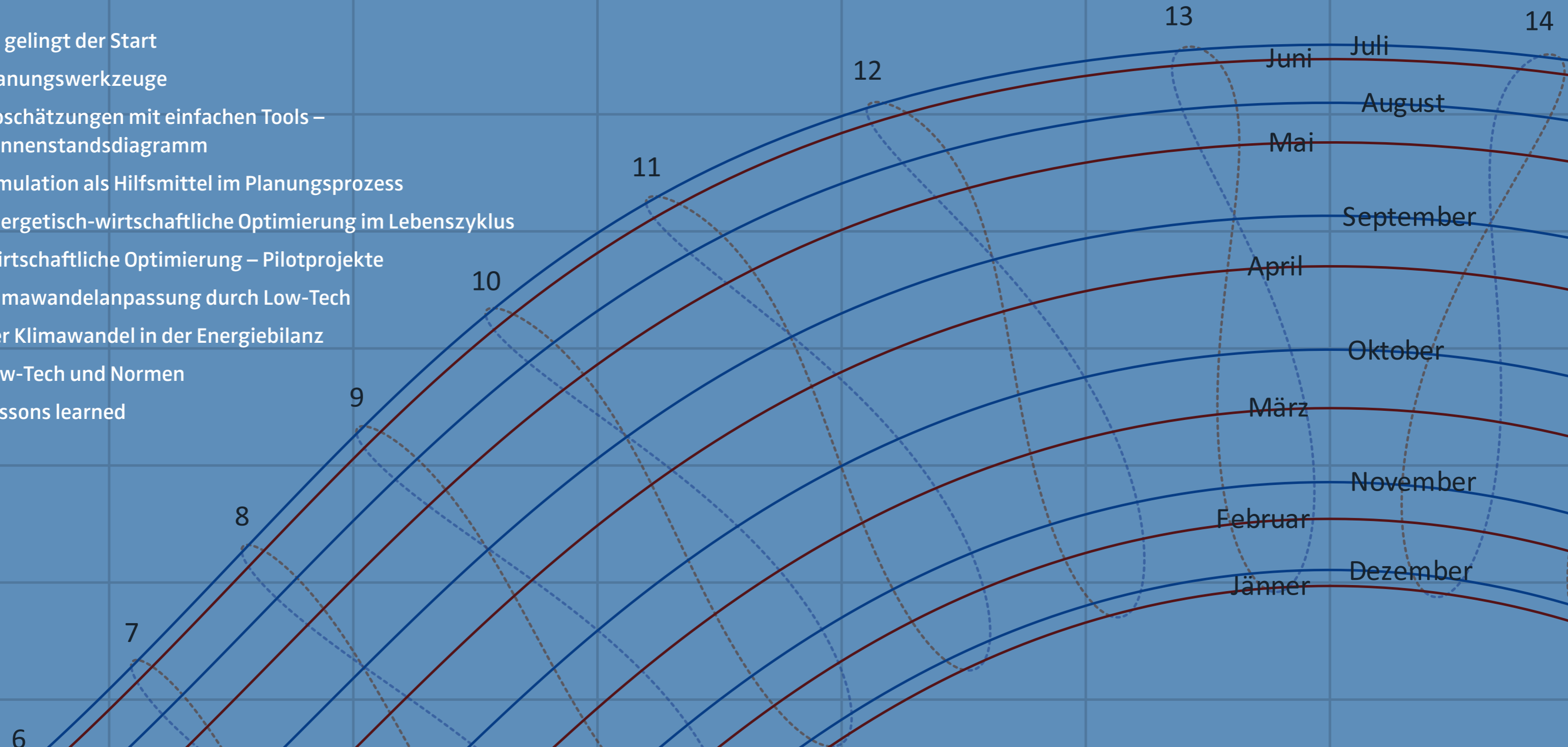


# 3. Planen von Low-Tech Gebäuden

- 3.1 So gelingt der Start
- 3.2 Planungswerkzeuge
- 3.3 Abschätzungen mit einfachen Tools – Sonnenstandsdiagramm
- 3.4 Simulation als Hilfsmittel im Planungsprozess
- 3.5 Energetisch-wirtschaftliche Optimierung im Lebenszyklus
- 3.6 Wirtschaftliche Optimierung – Pilotprojekte
- 3.7 Klimawandelanpassung durch Low-Tech
- 3.8 Der Klimawandel in der Energiebilanz
- 3.9 Low-Tech und Normen
- 3.10 Lessons learned



## 3. Planen von Low-Tech Gebäuden

### 3.1 So gelingt der Start

Das Planungsteam stellt in dieser Projektphase die Weichen für den gesamten Verlauf des Bauprojekts und fällt grundlegende Entscheidungen. Sie definiert das Projekt, erstellt die Projektierungsgrundlagen und verfasst unter Umständen ein Projektpflichtenheft. Darin werden die, nicht nur hinsichtlich Low-Tech Komponenten und Ansätze, relevanten Entscheidungen festgehalten und der weitere Projektverlauf vorgegeben. Bereits mit dem Beschreiben und Skizzieren von Lösungsansätzen für die Bauaufgabe legt das Planungsteam fest, wie sie das Bauvorhaben in Richtung eines Low-Tech Gebäudes lenkt.

Am Beispiel der festzulegenden Bauweise lässt sich die Tragweite der hier gefällten Entscheidungen gut aufzeigen. Ein Holzbau mit vorgefertigten Elementen, ein Massivbau, ein Stahl- oder Betonskelettbau haben ganz unterschiedliche Eigenschaften. Die Entscheidung des Planungsteams für eine Bauweise, oder auch eine Kombination aus mehreren, ist projektbezogen von einer ganzen Reihe von Faktoren abhängig. Bei sehr günstigen Standortgegebenheiten, großer Speichermasse und weiteren optimierten Komponenten kann ein Bauprojekt beispielsweise ohne herkömmliche Heizung auskommen.

Für die Gebäudetechnik gilt im übertragenen Sinn das Gleiche: Ein zentraler Wärmespeicherofen wird von Hand mit Stückholz beschickt. Die Nutzenden sorgen selber für eine angenehme Raumtemperatur. Der Technisierungsgrad ist so gering wie bei keinem anderen Heizsystem. Dem gegenüber steht ein Heizsystem mit einer hydraulisch ausgeklügelten Wärmeverteilung. Hier sind Pumpen, Wärmezähler, Regelventile und Temperaturfühler meist über ein Gebäudeleitsystem verbunden und regeln die Raumtemperatur automatisch. Die Frage an das Planungsteam ist hier: Übernehmen die Nutzenden das Regeln selbst oder benötigt das Gebäude eine hohe Technisierung? Wer sich die Frage nicht stellt, bekommt meist eine hoch technisierte Lösung angeboten.

### 3.2 Planungswerkzeuge

Der Einsatz von unterschiedlichen Planungswerkzeugen hilft den Bauleuten und Planenden, das Bewusstsein für den Wert einer angemessenen Lösung des Bauens im Allgemeinen und der Thematik des Low-Tech Gedanken im Besonderen zu entwickeln.

#### **Energiebedarfsermittlung (z. B. PHPP, SIA 380/1 mit Minergie-Nachweisen)**

Im Rahmen von öffentlich-rechtlichen Nachweisen ist eine Abbildung der realen Verbräuche durch Berücksichtigung der künftigen Nutzenden und der lokalen Klimagegebenheiten nur unzureichend möglich. Deshalb werden bei Bedarf zusätzliche Softwarelösungen eingesetzt, mit dessen Ergebnissen eine auf das Low-Tech Gebäude angepasste minimalistische Haustechnik entwickelt werden kann.

Auch Aussagen zum sommerlichen Wärmeschutz können mit Hilfe von Energiebedarfssoftware getroffen werden. Voraussetzung dafür sind aber gute Grundlagenkenntnissen der Fachplanenden in den Bereichen Bauphysik und Gebäudetechnik.

#### **Ökobilanzierung (z. B. Eco2Soft, Expert MINERGIE Graue Energie)**

Ökobilanzen für Gebäude werden benötigt um die Energie- und Materialaufwände für Errichtung, Erneuerung und Entsorgung darstellen zu können. Die graue Energie ist vor allem in Gebäuden mit niedrigem Energiebedarf zu einer relevanten Betrachtungsgröße geworden.

Das Online-Tool Eco2Soft ist beispielsweise ein praktikables Werkzeug, um schnell und einfach Ökobilanzen erstellen zu können. Als Teil der Baubook-Datenbank sind umfassend Bauprodukte mit den relevanten Umwelt-Kennwerten hinterlegt und können den Bauteil-Aufbauten rasch und intuitiv zugewiesen werden.

#### **Simulationsprogramme (z. B. IDA Ice, TRNSYS)**

Simulationen liefern in der dynamischen und multizonalen Simulationsanwendung für die Beurteilung des Innenraumklimas und des Energieverbrauchs komplexerer Gebäude der Realität entsprechende Ergebnisse. Es besteht somit zum Beispiel die Möglichkeit, die Wirksamkeit des sommerlichen Wärmeschutzes in Low-Tech Gebäuden mit passiven Konzepten wie natürlicher Belüftung, der Nutzung von Bauteilmassen, feststehender Sonnenschutzsysteme oder Dämmmaßnahmen verlässlich zu überprüfen.

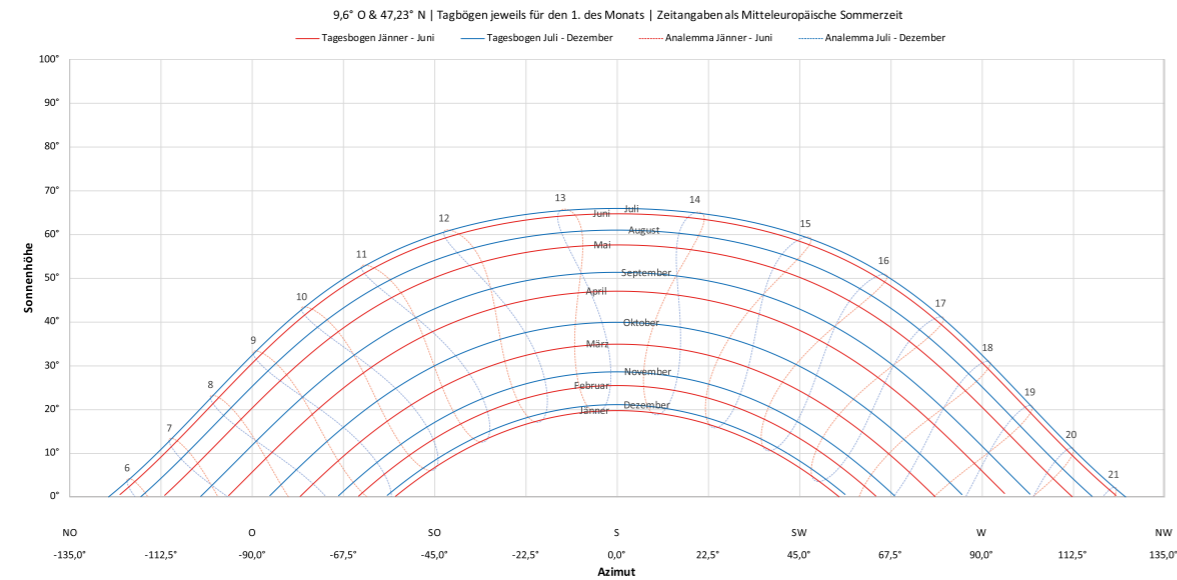
#### **Wirtschaftlichkeitsberechnungen (z.B. EconCalc, EconCalcLight):**

Die Tools werden zur Wirtschaftlichkeitsberechnung für einzelne Energieeffizienzmaßnahmen und zum Vergleich von Gebäudevarianten unterschiedlicher energetischer Qualität und Kosten eingesetzt. Mit der Berechnung der Lebenszykluskosten in Abhängigkeit von den Wünschen der zukünftigen Nutzenden können die aus wirtschaftlicher Sicht optimalen Maßnahmen zusammengestellt werden.

