

4. Low-Tech in der Werkplanung

4.1 Low-Tech in der Baukonstruktion

4.2 Low-Tech in der Haustechnik



4. Low-Tech in der Werkplanung

Die Zielvorgaben der Bauleute bilden, zusammen mit den Entscheidungen und Ergebnissen aus der Vorplanung, die Grundlage für die Projektierung. Das Planungsteam erarbeitet im Vorprojekt räumliche, gestalterische, konstruktive und betriebliche Konzepte. Im Bauprojekt ergänzt es diese Konzepte und arbeitet sie weiter aus. In der Werkplanung bzw. der Ausführungsplanung konkretisiert das Planungsteam unter gegenseitigem Einfluss das endgültige und interdisziplinäre Konzept für ein Low-Tech Gebäude. Je mehr Aufgaben die Bausubstanz abdeckt, desto weniger Gebäudetechnik ist erforderlich.

In dieser Phase mit zahlreichen Beteiligten ist es besonders wichtig, dass niemand aus dem Planungsteam den Fokus auf ein Low-Tech Gebäude aus den Augen verliert. Nach Abschluss der Werkplanung soll das Bauprojekt keine wesentlichen Projektänderungen mehr erfahren.

Eine auf das notwendige optimierte Gebäudetechnik und aufwändige Architekturdetails. senkt die graue Energie und die Kosten für den Betrieb, die Wartung und Instandhaltung markant. Allgemein hat diese Projektphase einen entscheidenden Einfluss auf die Jahreskosten im Betrieb des Gebäudes und somit viel Potential zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit. Hält man sich konsequent an die Vorsätze von Low-Tech wird ein betriebsgünstiges, wirtschaftliches Gebäude entstehen.

Ein Beispiel: Einige Low-Tech Ansätze wie beispielsweise „Reduzierte Luftmengen“, befinden sich außerhalb der geltenden Normen. Ist die Nutzung und die Personenbelegung bekannt und nicht veränderbar, kann das Planungsteam von den normativen Vorgaben abweichen und auf den realen Bedarf hin die Lüftungsanlage dimensionieren. So optimiert das Planungsteam die Größe der Anlage und gewährleistet dennoch die Behaglichkeit.

Spannungsfelder

Selbst bei gut funktionierenden und kommunizierenden Projektteams sind Konflikte im Prozess nicht immer zu vermeiden. Für die Realisierung eines Low-Tech Gebäudes ist das Zusammenspiel von Gebäudegestaltung, Nutzung und Haustechnik erforderlich. Dadurch entsteht auch automatisch eine Einmischung in die Kompetenzfelder anderer Planenden. Gestalterisch relevante Komponenten wie beispielsweise Dachüberstände oder ein feststehender Sonnenschutz müssen als Teil des architektonischen Gesamtkonzepts auch der gewünschten Formensprache sein. Low-Tech darf nicht nur auf den Bereich Haustechnik reduziert werden.

Das Honorar der Planenden wird üblicherweise auf Grundlage der Investitionssummen berechnet. Der Verzicht auf Technik reduziert das Honorar und ist somit bei Fachingenieur*innen unbeliebt. Das Planungshonorar soll in Low-Tech Projekten also auf anderer Grundlage bemessen werden.

Sofern weitere Beteiligte in den Prozess eingebunden sind, müssen diese als weitere Beteiligte berücksichtigt werden. Sie sorgen durch gezielte Fragen und Anregungen ggf. für „Unruhe“ und erzeugen möglicherweise Planungsänderungen. Hier ist eine frühzeitige Einbindung absolut notwendig.

4.1 Low-Tech in der Baukonstruktion

Die Behaglichkeit im Low-Tech Gebäude ist geprägt durch hohen thermischen Komfort, beste Luftqualität und einen hohen Tageslichtanteil. Eine durchdachte und effiziente Baukonstruktion und die intelligente Nutzung von Sonnenenergie ermöglichen den Einsatz einer optimierten und langlebigen Gebäudetechnik.

Für die Baukonstruktion sind Dauerhaftigkeit im Sinne einer guten Sanierbarkeit, aber auch eine hohe Flexibilität gefordert.

Material- und Konstruktionswahl

Ein erfolgreiches Bauprojekt beginnt mit einem durchdachten Architekturkonzept. Aus der Bauaufgabe und dem straffen Raumprogramm entwickeln die Planenden ausgewogene Kubaturen und Raumabmessungen. Ein kompakter Baukörper benötigt generell weniger Material als ein langgezogener, komplexer oder verwinkelter Baukörper.

Beton, Glas, Holz, Lehm, Metall und Ziegelsteine: Jedes Baumaterial hat seine physikalischen Eigenheiten. Sie bestimmen, für welche Aufgaben ein Material geeignet ist und für welche nicht. Low-Tech Gebäude sind materialgerecht gebaut. Die Planenden stimmen beispielsweise Rastermaße und Spannweiten auf die Materialeigenschaften ab. Damit reduzieren sie den Materialeinsatz auf die notwendige Menge. Die Wahl der Baumaterialien hat Einfluss auf das Raumklima und die Behaglichkeit. Regionale Baumaterialien stiften zudem Identität.



Mehrzwecksaal Landwirtschaftliches Zentrum SG in Salez

Graue Energie

Die graue Energie beschreibt die nicht erneuerbare Primärenergie, die der Bau, Betrieb, Unterhalt und Rückbau eines Gebäudes benötigt. Sie lässt sich mit verschiedenen Maßnahmen reduzieren. Das senkt die Menge an grauer Energie und schont Ressourcen. Weiter lässt sich graue Energie einsparen durch zurückhaltenden, sparsamen Materialeinsatz und reduzierten Tiefbau. Der Tiefbau verursacht pro Fläche aufgrund des Aushubs und des Massivbaus generell mehr graue Energie als der Hochbau. Einfache und einheitliche Baukonstruktionen ermöglichen das spätere Recycling oder die Wiederverwendung. Zusätzlich lohnt es sich, die Art der Oberflächenbehandlung gut zu überlegen. Vielerorts genügen unbehandelte Oberflächen. Glatte und fugenlose Oberflächen ermöglichen eine einfache und sparsame Reinigung.

Eine Übersicht bieten beispielsweise die KBOB Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1:2016 oder die baubook Datenbank.



Kindergarten Mellau

Dauerhaftigkeit

Langlebige Baumaterialien senken die Lebenszykluskosten und schonen die Ressourcen. Unterputz installierte Haustechnik und unzureichende Revisionsöffnungen bergen die Gefahr, dass beim Unterhalt oder bei Umnutzungen Wände und Decken abgebrochen werden müssen. Wenn immer möglich sind daher Haustechnikinstallationen, insbesondere mechanische Teile, aufputz zu verlegen.

Ein gut durchdachtes Architekturkonzept sieht Umnutzungen im Gebäude vor, die bei einem Mietparteie üblich sind. So sind Anpassungen an einem Bauteil möglich, ohne die angrenzenden zu beschädigen. Einzelne Schichten oder Verkleidungen lassen sich demontieren und später wieder anbringen. Möglich machen dies formschlüssige und kraftschlüssige Verbindungen und Konstruktionen wie etwa Schrauben, Nägel, Stifte, Nieten, Klemmen; aber auch Beschläge, Klett- und Reißverschlüsse, Nut und Feder, Schlitz- und Zapfenverbindungen. Im Vergleich zu den stoffschlüssigen Verbindungen (Kleben, Schweißen, Löten), sind diese lösbar.

Zeitloses Design von Inneneinrichtungen verlängert ebenfalls deren Nutzungsdauer. Eine einfache und schlichte Gestaltung mit qualitativ hochwertigen Produkten bildet eine gute Voraussetzung für eine lange Nutzung.



Inneneinrichtung Landwirtschaftliches Zentrum SG in Salez



Terrasse Landwirtschaftliches Zentrum SG in Salez



Praxisbeispiel Landwirtschaftliches Zentrum SG in Salez

Das hauptsächlich verwendete Baumaterial beim Landwirtschaftlichen Zentrum SG in Salez ist Holz. Die Decken- und Wandoberflächen sind weitgehend unbehandelt. In den Nasszellen sind, wo nötig, rückbaufähige Spritzschutzabdeckungen angebracht. Die Bodenflächen sind mit Kasein-Spachtelung beschichtet. Kasein ist ein Milcheiweiß, das mit Kalk aufgeschlossen ein dauerhaftes, starkes und natürliches Klebemittel bildet. Alle Haustechnikinstallationen sind aufputz montiert und somit einfach rückbau- oder erweiterungsfähig. Die Raumtrennwände bestehen hauptsächlich aus Holz und sind mit Mineralwolle gedämmt. Das macht sie ebenfalls rückbaufähig und wiederverwertbar. Bei den Bauteilverbindungen wurden hauptsächlich wieder lösbare Befestigungs- und Verbindungstechniken angewendet.

Thermische Gebäudehülle

Eine möglichst luftdichte und hochwärmedämmende Gebäudehülle bildet die Grundlage für einen niedrigen Energiebedarf. Zur thermischen Gebäudehülle gehören auch die Fenster, bei welchen besonders auf gute Wärmekennwerte geachtet werden soll.

Je besser die Wärmedämmung der Gebäudehülle ist, desto kleiner kann die Wärmeerzeugung dimensioniert werden. Je nach Standortgegebenheiten kann bei einer optimalen Sonnenorientierung des Gebäudes auch komplett auf eine Wärmeerzeugung verzichtet werden.

Nicht nur für den winterlichen, sondern auch für den sommerlichen Wärmeschutz ist die Planung einer luftdichten, thermischen Gebäudehülle essentiell. Eine sehr gut gedämmte und luftdicht gebaute Gebäudehülle verzögert die Innenraumerwärmung in den Sommermonaten, sofern solare Wärmeeinträge durch ein funktionierendes Verschattungssystem vermieden werden. Durch interne Wärmelasten von Menschen und Geräten erwärmen sich die Innenräume dennoch. Um zu hohe Temperaturen im Gebäude zu vermeiden, muss sichergestellt werden, dass die Innenräume auch in Hitzeperioden wieder abkühlen können.

Sommerlicher Wärmeschutz

Bereits in einem sehr frühen Planungsstadium können die Planenden Einfluss auf das Aufwärmverhalten des Gebäudes nehmen. Relevante Parameter sind hierbei:

- › Ausrichtung des Gebäudes und der Hauptfassaden
- › hohe Wärmespeicherfähigkeit der Oberflächenmaterialien im Raum
- › Größe der Fensterflächen in Relation zur Raumgröße
- › Niedriger Energiedurchlassgrad (g-Wert) der Fenstergläser
- › guter außenliegender Sonnenschutz mit ebenfalls tiefem Energiedurchlassgrad
- › Nachtauskühlung der Räume
- › Bauliche Verschattungen durch Nachbargebäude oder des eigenen Gebäudes
- › Reduzierte interne Wärmelasten (durch weniger Technik)
- › Naturnahe Umgebungsgestaltung (Bäumen, Büschen oder einer begrünten Fassade)

Fenster und Sonnenschutz

Die direkte Sonneneinstrahlung über die Fenster kann einen Innenraum überhitzen. Gewöhnliche dreifach verglaste Fenster lassen rund 50 % (g-Wert= 0,50) der eintreffenden Sonnenenergie in den Innenraum, der Rest wird nach außen reflektiert. Außenliegende Sonnenschutzelemente senken diesen Energiedurchlassgrad markant. Feste Sonnenschutzmaterialien wie bei Rafflamellenstoren senken den Energieeintrag durch die Fenster auf rund 7% (g-tot.-Wert= 0,07) Das garantiert einen ausreichenden sommerlichen Wärmeschutz. Leichtere und weniger dichte Materialien wie Stoffmarkisen oder innenliegende Verschattungen reduzieren die Sonneneinstrahlung weniger stark.

In Gebieten mit Hitzeperioden und gleichzeitig starken Winden (Föhnlagen) muss besonders auf die Windstabilität des außenliegenden Sonnenschutzelements geachtet werden. Müssen die Sonnenschutzelemente aufgrund des starken Windes hochgefahren werden, kann es zu einer starken Erwärmung der Innenräume führen.



