

# Stein

Teil I : Analyse

Masterarbeit Professur Caminada / BUK  
Matthias Burkhalter

ETH Zürich, D-ARCH  
Herbstsemester 2021-2022

## Index

- 6 Einführung  
Verbundene Körper
- 8 Teil 1: Sinnlichkeit  
Der Körper der Architektur  
Material und Fügen  
Raum und Objekt
- 12 Teil 1: Ort  
Niederdorf  
Häuserblöcke  
Haus  
Raum  
Wand  
Strassen und Gassen
- 34 Teil 3: Material  
Stein  
Gesteinsarten  
Steinbrüche  
Steingrößen und Formen  
Konstruktion und Funktion
- 46 Betrachtungen zum Entwurf

### **Architektur als Körper**

*«Wir sitzen hier drinnen in dieser Scheune, wir haben diese Reihen von Balken, die sind dann wiederum überdeckt [...]. Ich nehme das sinnlich wahr. Und das finde ich das erste und grösste Geheimnis der Architektur, dass sie Dinge aus der Welt, Materialien aus der Welt zusammenführt und diesen Raum macht.*

*Denn für mich ist das wie eine Anatomie. Wirklich, ich nehme Körper fast wörtlich. So wie wir unseren Körper haben mit einer Anatomie und Dingen, die man sieht, und einer Haut usw., so wirkt Architektur auf mich und so versuche ich, sie zu denken. Körperlich, als Masse, als Membran, als Stoff oder Hülle, Tuch, Samt, Seide, alles um mich herum. Der Körper! Nicht die Idee des Körpers – der Körper! Der mich berühren kann.»*

*Peter Zumthor, Atmosphären, ‚Der Körper der Architektur‘.  
S. 21-23*

## Einführung

### Verbundene Körper

Stein für Stein wird ein Haus gebaut. Haus für Haus wird eine Stadt gebaut.

Bauen mit Stein kann als das Fügen von Körpern verstanden werden, welche zusammen ein neues Ganzes formen. Dabei hat jeder Baustein seine eigene Geschichte und erzählt vom Weg seiner Entstehung bis zur Verwendung.

Durch die Dauerhaftigkeit des Materials, kann dieser Weg immer weiter durch die Zeit fortgeführt werden und lässt neue Geschichten entstehen am Ort wo der Stein versetzt wird.

Die Eigenschaft des Körpers innerhalb seines Ganzen versteht sich auch im Städtebau und vor allem in der Altstadt. Dort entwickelte sich mit der Zeit, Haus um Haus, eine gewachsene Struktur.

Es entstand eine grosse Vielfalt an Wohnhäusern, Wirtschaften, Läden und Lagerhallen, jedes mit eigener Baugeschichte, Form und Zweck. Zusammen geknüpft, bilden sie jedoch durch ihre Ähnlichkeiten ein grösseres Ganzes das in sich selbst auch eine eigene Geschichte erzählt.

Weiter entsteht durch das Zusammenführen von dem Ähnlichem aber doch nicht ganz Gleichem auch Unvorgesehenes. Fugen, Spalten, Ecken und Kanten, welche genauso ihr Teil am Ganzen beitragen und durch leichte Willkür spannende und resonierende Momente im Raum entstehen lassen.

Die Verbundenheit zwischen dem Bauen mit Stein und übergeordneten Strukturen der Konstruktion und des Städtebaus wird in dieser Arbeit untersucht.

Durch die Eigenschaften des Materials wird gezeigt wie die Zusammenhänge von Raumplanung, Konstruktion und Architektur ähnlich gelesen werden können und wie durch diese Art der Betrachtung Neues entstehen kann.



Wege und Landschaftsgestaltung auf der Akropolis und dem Filopappou-Hügel, Dimitris Pikionis, (1954–1957), Foto: Hélène Binet

## Teil I: Sinnlichkeit

### Eine Anschauung der Dinge: Material

«Die Arbeiten von Joseph Beuys und einigen Künstlern der Arte-povera-Gruppe haben für mich etwas Aufschlussreiches. Was mich beeindruckt, ist der präzise und sinnliche Einsatz des Materials in diesen Kunstwerken. [...]

In meiner Arbeit versuche ich, die Materialien auf ähnliche Weise einzusetzen. Ich glaube, dass Materialien im Kontext eines architektonischen Objektes poetische Qualitäten annehmen können. Dazu ist es notwendig, im Objekt selbst einen entsprechenden Form- und Sinn- Zusammenhang zu generieren; denn Materialien sind nicht poetisch.

[...] Sinn entsteht dann, wenn es gelingt, im architektonischen Gegenstand spezifische Bedeutungen bestimmter Baumaterialien hervorzubringen, die nur in diesem einen Objekt auf diese Weise spürbar werden.

Wenn wir auf dieses Ziel hinarbeiten, müssen wir uns immer wieder fragen, was ein bestimmtes Material in einem bestimmten architektonischen Zusammenhang bedeuten kann.

Gute Antworten auf diese Frage können sowohl die Art, wie dieses Material für gewöhnlich angewendet wird, als auch seine ihm eigenen sinnlichen und sinnstiftenden Eigenschaften in einem neuen Lichte erscheinen lassen. Gelingt uns dies, können Materialien in der Architektur zum Klingen und Strahlen gebracht werden.»

Peter Zumthor, *Architektur denken*, S. 9

### Eine Anschauung der Dinge: Kunst des Fügens

„Konstruktion ist die Kunst, aus vielen Einzelteilen ein sinnvolles Ganzes zu formen. Gebäude sind Zeugnisse der menschlichen Fähigkeit, konkrete Dinge zu konstruieren. Im Akt des Konstruierens liegt für mich der eigentliche Kern jeder architektonischen Aufgabe. Hier, wo konkrete Materialien gefügt und aufgerichtet werden, wird die erdachte Architektur Teil der realen Welt.

Ich empfinde Respekt für die Kunst des Fügens, für die Fähigkeiten der Konstrukteure, der Handwerker und Ingenieure. Das Wissen der Menschen über die Herstellung von Dingen, das in ihrem Können enthalten ist, beeindruckt mich. Ich versuche darum, Bauten zu entwerfen, die diesem Wissen gerecht werden und die es auch wert sind, dieses Können herauszufordern.“

Peter Zumthor, *Architektur denken*, S. 11



Köln, Kolumba Kunstmuseum, Peter Zumthor, 1997-2007

## Teil I: Sinnliches

### Raum und Objekt

«Man kann also Architektur auf zwei grundsätzlich verschiedene Arten wahrnehmen - entweder als Raum oder als Objekt.

Auch wenn sich diese zwei Wahrnehmungsarten oft vermischen, kann man sie bewusst auseinanderhalten und die eine oder die andere ebenso bewusst anwenden. Doch welche von ihnen in einer Situation von selbst zum Tragen kommt oder dominierend wird, hängt von der jeweiligen Situation ab.

Mit der Wahrnehmungsart korreliert dann einiges in unserem Verhalten gegenüber dem Betrachtungsgegenstand und schliesslich auch die Art der Ansprüche, die wir an Architektur stellen.

Ein alleinstehendes Bauwerk werden wir vor allem deshalb als Objekt wahrnehmen, weil wir es in seiner Kompaktheit als abgeschlossenes Ganzes erfassen können. In der Folge werden wir es wohl mit Konsequenz objektorientiert betrachten.

Wir lassen unsere Sinne entlang seiner Oberfläche gleiten und nach jeder Gelegenheit suchen, in die Tiefe vorzustossen, denn an einem Objekt interessiert uns nicht nur die äussere Form, sondern auch die innere Struktur, das Material, die Tektonik.

Ein Objekt ist sogleich ein Objekt unseres Interesses; über ein Objekt wollen wir möglichst alles erfahren.

Vielleicht verspüren wir sogar eine Enttäuschung, daß wir die Materie des Objekts nie von ihrem Innern aus sehen können, daß wir, wie tief auch immer wir in die mikroskopischen Bereiche der Materie vordringen, immer nur mit einer Art Außenfläche in Kontakt kommen.

*Indem wir uns das bewußt machen, erscheint uns die Beschaffenheit und die Gestaltung aller vorhandenen Flächen als wesentlich, jede Gliederung als eine willkommene Informationsquelle. Dieses Gefühl könnte auch als Sehnsucht nach Plastizität beschrieben werden. [...]*»

[Jan Tumlowsky, Die Poetik eines Mauervorsprungs, Raum und Objekt: Über die Kante des Mauervorsprungs, S. 99-100]



Eckpfeiler aus verschiedensten Steinarten, Storchengasse Zürich, Architekt unbekannt

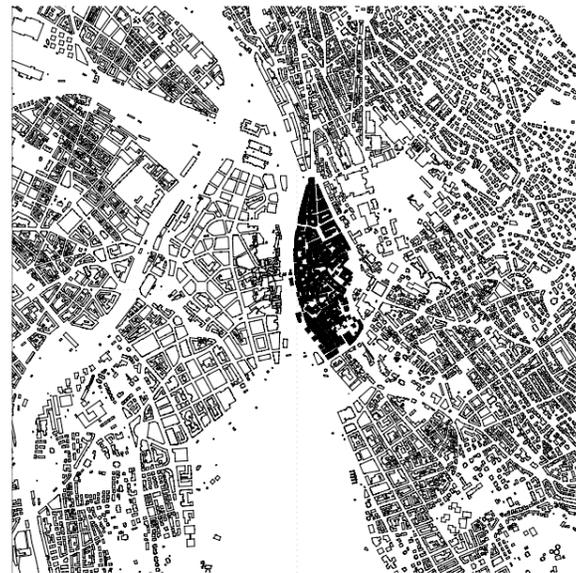
## Teil II: Ort

### Das Niederdorf

Rein Morphologisch, im Kontext von Zürich, scheint die Altstadt ein eigener, unabhängiger Körper zu bilden.

Kein anderer Teil der Stadt ist so dicht zugebaut und doch so lebendig. Die Häuser, Gassen und Plätze lassen die Geschichte des Ortes erahnen, es entstehen Momente der Neugierde, Sehnsucht und Überraschung.

Durch die Jahrhunderte entstand hier eine gewaschene Struktur die mit jedem Blockrand, jedem Haus und jedem Pflasterstein die Geschichte von Zürich weiterträgt und selbst als ein eigener Körper im Stadtbild wirkt.



Karte und Schwarzplan von Zürich



Luftaufnahme vom Niederdorf, Walter Mittelholzer, 1929,  
ETH-Bibliothek Zürich

### Die Häuserblöcke

Wasser, Topografie und bestehende Strassen bilden die Hauptadern der entstandenen Struktur. Haus für Haus wächst die Stadt mit der Zeit entlang diesen gegebenen Linien.

Durch das Bauen neuer Häuser schliessen sich fragmentierte Blöcke und verbinden sich miteinander. Es entstehen eigenständige Körper die selbstständig auf ihre Umgebung wirken. Die Gassen und Plätze reagieren auf die Gebaute Struktur. Zwischenräume rücken näher zusammen, die Stadt verdichtet sich.

Jedes Haus steht in Verbindung mit seinem Nachbarn und passt sich so den verschiedenen Situationen an. Es lässt ein neues grösseres Ganzes entstehen. Das einzelne Objekt verschwindet im Blockrand doch es bleibt ein eigenständiger Baustein in der Entwicklung des Ganzen.

« Die Häuser einer Straße werden wir in erster Näherung als Raumbegrenzung wahrnehmen, als ein Kontinuum, das der Länge nach selbst gleichsam unbegrenzt ist, zumal seine seitlichen Konturen entweder außerhalb der Perspektive oder nahe des Fluchtpunkts liegen. Doch wenn wir die Fassaden einzeln betrachten, dann werden wir dies gewissermaßen unter dem Objekt-Aspekt tun.»

