

An aerial, isometric view of a school building layout. The building is composed of various rooms, including classrooms, a library, a music room with a piano, and a gymnasium. People are shown in various activities: sitting at desks, reading, playing instruments, and interacting in groups. The building is surrounded by trees and a paved area. The overall style is clean and modern, with a focus on open-plan spaces and flexible furniture arrangements.

SCHULBAU OPEN SOURCE

Planungswissen für
Innovationen im Schulbau

Kapitel:
HEIZEN UND TEMPERIEREN

INFO PLANUNGSWISSEN: STRUKTUR UND KRITERIEN

Jedes Projekt ist anders. Dafür sind die Fragen, die zu einer Entwurfsentscheidung führen, überall gleich. Die 26 Themen im Planungswissen beantworten diese Fragen: im Text entlang der folgenden Kriterien, im Bild in den anschließenden Isometrien.

Worum geht es?

Was ist die allgemeine Herausforderung bei diesem Thema – unabhängig vom aktuellen Pilotprojekt?

Kommunen müssen beim Bau von Schulen dringend auf neue pädagogische und organisatorische Anforderungen reagieren. Dabei gibt es bestimmte Herausforderungen, die standortübergreifend in der Planung zu lösen sind.

Ergebnisse Phase Null

Welche Anforderungen an die Planung aus der Phase Null liegen den Entscheidungen im Pilotprojekt zugrunde?

In der Phase Null werden die Voraussetzungen und Bedarfe ermittelt, die sich aus dem Standort und dem Programm der jeweiligen Schule ergeben. Die Empfehlungen aus der Phase Null sind die Basis für den späteren Entwurf.

Normen & Richtlinien

Welche Rahmenbedingungen aus Gesetzen und Normen gelten für das Projekt und wie werden sie angewandt und umgesetzt?

Viele geltende Richtlinien und Normen sind überholt. In jedem Projekt ist zu prüfen, wie vorhandene Vorgaben zu interpretieren und ggf. auch Ausnahmen durchsetzbar sind.

Wirtschaftlichkeit

Wie werden spezifische Anforderungen im Projekt wirtschaftlich und nachhaltig gelöst?

Kosteneffizienz ist für jeden Schulbau ein wichtiges Ziel. Dabei gibt es viele Wege, um Wirtschaftlichkeit im Projekt und entlang der Anforderungen zu realisieren.

Gestaltung

Welche ästhetischen, kulturellen und gestalterischen Aspekte prägen das Konzept?

Jede Schule ist ein kulturell und ästhetisch prägender Ort. Deshalb ist Gestaltung eine zentrale Qualität im Schulbau. Sie beeinflusst Wohlbefinden, Leistung und Verhalten und sagt viel über die Wertschätzung von Schule und Bildung in unserer Gesellschaft.

Referenzen

Welche Beispiele und Assoziationen aus anderen Projekten waren im Prozess anregend?

Auch wenn Innovation im Schulbau immer noch eine Herausforderung ist – interessante Vorbilder und Referenzen für Teillösungen gibt es überall. Wir nennen nur eine kleine Auswahl, die im Prozess tatsächlich eine Rolle gespielt hat. Ein Blick in die Geschichte und Gegenwart der Architektur von Schulen lohnt sich für jedes einzelne Projekt.

HEIZEN UND TEMPERIEREN: WORUM GEHT ES?

In der Diskussion um zukunftsweisendes, CO₂-neutrales Bauen findet ein Umdenken hin zu technisch einfachen und robusten Gebäudesystemen statt. Denn mit der Weiterentwicklung hocheffizienter Hüllkonstruktionen relativiert sich der Fokus auf den winterlichen Heizwärmebedarf, welcher konventionell als Grundlage für Zertifizierungssysteme diente. Dies ist besonders im Schulbau relevant: Heute können die hohen internen Energiegewinne der Nutzerinnen und Nutzer Wärmeverluste durch die Hülle im Neubau nahezu ausgleichen. Gleichzeitig stellen neue pädagogische Raumkonzepte konkrete Anforderungen an Behaglichkeit und Nutzungsflexibilität, welche sich durch die konventionelle Auslegung des Normenwerkes nicht gut beantworten lassen.

↗ Lüftung

Warme Fassaden und GEG

Die thermische Qualität von Fassaden- und Fensterflächen hat einen entscheidenden Einfluss auf die Behaglichkeit und die Organisationsmöglichkeiten von offenen Raumgefügen. Arbeitsplätze an der Fassade mit freiem Blick nach draußen sind angenehme Aufenthaltsorte und nehmen weniger Platz ein als Arbeitsplätze auf den Lernflächen. Daher ist es wichtig, dass sich die Fassaden auch im Winter warm anfühlen und es dort keinen Kälteabfall gibt, der zu Zugscheinungen im Raum führt. In dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) wird jedoch der Gesamt-Transmissionswärmeverlust des Hauses betrachtet, ohne Betrachtung des jeweiligen pädagogischen Nutzens der Außenbauteile. Daher werden in der Regel vor allem die Dachflächen

besonders hoch gedämmt, weil sich dadurch rechnerisch der Gesamt-Transmissionswärmeverlust mit weniger Kosten senken lässt als beispielsweise durch eine gute Dämmung der Fenster. Diese könnte jedoch einen höheren pädagogischen Nutzen bewirken, weil der nahe Platz am Fenster eine hohe Aufenthaltsqualität besitzt.

Wandelbarkeit statt Einzelraumdenken

Während im konventionellen Verständnis die Einzelraumregelungen eine entscheidende Stellschraube für Komfort und Energieeinsparung galt, ergeben sich heute, wegen der insgesamt geringeren Heizwärmebedarfe, kaum Unterschiede innerhalb der Hüllfläche eines Gebäudes. Das kommt auch neuen pädagogischen Konzepten zugute. Denn diese benötigen vermehrt Raumbereiche, die offen miteinander verbunden sind oder flexibel hinzugeschaltet werden können. Es geht darum, mit einfachen Mitteln eine hohe Grundbehaglichkeit für eine große Nutzungsvielfalt zu erreichen. Das ist nachhaltig und spart Ressourcen, weil sich dadurch die Gebäudenutzung selbst im Lebenszyklus einfacher wandeln kann.

HEIZEN UND TEMPERIEREN: SOS WEIMAR

Ergebnisse Phase Null

Das Heiz- und Temperierungssystem war in Weimar kein Thema der Phase Null. Relevant für die Vorplanung ist die Forderung, Lerncluster mit direktem Außenbezug umzusetzen.

Normen und Richtlinien

EnEV-Vorgaben und Klimaschutz

Ein hoher wärmetechnischer Standard sowie die Implementierung hoch-effizienter haustechnischer Systeme galt in den letzten drei Jahrzehnten als Antwort auf die Herausforderungen des Klimaschutzes. Die gesetzlichen Vorgaben der EnEV (jetzt GEG) und der Passivhausstandard betrachten dabei vor allem den absoluten Heizwärmebedarf eines Gebäudes. Mittlerweile ist die alleinige Fokussierung auf den Heizwärmebedarf als Kenngröße für klimabewusstes Bauen insbesondere im Schulbau zu hinterfragen.

→ Siehe auch: *Warum Lüftungsanlagen kaum zum Klimaschutz beitragen im Kapitel Lüftung*

- + Wegen der gesetzlichen Anforderungen an die Effizienz der Fassaden fällt der Heizwärmebedarf in der Bilanz sehr gering aus und wird durch die internen Energiegewinne der Schülerinnen und Schüler in Neubauten nahezu ausgeglichen.
- + Die Notwendigkeit für hochtechnisierte Temperierungssysteme beruht auf veralteten Baustandards, die bis heute die Grundlage statischer Berechnungen von geltenden Energiestandards bilden. Dabei geht man von Spitzenlasten aus, die bei dynamischer Berechnung völlig andere Ergebnisse liefern. Angenommene Worst-Case-Szenarien tauchen nur äußerst selten bzw. gar nicht auf. Bei der Dimensionierung von Heizanlagen muss daher auch die Frage der zumutbaren Szenarien neu betrachtet werden.
- + Mit zunehmender Komplexität der technischen Systeme für Monitoring und Steuerung und der damit einhergehenden Fehleranfälligkeit verlieren die Gebäude ihre Robustheit gegenüber unsicheren Randbedingungen wie Systemausfall, Fehlverhalten der Nutzer oder Klimaveränderungen. Weil die Systeme selbst nicht besonders langlebig sind, steht der finanzielle Aufwand in keinem sinnvollen Verhältnis zum energetischen Nutzen.
- + Wegen der geringen Unterschiede zwischen Oberflächentemperatur von Flächenheizungen und Raumtemperatur leisten die durch die EnEV / GEG vorgeforderte Einzelraumregelungen keinen nachvollziehbaren Beitrag zum Energiesparen und entspricht auch nicht der Nutzungsflexibilität offener Schulraumkonzepte.
- + EnEV / GEG Ziele sind vor allem auf den winterlichen Wärmeschutz abgestimmt, in der Realität der Schule ist jedoch vor allem der sommerliche Wärmeschutz relevant. Das gilt besonders für Ganztags-schulen, weil sich Gebäude zum Nachmittag hin besonders aufheizen.

Verbesserte Qualitäten der Baukonstruktion könnten die technischen Anlagen vereinfachen, fließen aber auf Grundlage der Normen und Vorschriften noch nicht ausreichend in die Gesamtbetrachtung ein. Die Schule in Weimar erfüllt die zum Zeitpunkt der Planung gültige **EnEV 2016**, auch **GEG (2020)** wird eingehalten. Das Klimakonzept ist jedoch vor allem darauf ausgelegt, im Betrieb Kosten zu reduzieren.

GEG-Vorgaben und sommerlicher Wärmeschutz

Der sommerliche Wärmeschutz nach EnEV (jetzt GEG) ist als Simulation verschiedener Komponenten nachzuweisen, muss aber auch im Alltag des Schulbetriebes gut funktionieren. In Weimar können Wärmeüberschüsse durch eine Nachtauskühlung mit manuell zu öffnenden Kipp-Oberlichtern abgetragen werden. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass die Verantwortlichkeit für eine Nachtauskühlung von Hand von den Nutzerinnen und Nutzern nur schwierig zu organisieren ist. Daher wird die Nachtauskühlung über die Oberlichter zwar für die Kalkulation nach EnEV angesetzt, für die verlässliche Temperierung des Gebäudes steht aber noch ein anderes System zur Verfügung.

Die Wärmepumpe des Heizsystems kann im Sommer über die Fußböden auch Wärmelasten abtragen. Dieser Aspekt kann nicht in der EnEV berücksichtigt werden, weil die Pumpe Strom verbraucht. In diesem Fall wird der benötigte Strom jedoch von der eigenen PV-Anlage produziert und zudem genau dann abgenommen, wenn die Anlage im Sommer durch intensive Sonneneinstrahlung Überschüsse produziert. Das Haus funktioniert in diesem Moment gewissermaßen als Strompuffer.

Wirtschaftlichkeit

Wenig Technik

Die energetische Planung folgt der Zielsetzung, so wenig Technik wie möglich einzusetzen. Dabei geht es nicht darum, Technik grundsätzlich zu vermeiden, sondern eine einfache und robuste Lösung zu finden, die nicht nur in der Simulation funktioniert, sondern mit der Realität des Schulbetriebes zusammenpasst. Es soll vermieden werden, dass eine Schule viel Geld für den Einbau einer hocheffizienten haustechnischen Anlage investiert, die aber kaum einen sinnvollen Beitrag für den Klimaschutz leistet und die Schule mit einem erhöhten Wartungsaufwand allein lässt, z. B., indem sie lange auf technische Hilfe warten muss, weil eine Regelungstechnik unzureichend eingestellt ist. Daher wird in Weimar auf den Einsatz raumlufttechnischer Anlagen weitgehend verzichtet. Die Belüftung des Gebäudes fordert dadurch mehr Eigenverantwortung ein, lässt aber auch mehr Nutzungsflexibilität zu.

Aufgrund der schlanken technischen Ausstattung betragen die Kosten der Technischen Anlagen (KG 400 = 1.987.850 € netto) nur etwa 23% der Kosten des Bauwerkes (KG 300 + 400 = 8.326.892 € netto). In der KG 400 sind die PV-Anlage für die drei Häuser und die Küchenlüftung im Gemeinschaftshaus enthalten – das ist bei dem Vergleich mit den BKI-Werten für Schulbau zu berücksichtigen.

Hoher energetischer Standard der Gebäudehülle und geringer Wärmebedarf

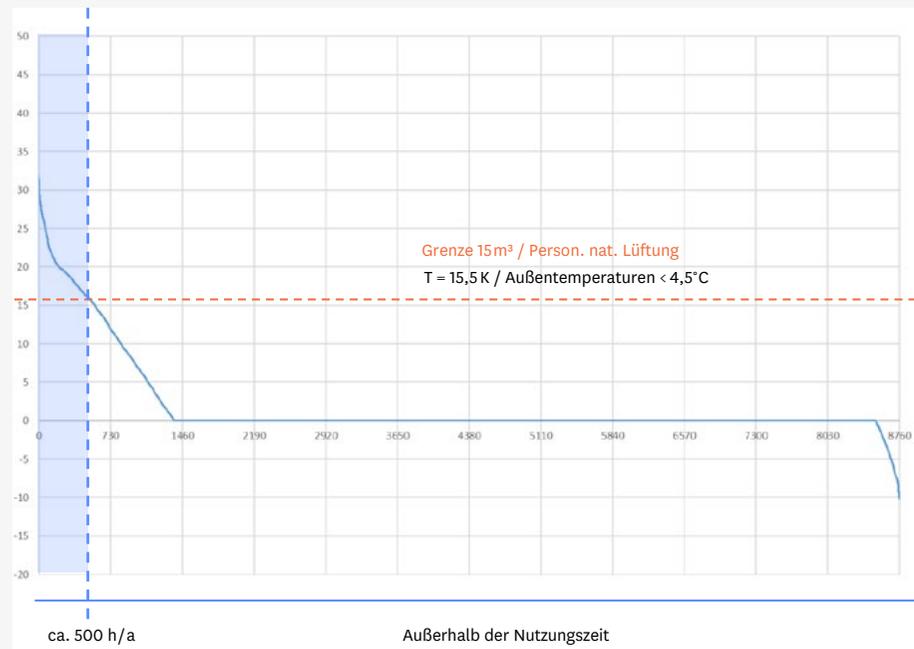
Die Voraussetzung für ein technisch einfaches Temperierungskonzept leistet eine gut gedämmte Gebäudehülle. In der Realität des Schulalltags haben daher interne Wärmegewinne der Schülerinnen und Schüler sowie die Speichermassen des Gebäudes umso höhere Auswirkungen auf den tatsächlichen Gesamtwärmebedarf eines Gebäudes.

