

# studio schmidbauer Future Oriented Energy Design

## Selected Student Projects 2020-2024

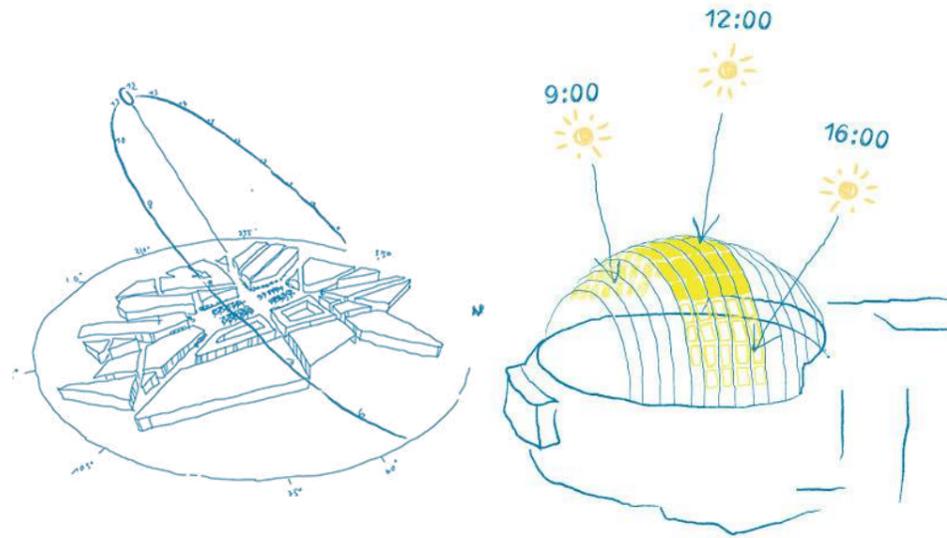
Stefan Holst, Transsolar München

Daniel Kiehlmann, Transsolar München

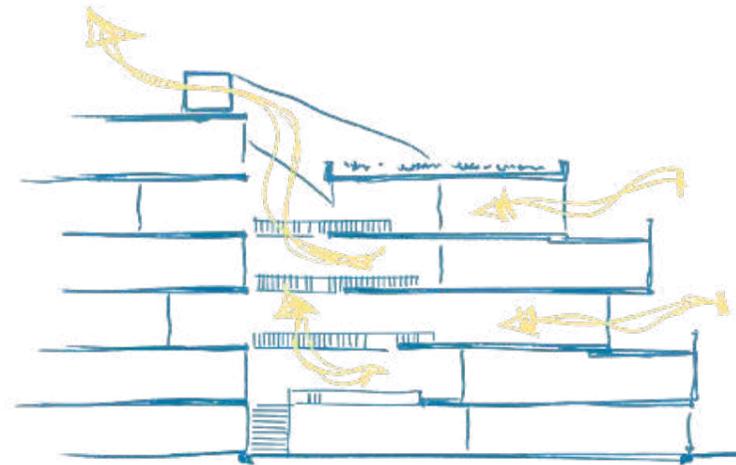
Markus Krauß, Transsolar München

Volker Flamm, Architekt Innsbruck

Seminar Vertiefung Experimenteller Hochbau  
Masterstudium Architektur

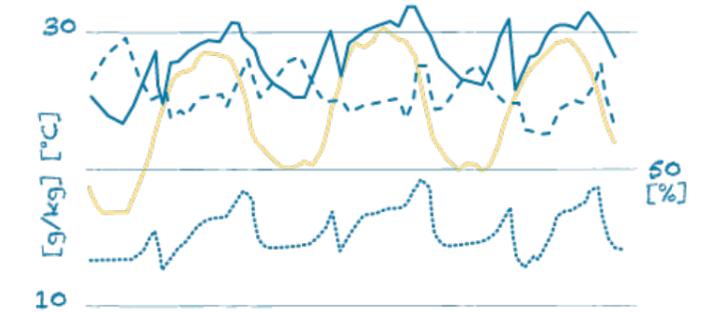


Verschattungsstudien / solare Einträge



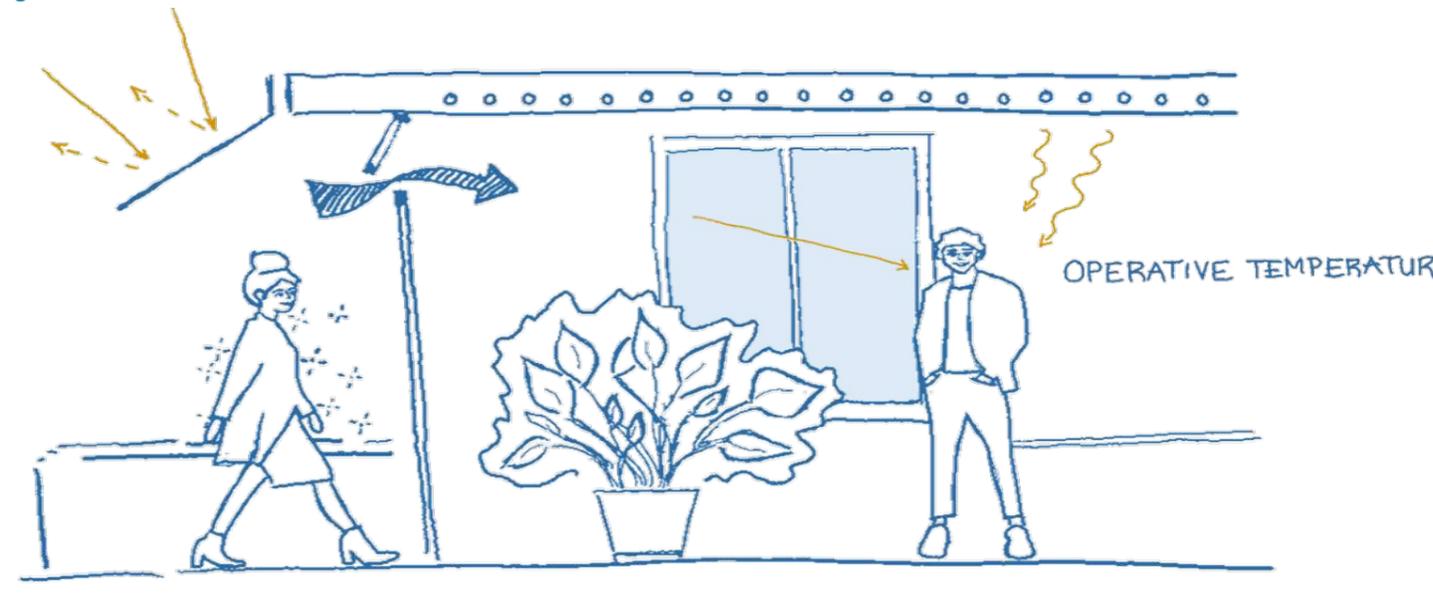
Luftströmung

Tageslichtsimulation



— temp. outdoor-air | - - temp. indoor-air  
— absolute humidity | - - relative humidity

Thermische Simulation



Thermischer Komfort

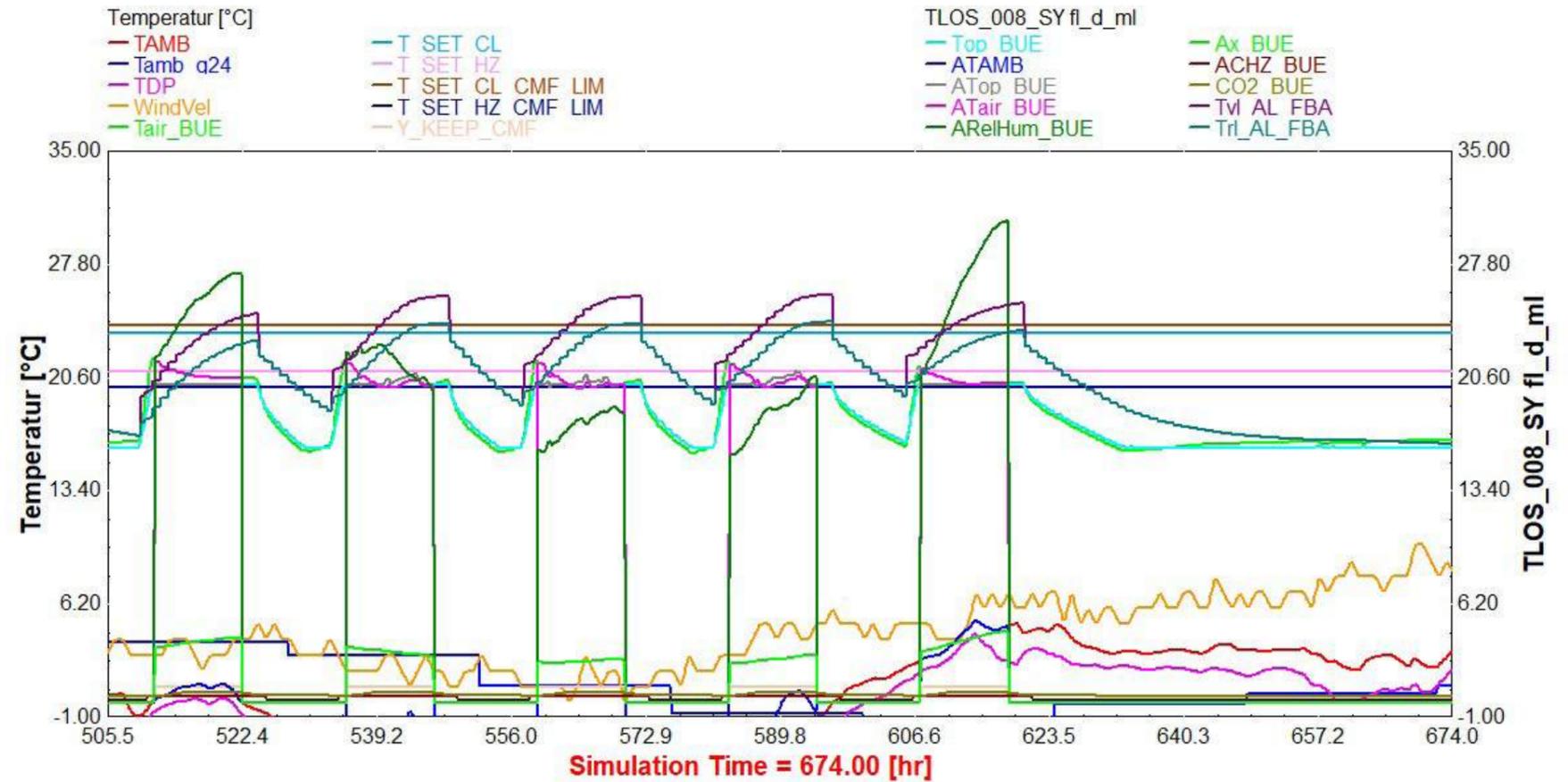
## Methoden und Ziele

Integrated Energy Design – Entwicklung und Analyse von integralen, architekturba-  
sierten, energetischen Gebäudekonzepten.

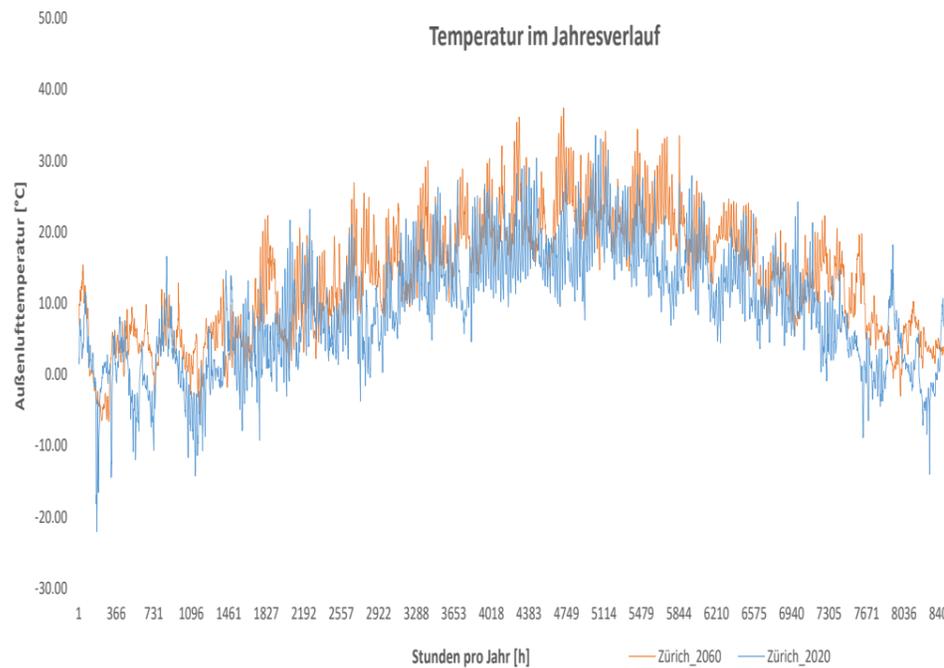
Ausgewählte selbst entwickelte oder existierende integrale Energiekonzepte werden  
untersucht und diskutiert – u.a. mit energetischer Simulation und anderen Entwick-  
lungs- und Bewertungswerkzeugen. Unabhängig von gängigen Energiestandards  
sollen zukunftsfähige ganzheitliche Lösungsansätze entwickelt werden – mit hoher  
räumlicher Qualität, maximaler Energieeffizienz und weiteren Kriterien, u.a. Ressour-  
cen- und Materialeinsatz.

Heutige Konzepte bewerten wir im Klima von morgen, versorgt mit der Energie von  
morgen. Wir legen unseren Arbeiten wissenschaftlich prognostizierte Wetterdaten  
von 2035 und 2060 RCP8.5 (worst case) bzw. RCP2.6 (best case) zugrunde. Und  
ebenso die Dynamik einer Energieversorgung mit deutlich abnehmenden CO2 Emis-  
sionen (z.B. EU roadmap 2050).

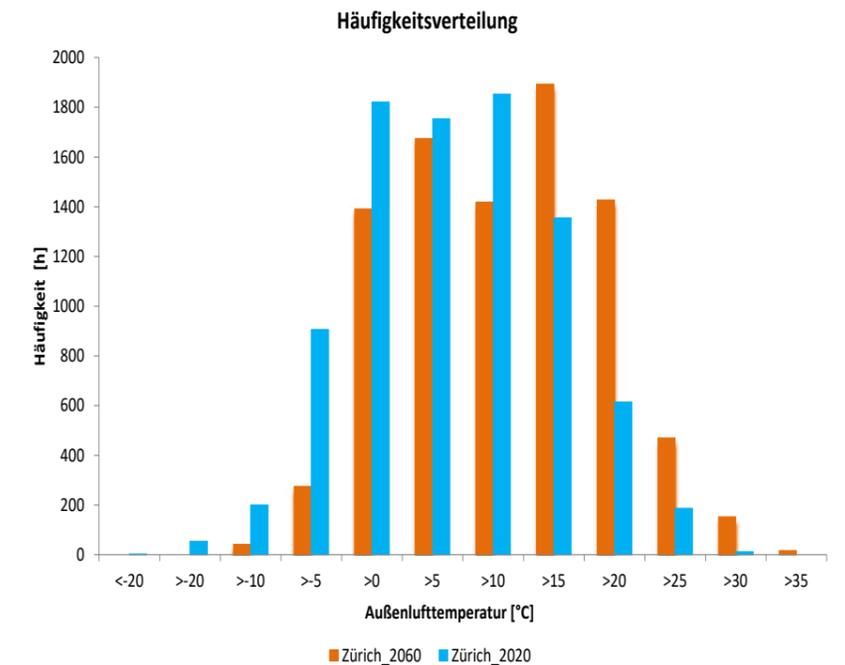
Frei gewählte Themen (ggf. eigene Entwürfe, Pre-Diploma / Masterarbeiten, aber  
auch bestehende Projekte / Gebäude sowie generische Themenstellungen) werden  
untersucht und diskutiert – u.a. mit energetischer Simulation mit TRN Lizard (Rhino/  
Grasshopper basiert) und anderen Entwicklungs- und Bewertungswerkzeugen. Un-  
abhängig von derzeit gängigen Energiestandards werden zukunftsfähige ganzheit-  
liche Lösungsansätze entwickelt – mit hoher räumlicher Qualität, maximaler Energie-  
effizienz und weiteren Kriterien, u.a. reduziertem Ressourcen- und Materialeinsatz.  
Auch Außenraumkomfort und die städtebauliche Dimension wird in unsere Betrach-  
tungen einbezogen. Wie können Städte klimaresilient entwickelt werden? Wie kann  
die Qualität von Außenräumen bereits im Entwurf bewertet und optimiert werden?  
Im Zentrum unserer Arbeit steht die räumliche und sinnliche Qualität von Architektur:  
Räume für Menschen.



Online Plotter Trnsys Lizard



Vergleich Prognose Wetterdaten 2020 vs 2060



## Dozenten



**Stefan Holst**  
Transsolar KlimaEngineering

Mit 25 jähriger Erfahrung im Bereich Energieforschung und energieoptimiertem Bauen leitet Stefan Holst seit 2003 das Münchener Büro von Transsolar. Als Experte für klimagerechte Gebäudekonzepte und nachhaltiger Stadtplanung arbeitet er mit bekannten Architekten und Planungsteams weltweit zusammen. Stefan hält regelmäßig Vorträge an Universitäten und auf internationalen Konferenzen über nachhaltiges Bauen.



**Daniel Kiehlmann**  
Transsolar KlimaEngineering

Daniel Kiehlmann ist ein Experte in der Entwicklung innovativer und nachhaltiger Energie- und Klimakonzepte für nationale und internationale Projekte. Er hat vertiefte Kenntnisse in der dynamischen Gebäude- und Anlagesimulation und bearbeitet Projekte von Gebäudeebene bis hin zu Masterplänen. Sein Schwerpunkt liegt auf der Nutzung erneuerbarer Energien und der Steigerung der Energieeffizienz. Er ist überzeugt davon, dass ein Wissensvorsprung entscheidend für Innovation ist. Daher engagiert sich Daniel kontinuierlich in Aus- und Weiterbildung und betrachtet den Wissenstransfer als entscheidendes Element für einen erfolgreichen Weg in die Zukunft. Als Referent hat er auf internationalen Konferenzen gesprochen und Kurse/Workshops an verschiedenen Universitäten, darunter an der GSD in, geleitet.



**Markus Krauß**  
Transsolar KlimaEngineering

Für Markus Krauß ist es Leidenschaft, im Design-Team Netto-Null-Emissionsgebäude zu verwirklichen. Dafür unterstreicht er deren Zukunftsfähigkeit durch Lebenszyklus-Analysen, die auch die verwendeten Materialien berücksichtigen. Was Markus Krauß besonders liebt, ist die Entwicklung von kreativen Ideen und Konzepten im Designteam am Tisch, denn dieser Prozess ist ihm für ein Projekt wesentlich. Dabei vertritt er die Bedeutung des ökologischen Fußabdrucks einschließlich Materialien und Ressourcennutzung, und integriert die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung im Designprozess. Menschen und Teamarbeit sind seine Schlüsselemente, die nachhaltige Projekte in allen Größenordnungen, individuelle Konzeptideen und Strategien gedeihen lassen.



**Volker Flamm**  
Architekt, Innsbruck

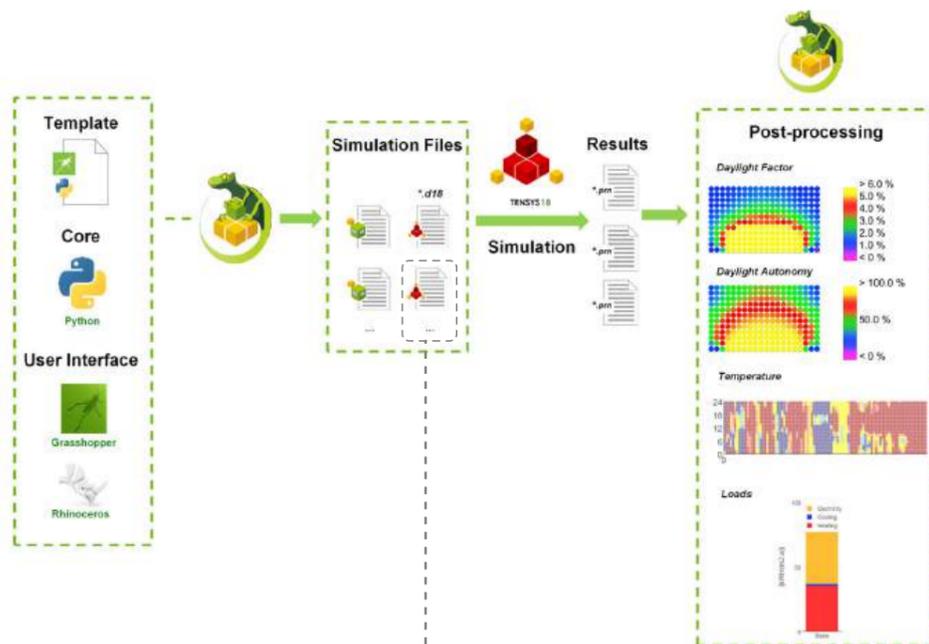
Volker ist selbständiger Architekt und lehrt seit 1998 Architektur an der Universität Innsbruck. Seit 2013 engagiert er sich dort für die integrale, d.h. entwurfsbasierte Diskussion von Energiethemen in der Architekturvermittlung - die Kooperation des institutes für experimentelle architektur.hochbau mit Transsolar entstand durch seine Initiative. Am Institut für Gestaltung / Studio 1 hält er gemeinsam mit Andreas Flora eine Vorlesungsreihe zu Nachhaltiger Architektur. Auch in seinen eigenen Projekten entwickelt er Leitbilder integralen und zukunftsfähigen Bauens (zuletzt 2023: Fachberufsschule Optik Fotografie Hörakustik in Hall, erste klimapositive Schule Österreichs, Architekten Mayrhofer Sommer Flamm mit Transsolar München).

## Werkzeuge

TRNLizard ist ein kostenloses Plug-in für Grasshopper zur parametrischen 3D-Gebäudesimulation, entwickelt von TRANSSOLAR. Es ist ein kostenloses Plug-in für die Rhinoceros 5/6 Software und Grasshopper. Es ermöglicht die thermische und tageslichtabhängige Gebäudesimulation mit TRNSYS 18 unter Verwendung einer Vielzahl von Kunstlicht-, Lüftungs-, Heizungs- und Kühlungskonzepten auf der Basis detaillierter 3D-Geometrie.

Die parametrische Architektur und die Open-Source-Komponenten von Grasshopper ermöglichen es TRNSYS 18-Anwendern, bereits in der Planungsphase detaillierte Designstudien durchzuführen und das Modell entsprechend zu individualisieren. Vordefinierte Vorlagen und Ausgaben ermöglichen einen schnellen Start von Simulationen und eine schnelle Auswertung der Simulationsergebnisse.

Das Tool ist modular aufgebaut und bietet eine hohe Flexibilität. Die Komponenten sind und werden an die Entwicklung von Trnsys angepasst und verfügen über eine Vielzahl von neuen Funktionen. Modelle werden vollständig in Grasshopper definiert und dann als komplette TRNSYS-Modelle in das Projektverzeichnis geschrieben. TRNLizard verbindet die Leistungsfähigkeit der parametrischen Modellierung in Grasshopper mit den neuesten Gebäudesimulationsfunktionen von Trnsys!

