Abbildung 82) wird von einer zentralen Ansaugung von Außenluft (Temperatur: T_a) ausgegangen. Die Betriebszeiten der Lüftungsanlage decken sich mit den angenommenen Arbeitszeiten im Büro (Montag bis Freitag: 7 Uhr bis 18 Uhr). Außerhalb dieser Zeiten ist im Regelfall die Lüftungsanlage nicht aktiv. Die angesaugte Außenluft wird über ein Sorptionsrad geführt, an dem Wärme- und Feuchtigkeit aus der Abluft in die Zuluft zurück gewonnen werden. Der Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung wird mit 75% und der Wirkungsgrad der Feuchterückgewinnung wird mit 70% angenommen.

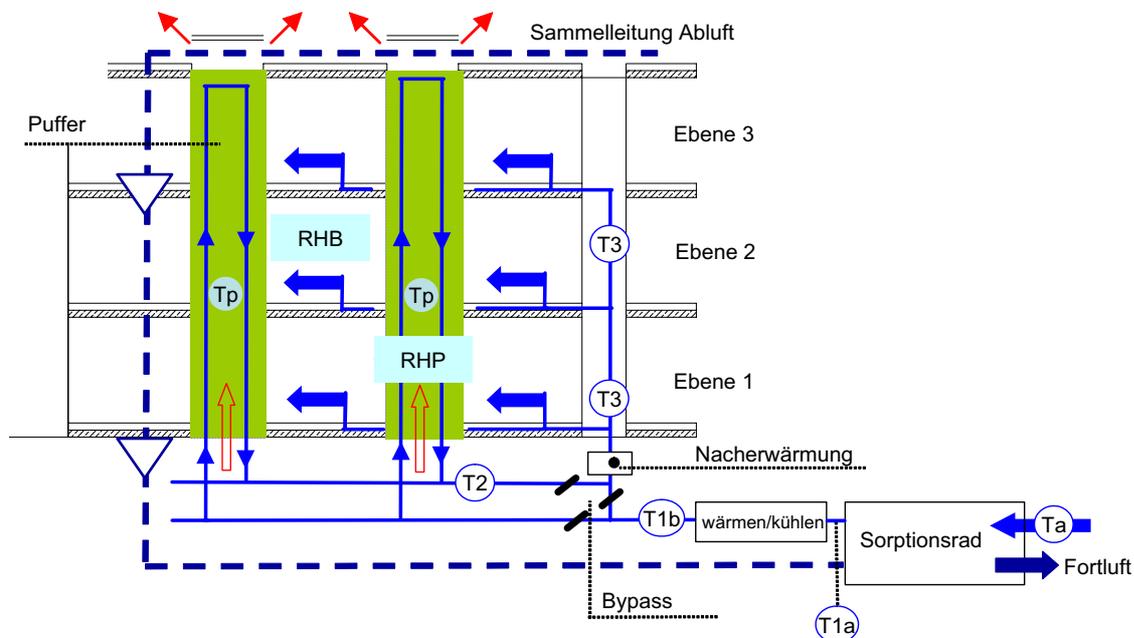


Abbildung 82: Schema der simulierten Lüftungsanlage auf Grundlage des Haustechnik- Konzeptes

Im nächsten Schritt wird die Zuluft auf 15°C vortemperiert. Übersteigt die Zuluft der Vortemperierung (T_{1a}) 15°C, so wird die vor geschaltete Wärmerückgewinnung abgeschaltet. Übersteigt die Zuluft der Vortemperierung (T_{1a}) trotzdem 15°C, so wird die Zuluft auf 15°C vorgekühlt. Diese Maßnahmen gewährleisten, dass die aus der

Vorkonditionierung austretende Luft (T1b) ein Temperaturniveau von 15°C aufweist. Fällt die Temperatur der angesaugten Außenluft (Ta) wieder, so werden die beschriebenen Maßnahmen in umgekehrter Reihenfolge aufgehoben.

Die Zuluft wird nach der Vortemperierung über die Pflanzenpufferräume geleitet. In den Pflanzenpufferräumen ergibt sich durch die Feuchtigkeitsabgabe der Pflanzen eine Erhöhung der relativen Feuchtigkeit der Zuluft. Nach Absaugung aus den Pufferräumen wird die derart befeuchtete Luft, mit der Temperatur T2, einer optionalen Nacherwärmung zugeführt. Die solcherart konditionierte Zuluft wird danach, mit der Temperatur T3, in die Nordbüros eingeblasen. Fällt die Temperatur nach den Pufferräumen (T2) unter 19°C so wird besteht die Möglichkeit der Nacherwärmung der Zuluft. In der Standardvariante wurde allerdings auch eine solche Nacherwärmung der Zuluft verzichtet. Nur für die Simulationsvariante Var3b (vgl. Kap. 4.3) wurde eine Nacherwärmung der Zuluft berücksichtigt, so dass in die Büroräume nie Luft mit einer Temperatur unter 19°C eingeblasen wird.

Steigt die relative Luftfeuchtigkeit in den Pufferräumen über längere Zeit auf 95% oder höher so besteht durch Kondensation die Gefahr von Schimmelbildung. Um diesem hygienischen Problem zu begegnen müssen sehr hohe Luftfeuchtigkeiten in den Pufferräumen abgelüftet werden. Tritt dieser Fall im Winter außerhalb der Bürozeiten auf, so wird die Lüftung für eine kurze Zeit aktiviert und die Feuchte Luft in die Büros eingeblasen. Für den Sommerfall befindet sich an der Ober- und der Unterseite jedes Pufferraums je eine Klappe um einen, durch thermischen Auftrieb angetriebenen, Luftwechsel mit Außenluft zu ermöglichen (rote Pfeile).

Der nach dem Einblasen der Zuluft in die Nordbüros angenommene Weg der Luft durch das Gebäude ist in Abbildung 83 dargestellt. Die mechanisch geführte Luftführung ist in der Farbe blau symbolisiert. Die schwarzen Pfeile bezeichnen Überströmungen durch andere Räume. Die eingekreisten Kurzbezeichnungen beschreiben den Luftvolumenstrom der von einer Zone in eine andere übertritt. Die dazugehörigen Größen der Luftvolumenströme und die sich daraus ergebenden Luftwechselzahlen der einzelnen Zonen sind in Tabelle 15 und Tabelle 16 angeführt.

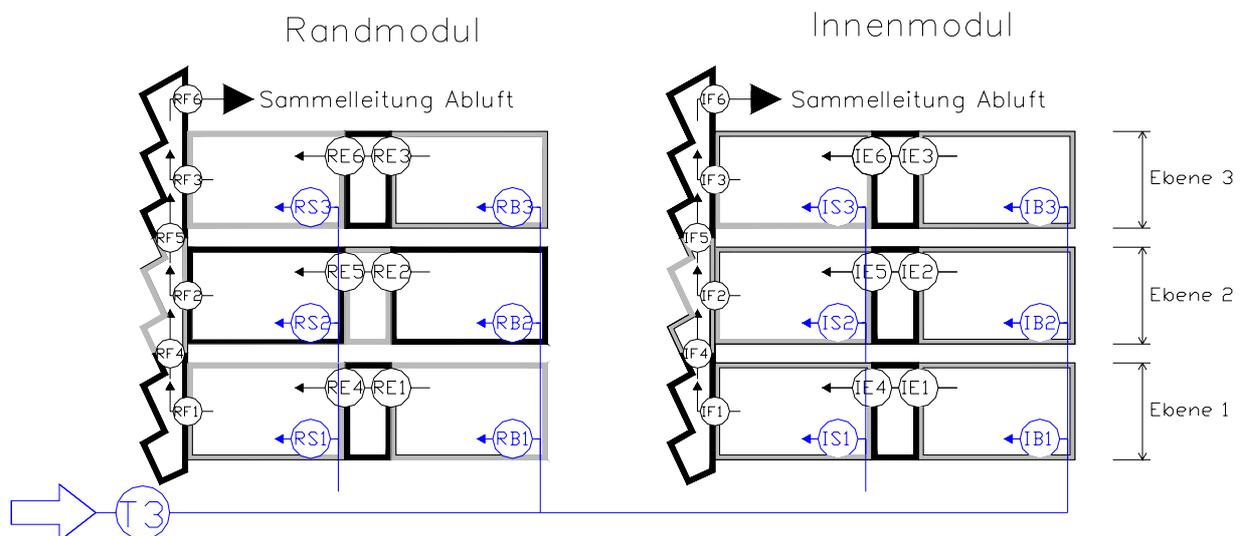


Abbildung 83: schematische Darstellung der Luftführung in der Simulation für Rand- und Innenmodul. In der Standardvariante wird in die Südräume keine Zuluft eingeblasen.

Randmodul											
Zonenname	Zonen-netto-volumen [m³]	Zuluft				Gesamt-luft-wechsel [h ⁻¹]	Abluft				
		Quelle	[m³/h]	[kg/h]	[h ⁻¹]		Senke	[m³/h]	[kg/h]		
R_Büro 1	101,75	RB1	R Pflanzen	120,00	144,48	1,18	1,18	RE1	R Erschl 1	120,00	144,48
		-	-	-	-	-		-			
R_Erschl 1	29,07	RE1	R Büro 1	120,00	144,48	4,13	4,13	RE4	R Südraum 1	120,00	144,48
		-	-	-	-	-		-			
R_Südraum 1	83,91	RE4	R Erschl 1	120,00	144,48	1,43	1,43	RF1	R Fassade 1	120,00	144,48
		-	-	-	-	-		-			
R_Fassade 1	41,16	RF1	R Südraum 1	120,00	144,48	2,92	2,92	RF4	R Fassade 2	120,00	144,48
		-	-	-	-	-		-			
R_Büro 2	101,75	RB2	R Pflanzen	120,00	144,48	1,18	1,18	RE2	R Erschl 2	120,00	144,48
		-	-	-	-	-		-			
R_Erschl 2	29,07	RE2	R Büro 2	120,00	144,48	4,13	4,13	RE5	R Südraum 2	120,00	144,48
		-	-	-	-	-		-			
R_Südraum 2	83,91	RE5	R Erschl 2	120,00	144,48	1,43	1,43	RF2	R Fassade 2	120,00	144,48
		-	-	-	-	-		-			
R_Fassade 2	38,15	RF2	R Südraum 2	120,00	144,48	3,15	6,29	RF5	R Fassade 3	240,00	288,96
		RF4	R Fassade 1	120,00	144,48	3,15		-	-		
R_Büro 3	101,75	RB3	R Pflanzen	120,00	144,48	1,18	1,18	RE3	R Erschl 3	120,00	144,48
		-	-	-	-	-		-			
R_Erschl 3	29,07	RE3	R Büro 3	120,00	144,48	4,13	4,13	RE6	R Südraum 3	120,00	144,48
		-	-	-	-	-		-			
R_Südraum 3	83,91	RE6	R Erschl 3	120,00	144,48	1,43	1,43	RF3	R Fassade 3	120,00	144,48
		-	-	-	-	-		-			
R_Fassade 3	55,72	RF3	R Südraum 3	120,00	144,48	2,15	6,46	RF6	nach außen	360,00	433,44
		RF5	R Fassade 2	240,00	288,96	4,31		-	-		

Tabelle 15: Luftvolumenströme und Luftwechselzahlen im Randmodul. In der Standardvariante wird in die Südräume keine Zuluft eingeblasen

Innenmodul											
Zonenname	Zonen-netto-volumen [m³]	Zuluft				Gesamt-luft-wechsel [h ⁻¹]	Abluft				
		Quelle	[m³/h]	[kg/h]	[h ⁻¹]		Senke	[m³/h]	[kg/h]		
I_Büro 1	144,94	IB1	I Pflanzen	220,00	264,88	1,52	1,52	IE1	I Erschl 1	220,00	264,88
		-	-	-	-	-		-			
I_Erschl 1	48,71	IE1	I Büro1	220,00	264,88	4,52	4,52	IE4	I Südraum 1	220,00	264,88
		-	-	-	-	-		-			
I_Südraum 1	125,87	IE4	I Erschl 1	220,00	264,88	1,75	3,02	IF1	I Fassade 1	380,00	457,52
		IS1	I Pflanzen	160,00	192,64	1,27		-	-		
I_Fassade 1	58,8	IF1	I Südraum 1	380,00	457,52	6,46	6,46	IF4	I Fassade 2	380,00	457,52
		-	-	-	-	-		-			
I_Büro 2	144,94	IB2	I Pflanzen	220,00	264,88	1,52	1,52	IE2	I Erschl 2	220,00	264,88
		-	-	-	-	-		-			
I_Erschl 2	48,71	IE2	I Büro2	220,00	264,88	4,52	4,52	IE5	I Südraum 2	220,00	264,88
		-	-	-	-	-		-			
I_Südraum 2	125,87	IE5	I Erschl 2	220,00	264,88	1,75	3,02	IF2	I Fassade 2	380,00	457,52
		IS2	I Pflanzen	160,00	192,64	1,27		-	-		
I_Fassade 2	54,5	IF2	I Südraum 2	380,00	457,52	6,97	13,94	IF5	I Fassade 3	760,00	915,04
		IF4	I Fassade 1	380,00	457,52	6,97		-	-		
I_Büro 3	144,94	IB3	I Pflanzen	220,00	264,88	1,52	1,52	IE3	I Erschl 3	220,00	264,88
		-	-	-	-	-		-			
I_Erschl 3	48,71	IE3	I Büro 3	220,00	264,88	4,52	4,52	IE6	I Südraum 3	220,00	264,88
		-	-	-	-	-		-			
I_Südraum 3	125,87	IE6	I Erschl 3	220,00	264,88	1,75	3,02	IF3	I Fassade 3	380,00	457,52
		IS3	I Pflanzen	160,00	192,64	1,27		-	-		
I_Fassade 3	79,6	IF3	I Südraum 3	380,00	457,52	4,77	14,32	IF6	nach außen	1140,00	1372,56
		IF5	I Fassade 2	760,00	915,04	9,55		-	-		

Tabelle 16: Luftvolumenströme und Luftwechselzahlen im Innenmodul. In der Standardvariante wird in die Südräume keine Zuluft eingeblasen

6.2.2.4.5 Gebäudetechnische Systeme zum Heizen und Kühlen

Die folgenden Beschreibungen stützen sich auf das vom Büro Hausladen übermittelte Heizungs- bzw. Kühlkonzept. Die Heiz- bzw. Kühlleistungen werden im vorliegenden Modell durch drei verschiedene haustechnische Systeme in das Gebäude eingebracht. Erstens, ein zentral gesteuertes Laden der Geschoßdecken zum Heizen oder Kühlen (Betonkernaktivierung), zweitens eine zentrale Vortemperierung der Zuluft und die nachgeschaltete Befeuchtung in den Pflanzenpufferräumen und als drittes System kommen Heizpaneele in den Nordbüros und Südzone zum Einsatz. Abbildung 84 zeigt eine schematische Darstellung der sich überlagernden Heiz- bzw. Kühlsysteme. Die einzelnen Systeme werden in der Folge beschrieben.

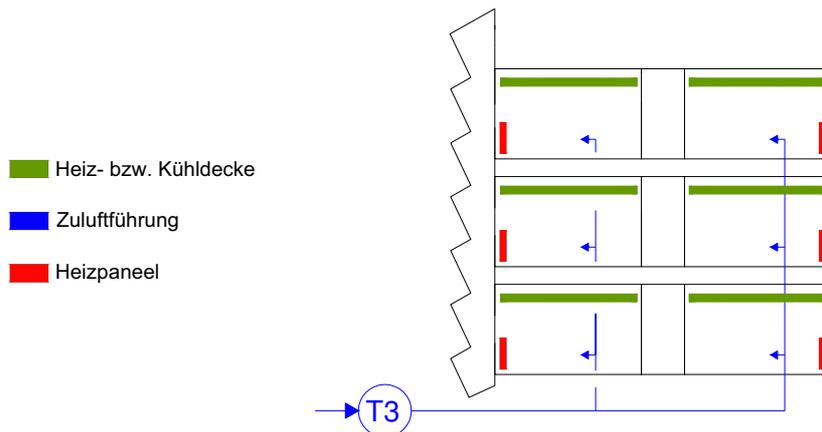


Abbildung 84: schematische Darstellung der drei verschiedenen Heiz- bzw. Kühlsysteme im Gebäude
Betonkernaktivierung

Die Temperierung der Büroräume wird durch die thermische Aktivierung der massiven Geschoßdecken unterstützt. In der konstruktiven Betondecke werden Rohrleitungen im Abstand von 15 cm verlegt (Rohrdurchmesser 20 mm). Aufgrund der Lage der Rohrleitungen im unteren Drittel der Massivdecke und des hohen Wärmewiderstandes des Fußbodenaufbaus wird der Großteil der eingebrachten Leistung jeweils dem unteren Raum zu Gute kommen.

Die Regelung der Decke unterscheidet drei Betriebszustände, wobei jeweils Temperaturkriterien und ein Zeitkriterium über den einzustellenden Betriebszustand entscheiden. Der „Betriebszustand Heizen“ wird aktiviert sobald die Rücklauftemperatur (t_R) unter 21°C fällt. Ein Massenstrom mit einer Vorlauftemperatur (t_V) von 27°C heizt die Speichermassen auf, bis eine Rücklauftemperatur (t_R) von 23°C erreicht ist (Temperaturkriterien). Steigt die Rücklauftemperatur (t_R) über 23°C so wird der „Betriebszustand Aus“ aktiviert. Sinkt die Rücklauftemperatur (t_R) erneut unter 21°C so wird der „Betriebszustand Heizen“ erneut aktiviert. In der vorliegenden Standardvariante ist diese Ladung ausschließlich in den Nachtstunden möglich (Zeitkriterium).

Im „Betriebszustand Aus“ wird im Simulationsmodell keinerlei Ladung der Decke vorgenommen. Überschreitet die Rücklauftemperatur (t_R) $23,5^\circ\text{C}$ so wird der „Betriebszustand Kühlen“ aktiviert. Ein Massenstrom mit einer Vorlauftemperatur (t_V) von $18,0^\circ\text{C}$ kühlt die Speichermassen, bis eine Rücklauftemperatur (t_R) von $21,5^\circ\text{C}$ erreicht ist. Sinkt die Rücklauftemperatur (t_R) unter $21,5^\circ\text{C}$ so wird der „Betriebszustand Aus“ aktiviert (Temperaturkriterien). In der vorliegenden Standardvariante ist diese Ladung ausschließlich in den Nachtstunden von 2 Uhr bis 7 Uhr möglich (Zeitkriterium).

Heizpaneele in den Nordbüros und den Südzone

Als drittes System sind in den Nordbüros und den Südzone Heizpaneele angeordnet. Im Simulationsmodell werden sie durch eine ideale Heizung mit einer Raumluft Solltemperatur von 20°C modelliert. Das bedeutet, dass das Heizsystem dem Gebäude in der Simulation immer soviel Wärme zuführt, dass die Raumlufttemperatur in den beheizten Zonen im Laufe des Simulationszeitraumes nie unter 20°C fällt. Die Regelung dieser Heizpaneele

ist ebenfalls an die Betriebszustände der Thermoaktiven Decke gekoppelt. Im „Betriebszustand Heizen“ und im „Betriebszustand Aus“ sind sie aktiv. Im „Betriebszustand Kühlen“ sind die Heizpaneele deaktiviert um ein Aufwärmen der Decke zu vermeiden.

6.2.2.4.6 Verschattungssysteme in den Fassaden

Je nach Himmelsrichtung werden zur Verminderung der solaren Last unterschiedliche Verschattungssysteme zum Einsatz gebracht, welche in der Folge beschrieben werden.

Verschattung in der Südfassade

Die Trennung zwischen den Fassadenzonen (R(I)_Fassade 1-3) und den Südzone (R(I)_Südzone 1-3) wird im unteren Bereich durch eine Brüstungsmauer und im oberen Bereich durch einen Blendschutz gebildet. Der Aufbau dieses Blendschutzes wird durch hellgraue horizontale Aluminium Jalousien gebildet (Lammellenbreite 25 mm, Lochanteil 9%, Lochdurchmesser 0,6 mm). Laut Angaben des zuständigen Lichtplaners ist in den Monaten Nov, Dez, Jan, Feb mit einer Systemtransmission von 50 % zu rechnen, in den Monaten März, April, September, Oktober mit 30% und in den Monaten Mai, Juni, Juli, August ist mit einer Systemtransmission von 15 % zu rechnen. Abbildung 85 zeigt die angenommenen Verschattungseffektivitäten im Jahresvergleich. Diese Durchschnittswerte ergeben sich aus der Annahme händische Regelung der Verschattung. Für die Simulationsvarianten 6a-c wird der Einfluss einer in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke geregelten Verschattung diskutiert (vgl. Kap. 6.2.4.5).

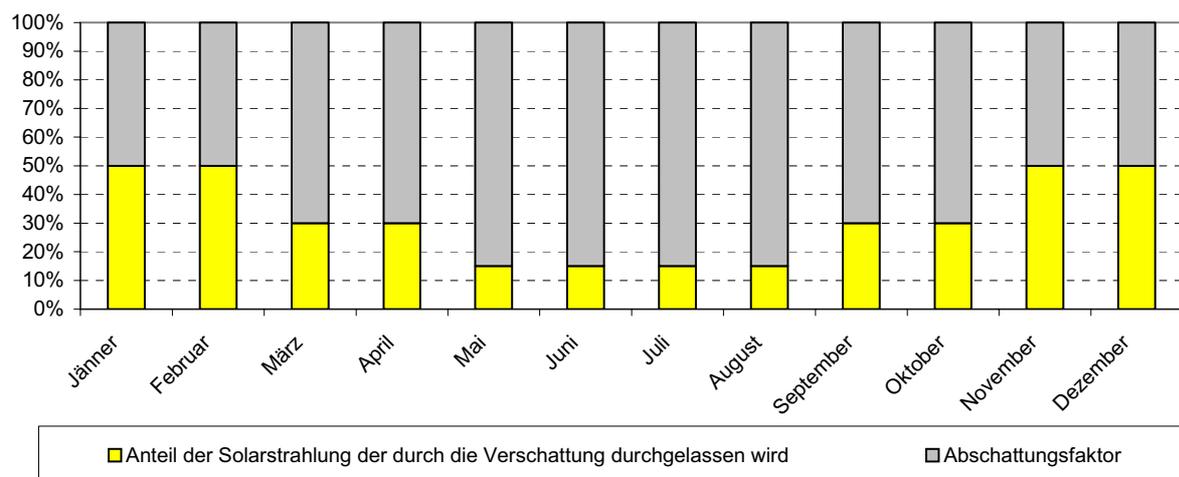


Abbildung 85: gewählter Jahresverlauf der Abschattungsfaktoren der Innenverschattung der Südfassade

Verschattung der Nordfassade

Für die Fensterflächen der Nordfassade (siehe Abbildung 70) wird in der Variante 1 kein Verschattungssystem angenommen.

Verschattung der Westfassade

Die Fassadenzonen des Randmoduls grenzen in der Variante 1 an Außenluftbedingungen (Ausrichtung Westen). Für diese verglaste Seitenwand der Fassadenzone (thermische Zonen: R_Fassade 1,2,3) – siehe Kapitel 6.2.2.2.3, wird eine Verschattung durch fixe Sonnenschutzlamellen angenommen (30° Ausblendung).

6.2.2.5 Nutzungsannahmen

6.2.2.5.1 Wärmeabgabe und Feuchteabgabe durch Personenbelegung

Wärmeabgabe der Personen:

Die Wärmeabgabe durch Personen ist im Simulationsmodell an die Anwesenheit der Personen geknüpft. Sobald eine Person in der Belegung geführt wird, werden laut ISO-NORM 7730 [3] Hochbaukonstruktionen und Baustoffe für hoch Wärme gedämmte Gebäude - Technik, Bauphysik, Ökologische Bewertung, Kostenermittlung, Dr. Tobias Waltjen, IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie, (laufend)

[4] Internationales Umweltzeichen für nachhaltige Bauprodukte, Österreichisches Institut für Baubiologie und Ökologie GmbH (IBO), Mag. Hildegund Mötzl, 2001

[5] 120 W/Person (Anteil sensibel: 65 W/Person, Anteil latent 55 W/Person) in Rechnung gestellt. Die geleistete Wärmeabgabe ergibt sich aus der Wärmeabgabe pro Person und aus der Belegungsdichte.

Feuchteabgabe der Personen:

Die Feuchteabgabe durch Personen ist im Simulationsmodell an die Anwesenheit der Personen geknüpft. Sobald eine Person in der Belegung geführt wird, werden 76.6 g/h in Rechnung gestellt. Die geleistete Feuchteabgabe ergibt sich aus der Feuchteabgabe pro Person und aus der Belegungsdichte.

Belegungsdichte - Montag bis Freitag:

Nordbüros Randmodul: je Geschoss 3 Personen, 08° - 12° und 13° - 18°
je Geschoss 2 Personen, 12° - 13°

Nordbüros Innenmodul: je Geschoss 5,5 Personen, 08° - 12° und 13° - 18°
je Geschoss 3 Personen, 12° - 13°

Südraum Randzone: je Geschoss 4 Personen, 12° - 13°
Südraum Innenzone: je Geschoss 4 Personen, 08° - 18°

Erschließungsfläche Randmodul: je Geschoss 2 Personen, 07° - 08°
je Geschoss 1 Personen, 12° - 13°

Erschließungsfläche Innenmodul: je Geschoss 2 Personen, 07° - 08°
je Geschoss 1 Personen, 12° - 13°

6.2.2.5.2 Beleuchtungsabwärme

Die künstliche Beleuchtung in den Innenräumen wird über die Beleuchtungsstärke durch solare Einstrahlung geregelt. Unterschreitet die Beleuchtungsstärke eines Raumes den „Inneren Einschaltswellwert (200 lux)“, dann wird die Wärmeleistung der entsprechenden Leuchtenreihe aktiviert. Je nach Lage im Gebäude ist jedem Inneren Einschaltswellenwert ein „Äußerer Einschaltswellenwert“ (Tabelle 17) zugeordnet bei dessen Über- bzw. Unterschreitung angenommen wird, dass der entsprechende Innere Einschaltswellenwert ebenfalls über- bzw. unterschritten wird. Die Beleuchtungsleistung, sowie Innere und Äußere Schwellenwerte wurden vom zuständigen Lichtplaner zur Verfügung gestellt. Siehe Tabelle 17.

Äußerer Einschaltswellenwerte [lux]				
	Südfassade		Nordfassade	
	Fensterseite	Gangseite	Gangseite	Fensterseite
Ebene 1	5000	11500	9500	5500
Ebene 2	5000	11500	9500	5500
Ebene 3	4500	10000	9500	5500
Zugehörige Leuchtmittel:	1x PL T/E 42W	1x PL T/E 42W	1x L35W	1x L35W
Systemanschlußleistung:	46 W	46 W	39 W	39 W

Tabelle 17: Äußere Einschaltswellenwerte für verschiedene Gebäudezonen

Aufgrund der vorgegebenen Beleuchtungskörper ergibt sich in den Nordbüros bei aktivierter Beleuchtung eine Wärmeabgabe von 6,25 W/m² Nutzfläche, in den Südräumen 7,35 W/m² Nutzfläche und in den Erschließungsflächen eine Wärmeabgabe von 3,45 W/m².

Die Beleuchtung der Pflanzen in den Pufferräumen erfolgt bedarfsabhängig, d.h. einerseits um sicherzustellen, dass die Pflanzen auch im Winter genügend Licht erhalten, und andererseits, um eine optimale Befeuchtung der Zuluft zu gewährleisten. Wie in Kap. 6.2.2.4.2 ausgeführt, werden die Pflanzen in drei Reihen mit unterschiedlichen Tageslichtquotienten aufgestellt, die je nach Bedarf separat beleuchtet werden können.

Aufgrund der künstlichen Beleuchtung der Pflanzen werden für die 12 Pflanzen der vordersten Reihe im Bedarfsfall eine Wärmeleistung von 280 [W] in Rechnung gestellt, für die 24 Pflanzen der mittleren Reihe eine Wärmeleistung von 560 [W]. Die hinterste Pflanzenreihe bleibt kann frei bleiben, und wird entsprechend auch nicht künstlich beleuchtet, da laut Simulation bereits 36 Pflanzen ausreichen, um eine genügend hohe Raumluftfeuchte im Winter bereitzustellen.

Die oben angegebenen Werte beziehen sich auf den Pufferraum eines Innenmoduls (I_Pflanzen), die analogen Werte für den Pufferraum des Randmoduls (R_Pflanzen) ergeben sich durch Halbierung der angeführten Wärmeleistungen.

6.2.2.5.3 Geräteabwärme durch Büroausstattung

- jeder Person ist ein PC zugeordnet:

bei Anwesenheit der Person: Laptop aktiv mit 55 Watt Wärmeleistung
bei Abwesenheit in der Mittagspause: standby mit 19 Watt Wärmeleistung
die Einschaltzeiten beziehen sich auf die Anwesenheit der Personen

- jeder Erschließungsfläche ist ein Drucker zugeordnet:

aktiv mit 350 Watt Wärmeleistung
standby mit 5 Watt Wärmeleistung
die Drucker sind über den Tag 4 h aktiv und 20 h im standby Betrieb

6.2.2.5.4 Wochenschemen des Wärmeintrages durch Innere Wärmen

Abbildung 86 bis Abbildung 88 zeigen den aus den einzelnen Wärmeinträgen zusammengesetzten Wärmeintrag durch Innere Wärmen. Der dargestellte Wochenverlauf wiederholt sich über das gesamte Simulationsjahr.

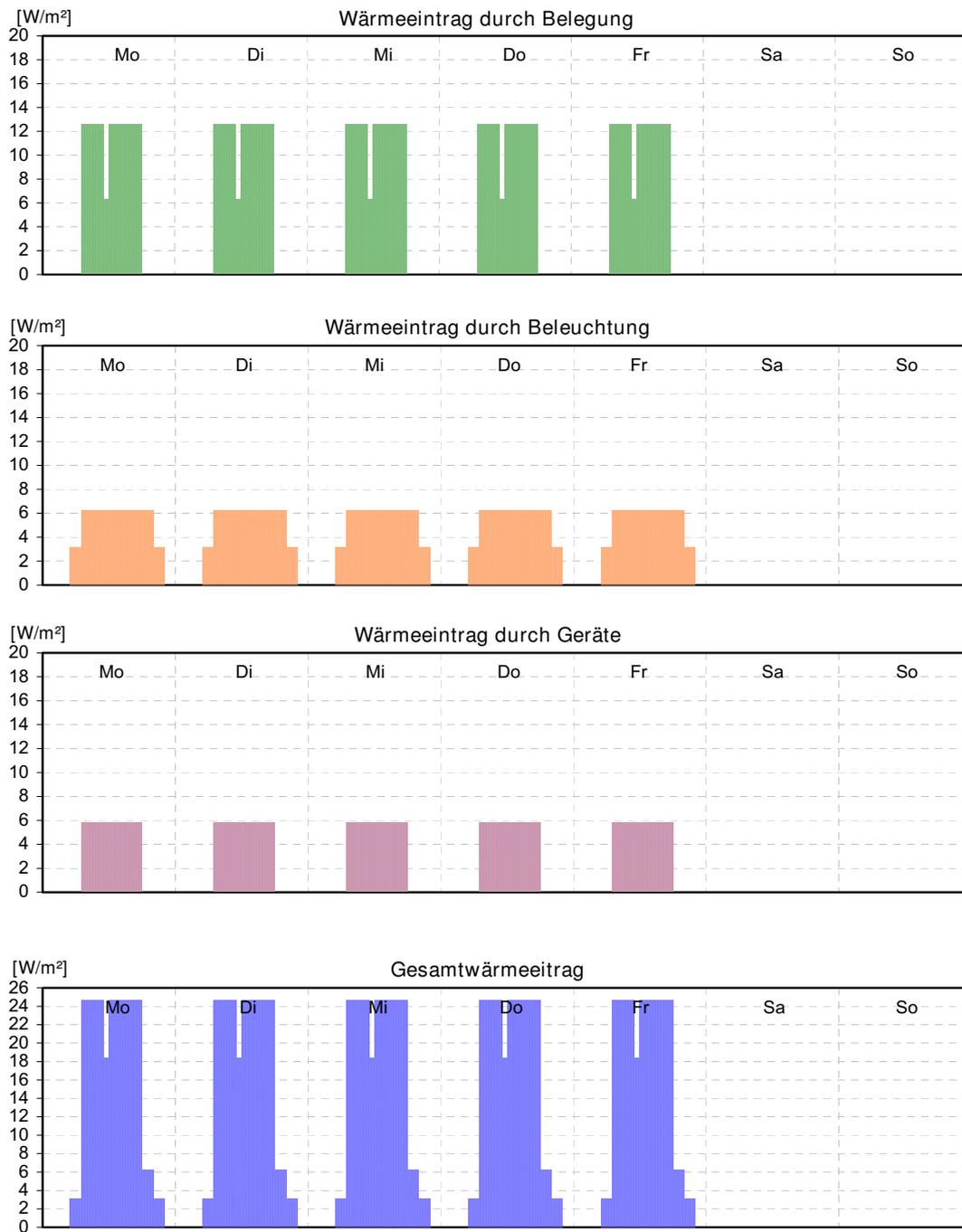


Abbildung 86: Wochenschema des Wärmeeintrages durch Innere Wärmen in die Nordbüros des Innenmoduls

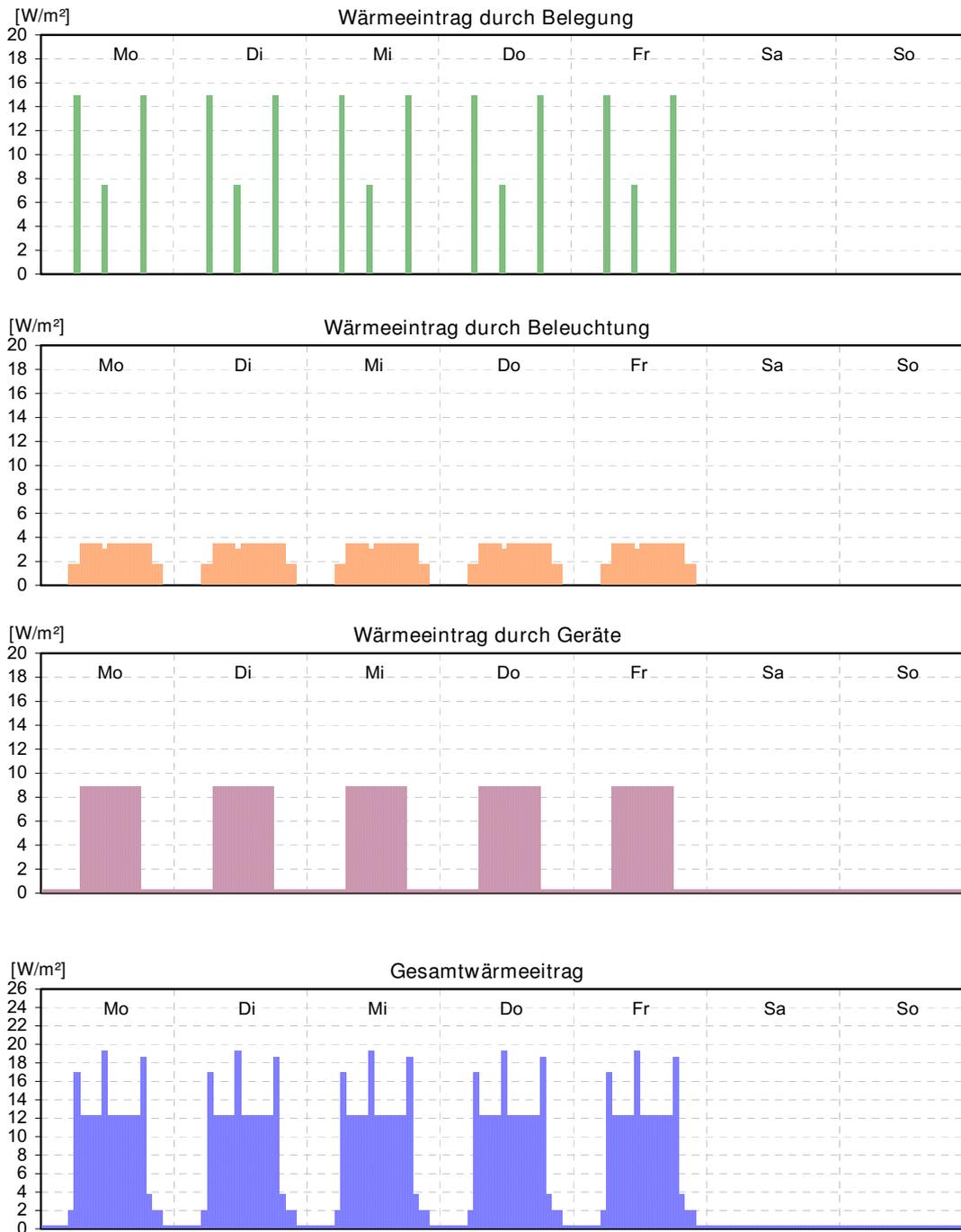


Abbildung 87: Wochenschema des Wärmeeintrages durch Innere Wärmen in die Erschließungsflächen des Innenmoduls

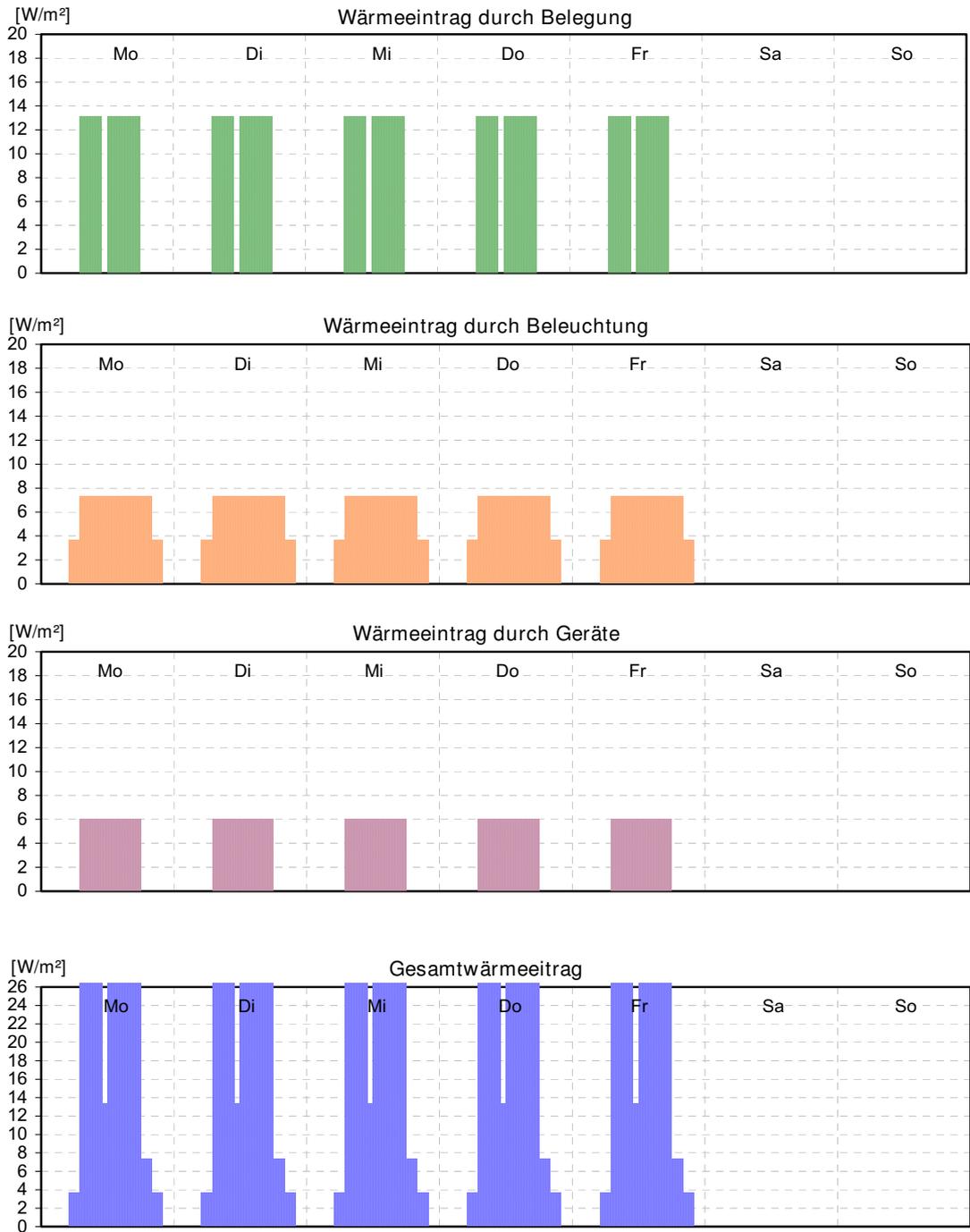


Abbildung 88: Wochenschema des Wärmeeintrages durch Innere Wärmen in die Südräume des Innenmoduls

6.2.3 Ergebnisse der Standardvariante

6.2.3.1 Wirkungsweise der Lüftungsregelung

Im vorliegenden Kapitel soll die Wirkungsweise der in Kapitel „Die Modellierung des Lüftungssystems“ beschriebenen Regelungsstrategie deutlich gemacht werden. Abbildung 89 zeigt eine Auswertung der im System in festgelegten „Messpunkten“ (vergl. Abbildung 83) auftretenden Lufttemperaturen zu Betriebszeiten der Wärme- und Feuchtigkeitsrückgewinnung (d.h. aktives Sorptionsrad).

Es zeigt sich, dass die Wärmerückgewinnung (Sorptionsrad) 1470 Stunden, das sind rund 62% der gesamten Bürostunden im Jahr in Betrieb ist. Zum anderen wird in Abbildung 89 auch verdeutlicht, dass die Zulufttemperatur zum Pufferraum (T1a) etwa 200 Stunden über 20°C, 620 Stunden unter 15°C bzw. 42 Stunden unter 10°C liegt. Die minimalen und maximalen Werte der Zulufttemperatur zum Pflanzenpuffer (T1a) sind 7,1 °C bzw. 30,3 °C.

In der Standardvariante ist die „Nacherwärmung“ der Luft deaktiviert und somit entspricht die Lufttemperatur vor der Nacherwärmung T2 der Temperatur nach der Nacherwärmung T3, welche dann in die Büroräume eingeblasen wird. Diese liegt durchwegs über 15°C, da die Zuluft vor dem Pufferraum auf 15°C vorerwärmt wird. Da für die Auswertung in Abbildung 89 nur die Betriebszeiten der WRG herangezogen wurden (Heizfall), für die keine Konditionierung der Zuluft bei Überschreitung von 20°C vorgesehen wurde, übersteigt die Zulufttemperatur T3 auch für rund 300 Stunden 20°C, wobei maximal eine Temperatur von 30,5 °C erreicht wird. Im Kühlfall wird die Zuluft (T3) mit maximal 20°C eingeblasen.

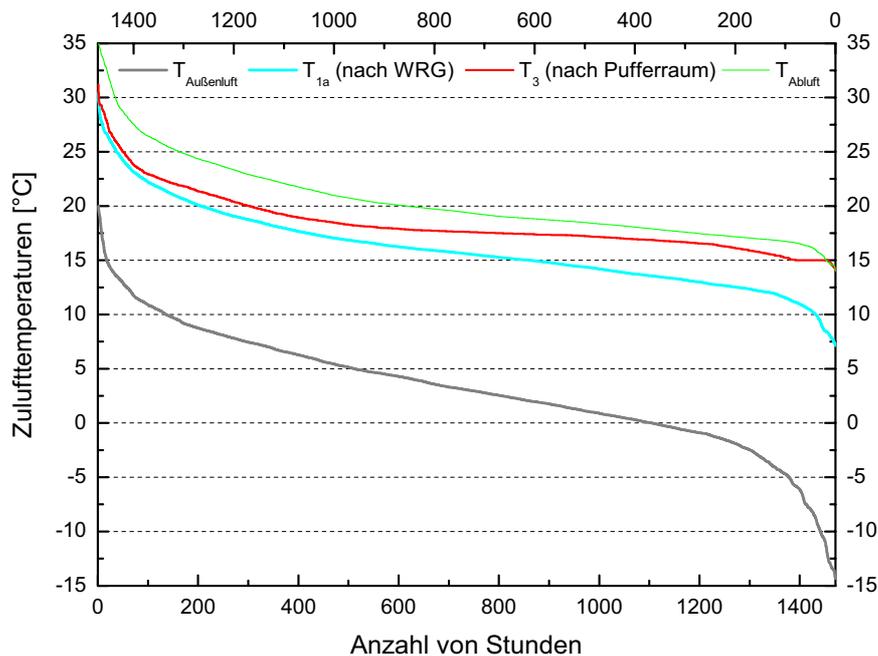


Abbildung 89: Standardvariante: Geordnete Zulufttemperaturen T1a (nach WRG), und T3 (nach Pufferraum), sowie die Ablufttemperatur (T_{Abluft}) und die Außenlufttemperatur T_{Außen} bei Betrieb der Wärmerückgewinnung (WRG).

In der Folge werden drei einzelne Kalenderwochen (KW) des Simulationsjahres herausgegriffen um die verschiedenen Schaltzustände und die dadurch bedingten Lufttemperaturen und Luftfeuchtigkeiten zu veranschaulichen. In Kalenderwoche 3 (KW3), Abbildung 90, zeigt die Zustände des Lüftungssystems am Beispiel einer kalten und nebeligen Winterwoche. In Abbildung 91 wird eine sonnige Winterwoche (KW5) mit hohen solaren Einträgen dargestellt. Kalenderwoche 25 (Abbildung 92) zeigt das Verhalten in einer sonnigen

Sommerwoche. Die dazugehörigen Kurzbezeichnungen werden wie folgt angenommen. Weitere Auswertungen sind Anhang 7 Kapitel A 07.1. 6 zu entnehmen.

- $T_{\text{außen}}$ Außenlufttemperatur
- T_{1a} Zulufttemperatur nach der Wärmerückgewinnung
- T_{1b} Zulufttemperatur vor dem Pufferraum
- T_2 Zulufttemperatur nach dem Pufferraum
- T_3 Zulufttemperatur in die Büroräume
- $RH_{\text{Büro}}$ Relative Luftfeuchte im Referenzbüro
- RH_{Puffer} Relative Luftfeuchte im Pufferraum
- L Lüftung (1 = ein, 0 = aus)
- P Bypass Pufferraum (1 = Zuluft nicht über Puffer)
- WRG Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung

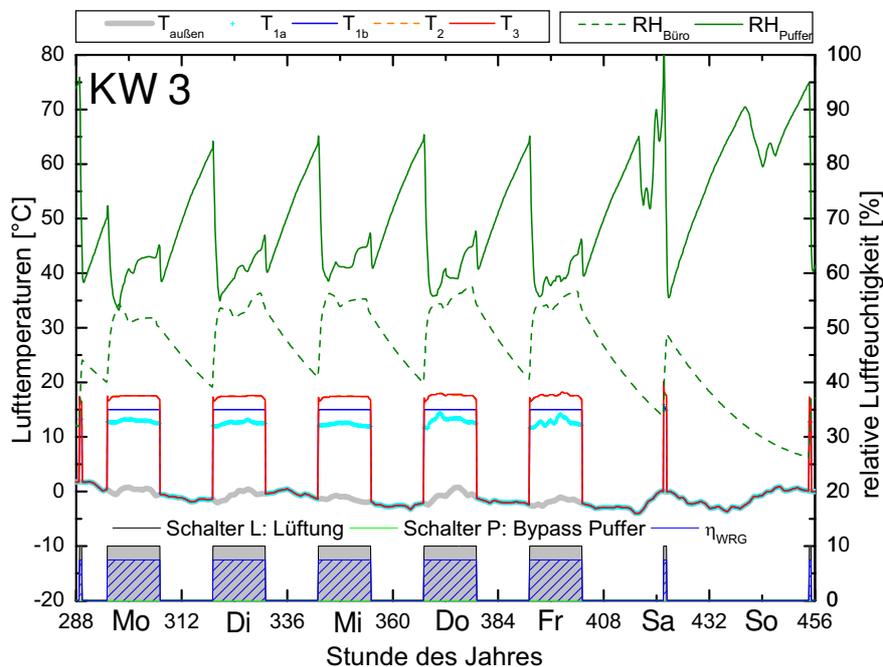


Abbildung 90: Standardvariante: Temperaturen der Zuluft (linke Achse) und relative Luftfeuchten im Nordbüro und Pflanzenraum (rechte Achse) in der KW3 (kalte, nebelige Winterwoche).

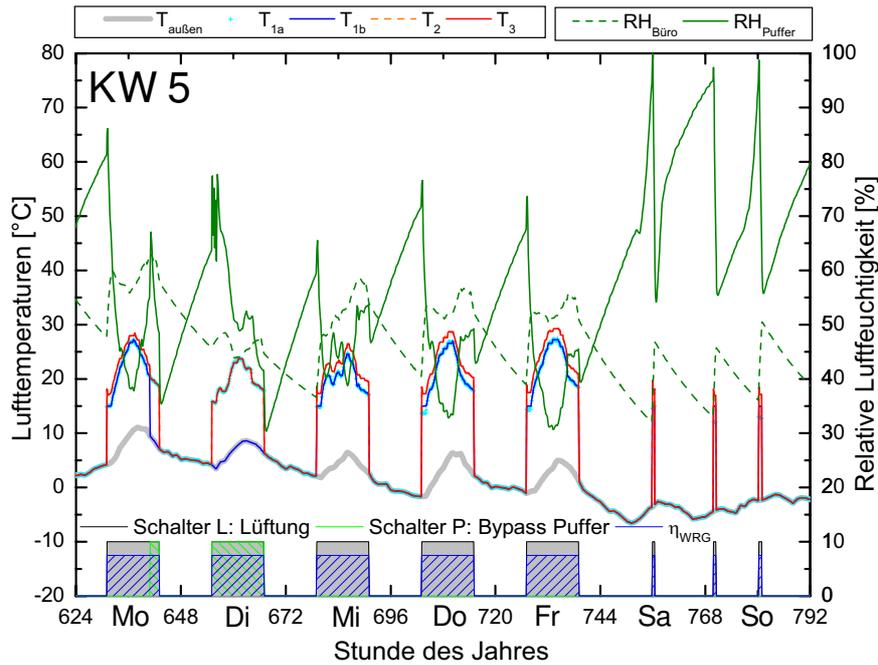


Abbildung 91: Standardvariante: Temperaturen der Zuluft (linke Achse) und relative Luftfeuchten im Nordbüro und Pflanzenraum (rechte Achse) in der KW5 (sonnige Winterwoche mit hohen solaren Einträgen).

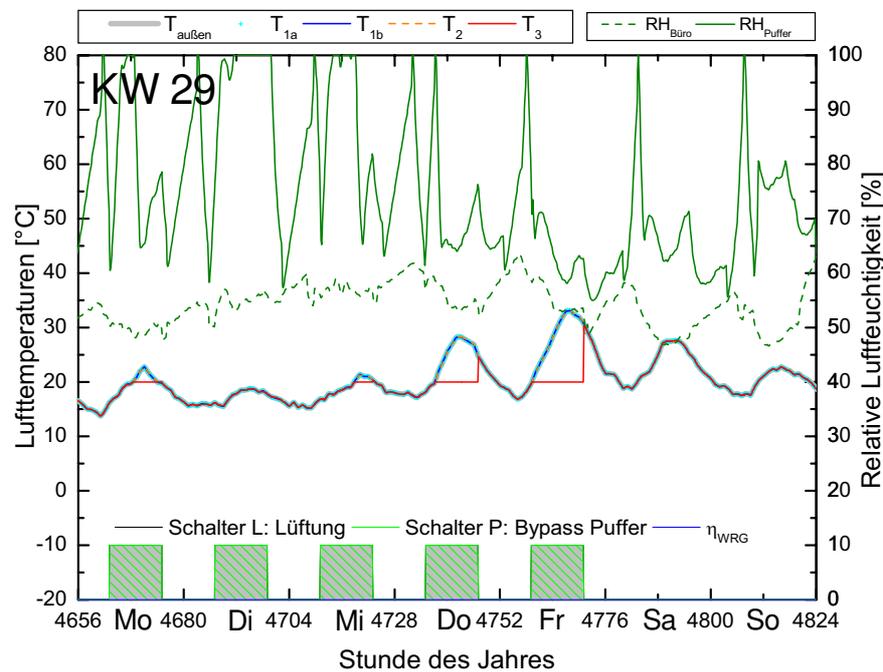


Abbildung 92: Standardvariante: Temperaturen der Zuluft (linke Achse) und relative Luftfeuchten im Nordbüro und Pflanzenraum (rechte Achse) in der KW29 (schöne Sommerwoche).

6.2.3.2 Das Verhalten der betonkernaktivierten Geschossdecken

Alle in der Folge gezeigten Ergebnisse beziehen sich auf ein 3-geschoßiges Gebäude, dass entsprechend des modularen Aufbaus der Simulation (siehe Kapitel „Strukturierung des Gebäudes“) aus 2 Randmodulen und 4 Innenmodulen zusammengesetzt ist. Die gesamte Nettogrundfläche wird mit insgesamt 1845,5 m² angesetzt (Abbildung 93).

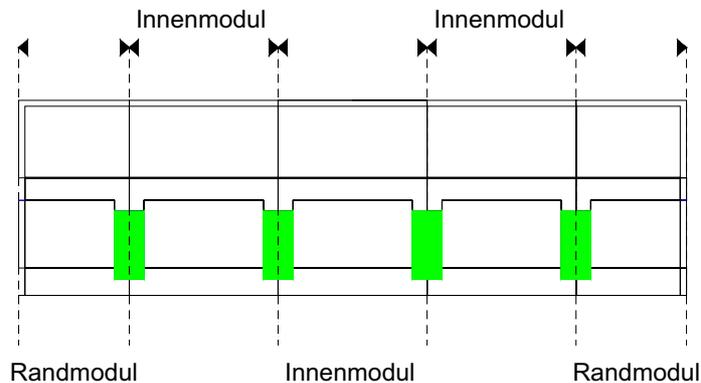


Abbildung 93: Virtuelles Gebäude, bestehend aus 2 Rand- und 3 Innenmodulen

Abbildung 94 zeigt die Heiz- und Kühlleistungen der im Kapitel „Gebäudetechnische Systeme zum Heizen und Kühlen“ beschriebenen Betonkern aktivierten Geschossdecken (bezogen auf das in Abbildung 93 dargestellte virtuelle Gebäude). Es zeigt sich, dass die angewandte Regelung sehr träge reagiert und somit eine jahreszeitliche Regelung sehr gut umgesetzt werden kann. Heizzeiten und Kühlzeiten sind deutlich von einander getrennt. Ein kurzfristiges Energie verschwendendes Aufheizen und Abkühlen war nicht zu beobachten.

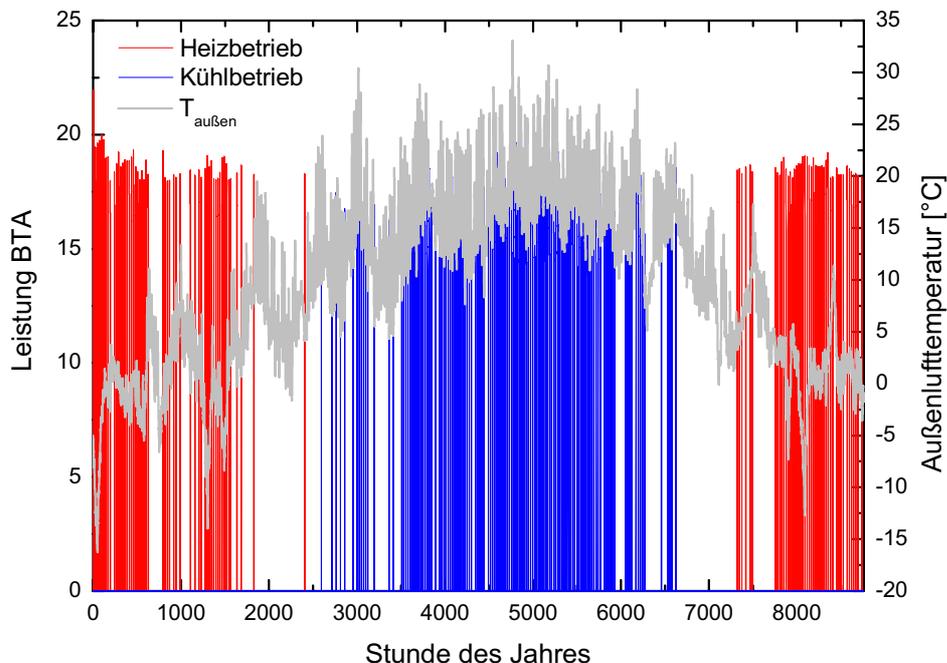


Abbildung 94: Betrieb der Bauteilaktivierung in Jahresübersicht

Abbildung 95: zeigt die Heizleistung der aktivierten Decke (rechte Skala in rot) und die wesentlichen Temperaturen des Regelungssystems am Beispiel der ersten sieben Tage im Jänner für ein Nordbüro. Im Heizfall beträgt die Vorlauftemperatur der Betonkernaktivierung 27 °C. Eine Aktivierung des entsprechenden Massenstromes ist von zwei Kriterien abhängig. Einerseits muss das Temperaturkriterium erfüllt sein (siehe Kapitel „Gebäudetechnische Systeme zum Heizen und Kühlen“) und andererseits eine von der Regelung zugelassene Heizzeit vorliegt (graue Felder). Nur bei Erfüllung beider Kriterien kommt es zur Aktivierung eines Massenstroms mit 27 °C und somit zu einem Wärmeeintrag. Bei Betrachtung der dargestellten Raumlufttemperatur im Nordbüro ($T_{\text{Nordbüro}}$) ist zu beachten, dass der diesbezügliche Temperaturverlauf von einer Vielzahl an Parametern abhängt und somit nicht ausschließlich mit den Deckentemperaturen erklärbar ist.

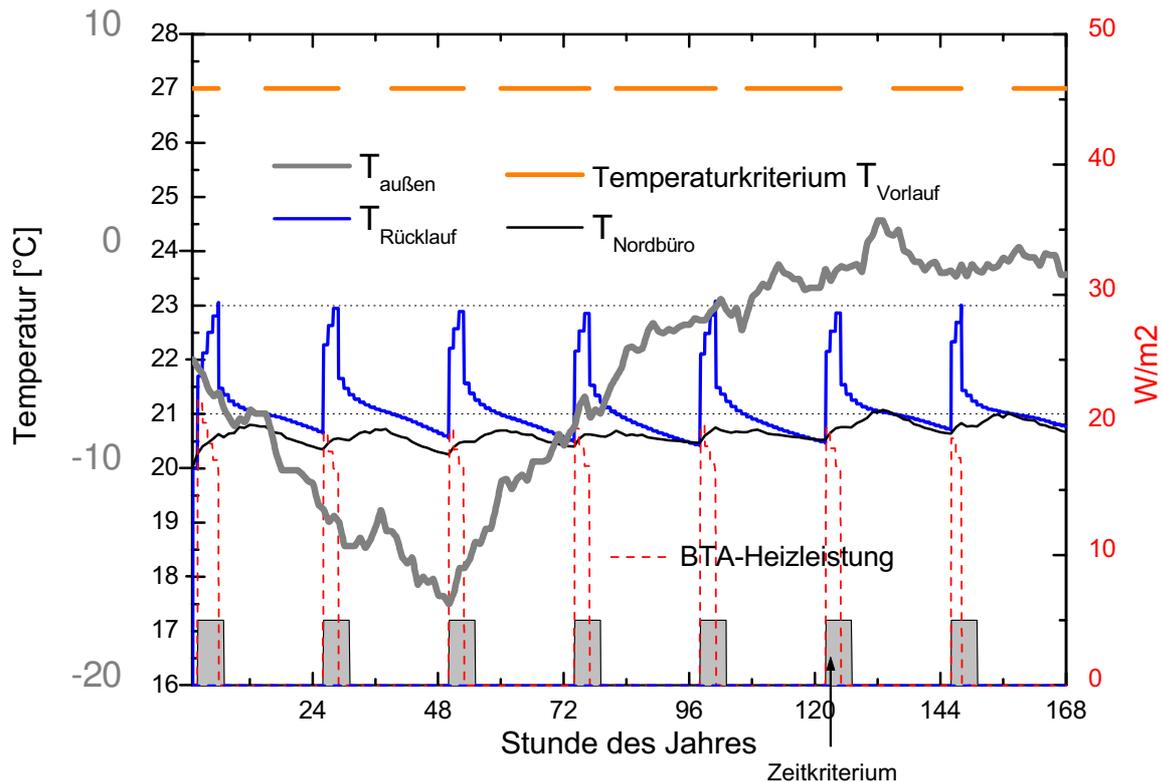


Abbildung 95: Kühlbetrieb der BTA mit Vor- und Rücklauftemperaturen.

Zum Vergleich sind die Außenlufttemperatur sowie die operative Raumtemperatur eines Referenzraums (Nordbüro) dargestellt. Die grauen Felder geben die von der Regelung zum Einbringen von Wärme zugelassenen Zeiten an. Abbildung 96 zeigt nach dem gleichen Schema wie in Abbildung 95: die Kühlleistung der aktivierten Decke (rechte Skala in rot) und die wesentlichen Temperaturen des Regelungssystems am Beispiel einer Woche mit hohen Außenlufttemperaturen. Die Vorlauftemperaturen sind in der Standardvariante im Kühlfall mit 18°C festgelegt. Bei Betrachtung der dargestellten Raumlufttemperatur im Nordbüro ($T_{\text{Nordbüro}}$) ist zu beachten, dass der diesbezügliche Temperaturverlauf von einer Vielzahl an Parametern abhängt und somit nicht ausschließlich mit den Deckentemperaturen erklärbar ist. Weitere Auswertungen zur Bauteilaktivierung sind Anhang 7 Kapitel A 07.1. 14 zu entnehmen.

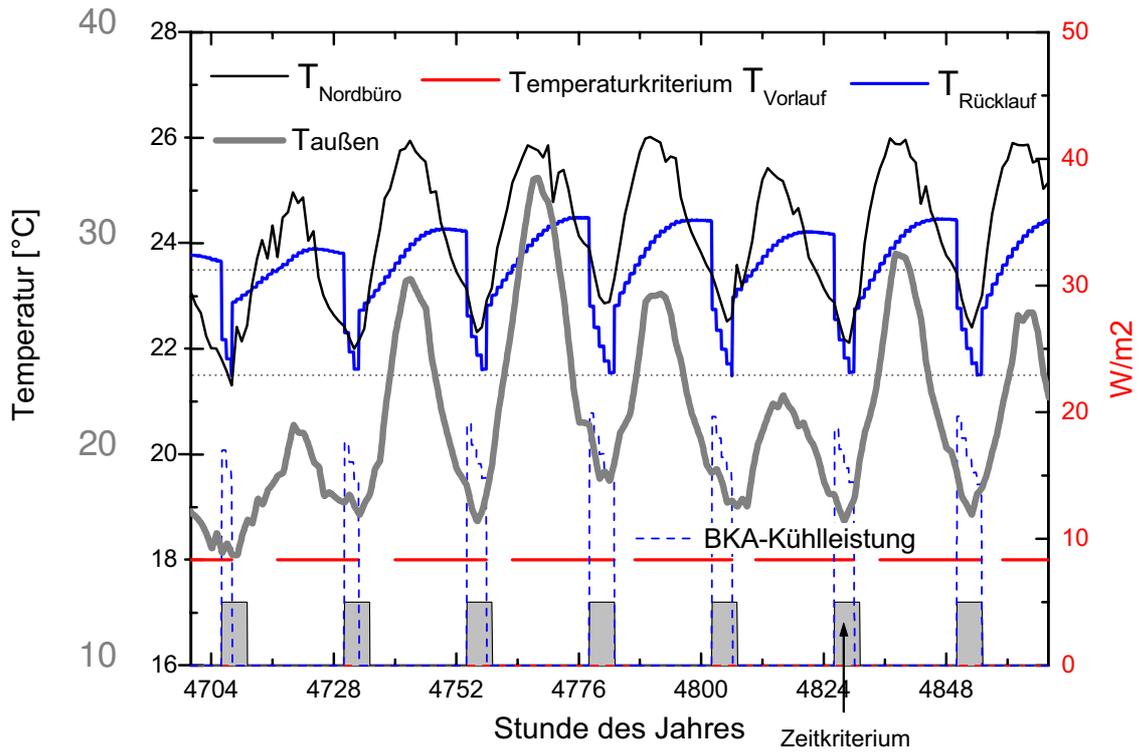


Abbildung 96: Heizbetrieb der BTA mit Vor- und Rücklauftemperaturen.

Zum Vergleich sind die Außenlufttemperatur sowie die operative Raumtemperatur. Die grauen Felder geben die von der Regelung zum Einbringen von Wärme zugelassenen Zeiten an.

6.2.3.3 Heizen und Kühlen

Alle in der Folge gezeigten Ergebnisse beziehen sich wiederum auf das in Abbildung 93 dargestellte virtuelle Gebäude. Die Summe des gesamten Heizwärmebedarfes (HWB) setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen:

- Wärmeabgabe der aktivierten Decke
- Wärmeabgabe der Heizpaneele
- Energie für die Luftvorwärmung
- Energie für die Luftnacherwärmung nach dem Pflanzenpuffer (optional)

Die aus der Abluft zurück gewonnene Wärme (Abluftwärmerückgewinnung mittels Sorptionsrad) wird im Folgenden nicht zum gesamten HWB gerechnet. Der Kühlenergiebedarf (KEB) wiederum setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen:

- der Kälteabgabe der aktivierten Decken
- Energie für die Luftvorkühlung

Für die Standardvariante beträgt der HWB 26,8 kWh/m²a, der zu 41% von der Bauteilaktivierung (BTA), und zu 57% durch die Heizpaneele gedeckt wird. Die verbleibenden 2% werden über die Konditionierung der Zuluft aufgewendet, während der Anteil der Wärmerückgewinnung (WRG) 14,4 kWh/m²a ausmacht. Der Kühlenergiebedarf in der Standardvariante beläuft sich auf 18,5 kWh/m²a, der wiederum zu 88% von der BTA und zu 12% über die Kühlung der Zuluft gedeckt wird. Die Abbildung 97 zeigt den jahreszeitlichen Verlauf des HWB und des KEB in der Standardvariante, aus der man als Heizperiode September bis April, und als Kühlperiode Mai bis September ablesen kann.

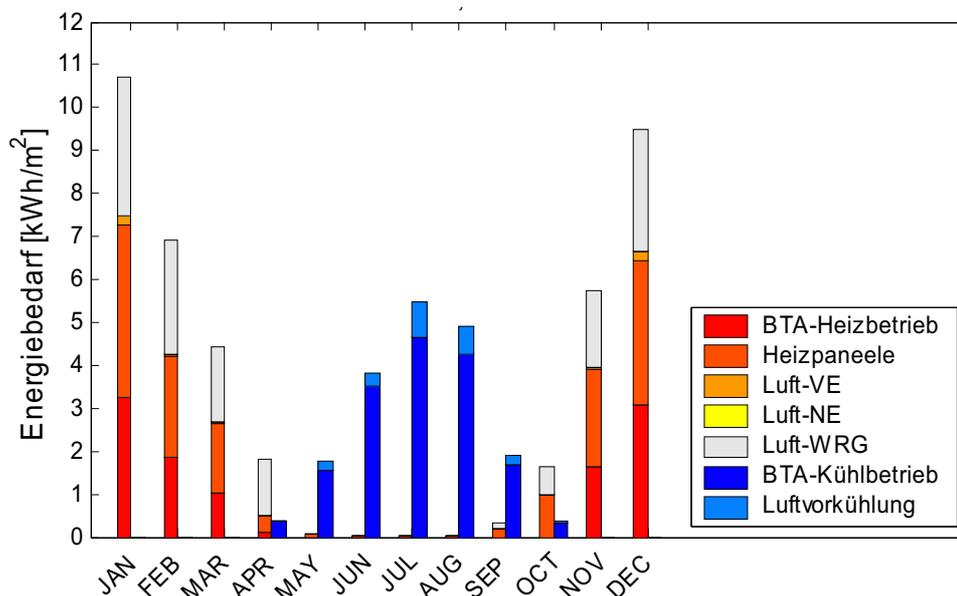


Abbildung 97: Monatsverlauf des Heizwärmebedarfs (HWB) und des Kühlenergiebedarfs (KEB) in der Standardvariante jeweils bezogen auf die Nettogrundfläche.

Abbildung 98 und Abbildung 99 zeigen Auswertungen in der Form von Überschreitungshäufigkeiten der Heiz- und der Kühlleistung des virtuellen Gebäudes (Abbildung 93).

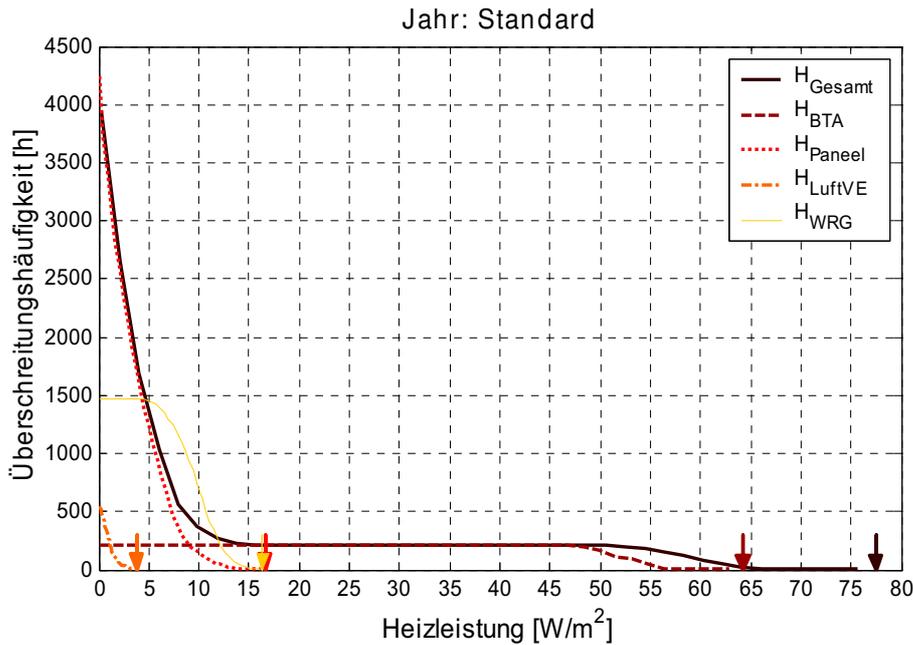


Abbildung 98: Überschreitungshäufigkeit der spezifischen Heizleistung in der Standardvariante.

Die gesamte Heizleistung (Gesamt) setzt sich aus Bauteilaktivierung (BTA), Heizpaneele (Paneel) und Luftvorwärmung (LuftVE) zusammen. Der Anteil aus der Abluftwärmerückgewinnung (WRG) ist gesondert ausgewiesen. Die maximal auftretenden Werte sind durch Pfeile gekennzeichnet.

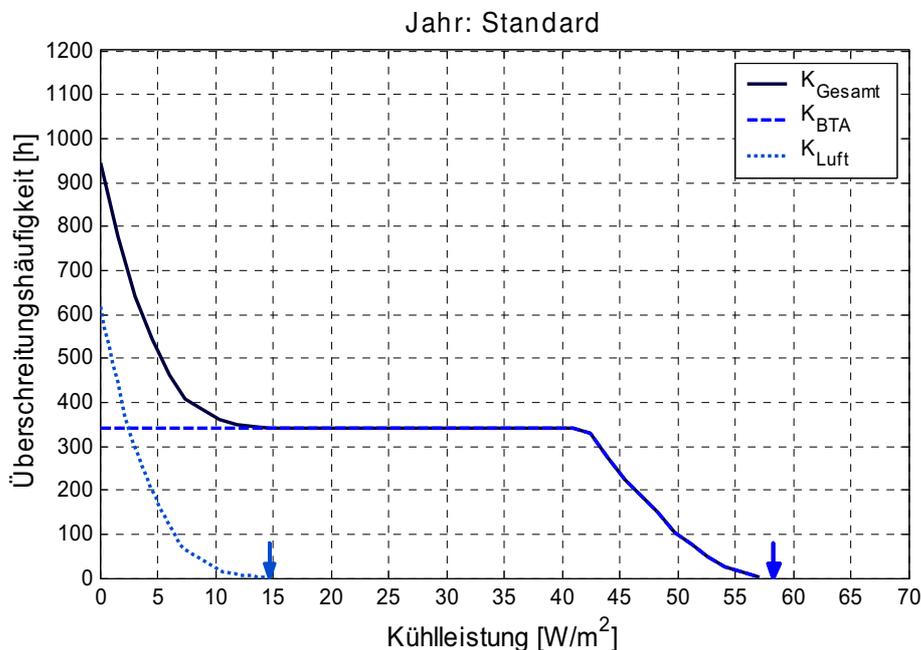


Abbildung 99: Überschreitungshäufigkeit der spezifischen Kühlleistung in der Standardvariante.

Die gesamte Kühlleistung (Gesamt) setzt sich aus Bauteilaktivierung (BTA) und Luftvorkonditionierung (Luft) zusammen. Die maximal auftretenden Werte sind durch Pfeile gekennzeichnet.

6.2.3.4 Behaglichkeit/ Raumlufthtemperatur und Raumlufffeuchte

Die folgenden Abbildungen zeigen Stundenwerte von Raumlufffeuchte und Raumlufftemperatur, eingetragen in ein Behaglichkeitsfeld [Leusden / Freymark]. Der dunkelgrüne Kernbereich zeigt einen Bereich mit sehr hoher Behaglichkeit, der hellgrüne Bereich rundherum markiert den noch behaglichen Bereich. Außerhalb der grünen Felder, im weißen Bereich kann von einer unbehaglichen Umgebung ausgegangen werden (Abbildung 100 und Abbildung 101).

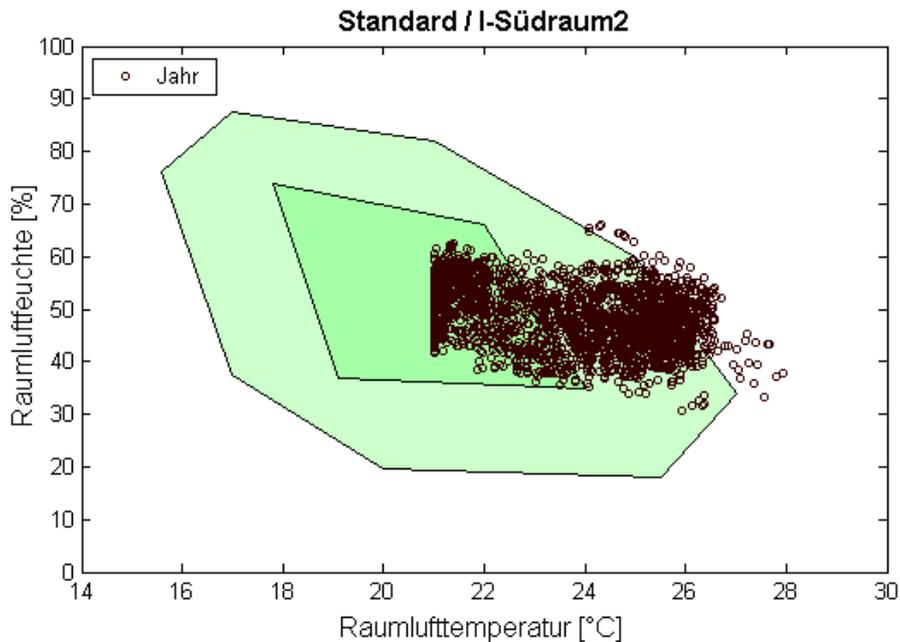


Abbildung 100: Das Wertepaar Raumlufftemperatur / Raumlufffeuchte dargestellt im Behaglichkeitsdiagramm nach Leusden / Freymark. Ausgewertet sind Bürozeiten für einen Südraum des Innenmoduls.

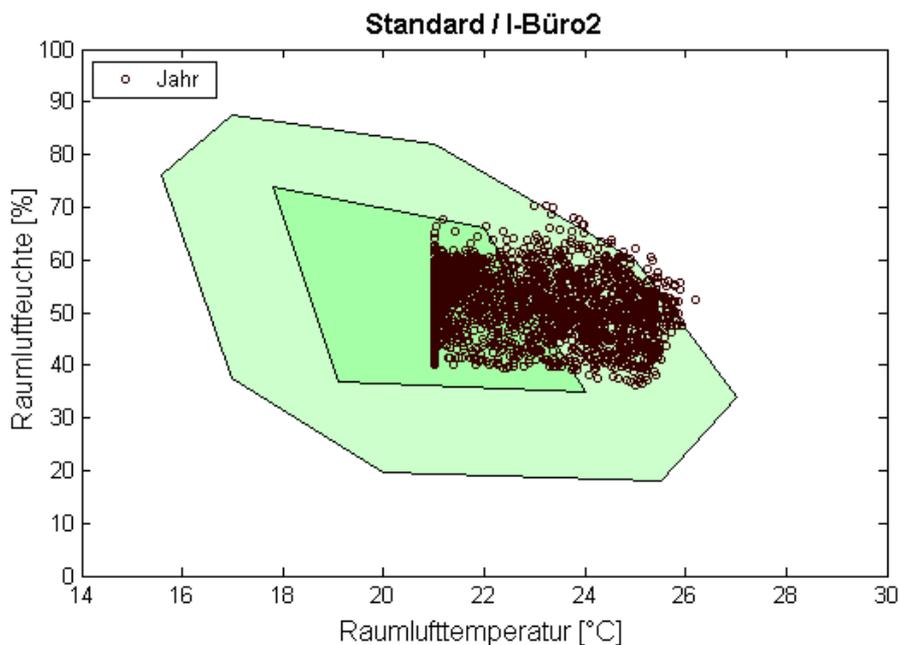


Abbildung 101: Das Wertepaar Raumlufftemperatur / Raumlufffeuchte dargestellt im Behaglichkeitsdiagramm nach Leusden / Freymark. Ausgewertet sind Bürozeiten für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls.

In Abbildung 102 bis Abbildung 105 werden Auswertungen verschiedener operativer Raumtemperaturen der Standardvariante in ein Behaglichkeitsfeld eingetragen. Die einzelnen schwarzen Kreise bezeichnen einzelne Stundenwerte.

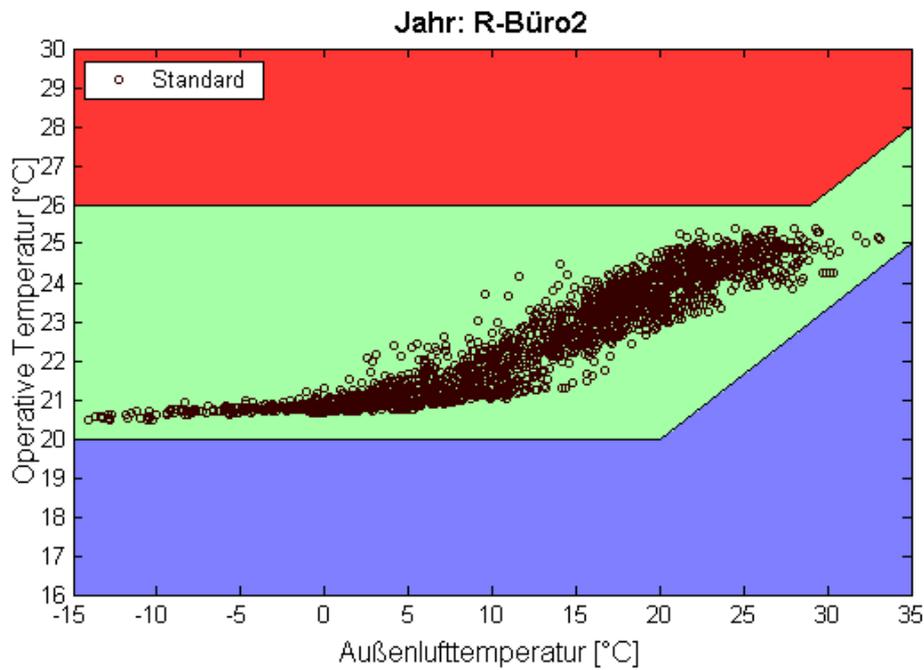


Abbildung 102: Operative Raumtemperaturen in einem nordseitigen Büroraum des Randmoduls für die Standardvariante.

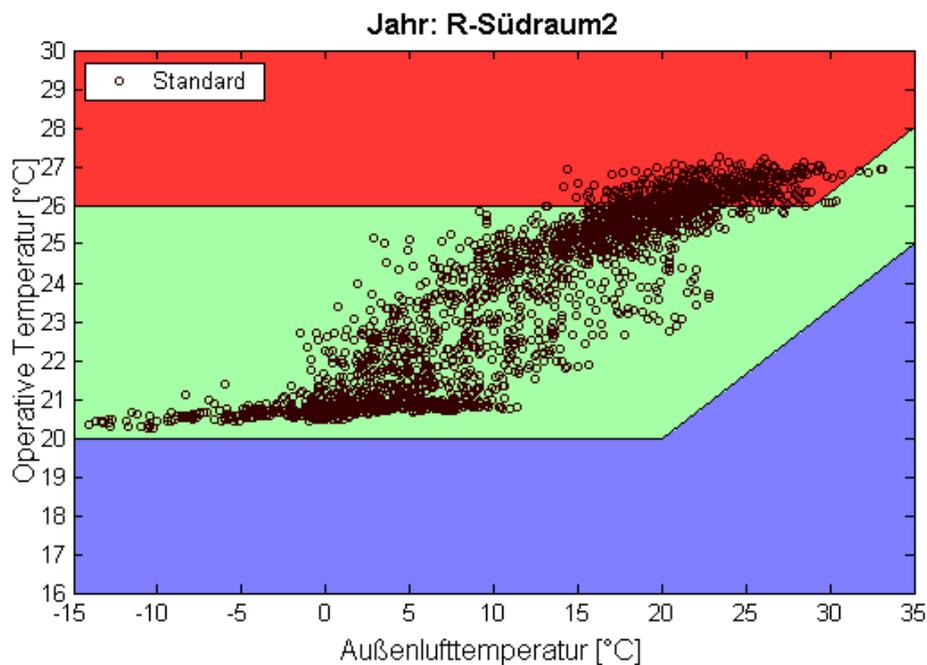


Abbildung 103: Operative Raumtemperaturen in einem südseitigen Raum des Randmoduls für die Standardvariante.

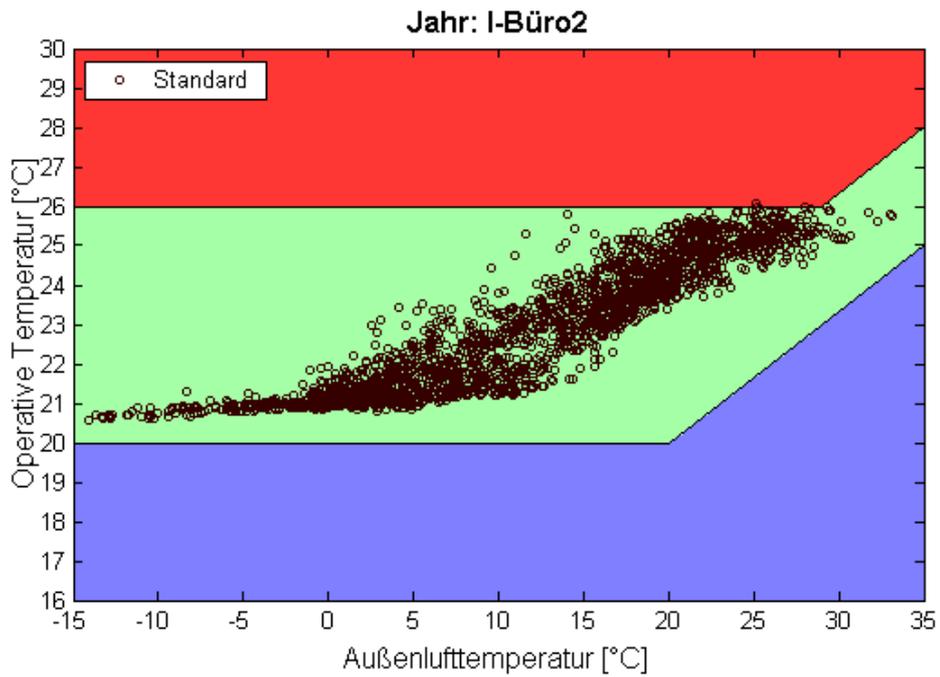


Abbildung 104: Operative Raumtemperaturen in einem nordseitigen Büroraum des Innenmoduls für die Standardvariante.

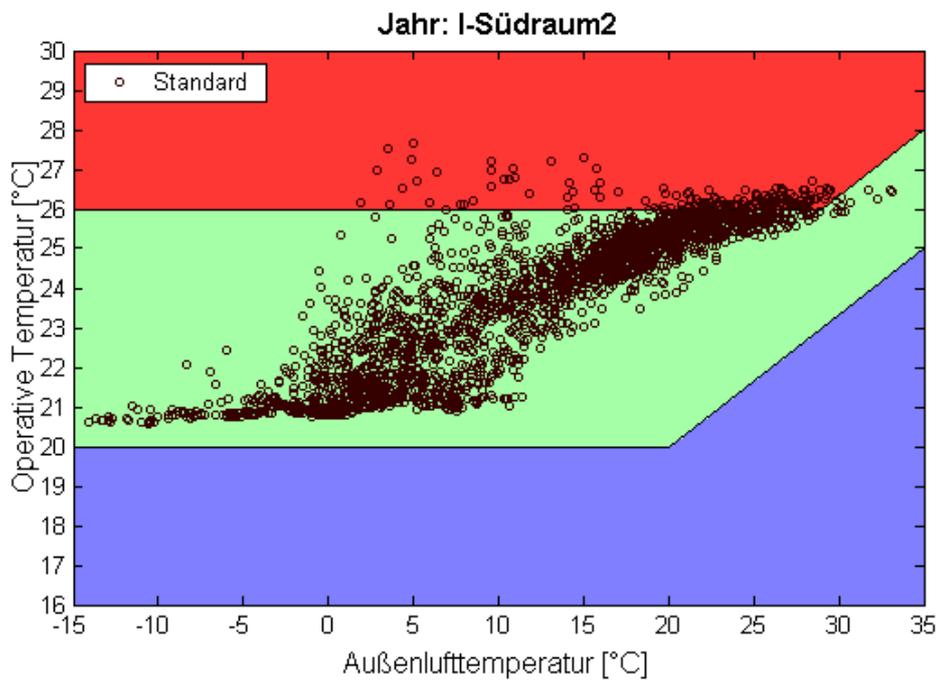


Abbildung 105: Operative Raumtemperaturen in einem südseitigen Raum des Innenmoduls für die Standardvariante.