Sonnenschutz Kindergarten Göffis



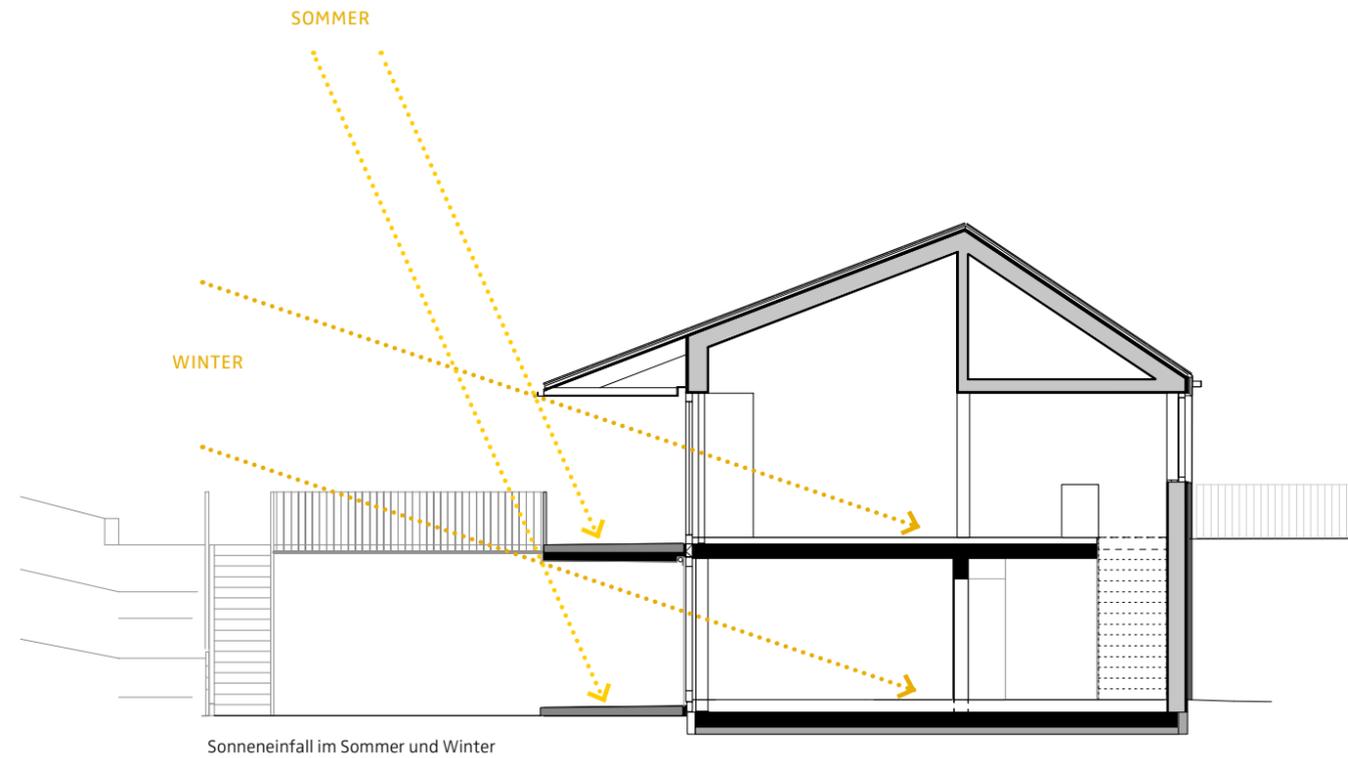
Fassade Landwirtschaftliches Zentrum SG in Salez

Bauliche Verschattung

Im Sommerhalbjahr steht die Sonne in unseren Breitengraden in einem wesentlich steileren Winkel zur Erdoberfläche als im Winterhalbjahr. Dieser Umstand lässt sich für den sommerlichen Wärmeschutz gut nutzen, zum Beispiel durch kurze Balkonauskragungen (1 – 2 m) nahe über dem Fenstersturz. Auch Verschattungen von der Seite oder durch Nachbargebäude haben einen wesentlichen Einfluss.

Verschattungssituation ermitteln

Es gibt zahlreiche Tools zur Ermittlung der horizontalen und vertikalen Verschattungswinkel an einem bestimmten Standort und zu beliebigen Tagen und Uhrzeiten im Jahr. Diese Tools basieren auf dem Modell des Sonnenstandsdiagramms. Die manuelle Anwendung des Sonnenstandsdiagramms ist im Kapitel 3 Vorplanung erklärt.



Sonneneinfall im Sommer und Winter



Praxisbeispiel EFH Schnifis

Das EFH Schnifis steht hangparallel auf einem freien Südhang auf 700 m Seehöhe. Anstelle der marktüblichen Raffstores wurden hier ein fest installierter Sonnenschutz in Form einer ornamentierten Holzfassade angebracht.



Haus Schnifis, mama Architektur



Galeriegesschoss im Wohnraum Haus Schnifis, mama Architektur

Wärmespeicherfähigkeit

Ein Baumaterial mit hoher Wärmespeicherfähigkeit wird auch als träge bezeichnet. Das ist für den sommerlichen Wärmeschutz eine durchwegs positive Eigenschaft. Die Wärme während des Tages wird von den Innenraumoberflächen aufgenommen, gespeichert und erst bei sinkender Raumlufttemperatur langsam wieder abgegeben. Eine effiziente thermische Gebäudehülle und hohe Wärmespeicherfähigkeit verzögern die Erwärmung der Innenräume. Es muss jedoch sichergestellt sein, dass die eingebrachte Wärme durch interne Wärmelasten auch in Hitzeperioden wieder abgeführt werden kann.

Naturnahe Umgebungsgestaltung

Neben einer Vielzahl weiterer Vorzüge hat eine naturnahe Umgebungsgestaltung eine kühlende Wirkung. Das ist zwar bekannt, wird jedoch vielfach vernachlässigt oder unterschätzt. Pflanzen und insbesondere Bäume kühlen die Umgebungstemperatur um mehrere Grad, weil sie stetig Wasser verdunsten. Und dank des Schattenwurfs der Bäume auf die Fassade heizt sich diese weniger schnell auf. Die Temperaturunterschiede halten die Luft in Bewegung und verhindern einen Hitzestau an der Fassade.

Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz

Die einfachste Art den sommerlichen Wärmeschutz zu überprüfen ist eine Ermittlung des Sonneneintragskennwerts für kritische Räume, d.h. für Räume bei denen eine Überhitzung wahrscheinlich erscheint. Der Sonneneintragskennwert beschreibt das Verhältnis von transparenten Flächen (Fensteröffnung x Abminderungsfaktor für Sonnenschutz) zur Raumgröße. Dieser Wert wird mit einem maximal zulässigen Wert verglichen, der individuell entsprechend der Bauart, Nachtlüftung, Fensterflächen und passiver Kühlung ermittelt wird. Genauere Ergebnisse lassen sich mit einer thermischen Gebäudesimulation erzielen. Hier wird das Gebäude „virtuell“ gebaut und der Temperaturverlauf kann über einen längeren Zeitraum exakt berechnet und dargestellt werden.

Sommerlicher Wärmeschutz versus Tageslichtnutzung

Ein Sonnenschutz darf nicht allein aufgrund seiner thermischen Schutzeigenschaften ausgewählt werden. Auch die Nutzung des Tageslichts soll beachtet werden. Rafflamellenstoren lassen in 45°-Stellung genügend diffuses Sonnenlicht in den Raum und lenken die Wärmestrahlung der hochstehenden Sonne nach außen. Zu beachten ist, dass durch, insbesondere senkrechte, feststehende Lamellen, im Innenraum Schatten mit starken Hell-Dunkel Kontrasten entstehen können. Diese können unter Umständen die Sehaufgaben der Nutzenden beeinträchtigen.

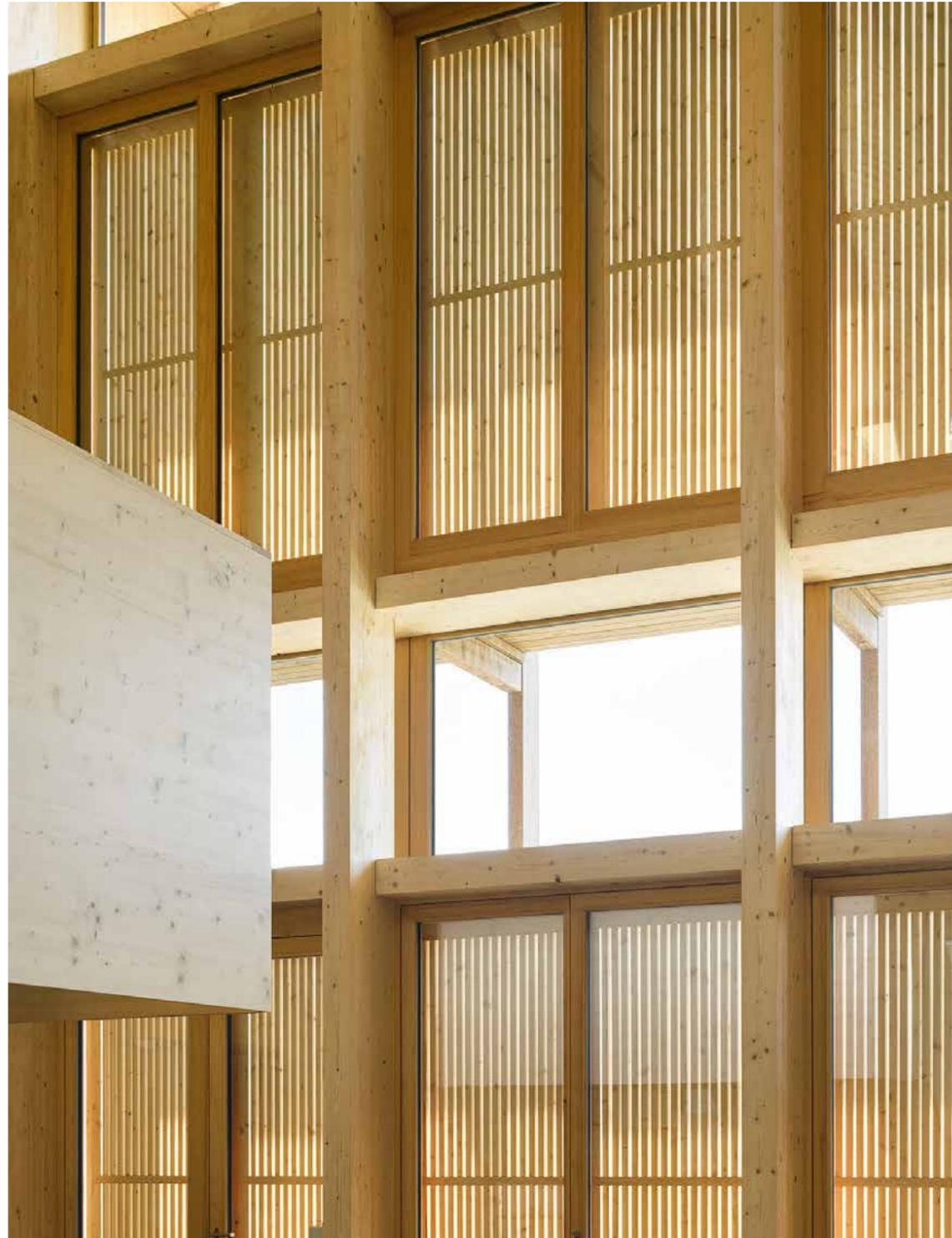


Praxisbeispiel Landwirtschaftliches Zentrum SG in Salez

Die Fassade des Neubaus am Landwirtschaftlichen Zentrum SG in Salez kombiniert zwei Fenstertypen: schmale, bodentiefe Fenster und ein darüber liegendes durchlaufendes Oberlichtband. Die schmalen Fenster wechseln sich ab mit geschlossenen Fassadenteilen und haben als außenliegenden Sonnenschutz Holzschiebeläden. Die darin eingelassenen Holz-Lamellen lassen einen Anteil Tageslicht durch. Das Oberlichtband erstreckt sich über die gesamte Fassadenlänge. Das weit auskragende Vordach und der Laubengang wirken als Sonnenschutz. Das hat den Vorteil, dass genügend Tageslicht eintritt und die Räume in der gesamten Tiefe ausleuchtet. Die Fensterflächen und deren Anordnung wurden in der Planung mittels Tageslichttool weitgehend optimiert. Die Umgebung des Schulgebäudes ist begrünt und Bäume dienen zur zusätzlichen Verschattung.



Außenansicht Landwirtschaftliches Zentrum SG in Salez



Fassadendetail
Landwirtschaftliches
Zentrum SG in Salez

Tageslichtnutzung

Gutes Licht ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal von Innenräumen. Je nachdem, wozu wir einen Raum nutzen, stellen wir unterschiedliche Anforderungen an die Beleuchtung. Gutes Licht ist ausreichend hell, blendet aber nicht. Es schafft eine angenehme Atmosphäre und gibt die Farben naturgetreu wieder. Unsere Augen sind auf das natürliche Tageslicht geeicht. Es ist die Referenzgröße für Farben, Oberflächen und Ausleuchtung. Deshalb deckt eine gute Innenbeleuchtung so viel wie möglich mit Tageslicht ab. Bezogen auf Low-Tech minimiert ein hoher Tageslichtanteil den Aufwand für Kunstlicht und den Grad der Technisierung.

Für einen hohen nutzbaren Tageslichtanteil spielt nicht nur das Verhältnis der Glasfläche zur Raumfläche eine zentrale Rolle. Vielmehr ist die Positionierung der Fenster und der Lichttransmissionsgrad der Gläser entscheidend.

Bei der Auslegung der künstlichen Beleuchtung haben diese Größen maßgebenden Einfluss und sind in den gängigen Planungstools wichtige Parameter.

Raumwirkungsgrad

Die im Raum verbauten Materialien beeinflussen aufgrund ihrer Oberflächenstrukturen und Farben den Wirkungsgrad der natürlichen und künstlichen Beleuchtung. Glatte Oberflächen spiegeln das Licht, raue brechen es. So reflektiert beispielsweise ein reinweißer Farbanstrich 80 % des auftreffenden Lichts, Sichtbeton hingegen nur noch 20 % davon. Nicht nur Decken, Wände und Böden, sondern auch die Möblierung hat Auswirkungen auf die Beleuchtung. Helle und glatte Oberflächen senken die spezifische elektrische Aufnahmeleistung der Beleuchtung, können im ungünstigen Fall aber blenden.



Speisesaal
Landwirtschaftliches
Zentrum SG in Salez

4.2 Low-Tech in der Haustechnik

Die folgende Tabelle zeigt, worauf der Fokus bei bestimmten Planungsaufgaben liegen sollte.

