

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 natural light.

SCHULBAU OPEN SOURCE

Planungswissen für
Innovationen im Schulbau

Kapitel:
LÜFTUNG

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.

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.

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.

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.

LÜFTUNG: WORUM GEHT ES?

Gute Luft erhält die Konzentrationsfähigkeit, schlechte Luft macht müde und führt dauerhaft zu Gesundheitsschäden. Mit der Maßgabe, energiesparend zu bauen, werden daher zahlreiche Schulneubauten mit automatisierten und teuren Belüftungssystemen ausgerüstet. Neue Schulraumkonzepte mit fließenden, teiloffenen Raumbereichen können jedoch eine gute Luftqualität auch durch natürliche Lüftung ohne Einbußen bei der Energiebilanz ermöglichen. Außerdem wird das allgemeine Wohlbefinden in Räumen gesteigert, wenn Fenster einfach geöffnet werden können. Für ein ganzheitlich konzipiertes Lüftungskonzept sind folgende Aspekte zu berücksichtigen.

Lüftungssystem und Luftqualität

Ein wichtiges Kriterium für die Qualität der Luft ist der CO₂-Gehalt, welcher nach den Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) den Wert von 1.000 ppm nicht übersteigen soll. In dieser Hinsicht bieten lufttechnische Anlagen je nach Ausführung eine komfortable Möglichkeit zur Regulierung eines gleichbleibenden CO₂-Gehaltes. Werden keine ausreichenden Öffnungsflügel geplant, entstehen bei Technikausfall aber Überwärmungen und CO₂-Spitzen, die nicht effektiv abgeführt werden können.

Außerdem ist neben dem CO₂-Gehalt auch die Luftfeuchte ein wichtiges Kriterium der Luftqualität. Wird im Winter allein auf den CO₂-Wert und hohe Luftwechselraten fokussiert, fällt die Luftfeuchte stark ab und erhöht dadurch die Anfälligkeit für Infektionserkrankungen. Gerade im Winter lässt sich dagegen durch Fensterlüftung durch den hohen Druckunterschied der Luft ein Luftwechsel nach Bedarf schnell und vor allem wesentlich kostengünstiger herbeiführen.

Luftqualität und Geometrie des Raumes

Entscheidend für die Luftqualität und die daraus resultierenden notwendigen Luftwechselraten ist das Luftvolumen, welches pro Person im Raum zur Verfügung steht. In den konventionellen, abgeschlossenen Klassenräumen ist dieses Verhält besonders gering. Bei der typischen einseitigen Fassadenanbindung reicht der zur Verfügung stehende Lüftungsquerschnitt der Fenster schon rein rechnerisch kaum aus, um die nötigen Mindestluftwechselraten sicherzustellen.

Fließende Raumkonzepte dagegen führen zu einer besseren Luftqualität, da pro Person ein wesentlich größeres Luftvolumen zur Verfügung steht. Damit reichert sich die Luft langsamer mit CO₂ und Aerosolpartikeln an und es werden insgesamt weniger Luftwechsel für die gleiche Luftqualität benötigt. Ein besonderer Vorteil entsteht, wenn in offenen Raumverbänden quergelüftet werden kann.

Luftqualität und Geometrie der Fassade

Die Wirksamkeit des natürlichen Lüftungskonzeptes hängt mit den erzielbaren Lüftungsquerschnitten und der Bedienbarkeit der Öffnungsflügel zusammen. Über die Flügelformate werden Luftwechsel und Luftgeschwindigkeiten auf das Nutzungskonzept abgestimmt. Dabei ist auch der Unfallschutz zu beachten. Denn eine wesentliche Ursache für schlechte Luft an Schulen liegt darin, dass Fensterflügel, die für die Belüftung benötigt werden, mit Öffnungsbegrenzern versehen oder abschließbar ausgeführt werden, damit diese nicht als Hindernis in den Raum hineinragen. Soweit die Lärmbelastung an den Fassaden dies erlaubt, sollten Schulen daher natürlich belüftet werden.

↗ Schlechte Luft im
Klassenzimmer

Schulbauempfehlungen zu Lüftung früher und heute

Der Zusammenhang zwischen Leistungsvermögen und CO₂-Konzentration im Raum ist schon lange bekannt. In der Geschichte des Schulbaus ist die ausreichende Luftversorgung daher ein zentraler Aspekt der Bautechnik. Bereits im 19. Jahrhundert waren mancherorts Lüftungsschächte für eine Gravitationslüftung in Schulen per Erlass vorgeschrieben, damit unabhängig von der Fensterlüftung ein steter Luftaustausch erreicht werden kann (vgl. [Bund der Energieverbraucher, Schlechte Luft im Klassenzimmer, energieverbraucher.de, 7. Juni 2011](#)). Auch die enormen Raumhöhen von etwa 4,50 m waren unter anderem erforderlich, um eine gute Luftversorgung der einseitig belüfteten traditionellen Klassenräume sicherzustellen. Dieser Zusammenhang zwischen Raum- und Lüftungskonzept ist beispielsweise auch bei den in den 1960er-Jahren neu diskutierten Schulbauten relevant, die zweiseitig belichtet und belüftet werden konnten. Durch die Möglichkeit der Querlüftung wird weniger Luftvolumen pro Person erforderlich, wodurch die ehemals hohen Raumhöhen auf 3,20 m reduziert werden konnten, was damals auch als wirtschaftliches Argument für die neuen Schulentwürfe angeführt wurde (vgl. [Wilhelm Berger, Schulbau von Heute und Morgen, Göttingen 1960, S. 25](#)). Heute jedoch werden viele Schulen wieder mit einseitiger Belichtung und Belüftung gebaut, haben aber gewöhnlich eine Raumhöhe von nur noch 3 m. Diese Höhe wird beispielsweise auch in den Thüringer Schulbauempfehlungen als Richtwert vorgegeben. Diese Einsparungen in der Planung und die Nichtbeachtung alter und grundlegender Erkenntnisse sind ein wesentlicher Grund dafür, dass die Luftqualität heute zu einem großen Problem an Schulen geworden ist – die Auswirkungen dieses Missstandes auf die Lufthygiene hat die Corona-Pandemie 2020 noch einmal tragisch vorgeführt.

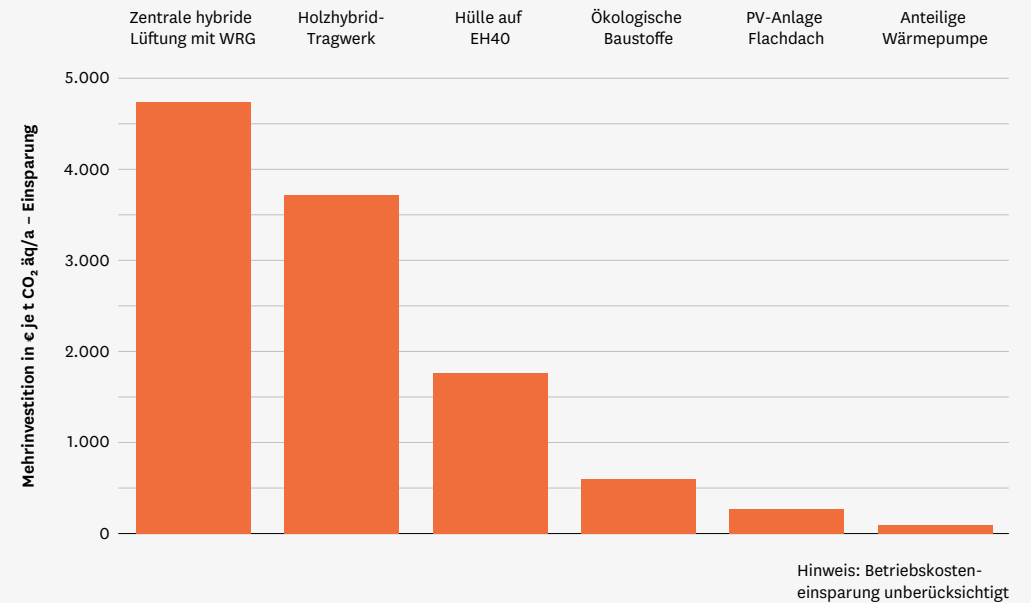
Warum Lüftungsanlagen kaum zum Klimaschutz beitragen

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung werden häufig als Beitrag zum Klimaschutz ins Spiel gebracht. In der Realität des Schulbetriebes können raumluft-technische Anlagen jedoch keine wesentliche Einsparung von Energie und damit nur bedingt zur Maximierung der Umweltverträglichkeit beitragen. Der Erfolg der Wärmerückgewinnung für die Energieeinsparung hängt in einem hohen Maße vom Nutzerverhalten ab. So können Energieeinsparungen über die Wärmerückgewinnung im Winter erst bei strikter Schließung der Fenster erreicht werden. Dies hat in einigen Fällen dazu geführt, auf manuell zu öffnende Fenster oder Fassadenelemente in Gänge zu verzichten. Der Einsparung bei den Lüftungswärmeverlusten steht ein nicht unerheblicher Strombedarf durch die Ventilatoren entgegen.

Aus diesen Gründen sind zentrale Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung kein sinnvoller Beitrag zum Klimaschutz an Schulen. Eine natürliche Lüftung kann die energetisch günstigere Alternative sein. Die Auslegung der Systeme sollte auf Basis dynamischer Berechnungsmodelle erfolgen, damit – anders als die statischen Berechnungsmodelle des GEG – Speichermassen und interne Wärmequellen der Schülerinnen und Schüler bei der Betrachtung des tatsächlichen Wärmebedarfes berücksichtigt werden können.

Das Ingenieurbüro Hausladen hat unterschiedliche Maßnahmen für einen klimaneutralen Betrieb eines Schulcampus in München gegenübergestellt und konnte zeigen, dass die Investition in eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung die mit Abstand höchsten Vermeidungskosten je Tonne CO₂ darstellen.

Vermeidungskosten je Tonne GWP-Einsparung für ein Schulzentrum in München von Ingenieurbüro Hausladen



Die Investitionen in eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung stellen mit Abstand die höchsten Vermeidungskosten je Tonne Global Warming Potential (GWP) dar.