6.2.4 Variation verschiedener Eingabeparameter

6.2.4.1 Variation der Gebäudehülle (Variante 1a bis Variante 1d)

Nach Auswertung der Ergebnisse der Standardvariante werden nun weitere Simulationsrechnungen durchgeführt. Ausgehend von den Eingabeparametern der Standardvariante werden für die ersten Varianten Parameter der Gebäudehülle geändert. Tabelle 18 zeigt auf der linken Seite die Parameter der Standardvariante. Die in einer Variante geänderten Parameter sind gelb hinterlegt, alle anderen Parameter entsprechen der Standardvariante.

			Variante Standard	Gebäudehülle			
				Variante 1a	Variante 1b	Variante 1c	Variante 1d
Dämmstärke	Wand	cm	16	25	16	16	25
	Dach	cm	16	25	16	16	25
Fenster Nord	U _{glas}	W/m ² K	1,1	1,1	0,7	1,1	0,7
	g	%/100	0,598	0,598	0,51	0,598	0,51
	U _{Rahmen}	W/m ² K	1,45	1,45	0,73	1,45	0,73
Südfassade	U _{glas}	W/m ² K	1,1	1,1	1,1	0,7	0,7
	g	%/100	0,598	0,598	0,598	0,51	0,51
	U _{Profil}	W/m ² K	1,45	1,45	1,45	1,1	1,1
Innere Lasten pro Arbeitsplatz		[W/AP]	55	55	55	55	55
BTA	T _{ein,heizen}	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
	T _{aus,heizen}	°C	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
	Saison _{heizen}	von / bis	-	-	-	-	-
	T _{ein,kühlen}	°C	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
	T _{aus,kühlen}	°C	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
	Saison _{kühlen}	von/bis	-	-	-	-	-
	Zeit - Kühlung	von/bis	2 - 7 Uhr				
Nacherwärmung der Zuluft		ja/nein	aus	aus	aus	aus	aus
Zeitspanne der Nachtlüftung		von/bis	0 - 6 Uhr				
Luftwechsel	Randmodul	h ⁻¹	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
	Innen _{Nord}	h ⁻¹	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52
	Innen _{Süd}	h ⁻¹	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
Verschattung Nord			keine	keine	keine	keine	keine
Verschattung Süd			Innenjalousie (R2)				
Verschattung Pflanzenpuffer			keine	keine	keine	keine	keine
Anzahl der Pflanzen je Puffer			36	36	36	36	36
Effizienz der Feuchterückgewinnung in %			70	70	70	70	70
Luftfeinbringung			Nord und Süd				

Tabelle 18: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in den Varianten 1a – 1d

Die Variante 1a (Abbildung 106) unterscheidet sich von der Standardvariante durch 25 cm im Vergleich zu 16 cm Dämmstärke bei Außenwand und Dach. Diese Verkleinerung des U-Werts der Gebäudehülle wirkt sich in einer Reduktion des Heizwärmebedarf (HWB) um knapp 13% auf 23,4 kWh/m²a aus. Gleichzeitig erhöht sich auch der Kühlenergiebedarf (KEB) leicht um 3% auf 19,1 kWh/m²a, da aufgrund des verminderten U-Werts die im Sommer im Gebäudeinneren anfallende Wärme schlechter nach außen geleitet werden kann (Transmissionsverluste).

Für die Variante 1b (Var1b) wurde der U-Wert der Verglasung der nordseitigen Büroräume von 1,1 W/m²K auf 0,7 W/m²K verbessert. Diese Maßnahme reduziert den HWB um 29% auf 19,1 kWh/m², gleichzeitig ergibt sich auch ein etwas kleinerer KEB von 17,6 kWh/m²a. Dies liegt daran, dass mit dem U-Wert der Fenster auch der Energiedurchlassgrad (g-Wert) der Fenster von 0,598 (Standard) auf 0,51 (Variante 1b) verringert wurde,

wodurch die solaren Lasten und damit auch der KEB reduziert werden. Ein ähnliches Resultat ergibt sich, wenn man ausgehend von der Standardvariante die U-Werte der südseitigen Verglasung von 1,1 W/m²K auf 0,7 W/m²K verbessert, und den g-Wert von 0,598 auf 0,51 reduziert (Variante 1c). Hier verkleinert sich der HWB um 16% auf 22,6 kWh/m²a, während der KEB um 2% auf 18,2 kWh/m²a abnimmt. Wie bei Variante 1b zeigt sich auch bei 1c, dass der verminderte g-Wert der Verglasung einen positiven Effekt auf den Kühlenergiebedarf nimmt, während der verbesserte U-Wert der Verglasung im Heizfall die verminderten solaren Gewinne überwiegt.

Für die Variante 1d wurden schließlich die Maßnahmen der Varianten 1a, 1b und 1c kombiniert, das heißt, 25 cm Dämmung bei Außenwänden und Dach, sowie Verbesserung der U-Werte der Verglasung auf 0,7 W/m²Ka. In dieser Variante liegt der HWB mit 13,2 kWh/m²a bereits unter den Passivhauswert von 15 kWh/m², auch der KEB liegt mit 17,8 kWh/m²a ungefähr 4 % unter dem der Standardvariante.

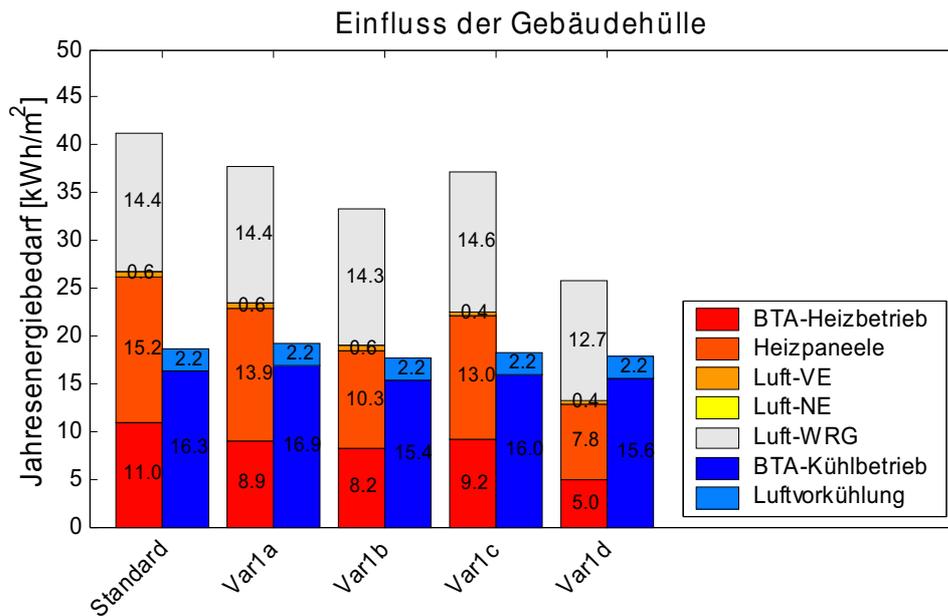


Abbildung 106: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante und die Simulationsvarianten zur Gebäudehülle.

Die Auswertung der Behaglichkeit (Abbildung 107 und Abbildung 108) im Sommer zeigt, dass die Mehrzahl der Stunden den sehr behaglichen Bereich (dunkelgrünes Feld) verfehlen und im noch behaglichen Bereich (hellgrünes Feld) zu liegen kommen. Die primäre Ursache für Behaglichkeitseinschränkung liegt dabei in zu hohen Raumtemperaturen. Die geänderten Parameter zeigen nur einen sehr geringen Einfluss. Es ist zu erkennen, dass der Südraum (Abbildung 107) im Gegensatz zum Nordbüro (Abbildung 108) eine wesentlich größere Neigung zur Überhitzungen zeigt. Weitere Auswertungen zur Behaglichkeit finden sich im Anhang 7 in Kapitel A 07.1. 3 (operative Raumtemperaturen), Kapitel A 07.1. 4 (Raumlufffeuchten Nordbüro), und Kapitel A 07.1. 5 (Raumlufffeuchten Südräume).

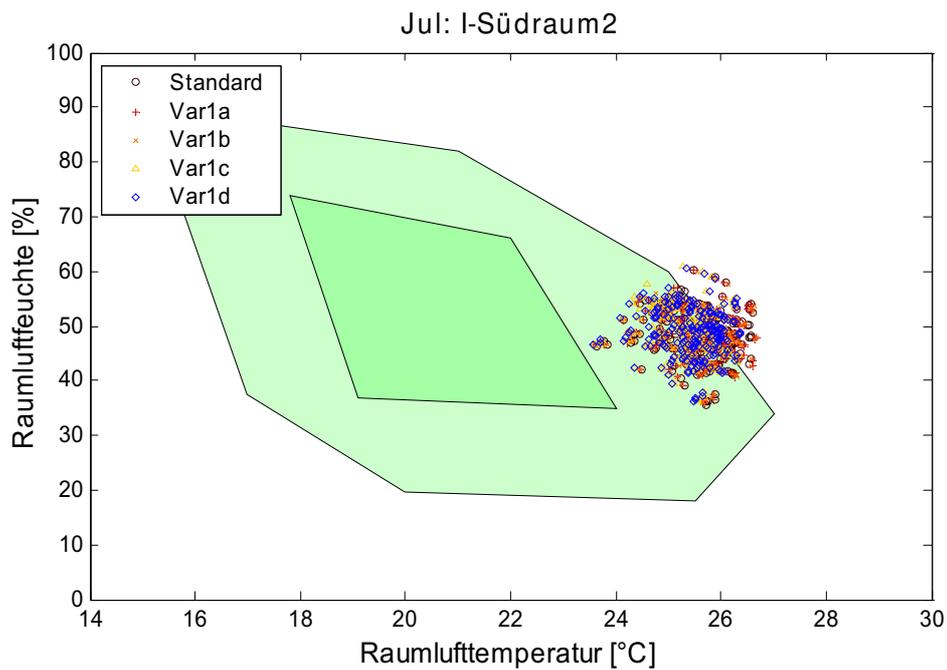


Abbildung 107: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zur Gebäudehülle (Standard, Var1a, Var1b, Var1c, Var1d) ausgewertet für einen südseitigen Raum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.

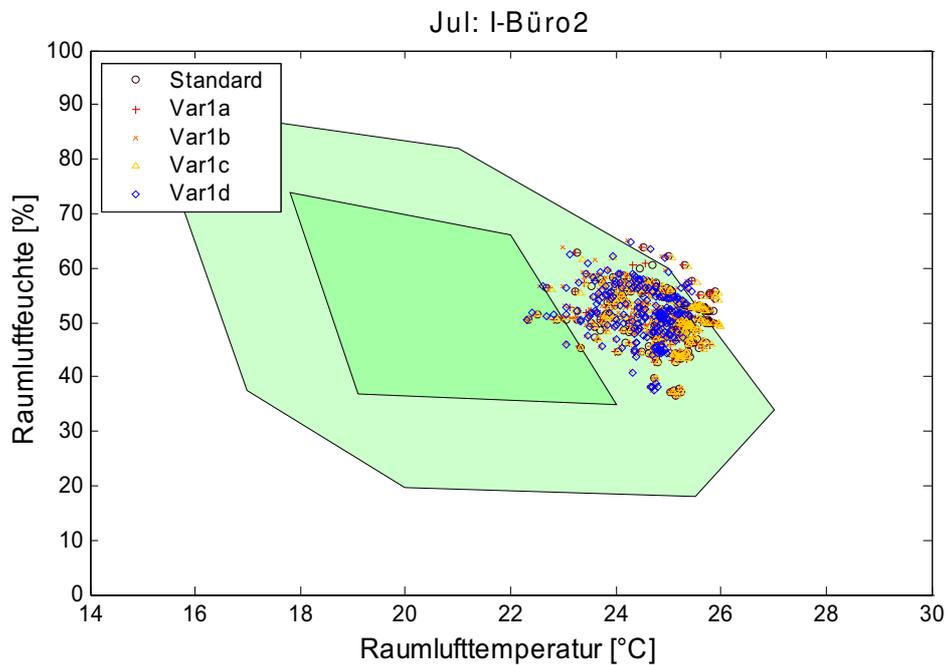


Abbildung 108: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zur Gebäudehülle (Standard, Var1a, Var1b, Var1c, Var1d) ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.

6.2.4.2 Variation der Geräteabwärme (Variante 2a bis Variante 2b)

In der Standardvariante wird jedem Arbeitsplatz eine Geräteabwärme von 55 Watt, die während der Bürozeiten auftritt, zugeschrieben. Dies entspricht in etwa der Kombination aus einem Laptop und einem TFT Bildschirm, ist also bereits eine vergleichsweise energiesparende Variante. In der Variante 2a wird davon ausgegangen, dass jeder Arbeitsplatz nur mit einem Laptop ausgestattet ist, was in etwa 19 Watt pro Arbeitsplatz gleichkommt. Aufgrund der verminderten inneren Lasten erhöht sich in dieser Variante der HWB um rund 10% auf 29,5 kWh/m²a, während auf der anderen Seite der KEB um 9% auf 16,8 kWh/m²a sinkt. Was den etwas höheren HWB betrifft (2,7 kWh/m²a), so ist zu bemerken, dass der elektrische Strombedarf für die Geräte in der Standardvariante 15,0 kWh/m²a ausmacht, während in der Variante 2a nur 7,9 kWh/m²a für die Geräte anfallen. Der Erhöhung um 2,7 kWh/m²a für den HWB ist eine Reduktion um 7,1 kWh/m²a im Strombedarf für die Geräte entgegenzuhalten.

			Variante Standard	Geräteabwärme	
				Variante 2a	Variante 2b
Dämmstärke	Wand	cm	16	16	16
	Dach	cm	16	16	16
Fenster Nord	U _{glas}	W/m ² K	1,1	1,1	1,1
	g	%/100	0,598	0,598	0,598
	U _{Rahmen}	W/m ² K	1,45	1,45	1,45
Südfassade	U _{glas}	W/m ² K	1,1	1,1	1,1
	g	%/100	0,598	0,598	0,598
	U _{Profil}	W/m ² K	1,45	1,45	1,45
Innere Lasten pro Arbeitsplatz		[W/AP]	55	19	240
BTA	T _{ein,heizen}	°C	21,0	21,0	21,0
	T _{aus,heizen}	°C	23,0	23,0	23,0
	Saison _{heizen}	von / bis	-	-	-
	T _{ein,kühlen}	°C	23,5	23,5	23,5
	T _{aus,kühlen}	°C	21,5	21,5	21,5
	Saison _{kühlen}	von/bis	-	-	-
	Zeit - Kühlung	von/bis	2 - 7 Uhr	2 - 7 Uhr	2 - 7 Uhr
Nacherwärmung der Zuluft		ja/nein	aus	aus	aus
Zeitspanne der Nachtlüftung		von/bis	0 - 6 Uhr	0 - 6 Uhr	0 - 6 Uhr
Luftwechsel	Randmodul	h ⁻¹	1,18	1,18	1,18
	Innen _{Nord}	h ⁻¹	1,52	1,52	1,52
	Innen _{Süd}	h ⁻¹	1,43	1,43	1,43
Verschattung Nord			keine	keine	keine
Verschattung Süd			Innenjalousie (R2)	Innenjalousie (R2)	Innenjalousie (R2)
Verschattung Pflanzpuffer			keine	keine	keine
Anzahl der Pflanzen je Puffer			36	36	36
Effizienz der Feuchterückgewinnung in %			70	70	70
Lufteinbringung			Nord und Süd	Nord und Süd	Nord und Süd

Tabelle 19: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in den Varianten 2a – 2b

In der Variante 2b (Abbildung 109), schließlich werden Geräteabwärmen von 240 Watt pro Arbeitsplatz angenommen. Dieser Wert entspricht dem für Kühllastrechnungen laut Norm zu verwendenden Wert, wird jedoch selbst bei Verwendung eines state-of-the-art 3 GHz Rechners samt großem Röhrenbildschirm kaum erreicht.

In dieser Variante beträgt der HWB nur 15,7 kWh/m²a, was einer Reduktion um 41% ausgehend von der Standardvariante gleichkommt. Es ist jedoch zu bemerken, dass sich der Strombedarf für Geräte von 15,0 kWh/m²a (Standard) auf 51,4 kWh/m²a (Variante 2b) mehr als verdreifacht. Die um vieles höheren Geräteabwärmern in der Variante 2b erklären auch die Steigerung des KEB um mehr als 50% auf 28,8 kWh/m²a. Grundsätzlich gilt natürlich, dass der Energiebedarf für die Geräte direkt als Strombedarf anfällt, während der mittels der Wärmepumpe abgedeckte Heizwärmebedarf noch durch die Erzeugeraufwandszahl der Wärmepumpe (4-5) dividiert werden muss, um den Strombedarf zu erhalten (plus etwaiger Hilfsstrom).

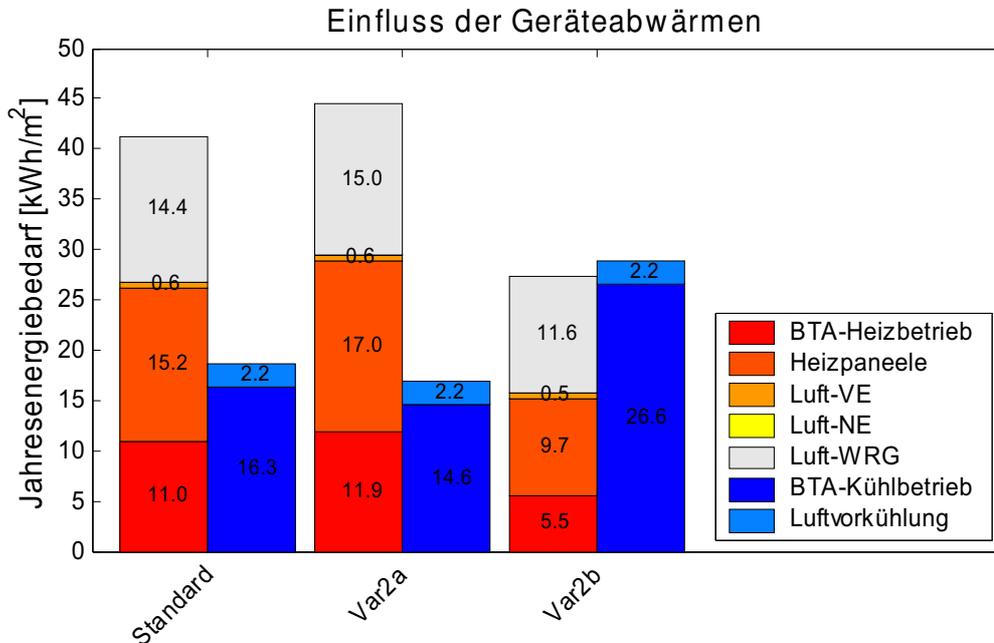


Abbildung 109: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante und die Simulationsvarianten zur Geräteabwärmern.

Abbildung 110 und Abbildung 111 zeigen exemplarisch für einen Südraum und für ein Nordbüro eine Auswertung der Behaglichkeit im Sommer. Während die geringeren Geräteabwärmern in der Variante 2a eine Verringerung der Raumtemperaturen und somit ein behaglicheres Raumklima bewirken, führen die hohen Geräteabwärmern in der Variante 2b zu deutlich höheren Raumlufttemperaturen und damit schlechteren Behaglichkeitswerten verglichen mit der Standardvariante. Zusammenfassend ist also zu bemerken, dass hohe Geräteabwärmern – abgesehen von ihrem Strombedarf – zu einem hohen Kühlenergiebedarf führen, und zusätzlich auch die thermische Behaglichkeit negativ beeinflussen.

Weitere Auswertungen zur Behaglichkeit finden sich in Anhang 7 Kapitel A 07.1. 3 (operative Raumtemperaturen) Kapitel A 07.1. 4 (Raumlufffeuchten Nordbüro), und Kapitel A 07.1. 5 (Raumlufffeuchten Südräume).

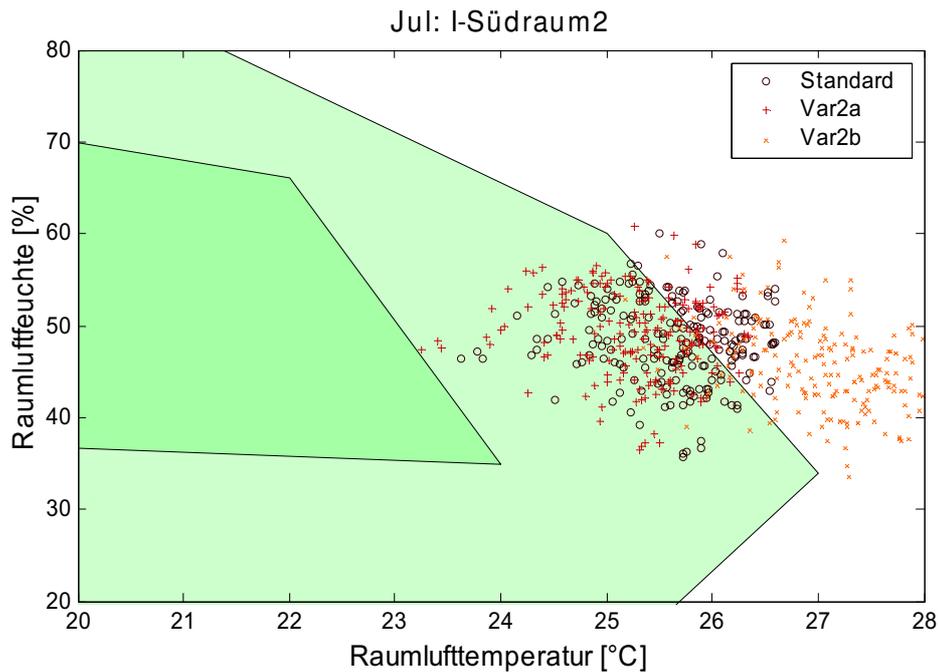


Abbildung 110: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zu den Geräteabwärmern (Standard, Var2a, Var2b) ausgewertet für einen südseitigen Raum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.

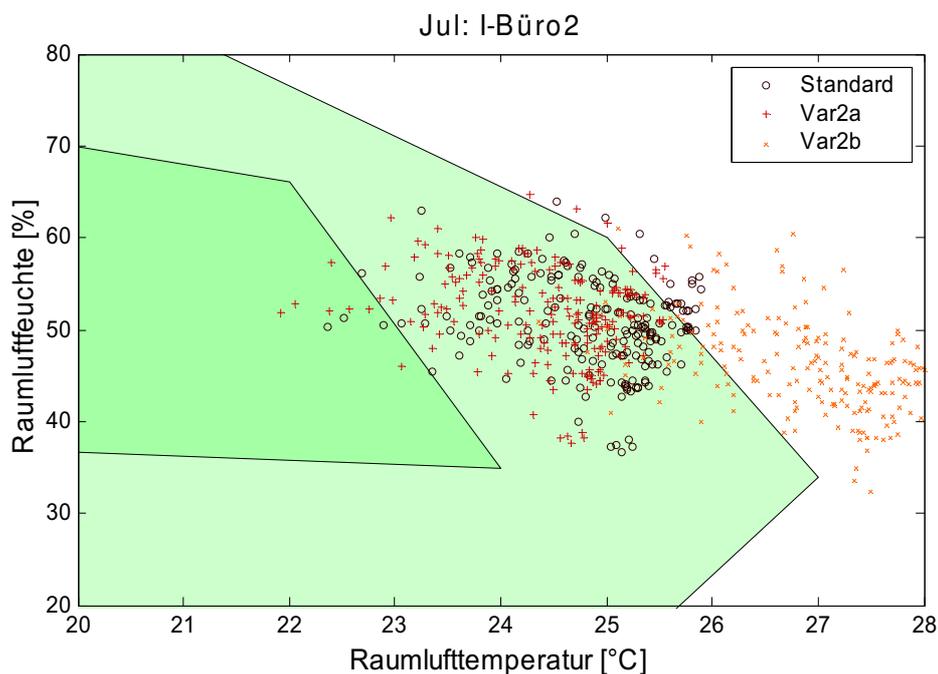


Abbildung 111: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zu den Geräteabwärmern (Standard, Var2a, Var2b) ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.

6.2.4.3 Variation des Nutzungskomforts (Variante 3a bis Variante 3b)

Die Intention der Varianten 3a und 3b besteht darin, den Einfluss eines erhöhten Komforts auf den Energiebedarf für Heizen und Kühlen zu untersuchen (Tabelle 20).

			Variante Standard	Nutzungskomforts	
				Variante 3a	Variante 3b
Dämmstärke	Wand	cm	16	16	16
	Dach	cm	16	16	16
Fenster Nord	U _{Glas}	W/m ² K	1,1	1,1	1,1
	g	%/100	0,598	0,598	0,598
	U _{Rahmen}	W/m ² K	1,45	1,45	1,45
Südfassade	U _{Glas}	W/m ² K	1,1	1,1	1,1
	g	%/100	0,598	0,598	0,598
	U _{Profil}	W/m ² K	1,45	1,45	1,45
Innere Lasten pro Arbeitsplatz		[W/AP]	55	55	55
BTA	T _{ein,heizen}	°C	21,0	21,0	21,0
	T _{aus,heizen}	°C	23,0	22,5	23,0
	Saison _{heizen}	von / bis	-	1.11 bis 24.3.	-
	T _{ein,kühlen}	°C	23,5	22,0	23,5
	T _{aus,kühlen}	°C	21,5	20,0	21,5
	Saison _{kühlen}	von/bis	-	24.3 bis 31.10.	-
	Zeit - Kühlung	von/bis	2 - 7 Uhr	0 - 9 Uhr	2 - 7 Uhr
Nacherwärmung der Zuluft		ja/nein	aus	aus	ein
Zeitspanne der Nachtlüftung		von/bis	0 - 6 Uhr	0 - 6 Uhr	0 - 6 Uhr
Luftwechsel	Randmodul	h ⁻¹	1,18	1,18	1,18
	Innen _{Nord}	h ⁻¹	1,52	1,52	1,52
	Innen _{Süd}	h ⁻¹	1,43	1,43	1,43
Verschattung Nord			keine	keine	keine
Verschattung Süd			Innenjalousie (R2)	Innenjalousie (R2)	Innenjalousie (R2)
Verschattung Pflanzenpuffer			keine	keine	keine
Anzahl der Pflanzen je Puffer			36	36	36
Effizienz der Feuchterückgewinnung in %			70	70	70
Lufteinbringung			Nord und Süd	Nord und Süd	Nord und Süd

Tabelle 20: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in den Varianten 2a – 2b

Für die Variante 3a wurden die Ein- und Ausschalttemperaturen für die Aktivierung der Bauteilkühlung um 1,5 °C herabgesetzt. Diese Maßnahme resultiert in einer Erhöhung des HWB um 9% auf 29,2 kWh/m². Ebenfalls deutlich erhöht sich der Kühlenergiebedarf um 55% auf 28,8 kWh/m²a. Wie die Abbildung 113 und Abbildung 114 zeigen, führt die Variante 3a jedoch wie gewünscht zu besseren Behaglichkeitswerten als die Standardvariante.

Für die Variante 3b wurde im Unterschied zur Standardvariante die Zuluft im Heizfall nach dem Pufferraum auf 20°C nach erwärmt. Diese Maßnahme führt zu praktisch keiner Änderung im HWB und im KEB, es verschieben sich lediglich die verschiedenen Anteile des Heizwärmebedarfs. Durch die Nacherwärmung der Zuluft in der Variante 3b reduziert sich im Wesentlichen der Anteil der Heizpaneele und auch die Wärmeabgabe der Bauteilaktivierung wird etwas kleiner. Vergleicht man

wiederum die Behaglichkeitswerte der Standardvariante mit denen der Variante 3b, so ergibt sich praktisch keine Veränderung durch die Nacherwärmung der Zuluft (siehe Abbildung 113 und Abbildung 114).

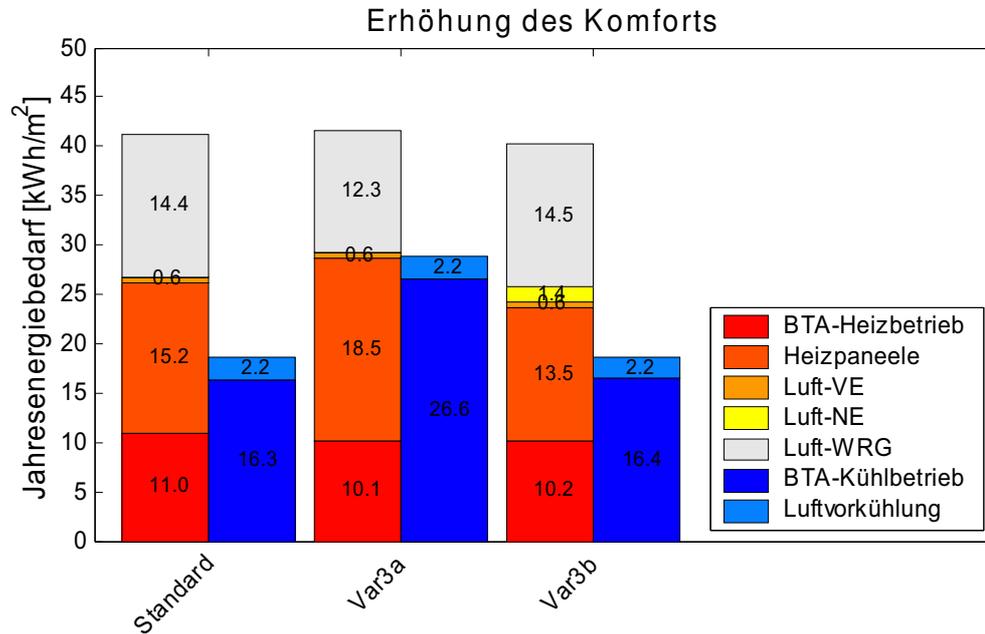


Abbildung 112: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante und die Simulationsvarianten zur Erhöhung des Komforts.

Weitere Auswertungen zur Behaglichkeit finden sich in Anhang 7 Kapitel A 07.1. 3 (operative Raumtemperaturen), A 07.1. 4 (Raumlufffeuchten Nordbüro), und Kapitel A 07.1. 5 (Raumlufffeuchten Südräume).

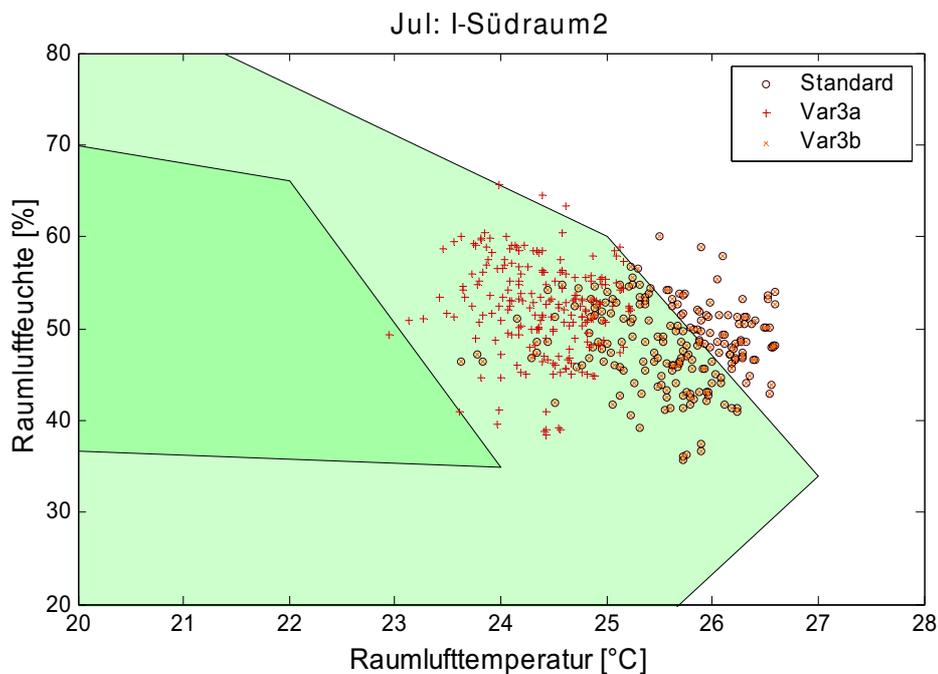


Abbildung 113: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zur Erhöhung des Komforts (Standard, Var3a, Var3b) ausgewertet für einen südseitigen Raum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.

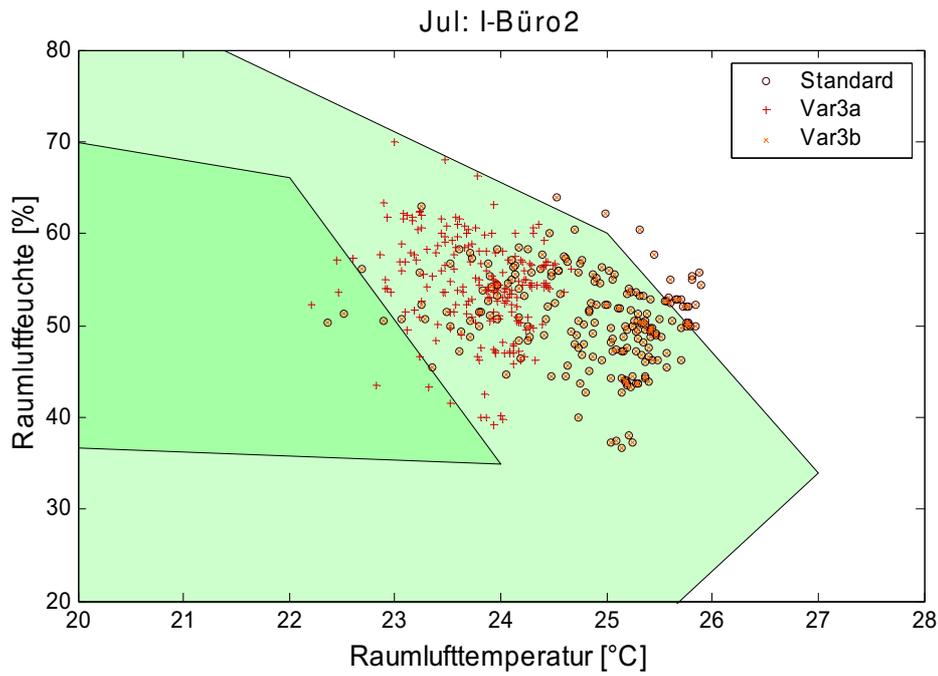


Abbildung 114: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zur Erhöhung des Komforts (Standard, Var3a, Var3b) ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.

6.2.4.4 Variation der Lüftungsannahmen (Variante 4 bis Variante 5)

Die Variante 4 unterscheidet sich von der Standardvariante einerseits dadurch, dass die nächtliche Auskühlung im Sommerfall über einen längeren Zeitraum durchgeführt wird, und andererseits die Bauteilkühlung um 2 Stunden nach hinten auf 4 – 9 Uhr verschoben wird. Die zweite Maßnahme soll gewährleisten, dass sich zu Beginn der Bürozeit die gekühlten Decken in vollständig durchgeladenen Zustand befinden (Tabelle 21).

			Variante Standard	Lüftungsannahmen	
				Variante 4	Variante 5
Dämmstärke	Wand	cm	16	16	16
	Dach	cm	16	16	16
Fenster Nord	U _{glas}	W/m²K	1,1	1,1	1,1
	g	%/100	0,598	0,598	0,598
	U _{Rahmen}	W/m²K	1,45	1,45	1,45
Südfassade	U _{glas}	W/m²K	1,1	1,1	1,1
	g	%/100	0,598	0,598	0,598
	U _{Profil}	W/m²K	1,45	1,45	1,45
Innere Lasten pro Arbeitsplatz		[W/AP]	55	55	55
BTA	T _{ein,heizen}	°C	21,0	21,0	21,0
	T _{aus,heizen}	°C	23,0	23,0	23,0
	Saison _{heizen}	von / bis	-	-	-
	T _{ein,kühlen}	°C	23,5	23,5	23,5
	T _{aus,kühlen}	°C	21,5	21,5	21,5
	Saison _{kühlen}	von/bis	-	-	-
	Zeit - Kühlung	von/bis	2 - 7 Uhr	4 - 9 Uhr	2 - 7 Uhr
Nacherwärmung der Zuluft		ja/nein	aus	aus	aus
Zeitspanne der Nachtlüftung		von/bis	0 - 6 Uhr	22 - 6 Uhr	0 - 6 Uhr
Luftwechsel	Randmodul	h ⁻¹	1,18	1,18	0,94
	Innen _{Nord}	h ⁻¹	1,52	1,52	1,21
	Innen _{Süd}	h ⁻¹	1,43	1,43	1,14
Verschattung Nord			keine	keine	keine
Verschattung Süd			Innenjalousie (R2)	Innenjalousie (R2)	Innenjalousie (R2)
Verschattung Pflanzenpuffer			keine	keine	keine
Anzahl der Pflanzen je Puffer			36	36	36
Effizienz der Feuchterückgewinnung in %			70	70	70
Lufteinbringung			Nord und Süd	Nord und Süd	Nord und Süd

Tabelle 21: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in den Varianten 4 – 5

Wie Abbildung 115 demonstriert (Var 4), erzielt diese Maßnahme durchaus ihre Wirkung. Bei unverändertem HWB verringert sich der KEB um 6% auf 17,4 kWh/m². Andererseits weisen die Abbildung 116 und Abbildung 117 und sogar etwas bessere Behaglichkeitswerte für die Variante 4 als für die Standardvariante aus.

In der Variante 5 (Abbildung 115) schließlich wurde untersucht, welchen Einfluss eine Reduktion der Luftwechselrate um 20% auf den Energiebedarf des Gebäudes bzw. auf die thermische Behaglichkeit nimmt. Was den HWB betrifft, so ergibt sich nur eine rund 2%-ige Reduktion auf 26,3 kWh/m²a. Unter Berücksichtigung eines Wirkungsgrads von 75% der Wärmerückgewinnung erhält man aus Abbildung 115 die Lüftungsverluste der Standardvariante zu 19,2 kWh/m²a.

Die Verringerung der Luftwechselrate um 20% in der Variante 5 reduzieren diese nun um ebenfalls 20% auf 15,4 kWh/m²a. Der HWB sollte sich nach dieser vereinfachten Betrachtung somit um 25 % von (19,2 kWh/m²a – 15,4 kWh/m²a), also um 0,9 kWh/m²a verkleinern. Dass die tatsächliche Einsparung der Variante 5 gegenüber der Standardvariante bei nur 0,5 kWh/m²a liegt, kann dadurch erklärt werden, dass an wärmeren Wintertagen die Raumlufttemperatur über 21°C liegt, und somit eine Verringerung der Luftwechselrate zu keiner weiteren Reduktion des HWB führt.

Für den Kühlfall schlägt sich eine Abnahme der Luftwechselrate in einer Erhöhung des KEB um knapp 8% auf 19,9 kWh/m²a nieder. Die anfallenden Wärmelasten können aufgrund der verminderten Luftwechselrate schlechter abgeführt werden, was sich auch in etwas nachteiligeren Behaglichkeitswerten für die Variante 5 im Vergleich zur Standardvariante auswirkt (vgl. Abbildung 116 und Abbildung 117)

Weitere Auswertungen zur Behaglichkeit finden sich in Anhang 7 Kapitel A 07.1. 3 (operative Raumtemperaturen), Kapitel A 07.1. 4 (Raumlufffeuchten Nordbüro), und Kapitel A 07.1. 5 (Raumlufffeuchten Südräume).

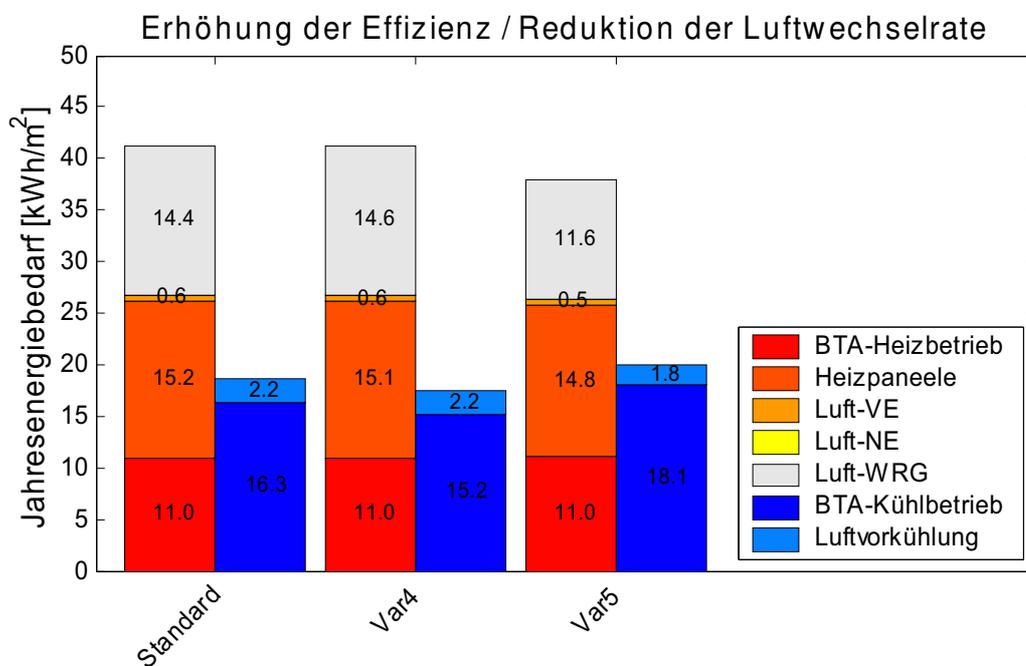


Abbildung 115: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante, die Variante 4 (Erhöhung der Effizienz) und die Variante 5 (Energieeinsparung durch Reduktion der Luftwechselrate).

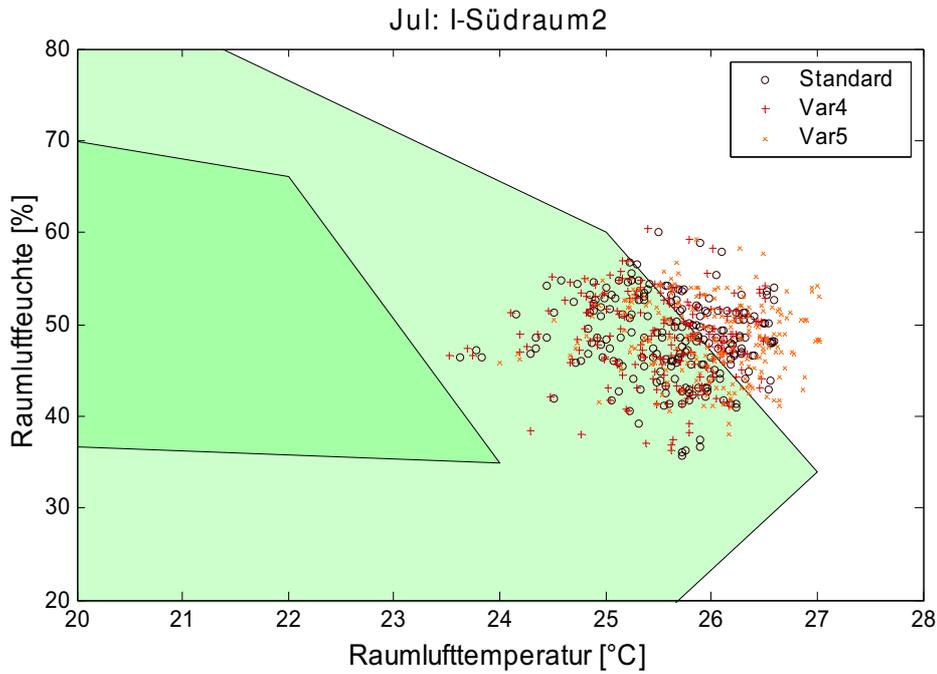


Abbildung 116: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zur Erhöhung der Effizienz und der Energieeinsparung durch Reduktion der Luftwechselrate (Standard, Var4 und Var5) ausgewertet für einen südseitigen Raum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.

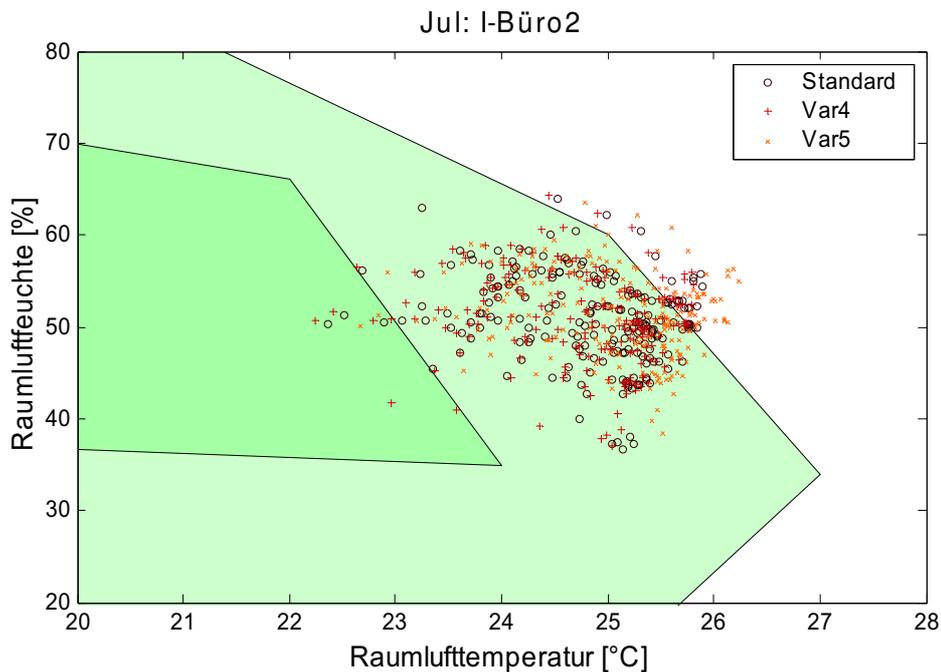


Abbildung 117: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zur Erhöhung der Effizienz und der Energieeinsparung durch Reduktion der Luftwechselrate (Standard, Var4 und Var5) ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.

6.2.4.5 Variation der Verschattung (Variante 6a bis Variante 6c)

Zunächst sollen die einzelnen Verschattungsmaßnahmen in der Standardvariante und in der Variante 6a bis Variante 6c kurz beschrieben werden, einen Überblick über die hier verglichenen Varianten bietet. Tabelle 22. Danach werden die Simulationsergebnisse in Bezug auf Energiebedarf für Heizen und Kühlen sowie auf thermische Behaglichkeit diskutiert.

Standard

In den südseitigen Räumen existiert eine innenliegende Jalousie mit jahreszeitlich festgelegten fixen Transmissionswerten (vgl. Abbildung 85). Die nordseitigen Büroräume und die Pflanzenpufferräume werden nicht beschattet.

Variante 6a

Die nordseitigen Büroräume werden mit einer außenliegenden Jalousie mit einer Systemtransmission von 30% versehen. Die Einsatzzeit ist auf den Zeitraum vom 15. Mai bis 15. September beschränkt. Die Jalousie wird aktiviert, wenn die Außenbeleuchtungsstärke auf die Horizontale einen Wert von 20.000 Lux überschreitet, und mit einer Hysterese von 1000 Lux wieder deaktiviert.

Variante 6b

Die nordseitigen Büroräume werden wie bei Var6a beschattet. Für die südseitigen Räume wird eine beleuchtungsabhängige innenliegende Jalousie vorgesehen. Im Winterbetrieb (16. Oktober – 31. März) wird die Jalousie mit einer Systemtransmission von 29% aktiviert, sobald die Außenbeleuchtungsstärke auf die Senkrechte einen Wert von 3000 Lux erreicht. Im Sommerbetrieb (1. April – 15. Oktober) wird die Jalousie in Abhängigkeit von der Außenbeleuchtungsstärke auf die Horizontale geregelt. Steigt dieser Wert über 17000 Lux so wird die Jalousie zunächst mit einer Systemtransmission von 29% aktiviert, über 30.000 Lux beträgt die Systemtransmission nur mehr 14%. Die Beschattung der Pflanzenpuffer erfolgt ebenfalls über eine geregelte innenliegende Jalousie. Im Zeitraum von 15. Mai – 15. September wird die Jalousie für den Pflanzenpuffer mit einer Systemtransmission von 30% ab einer Außenbeleuchtungsstärke von 40000 Lux auf die Horizontale aktiviert. Zusätzlich wird die Oberlichte des Pufferraums mit einem außenliegenden Screen beschattet (Systemtransmission 15%), wenn die Außenbeleuchtungsstärke über 60000 Lux steigt.

Variante 6c

Die Beschattung der nordseitigen Büroräume erfolgt wieder wie für Var6a. Die südseitigen Büroräume einschließlich der Pflanzenpufferräume werden in dieser Variante durch einen außenliegenden Screen mit Systemtransmission von 15% jeweils getrennt in 2 Reihen pro Geschoß beschattet. Im Zeitraum vom 1. April bis 15. Oktober (Sommerbetrieb) wird der Screen in Abhängigkeit von der Außenbeleuchtungsstärke aktiviert, und zwar die 1. Reihe, wenn ab 17.000 Lux, und zusätzlich die zweite Reihe ab 30.000 Lux auf die Horizontale. Im Winterbetrieb (16. Oktober – 31. März) wird gleich wie in Variante 6b eine beleuchtungsabhängige innenliegende Jalousie vorgesehen. Ebenfalls wie bei der Variante 6b werden die Oberlichten des Pflanzenpufferräume beschattet.

			Variante Standard	Verschattung		
				Variante 6a	Variante 6b	Variante 6c
Dämmstärke	Wand	cm	16	16	16	16
	Dach	cm	16	16	16	16
Fenster Nord	U_{glas}	W/m ² K	1,1	1,1	1,1	1,1
	g	%/100	0,598	0,598	0,598	0,598
	U_{Rahmen}	W/m ² K	1,45	1,45	1,45	1,45
Südfassade	U_{glas}	W/m ² K	1,1	1,1	1,1	1,1
	g	%/100	0,598	0,598	0,598	0,598
	U_{Profil}	W/m ² K	1,45	1,45	1,45	1,45
Innere Lasten pro Arbeitsplatz		[W/AP]	55	55	55	55
BTA	$T_{\text{ein,heizen}}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0
	$T_{\text{aus,heizen}}$	°C	23,0	23,0	23,0	23,0
	Saison _{heizen}	von / bis	-	-	-	-
	$T_{\text{ein,kühlen}}$	°C	23,5	23,5	23,5	23,5
	$T_{\text{aus,kühlen}}$	°C	21,5	21,5	21,5	21,5
	Saison _{kühlen}	von/bis	-	-	-	-
	Zeit - Kühlung	von/bis	2 - 7 Uhr	2 - 7 Uhr	2 - 7 Uhr	2 - 7 Uhr
Nacherwärmung der Zuluft		ja/nein	aus	aus	aus	aus
Zeitspanne der Nachtlüftung		von/bis	0 - 6 Uhr	0 - 6 Uhr	0 - 6 Uhr	0 - 6 Uhr
Luftwechsel	Randmodul	h ⁻¹	1,18	1,18	1,18	1,18
	Innen _{Nord}	h ⁻¹	1,52	1,52	1,52	1,52
	Innen _{Süd}	h ⁻¹	1,43	1,43	1,43	1,43
Verschattung Nord			keine	Jalousie außen (R1)	Jalousie außen (R1)	Jalousie außen (R1)
Verschattung Süd			Innenjalousie (R2)	Innenjalousie (R2)	Innenjalousie (R3)	Screen außen (R4)
Verschattung Pflanzenpuffer			keine	keine	Innenjal. + Scr. Oberlicht (R5)	Screen Oberlicht (R6)
Anzahl der Pflanzen je Puffer			36	36	36	36
Effizienz der Feuchterückgewinnung in %			70	70	70	70
Lufteinbringung			Nord und Süd	Nord und Süd	Nord und Süd	Nord und Süd

Tabelle 22: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in den Varianten 6a – 6c

Wie man aus Abbildung 118 erkennen kann, ändert sich der Heizwärmebedarf für die Varianten 6a – 6c erwartungsgemäß nur unwesentlich im Vergleich zur Standardvariante, da die Beschattungszeiten hauptsächlich auf Zeiten außerhalb der Heizperiode beschränkt sind. Im Unterschied dazu lässt sich der Kühlenergiebedarf durch die Beschattungsmaßnahmen deutlich reduzieren. Die außenliegende Jalousie in den nordseitigen Büroräumen (Var 6a) bringt eine Reduktion des KEB von 18.5 auf 12.1 [kWh/m2a] also um etwa 35%. Die beleuchtungsabhängige Regelung der innenliegenden Jalousie auf der Südseite sowie die Beschattung der Pufferräume (Var 6b) zusätzlich zur nordseitigen Beschattung bringt hingegen nur mehr eine geringe Einsparung im Kühlenergiebedarf. Eine deutliche Verringerung des KEB erzielt man allerdings durch die zusätzliche Maßnahme des außenliegenden Screens auf der Südseite (Var 6c). Hierbei reduziert sich der Kühlenergiebedarf auf 6.2 [kWh/m2a], beträgt also nur mehr etwa ein Drittel des entsprechenden Werts in der Standardvariante.

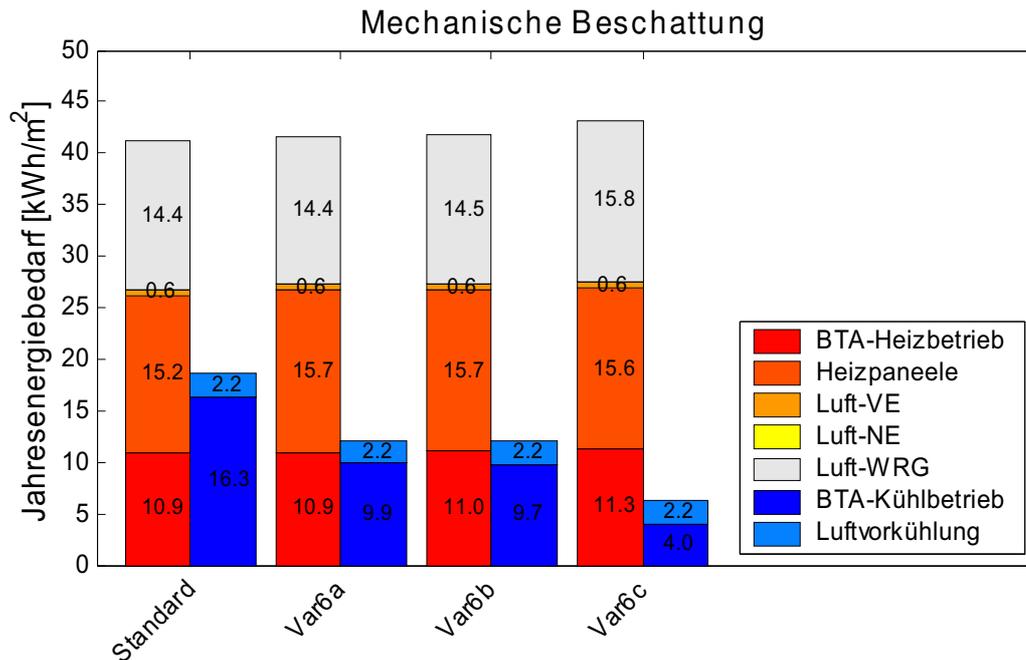


Abbildung 118: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante sowie für die Beschattungsvarianten Var6a -6c.

Betrachtet man die Behaglichkeitsfelder in Abbildung 119 und Abbildung 120 so erkennt kann man sehr gut den Einfluss der Beschattung auf die thermische Behaglichkeit ablesen. Die Var6a mit der nordseitigen Beschattung bringt eine deutliche Reduktion der Raumlufttemperaturen in den Nordbüros gegenüber der Standardvariante. Hingegen erhöhen sich sogar die Raumlufttemperaturen im Süden etwas ($< 0.2^{\circ}\text{C}$). Das liegt daran, dass es in der Simulation keine getrennten Kreise der BTA für den Nord- und Südbereich gibt und somit – aufgrund der kühleren Temperaturen im Nordbereich – das Einschaltkriterium für die Bauteilkühlung später erreicht wird. In der Variante 6c (außenliegender Screen für die Südseite) sieht man eine deutliche Verringerung der Raumlufttemperaturen im Südbereich um etwa 2°C , während die Werte im Nordbereich wieder etwas höhere liegen als für die Varianten 6a und 6b. Die Ursache dafür liegt wiederum in einer gemeinsamen Regelung der Bauteilkühlung für die Nord- und Südbereiche. Letztendlich bietet die Variante 6c mit außenliegendem Sonnenschutz auf der Nord- und Südseite die besten Behaglichkeitswerte bei gleichzeitig sehr geringem KEB von $6.2 \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$, (rund $1/3$ der Standardvariante).

Weitere Auswertungen zur Behaglichkeit finden sich in Anhang 7 Kapitel A 07.1. 3 (operative Raumtemperaturen), Kapitel A 07.1. 4 (Raumlufffeuchten Nordbüro), und Kapitel A 07.1. 5 (Raumlufffeuchten Südräume).

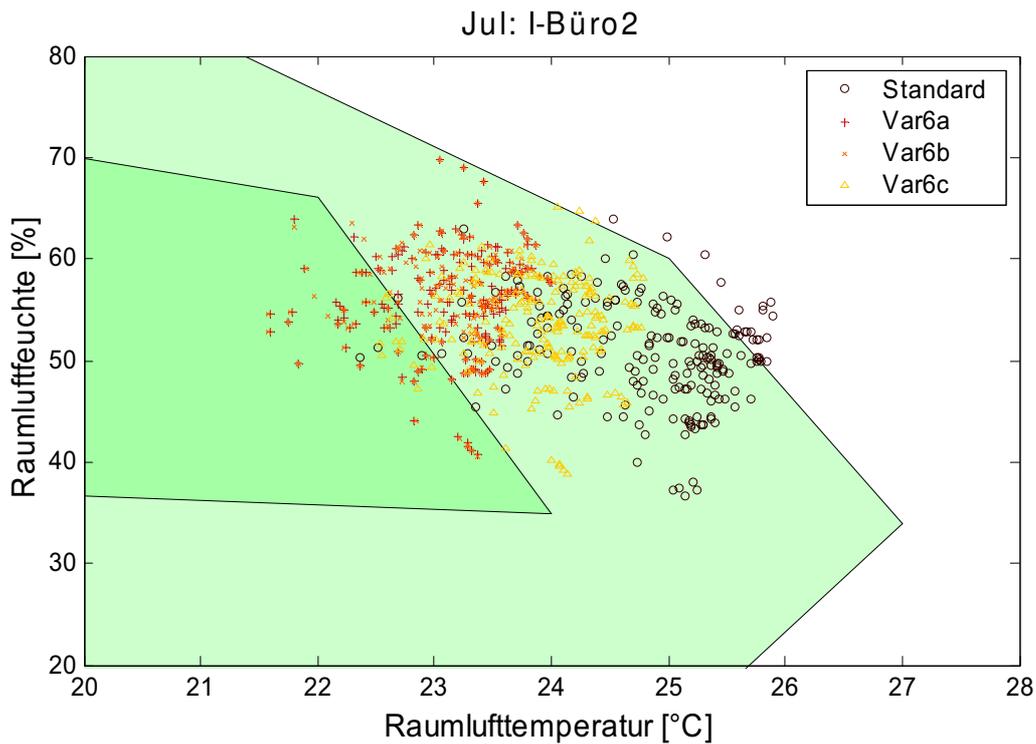


Abbildung 119: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Standardvariante und Beschattungsvarianten Var6a-c ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu Bürostunden im Juli.

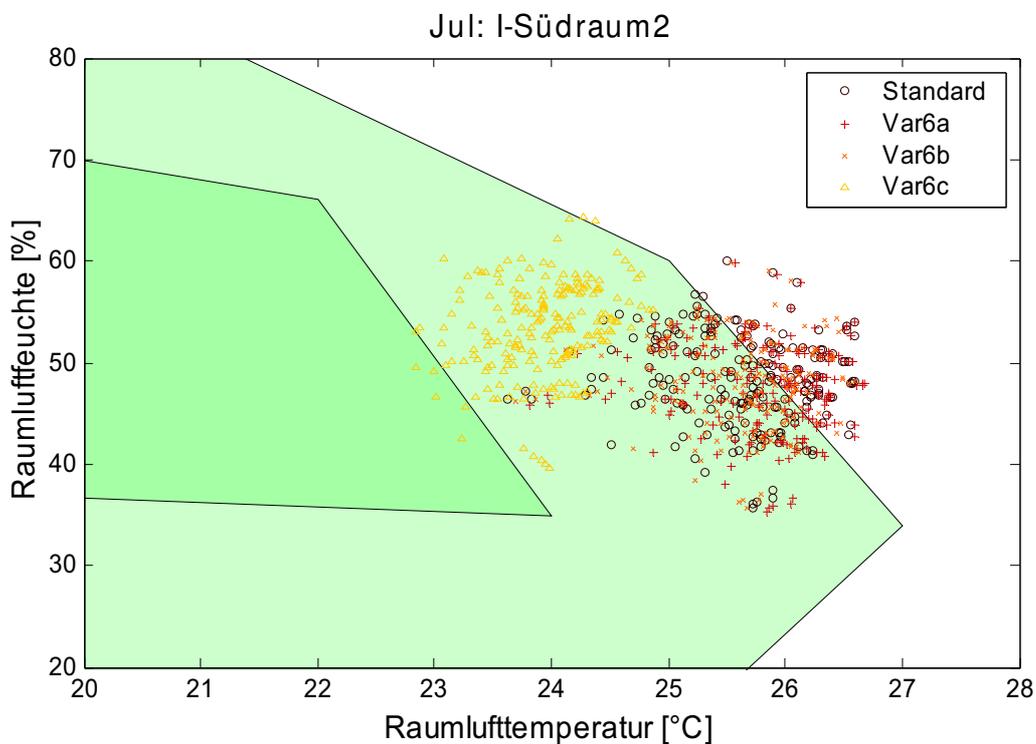


Abbildung 120: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Standardvariante und Beschattungsvarianten Var6a-c ausgewertet für einen südseitigen Raum des Innenmoduls zu Bürostunden im Juli.

6.2.4.6 Variation der Lüftbefeuchtung (Variante 7a bis Variante 7b)

Standard

Die Befeuchtung der Zuluft erfolgt über die Feuchteabgabe der Pflanzen im Pufferraum (36 Pflanzen pro Pufferraum) und durch die Abluftfeuchterückgewinnung mit einer Effizienz von 70%.

Variante 7a

In dieser Variante wird die Zuluft nicht über die Pufferräume geführt. Eine Befeuchtung der Zuluft erfolgt nur über eine Abluftfeuchterückgewinnung mit einer Effizienz von 70%.

Variante 7b

In dieser Variante wird die Zuluft weder durch Pflanzen noch durch Abluftfeuchterückgewinnung befeuchtet.

			Variante Standard	Befeuchtung	
				Variante 7a	Variante 7b
Dämmstärke	Wand	cm	16	16	16
	Dach	cm	16	16	16
Fenster Nord	U_{glas}	W/m ² K	1,1	1,1	1,1
	g	%/100	0,598	0,598	0,598
	U_{Rahmen}	W/m ² K	1,45	1,45	1,45
Südfassade	U_{glas}	W/m ² K	1,1	1,1	1,1
	g	%/100	0,598	0,598	0,598
	U_{Profil}	W/m ² K	1,45	1,45	1,45
Innere Lasten pro Arbeitsplatz		[W/AP]	55	55	55
BTA	$T_{\text{ein,heizen}}$	°C	21,0	21,0	21,0
	$T_{\text{aus,heizen}}$	°C	23,0	23,0	23,0
	Saison _{heizen}	von / bis	-	-	-
	$T_{\text{ein,kühlen}}$	°C	23,5	23,5	23,5
	$T_{\text{aus,kühlen}}$	°C	21,5	21,5	21,5
	Saison _{kühlen}	von/bis	-	-	-
	Zeit - Kühlung	von/bis	2 - 7 Uhr	2 - 7 Uhr	2 - 7 Uhr
Nacherwärmung der Zuluft		ja/nein	aus	aus	aus
Zeitspanne der Nachtlüftung		von/bis	0 - 6 Uhr	0 - 6 Uhr	0 - 6 Uhr
Luftwechsel	Randmodul	h ⁻¹	1,18	1,18	1,18
	Innen _{Nord}	h ⁻¹	1,52	1,52	1,52
	Innen _{Süd}	h ⁻¹	1,43	1,43	1,43
Verschattung Nord			keine	keine	keine
Verschattung Süd			Innenjalousie (R2)	Innenjalousie (R2)	Innenjalousie (R2)
Verschattung Pflanzenpuffer			keine	keine	keine
Anzahl der Pflanzen je Puffer			36	keine	keine
Effizienz der Feuchterückgewinnung in %			70	70	0
Lufteinbringung			Nord und Süd	Nord und Süd	Nord und Süd

Tabelle 23: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in den Varianten 7a – 7b

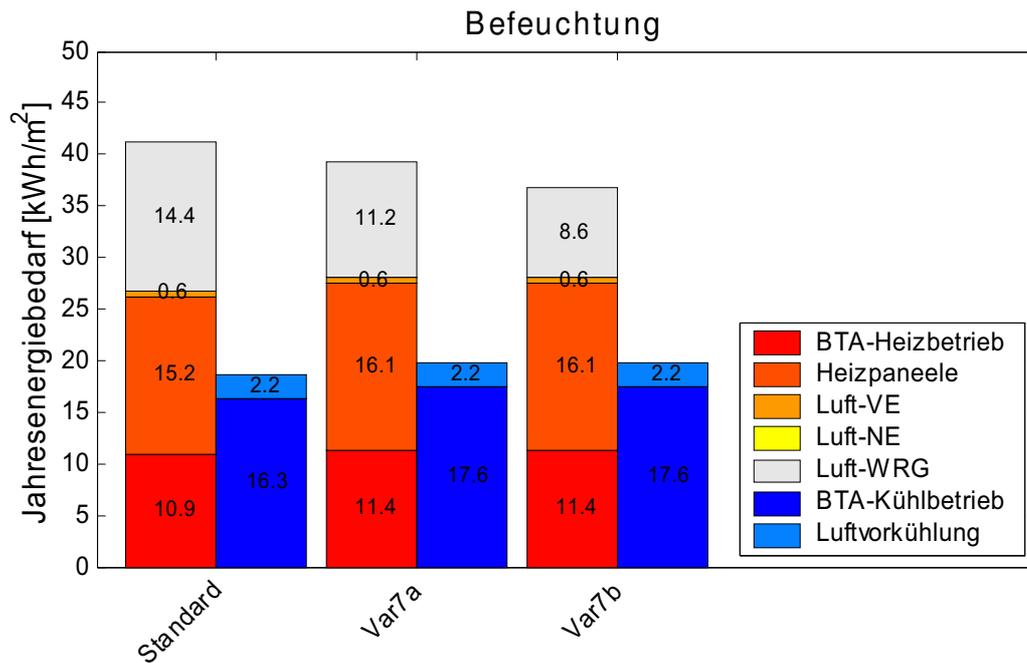


Abbildung 121: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante sowie für die Varianten zur Luftbefeuchtung Var7a und Var7b.

Die Varianten 7a und 7b sollen den Einfluss der Feuchteabgabe der Pflanzen auf die Behaglichkeit in den Büroräumen zeigen sowie den Anteil der Feuchterückgewinnung an der Luftbefeuchtung aufzeigen. Wie man aus Abbildung 121 ablesen kann, ist der Einfluss auf die Energiekennzahlen des Gebäudes, also den Heizwärmebedarf und den Kühlenergiebedarf, als sehr gering anzusehen. Deutliche Unterschiede ergeben sich jedoch, wenn man die Behaglichkeit als Kriterium heranzieht. Abbildung 122 und Abbildung 123 zeigen eine Auswertung des Raumlufttemperatur / Raumluftfeuchte Behaglichkeitsdiagramms nach Leusden / Freymark für die Bürostunden in einem Wintermonat (Jänner). Der Vergleich zwischen der Standardvariante und der Variante 7a, in der ja keine Pflanzen zur Befeuchtung verwendet werden, zeigt sehr schön, dass die Pflanzen eine Erhöhung der relativen Luftfeuchte um etwa 15% bewirken. Damit wird eine Verschiebung in den zentralen Bereich des Behaglichkeitsdiagramms erreicht. Der Anteil der Feuchterückgewinnung an der Luftbefeuchtung kann ebenfalls aus Abbildung 122 und Abbildung 123 ermittelt werden (Variante 7b). Hieraus leitet man eine Erhöhung um etwa 5 – 10% an relativer Luftfeuchte aufgrund der Feuchterückgewinnung ab. Nur beide Maßnahmen gemeinsam, Luftbefeuchtung durch Pflanzen sowie Feuchterückgewinnung, wie für die Standardvariante vorgesehen, gewährleisten, dass auch in den trockenen Wintermonaten ausreichend hohe Raumluftfeuchten bereitgestellt werden können.

Weitere Auswertungen zur Behaglichkeit finden sich in Anhang 7 Kapitel A 07.1. 3 (operative Raumtemperaturen), Kapitel A 07.1. 4 (Raumluftfeuchten Nordbüro), und Kapitel A 07.1. 5 (Raumluftfeuchten Südräume).

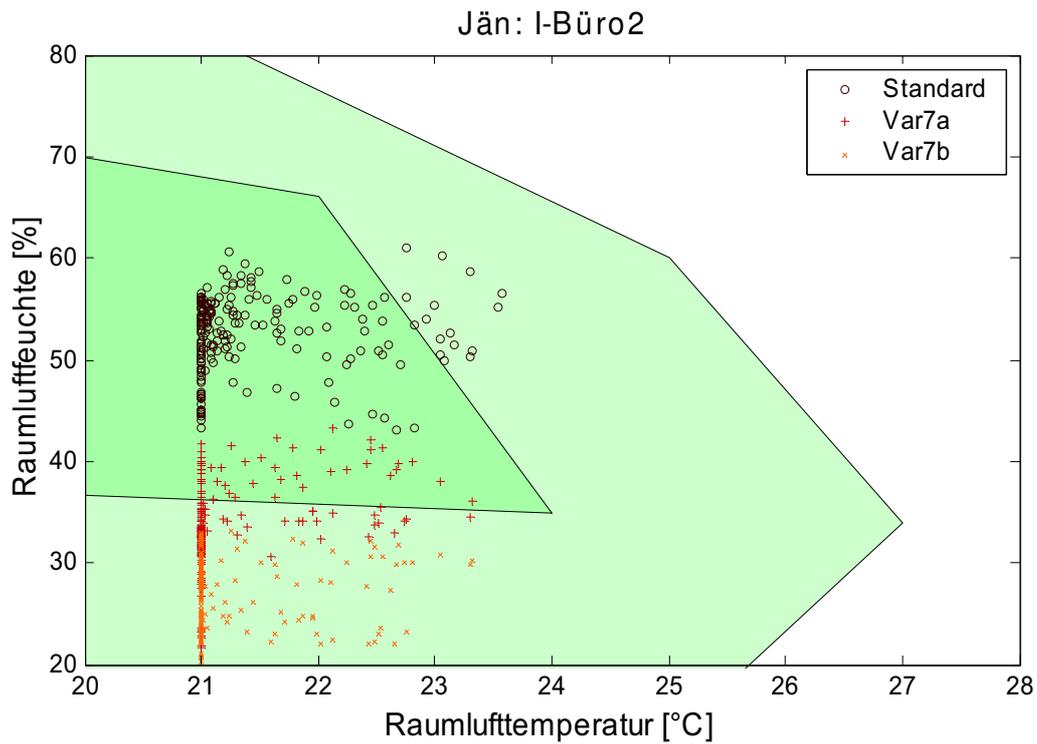


Abbildung 122: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Standardvariante und Varianten zur Luftbefeuchtung Var7a-b ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu Bürostunden im Juli.

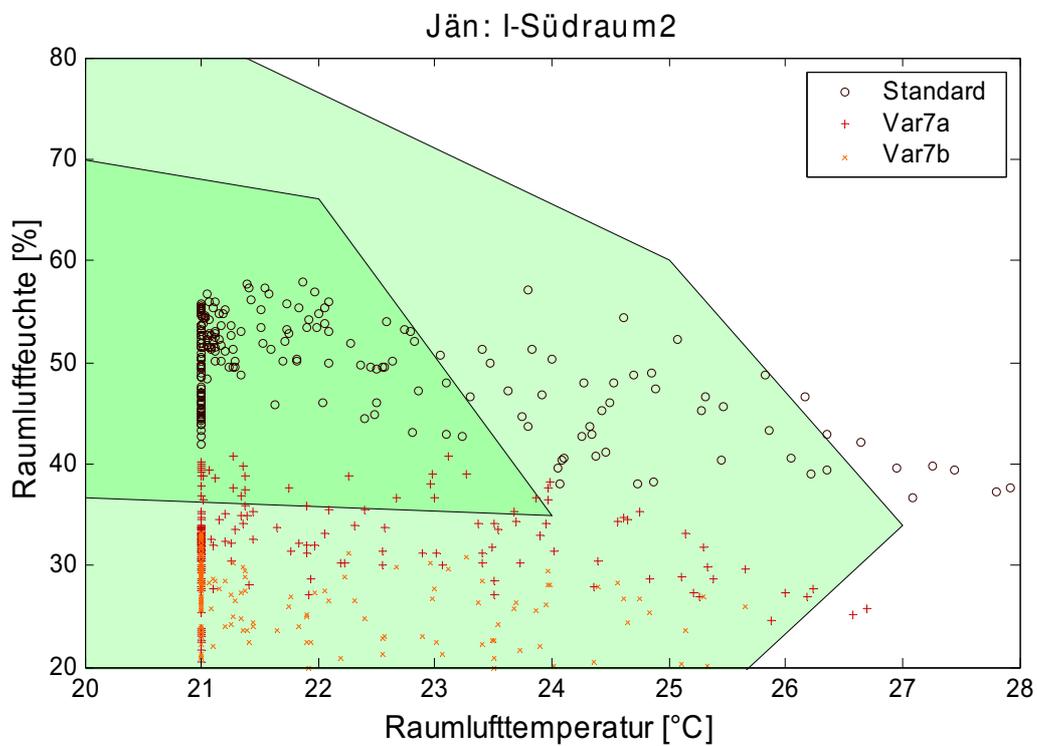


Abbildung 123: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Standardvariante und Varianten zur Luftbefeuchtung Var7a-b ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu Bürostunden im Juli.

6.2.4.7 Variation der Lufteinbringung (Variante 8)

Standard

Im Standardfall wird die Zuluft sowohl nordseitig als auch südseitig eingebracht.

Variante 8

In dieser Variante wird die Zuluft nur in die nordseitigen Büroräume eingebracht und über Überströmöffnungen in die südseitigen Räume weitergeleitet.

			Variante Standard	Lufteinbringung
				Variante 8
Dämm- stärke	Wand	cm	16	16
	Dach	cm	16	16
Fenster Nord	U_{glas}	W/m ² K	1,1	1,1
	g	%/100	0,598	0,598
	U_{Rahmen}	W/m ² K	1,45	1,45
Süd- fassade	U_{glas}	W/m ² K	1,1	1,1
	g	%/100	0,598	0,598
	U_{Profil}	W/m ² K	1,45	1,45
Innere Lasten pro Arbeitsplatz		[W/AP]	55	55
BTA	$T_{\text{ein,heizen}}$	°C	21,0	21,0
	$T_{\text{aus,heizen}}$	°C	23,0	23,0
	Saison _{heizen}	von / bis	-	-
	$T_{\text{ein,kühlen}}$	°C	23,5	23,5
	$T_{\text{aus,kühlen}}$	°C	21,5	21,5
	Saison _{kühlen}	von/bis	-	-
	Zeit - Kühlung	von/bis	2 - 7 Uhr	2 - 7 Uhr
Nacherwärmung der Zuluft		ja/nein	aus	aus
Zeitspanne der Nachtlüftung		von/bis	0 - 6 Uhr	0 - 6 Uhr
Luft- wechsel	Randmodul	h ⁻¹	1,18	1,18
	Innen _{Nord}	h ⁻¹	1,52	1,52
	Innen _{Süd}	h ⁻¹	1,43	1,43
Verschattung Nord			keine	keine
Verschattung Süd			Innenjalousie (R2)	Innenjalousie (R0)
Verschattung Pflanzenpuffer			keine	keine
Anzahl der Pflanzen je Puffer			36	36
Effizienz der Feuchterückgewinnung in %			70	70
Lufteinbringung			Nord und Süd	Nord

Tabelle 24: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in Variante 8

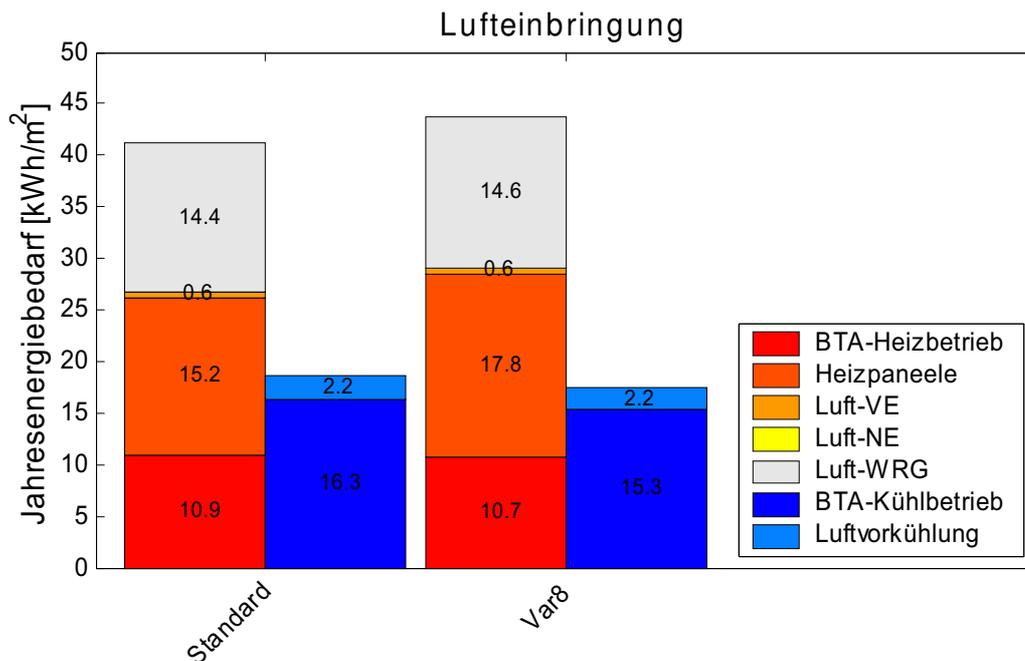


Abbildung 124: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante sowie für die Variante zur Luftfeinbringung Var8.

In der Variante 8 wurde untersucht, wie sich die Art der Luftfeinbringung auf die thermische Behaglichkeit auswirkt. In der Standardvariante wird die Zuluft ja sowohl in die Nordbüros als auch in die Südbüros eingebracht, während in der Variante 8 die Luftfeinbringung nur über die Nordbüros erfolgt. Abbildung 124 vergleicht die Energiekennzahlen für Heizen und Kühlen der Standardvariante mit denen der Variante 8. Einerseits erhöht sich der Heizwärmebedarf um etwa 9%, andererseits reduziert sich der Kühlenergiebedarf um ungefähr 5%.

Abbildung 125 und Abbildung 126 zeigen den Einfluss der Luftfeinbringung auf die thermische Behaglichkeit in den Nordbüros, Abbildung 127 und Abbildung 128 entsprechend für die Südräume. Da in der Variante 8 die Zuluft nur nordseitig eingebracht wird und über Überströmöffnungen in den Südbereich weitergeleitet wird, erhöht sich der Zuluftvolumenstrom für die Nordbüros im Vergleich mit der Standardvariante. Für ein Innenmodul in der Standardvariante beträgt der Zuluftstrom im Nordbüro 220 [m³/h], für den Südbereich 160 [m³/h] (vgl. Tabelle 16). In der Variante 8 wird nun der vorkonditionierte Zuluftstrom für die Nordbüros um die hygienisch erforderliche Luftmenge für den Südbereich erhöht, beträgt somit also 380 [m³/h]. Dieser Sachverhalt führt dazu, dass die Variante 8 in den Sommermonaten für die Nordbüros etwas geringere und damit behaglichere Raumtemperaturen ergibt (siehe Abbildung 125 und Abbildung 126). Umgekehrt erhöhen sich die Raumtemperaturen in der Variante 8 im Südbereich um etwa 0.5 °C im Vergleich zur Standardvariante, da die Zuluft in den Nordbüros bereits eine Erwärmung erfahren hat. An dieser Stelle sollte nochmals darauf hingewiesen werden, dass in der Simulation keine getrennte Regelung der Bauteilkühlung für die Nord- und Südbereiche berücksichtigt wurde. Eine solche getrennte Regelung sollte dazu beitragen, dass Übertemperaturen im Südbereich wirksamer vermieden werden können.

Weitere Auswertungen zur Behaglichkeit finden sich in Anhang 7 Kapitel A 07.1. 3 (operative Raumtemperaturen), Kapitel A 07.1. 4 (Raumlufffeuchten Nordbüro), und Kapitel A 07.1. 5 (Raumlufffeuchten Südräume).

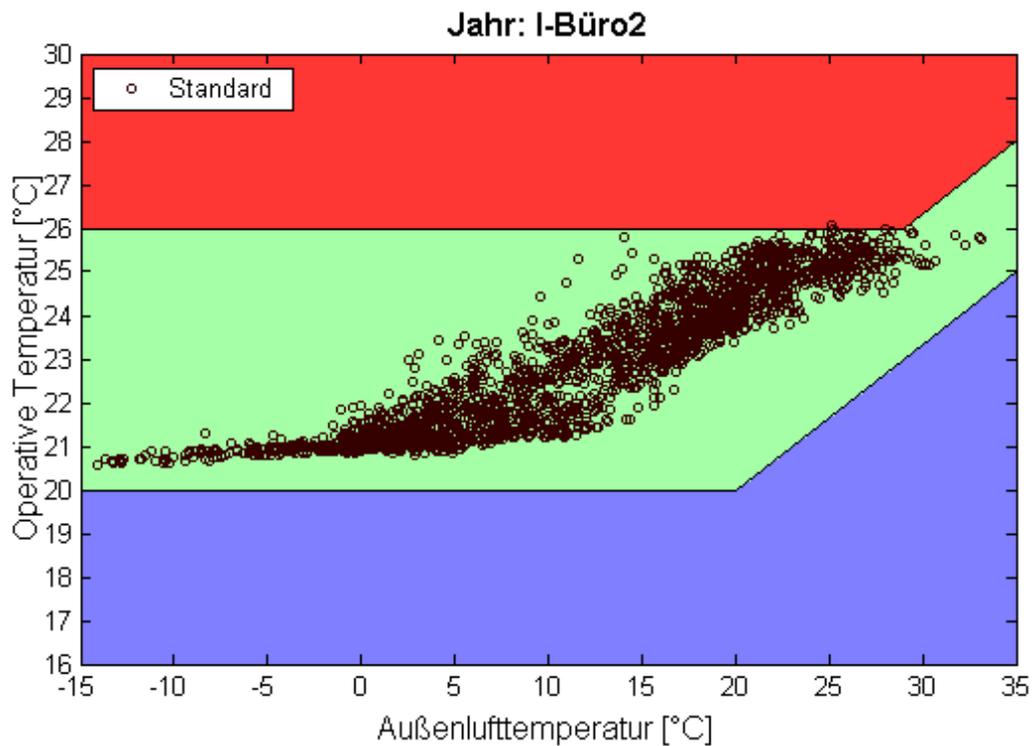


Abbildung 125: Jahresauswertung zu Bürozeiten des Behaglichkeitsfelds Außenlufttemperatur – Operative Raumtemperatur für ein Nordbüro in der Standardvariante.

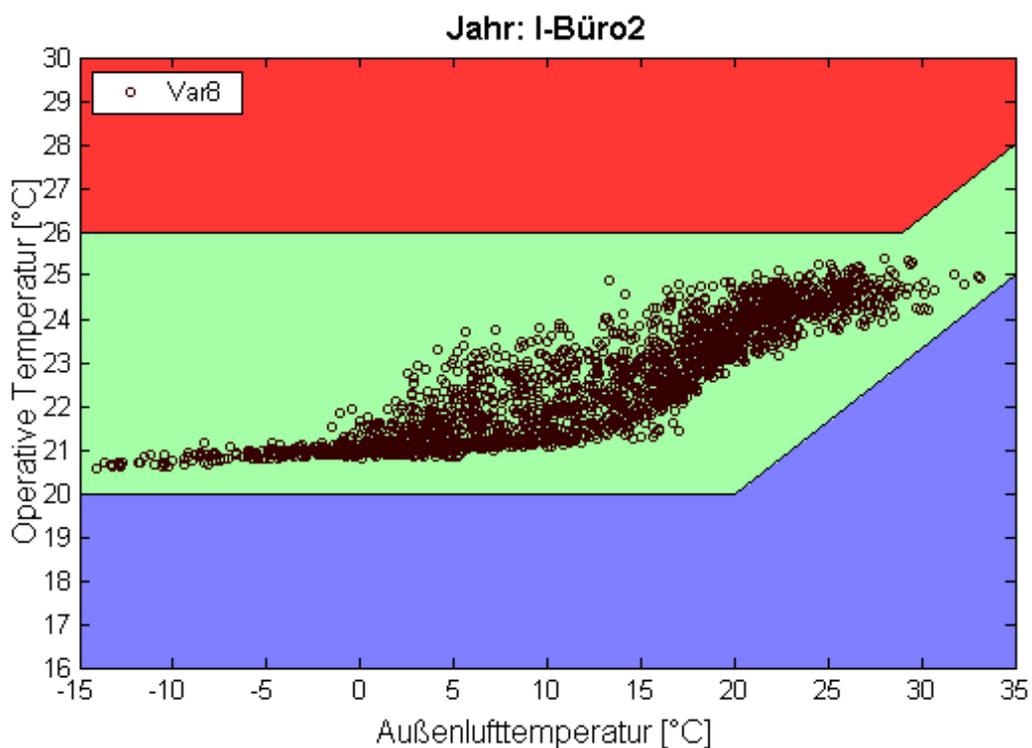


Abbildung 126: Jahresauswertung zu Bürozeiten des Behaglichkeitsfelds Außenlufttemperatur – Operative Raumtemperatur für ein Nordbüro in der Variante 8.