#### **Fazit**

Die in den unterschiedlichen Werkzeugkategorien beispielhaft genannten Tools können den Weg zu einem Low-Tech Gebäude begleiten und vereinfachen, da aufgrund der implementierten Rahmenparameter der einzelnen Verfahren klare Gesamtvorgaben zum Beispiel bzgl. der thermischen Qualität der Gebäudehülle und der Auslegung der technischen Gebäudeausstattung (TGA) auf ein Minimum möglich sind.

### 3.3 Abschätzungen mit einfachen Tools – Sonnenstandsdiagramm



Sonnenstandsdiagramm für Feldkirch, Österreich (9,6° O & 47,23° N)

Das **Azimut** ist in der Astronomie ein nach einer Himmelsrichtung orientierter Horizontalwinkel.

Der Begriff **Analemma** wird am häufigsten für die Figur gebraucht, die der Sonnenstand bei konstanter mittlerer Ortszeit erzeugt. Diese Figur entsteht zum Beispiel durch Fotos der Sonne, die man täglich zur selben mittleren Ortszeit über ein Jahr macht. Wenn man nach Ablauf eines Jahres alle diese Sonnenbilder in einer Fotomontage überlagert, erkennt man eine langgestreckte Acht: das Analemma.

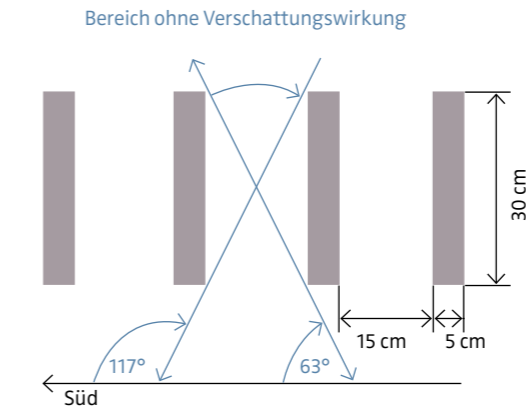
Mithilfe des Sonnenstandsdiagramms kann die Wirkungsweise einer konstruktiven Verschattung (beispielsweise vertikale oder horizontale Verschattungslamellen oder Überstände) einfach abgeschätzt werden.

Auf der x-Achse des Diagramms ist der Azimut der Sonne dargestellt. Auf der y-Achse ist die zugehörige Sonnenhöhe dargestellt. Die roten und blauen Tagesbögen stellen den Sonnenverlauf am jeweils ersten Tag des Monats dar.

Von den Schnittpunkten der Sonnenverlaufslinie mit den gestrichelten Linien in Form einer „8“, genannt Analemma, lässt sich der Sonnenstand zur jeweiligen Uhrzeit und im jeweiligen Monat ablesen. Die in diesem Diagramm dargestellte Uhrzeit entspricht der Mitteleuropäischen Sommerzeit. Die rote Seite des Analemmas gilt dabei für das erste Halbjahr und die blaue Seite für das zweite Halbjahr. Beispielsweise hat die Sonne am 1. Mai um 14 Uhr Mitteleuropäischer Sommerzeit einen Azimut von 18,5° und eine Sonnenhöhe von 57°.

Wie kann mithilfe dieses Diagramms nun die Wirkungsweise von Dachvorsprüngen oder vertikalen und horizontalen Verschattungslamellen abgeschätzt werden?

### Vertikale Verschattungslamellen



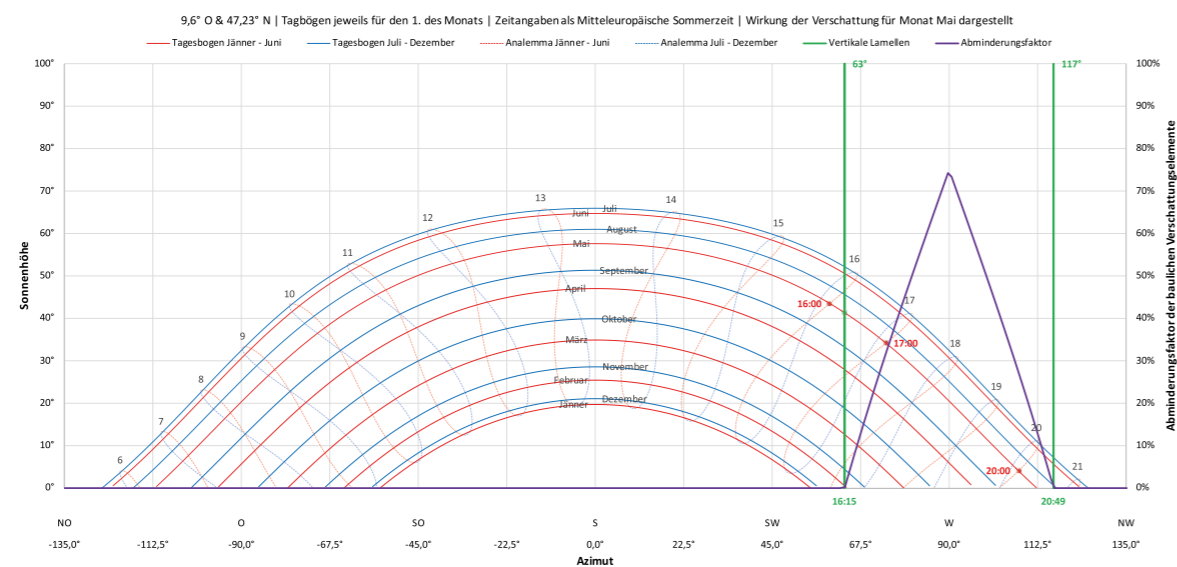
Schema vertikale Verschattungslamellen

Die vertikalen Verschattungslamellen, wie in der schematischen Abbildung dargestellt, sind direkt vor die westorientierte Fassade gestellt. Im Schema ist ersichtlich, dass die Lamellen im Azimut-Bereich zwischen 63° und 117° keine Verschattungswirkung erzielt.

Werden diese Winkel nun in das Sonnenstandsdiagramm eingetragen, dann lassen sich die Uhrzeiten ermitteln, zwischen welchen die Verschattung nicht wirksam ist. Am Beispiel vom 01. Mai ist im Sonnenstandsdiagramm dargestellt, wie die Uhrzeit abgelesen wird.



Gemeindehaus Lochau



Wirkung von vertikalen Verschattungslamellen, im Sonnenstandsdiagramm dargestellt (grüne Linien)

#### Zeitraum ohne Wirksamkeit der vertikalen Verschattungslamellen

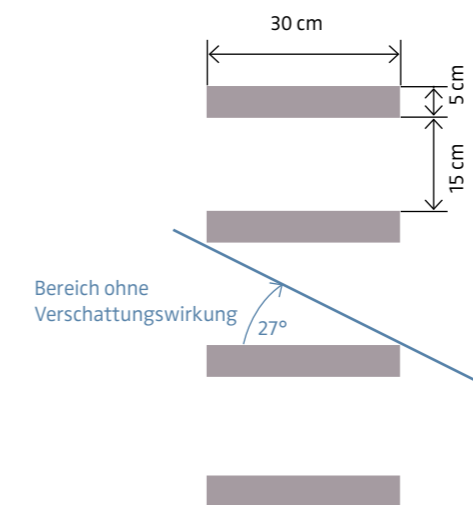
01. Februar	17:13 – 17:20 MEZ (SU)
01. März	16:42 – 18:00 MEZ (SU)
01. April	16:56 – 19:45 MESZ (SU)
01. Mai	16:15 – 20:30 MESZ (SU)
01. Juni	15:51 – 20:24 MESZ
01. Juli	15:53 – 20:26 MESZ
01. August	16:14 – 20:45 MESZ (SU)
01. September	16:39 – 19:55 MESZ (SU)
01. Oktober	17:03 – 18:55 MESZ (SU)
01. November	16:33 – 17:00 MEZ (SU)

MEZ = Mitteleuropäische Winterzeit  
MESZ = Mitteleuropäische Sommerzeit  
SU = Sonnenuntergang

Die Schnittpunkte zwischen dem roten Mai-Tagesbogen und der roten Seite des 16 Uhr- und 17 Uhr-Analemmas (rote Punkte im Diagramm) geben die vollen Stunden an. Der Schnittpunkt des 63° Azimut und des Mai-Tagesbogens (grüner Punkt im Diagramm) liegt bei ca. 16:15. Die Wirkung der vertikalen Verschattungslamellen endet am 01. Mai also um ca. 16:15 Mitteleuropäischer Sommerzeit.

In der Tabelle ist für jeden Monat der Zeitraum angegeben, in dem die vertikalen Verschattungslamellen nicht wirksam sind. Im Januar und Dezember geht die Sonne vor dem Bereich ohne Verschattungswirkung unter (16:40 MEZ bzw. 16:30 MEZ), weshalb die beiden Monate nicht angeführt sind.

## Horizontale Verschattungslamellen



Schema horizontale Verschattungslamellen

Die horizontalen Verschattungslamellen, wie in der schematischen Abbildung dargestellt, sind direkt vor die Fassade gestellt. Im Schema ist ersichtlich, dass die Lamellen im Sonnenhöhen-Bereich unter 27° keine Verschattungswirkung erzielt.

Wird dieser Winkel in das Sonnenstandsdiagramm eingetragen, dann lassen sich die Uhrzeiten ermitteln, zwischen welchen die Verschattung wirksam ist. Am Beispiel vom 01. Oktober ist in der Abbildung gezeigt, wie die Uhrzeit abgelesen wird.

#### Zeitraum mit Wirksamkeit der horizontalen Verschattungslamellen

01. März	10:13 – 14:57 MEZ
01. April	9:48 – 17:05 MESZ
01. Mai	8:52 – 17:46 MESZ
01. Juni	Lamellen durchgängig wirksam
01. Juli	Lamellen durchgängig wirksam
01. August	8:47 – 18:09 MESZ
01. September	9:22 – 17:21 MESZ
01. Oktober	10:13 – 16:09 MESZ
01. November	11:54 – 13:16 MEZ

MEZ = Mitteleuropäische Winterzeit  
MESZ = Mitteleuropäische Sommerzeit

Der Schnittpunkt der 27° Sonnenhöhe und des Oktober-Tagesbogens (oranger Punkt im Diagramm) liegt bei ca. 10:13. Die Wirkung der horizontalen Verschattungslamellen beginnt am 01. Oktober also um ca. 10:13 Mitteleuropäischer Sommerzeit und endet um 16:09 Uhr.