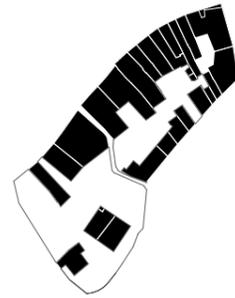
Jan Tumulsky, Die Poetik eines Mauervorsprungs

Schwarzplan Niederdorf mit eingezeichneten Häusern,  
Stand 2021

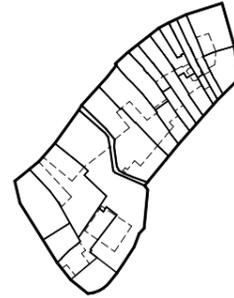


## Die Häuserblöcke

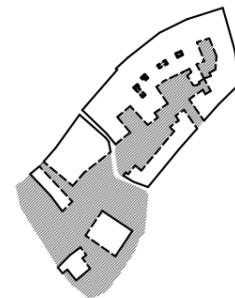
### Neumarkt - Obmannsamt



Total fläche: 7'453 m<sup>2</sup>  
 Offene fläche: 3'693 m<sup>2</sup>  
 Bebaute fläche: 3'760 m<sup>2</sup>  
 Dichte: 50 %



Parzellen 22



Fassadenabwicklung total: 814 m'  
 Fassadenab. zu Strasse/Platz: 385 m'  
 Fassadenab. zu Garten/Hof: 429 m'



Anzahl Gebäude: 23  
 Anzahl Geschosse: 2 - 5

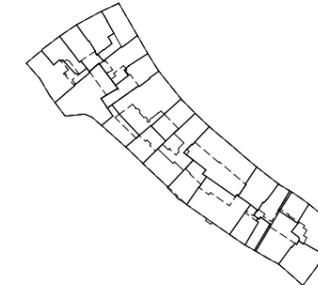


Durschnittliche Gebäudegrösse: 163 m<sup>2</sup>  
 Fassadenabwicklung zu Garten/Hof: 18 m'  
 Fassadenabwicklung zur Strasse: 14 m'

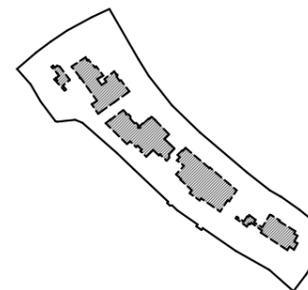
### Untere Zäune - Obere Zäune



Total fläche: 6'573 m<sup>2</sup>  
 Offene fläche: 1'415 m<sup>2</sup>  
 Bebaute fläche: 5'158 m<sup>2</sup>  
 Dichte: 78 %



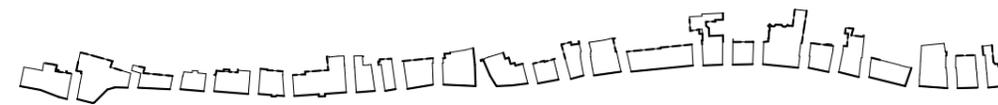
Parzellen 27



Fassadenabwicklung total: 894 m'  
 Fassadenab. zu Strasse/Platz: 428 m'  
 Fassadenab. zu Garten/Hof: 466 m'



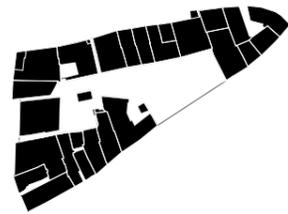
Anzahl Gebäude: 25  
 Anzahl Geschosse: 4 - 7



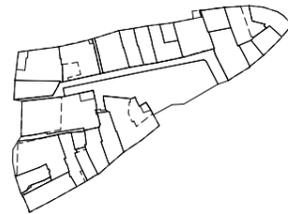
Durschnittliche Gebäudegrösse: 205 m<sup>2</sup>  
 Fassadenabwicklung zu Garten/Hof: 13 m'  
 Fassadenabwicklung zur Strasse: 15 m'

**Die Häuserblöcke**

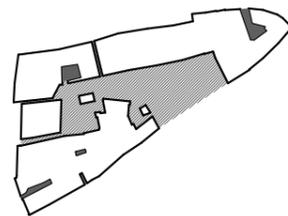
**Rindermarkt - Leuenplatz**



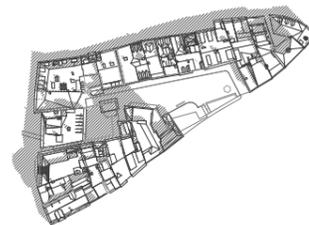
Total fläche: 6'926 m<sup>2</sup>  
 Offene fläche: 2'120 m<sup>2</sup>  
 Bebaute fläche: 4'806 m<sup>2</sup>  
 Dichte: 69 %



Parzellen 34



Fassadenabwicklung total: 825 m'  
 Fassadenab. zu Strasse/Platz: 700 m'  
 Fassadenab. zu Garten/Hof: 125 m'



Anzahl Gebäude: 26  
 Anzahl Geschosse: 2 - 5



Durschnittliche Gebäudegrösse: 177 m<sup>2</sup>  
 Fassadenabwicklung zu Garten/Hof: 12 m'  
 Fassadenabwicklung zur Strasse/Platz: 19 m'

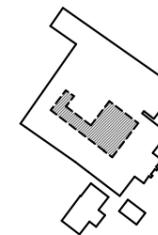
**Obergericht**



Total fläche: 4'070 m<sup>2</sup>  
 Offene fläche: 535 m<sup>2</sup>  
 Bebaute fläche: 3'535 m<sup>2</sup>  
 Dichte: 87 %



Parzellen 3



Fassadenabwicklung total: 517 m'  
 Fassadenab. zu Strasse/Platz: 377 m'  
 Fassadenab. zu Garten/Hof: 140 m'



Anzahl Gebäude: 6  
 Anzahl Geschosse: 5



Durschnittliche Gebäudegrösse: 589 m<sup>2</sup>  
 Fassadenabwicklung zu Garten/Hof: 23 m'  
 Fassadenabwicklung zur Strasse/Platz: 63 m'

## Das Haus

### Das Haus zum Rech

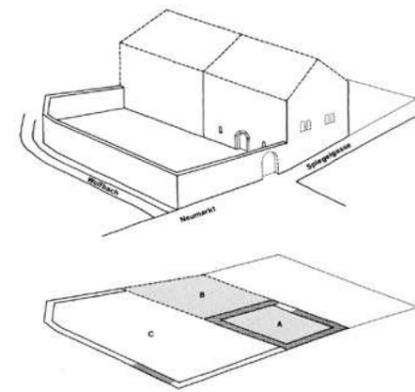
Ähnlich wie bei den Randblöcken, entstanden auch die Häuser selbst durch das Weiterbauen von Körpern die sich mit der Zeit zu einem ganzen Gefüge geformt haben.

Ein Beispiel dafür ist das Haus zum Rech am Neumarkt. Die ältesten Wände wurden auf das 12. Jahrhundert datiert. Das damalige romanische Wohnhaus bestand aus einem einfachen Wohnkörper aus Stein, auf zwei Geschossen. Doch mit der Zeit wuchs es zu einem Wohnblock mit bis zu fünf Geschossen, einem Innenhof und ein grosser Saal.

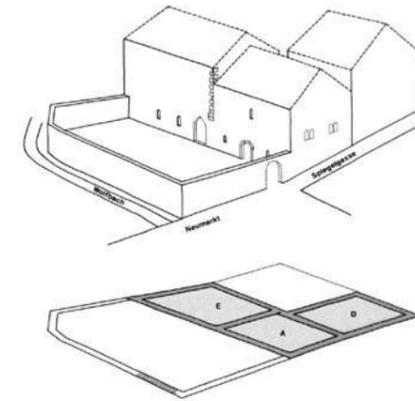
Der Bestand wurde mehrmals erweitert und die neuen Baukörper mit den bisherigen Verbunden und Weitergefügt. Es entstehen spannende Momente in denen Aussenräume und -Wände plötzlich in den Innenraum rücken.



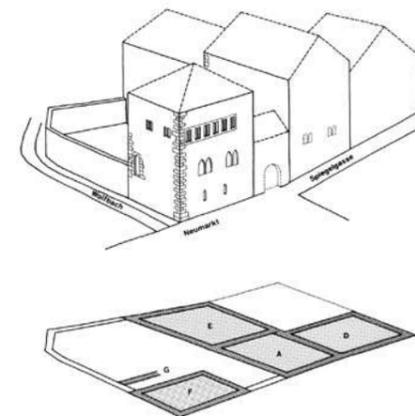
Blick auf die innere Fassade zum Innenhof und Eingangsbereich, «Haus zum Rech» am Neumarkt, Zürich. Foto: Stadt Zürich



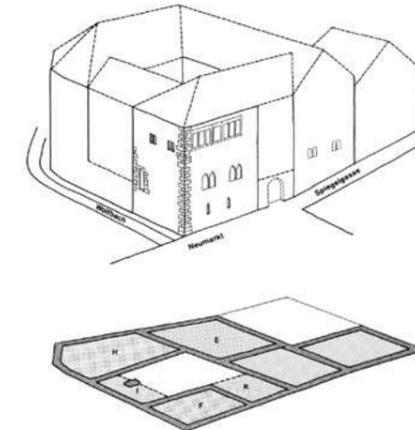
**Erster Bau 12./13. Jahrhundert**  
A Romanisches Steinhaus mit ebenerdigem Keller- und einem Wohngeschoss.  
B Möglicherweise rückwärtiger Anbau aus Holz. C Ummauertes Areal.



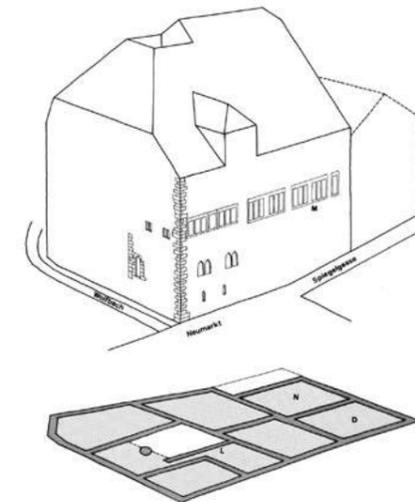
**Erweiterungen 13. Jahrhundert**  
A Romanischer, gleichbleibender Kern. D Höherer bergseitiger Anbau (Oberes Rech). E Steinerne Neubau anstelle des vermuteten Vorgängers aus Holz.



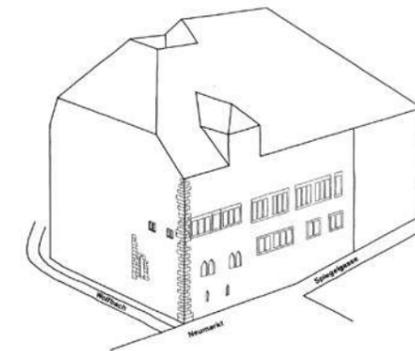
**Turmartiger Bau 13./14. Jahrhundert**  
A Erhöhter romanischer Kern. D Unveränderter Baukörper. E Unveränderter Baukörper. F Gotischer turmartiger Wohnbau mit zwei Obergeschossen.  
G Fundamentmauer von Bau unbekannter Grösse und Funktion im Hof.



**Gartenseitiger Flügel 14./15. Jahrhundert**  
F Neugestaltung des 2. Obergeschosses 1497. H Rückwärtiger Gebädeflügel vermutlich an der Stelle älterer Ökonomiebauten. I Mutmasslicher Verbindungstrakt (wohl nur hölzerne Laubengänge). K Mutmasslicher Verbindungstrakt. E Erhöhter älterer Bau.



**Geschlossener Baukomplex 2. Hälfte 16. Jahrhundert**  
L Neue bzw. veränderte Verbindungstrakte und Lichthof von 1534. M Bei Saalbau um 1574 veränderte Fensterfront. Zusammenfassende Überdachung aller Bauten mit Ausnahme des Oberen Rech, nach einer Erhöhung um ein Stockwerk um 1574. D Erhöhter Kernbau des Oberen Rech. N Erweiterung von Kernbau D des Oberen Rech.



**Zusammenfassung von Oberem und Unterem Rech vor 1738**  
Erneuerter Verbindungstrakt gegen den Wolfbach aus dem frühen 17. Jahrhundert. Das Obere Rech erhält die heutigen Ausmasse. Das Dach schliesst waldförmig an dasjenige der unteren Hausteile an.

Hypothetische Entwicklung und Zusammensetzung vom «Haus zum Rech», 12. Jh. bis heute, Stadt Zürich

## Das Haus zum Rech

Erdgeschossplan des «Haus zum Rech», Neumarkt, Zürich

- a. 12. Jh. : Ursprünglicher Romanischer Baukörper
- b. 13. Jh. : Erweiterung und Umbau der ehemaligen Scheune
- c. 14. Jh. : Ursprünglicher gotischer Wohnturm
- d. 15. Jh. : Erweiterung Rückflügel mit Saal
- e. 15. Jh. : Verbindungstrakt und Eingangspforte
- f. 15. Jh. : Ursprüngliche Laube
- g. 16. Jh. : Umschliessung des Gebäudekomplexes um den Hof



## Das Haus

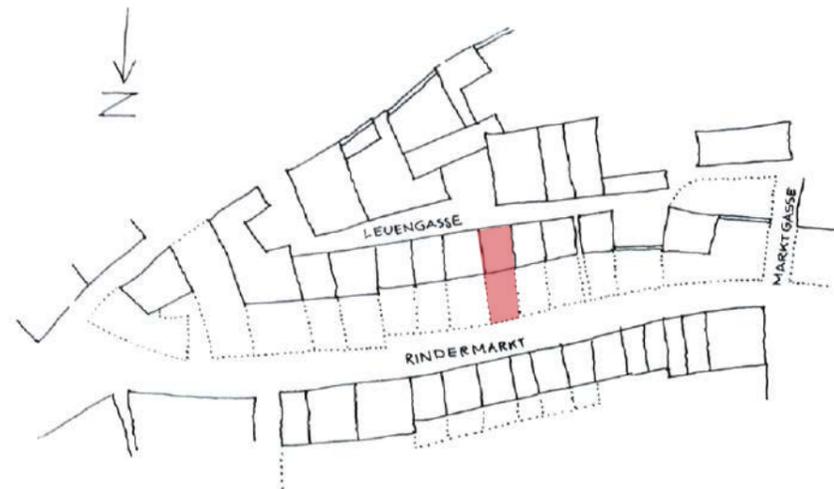
### Haus am Rindermarkt

Ein weiteres Beispiel der Baulichen Entwicklung des Niederdorfes ist die südliche Häuserreihe des Rindermarktes.

