

# Vom Holzweg zur Holzschule

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Entwurf eines kreislauffähigen Schulbaus in Wien, Meidling

## Diplomarbeit

### Vom Holzweg zur Holzschule

*Entwurf eines kreislauffähigen Schulbaus in Wien, Meidling*

Ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades einer Diplom-Ingenieurin

Unter der Leitung von  
Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Fadaï Alireza

E259-02  
Forschungsbereich Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau

eingereicht an der Technischen Universität Wien  
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von Franziska Däuble, B.sc.  
01527248

Wien, am 24. Mai 2023



## Kurzfassung

Nachhaltigkeit im Bau ist eine Entwicklung, welche angesichts der Klimakrise unbedingt vorangetrieben werden muss – und zwar schnell. Wir befinden uns mitten in einem klimatischen Wandel, welcher, wenn die Menschheit nicht agiert, verheerende Konsequenzen mit sich bringt. Die Bauindustrie hat bisher einen beachtlichen Teil der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen erzeugt – 2019 waren 38 % davon auf Gebäude zurückzuführen. Dieser Wert beinhaltet die Errichtung, (welche allein schon 10 % verursachte) sowohl als auch die Benutzung der Gebäude.<sup>1</sup> Die Industrie muss sich also fundamental ändern – und somit auch die Art und Weise, wie wir Gebäude denken und bauen.

Tatsächlich wandelt sich die Bauindustrie – wenn auch langsam. Viele Pilotprojekte zeigen bereits, wie der Bau von heute aussehen könnte. Der Schulbau bietet sich hierfür bestens an – Wohl kaum eine Gebäudeform ist besser dazu geeignet den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen zu lehren als ein Bildungsbau.

Mit einem neuen Raumprogramm und vielen geplanten Schulneubauten schreibt Wien erstmals Wettbewerbe aus, welche ausdrücklich einen nachhaltigen Bau voraussetzen. Es ist ein Schritt in die richtige Richtung, den Architekturbüros eine Chance zu geben, sich von dem altbewährten Beton abzuwenden und sich auf eine zukunftsorientierte Architektur zu fokussieren.

Dass sich die Anforderungen an Schulräume sehr schnell verändern können, das hat nicht zuletzt die Corona Pandemie gezeigt. Daher ist es wichtig, neue Schulgebäude so zu entwerfen, dass sie einen hohen Grad an Flexibilität und Umbaubarkeit zulassen. Im Kontext des Klimawandels muss hierbei auf eine nachhaltige, anpassungsfähige und zirkuläre Bauweise gesetzt werden.

Diese Diplomarbeit befasst sich mit einem im August 2022 ausgeschriebenen Wettbewerb in Wien Meidling, welcher einen Entwurf für ein Bundesrealgymnasium an dem Standort „An den Eisteichen“ zum Ziel hat.

Die Intention dieser Arbeit ist, einen möglichst zirkulären, und nachhaltigen Schulholzbau zu entwerfen, um als Referenz und Denkanstoß für zukünftige Schulbauten zu dienen.

Mit dem Fokus auf Rückbaubarkeit und leichter Umbaubarkeit soll der Entwurf nicht nur nachhaltige Materialien verwenden, sondern auch nachhaltig genutzt werden – sowohl von Schulinternen sowohl als auch von -externen Menschen. Ein flexibles Gebäude, welches leicht umgebaut und umgenutzt werden kann, im Sinne der Kreislaufwirtschaft in wieder- und weiterverwendbare Einzelteile zerlegt werden kann, sich der Umgebung öffnet und einen sozialen Beitrag leistet, ist das Ziel.

Um den Entwurf zu erstellen, wurde eine grundlegende Recherche zu zirkulärem Bauen und nachhaltigen Baustoffen durchgeführt und Referenzobjekte analysiert. Ein Austausch mit Expert:innen ermöglichte eine differenzierte Meinungsbildung und unterstützte Entwurfsentscheidungen. Entstanden ist ein für 1000 Schüler:innen konzipierter Schulbau, welcher erweiterbar, umbaubar und in seine einzelnen Bauteile rückbaubar ist. Ein Konzept, das Raum für die Schule von heute bietet und gleichzeitig die Schule von Morgen mitdenkt.

<sup>1</sup> United Nations Environment Programme & Global Alliance for Buildings and Construction: 2020

## Abstract

In light of the current climate crisis, it is essential that sustainability in construction be pursued and achieved urgently. If humanity does not act now, the current and projected climate change will have devastating consequences for us and the planet. The construction industry has so far generated a significant portion of global CO<sub>2</sub> emissions, with 38% attributable to buildings in 2019. This value includes both the construction process (which alone accounted for 10%) and the use of buildings.<sup>1</sup> Therefore, the industry must fundamentally change, and so must the way we think of and build buildings.

In fact, the construction industry is already changing, albeit slowly. Many pilot projects already show what today's construction could look like. School buildings are particularly suitable for this: what better building for teaching sustainable resource management than an educational building?

With a new special program and many planned school buildings, Vienna is for the first time announcing competitions that explicitly require sustainable construction. It is a step in the right direction, giving architectural firms a chance to move away from traditional concrete and focus on a future-oriented architecture.

The coronavirus pandemic has shown that requirements for school spaces can change very quickly. Therefore, it is important to design new school buildings with high flexibility and adaptability. In the context of climate change, a sustainable, adaptable and circular construction method must be prioritized.

This thesis deals with a competition announced in Vienna Meidling in August 2022, which aims to design a federal high school at the location „An den Eisteichen“.

<sup>1</sup> United Nations Environment Programme & Global Alliance for Buildings and Construction: 2020

## Eidesstattliche Erklärung

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

### DIPLOMARBEIT

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters an Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur genannt habe.

Wien, am 24. Mai 2023

## Einverständniserklärung zur Plagiatsprüfung

Ich nehme zur Kenntnis, dass die vorgelegte Arbeit mit geeigneten und dem derzeitigen Stand der Technik entsprechenden Mitteln (Plagiat-Erkennungssoftware) elektronisch- technisch überprüft wird. Dies stellt einerseits sicher, dass bei der Erstellung der vorgelegten Arbeit die hohen Qualitätsvorgaben im Rahmen der ausgegebenen der an der TU Wien geltenden Regeln zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis – „Code of Conduct“ (Mitteilungsblatt 2007, 26. Stück, Nr. 257 idgF) an der TU Wien eingehalten wurden. Zum anderen werden durch einen Abgleich mit anderen studentischen Abschlussarbeiten Verletzungen meines persönlichen Urheberrechts vermieden.

Wien, am 24. Mai 2023

## Begriffs- und Abkürzungsverzeichnis

### Begriffe

**Kreislaufwirtschaft** - bedeutet im Bau Ressourcen effizient zu nutzen, indem sie wiederverwendet werden und dem Materialkreislauf rückgeführt werden, anstatt sie auf Deponien zu entsorgen oder sie in die Müllverbrennung geben.

**Kreislauffähigkeit** - Der Grad an Rückführungsmöglichkeiten in die Kreislaufwirtschaft eines Bauteiles oder -stoffes unter Berücksichtigung des ganzen Lebenszyklus.

**Zirkuläres Bauen** - Bauen mit dem Ziel, das Gebäude als Rohstofflager zu konzipieren. Materialien sollen am Ende der Nutzung dem Kreislauf rückgeführt werden können.

**Cluster** dt. „Anhäufung“ - ein Verband mehrerer Klassen welche sich eine Bildungsbereich innerhalb eines Schulgebäudes teilen.

### Abkürzungen

**AAD** Animal Aided Design

**Abb.** Abbildung

**BIG** Bundesimmobilien Gesellschaft

**BMBWF** Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung

**Ebd.** Ebenda

**C2C** Cradle-to-Cradle

**HBV** Holz-Beton-Verbund

**OIB** Österreichisches Institut für Bautechnik

**ÖISS** Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau

**SCHEP2020** Schulentwicklungsprogramm 2020

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Motivation</b>	<b>1</b>	<b>5. Der Entwurf</b>	<b>73</b>	<b>7. Detailplanung</b>	<b>163</b>
Neue Raumprogramme	5	<i>Eigene Entwurfskriterien</i>	74	7.1 Brandschutz	164
Klimaschutz	7	5.1 Städtebau	76	<i>Gebäudeklasse 5</i>	166
Optimierung und Minimierung als Grundsatz	8	<i>Formfindung</i>	78	<i>Brandabschnitte</i>	168
Wiener Klimaziele und die gebaute Realität	9	<i>Struktur</i>	86	<i>Maßnahmen im Plan</i>	170
<b>2. Re-use, Re-cycle</b>	<b>11</b>	5.2 Entwurfspläne 1:250	92	7.2 Systemschnitt 1:20	172
Ressourcenknappheit	14	<i>Grundrisse</i>	94	<i>Sockel</i>	174
Kreisläufe	16	<i>Cluster</i>	106	<i>Regelgeschosse</i>	178
Cradle-to-Cradle Zertifikate	21	<i>Flexibilität im Grundriss</i>	110	<i>Attika</i>	182
Rückbaubare Systeme	22	<i>Bauteil 2</i>	114	<i>Klassentrennwände</i>	184
<b>3. Referenzen</b>	<b>25</b>	5.3 Freiraum	130	<i>Kreislauf der Materialien</i>	186
Schmuttertalgymnasium	28	<i>Animal Aided Design</i>	132	<i>Fazit Detailplanung</i>	188
Modulschule Frankfurt Nord	36	<i>Schulbiotop</i>	135	7.3 Licht und Luft	190
Modulschule Frankfurt Westend	40	<i>Freiraumplan</i>	136	<i>Licht</i>	192
Offene Schule Waldau	44	5.4 Fazit Entwurf	140	<i>Luft</i>	194
<b>4. Wettbewerb und Bauplatz</b>	<b>49</b>	<b>6. Konstruktion</b>	<b>143</b>	<b>8. Abschluss</b>	<b>197</b>
Das Raumprogramm	54	Montage	146	Conclusio	198
Typologien Schulräume	58	Das Raster	152	Danksagung	201
Umgebung Bauplatz	63	Die Fertigteile	154	Quellenverzeichnis	202
Eigenschaften des Bauplatzes	67			Abbildungsverzeichnis	212
Unmittelbare Umgebung	70				

# Motivation

# 01

# 1. Motivation

## **Neue Raumprogramme Klimaschutz Optimierung und Minimierung Wiener Klimaziele und die gebaute Realität**

Dieser Abschnitt bietet einen Einblick in die aktuelle Schularchitektur und ihre Raumstrukturen mit dem Schwerpunkt auf Wien und beschreibt die Beweggründe für den nachfolgenden nachhaltigen Entwurf.

Es werden Themen angesprochen, welche im Kontext des Klimawandels und den sich ständig verändernden Anforderungen an das Lernen und Lehren in der Planung neuer Schulgebäude unbedingt beachtet werden müssen.

Die meisten Wiener Schulen befinden sich in älteren, teilweise gründerzeitlichen Gebäuden, welche nach dem Prinzip der Flurschule errichtet wurden. Das bedeutet: lange Gänge, an denen die Klassenzimmer aufgereiht sind, wenig Gemeinschaftsfläche und lange Wege im Schulgebäude. Der weltweite Architekturdiskurs über Schulbauten zeigt dagegen, dass sich das Lernen und Unterrichten stark geändert hat und dass das Konzept der Flurschule zumindest im Neubau keinen Platz mehr hat. Sowohl die Förderung des Individuums in einer Gemeinschaft, als auch das Erlernen von Kompetenzen – anstatt schlicht Fakten auswendig zu lernen – sind nur wenige Beispiele dafür, wie sich das Schulwesen in den letzten Jahrzehnten gewandelt hat. Hinzu kommen die Veränderungen durch die Digitalisierung, die während der Corona-Pandemie an den Schulen um ein Vielfaches beschleunigt wurde.

Neue Konzepte und neue Vorstellungen darüber, was ein Schulgebäude heute können muss, stehen nun im Vordergrund der zeitgemäßen Schulplanung. Auch extreme Wetterereignisse wie Hitzewellen stellen unsere Gebäude vor großen Herausforderungen. Wie also planen wir ein Schulgebäude, welches in 50 Jahren nicht ebenso überholt ist, wie die alten Schulbauten heute?

Bereits 2010 haben sich Expert:innen zu der Plattform „schulUMBau“ zusammengeschlossen und eine Charta für die Gestaltung von Bildungseinrichtungen im 21. Jahrhundert erstellt.<sup>2</sup> Diese Charta ist als erster Punkt in den Richtlinien für den Bildungsbau der ÖISS (Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau) aufgeführt und ist, obwohl bereits über ein Jahrzehnt alt, noch erstaunlich aktuell. In Elf Punkten fasst die Charta wichtige Planungsgrundsätze eines Bildungsbaus zusammen, welche von Integration über Nachhaltigkeit und Gesellschaftsteilhabe bis hin zu Individualentwicklung

reichen. Zusätzlich zu den Richtlinien für den Bildungsbau hat Österreich seine Ziele im Thema Schulbau in einem Schulentwicklungsplan 2020 festgelegt, welcher in den Jahren 2020 bis 2030 das Steuerungsinstrument für den Schulbau sein soll. Dieser Plan sieht vor, allen Kindern „die gleichen Chancen zu offerieren und die Beste Bildung zu vermitteln.“<sup>3</sup> Schulen sind demnach nicht mehr als starre Institution zu sehen, sondern als Lernlandschaften, welche die Schule zu einem Lebensraum machen. Somit sollen Schulen nicht an ein einziges pädagogisches Konzept gebunden sein, sondern die Möglichkeit bieten, viele verschiedene Konzepte anzuwenden. Eine offene, flexible Architektur, die viele Szenarien zulässt, ist dafür von Nöten.<sup>4</sup>

Doch das moderne Schulgebäude soll nicht nur räumlich einer zeitgemäßen Planung entsprechen, sondern auch nachhaltig sein. Ob Charta, Richtlinien oder Entwicklungsplan: Die Betonung auf eine ganzheitliche Nachhaltigkeit ist nicht zu überlesen – und das ist auch richtig so. Besonderes Augenmerk liegt dabei unter anderem auf einer geringen Bodenversiegelung, mehr Begrünung, weniger CO<sub>2</sub> Emissionen, Bevorzugung von Erneuerbaren Energien und dem Ausschluss klimaschädlicher Baustoffe.<sup>5</sup>

2 Hammerer, Franz : Raum Bildung: Kompetenzzentrum Grundschulpädagogik: 2012, S.5  
3 Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung : Schulentwicklungsprogramm : 2020  
4 ebd., S.12  
5 ebd., S.19

## Neue Raumprogramme

„Bildungseinrichtungen des 21. Jahrhunderts sind Orte einer neuen Lernkultur. Sie sind keine Belehrungs- und Aufbewahrungsorte, sondern erlauben vielfältige Unterrichtsarrangements, in denen neben der Instruktion auch die Selbstaneignung von Welt, soziales Miteinander, Hilfsbereitschaft und die Entwicklung von Gemeinsinn erlebt und erlernt werden.“-Charta für die Gestaltung von Bildungseinrichtungen, Artikel 3<sup>6</sup>

Ein ausschließlich frontaler Unterricht in traditionellen Klassenzimmern ist nicht mehr zeitgemäß. Das Buch „Schulen Planen und Bauen 2.0“ aus dem Jahre 2017 stellt in 12 Thesen eine Planungsgrundlage für Schulbauten dar und beschreibt, wie sich die Schule zu einer gleichmäßigen Aufteilung in Frontal-, Individual- und Kleingruppenunterricht entwickelt hat. Somit soll in der „neuen Schule“ 30% im Frontalunterricht, 30% im individuellen Lernen, 30% in Kleingruppen und 10% im Klassenkreis stattfinden.<sup>7</sup> Dies hat direkte Auswirkungen auf die Art und Weise, wie Schulen geplant werden müssen: Der Klassenraum wird zu einem Ort flexibler Unterrichtsformen und muss diese auch zulassen.

Die Veränderung der Arbeitswelt und die sich immer stärker durchsetzende Gleichstellung der Geschlechter bringt außerdem mit sich, dass beide Eltern arbeitstätig sind und sich Kinder länger im Schulgebäude aufhalten müssen. Deshalb wird die Ganztagschule immer relevanter und Lehr- und Lernformen müssen den Schüler:innen einen möglichst vielfältigen Alltag ermöglichen. Die Räume für Schüler:innen müssen so gestaltet werden und so viel Raum bieten, dass ein ganztägiger Aufenthalt möglich und angenehm ist.

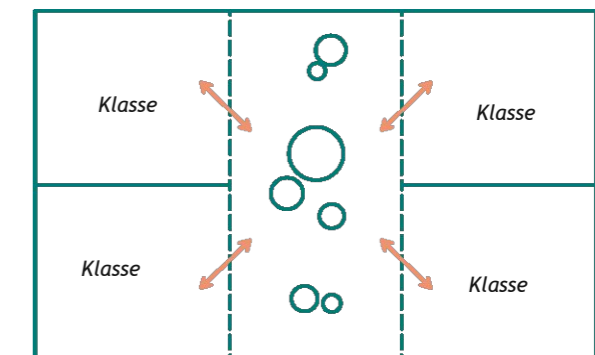
Um viele verschiedene Unterrichtsformen in einem Schulbau mit geringstem Aufwand realisierbar zu machen, haben sich 3 Raumsysteme durchgesetzt. In

Nordeuropa sind diese Raumkonzepte schon lange Praxis – Länder wie Dänemark, Schweden und Norwegen konzipieren vorbildliche Schulgebäude, an denen sich Österreichs neues Schulraumprogramm anlehnt.

In der ÖISS und im SCHEP2020 ist ein modernes Raumprogramm inzwischen als „unerlässlich“ deklariert und hat sich als fester Bestandteil neuer Auslobungen in Österreich etabliert.

Es handelt sich um das Cluster-System, die Klassenraum-Plus-Konfiguration und die Unterteilung in Departments und Homebases.

In Cluster-Systemen (siehe Abbildung) werden eine bestimmte Anzahl an Stammklassen einer offenen Lernzone – oft auch Marktplatz genannt – zugeordnet. Die Zusammenführung der Klassen mit einer



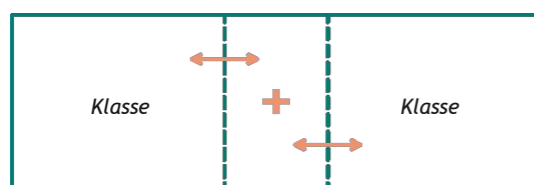
*Die Klassenräume richten sich zu einer gemeinsamen Mitte, welche vielseitig nutzbar ist. Hier können Schüler:innen ihre Pause verbringen, Hausaufgaben machen oder sich austauschen. Auch der Unterricht kann in diesen Raum verlegt werden, um alternative Unterrichtsformen auszuprobieren.*

Lernzone lässt verschiedene Situationen zu, welche Selbstständigkeit, Kooperation und Verantwortung fördern soll.<sup>8</sup> Eine offene Lernzone oder gemeinsame Mitte machen einen Schulbau effizienter, da Erschließungsfläche nun pädagogisch nutzbar gemacht wird und als Begegnungs- und Austauschort dienen kann.

6 Hammerer, Franz : Raum Bildung: Kompetenzzentrum Grundschulpädagogik: 2012, S.6  
7 Hubeli, Ernst: Schulen planen und bauen 2.0: 2017, S.247  
8 ÖISS: Richtlinien für den Bildungsbau : 2021, S.28

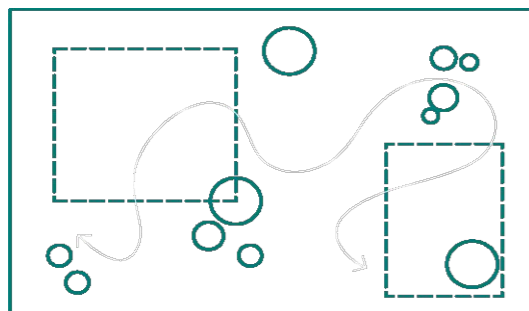


Alternativ oder zusätzlich kann die Klassenraum-Plus-Raumkonfiguration zur Anwendung kommen. Hierbei werden jeweils 2 Klassen einem gemeinsam nutzbarem Gruppenraum zugeordnet, welcher je nach Bedarf den geöffnet werden kann. Der Unterricht kann so vielfältig gestaltet werden und Lehrer:innen können mit ihrer „Partnerklasse“ eng zusammen arbeiten.



Ein kleinerer Klassenverband ermöglicht viele verschiedene Unterrichtsmöglichkeiten und fördert das Teambuilding. Der Gruppenraum kann nach Belieben zugeschaltet werden.

Das Department-/Homebase-System ist in Österreich vor allem in der Sekundarstufe 2 vorgesehen. Hier ermöglicht man den Jugendlichen mehr Eigenverantwortung, in dem man sich von den Stammklassen abwendet und die Unterrichtsräume in fachliche Departments teilt. Die Homebases ersetzen die Stammklassen mit einem gemeinschaftlichen



Die Homebase ist der Pausen- und Freistundenbereich der Sekundarstufe 2. Hier können sich die Schüler:innen selber organisieren und den Raum so nutzen, wie es die Situation erfordert. Von der Homebase aus gehen die Schüler:innen in die jeweiligen Departments, wo der Fachunterricht stattfindet.

9 ÖISS: Richtlinien für den Bildungsbau : 2021, S.23

Ruhe-, Sozial- und Lernbereich, welcher als konstantes Element im Schüler:innen-Alltag fungiert.<sup>9</sup>

Alle drei Konzepte versuchen eine möglichst zeitgemäße Schule mit flexiblen Unterrichtsformen zu gestalten. Dies ist absolut richtig, jedoch sollte man dabei nicht aus den Augen verlieren, dass die Architektur nicht nur flexibel gestaltbare Räume beherbergen soll, sondern an sich auch flexibel sein muss. Sie muss sich den wandelnden Ansprüchen der kommenden Jahrzehnte fügen können und es ermöglichen, ein Gebäude leicht anzupassen – statt Abriss und Neubau nötig zu machen. Ist eine Raumkonfiguration einmal in einer massiven Bauweise errichtet, so ist diese nur schwer umbaubar. Oftmals ist der Umbau auch nicht wirtschaftlich und teurer oder aufwendiger als ein Neubau. Dann bringt auch der flexible Raum nichts mehr. Ist der Raum flexibel aber in seiner Existenz nicht mehr aktuell, stehen wir erneut bei dem Problem, veraltete Gebäude als Schulgebäude zu haben. Das beste Beispiel sind die gründerzeitlichen Häuser: Grundsätzlich sind sie durchaus mit flexiblen Räumen ausgestattet. Große, meist annähernd quadratische Raumformen, mit viel Fensterfläche und hohen Raumhöhen lassen eine Vielzahl von Nutzungen zu. Doch die Anordnung dieser Räume im Gebäude ist starr. Und das ist auch der Grund, warum Schulen in gründerzeitlichen Gebäuden als Flurschulen nicht mehr zeitgemäß wirken.

Wie schnell sich die Anforderungen an den Raum ändern, hat nicht zuletzt die Corona-Pandemie gezeigt: Abstandsregeln, Lüftungsbedarf, digitaler Unterricht und vieles mehr hat während der Pandemie so manche Schulen an ihre Grenzen gebracht.

Es gilt also eine Architektur zu schaffen, welche sich an den Nutzer und die Nutzerin anpassen kann. Schulen sind Orte der Veränderung – warum sollte die Architektur diesem Grundsatz widersprechen?

## Klimaschutz

Echter Klimaschutz kann nicht durch Kompensationen oder gute Absichten betrieben werden. Man kann keine Schule für zukünftige Generationen planen und ihr dabei gleichzeitig die Lebensgrundlage rauben. Viel zu oft wird argumentiert, dass Nachhaltigkeit zu teuer sei, dass Aufträge nur an massive Betonbauten vergeben würden, dass sich die Industrie zuerst ändern müsse oder, dass das Know-how fehle. Als Architekt:innen tragen wir zwar nicht die einzige Verantwortung dafür, den Bausektor klimafreundlich zu gestalten – aber wir haben einen großen Einfluss.

Wo soll nachhaltig gebaut werden, wenn nicht in Bildungsbauten? Bildungsbauten dienen als Vorbild und können der heranwachsenden Bevölkerung wichtige Werte und ein richtiges Verständnis für Klimaschutz mitgeben.

Genau dies spricht das Buch „Schulen planen und bauen 2.0“ mit der 9. These an: „Schule ist im Umgang mit Umwelt und Technik ein Vorbild“<sup>10</sup> und sollte daher die Funktionszusammenhänge des Gebäudes zumindest im Ansatz verständlich machen. „Die meisten von den Menschen geschaffenen und beeinflussbaren technischen Prozesse sind inzwischen nur noch sehr eingeschränkt sichtbar, in ihren Wirkungen nicht erkennbar und in ihren wirtschaftlichen Verflechtungen kaum verständlich [...]. Nur die Messwerte der Fotovoltaikanlage auf dem Schuldach in der Eingangshalle zu demonstrieren, genügt nicht“<sup>11</sup>

So sah man es auch in der Grundschule Dartington in Totnes, Großbritannien. Dort lehrt man den Schüler:innen schon seit 2010, wie man sinnvoll mit Ressourcen umgeht und das Gebäude richtig und nachhaltig nutzt. Das Regenwasser wird für die WC-Spülung benutzt und auf dem Grund geklärt – dieser Prozess ist für Schüler beobachtbar. Hinweisschilder auf Lichtschaltern und anderen Geräten lehren den

Umgang mit Energie. Andere Grafiken bringen den Schüler:innen die funktionalen Aspekte gewisser Gestaltungsmerkmale des Gebäudes näher. Auch den Eltern wird bei Veranstaltungen die Nachhaltigkeit und Funktion der Schule erläutert.<sup>12</sup>

Dies sind gute Ansätze, um der Nachhaltigkeit eine zentrale Stellung im Alltag der Schüler:innen zu verleihen.

Es gibt viele Möglichkeiten ein Gebäude nachhaltig zu gestalten: in seiner Form, in seinen Materialien, aber auch in seiner Nutzung und seinem Nutzungsende. Die Architektur muss als die kreative Kraft der Bauindustrie die Werte der Nachhaltigkeit vermitteln und sich nicht von festgefahrenen Marktstrukturen führen lassen.

10 Hubeli, Ernst: Schulen planen und bauen 2.0: 2017, S.32

11 ebd., S.32

12 Chiles, Prue/Leo Care: Schulen bauen: Leitlinien für Planung und Entwurf: 2015, S.54

## Optimierung und Minimierung als Grundsatz

Zu einem nachhaltigen Gebäude tragen etliche Faktoren bei, jedoch scheint heutzutage die Diskussion der Klimafreundlichkeit eines Gebäudes vor allem über dessen Energieverbrauch geführt zu werden.<sup>13</sup> Während es von essenzieller Bedeutung ist, Gebäude so zu gestalten, dass sie energietechnisch optimiert sind, wenig geheizt werden müssen und der Stromverbrauch gering ist, wird der Aspekt der Bauphase und des Lebenszyklus, oft außer Acht gelassen.

Wichtige Fragen werden bei als nachhaltig gekürten Gebäuden gar nicht gestellt: Was wurde verbaut? Wo kommen die Baustoffe und Produkte her? Wurde recyceltes Material verwendet? Kann das Material wiederverwendet werden? Wie flexibel ist das Gebäude? Wäre ein Umbau ohne viel Aufwand möglich?

Ressourcenschonung und eine Lebenskreislauf-Betrachtung dürfen heute nicht mehr fehlen. Optimierung, Minimierung und Wiederverwendbarkeit sollten bei Baustoffen, Bauteilen und Konzepten im Vordergrund stehen.

Nachhaltig planen bedeutet flexibel planen. Skelettbauten sind flexibel umnutzbar, massive Bauten sind es nicht.

Wir müssen von den Mindestanforderungen für die jeweilig geplante Nutzung Abstand nehmen und für eine Vielfalt von Nutzungen planen. Ein gutes Beispiel dafür sind Raumhöhen: Ein Wohnbau lässt sich mit der geforderten Mindestraumhöhe von 2,5 m kaum zu einer anderen Funktion umnutzen. Allerdings sind Widmungshöhen in Wohnbauzonen genau auf diese Raumhöhe ausgelegt. Sollte sich ein:e Planer:in dazu entscheiden, die Geschosshöhe zu vergrößern und somit auf ein Geschoss verzichten, ist dies den Auftraggebenden kaum zu vermitteln. Hier stehen Nachhaltigkeit, Bebauungsplan und Wirtschaftlichkeit im Konflikt. Daher wäre es sinnvoll, bei manchen Bauvorhaben die maximale Be-

bauungshöhe zu hinterfragen. Sind zehn Geschosse unabdingbar und konzeptuell auch zu begründen, so wäre es vernünftiger, etwas höher zu bauen und alle Geschosse zu ermöglichen, aber dafür flexible Gebäude zu schaffen und auf Mindesthöhe und Maximalprofit zu verzichten.

Ebenso wichtig ist Flexibilität in der Fassadengestaltung. Verschiedene Nutzungen haben unterschiedliche Ansprüche an Privatsphäre, Lüftungsmöglichkeiten und Belichtung. Einfach lösbare Fassaden, welche nicht von der Tragstruktur abhängig sind, machen das Gebäude flexibel.

Nicht zuletzt ist das Thema der Schachtführung sehr wichtig. Oft werden Gebäude nicht von den Schächten ausgehend geplant. Dies hat komplizierte Schachtverzierungen zur Folge und machen die Nachnutzung schwierig. Die Haustechnik sollte nicht als Design-Gegnerin gesehen werden, welcher dem Entwurf untergeordnet ist, sondern als Gelegenheit, einen intelligenten Entwurf mit allen Fachplaner:innen zu entwickeln. Innovative Grundrisse sind auch mit einer frühzeitigen, logischen Schachtplanung möglich.

Was die Bauweise angeht, so sollte ein Baustoff, der nicht wiederverwendbar oder gar recycelbar ist, so effizient und sparsam eingesetzt werden wie möglich. Beton in Massen zu verwenden sollte keine Option mehr sein – Durch eine sorgfältige Planung ließe sich dies leicht verhindern.

<sup>13</sup>Kaufmann, Hermann/Florian Nagler: Schmuttertal Gymnasium: Architektur – Pädagogik – Ressourcen: 2016, S.18

## Wiener Klimaziele und die gebaute Realität

In Österreich entstehen derzeit viele Schulen, der Bedarf an neuen Gebäuden mit einer modernen Ausrüstung ist hoch. Die Projektliste des SCHEP2020 sah allein in Wien 7 Schulneubauten und 13 Erweiterungen<sup>14</sup> bis zum Jahre 2023 vor.<sup>15</sup> Außerdem wird bald ein neues Bauprogramm starten, welches bis 2034 neun weitere Schulbauten vorsieht.<sup>16</sup>

Für die Jahre 2019-2021 wurden in einer Architektur Online-Datenbank, 13 Schulneubauten aus Wien veröffentlicht. 9 Davon wurden in Stahlbetonmassivbauweise und nur vier in einer Mischbauweise, teilweise als Holzbauten ausgeführt.<sup>17</sup>

In Planung beziehungsweise im Bau befinden sich laut Wien.gv, dem offiziellen Internetportal der Stadt Wien, momentan 7 Schulen, wobei bei keinem ausdrücklich eine ressourcennachhaltige Bauweise vorgesehen scheint.

Jedes dieser Projekte wurde auf Wien.gv, unter dem Thema Architektur und Stadtgestaltung veröffentlicht. Dort werden meist relevante architektonische Merkmale beschrieben, sowie die Funktion und der Wettbewerb an sich. Die Themen Nachhaltigkeit, oder Klimaschutz sind selten oder nur begrenzt aufzufinden.

Ein Beispiel ist der Bildungscampus Innerfavoriten, welcher 2023 fertiggestellt wird. Er wird als reiner Stahlbetonbau ausgeführt. Zur Nachhaltigkeit ist auf Wien.gv folgendes zu lesen: „Durch die Begrünung des Gebäudes wird ein wichtiger Beitrag für die Umwelt und die Umgebung geleistet.“<sup>18</sup>

Die Begrünung eines Gebäudes als einzigen und wichtigen Beitrag zur Umwelt darzustellen, zeugt von einem fehlenden Verständnis von Umweltbewusstsein und Nachhaltigkeit. Zudem wird noch nicht einmal spezifiziert, wie groß und wie divers die Begrünung ausgeführt ist.

Das Schulgebäude in der Leopold-Kohr-Straße im 22. Bezirk soll ebenfalls 2023 in Betrieb gehen – als Nachhaltigkeitsaspekt wird hier auf Wien.gv eine Photovoltaikanlage, begrünte Dächer und die Verwendung Erdwärme erwähnt.<sup>19</sup> Gleiches gilt für die

<sup>14</sup> Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung : Schulentwicklungsprogramm : 2020

<sup>15</sup> Neubau von Schulen, Wien.gv.at

<sup>16</sup> Planung von Campus-Standorten, Wien.gv.at

<sup>17</sup> Nextroom.at

Zentralberufsschule in der Seestadt, welche 2028 fertig gestellt werden soll.<sup>20</sup> Der Bildungscampus im Gasometerumfeld wird zumindest als Niedrigstenergiegebäude geplant, aber auch hier gibt es zum Thema Nachhaltigkeit keine weiteren Informationen.<sup>21</sup> Auf den Web-Seiten des Bildungscampus Deutschordenstraße, welcher vor kurzen fertiggestellt wurde und der Ganztagsvolksschule Dreyhausenstraße, welcher 2023 fertig wird, wurde sogar gar nichts über die Nachhaltigkeit der Gebäude angegeben.<sup>22</sup>

Keines der oben genannten Projekte ist ein reiner Holzbau, die meisten sind massiv aus Stahlbeton errichtet. Das heißt nicht zwingend, dass sie alle nur schlecht im Sinne der Nachhaltigkeit sind. Was jedoch klar ist: Im öffentlichen Auftritt scheint ein nachhaltiger Bau keine große Rolle bei den Entwürfen zu spielen – zumindest gibt die Stadt Wien auf ihrer Website diesen Eindruck. Und genau hier muss ein Umdenken stattfinden. Nur ein Paar Schlagworte wie Photovoltaik und Gründach zu erwähnen, ohne Aussagen über Quantität und Qualität zu treffen, wird kein Umdenken in der Bevölkerung bewirken. Im Wiener Klimaschutz Fahrplan, steht gleich zu Anfang: „Nicht nur reden, sondern machen“<sup>23</sup> Wenn aber wenn nicht darüber geredet wird, was soll dann gemacht werden?

Bis 2040 soll Wien Klimaneutral werden. Wahrscheinlich ist das mit der derzeitigen Baupraxis nicht möglich. Über die Gründe dafür, dass die Wettbewerbe weiterhin primär in Stahlbetonbauweise eingereicht werden, lässt sich nur spekulieren. Denn in den Wettbewerben der BIG „ist die Wahl des Material / der Konstruktion (zumeist) frei wählbar und daher auch das Material Holz bzw. die Konstruktion in Holz jederzeit möglich“<sup>24</sup>. Knappe Budgets, fehlendes Know-How der Architekt:innen oder die Vermutung, dass man einen Wettbewerb eher gewinnt, wenn man konventionelle Entwürfe einreicht, wären als Erklärung denkbar.

<sup>18-22</sup> Swschulbauprojekte Wien, veröffentlicht auf Wien.gv.at

<sup>23</sup> Wiener Klimafahrplan: 2022, S.2

<sup>24</sup> Bernd Wiltschek, BIG , Persönliche Korrespondenz, 23.10.2022

# 02

## Re-use, Re-cycle

## 2. Re-use, Re-cycle

### **Ressourcenknappheit Kreisläufe Cradle-to-Cradle Zertifizierungen Rückbaubare Systeme**

Zirkuläres Bauen ist die logische und obligatorische Konsequenz einer jahrhundertelangen Ausbeutung der Rohstoffe unserer Erde ohne Rücksicht auf Verluste, welche eine weltweite Ressourcenknappheit herbeigeführt hat. Dieser Abschnitt widmet sich dieser Ressourcenknappheit, beleuchtet bestimmte Baustoffe und erklärt, welche hiervon kreislauffähig sind und welche nicht. Das Zertifizierungssystem der Kreislauffähigkeit eines Baustoffes wird erläutert, und rückbaubare und wiederverwendbare Systeme werden vorgestellt. Der Diskurs dient als Grundlage für den späteren Entwurf.

## Ressourcenknappheit

Ressourcen sind wertvoll und knapp. Deswegen ist es wichtig ein Umdenken im Bau zu veranlassen und unsere Gebäude so zu gestalten, dass sie flexibel und umnutzbar sind und wieder sortenrein rückgebaut werden können. Das Konzept des Urban Mining versteht die Stadt als Rohstofflager – Abbruchmaterial soll nicht im Müll oder im Deponiebau landen, sondern wieder- oder weiterverwendet werden können.

Wiederverwendung bedeutet den Baustoff oder das Bauteil in seiner ursprünglichen Funktion wiederzuverwenden. Zum Beispiel ein Träger, der als solcher anderswo wieder zum Einsatz kommt.

Weiterverwendung bedeutet den Baustoff oder das Bauteil in einer anderen Funktion weiterzuverwenden. So könnte man alte Fassadenklinker als Gehwegbelag im Garten verwenden.<sup>25</sup> Hier besteht ein Qualitätsverlust des ursprünglichen Bauteils oder -Stoffes.

Sollte eine Wieder- oder Weiterverwendung nicht möglich sein, so sollte eine Wieder- oder Weiterverwertung angestrebt werden. Die Wiederverwertung macht aus einem alten Baustoff einen Neuen – somit kann zum Beispiel ein Stahlträger eingeschmolzen und ein neuer Stahlträger produziert werden – ohne Qualitätsverlust. Bei der Weiterverwertung hingegen, wird die Qualität gemindert: Altpapier wird zum Beispiel zu Pappe weiterverwertet.

Um einen sortenreinen Rückbau zu ermöglichen, müssen überhaupt erst trennbare und Recycling-fähige Baustoffe verwendet worden sein. Verbindungen der Bauteile und der Baustoffe müssen lösbar und die Baustoffe selbst müssen recycelbar sein. Sind Baustoffe fix miteinander verklebt wie zum Beispiel ein Wärmedämmverbundsystem auf einer Betonwand, oder sind sie an sich nicht recycelbar, ist eine Kreislaufwirtschaft nicht möglich.

Es gilt modular zu bauen, sodass die Bauteile auch wieder verwendbar sind, sollte ein Rückbau notwendig sein. Die einfache Fügung von Modulen ist nicht nur im Rückbau von Vorteil, denn auch in der Bauphase kann dies die Montagezeit verkürzen. So ist der Modulbau eine schnelle und die Anrainer:innen nur kurz belastende Baustelle, wenn die Module vorgefertigt auf die Baustelle geliefert werden und „nur noch“ zusammengesteckt werden müssen.

In Frankfurt wurden zwei Schulbauten (siehe Referenzobjekte) jeweils innerhalb von circa 12 Monaten komplett errichtet – dies beinhaltet auch die Betonarbeiten, welche vergleichsweise viel länger brauchen als das Platzieren der Module.

Doch modulares Bauen ist auch während der Nutzungsphase ein Vorteil: Sind Verbindungen leicht lösbar so ist der Bau flexibel und kann an die Nutzung leicht angepasst werden.

Es gilt also, bei einem Gebäude die Zeit mitzudenken – auch wenn das oftmals nicht der Auftrag ist.

### Warum Beton nicht die Zukunft sein kann

Um Beton, Asphalt oder Glas herzustellen, benötigt man Sand. Ein endliches Gut, welches bereits heute knapp ist. Sand wird aus Flussbetten, Kieswerken, Stränden oder dem Meer abgebaut. Der sandreichste Teil der Erde kommt hierfür jedoch nicht infrage: Wüstensand ist durch seine runde, gleichmäßige Form welche der Wind-Erosion geschuldet ist, für die Betonindustrie unbrauchbar.

Laut der UNEP verbraucht die Menschheit 30 Milliarden Tonnen Sand pro Jahr.<sup>26</sup> Dieser Wert basiert auf dem Sandverbrauch des Jahres 2012 – gesunken ist er innerhalb des letzten Jahrzehnts bestimmt nicht, denn immer mehr Menschen leben in der Stadt und es wird immer mehr gebaut. Die UNEP rechnet damit, dass vor allem in Afrika die Nachfrage für den Rohstoff steigen wird, da sich die Bevölkerung bis

2050 verdoppeln soll.<sup>27</sup> Expert:innen schätzen, dass der Sandverbrauch allein für die Betonindustrie um 5,5 % steigen wird – und das jedes Jahr.<sup>28</sup>

Ganze Inseln in Indonesien sind durch den Sandabbau im Meer verschwunden – an anderen Orten der Welt sind wiederum durch Aufschüttungen des abgebauten Sandes Luxusinseln entstanden. Doch dieser Sandverbrauch hat tiefgreifende Konsequenzen:

Durch das Abbauen der Strände, wird die natürliche Barriere der Küste zerstört und durch den Abbau im Meer, welcher meist nicht unweit der Küste stattfindet, rutschen Küstenlinien ins Meer ab. Es ist wissenschaftlich bewiesen, dass der Sandabbau in Indonesien die verheerende Zerstörung des Tsunamis 2004 begünstigte, da das Wasser einen barrierefreien Weg ins Land fand.<sup>29</sup> Ebenso leidet dort die Landwirtschaft unter dem Sandabbau. Salzwasser bahnt sich wegen kaputter Küsten und fehlenden Barrieren einen Weg in das Landesinnere und beschädigt Pflanzen.<sup>30</sup>

Durch den Sandabbau werden Ökosysteme nachhaltig zerstört und Küstenbereiche für immer verändert. Doch spüren wir davon noch nichts, wir sehen bloß die faszinierenden neuen Gebäude mit kreativen Formen, die der Beton ermöglicht – während ein anderer Teil der Erde darunter leidet.

Die Folgen sind nicht nur ökologisch, sondern auch politisch ein Problem: Raubbau und die Ausnutzung ohnehin schon instabiler und ressourcenknapper Länder sind hier nur einige Schlagwörter. 50% der Strände in Marokko wurden bereits regelrecht gestohlen.<sup>31</sup>

Der Fußabdruck des Betons endet aber nicht beim Abbau des Sandes. Der Sand aus dem Meer muss zusätzlich gründlich gewaschen werden, da das Salz den zukünftigen Baustoff Beton korrodiert. Dies bedeutet einen noch höheren Energieaufwand. Ganz

zu schweigen von den Transportemissionen.<sup>32</sup>

Um Beton zu erzeugen, muss also nicht nur extrem energieaufwendig Zement hergestellt werden (die Produktion von Zement ist für 8 % der globalen CO<sub>2</sub> Emissionen verantwortlich, resultierend aus der Entsäuerung des Kalksteins und dem Betrieb der Drehrohrofen<sup>33</sup>), es muss auch Sand beigefügt werden, dessen Abbau verantwortungslos voran getrieben wird.

Werdende Architekt:innen lernen an den Universitäten, wenn sie sich nicht um entsprechende Lehrveranstaltungen bemühen, zu wenig über den verantwortungsvollen Umgang mit Rohstoffen. Standard Detailausführungen im Stahlbeton setzen sich immer noch durch.

Auch praktizierende Architekt:innen argumentieren oftmals: „Betonieren wir das einfach aus“ oder „Dann machen wir die Wand halt 2 cm dicker“ um das gestalterische Ziel zu erreichen. Das kann nicht mehr die Grundeinstellung gegenüber Beton sein.

Wir müssen verantwortlich mit dem Baustoff umgehen, ihn recyceln wo es möglich ist und darauf verzichten, wo er nicht nötig ist. Wir müssen Baustoffe finden, die Beton ersetzen können und wiederverwendbar sind. Die Bauindustrie kann einen großen Beitrag dazu leisten, wenn die Kreislaufwirtschaft ernst genommen wird.

25 Hillebrandt, et al. Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource : 2021 , S.60

26 Pascal Peduzzi: Sand, rarer than one thinks, UNEP Global Environmental Alert Service, 2014, S.1

27 Röhrlich, Dagmar: Sand – Ein nur scheinbar unendlicher Rohstoff, Deutschlandfunk, 2020

28 ebd.

29 Kiran Pereira/Ranjith Ratnayake: Curbing Illegal Sand Mining in Sri Lanka, Water Integrity Network, 2013

30 Kandarr, Jana : Folgen des Sandabbaus, Earth System Knowledge Platform, 2018

31 Hillebrandt, et al. Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource : 2021 , S.62

32 Pascal Peduzzi: Sand, rarer than one thinks, UNEP Global Environmental Alert Service, 2014, S.2, ff.

33 Betonherstellung und Klimaschutz, baunetzwissen.de

## Kreisläufe

Eine geschlossene Kreislaufwirtschaft wird, je nach Material, einem von zwei Kreisläufen zugeordnet: dem biotischen Kreislauf oder dem technischen Kreislauf. Beide verfolgen das „Cradle to Cradle“ Prinzip – welches bereits in den 90er Jahren von Michael Braungart und William McDonough entwickelt wurde. Cradle to Cradle bedeutet, dass ein Rohstoff zu 100% im Kreislauf erhalten bleibt und nicht, am Ende seiner Lebenszeit im Müll landet.<sup>34</sup>

### Biotischer Kreislauf

Im biotischen Kreislauf (siehe Abb.1) wird der Rohstoff nach seiner Verwendung im Bau kompostiert und wird somit der Natur wieder überlassen, welche diesen als Nährstoffgrundlage für Neues verwendet. Holz kann, sofern es nicht sofort nach der 1. Verwendung verbrannt wird (oder wie viele Medien es im Greenwashing Jargon nennen: thermisch recycelt) sondern nachhaltig und nicht in Monokulturen (wie z.B. Ölpalmen) angebaut wird, dem geschlossenen biotischen Kreislauf angerechnet werden. Dieser Kreislauf bezieht sich auf einen langen Zeitraum – zwischen dem Punkt Architektur und dem Punkt Kompostierung (siehe Abb.1) wird der Baustoff

optimalerweise zuerst wieder- oder weiterverwendet. Für die Wiederverwendung fehlt momentan das entsprechende Regelwerk, jedoch werden in Österreich ca. 60% der Holzabfälle stofflich verwertet und somit zu anderen Werkstoffen wie Spanplatten oder Faserplatten weiterverarbeitet. 40% des Altholzes werden, jedoch thermisch verwertet.<sup>35</sup> Dies hat seine Berechtigung, denn Holz hat einen hohen Heizwert und solange alternative Energiequellen unseren Bedarf nicht decken, ist die thermische Verwertung von (mehrfach wieder- und weiterverwendetem) Holz am Ende seines Produktlebens sinnvoll. Eine lange Kaskadennutzung des Materials muss jedoch Voraussetzung für die Verbrennung sein.

Das Problem liegt hier nicht beim Altholz, sondern bei dem Neuholz, welches nur geerntet wird um verheizt zu werden, ohne irgendeine Form der Kaskadennutzung erfahren zu haben.

### Technischer Kreislauf

Der technische Kreislauf, beschreibt wie ein Rohstoff, nach seiner Benutzung rückgebaut und durch Aufbereitung wieder in seine ursprüngliche Form zurück gebracht wird. Dieses Verfahren benötigt

einen technischen Aufwand und somit auch zusätzliche Energie. Solche Baustoffe, müssen also so im Sinne der Nachhaltigkeit so wenig und so präzise wie möglich eingesetzt werden.<sup>36</sup>

Beide Kreisläufe sind geschlossen – das heißt, dass kein oder nur ein minimaler Materialverlust stattfindet. Es ist unbedingt notwendig, primär kreislauffähige Baustoffe zu verwenden. Welche Materialien eignen sich also für die Kreislaufwirtschaft, und welche sind weniger sinnvoll?

### Biotische Baustoffe

Unbehandelte biotische Baustoffe, aus nachhaltiger Bewirtschaftung und Herstellung sind besonders erstrebenswert im Bau. Holz ist wohl einer der bekanntesten dieser Baustoffe.

Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass Holz nicht gleich Holz ist. So haben Holzwerkstoffe oft Zuschläge wie Leim (Spanplatten). Diese machen ein Recycling schwierig. Auch ist der Einsatz von Massivholz nicht überall sinnvoll – hier steht die Ressourcenschonung im Vordergrund. Massiv sollte nur dort gebaut werden, wo es unbedingt notwendig ist.

Doch Holz ist nicht der einzige biotische Baustoff: Stroh, Schilf, Schafwolle, Hanf, Flachs sind einige der regional verfügbaren Materialien, die im Bau zu verschiedenen Anwendungen kommen können. So kann beispielsweise Stroh als Dämmung, als Strohbauplatte (statt Gipskartonplatten) oder gar als lastabtragende Wand im Strohbau verwendet werden. Ebenso können aus Flachs Dämmstoffe aller Art, aber auch Plattenwerkstoffe hergestellt werden. Das Potenzial der biotischen Materialien ist breit gefächert und beschreibt die Zukunft des nachhaltigen Baus.

### Metallische Baustoffe

Metallische Rohstoffe können dem technischen Kreislauf angerechnet werden. Metalle können nahezu verlustfrei immer wieder verwertet werden. Zu berücksichtigen ist allerdings der hohe Energieaufwand und die Umweltbelastung des Abbaus von metallischen Materialien. Diese werden hauptsächlich aus Tagebauten gewonnen, für welche große Flächen gerodet werden müssen. Der Regenwald ist von solchen Rodungen stark betroffen. Allein in Brasilien wurden im Zeitraum 2005-15 10% Regenwald für die Metallgewinnung abgeholzt.<sup>37</sup> Seit der Machtübernahme Bolsonaros, ist diese Zahl stetig gestiegen.<sup>38</sup> Um metallische Rohstoffe zu erhalten, muss erst das Gestein, meist per Sprengung, entfernt werden, um dann von den Erzen getrennt zu werden. Zuletzt kommt die Metallurgie: energieintensive chemische Reaktionen, um den Rohstoff zu erhalten.<sup>39</sup> So wird aus Eisenerz Stahl, oder aus Bauxit Aluminium.

Doch die Rodung ist nicht die einzige Umweltbelastung der Metallgewinnung. Durch den Abbau werden Schwermetalle freigelegt, die zuvor unter einem über Millionen Jahre gewachsenen Boden eingeschlossen waren. Der Aushub ist also toxisch für die Umwelt und kann Verheerendes anrichten: 2019 brach der Damm einer Eisenerzmine in Brasilien, welcher giftigen Schlamm zurückhielt. Dies forderte viele Menschenleben und schädigte die Umwelt nachhaltig. Die Hälfte des Eisenerzbedarfs in Deutschland wird mit brasilianischem Erz gedeckt<sup>40</sup>, somit ist Europa indirekt mitverantwortlich für die Katastrophe in Brumadinho.

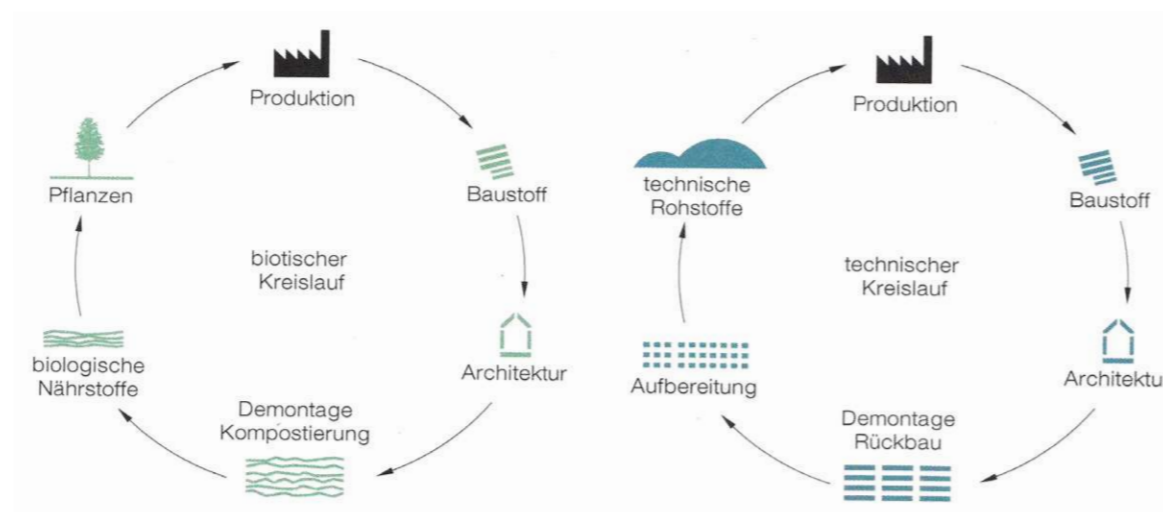


Abb. 1: Biotischer und technischer Kreislauf, Recycling-Atlas

<sup>34</sup> Cradle-to-Cradle-Prinzip, baunetzwissen.de

<sup>35</sup> Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus: Stoffliche und energetische Verwendung von Holzabfällen, in: Klimaaktiv, 12.2019

<sup>36</sup> Hillebrandt, et al. Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource : 2021 , S.60, ff.

<sup>37</sup> Mining: Die Folgen des weltweiten Rohstoffabbaus : WWF.de: 2022

<sup>38</sup> Ines Eisele: Bolsonaro und der Regenwald – eine Bilanz : Deutsche Welle: 2022

<sup>39</sup> Tomma Schröder: Kritische Metalle für die Energiewende – Der neue Rohstofffrausch : Deutschlandfunk: 2022

<sup>40</sup> Philipp Lemmerich: Dambruch in Brasilien – Unser Wohlstand, euer Schlamm : Deutschlandfunk Kultur: 2021

Die Problematik ähnelt derjenigen des Sandabbaus: Rohstoffe werden vor allem dort lukrativ abgebaut, wo es wenig Kontrolle gibt, Menschenrechte ausgebeutet werden können und die Umwelt nicht so wichtig scheint, denn diese liegt schließlich am anderen Ende der Welt.

Während Erz auch heimisch abgebaut wird (zum Beispiel im Erzgebirge) sind wir für andere Metalle von anderen Regionen der Welt abhängig – So kommen Bauxit, Kupfer oder Gold großteils aus Afrika und Lateinamerika.

Für den Bausektor bedeutet dies, dass die sich bereits im Umlauf befindenden Metalle unbedingt recycelt werden müssen. Nur so kann dem klimaschädlichen Abbau und der energieintensiven Metallurgie entgegengewirkt werden. Der Energieaufwand von recyceltem Aluminium kann im Vergleich zur Primärproduktion um 95% eingespart werden – und das ohne einen nennenswerten Qualitätsverlust.

Kupfer lässt sich ebenso beliebig oft recyceln – die Energieeinsparnisse liegen hier im Gegensatz zur Neuherstellung bei 85%.<sup>41</sup>

Es gilt, wie bei allen anderen Baustoffen: Minimieren und Optimieren und den geschlossenen Kreislauf sicherstellen.

### Mineralische Baustoffe

Mineralische Baustoffe werden, ebenso wie metallische Baustoffe aus dem über Millionen Jahre gewachsenen Boden entnommen. Die Tagebauproblematik ist hier dieselbe.

Mineralische Baustoffe müssen, ausgenommen von Naturwerkstein, mit hohem Energieeinsatz gebrannt werden. Wie zuvor schon beschrieben, benötigt es dann für viele Baustoffe, wie Ziegel, die Zugabe von Sand, dessen Abbau höchst kritisch zu sehen ist.

Das Recyclingpotenzial von mineralischen Baustoffen ist relativ gering. Eine Wiederverwendung ist meist ausgeschlossen, da das Material selten zer-

störungsfrei rückgebaut werden kann. So sind zum Beispiel geklebte Fliesen nicht rückbaubar, und Mauerwerksziegel, vor allem Hochlochziegel ebenfalls kaum zerstörungsfrei demontierbar. Gut wiederzuverwenden sind zum Beispiel Dachziegel oder Pflastersteine, da diese nicht geklebt sind.

Aus Mauerziegeln werden kaum neue Ziegel hergestellt und wenn, dann wird aus dem Altziegel nur ein teilweiser Rohstoffersatz erzeugt. Ziegelsplitt und Ziegelsand werden sonst weiterverwertet zu Vegetationssubstraten, technischen Belägen wie Sportböden, zu Bindemittel oder sie werden im Straßenbau verwertet.<sup>42</sup> Es findet also nur ein Downcycling statt, der Kreislauf kann nicht geschlossen werden.

Das Recycling von Glas ist ebenso nur in einem Downcyclingprozess möglich, demnach sollte Glas möglichst wiederverwendet werden. Fenster ließen sich beispielsweise als ganzes Element wiederverwenden. Große, nur aus ästhetischen Gründen vorhandene Glasflächen, welche im Kontext der sommerlichen Überhitzung ohnehin kontraproduktiv sind, sollten vermieden werden.

Weiterverwertet, kann Glas als Profilbauglas eingesetzt werden, welches an sich immer wieder am Produktlebensende zu Profilbauglas recycelt werden kann.<sup>43</sup>

Gipskarton wird unter anderem aus einem Nebenprodukt der Kohlestromindustrie hergestellt. Im Gegensatz zu Naturgips, entsteht der technische Gips (auch REA-Gips genannt) bei der Rauchgasentschwefelung, welche die Abgase filtert. In Deutschland wird der Gipsbedarf zu 60% mit REA-Gips gedeckt.<sup>44</sup>

Mit der Energiewende und dem voraussichtlichen Ende des Kohleabbaus in 2038, wird das Recycling von Gips immer wichtiger. Derzeit werden in Deutschland 50,4% der Gips-Bauabfällen in Deponien „beseitigt“ und 44,9% in Deponiebauten

41 Nichteisenmetallindustrie: Umweltbundesamt.de

42 Bundesverband Ziegel: ziegel.de

43 Hillebrandt, et al. Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource : 2021 , S.77

44 Betrachtung des Recyclings von Gipskartonplatten Endbericht: Umweltbundesamt Deutschland: 2017

„verwertet“. Nur 4,7% werden recycelt.

Das recycelte Material, wird allerdings hauptsächlich im Straßenbau und im Deponiebau verwendet.<sup>45</sup> Der Primärbaustoff Gips, ist wohl noch zu billig und in großen Mengen verfügbar, als dass sich die Industrie in Richtung Recyclinggips orientiert. Gips ließe sich aber, sortenrein beliebig oft recyceln.<sup>46</sup>

Lehmbaustoffe lassen sich hingegen sehr gut recyceln, Plattenwerkstoffe gut wiederverwenden. Lehm besteht aus Ton, Sand, Kies und Schluff. Er muss nicht gebrannt werden und hat somit einen verhältnismäßig kleinen Energieaufwand, außerdem ist Lehm regional verfügbar.

Lehm lässt sich zu Putzen, Lehmbauplatten, tragenden Wänden, Böden und auch zu einer wärme- und schalldämmenden Schicht verarbeiten.

Um die bauphysikalischen Eigenschaften zu verbessern wird Lehm oft mit pflanzlichen Zuschlagstoffen wie Stroh optimiert. Diese sind kompostierbar und umweltfreundlich. Wenn der Lehm vor Ort entnommen wurde, kann er auch an dieselbe Stelle zurückgegeben werden – das auch mit pflanzlicher Zuschlagstoffen.

Das Lagern in einer Deponie ist zwar im Sinne der Kreislaufwirtschaft grundsätzlich nicht erstrebenswert, jedoch ließen sich Lehmbaustoffe problemlos deponieren, da sie unbelastet sind.<sup>47</sup>

Beton zählt ebenfalls zu den mineralischen Baustoffen. Die Recyclingmöglichkeiten sind jedoch begrenzt und die Herstellung ist sehr energieintensiv und umweltschädlich.

Den Cradle-to-Cradle Kreislauf mit mineralischen Baustoffen zu schließen, stellt sich mit der Ausnahme von Lehm, als schwierig heraus. Meist werden die Baustoffe unter einem Qualitätsverlust weiterverwertet. Hier gilt es, sie so wenig und so effizient wie möglich einzusetzen.

45 Bundesverband Baustoffe–Steine und Erden e.V: Mineralische Bauabfälle Monitoring 2018

46 Hillebrandt, et al. Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource : 2021 , S.81

47 ebd., S.104

48 Mrasek, Volker: Schwere Unfälle wird es immer wieder geben : Deutschlandfunk: 2012

49 Knappe, Florian, et al.: Technische Potenzialanalyse zur Steigerung des Kunststoffrecyclings und des Rezyklateinsatzes: Umweltbundesamt Deutschland: 2021

50 Chemisches Recycling von Kunststoffen: Naturschutzbund Deutschland e.V.

### Fossile Baustoffe

Fossile Baustoffe basieren auf Erdöl. Ein endlicher Rohstoff, der über viele Millionen Jahre entstanden ist. Die Erdölförderung birgt ein Risiko für die Umwelt. Zwischen 1974 und 2010 gab es 1200 Unfälle, bei denen über 200 Tonnen Erdöl ins Meer austraten.<sup>48</sup> Erdöl wird zwar primär als Energieträger und Kraftstoff verwendet, doch auch im Bau werden viele Produkte auf Erdölbasis hergestellt: Kunststoffe in Form von Folien, Abdichtungen, Farben und Lacke, Asphalt oder Dämmung sind nur einige Beispiele hierfür. Je nach Art des Kunststoffes, ist es jedoch durchaus möglich, diesen zu recyceln.

75% des verarbeiteten PVC wurde 2015 in Deutschland für den Baubereich verwendet (Rohre, Fenster, Bodenbeläge) Wegen der Weichmacher, die in PVC vorhanden sind, landet der Baustoff am Produktlebensende meist in der Müllverbrennung.<sup>49</sup>

Aber auch andere Zusatzstoffe verhindern das Recycling von Kunststoffen: Feuerhemmer sind giftig und verunreinigen das Recyclat, Farbpigmente können die optischen Qualitätsanforderungen beeinträchtigen, andere Zuschlagstoffe schließen aus gesundheitsgefährdenden Gründen ein Recycling aus.

Es gibt drei Verfahren Kunststoffe zu recyceln. Beim mechanischen Verfahren werden die Kunststoffe mittels Lösemittelbad von Verunreinigungen getrennt, das Kunststoffmolekül an sich bleibt, wie es ist. PVC und PS Dämmstoffe können so recycelt werden.

Bei dem chemischen Verfahren werden die Kunststoffmoleküle in kleinere Teile gespalten. PET Kunststoffe und Schaumstoffe könne so recycelt werden. Dieses Verfahren ist allerdings sehr energieintensiv.

Das thermische Verfahren erhitzt den Kunststoff auf 1500 °C, welcher somit in einzelne Moleküle zerlegt wird. Das Recyclat kann dann wie der Primärrohstoff zu neuen Kunststoffen verarbeitet werden.<sup>50</sup>

Alle Verfahren sind sehr energieaufwendig und häufig verhindern die Verbauarten der Kunststoffe ein wirtschaftliches Trennen. Hinzu kommt, dass ein Kunststoff nicht beliebig oft recycelt werden kann, denn das Verfahren beeinträchtigt die Eigenschaften des Rohstoffes.<sup>51</sup>

Kunststoffe sind vor allem im Bereich der Folienprodukte wie Abdichtungen, Dampfbremsen und Dampfsperren schwierig aus dem Bau wegzudenken, da diese sehr gute bauphysikalische Eigenschaften haben. Da die meisten Folien und Abdichtungen verklebt, und mit Trägermaterialien versehen sind (zum Beispiel werden bituminöse Abdichtungen meist auf einem Vlies aufgetragen), sind sie außerdem schwierig sortenrein zu trennen. Deswegen ist wohl die thermische Verwertung oftmals der einzig mögliche Weg.

Bei der Suche nach nachhaltigen Alternativ-Produkten, findet man wenige zufriedenstellende Lösungen, die den Kunststoff ersetzen können. Als Rieselschutz und Trennlagen eignen sich zum Beispiel Graupappe und Kraftpapier, beides weiterverwertbare Materialien, welche aus Rezyklat hergestellt werden.

Bei Dachabdichtungen ist es allerdings schwieriger, sich vom Erdöl zu trennen. Eine Recherche im Internet ergab kein einziges Produkt, das nicht aus bituminöser Basis besteht.

Es wird jedoch ein Produkt, welches auf Pflanzenölen basiert und eine Cradle-to-Cradle Zertifizierung erhalten hat, im Recycling-Atlas beschrieben. Eine belgische Firma hat 2014 eine Dichtungsbahn auf den Markt gebracht, die ganz ohne Erdöl auskommen soll.<sup>52</sup> Trotz des Zertifikats hat diese Dichtungsbahn eine Glasvlies- oder Polyester-Einlage und ist mit einer Acrylbeschichtung imprägniert. Zudem

wird sie vollflächig auf dem Untergrund verklebt, was die Wieder- und Weiterverwendung erschwert, und die Zertifizierung fragwürdig macht.<sup>53</sup> Die Cradle-to-Cradle Zertifizierung ist außerdem 2015 abgelaufen, und das Produkt nicht mehr im Produktkatalog der Firma aufzufinden. Mittlerweile hat die Firma ein anderes Produkt mit derselben Cradle-to-Cradle Zertifizierung entwickelt: eine Bitumenbahn mit einem Anteil recyceltem Material.<sup>54</sup> Diese sollen, laut Zertifikat am Ende der Nutzung ebenfalls wieder recycelt werden können – es stellt sich die Frage, ob diese Bitumenbahnen tatsächlich recycelt werden, oder wegen ihres hohen Heizwertes eben doch thermisch verwertet werden.

Der folgende Entwurf strebt an, mit kreislauffähigen Baustoffen zu arbeiten, die den biotischen Materialien zugeordnet sind. Dabei sollte der biotische Kreislauf, soweit möglich, dem technischen Kreislauf stets vorgezogen werden. Produkte, die kein Kreislaufpotenzial haben, werden sparsam und nur dort eingesetzt, wo es notwendig ist.

51 Hillebrandt, et al. Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource : 2021 , S.75

52 ebd., S.92

53 Lech, Jürgen: Flachdachabdichtung aus nachwachsenden Rohstoffen: BFD Das Dachplanungsbüro: 2014

54 Derbigum International: Circular roof: 2022

## Cradle-to-Cradle Zertifikate

Um ein Produkt mit einer C2C (Cradle-to-Cradle) Zertifizierung richtig einordnen zu können, muss die Art des Zertifikats bekannt sein (dieses wird von Bronze bis Platinum vergeben). Mit einem C2C-Zertifikat ist leicht Werbung gemacht, allerdings ist meist nicht auf den ersten Blick ersichtlich, welche C2C-Stufe vorhanden ist. Wie der Name des Zertifikats suggeriert, geht man davon aus, dass ein zertifiziertes Produkt zur Gänze den Produktkreislauf schließen kann. Das dem nicht so ist, überrascht mit der heutigen Zertifikatsflut leider nicht.

Beide der vorhin genannten Dachbahn-Produkte haben die C2C-Zertifizierung „Bronze“ erhalten. Bronze ist die niedrigste Einstufung nach „Basic“. Eine Basic-Zertifizierung wird dann vergeben, wenn ein Produkt in den Anfängen seiner nachhaltigen Entwicklungen steht. Alle verwendeten Materialien müssen genau identifiziert und ihre Zuordnungsmöglichkeit in der Kreislaufwirtschaft definiert sein. Strategien zur Optimierung des Produktes und zur Wiederverwendbarkeit müssen zudem vorhanden sein. Es ist eine provisorische Zertifizierung, welche einmalig vergeben wird, und im Falle keiner Verbesserung, entnommen wird.

Das Bronze-Zertifikat kann dann erlangt werden, wenn das Produkt zumindest zu 35% kreislauffähig ist und die Materialien zu 75% bewertet sind. Die Bewertung bezieht sich auf Schadstoffe und unerwünschte Stoffe in den Materialien, welche in 75 % der verbauten Materialien nachweislich nicht vorhanden sein dürfen. Es muss ein gewisser Grad an erneuerbarer Energie verwendet werden und es muss eine CO<sub>2</sub>-Management Strategie vorhanden sein. Es sind eine firmenweite Wasserprüfung sowie eine Selbstprüfung hinsichtlich sozialer Verantwortung vorzunehmen.

Die Voraussetzungen werden, je nach Zertifizierungsgrad, anspruchsvoller. Die höchste Zertifizie-

rung ist „Platinum“. Hier ist das Produkt zu 100% kreislauffähig und enthält keine Schadstoffe. Das gesamte Wasser, das die Fabrik verlässt, hat Trinkwasserqualität. Es wurden nur erneuerbare Energien verwendet und die Prüfung der sozialen Verantwortung von Dritten vorgenommen wurde.<sup>55</sup>

Von Bronze zu Platinum besteht also ein gewaltiger Sprung. Dennoch reicht Bronze aus, um mit einem C2C-Zertifikat werben zu können. Es scheint daher die angestrebte Zertifizierung zu sein. Auf der Website des C2C-Instituts ist im Produktkatalog bisher nur ein einziges Produkt mit Platinum Zertifikat vorzufinden: Ein Stoff der Textilfirma Rajby.

### Fazit

Die Verwendung von Zertifikaten als Instrument zur Steuerung bestimmter Entwicklungen ist wichtig, jedoch können sie auch manipulativ eingesetzt werden. Wenn selbst ein durchschnittliches Produkt ein Zertifikat erhalten kann und die C2C-Stufe in den Medien nicht beachtet wird, wird das Zertifikat lediglich zu einem Werbemittel. Gleichzeitig kann eine Entwicklung nur dann angestoßen werden, wenn der Anreiz groß und die Hürden gering gehalten werden. Es ist jedoch von großer Bedeutung, einen kritischen Blick zu bewahren, um Greenwashing zu erkennen.

Im Allgemeinen sollten wir die Kreislaufwirtschaft unterstützen, indem wir frühzeitig in der Planung darauf achten. Als Architektinnen und Architekten haben wir einen erheblichen Einfluss darauf und müssen diesen Aspekt fest in unsere Planungen integrieren.