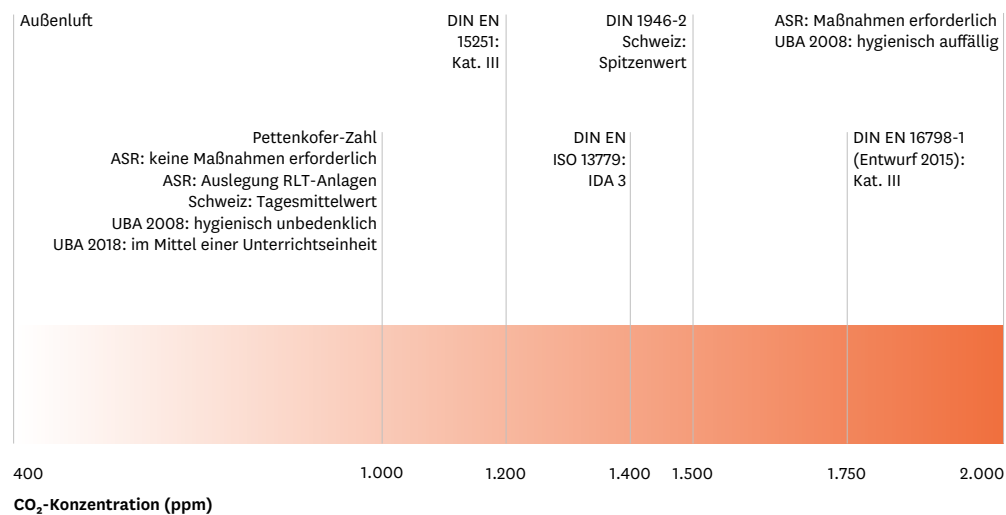
(Quelle: Ingenieurbüro Hausladen, 2020)

LÜFTUNG: SOS WEIMAR

Ergebnisse Phase Null

Das Lüftungskonzept war in Weimar kein Thema der Phase Null und wurde erst in den weiteren Leistungsphasen im Zusammenhang mit der Grundrissentwicklung und Ausbauplanung betrachtet.

Anforderungen CO₂-Konzentration in einem Klassenzimmer



Normen und Richtlinien

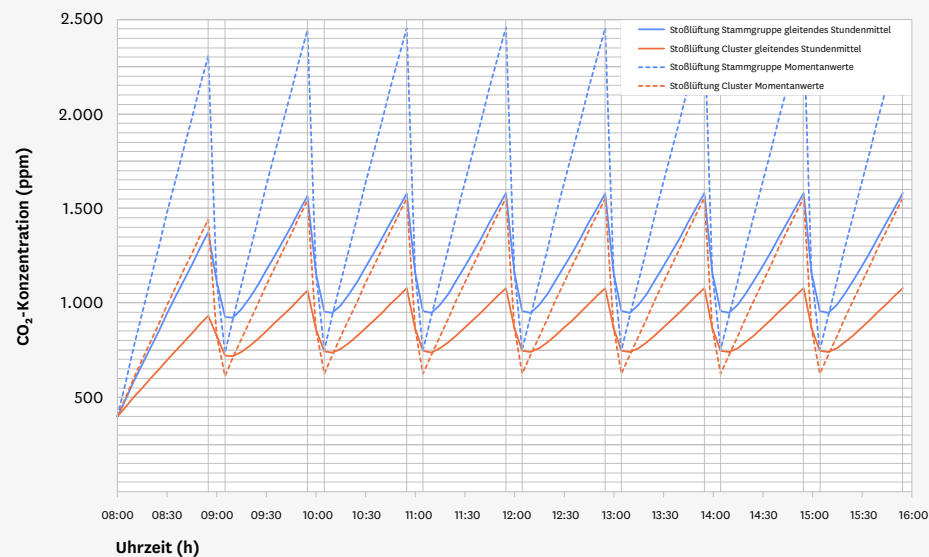
Unterschiedliche Vorgaben für maximale CO₂-Konzentration

Vorgaben für maximale CO₂-Konzentration in der Raumluft finden sich in vielen unterschiedlichen Regelwerken. Die Grenzwerte liegen in dem Bereich zwischen 1.000 und 2.000 ppm, wobei sich die meisten Richtlinien an dem Pettenkofer-Wert von 1.000 ppm orientieren (siehe Grafik). Anzumerken ist, dass der Pettenkofer-Wert aus dem Ende des 19. Jahrhunderts unter den damaligen hygienischen Randbedingungen aufgestellt wurde und daher heute als Grenzwert neu zu überprüfen wäre.

Die Clusterflächen in Weimar werden einfach und robust über die Fenster der Gebäudelängsseiten belüftet. Der große Luftraum und die Möglichkeit der Querlüftung ermöglichen eine gute Lufthygiene bei geringen Luftwechseln. Bei achtsamer manueller Fensterlüftung von 10 min pro Zeitstunde kann bei vollbesetztem Raum und ggf. mit geringen Komforteinschränkungen im Winter eine ausreichend gute Luftqualität im Cluster um den Wert von 1.000 ppm erzielt werden.

Basisvarianten Stoßlüftung Cluster & Stammgruppe

Lüftungsintervall: jede Stunde 10 min



Bei einem Lüftungsintervall von 10 min pro Stunde bleibt im gleitenden Stundenmittel die Konzentration von CO₂ durchgängig unter 1.000 ppa. Die Simulation berücksichtigt allein die bodentiefen Schiebeflügel, die zu den umlaufenden Balkonen führen – nicht die Kipp-Oberlichter, die zusätzlich geöffnet werden könnten. Außerdem lässt die Simulation den Durchzug-Effekt außer Acht – es wird eine einseitige Lüftung angenommen. In der Realität des Schulbetriebes, in welcher die Schiebeflügel zu den Balkonen nicht nur zum Lüftungszweck aufgeschoben werden, ist daher mit noch günstigeren Werten zu rechnen.

Grafik: Ingenieurbüro Hausladen

↗ SOS WEI LPH3
CO₂ Simulation Lernloft

Raumproportionen für natürliche Lüftung

Natürliche Lüftung und Gebäudeform bedingen einander und müssen von Beginn an integrativ geplant werden. Die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR A3.6 Lüften, 5.3 Systeme der Freien Lüftung, Tabelle 3) geben bestimmte Proportionen von Raumtiefe zu Raumhöhe vor, die für eine natürliche Lüftung einzuhalten sind. Für ein wirkungsvolles Lüftungskonzept mit Fensterlüftung spielen also sowohl die Gestaltung der Fassade als auch die räumliche Konfiguration eine entscheidende Rolle.

Die lichte Raumhöhe ist jedoch auch unabhängig der Einhaltung der ASR ein wichtiger Aspekt, da bei einem größeren Raumvolumen die erforderliche Luftwechselrate / Stunde je Raum sinkt.

Die Raumproportionen der Lernlofts in Weimar leiten sich direkt aus den Vorgaben der ASR für Konzepte der freien Lüftung ab und sind somit entwurfsbestimmend für das architektonische Konzept der drei Lernhäuser.

Raumproportionen: Berechnung nach ASR A3.6 Lüften, 5.3 Systeme der Freien Lüftung, Tabelle 3:

Raumtiefe = 16 m

Raumhöhe = 3,53 m

Verhältnis Raumtiefe zu Raumhöhe: $16 \text{ m} \div 3,53 \text{ m} = 4,6$

→ Mindestanforderungen der ASR ist erfüllt

(Raumtiefe \div Raumhöhe = 5)

Öffnungsfläche, Raumvolumen und natürliche Lüftung

Die Berechnung der Öffnungsfläche zur Sicherung des Mindestluftwechsels kann nach ASR ([ASR A3.6 Lüften, 5.3 Systeme der Freien Lüftung, Tabelle 3](#)) für zwei Lüftungsarten vorgenommen werden: kontinuierliche Lüftung oder Stoßlüftung. Diese beiden Berechnungswege unterscheiden sich. Während die Berechnung der notwendigen Öffnungsquerschnitte bei der kontinuierlichen Lüftung auf der Anzahl an Personen im Raum basiert, erfolgt die Berechnung der Stoßlüftung – welche für die Praxis des Schulalltags relevanter ist – anhand der gegebenen Grundfläche des Raumes. Die Anzahl an Personen pro Raumvolumen ist jedoch im Schulbau eine zentrale Größe. Zum einen ist die Anzahl der Kinder pro Fläche durch die Berechnungsgrundlage der Phase Null klar benannt, zum anderen zeigt sich gerade in dem Verhältnis von Kubikmetern Luft pro Person ein deutlicher Vorteil neuer Organisationsmodelle gegenüber konventionellen Klassenraumstrukturen.

Cluster und offene Lernlandschaften ermöglichen vermehrt fließende und offene Raumübergänge und bewirken auf diese Weise – bei insgesamt geringerem Flächenbedarf – ein wesentlich höheres Luftvolumen pro Person und daher günstigere Voraussetzungen für eine natürliche Belüftung. Die Lernlofts in Weimar mit den bodentiefen Schiebeflügeln in der Fassade übertreffen die Vorgaben der ASR an Mindestöffnungsflächen für beide Lüftungsarten deutlich.

Lüftungsquerschnitt: Berechnung nach ASR A3.6 Lüften, 2012/2018, Kapitel 5.3 Systeme der Freien Lüftung Tabelle 3

Lüftungsquerschnitt pro Fensterfeld = $2,76 \text{ m}^2$

Anzahl an Personen pro Lernloft: 78

Grundfläche Lernloft: 370 m^2

Gesamtquerschnitt von 12 Fensterfeldern pro Lernloft:

$$12 \times 2,76 = 33,12 \text{ m}^2$$

Fall kontinuierliche Lüftung: $33,12 \text{ m}^2 \div 78 \text{ Personen} = 0,42$

→ gefordert 0,20

Fall Stoßlüftung: $33,12 \text{ m}^2 \div (370 \text{ m}^2 \div 10) = 0,89$ → gefordert 0,60

Im Vergleich der Luftvolumina pro Person werden die günstigen Voraussetzungen verdeutlicht, die das Lernloft gegenüber einem Standard-Klassenzimmer für eine natürliche Lüftung bietet:

Verhältnis des Luftvolumens pro Person im Lernloft

$$370 \text{ m}^2 \times 3,5 \text{ m Raumhöhe} \div 78 \text{ Personen} = 17 \text{ m}^3 \text{ Luftvolumen/Person}$$

Verhältnis des Luftvolumens pro Person in einem Standard-Klassenzimmer:

$$65 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m Raumhöhe} \div 25 \text{ Personen} = 7,8 \text{ m}^3 \text{ Luftvolumen/Person}$$

$$65 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m Raumhöhe} \div 30 \text{ Personen} = 6,5 \text{ m}^3 \text{ Luftvolumen/Person}$$

Unterschiedliche Vorgaben für unterschiedliche Räume

Während der konventionelle Schulbau von einer hierarchischen Ordnung an Raumgrößen geprägt war – kleine Räume für Klassen und große Räume für Versammlungen (z. B. Aula) –, wird bei neuen Schulraumkonzepten ein Nebeneinander vielfältiger Raumgrößen mit teilweise wechselnden Nutzungen notwendig. Das führt dazu, dass an ähnlich große Räume in einer Schule unterschiedliche Anforderungen gestellt werden, abhängig davon, ob sie als Unterrichtsflächen oder als Gemeinschaftsflächen definiert sind. Programmflächen über 200 m^2 , die nominell nicht zu den Unterrichtsflächen zählen, fallen unter die Versammlungsstättenverordnung ([MVStättVO](#)) und müssen – anders als beispielsweise Lernfelder über 200 m^2 – mit einer Lüftungsanlage ausgestattet werden ([MVStättVO, §17 Heizungsanlagen und Lüftungsanlagen](#)). Da jedoch heutzutage Gemeinschaftsflächen in der Regel auch Lernflächen sind, ist die pauschale Trennung in unterschiedliche Nutzungen und die damit ungleiche Behandlung nicht mehr passend.