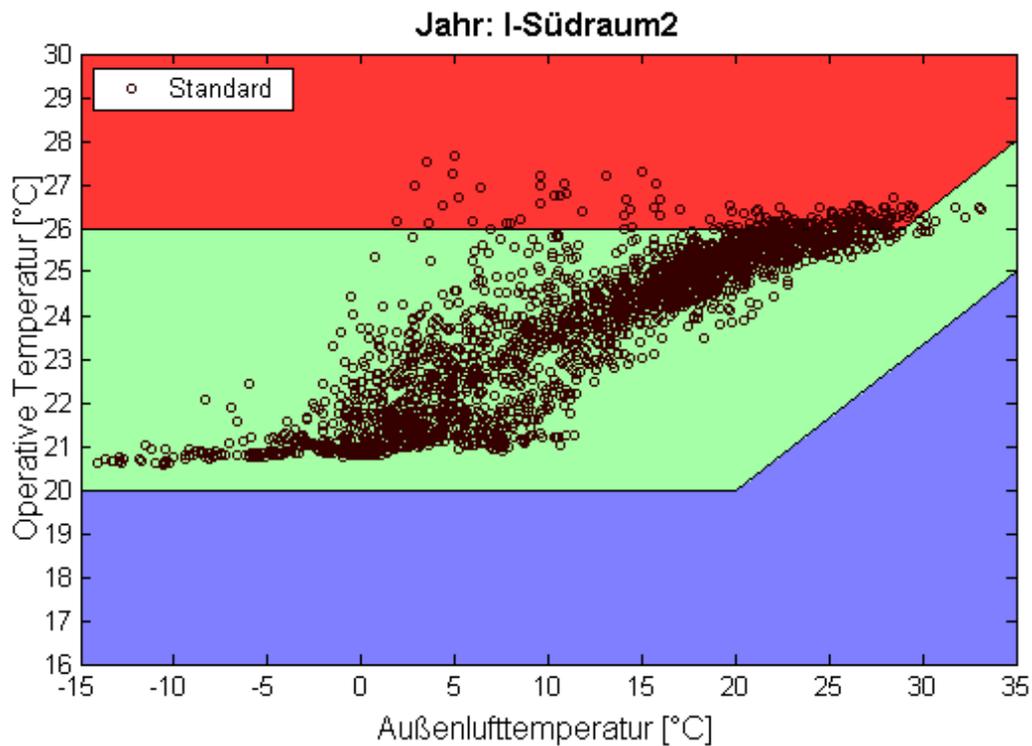


Abbildung 127: Jahresauswertung zu Bürozeiten des Behaglichkeitsfelds Außenlufttemperatur – Operative Raumtemperatur für einen Südraum in der Standardvariante.

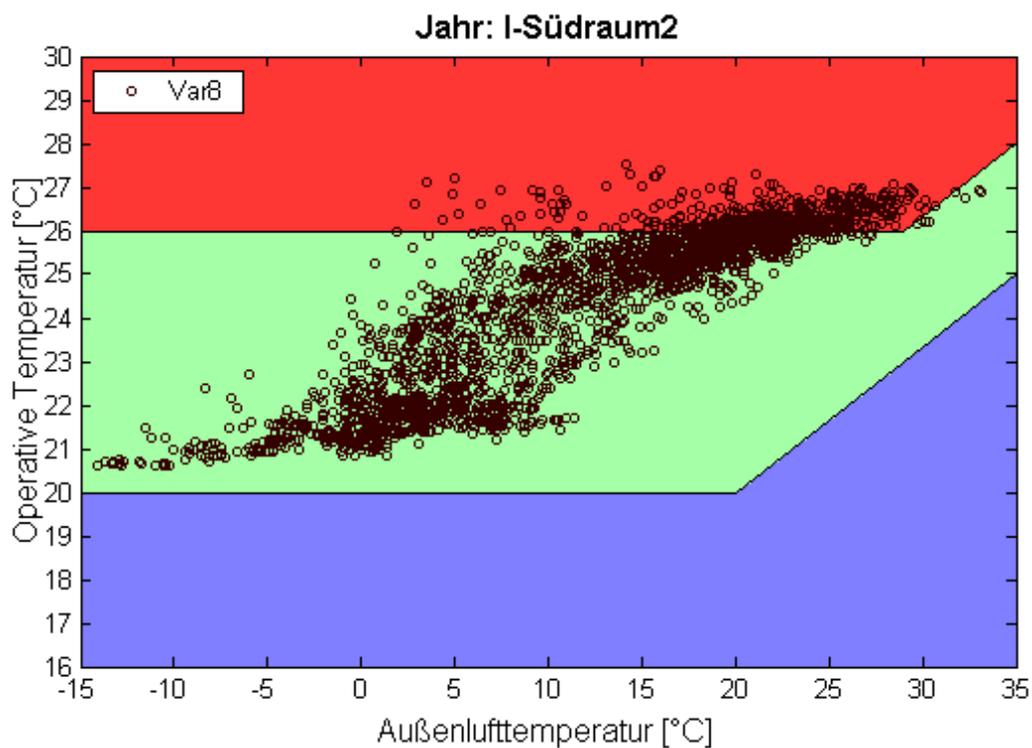


Abbildung 128: Jahresauswertung zu Bürozeiten des Behaglichkeitsfelds Außenlufttemperatur – Operative Raumtemperatur für einen Südraum in der Variante 8.

6.2.5 Ergebnisse der Varianten im Quervergleich

Variante	Heizen						Kühlen			
	BTA [kWh/m ² a]	Paneele [kWh/m ² a]	Luft-VE [kWh/m ² a]	Luft-NE [kWh/m ² a]	Gesamt [kWh/m ² a]	Prozent [%]	BTA [kWh/m ² a]	Luft [kWh/m ² a]	Gesamt [kWh/m ² a]	Prozent [%]
Var1d	5.0	7.8	0.4	0.0	13.2	49	15.6	2.2	17.8	96
Var2b	5.5	9.7	0.5	0.0	15.7	59	26.6	2.2	28.8	156
Var1b	8.2	10.2	0.6	0.0	19.0	71	15.4	2.2	17.6	95
Var1c	9.2	13.0	0.4	0.0	22.6	85	16.0	2.2	18.2	98
Var1a	8.9	13.9	0.6	0.0	23.4	88	16.9	2.2	19.1	103
Var3b	10.2	13.5	0.6	1.4	25.7	96	16.4	2.2	18.6	101
Var5	11.0	14.8	0.5	0.0	26.3	99	18.1	1.8	19.9	108
Standard	10.9	15.2	0.6	0.0	26.7	100	16.3	2.2	18.5	100
Var4	11.0	15.1	0.6	0.0	26.7	100	15.1	2.2	17.3	94
Var6a	10.9	15.7	0.6	0.0	27.2	102	9.9	2.2	12.1	65
Var6b	11.0	15.7	0.6	0.0	27.3	102	9.7	2.2	11.9	64
Var6c	11.3	15.6	0.6	0.0	27.5	103	4.0	2.2	6.2	34
Var7a	11.4	16.1	0.6	0.0	28.1	105	17.6	2.2	19.8	107
Var7b	11.4	16.1	0.6	0.0	28.1	105	17.6	2.2	19.8	107
Var8	10.7	17.8	0.6	0.0	29.1	109	15.3	2.2	17.5	95
Var3a	10.1	18.5	0.6	0.0	29.2	109	26.6	2.2	28.8	156
Var2a	11.8	17.0	0.6	0.0	29.4	110	16.3	2.2	18.5	100

Tabelle 25: Übersicht über den spezifischen Jahresenergiebedarf für Heizen und Kühlen für alle gerechneten Varianten geordnet nach der Größe des Heizwärmebedarfs.

Variante	Heizen						Kühlen			
	BTA [kWh/m ² a]	Paneele [kWh/m ² a]	Luft-VE [kWh/m ² a]	Luft-NE [kWh/m ² a]	Gesamt [kWh/m ² a]	Prozent [%]	BTA [kWh/m ² a]	Luft [kWh/m ² a]	Gesamt [kWh/m ² a]	Prozent [%]
Var6c	11.3	15.6	0.6	0.0	27.5	103	4.0	2.2	6.2	34
Var6b	11.0	15.7	0.6	0.0	27.3	102	9.7	2.2	11.9	64
Var6a	10.9	15.7	0.6	0.0	27.2	102	9.9	2.2	12.1	65
Var4	11.0	15.1	0.6	0.0	26.7	100	15.1	2.2	17.3	94
Var8	10.7	17.8	0.6	0.0	29.1	109	15.3	2.2	17.5	95
Var1b	8.2	10.2	0.6	0.0	19.0	71	15.4	2.2	17.6	95
Var1d	5.0	7.8	0.4	0.0	13.2	49	15.6	2.2	17.8	96
Var1c	9.2	13.0	0.4	0.0	22.6	85	16.0	2.2	18.2	98
Standard	10.9	15.2	0.6	0.0	26.7	100	16.3	2.2	18.5	100
Var2a	11.8	17.0	0.6	0.0	29.4	110	16.3	2.2	18.5	100
Var3b	10.2	13.5	0.6	1.4	25.7	96	16.4	2.2	18.6	101
Var1a	8.9	13.9	0.6	0.0	23.4	88	16.9	2.2	19.1	103
Var7a	11.4	16.1	0.6	0.0	28.1	105	17.6	2.2	19.8	107
Var7b	11.4	16.1	0.6	0.0	28.1	105	17.6	2.2	19.8	107
Var5	11.0	14.8	0.5	0.0	26.3	99	18.1	1.8	19.9	108
Var2b	5.5	9.7	0.5	0.0	15.7	59	26.6	2.2	28.8	156
Var3a	10.1	18.5	0.6	0.0	29.2	109	26.6	2.2	28.8	156

Tabelle 26: Übersicht über den spezifischen Jahresenergiebedarf für Heizen und Kühlen für alle gerechneten Varianten geordnet nach der Größe des Kühlenergiebedarfs.

Energiekennzahlen

Tabelle 25 und Tabelle 26 geben einen Überblick über den spezifischen Jahresheizwärmebedarf (HWB) und den Jahreskühlenergiebedarf (KEB) für alle berechneten Simulationsvarianten, wobei die Varianten in Tabelle 25 nach aufsteigendem HWB, in Tabelle 26 nach aufsteigendem KEB angeordnet wurden.

Den geringsten HWB weist die „Passivhaus“-Variante 1d auf, in der der HWB mit 13,2 [kWh/m²a] nur 49% des Werts in der Standardvariante beträgt. In dieser Reihung folgt als nächstes die Variante 2b (Geräteabwärme 240 Watt/Arbeitsplatz), die jedoch den höchsten Kühlenergiebedarf aller Varianten, und zusätzlich auch sehr schlechte Behaglichkeitswerte aufweist. Die weiteren Varianten in der Liste mit absteigendem HWB sind die Varianten 1b, 1c, und 1a, in der Einzelmaßnahmen in der Verbesserung der thermischen Hülle umgesetzt wurden (vgl. Kapitel 6.2.4.1).

Reiht man die Simulationsvarianten nach absteigendem KEB, so liegt die Variante 6c mit externem Sonnenschutz auf der Nord- und Südseite mit nur 6,2 [kWh/m²a], nur 31% des entsprechenden Werts in der Standardvariante, an der Spitze der Wertung. Zugleich schneidet diese Variante auch bei einer Auswertung der thermischen Behaglichkeit hervorragend ab (siehe Diskussion unten). Auch auf den Plätzen 2 und 3 liegen mit 6b und 6a Varianten, die im Vergleich zur Standardvariante einen verbesserten Sonnenschutz aufweisen. Wie die Variante 6a – 6c zeigen, bietet eine Erhöhung der Effektivität des Sonnenschutzes das größte Potential, was die Einsparung an Kühlenergie betrifft. Am anderen Ende der Skala liegen die Variante 2b und 3a, die den Einfluss gesteigerter Geräteabwärmern (Variante 2b) bzw. strengerer Komfortanforderungen (Variante 3a) untersuchen. Alle übrigen Varianten weichen weniger als 7% vom Kühlenergiebedarf der Standardvariante ab.

Operative Raumtemperaturen – Behaglichkeit im Sommer

Abbildung 129 zeigt einen Vergleich aller Simulationsvarianten in Bezug auf die empfundenen Raumtemperaturen für ein Nordbüro, während Abbildung 130 dieselbe Auswertung für einen Südraum darstellt. Zunächst sieht man, dass in den Nordbüros für allen Variante – außer der Variante 2b mit den hohen Geräteabwärmern - zu einem behaglichen Raumklima führt, wenn man das Behaglichkeitsdiagramm Außenlufttemperatur / Operative Raumtemperatur nach DIN 1946 / Teil 2 zugrunde legt. Für die Südräume erwartet man aufgrund der Simulationsergebnisse durchwegs etwas schlechtere Behaglichkeitswerte. In der Standardvariante etwa sind rund 7% der Bürostunden im Jahr als zu warm zu bewerten. Durch eine Änderung der Ein- und Ausschalttemperaturen für die Aktivierung der Bauteilkühlung, wie sie in der Variante 3a vorgenommen wurde, kann aber auch für den Südbereich ein behagliches Raumklima gewährleistet werden. Als sehr wirksam in Bezug auf die Reduktion von Übertemperaturen erweist sich auch ein außenliegender Sonnenschutz (Variante 6c), der die Zahl der „zu warmen“ Bürostunden im Jahr auf rund 1% verringert, und gleichzeitig zu dem kleinsten Kühlenergiebedarf aller gerechneten Simulationsvarianten führt (vgl. Tabelle 26).

Raumluftfeuchten – Behaglichkeit im Winter

Abbildung 131 zeigt einen Vergleich aller Simulationsvarianten in Bezug auf die Raumluftfeuchten für ein Nordbüro, während Abbildung 132 dieselbe Auswertung für einen Südraum darstellt. Die Auswertung erfolgte nach dem Behaglichkeitsdiagramm Raumlufttemperatur / Raumluftfeuchte nach Leusden / Freymark (vgl. etwa Abbildung 123). Es ist klar, dass ein unbehagliches Raumklima in dieser Auswertung entweder durch zu hohe oder zu niedrige Raumtemperaturen oder aber durch zu hohe oder zu niedrige Raumluftfeuchten zustande kommt. Da in der Standardvariante und in allen Simulationsvarianten *außer* Variante 7a und 7b ähnliche Raumluftfeuchten vorliegen, spiegeln die Abweichungen in den Behaglichkeitswerten in Abbildung 131 und Abbildung 132 lediglich die Abweichungen in der Raumlufttemperatur wider. Die diesbezüglichen Unterschiede in den Varianten wurden bereits bei der Diskussion der Abbildung 129 und Abbildung 130 erwähnt. Ein Vergleich der Standardvariante mit den Variante 7a und 7b, wie sie Abbildung 131 und Abbildung 132 zeigt, gibt jedoch tatsächlich Aufschluss über den Einfluss der Raumluftfeuchte auf die Behaglichkeit. Wie schon in Kapitel 6.2.4.6 gezeigt wurde, bewirken die Pflanzen aufgrund ihrer Feuchteabgabe an die Zuluft eine deutliche Verbesserung

der Raumlufffeuchten in den Wintermonaten (Var 7a). Der Vergleich mit 7b zeigt auch, dass ein Wegfall der Feuchterückgewinnung zu einer weiteren Verschlechterung der Behaglichkeit in den Wintermonaten führt.

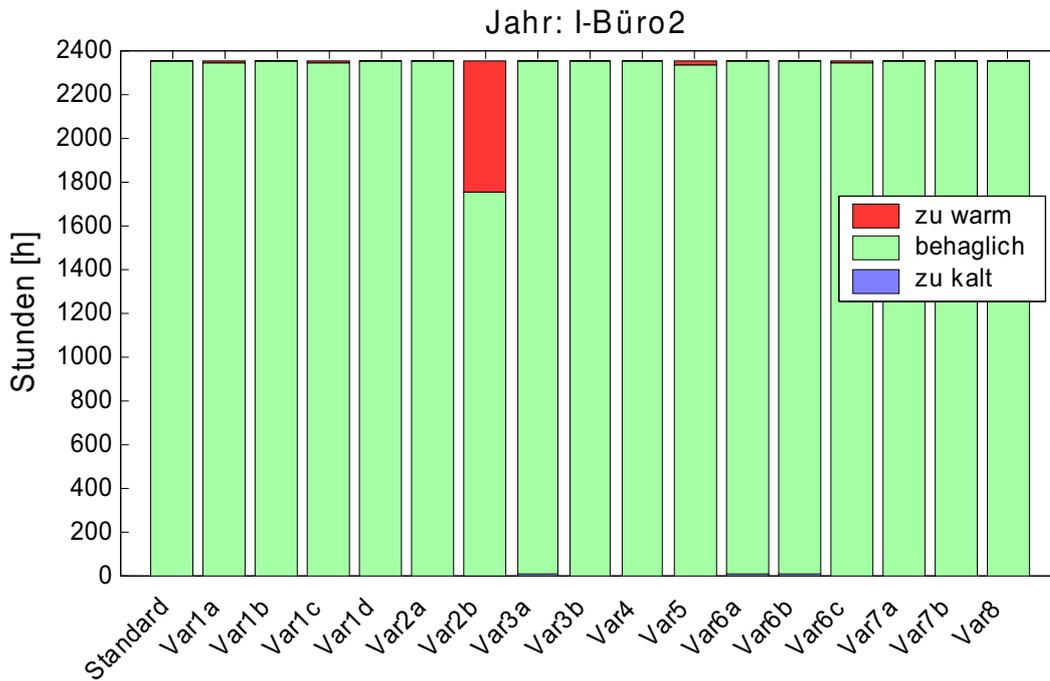


Abbildung 129: Stundenauswertung des Behaglichkeitsdiagramms (Außenlufttemperatur – Operative Raumtemperatur) für alle gerechneten Simulationsvarianten für ein Nordbüro.

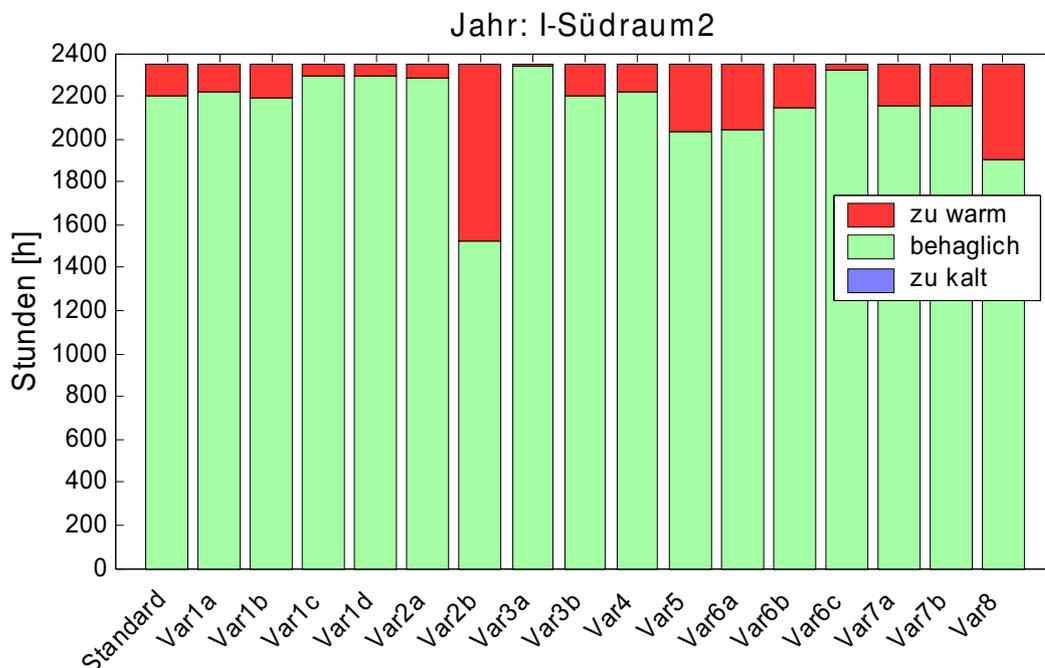


Abbildung 130: Stundenauswertung des Behaglichkeitsdiagramms (Außenlufttemperatur – Operative Raumtemperatur) für alle gerechneten Simulationsvarianten für einen Südraum.

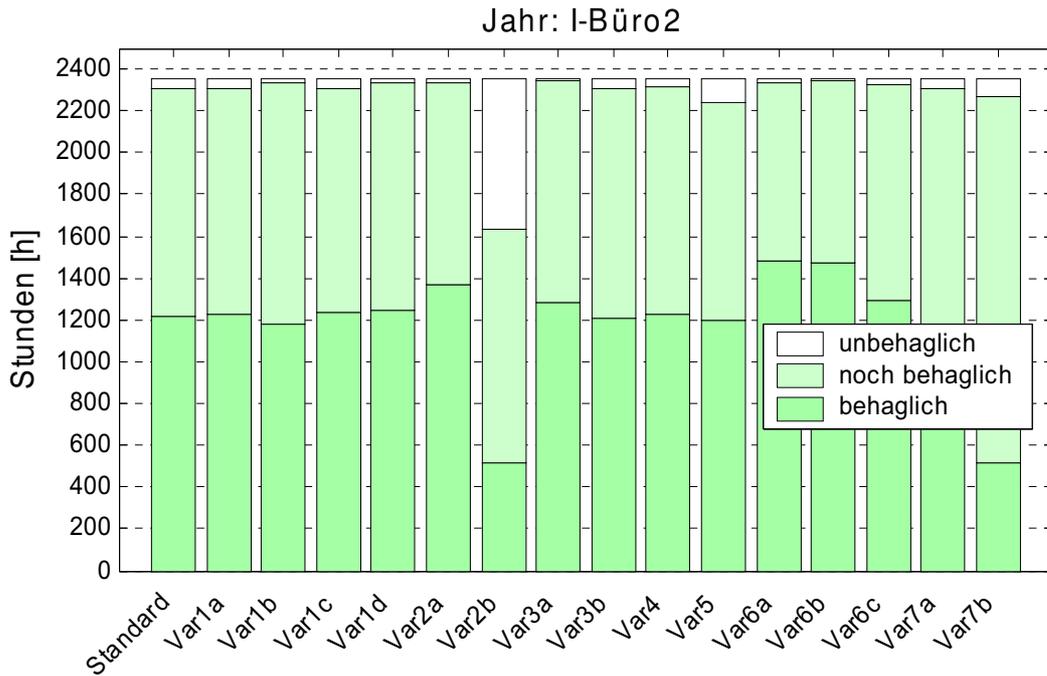


Abbildung 131: Stundenauswertung des Behaglichkeitsdiagramms nach Leusden / Freymark (Raumlufttemperatur – Raumlufffeuchte) für alle gerechneten Simulationsvarianten für ein Nordbüro.

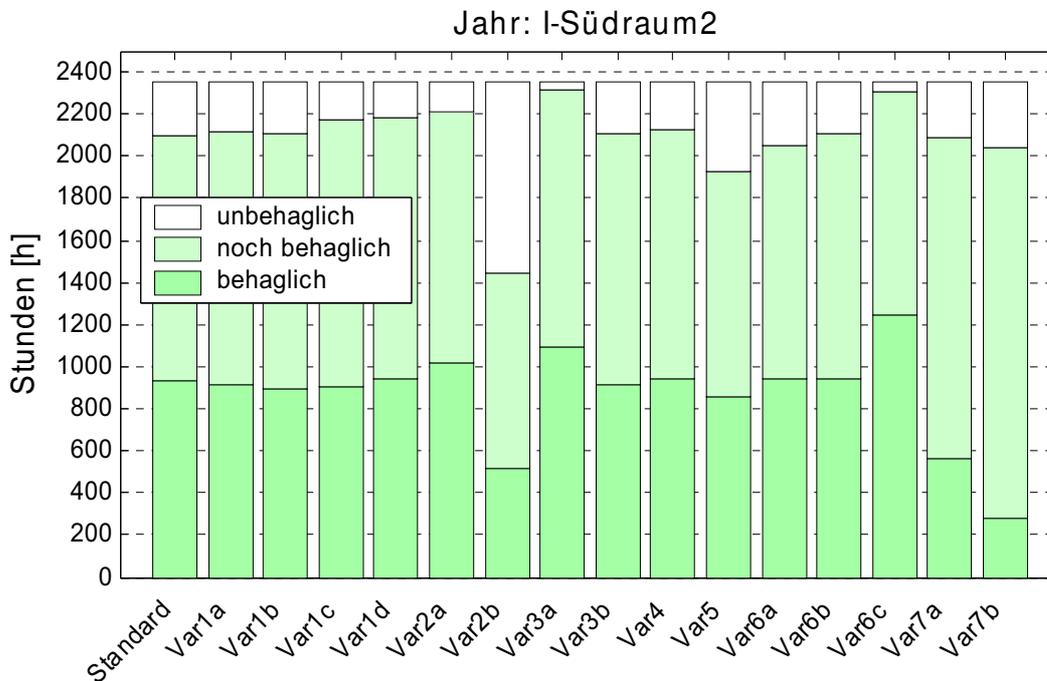


Abbildung 132: Stundenauswertung des Behaglichkeitsdiagramms nach Leusden / Freymark (Raumlufttemperatur – Raumlufffeuchte) für alle gerechneten Simulationsvarianten für einen Südraum.

6.3 Strömungssimulation

6.3.1 Definition der Simulationsgeometrie

6.3.1.1 Simulationsgrenzen

Nach Abstimmung mit den Projektpartnern wurden folgende Annahmen getroffen: Der strömungsmechanisch relevante Bereich soll anhand eines Innenmoduls untersucht werden. Dieses bezieht sich auf zwei Teilungen zu je 5 m. Der Hintergrund für diese Annahmen besteht darin, dass die Strömungsbedingungen entlang der Hauslängsachse als ähnlich angenommen werden. D.h. es soll mit diesem simulierten Innenmodul eine repräsentative Aussage über den Strömungszustand des gesamten Gebäudes getroffen werden können.

Weiters ist die Begrenzung auf diesen Bereich auch aus Sicht der Berechnungszeiten zu sehen, dies vor allem in Hinblick auf eine Variantenuntersuchung. Folgende Abbildungen sollen die Grenzen dieses Innenmoduls verdeutlichen:

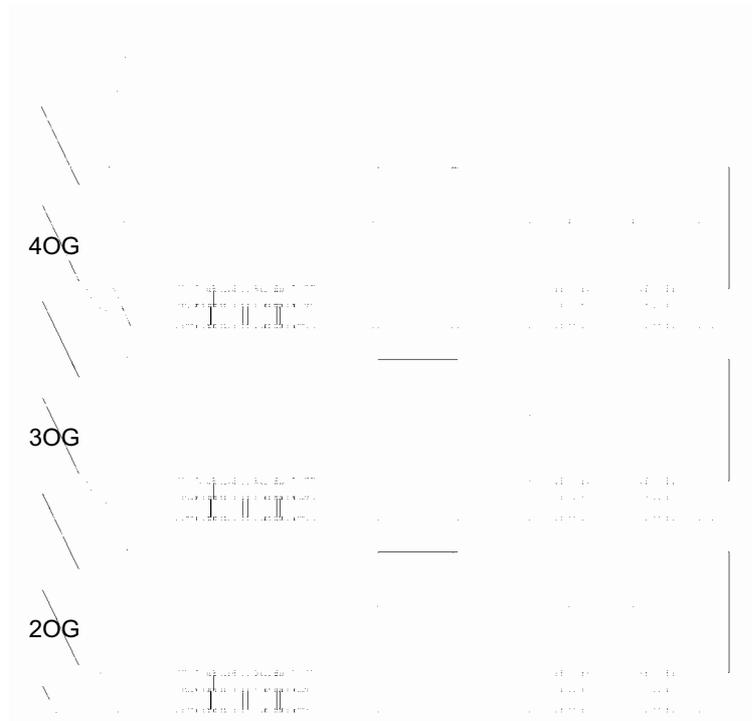


Abbildung 133; Seitenansicht des Simulationsgebietes

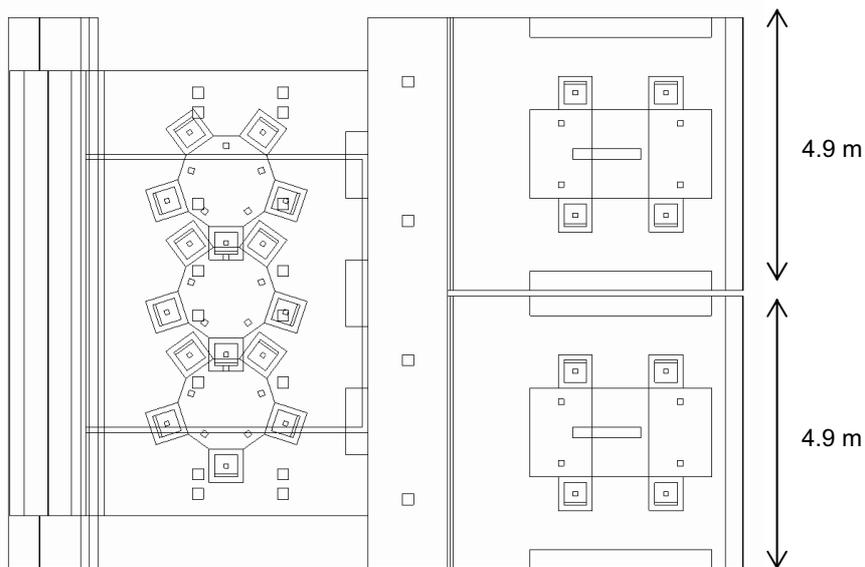


Abbildung 134: Draufsicht des Simulationsgebietes

Wie in Abbildung 133 und Abbildung 134 ersichtlich ist, werden im Südbereich die Pflanzenräume nicht mitsimuliert, da diese separate, geschlossene Räume darstellen und somit keinen Einfluss auf die Strömungsverhältnisse in den einzelnen Geschossen haben.

6.3.1.2 Innenraumaufteilung

6.3.1.2.1 Südseite

Da im Südbereich keine fixen Wände vorgesehen sind, soll hier untersucht werden, welchen Einfluss bestimmte Aufstellungsvarianten haben. Grundsätzlich stehen drei Ausstattungen zur Diskussion:

- Individual Space
- Project Space
- Open Space

Da aus einem Simulationsdurchlauf möglichst viel Aussage getroffen werden soll, ist für die Innenraumaufteilung der Südseite folgende Annahme getroffen worden.

- 2OG: Project Space
- 3OG: Open Space
- 4OG: Individual Space

In Abbildung 135 bis Abbildung 138 werden die einzelnen Stockwerke dargestellt:



Abbildung 135: Individual Space (4OG)

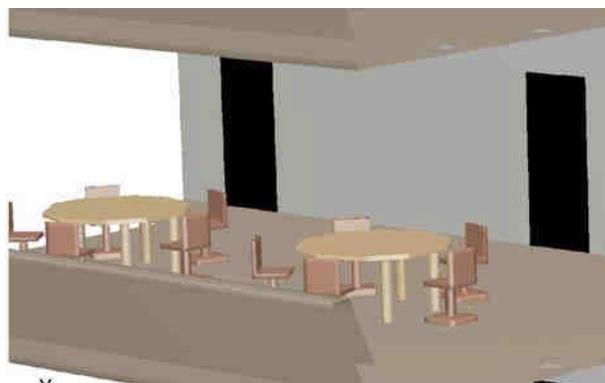


Abbildung 136: Open Space (3OG)

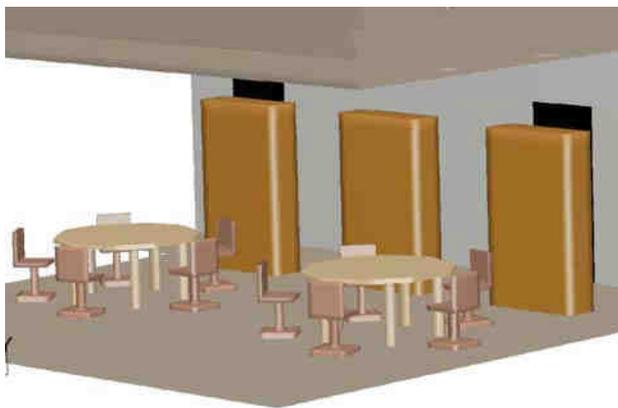


Abbildung 137: Project Space (2OG)

6.3.1.2.2 Nordseite

Für die Büros auf der Nordseite wurde der Entwurf der Typ-C Variante gewählt. Der Grund für eine solche Vorgehensweise liegt in der Länge der Büros, weil nur so sich zwei Räume nebeneinander platzieren lassen, was sowohl für die Generierung des Netzes als auch für die Definition der Randbedingungen vorteilhaft erscheint. Ein weiterer Grund für eine solche Annahme besteht darin, dass auch für die Nordseite die endgültige Einbauposition der Zwischenwände noch nicht fixiert worden ist. Folgende Abbildung zeigt die gewählte Anordnung in diesen Büros:

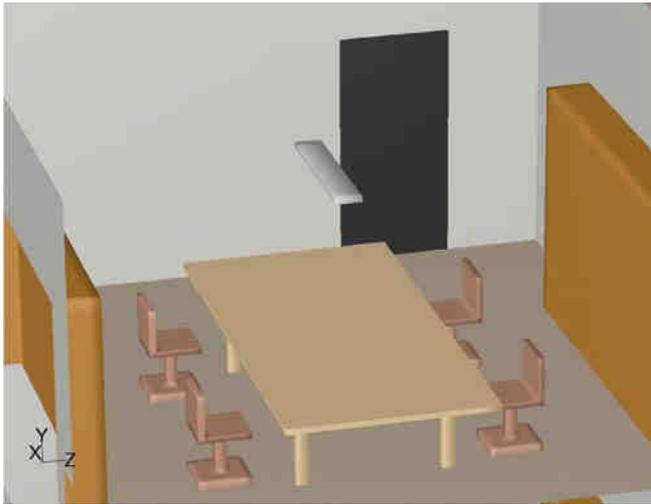


Abbildung 138: Nordbüro (Typ-C)

6.3.2 Netzgenerierung

Generell wurden für die vorliegende Fragestellung zwei Netze erstellt, wobei das erste aufgrund teilweise noch fehlender Informationen nicht so detailliert ausgefallen ist wie das zweite, wo bereits wesentlich mehr Informationen zur Verfügung standen. Mit dem ersten Netz konnten aber Abschätzungen getroffen werden, welche wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung des neuen Netzes gehabt haben. Dennoch soll hier hauptsächlich der Letztstand des Simulationsnetzes dargestellt werden, eine Abbildung des ersten Netzes ist am Ende dieses Kapitels in Abbildung 145 dargestellt.

6.3.2.1 Nordseite

Es wurde darauf geachtet, dass das gesamte Simulationsgebiet anhand von Hexaedern vernetzt werden konnte. Dies ist wichtig um einerseits die Anzahl der Kontrollzellen gering zu halten und andererseits eine Mindestqualität des Netzes zu gewährleisten. Abbildung 139 und Abbildung 140 sollen die Netzauflösung an der Oberfläche verdeutlichen:

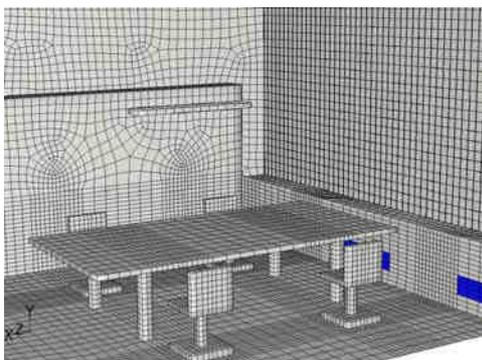


Abbildung 139: Oberflächennetz im Nordbüro (Typ-C)

Die blau hinterlegten Flächen Abbildung 139 stellen die Einströmflächen dar. Besonders wichtig ist bei diesem Simulationsfall der Überströmbereich in die Südbüros, da dieser Schlitz nur eine Höhe von 12 mm aufweist. Um auch hier noch ein sinnvolles Ergebnis zu errechnen, wurde die Höhe in 7 Kontrollvolumina unterteilt. In folgender Abbildung ist diese Detail stark vergrößert dargestellt.

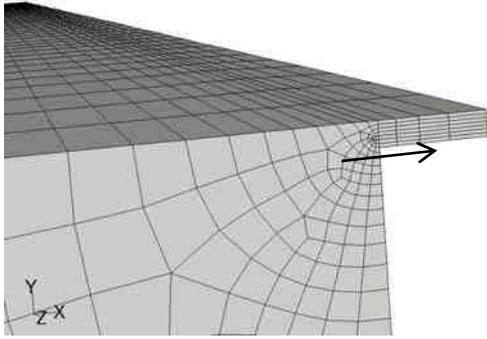


Abbildung 140: Netzauflösung im Überströmbereich (Nord – Süd)

Dargestellt wird die Netzqualität anhand des *Equi Angle Skew*, welcher den Verzerrungsgrad der drei Winkel, die einen Hexaeder bilden, berechnet. Der Wert Null entspricht laut Definition einem rechten Winkel. Nach oben hin ist der *Equi Angle Skew* mit Eins begrenzt, was einem Winkel von Null Grad entspricht. Für das Netz der Nordseitenbüros ergibt sich so ein maximaler *Equi Angle Skew* von 0.52.

Insgesamt wurde ein Nordseitenbüro vom Typ-C in 124 757 Kontrollvolumina unterteilt. Da nun jeweils zwei solcher Büros pro Stockwerk und weiters drei Stockwerke simuliert werden ergibt sich daraus insgesamt eine Anzahl von 748 542 Hexaedern für die Nordseite.

6.3.2.2 Südseite

Da auf der Südseite für jedes Stockwerk eine verschiedene Raumaufteilung vorgesehen ist, wird der gesamte Südbereich als Einheit vernetzt. In Abbildung 141 ist ein Teil dieses Netzes dargestellt.

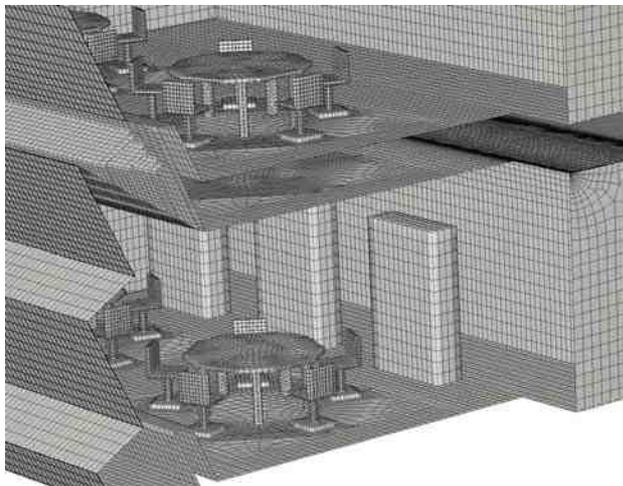


Abbildung 141: Oberflächennetz im Südbereich (Project Space)

Besondere Aufmerksamkeit musste dem Überströmbereich von einem Stockwerk zum Nächsten gewidmet werden, da in diesem Bereich ein Kulissenschalldämpfer zur Anwendung kommt. Abbildung 142 zeigt dieses Detail.

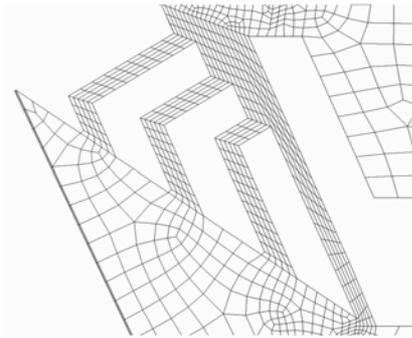


Abbildung 142: Überströmbereich im Bereich des Kulissenschalldämpfers

Insgesamt ergibt sich für das Simulationsnetz des Südbereichs eine Gesamtanzahl von 1 356 633 Kontrollvolumina. Der Maximale *Equi Angle Skew* übersteigt dabei 0.76 nicht.

6.3.2.3 Auflösung der Fenster als Solid

Grundsätzlich wäre eine Modellierung der Fenster als Solid nicht notwendig. Da bei diesem Projekt jedoch auch der Wärmeeintrag durch Sonnenstrahlung berücksichtigt werden soll, muss dies mit einer Auflösung der Fensterscheiben einhergehen. Diese werden später in der CFD-Simulation als Solids mit den Eigenschaften der Glasscheiben definiert. Im realen Objekt werden die Glasfassaden, bzw. die Fenster mit Isolierglas ausgeführt, d.h. nach einer äußeren Schicht von 4 mm Floatglas folgen 16 mm mit einer Kryptonfüllung und dann wieder 4 mm Floatglas. Zur Beschleunigung der CFD-Simulation wird auf eine Modellierung der Krypton Schicht verzichtet, dies vor allem aufgrund eines besseren Konvergenzverhaltens während der Simulation. Die beiden Glasschichten werden also in einem 8 mm dicken Solid zusammengeführt. Dieser Vereinfachung muss später bei der Definition der Wärmedurchgänge durch die Glasscheiben berücksichtigt werden. In Abbildung 143 ist eines jener Solids dargestellt.

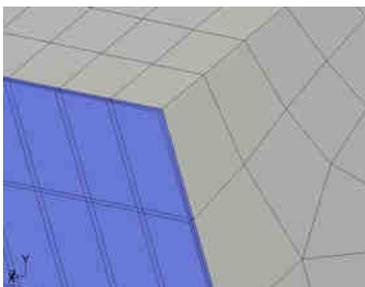


Abbildung 143: Modellierung der Fenster als Solids

6.3.2.4 Sonnenschutz – Südseite

Der Sonnenschutz wird anhand einer Jalousie in die Berechnung implementiert. Jedoch soll darauf hingewiesen werden, dass der vorgelegte Entwurf der Projektpartner für die Verschattung (Lamellenbreite 25 mm, Teilung ca. 25 mm) aufgrund der zu kleinen Teilung der Jalousieelemente (d.h. der damit verbundenen sehr viel höheren Auflösung des Netzes) nicht berücksichtigt werden kann. Um trotzdem eine Verschattung mitzurechnen wurde ein Kompromiss wie in Abbildung 144 dargestellt eingegangen.

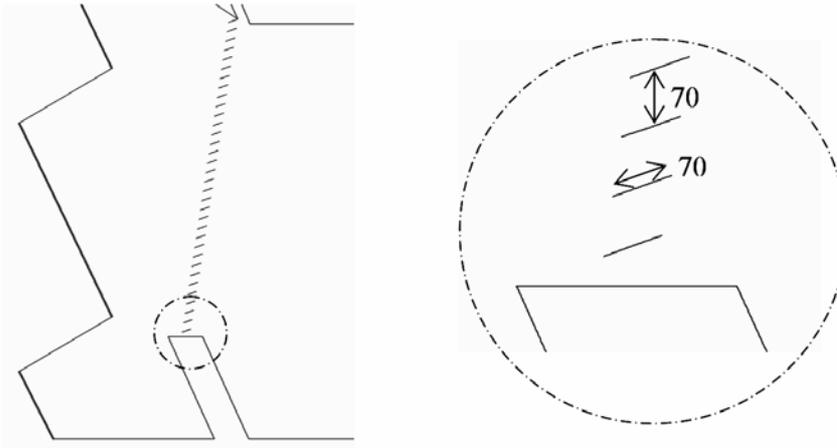


Abbildung 144: Details der Verschattung

Insgesamt kommen 34 Verschattungsbleche zur Anwendung, welche 20° zur horizontalen geneigt sind. Bei der gewählten Schrägstellung kann bei einem minimalen Einstrahlungswinkel von 30° keine direkte Strahlung eindringen. Aufgrund der Netzgröße konnte eine Teilung nur mit 3 Volumenzellen aufgelöst werden.

Der Sonnenschutz auf der Nordseite braucht nicht in die Simulation aufgenommen werden, da dieser außerhalb der Berechnungsgrenzen, also außen am Fenster montiert ist. Die deshalb hervorgerufene Reduktion der Einstrahlung muss jedoch später bei der Definition der Randbedingungen berücksichtigt werden.

6.3.2.5 Gesamtsimulationsnetze

6.3.2.5.1 Vorabversion

Das gesamte Simulationsnetz besteht nun aus den sechs Teilen der Nordseite und dem Südbereich. Insgesamt entspricht das einer Anzahl von 1 581 155 Kontrollvolumina. Abbildung 145 zeigt eine seitliche Ansicht auf das Simulationsnetz.

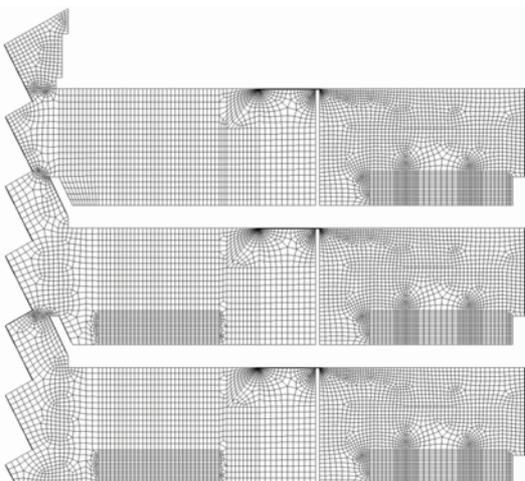


Abbildung 145: Seitenansicht auf das gesamte Simulationsnetz, Vorabversion

6.3.2.5.2 Endversion

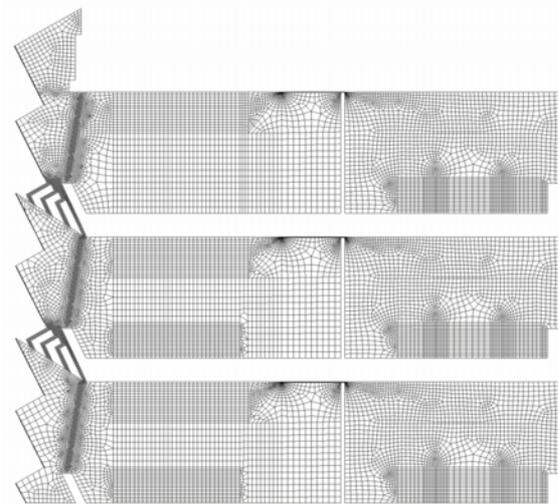


Abbildung 146: Seitenansicht auf das gesamt Simulationsnetz, Endversion

Im Vergleich zur Vorabversion wurde bei der Endversion eine höhere Netzauflösung im Bereich des Überströmungsfreistrahls eingearbeitet. Zusätzlich kann die notwendige feinere Abbildung im Bereich der Verschattung, sowie des Kulissenschalldämpfers deutlich erkannt werden. Für diese Verfeinerung waren zusätzlich 524 000 Zellen notwendig, was zu einer Gesamtanzahl von 2105175 führte.

6.3.3 Randbedingungen

6.3.3.1 Simulationsfälle Heizen

Grundsätzlich werden zwei Heizfälle angenommen. Einerseits ist dies der 5. Jänner und andererseits der 23. Februar, jeweils um 12 Uhr Mittag. Der Tag im Jänner entspricht einem kalten, nebligen Wintertag und soll so den Einfluss der kaum vorhandenen Sonnenstrahlung wiedergeben. Andererseits soll mit dem Februartag ein sonniger, wolkenloser Wintertag simuliert werden.

6.3.3.1.1 Lufteinlässe

Da noch nicht endgültig definiert worden ist, wo genau und wie groß die Einlässe sind, wurden folgende Annahmen getroffen. Pro Nordbüro werden drei Einlässe angenommen. Abbildung 147 zeigt die Anordnung dieser Einlassflächen.

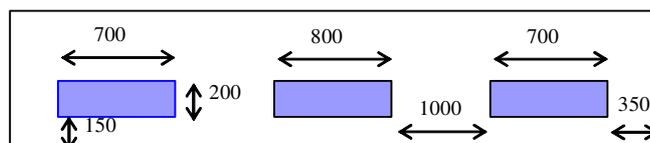
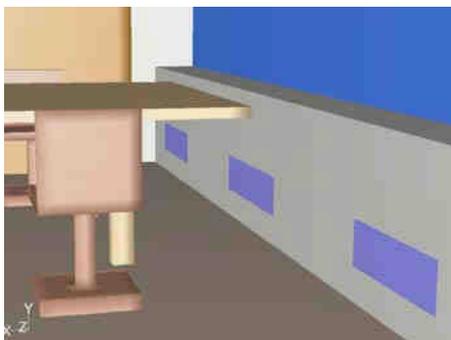


Abbildung 147: Anordnung der Einlässe [mm]

Es ergibt sich so eine gesamte Einlassfläche von 0.44 m². Die Position der Einlassflächen kann, falls dies für weitere Varianten erwünscht ist, relativ leicht geändert werden, da auch weitere Flächen ansprechbar sind. Grundlage für die Bestimmung des Massenstromes ist die Gesamtaustauschrate von 475.52 kg/h pro simuliertem Stockwerk. In Tabelle 27 sind nun die Randbedingungen für die Lufteinlässe definiert (gilt pro Nordbüro):

Massenstrom [kg/s]	0.06355
Einströmtemperatur [°C]	20
Turbulenz Intensität [%]	5
Hydraulischer Durchmesser [m]	1
Emissionskoeffizient [-]	0.91

Tabelle 27: Lufteinlässe Nordbüros

Weiters soll angemerkt werden, dass die Einblasung von Frischluft ausschließlich über die Nordbüros vorgenommen wird. Die zweite Möglichkeit, nämlich zusätzliche Einblasungen im Südbereich, wird demnach in diesem Simulationsfall nicht berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass eine solche Einblasung die Strömungsverhältnisse, bzw. die Durchmischung verbessern würde. Die Simulation sollte jedoch einem Fall entsprechen, welcher relativ ungünstig ist und als Ergebnis bringen, ob eine solche Variante möglich ist oder nicht.

6.3.3.1.2 Luftauslass

Geplant ist, dass die warme Luft oben unter dem Dach abgesaugt wird. Da einzelne Absaugungspunkte nicht definiert sind, wird angenommen, dass der Auslass über die gesamte Breite des Simulationsbereichs gelegt wird. Abbildung 148: Anordnung des Auslasses soll diesen Bereich verdeutlichen.

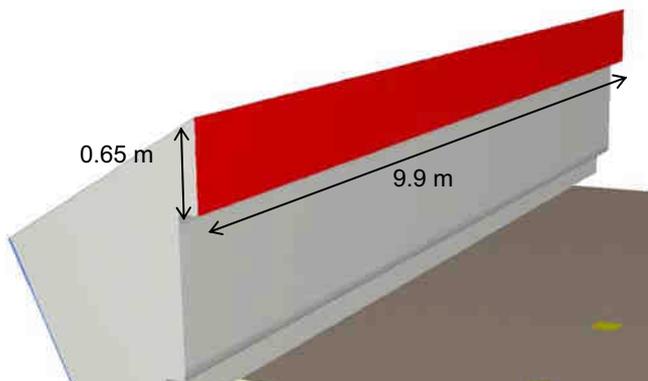


Abbildung 148: Anordnung des Auslasses

Der Luftauslass bildet somit eine Fläche von 6.4 m² und wird auf Umgebungsdruck gelegt. In folgender Tabelle sind die Eingabeparameter zusammengefasst:

Rückströmtemperatur [°C]	23
Turbulenz Intensität [%]	5
Hydraulischer Durchmesser [m]	1
Emissionskoeffizient [-]	0.91

Tabelle 28: Luftauslass über Dach

Die Rückströmtemperatur wurde anhand einer separaten Simulation angenähert und entspricht nun ungefähr der errechneten Temperatur unter dem Dach.

6.3.3.1.3 Sonnenstrahlung

Die Grundlage für die Strahlungsintensität bezieht sich auf eine Auswertung der Klimadaten vom Standort Wien. Eine diesbezügliche Analyse wurde zu Abstimmungszwecken im Rahmen der Thermischen Simulationsrechnung durchgeführt und für diese Simulation übernommen. In Tabelle 29 und Tabelle 30 sind die Ergebnisse dargestellt:

Stundenwerte für den 5. Jänner											
Ausgangsdaten aus Meteororm [Meteororm], Standort Wien								mit TRNSYS [TRNSYS] berechnete Solarstrahlung auf			
Stunde des Jahres	Stunde des Tages	Sonnenhöhe	Azimut	Globalstrahlung horizontal	Diffusstrahlung horizontal	Lufttemperatur	relative Luftfeuchtigkeit	vertikale Südfassade	vertikale Nordfassade	Solarpaneel	Südverglasung
[h]	[h]	[°]	[°]	[W/m²]	[W/m²]	[°C]	[%]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]
108	12	18.9	-7	33	0	-2.1	91	20	20	31	14

Tabelle 29: Strahlungsintensität laut Klimadatensatz [7] , Standort Wien für den 5. Jänner

Stundenwerte für den 23. Februar											
Ausgangsdaten aus Meteororm [Meteororm], Standort Wien								mit TRNSYS [TRNSYS] berechnete Solarstrahlung auf			
Stunde des Jahres	Stunde des Tages	Sonnenhöhe	Azimut	Globalstrahlung horizontal	Diffusstrahlung horizontal	Lufttemperatur	relative Luftfeuchtigkeit	vertikale Südfassade	vertikale Nordfassade	Solarpaneel	Südverglasung
[h]	[h]	[°]	[°]	[W/m²]	[W/m²]	[°C]	[%]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]
1284	12	31.3	-10.5	344	247	-5,1	62	379	161	427	272

Tabelle 30: Strahlungsintensität laut Klimadatensatz [7] , Standort Wien für den 23. Februar

Um möglichst vergleichbare Randbedingungen zwischen TRNSYS und CFD zu erhalten, werden die mit TRNSYS errechneten Strahlungsintensitäten auch auf das CFD-Modell angewandt. Für den Einstrahlwinkel wird als Annäherung nur die Sonnenhöhe betrachtet, d.h. der Azimut wird vernachlässigt. Das Strahlungsmodell der CFD-Simulation verlangt weiters die Definition eines Diffuslichtanteils. Dieser ist anhand TRNSYS nicht erreicht worden, lässt sich aber leicht über das Verhältnis Diffusstrahlung zu Globalstrahlung ermitteln. Für die Nordseite wird vorausgesetzt, dass der gesamte Anteil diffus ist. Weiters muss die Umgebungsstrahlung miteinbezogen werden. Hierfür wird angenommen dass dies in etwa $T_u^4 \sigma$ entspricht.

Da mit 2 Bändern gerechnet wird (Band 1: 0 – 0.78 µm; Band 2: 0.78 – 1000 µm), muss eine Aufteilung in Sichtbares Licht und Infrarot Strahlung getroffen werden. Hierzu wird angenommen, dass der gesamte Sonnenlichtanteil dem sichtbaren Teil (erstes Band) zugeschlagen wird, währenddessen die Infrarotstrahlung das zweite Band bildet.

	5. Jänner	23. Februar
Sonnenstrahlung Süd (Band 1) [W/m²]	14	272
Anteil Diffusstrahlung Süd [%]	100	72
Sonnenwinkel Süd [°]	18.9	31.3
Sonnenstrahlung Nord (Band 1) [W/m²]	20	161
Anteil Diffusstrahlung Nord [%]	100	100
Sonnenwinkel Nord [°]	0	0
Umgebungsstrahlung S/N (Band 2) [W/m²]	306	292.5

Tabelle 31: Eingabeparameter für die Abbildung der Strahlung für den 5. Jänner und den 23 Februar

6.3.3.1.4 Wärmedurchgang - Fenster

Im Simulationsmodell wird der dreischichtige Aufbau der Isolierglasscheibe durch ein einschichtiges Ersatzmodell abgebildet. Dazu muss der reale Wärmedurchgangskoeffizient (nach Herstellerangaben) auf eine fiktive Wärmeleitfähigkeit umgerechnet werden. In der Simulation besteht die Scheibe aus einer Schicht mit 8 mm Dicke.

Wärmeübergangszahl außen [W/m²K]	α_a	25
Wärmeübergangszahl innen [W/m²K]	α_i	7.7
Wärmedurchgangskoeffizient [W/m²K]	u	1.1
Gesamte modellierte Glasdicke [mm]	d_{fiktiv}	8

Tabelle 32: Wärmedurchgang durch die Fenster

Anhand des Zusammenhanges für den Wärmedurchgangskoeffizienten, welcher wie folgt definiert ist

$$u = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_a} + \frac{\delta_{\text{fiktiv}}}{\lambda_{\text{ges}}} + \frac{1}{\alpha_i}}$$

kann auf eine fiktive Wärmeleitfähigkeit geschlossen werden.

$$\lambda_{\text{ges}} = \frac{\delta_{\text{fiktiv}}}{\frac{1}{u} - \frac{1}{\alpha_a} - \frac{1}{\alpha_i}}$$

Daraus ergibt sich eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda_{\text{ges}} = 0.0108$ W/mK. Wichtig ist weiters die Festlegung der Umgebungstemperaturen (5. Jänner: -2.1 °C / 23. Februar: -5.1 °C).

6.3.3.1.5 Böden & Decken

Bei der Definition dieser Randbedingungen ist das Hauptaugenmerk auf die thermische Festlegung zu legen. Grundsätzlich soll eine Bauteiltemperierung über die Decken erfolgen. Dies hat natürlich zur Folge, dass auch der darüber liegende Boden, wenn auch abgeschwächt, temperiert wird. Um den Einfluss einer Decke auf den darüber liegenden Boden mitzusimulieren wäre aber eine Modellierung anhand von Solids notwendig, auf welche aber aus Gründen der Rechenzeit verzichtet wurde. Das Problem wurde also dahingehend gelöst, dass Decken und Böden mit Temperaturrandbedingungen belegt worden sind. Die dazu notwendigen Oberflächentemperaturen stellen grundsätzlich die Ergebnisse der TRANSYS Berechnung dar.

	5. Jänner	23. Februar
Decke Nord [°C]	21.34	21.62
Decke Süd [°C]	21.16	21.87
Boden Nord [°C]	20.82	21.47
Boden Süd [°C]	20.59	21.65

Tabelle 33: Mittelwerte der Oberflächentemperaturen

Diese Werte beziehen sich auf das dritte Obergeschoß. Mit guter Annäherung können diese Ergebnisse auch für das vierte, sowie für die Decke des zweiten Obergeschoßes herangezogen werden. Somit bleibt nur mehr eine Festlegung für den Boden im zweiten Obergeschoß zu treffen. Hier wird angenommen, dass aufgrund der

geringen Außentemperatur und der darunter liegenden Halle eine etwas geringere Oberflächentemperatur zu erwarten ist. Aus diesem Grund wird diese auf 20 °C gesetzt.

6.3.3.1.6 Fläche unter Photovoltaik Paneel

Auch hier wurde auf die TRNSYS Berechnung zurückgegriffen. Die mittlere Temperatur auf der Innenseite der Photovoltaik Paneele beträgt demnach 15.3 °C (5. Jänner) und 18.3 °C (23. Februar). Für die CFD-Simulation wird dies anhand einer Temperaturrendbedingung gesetzt.

6.3.3.1.7 Restliche Wände

Alle restlichen inneren Wände, dazu zählen auch die östliche und westliche Berandung des Simulationsgebietes, werden als adiabatisch angenommen. Der Hintergrund für diese Annahme besteht darin, dass die gewählte Simulationsberandung einem Innenmodul des geplanten Gebäudekomplexes entspricht. Da der Boden des zweiten, bzw. die Decke des vierten Obergeschoßes mit Temperaturrendbedingungen festgelegt sind, kann also nur mehr über die Glasfassade im Süden, bzw. über die Fenster der Nordseite ein Wärmestrom stattfinden. Aufgrund der Berücksichtigung der Strahlung muss weiters für alle Flächen ein Emissionskoeffizient festgelegt werden, welcher mit 0.91 gewählt wurde.

6.3.3.1.8 Zusätzliche Wärmequellen

Anhand dieser zusätzlichen Quellen kann die personelle Belegung, sowie die Abwärme der verwendeten Geräte eingebracht werden. Folgendermaßen werden die einzelnen Einträge definiert:

pro Person [W]	60
pro Laptop [W]	55
pro Drucker [W]	350
pro Lampe [W]	39

Tabelle 34: Wärmequellen Bürobereich

Bezogen auf den Nordbereich kann folgende Belegung angegeben werden:

	pro Büro	Gesamt
Personen	4	24
Laptops	4	24
Lampen	1	6

Tabelle 35: Belegung Nordbüros

Grundsätzlich werden alle Wärmequellen als Volumenquellen (W/m^3) definiert, nur die Lampen werden über Flächenwärmeströme festgelegt. Für den Südbereich sind folgende Annahmen getroffen worden:

	2.OG	3.OG	4.OG	Gesamt
Personen	4	4	2	10
Laptops	4	4	2	10
Drucker	1	1	0	2

Tabelle 36: Belegung Südbereich

Bezüglich der Beleuchtung soll angemerkt werden, dass aufgrund der Tageszeit wahrscheinlich nicht alle Lampen eingeschaltet sind. Aus diesem Grund wird in den Nordbüros nur eine Lampe mitsimuliert und im Südbereich wird anstatt fixer Wärmeströme eine Temperaturrendbedingung an den in den Plänen definierten Stellen von 37 °C angebracht.

6.3.3.2 Simulationsfälle Kühlen

Auch für den Kühlfall sollen zwei Tage untersucht werden. Dies ist einerseits der 23. Juli, welcher einem sonnigen Hochsommertag entspricht (anhand dieses Falles soll das gewählte Design der Südfassade überprüft werden), und andererseits der 12. September, mit einer geringeren Sonnenhöhe und dem daraus resultierenden höheren Einfluss der Sonnenstrahlung.

6.3.3.2.1 Lufterinlass und Lufauslass

Während die Bedingungen am Lufterinlass identisch zu jenen vom Simulationsfall Heizen sind, ist am Luftauslass die Rückströmtemperatur mit 24 °C / 23. Juli und 27 °C / 12. September gewählt worden.

6.3.3.2.2 Sonnenstrahlung

Stundenwerte für den 23. Juli											
Ausgangsdaten aus Meteonorm [Meteonorm], Standort Wien								mit TRNSYS [TRNSYS] berechnete Solarstrahlung auf			
Stunde des Jahres	Stunde des Tages	Sonnenhöhe	Azimut	Globalstrahlung horizontal	Diffusstrahlung horizontal	Lufttemperatur	relative Luftfeuchtigkeit	vertikale Südfassade	vertikale Nordfassade	Solarpaneel	Südverglasung
[h]	[h]	[°]	[°]	[W/m²]	[W/m²]	[°C]	[%]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]
4885	13	61.4	-14.5	679	415	21.2	51	454	263	717	244

Tabelle 37: Strahlungsintensität laut Klimadatensatz [7] , Standort Wien für den 23. Juli

Stundenwerte für den 12. September											
Ausgangsdaten aus Meteonorm [Meteonorm], Standort Wien								mit TRNSYS [TRNSYS] berechnete Solarstrahlung auf			
Stunde des Jahres	Stunde des Tages	Sonnenhöhe	Azimut	Globalstrahlung horizontal	Diffusstrahlung horizontal	Lufttemperatur	relative Luftfeuchtigkeit	vertikale Südfassade	vertikale Nordfassade	Solarpaneel	Südverglasung
[h]	[h]	[°]	[°]	[W/m²]	[W/m²]	[°C]	[%]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]	[W/m²]
6108	12	45.8	-7.2	712	128	19.9	49	758	104	957	436

Tabelle 38: Strahlungsintensität laut Klimadatensatz [7] , Standort Wien für den 12. September

Wie aus Tabelle 37 hervorgeht ist der anhand TRNSYS errechnete Strahlungswärmestrom auf der Nordseite größer als jener auf der Südseite. Der Grund dafür liegt in dem sehr geringen gerichteten Anteil, da die Sonnenhöhe mit 61.4° eingeht und die Neigung der Fassadenflächen 65° beträgt. Weiters ist aufgrund der Fassadenneigung der diffuse Beitrag geringer. Zu diesem Zeitpunkt tritt also der Fall ein, dass auf der Nordseite der Strahlungseinfluss stärker ist als auf der Südseite. Folgende Tabelle fasst die Eingabeparameter für die Abbildung der Strahlung zusammen:

	23. Juli	12. September
Sonnenstrahlung Süd (Band 1) [W/m ²]	244	436
Anteil Diffusstrahlung Süd [%]	61	18
Sonnenwinkel Süd [°]	61.4	45.8
Sonnenstrahlung Nord (Band 1) [W/m ²]	65.76	104
Anteil Diffusstrahlung Nord [%]	100	100
Sonnenwinkel Nord [°]	0	0
Umgebungsstrahlung S/N (Band 2) [W/m ²]	425.6	418.2

Tabelle 39: Eingabeparameter für die Abbildung der Strahlung für den 23. Juli und den 12. September

6.3.3.2.3 Wärmedurchgang Fenster

Wie beschrieben bleibt der Wert für die Wärmeleitfähigkeit bei $\lambda_{ges} = 0.0108 \text{ W/mK}$. Anders muss lediglich die Umgebungstemperatur, nämlich mit 21.2 °C (23. Juli) und 19.9 °C (12. September), gesetzt werden.

6.3.3.2.4 Böden & Decken

Auch hierfür wurden die Ergebnisse der TRNSYS herangezogen.

	23. Juli	12. September
Decke Nord [°C]	24.14	22.80
Decke Süd [°C]	24.41	24.12
Boden Nord [°C]	25.71	23.50
Boden Süd [°C]	25.59	25.03

Tabelle 40: Mittelwerte der Oberflächentemperaturen

Diese Werte beziehen sich auf das dritte Obergeschoß. Mit guter Annäherung können diese Ergebnisse auch für das vierte, sowie für die Decke des zweiten Obergeschoßes herangezogen werden. Somit bleibt nur mehr eine Festlegung für den Boden im zweiten Obergeschoß zu treffen. Hier wird angenommen, dass aufgrund der Außentemperatur und der darunter liegenden Halle eine etwas geringere Oberflächentemperatur zu erwarten ist. Aus diesem Grund wird diese auf 22 °C gesetzt.

6.3.3.2.5 Fläche unter Photovoltaik Paneel

Auch hier wurde auf die TRNSYS Berechnung zurückgegriffen. Die mittlere Temperatur auf der Innenseite der Photovoltaik Paneele beträgt demnach 30.71 °C / 23. Juli und 28.35 °C / 12. September. Für die CFD-Simulation wird dies anhand einer Temperaturrandbedingung gesetzt.

6.3.4 Ergebnisse

6.3.4.1 Massenerhaltung

Über eine Bilanzierung der ein bzw. ausströmenden Luftmasse können Rückschlüsse auf die Genauigkeit der Simulation gezogen werden. So wird z.B. im Simulationsfall Kühlen (12. September) insgesamt ein Massenstrom von 0.3813 kg/s über die Nordbüros eingebracht, die Ausströmungsrate liegt jedoch bei 0.3738 kg/s. Dies bedeutet eine Differenz von ca. – 2 % am Auslass. Auch bei allen anderen Simulationsfällen liegt die Abweichung in einer ähnlichen Größenordnung. Aufgrund der Eigenart des Netzes, mit dem sehr kleinen Überströmungsspalt zwischen Nord und Südseite, erscheint diese Abweichung aber durchaus akzeptabel.

6.3.4.2 Energieerhaltung

Eine weitere wichtige Bilanzierungsgröße stellt die Energieerhaltung dar. Wie im Kapitel Randbedingungen beschrieben, werden zusätzliche Volumenquellen eingebracht, d.h. diese Quellen von insgesamt 4610 W müssen auch in der Bilanz sichtbar werden. In der Energiebilanz für den Simulationsfall Kühlen (12. September) ergeben sich Quellen von 4198 W, d.h. 412 W oder 8.9 % zuwenig. Da aber hauptsächlich die Strömungszustände untersucht werden sollen, stellt auch diese Abweichung eine ausreichende Genauigkeit dar.

6.3.4.3 Strömungsverhältnisse

Generell sind die Strömungsverhältnisse in den Nordbüros als unkritisch anzusehen. Dies sowohl hinsichtlich der Geschwindigkeitsmaxima, als auch der Durchmischung mit frischer Luft (siehe Auswertung der CO₂- Verteilung).

Die höchsten Geschwindigkeiten werden im Überströmungsbereich von der Nordseite zum Südbereich errechnet und erreichen Maximalwerte von ca. 1.9 m/s. Aufgrund dieser relativ hohen Geschwindigkeit sind die Auswirkungen auf den Südbereich dementsprechend deutlich. Im Fassadenbereich kommt es weiters im Heizfall zu einem Kaltluftabfall, währenddessen es im Sommer aufgrund relativ warmer Fassade zu einer erheblichen Auftriebsströmung kommt. Diese Faktoren führen dazu, dass die Strömungsverhältnisse im Südbereich erwartungsgemäß als stark instationär bezeichnet werden können. Trotzdem kann aufgrund der Größe des Simulationsmodells und des damit verbundenen Rechenaufwandes nur auf eine Betrachtung stationärer Ergebnisse zurückgegriffen werden, wobei anhand einer solchen Vorgehensweise sicherlich die wichtigsten Effekte abgeleitet werden können.

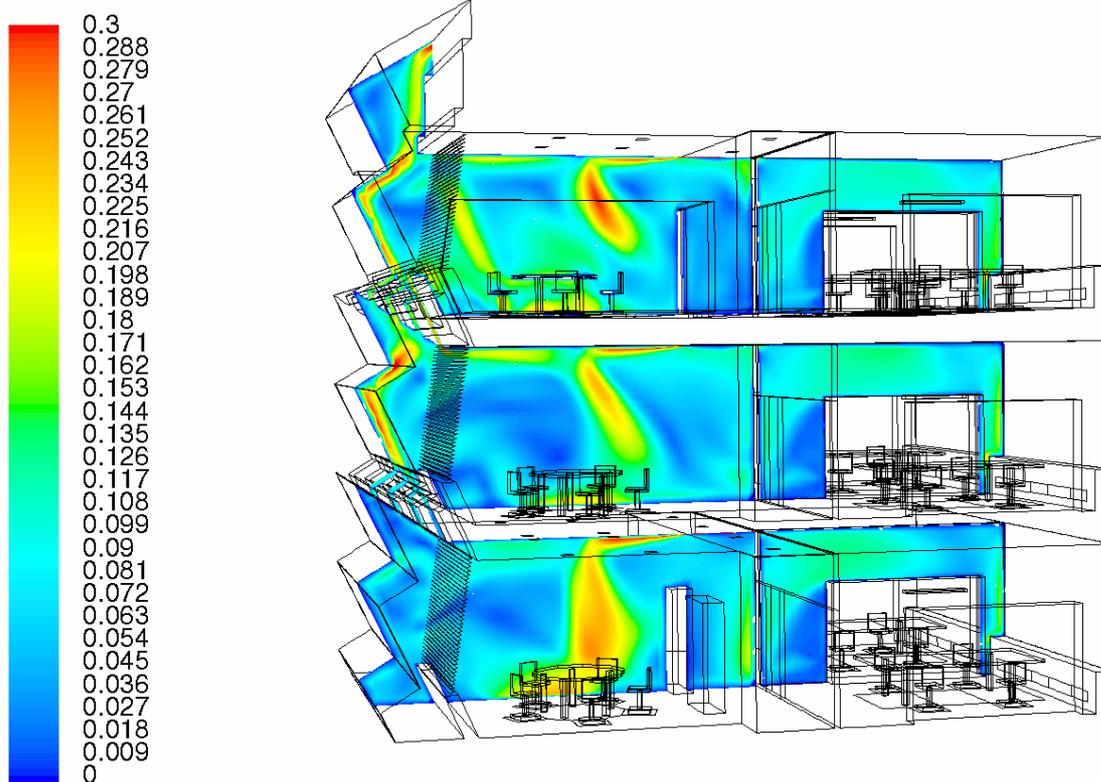


Abbildung 149: Kühlfall: 12. 9., Betrag der Geschwindigkeit auf einem Schnitt bei Z=4.8 m in [m/s]

Aufgrund der starken Auftriebserscheinungen an der Fassade, welche in jedem Stockwerk unterschiedlich stark in Richtung Gebäudemitte weitergeleitet werden, wird der Freistrah, welcher sich aufgrund der Überströmungsbedingungen aus den Nordbüros ergibt, erheblich beeinflusst. Dies hat zur Folge, dass Luftmasse nach unten gedrückt wird und somit teilweise höhere Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich der Tische erreicht werden. Einen teilweise strömungsberuhigenden Einfluss hat die Jalousie, da aufgrund dieser ein gewisser Volumenstrom weiter nach oben geleitet wird.

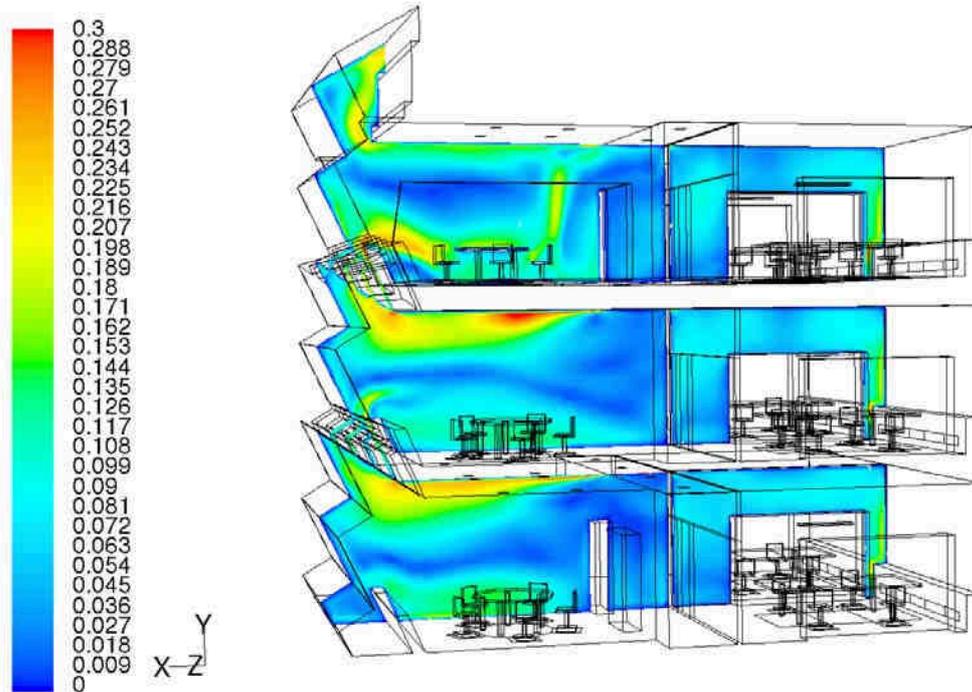


Abbildung 150: Heizfall: 5. Jänner; Betrag der Geschw. auf einem Schnitt bei $Z=4.8$ m in [m/s]

Im Gegensatz zu der Auftriebsströmung im Kühlfall, kommt es im Winter zu einem Luftabfall mit ca. 20°C an der Fassade. Dies wiederum hat zur Folge, dass der Freistrah viel weiter in den Raum eindringen kann, d.h. kontinuierlicher verzögert wird und somit kaum eine unangenehme Beeinflussung der Tischbereiche von oben zur Folge hat. Deutlicher wahrnehmbar könnte hingegen der Luftabfall selbst sein, dies vor allem im Bereich der beiden Wände zu den Pflanzenräumen hin. Der Grund dafür könnte in der Abstrahlung und der damit verbundenen Abkühlung dieser Wände liegen, da sie adiabatisch angenommen wurden. Abbildung 151 zeigt diesen Effekt des Luftabfalls.

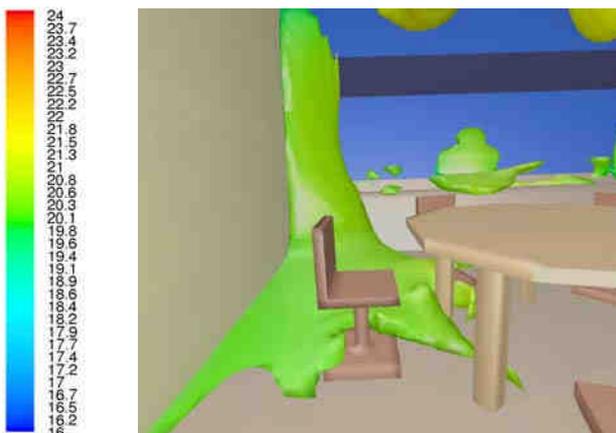


Abbildung 151: Isofläche der Geschw. (0.2 m/s) mit überlagertem Temp. [$^{\circ}\text{C}$]; 3OG-Südbereich

Die Temperatur der inneren Glasscheibe der Pflanzenräume kann im realen Betrieb durchaus noch variieren, da bei dieser Simulation die Durchströmung der Pflanzenräume nicht berücksichtigt worden ist. Dementsprechend wird dann auch der Luftabfall verringert, eventuell aber auch verstärkt.

In Abbildung 152 sind zwei Varianten verglichen, wobei eine mit und die andere ohne Verschattung gerechnet wurde. Dargestellt wird das Vektorfeld der Geschwindigkeit bei $Z = 1\text{m}$ (siehe Detailabbildung) vom 23. Februar, d.h. direkt an der Wand zu den Pflanzen-räumen hin, da hier der Kaltluftabfall verstärkt in Erscheinung tritt.

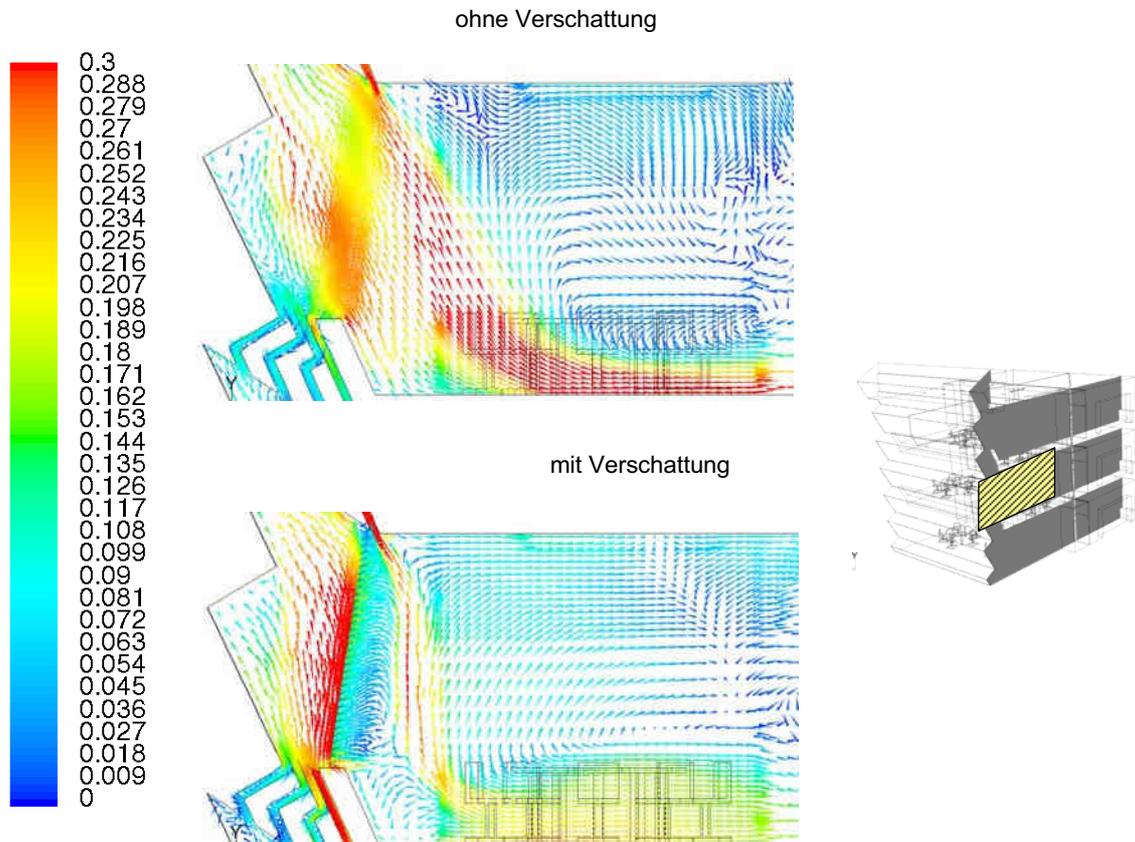


Abbildung 152: Vektorfeld der Geschwindigkeit, überlagert der Betrag der Geschw. [m/s] bei $Z = 1\text{m}$, 3OG

Wie aus Abbildung 152 erkennbar ist, kann ein Großteil des Luftabfalls an der Wand aufgrund der strömungssteuernden Wirkung der Verschattungselemente verhindert werden. Anzumerken bleibt allerdings, dass über eine solche Maßnahme ein verstärkter Massenstrom an Luft nach unten gedrückt wird, d.h. notwendigerweise auch im zweiten Obergeschoß die Verschattung verwendet werden sollte. Weiters ist in der Abbildung mit Verschattung zu erkennen, dass aufgrund der gewählten Befestigung der Jalousie am Kulissenschalldämpfer ein gewisser Massenstromanteil in den Raum gedrückt wird und nicht wie der Rest in den Fassadenbereich strömt. Aus diesem Grund wäre es besser die Jalousie an der Deckenkante zu montieren. Ebenfalls aus Gründen einer Reduktion des Kaltluftabfalls wurde im 2. Obergeschoß zusätzlich eine Brüstung berücksichtigt. Abbildung 153 zeigen die Auswirkung dieser Maßnahme.

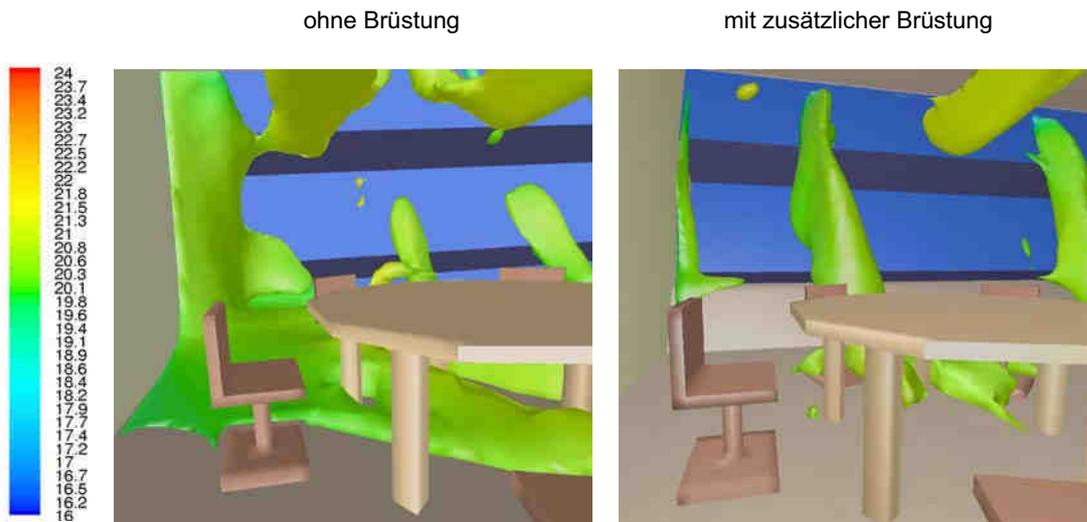


Abbildung 153: Isofläche der Geschwindigkeit (0.2 m/s) mit überlagerter Temperatur [°C]; 2OG-Südbereich

Aus Abbildung 153 ist deutlich erkennbar, dass vor allem an der Wand zum Pflanzenbereich eine Verbesserung erzielt werden konnte. Der trotzdem errechnete Luftabfall tritt indes weiter rechts auf, wobei die Auswirkungen aber wesentlich geringer sind. Da die Luftzirkulation hinter der zusätzlichen Brüstung deutlich reduziert wird, bildet sich eine Art Luftsee, welcher aber kaum störend in Erscheinung tritt (siehe Temperaturverteilung). Noch einmal soll auf die strömungsberuhigende Wirkung der Verschattungselemente hingewiesen werden. Abbildung 154 zeigt den 23. Februar einerseits mit und andererseits ohne Sonnenschutz.

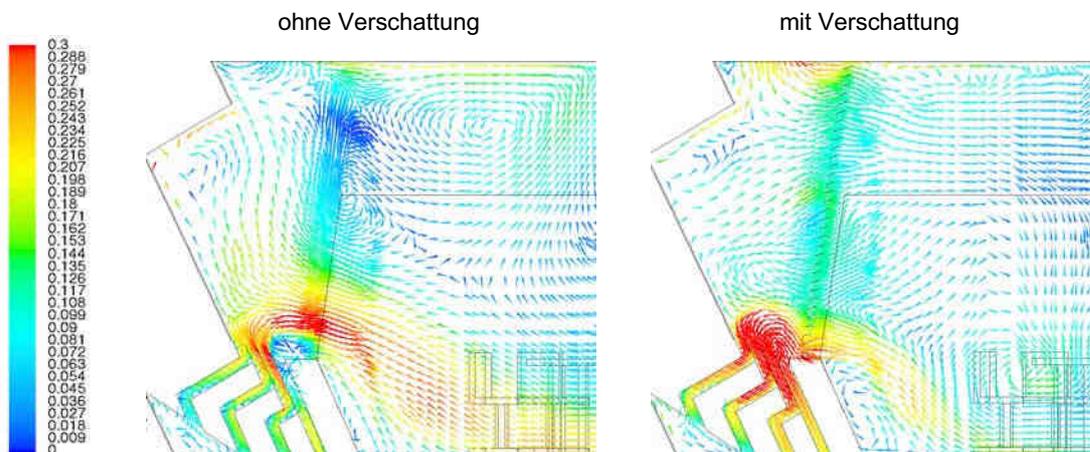
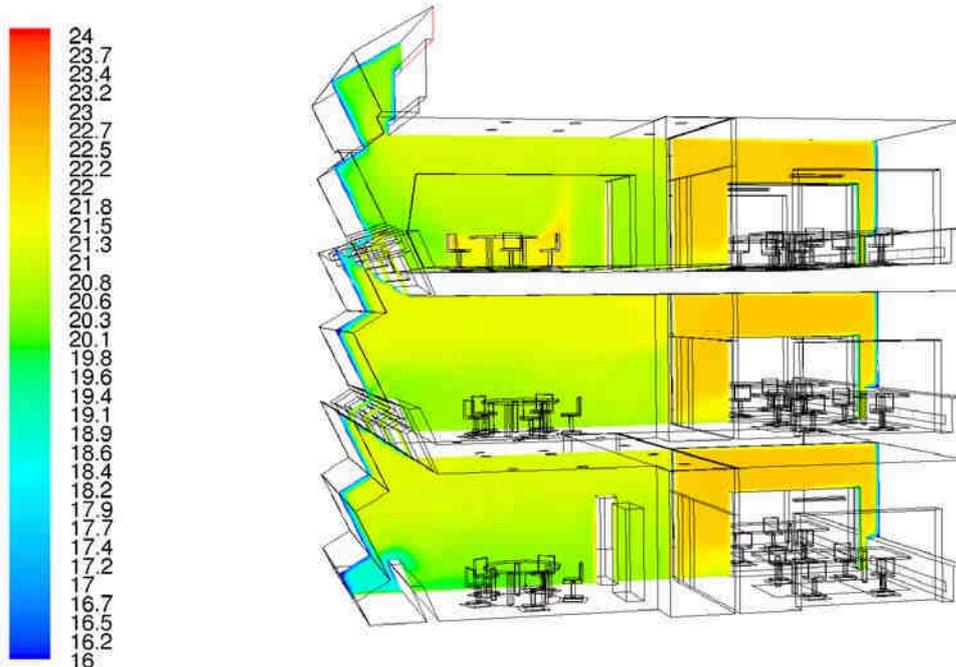


Abbildung 154: Vektorfeld der Geschwindigkeit, überlagert der Betrag der Geschw. [m/s] bei Z = 4m, 4OG

Die durch den Kulissenschalldämpfer nach oben strömende Luft wird anhand der Verschattungselemente deutlich beruhigt, dies hat den Effekt, dass die Geschwindigkeit im Bereich unter den Tischen merkbar geringer ist.