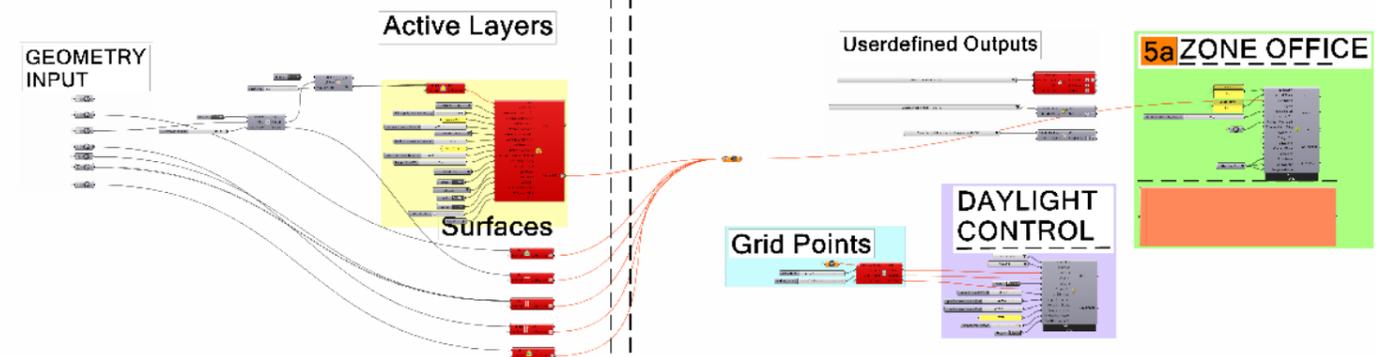


### ZONE DEFINITION

#### 1 GEOMETRY - Shoe Box



### 2/a CONSTRUCTION



## Studierendenprojekte

# Plusenergiehaus S3 - Chiemsee



## Grundriss



- Große Südglassflächen fangen viel passive Sonnenenergie ein. Beste 3-fach Verglasung im Passivhausstandard liefert über die Heizperiode mehr Energie als es in der Nacht und bei sonnenlosen Tagen verliert.

- Der unbeheizte Pufferraum im Norden wirkt als zusätzliche Dämmung und Energieschleuse für den Eingang.

- Der zweigeschossige Sonnenraum lässt die tief stehende Wintersonne weit in das Gebäude eindringen.

- Der Dachüberstand verhindert bei der steil stehenden Sommersonne eine Überhitzung des Gebäudes.

- Die kontrollierte Wohnraumbelüftung mit Wärmerückgewinnung verhindert Energieverluste im Winter.

- Die Infrarotwandflächenheizung in neuartigen Lehm- bauplatten gibt eine angenehme Strahlungswärme ab. Die tatsächliche Raumtemperatur kann dadurch niedriger bleiben.

- Lehm- bauplatten mit PCM speichern die Wärme im Winter und kühlen im Sommer.

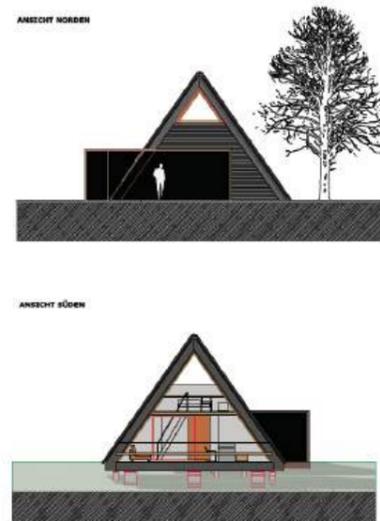
- Das sehr günstige Flächen- Kubatur Verhältnis mini- miert den Verbrauch.

- Die steilen, dunklen Ost- und West- Solardächer bilden ein Wärmepolster und erhöhen damit die Dämm- wirkung, während gleichzeitig der Schnee schnell ab- rutscht und damit die PV Module auch im Winter mehr Strom erzeugen können.

- Der nur noch Minimale Energiebedarf des Gebäudes kann nun sinnvoll und wirtschaftlich durch die PV- Anlage gedeckt werden.

Sämtliche verwendete Materialien sind nach energetischen und ökologischen Gesichtspunkten ausgesucht. Der Energiebedarf zur Herstellung des Gebäudes reduziert sich hier auf ein Minimum: recycelte Zellulose als Dämmstoff, Holz aus heimischen Wäldern für die Konstruktion, Lehm- bauplatten für den Ausbau. Ebenso können die Dünnschichtsolarzellen zu 100% recycelt werden.

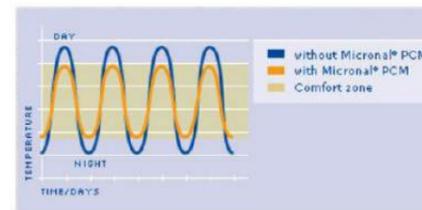
## Schnitte



## Besondere Interventionen



Der Einsatz der Technik wird auf das absolut nötige Maß reduziert und deshalb für jeden Laien, auch mit Hilfe eines angeschlossenen Monitorings begreif- und nachvollziehbar: PV Module produzieren umweltfreundlichen Strom, welcher direkt zum Heizen für die IR Wandflächen genutzt werden kann und sämtliche Verbraucher im Gebäude mit Energie versorgt. Der weitere produzierte Stromüberschuss lädt dann die Batterien des angeschlossenen Elektrofahrzeuges. Diese dienen wiederum als Energiespeicher für das Haus. Zusätzliche Überschüsse fließen schließlich in das öffentliche Netz und erwirtschaften damit noch einen Teil der Gestehungskosten.



Bei Raumtemperatur über 23 Grad schmelzen die PCM und nehmen viel Wärme auf. Unter 23 Grad werden diese wieder fest und geben die Wärme wieder ab. So kann man die Tagsüber gewonnen Wärme in die Nacht bzw. in die nächsten Tage retten.



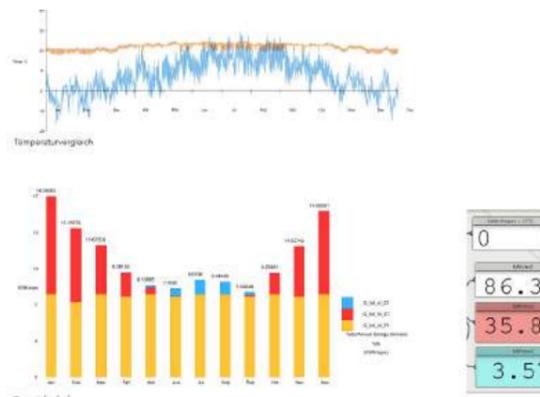
PCM Lehm- bauplatten mit Kohlefaserinfrarotgewebe

Im Winter kann man mit dem tagsüber produzierten Strom das Infrarotgewebe ebenfalls dazu nutzen die Wachskügelchen zu schmelzen und so die Wärme in die Wand zu speichern. Damit ist es möglich einen Art Wärmespeicher für PV Anlagen zu haben und braucht keine Batterien.

Das Haus ist extrem gut gedämmt. Im Norden wurde eine Vakuumdämmung verwendet, sonst knapp 40cm Zellulose/Papier.

## Grundlegende Simulation

- Fenster an Nordseite eingefügt
- Fenster an Südseite verkleinert
- Verschattungen: Jalousien und Dachüberstand
- Änderung des Schedules von WORK (Mo-Fr: 7h-18h) zu RESI (7 Tage: 6h-23h)
- Ausschalten von Equipment
- Beton statt Lehm- bauplatten
- Hinterlüftungsbene: Problem mit Schichtdicke - AIR SUS = 0
- Veränderung der U-Werte

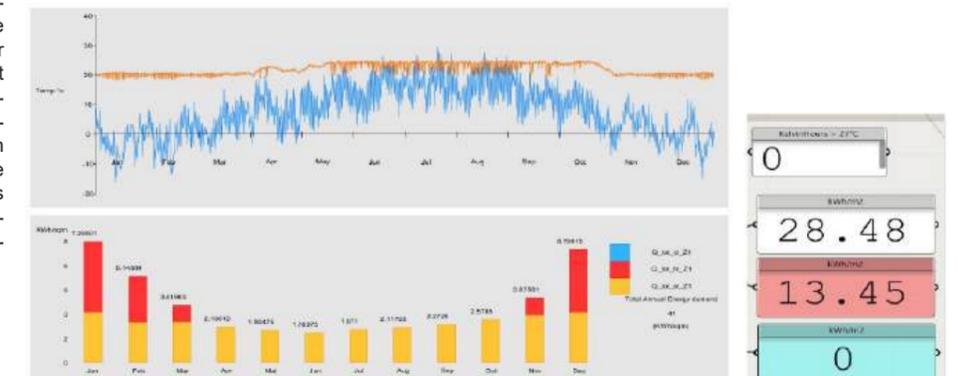


## Erneute Verbesserung von Fenstern und Wandaufbauten

Wandaufbauten: bei mehr Speichermassen werden die Wände als instabil gemeldet.

→ Nord- & Süd- Wand mehr Dämmung

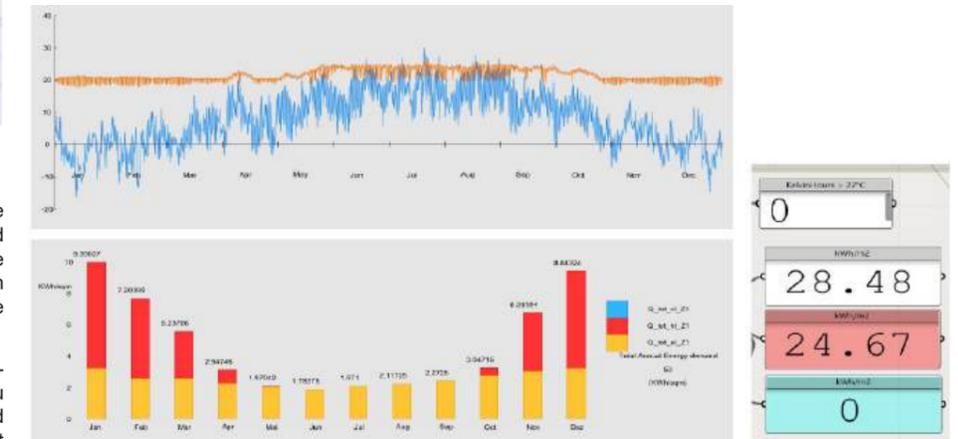
Fenster: Rahmenanteil bei Fenster verringert zudem besseres Glas eingestellt.



## Belüftungssystem - Stack ventilation

KEINE Mechanical Ventilation

→ Stack Ventilation am Besten



## Doppelfassade

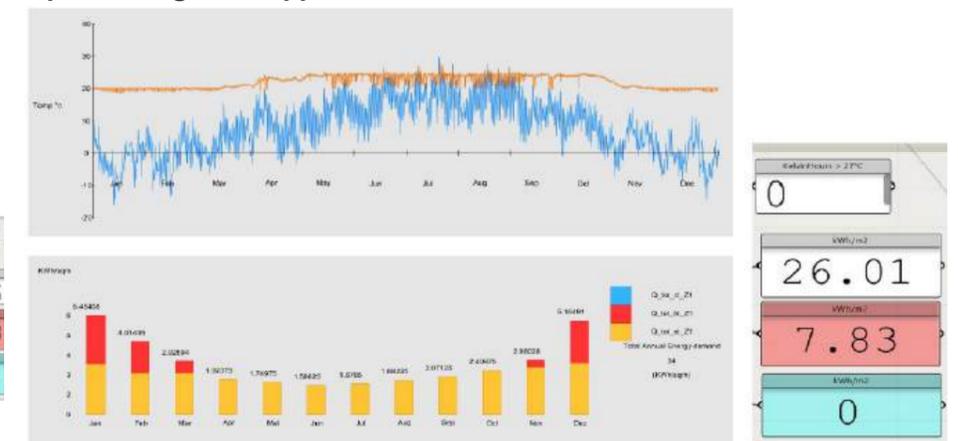
Wand welche von den Zonen geteilt wird muss bei den Settings für eine Zone als FRONT und bei der anderen Zone als BACK.

Zudem muss die Category auf ADJACENT gestellt werden.

AirFlow - von Z2 nach Z1

- Ventilation System müssen beim Regim für beide Zonen gewählt werden

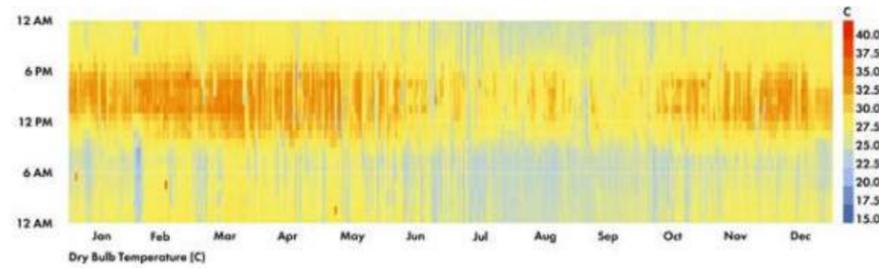
## Optimierung der Doppelfassade



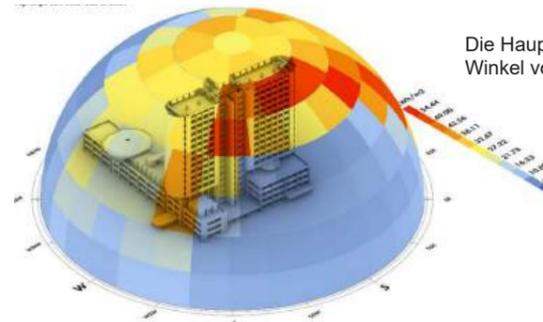
# Low Tech Passive Redevelopment, Lagos

## Wetter Lagos

Das Wetter ist das ganze Jahr über ziemlich konstant warm und feucht.

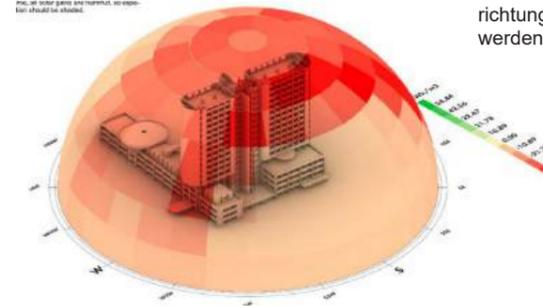


## Sky Matrix



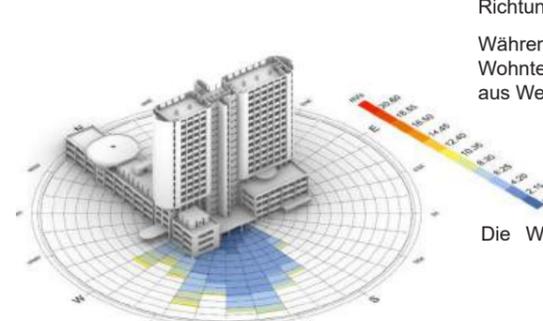
Die Hauptsonneneinstrahlung kommt in einem starken Winkel von Südost nach Südwest.

## Benefit Sky Matrix



Die starke Sonneneinstrahlung sollte in ihren Hauptrichtungen durch Beschattungssysteme blockiert werden.

## Windrose



Der Wind kommt überwiegend aus südwestlicher Richtung.

Während Südwind für die Querlüftung im oberen Wohnteil des Gebäudes bereits ideal ist, würde Wind aus Westen hauptsächlich durchgehen.

Die Windstille beträgt 18 % der Zeit.

## Optimisation

### 1. Verschattung

**Verschattung:** Laubengang und Balkone

Cooling Set Temperature: 28°C

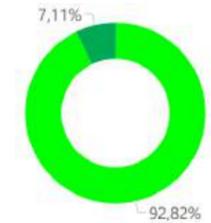
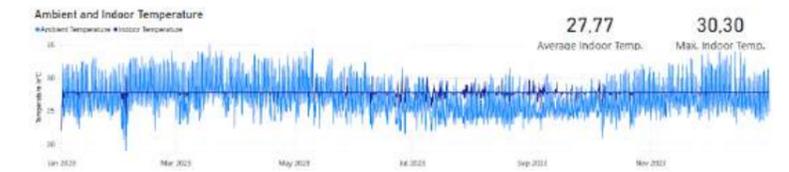
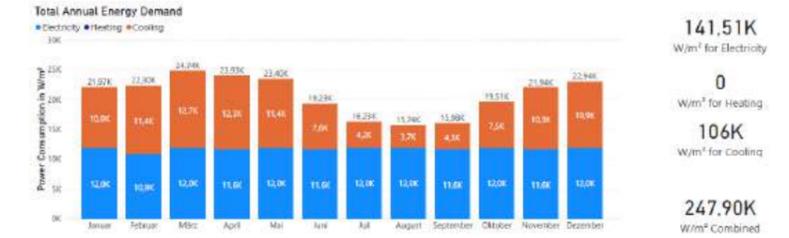
**Verbesserung:**

→ Energieverbrauch reduziert um 22,92 KW/m<sup>2</sup>

**Problem:**

→ hoher Energieverbrauch (247,90 KW/m<sup>2</sup>)

→ Kondensation durch Kühlung



**PMV**  
● 0 (Neutral)  
● -1 (Slightly Cool)  
● -2 (Cool)

### 2. Verschattung, Querlüftung und ohne Klimaanlage

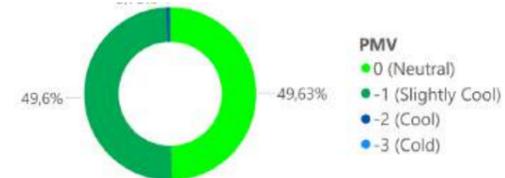
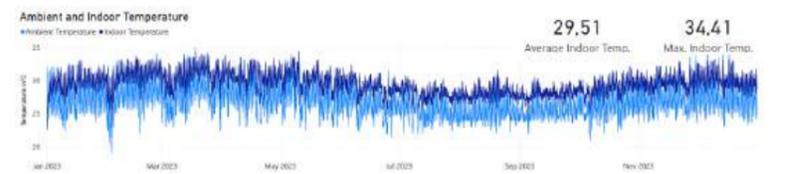
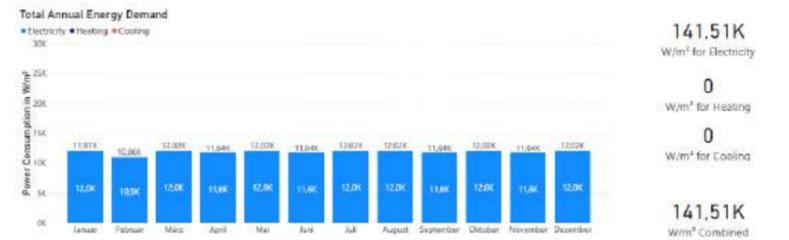
**Verbesserung:**

Energieverbrauch reduziert um 106,39 KW/m<sup>2</sup>

**Verschattung:** Laubengang und Balkone

Cooling Set Temperature: OFF

Infiltration ACH: 2/h



**PMV**  
● 0 (Neutral)  
● -1 (Slightly Cool)  
● -2 (Cool)  
● -3 (Cold)



Betonschalenstruktur, Lagos

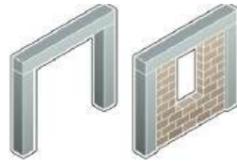
### mögliche Eingriffe



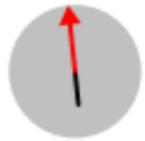
minimale Wandstärke?



Fenster-Wand-Verhältnis?



Adobe-Füllsteine?



Orientierung?



Balkon und Überhang?



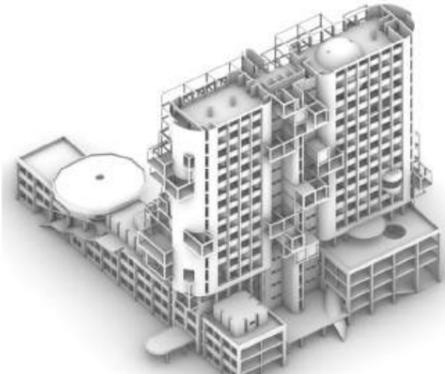
Können die Aufzugschächte als Kamin wirken?

Für meine Masterarbeit habe ich an einem bestehenden Beton-Skelett Rohbau in Lagos, Nigeria gearbeitet. Das Ziel war es, eine über 30 Jahre alte Bauruine mit Lehm-Infills vor Ort wiederzubeleben. Die Lösungen sollten möglichst einfach und passiv sein, nicht nur aus Gründen der Nachhaltigkeit, sondern auch um ein wirtschaftliches Projekt im sozialen Baubereich durchzuführen, da Importkosten für die Technik sehr hoch sind. Insbesondere habe ich mich gefragt, wie man mit einfacher Haustechnik ein akzeptables Klima schaffen kann.

## Bestand



## Optimiert



## Nachverdichtung Innsbruck, Hunoldstraße 14

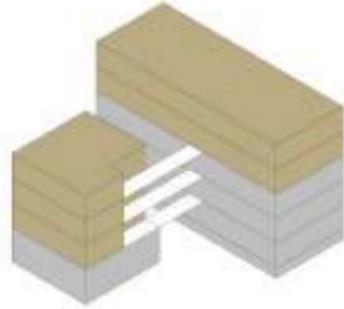


### Themenstellung

Unsere These ist, dass es nur wenige Räume in Innsbruck gibt wie diesen, die es zu bewahren gilt. Es ist nicht sinnvoll den Bestand abzureißen da dieser in akzeptablem Zustand ist und aufgrund weniger Stützen eine hohe Nutzungsflexibilität aufweist. Vielmehr kann man, die bestehenden Gebäude im Rahmen einer Aufstockung um Wohnraum erweitern und die Qualitäten des Leer- raums im Innenhof erhalten. Der Bestand kann durch eine Sanierung energieeffizient gestaltet werden und die Mischnutzung und Offenheit und somit auch die Vielfalt des Ortes bleibt erhalten. Die Aufstockung würde zudem im Vergleich zum Neubau sehr viel weniger Graue Energie als ein Neubau generieren.

### Raumprogramm Neu

- EG: integrative Werkstatt für Jugendliche - Werkstatt
- OG 1-4: 21 Wohnungen (davon 8 Whg Saniert, 11 Wohnungen Neu Holzbau)
- 15x 2 Zi
- 3x 3 Zi
- 1x 4 Zi
- 1x 5 Zi
- Innenhof: Aufenthaltsorte, Workshop-Halle, Zugang zur Sill, Feuerstelle



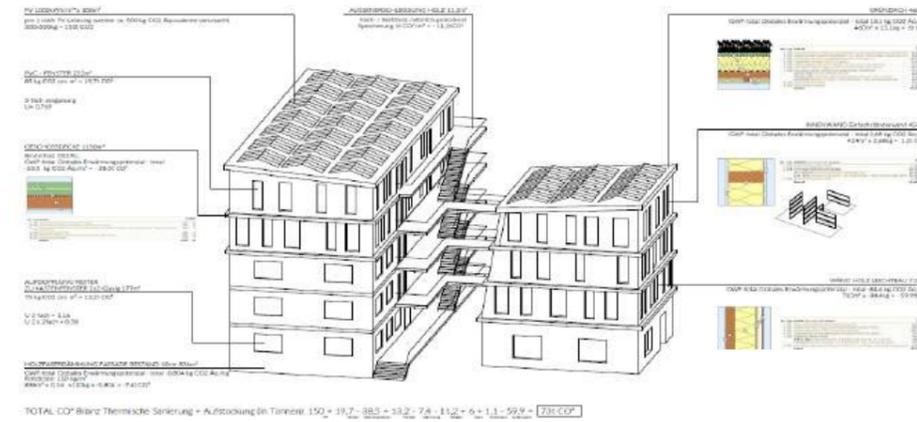
### Fragen

- Sind bei einer Sanierung die späteren Heizemissionen durch den in die Jahre gekommenen Bestand höher?
- Ab welcher Lebensdauer lohnt sich ein wenig Emissionen emittierender Neubau?
- Ist dieser aufgrund höherer Effizienz einer Sanierung gegenüber gerechtfertigt?