Die konsequente Umsetzung einer natürlichen Belüftung ist für den Marktplatz mit Bistro und Musikbereich im Gemeinschaftshaus daher nur über eine Ausnahmeregelung möglich. Wegen seiner Größe von über 200 m^2 und der Nutzung als Mehrzweckraum führt er zunächst zu einer Einord-

↗ Markplatz

nung als Versammlungsstätte, was zur Folge hätte, dass der Raum nach §17 der MVStättVO (2014) mechanisch belüftet werden muss. Zum Vergleich: Die flächenmäßig größeren Lernlofts fallen als Lernflächen nicht unter die Versammlungsstättenverordnung. Hier zeigt sich, dass es wichtig ist, die konkrete Zielvorstellung hinter der Verordnung zu entschlüsseln und die daraus folgenden Vorgaben zu hinterfragen. Der Raum soll während des gesamten Tages als erweiterter Aufenthalts- und Lernbereich zur Verfügung stehen. Ein Aufenthalt von mehr als 200 Personen wird nicht erwartet. Auf eine Lüftungsanlage wird verzichtet, weil der Raum mit 3,53m besonders hoch ist, nicht im Raumverbund mit anderen Räumen der Schule steht und querzulüften ist. Durch seine Lage im Erdgeschoss und der Verbindung zu den Außenbereichen mit weiteren Sitzmöglichkeiten werden im Regelfall Türen häufig geöffnet bzw. werden dauerhaft offenstehen. Nach dem Mittagessen kann der Raum auch in kälteren Jahreszeiten schnell quergelüftet werden, damit ein guter Luftaustausch stattfindet, bevor z. B. Musikunterricht oder die Theater-AG beginnt. Die Ausnahmeregelung wird mittels eines Bestuhlungsplanes belegt, der verdeutlicht, dass nicht mehr als 199 Personen den Raum gleichzeitig nutzen.

Natürliche Lüftung und Unfallschutz

Konzepte der Fensterlüftung müssen mit den Vorgaben des Unfallschutzes gut abgestimmt sein. Denn aufgrund der Verletzungsgefahr an offenstehenden Fensterflügeln sind die Anforderungen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV Regel 81, §10 Türen, Fenster) so, dass Fensterflügel nicht in Räume hineinschlagen dürfen, während Kinder anwesend sind. Das betrifft in der Regel Fensterflügel, die ab Brüstungshöhe bzw. in Kopfhöhe in den Raum hineinragen könnten.

Werden Fenster, die für die Belüftung notwendig sind, nachträglich mit Öffnungsbegrenzern oder abschließbaren Fensterdrückern ausgestattet, können häufig die erforderlichen Lüftungsquerschnitte bzw. Luftwechselraten nicht erreicht werden. Zu beachten ist außerdem, dass Lüftungskonzepte nicht auf definierte Pausenzeiten ausgelegt sein sollten. Bei zunehmend fließenden zeitlichen Übergängen jenseits der konventionellen 45-Minuten-Taktung muss jederzeit eine gute Durchlüftung möglich sein, ohne die Arbeitsaktivitäten zu beeinträchtigen. Gute Lösungen bieten z. B. kleinteilige Öffnungsflügel, mit denen die Luft gut dosiert und behaglich in die Räume eingebracht werden kann.

Die beiden Längsseiten der Lernlofts sind mit bodentiefen Schiebelelementen versehen. Da sie nicht in den Raum hineinragen, wird nicht nur die Anforderung der Unfallkasse erfüllt, sondern die gesamte Fassadenlänge kann dauerhaft als Arbeitszone genutzt werden. Damit kann der Raum jederzeit schnell quergelüftet werden, ohne dass Tische oder Gegenstände etc. umgestellt werden müssen. Außerdem benötigen die Flügel keine Sicherung gegen Zufallen.

Bedienbarkeit der Lüftungselemente und Unfallschutz

Die Wirksamkeit von Konzepten zur freien Lüftung hängt stark von der Bedienbarkeit der Lüftungsöffnungen ab. Neben den Vorgaben des Unfallschutzes sind hier auch die Vorgaben der Barrierefreiheit relevant. So sollen Bedienelemente für Fassadenflügel auf einer Höhe von 85 cm angeordnet werden (DIN 18040 Barrierefreies Bauen, 4.5.2 Bedienelemente).

Dieser Zusammenhang ist insbesondere für die Planung von Oberlichtern relevant, welche standardmäßig mit Hebeln oder Kurbeln manuell bedient werden. Hebel sind in der Bedienung einfacher, jedoch müssen sie so angeordnet werden, dass sie nicht in den Raum hineinragen (DGUV Regel 81, § 10 Abs.3). Kurbeln erfüllen eher die Ziele des Unfallschutzes, sind jedoch anstrengender zu bedienen, was dazu führen kann, dass sie in der Praxis seltener bedient werden.

↗ Heizen und
Temperieren

In diesem Zusammenhang muss auch das Gewicht der Öffnungsflügel in die Betrachtungen mit einbezogen werden. Die 3-Scheiben-Verglasung hat große Vorteile hinsichtlich der Behaglichkeit, da Kaltluftfälle an den Fassaden und damit verbundene lokale Unbehaglichkeiten verhindert werden. Besonders große Fensterflügel können durch die wärmetechnische Qualität jedoch sehr schwer werden. Damit ein Lüftungskonzept gut umgesetzt werden kann, ist es wichtig, dass auch kleine Schülerinnen und Schülern die Flügel einfach und sicher handhaben können.

Mehrschichtige Funktionen der Fassaden und Lüftungsziele

Häufig ergibt sich ein Zielkonflikt in der Umsetzung der Verschattungssysteme zur Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes, aber auch zur Reduzierung von Spitzenlasten und Blendungen an sonnenreichen Wintertagen. Herabgelassene Sonnenschutzelemente minimieren den freien Lüftungsquerschnitt und können zu Stauwärme an der Fassadengrenzschicht führen. Daher sind die Materialität und die Anordnung der Behänge sowie die Kombination von Lüftung, Tageslichtversorgung und Sonnenschutz integriert zu planen.

In Weimar werden außenliegende Verschattungssysteme ganz vermieden. Die Verschattung erfolgt rein baulich durch die umlaufenden Balkone, welche die Pädagogische Fläche der Cluster in den Außenraum erweitern. Damit wird auch vermieden, dass eine Verschattung zu einer Verdunkelung der Clusterfläche führt.

Wirtschaftlichkeit

Technik und Kosten minimieren

Die investiven Kosten für lufttechnische Anlagen sowie die folgenden Betriebskosten sind im Schulbau beträchtlich hoch. Außerdem weisen Schulen an Werktagen in der Tagesbilanz bereits einen hohen Stromverbrauch auf, welcher durch den Einbau von raumlufttechnischen Anlagen noch verstärkt wird. Hinzu kommen Kosten für Wartung und der Flächenverbrauch der Anlagen. Mit einer natürlichen Belüftung können diese Kosten erheblich reduziert werden.

Der Wartungsaufwand für eine Lüftungsanlage macht in der Regel eine externe fachliche Unterstützung notwendig. Die Praxis des Schulbetriebes zeigt, dass dadurch Schulen bei Problemen häufig lange auf technische Hilfe warten müssen. Weitere Unannehmlichkeiten entstehen bereits in der Inbetriebnahme, weil die Erarbeitung der Grundeinstellungen lange Zeiten in Anspruch nehmen kann.

Die drei Lernhäuser in Weimar werden mit einem robusten und kostengünstigen Lüftungskonzept umgesetzt, das den Einsatz raumlufttechnischen Anlagen weitgehend minimiert. Eine mechanische Lüftung wird nur für wenige innenliegende Bereiche, wie zum Beispiel die WCs, benötigt. Außerdem werden die Schulküche und einige Bereiche in dem naturwissenschaftlichen Bereich mechanisch belüftet.

Weil in der Summe nur sehr wenige lufttechnische Anlagen geplant sind, werden nur geringe Technikflächen benötigt. Diese sind pro Geschoss in einer kompakten Funktionsschicht zusammengefasst. Dadurch wiederum werden die Versorgungsleitungen durch das Haus verkürzt.

In der Konsequenz können sehr kleine lufttechnische Aggregate eingebaut werden, die – im Falle der beiden Lernhäuser – einfach und ohne Einhausung auf dem Dach platziert sind und von unten nicht wahrgenommen werden können.

Lüftung Schulküche

Im Gemeinschaftshaus in der Schulküche wird aus Kostengründen eine konventionelle Haubenlüftung anstelle einer leichter zu reinigenden Lüftungsdecke geplant. Die Deckenhöhe wird dadurch nur an den dafür erforderlichen Stellen reduziert und die Raumhöhe der angrenzenden Raumbereiche kann auch in der Küche beibehalten werden. Die Lüftungsaggregate werden innerhalb des 2.OG untergebracht, wodurch hohe Dachaufbauten vermieden werden und die Leitungswege kurzgehalten werden können.