6.3.4.4 Temperaturverteilung

Bei der Betrachtung der errechneten Temperaturen soll vorausgeschickt werden, dass wegen des real sehr komplexen Strahlungsaustausches an den Wänden sowie Unsicherheiten in der Berechnung der Wärmeübergänge, die Ergebnisse der Temperaturverteilung einer gewissen Schwankungsbreite unterliegen. Diese ist im Bereich von $\pm 2^\circ\text{C}$ abzuschätzen. Wichtig ist weiters anzumerken, dass aufgrund der



tigt werden.
werden.

Abbildung 155: Heizfall 5. Jänner; Konturplot der Temperatur [°C] auf einem Schnitt bei Z = 4.8 m

Aus Abbildung 155 ist erkennbar, dass die errechnete Temperatur im Südbereich um ca. 1°C kühler ist als jene der Nordbüros. Zwei Gründe könnten hierfür verantwortlich sein: einerseits ist die Fensterfläche größer als in den Nordbüros und andererseits wird weniger Wärme über Personen und Geräte eingebracht. Deutlich ersichtlich ist auch die Wirkung der zusätzlichen Brüstung. Durch diese wird die Luft besser verteilt, bzw. sammelt sich im Bereich hinter der Brüstung und bildet einen Art Luftsee. Somit kann die Dynamik des Luftabfalls merklich gebremst werden und eine Komforterhöhung erreicht werden. Die optional angedachte Implementierung von Heizpaneelen an den Brüstungen dürfte den Luftabfall ebenfalls verringern. Der in den Nordbüros auftretende Luftabfall stellt ebenfalls kein Komfortproblem dar, da eine relativ intensive Durchmischung mit der über die Kanäle eingeblasen Luft stattfindet.

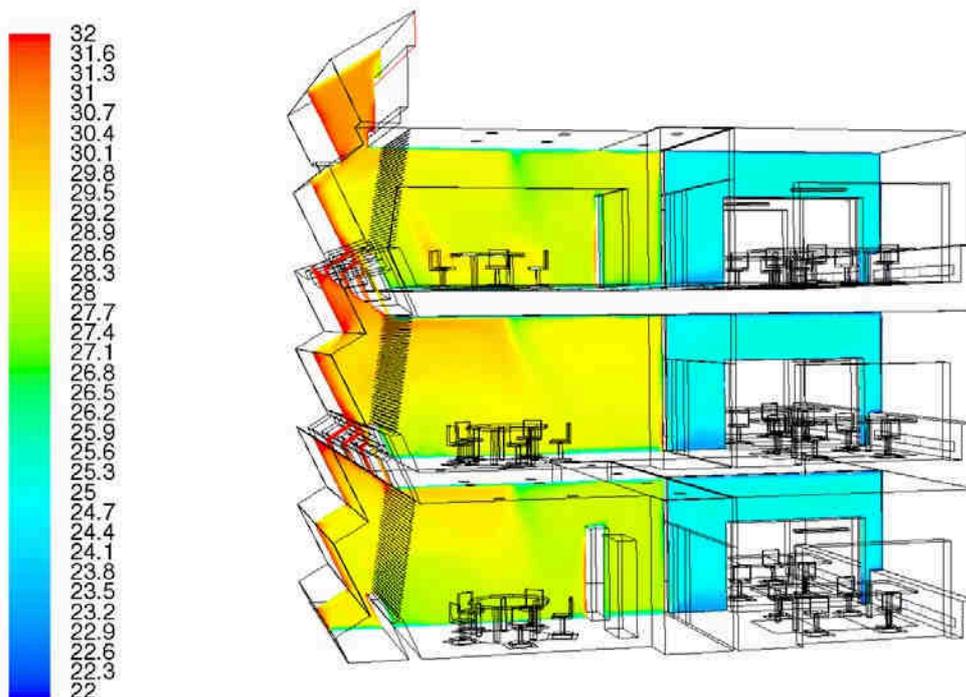


Abbildung 156: Kühlfall 12. September; Konturplot der Temperatur [°C] auf einem Schnitt bei $Z = 4.8 \text{ m}$

Der Grund für die relativ starken Auftriebsströmungen im Bereich der Fassade ist nun aufgrund der Temperaturverteilung deutlich sichtbar. Die errechneten Temperaturen an der Fensterinnenseite betragen im Mittel ca. 37.3°C , was auf die Strahlungsabsorption des Fensterglases zurückzuführen ist. Die mit TRYNSIS errechneten Spitzentemperaturen erreichen ca. 36.17°C , wobei dieser Wert erst zwei Stunden später (6111h) erreicht wird. Der Grund für diese Abweichung dürfte in der stationären CFD Simulation liegen. Deutlich erkennbar ist auch, wo die kühlere Luft des Freistrahls aus den Nordbüros auf die wärmere Luft aus den Fassadenbereich trifft. Dadurch wird die kühlere Luft nach unten abgelenkt und verursacht so höhere Geschwindigkeiten in diesem Bereich, was eventuell zu Komforteinbußen führen könnte.

Generelle Anmerkung:

Die erhöhten Geschwindigkeiten im Südbereich ließen sich durch eine recht einfache Modifikation der Höhe des Luftüberströmbereiches reduzieren. Wenn man diesen Bereich von 12 mm auf beispielsweise das Doppelte vergrößert, geht damit nahezu eine Halbierung der Geschwindigkeitsspitzen einher und würde auf jeden Fall einen deutlichen Komfortgewinn im Südbereich erwirken. Die daraus resultierenden Durchmischungsverhältnisse im Südbereich müssten jedoch neu untersucht werden.

6.3.4.5 Strahlung

Die Komfortbeurteilung [3] Hochbaukonstruktionen und Baustoffe für hoch Wärme gedämmte Gebäude - Technik, Bauphysik, Ökologische Bewertung, Kostenermittlung, Dr. Tobias Waltjen, IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie, (laufend)

[4] Internationales Umweltzeichen für nachhaltige Bauprodukte, Österreichisches Institut für Baubiologie und Ökologie GmbH (IBO), Mag. Hildegund Mötzl, 2001

[5] beim ersten Berechnungsdurchlauf führten zur Erkenntnis, dass eine Beschattung sowohl im Südbereich, als auch für die Nordbüros notwendig ist. In Abbildung 157 ist das Einstrahlungsverhalten ohne Sonnenschutz als Ergebnis des ersten Simulationsdurchlaufes für den 12. September dargestellt.

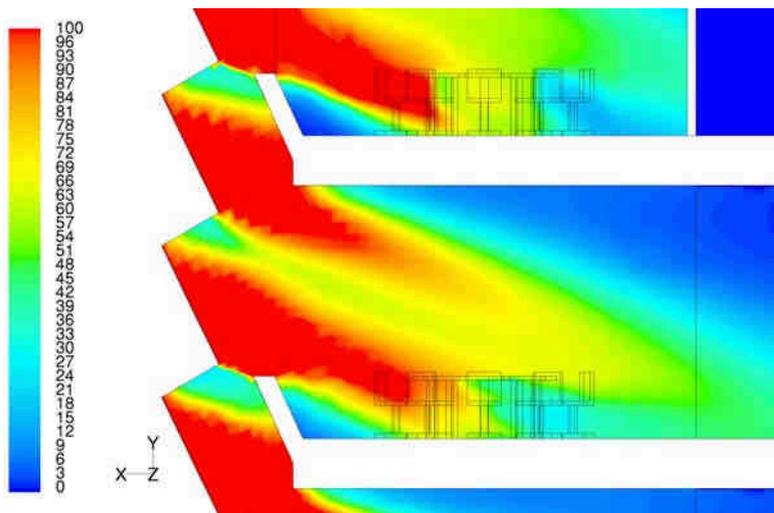


Abbildung 157: Konturplot des Strahlungswärmestr., erstes Band in [W/m²], ohne Verschattung

Als Sonnenschutz wurde eine Jalousie integriert, welche im Simulationsmodell eine Teilung zwischen den Elementen von 70 mm aufweist, wobei die einzelnen Blätter ebenfalls 70 mm breit sind. Die Schrägstellung wurde mit 20° gewählt, dies mit dem Hintergrund, dass auch bei einer Sonneneinstrahlung von 30° (hoher Stand im Winter) eine Blendwirkung erzielt werden kann. Abbildung 158 und Abbildung 159 zeigen nun die Auswirkung der gewählten Verschattung.

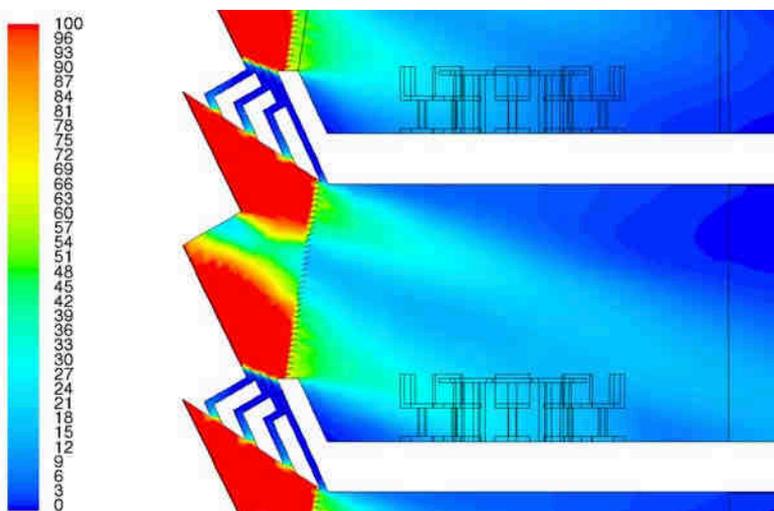


Abbildung 158: Konturplot des Strahlungswärmestr., erstes Band in [W/m²], mit Verschattung

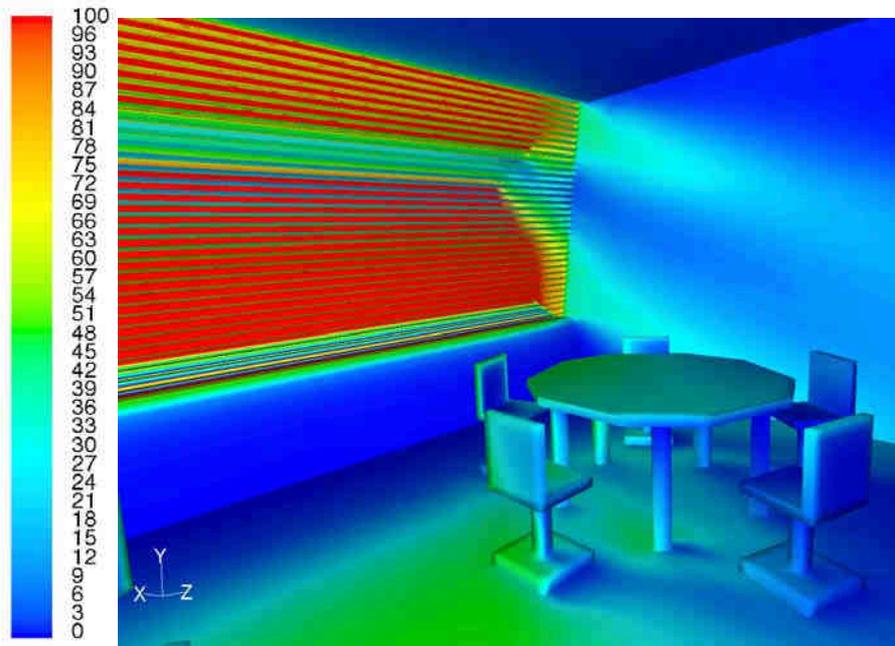


Abbildung 159: Oberflächenanteil des Strahlungswärmestroms, erstes Band in [W/m²]

Im Nordbereich wird auf die Integrierung einer Verschattungsanlage verzichtet, da angenommen wird, dass eine solche außen am Fenster vorgesehen ist. Um trotzdem den Strahlungsanteil zu berücksichtigen wird eine ca. 50% Reduzierung des Strahlungswärmestromes angenommen.

6.3.4.6 Komfortbeurteilung

6.3.4.6.1 Mean Age of Air (MAA)

Anhand der Betrachtung der mittleren Verweildauer der Luft im Raum (MAA) können Rückschlüsse über dessen Alter getroffen werden. Es können jedoch keine Aussagen über die Qualität abgeleitet werden, da alte Luft nicht gleich verbrauchte Luft bedeutet. Trotzdem kann so lokalisiert werden, wo eine sehr geringe Austauschrate stattfindet. Die Hauptaussagekraft besteht sicherlich darin, dass eine maximale Verweildauer der Luft angegeben werden kann, d.h. in welchen Zyklen es zu einem gesamten Austausch der eingebrachten Luft kommt. In Abbildung 160 und Abbildung 161 ist eine solche Auswertung für Heiz – und Kühlfall dargestellt.

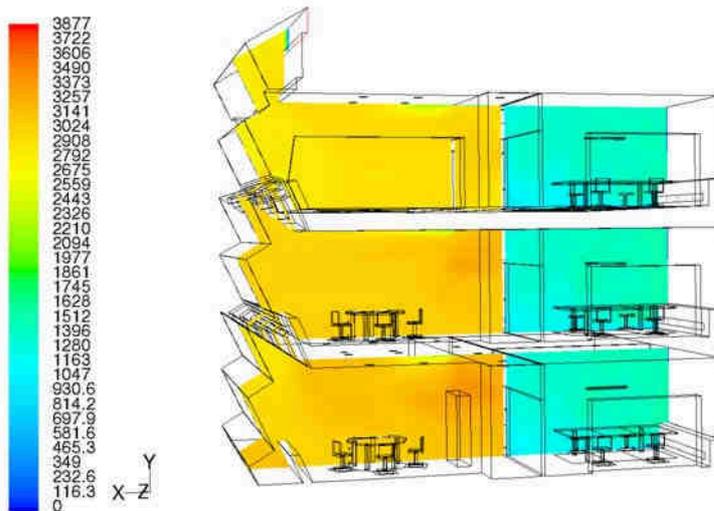


Abbildung 160: Konturplot der MAA in [s] auf einem Schnitt bei Z = 4 m, 5.Jänner

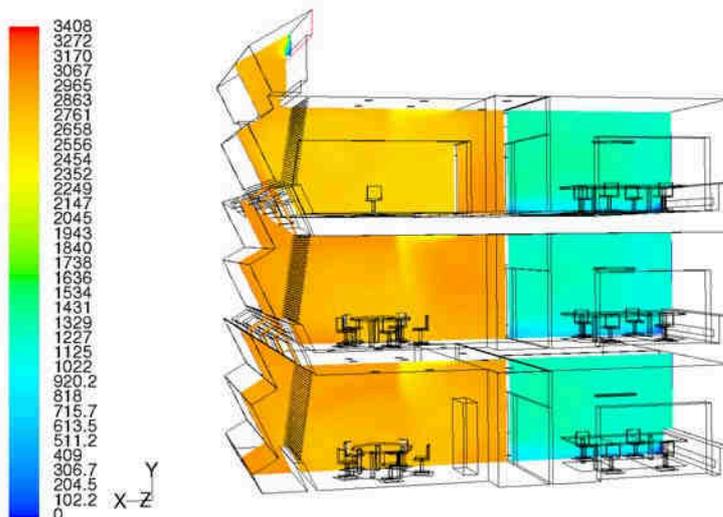


Abbildung 161: Konturplot der MAA in [s] auf einem Schnitt bei Z = 4 m, 12. September

Generell kann festgehalten werden, dass ein Gesamtaustausch in ca. 50 Minuten erreicht wird. Weiters ergeben sich zumindest in den beiden dargestellten Schnitten keine nennenswert schlecht durchströmten Bereiche. Solche konnten z.B. in den beiden Rändern des Ganges lokalisiert werden.

6.3.4.6.2 CO₂ Verteilung

Über eine Betrachtung der CO₂ Verteilung soll nun eine Aussage über die Qualität der Luft getroffen werden. Angenommen wurde, dass in der Frischluft ein Volumenanteil von 0.03% CO₂ vorhanden ist und weiters über die mitsimulierten Personen ca. 0.0345kg/h (entspricht einem Ausatemvolumen von 0.5m³/h bei 30°C) pro Person eingebracht wird. Zwecks einer besser Verständlichkeit werden die Ergebnisse in ppm, CO₂ pro Luft, angegeben. Da die Ergebnisse aller gerechneten Varianten in diesem Punkt eine ähnliche Verteilung ergaben, wurde nur ein Fall in Abbildung 162 dargestellt.

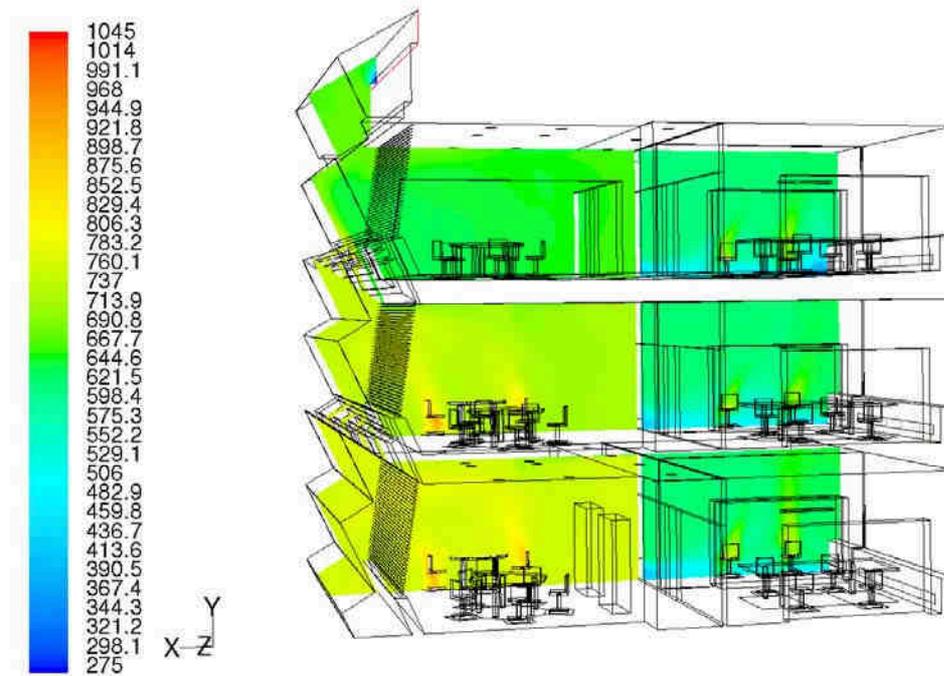


Abbildung 162: Kühlfall 12. September; Konturplot der CO₂ Verteilung [ppm] auf einem Schnitt bei Z = 6 m

Aus Abbildung 162 ist ersichtlich, dass im Südbereich die Konzentration von CO₂ Werte bis ca. 800 ppm annimmt. Deutlich erkennbar sind die über CO₂-Volumenquellen simulierte Personen. Nach Max von Pettenkofer wird erst eine CO₂ Konzentration der Luft über 1000 ppm subjektiv als störend (als „verbrauchte Luft“) empfunden und sollte daher nicht überschritten werden. Hierbei soll darauf hingewiesen werden, dass sich für das oberste Stockwerk aufgrund der Druckauslassbedingung eine gewisse Rückströmung einstellt. Aus diesem Grund gelangt „frische“ Luft in das vierte Geschoß und verfälscht in diesem die Resultate. Um dem vorzubeugen, müsste auch ein Teil des Ausströmvolumens mitsimuliert werden.

6.3.4.6.3 Predicted Mean Vote (PMV)

Über diese Beurteilungsgröße, welcher ein rein empirischer Ansatz zugrunde liegt, kann auf die Zufriedenheit der sich im Raum befindlichen Personen geschlossen werden. Die Werteskala reicht von -3 bis $+3$, wobei -3 sehr kalt und $+3$ sehr heiß entsprechen. Eingangsgrößen sind neben der Strömungsgeschwindigkeit, die Temperatur, die Luftfeuchte, sowie die Strahlungswärme. Folgende Abbildungen zeigen die PMV Ergebnisse [3] Hochbaukonstruktionen und Baustoffe für hoch Wärme gedämmte Gebäude - Technik, Bauphysik, Ökologische Bewertung, Kostenermittlung, Dr. Tobias Waltjen, IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, (laufend)

[4] Internationales Umweltzeichen für nachhaltige Bauprodukte, Österreichisches Institut für Baubiologie und Ökologie GmbH (IBO), Mag. Hildegund Mötzl, 2001

[5].

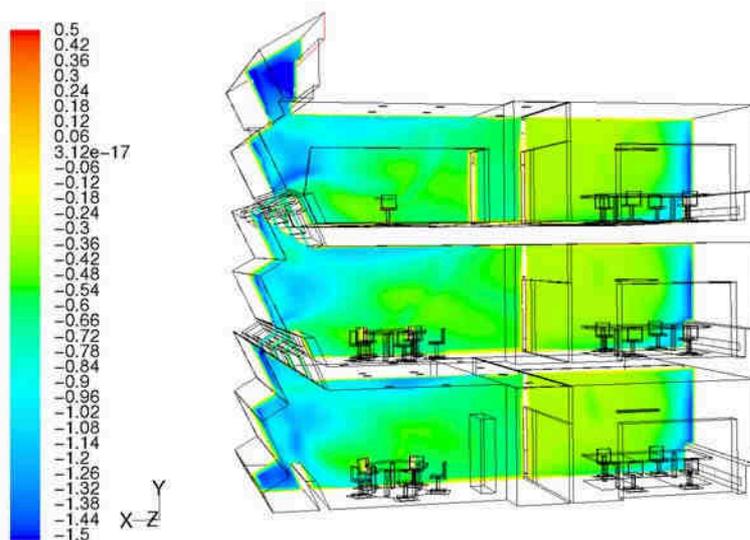


Abbildung 163: Konturplot des PMV in [-] auf einem Schnitt bei $Z = 4\text{m}$, 5. Jänner

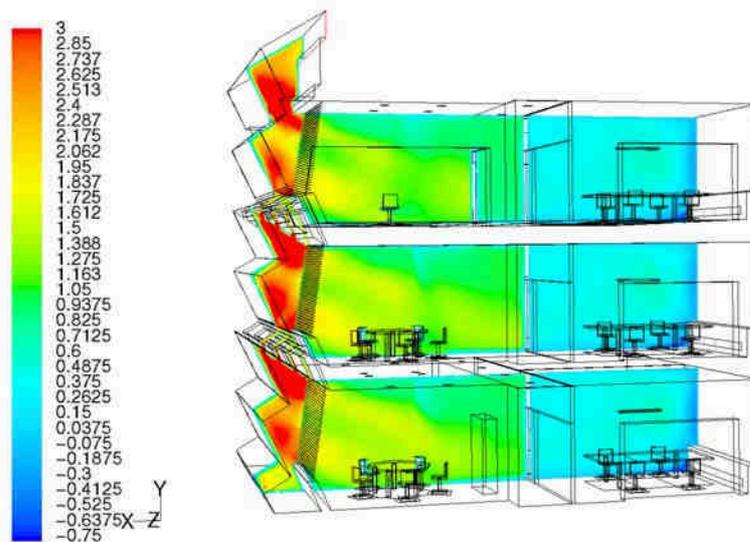


Abbildung 164: Konturplot des PMV in [-] auf einem Schnitt bei $Z = 4\text{m}$, 12. September

Für den Heizfall dürfte der Luftabfall das entscheidende Kriterium sein. Auch durch eine PMV Betrachtung zeigt sich, dass eine zusätzliche Brüstung Sinn macht. Ansonsten sind die Werte im Südbereich durchaus akzeptabel. Die Ergebnisse des Kühlfalls spiegeln sehr deutlich den erheblichen Einfluss der Strahlung wieder. Hier sei angemerkt, dass speziell im Sommer ohne Verschattung unangenehm hohe PMV Ergebnisse zu erwarten sind. Für beide Fälle gilt, dass die Nordbüros relativ ausgeglichen sind, d.h. die Bedingungen dort dürften den gestellten Erwartungen entsprechen.

6.3.4.6.4 Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)

Die PPD Werte [3] Hochbaukonstruktionen und Baustoffe für hoch Wärme gedämmte Gebäude - Technik, Bauphysik, Ökologische Bewertung, Kostenermittlung, Dr. Tobias Waltjen, IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie, (laufend)

[4] Internationales Umweltzeichen für nachhaltige Bauprodukte, Österreichisches Institut für Baubiologie und Ökologie GmbH (IBO), Mag. Hildegund Mötzl, 2001

[5] werden aus den PMV Ergebnissen errechnet und führt zur Skalierung von „Wieviel % der Personen im Raum sind unzufrieden“. Hierbei ist anzunehmen, dass 5% immer unzufrieden sind. Über eine Beurteilung des PPD kann daher etwas anschaulicher als die PMV-Auswertung über die Befindlichkeit der Personen im Raum geurteilt werden.

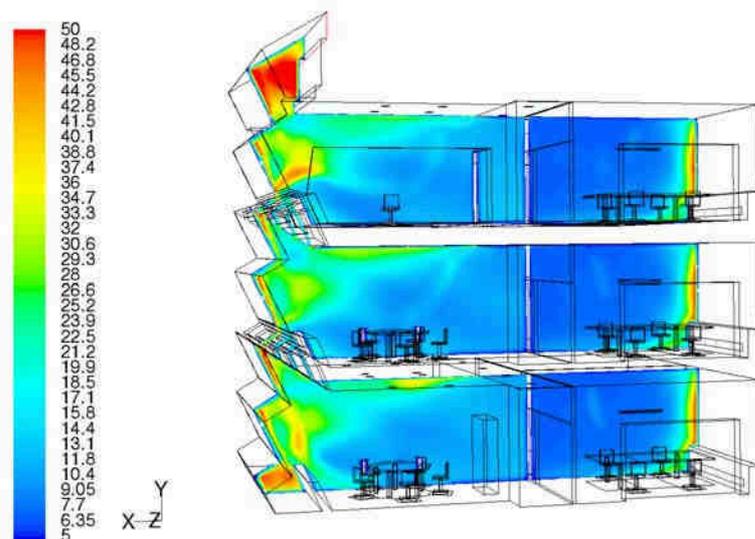


Abbildung 165: Konturplot des PPD in [%] auf einem Schnitt bei Z = 4m, 5. Jänner

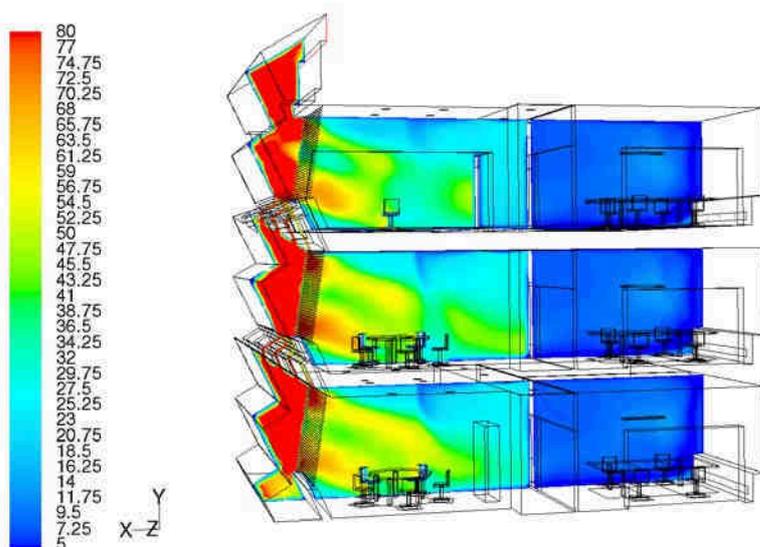


Abbildung 166: Konturplot des PPD in [%] auf einem Schnitt bei Z = 4m, 12. September

Auch hier zeigt sich, dass im Heizfall der Kaltluftabfall eine entscheidende Rolle spielt. Die Auswirkungen sind jedoch nicht so stark wie die Strahlung im Sommer. Aus diesem Grund wurden zusätzlich auch die PPD Ergebnisse für den Kühlfall des 23. Juli betrachtet, da in diesem Fall aufgrund der Sonnenhöhe von über 60° und des gewählten Designs der Südfassade kaum direkte Sonnenstrahlung eindringen kann. In Abbildung 167 ist deshalb die PPD Komfortbeurteilung für den 23. Juli dargestellt.

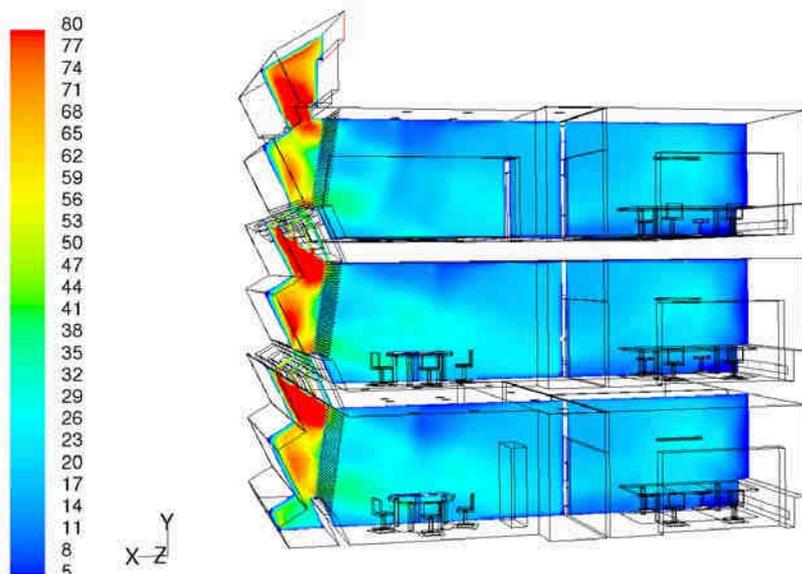


Abbildung 167: Konturplot des PPD in [%] auf einem Schnitt bei Z = 4m, 23. Juli

Werden nun Abbildung 166 und Abbildung 167 miteinander verglichen, so ist ein deutlicher Unterschied der Ergebnisse erkennbar. Bezogen auf den Südbereich kann festgestellt werden, dass am 12. September lokale PPD Maxima von bis zu 70 % (mit Ausnahme des Fassadenbereichs) auftreten. Die Ergebnisse für den 23. Juli zeigen hingegen Maximalwerte von nur ca. 35 %. Das macht deutlich, dass die Wahl dieses Fassadendesigns einen sehr positiven Einfluss auf das Behaglichkeitsbefinden hat.

6.3.5 Zusammenfassung und Ausblick

Die gewählte Vorgangsweise, wonach anhand einer Vorabversion erste Aussagen über das Strömungsfeld möglich waren und diese Erkenntnisse zu einer gezielten Modifikation des Simulationsnetzes führten, kann als durchaus produktiv gewertet werden.

In diesem Zusammenhang wurde neben einigen geometrischen Änderungen (zusätzliche Brüstung im 2OG) vor allem die Netzdichte im Bereich des Freistrahls verfeinert. Das Ergebnis, nämlich eine höhere Wurfweite, war deutlich sichtbar, d.h. der Einfluss der „numerischen Diffusion“ konnte verringert werden. Generell kann festgehalten werden, dass die Wurfweite des Freistrahls stark von der Jahreszeit abhängig ist. Während im Winter mit dem auftretenden Luftabfall an der Fassade kaum ein Auswirkung auf die Wurfweite zu bemerken ist, so sind in den Sommermonaten die Auftriebserscheinungen an der sehr warmen Fassade und die damit verbundene Beeinflussung des Freistrahls aus den Nordbüros deutlich sichtbar. Eine eventuelle Beeinträchtigung des Komforts im Tischbereich aufgrund des Freistrahls ist also eher im Sommer zu erwarten. In den kalten Monaten dürfte hingegen der Luftabfall an der Fassade geringe Komforteinbußen zur Folge haben. Anhand der zusätzlichen Brüstung im zweiten Obergeschoß konnte jedoch eine Minderung dieser Erscheinung herbeigeführt werden. Wie erwartet, sind die Strömungszustände in den Nordbüros als sehr gleichmäßig zu sehen.

Bezüglich der Luftdurchmischung kann anhand einer MAA-Analyse eine maximale Verweildauer der eingebrachten Luft von ca. 50 Minuten angegeben werden. Die ebenfalls simulierte Konzentration von CO₂ zeigt, dass 800 ppm nicht überschritten werden. Die Luft kann also als noch „nicht verbraucht“ bezeichnet werden. Generell soll bedacht werden, dass in dieser Simulation keine Türschlitze bzw. andere kleine Öffnungen berücksichtigt worden sind, d.h. die real auftretende Durchmischung wird noch besser als die Errechnete sein.

Die erste Simulation, welche ohne Sonnenschutz gerechnet wurde, verdeutlichte ebenfalls die Wichtigkeit einer geeigneten Verschattung, dies sowohl auf der Südseite wie auch auf der Nordseite. Während für die Nordbüros die Verschattungsanlagen außerhalb der Simulationsgrenzen liegen (Berücksichtigung lediglich über die gesetzten Randbedingungen), wurden die Jalousien im Südbereich in das Netz inkludiert.

Die PMV und PPD Ergebnisse zeigen deutlich, dass eine wesentliche Komforterhöhung durch Verschattungselemente im Südbereich erreicht werden kann. Zusätzlich kann die Verschattungsanlage in einem gewissen Ausmaß als strömungsberuhigend verstanden werden. In diesem Zusammenhang soll auch auf die sehr positiven Auswirkungen des Südfassadendesigns auf die Komfortauswertung hingewiesen werden. Im Hochsommer kann so der errechnete PPD Wert im Gegensatz zu den Ergebnissen im Herbst um bis zu 35 % gesenkt werden.

6.4 Änderungen während der Simulation

6.4.1 Beschattung

Erstes und erwartetes Ergebnis des 1. Simulationsdurchganges war es, dass sowohl nordseitig als auch südseitig ein Sonnenschutz eingeführt werden sollte.

6.4.1.1 Beschattung Nord

Nordseitig sollte jedenfalls ein außen liegender Sonnenschutz vorgesehen werden. Er ist deswegen erforderlich, weil die Wärmeabstrahlung des Glases im Sommer zu deutlichen Unbehaglichkeiten in der Nähe des Glases führt und die Büroarbeitsplätze natürlich in direkter Nähe der Verglasung angeordnet sind. Es war daher erforderlich, dass der Eintrag an solarer Wärmestrahlung in den Raum reduziert wird.

Es wurde eine Außenjalousie vorgesehen, die unter Kap.7.8.4 näher beschrieben ist.

6.4.1.2 Beschattung Süd

Im Süden kann mit einem innen liegenden Sonnenschutz das Auslangen gefunden werden, obwohl dies selbstverständlich nicht die höchstmögliche Komfortstufe darstellt. Dies deswegen, weil sich zwischen der Fassade und den Arbeitsplätzen ein Abstand von mehr als einem Meter befindet. Ein in diesem Bereich schräg angeordneter innen liegender Sonnenschutz kann die Wirkung der Wärmeeinstrahlung und Wärmeabstrahlung der Glasflächen entsprechend abmindern, im Zwischenraum wird die Luft und damit auch ein Teil der Wärme direkt abgeführt. Dies stellt einen wesentlichen Unterschied zu einer konventionellen Innenbeschattung dar, bei der die zwischen Glas und Jalousie entstehende Wärme nicht abgeführt wird und daher- wenn auch etwas zeit verzögert- zur Gänze in den Raum gelangt.

Die Schrägstellung der Brüstung und der Jalousie gewährleistet weiters einen ausreichenden Abstand des Arbeitsplatzes von der Jalousie. Dieser Abstand ist maßgeblich dafür verantwortlich, dass die Wärmeabstrahlung der Jalousie nicht mehr unbehaglich wahrgenommen wird.

Die Jalousie ist unter Kap. 7.8.3 näher beschrieben.

Gegen Ende der Simulationen wurde dann noch einen außen liegende Beschattung des Südbereiches in eine Simulationsvariante aufgenommen.

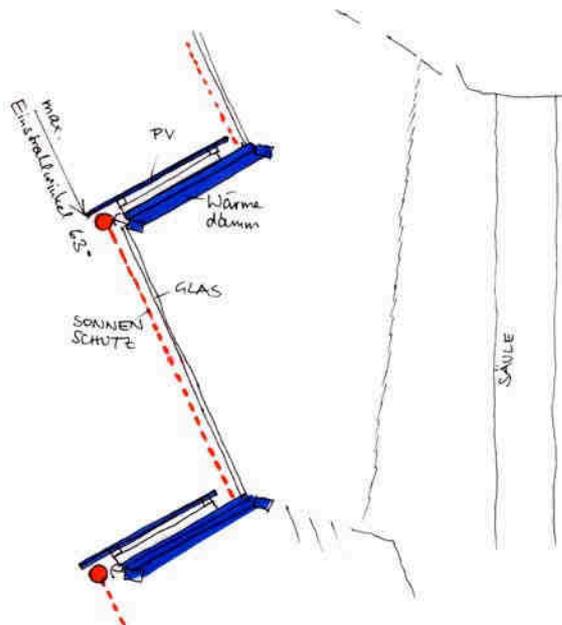


Abbildung 168: Außen liegende Beschattung der Südzone

Selbstverständlich ist diese Variante der innen liegenden Beschattung hinsichtlich Kühlenergiebedarf und Raumtemperatur im Südbereich deutlich überlegen (siehe Abbildung 118).

Sie ist aber auch deutlich teurer und wartungsanfälliger. Im Sinne der Nachhaltigkeit ist sie unbedingt zu empfehlen. Für den Bürobetrieb zwingend notwendig ist sie nicht.

6.4.1.3 Regelung Beschattung

Als wesentlich im Hinblick auf die Energieeffizienz stellte sich für die Architekten heraus, dass eine Regelungsstrategie für die Beschattung angenommen werden musste und dass sich dafür niemand wirklich zuständig fühlte. Weder Haustechnik noch das Simulationsteam wollten einen Vorschlag machen, und auch der Lichttechniker teilte mit, dass die Beschattung normalerweise nur hinsichtlich Beschattungseffekt optimiert wird.

Wenn hinsichtlich der Beschattung optimiert wird, kommt es allerdings zu Bürozeiten in denen das verbleibende Tageslicht im Raum nicht mehr ausreicht und dann bei heruntergefahrener Jalousie mit künstl. Beleuchtung gearbeitet wird.

Dies kann natürlich nicht als energieeffizient bezeichnet werden.

Im Falle sunny research wurden daher von den Architekten mit dem Lichtplaner Regelparameter definiert, die eine ausreichende Beleuchtung mit natürlichem Licht zu allen Tageszeiten gewährleisten.

Auf der Südseite konnte dabei der Umstand ausgenützt werden, dass es pro Geschöß zwei Glasflächen übereinander gibt, und damit auch zwei Reihen von Sonnenschutzscreens.

Um während des Tages möglichst lange abschatten zu können (in der Früh und am Nachmittag) wird zuerst nur der im Geschoss jeweils untere Sonnenschutz heruntergefahren wird. Damit kann in den Tagesrandzeiten 50% der Einstrahlung reduziert werden. Die oberen Fensterbänder gewähren zu dieser Zeit auf Grund ihrer günstigen Position eine ausreichende Belichtung.

folgend sind die Regelkriterien der Beschattung Nord und Süd dargestellt:

NORDfassade:

Außen liegende Jalousie mit Systemtransmission: 30%

Einsatzzeit: 15. Mai bis 15. September

Regelkriterium: über 20 000 lx auf die Horizontale außen

Hysterese: 30 min.

PFLANZenpuffer Südseite:

Innen liegende Jalousie Südseitig mit Systemtransmission 30%

Einsatzzeit: gekoppelt mit Kühlperiode

Regelkriterium: über 40 000 lx auf die Horizontale außen

Hysterese: 30 min

PFLANZenpuffer Oberlicht:

Außen liegender Screen für Oberlicht mit Systemtransmission 15%

Einsatzzeit: gekoppelt mit Kühlperiode

Regelkriterium: über 60 000 lx auf die Horizontale außen

Hysterese: 30 min

SÜDseitigeINNenliegende Verschattung imSOMMer:

Innen liegende Jalousie mit 2 Systemtransmissionen: 14% und 29%

Einsatzzeit: 1. April bis 15. Oktober

Regelkriterium: über 17 000 lx auf die Horizontale außen Systemtrans.: 29%

über 30 000 lx auf die Horizontale außen Systemtrans.: 14%

Hysterese: 30 min

SÜDseitigeINNenliegende Verschattung imWINTER

Innen liegende Jalousie mit Systemtransmission: 29%

Einsatzzeit: 16. Oktober bis 31. März

Regelkriterium: über 3 000 lx auf die Senkrechte außen Systemtrans.: 29%

Hysterese: 30 min

SÜDseitige AUSSen liegende Verschattung im Sommer:

Außen liegender Screen mit Systemtransmission: 15 % jeweils getrennt in 2 Reihen pro Geschoss: untere Reihe (vor unterem Verglasungsfeld im Geschoss), obere Reihe (vor oberem Verglasungsfeld im Geschoss)

Einsatzzeit: 1. April bis 15. Oktober

Regelkriterium: über 17 000 lx auf die Horizontale außen untere Reihe fährt runter

über 30 000 lx auf die Horizontale außen auch obere Reihe fährt runter

Hysterese: 30 min

6.4.2 Luftmengen

Der erste Simulationsdurchgang war hinsichtlich der Ergebnisse im Heizenergiebedarf nicht zufrieden stellend. Neben anderen Korrekturen wurden daher die Luftmengen überprüft. Es konnte festgestellt werden, dass der pauschal definierte 2 fache Luftwechsel pro Stunde deutlich über dem hygienisch erforderlichen Luftwechsel liegt, der sich aus der Personenbelegung ergibt.

Architekten und Projektleitung erarbeiteten daraufhin eine Frischluftmengenkonzept (siehe Tabelle 15 und Tabelle 16), die an die Personenbelegung angepasst ist. Diese wurde den Simulationen weiterhin zu Grunde gelegt. Da die Luftführung von Nord nach Süd alle Bereiche durchströmt und ein offenes Raumkonzept im Süden verfolgt wird, konnte darauf verzichtet werden, Nebenräumen wie Teeküchenbereichen, Archiven, Kopierbereichen, Kommunikationszonen eigene zusätzliche Frischluftmengen zuzuordnen. Diese Bereiche werden jedenfalls mit der Luft durchströmt, die vorher in die Nordzone eingebracht worden ist. Da sich die Personen entweder in den Büros oder in den Nebenzonen aufhalten, verbrauchen sie die Luft entweder dort oder dort. Keinesfalls aber kann sich eine Person gleichzeitig in zwei Bereichen aufhalten und atmen. Damit ermöglicht die offene Grundrissdisposition kombiniert mit der Luftführung, dass streng nach der zu erwarteten Personenbelegung (Publikumsverkehr muss selbstverständlich mitberücksichtigt werden) dimensioniert werden kann. Damit konnten die Luftmengen der 1. Simulation um 40 % reduziert werden. Der in weiterer Folge verwendete 1,4 fache Luftwechsel entspricht 40 m³/h und Person. Diese Reduktion hat selbstverständlich nicht nur einen positiven Effekt auf die Energiebilanz sondern vor allem auch auf die Feuchtperformance im Winter, da eben nur ein um 40% reduziertes Luftvolumen befeuchtet werden muss. Dies hat indirekt (über den Energieverbrauch bei der Verdunstung von Wasser) noch einmal eine positive Auswirkung auf die Energiebilanz.

6.4.3 Luftführung

Seitens der Architekten wurde von Beginn an eine Luftführung bevorzugt, die die gesamten Luftmengen (für Nord und Süd) ausschließlich in die Nordbüros einbringt. Diese Art der Luftführung begründet sich wie folgt:

1. Im ursprünglichen Konzept sunny research waren permanente Arbeitsplätze nur im Norden vorgesehen, und die Südzone für Nebenräume und temporäre Nutzungen vorgesehen. Den permanenten Arbeitsplätzen sollten hochwertigere Bedingungen zur Verfügung gestellt werden.
2. Es kann jedenfalls (auch ohne diese Nutzungszuordnung) davon ausgegangen werden, dass eine große offene Zone hinsichtlich der Luftqualität weniger sensibel reagiert, als kleine Zellenbüros. Dies deshalb, weil im Zellenbüro auch mit einer 8stündigen (oder mehr) Dauernutzung gerechnet werden muss, während im Großraum immer von absenten Mitarbeitern ausgegangen werden kann (Krankheit, Außendienst, Pause) die Personenbelegung also im Tagesschnitt immer geringer ist als die, die der Luftmengenkalkulation zugrunde liegt, da dabei von einer 100% Anwesenheit ausgegangen wird. Außerdem können kurzfristige lokale Überbelegungen vom großen Luftvolumen besser ausgeglichen werden.

3. Darüber hinaus bestand der Wunsch, im Falle von Abwesenheit des Nutzers unverbrauchte Luft nicht ungenutzt wieder abzuführen. Durch die Luftführung von den Zellenbüros zum Großraum wird dies verhindert. Luft, die in einem Nordbüro nicht verbraucht wurde, steht der Südzone als zusätzliches Frischluftvolumen zur Verfügung.

Um den Einfluss dieser Luftführung auf die Luftqualität in der Südzone festzustellen, wurde die Luftführung in weiteren Simulationsdurchgängen geändert. In der CFD Simulation wurde eine eigene CO₂ Studie durchgeführt (siehe Kapitel 6.3.4.6.2) um Klarheit darüber zu erlangen, ob das Konzept möglich ist oder nicht.

Klar festgestellt muss jedenfalls werden, dass diese Art der Luftführung lediglich in Büros angewendet werden kann, in denen an den Arbeitsplätzen nicht geraucht wird.

6.4.4 Kulissenschalldämpfer

Im ersten Durchgang der CFD Simulation waren die Kulissenschalldämpfer im Fassadenlufttraum noch nicht berücksichtigt. Dies bedingt allerdings eine Nutzung aller Geschoße durch eine Firma und keine Anforderungen hinsichtlich der Sprachverständlichkeit zwischen den Geschoßen.

Da dies sich negativ auf die Verwertung des Projektes auswirken würde, wurden die Schalldämpfer entwickelt und der CFD Simulation zugrunde gelegt.

6.4.5 Pflanzenpuffer und Feuchterückgewinnung

Im ersten Simulationsdurchgang wurde von einer Lüftungswärmerückgewinnung ohne Feuchterückgewinnung ausgegangen und von 5 Pflanzenpufferräumen mit jeweils 60 Pflanzen. (Diese Anzahl wurde von den Architekten auf Grund der Erfahrungen im Projekt Themenwohnen Musik [8] festgelegt).

Die Ergebnisse waren fast zufrieden stellend. Es stellte sich jedoch die Frage ob es sinnvoll ist, Flächen für die Produktion von Feuchtigkeit zu verwenden (in diesem Fall hätten sie sogar noch etwas vergrößert werden müssen), solange die Möglichkeit der Feuchtebewahrung nicht ausgeschöpft ist.

Dies kann jedenfalls nur verneint werden.

Es wurde daraufhin ein Lüftungsgerät mit effizienter Wärme und Feuchterückgewinnung durch einen Sorptions-Wärmetauscher mit einer Rückwärmezahl von 0,75 und einer Rückfeuchtezahl von 0,78 konzipiert. Die Pufferräume konnten dadurch von 5 auf 3 reduziert werden. Wie die Var. 7 in der thermischen Simulation zeigen, kann mit Feuchtrückgewinnung alleine jedenfalls kein ausreichendes Ergebnis erzielt werden, die Kombination von Rückgewinnung und Bepflanzung scheint aber sehr sinnvoll zu sein.

6.4.6 Dämmstandard

In den ersten Simulationsdurchgängen war die vollständige Überdämmung der Fensterstöcke nicht eingearbeitet, dies wurde in weiterer Folge abgeändert. Selbstverständlich sind alle Fensterstöcke vollständig überdämmt. Genauere Details siehe Kap.7.13.1.1

Die opaken Paneele der Südfassade waren ursprünglich nur mit PUR gedämmt angenommen. Dies wurde abgeändert, da es dem allgemeinen Dämmstandard des Gebäudes nicht entspricht. In weiterer Folge wurde ein Vakuum gedämmtes Paneel eingesetzt. Diese sind im Alufassadenbau durchaus schon realisierbar.

Drei Varianten der Simulation betreffen eine Verbesserung der Gebäudehülle.

Ursprünglich war nur Niedrigenergiestandard angestrebt worden. Dies deshalb, weil im Bürogebäude Sunny research in der Standardvariante nur 23,5% der Endenergie zum Heizen aufgewendet werden muss.

Da aber das Passivhaus derzeit in der Szene eine äußerst wichtige Stellung erobert hat, wurde in weiterer Folge entschieden, in mehreren Varianten auf die Verbesserung der wärme dämmenden Hülle einzugehen. Wenn man die Primärenergie des gesamten Gebäudebetriebes inkl. Beleuchtung und Geräten betrachtet, so reduziert sich der Verbrauch zwischen Niedrigenergiestandard und Passivhausstandard lediglich um 12%.

Wie unter Kap.7.12.2 dargestellt wird, gibt es allerdings sehr wohl Varianten, die Passivhausstandard- zumindest was den Verbrauch an Heizenergie, Endenergie und Primärenergie angeht- mit gleichen Kosten erreichen können, bei vertretbarem Komfortverlust.

6.4.7 Regelstrategie der Beleuchtung und Lüftung im Puffer

Die Feuchteleistung der Pflanzen ist im Wesentlichen abhängig vom Licht. Je nach Standort der Pflanze und Beleuchtungsstärke ist diese Leistung sehr unterschiedlich (s. Kap 7.6).

Über einer Tageslichtmenge von 2000 lx erfolgt üblicherweise keine Steigerung in der Feuchteproduktion mehr. Zu diesen Zeiten können die Pflanzen zur Ertragssteigerung künstlich beleuchtet werden. Dies erfolgt, wenn die Beleuchtungsstärke durch das Tageslicht für die jeweilige Pflanze oder Pflanzengruppe unter 2000 lx liegt.

Dazu werden die Pflanzen in mehrere Gruppen geteilt, je nach Tageslichtquotient ihres Aufstellungsortes. Wenn nämlich (an einem sonnigen Wintertag) die Beleuchtungsstärke durch das Tageslicht 2000 lx oder mehr hat (für die weiter vorne stehenden Pflanzen) ist es natürlich nicht sinnvoll, diese künstlich zu beleuchten weil das das nur Strom kostet aber nicht mehr Leistung bringt.

Bei sunny research wurden 3 Beleuchtungsgruppen angenommen

Gruppe 1: 4 Leuchten a 70 W für Pflanzen mit Aufstellungsort TQ 5

Gruppe 2: 8 Leuchten a 70 W für Pflanzen mit Aufstellungsort TQ 8

Gruppe 3: 4 Leuchten a 70 W für Pflanzen mit Aufstellungsort TQ 13

Samstag, Sonntag und während der Weihnachtsferien sollten die Pflanzen die Mindestbeleuchtung erhalten. (Zuschalten von Kunstlicht für die Pflanzen, für die 6 Stunden 600 lx unterschritten wird.

Während der Bürozeiten wird Luft durch den Pflanzenpuffer geschickt, wenn die Luftfeuchtigkeit in den Büros unter 40% fällt und wenn im Puffer eine höhere Feuchtigkeit herrscht.

An den Wochenenden und gegebenenfalls auch in der Nacht muss der Puffer dann entlüftet werden, wenn über mehrere Stunden eine Luftfeuchtigkeit über 90% herrscht. Die Verhältnisse in den Puffern in sunny research sind aber deswegen nicht kritisch in Hinblick auf Schimmelbildung, da kein Teil der Oberfläche an Außenluft grenzt, der Puffer also zur Gänze im Warmen liegt. Dies vermindert die Gefahr von Kondensat an den Außenflächen deutlich, da zwischen Puffer und Büroräumen nur geringe Temperaturdifferenzen herrschen.

6.4.8 Abstimmung von Luftvorerwärmung, Luftnacherw., WRG, BTA

Im ersten Konzept war vorgesehen die Luft nach der Wärmerückgewinnung und vor dem Puffer auf mindestens 15° zu erwärmen. Dies deswegen, da die Pflanzen bei Temperaturen um 20°- 26° optimal produzieren, Temperaturen unter 10° eigentlich nicht ausgesetzt werden sollten.

Eine Erwärmung auf Raumtemperatur wurde ausgeschlossen, da beim Durchströmen des Puffers zumindest im Sonnenfall mit einer Erhöhung der Temperatur zu rechnen war, und dieser passive solare Gewinn genutzt werden sollte.

Eine Luftnacherwärmung nach dem Puffer schien der Haustechnik erforderlich, da andernfalls mit Komforteinbußen durch zu kalt in die Räume eingebrachte Zuluft gerechnet wurde.

Diese 2 fache Vorerwärmung wurde der ersten Simulation zugrunde gelegt. Es stellte sich jedoch (nicht ganz unerwartet) heraus, dass zumindest die Nacherwärmung ohne jegliche Komforteinbußen entfallen kann.

Selbst die Vorerwärmung könnte unter bestimmten Umständen entfallen. Dies wurde jedoch nicht weiter untersucht.

Es gibt zwar Zeiten, in denen die Zuluft in den Puffer unter 10° liegt, es ist jedoch zu erwarten, dass auf Grund der Innenlage der Pufferräume auch ohne direkte Besonnung eine Erwärmung auf min. 10° erfolgen wird. Dies hängt selbstverständlich von der Qualität der Verglasung zwischen Puffer und Bürobereichen ab.

Für einen Entfall der Vorerwärmung müsste eine ausreichende Entfernung zwischen Pflanzen und Einblasöffnung vorgesehen werden, so dass die Luft sich dazwischen ausreichend durchmischen kann, außerdem müsste der weitere Weg der Zuluft durch das Gebäude vor Einbringung in die Büroräume gewährleisten, dass die Luft auf zumindest 17° erwärmt wird.

Dies scheint durchaus möglich, müsste jedoch einer genaueren Simulation unterzogen werden.

Weiters erforderte die Abstimmung zwischen Lufterwärmung, Wärmerückgewinnung und BTA speziell in der Übergangszeit mehrere Veränderungen in der Regelung.

Die Wärmerückgewinnung könnte optimal ausgenutzt werden, wenn sie gleitend geregelt wird. Dies verhindert weiters ein Takten in der Übergangszeit.

Ursprünglich wurde eine gleitende Regelung angenommen, allerdings zwischen 5° und 15° Außentemperatur. Dies führte dazu, dass die WRG teilweise nicht ausgenutzt wurde, dass also nachgeheizt wurde, obwohl nicht mehr 100% der Luftmenge über die WRG geführt wurde.

In weiterer Folge wurde auf eine gleitende Regelung verzichtet.

Optimal wäre eine gleitende Regelung sicherlich, der Temperaturbereich müsste jedoch genauer geprüft werden. Vermutlich liegt der optimale Regelungsbereich zwischen 11° und 19° Außentemperatur.

6.5 Schlussfolgerungen aus den Simulationen

6.5.1 differenzierte Luftmengen

Häufig werden die Luftmengen in Gebäuden nach wie vor nach dem so genannten Luftwechsel dimensioniert. Dieser bezieht die eingebrachte Luftmenge pro Stunde auf das Volumen des Raumes.

Wie schon seit längerer Zeit von mehreren Seiten festgestellt wurde, kann mit dieser Art der Dimensionierung nur äußerst bedingt eine Aussage über die Luftqualität im Raum getroffen werden, da sie die Belegung mit Personen (und die sind schließlich diejenigen die gute Luft in verbrauchte verwandeln) nicht mit einbezieht.

Für die Dimensionierung der Luftmengen bei sunny research wurde daher im 2. Schritt die durchschnittliche Personenbelegung zur Dimensionierung herangezogen. (40 m³/pers.,h) Dies ergab gegenüber der 1. Dimensionierung (Luftmengen lt. Haustechnik) eine Reduktion der Luftmengen um 40 %.

Mit diesen Luftmengen lässt sich ein in thermischer und feuchtetechnischer Hinsicht angenehmes Raumklima erzielen.

Es ließen sich allerdings noch folgende Verbesserungen erzielen:

An den hygienischen Anforderungen dimensionierte Luftmengen unterstützen im Winter eine möglichst geringen Lüftungswärmeverlust und (in Kombination mit den Maßnahmen zur Luftfeuchtigkeit) hervorragende Feuchtebedingungen.

Wenn allerdings die Raumtemperaturen auf Grund der hohen solaren Einstrahlung über 21° steigen so könnten zur Steigerung der Behaglichkeit und Senkung dieser Temperaturen folgende Maßnahmen ergriffen werden, die keine zusätzliche Energie erzeugen:

Winter: gleitende Regelung der Lüftungswärmerückgewinnung

Übergangszeit: Erhöhung der Luftmengen wenn die Außentemperatur unter der Innentemperatur liegt, damit noch behaglichere Temperaturen und Verkürzung der Kühltseason um ca. 3 – 4 Monate.

Sommer: selbst im Sommer kann in Tagesrandzeiten die Außentemperatur unter der Innentemperatur liegen und eine Erhöhung der Luftmengen sinnvoll sein.

Durch die Maßnahme einer bedarfsabhängig optimierten Luftmengenregelung könnten die Temperaturen in einen noch behaglicheren Bereich gebracht werden, Übertemperaturen im Winter und in der Übergangszeit könnten wirksam vermieden werden und gleichzeitig würde die Kühltseason verkürzt werden.

6.5.2 Kühlenergiebedarf

In Sunny research wird mit Grundwasser gekühlt. Das bedeutet, dass dem in den Simulationsvarianten angeführten Kühlenergiebedarf kein Stromverbrauch gegenübersteht, da die Energie aus dem Grundwasser gewonnen wird.

Was allerdings proportional mit der Laufzeit der Anlage steigt ist die Hilfsenergie zum Betreiben der Pumpen.

In den Simulationen sind 3 relevante Varianten miteinander zu vergleichen:

die Standardvariante mit einem Kühlenergiebedarf von 18,5 kWh/m²,a und einem Hilfsenergiebedarf im Sommer von 5,05 kWh/m²,a

die Variante 3a mit erhöhter Kühlung, mit einem Kühlenergiebedarf von 28,8 kWh/m²,a

die Variante 6c mit außen liegender Beschattung Nord und Süd, mit einem Kühlenergiebedarf von 6,2 kWh/m²,a.

Die Standardvariante weist geringe Übertemperaturen auf, die beiden Varianten 3a und 6c erzielen in Hinblick auf die Behaglichkeit vergleichbar verbesserte ausgezeichnete Ergebnisse, können in Hinblick auf die Raumtemperaturen also als gleichwertig betrachtet werden.

Zu beachten ist jedoch, dass wie oben erwähnt dem errechneten Kühlenergiebedarf kein Stromverbrauch gegenübersteht, sondern dass eine eventuelle Energieeinsparung lediglich im Hilfsstrom wirksam wird.

Selbst wenn man eine rein proportionale Veränderung des Hilfsstromes zu Grunde legte (7,86 kWh/m²a für Var. 3a und 1,69 kWh/m²a für Var. 6c) rechnet sich die Anschaffung einer außen liegenden Beschattung Nord und Süd bei derzeitigen Strompreisen (0,0794 cent/kWh) erst in über 100 Jahren, ein ausschließlich nordseitiger Sonnenschutz erzielt hier bessere Zeiten (wegen der wesentlich kleineren Fläche), bleibt aber auch weit über 25 Jahre.

Im derzeitigen System sunny research kann also ein außen liegender Sonnenschutz nur mit der höheren Behaglichkeit (wesentlich weniger Strahlungswärme im Nahbereich des Fensters) argumentiert werden, keinesfalls aber mit der Energiekosteneinsparung.

Die Strömungssimulation hat ergeben, dass zumindest für die Nordbüros aus Gründen der Behaglichkeit ein außen liegender Sonnenschutz vorgesehen werden sollte.

6.5.3 Zeiten der Bauteilaktivierung

Von Seiten der Haustechnik wurde für den Betrieb der Bauteilaktivierung ausschließlich Zeiten in der Nacht vorgesehen.

Dies hat folgende Vorteile:

- Auslegung der maximal erforderlichen Leistung der Wärmepumpe ergibt sich nicht aus der Summe der Maximalleistungen der Energieverteilungssysteme, sondern aufgrund der unterschiedlichen Gleichzeitigkeit lediglich auf den größeren Wert des Tages- oder Nachtsystems.
- Die Wärmepumpe kann bei einer Be- und Entladung der Speichermassen in der Nacht den günstigeren Nachstrom nutzen.

In der Simulation konnte jedoch herausgefunden werden, dass im Fall der Kühlung die Decke meist nach wenigen Stunden entladen ist und sich wieder zu erwärmen beginnt, lange bevor der Bürobetrieb einsetzt. Deswegen, und auch aus Gründen des Zusammenspiels mit der Wirkung des Free cooling wurde von den Architekten vorgeschlagen, hier eine zeitliche Staffelung vorzuschlagen. Standardvariante: free cooling von 0 Uhr bis 6 Uhr, BTA von 2 Uhr bis 7 Uhr (in der 1. Simulation sogar um Mitternacht beginnend)

Verbesserte Variante 4: free cooling von 22 Uhr bis 6 Uhr, BTA von 4 Uhr bis 9 Uhr

Diese Variante zeigt eine Verbesserung sowohl in den Temperaturen als auch einen um 6% niedrigeren Kühlenergiebedarf.

Da die BTA oft weniger als 5 Stunden läuft (also nicht bis 9h) ist zu erwarten, dass eine weitere Verschiebung in den Morgen und frühen Vormittag eine weitere Verbesserung erzielen würde. Weiters wäre zu prüfen, wie weit die Überlappung von free cooling und BTA sinnvoll ist.

6.5.4 Regelmechanismen

Ein großer Teil der Effizienz von Bauteilkomponenten hinsichtlich Energieeinsparung und Optimierung der Behaglichkeit liegt sicherlich in der Weiterentwicklung von Regelungen in Richtung Leistungsfähigkeit, geringe Kosten, Langlebigkeit und Fähigkeit zur Selbstwartung.

Koppelungen an gebietsweise hochqualitative Messeinrichtungen, an Wetterprognosen und die Selbstlernfähigkeit des Systems, gleitende Regelungen mit mehreren Regelparametern könnten und sollten auch für die breite Anwendung entwickelt werden und kostengünstig verfügbar sein.

7 Gebäudekonzept Endfassung (Index G)

7.1 Lage

Da die Realisierung von sunny research in der 1. Bauphase des Business & Science Park Vienna nicht möglich war, wurde das Gebäude schon für die Simulationen so umgearbeitet, dass es jedem unbekanntem Mieter (oder auch mehreren) als Büro/Gewerbefläche angeboten werden kann. Dies ist im Kap.6.1 näher dargestellt.

Das Gebäude in seiner letzten, allgemein gehaltenen Konzeption ist als Teil einer größeren Bebauung gedacht. In dieser abschließenden Planung ist vorgesehen, dass es sich in der Geschlossenen Bebauung, rechts und links mit gleich hohen Nachbargebäuden befindet, und dass die Tiefgarage von einem der Nachbargebäude aus erschlossen wird.

Zum Zwecke der Anbindung und Erweiterung befinden sich daher an den Schmalseiten des Gebäudes seit der Simulationsphase die Erschließungen mit Stiegen und Lift.

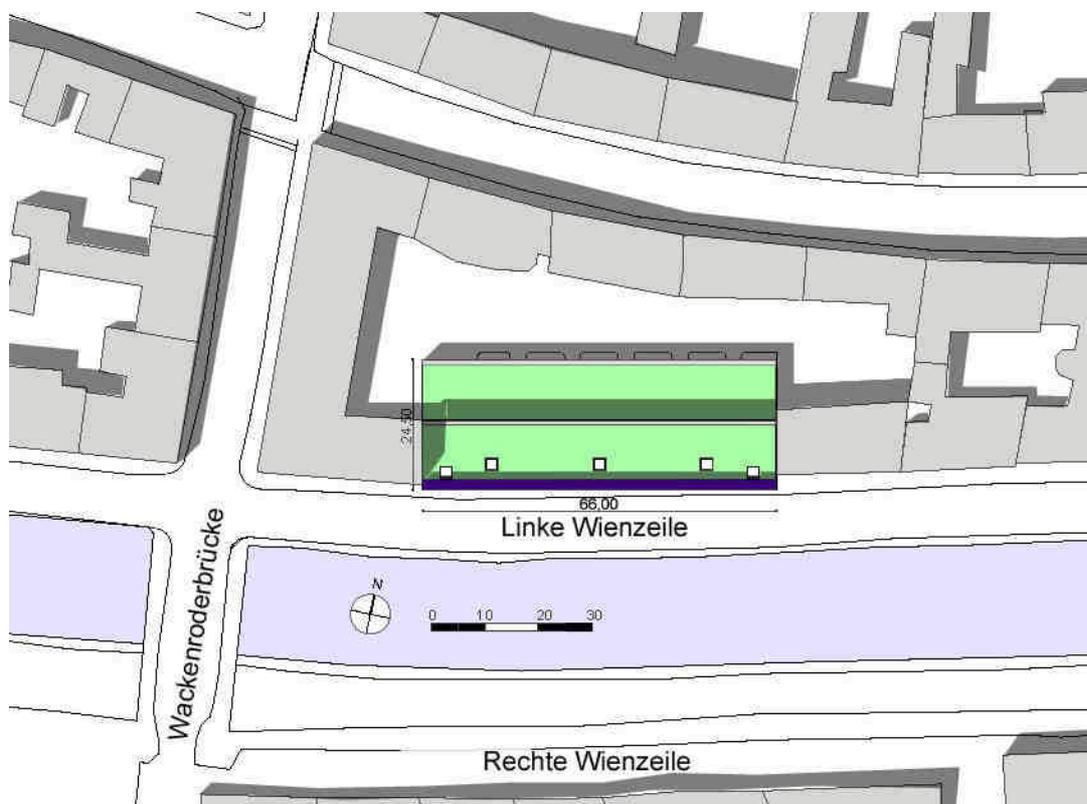


Abbildung 169: Lageplan

Selbstverständlich könnte das Gebäude ohne Änderungen auch als eigenständiges Gebäude errichtet werden, je nach seiner Länge wären dann ein oder mehrere Stieghäuser anzuordnen. Die Ausrichtung sollte jedenfalls ungefähr Nord-Süd sein.

7.2 Grundrisse

Das Gebäude besteht aus 5 oberirdischen Geschossen samt Tiefgarage und Keller. Im EG und 1. OG sind gewerblich genutzte Hallen mit Galerien untergebracht, in den 3 Obergeschossen befinden sich Büroflächen.

Das Erdgeschoss hat eine Trakttiefe von 22,64m und kann von der Hofseite aus beliefert werden.

	Allgemeine Flächen	Büro	Gewerbe	Tiefgarage	Summe
	Stiegenhaus, Reception, Keller	Gang, WC	Halle, optionale Bürofl., Gang, WC		
4. Obergeschoß	32,82	589,90			622,72
3. Obergeschoß	32,82	589,90			622,72
2. Obergeschoß	32,82	589,90			622,72
1. Obergeschoß	32,82		400,21		433,03
Erdgeschoß	143,09		1.223,75		1.366,84
Untergeschoß	355,73		184,97	815,73	1.356,43
	610,75	1.769,70	1.808,93	815,73	5.024,46

Es besitzt im Westen einen Haupteingang mit 2-geschossigem Foyer als Eingang zu den Bürogeschossen. Hier steht als markantes Zeichen auch der, 4m aus dem Boden ragende, Pufferspeicher.
Im Osten befindet sich ein Nebeneingang, der zur 2. Erschließung führt.
Der südseitige Erschließungsgang bildet eine unbeheizte Pufferzone

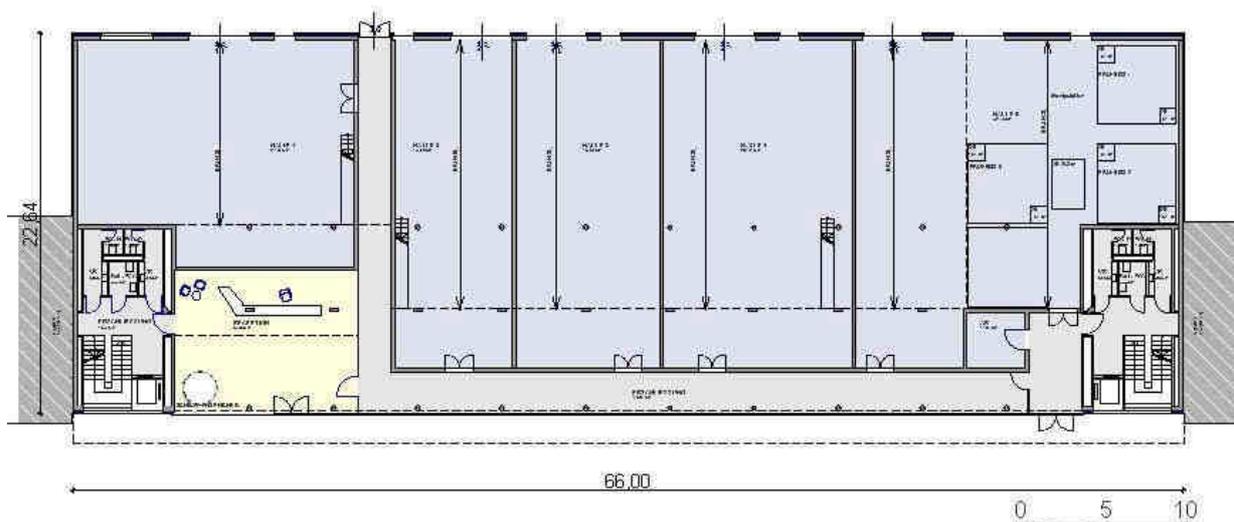


Abbildung 170: Erdgeschoss

Im 1. OG befinden sich Galerien mit temporären Arbeitsplätzen und Lagern/Archiven zu den Hallen. Die Galerien können direkt von den Hallen aus erreicht werden, sie sind untereinander verbunden, dadurch ist auch eine Anbindung an beide Stiegenhäuser gegeben. Da die Galerien eine Anbindung an die Südfassade besitzen, könnten sie von den Hallen auch akustisch oder thermisch getrennt werden.

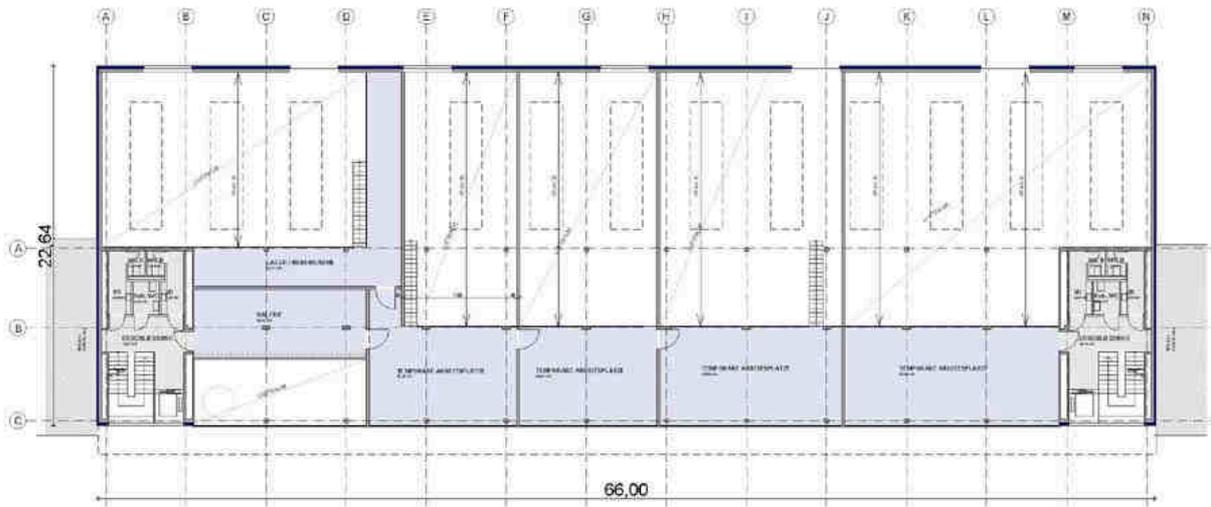


Abbildung 171: 1. Obergeschoss

Im 2. - 4. Obergeschoss befindet sich je ein zweihüftiger Bürotrakt mit einer Trakttiefe von 13,20m. und einer Fläche von 590 m² Nutzfläche pro Geschöß. Auf diese Geschöße wird in weiterer Folge noch näher eingegangen.

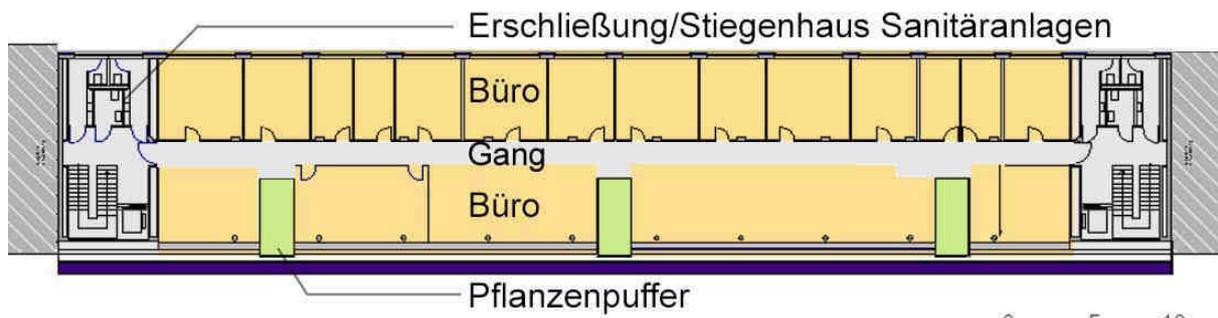


Abbildung 172: Regelgeschoss

7.3 Fassaden

Beide Seiten des Gebäudes sind großzügig befenstert. Zur speziellen Ausbildung der Südfassade und der nordseitigen Fensterelemente s.7.7. und 7.13.1. Hinsichtlich der unteren Geschosse der Südfassade wird eine Teilverschattung angenommen. Die Befensterung wird hier daher teilweise durch opake, hoch Wärme dämmende Paneele ersetzt.

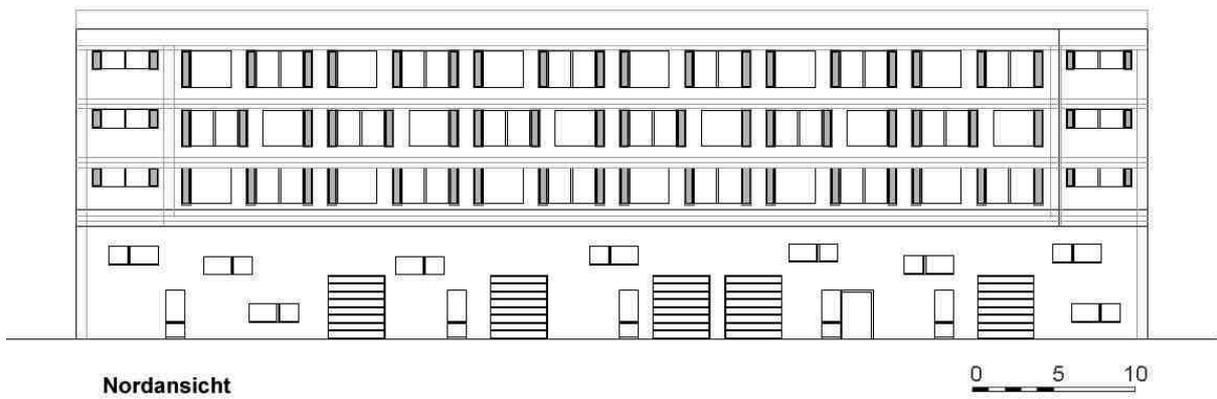
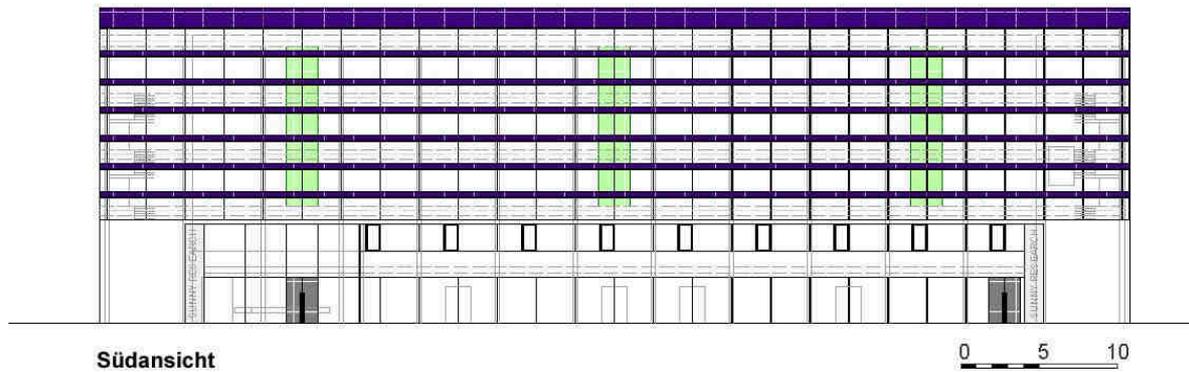


Abbildung 173: Süd- und Nordansicht

7.4 Schnitt

Im Schnitt lässt sich die Grundkonzeption des Gebäudes gut ablesen. Die Solarfassade ist erkerartig vorgezogen, um eine Durchlüftung von unten zu ermöglichen. Auch der Fassadenluftraum in OG 2-4 und die Schalldämpfer zwischen den oberen Geschossen sind erkennbar.

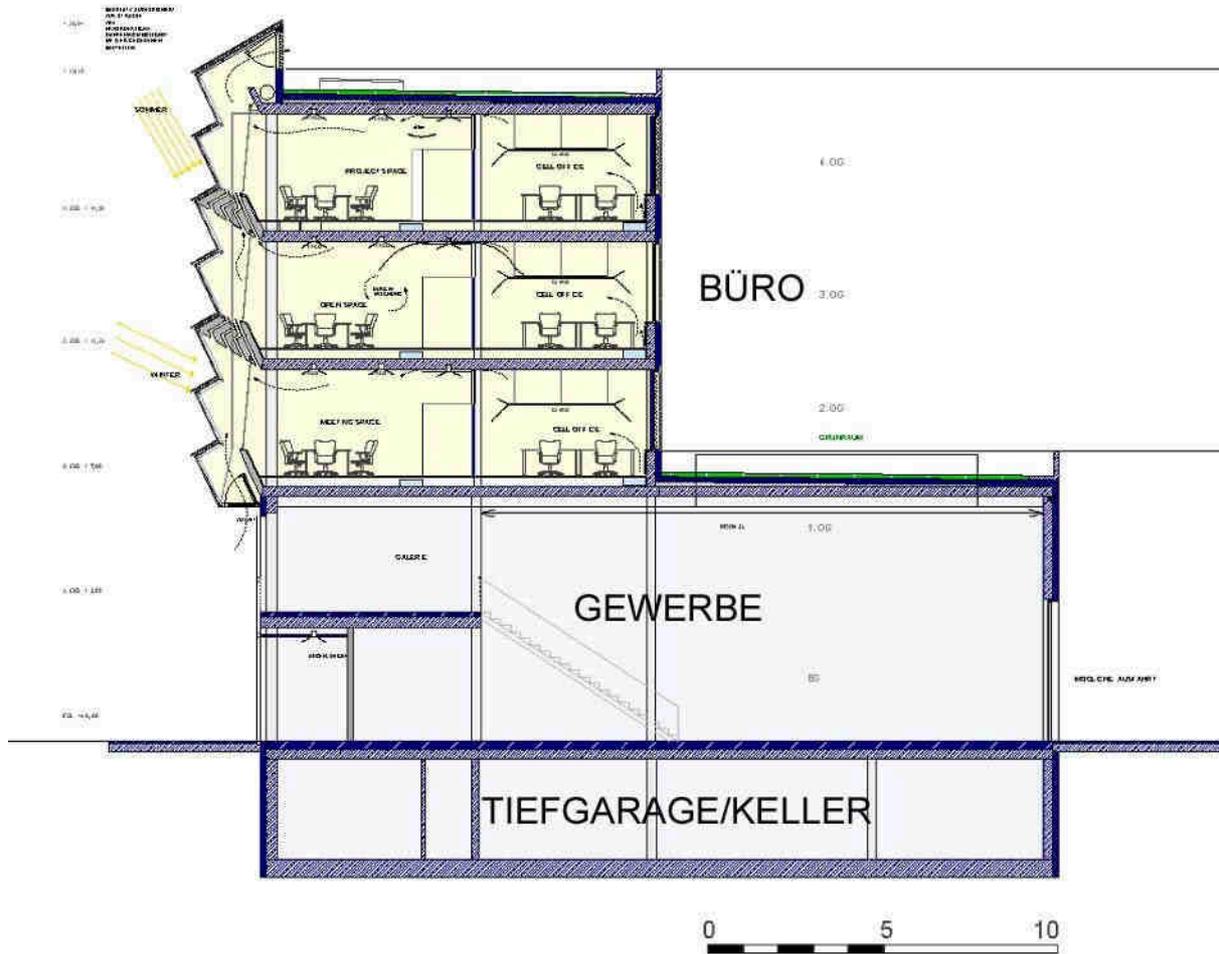


Abbildung 174: Querschnitt

7.5 Entwurfskonzept, Endfassung

Die Grundgedanken des Entwurfes sind unter Kap. 4.3 beschrieben. In den folgenden Unterkapiteln sollen lediglich die wichtigsten Gedanken und das Endergebnis nochmals dargestellt werden.

7.5.1 Orientierung von Bürogebäuden und topogene Optimierung

Jede Lage hat ihre besonderen Bedingungen, das Gebäude sunny research ist für eine Nord Süd Ausrichtung konzipiert.

In vielen Fällen ist die Orientierung eines Gebäudes durch die Lage vorgegeben.

Wenn die Orientierung jedoch frei gewählt werden kann, wie dies bei der Bebauung von größeren Komplexen der Fall ist, glauben wir, dass die Nord-Süd Orientierung der Ost-West Orientierung jedenfalls vorgezogen werden sollte.

Dies begründen wir wie folgt: (wir beziehen uns hier u.a. auf Roland Rainer, der auch für den Wohnbau die Nord-Süd Orientierung für wesentlich geeigneter hielt.)

Die Ost-West Orientierung zeichnet sich dadurch aus, dass im Winter kaum Sonne in die Räume gelangt, da die Sonne im Südosten aufgeht und im Südwesten untergeht. Im Sommer jedoch steht die Sonne von den frühesten Morgenstunden bis in die späten Abendstunden auf den Fassaden (und dazu noch in einem sehr flachen Winkel), da sie dann im Nordosten aufgeht und im Nordwesten untergeht.

Die Nord Süd Ausrichtung wird durch eine starke Differenz der beiden Seiten gekennzeichnet.

Unverschattete Südseiten sind winters wie summers besonnt. Die Sonne dringt im Winter da sie flach steht mehrere Meter tief ins Gebäude (dies ist auch in der Übergangszeit am Vormittag und Nachmittag der Fall) Im Sommer steht die Sonne hoch und kann leichter durch bauliche Maßnahmen (Vordächer, Vorsprünge, etc.) abgeschattet werden.

Wir halten prinzipiell Sonnenlicht für wesentlich für den Menschen. Wir denken daher, dass es von Vorteil ist, dass das Sonnenlicht (besonders im Winter) in die Räume gelangen kann.

Aufgabe der Techniker ist es, einen intelligenten und differenzierten Umgang mit der Sonneneinstrahlung zu ermöglichen und sie gleichzeitig energetisch zu verwerten.

Wenn die Sonne scheint, müssen im dahinter liegenden Raum die Arbeitsplätze abgeblendet werden können, da andernfalls die Lichtmenge und die extreme Schlagschattenbildung ein Arbeiten nicht nur am Computer behindert.

Wenn im Süden abgeblendet wird ergeben sich 2 Probleme:

1. Im Winter ist zwar Abblendung gewünscht, die Sonnenenergie sollte aber trotzdem in den Raum gelangen können, die Abblendung sollte also nicht außen vor der Fassade erfolgen.
2. Wenn abgeblendet ist (also durchaus ganzjährig und oft) besteht keine Möglichkeit des Ausblickes und des Kontaktes mit der Außenwelt mehr. Kleine Büroräume können dann stark beengend wirken.

Die Nordseite ist die bevorzugte Orientierung für Arbeitsräume: blendfreies, gleichmäßiges Licht, mäßiger solarer Eintrag.

7.5.1.1 solarer Eintrag

Grundlage allen energieeffizienten Bauens ist es, den solaren Eintrag auf Gebäude möglichst vollständig zu verwerten (s. Kap. 4.3.1.2).

Da das Konzept sunny research, wie unter Kap. 9.3 beschrieben auch eine vertikale Stapelung ermöglicht und außerdem das Dach bis zu einer relativ späten Phase der Arbeit für eine bestimmte Nutzung – nämlich die Freifeldprüfanlage von Arsenal Research -Gruppe erneuerbare energie- vorgesehen war, haben wir uns hier auf die Verwertung des Eintrages auf die Fassade beschränkt. Im derzeitigen Entwurf steht das Dach als Rekreationsfläche und gleichzeitig als Erweiterungsfläche für die aktive Nutzung mit weiteren PV flächen zur Verfügung. Diese könnten im Sommer einen großzügigen Dachgarten beschatten.

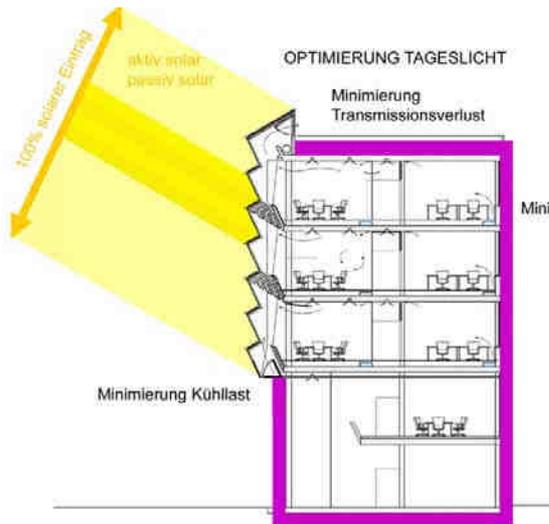


Abbildung 175: Solarer Eintrag auf die Fassade

7.5.1.2 optimale Verwertung

Reine opake Flächen ohne weitere Funktion nach Süden auszubilden ist eine Vergeudung von wertvoller erneuerbarer Energie und sollte daher im Konzept sunny research vermieden werden.