### Vergleich

- Die Graue Energie (in Tonnen CO<sup>2</sup>) einer thermischen Sanierung der Bestandes inklusive einer Aufstockung.
- Grauen Endergie (in Tonnen CO<sup>2</sup>) eines Neubaus in Massivbauweise
- Der Energieverbrauch aller Szenarien (am Beispiel einer nord-westlich ausgerichteten Wohnung mit 50m<sup>2</sup>)
- Entwicklung der CO<sup>2</sup> Emissionen aller Szenarien über einen längeren Nutzungszeitraum

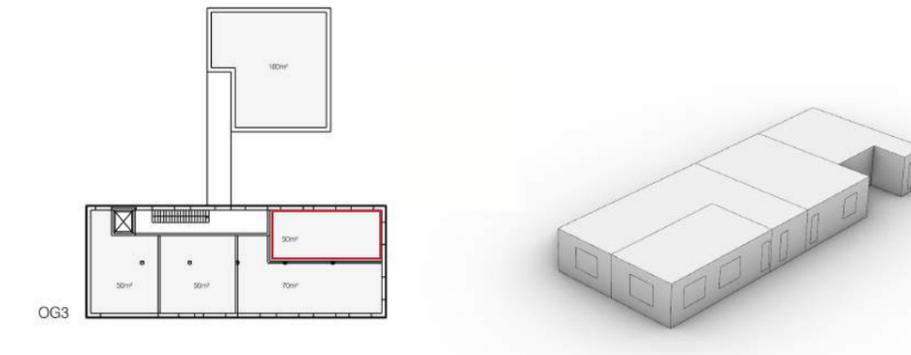
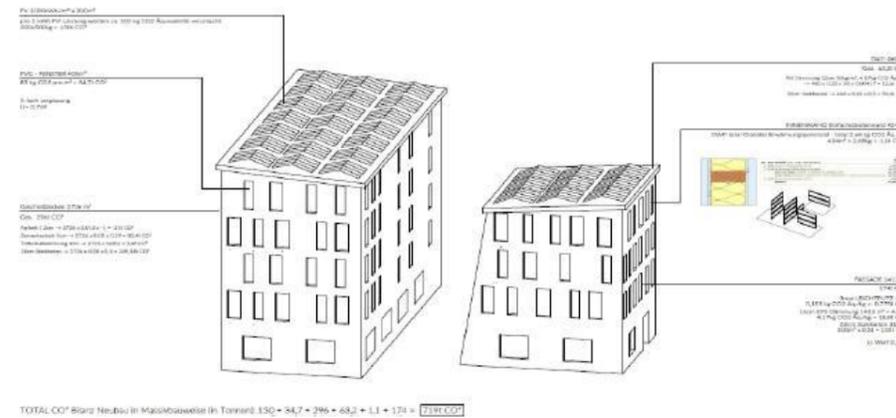


Zur Berechnung der Grauen Energie der Sanierung nehmen wir folgendes an:

Der Bestand wird außen mit 10cm Holzfaserdämmung versehen und die Fenster zu 2x2 gläsernen Kastenfenstern aufgedoppelt.

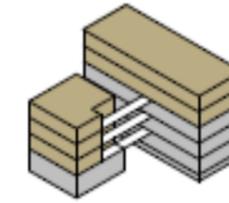
Die Aufstockung ist ein Holzleichtbau mit Gründach.

Die Erschließung erfolgt vom Innenhof aus über einen Laubengang.



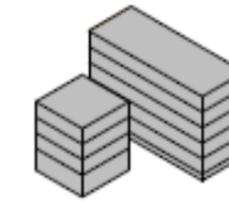
Um die Energieeffizienz der einzelnen Szenarien zu ermitteln, wird eine nord-westlich ausgerichtete Wohnung des Gebäudes simuliert. Die benötigte Jahresenergie kann dann mit den Werten einer durchschnittliche Gasheizung in Tonnen CO<sup>2</sup> pro Jahr umgerechnet werden um herauszufinden, ob und wann sich der Neubau rechnet.

### 1082m<sup>2</sup> sanierter Bestand 902m<sup>2</sup> Holzneubau



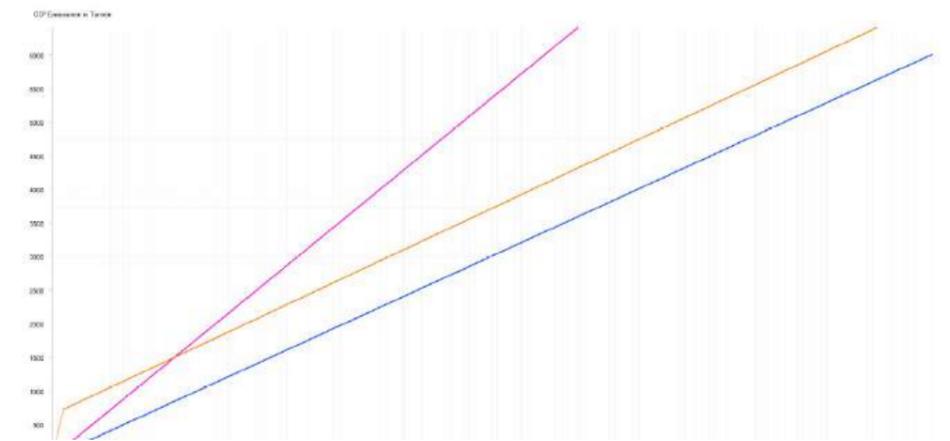
- 108m<sup>2</sup> x 90kWh = 97 380kWh 902m<sup>2</sup> x 80 kWh = 72 160kWh
- 169 500kWh x 247g = 41,88t CO<sup>2</sup>/Jahr
- Stombedarf jährl. 30 kWh x 1984 m<sup>2</sup> = 59.520 kWh/Jahr
- Potential PV 300 000 kWh/Jahr
- benötigter Strom int. Lasten + Heizung 229 020 kWh/Jahr
- Potential PV 300 000 kWh/Jahr
- benötigter Strom int. Lasten + Heizung 228 160 kWh/Jahr
- aus PV: 0t CO<sup>2</sup>/Jahr
- aus österr. Strommix: 46,08t CO<sup>2</sup>/Jahr
- aus 100% ‚grünem‘ Strom 2022: 3,19t CO<sup>2</sup>/Jahr
- aus PV: 0t CO<sup>2</sup>/Jahr
- aus österr. Strommix: 46,26t CO<sup>2</sup>/Jahr
- aus 100% ‚grünem‘ Strom 2022: 3,20t CO<sup>2</sup>/Jahr

### 1984m<sup>2</sup> Neubau Massivbauweise:



- 169 640kWh x 247g = 41,65t CO<sup>2</sup>/Jahr
- 1984m<sup>2</sup> x 85kWh = 168 640kWh
- Stombedarf jährl. 30 kWh x 1984 m<sup>2</sup> = 59.520 kWh/Jahr
- Potential PV 300 000 kWh/Jahr
- > benötigter Strom int. Lasten + Heizung 228 160 kWh/Jahr
- aus PV: 0t CO<sup>2</sup>/Jahr
- aus österr. Strommix: 46,08t CO<sup>2</sup>/Jahr
- aus 100% ‚grünem‘ Strom 2022: 3,19t CO<sup>2</sup>/Jahr

### Diagrammatische Darstellung des CO<sup>2</sup> Ausstoßes der verschiedenen Szenarien(Kubatur des Bestandes zur Vergleichbarkeit wie bei Aufstockung)



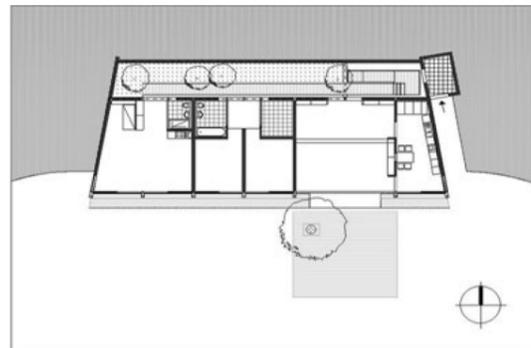
### Fazit

Der Sanierter Bestand in Kombination mit dem Holzneubau ist thermisch genau so effektiv wie der Massiv-Neubau. Die zehnfache graue Energie, die ein konventioneller Massivbau kostet wird egal wie lang die Nutzungsdauer ist niemals durch weniger Heizemissionen kompensiert. Eine Verbesserung des Bestandes ist aber allenfalls nötig. Dass bei einer Aufstockung insgesamt ein schlechterer Heizwert erzielt wird, war ein Trugschluss. Geht man davon aus, dass man nicht mit fossiler Energie heizt, wird der Unterschied noch viel deutlicher. Die 73 Tonnen CO<sup>2</sup> (Aufstockung) im Vergleich zu den 719 Tonnen CO<sup>2</sup> (Massivbau) sind ein so großer markanter Unterschied, dass aus ökologischer Sicht nur eine Aufstockung in Frage kommen darf.

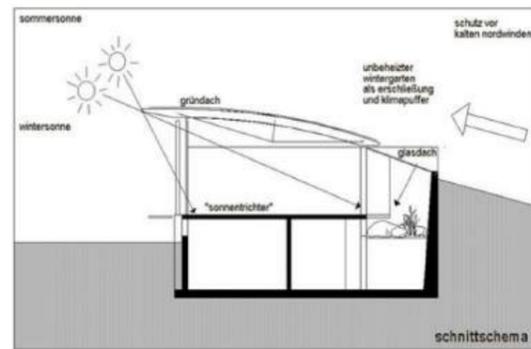
# Naturhaus, Prien am Chiemsee



Lageplan



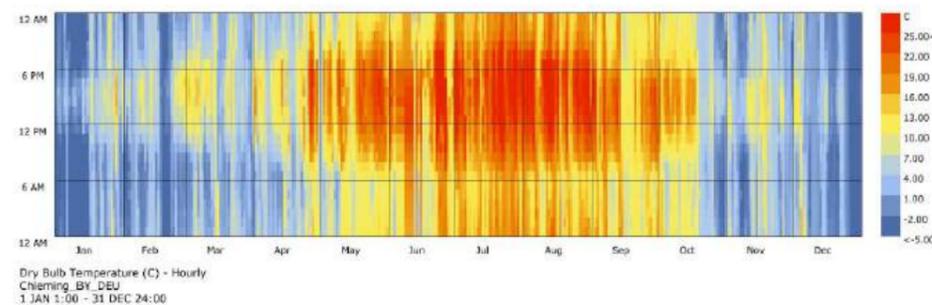
Grundriss



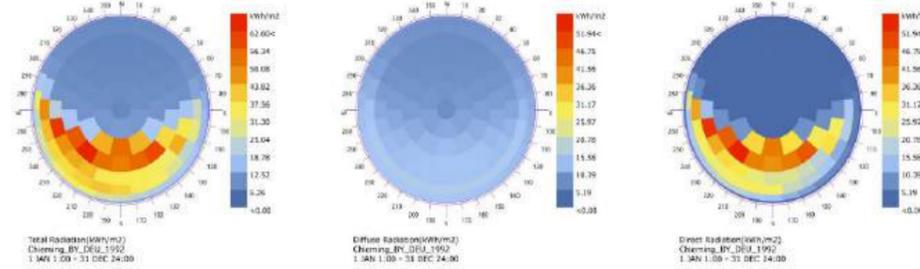
Schnitt

## Wetteranalyse

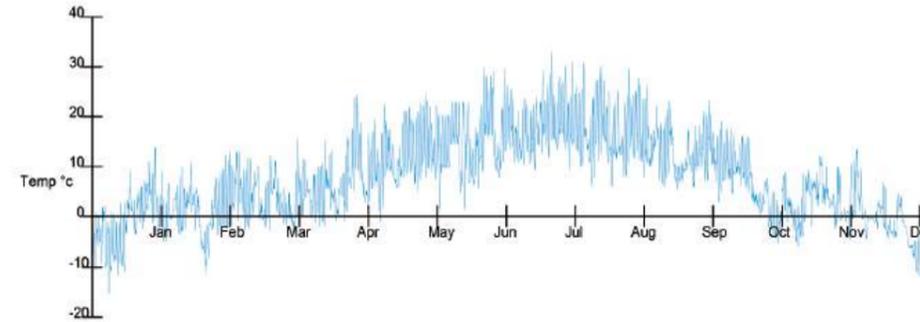
Temperatur am Standort Höhe: 528m | Breite: N 47°50'42.53" | Länge: E 12°22'6.28"



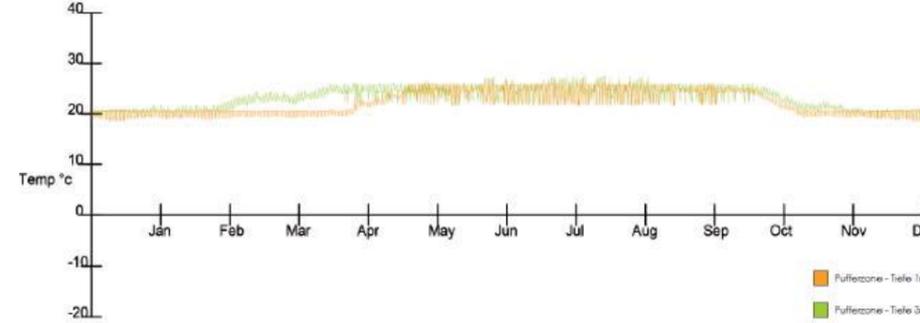
Sonnenstrahlung am Standort



## Jahresverlauf der Außentemperatur



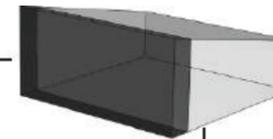
## Jahresverlauf der Innentemperatur



## Simulation 1

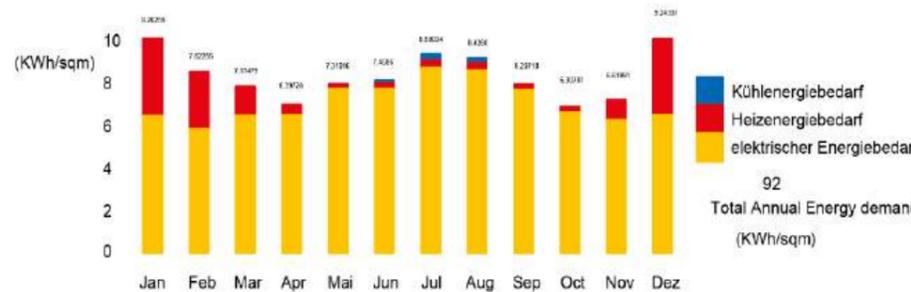
Pufferzone - Tiefe: 1 Meter

Fläche: 8 m<sup>2</sup>  
Volumen: 30,3 m<sup>3</sup>  
Fensterfläche: 34,5 m<sup>2</sup>



Hauptzone - Tiefe: 7,4 Meter

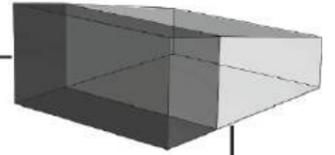
Fläche: 59,2 m<sup>2</sup>  
Volumen: 173,6 m<sup>3</sup>



## Simulation 2

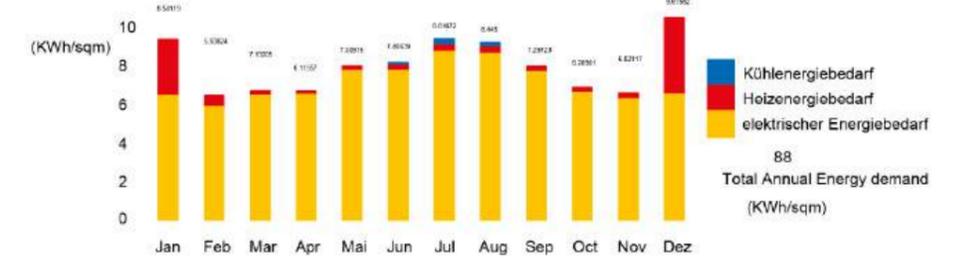
Pufferzone - Tiefe: 3 Meter

Fläche: 24 m<sup>2</sup>  
Volumen: 94,9 m<sup>3</sup>  
Fensterfläche: 51,9 m<sup>2</sup>



Hauptzone - Tiefe: 7,4 Meter

Fläche: 59,2 m<sup>2</sup>  
Volumen: 173,6 m<sup>3</sup>



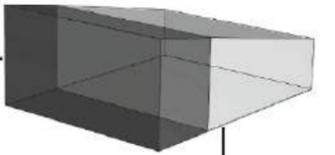
## Zwischenfazit

In den vorherigen Simulationen konzentrierten wir uns auf die Tiefe und Lage der Pufferzone. Als Verglasung haben wir deshalb für die Pufferzone eine Zweifachverglasung und für die Hauptzone eine Dreifachverglasung angenommen. Durch diesen Schritt konnten wir feststellen, dass die Pufferzone auf der Südseite viel mehr Sinn macht, weswegen wir sie auf diese Seite verlegten, um interessante Simulationen bei den verschiedenen Verglasungen zu bekommen. Da die Pufferzone als passiver Kollektor dient und Energie speichert, konnten wir an den Simulationen feststellen, dass eine 3m Tiefe der Pufferzone Sinn macht und dennoch realistisch ist. Vorallem, im Winter speichert die Energie, wodurch der Energieverbrauch und Heizbedarf sinkt. Im weiteren Verlauf werden wir deshalb mit einer Pufferzone mit der Tiefe von 3m im Süden des Gebäudes arbeiten und uns auf die verschiedenen Verglasungen spezialisieren.

## Endsimulation

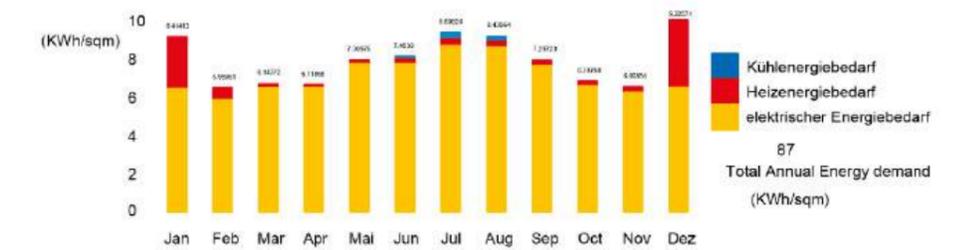
Pufferzone Dreifachverglasung

U-Wert 0,49 W/m<sup>2</sup>K



Hauptzone Dreifachverglasung

U-Wert 0,49 W/m<sup>2</sup>K

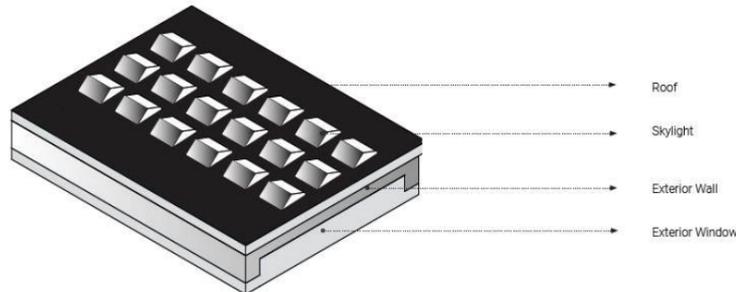


## Endfazit

In den vorherigen Simulationen konzentrierten wir uns auf die unterschiedlichen Fensterglasarten. Dadurch erhofften wir uns genauere Informationen bezüglich des Energieverbrauchs der Kombination des Hauptraumes mit einer Pufferzone mit der Tiefe von 3 Metern im Süden.

Durch diesen Schritt konnten wir feststellen, dass die Einfachverglasungen enorme Heizkosten im Winter verursachen, jedoch im Sommer nicht viel schlechter sind. Vorallem, wenn man die Hauptzone mit einer Dreifachverglasung ausstattet, wird dadurch der Heizbedarf stark gesenkt. Durch die Pufferzone, die zum Erreichen des Optimums entweder eine Zwei- oder Dreifachverglasung haben soll, kann im Winter Energie gespeichert werden. Da bei der 3m Pufferzone die Fensterfläche vergrößert wird, nimmt auch die Speicher bzw. Kollektorfläche zu. Im Sommer dient das Dach zusätzlich als Sonnenschutz der Hauptzone, wodurch starkes Aufheizen verhindert wird. Um die Sonnenenergie im Sommer mehr nutzen zu können, empfehlen wir zum Beispiel eine Glasfaltwand, die geöffnet werden kann, um den Raum aufheizen zu lassen. Im Winter jedoch geschlossen ist, um die Energie im Inneren zu halten.

## Campus Technik, Universität Innsbruck



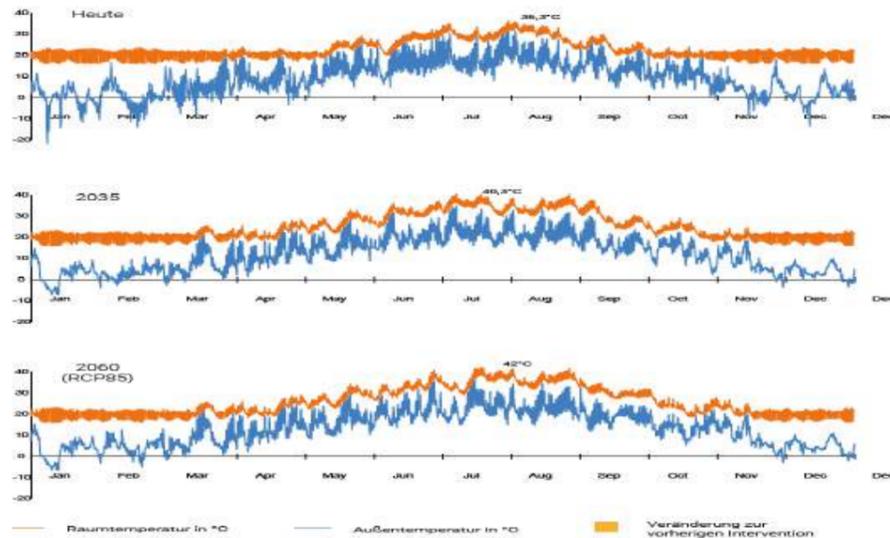
### Klimatechnische Strategien für die Zeichensäle der Architekturfakultät Innsbruck

Bereits heute überhitzen die südseitig ausgerichteten Zeichensäle zwei und drei der Architekturfakultät Innsbruck in den Sommermonaten stark. Es ist davon auszugehen, dass die Veränderungen des Klimas die Nutzung der Säle in den nächsten Jahrzehnten für mehrere Monate im Jahr deutlich einschränken. Wir stellen eine Reihe potenzieller Veränderungsmaßnahmen vor und versuchen ihre klimatischen Auswirkungen zu simulieren, um eine Aussage über ihre Wirksamkeit treffen zu können. Zunächst modellieren wir dazu einen südseitig gelegenen Zeichensaal, simulieren das aktuelle klimatische Verhalten und prognostizieren anhand der Klimadaten für 2035 und 2060 das zukünftige Verhalten. Anschließend versuchen wir die Veränderung ausgewählter Maßnahmen in der Simulationssoftware abzubilden und zu analysieren.

