



Yvonne Landl, B.Sc.

Abbruch • Erhalt • Neubau

Holz im urbanen Raum

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieurin

Masterstudium Architektur

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Univ. Prof. Architekt Dipl. Ing. Roger Riewe

Institut für Architekturtechnologie

Graz, Mai 2016

Soweit in diesem Werk auf natürliche Personen bezogene Bezeichnungen aus Gründen der leichteren Lesbarkeit lediglich in männlicher Form angeführt sind, beziehen sie sich unterschiedslos auf Frauen sowie Männer.

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

Datum

Unterschrift

AFFIDAVIT

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly indicated all material which has been quoted either literally or by content from the sources used. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis dissertation.

Date

Signature

Inhaltsverzeichnis

01. Einleitung	
01.1 Vorwort	9
01.2 Das Fehlen von urbanen Wohnraum	10
02. Holzbau	
02.1 Historischer Holzbau	19
02.2 Moderner Holzbau	20
02.3 Bauphysikalische Eigenschaften von Holz	36
02.4 Case Studies	45
03. Wettbewerb	
03.1 Aachen	64
03.2 Grundstück und Bestand	75
03.3 Entwurf	110
04. Quell- und Abbildungsverzeichnis	
04.1 Quellenverzeichnis	198
04.2 Abbildungsverzeichnis	202

01. EINLEITUNG

01.1 Vorwort

Als Grundlage für meine Diplomarbeit dient mir ein vom „Bund Deutscher Baumeister – Architekten + Ingenieure e.V. Landesverband Nordrhein-Westfalen“ und der „LBS – Bausparkasse der Sparkassen“ ausgeschriebener Studentenwettbewerb mit dem Thema „Von der Schule zum innovativen Wohnquartier – Nachnutzung eines zentralen Gebäudeensembles in Aachen“. Das Gebäude der Klaus-Hemmerle-Schule in Aachen wird aufgrund rückläufiger Schülerzahlen nicht mehr für seinen ursprünglichen Zweck benötigt. Diese Umstände ermöglichen die Umnutzung des innerstädtischen Grundstücks für Wohnzwecke. Da die bereits in den neunzehnfünziger Jahren errichtete Schule identitätsstiftend für das Quartier ist, soll ein zumindest partieller Erhalt der Substanz angedacht werden. Kernidee ist es, bezahlbaren Wohnraum in Innenstadtlage zu schaffen und durch den Erhalt der Turnhalle und des Kindergarten-Standorts das Quartier zu stärken.

Im Zuge der Ausarbeitung meines Entwurfs beschäftige ich mich einerseits mit der Reurbanisierung unserer Städte, andererseits mit der Thematik des modernen Holzbaus.

01.2 Das Fehlen von urbanen Wohnraum

In den vergangenen Jahrzehnten litten die Städte stark unter dem Suburbanisierungsprozess. Das Einfamilienhaus im Grünen galt als Symbol für sozialen Aufstieg und persönlichen Lebenserfolg und veranlasste die Bevölkerung zur Stadtfucht. Zurück blieben jene Einwohner, welche über geringes Einkommen verfügten wie Migranten, Arbeitslose, Senioren und Auszubildende. Fehlende Steuereinnahmen und Kaufkraft, soziale Segregation und Unterauslastung der Infrastruktur waren die Folge. [01] Dieses Phänomen zog auch in der Peripherie weitreichende Konsequenzen nach sich. Das erhöhte Aufkommen des durch die Abwanderung notwendigen Individualverkehrs, sowie die stetig ansteigende Zahl versiegelter Flächen wirkten sich negativ auf die Umwelt aus.

Seit einiger Zeit findet in manchen Großstädten eine Reurbanisierung statt. In den letzten Jahrzehnten haben zahlreiche Städte in die Sanierung, Modernisierung und Stadtbildpflege investiert. Dies trägt ebenso wie Projekte zur Wohnumfeldverbesserung und Verkehrsberuhigung ihren Teil dazu bei, dass

die Lebensqualität in der Stadt stark gestiegen ist. Zudem ist die Bevölkerung oft nicht mehr gewillt, den finanziellen und zeitlichen Aufwand des Pendelns in Kauf zu nehmen. Das Einfamilienhaus im suburbanen Raum scheint auch angesichts des Wandels der Familie nicht mehr zeitgemäß. „Das Wohnen im Umland im Eigenheim war ein >Hausfrauenmodell<, das heißt, dass die unbezahlte Arbeit der Ehefrau notwendig war, um ein von umfassender Mobilität der Familienmitglieder gekennzeichnetes Leben zu organisieren. Da heute die Qualifikation der jungen Frauen das gleiche Niveau erreicht hat wie das der jungen Männer, finden sich eben immer häufiger Paare, in denen beide auf eine qualifizierte Beschäftigung aus sind. Der Suburbanisierung geht also gleichsam das Personal aus.“ [02] Fand früher die soziale Segregation zwischen Stadt und Land statt, kehrt sich dieses Prinzip nun um. Durch die neue Attraktivität der Stadt zieht dort die Wohlstandsgesellschaft ein. Neubauten beherbergen Luxuswohnungen, Altbauten in Migrations- und Arbeitervierteln werden kostspielig saniert, wodurch die Mietpreise in die Höhe schnellen. [03]

[01] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 18-19.

[02] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 21.

[03] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 21.

Bestehende Sozialwohnungen verschwinden, etwa durch Privatisierung der Gebäude, neue kommen jedoch nicht im gleichen Maß hinzu. Die Lage verdeutlicht sich am Beispiel Stuttgart. Dort verringerte sich der Bestand an Sozialwohnungen im Zeitraum der späten Achtziger bis 2011 um mehr als die Hälfte, von 33.500 auf 16.500. Trotz des jährlichen Verlusts von etwa 400 bis 500 Sozialwohnungen wurden im Jahr 2012 nur 43 neue errichtet.

In Aachen hat sich die Anzahl von neu errichteten Wohnungen von 346 im Jahr 2012 auf 748 im Jahr 2013 mehr als verdoppelt. Zusätzlich wurden im Jahr 2012 55 Wohnungen in Bestandsgebäuden errichtet, im Jahr 2013 46. Die Anzahl an geförderten Wohnungen ist aber verschwindend gering. Im Jahr 2012 entstanden lediglich 79 geförderte Wohneinheiten, 2013 waren es sogar nur noch 75. [04]

Um die angestrebte soziale Durchmischung zu schaffen, wird es unumgänglich sein, geeignete Sozialwohnungen inner-

halb der Städte zu errichten und bestehende zu erhalten. In Deutschland experimentieren einige Kommunen mit sogenannten Förderquoten, das heißt, bei der Entwicklung neuer Baugebiete muss ein vorgeschriebener Anteil an Wohnraum für einkommensschwächere Gruppen geschaffen werden, München schreibt zum Beispiel eine Quote von 30 Prozent vor, bei städtischen Grundstücken sogar 50 Prozent. [05]

Zwei wesentliche Entwicklungen im Wohnverhalten der letzten hundert Jahre verstärken das Problem der Wohnungsnot. Die Größe der Wohnungen hat sich im Lauf der Zeit stark verändert. Eine vierköpfige Familie mit durchschnittlichem Arbeitnehmergehalt wohnte im Jahr 1950 auf 54m², im Jahr 1981 bereits auf 84,5m². Bei Zwei-Personen-Haushalten stieg der durchschnittliche Flächenbedarf von 50,8m² im Jahr 1971 auf 64,4m² im Jahr 1981. Das hat zur Folge, dass auf der selben Fläche wie vor 60 Jahren heute nur noch ein Bruchteil der Anzahl von Wohnungen realisierbar ist. Eine als überspitzt geltende Prognose aus den Neunzehntziger Jahren von

[04] Vgl. Statistisches Jahrbuch 2012-2013, 101, 106.

[05] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 23.

einer Wohnfläche pro Person von 47m² für das Jahr 2000, kamen wir im Jahr 2014 mit 46,5m² pro Person schon auffallend nahe. [06][07]

Zudem muss man die Entwicklung der Familien näher betrachten. Lebte um 1900 noch der überwiegende Teil der Bevölkerung in Großfamilien von fünf oder mehr Personen, ist dies heute eine Form der Familie die nur noch selten anzutreffen ist. Insgesamt ist zu beobachten, dass die Vielfältigkeit der Wohnformen gestiegen ist. Aufgrund der immer älter werdenden Bevölkerung findet man zunehmend alleinstehende Senioren, welche nicht mehr wie früher im Verband der Großfamilie leben. Singlehaushalte, kinderlose Paare, Wohngemeinschaften aber auch Alleinerziehende mit Kindern machen heute einen nicht unerheblichen Teil der Bevölkerung aus. [08]

Diese Entwicklungen hin zur Pluralität zeigen, wie wichtig es ist, möglichst unterschiedliche Wohntypologien anzubieten.

[06] Vgl. Duwendag 1985, 3.

[07] Vgl. Spiegel Online 2015

[08] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 24-25.

Großzügige, nutzungsneutrale und leicht anpassbare Grundrisse ermöglichen es, über die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes ansprechenden Wohnraum zu generieren. Kleinteiliger, funktional und sozial gemischter Parzellenstädtebau soll helfen, die typologische Vielfalt zu gewährleisten. [09]

Auch das Nachverdichten und Umnutzen von vorhandenen urbanen Gebäudestrukturen ist ein sinnvolles Medium, um sowohl die Wohnungsnot zu bekämpfen als auch den Stadtraum wieder attraktiver zu gestalten. Innovative Lösungsansätze zur Belegung von Erdgeschosszonen und das Schaffen von öffentlichen Bereichen mit Grünflächen können toten Stadtquartieren wieder neues Leben einhauchen.

[09] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 26-27.

02. HOLZBAU

Schon in frühester Menschheitsgeschichte war Holz unentbehrlich, sei es zum Bau von Waffen und Werkzeug oder zur Herstellung von Kulturgut und Behausungen. Mit der Entwicklung des modernen Holzbaus hat sich auch das Gesicht des Werkstoffs geändert. Heute findet man sorgfältig auf ingenieurrelevante Kennwerte geprüfetes und sortiertes Vollholz, aber auch zahlreiche hochleistungsfähige Holzwerkstoffe. Die traditionellen, handwerklichen Verbindungen wurden großteils durch innovative Verbindungsmittel und leistungsfähige Klebstoffe ersetzt. Diese Entwicklung ermöglichte eine Berechenbarkeit des Holzbau die notwendig war, um ihm den Weg in die Moderne zu ebnet. [10]

Trotz der über lange Zeit hinweg dominierenden Ziegel- und Betonmassivbauweise gewinnt Holz unter dem Aspekt des nachhaltigen und ökologischen Bauens wieder zunehmend an Bedeutung. Der Menschheit wird immer mehr bewusst, wie wichtig die zukunftsorientierte Nutzung unserer Rohstoffe ist. Prognosen besagen, dass spätestens bis zum Ende

[10] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 60.

dieses Jahrhunderts die fossilen Ressourcen, und somit die Grundlage für zahlreiche Kunststoffe, Heizsysteme und unser konventionelles Verkehrssystem, aufgebraucht sein werden. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei Holz um eine erneuerbare Ressource. Naturnahe und verantwortungsvolle Forstwirtschaft liefert sogar mehr Holz als benötigt wird. Das Ökosystem Wald bietet Tieren und Pflanzen Lebensraum und dient dem Menschen als ursprünglicher Erholungsraum von unserer technologisierten Welt. In Hanglagen verhindern Bäume durch ihre feste Verwurzelung Erdrutsche und fungieren oftmals als natürliche Lawinenbarriere. Neben ihrer bodenverbessernden Eigenschaft beeinflussen sie auch Luft und Wetter und haben Einfluss auf unser Klima. [11]

Während seiner Wachstumsphase spaltet ein Baum permanent das unser Klima belastende Kohlendioxid (CO₂) in Sauerstoff (O₂) und Kohlenstoff (C) auf. Der Kohlenstoff wird in Form von Zellulosefasern als Hauptbestandteil von Holz eingelagert, der Sauerstoff wird an die Luft abgegeben. Verbaut

[11] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 58-59.

man Holz, lagert man Kohlenstoff ein, das Holz hat in diesem Fall eine positive CO₂-Bilanz, da es Kohlenstoff aus der Atmosphäre bindet. Wird das Holz am Ende seines Lebenszyklus verbrannt, wird die gleiche Menge Kohlenstoff wieder an die Atmosphäre abgegeben, in diesem Fall ist die CO₂-Bilanz neutral. Ersetzt Holz im Bauprozess andere Materialien wie etwa Kunststoffe, Stahl oder Aluminium, lassen sich große Mengen an Grauer Energie einsparen, die aufgrund aufwendiger Herstellungsprozesse entsteht. [12]

[12] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 62-63.

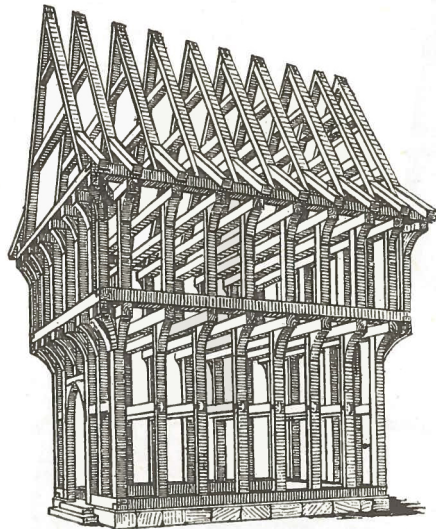


Abb. 01 Gerüst eines Fachwerkhauses aus dem 15. Jahrhundert

02.1 Historischer Holzbau

Im historischen Holzbau gibt es zwei maßgebliche Konstruktionen, den Blockbau und den Ständer- beziehungsweise Fachwerksbau.

Beim Blockbau werden Balken übereinander geschichtet, das Holz übernimmt also tragende und raumabschließende Funktion. Diese Bauart scheint die ältere Konstruktionsweise zu sein und findet sich vermehrt in besonders holzreichen Gebirgsgegenden.

Der Ständerbau lässt sich in Ständerriegel- oder Fachwerksbauten und Ständerblockbauten unterteilen. Beide haben als grundlegendes Konstruktionsprinzip ein Holzgerüst, bei dem die Ständer zur Verankerung in die zu einem Rahmen verzapften Balkenschwellen eingestemmt werden. Beim Fachwerksbau werden die Ständer in angemessener Höhe mit Querriegeln verbunden, zusätzlich können zur Stabilisierung Streben eingesetzt werden. Auf den Ständern liegt eine weitere Balkenlage, die entweder als Unterkonstruktion für ein

weiteres Geschoss oder für das Dach dient. Die Leerräume zwischen der Konstruktion können verschalt werden oder mit Füllmaterial wie Ziegel oder Erde verschlossen werden. Diese Konstruktion entspricht grundlegend der heutigen Skelettbauweise.

Bei Ständerblockbauten werden die Leerräume zwischen den Stehern mit übereinander geschichteten Balken aufgefüllt. Sie erfüllen damit die Funktion des Wandabschlusses und erhöhen die Festigkeit, somit macht diese Konstruktion Querriegel und Streben überflüssig. [13]

Im deutschsprachigen Raum konnte sich der Fachwerksbau vor allem in Niedersachsen etablieren, dort trotzte er noch bis ins 17. Jahrhundert dem Steinbau.[14]

[13] Vgl. Lachner 1983, 2.

[14] Vgl. Ebda., 9.

02.2 Moderner Holzbau



Abb. 02 Elefantenhaus Zürcher Zoo

Im historischen Holzbau ist Holz ein durchwegs linearer Werkstoff, in Form von Balken, Stehern, Latten und Leisten. Die durch den Baum vorgegebene Dimension und Einachsigkeit des Materials prägten die Konstruktionsmöglichkeiten der vorangegangenen Jahrhunderte.

Im modernen Holzbau erschließen sich durch industriell gefertigte Produkte neue Möglichkeiten. Mithilfe von Brettstapelholz und Brettsper Holz sind sowohl flächige Elemente, als auch stabförmige Elemente mit weit größeren Dimensionen als bisher möglich. [15] Durch die computergestützte zwei- und dreidimensionale Planung und deren präzise Umsetzung auf Maschinen wie etwa der CNC-Maschine (CNC = Computerized Numerical Control), hat Holz entscheidende Wettbewerbsvorteile. Die rasche Produktion und der hohe Vorfertigungsgrad ermöglichen die Abwicklung einer Bauaufgabe in sehr kurzer Zeit. Dies kann besonders in Innenstadtlagen ein relevantes Kriterium sein, wo stark befahrene Straßenzüge sonst Wochen oder Monate lang gesperrt werden müssen. [16]

[15] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 114-115.

[16] Vgl. Ebda., 13, 14, 60.

Begründer des modernen Holzbaus

Die Grundlage für den modernen Holzbau beruht maßgeblich auf den Errungenschaften zweier Männer, dem Ingenieur Otto Hetzer und dem Architekten Konrad Wachsmann.

Der 1901 in Frankfurt an der Oder geborene Wachsmann beschäftigte sich zeitlebens mit der Suche nach einer effizienten, industriell-maschinell vorgefertigten Systembauweise. Nach seiner Tischler- und Zimmererausbildung besuchte er in Berlin die Kunstgewerbeschule. Nach seinem Architekturstudium an den Kunstakademien Dresden und Berlin zog er nach Niesky in der Oberlausitz. Dort begann er bei der damals größten Holzbau- und Maschinenfabrik Europas zu arbeiten, der Christoph & Unmack AG. Das Unternehmen produzierte schon damals gänzlich industriell vorgefertigte Hauskonstruktionen aus Holz, welche bis nach Afrika, Nord- und Südamerika exportiert wurden.

Um dem Kunden größtmögliche Flexibilität bei der Gestaltung seines Hauses zu geben, die Wirtschaftlichkeit aber nicht außer Acht zu lassen, entwickelte Wachsmann neue Musterhauska-



Abb. 03 Plakat Christoph & Unmack AG



Abb. 04 Vorfertigung und Aufbau der Häuser in der Werkshalle

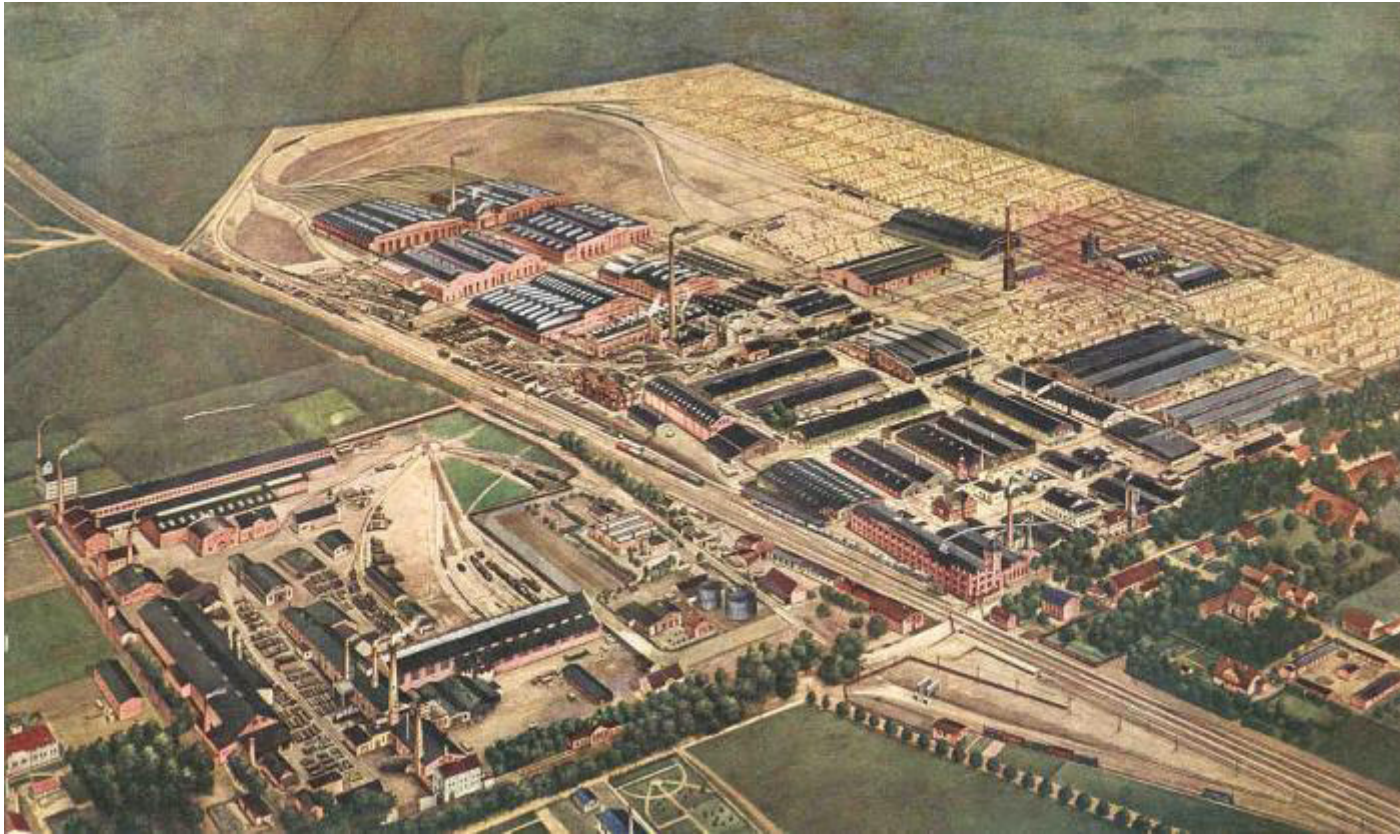


Abb. 05 Firmengelände in Niesky

taloge. Die Menschen konnten nach dem Baukastenprinzip vorgefertigte Elemente zu ihrem persönlichen Wunschhaus zusammenstellen. Nicht nur das äußere Erscheinungsbild stand zur Auswahl, sondern auch die Bauweise. Die Produktpalette umfasste zum Beispiel Block- und Skelettbauweise, aber auch Tafel- und Fachwerksbauten. Vom Einfamilienhaus über Kirchen, Krankenhäuser und Schulen, bis hin zu Industrie- und Flugzeughallen war alles möglich.

Der moderne Holzbau in Niesky fand sein Ende durch die Machtübernahme der Nationalsozialisten. Cristoph & Unmack produzierten von da an Holzbaracken für die Konzentrations- und Arbeitslager, sowie Feldlazarette und militärische Behausungen, welche schnell auf- und wieder abgebaut werden konnten. Aufgrund seiner jüdischen Abstammung floh Wachsmann 1941 in die USA. Dort gründete er zusammen mit Walter Gropius die General Panel Corporation und entwickelte das „Packaged House System“. Später lehrte und forschte er an mehreren renommierten Universitäten der USA. [17]

[17] Vgl. Lennartz/Jacob-Freitag 2016, 9-12.

Wachsmann teilte die geistigen Ideale des Bauhauses zur Erneuerung der Gesellschaft, widersprach ihnen aber in dem Punkt der Rückbesinnung auf das traditionelle Handwerk. Für ihn war die maschinell-technische Komponente wesentliche Grundlage um seine architektonischen Utopien zu realisieren.

Neben Konrad Wachsmann spielt Otto Hetzer eine tragende Rolle. War in der Zeit der Industrialisierung der Baustoff Holz zugunsten von Stahl und Beton in den Hintergrund gerückt, sorgte der Weimarer Zimmermeister und Unternehmer Anfang des 20. Jahrhunderts für den Aufschwung des Ingenieur-Holzbaus. Er entwickelte den Hetzer-Binder, der heute als Brettschichtholzträger bekannt ist und erweiterte dadurch den konstruktiven Einsatzbereich von Holz enorm. Vorteil des neuen Produkts war, dass die Träger in jeder Länge und beliebig gekrümmt produziert werden konnten. Außerdem konnte die neue Holzbauweise damals um fast die Hälfte des Preises einer Stahlbetonbauweise errichtet werden, was die Wettbewerbsfähigkeit des Holzbaus enorm erhöhte.

Peter Behrens entwarf für die Weltausstellung in Brüssel eine Halle für die deutsche Eisenbahn, dort wurde erstmals ein Tragwerk mit 43 Metern Spannweite realisiert. Auch in der Schweiz fand die neue Technologie Anwendung, zum Beispiel für die Dachkuppel der Züricher Universität.

Otto Hetzers Unternehmen löste sich in den 1920er Jahren auf, sein Wissen wurde jedoch von Alfred Hetzer, einem seiner Söhne, weitergetragen. Dieser leitete von 1919-1922 das Unternehmen Christoph & Unmack in Niesky.

In ganz Deutschland entstanden zahlreiche Holzbaufirmen, welche intensiv an innovativen Verbindungstechniken forschten. Für immer größer werdende Spannweiten wurden neue, tragfähigere Verbindungsmittel benötigt. Die ursprünglichen zimmermannsmäßigen Verbindungen wurden nach und nach von Techniken wie Stabdübel, Stahlblechformteile und eingeklebten Gewindestangen abgelöst. Die systematische Untersuchung von Keilzinkverbindungen und neuen Klebetechni-

ken, sowie die Weiterentwicklung von Berechnungsmethoden ermöglichen heute Spannweiten von weit über 100 Metern. [18]

Vorangetrieben hat den modernen Holzbau auch die Entwicklung von 2D und 3D gestützter Planung sowie die Entwicklung der CNC-Maschine. Mithilfe dieser Techniken ist es möglich Bauteile exakt und hocheffizient herzustellen.

[18] Vgl. Lennartz/Jacob-Freitag 2016, 13-14.

Bauweisen im modernen Holzbau

Holzrahmenbau

Beim Holzrahmenbau handelt es sich um das energie- und flächensparendste Leichtbausystem. Ein definiertes Regelwerk, der hohe Vorfertigungsgrad und die damit einhergehenden kurzen Bauzeiten machen ihn zu einer äußerst wirtschaftlichen Bauweise. Zudem kann das im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts entwickelte System von jedem ausreichend qualifizierten Zimmereibetrieb hergestellt werden.

Die Grundkonstruktion übernimmt die Ableitung der Vertikallasten. Sie besteht aus der unten liegenden, horizontalen „Schwelle“, dem vertikalen „Ständer“ oder „Stiel“ und dem darauf liegenden, horizontalen „Rähm“. Eine einseitige Beplankung ist notwendig, um die Konstruktion auszusteiern und so die Ständer gegen seitliches Knicken abzusichern. Außerdem übernimmt die Beplankung die Abtragung der horizontalen Kräfte. Die Gesamtgröße der einzelnen Elemente wird durch die technischen Möglichkeiten der Vorfertigung, aber auch durch Anlieferbarkeit auf die Baustelle beeinflusst.

Der Konstruktionsraster für die Steher orientiert sich sinnvol-

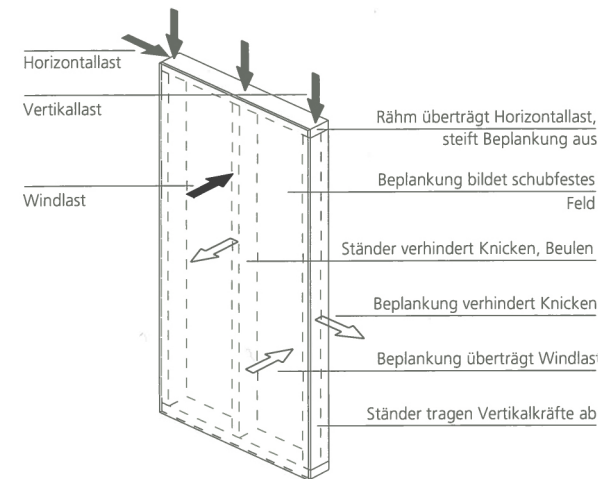


Abb. 06 Kräfteableitung im Holzrahmenbau

erweise am Plattenformat der Beplankung. Im Bereich von Türen und Fenstern können die Steher durch Auswechslungen ersetzt werden. Stand der Technik ist, die aussteifende Beplankung innenseitig anzubringen und luftdicht auszuführen. Der übrige Elementaufbau sollte nach außen hin immer diffusionsoffener werden, hierfür ist eine frühzeitige Abstimmung



Abb. 07 Vorfertigung einer Holzrahmen-Wand im Werk

mung mit dem Bauphysiker sinnvoll. Die Luftdichtheit wird mithilfe des Blower-Door-Tests überprüft. [19]

[19] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 116-118



Abb. 08 Ausgedämmte Holzrahmenwand

Skelettbau

Der Skelettbau basiert auf vertikalen Stützen, horizontalen Trägern und einem gesonderten Aussteifungssystem. Die Horizontalkräfte werden von den Decken aufgenommen und an Aussteifungselemente in den Wänden, wie zum Beispiel Holz- oder Stahlstreben, abgeleitet. Auch massiv ausgeführte Bauteile wie Stiegehäuser können diesen Zweck erfüllen. Durch die Entwicklung des Brettschichtholzes sind große Spannweiten im Holzskelettbau einfach zu realisieren und bilden so eine ernstzunehmende Konkurrenz für den Betonbau. [20]

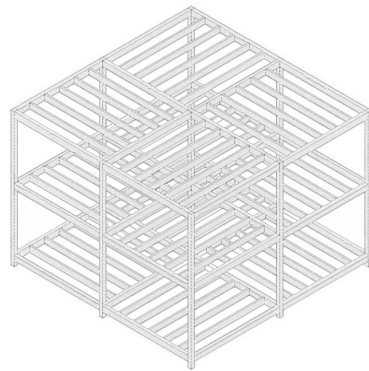


Abb. 09 Höhengleiche Anordnung der Deckenbauteile
[20] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 120-121.



Abb. 10 Knotenpunkt im Skelettbau



Abb. 11 Montage Deckenelement (Dorne in Stützenköpfen)

TopWall-System

Grundlegendes Element für dieses Massivholzsystem sind geschosshohe Fichtenkanthölzer, die nebeneinander auf eine vorgebohrte Schwelle mit Dübel oder Dollen gesteckt werden. Die nur zehn Zentimeter dicken und 20 Zentimeter breiten Hölzer lassen sich problemlos ohne Kran aufstellen und ergeben zusammen eine hochfeste, schlanke Holzwand. In Faser-richtung kann Holz ähnlich hohe Lasten wie Beton abtragen, hat aber bei Temperaturschwankungen geringere Verformungen als Mauerwerk oder Beton. Die Schwellen und Verbundbalken müssen exakt auf den Rohbau abgestimmt sein, hohen Querbeanspruchungen standhalten und feuchteresistent sein. Zur Wärmedämmung werden innenseitig 80 Millimeter und außenseitig 160 Millimeter Steinwolle aufgebracht. Die Kanthölzer lassen sich aus den gängigsten Rundholzquerschnitten herstellen, in der Länge keilzinken und sind auch in Laubhölzern wie zum Beispiel Buche denkbar. Die Tragfähigkeit soll für Gebäude mit 20 Geschossen geeignet sein. Im Vergleich zu herkömmlichen Systemen aus Mauerwerk oder

Beton weist das TopWall-System einen sehr geringen Anteil an „Grauer Energie“ auf. [21]



Abb. 12 Montage einer Wand im TopWall-System

[21] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 119.

Flächige Systeme

Grundlegend unterscheidet man Systeme mit zusammengesetzten Querschnitten und jene mit massiven Querschnitten aus Brettstapel- oder Brettsper Holz. Flächige Systeme haben den Vorteil, dass sie sowohl vertikale als auch horizontale Kräfte aufnehmen und verteilen können, zudem ist es vergleichsweise einfach, die Luftdichtheit herzustellen. [22]

Lignatur

Bei diesem Schweizer System werden Decken- und Dach-elemente aus maschinell in Hohlkastenbauweise verklebten Nadelholzlamellen gefertigt. Mit einer Standardlänge bis zwölf Meter, Sonderlängen bis 16 Meter, ist es durch den speziellen Querschnitt möglich selbst bei hoher Beanspruchung große Spannweiten einachsrig zu überbrücken. Die 51,4 beziehungsweise 100 Zentimeter breiten Elemente werden zweifach mit Nut und Feder zusammengefügt und verschraubt. Zur Sicherstellung der Luft- und Dampfdichtheit werden werkseitige elastische Dichtungsbänder in die Fugen eingelegt. Die

[22] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 122.



Abb. 13 LIGNATUR-Elemente Standard | Brandschutz | Akustik | Wärmeschutz



Abb. 14 Brettstapelholz-Element



Abb. 15 Brettstapelholzwand

Hohlräume in den Kastenelementen können gedämmt sein, spezielle Systeme für erhöhten Brandwiderstand sowie Akustikelemente sind verfügbar.[23]

Brettstapel- und Dübelholz

Bei Brettstapel- und Dübelholz handelt es sich um flächige, tragende Systeme für Wände, Decken und Dächer. Elementhohe Nadelholzlamellen (Bretter, Bohlen und Kanthölzer) werden hochkant nebeneinander geschichtet und durch Nägel, Dübel oder Kleber verbunden, um eine Scheibenwirkung zu erzielen. Diese Elemente werden mithilfe von Nut und Feder verbunden, durch Feuchteunterschiede verursachte Dimensionsveränderungen können im Bereich dieser Verbindung ausgeglichen werden. Die Luftdichtheit muss an der Außenseite des Systems gewährleistet werden, im Regelfall durch eine OSB-Plattenbeplankung mit verklebten Stößen. Tragende, aussteifende Wände und aussteifende Decken müssen vollflächig mit Holzwerkstoffplatten beplankt werden, da die Elemente schubweich sind. Genagelte Elemente

[23] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 122-123.

können aufgrund des metallischen Verbindungsmittels nach dem Verbinden nicht mehr exakt besäumt werden, verklebte oder gedübelte Elemente lassen sich jedoch mittels CNC-Maschine bearbeiten. Im Vergleich zu anderen Massivholzsystemen entstehen beim Ausschnitt von Türen und Fenstern keine Holzverluste, da der Verschnitt wiederverwendet werden kann. [24]

Brettsperrholz

Bei der Herstellung von Brettsperrholz werden sägerauhe Nadelholzbretter geschichtet und verleimt. Die gesperrten Schichten sind jeweils zwischen zehn und 35 Millimetern dick und haben immer eine ungerade Anzahl. Um große Formate herstellen zu können, ist es möglich, Bretter in der Länge keilgezinkt zu verbinden. Die maximalen Abmessungen der Einzelelemente werden durch Größe der Vakuum- oder Hydraulikpresse sowie durch Transport- und Montagemöglichkeiten begrenzt. Die kraftschlüssige Verbindung von Wand-, Decken- und Dachelementen aus Brettsperrholz mithilfe von

[24] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 124-125.



Abb. 16 Brettsperrholz

Schrauben oder eingeklebten Gewindestangen ermöglicht eine Gebäudeaussteifung als räumliches Tragwerk. Durch



Abb. 17 Brettsperrholzsichtoberflächen in einem Kindergarten in Augsburg

die erhöhte Steifigkeit des Brettsperrholzes im Vergleich zur Holzrahmenbauweise ist die Anzahl und Länge der notwendigen, aussteifenden Wandscheiben geringer. Durch den Querschnittsaufbau ist eine zweiachsige Spannung von Deckenplatten möglich. In der Schweiz finden auch schon Produkte aus Laubholz Anwendung.[25]

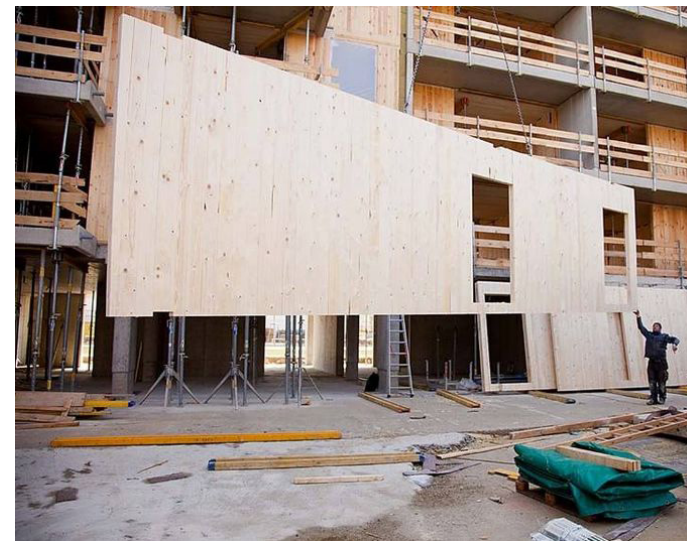


Abb. 18 Errichtung eines Gebäudes in Hybridbauweise mit Brettsperrholz [25] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 126-127.



Abb. 19 Errichtung eines Gebäudes in Zellenbauweise



Abb. 20 Innenansicht einer Raumzelle

Raumbildende System, Raumzellen

Raumzellensysteme sind nur für spezielle Bauaufgaben wirklich gut geeignet. Die planerische Flexibilität ist eingeschränkt und durch die serielle Anordnung ergeben sich unwirtschaftliche, doppelte Wände und Decken. Die rasche und einfache Montage rechtfertigt jedoch den Einsatz dieses Systems zum Beispiel bei temporären Gebäudeerweiterungen bei Schulen oder Krankenhäusern. Auch kleine Erweiterungsbauten für Wohn- und Bürobauten können mithilfe dieser Bauweise realisiert werden. Größere Anwendungsgebiete findet man dort, wo eine Vielzahl exakt gleicher Module rasch benötigt wird, wie im Hotelbau, wo weder der Sommer- noch Wintersaisonbetrieb gestört werden darf. [26]

[26] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 129.

Hybridbauweise

Die Hybridbauweise ist keine Erfindung der Neuzeit. Bereits im Mittelalter wurden Außenwände aus robustem, massiven Stein gemauert, Innenwände, Decken und Dachstühle aber aus Holz gefertigt. Mit dem Fortschreiten der Technologie wurde es den Menschen möglich, vollständig auf den Baustoff Holz zu verzichten. [27]

Heute werden bei der Hybridbauweise häufig Erschließungs- und Versorgungskerne in Ziegel- oder Betonmassivbauweise ausgeführt. Dies erleichtert die Erfüllung der Brandschutzanforderungen und kann dem Gebäude als Aussteifung dienen. Abhängig von den Anforderungen an ein Gebäude werden auch Systeme mit Betondecken oder einzelnen Betonwänden zum Beispiel als Brandwand realisiert. Produkte wie Holz-Beton-Verbunddecken ermöglichen die Vorteile beider Materialien sogar innerhalb eines Bauteils zu nutzen. [28]

Besonders die Erfahrungen mit mehrgeschossigen Holzbauten im urbanen Kontext zeigen, dass die Hybridbauweise großes Potential hat. Sie vereint die Vorteile der Ziegel- und Be-

tonmassivbauweise im Bereich Brandschutz mit den Vorteilen des Holzbaus, wie einer verkürzten Bauzeit und dem geringen Platzbedarf bei der Errichtung. [29]



Abb. 21 Holz-Beton-Verbunddecke

[29] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 36.