Die Tabelle gibt für jeden Monat den Zeitraum an, in dem die horizontalen Verschattungslamellen wirksam sind. Im Januar, Februar und Dezember liegt die maximale Sonnenhöhe im Bereich ohne Verschattungswirkung, weshalb diese Monate nicht angeführt sind.

Im Juni und Juli wirken die horizontalen Verschattungslamellen während des gesamten Zeitraums der Solarstrahlung auf die Südfassade.

### Verschattungswirkung

Die Verschattungswirkung der horizontalen Lamellen ist stark abhängig von der Orientierung der Fassade, an welcher die Lamellen angebracht sind. Ideal eignen sie sich für eine Süd-orientierte Fassade aufgrund des höheren Sonnenwinkels im Vergleich zur Ost- und West-Orientierung. Die horizontalen Verschattungslamellen wirken sich jedoch nachteilig auf die Tageslichtnutzung aus, da sie den Blick auf den Himmel beeinträchtigen und es dadurch im Innenraum dunkler wirkt. Im Gegensatz dazu, ergibt sich durch die vertikalen Verschattungslamellen eine hellere Innenraumwirkung. Die Verschattungswirkung der vertikalen Lamellen ist stark abhängig vom Verhältnis der Lamellentiefe und dem Abstand der einzelnen Lamellen. Wird die Tiefe bei gleichbleibendem Abstand erhöht, dann verringert sich der Azimut-Bereich, in welchem die Lamellen nicht wirksam sind. Vor allem bei vertikalen Lamellen kann es bei Sonnenschein zu starken Hell-Dunkel Kontrasten kommen, die die Sehaufgaben beeinträchtigen können.

## 3.4 Simulation als Hilfsmittel im Planungsprozess

Durch den frühzeitigen Einsatz eines Simulationsmodells im Planungsprozess können Low-Tech Konzepte auf ihre Wirksamkeit überprüft, Varianten untersucht und technische Doppelungen verhindert werden. Mittels der Simulation kritischer Gebäudeteile werden bereits im Vorentwurfsstadium wichtige Erkenntnisse gewonnen, durch deren Berücksichtigung im weiteren Planungsverlauf technische Komponenten und damit auch entscheidende Kosten eingespart werden können.

### Simulation oder Bauchgefühl

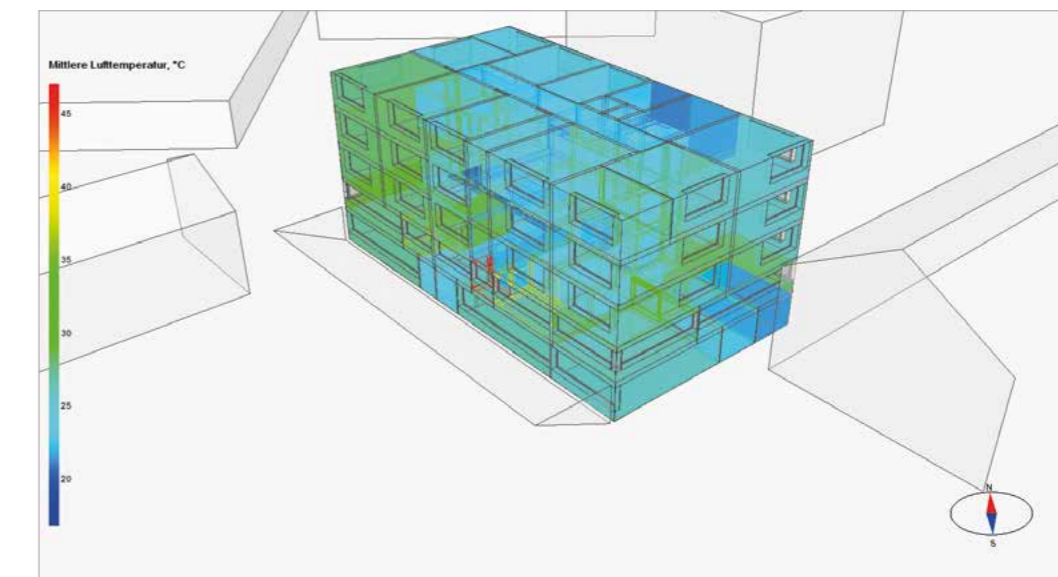
Ein Bauchgefühl ist eine gute Sache und hat schon viele Planer\*innen die richtige Entscheidung treffen lassen. Es eignet sich aber leider nicht um Innovationen einzuführen und diesbezügliche Zweifel auszuräumen. In diesem Fall sind wissenschaftliche Methoden verlässlich und überzeugend. Durch Simulationen lassen sich neue Planungsansätze schon in der Entwurfsphase austesten. Bei Low-Tech Maßnahmen geht es oft um weniger Technik. Um Bauleute davon zu überzeugen, dass weniger ausreicht, sind Simulationen im frühen Planungsprozess sehr hilfreich. Ähnlich verhält es sich bei Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen. Viel zu oft wird noch immer nach den Investitionskosten entschieden und die

dreißigjährige Belastung durch Energierechnungen außer Acht gelassen. Die Zusammenführung von sämtlichen möglichen Varianten mit ihren Lebenszykluskosten zeigen den Bauleuten die wirtschaftlichsten Lösungen ohne gleich auf eine bestimmte Ausführungsvariante zu verengen. So bekommen auch innovative Lösungen leichter eine Chance auf Umsetzung.

**Beispiel:** Das Schulzentrum in Hittisau wird als Low-Tech Gebäude teilweise saniert und neu errichtet. Von Beginn an war es der Gemeinde wichtig, möglichst wenig Gebäudetechnik einzusetzen. Bereits im Architekturwettbewerb und bei der Ausschreibung der fachplanenden Personen wurde darauf geachtet, dass möglichst viele Funktionen zur Konditionierung des Gebäudes von langlebigen Baukonstruktionskomponenten übernommen werden können, wie z.B. Wärmeschutz, Schutz vor sommerliche Überhitzung, Lüftung, Nachtauskühlung und Belichtung.

In einem intensiven Low-Tech Workshop mit den fachplanenden Personen wurden Low-Tech Konzepte festgelegt, die in weiterer Folge anhand eines repräsentativen Gebäudeausschnitts und mit Hilfe eines Simulationsmodells untersucht wurden. Dadurch konnte beispielsweise schon sehr früh im Planungsprozess nachgewiesen werden, dass auch der kritischste Gebäudeteil im Sommerfall mit manueller Fensterlüftung über Nacht gelüftet werden kann, ohne dass dadurch nennenswerte Unterkühlungen auftreten.

Diese und weitere daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden in einem weiteren Workshop präsentiert und konnten im weiteren Planungsprozess von allen fachplanenden Personen berücksichtigt werden.



Sommerliche Überwärmung des Gebäudes, dargestellt im Simulationsmodell

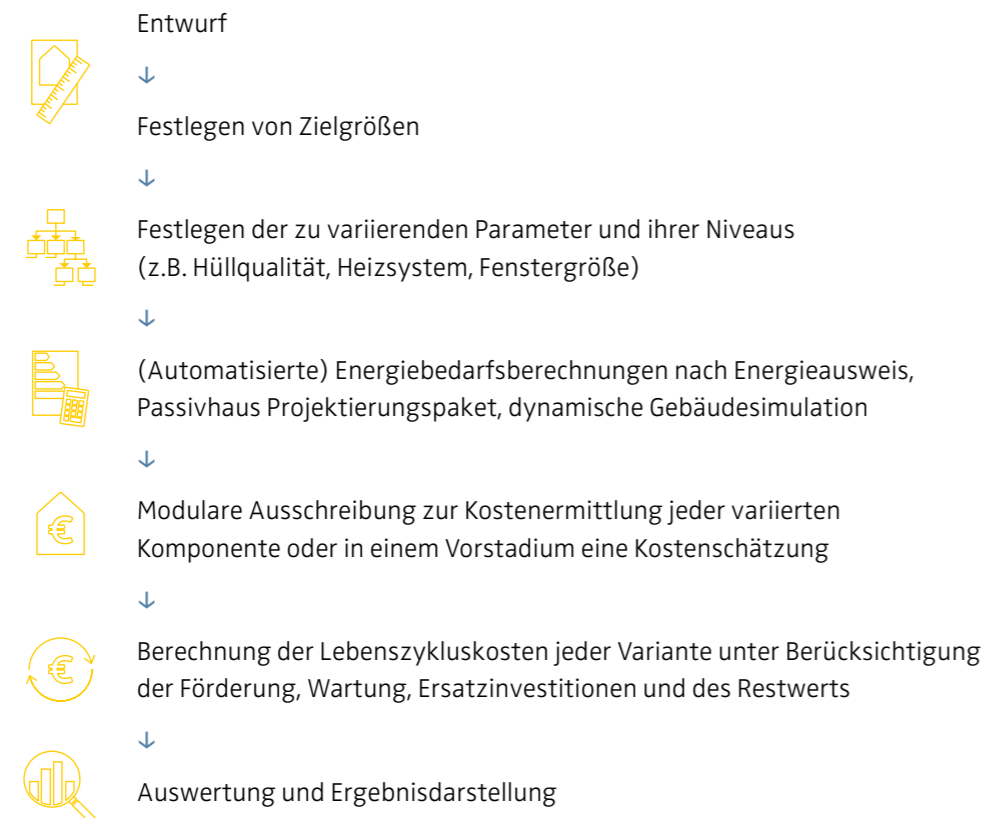
### 3.5 Energetisch-wirtschaftliche Optimierung im Lebenszyklus

Beim klassischen Planungsablauf entwickeln Bauleute, Architektur- und Fachplanung ein Gebäude mit der zugehörigen Ausstattung und Haustechnik. Oftmals beschränkt sich die Planung dabei auf den „eigenen“ Bereich, das Bauvorhaben als Ganzes wird jedoch aus den Augen verloren.

Anstelle der Planung einer mechanischen Kühlung zur Gewährleistung des Sommerkomforts könnte beispielsweise auch interdisziplinär über geeignete Fenstergrößen, Verschattungsmöglichkeiten oder natürliche Lüftungskonzepte nachgedacht werden.