Es ist wichtig, ein sinnvolles, rückbaubares und realistisches Konzept zu entwickeln. Materialien müssen ressourcenschonend eingesetzt werden, vor allem jene, die kreislaufwirtschaftlich kein Potenzial aufweisen – sollte auf sie ohnehin nicht verzichtet werden können.

55 Cradle to Cradle Products Innovation Institute



## Rückbaubare Systeme

Es gibt immer mehr Projekte und Firmen, die sich dem Thema Modularität und Rückbaubarkeit stellen. Verschiedene Ansätze zeigen, wie das Urban Mining in Zukunft funktionieren kann. Zwar gibt es derzeit noch gesetzliche Hürden in der Wiederverwendung ganzer Bauteile, jedoch wird der Rückbau immer mehr zum Thema und gewinnt somit auch medial an Bedeutung. Die Grundsätze der Rückbaubarkeit sind so zu entwerfen, dass alles wieder auseinandergenommen werden kann. Es wird auf Steck- oder Schraubverbindungen gesetzt.

Viele Firmen bemühen sich mittlerweile, ihre Bauteile an deren Lebensende wieder zurückzunehmen, um sie dann besten Falls wiederverwenden zu können.

### Lukas Lang Baukasten

Ein Wiener Beispiel ist das Ausweichquartier des Parlaments, welches bis Anfang 2023 in Benutzung war. Nun wird das temporäre Gebäude wieder abgebaut, und das so schnell wie es aufgebaut wurde. Die zwei Pavillons wurden in einer Holzskelettbauweise errichtet und waren in weniger als 4 Monaten

fertiggestellt, mit dem Plan, die Teile nach Rückbau eins zu eins wiederverwenden zu können. Die Firma Lukas Lang, welche das Bausystem (Abb.2) entwickelt hat, verpflichtete sich mit Baubeginn vertraglich dazu, ihr Bauteile nach Ende der Nutzung zum Einkaufspreis zurückzunehmen. Nicht nur nachhaltig, sondern auch lukrativ: der Holzpreis ist in den letzten Jahren gestiegen und der Rückkauf der Bauteile ist demnach für die Firma Lukas Lang sehr günstig.<sup>56</sup>

Das Baukastensystem von Lukas Lang arbeitet bewusst nicht mit Modulen sondern mit standardisierten Einzelteilen, welche beliebig miteinander verbunden werden können – im Prinzip wie Lego.<sup>57</sup> Somit bleibt der Bau flexibel und anpassbar – ein großer Vorteil gegenüber dem 3D – Modulbau. Hierfür arbeitet das System mit einem sehr kleinteiligen Raster von 1,40 m, welches viel Flexibilität und Individualität zulässt.<sup>58</sup> Auch der Wiederaufbau ist nicht an die Nutzung des Bürobaus gekoppelt – die Bauteile können in der Nachnutzung verschiedenst wiederverwendet werden. Laut der Firma könnten



Abb.2: Baukastensystem Lukas Lang

<sup>56</sup> Mattitsch, Kilian/TU Wien: Modulare Gebäudesysteme: Baukastensystem Werkbericht LUKAS LANG

<sup>57</sup> Demokratischer Holz-Baukasten: Lukaslang.com

<sup>58</sup> Zuschnitt 88: Reuse und Recycling: ProHolz: 2023

so aus dem Parlamentsbau neun Kindergärten oder hundert Einfamilienhäuser errichtet werden. Durch die einfachen Steck- und Schraubverbindungen ist die Montage des Bausystems einfach und das Gebäude ist werterhaltend rückbaubar.

### 2D Module

Vorgefertigte Elemente sind in rückbaubaren Gebäuden kaum wegzudenken. Dabei muss es nicht so kleinteilig sein, wie bei dem Baukastensystem von Lukas Lang. Viele Firmen bieten vorgefertigte Decken und Wandpaneele an, welche auf der Baustelle nur noch versetzt und miteinander verbunden werden müssen. Im Rückbau sind diese Elemente dann als solche wiederzuverwenden. Bei der Nachnutzung besteht zwar nicht so eine Vielfalt wie bei vollständig zerlegbaren Bauteilen, denn das Decken- oder Wandpaneel ist in seiner Länge oder Höhe fixiert. Deshalb ist es hierbei wichtig, Spannweiten und Raumhöhe zu wählen, welche möglichst flexibel wieder eingesetzt werden können.

### 3D Module

Ein noch höherer Vorfertigungsgrad besteht bei 3D vorgefertigten Modulen. Ein ganzer Raum oder ein Teil dessen wird mit Wänden, Decke und Boden an die Baustelle geliefert und versetzt. Vorteil davon ist eine noch kürzere Bauzeit. In der Nachnutzung ist allerdings nur ein Wiederaufbau mit derselben oder einer ähnlichen Nutzung möglich.

### Beton-Fertigteile

Beton sollte, wegen seines zuvor besprochenen CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes, effizient eingesetzt werden und in geringen Mengen zur Anwendung kommen. Gerade deswegen ist es wichtig, Beton möglichst oft wiederzuverwenden. So führt zum Beispiel die Firma Peikko demontierbare Produkte und beschreibt auf ihrer Seite, dass eine Wiederverwendung der Fertig-

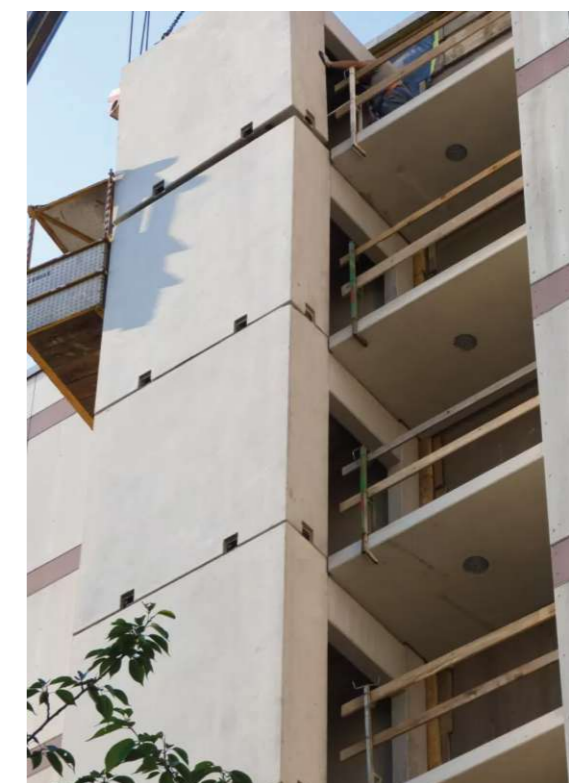


Abb.3: Rückbaubarer Liftschacht

teile angestrebt wird. Hierfür kommen vor allem Schraubverbindungen zum Einsatz, welche eine zerstörungsfreie Demontage ermöglichen.<sup>59</sup> Vor allem für Bauteile, die aus brandschutztechnischer Sicht in Österreich nicht aus Holz errichtet werden dürfen, eignen sich solche Fertigteile. Liftschächte haben zum Beispiel standardisierte Größen (siehe Abb.3) – somit würden rückgebaute Liftschachtfertigteile immer wieder Anwendung finden.

2D Module bieten einen guten Kompromiss zwischen großzügiger Vorfertigung, Gestaltungsfreiheit und Flexibilität. Im Entwurf wird daher mit 2D Modulen geplant.

<sup>59</sup> Kreislaufwirtschaft: Peikko Austria GmbH, peikko.at

# Referenzen

# 03

### 3. Referenzen

**Schmuttertalgymnasium**  
**Frankfurt Nord**  
**Frankfurt Westend**  
**Offene Schule Waldau**

Die folgenden Projekte wurden für den Entwurf als Referenzen herangezogen. Alle Schulen thematisieren das nachhaltige und vorgefertigte, teils rückbaubare Bauen und zeigen verschiedene Möglichkeiten eines modernen Schulbaus auf.

## Schmuttertalgymnasium



Abb.4: Schmuttertal Gymnasium

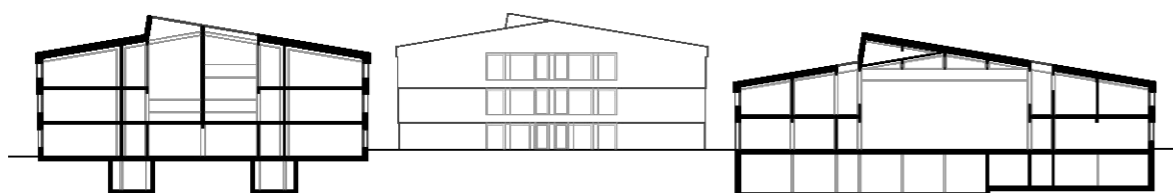


Abb.5: Aula und Klassenhaus 1 Schnitt Atrien bringen den Lernlandschaften in der Mitte natürliches Licht.

In Diedorf entstand 2015 einer der damals größten Holzschulbauten Deutschlands. Hermann Kaufmann Architekten in Kooperation mit Florian Nagler Architekten planten ein Plusenergiehaus, welches noch heute Modellcharakter besitzt. Vier kompakte Baukörper (Siehe Abb.6) mit optimal ausgerichteten Satteldächern bilden das Schulgebäude Schmuttertal, welches sich, an eine Dorfstruktur erinnernd, in die Landschaft einfügt. (Abb.4). Die Deutsche Bundesstiftung für Umwelt förderte das Projekt und veröffentlichte 2016 einen Forschungsbericht dazu,<sup>60</sup> welcher detaillierte Informationen über das Projekt enthält.

### Grundriss

Das räumliche Konzept des Schmuttertal-Gymnasiums beruht auf dem Clustersystem mit offenen Lernlandschaften. Damals noch nicht Bestandteil des deutschen Schulraumprogramms, war diese Schule somit ein Vorreiter im deutschen Schulbau. Je vier Klassen wurden zu einem Cluster zusammengeschlossen, welcher den Schüler:innen eine großzügige Lernlandschaft mit viel Tageslicht bietet. (Siehe Abb.7 und 8) Durch die flexible Möblierung werden diese Flächen aktiv bespielt. Dreieckige Tische in den Lernzonen können von den Schüler:innen beliebig zusammengestellt und so

<sup>60</sup> Entwicklung eines integralen und zukunftsweisenden Planungsansatzes für den Neubau des Gymnasiums Diedorf bei Umsetzung des Plusenergiestandards in Holzbauweise und Entwicklung neuer Lösungen für offene Lernlandschaften mit umfassendem Monitoring und Dokumentation: Deutschen Bundesstiftung Umwelt: 2016

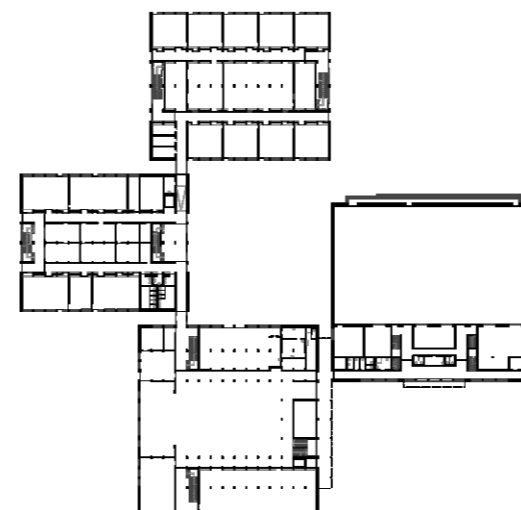


Abb.6: Erdgeschoss  
Das Gebäude ist in 4 Häuser unterteilt

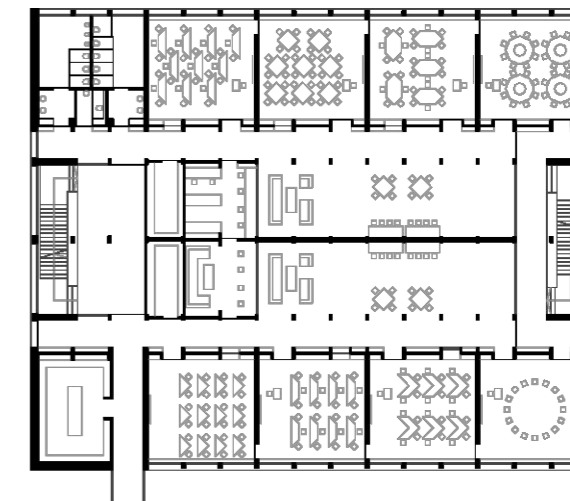


Abb.7: Cluster Klassenhaus 1  
Jeweils 4 Klassen teilen sich eine gemeinsame Mitte

für verschiedene Szenarien angeordnet werden. Glasflächen zwischen Klassen und Lernzonen (Abb.11) schaffen räumliche Beziehungen und ermöglichen dem Lehrpersonal einen Überblick. Das dem Cluster zugeordnete Lehrer:innen-Zimmer, welches ein dezentraler Teamraum ist, schafft kurze Wege und den Lehrenden eine Basis vor Ort. Die Trennwände erfüllen gleich drei Aufgaben: Durch die Ausführung der Trennwand als Einbauregal schaffen sie einerseits Stauraum und durch die enge Zusammenarbeit mit der HKLS-Planung konnten Schächte und sämtliche Leitungen ebenfalls in ihnen verbaut werden.

Der Grundriss folgt einem strengen Raster, welches sehr früh festgelegt wurde, um einen hohen und fehlerfreien Vorfertigungsgrad zu erlangen. Der Entwurf musste sich diszipliniert an dieses Raster halten, trotzdem wirkt das Gebäude nicht starr. Die Satteldächer, die offenen Bereiche und die teilweise

vorhandene Doppelgeschossigkeit machen das Gebäude sehr lebendig.

### Konstruktion

Das Deckensystem besteht aus Brettschichtholzrippen und einer Ortbetonplatte. Die 18/32 cm Balken aus Brettschichtholz sind mit einem Abstand von 90 cm angeordnet. Diese Balken sind mit den Querträgern verschraubt, welche in Gabelstützen (Abb.12) eingehängt wurden. Um die 90 cm zwischen den Balken zu überbrücken, wurden OSB-Platten an den Balken angebracht – allerdings nicht vollflächig, sondern nur jeweils ein paar Zentimeter überlappend. Das spart Material und bildet die verlorene Schalung für den darauf folgenden Ortbeton, welcher durch Nocken in den Balken einen Verbund schließt. Der Ortbeton wurde mit Stahlfasern armiert – Dies hatte kürzere Bewehrungsarbeiten und weniger Lagerfläche zur Folge. Der Beton stellte sich in der Planung als notwendig heraus, um genügend



Abb.8: Offene Lernzone mit Atrium und viel natürlichem Lichteintrag

thermische Masse zu erzeugen, außerdem bildet er das aussteifende Element des Skelettbau. Was den Rückbau anbelangt, erschwert die Ortbetonplatte diesen Prozess erheblich. Systeme mit Fertigteil-Betonplatten, sind diesbezüglich erstrebenswert – auch weil Ortbeton Feuchtigkeit in den Holzbau bringt, welche Schäden verursachen kann, wenn diese nicht abgeführt wird.

Man entschied sich jedoch gegen Fertigteilplatten, wegen der Millimeterarbeit und der Feinheit des Skelettbau im Gegensatz zu den schweren Elementen, die man hätte hinein kranen müssen. Zudem sei der Ortbeton wirtschaftlicher gewesen.<sup>61</sup>

#### Vorfertigung

Da das Projekt ein Leuchtturmprojekt des nachhaltigen Bauens werden sollte, wurde entschieden, die Möglichkeiten des Holzbau zu erforschen und auszunutzen. Vorfertigung stand hier im Vordergrund. Mit einem Achsmaß von 2,7 Meter wurden die Deckenelemente für den Transport optimiert, um auf der Baustelle nur noch in die Gabelstützen eingehängt zu werden.

Die Fassadenmodule wurden bereits mit eingebauten Fenstern an die Baustelle gebracht – was die Frage aufwirft, wie mit der Feuchtigkeit des Ortbetons umgegangen wurde. Die Fassade an sich wurde vor Ort an das Gebäude angebracht. Die Fassade ist in der Regel das erste Bauteil, welches erneuert oder sa-

61 Kaufmann, Hermann/Florian Nagler: Schmuttertal Gymnasium: Architektur – Pädagogik – Ressourcen: DETAIL. Special: 2016, S.66

niert werden muss – daher ergibt eine leicht lösbare Fassade für die Sanierung Sinn, da man sie einfach und schnell austauschen könnte.

Die größten Fertigteil-Elemente waren die Dachelemente mit einer Größe von 16,8x 2,7 Metern – also eine Größe, welche gut mit dem LKW transportiert werden kann. Um den Transport möglichst effizient und gering zu halten, ist eine Optimierung der Bauteile grundlegend.

Alle Holzelemente, inklusive des Aufbetons, wurden binnen 25,5 Wochen eingebracht.

Das Gebäude gewann 2016 den DGNB Preis für Nachhaltiges Bauen.<sup>62</sup>

#### Material

Die Holz-sichtbarkeit war in dem Projekt von großer Bedeutung. Wände, Brüstungen, Türrahmen und Möbel wurden aus dem gleichen Holz gefertigt. Auch die Deckenbalken sind sichtbar. Die Zwischenräume der Deckenbalken sind mit Magnesit-gebundenen Holzwoleplatten ausgefüllt. (Abb.10) Während diese akustisch und brandschutztechnisch optimiert sind, ist ihre Kreislauffähigkeit sehr begrenzt. Die Firma Knauf gibt zwar an, die Platten recyceln zu können – jedoch beschränkt sich dies auf das Verbrennen der Platten und der dadurch möglichen Rückgewinnung des Magnesits. Das Recycling ist außerdem nur für Produktionsrückstände und somit für den reinen Bauteil vorgesehen.<sup>63</sup>

Bereits verbauten Platten wären vermutlich zu verschmutzt, um sie recyceln zu können.

#### Tageslichtkonzept

Grundsätzlich steht ein oft gewünschter hoher Tageslichteintrag mit der sommerlichen Überhitzung durch zu viel Sonneneintrag im Widerspruch. Es bedarf hierzu eines intelligenten Konzepts, welches diese zwei Aspekte gut ausbalanciert.

Das Schmuttertalgymnasium verfügt über großzügige Fensterflächen in allen zur Fassade gerichteten Räu-

62 Deutscher Nachhaltigkeitspreis: Schmuttertal Gymnasium: 2016

63 Grimm, Roland: Bindemittel: Was ist Magnesit? : Baustoffwissen.de: 2018

64 Kaufmann, Hermann/Florian Nagler: Schmuttertal Gymnasium: Architektur – Pädagogik – Ressourcen: DETAIL. Special: 2016, S.128 ff.

men. Jedoch sind diese mit Raffstores ausgestattet, welche über eine Wetterstation gesteuert werden. Somit wird der optimale Tageslichteintrag für jedes Wetter bestimmt.

Bei Sonneneinstrahlung werden die Lamellen der Raffstore dem Einstrahlwinkel angepasst, sodass keine direkte Strahlung in den Raum dringt, aber dennoch viel Tageslicht vorhanden ist.

Die offenen Lernzonen werden mittels Oberlichten natürlich belichtet. Die Verglasung ist mit einem Mikroraster ausgeführt, welches Tageslicht diffus durchlässt und direkte Einstrahlung so vermeidet.

Die sichtbar geführten Dachsparren liegen unter den Oberlichten und verringern somit ebenfalls die Sonneneinstrahlung. Trotz dieser Maßnahmen ist der Raum sehr hell.

Die Schule ist mit Lichtsensoren und Präsenzmeldern ausgestattet. Die Lampen werden so gesteuert, dass auch bei Schlechtwetter immer die geforderte Lichtmenge vorhanden ist.<sup>64</sup>

#### Raumakustik

Da der Raum nicht nur für Frontalunterricht, sondern auch in Gruppenarbeit und anderen Unterrichtsformen genutzt wird, stellt die Akustik eine hohe Anforderung an das Klassenzimmer. Um den Geräuschpegel gering zu halten und die Sprachverständlichkeit zu optimieren, wurden mehrere akustische Maßnahmen vorgenommen.

Die Wände sind mit Holzwoleakustikplatten ausgestattet, welche zwar im Recycling fragwürdig sind, jedoch, wenn nicht beschädigt, weiterverwendet werden können. Die Holzwoleplatten sind im abnutzungsgefährdeten Bereich (auf circa 1,40 Höhe) mit einer Fichtenverstärkung verbaut (siehe Abbildung 10, neben der Tafel). Dies schützt die Akustikplatten vor Beschädigung, macht sie somit länger haltbar und wertet sie ästhetisch auf.

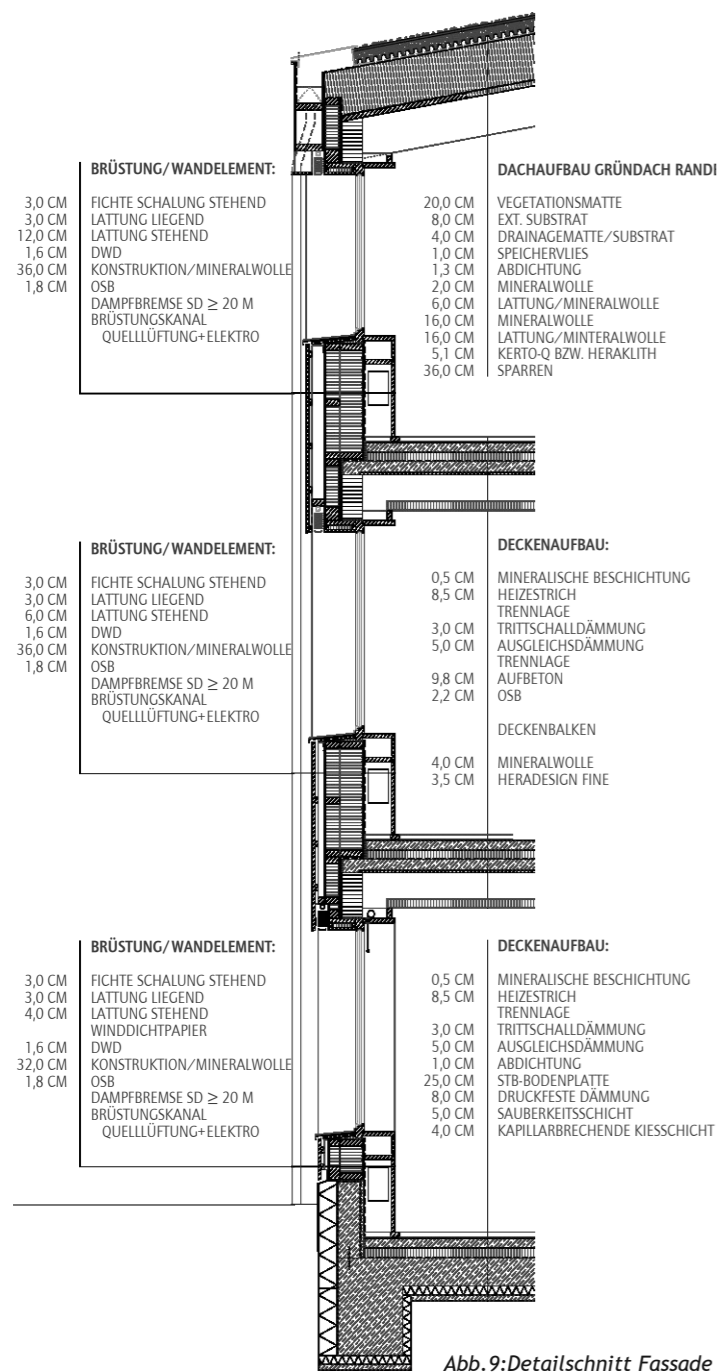


Abb. 9: Detailschnitt Fassade

An den Decken sind ebenfalls Holzwolleplatten mit einer Mineralwolleauflage angebracht. Wie im Detailschnitt (Abb.9) sichtbar, wird die akustisch wirksame Schicht durch 3,5 cm starke Holzwolleplatten, 4 cm Mineralwolle und einem Luftraum, welcher sich aus dem Zwischenraum der Deckenbalken ergibt, von 23,5 cm, gebildet.

Auch die Holzbeton-Verbund-Decke wurde vom Akustik-Planer als benötigte Masse dementsprechend dimensioniert.

Um die akustischen Anforderung zu erfüllen (dies zu einer Zeit, als sich die Vorgaben nicht auf Holzbauten bezogen), wurden für das Projekt Musterräume gebaut, um Labormessungen von den getroffenen Maßnahmen zu erhalten.<sup>65</sup>

### Technische Ausstattung

Das Gebäude versorgt sich selbst mit einer Photovoltaikanlage, welche am Dach installiert ist. Überschüssiger Strom wird in das öffentliche Netz gespeist. Geheizt wird mit zwei 100 kW Pelletkesseln. Die Entscheidung für eine Pelletheizung wurde aufgrund der Investitionen, Wartung, Betriebskosten und dem vergleichsweise geringem Primärenergieaufwand getroffen. Durch die hohe Speicherkapazität der Kessel (7500 l Wasser) konnten diese unterdimensioniert werden. Durch die Speicher kann die Kesselaufzeit somit geringgehalten werden.

Die Räume sind mit einer Fußbodenheizung ausgestattet. Jeder Raum verfügt über einen automatischen Regler, um sicherzustellen, dass der Raum nur unter Benutzung geheizt wird. Im Sommer wird die Fußbodenheizung, durch kaltes Wasser in den Leitungen zur Kühlung verwendet. Dies scheint sehr effizient zu sein, denn die strombetriebene Kältemaschine kommt nur selten in Gebrauch. Fußbodenheizungen gelten allerdings oft als träge und scheinen daher nicht optimal für den Schulgebrauch zu sein – viele



Abb. 10: Fachräume mit Deckeninstallationen für Flexibilität; Holz-sichtbarkeit in den Klassen war wichtig

Wiener Schulbauten regulieren ihr Raumklima (vielleicht deswegen) mit Heiz-Kühl-Decken.

Warmes Wasser wird dort, wo es unbedingt notwendig ist, per Durchlauferhitzer erwärmt. Dies betrifft die Duschen und die Küche. Bei anderen Wasserstellen wurde auf Warmwasser verzichtet. Auf einem Foto fällt auf, dass das Wasser in den Lernzonen kein Trinkwasser zu sein scheint (Abb.11) – der Grund hierfür konnte nicht eruiert werden.

Die Lüftung wurde mit 28 m<sup>3</sup>/h pro Schüler:in festgelegt um den CO<sub>2</sub>-Wert unter 1000 ppm zu halten. Vorgabe für Schulgebäude ist ein Wert von unter 1200 ppm. (Der Wert führt an, wie viele Parts per

Millionen (Teile pro Millionen) in der Luft vorhanden sind.)

Die Frischluftzufuhr der Lüftung erfolgt über Quellauslässe unter den Fenstern (siehe Detailschnitt) – der Unterbau der Fensterbank wurde verwendet, um Technik unterzubringen.

Die offenen Lernzonen werden über die Klassenräume mit Frischluft versorgt. Sollte der CO<sub>2</sub>-Wert 1000 ppm überschreiten, öffnet sich ein Luftauslass im Dach automatisch. Außerdem werden alle Räume in der Früh für eine halbe Stunde automatisch stoßgelüftet.

Die Fenster sind nur teilweise und nur mit einem bestimmten Schlüssel durch eine Lehrkraft zu öffnen. Dies setzt die reibungslose Funktionalität der Lüf-

65 Kaufmann, Hermann/Florian Nagler: Schmuttertal Gymnasium: Architektur – Pädagogik – Ressourcen: DETAIL. Special: 2016, S.134 ff.



Abb.11: Sichtbeziehung Klassenraum -Lernzone, Wasserstelle

tungsanlage voraus. Sensoren an den Fenstern schalten Lüftung und Heizung aus, wenn diese geöffnet sind. Außerdem ist zentral sichtbar, ob ein Fenster im Gebäude geöffnet ist.

Die zwei Zu- und Abluftgeräte sind mit 2,6 m Höhe und 2,3 m Breite und 14 m Länge überdimensioniert. Dies verringert die Luftgeschwindigkeit auf 1,2 m/s in den Lüftungsgeräten und maximal 3 m/s in den Verteilern und minimiert somit die benötigte Energie.<sup>66</sup>

Die Schule ist mit einem automatischen und einem sehr technischen System ausgestattet, welches den Nutzer:innen jegliche Verantwortung zur richtigen Nutzung abnimmt. Somit kann die energieeffizienteste Funktionsweise der Schule immer sichergestellt werden.

Es fragt sich, ob dies den hohen Grad an Technik rechtfertigt, wenn man Lichtsteuerung, Lüftung und Heizung auch mechanisch steuern könnte. Andererseits ist eine Schule ein öffentliches Gebäude, für das



Abb.12: H-Stütze zur Aufhängung der Querträger

sich keiner der Nutzer:innen verantwortlich fühlt und das auch nicht zwingend muss. Daher ist eine automatische Steuerung, wenn dies den Energieverbrauch des Gebäudes so gering wie möglich halten kann, durchaus sinnvoll.

#### Umnutzbarkeit

Der flexible Skelettbau, welcher mit lösbaren Verbindungen ausgeführt wurde, ließe sich gut umnutzen und wenn nötig auch umbauen. Die komplexe Technik könnte einen Umbau allerdings erschweren, da diese genau auf die Schulnutzung ausgelegt ist. Grundsätzlich könnten viele Bauteile weiterverwendet werden, da sie rückbaubar und nicht behandelt ausgeführt worden sind. Trotzdem weist die Schule viel Gipskarton und nicht recycelbare Akustikplatten auf.

<sup>66</sup> Kaufmann, Hermann/Florian Nagler: Schmuttertal Gymnasium: Architektur – Pädagogik – Ressourcen: DETAIL. Special: 2016, S.113 ff.

## Modulschule Frankfurt Nord



Abb. 13: Gymnasium Frankfurt Nord

Als provisorische Schulerweiterung entstand 2018 in 26 Monaten das Gymnasium Nord in Frankfurt in Holzmodul-Bauweise, geplant von Spreen Architekten. 2000 Schüler:innen fanden in dem neuem riegel-förmigen Baukörper Platz (Abb.13). Die Geschwindigkeit der Bauweise begünstigte die Entscheidungen, die Schule komplett aus Raummodulen zu fertigen.<sup>67</sup>

### Die Module

Mit 18 x 2,8 Metern, somit dem Transportmaß eines LKWS angepasst, und 20 Tonnen wurden die 210 Module jeweils mittels Kran platziert. Um einen Klassenraum mit 60 m<sup>2</sup> zu gewährleisten, wurden je drei Module zusammengelegt.<sup>68</sup> Auch bei diesem Projekt wurde, um die thermische Masse zu verbessern, auf Beton zurückgegriffen. Die Decken der Module sind somit in einer besonderen Holz-Beton Verbund-Bauweise der Firma Erne ausgeführt. Die Decken sind mit Wasser gekühlt, um eine Überhitzung im Sommer zu vermeiden. Diese Technik

sei wartungsarm und zuverlässig.<sup>69</sup> Durch eine Mikroinduktion im Deckenhohlraum wird die Luft gekühlt- der Unterdruck im Deckenhohlraum saugt die warme Luft an und gibt sie per Diffusor wieder an den Raum ab.<sup>70</sup> Außerdem soll dies im Gegensatz zu einer mechanischen Luftkühlung 30% Energie sparen- um dies zu belegen wurde der Energieverbrauch durch das Fraunhofer Institut gemessen.<sup>71</sup>

Die Betonelemente sind vorgefertigt und ließen so theoretisch einen Rückbau in seine Einzelteile zu. Das Deckensystem funktioniert mit einem Hohlboden oder einem Nassestrich. Der Hohlboden hätte den Vorteil, leicht rückbaubar zu sein, Leitungen ließen sich einfach im Boden verlegen. Die Schule Frankfurt Nord wurde allerdings mit einem Nassestrich ausgeführt.

Der Schnitt durch einen Klassenraum (Abb. 14) zeigt, wie das Deckensystem ausgeführt wurde. Ein Klassenraum besteht aus 3 Modulen, welche hier quer

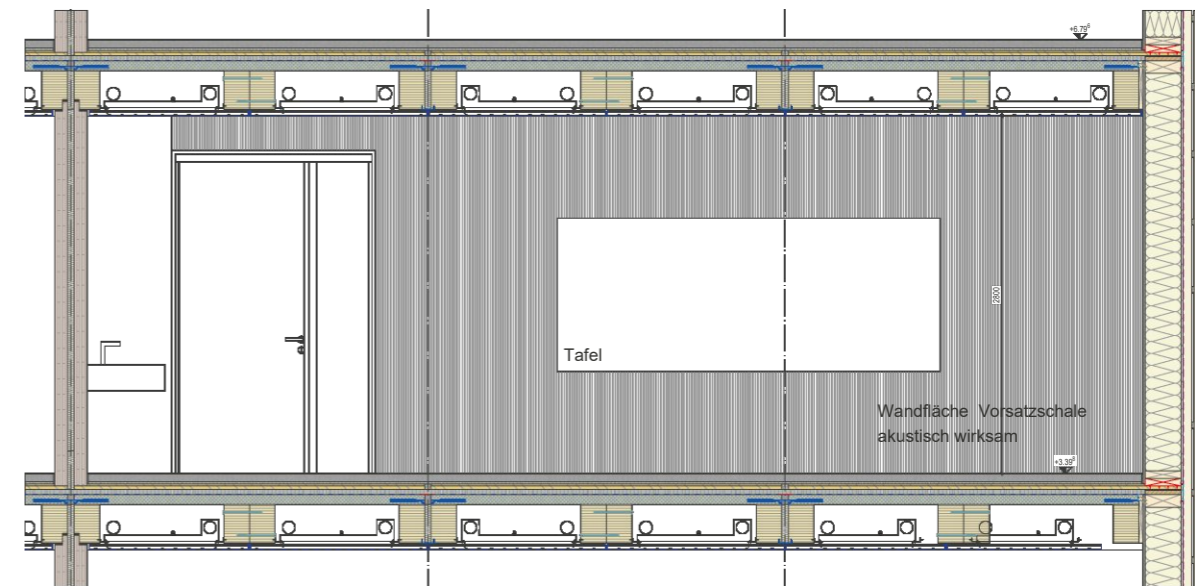


Abb. 14: Schnitt durch einen Klassenraum

geschnitten wurden. Auf den Holzbalken liegt das Betonfertigteil direkt auf, es gibt also keine verlorene Schalung. Die Dämmschicht und die Grobspanplatten als Lastverteiler sowie die Trittschalldämmung der Estrich wurden auf der Baustelle verlegt.

### Grundriss

Während andere „Leuchtturm-Schulen“ mit innovativen Grundrissen werben, bleibt dieser Teil in Berichten über das Gymnasium Nord in Frankfurt unkommentiert. Die hohe Modularität mit nur einer Modulgröße hat anscheinend zur Folge, dass sich der Grundriss an einer Flurschule orientiert. (Abb.15 & 16) Laut der Firma Erne wäre es allerdings sehr wohl möglich auch offene Lernlandschaften mit dem System zu errichten – vermutlich nur nicht in Serie.<sup>72</sup> Das Clustersystem mit Lernlandschaften ist außerdem in Deutschland eher in Grundschulen üblich und war somit hier wahrscheinlich gar nicht im Raumprogramm vorgesehen. Trotzdem schließt eine dreidimensionale Modulbautechnik eine innovative

Grundrisslösung nicht aus. Der Baukörper ist, obwohl es sich um zwei Riegel handelt, alles andere als langweilig. Eine schöne Fassade mit raumhohen Fenstern und das Zurückspringen des einen Riegels, machen den Entwurf zu einem interessanten Gebäude.

Die Klassenzimmer werden durch eine gute Ausrichtung zu hellen und großen Räume. Aber auch das Innere des Gebäudes ist hell: beide Gebäudeteile sind mit einem Lichthof und Oberlichtern ausgestattet und bringen so Tageslicht in die sonst dunkle Mitte. (Abb. 17)

Wenngleich die Planung nur eine provisorische Nutzung vorsieht, muss das Gebäude an sich trotzdem den gültigen Vorschriften entsprechen und somit für eine Lebensdauer von mindesten 50 Jahren ausgelegt sein – Provisorisch bauen kann nur dann sinnvoll sein, wenn das Gebäude in seine Einzelteile demonter- und wiederaufbaubar ist.

<sup>67</sup> spreen-architekten.de

<sup>68</sup> Das Projekt: ERNE AG Holzbau: erne.net

<sup>69</sup> Einzigartiger Schulbau: Eine Menge Holz: Faz.net, 2019

<sup>70</sup> Roschmann, Klaus: Sommerlicher Wärmeschutz durch Verbundelemente im HBV-Deckensystem: Forum-Holzbau, 2019

<sup>71</sup> Mehr als ein Provisorium: holzbau austria, 2019

<sup>72</sup> Klaus Roschmann, Schmid Janutin AG, Persönliche Korrespondenz, 13.12.2022



### Mehrfachnutzung

Der Schulbau ist, auch wenn er dies auf den ersten Blick nicht erkennen lässt, als Provisorium geplant. Demnach sollen die Schüler:innen, sobald ein endgültiger Schulstandort gefunden ist, aus diesem wieder ausziehen. Der Modulbau soll danach für andere Schulen als Ausweichquartier dienen.<sup>73</sup> Ab- und wiederaufgebaut wird das Gebäude nicht – dies wäre zerstörungsfrei auch gar nicht möglich (Estrich). Es stellt sich die Frage der Sinnhaftigkeit, einen provisorischen Baukörper, welcher in seiner Bauweise nicht provisorisch ist, zu errichten. Hätte der Baukörper anders ausgesehen, wenn man ihn als permanentes Gebäude geplant hätte? Modularität und vorgefertigter Holzbau sind schließlich nicht nur für Provisorien eine geeignete Bauweise.

Eine Umnutzung in Wohnräume wäre wegen der flurartigen Grundrissstruktur denkbar, jedoch wäre das Problem der Nasszellen zu überwinden, welche sich im Inneren des Gebäudes befinden.

Als Bürobau wäre der Baukörper gut umnutzbar: Großraumbüros und kleine Einheiten wären möglich. Jedoch grenzt die Raumhöhe mit 2,8 m die

Nutzungsmöglichkeiten ein. Büros, die für klassische Schreibtische ausgelegt sind, kommen mit dieser Raumhöhe aus. Um aber jede Nutzung zuzulassen (z.B.: Werkstätten) muss eine Raumhöhe von mindestens 3 m gegeben sein.<sup>74</sup>

### Haustechnik

Das Gebäude verfügt über ca. 20 m<sup>2</sup> Haustechnikfläche pro Gebäudeteil. Diese Flächen sind im Erdgeschoss angeordnet. Im Vergleich zum Schmuttertalgymnasium und dank der effizienten Heizkühldecke, kommt das Gebäude mit verhältnismäßig wenig Technik aus

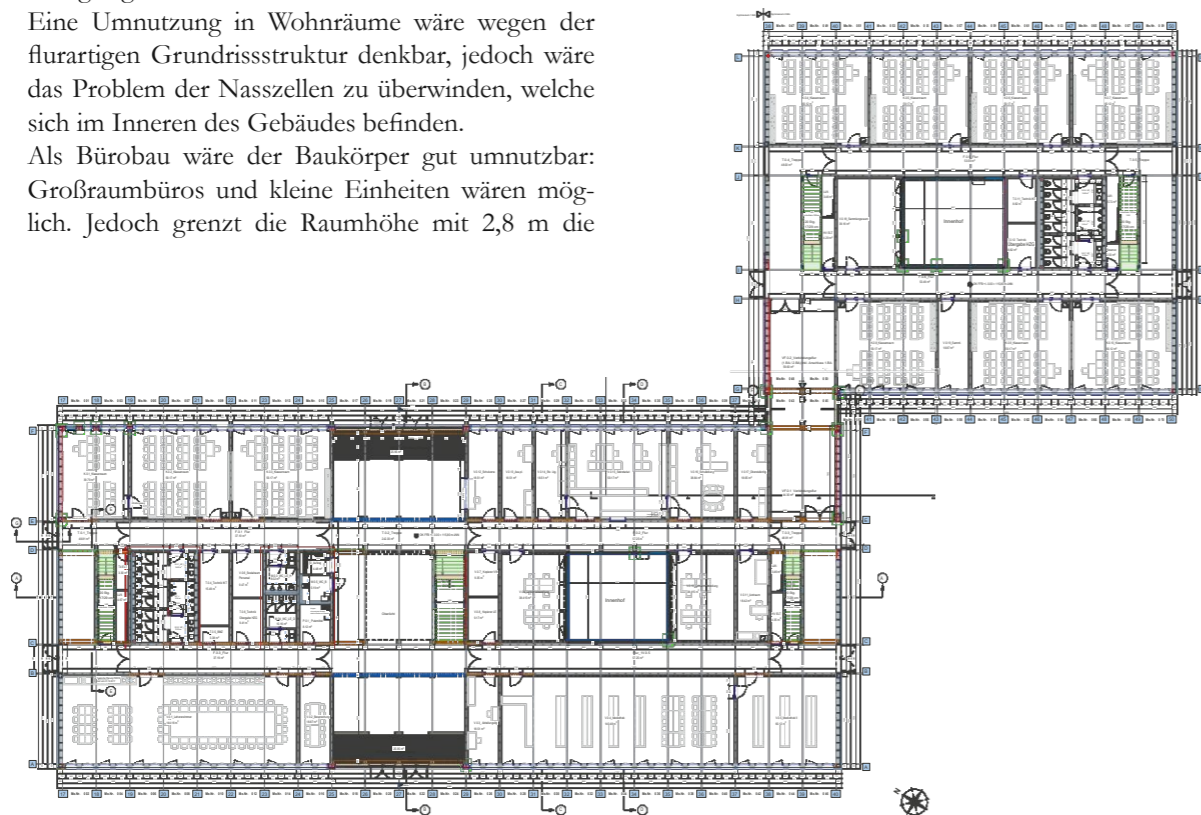


Abb. 15: Erdgeschossplan Schule Frankfurt Nord

<sup>73</sup> Mehr als ein Provisorium: holzbau austria, 2019

<sup>74</sup> Österreichisches Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft: Abmessungen von Arbeitsräumen: Arbeitsinspektion, 2022,



Abb. 16: Mittelgang der Schule

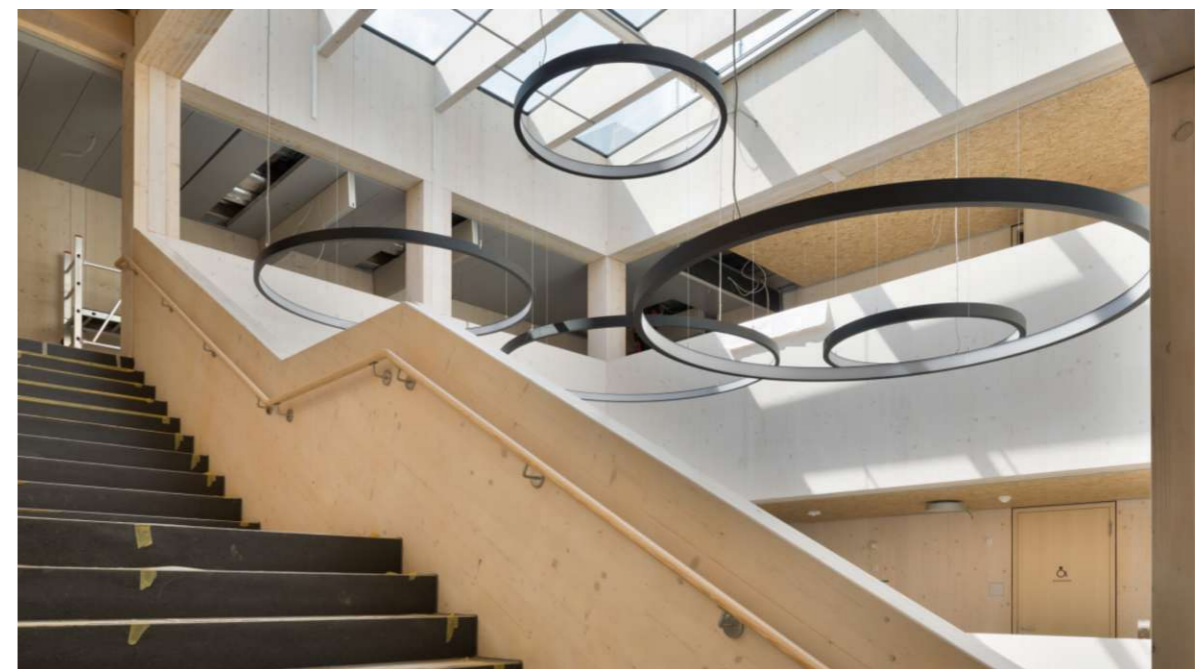


Abb. 17: Helles Stiegenhaus

## Modulschule Frankfurt Westend



Abb. 18: Schulcampus Frankfurt Westend

Frankfurt ist im modularen Holzbau Vorreiter in Deutschland. Eine weitere Schule (Abb. 18) in dieser Bauweise entstand 2019, 12 Monate nach dem Gymnasium Nord, und überragte die Schule Frankfurt Nord in ihrer Größe. Geplant wurde der Bau von den gmp Architekten. In 24 Monaten wurde die Schule konzipiert und realisiert. Ebenso wie das Gymnasium Frankfurt Nord, war der Bau als Übergangsgebäude angedacht. Nach der Nutzung in 5-10 Jahren, soll es rück- und an einem anderen Ort wiederaufgebaut werden.<sup>75</sup>

Was das Gebäude besonders macht, ist nicht nur die theoretische Möglichkeit es rückzubauen, sondern die geplante Realität derselben. Ein Aspekt, der in der zukünftigen Art des Bauens eine wichtige Rolle spielen wird. Die Firma Erne verspricht jedenfalls, dass sich ihre Systeme zerlegen und wieder zusammenbauen lassen.<sup>76</sup>

### Die Module

350 Module bieten in der Schule Frankfurt Westend Platz für 2000 Schüler:innen. Mittels Kran wurden die Module einzeln versetzt (Abb. 19 und 21) und mussten auf der Baustelle bloß noch miteinander verbunden werden. Ebenso wie in dem Projekt davor, wurde hier auf eine Holz-Beton-Hybrid-Bauweise gesetzt. Die Deckensysteme stammen diesmal von der Firma Peikko in Kooperation mit der Firma Erne.<sup>77</sup> Auf eine Kühldecke wurde hier zumindest in den Klassenräumen verzichtet. Bloß in der Mensa wurde, wegen den notwendigen Kühleigenschaften, die Suprafloor Ecoboost<sup>2</sup> verbaut. Der Rest des Campus soll durch den Verbund von Holz und Beton ein gutes Klima aufweisen.<sup>78</sup> Der Fußboden wurde hier ebenso als Nassestrich ausgeführt. Dies steht einem potenziellen Ab- und Wiederaufbau an-

dernorts entgegen, da der Estrich, welcher vor Ort flächig vergossen wird, wieder weggestemmt werden müsste und den Rückbau erschwert.

Die Module an sich sind allerdings so konzipiert, dass sie wieder abgebaut und wo anders wieder aufgebaut werden können, ohne einen Qualitätsverlust und ohne, dass die Räumlichkeiten provisorisch wirken. Die Deckensysteme sind Holzbetonverbundbauteile, welche Cradle-to-Cradle Bronze zertifiziert sind und als Deckenelement wiederverwendet werden



Abb. 19: Modul im Versatz

kann. Eine Zerlegung in Balken und Betonplatte ist möglich, indem man in der Verbundfuge eine Trennung vornimmt, mit dem Nachteil, dass ein Teil des Verbundsystems im Holz eingeleimt und das andere Teil im Beton verankert bleibt.<sup>79</sup> Dem Kreislauf tatsächlich zurückgeführt werden kann dieses System mithin trotz Zertifizierung nicht. Durch die effiziente Nutzung der beiden Baustoffe ist es allerdings ressourcenschonender als andere Verbundbauteile, welche Vollholz und eine stärkere Betonschicht aufweisen.

Die Schule Frankfurt Westend ist nach einem ähnlichen Raster wie die Schule Frankfurt Nord geplant. Beide Schulen haben ein Achsmaß, welches universell für viele Nutzungen anwendbar wäre. Es fragt sich jedoch, warum die Modulgrößen nicht exakt dieselben sind, schließlich war die Fertigteilfirma dieselbe. (Schule Westend 2,7 m Breite, Schule Nord 2,8 m Breite). Eine universelle Modulgröße ließe ein System einfacher weiterverwenden. (Vgl. Baukastensystem Lukas Lang)

### Haustechnik

Das Gebäude verfügt über eine 15 m<sup>2</sup> große Technikfläche im Erdgeschoss und in jedem weiteren Geschoss eine zusätzliche 5 m<sup>2</sup> große TGA Fläche. Leitungen und Schächte sind ebenso vorgefertigt und in den Modulen bereits verbaut.

### Grundriss

Der Grundriss ähnelt jenem der Schule Frankfurt Nord. Obwohl die Planer:innen verschieden waren, hat es zu einem ähnlichen Konzept geführt, mit dem Unterschied, dass die Gangerschließung der Schule Westend über keine natürliche Belichtung verfügt.

Der riegelartige Baukörper wurde durch zwei großzügigen Atrien aufgelöst, welche einen geschützten Freiraum für die Schüler:innen bieten.

Der Grundriss hat eine sehr klare und leicht verständliche, symmetrische Form. (Abb. 20) Dies könnte einen Wiederaufbau erleichtern.

Bei diesem temporären Gebäude überzeugt die schnelle Errichtungszeit und die Menge an untergebrachten Schüler:innen. Die beiden Schulen zeigen jedenfalls wie einfach ein Gebäude in Modulbauweise errichtet werden kann und ebenso auch wieder rückgebaut werden kann, wenn nötig. Ein zentraler Aspekt, im Entwurf der Schule in Meidling, mit dem sich diese Diplomarbeit beschäftigen wird.

<sup>75</sup> Modularer Schulcampus Westend – Projekte – gmp Architekten: gmp.de

<sup>76</sup> Einzigartiger Schulbau: Eine Menge Holz: Faz.net, 2019

<sup>77</sup> Frankfurt Westend School Campus: Peikko Austria GmbH: peikko.at

<sup>78</sup> ERNE AG Holzbau: Schulcampus Westend Frankfurt – Weltrekord auf Zeit: erne.net

<sup>79</sup> Thomas Wehrle, CTO Erne AG Holzbau, Persönliche Korrespondenz, 12.12.22

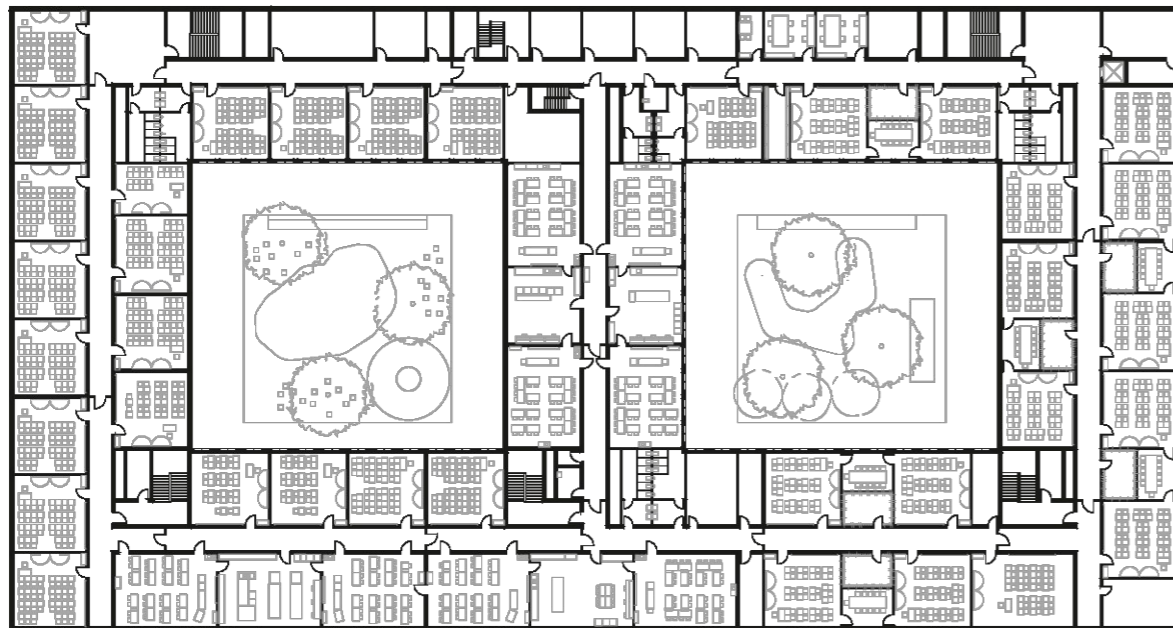


Abb.20: Regelgeschoss Gymnasium Westend; Eine Klasse reiht sich der anderen, entlang des langen Mittelgangs.

Abb.21: Gymnasium Frankfurt Westend ; Axonometrie zur Veranschaulichugn des Aufbaus



## Offene Schule Waldau



Abb.22: Perspektivische Darstellung Schule Waldau

Die Stadt Kassel soll eine neue Schule erhalten (Abb.22): Es soll das zweite Pilotprojekt des „Schulbau Open Source“ werden, welches zum Ziel hat nachhaltige und zukunftsfähige Architektur für die Öffentlichkeit zugänglich zu machen – und das in allen Planungsphasen des Gebäudes. So stehen vom ersten Pilotprojekt der „Schulbau Open Source“ von allen Fachplaner:innen die Pläne von Entwurf bis Ausführungen Jeder und Jedem zur Verfügung.<sup>80</sup>

Das Projekt wurde 2021 in einem Wettbewerb als Sieger gekürt, das Architektur Büro CF Møller stach mit seinem neuartigen Konzept heraus.

Die Schule soll 900 Schüler:innen in den Stufen 5 bis 10 Platz bieten. Zentrale Entwurfskriterien des Gebäudes waren es, den Schüler:innen Eigenverantwortung zuzutrauen und ein offenes Lernen zu ermöglichen. Das Gebäude ist auf dem relativ großen Bauplatz wie ein Dorf aufgebaut, welches

sich der Nachbarschaft öffnet und für die alle Familien und Anrainer:innen des Quartiers erlebbar sein soll. Schüler:innen und Lehrer:innen leben im selben Raum und nehmen an demselben Tagesrhythmus teil, die typische Schulhierarchie soll gebrochen werden.<sup>81</sup>

### Soziales Konzept

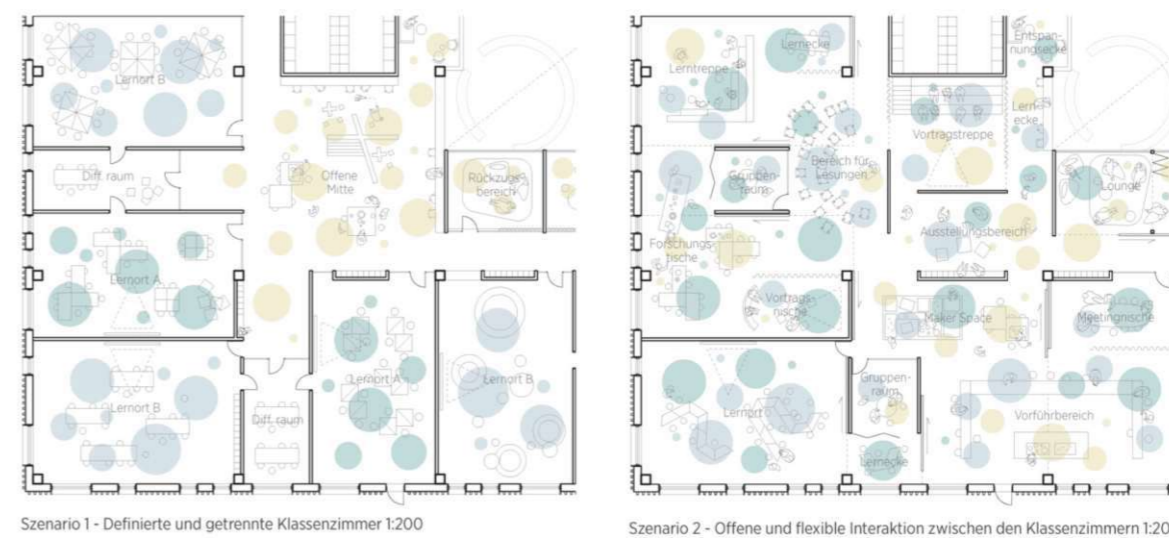
Die Schule wird über eine Bibliothek, einem Jugendzentrum, Musikräume und Werkstätten verfügen, welche auch für die Öffentlichkeit nutzbar gemacht werden sollen. Dies verringert den Leerstand, den man durch fachspezifische Räume kreiert.<sup>82</sup> Jeder Raum soll außerdem eine hohe Flexibilität und Nutzungsoffenheit aufweisen, viele verschiedene gesellschaftliche Gruppen sollen das Schulgebäude gleichzeitig nutzen können – das Konzept der Schule, wie wir es bislang kannten, wird hier vollständig aufgelöst.<sup>83</sup>

<sup>80</sup> Staatliche Gemeinschaftsschule Weimar: Schulbau Open Source: schulbauopensource.de

<sup>81</sup> Walter, Urs: Offene Schule Waldau wird zweites Pilotprojekt SCHULBAU OPEN SOURCE | Schulen planen und bauen | Montag Stiftung Jugend und Gesellschaft, 2022

<sup>82</sup> BauNetz: Offene Schule Waldau / C.F. Møller planen in Kassel: Baunetz.de, 2022

<sup>83</sup> siehe 81



Szenario 1 - Definierte und getrennte Klassenzimmer 1:200

Szenario 2 - Offene und flexible Interaktion zwischen den Klassenzimmern 1:200

Abb.23: Unterschiedliche räumliche Situationen eines Clusters

### Der Cluster

Jede Altersstufe hat ihren eigenen Bereich, der das Zuhause der Schüler:innen in dem Schulgebäude definiert. (Abb.24) Das Atrium verbindet alle Ebenen und bildet somit die Mitte als Begegnungsort. Die Unterrichtsräume bieten Sichtbeziehungen auf die Umgebung und die Terrassen der Schule, welche wichtige Pausen- aber auch Lernbereiche darstellen.<sup>84</sup> Die Cluster verfügen über eine offene Mitte und lassen verschiedene Konstellationen zu: Neben einem Klassenraumkonzept (mit tiefen und länglichen Klassen, welche per se keine optimale Klassenform ausdrückt) kann der Cluster auch komplett aufgelöst eine große Lernzone darstellen (siehe Abb. 23) Dies ist möglich, da das Tragwerk von den Trennwänden losgelöst ist – nur einige aussteifende Elemente müssen dem Grundriss erhalten bleiben. So zu bauen, dass der Raum komplett wandelbar ist, macht eine flexible und umnutzbare Architektur aus und sollte ein Grundsatz jedes Neubaus sein.



Abb.24: Der Cluster wirkt lebendig und abwechslungsreich

<sup>84</sup> Architekten-Wettbewerb Offene Schule Waldau: Stadt Kassel: kassel.de

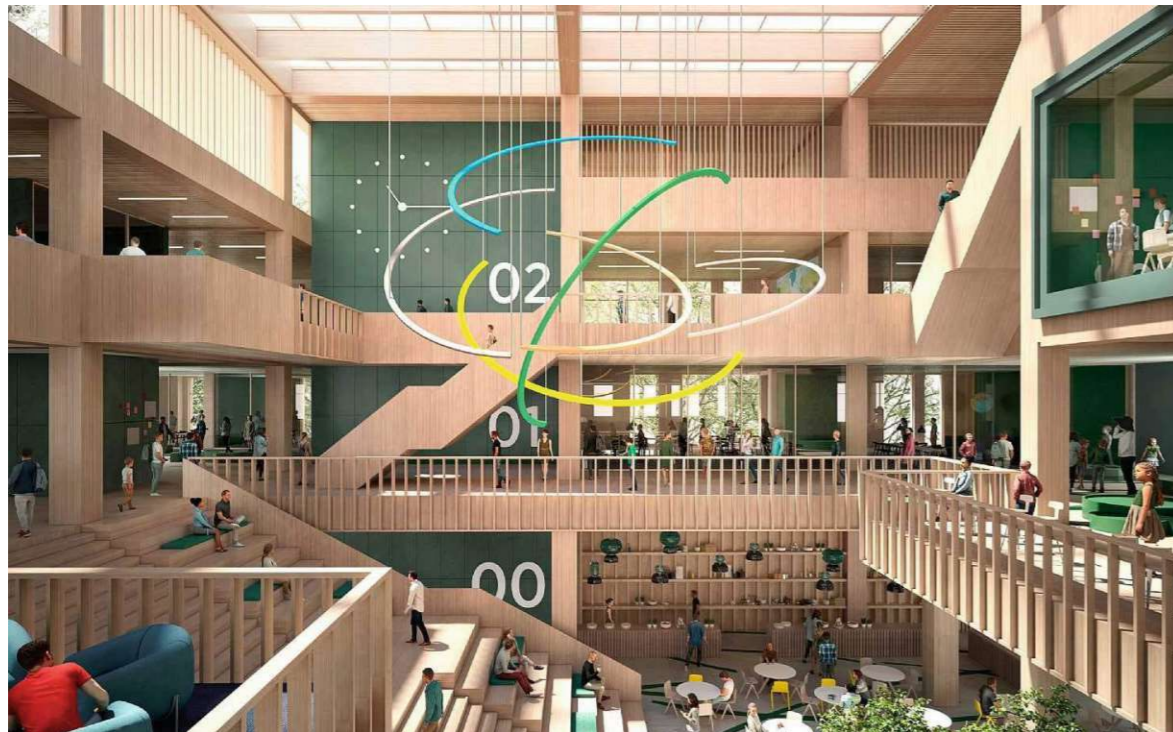


Abb.25:Bespielte Mitte

Durch den großzügigen Platz, welchen der Baugrund bietet, konnte mit viel offener und luftiger Fläche gearbeitet werden. Die beispielte Mitte der Schule weist viele verschiedene Qualitäten für den Schulalltag auf. Überall kann gelernt, pausiert oder interagiert werden – der Raum bietet den Schüler:innen viel Potenzial zur Eigenverantwortung. (Abb.25)

### Nachhaltigkeit

Die Schule wird auf den DNGB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) Kriterien basieren mit 6 spezifischen Thematiken: Flexibilität, Raumklima, gesundheitliche Aspekte, optimale Funktionsweise, Langlebigkeit und Mehrfachnutzung. Diese Kriterien machte die Entscheidung der Architekt:innen für einen flexiblen Holzhybrid-Bau einfach. Der Bau soll so wenige tragende Wände wie möglich aufweisen, um einen zukunftssicheren und adaptierbaren

Grundriss zu gewährleisten.<sup>85</sup>

Der Bau der Schule soll Ende 2023 starten, um einen Schulbetrieb ab 2025 zu ermöglichen. Das Gebäude wird einen terrassierten, viergeschossigen Baukörper bilden, mit großzügigem Artium und verglastem Innenhof.

Der Skelettbau soll komplett aus Holz geschaffen werden, Balken und Decken sollen aus Massivholz gefertigt werden. Stahlbeton soll lediglich bei Feuermauern und tragenden Wänden zum Einsatz kommen.<sup>86</sup> Fraglich bleibt indes, weshalb keine Massivholzwände als tragende Elemente vorgesehen werden. Ein weiterer Punkt ist die Akustik: während die anderen genannten Projekte aufgrund der erhöhten Schallschutzanforderung Beton als Masse an den Decken in das Gebäude gebracht haben, kommt dieses Projekt ohne diese Maßnahme aus. Die Schule in Waldau wird dadurch nicht nur in der Grundriss-

<sup>85</sup> Open School in Waldau, Kassel: C.F. Möller: cfmoller.com

<sup>86</sup> Neubau der Offenen Schule Waldau startet Ende 2023: hna.de

lösung ein vielversprechendes Pilotprojekt, sondern auch in der betonarmen Konstruktionsweise. Spannend wird ebenfalls, wie der Entwurf konstruktiv mit den vielen Terrassen umgehen wird, da diese im Holzbau oft eine Sonderkonstruktion verlangen.

### Fazit

Die genannten Referenzen sind in verschiedensten Aspekten Vorbilder oder Anregungen für den folgenden Entwurf. Das Schmuttertal-Gymnasium überzeugt vor allem durch die nachhaltige Planung und die Miteinbeziehung aller Fachplaner:innen bereits im Vorentwurf. Der Umgang mit den Materialien und die Durchflutung mit Tageslicht machen den Raum zu einem gemütlichen Ort, welcher den Ganztagesaufenthalt der Schüler:innen angenehm macht. Mit wenigen Materialien und Farben, wirkt der Raum trotzdem vielfältig und bunt bespielbar – dies macht einen flexiblen Unterricht und neue Lernszenarien möglich. Das viele Sichtholz hat einen entschleunigenden und beruhigenden Effekt – in einer immer schneller werdenden Welt durchaus wichtig.

Die Schulen in Frankfurt stechen durch die cleveren Systeme, welche in großen Mengen vervielfacht werden können und trotzdem keine langweiligen Gebäudeformen kreieren, heraus. Modular bauen heißt nicht „gleich“ bauen – auch wenn die Schulen auf quasi dem gleichen konstruktiven Konzept beruhen, sind sie in ihrer Erscheinung komplett anders. Der 3D-Modulbau ist, hinsichtlich der Gestaltung, der unflexibelste Bau und trotzdem wirken die zwei Schulen aufregender und einzigartiger als mancher Stahlbetonbau. Auch die Aktivierung der HBV-Decken, welche aus Schallschutz-Gründen einer reinen Holzdecke überlegen sind, wird als gute Lösung im Schulbau angesehen. Durch die spezielle Deckenkonstruktion kann der Beton somit 3 Aufgaben bewältigen: Statische, Schallschutztechnische und eine Wärmetechnische. Der eigentlich suboptimale

Baustoff wurde so effizient wie möglich eingesetzt.

Die Schule in Waldau weist ein zukunftsorientiertes Grundrissystem auf, welches viel wagt und sich in seiner Funktion beweisen müssen wird. Ob sich die Art der komplett offenen Schule durchsetzen wird, ist unklar. Doch feststeht: Schulräume müssen eine hohe Flexibilität aufweisen um den neuen Entwicklungen der kommenden Jahrzehnte den nötigen Platz bieten zu können

Der Bauplatz an den Eisteichen bietet einen relativ engen Handlungsspielraum, wenn es um die Form des Baukörpers geht – eine offene Mitte wie in Waldau wird aus Platzgründen nicht möglich sein. Dennoch ist ein zentraler Ort der Begegnung im Erdgeschoss vorgesehen.

Der Entwurf der Diplomarbeit, mit dem Ziel ein nachhaltiges und adaptierbares Schulgebäude zu konzipieren, wird die Mitte zwischen den Referenzen finden: dem Umgang mit Material und Atmosphäre, der systematischen Konstruktion und der zukunftsorientierten Lernwelt, welche viele Szenarien durch Flexibilität im Bau zulässt.

Aspekte der Referenzen, welche für die Zielsetzung der Diplomarbeit sehr relevant sind:

- Nachhaltiger Umgang mit Materialien
- Intelligente Haustechnik (Automatische Nachtlüftung, Ecoboost Heiz-Kühl-Decken)
- Flexibele Grundrisse für eine Adaptierung in der Zukunft
- Fokus auf Rückbaubarkeit
- Flexibele Möblierung
- Miteinbeziehung der Anrainer:innen
- Nutzung der Räumlichkeiten von Umgebung um Leerstand zu verhindern

# Wettbewerb und Bauplatz

# 04

## 4. Wettbewerb und Bauplatz

### **Raumprogramm Typologien Schulräume Umgebung Bauplatz Eigenschaften des Bauplatzes**

Im Folgenden wird der Wettbewerb „An den Eisteichen“ zu Erlangung eines Entwurfs für ein Bundesrealgymnasium in Wien Meidling vorgestellt. Hierbei wird das Raumprogramm erläutert und die gewünschten Flächen vonseiten der Auslobung mit jenen, die dem Entwurf zugrunde liegen, verglichen. Des Weiteren werden die geforderten Typologien (Cluster, Homepage, Departments und Fachräume) genauer beschrieben und Möglichkeiten der Gestaltung dieser Räume aufgezeigt.

Zuletzt wird die Umgebung des Bauplatzes, dessen Geschichte und Bebauung, sowie die Eigenschaften des Bauplatzes vorgestellt – Hierzu wurden die Beilagen der Auslobung analysiert und interpretiert.

## Eine Neue Schule in Wien Meidling - Ein Überblick



Abb.26: Übersicht Bauplatz , Unterteilung in Teilbereiche

Ziel des Wettbewerbs ist es, einen Entwurf für ein Bundesrealgymnasium am Standort „An den Eisteichen“ zu erlangen. Die Straße an den Eisteichen liegt in unmittelbarer Nähe zur U6 Station „Am Schöpfwerk“ im 12. Wiener Gemeindebezirk. (Abb.26)

Der Standort der Schule befindet sich auf einem Bauplatz, welcher bereits 1977 von der Republik Österreich gekauft wurde, mit der Intention, zukünftig eine Schule dort zu errichten.<sup>87</sup> Wegen der demografischen Entwicklung des Bezirktells hat man sich dafür entschieden, dieses Vorhaben durchzuführen, da auch in Zukunft von einer wachsender Bevölkerung auszugehen ist

Der Bauplatz erstreckt sich über zwei Liegenschaften. Auf dem westlichen Teil mit 5563 m<sup>2</sup> Grundfläche (Teilbereich 1) soll das Hauptgebäude stehen,

auf dem östlichen Teil mit 2620 m<sup>2</sup> (Teilbereich 2) die Sportanlagen mit einem Gewereteil und einer Garage im 1.Obergeschoss. Das Gesamtbudget des Vorhabens beträgt 45,8 Mio. €.