Belegung	Wohnbau		Bildung		Büro		Produktion
	gering	hoch	Kinder	Erwachsene	gering	hoch	
Wärme	●	◐	○	○	◐	○	○
Lüftung	○	●	●	●	◐	●	◐
Warmwasser	●	●	◐	◐	○	○	○
Kühlung	○	◐	●	●	◐	●	◐
Strom/ Beleuchtung	○	○	●	●	●	●	●

● sehr wichtig ◐ wichtig ○ weniger wichtig



Wärmepumpe gespeist von Solarthermie:
vorne 2 x 9 kW Verdichter, hinten NT-Wärmetauscher,
rechts oben HT Wärmetauscher, links oben
Soleanschluss (Wärmequelle)
Naturkosmetik Metzler, Egg

	Erzeugung	Verteilung	Übergabe	Steuerung
Wärme	<ul style="list-style-type: none"> › solartherm. Anlage › Biomassekessel › Einzelöfen › Kraft-Wärme-Kopplung BHKW › Brennwärtekessel › Elektroheizung 	<ul style="list-style-type: none"> › Heizkreise › Pufferspeicher 	<ul style="list-style-type: none"> › Heizkörper › Fußbodenheizung › Wandheizung › Bauteilaktivierung › Luftheizung 	<ul style="list-style-type: none"> › Zentrale Regelung › Einzelraumregelung › Gebäudeleittechnik
Lüftung	<ul style="list-style-type: none"> › zentrales Lüftungsgerät › dezentrales Lüftungsgerät 	<ul style="list-style-type: none"> › Lüftungskanäle 	<ul style="list-style-type: none"> › Quellluftauslass › Weitwurfdüse 	
Warmwasser	<ul style="list-style-type: none"> › siehe Wärmeerzeugung › zentraler Boiler › dezentrale Boiler › Wärmepumpenboiler › Warmwasserspeicher › Frischwasserstation 	<ul style="list-style-type: none"> › Zirkulationsleitung 	<ul style="list-style-type: none"> › Entnahmestelle 	
Kühlung	<ul style="list-style-type: none"> › Free cooling › Kompressionskältemaschine › Verdunstungskühlung 	<ul style="list-style-type: none"> › Kaltluft › Kühlwasserkreis 		
Elektrische Energie	<ul style="list-style-type: none"> › Photovoltaikanlage › Brennstoffzelle 	<ul style="list-style-type: none"> › Elektroleitungen 	<ul style="list-style-type: none"> › Leuchten - Lampen › Elektrische Geräte 	<ul style="list-style-type: none"> › Raumweise Regelung › präsenzabhängige, tageslichtabhängige Regelung



Erzeugung – Wärme

Solarthermische Anlage

In einer solarthermischen Anlage wird Solarenergie in Wärme umgewandelt. Trifft solare Strahlung auf einen Flach- oder Röhrenkollektor, wird die darin befindliche Flüssigkeit erwärmt. Die Flüssigkeit strömt in einen Pufferspeicher und übergibt dort die Wärme an das Heizungssystem. Die Kollektoren können auf dem Dach oder der Fassade installiert werden. In der Regel reicht die Wärme nicht aus, um den gesamten Wärmebedarf in der Heizperiode zu decken. Deshalb wird eine solarthermische Anlage meistens zusätzlich zu einem anderen Heizsystem installiert. Zur Trinkwassererwärmung reicht eine solarthermische Anlage in den Sommermonaten meistens aus.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Der Grad der Komplexität einer solarthermischen Anlage hängt stark von der Planung und den verbauten Komponenten ab. Prinzipiell kann eine solarthermische Anlage aber als einfaches System aufgebaut werden. Durch die Nutzung der Solarenergie entstehen keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt. Außerdem werden dabei viele vorgelagerte Prozesse, im Vergleich zur Nutzung anderer Energieträger, wie Strom, Öl, Gas oder Biomasse, vermieden. Solarenergie muss weder hergestellt noch transportiert werden. Dies macht sie aus Low-Tech Sicht attraktiv.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Eine solarthermische Anlage muss regelmäßig kontrolliert und gewartet werden. Da das solare Strahlungsangebot vor allem in den Wintermonaten sehr niedrig ist und der Betrieb der Anlage wetterabhängig ist, müssen in der Regel noch andere Wärmeerzeuger mit eingeplant werden.



Produktionshalle,
Naturkosmetik Metzler, Egg

Biomassekessel

Biomassekessel nutzen vorwiegend Holz als Brennstoff. Die drei gängigsten Formen, in denen das Holz als Brennstoff vorliegt sind Stückholz, Holzpellets und Hackschnitzel. Stückholzkessel werden zumeist von Hand befüllt, während Holzpellets und Hackschnitzel automatisch aus einem Lager in den Kessel transportiert werden.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff der regional verfügbar ist. Dadurch können weite Transportwege vermieden werden.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Der Wartungs- und Bedienungsaufwand ist deutlich höher als beispielsweise bei Erdgas- oder Ölkesseln. Dies liegt vor allem an dem deutlich inhomogeneren Brennstoff bei Scheitholz und Hackschnitzel. Auch wenn Holzpellets sehr homogen sind, ist ein höherer Wartungsaufwand zu verzeichnen, der sich bei gut eingestellten Systemen aber in Grenzen hält. Außerdem beeinflusst die Qualität des eingesetzten Brennstoffs auch die Betriebssicherheit und Effizienz. Des Weiteren muss ein ausreichend großes Brennstofflager vorhanden sein.

Biomasse Einzelöfen

Bei hochwärmegedämmten Gebäuden mit sehr geringem Energiebedarf kann es sein, dass der Einbau eines konventionellen Heizsystems nicht mehr sinnvoll ist. Holzbefeuerte Einzelöfen mit oder ohne Speichermasse, aber ohne Wärmeverteilsystem sind hier eine gute Alternative.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Bei dezentralen Biomasse befeuerten Einzelöfen handelt es sich um technisch einfache Systeme. Durch ihre, verglichen mit einem Heizkessel, geringe Größe können sie direkt dort aufgestellt werden, wo die Wärme benötigt wird. Ein separater Technikraum ist nicht notwendig. Durch automatische Regelungen für die Verbrennungsluft-Zuführung haben die Öfen einen guten Wirkungsgrad und es entstehen nur geringe Mengen an Ruß und Asche. Moderne Pelletöfen haben eingebaute Zeitsteuerungen und regeln ihre Leistung nach der Raumtemperatur. Speicheröfen hingegen müssen nur einmal angefeuert werden und geben dann über längere Zeit die Wärme ab. Holz ist ein nachwachsender Brennstoff, der regional verfügbar ist.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Dezentrale Holz-Einzelöfen erfordern mehr Handarbeit als zentrale Gas- oder Ölkessel. So muss regelmäßig die Asche entfernt werden und die Bereitstellung des Brennstoffes erfordert ggf. mehr körperlichen Einsatz. Außerdem ist ein Lagerplatz für einen ausreichenden Holzvorrat notwendig. Die Temperaturregelung von mit Stückholz befeuerten Öfen ohne Speichermasse ist etwas schwieriger, da die Leistungsabgabe von der Menge der in den Ofen eingebrachten Holzstücke abhängt.



Praxisbeispiel Lehmofen Haus Schnifis

Beim Lehm-Ofen handelt es sich um einen Grundofen, welcher ohne Technik und mit nachhaltigen Baustoffen auskommt. Solche Öfen haben schon eine jahrtausendalte Historie. Neben seinen hervorragenden baubiologischen Vorteilen und seinem hohen Speichervermögen haben Lehm-Öfen auch eine besondere Raumwirkung.

Bei Grundöfen wird die im Feuerraum freigesetzte Energie verzögert über Stunden an den Raum abgegeben. Geheizt wird in einem gemauerten Feuerraum. Die Rauchgase ziehen durch Kanäle des „Wärmespeichers“, um dann wieder langsam diese Energiemenge über seine Oberfläche an den Raum abzugeben. Die Speicherfähigkeit wird hier überwiegend durch das Gewicht beeinflusst und kann, abhängig vom Typ des Ofens, bis zu 24 Stunden lang die Räume beheizen.

Ein Lehmofen bringt gerade für das Wohnraumklima sehr viele Vorteile mit sich. Das liegt zum einen an der sehr angenehmen Strahlungswärme, über die der Ofen seine Wärme an den Raum in großem Maß abgibt und zum anderen am Baustoff Lehm, der nicht nur optimal Wärme speichern, sondern zudem sehr gut Feuchtigkeit regulieren kann. Die typische trockene Heizungsluft tritt also nicht auf. Die Abgabe über Wärmestrahlung hat u.a. auch den Vorteil, dass durch die geringe Konvektion Hausstaub-Allergiker ein weiterer positiver Effekt daraus ziehen können (geringe Luftumwälzung bedeutet weniger Staub in der Luft). Und der Brennstoff ist regional und nachhaltig.

Wärmepumpe

Wärmepumpen erzeugen Wärme, indem sie mit Hilfe von elektrischer Energie Wärme aus der Umgebung aufnehmen und auf ein höheres Temperaturniveau bringen. Das gleiche Prinzip nutzen Kühlschränke, nur dass der Nutzen nicht die hohe Temperatur, sondern die niedrigere Temperatur ist. Das Verhältnis der verfügbaren Wärmeenergie zur eingesetzten elektrischen Energie wird Leistungszahl genannt und kann unter guten Bedingungen bei 4 bis 5 liegen. Das heißt, dass mit einer eingesetzten kWh elektrischer Energie bis zu 5 kWh Wärmeenergie zur Verfügung stehen können. Je kälter allerdings die Umgebungswärme und je höher das benötigte Temperaturniveau für die Heizungsanlage liegt, desto niedriger wird die Leistungszahl. In ungünstigen Fällen liegt die Leistungszahl dann beinahe bei 1.

Das bedeutet, dass der eingesetzte Strom direkt in Wärme umgewandelt wird. Über das Jahr gesehen wird die Leistung einer Wärmepumpe in der Jahresarbeitszahl gemessen. In Mitteleuropa liegt die Jahresarbeitszahl durchschnittlich zwischen 3 und 4,5. Für den Einsatz einer kWh elektrischer Energie stehen demnach zwischen 3 und 4,5 kWh Wärme zur Verfügung.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Wärmepumpen sind skalierbar für viele Leistungsgrößen. Die Wärmepumpentechnik ist ein bewährtes und langlebiges System und es gibt damit viel Erfahrung. Außerdem stoßen Wärmepumpen lokal keine Abgase aus.



Nachteile aus Low-Tech Sicht

Bei fehlerhafter Planung (z.B. zu klein dimensionierte Wärmequellen oder keine Niedertemperatur Heizflächen) kann eine Wärmepumpe eine schlechte Jahresarbeitszahl haben und damit sehr hohe Heizkosten verursachen. Außerdem sollte berücksichtigt werden, dass der elektrische Strom in Mitteleuropa zu ca. 2/3 aus nicht erneuerbaren Energiequellen stammt. Der eigene Strom aus der Photovoltaikanlage kann nur sehr eingeschränkt genutzt werden, da in der Regel Strom von der Wärmepumpe benötigt wird, wenn wenig solare Strahlung zur Verfügung steht. Die Nutzung von Erdwärme bedeutet einen hohen Aufwand bei der Erschließung.

Kraft-Wärme-Kopplung BHKW

Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) verbindet die Wärmeproduktion mit der Produktion von elektrischer Energie. Üblicherweise wird dafür in Verbrennungsmotoren Erd- oder Biogas verbrannt.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Die dezentrale Produktion von elektrischer Energie ist generell zu begrüßen. Dadurch wird das öffentliche Netz entlastet. Bei Einsatz von Biogas wird die Möglichkeit geschaffen, erneuerbaren Strom zu erzeugen. In der Heizperiode ist der Ertrag von Photovoltaikanlagen generell gering. Ein Vorteil von BHKWs ist, dass sie auch im Winter und bei Dunkelheit Strom produzieren und damit eine gute Ergänzung zu Photovoltaikanlagen darstellen.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Blockheizkraftwerke besitzen viele bewegliche Teile und benötigen daher einen erhöhten Wartungsaufwand. Der Betrieb von BHKWs lohnt sich meist wirtschaftlich nur, wenn sowohl Strom als auch Wärme selbst genutzt werden können.

Brennwertkessel

Ein Brennwertkessel erzeugt Wärme durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen wie Erdgas, Flüssiggas oder Heizöl. In Brennwertkesseln wird das Abgas so weit abgekühlt, dass der im Abgas enthaltene Wasserdampf kondensiert und Wärme frei wird. Durch die Nutzung dieser Kondensationswärme kann nahezu der gesamte Energieinhalt des Brennstoffes genutzt werden.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Brennwertkessel werden in Masseproduktion hergestellt. Dadurch ergibt sich ein Kostenvorteil und eine gute Verfügbarkeit. Die Größe der Kessel ist sehr gut skalierbar. Damit kann nahezu jede Leistungsgröße abgedeckt werden. Die Technik ist einfach und über viele Jahre erprobt.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Die Verbrennung von fossilen Brennstoffen ist aus Sicht der Nachhaltigkeit generell zu vermeiden. Außerdem werden in der Praxis die versprochenen hohen Wirkungsgrade oft nicht erreicht, da durch zu hohe Rücklauftemperaturen des Heizungssystems die Kondensation nicht einsetzen kann. Der Grund hierfür ist eine fehlende Anpassung von verbrauchenden Personen und Erzeuger und kein, bzw. ein unzureichender hydraulischer Abgleich. Notwendig für niedrige Rücklauftemperaturen sind Flächenheizungen und ein sehr guter hydraulischer Abgleich.