[27] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 14.

[28] Vgl. Ebda., 182-183, 207

02.3 Bauphysikalische Eigenschaften von Holz

Wärmeschutz

Bauweisen wie der Holzrahmenbau oder der Skelettbau ermöglichen das Zusammenführen von Konstruktion und Dämmung in einer Ebene und damit eine Reduzierung der Wandstärke.

Die Wärmeleitfähigkeit des Nadelholzes, das im Holzmassivbau Anwendung findet, beträgt nur ein Fünftel derer gängiger Ziegelmauerwerke und ein Zwanzigstel derer Betonmauerwerke. Dessen ungeachtet ist auch bei den oben genannten Bauweisen eine geringe Überdämmung notwendig, um Wärmebrücken im Bereich der Konstruktionshölzer zu vermeiden und den geforderten U-Wert zu erreichen. Die Stärke variiert nach dem prozentuellen Anteil der Konstruktionshölzer und dem Wärmewiderstand des Dämmmaterials. [30]

Beim Anschluss von Wänden oder Decken aus Ziegel oder Beton, zum Beispiel im Sockelbereich, ist besonders darauf zu achten, dass diese gut wärmeleitenden Elemente die Dämmebene nicht durchdringen.[31]

[30] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 135.

[31] Vgl. Ebda., 136.



Abb. 22 OSB-Platten mit verklebten Stößen als dampfsperrende Schicht

Tauwasserschutz

Steigt der Feuchtigkeitsgehalt im Holz so weit an, dass sich über einen längeren Zeitraum freies Wasser in den Zellhohlräumen befindet, beginnt der natürliche Kompostierungsprozess. [138] Um dies zu vermeiden, werden im Holzbau diffusionsoffene Konstruktionsweisen angewendet. Wand- und Dachaufbauten werden von innen nach außen immer dampfdurchlässiger, die Feuchtigkeit kann nach außen diffundieren und die Konstruktion abtrocknen. [32]

Im industriellen Holzfertigbau sind Konstruktionen mit einer innenliegenden Dampfbremse und einem EPS-Wärmedämmverbundsystem sehr beliebt. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass bei einer Dämmstärke über 30 Zentimetern der Dampfsperrewert so hoch liegt, dass ein Abtrocknen der Konstruktion nach außen praktisch nicht möglich ist. Die innenliegende Dampfbremse verhindert das Abtrocknen nach innen, somit kann in der Konstruktion auftretende Feuchtigkeit nicht entweichen und führt dort zu Schäden. [33]

[32] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 138-139.

[33] Vgl. Ebda., 142.

Außenseitig dampfdichte Abdichtungen oder Verblechungen stellen gängige Konstruktionen vor eine Herausforderung, da in diesen Fällen die Feuchtigkeit nicht nach außen entweichen kann. Aufgrund des Prinzips der Rücktrocknung durch die sommerliche Umkehrdiffusion können solche Konstruktionen trotzdem in Holz realisiert werden. Die Funktionstüchtigkeit dieser Konstruktion ist jedoch nur gegeben, wenn die innenliegende Dampfsperre feuchtevariabel ist. Ein bauphysikalischer Nachweis ist jedenfalls erforderlich. [34]

Heutzutage findet dieses Prinzip auch bei Warmdächern, also nicht hinterlüfteten Dächern, Anwendung. Das Erwärmen des Dachs im Sommer, zum Beispiel durch eine dunkle, sichtbare Abdichtung, unterstützt das Diffundieren nach innen. Wird dies in der bauphysikalischen Berechnung berücksichtigt, muss die Verschattungsfreiheit des Dachs baurechtlich gesichert sein. Auch hier ist eine feuchtevariable, innenliegende Dampfbremse essentiell um die sommerliche Umkehrdiffusion zu ermöglichen. [35]

[34] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 138.

[35] Vgl. Ebda., 142-143.

Erfahrungswerte aus der Schweiz besagen, dass ein begrüntes Dach realisiert werden kann, wenn sich cirka 30 Prozent der Dämmung über der Abdichtung befinden. Zusätzlich ermöglicht diese Ausführung das Anbringen einer weiteren Abdichtung auf der zweiten Dämmebene. Besonders vor Ort verschweißte, einlagige Kunststoffabdichtungen sind anfällig für Schadstellen entlang der Schweißnähte und erhöhen das Risiko für Feuchteintritt und damit einhergehende Schäden an der Konstruktion. [36]

Grundsätzlich ist zu sagen, dass Konstruktionen mit einer dampfbremsenden Außenseite und diffusionsdichteren Innenseite möglich sind. Unbedingt empfehlenswert ist jedoch vor dem endgültigen Schließen der Konstruktion eine Prüfung der Luftdichtheit zu durchzuführen um im Streitfall die korrekte, leckagenfreie Montage nachweisen zu können. Außenseitig Diffusionsoffene Konstruktionen sind jedoch wenn möglich zu bevorzugen, sie weisen die höchste feuchtetechnische Robustheit und Fehlertoleranz auf. [37]

[36] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 146.

[37] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 147.

Schallschutz

Schallschutz ist ein wesentlicher Indikator für Wohnqualität. Die Trittschallübertragung aus Nachbarwohnungen wird immer wieder als störender Aspekt im mehrgeschossigen Wohnbau genannt. Im Regelfall werden Konstruktionen mit einem sogenannten Hammerwerk geprüft, oftmals entsprechen die damit ermittelten Werte jedoch nicht der subjektiven Wahrnehmung der Bewohner.

Das im Regelfall geringe Gewicht von Holzdecken dämpft die tiefen Frequenzen des Trittschalls nicht ausreichend. Um dem entgegenzuwirken ist es ratsam, die Masse zu erhöhen. Wird zum Beispiel eine Kiesbeschüttung anstelle einer zementgebundene Leichtschüttung aufgebracht, reduziert sich dadurch die Anregbarkeit (Admittanz) des Bauteils und eine geringere Schallabstrahlung wird erreicht. Bei der Verwendung von Hohlkastendeckensystemen lässt sich durch das Einbringen von Schüttung in den Kammern der gleiche Effekt erzielen. [38]

Besonderes Augenmerk ist auch auf die Ausbildung der Bau-

teilanschlüsse zu legen. Werden Wände auf ein elastisches Zwischenlager, zum Beispiel aus Kork, aufgesetzt, reduziert sich die Schallweiterleitung an das Deckenbauteil. [39] Im Innenausbau können durch einen schwimmend verlegten Estrich und schalltechnisch entkoppelte Vorsatzschalen beziehungsweise abgehängte Decken signifikante Verbesserungen erzielt werden. [40]

Sowohl Berechnungen als auch Messungen in tatsächlich errichteten Bauwerken zeigen, dass mit gezielter Planung und der entsprechend ausgeführten technischen Umsetzung der Schallschutz im modernen Holzbau nicht nur den Normzielwerten entspricht, sondern auch die subjektiven Ansprüche der Bewohner erfüllt. [41]



Abb. 23 LIGNATUR-Elemente Schallschutz

[39] Vgl. Kammeringer/Kraler 2008, 25.

[40] Vgl. Teibinger/ Matzinger 2013, 51.

[41] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 152.

[38] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 148-149.

Brandschutz

Beim Brandschutz ist grundlegend zwischen der Brennbarkeitsklasse eines Materials und dessen Feuerwiderstands zu unterscheiden. Die Brennbarkeit ist bei Holz gegeben und hat deshalb Auswirkungen auf die Wahl der Oberflächen. Sichtflächen, zum Beispiel bei Massivholzkonstruktionen, sind im Bereich von Fluchtwegen, wie Stiegenräumen und Gängen, zu vermeiden um die Ausbreitung des Brandes nicht zu forcieren. Zur Entscheidung kann diese Faustregel herangezogen werden: „Wenn Fußboden und Decke aus brennbarem Material bestehen, dann sollten die Wände nicht brennbar bekleidet sein – und umgekehrt.“ [42]

Entsprechende Bekleidung kann die Ansprüche an den baulichen Brandschutz erfüllen. Zum Beispiel haben Gipsfaserplatten (auch Gipskarton-Feuer-Schutzplatten) den Vorteil, dass durch die beim Brand entstehende Wärme das chemisch gebundene Wasser entweicht und den dahinterliegenden Bauteil durch die Verdunstung kühlt. Die Temperatur kann über

einen längeren Zeitraum bei circa 110 Grad Celsius gehalten werden, der Flammpunkt von Holz liegt zwischen 270 und 300 Grad Celsius. [43]

Im Brandfall kommt es bei Holz zur Holzkohlebildung, diese schützt den darunter liegenden Bauteil. Die geringe Wärmeleitfähigkeit des Materials sorgt für eine sehr langsame Erwärmung, der geringe Temperatúrausdehnungskoeffizient ermöglicht die weitgehende Formstabilität des Bauteils. [156] Aufgrund umfangreicher Bemessungsnormen lassen sich Holzkonstruktionen sehr gut auf ihr Brandverhalten hin berechnen.

Hohlraumkonstruktionen weisen jedoch einen wesentlichen Nachteil auf, selbst kleine und kurze Brände können sich innerhalb der Konstruktion sehr gut ausbreiten und lassen sich nur schwer bekämpfen. Vermeiden lässt sich dies mit in den Hohlräumen dicht eingebauten Volldämmungen. Bei Massivholzkonstruktionen aus Brettschicht- oder Brettsperrholz ist diese Gefahr nicht gegeben. [44]

[42] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 154-155.

[43] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 155.

[44] Vgl. Ebda., 156-157.

Bei der Einhaltung geltender Vorschriften für den Brandschutz ist zu beachten, dass der Bauteil Außenwand getrennt in Wand und Fassade zu betrachten ist. Es ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an tragende und nicht tragende Wände sowie an hinterlüftete Fassaden oder Wärmedämmverbundsysteme. [45]

[45] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 158.

Erdbebensicherheit im Holzbau

In den letzten zehn Jahren wurde vor allem durch die Erdbeben in den USA und Japan deutlich, welche menschlichen und wirtschaftlichen Schäden durch solche Naturkatastrophen entstehen können. Erdbeben erscheinen uns in Mitteleuropa als eher untergeordnete Bedrohung, seismische Aktivitäten, wenn auch mit geringerer Intensität, gibt es aber auch in unseren Breiten. Beispielhaft kann das Baseler Erdbeben aus dem Jahr 1356 herangezogen werden. Würde es heute zu einem vergleichbaren Naturereignis kommen, wären tausende Tote und etwa 50 Milliarden Euro Schaden die Folge.

Eine städtebauliche Präventivmaßnahme kann sein, Neu- und Umbauten in Bedeutungskategorien einzuordnen wie es bereits in einigen europäischen Staaten, auch Österreich, Anwendung findet. Die Klassifizierung erfolgt abhängig von den zu erwartenden sozialen und wirtschaftlichen Folgen eines Tragwerkversagens, so gehören Krankenhäuser und Feuerwehrgebäude zum Beispiel zur höchsten Kategorie. Für jede Gruppe gibt es einen entsprechenden Sicherheitsbeiwert der

in der Berechnung des Tragwerks berücksichtigt wird. Diese Methode erlaubt eine schrittweise Integration von erdbebensicherer Bauweise im mitteleuropäischen Raum ohne unberechtigte Mehrkosten zu verursachen. [46][47]

Bei der Beurteilung der Erdbebensicherheit eines Gebäudes ist die Zähigkeit ein relevantes Kriterium. Die aus dem Untergrund entstehende kinetische Energie wird in die Konstruktion eingeleitet und dort verteilt. Um dies zu gewährleisten müssen Wand- und Deckenscheiben kraftschlüssig miteinander verbunden sein. Die stiftförmigen, mechanischen Verbindungsmittel nehmen durch Verformung die einwirkenden Kräfte auf, ähnlich der Funktion der „Knautschzone“ im Automobilbau, ohne die Stabilität des Tragwerks zu gefährden. [48]



Abb. 24 Nagelverbindung mit plastischer Verformung

[46] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 160-161.

[47] Vgl. Ringhofer/Schickhofer 2011, B-7.

[48] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 160-162.

02.4 Case Studies

Esmarchstraße 3, Berlin

Nutzung	Wohnbau
Architekt	Kaden Klingbeil Architekten
BGF	1.270m ²
Baukosten	1.282€ brutto/m ²
Bauzeit	August 2007 bis Mai 2008
Bauweise	Hybridbau
Wände	Skelettbau Brettschichtholz Ausfachung Brettsperrholz
Decken	Holz-Beton-Verbund
Stiegenhaus	Stahlbeton



Abb. 25

Der Wohnbau in der Esmarchstraße in Berlin ist mit sieben Geschossen die höchste Holzkonstruktion in einer europäischen Großstadt. Das Gebäude besteht aus zwei Teilen, dem offenen, in Beton ausgeführten Stiegenhaus und dem in Holzbauweise errichteten Wohnbereich. Zwei Brandwände aus Beton trennen den Neubau von der angrenzenden Bestandsbebauung. Die Außenwände bestehen aus einer Brettschichtholz-Pfosten-Riegel-Konstruktion, die Decken sind Holz-Beton-Verbunddecken. Sie liegen auf Stahlbetonunterzügen auf, die von Brandwand zu Brandwand spannen und von Stahlbetonkernen für die Haustechnik unterstützt werden. Mit Gipsfaserplatten gekapseltes Brettstapelholz dient zur Ausfachung der Außenwände, als Fassade wurde ein Wärmedämmverbundsystem aus Steinwolleplatten und mineralischem Putz gewählt.

Laut Berliner Bauordnung sind nur fünf Geschosse in Holzbau zulässig, um die sieben Geschosse zu realisieren, war ein gut durchdachtes Brandschutzkonzept erforderlich. Wesentliche Elemente sind kurze, rauchfreie Fluchtwege, wie

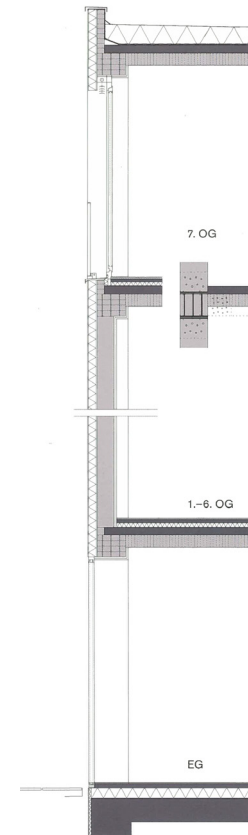


Abb. 26

sie durch das offene Stiegenhaus gewährleistet werden, aber auch eine Rauchmeldeanlage. Die „Kapselung“ der tragenden Bauteile, also das lücken- und hohlraumlose Beplanken mit Brandschutzbekleidung, war ebenfalls essentiell für die Erhöhung des Feuerwiderstands. Augenscheinlich gestalterische



Abb. 27

Entscheidungen wie die versetzte Anordnung der Fenster vermindern zudem das Risiko des Brandüberschlags von Geschoss zu Geschoss.

Die industrielle Vorfertigung der Holzkonstruktion ermöglichte bereits nach neun Monaten Bauzeit den Einzug. [49]



Abb. 28

[49] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 182-183.



Abb. 29



Abb. 30



Abb. 31



Abb. 32

Woodcube, Hamburg

Nutzung	Wohnbau
Architekt	Architekturagentur Stuttgart
BGF	1.474m ²
Baukosten	1.757€ brutto/m ²
Bauzeit	November 2012 bis Mai 2013
Bauweise	Hybridbauweise
Wände	Verdübeldes Brettsperrholz
Decken	Verdübeldes Brettsperrholz
Keller	Stahlbeton
Stiegenhaus	Stahlbeton



Abb. 33

Dieser fünfgeschossige Wohnbau besteht zu rund 90 Prozent aus unbehandeltem, getrocknetem, gesägtem und gehobeltem Holz. Es wurde bewusst auf Verkapselungen, Folien, künstliche Dämmmaterialien, Bauchemie, Lacke und Leime verzichtet um ein möglichst ökologisches Bauwerk zu errichten.

Die Basis bilden das Kellergeschoss und ein zentraler Erschließungskern aus Stahlbeton. Innerhalb von vier Wochen wurde der hölzerne Rohbau errichtet. [50]

Wand-, Decken- und Dachelemente entstammen der österreichischen Systembauweise Thoma-Holz100, bei der unbehandelte Tannen- und Fichtenholzquerschnitte mittels relativ trockener Buchendübel verbunden werden. Die Dübel entziehen dem Weichholz Feuchtigkeit und quellen auf, so entsteht ein stabiler Kraftschluss im ganzen Bauteil ohne die Notwendigkeit metallischer Verbindungsmittel. [51]

Um zu beweisen, dass der geforderte Brandwiderstand von 90 Minuten bei 1.000 Grad Dauerbeflammung mit derartigen Massivholzkonstruktionen zu bewältigen ist, wurde die Tech-

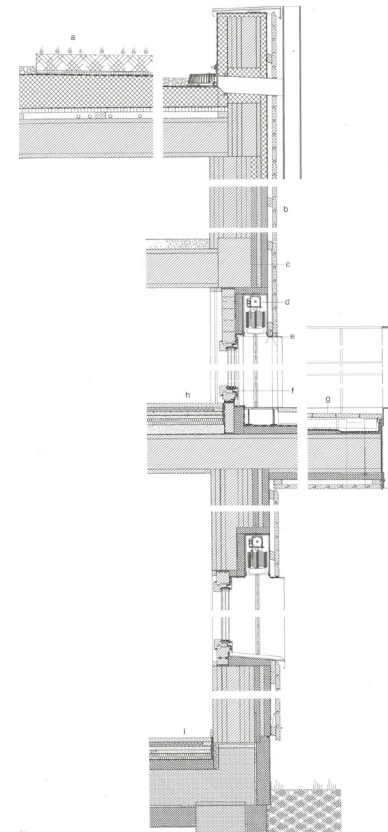


Abb. 34

[50] Vgl. Lennartz/Jacob-Freitag 2016, 129-133.

[51] Vgl. Thoma Holz GmbH.

nische Universität Darmstadt mit Brandversuchen beauftragt. Das Ergebnis zeigte, dass die Anforderungen nicht nur erfüllt wurden, sondern die Konstruktion drei- bis fünfmal länger Feuerwiderstand leistete als Beton- oder Ziegelkonstruktionen.

Um besonders gute Dämmeigenschaften zu erhalten, werden in die einzelnen Bretterlagen kleine, Längsrillen eingefräst.



Abb. 35

Nach dem Zusammenfügen zu Massivholzelementen werden die Kopfenenden mit einem Gemisch aus Naturöl und Holzstaub verschlossen, dadurch entstehen stehende Luftschichten im Bereich der Längsrillen, die ausgezeichnete Dämmeigenschaften aufweisen.

Das im Woodcube verwendete 32 Zentimeter dicke Wandelement verfügt über eine integrierte drei Zentimeter dicke

BEISPIEL FÜR EINEN AUSSENWAND-AUFBAU MIT HOLZWEICHFASER-DÄMMSCHICHT UND LÄRCHENHOLZ-FASSADE. DAS WANDELEMENT BIETET STATIK, DÄMMUNG UND BRANDSCHUTZ IN EINEM ELEMENT, OHNE ZUSÄTZLICHE KAPSELUNG.

Optionale Lärchenholz-Fassade, auch andere Fassaden, z. B. aus Putz, sind möglich.

Buchenholzschrauben verbinden die Brettlagen, im Innenraum sind die Schrauben nicht sichtbar.

Innere Brettlage mit Nut- und Feder-Verband, auf Wunsch in verschiedenen Sichtqualitäten.

Horizontal ausstehende Brettlage unterstützt Statik, Dämmung und Brandschutz.

6-8 cm starke vertikale Brettlage, statisch tragender Kern.

Diagonal ausstehende Brettlage unterstützt Statik, Dämmung und Brandschutz.

Optional integrierte Holzweichfaser-Dämmschicht.



Abb. 36

Holzweichfaserplatte. Eine Fassadenschalungsbahn auf Zellolosebasis sorgt für die nötige Wind- und Luftdichtheit. Die äusserste Schicht der Fassade bildet eine hinterlüftete, unbehandelte Lärchenschalung. Die 23 Zentimeter dicken Deckenelemente finden sowohl im Innenraum als auch als Balkonplatte Anwendung. [52][53]



Abb. 37

[52] Vgl. Lennartz/Jacob-Freitag 2016, 129-133.

[53] Vgl. Detail Green 2014, 25.



Abb. 38

Bebelallee 64-70, Hamburg

Nutzung	Wohnbau
Architekt	blauraum Architekten BDA
BGF	18.000m ²
Baukosten	1.504€ brutto/m ²
Bauzeit	2007 bis 2010
Bauweise	Holzbau
Wände	Holzrahmenbau
Decken	Holzrahmenbau
Stiegenhaus	Stahlbeton



Abb. 39

Die Grundlage für das Projekt bildet eine Fünfundzwanziger Jahre Siedlung mit fünf zweigeschossigen Riegeln und einem quer dazu angeordneten, dreigeschossigen Baukörper. Die Anforderung, die Wohnfläche zu verdoppeln und gleichzeitig den jährlichen CO₂-Ausstoß zu halbieren, erfüllten die Architekten durch eine Sanierung des Bestands und das Aufstocken der Gebäude um jeweils zwei Geschosse.

Zum Einsatz kam eine Leichtbaukonstruktion in Holztafelbauweise, welche wesentliche Vorteile für die Bauaufgabe mit sich brachte, geringes Gewicht und rasche, relativ schmutzfreie Montage. Für die Erschließung der Aufstockung wurden die bestehenden, massiven Kerne weitergebaut, so konnte auch der erforderliche Brandschutz ohne großen Mehraufwand realisiert werden. Sie dienen zudem der Aussteifung der Konstruktion.

Die Deckenelemente bestehen aus einer tragenden, mit Mineralwolle ausgedämmten Holzrahmenbaukonstruktion. Als unterer Abschluss dient eine Sparschalung mit darüber liegender Dampfbremse, als oberer Abschluss dienen OSB-Platten. Der

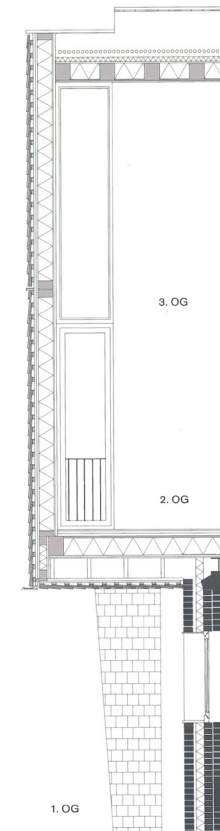


Abb. 40

Fußbodenaufbau besteht aus Trittschalldämmung, Trockenestrich und Belag. Die vorgefertigten Wandelemente wurden in Holzrahmenbauweise gefertigt und beidseitig mit Gipsfaserplatten beplankt (gekapselt). Innenseitig befindet sich eine Dampfbremse zwischen der Kapselung und der Konstruktion. Den Fassadenabschluss bildet eine hinterlüftete, unbehandelte Zedernholzschindelverkleidung, die im Vorfeld gesondert



Abb. 41

geprüft wurde um trotz Brennbarkeit eine Einzelfallzulassung zu erhalten. [54]



Abb. 42

[54] Vgl. Cheret/Schwaner/Seidel 2014, 210-211.



Abb. 43



Abb. 44



Abb. 45

03. WETTBEWERB

03.1 Aachen



Abb. 46 Lage von Aachen im Bundesland Nordrhein-Westfalen in Deutschland

Die Geographie Aachens

Aachen liegt zwischen der westlichen Grenze Deutschlands und dem Rhein, im Bundesland Nordrhein-Westfalen. Die knapp 250.000 Einwohner zählende Stadt zählt zu den 29 Großstädten im bevölkerungsreichsten Bundesland der Bundesrepublik. Ihr Stadtgebiet grenzt auf einer Länge von 21,8km an die Niederlande und mit einer Länge von 23,8km an Belgien an. [55]

Das ozeanische Klima in Aachen ist verantwortlich für die milden Winter und die mäßig warmen Sommer. Aus den Wetteraufzeichnungen von 1961 bis 1990 ergeben sich durchschnittlich 3,5 heiße Tage (Lufttemperatur über 30°C) und 12,5 Eistage (Lufttemperatur den ganzen Tag unter 0°C). Die Durchschnittstemperatur von +2,4°C im kältesten Monat (Jänner) liegt nur in wenigen deutschen Städten höher. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei +9,7°C. Mit einer Jahressumme von 828mm Niederschlag liegt Aachen über dem Durchschnittswert von 764mm für Gesamtdeutschland. [56]

[55] Vgl. Statistisches Jahrbuch 2012-2013, 8.

[56] Vgl. Gesamtstädtisches Klimagutachten Aachen 2011

Aachen	Fläche:	160,83km ²
	Einwohner:	249.746
Nordrhein-Westfalen	Fläche:	34.110,40km ²
	Einwohner:	17.638.098
Deutschland	Fläche:	357.375,62km ²
	Einwohner:	81.197.537
		[57][58]

[57] Vgl. Statistisches Bundesamt 2015.

[58] Vgl. Statistisches Bundesamt 2013.



Abb. 47 Karte der Städteregion Aachen

Die Städteregion Aachen

Aachen ist zusammen mit den umliegenden Städten Alsdorf, Baesweiler, Eschweiler, Herzogenrath, Monschau, Stolberg und Würselen sowie den Gemeinden Simmerath und Roetgen Teil der Städteregion Aachen. Dieser Zusammenschluss soll es ermöglichen, Potentiale zu bündeln und die Konkurrenzfähigkeit im europäischen Vergleich zu erhöhen. Aufgabenbereiche sind zum Beispiel Soziales, Jugend und Bildung aber auch das Ordnungs- und Ausländerwesen. [59]

[59] Vgl. Städteregion Aachen 2009.

Die EUREGIO Maas-Rhein

Gemeinsam mit der niederländischen Provinz Limburg, den belgischen Provinzen Lüttich und Limburg und der Deutschsprachigen Gemeinschaft in Belgien bildet der Zweckverband Region Aachen die EUREGIO Maas-Rhein. Sie wurde 1976 als grenzübergreifende Arbeitsgemeinschaft gegründet und führt die Jahrhunderte alten Wirtschaftsbeziehungen der Region weiter. [60]



Abb. 48 Karte der EUREGIO Maas-Rhein

[60] Vgl. EUREGIO Maas-Rhein

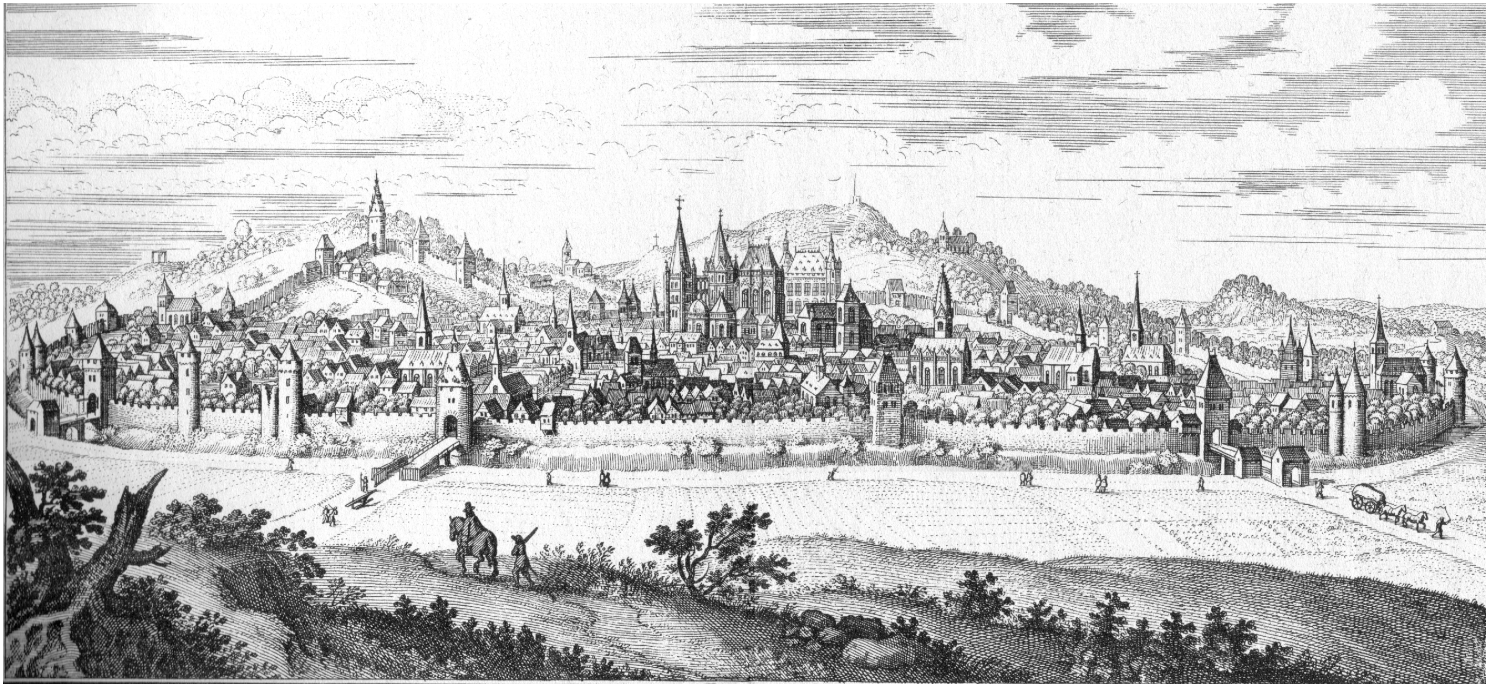


Abb. 49 Stadtansicht Aachen 17. Jahrhundert. Kupferstich von Matthäus Merian

Die Geschichte Aachens

Der Name Aachen, eigentlich Bad Aachen, leitet sich vom alt-hochdeutschen Wort *ahha* für Wasser ab.

Jungsteinzeitliche Funde belegen, dass sich im Gebiet um Aachen bereits etwa 4700 – 4550 v.Chr. Menschen aufhielten. [61] Zwei wesentliche Aspekte für die frühe Besiedelung scheinen sowohl die zahlreichen Bodenschätze der Maas-Rhein-Region als auch ihre heißen Quellen zu sein. Anfang des 2. Jahrhunderts ließen römische Legionäre erste Thermen und Bäder errichten. [62]

Unter dem Namen „*Aquis villa*“ wurde Aachen erstmals 765 von König Pipin erwähnt. Wenige Jahre später beschloss Karl der Große, zu diesem Zeitpunkt König des Fränkischen Reichs, seine Pfalz, Bäder und Pfalzkapelle dort errichten zu lassen. Im Jahr 800 wurde er zum Kaiser gekrönt und Aachen zum Zentrum seines Reichs. Selbst nach dem Ableben des Regenten profitierte die Stadt noch lange von der Sympathie Karl des Großen. Aachen blieb noch über 600 Jahre lang Krö-

nungsstadt der deutschen Könige und lange im Besitz von Staatsschatz und Münze. [63][64]

Der Bau der ersten Stadtmauer erfolgte im Jahr 1172. Aufgrund

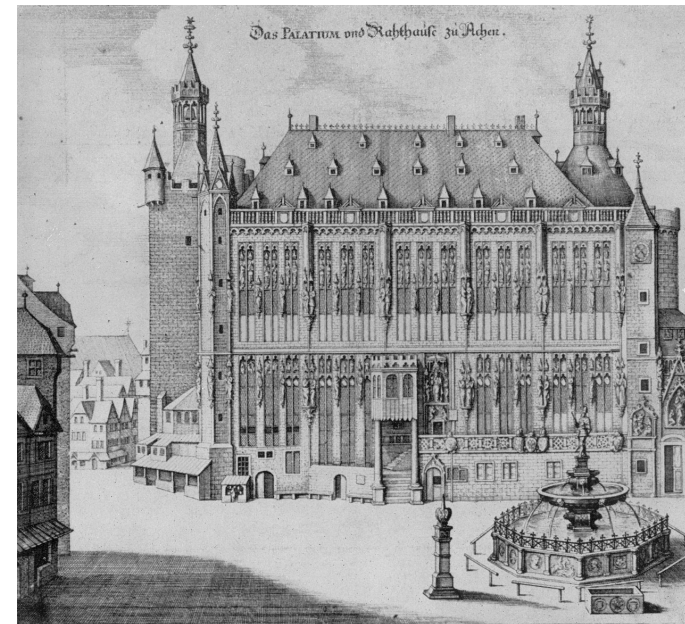


Abb. 50 Rathaus Aachen 1647. Kupferstich von Matthäus Merian

[63] Vgl. Aachen Historie 2016.

[64] Vgl. Lejeune 1960, 14–16.

[61] Vgl. Aachen Archäologie 2016.

[62] Vgl. Lejeune 1960, 11.

des enormen Wirtschaftsaufschwungs durch die Tuchmacherei wurde im Jahr 1257 begonnen, die zweite Stadtmauer zu errichten. Die umbaute Fläche war so groß, dass es bis ins 19. Jahrhundert dauerte, bis sie vollständig bebaut war. [65][66] Cirka ab dem 16. Jahrhundert entwickelte sich die Nadel- und Waffenproduktion zu einem wesentlichen Wirtschaftszweig für Aachen. In der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts erlitt die Wirtschaft in Aachen herbe Rückschläge durch den dreißigjährigen Krieg und die damit verbundenen Leiden wie Plünderungen. Auch die Verbannung der Protestanten ins Exil schwächte sie zunehmend. 1656 zählte die Stadt Aachen 5.000 Häuser, als am 2. Mai des selben Jahres ein großer Brand beinahe die gesamte gotische Stadt zerstörte. Nur durch die Hilfe von Köln, Maastricht und Lüttich gelang es, die Stadt rasch wieder aufzubauen. [67]

Aachen war oftmals Schauplatz großer politischer Entwicklungen, so kam es dort nach dem Ende des Devolutionskriegs im Jahr 1668 zum Friedensschluss zwischen Spanien und

[65] Vgl. Aachen Historie 2016.

[66] Vgl. Lejeune 1960, 20, 25, 28.

[67] Vgl. Ebda., 45-46.

Frankreich. 1748 fand der Friedenskongress zur Beendigung des österreichischen Erbfolgekriegs in Aachen statt. [68]

Im 18. Jahrhundert konnte Aachen stark von der sich entwickelnden Badekultur profitieren. Neben der Messing- und seit 1790 auch der Glasindustrie wurden die florierenden Bäder zu

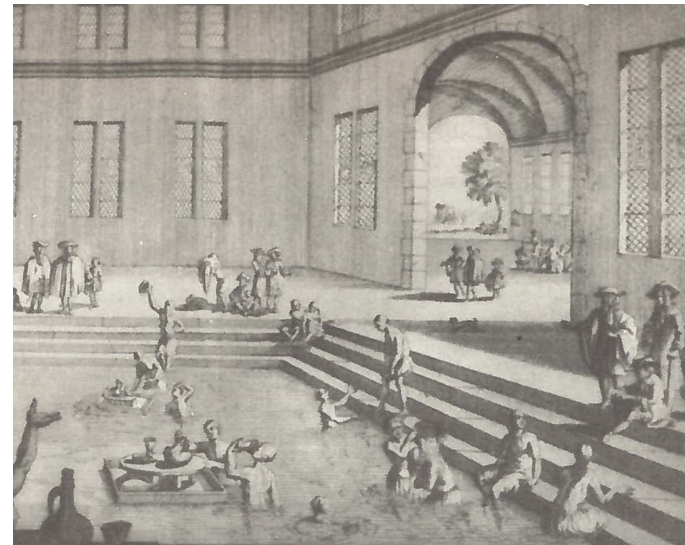


Abb. 51 Baderaum im Aachener Kaiserbad 1682.

[68] Vgl. Aachen Historie 2016.

einem wesentlichen Wirtschaftsfaktor und lockten nicht nur Kranke , sondern auch Künstler, Politiker und Prominente in die Karlsstadt. [69]

In Folge der französischen Revolution wurde das gesamte linksrheinische Gebiet und mit ihm Aachen 1797 an Frankreich angeschlossen. Nach der Teilung des napoleonischen Reichs fiel Aachen an den König von Preussen. [70]

In den Jahren 1865-1870 wurde das Rheinisch-Westfälische Polytechnikum gegründet, es ist heute größter Arbeitgeber der Stadt Aachen. [71]

1933 wurden die leitenden städtischen und staatlichen Beamten durch NSDAP-Mitglieder ersetzt. Erste Luftangriffe auf Aachen fanden 1944 statt. Bis zur Befreiung durch die Amerikaner im Oktober 1944 wurden 65 Prozent aller Wohnungen zerstört, die Bevölkerungszahl sank auf 11.139. Nach der Rückkehr der Zwangsevakuierten zählte Aachen wieder rund 100.000 Einwohner. [72]

[69] Vgl. Lejeune 1960, 51, 54.

[70] Vgl. Ebda., 56, 59.

[71] Vgl. Ebda., 62.

[72] Vgl. Aachen Historie 2016.

Von da an wuchs die Bevölkerung Aachens immer weiter, bis sie im Jahr 2002 ihren bisherigen Höchststand mit 256.162 Einwohnern erreichte. Nach einem Rückgang auf 244.509 Einwohner im Jahr 2009 stiegen die Zahlen erneut an, so dass im Jahr 2013 bereits wieder 249.746 Aachener gezählt wurden. [73]

Im Jahr 2013 war zwar die Geburten-Sterbefälle-Bilanz mit 189 Personen negativ, die Wanderungsbilanz jedoch mit 1679 mehr Zuzügen als Fortzügen positiv. [74] Als Universitäts- und Ausbildungsstandort zeigt Aachens Bevölkerungspyramide aus dem Jahr 2012/13 deutlich mehr Einwohner im Bereich der 20- bis 30-Jährigen. [75]

[73] Vgl. Statistisches Jahrbuch 2012-2013, 26.