Die Auslegung des Heizsystems basiert in diesem Projekt daher auf der Basis dynamischer Berechnungsmodelle, damit diese Faktoren – anders als die statischen Berechnungsmodelle der EnEV / GEG – berücksichtigt werden können.

Die geringen Transmissionswärmeverluste durch die Fassade können über die internen Energiegewinne der Nutzerinnen und Nutzer fast vollständig kompensiert werden. Für die Qualität der Fassade wird ein Standard im oberen Bereich der gesetzlichen Vorgaben gewählt. Es kommen grundsätzlich Fenster mit Dreischeibenverglasung zum Einsatz. Die hohe energetische Qualität der Fensterdämmung beugt außerdem Kaltluftabfällen an der Fassade vor und erhöht somit die Behaglichkeit der Lerncluster im Winter. Das Heizsystem dient lediglich dem Spitzenlastfall in den frühen Morgenstunden nach einer besonders kalten Winternacht oder nach einem kalten Wochenende. Sobald der Schulbetrieb läuft, sind die internen Gewinne auch an kalten Tagen so hoch, dass sie teilweise sogar wieder abgetragen werden müssen. Dadurch kann die Wärmeanlage kleiner dimensioniert werden als bei konventioneller statischer Berechnungsweise. Investitionskosten und Betriebskosten werden reduziert.

Jahresheizstunden

Jahresdauerline Temperaturdifferenz [K] Nutzungszeit = 200 Unterrichtstage / Jahr – 8 h / d



Wegen der guten Fassadendämmung können bei Berücksichtigung der internen Energiegewinne Lüftungswärmeverluste durch natürliche Lüftung bis zu einer Außentemperatur von 4,5°C ausgeglichen werden. Die Jahresheizstunden sind auf lediglich 500h reduziert.

Grafik: Ingenieurbüro Hausladen.

Entgegen dieser Berechnung hat die Stadt in der LPH5 dennoch eine konventionelle Berechnung des Wärmebedarfes mit mehr Sicherheiten für notwendig befunden. Für das Gemeinschaftshaus, das wegen der Küche einen höheren Bedarf an Warmwassererzeugung hat, wurde eine zweite Wärmepumpe vorgesehen.

Temperierte Flächen reduzieren

In der Grundrissentwicklung können Kosten gespart werden, wenn Flächen bezüglich ihrer Ansprüche an Temperierung differenziert betrachtet werden. Reine Erschließungs-Treppenträume, Lager- und Technikräume haben andere Ansprüche an die Behaglichkeit als pädagogische Programmflächen. In Weimar werden Flächen mit geringerem Wärmebedarf zu einer kompakten Funktionsschicht zusammengelegt und zum Teil ohne eigene Wärmequelle ausgestattet. Diese Funktionsschicht bildet zusammen eine klimatische Pufferzone zu den Lernlofts. Die gesamte vertikale Erschließung wird in den Außenraum verlegt und damit aus den temperierten Flächen ausgeklammert. So können auch langfristig Betriebskosten niedrig gehalten werden.

Wenig MSR-Technik

Ein weiteres Potenzial der Flächenheizung mit niedrigen Vorläufen liegt in der Vereinfachung der Regelung. Während in der Vergangenheit bei hohen Raumtemperaturunterschieden im Gebäude die Einzelraumregelung einen Beitrag für Einsparungen boten, kann inzwischen auf kleinteilige Regelkreise und -strategien verzichtet werden. Dies vereinfacht den Gebäudebetrieb und erhöht das Potenzial für die flexible Flächennutzung von Lernfeldern. Die Heizkreise der Lerncluster orientieren sich daher am Großraum – räumliche Abtrennungen innerhalb des Clusters sind ohne Berücksichtigung der Heiz- und Regelkreise möglich. Entgegen der Konzeption in der LPH3 wurden in der LPH5 die Regelkreise auf die momentane Raumaufteilung ausgerichtet, was jedoch der Idee der Wandelbarkeit der Lernlofts widerspricht.

Technikflächen reduzieren – Prinzip der kurzen Wege

Ein besonderes Ziel der Planung ist es, die Flächen für Technik möglichst gering zu halten. Das gelingt – neben der allgemeinen Reduzierung von technischen Systemen – mit kurzen Weglängen und der Bündelung von technischen Anlagen zu kompakten Strukturen im Grundriss.

↗ SOS WEI LPH3
CO₂ Simulation Lernloft

Raumkonditionierung Flächenheizung und geringe Vorlauftemperaturen

Während flächige Systeme in der Vergangenheit bei hohen Heizlasten mit hohen Vorläufen zu unbehaglichen Oberflächentemperaturen führten, können dieselben Systeme bei heutigen Baustandards durch geringe Temperaturunterschiede von nur 2–3 Kelvin gegenüber der Raumtemperatur sehr behagliche Verhältnisse schaffen. Diese sind außerdem in der Lage, bei steigenden Raumtemperaturen Spitzenlasten aufzunehmen, indem die Oberflächentemperaturen unter die Raumtemperatur fallen und das System die Lasten abträgt.

Nutzungsflexibilität und Ausbau

Wegen der geringeren Heizwärmebedarfe kann die Fußbodenheizung in den Lernclustern mit niedrigen Vorlauftemperaturen betreiben werden. Eine kleinteilige Regelung ergibt keine energetischen Vorteile. Räumliche Abtrennungen können daher unabhängig von den großflächigen Regelzonen vorgenommen werden.

Die Heizkreise sind so geplant, dass schwere Trennwände entlang der Hauptachsen und im mittleren Bereich entlang einiger Nebenachsen direkt auf den Heizestrich gestellt werden können.



Blick in ein Lerncluster,
Heizschleifen der Fußboden-
heizung
Foto: Thomas Müller

➤ Bauakustik

Leichte Wände können unabhängig von der Lage der Heizkreise später eingefügt werden. Allein die Wand mit Wasserinstallationen steht auf dem Rohboden. Alle weiteren Wände werden auf den Estrich gestellt. Für die Wände der Teambox und der Differenzierungsbox ist der Estrich zur Verbesserung des Schallschutzes mit einem Fugenschnitt versehen.



Blick in ein Lerncluster,
Fugenschnitte im Estrich.
Foto: Thomas Müller

CO₂-neutrale Wärmequellen

Fossile Energieträger sind grundsätzlich zu vermeiden. Investitionen im Schulbau sollten ein Vorbild dafür sein, wie die internationalen Klimaziele bis 2040 umgesetzt werden können. Für die Schule in Weimar wird ein Flächensystem in Kombination mit Umweltenergie gewählt, welches auch im Sommer zur Temperierung genutzt werden kann (reversible Wärmepumpe).

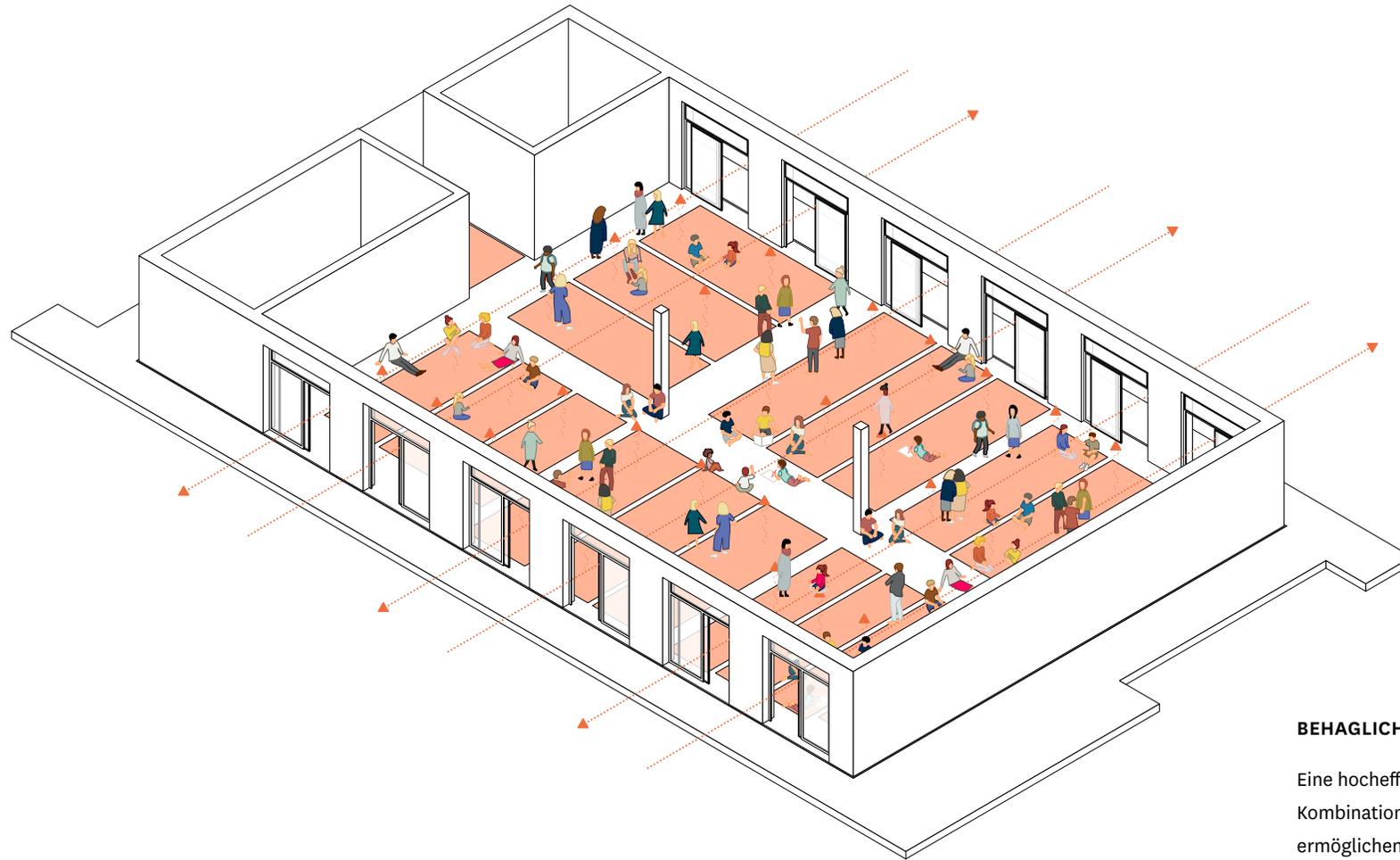
Feste Verschattungselemente

Sommerliche Wärmelasten sind eine große Herausforderung im Schulbau. Eine aktive Klimatisierung ist nicht nur aus energetischen Gründen zu vermeiden, sie würde es der Schule unmöglich machen, durch geöffnete Fassaden den Außenraum mit einzubeziehen. Wesentlich für die Vermeidung von Wärmelasten ist eine gute Verschattung der Fassaden. Damit bleiben sie auch im Sommer als pädagogische Fläche ganzjährig erhalten. Automatisch betriebene Schattenelemente und Nachtlüftungsflügel sind jedoch