Der solare Eintrag auf eine Südseite ist hoch, für eine reine Befensterung weit zu hoch. Für sunny research wurde eine Kombination von Passivsolar/Belichtung und aktivsolar in Form einer 250m² PV Anlage gewählt. Nähere Beschreibung siehe 7.7.

Wie viel Fenster nach Süden soll es geben?

Dieser Frage wurde in Kap. 4.3.2.4 und 4.3.3.2 nachgegangen und der prinzipielle Lösungsansatz dargestellt.

Das Konzept sunny research verfolgt eine möglichst hohe Versorgung mit Tageslicht, Sonnenlicht und passivsolaren Gewinne und weist daher einen hohen Fensteranteil auf.

Die Südseite weist einen Fensteranteil von 78% auf, das sind 0,83m² Fenster / m² belichteter Nutzfläche.

Dieser hohe Fensteranteil kann energetisch sinnvoll eingesetzt werden in Kombination mit dem offenen Grundriss, einem Abrücken der Nutzfläche von der Fassade, Schaffung eines Fassadenlufttraumes, Abführen der Abluft im Fassadenbereich und der Schaffung einer den Fassadenluftraum nach innen begrenzenden Schicht in Form einer Jalousie..

Das Zusammenspiel von energetischen und psychologischen Faktoren und räumlicher Umsetzung ist entscheidend für das Funktionieren des Systems.

Die Simulationen zeigen ausgezeichnete thermische Bedingungen während des ganzen Jahres.

7.5.2 Kontrast und Vielfalt, Grundrisstypologie

Die Lage Nord-Süd ergibt starke Unterschiede.

Dies kommt der Forderung nach Kontrast und Vielfalt entgegen, die für jeden Arbeitsplatz gestellt wurde.

Diese Unterschiede wurden ausgebaut und ihre Qualität verstärkt.

Die Grundrisstypologie sieht eine deutliche Differenzierung zwischen Nord und Süd vor. Im Norden befinden sich hochwertige Einzelbüros, der Südbereich ist offen gehalten. Zur

Fassade befindet sich ein Luftraum über 3 Geschosse.

Die Endentwicklung sieht einen Typ mit variabler Trakttiefe vor. Je nach jeweiligen Anforderungen können die einzelnen Zonen in ihrer Tiefe variiert werden. Die in ersichtliche Zone 2b kann unterschiedlich tief ausgebildet werden (1-4m).

Wenn keine hohe Trakttiefe erforderlich ist, kann diese Zone auch gänzlich entfallen. Dies ist im derzeitigen Entwurf sunny research der Fall.

Diese Nebenraumzone wird offen und nicht raumhoch ausgebildet, wenn erforderlich, werden semitransparente Abtrennungen verwendet. Sie ist als $\frac{3}{4}$ hohe Zone gedacht, quasi ein Durchgangsbereich, über den die Südzone erschlossen wird. So bleibt einerseits der Großraum erlebbar, andererseits kann bei gleicher Hauptnutzfläche auf einen 2. Gang verzichtet werden kann ()

Die Archivzone wird so zu einer offenen Durchgangszone, der offene Charakter des Raumes bleibt auch im Gangbereich erlebbar.

Die starken Schwankungen hinsichtlich Jahreszeit und direkter solarer Einstrahlung können so als Qualität und als Kontrast zur Nordzone erlebt werden. Wenn die solare Einstrahlung den Blendschutz erforderlich macht, gleicht die Größe des Raumes den temporär mangelnden Außenblickbezug aus. Die Nutzer können so zwischen unterschiedlichen räumlichen Zonen wechseln und für die jeweilige Arbeit passende räumliche Bedingungen suchen.

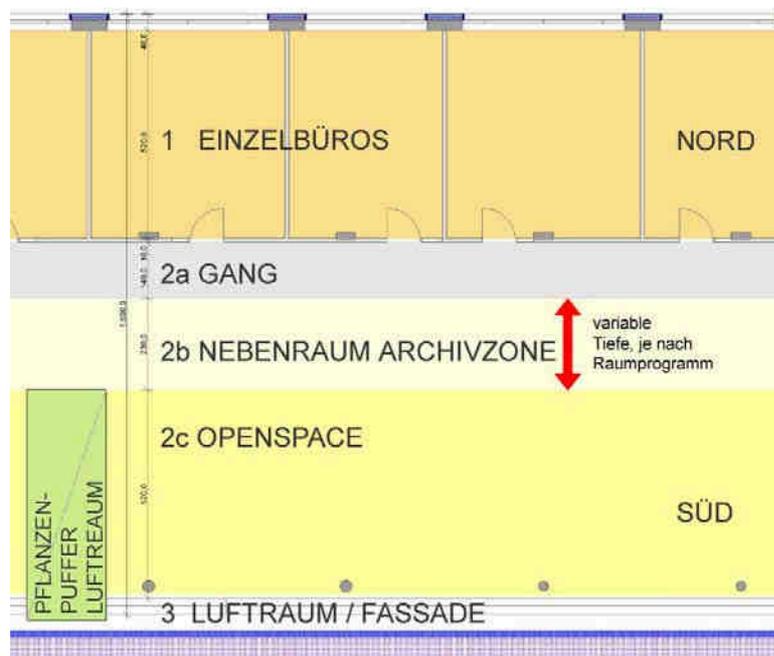
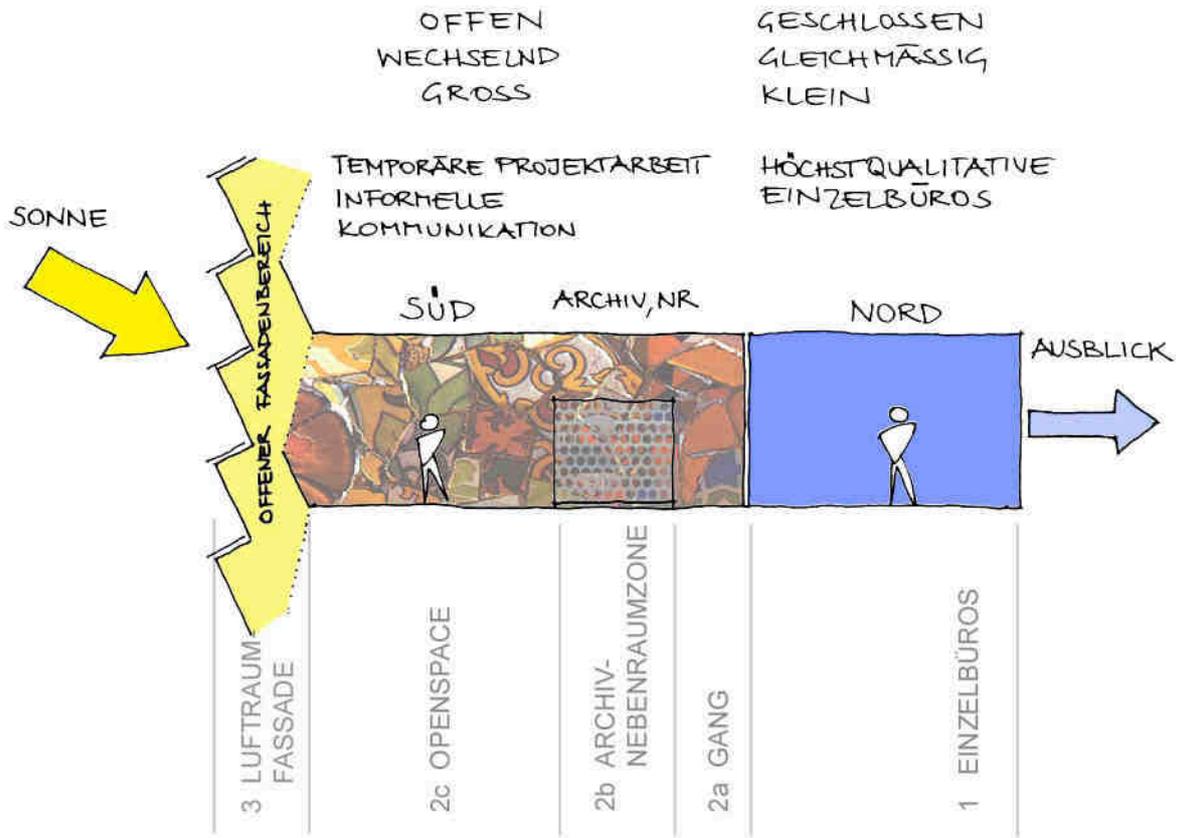


Abbildung 176: Grundrisstypologie



SCHNITT DURCH EIN BÜROGESCHOSS

Abbildung 177: Diversität der Zonen

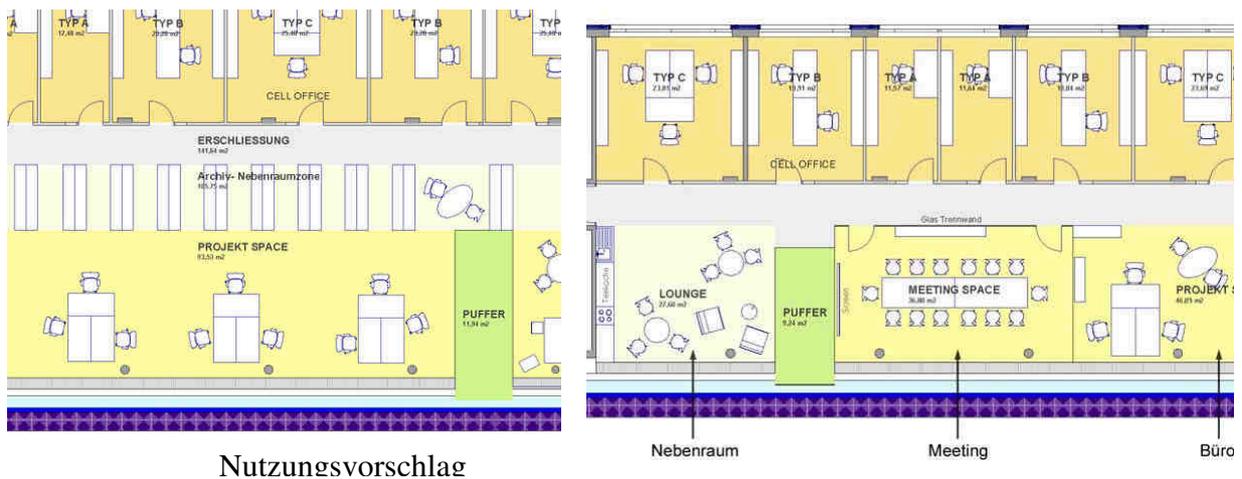


Abbildung 178: Archivzone neben Gang

Abbildung 179: Typologie geringerer Trakttiefe mit gemischte Südzone

Wenn der Baukörper - wie er für sunny research nach Maßgabe des ursprünglich fixierten Standortes im 21. Bezirk geplant wurde - so schlank gestaltet werden kann, dass die Nebenraumzone in der Mitte entfällt, nehmen

die Nebenräume einen Teil der Südzone in Anspruch. Dadurch verschiebt sich das Verhältnis der Arbeitsplätze. Im Norden gibt es dann mehr als im Süden.

Diese Prämissen ergeben energietechnisch etwas verschärfte Bedingungen (geringere Kompaktheit, größere Oberflächen, dadurch höhere Belastung der Südzone)

Sie wurden der Simulation zu sunny research zugrunde gelegt.



Abbildung 180: Schaubild Südzone, open space

7.5.3 Mitarbeitermotivation und Arbeitsbedingungen

7.5.3.1 Raum

In seiner Endfassung ist das Gebäude sunny research nicht auf den speziellen Nutzer Arsenal Research zugeschnitten. Das Konzept ist nun so gehalten, dass zwar räumlich differenzierte Zonen ausgebildet sind, dass aber sowohl im Norden als auch im Süden permanente Arbeitsplätze möglich sind.

So ist ein Konzept entstanden, das räumlich auf die Gegebenheiten der Nord-Süd Orientierung reagiert, welches aber unabhängig davon mit unterschiedlichen Nutzungen besiedelt werden kann.

Nähere Beschreibung siehe Kap. 7.5.5 und 9.1.

7.5.3.2 Licht

Die grundsätzlichen Überlegungen zum Tageslicht haben sich seit dem ersten Konzept nicht geändert und sind daher unter 4.3.3.2 näher beschrieben, technische Daten und Details finden sich unter Kap. 7.8.1 und 7.13.1

7.5.3.3 Klimakomfort

Optimierung von Frischluft, Luftfeuchtigkeit, und StrahlungswärmeKomfort

Ein optimaler Klimakomfort war ausgeprägtes Anliegen des Konzeptes.

Seit dem ersten Konzept ist das Gebäude sunny research mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ausgestattet, die ganzjährig für die erforderliche Frischluft sorgt. Die erforderlichen Luftmengen im Winter konnten im Vergleich zu einer Standardauslegung infolge des Raumkonzeptes und der Luftführung reduziert werden. s. Kap.6.4.2 und 6.4.3

Die erforderliche Luftfeuchtigkeit wird durch Pflanzen und durch die Feuchtrückgewinnung erzeugt. Dies wird im Kap.7.6 näher beschrieben.

Der verbleibende Heizwärmebedarf wird zur Hälfte über die thermoaktive Decke und zur Hälfte über individuell regelbare Heizpaneele gedeckt.

Damit kann hoher Komfort gewährleistet werden, da sowohl die thermoaktive Decke als auch Heizpaneele über einen hohen Strahlungswärmeanteil verfügen. Die separate Regelbarkeit der einzelnen Heizpaneele gewährt hohe und schnell verfügbare Individualität für den Nutzer.

Die Kühlung erfolgt über free cooling (spezielle Fensterbauteile s. Kap.7.13.1) ergänzt durch die temporäre Zuschaltung der thermoaktiven Decken in der Nacht und die Temperierung der Zuluft.

7.5.4 integrierte Planung Haustechnik/ Architektur

7.5.4.1 Luftmengenverteilung

Im Bürobau kommt der Verteilung von Wärme, Kälte und Luft im Verhältnis zum reinen Heiz/Kühlenergiebedarf hohe Bedeutung zu.

Im Projekt sunny research wird daher die Verteilung der Luftmengen soweit möglich durch freies Überströmen statt durch Rohrleitungen durchgeführt.

Von Anfang an wurde das Konzept verfolgt, die gesamten Luftmengen für die Büros nur in die Nordbüros einzubringen, sie strömen von dort in die Südbüros über, die südseitige Verteilung entfällt.

Da gegenüber dieser Art der Luftführung anfangs große Skepsis bestand, musste erst in der Strömungssimulation nachgewiesen werden, dass sie ohne Komfortverlust möglich ist.

Diese Art der Verteilung bietet einen weiteren Vorteil.

Im Rahmen der durchgeführten Mitarbeiterbefragung konnte herausgearbeitet werden, dass ca. 15% der Mitarbeiter durchschnittlich während der Bürozeit nicht an ihrem Arbeitsplatz anwesend sind, sondern im Haus oder außer Haus auf Besprechungen, Pause, Weiterbildung oder zufolge Krankheit abwesend sind.

Im Falle der üblichen Luftführung – wie sie normalerweise auch in energiesparenden Gebäuden angewendet wird – kann die für den Abwesenden bereitgestellte Frischluft nicht anderwärtig verwendet werden, sie würde und wird unverbraucht wieder abgeführt.

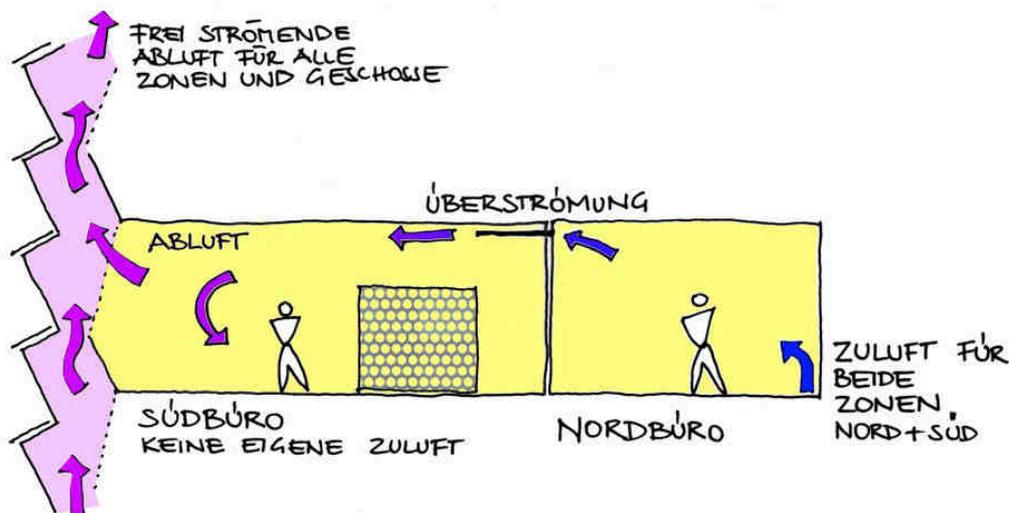


Abbildung 181: Luftmengenverteilung

Die Grundrissdisposition und die Luftmengenverteilung in sunny research bewirkt, dass, wenn immer ein Mitarbeiter in einem Nordbüro nicht an seinem Platz ist, die unverbrauchte Luft in den Südbereich überströmt und dann als zusätzliches Frischluftvolumen den dort anwesenden Personen zur Verfügung steht. In einer Berechnung des CO₂-Gehaltes der Luft (siehe Kapitel .6.3.4.6.2) konnte nachgewiesen werden, dass die Luftqualität in beiden Bereichen unter dem Grenzwert von 1000 ppm bleibt, und die indirekte Versorgung der Südzone entgegen den Befürchtungen vollständig ausreichend ist. In der Berechnung in Kapitel .6.3.4.6.2 wurde sogar eine vollständige Anwesenheit aller Personen in den Nordbüros angenommen.

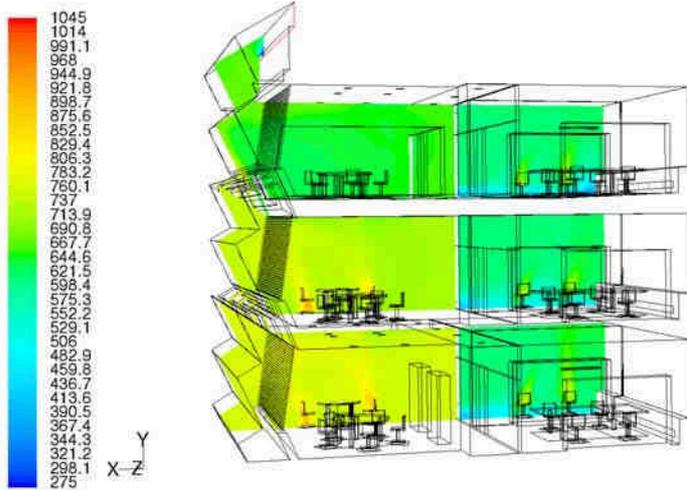


Abbildung 182: Konturplot der CO2 Verteilung [ppm] auf einem Schnitt bei Z = 6 m, 12. September

Angenommen wurde, dass in der Frischluft ein Volumenanteil von 0.03% CO2 vorhanden ist und weiters über die mitsimulierten Personen ca. 0.0345kg/h (entspricht einem Ausatemvolumen von 0.5m³/h bei 30°C) pro Person eingebracht wird.

Aus Abbildung 182 ist ersichtlich, dass im Südbereich die CO2 Konzentration zwischen 700 und 800 ppm liegt, im Nordbereich um 600 ppm. Deutlich erkennbar sind die über CO2 Volumenquellen simulierte Personen.

Die Überströmöffnungen werden unter 7.13.2 näher dargestellt.

7.5.4.2 Fassadenluftraum

Die gefaltete Außenfassade und der innen liegende Sonnen/Blendschutz in Form einer verstellbaren Metalljalousie bilden einen Fassadenzwischenraum ähnlich einer Doppelfassade, jedoch ohne innere Verglasung. In diesem Zwischenraum kann die warme Luft im Sommer wirksam nach oben abgeführt und abgelüftet werden.

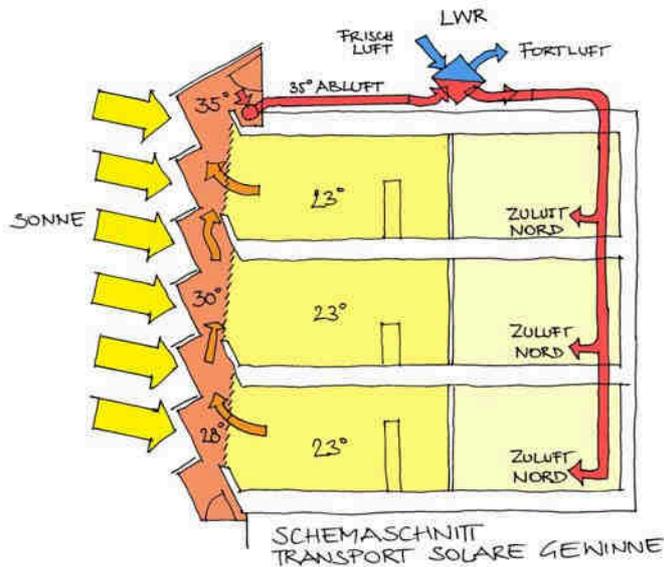


Abbildung 183: Fassadenluftraum und Luftführung über WRG

Auf die gleiche Weise kann im Winter der passive solare Eintrag an einem sonnigen Tag für das Gebäude thermisch verwertet werden, selbst wenn aus arbeitstechnischen Gründen ein Blendschutz erforderlich ist. Die warme Luft strömt ebenso wie im Sommer im Fassadenzwischenraum nach oben, wird abgesaugt und steht über

die Wärmerückgewinnung der Zuluft des gesamten Gebäudes als Wärmequelle zur Verfügung. (siehe Abbildung 183)

Die Verwertung dieser passiv solaren Gewinne im Winter wäre bei außen liegendem Sonnenschutz - wie im konventionellen Standardgebäude - nicht möglich, da die Strahlung zugunsten der Blendfreiheit am Arbeitsplatz außen vor der Fassade durch den Sonnenschutz = Blendschutz abgeblockt würde.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass der Fassadenluftraum natürlich den Transport von Luft aus einem Geschoß in ein anderes ermöglicht.

Es wurden daher im Zuge der Planung des Öfftens Befürchtungen laut, dass auch Geruchsübertragungen eine Belästigung darstellen könnte.

Daraufhin wurde von der Gruppe definiert, dass von einer Nutzung als Nichtraucherbüro ausgegangen wird und dass Kochgelegenheiten im Südbereich im obersten Geschoß ohne beeinträchtigende Geruchsbildung vorgesehen werden können. In den unteren Geschoßen sind Kochgelegenheiten in den Randmodulen mit eigener Ablufführung leicht möglich.

Die Architekten sind der Meinung, dass die Randmodule in allen Geschossen ausreichend Platz und Möglichkeit bieten, Kochgelegenheiten zu integrieren. Im übrigen stellt ein kontinuierlich mit Frischluft versorgtes Büro gegenüber dem Standardbürogebäude ohne Lüftung jedenfalls eine erhebliche Qualitätsverbesserung dar.

7.5.5 Nutzungsvarianten der Südzone

Da sunny research seit den ersten Simulationen für einen anonymen Nutzer konzipiert werden sollte, war es wichtig nachzuweisen, dass in der Südzone verschiedene Nutzungen möglich sind, darunter auch konventionelle Zellenbüros.

3 Varianten für unterschiedliche Nutzungen wurden im Südbereich hinsichtlich ihrer Tauglichkeit untersucht und in der Simulation als voll tauglich verifiziert:

7.5.5.1 open space

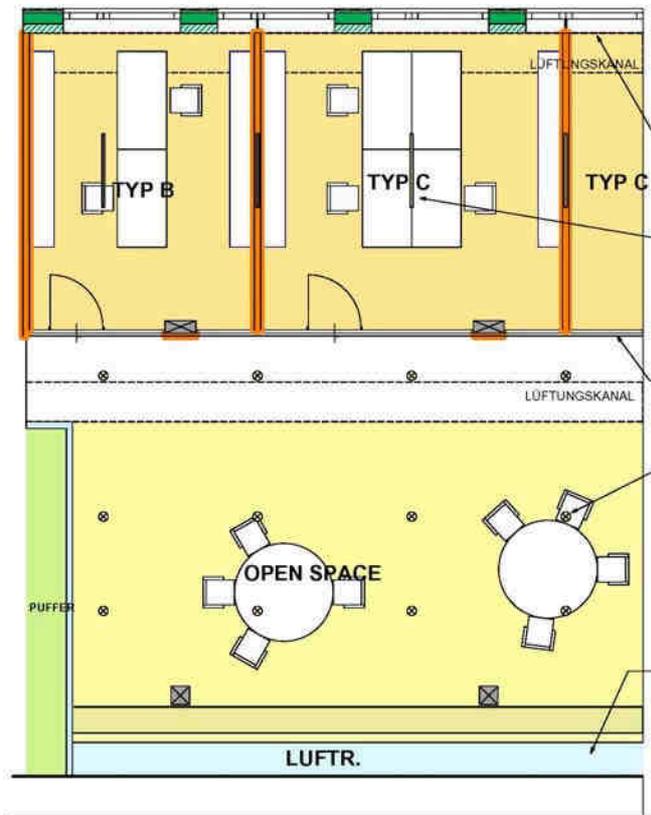
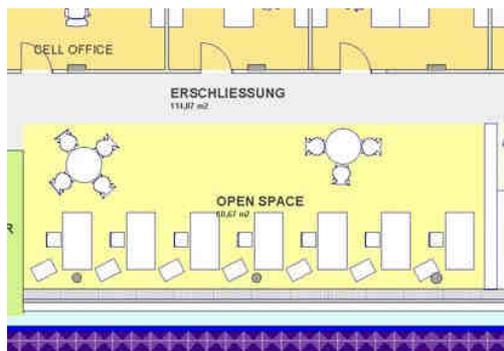


Abbildung 184: open space, Perspektive, Grundriss und Möblierungsvariante

Bei der Nutzungsart „open space“ gibt es keine Rauntrennung zu Gang und Fassade, sie kann sowohl als Kommunikationsbereich, Lounge, oder für informelle Besprechungen genutzt werden, als auch für "desk sharing", temporäre Arbeitsplätze oder permanente Arbeitsplätze in Großraumqualität. Der Mangel normaler Großraumbüros, nämlich die ungenügende Belichtung in der „2. Reihe“ konnte durch die spezielle Fassade beseitigt werden (s. Kap. 9.1.1.1).

7.5.5.2 project space

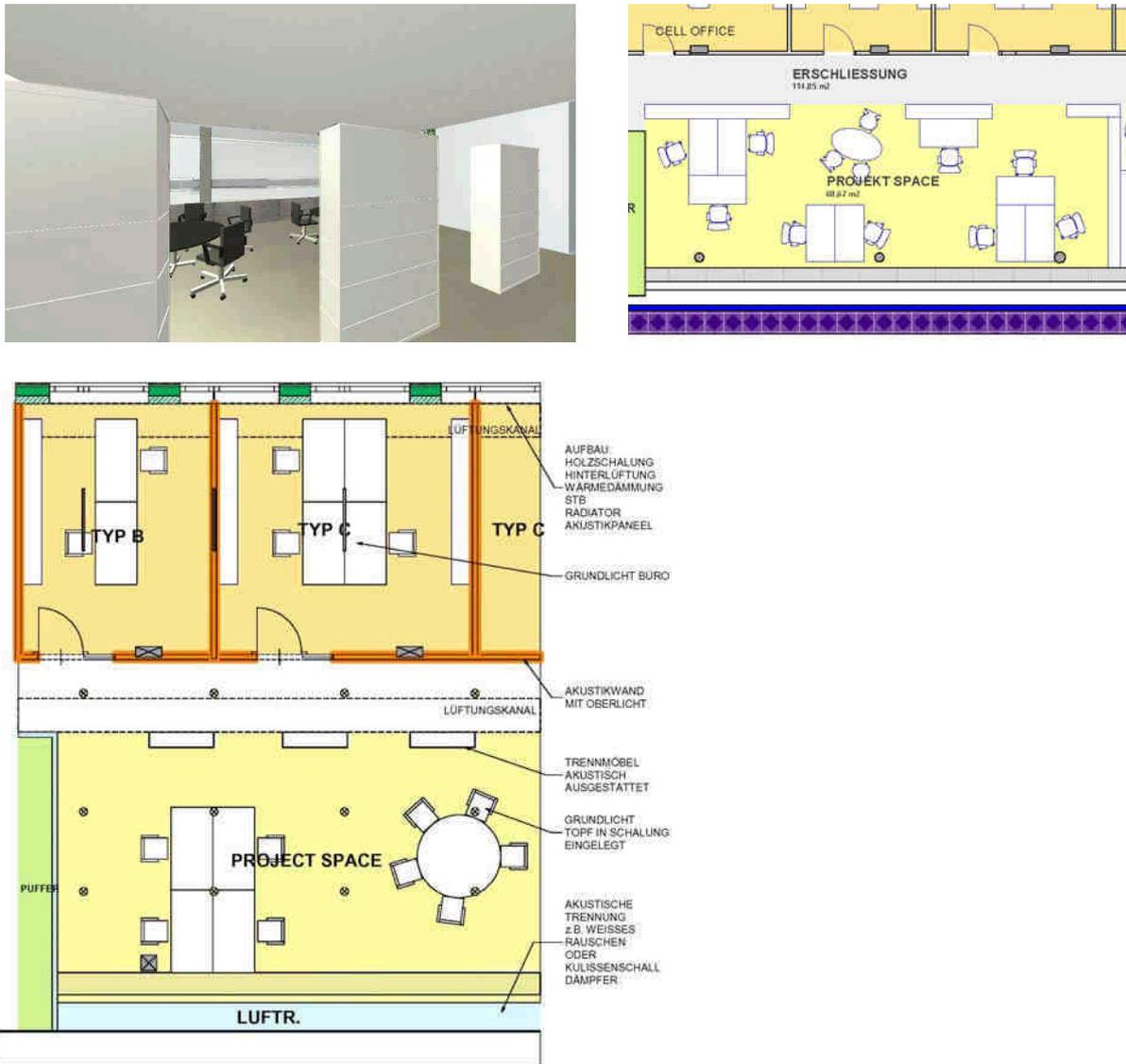


Abbildung 185: Project space, Perspektive, Grundriss und Möblierungsvariante

Der project space ist für die temporäre Zusammenstellung wechselnder Teams vorgesehen.

Ein Arbeitsbereich (in der Simulation mit einer Größe von ca. 40m²) wurde mittels Raumteilern (Höhe ca. 2,0m) optisch vom Gang separiert.

Diese Raumteiler bieten auch die Möglichkeit einer höheren akustischen Bedämpfung, indem zusätzliche Absorberflächen an ihnen angeordnet werden können. Darüber hinaus können noch weitere Absorberflächen an den Raumteilern angeordnet werden, die erst durch Herausklappen wirksam würden.

Diese Technik wird in hochwertigen Veranstaltungssälen angewandt und ist unter dem Namen "Wandelakustik" bekannt.

Auf diese Weise könnten Büros für unterschiedliche Nutzungen auch unterschiedliche akustische Bedingungen zur Verfügung stellen.

Generell kann mit den Raumteilern ein Sichtschutz für die jeweilige Projektgruppe gewährleistet werden. Nach Süden zur Fassade ist keine Raumteilung vorgesehen.

7.5.5.3 single box (individual space)



Abbildung 186: single box, Perspektive, Grundriss und Möblierungsvariante

Als 3. Nutzungsmöglichkeit wurde untersucht, ob in dem vorgesehenen Südkonzept auch abgeschlossene Räume ohne zusätzliche Zuluft im Süden, ausschließlich durch die Überströmung aus dem Norden realisierbar sind. Dazu wurde ein abgeschlossener Arbeitsraum mit ca. 30m² angenommen. Es wurde eine Art Raumbox aus Raum hohen Trennwand- und Glaselementen errichtet, die z.B. Einzelarbeitsplätze ermöglichen könnte oder kurzfristige ungestörte Besprechungen kleinerer Gruppen (4 Personen). Gegenstand der Untersuchung war, ob

mit dem bestehenden Lüftungskonzept im Extremfall auch Zellenbüros im Süden herstellbar sind. Einzige Öffnung geht nach vorne zur Fassade. Die haustechnische Anforderung hierbei waren Überströmöffnungen für das Lüftungssystem.

Dies konnte in der Strömungssimulation als möglich erwiesen werden.

Für Besprechungsräume größerer Gruppen oder langfristige Besprechungen sollte aber eine zusätzliche Zuluft im Süden gewählt werden.

7.6 Pflanzenpufferräume

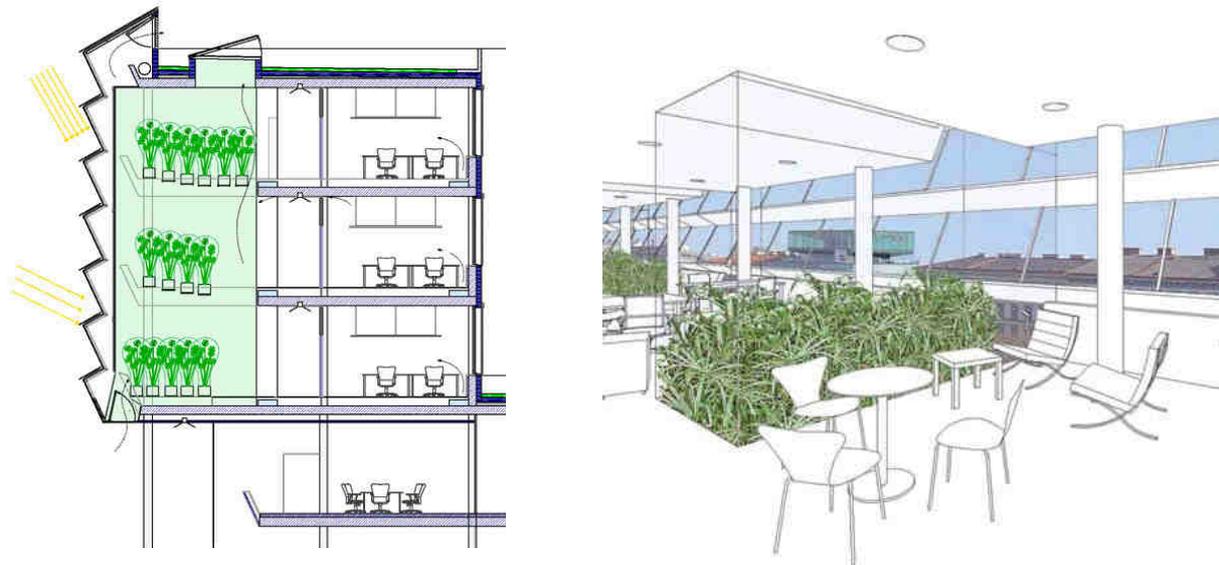


Abbildung 187: Pflanzenpuffer, Schnitt und Perspektive

In der Südzone sind vertikale Lufträume integriert, die gegen die Bürozone durch Glaswände abgeschlossen sind. Es handelt sich um sog. Pflanzenpufferräume in denen mit Hilfe von Pflanzen die vorbeiströmende Frischluft vor Eintritt in die Büroräume befeuchtet wird. Dieses Novum wurde von Pos architekten im Forschungsprojekt Themenwohnen Musik [8] entwickelt und sollte bei sunny research erstmals in einem Bürogebäude zum Einsatz kommen.

Im Zuge der Simulationen ergab sich eine Reduzierung der Anzahl der Pufferräume, sodass nun für alle Bürogeschosse 3 Pufferräume zur Anwendung kommen. Diese sind 3 Geschosse hoch.

7.6.1 Pflanzen/Verdunstungsleistung

Die Besonderheit dieser Pufferräume besteht darin, dass Pflanzen verwendet werden, die eine annähernd fest definierte Verdunstungsleistung aufweisen und dass die Pflanzen in ihrer Verdunstungsleistung durch Licht (und andere Klimaparameter) sicher zu steuern sind.

Wichtig ist, dass die Pflanzen im Wesentlichen unabhängig von endogenen Rhythmen (keine Winterruhe etc.) Feuchte produzieren.

Auf diese Weise können Pflanzen erstmals als berechenbare haustechnische Größe in der Planung berücksichtigt werden.

Als geeignete Pflanze für diese Anforderungen ist die Cyperus Pflanze anzusehen (Cyperus alternifolius), speziell die Sorte „Prima Klima“ weist eine hohe Verdunstungsleistung auf, welche vor allem von der Lichtmenge abhängt.



Abbildung 188: Cyperus Pflanze „Prima Klima“

7.6.2 Anordnung der Pflanzen

Jeder Pufferraum ist mit 60 Pflanzen bestückt. Je zwei Pflanzen sind in einem rechteckigen Pflanztrög situiert, je zwei Pflanztröge sitzen im Pflanzenpufferraum nebeneinander.

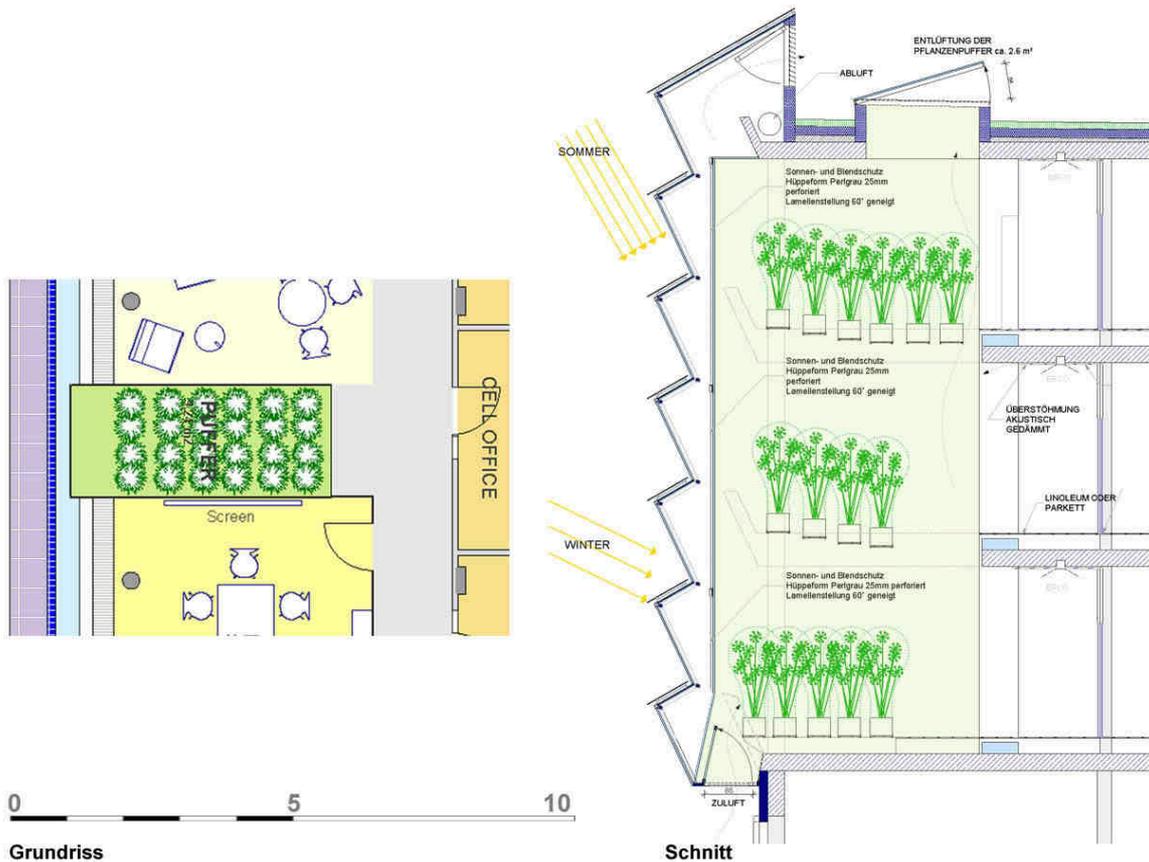


Abbildung 189: Pflanzenanordnung, Grundriss und Schnitt

Für die gesamte Bürofläche werden 3 Pufferräume mit je 60 Pflanzen verwendet werden, das sind 0,27 Pflanzen/m² Nutzfläche

7.6.3 Verdunstungsleistung

Die Feuchteproduktion einer Cyperus Pflanze hängt nicht nur vom momentanen Wert der Beleuchtungsstärke ab, sondern ändert sich auch mit dem Aktivitätsgrad der Pflanze.

Abbildung 190 zeigt die Transpirationsrate einer Cyperus Pflanze in Abhängigkeit von Beleuchtungsstärke und Aktivitätsgrad.

Das bedeutet, dass eine Pflanze, die normalerweise viel Tageslicht bekommt, sich gewissermaßen an eine hohe Feuchteproduktion "gewöhnt". Ihren "Feuchteoutputlevel" ändert die Pflanze erst allmählich, wenn sie längere Zeit anderen Bedingungen ausgesetzt ist. Wir haben daher in unseren Annahmen zwischen hell stehenden, mittel stehenden und dunkel stehenden Pflanzen unterschieden, und den Pflanzen auch eine sich mit den Jahreszeiten verändernde Klassifikation zugeteilt.

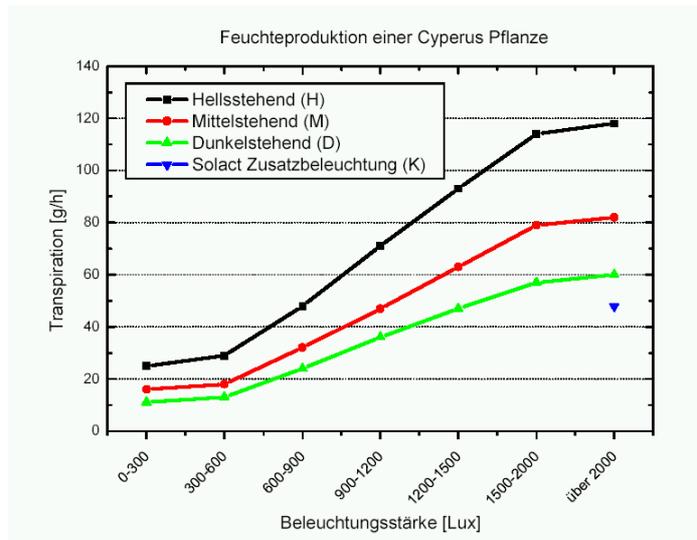


Abbildung 190: Transpirationsrate einer Cyperus Pflanze

Genauere Unterlagen können dem Endbericht HdZ des Projektes [themenwohnen musik \[8 \]](#) entnommen werden.

7.6.4 Steuerung der Pflanze

Um die Feuchteproduktion in den Wintermonaten zu erhöhen, können Pflanzen, die Tageslicht unter 2000lx Stärke erhalten künstlich zusätzlich beleuchtet werden.

Hierfür wird z.B.: eine Leuchte des Typs Solact (siehe Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.) verwendet, 1 Leuchte mit 70W reicht für die Beleuchtung von einer Gruppe mit 4 Pflanzen.



Abbildung 191: Leuchte Typ Solact

15 Leuchten pro Puffer können in Abhängigkeit vom Bedarf in mehreren Kreisen angesteuert werden. Die Steuerung erfolgt über einen Klimacomputer. Über diesen wird auch die automatische Wasserversorgung und die Düngung geregelt.

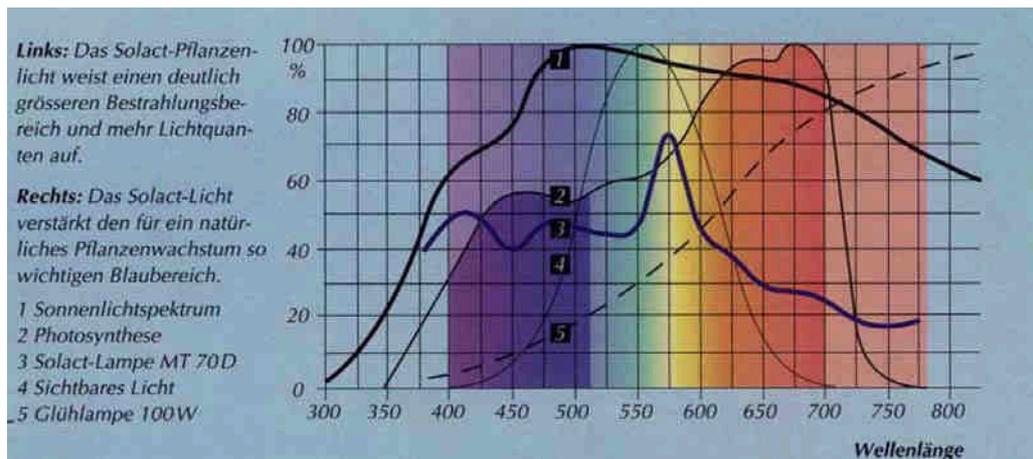


Abbildung 192: Lichtspektrum der Leuchte Solact

7.6.5 Tageslichtquotient

Für die Beschreibung der lichtabhängigen Feuchteproduktion der Pflanzen ist es notwendig, die Tageslichtverhältnisse im Pufferraum zu kennen.

Im Zuge einer Lichtsimulation wurden die Tageslichtquotienten in den Pflanzenpufferräumen ermittelt.

In mehreren Versuchen und Berechnungen wurde die optimale Lage der Pflanzen zum Licht ermittelt s. Kap.6.1.1.7.

Dies ist äußerst wesentlich, da die Pflanzen in Abhängigkeit vom Licht Feuchte produzieren, d.h. je mehr Licht, desto mehr Feuchte.

Im Zuge der Berechnungen wurde festgestellt, dass im Pufferraum ein Oberlicht eingeführt werden muss, damit für die hinteren Pflanzen eine ausreichende Belichtung erzielt werden kann.

Abbildung 193 zeigt einen Schnitt durch einen Pflanzenpufferraum zusammen mit den Tagelichtquotienten an verschiedenen Positionen.

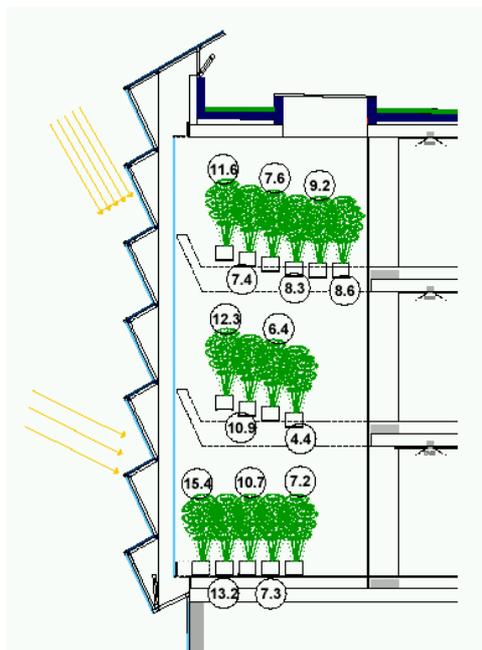


Abbildung 193: Tageslichtquotienten im Schnitt durch Pflanzenpufferraum

7.6.6 Mindestbedingungen für die Pflanzen

7.6.6.1 Temperatur

Eine typische Temperaturabhängigkeit der Transpiration ist für Cyperus nicht im Detail verfügbar. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der Optimalbereich für die Transpiration zwischen 18° und 26° liegt.

Untere Temperaturgrenze ist mindestens 10°, die Zuluft wird daher nach der Wärmerückgewinnung erforderlichenfalls auf 15° erwärmt

7.6.6.2 Licht

Die Mindestvoraussetzungen für Tageslicht sind kaum erforscht, maximal kann die Pflanze 16 Std. volle Sonne vertragen.

Cyperus benötigt generell viel Licht (ist also lichtbedürftig) Zu wenig Licht schwächt die Pflanzen (die Pflanzen „zehren“ quasi an ihrer Substanz, vergleichbar mit hungernden Menschen)

Daher ist es ratsam, der Pflanze 800-1000 lx über 8 -10 Stunden des Tages zu geben.

Wenn dies mit natürlichem Licht nicht realisierbar ist, muss künstliches Licht zugegeben werden.

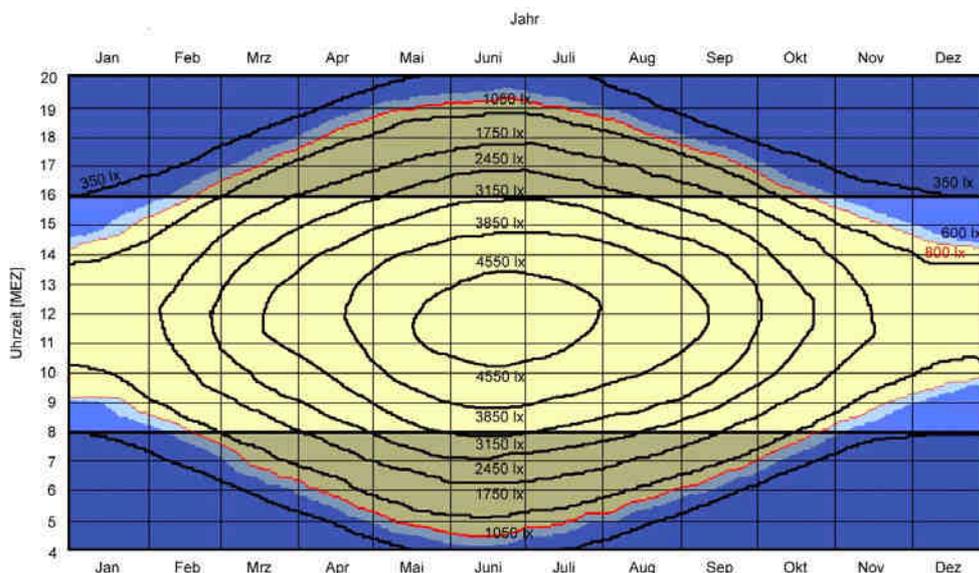


Abbildung 194: Innenbeleuchtungsstärke bei mittlerem Himmel für TQ = 7% in Wien

In der Abbildung 194 ist die Innenbeleuchtungsstärke bei mittlerem Himmel für einen Tageslichtquotienten(TQ) von 7% im Jahresverlauf angegeben.

Die rote Linie, bzw. die gelbe Fläche markiert die Stunden im Jahresverlauf, zu denen an der entsprechenden Stelle im Innenraum 800 lx oder mehr auftreten. Die dicken schwarzen horizontalen Linien markieren den Zeitraum von 8 h. Es ist erkennbar, dass von Mitte Februar bis Mitte Oktober die Pflanzen mit dem Aufstellungsort TQ=7 ausreichend mit Tageslicht versorgt sind. Von Mitte Oktober bis Mitte Februar ist für diese Pflanzen ansteigend bis zu 3,5h pro Tag eine Zusatzbeleuchtung erforderlich.

Für Pflanzen ab einem Aufstellungsort TQ=11 ist keine Zusatzbeleuchtung aus pflanzenphysiologischen Gründen mehr erforderlich. (vorderste Reihen)

7.6.7 Sommerliche Beschattung des Puffers

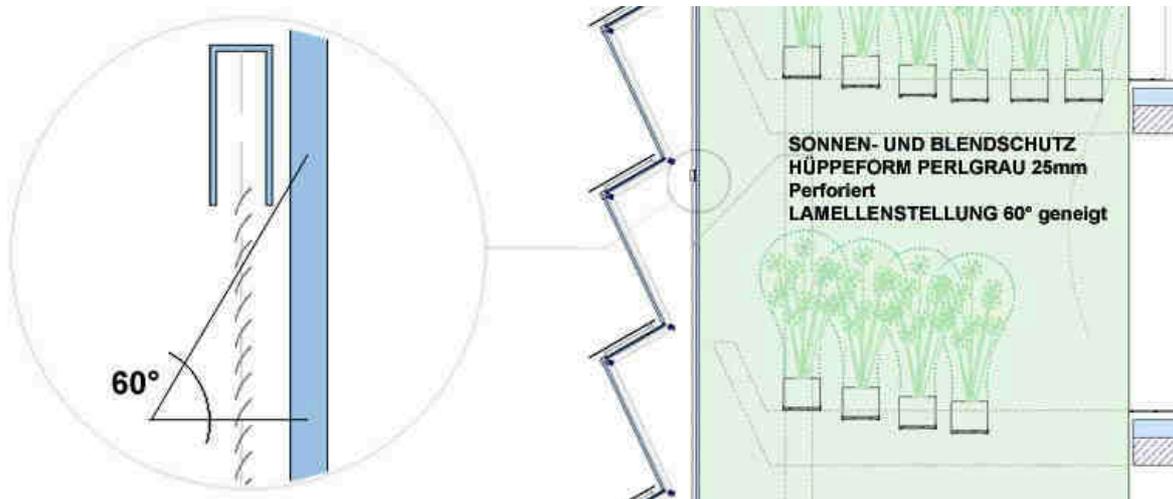


Abbildung 195: Beschattungselemente der Grünpuffer

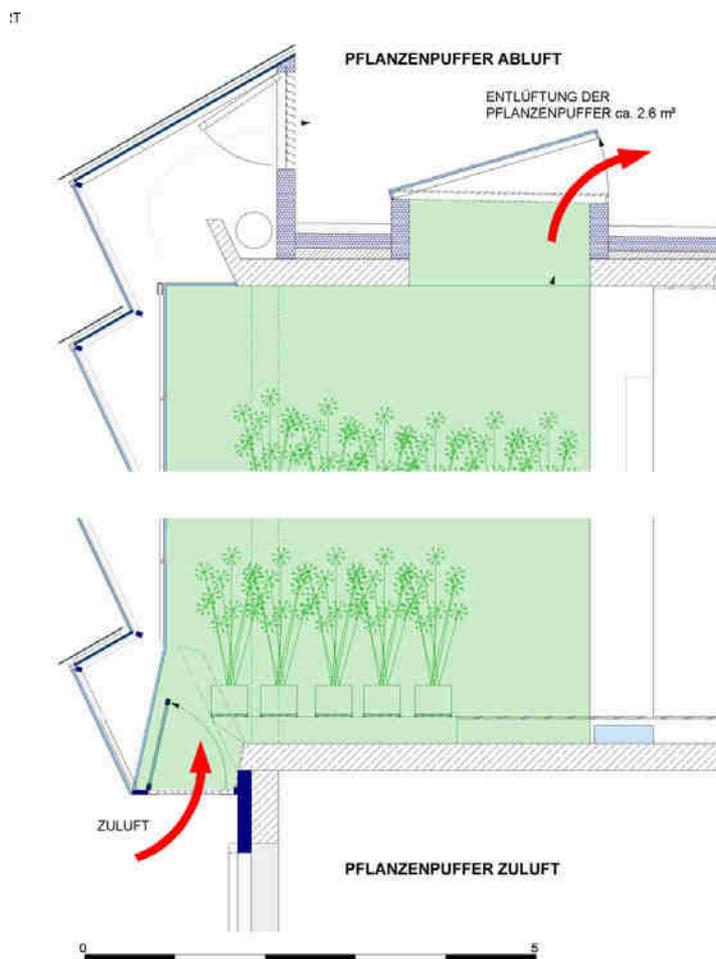


Abbildung 196: Zu- Abluft der Pflanzenpuffer

Um eine seitliche Besonnung der Arbeitsplätze auszuschließen, muss auch der Puffer auf seiner Südseite beschattet werden. Die Beschattung des Pflanzenpuffers darf jedoch immer nur bis zu einem gewissen Ausmaß

geschlossen werden, damit die Pflanzen auch im Hochsommer genügend Licht erhalten. Dies wird einerseits dadurch gewährleistet, dass die Lamellen maximal bis zu einem Winkel von 60° geschlossen werden können, andererseits dadurch, dass die Lamellen selbst perforiert sind. Der verbleibende Lichtdurchgang ist 20% diffus und 9% direkt, in der Summe 29%.

Rein aus Sicht der Temperatur im Pflanzenpuffer müsste nicht abgeschattet werden. Die Temperatur im Pflanzenpuffer bleibt im Sommer auch ohne Beschattung für die Pflanzen unkritisch.

7.6.8 Belüftung

Im Sommer wird die Feuchtigkeit der Pflanzen nicht benötigt. Damit es im Puffer nicht zu Kondensat kommt, wenn die Luftfeuchtigkeit nicht abgelüftet wird und daher über 90% ansteigen würden, muss der Puffer natürlich entlüftet werden können.

Dazu sind an seiner Unterseite Zuluftklappen vorgesehen, oben lässt sich das Oberlicht mechanisch öffnen. Diese Klappen stehen während des Sommers durchgehend offen.

7.6.9 resultierende Raumlufffeuchte im Vergleich

In vergleichbaren Bürogebäuden mit Heizung und ausreichender Lüftung ohne Befeuchtung stellen sich in den Wintermonaten Werte zwischen 10% und 25% rel. Feuchte ein (Quelle: Klimanet-Netzwerk Solare Klimatisierung), für sunny research wurde eine eigene Simulationsvariante gerechnet, in der auf befeuchtende Maßnahmen verzichtet wurde, siehe Kap. 6.2. In dieser Variante konnten die allgemeinen Daten aus KLIMANET [6] bestätigt werden.

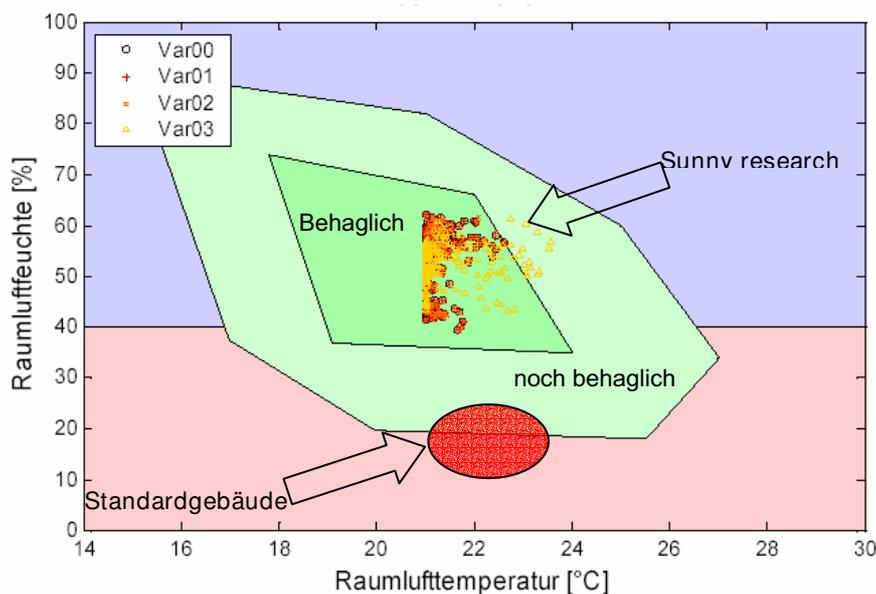


Abbildung 197: Temperatur – Feuchte Behaglichkeitsdiagramm nach Leusden / Freymark in den Bürostunden im Jänner für das Nordbüro im Innenmodul. Bereiche: blau = zu feucht; rosa = zu trocken; hellgrün = noch behaglich; dunkelgrün = behaglich

Mit Hilfe der Pufferräume bei sunny research kann die Luftfeuchtigkeit im Winter, wie schon eines der ersten Simulationsergebnisse zeigt, (Abbildung 197) perfekt im behaglichen Bereich gehalten werden. Dieses Ergebnis ist durchaus bemerkenswert.

7.6.10 Verglasung Pufferraum

In den Entwürfen sunny research und auch in den Simulationen ist für die Verglasung des Pufferraumes gegen die umgebende Bürofläche eine Einfachverglasung vorgesehen. Dies ist deshalb möglich, da die Bürofläche

beheizt ist und somit keine nennenswerte Verlustfläche darstellt, an der aus Gründen der niedrigeren Temperatur Kondensat ausfallen könnte.

Für eine Verbesserung des Glases auf Isolierglas oder Wärmeschutzglas sprechen allerdings folgende Punkte:

Besserer Auftrieb im Sommer für die natürliche Entlüftung

Verminderung einer möglichen Kaltluftabfalles an der den Büros zugewandten Seite im Winter auf Grund tieferer Temperaturen im Puffer (bis min. 15° Lufttemperatur)

Verminderung des Wärmeeintrages in die Büros durch die Pflanzenpuffer im Sommer.

7.7 Solarfassade

Die Prämissen für die Fassade waren:

- Optimale Verwertung des solaren Eintrages für passive und aktive Nutzung (Photovoltaik),
- maximaler Außenbezug und Tageslichtanteil,
- hochwertige Komfortbedingungen im Innenraum.
- Mehrfachnutzung der PV-Anlage zur Stromgewinnung, Beschattung und als Fassadenelement

Der optimale Anstellwinkel für ein Ertragsoptimum der PV Paneele wurde errechnet und einer Faltung der Fassade zugrunde gelegt.

Die PV Paneele bleiben das ganze Jahr unverschattet, die Fenster haben eine Neigung von 63°. Dies entspricht genau dem Sonnenhöchststand am 23 Juni zu Mittag.

Dadurch erreicht man eine Ertragssteigerung der PV und gleichzeitig eine mit steigendem Sonnenstand steigende Eigenverschattung der Fassade.

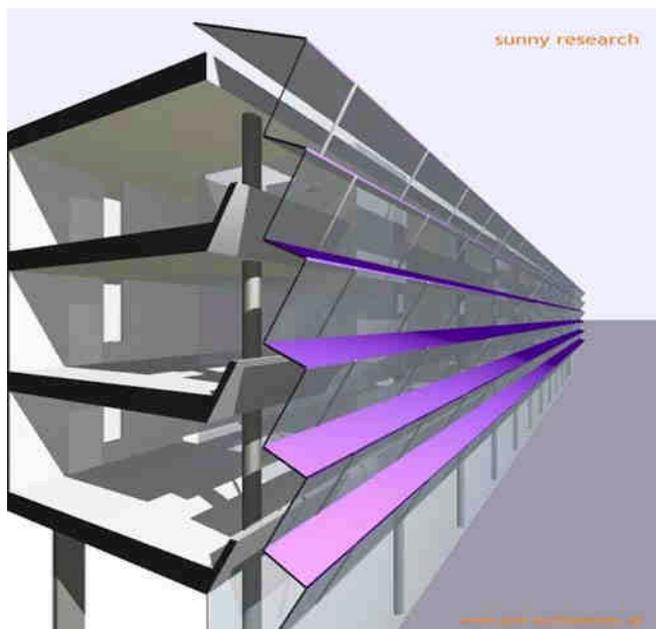
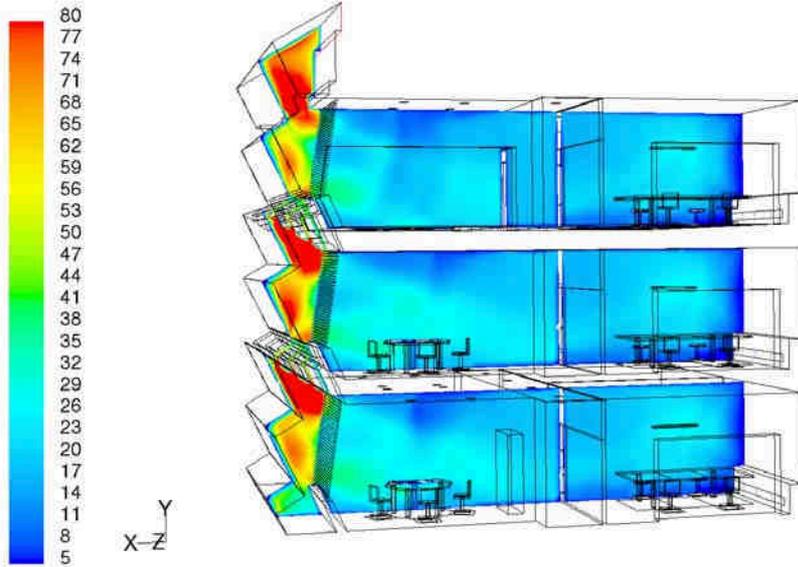


Abbildung 198: Solarfassade

Bei der gefalteten Südfassade nimmt der Strahlungsanteil auf die Fensterflächen im Vergleich zur vertikalen Verglasung im Sommer ab, der Strahlungsanteil auf die PV Flächen jedoch zu. Die Darstellungen und Grafiken dazu finden sich im Berichtsteil thermische Simulation s. Kap.6.2.

Die hohe Eigenverschattung bewirkt im Sommer angenehme thermische Bedingungen im Südbereich. In Abbildung 199 (Auszug aus der Strömungssimulation) kann man daher erkennen, dass an einem sonnigen Hochsommertag die PPD Werte bei 20% liegen. Der PPD Wert (predicted percentage of dissatisfied) gibt an wie viele % der Personen im Raum unzufrieden sind, wobei 5% immer unzufrieden sind. 20% ist im Hochsommer ein sehr guter Wert. Zu beachten ist vor allem die Gleichmäßigkeit der Verteilung zwischen Nord und Süd.



Sunny Research: Kuehlfall 23. Juli; PPD [%]
Contours of Scalar-2

Abbildung 199: PPD [%], 23. Juli

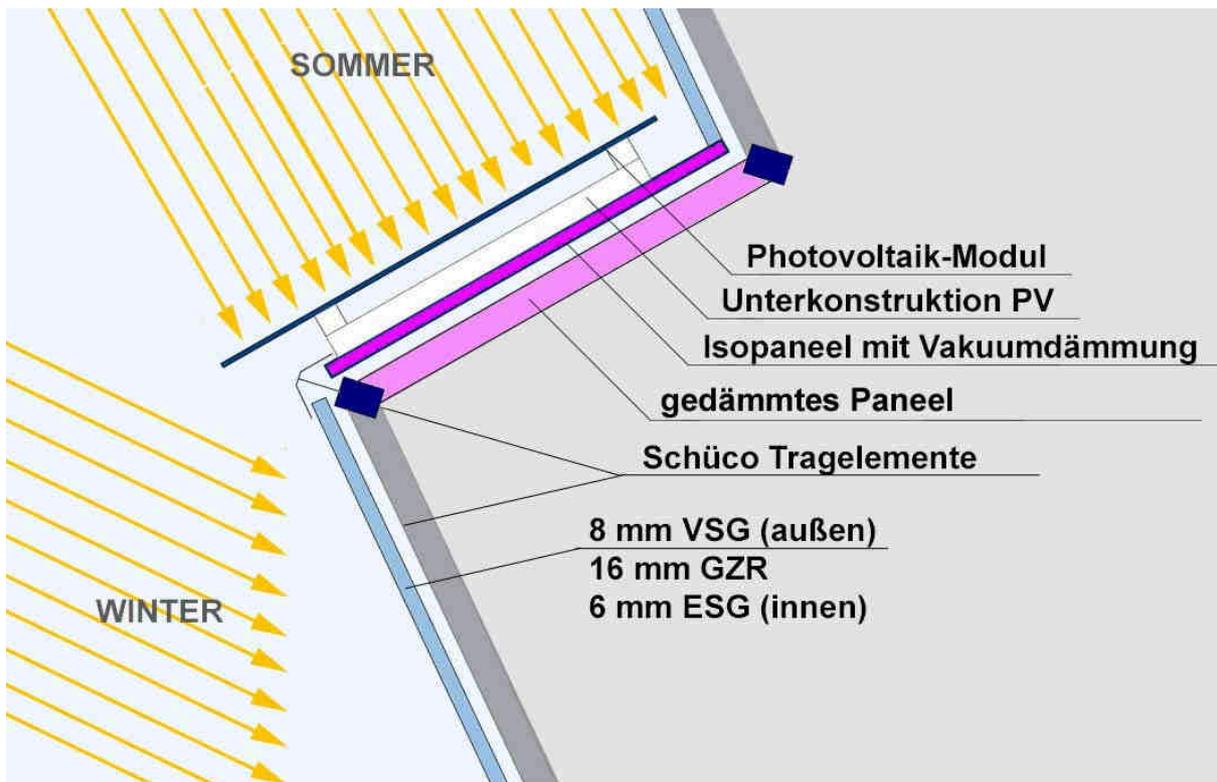


Abbildung 200: Detail Solarfassade

7.8 Beleuchtung/ Belichtung

Im Vergleich zu einem konventionellen Standardgebäude (40% ausschließlich künstlich beleuchtet) enthält der Grundriss von sunny research keine Zonen ohne Tageslicht.

Es kann mit diesem Projekt der Nachweis angetreten werden dass großzügige Verglasung und energiesparendes und thermisch behagliches Bauen a priori keinen Widerspruch darstellen, sondern lediglich nach einem speziellen und ausgewogenen Konzept verlangen.



Abbildung 201: Zellenbüro



Abbildung 202: Südbüros

7.8.1 Belichtung

Die Fensterfläche der Nordbüros beträgt ca. 32% der Nutzfläche, die der Südbüros 83% der Nutzfläche. (zum Vergleich: lt. Bauordnung sind 10% verlangt). Diese hohen Werte führen zu einer maximalen Menge an Tageslichtstunden und Minimierung des Kunstlichtbedarfes (s. Kap. 9.1.1.1).

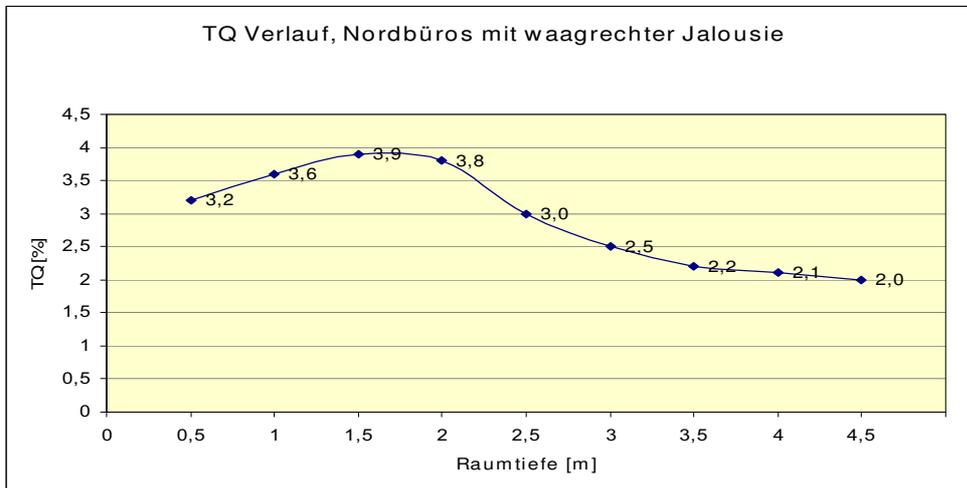


Abbildung 203: TQ Verlauf in den Nordbüros

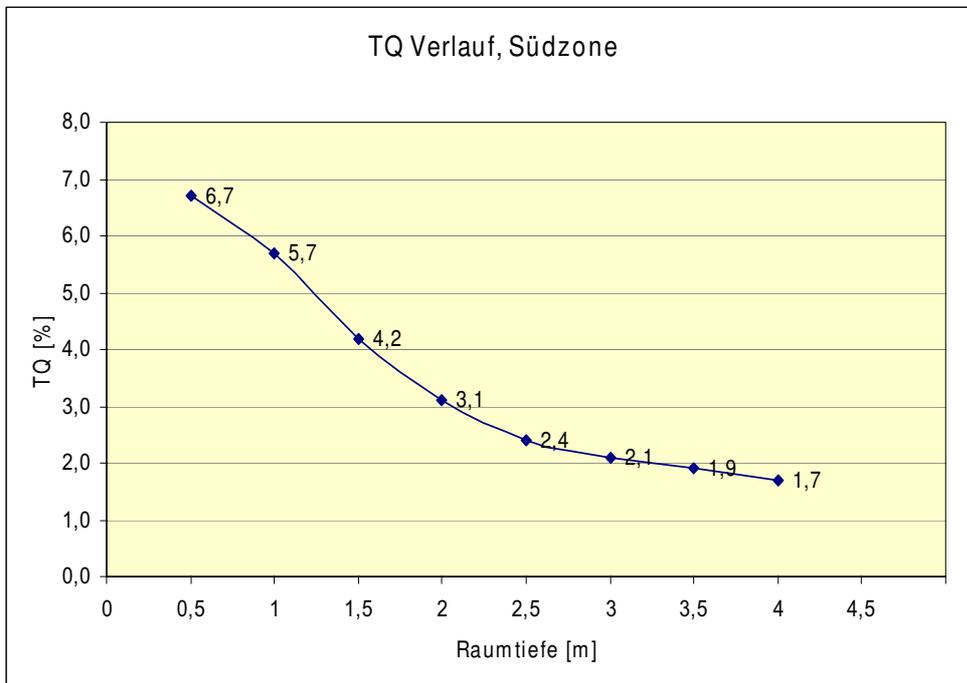


Abbildung 204: TQ Verlauf in der Südzone

In Abbildung 203 sieht man den TQ Verlauf in den Nordbüros. Eine einfache Metalljalousie, horizontal angeordnet, bewirkt eine deutliche Verbesserung des Lichteinfalls in die Raumtiefe, dies durch die Reflexionen der weißen Decke.

In Abbildung 104 sieht man den TQ Verlauf in den Südbüros ohne Jalousie. Auch hier sind ausgezeichnete Werte zu erkennen, die eine Nutzung des Raumes in der gesamten Raumtiefe ermöglichen. Siehe auch Kap.9.1.1.1 Insbesondere in den Südbereichen ist dazu die Ausbildung einer speziellen Fassade erforderlich (siehe: Solarfassade) um trotz optimaler Tageslichtbedingungen auch sehr gute thermische Bedingungen zu gewährleisten.

7.8.2 Beleuchtung

Ziel und Vorgabe für die Beleuchtung war optimale Ausleuchtung der Arbeitsplätze bei gleichzeitig minimiertem Energieverbrauch. Durch die schlanke Gebäudetiefe konnte der Anteil an Arbeitsplätzen mit natürlichem Tageslicht erheblich erhöht werden. Die erforderliche Kunstlichtausstattung wurde wie folgt vom Lichtplaner Pokorny vorgeschlagen:

Die Beleuchtung wird mit einer tageslichtabhängigen Steuerung geregelt.

Der Einschaltswellwert innen liegt bei 200 lx.

	Südfassade Fensterseite	Südfassade Gangseite	Nordfassade Gangseite	Nordfassade Fensterseite
4.OG	4500	10000	9500	5500
3.OG	5000	11500	9500	5500
2.OG	5000	11500	9500	5500

Zugehörige Leuchtmittel:	1x PL T/E 42W	1x PL T/E 42W	1x L35W	1x L35W
Systemanschlußleistung:	46 W	46 W	39 W	39 W

Tabelle 41: Einschaltswellwert nach Außenbeleuchtungsstärke [lux] und Lage im Gebäude

Nordzone:

linienförmige Beleuchtung korrespondierend mit Fensterachsen, um Flexibilität in der Setzung der Zwischenwände zu sichern werden Auslässe im Achsraster von 2,50m vorgeschlagen

energiesparende Leuchtstoffröhren 16mm, Type FH 35, Baulänge ca. 3060mm, 2 x 35 W (Systemleistung)
2 Reihen zu 18Stk / Geschoß

Lichtausbeute: 85 Lumen/Watt

Bsp. Zumtobel Claris o. glw. Pendelleuchten indirekt/direkt abstrahlend,
dimmbar, tageslichtabhängige Steuerung



Abbildung 205: Beleuchtung in den Nordbüros, Zumtobel Claris

Südzone:

punktförmige Beleuchtung für gleichmäßige Ausleuchtung und flexible Nutzung open space,

Einbauleuchten in Sichtbetonuntersicht, Bsp. ERCO Lightcast o. glw.

4 x 42W je 5,0m- Achse,

Lichtausbeute: 70 Lumen/Watt



Abbildung 206: Beleuchtung in Südzone, ERCO Lightcast

Pflanzenpuffer:

Pflanzenleuchte für Wandmontage Bsp.: Solact® Typ Parete oder glw.

Typ 117 : Aufputzversion 70W

Bewegungszone:

Der Erschließungsbereich/ Gang angrenzend an die Südzone soll ebenfalls mit Einbauleuchten ausgestattet werden, allerdings im Achsraster von 4,0m, wobei im Bereich der Grünpuffer keine Leuchten Vorgesehen sind. Die Auslegung und Ausstattung erfolgt entsprechend den Normen für Flucht- und Erschließungsflächen.

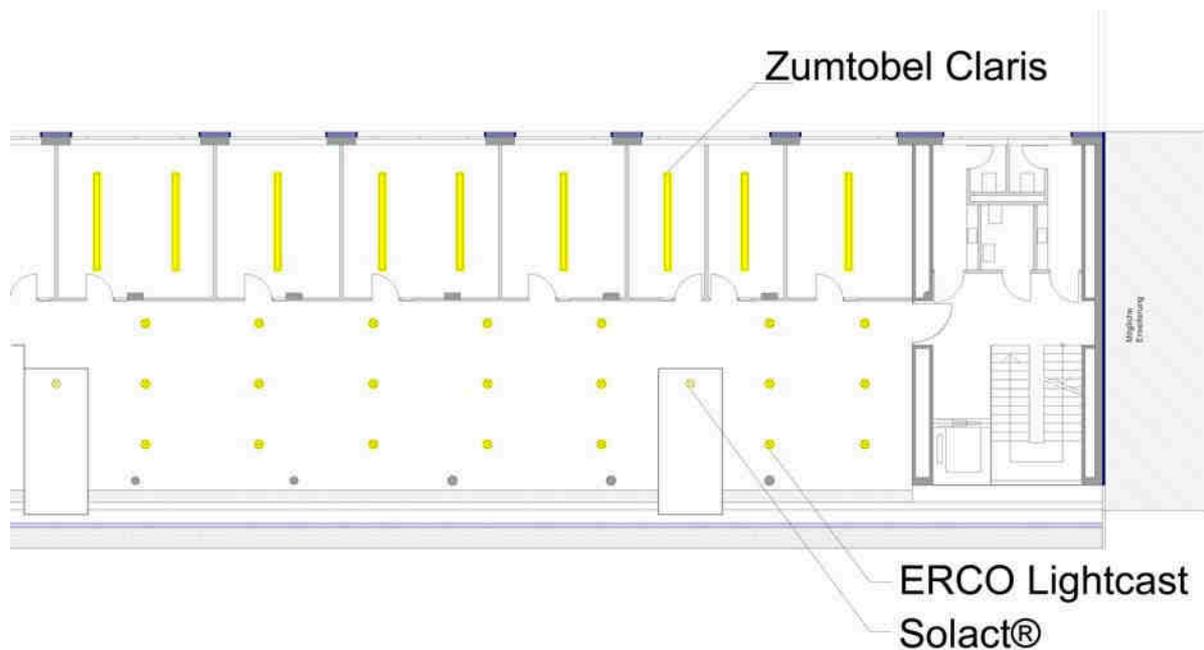


Abbildung 207: Situierung der Leuchtkörper

7.8.3 Blendschutz im Süden

Im Südbereich ist eine einfache innen liegende Jalousie vorgesehen, die sowohl den Blendschutz übernimmt, als auch den Sonnenschutz. Es handelt sich um eine handelsübliche perforierte Jalousie mit 25mm Breite die variabel gestellt werden kann. Bei vollständiger Ablendung beträgt die Systemtransmission 5% diffus und 9% direkt, in Summe 14%. Die Regelung ist unter 6.4.1.3 näher beschrieben.

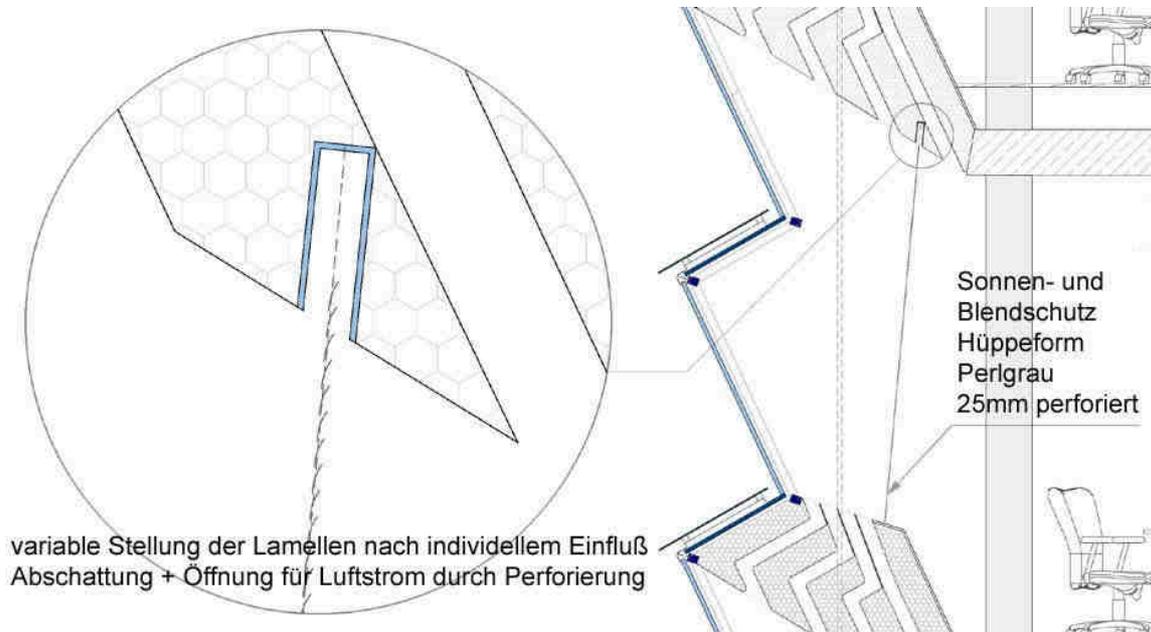


Abbildung 208: Blendschutz im Süden

7.8.3.1 seitlicher Blendschutz

In großen Räumen ist ein seitlicher Blendschutz äußerst wichtig. Da die Lamellen auch händisch bedienbar sind, kann es vorkommen, dass nur in manchen Feldern in der Südzone der Blendschutz aktiviert ist, während andere Felder besonnt sind. Um den erforderlichen seitlichen Blendschutz für kleine Einheiten zu gewährleisten, werden an der Außenseite der Pflanzenpufferräume in Ost- bzw. Westrichtung ebenfalls individuell bedienbare Blendschutzscreens angebracht.

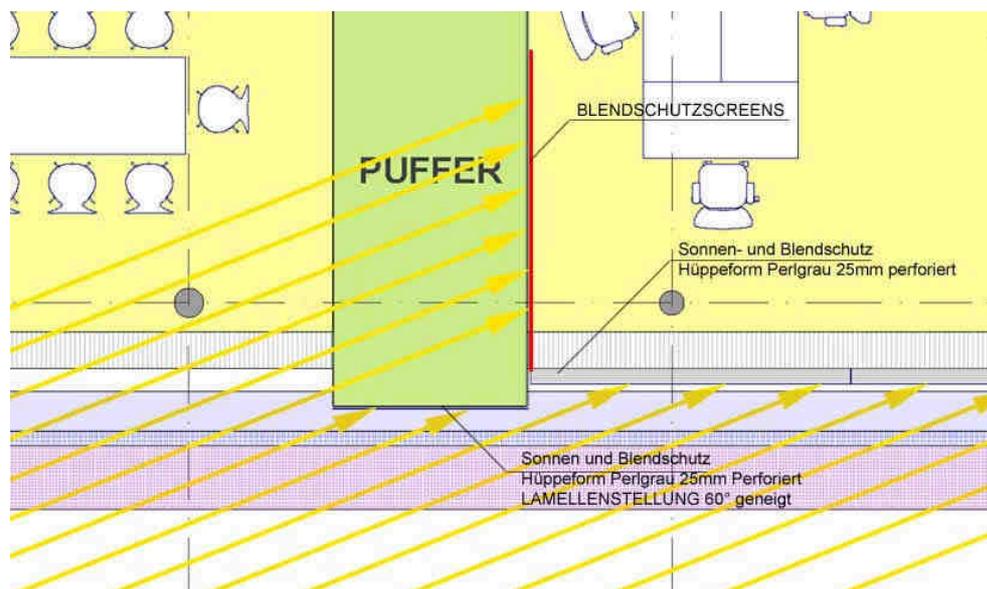


Abbildung 209: Seitlicher Blendschutz in der Südzone

7.8.4 Sonnenschutz

Im Norden ist gegen den Eintrag an diffuser Wärmestrahlung im Sommer eine Außenjalousie vorgesehen. Ohne diese kommt es im Sommer in Nordbüros (übrigens auch bei kleinen Fenstern) zu unbehaglicher Wärmeabstrahlung im Fensterbereich.

Der Sonnenschutz sitzt bündig in der Fassade, wobei hinter den Jalousien-Kästen ein hochwertigerer Dämmstoff mit besserem Lambda Wert zum Einsatz kommt.

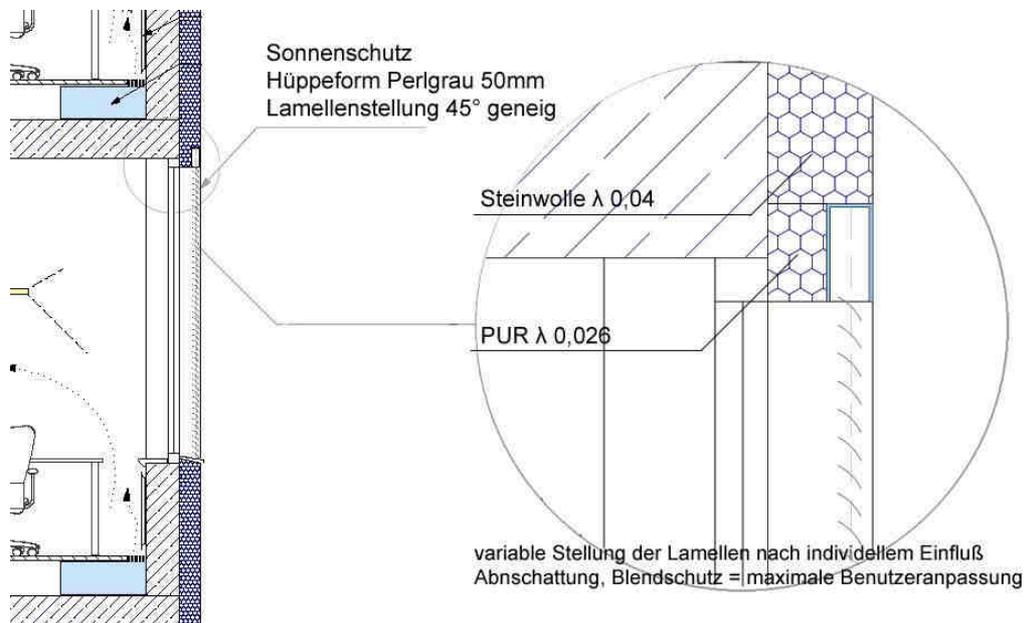


Abbildung 210: Sonnenschutz in den Nordbüros

Die Südbereiche können dank der speziellen Fassade ohne außen liegenden Sonnenschutz ausgeführt werden. Wie vor erwähnt, befindet sich zum Fassadenluftraum hin eine äußerst kostengünstige Innenjalousie aus gelochten Metalllamellen, die neben dem Blendschutz auch Abschattung, Luftströmungsberuhigung und Lichtlenkung in einem übernehmen wird.

s. Kap. 7.8.3.