Gestaltung

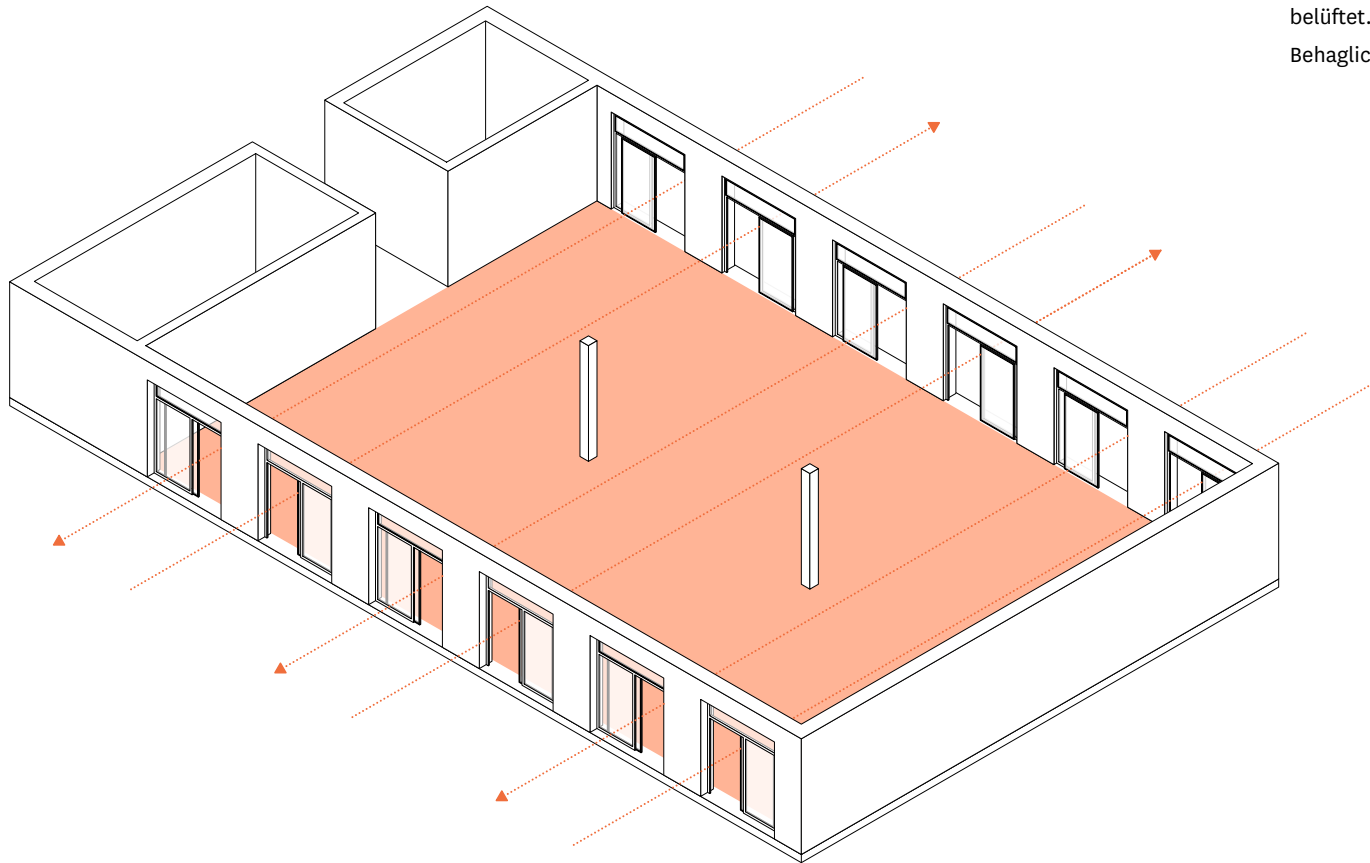
Werkstattcharakter

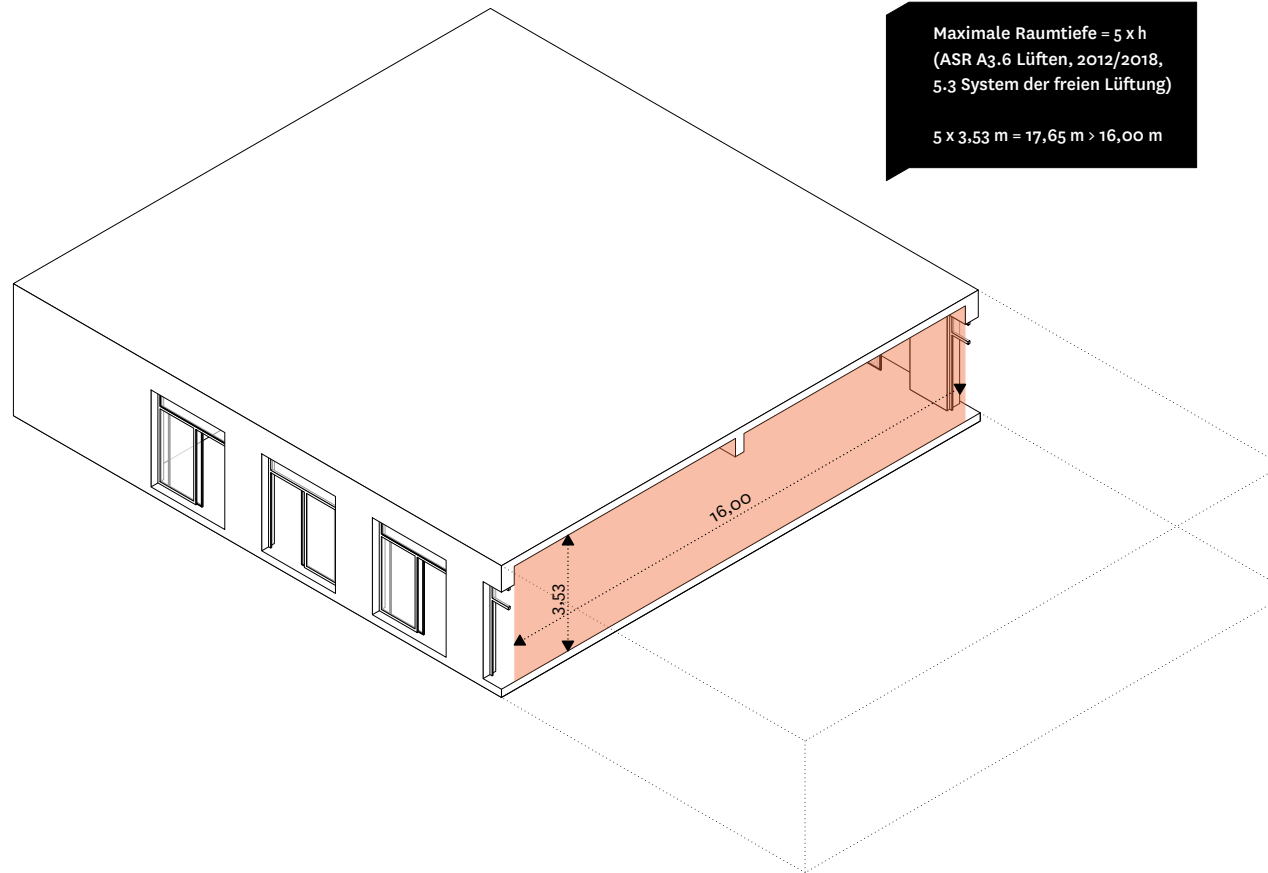
Dem Leitbild LowTech folgend, wird das Lüftungskonzept mit so wenig Technik wie möglich umgesetzt. Dadurch sind die Lernfelder geprägt durch eine hohe Raumhöhe und einen hohen Öffnungsanteil der Fassaden mit einfach zu bedienenden Öffnungsflügeln. Diese erlauben nicht nur eine natürliche Belüftung der Lernfelder, sondern bieten auf jeder Etage viele Ausgänge ins Freie.

Die wenigen notwendigen technischen Elemente werden nicht versteckt, sondern bleiben offen ablesbar und werden in das Gestaltungskonzept einbezogen. Hier erfüllt die Gestaltung den pädagogischen Sinn, die Funktion der Anlagen und seiner Teile nachvollziehbar zu machen.

GUTE LUFT MIT EINFACHEN MITTELN

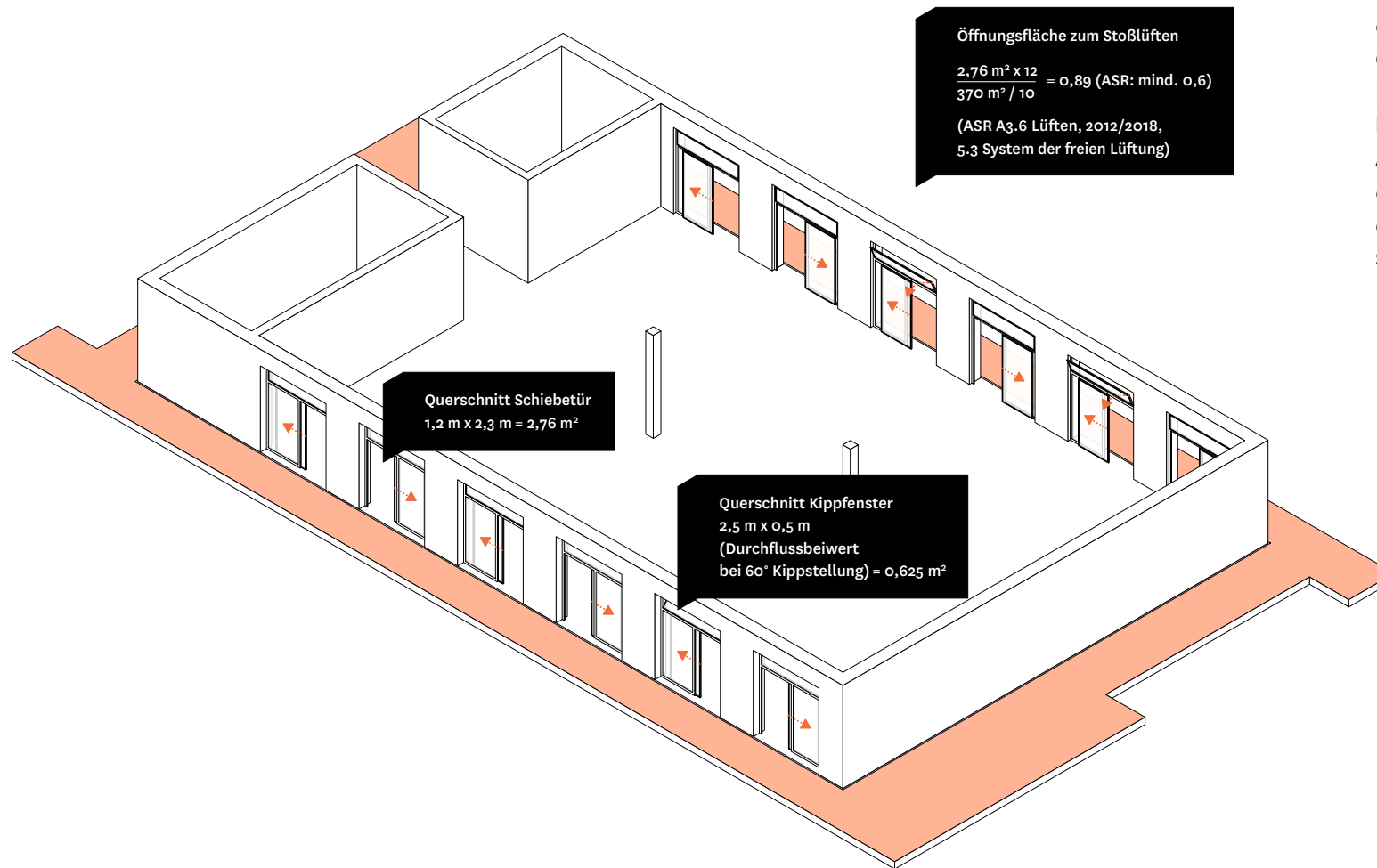
Die Clusterflächen werden einfach und robust über die Fenster der Gebäudelängsseiten belüftet. Damit entsteht ein hohes Maß an Behaglichkeit mit einfachen Mitteln.