[74] Vgl. Ebda., 33, 36.

[75] Vgl. Ebda., 24, 30.



Abb. 52 Elisenbrunnen zu Aachen um 1860. Aquatinta von Foppert.

03.2 Grundstück und Bestand

Geschichte

Ursprünglich befand sich an dieser Stelle das Kloster St. Leonhard, welches vermutlich schon um 1144 von den Sepulchrinern errichtet wurde. Später, etwa 1626, erwarben die Schwestern vom Heiligen Grabe in Visé das Gebäude und richteten dort eine Töchterchule ein. 1806 wurde daraus eine öffentlich städtische Töchterchule, Anfang des 20. Jahrhunderts ein Oberlyzeum. Im zweiten Weltkrieg wurde das Gebäude bei einem Großangriff der Alliierten vollständig zerstört.

Anfang der 1950er Jahre wurde auf dem Grundstück erneut eine Schule errichtet. Der Entwurf für die Mädchen-Mittelschule stammte von den Architekten Klaus Steenebrüggen und Willi Frings. Beim Bau des Schulgebäudes fand man neben einem von Hand gefertigtem Tonrohr einer römischen Wasserleitung auch Nonnengräber aus dem 15. und 16. Jahrhundert. [76]

[76] Vgl. Wettbewerbsunterlagen, Zeitungsartikel 1951



Abb. 53 Bauplatz im Jahr 1951

Grundstück

Das Grundstück befindet sich innerhalb der ersten Stadtmauer Aachens und zählt damit zum Stadtbezirk Aachen-Mitte. Die verkehrsgünstige Lage zeichnet sich durch den etwa sechs Gehminuten entfernten Hauptbahnhof, die zahlreichen öffentlichen Verkehrsmittel und die Nähe zum Stadtzentrum – der Aachener Dom ist zu Fuß in weniger als zehn Minuten erreichbar – aus.

Südlich des Grundstücks befindet sich der stark befahrene Boxgraben, dessen Lärm jedoch durch die dortige drei- bis fünfstöckige Blockrandbebauung abgeschirmt wird. Direkt angrenzend an den Bauplatz verläuft im Nordosten die Franzstraße, die beiden anderen Seiten des dreieckigen Grundstücks liegen innenhofseitig.

Erschlossen werden kann der Bauplatz über einen kleinen Weg von der Karmeliterstraße aus oder direkt von der Franzstraße, deren Niveau am östlichen Eckpunkt des Bauplatzes dem des Innenhofs entspricht. Richtung Norden fällt es entlang der Grundstücksgrenze um annähernd eineinhalb Geschosse ab.

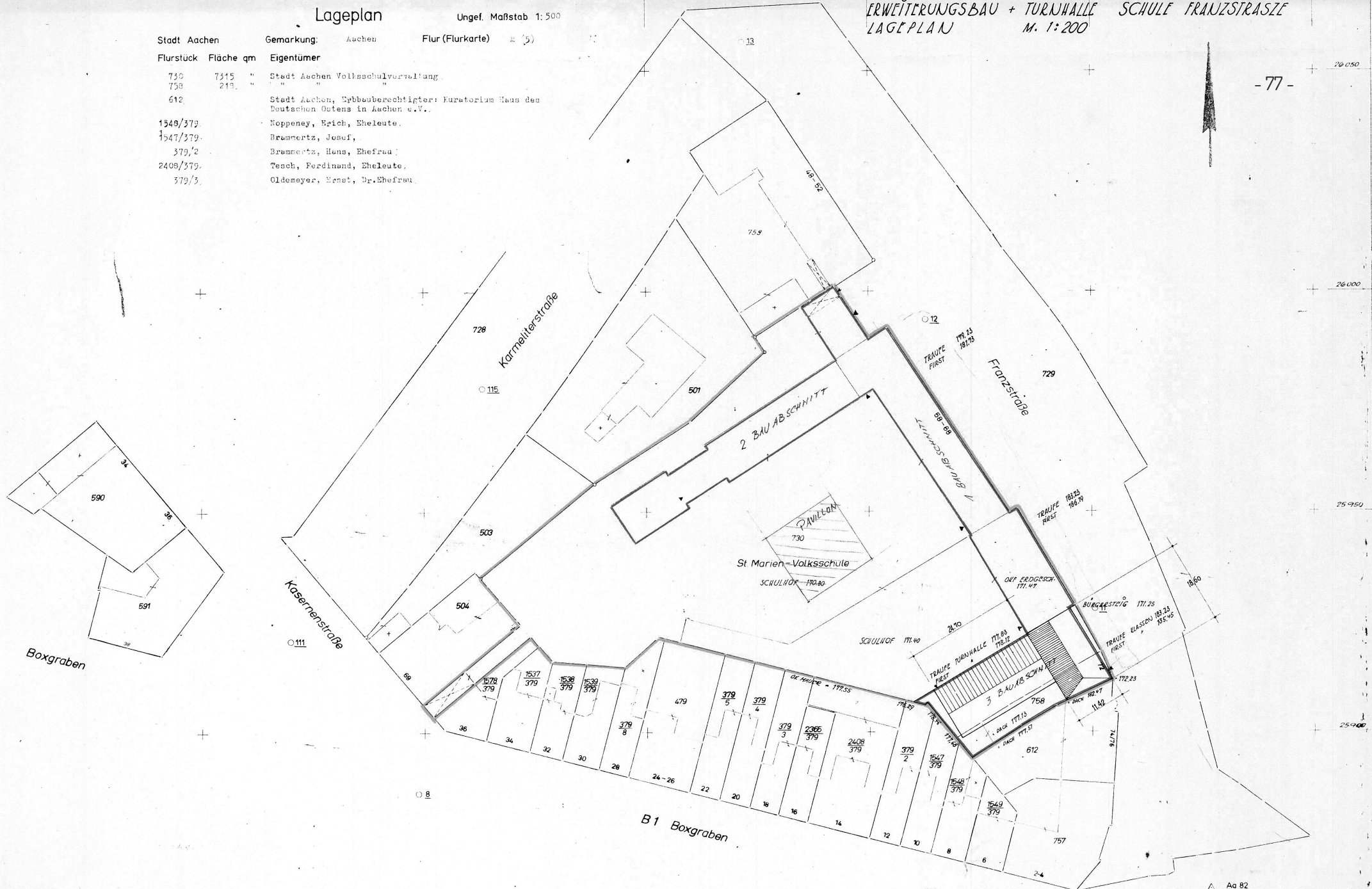
Abb. 54 rechts: Übersichtsplan Grundstück

Lageplan

Ungef. Maßstab 1:500

ERWEITERUNGSBAU + TURNHALLE SCHULE FRANZSTRASSE
LAGEPLAN M. 1:200

Stadt Aachen	Gemarkung:	Aachen	Flur (Flurkarte)	Fl. (5)
Flurstück	Fläche qm	Eigentümer		
730	7315	Stadt Aachen Volksschulverwaltung		
758	213	"		
612		Stadt Aachen, Erbbauberechtigter: Paratorium Haus des Deutschen Ostens in Aachen e.V.		
1548/379		Noppene, Erich, Eheleute		
1547/379		Brammertz, Josef		
379/2		Brammertz, Hans, Ehefrau		
2408/379		Tesch, Ferdinand, Eheleute		
379/3		Oldemeyer, Ernst, Dr. Ehefrau		



AACHEN, IM APRIL
DER ARCHITECT:
KLAUS STERNBERG
BDA
K. Sternberg

Abb. 55 rechts: Stadtviertel rund um das Grundstück





Bestand

Der in zwei Bauabschnitten realisierte Bestand besitzt eine überbaute Fläche von rund 2.600m². Die Bebauung vermittelt von außen den Eindruck, es handle sich bei dem Schulgebäude um einen zentralen Haupteingang, der von zwei um ein Geschoss erhöhte Baukörper flankiert wird. Tatsächlich befindet sich dieser Haupteingang jedoch ganz im Norden des Bauplatzes, der auf dem Bild rechts vom Eingang angeordnete Baukörper ist weder mit dem Schulgebäude verbunden, noch befindet er sich auf dem Grundstück.

Der Bestand wird von einem L-förmigen Baukörper und mehreren rechteckigen Anbauten gebildet. Unterschiedliche Gebäudehöhen, Fensterformate und Sprossenteilungen verstärken den Eindruck einzelner, unabhängiger Gebäude. Zahlreiche kleine Geschosssprünge zwischen den Baukörpern, sowie das Fehlen von Aufzügen verhindern die barrierefreie Nutzbarkeit in diesem Zustand vollständig. Um zusätzliche Fläche zu generieren wurde im Innenhof ein Pavillon aus Containern errichtet.



Abb. 56 Hauptfassade Franzstraße





Abb. 57 Hauptstiegenhaus



Abb. 58



Abb. 59 Block Karmeliterstraße straßenseitig



Abb. 60 Block Karmeliterstraße straßenseitig



Abb. 61 Block Franzstraße hofseitig und Turnsaal



Abb. 62 Block Franzstraße hofseitig und Container-Pavillon



Abb. 63 Block Karmeliterstraße hofseitig und Container-Pavillon





Abb. 64 Innenhof



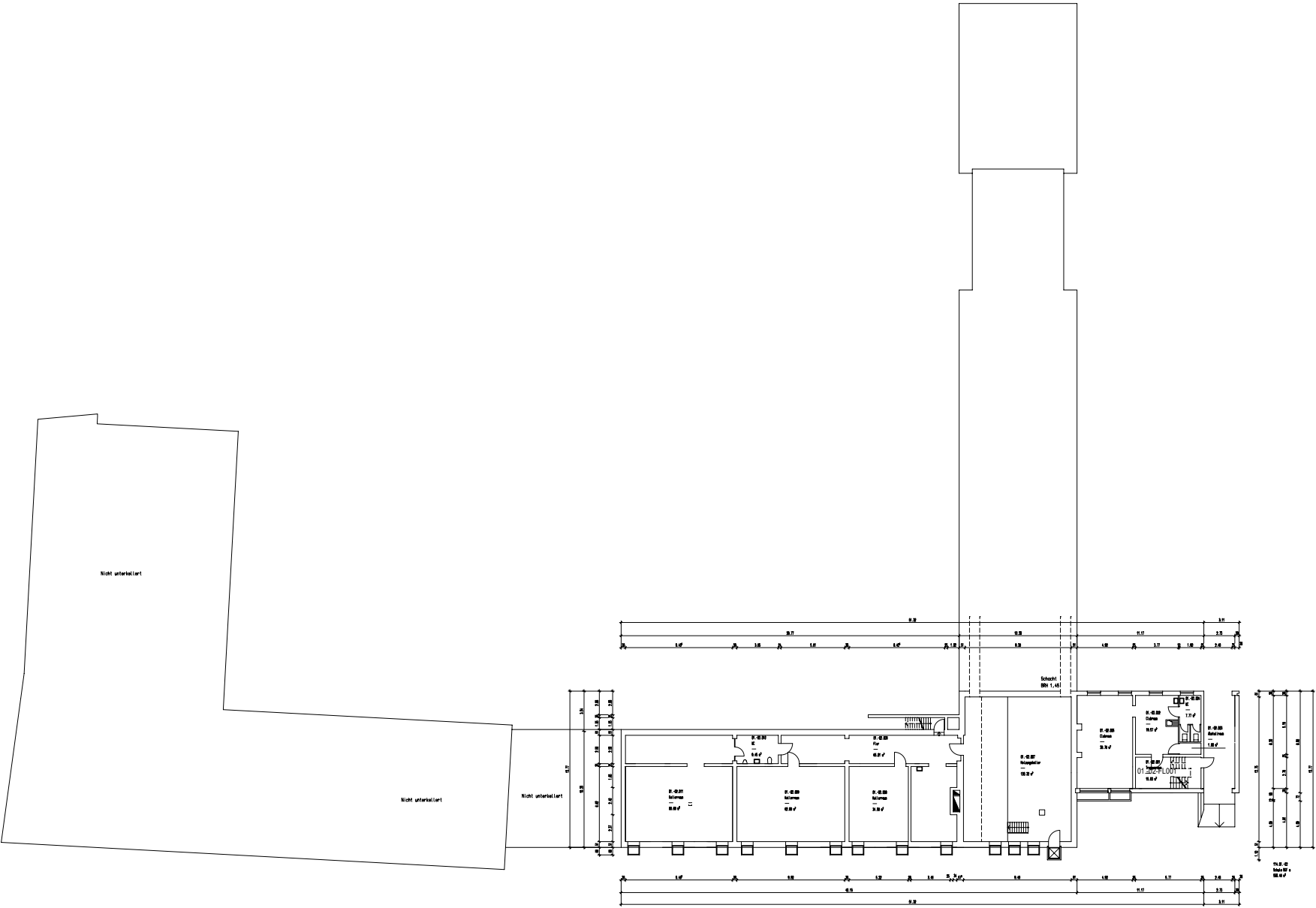
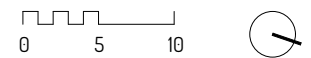


Abb. 661. Untergeschoss



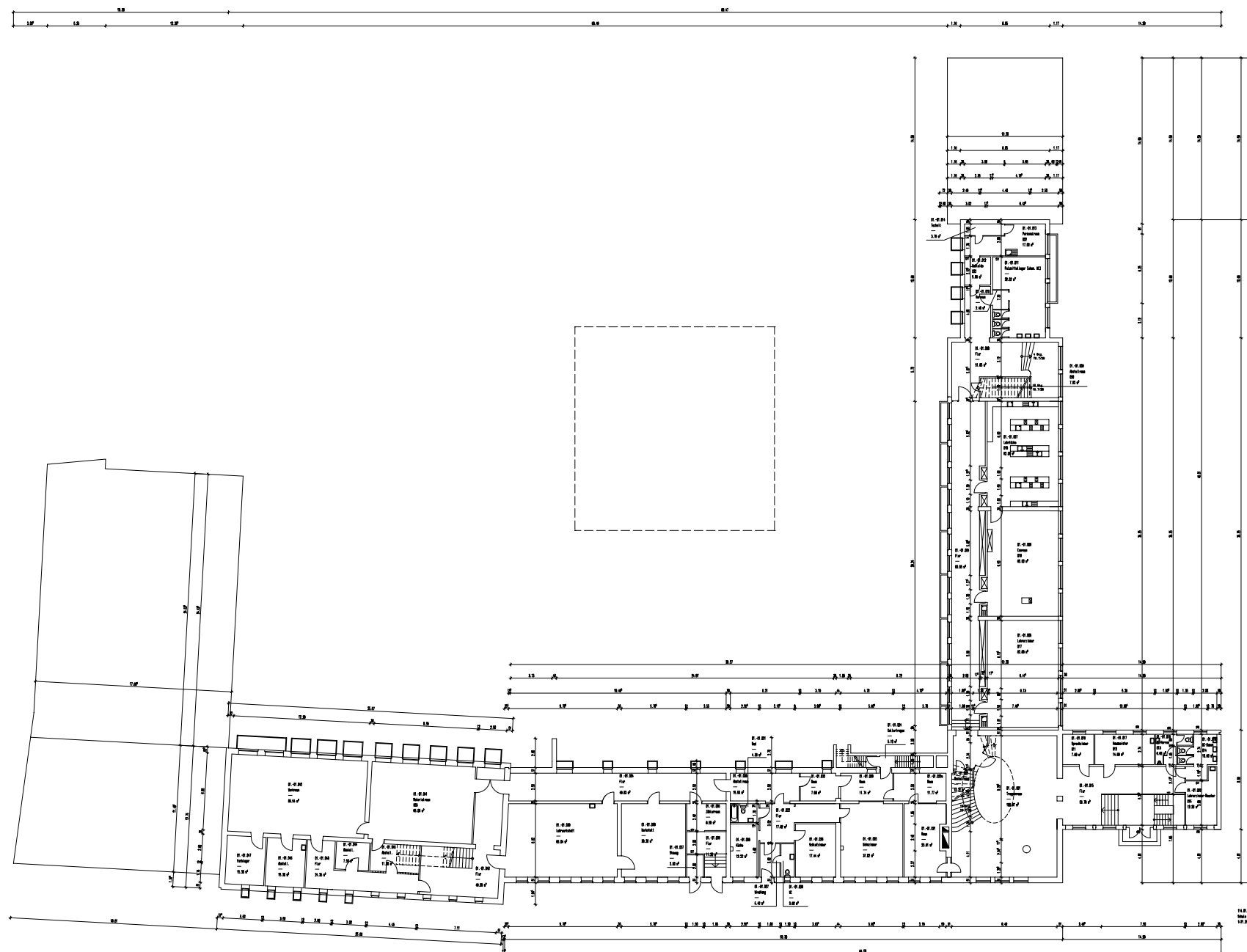


Abb. 68 1. Obergeschoss

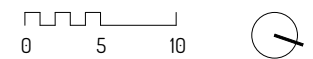
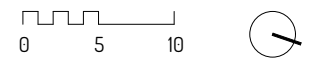


Abb. 69 2. Obergeschoss



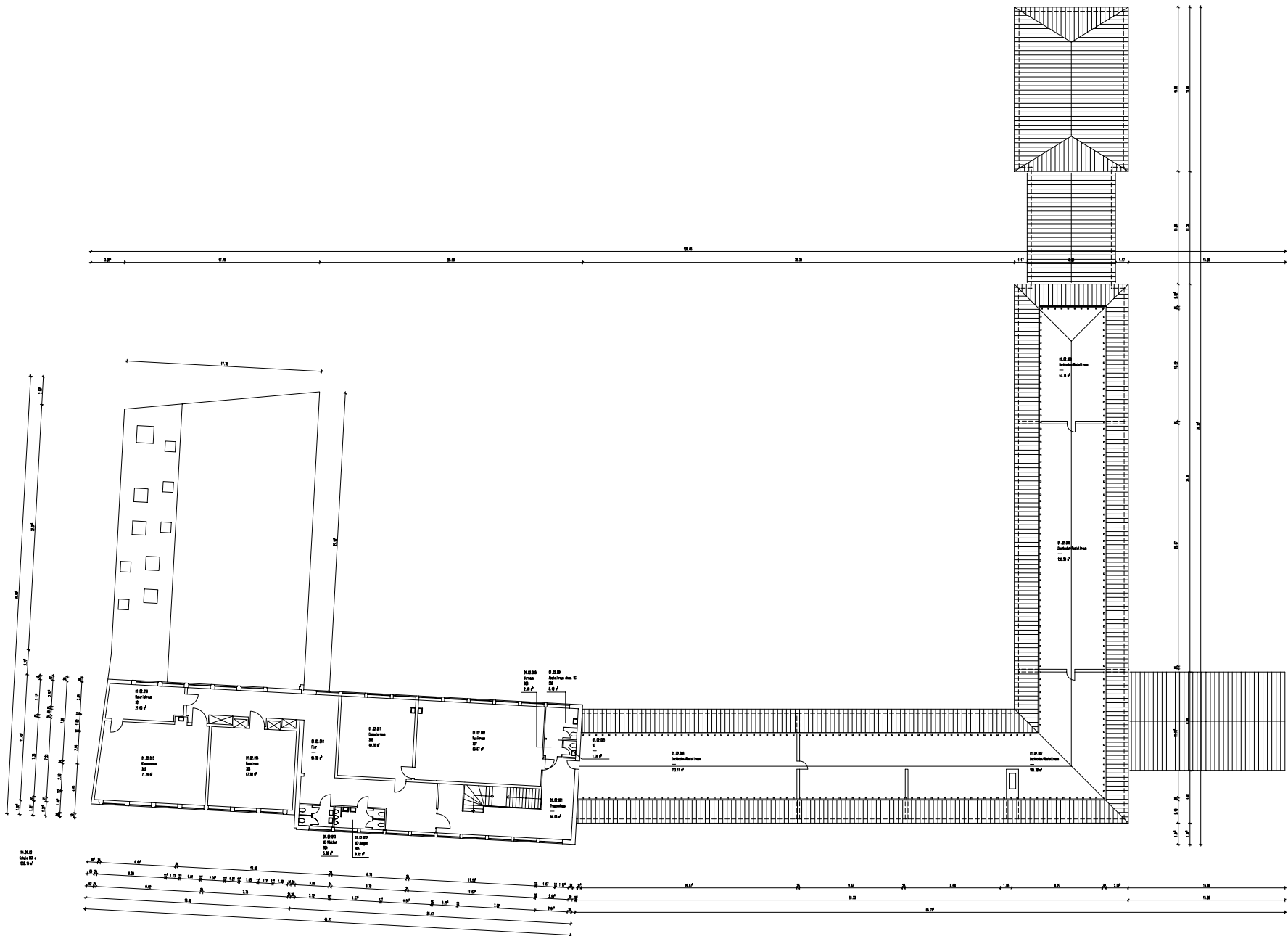


Abb. 70 Ansicht Karmeliterstraße mit Schnitt C-D

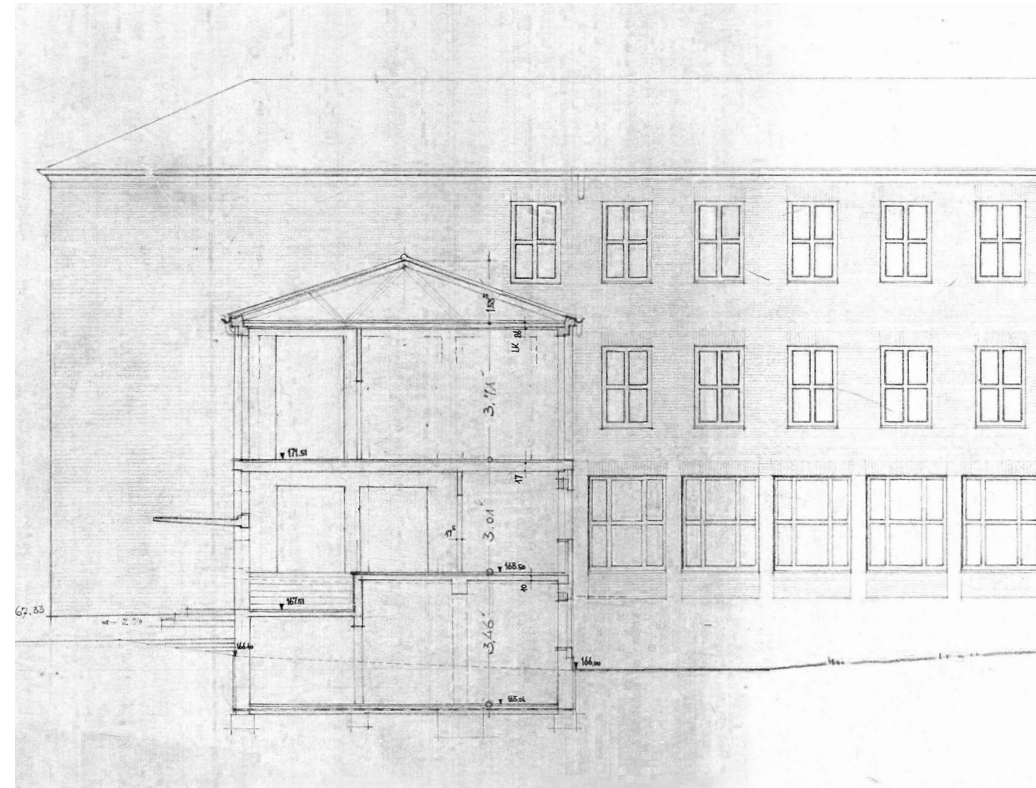
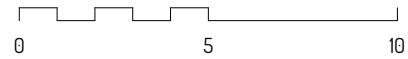




Abb. 71 Ansicht vom Schulhof

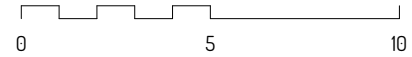
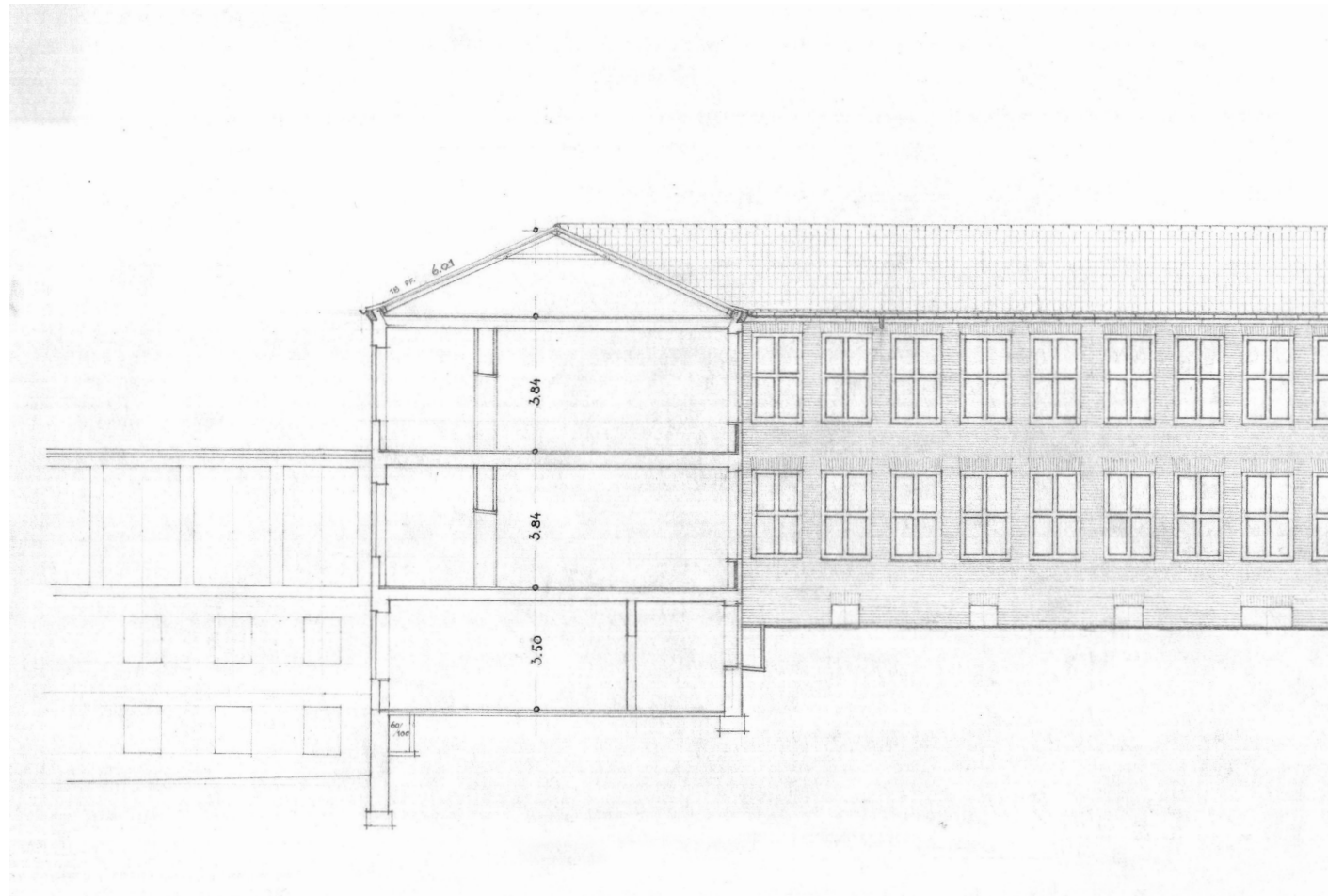
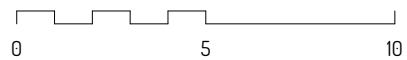




Abb. 72 Hofansicht mit Querschnitt Hofflügel





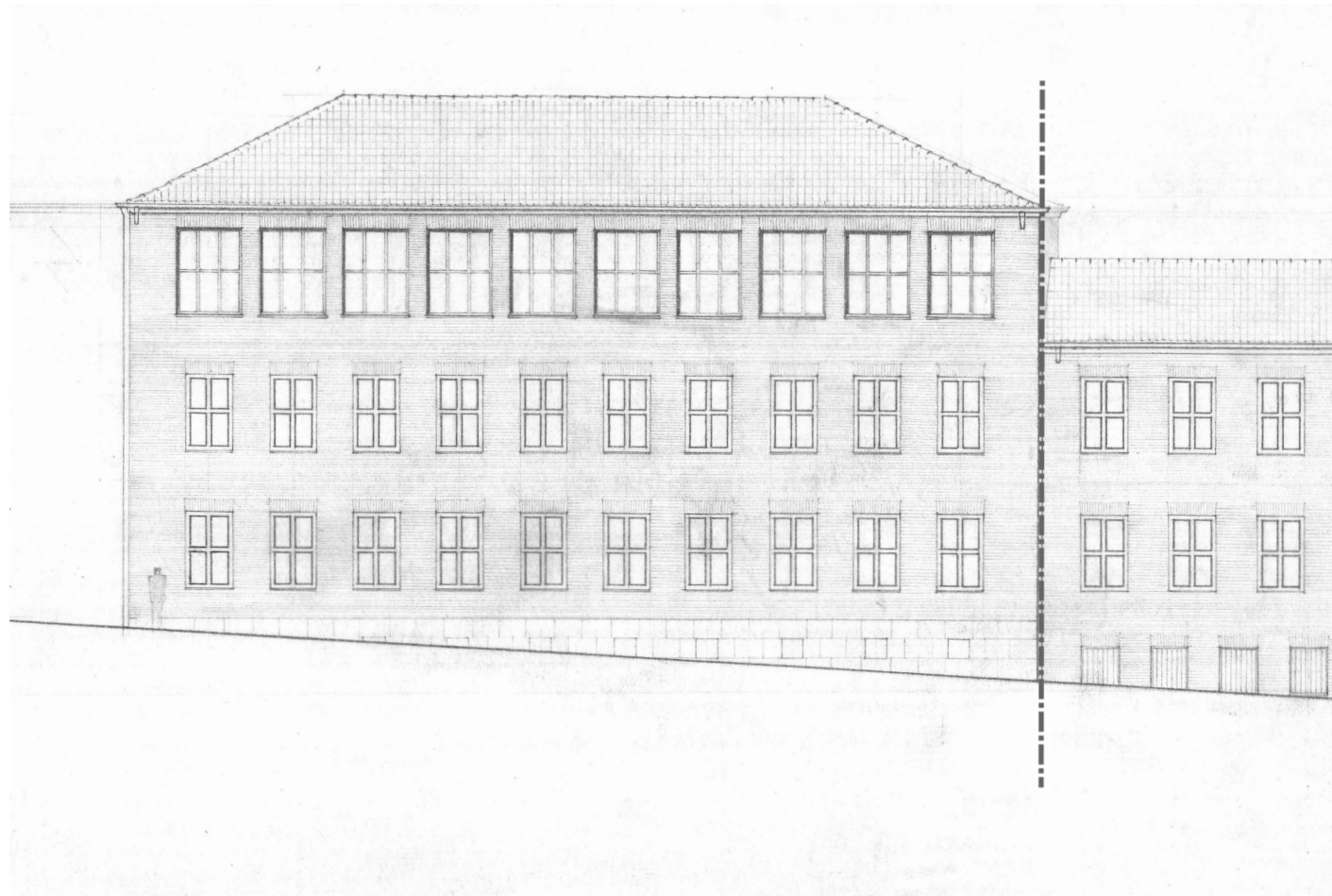
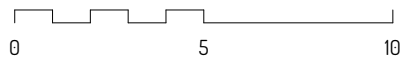
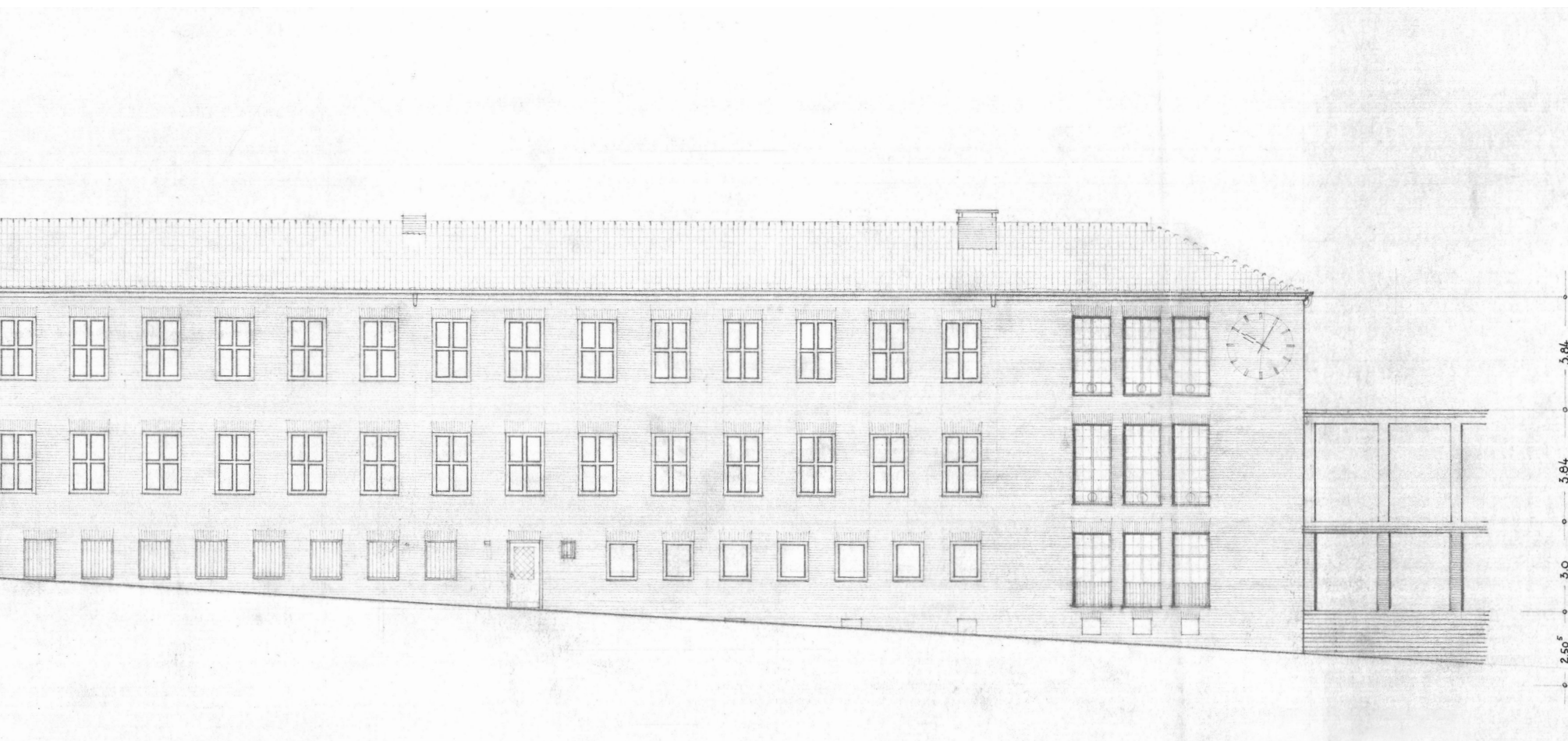


Abb. 73 Ansicht Franzstrasse





03.3 Entwurf

Abbruch • Erhalt • Neubau

Die Klaus-Hemmerle-Schule ist mittlerweile seit cirka 65 Jahren identitätsstiftend für das Quartier, aus diesem Grund habe ich mich gegen einen vollständigen Abbruch des Bestands entschieden.

Der L-förmige Baukörper, gekoppelt mit dem kleinen Anbau, welcher den Haupteingang beherbergt, bilden den für mich wesentlichen Teil der Schule. Die Baukörpertiefe von zehn Metern und die großzügigen Fensterflächen ermöglichen eine unkomplizierte Adaptierung als Wohnbau. Auf Wunsch der Auslober habe ich den Turnsaal im Innenhof erhalten, die innere Organisation jedoch optimiert.

Der bestehende Baukörper im Südosten des Grundstücks wurde entfernt, da die Baukörpertiefe von über 13 Meter für einen Wohnbau ungeeignet ist. Um die Blockrandbebauung zu schließen entsteht an dieser Stelle ein Neubau in Holzmassivbauweise, Fundament und Keller des Bestands dienen ihm als Untergrund.