Die Häuser bestehen aus zwei klar sichtbaren Baukörpern die durch eine Dicke Wand getrennt auf die ehemalige Fassade zurückdeuten.

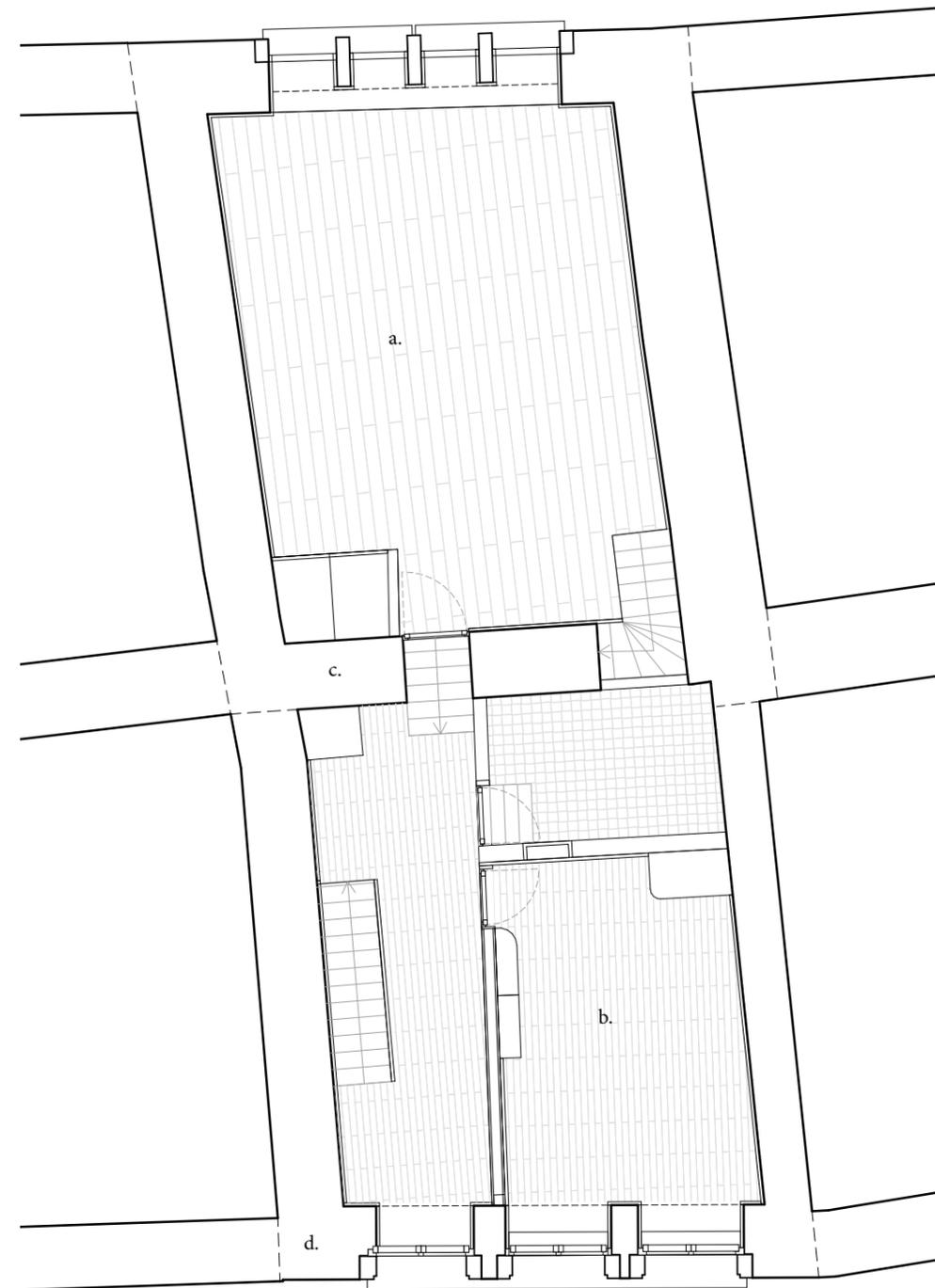
Dazu deuten die Höhenunterschiede von Vorder- und Hinterkörper (verbunden durch eine Treppe) auf eine Erweiterung hin, dass zu einem späteren Zeitpunkt gegen den Rindermarkt errichtet wurde.

Die Häuserzeile hat sich in diesem Beispiel durch addierte Körper vergrößert, die in ihrem Abstrakten Schema ähnlich wie Bausteine angefügt wurden.



Oben: Hypothetische Entwicklung des Blockrands am Rindermarkt, Studio Aldo Rossi, ETHZ

Rechts: Grundriss des ersten Obergeschosses der «Öpfelchammer», Rindermarkt, Zürich



- a. Ursprünglicher Baukörper
- b. Neuer Körper mit Holzkammer
- c. Ursprüngliche nördliche Fassade
- d. Aktuelle nördliche Fassade

## Der Raum

### Holz im Stein

Auch im inneren der Häuser entstehen durch die additive Entwicklung komplexe räumliche Verhältnisse.

Durch die Jahrhunderte haben sich aber auch die Bedürfnisse an Behaglichkeit und Raum immer wieder verändert die rein durch Bauten aus Stein nicht erfüllt werden konnten.

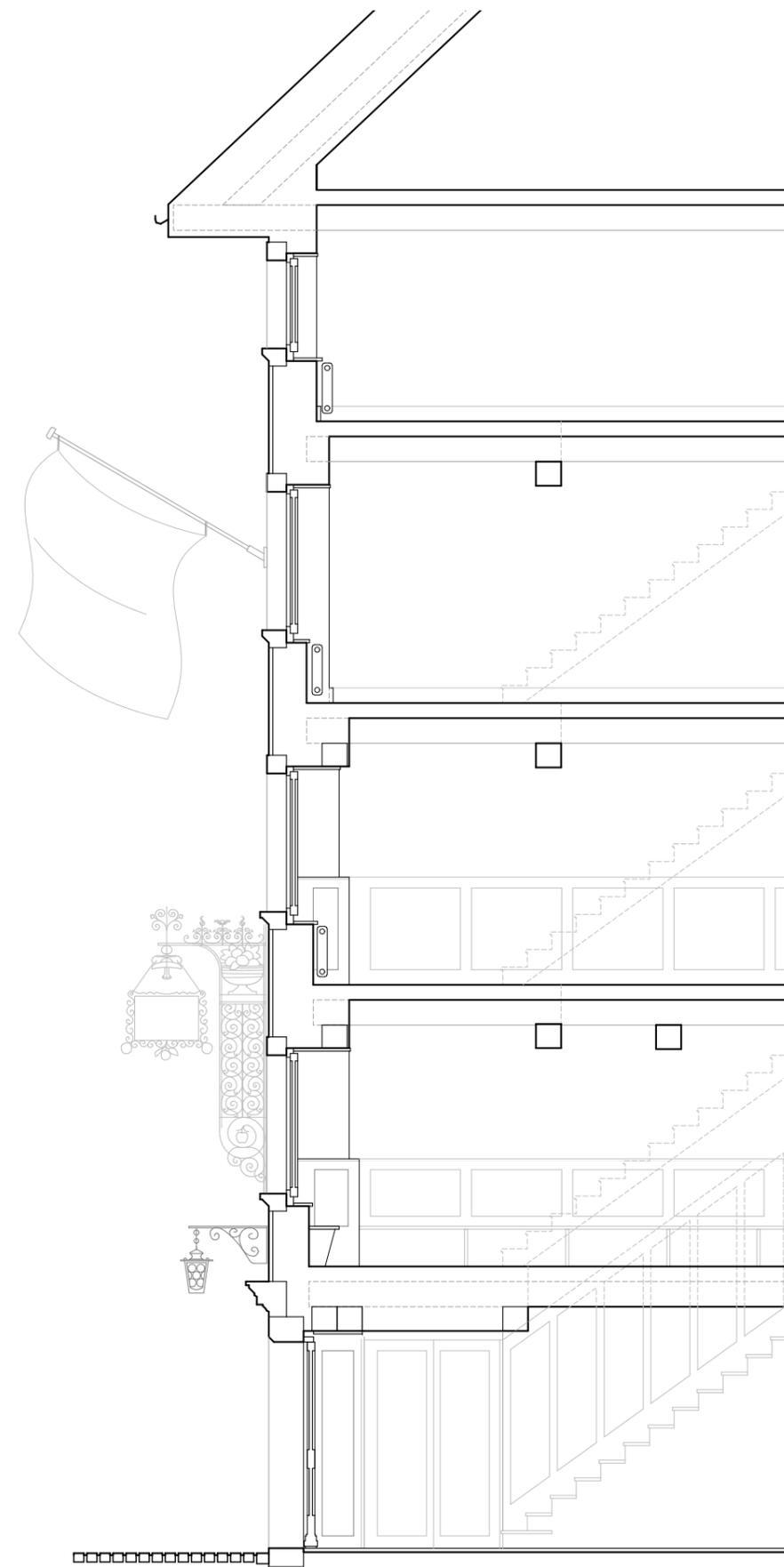
Im Gegensatz zur Massiven Konstruktion der Aussenwände weisen die Häuser deshalb im Inneren eine flexible Holzbauweise auf, die gleichzeitig als Raumeinteilung, thermische Trennschicht und Einrichtungselement die Steinstruktur ergänzen.

Decken, Innenwände, Treppen, Türen und Fenster lassen im inneren der Körper ein behagliches Klima entstehen, das angepasst, verändert und sogar entfernt wurde, um der sich verändernde Funktion der Räume zu entsprechen.



Oben: Lunte, Heinrich: Äpfelkammer. Zürich : H. Lunte, Zürich, [zwischen 1890 und 1910?]. Zentralbibliothek Zürich, Ro 2.2.26,1

Rechts: Querschnitt, Wandaufbau und Inneausbau der «Äpfelkammer», Rindermarkt, Zürich



## Die Wand

### Stein und Verputz

Die Wand selbst ist in der Bauart des Mittelalters nicht ein homogener Baukörper sondern besteht aus verschiedensten Steinen, die meistens in der unmittelbaren Umgebung gefunden und verwertet wurden.

Bei den Häusern im Niederdorf handelt es sich dabei grösstenteils um Bollen, Bruchsteine und Findlinge die aus den lokalen Moränen ausgegraben und mit Kalk zu einem Mauerwerk geformt wurden. Die Herkunft dieser von Gletschern getragenen Steine kann bis in die Bündner Alpen zurückverfolgt werden.

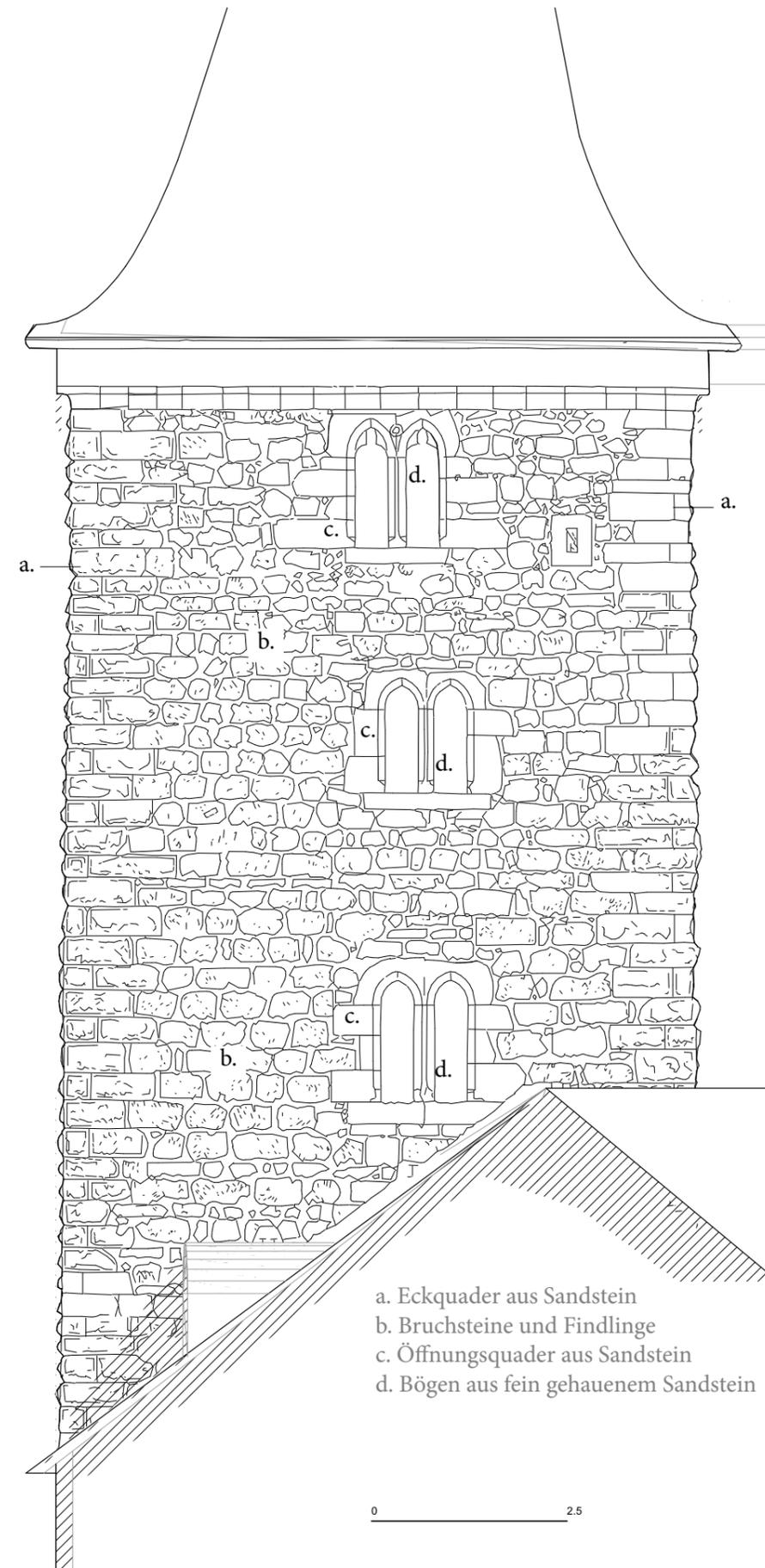
Die Heterogene Oberfläche dieser Wände ist meistens jedoch durch einen dicken Kalkputz überdeckt.