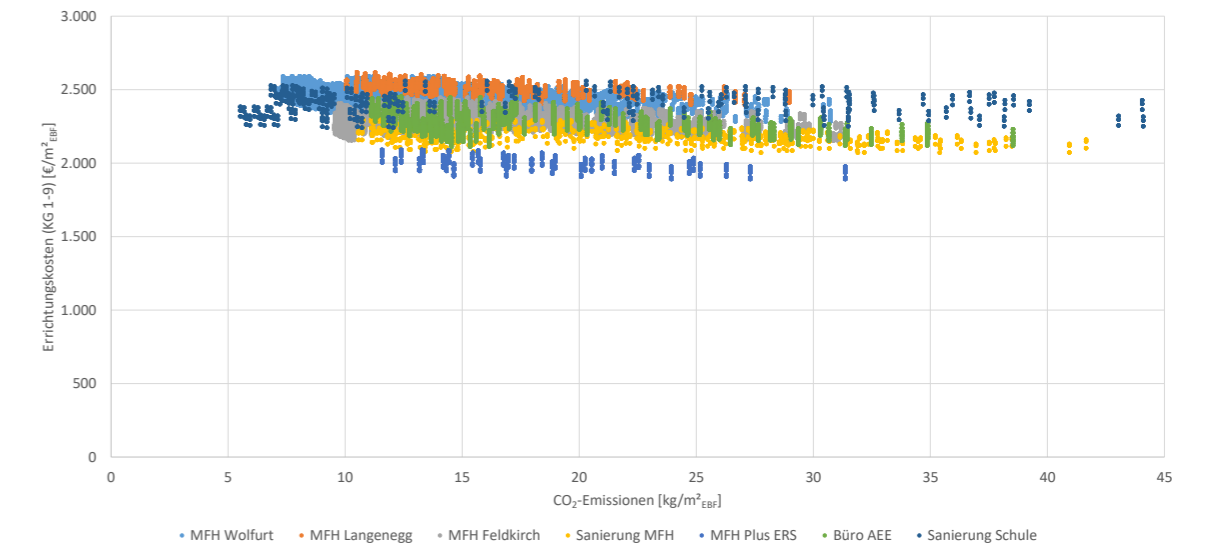
Im klassischen Planungsablauf werden meist nur wenige Varianten betrachtet und oftmals nicht parallel geplant und analysiert. So kann es passieren, dass ein Gebäude gebaut wird, dessen Nutzung hohe Betriebskosten verursacht. Werden hingegen in der Planungsphase bereits mehrere Varianten, auch über die Lebenszykluskosten realistisch miteinander verglichen, so kann hier schon im Vorfeld eine fundierte Entscheidung getroffen werden.

#### Vereinfachte Vorgehensweise einer energetisch-wirtschaftlichen Optimierung



#### Automatisierte Lebenszykluskostenberechnung

Durch die Verwendung von MS-Excel basierten Tools wird für die Berechnung der Lebenszykluskosten selbst mit einem Standard-PC nur wenige Sekunden benötigt. Mehrere tausend Varianten können so automatisch und mit geringem Zeit- und Arbeitsaufwand berechnet werden.



Errichtungskosten (KG 1-9) über den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Varianten für alle sieben Beispielgebäude  
(Bezogen auf Energiebezugsfläche PHPP/ Berechnungen PHPP/ CO<sub>2</sub>-Faktoren OIB RL-6 2015/ keine CO<sub>2</sub>-Gutschrift für eingespeisten Strom)

#### Errichtungskosten

In obenstehender Abbildung sind für sieben Beispielprojekte die Errichtungskosten über den CO<sub>2</sub>-Emissionen als Punktwolke dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei allen Projekten deutlich mehr Bandbreite aufweisen als die Errichtungskosten. Die Errichtungskosten steigen zwar mit abnehmenden CO<sub>2</sub>-Emissionen tendenziell leicht an, es kann aber mit ähnlichen Errichtungskosten um ein Vielfaches weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht werden. Man kann also ohne eine wesentliche Erhöhung der Errichtungskosten die CO<sub>2</sub>-Emissionen von 30 auf 10 kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>a) reduzieren.

#### Lebenszykluskosten

Wird der Betrachtungszeitraum der Lebenszykluskosten von 30 Jahren auf 50 Jahre erhöht, so schneiden energetisch hochwertige Lösungen mit höheren Erstinvestitionskosten deutlich besser ab, da ihre niedrigeren Verbrauchskosten auch über einen längeren Zeitraum nicht ins Gewicht fallen. Energetisch schlechte Varianten haben höhere Verbrauchskosten und diese summieren sich bei 50 Jahren Betrachtungszeitraum länger auf. Die Streuung zwischen energetisch guten und schlechten Lösungen nimmt zu.

### 3.6 Wirtschaftliche Optimierung – Pilotprojekte



Mehrfamilienhaus Weissensberg



#### Praxisbeispiel Mehrfamilienhäuser in Weissensberg

Die Fragestellung der Bauleute war, welcher Gebäudestandard und welche Anlagentechnik beim Neubau der drei Mehrfamilienhäuser sinnvoll, kostengünstig und zukunftsweisend sind. Dazu wurde vom Energiezentrum Allgäu (eza!) eine ENEV-Berechnung (nach DIN 18599) für eines der drei Gebäude erstellt. An dieser Berechnung wurden verschiedene Varianten untersucht:

Komponente	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Gebäudehülle	ENEV-Standard	Effizienzhaus 55 (KfW)	Effizienzhaus 40 (KfW)
Lüftung	Fensterlüftung	Zu/Abluft mit Wärmerückgewinnung	Abluftanlage
Wärmeerzeuger	Gas-Brennwert Kessel	Wärmepumpe Luft-Wasser	Wärmepumpe Sole - Wasser
Trinkwasserbereitung	Zentral mit der Heizung	Dezentral elektrisch	Wohnungszentral mit Wärmepumpe

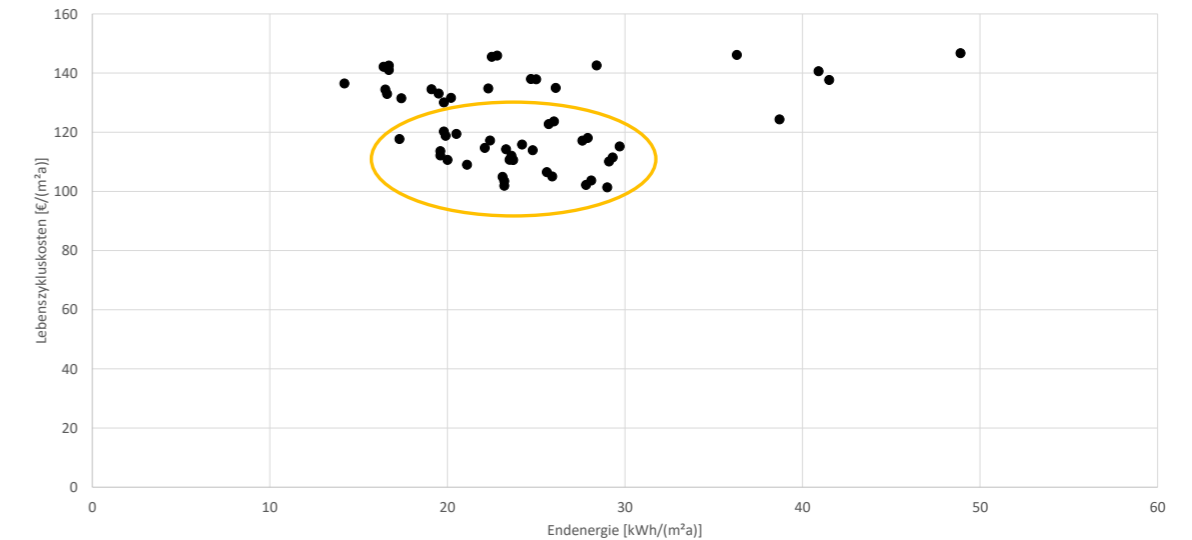
Es ergeben sich 81 mögliche Maßnahmenkombinationen. Für die Berechnung wurden Annahmen zur Gebäudehülle und zur Anlagentechnik getroffen. Hierzu wurde auf normative Standardwerte für die Anlagentechnik zurückgegriffen und in der Gebäudehülle auf Werte, welche den angestrebten Energiestandard konservativ sicher erfüllen können.

54 Varianten erfüllen die gesetzlichen Anforderungen an Neubauten in Deutschland. Diese wurden im Zuge einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über einen Zeitraum von 20 Jahren genauer untersucht.

Folgenden Kostenbestandteile wurden betrachtet:

- › Baukosten KG 300 + 400 (Gebäudehülle, Wärmeerzeuger und Wärmeverteilung, Trinkwassererwärmung, Lüftungstechnik)
- › Mögliche Förderung (KfW EH 55 bzw. EH 40 und BAFA-Förderung)
- › Finanzierungskosten, Wartungskosten und Energiekosten

In nachfolgender Grafik sind der spezifische Endenergieverbrauch und die Gesamtkosten pro m<sup>2</sup> dargestellt. Hier ergibt sich eine Bandbreite von 14,2 bis 48,9 kWh/(m<sup>2</sup>a) für den spezifischen Endenergieverbrauchskennwert und eine Bandbreite von ca. 100 bis ca. 150 €/m<sup>2</sup> für die jährlichen Gesamtkosten.



Als wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll sollte für den Neubau eine der Varianten aus dem Bereich 15 – 30 kWh/(m<sup>2</sup>a) und 100 – 120 €/m<sup>2</sup>a gewählt werden (siehe eingekreister Bereich). Daraus wurden – ebenfalls aus wirtschaftlichen und ökologischen Überlegungen – all jene Varianten ausgewählt, die auch dem KfW 55 bzw. KfW 40 Standard entsprechen.

Nr	Variante	Endenergie [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	CO <sub>2</sub> [t/a]	KfW - Standard	Lebenszykluskosten [€/m <sup>2</sup> a]
33	EH55, Fenster, WP Luft, TWW WP	20,0	13	EH55	110,68 €
42	EH55, Zu-Abluft, WP Luft, TWW WP	20,5	13	EH55	119,45 €
43	EH55, Zu-Abluft, WP Sole, TWW zentral	19,9	13	EH55	118,79 €
45	EH55, Zu-Abluft, WP Sole, TWW WP	19,8	13	EH55	120,27 €
49	EH55, Abluft, WP Luft, TWW zentral	19,6	12	EH55	112,17 €
51	EH55, Abluft, WP Luft, TWW WP	19,6	12	EH55	113,65 €
54	EH55, Abluft, WP Sole, TWW WP	22,1	14	EH55	114,72 €
61	EH40, Fenster, WP Sole, TWW zentral	19,8	13	EH40	130,12 €
63	EH40, Fenster, WP Sole, TWW WP	20,2	13	EH40	131,63 €
66	EH40, Zu-Abluft, Gas-Bw, TWW WP	28,4	11	EH40	142,62 €

In einem Betrachtungszeitraum zur Wirtschaftlichkeit von 20 Jahren schneiden die Varianten 43 und 45 am besten ab. Wird allerdings der Betrachtungszeitraum auf 30 Jahre und mehr ausgeweitet ist eine passivhaustaugliche Gebäudehülle am wirtschaftlichsten. Der Vorteil hiervon ist, dass viel einfacher Low-Tech taugliche Komponenten und Ansätze in Bezug auf die Haustechnik eingesetzt werden können:

- › Reduzierung der Heizleistung der geplanten Sole-Wasser Wärmepumpe um 50%
- › Reduzierung der Rohrleitungslängen der Fußbodenheizung, da ein größerer Verlegeabstand realisiert werden kann
- › Effektivere Nutzung der passiven Kühlung der Sole-Wasser Wärmepumpe aufgrund der passivhaustauglichen Gebäudehülle
- › Reduzierung der Anzahl der Brauchwarmwasserwärmepumpen – kleinere Wohnungen (< 60 m<sup>2</sup>) teilen sich die Wärmepumpe; Abrechnung mittels Wärmemengenzähler



### Praxisbeispiel Theresienfeld

Auf Wunsch des Bauträgers, einer Genossenschaft, wurde noch während der Entwurfsphase eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verschiedene Haustechniksysteme durchgeführt. Bei den untersuchten Gebäuden handelt es sich um sehr gut gedämmte Baukörper mit je sechs Wohneinheiten.