Abb. 74 Bestand

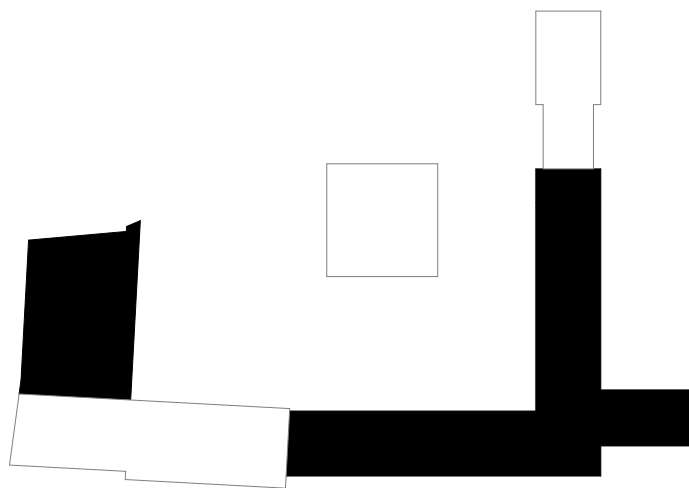


Abb. 75 Abbruch



Abb. 76 Neubau

Bruttogeschossfläche		Bruttogeschossfläche		Bruttogeschossfläche	
Ausgangssituation	m ²	erhaltener Bestand	m ²	Neubau	m ²
Ebene -02	552	Ebene -02	552	Ebene -02	
Ebene -01	1.464	Ebene -01	1.051	Ebene -01	1.332
Ebene 00	2.284	Ebene 00	1.517	Ebene 00	474
Ebene 01	1.826	Ebene 01	927	Ebene 01	271
Ebene 02	535	Ebene 02		Ebene 02	1.384
Ebene 03		Ebene 03		Ebene 03	452
	6.661		4.047		3.913
Grundstücksfläche		Bruttogeschossfläche Entwurf Gesamt		7.960	
Ausgangssituation		Bebauungsdichte	0,89	Bebauungsgrad	0,31
Entwurf		Bebauungsdichte	1,06	Bebauungsgrad	0,27

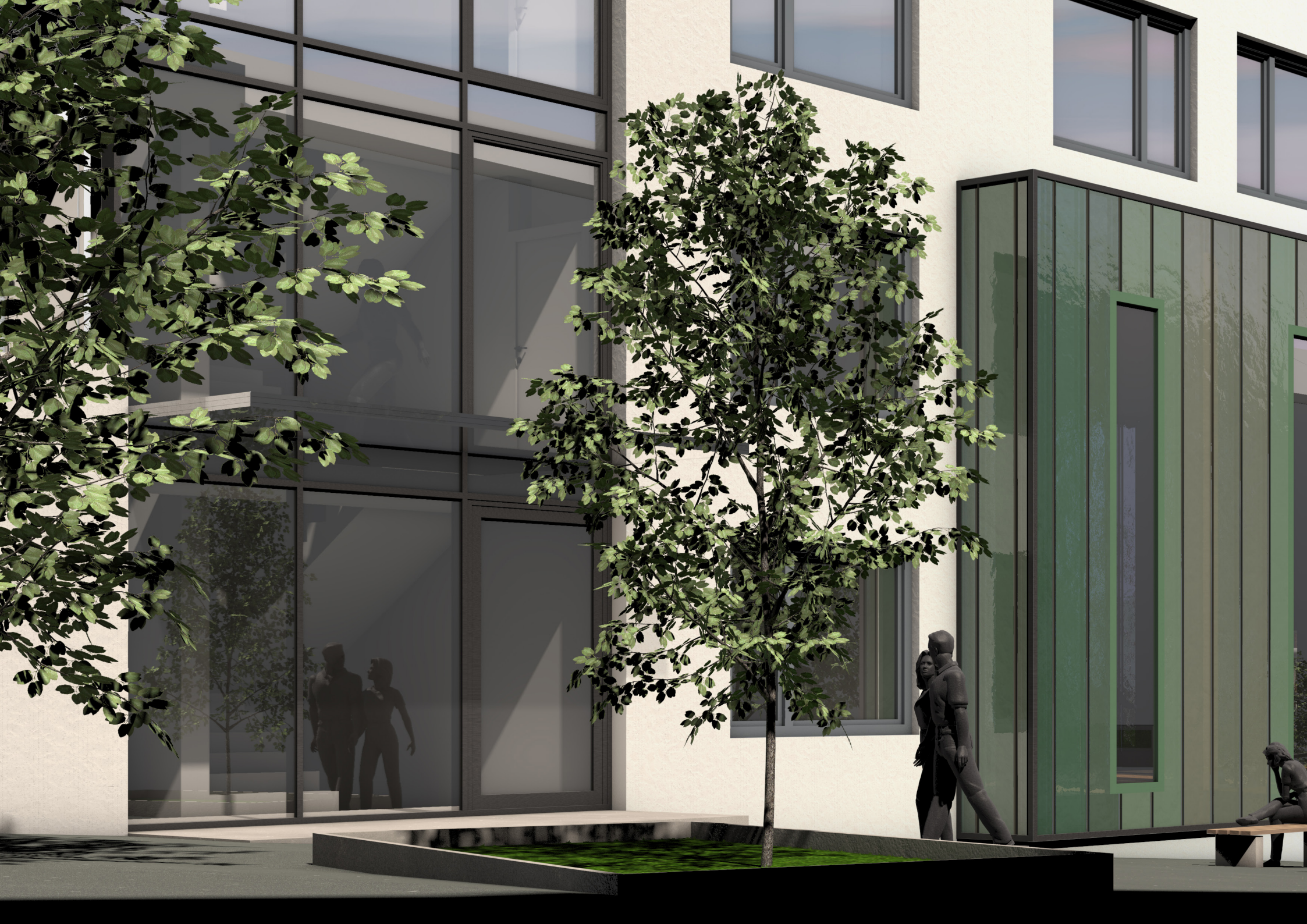






Abb. 77 Ebene -02

Nutzungsverteilung

Aufgrund des abfallenden Niveaus der Franzstraße erstreckt sich die Erdgeschosszone im Gebäudeverlauf über mehrere Geschosse, diese Flächen sind zur Belebung des Straßenraums mit öffentlichen Nutzungen belegt oder als Gewerbeflächen ausgewiesen. Barrierefreie Rampen führen zu den Eingängen, um entstehende Höhenunterschiede auszugleichen.

Zur Flächenoptimierung wird der Eingang des Bestands verlegt, um das an der Ecke gelegene Hauptstiegenhaus direkt zu

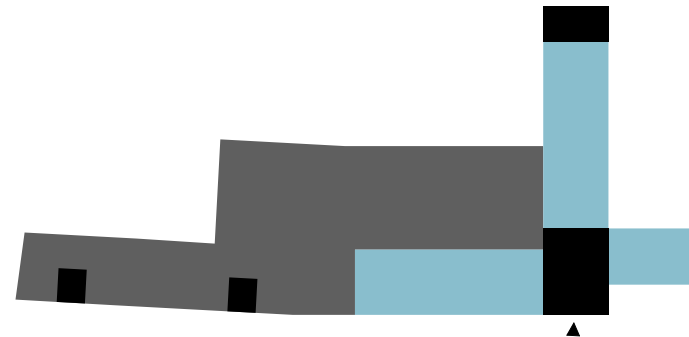


Abb. 78 Ebene -01

erschließen. Zusätzlich wird es um Stiegen zur Erschließung des Kellers und der Aufstockung und einen Aufzug erweitert. Auf den Ebenen 00 und 01 beherbergt der hofseitige Teil des Bestands Wohnungen. Sie werden durch das Hauptstiegenhaus oder über das Nebestiegenhaus im Westen erschlossen. Der Zugang zu den Wohnungen im aufgestockten Geschoss Ebene 03 erfolgt über einen offenen Laubengang, der in das Hauptstiegenhaus führt.

Der Kindergarten erstreckt sich über den straßenseitigen Teil

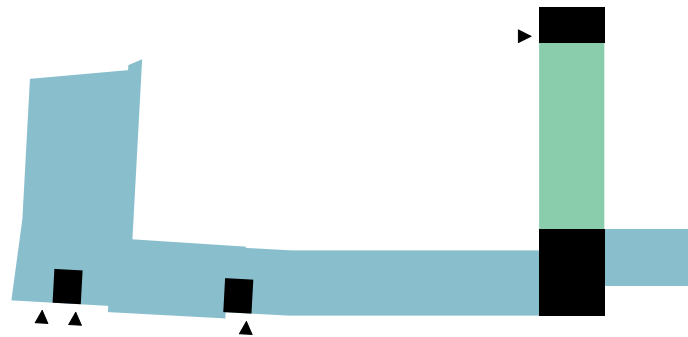


Abb. 79 Ebene 00

des Bestands auf den Ebenen 00 und 01, dadurch ist sowohl eine zweiseitige Belichtung als auch der ebenerdige Zugang zum Innenhof möglich. Zur internen Vertikalerschließung des Kindergartens wird eine einläufige Stiege eingebaut.

Der Großteil der Wohnungen im Neubau befindet sich auf den Ebenen 03 und 04, da dort eine beidseitige Belichtung über die gesamte Länge des Baukörpers möglich ist. Zwei separate Stiegenhäuser mit Aufzügen dienen zur Vertikalerschließung der Drei-Spanner.

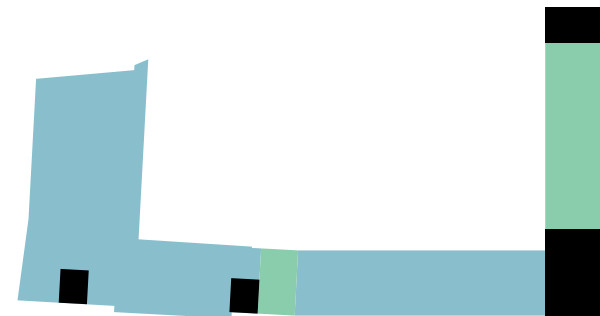


Abb. 80 Ebene 01

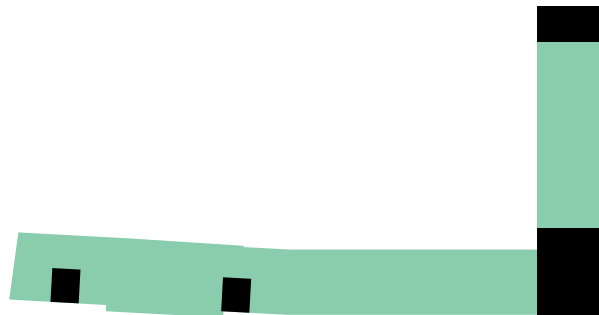


Abb. 81 Ebene 02



Abb. 82 Ebene 03

Ebene -02	m²
Erschließung	14
Lager	538
	552

Ebene -01	m²
Co-Working-Space	308
Gewerbe	438
Erschließung	254
Lager	422
	1.422

Ebene -01 Stellplätze	m²
Verkehr	961
	961

Ebene 00	m²
Wohnen	290
Kindergarten	706
Turnsaal	569
Gewerbe	129
Erschließung	272
Lager	26
	1.992

Ebene 01	m²
Wohnen	390
Kindergarten	416
Co-Working-Space	138
Erschließung	254
	1.198

Ebene 02	m²
Wohnen	1062
Erschließung	321
	1.383

Ebene 03	m²
Wohnen	400
Erschließung	51
	451

Gesamt	m²
Wohnen	2142
Kindergarten	1122
Co-Working-Space	446
Gewerbe	567

Wohnungen Gesamt		davon im Bestand		davon im Neubau	
1 Zimmer	5	1 Zimmer		1 Zimmer	5
2 Zimmer	8	2 Zimmer		2 Zimmer	8
3 Zimmer	9	3 Zimmer	2	3 Zimmer	7
4 Zimmer	3	4 Zimmer	3	4 Zimmer	
5 Zimmer Maisonette	1	5 Zimmer Maisonette		5 Zimmer	1
	26		5		21

Wohnungen Gesamt		davon im Bestand		davon im Neubau	
Ebene 00	3	Ebene 00	3	Ebene 00	
Ebene 01	3	Ebene 01	2	Ebene 01	1
Ebene 02	14	Ebene 02		Ebene 02	14
Ebene 03	6	Ebene 03		Ebene 03	6
	26		5		21

Administration	m²	Betreuung	m²	Bewegungsraum	m²
Empfangsbereich		Gruppenraum 1	58	Garderobe 1	11
mit Garderobe	62	mit WC	7	mit Dusche barr.frei	3
Büro Leitung	17	Gruppenraum 2	56	Garderobe 2	13
Personal- und		mit WC	8	mit Dusche barr.frei	3
Besprechungsraum	23	Gruppenraum 3	58	WC barrierefrei	4
Personalgarderobe	6	mit WC	7	Erschließung	25
WC barrierefrei	4	Gruppenraum 4	56	Geräteraum	8
Dusche barrierefrei	4	mit WC	8	Bewegungsraum 1	79
	116	Gruppenraum 5	56	Bewegungsraum 2	111
Allgemein		mit WC	6		257
Mittagstisch	82	Teilungsraum A	31		
Erschließung	117	Teilungsraum B	27	Gesamt	m²
Lager		Teilungsraum C	31	Kindergarten	981
	199		409	Außenfläche	1.183

Wohnungen

1 Zimmer	5
2 Zimmer	8
3 Zimmer	9
4 Zimmer	3
5 Zimmer Maisonette	1
	26

Stellplätze PKW

Faktor	0,50	3
Faktor	0,50	4
Faktor	1,00	9
Faktor	1,00	3
Faktor	1,75	2
		20

Stellplätze Fahrrad

Faktor	1,50	4
Faktor	2,00	8
Faktor	3,00	27
Faktor	4,00	12
Faktor	5,00	9
		60

Mitarbeiter

Kindergarten	10
Co-Woking-Space	20

Faktor	0,50	5
Faktor	0,25	5
		10

Faktor	0,75	8
Faktor	0,75	15
		23

Gesamt

Stellplätze PKW 30

Stellplätze Fahrrad 82

Verkehrskonzept

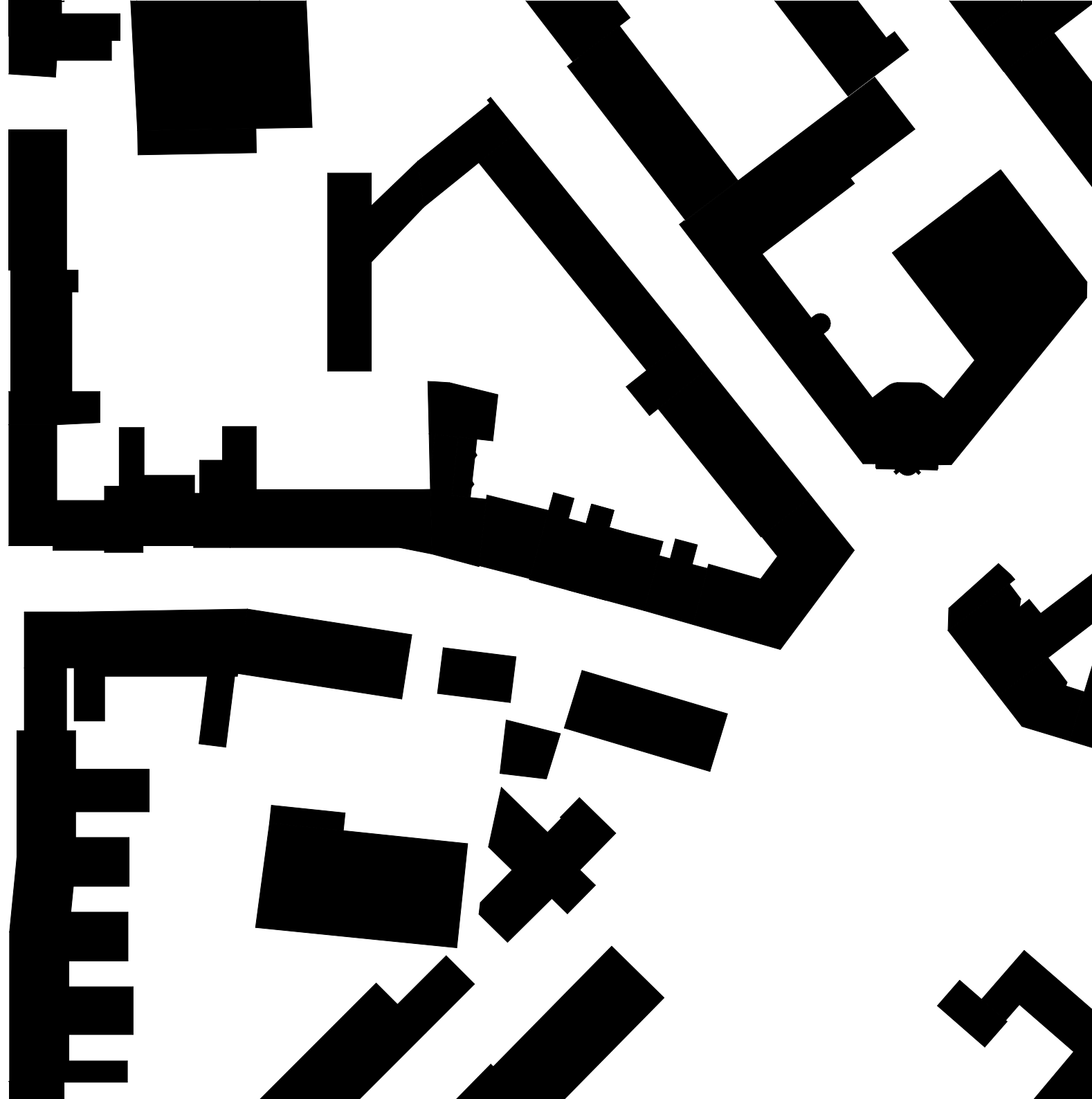
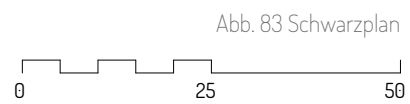
Die Innenstadtlage des Grundstücks ermöglicht die Umsetzung eines umweltbewussten Verkehrskonzepts, ohne die Mobilität einzuschränken. Um den innerstädtischen Autoverkehr zu reduzieren, ist es notwendig, die Alternativen attraktiv zu gestalten. Ein gut ausgebautes Netz der öffentlichen Verkehrsmittel mit ausreichend, gut erreichbaren Haltestellen, wie es bei diesem Grundstück der Fall ist, bildet die Grundlage. Zusätzlich sollen die Bewohner angehalten werden, möglichst viele Wege mit dem Rad zurückzulegen. Der auf Straßenniveau angeordnete Fahrradabstellraum bietet den Vorteil, dass er leicht erreichbar ist und das Rad nicht, wie häufig in konventionellen Fahrradkellern, über Stiegen transportiert werden muss. Zudem sind die Fahrräder besser vor Diebstahl, Vandalismus und vollständig vor Witterung geschützt.

Parkplätze für Personenkraftwagen finden sich in der Garage unter dem Innenhof. Die zentrale Lage des Grundstücks erlaubt es mir, den Berechnungsschlüssel für die Anzahl der

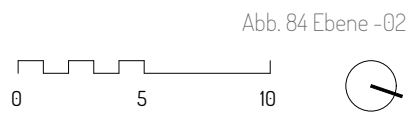
Stellplätze niedriger anzusetzen als üblich. Diese Flächensparnis führt zu wesentlich geringeren Kosten für die Errichtung der Garage, was schlussendlich auch den Mietern und Käufern zugutekommt. Zusätzlich zu den für das gesamte Gebäude vorgesehenen dreißig Parkplätzen werden an den beiden Hauszugängen jeweils ein barrierefreier Stellplatz errichtet.

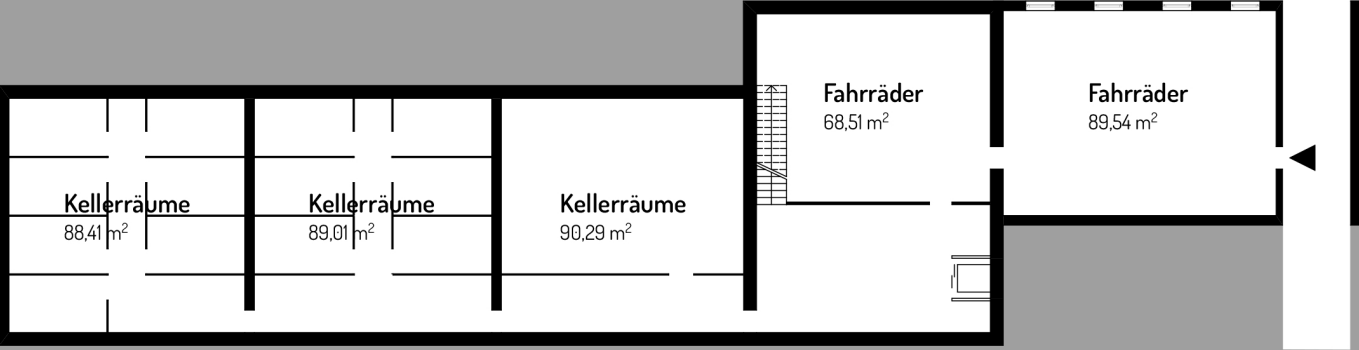
Die Innenstadtlage bringt zudem den Vorteil, dass keine wertvollen Flächen für Infrastruktur verwendet werden müssen, da innerhalb eines bereits bestehenden und funktionstüchtigen Netzes gebaut wird. Werden bereits bestehende Gebäude adaptiert, entstehen im Verhältnis zu einem Neubau weniger neu versiegelte Flächen. In manchen Fällen ist es durch partiellen Rückbau von ungenutzten Gebäuden und Asphaltflächen oder dem Umbau auf Gründächer möglich, zusätzliche Sickerflächen für Regenwasser zu schaffen und so die Kanäle zu entlasten.

Mit innerstädtischen Um- und Zubauten lässt sich also die Bilanz an versiegelten Flächen relativ neutral halten, in Einzelfällen sogar verbessern. Die Schaffung von zusätzlichem Wohnraum in urbanen Gebieten durch Umnutzung oder Verdichtung ermöglicht es der Stadt zu „wachsen“ ohne sich ins Umland auszudehnen und in Folge dessen wertvolle Naturräume zu überbauen.









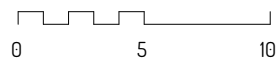
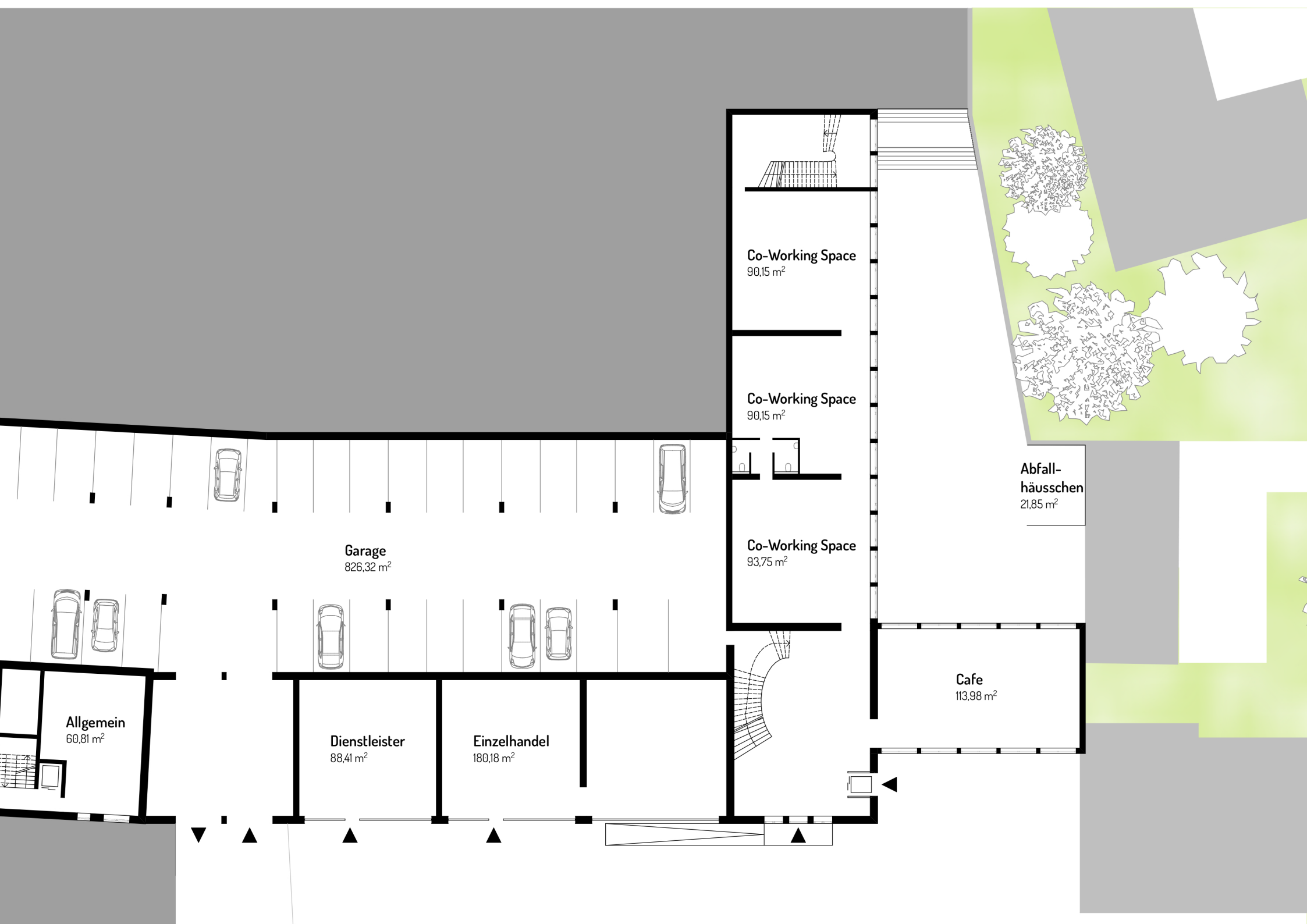


Abb. 85 Ebene -01





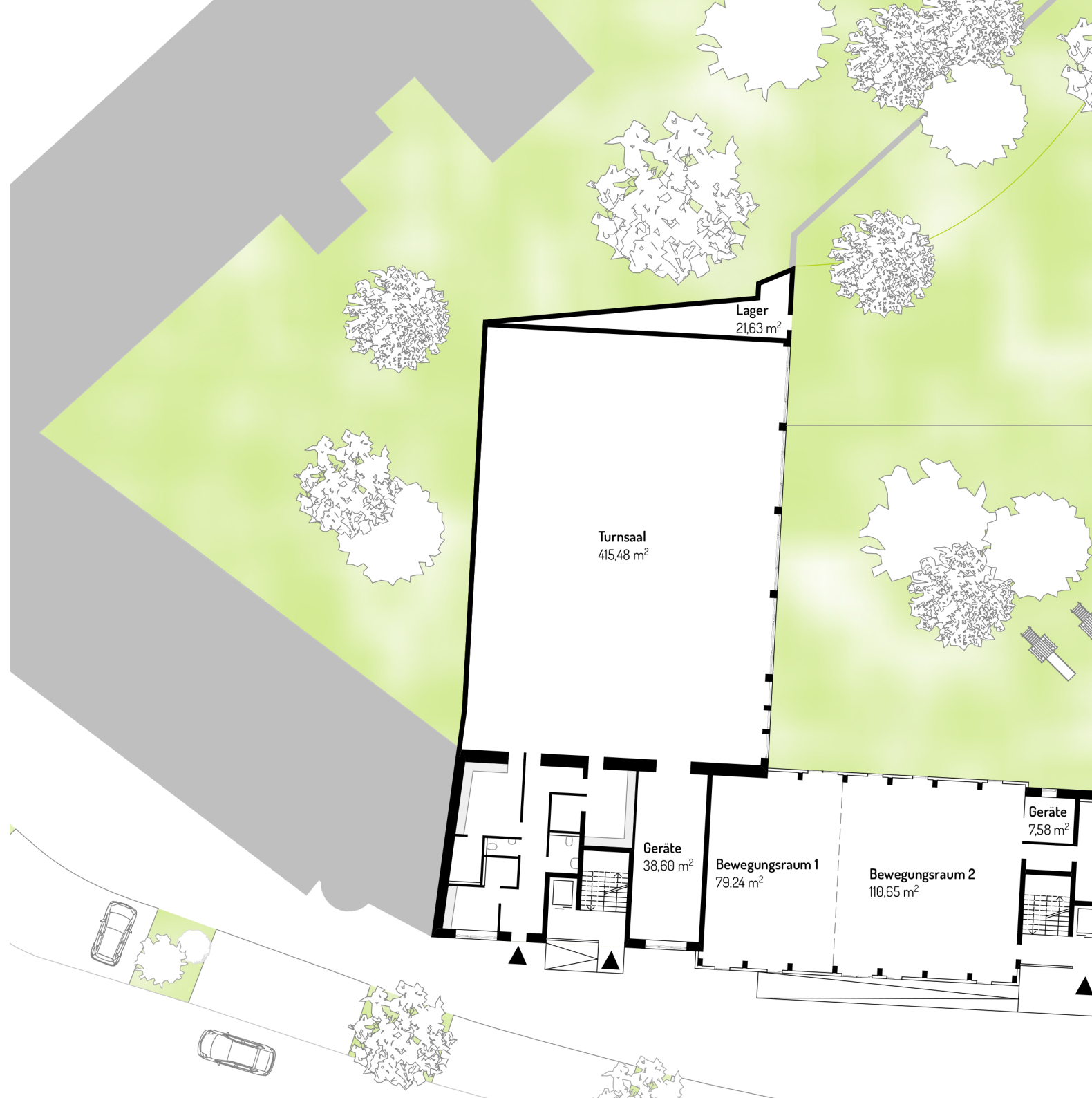


Abb. 86 Ebene 00

0 5 10





Geräte
58 m²

Gruppenraum 1
57,59 m²

Gruppenraum 2
55,61 m²

Teilungs-
raum A
30,76 m²

Teilungs-
raum B
27,49 m²

Personal- und
Besprechungsraum
22,72 m²
Garderobe
6,38 m²

Büro
17,26 m²

Empfangsbereich
62,34 m²

Cafe
113,98 m²

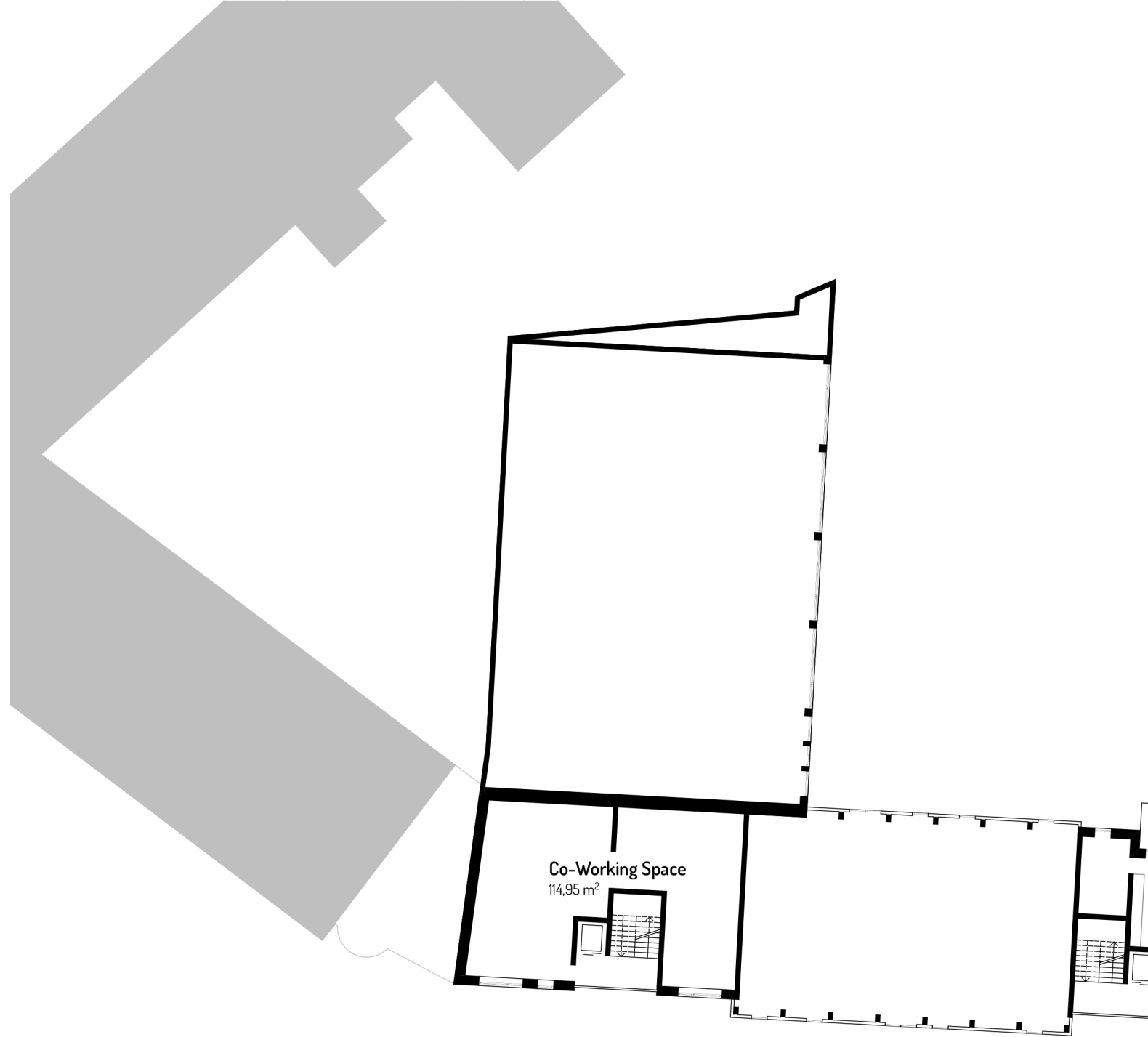


Abb. 87 Ebene 01

0 5 10



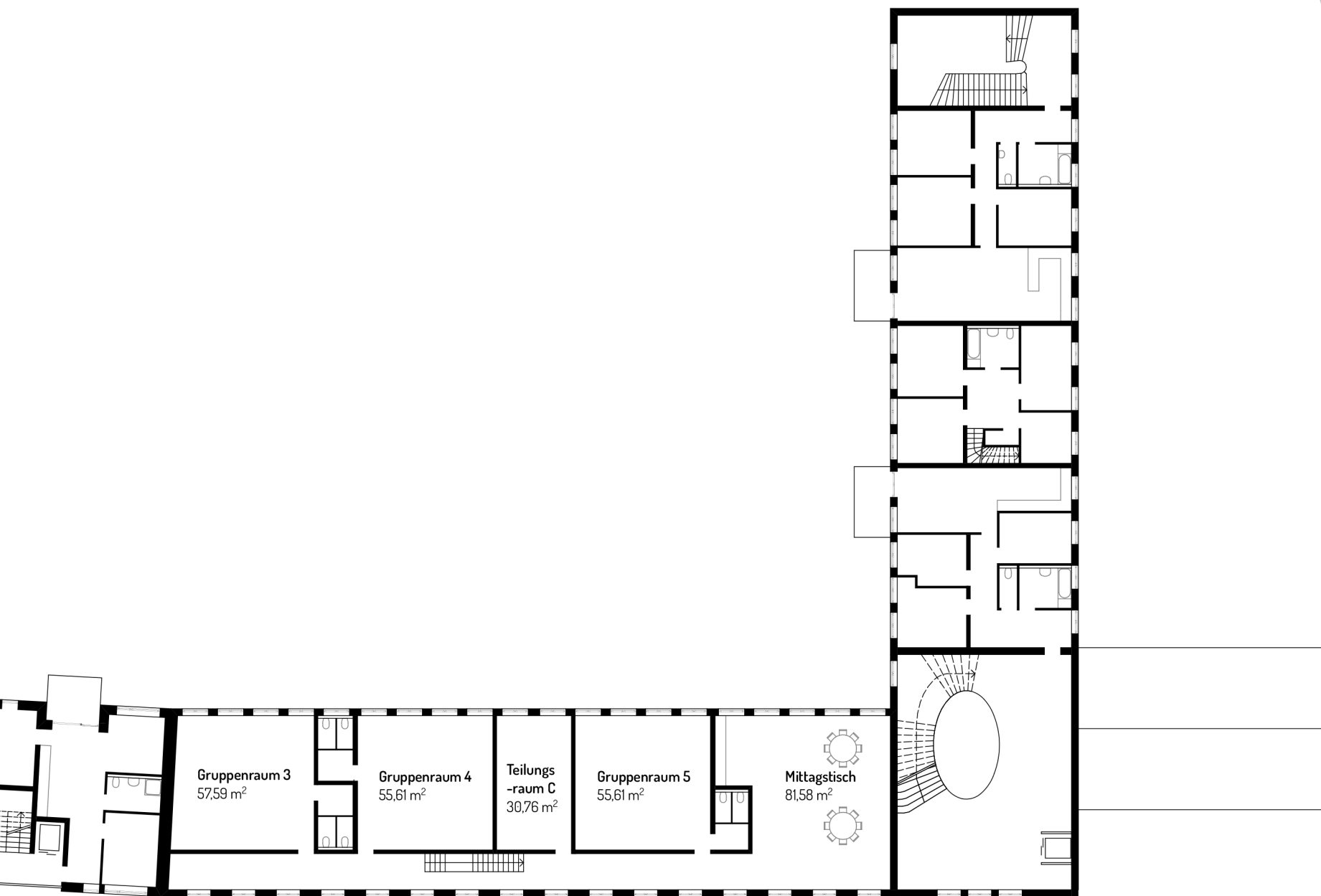
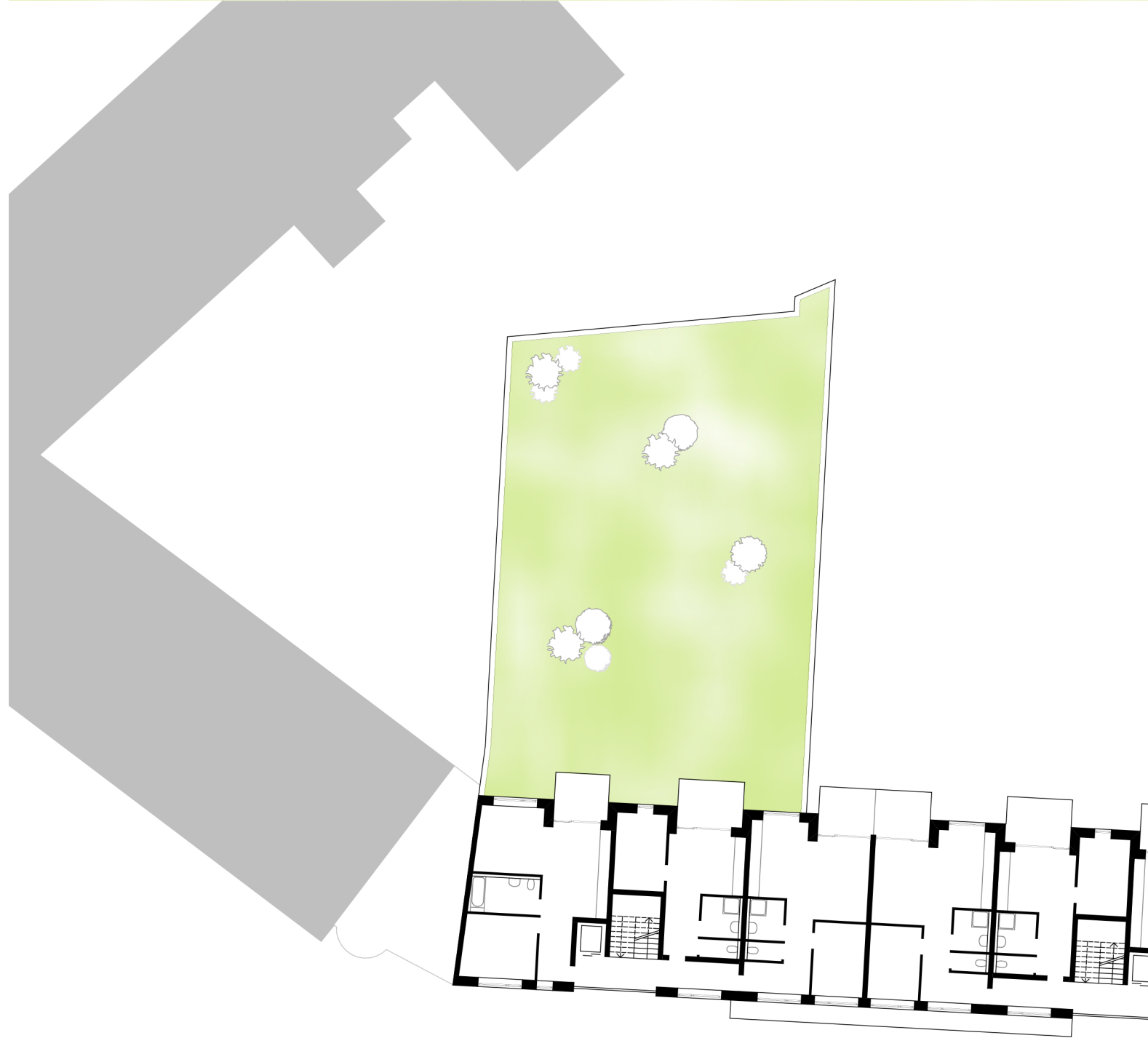
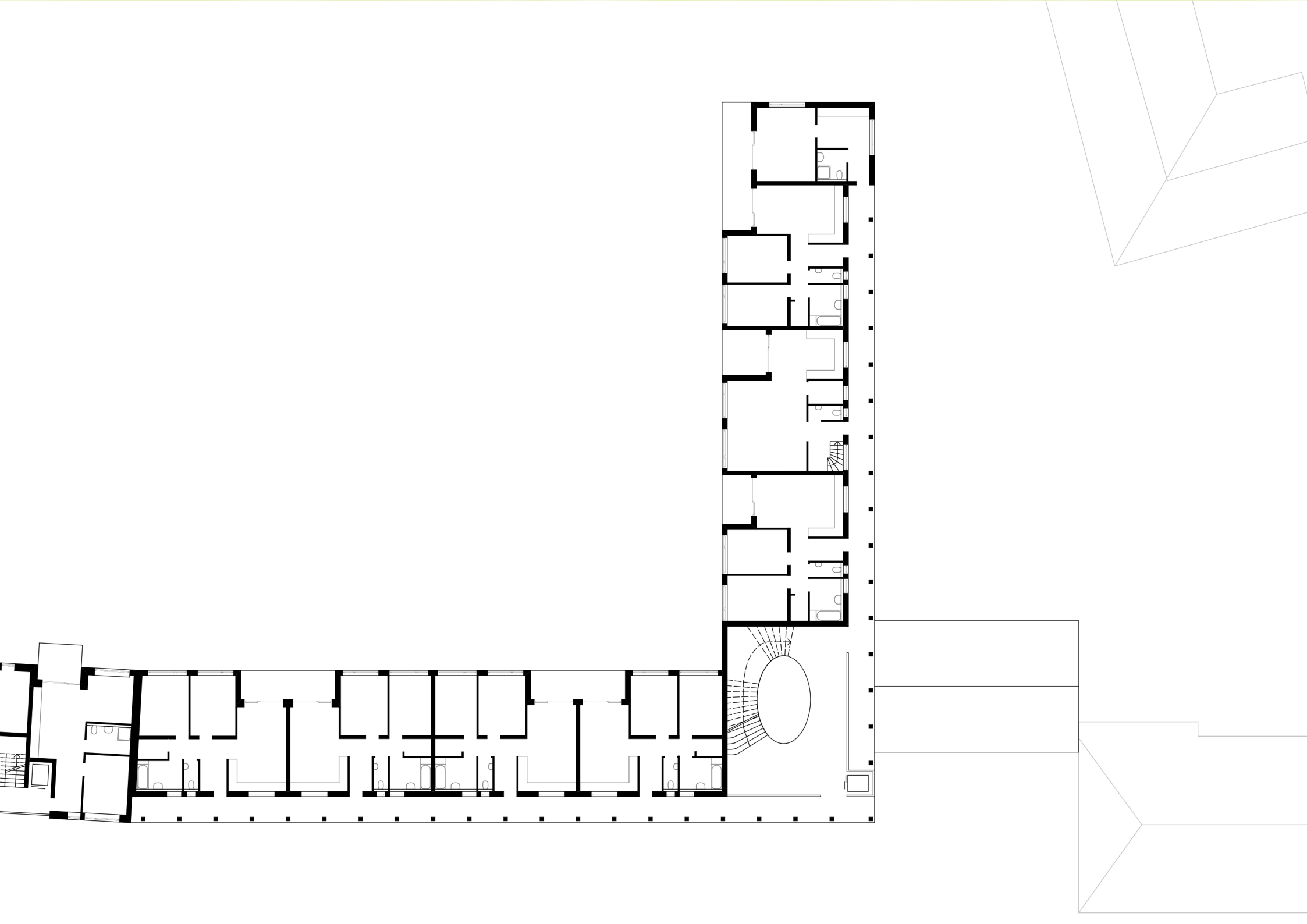