In der thermischen Simulation wurde auch eine Variante mit außen liegendem Sonnenschutz im Südbereich durchgeführt. s. Kap. 6.2 und 6.4.1.2. Diese erreicht im Südbereich annähernd gleiche Verhältnisse wie in den Nordbüros und einen äußerst geringen Kühlenergiebedarf. Da jedoch die Kühlung über Grundwasser erfolgt, ist die tatsächlich erzielte Energieeinsparung Strom äußerst gering, nicht nennenswert. Gleiche Ergebnisse für den Südbereich lassen sich ohne außen liegenden Sonnenschutz aber mit etwas höherer Kühlung erreichen. Auch hier ist der Strommehrbedarf nicht nennenswert, obwohl nominell ein deutlich erhöhter Kühlenergiebedarf resultiert. s. Kap. 6.2

7.9 Natürliche Lüftung

Für eine natürliche Durchlüftung des Gebäudes ist ein großer Höhenunterschied und die Möglichkeit querzulüften von essentieller Bedeutung. Weiters ist es wesentlich, dass die Abluftklappe wenn möglich auf der beschatteten Seite liegt. Dadurch wird die Kaminwirkung weiter verstärkt.

Die Südfassade ist aus diesem Grund so gesetzt, dass unten über die gesamte Länge Zuluft eingebracht werden kann und oben- ebenfalls über die gesamte Länge- Abluftklappen vorgesehen sind. In Kombination mit den Lüftungsflügeln im Norden können so die gesamten Bürogeschosse wirkungsvoll und rasch natürlich durchlüftet werden.

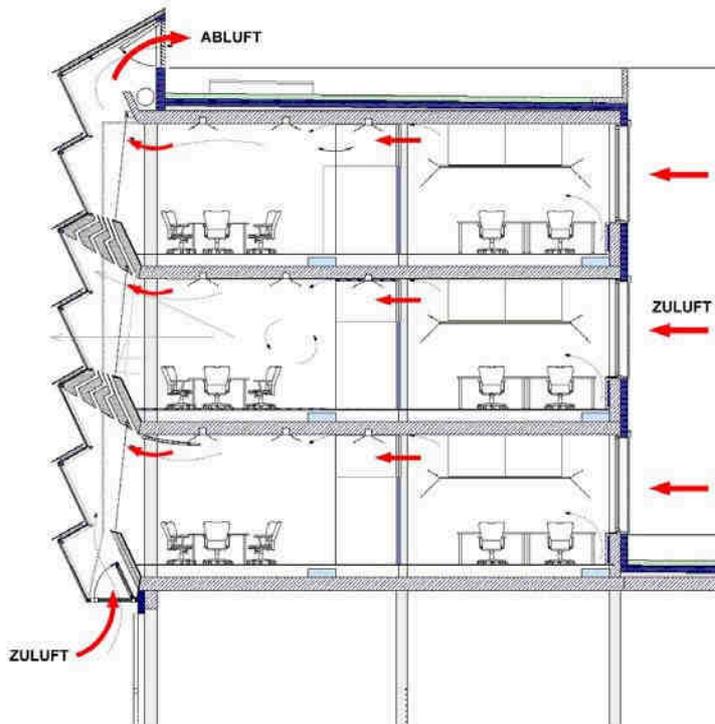


Abbildung 211: Natürliche Belüftung

Für den erreichbaren nächtlichen Luftwechsel sind natürlich auch Faktoren wie Hauptwindrichtungen wesentlich. Am genannten Standort herrschen Winde aus WNW und SO laut Abbildung 212 [1] vor. Es wird erwartet, dass ein Wind aus Nordwest oder Westnordwest auf der nordseitigen Fassade steht, Luft in das Gebäude drückt, während ein Wind aus SO einen Sog an der Spitze der Südfassade erzeugt und im oberen Abluftbereich Luft aus dem Gebäude saugt.

Über diese Strömungsverhältnisse und die Höhe des natürlichen Luftwechsels bei unterschiedlichen Winden könnte aber nur eine Untersuchung im Windkanal letztlich Auskunft geben.

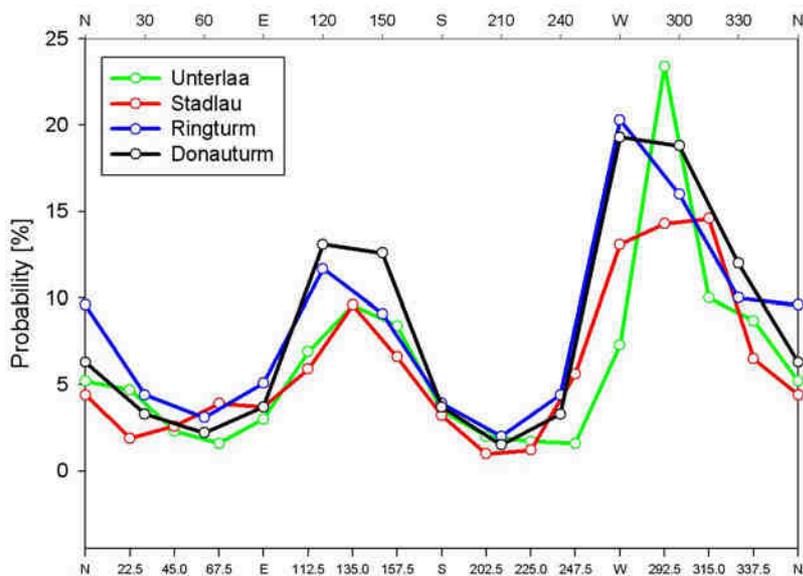


Abbildung 212: Hauptwindrichtungen in Wien, relevant ist Schwarz

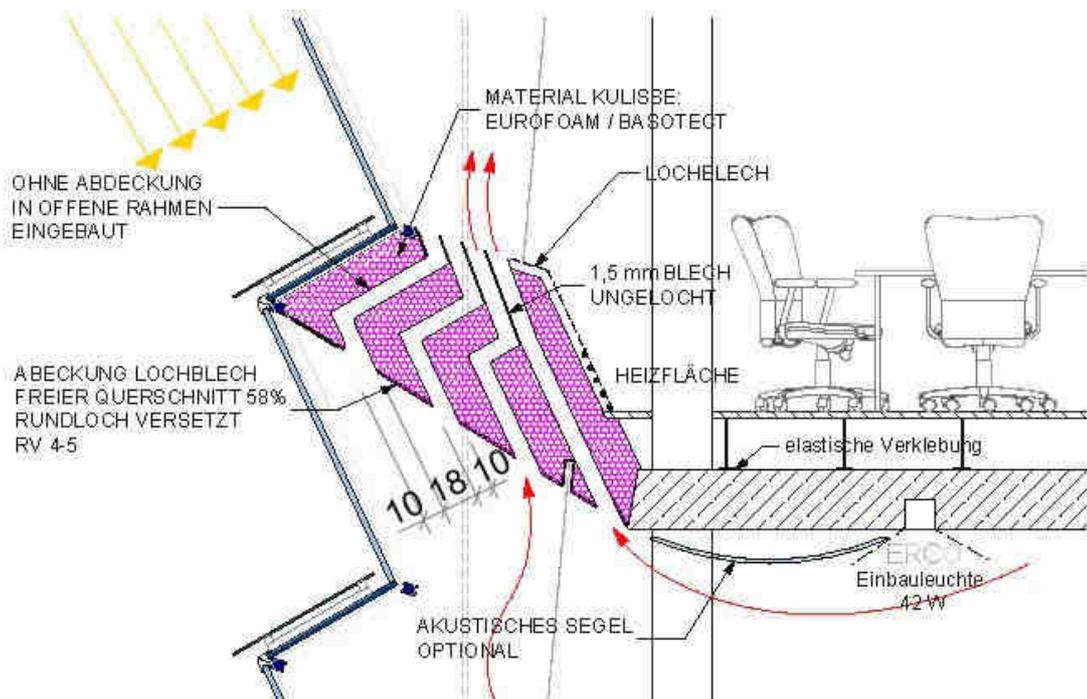


Abbildung 213: Kulissenschalldämpfer

7.10 Schallschutz

Der offene Luftraum an der Fassade bringt ein gewisses Maß an Schallübertragung zwischen den Geschossen im Südbereich. Dafür mussten spezielle Lösungen erarbeitet werden. 2 Arten der Problemlösung wurden näher behandelt und den Simulationen zugrunde gelegt.

Im Luftraum wird ein speziell entworfener Kulissenschalldämpfer eingesetzt. Dies gewährleistet das freie Strömen der Luft und gleichzeitig eine Einfügungsdämpfung von ca. 18 dB

Er besteht aus Metallrippen, die an den sichtbaren Seiten mit Lochblech verkleidet sind, und mit einem schallschluckenden Material (z.B.: Steinwolle oder EUROFOAM/BASOTECT) ausgefüllt sind

Temporär kann anstelle dessen oder auch zusätzlich so genanntes "rosa Rauschen" (synthetisch erzeugt, ähnlich Meeresrauschen) eingesetzt werden. Diese in den Vereinigten Staaten sehr verbreitete Maßnahme für Großraumbüros hebt den Grundgeräuschpegel durch Einspielung eines Rauschens, dadurch wird die Sprachverständlichkeit mit zunehmender Entfernung der Personen voneinander vermindert.

Ebenso vermindert sich die Wahrnehmbarkeit des Summens der zahlreichen elektrischen Geräte. Statt rosa Rauschen soll bei sunny research das echte Rauschen der ankommenden und abgehenden Wellen verwendet werden.

Es ist wesentlich, dass diese Maßnahme in Teilbereichen und temporär verwendet werden kann und der manuellen Steuerung der Nutzer durch Ein- und Ausschalten unterliegt. Über die positive Wirkung der Einspielung von psychologisch positiv besetzten Geräuschen zur Dämpfung der Wahrnehmbarkeit des nicht unerheblichen Gerätelärms (PCs, Drucker, Kopierer, etc.) wurde im Forschungsprojekt nicht weiter recherchiert.

Die Form dieses Schalldämpfers wurde speziell entwickelt, anbei noch einige Skizzen früherer Entwicklungsstufen.

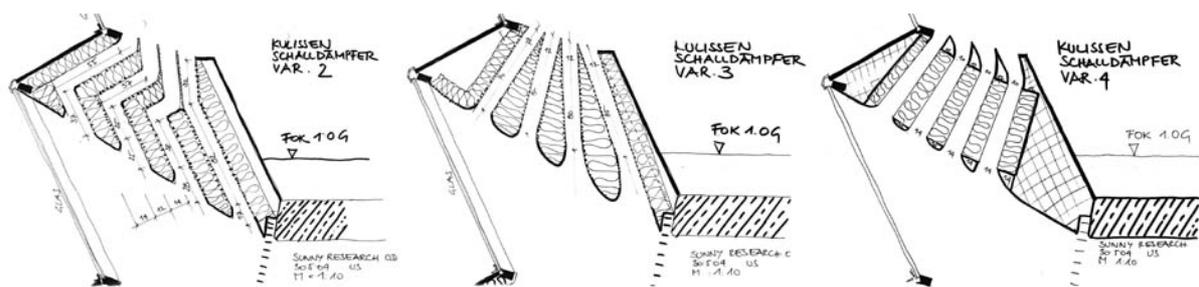


Abbildung 214: Entwicklungsstufen des Kulissenschalldämpfers

Wenn eine hohe schalltechnische Abschottung der Geschoße voneinander erforderlich ist, die in etwa dem Schallschutz einer Geschoßdecke entsprechen soll, so kann der Luftraum nicht mehr durchgehend ausgebildet werden.

Es ist jedoch innerhalb des Konzeptes ohne wesentliche Verluste möglich auch Geschoßweise zu trennen. Der Luftraum an der Fassade beschränkt sich dann auf jeweils ein Geschoß, die Innenjalousie bleibt wie vorgesehen, und jeweils im Brüstungsbereich des darüber liegenden Geschoßes wird die Abluft geführt. Eine mögliche Ausbildung dieses Bereiches ist in Abbildung 213 im Detail dargestellt.

7.11 Raumakustik

Der Deckenaufbau mit Doppelboden und sichtbarer Betondecken- Untersicht erfordert präzise Maßnahmen zur Sicherung der akustischen Behaglichkeit. Dazu wurden vom Experten für Akustik, Dr. Quiring, folgende spezielle Anforderungen gestellt:

Boden:

Beim Doppelboden ist die Verklebung der Stützlager mit dem Untergrund ein wesentliches Kriterium. Bei (hart-) elastischer Verklebung ist ein Trittschalldämmmaß L'_{nT} von ca. 48 dB erreichbar, was mit den Werten für den Wohnbau annähernd übereinstimmt.

Für den Einsatz von Teppichbelag gibt es folgende Vorgaben:

bei „harten“ Qualitäten wie Rips u. glw. ist die Betonuntersicht ca. 2° anzustellen

bei „weichen“ Qualitäten (dick, getuftet) kann diese Anstellung vorbehaltlich einer akustischen Prüfung des Materials entfallen

Der Einsatz von Linoleum oder Parkett als Bodenoberfläche ist bei entsprechenden Absorberflächen an Wand und Decke denkbar, aber gesondert im Gesamtsystem zu prüfen.

Absorberflächen Decke- Wand:

Wegen des großen zusammenhängenden Raumkontinuums und des hohen Anteils an schallharten Oberflächen sind Absorberflächen in folgender Art anzubringen:

Gesamtfläche der Absorber ca. 6 - 8m²/ je 25 - 30m² Großraum (das entspricht ca. einer 5,0m-Achse).

diese Flächen sind idealer weise von der Decke abgehängt, konvex entsprechend der gedachten Luftführung geformt und über die ganze Raumlänge durchgehend. Bsp. Ausführung als Metallpaneel mit feiner Lochung mit Akustikvliesauflage von mindestens 15mm.

Die Absorberflächen können auch auf andere wirksame Oberflächen des Großraums verteilt werden.

Im Projekt wird vorgeschlagen eine „Grundausstattung“ an Absorberflächen so anzubieten, dass Synergien und damit Kosteneinsparungen bei der Investition wirksam werden:

Brüstungsflächen raumseitig durchgehend mit ca. 3 m² je 5,0m - Achse. Diese Flächen aus Bsp. Lochblech dienen gleichzeitig als Heizflächen (Heizrohre innenseitig geklipst)

Deckenpaneel über der Gangfläche entlang der Trennwand zu den Nordbüros durchgehend mit ca. 7m² je 5,0m-Achse. Dieses Paneel dient gleichzeitig als Luftführung für die Überströmung aus der Nordzone.

Bei Entfall der Deckensegel ist die Rohdecke jedenfalls mit 2° anzustellen. Bei erhöhten Ansprüchen (z.B. sensible Besprechungszonen, zweigeschossige Raumlösungen, etc.) können Deckensegel jederzeit als Ausstattungselement nachgerüstet werden.

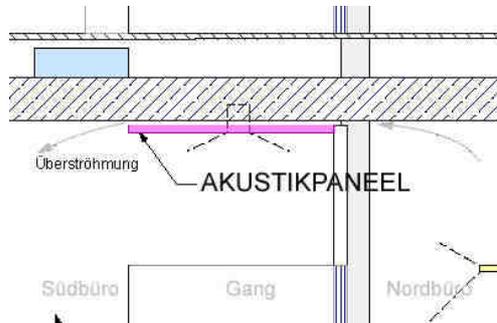


Abbildung 215: Akustikpaneel über dem Gangbereich

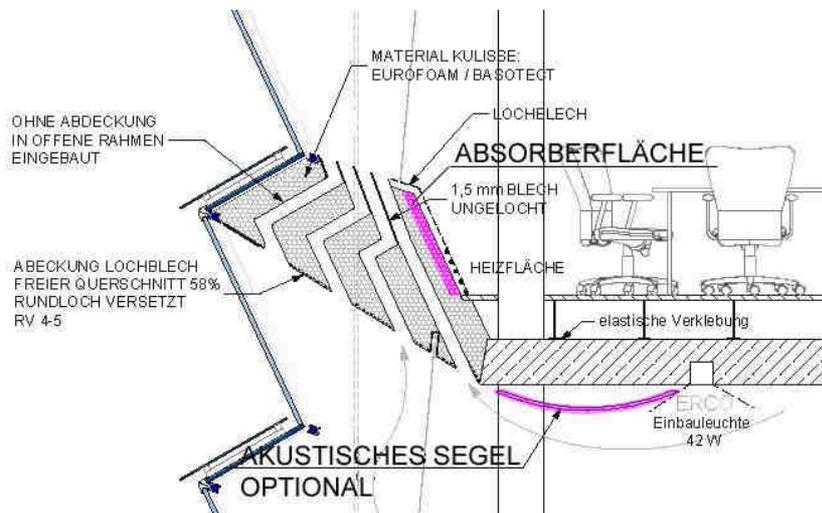


Abbildung 216: Akustikflächen an der Südseite

7.12 thermische Hülle

7.12.1 Aufbauten

	Bauteilschicht	d	ρ	λ	cp	R	U-Wert
		[m]	[kg/m³]	[W/mK]	[kJ/kgK]	[m²K/W]	[W/m²K]
AW1	Kunststoffschicht	0,005	1200	0,700	1,00	0,007	0,237
	EPS	0,160	15	0,041	1,45	3,902	
	Beton B225	0,250	2300	1,900	1,08	0,132	
	Spachtelung	0,005	2000	1,400	1,10	0,004	
		0,420					
AW2	Kunststoffschicht	0,005	1200	0,700	1,00	0,007	0,237
	EPS	0,160	15	0,041	1,45	3,902	
	Beton B225	0,250	2300	1,900	1,08	0,132	
	Spachtelung	0,005	2000	1,400	1,10	0,004	
		0,420					
GRÜNDACH	Humusschicht	0,080	1900	1,800	1,05	0,044	0,197
	Vlies	0,003	-	-	-	-	
	Schüttung (Split)	0,040	1800	0,700	1,00	0,057	
	Vlies	0,005	-	-	-	-	
	Bitumen-Dachdichtung	0,005	1050	0,170	0,96	0,029	
	Bitumen-Dachdichtung	0,003	1050	0,170	0,96	0,018	
	steinodur WDK LD WLG-035	0,160	30	0,035	1,40	4,571	
	bituminöse Dampfsperre	0,002	1050	0,170	0,96	0,012	
	Pormex-Voranstrich	-	-	-	-	-	
	Gefällebeton	0,060	2000	1,300	1,08	0,046	
	Stahlbetondecke	0,300	2300	2,300	1,08	0,130	
	Spachtelung	0,005	2000	1,400	1,10	0,004	
	0,663						
GESCHD	Parkett	0,004	800	0,200	1,00	0,020	1,495
	Holzspanplatte	0,036	800	0,200	2,50	0,180	
	Luftschicht waagrecht	0,260	-	-	-	-	
	Beton B225	0,300	2300	1,900	1,08	0,158	
	Spachtelung	0,005	2000	1,400	1,10	0,004	
	0,605						
ZWSCHACHT	Spachtelung	0,005	2000	1,400	1,10	0,004	2,097
	Beton B225	0,150	2300	1,900	1,08	0,158	
	Luftschicht	0,350	-	-	-	-	
	Beton B225	0,150	2300	1,900	1,08	0,158	
	Spachtelung	0,005	2000	1,400	1,10	0,004	
	0,660						
TWNORD	Bauplatten RB 12,5	0,012	700	0,210	1,20	0,057	0,473
	ISOVER-Trennwand	0,075	14	0,041	1,03	1,829	
	Bauplatten RB 12,5	0,012	700	0,210	1,20	0,057	
	0,099						
TWGLAS	Glas	0,004	2500	1,000	0,75	0,004	5,464
	Epoxy	0,001	1140	0,200	1,00	0,005	
	Glas	0,004	2500	1,000	0,75	0,004	
	0,009						

7.12.2 Exkurs: verbesserte Hülle, Kosten/Nutzenvergleich

Im Zuge der thermischen Gebäudesimulation wurden die energetischen Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen zur Verbesserung der Gebäudehülle bewertet. Auf Basis dieser Untersuchungen kann nun für jede Maßnahme die Mehrkosten an Material und die resultierende Kosteneinsparung durch einen geringeren Heizwärmebedarf (HWB) gegenübergestellt werden. Daraus ergibt sich der Amortisationszeitraum. Als Vergleich dient die Variante Standard mit einem Heizwärmebedarf von 26,7 kWh/(m²NFLa) und folgenden Kosten.

Variante Standard		
Nutzfläche OG2-4	1868,16 m ²	
HWB + Verteilverluste	27,2 [kWh/(m ² _{NFLa})]	50.813,95 [kWh/a]
Strombedarf Wärmepumpe	5,71 [kWh/(m ² _{NFLa})]	10.670,93 [kWh/a]
Hilfsenergie Winter+Sommer	12,89 [kWh/(m ² _{NFLa})]	24.080,58 [kWh/a]
Endenergiebedarf ohne Beleuchtung	18,602 [kWh/(m²_{NFLa})]	34.751,51 [kWh/a]
Kosten Wien Strom	0,0794 [€/kWh]	
Energiekosten ohne Beleuchtung	1,48 [€/m²_{NFLa}]	2.759,27 [€/a]

Aus dem Heizwärmebedarf von 26,7 kWh/(m²NFLa) und den Verteilverluste von 0,5 kWh/(m²NFLa) errechnet sich mit einer Erzeugeraufwandszahl von 0,21 der Strombedarf für die Wärmepumpe mit 5,71 kWh/(m²NFLa) und die Hilfsenergie für den Winter und den Sommerbetrieb. Zählt man nun den Energiebedarf für die Wärmepumpe und die Hilfsenergie zusammen ergibt das den Endenergiebedarf ohne Beleuchtung für das Objekt.

Daraus resultieren bei Energiekosten von knapp 8cent gesamte Jahresenergiekosten ohne Beleuchtung für die Standardvariante von ca. 2700 €

7.12.2.1 mehr Dämmung

Als erste Maßnahme wurde die Verbesserung der opaken Gebäudehülle untersucht. Dabei ist die Wärmedämmung an der Außenwand von der im Gründachaufbau zu unterscheiden.

Für die Außenwand wurde ein expandiertes Polystyrol (EPS-F) mit einer Stärke von 16cm in der Variante Standard und 25cm in der verbesserten Variante 1a verwendet. Die dabei in Rechnung gestellte Gebäudehüllfläche beträgt 748m².

Die Kosten dieser Maßnahme wurden auf Grundlage der K7-Blätter des HdZ Schlussberichtes „Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau“ von Schöberl und Pöll OEG ermittelt.

Die Preise für das Dämmmaterial wurden auf Grund der Auskunft der Fa. Steinbacher Dämmstoffe eingesetzt.

AW1	m ²	€/m ²	€
WD EPS 16cm	748	26,00	19.450,39
WD EPS 25cm	748	32,84	24.561,05
WD EPS Differenz 9cm	748	6,83	5.110,65

Durch die Steigerung der Dämmstärke von 16cm auf 25cm ergeben sich Mehrkosten von ca. 5.111€.

Für den Gründachaufbau wurde ein extrudiertes Polystyrol (XPS) mit einer Stärke von 16cm in der Variante Standard und 25cm in der verbesserten Variante 1a verwendet. Die dabei in Rechnung gestellte Dachfläche beträgt 700m².

Der Listenpreis wurde der Fa. Saint-Gobain Isover Austria GmbH entnommen und auf entsprechende Preise wie sie im Zuge der Ausführung angeboten werden umgerechnet. Es handelt sich dabei um reine Materialpreise.

Gründach	m ²	€/m ²	€
WD XPS 16cm	700	25,97	18.180,12
WD XPS 25cm	700	40,58	28.406,44
WD XPS Differenz 9cm	700	14,61	10.226,32

Durch die Steigerung der Dämmstärke von 16cm auf 25cm ergeben sich Mehrkosten von ca. 10.226€.

Für beide Maßnahmen muss man also rund 15.337 € berechnen. Demgegenüber steht eine Reduktion des Heizwärmebedarfs von 3,3 kWh/(m²NFLa).

Variante 1a Dämmung

Nutzfläche OG2-4	1868,16 m ²	
HWB + Verteilverluste	23,9 [kWh/(m ² _{NFLa})]	44.649,02 [kWh/a]
Strombedarf Wärmepumpe	5,02 [kWh/(m ² _{NFLa})]	9.376,30 [kWh/a]
Hilfsenergie Winter+Sommer	12,50 [kWh/(m ² _{NFLa})]	23.352,00 [kWh/a]
Endenergiebedarf ohne Beleuchtung	17,52 [kWh/(m ² _{NFLa})]	32.728,30 [kWh/a]
Kosten Wien Strom	0,0794 [€/kWh]	
Energiekosten ohne Beleuchtung	1,39 [€/m ² _{NFLa}]	2.598,63 [€/a]

Die Kosteneinsparung im Vergleich zur Variante Standard beträgt 160,64 €/Jahr, wodurch sich ein Amortisationszeitraum von 96 Jahren ergeben würde.

Dieser Zeitraum kann auf keinen Fall in Betracht gezogen werden, da er weit höher liegt als der Nutzungszeitraum des Gebäudes. Es wurde daher nach einer Alternative gesucht. Diese kann in der Verwendung von expandiertem Polystyrol mit erhöhter Druckspannung, z.B. EPS-W25 statt des ursprünglich vorgesehenen XPS im Gründachaufbau liegen.

Durch die geringeren Kosten dieses Materials kann bei einer Steigerung der Dämmstärke von 16cm auf 25cm sogar noch eine Minderpreis der Wärmedämmung auf dem Dach von 18.180€ auf 14.289€, das sind - 3.891€, erreicht werden. Dieser steht dem vorgenannten Mehrpreis WD an der Fassade gegenüber.

In einer gemeinsamen Betrachtung von Wand und Dach (mit der Qualitätsreduktion EPS Ausführung) liegt der Amortisationszeitraum bei unter 8 Jahren.

Die Preise wurden von der Fa. Steinbacher Dämmstoffe zur Verfügung gestellt.

Variante 1a Dämmung

Kosteneinsparung im Vergleich zur Variante Standard	160,64 [€/a]
Mehrkosten im Vergleich zur Variante Standard	15.336,97 €
Amortisation	95,47 Jahre
Kosten durch 25cm EPS-W25 im Gründachaufbau	1.219,28 €
Amortisation bei 25cm EPS-W25	7,59 Jahre

7.12.2.2 bessere Fenster Nord

Wie schon bei der Verbesserung der Gebäudehülle durch die Erhöhung der Dämmstärke wurde auch untersucht, welche energetische Auswirkung lediglich die Verbesserung der Qualität der Fenster in der Nordfassade hat.

Dazu wurden die Fenster der Variante Standard, mit einem Wärmedurchgangskoeffizient über das gesamte Fenster betrachtet, $UW = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, durch Passivhausfenster mit einem $UW = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ersetzt.

Die Kosten basierend auf den Daten aus „Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau“ von Schöberl und Pöll OEG zusammengestellt.

Fenster Nord	m ²	€/m ²	€
U=1,1 / 38dB	102,62	220	22.576,40
U=0,8 / 38dB	102,62	295	30.272,90
Differenz	102,62	75	7.696,50

Für die Verbesserung der Fensterqualität an der Nordseite ergeben sich Mehrkosten von ca. 7.697€. Demgegenüber steht eine Reduktion des Heizwärmebedarfs von 7,7 kWh/(m²NFLa).

Variante 1b Fenster Nord

Nutzfläche OG2-4	1868,16 m ²	
HWB + Verteilverluste	19,5 [kWh/(m ² _{NFLa})]	36.429,12 [kWh/a]
Strombedarf Wärmepumpe	4,10 [kWh/(m ² _{NFLa})]	7.650,12 [kWh/a]
Hilfsenergie Winter+Sommer	11,65 [kWh/(m ² _{NFLa})]	21.764,06 [kWh/a]
Endenergiebedarf ohne Beleuchtung	15,75 [kWh/(m ² _{NFLa})]	29.414,18 [kWh/a]
Kosten Wien Strom	0,0794 [€/kWh]	
Energiekosten ohne Beleuchtung	1,25 [€/m ² _{NFLa}]	2.335,49 [€/a]

Die Kosteneinsparung im Vergleich zur Variante Standard beträgt 423,78 €/Jahr, wodurch sich die Mehrkosten nach ca. 18 Jahren amortisieren würden.

Variante 1b Fenster Nord

Kosteneinsparung im Vergleich zur Variante Standard	423,78 [€/a]
Mehrkosten im Vergleich zur Variante Standard	7.696,50 €
Amortisation	18,16 Jahre

7.12.2.3 bessere Fenster Süd

Eine weitere Maßnahme zur Steigerung der Qualität der Gebäudehülle könnte die Verbesserung der Glasfassade an der Südseite sein. Dafür wurde eine Verbesserung der Tragkonstruktion (Pfosten- Riegelbauweise) von $U = 1,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auf $U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und eine Verbesserung der Verglasung von $UG = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auf $UG = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen.

Die Kosten wurden bei der Fa. Alu König Stahl und der Fa. Raico erfragt. Hierbei handelt es sich jedoch lediglich um grobe Schätzkosten, da die endgültigen Preise stark von der tatsächlichen Ausführung abhängen.

Glasfassade	m ²	€/m ²	€
UR=1,45/UG=1,1	1225	350	428.750,00
Paneel	495	350	173.250,00
UR=1,1/UG=0,7	730	525	383.250,00
Differenz	1225		127.750,00

Den hohen Mehrkosten von ca. 127.750€ steht eine geringe Einsparung des Heizwärmebedarfs von 4,1 kWh/(m²NFLa) gegenüber. Diese geringe Einsparung trotz der großen Fläche liegt darin begründet, dass mit der besseren Verglasung der G-Wert schlechter wird, und damit auch die solaren Gewinne der Fassade im Winter geschmälert werden.

Variante 1c Südfassade

Nutzfläche OG2-4	1868,16 m ²	
HWB + Verteilverluste	23,1 [kWh/(m ² _{NFLa})]	43.154,50 [kWh/a]
Strombedarf Wärmepumpe	4,85 [kWh/(m ² _{NFLa})]	9.062,44 [kWh/a]
Hilfsenergie Winter+Sommer	12,28 [kWh/(m ² _{NFLa})]	22.941,00 [kWh/a]
Endenergiebedarf ohne Beleuchtung	17,13 [kWh/(m ² _{NFLa})]	32.003,45 [kWh/a]
Kosten Wien Strom	0,0794 [€/kWh]	
Energiekosten ohne Beleuchtung	1,36 [€/m ² _{NFLa}]	2.541,07 [€/a]

Durch das Ungleichgewicht von Mehrkosten zur Reduktion des HWB, beträgt die Kosteneinsparung im Vergleich zur Variante Standard nur 218,20 €/Jahr, wodurch sich der Mehraufwand erst nach 586 Jahren amortisieren würde.

Variante 1c Südfassade

Kosteneinsparung im Vergleich zur Variante Standard	218,20 [€/a]
Mehrkosten im Vergleich zur Variante Standard	127.750,00 €
Amortisation	585,48 Jahre

7.12.2.4 bessere Gesamthülle

Als letzte Variante wird die Kombination aller thermischen Verbesserungen der Gebäudehülle betrachtet. Die energetische Einsparung gegenüber der Variante Standard beträgt in diesem Fall 13,5 kWh/(m²NFLa) wodurch der HWB auf 13,2 kWh/(m²NFLa) sinkt und damit Passivhausstandard erreicht wird.

Variante 1d Passivhaus

Nutzfläche OG2-4	1868,16 m ²	
HWB + Verteilverluste	13,7 [kWh/(m ² _{NFL} a)]	25.593,79 [kWh/a]
Strombedarf Wärmepumpe	2,88 [kWh/(m ² _{NFL} a)]	5.374,70 [kWh/a]
Hilfsenergie Winter+Sommer	10,80 [kWh/(m ² _{NFL} a)]	20.176,13 [kWh/a]
Endenergiebedarf ohne Beleuchtung	13,68 [kWh/(m ² _{NFL} a)]	25.550,82 [kWh/a]
Kosten Wien Strom	0,0794 [€/kWh]	
Energiekosten ohne Beleuchtung	1,09 [€/m ² _{NFL} a]	2.028,74 [€/a]

Betrachtet man die reine Qualitätssteigerung der Bauteilkomponenten um einen Passivhausstandard zu erreichen, Erhöhung der Dämmstärke von 16cm auf 25cm, den Tausch der Fenster in der Nordfassade und der Glasfassade an der Südseite zeigt sich, dass die Ersparnis durch die Reduktion des HWB in keiner Relation zu den Mehrkosten der Maßnahmen steht. Die Kosteneinsparung im Vergleich zur Variante Standard beträgt 730,53€/a wodurch sich eine Amortisation erst nach 206 Jahren ergeben würde. Selbst bei Einsatz von EPS-W25 im Gründachaufbau würde es 187 Jahre dauern bis sich die Mehrkosten amortisieren.

Variante 1d Passivhaus

Kosteneinsparung im Vergleich zur Variante Standard	730,53 [€/a]
Mehrkosten im Vergleich zur Variante Standard	150.783,47 €
Amortisation	206,40 Jahre
Mehrkosten durch EPS-W25 im Vergleich zur Variante Standard	136.665,78 €
Amortisation	187,08 Jahre

Es ist also notwendig nach weiteren Alternativen zu suchen. Den höchsten Kostenanteil, bei nur geringer Reduktion des HWB (4,1 kWh/(m²NFLa)) hat die Qualitätssteigerung der Glasfassade an der Südseite des Gebäudes. Nahe liegend ist es also die Glasfassade zu belassen und einen anderen Teil der Gebäudehülle soweit thermisch zu verbessern, dass Passivhausstandard erreicht wird.

Da die Fenster an der Nordfassade bereits Passivhausqualität hatten, konnte diese Verbesserung nur durch eine weitere Erhöhung der Wärmedämmung erzielt werden.

Mit einer Erhöhung der Dämmstärke in Wand und Dach auf 35cm ist es möglich den HWB unter 15 kWh/(m²NFLa) zu reduzieren.

Nachfolgend werden zwei Varianten verglichen.

Variante 1d-1: 35cm EPS-F im Wandaufbau und 35cm XPS in der Gründachkonstruktion

Variante 1d-2: 35cm EPS-F im Wandaufbau und 35cm EPS-W25 in der Gründachkonstruktion

Erhöhung der Dämmstärke

Variante 1d-1 Passivhaus	39.002,42 €
Amortisation	53,39 Jahre
Variante 1d-2 Passivhaus	19.237,65 €
Amortisation	26,33 Jahre

Die Amortisationszeit beider Varianten ist mit deutlich über 15 Jahren für einen Investor zu hoch.

sunny research ist allerdings in seiner Standardvariante mit individuell regelbaren Heizpanneelen im Brüstungsbereich ausgestattet. Bei der geringen Heizleistung, die im Passivhaus erforderlich ist, könnte jedoch problemlos auf diese Paneele verzichtet werden. Die mangelnde individuelle Regelbarkeit müsste und könnte in Kauf genommen werden.

Die notwendige Heizleistung kann in unserem Fall mit der Lüftungsanlage und der Bauteilaktivierung gedeckt werden. Durch das Weglassen der zusätzlichen Heizpaneele können 32€/m²NFL den Mehrkosten gegen gerechnet werden.

Folgende Varianten wurden untersucht:

Bei der ersten Variante wurden lediglich die Heizpaneele in den nordseitigen Büros weggelassen, da auch nur dort aus Sicht der Heizleistung PH-Qualität erzielt würde.

Es handelt sich um 764,19m² Nutzfläche wodurch 24.454€ von den Mehrkosten abgerechnet werden können.

Verzicht auf die Heizpaneele in den nordseitigen Büros

Variante 1d-2 Passivhaus	-5.216,43 €
Amortisation	-7,14 Jahre

Bereits durch diese Maßnahme kann eine negative Performance von 7 Jahren erzielt werden.

Bei der zweiten Variante wurden alle Heizpaneele weggelassen. Da die Südfassade jedoch nicht Passivhausqualität besitzt, darf ein eventueller Kaltluftabfall nicht unberücksichtigt bleiben. Es müsste in der Strömungssimulation überprüft werden, wie weit und ob dieser alleine mit einer günstigen Stellung der Innenjalousie verhindert werden kann.

Verzicht auf die gesamten Heizpaneele

Variante 1d-2 Passivhaus	-40.543,47 €
Amortisation	-55,50 Jahre

Durch das Gegenrechnen der Kosten für die Heizpaneele der gesamten Nutzfläche, (59.781,12€) ist die Kosteneinsparung sogar noch höher.

7.12.2.5 Conclusio verbesserte Hülle:

Zu empfehlen ist also die Verbesserung der thermischen Gebäudehülle auf 35 cm WD und der Nordfenster auf PH-Standard ohne eine Verbesserung der Glasfassade im Süden da diese zu hohe Kosten verursachen würde, und der Verzicht auf die zusätzlichen Heizpaneele in den Nordbüros. Es muss beachtet werden, dass für die angegebenen Amortisationszeiten eine Qualitätsreduktion der Wärmedämmung auf dem Dach von XPS zu EPS erforderlich ist.

Sowohl diese als auch der Entfall der Heizpaneele Nord scheint vertretbar.

Der Entfall der Heizpaneele Nord würde gegenüber der Variante Standard unter den oben genannten Prämissen bereits eine Kosteneinsparung bringen.

Der gänzliche Entfall der Heizpaneele würde gegenüber der Variante Standard unter den oben genannten Prämissen eine noch höhere Kosteneinsparung bringen. Ob im Süden die Heizpaneele jedoch weggelassen werden können, müsste noch geprüft werden.

7.13 technische Umsetzung

7.13.1 Fenster und opake Lüftungsklappen

7.13.1.1 thermische Verluste/Gewinne

Neben der reinen Größe sollten Fenster immer als Bauteile für sich optimiert werden. Die Parameter Überdämmung des Rahmens, Scheibengröße, Rahmenanteil sind entscheidend für die energetische Optimierung des Fensterbauteiles.

Wenn man nur die Verlustseite betrachtet ist das Fenster weitaus der energetisch schwächste Bauteil der Fassade. Egal ob bei Niedrigenergiehaus- oder Passivhausbauweise, der Unterschied im U-Wert zur opaken Wand ist immer sehr groß.

Im Passivhaus beispielsweise hat die Wand üblicherweise einen U-Wert von 0,15 W/(m²K), während das Fenster mit 0,8 zu Buche schlägt, also 6mal schlechter. Das Fenster weist allerdings auch (selbst nach Norden) solare Gewinne auf, die diese Bilanz wieder verbessern, auf einer unverschatteten Südseite bei U = 0,8 sogar umkehren- Mehr Strahlungsgewinne als Transmissionsverluste.

Das Fenster selbst besteht aus opaken und transparenten Teilen. Sein Wärmeverlust setzt sich zusammen aus den Verlusten der Rahmenteile, des Glases und der Wärmebrücken des Glasrandverbundes und des Fenstereinbaues.

Glas und Rahmen haben bei moderner Technologie meist ähnliche Werte U= ca. 0,7 W/(m²K).

Daraus ergibt sich, dass ein Fenster umso besser ist, je kleiner der Rahmenanteil im Verhältnis zur Gesamtfläche ist, denn das Glas erzielt mit dem gleichen U-Wert Verluste und Gewinne, der Rahmen jedoch nur Verluste.

Optimal sind also möglichst große Scheiben mit möglichst geringem Rahmenanteil (Fixverglasung)

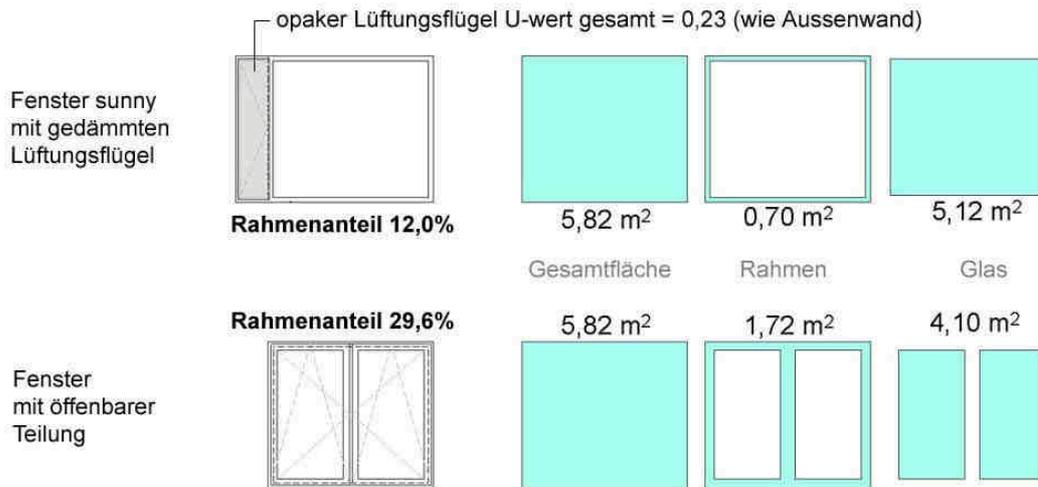


Abbildung 217: Gegenüberstellung der Rahmenanteile, Glas- und Gesamtflächen

7.13.1.2 Optimierung Tageslichtausbeute

Die Wärmegewinne sind auf der Nordseite nicht so bedeutend, es gibt allerdings noch einen weiteren Gewinn, der sehr wesentlich ist: das Licht.

In unserem Beispiel haben wir mit einer Fixverglasung eine Glasfläche von 5,12m², im Vergleich dazu hat ein öffnbares Fenstern 4,10m² Glasfläche, das heißt wir haben mit gleichem U-Wert ca.25% mehr Tageslicht.

Der Rahmen wird vollständig überdämmt, so dass von außen nur mehr die reine Glasfläche zu sehen ist. Neben dem ästhetischen Aspekt können so alle Bauteile ihre Qualitäten voll ausspielen (siehe Abbildung 217).

7.13.1.3 free cooling

Um free cooling zu realisieren werden in Bürogebäuden meistens die Fenster gekippt. Dies aus Gründen der Unwettersicherheit.

Das Ergebnis ist: der gekippte Flügel erlaubt nur sehr geringen Luftwechsel, Sturmsicherheit ist trotzdem nicht gewährleistet. (Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.)

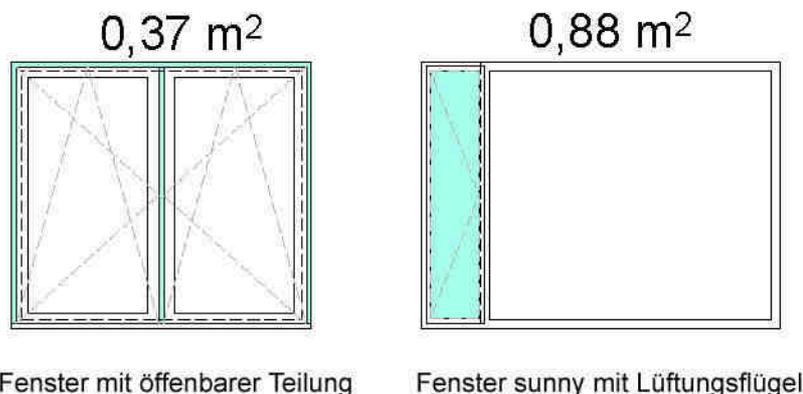


Abbildung 218: Lüftungsflügelanteil

Im vorliegenden Projekt werden hoch dämmende opake ($U= 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) Lüftungsflügel mit Wetterschutzlamellen eingesetzt, die während der Nacht bei jedem Wetter vollständig geöffnet bleiben können (siehe Abbildung 218).

Sie bieten einen freien Querschnitt von ca. 0,9m². Dadurch wird der Lüftungsquerschnitt gegenüber einer Variante mit 2 öffnbaren Fenstern um ca. 140% erhöht.

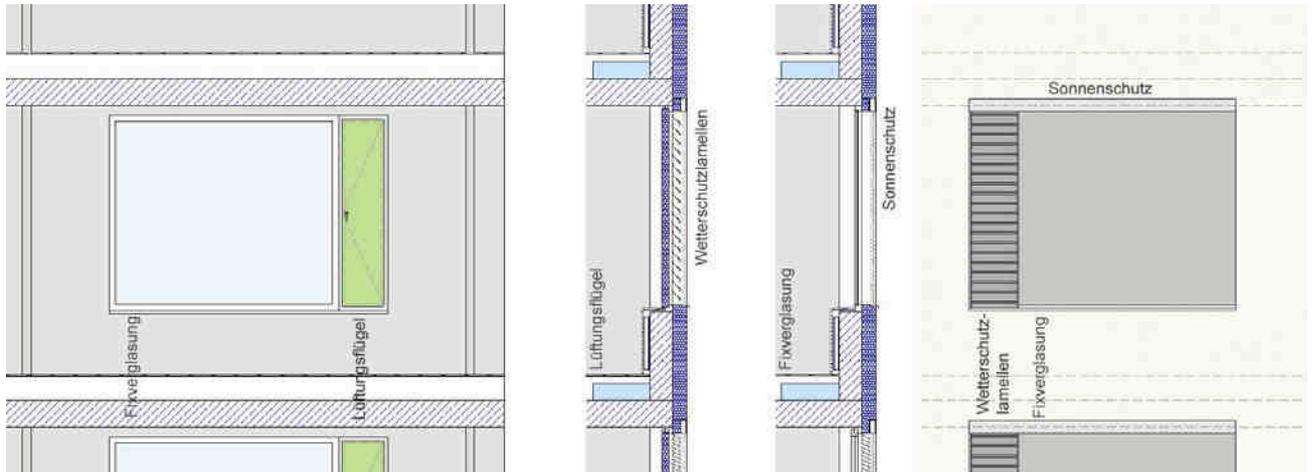


Abbildung 219: Lüftungsflügel mit Wetterschutzlamellen

7.13.2 Luft und Wärmeeinbringung

Für das System Lufteinbringung und Heizflächen in den nordseitigen Zellenbüros wird nach mehreren Varianten vom Büro Hausladen folgende Lösung letztlich vorgeschlagen:

Die Zuluft wird über einen Bodenkanal (ca. LW 60/25cm) im Doppelboden entlang der Nordfassade geführt und in Bodennähe bei jeder Fensterachse ausgeblasen. Für die Ausblasventile sind jeweils ca. 20 cm ab Fußbodenoberkante freizuhalten.

Die individuell regelbare Zusatzheizung wird als einfache Heizfläche (lt. Hausladen 4m²/ je 5,0m Achse) ausgebildet.

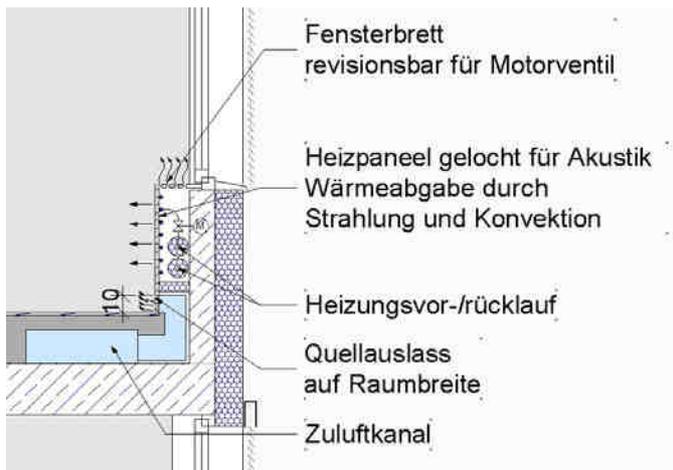


Abbildung 220: Heiz- Lüftungsparapet in den Nordbüros

7.13.3 Überströmöffnungen

Lt. Angaben vom Büro Hausladen und deren Erfahrungen mit einem bereits ausgeführten Projekt soll der Lüftungsquerschnitt bei der projektierten Gebäudetiefe 0,06m²/ Achse von 5,0m aufweisen. Da die Überströmöffnung über die gesamte Länge angeordnet wird, wären 1,2cm Spalthöhe ausreichend. Die CFD Simulation hat jedoch ergeben, dass eine Spalthöhe von 2,5 bis 3cm günstiger ist, da die Luftgeschwindigkeiten im Austrittsbereich dadurch vermindert werden.

Zur Vermeidung von unerwünschter Schallübertragung zwischen Büro und Gang wird die Luft ca. 1,4m über einem gedämmten Paneel gangseitig geführt. Dieses wirkt gleichzeitig als akustischer Absorber für den Großraum, hat also eine Doppelfunktion.

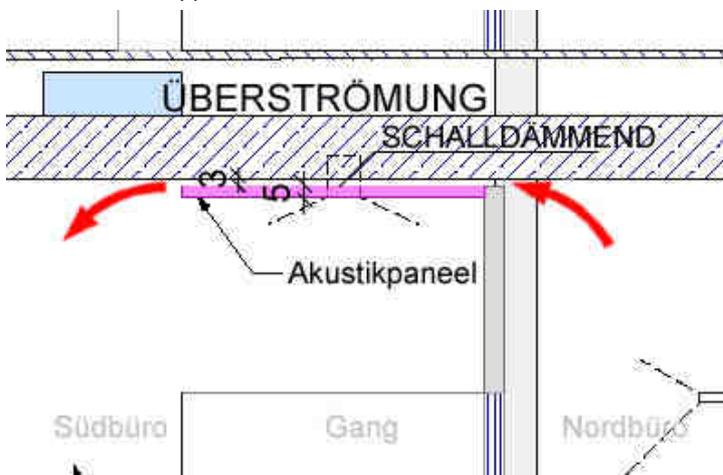


Abbildung 221: Überströmöffnungen

7.13.4 interne Klappen für free cooling

Beim Einsatz von free cooling ist im Projekt vorgesehen, dass die Türen zu den Zellenbüros geöffnet und arretiert werden (Lüftungs- Querschnitt ca. 2,1 m²/ Achse) erhalten. Sollten diese Türen auf Kundenwunsch versperren gehalten werden, so ist alternativ die Ausführung einer angesteuerten Oberlichtklappe im Türbereich als Ausstattungselement möglich.

7.14 ökologische Materialien

Den Einsatz ökologischer Materialien im Sektor anonymer Büro/Gewerbebau stellt eine besondere Herausforderung dar. Dazu wurden folgende Eckdaten definiert, die in einer möglichen Realisierungsphase in den Ausschreibungen ihren Niederschlag finden sollen:

Der Einsatz von PVC soll im gesamten Gebäude vermieden werden.

(Rohrleitungen, Fenster, Bodenbeläge, etc.)

Besonders Augenmerk wird auf der Verwendung von Oberflächen gelegt, die keine Luftschadstoffe in der Raumluft verursachen wie geölten Holzböden, Wandfarben auf Kalk oder Kaseinbasis, speziellen Parkettklebern u.ä.m. Schadstoff emittierende Anstriche und Beschichtungen sollen ausgeschlossen werden.

In dieser Hinsicht soll auf die Erkenntnisse folgender Projekte aufgebaut werden:

- ECO-Building [2]
- Hochbaukonstruktionen und Baustoffe für hoch Wärme gedämmte Gebäude [3]
- Internationales Umweltzeichen für nachhaltige Bauprodukte [4]
- Ökolinform:2 [10]

Folgende Alternative Konstruktionen, die in diesem Kapitel kurz vorgestellt werden, könnten untersucht werden und zur Ausführung gelangen:

- Einsatz von Lehm (maschin.) putz anstelle des konventionellen Gipsputzes
- innere Trennwände aus a) Fermacell
b) Lehmbauplatten
- Leichtbauaußenwände aus a) Fermacell
b) Holz

Über die vorgenannten Institutionen hinaus verfügen die Architekten als Projektpartner selbst über ein langjähriges know how im Einsatz von ökologischen und baubiologischen Materialien, wie z.B. mit dem im Rahmen der Programmlinie HdZ mit dem 1. Preis ausgezeichneten ökologischen Dachgeschossausbau in einem Wiener Gründerzeithaus unter Beweis gestellt werden konnte.

Im Rahmen eines Realisierungsprojektes sollen in der durch die Architekten durchgeführten erweiterten Funktionalausschreibung Produktkriterien für die Baustoffe – unter Heranziehung der Erkenntnisse der vorgenannten Institutionen und Projekte- genau definiert und die entsprechenden Nachweise (Zertifizierungen) gefordert werden.

Durch die genaue Definition und Beschreibung der Produktqualifikationen und Inhaltsstoffe soll es möglich sein, auch im Sektor anonymer Büro/Gewerbebau mit einem Generalunternehmer als Partner baubiologisch entsprechende Materialien einzusetzen. Als Nachweise gelten Zertifizierungen des österreichischen Institutes für Baubiologie und Ökologie, das internationale Umweltzeichen für nachhaltige Bauprodukte oder die Zertifizierungen ähnlicher anerkannter europäischer Institutionen.

7.14.1 Materialalternativen

konventionelle Wand			Materialalternative		
Aussenwand					
Vollwärmeschutz			Variante A Holzwerkstoff		
20,00 cm	Beton		2,50 cm	2*1,25 cm Fermacell	
25,00 cm	expandiertes Polystyrol		8,00 cm	Querlattung 5/8, A=60	
0,80 cm	mineralischer Dünnputz			WDF (z.B. Heralan WP)	
			1,80 cm	OSB-Platte lt. Statik	
				Dampfbremse luftdicht, PE B2 >0,25mm, sd=40m	
			24,00 cm	WDF (z.B. Heralan KP)	
				zwischen Holzständerwerk	
			1,60 cm	DWD - Platte, Agepan (diffusionsoffen)	
			3,00 cm	Winddichtung Pro Clima Diffu-Light-S, sd=0,02m	
				U-profile vertikal/ hinterlüftet	
			0,80 cm	Eternittafeln	
			Variante A Fermacell		
			1,25 cm	Fermacellplatte	
			7,50 cm	Metallprof. auf Schwingbügel, WDF (z.B. Heralan WP)	
				Dampfbremse luftdicht, PE B2 >0,25mm, sd=40m	
			2,50 cm	2*1,25 cm Fermacellplatte,	
				dazwischen 0,38 mm Stahlblech	
			10,00 cm	trag. Stahlprofile 1,5 mm,dazw. WDF (z.B. Heralan WP)	
			2,50 cm	2*1,25 cm Fermacellplatte,	
			15,00 cm	WDF (z.B. Heralan WP)	
				Abstandhalter Edelstahl,auf dopp. PVC Isolatoren., L-winkel	
				Winddichtung Stamisol Color, sd=0,02m	
			8,00 cm	Maschendrahtzaun, Begrünung	
tragende Innenwand					
20,00 cm	Beton		20,00 cm	Beton	
1,50 cm	Gipsputz oder Spachtelung			Vorspritzer Trasskalk	
			1,50 cm	Lehmputz	
Leichtbauscheidewand					
Gipskartonständerwand			Variante A Fermacell/Holz		
	Anstrich Dispersionsfarbe			Anstrich Kaseinfarbe	
1,25 cm	Gipskarton		1,00 cm	Fermacell	
7,50 cm	Mineralwolle zwischen Aluminiumständerwerk		8,00 cm	Schafwolle oder Flachs	
				zwischen Holzständerwerk	
1,25 cm	Gipskarton		1,00 cm	Fermacell	
	Anstrich Dispersionsfarbe			Anstrich Kaseinfarbe	
			Variante B Lehmplatte/ Holz,z.B. Fa. Claytec		
				Lehmschlämme	
			0,2-0,3 cm	Lehmfeinputz Claytec	
			2,00 cm	Lehmplatte Claytec	
			7,00 cm	Schafwolle oder Flachs	
				zwischen Holzständerwerk	
			2,00 cm	Lehmplatte	
			0,2-0,3 cm	Lehmfeinputz	
				Lehmschlämme	
			Variante C Lehmziegel, z.B. Fa.Natur und Lehm		
			0,1-0,3 cm	farbiger Lehmedelputz N&L	
			1,00 cm	Lehmfeinputz N&L	
			5,00 cm	Zwischenwand-Lehmziegel N&L	
			1,00 cm	Lehmfeinputz	
			0,1-0,3 cm	farbiger Lehmedelputz	

8 Energiekonzept Endfassung

8.1 Wärmeversorgungsanlagen

8.1.1 Wärmeerzeugungsanlagen

Allgemein

Die Bereitstellung der erforderlichen Wärmeenergie zur Beheizung des gesamten Gebäudekomplexes erfolgt über eine Grundwasserwärmepumpenanlage mit 290 kW Leistung.

Nach Rücksprache mit der zuständigen Behörde in Wien ist eine Grundwassernutzung am Standort der 1. Bauphase des Business & Science Park Vienna genehmigungsfähig. Für einen neuen Standort müssten wieder Behördenvorgespräche geführt werden.

Die Leistung der Anlage wurde wie folgt ermittelt

Statischer Wärmebedarf für Raumheizung	= 150.000 W
RLT Ost (4.500 m ³ /h)	= 26.000 W
RLT Büro West (4.500 m ³ /h)	= 26.000 W
RLT EG/1.OG (10.000 m ³ /h)	= 88.000 W
Gesamt Wärmebedarf	290.000 W

Die Heizungsanlage zur Versorgung der verschiedenen Verbraucheranlagen mit Heizwärme ist vom System als geschlossene, thermostatisch abgesicherte Wasserheizungsanlage für Nennleistung bis 1000 kW nach DIN 4751, Blatt 2 – Sicherheitstechnische Ausrüstung von Wärmeerzeugungsanlagen – mit Vorlauftemperatur bis 120 °C konzipiert.

Die Druckhaltung des Systems erfolgt über kompressorgesteuerte Membran-Druckausdehnungsbehälter, die Absicherung gegen Drucküberschreitung durch bauteilgeprüfte Sicherheitsventile an der Übergabestation.

Warmwasserversorgung

Die Warmwasserversorgung erfolgt aufgrund des geringen Bedarfs aus technischen und betriebswirtschaftlichen Gründen dezentral elektrisch.

Der Aufstellraum der Wärmepumpe befindet sich im Untergeschoss siehe Anhang 12.

8.1.2 Wärmeverteilernetze

Allgemein

Die Wärmeverteilung erfolgt mit gedämmten Stahlrohren. Das Wärme-Verteilersystem ist entsprechend der Nutzungsanforderungen untergliedert. Jede Heizgruppe ist mit Umwälzpumpen sowie Absperr- und Reguliervorrichtungen ausgerüstet, die statischen Heizgruppen sind jeweils mit witterungsgeführter Vorlauftemperaturregelung ausgestattet.

Die Pumpen werden stufenlos und differenzdruckabhängig geregelt.

Die Heizungsverteiler werden als kombinierter Vor- und Rücklaufverteiler ausgeführt.

Komponenten zur Heizung

Die Heizgrundlast des Gebäudes wird über die für die Temperierung im Sommer eingesetzte Thermoaktive Decke gedeckt. (Siehe auch Kühlung) Durch die Entscheidung eine Thermoaktive Decke zur Erlangung von behaglichen Verhältnissen im Sommer einzusetzen, ist es nun im Heizbetrieb möglich den Synergieeffekt des

ohnehin vorhandenen Systems mit minimalem Mehraufwand auch zur Grundlastabdeckung im Winter zu verwendet.

Das geringe erforderliche Temperaturniveau für die TAD eignet sich optimal für den wirtschaftlichen Betrieb der Wärmepumpe.

Zur Individuellen Raumregelung kann jeder Nutzer sein Büro mit dem im Türbereich vorgesehenen Sollwertsteller die ebenfalls im Niedertemperatur betriebenen Heizplatten im Fassadenbereich ansteuern und so die individuell gewünschte Wohlfühltemperatur einstellen. (Einzelraumregelung)

Die Heizplatten werden aus akustischen Gründen mit einer Lochung versehen.

Die Heizplatten der Büroräume werden im Zweirohrsystem nach Tichelmann angefahren. Die Rohrleitungen zur Versorgung der Heizplatten werden hinter diesen im Brüstungsbereich verlegt.

Komponenten Wärmeverteilnetze

Heizkreispumpen werden als Kompakteinheit drehzahl geregelt mit integrierter Volumen- bzw. Druckregelung angewendet. Jeweils vor und hinter einer Umwälzpumpe werden Absperrorgane eingebaut.

Umwälzpumpen in Naßläuferbauart, stufenloser Differenzdruckregelung (Delta-p-konstant) zur Anpassung des Förderstromes an die Anlagenbelastung mit Differenzdruckeinsteller und Betriebs-/Drehzahl-Tendenz-Leuchtdiode.

Die Dämmdicke entspricht der ENEC. Die Isolierung in Technikzentralen wird mit alukaschierter Mineralwolle und einem Blechmantel aus verzinktem Stahlblech ausgeführt. Armaturen bekommen abnehmbare Kappen aus den gleichen Materialien. Isolierung in nicht sichtbaren Bereichen mit Mineralwollmatten mit aufgeklebter und gewebeverstärkter Alufolie und selbstklebenden Überlappungen. Befestigung mit verzinktem Bindedraht in Spiralform aufgebracht. Alle Stöße, Rund- und Langnähte werden mit selbstklebender Aluminiumfolie verklebt.

8.2 Lufttechnische Anlagen

Auslegungsgrundlage

Die Anlagen wurden nach DIN 1946, Teil 4 Raumlufttechnische Anlagen, sowie den gültigen VDI Richtlinien ausgelegt.

Beim Verlassen der Technikzentrale oder bei Durchdringung von Brandwänden erhalten die Lüftungskanäle Brandschutzeinbauten in Form von Brandschutzklappen und bei Kreuzung mehrerer Brandabschnitte Brandschutzverkleidungen.

Anlage Büro Ost/West

Allgemein

Teilklimaanlage mit Befeuchtung für Bürolüftung aufgeteilt auf zwei Anlagen
a 4500 m³/h.

Geräteaufstellung

Das Kombigerät steht in der Technikzentrale im UG.

Funktionsbeschreibung

Für die Büros im Norden sowie der Open Spacebereiche im Süden ist eine Teilklimaanlage vorgesehen, mit der die Räume be- und entlüftet werden können. Eine Befeuchtung ist über die Grünpuffer möglich (siehe Anhang 11).

Die Zu- und Abluftleistung am Ventilator wird über Frequenzumformer und einer konstanten Druckregelung stufenlos angepasst. Die Raumtemperaturregelung im Winter erfolgt über die Heizplatten. Die Zuluft einbringung erfolgt mit mindestens 21 °C.

Anlagenaufbau

Das zentrale Lüftungsgerät besteht aus einem Zuluftventilator, Abluftventilator, Antriebsmotoren über Frequenzumformer geregelt, Taschenfilter G4 in der Außen- und Abluft, Taschenfilter F7 in der Zuluft rekuperativ wirkender Wärmerückgewinnung (Rotationswärmetauscher), Lufterhitzer, Luftkühler und motorbetätigten Absperrklappen in der Außenluftansaugung und Fortluftausblasung.

Die Außenluftansaugung könnte über einen Erdkanal zur Vorwärmung/Kühlung der Außenluft geführt werden, wurde aber aufgrund der Annahme von ausreichendem Grundwasser nicht weiter im Projekt verfolgt.

Im Gerät wird die Außenluft gefiltert, über die Wärmerückgewinnung geführt, am Lufterhitzer, wenn erforderlich, aufgeheizt oder am Luftkühler gekühlt. Zur Schallreduzierung sind in der Zu-, Ab-, Fort- und Außenluft Kanalschalldämpfer vorgesehen. Zur Verhinderung von Körperschall steht das Zentralgerät auf Isolierstreifen. Die Zuluftführung erfolgt über Schalldämpfer, Brandschutzklappen und Lüftungskanäle bis zu den Räumen.

Ein Lufteerdkanal zur Vorkonditionierung der Außenluft im Sommer wie im Winter (Enteisung Wärmetauscher) könnte kostengünstig im Bereich des Arbeitsraum der Baugrube mit verhältnismäßig geringem Aufwand umgesetzt werden.

Luft einbringung

Die Zuluft einbringung im Norden ist über einen Quellluftauslaß im Brüstungsbereich unter der Heizplatte vorgesehen. Die Abluft der Nordbüros strömt über eine Überströmöffnung die gleichzeitig als Akustikpaneel wirkt in den Open Space Bereich über. Die mechanische Lüftung des Open Spacebereichs erfolgt durch eben diese Überströmung der teilverbrauchten Luft aus dem Bürobereich.

Für geschlossene Räume und Konferenzbereiche erfolgt die Zuluft einbringung über Stehlen oder aus dem Fußbereich von Schränke. Die Zuluftleitungen sind im Doppelboden verlegt. Die Abluftabsaugung ist zentral für beide Bereiche über ein Kanalsystem im Dachbereich (Überhöhung) der Südseite vorgesehen.

Wird es erforderlich das es im Südbereich aus akustischen Gründen einer vollkommenen Abschottung der Geschosse bedarf kann mit der Abluftführung hierauf wie folgt reagiert werden. Statt einer zentralen Abluftabsaugung wie zuvor beschrieben am Hochpunkt des Südbereichs erfolgt die Abluftabsaugung in diesem Fall stockwerksweise über den Flur.

Pflanzenpuffer

Zur Komfortsteigerung im Winter wird die Zuluft befeuchtet in die Büros eingebracht. Dies geschieht nicht mit herkömmlichen energieaufwendiger Dampfbefeuchtung sondern durch die Feuchteabgabe von speziell hierfür vorgesehene Pflanzen.

Die elektrische Energieeinsparung beträgt bei einer erforderlichen Befeuchtungsleistung von 8.080 kg/a 4.119 kWh/a bei einer Gegenüberstellung mit einem Dampfbefeuchter. Der Strombedarf für die künstliche Beleuchtung der Pflanzen bei nicht ausreichender solarer Einstrahlung beträgt 1.500 kWh/a.

Hierbei wird die mechanisch geförderte Bürozuft bei geringen Außenfeuchten (Winter) über die zuvor bereits beschriebenen Grünpuffer geführt. Die Zuluft wird vor dem Eintritt in den Pflanzenpuffer im Lüftungsgerät durch die Wärmerückgewinnung und den Vorerhitzer vorgewärmt.

Die Luft strömt anschließend mit geringer Luftgeschwindigkeit durch den Pflanzenpuffer und wird anschließend am Kopfpunkt des Puffers über ein Glasrohr zurückgeführt bei Bedarf auf Einbringtemperatur von 21°C nacherhitzt und über einen Quellluftauslaß impulsarm in die Büros eingebracht. Die Nacherhitzung ist aus regelungstechnischen Gründen zur Erlangung einer definierten Zulufttemperatur erforderlich.

Die bei der Durchströmung des Puffers entstehende Erwärmung der Zuluft ist von der Sonneneinstrahlung in die Puffer abhängig. Die geringst mögliche Eintrittstemperatur der unbefeuchteten Zuluft in die Puffer geben die Bedürfnisse der Pflanzen vor. Die Erwärmung der Zuluft beim Durchströmen der Puffer und die hierdurch eingesparte Wärmeleistung aufgrund der solaren Gewinne wurde im Rahmen der Simulation ermittelt. (siehe gesonderten Bereich)

Um Überhitzung in der Übergangszeit und im Sommer im Grünpuffer zu verhindern kann dieser separat (natürlich) gelüftet werden. Die Steuerung erfolgt in Abhängigkeit der Bedürfnisse der Pflanzen.

Technische Daten

Luftleistung	Zul 4.500 m ³ /h Abl. 4.500 m ³ /h
Luftwechsel	ca.1,5-2-fach
Luftführung Zuluft	Quellluftauslässe
Luftführung Abluft	Gitter im Dachbereich
Taschenfilter für Außen- und Abluft	G 4
Taschenfilter für Zuluft	F 7
Ventilator Zu- und Abluft	regelbar über Frequenzumformer

8.3 Kälteanlagen

Allgemein

Die Kälteerzeugung des Gebäudes erfolgt über Grundwasser. Hierfür werden die für die Wärmepumpe erforderlichen Grundwassersaugbrunnen und Grundwasserschluckbrunnen mit verwendet. Eine mechanische Kälteerzeugung über eine Kältemaschine ist nicht vorgesehen.

Das Grundwasser wird von einer Grundwasserpumpe im Saugbrunnen, aus einer Tiefe von ca. 10-15 m, gefördert und einem Wärmetauscher zugeführt. Der Plattenwärmetauscher aus Edelstahl wird im Gegenstromprinzip mit einer maximalen Leistung von 100 kW ausgeführt. Im Plattenwärmetauscher wird dem Grundwasser die natürliche Kälte entzogen und an das Sekundärsystem (Bauteilaktivierung) abgegeben. Da sich im Primärkreis Grundwasser und im Sekundärkreis lediglich umweltverträgliches Kühlwasser befindet, kann eine Gefährdung der Umwelt über dieses System ausgeschlossen werden. Das erwärmte Grundwasser wird dann über einen Schluckbrunnens dem gleichen Grundwasserleiter wieder zugeführt.

Das Grundwasser darf mit einer maximalen Temperatur von 25 °C gemäß Aussage des Umweltschutzreferates zurückgespeist werden. Weiterhin ist eine absolute Temperaturerhöhung von 5 K erlaubt. Ein Antrag zur Nutzung des Grundwassers für die Gebäudekühlung ist beim Umweltschutzreferat zu stellen. Der erforderliche rechnerische Nachweis für das Umweltschutzreferat ist von einem Bodengutachter zu erstellen.

Zur Ermittlung der erforderlichen Kälteleistungen wurden folgende Komponenten angesetzt:

Bauteilaktivierung:	(80 kW)
Lüftungsanlage	(90 kW)
Gewählt gesamt	100 kW

Die Dimensionierung des Wärmetauschers erfolgt alleinig auf den Bedarf der Kühlregister, da aufgrund der Entladung der speicherfähigen Massen in der Nacht kein gleichzeitiger Bedarf auftritt.

Komponenten Kälteverteilnetze

Die komplette Kälteverteilung erfolgt über Rohrleitung gemäß DIN 2440 zu den Unterverteilern der Thermoaktivendecke sowie zu den integrierten CU/AL Kühlern in den Lüftungsgeräten. Die Rohrverbindung erfolgt durch Verschweißen der einzelnen Leitungen und Formstücke.

Als Absperrarmaturen werden wartungsfreie, weichdichtende und für Temperaturen von $-10 - +120^{\circ}\text{C}$ geeignete Armaturen verwendet. Das Gehäuse ist aus Grauguß und hat eine wartungsfreie Spindelabdichtung.

Komponenten zur Kühlung

Bauteilaktivierung:

Die Kühlung der Büroräume basiert auf der thermischen Aktivierung der Gebäudespeichermassen. Die massiven Geschossdecken dienen als Speichermasse für das Kühlsystem. In der konstruktiven Betondecke werden herkömmliche kunststoffvernetzte PE-Xa Rohrleitungen nach dem Verfahren Engel im Abstand von 15 cm verlegt. Der Rohrdurchmesser beträgt ca. 20 mm.

Temperaturregelkreis

Die Bauteilaktivierung erhält einen Temperaturregelkreis in dem die Vorlauftemperatur separat regelbar ist. Eine Massenstromregelung ist nicht erforderlich und deshalb nicht vorgesehen.

Bauteilaktivierung	
Kühlfall	Heizfall
$T_V = 17^{\circ}\text{C}$	$t_V = 27^{\circ}\text{C}$
$T_R = 21^{\circ}\text{C}$	$t_R = 24^{\circ}\text{C}$

Tabelle 42: Auslegeparameter Bauteilaktivierung

Zustand	Status		Vorlauftemperatur		Umschaltkriterium	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Ein	Aus
Heizen	ja	ja	$t_V = 23^{\circ}\text{C}$	$t_V = 27^{\circ}\text{C}$	$t_R < 21^{\circ}\text{C}$	$t_R < 23^{\circ}\text{C}$
Aus	-	-	-	-	-	-
Kühlen	nein	ja	-	$t_V = 17^{\circ}\text{C}$	$t_R < 23,5^{\circ}\text{C}$	$t_R < 21,5^{\circ}\text{C}$

Tabelle 43: Regelung Bauteilaktivierung

Heizen

Im Zustand Heizen wird die Vorlauftemperatur tagsüber auf 23°C und nachts Außentemperaturabhängig geregelt. Der Zustand schaltet in den Räumen ein, sobald die Rücklauftemperatur unter 21°C fällt. Steigt diese über 23°C , so wird der Aus-Zustand aktiv. Jetzt wird ein minimaler Massenstrom in der TAD im Kurzschluss

umgewälzt, um die Regelgröße (Rücklauftemperatur) zu erhalten. Sinkt diese erneut unter die 21 °C-Grenze, so aktiviert sich der Zustand Heizen.

Kühlen

Steigt die Rücklauftemperatur über 23,5 °C an, so geht das System in den Zustand Kühlen über. Kühlen bedeutet, dass in den Nachtstunden die TAD mit 17-gradigem Wasser durchspült und somit die Speichermassen heruntergekühlt werden. Setzt der Zustand Kühlen noch während des Tages ein, so erfährt die TAD zunächst keine Änderung. Das Heizungswasser wird weiter im Kurzschluss umgewälzt.

Kälte­dämmung

Die Kälterohrleitungen erhalten aufgrund von Schwitzwasserbildung eine Dämmung mit geschlossenzelligem Weichschaum (Armaflex 13 mm). In Zentralen und Stoßbereichen wird ein zusätzlicher Blechmantel aufgebracht. Für Rohrdurchführungen durch Brandabschnitte kommen Formglasschalen zur Ausführung.

9 Intelligente Erweiterung

Moderne Büro- und Gewerbestrukturen haben den Anspruch auf möglichst große Flexibilität und Erweiterbarkeit, es muss daher mit einer Erhöhung der Mitarbeiterzahl nach Fertigstellung des Objektes gerechnet werden. Der Erweiterbarkeit des Gebäudes in unterschiedlicher Form (Zuwachsen eines neuen Bereiches oder Erweiterung innerhalb eines bestehenden Bereiches) soll durch ein intelligentes Konzept in baulicher als auch energietechnischer Hinsicht mit modularem Charakter entsprochen werden. Folgende Konzepte wurden untersucht:

Innere Erweiterung durch atmende Belegung

Äußeres Wachstum –horizontal und vertikal

Darüber hinaus bietet das Konzept verschiedene Möglichkeiten, sich an unterschiedliche Anforderungen des Bebauungsplanes und des gewünschten Ausnutzungsgrades anzupassen. Diese Möglichkeiten werden unter Kap.10 dargestellt

9.1 Innere Erweiterung durch „Atmende Belegung“

Die Charakteristik der Arbeitsprozesse im Geschäftsfeld Erneuerbare Energie ist stark von Teamarbeit und stark wechselnder Intensität geprägt.

Daher wurden im Rahmen dieses Projektes Möglichkeiten untersucht die Südzone unterschiedlich zu nutzen (Besprechung, Teamarbeit, Büro) und dem Nutzer damit die Möglichkeit zu geben, seinen Bereich je nach Bedarf mitzugestalten.

Diese Varianten der Nutzung sind unter Kap. 7.5.5 dargestellt und wurden in der CFD Simulation auch auf ihre Tauglichkeit hin überprüft.

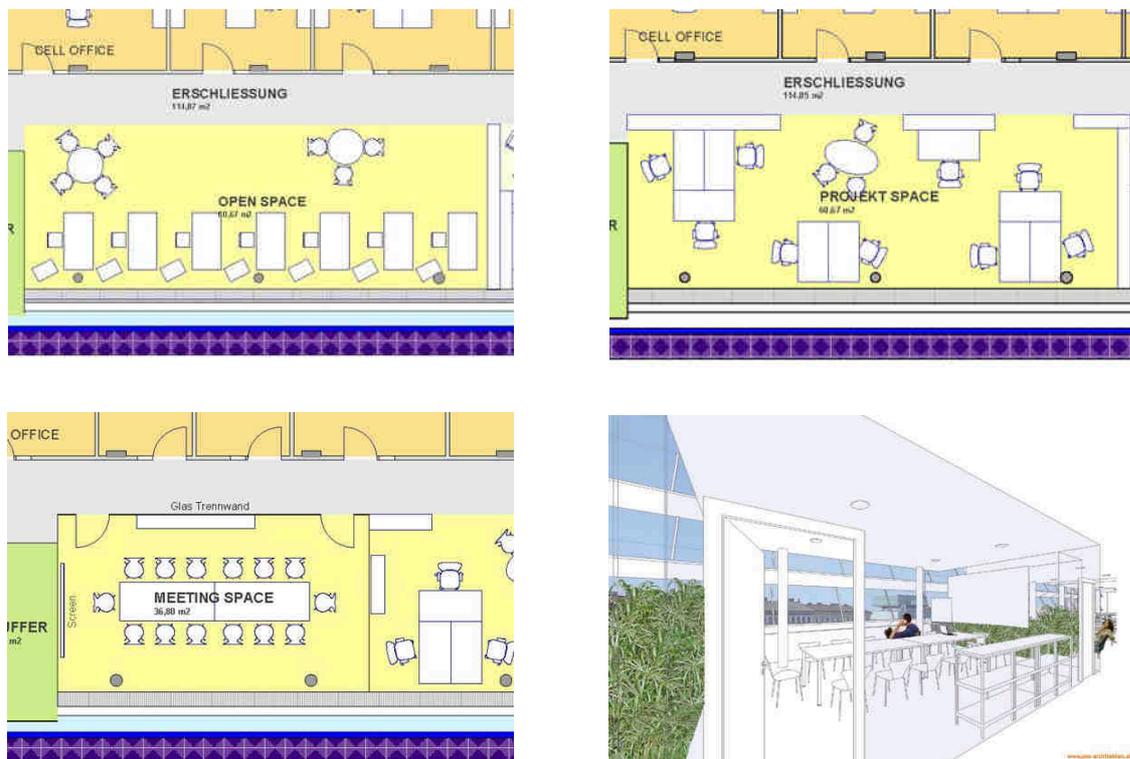


Abbildung 222: Nutzungsvarianten der Südzone

Das vorliegende Gebäudekonzept kann daher sehr elastisch auf diese wechselnden Ansprüche reagieren. Die offene Südzone ist der Bereich, in dem Projektgruppen, auch geschlossene Besprechungsräume und sogar Einzelarbeitsplätze sind möglich. (siehe Abbildung 222)

Damit können Arbeitsbereiche temporär in diesen Bereich hineinwachsen und nach Abschluss einer Projektphase den Raum wieder für andere Nutzungen frei machen. Auch kurzfristige Mehrbelegungen in intensiven Projektphasen können hier abgepuffert werden.

Diese Möglichkeiten kann bis zu einem gewissen Grad jeder Großraum für sich in Anspruch nehmen.

Bei der Konzeption von sunny research wurde jedoch in mehrerer Hinsicht mit der Konfiguration des Bereiches darauf geachtet, dass sowohl Nutzungsunterschiede als auch Intensivierung der Nutzung tatsächlich Bestandteile des Arbeitsprozesses werden können.

9.1.1 Intensivierung der Nutzung

Eine innere Erweiterung kann nur durch eine Intensivierung der Nutzung vorstatten gehen. Zu diesem Zweck wurden von den Architekten Möblierungsstudien durchgeführt, die zeigen, wie weit die Belegung der Südzone erhöht werden kann.



Abbildung 223: Verdichtung open space, normal, doppelt, maximal

Abbildung 222 zeigt in der obersten Abbildung eine Standardbelegung mit für den Bürobau typischen Flächengrößen/ Mitarbeiter. Es ist eine theoretische Einzelbürobreite von 2,25m angenommen. Dies würde in der Raumbreite eine Standardmöblierung mit 90cm für den Tisch, 100cm für Sitz und Bewegungsbereich und 30 - 35cm für einen Kasten (hier nicht dargestellt) ermöglichen.

Die mittlere Abbildung zeigt eine Verdopplung dieser Anzahl durch die Einführung einer zweiten Tischreihe.

Die untere Abbildung zeigt eine maximierte Belegung, die möglich ist, wenn nur Bildschirmarbeitsplätze erforderlich sind und die jedem Arbeitsplatz normalerweise zugeordneten Kästen entfallen können. Hier kann also auch noch in der Breite verdichtet werden, von 8 auf 10 Plätze je Reihe.

Aus diesen Darstellungen wird deutlich, dass sich die Personenanzahl in der Südzone bei Bedarf um 100% bzw. maximal 150% steigern lässt, also je Bereich von 8 auf 16 bzw. 20 Personen.

Um diese dramatische Steigerung ohne wesentliche Komforteinbuße zu ermöglichen mussten natürlich einige Parameter von Standardgebäuden verändert werden.

9.1.1.1 Belichtung für die 2. Reihe

Das wesentlichste Kriterium ist sicherlich das der Belichtung.

Wenn, wie in den vorangegangenen Abbildungen gezeigt, mehr Personen auf derselben Fläche untergebracht werden sollen, so muss ein Teil der Personen in der "2. Reihe" platziert werden.

Dies ist in seriöser Weise nur dann möglich, wenn die Belichtungsverhältnisse es erlauben.

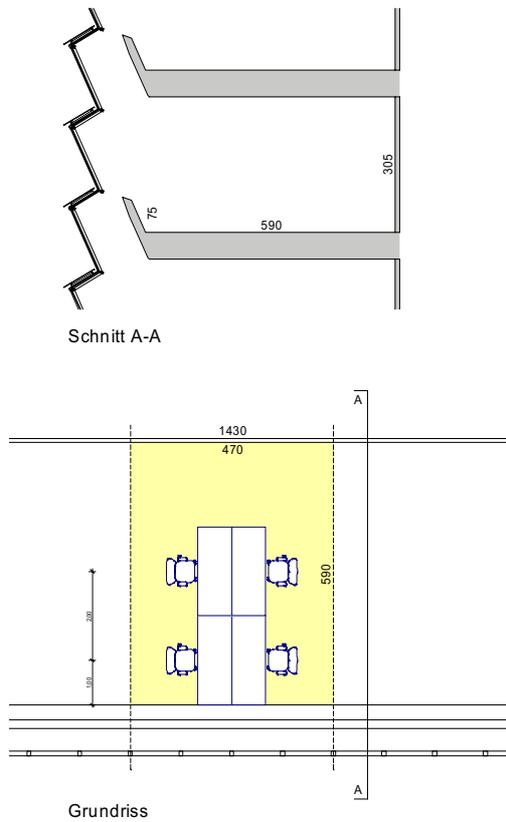
Wir zeigen hier, dass die großzügige Belichtung des Südbereiches nicht nur Beleuchtungskosten spart und erwünschte Kontraste in der Lichtintensität ermöglicht, sondern auch eine ausreichende Lichtmenge für die 2. Reihe zur Verfügung stellt.

Abbildung 224 zeigt Grundriss und Schnitt in der sunny research Südzone und zwar in einem Ausschnitt, der für die Belegung mit 4 Personen geeignet ist und vom Achsraster einem Standardgrundriss entspricht.

Abbildung 225 zeigt Grundriss und Schnitt durch einen Standardbüroraum mit gleichen Abmessungen.

I

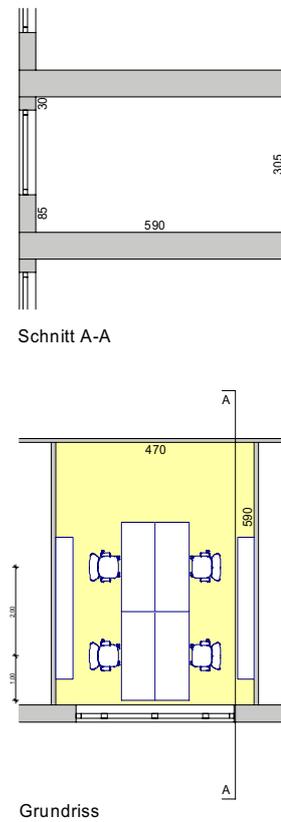
Sunny research



Schnitt A-A

Grundriss

Standardbüro



Schnitt A-A

Grundriss



Abbildung 224: Schnitt und Grundriss sunny research

Abbildung 225: Schnitt und Grundriss Standardzellenbüro

In Abbildung 226 sehen wir die Belichtungsverhältnisse im Standardbüro in einer so genannten Falschfarbendarstellung links im Grundriss, rechts in einer Perspektive vom Fenster aus. Die Darstellung gibt die Belichtungsverhältnisse bei einer Außenbeleuchtungsstärke von 19000 lx wieder. Dies ist ein durchschnittlicher Wert für die Außenbeleuchtungsstärke, der von Tageslichtsimulationsprogrammen verwendet wird. Im Grundriss sieht man die Lichtverhältnisse die auf Arbeitsplatzhöhe, also in einer Höhe von 85 cm über dem Fußboden herrschen.

Gut erkennbar ist, dass bei der angenommenen Außenbeleuchtungsstärke die erforderliche Arbeitsplatzbeleuchtung von 500 lx nur direkt im Fensterbereich herrscht, und dass der Einschaltenschwellwert von 200 lx für die künstliche Beleuchtung bereits in gut 2,5m Raumtiefe erreicht ist.

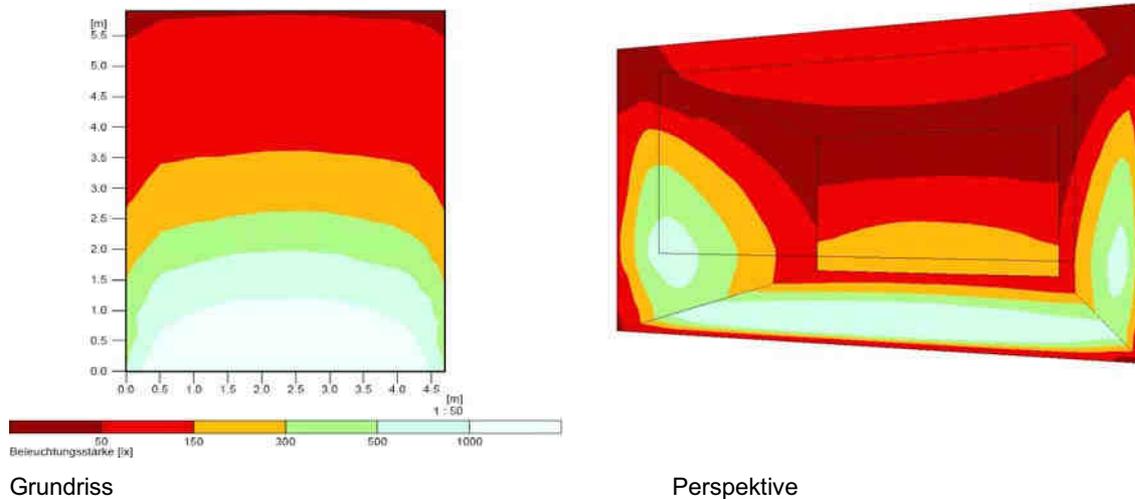


Abbildung 226: Standardzellenbüro: Belichtungsverhältnisse bei 19000 lx Außenbeleuchtung

Abbildung 227 wiederum stellt die Belichtungsverhältnisse für sunny research in der Südzone dar. dargestellt ist ebenfalls links der Grundriss in Falschfarbendarstellung in einer Höhe von 85 cm über dem Fußboden, und daneben 2 Perspektiven des Raumes in schematischer Vereinfachung.