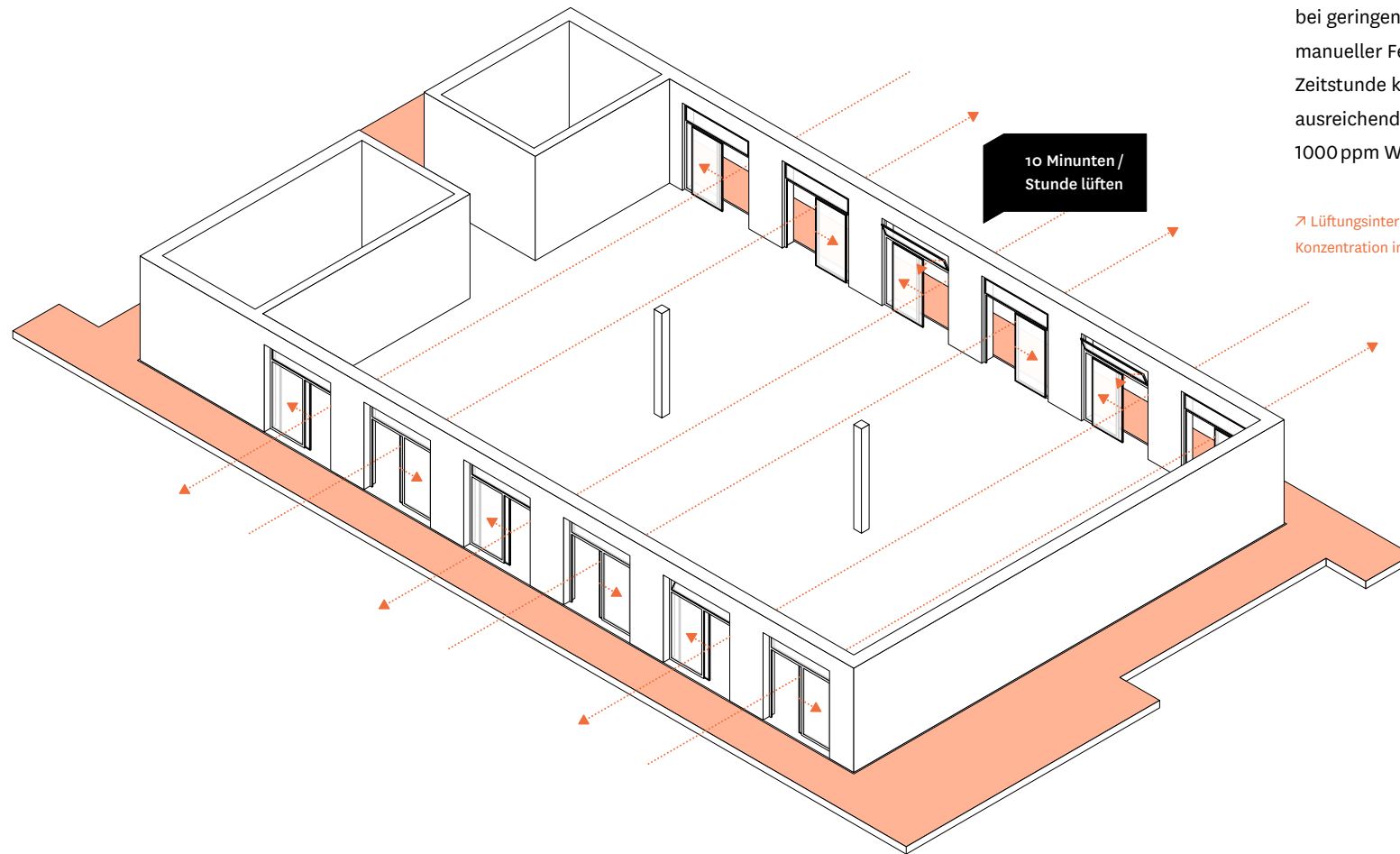
RAUMPROPORTIONEN FOLGEN DEM KONZEPT DER FREIEN LÜFTUNG

Möglich ist dies durch einen integrativen Planungsansatz: Die grundlegende Raumgeometrie der Clusterflächen basiert auf den Proportionen für eine natürliche Belüftung.



NUTZUNGSFREUNDLICHE FASSADENFLÜGEL

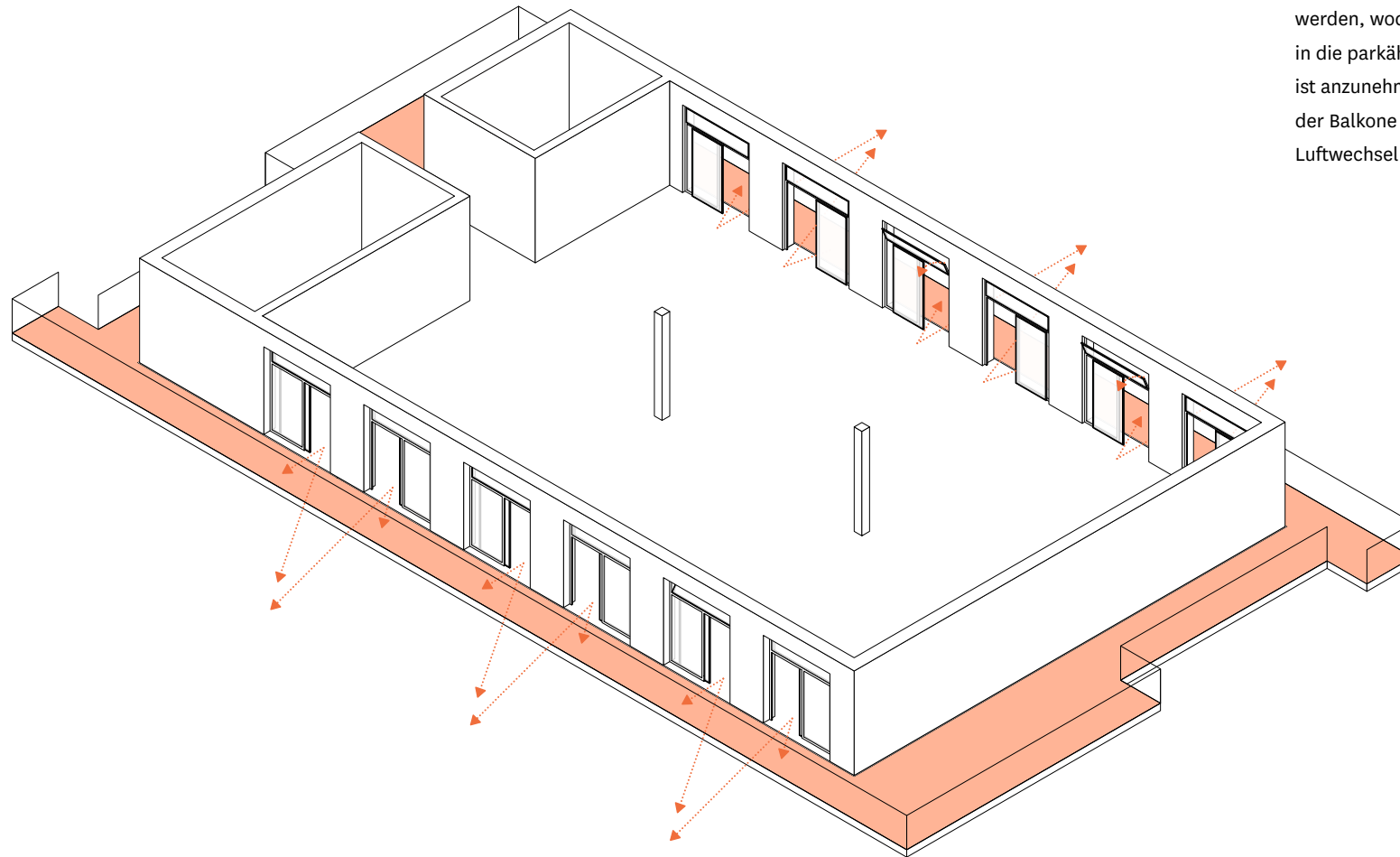
Schiebeflügel zu beiden Seiten ermöglichen Querlüftung mit großen Öffnungsquerschnitten zu jeder Zeit. Da sie nicht in den Raum hineinragen, bleiben die Fassaden jederzeit als Arbeits- und Aufenthaltsbereich erhalten. Der Luftaustausch kann gut dosiert werden, da die Flügel keine Sicherung gegen Zufallen benötigen.



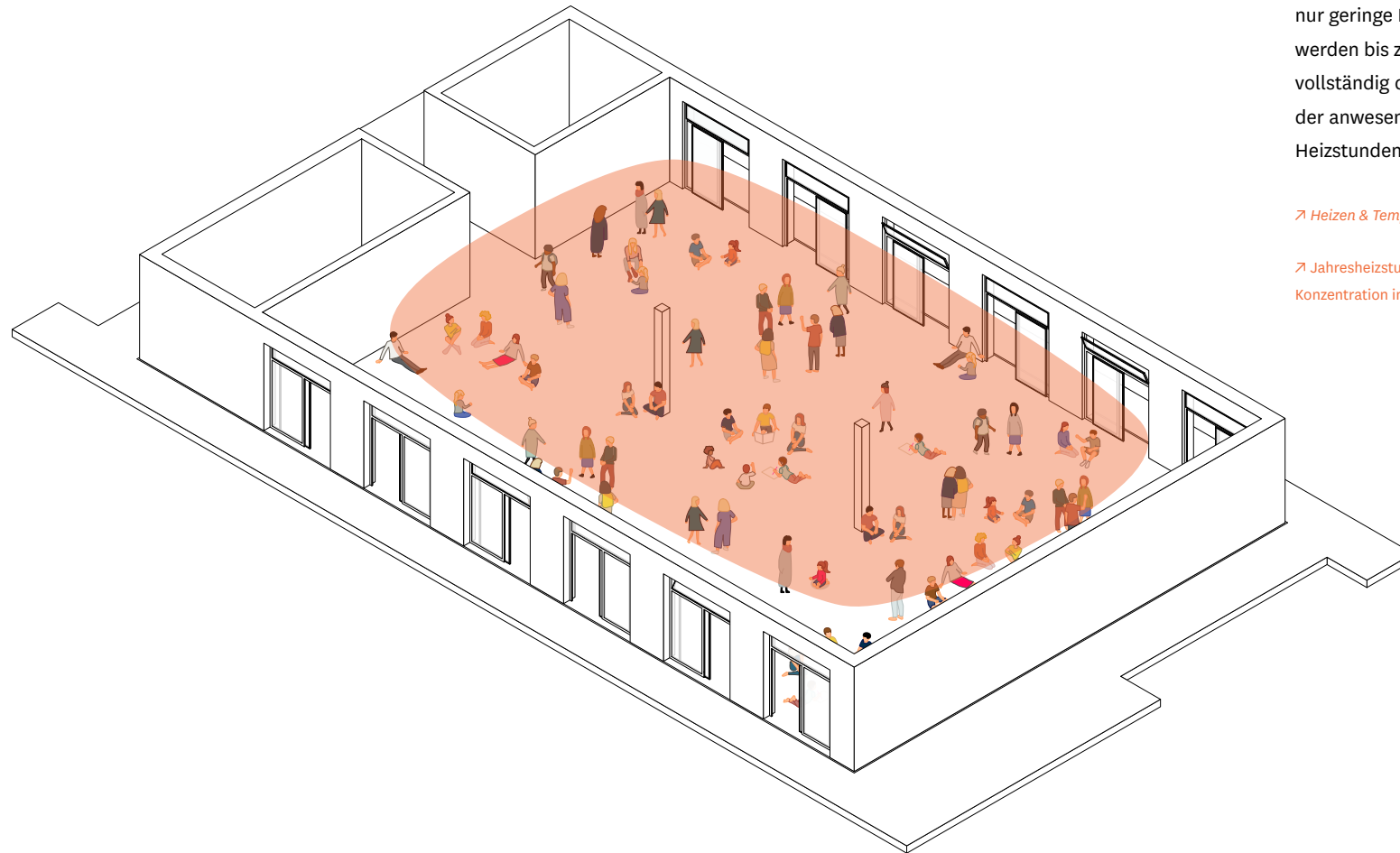
GERINGER LÜFTUNGSaufwand

Der große Luftraum und die Möglichkeit der Querlüftung ermöglichen eine gute Lüfthygiene bei geringen Luftwechseln. Bei achtsamer manueller Fensterlüftung von 10 min pro Zeitstunde kann bei vollbesetztem Raum eine ausreichend gute Luftqualität im Cluster um den 1000 ppm Wert erzielt werden.