Abb. 88 Ebene 2





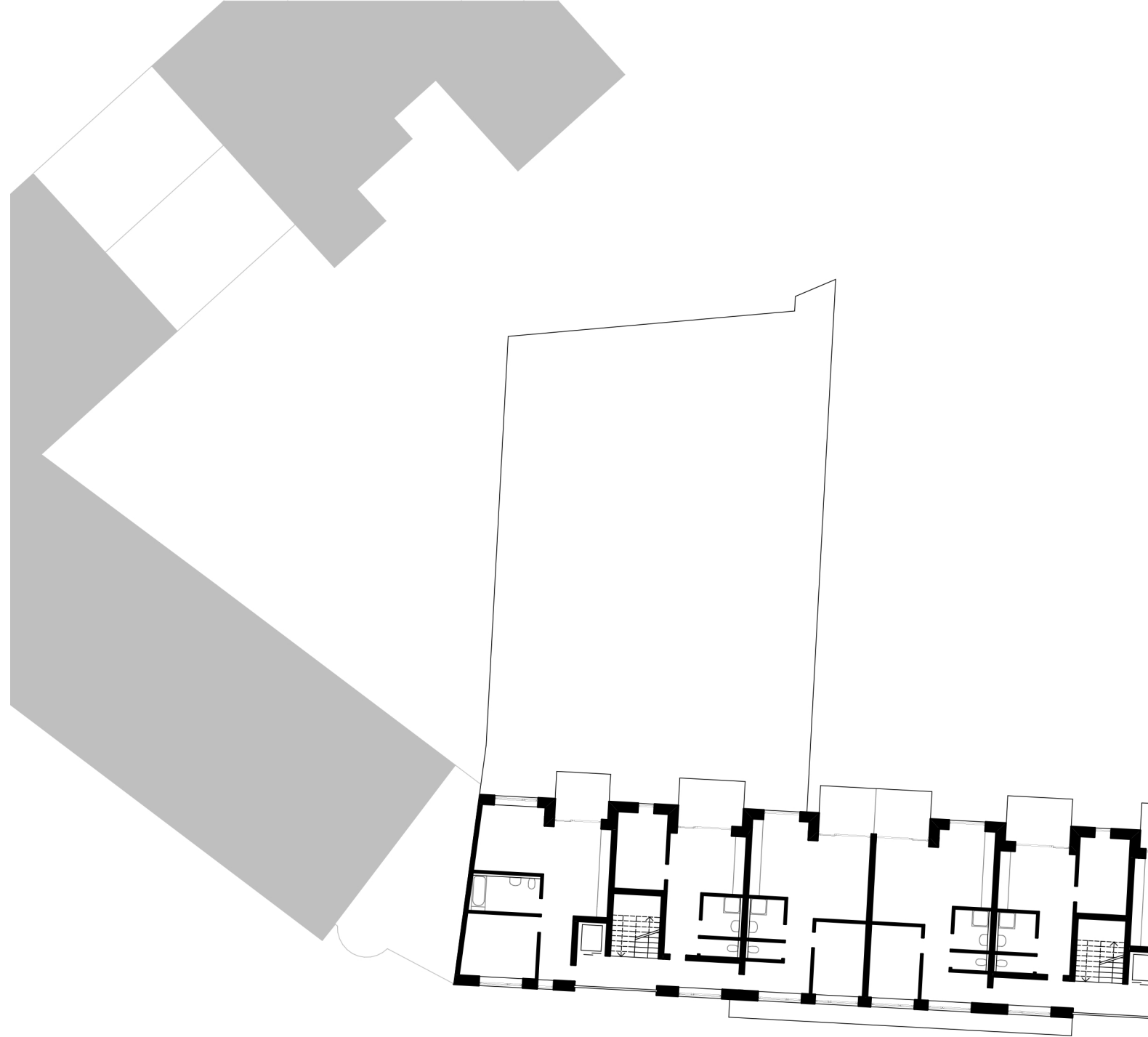
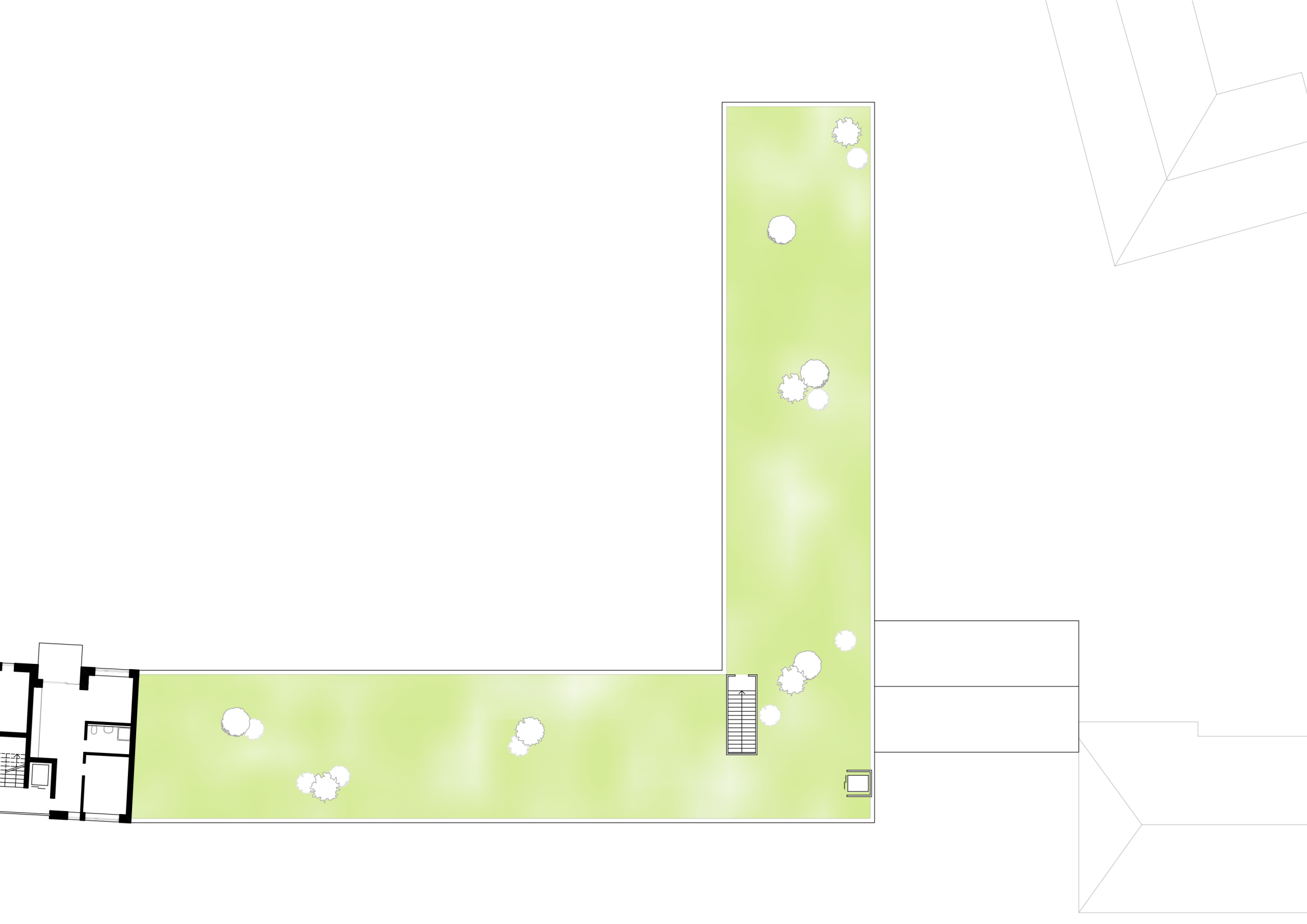


Abb. 89 Ebene 3







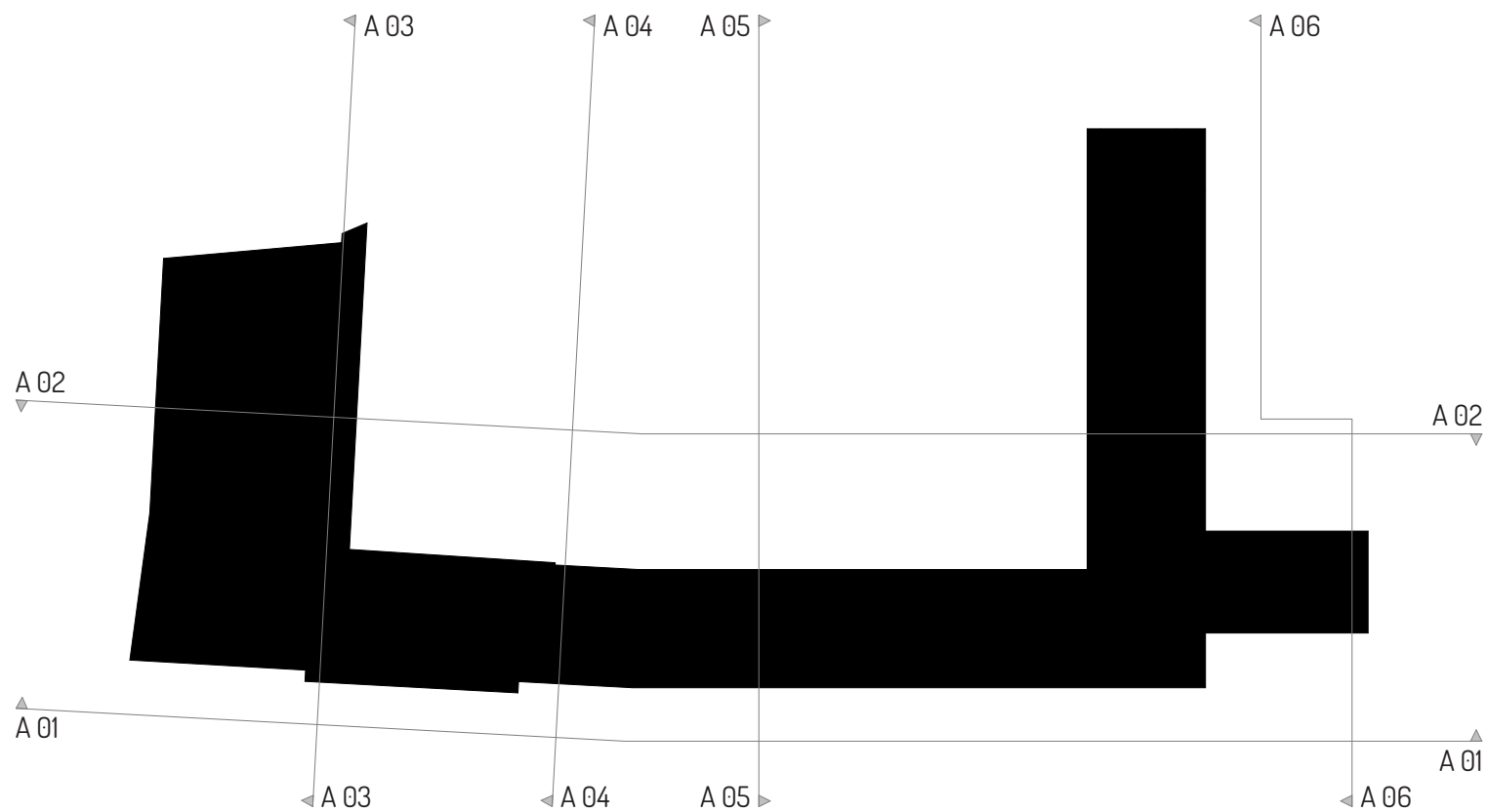


Abb. 91

Abb. 92 A 01 Franzstraße straßenseitig

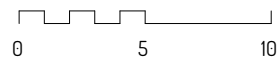






Abb. 93 A 02 Franzstraße hofseitig

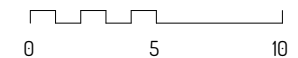


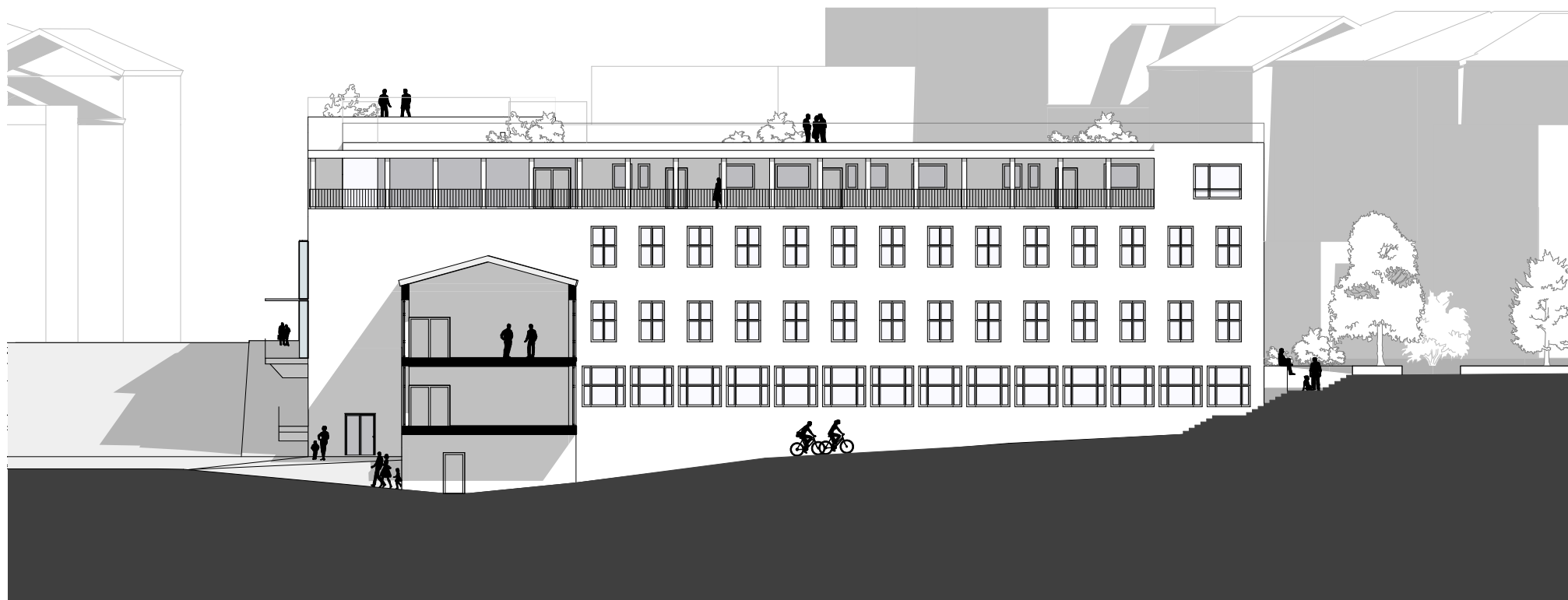
Wesentliche Gestaltungsmerkmale des Bestands sind sein rotes Blendmauerwerk und die großen, regelmäßig angeordneten Fenster. Abgesehen von Veränderungen auf der Ebene 01 bleibt die Fassade in ihrem ursprünglichen Zustand erhalten.

Die Außenwand der Aufstockung ist straßenseitig um die Breite des Laubengangs zurückversetzt. Die Kubatur der Aufstockung wird in der Vertikalen durch Holzstützen und das Flachstahlgeländer, in der Horizontalen durch die schmale, attikafreie Dachkante definiert. Dadurch rückt die Aufstockung in den Hintergrund und die Wirkung des Bestands bleibt erhalten.

Die Oberfläche der Aufstockung und des Neubaus werden mit hellem Putz gestaltet. Das von Ziegel- und Putzfassaden geprägte Stadtquartier bestärkt meine Entscheidung gegen eine Holzfassade. Hinzu kommt, dass sie für mich bei der hier vorliegenden Blockrandbebauung aufgrund der Brandweiterleitung ungeeignet erscheint.

Abb. 94 A 06 Karmeliterstraße straßenseitig



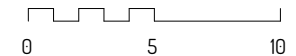


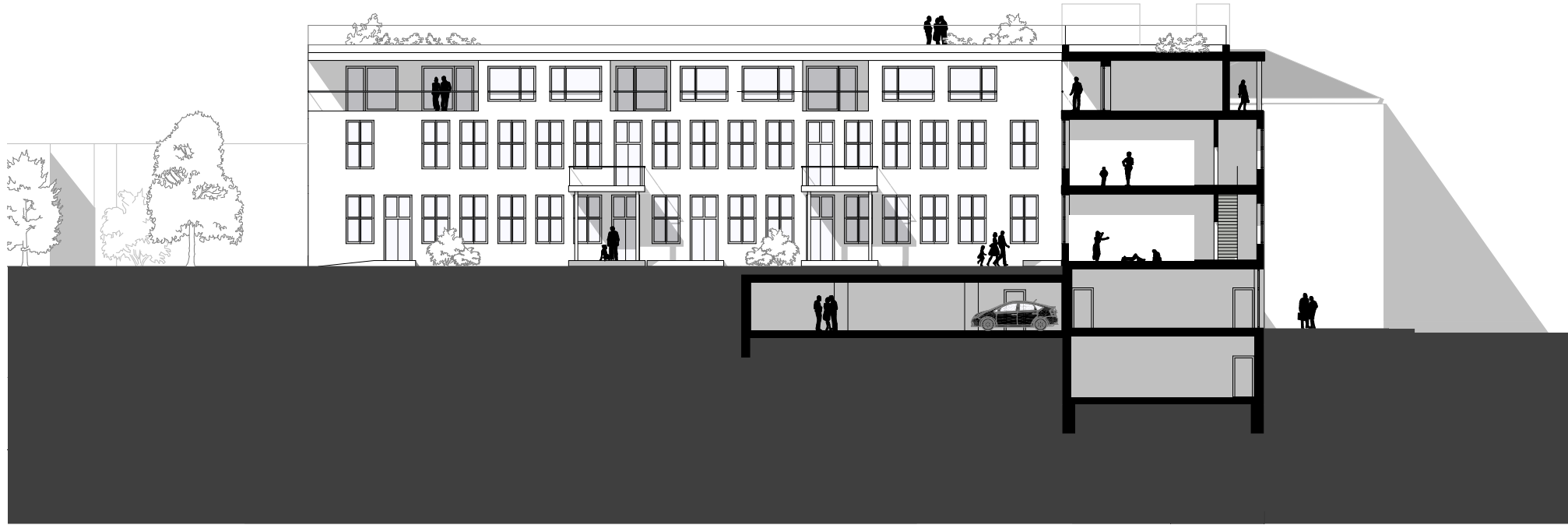
Im Innenhof setzt sich die Materialität fort. Als wesentliches Gestaltungsmerkmal treten hier zusätzlich die privaten Freibereiche in Erscheinung. Die ebenerdigen Wohnungen im Bestand verfügen über kleine Gärten, die darüber liegenden Wohnungen erhalten aufgeständerte Balkone. Die Freibereiche der Aufstockung sind als Loggien ausgebildet, die des Neubaus als Loggien-Balkon-Hybrid. Die begehbaren Gründächer dienen als halböffentlicher, der Innenhof als öffentlicher Erholungsraum für die Bewohner.

Als Kontrast zur städtischen, neutralen Putzfassade verwende ich im Innenraum Holz, um die positiven Aspekte des Baustoffs zu nutzen. Sichtbare Oberflächen der Konstruktion verleihen den Wohnräumen eine besondere Atmosphäre. Im Bestand erziele ich diesen Effekt durch eine Holz-Beplankung der Vorsatzschale. Auch die Gruppenräume im Kindergarten profitieren vom wohnlichen Charakter dieses Materials.

Die neutrale Außenfassade tritt im Stadtgefüge in den Hinter-

Abb. 95 A 05 Karmeliterstraße hofseitig

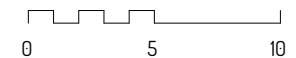


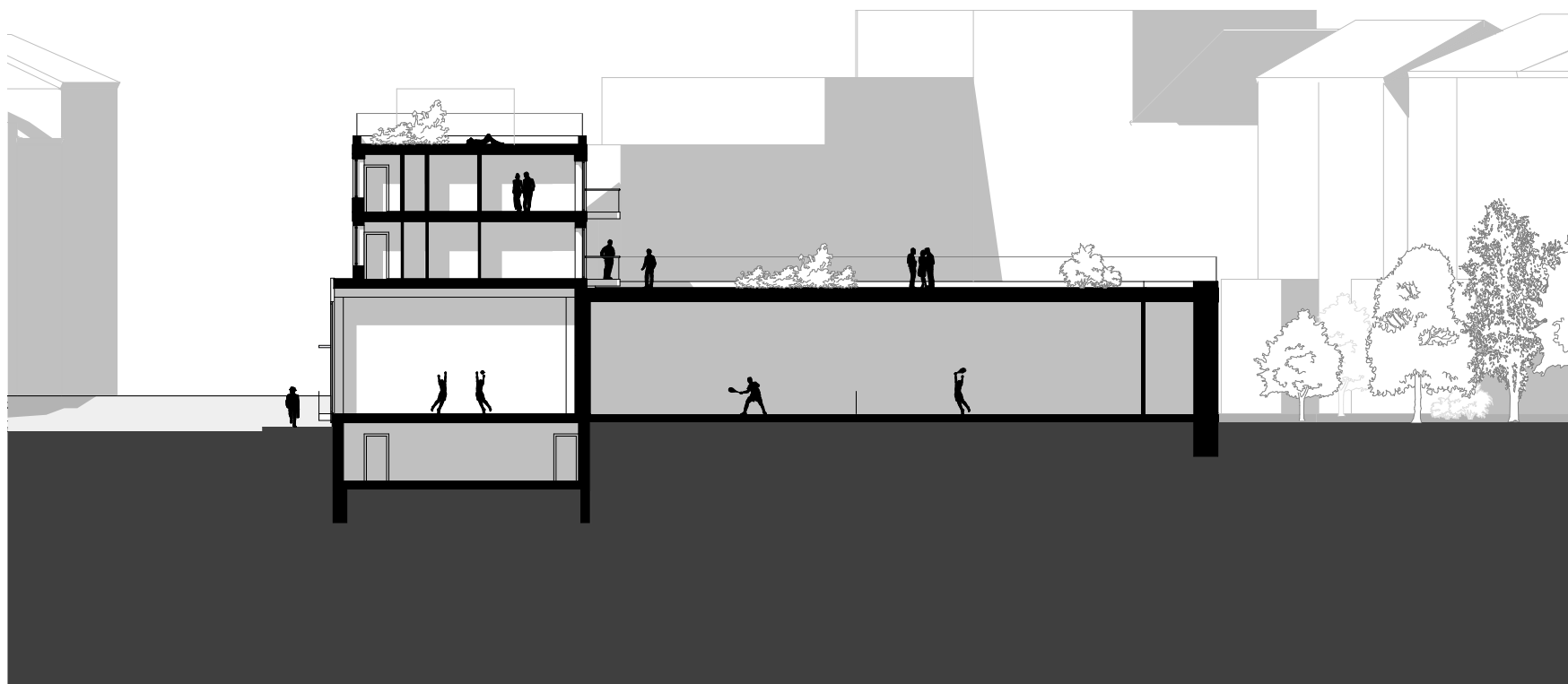


grund. Wie ein Gegenpol zu ihrer Zurückhaltung ragt der Kubus des Bewegungsraums in den Straßenraum. Die Fassade aus Profilglas ermöglicht durch ihre Transluzenz die optimale Belichtung des Innenraums. Wird der Kubus Abends für eine Veranstaltung genutzt, dringt das von den Glaselementen gedimmte Licht nach außen und lässt den Körper in einem grünblauen dumpfen Schein erstrahlen. Dem Fassadenraster entsprechende Kippfenster ermöglichen natürliche Belüftung und gezielte Ein- und Ausblicke. Die Inszenierung des Bewegungsraum verleiht dem Gebäude einen urbanen Charakter, ohne das homogene Zusammenspiel mit dem Stadtgefüge zu zerstören.

In innerstädtischen Lagen, besonders bei Baufluchtlinien entlang des Gehwegs, muss für eine attraktive Stadtgestaltung der Erdgeschosszone besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Im Bestand finden sich lediglich Kellerfenster und Türen, die keine Kommunikation zwischen Innenraum und Stadtraum zulassen und auch optisch nicht besonders an-

Abb. 96 A 03 Turnsaal

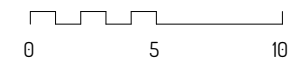


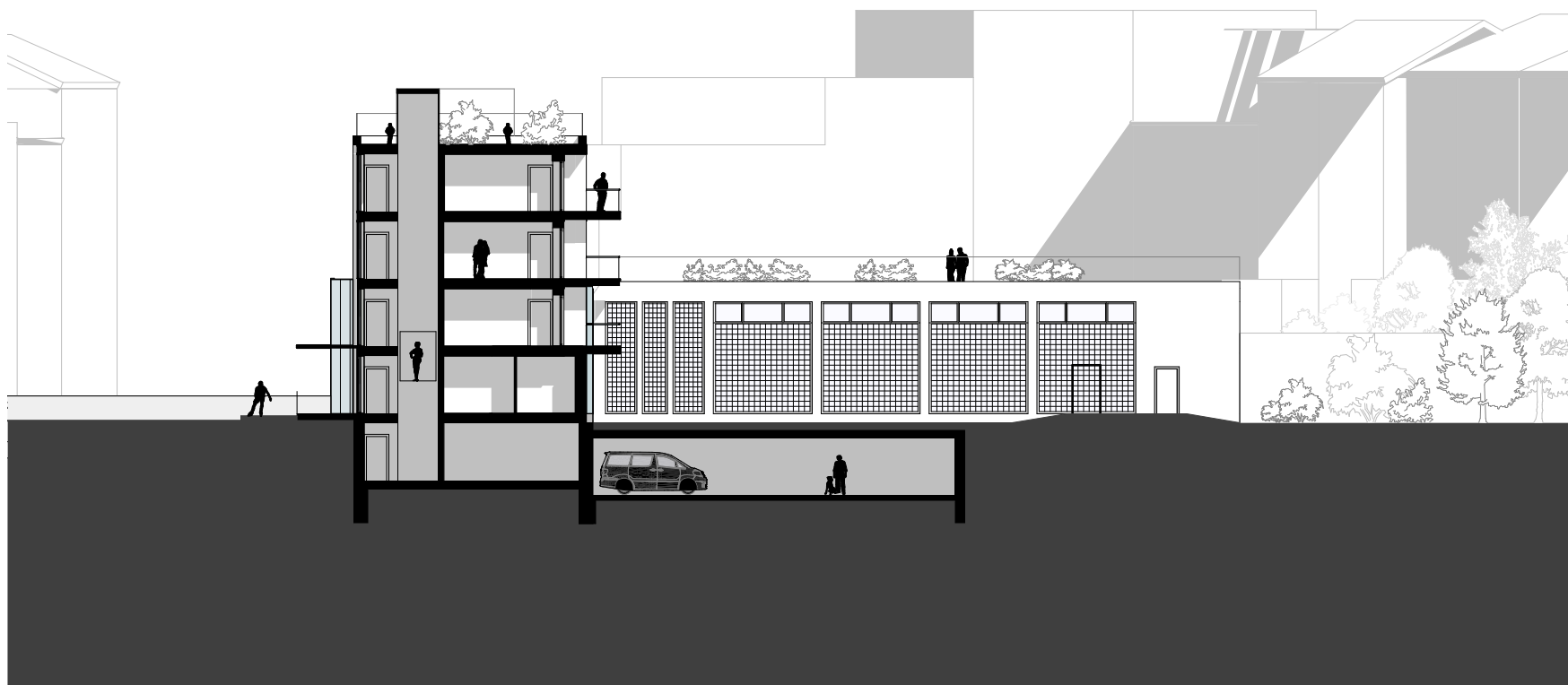


sprechend sind. Durch die ausschließlich straßenseitig mögliche Belichtung sind diese Bereiche für Wohnen und den Kindergarten ungeeignet.

In meinem Entwurf ersetze ich die kleinen Kellerfenster durch großflächige Verglasungen und schaffe damit leicht zugängliche, attraktive Flächen für Gastronomie, Handel und Gewerbe. Durch die nun möglichen Ein- und Ausblicke wird der Straßenraum belebt, was die Lebensqualität in der Stadt erhöht.