Ein dezentrales System, bestehend aus Infrarotheizungen und dezentralen Warmwasserboilern, wurde zunächst von den Bauleuten präferiert. Es wurde mit einer zentralen Luftwärmepumpe mit zentraler Warmwasserbereitung verglichen. Beide Varianten wurden jeweils mit einer Komfortlüftung und mit einer reinen Abluftanlage untersucht. Zusätzlich wurde ermittelt, wieviel Strom aus der eigenen PV Anlage verbraucht werden kann.

Der Vergleich der Endenergiebedarfe zeigte erwartungsgemäß einen gut doppelt so hohen Endenergiebedarf für die Infrarotheizungen als für die Luftwärmepumpenvarianten, sowie einen etwas höheren Hilfsstromanteil bei den Varianten mit Komfortlüftung.

Bei der Simulation der PV-Anlage stellte sich heraus, dass die 15° Ost/West geneigte Anlage den höchsten Eigenverbrauch deckt. Obwohl die Infrarotheizungsvarianten ca. 700 kWh/a und damit etwa 9% mehr eigenproduzierten PV Strom verbrauchen als die Wärmepumpenvarianten, wird der größte Anteil der zusätzlich benötigten Endenergie für Infrarotpaneele und Boiler zugekauft (20.000 kWh/a). Pro Jahr und Wohneinheit bedeuten dies Mehrkosten von 600 €.

Basierend auf den vorliegenden Angebotspreisen wurden Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit insgesamt 76.000 Varianten durchgeführt. Betrachtet wurden dabei sowohl unterschiedliche Gebäudehüllqualitäten und Haustechniksysteme, verschiedene Betrachtungszeiträume (30, 50, 100 Jahre) und Nutzendenverhalten sowie drei Szenarien der Energiepreissteigerung. Am Ende des Variantenvergleichs standen 50 Systeme mit den besten Lebenszykluskosten, die in der Folge vergleichend analysiert wurden.

Die 50 wirtschaftlichsten Varianten haben folgende Gemeinsamkeiten hinsichtlich der Gebäudehüllqualität und Haustechniksysteme:

- › Die 50 wirtschaftlichsten Varianten verwenden zu 100% den Ytong 25 cm mit VWS 18 cm
- › 52% sind mit Holz-Alu Fenstern, 48% mit PVC-Fenstern ausgestattet
- › 92% besitzen eine Abluftanlage, 8% eine dezentrale Komfortwohnraumlüftung
- › 64% werden pro Gebäude mit einer Luftwärmepumpe beheizt, 4% mit zwei Luftwärmepumpen pro Gebäude, 32% mit einer zentralen Sole Wärmepumpe für 4 Häuser
- › 100% der besten Varianten werden über Bauteilaktivierung geheizt
- › 40% verfügen über 2,5 kWp PV und 60% über eine 10 kWp PV Anlage



Wohnanlage  
Theresienfeld



Aus den günstigsten Varianten stellten die Bauleute die inzwischen realisierten vier Gebäude zusammen:

- › Gebäudehülle mit Passivhausqualität
- › Zentrale, reversible Luft/Wasser-Wärmepumpe in jedem Gebäude
- › Warmwasserbereitung über Mini-Wärmepumpe mit Speicher in jeder Wohnung
- › Wärmeverteilung über Bauteilaktivierung (27 – 35 °C)
- › Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung
- › Photovoltaikanlage mit 10 kWp auf jedem Gebäude

Die mittels Bauteilaktivierung aktivierte Gebäudemasse ist zur Speicherung von netzseitiger Umweltenergie vorgesehen, um in der Zukunft flexible Stromtarife nutzen zu können. Bei niedrigen Strompreisen bzw. bei Ertrag der hauseigenen Photovoltaikanlage wird das Gebäude gezielt beheizt, um dann langsam auskühlen zu können.



Verlegung Bauteilaktivierung

Hervorzuheben ist auch die Warmwasserbereitung, welche einen separaten Rohrkreislauf in der aktivierten Decke als Quelle nutzt. Zirkulationsverluste und Verteilverluste für die Bereitstellung von Warmwasser sind nicht gegeben, da das Warmwasser in jeder Wohnung separat erzeugt wird.

Die prognostizierten Verbrauchskosten der Wohnungen ergeben Kosten von ca. 73 € (Stand 2020) monatlich inklusive Haushaltsstrom und setzen sich so zusammen:

### Vergleich der Verbrauchskosten pro Wohneinheit

• <b>Beispiel Maisonette mit LW-WP WW dezentral</b>	99,76 m <sup>2</sup>	
Heizen incl. Hilfsstrom	12,7 kWh/a x 99,76 m <sup>2</sup> x 0,174 € =	220,70 €/a
Warmwasser incl. Hilfsstrom	9,6 kWh/a x 99,76 m <sup>2</sup> x 0,174 € =	166,90 €/a
Kühlung incl. Hilfsstrom	1,4 kWh/a x 99,76 m <sup>2</sup> x 0,174 € =	24,30 €/a
<b>Haushaltsstrom</b>	<b>30 kWh/a x 99,76 m<sup>2</sup> x 0,174 € =</b>	<b>520,70 €/a</b>
Gebühren Zähler jährlich		148,20 €/a
<b>PV Eigennutzung</b>	<b>12,4 kWh/a x 99,76 m<sup>2</sup> x -0,174 € =</b>	<b>-215,50 €/a</b>
Gebühren Mieterstrommodell pro Jahr		8,00 €/a
<b>• Gesamtkosten Mieter</b>		<b>873,30 €/a</b>
<b>Nebenkosten incl. Haushaltsstrom pro Monat ca. 72,80 €</b>		

#### Angenommener Strompreis:

EVN Optima Flex Natur (Stand 2020)

17,40 ct/kWh

Zählergebühren pro Wohneinheit:

12 x 7/6 x 10,58 €

148,20 €/a

Mieterstrom 0,5 € x 12 x 8/6

8,00 €/a

Für die Bauleute war ein Heizsystem, das in jedem Raum in die Steckdose gesteckt werden kann, die Wunschvariante mit am wenigsten Technik. Zunächst ist das ja auch plausibel: keine Leitungen, kein Heizraum, kein Brennstoff und außerdem positive Erfahrungen aus dem sanierten Bestand der Genossenschaft, bei denen Einzelöfen durch Infrartheizungen ersetzt worden waren. Ist die Infrartheizung aber auch ein energieeffizientes und auf Dauer wirtschaftliches System? Der Aussage konnte mit Hilfe der Variantenstudien klar widersprochen werden. Schon nach wenigen Jahren ist die Infrartheizung als direkte Stromheizung teurer als ein zentrales System. Was sich allerdings auf die gesamte Lebenszeit des Gebäudes positiv auswirkt, ist eine sehr gut gedämmte Hülle. Nur die gute Hülle ermöglicht außerdem ein träges Verteilsystem in der aktivierten Decke einzusetzen, da sie bedeutend zur Phasenverzögerung beiträgt.

### 3.7 Klimawandelanpassung durch Low-Tech

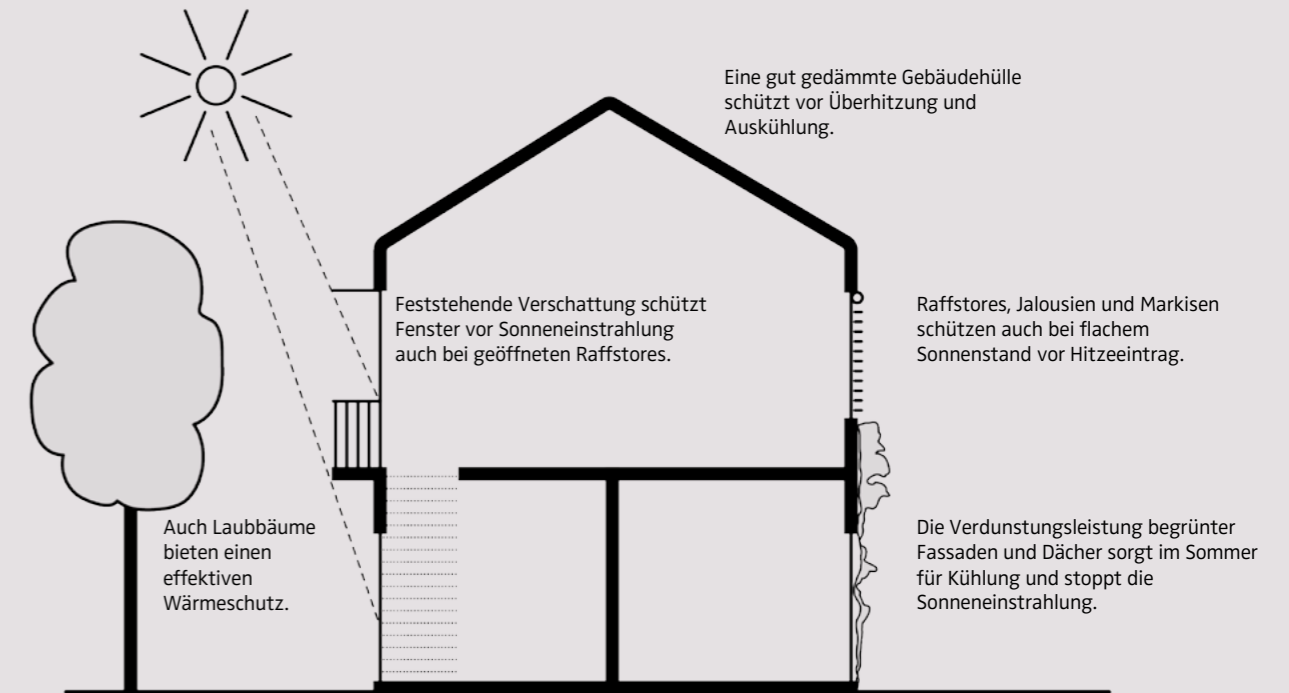
Der Klimawandel scheint ohne drastische Maßnahmen unaufhaltsam. In den kommenden Jahrzehnten wird in unseren Breitengraden der Wechsel von der gemäßigten Zone in die subtropische Zone spürbar. Eine steigende Anzahl von Hitzetagen und Tropennächten im Sommer, sowie mildere Winter sind prognostiziert, begleitet von einer wachsenden Intensität und Frequenz von Niederschlägen und Dürreperioden. Bauwerke werden auf eine jahrzehntelange Nutzung über mehrere Generationen ausgelegt. Folglich ist vorausschauend Gebäudeplanung gefragt.