Elektroheizung

Eine Elektroheizung wandelt Strom durch einen Widerstand in Wärme um. Dieses Prinzip nutzen Nachtspeicherheizungen genauso wie elektrische Radiatoren und moderne Infrarotheizungen. Allerdings unterscheidet diese Systeme die Art und der Zeitpunkt der Wärmeabgabe. Während Radiatoren die Wärme hauptsächlich über Konvektion an den Raum abgeben, erwärmen Infrarotheizungen den Raum größtenteils über Wärmestrahlung. Nachtspeicherheizungen nutzen beide Arten der Wärmeübertragung.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Elektroheizungen sind sehr einfach zu installieren. Es wird lediglich ein Stromanschluss benötigt. Dadurch kann auf eine Verteilung der Wärme über einen Heizkreis verzichtet werden und so Rohrleitungen eingespart werden. Außerdem sind Elektroheizungen sehr wartungsarm.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Der größte Nachteil von Elektroheizungen ist die Ineffizienz im Hinblick auf die Primärenergie. Sie wandeln vor Ort zwar nahezu 100% der elektrischen Energie in Wärme um, aber zur Erzeugung des Stroms entstehen erhebliche Verluste, die auch berücksichtigt werden sollten. Durch die, im Vergleich zu anderen Energieformen, relativ teureren Kosten für elektrische Energie entstehen auch höhere Kosten beim Betrieb einer Elektroheizung. Bei Nachtspeicherheizungen kann deren Trägheit, insbesondere in der Übergangszeit und bei hohen passiven Gewinnen, zu einer zu hohen Wärmeabgabe führen. Diese Wärme muss dann ungenutzt abgeführt werden.

Infokasten Lüftungsprinzipien

Die mechanische Lüftererneuerung in Innenräumen kann nach verschiedenen Lüftungsprinzipien erfolgen. Zwei davon sind erwähnenswert: die Kaskaden- und die Verbundlüftung. Die Kaskadenlüftung ist das effektivste Prinzip. Die frische Zuluft gelangt über Zuluftauslässe oder Außenluftdurchlässe in Zimmer oder Büros. Hier ist die Verunreinigung der Luft am kleinsten. Dank natürlicher Umwälzung durchströmt sie Korridore, Wohn- und Aufenthaltsbereiche. In den Räumen mit feuchter und stärker verunreinigter Luft wie Bad, WC und Küche wird die Abluft mechanisch abgeführt. Wer dieses Lüftungsprinzip wählt, hält den Aufwand für die technische Installation gering, ohne an Komfort einzubüßen. Abhängig vom Grundriss kann das Kaskadenprinzip bei allen Lüftungssystemen angewendet werden, so auch bei der Fensterlüftung von Hand.

Das zweite Lüftungsprinzip mit geringem Installationsaufwand ist die Verbundlüftung. Auch dieses Prinzip kommt ohne horizontale Zuluftkanäle aus. Die frische Zuluft strömt in einen zentralen Raum, vielfach ist das der Korridor, und verteilt sich durch die natürliche Umwälzung. Kleine Verbundlüfter leiten die Luft von dort in die angrenzenden Räume.

Aus Bad, WC und Küche führen Abluftventilatoren feuchte und stärker verunreinigte Luft direkt ab. Aus Arbeits-, Schlaf- oder Wohnräumen gelangt die wenig verunreinigte Luft zurück in den zentralen Raum und von dort zu den Abluftventilatoren. Die Verbundlüfter sind in das Türblatt oder in die Trennwand eingebaut und so konstruiert, dass sie die Luft in beide Richtungen transportieren können. Daher sind sie auch unter der Bezeichnung aktive Überströmer bekannt. Ein Kontaktschalter sorgt dafür, dass der Verbundlüfter nur bei geschlossener Türe arbeitet. Steht eine Türe offen, sorgt die natürliche Umwälzung meist für ausreichend Zuluft. Dieses Lüftungsprinzip bietet die Möglichkeit, für jeden Raum einzeln zu entscheiden, ob ein Verbundlüfter erforderlich ist oder nicht. Sogenannt intelligente, weil technisch mit Temperatur-, Feuchte- und VOC-Sensoren hochgerüstete Verbundlüfter, sind für den Wohnungsbau überstechnisiert

Erzeugung – Lüftung

Zentrale Lüftungsgeräte

Gute Luftqualität ist für Gesundheit und Wohlbefinden der Raumnutzenden essentiell. Eine Lüftungsanlage kann dies erreichen. Es wird zwischen Abluftanlagen und Zu-/Abluftanlagen unterschieden. Wärmerückgewinnung ist nur bei Zu-/Abluftanlagen möglich. Außerdem gibt es Anlagen mit Sommer-By-Pass, Heizregister, Kühlregister und/oder Frostwächter.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Durch integrale Planung lassen sich Systeme deutlich vereinfachen. Eine Lüftungsanlage muss nicht so komplex sein wie oft angenommen. Durch Wärmerückgewinnung lässt sich Energie einsparen.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Für zentrale Lüftungsanlagen werden in der Praxis oft zu aufwendige Luftkanäle geplant. Nicht bedarfsgerecht geplante Anlagen können dadurch hohen Materialeinsatz und Investitionskosten verursachen. Außerdem können durch nicht angepasste Betriebsweisen hohe Energiekosten und trockene Luft entstehen.

Dezentrale Lüftungsgeräte

Dezentrale Lüftungsgeräte sind kleine Lüftungsgeräte, die direkt in die Außenwand eingebaut werden und einzelne Räume belüften können. Die meisten Geräte sind mit einer integrierten Wärmerückgewinnung ausgestattet. Sie sind besonders für das Nachrüsten von Altbauten geeignet. Für Neubauten eignen sie sich für einen nutzungsunabhängigen Feuchteschutz, wenn keine zentrale Lüftungsanlage geplant ist.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Dezentrale Lüftungsgeräte benötigen in der Regel keine Luftkanäle und können meist komplett in der Außenwand untergebracht werden. Dadurch sparen sie viel Planungsaufwand und Material gegenüber zentralen Lüftungsanlagen ein. Durch die Wärmerückgewinnung wird Energie eingespart.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Jedes Gerät benötigt einen separaten Stromanschluss und damit zusätzliche Elektroleitungen.

Je nach Modell können die Betriebsgeräusche als störend wahrgenommen werden.

Beim Einbau muss eine Kernbohrung erfolgen, wodurch die Wärmedämmung an dieser Stelle unterbrochen wird. Die hier entstehenden Wärmeverluste sind aber sehr gering.

Die Einbaumöglichkeiten sind im Vergleich zu zentralen Systemen begrenzt, da die Lüfter in eine Außenwand eingebaut werden müssen. Sie sind dadurch auch von außen erkennbar.

Bei normgerechter Auslegung als Lüftungsanlage sind häufig viele Einzelgeräte notwendig, wodurch der Kostenvorteil gegenüber einer zentralen Lüftungsanlage schwindet. Es besteht außerdem durch den Filterwechsel an jedem einzelnen Gerät ein erhöhter Wartungsaufwand.



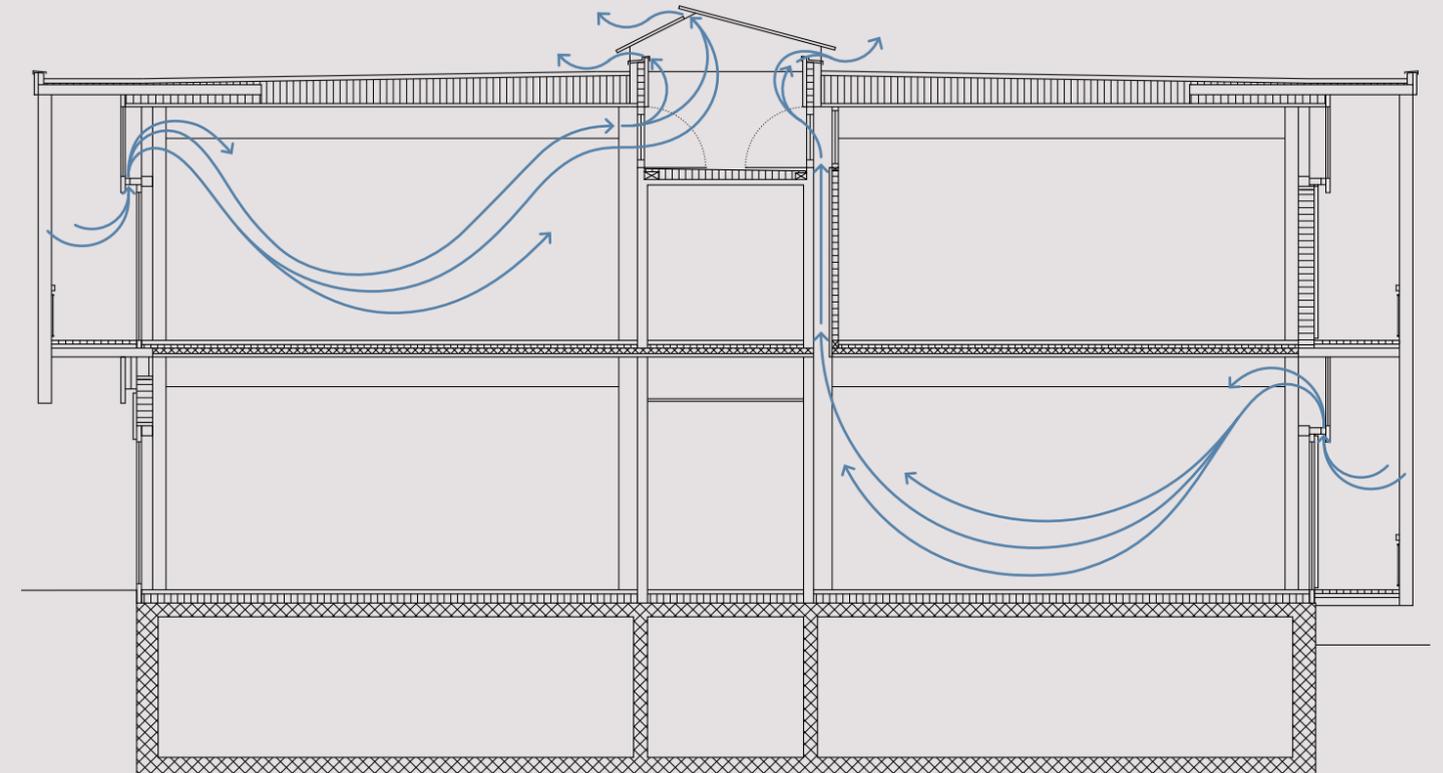
Praxisbeispiel Lüftung des Landwirtschaftlichen Zentrums SG in Salez

Die Nutzenden des Neubaus am Landwirtschaftlichen Zentrum SG in Salez lüften die Schulräume von Hand. Sie nutzen das physikalische Prinzip der Auftriebslüftung, auch als Kamineffekt bekannt, auf ausgeklügelte Weise. Der Kämpferbereich der Fenster liegt auf rund drei Metern Höhe. Dort sind die manuellen Lüftungsklappen eingebaut, durch die frische Außenluft in die Räume strömt. Die Klappen werden im Frühling geöffnet und im Herbst geschlossen. Entlang der Mittelachse und in Längsrichtung des Neubaus erstreckt sich der Korridor. Darüber verläuft ein horizontaler, begehbare Lüftungsschacht außerhalb der thermischen Gebäudehülle. Die Fenster zwischen den Schulräumen und diesem Lüftungsschacht in drei bis vier Metern Höhe bedienen die Nutzenden von Hand mit einer Kurbel über einen Seilzug. Öffnen sie die Fenster, entsteht dank des Kamineffekts und den vorherrschenden Winddruckverhältnissen eine Querlüftung des Raums ohne den Einsatz von elektrischen Antrieben.

Das funktioniert insbesondere deshalb gut, weil der Neubau auf einer weitestgehend unbebauten Ebene steht und keinen nennenswerten Immissionen ausgesetzt ist. Die verbrauchte Raumluft gelangt durch die Fenster in den Lüftungsschacht. Das offene Glasdach darüber lässt die Luft nach draußen strömen und schützt den Lüftungsschacht vor Nässe. Dieses Lüftungssystem versorgt das Gebäude nicht nur mit Frischluft. Ein weiterer Vorteil ist die passive Kühlung (auch Free cooling genannt) in den Übergangsmonaten von Frühling zu Sommer und von Sommer zu Herbst tagsüber und im Sommer nachts.



Landwirtschaftliches Zentrum SG in Salez
Kurbel Mechanismus Lüftungsschacht



Physikalisches Prinzip Auftriebslüftung

Erzeugung – Warmwasser

Zentrale Warmwasserbereitung

Bei der zentralen Warmwasserbereitung werden alle Zapfstellen eines Hauses von einer zentralen Stelle versorgt. Die zentrale Warmwasserbereitung kann durch den Wärmeerzeuger der Heizung oder durch einen eigenständigen Speichererwärmer erfolgen. Es sind somit viele verschiedene Energieträger einsetzbar.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Bei hohen Komfortansprüchen und hohen Warmwassermengen, kann die Gesamtenergiebilanz günstiger sein als bei einer dezentralen Versorgung. Es werden insgesamt weniger Geräte benötigt. Außerdem kann die Warmwasserbereitung auch durch regenerative Energieträger, wie Biomasse oder Solarenergie, erfolgen.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Im Vergleich zu einer dezentralen Warmwasserbereitung werden mehr Warmwasserleitungen und ggf. Zirkulationsleitungen benötigt. Dies hat einen höheren Installationsaufwand und höhere Leitungsverluste und Betriebskosten zur Folge. Auf die Gefahr der Keimbildung ist bei einer zentralen Warmwasserbereitung stärker zu achten. Wird ein Warmwasserspeicher installiert, braucht dieser auch den entsprechenden Platz.