#### Keine Interventionen /Ist-Zustand

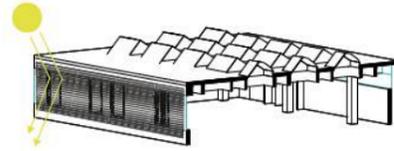


- Es ist davon auszugehen, dass die Veränderungen des Klimas die Nutzung der Säle in den nächsten Jahrzehnten für mehrere Monate im Jahr deutlich einschränkt.

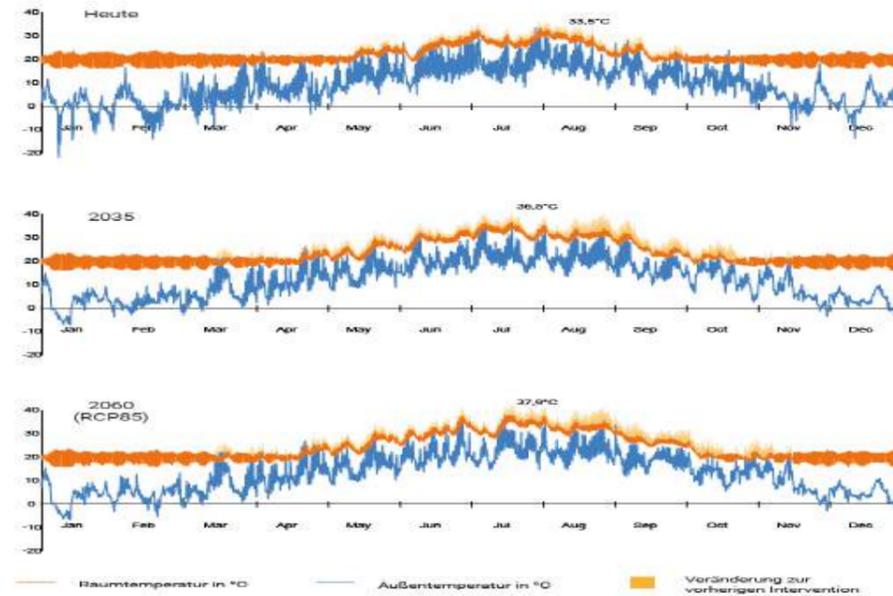


#### Mögliche Maßnahmen:

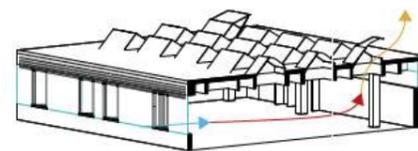
##### 1. Die Dachgeometrie anpassen/verformen/falten und an bestimmten Hochpunkten öffnen



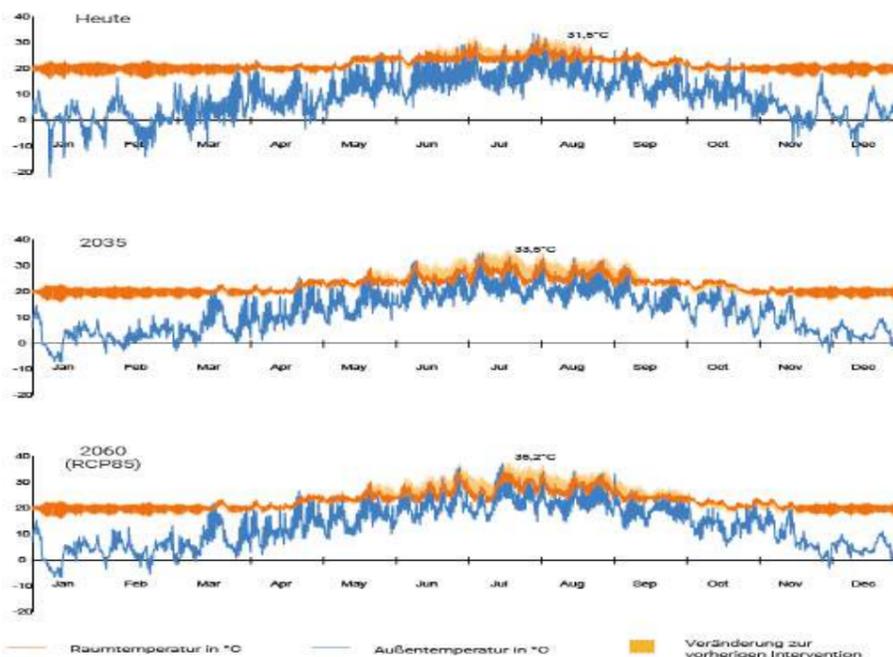
- Insbesondere an sonnenreichen Sommertagen hindert die außenliegende Verschattung die Sonnenstrahlen daran, den Raum aufzuheizen



##### 2. Installation öffentlicher Oberlichter



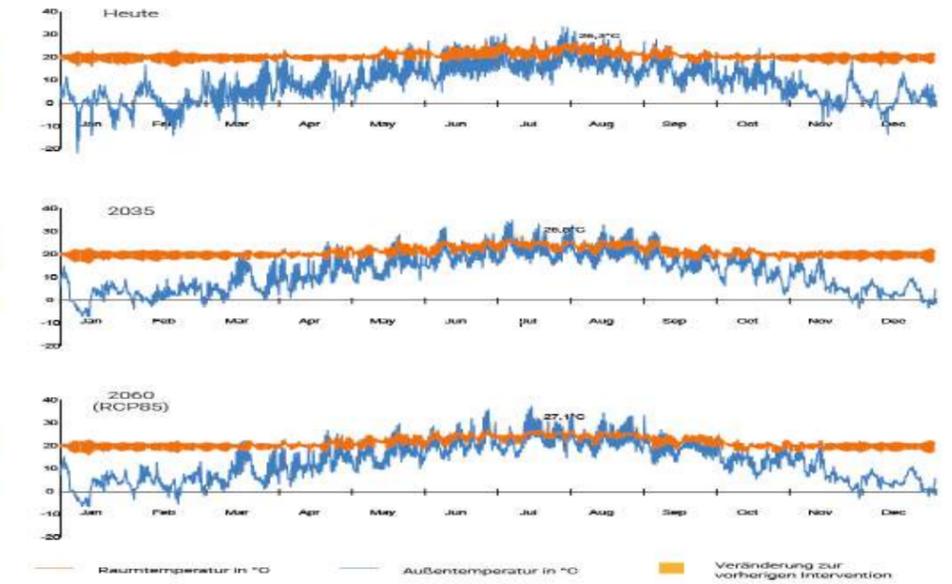
- Die Entlüftung der (insbesondere im oberen Raumbereich) angestauten Warmluft hat einen großen Effekt auf die Absenkung der Raumtemperatur  
 - Der erhöhte U-Wert der Fenster sorgt für eine deutliche Reduktion der winterlichen Heizlasten.



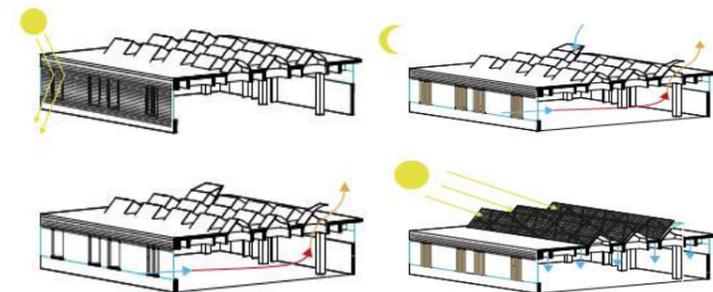
##### 3. PV Paneele



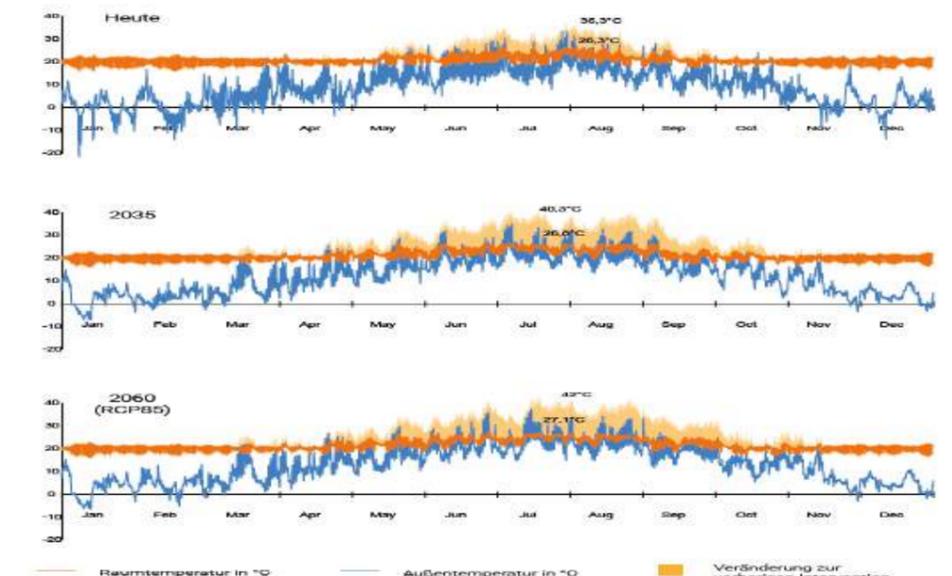
→ PV-Flächen gesamt:  
 $22 \times 2\text{m} \times 3 \text{ Stück} = 132\text{m}^2$   
 →  $132\text{m}^2 \times \text{Faktor } 0,2\text{kW/m}^2 \text{ (Doormann, 2022)} = 26,4 \text{ kW}$   
 → Maximal mögliche Kühllast pro  $\text{m}^2$  Raumfläche:  
 $26.400\text{W} / 427\text{m}^2 = 61,82\text{W/m}^2$   
 - Insbesondere die Peaks können über die aktive Kühlung optimal abgedeckt werden und verbrauchen dabei nie mehr Energie, als die PV-Module ohnehin gerade an den sonnenreichen Tagen produzieren.



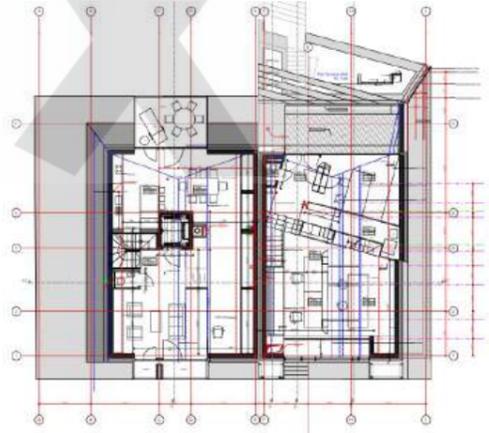
##### 4. Effekt aller Interventionen zusammen



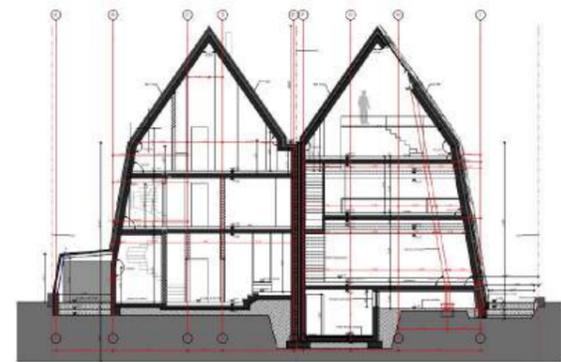
Reduktion der Peaktemperaturen um:  
 - 10°C (heute)  
 - 13°C (2035)  
 - 15°C (2060)



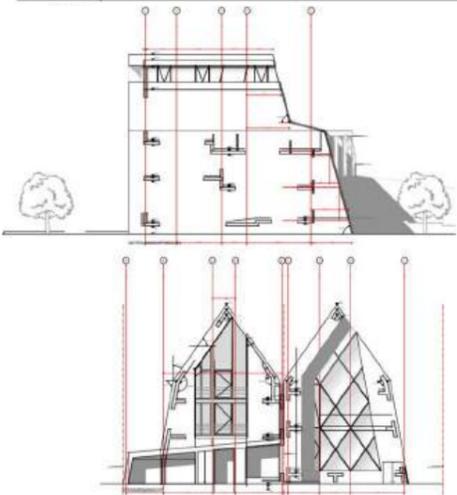
# Residence Grevenmacher Bürohaus, Luxemburg



Grundriss DG



Schnitt A-A



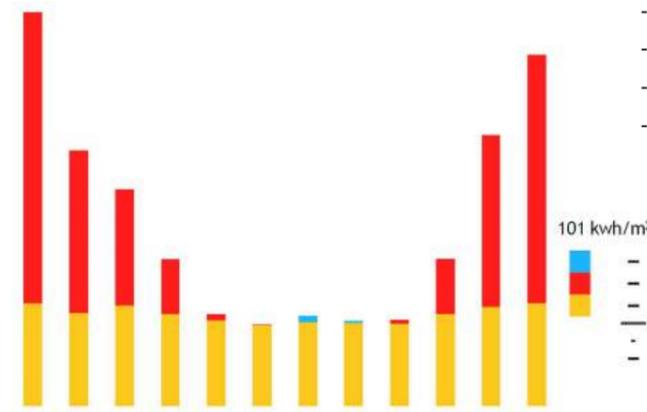
Ansichten 1



Sonneneinstrahlung

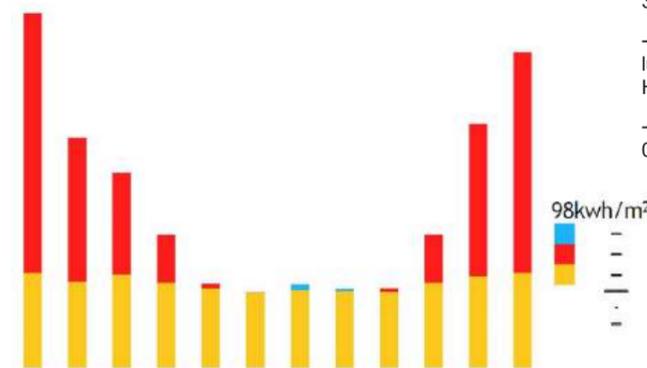
<https://www.sonnenverlauf.de/#/49.6743,6.2>

## Ausgangslage



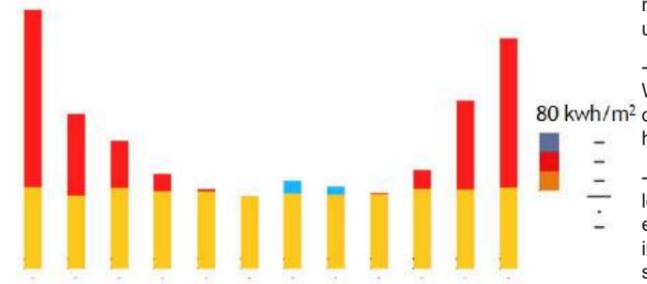
- Dämmung von 14cm Steinwolle
- U-Wert der Fenster: 0.75
- U-Wert der Fensterrahmen: 0.75
- Stack-Ventilation

## Simulation 1



- Dämmung wurde von 14cm auf 35cm erhöht
- Dadurch weniger Wärmeverlust im Winter, also auch weniger Heizenergie
- Neuer U-Wert der Dämmung: 0.11

## Simulation 2



- Bei der „MechanicalVentilation“ wurde die Lüftung so angepasst, dass sie sich auf „NaturalMode“ stellt, wenn die Aussenlufttemperatur über 12°C (vorher 10°C) und unter 26°C (vorher 28°C) liegt.
- Dadurch geht weniger Hitze im Winter durch Lüften verloren, doch die Kühlung im Sommer erhöht sich leicht.
- Obwohl die Kühlenergie sich leicht erhöht, verringert die Heizenergie sich so stark, dass es immer noch eine enorme Verbesserung der insgesamten Energiebilanz führt.

## Simulation 3

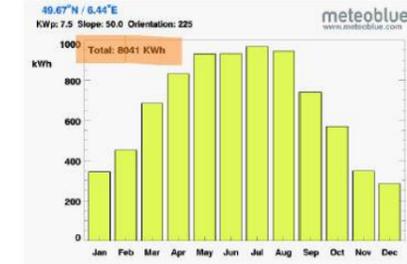


- Bei der „MechanicalVentilation“ die „SupplyTempWinter“ von 24 auf 22 verringert, um nicht so viel heizen zu müssen und somit Heizenergie sparen zu können.

## ErtragedurchPhotovoltaikanlage ErgebnisseverschiedenerErtragsrechner

Solarserver.de

### Ertragsberechnung Ihrer Photovoltaik-Anlage



nfsim.eu

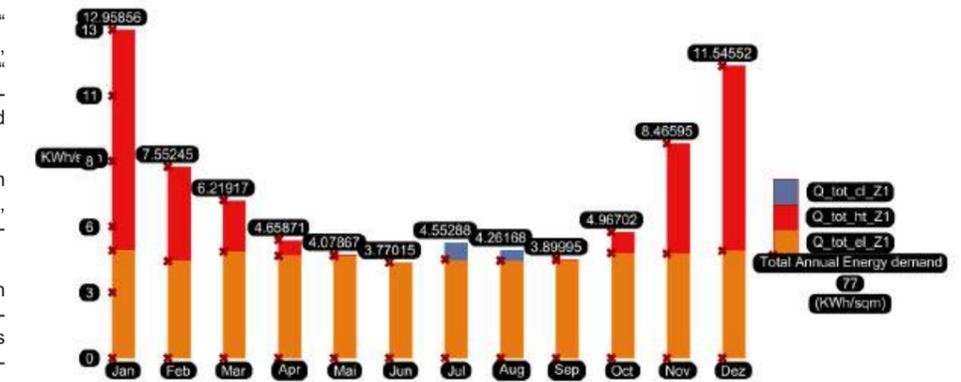
### Energiebilanz / Jahr

|                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| Erwarteter Stromverbrauch:        | 7 192 kWh        |
| <b>Erwarteter PV-Ertrag:</b>      | <b>7 428 kWh</b> |
| Energiebezug aus dem Stromnetz:   | 2 674 kWh        |
| Einspeisung ins Stromnetz:        | 2 801 kWh        |
| Eigenverbrauch PV-Energie direkt: | 2 550 kWh        |

energieagentur.nrw

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Standort (PLZ):                   | 54441             |
| Globalstrahlung:                  | 1.090,28 W/m²     |
| Ausrichtung:                      | -29°              |
| Neigung:                          | 50°               |
| Fläche:                           | 66 m²             |
| Ist Ost-West-Anlage:              | Nein              |
| Privat:                           | Ja                |
| Flächenbedarf der PV-Anlage:      | 37,69 m²          |
| Leistung pro Modul:               | 335 Wp            |
| Leistung PV-Anlage:               | 6,36 kWp          |
| Größe des Speichersystems:        | 7,5 kWh           |
| <b>Jahresertrag:</b>              | <b>5764 kWh/a</b> |
| Anlagenspezifischer Jahresertrag: | 906 kWh/a         |
| Investitionskosten PV-Anlage:     | 7.632 €           |

## FinaleEnergieanalyse



Bodenfläche: 103 m²

Gesamtenergieverbrauch pro Quadratmeter: 77 kWh/m²

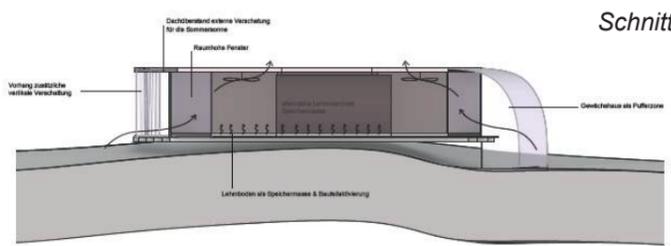
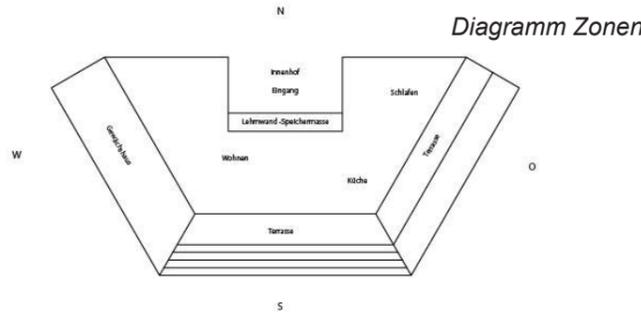
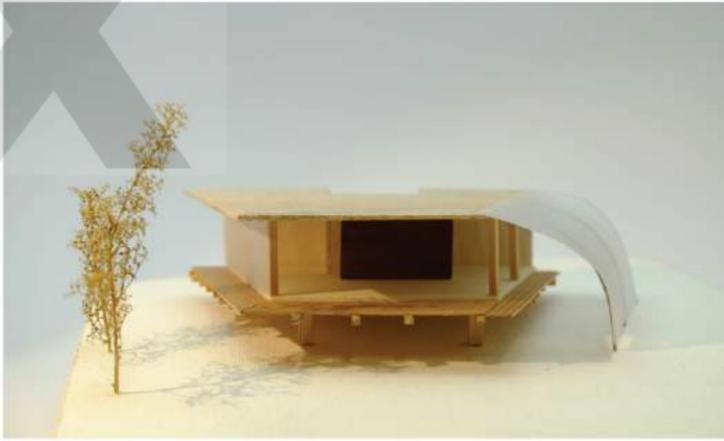
Gesamtenergieverbrauch pro Jahr: 7931 kWh/a

Durchschnittlicher Ertrag durch PV-Anlagen: 7077 kWh/a

Restlicher Energieverbrauch: 854 kWh/a

→ Nullenergiehaus wird fast erreicht.

# Das autarke Refugium in der Natur

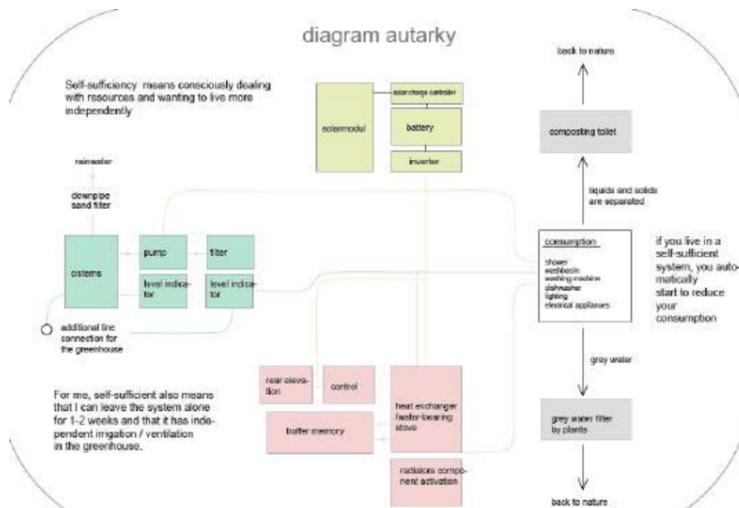


## Themenstellung

Können wir es uns in Bezug auf Ressourcenverbrauch, Flächenversiegelung oder finanziell gesehen noch leisten - oder verschieben sich unsere Werte und Möglichkeiten gerade?