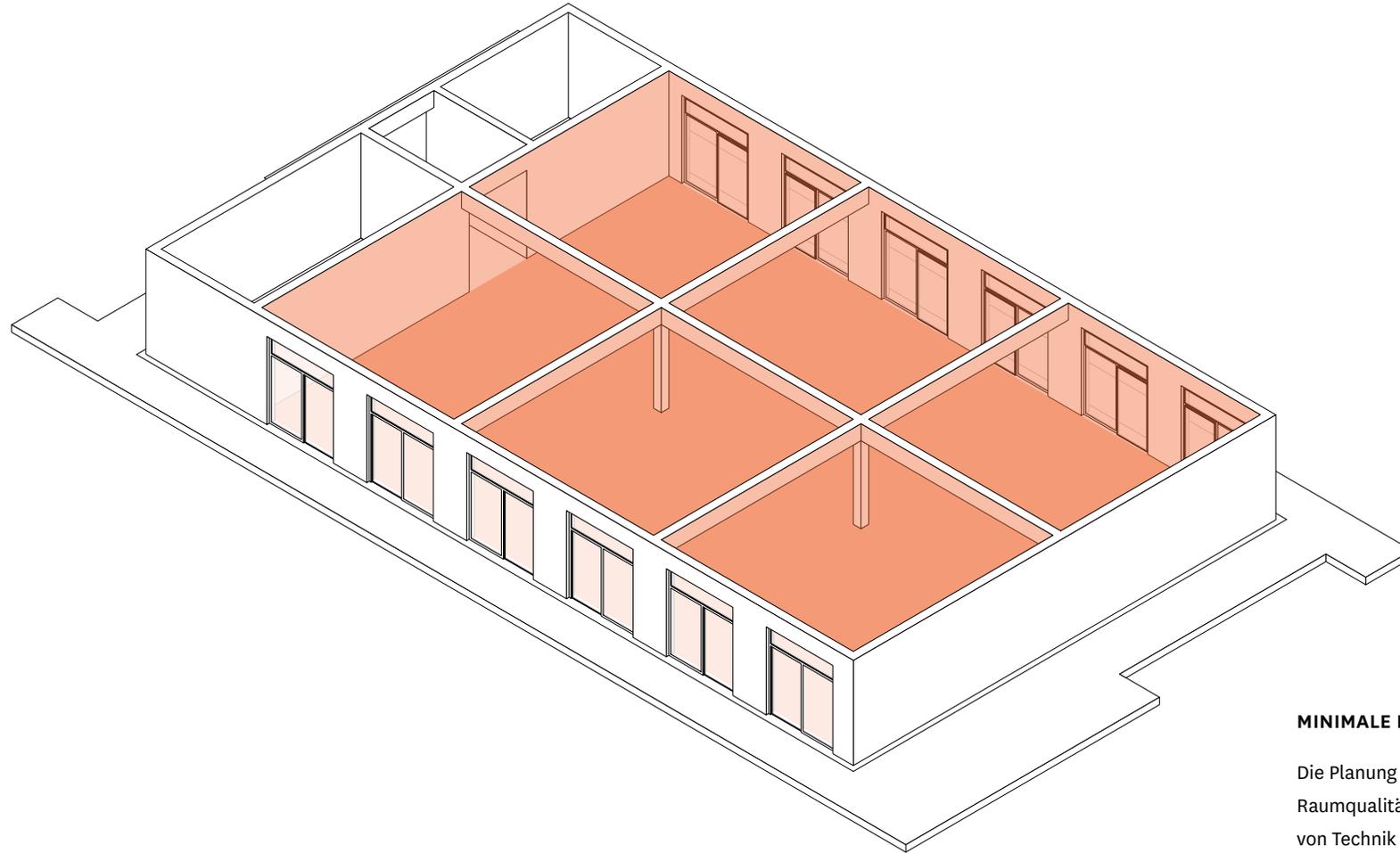
problematisch, weil sie fehler- und wartungsanfällig sind. Für ein manuell betriebenes System dagegen fehlen häufig klare Zuständigkeiten und wird dann – vor allem am Wochenende – nicht ausreichend umgesetzt.

In Weimar werden bewegliche und motorisierte Verschattungselemente daher ganz vermieden. Die Verschattung erfolgt rein baulich durch die umlaufenden Balkone. Damit wird auch vermieden, dass eine im Bedarfsfall hinzugezogene Verschattung dann zu einer Verdunkelung der Clusterfläche führt.

Der Wärmeschutz nach EnEV erfolgt durch das Zusammenspiel von Komponenten, die zumeist schon aus anderen Gründen Bestandteil der Planung sind. Neben den Balkonen sind das: die thermische Masse der Estrichböden, die Dreifachverglasung mit geringem Energiedurchlassgrad (Teil des Dämmkonzeptes), die Nachtauskühlung über Kipp-Oberlichter (Teil des Lüftungskonzeptes) sowie innen liegende Vorhänge (werden auch als Blendschutz und zur Verdunkelung der Lernflächen benötigt).

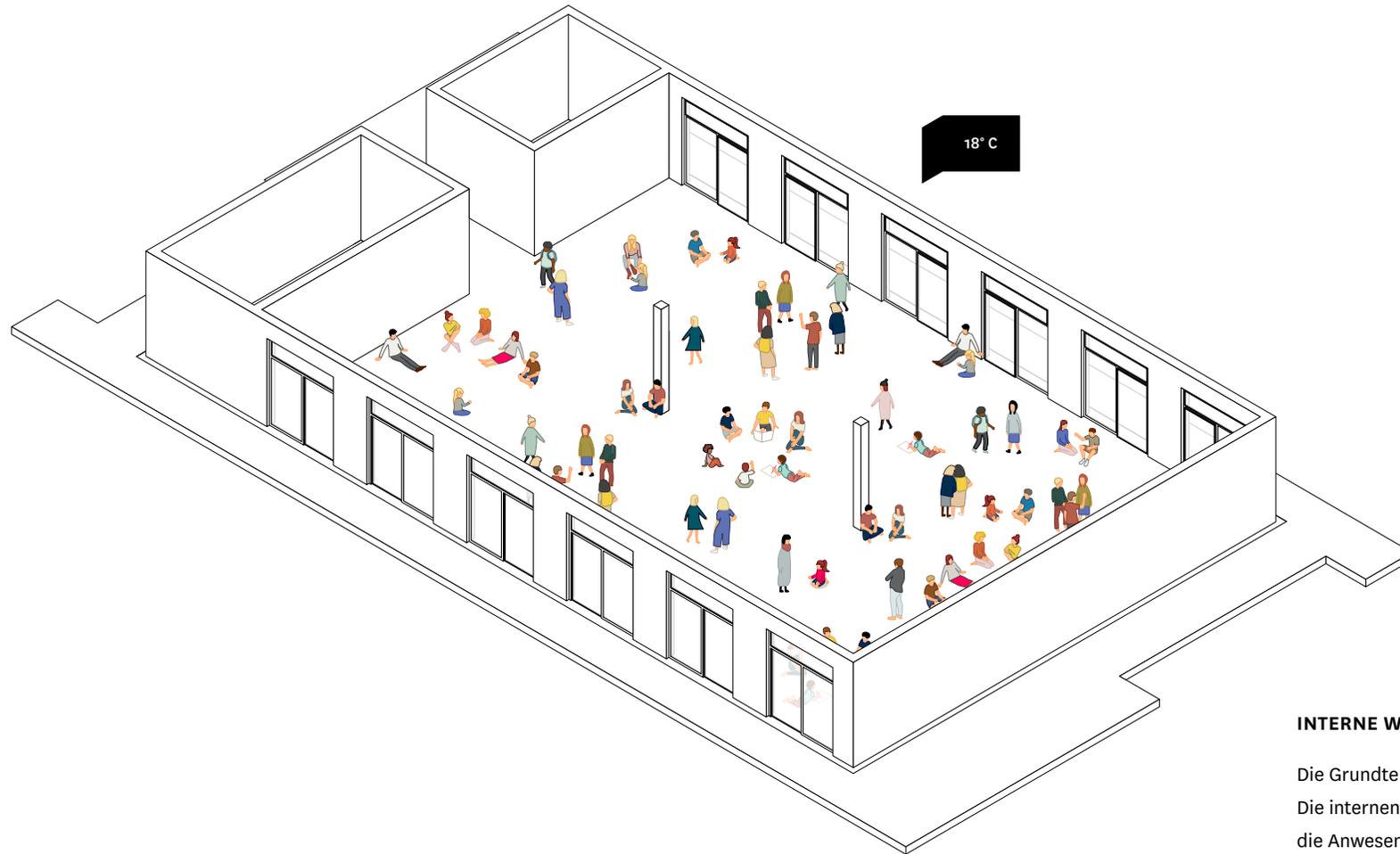
**BEHAGLICHKEIT MIT WENIG TECHNIK**

Eine hocheffiziente Gebäudehülle in Kombination mit einer natürlichen Lüftung ermöglichen Behaglichkeit mit wenig Technik und nutzungsflexible Räume mit niedrigem Wärmebedarf.



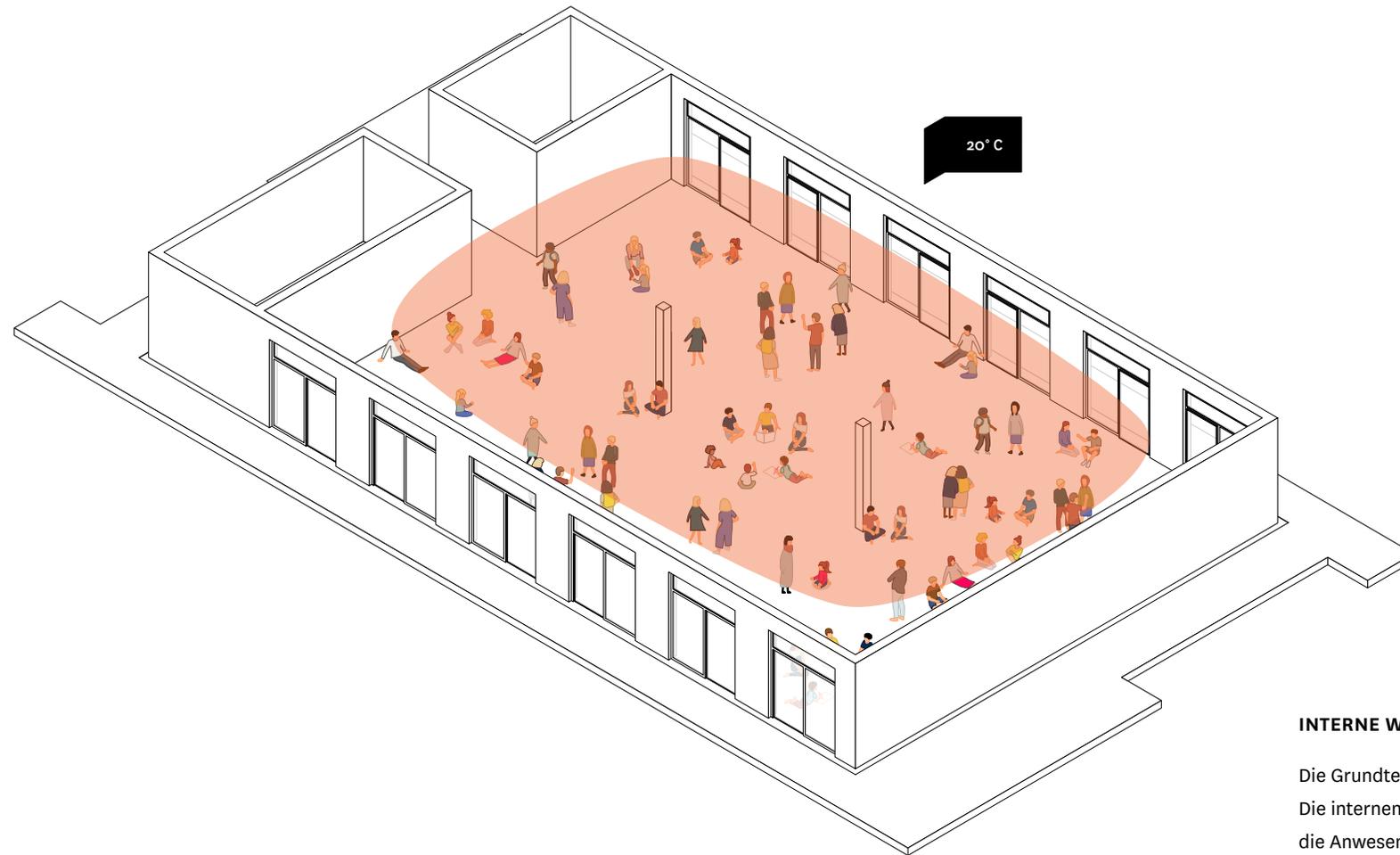
MINIMALE HEIZFLÄCHEN

Die Planung hat das Ziel, tatsächliche erlebbare Raumqualitäten mit einem minimalen Einsatz von Technik zu generieren, die eine hohe pädagogische Nutzbarkeit schafft. Daher werden allein die offenen und flexibel nutzbaren pädagogischen Programmflächen der Lerncluster voll beheizt.



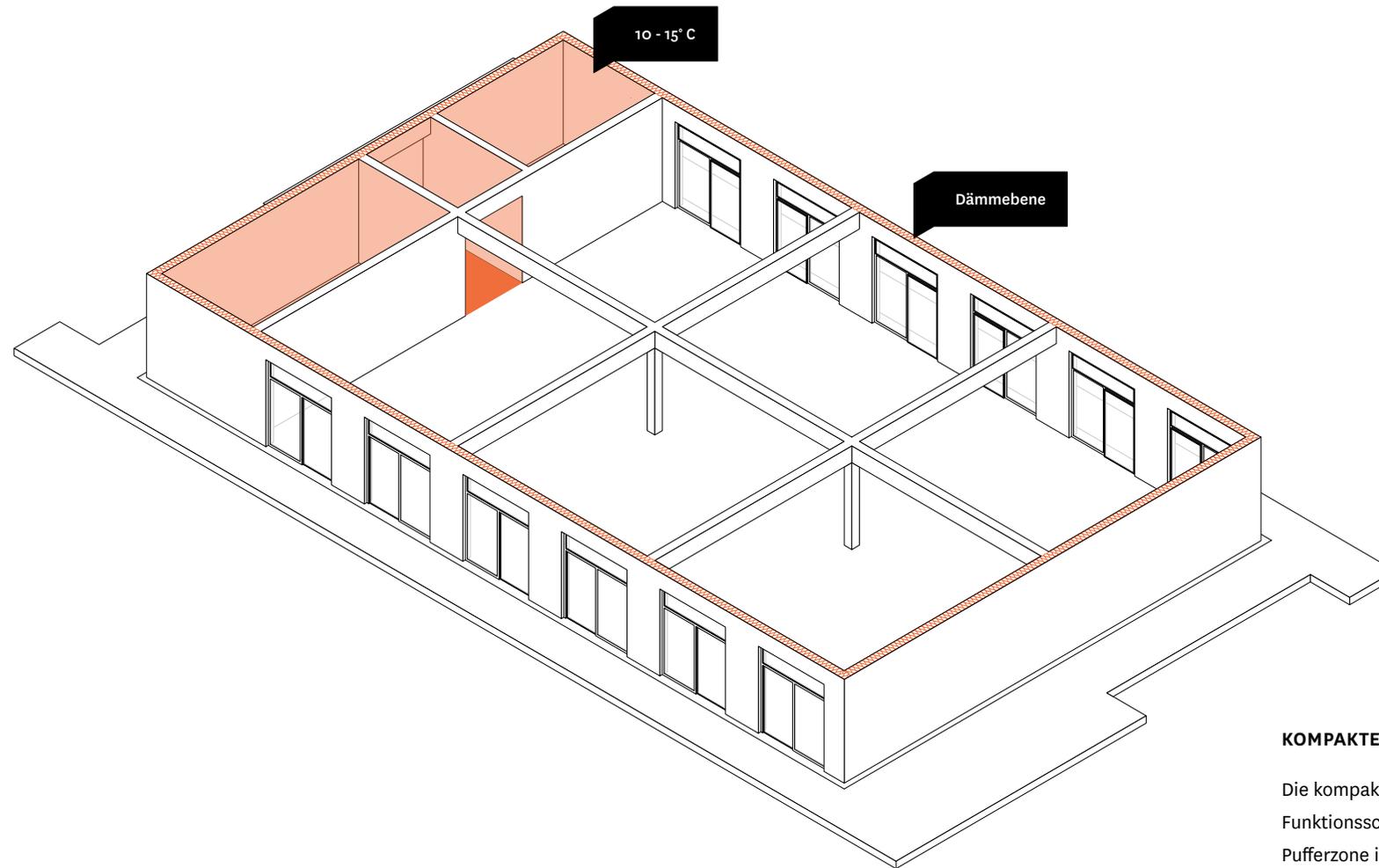
INTERNE WÄRMEGEWINNE

Die Grundtemperatur ist auf 18° C eingeregelt.
Die internen Wärmegewinne durch
die Anwesenheit der Kinder lassen die
Raumtemperatur schnell auf 20° C ansteigen.