Dezentrale Warmwasserbereitung

Bei der dezentralen Warmwasserbereitung wird das Wasser direkt an der benötigten Stelle erhitzt. Hierfür können Durchlauferhitzer oder Warmwasserspeicher (umgangssprachlich Boiler) verwendet werden. Als Energiequelle wird meist Strom oder Gas verwendet. Bei der wohnungszentralen Warmwasserbereitung, einer besonderen Form der dezentralen Warmwasserbereitung, wird die gesamte Wohnung mit einem leistungsstarken Warmwasserspeicher oder Durchlauferhitzer versorgt. Möglich sind hier auch Frischwasserstationen, die über die Heizungsverteilleitungen mit Wärme versorgt werden.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Im Vergleich zur zentralen Warmwasserbereitung wird bei der dezentralen Warmwasserbereitung nur eine Kaltwasserleitung benötigt. Dadurch entstehen keine Leitungsverluste und der Installationsaufwand ist an dieser Stelle geringer. Auch die Abrechnung in Mehrfamilienhäusern kann sich mit solchen Systemen einfacher gestalten.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Es werden deutlich mehr Geräte benötigt, die installiert und gewartet werden müssen.

Frischwasserstation

In Frischwasserstationen wird mit Wärme aus dem Heizungssystem Trinkwasser mit dem Durchlauferhitzerprinzip erwärmt. Das heißt, dass das Warmwasser immer dann erzeugt wird, wenn dieses gebraucht wird. Dies geschieht entweder direkt am Pufferspeicher der Heizung oder wohnungszentral.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Je näher die Frischwasserstation an den Zapfstellen ist, umso kleiner ist das Warmwassernetz. Auf Zirkulationsleitungen kann häufig verzichtet werden. Es erfolgt keine Bevorratung von Warmwasser, das Wasser wird bedarfsabhängig erzeugt. Deshalb ist auch die Trinkwasserhygiene hinsichtlich einer Keimbildung nicht gefährdet.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Auf Grund der Verkalkungsgefahr des Wärmetauschers sind regelmäßige Wartungen erforderlich. Alternativ kann auch eine Enthärtungsanlage eingebaut werden, die allerdings auch gewartet werden muss und einen Kostenfaktor darstellt.

Wärmepumpen-Boiler

Bei diesem System erfolgt die Warmwasserbereitung dezentral mit einem Wärmepumpen-Boiler pro Wohneinheit. Als Wärmequelle verwenden Wärmepumpen-Boiler entweder das Heizungswasser von Niedertemperatur-Heizungssystemen, die Abluft aus einem Lüftungssystem oder die Außenluft über Wanddurchlässe. In Kombination mit dem Niedertemperatur-Heizungssystem arbeiten die Wärmepumpen-Boiler im Kaskadenprinzip. Das System arbeitet im Kaskadenprinzip. Eine zentrale Wärmepumpe stellt Wärme auf Niedertemperatur-Niveau (30 bis 35 °C) für die Heizung und die dezentralen Wärmepumpen-Boiler zur Verfügung. Die Niedertemperaturwärme wird dann mithilfe der dezentralen Wärmepumpen-Boiler zur Bereitung des Warmwassers auf Hochtemperatur-Niveau (45 bis 50 °C bzw. 60 °C zur thermischen Desinfektion in der Regel einmal pro Woche) gebracht.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Im Vergleich zu elektrischen Durchlauferhitzern wird der Strom in einer Wärmepumpe deutlich effizienter genutzt (siehe auch Kapitel Wärmepumpe).

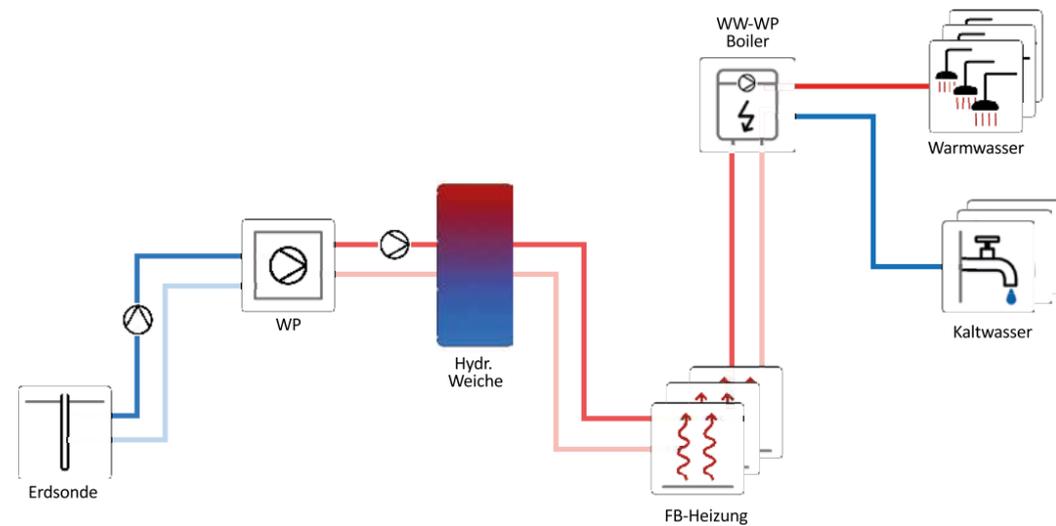
Nachteile aus Low-Tech Sicht

In großen Wohngebäuden mit mehrheitlich kleinen Wohneinheiten können sich durch die vielen benötigten Wärmepumpen-Boiler höhere Investitionskosten als bei anderen Warmwasserbereitungssystemen ergeben. Zudem wird in den Wohneinheiten Platz für den Wärmepumpen-Boiler benötigt, vorzugsweise in einem separaten Abstellraum, um den Schallpegel in der restlichen Wohnung bei Betrieb zu minimieren.



Praxisbeispiel Pilotprojekt Viertel hoch Zwei

In jeder Wohnung wird ein dezentraler Wärmepumpen-Boiler mit 150 Liter Speicher zur Warmwasserbereitung eingesetzt, welche einen separaten Rohrkreislauf in der Mitte der aktivierten Decke als Quelle nutzt. Zirkulations- und Verteilverluste für die Bereitstellung von Warmwasser sind nicht gegeben, da das Warmwasser in jeder Wohnung separat erzeugt wird. Ein dezentraler Wärmepumpen-Boiler ist im Badezimmer jeder Wohnung situiert und besitzt eine maximale elektrische Aufnahmeleistung von 500 W bei einer Warmwasser-Solltemperatur von 60 °C.



Einbindung der dezentralen Wärmepumpen-Boiler in den Heizkreis

In den Sommermonaten, in welchen die Heizung sowie die zentrale Wärmepumpe im Normalfall nicht benötigt werden, kann das Heizungswasser durch die Warmwasserbereitung bis auf ca. 18 °C abgekühlt werden. Dieses abgekühlte Heizungswasser kann in der Flächenheizung zur sommerlichen Kühlung des Gebäudes genutzt werden. Die zentrale Wärmepumpe stellt in dieser Zeit sicher, dass die Temperatur des Heizungswassers nicht unter 18 °C abfällt, da ansonsten im Fall einer Fußbodenheizung Kondensatfeuchte im Fußbodenaufbau anfallen könnte.

Die Vorteile der dezentralen Warmwasserbereitung mit Wärmepumpen-Boiler sind die Vermeidung von hohen Wärmeverlusten durch die Verteilung von zentral bereitetem Warmwasser sowie für die Raumkühlung nutzbare Kühlenergie in den Sommermonaten. Zudem ist keine gesonderte Warmwasserabrechnung inklusive Warmwasserzähler notwendig, da der bezogene Wärmebedarf mithilfe der wohnungsweisen Wärmemengenzähler erfasst wird und der Strombedarf der Wärmepumpen-Boiler über den jeweiligen Stromzähler der Wohneinheit abgerechnet wird. Der Nachteil dabei ist, dass pro Wohneinheit ein einzelner Wärmepumpen-Boiler eingesetzt wird, für welchen Wartungs- und Instandhaltungsaufwand anfällt und welcher im Betrieb eine Schallbelastung für den Wohnraum darstellt.

Erzeugung – Kälte

Die sommerliche Überhitzung sollte durch aktiven Sonnenschutz oder durch bauliche Maßnahmen vermieden werden. Doch dies reicht, insbesondere bei Gebäuden mit hohen internen Gewinnen, nicht immer aus. Bei diesen Gebäuden kann eine aktive Kälteerzeugung notwendig sein. In Gebäuden mit geringen internen Gewinnen sind passive Kühlmaßnahmen wie beispielsweise Nachtauskühlung mit Fensterquerlüftung oder Direktnutzung von vorhandenen Kältequellen (Erdsondenanlagen, Grundwasserbrunnen etc.) oft ausreichend.

Nachtauskühlung – Free cooling

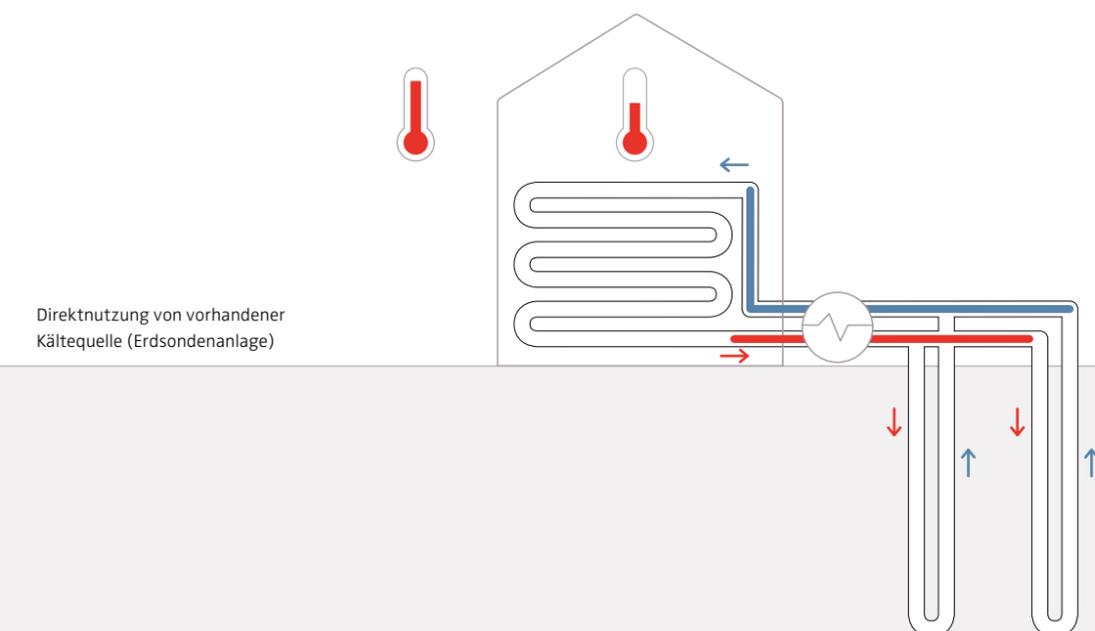
Im Sommer ist es durch die steigende Anzahl heißer Tage wichtig, die über den Tag angefallene Wärme über die Nacht wieder aus dem Gebäude abzuführen. Dazu kann aus Effizienzgründen auf die Nachtauskühlung zurückgegriffen werden. Sie nutzen das physikalische Prinzip der Auftriebslüftung, auch als Kamineffekt bekannt. Dort werden z.B. Lüftungsklappen eingebaut, durch die kühle Außenluft in die Räume strömt. Die Klappen werden im Sommerhalbjahr nachts geöffnet um eine Durchspülung des gesamten Luftraums im Gebäude zu ermöglichen. Sollte der natürliche Kamineffekt nicht ausreichen sind auch Ventilatoren zur Unterstützung des Effekts möglich.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Es ist eine energieeffiziente Möglichkeit die sommerliche Aufheizung des Gebäudes zu reduzieren.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Die Nachtauskühlung ist sehr stark abhängig von der Bedienung der Nutzenden. Der Einsatz in Nichtwohngebäuden ist deshalb nur eingeschränkt möglich, da die Nutzung oftmals nur während des Tages erfolgt. Die Einbruchssicherheit kann je nach Situation nicht gewährleistet werden. Hier muss ein tragfähiges Konzept entwickelt werden. Auch die Wetterabhängigkeit, z.B. bei plötzlich auftretenden Gewittern außerhalb der Betriebszeit, muss mit eingeplant werden.