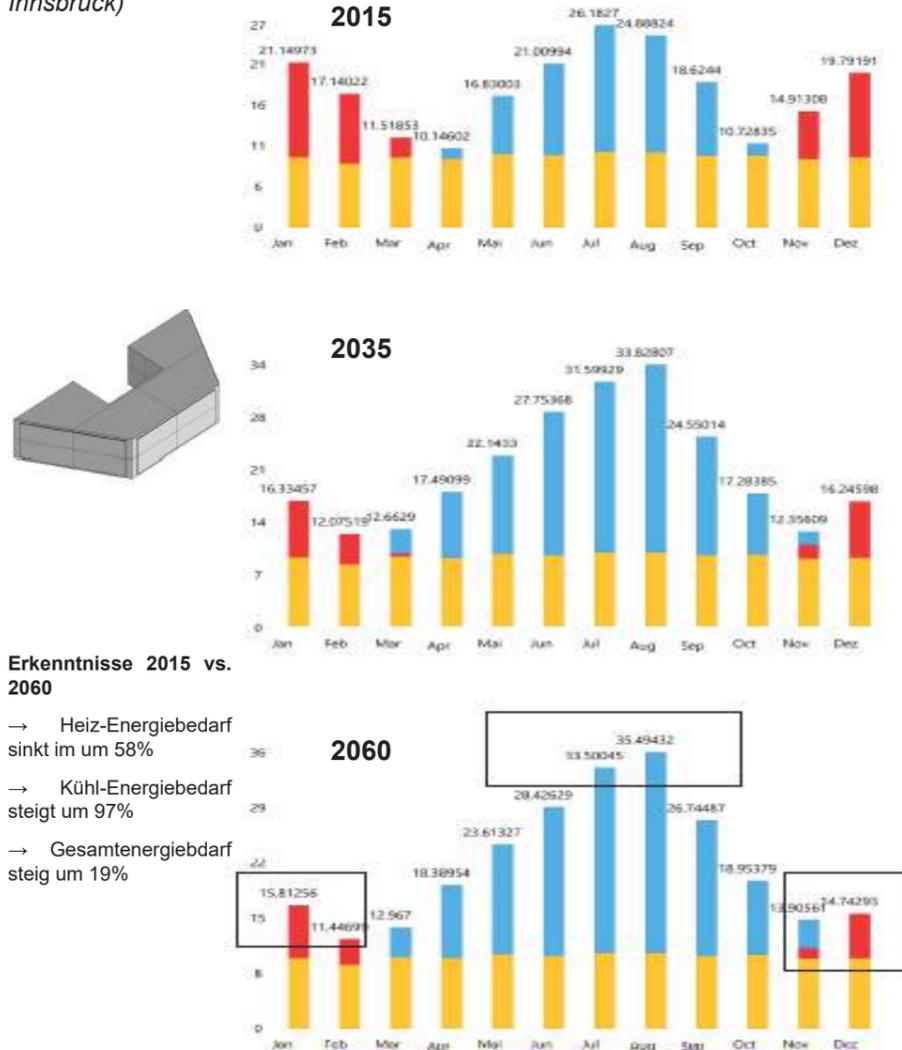
## Ziel

Simulation eines vollständig autarken Hauses auf dem Land, recyklierbar und für den Eigenbau entworfen, mit low tech Lösungen.



## Schrittweise Optimierung des Energiekonzepts mittels iterativer Simulationen

1. Standardeinstellungen Lizard auf Gebäudekubatur anwenden (Template Innsbruck)

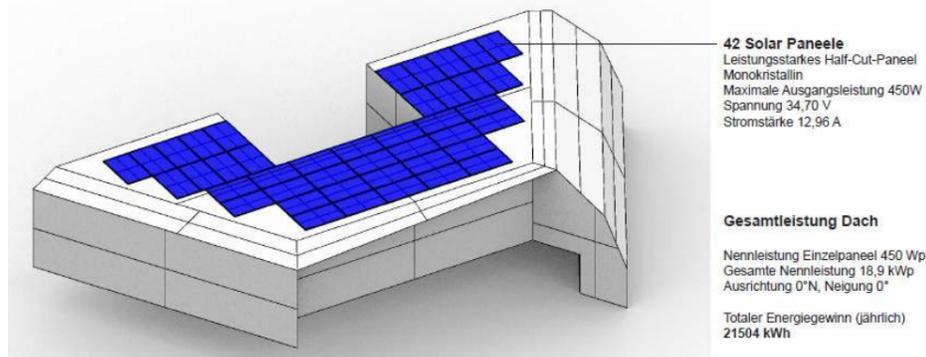


### Erkenntnisse 2015 vs. 2060

- Heiz-Energiebedarf sinkt um 58%
- Kühl-Energiebedarf steigt um 97%
- Gesamtenergiebedarf steigt um 19%

## PV Berechnung

Berechnung von PV erzeugtem Strom auf dem Dach. Verglichen mit Endsimulation



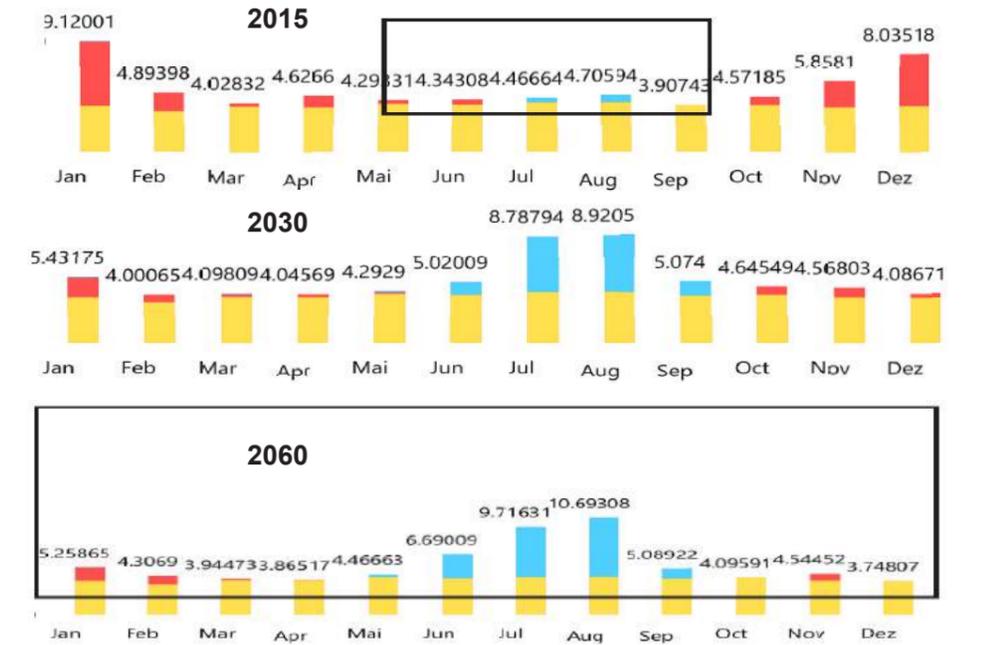
### Auswirkung auf Gebäudeverbrauch

|      | Verbrauch (kWh/m2) | Gesamtverbrauch (kWh) | Solarer Gewinn (kWh) | Ertragsüberschuss (%) |
|------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| 2015 | 54                 | 6674,4                | 21504                | 322                   |
| 2035 | 59                 | 7292,4                | 21504                | 295                   |
| 2060 | 68                 | 8404,8                | 21504                | 256                   |

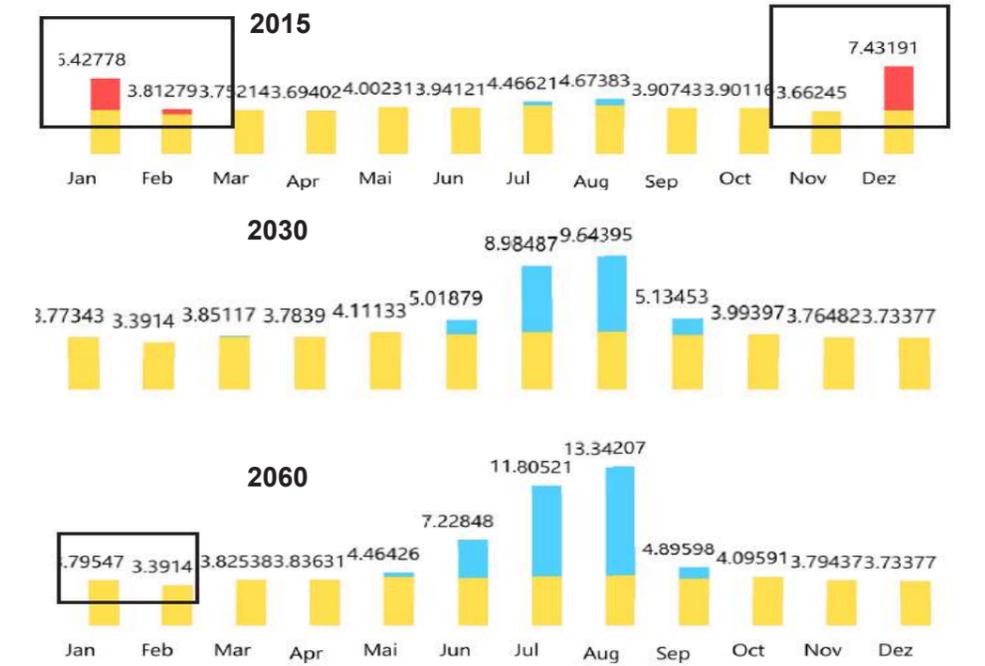
## Finale Simulationen

Optimierungen von einzelnen Parametern, um eine möglichst komfortable Innenraumtemp ratur über das Jahr hinweg bei minimalem Energieverbrauch zu erreichen.

Änderungen: Außenfenster Pufferzone U = 5.62 und G = 0.89 | Vergrößerung Stack Ventilation Wintergarten von 5 m² auf 10 m² | Erhöhung maximale Luftwechselrate von 5/h auf 10/h



Änderungen: Aktivkühlung aktiviert | Vergrößerung Stack Ventilation Wintergarten von 5 m² auf 18 m² | Erhöhung maximale Luftwechselrate von 10/h auf 20/h

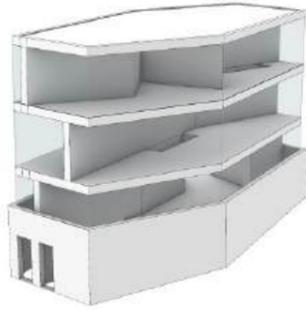


## Erkenntnisse aus der Simulation:

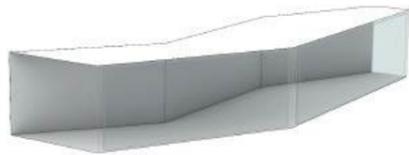
Die Bauteilaktivierung des Lehmboedens mittels Fußbodenheizung funktioniert bis 2035 gut als Heizung im Winter, sowie im Sommer zur Kühlung. Mit den Wetterdaten von 2060 funktioniert dieses System nicht mehr, eine zusätzliche mechanische Lüftung ist unabdingbar, da die Tropennächte (über +18°C) eine Nachtauskühlung so weit erschweren, dass Tagesspitzen von 35 Grad Außentemperatur nicht mehr ausgeglichen werden können. Die mechanische Lüftung verbraucht weniger Energie als die aktive Bauteilaktivierung zur Kühlung des Lehmboedens. Aufgrund der großen Fensteröffnungen kommt die Energie durch solare Einträge direkt in die Wohnung und wird im Lehmboedens gespeichert. Dadurch bringt die vorgesezte Multizone/Wintergarten wenig. Der erhoffte Wärmepuffer im Winter bleibt aus und im Sommer führt es trotz massiver Lüftung laut dem Simulationsprogramm zur Überhitzung.

## Kerez Future Proof, Zürich future proofing minimalist architecture

Dreigeschossiges Zweifamilienhaus in Stahlbeton Massivbauweise mit Flachdach und umlaufender bodentiefer Verglasung. Mitteltrennwände zu warmen Wohnräumen je Stockwerk in Beton Sandwichbauweise. Wohnnutzung durch zwei Familien, Annahme für einen Gebäudeteil anhand üblicher Wohnweise mit Abwesenheit während der gewöhnlichen Arbeitszeiten.



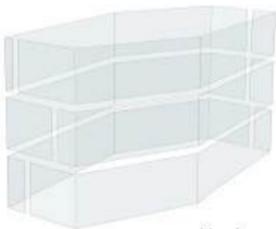
### Simulation modell vereinfachte Geometrie



vereinfachte Geometrie zur Simulation

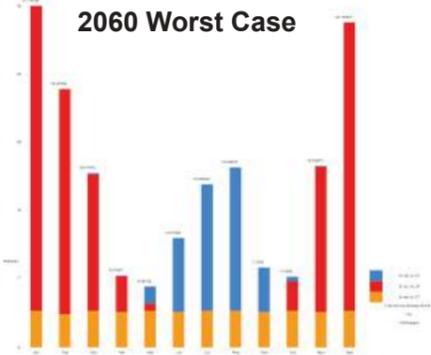
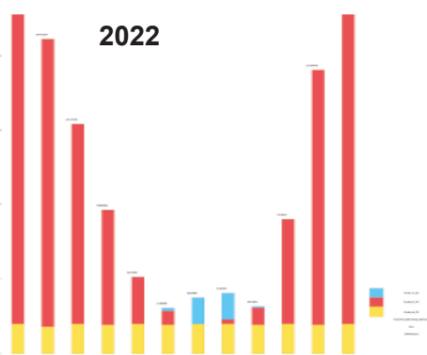
Aufbauend auf dieser Basissimulation werden nun nacheinander verschiedene Verbesserungen auf das Gebäude angewendet und simuliert. Da das Gebäude in seiner Gestaltung möglichst nahe dem Original bleiben soll und der Hauptanteil aus der Verglasung besteht, wird aus Bauteilsicht nur wenig in das Gebäude eingegriffen (siehe Modifikation 1, Verglasung). Neben konstruktiven Methoden werden auch eine Kaminlüftung und Verschattung eingesetzt, die in den nachfolgenden Simulationen schrittweise aktiviert werden. Die Raum- und Setpoint Temperaturen orientieren sich an üblichen Werten und liegen bei 21°C bzw. 26°C für die Klimatisierung. Die dargestellten eingesetzten Wandaufbauten sind auf der Seite „Bauteile“ beschrieben.

### Simulation 2 - verbesserte Verglasung



Verglasungsaustausch

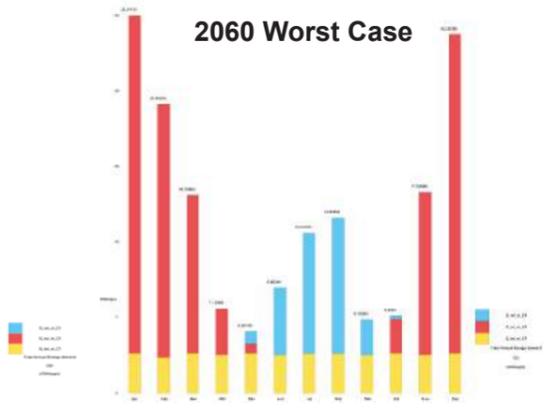
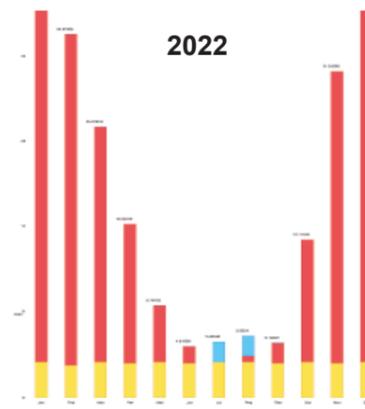
Die zweite Simulation zeigt die Auswirkungen der verbesserten Verglasung: Der sommerliche Kühlbedarf sinkt deutlich, gleichzeitig steigt der Heizwärmebedarf. Das Gebäude reguliert einen Teil des Heizwärmebedarfs im Winter über solare Gewinne durch den sogenannten Glashauseffekt. Eine permanente, nicht steuerbare Verminderung des SHGC wirkt sich im Winter negativ auf den Heizwärmebedarf aus. Die verbesserten Fenster haben deutlich verbesserte U-Werte. Die Maßnahme wirkt sich unterm Strich positiv aus.



### Simulation 3 - Verschattung



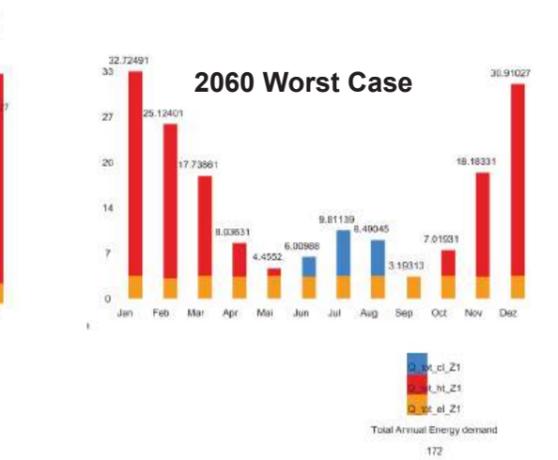
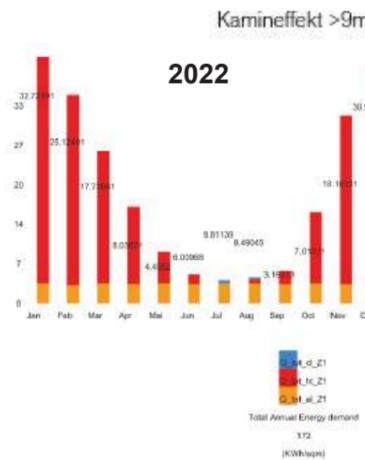
Es werden je Stockwerk umlaufende Deckenvorsprünge hinzugefügt, die bei steil stehender Sonne im Sommer die Fassade verschatten und im Winter solare Gewinne ermöglichen. Dieses Prinzip funktioniert in der Simulation nur mäßig, da mit hoher Wahrscheinlichkeit ein größerer Überstand benötigt werden würde, um messbar positive Aspekte zu erzielen.



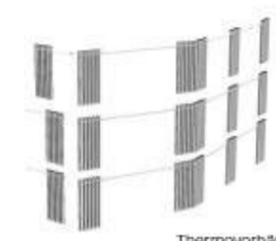
### Simulation 4 - Lüftung durch Kamineffekt



Das Gebäude ist über 9 Meter hoch, wodurch genügend Antrieb innerhalb des Kamins erzeugt werden kann. Durch die Verschränkung der Wände kann ein Kamin mit ausreichend großem Querschnitt problemlos integriert werden. Die Regelung erfolgt über steuerbare Abluftklappen und Frischluft, die über teilweise offene Fenster zugeführt wird. Durch diese Maßnahme wird der Kühlbedarf weiter reduziert. Die Maßnahme ist gut durchführbar, da kaum Technik notwendig ist. Die effiziente Ablüftung der erwärmten Luft wird durch die natürliche Luftbewegung erreicht.

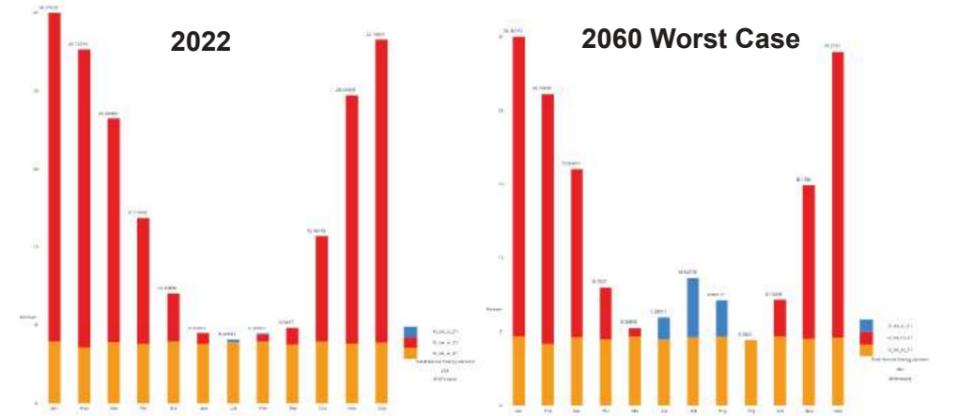


### Simulation 5 - Thermovorhänge



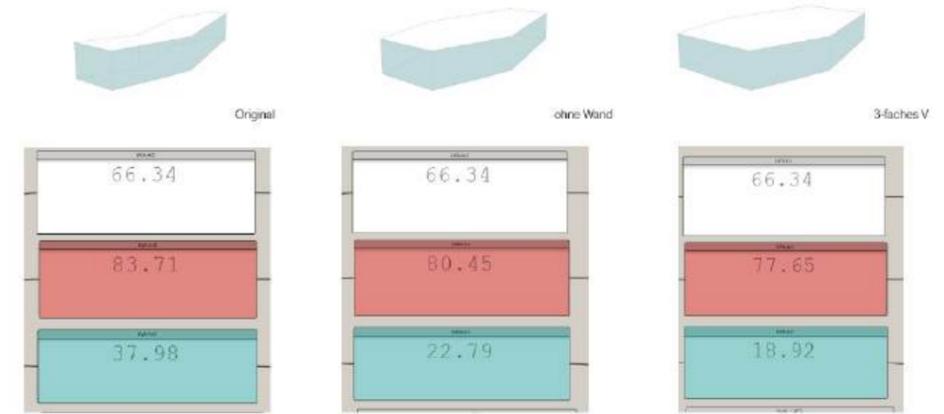
Thermovorhänge innenseitig

Der Einsatz eines Thermovorhanges als Trennelement zwischen warmer Raumluft und kaltem Fenster ist nach einiger Recherche und nachfolgend dokumentierter Testsimulation als zielführende Ergänzung zu den bereits vorgeschlagenen Maßnahmen zu bewerten. Leider konnte dieser im Rahmen dieses Projekts trotz eingehender Beschäftigung nur näherungsweise simuliert werden, weshalb das vollständige Potenzial im vorliegenden Anwendungsfall nur zu erahnen ist.



Es kann allerdings gesagt werden, dass der Thermovorhang oder auch die ähnlich wirksame Ausführung als Rollläden einen guten aber vergleichsweise geringen Beitrag zur Gesamtverbesserung des Gebäudes leisten kann, die wirklichen Stärken aber höchstwahrscheinlich in einer deutlichen Verbesserung des empfundenen Komforts zu finden sind, da die zurückgeworfene Raumwärme in Form von Infrarotstrahlung als angenehm empfunden wird.

### Einfluss Raumvolumen/Verglasungsanteil Beispielsimulationen



### Erreichte Verbesserung Gesamt

Die erreichten Verbesserungen variieren zwar je nach Maßnahmenkombination, jedoch wurden hier beispielhaft zwei Situationen herausgegriffen, die eine ausgewogene Balance der Maßnahmen beinhalten. Leider konterkarieren sich viele der Maßnahmen und so arbeiten sie oft in Teilen gegeneinander. Durch ein richtiges Maß, kann man aber eine Minderung in beiden Wertebereichen, nämlich dem Kühl- und Heizbedarf erreichen.

Für die aktuelle Klimaprognose kann der Heizbedarf so um etwa 15% und der Kühlbedarf sogar um 94% gesenkt werden.

Für das Jahr 2060 ist es im Worst Case Szenario aufgrund der zunehmenden Überwärmung schwieriger, solche Einsparungen zu erreichen. Der Heizbedarf kann hier um ca. 5% und der Kühlbedarf um etwa 75% gesenkt werden.

Grundsätzlich sind also die erreichten Einsparungen beim Kühlbedarf deutlich höher, das Gebäude ist somit also für die steigenden Anforderungen an den Wärmeschutz gerüstet. Der Heizbedarf bleibt jedoch das Manko des Gebäudes, kann es doch über die rein aus Fensterflächen bestehende Gebäudehülle kaum Wärme speichern und keine ausreichende Dämmwirkung erreichen. Dennoch ist es als erfolgreiche Maßnahme zu verbuchen, dass bei gleichzeitig enormen Einsparungen im Kühlbedarf keine erhöhten Heizwärmebedarfe erzeugt werden.