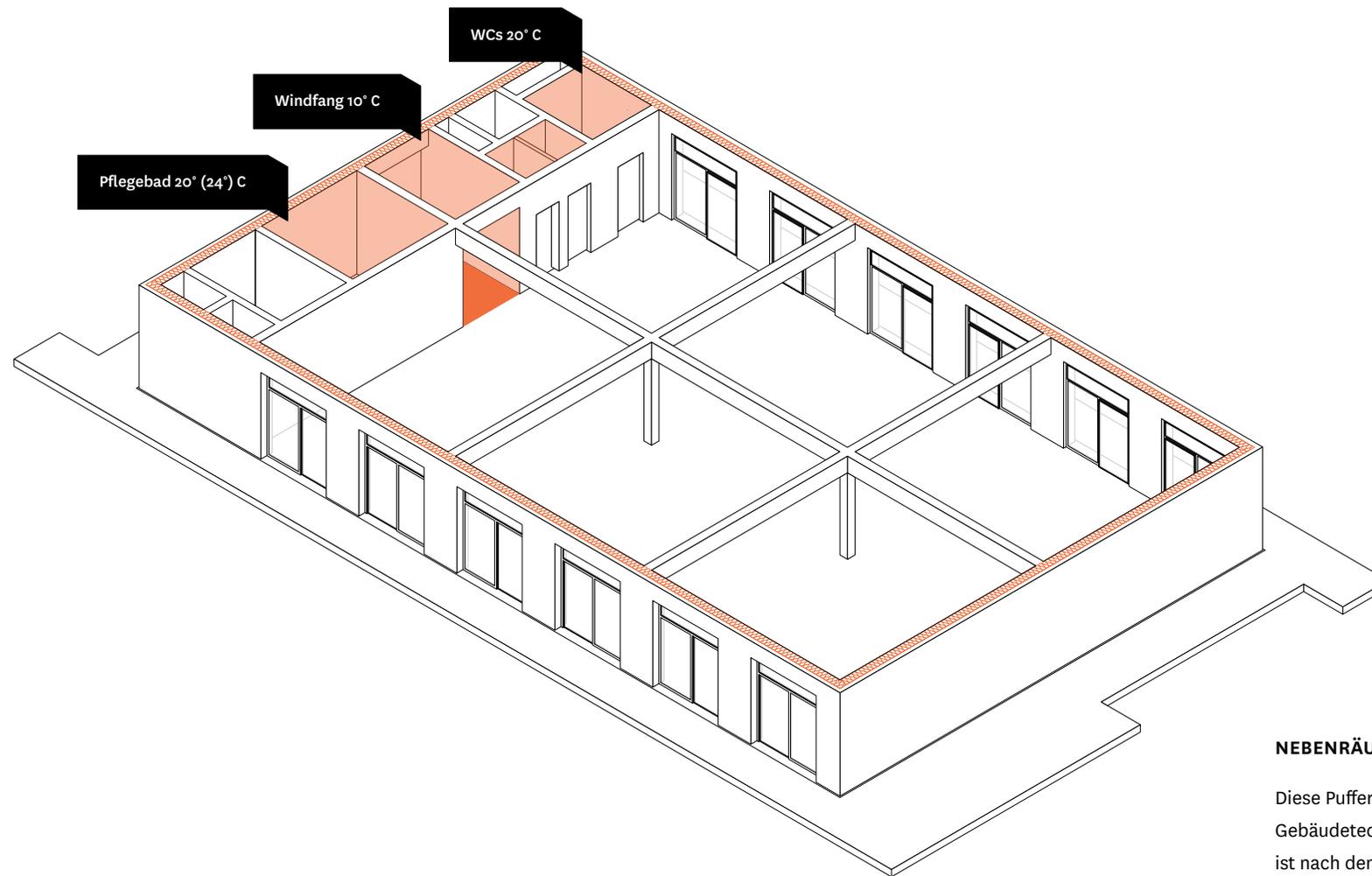


INTERNE WÄRMEGEWINNE

Die Grundtemperatur ist auf 18° C eingelegt.
Die internen Wärmegewinne durch
die Anwesenheit der Kinder lassen die
Raumtemperatur schnell auf 20° C ansteigen.

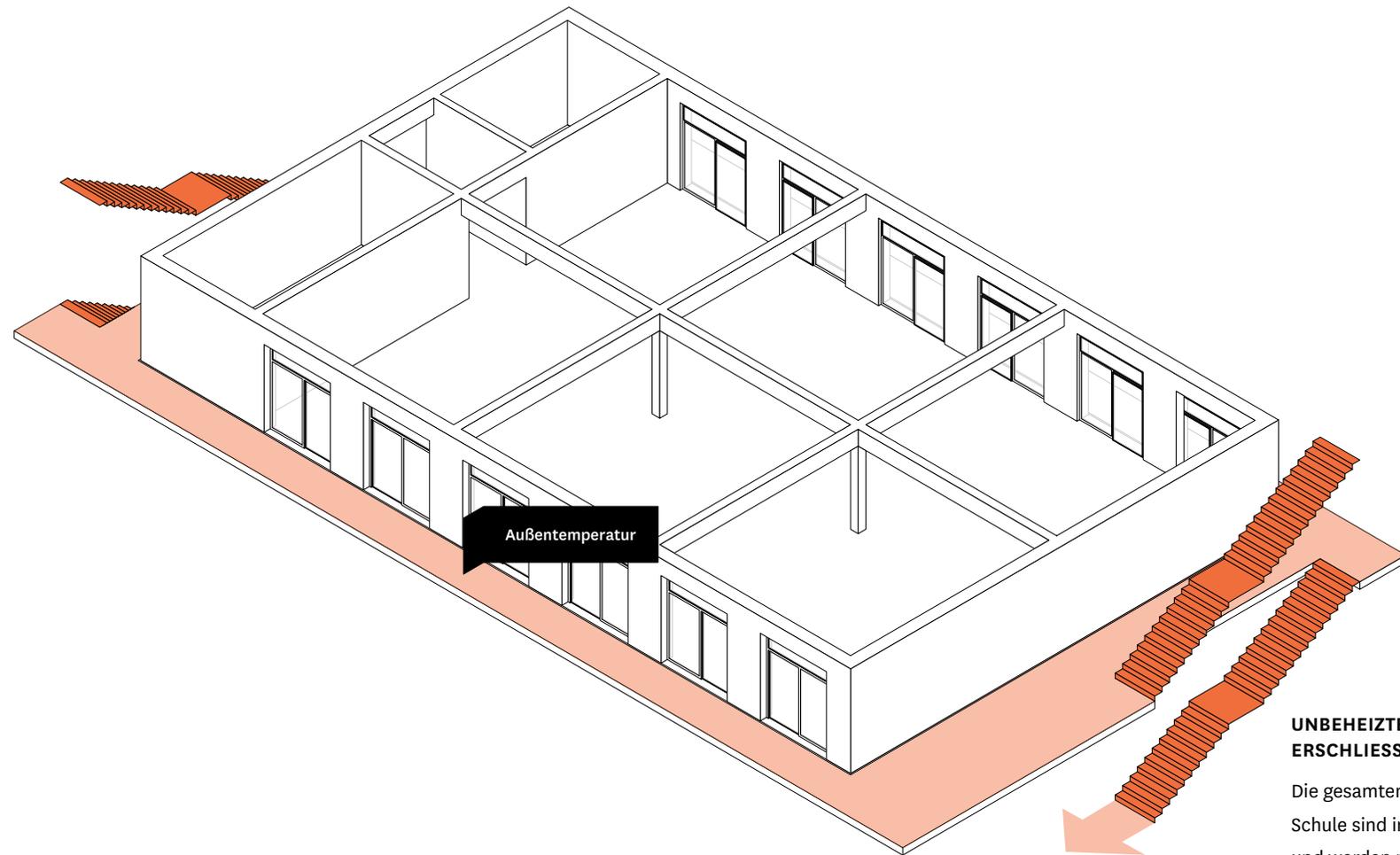
**KOMPAKTE FUNKTIONSSCHICHT**

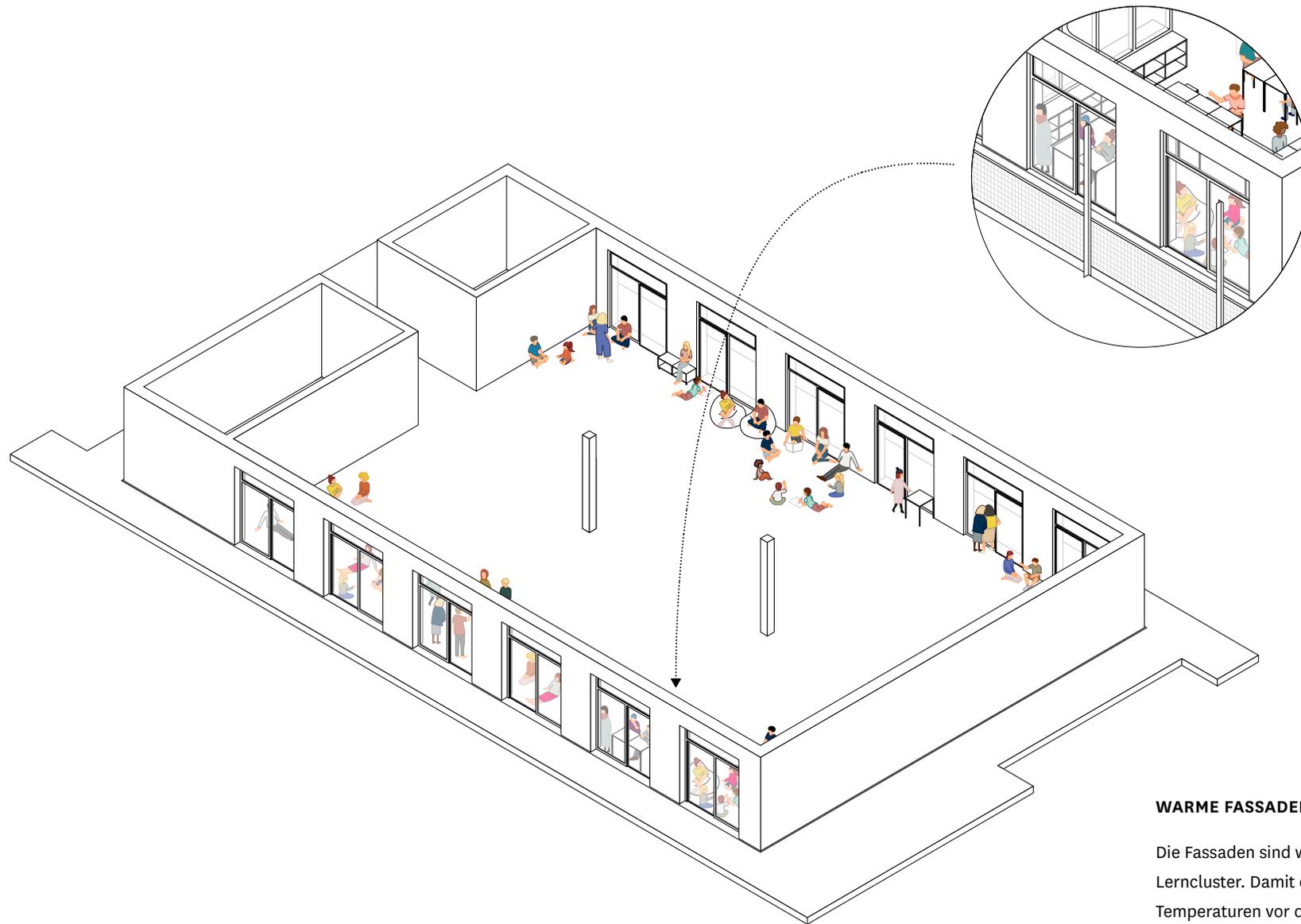
Die kompakte und sehr reduzierte Funktionsschicht mit Nebenräumen bildet eine Pufferzone innerhalb der Dämmebene.