Eine Unterkellerung ist wegen des hohen Grundwasserspiegels nicht gewünscht. Es wäre, abgesehen von der technischen Schwierigkeit des Grundwassers, nicht zeitgemäß, in einem „Nachhaltigem Bau“ ein Kellergeschoss auszuführen. Der Boden ist ein zu schützendes Ökosystem und sollte daher so wenig invasiv wie möglich bebaut werden. Die natürliche Bildung von einem cm Boden dauert mindestens 100 Jahre.<sup>88</sup> Jedes Bauvorhaben zerstört also in kurzer Zeit ein Vielfaches von dem, was die Erde in 100 Jahren produziert.

<sup>87</sup> Bernd Wiltschek, BIG , Persönliche Korrespondenz, 14.10.2022

<sup>88</sup> Hillebrandt, et al. Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource : 2021 , S.11

Die zwei Bauplätze können daher unterirdisch nicht verbunden werden. Deswegen ist ein Verbindungsbauwerk erwünscht, um die Sportanlage intern zu erschließen. Da sich an der zu verbindenden Stelle eine Straße befindet, wird dieses Bauteil als Brücke formuliert werden müssen – die Art und Größe dieser Brücke ist frei zu wählen.

Angrenzend an den Teilbereich 2 befindet sich ein alter Schüttkasten (Getreidespeicher), welcher erhalten bleiben soll und mit in den Entwurf einbezogen wird. Laut Auslobung soll dieser als Eingang der Gewerbezone umgenutzt werden.

Die Straße an den Eisteichen wird begradigt, wobei deren Gestaltung und jener des Platzes vor dem Schüttkasten ebenfalls Teil des Entwurfs ist.

Insgesamt soll die Schule 20 Klassenräume der Sekundarstufe 1 im Clustersystem und 2 Homebases der Sekundarstufe 2 im Department System beherbergen. Rund 900 Schüler:innen und 100 Lehrkräfte werden zukünftig diese Schule besuchen. Auf dem Teilbereich 2 sind 1800m<sup>2</sup> Gewerbefläche vorgesehen und ca. 70 PKW-Stellplätze.

Die Umgebung des Bauplatzes ist sehr heterogen. Westlich befindet sich der Khleslplatz mit der Altmannsdorfer Kirche, welche wie die umliegende Bebauung unter Denkmalschutz steht. Östlich befinden sich Einfamilienhäuser und mehrgeschossige Wohnbauten. Südlich ragt ein 50 Meter hoher Wohnturm zwischen einer niedrigen Einfamilienbebauung empor.

Nördlich des Bauplatzes befindet sich das sogenannte „Stadtwäldchen“, welches unbebaut bleiben soll.<sup>89</sup> Derzeit liegt über dem gesamten Areal des Stadtwäldchens eine Bausperre. Bewohner:innen des Stadtteils waren ursprünglich

besorgt, die nicht öffentlich zugängliche Grünfläche würde ebenfalls bebaut. Es wurde eine Bürger:innen-Initiative gestartet, welche um die Bäume und den Naturraum der Eisteichen kämpfte. Im Zuge einer Diskussionsveranstaltung erklärte sich die BIG bereit, die Bäume auf dem nördlichen Teil – bis auf Weiteres – zu erhalten bzw. diesen nicht zu bebauen.<sup>90</sup>

Außerdem wurde der Bürger:innen-Initiative bestätigt, dass man den Bau möglichst nachhaltig gestalten will.<sup>91</sup> Hierzu steht in der Auslobung des Wettbewerbs ein eigenes Kapitel: Klimaresilienz. Es soll ein Schwerpunkt der Planung auf dem Thema Klimaresilienz bzw. Klimawandelanpassung liegen. Dieses Thema soll bei der Bewertung der Entwürfe als eines der Hauptkriterien wirken.

Um dies zu gewährleisten, wurden der Auslobung ein Klimaresilienz-Handbuch für den Bauplatz beigelegt. Mittels GREENPASS, einer Service-Software, wurden grundlegende Empfehlungen für ein klimaresilientes Planen ermittelt.

Ebenso wurde ein Qualitätskatalog, welcher auf dem eines vorherigen Schulwettbewerbs basiert, zur Auslobung beigelegt. In diesem sind räumliche Konzepte und Anforderungen genauer beschrieben. In einem Mission Statement wird das Ziel, einen zukunftsfähigen Schulbau zu entwickeln, beschrieben – es basiert auf einem Flächenbudget eines Standard-Raum- und Funktionsprogrammes des Bundes. Und „belegt erneut, dass innovative räumlich-pädagogische Konzepte auch innerhalb üblicher Flächenbudgets möglich sind“<sup>92</sup>

<sup>89</sup> Grüne Lunge Meidlings gerettet!: wien.neos.eu

<sup>90</sup> Bernd Wiltschek, BIG, Persönliche Korrespondenz, 14.10.2022

<sup>91</sup> Helga Schandl, startete Petition, Persönliche Korrespondenz, 13.10.2022

<sup>92</sup> Bildungsdirektion Wien: Qualitätskatalog für das zukünftige Bundesschulgebäude AHS 1120 Wien, An den Eisteichen, S.3



## Das Raumprogramm

### Geforderte Flächen

Das Ziel des Raumprogrammes ist es, ein vielfältiges und bewegtes Lernen zu ermöglichen. Hierzu wurden die 8100 m<sup>2</sup> des Schulbaus in 7 Kategorien unterteilt: Der allgemeine Bereich, die Cluster der Sekundarstufe 1, die Fachdepartments für beide Sekundarstufen, die Homebases der Sekundarstufe 2, Verwaltung, Bewegungs- und Sportbereiche und der Service Bereich (siehe Flächendiagramm folgende Seite).

Nicht beinhaltet in den 8100 m<sup>2</sup> sind die Außen-sportflächen welche ca. 1850 m<sup>2</sup> betragen und auf den Dachflächen situiert werden sollen, sowie die Freiflächen für die Schüler:innen, welche laut Ausschreibung 5 m<sup>2</sup> pro Schüler:in (insgesamt 5000 m<sup>2</sup>) umfassen soll. Die Sportflächen auf dem Dach zu situieren stellt eine Hürde im Entwurf dar, denn das gewünschte Spielfeld misst 22 x 44 m. Lichthöfe, welche mittig im Gebäude Platz finden sollen, würden somit nicht möglich sein. Für den Entwurf wurden deshalb die Sportflächen auf die benachbarte Freifläche angedacht.

Zusätzlich sollen 1800 m<sup>2</sup> für Gewerbeflächen im Erdgeschoss des Teilbereichs 2 zu Verfügung gestellt werden. Die Ausformulierung derselben sind nicht Teil der Entwurfsaufgabe.

Nicht in der Flächenaufstellung inkludiert sind die mindestens 70 PKW-Stellplätze, welche die Pflichtstellplätze der Schule und der Geschäftsfläche darstellen. Laut der Wiener Stellplatzverpflichtung sind pro 100 m<sup>2</sup> Aufenthaltsfläche ein Stellplatz zu errichten. Dies gilt sowohl für Schulen als auch für Geschäftsgebäude.<sup>93</sup> Das entspricht einer reinen Parkfläche von 875 m<sup>2</sup> – deren Erschließungsfläche ist nicht inkludiert. Grundsätzlich ist diese Anzahl an PKW-Stellplätzen zu hinterfragen, denn die Grundlage der Stellplatzverpflichtung basiert nicht nur auf dem Garagengesetz aus dem Jahr 2008 und ist somit veraltet, der Bauplatz ist außerdem optimal an den

öffentlichen Nahverkehr angebunden. Die U6 Station am Schöpfwerk befindet sich in unmittelbarer Nähe.

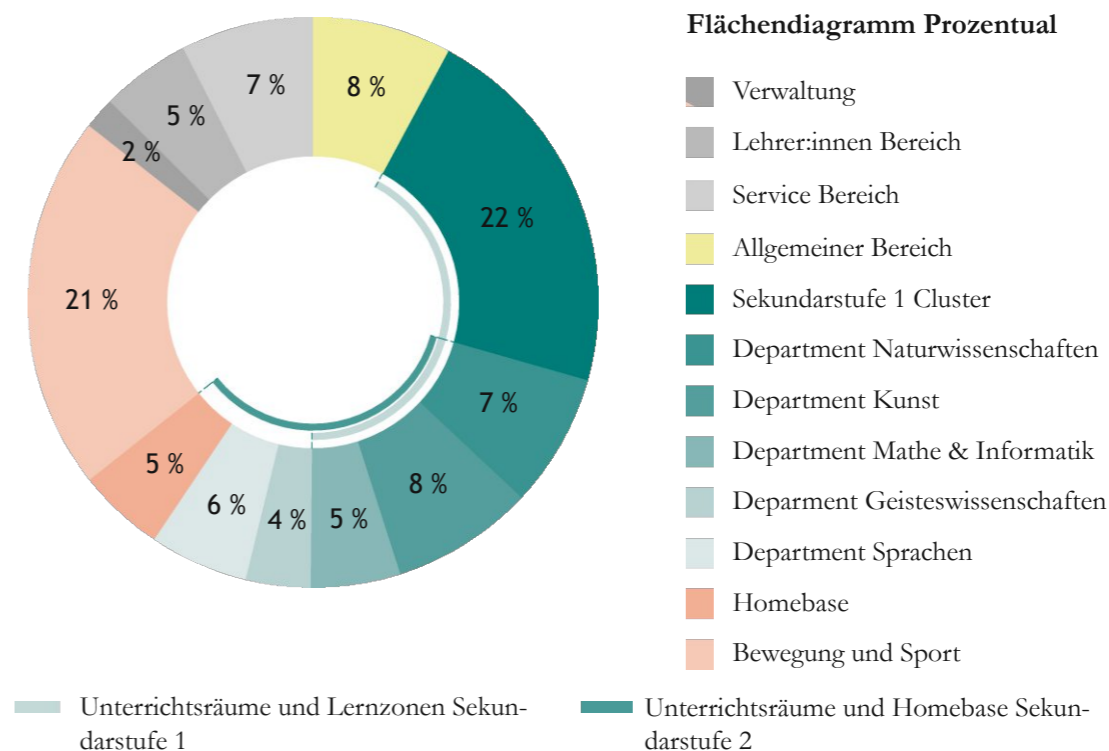
Da die Auslobung des Wettbewerbs die Geschäftsfläche im Erdgeschoss vorsieht, eine Unterkellerung wegen des hohen Grundwasserspiegels aber nicht gewünscht ist, sind die PKW-Stellplätze im 1. Obergeschoss des Teilbereichs 2 zu situieren. Fraglich ist hier nicht nur der statische Aufwand, der betrieben werden muss, um eine Hochgarage zu errichten, sondern auch der hohe Flächenverbrauch der Erschließung dieser Garage.

Der Geschäftsbereich ist mit einer Geschosshöhe von 5 Metern zu planen – eine überdeckte Rampe darf laut OIB Richtlinie 4 eine maximale Neigung von 18 % aufweisen<sup>94</sup>. Um diese Höhe zu überbrücken, müsste die Rampe allein rund 30 Meter lang sein.

Im Entwurf wird daher auf die Garagenplätze verzichtet. Im Sinne der Green Mobility Bewegung, wird auf den öffentlichen und den Radverkehr gesetzt. Es soll auch kein „Lehrer:innen-parken“ zur Verfügung gestellt werden, da dies außerdem ein falsches soziales Bild des Lehrers oder der Lehrerin vermittelt. Die einzigen Stellplätze sollen Wirtschaftsparkplätze sein, welche für Anlieferung oder Servicewägen (Handwerker:innen, Post, Reparaturen etc.) zur Verfügung stehen.

<sup>93</sup> Magistratsabteilung 37 – Baupolizei: Stellplatzverpflichtung in Wien

<sup>94</sup> Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB- Richtlinie 4: Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit 2019



Flächenverteilung Raumprogramm

Jede Person, die sich in dem Gebäude aufhält, hat auf die Personenanzahl gerechnet circa 1m<sup>2</sup> Aufenthaltsplatz – Hierbei sind nur die Flächen im Innern des Gebäudes herangezogen worden. Die Flächen sind effizient ausgelegt, das Raumprogramm ist jedoch für den kleinen Bauplatz sehr ambitioniert. Flächen wie die Zentralgarderobe, welche 450 m<sup>2</sup> beträgt, sind zu hinterfragen, da diese verhältnismäßig große Fläche nur einseitig nutzbar ist. Garderoben in oder vor den Klassen sind vorzuziehen.

Mit einer maximalen Bebauungshöhe auf Teilbereich 1 und 2 von 21 m ergeben sich, mit einer lichten Raumhöhe von 3,2 m, welche von der ÖISS empfohlen wird und im Sinne der Nachnutzung einem

sinnvollen Raumhöhenmaß entspricht, maximal 4 Geschosse über dem Erdgeschoss. Der Sportbereich wird, gemeinsam mit der Gewerbefläche auf dem Teilbereich 2 ausgeführt.

Auf Teilbereich 1 muss demnach eine Nutzfläche von 6250 m<sup>2</sup> untergebracht werden – dies ergibt ca. 1250 m<sup>2</sup> Nutzfläche pro Geschoss. Das Grundstück des Teilbereichs 1 verfügt über 5563 m<sup>2</sup>, wobei hier nur 2757 m<sup>2</sup> mit 21 m Höhe bebaut werden.

## Das Raumprogramm und eine Gegenüberstellung der Flächen des Entwurfs

<b>Verwaltung</b>					
Direktion	25 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>			
Sekretariat	25 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>			
Administration	15 m <sup>2</sup>	14 m <sup>2</sup>			
Archiv	10 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>			
Kopierraum	10 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>			
Schulmedizin	20 m <sup>2</sup>	22 m <sup>2</sup>			
Personal und Schüler:innen					
Vertretung	20 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>			
Sprechzimmer 2 Stück	20 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>			
	<b>145 m<sup>2</sup></b>	<b>151 m<sup>2</sup></b>			
<b>Lehrer:innen Bereich</b>					
Zentraler Vorbereitungsraum	300 m <sup>2</sup>	294,5m <sup>2</sup>			
Aufenthalts- und Sozialbereich	80 m <sup>2</sup>	84,5 m <sup>2</sup>			
Garderobe	30 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>			
	<b>410 m<sup>2</sup></b>	<b>399 m<sup>2</sup></b>			
<b>Service Bereich</b>					
Zentralgarderobe Schüler:innen	450 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>			
Personalraum Servicepersonal	20 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>			
Umkleide Servicepersonal	20 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>			
Reinigungsgeräte Raum	20 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>			
Müllraum	20 m <sup>2</sup>	28 m <sup>2</sup>			
Lager	60 m <sup>2</sup>	53 m <sup>2</sup>			
Außengeräte Raum	15 m <sup>2</sup>	15 m <sup>2</sup>			
	<b>605 m<sup>2</sup></b>	<b>156 m<sup>2</sup></b>			
<b>Allgemeiner Bereich</b>					
Schulbibliothek	100 m <sup>2</sup>	114 m <sup>2</sup>			
Mehrzweckraum	120 m <sup>2</sup>	122 m <sup>2</sup>			
Aula/Pausenfläche	200 m <sup>2</sup>	206 m <sup>2</sup>			
Schulwartung	10 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>			
Speisezone/Aufenthaltszone	130 m <sup>2</sup>	210 m <sup>2</sup>			
Ausgabeküche	40 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>			
Schulbuffet	40 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>			
	<b>640 m<sup>2</sup></b>	<b>751 m<sup>2</sup></b>			
<b>Sekundarstufe 1 – Cluster</b>					
Unterrichtsraum x 20 à 65 m <sup>2</sup>	1300m <sup>2</sup>	1248 m <sup>2</sup>			
Sammlungsraum x 5 à 15m <sup>2</sup>	75 m <sup>2</sup>	80 m <sup>2</sup>			
Offene Lernzone x 3 à 60 m <sup>2</sup>	180 m <sup>2</sup>	-			
Offene Lernzone x 2(x4) à 100 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	444 m <sup>2</sup>			
	<b>1755 m<sup>2</sup></b>	<b>1771 m<sup>2</sup></b>			
<b>Department Naturwissenschaften</b>					
Biologieraum x 2 à 80 m <sup>2</sup>	160 m <sup>2</sup>	160 m <sup>2</sup>			
Sammlung Biologie	55 m <sup>2</sup>	55 m <sup>2</sup>			
Chemiesaal	90 m <sup>2</sup>	88,5			
Sammlung Chemie	15 m <sup>2</sup>	17 m <sup>2</sup>			
Vorbereitung Chemie	30 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>			
Physiksaal x 2 à 80m <sup>2</sup>	160m <sup>2</sup>	170 m <sup>2</sup>			
Sammlung Physik	55 m <sup>2</sup>	54,5 m <sup>2</sup>			
Lerninsel NaWi	40 m <sup>2</sup>	56 m <sup>2</sup>			
	<b>605 m<sup>2</sup></b>	<b>641 m<sup>2</sup></b>			
<b>Department Kunst</b>					
Musiksaal x 2 à 90 m <sup>2</sup>	180 m <sup>2</sup>	173 m <sup>2</sup>			
Sammlung Musik	20 m <sup>2</sup>	28,5 m <sup>2</sup>			
Kunstsaal x2 à 75 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>	153 m <sup>2</sup>			
Sammlung Kunst	20 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>			
Kreativraum	55 m <sup>2</sup>	55 m <sup>2</sup>			
Technisches Werken	60 m <sup>2</sup>	61 m <sup>2</sup>			
Maschinenraum	20 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>			
Sammlung Technisches Werken	20 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>			
Textiles Werken	55 m <sup>2</sup>	60,5 m <sup>2</sup>			
Sammlung Textiles Werken	20 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>			
Brennofenraum	15 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>			
Lerninsel Kunst	40 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>			
	<b>655 m<sup>2</sup></b>	<b>669 m<sup>2</sup></b>			
<b>Department Mathe &amp; Informatik</b>					
Informatikraum x 2 à 80 m <sup>2</sup>	160 m <sup>2</sup>	164 m <sup>2</sup>			
Informatik- und Matheraum	80 m <sup>2</sup>	82 m <sup>2</sup>			
Mathematik	65 m <sup>2</sup>	63 m <sup>2</sup>			
Sammlung / EDV Kustoden	30 m <sup>2</sup>	22,5 m <sup>2</sup>			
Serverraum	30 m <sup>2</sup>	28,5m <sup>2</sup>			
Lerninsel Mathe und Informatik	40 m <sup>2</sup>	43 m <sup>2</sup>			
	<b>405 m<sup>2</sup></b>	<b>403 m<sup>2</sup></b>			
<b>Department Geisteswissenschaften</b>					
Unterrichtsraum groß x 3 à 65 m <sup>2</sup>	195 m <sup>2</sup>	126 m <sup>2</sup>			
Unterrichtsraum klein	40 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>			
Sammlung	20 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>			
Lerninsel GeiWi	40 m <sup>2</sup>	58 m <sup>2</sup>			
	<b>295 m<sup>2</sup></b>	<b>244 m<sup>2</sup></b>			

### Department Sprachen

Unterrichtsraum groß x 3 à 65 m <sup>2</sup>	195 m <sup>2</sup>	189 m <sup>2</sup>
Unterrichtsraum klein x 5 à 40 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>
Sammlung	20 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>
Lerninsel Sprachen	40 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>
	<b>455 m<sup>2</sup></b>	<b>449 m<sup>2</sup></b>

### Homebase

Homebase x 2 à 200 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
Garderobe Sek. 2	0 m <sup>2</sup>	92 m <sup>2</sup>
	<b>400 m<sup>2</sup></b>	<b>492 m<sup>2</sup></b>

### Bewegung und Sport

Turnsaal x 3 à 405 m <sup>2</sup>	1215m <sup>2</sup>	1215 m <sup>2</sup>
Geräte Raum x3 à 60 m <sup>2</sup>	180 m <sup>2</sup>	180 m <sup>2</sup>
Garderobe x 6 à 25 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>
Garderobe Lehrpersonal x 6 à 15 m <sup>2</sup>	90 m <sup>2</sup>	90 m <sup>2</sup>
Waschräume x 3 à 30 m <sup>2</sup>	90 m <sup>2</sup>	90 m <sup>2</sup>
Putzraum	5 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>
	<b>1730 m<sup>2</sup></b>	<b>1730 m<sup>2</sup></b>

**Gesamt Raumprogramm: 8100 m<sup>2</sup>**

**Gesamt Entwurf: 7856 m<sup>2</sup>**

Das Raumprogramm versucht, Wege möglichst kurz zu halten und einen kompakten Baukörper zu erlangen. Von den Clustern und von den Homebases sollen die Departments gut erreichbar sein. Das Department für Naturwissenschaften soll aufgrund der nötigen Abluftleitungen im obersten Geschoss liegen.

Die Ganztagscluster liegen im Erdgeschoss, um möglichst kurze Wege zu den Mehrzweckräumen zu haben. Das Department für Kunst sollte, um eine Anlieferung der Materialien zu vereinfachen, im Erdgeschoss liegen. Das Raumdiagramm der Auslobung sieht dies jedoch im 2. Obergeschoss vor. Im Entwurf wird dieses Department ins Erdgeschoss gelegt, dafür werden die Cluster in das 1. Obergeschoss verlegt.

Die Schule ist als Patschenschule konzipiert: Schüler:innen müssen beim Betreten des Schulgebäudes zuerst in der Zentralgarderobe ihre Schuhe ausziehen. Von dort sollten alle Bereiche des Gebäudes gleichermaßen gut zu erreichen sein. Die Sinnhaftig-

keit einer Zentralgarderobe ist, wie gesagt, zu hinterfragen. Der Reinigungsaufwand wird natürlich durch das Anlegen sauberer Schuhe minimiert, jedoch ist die Fläche einer solchen Garderobe beachtlich. 450 m<sup>2</sup> sollen dafür aufgewandt werden. Schlussendlich handelt es sich hierbei um künstlichen Leerstand, denn außer morgens und nachmittags wird dieser Raum nicht genutzt. Der Entwurf schlägt deswegen Garderoben in Form von Einbaumöbeln in den Klassen vor und einer eigenen Garderobe für die Schüler:innen der Sekundarstufe 2 vor den Homebases. Die Zentralgarderobe kann entfallen und die gewonnene Fläche für gemeinschaftlich nutzbaren Raum verwendet werden.

Das Lehrer:innen Zimmer ist im Raumprogramm als zentraler Raum vorgesehen. Aus persönlichen Gesprächen mit in Wien lehrenden Pädagogen und Pädagoginnen, hat sich allerdings ergeben, dass sein Zentrales Lehrer:innen Zimmer zwar wichtig ist, dennoch war der Wunsch nach dezentralen, den Klassen zugeordneten Vorbereitungsräumen groß. Sammlungsräume sind neben der Lagerung von Unterrichtsmaterialien auch Arbeitsplätze für das Lehrpersonal. Diese sollen im Entwurf zumindest in den Clustern größer ausfallen als die vorgesehenen 15 m<sup>2</sup> des Raumprogrammes.

Das Raumprogramm sieht fünf Cluster vor – jedoch kann in dem Entwurf flächeneffizienter mit 4 Clustern gearbeitet werden. Diese Cluster werden alle eine größere offene Lernzone haben, da der Nachmittagsunterricht für mehr als nur 2 Cluster der Schule in Zukunft zum Alltag gehören wird. Zusätzlich dazu wird jeder Cluster über einen Gruppenraum verfügen. Zum Aufbau des Clusters später Genaueres.

Da die Aula und die Verwaltung auch für externe Menschen zugänglich sein wird, wie Eltern, externes Personal oder Zuschauer:innen bei Veranstaltungen, ist es sinnvoll, diese Räume in das Erdgeschoss zu legen.

## Typologien Schulräume

### Cluster -Offene Lernzone und Unterrichtsräume

Ein Cluster ist ein Zusammenschluss mehrerer Klassen zu einer Lerngemeinschaft. Die Klassen eines Clusters befinden sich in räumlicher Nähe und teilen sich einen Gemeinschaftsbereich. Dies unterteilt die Schüler:innen einer Schule in überschaubare Personenanzahlen. So kann individueller auf Einzelne eingegangen und der Zusammenhalt gestärkt werden.

#### Offene Lernzone

Die offene Lernzone dient als Herzstück des Clusters. Sie soll in verschiedene Zonen gegliedert werden, um „Raum für Präsentation, Konzentration, Projektarbeit und auch Freizeit“ zu geben.<sup>95</sup> Sie wird in diesem Projekt von Schüler:innen der Sekundarstufe 1 genutzt, welche noch auf einen Klassenraum als „Zuhause“ angewiesen sind. Die älteren Schüler:innen erlernen in ihrer Homepage Eigenverantwortung und haben keine Bezugsklassen mehr.

Das „Future Classroom lab“ ist eine von dem European Schoolnet entwickelte offene Lernzone, die zum Vorbild für Schulneubauten wurde. Hier sollen Raumlayouts, Möblierungen und die Nutzung bestimmter Technologien Anlass geben, die aktuelle Weise des Lernens zu hinterfragen. Diese Art der Gestaltung ist nicht von der Auslobung gefordert – für die Zielsetzung der Diplomarbeit, ein flexibles und zukunftsfähiges Gebäude zu errichten, aber sehr sinnvoll.

Laut dem „Future Classroom Lab“ soll eine offene Lernzone zu sechs verschiedenen Interaktionen motivieren: Untersuchen, Kreieren, Austauschen, Entwickeln, Interagieren und Präsentieren.<sup>96</sup> (Abb.27) Es verschmelzen die Grenzen zwischen dem traditionellen Klassenraum und Pausenzone und so bildet sich eine interaktive Lernlandschaft.

Im Bereich des Untersuchens sollen Schüler:innen selber Dinge entdecken – sie nehmen aktiv Teil anstatt nur passiv zuzuhören und haben die Möglich-

keit, Themen nach dem Motto „learning by doing“ selbst zu recherchieren. Analytische Fähigkeiten und kritisches Denken soll dadurch angeregt werden. Hierfür braucht es flexible Möblierung, außerdem ist eine gute Internetverbindung besonders wichtig.

Im Bereich „kreieren“ sollen Schüler:innen ihren eigenen Inhalt produzieren. Dies kann zum Beispiel eine multimediale Produktion sein. Es soll nicht nur Information wiedergegeben, sondern in Partnerarbeit ein kreativer Prozess angestoßen werden. Das European Schoolnet schlägt hierfür Kameras, Videobearbeitungssoftware, Mikrofone, Podcast Software, und Streamingsoftware als unterstützende Mittel vor.

Der Bereich Austauschen soll die Fähigkeit des Teamworks stärken. Geteilte Verantwortung und Entscheidungsprozesse in einer Gruppe durchzuführen, stärkt die Kommunikationsfähigkeit. Whiteboards, Mindmapping-Programme und eine Brainstormwand sind hier nützliche Werkzeuge.

Im Bereich Entwickeln sollen Schüler:innen in ihrem eigenen Tempo arbeiten können. Es soll ein informeller Lernort sein, welcher zur Selbstreflexion anregt. Schüler:innen können ihre persönlichen Lernutensilien benutzen, so wie es ihrem eigenen Lernprozess am besten entspricht. Die Lehrkraft soll hier nicht als Autoritätsperson, sondern als Kollege oder Kollegin fungieren. Hierbei unterstützen informelle Möblierung, Kopfhörer, Bücher und E-Bücher, Spiele (analog und digital) und Lernecken.

Im Bereich Interagieren soll die Lehrkraft Technologien benutzen um die Teilhabe der Schüler:innen zu steigern. Interaktive Whiteboards, aber auch individuelle Geräte wie Handys oder Laptops können hier verwendet werden. Dies ist auch im konventionellen Klassenzimmer gut möglich.



Abb.27: Sechs Lernzonen, Beispiel des European Schoolnet

Der Bereich Präsentieren lehrt die Schüler:innen Informationen zu teilen und zu kommunizieren, mit Feedback und mit Zuhörenden umzugehen. Verschiedene Arten des Teilens werden mit den alltäglichen Kommunikations-Tools des 21. Jahrhunderts den Schüler:innen nähergebracht. Somit kann Verantwortung der Informationsverbreitung im Netz, sowie dessen Konsequenzen gelernt werden. Copyright, Benutzungsrechte und die kritische Hinterfragung von Quellen sind wichtige Fähigkeiten, die in Schulen unbedingt gelehrt werden müssen. Für diesen Bereich bietet sich eine Präsentationswand und Werkzeuge zur Online Publikation wie Blogs oder virtuelle Lernumgebungen an.

95 Bildungsdirektion Wien: Qualitätenkatalog für das zukünftige Bundesschulgebäude AHS 1120 Wien, An den Eisteichen

96 Learning zones - FCL: fcl.eun.org

97 Meuser, Natascha, et al.: Schulbauten. Handbuch und Planungshilfe: DOM publishers, 2014, S.362

### Klassenräume

Die Klassenräume selbst können Teil der Lernlandschaft werden, in dem sie mit den Materialien und Technologien ausgestattet sind, die das Future-Classroom-lab verlangt. Klassenräume sind Mehrzweckräume und sollten eine Vielfalt an Nutzungen zulassen. Eine gute Überschaubarkeit, viel natürliches Licht und eine gute Belüftung sind dafür notwendig. Ebenso wichtig ist die gute Akustik des Raumes. Die optimale Nachhallzeit eines Unterrichtsraums sollte zwischen 0,4 und 0,6 Sekunden liegen.<sup>97</sup> Die Nachhallzeit ist die Zeit, die der Schalldruckpegel benötigt, um 60 dB abzuklingen.<sup>98</sup> Je länger die Nachhallzeit, umso schlechter die Sprachverständlichkeit, desto lauter muss geredet werden. Ein Teufelskreis in einem Klassenraum, welcher durch viel schallabsorbierende Fläche im Raum verhindert werden kann.

Um den Raum besonders vielfältig möblierbar zu gestalten, sollte ein 65 m<sup>2</sup> großer Raum laut ÖISS entweder rechteckig mit 7-7,5 x 9-9,5 m oder mit 8-8,5 x 8-8,5 m quadratisch ausgeführt werden.<sup>99</sup>

Während ein rechteckiger Raum den Fokus eher auf die kurzen Seiten gerichtet hat, ist ein quadratischer Raum zentral fokussiert. Dies erleichtert Sitzkreise und eine Vielfalt an Möbelkonfigurationen. Der rechteckig gerichtete Raum lässt weniger Möblierungsoptionen zu, eignet sich aber besser für den Frontalunterricht.

Die Belichtung spielt bei großen Klassenzimmern eine wichtige Rolle: soll die Klassengröße nämlich über 60 m<sup>2</sup> betragen, ist bei einer rechteckigen Klasse, je nach Ausrichtung, der Raum tiefer als 8 Meter. Hier empfiehlt die ÖISS eine zweiseitige natürliche Belichtung. Somit ist die Position des Fensters und die Anordnung des Raumes im Grundriss sehr wichtig, während der quadratische Raum fast beliebig angeordnet werden kann.

98 Raumakustik: Halligkeit, Nachhallzeit und Schallabsorption, Baunetzwissen.de

99 ÖISS: Richtlinien für den Bildungsbau, in: Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau, 2021

100 ebd.

101 Meuser, Natascha, et al.: Schulbauten. Handbuch und Planungshilfe: DOM publishers, 2014, S.363

102 ÖNORM A 1650: Schülerarbeitsplätze — Sicherheitstechnische und ergonomische Anforderungen an Sessel und Tische, 2017

103 Hubeli, Ernst: Schulen planen und bauen 2.0: Grundlagen, Prozesse, Projekte: 2017, S.106

### Möblierung

Die Standard Abmessungen für einen Schultisch betragen laut ÖNORM A 1650 „Schülerarbeitsplätze – sicherheitstechnische und ergonomische Anforderungen an Sessel und Tische“ eine Breite von 150 cm und eine Tiefe von 60 cm. Ein Einzeltisch hat eine Breite von 75 cm. Leicht verstellbare Einzeltische haben sich als besonders praktisch erwiesen, da diese flexibel verstellbar sind und zu Corona Zeiten den einzuhaltenden Mindestabstand leicht umsetzen ließen.<sup>100</sup>

Der Platzbedarf einer Schülerin/ eines Schülers liegt bei ca. 2 m<sup>2</sup>.<sup>101</sup> Der Bewegungsraum hinter einem Tisch sollte nicht weniger als 80 cm betragen.<sup>102</sup> Um diesen Anforderungen zu entsprechen, muss nicht unbedingt ein rechteckiger Tisch zur Anwendung kommen. Es hat sich nämlich gezeigt, dass eine Trapez- oder Dreiecksform als Tisch besonders viele Kombinationen an Aufstellungen bieten.<sup>103</sup>

## Fachgruppen und Departments

Fachgruppenräume sind Unterrichtsräume, welche den spezifischen Fächern in einem sogenannten Department zugeordnet sind. Diese werden primär von der Sekundarstufe 2 benutzt, gewisse Fachgruppen, wie die der Kunst, der Naturwissenschaften und Informatik werden ebenso von der Sekundarstufe 1 benutzt. Deswegen muss eine gute Erreichbarkeit beider Stufen gewährleistet sein.

Die einzelnen Departments sind ähnlich wie die Cluster aufgebaut: Mehrere Fachräume teilen sich eine gemeinsame Lerninsel, welche den offenen Unterricht oder eigenständiges Arbeiten ermöglicht. Die Fachräume wiederum teilen sich einen Sammlungsraum, welcher als Materiallager und Unterrichtsvorbereitungsraum fungiert.

Um keinen Leerstand im Schulgebäude zu generieren, sollen Räume vielseitig nutzbar sein – das stellt sich bei Fachräumen teilweise als schwierig heraus. Je spezifischer das Fach, desto enger ist das Korsett an Normen, Richtlinien und Grundausstattung: Viel natürliches Licht ist für Kunsträume unerlässlich, jedoch am besten indirekt und von Norden,<sup>104</sup> naturwissenschaftliche Räume benötigen verschiedene Anschlüsse und Installationen, Chemikalien müssen sicher und belüftet weggesperrt werden können und das Brandrisiko ist hier erhöht. Aufgrund von haustechnischen Anforderungen wie der Lüftung, sollte der Chemiesaal im obersten Geschoss situiert werden. Ebenso muss durch zwei Türen ein Flüchten möglich sein.<sup>105</sup>

Der Fachbereich Technisches Werken bietet sich im Erdgeschoss an, da so das Material leicht an – und abtransportiert werden kann. Diese Räume haben allerdings besonders hohe akustische Anforderungen.

Es erfordert also eine kreative Lösung um die Fachräume so flexibel wie möglich zu gestalten, die Wege aber kurz zu halten und allen Anforderungen zu ent-

104 Meuser, Natascha, et al.: Schulbauten. Handbuch und Planungshilfe: DOM publishers, 2014, S.368

105 ÖISS: Richtlinien für den Bildungsbau, in: Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau, 2021

106 Hubeli, Ernst: Schulen planen und bauen 2.0: Grundlagen, Prozesse, Projekte: 2017, S.118

107 Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung: Nationaler Bildungsbericht Österreich 2021

sprechen.

Um Chemieräume, Physikräume und Werken-Räume flexibel zu gestalten, könnte man zum Beispiel die Installationen an der Decke abhängen. Somit müssen die Tische nicht fix verbaut werden und der Raum ist vielseitig nutzbar.

Doch geht es noch viel ausgefallener: Das Buch „Schulen Planen und Bauen 2.0“ erörtert verschiedene Organisationen von Fachbereichen, die eine flexible Nutzung zulassen. Die Beispiele reichen von einzelnen Fachräumen, die sich eine große „Schausammlung“ teilen, Fachräumen, die sich eine offene Experimentiermitte teilen zu einer großen „Experimentierhalle“ welche fachunabhängig genutzt werden kann.<sup>106</sup> Diese Art von freier Grundrissgestaltung wird als zukunftsweisend angesehen und im Entwurf erforscht.

Der Fachunterricht Informatik stellt sich, vor allem im Kontext der Corona Pandemie, als besonders wichtig heraus. Es stellt sich die Frage, ob ein solcher Unterricht als eigenes Fach oder in allen Fächern integriert unterrichtet werden sollte. Inwieweit die Informationstechnologie in den Schulen fester Bestandteil ist, kann laut dem Nationalen Bildungsbericht 2021 des BMBWF anhand der angebotenen IT-Schwerpunkte gemessen werden. Notebookklassen, und IKT (Informations- und Kommunikationstechnik) als Querschnittsmaterie sind laut Bericht an Pflichtschulen eher selten: 5% der Schulstandorte bieten dies an.

In den höheren Bundesschulen sind, Stand 2020, Notebookklassen in 36% der Schulen vorhanden und 14% unterrichten IKT als Querschnittsmaterie.<sup>107</sup> Diese Zahlen machen deutlich, dass in diesem Fachbereich Luft nach oben vorhanden ist. Informationstechnologie sollte in der Planung von neuen Schulen einen hohen Stellenwert bekommen.



## Umgebung Bauplatz

### Ortsbild

Kleingartensiedlungen, Einfamilienhäuser, Gemeindebauten, ein 50 Meter hoher Wohnturm, Gewerbe und ein historischer, denkmalgeschützter Platz umgeben das Grundstück, auf dem zukünftig eine Schule stehen soll. Der Schwarzplan macht die verschiedenen Bebauungsstrukturen des Areals deutlich.

Der Kern der Umgebung ist historisch gewachsen, seine Strukturen und prägenden Bauwerke machen ihn einzigartig und schützenswert. Der Khlesplatz ist mit seiner kleinteiligen Bebauung ein charakteristisches Beispiel vorgründerzeitlicher Ortskerne.<sup>108</sup> Zugehörig der Gemeinde Altmannsdorf, welche bereits 1136 urkundlich genannt wurde<sup>109</sup>, beherbergt der Khlesplatz die Altmannsdorferkirche, die zuletzt 1926 restauriert wurde.

Die Franzisco-Josephinische Landesaufnahme aus 1872 zeigt, statt der heutigen Streifenparzellen rund um das Grundstück, breitere Grundstücke. Der Großteil der Bebauung der heute auf diesen Flächen steht, stammt aus der Zeit nach 1945.

Die Bebauung um den Khlesplatz hat sich über die Jahre kaum verändert. Daher ist ein behutsamer Umgang mit der Architektur wichtig. Die Stadt Wien stellt als Anforderung, dass Sichtbeziehungen zum Khlesplatz erhalten bleiben. Insbesondere jene von der U6 Station und der fahrenden U-Bahn auf die Kirche am Khlesplatz sei besonders wichtig. Dies ist grundsätzlich zu hinterfragen, denn einerseits ist diese Sichtachse keine historische wie der Canaletto-Blick in Wien und hat deswegen keinen Anspruch auf denkmalpflegerische Erhaltung und andererseits ist generell die Wichtigkeit einer Sichtbeziehung zu einer Kirche als Entwurfskriterium heutzutage nicht mehr zeitgemäß. Zudem ist die Kirche aus der U-Bahn und von der Station nur im Winter, wenn die großgewachsenen Bäume in der Sichtachse keine Blätter tragen, sichtbar. Die sensible Einbettung in die Umgebung ist allerdings ein klares Ziel des Entwurfs.

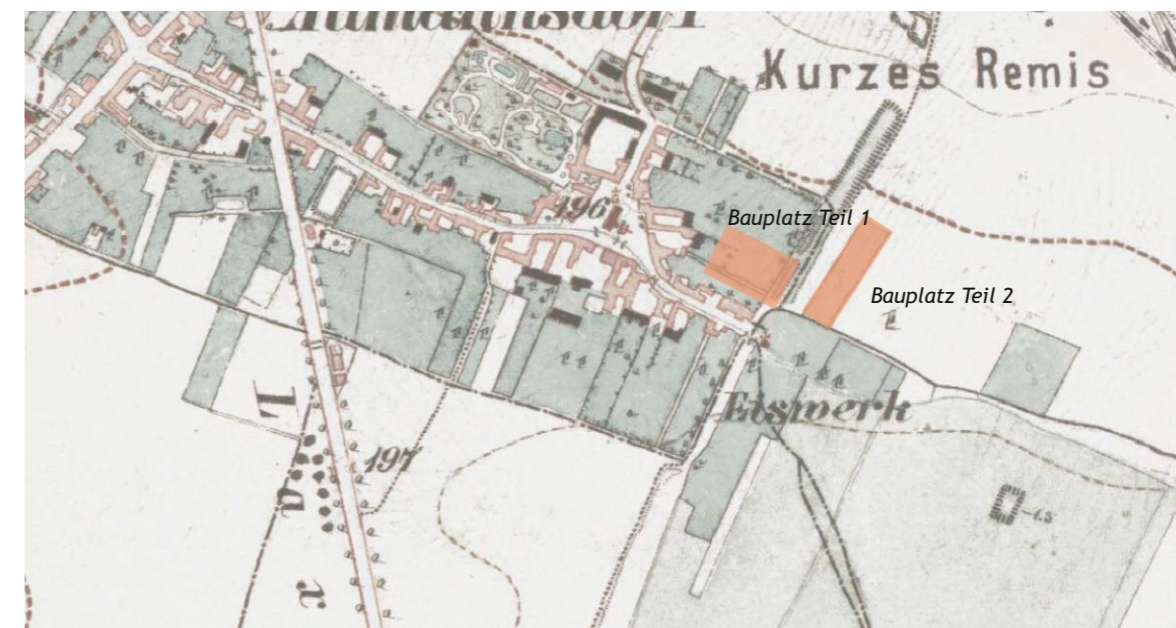


Abb.28: Altmannsdorf und seine Umgebung 1872

108 MA 19 – Schutzzonendatenbank, Wien Kulturgut

109 Altmannsdorf: Geschichtewiki, Wien Kulturgut

Orange: Position den Planungsareals

- Bauplatz
- Gemeindebauten
- Historisch gewachsene Bebauung
- Ein- und Zweifamilienhäuser
- Kleingartenverein
- Sonstige Wohnbebauung
- Gewerbe
- öffentliche Parks
- „Stadtwäldchen“

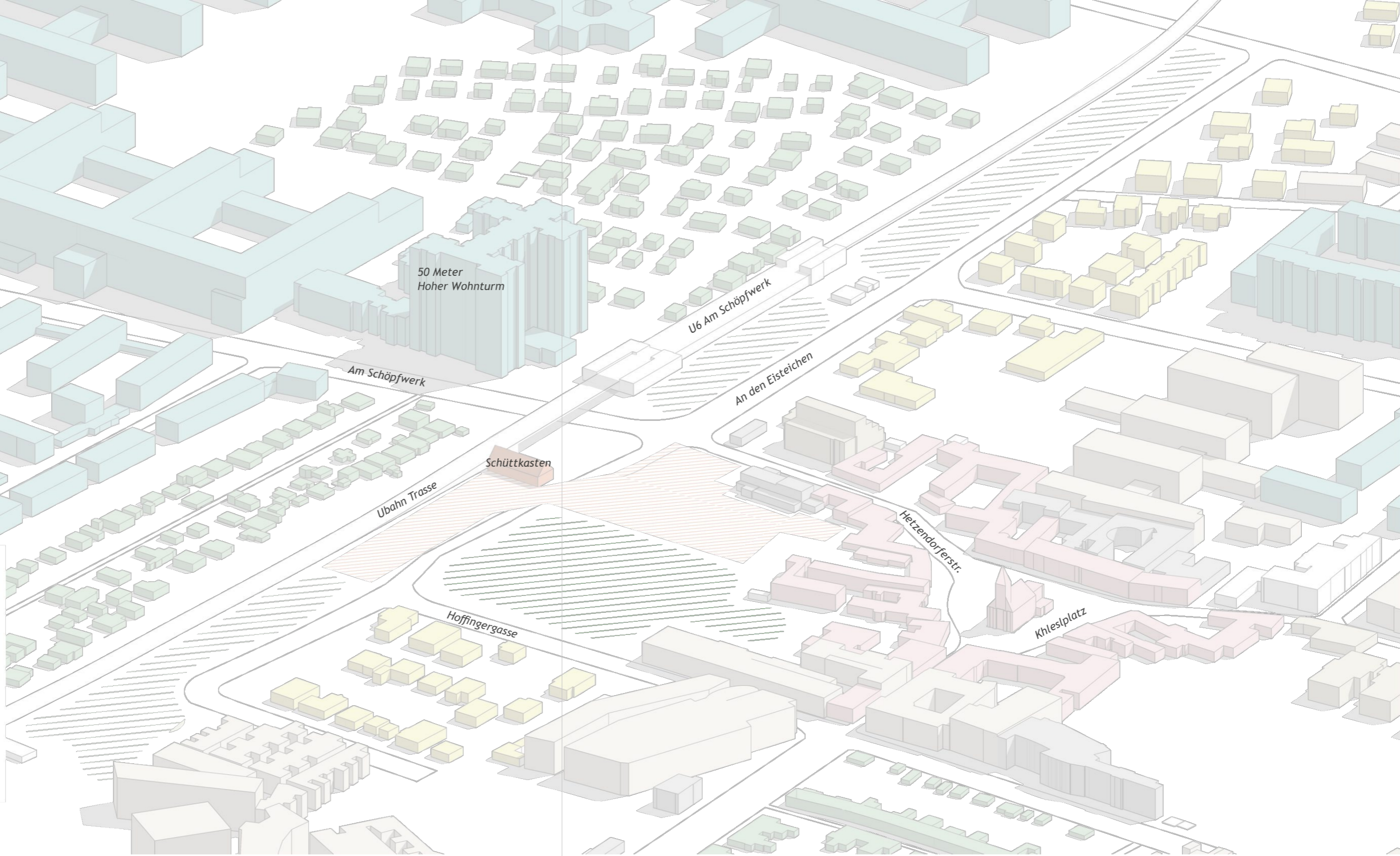


### Topographie

Die vereinfachte Axonometrie des Areals verdeutlicht die unterschiedliche Größe und Höhe der Bebauung. Südlich des Bauplatzes befindet sich ein 50 m hoher Wohnturm, welcher zu einer Ge-

meindebauanlage aus den 1970er Jahren gehört. Der Gebäudekomplex umfasst 1707 Wohnungen.<sup>110</sup> Angrenzend dazu befinden sich auf beiden Seiten Kleingartenvereine, die in den 1950er Jahren gegründet wurden.<sup>111</sup> Süd-westlich des Bauplatzes . Im südwestlichen Teil des Bauplatzes stehen ebenfalls

110 Am Schöpfwerk 31: wiener-wohnen.at  
111 kleingartner.at



ein- bis viergeschossige Gemeindebauten in Zeilenbauweise aus den 1950er Jahren, die insgesamt 868 Wohnungen beherbergen.<sup>112</sup> Nördlich des Bauplatzes befindet sich das zuvor erwähnte Stadtwäldchen, ein Privatgrundstück, das von der Straße aus, wegen eines Blickdichten Zauns,

nicht einsehbar ist. Anwohner:innen hatten Bedenken, dass der grüne Bereich durch das Schulprojekt bebaut werden könnte. Nordöstlich befindet sich die historisch gewachsene Bebauung und süd-östlich eine Mischung aus Wohn- und Gewerbebauten.

112 Wohnhausanlage Am Schöpfwerk: wiener-wohnen.at

## Der Schüttkasten



*Blick auf den Schüttkasten, eigene Aufnahmen*

Der Schüttkasten bildet den südlichen Abschluss des zweiten Grundstückes. Da es sich um ein Gebäude in Privatbesitz handelt, ist keine Information zur Entstehung des Schüttkastens zu finden. Im Franziszeischen Kataster von 1829 ist der Bau noch nicht verzeichnet. Erst im Generalstadtplan von 1904 ist er aufzufinden.<sup>113</sup>

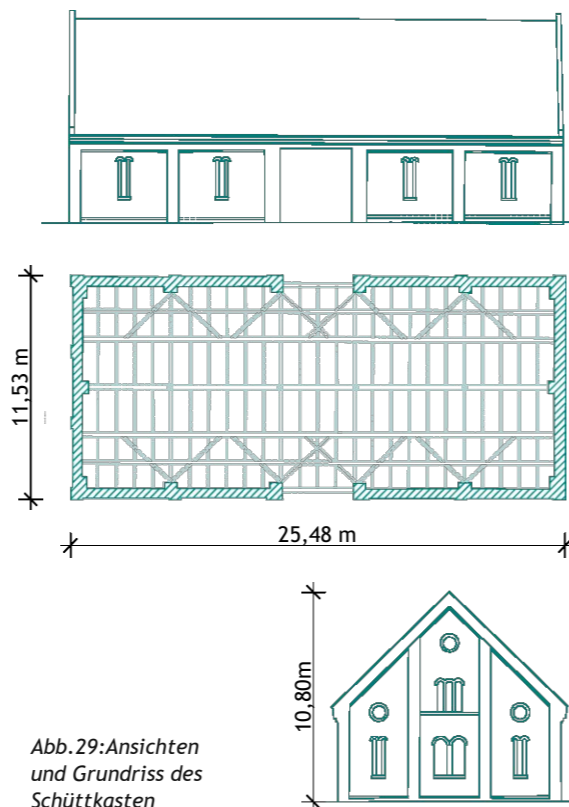
Es handelt sich um ein ca. 25 m langes und 11,5 m breites Ziegelgebäude mit einem hohen Satteldach. Es scheint in sehr gutem Zustand zu sein. Da ein Schüttkasten die ursprüngliche Funktion eines Getreidespeichers hatte, besitzt das Gebäude über nur sehr kleine und hauptsächlich der Ästhetik dienenden Fenster. Dies macht die Umnutzung von Schüttkasten grundsätzlich schwierig, da im Inneren kaum natürliches Licht vorhanden ist.

Der Schüttkasten steht jedoch unter keinem Denkmalschutz und daher wäre es möglich Dachfenster anzubringen.

Geplant ist, den Eingang der Gewerbezone auf dem Teilbereich 2 durch den Schüttkasten zu führen. Das Gebäude lediglich als einen Eingang in ein anderes Gebäude zu nutzen, tut dem hübschen Ziegelgebäude Unrecht. Im Entwurf bekommt es daher eine eigene Funktion als Jugenzentrum.

<sup>113</sup> Wien Kulturgut, Wien.gvat

*Die Fenster der Frontansicht sind zugemauert. Die Fassade, mit den Rundbogenfenstern erinnert an eine romanische Basilika*



*Abb.29: Ansichten und Grundriss des Schüttkasten*

## Eigenschaften des Bauplatzes

### Bebauungsplan



*Abb.30: Bebauungsplan Bauplatz*

Laut des aktuellen Widmungsplans, welcher über den Geodatenviewer der Stadt Wien einsichtbar ist, besteht über dem ganzen Bauplatz derzeit eine Bausperre. Die oben zu sehende Bebauungsmöglichkeitenkarte wurde von den Auslobenden zur Verfügung gestellt.

Aufgrund der Nähe zur angrenzenden Bebauung im südlichen und westlichen Bereich wird eine gestaffelte Gebäudehöhe erwartet. Der höchste Teil darf 21 m nicht überschreiten.

Vom Schüttkasten soll ein Abstandsgebäude von maximal 7 m Höhe den Bestand und das Neugebaute trennen.

## Baugrund

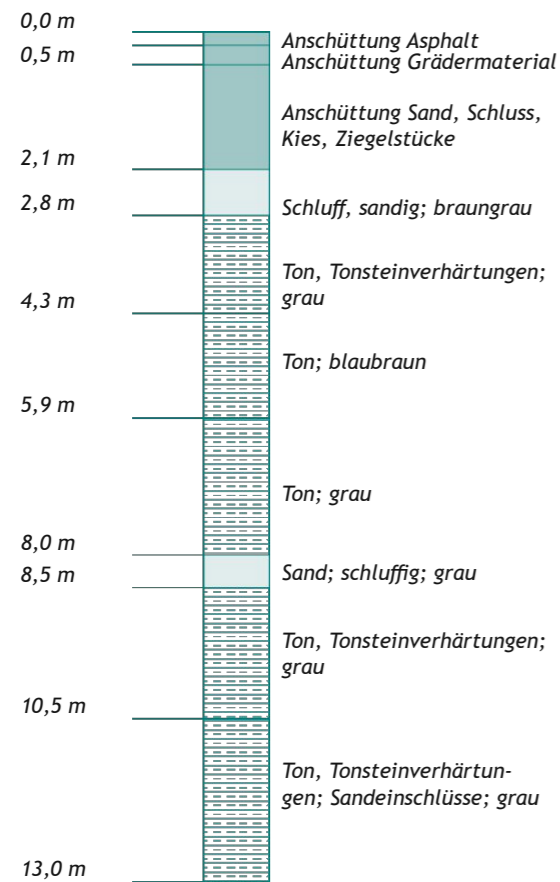


Abb.31: Bodenbohrung Teilbereich 1

Der Baugrund befindet sich im Bereich von feinkörnigen miozänen Ablagerungen des Wiener Tegels (Gesteinsalter des Pannoniums, vor 7-11 Mio. Jahren<sup>114</sup>), und ist somit sehr Ton-haltig und bindig. Eine Bodenprobe in Form einer Bohrung zeigt, dass sich der Ton ab einer Tiefe von 2,0 - 2,8 m bis an das Ende der Probebohrung befindet. Der hohe Tongehalt bedeutet, dass eine Versickerung auf Eigengrund nicht möglich ist und somit das Wasser geleitet, abgeführt werden muss. Der Grundwasserspiegel befindet sich im Schnitt bei 3 - 4, 5 m. Eine sorgfältig geplante Drainage ist essenziell, um Bauschäden vorzubeugen. Laut des Bodengutachtens des Grundstückes ist dann mit Setzungen zu rechnen, wenn das Gewicht

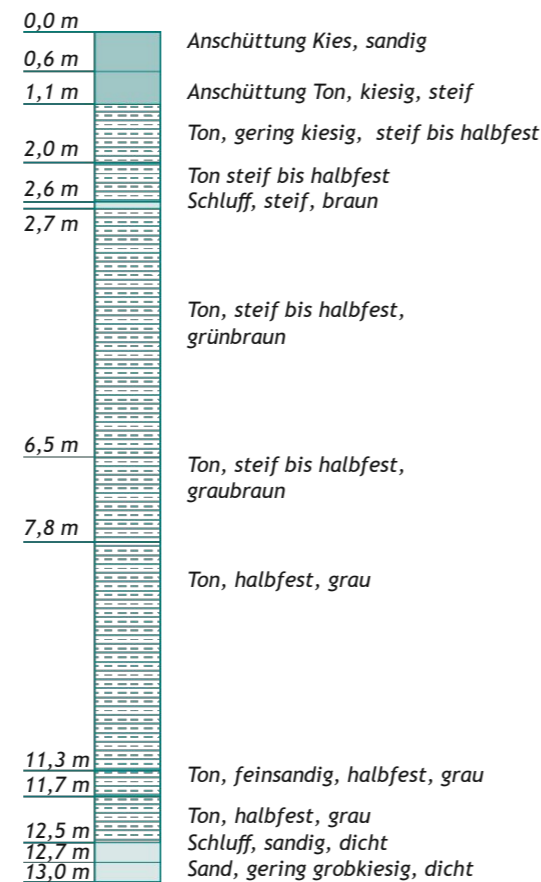


Abb.32: Bodenbohrung Teilbereich 2

des Gebäudes dem des Aushubs übersteigt. Da kein Kellergeschoss geplant wird, sollte das Gebäude demnach möglichst leicht sein. Ein Aspekt, der für einen Holzbau in Skelettbauweise spricht. Eine zu erwägende Maßnahme, zur Verbesserung des Baugrundes und der Versickerung, wäre ein Bodenaustausch. Hierbei wird der Boden 1-2 m abgetragen und mit einem grobkörnigen Material ausgetauscht. Da das abgetragene Material tonhaltig ist, kann es z.B. für Lehmputze am Projekt selbst verwendet werden. Das Wasser im Baugrund wurde auf seine Aggressivität untersucht und als nicht angreifend eingestuft.<sup>115, 116</sup>

115 3P Geotechnik ZT GmbH: Geotechnisches Gutachten Projektstudie An den Eisteichen 1120  
116 Würger, Erik: Geotechnisches Gutachten: Untergrundverhältnisse und die Gründungs- Möglichkeiten für einen Schulneubau in 1120 Wien

## Klima und Wind

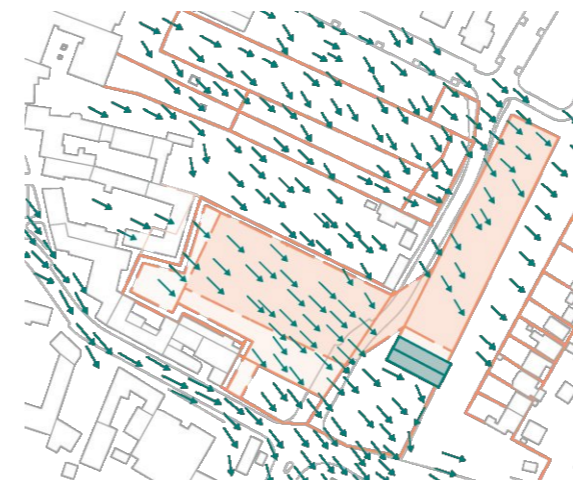


Abb.33: Sommerliche Hauptwindrichtung

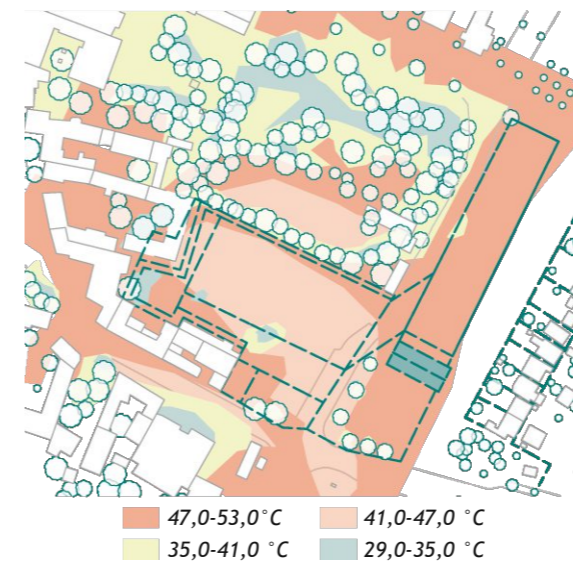


Abb.34: Thermische Performance, heißester Tag 15:00 Uhr

Die Thermische Performance gibt die physiologisch äquivalente Temperatur an. Der Wert ist ein Index für die gefühlte Temperatur einer Person. Um den Wert zu ermitteln werden neben der Lufttemperatur auch die relative Luftfeuchte, die Windgeschwindigkeit und die kurz- und langwellige Strahlung der Sonne mit in Betracht gezogen.

Eine Windstudie, welche den Auslobungsunterlagen beigelegt wurde, zeigt, dass der sommerliche Wind hauptsächlich von Nordwest, mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 0,4 – 1,8 m/s (zwischen 1 und 7 km/h) weht.

Der Bauplatz hat also kaum Bereiche mit hohen Windgeschwindigkeiten, allerdings deswegen auch eine geringe Ventilation. Die Bebauung des Grundstückes, sollte daher möglichst offen erfolgen, um die Ventilation nicht zu verhindern, was allerdings durch den Bebauungsplan kaum möglich ist. Unter der Beachtung der Hauptwindrichtungen, können Öffnungen im Gebäude angedacht werden, um die sommerliche Überhitzung zu vermeiden und die nächtliche Abkühlung zu maximieren. Hierzu sollten ebenso blaue und grüne Infrastruktur eingesetzt werden. Begrünte Fassaden bieten sich an der windstillen Süd- und Westseite des Gebäudes an.

Ebenso zur Abkühlung des Freiraums beitragen, kann der Schattenwurf des Gebäudes. Auch hier bedarf es einer sorgfältigen Planung, denn der thermische Komfort des Projektgebiets ist relativ gering. Die Grafik der thermischen Performance zeigt, dass der Status Quo des Gebiets im heißen Sommer keine klimatische Aufenthaltsqualität bietet. Vor allem der Teilbereich 2, welcher Großteils versiegelt ist, zeigt eine geringe thermische Performance auf. Gut sichtbar ist, dass die vorhandenen Bäume einen großen klimatischen Beitrag leisten, weswegen derer Erhaltung angestrebt werden muss.

Um die klimatischen Verhältnisse des Areals zu verbessern, sollte so viel wie möglich entsiegelt werden. Der Einsatz vielfältiger Vegetation bietet nicht nur vielen Tier- und Insektenarten ein Habitat, es verbessert auch die thermische Performance. Oberflächenmaterialien sollten so gewählt werden, dass der Albedoeffekt maximiert wird. Blaue Infrastruktur ist besonders an Hotspotbereichen ein wichtiges Tool zur Kühlung des Areals.



### Unmittelbare Umgebung

An der westlichen Grundstücksgrenze ist ein Wohnneubau vorgesehen. Laut Auslobung muss nicht auf diesen Rücksicht genommen werden. Sollte die Bebauung jedoch der bestehenden Bebauung formfolgen (wie im Plan gezeichnet), so sollte der Schulbau darauf reagieren.

Die große Grünfläche („Stadtwäldchen“) ist nicht zugänglich und mit einem opaken Zaun eingefasst. Eine Öffnung wäre wünschenswert

Die Kleingartensiedlung hat keine Blickbeziehung zum Bauplatz, da die U-Bahntrasse zu hoch ist.

Der Straßenzug soll begradigt werden. Die Straße ist nicht stark befahren. Die Schule würde davon profitieren, wenn die Straße nicht mehr durchfahrbar ist und die südliche Einfahrt somit entfällt.

Fläche ist derzeit als Garten der umliegenden Wohnbebauung genutzt - eine gemeinschaftliche Nutzung würde die Umgebung sozial stärken.

Die Gebäude auf dem nordöstlich angrenzendem Grundstück sind kleine Hütten, welche augenscheinlich zusammenfallen und verlassen sind.

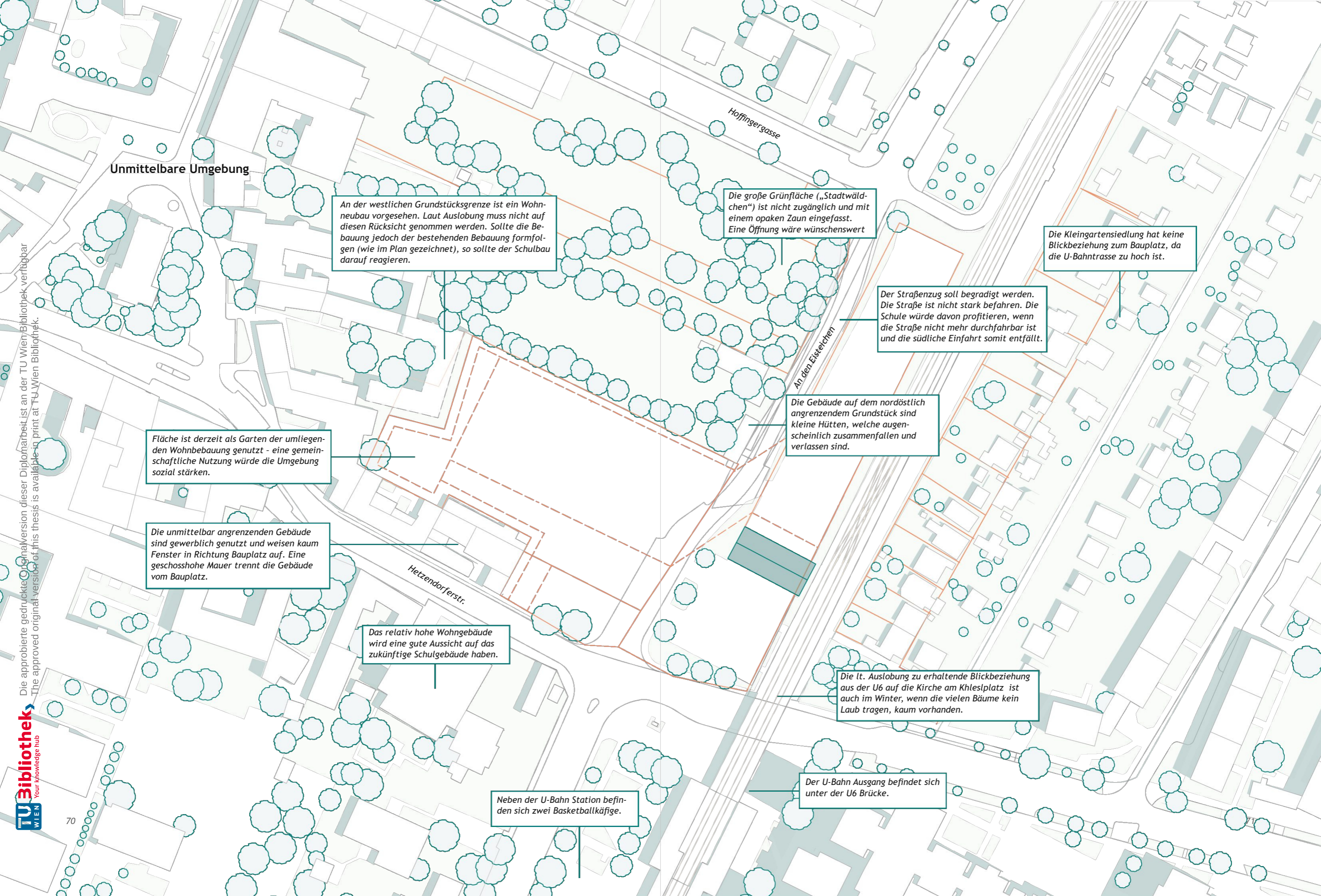
Die unmittelbar angrenzenden Gebäude sind gewerblich genutzt und weisen kaum Fenster in Richtung Bauplatz auf. Eine geschosshohe Mauer trennt die Gebäude vom Bauplatz.

Das relativ hohe Wohngebäude wird eine gute Aussicht auf das zukünftige Schulgebäude haben.

Die lt. Auslobung zu erhaltende Blickbeziehung aus der U6 auf die Kirche am Khlesplatz ist auch im Winter, wenn die vielen Bäume kein Laub tragen, kaum vorhanden.

Neben der U-Bahn Station befinden sich zwei Basketballkäfge.

Der U-Bahn Ausgang befindet sich unter der U6 Brücke.



# Der Entwurf

# 05

## Eigene Entwurfskriterien

### Vorbildfunktion

Die Schule ist ein Ort des Lernens und der Weiterentwicklung. Es ist ein Ort, der den Menschen das ganze Leben über in Erinnerung bleibt.

Die Schule sollte eine Vorbildfunktion haben und nicht nur die Schüler:innen, die es aufnimmt, bilden, sondern auch die Menschen in ihrer Umgebung. Da Schulen Bauten der öffentlichen Hand sind und nicht profitmaximierend gebaut werden, sind sie die optimale Gelegenheit den neuesten und nachhaltigsten Stand der Technik auszuprobieren und somit die Baubranche nachhaltig zu beeinflussen. Der Entwurf für die Schule in Wien Meidling wird genau das versuchen: Ein Vorbild im nachhaltigen Bauen zu sein.

### Flexibilität

Um den Ansprüchen einer Schule so lange wie möglich gerecht bleiben zu können, soll das Gebäude so flexibel wie es die Statik zulässt geplant werden. Dies beinhaltet nicht nur innerräumliche Strukturen, die anpassbar sein sollen, sondern auch das Gebäude im Ganzen. Der Entwurf soll auf einer Skelett-Tragstruktur basieren, welche viele Grundriss-Konstellationen zulässt. Massiv soll nur das, was statisch unbedingt nötig ist, gebaut werden. Das Gebäude soll einfach erweiterbar oder rückbaubar sein.

### Rückbaubarkeit

Damit ein Gebäude rückbaubar ist, müssen die Baustoffe so eingesetzt werden, dass man sie zerstörungsfrei wieder auseinandernehmen kann und wiederverwenden kann. Im Vordergrund stehen hier lösbare Verbindungen, keine untrennbaren, verklebten Baustoffe (wie Wärmedämmverbundsysteme). Dieser Punkt ist in der Konzipierung des Entwurfs der Schule besonders ausschlaggebend, denn zukunftsfähiges Bauen ist nur dann möglich, wenn wir unsere Gebäude als Rohstofflager sehen, welches die Rohstoffe eben nicht verbraucht, sondern speichert.

Gelingt dieser Punkt nicht, so ist das Gebäude ein weiterer Beitrag zum Klimawandel und der Ressourcenknappheit, die wir im heutigen Zeitalter erleben. Somit wäre der Neubau nicht zu rechtfertigen. Das Argument, man benötigt eine Schule, rechtfertigt nicht ein klimaschädliches Gebäude in starrer Massivbeton-Bauweise zu errichten – vor allem dann nicht, wenn man die Möglichkeit hat, den ökologischen Fußabdruck zu verringern.

### Vorfertigung

Um die Bauzeit zu verringern, Anrainer:innen und die Umwelt so wenig wie möglich mit einer Baustelle zu belasten und das Ausführen so genau wie möglich zu machen, soll das Gebäude den höchst möglichen Vorfertigungsgrad erfahren. Bei vorgefertigten Bauteilen kann der Rück- und Umbau besser mit in Betracht gezogen werden.

### Kreislauffähige Baustoffe

Es gibt keinen nachvollziehbaren Grund, nicht zu versuchen, so nachhaltig wie möglich zu bauen. Gerade bei öffentlichen Bauten sollte der Baupreis keine zu große Rollen spielen – zumal nachhaltiges Bauen keinesfalls teures Bauen bedeuten muss. Wir sind in der Lage, den Kreislauf der Materialien zu steuern und nachhaltig zu betreiben. Lobbys müssen überwunden werden und durch eine neue Klimapolitik ersetzt werden.