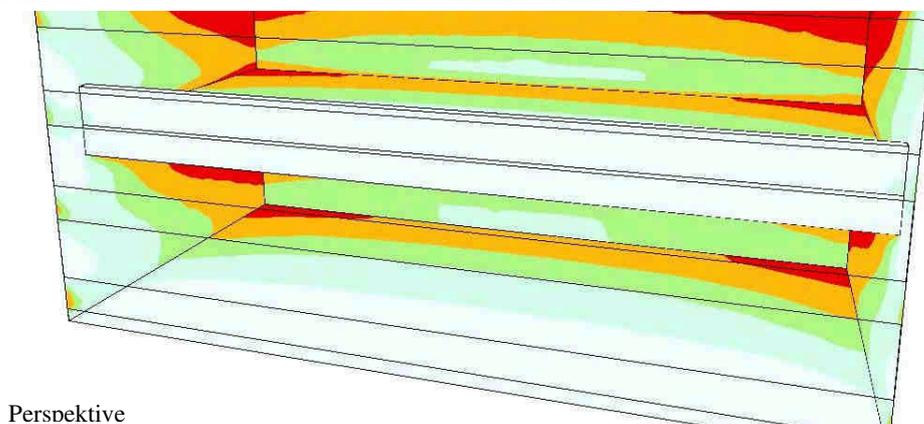
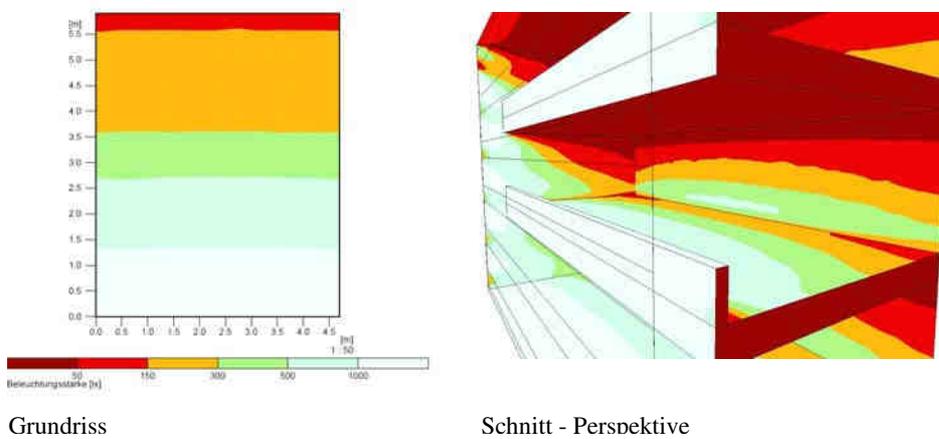


Abbildung 227: sunny research: Belichtungsverhältnisse bei 19000 lx Außenbeleuchtung

Klar zu erkennen sind die wesentlich gleichmäßigeren und besseren Tageslichtbedingungen.

In den beiden Varianten wurden gleiche Oberflächen (Wände weiß, Boden Holz) und ein gleicher Abminderungsfaktor durch die Verschmutzung angenommen.

Diese Annahme ist sogar etwas verschärft gewählt, denn die geneigten Scheiben von sunny research verschmutzen etwas weniger rasch als eine lotrechte Scheibe.

Die deutlich unterschiedlichen Resultate sind auf 3 Gründe zurückzuführen.

1. Bei sunny research fehlen gegenüber dem Zellenbüro die seitlichen Wände. Der seitliche Lichteinfall auf den Arbeitsplatz wird dadurch deutlich verbessert, dies macht sich besonders in der Raumtiefe bemerkbar.
2. Standardgebäude mit gedämmten massiven Außenwänden und kleinen Fenstern weisen eine hohe Leibungstiefe auf. Diese verringert selbstverständlich den seitlichen Lichteinfall erheblich. Würde das im hiesigen Standardbeispiel angenommene Fenster mit 3,9m auf 1,9m durch zwei separate Fenster mit jeweils 1,95m auf 1,9m , also in Summe der gleichen Fläche ersetzt, so wäre eine weitere Verschlechterung der Belichtungsverhältnisse die Folge. Zahlreiche Bürogebäude besitzen aber für einen Raum dieser Größe lediglich 2 Fenster mit einer Breite von 1,2m.
3. Das Fehlen eines Sturzes in sunny research vergrößert im Vergleich die Rohbauöffnung um 25% und dies in einem Bereich der für die Ausleuchtung der Raumtiefe der wesentlichste ist. Durch die Faltung der Fassade wird weiters die verglaste Fläche im Verhältnis zur Rohbauöffnung vergrößert und durch das Abrücken von der Nutzfläche kann ein Lichteinfall realisiert werden, der direkt mit der Rohdecke (also soweit oben wie möglich) beginnt und nicht durch sonst erforderliche Profile (Rahmen und Flügel) abgesenkt wird.

Im Mittel kann durch diese Maßnahmen die einfallende Tageslichtmenge von 100% bei dem angenommenen Standardbeispiel auf 177% bei sunny research erhöht werden.

Die Tageslichtverhältnisse in der 2. Reihe, also in einer Raumtiefe von ca. 3m verbessern sich um 88% also fast auf das Doppelte. In dieser Raumtiefe und 85cm Höhe beträgt der Tageslichtquotient immerhin 2,3 das ist ein Wert, der ausreichende Tageslichtbedingungen bietet.

Damit kann nachgewiesen werden, dass eine temporäre dichtere Belegung der Südzone möglich ist. Die Arbeitsplätze in der 2. Reihe sind hinreichend mit Tageslicht versorgt.

9.1.1.2 akustische Gliederung des Raumes

Im Vergleich zu herkömmlichen Großraumvarianten ist bei sunny research eine natürliche Gliederung in kleinere Einheiten durch die Pflanzenpuffer gegeben. Diese transparenten Elemente erlauben optisch den Eindruck eines wesentlich größeren Raumes als er tatsächlich zwischen 2 Puffern vorzufinden ist.

Die Pflanzenpuffer unterstützen, abgesehen von ihrer Funktion als Luftbefeuchter und als psychologisches Element die akustische Unterteilung des Großraumes in kleinere Einheiten ohne eine optische Trennung nach sich zu ziehen.

Für eine dichte Belegung ist diese akustische Gliederung das zweite wichtige Element, das für einen reibungslosen Ablauf notwendig ist.

Diese akustische Gliederung wird weiters durch die raumakustischen Maßnahmen unterstützt, die unter Kap. 7.11 dargestellt sind.

Wenn temporär eine maximale Belegung möglich sein soll, wie dies im vorangegangenen Unterkapitel dargestellt ist, so sollte gemeinsam mit der Planung auch die Raumakustik für verschieden dichte Belegungen überprüft werden.

Speziell der Direktschall beim Sprechen und Telefonieren ist ein nicht zu unterschätzender Störfaktor, für die Abminderung dessen unbedingt gemeinsam mit einem Konsulenten für Raumakustik für die jeweilige Anforderungen (welcher Arbeit wird nachgegangen, max. Anzahl der Personen, Möblierung und Konfiguration der Arbeitsplätze) eine Lösung erarbeitet werden muss.

Um hohen qualitativen Ansprüchen auch in dieser Hinsicht zu genügen ist die wesentlichste Anforderung hoch qualifizierte Planer mit der Lösung zu beauftragen.

9.2 Äußeres Wachstum – horizontal

9.2.1 additive Erweiterung

Das Gebäude ist als lineares Konzept entwickelt, das eine einfache additive Erweiterung ermöglicht. Mit den Stiegenhäusern als Erschließungs- und Infrastruktur-Vertikalen können lineare und kammartige Strukturen gebaut werden.

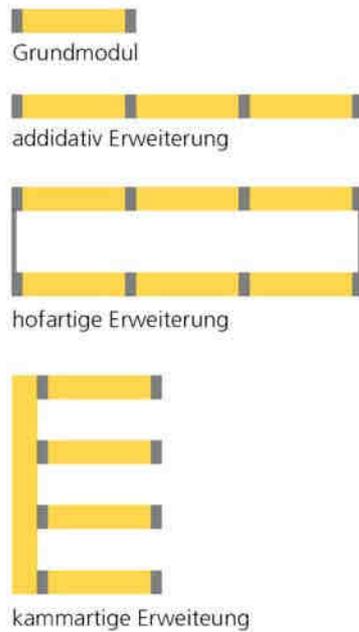


Abbildung 228: Mögliche Erweiterungen des Gebäudes

9.2.2 horizontale und vertikale Versorgung

Die Linearität zieht sich auch durch die gesamte Versorgung. Neben den Stiegenkernen sind alle vertikalen Steigleitungen geführt, die für den jeweiligen Abschnitt erforderlich sind. Die weitere Verteilung erfolgt von diesen Schächten aus in den Doppelböden der jeweiligen Geschoßdecken.

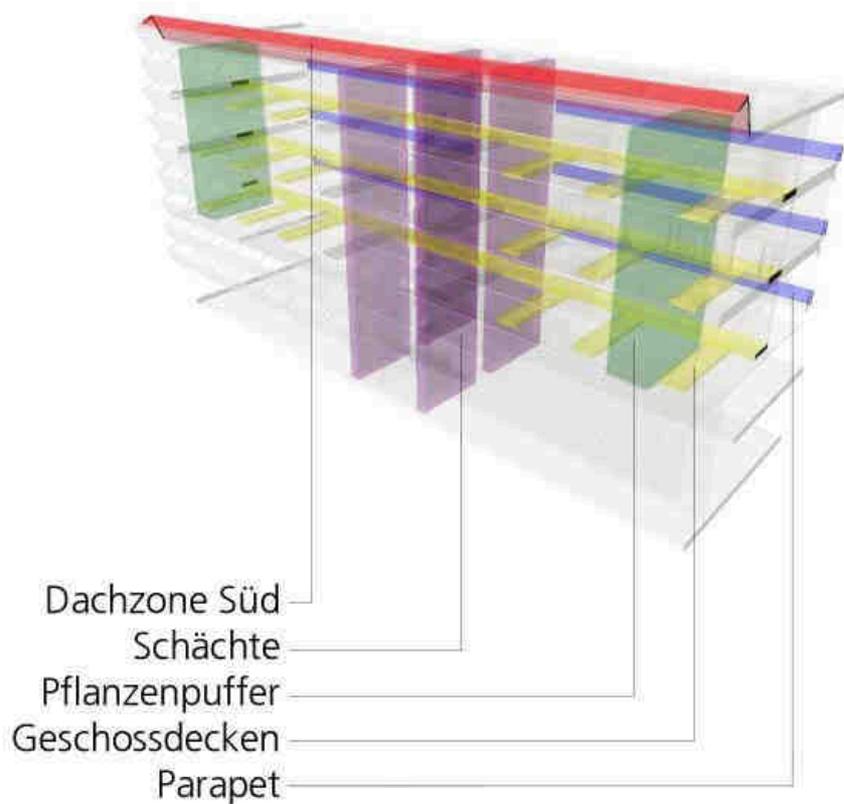


Abbildung 229: Schaubild, horizontale und vertikale Versorgung

Die Abluft aus dem obersten Punkt der Südzone kann jeweils auch im Bereich der Stiegenkerne geführt werden, oder aber auch, in den Pflanzenpufferräumen.

Trotz des Verzichtes auf abgehängte Decken aus Gründen der Speicherfähigen Masse weist das Gebäude durch die Vertikalen Kerne, angelagerten Schächte und Pufferräume, und die Horizontalen Verbindungsmöglichkeiten über den Hohlraumboden, die Abluftzone im obersten Südbereich und die Parapetverbauten in den Nordbüros ausreichende vertikale und horizontale Verbindungen auf, die eine einfache und anpassungsfähige Versorgung des Gebäudes auch in größerer Serie erlauben.

9.3 Äußeres Wachstum – vertikal

Durch nachträgliches Aufbauen zusätzlicher Geschosse wäre eine vertikale Ausweitung denkbar. Damit müssen einige baubehördliche, technische und funktionelle Anforderungen vorausgeplant und auch im Bau bereits angelegt werden, wie z.B. in den Bereichen Statik, Brandschutz, Stiegenbreiten, Lifte, Fluchtwege.

Auch das Energieversorgungssystem muss bei einer Erweiterung des Gebäudes in vertikale Richtung bereits dafür ausgelegt werden.

Eine Mehrinvestition „auf Verdacht“ ist jedenfalls nicht sinnvoll.

Prinzipiell ist es aber jedenfalls durchführbar ein vertikales Wachstum vorzuplanen.

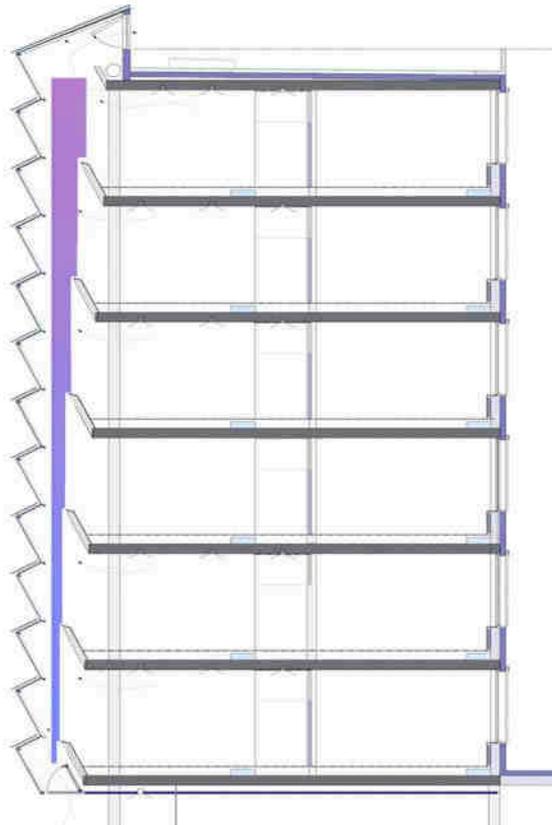


Abbildung 230: 6-geschoßiges Gebäude mit größer werdendem Strömungsquerschnitt

Derzeit ist das Gebäude brandschutztechnisch vorgeprüft und findet mit einer einfachen Sprinkleranlage das Auslangen.

Eine weitere Vergrößerung des Brandabschnittes, wie dies durch mehr Geschosse am selben Luftraum der Fall sein würde, ist brandschutztechnisch nicht sinnvoll und auch aus Gründen des erforderlichen Luftquerschnittes begrenzt sinnvoll (wie vorab dargestellt).

Daher wurde eine Variante überlegt, bei einer gewünschten Geschoßanzahl von 6 oder mehr Geschossen immer 3 Geschosse zu einem Luftraum zusammenzufassen.

Damit muss die im Ursprungskonzept vorgesehene nordseitige Entlüftung am höchsten Punkt (die ein wesentlicher Bestandteil des free cooling ist) zumindest für die unteren 3 Geschosse entfallen.

Es wurde folgende Alternative entwickelt:

In der Abbildung 230 ist zu sehen wie ein 6-geschoßiges Gebäude mit 2 übereinander gesetzten 3-geschoßigen Lufträumen ausgeführt werden könnte. Das Detail rechts zeigt die Ausbildung des Luftraumabschlusses zwischen drittem und viertem Geschoß. anstelle der Ausbildung der Luftleitung im obersten Geschoss kann hier ein großzügig dimensionierter Abluftkanal im Brüstungsbereich des nächsten Geschosses eingebaut werden. Die Belichtungsverhältnisse ändern sich dadurch nicht, auch die thermischen Verhältnisse bleiben genau wie im ursprünglichen Konzept. Lediglich hinsichtlich des free cooling in der Sommernacht ist zu erwarten, dass der Luftwechsel gegenüber der Entlüftung über dach reduziert ist.

Dies müsste jedoch gegebenenfalls in einer gesonderten Simulation überprüft werden.

Prinzipiell muss angemerkt werden, dass das Konzept für Hochhäuser jedenfalls nicht vorgesehen ist. Eine Gebäudehöhe außerhalb der Bauklasse V (bis 26m) würde Sinnvollerweise ein eigens auf diese Verhältnisse abgestimmtes haustechnisches Konzept erfordern.

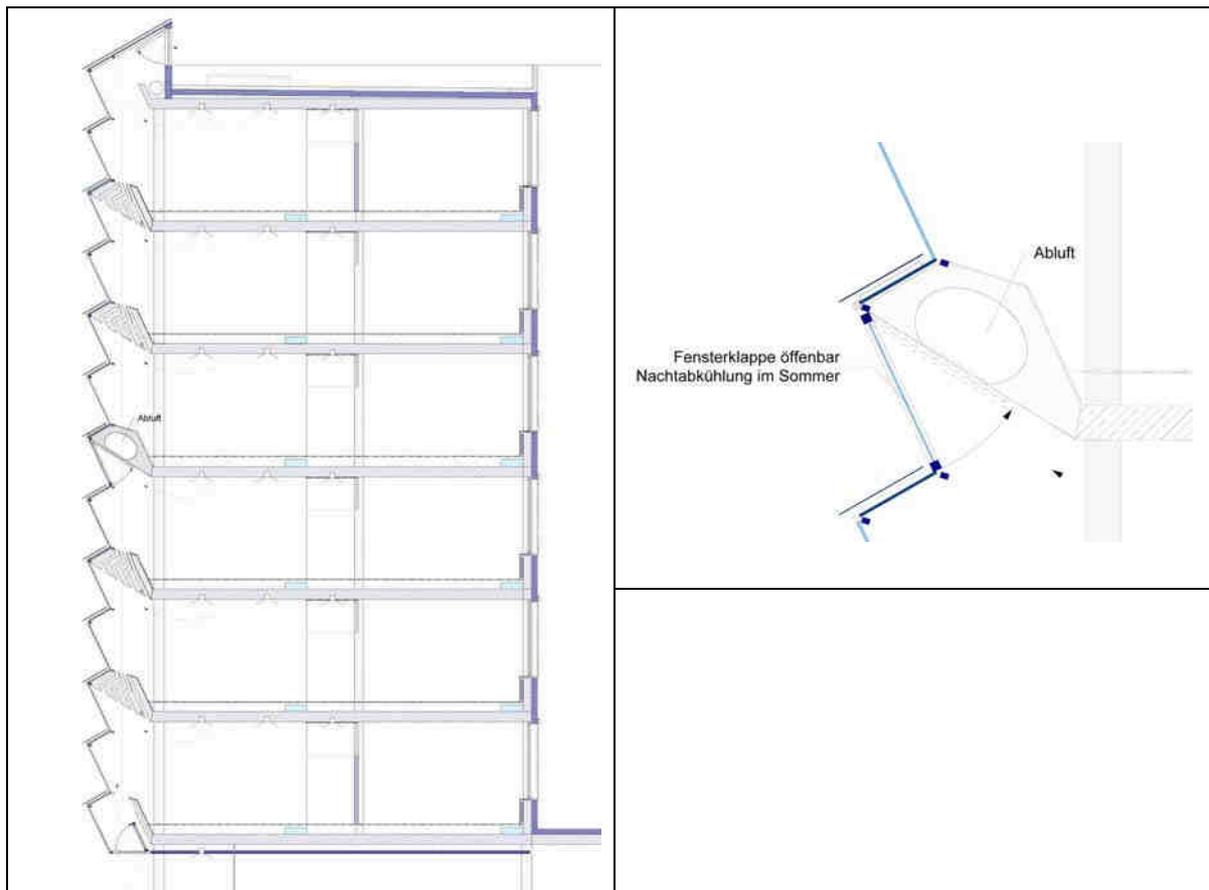


Abbildung 231: 6-geschoßiges Gebäude mit übereinander gesetzten Lufträumen

10 Flexibilität des Konzeptes und Übertragbarkeit

10.1 Trakttiefe

Die Trakttiefe des Konzeptes sunny research in seiner Endfassung ist mit 13,20 m eher gering.

Dies ergab sich aus den vorgefundenen Möglichkeiten innerhalb des Projektes Business & Science Park Vienna, das einen schlanken Baukörper ermöglichte. Die Optimierung der solaren Gewinne im Verhältnis zu der vorliegenden Planung Duniecki/Maurer legte eine Steckung und Verschlankung des Baukörpers nahe.

Nicht alle Grundstücke bieten allerdings derart gute Bedingungen.

Zumeist wird von Seiten des Bauträgers eine bestimmte Flächenausnutzung gefordert die nur mit Baukörpern höherer Trakttiefe zu erreichen sind. Von diesen Prämissen ist der Standardbürotyp im Wesentlichen determiniert.

Bei einem konventionellen Standardbürotyp wird das zweihüftige Grundkonzept mit maximaler Trakttiefe ausgeführt. Diese ergibt sich im Wesentlichen daraus, wie viel unbelichtete Nebenraumzone in der Mitte von normalen Mietern oder Käufern noch akzeptiert werden.

Bei den Kauf oder Mietverhandlungen werden zumeist hauptsächlich Flächen und m² geprüft, weniger jedoch ihre Qualität.

Um das Konzept sunny research auch für höher auszunutzende Standorte möglich zu machen, wurde ein System überlegt, auch bei sunny research eine Mittelzone mit Nebenräumen vorzusehen.

Ermöglicht wurden diese Überlegungen dadurch, dass in den Simulationen eindeutig bewiesen werden konnte, dass in der Südzone sehr gute thermische Bedingungen herrschen- und zwar während des ganzen Jahres- und

dass dieser Bereich nicht nur, wie ursprünglich vorgesehen, mit Nebenräumen und temporären Nutzungen belegt

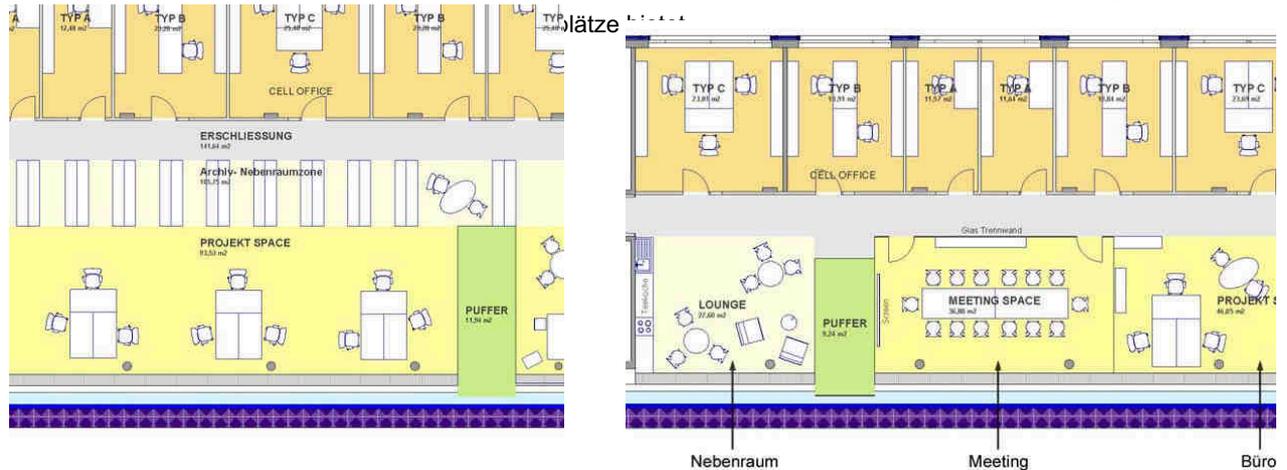


Abbildung 232: links: erhöhte Trakttiefe, rechts: ursprüngliche Trakttiefe

Daher können die in jeder Bürofläche erforderlichen Nebenflächen in die Mitte des Grundrisses verlagert werden, und die Trakttiefe damit erhöht werden.

Abbildung 232 zeigt eine Gegenüberstellung zwischen ursprünglicher(rechts) und möglicher erhöhter (links) Trakttiefe.

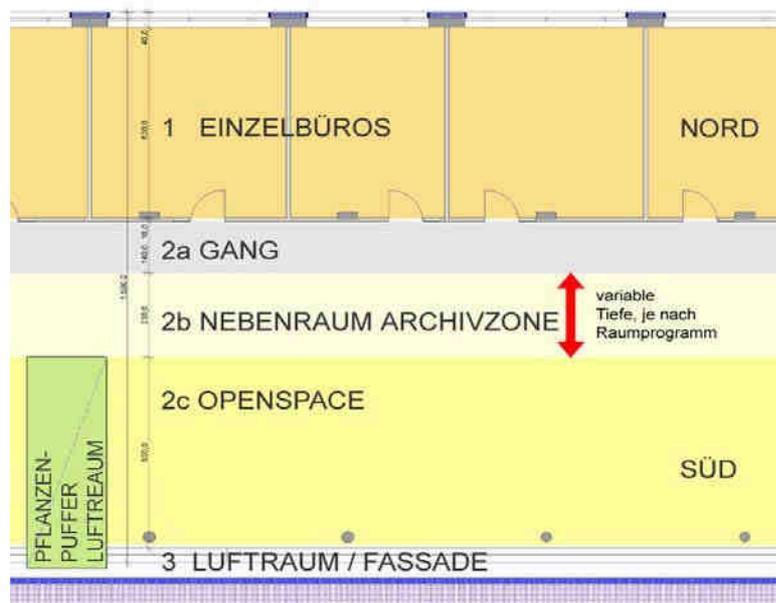


Abbildung 233: Schemagrundriss mit Nebenraumzone in der Mitte

Diese Nebenraumzonen sollen jedenfalls offen und nicht raumhoch ausgebildet werden, wenn erforderlich, werden semitransparente Abtrennungen verwendet (siehe Abbildung 234).

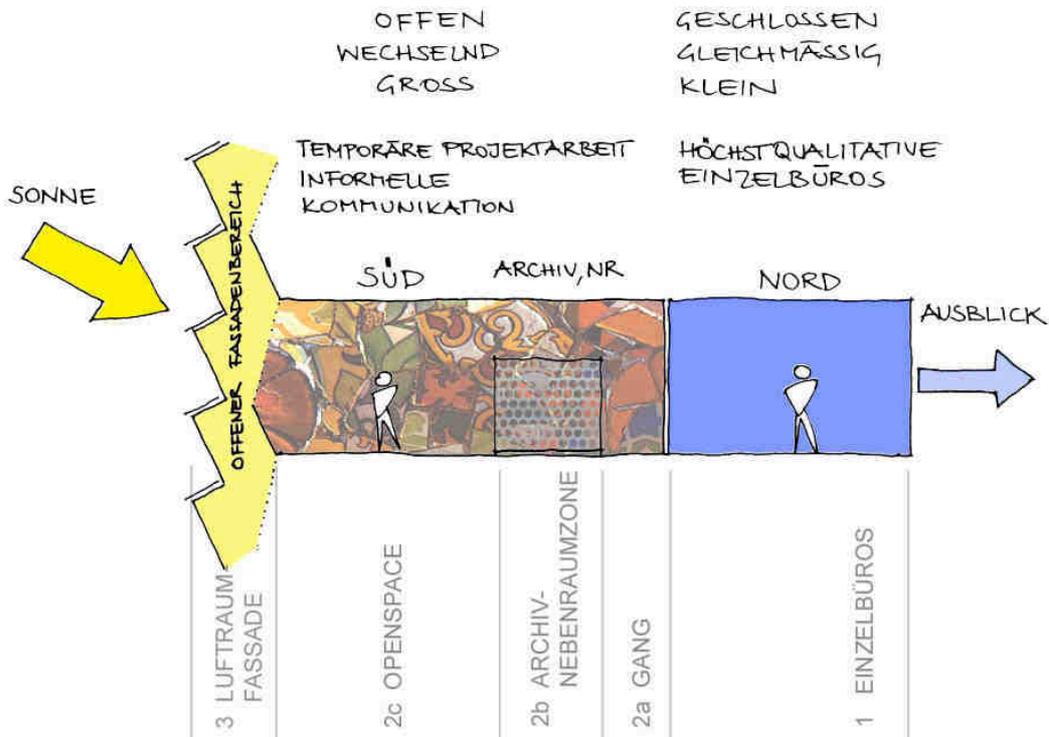


Abbildung 234: Schnitt durch ein Bürogeschoss mit Nebenraumzone

Die Archivzone= Nebenraumzone (siehe Abbildung 233 und Abbildung 234) wird so zu einer offenen Durchgangszone, der offene Charakter des Raumes bleibt auch im Gangbereich erlebbar. Abbildung 234 zeigt den dazu gehörigen Schnitt, die Zone 2b kann in der Breite variabel gestaltet werden. Wenn sie wie im Grundriss Abbildung 233 als Durchgangszone ausgebildet wird, kann die Breite eines Ganges gespart werden.



Abbildung 235: Schaubild ohne Nebenraumzone (Archivboxen)



Abbildung 236: Schaubild mit Nebenraumzone (Archivboxen)

In Abbildung 235 und Abbildung 236 kann man gut erkennen, wie die Nebenraumzone räumlich gedacht ist. Auf diese Weise bleibt der Raumeindruck des Großraumes erhalten.

Die volle Trakttiefe eines Standardgebäudes (18m) erreicht man mit dieser Aufteilung jedoch dennoch nicht.

Es wird in Zukunft vermehrt darum gehen, zukünftigen Mietern nachzuweisen, dass mehr m² Nutzfläche nicht immer gleichbedeutend sind mit mehr Platz.

Wie ein Vergleich mit dem Standardgrundriss beweist, spart die Grundrissformulierung von sunny research einen Gang, die Trakttiefe bleibt geringer, die Nutzfläche auch, die nominelle Ausnutzbarkeit ebenfalls. Was die Nutzbarkeit der Fläche angeht und die Möglichkeit vollwertige Arbeitsplätze zu realisieren, ist das Konzept sunny research sicher nicht im Nachteil.

Besser genutzte Fläche bedeutet im Endeffekt aber auch weniger Fläche, weniger Fläche wiederum bedeutet geringeren Verbrauch, sowohl in der Errichtung als auch im Betrieb.

Wir glauben daher mit sunny research ein zukunftsweisendes Konzept entwickelt zu haben, das moderne Arbeitsweisen unterstützt und nicht nur hoch energieeffizient ist, sondern durch den effizienten Umgang mit der Fläche den Energieverbrauch pro Nutzer (und um diesen geht es in letzter Konsequenz) noch weiter senkt.

10.2 Achsraster

Sunny research basiert auf einem Achsraster von 1,25m. Dieser Achsraster musste aus dem Projekt Duniecki/Maurer übernommen werden.

Im Bürobau werden heute auch engere Achsraster verwendet. Selbstverständlich können diese bei sunny research ebenfalls eingesetzt werden. Der kleinste sinnvolle Achsraster liegt nach unserer Meinung bei 1,125m und wird determiniert durch Breite eines Arbeitsplatzes im Zellenbüro (2 Achsen) (siehe Abbildung 237).

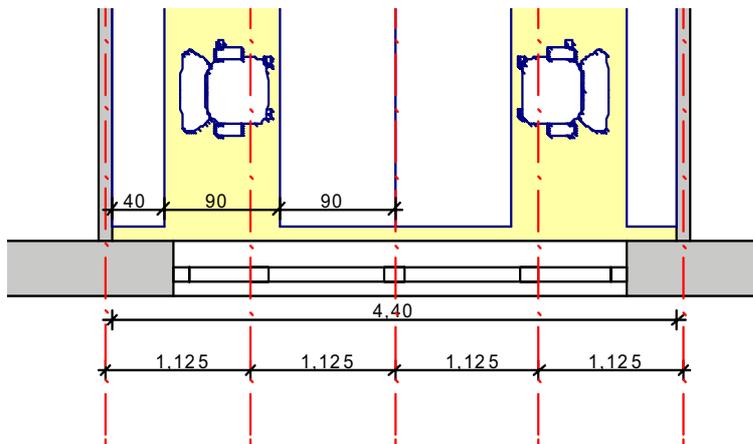


Abbildung 237: Minimaler Achsraaster

Diese Breite geht von einem Ablageregal hinter dem Arbeitsplatz mit einer Breite von 40cm aus. Wie weit in Zukunft der Computer das ausschließliche Arbeitsmedium sein wird, und die Notwendigkeit von Ablageregalen nicht mehr gegeben sein wird, werden wir in einigen Jahren beurteilen können.

Bis allerdings modernste Arbeitstechniken (mit Ablage ausschließlich im Computer= Laptop) den Standardbürobereich und diejenigen erreicht haben wird, die für diese Gebäude das Raumprogramm erstellen, werden wohl noch einige Jahre vergehen.

10.3 Flexible Gebäudetechnik

Größtmögliche Flexibilität ist ein Schlagwort, das derzeit gerade im Bürobereich von Bauträgern und Mietern verlangt wird. Das bedeutet, dass bei Büroteilungen oder Zusammenlegungen, die Energieversorgung immer noch gewährleistet sein muss. Es wird daher eine Verteilung der Heiz- und Kühlmedien, sowie der Stromversorgung und Beleuchtung angestrebt, die eine möglichst flexible Nutzung zulässt.

Dafür liegt dem Entwurf ein Raster zugrunde, der sowohl die Decken als auch die aufgeständerten Fußböden betrifft. In einem Raster von 1,25m sind in die Decken Auslässe für Beleuchtungen eingelegt, der aufgeständerte Fußboden erleichtert jedenfalls jede Art von flexibler Verteilung, ebenso wie die Parapetverbauten in den Nordbüros.

Weiters erhalten die Fenster in jeder Achse eine Unterteilung, die es ermöglichte, eine Trennwand anzuschließen. Mit diesen Maßnahmen ist das Konzept für eventuelle zukünftige Änderungswünsche bestens gerüstet. Technische Voraussetzung für eine leicht veränderbare Haustechnik (Ansteuerung von Radiatoren, Steckdosen, Beleuchtung, Telefon und PC Steckdosen) ist ein BUS system.

10.4 Nutzungsvarianten

letzter aber nicht unwesentlicher Punkt eines flexiblen Konzeptes ist die Variabilität des Grundrisses.

Wir gehen von einer Hälfte mit Zellenbüros aus (die theoretisch in ihrer Größe verändert werden können). Wahrscheinlicher und sinnvoller ist es, mehrere unterschiedliche Zellenbüros für 1 bis 3 Personen anzubieten. Dann kann ein gewünschter Wechsel wahrscheinlich innerhalb der bestehenden Unterteilung, einfach durch Bürotausch realisiert werden.

Anders die Südzone. Hier wurden im Projektverlauf mehrere Nutzungsmöglichkeiten erarbeitet. (siehe Kap. 7.5.5) sowohl open space, als auch project space als auch individual space können im Konzept sunny research ohne Probleme und jederzeit in der Südzone ausgebildet werden. Lediglich größere Besprechungsräume mit temporär sehr hoher Belegungsdichte erfordern gesonderte Bedingungen (hohe Frischluftmengen und Kühllasten).

Dafür können im Konzept sunny research spezielle Frischluftanspeisungsmöglichkeiten in der Südzone (über den Doppelboden) vorgesehen werden. Mit diesen ist es möglich, auch bei späteren Veränderungen ohne großen Aufwand abgeschlossene Besprechungsräume zu schaffen oder aufzulösen.

11 Einbinden in das Gesamtprojekt

11.1 Abstimmung der Raum- und Funktionsprogramme

Ausgangslage für das Gebäudekonzept war das Raum- und Funktionsprogramm von Arsenal Research, Abt. Erneuerbare Energie, das auch der Einreichung zum Förderansuchen beilag. Dieses Raumprogramm wurde bei Beginn der Arbeiten in intensiver Diskussion mit pos architekten dem Letztstand angepasst und planlich dargestellt.

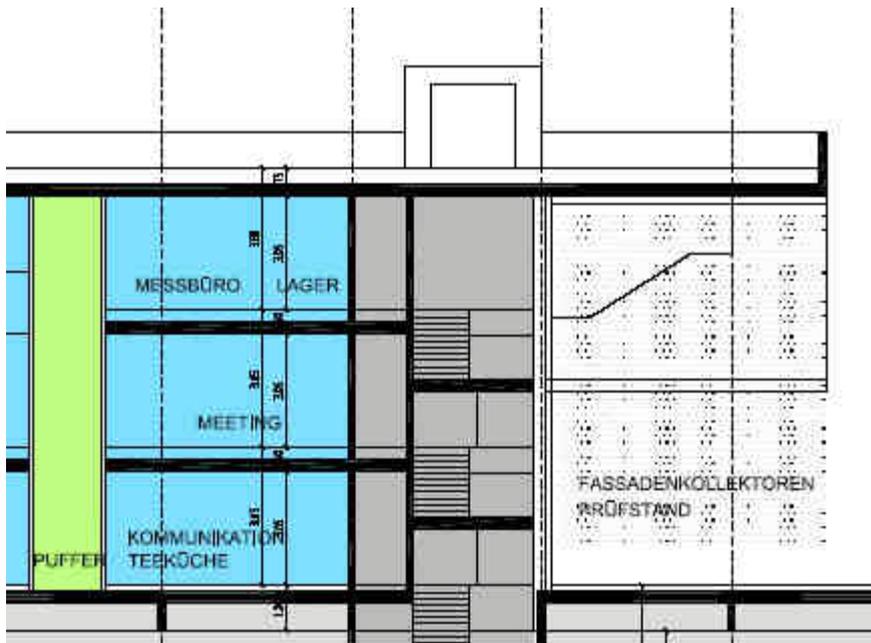


Abbildung 238: Variante mit Fassadenkolektor-Prüfstand

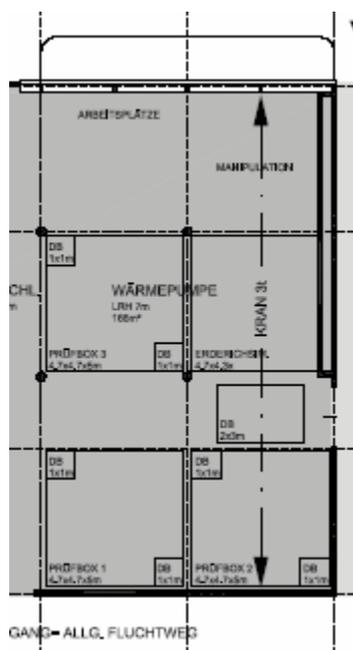


Abbildung 239: Wärmepumpenprüfstand Variante C

Dieser Planungsstand wurde noch einmal nach den Rückmeldungen der Mitarbeiter aus der Fragebogenaktion und in mehreren Gesprächsrunden überarbeitet und so auf einen Stand gebracht, der den betrieblichen Anforderungen der Abteilung perfekt entspricht.

11.2 Abgleich mit dem Investorenprojekt von BSV

Der Bauteil sunny research im Rahmen des Gesamtprojektes BSV ist im u. a. Lageplan rot hinterlegt.

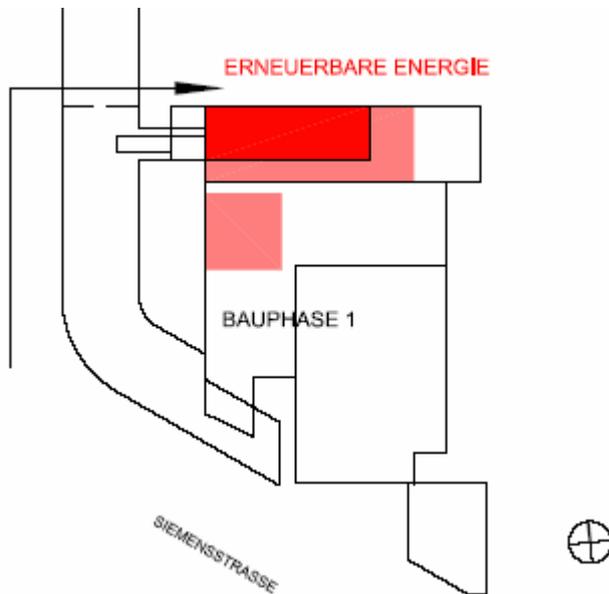


Abbildung 240: Lageplan

Das innerbetriebliche Raumprogramm wurde anschließend mit dem Raum- und Funktionsprogramm des Investors BSV für den neuen Standort abgeglichen.

Von BSV wurden die Entwurfspläne und ein Raum- und Funktionsprogramm vom Büro Vasko & Partner übergeben, die Grundlage für die Realisierung sein sollten.

Bei einer ersten Durchsicht wurde festgestellt dass das Raumprogramm Vasko von dem mit der Abt. Erneuerbare Energie erarbeiteten erheblich abweicht. Das Raumprogramm BSV war im wesentlich kleiner dimensioniert und hatte auch mehrere erforderliche Nutzungen im Laborbereich nicht ausgewiesen.

Nach Aussage des Investors war an eine Änderung des Raum- und Funktionsprogrammes für den Neubau nach Freigabe von Arsenal Research möglich. Da diese Anforderung von Seiten Arsenal Research nicht erfolgte, musste eine Lösung gefunden werden, die mit dem Raumangebot des Investors auskommt.

Der Investor akzeptierte jedoch den schlankeren Baukörper des Bürotraktes und ein Abrücken des Baukörpers Richtung Osten.

Damit wurde einerseits die Übertragung des innovativen Raumkonzeptes möglich und andererseits die Verschattungssituation im Sinne solarer Nutzung wesentlich verbessert. Damit konnte gezeigt werden, dass selbst bei bereits vorhandenen Bebauungsplanungen durch geringfügige, aber wesentliche Anpassungen, die Energieperformance verbessert werden kann und das ohne jegliche Mehrinvestition.

Im gegebenen Bauvolumen wurde nun in intensiven Gesprächen mit der Abt. Erneuerbare Energie und dem Bauträger ein von allen Seiten akzeptiertes Raumprogramm untergebracht.

Stand 8.10.03 lt. AV3von arsenal research, Frau Preisler vom 6.10.03

Lage	Bereich	Raumbezeichnung	NFL	Raumhöhe	Tor	Kran	Differenzen		
OG 2-3	Raumhöhen generell 3,0m E. Vorentwurf Durchsicht 24.09.03 Erneuerbare Energie	Sekretariat	24,50						
		Arbeitsplatz Typ GFLD	36,86						
		Arbeitsplatz Typ B	219,44						
		Arbeitsplatz Typ C	244,42						
		Besprechung	38,36						
		Kommunikation	55,00						
		Teeküche	20,00						
		Bibliothek	29,03						
		Kopierer	19,15						
		Lager	60,81						
		Archiv	14,59						
		Kalorienlabor	78,09						
		Austrüstungsab. WP	51,00						
		Reserve	0,00						
		Summe OG 2-3 Nutzfläche			891				
OG 4	Raumhöhen generell 3,0m	RCP							
		Sekretariat	24,53						
		Arbeitsplatz Typ GFLD	19,54						
		Arbeitsplatz Typ B	60,50						
		Arbeitsplatz Typ A	12,50						
		entf. Lt. Preisler	0,00						
		Besprechung	27,47						
		Kommunikation	10,66						
		Teeküche	99,50						
		Archiv	19,16						
		Kopierer	14,82						
		USV	19,78						
		EDV, Server							
		Z-Summe			307,56				
		ZD		Arbeitsplatz Typ B	18,41				
		Arbeitsplatz Typ C	31,52						
Z-Summe			49,93						
Summe ARC OG 4 Nutzfläche			357						
OG 2-4	ALLGEMEIN	Erschl., Wc, Etc.:	287						
		Seminarraum	121,98						
Summe OG 4 Nutzfläche			409						
OG 2-4	SUMME OG 2-4 GESAMT	Nutzfläche	1658						

VORENTWURF, POS architekten lt. Planstand vom 28.11.2003 Index E - VORABZUG!

Lage	Bereich	Raumbezeichnung	NFL	Raumhöhe	Einfahrtstor	Kran	Differenzen	
OG 2-4	Raumhöhen generell 3,0m	Sekretariat	22	21,55	1	2	2	
		Räume lt. Raumprogramm	35	17,70	2	1	2	
		Kompakt ausgeführt	211	17,60	12	2	24	
		Arbeitsplatz Typ B	190	23,70	8	3	24	
		Arbeitsplatz Typ C	37	36,80	1		0	
		Besprechung 1	19	18,80	1		0	
		Kommunikation	10	10,00	1		0	
		Teeküche	15	14,72	1		0	
		Bibliothek	0	0,00	1		0	
		Kopierer	0	0,00	1		0	
		Lager	0	0,00	1		0	
		Archiv	0	0,00	1		0	
		Ausbildung	69	68,64	1		0	
		Kalorienlabor	0	0,00	1		0	
		Z-Summe			607			52
Kompensation für kompakte Büros Meetingzonen			114					
Messbüro			27,95					
Gruppenraum			28,98					
Z-Summe			171					
Summe EE OG 2-4 Nutzfläche			777					
OG 2-4	Raumhöhen generell 3,0m	ARC						
		Arbeitsplatz Typ A	0	11,20	0	3	0	
		Arbeitsplatz Typ B	88	17,60	5	1	5	
		Arbeitsplatz Typ C	261	23,70	11	2	22	
		Open Office	64	63,60	1	10	10	
		Besprechung	41	41,48	1		0	
		Kommunikation	20	20,13	1		0	
		Teeküche	10	10,00	1		0	
		Archiv	0	0,00	1		0	
		Kopierer	0	0,00	1		0	
		USV	0	0,00	1		0	
		EDV	0	0,00	1		0	
		Z-Summe			484			37
		Kompensation für kompakte Büros Meeting			49	20,00	1	0
		Gruppenraum			53			
Z-Summe			102					
Summe ARC OG 4 Nutzfläche			586					
OG 2-4	Allgemein OG 2-4	Erschl., Wc, Etc.:	311					
		Pufferäume	31					
		Service	51					
Summe Allg. OG 2-4			393					
OG 2-4	SUMME OG 2-4 GESAMT	Nutzfläche	1757					

sunny research
task 4
Gebäudekonzept

Stand 8.10.03 lt. AV3von arsenal research, Frau Preisler vom 6.10.03

Lage	Bereich	Raumbezeichnung	NFL	Raumhöhe	Tor	Kran	Differenzen	
UG	Erneuerbare Energie	Wärmepumpe	215					
		Summe UG			215			
EG	Solarlabor	Erschließung UG	0					
		Halle und Lager	170	7,00	3,5/ 6,0			
		Klimakammer	300	5,00	3,5/ 4,0			
		Halle und Lager	fehlt					
		Gebäude-Technologie	250	6,00	3,5/ 4,0	5,0		
		Wärmepumpenprüfstand	85	6,00				
		Solarcooling	170	7,00	3,5/ 4,0			
		Leistungselektr. Lab. (abzgl. Notwendige Erschl.)	70					
		Prüfgutlager	0					
		Gasmitelraum	1055					
		Z-Summe NFL HALLE			1090			
		Erschließung fehlt Lastenlift fehlt!			35			
		Summe EG Nutzfläche			1090			
		Z-Summe NFL UG-EG Gegenüberstellung!			1270			
		Dach	Freifeldversuchsanlage	Prüffeld Lastenlift	500			500kg
Kran, Tragkraft								

VORENTWURF, POS architekten lt. Planstand vom 28.11.2003 Index E - VORABZUG!

Lage	Bereich	Raumbezeichnung	NFL	Raumhöhe	Einfahrtstor	Kran	Differenzen	
UG	Erneuerbare Energie	Wärmepumpen	167					
		Prüfgutlager	76					
		Elektroniklabor	44					
		Gasmitelraum	7					
		Haustechnik	70					
Summe UG			364					
EG	Solar Thermie	Erschließung UG	63					
		Halle und Lager	211	7,00	3,5/ 6,0	3,0		
		Gebäude-Technologie	130	7,00		3,0		
		Erschl. WG,GT	43					
		Wärmepumpe	166	7,00	3,5/ 4,0	3,0		
		Photovoltaik	163	7,00	3,5/ 4,0			
		Solar Cooling	125	7,00		5,0		
		Halle						
		Klimakammer	168	7,00	3,5/ 4,0			
		Halle und Lager						
		Z-Summe NFL HALLE			1096			
		Erschließung			63			
		Summe EG Nutzfläche			1069			
		Z-Wert NFL UG-EG nur Labors, Hallen			1300,0			
		Dach	Freifeldversuchsanlage	Prüffeld Lastenlift	658			laut Anforderung EE 500 kg
Kran, Tragkraft						3 to		

Abbildung 241: Hauptvarianten der Raumprogramme

In 6 Hauptvarianten mit mehreren Detailvarianten wurden Lösungen entwickelt, die sogar Mehrwert für den restlichen Bauabschnitt durch z. B. einen zweigeschossigen Vortragssaal oder ein durchgehend von der Geschäftsführung genutztes 4. Obergeschoß ergeben hätten.

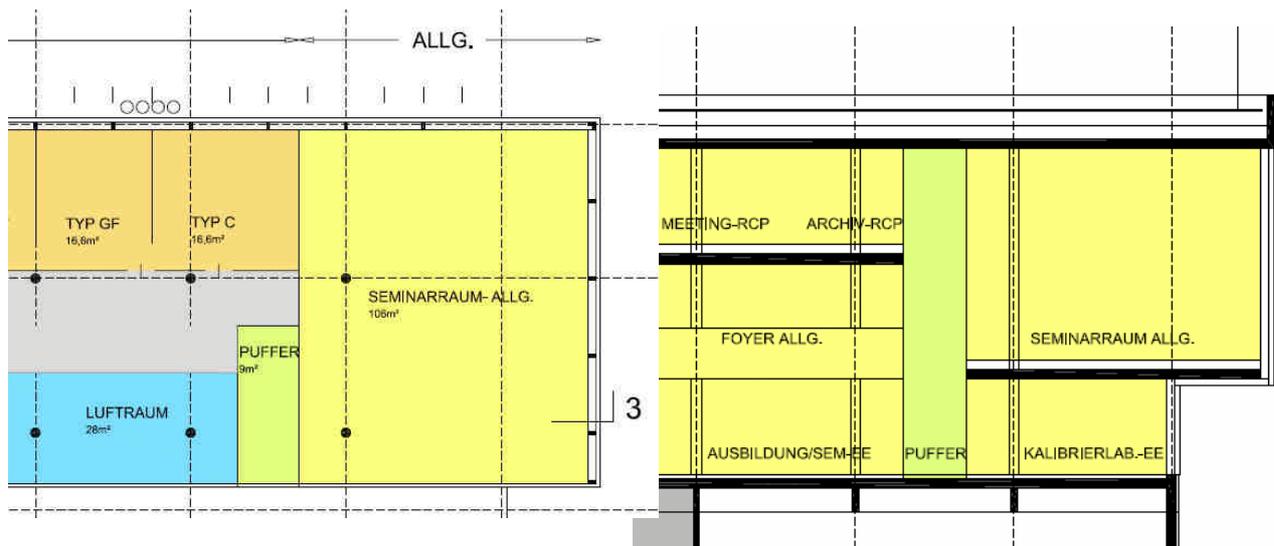


Abbildung 242: Variante Index D mit 2-geschoßigem Seminarraum für ARC

Da die innovative Raumlösung flexibel konzipiert ist, konnte sie problemlos an den vorgegebenen Konstruktionsraster des Investors angepasst werden. Auch die funktionelle Anbindung der Erschließung und Infrastruktur an den restlichen Bauabschnitt konnte in mehreren Abstimmungsrunden gelöst werden ohne die konzeptionellen Grundsätze des innovativen Baukonzeptes aufzugeben.

Bei der Wahl des Fassadenmaterials war jede Möglichkeit der Koordination mit dem restlichen Projekt gegeben. In Summe hat sich herausgestellt, dass das Raumkonzept sehr flexibel an vorgegebene Konstruktionsraster und Bauweisen anpassbar ist.

11.3 Festlegung Schnittstellen am Bau

In mehrfachen intensiven Besprechungen mit dem Vertreter des Bauträgers und dessen Planer wurden die sinnvollen und administrierbaren Schnittstellen für den Bauablauf gesucht und gefunden. Ziel war eine möglichst autonome Durchführung des Bauteiles sunny research mit gleichzeitig voller Integration in die Baustruktur und Infrastruktur zu gewährleisten.

Als Schlüsselfrage wurde das Garagengeschoß gesehen, weil hier die meisten übergreifenden Baumaßnahmen und funktionellen Zusammenhänge bestehen. Es wurde vereinbart, dass lt. Achsenbezeichnung im Projekt BSV im Kellergeschoß die Achsen I und 4-5 und ab dem Erdgeschoß die Achsen F und ebenfalls 4-5 als Schnittstellen der beiden Bauteilen am besten zu handhaben sind.

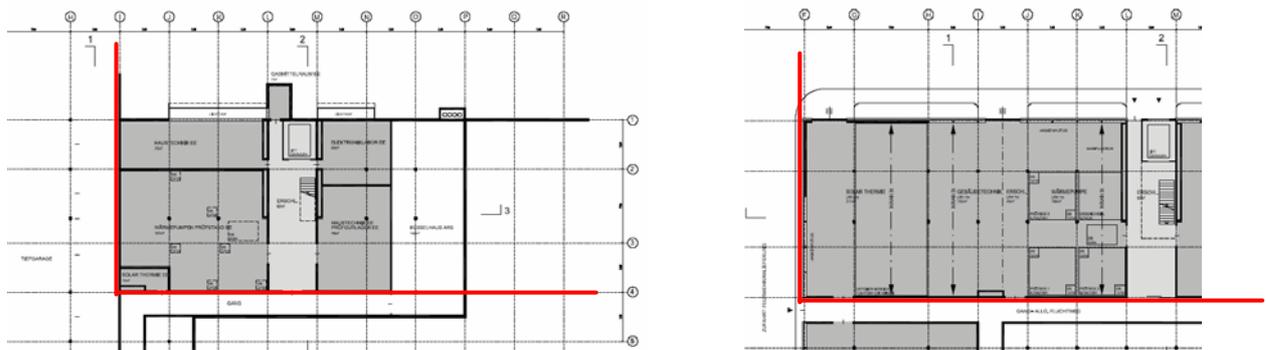


Abbildung 243: Schnittstellen am Bau im KG und EG

11.4 Schnittstellen bei der Planung

Nach eingehenden Diskussionen mit dem Bauträger und dessen planenden Architekten wurde folgendes Szenario als das best mögliche gefunden: das Team von sunny research erledigt für seinen Bauteil die Planungsleistungen für die Planungsphasen Vorentwurf- Entwurf. pos architekten liefert weiters darüber hinaus baubehördlich einreichfähige Pläne. Weiters liefert pos architekten die Leitdetails und die Detailplanung, da so die vollinhaltliche Umsetzung von sunny research gesichert wird.

Diese Darstellung wurde vom Bauträger und seinem Architekten als realistisch und machbar beurteilt

11.5 Abstimmung Terminplan

Vom Bauträger wurde die Terminplanung für das Bauvorhaben BSV Siemensstraße übergeben. Darauf aufbauend wurde von pos architekten in mehreren Überarbeitungen nach Abstimmung mit den Architekten des Bauträgers ein integrierter Terminablauf für die Realisierung von sunny research im Rahmen dieses Gesamt-Bauvorhabens entwickelt.

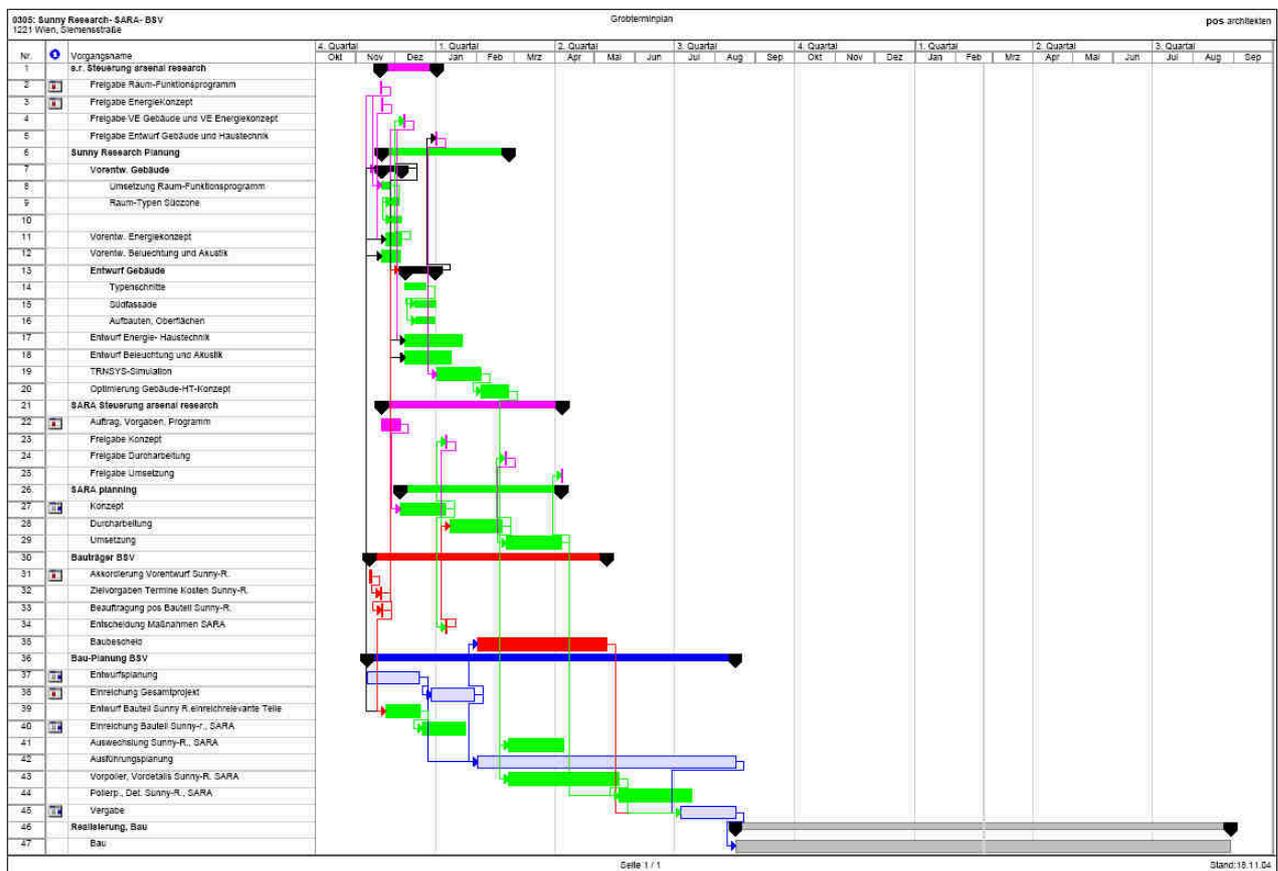


Abbildung 244: Terminplan

Mittels o.a. Terminplan konnte plausibel dargestellt werden, dass das Bauvorhaben BSV nicht verzögert worden wäre und die Realisierung von sunny research integriert im Gesamtablauf des Bauvorhabens der BSV reell möglich gewesen wäre.

11.6 Baukosten

Im Rahmen einer Kostenabschätzung auf Basis der Vorentwürfe konnten die Baukosten nach Standardteilen und zusätzlichen Komponenten aus sunny research nachvollziehbar dargestellt werden und wurden dem Bauträger zur Gegenprüfung übergeben.

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Finanzierung der zusätzlichen Kosten, die aus der Realisierung von sunny research reell darstellbar und im Rahmen der konventionellen Baukosten mit Zusatzförderungen aus Energieperformance und Innovation auch finanzierbar waren.

Die konkreten Zahlen können aus Gründen des Datenschutzes von Seiten des Bauträgers in diesem Bericht nicht veröffentlicht werden.

11.7 Zusammenfassung

Wie aus o.a. Punkten ersichtlich ist, wurde die Einbindung des innovativen Gebäudekonzeptes ausführlich für alle erforderlichen Phasen bis zur Realisierung durchgearbeitet. Es konnte nachgewiesen werden, dass eine Einbindung von sunny research im vorgesehenen Ablauf des konventionellen Bauprojektes möglich gewesen wäre.

12 Dissemination

folgende Präsentationen wurden von pos architekten gestaltet und durchgeführt:

Powerpoint präsentation Dezember 2003, zur Unterstützung diverser Gespräche mit Entscheidungsträgern zur Realisierung von sunny research im 1. Bauabschnitt Business & Science park Vienna.



sunny research

Innovatives Gebäudekonzept
Integriert flexible Bürostruktur
energieeffiziente Haustechnik
Klimakomfort mit Grünpuffer

Forschungsprojekt:
Entwicklung des Konzeptes durch arsenal research und POS architekten mit Unterstützung des BMVIT im Forschungsschwerpunkt „Haus der Zukunft“ und SARA – EU

Mögliche Realisierung:
als Bauteil Erneuerbare Energie im Business & Science Park Vienna, Wien 21, Siemensstraße (Hft. Planung: Architekten Moursi Domicchi)

Logos: SARA, bm, POS, etc.



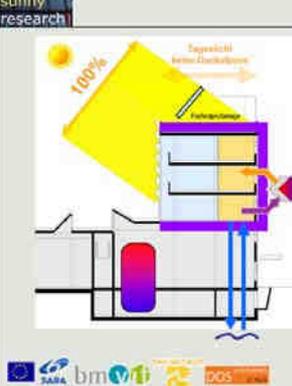
sunny research

Innovatives Gebäudekonzept
Integriert flexible Bürostruktur
energieeffiziente Haustechnik
Klimakomfort mit Grünpuffer

Forschungsprojekt:
Entwicklung des Konzeptes durch arsenal research und POS architekten mit Unterstützung des BMVIT im Forschungsschwerpunkt „Haus der Zukunft“ und SARA – EU

Mögliche Realisierung:
als Bauteil Erneuerbare Energie im Business & Science Park Vienna, Wien 21, Siemensstraße (Hft. Planung: Architekten Moursi Domicchi)

Logos: SARA, bm, POS, etc.

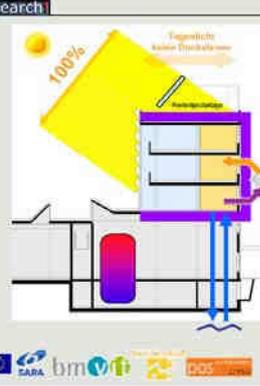


sunny research

Gebäude und Energie

- Wärmebewahrung:**
 - Hoher Dämmstandard
 - Lüftungsanlage mit 80% Wärmerückgewinnung
 - Abwärme aus Prüfständen
- Solare Gewinne:**
 - passivsolar + Belichtung
 - Photovoltaik-Generator
- Kühlung über:**
 - TAD- Thermisch Aktive Decke
 - Freecooling
- Wärme und Kältebereitstellung über Grundwasserwärmepumpe**
- Tageslichtoptimierung durch schlanken Baukörper**
- Pufferspeicher**
 - Entkopplung der Spitzenlasten

Logos: SARA, bm, POS, etc.



sunny research

Gebäude und Energie

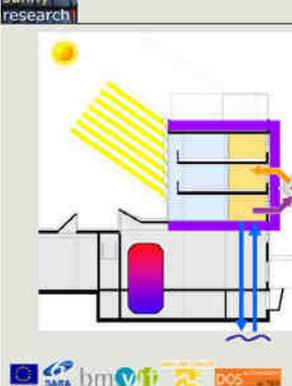
Effizienter Energieeinsatz:

Jahresenergieverbrauch:	Standard BSV	362.000 kWh/a
	sunny research	85.000 kWh/a
	energy saving	277.000 kWh/a

100% Erneuerbare Energie:
Heiz- und Kühlenergie werden zu 100% von Abwärmerückgewinnung und Grundwasseranrüttung gedeckt. Strombedarf für GW-Pumpe und Kälteverteilung wird 100% durch PV gedeckt (sustainable cooling)

Ökonomie:
laufende Energiekosten reduziert auf Wärmeverteilung und Beleuchtung

Logos: SARA, bm, POS, etc.



sunny research

Gebäude und Energie

sunny research

Gesamt Energiebedarf (= Strom) 80 000 kWh/a
Deckung durch 400m² PV 32 000 kWh/a
netto Energie/Strombedarf 53 000 kWh/a
Energiebedarf je m² Nutzfläche 20 kWh/a
Vergleich Standardgebäude je m² NfL 130 kWh/a

Primärenergiebedarf je m² NfL 54 kWh/a
Vergleich Standardgebäude je m² NfL 245 kWh/a

Logos: SARA, bm, POS, etc.



sunny research

Nutzerkomfort und Ökologie

Nordzone
Einzelbüros, konzentriertes Arbeiten, maximale Frischluft, gleichmäßiges Licht + Temperaturniveau

Südzone
Open space, Meeting, Teamwork, wechselnde Belegung, höhere Lichtintensität, verschiedene Temperaturzonen
3-geschöftiges Luftvolumen puffert CO2-Konzentration für temporäre Nutzung
Überströmzone Lüftungskonzept

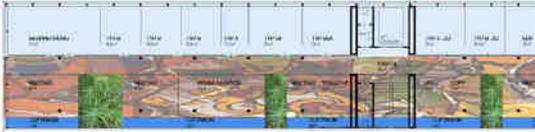
Logos: SARA, bm, POS, etc.

sunny research

Nutzerkomfort und Ökologie



Pflanzenpufferräume
Luft- und Staubfilter
Cyperus alternifolius (Papyrus)
Ökologische Luftfeuchtekkonditionierung mit Luftführung über geschlossene Grünpuffer
Blickkoaxe





sunny research

Baukosten / Finanzierung

Alle Kosten sind Netto-Herstell-Kosten in € ohne MwSt.

BSV, Business & Sciencepark Vienna
Gesamt-Nutzfläche 13955 m²: € 17.425.500,-

Mehrkosten für Bauteil sunny research
Nutzfläche 2765 m²: € 1.154.500,-
Incl. aller zusätzl. Baunebenkosten € 1.357.800,-

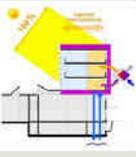


Förderungen EU aus SARA, bereits zugesagt	162.800
Förderung aus PV-Einsparungen, bereits zugesagt	31.800
Contracting-Modell durch Energieeinsparung (Energiekosten auf 15 Jahre mit 3% Preisanstieg)	130.800
PV-Förderung Wien ab 2004, Umfang nach derzeit bekannten Förderrichtlinien	120.000
Innovat aus Baukostenzuschuss für innovative Baukonzepte, Antragsumme	400.000
Fazit WWF (Ansatz doppelte Energiekosten für 15 Jahre)	330.000
Reserve	-15.200
Finanzierungsvorschlag: Summe	1.357.800



sunny research

Weiterer Ablauf



- 1) Abstimmung der Terminsituation**
Derzeit Fertigstellung BSV für August 2005 geplant.
Rasche Integration der Planungen würde die Realisierung von sunny research und SARA ermöglichen.
- 2) Rasche Klärung der Auftragsituation**
Umsetzung vollinhaltlich nur gesichert, wenn sunny research-Planungsteam rasch mit Bauplanung von BSV beauftragt wird.
- 3) Sicherung der Finanzierung**
Konkretisierung der Vorgespräche

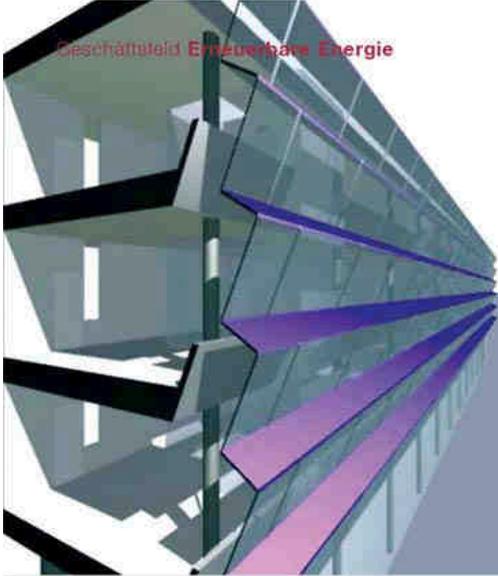


Posterpräsentationen:

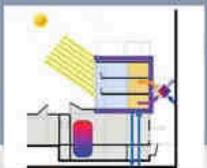
- Fachkongress: WORLD SUSTAINABLE ENERGY DAYS 2004, Wels, 5.-7. März 2004
- 20. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Kloster Banz / Bad Staffelstein, 9.-11. März 2005
- 9. Internationale Passivhaustagung Rhein-Neckar-Dreieck 29.04. – 01.05.2005



Ein Unternehmen der Austrian Research Center.



Geschäftsfeld Erneuerbare Energie



Spezialung
arsenal research, Wien
Geschäftsfeld Erneuerbare Energie

Standorte
POS architekten, Wien
Hochschule
B. Nussli AG, München
Pflanzung Lichtgestaltung, Wien
Austrian
Quadrat Consulting, Innsbruck
Sonnentec, Graz

ITU Graz / Institute für Wärme- und Kälte-Technik, Graz
Wärmepumpen
arsenal research, Wien
Geschäftsfeld Vertikale Solarkollektoren

Sunny research!  

Nachhaltiges Gebäude- und Energiekonzept

für ein modernes Büro- und Industriegebäude in Österreich in Niedrigenergiebauweise
Endenergiebedarf=100 kWh/m²a (Wärme-/Kältebedarf & Beleuchtung) Rel. Luftfeuchtigk.: 40-60%
Maßnahmen: Flexible Bürostruktur | Energieeffiziente Haustechnik | Klimakomfort mit Grünpuffer
Solarenergienutzung in der Südfassade | Bauteilaktivierung für Grundheizung & Kühlung
Grundwasserwärmepumpe | Großschichtspeicher

Geschäftsfeld Erneuerbare Energie
Ing. Anita Prossler
Österreichisches Fotovoltaik- und Wärmepumpen Arsenal Ges.m.b.H.
A-1030 Wien | Faldengasse 2 | t:ph. +43 (0) 53 830-8834 | f. +43 (0) 50 350-8390 | e:mail. anita.prossler@arsenal.ac.at | www.arsenal.ac.at



Sunny Research

Ergebnisse und Aussagen einer Gebäude- und Strömungssimulation als Planungsbeispiel und deren Auswirkungen auf das Gebäude- und Energiekonzept

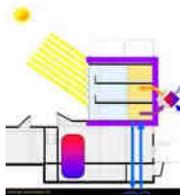
e-nova 2004 FH-Pinkafeld, 19. Nov. 2004
A. Preisler, Ch. Krenn

Mobilität und Energie



Besonderheiten des Konzeptes

- Enge Verflechtung von Gebäude- und Energiekonzept
- Hohe Arbeitsqualität bei flexiblen Nutzungsmöglichkeiten
- Sehr niedriger Energiebedarf für Heizung, Kühlung und Beleuchtung
- Nutzung Erneuerbarer Energieträger zur Deckung dieses Energiebedarfs

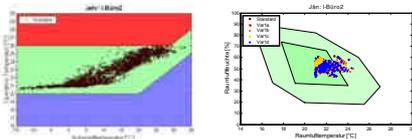


Mobilität und Energie



Dynamische Gebäude- und Anlagensimulation

- Thermische Behaglichkeit
 - Operative Raumtemperaturen (DIN 1946 /Teil II)
 - Raumlufttemperatur/Raumluftfeuchte (Leusden / Freymark)



Mobilität und Energie



Zusammenfassung Teil 1

- Aussagen der dynamischen Simulation auf das Gebäude- und Energiekonzept:
 - Aussagen zur energetische Optimierung sind leicht möglich
 - Aussagen zur Verbesserung des Komforts können bedingt getroffen werden
 - Anlagenoptimierung ist durchaus möglich, aber mit Variantenvielfalt und spezifischem Regelungs-Know-How verbunden

Mobilität und Energie



Simulationsmodell – Ausgangsvariante



Mobilität und Energie



Inhalt

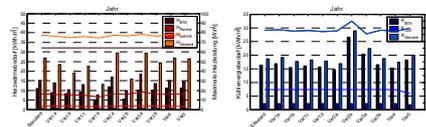
- Teil 1:
- Besonderheiten des Konzeptes
 - Dynamische Gebäude- und Anlagensimulation
 - Zusammenfassung
- Teil 2:
- Optimierungsansätze mittels einer CFD-Analyse

Mobilität und Energie



Dynamische Gebäude- und Anlagensimulation

- Energetische Analysen
 - Heiz- und Kühlenergiebedarf
 - Heiz- und Kühlleistungen

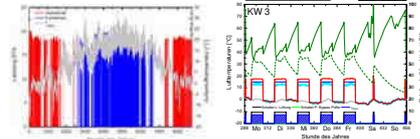


Mobilität und Energie



Dynamische Gebäude- und Anlagensimulation

- Regelverhalten der Anlage
 - Bauteilaktivierung
 - Lüftungsanlage



Mobilität und Energie



Übersicht CFD-Analyse

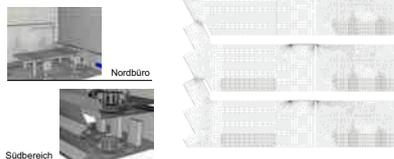
- Simulationsmodell, Ziele
- Netz
- Randbedingungen
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

Mobilität und Energie



Netz

Ausgangsvariante
1.6 Mio. Zellen



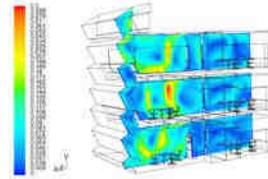
Mobilität und Energie

Randbedingungen

- Stationäre Heiz – bzw. Kühlfälle
- Turbulenzmodell: k-ε
- Bauteilaktivierung: fixe Temperatur (TRNSYS Ergebnisse)
- Wärmequellen: volumetrische Einbringung
- Strahlungsmodell: *Discret Ordinates (DO)*
- Strahlungsquellen: zwei Bänder (sichtbar & Infrarot)
- Fenstermodell: Solids
- CO₂ Quellen & Senken

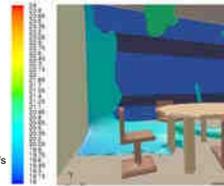
Ergebnisse – Ausgangsvariante

Konturplot der Geschwindigkeiten [m/s], Kühlfall (12. Sept.)



Ergebnisse – Ausgangsvariante

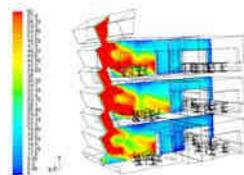
Kaltluftabfall an der Fassade
 Heizfall (5. Jänner)



Isofläche der Geschwindigkeit bei 0.2 m/s
 Überlagert mit der Temperatur [°C]

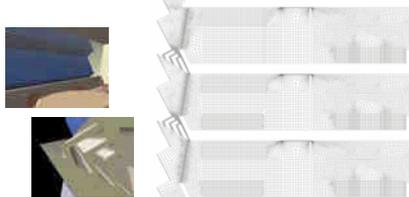
Ergebnisse – Ausgangsvariante

Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD), Kühlfall (12. Sept.)



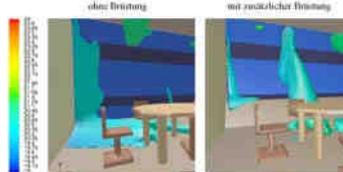
Optimiertes Modell

2.1 Mio. Zellen



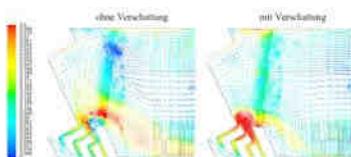
Ergebnisse – optimiertes Modell

Abschwächung des Kaltluftabfalles [°C], Heizfall (5. Jänner)



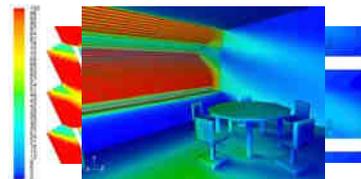
Ergebnisse – optimiertes Modell

Einfluss der Verschattungselemente [m/s], Heizfall (5. Jänner)



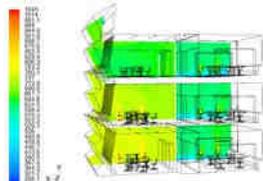
Ergebnisse – optimiertes Modell

Einstrahlungsverhalten: Strahlungswärmestrom Band 1 [W/m²], Kühlfall (12. Sept.)



Ergebnisse – optimiertes Modell

Abschätzung der Luftqualität, CO₂ Verteilung [ppm]



Zusammenfassung

- Machbarkeitsstudie
- Verbesserungspotenziale
- Vorgangsweise der Netzanpassung
- Verbreiterung der CFD Analyse
- Weitere Arbeiten

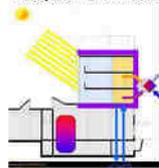
Kurzinfo-Folder für WBSF (Wiener Bodenbereitstellungs- und Stadterneuerungsfonds)

Projekt 0305: **SUNNY RESEARCH**

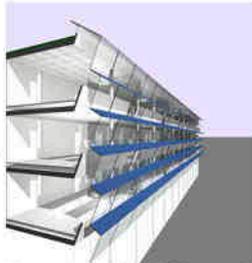
Auftraggeber: Arsenal research
 Forschung: BM VIT
 Lage: Wien
 Projektstatus: laufend



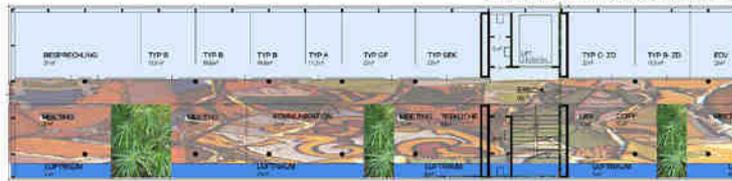
Das Projekt „Sunny research vom BMVIT im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“ gefördert, beschäftigt sich mit der Entwicklung eines nachhaltigen Konzeptes für den modernen Bürobau



Gebäude- und Energiekonzept:
 Als Vorgabe wurde eine Kombination von Hallen und Büros in einem Gebäudekomplex mit Nord/Süd Ausrichtung angenommen. Die Hallen sind unter dem Bürobereich angeordnet und auf natürliche Belichtung und Belüftung hin optimiert. Die thermische Zonierung und Nutzungszuordnung des Bürobereiches erfolgte so, dass die ständig genutzten Arbeitsräume in die kühlere, blendfreie Nordzone gelegt wurden und die exponiertere Südzone eher für ergänzende und temporäre



Nutzungen verwendet wird. Daraus ergibt sich auch das Lüftungskonzept mit einer Zuluftbringung in den Nordbüros, Überströmung in die Südzone und einer abschließenden Rückführung der Abluft zur Wärmerückgewinnung. Die Südfassade ist zu 60% für die Nutzung von Solarenergie reserviert, wobei die spezielle Geometrie der Fassade eine optimale Ausrichtung der Photovoltaikpaneele, die gleichzeitig als Verschattungselemente fungieren, erlaubt. Der Problematik von zu trockener Luft im Winter wird durch Licht gesteuerte Pflanzen-Pufferräume auf innovative Weise entgegengewirkt. Die Grundraumheizung und Kühlung erfolgt durch Bauteilaktivierung, die Wärme- und



Kälteversorgung durch eine Grundwasserwärmepumpe bzw. Grundwasser wärmetauscher. Eine Entkopplung von Angebot und Bedarf wird durch einen Großschichtspeicher erreicht, welcher auch allfällige Abwärmern aus den Hallen speichern kann. Bei einem Vergleich mit einem Standardgebäude ergibt sich eine Senkung des Primärenergiebedarfs für Wärmeversorgung, Kälteversorgung und Beleuchtung von

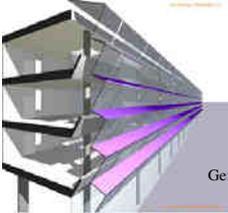
245 kWh/m²a auf 54 kWh/m²a.

Projektteam: arsenal research – Geschäftsfeld Erneuerbare Energie (Projektleitung); pos-architekten (Architektur); lb hausladen (Haustechnikplanung); Pokorny Lichtarchitektur (Lichtplanung); Quiring Consultant (Akustik); TU Graz – Institut für Wärmetechnik (Thermische Simulationsrechnung); arsenal research – Geschäftsfeld Verkehrstechnologien (CFD-Simulation).



Powerpoint Präsentation und Vortrag durch Ursula Schneider in Marseille im November 2004 im Rahmen einer table ronde anlässlich der Ausstellungseröffnung "Wien, der Stand der Dinge" mit dem Thema HQE Vienne 2004 (Planungen mit hoher Umweltqualität, dies ist der in Frankreich geläufige Fachausdruck für energieeffiziente Gebäude) mit Rudolf Schicker, Arnold Klotz, Rüdiger Lainer, Jean Canton, Roger Deschaux, u.a.m.