↗ Lüftungsintervall und CO₂-Konzentration im Lernloft

**AUSSENBEZUG DER CLUSTERFLÄCHEN**

Über umlaufende Balkone können alle Arbeitsflächen direkt nach außen hin erweitert werden, wodurch sich die Clusterflächen in die parkähnliche Umgebung öffnen. Es ist anzunehmen, dass die Alltagsnutzung der Balkone automatisch den notwendigen Luftwechsel generiert.

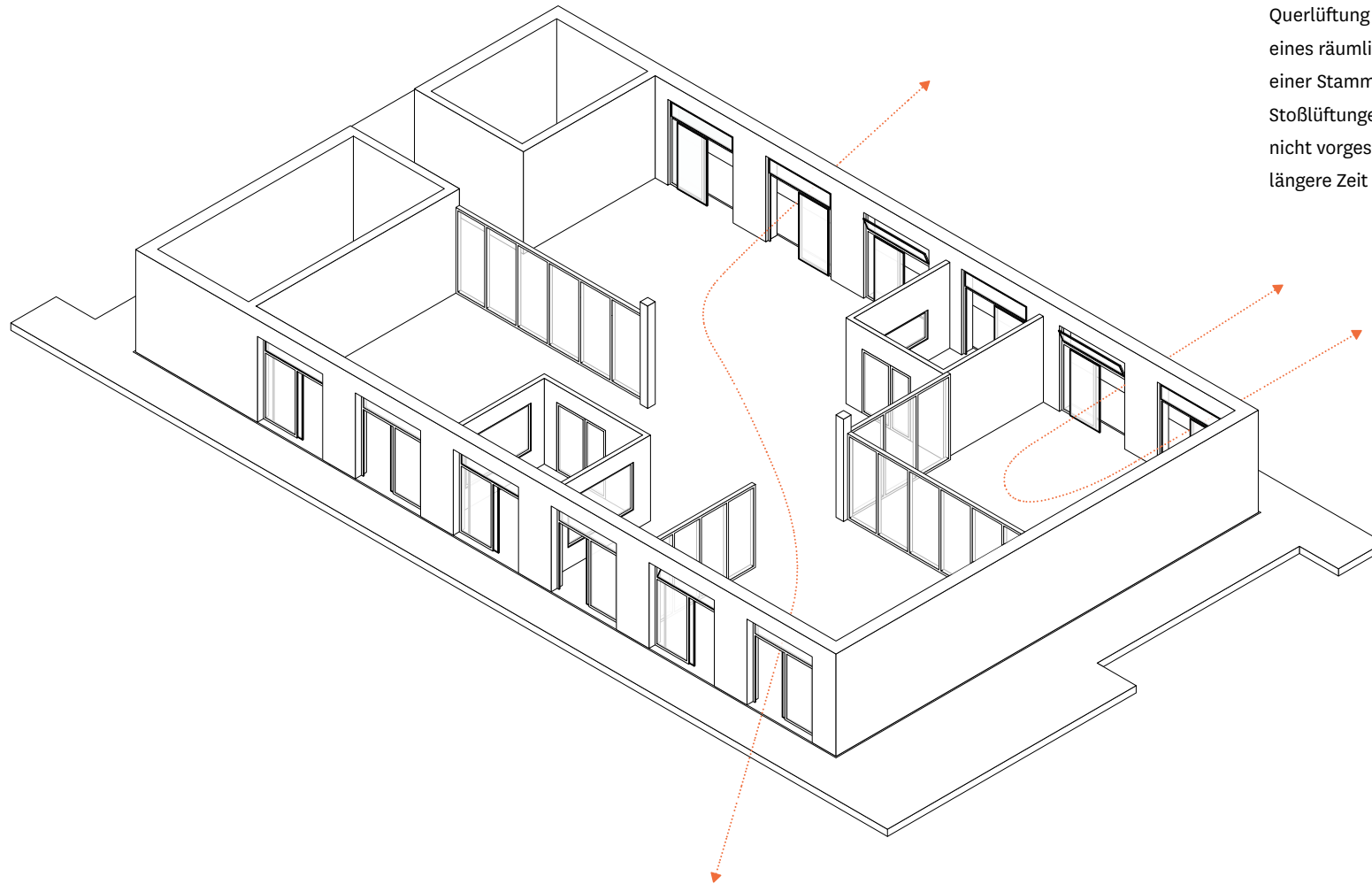


GERINGE LÜFTUNGSWÄRMEVERLUSTE

Wegen der hocheffizienten Fassadendämmung bei wenigen benötigten Luftwechseln entstehen nur geringe Lüftungswärmeverluste. Diese werden bis zu einer Außentemperatur von 4,5°C vollständig durch die internen Wärmegewinne der anwesenden Personen ausgeglichen. Die Heizstunden betragen weniger als 500 h/a.

↗ Heizen & Temperieren

↗ Jahresheizstunden und CO₂-Konzentration im Lernloft

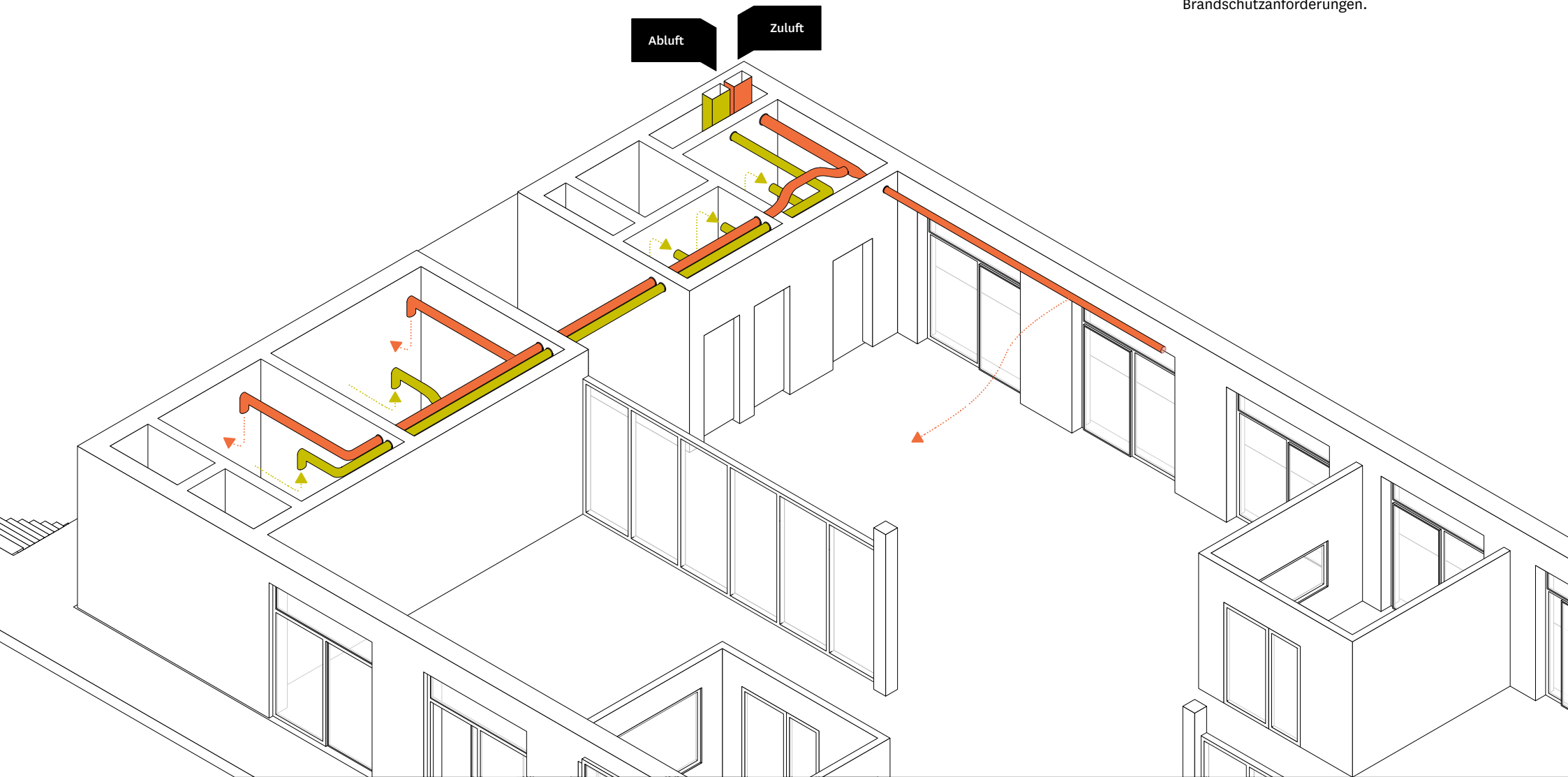


AUSBAU UND LUFTZIRKULATION

Die Lernfelder sind als große Fläche mit wenigen raumtrennenden Elementen geplant, welche eine Querlüftung nicht beeinträchtigen. Im Falle eines räumlich abgeschlossenen Bereiches einer Stammgruppe werden entsprechend mehr Stoßlüftungen pro Stunde benötigt. Es ist jedoch nicht vorgesehen, dass Raumbereiche über längere Zeit hinweg abgetrennt bleiben.