Um ein Umdenken anzustoßen, ist es essenziell, an gebauten Beispielen zu zeigen, was möglich ist und wo es Potenziale gibt.

Der Entwurf wird sich mit diesem Thema auseinandersetzen und nimmt sich die Gestaltung einer kreislauffähigen Schule zum Ziel.

### Versiegelung

Die sommerliche Überhitzung ganzer Stadtteile ist in Wien deutlich spürbar. Der hohe Versiegelungsgrad ist mit ein Grund dafür. Der Boden dient als wichti-

ger Kohlenstoffdioxid-Speicher, Wasserspeicher und Klimaregulierer durch Verdunstung. Doch durch die Versiegelung kann Regenwasser nicht mehr aufgenommen werden. Regenwasser wird kanalisiert und kann, weil es nirgends zurückgehalten wird, nicht zur Kühlung beitragen. Ist der Boden einmal versiegelt, so ist er für eine lange Zeit geschädigt, denn jede Bautätigkeit hinterlässt ihre Rückstände. Bei der später gezeigten Bohrprobe des Bauplatzes, ist klar zu sehen, dass der Boden bis in 2 Meter Tiefe mit Bauschutt verunreinigt ist. Und das auf einem Gebiet, welches eigentlich nie bebaut war. Im Entwurf der Schule wird also darauf geachtet, so wenig wie möglich Fläche zu versiegeln. Da der Bauplatz für das Bauvorhaben recht klein ist, wird dies eine besondere Herausforderung.

### Dachflächen

Um die Versiegelung, welche durch den Entwurf unvermeidbar ist, zumindest etwas zu reduzieren, sollen alle Dächer, die als Flachdächer ausgeführt werden, als begrünte Flächen gestaltet werden. Hier ist nicht nur die Regenwasser-Rückhaltung ein wichtiger Punkt, sondern auch das Animal Aided Design. Dafür sollen alle Grünflächen so optimiert gestaltet werden, dass sie das vorhandene Ökosystem unterstützen.

Eine Problematik, welche Flachdächer jedoch betrifft, ist die begrenzte Auswahl an Abdichtungsmaterialien: Es gibt keine Produkte, die dem Kreislauf rückgeführt werden können, da sie auf Erdölbasis hergestellt werden. Dachziegel eines Schrägdaches wären allerdings wiederverwendbar. Hier stehen Kreislauffähigkeit und biodiverses Gründach im Widerspruch. Ein vorsichtiges Abwägen von Maßnahmen wird viele Entwurfsentscheidungen bestimmen.

### Freiraum

Der Freiraum soll im Sinne des Animal Aided Designs gestaltet werden. Das bedeutet, dass Bepflan-

zungen, Gestaltung und Materialwahl mit der in der Umgebung auffindbaren Natur abgestimmt werden. Nistplätze, Lebensraum und Futter für städtische Tiere und Insekten sollen im Freiraum des Schulgebäudes das Ökosystem unterstützen.

### Öffentliche Funktion

Eine Schule ist ein öffentliches Gebäude und so soll es sich auch dem Stadtteil gegenüber verhalten. Räumlichkeiten sollen ebenso für Externe nutzbar sein (Workshops, Sprachunterricht für Erwachsene, Sport) und auch in den Sommermonaten durch vermietbare Räume nicht leer stehen. Außerdem soll die Schule als Treffpunkt und für Veranstaltungen für alle Menschen im Umfeld eine Bereicherung sein.

### Licht

Im Entwurf wird auf das Planen mit natürlichem Licht Wert gelegt. Dies bedarf Verschattungsmaßnahmen und nicht zu vieler Fensterflächen, denn eine sommerliche Überhitzung durch zu viel Sonneneinstrahlung ist unbedingt zu vermeiden.

### Technik

Das Gebäude soll energieautark sein. Um das zu erreichen, sollen ausreichend Photovoltaikanlagen vorhanden sein, welche in Verbindung mit dem Gründach effizient funktionieren.

Es soll so wenig wie möglich gekühlt oder geheizt werden müssen. Welche Art der Haustechnik dafür in Frage kommt, wird im Laufe des Entwurfs erarbeitet.

Ebenso betrifft dies die Lüftung. Prinzipiell wäre eine Low Tech Lösung wünschenswert, da diese auch in der Nachnutzung von Vorteil wäre. Allerdings kann man bei einer Schule nicht davon ausgehen, dass jeder Nutzer und jede Nutzerin das Gebäude richtig „bedient“ – eine automatische Nachlüftung wäre eine sinnvolle Lösung um der sommerlichen Überhitzung entgegenzuwirken.

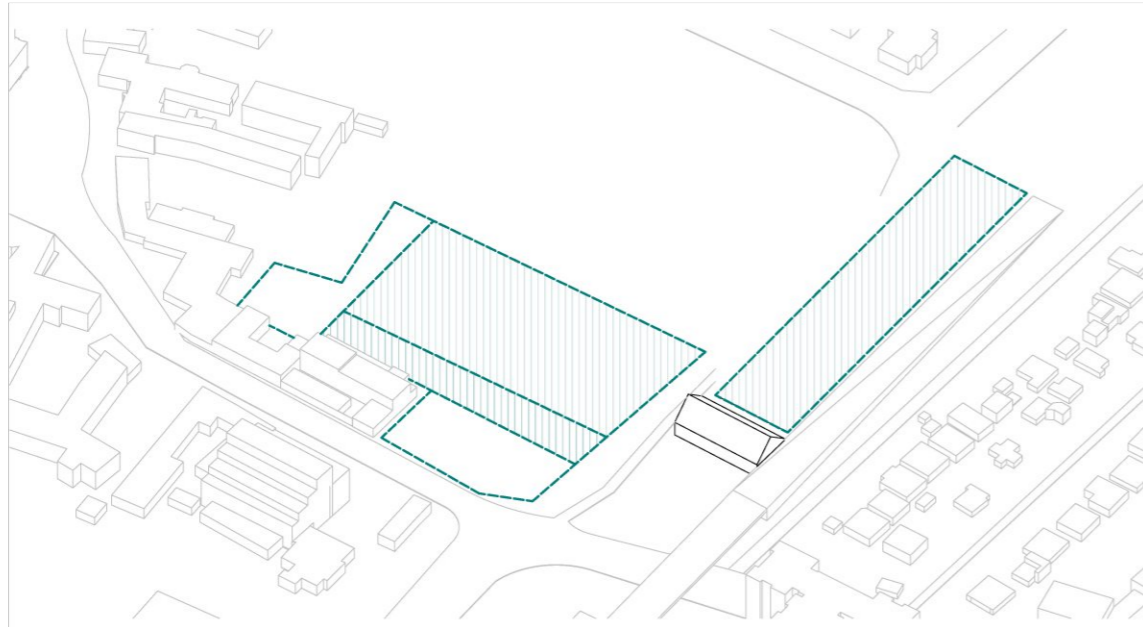
## 5.1 Städtebau

### **Formfindung Struktur**

Dieses Kapitel erläutert Schritt für Schritt die Herangehensweise an die städtebauliche Form des Entwurfes für den Standort „An den Eisteichen“. In einem strukturellen Schwarzplan wird die Einbettung des Baukörpers in die Umgebung erkennbar. Der Lageplan zeigt die unmittelbaren Auswirkungen auf die Umgebung des Bauplatzes. Anschließend werden in einem Funktionsdiagramm die inneren Strukturen der Nutzungen des Gebäudes erklärt.

## Formfindung

### Der Bauplatz

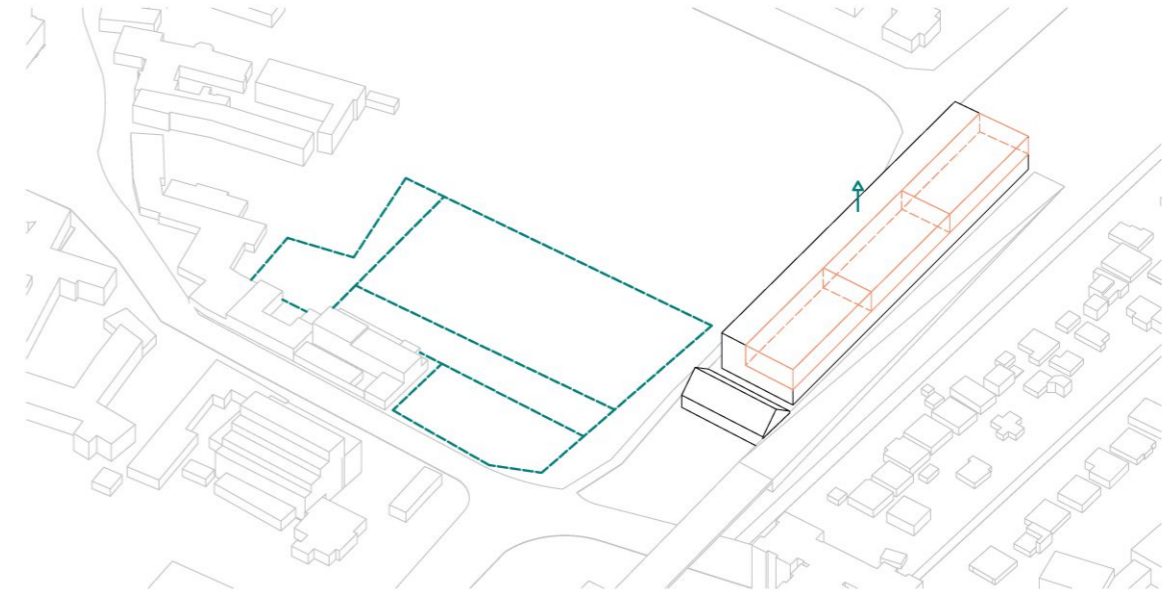


Wie schon zuvor erläutert, ist die Widmung des Grundstückes die Grundlage für die Formfindung des Entwurfes.

Während auf den hellblauen Flächen eine Bauhöhe von 21 m erlaubt ist, ist auf dem dunklen Feld unter Berücksichtigung der Bestandsbebauung nur eine

Bauhöhe von 12 m zulässig. Die weißen Bereiche wären maximal mit 4,5 m bebaubar. Da diese Flächen jedoch sehr nah an die umliegende Bebauung grenzen, wird es als sinnvoll erachtet diese nicht zu bebauen, zumal ein Mindestmaß an Versiegelung angestrebt wird.

### Teilbereich 2



Der Teilbereich 2 ist mit 105 m sehr lang, weist in der Breite jedoch nur 24 m auf. Die Turnhallen, welche auf diesem Bereich situiert werden sollen, können somit nur hintereinander gereiht Platz finden, was einen länglichen Baukörper voraussetzt. Die Hallen werden der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

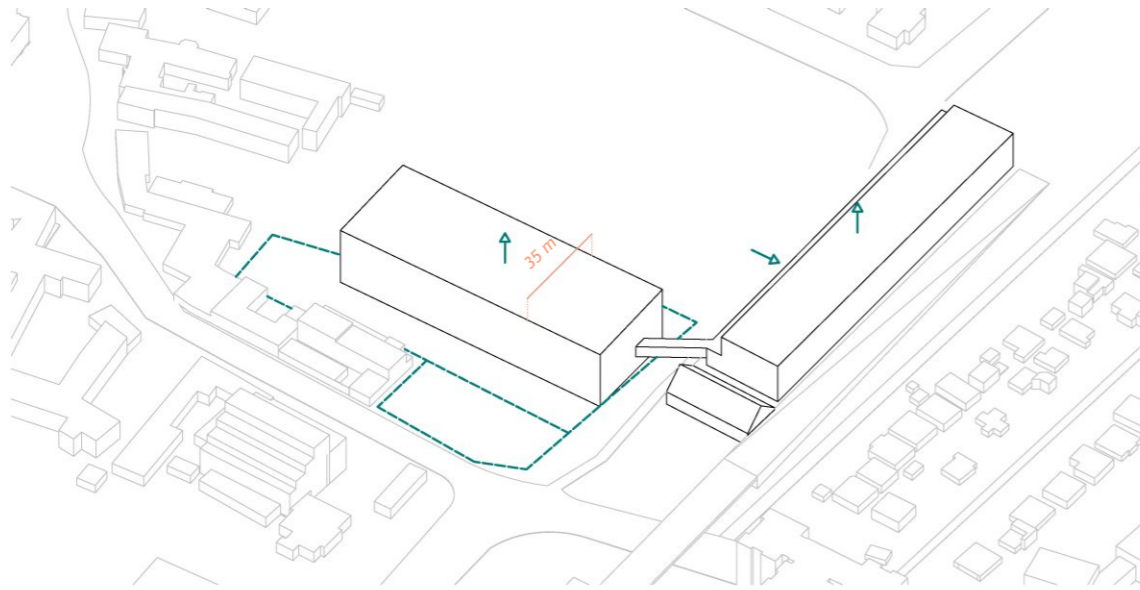
Im Erdgeschoss sollen Gewerbeeinheiten mit insgesamt 1800 m<sup>2</sup> Platz finden.

Um diese Fläche zu erreichen und drei Turnhallen zu beherbergen, wird das Gebäude 95 m lang sein müssen. Eine einzelne Turnhalle misst 27 m in der Länge und ist 15 m breit.

Da auf das Hochgaragengeschoss verzichtet wird, kann die Restfläche nördlich hinter dem Gebäude als PKW Parkplatz dienen. Natürlich sind so viel weniger Stellplätze vorhanden, dies kann jedoch mit der guten öffentlichen Anbindung argumentiert werden.

Der Schüttkasten wird nicht mit dem Gebäude verbunden, da dieser, anstatt auch gewerblich genutzt zu werden, zu einem Jugendzentrum umgenutzt wird. Hier können sich Jugendliche außerschulisch über ihre Interessen, Sorgen und Wünsche austauschen.

## Höhenfindung



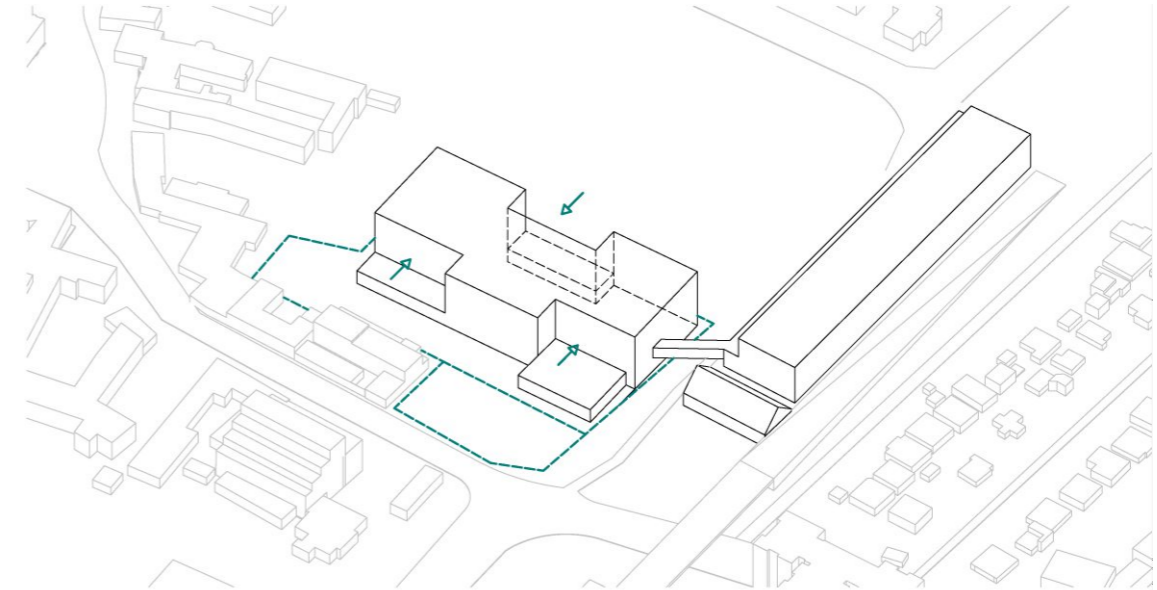
Da die Turnhallen doppelgeschossig sind, und die Umkleiden nicht mehr als den Platz eines Geschosses neben den Turnhallen benötigen, kann das Gebäude im 3. Geschoss zurückrücken. Auf der gewonnenen Dachfläche können die Laufbahn und die Weitsprunganlage situiert werden. Das Turnhallengebäude ist an seiner höchsten Stelle 14 m hoch. Die erlaubten 21 m müssen nicht ausgereizt werden.

Das Hauptgebäude wird die volle Fläche, welche auf 21 m bebaubar ist, komplett ausnutzen um das

ambitionierte Raumprogramm möglichst kompakt auszuführen. Mit der Abstandseinhaltung von 3 m zur nordöstlichen Grundstücksgrenze wird der Baukörper somit 35 m breit und 79 m lang.

Die zwei Baukörper werden mit einer Brücke im ersten Obergeschoss miteinander verbunden. Diese Brücke verläuft schräg, da die Erschließung im Hauptgebäude mittig an der Südost Fassade endet und der Baukörper des Teilbereichs 2 nach hinten versetzt ist.

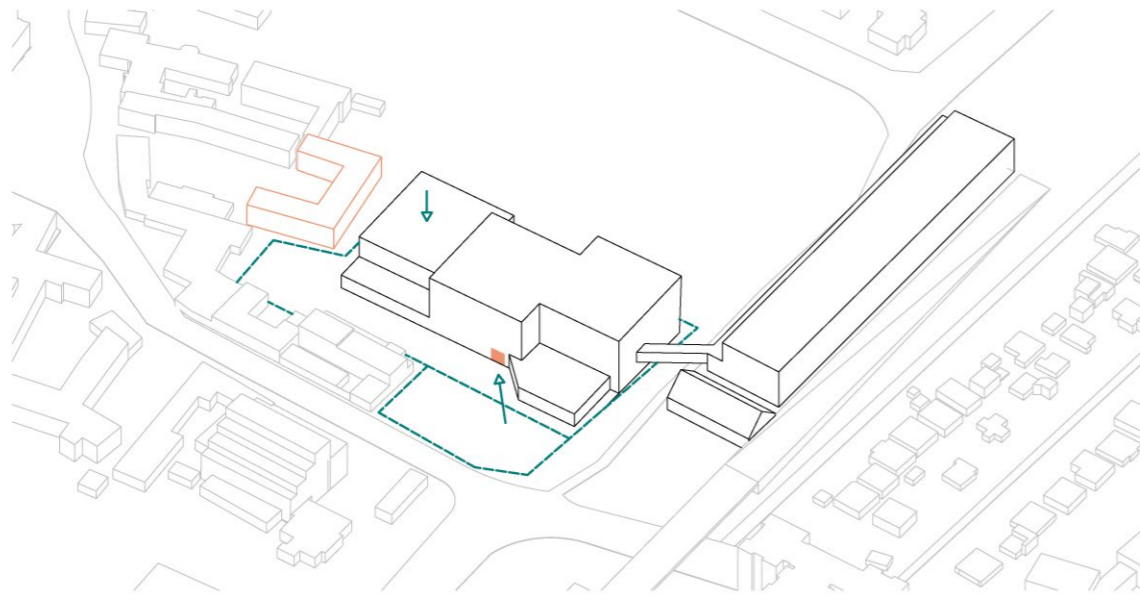
## Verschachtelung



Um keine lange Wand zu errichten, welche sich städtebaulich wie ein Fremdkörper in der verschachtelten Umgebung anfühlen würde, wird der Baukörper dreigeteilt und in sich verschoben. Dies kriert mehr mögliche Belichtungsfläche und außerdem eine Sockelzone, welche im 1. Obergeschoss als Terrassen nutzbar ist.

Die Terrasse, welche sich zum Platz vor dem Schüttkasten hin orientiert, wird etwas länger, um die Frontseite zu markieren.

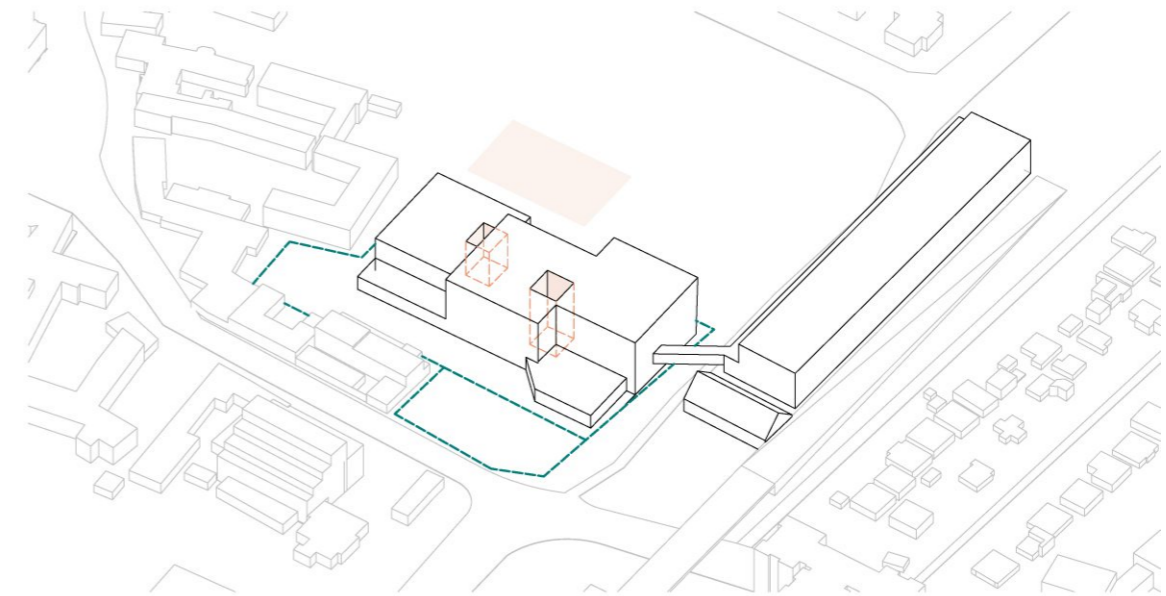
## Nachbargebäude



Da davon ausgegangen werden muss, dass der geplante Wohnbau im Nordwesten des Grundstückes, seine bebaubare Fläche ausnutzen wird (orange), sollte das Schulgebäude darauf Rücksicht nehmen. Der Baukörper wird somit in dessen Richtung um zwei Geschosse niedriger als der Rest des Gebäudes. Mit nunmehr 13 m Höhe wird der Schattenwurf verringert. Außerdem werden an dieser Seite des Entwurfs keine Fenster von Klassenräumen angeordnet sein.

Die Terrasse im Südosten wird schräg abgeschnitten, dies nimmt nicht nur Bezug auf die schräge Brücke zum Teilbereich 2, sondern markiert auch die Haupterschließungsachse zum Haupteingang, welcher orange markiert ist. Würde man diese Schräge in Richtung U-Bahn verlängern, so erreicht man direkt den Ausgang der U6.

## Atrien

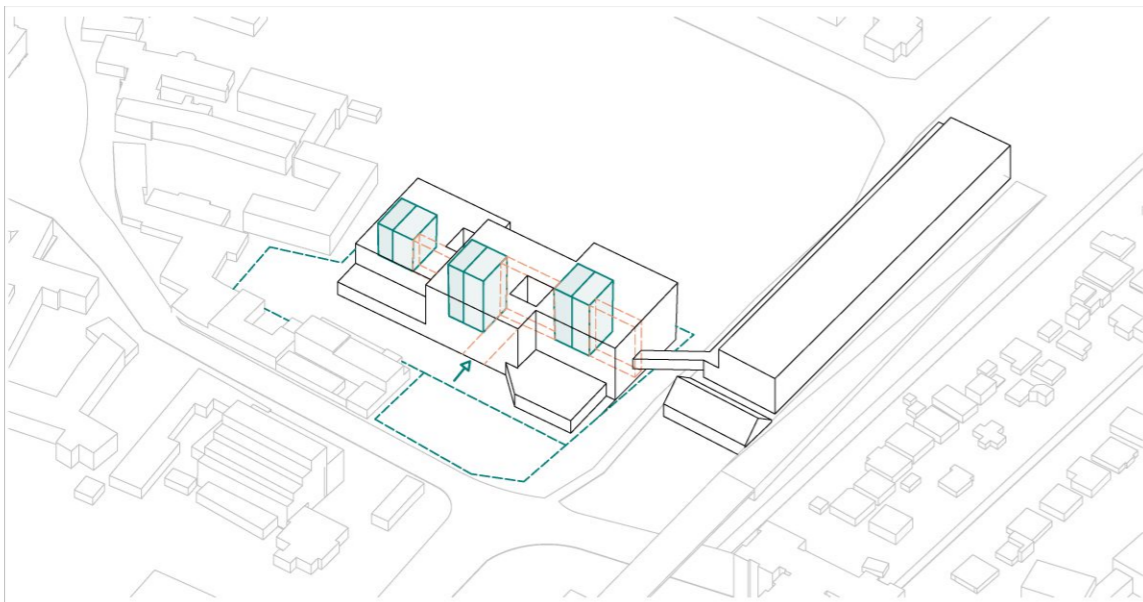


Da die Würfel des Hauptgebäudes mit 35 m zu tief wären, um die gewünschte Belichtung zu erreichen, sind Atrien unabdingbar. 2 Atrien mit 65 m<sup>2</sup> Grundfläche bringen Licht in das Innere des Baukörpers.

Das Raumprogramm sieht vor, einen Sportplatz mit 22 x 44 m auf das Dach des Schulgebäudes zu positionieren. Auf dem Gebäude des Teilbereichs 2 wäre das nicht realistisch möglich, da der Bauplatz an

der breitesten Stelle nur 24 m misst. Demnach hätte dieser Sportplatz auf der Dachfläche des Hauptgebäudes Platz finden sollen. Da das Gebäude jedoch Atrien benötigt, welche schlussfolgernd die Dachfläche in kleine Bereiche stückelt, wird angedacht den Sportplatz (orangene Fläche) auf das Nachbargrundstück, welches ebenfalls in Besitz der BIG ist zu legen und die restliche Grünfläche als Schulhof zu nutzen.

## Erschließung

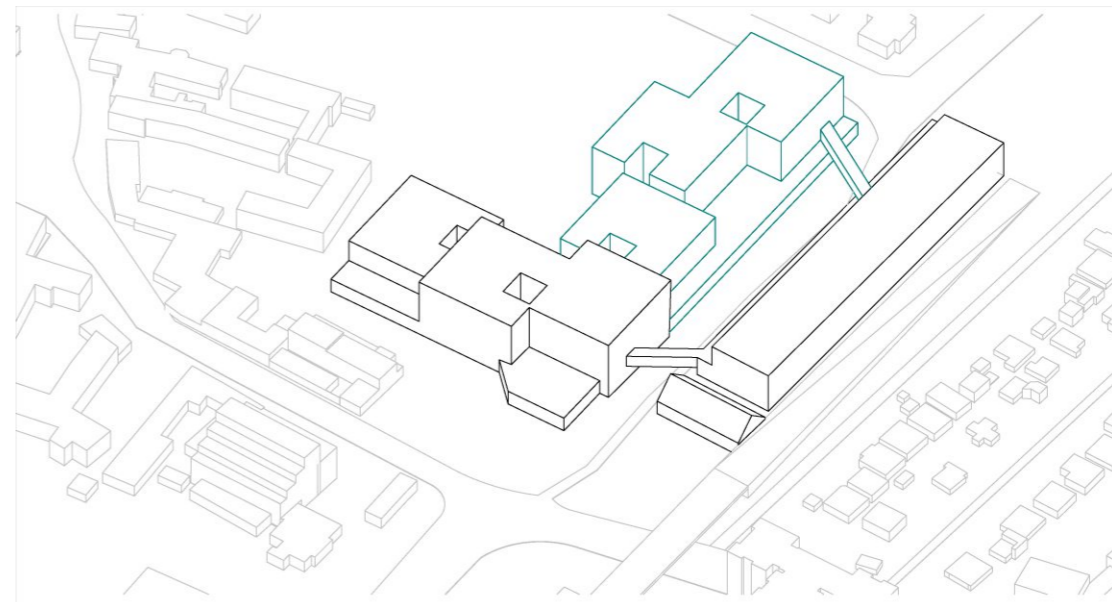


In Blau sind die Erschließungskerne mit den Sanitäranlagen dargestellt. Orange kennzeichnet die Erschließung zwischen den Kernen.

Jeder Würfel hat somit einen eigenen Kern und könnte im Falle einer Umnutzung unabhängig genutzt werden. Die Stiegenhäuser sind so dimensioniert, dass sie als Fluchtstiegen genutzt werden können. Der 2. Fluchtweg kann über das nächstgelegene Stiegenhaus verlaufen.

Wegen der unabhängigen Nutzungsmöglichkeit der Bauteile können im Sommer die Würfel ganz, geschossweise oder einzelne Räume als Sommerworkshopsräume, Büroräumlichkeiten, Ateliers, Proberräume oder Werkstätten vermietet werden. Das Geld könnte in die Schulkassa fließen.

## Nachbargebäude



Das Gebäude könnte beliebig um weitere Würfel erweitert werden. Da jeder Würfel einen eigenen Stiegenturm und ein Atrium hat, kann die Erschließung und die Belichtung immer gewährleistet werden, und die Würfel können auch unabhängig benutzt werden. Lediglich der „Eckwürfel“ verfügt über kein Atrium, er ist in seinen Abmessungen etwas kleiner als die anderen und für eine Erweiterung ausgerichtet.

Eine Erweiterung entlang „An den Eisteichen“ scheint sinnvoll, da so die Grünfläche nördlich davon großflächig erhalten bleiben kann und das Gebäude dem Sportgebäude gegenübersteht. Eine weitere Brückenverbindung wird in diesem Fall notwendig sein.



## Struktur

### Schwarzplan

Der Entwurf fügt sich städtebaulich harmonisch in die heterogene Umgebung ein. Einerseits greift er klare Kanten wie die Gemeindebauten der Umgebung auf, andererseits thematisiert er die Verschachtelung der Kleingartensiedlungen und Einfamilienhäuser. Zwischen dem 50 Meter hohen Wohnturm und den niedrigen Häusern findet der Schulbau seine Höhenposition in der Mitte.











M 1:3000 

## Lageplan

Der Haupteingang befindet sich im Südwesten des Bauplatzes und der Platz vor der Schule verschmilzt harmonisch mit dem Platz vor dem Schüttkasten. Diese Fläche wird gemeinschaftlich von der Schule, dem Jugendzentrum und der umliegenden Umgebung genutzt. Die Anlieferung und das externe Personal gelangen zum Schulgebäude über die Straße „An den Eisteichen“. Um einen sicheren Vorplatz für die Schule zu gewährleisten, wurde der Straßenzug begradigt und zu einer Sackgasse umgewandelt. Die Straße „An den Eisteichen“ ist in diesem Bereich nicht stark befahren, so dass eine Umfahrung problemlos möglich ist und die Bildung der Sackgasse den Verkehrsfluss nicht beeinträchtigt. Zusätzlich wird die Hetzendorferstraße durch eine 30er Zone verkehrsberuhigt.

Auf der Rückseite des Schulgebäudes befindet sich eine großzügige Rasensportfläche. Am Vorplatz der Schule befindet sich ein Volleyballfeld, und auf dem Rücksprung des Bauteils 2 sind eine Laufbahn und eine Weitsprunganlage angeordnet.

## Legende

-  Haupteinschließung durch Fußgänger:innen
-  Öffentlicher Verkehr (U6 und Buslinie 16A)
-  Öffentlicher Verkehr Haltestelle
-  Erschließung Fahrrad
-  Ruhender Verkehr Fahrrad und PKW
-  Erschließung durch Anlieferung, Personal, Müllabfuhr
-  Verkehrsberuhigung 30er Zone
-  Außensportflächen

M 1:1000



## Funktionsdiagramm

In dem vorliegenden Diagramm sind die Funktionen des Raumprogramms nach Geschossen dargestellt.

### Erdgeschoss

Im nordöstlichen Teil des Gebäudes befindet sich das Department für Kunst im Erdgeschoss. Die ebenerdige Lage der Kunsträume bietet Vorteile für die Materialanlieferung und ermöglicht aber auch eine Nutzung durch die Anrainer:innen. Die Positionierung im Norden des Gebäudes und die damit einhergehende Nordbelichtung ist für das Kunstdepartment positiv zu bewerten. Nur die Musikräume sind, nicht direkt zu den umliegenden Wohngebäuden ausgerichtet.

Des Weiteren beherbergt das Erdgeschoss die Aula, die durch ihre Lage zwischen den Atrien ein offenes und helles Erdgeschoss schafft. Die Bibliothek, die Mittagsverpflegung und der Mehrzweckraum grenzen an die helle Aula an. Auch sie sind für Externe nutzbar.

Um eine einfache Anlieferung und den Zugang des Servicepersonals zu gewährleisten, befindet sich der Servicebereich an der Südostfassade zur Straße hin.

Ebenfalls gut erkennbar vom Haupteingang aus befinden sich die Verwaltung, das Sekretariat, das Direktorat, die Schüler:innenvertretung und der medizinische Bereich im Erdgeschoss..

### 1. Obergeschoss

Hier befinden sich die ersten zwei Cluster mit Ausgang auf die Terrassen. Diese Cluster sind für die Nachmittagsbetreuung ausgelegt und befinden sich in der Nähe des Lehrer:innenzimmers, welches sich ebenfalls auf dieser Ebene befindet. Der Aufenthaltsraum der Lehrer:innen hat gleichermaßen einen Ausgang auf die Terrassen. An dem Lehrer:innenbereich vorbei, gelangt man zum Übergang zu den Sportflächen.

### 2. Obergeschoss

Die weiteren Cluster befinden sich auf dieser Ebene, sowie das Department für Mathematik und Informatik.

### 3. Obergeschoss

Dieses Geschoss wird um einen Würfel kleiner, und hat somit Zugang auf eine große Dachterrasse, welche als Pausenort von den Schüler:innen genutzt werden kann.

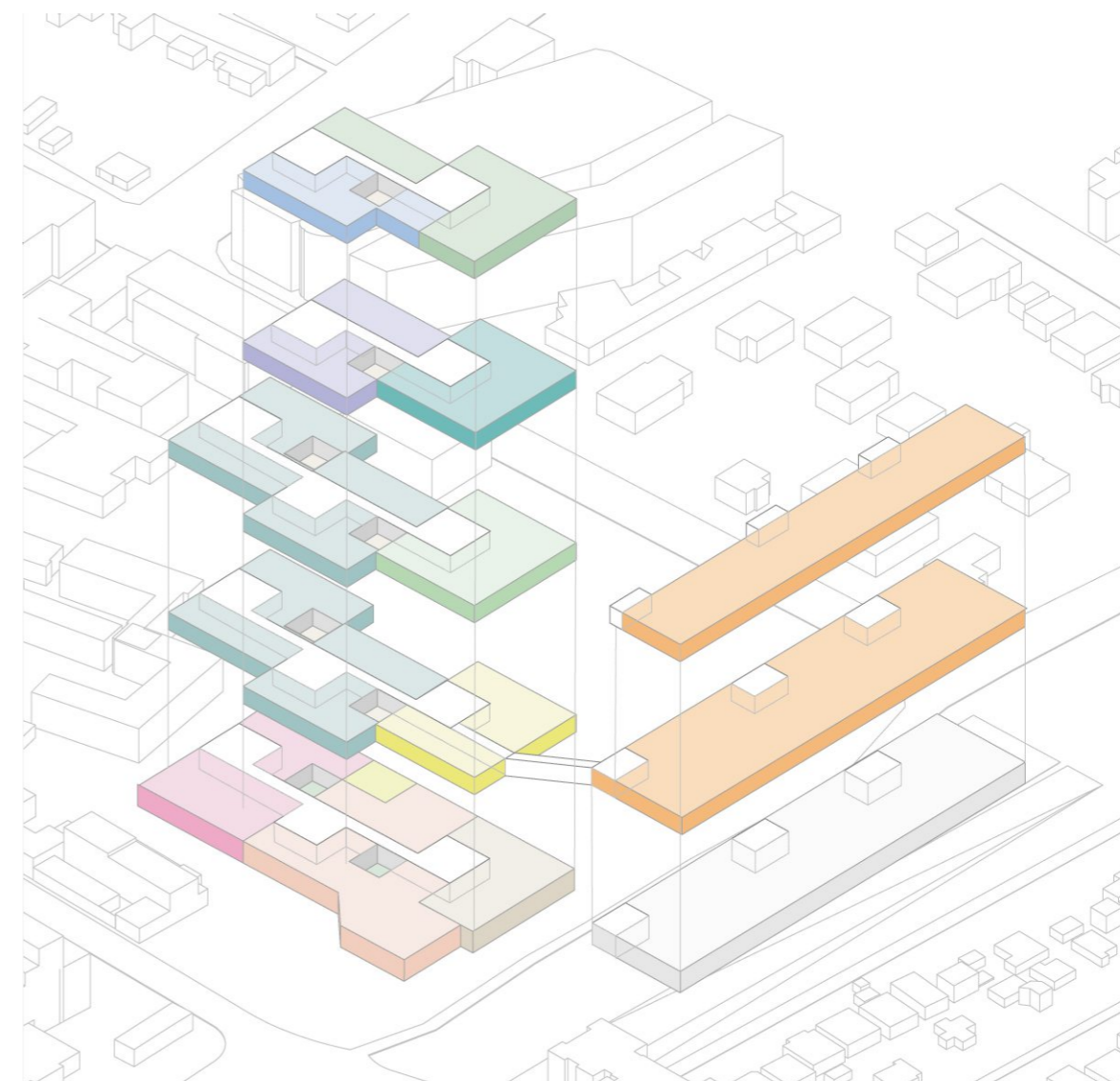
Außerdem sind hier die Unterrichtsräume für das Department für Sprachen angesiedelt.

Zur Straße hin orientiert, befinden sich die Homebases der Sekundarstufe 2.

### 4. Obergeschoss

Im obersten Geschoss befinden sich die Räumlichkeiten der Geisteswissenschaften. Ihnen gegenüber liegen die Räume der Naturwissenschaften. Diese sind bewusst im obersten Geschoss situiert, da die naturwissenschaftlichen Räume viele Lüftungsleitungen benötigen, die über das Dach geführt werden müssen.

Die Anordnung der einzelnen Funktionen des Raumprogramms sind so geplant, dass eine effiziente und funktionale Nutzung gewährleistet ist. Die Ausrichtung der Räume und ihre Zuordnung zu bestimmten Etagen ermöglichen eine logische Organisation und einen reibungslosen Ablauf des Schulbetriebs. Die Berücksichtigung von Belichtung, Zugänglichkeit und Anlieferungsbereichen zeigt das Bestreben, ein angenehmes und praktisches Umfeld für Schüler:innen, Lehrer:innen und das Servicepersonal zu schaffen. Durch die gezielte Platzierung der einzelnen Fachbereiche und die Verbindung zu Außenbereichen wie Terrassen und Dachterrasse wird zudem eine inspirierende Lernumgebung geschaffen.



- Department für Kunst, Werken, Musik
- Allgemeiner Bereich, Mittagsverpflegung, Aula
- Service Bereich, Personal, Reinigung
- Verwaltung und Lehrer:innen Bereich
- Cluster, Klassen und offene Lernlandschaft
- Department für Mathematik und Informatik

- Department für Sprachen
- Homebase Sekundarstufe 2
- Department für Geisteswissenschaften
- Department für Biologie, Physik, Chemie
- Bewegung und Sport
- Gewerbe

## 5.2 Entwurfspläne 1:250

### **Grundrisse Cluster Flexibilität im Grundriss Bauteil 2 Schnitte und Ansichten**

Die Entwurfspläne, die in den folgenden Seiten im Maßstab 1:250 dargestellt sind, geben einen umfassenden Überblick über die architektonische Idee und die räumliche Gestaltung des Projektes.

Ein besonderer Fokus liegt auf die Gestaltung der Cluster, dessen Möblierung und die Flexibilität des Grundrisses, welche die Konstruktionsweise zulässt.

Anschließend wird der Entwurf des Bauteils 2 genauer erläutert. In Schnitt und Ansichten sind beide Gebäudeteile als Ensemble erkennbar.

# Grundrisse

## Erdgeschoss

Vom Haupteingang gelangt man am Schulwart oder der Schulwartin vorbei in eine helle offene Erdgeschosszone, die sich zur Aula hin öffnet. Dort befindet sich eine große Sitzpyramide, die sowohl für Schüler:innenversammlungen als auch als Freizeit- und Pausenort genutzt wird. Geradeaus gelangt man in den Schulgarten, der in eine Spielwiese und ein Schulbiotop unterteilt ist.

Auf der rechten Seite des Haupteingangs befindet sich die multimediale Schulbibliothek, die auch während der Sommermonate geöffnet ist. Hier haben sowohl schulinterne Personen als auch interessierte Anrainer:innen die Möglichkeit zu arbeiten und ihre Zeit zu verbringen, was zur Förderung des Zusammenhalts im Viertel beiträgt.

Neben der Bibliothek befindet sich der Speisesaal mit dem Schulbuffet und der Aufwärmküche. Dieser Raum ist ebenfalls der Öffentlichkeit zugänglich. Gegen Entgelt wird dieser Raum zur Mensa der Umgebung. Die Speisezone und der Mehrzweckraum bilden einen Raumverbund, der durch mobile Wände voneinander getrennt werden kann. Veranstaltungen aller Art werden hier abgehalten. Der Raum bekommt den prominentesten Platz der Gebäudes und lädt zum Besuch ein.

Hinter der Aufwärmküche befindet sich der Servicebereich der Schule. Ein Aufenthaltsraum mit Blick ins Grüne sorgt für eine angenehme Arbeitsatmosphäre. Anlieferung und der Müllraum werden von dieser Seite des Gebäudes bedient.

Links des Haupteinganges befindet sich das Direktorat und daneben gut sichtbar das Sekretariat. Auch die Büros der Administration und der Schüler:innenvertretung sind an dieser Stelle angeordnet, alle mit Blick in den grünen Schulhof.

Ganz links im Erdgeschoss befindet sich das Department für Kunst. Viel Verglasung bringt diesen Räumen genügend Nordlicht, um künstlerisches Arbeiten zu ermöglichen.

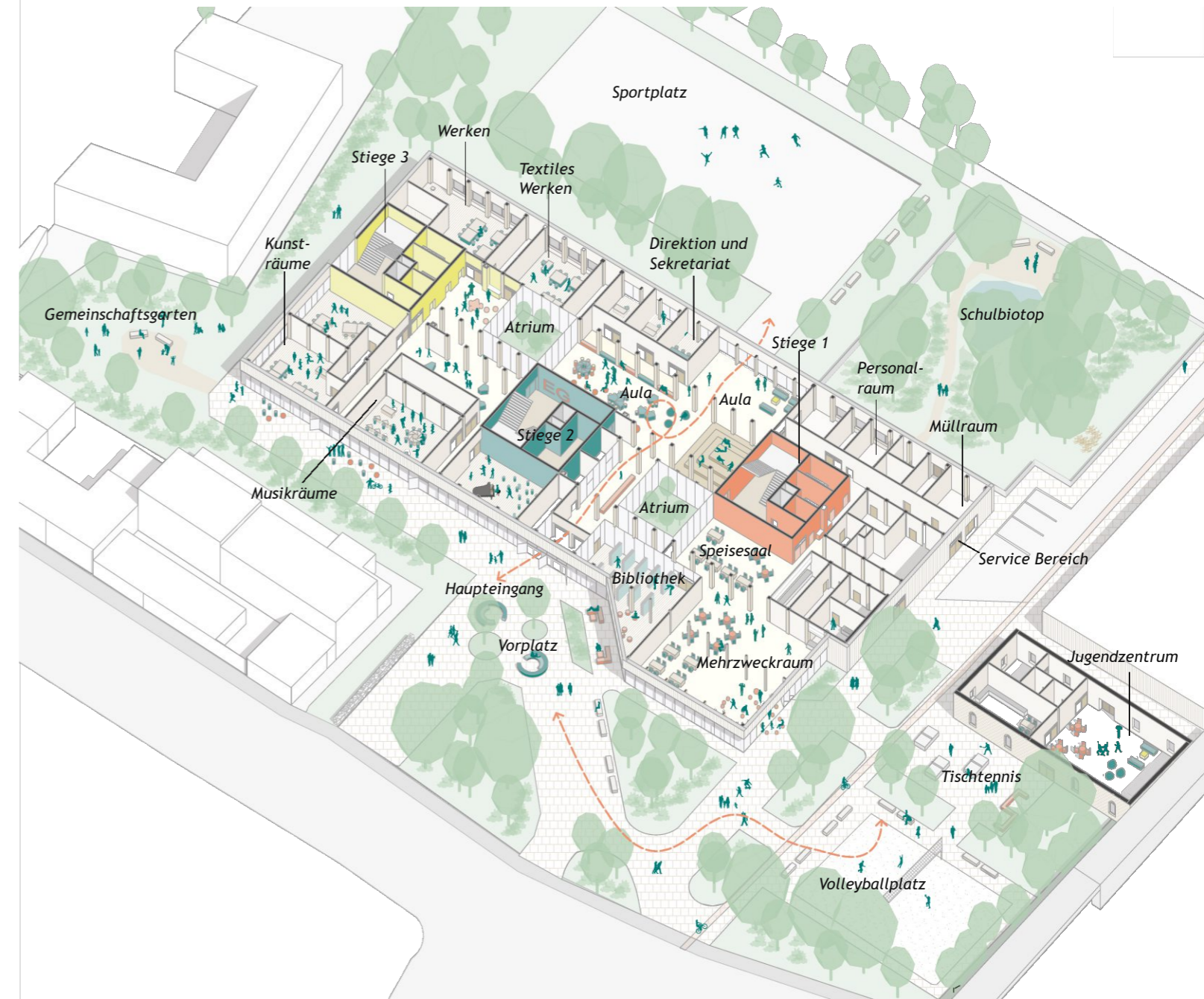
Diese Räume können auch extern genutzt werden und bieten Platz für Workshops, Musikunterricht oder Fortbildungen. Im Sommer werden die Kunsträume als Ateliers vermietet, wodurch Einnahmen zur Erhaltung des Gebäudes generiert werden können. Die Lerninsel des Departments wird durch das Artium belichtet.

Die Technikfläche liegt zentral beim mittleren Kern des Gebäudes – eine weitere Fläche liegt neben dem Lager im Service Bereich, welche sich vertikal über alle Geschosse erstreckt.

Der Vorplatz des Gebäudes bietet eine großzügige Verweilfläche für Schüler:innen und Menschen der Umgebung, in üppige Bepflanzung und ein versickerungsfähiger Belag (Steinplatten mit großen Fugen) sorgen für Kühlung und Attraktivität des Bereichs. Sitzbänke, Liegen und eine Leseecke vor der Bibliothek bieten ruhige Plätze auf dem Schulhof. Der Gemeinschaftsgarten kann von den Anrainer:innen sowie von den Nutzer:innen der Schule gleichermaßen genutzt werden.

Hinter dem Schulgebäude befindet sich einerseits das Rasenfeld, das für sportliche und Freizeitliche Aktivitäten genutzt werden kann, sowie das Schulbiotop, das später genauer beschrieben wird.

Vor dem Schüttkasten ist das Volleyballfeld sowie eine multifunktionale Freifläche mit Tischtennistischen situiert.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

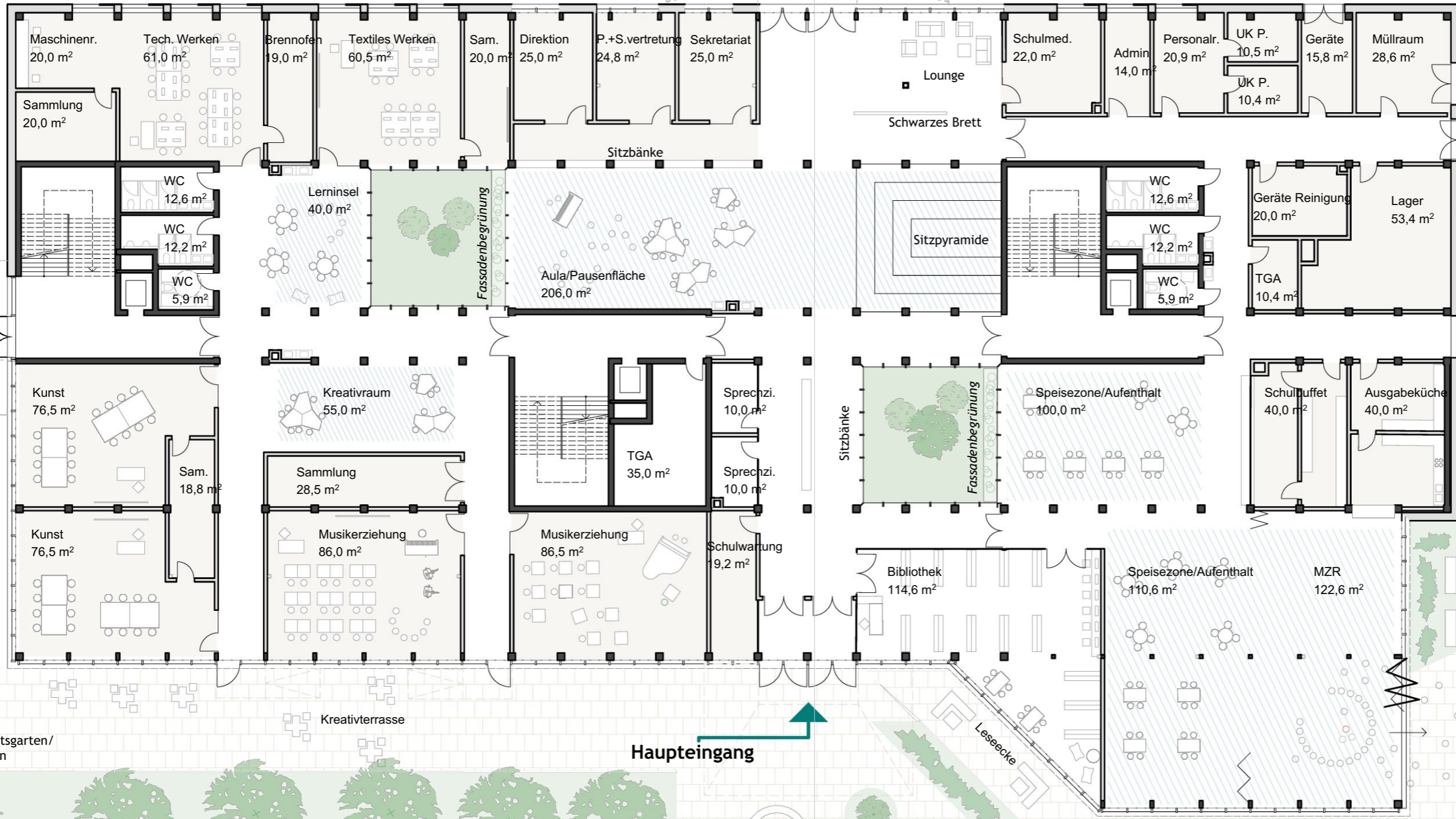


Spielfeld

Schulbiotop

Wirtschafts-  
parkplatz

Wendemöglichkeit



Müllraum

Personal

Anlieferung

Gemeinschaftsgarten/  
Kräutergarten

Haupteingang

Fahrradweg  
Fairnesszone

Natusteinmauer

30 Fahrradabstellplätze

30 Fahrradabstellplätze

30 Fahrradabstellplätze

26 Fahrradabstellplätze

Sitz

## 1. Obergeschoss

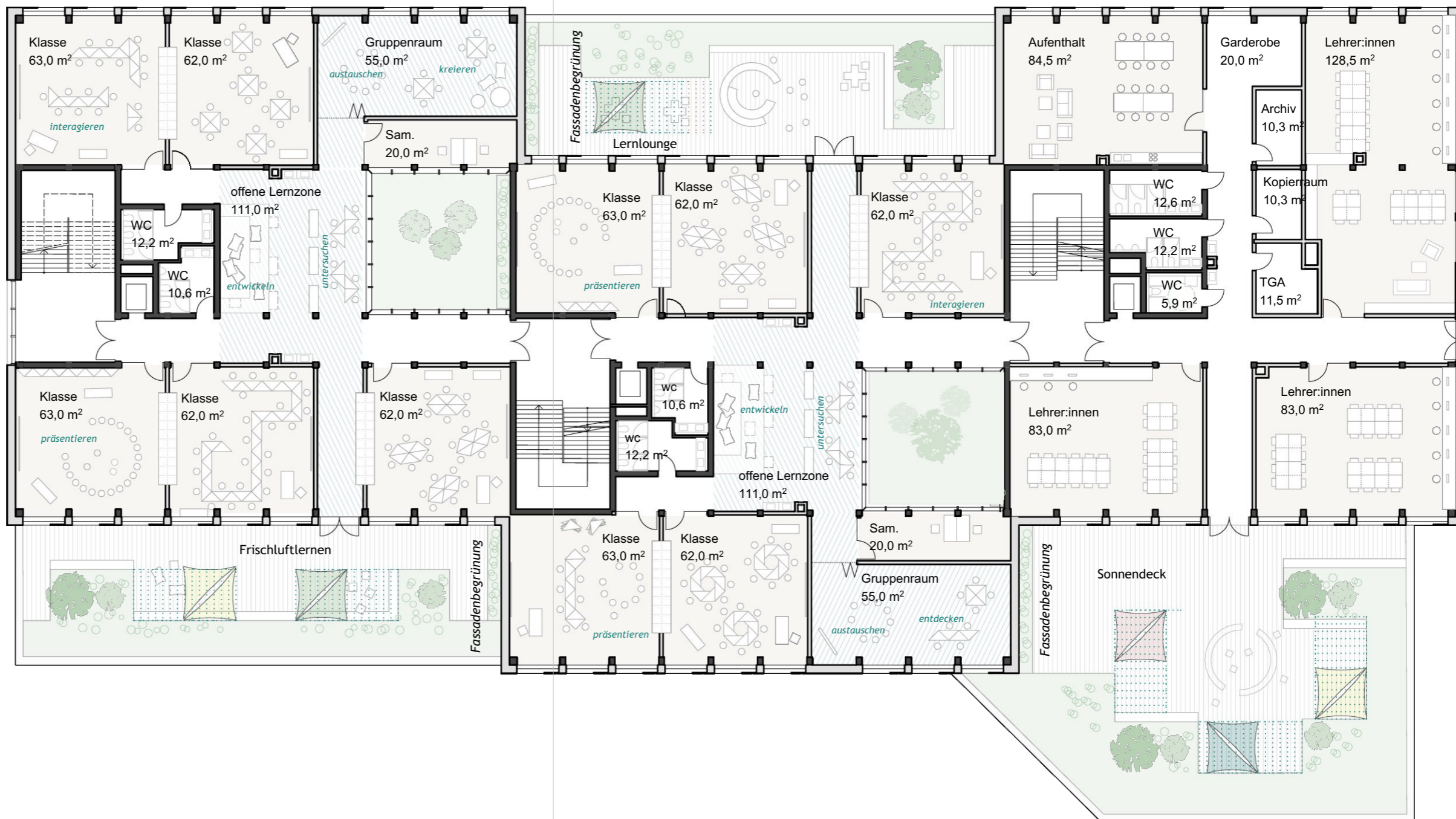
Im ersten Obergeschoss befinden sich die ersten zwei Cluster, deren Aufbau der Cluster später genauer beschrieben wird. Die Cluster sind mit flexiblen, dreieckigen Tischen ausgestattet, die eine Vielzahl von Unterrichtsszenarien ermöglichen. Die Tische sind außerdem gut stapelbar und lassen sich schnell verstellen.

Das Raumprogramm sieht vor zwei Cluster als Nachmittagscluster auszuführen – diese befinden sich in diesem Geschoss mit direkten Ausgang zu den Dachterrassen. Hier ist ein Überblick auch mit weniger Lehrkräften gut möglich.

Das Lehrer:innenzimmer schließt direkt an die Cluster an. Die 300 m<sup>2</sup> wurden in drei kleinere Zimmer aufgeteilt, um den Geräuschpegel gering zu halten und konzentriertes Arbeiten zu ermöglichen. Der Aufenthaltsraum der Lehrer:innen beinhaltet eine voll ausgestattete Küche und einen Ausgang auf eine Dachterrasse. Den Lehrkräften wird im Gebäude die gleiche Wertschätzung wie den Schüler:innen entgegengebracht, und es wird ein angenehmes Raumklima für beide Seiten geschaffen.

Auf dieser Etage befindet sich auch der Übergang zu den Turnhallen im Bauteil 2.

Durch die Positionierung der Fenster und einer offenen Nord-Ost / Süd-West Achse in jedem Bereich ist ein Querlüftung des Gebäudes jederzeit möglich, um eine Überhitzung im Sommer zu vermeiden.



M 1:250



## 2. Obergeschoss

Analog zu dem Cluster im 1. Obergeschoss befinden sich in diesem Geschoss die weiteren Cluster.

Auf der rechten Seite befindet sich das Department für Mathematik und Informatik. Es gibt zwei große Informatiksäle, die sich gegenüberliegen. Die Mathematikräume sind so konzipiert, dass darin Matura-prüfungen abgehalten werden können.

Die Lerninsel bietet den Schüler:innen Platz für eigenständiges Arbeiten.



M 1:250





### 3. Obergeschoss

Das 3. Obergeschoss springt um einen Würfel zurück und bildet somit eine großzügige Terrasse. Ausgestattet mit Grüninseln und Pergolas bietet sie den Schüler:innen bei schönem Wetter einen Pausenort. Besonders die Schüler:innen der Sekundarstufe 2 profitieren davon, denn ihre Homebases befinden sich ebenso auf diesem Stockwerk. Die Homebases sind offen gestaltet, können jedoch mit mobilen Trennwänden in kleinere Einheiten unterteilt werden.

Die Gestaltung der Homebases wird den Schüler:innen selbst überlassen - sie können einen persönlichen Touch einbringen und ein Gefühl von Zuhause vermitteln. Zwischen den Homebases befindet sich eine Garderobe mit Spinden, die der Sekundarstufe 2 zur Verfügung steht.

Mittig befindet sich das Department für Sprachen. Diese Räume werden ebenfalls nur von der Sekundarstufe 2 genutzt.



M 1:250



#### 4. Obergeschoss

Das letzte Obergeschoss beherbergt das Department für Naturwissenschaften und jenes der Geisteswissenschaften.

Die Anordnung der naturwissenschaftlichen Räume ist von vielen Parametern abhängig und hat schlussendlich dazu geführt, dass sie auf 2 Würfel aufgeteilt werden muss. Rechts befindet sich der Chemiesaal. Dieser ist direkt angeschlossen an die Vorbereitung der Chemie und verfügt, genauso wie die Physikäle, über 2 Türen, die zwei getrennte Fluchtwege darstellen. Die Sammlung der Chemie schließt an jene der Physik an, dies ist von Ausloberinnenseite gewünscht.

Der Biologiebereich liegt gegenüber den Geisteswissenschaften im 2. Würfelabschnitt.

Auf jedem Geschoss gibt es zumindest eine Wasserstelle in jedem Abschnitt. Die Entscheidung, keine Waschbecken in den Klassenräumen zu platzieren, wurde getroffen, um einen Materialwechsel im Bodenbelag aufgrund von Spritzwasser zu vermeiden. Die Warmwasserversorgung erfolgt dezentral an den Waschbecken, wo sie benötigt wird. Hierfür werden kleine Durchlauferhitzer installiert, die nur die benötigte Menge Wasser erwärmen.



M 1:250



## Cluster

Das Raumprogramm empfiehlt 5 Cluster mit je 4 Klassen. Hierbei sollte die offene Lernzone 60 m<sup>2</sup> betragen (bei den Ganztagsclustern 100 m<sup>2</sup>). Da zukünftig mehr Schüler:innen Ganztagsbetreuung benötigen werden, wurde im Entwurf jeder Cluster mit einer größeren offenen Lernzone ausgestattet.

Anstatt 5 Cluster, wurden 4 Cluster mit je 5 Klassen konzipiert. So kann ein ganzes Geschoss eingespart werden. Die Cluster verfügen über eine 111 m<sup>2</sup> große offene Lernzone, welche mit einer Sitzpyramide ausgestattet ist. Zusätzlich befinden sich im Raumverbund ein Gruppenraum, welcher im Unterricht, aber auch in der Pause genutzt werden kann.

Der Cluster ist nach dem zuvor beschriebenen „Future Lab“ folgend ausgestattet. Der Bereich „Untersuchen“ befindet sich direkt vor dem Atrium, um einen hellen Arbeitsplatz zu kreieren. Die Möblierung besteht aus den dreieckigen Tischen, wie auch in den Klassen, um viele verschiedene Konstellationen zu ermöglichen.

Im abtrennbaren Gruppenraum ist der kreative Bereich angeordnet. Technische Ausstattung wird hier zur Verfügung gestellt.

Direkt daneben ist der Bereich des Austauschens situiert. Hier können die Schüler:innen ihre Ideen diskutieren – mittels interaktivem Whiteboard, aber auch auf einer Wand, welche durch Tafelwandfarbe komplett bemalbar ist.

Die Sitzpyramide ist dem Bereich „Entwickeln“ zugeordnet. Mit Zugriff auf physische aber auch auf E-Bücher kann hier im eigenen Tempo, ganz informell gearbeitet werden.

Interagiert und präsentiert wird jeweils in den Klassenräumen. Whiteboards und guter Internetzugang geben die Möglichkeit des modernen Unterrichts.

In beweglichen Regalen finden Schüler:innen techni-

sche Lehrmaterialien wie Tablets und Laptops.

Der Sammlungsraum ist größer als im Raumprogramm und bietet einen Rückzugs- und Arbeitsort für die Lehrkräfte. Außerdem können hier sensible Geräte wie Mikrofone und Kameras versperert werden.

Die Klassen verfügen über Einbauregale, welche als Garderobe für die Schüler:innen dienen. Jede Schülerin und jeder Schüler hat Zugriff auf ein personalisiertes Fach im Regal. Das Regal verfügt außerdem über eine Sitznische.

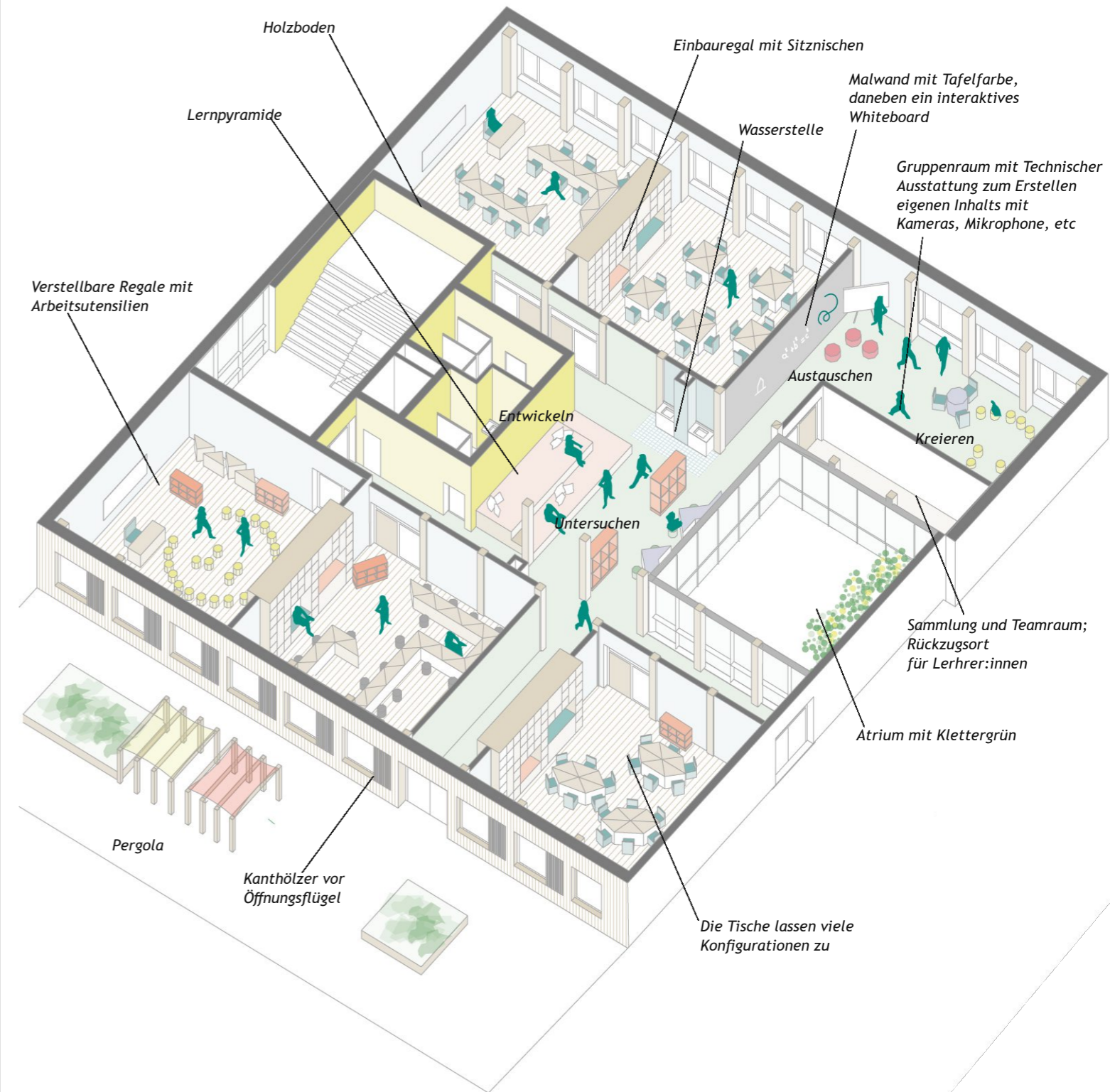
Die flexibel anordbaren Tische sind, dank einer Lenkrolle an einem Bein, leicht verschiebbar und lassen sich platzsparend stapeln.

In der offenen Lernzone sind je zwei Wasserstellen angeordnet. Der Bodenbelag aus Linoleum ist als Panneele mit Klicksystem ausgeführt und somit Leicht demontierbar.

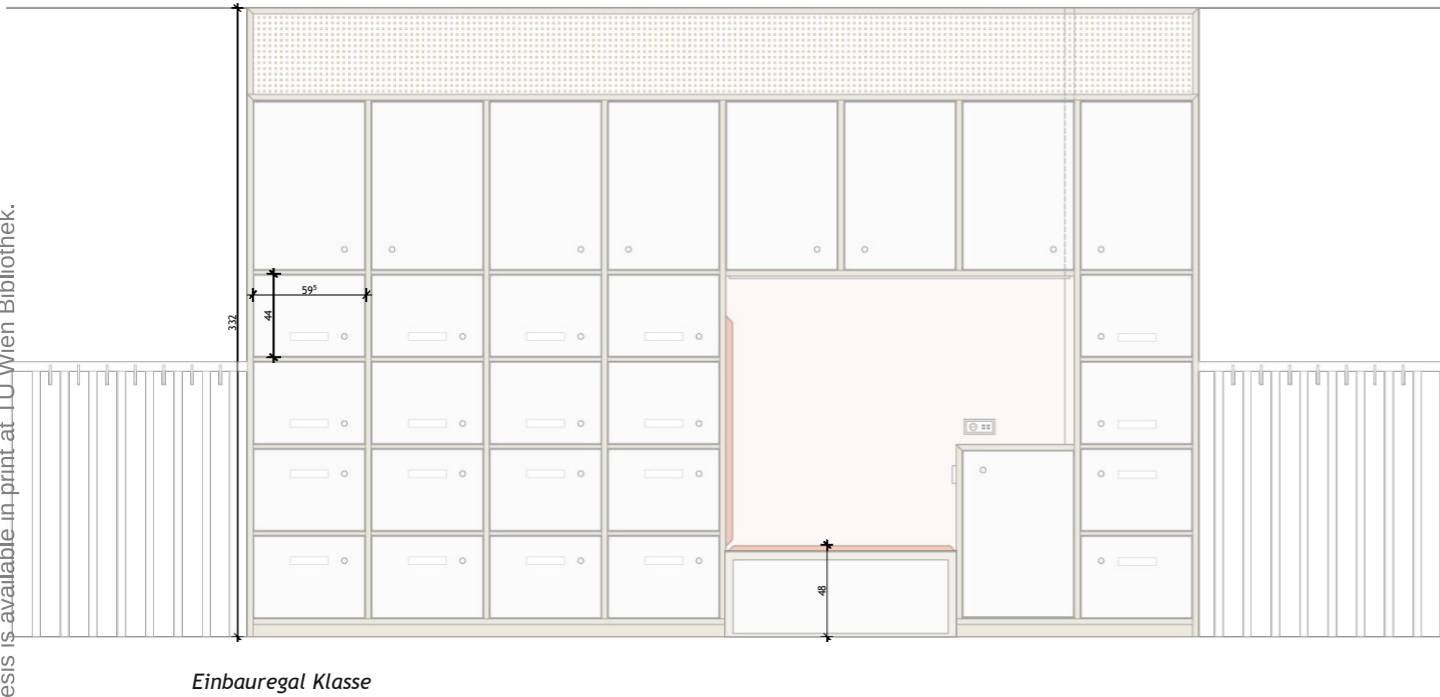
In den Klassen ist ein Holzboden verlegt. Dieser ist sehr unempfindlich und kann, wenn nötig abgeschliffen werden.

Die Fenster in den Klassen verfügen jeweils über einen Öffnungsflügel. Um die Fensterlaibung nutzbar zu machen und sich auf den Sims auch bei geöffnetem Fenster setzen zu können, sind vor dem Öffnungsflügel Kanthölzer angebracht, welche die Durchsicht nur gering einschränken die Nutzung aber komplett sicher machen.