Sauber gehauene und vor allem sichtbar gelassene Quadersteine sind dabei eher eine Seltenheit und nur für reich anmutende Gebäude eingesetzt worden. Ein Beispiel hierfür ist der Gimmmenturm, welcher heute grösstenteils verputzt ist, die Eckquadern aber sichtbar belassen wurden.



Oben: Fotoaufnahme Nordwestfassade des Grimmenturms, Stadt Zürich

Rechts: Nordwestliche Fassade mit detaillierter Aufnahme der eingesetzten Steine unter der Kalkputzschicht.



### Strassen und Gassen

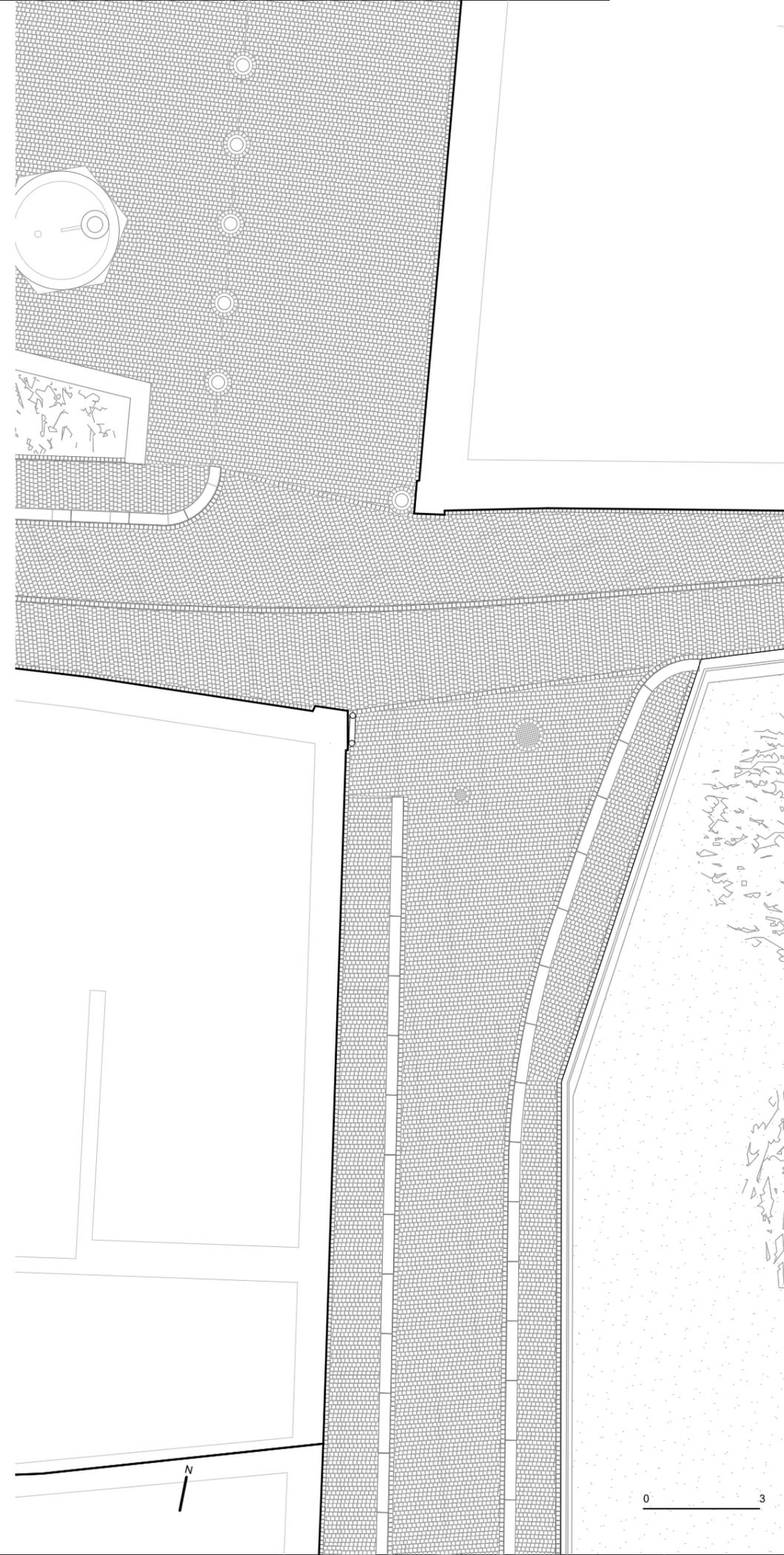
Zwischen den einzelnen Häuserblöcken entstehen Momente, wo die gefügten Körpern auf die entstandene Struktur reagieren müssen. Der einzelne Stein wird vor allem in der Gasse sichtbar, wo er sich der Topographie und den Zwecken anpassen versucht.

Vor allem beim Bodenbelag, wo Pflaster- und Randsteine den Regeln von Wasser- und Menschenflüssen folgen und dabei in jeder Ecke angepasst werden müssen, entstehen willkürliche Kompositionen die stark dem verspielten Charakter der Altstadt widerspiegeln und doch Ihren Zweck zur Entwässerung und Begehbarkeit erfüllen.

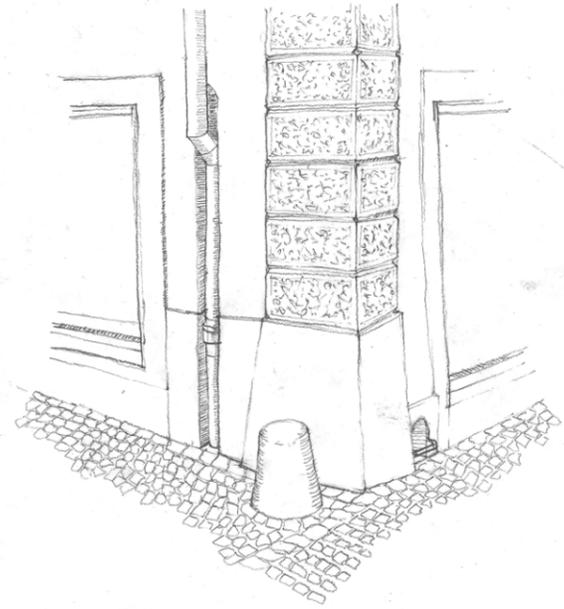


Oben: Fotoaufnahme des Bodenbelags der Unteren Zäune, Oktober 2021

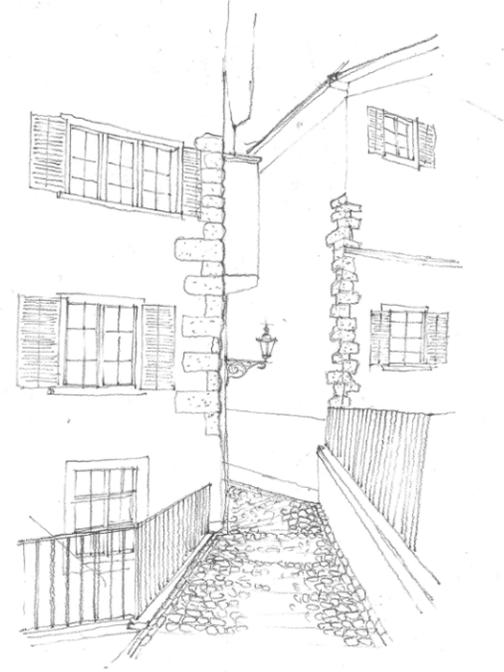
Rechts: Detaillierte Bodenbelagsaufnahme der Kreuzung Spiegelgasse, Untere Zäune, Leuenplatz



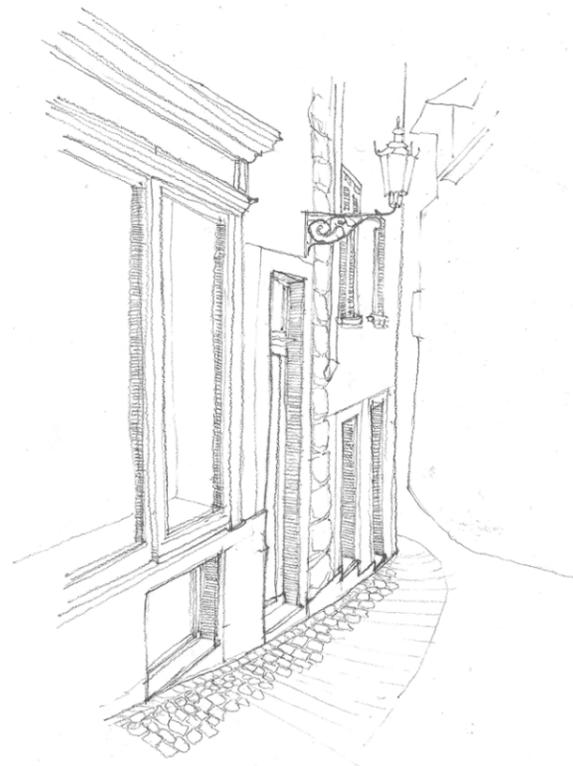
Strassen und Gassen



Ecke Spiegelgasse - Leuenplatz



Rehgässchen



Spiegelgasse



Untere Zäune

### Teil III: Material

#### Stein

In diesem Teil der Analyse wird der Stein in seiner Materialität und seiner Geschichte betrachtet.

Es werden Zusammenhänge untersucht wie die Körperhaftigkeit und Verschmelzung des Materials in seiner Konstruktion verstanden wird und welche Eigenschaften jeder Stein für sich ausstrahlen kann.

Dabei deuten die Gesteinsart, der Steinbruch, die Verarbeitung und schliesslich auch die Funktion jedes Steins auf spezifische Merkmale die in sich Sinn und Wert durch die Zeit mittragen.



Ausgrabung eines Findlings während Erdarbeiten im Niederdorf um 1900, ETH Bildarchiv



Sichtbare Reste der alten Stadtmauer aus Bruchsteinmauerwerk aus Findlingen, Bollensteine und lokalen Steinbrocken, Prädigerplatz Zürich, Foto: Stadt Zürich



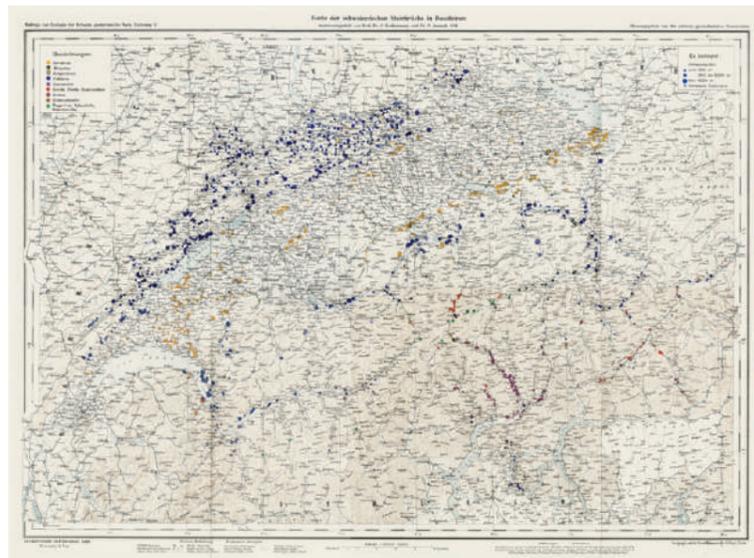
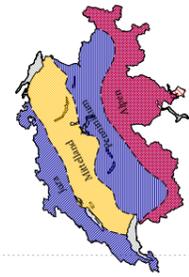
Steinmetzarbeiten an der Münster in Bern, um 1420, Diebold Schilling, *Amtliche Chronik I*, S. 451

## Stein in der Schweiz

Schon seit Jahrtausende wird Stein in der Schweiz für Bauzwecke angewendet. Durch die geologische Lage kann der Baustoff praktisch überall aufgefunden werden und in Mauern, Fundamente, Böden und sogar Dächer eingesetzt werden.