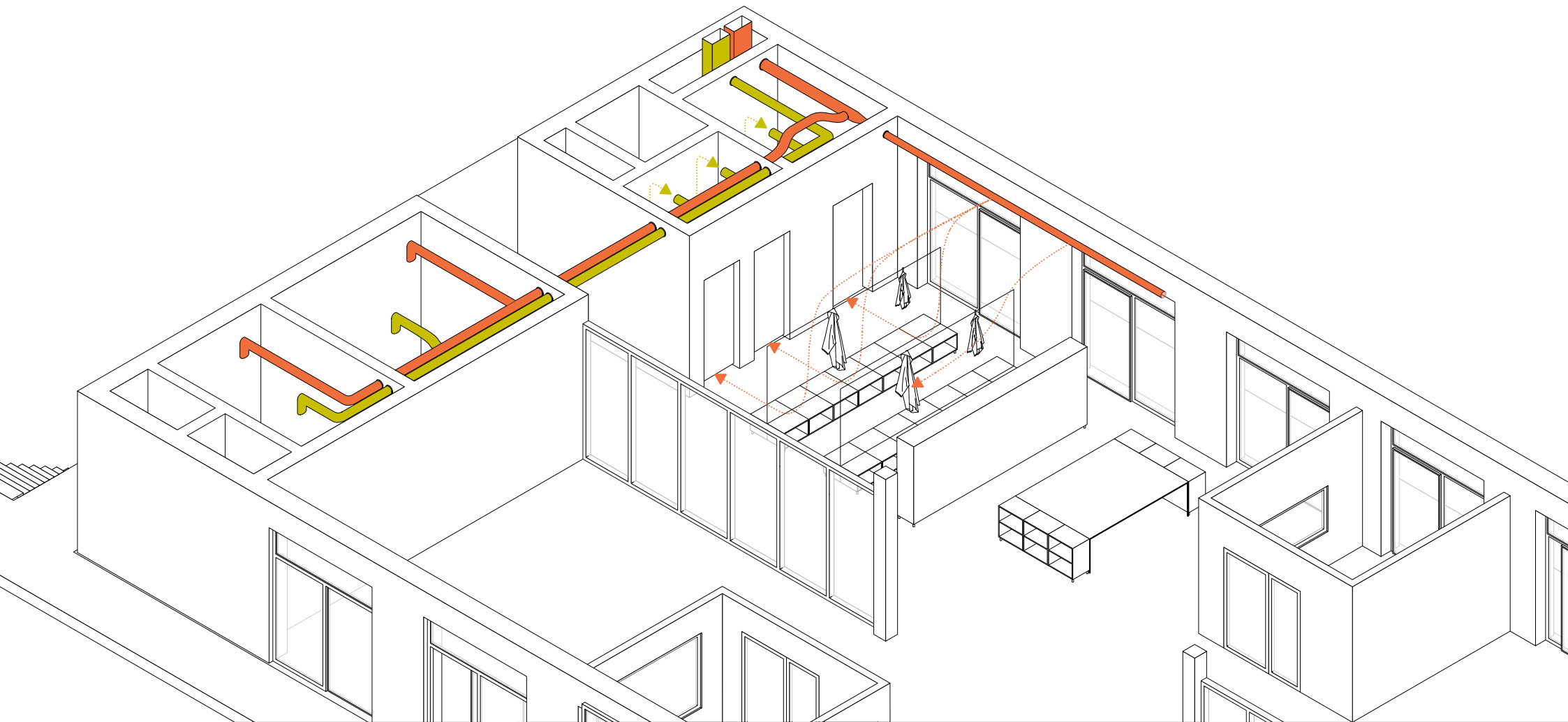
WENIGE LUFTECHNISCHE ANLAGEN

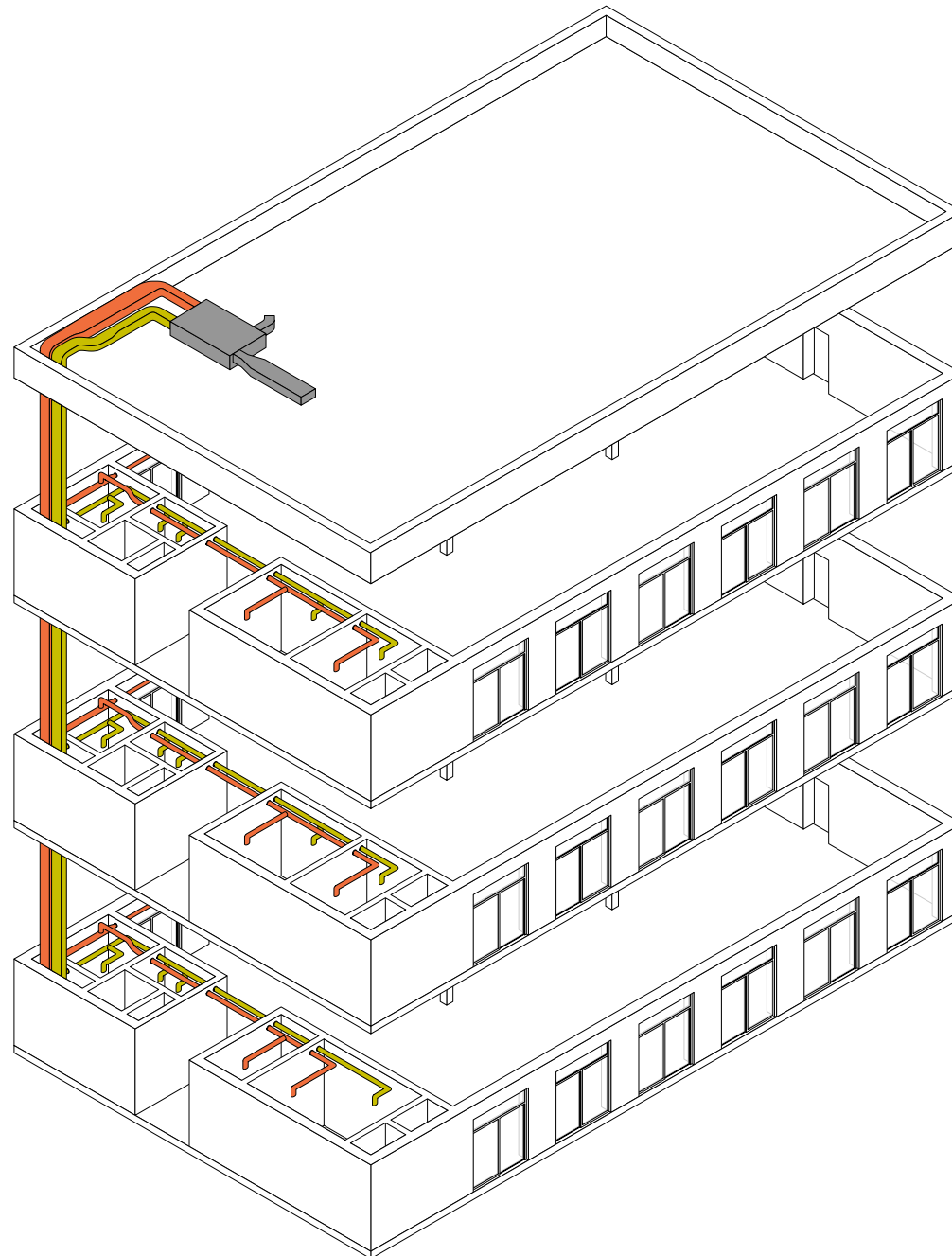
Notwendige Be- und Entlüftung reduziert sich auf die innenliegenden WCs sowie Lager- und Technikflächen im Kern. Die kompakte Grundrissorganisation ermöglicht kurze Leitungswege und erfordert nur wenige Wanddurchführungen mit Brandschutzanforderungen.



MEHRFACHNUTZUNG VON LUFTECHNISCHEN ANLAGEN

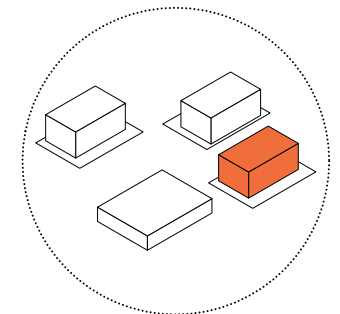
Die Raumlufttechnik der WCs unterstützt gleichzeitig die Belüftung der davorliegenden Garderobenbereiche. Die Zuluft, ausgelegt auf die Anforderung der WC-Bereiche, wird in den Garderobenbereich eingebracht und mittels Überströmöffnung der Türen in den WC-Räumen abgesaugt.