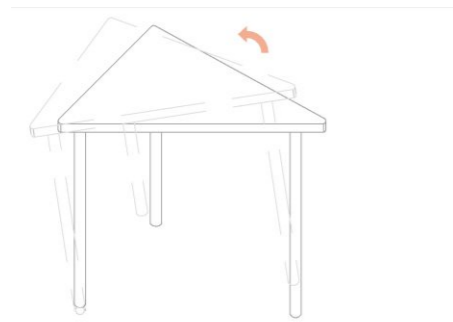
Die Treppe und das Atrium sind so positioniert, dass das Andocken von weiteren Würfeln an jeweils diesen Seiten möglich ist. Das Atrium ist auf der geschlossenen Seite begrünt und bietet so einen schönen Sichtbezug aus der Lernzone.



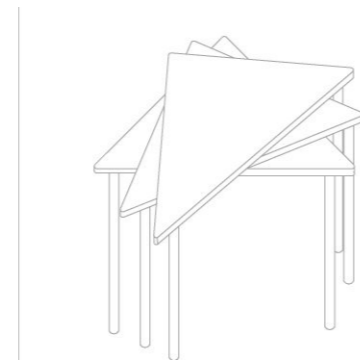
## Möbel Klasse



Einbauregal Klasse

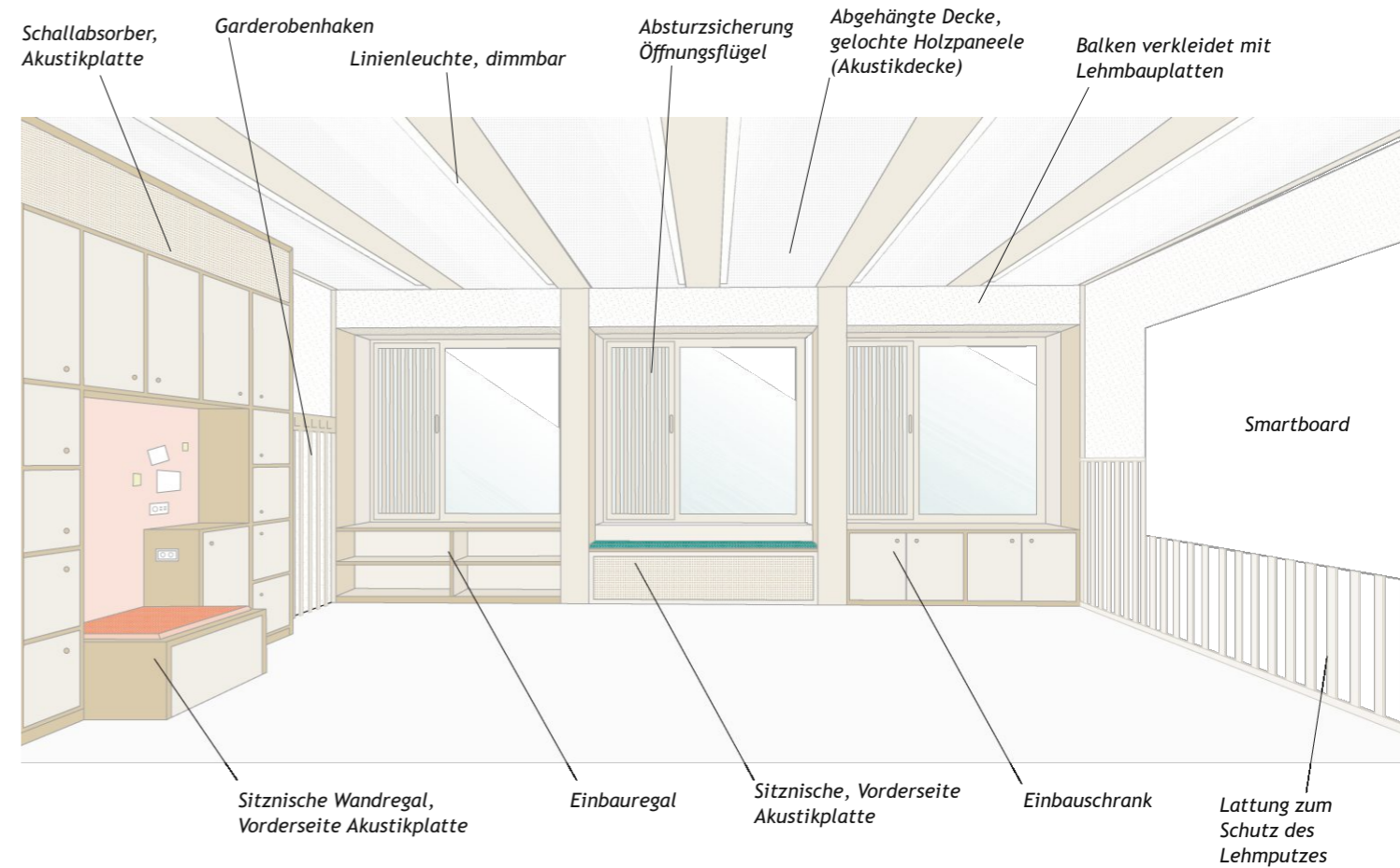


Durch leichtes Kippen lässt sich der Tisch einfach mit der Lenkrolle verstellen



Die Form und das leichte Gewicht des Tisches macht ein platzsparendes Stapeln möglich.

Tische



Die Möbel in den Klassen der Cluster sollen das flexible Unterrichten unterstützen. Das Wandregal bietet jedem Schüler und jeder Schülerin ein persönliches Fach mit Namensschild, welches den Verzicht auf die Zentralgarderobe kompensieren soll. Die Sitznische bietet Platz für Pausen und ist mit einer Handyladestation ausgerüstet. Die Rückwand der Sitznische ist eine Filzwand, welche als Pinnwand verwendbar ist. Sollte die Sitznische die Möbelkonfiguration stören, so kann man diese hochklappen. Die oberen Schränke sind für Unterrichts-

utensilien vorgesehen und sind versperrenbar. Den Abschluss bildet eine gelochte Akustikplatte, welche Schall absorbiert – diese ist aus fein gelochten Holzplatten hergestellt. Rechts und links von dem Möbel befinden sich Garderobenhaken. Um den Lehmputz zu schützen ist eine Holzlattung bis zu einer Höhe von 145 cm angebracht. Das Regal ist nicht fix in die Klassentrennwand integriert, um die Cluster möglichst leicht zu anderen Raumszenarien umbauen zu können, falls ein offenes Lernszenario gewünscht ist.

## Flexibilität im Grundriss

### Flexibilität Cluster, M 1:250

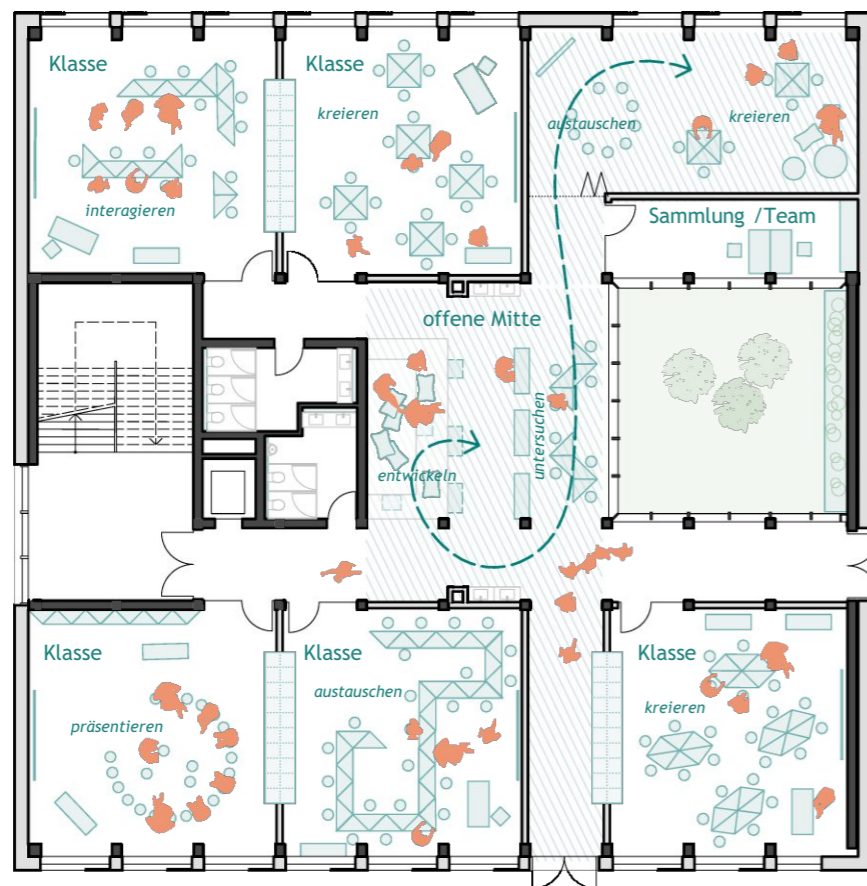
Die Flexibilität der Konstruktion bietet eine offene Grundrissgestaltung. Von der bisherigen Schulbauentwicklung haben wir gelernt, dass sich Lernorte ständig verändern, dass viele neue Konzepte ausprobiert werden und die Anforderungen sich ständig ändern. Ob neue Konzepte funktionieren oder nicht, muss getestet werden können – hierfür bietet sich

ein flexibler Grundriss an welcher, sollte die neue Konfiguration nicht funktionieren, auch wieder zurückgebaut werden kann. Stellt man also fest, das Klassenzimmer sollte kein adäquater Lernort mehr sein, so können die Zwischenwände mit wenig Aufwand entfernt und der Grundriss zu anderen Raumkonstellationen umgebaut werden. Das Zukunfts-

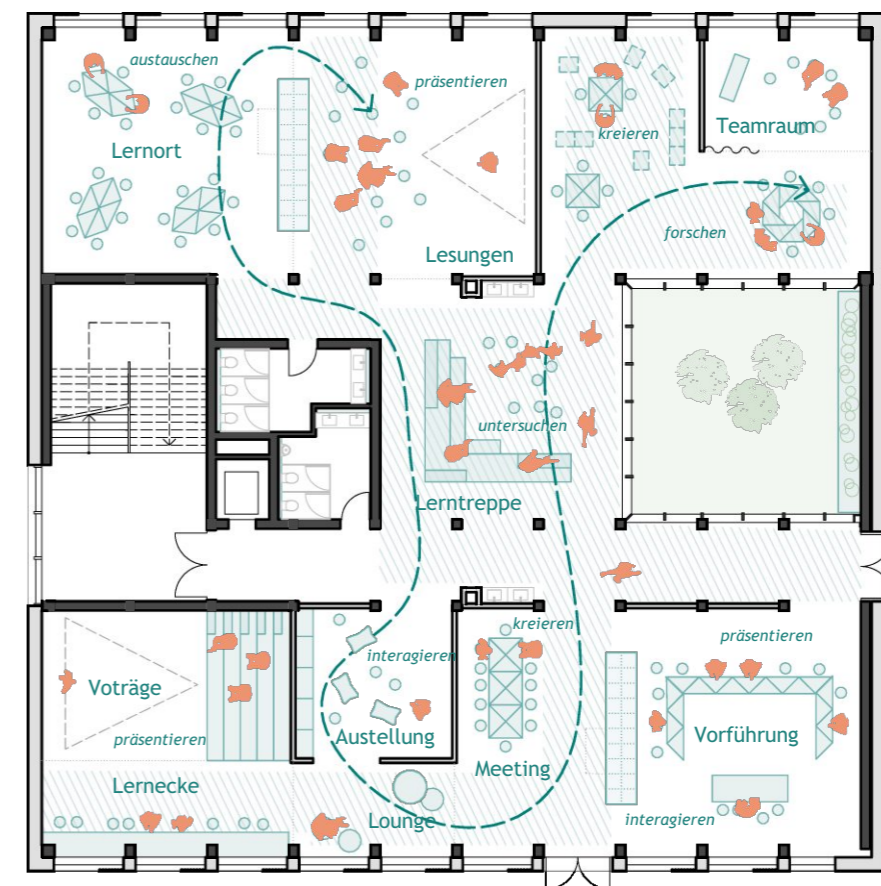
szenario könnte zum Beispiel, wie dargestellt, ein offenes Raumkonzept mit Nischen und flexiblen Raumtrennungselementen sein. Brandschutztechnisch stellt dies kein Problem dar, weil es sich um einen Brandabschnitt handelt. Akustisch müsste man sich jedoch Konzepte überlegen, den großen Raum

genügend schallgeschützt auszubauen, wobei sich durch die Aufteilungen des Raumes kleinere Gruppen bilden lassen und eine ruhigere, konzentrierte Atmosphäre gewährleistet wird.

Ist-Szenario



offenes Lernhaus



Cluster - 1. Obergeschoss

Cluster - 1. Obergeschoss, zukünftige Gestaltung

## Flexibilität Fachbereiche, M 1:275

Flexible Einheiten innerhalb eines Schulgebäudes müssen sich nicht auf die Cluster beschränken. Auch für Fachbereiche gibt es alternative Konzepte, welche ein offenes und alternatives Lernen zulassen.

Folgend ist dargestellt, wie der naturwissenschaftliche Bereich, welcher gemeinsam mit dem geisteswissenschaftlichen Bereich im vierten Obergeschoss liegt, dem Prinzip des offenen Lernhauses folgen

könnte. Der offene Grundriss unterstützt Gruppenarbeit und eigenverantwortliches Lernen. Durch Unterteilungen in verschiedene Bereiche, kann der Lernalltag vielfältig gestaltet werden.

### Ist-Szenario

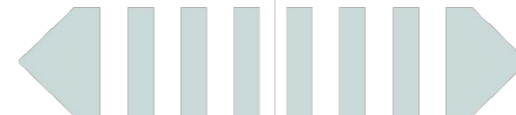


4. Obergeschoss, Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften

### offenes Lernhaus



4. Obergeschoss, Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften, zukünftige Gestaltung



## Bauteil 2

Erdgeschoss **M 1:250**



Der Schüttkasten wird, anstatt als Eingang in die zu entstehende Gewerbezone, als Jugendzentrum für Meidling umfunktioniert.

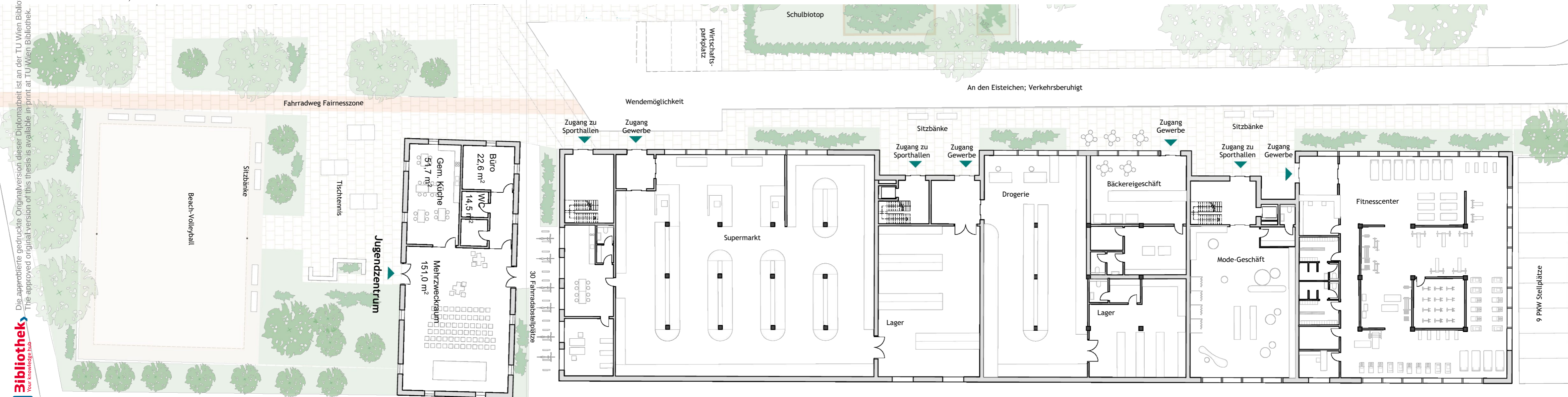
Das Gebäude strahlt Gemütlichkeit und Wärme aus – es lediglich als eine Eingangszone zu nutzen wäre schade.

Das Jugendzentrum soll, neben einem Jugendcafé und einer Gemeinschaftsküche, auch Platz für Veranstaltungen bieten. Jugendliche sollen hier Beratung bekommen, neue Menschen kennenlernen können

und mitbestimmen. Jugendarbeiter:innen unterstützen die Jugendlichen bei der Orientierung und bieten Perspektiven. Gemeinsame Aktivitäten sollen auch über die Ferien ein Gefühl des Zusammenhalts vermitteln. Der Vorplatz des Jugendzentrums lädt zum Verweilen ein. Die Tischtennistische und der Volleyballplatz werden von den Anrainer:innen, den Schüler:innen und den Besucher:innen des Jugendzentrums gleichermaßen genutzt.

Im Erdgeschoss des Bauteils 2 werden zukünftig Geschäfte ihrem Platz finden. Der geringen Dichte an Supermärkten zufolge, wäre diese Art von Gewerbe eine logische Schlussfolgerung. Da ursprünglich geplant war, den Schüttkasten als Eingang in eine zusammenhängende Gewerbezone zu bilden, ist davon auszugehen, dass eine Art Mini-Einkaufszentrum das Ziel war. Um das Erdgeschoss zu beleben, wird hingegen eine Erschließung jedes Ladens über die Straße

angedacht. Die vorgeschlagenen Grundrisse der Geschäfte, sollen zeigen, dass verschiedenste Konstellationen mit größeren Einheiten, wie ein Supermarkt oder Fitnesscenter, aber auch kleineren, wie eine Bäckerei, eine Drogerie oder ein Modegeschäft möglich sind. Eine Erschließung über die Straße schafft eine belebte Erdgeschosszone. Die Ausarbeitung dieses Bauteils wird jedoch nicht im Fokus dieser Arbeit liegen.



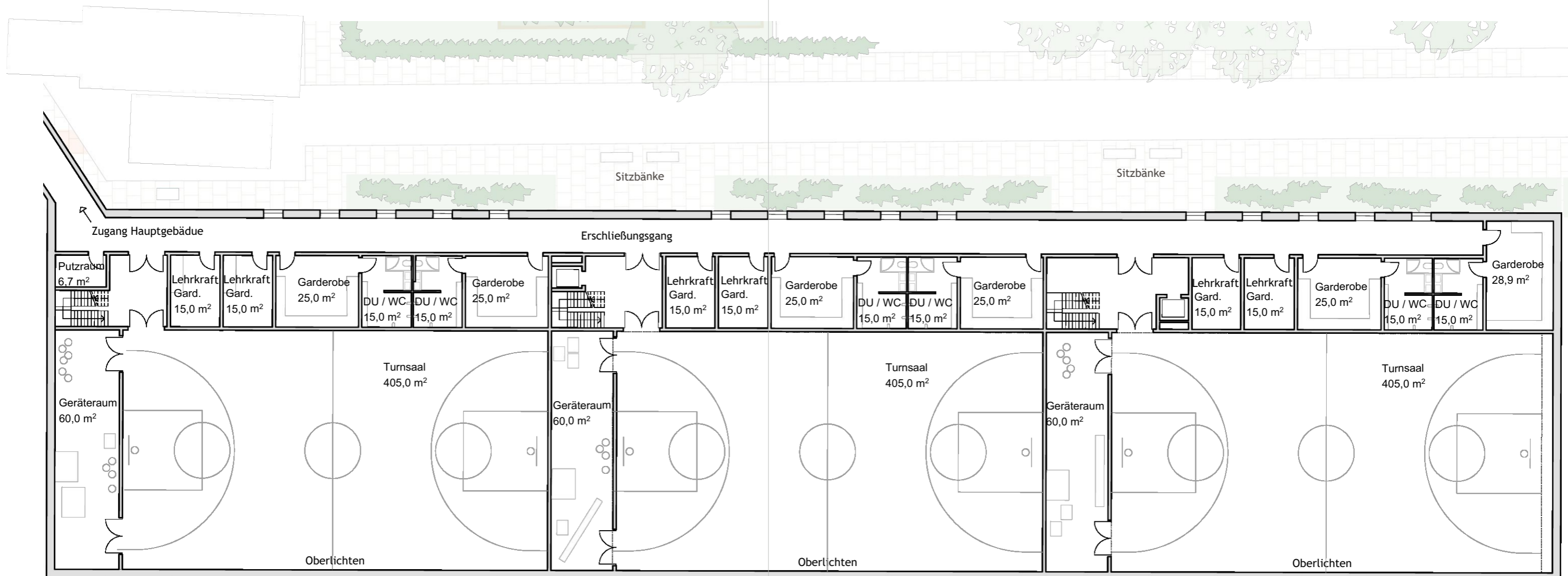
## Bauteil 2 Obergeschoss

Die drei geforderten Turnhallen können auf dem schmalen Bauplatz nur hintereinander errichtet werden. Die Gebäudeform ist somit mehr oder weniger fixiert.

An jede Turnhalle schließt ein Geräteraum an, welcher die für den Sportunterricht notwendigen Utensilien beherbergt.

Zu jeder Turnhalle gehören Umkleieräume sowie Waschräume und Umkleiden für das Lehrpersonal. Dadurch sind die Turnhallen auch separat von externen Nutzern zugänglich. Die Treppenhäuser dienen als Fluchttreppenhäuser und ermöglichen zusätzlich einen externen Zugang. Die Hallen sollen nicht nur von externen Vereinen, sondern auch von Privatpersonen angemietet werden können.

M 1:250 





## Schnitte und Ansichten

### Höhen

Die maximale Gebäudehöhe von 21 m wird mit der Attika und dem Intensiv-Gründach-Aufbau um 62 cm überschritten. Die Geschosshöhe beträgt somit 4 Meter. Die lichten Raumhöhen betragen in den Regelgeschossen 3,32 m und in den Dachgeschossen 3,02 m.

Eine Reduzierung der Geschosshöhe, um die vorgeschriebene Höhe einzuhalten, wurde nicht diskutiert, da das oberste Geschoss nicht niedriger sein darf, um das geforderte Mindestmaß von 3 m nicht zu unterschreiten. (Die Dachgeschosse sind wegen des höheren Dachaufbaus, aber der gleichbleibenden Geschosshöhe um die zusätzliche Aufbauhöhe niedriger. Bei der Geschosshöhe von 4 Metern stellt dies jedoch kein Problem dar.)

Das Erdgeschoss ist, um den Anschluss in die Turnhallen des Bauteils 2 zu gewährleisten und um eine luftige Erdgeschosszone mit großzügigen Räumlichkeiten anbieten zu können, 5 Meter hoch. Die Lichte Raumhöhe beträgt dort 4,33 m.

### Fassade

Die Fassade besteht aus einer stehenden Holzlattung aus vorvergrauter Weißtanne. Die Wahl der Weißtanne als Baumart für die Fassade wird durch ihre Robustheit gegenüber extremen Wetterbedingungen und Trockenheit im Zusammenhang mit dem Klimawandel begründet. Sie wird zusammen mit Schwarzkiefer, Douglasie und Eiche als „Klimawandelgewinner“ angesehen.<sup>117</sup>

Um eine Verfärbung der Fassade zu verhindern und somit ein möglichst homogenes Bild zu erzeugen, wird die Fassade vorvergraut. Holzfassaden verfärben sich über die Jahre durch UV-Strahlung und Wettereinflüsse von ihrem gelblich-braunen Ton zu grau. Diese natürliche Verfärbung wird von vielen Menschen als unansehnlich empfunden. Da die

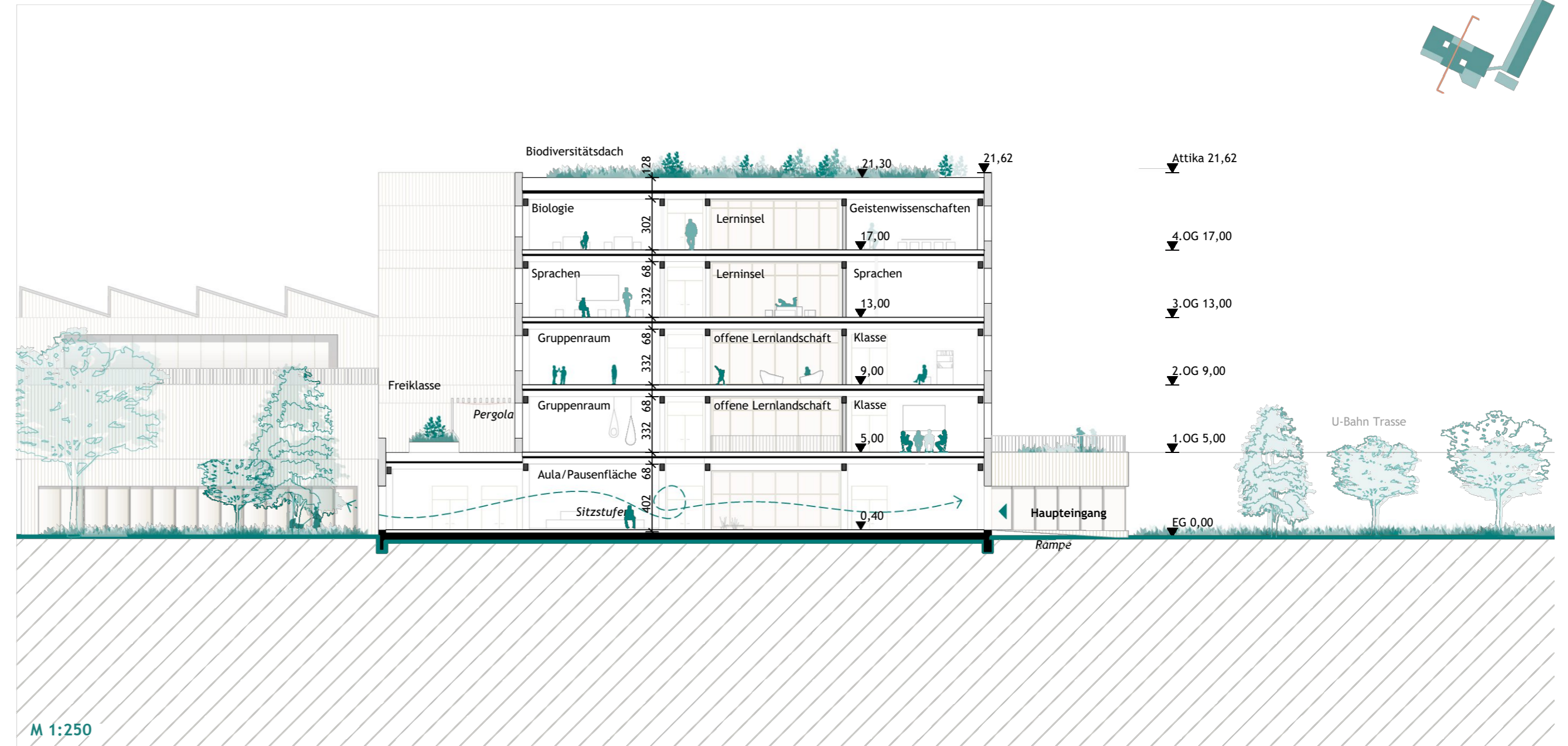
Schule als öffentliches Gebäude den Holzbau optimal repräsentieren soll und bei der Bevölkerung positiv ankommen soll, erscheint die Vorvergrauung sinnvoll.

Den Prozess der Verfärbung kann man also überspringen, indem das Holz bereits im Vorhinein der Verwitterung ausgesetzt wurde. Für drei bis sechs Monate wird das Holz Pilzkulturen ausgesetzt und im Freien gelagert. Durch Niederschläge und Sonneneinstrahlung erhält es so, ganz natürlich, seine graue Farbe.

Es bestehen auch andere Möglichkeiten das Holz vorzuvergrauen. So kann mittels Druckimprägnierung oder Vorvergrauungslasuren der Effekt auch künstlich und deutlich schneller erfolgen.<sup>118</sup>

Diese Varianten kommen allerdings wegen ihrem höheren Energieaufwandes und des Einsatzes von Chemikalien für den Entwurf nicht in Frage – mit dem Nachteil, dass die Fassade schon sehr früh in der Planung ausdetailliert werden muss, da die Lieferfristen durch den monatelangen Vergrauungsprozess mit einkalkuliert werden müssen.

## Querschnitt



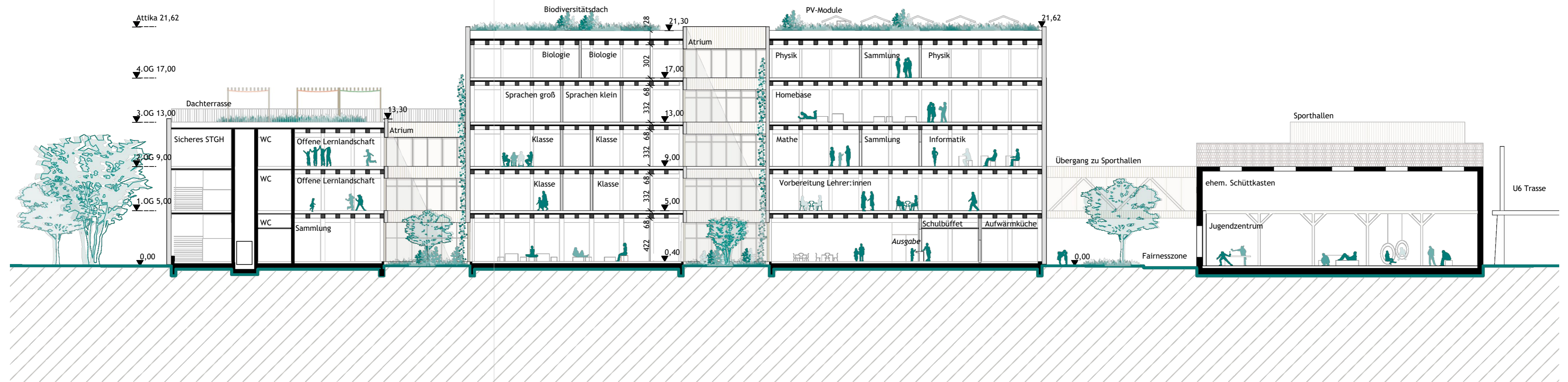
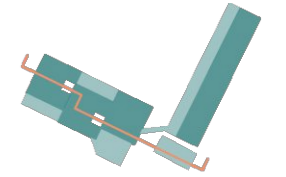
<sup>117</sup> Schüler, Silvio/Proholz Webinar: Wald Vorrat, Nutzung, CO<sub>2</sub>-Senke und Erneuerung, 2023

<sup>118</sup> Vorvergrauungssysteme für Holzfassaden im Vergleich: Lignum

## Längsschnitt

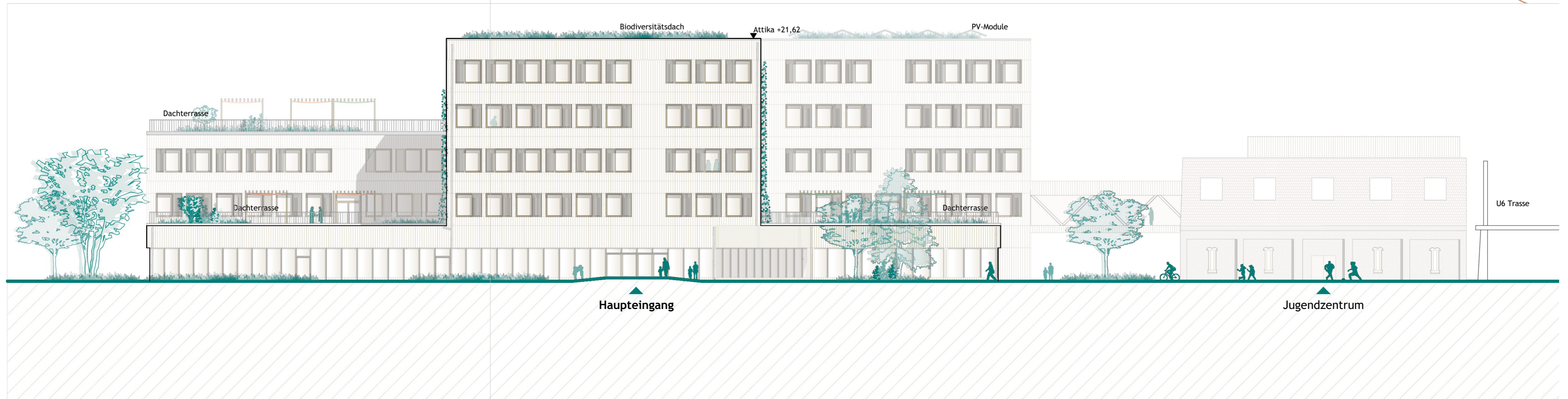
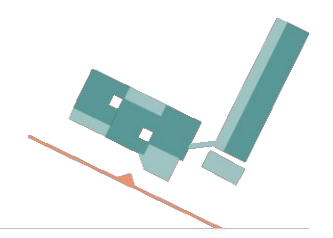
Der Längsschnitt zeigt, wie die Atrien das Gebäude von Innen belichten. Lernzonen und Inseln sind diesen immer zugeordnet.

Das Gebäude treppt nach hinten ab und bildet eine großzügige Dachterrasse. Die Dachflächen werden für eine intensive Begrünung und PV-Module verwendet. Dies wird im Freiraumplan genauer beschrieben.



M 1:250

Ansicht Süd-West



M 1:250

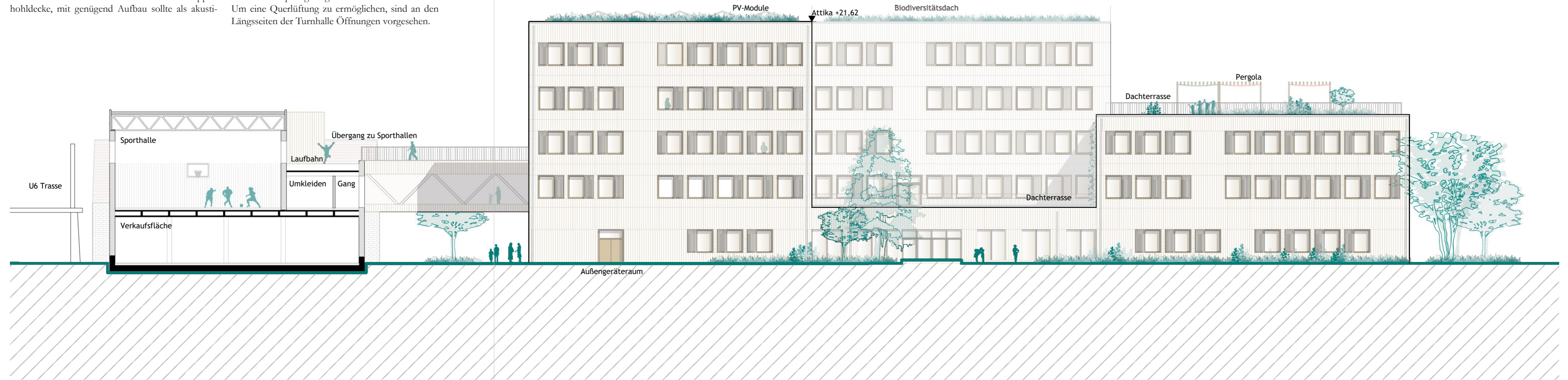
## Ansicht Nord-Ost

Die Turnhallen befinden sich direkt über der Gewerbezone. Obwohl die ursprüngliche Planung vorsah, eine Hochgarage als Pufferzone zwischen den beiden Einheiten einzufügen, wurde diese Entscheidung aus Nachhaltigkeitsgründen verworfen. Stattdessen muss nun besonderes Augenmerk auf eine akustisch hochwertige Ausführung der Decke gelegt werden. Da es sich bei der Gewerbezone jedoch um Supermarktfilialen und ähnliche Einrichtungen handelt, wird hierbei kein Problem erwartet. Eine Doppelhohldecke, mit genügend Aufbau sollte als akusti-

sche Maßnahme reichen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass sich die Diplomarbeit ausschließlich mit der detaillierten Ausarbeitung des Hauptgebäudes befasst.

Das Turnhallengebäude weist im obersten Geschoss einen Rücksprung auf, da für die Umkleiden keine doppelte Geschosshöhe erforderlich ist. Auf dem Dach der Umkleiden befinden sich die Laufbahn und die Weitsprunganlage.

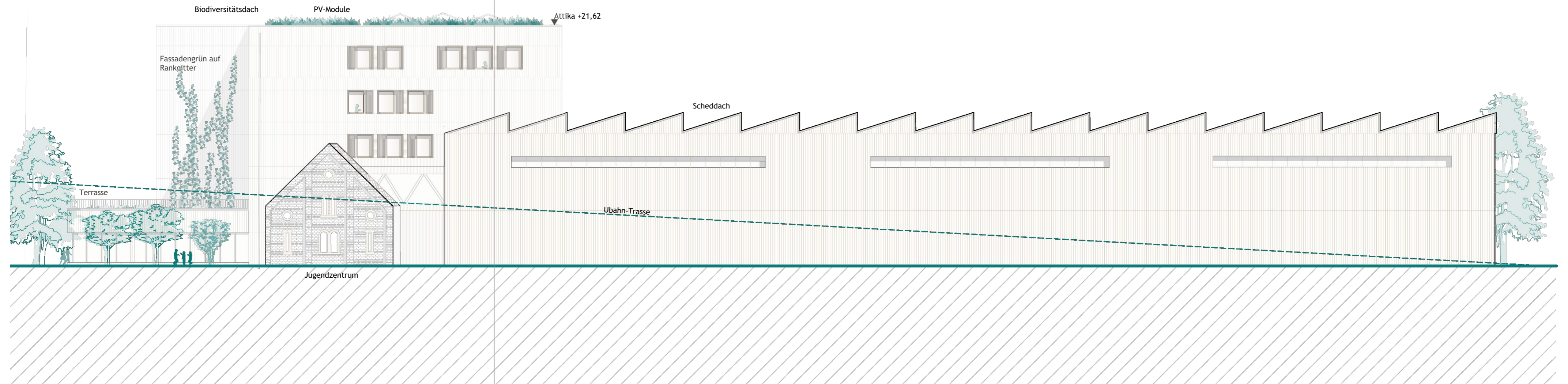
Um eine Querlüftung zu ermöglichen, sind an den Längsseiten der Turnhalle Öffnungen vorgesehen.



M 1:250

## Ansicht Süd-Ost

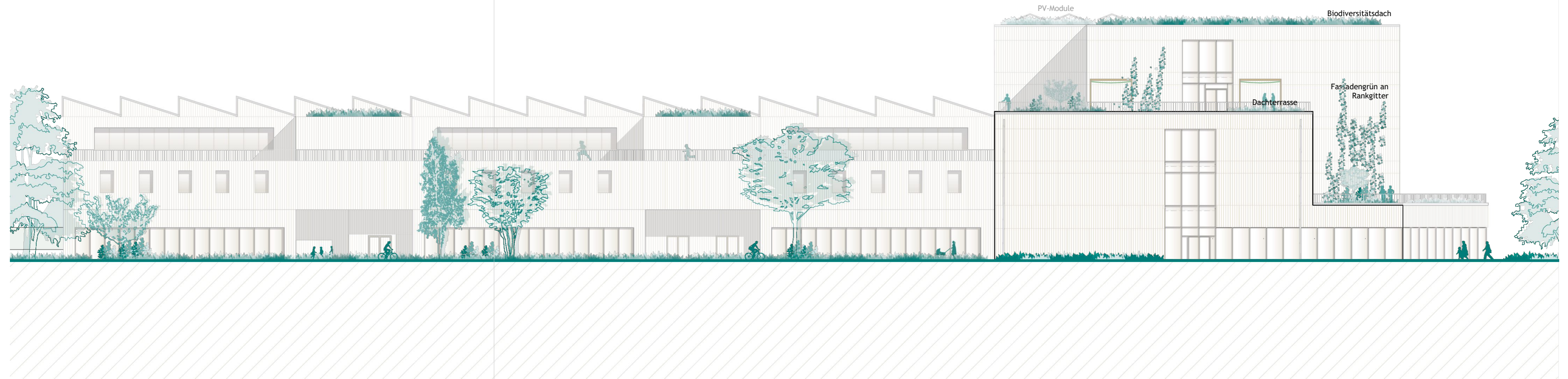
Um die Turnhallen optimal zu belichten, verfügt das Gebäude über ein nach Norden ausgerichtetes Scheddach. Somit fällt in die Turnhallen kein blendendes Licht, eine angenehme Helligkeit ist trotzdem gewährleistet.



M 1:250

## Ansicht Nord-West

Die Wohnbebauung im Nordwesten des Bauplatzes blickt auf eine spannende und abgestimmte Schul-landschaft, welche reichlich Platz für Natur- und Grünfläche bietet. Durch die Staffelung des Baukörpers wird der Schattenwurf in Richtung der Wohnbebauung minimiert.



M 1:250

## 5.3 Freiraum

### **Animal Aided Design Schulbiotop Freiraumplan**

Die Freiraumplanung basiert auf dem Animal Aided Design, welches in Folge erklärt wird. Der Fokus liegt auf eine nachhaltige Gestaltung, welche das Ökosystem unterstützt. Hierbei werden Leittierarten des Bauplatzes definiert, welche durch die Freiraumplanung gefördert werden sollen. Anschließend wird die Funktionsweise und der Mehrwert des Schulbiotopes erklärt, welches ein Lernbiotop für die Schüler:innen darstellt. Die Interventionen der Gestaltung des Freiraumes sind im Freiraumplan festgehalten.

## Animal Aided Design

Die Freiraumplanung macht sich zum Ziel, im Sinne des Animal Aided Designs (AAD) zu gestalten. Die Biodiversität in Städten ist in Zeiten des Klimawandels stark gefährdet. Freiräume für Tiere zu entwerfen, bedeutet nicht nur die Biodiversität zu stützen sondern auch Stadtfreiräume für den Menschen erlebbarer und qualitativ besser zu machen. Grüne Infrastruktur muss gestärkt werden, um Insektenarten, Pflanzenarten und Tierarten, welche in Städten natürlich vorkommen, nicht weiter zu verdrängen. Versiegelte Flächen, die komplett entwässert werden, machen es der Natur unmöglich neben uns Menschen zu koexistieren.

Neben der Notwendigkeit des Schutzes der Natur stehen im AAD ebenso die Ökosystemdienstleistungen im Vordergrund. Diese werden in vier Kategorien unterteilt: 1. Bereitstellende Leistungen von Rohstoffen und Wasser  
2. Regulierende Leistungen wie die Regulierung des Klimas oder die Reinigung der Luft und des Wassers  
3. Kulturelle Leistungen – Natur als Erholungsort und Erfüllung unserer Bedürfnisse  
4. Unterstützende Leistungen wie das Bestäuben von Blüten, Bodenbildung und Nährstoffkreisläufe<sup>119</sup>

Das AAD-Handbuch von Thomas Hauck und Wolfgang Weisser erklärt anhand von erfolgreichen Beispielen, wie das Planen mit der Natur auch in der Stadt funktioniert und wie man auf die vorkommenden Arten planerisch eingehen kann.<sup>120</sup>

Auch die Stadt Wien veröffentlicht Planungshilfen, um die Wiener Stadttiere in der Freiraumplanung zu berücksichtigen. Von Amphibien in Wien, diversen Vogelarten, bis zu Igel, Eichhörnchen, Fledermäuse und Insekten, stellt Wien Maßnahmen vor, welche leicht in die Planung einzuarbeiten sind.

Wichtig hierbei ist, den Lebenszyklus des Tieres einzuplanen – das Aufstellen von Nistkästen allein reicht nicht aus um eine Tier- oder Insektenart nach-

haltig an dem Standort anzusiedeln. So muss von der Brut und Aufzucht bis zur Überwinterung und Paarung ein Biotop für die Tiere verfügbar sein.<sup>121</sup> Viel naturbelassene Fläche, welche hauptsächlich sich selbst überlassen ist, bietet hier wichtige Räume für Artenvielfalt.

Die AAD-Planung ist eine komplexe Planung welche die Hilfe von Expert:innen des Faches erfordert. In dieser Diplomarbeit können daher nur wichtige Ansätze des AAD eingeplant werden – Eine auf den Punkt gebrachte AAD-Planung würde eine zusätzliche Diplomarbeit füllen können.

### Leitarten der Freiraumplanung

Ein wichtiger erster Schritt ist, jene Arten zu identifizieren, welche besonders am Bauplatz unterstützt werden sollen. Es soll also nicht für die zufällig im Planungsgebiet vorkommenden Arten geplant werden, sondern ein Artenleitbild erstellt werden, nach welchem geplant werden soll.<sup>122</sup>

### Zwergfledermaus

Fledermäuse orientieren sich entlang linienförmiger Strukturen – Gleise wie jene der U6 gehören somit zum Lebens- und Jagdraum der Tiere.<sup>123</sup> Ein Angebot an Insekten ist für Fledermäuse essenziell. Will man also ein Habitat erstellen, so muss das Areal ebenso attraktiv für diverse Insektenarten sein. Von April bis Oktober jagen Fledermäuse in der Dämmerung. Ihre Sommerquartiere befinden sich meist in oder an Gebäuden – Spalten in Gebäuden wie Dehnungsfugen, Wandverschalungen oder Ähnliches ab 1 cm Breite werden von ihnen bewohnt. In der Planung ist es wichtig, dass weder Tiere noch Gebäude zu Schaden kommen, weil sie sich in falsche Hohlräume einquartieren. Im Fachhandel können vorgefertigte Quartiere, welche in die Fassade integriert werden können und von außen nur als kleiner Spalt sichtbar sind er-

worben werden -aber auch einfache Konstruktionen aus Holz können als Quartiere gestaltet werden.

Die Fortpflanzung passiert in sogenannten Wochenstuben – diese lassen sich gut am Dach von Gebäuden anbringen wo die Tiere ungestört verweilen können. Im Winter halten Fledermäuse Winterschlaf in dunklen kühlen oft unterirdischen Spalten oder Baumhöhlen.<sup>124</sup>

### Braunbrustigel

Igel benötigen dichtes Unterholz welches als Ruheplatz dient. Totholzschichtungen eignen sich dafür gut. Die Ernährung des Igels besteht hauptsächlich aus Käfern, Schnecken und Würmern. Ein Insektenreicher Freiraum ist auch hier von Vorteil.

Fallobst und Beeren stehen ebenfalls auf dem Menü des Igels.

Zäune sollten stets Löcher für den Igel aufweisen, damit dieser sich frei zwischen den Biotopen bewegen kann.<sup>125</sup>

### Haussperling

Haussperlinge, welche meist „Spatz“ genannt werden, brüten in Kolonien und bevorzugt an Gebäuden. Alle Hohlräume bieten sich dafür an – daher ist es sinnvoll kontrollierte Nistplätze zur Verfügung zu stellen – diese sollen 50 cm voneinander entfernt sein. Haussperlinge sind gesellige Tiere und brüten daher auch in Kolonien. Nistkästen sind an Ost- oder Nordfassaden anzubringen, damit es den Tieren nicht zu warm wird.

Auf der Ernährungsliste stehen anfänglich Insekten, der ältere Vogel ernährt sich auch von Samen, Körnern, Früchten und Beeren.<sup>126</sup>

Zur Reinigung benötigen Haussperlinge Wasserstellen und Sandbäder, diese schützen ihr Gefieder vor Schädlingen. Ihre Nester halten sie mit ölhaltigen Kräutern, wie Rosmarin, von Schädlingen frei.

Schutz und Ruhe finden die Vögel in dichten Hecken.<sup>127</sup>

### Wiener Nachtpfauenaug und Schmetterlinge

Tagfalter benötigen sonnige Plätze auf zum Beispiel Steinmauern, um sich aufzuheizen. Blühende Wiesen und Kräuter gehören zu den Hauptnahrungsplätzen der Insekten. Für die Raupen sind Futterpflanzen essenziell. Die Brennnessel dient mindestens 13 verschiedenen Wiener Arten als Futterquelle und ist daher unbedingt anzupflanzen und zu pflegen.<sup>128</sup>

Das Wiener Nachtpfauenaug ist, mit einer Spannweite bis zu 16 cm, der größte Schmetterling in Mitteleuropa. Der Name kommt daher, dass der erstbeschriebene Falter in Wien gesichtet wurde.<sup>129</sup> Er ist streng geschützt und sehr selten.

Die Raupen ernähren sich von Obst und Nussbäumen. Um die Raupen von jagenden Vögeln zu schützen, sollte um den Stammfuß des Baumes ein Krautsaum gepflanzt werden.

Um den Falter und auch andere Insekten nicht zu verwirren, sollte die Nachtbeleuchtung so gering wie möglich und in einem warmen gelben oder orangenen Ton ausgeführt werden.<sup>130</sup>

### Rotkehlchen

Das Rotkehlchen zählt zu den Bodenbrütern, was bedeutet, dass es sein Nest am Boden bauen. Dafür benötigt es eine ausreichend geschützte Brutstätte, die mit dichten Hecken und kleinen Zäunen vor Raubtieren wie Katzen sicher ist.

Bodenbrutstätten können aber auch auf dem Gründach eines Gebäudes angebracht werden.

Rotkehlchen benötigen außerdem Badestätten, die sie leicht von sichererem Gebüsch aus erreichen können.

Rotkehlchen jagen auf Wiesen, unter immergrünen Sträuchern. Insekten und Wirbellose, aber ebenso Beeren stehen auf dem Menü.<sup>131</sup> Geschützte Nährstofflager (siehe Plan) bieten einen sicheren Jagdort. Die richtige Bepflanzung ernährt mehrere Tierarten.

119 Ökosystemleistungen: Umweltdachverband.at

120 Hauck, Thomas E./Wolfgang W. Weisser: Animal-aided Design, Online Publikation, 2015

121 E. Hauck, Thomas, et al: Urbane Tier-Räume, 2017, S.74

122 Ebd., S.28

123 Naturschutzziele Meidling: Wien.gv, 2007

124 Wiener Umweltschutzabteilung – MA 22: Tiere an Gebäuden Architektur und Bauen: Spaltenbewohnende Fledermäuse

125 Igel: Wien.gv.at

126 Umweltschutz Wien Broschüre – MA 22: Haussperlinge: Gesellig in der Stadt

127 Hauck, Thomas E./Wolfgang W. Weisser: Animal-aided Design, Online Publikation, 2015, S.66

128 Wiener Umweltschutzabteilung – MA 22: Schmetterlinge in Wien – Ein Leitfad

129 Wikipedia: Wiener Nachtpfauenaug

130 Wiener Umweltschutzabteilung – MA 22: Das Wiener Nachtpfauenaug – ein seltener Gartenbewohner

131 Hauck, Thomas E./Wolfgang W. Weisser: Animal-aided Design, Online Publikation, 2015, S.36



### Mauersegler

Mauersegler sind Zugvögel und leben fast ausschließlich in der Luft, auch zum Schlafen. Nur zum Brüten müssen die Vögel landen. Zwischen Mai und August sind Mauersegler überall in Wien zu hören. Nistkästen sind dafür in über 5 Meter Höhe mit exponiertem Einflugloch anzubringen.<sup>132</sup>

### Weitere Aspekte

#### Retention

Multifunktionale Retentionsräume spielen bei Starkwetterereignissen eine wichtige Rolle. In gezielten Bereichen kann das Wasser gesammelt und gespeichert werden. Dachflächen von Gebäuden eignen sich hierfür sehr gut. Doch auch im Straßensbereich ist Retention sehr wichtig: Das Schwammstadt-Prinzip sammelt Wasser unterirdisch und gibt es langsam an die Bäume und Bepflanzung ab. So kann der Baum auch während Trockenperioden überleben.

Nachdem der Straßenzug „An den Eisteichen“ verändert wird, bietet es sich an, dieses Prinzip anzuwenden. Dafür wird der Untergrund mit Kies gefüllt, welcher das Wasser zurückhält. Der Wurzelraum der Bäume kann so auch unter Fahrbahnen oder Gehwegen erweitert werden. Dies fördert den natürlichen Wasserkreislauf und die Entwicklung der Bäume in Straßensbereichen.<sup>133</sup>

#### Photovoltaik- Gründach

Die Photovoltaikanlagen auf dem Dach werden mit einem Gründach verbunden. Grünflächen unter und um PV-Module bieten einen wichtigen Ersatzlebensraum für viele Insekten und Tierarten.

Die Dachbegrünung kühlt nicht nur das Gebäude, sondern auch die PV-Module, was deren Leistung steigert. Umgekehrt werfen die Module wichtige Schatten und somit Rückzugsorte für Vögel und In-

sekten im Sommer.

Durch eine Modellierung des Substrates entstehen verschiedene Bereiche verschiedener Feuchte- und Schattensituationen, wo sich Insekten vermehren können. Als Saat wird empfohlen artenreiche Magerwiesen, welche in der Umgebung vorkommen, anzupflanzen.<sup>134</sup>

Gründächer sind im Holzbau umstritten, da die Rücktrocknung der Konstruktion durch so einen Aufbau erschwert wird. Um dies zu verhindern ist eine Trennung der Trag- und Dämmebene wichtig (Im Gegensatz zu einer Zwischensparrendämmung)<sup>135</sup>. Da es sich bei der Dachkonstruktion jedoch um eine Verbundkonstruktion handelt, stellt das Gründach kein Problem dar.

### Schulbiotop

Um den Schüler:innen einen verantwortungsvollen

132 Wiener Umweltschutzabteilung Broschüre- MA 22: Tiere an Gebäuden Architektur und Bauen : Mauersegler

133 Schwammstadt-Prinzip für klimafitte Stadtbäume, Wien.gv.at

134 Energieinstitut Vorarlberg: Ratgeber Gründach mit Photovoltaik kombinieren, 2022, S.6

135 Infoholz.at: Ausführung Gründach – Holzbauweise

## Schulbiotop

Umgang mit der Natur nahezulegen, entsteht neben dem Spielfeld das Schulbiotop. Da das Spielfeld bereits auf das Nachbargrundstück ausgelagert werden musste und somit dessen Naturfläche eingeschränkt wird, stellt das Biotop eine Kompensationsmaßnahme dar. Die bestehende Wiese bleibt jedoch trotz des Spielfelds erhalten, da es sich um einen Rasensportplatz handelt, der möglichst naturnah gehalten werden soll.

Im Schulbiotop sollen Tier- und Insektenarten besonders geschützt Platz finden. Schüler:innen übernehmen Verantwortung in dem das Projekt im Aufbau und in der Pflege dieser Fläche gemeinschaftlich bewältigt wird.

Um den Schutz der Tiere und der Pflanzen zu bewahren, darf das Biotop nur mit einer Lehrkraft betreten werden. Gerade für den Biologie-Unterricht wird das Schulbiotop ein wichtiger Bestandteil des abwechslungsreichen Lehrens.

Das Biotop verfügt über eine artenreiche Bepflanzung, welche die Leittierarten unterstützt. So finden sich hier zum Beispiel Felsenbirnen, Kornelkirsche und Zieräpfel – kleine buschige und fruchttragende Sträucher, welche als Nährstofflager für Igel und Vögel dienen. Diese sind durch eine dicke Krautschicht vor jagenden Tieren geschützt und bieten so zum Beispiel dem Rotkehlchen einen sicheren Nahrungs-ort.

Ebenso natürlich abgeschirmt, diesmal durch dornige, immergrüne Sträucher wie die Hundsrose oder Weißdorn, ist die Brutstätte – ein abgetrennter Ort im Biotop, welcher zusätzlich durch einen kleinen Zaun vor Eindringlingen geschützt ist. Hier können Schüler:innen dem Rotkehlchen und anderen Bodenbrütern beim Nisten zusehen.

In der Mitte des Schulbiotops ist ein kleiner Teich

angelegt. Dieser ist mit einer dimmen gelben Beleuchtung ausgestattet um nachtaktive Insekten, wie Mücken, als Futter für Fledermäuse anzulocken. Außerdem bietet der Teich eine Bade- und Trinkstelle für alle im Quartier vorkommenden Tierarten. Im Biologieunterricht können aus dem Teich Wasserproben entnommen und untersucht werden.

Eine Futterstelle, welche durch die Schüler:innen vor allem im Winter regelmäßig gefüllt wird, dient dem Überleben von Vogelarten, welche keine Zugvögel sind, in den kalten Monaten. Während die vorherrschende Vegetation im Sommer genügt, muss im Winter nachgeholfen werden – Sonst siedeln sich die Tiere nicht an diesem Standort an.

Die Schüler:innen können beobachten, aktiv teilhaben und entspannen.

Im Gemeinschaftsgarten des Schulhofes können die Schüler:innen, neben der Pflege und Instandhaltung des Biotops, auch das Pflanzen und Großziehen von Nutzpflanzen erlernen. Hiervor profitieren Schüler:innen, sowohl als auch Nachbar:innen.

Das Gebäude ist als Holzskelettbau mit 2 D Elementen als Decke und Fassade konzipiert.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



## 5.4 Fazit Entwurf

### Erreichung der Entwurfsziele

#### Ziele der Diplomarbeiten im Entwurf

- Zeitgemäßes Schulgebäude
- Mögliche Anpassung des Gebäudes An zukünftige Änderungen im Schulsystem und verschiedene Schulszenarien (z.B. offenes Schulhaus)
- Nachhaltige Nutzung des Gebäudes, kein künstlich generierter Leerstand
- Miteinbezug der Umgebung, Sozialer Beitrag
- Erweiterbarkeit und Rückbaubarkeit

Die Zielsetzung der Diplomarbeit wurde im Entwurf erfolgreich umgesetzt. Die Flexibilität des Gebäudes wurde durch verschiedene Grundriss-Szenarien sowohl auf Cluster- als auch auf Fachbereichsebene demonstriert. Die gewählte Skelettkonstruktion, die im folgenden Kapitel detailliert erläutert wird, ermöglicht eine Vielzahl von Grundrisskonfigurationen innerhalb des Stützenrasters. Dadurch ist das Schulgebäude gut gerüstet, um auf zukünftige Änderungen im Raumprogramm und in der Art des Unterrichtens und Lernens reagieren zu können.

Auch die Möblierung, die eine Vielzahl von Konfigurationen ermöglicht, trägt zur Flexibilität des Schulalltags bei.

Leerstände, die durch nicht belegte Schulräume oder in den Schulferien entstehen, werden minimiert, in-

dem die Räumlichkeiten auch von Anwohner:innen genutzt werden können. Unnötige Flächen wie die Zentralgarderobe wurden durch Garderobenmöbel in den Klassen ersetzt, um mehr Platz für gemeinschaftlich nutzbare Bereiche zu schaffen.

Die Positionierung der verschiedenen Nutzungseinheiten wurden so gewählt, das möglichst viele Personen, sowohl schulintern als auch -extern, von den Räumlichkeiten profitieren können.

Das Ziel, das Gebäude in seiner Nutzung nachhaltig zu gestalten wurden somit erreicht.

Die Erweiterbarkeit des Gebäudes sowie die Funktionsfähigkeit jedes einzelnen Gebäudeabschnitts und die Möglichkeit einer Umnutzung wurden erfolgreich nachgewiesen. Die Rückbaubarkeit und Zirkularität der verwendeten Baustoffe und Materialien werden in den folgenden Kapiteln umfassend erläutert.

# Konstruktion

# 06

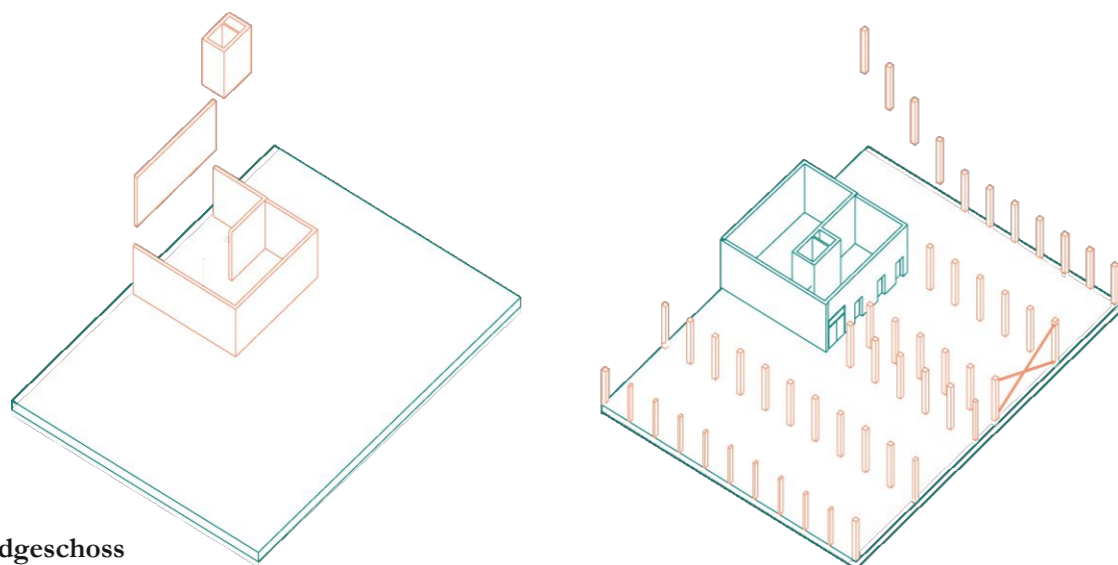
## 6. Konstruktion

### **Montage Raster Fertigteile**

Im Folgenden wird der Montageablauf des Gebäudes, sowie die Bauetappen, in welchen das Gebäude errichtet wird beschrieben. Jede Bauetappe hat zum Ziel, den Holzbau so schnell wie möglich vor Wettereinflüssen zu schützen und den Dachabschluss jedes Abschnittes fertigzustellen.

Der Entwurf basiert auf einem Raster, welcher den Entwurf in seinem Äußeren beeinflusst hat. Effiziente Spannweiten ermöglichen einen nachhaltigen und sinnvollen Entwurf. Anhand des Rasters wurden Fertigteile konzipiert, die ebenfalls in den folgenden Seiten im Detail beschrieben werden. Im Vordergrund der Fertigteilentwicklung steht eine einfache Demontage und eine gute Kreislauffähigkeit der Elemente.

## Montage



Erdgeschoss

Das Fundament bildet eine Betonplatte, welche 20 cm über der Geländeoberkante abschließt. Dies gewährleistet den Feuchteschutz der Holzkonstruktion im Sockelbereich. Um die Barrierefreiheit nicht einzuschränken, werden Rampen bei den Zugängen angebracht. (Siehe Grundriss und Details)

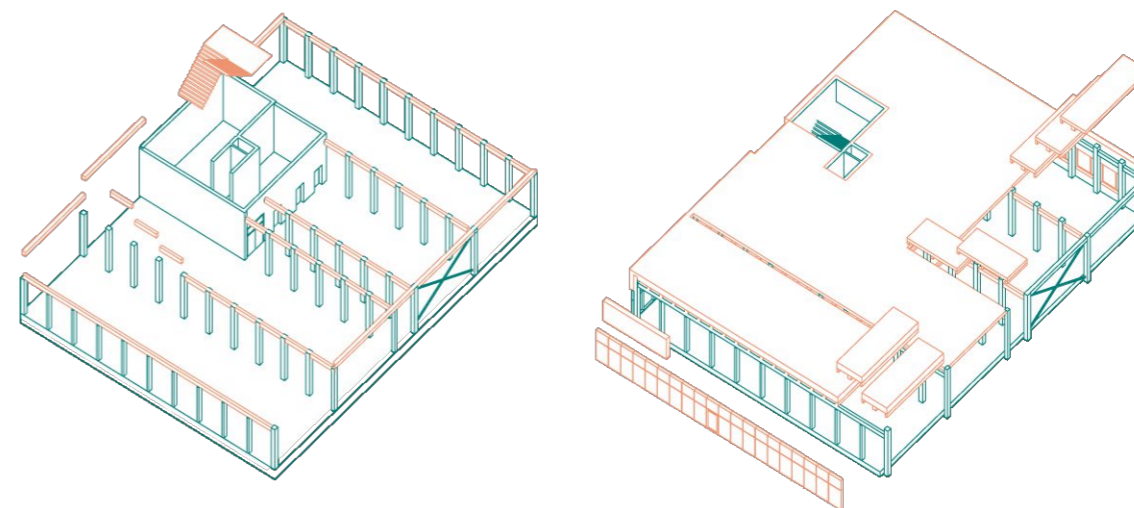
Als Alternative zum Holzschutz im Sockelbereich hätte eine 30 cm hohe Bodenplattenaufkantung betoniert werden können, die unempfindlich gegen Spritzwasser ist. Jedoch müssten dann die Wandfertigteile im Erdgeschoss andere sein, da die Türen durch die Aussparung im Beton nicht bereits im Modul eingebaut werden können, sondern nachträglich versetzt werden müssten. Außerdem würde der Betonsockel eine Wärmebrücke darstellen. Der Vorteil wäre allerdings die barrierefreie Erschließung

des Gebäudes ohne notwendige Rampen. Um den Sockel jedoch so einfach wie möglich zu halten und somit auch kostengünstiger zu gestalten, wird mit einer Anhebung der Fundamentplatte geplant.

Die aussteifenden Elemente (der Kern) werden aus Massivholzwänden hergestellt. Da diese auch das Fluchtstiegenhaus bilden werden sie mit Leimbauplatten beplankt, um den Brandschutzanforderungen zu genügen.

Der Lift wird aus demontierbaren Fertigteilen hergestellt und geschossweise mit den restlichen Bauteilen versetzt.

Gegenüber dem Kern befindet sich das Atrium. Dies ist in den oberen Geschossen auf einer Seite



geschlossen, um die Steifigkeit des Gebäudes zu garantieren. Im Erdgeschoss wird die Belichtung des Atriums allerdings auf allen Seiten benötigt, daher ist die auszusteifende Seite mit Stahlseilen ausgekreuzt.

Die Stützen sind mit einem Achsmaß von 2,70 m in eine Richtung und alterierenden Abständen in die andere aufgestellt. Befestigt werden sie mit Winkeln. Schrägschrauben werden im gesamten Projekt vermieden, da diese beim Rückbau schwer zu finden sind und ihn somit erschweren würden.<sup>136</sup>

In weiterer Folge werden die Balken angebracht, die später die Deckenelemente tragen. Die Treppe wird als Fertigteil in den Kern eingehoben. Aus Brandschutz-Gründen darf die Treppe

nicht brennbar sein und wird somit aus Stahlbetonfertigteilen hergestellt.

Die Deckenpaneele sind Holzbeton Verbundpaneele.

Die Betonplatte wird von Leimbändern getragen, welche bereits an die Betonplatte verbunden an die Baustelle geliefert werden.

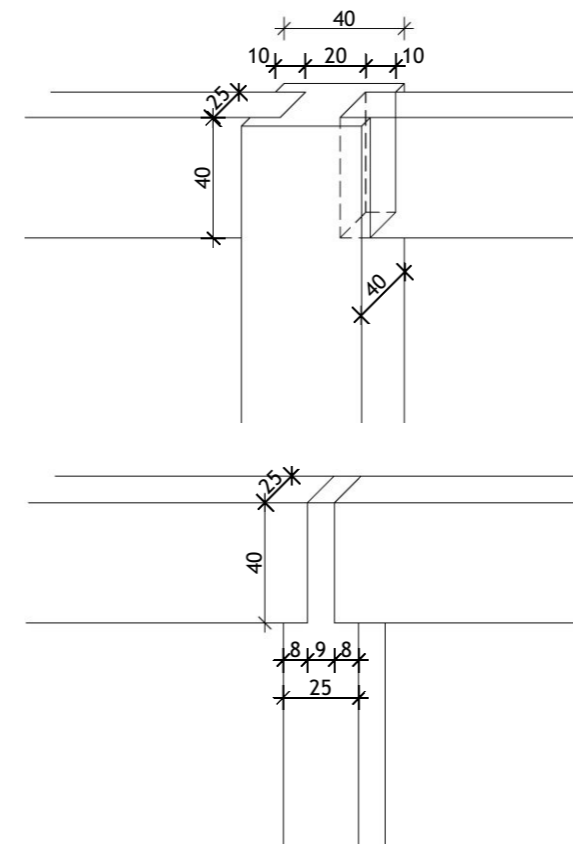
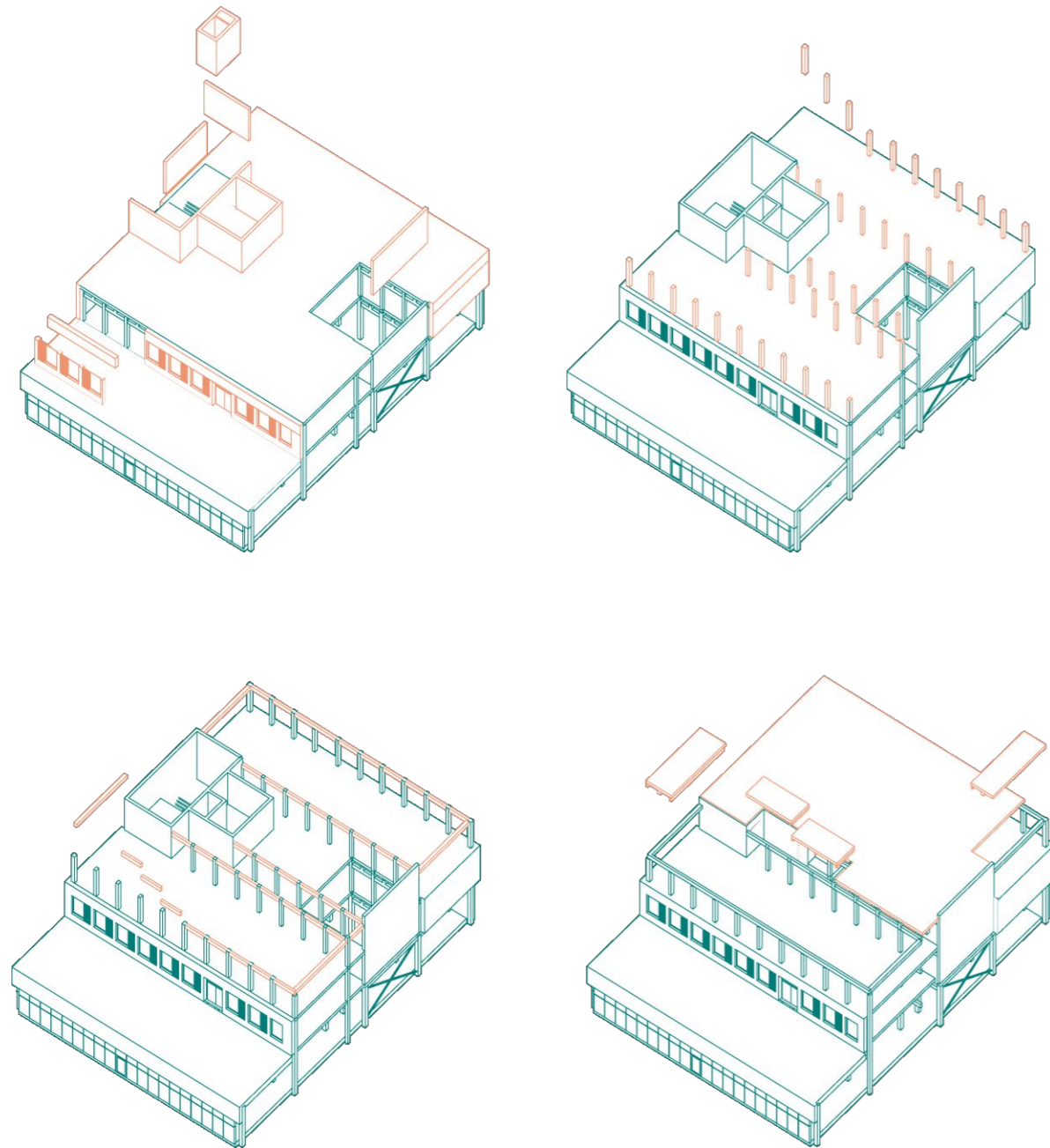
Die Fassade ist losgelöst von der Tragkonstruktion, um eine maximale Flexibilität des Baukörpers zu erzielen.