Abb. 97 A 04 Turnsaal hofseitig





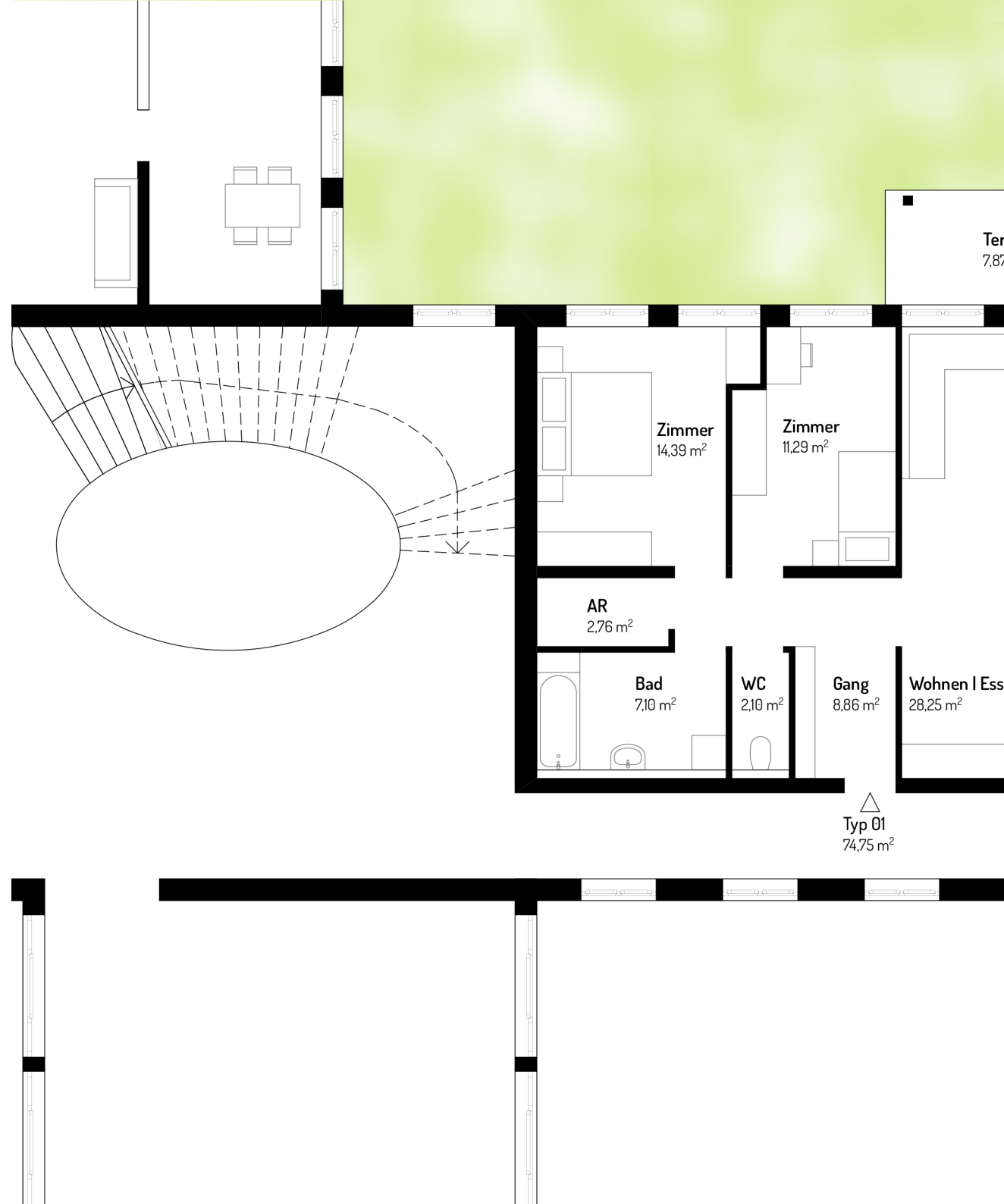


Abb. 98 Wohnungen im Bestand Ebene 00





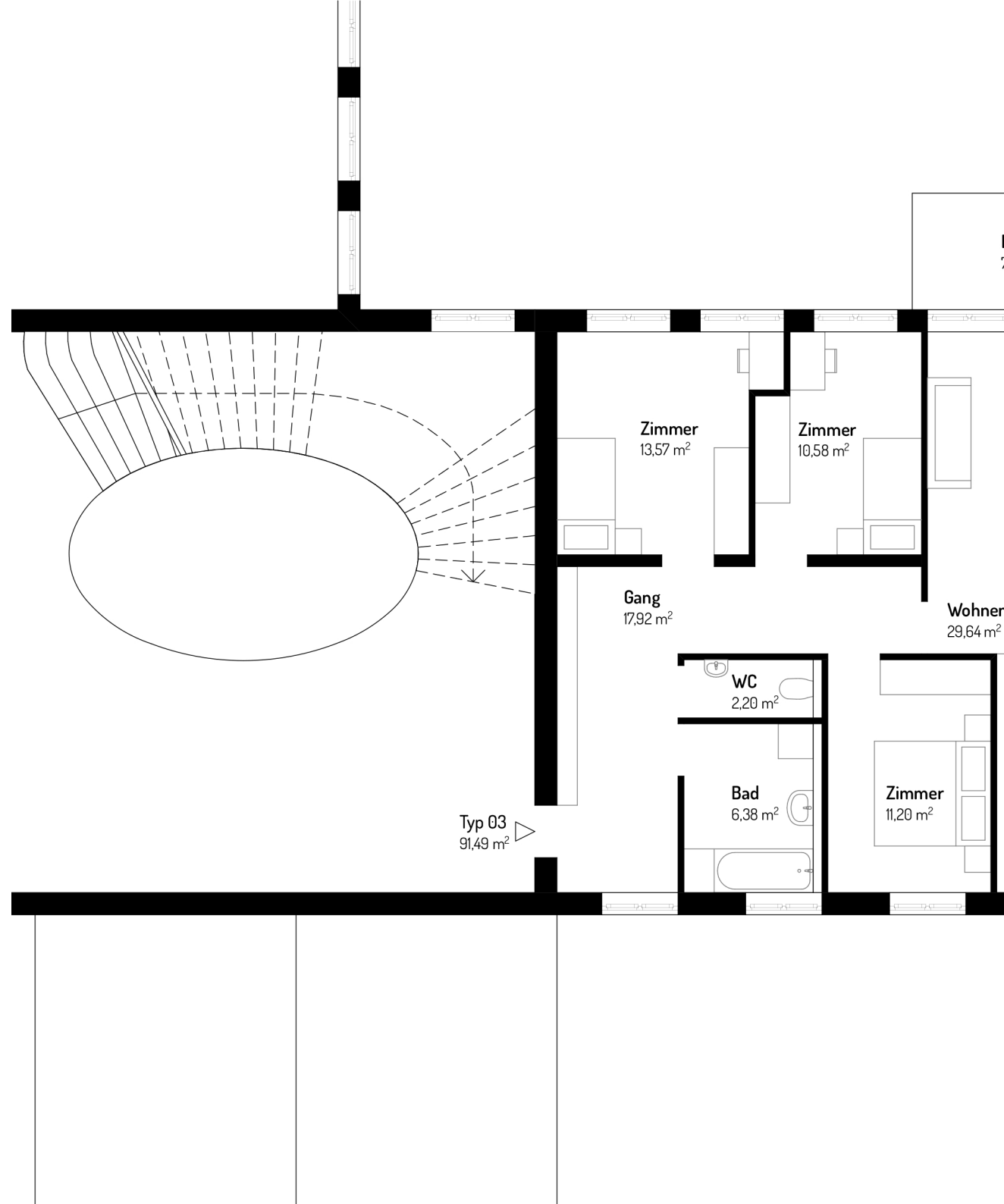




Abb. 100 Wohnungen im Neubau Ebene 02

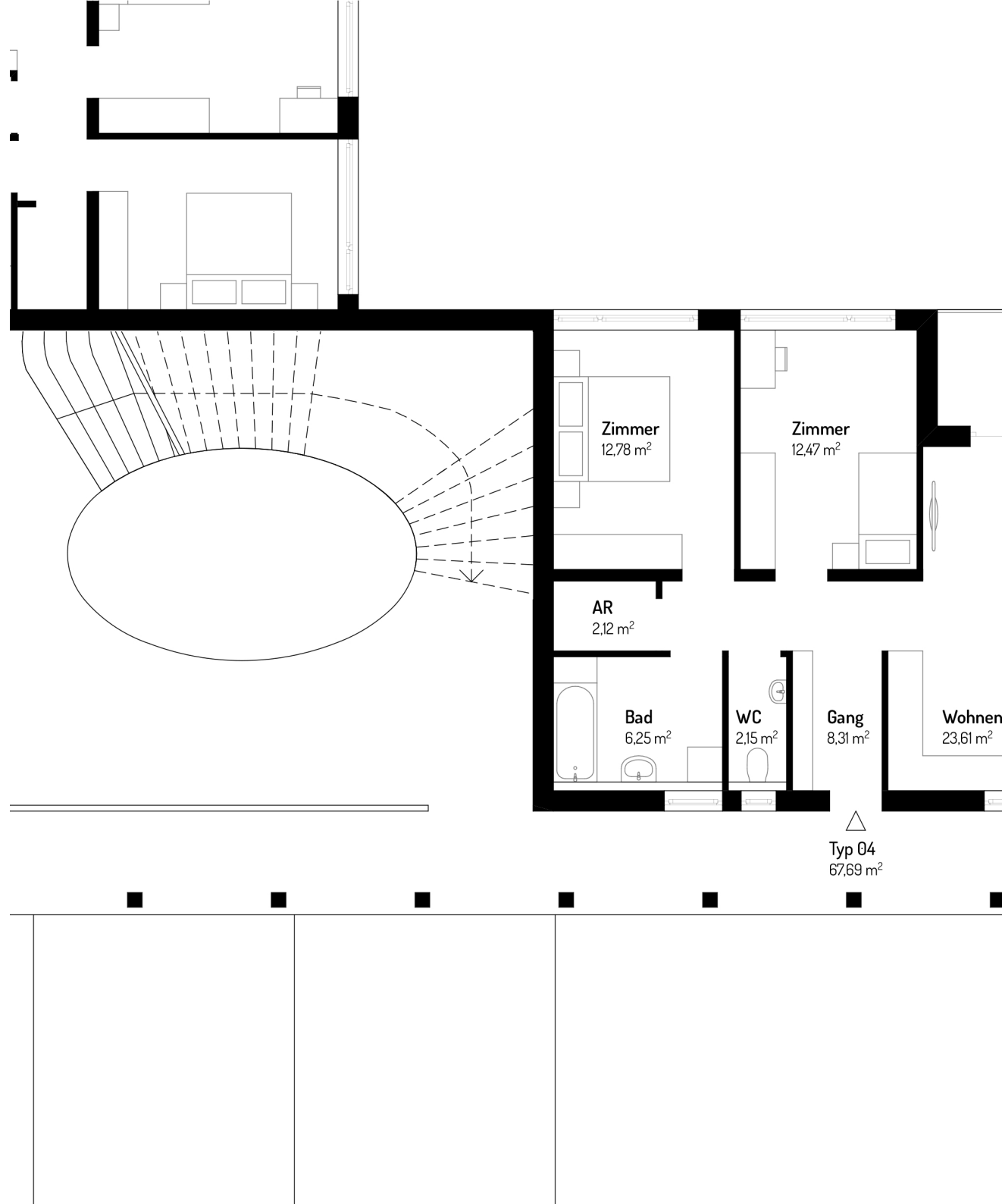


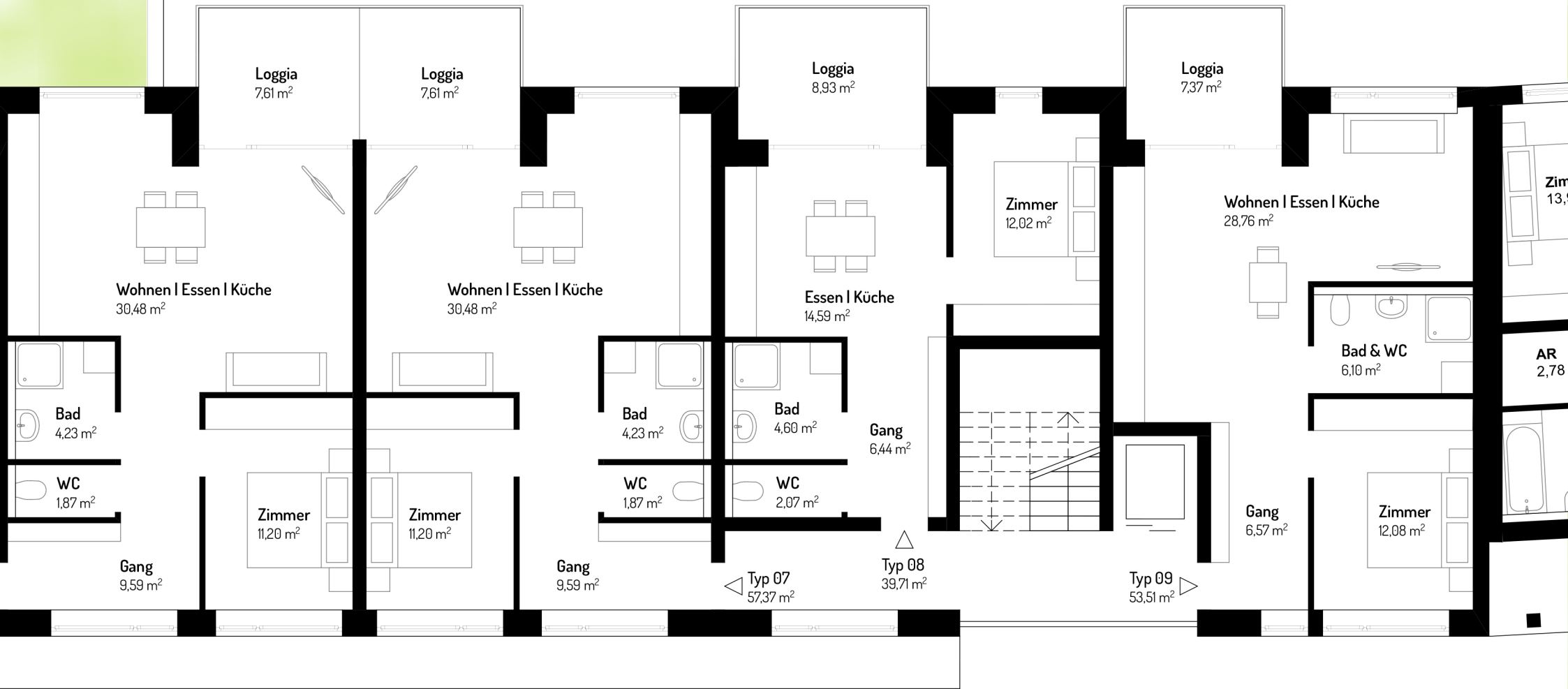


Abb. 101 Wohnungen im Neubau Ebene 03



A scale bar showing a distance of 5 meters, with a north arrow pointing towards the top right of the page.









Konstruktionswahl Wand

Das Fügen von Bauteilen ist im Ziegel- und Betonmassivbau häufig weniger komplex als im Holzbau. Schäden betreffen kaum die statische Konstruktion und äußern sich eher in der Einschränkung der Nutzungsqualität, zum Beispiel durch Schimmelbefall oder Wärmebrücken.

Bei Bauschäden im Holzbau hingegen ist oftmals nicht mehr die volle Tragfähigkeit des Gebäudes gegeben und somit Gefahr im Verzug. Es ist also essenziell mit gewissenhafter Planung der Detailpunkte und des Bauablaufs sowie mit einer geschulten Bauaufsicht Fehlern bei der Ausführung vorzubeugen.

Bei der Wahl eines geeigneten Systems nehmen viele Faktoren Einfluss. Bei meinem Entwurf habe ich mich entschieden, alle Außen-, tragenden und brandabschnittsbildenden Wände in Brettsperrholz auszuführen. Einige der Wände wären auch in Holzrahmenbauweise denkbar, da sie lediglich selbsttra-

gend sind. Ich habe mich jedoch bewusst gegen eine Mischung der Systeme entschieden, da die unterschiedliche Lage der Dampfsperre- und Dämmebene innerhalb des Wandaufbaus zu komplexen Sockel-, Decken- und Dachanschlüssen führen. Die erhöhte Fehleranfälligkeit ist für mich von größerer Bedeutung als der minimale Flächengewinn durch die reduzierte Wandstärke.

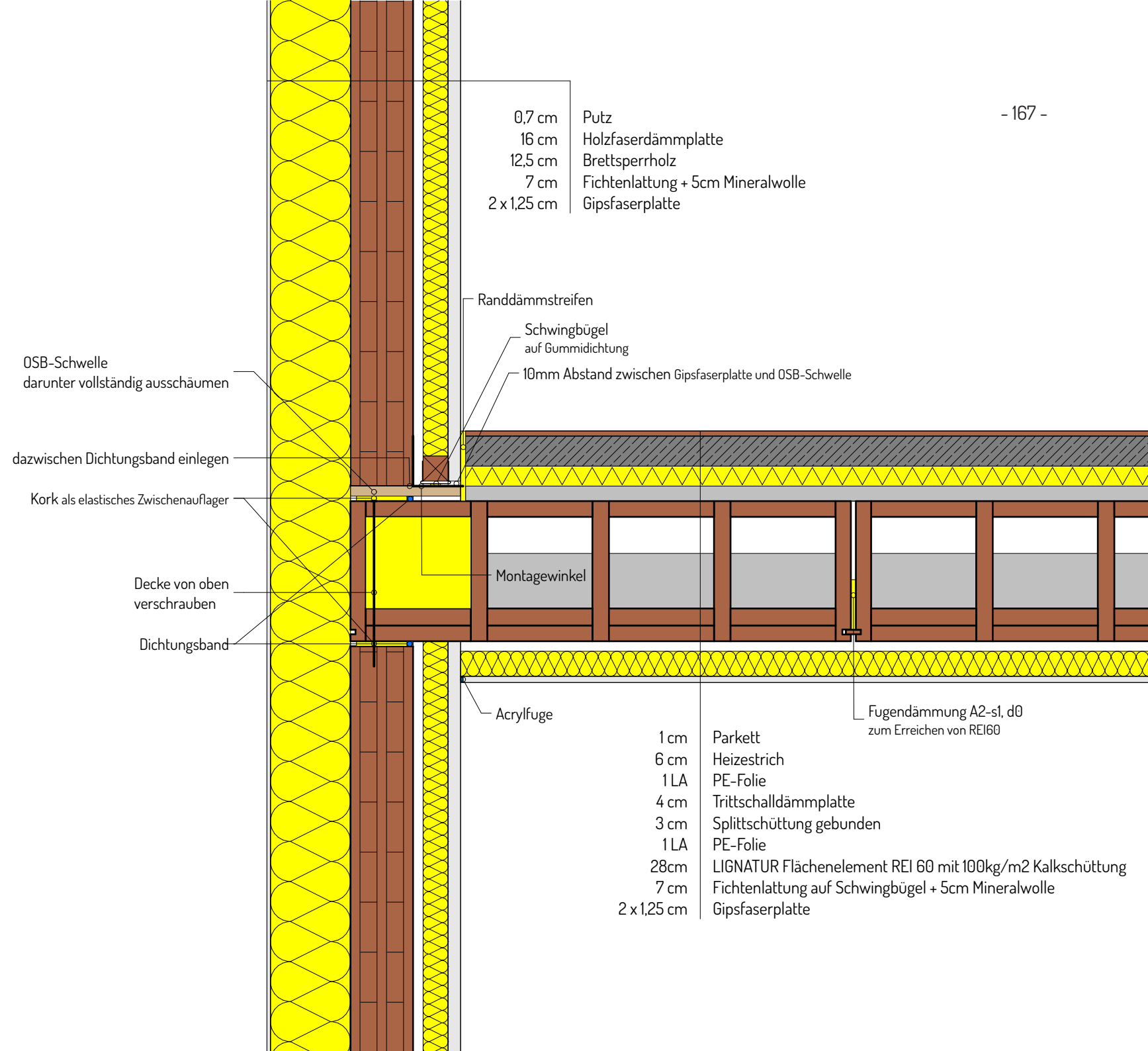
Fassade

Bei den Außenwänden habe ich mich für ein Wärmedämmverbundsystem entschieden. Hinterlüftete Konstruktionen mit Holzschalung sind zwar grundsätzlich möglich, benötigen aber oftmals Einzelfallzulassungen. Um den ökologischen Gedanken des Holzbaus weiterzutragen habe ich mich für Holzfaserdämmplatten als isolierende Schicht entschieden, ein heller mineralischer Putz bildet den Abschluss des Wandsystems. Die Brettsperrholzkonstruktion fungiert als dampfsperrende Schicht, dazu werden in den Auflager- und Plattenstoßbereichen Dichtungsbänder eingelegt. [77]

[77] Vgl., KLH Bauteilkatalog Konstruktion 2012, 6.

Abb. 102 Regelanschluss Decke an Außenwand





Abhängig vom Entwurf werden innenseitig entweder gedämmte, schalltechnisch entkoppelte Vorsatzschalen angebracht oder die Sichtfläche der Holzkonstruktion belassen.

Die Fassade des Bewegungsraums bildet eine mehrschichtige Konstruktion aus Profilglas. Stehende Luftschichten im Inneren sorgen für verbesserten Wärmeschutz, entstehendes Kondenswasser kann über im Profil versetzt angeordnete Entwässerungsschlitze nach außen entweichen. [78]

Konstruktionswahl Decke

Die maximale Spannweite der Decken und Dächer beträgt sieben Meter. Die Dimensionierungstabellen des österreichischen Brettsperrholzherstellers KLH geben für Zweifeldträger mit dieser Spannweite eine Stärke von 200 bis 230 Millimetern an. [79] Die daraus resultierenden großen Lasten machen die Konstruktionsweise ineffizient, aufgrund dessen habe ich mich für einen Systemwechsel zu Hohlkastenelementen entschieden.

[78] Vgl. Nippon Sheet Glass Co 2016

[79] Vgl. KLH Vorbemessungstabellen 2012, 12.

[80] Vgl. LIGNATUR workbook, 6, 32.

[81] Vgl. LIGNATUR Montageanleitung, 3.

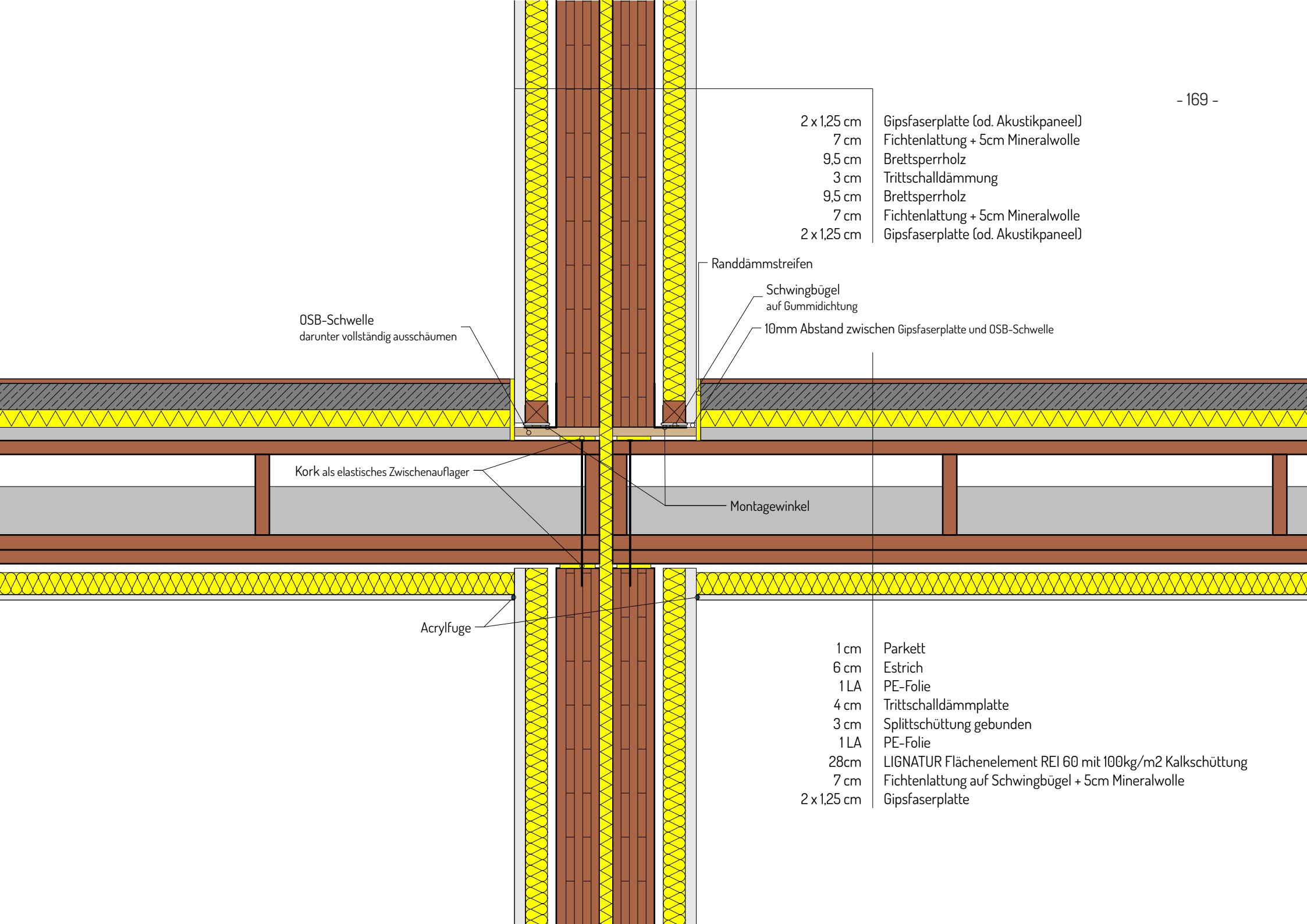
Die Dimensionierungstabellen des Schweizer Herstellers LIGNATUR geben eine erforderliche Elementdicke von 280 Millimetern an. Der dickere Querschnitt kann teilweise durch die Nutzung des Hohlraums für Wärme- oder Schallschutz kompensiert werden, bei gesonderter Planung und Anfertigung lassen sich dort auch Installationen führen. In einer Lignaturdecke steckt nur circa ein Viertel der Grauen Energie, die in einer statisch gleichwertigen Betondecke enthalten ist. [80]

Die Nut- und Federverbindung der einzelnen Elemente ermöglicht das rissfreie Quellen und Schwinden. Ist im Hinblick auf die Statik eine Scheibe erforderlich, lässt sich dies mithilfe von eingelegten Schubstahlelementen bewerkstelligen, mit den Deckenelementen verschraubte OSB-Platten erzielen die selbe Wirkung. [81]

Für meinen Entwurf habe ich ein LIGNATUR-Flächenelement gewählt. Der für Gebäudeklasse 4 geforderte Brandwiderstand von REI60 wird mithilfe der Verdoppelung der unteren

Abb. 103 Regelanschluss Decke an Wohnungstrennwand





Lamellen erreicht. Zusätzlich werden die Fugen ausgedämmt (Brandverhaltensklasse mindestens A2-s1,do). Die schalltechnischen Anforderungen lassen sich durch eine zusätzliche Schüttung aus Kalksplitt im Inneren der Hohlkastendecke erfüllen. Das lose Material wird nach der Montage über werkseitig eingefräste Schlitzte mithilfe eines Besens eingebracht. Die gleichmäßige Verteilung des Kalksplitt innerhalb der einzelnen Kammern ist für den Schallschutz unerheblich. [82][83]

Im Bereich der Loggien werden werkseitig ausgedämmte Elemente verwendet, um sowohl den erforderlichen Wärmeschutz als auch den barrierefreien Übergang vom Außen- zum Innenraum zu gewährleisten. Die untere Lamelle dient hierbei als Dampfsperre, über den Federn werden Luftdichtungen montiert. [84] Spezielle Akustikpaneele des Herstellers sorgen für eine ideale Schallverteilung im Bewegungsraum.

Die zahlreichen bereits im Kapitel Holzbau angeführten Vorteile haben mich dazu bewogen, mein Projekt in Hybridbau-

weise zu konzipieren, deshalb werden die Weiterführung der Bestandsstiegenhäuser und die Erschließungskerne des Neubaus in Stahlbetonbauweise ausgeführt.

Gründach

Um zusätzliche Grünfläche in der Stadt zu generieren erhalten der Neubau und die Aufstockung ein extensiv begrüntes Flachdach. Regenwasser kann großteils vor Ort versickern, was die innerstädtischen Kanäle entlastet. Zudem verbessert Grün in der Stadt die Luft, das Mikroklima in der unmittelbaren Umgebung und bietet attraktive Erholungsflächen.

Bei der Ausführung als Warmdach im Holzbau gibt es einen wesentlichen Punkt der beachtet werden muss, die sommerliche Rücktrocknung. Bei ausreichender Erwärmung der Dachfläche diffundiert die Feuchtigkeit in der Konstruktions- und Dämmebene in den Innenraum. Dieser bauphysikalische Effekt ermöglicht die Ausführung eines Warmdachs auf einer Holzrahmenbaukonstruktion. [85]

[82] Vgl. LIGNATUR Montageanleitung, 4.

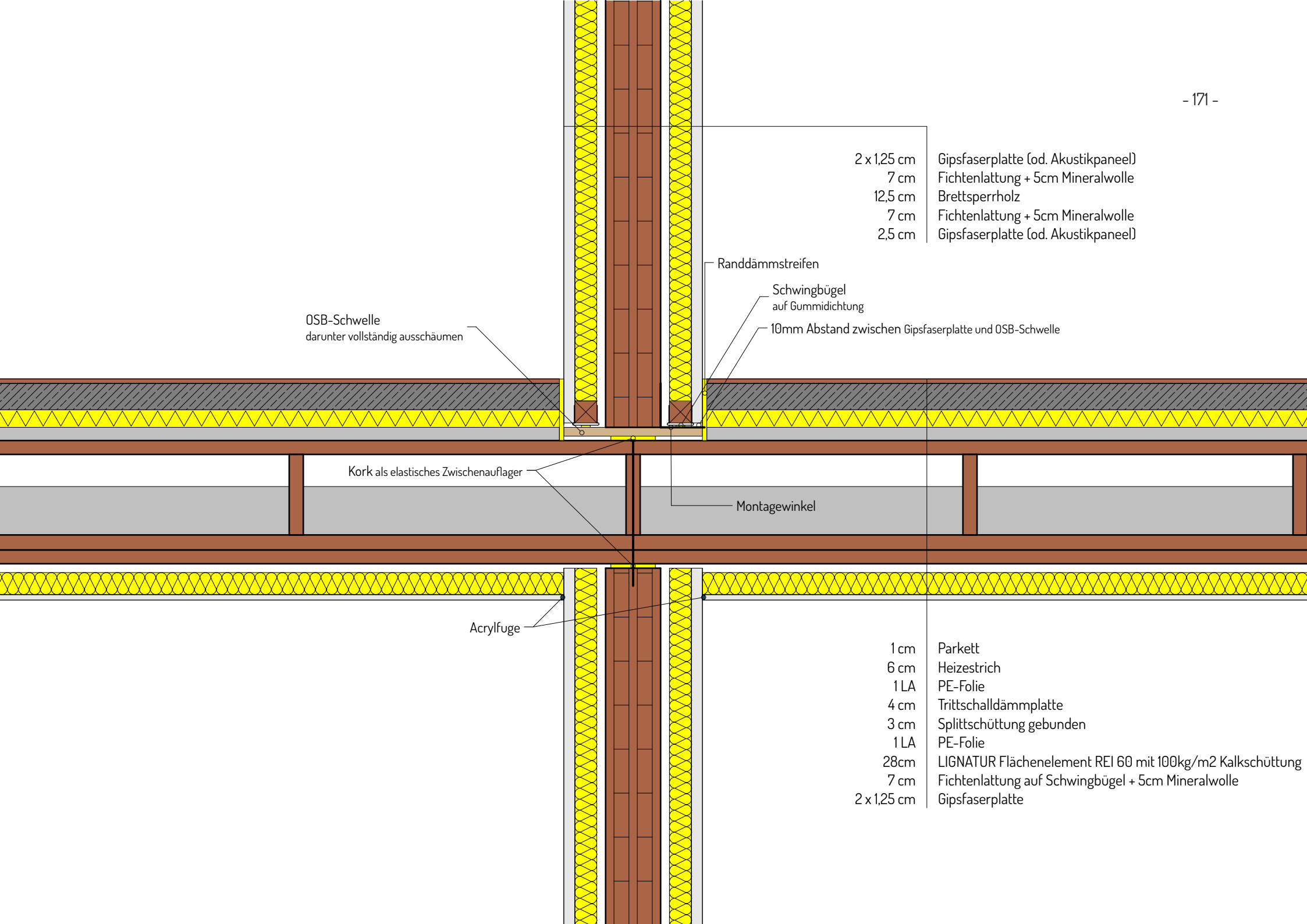
[83] Vgl. OIB-Richtlinie 2 2015, 15.

[84] Vgl. LIGNATUR Montageanleitung, 5.

[85] Vgl. Teibinger/Bachinger 2015, 10-12.

Abb. 104 Regelanschluss Decke an Trennwand





OSB-Schwelle
darunter vollständig ausschäumen

Kork als elastisches Zwischenauflager

Acrylfuge

Randdämmstreifen
Schwingbügel
auf Gummidichtung
10mm Abstand zwischen Gipsfaserplatte und OSB-Schwelle

Montagewinkel

2 x 1,25 cm Gipsfaserplatte (od. Akustikpaneel)
7 cm Fichtenlattung + 5cm Mineralwolle
12,5 cm Brettsper Holz
7 cm Fichtenlattung + 5cm Mineralwolle
2,5 cm Gipsfaserplatte (od. Akustikpaneel)

1 cm Parkett
6 cm Heizestrich
1 LA PE-Folie
4 cm Trittschalldämmplatte
3 cm Splittschüttung gebunden
1 LA PE-Folie
28cm LIGNATUR Flächenelement REI 60 mit 100kg/m² Kalkschüttung
7 cm Fichtenlattung auf Schwingbügel + 5cm Mineralwolle
2 x 1,25 cm Gipsfaserplatte

Zwei wesentliche Faktoren beeinflussen die Funktionstüchtigkeit dieses Systems. Die Dachfläche muss ausreichend stark und über ausreichend lange Zeit erwärmt werden. Mit einer Bekiesung oder Begrünung ist dies nicht realisierbar. Am besten geeignet sind dunkle, UV beständige Abdichtungen, die nicht durch Bäume, Bauteile oder umliegende Bauwerke beschattet werden. Außerdem muss die Dampfbremse feuchtevariabel sein, um die Rückdiffusion in den Innenraum zu gewährleisten. [86]

Werden diese Aspekte nicht erfüllt, muss die Dämmebene über der Konstruktion angeordnet werden. Eine dazwischen angeordnete Dampfsperre verhindert, dass Feuchtigkeit in die Dämmung diffundieren kann und dort zu Bauschäden führt. Die Konstruktion befindet sich innerhalb der Dämmhülle und hat somit die selbe Temperatur wie der Innenraum, ein Ausfall von Kondensat und damit einhergehende Schäden sind nicht zu befürchten. [87]

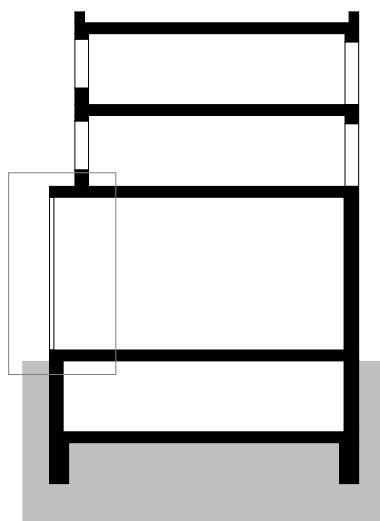
[86] Vgl. Teibinger/Matzinger 2013, 10-11.

[87] Vgl. Ebda., 11.

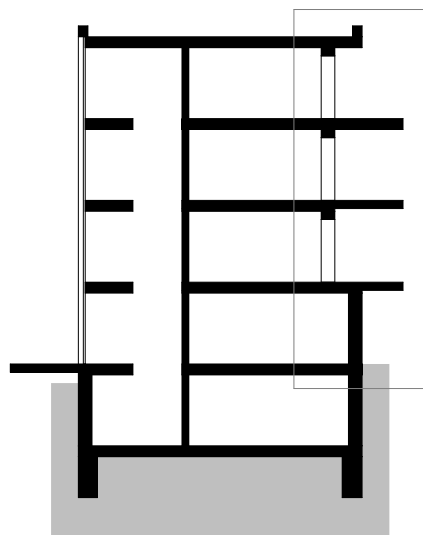
Somit hat meine Entwurfsentscheidung für ein Gründach zur Konsequenz, dass die Hohlkastendecke mit einer Aufdachdämmung versehen werden muss, anstelle der Verwendung von werkseitig gedämmten Elementen. Bei begehbaren Flachdächern muss ein stauchungsarmer Dämmstoff eingesetzt werden wie zum Beispiel EPS, XPS, PUR, Schaumglas oder gebundene Mineralwolleplatten. [88] Entsprechend der OIB Richtlinie 2 dürfen für Gebäudeklasse 4 nur Dämmstoffe der Baustoffklasse B – schwer entflammbar eingesetzt werden. [89] Ich habe mich für gebundene Mineralwolleplatten entschieden, da sie zusätzlich zur Erfüllung dieser Kriterien noch schalltechnische Vorteile bieten.

[88] Vgl. Teibinger/Matzinger 2013, 71.

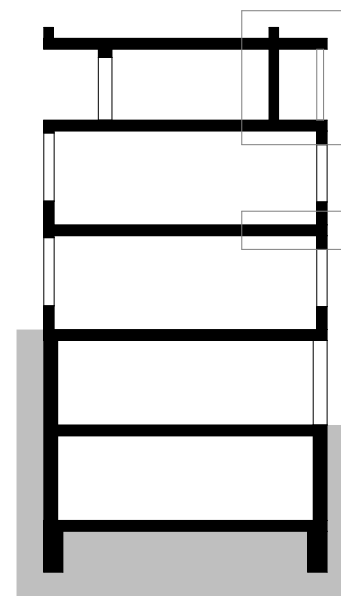
[89] Vgl. OIB-Richtlinie 2 2015, 14.