NEBENRÄUME ALS PUFFERZONE

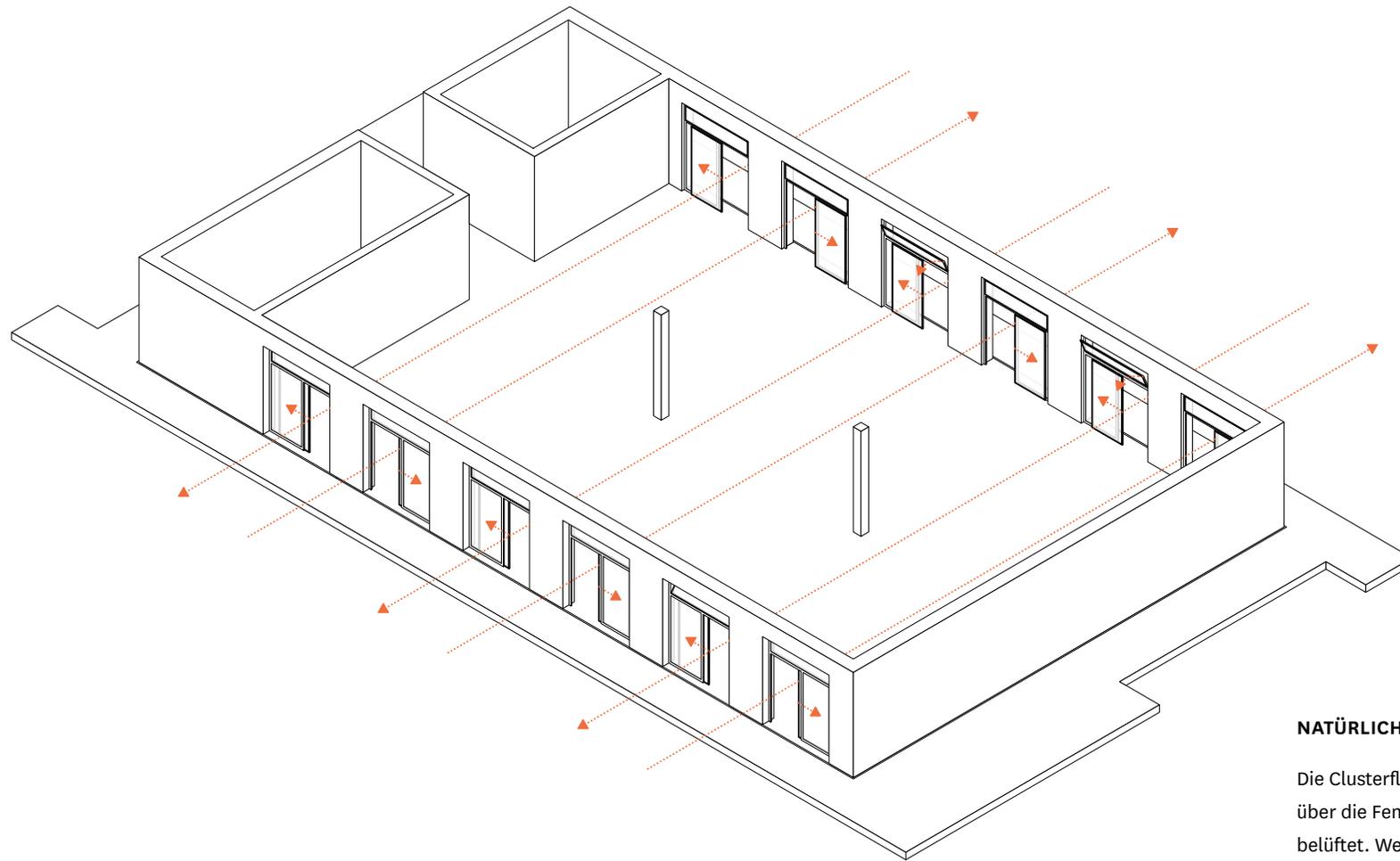
Diese Pufferzone, bestehend aus Räumen für Gebäudetechnik, Aufzug, WCs und Windfang, ist nach den jeweiligen Anforderungen geringer temperiert als das Cluster.





WARME FASSADEN

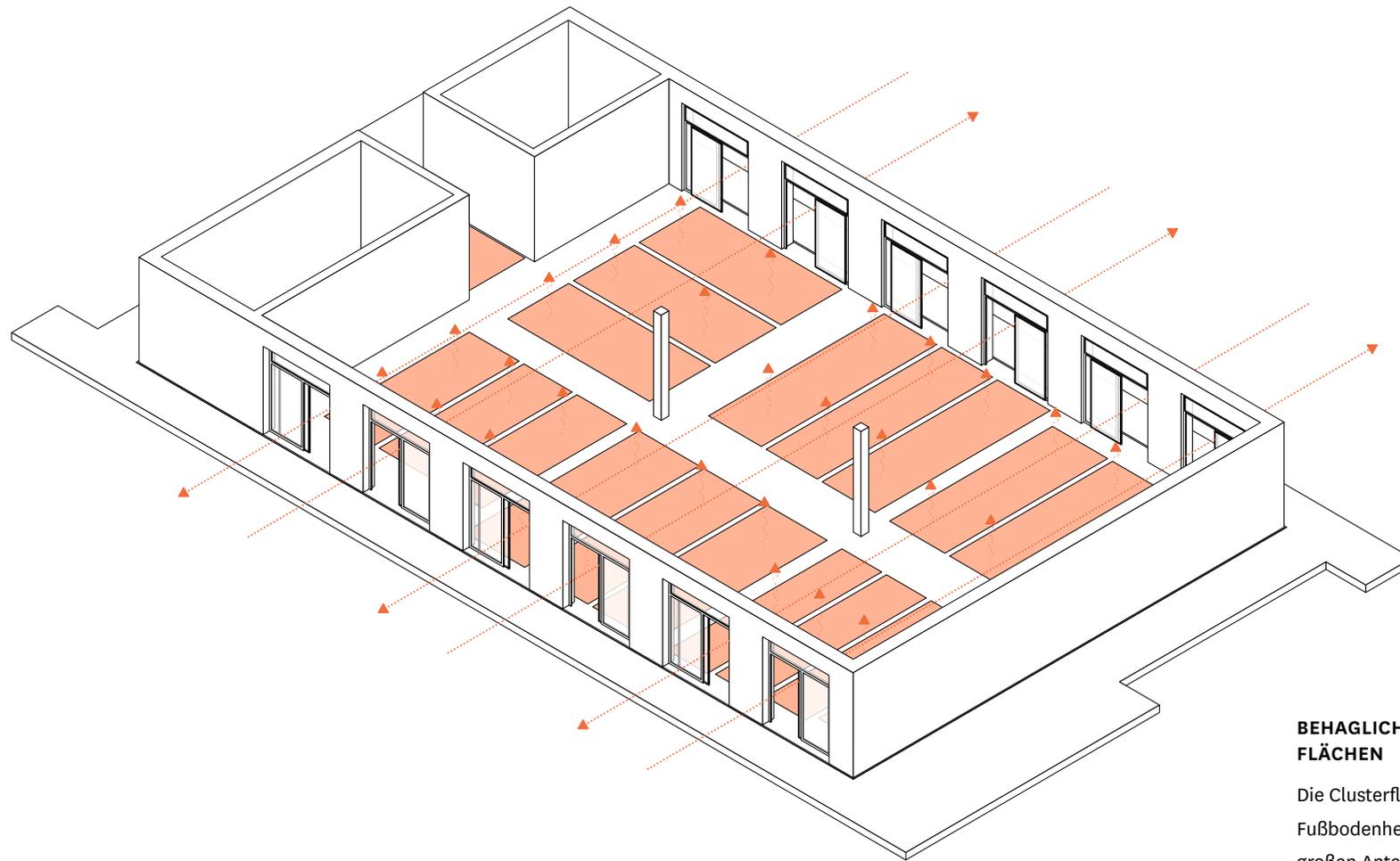
Die Fassaden sind wichtige Aufenthaltsorte der Lerncluster. Damit die Kinder auch bei tiefen Temperaturen vor den großen Fenstern sitzen oder liegen und mit freiem Blick in den Park arbeiten können, sind die Fenster mit einer Dreifachverglasung versehen. Die Fenster fühlen sich warm an, Kälteabfall und Zugscheinungen werden vermindert.



NATÜRLICHE BELÜFTUNG

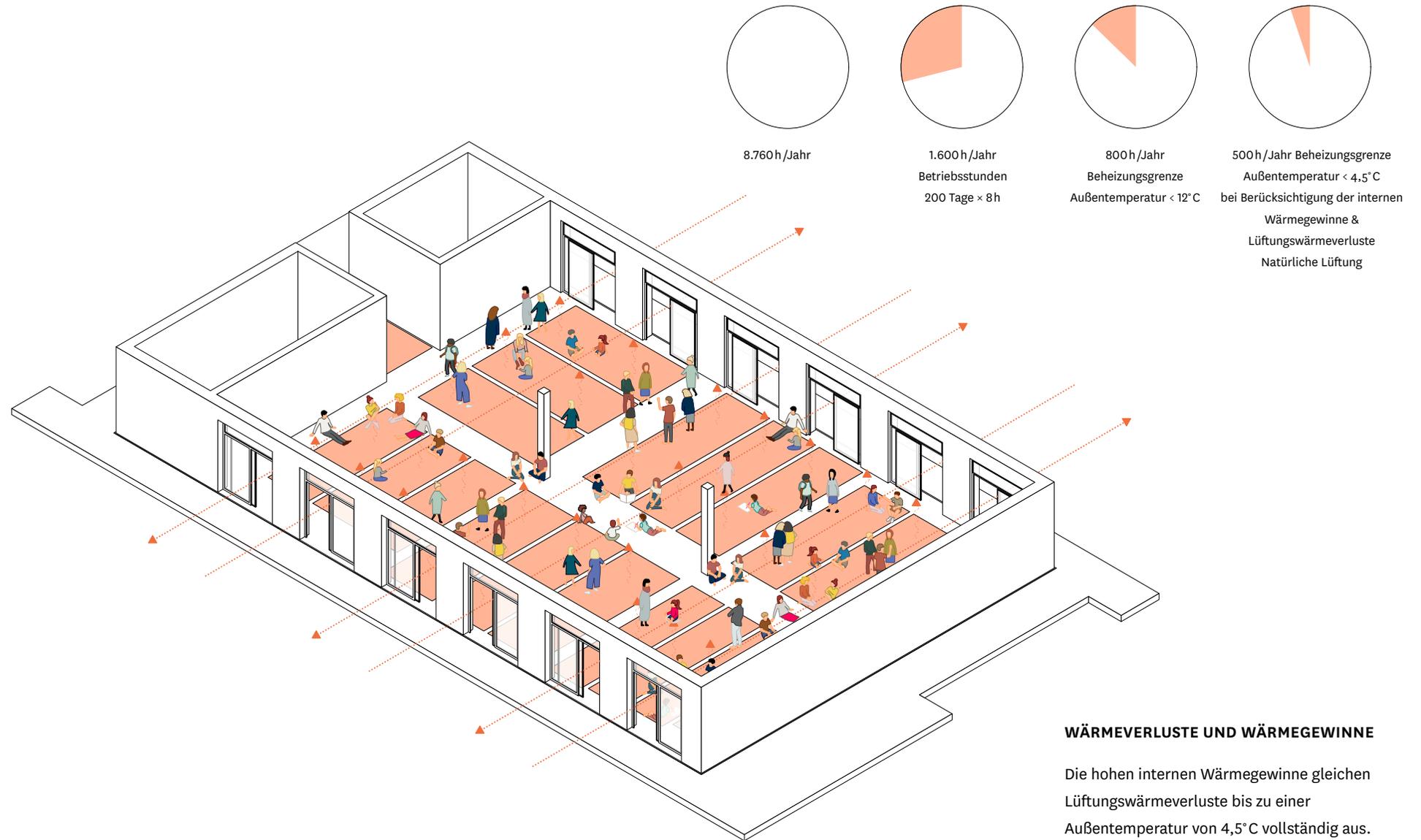
Die Clusterflächen werden einfach und robust über die Fenster der Gebäudelängsseiten belüftet. Wegen der hocheffizienten Fassadendämmung bei wenigen benötigten Luftwechslern entstehen nur geringe Lüftungswärmeverluste.