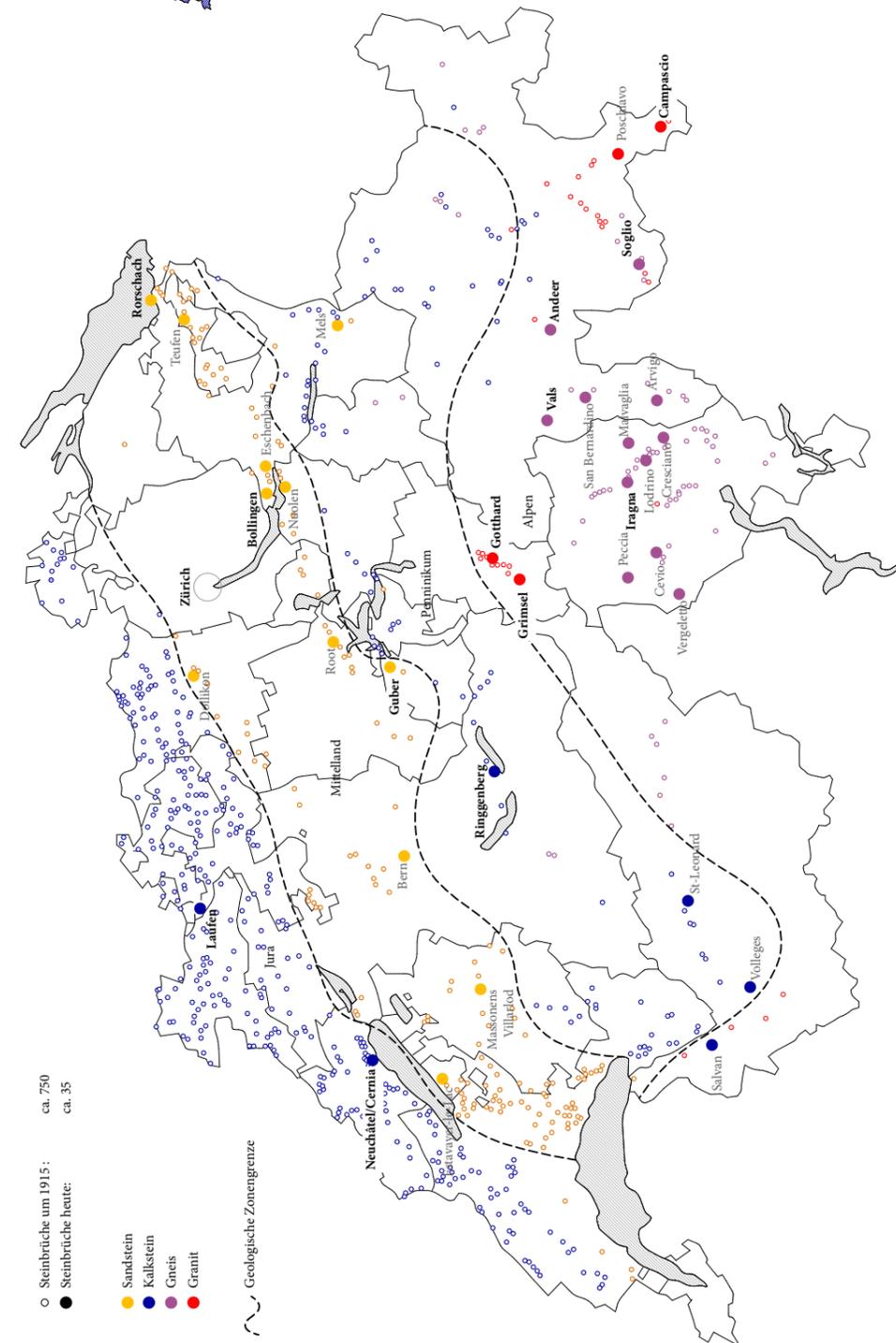
Die Eigenschaften des einzelnen Steins hängt dabei stark von seiner Herkunft ab. Praktisch jede Steinart besitzt seine eigene Tradition von Steinmetzarbeit.

Der Verarbeitungsgrad und die Qualität des einzelnen Steinvorkommens ergibt schliesslich auch den Wert, die Verwendung und die Langlebigkeit der Konstruktion.



Oben: Historische Landkarte der Steinbrüche um 1919. Dunkelblau: Kalkstein, Gelb: Sandsteine, Rot: Gneisse, Violett: Granite

Rechts: Landkarte der Bestehende Steinbrüche heute mit ange deutete Geologischen Zonen



○ Steinbrüche um 1915 : ca. 750  
● Steinbrüche heute: ca. 35

● Sandstein  
● Kalkstein  
● Gneis  
● Granit

--- Geologische Zonengrenze

## Gesteinsarten und ihre Eigenschaften

### Sandsteine

- Sedimente, bei denen Sandkörner mit einem kalkigen oder kieseligen Bindemittel, verkittet sind.
- Eigenschaften werden durch deren Korngrösse, Bindemittel und Porosität bestimmt.
- Grosse Bandbreite an Druckfestigkeit, meistens jedoch dicke Wände notwendig.
- Die Elemente werden immer nach ihrem Lager verlegt.
- Höhe der Blöcke abhängig von der Höhe der Bänke oder von der Kapazität der Extraktionswerkzeuge.



Rohrschacher

Bollinger

Guber

### Kalksteine

- Kompakte Sedimente, die überwiegend aus Kalziumkarbonat bestehen.
- Gute Druckfestigkeit ermöglicht es tragende Wände mit reduzierter Dicke zu schaffen.
- Relativ schlechte Säure- und Frostbeständigkeit
- Elemente werden immer nach ihrem Lager verlegt, mit Ausnahme der widerstandsfähigsten Typen.
- Höhe der Blöcke ist abhängig von der Schichtung des Natursteinvorkommens.



Ringgenberger

Laufener

Cernia

### Gneise

- Metamorphe Gesteine, die im wesentlichen aus Quarz, Feldspat und Glimmer bestehen.
- Hohe Druckfestigkeit ermöglicht tragende Wände mit sehr reduzierter Dicke
- Relativ frost- und tausalzbeständig
- Verlegung auch gegen das Lager möglich.
- Höhe der Blöcke entsprechen jener der Extraktion oder wird durch die Extraktionswerkzeuge eingeschränkt.



Andeer

Soglio

Valsar

### Granite

- Magmatisches Gestein
- Massiges Gefüge ist richtungslos
- Sehr Witterungsbeständig
- Sehr hohe Druckfestigkeit ermöglicht eine Reduktion der Dicke des Elements.
- Widerstandskraft abhängig von der Kristallgrösse.
- Höhe hängt hauptsächlich von der Betriebstechnik ab.



Gotthard

Campascio

Grimsel

## Steinbruch

Die tiefe Verbindung des Steins und der Natur selbst des Ortes ist bei keinem anderen Material so stark verknüpft. Vor allem im Steinbruch, wo der der Leib selbst des Bodens aufgebrochen herausgeschnitten und weggetragen wird, ist die Beziehung plastisch spürbar.

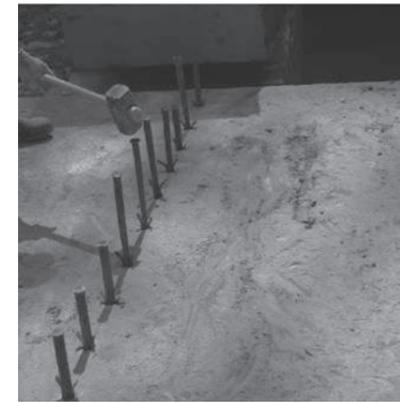
Wo früher mühsam mit Brecheisen und Hammer den Stein aus dem Berg geschlagen werden musste, schneiden heute Maschinen fast chirurgisch rechteckige Blöcke aus Gestein.

Jedoch tragen auch mit modernster Technik, die meisten Gesteinsvorkommen und Bänke immer wieder ein Teil von Unberechenbarkeit mit sich. Gestein entsteht meistens ungleichmässig, hat Risse und Fugen, Unreinheiten und Schwachstellen.

Die Kunst des Steinbruchs besteht deshalb darin mit den Eigenschaften des gegebenen Steinvorkommens umzugehen und adraus verwendbare Elemente zu erstellen.



Saverio Salvioni, Zeichnung der Abbrucharbeiten im Steinbruch von Carrara, Anfang des 19. Jh. [Julien, P. 2006]



Abstandskeile aus Eisen



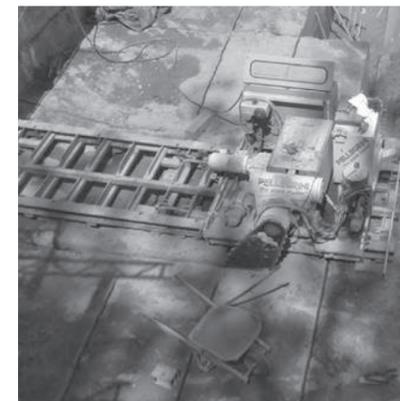
Hydraulische Brechkeile



Schaufelbagger



Standbohrmaschine



Kettensäge



Diamantseilsäge

Übliche Werkzeuge und Maschinen zum Abbau von Gestein.  
Fotos: Stefano Zerbi

### Steingrößen

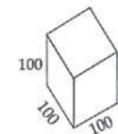
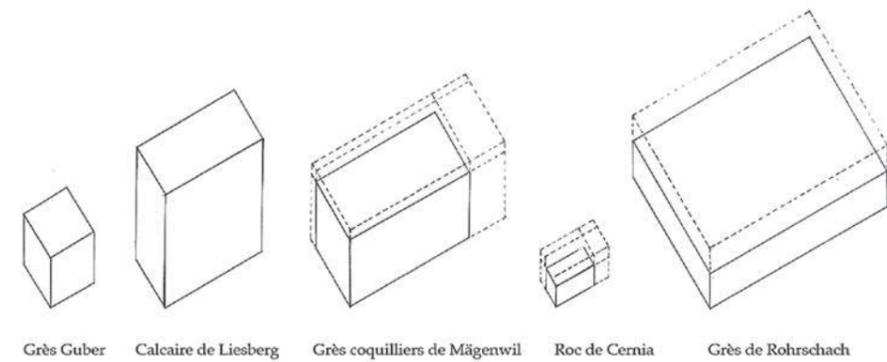
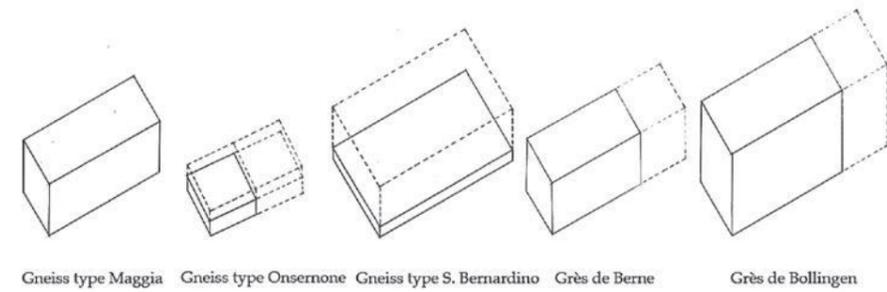
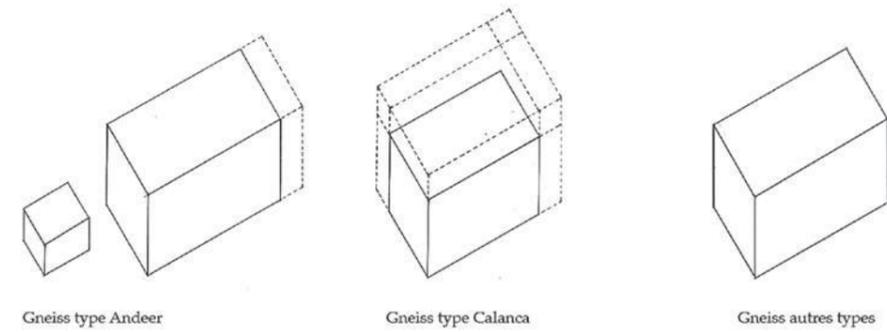
Durch die spezifischen Eigenschaften jedes Gesteins, hat jeder Baustein ein gegebenes Ausmass und Form.