Im Erdgeschoss ist eine Pfosten-Riegel Konstruktion an der Haupteingangs-Seite vorgesehen.

Die Stützen sind auf Abbrand dimensioniert, da sie

<sup>136</sup> Rinnhofer, Matthias/ProHolz: Wände und Decken im Holzbau Überblick, Systeme und Einsatzbereiche, 2023

## Montage weitere Geschosse



auf Sicht bleiben sollen. Nach oben hin, mit verringerter Last, werden die Stützen im Querschnitt kleiner. Die Vordimensionierung wurde mit GL24 C Stützen angenommen. Im Erdgeschoss wird im Entwurf von 40/40 cm Stützen ausgegangen, in dem obersten Geschoss von 25/25. Lediglich im Randbereich bleibt die Tiefe von 40 cm erhalten um ein gleichmäßiges Befestigen der Fassadenpaneele sicherzustellen. Die Randstütze im obersten Geschoss weist somit einen Querschnitt von 25/40 cm auf. Die Tiefe der Stützen kann in den Klassen mit Sitzbänken oder Regalen ausgefüllt und demnach sinnvoll genutzt werden.

Die Träger müssen jeweils nur das Gewicht der

Deckenpaneele tragen, und sind deswegen in jedem Geschoss gleich, da sich die Belastung nicht ändert. Sie wurden mit einem Querschnitt von 25/40 cm angenommen.

Um einen leichten Auf- und Rückbau zu ermöglichen, werden die Balken auf die Stützen aufgelegt. Im Erdgeschoss kann der Balken in die Stütze gesteckt werden. In den oberen Geschossen wird dieser nur mehr auf die Ausfräsung in der Stütze gelegt und verschraubt.

Um Querpressung auf den Balken durch die darüberliegende Stütze zu vermeiden, wird das Auflager für den Balken ausgefräst. Die Stütze übernimmt folglich die vertikalen Lasten und der Balken wird nicht gepresst.

### Modulwahl

Die Entscheidung modular und rückbaubar zu bauen, muss früh im Entwurf getroffen werden, da sie maßgebend für die Gestalt des Gebäudes ist. Der Entwurf ist geprägt von einer sich wiederholenden Abfolge von Klassenzimmern und bietet sich daher optimal als Modulbau an.

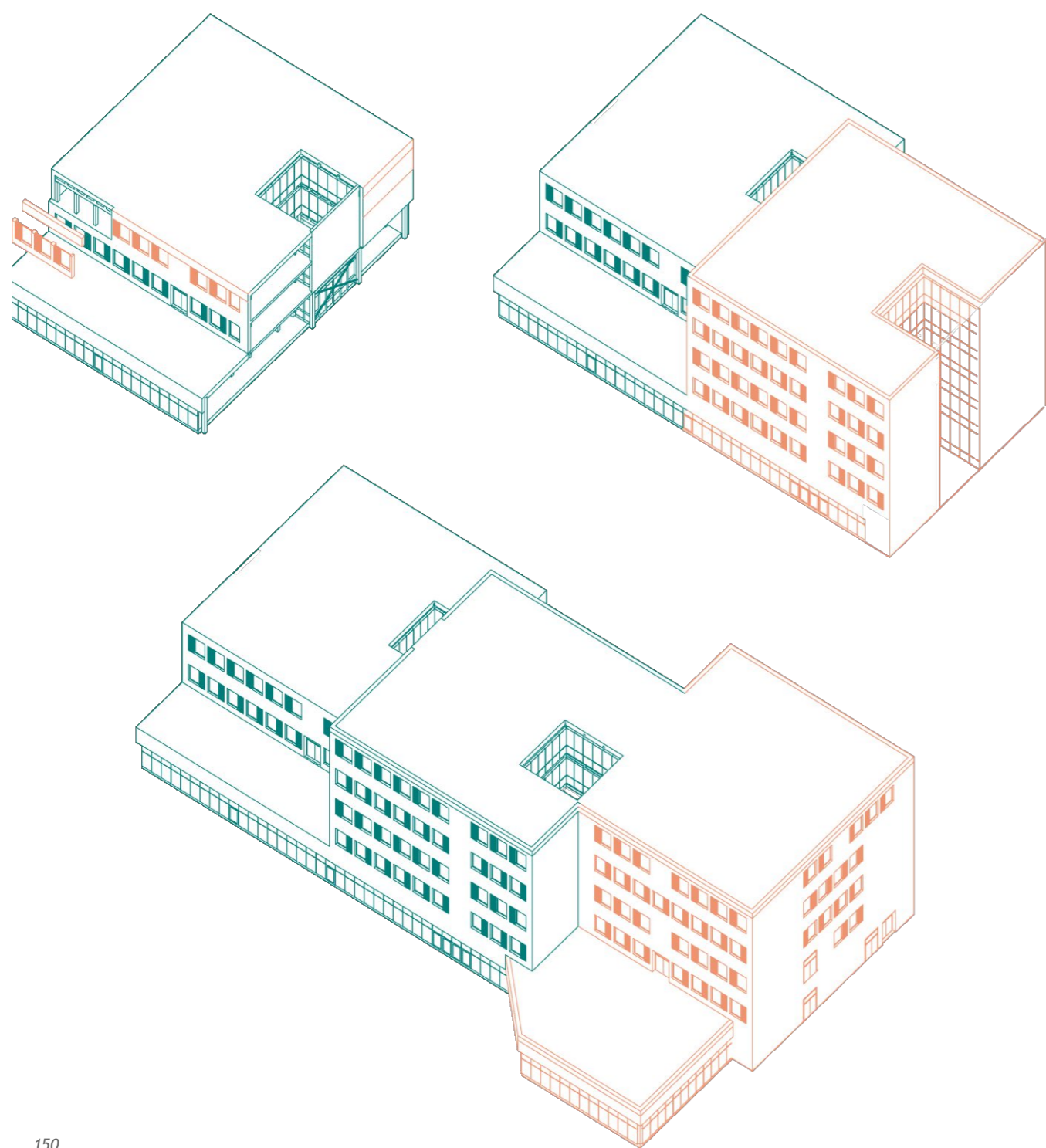
Wie auch die Schulen Frankfurt, wäre hier, wegen des regelmäßigen Grundrisses eine 3D Modulbauweise durchaus sinnvoll gewesen. Jedoch wäre damit die Flexibilität der Konstruktion verloren gegangen und eine Umnutzung kaum möglich. Außerdem ist der Materialverbrauch eines Skelettbaus geringer als jener eines 3D Modulbaus.

Ein weiteres Argument gegen den 3D Modulbau ist die begrenzte Raumhöhe. Da bei dem Entwurf eine möglichst allseitig nutzbare Geschosshöhe von 4 Metern angestrebt wurde, hätten die 3D Module, welche von Decke bis Decke vorgefertigt werden, eine Sondergröße haben müssen. Dies würde den Transport verkomplizieren.

Die Bauabschnitte werden nacheinander fertiggestellt, damit das Dach des jeweiligen Abschnittes so



## Baustappen



schnell wie möglich abgedichtet werden kann. Die Entscheidung mit dem hinteren Abschnitt anzufangen, ist damit begründet, die Baustelle so schnell wie möglich von den benachbarten Wohnhäusern zu entfernen.

Da alle Bauteile vorgefertigt an die Baustelle geliefert werden, und kein Keller gebaut wird, ist die Baustelle vergleichsweise schnell und leise.

## Dachform

Das Dach wird als Flachdach ausgeführt. Dies hat mehrere Gründe, ist allerdings, was die Nachhaltigkeit des Gebäudes angeht, sicherlich nicht die beste Variante. Gebäudeabdichtungen sind Folien oder Dichtungsbahnen, welche nicht oder schwer in den Stoffkreislauf rückgeführt werden können. Zum einen sind sie verklebt und zum anderen sind sie Erdöl basiert. Bitumenbahnen lassen sich zwar sortenrein recyceln, jedoch haben sie einen sehr hohen Heizwert und werden deshalb großteils thermisch verwertet.<sup>137</sup> Kunststoffbahnen sind grundsätzlich auch recycelbar, dies kommt jedoch auf die Wertigkeit des Kunststoffgemisches an. Elastomer-Bahnen mit synthetischem Kautschuk gelten dafür als besonders langlebig, die Ausführung der Nähte der Bahnen sind allerdings mit besonderer Sorgfalt auszuführen,<sup>138</sup> denn im Gegensatz zu bituminösen Bahnen werden nicht mehrere Schichten miteinander verschmolzen um eine Dichtheit zu erreichen, sondern der Querschnitt der Kunststoffbahn an sich bildet die dichte Ebene. Die Naht stellt somit eine Schwachstelle dar.

Eine erdölfreie Variante zum Flachdach ist das Schrägdach. Vor allem ein mit Dachziegeln gedecktes Dach stellt eine sehr nachhaltige Variante dar, wurde jedoch aus gestalterischen Gründen nicht als Dachform gewählt. Die städtebaulich beste Lösung für die Größe der Dachfläche wäre ein Scheddach gewesen – Das Dach hätte so in vorgefertigten Ele-

menten an die Baustelle geliefert werden können. Für eine Ziegeldeckung hätte das Dach jedoch eine recht steile Steigung aufweisen müssen. Die meisten Ziegel benötigen mindestens zwischen 15°- 30°. Eine Blechabdeckung ist bereits ab 5° möglich, dies wird jedoch innenseitig mit einer Kunststoffbahn kaschiert, um den Feuchteschutz gegen Tauwasser zu garantieren.<sup>139</sup> Geklebte Verbindungen sind schwer lösbar und der Vorteil des Kunststoff-freien Schrägdaches geht verloren.

Die Entwässerung eines Scheddaches ist außerdem recht komplex und Wartungsintensiv.<sup>140</sup>

Die Hohlräume, die durch ein Schrägdach entstehen würden und im Regelfall als Belichtungsfläche herangezogen werden, würden aber in diesem Entwurf, wegen der abgehängten Heiz-Kühl-Decke (Später mehr dazu) keinen Zweck erfüllen.

Dazu kommt, dass in dichten und versiegelten Stadtgebieten jegliche Fläche genutzt werden sollte, um die Hitzeinseln in der Stadt zu verringern. Die durch das Gebäude versiegelte Fläche wird zumindest teilweise durch ein Gründach kompensiert. Daher der Entschluss zum Flachdach.

Die Turnhallen würden allerdings von der indirekte Belichtung des Scheddaches profitieren, weshalb diese auch mit einer solchen Dachform geplant wurden. Mit steilen und recht großen Sheds, wird das Dach des Bauteil 2 als Ziegeldach ausgeführt.

Das Raster (siehe vorherige Seite) richtet sich nach dem am meisten benötigten Raum in einer Schule:

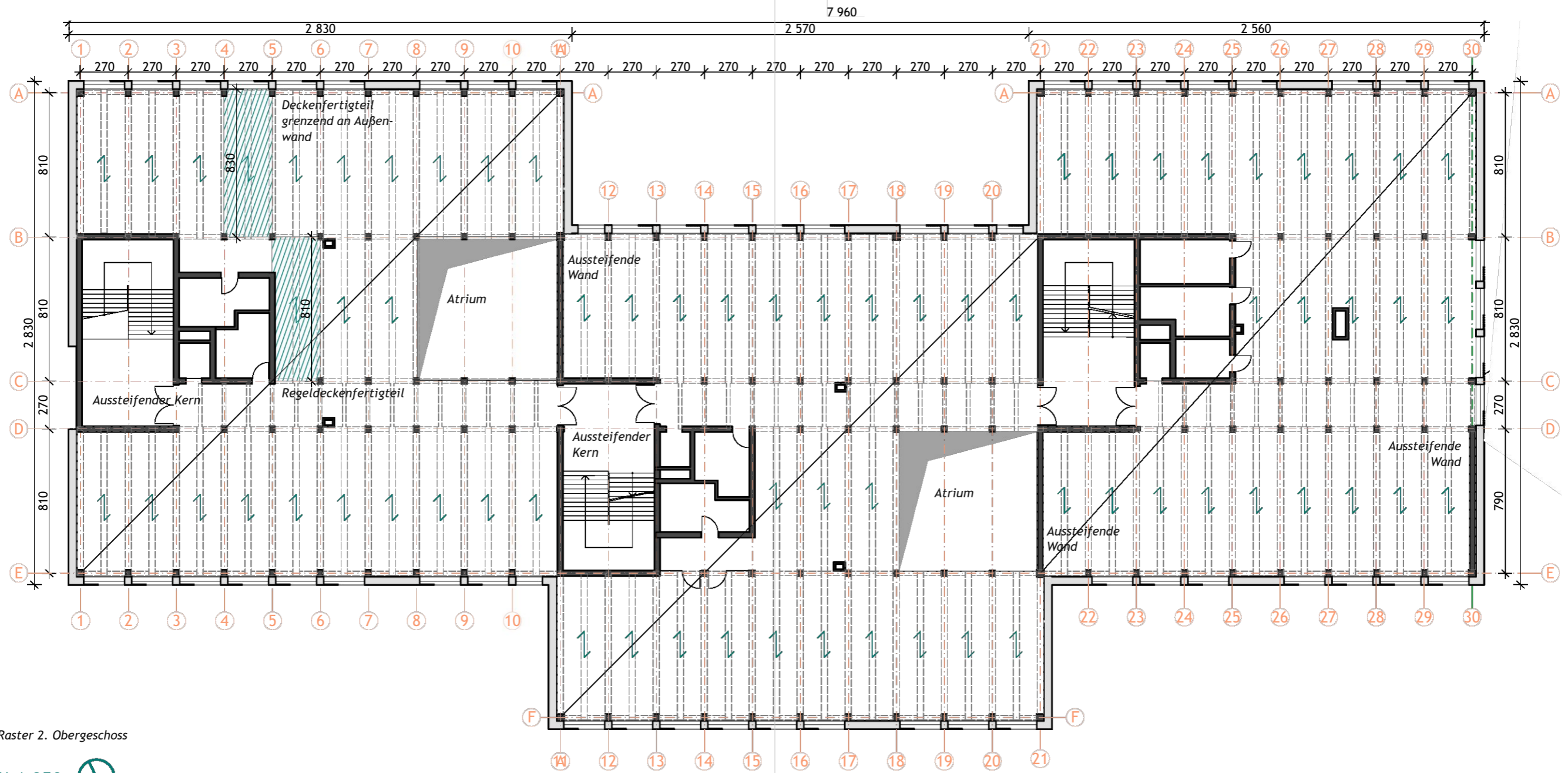
<sup>137</sup> Hillebrandt, et al. Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource : 2021 , S.62

<sup>138</sup> Arten und Eigenschaften von Kunststoffbahnen | Flachdach | Kunststoffbahnen: Baunetzwissen.de

<sup>139</sup> Borsch-Laarks, Robert/Martin Mohrmann: Feuchteschutz beim Blechdach: holzbauphysik.de, 2014

<sup>140</sup> Sheddach – Viel Licht und Robustheit: Dachdecker.de

# Das Raster



Raster 2. Obergeschoss

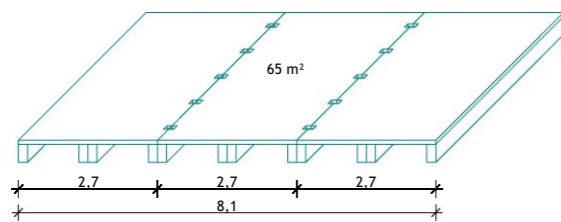
M 1:250



## Die Fertigteile

### Das Raster

dem Klassenraum. Ein Deckenmodul entspricht der Tiefe des Klassenraumes. 3 Module zusammen ergeben 65 m<sup>2</sup>.



#### 3 Fertigteile bilden eine Klasse

Hierbei ist das Längsraster 8,10 m lang, mit Unterbrechung des 2,70 m breiten Mittelgangrasters. Das Querraster entspricht mit 2,70 m der Modulbreite. Die Deckenmodule, welche an die Außenwand grenzen, sind mit 8,30 m um die halbe Stützentiefe länger als die mittleren Paneele (statt 8,10 m). Dies hat den Grund, dass sich das Raster auf die Stützenachse bezieht. Im Randbereichen würde ein Spalt zwischen Außenwand und Deckenpaneel entstehen, wenn alle Deckenteile gleich lang wären. Dies zeigt, wie sorgfältig bei der Vorfertigung geplant werden muss: Ursprünglich ausgehend von überall 8,10 m langen Paneelen, ergab sich in der Detailplanung das Problem des Spaltes. Als Option konnte entweder das Raster um die halbe Stützentiefe in den äußeren Bereichen auf 7,9 m verringert werden, um überall die gleichen Paneele anzuwenden, oder die Paneele um 20 cm verlängert werden. Die erste Option konnte nicht umgesetzt werden, da dies einen Verlust an Nutzfläche bedeutet hätte.

Die Lehre daraus: Das Tragwerksraster gleicht nicht automatisch dem Fertigteilraster.

Genutzt wird eine Abwandlung des Ecoboost Suprafloors, welcher von der Firma Erne angeboten wird.<sup>141</sup> Es handelt sich um eine Holzbeton Verbund-

### Die Deckenfertigteile

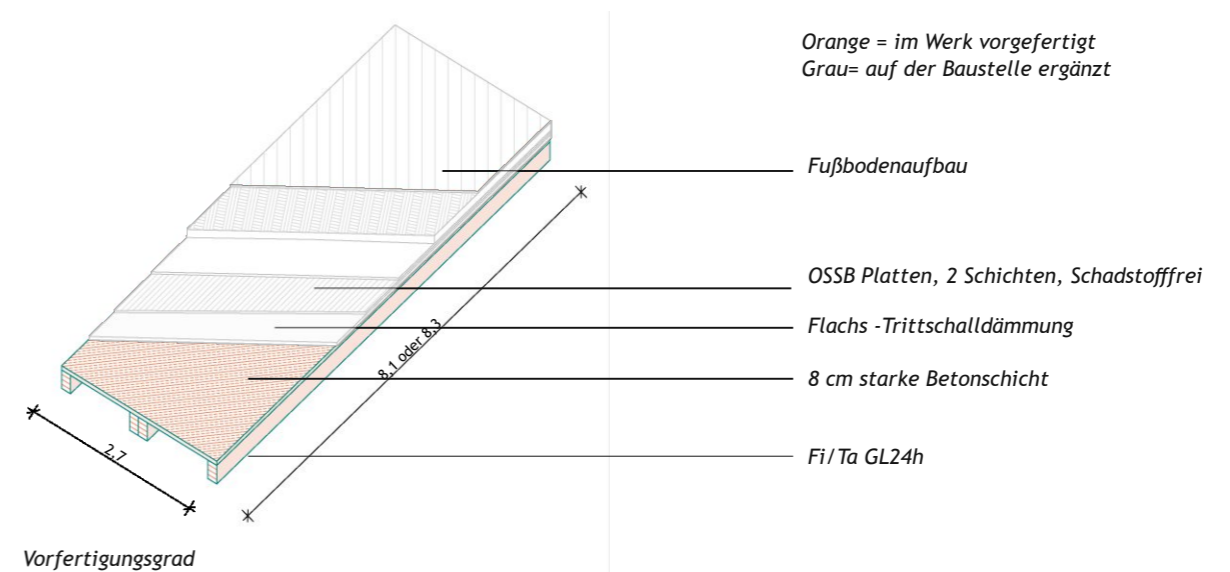
konstruktion: jeweils 3 Brettschichtholzträger aus Fichte oder Tanne tragen eine 8 cm starke Betonplatte. Auch wenn die Nutzung von Beton sehr kritisch zu betrachten ist, hat die Decke im Vergleich zu normalen Holzbalkendecken einige Vorteile. Auch die Rückbaubarkeit und Wiederverwendbarkeit können die Anwendung von Beton, in Verbindung mit den für den Schulbau spezifischen Vorteilen dieser Konstruktion, in diesem Bauteil rechtfertigen.

Ausschlaggebend für den Beton ist der hohe Schallschutz, welchen diese Decke aufweist. Der Beton bringt Masse in die Konstruktion und verringert die Schallübertragung.

Hierzu stehen die Holzbalken mit dem Beton in festem Verbund. Die Firma Erne verbindet die zwei Bauteile mittels eines Streckmetalls, welches in den Holzbalken einverleimt und in den Beton eingelassen ist. Diese Verbindung ist nicht zerstörungsfrei trennbar und daher wäre das Bauteil nur ganzheitlich wiederverwendbar oder weiterverwertbar (zum Beispiel zu Holzfaserplatten). Im Vergleich zu anderen Holz-Beton-Verbund-Decken sieht diese Verbindungstechnik allerdings keine verlorene Schalung vor.

In dem Entwurf wird von einer Schraubverbindung der Balken an die Betonplatte ausgegangen. Wegen der unterschiedlichen Schubwerte, wird derzeit von der Firma Erne noch auf die Streckmetallverbindung gesetzt, eine Schraubverbindung wäre aber möglich.<sup>142</sup>

Auf den Beton wird eine Trittschalldämmung und anschließend 2 Schichten OSSB-Platten (Oriented Straw Strand Board) verlegt. Dies erhöht den Schallschutz, da die unterschiedlichen Schichten verschieden schwingen – die OSSB-Platten dienen außerdem als lastverteilende Schicht. Bei geringeren Schallschutzanforderungen kann auf den Platten ein Hohlboden verlegt werden. OSSB Platten sind Stroh-OSB Platten. Sie können komplett schadstoff-



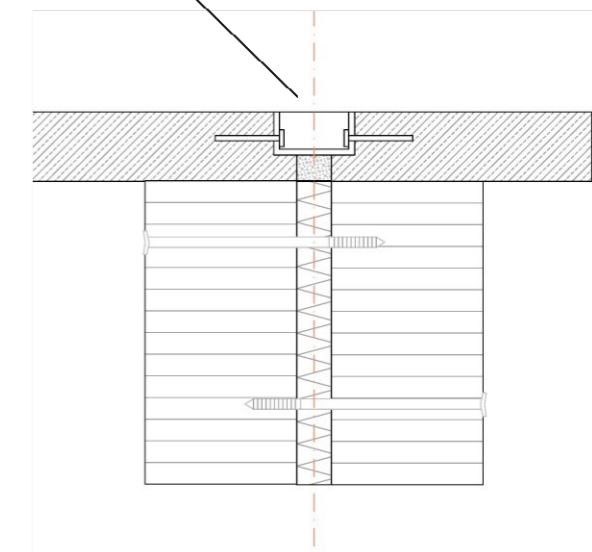
frei hergestellt werden und weisen ähnliche Eigenschaften wie herkömmliche OSB Platten auf. Hierzu später mehr.

Im Falle der Schule sind die Schallschutzanforderungen erhöht – deshalb wird ein Estrich verlegt. Anstatt der Standardausführung in Zement kommt ein Stampflehmestrich zur Anwendung. Dieser kann im Falle des Rückbaus herausgeschabt werden und muss nicht geschremmt werden. Der zurückgewonnene Lehm ist wiederverwendbar.

Die Deckenpaneele werden miteinander verschraubt, sodass sie bei Rückbau leicht voneinander lösbar sind. Die Firma Erne verbindet die Deckenpaneele mittels einbetoniertem Stahl U's, welche dann mit einem Stahl-Zugseil zusammengezogen werden. Bei der Demontage muss dieses Seil dann jeweils aufgeschnitten werden. Im Entwurf wird mit einer wieder lösbaren Verschraubung der Elemente geplant, auch wenn das eine längere Montage bedeutet.

Um die Querpressung auf den Deckenbalken des Fertigteils zu verhindern und außerdem genügend Auflager für die Decke zu gewinnen, welche bis zur

Eingelassene Gewinde und Aussparung für Verbindungs C-Profil



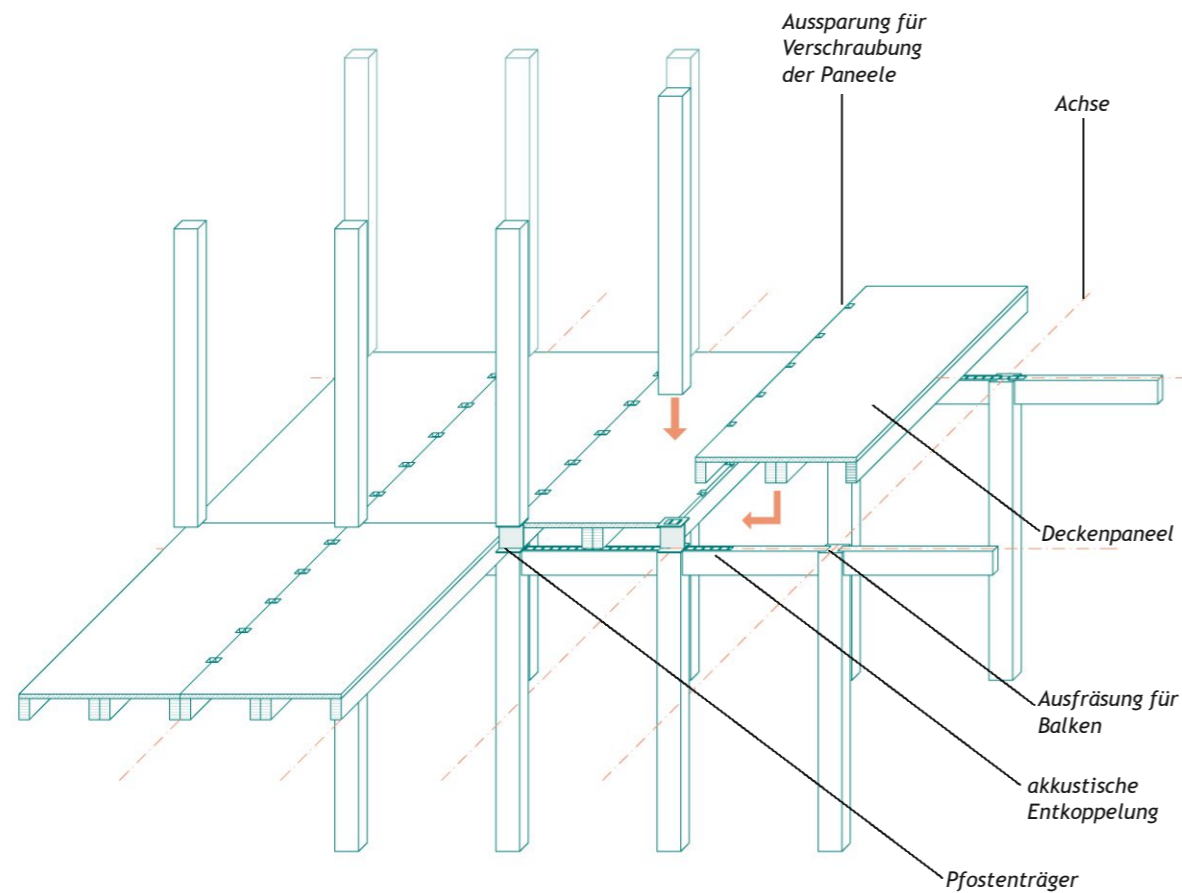
Verbindung der Fertigteile

141 SupraFloor: Für komplexe Anforderungen im Holzbau: erne.net

142 Thomas Wehrle, ERNE, Persönliche Korrespondenz, 31.03.2023

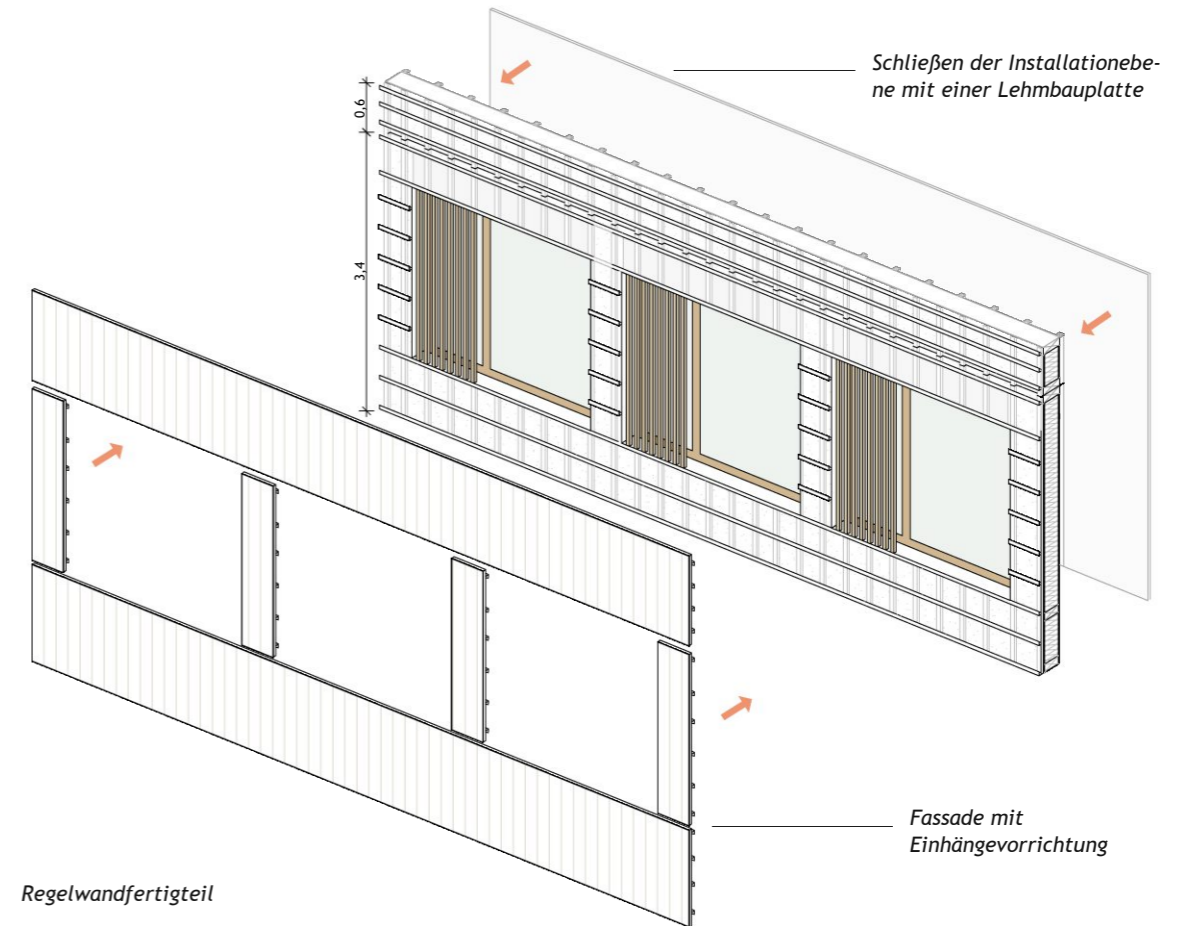
Achsenmitte des Balkens aufliegt, werden zwischen den Stützen geschossweise Pfostenträger angebracht. Diese werden jeweils an die Stützen geschraubt. Um die Deckenpaneele einfädeln zu können, werden als Pfostenträger kleine I-Träger verwendet, welche die Höhe des Deckenpaneels haben. Um die akustische Leistung des Gebäudes zu erhöhen, wird jedes Bauteil entkoppelt. Dies passiert mit-

tels Schalldämmbänder, welche auf Balken, Wänden und zwischen Stützen geklemmt werden.



Montageablauf Deckenpaneele

## Die Außenwandfertigeteile



Die Außenwandfertigeteile werden vorfabriziert auf die Baustelle geliefert. Nur der Abschluss der Installationsebene wird auf der Baustelle montiert um das Verkleben der Fugen in der Dampfbremse auf der Rauminnenseite zu ermöglichen. Ebenso wird die Fassade erst im Zuge der Montage angebracht, um die Fugen der Winddichtenebene abzudichten.

Da die Geschosshöhe 4 Meter beträgt und eine Fertigeteilhöhe von 4 Metern den Transport zur Baustelle zu einem Sondertransport machen würde, werden die Fertigeteile geschossweise geteilt. Mit 8,10 m Län-

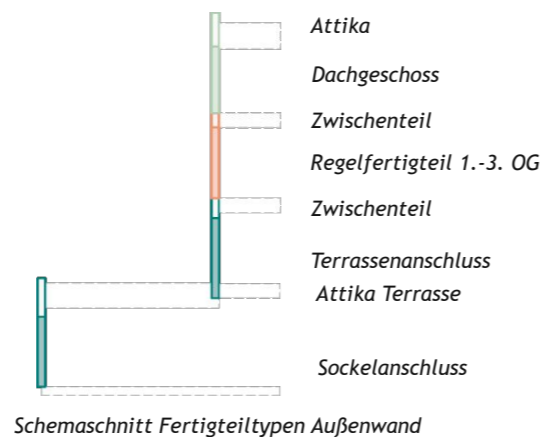
ge und maximal 3,40 m Höhe, sind die Größen an die mögliche Transportgröße eines Lkws angepasst.

Die Fassade wird mit einer Einhängvorrichtung an die Außenwand angehängt und ist damit unabhängig in der Gestaltung von den Fertigeteilen. Die Fassade kann so, wenn nötig, leicht repariert oder ausgewechselt werden. Die Lattung wird stehend angebracht, Das hat den Vorteil, dass das Regenwasser besser abgeleitet wird, da es längs zur Faser abrinnt und das Holz so schneller trocknen kann. Dies macht die Fassade langlebiger. Die einzelnen Bretter der Fas-

sade sind mit einer Fuge von 1 cm montiert – Holz dehnt sich aus, die Fugenplanung ist im Holzbau essenziell.<sup>143</sup>

Wegen des niedrigeren Dachgeschosses, aufgrund des erhöhten Dachaufbaus und der Sondergrößen bei den Anschlüssen an die Terrassen oder den Sockel, sind die Fertigteile in 3 verschiedene Höhen unterteilt.

Die Grafik rechts stellt die Unterteilung der Fertigteiltypen grafisch dar.



## Außenwandaufbau

Das Fertigteil besteht aus einem Holzrahmenbau. Es wird an den Stützen befestigt und muss nur sich selbst tragen. Die Fassade wird, wie bereits erwähnt, auf der Baustelle ebenfalls als vorgefertigtes Element eingehängt.

Am Fertigteil sind die Gegenstücke, welche Teil der Konterlattung sind, zur Aufhängung der Fassade bereits montiert. Die Hinterlüftung bildet eine 5 cm dicke Luftschicht, welche die stehende Lattung bildet. Die winddichte Ebene besteht aus einer DWD (diffusionsoffenen, winddichten) Holzfaserverplatte<sup>144</sup>. Folien werden in dem Entwurf so gut es geht vermieden, da diese nicht wiederverwendbar sind. Die Dämmebene bildet eine 24 cm dicke Flachsdämmung. Flachs ist ein nachwachsender Rohstoff, welcher ein Abfallprodukt der Landwirtschaft für Leinenproduktion ist. Die Herstellung von Leinen benötigt die langen Fasern der Pflanze, während der Dämmstoff aus den Kurzfasern fabriziert wird. Um

aus dem Flachs Dämmplatten herzustellen, müssen die Fasern verstärkt werden – hierbei ist es wichtig keine Produkte mit Polyesterverstärkung zu verwenden. Alternativ hierzu gibt es Verfestigungsmöglichkeiten mit Stärkefasern.<sup>145</sup> Flachs ist beständig gegen Schimmel, Fäulnis und Schädlinge. Die Wärmeleitfähigkeit liegt bei 0,0382 W/mK.<sup>146</sup> Flachsdämmung kann daher mit herkömmlichen Polystyrol- oder Mineralwollendämmungen gut mithalten. Die Wärmeleitfähigkeit sagt aus, wie gut das Material Wärme leitet. Je tiefer der Wert, desto besser eignet sich das Material zur Wärmedämmung. Ein weiterer Vorteil der Flachsdämmung ist die Verfügbarkeit der Produkte aus Österreich.

Da das Fertigteil keine Lasten außer dem Eigengewicht aufnehmen muss, können die Holzsteher relativ schmal ausgeführt werden. Hierbei sind die vertikalen Bretter 4 cm dick, horizontal sind sie 10 cm stark. (Siehe Fertigteil-Schnitt)

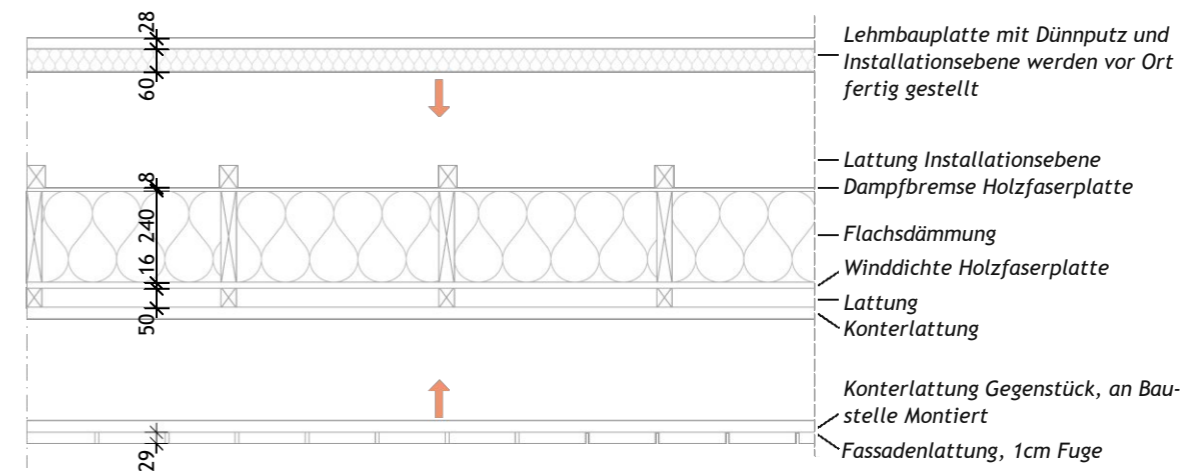
143 Polleres, Sylvia/pro:Holz Webinar: Fassade: Korrekte Ausführung, Details für Übergänge, Holzschutz, 2023  
144 Kg, Holz Braun GmbH Und Co.: 16mm Agepan® DWD-Platten 251x101cm mit NuF  
145 Renewa GmbH: Flachs – Dämmung für nachhaltiges Bauen  
146 dämmflachs.at

Die Dampfbremse bildet eine 8 mm dicke Hartfaserplatte<sup>147</sup> mit einem sd-Wert (Wasserdampf-diffusionsäquivalente Luftschichtdicke) von 1,5 m – so wird auch auf der Innenseite auf eine Folie verzichtet. Da es sich um Faserplatten, die nicht nach dem Nassverfahren, sondern mit Harzen hergestellt werden, handelt, sind die Produkte, auch wenn sie ökologisch zertifiziert sind, nicht stoffrein. Jedoch kann man die Platten wiederverwenden und sind so der Folie vorzuziehen.

Die Lattung der Installationsebene ist bereits an dem Fertigteil montiert, sodass man diese auf der Baustelle nurmehr schließen muss. Um ein einfaches Montieren der Installationen zu ermöglichen, beträgt die Tiefe der Ebene 6 cm. Ausgefüllt wird die Installationsebene mit Flachsdämmmatten. Die Lattung verläuft vertikal, da die Leitungen über die Hohlräume der Decke geführt werden und nicht über den

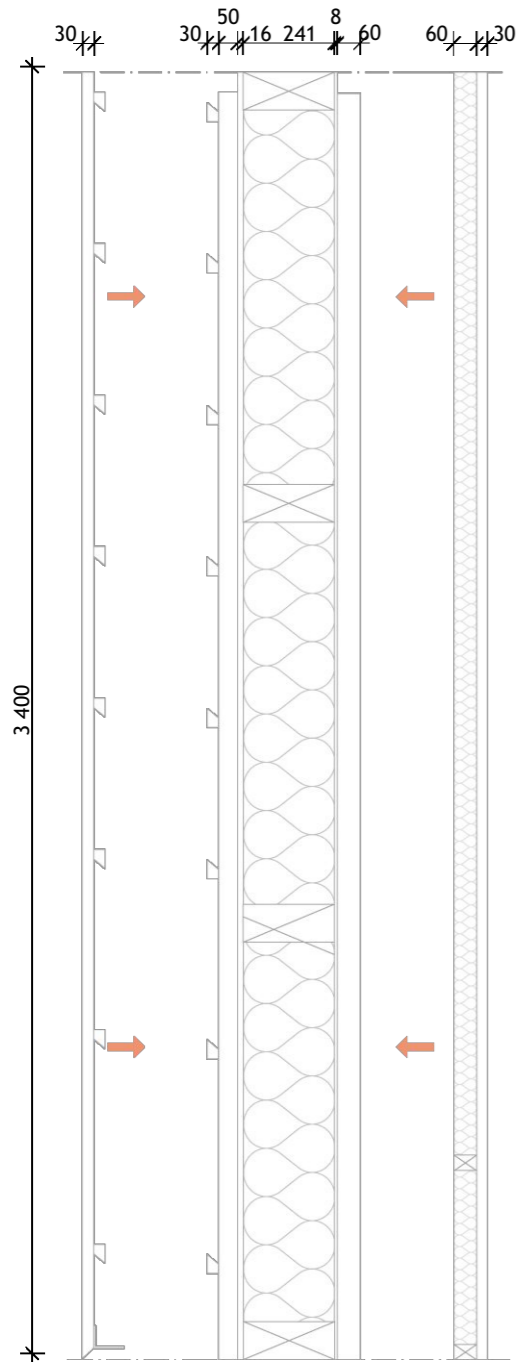
Estrich im Fußboden. Somit wird die Flexibilität in der Leitungsführung erhöht. Die letzte Lattung, kurz über dem Fußboden, verläuft jedoch horizontal, um die Position der Steckdosen nicht einzuschränken. In der Höhe sind die Lattungen der Installationsebene und jene der Hinterlüftungsebene etwas kürzer als das Fertigteil, damit bei dem Anschluss an ein anderes Fertigteil die Dampfbremse und winddichte Ebene an den Verbindungsstellen hergestellt werden kann.

Als Raumabschluss wird eine Lehmbohle montiert, welche durch ihre hohe Rohdichte akustisch besonders gut wirkt. Lehmbohlen müssen weder gebrannt noch chemisch behandelt werden, der Ton ist sortenrein rückgewinnbar.<sup>148</sup> Als Bewehrung sollten der Lehmbohle pflanzliche Stoffe, wie Jute oder Stroh, zugeschlagen werden, um die Kompostierbarkeit zu gewährleisten. Dies macht sie zu einem



Ausschnitt Grundriss Fertigteil M 1:20

147 FUNDERMAX Biofaser FunderPlan: Baubook.at  
148 Hillebrandt, et al. Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource : 2021 , S.62



mm Außenwandaufbau komplett:

- 30 Fassade Lattung, Tanne vorvergraut
- 30 Konterlattung
- 55 Lattung, Hinterlüftungsebene
- 16 Winddichte Holzfaserplatte
- 240 Dämmschicht Flachs, Konstruktionsvollholz
- 8 Dampfbremse Hartfaserplatte
- 60 Lattung
- 30 Lehmbauplatte
- 10 Lehmdünnputz

besonders umweltfreundlichen Material, besonders im Vergleich zu Gipskartonplatten.

Die Innenansicht wird ein Lehmdünnputz bilden, denn Lehm reguliert die Feuchte und schafft ein gutes Raumklima.

Der Aufbau weist insgesamt einen U-Wert von 0,14 W/(m<sup>2</sup>K) auf.<sup>149</sup> Der U-Wert beschreibt den Wärmedurchgangskoeffizient und bezieht sich auf das gesamte Bauteil. Laut der OIB 6 (Richtlinie für Energieeinsparung und Wärmeschutz) darf eine Wand gegen Außenluft eine U-Wert von maximal 0,35 W/(m<sup>2</sup>K) aufweisen. Somit ist der U-Wert des Fertigteils als sehr gut einzustufen. Es wird ein Niedrigenergiehaus angestrebt – hierfür müssen aber auch die Fenster und das Dach geringe U-Werte aufweisen sowie Gebäudetechnik effizient eingesetzt werden.

Schnitt Fertigteil Aufbau M 1:20

149 Grafische Bauteileingabe: Ubakus U-Wert Rechner: Ubakus.de

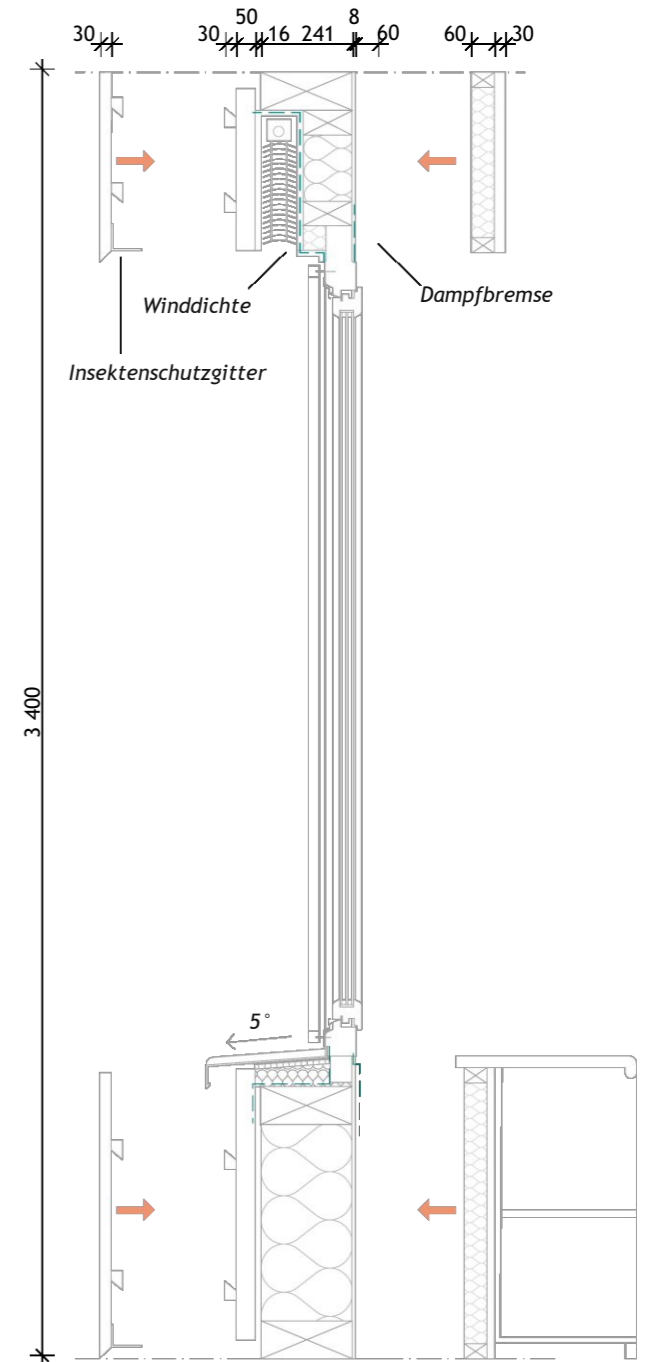
Die Fenster sind bereits in den Fertigteilen montiert. Eingebaut werden Holzfenster mit einer 3-fach Verglasung, welche einen guten Dämmwert aufweisen. Verschattet werden die Fensterflächen mit Raffstores, welche ebenfalls im Fertigteil bereits integriert sind. Sie sind zentral angesteuert und richten die Lamellenposition nach Sonnenstand und Wetter aus, um eine Überhitzung zu vermeiden. Die Fassade vor dem Raffstore ist einzeln abnehmbar, um Reparatur- oder Wartungsarbeiten einfach ausführen zu können.

Der Fensterstock wird innenseitig mit einem Dampfbremsenklebeband und außenseitig mit einer Windsperre abgeklebt.

Die Fensterbank im Parapet Bereich liegt auf einem Einbaumöbel auf, welches je nach Klasse unterschiedlich ausgeführt werden kann.

Die Anschlüsse an die Geschossdecken wird später in einem Detailschnitt erläutert.

Schnitt Fertigteil Fenster M 1:20



## Detailplanung

# 07

## 7.1 Brandschutz

### **Gebäudeklasse 5 Brandabschnitte Maßnahmen im Plan**

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Brandschutzplanung des Gebäudes. In einem ersten Schritt wurden dazu die in Österreich geltenden Brandschutzvorschriften, laut der OIB Richtlinie 2, an welche sich der Entwurf halten muss, erläutert. Das Gebäude richtet sich nach Vorschriften der Gebäudeklasse 5. Des Weiteren wurden Brandabschnitte und deren planerische Auswirkungen definiert und beschrieben. Zuletzt folgt eine Darstellung der Maßnahmen in einem Regelgeschoss und dem Erdgeschossplan.



## Gebäudeklasse 5

Das Brandrisiko eines Gebäudes ist nicht durch seine Konstruktionsart festgelegt. Brände entstehen vor allem wegen menschlichen Fehlverhaltens oder mangelhafter technischer Installationen. Grundsätzlich muss der Brandschutz die Verhinderung der Entstehung aber auch die Eindämmung der Verbreitung des Brandes gewährleisten. Die Rettung aller Lebewesen und Lösungsarbeiten müssen möglich sein.

Nur weil Holz gut brennt, bedeutet das nicht, dass Holzkonstruktionen weniger sicher im Falle eines Brandes sind. Denn die Brennbarkeit eines Baustoffes steht nicht in Relation mit dem Feuerwiderstand, welcher angibt, wie stand sicher das Bauteil im Falle eines Brandes ist. Der Feuerwiderstand von Holz ist sehr gut berechenbar, denn Holz brennt pro Minuten rund 0,7 mm ab<sup>150</sup>. Werden Bauteile also so überdimensioniert, dass sie die geforderte Dauer standhalten, kann man das Brandverhalten von Holz gut kalkulieren.

Die Brennbarkeit liefert demnach keine Aussage über die Brandsicherheit. Stahl, obwohl er selbst nicht brennt, verliert zum Beispiel nach 30 Minuten seine Tragfähigkeit – überdimensionieren macht hier keinen Unterschied, es müssen also Schutzbekleidungen oder Anstriche zum Einsatz kommen – während Holz ganz ohne diese auskommt und trotzdem tragfähig bleibt.

Die OIB Richtlinie 2 „Brandschutz“ teilt Gebäude je nach Fluchtniveau in verschiedene Gebäudeklassen ein und legt somit die jeweiligen Brandschutzanforderungen fest.<sup>151</sup>

Der Schulbau ist mit 5 überirdischen Geschossen und einem Fluchtniveau von 17 m der Gebäudeklasse (GK) 5 zugeordnet. Der hintere Teil des Gebäudes zählt mit 9 m Fluchtniveau zur Gebäudeklasse 4. Da aber eine Aufstockung des Gebäudeteils, falls gewünscht, möglich sein soll wird es mit den Anfor-

derungen der GK 5 geplant.

Diese sagt aus, dass alle tragenden Bauteile in dem obersten Geschoss einen Feuerwiderstand von R 60, und in allen anderen Geschossen von R 90 aufweisen müssen. R steht für Résistance und beschreibt die Zeit, in der ein Bauteil gegen Brandeinwirkung standhalten muss.

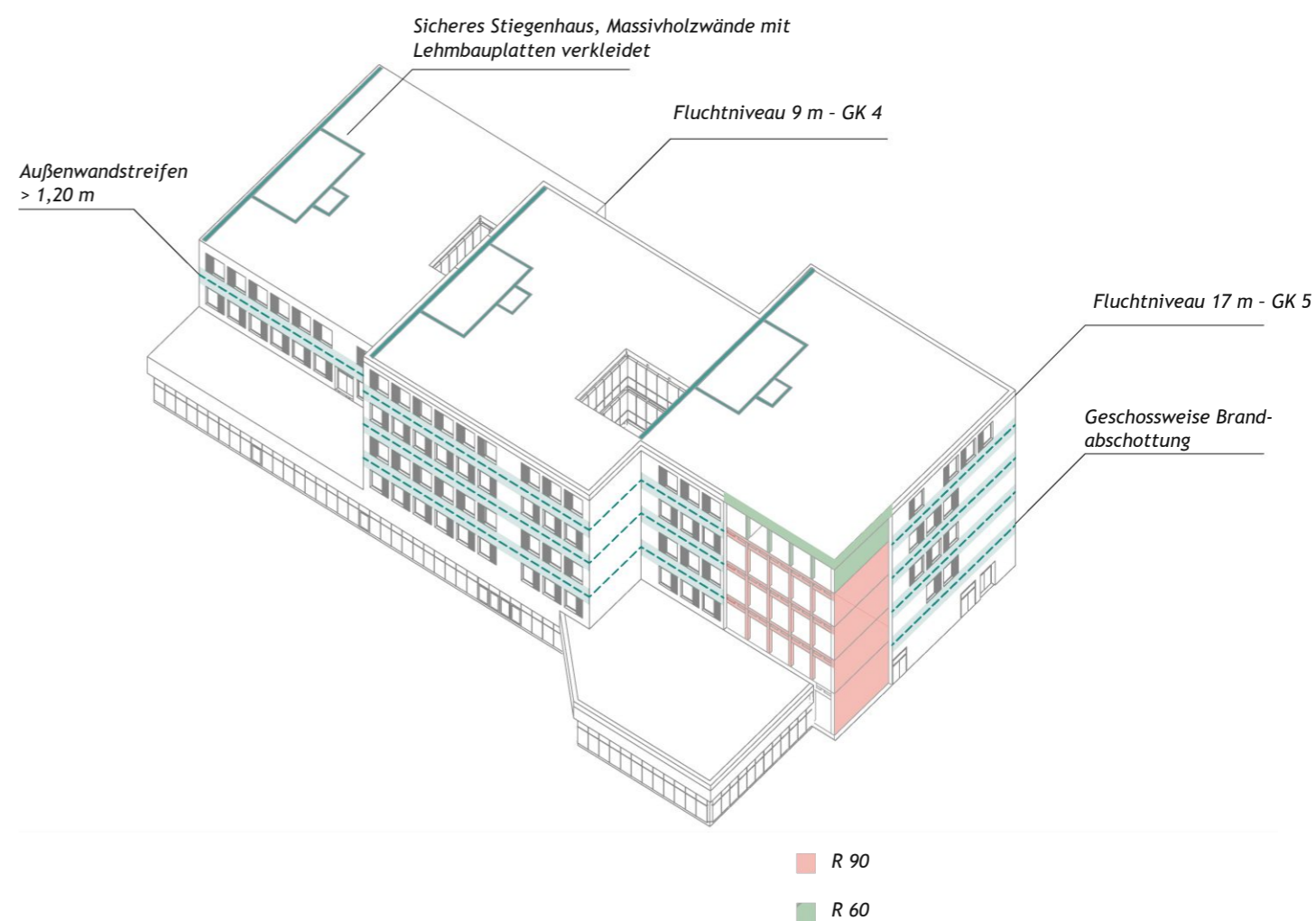
Trennwände müssen einen Brandwiderstand von REI 60 im obersten und REI 90 in allen anderen Geschossen aufweisen. E steht für Étanchéité und beschreibt den Raumabschluss, den ein Bauteil für eine gewissen Zeit bieten muss und I steht für Isolation und beschreibt die Hitzebarriere, die es liefern muss. Trennwände sind im Wohnungsbau die Wohnungstrennwände. Im Schulbau sind Wände der Chemie, Physik, und Lehrmittelräume sowie jene von Treppenhäusern und Zentralgarderoben als Trennwände auszuführen.

Decken müssen in der GK 5 im obersten Geschoss R60 und in allen anderen REI 60 aufweisen.

Brandabschnittsbildende Wände und Decken müssen REI 90 aufweisen. Zu Nachbargebäuden müssen jene Wände und Decken zusätzlich A2 aufweisen, das bedeutet, dass sie aus nicht brennbarem Material sein müssen und Holz daher nicht erlaubt ist. Der Entwurf enthält keine brandabschnittsbildenden Wände zu Nachbargebäuden.

Gebäude der GK 5 von mit mehr als sechs Geschossen müssen einen nicht brennbaren Außenwandstreifen von 1,20 m in jedem Geschoss vorweisen. Dies gilt nicht für Gebäude der GK 5 unter sechs Geschossen. Um den Brandüberschlag in das darüber liegende Geschoss jedoch zu vermeiden sind zwischen Fensteroberkante und Fensterunterkante des darüber liegenden Geschosses mehr als 1,20 m Fassadenfläche vorhanden.

Um einen Brandüberschlag durch die hinterlüftete Fassade zu verhindern, ist diese geschossweise mit einem Blech abgeschottet.



Relevante Brandschutzanforderungen

<sup>150</sup> Mehrgeschossiger Wohnbau: pro:holz Fokus, 2021  
<sup>151</sup> OIB Richtlinie 2 – Brandschutz, 2019

## Brandabschnitte

### Anforderungen

Ein Brandabschnitt bildet eine Abgrenzung zu einem anderen Gebäudeteil. Dies verhindert die Brandausbildung eines Brandes auf das ganze Gebäude. Brandabschnittsbildende Bauteile haben höhere Brandschutzanforderungen. Innerhalb eines Brandabschnittes sind die Brandschutzanforderungen niedriger. Ein Brandabschnitt ist in seiner Größe begrenzt, so darf jener eines Schulgebäudes laut OIB 2 maximal 1600 m<sup>2</sup> betragen. In der Axonometrie auf der rechten Seite, sind die Brandabschnitte und dessen Größen des Projektes dargestellt. In den oberen Geschossen bilden immer 2 Geschosse eines Würfels einen Brandabschnitt.

Fenster, die an brandabschnittsbildende Wände anschließen, müssen horizontal einen Abstand von mindestens 50 cm von der Mitte der Wand aufweisen. Da die Brandabschnitte wegen der Gebäudeform versetzt sind, gibt es dieses Szenario nicht.

Die Türen zwischen den Brandabschnitten müssen eine Brandschutzanforderung von EI<sub>2</sub>-30 C aufweisen. Hierbei steht die herunter gesetzte 2 für den Messbereich der Sensoren bei Brandschutzprüfungen,<sup>152</sup> und das C für Selbstschließend.

Schächte, welche mehrere Brandabschnitte erschließen, müssen entweder ummantelt oder Geschossweise abgeschottet werden, damit der Schacht nicht wie ein Kamin wirkt und den Brand in alle Geschosse weiterträgt. Die Schachtinnenwände müssen in der GK 5 mit einer nicht brennenden Bekleidung ausgeführt werden, hier werden Lehm- oder Gipsplatten zum Einsatz kommen.

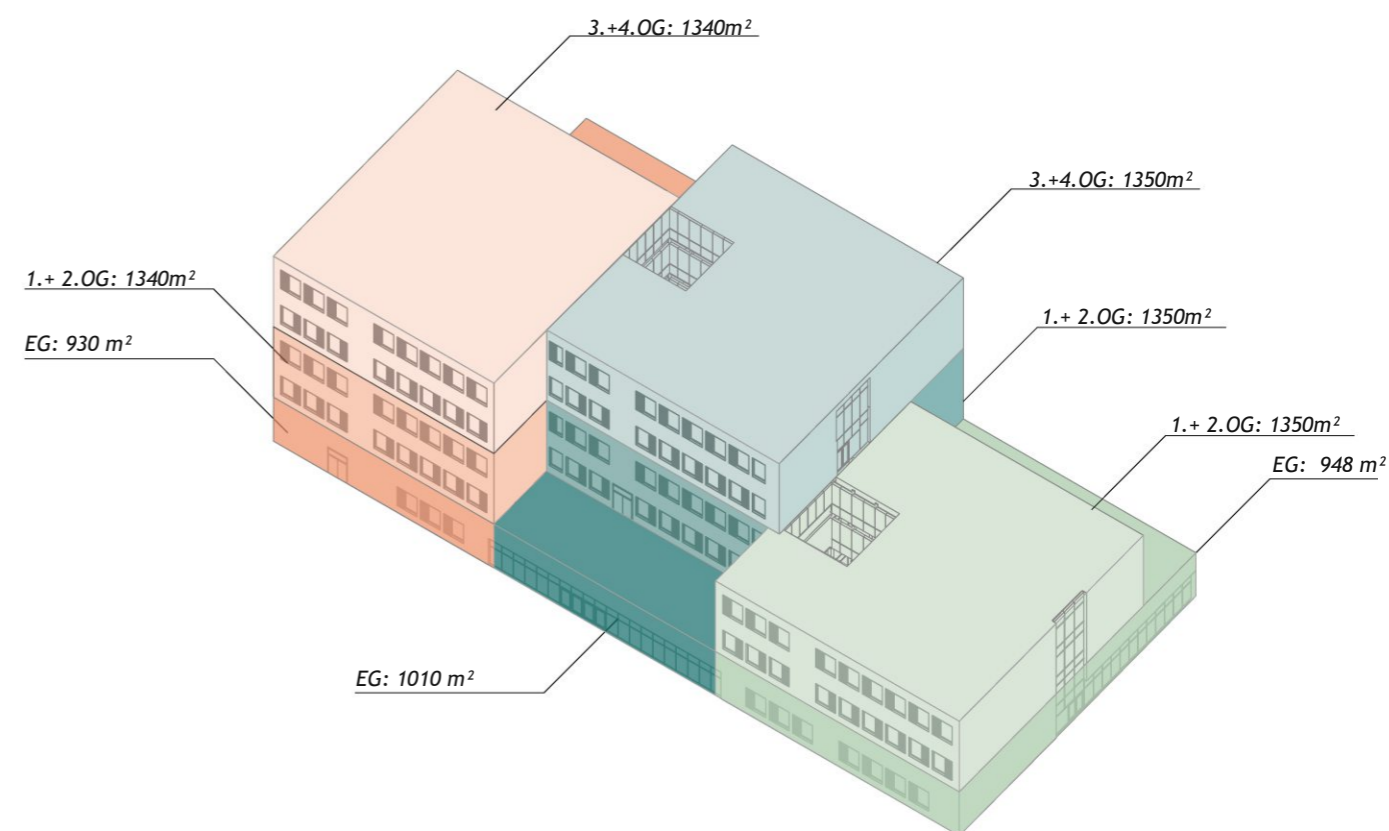
Der Aufzug ist der einzige Bauteil, welcher in der GK 5 mit weniger als 6 Geschossen komplett in A2, also nicht brennbarem Material ausgeführt werden muss. Daher wird dieser als Stahlbetonfertigteile, welches als solches auch wiederverwendet werden kann, ausgeführt.

### Fluchtwege

Von jeder Stelle jedes Raumes darf der Fluchtweg in ein sicheres Stiegenhaus oder nach außen nicht mehr als 40 m betragen. Ein zweiter Fluchtweg muss außerdem zur Verfügung stehen, wobei bei diesem keine maximale Länge gefordert ist. Dieser muss entweder in ein sicheres Stiegenhaus oder einen benachbarten Brandabschnitt führen. Der Fluchtweg darf nicht von Möbeln verstellt werden, Möbel in der Nähe eines Fluchtweges sind daher unverrückbar zu befestigen. In den offenen Lernzonen muss der Fluchtweg klar erkennbar sein, hierzu werden Markierungen im Boden, welche in den Kautschukbodenbelag integriert sind, angebracht.

Rettungswege sind Wege, welche die Einsatzkräfte zur Bergung von Menschen in Gefahr verwenden – diese gehen oft über das Fenster oder Fassadenfluchtreppen. Diese ersetzen den 2. Fluchtweg, sind allerdings im Schulbau nicht zulässig – hier muss es einen zweiten Fluchtweg geben. Dies hat vermutlich mit der Fähigkeit, sich selbst zu retten, zu tun. Da es sich aber um ein Gymnasium handelt, könnte man davon ausgehen, dass die Kinder sich selbst über den 2. Fluchtweg durch ein Fenster (mittels Feuerwehleiter) retten können.

Die Fluchtwege und die zweiten Fluchtwege sind im Entwurf in jedem Geschoss gegeben. Der 2. Fluchtweg des südlichsten Würfels, verläuft jedoch über 25m gemeinsam mit dem 1. Fluchtweg dieses Gebäudeabschnittes und ist laut OIB folglich nicht ohne Weiteres zulässig. Können keine Ausgleichsmaßnahmen, wie ein Rettungsweg über ein Fenster, angestrebt werden, so wäre es möglich an die südliche Front ein Fluchstiegenhaus zu positionieren. Sobald die Schule erweitert wird, wäre dieses nicht mehr nötig.



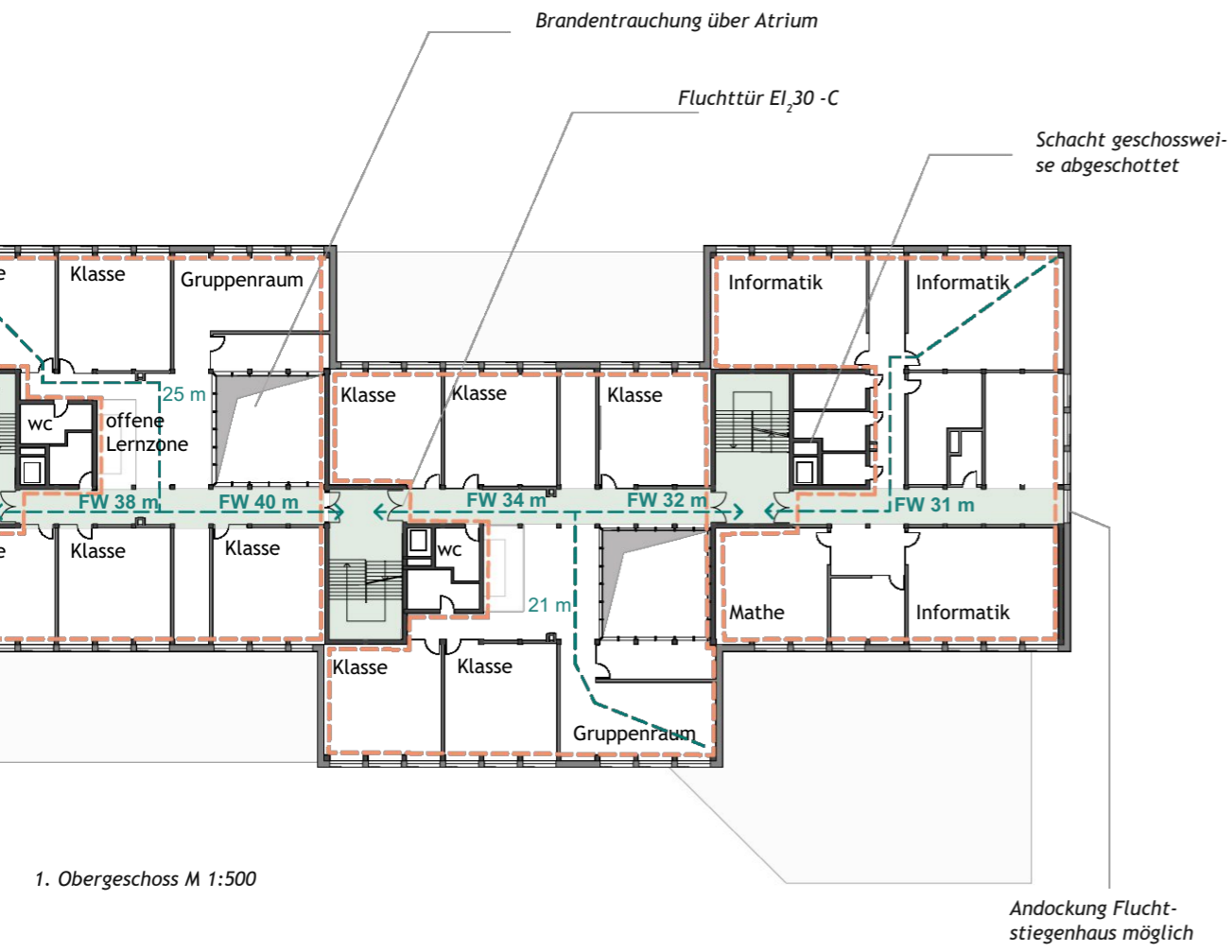
Brandabschnittsgrößen

152 Geibel, Matthias: Was bedeutet eigentlich EI2 30-C5-Sm? – DOMO Blog

# Maßnahmen im Plan

## Brandschutz Maßnahmen 1. OG

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available at the TU Wien Bibliothek.