↗ Lüftung



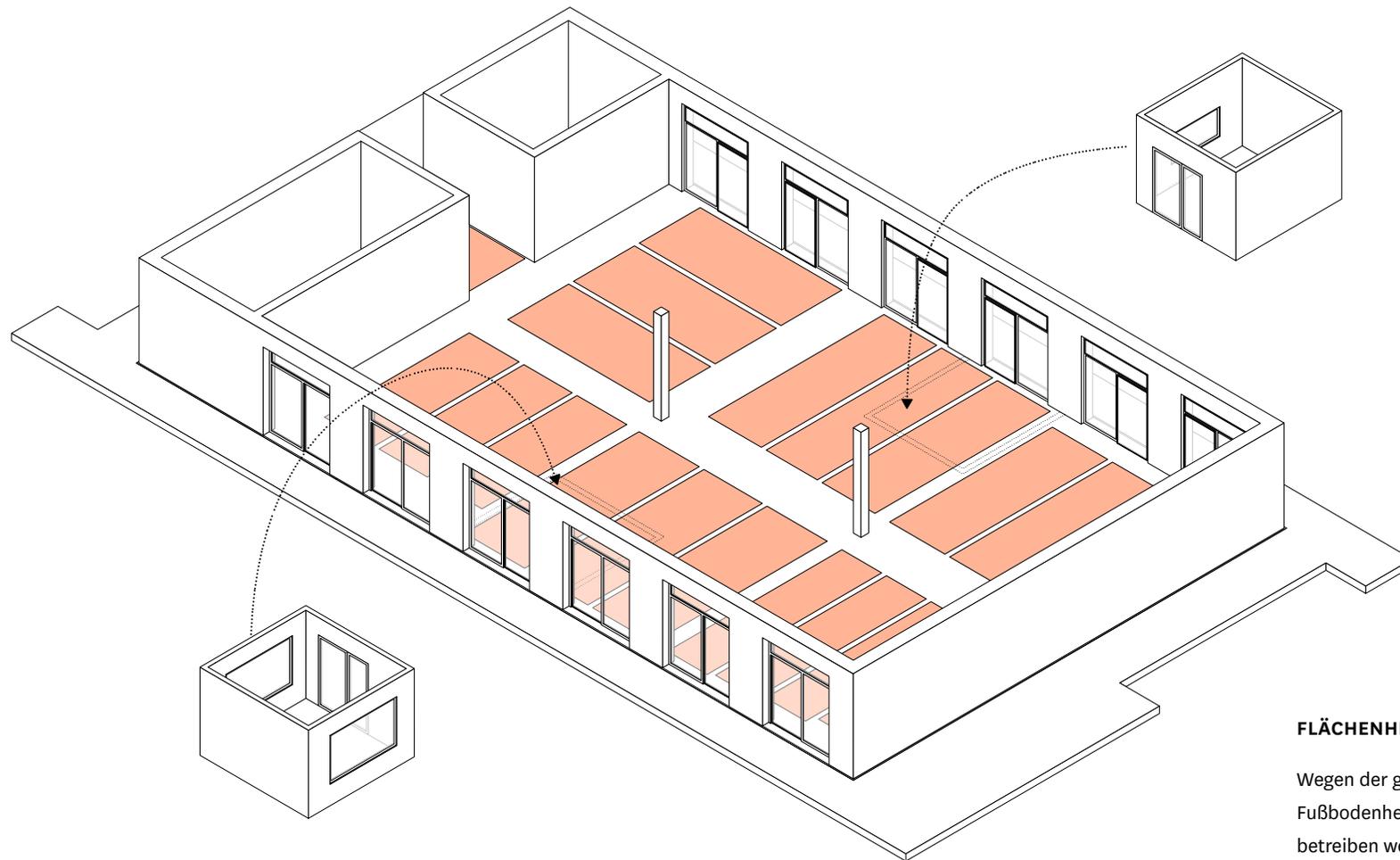
BEHAGLICHKEIT DURCH GROSSE WARME FLÄCHEN

Die Clusterflächen sind mit einer Fußbodenheizung ausgestattet. Wegen des großen Anteils an warmen Oberflächen im Raum, hat die Kaltluftzufuhr der Fensterlüftung weniger Einfluss auf die operative Temperatur. Die Fußbodenheizung trägt im Winter somit zu einer höheren Behaglichkeit bei.



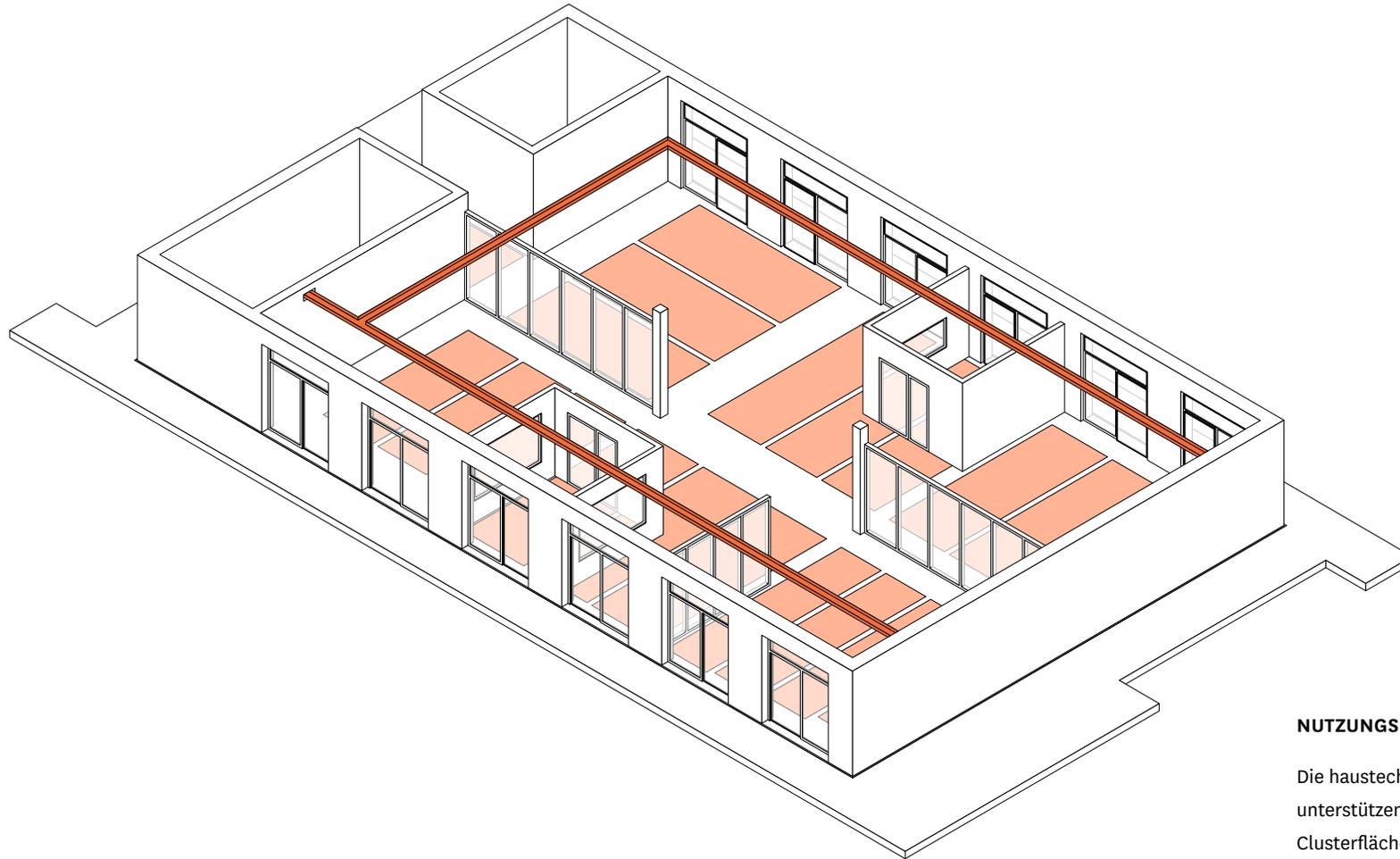
WÄRMEVERLUSTE UND WÄRMEGEWINNE

Die hohen internen Wärmegewinne gleichen Lüftungswärmeverluste bis zu einer Außentemperatur von 4,5°C vollständig aus. Die benötigten Heizstunden im Jahr werden von 800h ab Beheizungs-
grenze auf weniger als 500h reduziert. Eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung würde hier keinen sinnvollen Beitrag zum Klimaschutz mehr leisten.



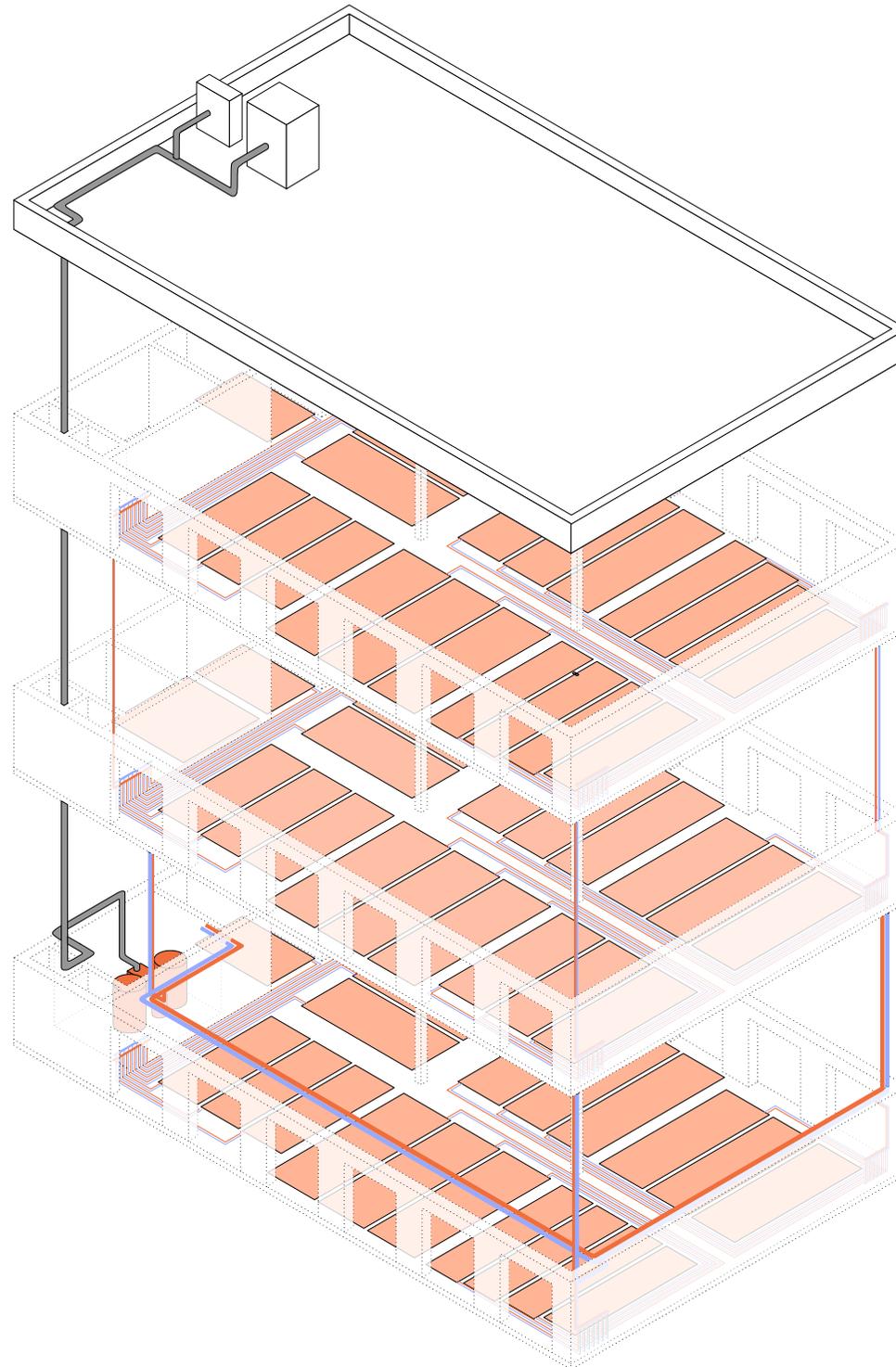
FLÄCHENHEIZUNG UND NUTZUNGSFLEXIBILITÄT

Wegen der geringeren Heizwärmebedarfe kann die Fußbodenheizung mit niedrigen Vorlauftemperaturen betrieben werden. Eine kleinteilige Regelung ergibt keine energetischen Vorteile. Räumliche Abtrennungen können daher unabhängig von den großflächigen Regelzonen vorgenommen werden.



NUTZUNGSFLEXIBILITÄT UND AUSBAU

Die haustechnischen Ausbaustrukturen unterstützen die Wandelbarkeit der Clusterflächen. Daher ist der Elektroausbau klar von den Heizstrukturen getrennt: Heiztechnik im Boden, Elektrotrassen unter der Decke.

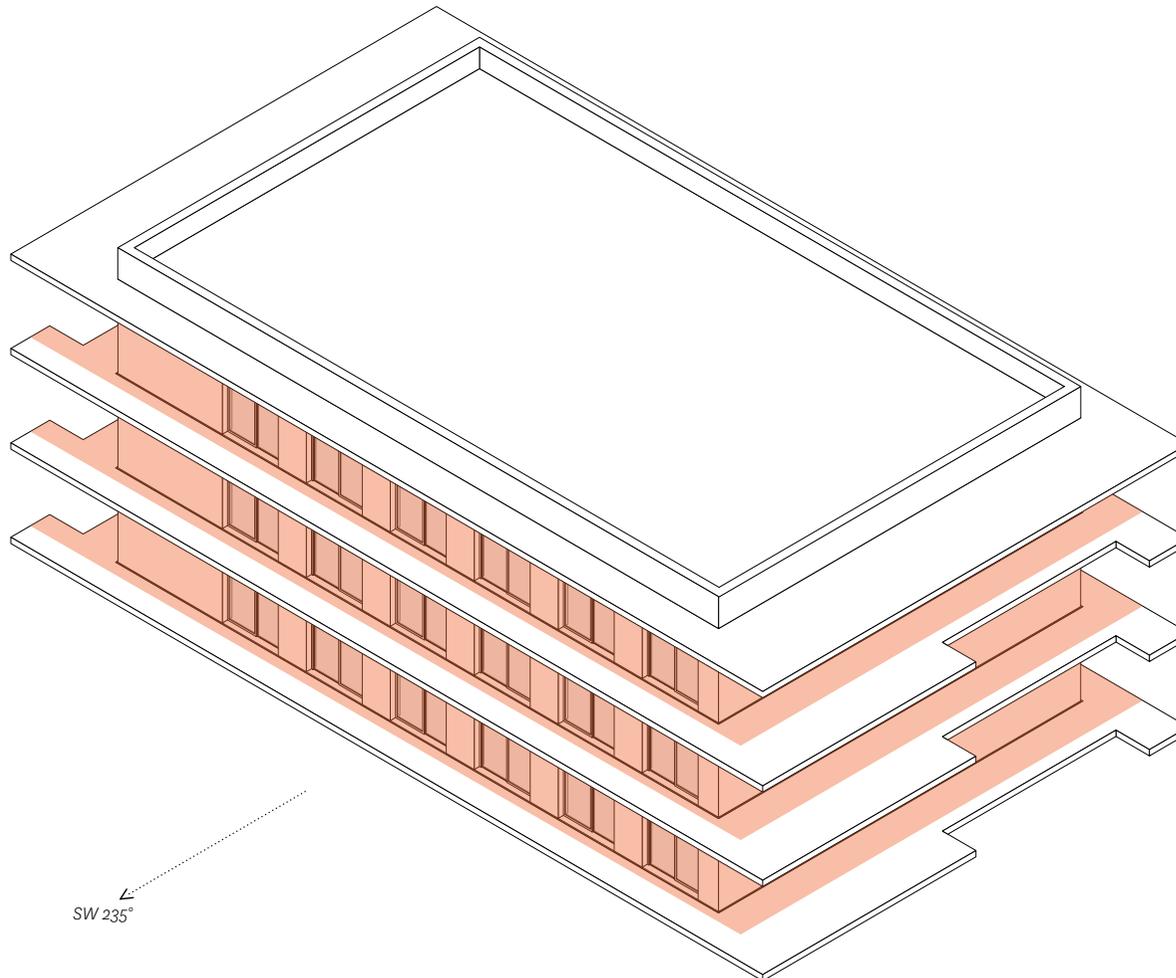
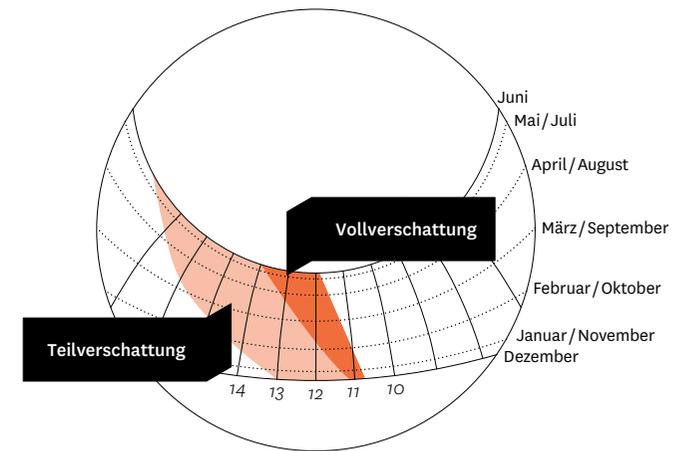