Die Maßnahmen wie beispielsweise Thermovorhänge tragen zudem auch zusätzlich zum Komfort bei, der dadurch mitunter beim Nutzer noch deutlich größer ist, als es die simulierte Temperatur suggeriert.

# Optimierung des PEMA 3 Hochhauses, Innsbruck Bezüglich Klimaszenarien im Jahre 2035 und 2060



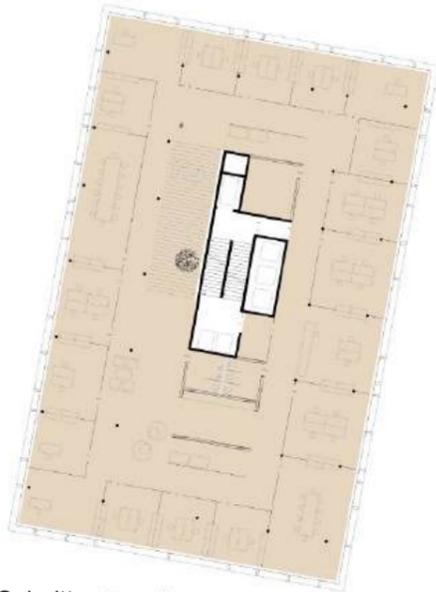
## Themenstellung

- Wie gut ist der Gesamtenergieverbrauch des Gebäudes jetzt?
- Wie weit kann man die technischen Installationen reduzieren?
- Kann man die Energieeffizienz eines Neubaus verbessern?
- Wie wirken sich die verschiedenen Ausrichtungen auf die einzelnen Räume aus?

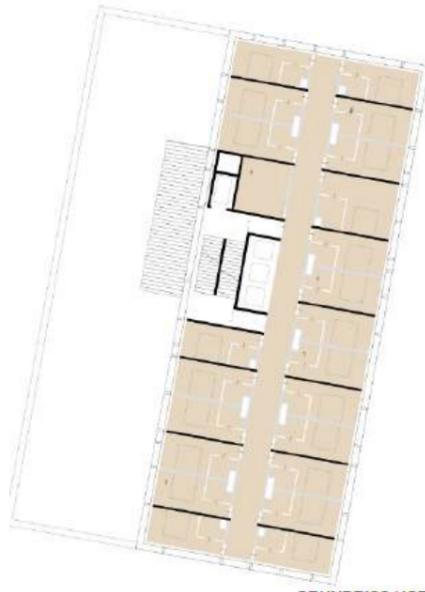
## Ziele

- Reduzierung der für technische Einrichtungen genutzten Energie
- Minimierung der Stunden der Raumtemperatur über 27°C
- Minimierung des Gesamtenergieverbrauchs
- Optimierung auf das kommende Klima

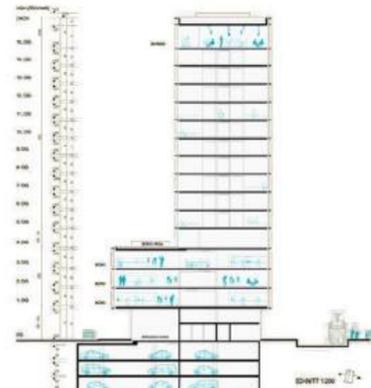
## Grundriss Bürofläche



## Grundriss Hotel



## Schnitt

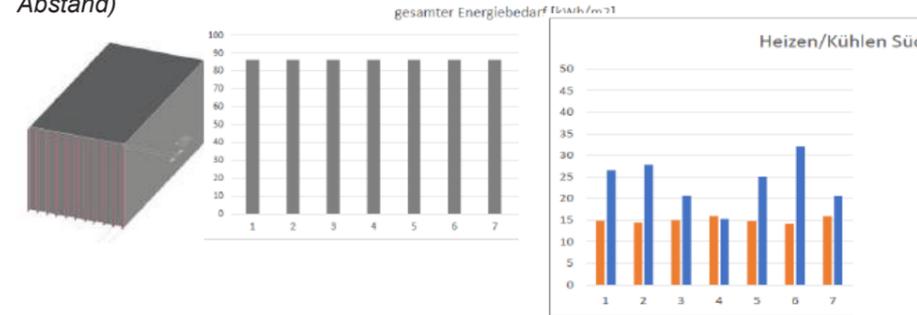


## Simulationen: Hotelraum und Büroraum mit Fenster

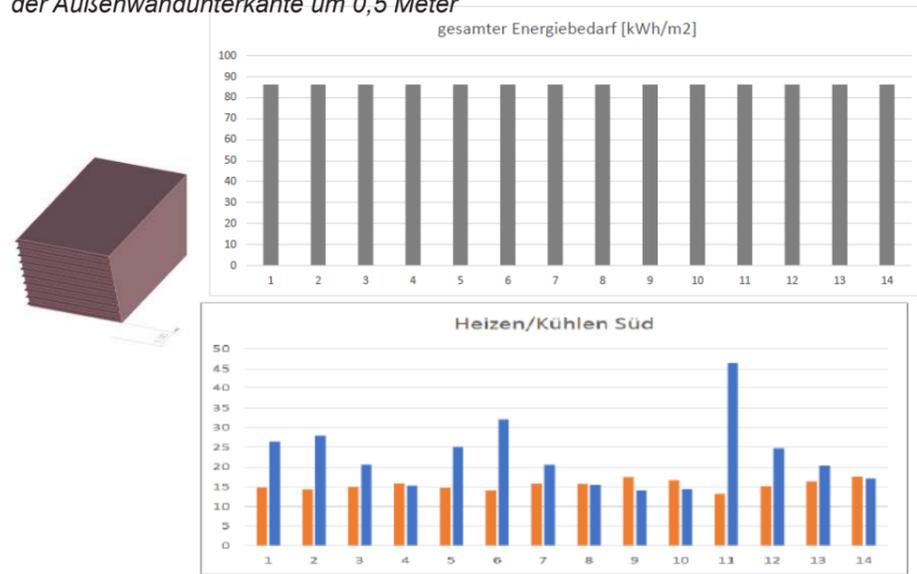
### Simulation 1: Hotelraum ohne bauliche Verschattung



### Simulation 7: Lamellen vertikal (20cm Tiefe, 30cm Abstand)

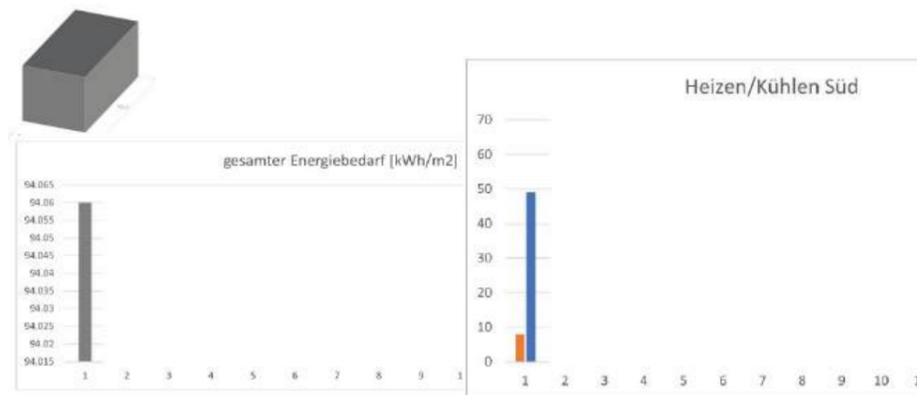


### Simulation 14: Lamellen horizontal (20cm Tiefe, 30cm Abstand) und Rückversatz der Außenwandunterkante um 0,5 Meter

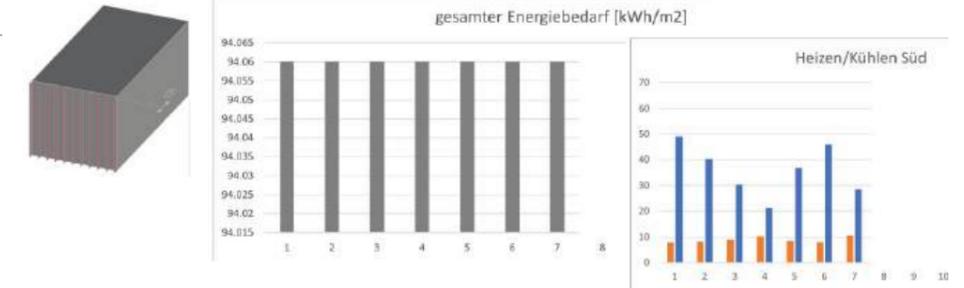


## Simulationen: Büroraum ohne bauliche Verschattung

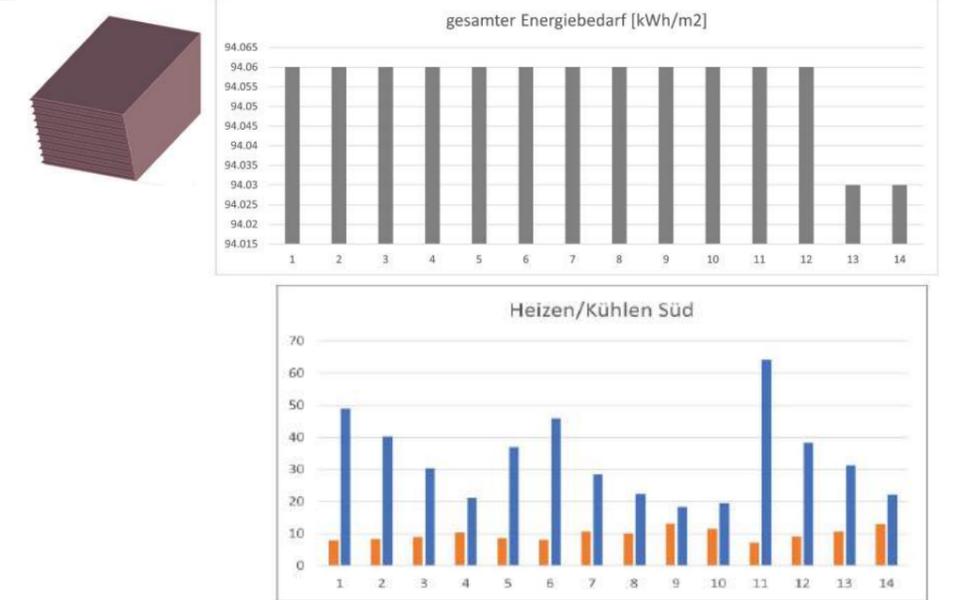
### Simulation 1: ohne bauliche Verschattung



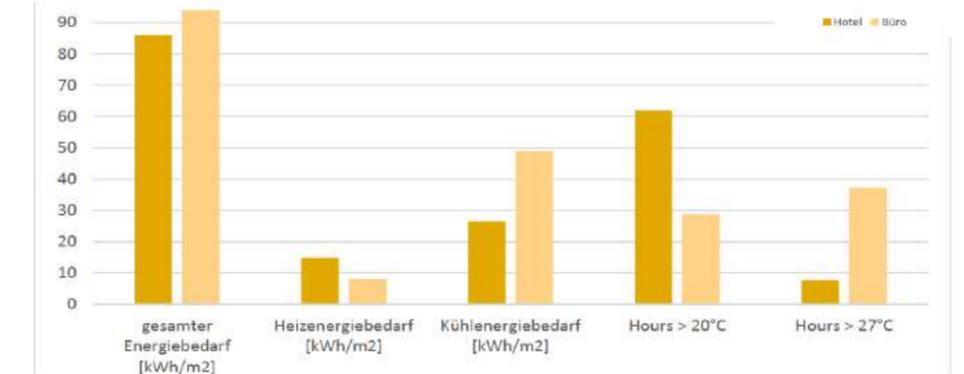
### Simulation 7: Lamellen vertikal (20cm Tiefe, 30cm Abstand)



### Simulation 14: Lamellen horizontal (20cm Tiefe, 30cm Abstand) und Rückversatz der Außenwandunterkante um 0,5 Meter



## Gegenüberstellung & Auswertung der Ergebnisse



**Energiebedarf** ist beim Büro aufgrund technischer Geräte und mehr Personen höher.

Der **Heizenergiebedarf** im Büro ist geringer, da technische Geräte Wärme abgeben und mehr Personen im Raum anwesend sind, die durch ihre Körperwärme Wärmeenergie abgeben.

Der **Kühlenergiebedarf** ist aufgrund des Synergieeffektes im Bezug auf das Heizen erklärbar, da bei warmem Wetter und zusätzlichem solarem Eintrag mehr Wärmeenergie abzuführen ist.

Aufgrund der höheren Temperaturtoleranz im Büro fallen weniger Tage in einen optimalen Temperaturbereich. Zusätzlich ist der MET im Büro höher, welcher die kühleren Temperaturen rechtfertigt.

Der sehr große Unterschied bei den **Temperaturen >27°C** lässt sich durch die Nutzung des Hotels auch am Wochenende erklären. Das Büro wird am Wochenende nicht genutzt, dabei dürfen die Temperaturen in dieser Zeit höher steigen und werden nicht technisch gekühlt.

## Das Seagram Building neu gedacht

### Was ist zu tun?

Das Seagram Building, ein herausragendes Beispiel modernistischer Architektur, steht vor potenziellen klimatischen Herausforderungen, die seine energetische Leistung und das Innenraumklima beeinflussen könnten. Insbesondere die ausgedehnten Glasfassaden könnten zu einer übermäßigen Wärmeaufnahme führen, was wiederum den Bedarf an Klimatisierung erhöht, um ein angenehmes Raumklima aufrechtzuerhalten. Die Identifizierung und Lösung dieser klimatischen Schwachstellen sind von entscheidender Bedeutung, um die Nachhaltigkeit und den Energieverbrauch des Seagram Buildings zu optimieren. Diese Adaptierungen sind zum Großteil auf die klimatisch gesehen unvorteilhafte Fassade zurückzuführen, welche ein umfassendes Erneuerungskonzept bedarf, um eine Einsparung des Energieverbrauchs zu generieren. Letzten Endes stellt sich die Frage: Welche Parameter und Eigenschaften des Gebäudes müssen überdacht werden?

### Welche Maßnahmen werden getroffen?

#### Austausch der Fenster:

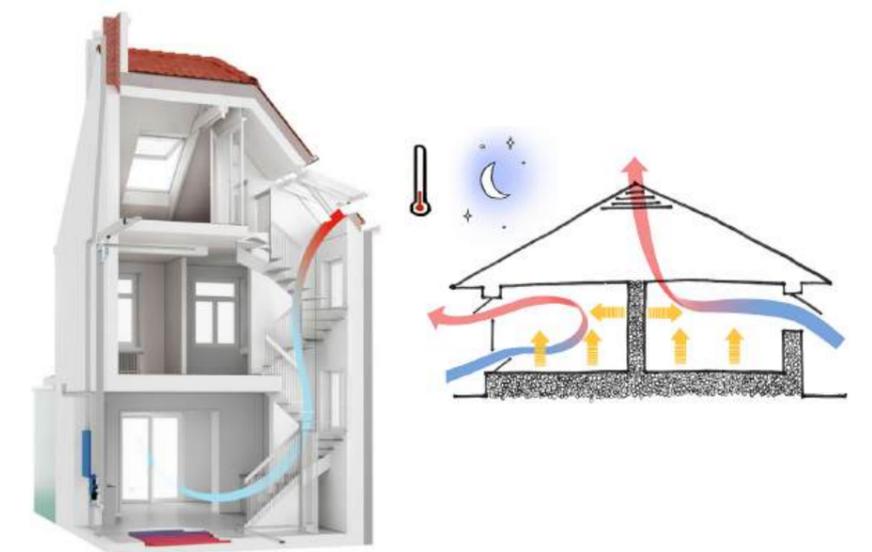
Der Austausch der Fenster im Seagram Building repräsentiert einen Schlüsselaspekt der Lösungsstrategie zur energetischen Verbesserung. Durch die Implementierung moderner, energieeffizienter Fenstergläser wird eine erhebliche Reduzierung der solaren Einstrahlung erreicht. Dies führt zu einer effektiven Kontrolle der Überhitzung und minimiert die Kühlkosten des Gebäudes. Die hochreflektierenden Gläser verbessern die thermische Isolierung, wodurch Heiz- und Kühlenergiebedarf signifikant gesenkt wird. Der Fenstertausch trägt somit nicht nur zu einer nachhaltigen Energieeinsparung bei, sondern schafft auch ein optimiertes Raumklima im Seagram Building, was den langfristigen ökologischen und ökonomischen Nutzen dieser Maßnahme unterstreicht. Die Heizlast wird durch das Implementieren einer 3-fachen Verglasung um ca. 90% gesenkt werden.

#### Verschattung der äußeren Fassade:

Die Verschattung der äußeren Fassade erwies sich als entscheidende Maßnahme zur Minimierung der direkten Sonneneinstrahlung und der damit verbundenen Wärmebelastung. Die Anwendung von effizienten Sonnenschutzvorrichtungen oder Beschichtungen ermöglichte eine gezielte Steuerung des Lichteinfalls. Dies führte nicht nur zu einer spürbaren Verringerung der Kühlkosten, sondern schützte auch die Struktur des Gebäudes vor übermäßiger Hitze, was langfristig zu Energieeinsparungen beiträgt. Zu bedenken ist jedoch die Anwendbarkeit, nicht nur in diesem Fall, sondern generell im Bestand. Zusätzlich zum Fenstertausch wird die Heizlast um ca. 80% verbessert und zusätzlich noch die Kühlkosten halbiert.

#### Luftwechsel durch bestehende Liftschächte:

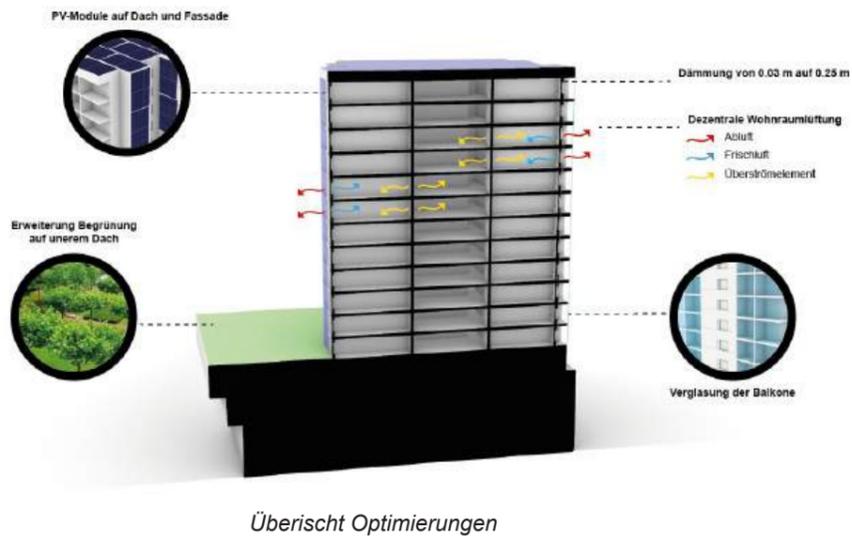
Die Implementierung eines Luftwechselsystems durch die bestehenden Liftschächte kann sich als effektive Lösung, um die Überhitzung im Seagram Building zu adressieren. Durch die Nutzung dieser vertikalen Strukturen kann nicht nur eine verbesserte Luftzirkulation erreicht werden, sondern auch eine gezielte Ableitung von aufgestauter Wärme. Dies führte zu einer spürbaren Reduzierung der Temperaturen in den Innenräumen und trug gleichzeitig zur Optimierung der Luftqualität bei.



## Energetische Optimierung AZW, Innsbruck

Die energetische Optimierung von Gebäuden erfordert innovative Ideen und fortschrittliche Tools.

Das AZW-Gebäude, mit einem renovierten Sockel und zu optimierendem Turm, bietet die Chance, innovative Ideen zur energetischen Optimierung zu erforschen. Die Anwendung von Lizard ermöglicht eine detaillierte Bewertung des Energieverbrauchs und die Simulation verschiedener Szenarien.

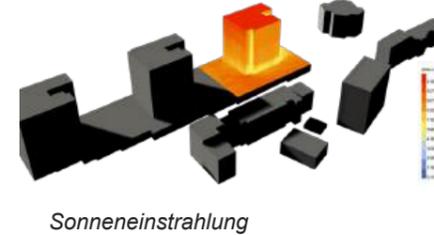


Die vorgeschlagenen Optimierungen für die energetische Verbesserung des AZW in Innsbruck umfassen mehrere Schlüsselmaßnahmen. Dazu gehören die Installation von PV-Modulen auf dem Dach und an der Fassade, die Erhöhung der Dämmung auf den neuesten Stand der Technik, die Erweiterung der Begrünung auf dem Dach des Sockels, die Implementierung einer dezentralen Wohnraumlüftung sowie die Verglasung der Balkone, um Wärmebrücken zu minimieren.

Diese umfassenden Maßnahmen zielen darauf ab, den Energieverbrauch zu reduzieren, erneuerbare Energiequellen zu nutzen und das Raumklima zu optimieren. Die Kombination aus solaren Energiegewinnen, verbessertem Wärmeschutz und modernen Lüftungssystemen spiegelt einen ganzheitlichen Ansatz für eine nachhaltige Gebäudeentwicklung wieder. Diese Optimierungen haben das Potenzial, die Energieeffizienz zu steigern, den ökologischen Fußabdruck zu minimieren und gleichzeitig den Wohnkomfort zu erhöhen.

### Energiegewinnung

Um das Energiepotenzial des AZW voll auszuschöpfen und den Eigenverbrauch zu decken, sind PV-Module an der West- und Südfassade sowie auf dem Dach vorgesehen. Diese strategische Platzierung ermöglicht eine optimale Nutzung der Sonneneinstrahlung zu verschiedenen Tageszeiten.

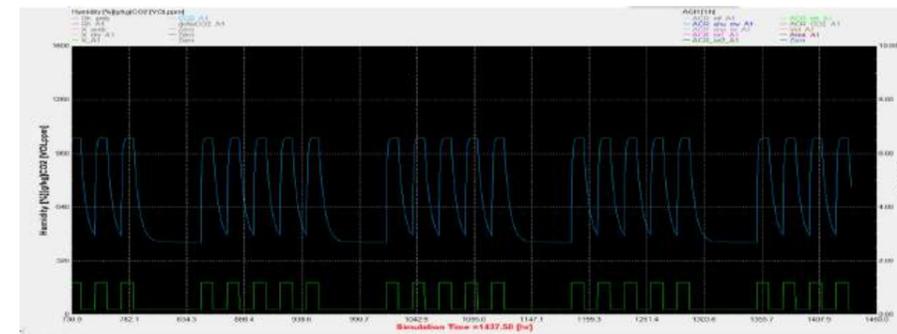


### Lüftung

Zur Energieoptimierung und Verbesserung des Komforts in den Innenräumen wird eine Lüftungsanlage mit dezentralen Lüftern integriert. Diese Maßnahme fördert nicht nur eine effiziente Belüftung, sondern trägt auch zur Steigerung des allgemeinen Wohlbefindens bei.