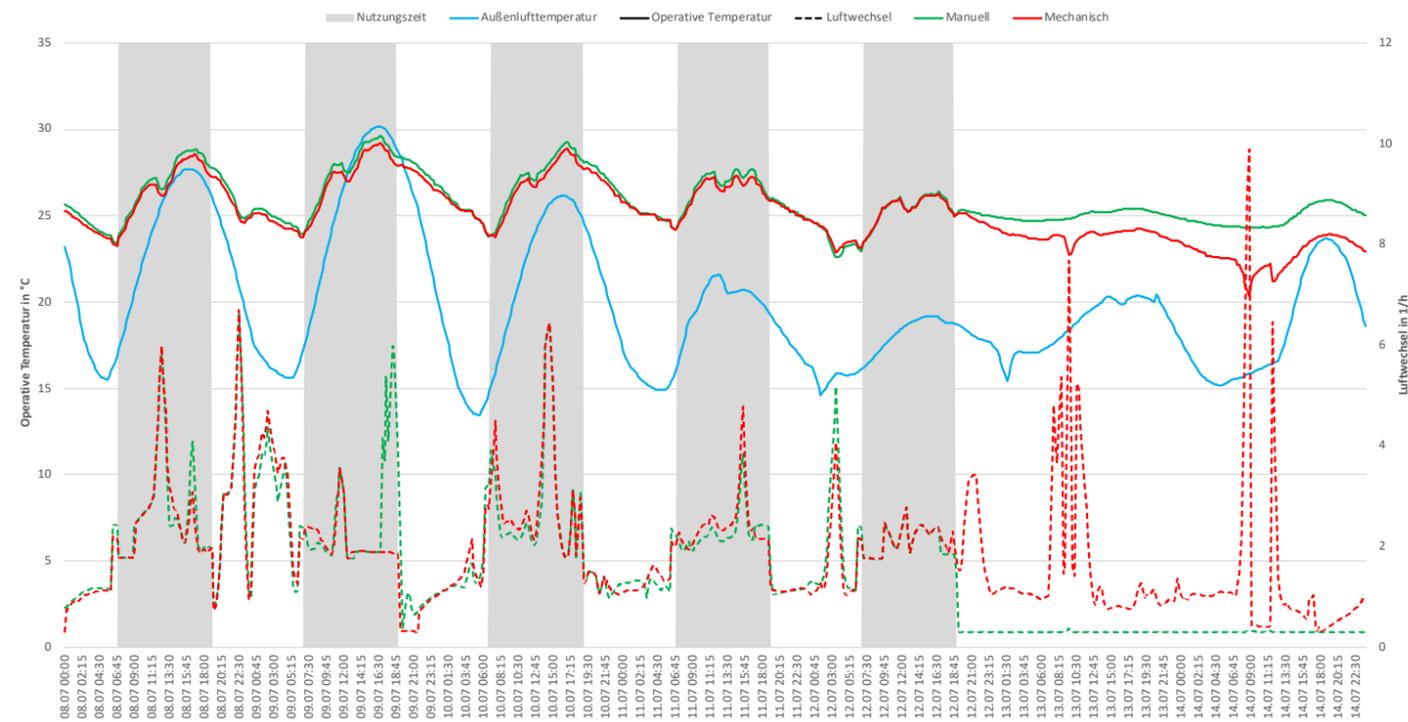
Direktnutzung von vorhandener Kältequelle (Erdsondenanlage)



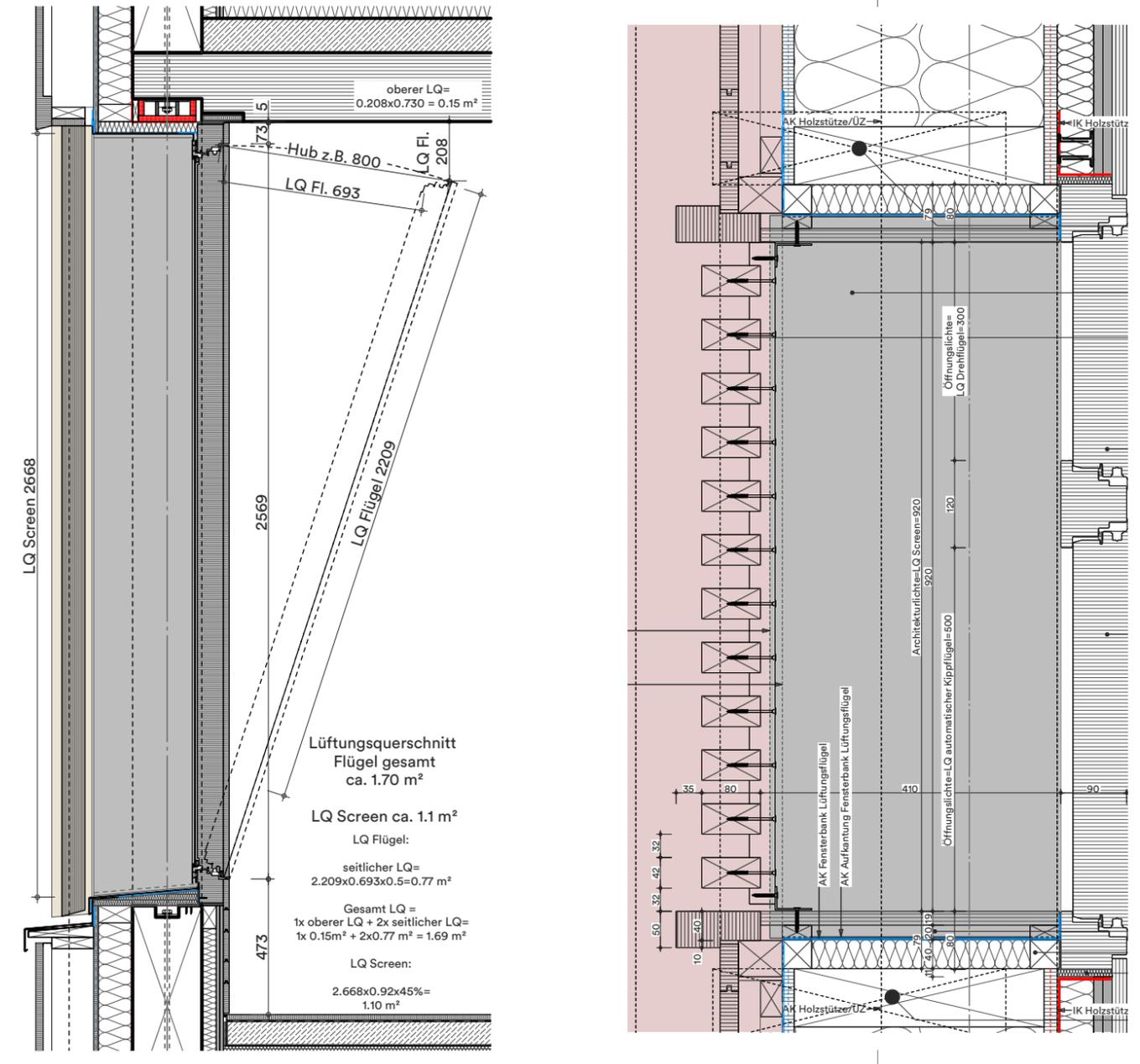
Praxisbeispiel Nachtlüftungsflügel Schulzentrum Hittisau

Da beim Pilotprojekt Schulzentrum in Hittisau weniger Gebäudetechnik als üblich zum Einsatz kommen soll, wurde beschlossen, die Lüftungsanlage des Gebäudes nur auf die normale Schulnutzung auszulegen und bei abweichender Nutzung (z.B. Schulfest) zusätzlich über die Fenster zu lüften. Aufgrund des minimal ausgelegten Luftvolumenstroms kann die Lüftungsanlage im Sommer nicht für eine maschinelle Nachtauskühlung genutzt werden. Um den Einsatz einer aktiven Kühlung zu vermeiden, wurde eine natürliche Nachtquerlüftung im Gebäude mithilfe des Simulationsmodells untersucht.

Das nachfolgende Diagramm zeigt die Außenlufttemperatur und die simulierte operative Innenraumtemperatur eines kritischen Raumes der Schule Hittisau für ein rein manuelles und ein mechanisch zu öffnendes Lüftungselement sowie deren Luftwechselraten für die Kalenderwoche 28 (8. bis 14. Juli). Die Temperaturen sind dabei als durchgezogene Linien und die Luftwechselraten als gestrichelte Linien dargestellt. Die Nutzungszeit ist als grau hinterlegte Bereiche gekennzeichnet.



Operative Innenraumtemperatur und Luftwechselrate, Kalenderwoche 28



Schnitt rein manuell zu öffnendes Lüftungselement und Doppelflügelement (ein Flügel wird manuell, der andere mechanisch geöffnet)

Das starke Aufheizverhalten des Raumes mit Beginn der Nutzungszeit aufgrund der Personenbelegung ist bei beiden Lüftungselementen ähnlich und klar ersichtlich. Das mechanisch gesteuerte Lüftungselement kann die operative Temperatur des Raumes auf einem etwas geringeren Temperaturniveau halten, da es entgegen dem manuell zu öffnenden Lüftungselement flexibler auf die Änderung der Außentemperatur reagieren kann. Das ist vor allem am Wochenende relevant, da hier bei der manuellen Variante entschieden wurde die Lüftungselemente das gesamte Wochenende geschlossen zu halten.

Ursprünglich war geplant, rein manuell zu öffnende Lüftungselemente einzusetzen, welche vom Reinigungspersonal in den Sommermonaten am Abend zur Nachtquerlüftung geöffnet werden. Im Zuge der Planungsphase wurde jedoch entschieden, mechanisch zu öffnende Lüftungselemente einzusetzen, da die Regensicherheit und tatsächliche Auskühlung (Temperaturdifferenz zwischen Außen und Innen) mit dem gesteuerten Element zuverlässiger funktioniert als die ursprüngliche rein manuelle Lösung.

Die mechanischen Fensterelemente dürfen aufgrund der Einklemmgefahr gemäß Vorgaben der Gebäudenutzenden nur außerhalb der Nutzungszeit geöffnet und geschlossen werden. Da in diesem Zeitraum trotzdem ein Lüftungsflügel geöffnet werden soll, wurde im Planungsteam beschlossen, ein Doppelflügelement einzusetzen, von dem ein Flügel manuell und der andere mechanisch geöffnet werden soll.

Kompressionskältemaschine

Eine Kompressionskältemaschine nutzt die Verdampfungswärme bei Wechsel des Aggregatzustandes eines Kältemittels von flüssig zu gasförmig. Sie sind in den meisten Kühlschränken zu finden und werden auch für die Gebäudeklimatisierung eingesetzt. Eine Wärmepumpe kann, wenn sie entsprechend dafür ausgerüstet ist, statt zum Heizen auch zum Kühlen verwendet werden. Der physikalische Prozess ist beim Heizen und Kühlen der gleiche, einmal wird jedoch die warme und einmal die kalte Seite genutzt. Aus Low-Tech Sicht sollten Gebäude möglichst so gebaut sein, dass sie keinen technischen Kühlbedarf mehr besitzen. Auf eine Kompressionskältemaschine könnte dann verzichtet werden.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Wenn ohnehin eine Wärmepumpe zum Heizen verbaut ist, so kann diese bei entsprechender Planung auch zum Kühlen verwendet werden.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Wird eine separate Kompressionskältemaschine eingebaut und nicht eine ohnehin vorhandene Wärmepumpe genutzt, stellt dies eine zusätzliche Anlage mit Wartungsaufwand und Betriebskosten dar. Es soll durch Fehler in Planung oder Steuerung auch schon vorgekommen sein, dass Gebäude gleichzeitig gekühlt und geheizt werden, wodurch sinnlos Energie verbraucht wird.

Verdunstungskühlung

Die Verdunstungskühlung kann in Kombination mit einer Raumlüftungstechnik-Anlage eingesetzt werden. Sie nutzt den Effekt, dass verdunstende Flüssigkeit (in der Regel Wasser) der Umgebung Wärme entzieht. Da die dabei entstehende Feuchtigkeit allerdings nicht in das Gebäude gelangen soll, wird die Abluft befeuchtet und auf diese Weise gekühlt. Die Abluft kühlt dann in einem Wärmetauscher die einströmende Zuluft. Um die Verdunstungskühlung nutzen zu können muss eine Raumlüftungstechnik-Anlage mit Wärmerückgewinnung vorhanden sein.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Sehr einfaches Prinzip mit sehr geringem Energiebedarf.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Durch die Feuchte, die sich im Gerät niederschlagen kann, ist ein erhöhter Wartungsaufwand zu erwarten. Außerdem muss entmineralisiertes Wasser bereitgestellt werden.

Erzeugung – Elektrische Energie

Photovoltaikanlage

Photovoltaikanlagen gibt es in verschiedenen Konfigurationen. Zentrale Elemente sind die Photovoltaikmodule und der Wechselrichter. Optional gibt es Batteriespeichersysteme, um den Eigenverbrauch zu erhöhen.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Dezentrale Stromproduktion am eigenen Gebäude fördert die Unabhängigkeit von der Versorgungsinfrastruktur und die Abkehr von fossilen Brennstoffen. Schon nach wenigen Jahren hat sich eine Photovoltaikanlage in Mitteleuropa energetisch amortisiert. Photovoltaikanlagen lassen sich gut in die Architektur integrieren und können unter Umständen Dacheindeckung oder Fassadenbekleidung ersetzen.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Zur Herstellung werden Ressourcen gebraucht.

Brennstoffzelle

Eine Brennstoffzelle wandelt Wasserstoff in einem chemischen Prozess in elektrische Energie und Wärme um. Derzeit am Markt verfügbare Brennstoffzellen verwenden Erdgas als Wasserstoffquelle.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Ähnlich wie bei einem Blockheizkraftwerk ist es sinnvoll einen Energieträger nicht nur in Wärme umzuwandeln, sondern auch elektrische Energie zu erzeugen. In einer Brennstoffzelle gibt es kaum bewegliche Teile und damit auch einen geringeren Wartungsaufwand.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Wegen der relativ kleinen Leistungen, wird neben einer Brennstoffzelle, oft noch ein Spitzenlastkessel benötigt, um den Wärmebedarf voll decken zu können. Beim Betrieb einer Brennstoffzelle sollte darauf geachtet werden, dass sowohl Strom als auch Wärme gebäudeintern verbraucht werden können.