**KLEINE WÄRMEPUMPE,
WENIG TECHNIKFLÄCHEN**

Die Wärmeversorgung der jeweiligen Gebäude erfolgt mittels einer Luft- /Wasser-Wärmepumpe in Splitbauweise. Der kleine Luftverdampfer wird auf dem Dach, Wärmepumpe und Pufferspeicher werden im Hausanschlussraum der jeweiligen Erdgeschosse aufgestellt.

VERSCHATTUNG

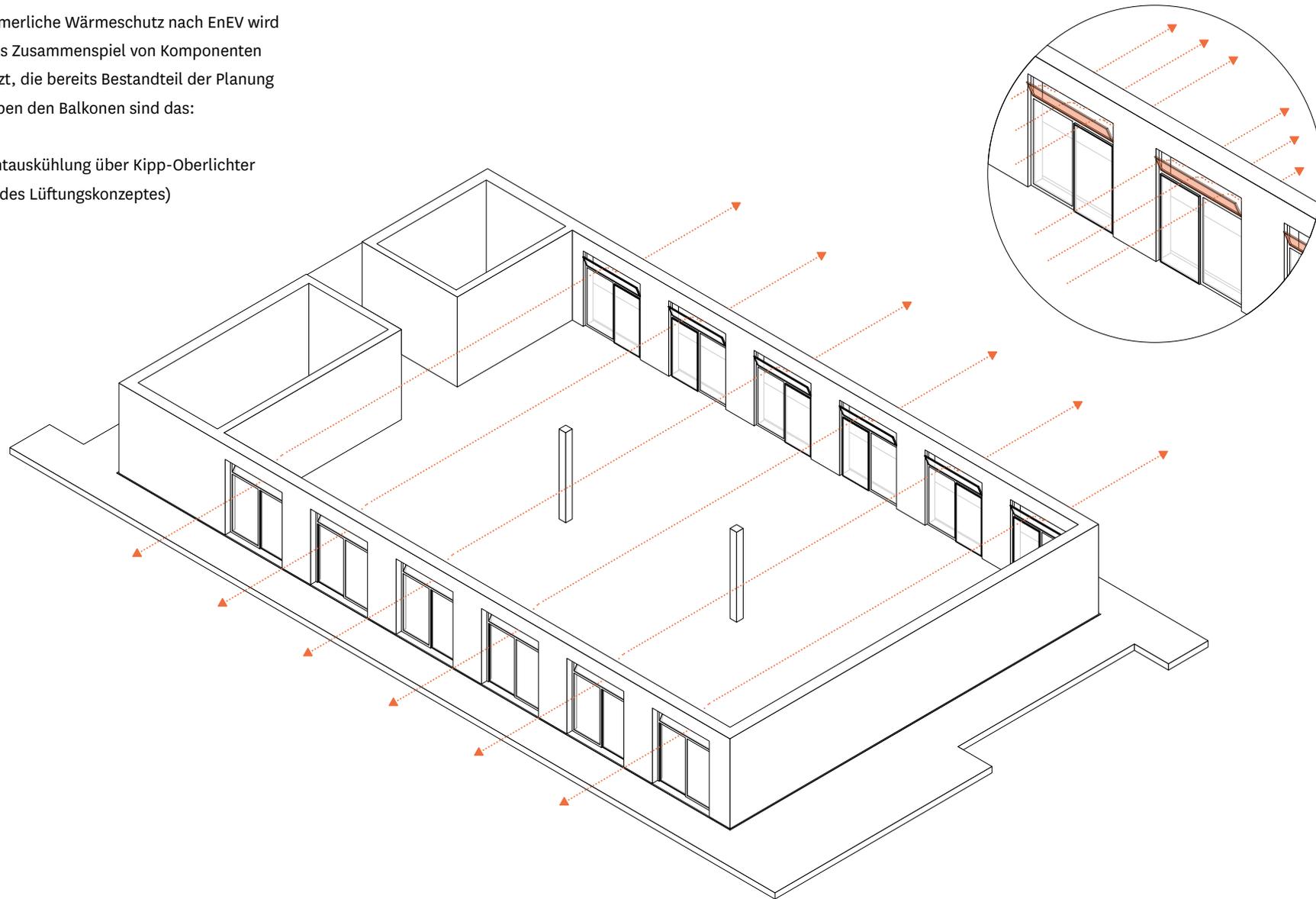
Die umlaufenden Balkone, welche die Lernfelder nach außen erweitern, dienen auch als bauliche Verschattung des Gebäudes. Bewegliche und motorisierte Verschattungselemente können ganz vermieden werden.



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

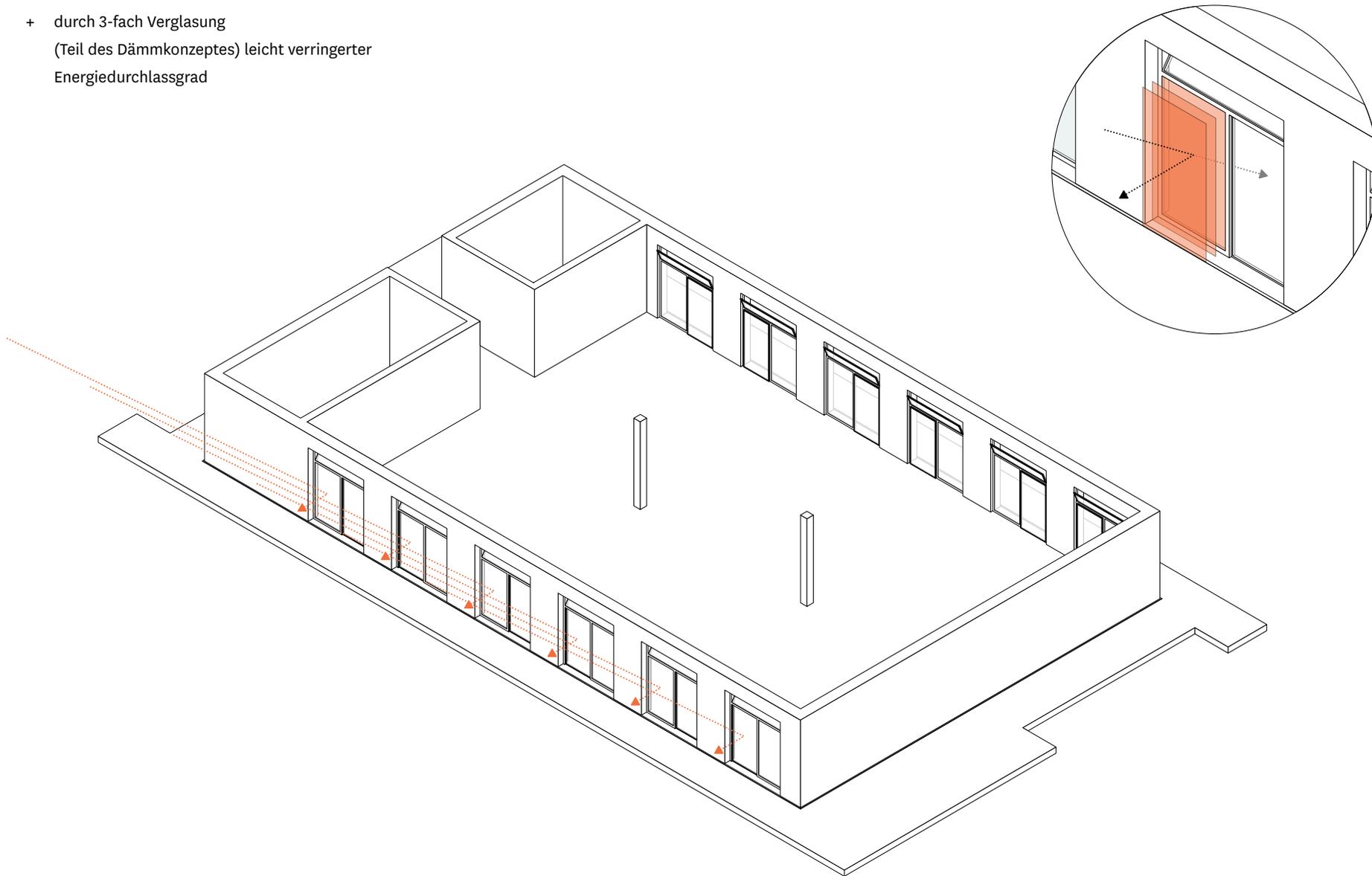
Der Sommerliche Wärmeschutz nach EnEV wird durch das Zusammenspiel von Komponenten umgesetzt, die bereits Bestandteil der Planung sind. Neben den Balkonen sind das:

- + Nachtauskühlung über Kipp-Oberlichter (Teil des Lüftungskonzeptes)



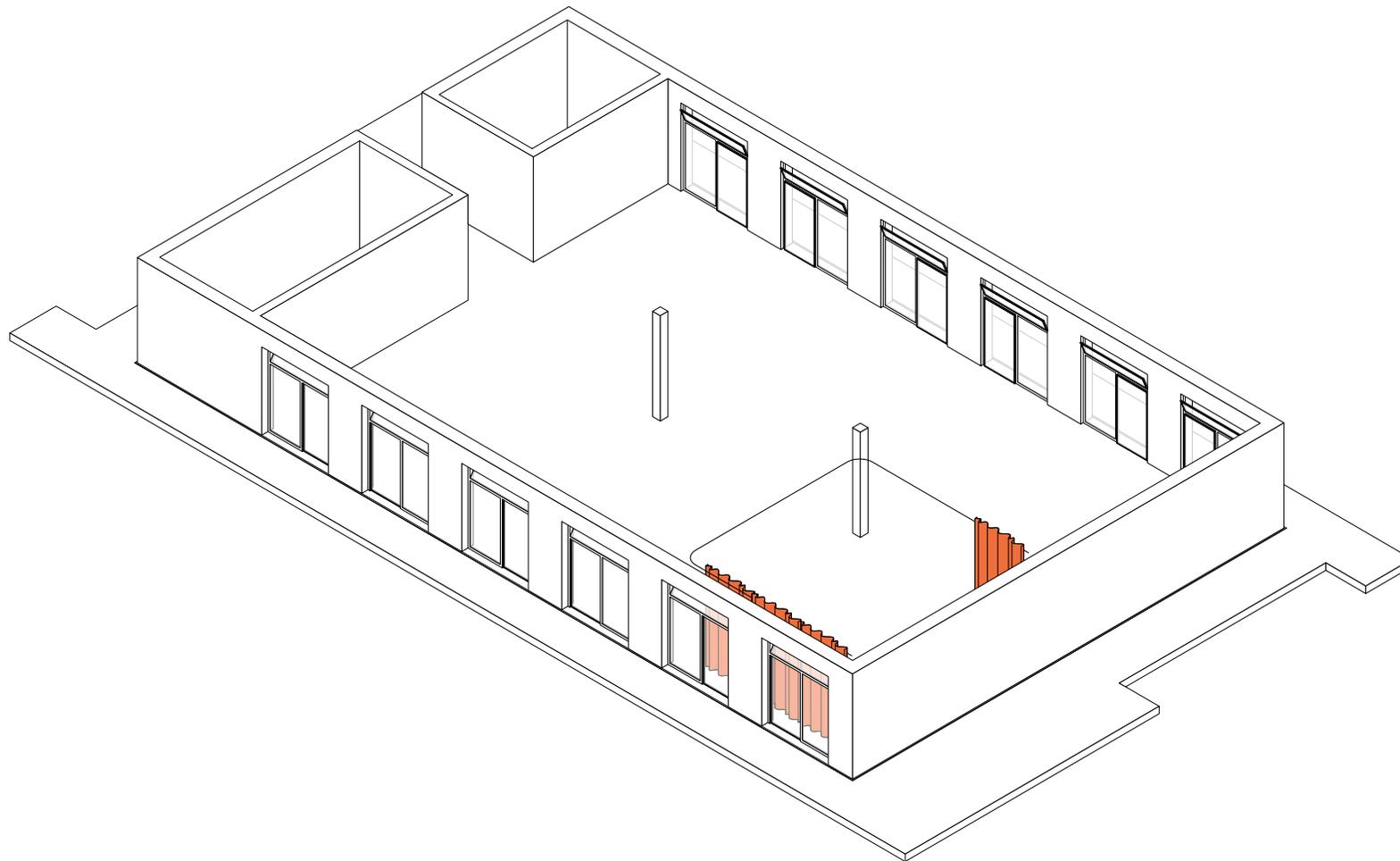
SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