1. Obergeschoss M 1:500

Der Plan zeigt die genannten Brandschutzmaßnahmen exemplarisch im 1. Obergeschoss. Alle Fluchtwege sind von jedem Ort im Gebäude kürzer als 40 Meter. Die orangene Linie bezeichnet einen Brandabschnitt. Grün stellt den Hauptfluchtweg in die sicheren Stiegenhäuser dar.

Im Erdgeschossplan sind die Zufahrten und Aufstellflächen für die Feuerwehr eingezeichnet, welche bei Bildungsbauten mindestens an drei Seiten erforderlich sind. Sammelplätze sind Plätze, welche außerhalb des Gefahrenbereichs liegen und die Arbeiten der Feuerwehr nicht behindern. Für Je 4 Personen ist 1 m<sup>2</sup> am Sammelplatz vorzusehen.<sup>153</sup> Die erforderlichen Brandschutzmaßnahmen des Entwurfs wurden erfüllt.

## Sammelplätze und Feuerwehrzufahrten



Erdgeschoss M 1:500

## 7.2 Systemschnitt 1:20

**Sockel**  
**Regelgeschosse**  
**Attika**  
**Klassentrennwände**

Die Detailplanung zeigt, wie anfällige Stellen des Holzbaus vor Feuchteintringungen geschützt werden. Des weiteren werden die Materialitäten des Gebäudes in den Detailzeichnungen genauer beschrieben. Es wurde stets auf recycelbare und wiederverwendbare Baustoffe sowie lösbare Verbindungen geachtet. Die Holzbaudetails wurden absichtlich konventionell und einfach gehalten um ein einfaches Rückbauen zu ermöglichen. Mit einer hohen Schallschutzanforderung stellt die Klassentrennwand eine besondere Herausforderung dar, welche im letzten Teil dieses Kapitels erläutert wird.

# Sockel

## Sockel

Der Sockel stellt im Holzbau eine besonders empfindliche Stelle dar und muss sorgfältig und fehlerfrei geplant werden. Hierbei darf das Holz nicht in Kontakt mit Spritzwasser kommen. Es gibt mehrere Lösungsansätze die Konstruktion vor Wasser zu schützen, wobei die einfachste und kostengünstigste Lösung eine Anhebung der Bodenplatte ist, welche in diesem Projekt angewandt wurde. Der Grund der Bevorzugung dieser Sockelart gegenüber der Betonaufrichtung wurde bereits zuvor beschrieben.

Die Fundamentplatte wird auf einer Schicht aus Schaumglasschotter gegründet. Schaumglasschotter besteht aus aufgeschäumtem Glas und kann zu 100% aus Altmaterial hergestellt werden. Beim Rückbau kann es außerdem wiederverwendet werden. Unter der Bodenplatte übernimmt es die Aufgabe der kapillarbrechenden Schicht, der Lastabtragung und der Ausgleichsschicht, des Bodenaustauschs sowie der Bodenplattendämmung.<sup>154</sup> Bei drückendem Wasser, wie es bei diesem Projekt der Fall ist, nimmt die Dämmfunktion des Schaumglases ab, daher ist mit einer dickeren Schicht zu planen. Der Vorteil dieser Gründung ist nicht nur, dass der Schaumglasschotter mehrere Funktionen übernehmen kann, er ist dazu zehnmal leichter als Kies und macht den Transport daher einfacher.<sup>155</sup> Das Schaumglasschotterbett formuliert ebenso die Drainage und sorgt dafür, dass das Regenwasser am Gebäude schnell versickert und beim Aufprall nicht an die Fassade spritzt. Der Aushub für die Schotterschicht wird vor Ort behalten, um Lehmestriche und Putze mit dem Ton für das Projekt herzustellen. Bevor die Fundamentplatte betoniert werden kann, braucht es eine Trennlage, um zu verhindern, dass der Beton zwischen den Schaumglasschotter fließt.

Die Perimeterdämmung bildet eine Schaumglasplatte. Diese muss verklebt werden, da kein Wasser hinter die Dämmplatte gelangen darf, um die Wärme-

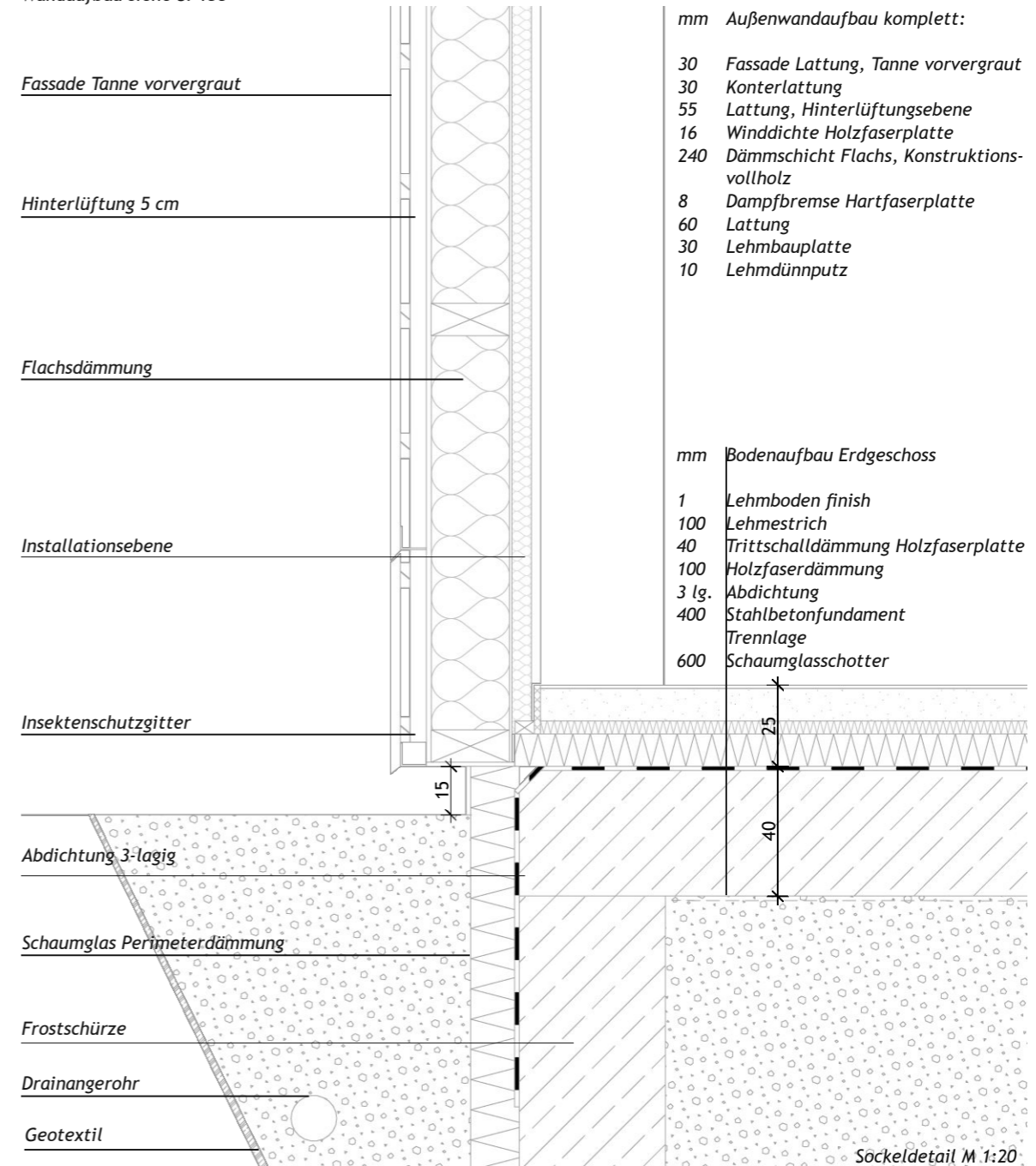
dämmfunktion nicht zu verlieren. Schaumglasplatten sind zu 70 % aus Altglas hergestellt, jedoch verliert die Perimeterdämmung durch das Verkleben die Möglichkeit recycelt zu werden. Schaumglasplatten sind trotzdem ökologisch nachhaltiger als XPS (Extrudiertes Polystyrol) Platten, welche üblicherweise als Perimeterdämmung verwendet werden. Die Option eine Schaumglaschotter – Perimeterdämmung in Stoffsäcken auszuführen, ist bei dieser Konstruktionsart nicht möglich, da die Holzkonstruktion mindestens 15 cm erhöht sein muss, um Wassereindringungen zu verhindern.

Die unterste Schicht der Fassade ist einzeln abnehmbar um verschmutzte Teile ersetzen zu können ohne große Teile der Fassade abnehmen zu müssen.

Der Grundwasserpegel liegt bei 3-4,5 m unter der Gebäudeoberkante. Das Wasser ist damit nicht drückend, eine Drainage ist unbedingt notwendig, da der bindige Boden Stauwasser begünstigt.

Der Lehmestrich wird über einer Holzfasertrittschalldämmung aufgebracht. Holzfaserdämmplatten können aus Abfall- oder Nebenprodukten der Holzindustrie hergestellt werden. Durch das Nassverfahren (Holzfasern werden durch Zugabe von Wasser miteinander verfilzt) bleibt das Produkt stoffrein und kann somit kompostiert werden. Sie sind druckfest und können, ohne davon geschädigt zu werden, Feuchte aufnehmen.<sup>156</sup>

Wandaufbau siehe S. 138



153 Kompetenzstelle Brandschutz (KSB)/Baupolizei Stadt Wien: Brandschutztechnische Sicherheitsstandards in Bildungseinrichtungen

154 Hillebrandt, et al. Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource : 2021 , S.90

155 Bodenplatte auf Schaumglasschotter | Dämmstoffe, Baunetzwissen.de

156 Hillebrandt, et al. Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource : 2021 , S.87

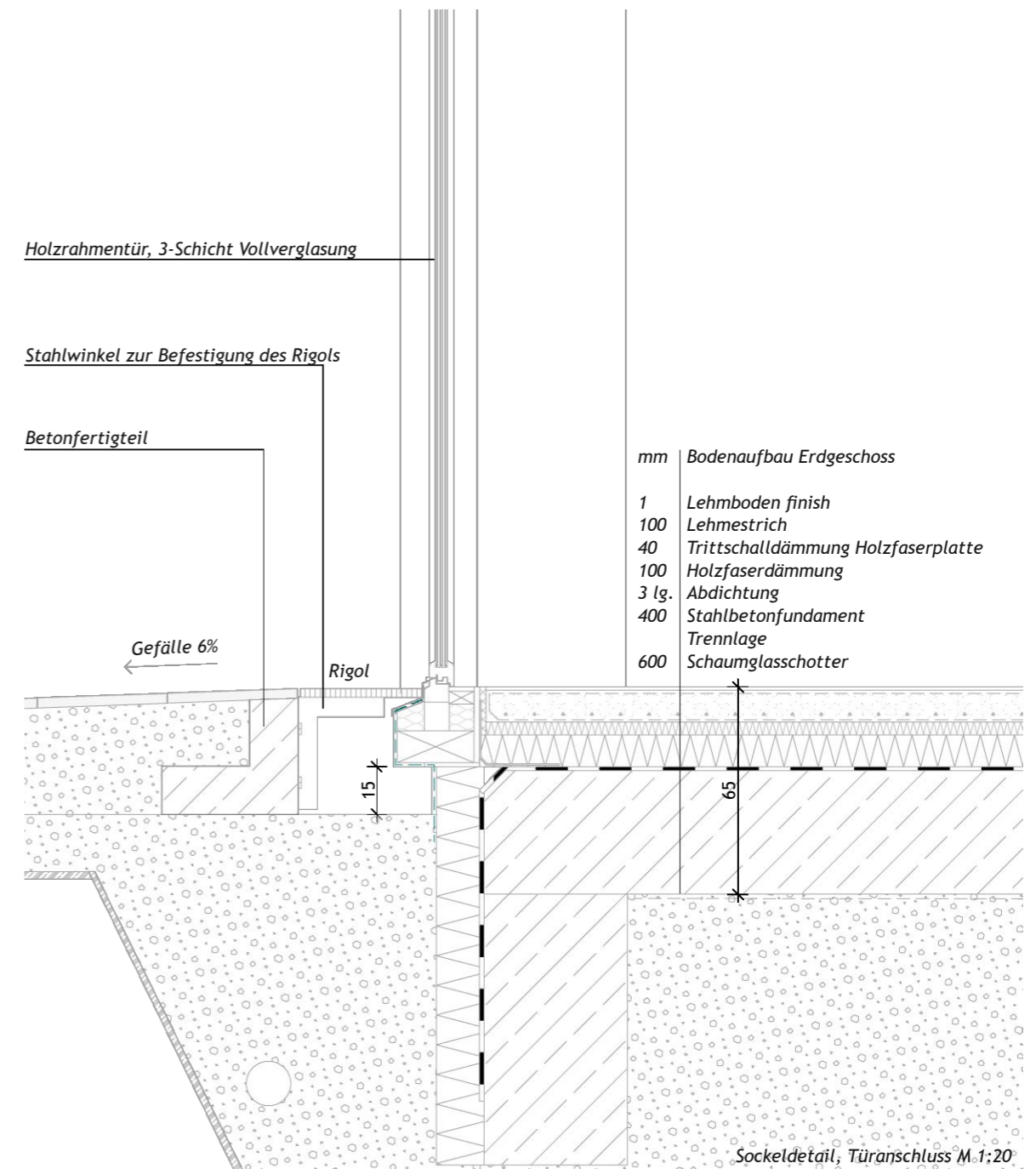
Der Lehm für den Estrich kann aus dem Aushub der Baugrube hergestellt werden, da der Boden des Bauplatzes sehr tonhaltig ist. Der Estrich ist bei der Einbringung nur erdfeucht und bringt somit keinen großen Feuchteintrag ins Gebäude, er kann direkt auf der Trittschalldämmung aufgetragen werden ohne eine Trennlage zu benötigen. Im Erdgeschoss wird der Boden als Stampflehboden sichtbar bleiben. Hierzu wird der Lehm verdichtet und die Oberfläche zum Schluss poliert. Das Oberflächenfinish bildet einerseits eine Wachsemulsion, welche einpoliert wird, und zum Schluss ein Carnauba-Hartwachs, welches den Boden schützt.<sup>157</sup> Lehmestrich kann beim Rückbau aus dem Gebäude herausgeschabt und stoffrein zurückgewonnen werden.

Da als Konstruktionsschutz die Anhebung der Fundamentplatte gewählt wurde, ist die Eingangssituation mit einer Stufe nicht barrierefrei. Bauwerke müssen unbedingt barrierefrei gestaltet werden, da dies nicht nur für Menschen, die darauf angewiesen sind notwendig ist, sondern es auch für alle anderen einen Mehrwert eines Gebäudes darstellt.

Um die Stufe von 40 cm zu überwinden, wird eine barrierefreie Rampe mit einem Gefälle von 6% geplant. Diese besteht aus einer Schaumglasaufschüttung, welche auf ein Betonfertigteil als Endstück zur Sicherstellung der richtigen Höhe aufgeschüttet und verdichtet wird. Steinplatten bilden die begehbare Schicht.

Das Rigol zur Eingangstüre hin, ist an dem Betonfertigteil mit einem Stahlwinkel angebracht. Die Holzkonstruktion ist vor Wassereindringungen geschützt.

157 Kapfinger, Otto/Marko Sauer: Martin Rauch: Gebaute Erde, 2015. S.57 ff.



## Regelgeschosse

### Terrasse Türanschluss und Deckenaufbau

Terrassen sind Freiflächen mit darunterliegender beheizter Fläche. Das bedeutet, dass die Terrasse wie ein Dach zu behandeln ist und einen höheren Dämmaufbau benötigt. Dies führt unweigerlich zu einem Niveauunterschied zwischen Außen- und Innenraum. Um keine Stufe auszubilden, welche die Barrierefreiheit einschränken würde, muss die Decke also in der Höhe springen. Im Holzbau sind solche Sprünge technisch Sonderlösungen und müssen daher bereits in der Entwurfsphase bedacht werden. Genügend hohe Raumhöhen sind hier wichtig, um den Sprung zu ermöglichen.

In dem Entwurf wird der Niveauunterschied durch einen I-Träger ausformuliert. Auf diesem liegen die Decken des Innenraums, wie auf allen anderen Trägern, auf. Die Decken der Terrasse werden aber in den I-Träger eingeschoben. Somit bedarf es keines weiteren Trägers.

Der Fußbodenaufbau in den offenen Lernzonen und Gängen in den oberen Geschossen bildet ein Kautschukboden – dieser ist leicht zu reinigen und Flecken-unempfindlich und eignet sich daher in Bildungsbauten.

Hierbei handelt es sich um ein Klicksystem, welches schwimmend verlegt werden kann und rückgebaut werden kann. Die einzelnen Fliesen können ausgetauscht werden.<sup>158</sup>

Der Estrich und die Trittschalldämmung liegen, wie zuvor bereits erwähnt, auf OSSB-Platten auf. Diese haben eine lastverteilende und schallschützende Funktion. Das Produkt Suprafloor von Erne arbeitet mit herkömmlichen OSB (Oriented Structural Board) Platten. Der Vorschlag dieses Entwurfs ist, diese durch OSSB-Platten (Oriented Structural *Straw* Board) zu ersetzen. Erstmals in China hergestellt, sind diese Stroh-Platten ebenso tragfähig wie normale OSB Platten, sehen auch ähnlich aus (Abb.35)

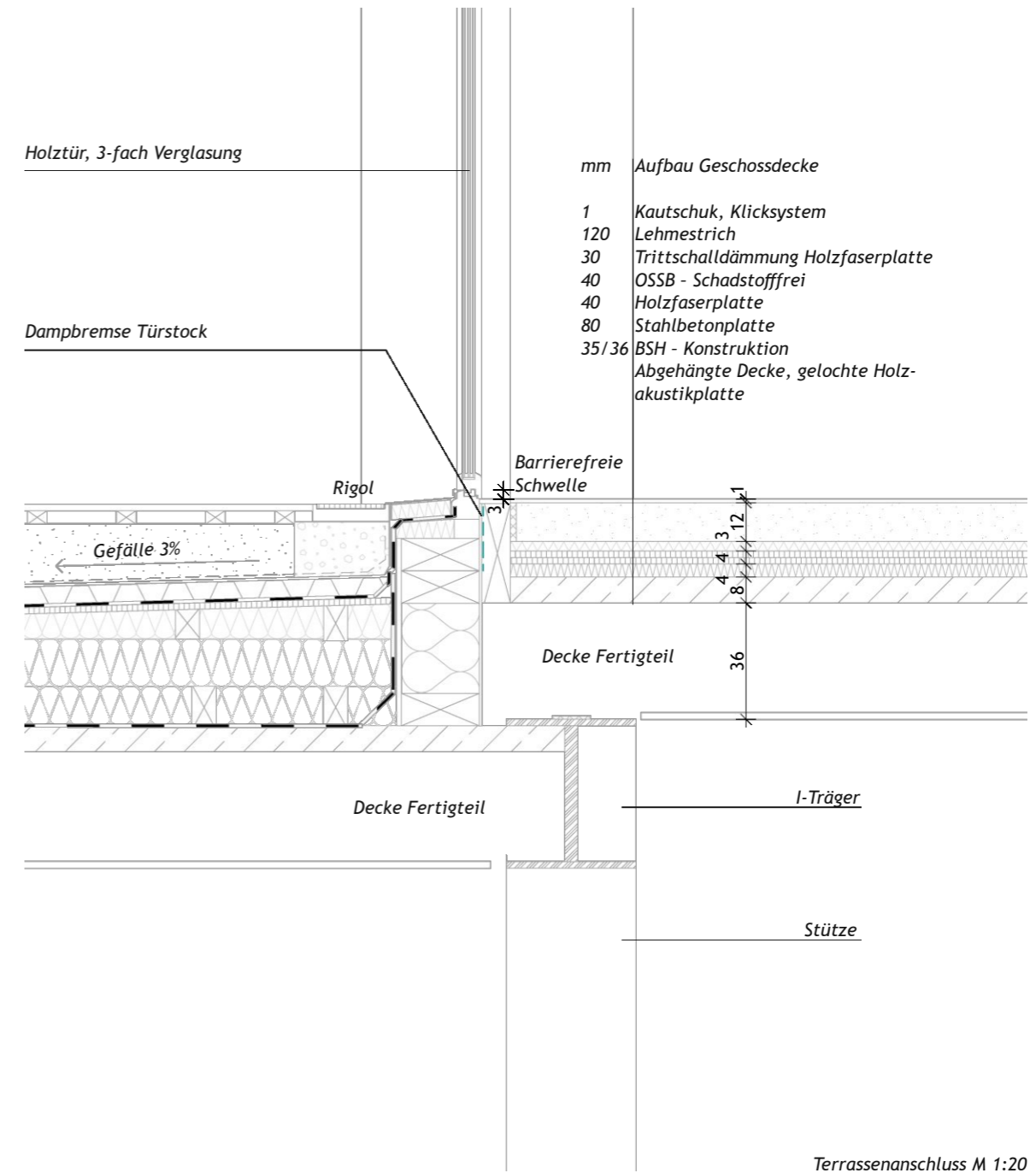
– doch kommen sie ganz ohne synthetische Bindemittel aus. Das bedeutet für die Kreislaufwirtschaft, dass sie nicht nur wiederverwendet werden können, sondern am Ende ihres Lebenszyklus ebenso kompostiert werden können. Stroh ist ein Abfallstoff der Landwirtschaft – ein weiterer Faktor der Nachhaltigkeit des Produktes.



Abb.35: Stroh-OSB Platten

Seit 2011 werden sie in China hergestellt<sup>159</sup>, schienen aber den Weg nach Europa nie überwunden zu haben. Seit diesem Jahr produziert allerdings auch eine Deutsche Firma<sup>160</sup> diese Platten und kurbelt den Markt für dieses Produkt hoffentlich an.

Der Dachaufbau der Terrasse wird später beschrieben.



158 LinoClick Linoleum von Ziro – DerNaturbaumarkt

159 NOVOFIBRE Germany: „Base Panel“ – Oriented Structured Straw Panel (OSSB)

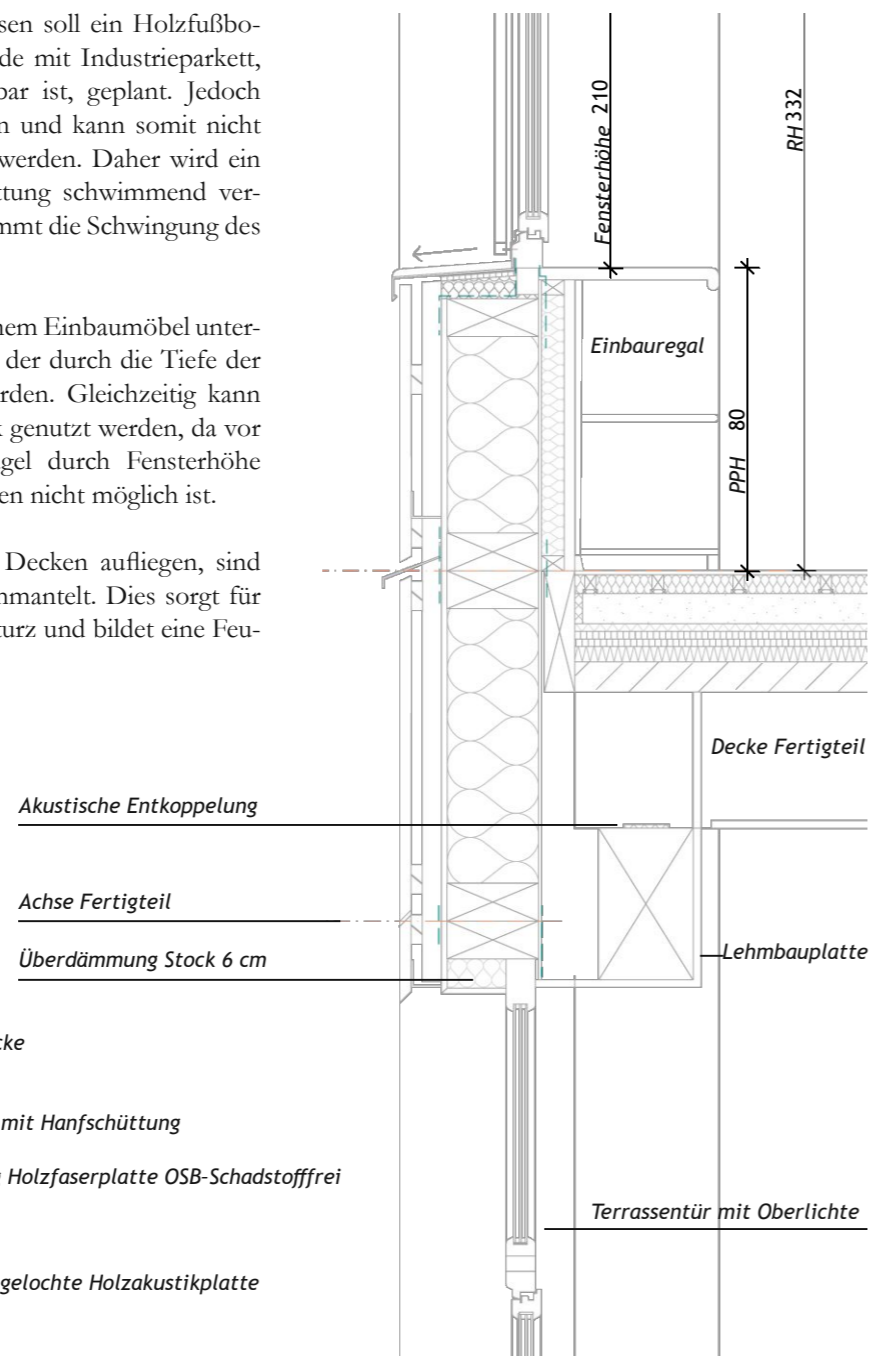
160 istraw GmbH&Co.KG: Istraw.boards OSSB Platten

## Decke Regelgeschoss

Der Fußboden in den Klassen soll ein Holzfußboden sein. Ursprünglich wurde mit Industrieparkett, welches sehr gut abschleifbar ist, geplant. Jedoch muss dieses verklebt werden und kann somit nicht zerstörungsfrei rückgebaut werden. Daher wird ein Parkettboden auf einer Lattung schwimmend verlegt. Eine Hanfschüttung nimmt die Schwingung des Parketts auf.

Die Fensterbank wird mit einem Einbaumöbel unterstellt. Somit kann der Platz, der durch die Tiefe der Stütze entsteht, genutzt werden. Gleichzeitig kann die Fensterbank als Sitzbank genutzt werden, da vor dem offenen Fensterflügel durch Fensterhöhe Kanthölzer das Herausstürzen nicht möglich ist.

Die Träger, auf denen die Decken aufliegen, sind mit einer Lehm- bauplatte ummantelt. Dies sorgt für einen einheitlichen Fenstersturz und bildet eine Feuerwiderstandsschicht.



Deckenanschluss M 1:20

### mm Aufbau Geschossdecke

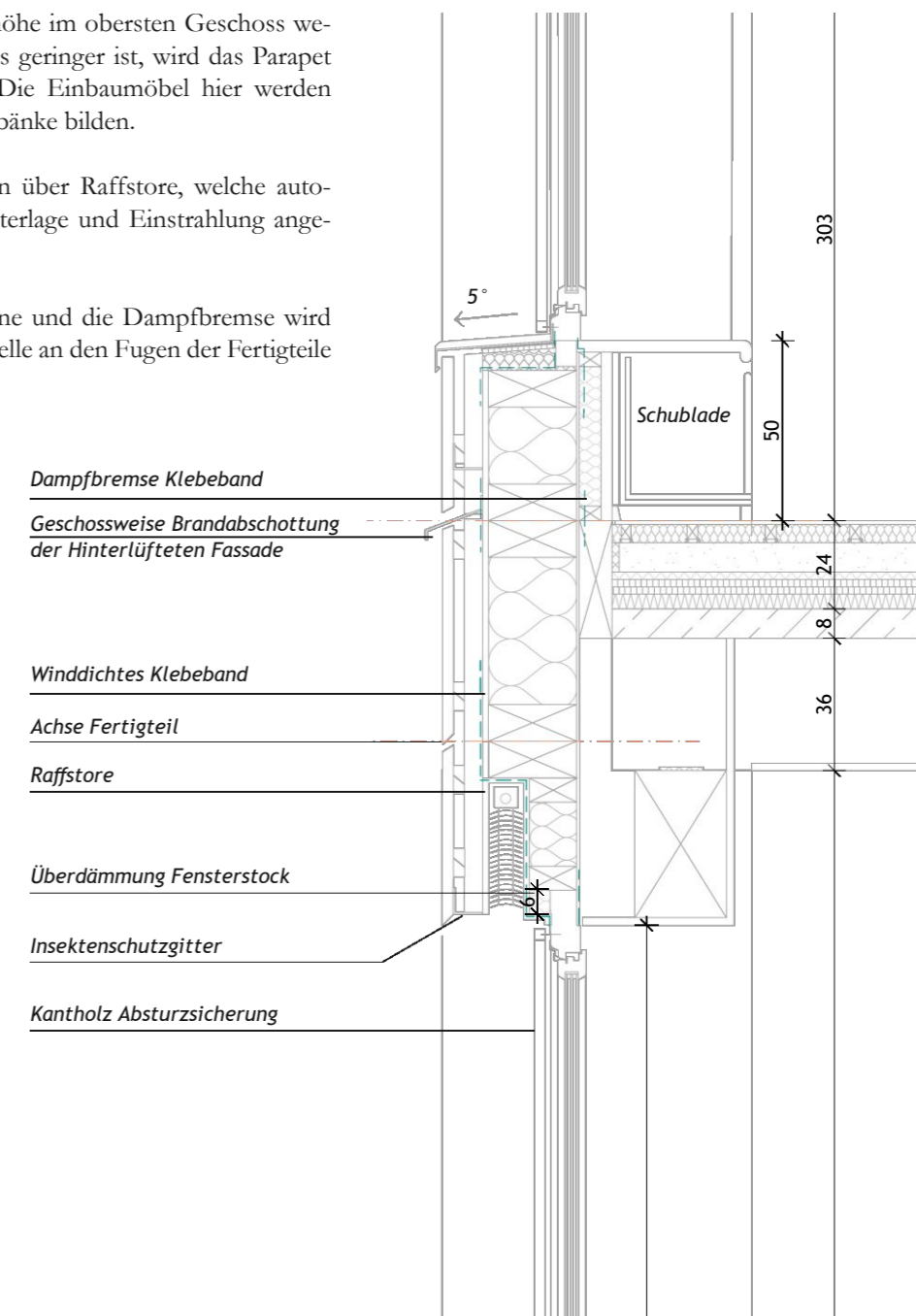
- 1 Parkett, gesteckt
- 50 Lattung ausgefacht mit Hanfschüttung
- 80 Lehmestrich
- 30 Trittschalldämmung Holz- faserplatte OSB-Schadstofffrei
- 40 Holz- faserplatte
- 80 Stahl- betonplatte
- 35/36 BSH-Konstruktion  
Abgehängte Decke, gelochte Holz- akustikplatte

## Decke Obergeschoss

Da die lichte Raumhöhe im obersten Geschoss wegen des Dachaufbaus geringer ist, wird das Parapet ebenfalls niedriger. Die Einbaumöbel hier werden Schubläden und Sitzbänke bilden.

Die Fenster verfügen über Raffstore, welche automatisch je nach Wetterlage und Einstrahlung angesteuert werden.

Die winddichte Ebene und die Dampfbremse wird jeweils auf der Baustelle an den Fugen der Fertigteile fertiggestellt.



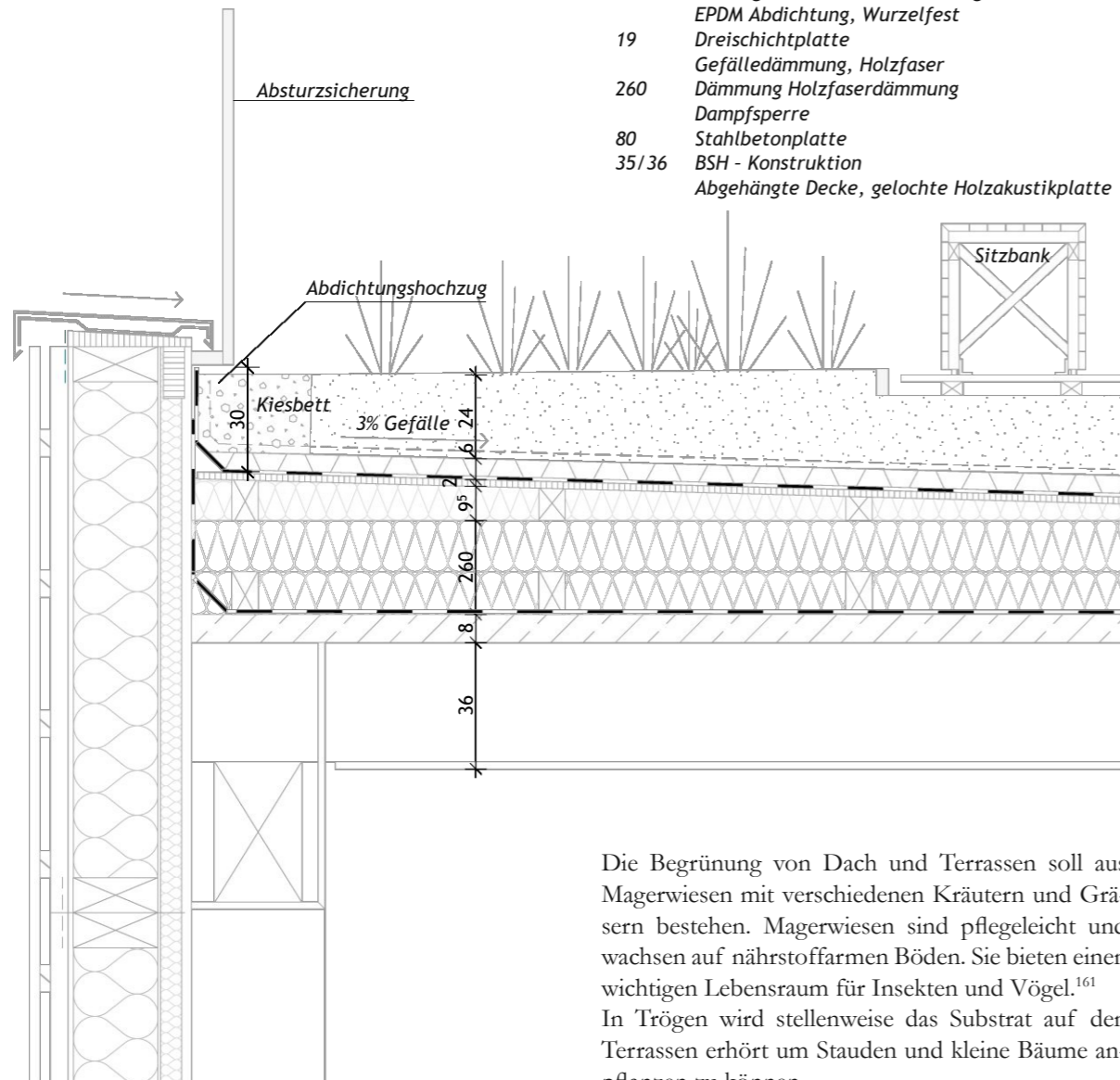
Deckenanschluss DG M 1:20



# Attika

## Attika Terrasse

mm	Aufbau Terrasse
20	Terrassenbelag Holzdielen
50	Lattung
220-280	Substrat
	Filtervlies
60	Drainage mit Wasserrückhaltung zur Retention EPDM Abdichtung, Wurzelfest
19	Dreischichtplatte Gefälledämmung, Holzfaser
260	Dämmung Holzfaserdämmung Dampfsperre
80	Stahlbetonplatte
35/36	BSH - Konstruktion Abgehängte Decke, gelochte Holzakustikplatte



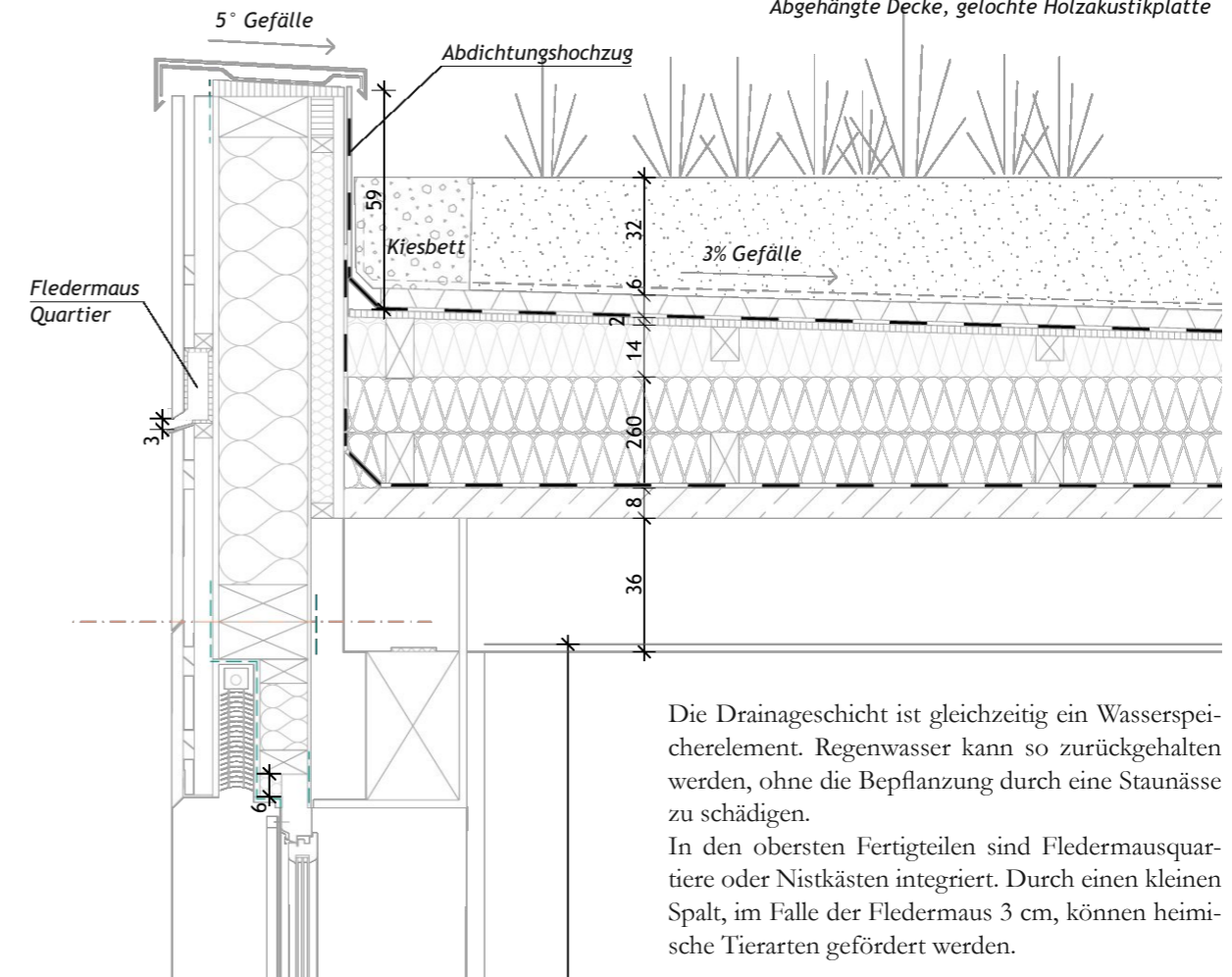
Die Begrünung von Dach und Terrassen soll aus Magerwiesen mit verschiedenen Kräutern und Gräsern bestehen. Magerwiesen sind pflegeleicht und wachsen auf nährstoffarmen Böden. Sie bieten einen wichtigen Lebensraum für Insekten und Vögel.<sup>161</sup> In Trögen wird stellenweise das Substrat auf den Terrassen erhöht um Stauden und kleine Bäume anpflanzen zu können.

Attika Terrasse M 1:20

161 Magerwiese | Blühendes Österreich: blühendesoesterreich.at

## Attika Dach

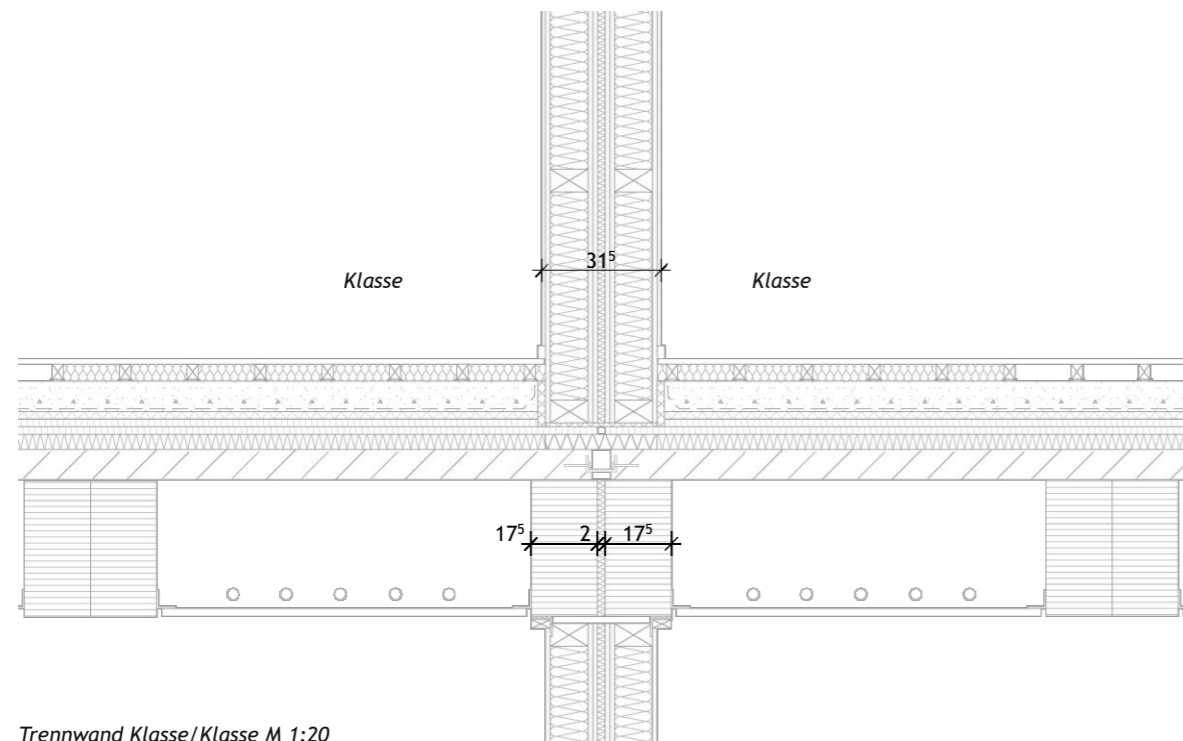
mm	Aufbau Terrasse
280-400	Substrat
	Filtervlies
60	Drainage mit Wasserrückhaltung zur Retention EPDM Abdichtung, Wurzelfest
19	Dreischichtplatte Gefälledämmung, Holzfaser
260	Dämmung Holzfaserdämmung Dampfsperre
80	Stahlbetonplatte
35/36	BSH - Konstruktion Abgehängte Decke, gelochte Holzakustikplatte



Die Drainageschicht ist gleichzeitig ein Wasserspeicherelement. Regenwasser kann so zurückgehalten werden, ohne die Bepflanzung durch eine Staunässe zu schädigen. In den obersten Fertigteilen sind Fledermausquartiere oder Nistkästen integriert. Durch einen kleinen Spalt, im Falle der Fledermaus 3 cm, können heimische Tierarten gefördert werden.

Attika Dach M 1:20

## Klassentrennwände



Trennwand Klasse/Klasse M 1:20

Die Trennwand zwischen zwei Klassen ist schallschutztechnisch wie eine Wohnungstrennwand zu behandeln. Laut der OIB-Richtlinie 5 für Schallschutz muss eine Klassentrennwand demnach eine Standard-Schallpegeldifferenz von 55 dB erreichen.

Durch die fehlende Masse ist der Holzbau im Schulbau schallschutztechnisch im Nachteil. Deswegen werden oft Holz-Beton-Verbund Elemente verwendet, um die notwendige Masse in das Gebäude zu bekommen, wie auch in diesem Projekt.

Die Trennwände können jedoch als Leichtbaukonstruktionen ausgeführt werden, wenn diese den benötigten Schallschutz aufweisen.

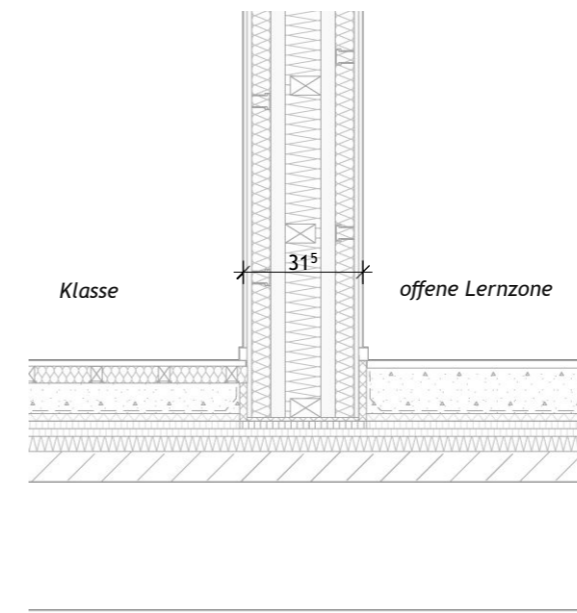
Die gewählte Konstruktion ist von einem geprüften Bauteil von dataholz.eu, mit einer Standard-Schall-

pegeldifferenz von 58 dB<sup>162</sup>, entnommen, in den Materialien aber abgewandelt (keine Gipskartonplatten und keine Mineralwolle) um der Rückbaubarkeit und Nachhaltigkeit zu genügen.

Die Wand wird mittels schallentkoppelter Winkel, an den Deckenbalken befestigt. Die Winkel werden mit einer Holzleiste kaschiert.

mm	Aufbau Trennwand Klasse/Klasse
10	Lehmdünnputz
12,5	Lehmbauplatte
100	Konstruktionsholz 60/100, Flachsdämmung
25	2x Strohbauplatte
20	Holzfaserdämmplatte
25	2x Strohbauplatte
100	Konstruktionsholz 60/100, Flachsdämmung
12,5	Lehmbauplatte
10	Lehmdünnputz

<sup>162</sup> Austria, Holzforschung: Bauteil Trennwand twrxo03a: dataholz.eu



mm	Aufbau Trennwand Klasse/offene Lernzone
10	Lehmdünnputz
12,5	Lehmbauplatte
50	Installationsebene, mit Schwingbügeln, ausgefacht mit Flachsdämmung
38	2x Strohbauplatte
94	Konstruktionsholz 50/80 versetzt, Flachsdämmung
38	Strohbauplatte
50	Installationsebene, mit Schwingbügeln, ausgefacht mit Flachsdämmung
12,5	Lehmbauplatte
10	Lehmdünnputz

Da eine Installationsebene an der Außenwand für den heutigen und zukünftigen Steckdosenbedarf nicht genügt, wird die Trennwand zwischen Klasse und offener Lernzone ebenfalls mit einer Installationsebene ausgestattet. Diese stellt ein schallschutztechnisches Defizit dar und muss mit Kompensationsmaßnahmen ausgeführt werden. Hierzu ist die Installationsebene mit Akustik-Schwingbügeln an die Strohbauplatten befestigt. Sie dienen zur akustischen Entkopplung, da sie wegen der Biegungen der Flanschen eine Federwirkung bewirken.<sup>163</sup>

Der Aufbau dieser Wand ist ebenfalls ein abgewandelter Aufbau eines geprüften Bauteils von dataholz.eu mit einer Standard-Schallpegeldifferenz von 60 dB.<sup>164</sup>

Das Konstruktionsholz der Wand ist versetzt verbaut, um den Körperschal zu verringern, denn die zwei Schalen der Wand berühren sich so nicht direkt

und kommen so auch nicht gemeinsam ins Schwingen.

Die Strohbauplatten sind eine nachhaltige Alternative zu Gipskartonplatten. Sie bestehen aus hochverdichtetem Stroh und benötigen kaum Bindemittel. Im äußeren Bereich der Strohbauplatte wird Weisskleber verwendet. Dieser macht aber nur 1% des Produktes aus und stellt in der Entsorgung und Kompostierung kein Problem dar. Die inneren Schichten bestehen ausschließlich aus verdichtetem Stroh.<sup>165</sup> Durch die hohe Verdichtung des Strohes, weisen die Platten einen guten Brandschutz auf und werden als normal entflammbar eingestuft. Außerdem können Strohbauplatten das Raumklima regulieren, da sie Feuchtigkeit aufnehmen können. Ihr Schalldämmmaß ist ebenfalls sehr gut und ihre Wärmeleitfähigkeit entspricht dem einer Holzwolle-Platte. Hergestellt werden sie in den Dicken 38 und 58 mm.<sup>166</sup>

Stroh ist wie Flachs ein Abfallprodukt der Landwirtschaft und kann regional produziert werden.

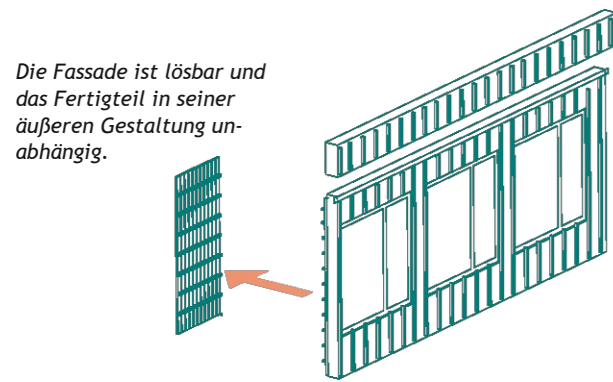
<sup>163</sup> Holzbau Deutschland-Institut e.V.: Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung, in: Informationsdienst Holz, 2019

<sup>164</sup> Austria, Holzforschung: Bauteil Trennwand twrxo01: dataholz.eu

<sup>165</sup> Interview Istraw: in: place-to-be.at

<sup>166</sup> Grimm, Roland: Was sind Strohbauplatten?, in: baustoffwissen.de, 2019

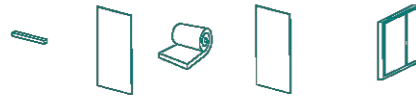
## Kreislauf der Materialien



Die Fassade ist lösbar und das Fertigteil in seiner äußeren Gestaltung unabhängig.

Die Außenwand besteht pro 8,10 m aus 2 Fertigteilen. Das Untere ist mit seiner Höhe von 3,40 auch im Wohnbau, welcher geringere Geschosshöhen hat, gut benutzbar. Beide zusammen können in jeglichen Bauwerken mit 4 m Geschosshöhen wiederverwendet werden.

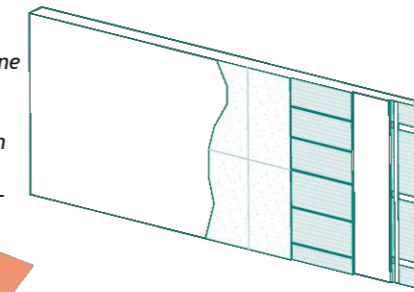
Das Fertigteil kann in seine Einzelteile zerlegt werden.



- Latten können als solche wieder eingesetzt werden. Vor einer Kompostierung können sie zu Faserplatten weiterverwertet werden.
- Die winddichte Ebene und die Dampfbremse sind als Platte wiederverwendbar. End of Life: Kompostierung oder thermische Verwertung
- Der Dämmflachs ist geklemmt und kann gelöst und wiederverwendet werden. End of Life: Kompostierung
- Das Fenster kann als ganzes Element wiederverwendet werden. Seine Maße lassen Nutzungen in verschiedenen Gebäudearten zu.

Das Wandelement-Fertigteil kann als ganzes wiederverwendet werden. Sollte das nicht gewünscht sein ist eine Zerlegung in seine Einzelteile möglich.

- Lehmputz: Kompostieren
- Lehmplatte: Wiederverwenden, dann Kompostieren
- Dämmflachs: Wiederverwenden, dann kompostieren
- Lattung: Wiederverwenden, zu Faserplatten weiterverwerten, kompostieren oder thermisch verwerten
- Strohmauplatte: Wiederverwenden, kompostieren



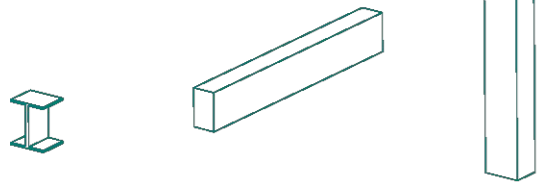
Auch die Verbindungen des Fußbodens sind lösbar:

- Das Parkett ist schwimmend verlegt und kann zu Faserplatten weiterverwertet werden, ebenso wie die Lattung.
- Der Lehmestrich kann herausgeschabt werden und wiederverwendet werden oder der Natur zurück gegeben werden.
- Die Holzdämmplatte sowie die OSSB Platten können wiederverwendet werden und schlussendlich kompostiert oder thermisch Verwertet werden.



Der Stahl-I-Träger kann als Pfostenträger wiederverwendet werden oder durch Einschmelzen zu einem neuen Stahlträger wiederverwertet werden. Dieser Prozess ist quasi endlos durchführbar.

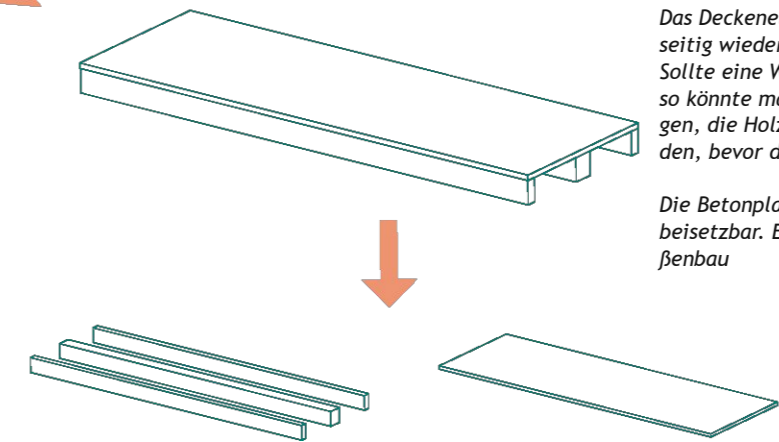
Die Stützen und die Träger können ebenso als ganzes Element wiederverwendet werden. Als Weiterverwertung werden Holzfaserplatten angestrebt. End of Life: Kompostierung oder thermische Verwertung.



Das Deckenelement ist wegen seinem gängigen Maß vielseitig wiederverwendbar.

Sollte eine Wiederverwendung nicht mehr möglich sein so könnte man, durch die geplanten Schraubverbindungen, die Holzträger als einzelne Träger wiederverwenden, bevor diese zu Faserplatten verarbeitet werden.

Die Betonplatte ist als Granulat einem Recyclingbeton beisetzbar. End Of Life: Deponie oder Einsatz im Straßenbau



## Fazit Detailplanung

### Ziele der Diplomarbeiten in der Detailplanung

- Rückbaubarkeit durch Lösbare Verbindungen
- Kreislauffähige Materialien
- Nachhaltigkeit im Vordergrund

Die Zielsetzung der Diplomarbeit wurde weitgehend erreicht. Alle Detailanschlüsse sind mit wieder lösbaren Verbindungen geplant, um einen zerstörungsfreien Rückbau des Gebäudes zu ermöglichen. Am Ende seiner Nutzung kann das Gebäude als Rohstofflager dienen. Zudem wurden die Materialien so ausgewählt, dass sie vor dem Ende ihres Lebenszyklus möglichst oft wiederverwendet werden können.

Bei den meisten Materialien ist dies gelungen. Einige Ausnahmen bilden die Dachabdichtungsbahn, die aus bituminösem Material besteht und nicht zerstörungsfrei entfernt werden kann. Diese wird aufgrund ihres hohen Heizwerts wahrscheinlich thermisch verwertet und nicht recyclet. Auch die Klebebänder, die für die Wind- und Dampfdichtigkeit der Verbindungen zwischen den Fertigteilen sorgen, können nicht dem Kreislauf rückgeführt werden. Jedoch konnte

durch den Einsatz von wind- und dampfdichten Holzfaserplatten der Einsatz von erdölbasierten Folien minimiert werden. Dichtungsbänder, die zur akustischen Entkopplung der Bauteile dienen, können ebenfalls nicht wiederverwendet werden.

Auch Schrauben und Winkel können aufgrund von Abnutzung und dem damit einhergehenden möglichen Qualitätsverlust nicht ohne weiteres wiederverwendet werden. Allerdings können alle Stahlteile eingeschmolzen und weiterverwertet werden.

Insgesamt wurde die Detailplanung bewusst einfach gehalten, um Fehlerquellen zu minimieren und die Bauteile universell einsetzbar zu machen. Die Höhen und Längen der Fertigteile orientieren sich an gängigen Maßen, wodurch sie für verschiedene Bauaufgaben wiederverwendbar sind.

## 7.3 Licht und Luft

### **Licht Luft**

Um einen Lernort mit einer angenehmen Atmosphäre zu kreieren, müssen Tageslicht und Frischluft in großen Mengen vorhanden sein. Es wird erläutert, wieviel Belichtungsfläche notwendig ist und wie sich diese auf den Tageslichtquotienten auswirkt.

Des Weiteren wird die Funktionsweise der Frischluftzufuhr sowie der Kühlung und Heizung des Gebäudes erklärt.

Bereits erprobte Konzepte haben positive Erfahrungsbereiche erbracht und finden in vielen Schulen Anwendung. Dieses Kapitel beschreibt, wie diese Konzepte funktionieren und wie sie in dem Projekt angewandt werden können.

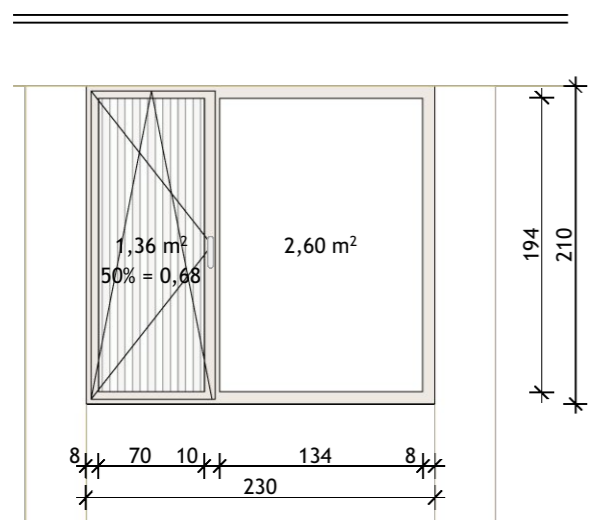
# Licht

## Belichtungsfläche

Die OIB-Richtlinie 3 für Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz reglementiert die benötigte Belichtungsfläche eines Raumes. So muss die Belichtungsfläche in Aufenthaltsräumen mindestens 12% der Bodenfläche betragen – bei einer Raumtiefe über 5 Metern muss pro Meter ein Prozent addiert werden.<sup>167</sup>

Die Klassenzimmer des Entwurfs sind 63 m<sup>2</sup> groß und 7,75 m tief. Das bedeutet, dass die Fensterfläche 15% der Bodenfläche betragen muss (9,45 m<sup>2</sup>).

Pro Klasse sind drei Fenster angebracht wovon jedes eine Fläche von 3,82m<sup>2</sup> aufweist. Mit einer Belich-



tungsfläche von 9,84 m<sup>2</sup> ist der Nachweis erfüllt. Wegen der Absturzsicherung vor dem Öffnungsflügel, welcher die Hälfte der Glasfläche ausmacht, wird die Belichtungsfläche des Fensters mit 50% angenommen.

Die ÖNORM EN 17037 reguliert die Planung mit Tageslicht. Die ÖNORM besagt, dass ein Mensch 300 Lux in einem Raum benötigt um sämtliche Tä-

## Tageslichtquotient

tigkeiten auszuführen. Daher müssen diese 300 Lux (Beleuchtungsstärke) in 50% des Raumes zu 50% der Tageslichtstunden erreicht werden. 95% des Raumes dürfen nicht weniger als 100 Lux aufweisen. Dies ergibt einen Mindest-Tageslichtquotienten von 1,9 Prozent. Diese Zahl beschreibt also das Verhältnis der äußeren Beleuchtungsstärke zur inneren Beleuchtungsstärke.<sup>168</sup>

Für eine hohe Tageslichtversorgung sind laut ÖNORM 750 Lux für 50 % des Raumes, sowie 500 Lux für 95% des Raumes nötig. Dies ergibt einen Tageslichtquotienten von mindestens 3,5 %. Es wurde nicht spezifiziert, welche Nutzung ein Raum haben muss, um eine hohe Tageslichtversorgung aufweisen zu müssen, es wird aber davon ausgegangen, dass Klassenräume eine solche Anforderung stellen.

Für Klassenräume ist außerdem ein Blendschutz einzurichten. Dieser funktioniert in dem Entwurf mit sich an den Sonnenstand anpassende Raffstores.

Die Visualisierung rechts, welche mithilfe des Online Tools „Daylight Visualizer“ von Velux<sup>169</sup> erstellt wurde, zeigt, dass der gewünschte Tageslichtquotient in den Klassenräumen über das Jahr gesehen im Schnitt erreicht wird. Auch die offenen Lernzonen sind, dank der Atrien, mit einem Tageslichtquotienten von stets über 2 % genügend belichtet.

Dies garantiert, dass kaum künstliches Licht genutzt werden muss und das Tageslicht effizient zum Einsatz kommt.

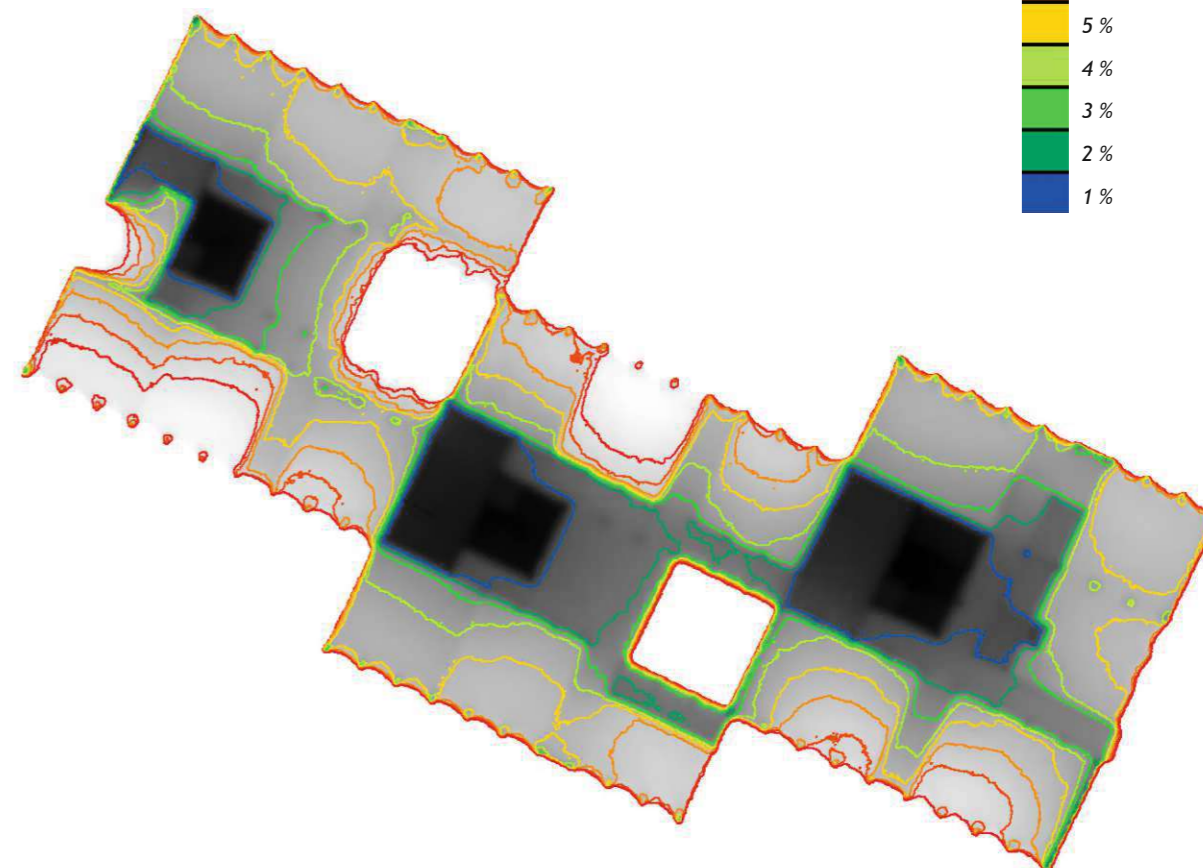
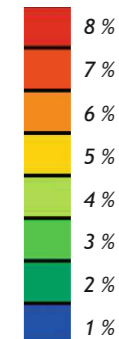
Der hohe Tageslichteintrag bedeutet im Sommer einen sensiblen Umgang mit der Lüftung des Gebäudes, um eine sommerliche Überhitzung zu vermeiden. An heißen Tagen verringern die Raffstore den solaren Eintrag. In der Nacht soll das Gebäude gelüftet werden, um eine Abkühlung zu erzeugen – hierfür ist in jedem Raum ein ansteuerbares Fenster angebracht, welches die Nachtlüftung automatisiert.

167 OIB 3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, 04.2019

168 Leitfaden zur Tageslichtplanung mit der ÖNORM EN 17037: Velux.at

169 Daylight Visualizer – kostenloses Analysetool: Velux.at

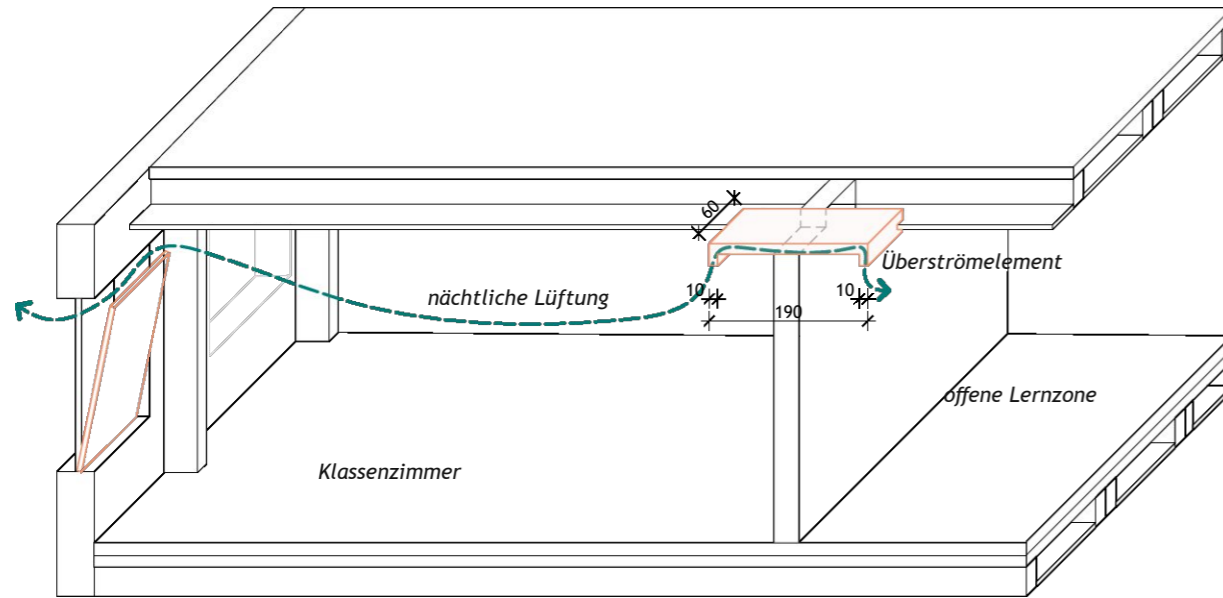
Tageslichtquotient



Tageslichtquotient 1. Obergeschoss. Berechnet mit Velux Daylight Visualizer

# Luft

## Überströmelement



### Funktionsweise Überströmelement

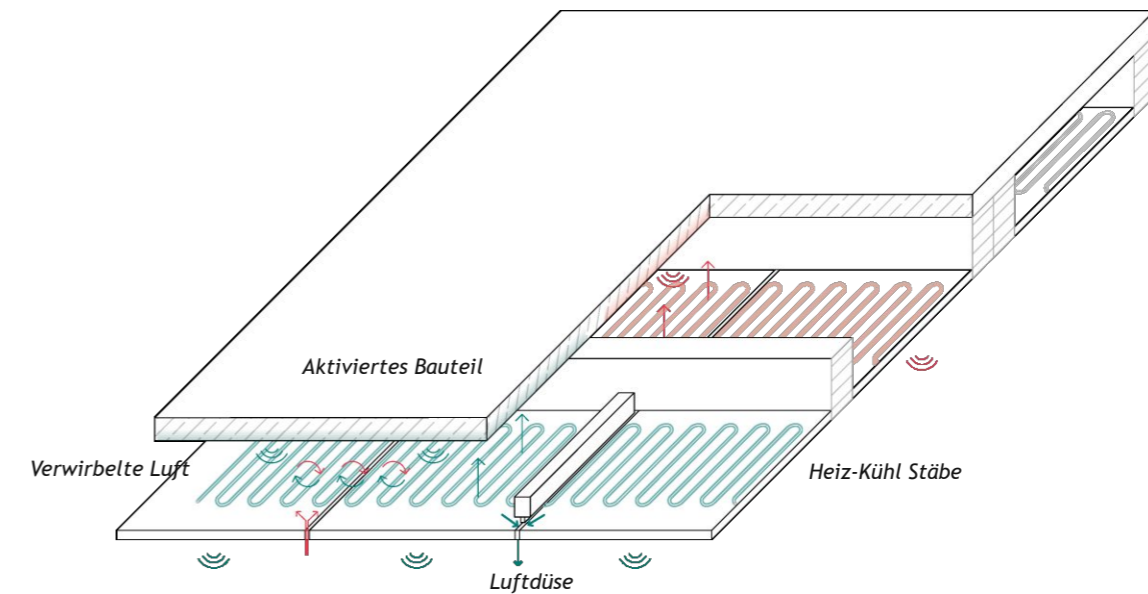
Eine ausreichende Lüftung ist gerade um konzentriert arbeiten zu können unabdingbar. Steigt der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft, ruft das Gas Müdigkeit und Unbehagen hervor. Eine unbedenkliche CO<sub>2</sub>-Konzentration befindet sich im Bereich von unter 1000 ppm (parts per Million). Bei geschlossenem Fenster, in einem Klassenraum von 65 m<sup>2</sup> und 25 Schüler:innen von 14-18 Jahren, erreicht die CO<sub>2</sub>-Konzentration nach 35 Minuten einen inakzeptablen Wert. Im Vergleich: bei denselben Bedingungen, jedoch einem geöffneten Fenster, wird der CO<sub>2</sub>-Gehalt erst nach 45 Minuten auffällig, bleibt aber unter der Normhöchstgrenze.<sup>170</sup> Die richtige Lüftung bewirkt folglich einen großen Unterschied in der hygienischen Qualität eines Raumes. Zusätzlich zu einem intelligenten Lüftungssystem ist in Klassenräumen eine Lüftungsanzeige sinnvoll, welche in Ampelfarben anzeigt, ab wann der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft zu hoch ist und zusätzlich stoßgelüftet werden muss. Eine gute Lüftung verringert nicht nur den CO<sub>2</sub>-

Gehalt der Luft, sondern auch krankheitsserregende Aerosole – im Kontext der Pandemie ein wichtiger Punkt.