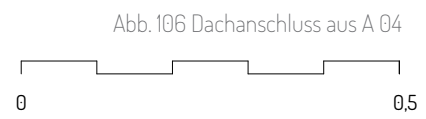
Detail aus A 03
Abb. 105

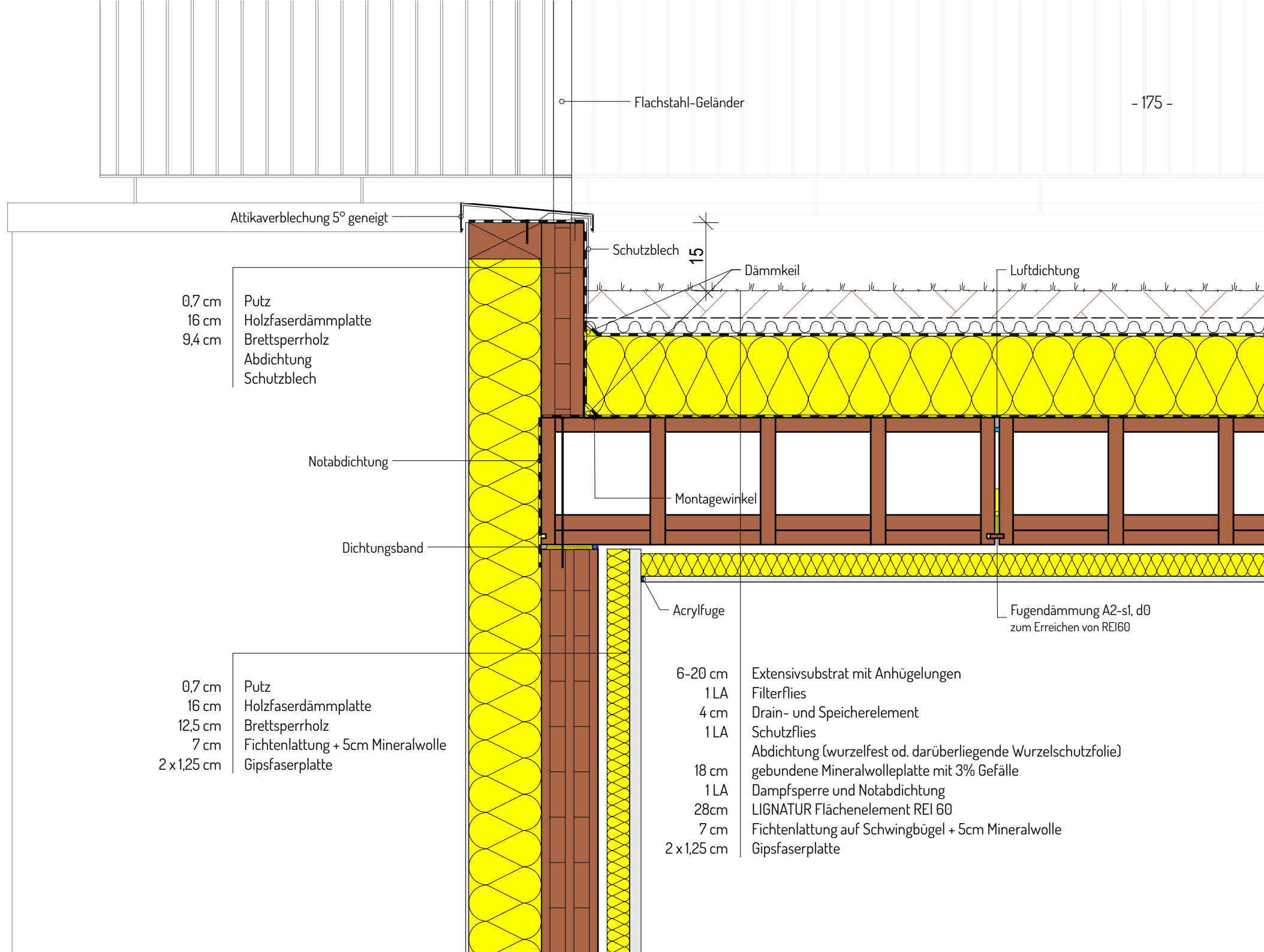


Detail aus A 04



Detail aus A 05





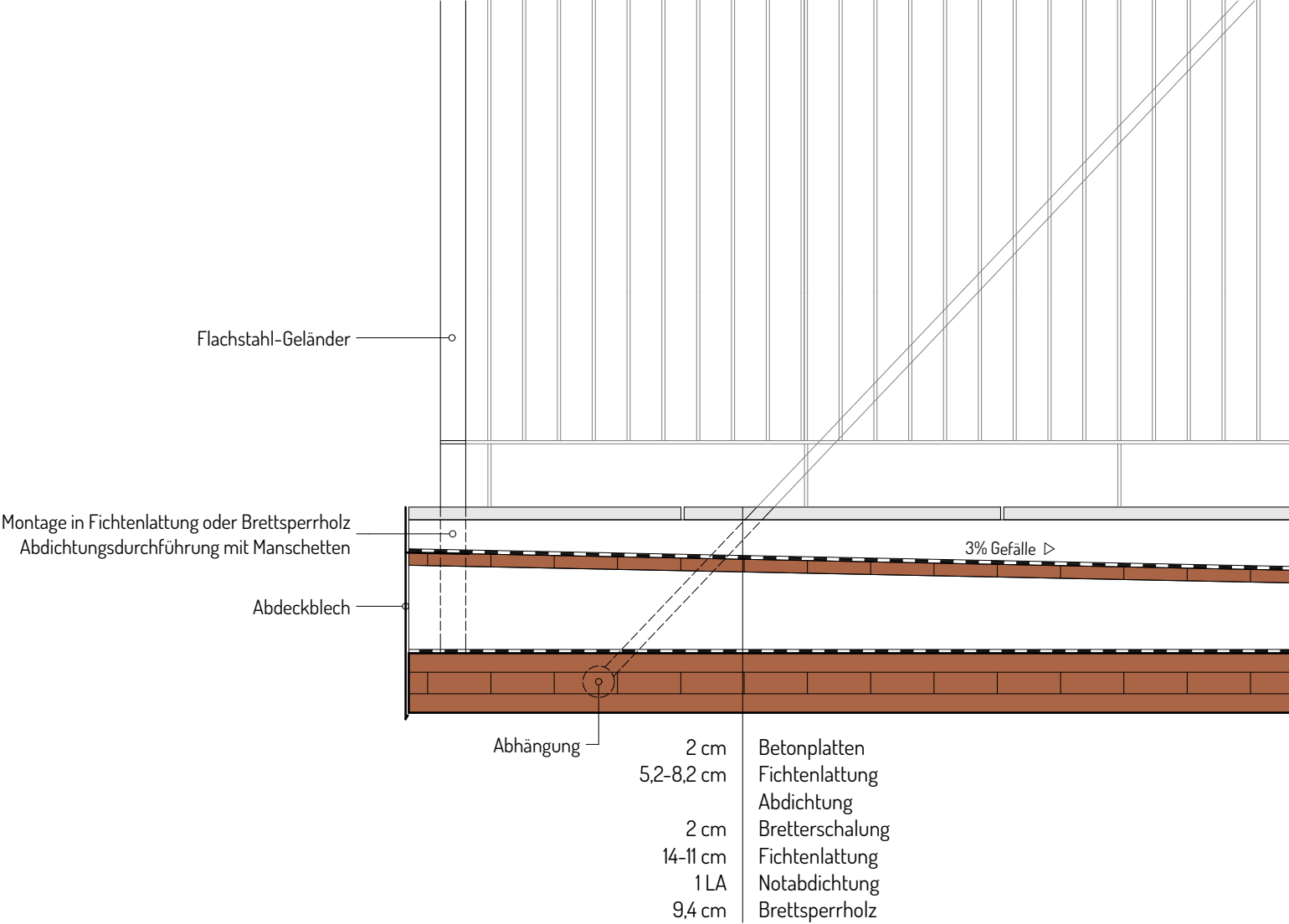
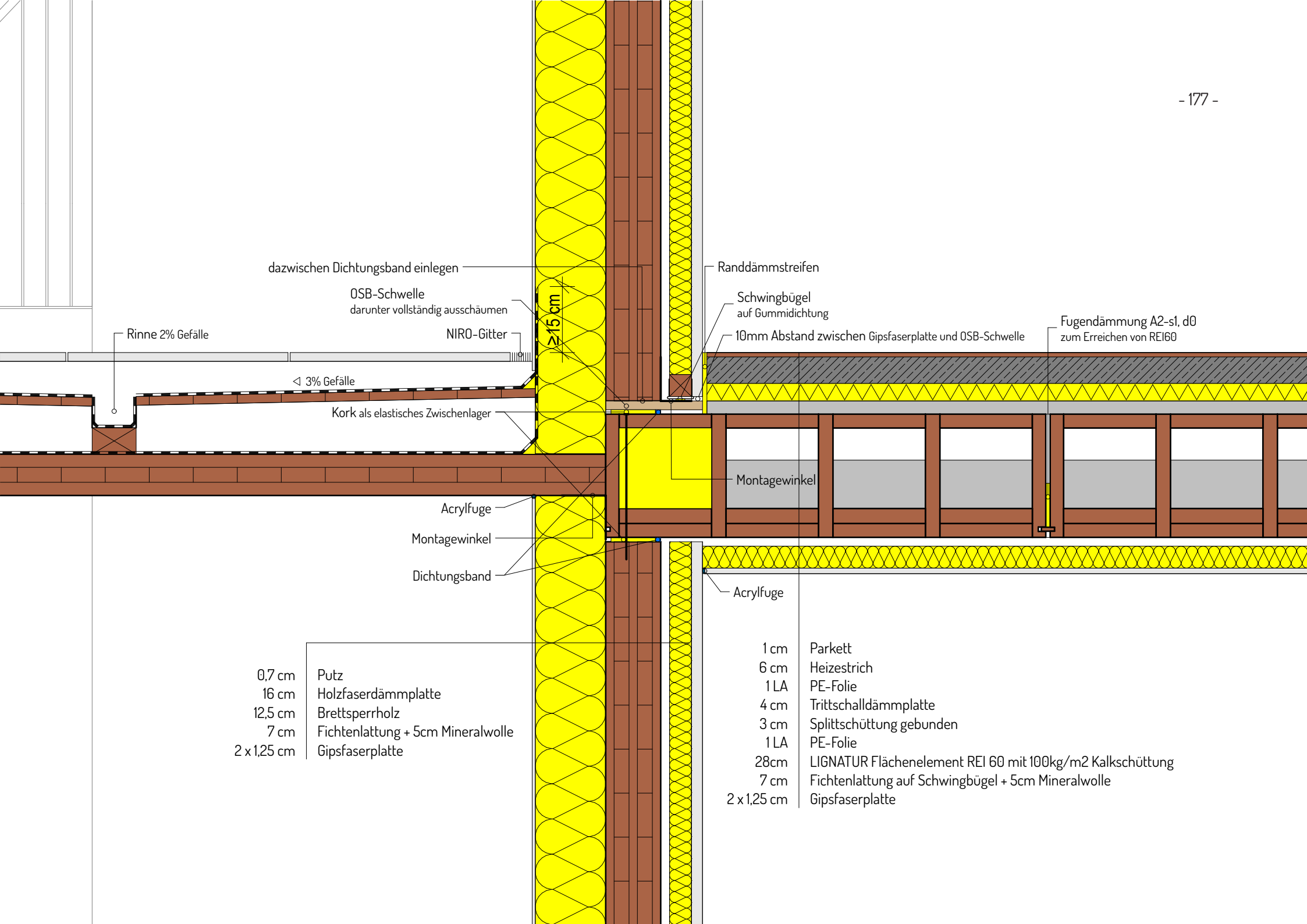


Abb. 107 Balkonanschluss aus A 04





dazwischen Dichtungsband einlegen

OSB-Schwelle
darunter vollständig ausschäumen

NIRO-Gitter

Rinne 2% Gefälle

< 3% Gefälle

Kork als elastisches Zwischenlager

≥ 15 cm

Randdämmstreifen

Schwingbügel
auf Gummidichtung

10mm Abstand zwischen Gipsfaserplatte und OSB-Schwelle

Fugendämmung A2-s1, d0
zum Erreichen von REI60

Montagewinkel

Acrylfuge

Montagewinkel

Dichtungsband

Acrylfuge

- 0,7 cm Putz
- 16 cm Holzfaserdämmplatte
- 12,5 cm Brettsper Holz
- 7 cm Fichtenlattung + 5cm Mineralwolle
- 2 x 1,25 cm Gipsfaserplatte

- 1 cm Parkett
- 6 cm Heizestrich
- 1 LA PE-Folie
- 4 cm Trittschalldämmplatte
- 3 cm Splittschüttung gebunden
- 1 LA PE-Folie
- 28cm LIGNATUR Flächenelement REI 60 mit 100kg/m2 Kalkschüttung
- 7 cm Fichtenlattung auf Schwingbügel + 5cm Mineralwolle
- 2 x 1,25 cm Gipsfaserplatte

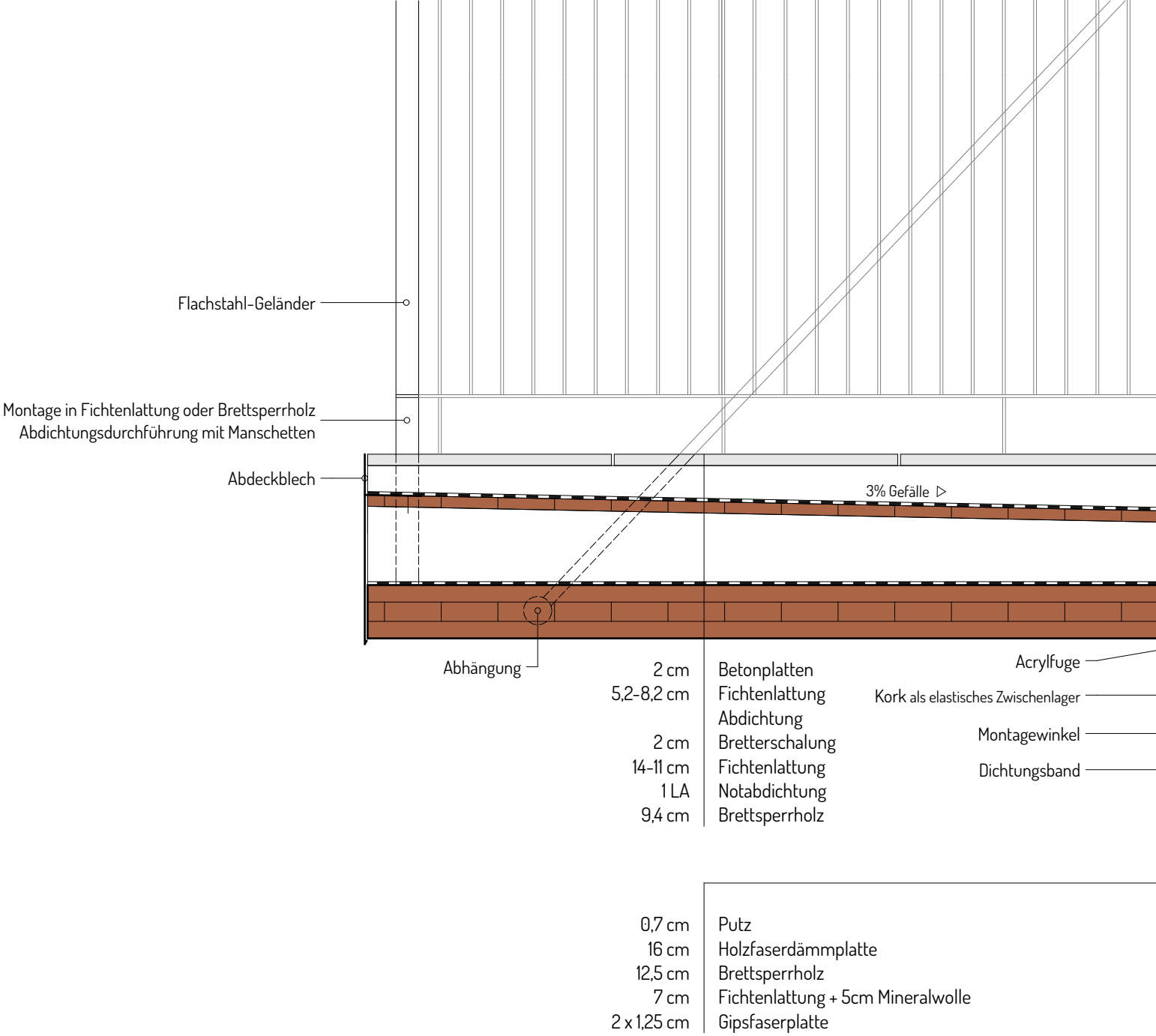
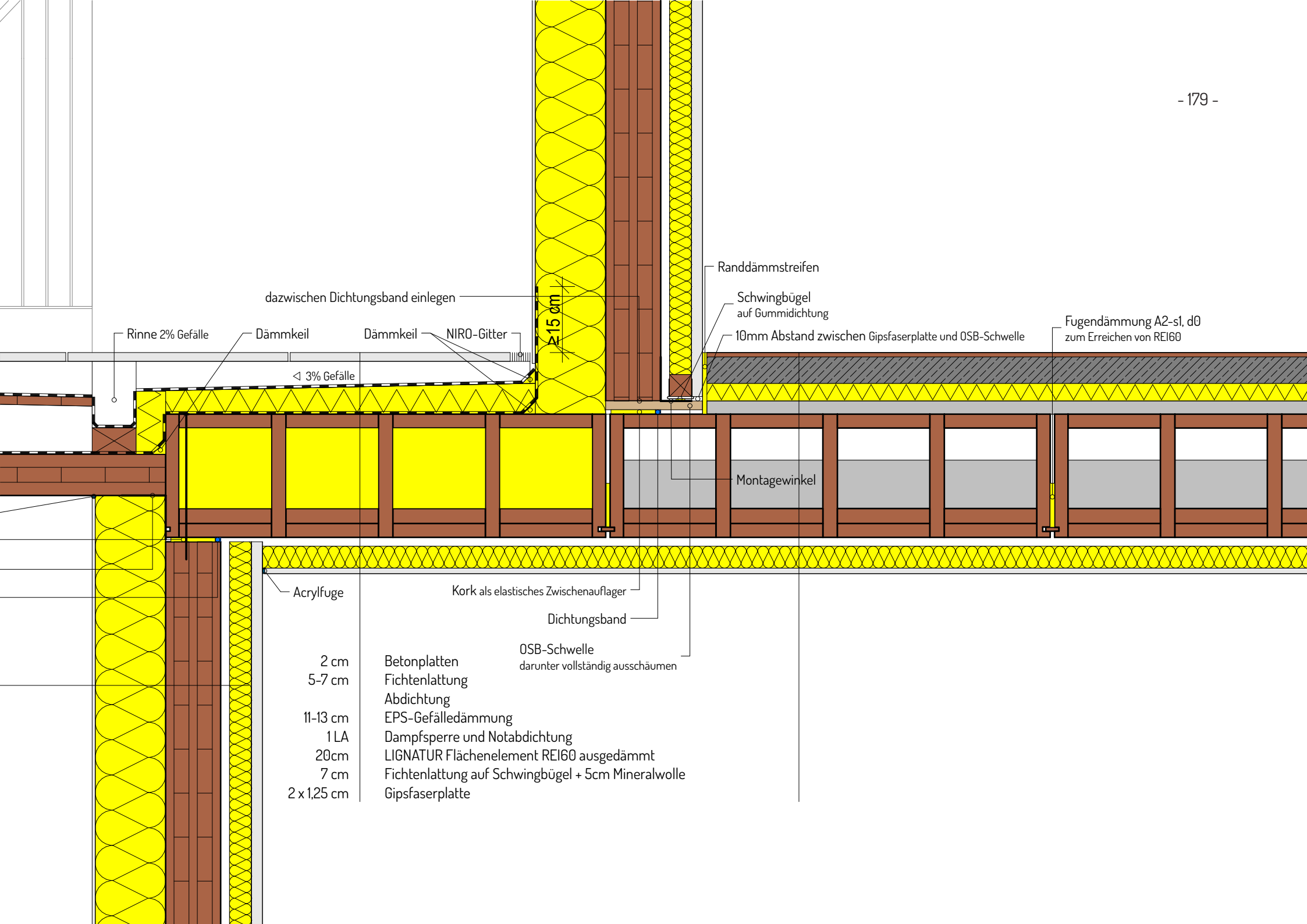


Abb. 108 Balkon-Loggiaanschluss aus A 04





dazwischen Dichtungsband einlegen

Rinne 2% Gefälle

Dämmkeil

Dämmkeil

NIRO-Gitter

≥15 cm

Randdämmstreifen

Schwingbügel
auf Gummidichtung

10mm Abstand zwischen Gipsfaserplatte und OSB-Schwelle

Fugendämmung A2-s1, d0
zum Erreichen von REI60

≤ 3% Gefälle

Montagewinkel

Acrylfuge

Kork als elastisches Zwischenaufleger

Dichtungsband

OSB-Schwelle
darunter vollständig ausschäumen

2 cm	Betonplatten
5-7 cm	Fichtenlattung
	Abdichtung
11-13 cm	EPS-Gefälledämmung
1 LA	Dampfsperre und Notabdichtung
20cm	LIGNATUR Flächenelement REI60 ausgedämmt
7 cm	Fichtenlattung auf Schwingbügel + 5cm Mineralwolle
2 x 1,25 cm	Gipsfaserplatte

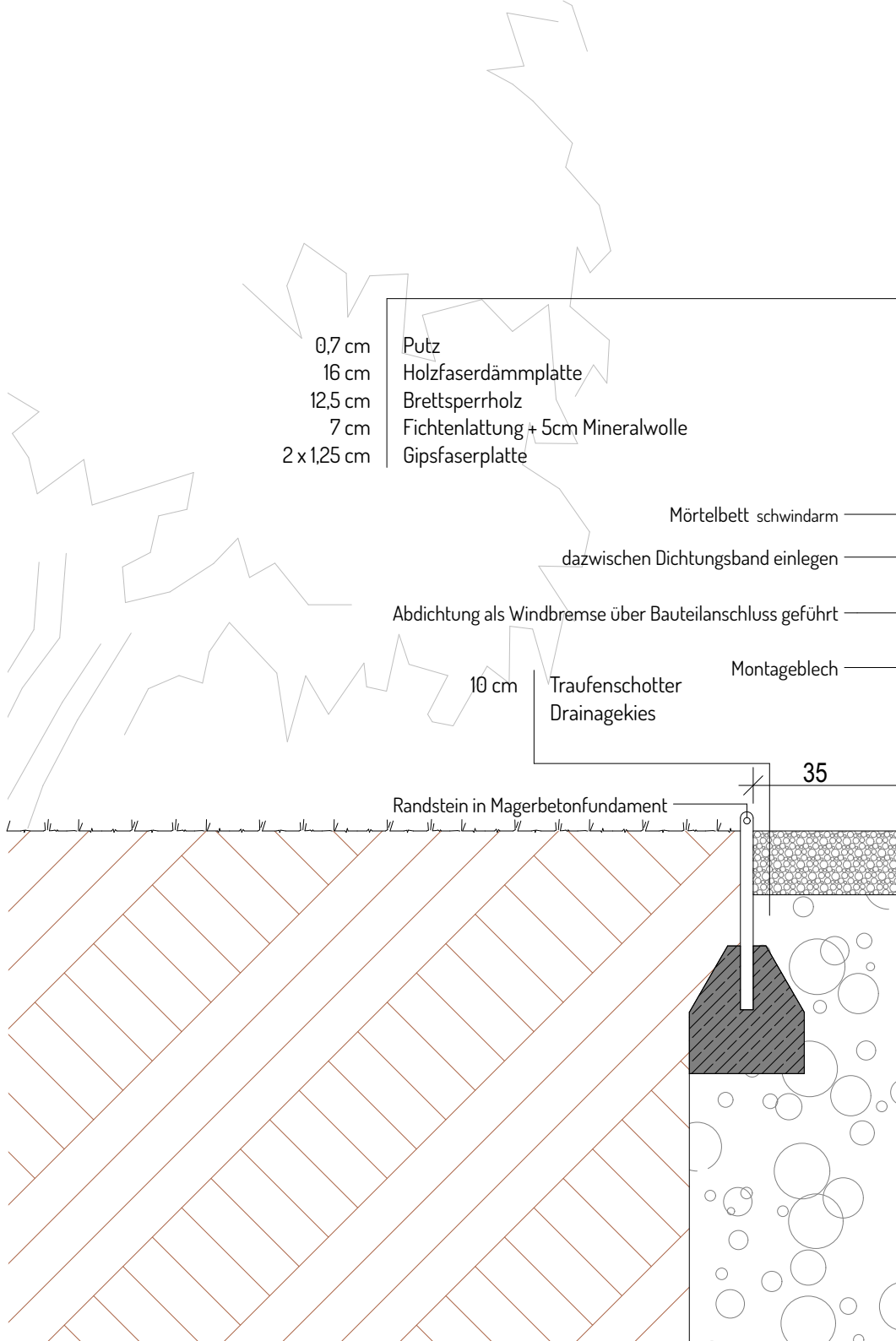
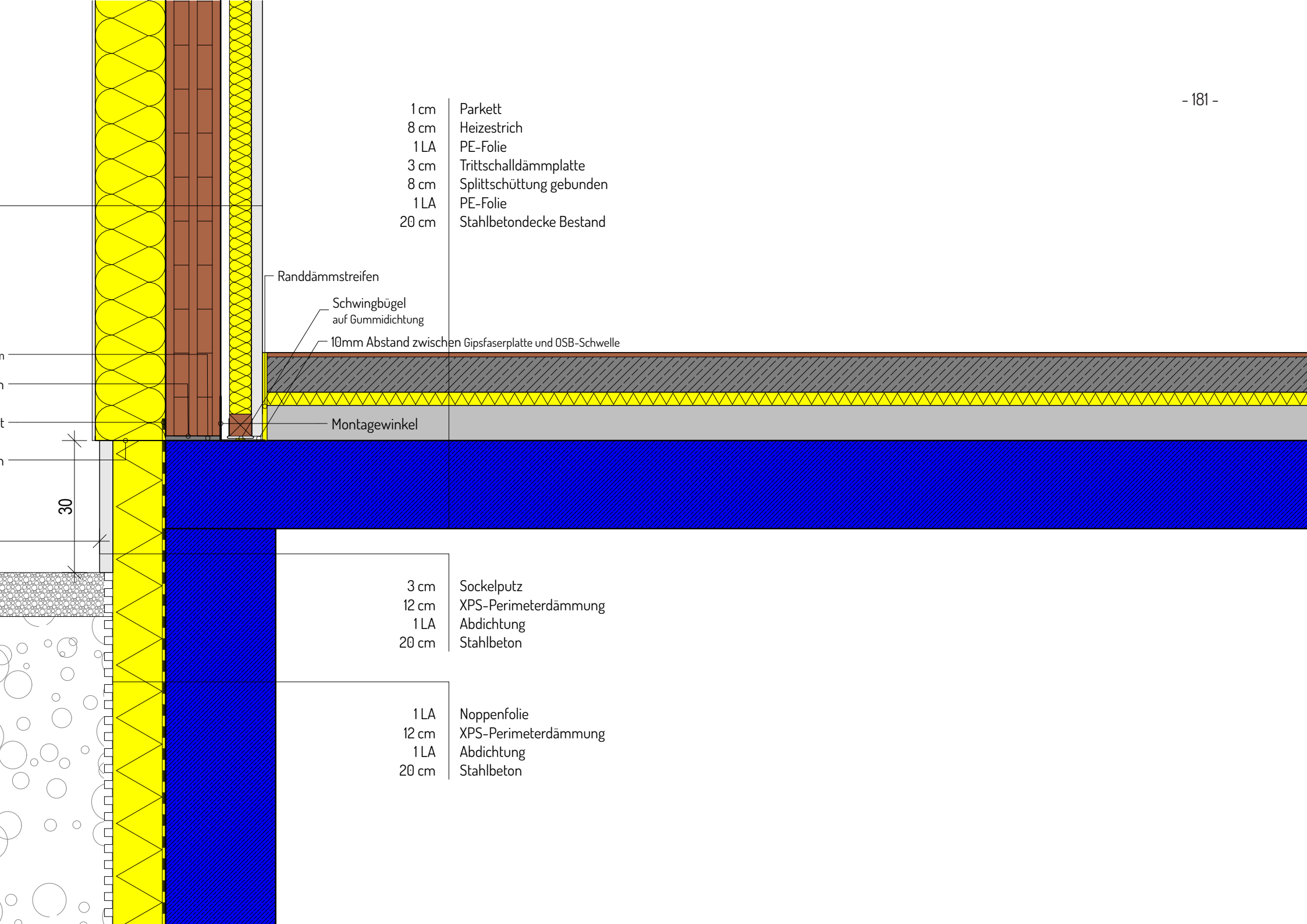


Abb. 109 Sockelanschluss aus A 04





- 1 cm Parkett
- 8 cm Heizestrich
- 1 LA PE-Folie
- 3 cm Trittschalldämmplatte
- 8 cm Splittschüttung gebunden
- 1 LA PE-Folie
- 20 cm Stahlbetondecke Bestand

Randdämmstreifen

Schwingbügel
auf Gummidichtung

10mm Abstand zwischen Gipsfaserplatte und OSB-Schwelle

Montagewinkel

30

- 3 cm Sockelputz
- 12 cm XPS-Perimeterdämmung
- 1 LA Abdichtung
- 20 cm Stahlbeton

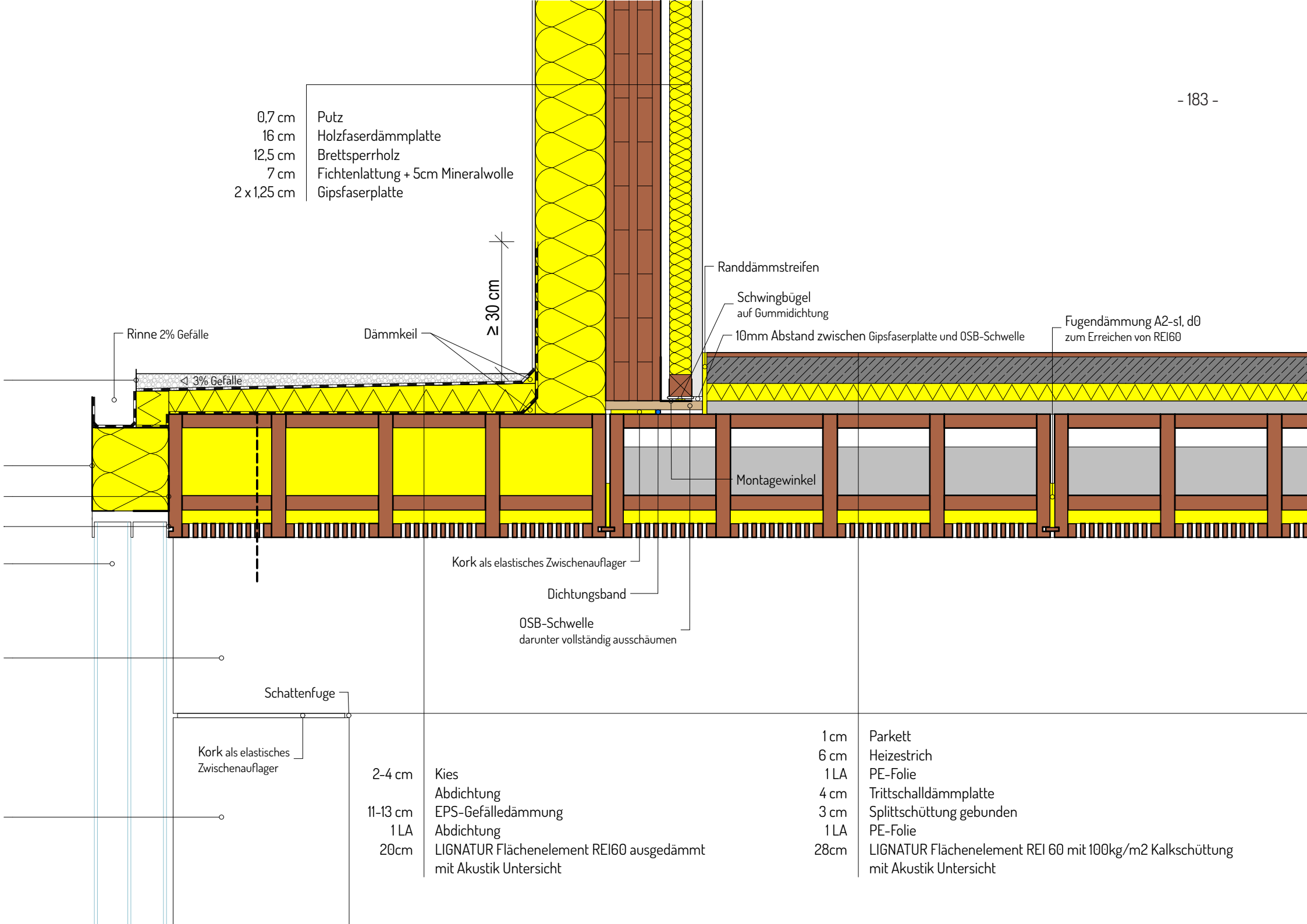
- 1 LA Noppenfolie
- 12 cm XPS-Perimeterdämmung
- 1 LA Abdichtung
- 20 cm Stahlbeton

Abb. 110 Profilglasanschluss aus A 03



The drawing shows a cross-section of a glass connection. It features a horizontal line with several vertical steps or notches. Below the line, the number '0' is on the left and '0,5' is on the right, indicating dimensions or positions.

- Lochblech
- Abdeckblech
- Montagewinkel
- dazwischen Dichtungsband einlegen
- Profilglaselement 16,4 cm
- Brettschichtholzträger lt. Statik
- Brettschichtholzstütze lt. Statik



- 0,7 cm Putz
- 16 cm Holzfaserdämmplatte
- 12,5 cm Brettsperrholz
- 7 cm Fichtenlattung + 5cm Mineralwolle
- 2 x 1,25 cm Gipsfaserplatte

≥ 30 cm

- Randdämmstreifen
- Schwingbügel auf Gummidichtung
- 10mm Abstand zwischen Gipsfaserplatte und OSB-Schwelle
- Fugendämmung A2-s1, d0 zum Erreichen von REI60

Montagewinkel

- Kork als elastisches Zwischenaufleger
- Dichtungsband
- OSB-Schwelle darunter vollständig ausschäumen

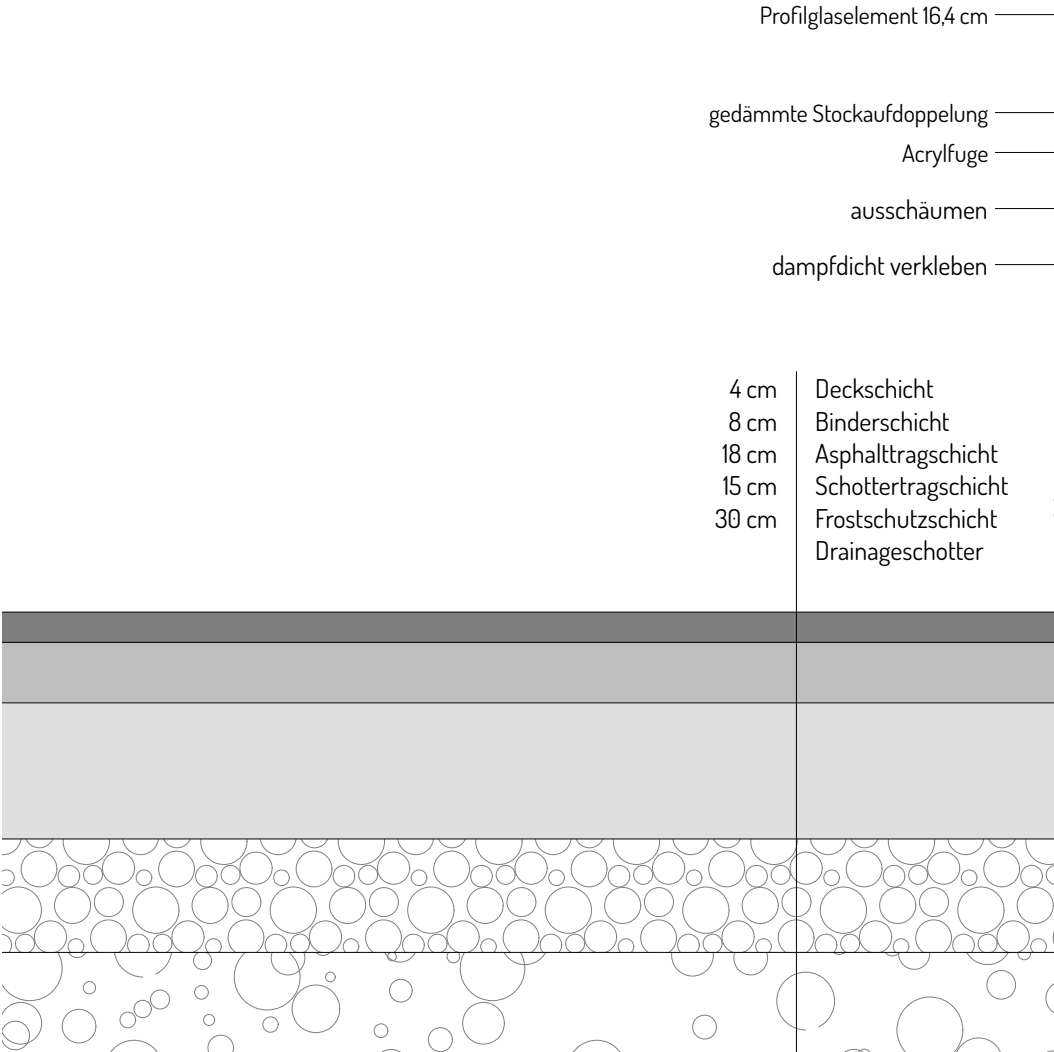
Schattenfuge

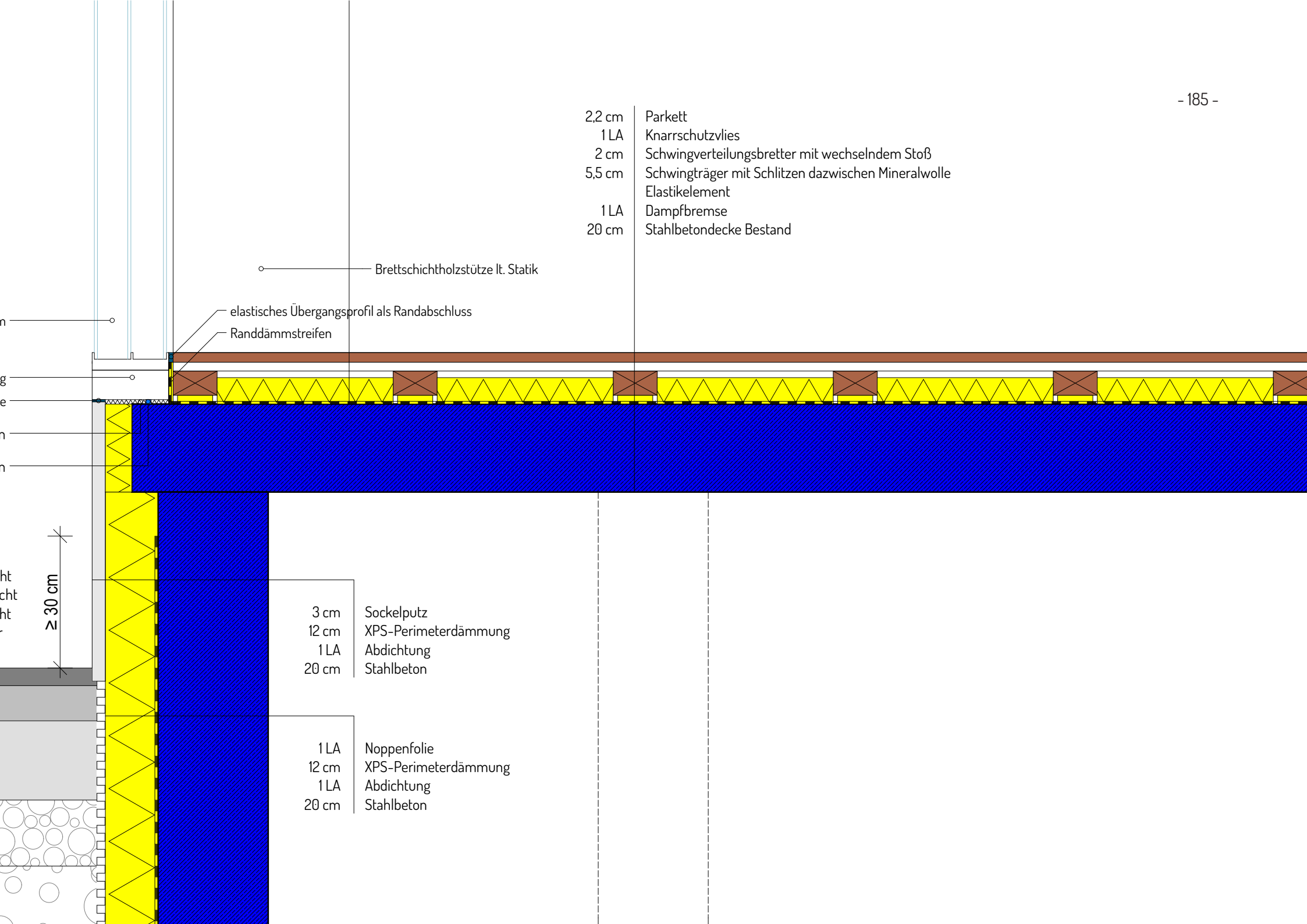
Kork als elastisches Zwischenaufleger

- 2-4 cm Kies
- Abdichtung
- 11-13 cm EPS-Gefälledämmung
- 1 LA Abdichtung
- 20cm LIGNATUR Flächenelement REI60 ausgedämmt mit Akustik Untersicht

- 1 cm Parkett
- 6 cm Heizestrich
- 1 LA PE-Folie
- 4 cm Trittschalldämmplatte
- 3 cm Splittschüttung gebunden
- 1 LA PE-Folie
- 28cm LIGNATUR Flächenelement REI 60 mit 100kg/m2 Kalkschüttung mit Akustik Untersicht

Abb. 111 Profilglasanschluss aus A 03





- 2,2 cm Parkett
- 1 LA Knarrschutzzvlies
- 2 cm Schwingverteilungsbretter mit wechselndem Stoß
- 5,5 cm Schwingträger mit Schlitzten dazwischen Mineralwolle Elastikelement
- 1 LA Dampfbremse
- 20 cm Stahlbetondecke Bestand

Brettschichtholzstütze lt. Statik

elastisches Übergangsprofil als Randabschluss

Randdämmstreifen

- 3 cm Sockelputz
- 12 cm XPS-Perimeterdämmung
- 1 LA Abdichtung
- 20 cm Stahlbeton

- 1 LA Noppenfolie
- 12 cm XPS-Perimeterdämmung
- 1 LA Abdichtung
- 20 cm Stahlbeton

≥ 30 cm

Anschluss an den Bestand

Aufgrund fehlender Informationen zum genauen Wand- und Fußbodenaufbau des Bestands kann ich hier nur Vermutungen anstellen. Die Stärke der Außenwände ist in den Plänen mit 38 Zentimeter vermerkt, die kleinteilige Fassade lässt auf ein Blendmauerwerk schließen. Um Verbesserungen in den Bereichen Schall- und Wärmeschutz zu erreichen, werden die Außenwände und die Randbereiche der Decken mit gedämmten Vorsatzschalen versehen. Die nahezu außenbündigen Fenster werden nicht entfernt, um das Bestandsbild zu erhalten. Innenseitig werden neue Fenster in die Leibung eingebaut, um den Schall- und Wärmeschutz zu erhöhen.