Verteilung – Wärme

Heizkreise

Es gibt Hoch- und Niedertemperaturheizkreise und davon wiederum Heizkreise mit konstanter oder Außentemperaturgeregelten Vorlauftemperaturen. Je nach Nutzung wird der passende Typ mit der entsprechenden Vorlauftemperatur gewählt.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Einfaches Standardsystem.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Bei falsch ausgewählter oder nicht angepasster Hydraulik sinkt die Effizienz deutlich. Deshalb müssen insbesondere hydraulische Weichen oder Bypässe kritisch hinterfragt werden.

Verteilung – Lüftung

Lüftungskanäle

Die Lüftungskanäle verteilen die Luft vom Lüftungsgerät in die Räume. Dabei ist ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Luftmengen, Druckverlusten und Platzbedarf zu wählen. Die Zuluft sollte möglichst waagrecht in die wärmste Raumzone (meistens unter der Decke) eingeblasen werden.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Einfaches System.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Dynamische Volumenstromregler, Fensterkontakte, CO₂-Sensoren und weitere Steuerungsgeräte können aus einem eigentlich einfachen System eine High-Tech Anlage machen.



Praxisbeispiel Vergleich Lüftungsanlagen in Kindergärten

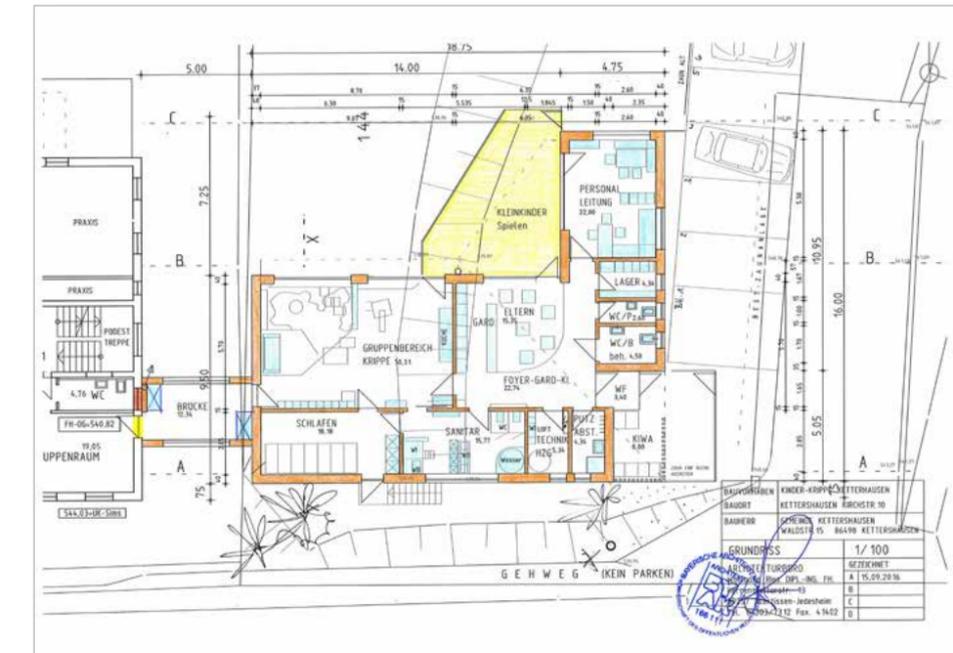
Generell heißt Low-Tech nicht, dass auf die Lüftung verzichtet werden soll. Denn in vielen Fällen ist diese zur Vermeidung von Feuchteschäden erforderlich, sichert eine gute Raumluftqualität und reduziert die Lüftungswärmeverluste. Jedoch ist es sinnvoll, die eingesetzte Technik auf ein erforderliches Maß zu reduzieren. Eine kleine Übersicht und Anregungen sind diesem Kapitel zu entnehmen.

Bei den im Rahmen des Förderprojekts begleiteten Kindergärten wurden unterschiedliche Lüftungsanlagen geplant und ausgeführt. Diese weisen deutliche Unterschiede in der Grundkonzeption, den vorgesehenen Luftmengen und den Investitionskosten auf.

Kinderkrippe Kettershausen

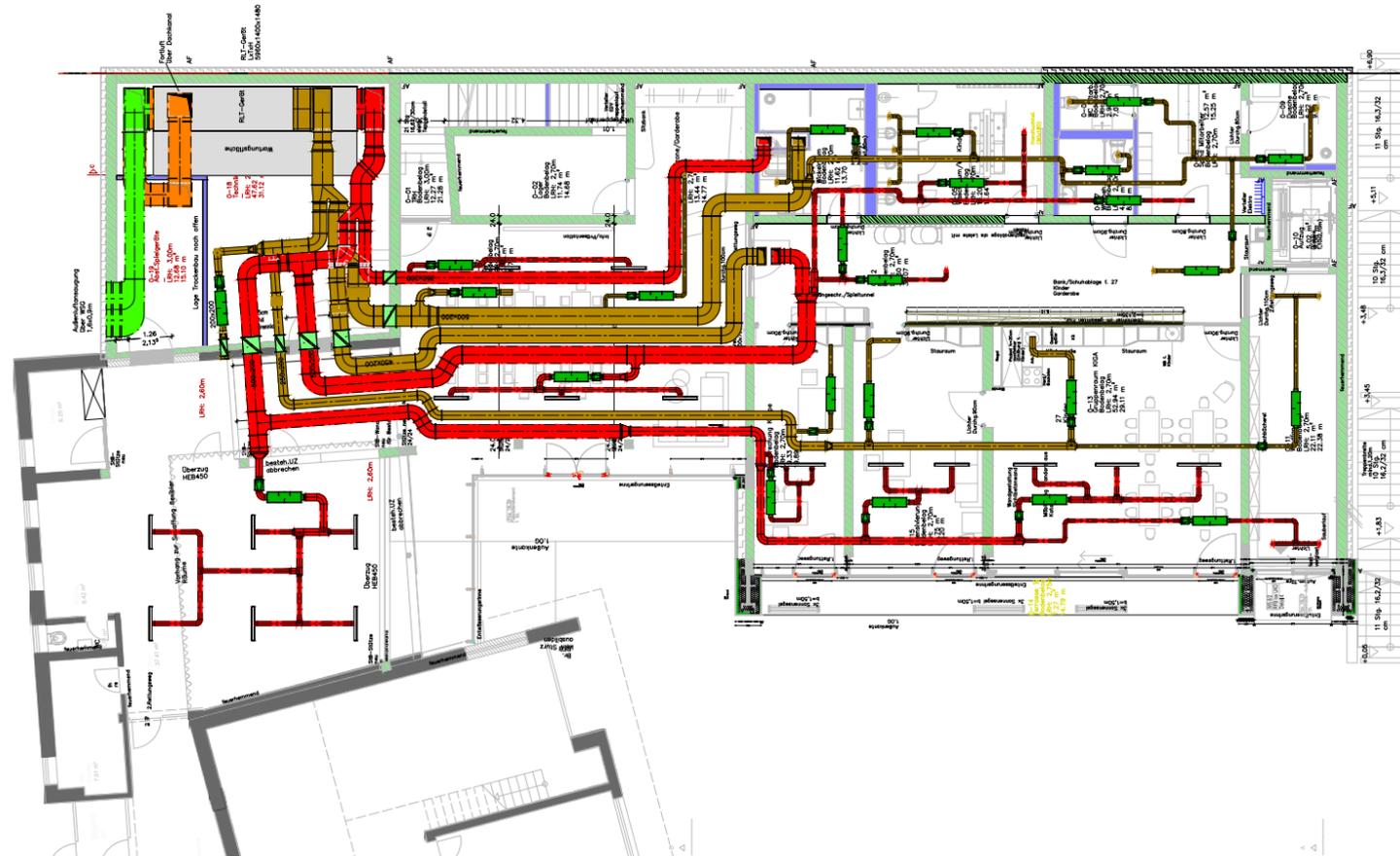
Beim Neubau der Kinderkrippe wurden dezentrale Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung in den Außenwänden der Aufenthaltsräume eingebaut. Für die Überströmung zwischen den Räumen wurden Elemente in die Innenwände eingebaut. In den Sanitärräumen sind einfache Abluftventilatoren vorhanden. Es konnte komplett auf ein Kanalnetz verzichtet werden.

Messungen in der bereits fertig gestellten Krippe haben ergeben, dass im Gruppenraum eine sehr gute Raumluftqualität vorherrscht. Im Messzeitraum lag die CO₂-Konzentration zu 82% im Bereich des von der Norm als "hohe Raumluftqualität" bezeichneten Bereichs IDA 1. Der CO₂-Gehalt der Raumluft lag unter 800 ppm (parts per million), weit unter der als Grenzwert gesehenen "Pettenkofer"-Grenze von 1.000 ppm.



Kindergarten Betzigau

Der Kindergarten Betzigau wird über eine zentrale Lüftungs-Anlage mit Wärmerückgewinnung belüftet. Das Lüftungsgerät ist in einem Technikraum im Erdgeschoss aufgestellt, die Fortluft bzw. Außenluft wird über Lüftungstürme auf dem Dach der Technikzentrale geführt. Die Zuluft kann nachgeheizt werden und wird mit verzinkten Blechanälen und Wickelfalzrohren verteilt, die in den abgehängten Decken verlegt werden. In den Gruppen- und Aufenthaltsräumen wird die Zuluft über Schlitzauslässe, in den Neben- und Sanitärräumen mit Tellerventilen eingeblasen. Die Abluft wird über Schattenfugen in offene Kanal-Enden abgeführt. In den Sanitärräumen wird die Abluft über Tellerventile abgesaugt. Die Luftmengen werden über Konstantvolumenstromregler eingestellt.



Kindergarten Halde Nord

Beim Neubau des Kindergartens Halde Nord wird eine Lüftungsanlage mit stark reduziertem Kanalnetz realisiert. Die Zuluft wird zentral an einem Punkt im Gebäude im Flurbereich eingeblasen. Die Verteilung der Zuluft erfolgt über die Flure. Die Absaugung der Abluft erfolgt in den Gruppenräumen. zum Teil werden Räume überströmt, dafür sind in den Zwischenwänden schallgedämmte Überströmöffnungen mit fest eingestellten Volumenstromreglern vorhanden. Dadurch konnte 50% des Kanalnetzes eingespart werden. Durch geringe Luftmengen und die Einblassituation der Zuluft kann auf eine Nachheizung der Zuluft verzichtet werden.

Messungen bei einer Kemptener Schule, mit einem vergleichbaren realisierten Lüftungssystem, ergaben, dass die Raumluft zu 70 – 90% im Bereich IDA 1 d.h. unter 800 ppm CO₂ liegt.



Kriterium	Kindergarten Betzigau		Kinderkrippe Ketershausen		Kita Halde Nord	
Konditionierte Fläche (von der Lüftungsanlage versorgte Fläche):	875 m ²		150 m ²		1.410 m ²	
Konditioniertes Raumvolumen (s.o.)	2.225 m ³		321 m ³		4.780 m ³	
Luftmenge pro Nutzendem:	k. A. m ³ /h pro Erw.	k. A. m ³ /h Kind	18 m ³ /h Erw.	12 m ³ /h pro Kind	20 m ³ /h Erw.	15 m ³ /h pro Kind
Anzahl Nutzende (Annahme)	15 Erwachsene	80 Kinder	3 Erw	6 Kinder		
Luftmenge gesamt	4.500 m ³ /h		240 m ³ /h		2.350 m ³ /h	
Luftmenge pro Nutzendem (gesamt):	32 m ³ /h		13 m ³ /h			
Lüftungsstufe (Minimallüftung)	500 m ³ /h Minimum	17%	75 m ³ /h	31%	-	-
Lüftungsstufe (Standardlüftung)	3.000 m ³ /h Standard	100%	240 m ³ /h	100%	2.350 m ³ /h	100%
Lüftungsstufe (Maximallüftung)	4.500 m ³ /h Maximal	150%	390 m ³ /h	162%	-	-
Angestrebte Luftqualität (IDA1,2,3,4 / ppm über Aussenluft)	IDA 4	< 1.400 ppm			IDA 3-4	< 1.500 ppm
Installierte Leistung Lüftungsgerät(e) (elektrische Leistungsaufnahme)	Ca. 3 kW		0,01 kW/Gerät	0,06 kW gesamt	1,831 kW	
Investitionskosten total [€] RLT-Anlagen	120.000 €	142.800 €	11.507 €	13.693 €	60.000 €	71.400 €
Investitionskosten pro m ² Nutzfläche [€]	Ca. 140 €/m ²	163 €/m ²		91 €/m ²	43 €/m ²	51 €/m ²
Investitionskosten Gerät	Ca. 32.000 € netto		6.700 €	7.973 €	34.000 € netto	
Investitionskosten Kanalnetz	Ca 40.000 € netto		-		37.000 € netto	
Investitionskosten für Überströmungen (Bauteile)	Ca 33.000 € netto		275 €		23.000 € netto	
Jährliche Wartungskosten ca.	n.n. €		25 €/Gerät			
Länge Kanalnetz	343 m		kein Kanalnetz		~80 m Zuluftleitungen	~300 m Abluftleitungen



Lüftungsanlage

Fazit

Lüftungsanlagen sind für eine gute Raumluftqualität in Kindergärten notwendig. Die Erfahrung zeigt, dass die Luftmengen sowie die technische Ausgestaltung oft überdimensioniert sind. Die Investitionskosten und die spätere Akzeptanz der Nutzenden hängen stark von einer intelligenten Planung ab.