Der Grundriss des Gebäudes lässt eine Querlüftung aller Bereiche zu. Um diese jedoch auch bei geschlossenen Türen zu ermöglichen, wird ein Überströmelement angebracht. Dies ist besonders für die nächtliche Lüftung sinnvoll, damit wegen der automatisch öffnenden Fenstern, nicht an das manuelle Öffnen der Türen gedacht werden muss. Die österreichische Firma Bauklimatik setzte diese schallgedämmten Überströmelemente bereits in vielen Schulbauprojekten um. Die Elemente können entweder in Wänden oder in Decken verbaut werden und ermöglichen einen aktiven Luftaustausch. Das Element besteht aus Holz und weist im Deckenaufbau einen Schallschutz von 49 dB auf.<sup>171</sup> Der Schallschutz gewährleistet einen störungsfreien Unterrichtsablauf. Sichtbar ist nach Einbau nur mehr der 10 cm breite Schlitz, welcher als Schattenfuge wahrgenommen wird.

170 CO<sub>2</sub> in Klassenräumen: in: Informationsplattform des Fraunhofer-Instituts für Holzforschung  
171 Überströmelemente aus Wien | luftführende Raumverbindungen: Bauklimatik GmbH

## Heiz-Kühl-Decke



### Funktionsweise Heiz-Kühl Decke Ecoboost

Eine gute Heizungs- und Kühlungslösung ein wichtiger Bestandteil eines nachhaltigen Schulbaus, da sie zur Energieeffizienz, zum Komfort, zur Gesundheit und zum Umweltschutz beiträgt. Sie ermöglicht ein angenehmes und gesundes Lernumfeld für die Schüler:innen und stellt sicher, dass die Schule langfristig nachhaltig betrieben werden kann. Eine Heiz-Kühl-Decke mit Betonaktivierung erfordert bei hoher Leistung wenig Energie und gilt als effizientes System im Schulbauten.

lich den Beton aktivieren, welcher somit zur Heizung oder Kühlung des Gebäudes beiträgt. Beton hat eine gute Wärmespeicherkapazität und gibt die Wärme oder die Kälte langsam wieder ab. Zusätzlich sind Überdruckdüsen in der abgehängten Decke verbaut, welche die Luft des Raumes anziehen, sie verwirbeln und nach Erwärmung oder Kühlung durch die Strahlung der Heiz /Kühl-Stäbe und des Betons, die Luft wieder in den Raum abgeben.<sup>173</sup>

Die Funktionsweise der Heiz-Kühl Decke wird dem System Ecoboost<sup>172</sup> entnommen. Hierfür ist an der abgehängten Decke ein herkömmliches Heiz-Kühl System montiert, welches mit wasserführenden Leitungen funktioniert. Da bei dem gewählten System der Holz-Beton-Verbund-Decke der Beton von unten offen bleibt, kann die Strahlungswärme zusätz-

172 Die Decke für mehrgeschossige Bürobauten: Erne.net

173 ERNE SupraFloor ecoboost2 – Die Decke für mehrgeschossige Bürobauten: Youtube.com

**Abschluss**

08



## Conclusio

Das Ergebnis dieser Arbeit ist ein flexibler Holzschulbau, der einen besonderen Fokus auf Rück- und Umbaubarkeit legt. Die geplante Schule erfüllt alle Kriterien eines zeitgemäßen Schulbaus und ermöglicht zukünftige Anpassungen. Um Leerstand zu vermeiden und eine effiziente Flächennutzung zu erreichen, wurde auf bestimmte Räumlichkeiten wie die Zentralgarderobe verzichtet, während andere Räume so platziert wurden, dass sie auch außerhalb der Unterrichtszeiten und in den Sommermonaten von externen Nutzern verwendet werden können. Obwohl der Entwurf in einigen Punkten von der Ausschreibung abweicht, erfüllt er dennoch alle Anforderungen für Schulbau an dem Standort „An den Eisteichen“ in Wien Meidling.

Das Ziel, ein nachhaltiges Gebäude zu entwerfen, das im Sinne der Kreislaufwirtschaft als Rohstofflager dient, wurde erreicht. Es wurde auch bewiesen, dass eine Umgestaltung der Schulräume zu einem offenen Schulhaus mit neuen Lernformen möglich ist. Die Freiraumgestaltung folgt dem Leitprinzip der Nachhaltigkeit und berücksichtigt die umgebende Natur bei der Planung. Die Detailplanung zeigt, dass die vorgefertigten Bauteile für den Rückbau konzipiert wurden und dass bei der Wahl der Materialien stets auf die Rückführung in die Kreislaufwirtschaft geachtet wurde. Es wurde gezeigt, dass ein modulares und kreislauffähiges Gebäude auch mit herkömmlichen Holzbau-Details geplant werden kann, ohne auf komplizierte Anschlüsse angewiesen zu sein. Durch die Planung einer automatischen Quer- und Nachtlüftung sowie einer effizienten Heizung und Kühlung ist das Gebäude auch in seiner Nutzung nachhaltig.

Der Entwurf zeigt, dass nachhaltige und kreislauffähige Gebäude keine unüberwindbaren Herausforderungen in der Planung darstellen. Es wurden bereits

viele Ansätze in der Architektur entwickelt, die sich erfolgreich mit dem Thema Kreislaufwirtschaft auseinandersetzen. Das Resultat dieser Arbeit ist daher im Fachkontext relevant, da deutlich wird, dass die modulare Holzbauweise zwar im Vergleich zur massiven Stahlbetonbauweise mehr Planungsaufwand erfordert und bestimmte Details im Holzbau anders behandelt werden müssen, aber dennoch zahlreiche Vorteile bietet. Dazu gehören neben der verbesserten Nachhaltigkeit, auch eine geringere Umweltauswirkungen und eine schnellere Bauzeit. Darüber hinaus ermöglicht die modulare Holzbauweise eine flexible Anpassung an verschiedene architektonische Anforderungen und bietet eine ästhetisch ansprechende Alternative zu traditionellen Baustoffen. Diese Erkenntnisse unterstreichen die Bedeutung der modularen Holzbauweise als zukunftsfähige und umweltfreundliche Lösung im Baubereich.

Es ist wichtig anzumerken, dass der Umfang der Arbeit auf den Entwurf und die Leit-Detail-Planung beschränkt ist. Gewisse Aspekte, die im nachhaltigen Bauwesen relevant sind, konnten daher nicht erörtert werden.

Die Kosten dieser Bauweise wurden zum Beispiel nicht berücksichtigt. Zwar ist das Projekt mit einem recht hohen Kostenrahmen (45,8 Mio. €) ausgeschrieben, jedoch kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob dieser Kostenrahmen mit der gewählten Bauweise realistisch eingehalten werden kann. Die im Entwurf ausgewählten nachhaltigen Produkte wie Lehm- und Strohbauplatten oder die Stroh-OSB-Platten sind keine Marktführer und daher teurer in der Anschaffung.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der bei nachhaltigem Bauen genauer beleuchtet werden müsste, aber den Rahmen dieser Arbeit gesprengt hätte, sind die Ökobilanzierungen der verwendeten Baustoffe. Sie wür-

den eine ganzheitliche Betrachtung der Umweltauswirkung ermöglichen und einen objektiven Vergleich verschiedener Produkte ermöglichen.

Außerdem spielen die rechtlichen Grundlagen eine entscheidende Rolle bei der Wiederverwendung von Bauteilen und -stoffen. Man müsste erörtern, was derzeit möglich ist oder wie sich die Rechtslage in Zukunft ändern muss, um Konzepte wie den in dieser Arbeit vorgestellten Entwurf umsetzen zu können.

Trotz der genannten Einschränkungen liefert diese Arbeit einen realistischen Vorschlag für ein Schulgebäude, das flexibel rück- und umbaubar ist und zukunftsorientierte Prinzipien verfolgt. Der Entwurf soll als Impuls dienen, um den Diskurs über klimagerechtes Bauen voranzutreiben. Er soll dazu beitragen, das Bewusstsein für nachhaltige Architektur zu schärfen und eine Veränderung im Denken einzuleiten. Weg von der herkömmlichen, massiven Stahlbetonarchitektur, hin zu einem Konzept, welches das Gebäude als Rohstofflager betrachtet.

## Danksagung

Ich möchte Alireza Fadai meinen aufrichtigen Dank aussprechen, der mich auf die Dringlichkeit des nachhaltigen Bauens aufmerksam gemacht hat. Ohne seine Anregung hätte ich mich niemals dem Thema der Rückbaubarkeit gewidmet. Ich bin dankbar für seine unermüdliche Unterstützung, dass er auch spät in der Nacht oder wochenends auf E-Mails geantwortet hat und stets beiseite stand.

Ein besonderer Dank gilt Alexander, mit dem ich viele wertvolle Erfahrungen teilen durfte. Unsere gemeinsame Arbeit, die erfolgreichen Projekte während des Studiums, der Austausch unserer Interessen und seine beruhigende Präsenz in stressigen Momenten haben mich in vielerlei Hinsicht gestärkt. Wir sind gemeinsam gewachsen und haben uns gegenseitig inspiriert.

Ich möchte auch meinen Korrekturleser:innen danken (Mama, Wolfgang, Christian und Elli) und mich gleichzeitig für meine manchmal frustrierende Schwäche in der Kommasetzung entschuldigen. Ihre Unterstützung und ihr sorgfältiges Lektorat haben zur Qualität meiner Arbeit beigetragen.

Ein herzliches Dankeschön geht an meine Eltern, die mich unterstützt und mir ermöglicht haben, meinen Weg zu gehen.

Nicht zuletzt möchte ich meinen vielen Geschwistern danken. Ohne sie wäre ich nicht der Mensch, der ich heute bin. Ihre Unterstützung, ihr Rat und ihre Ermutigung haben mich gestärkt und mir geholfen, mich selbst weiterzuentwickeln.

## Quellenverzeichnis

- 1 United Nations Environment Programme & Global Alliance for Buildings and Construction: 2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emissions, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector - Executive Summary, in: unep.org, 2020, [online] <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/34572;jsessionid=165262FCD2B248A345BC27D892460D6C> (abgerufen am 11.01.2023).
- 2 Hammerer, Franz/Thomas Koch/Norbert Granher/Clara Renner: Raum Bildung: Kompetenzzentrum Grundschulpädagogik, 1. Aufl., Franz Hammerer, 2012, [PDF] [https://raumbildung.at/pdfs/RaumBildung\\_1.pdf](https://raumbildung.at/pdfs/RaumBildung_1.pdf). S.5-6, (abgerufen am 11.01.2023)
- 3 Helmut Moser/Wolfgang Souczek/Peter Dietl/Martina Oberhauser/Thomas Nausch: Schulentwicklungsprogramm 2020, in: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, BMBWF, 03.2020, [online]
- 4 Ebenda, S.12
- 5 Ebenda, S.19
- 6 Hammerer, Franz/Thomas Koch/Norbert Granher/Clara Renner: Raum Bildung: Kompetenzzentrum Grundschulpädagogik, 1. Aufl., Franz Hammerer, 2012, [PDF] [https://raumbildung.at/pdfs/RaumBildung\\_1.pdf](https://raumbildung.at/pdfs/RaumBildung_1.pdf). S.5-6 (abgerufen am 11.01.2023)
- 7 Hubeli, Ernst: Schulen planen und bauen 2.0: Grundlagen, Prozesse, Projekte, aktualisierte und ergänzte Neuausgabe 2017, Nachdruck, Montag Stiftungen Jugend Und Gesellschaft, 26.06.2017., S.247
- 8 ÖISS: Richtlinien für den Bildungsbau, in: Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau, 08.2021., S.28
- 9 Ebenda, S.23
- 10 Hubeli, Ernst: Schulen planen und bauen 2.0: Grundlagen, Prozesse, Projekte, aktualisierte und ergänzte Neuausgabe 2017, Nachdruck, Montag Stiftungen Jugend Und Gesellschaft, 26.06.2017., S.32
- 11 Ebenda, S.32
- 12 Chiles, Prue/Leo Care: Schulen bauen: Leitlinien für Planung und Entwurf, 1. Aufl., Birkhäuser, 30.07.2015, .S54, 55
- 13 Kaufmann, Hermann/Florian Nagler: Schmuttertal Gymnasium: Architektur - Pädagogik - Ressourcen (DETAIL Special), 1. Aufl., Sabine Djahanschah, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 21.11.2016., S.18
- 14 Helmut Moser/Wolfgang Souczek/Peter Dietl/Martina Oberhauser/Thomas Nausch: Schulentwicklungsprogramm 2020, in: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, BMBWF, 03.2020, [online] <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulsystem/schulbau/schep2020.html> (abgerufen am 28.10.2022)
- 15 Neubau von Schulen - Übersicht Projekte: 12.10.2017, [online] <https://www.wien.gv.at/bildung/schulen/schulbau/neubau/> (abgerufen am 28.10.2022).
- 16 Bildungscampus - Planung von Campus-Standorten: 09.10.2015, [online] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/architektur/oeffentliche-bauten/schulbauten/campusstandorte.html> (abgerufen am 28.10.2022).
- 17 Suche Bildungsbauten 2019-2021: in: Nextroom.at, o. D., [online] [https://www.nextroom.at/search\\_ng.php?search%5Blocation\\_id%5D=0%3A929&search%5Bactor\\_id%5D=&search%5Btype\\_id%5D=3&search%5Bmeasure\\_id%5D=&search%5Bcollection\\_id%5D=&search%5Bfrom%5D=2019&search%5Btill%5D=2021&inc=bauwerk&run\\_task=2&inc=bauwerk&search%5Bkeyword%5D=](https://www.nextroom.at/search_ng.php?search%5Blocation_id%5D=0%3A929&search%5Bactor_id%5D=&search%5Btype_id%5D=3&search%5Bmeasure_id%5D=&search%5Bcollection_id%5D=&search%5Bfrom%5D=2019&search%5Btill%5D=2021&inc=bauwerk&run_task=2&inc=bauwerk&search%5Bkeyword%5D=) (abgerufen am 06.05.2023)..
- 18 Bildungscampus Innerfavoriten - Kindergärten, Ganztageschule, Musikschule: 05.09.2019, [online] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/architektur/oeffentliche-bauten/schulbauten/bc-innerfavoriten.html> (abgerufen am 28.10.2022).
- 19 Volksschule und Mittelschule Leopold-Kohr-Straße - Neubau: 31.03.2021, [online] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/architektur/oeffentliche-bauten/schulbauten/leopold-kohr-strasse.html> (abgerufen am 28.10.2022).
- 20 Zentralberufsschule Seestadt Aspern - Neubau: 01.03.2022, [online] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/architektur/oeffentliche-bauten/schulbauten/zentralberufsschule-seestadt.html> (abgerufen am 28.10.2022).
- 21 Bildungscampus Gasometerumfeld: in: Stadtplanung Wien - Stadt Wien, 21.07.2022, [online] <https://www.wien.gv.at/stadtplanung/bildungscampus-gasometerumfeld> (abgerufen am 28.10.2022).
- 22 Geplanter Bildungscampus Deutschordenstraße: 15.02.2019, [online] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/architektur/oeffentliche-bauten/schulbauten/bildungscampus-deutschordenstrasse.html> (abgerufen am 28.10.2022). UND: Volksschule Dreyhausenstraße - Neubau der Ganztagsvolksschule: 21.02.2019, [online] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/architektur/oeffentliche-bauten/schulbauten/volksschule-dreyhausenstrasse.html> (abgerufen am 28.10.2022).
- 23 Wiener Klimafahrplan: 2022., [online] <https://www.wien.gv.at/spezial/klimafahrplan/> (abgerufen am 29.10.2022).- Kurzfassung, S.2
- 24 Bernd Wiltschek, BIG , Persönliche Korrespondenz, 23.10.2022
- 25 Hillebrandt, Annette/Petra Riegler-Floors/Anja Rosen/Johanna Seggewies: Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource (Detail Atlas);, 2. korrigierte Auflage, DETAIL, 2021, S.60
- 26 Pascal Peduzzi: Sand, rarer than one thinks, in: UNEP Global Environmental Alert Service, UNEP, 03.2014, [online] [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8665/GEAS\\_Mar2014\\_Sand\\_Mining.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8665/GEAS_Mar2014_Sand_Mining.pdf?sequence=3&isAllowed=y) (abgerufen am 01.12.2022). S.1
- 27 Röhrlich, Dagmar: Sand - Ein nur scheinbar unendlicher Rohstoff, in: Deutschlandfunk, 05.01.2020, [online] <https://www.deutschlandfunk.de/sand-ein-nur-scheinbar-unendlicher-rohstoff-100.html> (abgerufen am 03.12.2022).
- 28 ebenda
- 29 Kiran Pereira/Ranjith Ratnayake: Curbing Illegal Sand Mining in Sri Lanka, in: Water Integrity Network, Water Integrity Network, 2013, [online] [https://www.waterintegritynetwork.net/wp-content/uploads/2015/04/Case\\_SriLanka\\_SandMining\\_EN\\_2013.pdf](https://www.waterintegritynetwork.net/wp-content/uploads/2015/04/Case_SriLanka_SandMining_EN_2013.pdf) (abgerufen am 01.12.2022)., S.10
- 30 Kandarr, Jana: Folgen des Sandabbaus, in: Earth System Knowledge Platform, 14.03.2018, [online] <https://themenspezial.eskp.de/metropolen-unter-druck/natuerliche-ressourcen-unter-druck/folgen-des-sandabbaus-93767/> (abgerufen am 01.12.2022).
- 31 Hillebrandt, Annette/Petra Riegler-Floors/Anja Rosen/Johanna Seggewies: Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource (Detail Atlas), 2. korrigierte Auflage, DETAIL, 2021, S.62
- 32 Pascal Peduzzi: Sand, rarer than one thinks, in: UNEP Global Environmental Alert Service, UNEP, 03.2014, [online] [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8665/GEAS\\_Mar2014\\_Sand\\_Mining.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8665/GEAS_Mar2014_Sand_Mining.pdf?sequence=3&isAllowed=y) (abgerufen am 01.12.2022), S.2 ff.
- 33 Betonherstellung und Klimaschutz: in: Baunetz\_Wissen, o. D., [online] <https://www.baunetzwissen.de/beton/fachwissen/herstellung/betonherstellung-und-klimaschutz-7229519> (abgerufen am 10.12.2022).
- 34 Cradle-to-Cradle-Prinzip: in: Baunetz\_Wissen, o. D., [online] <https://www.baunetzwissen.de/fachwissen/baustoffe--teile/cradle-to-cradle-prinzip-748225> (abgerufen am 10.12.2022).
- 35 Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus: Stoffliche und energetische Verwendung von Holzabfällen, in: Klimaaktiv, 12.2019, [online] [https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:9126f4c2-b689-45c1-b806-b207295ec425/Aktuelles%20Thema%20Verwendung%20von%20Holzabfall%20C3%A4%20len\\_final.pdf](https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:9126f4c2-b689-45c1-b806-b207295ec425/Aktuelles%20Thema%20Verwendung%20von%20Holzabfall%20C3%A4%20len_final.pdf) (abgerufen am 11.12.2022).
- 36 Hillebrandt, Annette/Petra Riegler-Floors/Anja Rosen/Johanna Seggewies: Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource (Detail Atlas), 2. korrigierte Auflage, DETAIL, 2021. S.60 ff.
- 37 Mining: Die Folgen des weltweiten Rohstoffabbaus: in: wwf, 29.05.2019, [online] <https://www.wwf.de/themen-projekte/waelder/mining> (abgerufen am 11.12.2022).
- 38 Deutsche Welle (www.dw.com)/Ines Eisele:

Bolsonaro und der Regenwald: eine Bilanz, in: DW.COM, 22.09.2022, [online] <https://www.dw.com/de/bolsonaro-und-der-regenwald-eine-bilanz/a-63060457> (abgerufen am 11.12.2022).

39 [deutschlandfunk.de/Tomma Schröder: Kritische Metalle für die Energiewende - Der neue Rohstofffrausch](https://www.deutschlandfunk.de/Tomma-Schröder-Kritische-Metalle-für-die-Energiewende-Der-neue-Rohstofffrausch), in: Deutschlandfunk, 05.08.2022, [online] <https://www.deutschlandfunk.de/rohstoffe-energiewende-recycling-umwelt-ressourcen-100.html> (abgerufen am 11.12.2022).

40 [deutschlandfunkkultur.de/Philipp Lemmerich: Dammbruch in Brasilien - Unser Wohlstand, euer Schlamm](https://www.deutschlandfunkkultur.de/Philipp-Lemme-rich-Dammbruch-in-Brasilien-Unser-Wohlstand-euer-Schlamm), in: Deutschlandfunk Kultur, 26.01.2021, [online] <https://www.deutschlandfunkkultur.de/dammbruch-in-brasilien-unser-wohlstand-euer-schlamm-100.html> (abgerufen am 11.12.2022).

41 Nichteisenmetallindustrie: in: Umweltbundesamt.de, 29.07.2013, [online] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/industrieverhalten/herstellung-verarbeitung-von-metallen/nichteisenmetall-industrie> (abgerufen am 11.12.2022).

42 Rosen, Dieter: [https://www.ziegel.de/sites/default/files/2021-05/dama202100002\\_Rosen\\_0.pdf](https://www.ziegel.de/sites/default/files/2021-05/dama202100002_Rosen_0.pdf), in: Bundesverband Ziegel, 2021, [online] [https://www.ziegel.de/sites/default/files/2021-05/dama202100002\\_Rosen\\_0.pdf](https://www.ziegel.de/sites/default/files/2021-05/dama202100002_Rosen_0.pdf) (abgerufen am 11.12.2022).

43 Hillebrandt, Annette/Petra Riegler-Floors/Anja Rosen/Johanna Seggewies: Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource (Detail Atlas), 2. korrigierte Auflage, DETAIL, 2021., S.77

44 Öko-Institut e.V./Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung/Prognos AG: Ökobilanzielle Betrachtung des Recyclings von Gipskartonplatten Endbericht, Umweltbundesamt Deutschland, 03.2017, [online] [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-04-24\\_texte\\_33-2017\\_gipsrecycling.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-04-24_texte_33-2017_gipsrecycling.pdf).

45 Bundesverband Baustoffe-Steine und Erden e.V.: Mineralische Bauabfälle Monitoring 2018, in: Kreislaufwirtschaft Bau, 01.2021, [online] <https://kreislaufwirtschaft-bau.de/Download/Bericht-12.pdf> (abgerufen am 15.12.2022).

46 Hillebrandt, Annette/Petra Riegler-Floors/Anja Rosen/Johanna Seggewies: Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource (Detail Atlas), 2. korrigierte Auflage, DETAIL, 2021., S.81

47 Ebenda, S.104

48 Mrasek, Volker: Schwere Unfälle wird es immer wieder geben, in: Deutschlandfunk, Deutschlandfunk, 14.09.2012, [online] <https://www.deutschlandfunk.de/schwere-unfaelle-wird-es-immer-wieder-geben-100.html> (abgerufen am 18.12.2022).

49 Knappe, Florian/Joachim Reinhardt/Benedikt Kauertz: Technische Potenzialanalyse zur Steigerung des Kunststoffrecyclings und des Rezyklateinsatzes: Abschlussbericht, in: Umweltbundesamt Deutschland, Umweltbundesamt Deutschland, 06.2021, [online] [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2021-12-10\\_texte\\_92-2021\\_potenzialanalyse-kunststoffrecycling.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2021-12-10_texte_92-2021_potenzialanalyse-kunststoffrecycling.pdf) (abgerufen am 18.12.2022).

50 Chemisches Recycling von Kunststoffen - NABU: in: NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V., o. D., [online] <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/abfall-und-recycling/recycling/27543.html> (abgerufen am 18.12.2022).

51 VHillebrandt, Annette/Petra Riegler-Floors/Anja Rosen/Johanna Seggewies: Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource (Detail Atlas), 2. korrigierte Auflage, DETAIL, 2021., S.75

52 Ebenda, S.92

53 Lech, Jürgen: Flachdachabdichtung aus nachwachsenden Rohstoffen, in: BFD Das Dachplanungsbüro, 2014, [online] <http://www.lech-bfd.de/Bio-Bitumen%20Auszug%20aus%20Studie.pdf> (abgerufen am 19.12.2022).

54 Derbigum International: Circular roof, in: Derbigum International, 06.10.2022, [online] <https://derbigum.com/waterproofing/circular-roof/> (abgerufen am 19.12.2022).

55 Cradle to Cradle Products Innovation Institute: C2C Product Certification requirements - Get Certified, in: c2ccertified, o. D., [online] <https://www.c2ccertified.org/get-certified/levels/> (abgerufen am 20.12.2022).

org/get-certified/levels/ (abgerufen am 20.12.2022).

56 Mattitsch, Kilian/TU Wien: Modulare Gebäudesysteme: Baukastensystem (Werkbericht: LUKAS LANG), 08.06.2022.

57 Demokratischer Holz-Baukasten: in: Lukaslang.com, o. D., [online] [https://www.lukaslang.com/wp-content/uploads/2019/07/20180726\\_Beitrag\\_RigipsAustria\\_AM\\_Weiss\\_01-2018\\_LLBT\\_Parlament.pdf](https://www.lukaslang.com/wp-content/uploads/2019/07/20180726_Beitrag_RigipsAustria_AM_Weiss_01-2018_LLBT_Parlament.pdf) (abgerufen am 02.04.2023).

58 Zuschnitt 88 Reuse und Recycling: in: ProHolz, 2023, [online] <https://www.proholz.at/publikationen/zuschnitt-88> (abgerufen am 02.04.2023).

59 Kreislaufwirtschaft: in: Peikko Austria GmbH, o. D., [online] <https://www.peikko.at/produkte/circular-economy/uberblick/> (abgerufen am 02.04.2023).

60 Entwicklung eines integralen und zukunftsweisenden Planungsansatzes für den Neubau des Gymnasiums Diedorf bei Umsetzung des Plusenergiestandards in Holzbauweise und Entwicklung neuer Lösungen für offene Lernlandschaften mit umfassendem Monitoring und Dokumentation: in: Deutschen Bundesstiftung Umwelt, 08.2016, [online] [https://www.hkarchitekten.at/v71/wp-content/uploads/pdfs/11\\_38-forschungsbericht.pdf](https://www.hkarchitekten.at/v71/wp-content/uploads/pdfs/11_38-forschungsbericht.pdf) (abgerufen am 28.10.2022).

61 Kaufmann, Hermann/Florian Nagler: Schmuttertäl Gymnasium: Architektur - Pädagogik - Ressourcen (DETAIL Special), 1. Aufl., Sabine Djahanschah, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 21.11.2016. S.66

62 Deutscher Nachhaltigkeitspreis: Schmuttertäl Gymnasium: o. D., [online] <https://www.nachhaltigkeitspreis.de/architektur/preistraeger-architektur/2016/schmuttertäl-gymnasium/> (abgerufen am 28.10.2022).

63 Grimm, Roland: Bindemittel: Was ist Magnesit?, in: Baustoffwissen, 11.06.2018, [online] <https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/bauchemie/was-ist-magnesit-bindemittel-magnesia-einsatzbereiche-holzwohle-platten-spanplatten-magnesia-estrich/> (abgerufen am 02.01.2023).

64 Kaufmann, Hermann/Florian Nagler: Schmuttertäl Gymnasium: Architektur - Pädagogik - Ressourcen (DETAIL Special), 1. Aufl., Sabine Djahanschah, Deutsche

Bundesstiftung Umwelt, 21.11.2016. S.128 ff.

65 Ebenda, S.134 ff.

66 Ebenda, S.113 ff.

67 Spreen Architekten: o. D., [online] <https://www.spreen-architekten.de/projekt/gymnasium-frankfurt-norden> (abgerufen am 28.10.2022).

68 Das Projekt: in: ERNE AG Holzbau, o. D., [online] <https://www.erne.net/de/leistungen/highlight-projekte/gymnasium-nord/das-projekt/> (abgerufen am 28.10.2022).

69 Einzigartiger Schulbau: Eine Menge Holz: in: FAZ.NET, 05.03.2019, [online] <https://www.faz.net/aktuell/rhein-main/frankfurt/in-frankfurt-entsteht-ein-neues-schulgebäude-aus-holz-16072317.html> (abgerufen am 28.10.2022).

70 Roschmann, Klaus: Sommerlicher Wärmeschutz durch Verbundelemente im HBV-Deckensystem, in: Forum-Holzbau, 2019, [online] [https://www.forum-holzbau.com/pdf/14\\_HBS2019\\_Roschmann.pdf](https://www.forum-holzbau.com/pdf/14_HBS2019_Roschmann.pdf) (abgerufen am 02.01.2023).

71 Mehr als ein Provisorium: in: holzbau austria, 21.08.2019, [online] <https://www.holzbauaustria.at/architektur/2019/08/frankfurt-schulbau-holzmodule.html> (abgerufen am 28.10.2022).

72 Klaus Roschmann, Schmid Janutin AG, Persönliche Korrespondenz, 13.12.2022

73 Mehr als ein Provisorium: in: holzbau austria, 21.08.2019, [online] <https://www.holzbauaustria.at/architektur/2019/08/frankfurt-schulbau-holzmodule.html> (abgerufen am 28.10.2022)

74 Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft: Abmessungen von Arbeitsräumen, in: Arbeitsinspektion, 08.08.2022, [online] [https://www.arbeitsinspektion.gv.at/Arbeitsstaetten\\_Arbeitsplaetze/Arbeitsraeume/Abmessungen\\_von\\_Arbeitsraeumen.html](https://www.arbeitsinspektion.gv.at/Arbeitsstaetten_Arbeitsplaetze/Arbeitsraeume/Abmessungen_von_Arbeitsraeumen.html) (abgerufen am 02.01.2023).

75 Modularer Schulcampus Westend - Projekte - gmp Architekten: o. D., [online] <https://www.gmp.de/de/>

projekte/3247/modularer-schulcampus-westend (abgerufen am 28.10.2022).

76 Einzigartiger Schulbau: Eine Menge Holz: in: FAZ.NET, 05.03.2019, [online] <https://www.faz.net/aktuell/rhein-main/frankfurt/in-frankfurt-entsteht-ein-neues-schulgebaeude-aus-holz-16072317.html> (abgerufen am 28.10.2022).

77 Frankfurt Westend School Campus , Frankfurt, Deutschland: in: Å Peikko Austria GmbH, o. D., [online] <https://www.peikko.at/reference/frankfurt-westend-school-campus/> (abgerufen am 28.10.2022).

78 ERNE AG Holzbau: Schulcampus Westend Frankfurt WELTREKORD AUF ZEIT, [https://www.erne.net/fileadmin/user\\_upload/ERNE\\_AG\\_Holzbau/Flyer\\_Broschueren/erne-holzbau-case-study-schulcampus-westend-frankfurt-am-main.pdf](https://www.erne.net/fileadmin/user_upload/ERNE_AG_Holzbau/Flyer_Broschueren/erne-holzbau-case-study-schulcampus-westend-frankfurt-am-main.pdf), (abgerufen am 28.10.2022)

79 Thomas Wehrle, CTO Erne AG Holzbau, Persönliche Korrespondenz, 12.12.22

80 Staatliche Gemeinschaftsschule Weimar: in: Schulbau Open Source, o. D., [online] <https://www.schulbauopensource.de/projekt/weimar> (abgerufen am 16.04.2023).

81 Walter, Urs: Offene Schule Waldau wird zweites Pilotprojekt SCHULBAU OPEN SOURCE | Schulen planen und bauen | Montag Stiftung Jugend und Gesellschaft, 18.02.2022, [online] <https://schulen-planen-und-bauen.de/2022/02/18/offene-schule-waldau-wird-zweites-pilotprojekt-schulbau-open-source/> (abgerufen am 17.04.2023).

82 BauNetz: Offene Schule Waldau / C.F. Moller planen in Kassel, in: BauNetz, 10.03.2022, [online] [https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-C.F.\\_Moller\\_planen\\_in\\_Kassel\\_7865990.html](https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-C.F._Moller_planen_in_Kassel_7865990.html) (abgerufen am 17.04.2023).

83 Walter, Urs: Offene Schule Waldau wird zweites Pilotprojekt SCHULBAU OPEN SOURCE | Schulen planen und bauen | Montag Stiftung Jugend und Gesellschaft, 18.02.2022, [online] <https://schulen-planen-und-bauen.de/2022/02/18/offene-schule-waldau-wird-zweites-pilotprojekt-schulbau-open-source/> (abgerufen am 17.04.2023).

84 Architekten-Wettbewerb Offene Schule Waldau: in: Stadt Kassel, o. D., [online] [https://www.kassel.de/buerger/bauen\\_und\\_wohnen/projekte-und-entwicklung/inhaltsseiten/architekten-wettbewerb-offene-schule-waldau.php](https://www.kassel.de/buerger/bauen_und_wohnen/projekte-und-entwicklung/inhaltsseiten/architekten-wettbewerb-offene-schule-waldau.php) (abgerufen am 18.04.2023).

85 Open School in Waldau, Kassel: in: C.F. Møller, o. D., [online] <https://www.cfmoller.com/p/Open-School-in-Waldau-Kassel-i3698.html> (abgerufen am 17.04.2023).

86 Neubau der Offenen Schule Waldau startet Ende 2023: in: hna.de, 19.01.2023, [online] <https://www.hna.de/kassel/waldau-ort84621/in-waldau-geht-es-bald-richtig-los-92036550.html> (abgerufen am 17.04.2023).

87 Bernd Wiltschek, BIG , Persönliche Korrespondenz, 14.10.2022

88 Hillebrandt, Annette/Petra Riegler-Floors/Anja Rosen/Johanna Seggewies: Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource (Detail Atlas), 2. korrigierte Auflage, DETAIL, 2021., S.11

89 Grüne Lunge Meidlings gerettet! in: Wien, 11.03.2021, [online] <https://wien.neos.eu/bezirke/meidling/blog-meidling/gruene-lunge-meidlings-gerettet> (abgerufen am 24.10.2022).

90 Bernd Willtschek, BIG, Persönliche Korrespondenz, 14.10.2022

91 Helga Schandl, Persönliche Korrespondenz, 13.10.2022

92 BMBWF/Bildungsdirektion Wien: Qualitäten-katalog für das zukünftige Bundesschulgebäude AHS 1120 Wien, An den Eisteichen, S.3

93 Magistratsabteilung 37 - Baupolizei: Stellplatzverpflichtung in Wien, in: wko.at, WKÖ, 11.2021, [online] <https://www.wko.at/service/w/verkehr-betriebsstandort/Infoblatt-Stellplatzverpflichtung.pdf> (abgerufen am 05.11.2022).

94 Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB- Richtlinie 4: Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit, in: Österreichisches Institut für Bautechnik, 04.2019, [online] [https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie\\_4\\_12.04.19\\_0.pdf](https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_4_12.04.19_0.pdf) (abgerufen am 05.11.2022).

95 BMBWF/Bildungsdirektion Wien: Qualitäten-katalog für das zukünftige Bundesschulgebäude AHS 1120 Wien, An den Eisteichen, Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H., 08.2022.

96 Learning zones - FCL: in: FCL, o. D., [online] <https://fcl.eun.org/learning-zones> (abgerufen am 26.03.2023).

97 Meuser, Natascha/Hans Wolfgang Hoffmann/Thomas Müller/Jochem Schneider: Schulbauten. Handbuch und Planungshilfe, New, DOM publishers, 24.10.2014. S.362

98 Raumakustik: Halligkeit, Nachhallzeit und Schallabsorption: in: Baunetz\_Wissen, o. D., [online] <https://www.baunetzwissen.de/bauphysik/fachwissen/schallschutz/raumakustik-halligkeit-nachhallzeit-und-schallabsorption-4407257> (abgerufen am 06.11.2022).

99 ÖISS: Richtlinien für den Bildungsbau, in: Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau, 08.2021.

100 ÖISS: Richtlinien für den Bildungsbau, in: Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau, 08.2021.

101 Meuser, Natascha/Hans Wolfgang Hoffmann/Thomas Müller/Jochem Schneider: Schulbauten. Handbuch und Planungshilfe, New, DOM publishers, 24.10.2014., S.363

102 Österreichisches Normungsinstitut: ÖNORM A 1650: Schülerarbeitsplätze – Sicherheitstechnische und ergonomische Anforderungen an Sessel und Tische, in: Austrian Standards Institute, 01.03.2017.

103 Hubeli, Ernst: Schulen planen und bauen 2.0: Grundlagen, Prozesse, Projekte, aktualisierte und ergänzte Neuausgabe 2017, Nachdruck, Montag Stiftungen Jugend Und Gesellschaft, 26.06.2017., Seite S.106

104 Meuser, Natascha/Hans Wolfgang Hoffmann/Thomas Müller/Jochem Schneider: Schulbauten. Handbuch und Planungshilfe, New, DOM publishers, 24.10.2014. S.368

105 ÖISS: Richtlinien für den Bildungsbau, in:

Österreichisches Institut für Schul- und Sportstättenbau, 08.2021.

106 Hubeli, Ernst: Schulen planen und bauen 2.0: Grundlagen, Prozesse, Projekte, aktualisierte und ergänzte Neuausgabe 2017, Nachdruck, Montag Stiftungen Jugend Und Gesellschaft, 26.06.2017., Seite S.118

107 Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung: Nationaler Bildungsbericht Österreich 2021, in: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, BMBWF, 2021, [online] <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/bef/nbb.html> (abgerufen am 13.11.2022).

108 Stadt Wien: MA 19 - Schutzzonendatenbank, in: Wien Kulturgut, o. D., [online] [https://www.wien.gv.at/kulturportal/public/identifySz.aspx?id=ARCH.SZBPL\\_F.648294](https://www.wien.gv.at/kulturportal/public/identifySz.aspx?id=ARCH.SZBPL_F.648294) (abgerufen am 08.12.2022).

109 Stadt Wien: Altmannsdorf (Vorort), in: Wien Kulturgut, o. D., [online] [https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Altmannsdorf\\_\(Vorort\)](https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Altmannsdorf_(Vorort)) (abgerufen am 04.12.2022).

110 Am Schöpfwerk 31: in: wiener-wohnen.at, o. D., [online] <https://www.wienerwohnen.at/hof/933/Am-Schoepfwerk-31.html> (abgerufen am 03.01.2023).

111 Am Schöpfwerk: in: kleingaertner.at, o. D., [online] [https://www.kleingaertner.at/zentralverband/vereine/vereinsdetails?tx\\_kleingaertner\\_vereindetails\[action\]=details](https://www.kleingaertner.at/zentralverband/vereine/vereinsdetails?tx_kleingaertner_vereindetails[action]=details) (abgerufen am 03.01.2023).

112 Wohnhausanlage Am Schöpfwerk: in: wiener-wohnen.at, o. D., [online] <https://www.wienerwohnen.at/hof/161/Wohnhausanlage-Am-Schoepfwerk.html> (abgerufen am 03.01.2023).

113 Wien Kulturgut: in: Wien.gv.at, o. D., [online] <https://www.wien.gv.at/kulturportal/public/> (abgerufen am 08.01.2023).

114 Wikipedia-Autoren: Pannonium, 13.12.2003, [online] <https://de.wikipedia.org/wiki/Pannonium> (abgerufen am 04.01.2023).

115 3P Geotechnik ZT GmbH: Geotechnisches Gutachten Projektstudie An den Eisteichen 1120, 17.06.2022.

116 Würger, Erik: Geotechnisches Gutachten: Untergrundverhältnisse und die Gründungs- möglichkeiten für einen Schulneubau in 1120 Wien, An den Eisteichen ONr. 4, 24.09.2021.

117 Schüler, Silvio/Proholz Webinar: Wald Vorrat, Nutzung, CO2-Senke und Erneuerung, in: Modul I: Ökologie, Nachhaltigkeit, 2023.

118 Vorvergrauungssysteme für Holzfassaden im Vergleich: in: Lignum, o. D., [online] [https://www.lignum.ch/auf\\_einen\\_klick/news/lignum\\_journal\\_holz\\_news\\_schweiz/news\\_detail/vorvergrauungssysteme-fuer-holzfassaden-im-vergleich/](https://www.lignum.ch/auf_einen_klick/news/lignum_journal_holz_news_schweiz/news_detail/vorvergrauungssysteme-fuer-holzfassaden-im-vergleich/) (abgerufen am 10.04.2023).

119 Ökosystemleistungen: in: Umwelt Dachverband. at, o. D., [online] <https://www.umweltdachverband.at/themen/naturschutz/biodiversitaet/oekosystemleistungen#:~:text=Als%20%C3%96kosystemleistungen%20werden%20die%20Dienstleistungen,Zugang%20zu%20Wasser%20und%20Nahrung.> (abgerufen am 23.03.2023).

120 Hauck, Thomas E./Wolfgang W. Weisser: Animal-aided Design, 2015, [online] <https://animal-aided-design.de/publikationen/>. (abgerufen am 23.03.2023)

121 E. Hauck, Thomas/Stefanie Hennecke/André Krebber/Wiebke Reinert: Urbane Tier-Räume, Mieke Roscher, 2017, S.74

122 Ebenda, S.28

123 Naturschutzziele Meidling: in: Wien.gv, 2007, [online] <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/naturschutz/pdf/meidling-kurz.pdf>. (abgerufen am 23.03.2023)

124 Wiener Umweltschutzabteilung - MA 22: Tiere an Gebäuden Architektur und Bauen: Spaltenbewohnende Fledermäuse, in: Umwelt Musterstadt Wien, o. D.

125 Igel: in: Wien.gv.at, 14.07.2010, [online] <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/naturschutz/biotop/igel.html#mensch> (abgerufen am 20.03.2023).

126 Umweltschutz Wien Broschüre - MA 22: Haus-sperlinge: Gesellig in der Stadt, in: Stadt Wien, 11.2021.

127 Hauck, Thomas E./Wolfgang W. Weisser: Animal-aided Design, 2015, [online] <https://animal-aided-design.de/publikationen/>. S. 66, (abgerufen am 20.03.2023)

128 Wiener Umweltschutzabteilung - MA 22: Schmetterlinge in Wien - Ein Leitfaden, in: Stadt Wien, o. D.a, [online] <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/naturschutz/pdf/schmetterlinge.pdf>., (abgerufen am 20.03.2023)

129 Wikipedia-Autoren: Wiener Nachtpfauenaue, in: de.wikipedia.org, 28.09.2006, [online] [https://de.wikipedia.org/wiki/Wiener\\_Nachtpfauenaue](https://de.wikipedia.org/wiki/Wiener_Nachtpfauenaue). (abgerufen am 19.04.2023)

130 Wiener Umweltschutzabteilung - MA 22: Das Wiener Nachtpfauenaue - ein seltener Gartenbewohner, in: Stadt Wien, 2013, [online] <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/naturschutz/pdf/nachtpfauenaue.pdf>. (abgerufen am 20.03.2023)

131 Hauck, Thomas E./Wolfgang W. Weisser: Animal-aided Design, 2015, [online] <https://animal-aided-design.de/publikationen/>. S.36 (abgerufen am 20.03.2023)

132 Wiener Umweltschutzabteilung Broschüre- MA 22: Tiere an Gebäuden Architektur und Bauen : Mauer-seelger, in: Stadt Wien, o. D.b.

133 Schwammstadt-Prinzip für klimafitte Stadtbäume: 14.07.2022, [online] <https://www.wien.gv.at/umwelt/parks/schwammstadt.html> (abgerufen am 23.03.2023).

134 Energieinstitut Vorarlberg: Ratgeber Gründach mit Photovoltaik kombinieren, in: energie autonomie +, 10.2022., S.6

135 Infoholz.At: Ausführung Gründach - Holzbauweise, in: inhoholz.at, o. D., [online] <https://www.infoholz.at/katalog/eintrag/ausfuehrung-gruendach-holzbauweise.htm> (abgerufen am 12.04.2023).

136 Rinnhofer, Matthias/ProHolz: Wände und Decken im Holzbau Überblick, Systeme und Einsatzbereiche, 30.03.2023, [online] <https://www.proholz.at/fileadmin/proholz/media/Webinare/2023/2-2023/proHolz-Webinar-1-2023-Modul2-Rinnhofer.pdf>.

137 Hillebrandt, Annette/Petra Riegler-Floors/Anja Rosen/Johanna Seggewies: Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource (Detail Atlas), 2. korrigierte Auflage, DETAIL, 2021., S.62

138 BauNetz: Arten und Eigenschaften von Kunststoffbahnen | Flachdach | Kunststoffbahnen | Bau-netz\_Wissen, in: Baunetz Wissen, o. D.b, [online] <https://www.baunetzwissen.de/flachdach/fachwissen/kunststoffbahnen/arten-und-eigenschaften-von-kunststoffbahnen-1305867> (abgerufen am 12.04.2023).

139 Borsch-Laarks, Robert/Martin Mohrmann: FEUCHTESCHUTZ BEIM BLECHDACH, in: holzbauphysik.de, 2014, [online] [https://holzbauphysik.de/media/downloads/auszuege/2014\\_rbl\\_feuchteschutz\\_beim\\_blechdach.pdf](https://holzbauphysik.de/media/downloads/auszuege/2014_rbl_feuchteschutz_beim_blechdach.pdf)., (abgerufen am 12.04.2023)

140 Sheddach - Viel Licht und Robustheit: in: 11880-Dachdecker.com, 11.04.2018, [online] <https://www.11880-dachdecker.com/ratgeber/dachformen/sheddach> (abgerufen am 12.04.2023).

141 CS2 AG - Switzerland - <http://www.cs2.ch>: ERNE SupraFloor: Für komplexe Anforderungen im Holzbau, in: ERNE AG Holzbau, o. D., [online] <https://www.erne.net/de/leistungen/technologien/suprafloorr/> (abgerufen am 15.04.2023)./

142 Thomas Wehrle, ERNE, Persönliche Korrespondenz, 31.03.2023

143 Polleres, Sylvia/pro:Holz Webinar: Fassade: Korrekte Ausführung, Details für Übergänge, Holzschutz, 13.04.2023.

144 Kg, Holz Braun GmbH Und Co.: 16mm Agepan® DWD-Platten 251x101cm mit NuF, in: HOLZ BRAUN, o. D., [online] <https://www.holz-braun.de/bauen/daemmung-dichtsysteme/dach-und-fassade/1738/16mm-agepan-dwd-platten-251x101cm-mit-nuf> (abgerufen am 13.04.2023).

145 GmbH, Rewena: Flachs - Dämmung für nachhaltiges Bauen, in: RENEWA GmbH, 22.07.2022b, [online] <https://www.energieheld.de/daemmung/daemmstoffe/flachs#:~:text=D%C3%A4mmstoffe%20aus%20Flachs%20werden%20aus,durch%20St%C3%A4rke%2D%20oder%20Polyesterfasern%20verfestigt.> (abgerufen am 13.04.2023).

146 DÄMM FLACHS: in: dämmflachs.at, o. D., [online] <https://xn--dmmflachs-v2a.at/produkte/> (abgerufen am 13.04.2023).

147 FUNDERMAX Biofaser FunderPlan: in: Baubook.at, o. D., [online] <https://www.baubook.at/m/PHP/Info.php?SI=2142715579&SW=10&win=y> (abgerufen am 13.04.2023).

148 Hillebrandt, Annette/Petra Riegler-Floors/Anja Rosen/Johanna Seggewies: Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource (Detail Atlas), 2. korrigierte Auflage, DETAIL, 2021.

149 Ubakus.de | Grafische Bauteileingabe: in: Ubakus U-Wert Rechner, o. D., [online] <https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/index.php?> (abgerufen am 13.04.2023).

150 Mehrgeschossiger Wohnbau: in: pro:holz Fokus, 2021, [online] [https://www.proholz.at/fileadmin/flip-pingbooks/fokus-mehrgeschossiger-holzbau/proHolz\\_Fokus-Mehrgeschossiger-Holzbau.pdf](https://www.proholz.at/fileadmin/flip-pingbooks/fokus-mehrgeschossiger-holzbau/proHolz_Fokus-Mehrgeschossiger-Holzbau.pdf), S. Proholz., (abgerufen am 13.04.2023)

151 Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB Richtlinie 2 - Brandschutz, 2019a, [online] [https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie\\_2\\_12.04.19\\_0.pdf](https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_2_12.04.19_0.pdf) (abgerufen am 14.04.2023).

152 Geibel, Matthias: Was bedeutet eigentlich EI2 30-C5-Sm? - DOMO Blog, in: DOMO Blog -, 24.04.2018, [online] [https://blog.domoferm.com/2018/04/19/was-bedeutet-eigentlich-ei2-30-c5-sm/#:~:text=Das%20%E2%80%9E%E2%80%9C%20\(I,Entz%C3%BCndung%20von%20brennbaren%20Materialien%20](https://blog.domoferm.com/2018/04/19/was-bedeutet-eigentlich-ei2-30-c5-sm/#:~:text=Das%20%E2%80%9E%E2%80%9C%20(I,Entz%C3%BCndung%20von%20brennbaren%20Materialien%20) (abgerufen am 15.04.2023).

153 Kompetenzstelle Brandschutz (KSB)/Baupolizei Stadt Wien: Brandschutztechnische Sicherheitsstandards in Bildungseinrichtungen, in: Wien.gv.at, 22.12.2020, [online] <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/pdf/brand-sicher-bildungseinrichtungen.pdf> (abgerufen am 15.04.2023).

154 Hillebrandt, Annette/Petra Riegler-Floors/Anja Rosen/Johanna Seggewies: Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource (Detail Atlas), 2. korrigierte Auflage, DETAIL, 2021. S.90

- 155 BauNetz: Bodenplatte auf Schaumglasschotter | Dämmstoffe | Boden/Decke | Baunetz\_Wissen, in: Baunetz Wissen, o. D.c., [online] <https://www.baunetzwissen.de/daemmstoffe/fachwissen/boden-decke/bodenplatte-auf-schaumglasschotter-1533407>. (abgerufen am 15.04.2023)
- 156 Hillebrandt, Annette/Petra Riegler-Floors/Anja Rosen/Johanna Seggewies: Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource (Detail Atlas), 2. korrigierte Auflage, DETAIL, 2021. S.87
- 157 Kapfinger, Otto/Marko Sauer: Martin Rauch: Gebaute Erde, DETAIL, 2015. S.57 ff.
- 158 LinoClick Linoleum von Ziro - DerNaturbaumarkt: in: DerNaturbaumarkt, 13.04.2023a, [online] <https://dernaturbaumarkt.de/naturbaustoffe/natuerliche-bodenbelaege/linoleum/linoclick-von-ziro/> (abgerufen am 15.04.2023).
- 159 NOVOFIBRE Germany: „Base Panel“ - Oriented Structured Straw Panel (OSSB) – Material – raumprobe, in: NOVOFIBRE Germany, o. D., [online] <https://www.raumprobe.com/de/material/emissionsfreie-ossb-werkstoffplatte-naturfaser--19520-01-7078.>, (abgerufen am 15.04.2023)
- 160 istraw GmbH&Co.KG: Istraw.boards OSSB Platten, in: istraw - Stroh in Bauform, 24.10.2022, [online] <https://istraw.tech/boards/> (abgerufen am 16.04.2023).
- 161 Magerwiese | Blühendes Österreich: in: Blühendes Österreich, o. D., [online] <https://www.bluehendesoesterreich.at/bauernlexikon/magerwiese> (abgerufen am 15.04.2023).
- 162 Austria, Holzforschung: Bauteil Trennwand twrxxo03a: dataholz.eu, in: dataholz.eu, o. D., [online] <https://www.dataholz.eu/bauteile/trennwand/detail/kz/twrxxo03a.htm> (abgerufen am 15.04.2023).
- 163 Holzbau Deutschland-Institut e.V.: Schallschutz im Holzbau - Grundlagen und Vorbemessung, in: Informationsdienst Holz, 2019, [online] [https://informationsdienst-holz.de/fileadmin/Publikationen/2\\_Holzbau\\_Handbuch/R03\\_T03\\_F01\\_Schallschutz\\_Grundlagen\\_Vorbemessung\\_2019.pdf](https://informationsdienst-holz.de/fileadmin/Publikationen/2_Holzbau_Handbuch/R03_T03_F01_Schallschutz_Grundlagen_Vorbemessung_2019.pdf) (abgerufen am 16.04.2023).
- 164 Austria, Holzforschung: Bauteil Trennwand twrxxo01: dataholz.eu, in: dataholz.eu, o. D.a, [online] <https://www.dataholz.eu/bauteile/trennwand/detail/kz/twrxxo01.htm> (abgerufen am 16.04.2023).
- 165 Interview Istraw: in: place-to-be.at, o. D., [online] <https://www.place-to-be.at/strohbauplatte-interview-istraw> (abgerufen am 16.04.2023).
- 166 Grimm, Roland: Was sind Strohbauplatten?, in: baustoffwissen, 21.01.2019, [online] <https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/trockenbau/was-sind-strohbauplatten-trockenbau-istraw-ekopanely-herstellung-anwendungen-eigenschaften/> (abgerufen am 16.04.2023).
- 167 Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB 3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, 04.2019a, [online] [https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie\\_3\\_12.04.19\\_0.pdf](https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_3_12.04.19_0.pdf) (abgerufen am 16.04.2023).
- 168 LEITFADEN ZUR TAGESLICHTPLANUNG MIT DER ÖNORM EN 17037: in: Velux.at, o. D., [online] <https://commercial.velux.at/inspiration/ebooks/leitfaden-zur-tageslichtplanung-mit-der-onorm-en17037> (abgerufen am 16.04.2023).
- 169 Daylight Visualizer - kostenloses Analyse-tool: in: Velux.at, o. D., [online] <https://commercial.velux.at/inspiration/daylight-visualizer?ref-original=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F> (abgerufen am 16.04.2023).
- 170 CO<sub>2</sub> in Klassenräumen: in: Informationsplattform des Fraunhofer-Instituts für Holzforschung, o. D., [online] <https://iaqip.wki.fraunhofer.de/de/themen/co2-rechner.html> (abgerufen am 26.04.2023).
- 171 Überströmelemente aus Wien | luftführende Raumverbindungen: in: Bauklimatik GmbH, o. D., [online] <https://www.bauklimatik.at/natuerliche-lueftungskonzepte/ueberstroemelement.php> (abgerufen am 16.04.2023).
- 172 ERNE AG Holzbau: ERNE SUPRAFLOOR ECO-BOOST2 Die Decke für mehrgeschossige Bürobauten, in: Erne.net, o. D.a, [online] [https://www.erne.net/fileadmin/user\\_upload/ERNE\\_AG\\_Holzbau/Flyer\\_Broschueren/Flyer\\_SupraFloor\\_Ecoboost2.pdf](https://www.erne.net/fileadmin/user_upload/ERNE_AG_Holzbau/Flyer_Broschueren/Flyer_SupraFloor_Ecoboost2.pdf) (abgerufen am 18.04.2023).
- 173 ERNE AG Holzbau: ERNE SupraFloor ecoboost2 -

Die Decke für mehrgeschossige Bürobauten, 20.02.2018a, [YouTube] <https://www.youtube.com/watch?v=JkVoS-g7VYol> (abgerufen am 16.04.2023).

## Abbildungsverzeichnis

Sämtliche Abbildungen jeglicher Art ohne Nummerierung wurden von Franziska Däuble erstellt.

**Abb.1:** *Biotischer und technischer Kreislauf, Recycling-Atlas*

Hildebrandt mit Düllmann in Anlehnung an die Cradle to Cradle Strategie von Braungart/Mc Donough/Recycling- Atlas – Edition Detail: Recycling Kreisläufe, o. D. S.60

**Abb.2:** *Baukastensystem Lukas Lang*

Mattitsch, Kilian/TU Wien: Modulare Gebäudesysteme: Baukastensystem (Werkbericht: LUKAS LANG), 08.06.2022.

**Abb.3:** *Rückbaubarer Liftschacht*

Liftzubau Brantnerweg, Linz, Österreich: in: Peikko Austria GmbH, o. D., [online] <https://www.peikko.at/reference/elevator-shaft-brantnerweg/> (abgerufen am 02.04.2023).

**Abb.4:** *Schmuttertal Gymnasium*

Hermann Kaufmann und Partner ZT GmbH: Ansicht, in: hkarchitekten.at, 2015, [online] <https://www.hkarchitekten.at/de/projekt/schmuttertal-gymnasium-diedorf/>. (abgerufen am 28.10.2022).

**Abb.5:** *Aula und Klassenhaus 1 Schnitt*

Hermann Kaufmann und Partner ZT GmbH: Schnitt 1, in: hkarchitekten.at, 2015, [online] [https://www.hkarchitekten.at/v71/wp-content/uploads/pdf-cache/hk-11\\_38-planmappe.pdf](https://www.hkarchitekten.at/v71/wp-content/uploads/pdf-cache/hk-11_38-planmappe.pdf), (abgerufen am 28.10.2022).

**Abb.6:** *Erdgeschoss*

Hermann Kaufmann und Partner ZT GmbH: Grundriss, in: hkarchitekten.at, 2015, [online] [https://www.hkarchitekten.at/v71/wp-content/uploads/pdf-cache/hk-11\\_38-planmappe.pdf](https://www.hkarchitekten.at/v71/wp-content/uploads/pdf-cache/hk-11_38-planmappe.pdf), (abgerufen am 28.10.2022).

**Abb.7:** *Cluster Klassenhaus 1*

Hermann Kaufmann und Partner ZT GmbH: 1.

Obergeschoss, in: hkarchitekten.at, 2015, [online] [https://www.hkarchitekten.at/v71/wp-content/uploads/pdf-cache/hk-11\\_38-planmappe.pdf](https://www.hkarchitekten.at/v71/wp-content/uploads/pdf-cache/hk-11_38-planmappe.pdf), (abgerufen am 28.10.2022).

**Abb.8:** *Offene Lernzone mit Atrium und viel natürlichen Lichteintrag*

Müller-Naumann, Stefan/Hermann Kaufmann und Partner ZT GmbH: Schmuttertal Gymnasium Offene Lernzone, in: hkarchitekten.at, 2015b, [online] <https://www.hkarchitekten.at/de/projekt/schmuttertal-gymnasium-diedorf/#lightbox-4>, (abgerufen am 28.10.2022).

**Abb.9:** *Detailschnitt Fassade*

Hermann Kaufmann und Partner ZT GmbH: Fassadenschnitt Traufe, in: hkarchitekten.at, 2015c, [online] [https://www.hkarchitekten.at/v71/wp-content/uploads/pdf-cache/hk-11\\_38-planmappe.pdf](https://www.hkarchitekten.at/v71/wp-content/uploads/pdf-cache/hk-11_38-planmappe.pdf) (abgerufen am 09.01.2023).

**Abb.10:** *Fachräume mit Deckeninstallationen*

Müller-Naumann, Stefan/Hermann Kaufmann und Partner ZT GmbH: Schmuttertal Gymnasium Offene Lernzone, in: hkarchitekten.at, 2015b, [online] <https://www.hkarchitekten.at/de/projekt/schmuttertal-gymnasium-diedorf/#lightbox-12>, (abgerufen am 09.01.2023).

**Abb.11:** *Sichtbeziehung Klassenraum -Lernzone*

Hirschfeld, Carolin: Innenfenster Klasse, in: Deutsche Bauzeitschrift, 2015, [online] [https://www.dbz.de/artikel/dbz\\_Sinnfaellige\\_Raeume\\_natuerlich\\_erstellt\\_Schmuttertal\\_Gymnasium\\_Diedorf-2445519.html](https://www.dbz.de/artikel/dbz_Sinnfaellige_Raeume_natuerlich_erstellt_Schmuttertal_Gymnasium_Diedorf-2445519.html), (abgerufen am 09.01.2023).

**Abb.12:** *H-Stütze zur Aufhängung der Querträger*

Müller-Naumann, Stefan: Baustelle Schmuttertal-gymnasium, in: Deutsche Bauzeitschrift, 2015, [online] [https://www.dbz.de/artikel/dbz\\_Sinnfa-](https://www.dbz.de/artikel/dbz_Sinnfaellige_Raeume_natuerlich_erstellt_Schmuttertal_Gymnasium_Diedorf-2445519.html)

[ellige\\_Raeume\\_natuerlich\\_erstellt\\_Schmuttertal\\_Gymnasium\\_Diedorf-2445519.html](https://www.dbz.de/artikel/dbz_Sinnfaellige_Raeume_natuerlich_erstellt_Schmuttertal_Gymnasium_Diedorf-2445519.html), (abgerufen am 09.01.2023).

**Abb.13:** *Gymnasium Frankfurt Nord*

Erne AG Holzbau: Fassade, in: Erne.net, 2018, [online] <https://www.erne.net/de/leistungen/highlight-projekte/gymnasium-nord/das-projekt/>. (abgerufen am 13.12..2022).

**Abb.14:** *Schnitt durch einen Klassenraum*

ERNE AG Holzbau: Wandansichten Klassenraum-Schule Gymnasium Nord, 05.03.2018.

**Abb.15:** *Erdgeschossplan Schule Frankfurt Nord*

ERNE AG Holzbau: Grundriss Erdgeschoss BA1 und BA2- Schule Gymnasium Nord, 05.03.2018.

**Abb.16:** *Mittelgang der Schule*

Erne AG Holzbau: Baustellenfoto, in: Erne.net, 2018, [online] <https://www.erne.net/de/leistungen/highlight-projekte/gymnasium-nord/das-projekt/>, (abgerufen am 13.12..2022).

**Abb.17:** *Helles Stiegenhaus*

Bauverlag BV GmbH/ERNE AG Holzbau: Innenaufnahme, in: Dach+Holzbau, o. D., [online] <https://www.dach-holzbau.de/artikel/schule-mit-holzmodulen-erweitert-3409397.html>, (abgerufen am 13.12..2022).

**Abb.18:** *Schulcampus Frankfurt Westend*

Bredt, Marcus: Aussenansicht der Schule, in: gmp.de, 2020, [online] <https://www.gmp.de/de/aktuelles/41/presse/8494/schulcampus-westend-interimsstandort-in-holzmodulbauweise>, (abgerufen am 13.12..2022).

**Abb.19:** *Modul im Versatz*

Bredt, Marcus: Modul des Schulbaus Frankfurt

Westend, in: gmp.de, 2020, [online] <https://www.gmp.de/de/aktuelles/41/presse/8494/schulcampus-westend-interimsstandort-in-holzmodulbauweise>, (abgerufen am 13.12..2022).

**Abb.20:** *Regelgeschoss Gymnasium Westend;*

gmp International GmbH: Grundriss 2. Obergeschoss, in: gmp.de, 2020, [online] <https://www.gmp.de/de/aktuelles/41/presse/8494/schulcampus-westend-interimsstandort-in-holzmodulbauweise>. (abgerufen am 10.01.2023).

**Abb.21:** *Gymnasium Frankfurt Westend*

GMP Architekten: Bauvorhaben aus 350 Modulen, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 2019, [online] <https://www.faz.net/aktuell/rhein-main/frankfurt/in-frankfurt-entsteht-ein-neues-schulgebaeude-aus-holz-16072317.html>, (abgerufen am 10.01.2023).

**Abb.22:** *Perspektivische Darstellung Schule Waldau*

HybridTim/Bildau Sebastian/CF Møller Architects: Außenperspektive, in: TALL TIMBER STRUCTURES, 2023., (abgerufen am 15.04.2023).

**Abb.23:** *Unterschiedliche räumliche Situationen eines Clusters*

C.F. Møller: Flexibilität, in: baunetz.de, 10.03.2022, [online] [https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-C.F.\\_Moller\\_planen\\_in\\_Kassel\\_7865990.html](https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-C.F._Moller_planen_in_Kassel_7865990.html), (abgerufen am 15.04.2023).

**Abb.24:** *Der Cluster wirkt lebendig und abwechslungsreich*

C.F. Møller: Axonometrie, in: baunetz.de, 10.03.2022a, [online] [https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-C.F.\\_Moller\\_planen\\_in\\_Kassel\\_7865990.html](https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-C.F._Moller_planen_in_Kassel_7865990.html), (abgerufen am 15.04.2023).



**Abb.25:** *Bespielte Mitte*

C.F. Möller: Innenraumperspektive, in: baunetz.de, 10.03.2022a, [online] [https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-C.F.\\_Moller\\_planen\\_in\\_Kassel\\_7865990.html](https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-C.F._Moller_planen_in_Kassel_7865990.html), (abgerufen am 15.04.2023).

**Abb.26:** *Übersicht Bauplatz*

Entnommen der Auslobusgunterlagen zur Erlangung von Vorentwurfskonzepten für den Neubau Bundesrealgymnasium Wien XII, An den Eisteichen

**Abb.27:** *Sechs Lernzonen, Beispiel des European Schoolnet*

European Schoolnet: Six Learning Zones, in: Future Classroom Lab, 2016, [online] <https://fcl.eun.org/documents/10180/13526/FCL+learning+zones+Dec+2016/a091a761-7a63-443e-afe0-d1870e430686>, (abgerufen am 18.03.2023).

**Abb.28:** *Altmannsdorf und seine Umgebung 1872*

Altmannsdorf und seine Umgebung 1872 (Aufnahmeblatt der Landesaufnahme): in: Wikipedia, o. D., [online] [https://de.wikipedia.org/wiki/Altmannsdorf\\_\(Wien\)#/media/Datei:Aufnahmeblatt\\_4756-2-d\\_1872\\_Liesing,\\_Hetzendorf.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Altmannsdorf_(Wien)#/media/Datei:Aufnahmeblatt_4756-2-d_1872_Liesing,_Hetzendorf.jpg), (abgerufen am 20.1.2023).

**Abb.29:** *Bebauungsplan Bauplatz*

Eigene Darstellung, basierend auf: Auslobusgunterlagen zur Erlangung von Vorentwurfskonzepten für den Neubau Bundesrealgymnasium Wien XII, An den Eisteichen

**Abb.30:** *Ansichten und Grundriss des Schüttkasten*

Eigene Darstellung, basierend auf: Auslobusgunterlagen zur Erlangung von Vorentwurfskonzepten für den Neubau Bundesrealgymnasium Wien XII, An den Eisteichen

**Abb.31:** *Bodenbohrung Teilbereich 1*

Eigene Darstellung basierend auf: Würger, Erik: Geotechnisches Gutachten: Untergrundverhältnisse und die Gründungsmöglichkeiten für einen Schulneubau in 1120 Wien, An den Eisteichen ONr. 4, 24.09.2021.

**Abb.32:** *Bodenbohrung Teilbereich 2*

Eigene Darstellung basierend auf: 3P Geotechnik ZT GmbH: Geotechnisches Gutachten Projektstudie An den Eisteichen 1120, 17.06.2022.

**Abb.33:** *Sommerliche Hauptwindrichtung*

Eigene Darstellung, basierend auf: Auslobusgunterlagen zur Erlangung von Vorentwurfskonzepten für den Neubau Bundesrealgymnasium Wien XII, An den Eisteichen, Handbuch Klimaresilienz

**Abb.34:** *Thermische Performance, heißester Tag 15:00 Uhr*

Eigene Darstellung, basierend auf: Auslobusgunterlagen zur Erlangung von Vorentwurfskonzepten für den Neubau Bundesrealgymnasium Wien XII, An den Eisteichen, Handbuch Klimaresilienz

**Abb.35:** *Strob-OSB Platten*

istraw GmbH&Co.KG: Die OSB Alternative, in: Istraw, 2022a, [online] <https://istraw.tech/wp-content/uploads/2022/09/ossb-3.jpg>, (abgerufen am 12.04.2023)