Auch die Qualität bestimmt wie breit und hoch der einzelne Körper sein darf und seine Druckfestigkeit und Porosität limitieren den Zweck und die Anforderungen die im zugeteilt werden können.

Schliesslich ist auch das Gewicht ein Hauptfaktor beim Bauen und stellt physische Grenzen zur Nutzung und Gestaltung.



Umladung und Hebearbeiten von einem mehreren Tonnen schwerem Block aus Bollinger Sandstein. Foto: Müller Natursteinwerk



Maximale Dimensionierung von Gesteinsblöcken aus verschiedenen Steinbrüchen, in Bezug auf Abbaumittel, Gesteinsvorkommen und Transportfähigkeit. Quelle: Stefano Zerbi

## Funktion

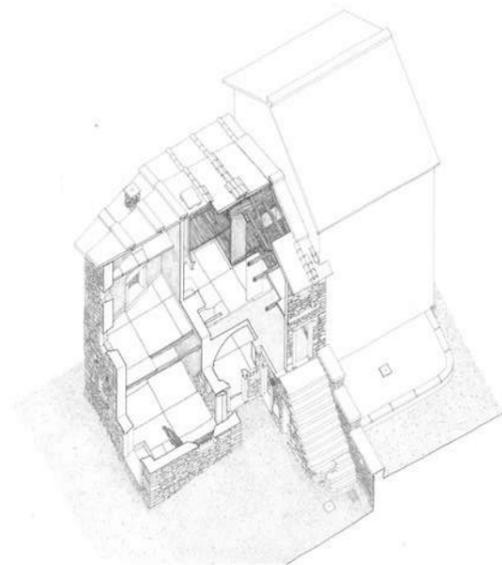
### Jeder Stein hat sein Platz

Durch die verschiedenen Eigenschaften jedes Steins, wird dieser in der Konstruktion anders gehandhabt und eingesetzt.

Ein schwerer, mächtiger Fels steht eher am Fuss der Wand, ein flacher, ebener Stein liegt eher am Boden. Einfach bearbeitbare Steine werden für komplexe oder ornamentalische Elemente verwendet und Bruchsteine eher als Füllmasse in einer Mauer.

Die Anforderungen an den einzelnen Stein werden in Bezug auf seine Eigenschaften zugeteilt. Dabei spielt das Wissen und die Tradition eine grosse Rolle, in dem Kenntnisse weitergegeben werden.

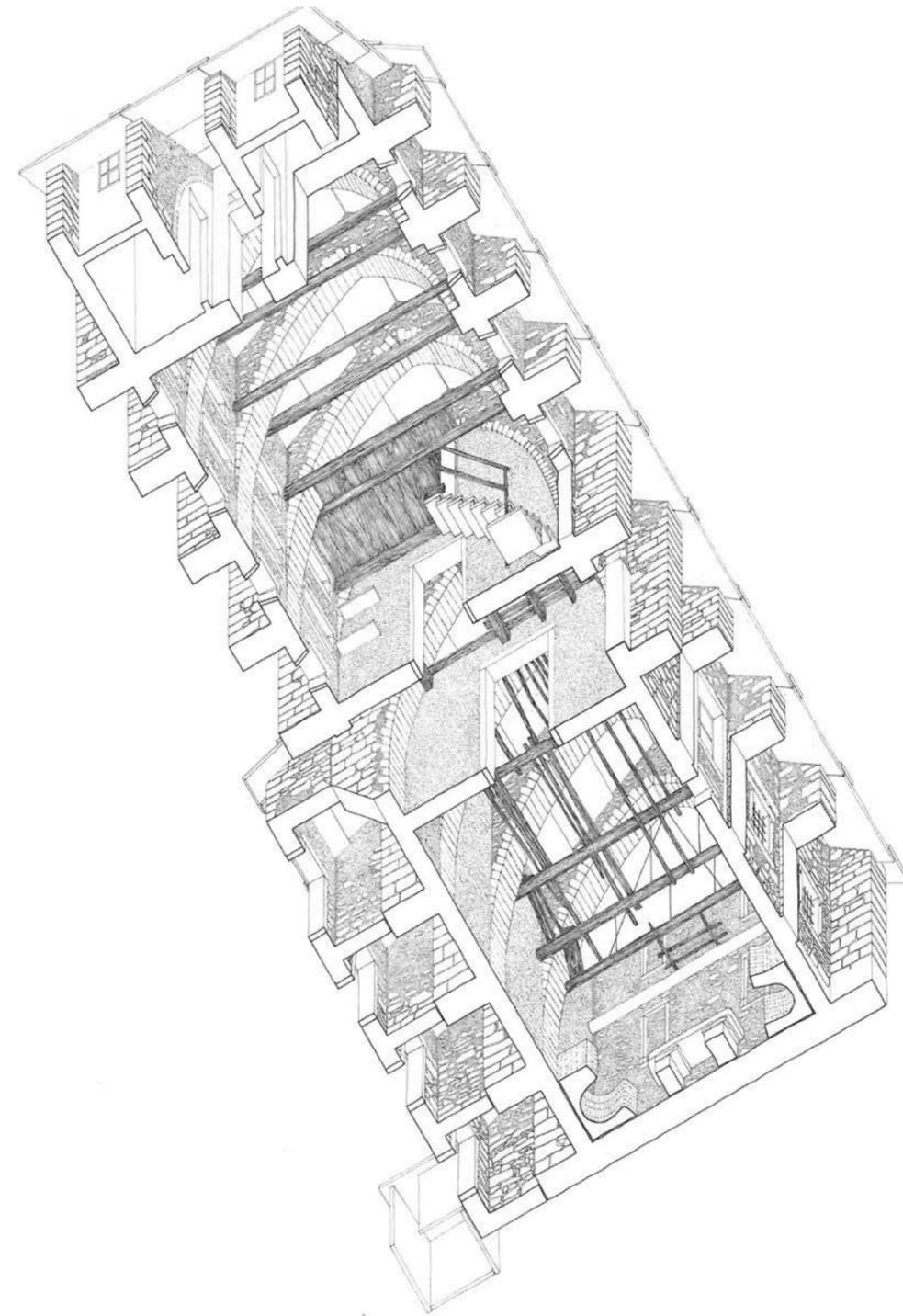
Im Falle der Steinhäusern in den Lessinischen Alpen, scheint der Umgang mit dem einzelnen Stein ein wahrlich eigener Sinn zu folgen. Der Stein wird nicht nur gelegen, er wird aufgestellt, verzahnt und gespannt. Das Wissen zum Umgang mit dem Material zeigt hier andere Wege wie gebaut werden kann, tief mit dem Material selbst verwurzelt.



CASA DEI MASCHERONI  
Cerna - 731 m ü. M.

Von großem Interesse an diesem Gebäude ist die Tatsache, dass ein Teil des Bodens im ersten Stock aus Steinplatten bestand, die von Holzbalken getragen wurden.

Zeichnung und Ursprünglicher Text: Eugenio Turri



MALGA BRANCON  
Boscochiesanuova - 1564 m ü. M.

Axonometrische Untersicht, die das Bausystem mit den massiven Strebepfeilern hervorhebt, die den seitlichen Schub der «gotischen» Bögen absorbieren. Das funktionale System besteht aus dem zentralen Eingang mit dem «Logo del fogo» (Feuerraum) auf der rechten Seite und dem «Logo del late» auf der linken Seite (wo Milch in Butter und Käse umgewandelt wird).

Zeichnung und Ursprünglicher Text: Eugenio Turri

## Betrachtungen zum Entwurf

### Körper und Ganzes

Durch die Analyse zum Ort wurde klar dass ein Verhältnis entstehen kann von dem einzelnen Körper zu einer übergeordneten Struktur, vom Stein zur Wand, vom Haus zur Stadt.

Dabei bleibt der Körper in sich ein eigenes Sinnstiftendes Element und nutzt seine Eigenschaften um dem ganzen beizutragen.

Dies wurde auch in der Konstruktion ersichtlich. Jeder Baustein, trägt durch seine Funktion und Eigenschaften zu einem Ganzen bei, behält jedoch seine eigene Körperhaftigkeit.

Durch das Bauen mit Stein, wird dieser mit Zweck und Funktion geladen. Es entsteht ein sinnliches Bild eines Ganzes, das durch das Fügen zu etwas neuem entstehen lässt.

Durch die Langlebigkeit der erwähnten Häuser aus Stein wurde auch klar dass Dauerhaftigkeit des Steinbaus nicht unbedingt nur auf die Widerstandsfähigkeit des Materials hindeutet, sondern sich eher auf die Anpassungsfähigkeit seiner Konstruktion und Struktur bezieht.

Viel mehr hat das Weiterbauen, die Umsetzung von Steinen, das Aufstocken und Zufügen von Körpern die Dauerhaftigkeit über die Zeitlichkeit hinaus beeinflusst.

Weiter wurde auch klar dass das Bauen mit Stein allein nicht imstande ist, mit den sich stetig verändernden Anforderungen zu erfüllen. Nur durch eine flexible innere Gliederung, kann sich eine Träge Konstruktion aus Stein in der Zeit bewähren.

Für einen architektonischen Entwurf aus Stein stellt sich deshalb die Fragen zu Beständigkeit, Zeitlichkeit und Konstruktion.

Wie fest der erste Stein gesetzt werden soll, welche Veränderungen in Betracht genommen werden könnten und wie Starr oder Flexibel die Struktur sein darf.

Was sind die heutigen Ansprüche an diesen Körper, wo stehen die Anforderungen an Behaglichkeit und Aesthetik. Ist das Bewusstsein vorhanden dass diese sich stetig durch die Zeit verändern? Wie Anpassungsfähig ist die Konstruktion?

Und schliesslich, enthält der Körper in sich genug Sinnhaftigkeit um in Zukunft auch weiter zu bestehen? Wie verbunden ist er zum Ort und wie steht er in Bezug zu seiner Umgebung um sogar selbst ein Teil eines neuen Ganzes zu werden?



Primitive Hirten-Unterkunft, womöglich aus prähistorischer Zeit, Lessinische Alpen, Foto: Eugenio Turri