Konzepte mit reduziertem Kanalnetz, wie z.B. die Lüftungsanlage in Kindergarten Halde Nord, bieten tragfähige Konzepte mit niedrigen Investitions- und Betriebskosten.

Low-Tech Empfehlung: 15 m³/h pro Person sind vollkommen ausreichend für gute Luftqualität.

Die DIN-Norm 13779 gibt viel zu hohe Luftmengen vor.

Verteilung – Warmwasser

Zirkulationsleitung

Bei zentralen Warmwasserversorgungssystemen sind die Zapfstellen oft weit von der Wärmeerzeugung entfernt. Ohne Zirkulationsleitung kühlt das Warmwasser in den Leitungen zwischen zwei Zapfvorgängen immer wieder ab. In einer Zirkulationsleitung wird das Warmwasser zwischen Wärmeerzeugung und Zapfstelle von einer Pumpe ständig im Kreis gepumpt. Dadurch ist bei den Zapfstellen ständig warmes Wasser verfügbar. Durch eine Zirkulationsleitung kann Wasser gespart werden, da bei einer Warmwasserzapfung nicht so viel abgekühltes Wasser ungenutzt abfließen muss. Durch eine schnelle Warmwasserbereitstellung ist der Komfort deutlich besser.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Durch die Zirkulation sind die Leitungsverluste deutlich höher. Außerdem wird durch die Zirkulationspumpe elektrische Energie verbraucht. Der Installations- und Materialaufwand ist zudem höher als bei Verzicht auf eine Zirkulationsleitung.

Übergabe Wärme

Heizkörper

Heizkörper erwärmen den Raum durch Konvektion und Strahlung, wobei in der Regel der Strahlungsanteil eine untergeordnete Rolle spielt.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Heizkörper sind sehr robust, reaktionsschnell und langlebig.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Heizkörper benötigen ein höheres Temperaturniveau als beispielsweise Flächenheizungen. Durch die daraus resultierende höhere Rücklauftemperatur sinkt der Wirkungsgrad von Brennwertkesseln, Solarthermieanlagen und Wärmepumpen. Bei fehlendem hydraulischem Abgleich kann es zu einer ungleichmäßigen Wärmeverteilung und Strömungsgeräuschen kommen.

Luftheizung

In Gebäuden mit einem sehr niedrigen Energiebedarf kann in zentrale Lüftungsanlagen ein Heizregister eingebaut werden, das die gesamte benötigte Heizwärme zur Verfügung stellt. Hauptsächlich werden Luft-Nachheizregister aber zusätzlich zu einem klassischen Wärmeabgabesystem eingebaut, um befürchtete Zugerscheinungen durch die Lüftungsanlage zu verhindern (Vergleich mit Praxisbeispiel Schulsanierung Kapitel 2.4).

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Wenn ausschließlich über die Luft geheizt wird, kann auf zusätzliche Verteilsysteme und Heizflächen verzichtet werden. Die benötigte Technik ist damit sehr kompakt.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Bei alleinigem Heizbetrieb wird die Luft sehr oft zu trocken. Außerdem erhöhen sich die Betriebskosten durch die hohe Stromaufnahme des Ventilators, der meist auf maximaler Stufe laufen muss.

Flächenheizung

Flächenheizungen sind Strahlungsheizungen mit niedrigem Temperaturniveau. Sie können als Wand-, Decken- und Fußbodenheizungen ausgebildet sein.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Flächenheizungen benötigen durch die große Wärmeübertragungsfläche nur niedrige Vorlauftemperaturen. Dadurch können Wärmepumpen und Brennwertanlagen effizient arbeiten. Auch die Einbindung von Solarthermieanlagen ist effizienter. Bei Integration der Heizung in Boden oder Decke können Räume im Vergleich zu mit Heizkörpern beheizten Räumen flexibler möbliert werden.

Bauteilaktivierung

Bei der Bauteilaktivierung werden massive Bauteile, wie zum Beispiel Betondecken für die Wärmespeicherung und Wärmeübertragung an den Raum genutzt.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Statische Bauteile können aktiv zur Grundbeheizung oder Kühlung von Gebäuden verwendet werden.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Wenn z.B. Rohrleitungen in Beton eingegossen werden vermindert dies die Recyclingfähigkeit. Umbau und Wartung der Bauteilaktivierung ist nur schwer möglich. Es werden in den meisten Fällen noch zusätzliche Wärmeübergabesysteme, die schneller reagieren können, benötigt.



Praxisbeispiel Stampflehm-Speicher bei Werkhalle Martin Rauch

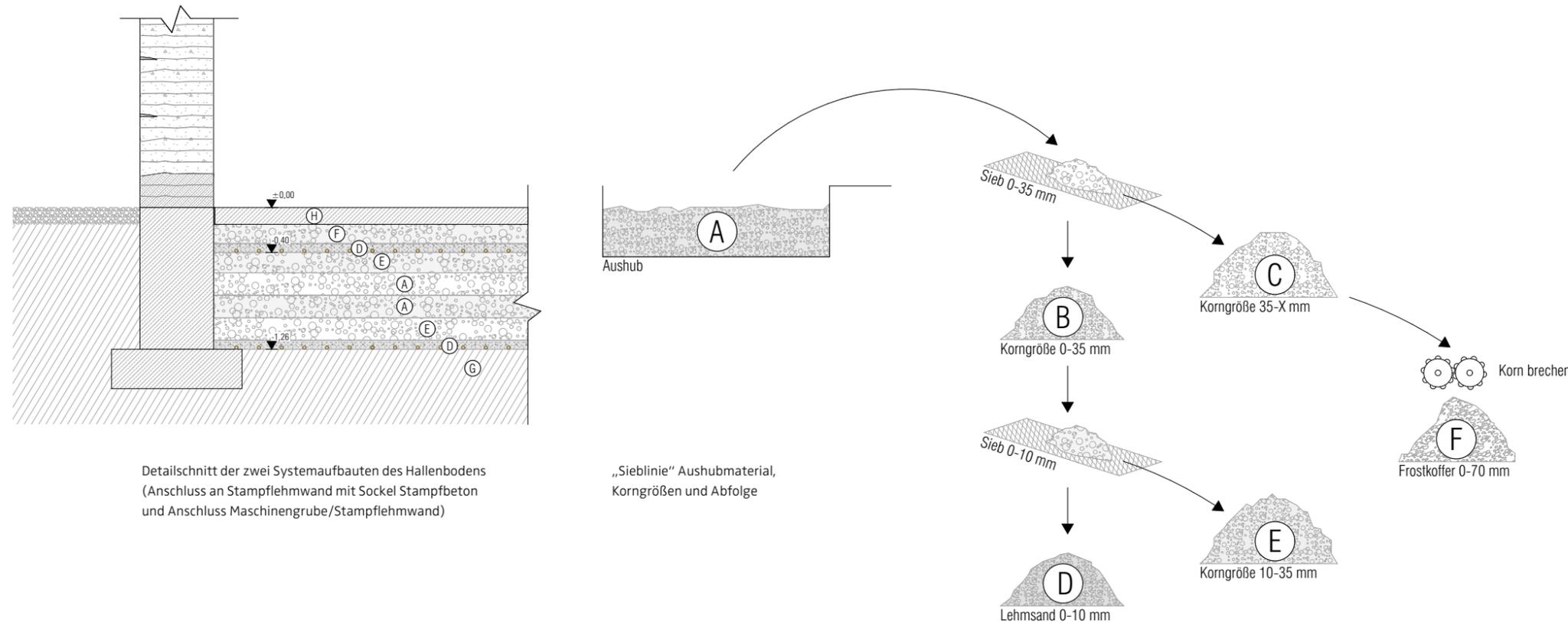
Das System der Solarthermie mit Bauteilaktivierung wurde seit dem Pilotprojekt Metzler weiterentwickelt und wurde im Frühjahr 2020 beim Neubau der Werkstatthalle des Lehm- und Pioniers in Schlins in Vorarlberg verbaut. So konnte eine zweite Betonplatte für die Bauteilaktivierung durch das vereinte Know How entfallen und so der Grauenergieeinsatz weiter reduziert werden.

Zunächst lagerte das Aushubmaterial in großen Haufen am Bauplatz. Ein Teil wurde durch Sieben und Brechen mit den eigenen Maschinen direkt auf dem Bauplatz aufbereitet und schichtweise im gesamten Hallenboden direkt wieder eingebaut und verdichtet. Der Massenspeicher arbeitet mit zwei Leitungsebenen, einer auf gewachsenem Boden G auf -1,26 m und der zweite auf -0,40 m unter dem fertigen Hallenboden. Um die Leitungen voll zu umschließen und diese ihre volle Wirkung entfalten können, wurden sie rund 6 cm mit Lehmsand (0–10 mm) und Wasser eingeschlämmt – D.

Danach folgen 4 Schichten von je 20 cm Stärke. Mit gesiebt Material der Korngröße 10–35 mm für die unterste und oberste der 4 Schichten, werden zwei Schichten von unbearbeitetem Aushubmaterial von den Leitungen sicher ferngehalten, sodass größere Steine den Leitungen nichts anhaben können. Über der oberen, eingeschlämmt Leitungsebene wurde gebrochenes Material verdichtet, als Unterbau für den Hallenboden – eine 15 cm dicke Stahlbetonplatte.



Bauprozess in der bereits aufgerichteten Halle



Regelung und Steuerung

Regelung und Steuerung – Wärme / Lüftung / Kälte / Warmwasser

Zentrale Regelung

Bei der zentralen Regelung werden Heizzeiten nach Nutzung und Vorlauftemperaturen nach der Außentemperatur geregelt. Die Raumtemperatur wird über Thermostatventile gesteuert. Bei sehr gut gedämmten Gebäuden sollte die Vorlauftemperatur zusätzlich nach der Raumtemperatur geregelt sein.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Gängiges und flexibel den Anforderungen anpassbares System.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Die Regelungseinstellungen verbleiben oft auf Werkseinstellung und sind damit nicht optimal an das Gebäude angepasst. Zum Teil werden auch für die Montagesituation unpassende Thermostate verbaut. Die Folgen können ein höherer Energieverbrauch und verminderter Komfort sein.

Einzelraumregelung

Die Heizzeiten- und Temperaturregelung erfolgt raumweise. Sie ist sowohl Außen- als auch Innentemperaturabhängig. Die Regelung im Raum erfolgt durch elektrische Stellantriebe.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Diese Regelungsart ist besonders in größeren Gebäuden bei stark schwankenden Nutzungen sinnvoll.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Haltbarkeit von Stellmotoren und -antrieben in öffentlichen Bereichen ist durch Vandalismus gefährdet.

Gebäudeleittechnik

Die Gebäudeleittechnik ist eine zentrale und vernetzte Regelung für Heizung, Lüftung, Kühlung und Warmwasser. Sie erfolgt meist auf einem zentralen Rechner und kann über Bildschirme visualisiert werden.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Bei angepasster Planung und bei Ausschöpfung aller Möglichkeiten kann die Gebäudeleittechnik ein effizientes und wirtschaftliches System sein.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Die Anlagen bleiben oft bei den Standardeinstellungen und die vielfältigen Möglichkeiten für mehr Effizienz werden nicht vollumfänglich genutzt. Oftmals behindern auch unentdeckte Fehler und Fehlprogrammierungen einen effizienten Betrieb der Anlagen. Das Bedienungspersonal ist für diese komplexen Anlagen oft nicht ausreichend geschult.

Regelung und Steuerung

Elektrische Energie / Beleuchtung

Bussystem

In einem Bussystem können alle technischen Systeme der Haustechnik wie Beleuchtung, Beschattung, Heizung, Klima und Lüftung über eine gemeinsame Steuerleitung frei programmiert werden.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Es entstehen sehr flexible Systeme.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Die Bedienung eines Bussystems ist meist nicht intuitiv. Das System ist zudem sehr fehleranfällig und hat einen hohen Instandhaltungsaufwand. Zu den teuren Komponenten und damit hohen Investitionskosten kommt noch der Eigenstromverbrauch, der die Betriebskosten erhöht.

Raumweise Ein-/Ausschalter

Raumweise Ein-/Ausschalter sind herkömmliche Schalter, die zum Ein- oder Ausschalten der Beleuchtung dienen.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Die Beleuchtung über herkömmliche Ein-/Ausschalter zu steuern ist ein einfaches und bewährtes System, das wenig fehleranfällig ist und von den Benutzenden intuitiv verstanden wird.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Der Umbau von Räumen (z.B. Einfügen einer Trennwand) kann aufwendiger sein als beispielsweise mit einem Bussystem, da die Beleuchtung und die zugehörigen Schalter auf eine Position festgelegt sind.

Präsenzabhängige Steuerung

Die Beleuchtung wird durch Bewegungsmelder eingeschaltet und nach Ablauf einer gewissen Zeit wieder ausgeschaltet.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Durch das automatische Abschalten kann Energie gespart werden.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Nicht immer wird dieses System wirklich benötigt. Es kann in vielen Fällen auch darauf verzichtet werden.

Tageslichtabhängige Steuerung

Die Beleuchtungsstärke wird in Abhängigkeit des Tageslichtanteils im Raum gesteuert. Wahlweise kann dieses System auch zusätzlich mit einer präsenzabhängigen Steuerung versehen werden.

Vorteile aus Low-Tech Sicht

Durch diese Technik wird Energie eingespart.

Nachteile aus Low-Tech Sicht

Es werden Sensoren und eine recht aufwändige Steuerung benötigt. Oftmals wird dieses System auch mit einer Gebäudeleittechnik gekoppelt. Dadurch werden Wartung und Reparatur aufwendig.