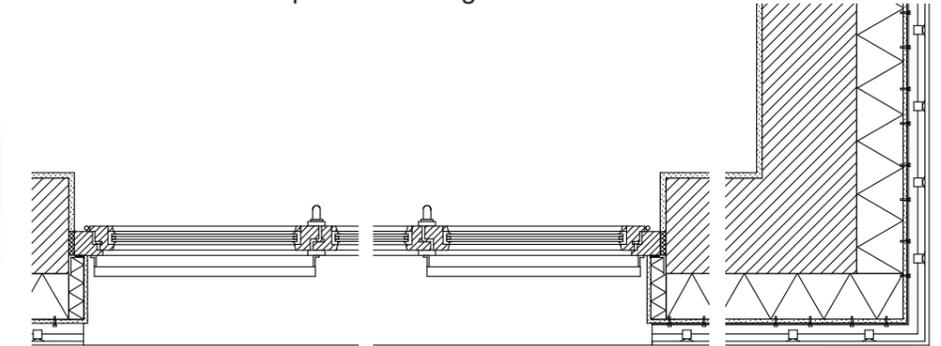


Überzicht PV - Module



### Wärmedämmung

Die Wärmedämmung wurde von 3 auf 25 Zentimeter erhöht, um einen effizienten Wärmedämmparameter zu gewährleisten.

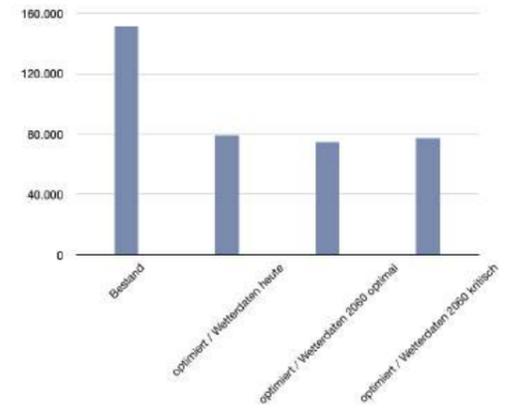


Wandaufbau

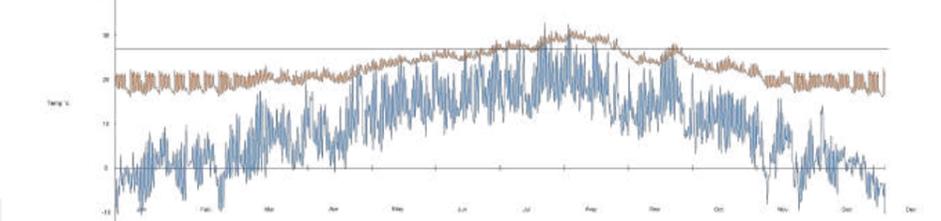
### Energie- und Komfortgewinn

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben das Potenzial, die Energieverbräuche zu reduzieren, die spezifischen CO2-Emissionen zu verringern und gleichzeitig den Komfort für die Menschen zu optimieren.

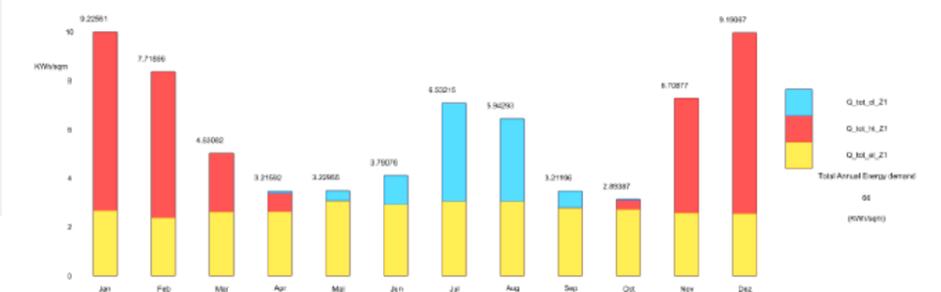
Der Einsatz von Wetterdaten aus dem Jahr 2060 sichert die Zukunftsfähigkeit der implementierten Maßnahmen.



### Spezifische CO2 Emissionen



Temperaturen in Innenräumen



## Außenraumbezug mal anders - Haus Forsterstraße, Zürich

Wie gelingt es, dem Wunsch nach Verschmelzung von Innen und Außen gerecht zu werden mit

Blick auf die Klimaprognosen für 2060?

### Ausgangspunkt

Die Verbindung zwischen Innen und Außen spielt in der Architektur nach wie vor eine sehr große Rolle. Manchmal wird dieser Aspekt auch bis an seine Grenzen getrieben, sodass Fassaden nur mehr aus einzelnen, so dünn wie möglich dimensionierten Stützen bestehen, zwischen denen eine große Glasfront aufgespannt wird.



Schnell kommt dabei die Frage aus, ob eine hermetisch abgeschlossene Ganzglasarchitektur mit Blick auf zukünftige Klimaprognosen noch die richtige Art der Umsetzung ist oder ob es Alternativen bedarf, die dem Wunsch nach Außenraumbezug gerecht werden, aber energetisch besser aufgestellt sind.



SINNHAFTHKEIT



WUNSCH



Architekt:  
*Christian Kerez*

Bauort:  
*Zürich*

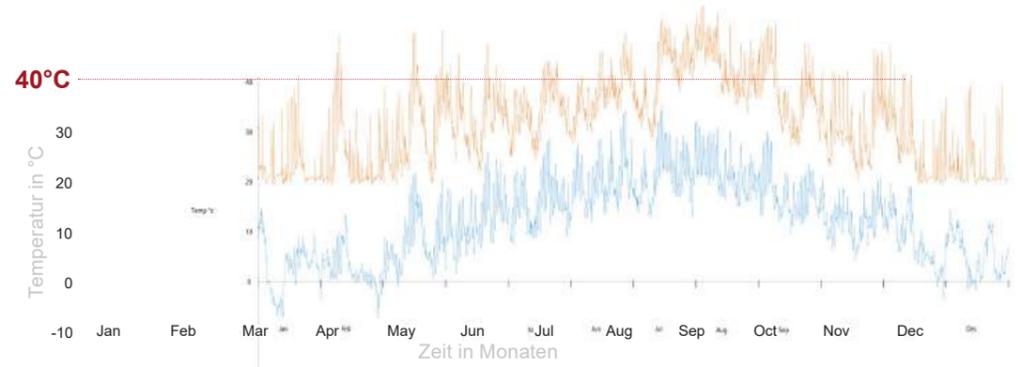
Baujahr:  
*2003*

**Mehrfamilienhaus in der Forsterstraße**

### Bestandsanalyse

Als der zu analysierende Bereich wurde der kleine seitlich angeordnete Arbeitsbereich im 2. Obergeschoss gewählt, welcher von zwei Seiten mit großen Glasfronten ausgestattet ist und durch keinen vorgelagerten Dachüberstand, wie es in den anderen Bereichen der Fall ist, vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt ist.

Um Entwürfe und Methoden entwickeln zu können, die sich als wirksam bei der Reduzierung der Überhitzung in diesem Bereich erweisen, wurde zunächst eine Bestandsanalyse durchgeführt. Diese lässt erkennen, wie groß das Überhitzungsproblem in diesem Bereich im „heute“ schon ausfällt und wie es sich in den nächsten Jahren weiterentwickelt.



**dringender Handlungsbedarf**

Anhand des Diagramms, welches das Worstcase Szenario für 2060 zeigt, wird deutlich, dass wenn man keine Änderungen an diesem Bereich vornimmt, die Innenraumtemperaturen so hoch ansteigen werden, dass eine Benutzung dieses Raumes bei angenehmen Temperaturen kaum noch möglich sein wird.

Daraus resultiert, dass dringend an Lösungen gearbeitet werden sollte, um die Benutzung des Raumes zu jeder Jahreszeit bedenkenlos zu gewährleisten.

### Conclusion

Nach ausführlicher Analyse des Bestands, sowie verschiedener Entwürfe lässt sich sagen, dass für die Umsetzung des Wunsches von einer Verbindung zwischen Innen- und Außenraum sich drei wesentliche Aspekte von Vorteil erwiesen haben, welche bei Projekten, die die Klimaprognosen für die nächsten Jahre berücksichtigen, beachtet werden sollten.

#### Bessere Verglasung:

Durch die Verwendung einer 3-Scheiben Sonnenschutzverglasung kommt es bereits zu einer Reduzierung der Überhitzung.

#### Größere Fensteröffnungen:

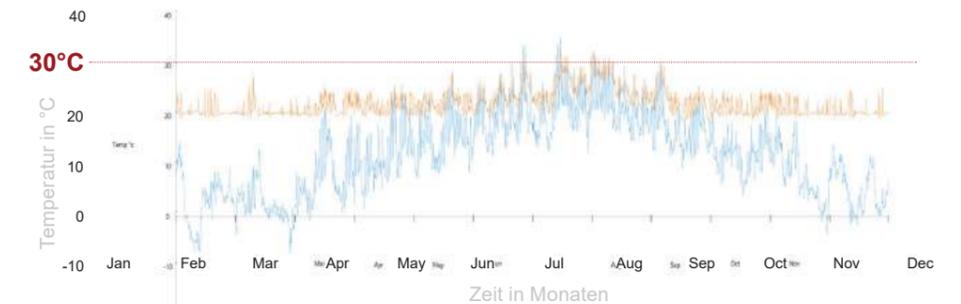
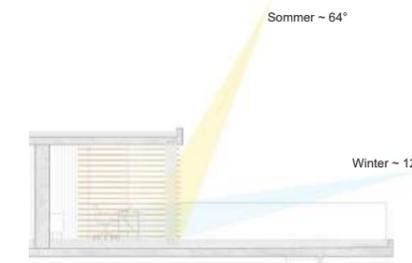
Nicht nur um die Temperaturen im Innenraum zu senken, spielt dieser Aspekt eine große Rolle. Auch ermöglicht es den Außenraumbezug neu zu denken, da die Grenzen zwischen Innen und Außen nahezu gänzlich aufgelöst werden.

#### Verschattung:

Eine externe Verschattung sorgt zusätzlich dafür, dass die direkte Sonneneinstrahlung reduziert wird und die Überhitzung weiter eingedämmt wird.

#### Nachtabsenkung:

Dabei können die kühlen Temperaturen nachts in den Innenraum gelangen und so den Raum bereits vor Beginn der Betriebszeit auf eine angenehme Temperatur herunterkühlen.



Zusammenfassend lässt sich demnach sagen, dass der Wunsch nach Verbindung zwischen Innenraum und Außenraum mit Blick auf zukünftige Klimata entgegen meiner ersten Vermutung sehr gut möglich ist, wenn die genannten vier Aspekte berücksichtigt werden, auch wenn trotz alledem vereinzelt

Temperaturspitzen über 30 Grad auftreten können.

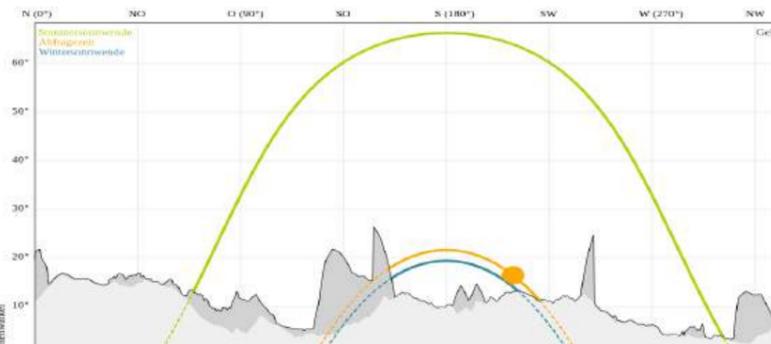
# Werkstattgebäude M. Rauch/LehmTonErde, Schlins

**ort:** schlins, vorarlberg  
**jahre:** 1990 - 1994  
**architekten:** robert felber, martin rauch  
**nutzung:** büro



Sonnengang mit Horizontdarstellung

Abfragekoordinaten (EPSG:31254): -4899E.06, 23001E.08  
Abfragehöhe (m): 509.7 (+2.0)  
Abfragezeit: 15.1.2024, 14:30 Uhr (Sonnenaufgang 10:16 Uhr, Sonnenuntergang 15:24 Uhr)  
Datengrundlage: Laserscanning Höhenmodell 2023 - geoland.at  
Belegungszeit im Abfragejahr: 2017



## problemstellen

- fehlende Dämmung
- veraltete Fenster
- hohe Solareinstrahlung
- Speicherkapazität sehr hoch

## zielsetzung

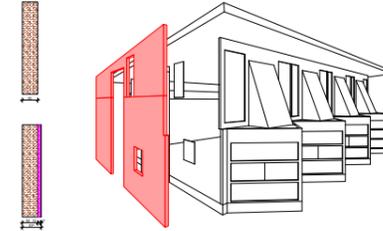
- die Hitzeentwicklung im Sommer minimieren
- den Heizbedarf im Winter reduzieren
- den ursprünglichen Charakter des Gebäudes zu bewahren
- die Renovierung sollte so umweltfreundlich und ressourcen schonend wie möglich erfolgen.

schonend wie möglich erfolgen.

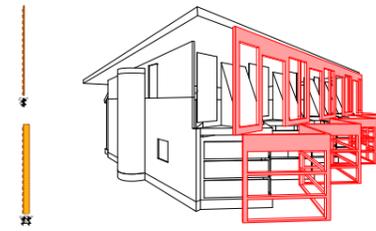
## maßnahmen

### 01 sanierung

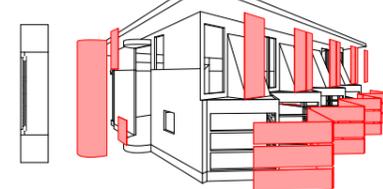
lehmwand



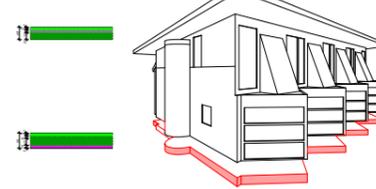
holzwand



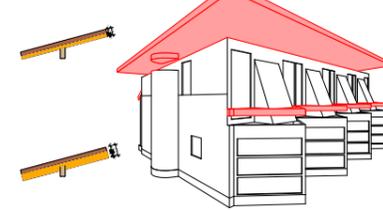
fenster



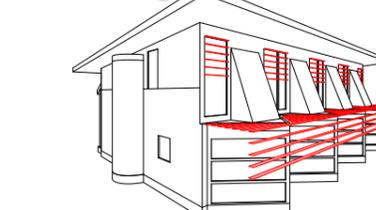
decke



dach

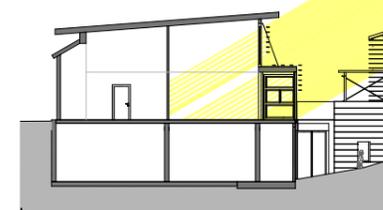


verschattung

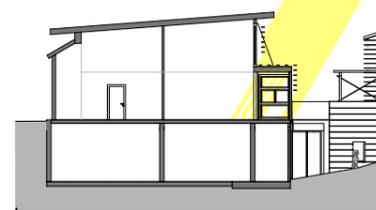


### 02 verschattung

winter

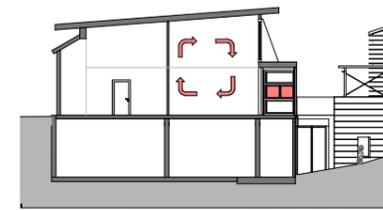


sommer

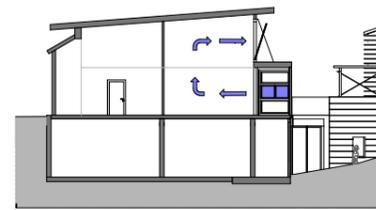


### 03 querlüftung

winter



sommer

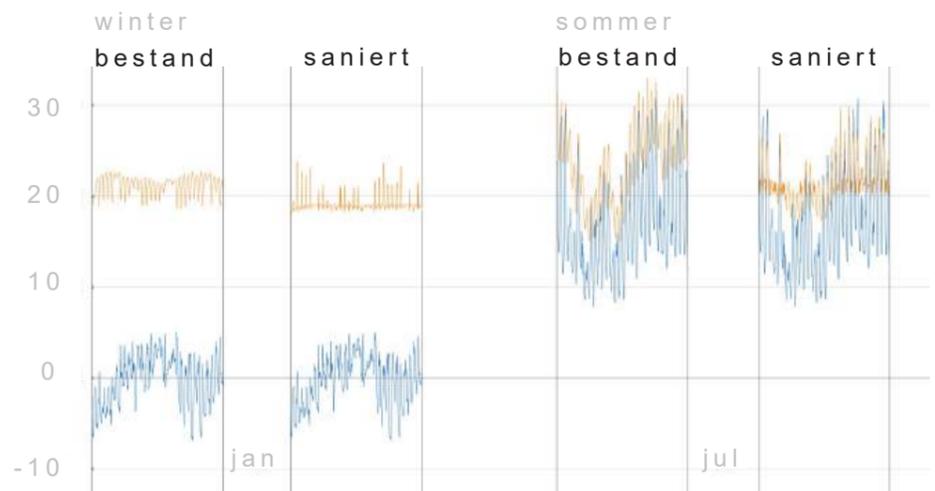


## ergebnis

| bestand              | saniert | teilsaniert |
|----------------------|---------|-------------|
| 38.87                | 38.87   | 38.87       |
| total energy demand  |         |             |
| 325.01               | 117.8   | 73.78       |
| total heating demand |         |             |
| 0                    | 0       | 0           |
| total cooling demand |         |             |
| 1005                 | 1073    | 1607        |
| hours > 20°C         |         |             |
| 548                  | 7       | 118         |
| kelvin hours > 27°C  |         |             |

saniierung + verschattung + querlüftung  
teilsanierung (ohne lehmwände) + verschattung + querlüftung

## zoom-in temperatur



## kosten sanierung

|                |             |
|----------------|-------------|
| - lehmwand     | 13.000,00 € |
| - holzwand     | 16.000,00 € |
| - fenster      | 30.429,40 € |
| - decke        | 13.440,00 € |
| - dach         | 22.360,00 € |
| - verschattung | 2.600,00 €  |

**gesamt** 97.838.40 €

**teilsanierung (ohne lehmwand)** 84.838.40 €

## Büro 2.0- Sanierung eines Verwaltungsgebäudes aus den 80er Jahren



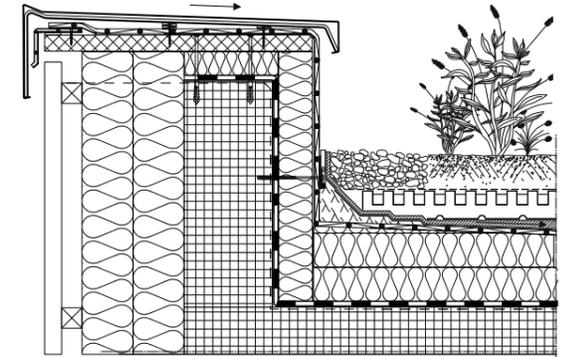
### Berechnung ökologische Amortisation

Im Anschluss wird berechnet, wie lange es dauert, bis die mit dem Tausch der Fenster verbundenen Treibhausgase mit den Ersparnissen im Heizbedarf gleich gesetzt werden können. Bei 80 Fenstern beläuft sich der CO<sub>2</sub>-Äqv. Gehalt der Holzfenster auf fast 60 Tonnen.



### Berechnung ökologische Amortisation

Die Evaluierung der eingesetzten CO<sub>2</sub>-Äqv. ergab 51,3 Tonnen und die Ersparnis pro Jahr durch die Sanierung beläuft sich auf 5 Tonnen für die Ölheizung und 2,5 Tonnen für die Wärmepumpe. Diese



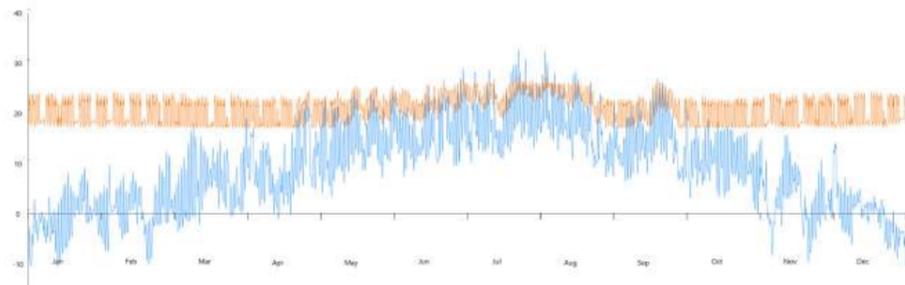
ergibt eine Amortisation von einmal 11 und einmal 21 Jahren.

## 1. Projekt-Kurzbeschreibung und Themenstellung

In unserem Projekt wird ein derzeit leer stehendes Verwaltungsgebäude und dessen bestehende Hülle untersucht, um mögliche Sanierungsmaßnahmen der Fassade aufzuzeigen. Dabei werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen der einzelnen Schritte ermittelt und den Ersparnissen an Heiz- und Kühlenergie gegenüber gestellt. Ziel ist es, das Gebäude mit Low-Tech Maßnahmen und minimalem Einsatz von Gebäudetechnik klimaresilient zu machen, um eine zweite, möglichst lange Nutzungsphase zu ermöglichen.

## 2. Bestandsanalyse

Eine ausgiebige Bestandsanalyse mit anschließender Simulation in TRN Lizard ergibt für einen Eckraum im Süd-Westen einen Heizbedarf von über **150 kWh/m<sup>2</sup>/a** und einen Kühlbedarf von **4,25 kWh/m<sup>2</sup>/a**. Heiße Tage werden dabei über die bestehenden Klima-Split-Geräte gemildert.



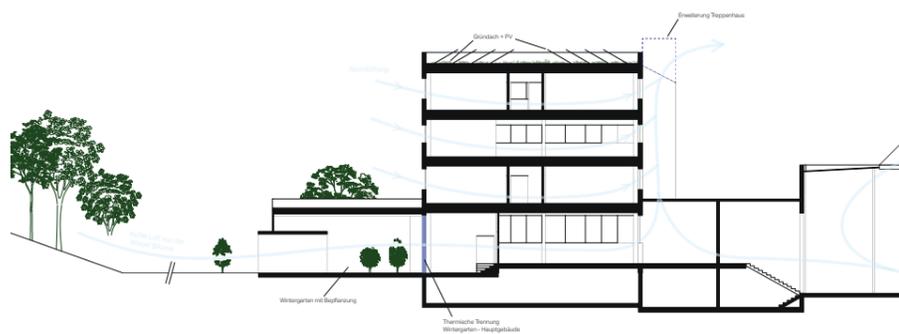
## 3. Sanierungsmaßnahmen

### 3.1 Fenstertausch

Der Tausch der vorhandenen Kunststoffenster mit einem angenommenen U-Wert von 2,65 für die 2-Scheiben Isolierverglasung hin zu 3-Scheiben Holzfenstern mit einem U-Wert von 0,5 ergibt eine Ersparnis beim Heizbedarf von 65 kWh/m<sup>2</sup>/a im Eckraum, aber auch eine leichte Erhöhung des Kühlbedarfs um 2,87 kWh/m<sup>2</sup>/a.

### 3.2 Passive Kühlung

Um das Ausmaß der Überhitzung im Sommer beurteilen zu können, wird die Kühlung deaktiviert. Ziel ist es, ohne aktive Kühlung auszukommen. Untertags sorgt Querlüftung für einen angemessenen Luftaustausch. Grünflächen um das Gebäude begünstigen angenehme Umgebungstemperaturen. Vor allem der westlich gelegene begrünte Hang ermöglicht frische Zuluft, die durch das Gebäude strömt. Nachts wird das Treppenhaus als Kamin für die Nachtauskühlung aktiviert. Die bestehende Abhangdecke wird dabei entfernt, um die Betondecken als Speichermaße zu nutzen. Die letzte Maßnahme zeigt, dass dadurch zwar der Heizbedarf steigt, aber das Gebäude nach diesem Schritt effektiv passiv gekühlt werden könnte.