HQE Vienne 2004 Sunny Research



Bürogebäude: 3700m² nff.
 Team:
 Arsenal research
 Pos architekten ZT KEG
 Ingenieurbüro Hauckmann GmbH
 Technische Universität Graz: W.T. Dr. Streicher
 CFD Simulation arsenal research
 Polkom Lichttechnik
 Quiring Consultants

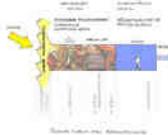
Gefördert durch d. BM VIT




POS architekten

HQE Vienne 2004 Sunny Research

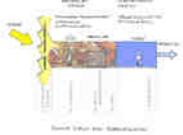




POS architekten

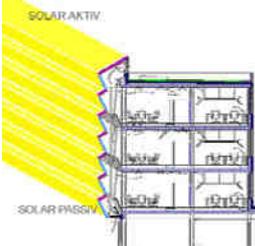
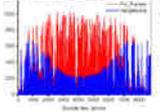
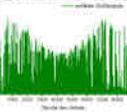
HQE Vienne 2004 Sunny Research



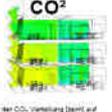



POS architekten

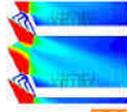
HQE Vienne 2004 Sunny Research

800m² Photovoltaik

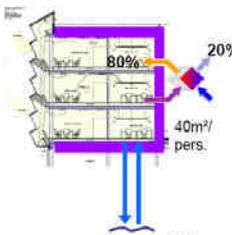


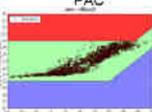
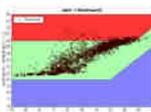
Klimaanpassung: kein CO₂ (Vermeidung) (gemäß EUF) wenn Solarlast (per 2-4 bis 12-14kWh/m²)



POS architekten

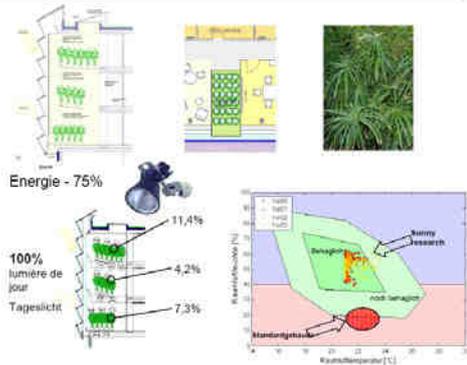
HQE Vienne 2004 Sunny Research



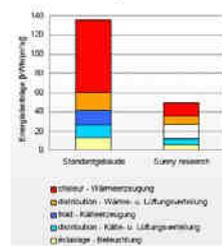



PAC

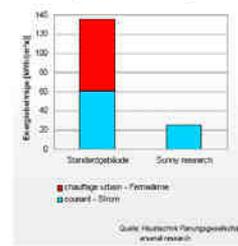
POS architekten



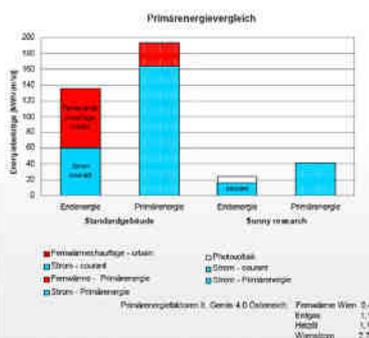
Systemvergleich Endenergie comparison



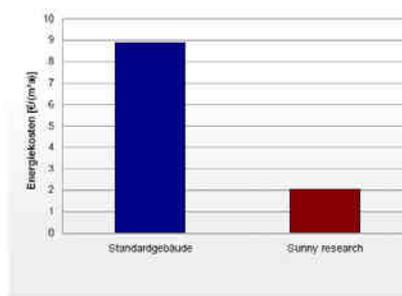
Systemvergleich Energieträger comparison source d' énergie



Quelle: Institut für Energieeffizienz, arsenal research



Energiekostenaufstellung (€ / m² a) coûts d' énergie



Plakat und Kurzvorträge durch Ursula Schneider und Fritz Oettl anlässlich der Architekturtag Wien 2004 (TOUR Josefstadt, 5.Juni 2004)



pos architekten

sunny research

Nachhaltiges Gebäude- und Energiekonzept

für ein modernes Büro- und Industriegebäude in Österreich in Niedrigenergiebauweise
Endenergiebedarf: 100 kWh/m²a (Wärme-/Kältebedarf & Beleuchtung)
Rel. Luftfeuchtigkeit: 40-60%

Maßnahmen: Flexible Bürostruktur | Energieeffiziente Haustechnik | Klimakomfort mit Grünflächen
Solarenergienutzung in der Südfassade | Bauteilaktivierung für Grundheizung & Kühlung
Grundwasserwärmepumpe | Grafschichtspeicher

Forschungsprojekt Haus der Zukunft im/vit
Geplante Realisierung: Business und Science Park Vienna Baustufe 2

Projektteam: arsenal research – Geschäftsfeld Erneuerbare Energie (Projektleitung)
pos-architekten (Architektur)
ib Hausladen (Haustechnikplanung)
Pekorny Lichtarchitektur (Lichtplanung)
Quiring Consultant (Akustik); TU Graz – Institut für Wärmetechnik
(Thermische Simulationsrechnung)
arsenal research – Geschäftsfeld Verkehrstechnologien (CFD-Simulation)



IG Passivhaus Ost

Netzwerk für Innovation, Qualität und Weiterbildung

arch. dipl. ing. ursula schneider
arch. dipl. ing. fritz oetfl
arch. d.p.l.g. claire poutaraud



www.pos-architekten.at, A 1080 Wien, Maria Treu Gasse 3/15, tel: 01- 4095265-10, fax: -99, mail: office@pos-architekten.at

Architekt

Schiestlhaus

weltweit erstes Passivhaus hochalpin
Hochschwab 2154m

spezifischer Wärmebedarf 12,9 kWh/m² (TRNSYS)
U-Values W/m²K: Außenwand 0,12- Dach 0,11- Kellerdecke 0,18-
Fenster Holz-Alu, U-Value W/m²K: Verglasung <0,6-
Gesamtkonstruktion <0,8
492m², 66 Betten, energieautark,
Eröffnung Sommer 2005

Projektteam:
Planung: pos architekten ZT KEG, AXA OSA, Triebung & Partner Architekten
ZT Gmbh, Entdeckung Entwurf: solaralpin (Hess), Skidort Oetfl, Triebung,
HS+MR, evc wimmer, Bek. fro PV: ATB Becker, Stahl: Salzer, Gallach, Bauphysik:
Hofbauer, Skidort, BDO, Abwasserabreinigung: Steinbacher & Steinbacher ZT KEG,
Lichtplanung: P&ony Lichttechnik



Luft-Wärme-System

Energieversorgung



Südostansicht November 2004, Photovoltaik Paneele vor Terrasse, Solarthermie fassadenintegriert im Obergeschoss



Montage Holz-Stahl-Konstruktion Erdgeschoss



Farb/ Materialmuster



Montage Deckenelement

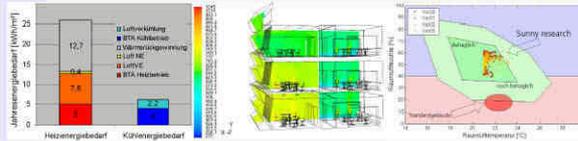


Stube und Südfensterband im Rohbau

Sunny research

office building, high comfort- little energy

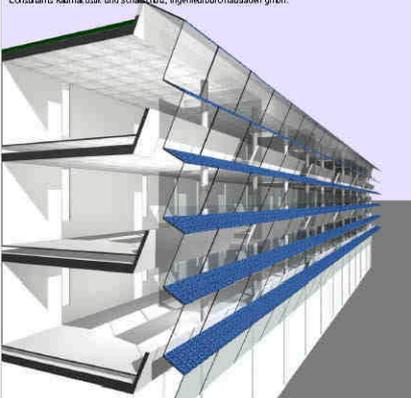
Passivhausstandard mit Optimierung der Luftfeuchtigkeit, Klimakomfort und Raumqualität im Standardbürobau.
1800m² Büro, 1800m² Gewerbefläche, Projektentwicklung, Baubeginn 2006
Projektpartner: arsenal research, TU Graz Institut für Wärme- und Kälte- und Lichttechnik, Quating
Consultants: Raumklima- und Schallschutz, Ingenieurbüro Hausladen GmbH



Heiz-/Kühlergiebebedarf Sunny research

Simulation der CO₂ Verteilung

Behaglichkeitsdiagramm nach Leuzen / Freymark in den Bürostunden im Jänner



Gefaltete Solarfassade mit Photovoltaik-Paneele Förderung: omv

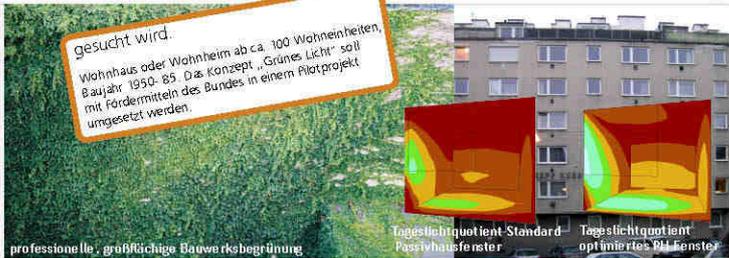


Großraum Süd mit Grünpuffer für Luftfeuchte konditionierung

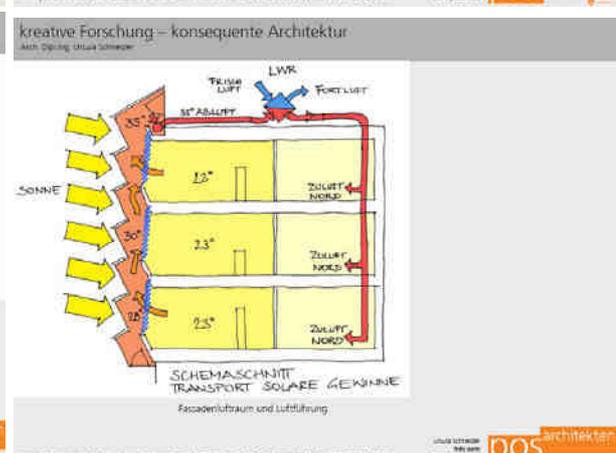
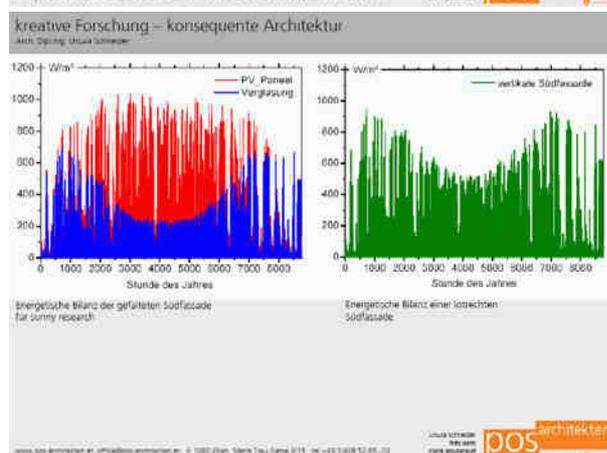
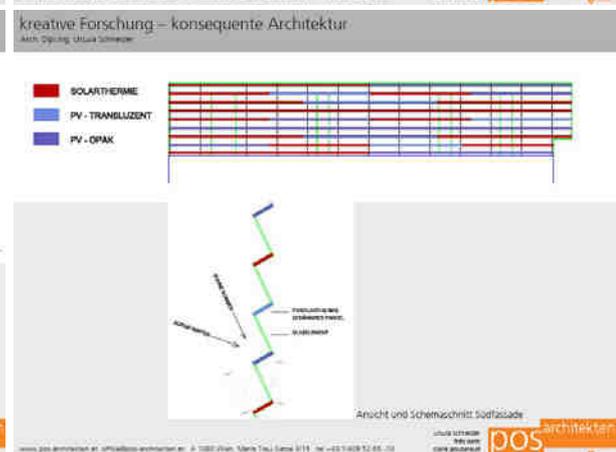
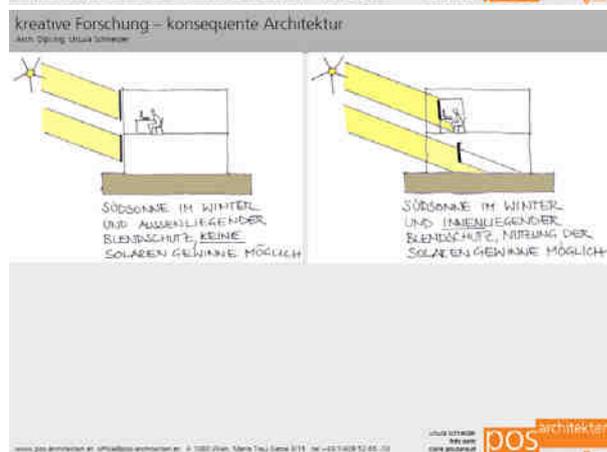
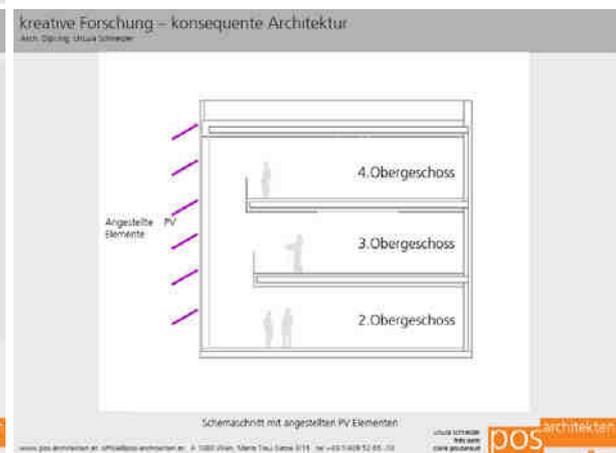
Grünes Licht

Sanierung eines großvolumigen Wohnbaues zum Passivhaus unter Optimierung der Komponenten Belichtung, Luftfeuchtigkeit, Privater Freiraum und Gebäudebegrünung.

Forschungsauftrag bm vit "Haus der Zukunft"



Powerpoint Präsentation im Rahmen der Messe Bauen und Energie 2005 mit dem Titel: Kreative Forschung, konsequente Architektur.



13 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

13.1 Ausgangslage

13.1.1 Allgemeines

Das große Segment des Büro/Gewerbebaues einfachen bis mittleren Standards (1000 -1600 € Nettoherstellkosten/m² NFL) im Mietbereich nutzt die Qualität innovativer Gebäudetechnik derzeit noch kaum. Standardgebäude sind derzeit 2hüftig angelegt, sie besitzen Zellenbüros zu beiden Seiten, dahinter jeweils einen Erschließungsgang und in der Mitte eine Nebenraumzone.

Im Projekt sunny research sollten die Defizite dieser Gebäude in mehrerer Hinsicht aufgezeigt werden und eine ganzheitliche Lösung zur Behebung dieser Defizite gesucht werden, die energetische Aspekte mit Aspekten der Behaglichkeit und der räumlichen, arbeitsmedizinischen und psychologischen Qualität der Arbeitsplätze vereint.

13.1.1.1 Defizite in der Raumqualität

eintönige Zellenstruktur, 40 % der Grundrissfläche ohne natürliche Belichtung, unattraktive Pause-, Kommunikations- und Wartebereiche, große Nebenraumflächen, hoher Anteil Erschließungsflächen, veraltetes Raumangebot für moderne Arbeitsweisen.

13.1.1.2 Defizite aus arbeitsmedizinischer Sicht

In Südseitigen Zellenbüros die häufig abgeblendet werden müssen fehlt die Entspannung für das Auge; Gleichförmigkeit: In Standardgebäuden fehlen die zur Kreislaufanregung wichtigen Kontraste und Veränderbarkeiten im gesamten Bürobereich völlig. Alle Zonen haben ähnlichen Charakter

13.1.1.3 Defizite aus psychologischer Sicht

In Standardbürogebäuden fehlt die Möglichkeit des oftmaligen Wechsels zwischen Konzentration und Entspannung.

13.1.1.4 Defizite hinsichtlich Klimakomfort

13.1.1.4.1 Frischluftmenge

In Standardbürogebäuden gibt es zumeist ausschließlich Fensterlüftung. Die Luftqualität in Standardbürogebäuden ist aus diesen Gründen zumeist mangelhaft, jedenfalls jedoch direkt abhängig vom Standort und dem Nutzerverhalten.

13.1.1.4.2 Lufttrockenheit

Anders als in Wohnungen gibt es in Büros normalerweise keine nennenswerten internen Feuchtequellen. Ausreichend gelüftete Räume im Bürobau (ob mechanisch oder händisch) weisen im Winter und im Frühjahr zu trockene Raumluft auf, selbst in mangelhaft gelüfteten Büroräumen herrscht zu dieser Zeit zumeist keine ausreichende Luftfeuchtigkeit.

13.1.1.4.3 Kühlung

Fan coils, die in Standardgebäuden üblichen Kühlgeräte wälzen große Luftmengen um. Dies führt zu höheren Luftgeschwindigkeiten und damit zu einer geringeren Behaglichkeit.

13.1.1.4.4 Defizite hinsichtlich Energietechnik

Standardgebäude weisen im Vergleich mit dem heutigen Stand der Technik einen nach wie vor hohen Energieverbrauch hinsichtlich Heizen, Kühlen und Beleuchtung bei minderer Gesamtqualität auf.

13.1.2 Ausgangslage im speziellen

Das Gebäude von sunny research sollte im Rahmen eines Neubaus in Wien 21, Siemensstrasse/Giefinggasse realisiert werden. Das im Projekt sunny research geplante Gebäude sollte als ein Teil der Bebauung der 1. Bauphase durchgeführt werden, und ursprünglich den Geschäftsbereich Erneuerbare Energie (ein Teilbereich von Arsenal Research) beheimaten.

Das Gebäude sunny research ist daher für eine Nord Süd Ausrichtung konzipiert. Die Nord-Süd Ausrichtung wird durch eine starke Differenz der beiden Seiten gekennzeichnet.

Unverschattete Südseiten sind winters wie summers besonnt. Sie stellen im Bürobau eine besondere Herausforderung dar. Wenn die Sonne scheint, muss der dahinter liegende Raum abgeblendet werden können. Wenn im Süden abgeblendet wird ergeben sich 2 Probleme:

Im Winter ist zwar Abblendung gewünscht, die Sonnenenergie sollte aber trotzdem in den Raum gelangen können.

Wenn abgeblendet ist (also durchaus ganzjährig und oft) besteht keine Möglichkeit des Ausblickes und des Kontaktes mit der Außenwelt mehr.

13.2 Entwurfskonzept

13.2.1 Zusammenfassende Prämisse

Als Zusammenfassung kann als Prämisse definiert werden:

sunny research sollte als 5-geschossiger, Nord Süd orientierter Bauteil mit möglichst großer Südfassade ausgebildet werden. Die gesamte Südfassade sollte energetisch verwertet werden, für die großen Unterschiede zwischen Norden und Süden sollte eine adäquate Lösung gefunden werden. Die unter 13.1.1 angeführten Defizite von Standardgebäuden sollten einer der Lage, Orientierung und den energetischen Prämissen angepassten Lösung zugeführt werden auf das Thema "wellness in work" sollte speziell eingegangen werden.

13.2.2 wellness in work

Schon im Projektantrag wurden als Entgegnung zu den Defiziten 3 Hauptschwerpunkte definiert.

13.2.2.1 Kontrast und Vielfalt

Die Orientierung des Baukörpers begünstigt die Verstärkung von Unterschieden, da diese auf natürliche Weise so und so vorhanden sind.

Dies kommt der Forderung nach Kontrast und Vielfalt entgegen, die für jeden Arbeitsplatz gestellt werden sollte. Die Grundrisstypologie sieht eine deutliche Differenzierung zwischen Nord und Süd vor. Im Norden befinden sich hochwertige Einzelbüros, der Südbereich ist offen – in Art eines Großraumes, nur durch die Pflanzenpuffer transparent unterteilt. Er war im ersten Konzept nur für temporäre Nutzungen vorgesehen, es stellte sich jedoch mit den Simulationen heraus, dass gerade der Südbereich vom open space bis zum single office eine Vielzahl unterschiedlicher Nutzungsmöglichkeiten und auf Grund seiner ausgezeichneten Belichtung auch Verdichtungsmöglichkeiten bietet und differenzierte moderne Arbeitsweisen erlaubt.

Die starken Schwankungen hinsichtlich Jahreszeit und direkter solarer Einstrahlung können in diesem Konzept als Qualität und als Kontrast zur Nordzone erlebt werden. Wenn die solare Einstrahlung den Blendschutz erforderlich macht, gleicht die Größe des Raumes den temporär mangelnden Außenblickbezug aus.

Die Nutzer können zwischen unterschiedlichen räumlichen Zonen wechseln und für die jeweilige Arbeit passende räumliche Bedingungen suchen. Wichtig war vor allem auch, dass die Mitarbeiter zum kurzzeitigen Verlassen ihrer Arbeitsplätze animiert werden sollten. Eine Pause von wenigen Minuten sollte darin bestehen können, direkt

ab Verlassen des Einzelbüros andere räumliche und optische Bedingungen vorzufinden und nicht erst über einen langen künstlich belichteten Gang zum "Pausenraum" zu gelangen.

Weiters sollten die knapp dimensionierten Einzelbüros und die Attraktivität der Südzone die Mitarbeiter dazu veranlassen auch für kurze zweier und dreier Meetings die Arbeitsplätze zu verlassen und die Umgebung zu wechseln.

Wir glauben, dass diese Wechsel sehr effizient entspannen, die Leistungsfähigkeit erhöhen und mit einem Minimum an Zeit das maximale Ergebnis erzielen.

13.2.2.2 Licht

Tageslicht gehört zu denen Wichtigsten Qualitäten am Arbeitsplatz. Umso weniger zufrieden stellend ist es, wenn Standardbürogrundrisse 40% der Fläche ohne natürliche Belichtung aufweisen und die Fensterflächen der belichteten Räume zwar über der lt. Bauordnung erforderlichen Mindestfläche liegen, eine gute oder gar optimale Belichtung z.B. lt. dem Gebäudebewertungstool Total Quality damit aber noch lange nicht erreichen. (Hier wird für Büros ein Tageslichtquotient von 2% in 2m Raumtiefe für eine gute Belichtung und 3-4% für optimale Belichtung gefordert)

Große Fensteröffnungen und damit ausreichend Tageslicht bieten jedenfalls immer die Option, ein eventuelles zuviel auszublenden, kleine Fensteröffnungen können die Lichtmenge jedoch nicht vermehren.

Die Tageslichtmenge und die Fenstergröße muss nach den Anforderungen für den Menschen definiert werden und zwar jedenfalls großzügig und mit Reduktionsmöglichkeiten, keinesfalls aber kann und soll ein energetisches Dogma die Fenstergrößen und damit die Tageslichtmengen für den Menschen bestimmen.

Wir treten mit dem Gebäude sunny research den Beweis an, dass energieeffizientes Bauen und großzügige Belichtung keinen Widerspruch darstellen.

Damit erreichen die Nordbüros entsprechend den Maßstäben von TQ [2] einen Tageslichtquotienten von 3,8% (mit waagrechten Metalllamellen als Tageslichtlenkung) und die Südbüros 3,1% (ohne Lichtlenkung), beides im optimalen Bereich.

13.2.2.3 Klimakomfort

13.2.2.3.1 Frischluft

Die kompakten Einzelarbeitsräume im Norden werden über die Lüftungsanlage mit optimal konditionierter Frischluft versorgt in einer Qualität, die hinsichtlich CO₂-Spiegel und Luftfeuchte über den Normwerten liegt. (Das erforderliche Luftvolumen für die Südräume wird hier mit eingebracht)

Die Südzone kann durch die offene Anlage als Überströmzone ausgebildet werden. Die Luftströmung wird über die natürliche Thermik über den mehrgeschossigen Luftraum an der Südfassade der Wärmerückgewinnung zugeführt

13.2.2.3.2 Luftfeuchtigkeit

Entsprechend den Erkenntnissen aus dem Forschungsprojekt „Themenwohnen Musik“ wurde die Verwendung von Pflanzen zur ökologischen Luftfeuchtkonditionierung hier hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf den Bürobau untersucht.

Die Problematik zu trockener Luft im Winterbetrieb ist im Bürobau wie vorab erwähnt wesentlich ausgeprägter vorhanden und kann durch die vorgesehenen, Licht gesteuerten Pflanzen-Pufferräume in Kombination mit einer Luftfeuchtrückgewinnung am sinnvollsten behoben werden.

Die Dimensionierung war auf die Anforderungen des Bürobetriebes anzupassen, wobei die pflanzenphysiologischen Daten aus Themenwohnen Musik übernommen werden konnten.

Im ersten Stadium des Konzeptes wurde von einer Befeuchtung ausschließlich über die Pflanzenpufferräume ohne Feuchtrückgewinnung ausgegangen. Dies wurde später um eine Feuchterückgewinnung erweitert, da die Bereitstellung von Luftfeuchtigkeit Energie verbraucht, und daher- wie bei der Wärme- zuerst Feuchte bewahrt, und erst in weiterer Folge der fehlende Rest erzeugt werden soll.

Gleichzeitig leisten diese "Feuchtegeneratoren" neben ihrer physiologischen Funktion auch einen erheblichen psychologischen Beitrag als interne „Grünräume“ zu einem angenehmen und produktiven Arbeitsklima.

13.2.2.3 Strahlungswärme/Kälte-Komfort

Der nach der Wärmerückgewinnung und dank der hoch Wärmedämmenden Hülle geringe verbleibende Heizwärmebedarf wird über die thermoaktive Decke gedeckt. Dies gewährleistet einen hohen Strahlungswärme-Komfort.

Individuell regelbare Heizpaneele als Ergänzung wurden vom Konsulenten für Haustechnik vorgeschlagen, da der Individualität von dieser Seite großer Stellenwert beigemessen wird.

Als Architekten halten wir die Verwendung von mehreren Systemen bei so geringen Lasten für übertrieben, und würde lieber mit einer Aufklärung und Information der zukünftigen Nutzer reagieren und das System schlank halten.

Ob die hohe Individualität in der Einflussnahme auf die Raumtemperatur in Zukunft ein wesentliches Kriterium sein wird, oder ob es gelingen wird, die Nutzer davon zu überzeugen, dass die geringen Lasten mit möglichst wenig Systemen abgedeckt werden sollten, und dass daher die individuelle Regelbarkeit bei gleichzeitiger Gewährleistung eines hohen Allgemeinkomforts zu diesen Gunsten zurückgedrängt werden sollte, wird die Zukunft weisen.

Die Kühlung erfolgt im Unterschied zu konventionellen Bürogebäuden über free cooling (spezielle Fensterbauteile s. Kap. 7.13.1) ergänzt durch die temporäre Zuschaltung der thermoaktiven Decken in der Nacht und die Temperierung der Zuluft.

13.2.3 Optimierung der Nutzflächen

Vom Bauträger war ein fixes Raumprogramm mit fixen Nutzflächen vorgegeben. Die alternative Planung von sunny research durfte keine Vergrößerung und damit Verteuerung des Bauvorhabens bewirken. Neue und alternative Nutzungen, wie extensive Besprechungs- und Meetingbereiche waren im Bauträger-Plan nicht vorgesehen.

Das vom Bauträger vorgelegte Raumprogramm ist von konventioneller Grundstruktur. Es sind für den Bereich sunny research ausschließlich Zellenbüros vorgesehen, das vorgesehene Flächenausmaß der einzelnen Zellen ist im allgemeinen Vergleich als mittelgroß anzusehen. Flächen für wechselnde Arbeiten, Teamarbeit, informelle Kommunikation in kleineren Gruppen waren nicht vorgesehen.

Ziel von sunny research war es, die Größe der Zellenbüros zu optimieren (verkleinern auf eine unter Einhaltung des Nutzungskomforts minimierte Größe) Dies wurde gemeinsam mit den zukünftigen Nutzern anhand von Möblierungsstudien durchgeführt. Es wurde nachgewiesen, dass die im Standardprojekt vorgesehene Bürotiefe von 5m und die Anzahl der Achsen pro Zelle unter Einhaltung der Möblierungsanforderungen minimiert werden können. Dies wurde an hand von Gegenüberstellungen der Flächenbilanzen nachgewiesen.

Die so gewonnenen Flächen sollten zum einen dazu verwendet werden um größere Flächen für wechselnde Arbeit und informelle Kommunikation bereitzustellen, zum anderen sollten sie helfen ein Konzept zu unterstützen das von Anbeginn aus mehreren Gründen für eine Nordsüd Orientierung sinnvoll schien: Eine thermische Zonierung und unterschiedliche Nutzungszuordnung zwischen Nord und Süd.

13.2.4 Pflanzenpufferräume

In der Südzone sind vertikale Lufträume integriert, die gegen die Bürozone durch Glaswände abgeschlossen sind. Es handelt sich um sog. Pflanzenpufferräume in denen mit Hilfe von Pflanzen die vorbeiströmende Frischluft vor Eintritt in die Büroräume befeuchtet wird. Dieses Novum wurde von Pos architekten im Forschungsprojekt Themenwohnen Musik entwickelt und sollte bei sunny research erstmals in einem Bürogebäude zum Einsatz kommen.

Im Zuge der Simulationen ergab sich eine Reduzierung der Anzahl der Pufferräume, sodass nun für alle Bürogeschosse 3 Pufferräume zur Anwendung kommen. Diese sind 3 Geschosse hoch.

Jeder Pufferraum ist mit 60 Pflanzen bestückt. Für die gesamte Bürofläche werden 3 Pufferräume mit je 60 Pflanzen verwendet werden, das sind 0,27 Pflanzen/m² Nutzfläche

Die Besonderheit dieser Pufferräume besteht darin, dass Pflanzen verwendet werden, die eine annähernd fest definierte Verdunstungsleistung aufweisen und dass die Pflanzen in ihrer Verdunstungsleistung durch Licht (und andere Klimaparameter) sicher zu steuern sind.

Als geeignete Pflanze für diese Anforderungen ist die Cyperus Pflanze anzusehen (Cyperus alternifolius), speziell die Sorte „Prima Klima“ weist eine hohe Verdunstungsleistung auf, welche vor allem von der Lichtmenge abhängt. Die Feuchteproduktion einer Cyperus Pflanze hängt nicht nur vom momentanen Wert der Beleuchtungsstärke ab, sondern ändert sich auch mit dem Aktivitätsgrad der Pflanze.

Um die Feuchteproduktion in den Wintermonaten zu erhöhen, können Pflanzen, die Tageslicht unter 2000lx Stärke erhalten künstlich zusätzlich beleuchtet werden. 1 Leuchte mit 70W reicht für die Beleuchtung von einer Gruppe mit 4 Pflanzen.

Die Steuerung erfolgt über einen Klimacomputer. Über diesen wird auch die automatische Wasserversorgung und die Düngung geregelt.

Um eine seitliche Besonnung der Arbeitsplätze auszuschließen, muss auch der Puffer auf seiner Südseite beschattet werden. Die Beschattung des Pflanzenpuffers darf jedoch immer nur bis zu einem gewissen Ausmaß geschlossen werden, damit die Pflanzen auch im Hochsommer genügend Licht erhalten.

Damit es im Puffer nicht zu Kondensat kommt, wenn kein Feuchtezufuhr in die Büros erforderlich ist, muss der Puffer natürlich entlüftet werden können.

In vergleichbaren Bürogebäuden mit Heizung und ausreichender Lüftung ohne Befeuchtung stellen sich in den Wintermonaten Werte zwischen 10% und 25% rel. Feuchte ein (Quelle: Klimanet-Netzwerk Solare Klimatisierung), für sunny research wurde eine eigene Simulationsvariante gerechnet, in der auf befeuchtende Maßnahmen verzichtet wurde. In dieser Variante konnten die allgemeinen Daten aus Klimanet bestätigt werden.

Mit Hilfe der Pufferräume bei sunny research kann die Luftfeuchtigkeit im Winter perfekt im behaglichen Bereich von 45% bis 55 % gehalten werden. Dieses Ergebnis ist durchaus bemerkenswert.

13.2.5 Solarfassade

Die Prämissen für die Fassade waren:

- Optimale Verwertung des solaren Eintrages für passive und aktive Nutzung (Photovoltaik),
- maximaler Außenbezug und Tageslichtanteil,
- hochwertige Komfortbedingungen im Innenraum.

Mehrfachnutzung der PV-Anlage zur Stromgewinnung, Beschattung und als Fassadenelement

Der optimale Anstellwinkel für ein Ertragsoptimum der PV Paneele wurde errechnet und einer Faltung der Fassade zugrunde gelegt.

Die PV Paneele bleiben das ganze Jahr unverschattet, die Fenster haben eine Neigung von 63°. Dies entspricht genau dem Sonnenhöchststand am 23 Juni zu Mittag.

Dadurch erreicht man eine Ertragssteigerung der PV und gleichzeitig eine mit steigendem Sonnenstand steigende Eigenverschattung der Fassade.

Bei der gefalteten Südfassade nimmt der Strahlungsanteil auf die Fensterflächen im Vergleich zur vertikalen Verglasung im Sommer ab, der Strahlungsanteil auf die PV Flächen jedoch zu. Die hohe Eigenverschattung bewirkt im Sommer angenehme thermische Bedingungen im Südbereich.

Auf die gleiche Weise kann im Winter der passive solare Eintrag an einem sonnigen Tag für das Gebäude thermisch verwertet werden, selbst wenn aus arbeitstechnischen Gründen ein Blendschutz erforderlich ist. Die warme Luft strömt ebenso wie im Sommer im Fassadenzwischenraum nach oben, wird abgesaugt und steht über die Wärmerückgewinnung der Zuluft des gesamten Gebäudes als Wärmequelle zur Verfügung.

Auf diese Weise kann der Effekt einer Doppelfassade erzielt werden, ohne die Kosten einer solchen doppelten Verglasung. Die Simulationen haben auch ergeben, dass die Einsparung einer 3fachVerglasung mit Passivhausqualität im Süden im Verhältnis zu einer hoch wärmedämmenden konventionellen 2fachVerglasung vergleichsweise gering sind, da mit den Verlusten auf Grund des geringeren G-wertes auch die Gewinne minimiert werden.

Eine Verglasung in Passivhausqualität würde eine Einsparung von 4,1 kWh/m²a ergeben, das kommt (durch die Wärmepumpe) einer Einsparung an Strom von 0,86 kWh/m²a gleich. Dies bedeutet primärenergetisch eine

Einsparung von 2,322 kWh/m² a, der ein gesamter Primärenergiebedarf inkl. Hilfsenergie, Beleuchtung und Endverbrauchergeräte von 113,9 kWh/m²a für die Standardvariante gegenübersteht. Die Verbesserung der Südfassade (die mit erheblichen Kosten verbunden ist) bewirkt eine Gesamteinsparung an Primärenergie von 2% und ist daher als nicht Ziel führend zu bewerten.

13.2.6 Beleuchtung/ Belichtung

Im Vergleich zu einem konventionellen Standardgebäude enthält der Grundriss von sunny research keine Zonen ohne Tageslicht.

Die Fensterfläche der Nordbüros beträgt ca. 32% der Nutzfläche, die der Südbüros 83% der Nutzfläche. (zum Vergleich: lt. Bauordnung sind 10% verlangt)

Diese hohen Werte führen zu einer maximalen Menge an Tageslichtstunden und Minimierung des Kunstlichtbedarfes (s. Kap. 9.1.1.1).

Ziel und Vorgabe für die Beleuchtung war optimale Ausleuchtung der Arbeitsplätze bei gleichzeitig minimiertem Energieverbrauch. Durch die schlanke Gebäudetiefe konnte der Anteil an Arbeitsplätzen mit natürlichem Tageslicht erheblich erhöht werden. Die erforderliche Kunstlichtausstattung wurde auf diese Verhältnisse genau abgestimmt und mit Tageslichtsimulationen untermauert.

Darüber hinaus wird die Beleuchtung mit einer tageslichtabhängigen Steuerung geregelt.

Der Einschaltwellwert für die künstliche Beleuchtung liegt bei 200 lx.

Mit diesen Maßnahmen kann der Strombedarf für die Beleuchtung von 12,7 kWh/m²a bei einem Standardgebäude auf 5,24 kWh/m²a (dies schon inkl. der Beleuchtung für die Pufferräume) reduziert werden. Das ist eine Reduktion im Endenergiebedarf von 7,46 kWh/m²a. Dem steht beispielsweise eine Reduktion von 4,9 kWh/m²a gegenüber die aus einem Aufrüsten des gesamten Gebäudes von Niedrigenergie auf Passivhausstandard resultieren würde. Mit der optimierten Beleuchtung kann also um ca 50 % mehr Energie gespart werden, als mit dem Aufrüsten auf Passivhausstandard.

13.2.7 Natürliche Lüftung

Für eine natürliche Durchlüftung des Gebäudes ist ein großer Höhenunterschied und die Möglichkeit querzulüften von essentieller Bedeutung. Weiters ist es wesentlich, dass die Abluftklappe wenn möglich auf der beschatteten Seite liegt. Dadurch wird die Kaminwirkung weiter verstärkt.

Die Südfassade ist aus diesem Grund so gesetzt, dass unten über die gesamte Länge Zuluft eingebracht werden kann und oben- ebenfalls über die gesamte Länge- Abluftklappen vorgesehen sind. In Kombination mit den Lüftungsfügeln im Norden können so die gesamten Bürogeschosse wirkungsvoll und rasch natürlich durchlüftet werden.

Um free cooling zu realisieren werden in Bürogebäuden meistens die Fenster gekippt. Dies aus Gründen der Unwettersicherheit.

Das Ergebnis ist: der gekippte Flügel erlaubt nur sehr geringen Luftwechsel, Sturmsicherheit ist trotzdem nicht vollständig gewährleistet. Im Projekt sunny research werden hoch dämmende opake ($U= 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) Lüftungsfügel mit Wetterschutzlamellen eingesetzt, die während der Nacht bei jedem Wetter vollständig geöffnet bleiben können.

Sie bieten einen freien Querschnitt von ca. 0,9m². Dadurch wird der Lüftungsquerschnitt gegenüber einer Variante mit 2 kippbaren Fenstern um ca. 140% erhöht.

13.2.8 Schallschutz

Der offene Luftraum an der Fassade bringt ein gewisses Maß an Schallübertragung zwischen den Geschoßen im Südbereich. Dafür mussten spezielle Lösungen erarbeitet werden. 2 Arten der Problemlösung wurden näher behandelt und den Simulationen zugrunde gelegt.

Im Luftraum wird ein speziell für sunny research entworfener Kulissenschalldämpfer eingesetzt. Dies gewährleistet das freie Strömen der Luft und gleichzeitig eine Einfügungsdämpfung von ca. 18 dB.

Temporär kann anstelle dessen oder auch zusätzlich so genanntes "rosa Rauschen" (synthetisch erzeugt, ähnlich Meeresrauschen) eingesetzt werden. Diese in den Vereinigten Staaten sehr verbreitete Maßnahme für

Großraumbüros hebt den Grundgeräuschpegel durch Einspielung eines Rauschens, dadurch wird die Sprachverständlichkeit mit zunehmender Entfernung der Personen voneinander vermindert.

Ebenso vermindert sich die Wahrnehmbarkeit des Summens der zahlreichen elektrischen Geräte. Statt rosa Rauschen soll bei sunny research das echte Rauschen der ankommenden und abgehenden Wellen verwendet werden.

Es ist wesentlich, dass diese Maßnahme in Teilbereichen und temporär verwendet werden kann und der manuellen Steuerung der Nutzer durch Ein- und Ausschalten unterliegt.

Über die positive Wirkung der Einspielung von psychologisch positiv besetzten Geräuschen zur Dämpfung der Wahrnehmbarkeit des nicht unerheblichen Gerätelärms (PCs, Drucker, Kopierer, etc.) wurde im Forschungsprojekt nicht weiter recherchiert.

Wenn eine hohe schalltechnische Abschottung der Geschoße voneinander erforderlich ist, die in etwa dem Schallschutz einer Geschoßdecke entsprechen soll, so kann der Luftraum an der Fassade nicht mehr durchgehend ausgebildet werden.

Es hat sich jedoch im Verlauf des Projektes herausgestellt, dass der Luftraum an der Fassade ohne Verluste innerhalb des Konzeptes auch Geschoßweise getrennt werden kann. Der Luftraum an der Fassade beschränkt sich dann auf jeweils ein Geschoß, die Innenjalousie bleibt wie vorgesehen, und jeweils im Brüstungsbereich des darüber liegenden Geschoßes wird die Abluft geführt.

13.2.9 Raumakustik

Der Deckenaufbau mit Doppelboden und sichtbarer Betondecken- Untersicht erfordert präzise Maßnahmen zur Sicherung der akustischen Behaglichkeit.

Beim Doppelboden ist die Verklebung der Stützlager mit dem Untergrund ein wesentliches Kriterium. Bei (hart-) elastischer Verklebung ist ein Trittschalldämmmaß L'_{nT} von ca. 48 dB erreichbar, was mit den Werten für den Wohnbau annähernd übereinstimmt.

Für den Einsatz von Teppichbelag gibt es folgende Vorgaben:

bei „harten“ Qualitäten wie Rips u. glw. ist die Betonuntersicht ca. 2° anzustellen

bei „weichen“ Qualitäten (dick, getuftet) kann diese Anstellung vorbehaltlich einer akustischen Prüfung des Materials entfallen.

Der Einsatz von Linoleum oder Parkett als Bodenoberfläche ist bei entsprechenden Absorberflächen an Wand und Decke denkbar, aber gesondert im Gesamtsystem zu prüfen.

Wegen des großen zusammenhängenden Raumkontinuums und des hohen Anteils an schallharten Oberflächen werden Absorber mit einer Gesamtfläche von ca. 6 - 8m²/ je 25 - 30m² Großraum (das entspricht ca. einer 5,0m-Achse) angebracht.

Im Projekt wird vorgeschlagen eine „Grundausstattung“ an Absorberflächen so anzubieten, dass Synergien und damit Kosteneinsparungen bei der Investition wirksam werden:

Brüstungsflächen raumseitig durchgehend mit ca. 3 m² je 5,0m - Achse. Diese Flächen aus Bsp. Lochblech dienen gleichzeitig als Heizflächen (Heizrohre innenseitig geklipst)

Deckenpaneel über der Gangfläche entlang der Trennwand zu den Nordbüros durchgehend mit ca. 7m² je 5,0m-Achse. Dieses Paneel dient gleichzeitig als Luftführung für die Überströmung aus der Nordzone.

In Kombination mit diesen Maßnahmen wird die Rohdecke mit 2° angestellt. Bei erhöhten Ansprüchen (z.B. sensible Besprechungszonen, zweigeschossige Raumlösungen, etc.) können Deckensegel jederzeit als Ausstattungselement nachgerüstet werden.

13.2.10 thermische Hülle, Passivhausstandard? Kostenvergleich

Im Zuge der thermischen Gebäudesimulation wurden die energetischen Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen zur Verbesserung der Gebäudehülle bewertet. Es handelt sich um 3 Maßnahmen (mehr Dämmung, bessere Fenster Nord, bessere Fenster Süd) die in der Summe eine Verbesserung der Hülle von Niedrigenergie auf Passivhausstandard bewirken würden.

13.2.10.1 mehr Dämmung

Als erste Maßnahme wurde die Verbesserung der opaken Gebäudehülle von 16 auf 25 cm WD untersucht. Es ergibt sich ein Amortisationszeitraum von 96 Jahren.

Eine Alternative kann in der Verwendung von expandiertem Polystyrol mit erhöhter Druckspannung, z.B. EPS-W25 statt des ursprünglich vorgesehenen XPS im Gründachaufbau liegen.

Mit der Qualitätsreduktion EPS Ausführung liegt der Amortisationszeitraum bei unter 8 Jahren.

13.2.10.2 bessere Fenster Nord

In dieser Variante wurden alle nordseitigen Fenster der Variante Standard, mit einem Wärmedurchgangskoeffizient über das gesamte Fenster betrachtet, $UW = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, durch Passivhausfenster mit einem $UW = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ersetzt.

Die Kosteneinsparung im Vergleich zur Variante Standard beträgt 423,78 €/Jahr, wodurch sich die Mehrkosten nach ca. 18 Jahren amortisieren würden.

13.2.10.3 bessere Fenster Süd

Eine weitere Maßnahme zur Steigerung der Qualität der Gebäudehülle könnte die Verbesserung der Glasfassade an der Südseite sein. Dafür wurde eine Verbesserung der Tragkonstruktion (Pfosten- Riegelbauweise) von $U = 1,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auf $U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und eine Verbesserung der Verglasung von $UG = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auf $UG = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen.

Den hohen Mehrkosten von ca. 127.750€ steht eine geringe Einsparung des Heizwärmebedarfs von 4,1 kWh/(m²NFLa) gegenüber. Dies liegt darin begründet, dass mit der besseren Verglasung auch die solaren Gewinne der Fassade im Winter geschmälert werden.

Durch das massive Ungleichgewicht von Mehrkosten zur Reduktion des HWB, amortisiert sich der Mehraufwand erst nach 586 Jahren.

13.2.10.4 Passivhausstandard

Als letzte Variante wurde eine Kombination der vorgenannten Verbesserungen der Gebäudehülle betrachtet um einen HWB von 15 kWh/(m²NFLa) und damit Passivhausstandard zu erreichen.

Die Qualitätsverbesserung der Südfassade macht aus Kostengründen keinen Sinn. Nahe liegend war es also einen anderen Teil der Gebäudehülle soweit thermisch zu verbessern, dass Passivhausstandard erreicht wird.

Mit einer Erhöhung der Dämmstärke in Wand und Dach auf 35cm in Kombination mit den Passivhausfenstern Nord ist dies möglich.

Wenn gleichzeitig auf die in der Standardvariante geplanten individuell regelbaren Heizpaneele im Brüstungsbereich in den Nordbüros verzichtet wird kann eine Amortisationszeit von minus 7 Jahren erzielt werden.

Die mangelnde individuelle Regelbarkeit der Räume müsste und könnte in Kauf genommen werden.

13.2.10.5 Conclusio verbesserte Hülle:

Zu empfehlen ist also die Verbesserung der thermischen Gebäudehülle auf 35 cm WD und der Nordfenster auf PH-Standard ohne eine Verbesserung der Glasfassade im Süden und der Verzicht auf Heizpaneele in den Nordbüros. Es muss beachtet werden, dass für die angegebenen Amortisationszeiten von minus 7 Jahren auch eine Qualitätsreduktion der Wärmedämmung auf dem Dach von XPS zu EPS erforderlich ist.

13.2.11 technische Umsetzung

13.2.11.1 Fenster und opake Lüftungsklappen

Für das Projekt sunny research wurden spezielle Fensterbauteile entwickelt, die hinsichtlich thermischer Verluste, Tageslichtausbeute und Lüftungsquerschnitt für free cooling in der Nacht optimiert sind. Sie bestehen aus einem Fixteil, dessen Rahmen minimiert ist und Vollständig überdämmt wird, und einem

hochwärmedämmenden opaken Paneel, das die Lüftungsfunktion übernimmt, und thermisch der Qualifikation der Außenwand entspricht.

13.2.11.2 Luft und Wärmeeinbringung

Für die Luft und Wärmeeinbringung wurde ein spezielles Detail entwickelt, das gleichzeitig die Funktion der Brüstungsverkleidung und der raumakustischen Ausstattung übernimmt.

13.2.11.3 Überströmöffnungen Nord/Süd im Gebäude

Für die spezielle Art der Luftführung sind Überströmöffnungen über die gesamte Länge der Zellenbüros angeordnet. Die CFD Simulation hat für diese Öffnungen eine optimale Spalthöhe von 2,5 bis 3cm errechnet, da die Luftgeschwindigkeiten im Austrittsbereich dadurch vermindert werden. Zur Vermeidung von unerwünschter Schallübertragung wird die Luft über einem gedämmten Paneel gangseitig geführt, das in einer Doppelfunktion gleichzeitig als akustischer Absorber für den Großraum wirkt.

13.2.11.4 interne Klappen für free cooling

Beim Einsatz von free cooling ist im Projekt vorgesehen, dass die Türen zu den Zellenbüros geöffnet und arretiert werden (Lüftungs- Querschnitt ca. 2,1 m²/ Achse) erhalten. Sollten diese Türen auf Kundenwunsch versperren gehalten werden, so ist alternativ die Ausführung einer angesteuerten Oberlichtklappe im Türbereich als Ausstattungselement möglich.

13.2.12 ökologische Materialien

Den Einsatz ökologischer Materialien im Sektor anonymer Büro/Gewerbebau stellt eine besondere Herausforderung dar. Dazu wurden folgende Eckdaten definiert, die in einer möglichen Realisierungsphase in den Ausschreibungen ihren Niederschlag finden sollen:

Der Einsatz von PVC soll im gesamten Gebäude vermieden werden. (Rohrleitungen, Fenster, Bodenbeläge, etc.)

Besonders Augenmerk wird auf der Verwendung von Oberflächen gelegt, die keine Luftschadstoffe in der Raumluft verursachen wie geölten Holzböden, Wandfarben auf Kalk oder Kaseinbasis, speziellen Parkettklebern u.ä.m. Schadstoff emittierende Anstriche und Beschichtungen sollen ausgeschlossen werden.

Folgende alternative Konstruktionsaufbauten wurden erarbeitet und könnte umgesetzt werden:

Einsatz von Lehm (maschin.) putz anstelle des konventionellen Gipsputzes innere Trennwände aus a) Fermacell, b) Lehmbauplatten, Lehmziegeln Leichtbauaußenwände aus a) Fermacell; b) Holz

13.2.13 intelligente Erweiterung

13.2.13.1 Innere Erweiterung durch „Atmende Belegung

Die Charakteristik moderner Arbeitsprozesse ist oft von Teamarbeit und stark wechselnder Intensität geprägt.

Daher wurden im Rahmen dieses Projektes Möglichkeiten untersucht die Südzone unterschiedlich zu nutzen (Besprechung, Teamarbeit, Büro) Das vorliegende Gebäudekonzept kann sehr elastisch auf diese wechselnden Ansprüche reagieren. Die differenzierte Nutzung der offenen Südzone durch open space, Projektgruppen, geschlossene Besprechungsräume und sogar Einzelarbeitsplätze wurden in den Simulationen ausgetestet.

Auch die Belegungsintensität der Südzone kann bei Bedarf deutlich erhöht

Zu diesem Zweck wurden von den Architekten Möblierungsstudien durchgeführt, die zeigen, dass sich die Personenanzahl in der Südzone bei Bedarf um 100% bzw. maximal 150% steigern lässt, also je Bereich von 8 auf 16 bzw. 20 Personen.

Um diese dramatische Steigerung ohne Komforteinbuße zu ermöglichen muss eine Belichtung für die "2. Reihe" gewährleistet werden

In Tageslichtsimulationen für den Südbereich sunny research im Vergleich zu Standardbefensterung konnte gezeigt werden, dass die großzügige Belichtung des Südbereiches nicht nur Beleuchtungskosten spart, sondern

dass im Mittel durch diese Maßnahmen die einfallende Tageslichtmenge von 100% bei einem angenommenen Standardbeispiel auf 177% bei sunny research erhöht werden konnte.

Die Tageslichtverhältnisse in der 2. Reihe, also in einer Raumtiefe von ca. 3m verbessern sich um 88% also fast auf das Doppelte. In dieser Raumtiefe und 85cm Höhe beträgt der Tageslichtquotient immerhin 2,3 das ist ein Wert, der ausreichende Tageslichtbedingungen bietet.

Die Pflanzenpuffer unterstützen, abgesehen von ihrer Funktion als Luftbefeuchter und als psychologisches Element die akustische Unterteilung des Großraumes in kleinere Einheiten ohne eine optische Trennung nach sich zu ziehen.

Für eine dichte Belegung ist diese akustische Gliederung das zweite wichtige Element, das für einen reibungslosen Ablauf notwendig ist.

13.2.13.2 Äußeres Wachstum – horizontal

Das Gebäude ist als lineares Konzept entwickelt, das eine einfache additive Erweiterung ermöglicht. Mit den Stiegenhäusern als Erschließungs- und Infrastruktur-Vertikalen können lineare und kammartige Strukturen gebaut werden.

Trotz des Verzichtes auf abgehängte Decken aus Gründen der Speicherfähigen Masse weist das Gebäude durch die Vertikalen Kerne, angelagerten Schächte und Pufferräume, und die Horizontalen Verbindungsmöglichkeiten über den Hohlraumboden, die Abluftzone im obersten Südbereich und die Parapetverbauten in den Nordbüros ausreichende vertikale und horizontale Verbindungen auf, die eine einfache und anpassungsfähige Versorgung des Gebäudes auch in größerer Serie erlauben.

13.2.13.3 Äußeres Wachstum – vertikal

Durch nachträgliches Aufbauen zusätzlicher Geschosse wäre eine vertikale Ausweitung denkbar. Damit müssen einige baubehördliche, technische und funktionelle Anforderungen vorausgeplant und auch im Bau bereits angelegt werden. Es wurde dargestellt wie ein 6-geschoßiges Gebäude mit 2 übereinander gesetzten 3-geschoßigen Lufträumen ausgeführt werden könnte. Als Alternative kann auch eine geschoßweise Trennung ohne Lufträume vorgesehen werden. Es wurde eine Lösung erarbeitet, wie sich hierbei die Belichtungsverhältnisse nicht ändern, und auch die thermischen Verhältnisse wie im ursprünglichen Konzept bleiben. Lediglich hinsichtlich des free cooling in der Sommernacht ist zu erwarten, dass der Luftwechsel gegenüber der Entlüftung über Dach reduziert ist.

13.2.14 Flexibilität und Übertragbarkeit

13.2.14.1 Trakttiefe

Die Trakttiefe des Konzeptes sunny research in seiner Endfassung ist mit 13,20 m eher gering was sich aus den vorgefundenen Möglichkeiten innerhalb des Projektes Business & Science Park Vienna ergab.

Das Konzept sunny research ermöglicht allerdings eine flexible Trakttiefe.

Bei einem konventionellen Standardbürotyp wird das zweihüftige Grundkonzept mit maximaler Tiefe von ca. 18 m ausgeführt. Diese ergibt sich im Wesentlichen daraus, wie viel unbelichtete Nebenraumzone in der Mitte von normalen Mietern oder Käufern noch akzeptiert werden.

Die Zonierung von sunny research erlaubt ebenfalls eine Nebenraumzone in der Mitte, diese kann in der Breite variabel gestaltet werden, ist nicht raumhoch vorgesehen und sollte als Durchgangszone ausgebildet werden.

Die volle Trakttiefe eines Standardgebäudes (18m) erreicht man mit dieser Aufteilung jedoch dennoch nicht.

Wie ein Vergleich mit dem Standardgrundriss jedoch beweist, spart die Grundrissformulierung von sunny research einen Gang, die Trakttiefe bleibt um 15 % geringer, die Nutzfläche auch, die nominelle Ausnutzbarkeit ebenfalls. Was die Nutzbarkeit der Fläche angeht und die Möglichkeit vollwertige Arbeitsplätze zu realisieren, ist das Konzept sunny research sicher nicht im Nachteil.

Besser genutzte Fläche bedeutet im Endeffekt aber auch weniger Fläche, weniger Fläche wiederum bedeutet geringeren Verbrauch, sowohl in der Errichtung als auch im Betrieb.

Wir glauben daher mit sunny research ein zukunftsweisendes Konzept entwickelt zu haben, das moderne Arbeitsweisen unterstützt und nicht nur hoch energieeffizient ist, sondern durch den effizienten Umgang mit der Fläche den Energieverbrauch pro Nutzer (und um diesen geht es in letzter Konsequenz) noch weiter senkt.

13.2.14.2 Achsraster

Sunny research basiert auf einem Achsraster von 1,25m. Dieser Achsraster musste aus dem Projekt Business & Science Park Vienna übernommen werden.

Im Bürobau werden heute auch engere Achsraster verwendet. Selbstverständlich können diese bei sunny research ebenfalls eingesetzt werden.

13.2.14.3 Nutzungsvarianten

letzter aber nicht unwesentlicher Punkt eines flexiblen Konzeptes ist die Variabilität des Grundrisses.

Sunny research geht von einer Hälfte mit Zellenbüros unterschiedlicher Größe aus.

In der Südzone können sowohl open space, als auch project space als auch individual space ohne Probleme und jederzeit ausgebildet werden.

Selbst größere Besprechungsräume mit temporär sehr hoher Belegungsdichte und gesonderte Bedingungen (hohe Frischluftmengen und Kühllasten) sind durch spezielle Frischluftanspeisungsmöglichkeiten in der Südzone (über den Doppelboden) möglich.

Dank der vorgenannten Punkte ist das Konzept sunny research bestens für eine vielfältige Anwendung an unterschiedlichsten Standorten gerüstet.

14 Verzeichnisse

14.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sunny Research Projektplan	9
Abbildung 2: Raum-/Funktionsdiagramm Dach	13
Abbildung 3: Raum-/Funktionsdiagramm Hallen und Labore	13
Abbildung 4: Raum-/Funktionsdiagramm Bürobereich	14
Abbildung 5 + Abbildung 6: Standardbürogebäude, Grundriss, Perspektive	17
Abbildung 7: Lageplan 21. Bezirk	21
Abbildung 8: Ansicht Siemensstrasse, Projekt Arch. Duniecki	22
Abbildung 9; Modellfoto Blick Südost	22
Abbildung 10: Lageplan, Projekt Arch. Duniecki	22
Abbildung 11: Modellfoto Blick Nordwest	22
Abbildung 12: Ausschnitt Lageplan	23
Abbildung 13: Grundriss, 2.Obergeschoss	23
Abbildung 14: Gebäude und Energiequellen	25
Abbildung 15: Solarer Eintrag	25
Abbildung 16: Lageplan, mögliche Situierung des Baukörpers	26
Abbildung 17: Lage der Betrachtungspunkte	27
Abbildung 18: Verschattung im Punkt 1	27
Abbildung 19: Verschattung im Punkt 2	28
Abbildung 20: Verschattung im Punkt 3	28
Abbildung 21: Mögliche Gebäudeform	29
Abbildung 22: links: Südsonne und außen liegender Blendschutz, rechts Südsonne und Innen liegender Blendschutz	30
Abbildung 23: Bsp. Vergleich Vorentwurf BSV/ Vorentwurf pos Architekten.	33
Abbildung 24: Thermische Zonierung, Kontrast und Vielfalt, Arbeit und Entspannung	34
Abbildung 25: Grundriss 3. OG und Schnitt	35
Abbildung 26: Schemaschnitt mit angestellten Elementen	35
Abbildung 27: Ansicht und Schemaschnitt Südfassade	36
Abbildung 28: Grundrisstypologie	38
Abbildung 29: Diversität der Zonen	38
Abbildung 30: Außenbeleuchtungsstärken für Wien, klarer, mittlerer und bedeckter Himmel. Man kann gut erkennen wie stark die Außenbeleuchtungsstärke im Jahresverlauf, Tagesverlauf und je nach Bewölkung schwankt.	40
Abbildung 31: Ansicht Nord	41
Abbildung 32: System Pflanzenpuffer	42
Abbildung 33: Empfundene Raumtemperatur gegen Außenlufttemperatur links im Nordraum, rechts im Südraum (Innenmodul). Behaglichkeitsdiagramm nach DIN 1946 / Teil II	43
Abbildung 34: Lageplan	44
Abbildung 35: Erdgeschoss	44
Abbildung 36: 1.Obergeschoss	45
Abbildung 37: 2.Obergeschoss	45
Abbildung 38: 3.Obergeschoss	46
Abbildung 39: 4.Obergeschoss	46
Abbildung 40: Dachdraufsicht	47
Abbildung 41: Kellergeschoss	47
Abbildung 42: Querschnitt	48
Abbildung 43: Längsschnitt	48

Abbildung 44: Ansicht Nord	49
Abbildung 45: Ansicht Süd	49
Abbildung 46: Variante I - Adsorptionskältemaschine, Rückkühler, Schichtspeicher	51
Abbildung 47: Variante II – Grundwassernutzung, Schichtspeicher	53
Abbildung 48: Variante III - DEC, Schichtspeicher, Kälteerzeugung über KKM (Kompressionskältemaschine)....	55
Abbildung 49: Energieverteilung Bürobereich	56
Abbildung 50: Schema Hallenbereich.....	59
Abbildung 51: Systemvergleich – Energieeinsparpotential	61
Abbildung 52: Energiekosteneinsparung	62
Abbildung 53: Grundriss Index F	63
Abbildung 54: Grundriss mit Beleuchtungsanordnung, Index F.....	63
Abbildung 55: Regelschnitt, und Schnitt durch den Grünpuffer, Index F	63
Abbildung 56: Süd und Nordansicht, Index F	64
Abbildung 57: Fensterband Fassadenausschnitt.....	66
Abbildung 58 Vergleich Letztstand Lochfassade Ausschnitt	66
Abbildung 59 Anordnung der Pflanzen für optimale Pufferbelichtung.....	67
Abbildung 60: TQ Pflanzen, 1. Anordnung Abbildung 61: TQ Pflanzen, nach d. Optimierung.....	67
Abbildung 62: Oberlicht der Pflanzenpuffer	68
Abbildung 63: Innen liegender Sonnenschutz	68
Abbildung 64: Solare Global- und Diffusstrahlung im Jahresverlauf.....	71
Abbildung 65: Außenlufttemperatur und relative Feuchtigkeit im Jahresverlauf	71
Abbildung 66: Aus dem Baukörper werden ein Randmodul und ein Innenmodul herausgeschnitten.....	72
Abbildung 67: Thermische Zonierung des dreistöckigen Gebäudes (Geschosshöhen laut Plan: Erdgeschoß , 3,59 m; 1. Obergeschoß 3,56 m; 2. Obergeschoß 4,05 m)	73
Abbildung 68: geometrische Auswertung der modularen Südfassade nach thermischen Zonen	74
Abbildung 69: Einzelmodul der modular aufgebauten Pfosten- Riegel Konstruktion der Südfassade	74
Abbildung 70: Unterteilung des Baukörpers in Module und angesetzte Randbedingungen (links), Annahme der Fenstergeometrie in der Nordfassade (mittig) und Rahmen der Nordfenster (Quelle: Internorm, Modell Dimension) (rechts)	76
Abbildung 71: Jahres- Einstrahlungsverlauf auf eine herkömmliche vertikale Südfassade und eine vertikale Nordfassade. Klimadaten aus Klimadatengenerator [7] , Standort Wien.....	79
Abbildung 72: Jahres- Einstrahlungsverlauf auf die Glasflächen und die PV Paneele der modularen Südfassade. Klimadaten aus Klimadatengenerator [7] , Standort Wien.....	79
Abbildung 73: Monatssummen der eingestrahlten Solarenergie der Paneel- bzw. Verglasungsflächen im Vergleich zur eingestrahlten Solarenergie auf eine vertikale Südfassade. Klimadaten aus Klimadatengenerator [Meteonorm], Standort Wien.....	80
Abbildung 74: Tagesverlauf klimatischer Randbedingungen der Südfassade (23. Februar)	81
Abbildung 75: Tagesverlauf klimatischer Randbedingungen der Südfassade (22. Juli)	82
Abbildung 76: Schnitt durch einen Pflanzenpufferraum. Unterteilung der Puffertiefe in die Aufstellungsorte „vorne“, „mitte“ und „hinten“.	84
Abbildung 77: Isoluxlinien (oben) und Anzahl der Stunden größer als 800 Lux Beleuchtungsstärke (unten) für einen Tageslichtquotienten von 13%. Die Beleuchtungsstärken basieren auf Globalstrahlungswerten eines Klimadatensatzes für den Standort Wien.	86
Abbildung 78: Isoluxlinien (oben) und Anzahl der Stunden größer als 800 Lux Beleuchtungsstärke (unten) für einen Tageslichtquotienten von 8%. Die Beleuchtungsstärken basieren auf Globalstrahlungswerten eines Klimadatensatzes für den Standort Wien.	87
Abbildung 79: Isoluxlinien (oben) und Anzahl der Stunden größer als 800 Lux Beleuchtungsstärke (unten) für einen Tageslichtquotienten von 5%. Die Beleuchtungsstärken basieren auf Globalstrahlungswerten eines Klimadatensatzes für den Standort Wien.	88

Abbildung 80: Die Feuchteproduktion einer Cyperuspflanze in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke. Die Zeiten, in denen die Pflanzen als hellstehend (H), mittelstehend (M), dunkelstehend (D), oder als künstlich beleuchtet (K) zu betrachten sind, können Abbildung 77 entnommen werden.....	89
Abbildung 81: Die tägliche Feuchteproduktion [kg/Tag] dargestellt als Jahresverlauf für eine Pflanze (linke Achse) und alle 36 Pflanzen pro Pflanzenpufferraum (rechte Achse).	90
Abbildung 82: Schema der simulierten Lüftungsanlage auf Grundlage des Haustechnik- Konzeptes.....	90
Abbildung 83: schematische Darstellung der Luftführung in der Simulation für Rand- und Innenmodul. In der Standardvariante wird in die Südräume keine Zuluft eingeblasen.	91
Abbildung 84: schematische Darstellung der drei verschiedenen Heiz- bzw. Kühlsysteme im Gebäude.....	93
Abbildung 85: gewählter Jahresverlauf der Abschattungsfaktoren der Innenverschattung der Südfassade	94
Abbildung 86: Wochenschema des Wärmeeintrages durch Innere Wärmen in die Nordbüros des Innenmoduls .	97
Abbildung 87: Wochenschema des Wärmeeintrages durch Innere Wärmen in die Erschließungsflächen.....	98
Abbildung 88: Wochenschema des Wärmeeintrages durch Innere Wärmen in die Südräume	99
Abbildung 89: Standardvariante: Geordnete Zulufttemperaturen T1a (nach WRG), und T3 (nach Pufferraum), sowie die Ablufttemperatur (TAbluft) und die Außenlufttemperatur Taußen bei Betrieb der Wärmerückgewinnung (WRG).....	100
Abbildung 90: Standardvariante: Temperaturen der Zuluft (linke Achse) und relative Luftfeuchten im Nordbüro und Pflanzenraum (rechte Achse) in der KW3 (kalte, nebelige Winterwoche).	101
Abbildung 91: Standardvariante: Temperaturen der Zuluft (linke Achse) und relative Luftfeuchten im Nordbüro und Pflanzenraum (rechte Achse) in der KW5 (sonnige Winterwoche mit hohen solaren Einträgen).	102
Abbildung 92: Standardvariante: Temperaturen der Zuluft (linke Achse) und relative Luftfeuchten im Nordbüro und Pflanzenraum (rechte Achse) in der KW29 (schöne Sommerwoche).....	102
Abbildung 93: Virtuelles Gebäude, bestehend aus 2 Rand- und 3 Innenmodulen	103
Abbildung 94: Betrieb der Bauteilaktivierung in Jahresübersicht.....	103
Abbildung 95: Kühlbetrieb der BTA mit Vor- und Rücklauftemperaturen.....	104
Abbildung 96: Heizbetrieb der BTA mit Vor- und Rücklauftemperaturen.....	105
Abbildung 97: Monatsverlauf des Heizwärmebedarfs (HWB) und des Kühlenergiebedarfs (KEB) in der Standardvariante jeweils bezogen auf die Nettogrundfläche.....	106
Abbildung 98: Überschreitungshäufigkeit der spezifischen Heizleistung in der Standardvariante.	107
Abbildung 99: Überschreitungshäufigkeit der spezifischen Kühlleistung in der Standardvariante.	107
Abbildung 100: Das Wertepaar Raumlufttemperatur / Raumluftfeuchte dargestellt im Behaglichkeitsdiagramm nach Leusden / Freymark. Ausgewertet sind Bürozeiten für einen Südraum des Innenmoduls.	108
Abbildung 101: Das Wertepaar Raumlufttemperatur / Raumluftfeuchte dargestellt im Behaglichkeitsdiagramm nach Leusden / Freymark. Ausgewertet sind Bürozeiten für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls.	108
Abbildung 102: Operative Raumtemperaturen in einem nordseitigen Büroraum des Randmoduls für die Standardvariante.....	109
Abbildung 103: Operative Raumtemperaturen in einem südseitigen Raum des Randmoduls für die Standardvariante.....	109
Abbildung 104: Operative Raumtemperaturen in einem nordseitigen Büroraum des Innenmoduls für die Standardvariante.....	110
Abbildung 105: Operative Raumtemperaturen in einem südseitigen Raum des Innenmoduls für die Standardvariante.....	110
Abbildung 106: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante und die Simulationsvarianten zur Gebäudehülle.	112
Abbildung 107: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zur Gebäudehülle (Standard, Var1a, Var1b, Var1c, Var1d) ausgewertet für einen südseitigen Raum des Innenmoduls zu den Bürozeiten im Juli.	113
Abbildung 108: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zur Gebäudehülle (Standard, Var1a, Var1b, Var1c, Var1d) ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu den Bürozeiten im Juli.	113

Abbildung 109: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante und die Simulationsvarianten zur Geräteabwärme.....	115
Abbildung 110: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zu den Geräteabwärmern (Standard, Var2a, Var2b) ausgewertet für einen südseitigen Raum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.....	116
Abbildung 111: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zu den Geräteabwärmern (Standard, Var2a, Var2b) ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.....	116
Abbildung 112: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante und die Simulationsvarianten zur Erhöhung des Komforts.....	118
Abbildung 113: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zur Erhöhung des Komforts (Standard, Var3a, Var3b) ausgewertet für einen südseitigen Raum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.....	118
Abbildung 114: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zur Erhöhung des Komforts (Standard, Var3a, Var3b) ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.....	119
Abbildung 115: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante, die Variante 4 (Erhöhung der Effizienz) und die Variante 5 (Energieeinsparung durch Reduktion der Luftwechselrate).....	121
Abbildung 116: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zur Erhöhung der Effizienz und der Energieeinsparung durch Reduktion der Luftwechselrate (Standard, Var4 und Var5) ausgewertet für einen südseitigen Raum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.....	122
Abbildung 117: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Varianten zur Erhöhung der Effizienz und der Energieeinsparung durch Reduktion der Luftwechselrate (Standard, Var4 und Var5) ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.....	122
Abbildung 118: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante sowie für die Beschattungsvarianten Var6a -6c.....	125
Abbildung 119: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Standardvariante und Beschattungsvarianten Var6a-c ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.....	126
Abbildung 120: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Standardvariante und Beschattungsvarianten Var6a-c ausgewertet für einen südseitigen Raum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.....	126
Abbildung 121: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante sowie für die Varianten zur Luftbefeuchtung Var7a und Var7b.....	128
Abbildung 122: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Standardvariante und Varianten zur Luftbefeuchtung Var7a-b ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.....	129
Abbildung 123: Das Behaglichkeitsfeld nach Leusden / Freymark für die Standardvariante und Varianten zur Luftbefeuchtung Var7a-b ausgewertet für einen nordseitigen Büroraum des Innenmoduls zu den Bürostunden im Juli.....	129
Abbildung 124: Jahres- HWB und KEB für die Standardvariante sowie für die Variante zur Lufteinbringung Var8.....	131
Abbildung 125: Jahresauswertung zu Bürozeiten des Behaglichkeitsfelds Außenlufttemperatur – Operative Raumtemperatur für ein Nordbüro in der Standardvariante.....	132
Abbildung 126: Jahresauswertung zu Bürozeiten des Behaglichkeitsfelds Außenlufttemperatur – Operative Raumtemperatur für ein Nordbüro in der Variante 8.....	132
Abbildung 127: Jahresauswertung zu Bürozeiten des Behaglichkeitsfelds Außenlufttemperatur – Operative Raumtemperatur für einen Südraum in der Standardvariante.....	133
Abbildung 128: Jahresauswertung zu Bürozeiten des Behaglichkeitsfelds Außenlufttemperatur – Operative Raumtemperatur für einen Südraum in der Variante 8.....	133

Abbildung 129: Stundenauswertung des Behaglichkeitsdiagramms (Außenlufttemperatur – Operative Raumtemperatur) für alle gerechneten Simulationsvarianten für ein Nordbüro.....	136
Abbildung 130: Stundenauswertung des Behaglichkeitsdiagramms (Außenlufttemperatur – Operative Raumtemperatur) für alle gerechneten Simulationsvarianten für einen Südraum.....	136
Abbildung 131: Stundenauswertung des Behaglichkeitsdiagramms nach Leusden / Freymark (Raumlufftemperatur – Raumlufffeuchte) für alle gerechneten Simulationsvarianten für ein Nordbüro.....	137
Abbildung 132: Stundenauswertung des Behaglichkeitsdiagramms nach Leusden / Freymark (Raumlufftemperatur – Raumlufffeuchte) für alle gerechneten Simulationsvarianten für einen Südraum. ...	137
Abbildung 133; Seitenansicht des Simulationsgebietes	138
Abbildung 134: Draufsicht des Simulationsgebietes.....	139
Abbildung 135: Individual Space (4OG)	140
Abbildung 136: Open Space (3OG).....	140
Abbildung 137: Project Space (2OG)	140
Abbildung 138: Nordbüro (Typ-C).....	141
Abbildung 139: Oberflächennetz im Nordbüro (Typ-C).....	141
Abbildung 140: Netzauflösung im Überströmbereich (Nord – Süd)	142
Abbildung 141: Oberflächennetz im Südbereich (Project Space).....	142
Abbildung 142: Überströmbereich im Bereich des Kulissenschalldämpfers	143
Abbildung 143: Modellierung der Fenster als Solids.....	143
Abbildung 144: Details der Verschattung	144
Abbildung 145: Seitenansicht auf das gesamt Simulationsnetz, Vorabversion	144
Abbildung 146: Seitenansicht auf das gesamt Simulationsnetz, Endversion.....	145
Abbildung 147: Anordnung der Einlässe [mm]	145
Abbildung 148: Anordnung des Auslasses	146
Abbildung 149: Kühlfall: 12. 9., Betrag der Geschwindigkeit auf einem Schnitt bei Z=4.8 m in [m/s]	153
Abbildung 150: Heizfall: 5. Jänner; Betrag der Geschw. auf einem Schnitt bei Z=4.8 m in [m/s]	154
Abbildung 151: Isofläche der Geschw. (0.2 m/s) mit überlagerter Temp. [°C]; 3OG-Südbereich	154
Abbildung 152: Vektorfeld der Geschwindigkeit, überlagert der Betrag der Geschw. [m/s] bei Z = 1m, 3OG ..	155
Abbildung 153: Isofläche der Geschwindigkeit (0.2 m/s) mit überlagerter Temperatur [°C]; 2OG-Südbereich....	156
Abbildung 154: Vektorfeld der Geschwindigkeit, überlagert der Betrag der Geschw. [m/s] bei Z = 4m, 4OG .	156
Abbildung 155: Heizfall 5. Jänner; Konturplot der Temperatur [°C] auf einem Schnitt bei Z = 4.8 m.....	157
Abbildung 156: Kühlfall 12. September; Konturplot der Temperatur [°C] auf einem Schnitt bei Z = 4.8 m.....	158
Abbildung 157: Konturplot des Strahlungswärmestr., erstes Band in [W/m ²], ohne Verschattung	159
Abbildung 158: Konturplot des Strahlungswärmestr., erstes Band in [W/m ²], mit Verschattung.....	160
Abbildung 159: Oberflächenanteil des Strahlungswärmestroms, erstes Band in [W/m ²].....	160
Abbildung 160: Konturplot der MAA in [s] auf einem Schnitt bei Z = 4 m, 5.Jänner	161
Abbildung 161: Konturplot der MAA in [s] auf einem Schnitt bei Z = 4 m, 12. September.....	161
Abbildung 162: Kühlfall 12. September; Konturplot der CO ₂ Verteilung [ppm] auf einem Schnitt bei Z = 6 m.....	162
Abbildung 163: Konturplot des PMV in [-] auf einem Schnitt bei Z = 4m, 5. Jänner	163
Abbildung 164: Konturplot des PMV in [-] auf einem Schnitt bei Z = 4m, 12. September.....	163
Abbildung 165: Konturplot des PPD in [%] auf einem Schnitt bei Z = 4m, 5. Jänner.....	164
Abbildung 166: Konturplot des PPD in [%] auf einem Schnitt bei Z = 4m, 12. September	165
Abbildung 167: Konturplot des PPD in [%] auf einem Schnitt bei Z = 4m, 23. Juli	165
Abbildung 168: Außen liegende Beschattung der Südzone	167
Abbildung 169: Lageplan.....	174
Abbildung 170: Erdgeschoss	175
Abbildung 171: 1Obergeschoss.....	176
Abbildung 172: Regelgeschoss	176
Abbildung 173: Süd- und Nordansicht	177
Abbildung 174: Querschnitt	178
Abbildung 175: Solarer Eintrag auf die Fassade	180

Abbildung 176: Grundrisstypologie.....	181
Abbildung 177: Diversität der Zonen	182
Abbildung 178: Archivzone neben Gang	182
Abbildung 179: Typologie geringerer Trakttiefe mit gemischte Südzone.....	182
Abbildung 180: Schaubild Südzone, open space	183
Abbildung 181: Luftmengenverteilung	184
Abbildung 182: Konturplot der CO2 Verteilung [ppm] auf einem Schnitt bei Z = 6 m, 12. September.....	185
Abbildung 183: Fassadenluftraum und Luftführung über WRG	185
Abbildung 184: open space, Perspektive, Grundriss und Möblierungsvariante.....	187
Abbildung 185: Project space, Perspektive, Grundriss und Möblierungsvariante.....	188
Abbildung 186: single box, Perspektive, Grundriss und Möblierungsvariante	189
Abbildung 187: Pflanzenpuffer, Schnitt und Perspektive	190
Abbildung 188: Cyperus Pflanze „Prima Klima“.....	191
Abbildung 189: Pflanzenanordnung, Grundriss und Schnitt	191
Abbildung 190: Transpirationsrate einer Cyperus Pflanze.....	192
Abbildung 191: Leuchte Typ Solact.....	192
Abbildung 192: Lichtspektrum der Leuchte Solact.....	193
Abbildung 193: Tageslichtquotienten im Schnitt durch Pflanzenpufferraum.....	193
Abbildung 194: Innenbeleuchtungsstärke bei mittlerem Himmel für TQ = 7% in Wien.....	194
Abbildung 195: Beschattungselemente der Grünpuffer	195
Abbildung 196: Zu- Abluft der Pflanzenpuffer	195
Abbildung 197: Temperatur – Feuchte Behaglichkeitsdiagramm nach Leusden / Freymark in den Bürostunden im Jänner für das Nordbüro im Innenmodul. Bereiche: blau = zu feucht; rosa = zu trocken; hellgrün = noch behaglich; dunkelgrün = behaglich	196
Abbildung 198: Solarfassade.....	197
Abbildung 199: PPD [%], 23.Juli.....	198
Abbildung 200: Detail Solarfassade.....	198
Abbildung 201: Zellenbüro.....	199
Abbildung 202: Südbüros	199
Abbildung 203: TQ Verlauf in den Nordbüros	200
Abbildung 204: TQ Verlauf in der Südzone	200
Abbildung 205: Beleuchtung in den Nordbüros, Zumtobel Claris	201
Abbildung 206: Beleuchtung in Südzone, ERCO Lightcast	202
Abbildung 207: Situierung der Leuchtkörper	202
Abbildung 208: Blendschutz im Süden.....	203
Abbildung 209: Seitlicher Blendschutz in der Südzone	203
Abbildung 210: Sonnenschutz in den Nordbüros.....	204
Abbildung 211: Natürliche Belüftung	205
Abbildung 212: Hauptwindrichtungen in Wien, relevant ist Schwarz	205
Abbildung 213: Kulissenschalldämpfer.....	206
Abbildung 214: Entwicklungsstufen des Kulissenschalldämpfers.....	207
Abbildung 215: Akustikpaneel über dem Gangbereich.....	208
Abbildung 216: Akustikflächen an der Südseite.....	208
Abbildung 217: Gegenüberstellung der Rahmenanteile, Glas- und Gesamtflächen.....	215
Abbildung 218: Lüftungsflügelanteil.....	215
Abbildung 219: Lüftungsflügel mit Wetterschutzlamellen	216
Abbildung 220: Heiz- Lüftungsparapet in den Nordbüros	217
Abbildung 221: Überströmöffnungen	217
Abbildung 222: Nutzungsvarianten der Südzone.....	226
Abbildung 223: Verdichtung open space, normal, doppelt, maximal	227
Abbildung 224: Schnitt und Grundriss sunny research.....	229

Abbildung 225: Schnitt und Grundriss Standardzellenbüro	229
Abbildung 226: Standardzellenbüro: Belichtungsverhältnisse bei 19000 lx Außenbeleuchtung	230
Abbildung 227: sunny research: Belichtungsverhältnisse bei 19000 lx Außenbeleuchtung	230
Abbildung 228: Mögliche Erweiterungen des Gebäudes	232
Abbildung 229: Schaubild, horizontale und vertikale Versorgung	233
Abbildung 230: 6-geschoßiges Gebäude mit größer werdendem Strömungsquerschnitt	234
Abbildung 231: 6-geschoßiges Gebäude mit übereinander gesetzten Lufträumen	235
Abbildung 232: links: erhöhte Trakttiefe, rechts: ursprüngliche Trakttiefe	236
Abbildung 233: Schemagrundriss mit Nebenraumzone in der Mitte	236
Abbildung 234: Schnitt durch ein Bürogeschoss mit Nebenraumzone	237
Abbildung 235: Schaubild ohne Nebenraumzone (Archivboxen)	238
Abbildung 236: Schaubild mit Nebenraumzone (Archivboxen)	238
Abbildung 237: Minimaler Achsraster	239
Abbildung 238: Variante mit Fassadenkollektor-Prüfstand	241
Abbildung 239: Wärmepumpenprüfstand Variante C	241
Abbildung 240: Lageplan	242
Abbildung 241: Hauptvarianten der Raumprogramme	243
Abbildung 242: Variante Index D mit 2-geschoßigem Seminarraum für ARC	244
Abbildung 243: Schnittstellen am Bau im KG und EG	244
Abbildung 244: Terminplan	245

14.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kostenaufstellung	10
Tabelle 2: Die jährliche Wärmemenge der Prüfstände, welche zur Abwärmenutzung zur Verfügung steht. Diese Berechnung beruht auf einer Erhebung des derzeitigen Prüfstands welcher durch Prüfstandsprofile ermittelt wurde	12
Tabelle 3: Kostenschätzung Haustechnikvariante	60
Tabelle 4: Einteilung des Simulationsjahres in Stunden, Monate und Tage	69
Tabelle 5: Auswertung des Klimadatensatzes Wien (Meteonorm, Standort Wien)	70
Tabelle 6: Flächenauswertung der südlichen Modulfassade nach Randmodul und Innenmodul	75
Tabelle 7: Angenommene Rechenwerte für die Elemente der Südfassade	75
Tabelle 8: Angenommene Rechenwerte für die Elemente der Nordfassade	76
Tabelle 9: Angenommene Rechenwerte für die Elemente der Dachverglasungen (Oberlichter)	77
Tabelle 10: Geometrische Auswertung der thermischen Zonen im Rand- und Innenmodul	77
Tabelle 11: Angenommene Konstruktionsaufbauten (Kurzbezeichnungen in der linken Spalte lt. Abbildung 67) ..	78
Tabelle 12: Auswertung der Klimadaten aus Klimadatengenerator [7], Standort Wien. des 23. Februar nach Stundenwerten	81
Tabelle 13: Auswertung der Klimadaten (Meteonorm Standort Wien) des 22. Juli nach Stundenwerten	82
Tabelle 14: Einteilung der Pflanzen im hellstehend (H), mittelstehend (M), dunkelstehend (D), und künstlich beuchtet (K) abhängig von der Jahreszeit und Aufstellungsort der Pflanzen.	85
Tabelle 15: Luftvolumenströme und Luftwechselzahlen im Randmodul. In der Standardvariante wird in die Südräume keine Zuluft eingeblasen	92
Tabelle 16: Luftvolumenströme und Luftwechselzahlen im Innenmodul. In der Standardvariante wird in die Südräume keine Zuluft eingeblasen	92
Tabelle 17: Äußere Einschaltwellenwerte für verschiedene Gebäudezonen	96
Tabelle 18: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in den Varianten 1a – 1d	111
Tabelle 19: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in den Varianten 2a – 2b	114
Tabelle 20: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in den Varianten 2a – 2b	117
Tabelle 21: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in den Varianten 4 – 5	120

Tabelle 22: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in den Varianten 6a – 6c	124
Tabelle 23: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in den Varianten 7a – 7b	127
Tabelle 24: Parameter der Standardvariante und geänderte Parameter in Variante 8	130
Tabelle 25: Übersicht über den spezifischen Jahresenergiebedarf für Heizen und Kühlen für alle gerechneten Varianten geordnet nach der Größe des Heizwärmebedarfs.	134
Tabelle 26: Übersicht über den spezifischen Jahresenergiebedarf für Heizen und Kühlen für alle gerechneten Varianten geordnet nach der Größe des Kühlenergiebedarfs.	134
Tabelle 27: Lufteinlässe Nordbüros	146
Tabelle 28: Luftauslass über Dach	146
Tabelle 29: Strahlungsintensität laut Klimadatensatz [7] , Standort Wien für den 5. Jänner.....	147
Tabelle 30: Strahlungsintensität laut Klimadatensatz [7] , Standort Wien für den 23. Februar.....	147
Tabelle 31: Eingabeparameter für die Abbildung der Strahlung für den 5. Jänner und den 23 Februar.....	147
Tabelle 32: Wärmedurchgang durch die Fenster.....	148
Tabelle 33: Mittelwerte der Oberflächentemperaturen.....	148
Tabelle 34: Wärmequellen Bürobereich	149
Tabelle 35: Belegung Nordbüros	149
Tabelle 36: Belegung Südbereich.....	149
Tabelle 37: Strahlungsintensität laut Klimadatensatz [7] , Standort Wien für den 23. Juli	150
Tabelle 38: Strahlungsintensität laut Klimadatensatz [7] , Standort Wien für den 12. September	150
Tabelle 39: Eingabeparameter für die Abbildung der Strahlung für den 23. Juli und den 12. September	151
Tabelle 40: Mittelwerte der Oberflächentemperaturen.....	151
Tabelle 41: Einschaltenschwellwert nach Außenbeleuchtungsstärke [lux] und Lage im Gebäude.....	201
Tabelle 42: Auslegeparameter Bauteilaktivierung	224
Tabelle 43: Regelung Bauteilaktivierung	224

14.3 Quellenverzeichnis

- [1] Ch. Reichl, M. Mann, G. Haider; „Pedestrian comfort analysis in large scale urban building projects“; Int. Conference on Urban Wind Engineering and Building Aerodynamics, COST C14 Action, Rhode St. Genese, BE, 2004
- [2] ECO-Building - Optimierung von Gebäuden, Österreichisches Ökologie-Institut, Mag. Susanne Geissler, DI Dr. Manfred Bruck, 2001
- [3] Hochbaukonstruktionen und Baustoffe für hoch Wärme gedämmte Gebäude - Technik, Bauphysik, Ökologische Bewertung, Kostenermittlung, Dr. Tobias Waltjen, IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie, (laufend)
- [4] Internationales Umweltzeichen für nachhaltige Bauprodukte, Österreichisches Institut für Baubiologie und Ökologie GmbH (IBO), Mag. Hildegund Mötzl, 2001
- [5] ISO-NORM 7730, Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specifications of the conditions for thermal comfort, 1994
- [6] KLIMANET, Netzwerk Solare Klimatisierung, Präsentation 1. Österreichischer Infotag: Solares Kühlen in der Praxis, arsenal research, 2004
- [7] Meteonorm, Version 4.00, (1999), METEOTEST, Fabriksstrasse 14, CH-3012 Bern
- [8] Themenwohnen Musik, Entwicklung eines urbanen Stützpunktes für Musiker, U. Schneider, F. Oettl, B. Quiring, et.al., Berichte aus Energie- und Umweltforschung 03/2003
- [9] TRNSYS, Transient System Simulation Program, Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin-Madison, Version 15.09, 2001

[10] ÖkolInform:2 - Informationsknoten für ökologisches Bauen, Dipl.-Ing. Johannes Fechner, 17&4 Organisationsberatung GmbH, (laufend)

14.4 Literaturangaben

Berlund, L.: Humidity Aspects of Comfort, Protocoll of the 11th Symposium on Man-Thermal Env. System., Inst. Of Public Health, Tokyo, 1987

Bolhar-Nordenkampf Harald: Zimmerpflanzen als Raumklimaanlage, Artikel in: „Garten“, Wien, 1997

Bradtke, F. und Liese, W.: Hilfsbuch für raum- und außenklimatische Messungen Berlin/Göttingen/Heidelberg 1952

Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e.V. (Hrsg.): Innenraumbegrünung – Lust auf Grün, Bad Honnef, 1999

Eyer H.: Wissenswertes über Raumluf-Wechsel und Raumluf-Befeuchtung, Artikel in „Münchner medizinische Wochenschrift“ 117, Nr. 51/52, 1975

Fanger P.O.: Thermal Comfort, McGraw-Hill Book Company, New York, 1972

Fiedler, Klaus: Bauprodukte, Innenraumluf und Gesundheit Teil I – IV, Artikel in „Wohnmedizin“, Bd. 38, Nr. 3-6, 12/2000

Finnegan M.J. et al.: The sick building syndrome: Prevalence studies, British medical journal 189, Seite 1573-1575, 1984

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. – FLL (Hrsg.): Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Innenraumbegrünungen, Bonn, 02/1997

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. – FLL (Hrsg.): Tagungsband zum Seminar Innenraumbegrünung für Praktiker am 9. März 1999, Lehr- und Versuchsanstalt Essen, 03/1999

Gertis Karl A., Schmitz Michael: Allergenarm Bauen – Gesünder Wohnen. Forumsgespräch der Wüstenrot Stiftung 1992, Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart, 1994, 187 Seiten, ISBN 3-421-03210-6

Hartmann Thomas: Bauphysikalische und hygienische Aspekte der Wohnungslüftung, Artikel in „Wohnmedizin“, Bd. 39, Nr. 3, 2001

Höppe P.: Die Energiebilanz des Menschen (Dissertation). Wissenschaftliche Mitteilung, Meteorologisches Institut Universität München, Nr. 49, 1984

Höppe P.: Die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit für das Raumklima, Ann. Met 28, 161-164, 1992

Höppe Peter R.: Indoor climate, Artikel in „Experientia“, 49, Verlag Birkhäuser, Basel, 1993

Höppe Peter R.: How important is Humidity for a Comfortable and Healthy Indoor Climate?, Proceedings of 14th International Congress of Biometeorology, Ljubljana, Slovenia, 09/1996

Höppe Peter, Ivo Martinac: Indoor climate and air quality, Artikel in „International Journal of Biometeorology“, 1998

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie et al. (Hrsg.): Ökologie der Dämmstoffe, Springer Verlag, Wien/New York, Wien2000

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie et al. (Hrsg.): Ökologischer Bauteilkatalog Springer Verlag, Wien/New York, 1999

Liese W.: Neuere wärmephysiologische und hygienische Ergebnisse von klimatechnischer Bedeutung, Gesundheits-Ingenieur 81: 363-371, 1960

Schempp D. et al.: Mensch, Raum und Pflanze, Bernhard Thalacker Verlag GmbH & Co KG, Braunschweig, 1997

Schneider, Schwimann, Bruckner: Lehm- und Ziegelbau – Konstruktion, Baustoffe und Bauverfahren, Prüfungen und Normen, Rechenwerte, Werner Verlag, Düsseldorf, 1996

Sowa Axel: Die vertikalen Gärten des Patrick Blanc, Artikel in „Arch+“, Arch+ Verlag, Aachen, 07/1998

15 Anhang

- Anhang 1: Mitarbeiterfragebogen
- Anhang 2: Auswertung Fragbogen
- Anhang 3: Vorentwurf Index D – Konzept laut Vorgaben BSV
- Anhang 4: Präsentation Gesamtkonzept
- Anhang 5: Zeitplan zur Realisierung
- Anhang 6: Vorentwurf Index E – Typologie Bürozone
- Anhang 7: Thermische Simulation – zusätzliche Grafiken
 - A 07.1. 1: Heiz- und Kühlenergiebedarf
 - A 07.1. 2: Heiz- und Kühlleistungen
 - A 07.1. 3: Operative Raumtemperaturen
 - A 07.1. 4: Raumlufffeuchte in den Nordbüros
 - A 07.1. 5: Raumlufffeuchte in den Südräumen
 - A 07.1. 6: Zulufttemperaturen - Standardvariante
 - A 07.1. 7: Zulufttemperaturen – Variante 1d
 - A 07.1. 8: Zulufttemperaturen – Variante 2a
 - A 07.1.9: Zulufttemperaturen – Variante 3a
 - A 07.1. 9: Zulufttemperaturen – Variante 6b
 - A 07.1. 10: Zulufttemperaturen – Variante 6c
 - A 07.1. 11: Zulufttemperaturen – Variante 7a
 - A 07.1. 12: Zusätzliche Grafiken zu den Zulufttemperaturen – Variante 7b
 - A 07.1. 13: Temperaturen der Bauteilaktivierung – Standardvariante
 - A 07.1. 14: Temperaturen der Bauteilaktivierung – Variante 3a
 - A 07.1. 15: Temperaturen der Bauteilaktivierung – Variante 4
- Anhang 8: Vorentwurf Index F – Gebäudekonzept Simulation
- Anhang 9: Vorentwurf Index G – Gebäudekonzept Endfassung
- Anhang 10: Anlagenschema – Heizung Kälte
- Anhang 11: Anlagenschema – Bürolüftung
- Anhang 12: Haustechnik – Kellergeschoss
- Anhang 13: Haustechnik – Erdgeschoss
- Anhang 14: Haustechnik – 1. Obergeschoss
- Anhang 15: Haustechnik – 2. Obergeschoss