#### Überhitzung vermeiden

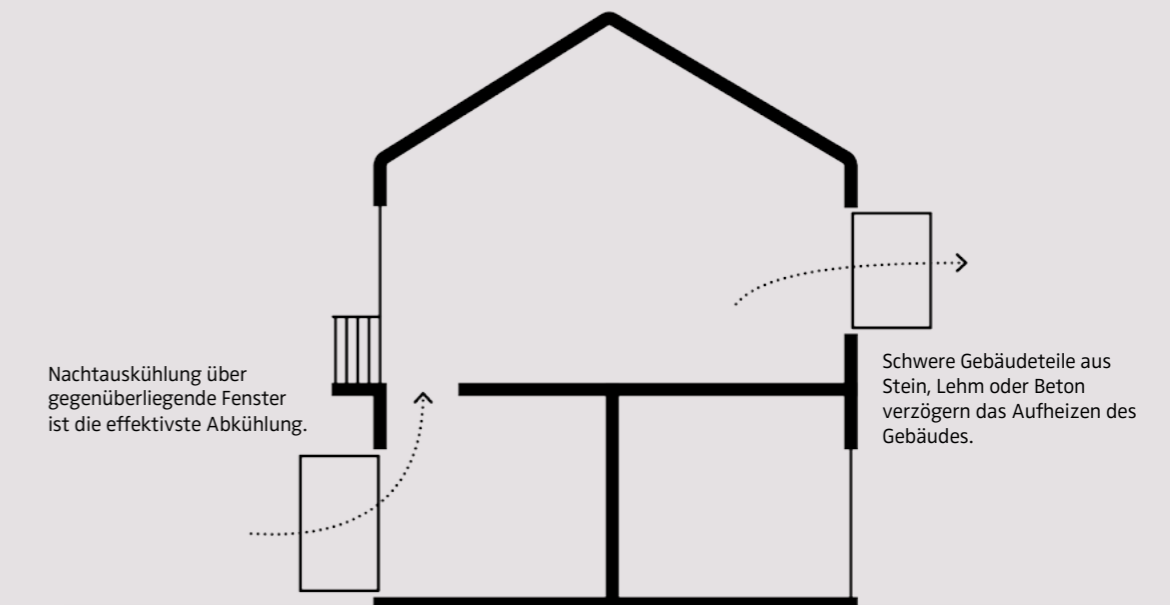
Durch den Temperaturanstieg, sowie vermehrte Hitzetage und Tropennächte, rückt die Problematik der Überhitzung immer mehr in den Vordergrund. Generell geht es dabei nicht nur um das Komfortbedürfnis nach einem kühlen Wohnraum, sondern auch um die Gesundheit und Energieeinsparungen durch den Verzicht auf Klimaanlage. Die Sommertauglichkeit des Gebäudes hängt entscheidend von vier Faktoren ab: Dämmstandard, Masse des Gebäudes, Abschattung der Fenster und nächtliche Auskühlung durch Fensterlüftung oder einer Komfortlüftung.

Gute Außenwanddämmung schützt wie eine Thermoskanne nicht nur vor Auskühlung, sondern auch vor Erwärmung. Masse auf der Innenseite der Bauteile verzögert beides, aber lässt sich im Sanierungsfall nicht mehr wesentlich beeinflussen. Die Temperaturamplitudendämpfung und die Phasenverschiebung sind als vergleichbare Qualitätsmerkmale für die Beurteilung des Hitzeschutzes von Bauteilen hilfreich. Allerdings ist der Wärmeeintrag durch direkte Sonneneinstrahlung über die Fenster ca. 200 – 1000 Mal größer, als der Wärmeeintrag durch eine gedämmte Wand. Eine Verschattung der Fenster lässt sich aber leicht nachrüsten durch Raffstores, Fallmarkisen, Schiebeläden, Klappläden aber auch durch Vordächer, Veranden und Balkone, die die Nutzungsqualität auch anderweitig erhöhen. Auch mit der Begrünung von Fassaden und Dächern, sowie Laubbaumpflanzungen lässt sich nachträglich Überhitzung verhindern.

Zur nächtlichen Auskühlung sind vertikale Fenster günstig, die möglichst auf gegenüberliegenden Fassadenseiten liegen und die nachts geöffnet bleiben können. Unterschiedliche Höhenniveaus unterstützen die Durchlüftung durch Thermik.



Maßnahmen zur Überhitzungsvermeidung



Kühlungsstrategien

Besitzt das Gebäude eine Wärmepumpe mit Erdsonde kann auch über die Fußbodenheizung gekühlt werden.

### Schutz vor Starkregen

Der Klimawandel führte in den letzten Jahren zu vermehrten und heftigen Regenereignissen.

Starkniederschläge und Hochwasser können eine Überlastung von Regenentwässerungs- sowie Abwasserentsorgungssystemen hervorrufen und massive Gebäudeschäden verursachen.

Die Überflutung von Kellerräumen, Tiefgarage und Erdgeschoss in tiefen Lagen sind oft die Folge. Durch einfache Maßnahmen lassen sich die Auswirkungen des Klimawandels auf Gebäude und ihre Nutzenden reduzieren

- › Geländeneigung vom Gebäude weg
- › Aufkantung oder Bodenschwellen zum Schutz von Gebäudeöffnungen (Fenster, Türen, Lichtschächte und weitere notwendige Durchdringungen der Gebäudehülle)
- › Abdichtungen
- › Rinnen und Mulden vor Terrassen und Eingängen
- › Rückstausicherung der Abwasserleitungen
- › Erhöhung der Wasserversickerung und der Speicherkapazität des Bodens durch gezielte Bepflanzung der Umgebung

### Gestaltung des Außenraums

Klimawandelanpassung kann nicht nur durch gebäudetechnische Maßnahmen erreicht werden. Um den Low-Tech Gedanken treu zu bleiben und zu versuchen so wenig, so ökologisch und wirtschaftlich wie möglich zu bauen, kann unterstützend die Natur bzw. die Umgebung des Gebäudes zu Hilfe gezogen werden. Durch das Pflanzen von Bäumen kann die Bodenerosion minimiert werden sowie eine Auflockerung des Bodens durch die Wurzeln und somit eine bessere Wasserversickerung erreicht werden.

Baumgruppen und geeignete Anpflanzungen sorgen für eine ausgeglichene Temperatur in der Umgebung von Gebäuden. Sie werfen Schatten und kühlen die Luft durch ihre Verdunstung.

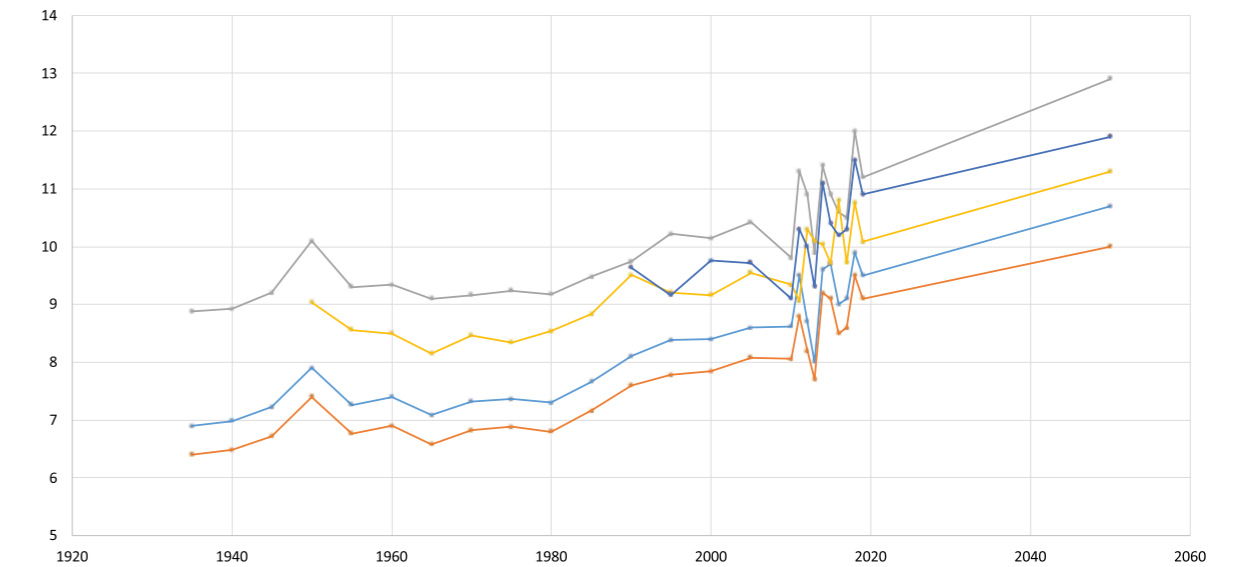
Durch die Berücksichtigung eines vordefinierten Äquivalents an begrünter Fläche und Wasserfläche, einer wirksamen Verschattung und Oberflächen, die sich wenig aufheizen, kann der Hitzeentwicklung in urbanen Gebieten entgegengewirkt werden.

### Vorsorge ist besser

Auch wenn diese Maßnahmen unbeliebt sind, weil sie zusätzliches Geld kosten, sind sie im Verhältnis zum Schadensfall günstig. Hundertjährige Wetterereignisse finden mittlerweile innerhalb weniger Jahre mehrfach statt, deswegen ist Vorsorge die klügste Herangehensweise.

Bei der Dimensionierung und Auslegung der Maßnahmen sollten die zu erwartenden Klimaextreme der nächsten Jahrzehnte berücksichtigt und Reserven eingeplant werden. Speziell bei langlebigen oder schwer zu verändernden Komponenten wie beispielsweise Fensterflächen sollte der Klimawandel und der damit verbundenen Anstieg der Temperaturen nicht außer Acht gelassen werden.

## 3.8 Der Klimawandel in der Energiebilanz



Entwicklung der Jahresmittlertemperaturen von 1930–2020

In obenstehender Grafik sind die Jahresmittlertemperaturen in Städten der Bodenseeregion seit den 1930er Jahren in Fünfjahresschritten dargestellt. Ab dem Jahr 2010 liegen jährliche Daten vor. Seit dem Jahr 1980 ist ein stetiger Anstieg der mittleren Jahresdurchschnittstemperaturen ersichtlich. Ab dem Jahr 2010 wurden die in der Tendenz steigenden Jahresdurchschnittstemperaturen jährlich erfasst, wobei erkennbar ist, dass die Schwankung bis zu 2 K betragen kann. Im Mittel sind die Temperaturen in den letzten 30 Jahre um ca. 2 K angestiegen.

Für Low-Tech Gebäude hat dies zur Folge, dass der sommerliche Wärmeschutz unter Berücksichtigung zukünftig längerer Hitzeperioden funktionieren muss. Auch die Heizung muss im Falle einer längeren Kälteperiode, welche auch in Zukunft immer wieder vorkommen werden, ausreichend dimensioniert sein.