- + durch 3-fach Verglasung
(Teil des Dämmkonzeptes) leicht verringerter
Energiedurchlassgrad



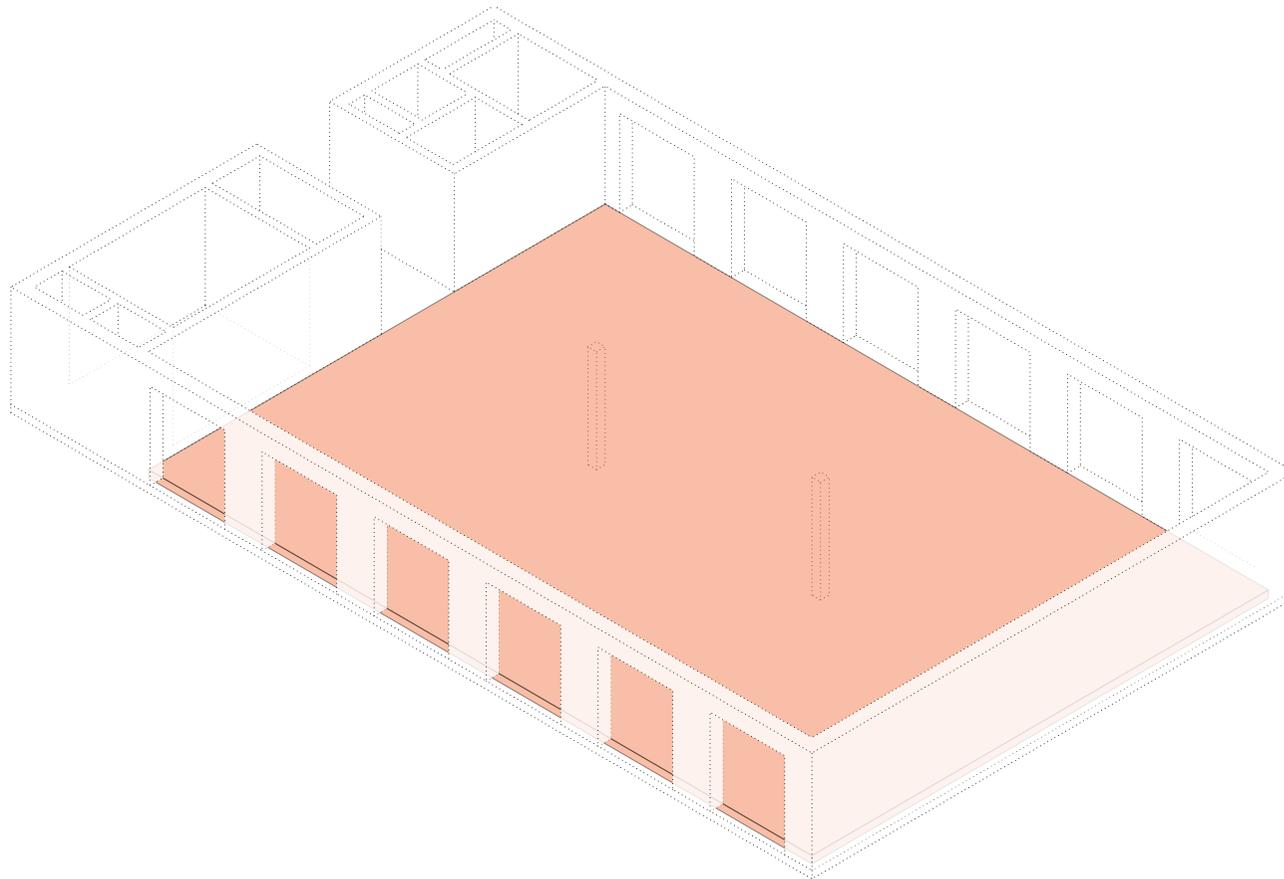
SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

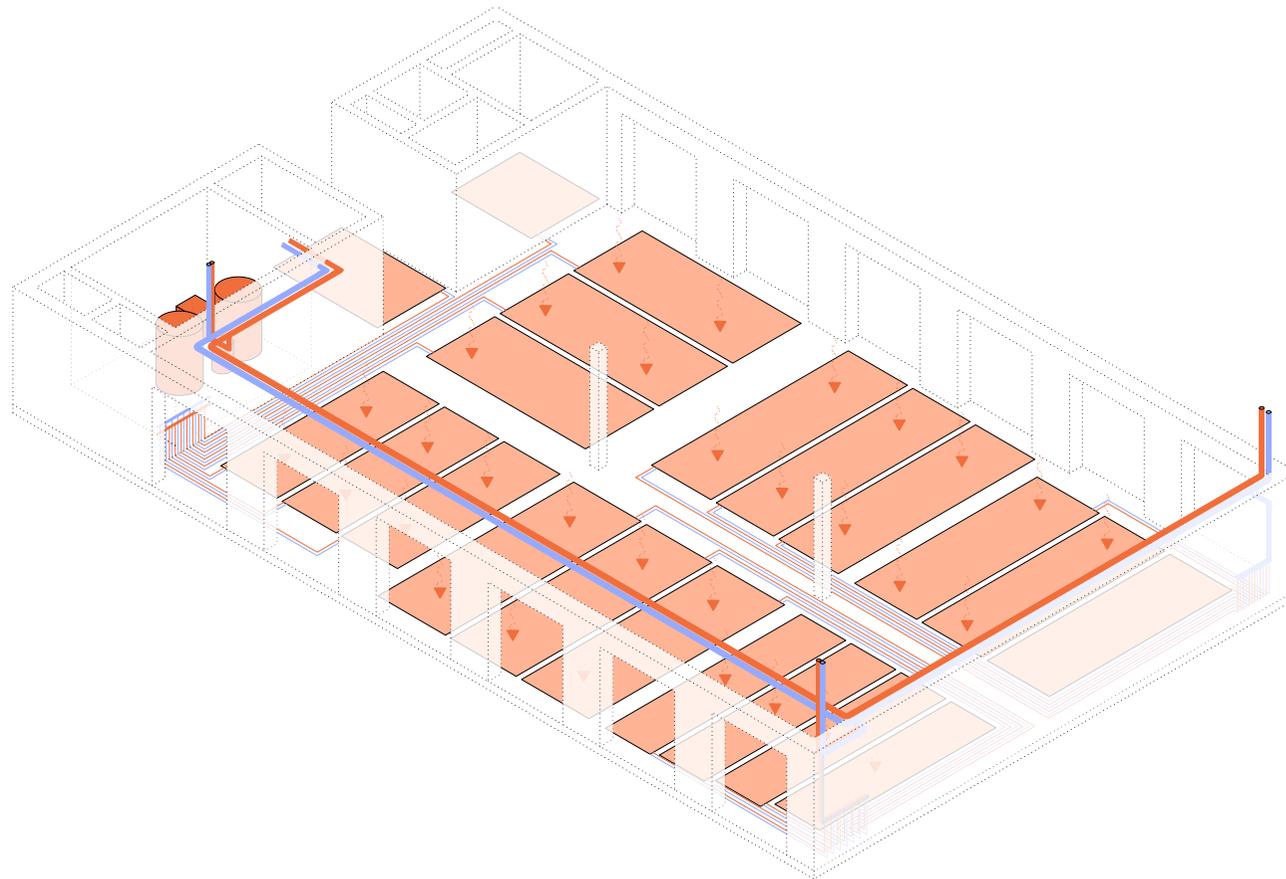
- + innen liegende Vorhänge
(werden auch als Blendschutz und zur
Verdunkelung der Lernflächen benötigt)



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

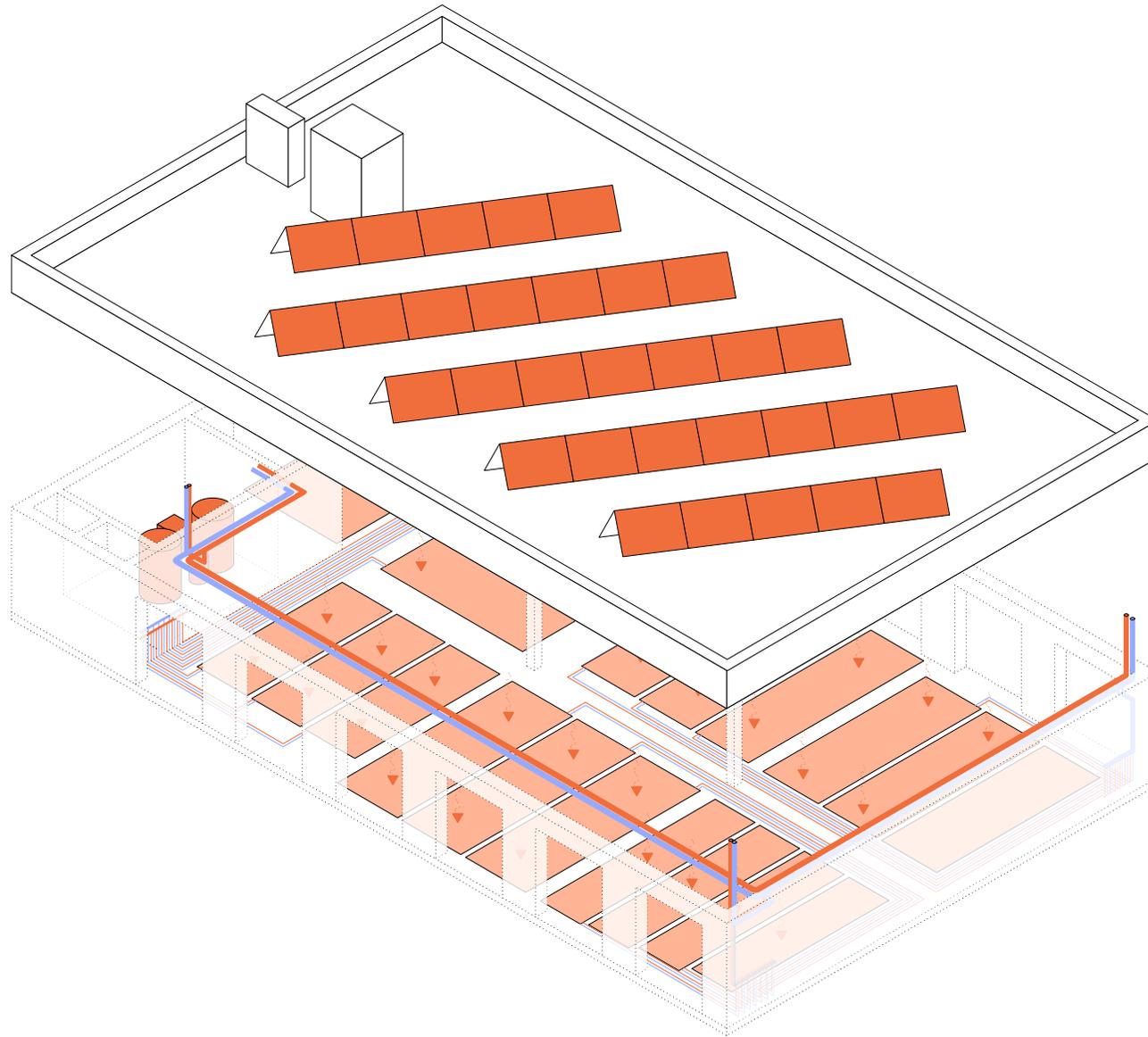
- + thermische Masse der Estrichböden
(werden als Energieträger der
Fußbodenheizung benötigt).





SOMMERLICHE TEMPERIERUNG

Wenn die Nachtauskühlung von Hand in der Praxis schwierig zu koordinieren ist, kann unterstützend die Wärmepumpe zur Temperierung im Sommer eingesetzt werden. Die Fußbodenheizung kann Wärmelasten aus den Räumen kontinuierlich abführen.



SOMMERLICHE TEMPERIERUNG

Dieser Aspekt kann aber nicht in der EnEV berücksichtigt werden, weil die Pumpe Strom verbraucht. Dabei wird der Strom genau dann gebraucht und direkt verwertet, wenn die PV Überschüsse produziert. Das Haus funktioniert in diesem Moment gewissermaßen als Strompuffer.

Impressum



Montag Stiftung
Jugend und Gesellschaft

Montag Stiftung Jugend und Gesellschaft

Gemeinnützige Stiftung

Raiffeisenstr.5

53113 Bonn

Telefon: +49 (0) 228 26716-310

Fax: +49 (0) 228 26716-311

E-Mail: jugend-und-gesellschaft@montag-stiftungen.de

© Das Copyright für alle Inhalte auf www.schulbauopensource.de liegt bei der Montag Stiftung Jugend und Gesellschaft. Zu den Nutzungsrechten für die verschiedenen Arten von Inhalten siehe die Nutzungsbedingungen unter: www.schulbauopensource.de/nutzungsbedingungen

Version: August 2023