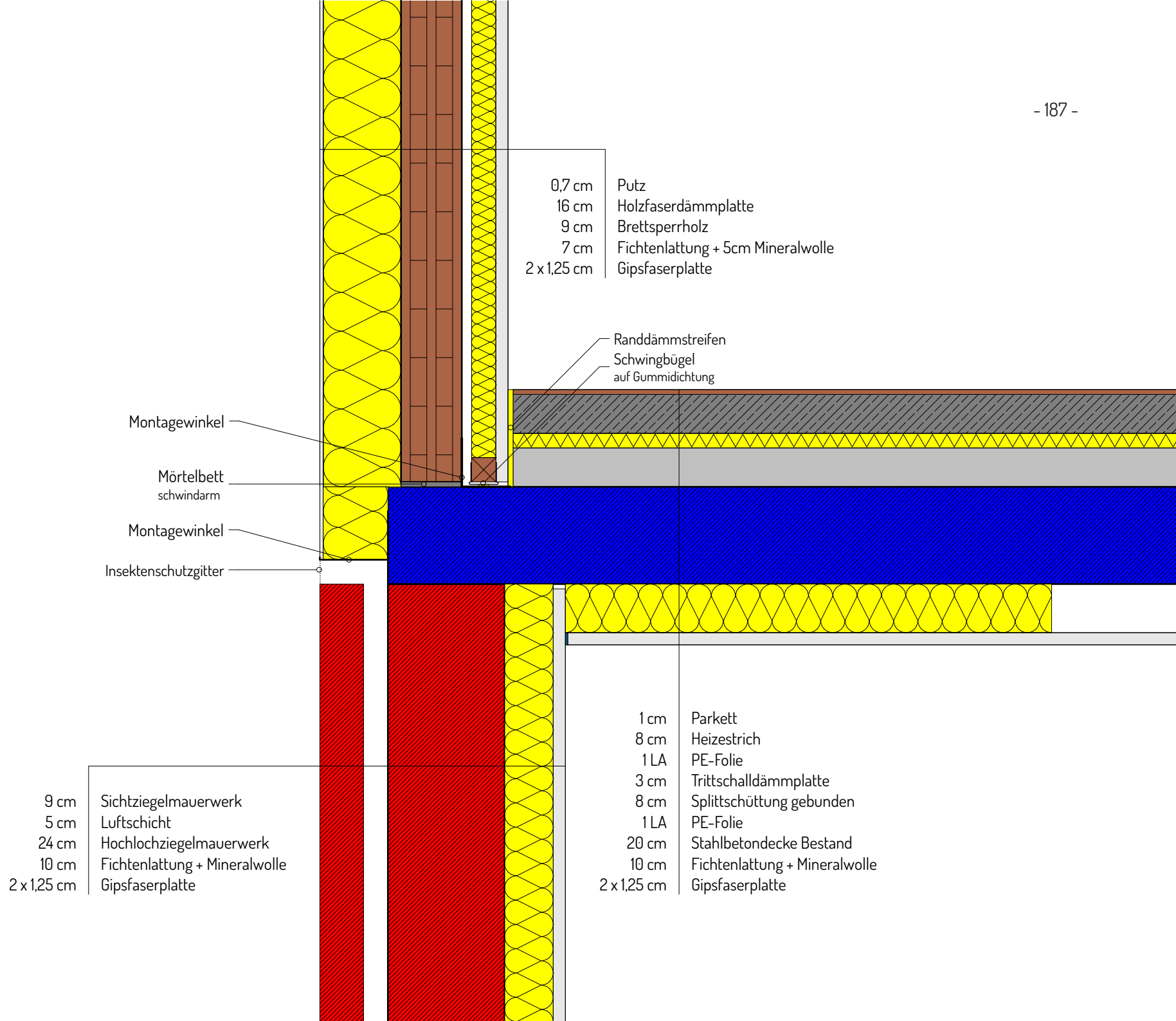
Da das Bauwerk aus den neunzehnfünfziger Jahren stammt, ist es naheliegend, dass die Decken bereits in Stahlbetonbauweise ausgeführt sind. Der Bodenaufbau beschränkte sich in dieser Zeit hauptsächlich auf einen Verbundestrich mit Bodenbelag. [90] Durch die vorhandene Geschosshöhe von 3,84 Metern ist es problemlos möglich, den gesamten Boden-

aufbau abzutragen und durch einen den Regeln der Technik entsprechenden neuen zu ersetzen. Das Verlegen einer Trittschalldämmung und die schwimmende Ausführung des Estrichs ermöglichen signifikante Verbesserungen für den Schallschutz. Im gesamten Gebäude wird eine Fußbodenheizung verlegt, die bestehenden, veralteten Heizkörper werden entfernt und die Nischen im Bereich der Fenster zusätzlich gedämmt, um Wärmebrücken zu vermeiden. Die Untersicht der Kellerdecke erhält ebenfalls eine Dämmung, um Wärmeverluste in den ungeheizten Keller zu vermeiden.

[90] Vgl. Nachkriegsbauten der 50er Jahre

Abb. 112 Anschluss an Bestand aus A 05



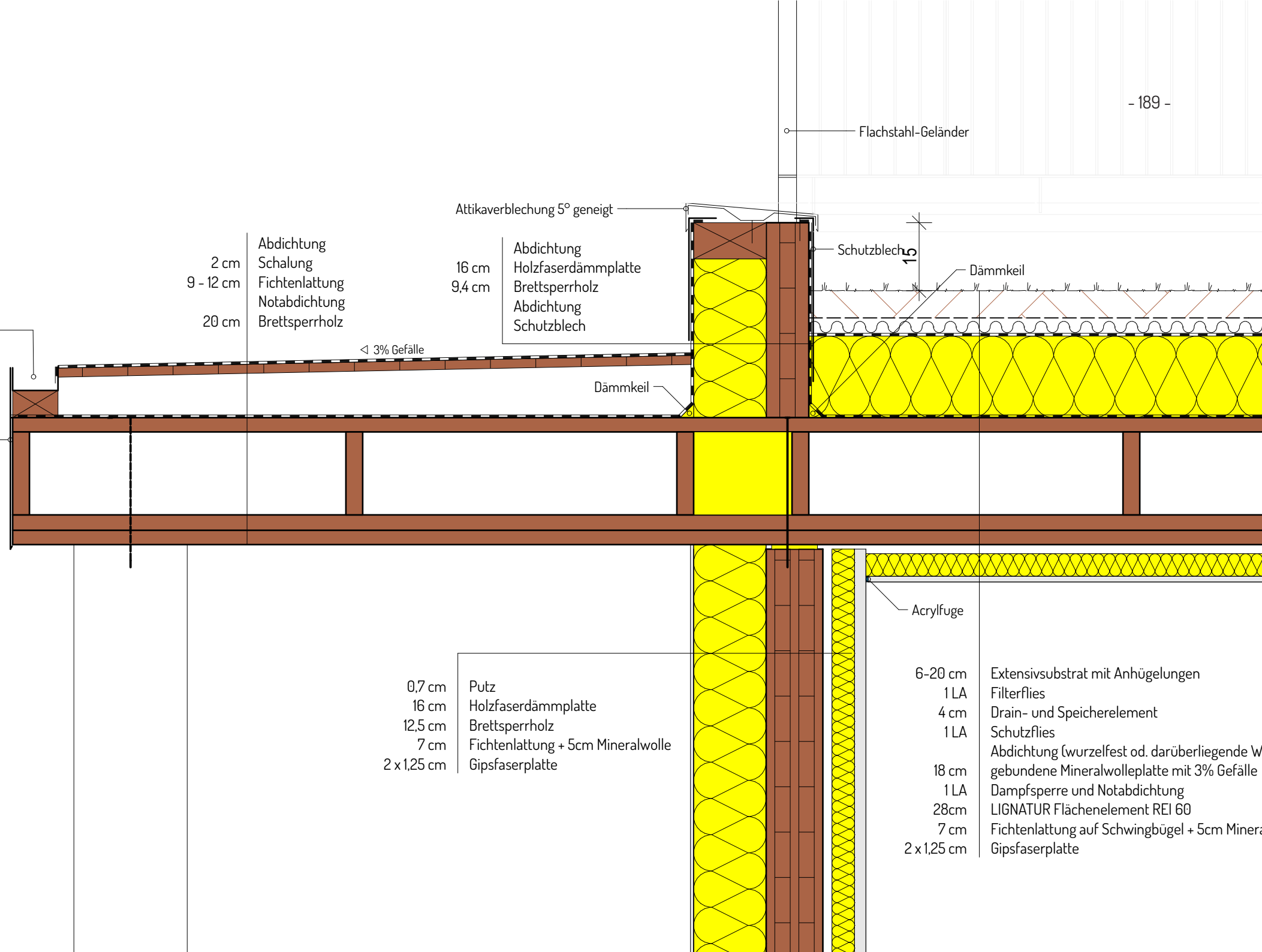


Abdeckblech

Abdeckblech

Abb. 113 Dachanschluss aus A Ø5





Brettschichtholzstütze lt. Statik

Flachstahl-Geländer

Stützenschuh

Kastenrinne
2% Gefälle

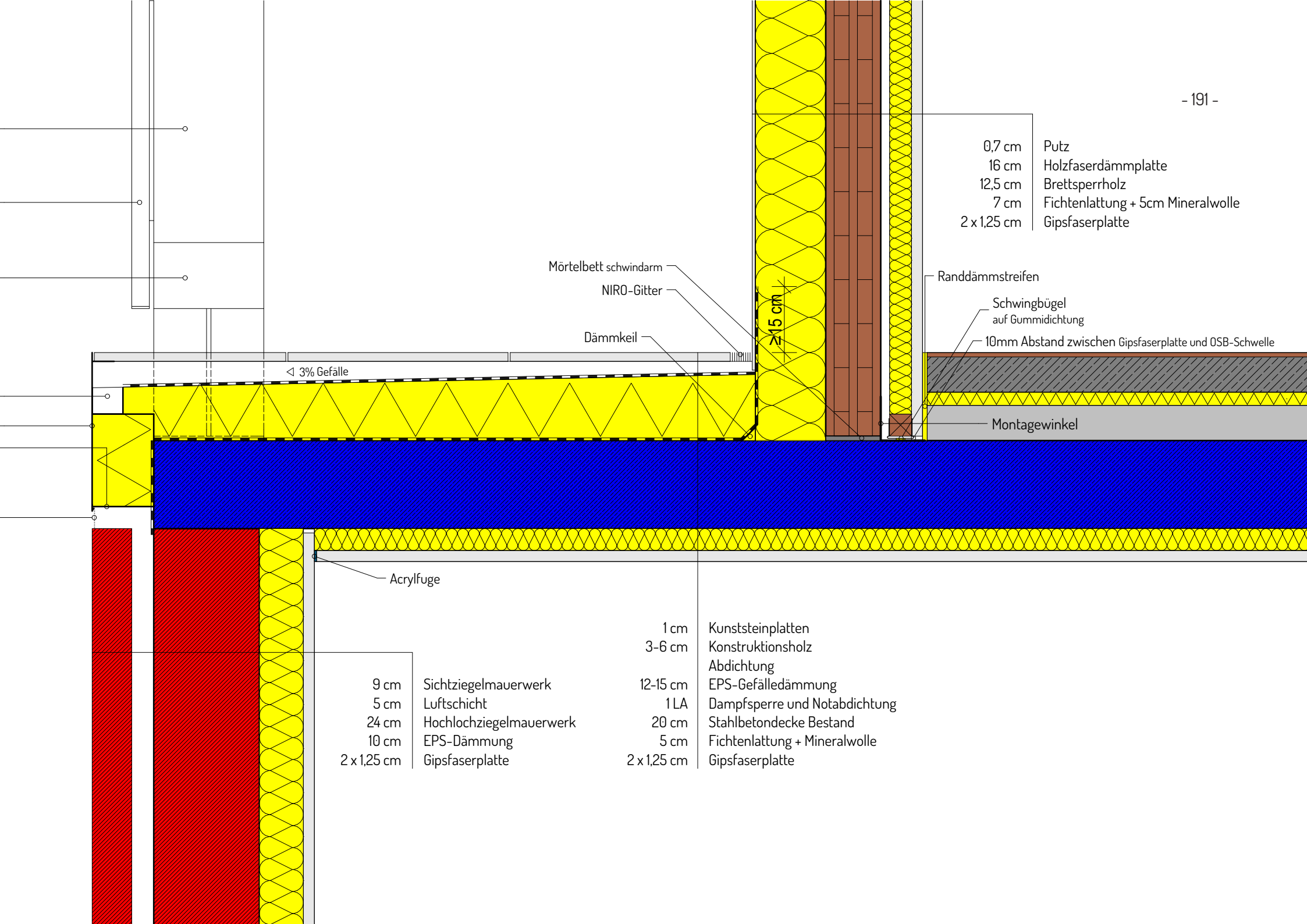
Verblechung

Montagewinkel

Insektenschutzgitter

Abb. 114 Anschluss an Bestand aus A 05





- 0,7 cm Putz
- 16 cm Holzfaserdämmplatte
- 12,5 cm Brettsperrholz
- 7 cm Fichtenlattung + 5cm Mineralwolle
- 2 x 1,25 cm Gipsfaserplatte

Mörtelbett schwindarm
NIRO-Gitter
Dämmkeil

Randdämmstreifen
Schwingbügel auf Gummidichtung
10mm Abstand zwischen Gipsfaserplatte und OSB-Schwelle

3% Gefälle

≥15 cm

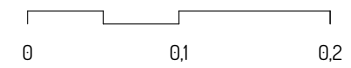
Montagewinkel

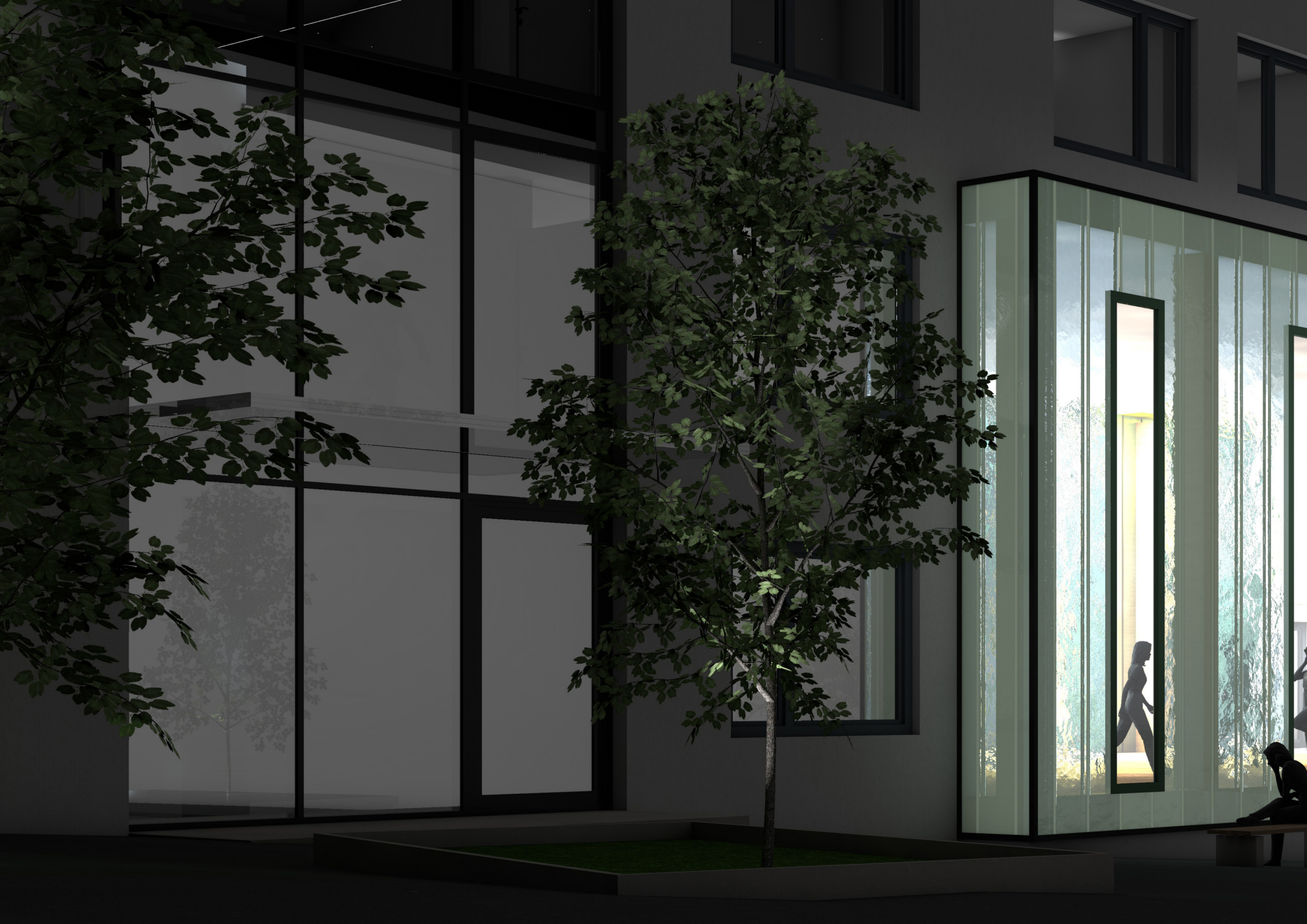
Acrylfuge

- 9 cm Sichtziegelmauerwerk
- 5 cm Luftschicht
- 24 cm Hochlochziegelmauerwerk
- 10 cm EPS-Dämmung
- 2 x 1,25 cm Gipsfaserplatte

- 1 cm Kunststeinplatten
- 3-6 cm Konstruktionsholz
- Abdichtung
- 12-15 cm EPS-Gefälledämmung
- 1 LA Dampfsperre und Notabdichtung
- 20 cm Stahlbetondecke Bestand
- 5 cm Fichtenlattung + Mineralwolle
- 2 x 1,25 cm Gipsfaserplatte

Abb. 115 Hebe-Schiebetür Loggia aus A 04







04. QUELL- UND ABBILDUNGSVERZEICHNIS

04.1 Quellenverzeichnis

Selbstständige Publikationen

Cheret, Peter (Hg.)/Schwaner, Kurt (Hg.)/Seidel, Arnim (Hg.): Handbuch und Planungshilfe, Urbaner Holzbau, Berlin 2014

Duwendag, Klaus: Die Aachener Wohnsiedlungsgebiete seit dem zweiten Weltkrieg, Ihre Entwicklung im Rahmen des Siedlungsplans des Landes Nordrhein-Westfalen und des Bundes, Diss., Aachen 1985

Kammeringer, Ewald/Kraler, Anton/proholz (Hg.)/holzcluster Tirol (Hg.)/Holzbaulehrstuhl Universität Innsbruck (Hg.): Schallschutz und Luftdichtheit im mehrgeschossigen Holzwohnbau. Ergebnisse zum Wohnbauforschungsprojekt „Schützenstraße 57, Innsbruck“, Innsbruck 2008

Lachner, Carl: Geschichte der Holzbaukunst in Deutschland, Hannover 1983
Vereinigung der beiden Bücher >Geschichte der Holzbaukunst in Deutschland, ein Versuch, Leipzig 1885< und
>Der Norddeutsche Holzbau, in seiner historischen Entwicklung, Leipzig 1885<

Lejeune, Jean: Land ohne Grenze, Aachen/Lüttich/Maastricht, Brüssel 1960

Lennartz, Marc Wilhelm/Jacob-Freitag, Susanne: Neues Bauen mit Holz, Typen und Konstruktionen, Basel 2016

Teibinger, Martin/Matzinger, Irmgard/Holzforschung Austria (Hg.): Planungsbroschüre Bauen mit Brettspertholz im Geschossbau. Fokus Bauphysik, Wien 2013

Teibinger, Martin/Bachinger, Julia/Holzforschung Austria (Hg.): Planungsbroschüre Flachgeneigte Dächer aus Holz. Auszug: Nachweisfreie Konstruktionen für Objekte mit geringer Feuchtelast, Wien 2015

Aufsätze

Architekturagentur: Nachhaltige Architektur. Wohngebäude in Hamburg, in: Detail Green (2014), 1, 22-29

BauNetz Media GmbH: Nachkriegsbauten der 50er Jahre. Berlin, abgerufen am 18.03.2016, http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Altbaumodernisierung_Nachkriegsbauten-der-50er-Jahre_148204.html

Grieß, Andreas: Deutsche brauchen immer mehr Platz, in: Spiegel Online (2015),
abgerufen am 24.03.2016, <http://www.spiegel.de/wirtschaft/service/wohnungen-in-deutschland-so-viel-platz-brauchen-die-deutschen-a-1048708.html>

IBA-Hamburg: Woodcube – IBA Hamburg (17.04.2013),
abgerufen am 24.04.2016, <https://www.competitiononline.com/de/projekte/49656>

KLKH Massivholz GmbH (Hg.): Bauteilkatalog Konstruktion, o.O. 2012,
abgerufen am 03.12.2015 http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Nachhaltigkeit/PEFC_Zertifizierung/EN/Konstruktion_dt.pdf

KLKH Massivholz GmbH (Hg.): Vorbemessungstabellen, o.O. 2012,
abgerufen am 03.12.2015 http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Nachhaltigkeit/PEFC_Zertifizierung/EN/Vorbemessungstabellen_dt.pdf

LIGNATUR AG (26.01.2016): LIGNATUR Montageanleitung,
abgerufen am 15.03.2016 <http://www.lignatur.ch/fileadmin/ablage/downloads/montage/montageanleitung.pdf>

LIGNATUR AG : LIGNATUR Workbook,
abgerufen am 15.03.2016 <http://www.lignatur.ch/fileadmin/ablage/downloads/workbook-de/index.html>

Nippon Sheet Glass Co: Pilkington Profilit™ Systeme „eins in 2“ und „2 plus eins“, 2016,
abgerufen am 14.04.2016 <http://www.pilkington.com/europe/germany/german/products/bp/bybenefit/glasssystems/profilit/technicalinformation/default.htm>

Österreichischen Instituts für Bautechnik: Richtlinien des Österreichischen Instituts für Bautechnik. OIB-Richtlinie 2 Brandschutz, 2015,
abgerufen am 12.01.2016 <https://www.oib.or.at/oib-richtlinien/richtlinien/2015>

Rheinische Verlagsgesellschaft mbH Köln-Deutz (Hg.): Die Stadt baut eine Mädchen-Mittelschule. Im Schutt fand man ein Stück einer römischen Wasserleitung, in: Aachener Zeitung. Tageszeitung für Aachen und Umgebung, 08.05.1951, Jahrgang 103, Nr. 105

Ringhofer, Andreas/Schickhofer, Gerhard: B Erdbebennormung in Europa und deren nationale Auslegungen, in: Institut für Holzbau und Holztechnologie/holz.bau for-
schungs gmbh/Fachverband der Holzindustrie Österreichs: 9. Grazer Holzbau-Fachtagung. Außergewöhnliche Einwirkung – Erdbeben – im Holzbau, Graz 2011, B1-B26

Stadt Aachen: Statistisches Jahrbuch 2012/13. Bevölkerungszahlen, Arbeitsmarktdaten und vieles mehr, Aachen 2015,
abgerufen am 23.05.2016, http://www.aachen.de/de/stadt_buerger/pdfs_stadtbuerger/pdf_statistik/statistisches_jahrbuch2012_2013.pdf

Stadt Aachen: Gesamtstädtisches Klimagutachten Aachen. Kurzfassung und Bürgerinformation. Aachen Juni 2011, abgerufen am 14.04.2016, http://www.aachen.de/DE/stadt_buerger/pdfs_stadtbuerger/pdf_umwelt/klimagutachten2.pdf

Stadt Aachen: Archiv. Aachen, abgerufen am 10.02.2016
http://www.archaeologie-aachen.de/DE/Archiv/Fundstuecke_chronologisch/index.html

Stadt Aachen: Tourismus. Aachen, abgerufen am 11.02.2016
http://www.aachen.de/DE/tourismus_stadtinfo/10_rund_um_aachen/20_aachen_historie/index.html

StädteRegion Aachen: Die StädteRegion. Aachen 2009, abgerufen am 11.02.2016
http://www.staedteregion-aachen.de/wps/portal/internet/home/staedteregion/lut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os_gADxNHQ09_A0sLYzdHA08LC7cA70BTI2dvM_lwkA6cKkwMTCDyBjiAo4F-cEqqp9Hfm6qkfF2dpqjo6liANFR2pMl/dl3/d3/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/

Statistisches Bundesamt: Gebiet und Bevölkerung am 31.12.2014 auf Grundlage des Zensus 2011. Wiesbaden 2015, abgerufen am 11.02.2016
http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de_jb01_jahrtabl.asp

Statistisches Bundesamt: Großstädte in Deutschland nach Bevölkerung am 31.12.2014 auf Grundlage des Zensus 2011 und früherer Zählungen. Wiesbaden 2013, abgerufen am 11.02.2016
http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de_jb01_jahrtabl.asp

Stichting Euregio Maas-Rhein: Euregio MR. Eupen, abgerufen am 11.02.2016
<http://www.euregio-mr.com/de/euregiomr>

Thoma Holz GmbH: Wie funktioniert es?, abgerufen am 22.03.2016 <http://www.thoma.at/argumente>

Wettbewerbsunterlagen

Bund Deutscher Architekten und Ingenieure/Landesbausparkasse: 17. BDB/LBS-Studentenwettbewerb 2014/2015. Von der Schule zum innovativen Wohnquartier Nachnutzung eines zentralen Gebäudeensembles in Aachen, Münster und Düsseldorf August 2014

04.2 Abbildungsverzeichnis

Alle Abbildungen, soweit nicht extra im Abbildungsverzeichnis angeführt, wurden vom Verfasser dieser Arbeit erstellt.

Abb. 01 Gerüst eines Fachwerkhauses aus dem 15. Jahrhundert
Lachner, Carl: Geschichte der Holzbaukunst in Deutschland, Hannover 1983, S.3

Abb. 02 Elefantenhaus Zürcher Zoo
abgerufen am 31.03.2016, <http://cdn2.world-architects.com/files/projects/45697/images/Elefantenhaus05.jpg>

Abb. 03 Plakat Christoph & Unmack AG
Archiv Waggonbau Niesky – Museum Niesky/Konrad-Wachsmann-Haus, Holzbauten in alle Länder, Firmenprospekt Christoph & Unmack AG, Niesky/OL, 1938

Abb. 04 Vorfertigung und Aufbau der Häuser in der Werkshalle
Lennartz, Marc Wilhelm/Jacob-Freitag, Susanne: Neues Bauen mit Holz, Typen und Konstruktionen, Basel 2016, S.8

Abb. 05 Firmengelände in Niesky
Lennartz, Marc Wilhelm/Jacob-Freitag, Susanne: Neues Bauen mit Holz, Typen und Konstruktionen, Basel 2016, S.11

Abb. 06 Kräfteableitung im Holzrahmenbau
Cheret, Peter (Hg.)/Schwaner, Kurt (Hg.)/Seidel, Arnim (Hg.): Handbuch und Planungshilfe, Urbaner Holzbau, Berlin 2014, S.117

Abb. 07 Vorfertigung einer Holzrahmen-Wand im Werk
Cheret, Peter (Hg.)/Schwaner, Kurt (Hg.)/Seidel, Arnim (Hg.): Handbuch und Planungshilfe, Urbaner Holzbau, Berlin 2014, S.116

Abb. 08 Ausgedämmte Holzrahmenwand
abgerufen am 23.04.2016, <http://www.zimmerei-schlatter.de/holzrahmenbau.html>

Abb. 09 Höhengleiche Anordnung der Deckenbauteile
Cheret, Peter (Hg.)/Schwaner, Kurt (Hg.)/Seidel, Arnim (Hg.): Handbuch und Planungshilfe, Urbaner Holzbau, Berlin 2014, S.120

Abb. 10 Knotenpunkt im Skelettbau
Cheret, Peter (Hg.)/Schwaner, Kurt (Hg.)/Seidel, Arnim (Hg.): Handbuch und Planungshilfe, Urbaner Holzbau, Berlin 2014, S.120

Abb. 11 Montage Deckenelement (Dorne in Stützenköpfen)

Cheret, Peter (Hg.)/Schwaner, Kurt (Hg.)/Seidel, Arnim (Hg.): Handbuch und Planungshilfe, Urbaner Holzbau, Berlin 2014, S.121

Abb. 12 Montage einer Wand im TopWall-System

Cheret, Peter (Hg.)/Schwaner, Kurt (Hg.)/Seidel, Arnim (Hg.): Handbuch und Planungshilfe, Urbaner Holzbau, Berlin 2014, S.119

Abb. 13 LIGNATUR-Elemente Standard | Brandschutz | Akustik | Wärmeschutz

abgerufen am 23.04.2016, <http://www.lignatur.ch/home/>

Abb. 14 Brettstapelholz-Element

Cheret, Peter (Hg.)/Schwaner, Kurt (Hg.)/Seidel, Arnim (Hg.): Handbuch und Planungshilfe, Urbaner Holzbau, Berlin 2014, S.125

Abb. 15 Brettstapelholzwand

abgerufen am 24.04.2016, <https://www.competitionline.com/de/projekte/14956/per/post/27688>

Abb. 16 Brettsperrholz

abgerufen am 24.04.2016, https://www.zueblin-timber.com/databases/internet/_public/content.nsf/web/DE-ZUEBLINHOLZ.DE-brettsperrholz.html

Abb. 17 Brettsperrholzsichtoberflächen in einem Kindergarten in Augsburg

abgerufen am 24.04.2016, <http://www.klh.at/projekte/bildungsbauten/kindergarten-in-augsburg.html#&panell=8>

Abb. 18 Errichtung eines Gebäudes in Hybridbauweise mit Brettsperrholz

abgerufen am 24.04.2016, <http://www.binderholz.com/basisprodukte/brettsperrholz-bbs/>

Abb. 19 Errichtung eines Gebäudes in Zellenbauweise

Cheret, Peter (Hg.)/Schwaner, Kurt (Hg.)/Seidel, Arnim (Hg.): Handbuch und Planungshilfe, Urbaner Holzbau, Berlin 2014, S.129

Abb. 20 Innenansicht einer Raumzelle

Cheret, Peter (Hg.)/Schwaner, Kurt (Hg.)/Seidel, Arnim (Hg.): Handbuch und Planungshilfe, Urbaner Holzbau, Berlin 2014, S.129

Abb. 21 Holz-Beton-Verbunddecke

abgerufen am 24.04.2016, http://www.bauhandwerk.de/artikel/bhw_Mit_System-Holzbau_hoch_hinaus_Achgeschossiges_Hochhaus_in_Holz_1477236.html

Abb. 22 OSB-Platten mit verklebten Stößen als dampfsperrende Schicht
abgerufen am 24.04.2016, http://www.holzbau-oeko-co.de/unsere_leistungen/holzrahmenbau_berlin_brandenburg/index.html

Abb. 23 LIGNATUR-Elemente Schallschutz
abgerufen am 23.04.2016, <http://www.lignatur.ch/home/>

Abb. 24 Nagelverbindung mit plastischer Verformung
abgerufen am 23.04.2016, <http://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-4-der-zeitgenoessische-holzbau/erdbebensicherheit-im-holzbau/>

Abb. 25
abgerufen am 23.04.2016, <http://www.kadenundlager.de/projekte/e3/>

Abb. 26
Cheret, Peter (Hg.)/Schwaner, Kurt (Hg.)/Seidel, Arnim (Hg.): Handbuch und Planungshilfe, Urbaner Holzbau, Berlin 2014, S.183

Abb. 27
abgerufen am 23.04.2016, <http://www.kadenundlager.de/projekte/e3/>

Abb. 28
abgerufen am 23.04.2016, <http://www.kadenundlager.de/projekte/e3/>

Abb. 29
abgerufen am 23.04.2016, <http://www.proholz.at/zuschnitt/33/lueckenfueller-mit-distanz/>

Abb. 30
abgerufen am 23.04.2016, <http://www.kadenundlager.de/projekte/e3/>

Abb. 31
abgerufen am 23.04.2016, <http://www.kadenundlager.de/projekte/e3/>

Abb. 32
abgerufen am 23.04.2016, <http://www.kadenundlager.de/projekte/e3/>

Abb. 33
abgerufen am 23.04.2016, <http://deepgreen-development.com>

Abb. 34
Architekturagentur: Nachhaltige Architektur. Wohngebäude in Hamburg, in: Detail Green (2014), 1, 22-29, S.29

Abb. 35
abgerufen am 23.04.2016, <http://deepgreen-development.com>

Abb. 36
abgerufen am 23.04.2016, <http://deepgreen-development.com>

Abb. 37
abgerufen am 23.04.2016, <http://deepgreen-development.com>

Abb. 38
abgerufen am 23.04.2016, <http://deepgreen-development.com>

Abb. 39
blauraum (2016), Fotografie: Martin Lukas Kim und Dominik Reipka

Abb. 40
Cheret, Peter (Hg.)/Schwaner, Kurt (Hg.)/Seidel, Arnim (Hg.): Handbuch und Planungshilfe, Urbaner Holzbau, Berlin 2014, S.211

Abb. 41
blauraum (2016), Fotografie: Martin Lukas Kim und Dominik Reipka

Abb. 42
blauraum (2016), Fotografie: Martin Lukas Kim und Dominik Reipka

Abb. 43
blauraum (2016), Fotografie: Martin Lukas Kim und Dominik Reipka

Abb. 44
blauraum (2016), Fotografie: Martin Lukas Kim und Dominik Reipka

Abb. 45
blauraum (2016), Fotografie: Martin Lukas Kim und Dominik Reipka

Abb. 46 Lage von Aachen im Bundesland Nordrhein-Westfalen in Deutschland
abgerufen am 08.01.2014, <https://de.wikipedia.org/wiki/Deutschland#/media/File:BRD.png>

Abb. 47 Karte der StädteRegion Aachen
abgerufen am 08.01.2014, https://de.wikipedia.org/wiki/Städtereion_Aachen

Abb. 48 Karte der EUREGIO Maas-Rhein
abgerufen am 08.01.2014, <http://www.euregio-mr.com/de/partnerregionen/deutschsprachige-gemeinschaft>

Abb. 49 Stadtansicht Aachen 17. Jahrhundert. Kupferstich von Matthäus Merian
abgerufen am 24.04.2016, <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/Aachen-Kupferstich-Merian.png>

Abb. 50 Rathaus Aachen 1647. Kupferstich von Matthäus Merian
abgerufen am 24.04.2016, https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_Stadt_Aachen#/media/File:AachenRathausStich.jpg

Abb. 51 Baderaum im Aachener Kaiserbad 1682.
Spiegelbild eines Kupferstichs von Jan Luyken. Lejeune, Jean: Land ohne Grenze, Aachen/Lüttich/Maastricht, Brüssel 1960, S.53

Abb. 52 Elisenbrunnen zu Aachen um 1860. Aquatinta von Foppert.
Lejeune, Jean: Land ohne Grenze, Aachen/Lüttich/Maastricht, Brüssel 1960, Abb.70

Abb. 53 Bauplatz im Jahr 1951
Die Stadt baut eine Mädchen-Mittelschule, in: Aachener Zeitung. Tageszeitung für Aachen und Umgebung, 08.05.1951, Jahrgang 103, Nr. 105

Abb. 54 rechts: Übersichtsplan Grundstück
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Lageplan-Übersichtsplan erstellt von Architekt Klaus Steenebrüggen

Abb. 55 rechts: Stadtviertel rund um das Grundstück
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen

Abb. 56 Hauptfassade Franzstraße
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Fotografie (2014)

Abb. 57 Hauptstiegenhaus
Fotografie des Verfassers (2014)

Abb. 58
Fotografie des Verfassers (2014)

Abb. 59 Block Karmeliterstraße straßenseitig
Fotografie des Verfassers (2014)

Abb. 60 Block Karmeliterstraße straßenseitig
Fotografie des Verfassers (2014)

Abb. 61 Block Franzstraße hofseitig und Turnsaal
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Fotografie (2014)

Abb. 62 Block Franzstraße hofseitig und Container-Pavillon
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Fotografie (2014)

Abb. 63 Block Karmeliterstraße hofseitig und Container-Pavillon
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Fotografie (2014)

Abb. 64 Innenhof
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Fotografie (2014)

Abb. 65 2. Untergeschoss
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Grundriss erstellt von Stadt Aachen Gebäudemanagement (2013)

Abb. 66 1. Untergeschoss
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Grundriss erstellt von Stadt Aachen Gebäudemanagement (2013)

Abb. 67 Erdgeschoss
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Grundriss erstellt von Stadt Aachen Gebäudemanagement (2013)

Abb. 68 1. Obergeschoss
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Grundriss erstellt von Stadt Aachen Gebäudemanagement (2013)

Abb. 69 2. Obergeschoss
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Grundriss erstellt von Stadt Aachen Gebäudemanagement (2013)

Abb. 70 Ansicht Karmeliterstraße mit Schnitt C-D
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Ansicht erstellt von Architekt Klaus Steenebrüggen (1951)

Abb. 71 Ansicht vom Schulhof
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Ansicht erstellt von Architekt Klaus Steenebrüggen (1951)

Abb. 72 Hofansicht mit Querschnitt Hofflügel
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Ansicht erstellt von Architekt Klaus Steenebrüggen (1951)

Abb. 73 Ansicht Franzstrasse
Auszug aus den Wettbewerbsunterlagen. Ansicht erstellt von Architekt Klaus Steenebrüggen (1951)

Danke.