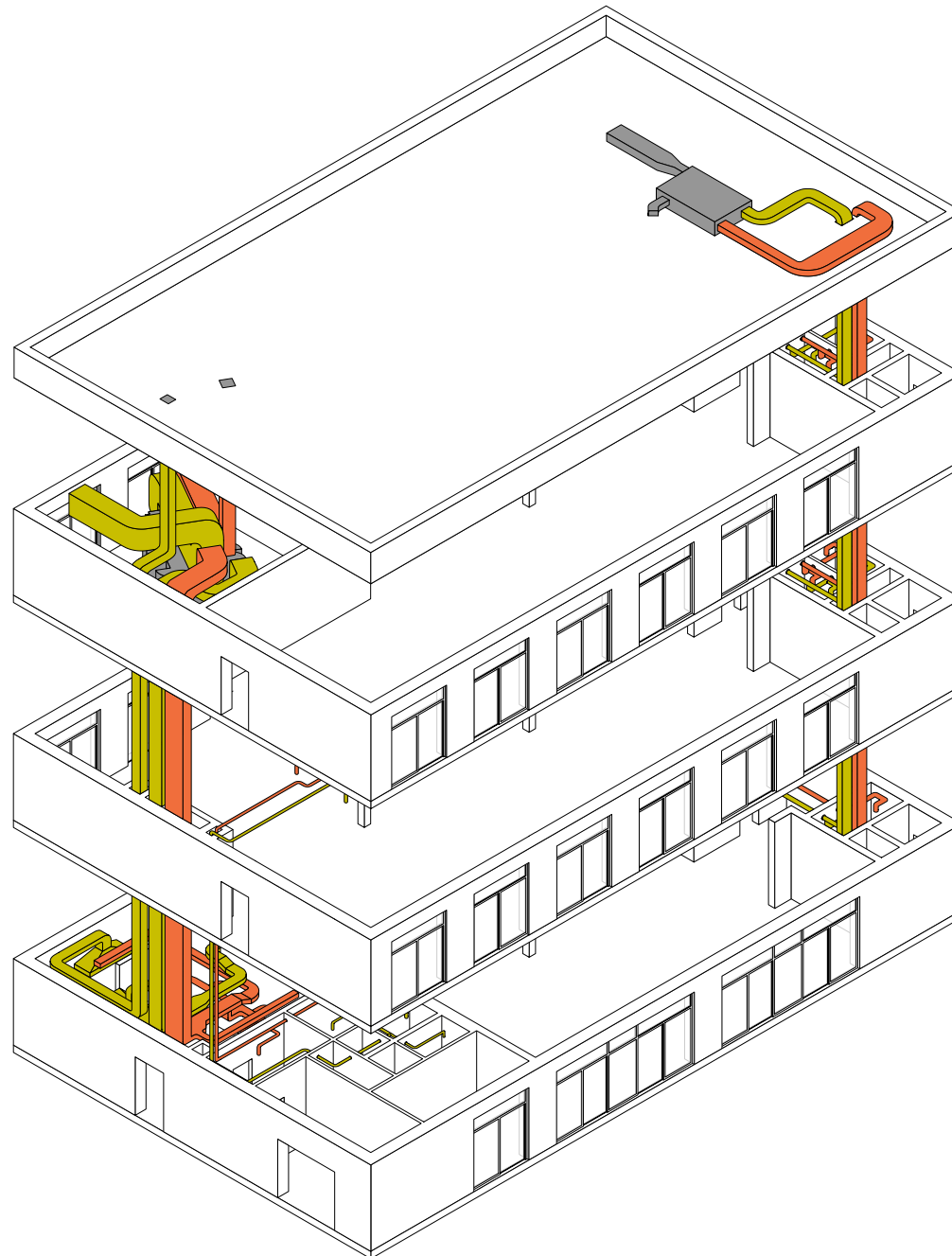




KOMPAKTE TECHNIK – WENIG FLÄCHENVERBRAUCH

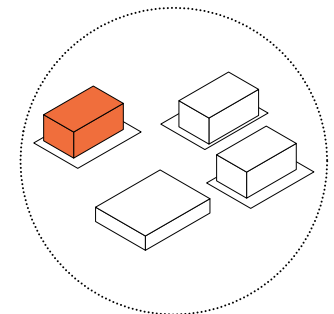
In der Summe wird nur wenig Lüftungstechnik mit kleinen Aggregaten benötigt, die im Falle der beiden Lernhäuser ohne Einhausung auf dem Dach platziert werden. Von unten können sie nicht wahrgenommen werden. Die Technikflächen reduzieren sich auf eine kleine Funktionsschicht pro Geschoss. Eine Unterkellerung wird durch die Lüftungstechnik nicht benötigt..

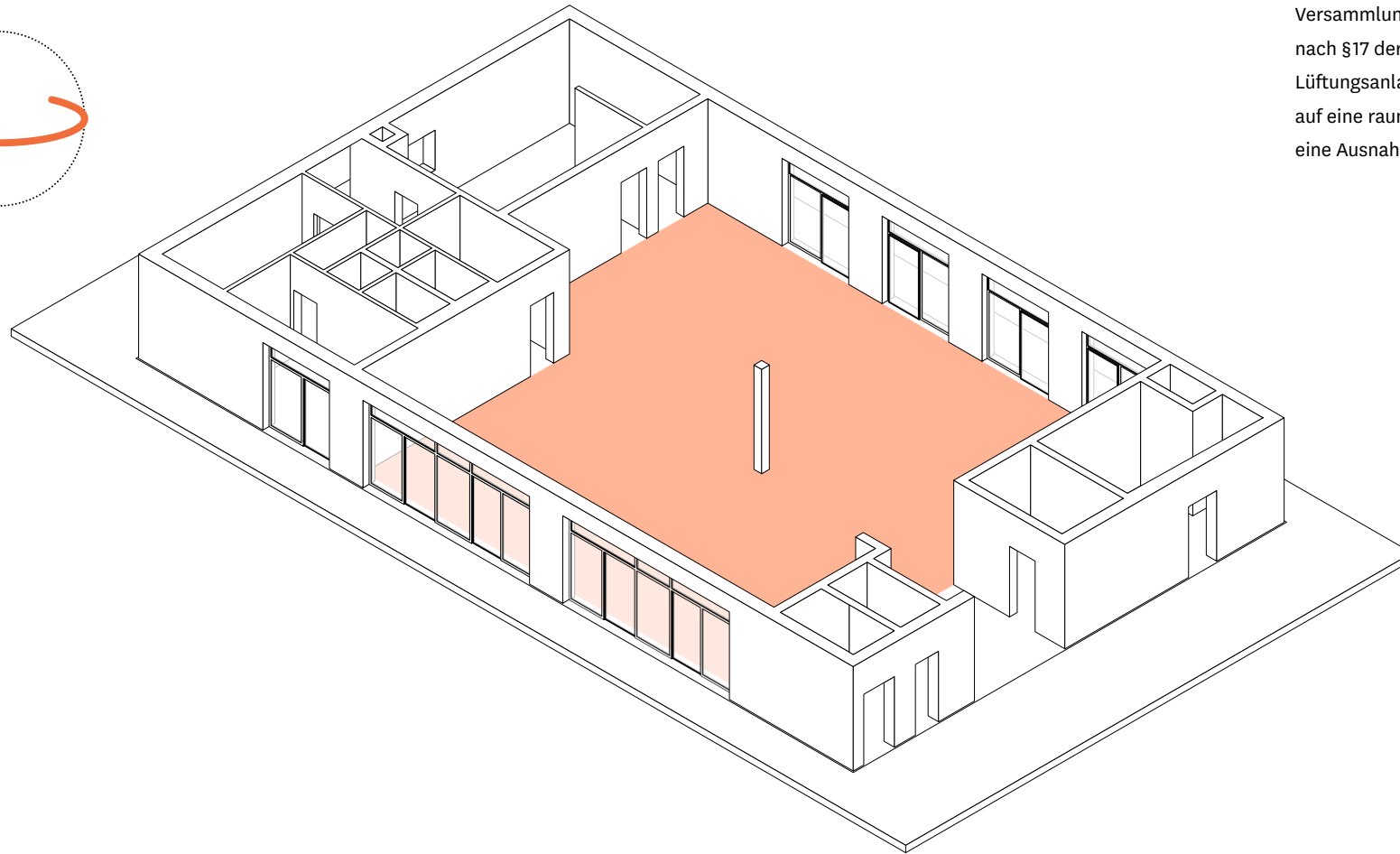




GEMEINSCHAFTSHAUS

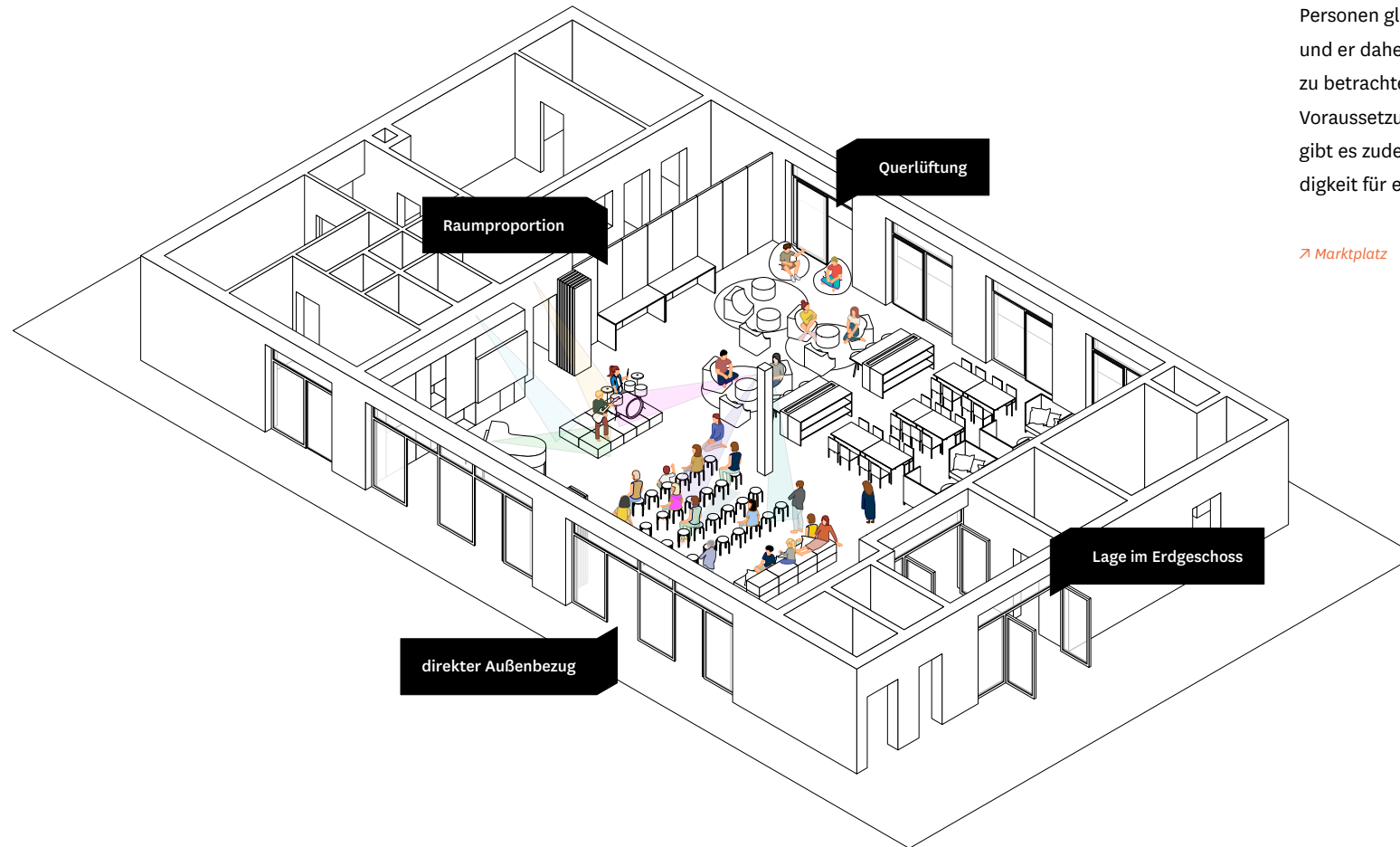
Die Lüftungsaggregate des Gemeinschaftshauses sind wegen der Belüftung der Schulküche etwas größer. Diese werden nicht auf dem Dach platziert, sondern in das 2.OG integriert, wodurch sie von außen nicht wahrnehmbar sind und sich zudem die Leitungswege verkürzen.





MARKTPLATZ

Der Raumverbund von Bistro/Marktplatz wird mit seiner Größe von über 200 m² zunächst als Versammlungsstätte eingeordnet und müsste nach §17 der MVStättVO (2014) mit einer Lüftungsanlage ausgestattet werden. Der Verzicht auf eine raumlufttechnische Anlage erfolgt über eine Ausnahmeregelung:



MARKTPLATZ

Mittels eines Bestuhlungsplans wird nachgewiesen, dass sich weniger als 200 Personen gleichzeitig in dem Raum aufhalten und er daher nicht als Versammlungsstätte zu betrachten ist. Wegen der guten Voraussetzung für eine natürliche Lüftung gibt es zudem keine technische Notwendigkeit für eine mechanische Lüftung.

➤ [Marktplatz](#)

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