# Stein

Teil II : Entwurf

**Masterarbeit Professur Caminada / BUK**

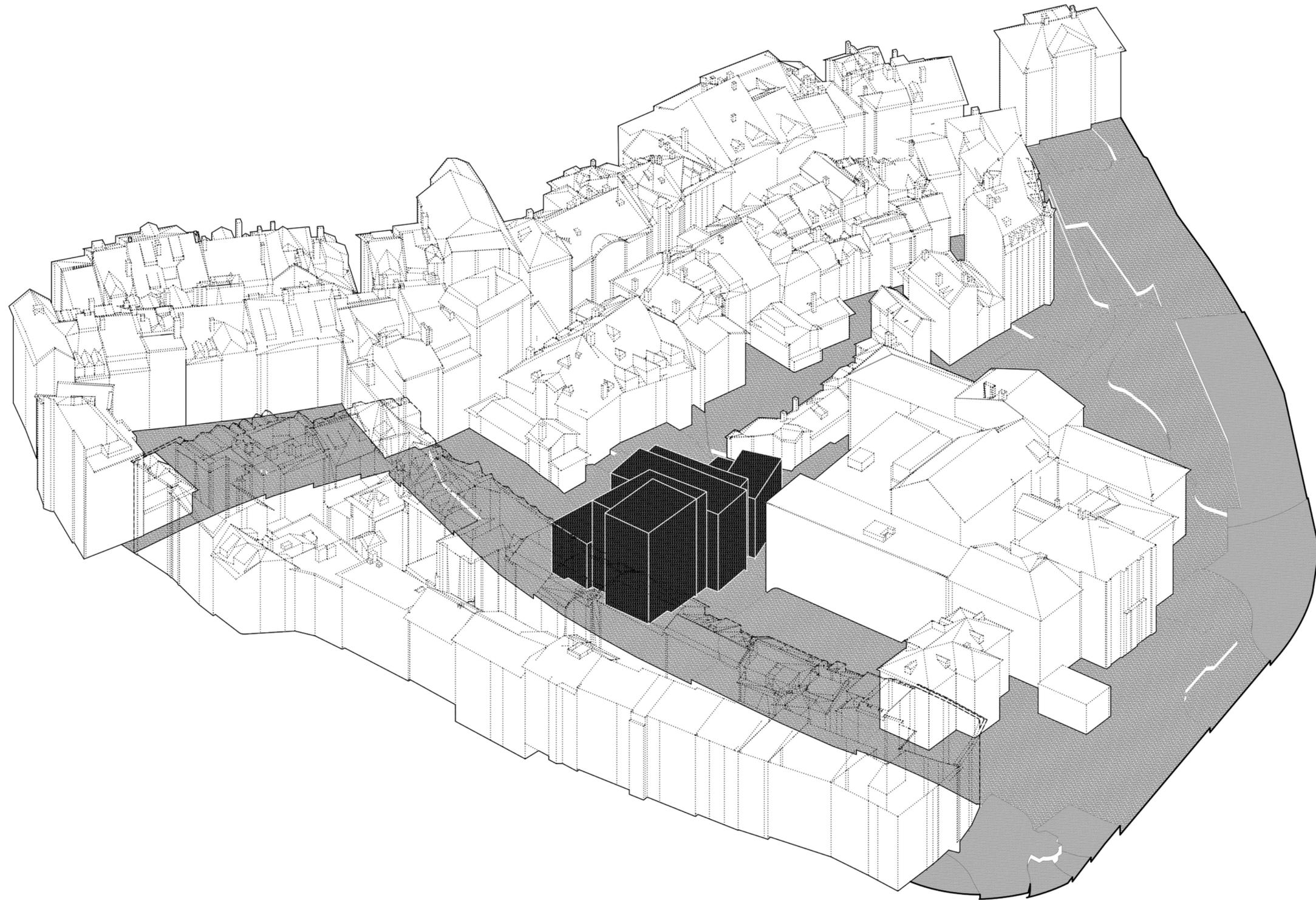
Matthias Burkhalter

**ETH Zürich. D-ARCH**

Herbstsemester 2021-2022









Blick entlang der Unteren Zäune

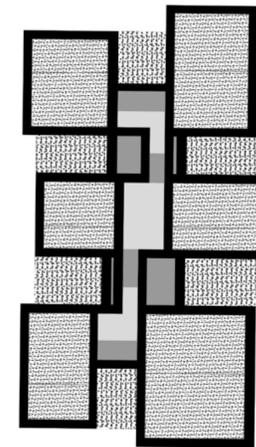
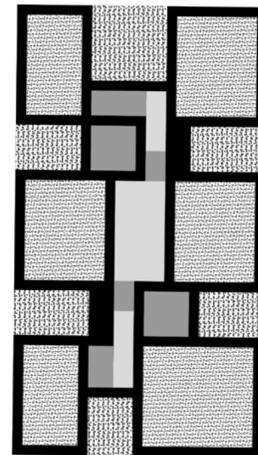
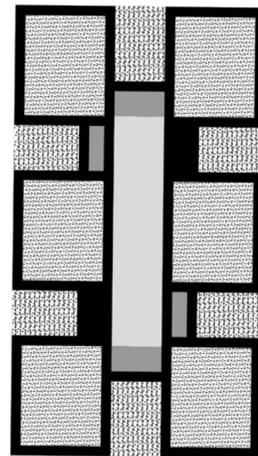
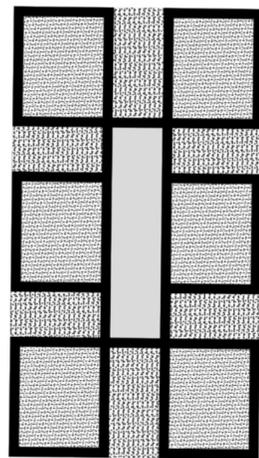


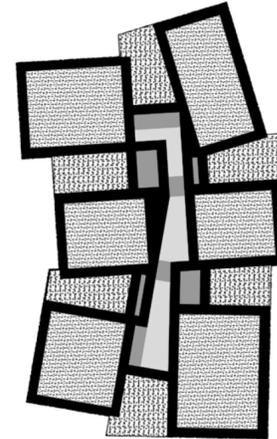
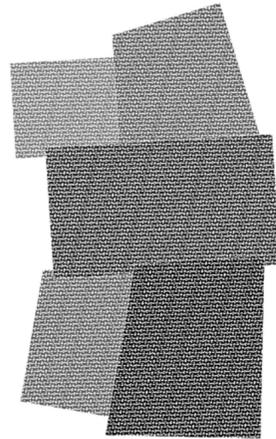
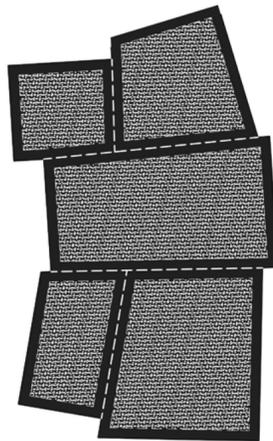
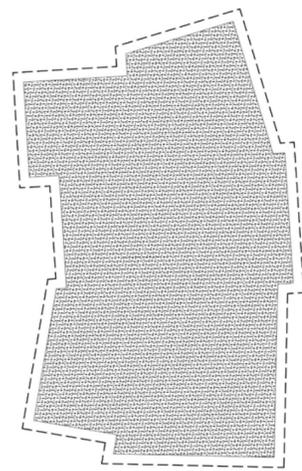
Ansicht von Nordwesten