Ältere Klimadaten haben auf die Energiebedarfsberechnungen und die Auslegung der Heizlast eines Gebäudes lediglich den Einfluss, dass die errechneten Daten auf der konservativ sicheren Seite liegen und die Beheizbarkeit des Gebäudes auch in einem kälteren Winter in Zukunft mit Sicherheit gegeben sein wird. Allerdings kann es durchaus Sinn machen bei Gebäuden mit großzügigen Glasflächen, in Bezug auf den sommerlichen Wärmeschutz die Simulation mit zukünftigen Klimadatensätzen durchzuführen. Dabei sollten Strategien entwickelt werden, wie bei dem zu erwartenden Temperaturanstieg die Nutzendenzufriedenheit mit dem Gebäude sichergestellt werden kann (Reduzierung der Fensterflächen, Lüftungsstrategie, Kühlung). Möglichkeiten hierfür zum Beispiel die Reduzierung von Fensterflächen, Entwicklungen von Lüftungs- und Kühlkonzepten.

Die lokale Witterung und das regionale Klima haben einen wesentlichen Einfluss auf den Energiebedarf eines Gebäudes. Für die bessere Vergleichbarkeit von Gebäuden unterschiedlicher Standorte wird im Energieausweis bzw. Energienachweis sowohl in Deutschland, Österreich, Liechtenstein als auch in der Schweiz der Energiebedarf auch für einen Referenzstandort bzw. für ein Referenzklima angegeben. Dies wurde auf Grund der steigenden Durchschnittstemperaturen in den letzten Jahren angepasst. Die Länder gehen dabei unterschiedlich vor:

#### Deutschland

Gerechnet wird im Allgemeinen mit dem vom Deutschen Wetterdienst ermittelten Testreferenzjahr (TRY) 2011. Um die klimatischen Anforderungen an die Heiz-, Klimatisierungs- und Lüftungstechnik auch für den Zeitraum einer längeren Betriebsdauer berücksichtigen zu können, wurden zusätzlich Testreferenzjahre auf Basis von regionalen Klimamodellen für den Zeitraum 2031 bis 2060 entwickelt, welche dann auch für die Berechnungen eingesetzt werden könnten.

#### Österreich

Die Monatsmitteltemperaturen, die in der Berechnung des österreichischen Energieausweises verwendet werden, wurden im Jahr 2019 mit der ÖNORM B 8110 5:2019 03 auf den Einfluss des Klimawandels angepasst. Die Werte sind gegenüber der Vorgängernorm im Mittel über alle sieben Klimaregionen um +1,1 K im Winterhalbjahr und +1,4 K im Sommerhalbjahr erhöht. Beim gesamtösterreichischen Referenzklima wurde ein weit stärkerer Temperaturanstieg angenommen. Alle Monatswerte wurden um +2 K nach oben korrigiert.

#### Schweiz – Fürstentum Liechtenstein

In der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein sind die Monatsmitteltemperaturen, die für die Berechnung des Heizwärmebedarfs nach SIA 380/1 verwendet werden, in der Norm SIA 2028 definiert. Die Klimadaten stammen von einzelnen Klimastationen, die über die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein verteilt sind. Die aktuellste Version der Norm ist aus dem Jahr 2010, in welcher der bisherige und aktuelle Einfluss des Klimawandels noch nicht berücksichtigt ist.

## 3.9 Low-Tech und Normen

Low-Tech Ansätze können im Widerspruch zu gültigen Normen stehen. Insbesondere geringere Luftwechselraten, erweiterter Bereich der Raumlufttemperaturen oder „Weglassen“ von beispielsweise haustechnischen Anlagen, können zu Einwänden der Planenden und Ausführenden oder auch der zuständigen Behörden führen. Bei Nichteinhaltung von Normen drohen im Fall von Mängeln Rechtsstreitigkeiten, welche selbst bei explizitem Wunsch des Auftraggebenden zur Schadensersatzpflicht bei den Planenden und Ausführenden führen können. Da die Auftraggebenden meist fachunkundig sind, können sie nach Ansicht der Rechtssprechung die Auswirkungen von Normenabweichungen nicht vollumfänglich einschätzen. Trotz allem gibt es gebaute Beispiele, bei denen mit entsprechendem Mut und Vertrauen Normen großzügiger ausgelegt werden konnten.

#### Weglassen braucht mutige Entscheidungen

Für den Neubau eines kommunalen Gebäudes wurde vom Planungsbüro eine Heizlastberechnung durchgeführt. Für einen Nebenraum wurde eine Heizlast von 200 W ermittelt. Da eine Unterschreitung der Soll-Temperatur um wenige Grad keine große Nutzungseinschränkung bedeutet, wollte die Kommune auf den Heizkörper verzichten. Trotz den Einwänden der Fachplanung, entschied sich der Gemeinderat für das Weglassen des Heizkörpers. Der Kommune war es in diesem Fall wichtiger, den Ressourcenverbrauch und dadurch eine Kostensenkung zu erreichen.

#### An die Grenzen gehen

Normen an sich sind Empfehlungen. Sie werden verbindlich durch Bezugnahme, zum Beispiel in einem Vertrag zwischen Bauleuten und ausführender Firma oder in Gesetzen und Verordnungen. Die verschiedenen Normen geben Richtwerte und Grenzen vor. Hierbei sind oft von - bis Angaben vorhanden. Um mit wenig Technik auszukommen, können die unteren Grenzen der Norm verwendet werden.

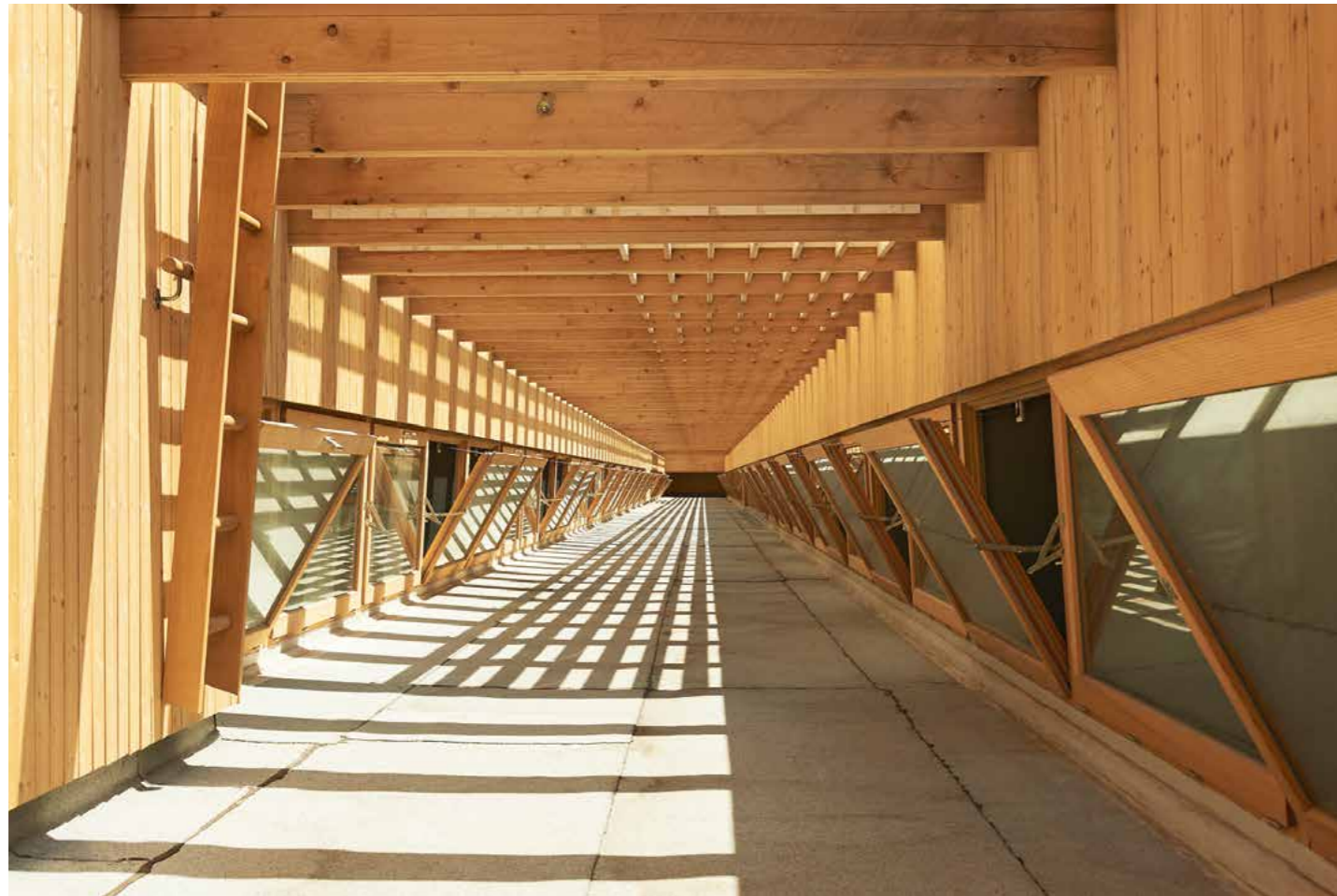
So konnte bei Lüftungsanlagen nach DIN EN 13799 mit einer Bandbreite von unter 22 bis über 54 m<sup>3</sup> pro Stunde je Person geplant werden. Durch eine Auslegung der Luftmenge an Hand des ausreichend gute Luftqualität liefernden Wertes, reduzieren sich die benötigten Rohrquerschnitte um 35%. Durch geringere Rohr- und Kanalgrößen können die Deckenabhängungen kleiner dimensioniert, die Geschosshöhen reduziert und die Investitionskosten geringer gehalten werden. Die Anlage befindet sich aber immer noch im Bereich der geltenden Normen.

#### Neue Wege in der Planung

Bei der Umsetzung von Low-Tech Gebäuden können durch neue Denk- und Planungsansätze gute Lösungen innerhalb des bestehenden Normengerüsts gefunden werden. So wurde zum Beispiel beim Neubau des Kindergartens Oberlinhaus in Kempten, die Leistung der Wärmepumpe nach dem Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) festgelegt. Die Fußbodenheizung wurde auf Grundlage der Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 dimensioniert. Dies hat zur Folge, dass der Wärmerezeuger tendenziell zu klein und die Heizflächen zu groß ausgelegt sind. Im Falle einer Wärmepumpe, die mit niedrigen Systemtemperaturen und langen Laufzeiten besonders effizient arbeitet, ist dies aber ein Vorteil.

### Die zukünftigen Nutzenden berücksichtigen

Beim Neubau des Landwirtschaftlichen Zentrums St. Gallen in Salez, wurde ein Belüftungssystem für die Klassenräume realisiert, das über thermischen Auftrieb und Windlasten funktioniert. Bei der Berufsschule für angehende Landwirte werden die Klassenräume über, in die Fassade integrierte Elemente mit Frischluft versorgt. Die Abluft wird durch natürliche Konvektion über Lüftungsschächte abgeführt. Das Lüftungskonzept funktioniert ohne Ventilatoren oder elektrische Bauteile. Das Lüftungskonzept findet Akzeptanz, da die Nutzenden durch ihre tägliche Arbeit im Stall und im Freien an Temperaturschwankungen und Luftbewegungen gewöhnt sind. Durch ein Hinterfragen der sonst üblichen Herangehensweisen und eine Berücksichtigung der Bedürfnisse der Nutzenden konnte hier eine überzeugende Low-Tech Lösung gefunden werden.