### 3.3 Dachsanierung

Die Sanierung des undichten Dachs mit neuen 20 cm Wärmedämmung und einem extensiven Gründachaufbau, ergeben gute Energiekennwerte von 62,85 kWh/m<sup>2</sup>/a Heizbedarf und 3 Kelvinstunden über 27°C.

### 3.4 Fassadensanierung

Im Zuge der Fassadensanierung werden die bestehenden Fertigteil-Fassadenelemente und die bestehende Dämmung durch eine neue hinterlüftete Konstruktion mit vertikalen Holzlamellen ersetzt. Um den Einbruchschutz bei der Nachtlüftung gewährleisten zu können, werden an den erforderlichen Fenstern die vertikalen Holzlamellen über die Fenster hinweg erweitert.

Durch diese Maßnahme wird ein Optimum von **28,41 kWh/m<sup>2</sup>/a** Heizbedarf für den Eckraum erreicht.

### Berechnung ökologische Amortisation

Mit 27,6 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äqv. für die Erneuerung der Holzfassade ist der Einsatz relativ gering. Dadurch amortisiert die Maßnahme sich auch bereits nach 3 Jahren mit der Ölheizung und nach 5 Jahren mit der Wärmepumpe.

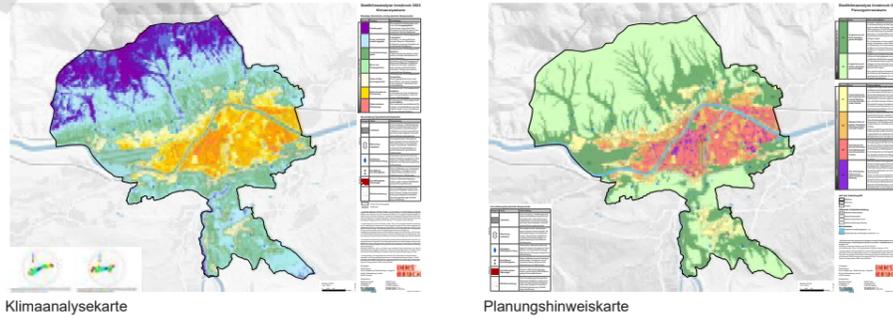


### 3.5 Zukünftige Überwärmung

Durch erneute Analyse unseres Projekts mit den hypothetischen Klimadaten für 2035 und 2060 zeigt sich, dass unser Gebäude spätestens 2060 mit rein passiver Lüftung im Sommer nicht mehr angenehme Temperaturen halten kann. Jedoch kann mit nur 11 kWh/m<sup>2</sup>/a eingesetzter Kühlleistung eine mechanische Kühlung wieder akzeptable Temperaturen herstellen. Gekoppelt mit einer PV-Anlage am Dach, die sogar 102% des Jahresbedarfes unseres Gebäudes decken kann, kann die Klimaanlage auch ökologisch betrieben werden.

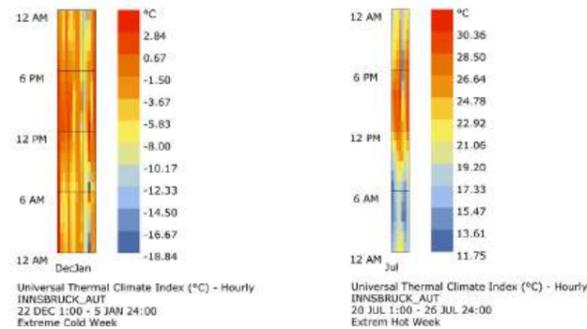
# Sparkassenplatz Innsbruck Von Hitzeinsel zu kühler Oase

## Klimaanalyse Innsbruck



Wie die Klimaanalysekarte und Planungshinweiskarte der Stadtklimaanalyse von Innsbruck (2022) zeigen, wird gerade in Zukunft auch Innsbruck mit dem Heat Island Problem zu kämpfen haben. Besonders im innerstädtischen Bereich wird mit noch mehr Gebieten der starken Überwärmung gerechnet. Der Sparkassenplatz befindet sich genau in diesem Bereich und dient uns daher als Exempel.

## UTCI - Berechnung

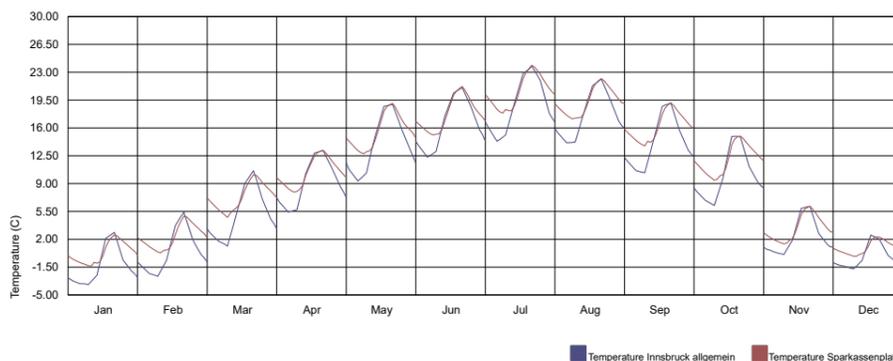


Innsbrucks Temperatur befinden sich immer wieder außerhalb des angenehmen Bereichs zwischen 9°C und 26°C.

Heißen Sommerwochen: über 26°C -> Wärmestress

Kalte Winterwochen: unter 9°C -> Kältestress

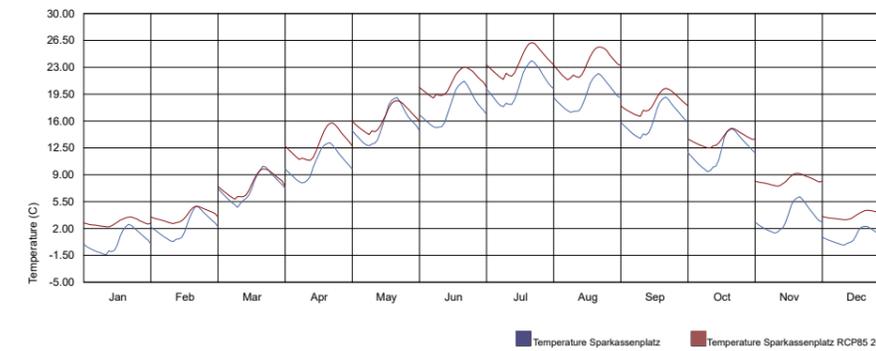
## Heat Island Analyse



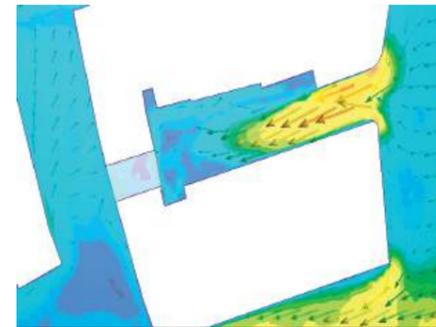
## Außenkomfortanalyse Sparkassenplatz

Problem der Bildung von Hitzeinseln wird sich in Zukunft deutlich verschlimmern. Die Temperaturen steigen je nach Monat um bis zu 5°Celsius an.

## Heat Island Analyse Vergleich

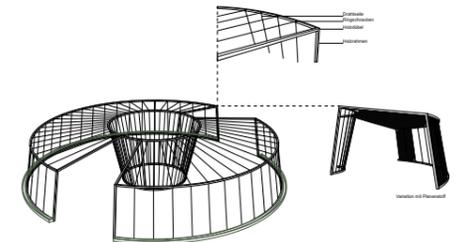
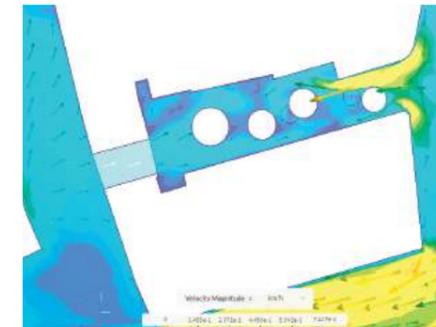


## Windanalyse



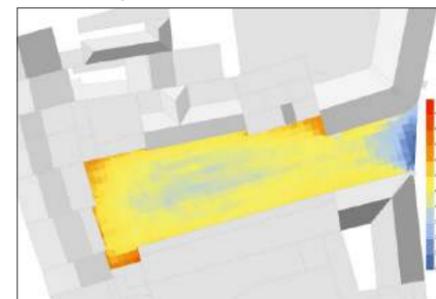
Die durchschnittlich gefühlten Temperaturen (UTCI) auf dem Sparkassenplatz liegen, bis auf an dem Tag im Juli am Platzrand, welcher durch die umliegende Bebauung bereits verschattet wird, alle oberhalb oder unterhalb des angenehmen Temperaturbereichs.

## Windanalyse mit Intervention

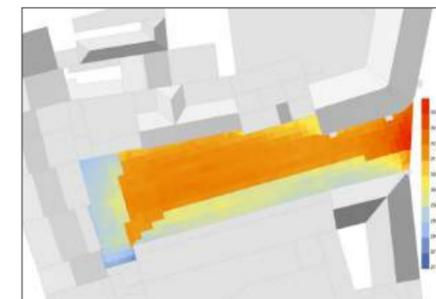


Systemzeichnung

## Heatmap

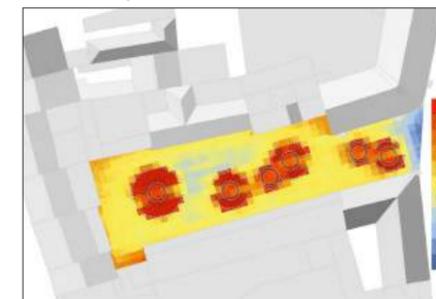


21. Januar 18.00Uhr Sparkassenplatz

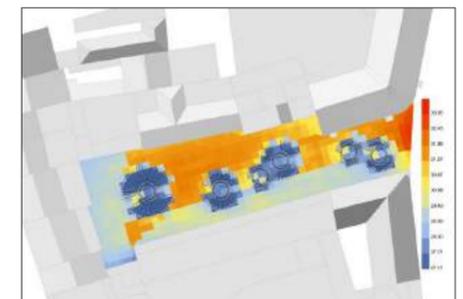


21. Juli 14.00Uhr Sparkassenplatz

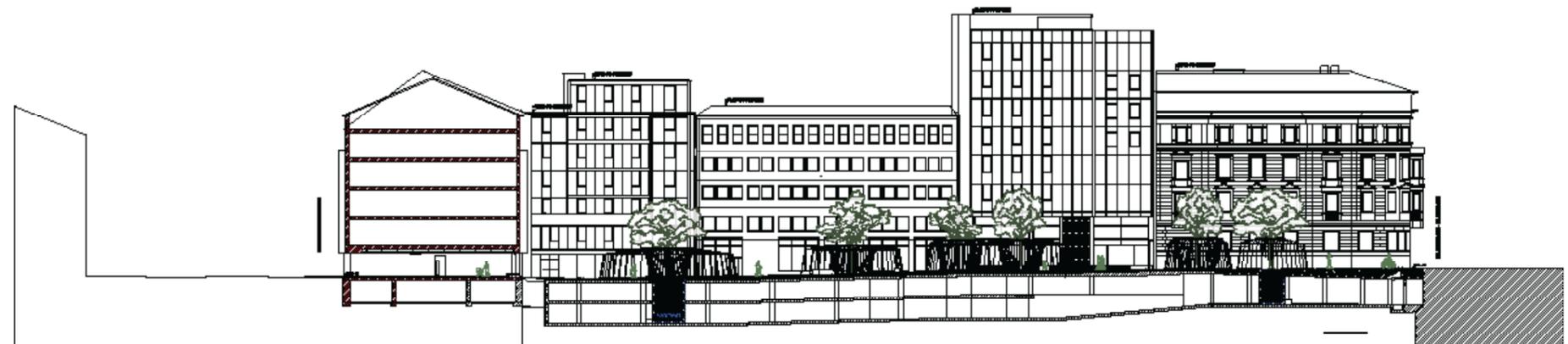
## Heatmap mit Intervention



21. Januar 18.00Uhr Sparkassenplatz mit Verschattung



21. Juli 14.00Uhr Sparkassenplatz mit Planenelementen

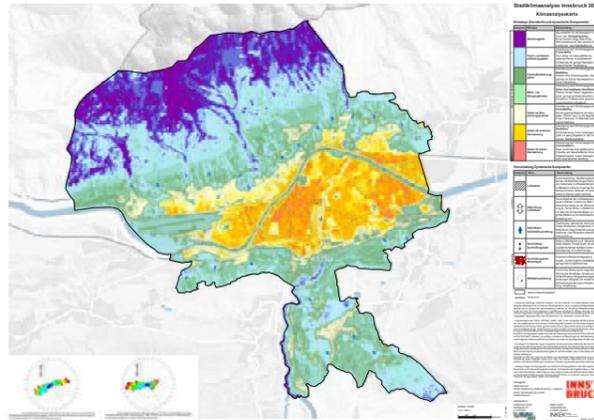


## Platzgestaltung Innsbruck

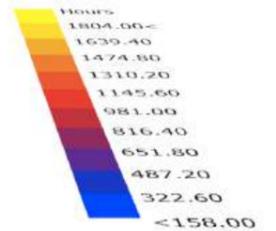
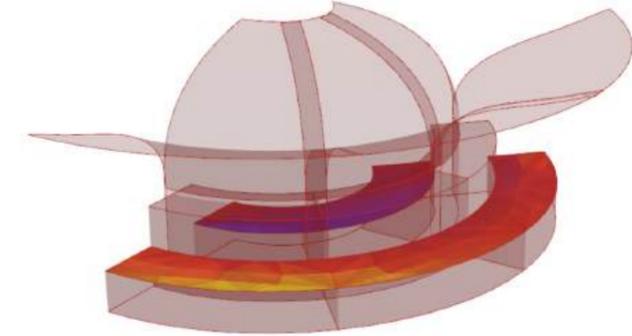
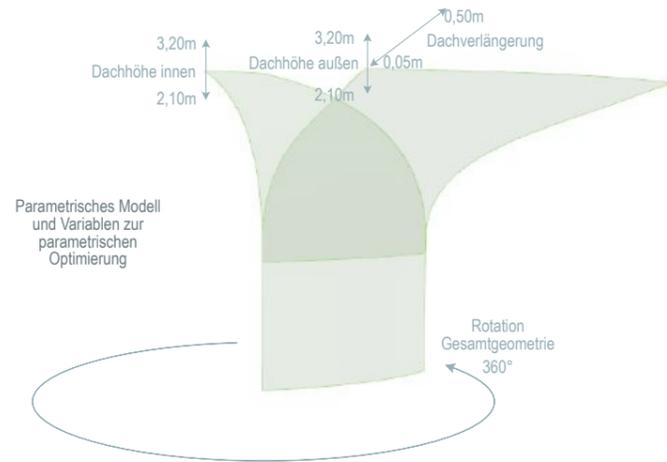
Wie die Innsbrucker Klimaanalysekarte von 2022 zeigt, hat das ganze Stadtgebiet mit moderater Überwärmung zu kämpfen.

Vor allem auf Plätzen, die einen hohen Anspruch an die Aufenthaltsqualität für ihre Besucher haben, wird dies zunehmend zu einem täglich spürbaren Problem.

Schattenspendende und kühlende Installationen auf diesen Plätzen können dabei helfen, diese Qualitäten zukünftig wiederzuerlangen.



## Parametric Modelling



Sonnenstundenanalyse Sitzflächen Möbel

## Pflanzenbeispiele für rankende Begrünung



Wilder Wein: <https://www.lubera.com/at/gartenbuch/wilder-wein-im-garten-pflanzen-schneiden-vermehren-und-entfernen-p3163>



Akebie: <https://www.hausgarten.net/akebie-pflege/>

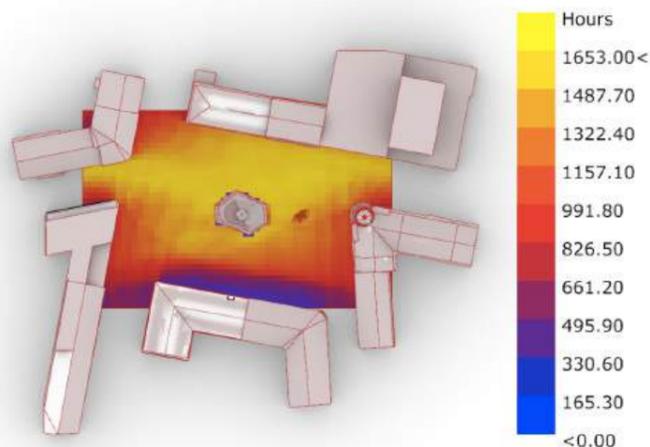
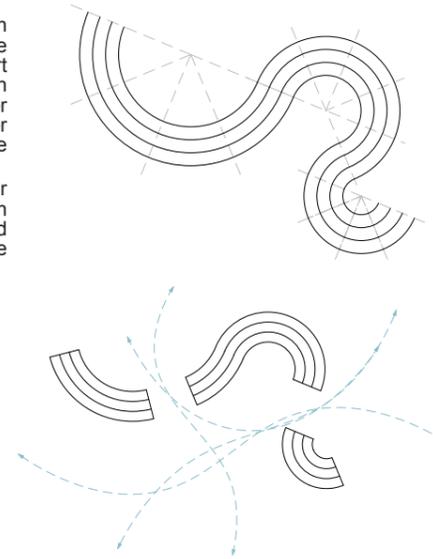


Immergrünes Geißblatt: <https://woerlein.de/produkt/tonicera-henry-immergruenes-geissblatt/>



Glockenrebe: <https://www.hausgarten.net/glockenrebe/>

Das gesamte Stadtmöbel ist aus einzelnen Modulen aufgebaut, was eine möglichst hohe Anpassbarkeit auf den jeweiligen Standort gewährleistet. Die Module können in verschiedenen Radien gefertigt und aneinander gestellt werden. Durch das Aufbrechen der Gesamtstruktur kann weiterhin ungehindert eine Durchwegung stattfinden. Die Sitzflächen auf beiden Seiten der Struktur haben den Vorteil, dass sowohl offener als auch kommunikativere Sitzbereiche entstehen und die Verschattung zumeist auf einer Seite ausgeprägter ist.



Sonnenstundenanalyse Bozner Platz

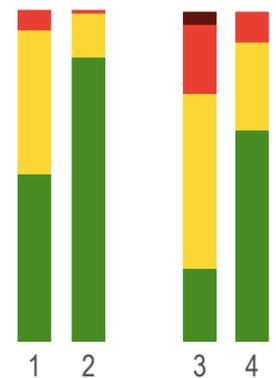


## UTCI Bewertungsindex für Behaglichkeit

- Extremer Hitzestress
- Starker Hitzestress
- Moderater Hitzestress
- Kein thermischer Stress
- Leichter Kältestress

In der Außenkomfortanalyse wurden jeweils zwei Szenarien mit den jeweiligen Wetterdaten betrachtet: kein Schatten mit einer mittleren Strahlungstemperatur von 20 K und leichter Schatten mit einer mittleren Strahlungstemperatur von 5 K. Dieser leichte Schatten wird im Modell über das Blätterdach der Sitzmöbel generiert.

Stellt man die Daten aus der Außenkomfortanalyse gegenüber, zeigt sich eine deutliche Verbesserung durch den Soft Shade. In der Hochrechnung für 2060, falls kein konsequenter Klimaschutz eingeführt wird, gibt es dann keine Stunden mit extremem Hitzestress mehr und die Stunden ohne thermischen Stress werden deutlich erhöht.



- 1 aktuelle Wetterdaten Innsbruck, No Shade
- 2 aktuelle Wetterdaten Innsbruck, Soft Shade
- 3 RCP 8.5 Zürich 2060, No Shade
- 4 RCP 8.5 Zürich 2060, Soft Shade

## Reflexion und Ausblick

Die Kooperation zwischen Transsolar und dem institut für experimentelle architektur.hochbau besteht seit 2013. In den Jahren bis 2018 wurde mit dem Titel Active House im Rahmen der LV Hochbau Master die integrale Betrachtung von Energy Design im Entwurfs- und Konstruktionsprozess gelehrt. Seit 2020 vermitteln wir Energy Design durchgehend im Format eines eigenen Seminars, mit der Anwendung und Weiterentwicklung des Simulationsprogramms TRN Lizard auf Rhino / Grasshopper.

In den Semestern bis 2022 lag hier der inhaltliche Schwerpunkt auf architektonischen Innenräumen, mit der Simulation von schrittweise immer anspruchsvolleren Konzepten: Pufferzonen, Mehrzonenmodellen, thermischen Schichtungen – mit dem Ziel, für bestehende Architekturen oder für Projekte der Studierenden integrale Energiekonzepte zu entwickeln. Low Tech, d.h. architekturbasiert anstatt mit umfangreicher Gebäudetechnik, und mit dem Ziel eines minimierten Einsatzes an Energie bzw. Emission.

2022-23 haben wir erstmals das Wetter der Zukunft in Form von Meteosuisse Wetterdaten 2035 und 2060, extrapoliert aus Klimaprognosen mit in unsere Betrachtungen aufgenommen. Daraus ergeben sich deutlich andere Schwerpunkte als im gängigen „Energieeffizienten Bauen“: die Winter werden kürzer und wärmer. Passive Konzepte gegen sommerliche Überwärmung werden hingegen immer wichtiger. Diese stoßen jedoch bei Fortschreiten der Klimaerwärmung auch an ihre Grenzen.

Folgerichtig beschäftigen sich seit 2023-24 unsere Studierendenprojekte auch mit den Auswirkungen der Klimaerwärmung auf städtische Außenräume. Hier wurde bisher vorrangig Außenraumkomfort simuliert und mögliche Maßnahmen zu dessen Verbesserung bei Sommerhitze untersucht: Verschattung, Begrünung, Belüftung von Stadträumen.

Die Modellierung von Heat Island Effekten für Stadträume legt nahe, dass diese Räume nochmals stärker von Klimaveränderungen betroffen sein werden, als dies die Klimadaten der Vergangenheit und Klimaprognosen der nahen Zukunft abbilden - und damit Gebäudekonzepte in unseren Städten möglicherweise radikaler neu gedacht werden müssen, als sich dies bisher im fachlichen Diskurs zeigt.

Der folgerichtige nächste Schritt unserer Untersuchungen wird daher eine Betrachtung von städtischen Innen- und Außenräumen im Zusammenhang sein. Innen und Außen sind nicht mehr von einander zu trennen, denn wenn wir Innenräume kühlen, heizen wir Außenräume weiter auf. Als Individuen und auch als Gesellschaft brauchen wir jedoch lebenswerte und nutzbare öffentliche Räume – gerade auch im Sommer.

In Abstimmung mit der Stadt Innsbruck entwickeln wir hierzu konkrete Vorhaben für Innsbrucker Stadträume, mit dem Ziel einer Umsetzung als Design Build Projekte mit Studierenden in den kommenden Semestern.

Es wird also um neue Konzepte im Energy Design, um das Neudenken von Innen- und Außenräumen in Interaktion und Symbiose gehen, um die gesamtheitliche Betrachtung von der Stadtstruktur bis zur Fassadenschichtung. Und möglichst auch um das Herausarbeiten der räumlich architektonischen Potentiale aus diesen sich neu entwickelnden Fragestellungen.