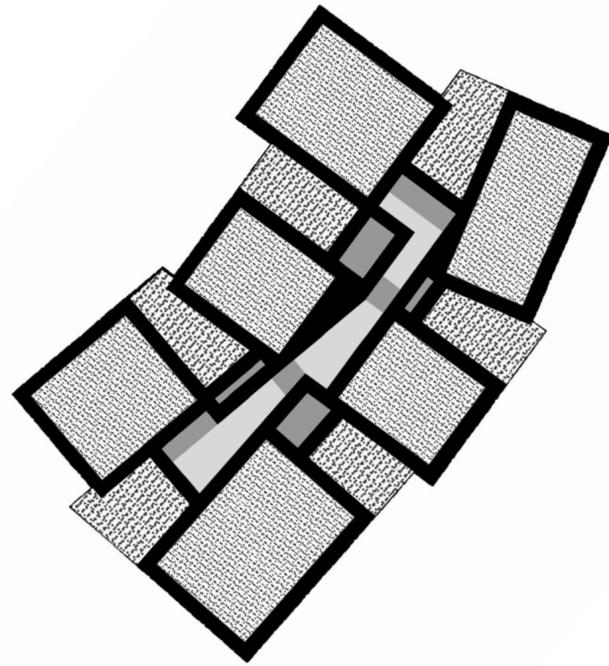


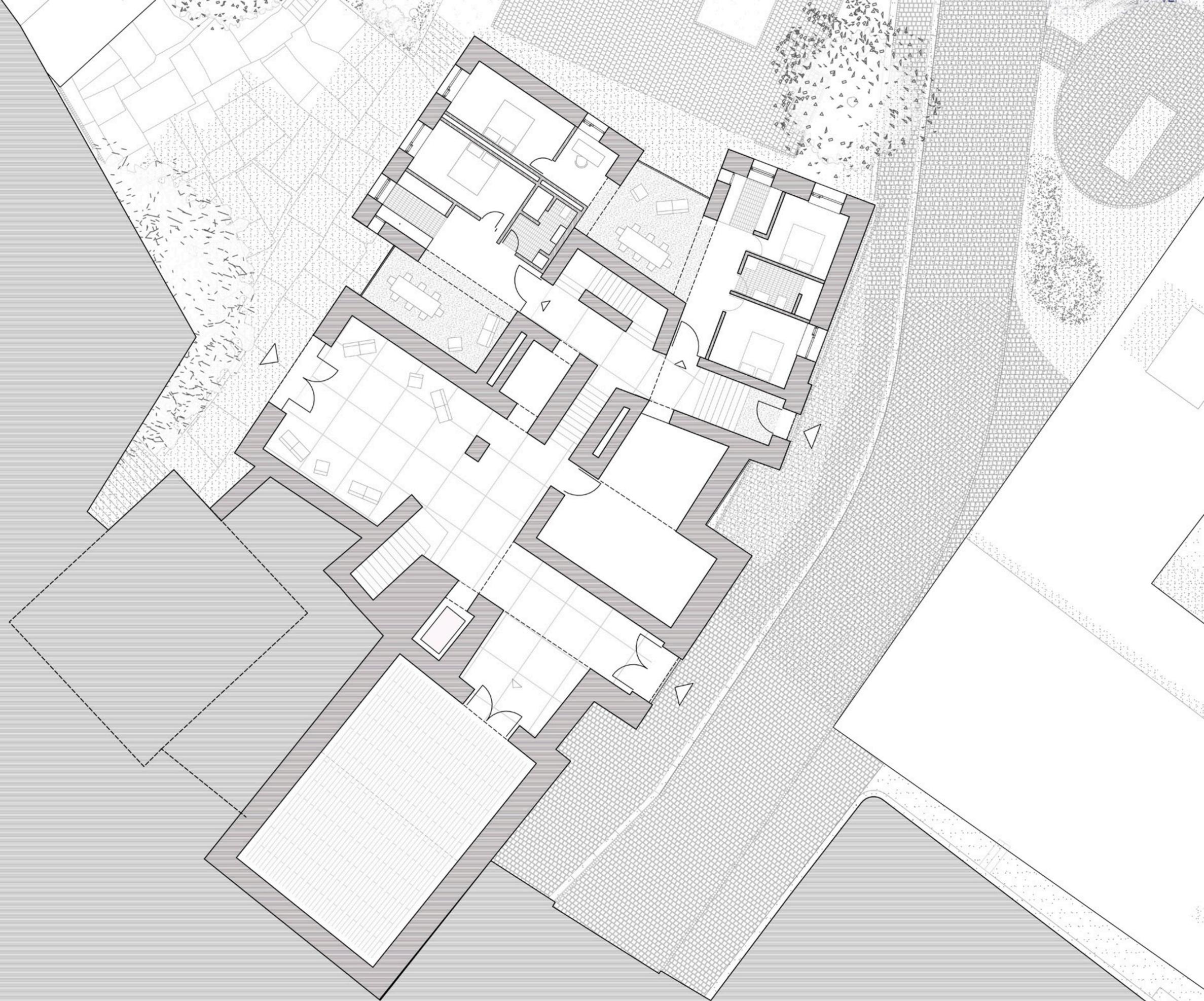
Ansicht von Nordosten







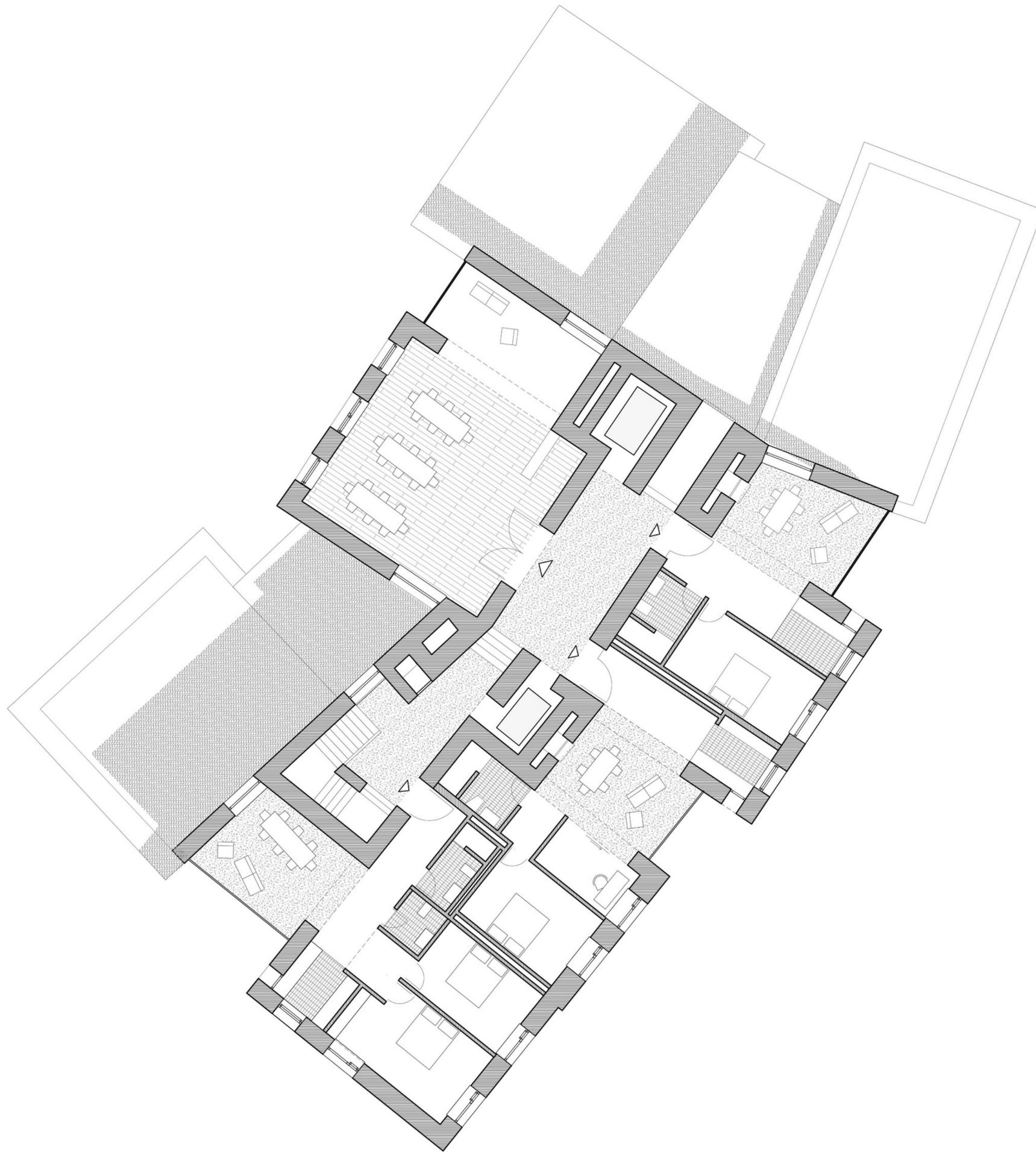


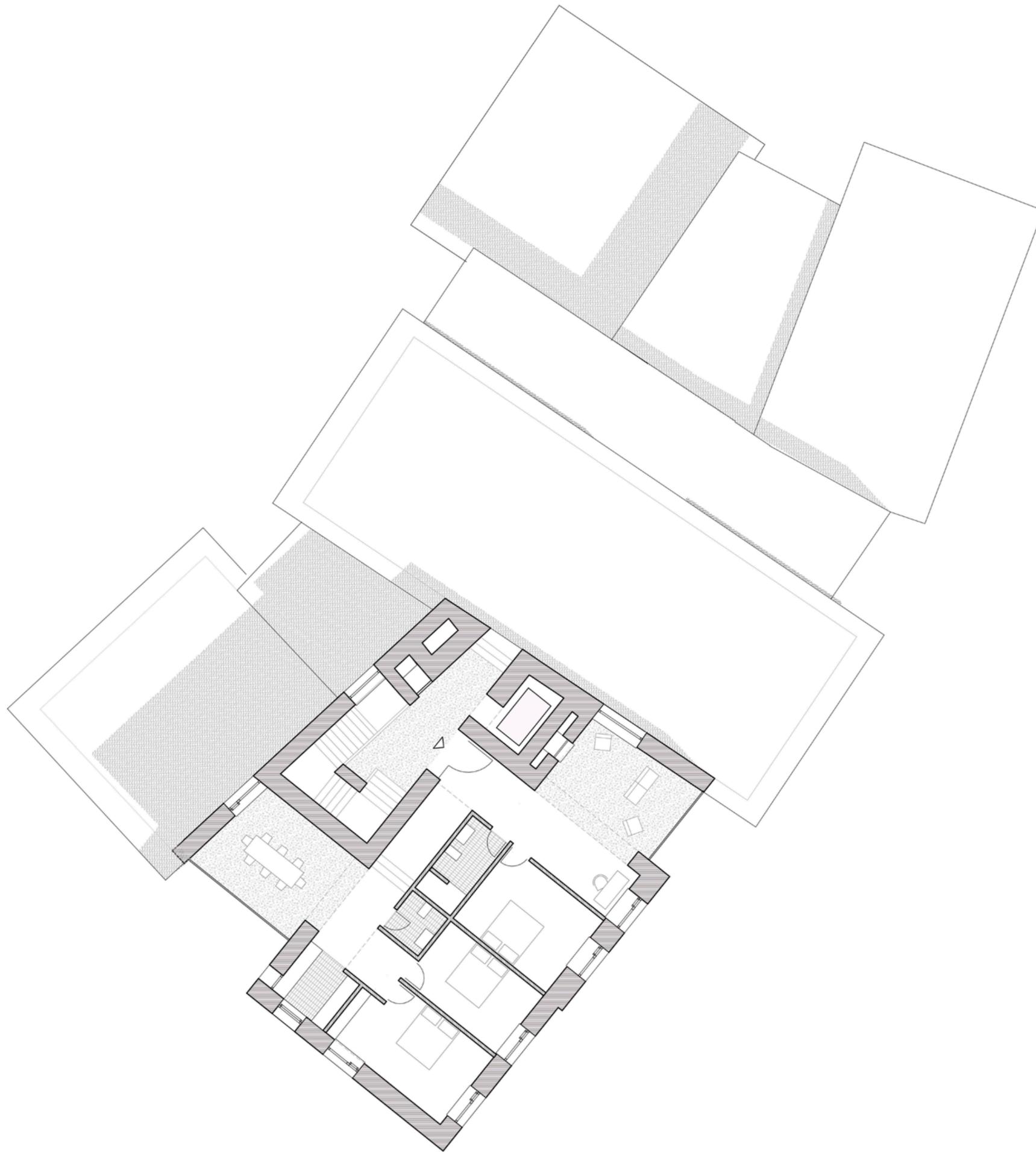


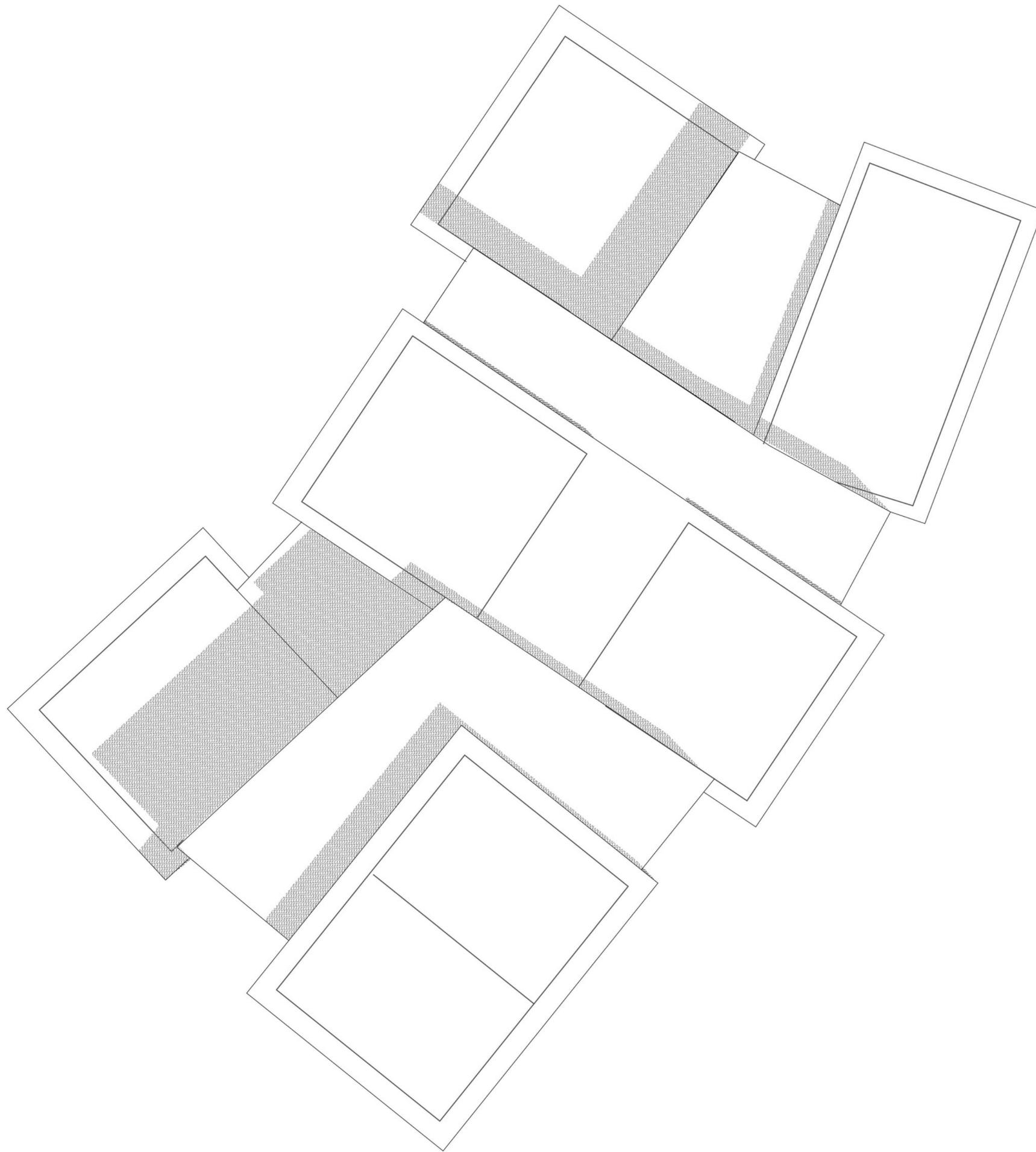










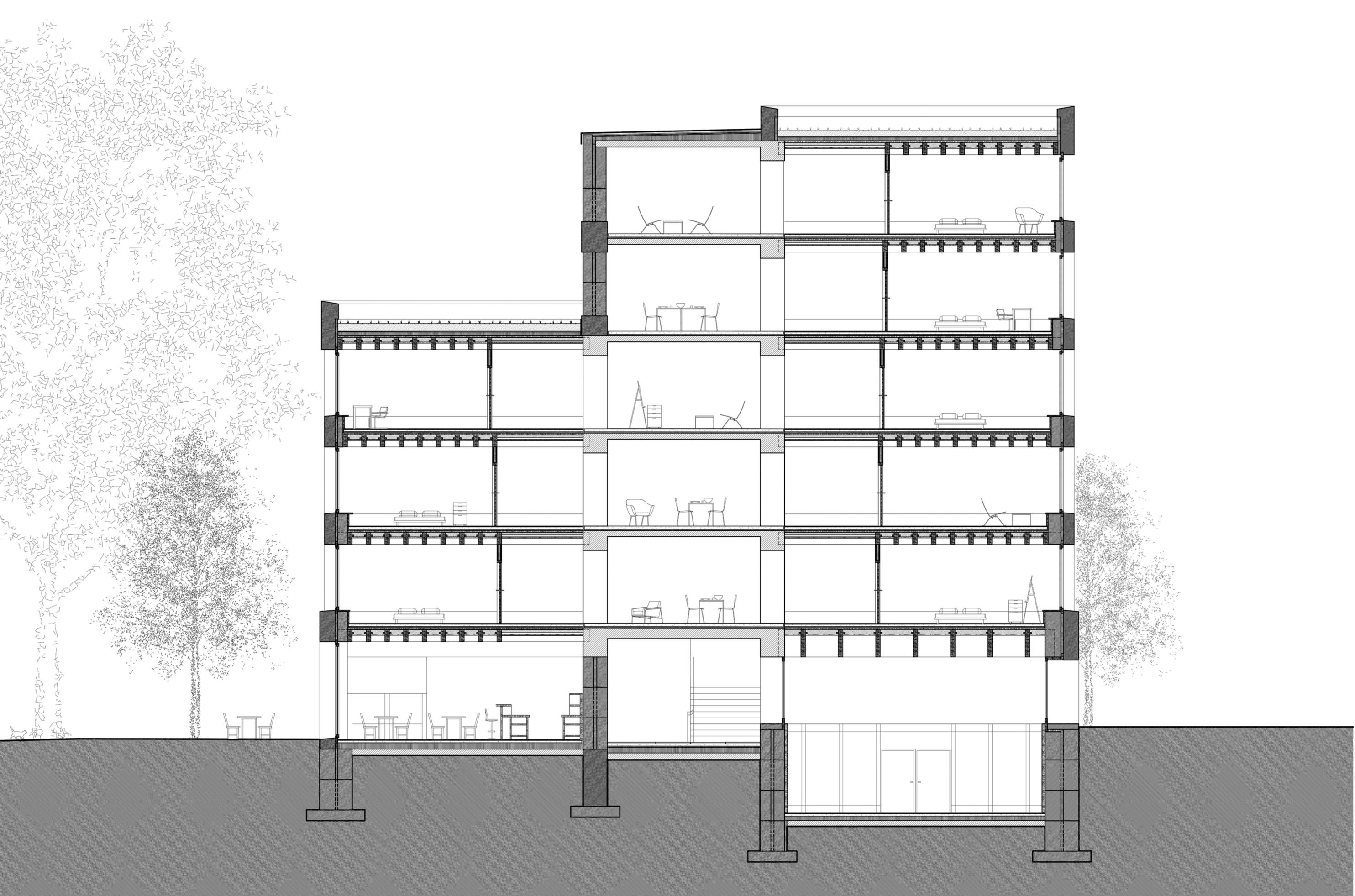




















**Betondeckenaufbau** [mm]  
 Terrazzoboden 20  
 Unterlagsboden 40  
 Trittschalldämmung 20  
 Eisenbetondecke 180  
 260

**Holzdeckenaufbau** [mm]  
 Eichenparkett 20  
 Unterlagsboden 40  
 Trittschalldämmung 20  
 Massivholzplatten 30  
 Balkenlage mit Schuttfüllung 350  
 460

**Aussenwandaufbau** [mm]  
**Hohlverband aus Naturstein**  
 Natursteinquader aus Sandstein 250  
 Dämmungsstreifen 60  
 Hohlraum - ruhende Luft 110  
 Dämmungsstreifen 60  
 Natursteinquader Sandstein 250  
 Kalkverputz 20  
 750

**Innenwandaufbau** [mm]  
**Blockverband aus Naturstein**  
 Kalkverputz 25  
 Natursteinquader aus Sandstein 2x 250  
 Kalkverputz 25  
 550

**Leichtbauwände** [mm]  
 Kalkverputz 20  
 Gipsfaserplatte 25  
 Holzkonstruktion 80  
 Gipsfaserplatte 25  
 Kalkverputz 20  
 170