Freie Lüftung, Landwirtschaftliches Zentrum SG in Salez

## 3.10 Lessons learned

„Low-Tech Architektur“: Gefeierte und veröffentlicht werden oft die gebauten Manifeste des technikreduzierten, energieeffizienten und ressourcenschonenden Bauens. Dieses Kapitel nimmt sich der Projekte und Ideen an, die vielleicht nie publiziert werden. Es stellt sich die Frage: Lag das am Low-Tech Gedanken, oder gab es andere Gründe? Und was können wir von den Projekten lernen?

### → Neubau Wohn- und Geschäftshaus

Bei einem dekonstruktivistischen Gebäude aus Beton, das auf Grund der Bauweise einen hohen Einsatz von grauer Energie benötigt hätte, war ein Haustechnikkonzept nach dem Low-Tech Ansatz geplant. Einige ressourcenschonende, sinnvolle Low-Tech Ansätze konnten in die Planung eingebracht werden, wie beispielsweise Pellets-Öfen in jeder Etage anstelle einer wassergeführten Zentralheizung. Die Baueingabe scheiterte mehrfach auf Grund der eigenständigen Formensprache. Durch neue, während der Planungsphase in Kraft getretene Vorgaben der Kommune, war eine zeitnahe Baugenehmigung nicht mehr absehbar und das Projekt wurde von den Bauleuten abgebrochen.

#### Lessons learned

Low-Tech ist nicht an eine Architektursprache oder Bauweise gebunden. Low-Tech kann funktionieren, wenn Gebäudehülle und Anlagentechnik sinnvoll aufeinander abgestimmt sind.

### → Atelierwohnen in ehemaliger Industriehalle

In einer alten Industriehalle sollte ein alternatives Projekt für gemeinschaftliches Arbeiten und Wohnen für mehrere Parteien entstehen. Zwei turmartige Wohngebäude, eines im östlichen und eines im westlichen Bereich, ragten durch die bestehende Dachfläche der Halle. Der zentrale Hallenbereich sollte unverbaut erhalten bleiben und unbeheizt für Bike-Repair und Sozialflächen genutzt werden. Durch die Südverglasung konnten solare Einträge für die Wohngebäude genutzt werden. Der Einsatz von grauer Energie hätte sich durch die überwiegende Verwendung von Massivholz und Lehm reduziert. Die Lebensdauer der alten Halle sollte durch einfache Instandhaltungsmaßnahmen wie kleine Reparaturen am Dach nochmals um mindestens einen Sanierungszyklus von 25 Jahren verlängert werden. Das vielversprechende und vielschichtige Projekt konnte leider aus persönlichen Gründen der Bauleute nicht realisiert werden.

#### Lessons learned

Einfachheit und Reduktion ermöglichen niedrige Investitionskosten.

### → Neubau eines Kindergartens

Die Bauleute hatten großes Interesse daran, den Neubau des Kindergartens mit reduzierter Technik zu realisieren. Die Planung war zu Beginn bereit, sich auf innovative Ideen und Low-Tech Ansätze einzulassen. Diese wurden in der konkreten Projektumsetzung auf Grund von äußeren Zwängen und unterschiedlichen Ansichten leider nicht so umgesetzt.

Einerseits konnte, angeregt durch die Impulse während der Low-Tech Projektbegleitung, die Komplexität der Lüftungsanlage reduziert werden. Andererseits wurde zusätzliche Anlagentechnik eingebaut, durch die sich die energetische Situation im angrenzenden Schulzentrum verbessert. Durch zusätzliche Technik, auf die man bei einem Low-Tech Gebäude eigentlich gerne verzichtet hätte, kann das Gebäude im Sommer aktiv gekühlt werden. Die Abwärme der Rückkühlwerke wird zur Warmwasserbereitung in der nahe gelegenen Turnhalle verwendet und reduziert dort den Stromverbrauch der elektrisch beheizten Boiler.

#### Lessons learned

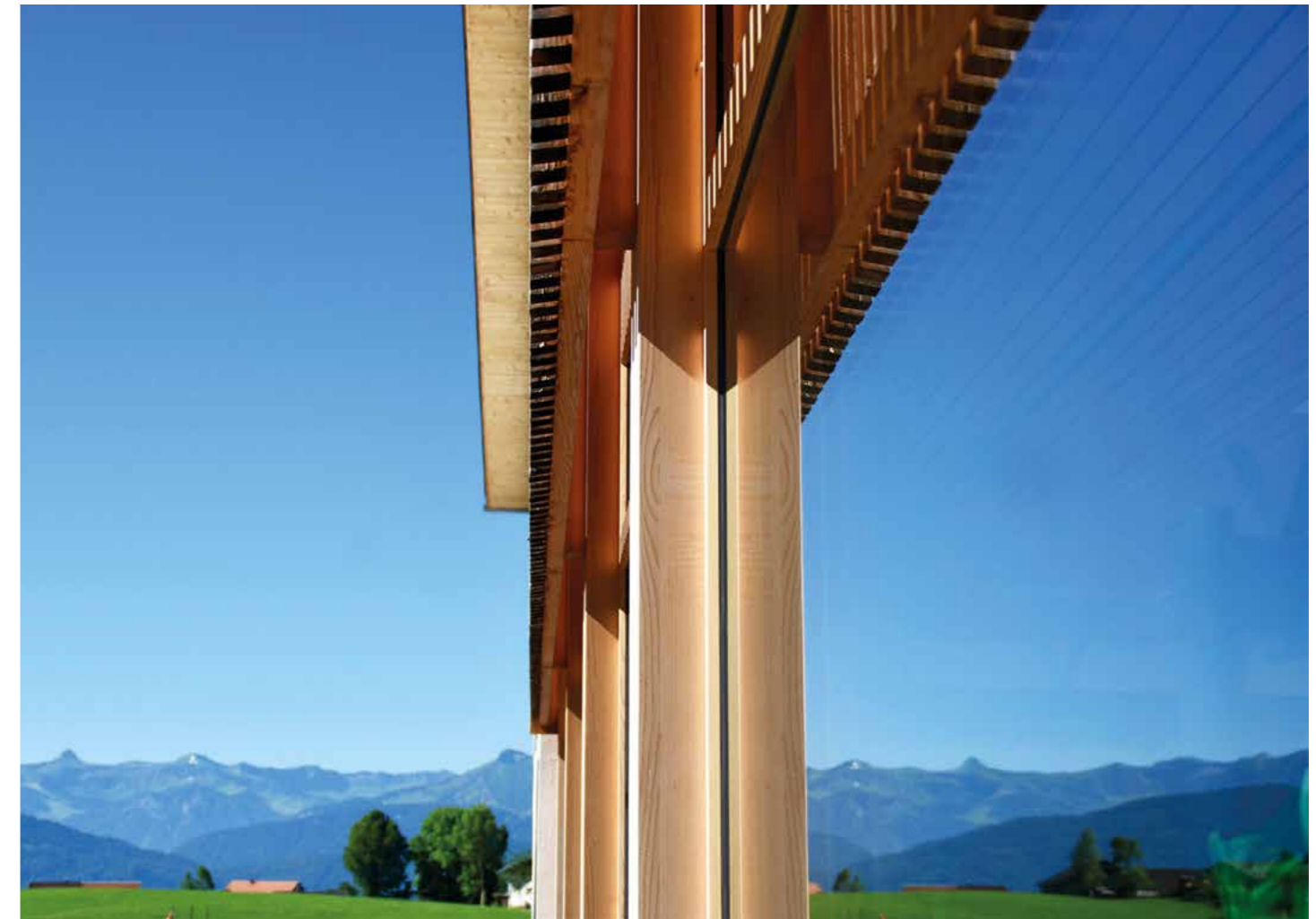
Während der Projektbegleitung konnten sonst übliche Ansätze und Herangehensweisen diskutiert werden. Dadurch gab es Änderungen in Richtung von Low-Tech Ansätzen. Auch wenn das Gebäude vielleicht kein mustergültiges Low-Tech Gebäude ist, hat die Beschäftigung mit dem Thema Denkweisen verändert. Neue Wege entstehen dadurch, dass man sie geht.

### → Sanierung einer Schule

Bei der Sanierung einer Schule wurde Low-Tech bereits in der Wettbewerbsausschreibung vorgesehen und ambitioniert in die Planungen integriert. Für das Nachtlüftungskonzept wurde ein Lüftungsflügel mit Insektengitter und Regenschutz entwickelt. Es war geplant, dass die Lüftungsflügel zur Nachtauskühlung am Vorabend vom Reinigungspersonal manuell geöffnet werden und über Nacht bzw. über das gesamte Wochenende geöffnet bleiben. Eine mögliche Unterkühlung der Innenräume bei einem plötzlichen Wetterumschwung wurde dabei in Kauf genommen. Die Behaglichkeit der Nutzenden ist stark abhängig von der Entscheidung des Reinigungspersonals. Werden die Lüftungsflügel geöffnet, so kann der Raum über Nacht auskühlen. Bleiben die Lüftungsflügel geschlossen, startet der Schultag bereits in einem zu warmen Klassenzimmer. Aufgrund dieser starken Abhängigkeit wurde die Wirksamkeit der manuell zu öffnenden Lüftungsflügel zu einem späteren Planungszeitpunkt wieder in Frage gestellt und die Bauleute entschieden sich stattdessen dazu automatisch öffnende Lüftungsflügel einzusetzen. Selbst in Teams, in denen alle eigentlich den Low-Tech Weg mitgehen möchten, von Architekturschaffenden, Fachplanung und Bauleuten bis hin zu Nutzenden und Wartungspersonal, kann es zu „Rückfällen“ kommen. Gemeinsam getroffene Entscheidungen werden zurückgenommen. Was zuvor geklärt und protokolliert war, steht plötzlich wieder zur Diskussion.

#### Lessons Learned

Von den Nutzenden zu bedienende Low-Tech Elemente müssen richtig verwendet werden, damit sie wie geplant funktionieren. Sollte die richtige Bedienung des Elementes angezweifelt werden, kann es nicht realisiert werden.



Panoramaspiegelung

### Fazit

Die Auseinandersetzung mit Low-Tech birgt Chancen und manchmal ist der Weg wichtiger als das Ziel. Um zu einem erfolgreichen Projektabschluss zu kommen und Low-Tech nicht auf dem Weg zu verlieren, braucht es einen hohen Einsatz der Planenden und den Mut der Bauleute. Oft ist eine Abweichung vom Bekannten nötig, sogar manchmal von Sicherheit vermittelnden Normen.

Essentiell ist ein überzeugtes und kompetentes Team aus Bauleute, nachhaltigkeitsplanende Personen und Architekturschaffenden, denen es gelingt die Nutzenden sowie das Facility Management und die Gebäude Erhaltende von der Konzeption über die Planung bis in den Betrieb mit Monitoring zu begleiten. Die Erfahrung zeigt: „Nur jene Technik, die wir einfach kontrollieren und dauerhaft mit angemessenem Aufwand betreiben können, schafft Vertrauen und Wohlbefinden“.