

URBANES BAUEN

**RÜCKBESINNUNG UND ZUKUNFT IM URBANEN BAUEN MIT HOLZ
AM BEISPIEL DER WUPPERTALER NORDSTADT**

STUDIO NACHHALTIGES BAUEN UND GEBÄUDEPERFORMANCE 2021

Bergische Universität Wuppertal
Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen

Lehrstuhl Baukonstruktion, Entwerfen und Materialkunde
Prof. Annette Hillebrandt, Nathalie Sophie Hans M.Sc. [Arch.]

Lehrstuhl Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung
Prof. Karsten Voss, Isil Kalpkirmaz Rizaoglu M.Sc. [Arch.]

AUTOREN

alle:

Bergische Universität Wuppertal,
Fakultät für Architektur und
Bauingenieurwesen

Lehrstuhl Baukonstruktion,
Entwerfen und Materialkunde:
Prof. Annette Hillebrandt
Nathalie Sophie Hans M.Sc. [Arch.]

Lehrstuhl Bauphysik und Technische
Gebäudeausrüstung:
Prof. Karsten Voss
Isil Kalpkirmaz Rizaoglu M.Sc. [Arch.]

cand. M.Sc.:

Farah Alnihawi
Sarah Coppens
Marvin Kaliga
Mila Kretschmann
Ronja Lehmann
Justyna Mazur
Lukas Salomon
Jelka Seidel
Julius Weritz
Sophie Weuste
Julia Wiechert

Die Online-Ausgabe dieser Publikation
ist dauerhaft auffind- und zitierbar über:

DOI: <https://doi.org/10.25926/nvns-ek77>

URN: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:468-20220118-175515-7>



**BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL**

INHALT

Vorwort 5

TEIL 1 DIE WUPPERTALER NORDSTADT

AUSZUG AUS DER ELBERFELDER STADTGESCHICHTE 8
Die Topografie des Wuppertals 8
Wuppertaler Stadtgeschichte in Daten 9
Die Entwicklung des Wohnhauses 13
Impressionen damals und heute 14

TEIL 2 ZWEI VERSCHIEDENE BAUWEISEN

FACHWERKBAUTEN 18
Definition und Vorkommen 18
Die Entwicklung 20
Das bergische Fachwerk 20
Schema des Fachwerkbau 20
Der Fundamentsockel 21
Fachwerkwände 22
Deckenaufbauten 23
Fenster und Türen 23
Typische Mängel und Schadensbilder 23
MASSIVBAUTEN IN DER GRÜNDERZEIT 24
Gründerzeit - Gründerjahre 24
Gesellschaftliche Situation 24
Äußere Erscheinung 24
Villa und Arbeiterhaus im Vergleich 24
Gründerzeitbauten heute 25
Typische Konstruktionsmerkmale 26
Typische Mängel und Schadensbilder 27

TEIL 3 GRÜNDERZEITLICHER FACHWERKBAU-WUPPERTAL

KARTIERUNG DER NORDSTADT 30
GEBÄUDEANALYSE NORDSTADT 32
Luisenstraße 72 34
Georgstraße 6 38
Neue Nordstraße 1 42

Markomannenstraße 59	52	Simulation 01-Vergleich Fachwerkbau und Massivbau	142
Markomannenstraße 30	62	Eingabeparameter	142
Gerberstraße 24	66	Auswertung der Simulation 01	143
Gerberstraße 19	76	Fazit Simulation 01	151
Sattlerstraße 18	80	Simulation 02-Vergleich Neubau Holz und Massivbau	152
Sattlerstraße 20	84	Konstruktionsdetails Neubau leicht	152
Sattlerstraße 48	88	Konstruktionsdetails Neubau schwer	153
Gertrudenstraße 13	98	Eingabeparameter	154
		Auswertung der Simulation 02	155
		Fazit	161
TEIL 4 GRÜNDERZEITLICHER MASSIVBAU - WUPPERTAL			
BANDSTRASSE 31	110		
TEIL 5 ÖKOLOGISCHE EINFLUSSFAKTOREN VON VERSCHIEDENEN BAUWEISEN		TEIL 7 FLUCH UND SEGEN VON BAUBESTAND	
MATERIALRUCKSACK	120	BAUEN IM BESTAND – REGELN UND NORMEN	164
Ermittlungsgrundlage	121	Begriffe: Renovierung, Sanierung, Modernisierung	164
Materialvorkommen im Vergleich	122	Renovierung	164
PRIMÄRENERGIEWERT/GRAUE ENERGIE	124	Sanierung	164
Hintergrund	124	Modernisierung	164
Berechnung / Datenerhebung	126	Regeln und Normen	164
Auswertung der Ergebnisse	127	Fazit	165
Fazit und Ausblick	129		
ÖKOBILANZIERUNG CO2-ÄQUIVALENTE	130	TEIL 8 AUSBLICK MEHRGESCHOSSIGER HOLZBAU	
Ökobilanzierung	130	WAS IST HEUTE ZULÄSSIG (LBO / MBO)	168
Berechnung des Treibhauspotentials	132	Entwicklung	168
Ergebnisse	133	Moderner Holzbau	168
Fazit	137	Mischbauweise	168
		Holzschutz	169
		Brandschutz	170
		Schallschutz	171
		Ausblick	171
TEIL 6 THERMISCHE PERFORMANCE		ANHANG	
UNTERSUCHUNG DER SOMMERL. PERFORMANCE		Anhang	174
Hintergrund	140	Anmerkungsverzeichnis	178
Zu erwartende Ergebnisse	140	Abbildungsverzeichnis	182
Das Werkzeug	140	Literaturverzeichnis	194
Strategie	140		
Berechnungsgrundlage	141		

VORWORT

Als traditionelles Baumaterial ist Holz alles andere als unbekannt und auch in Deutschland durchaus verbreitet. Doch im urbanen Raum wurde das Holz im Bauwesen mehr und mehr von mineralischen Baustoffen verdrängt, wodurch unser heutiger Gebäudebestand im Wesentlichen aus Beton oder Mauerwerksstoffen besteht. Dies liegt vor allem daran, dass Holz brennbar ist und unzählige Stadtbrände in der Antike und im Mittelalter zu verheerenden Feuerstürmen führten, weshalb sich ein generelles Misstrauen gegenüber diesem nachhaltigen Baustoff etablierte. Mit der Einführung der Bau-Polizei-Ordnung Berlin (weitere Städte und Landkreise folgten) wurde das Holz als Baumaterial ab 1853 nach und nach aus dem urbanen Raum verbannt. Fach- oder Holzwerke waren nur noch im ländlichen Raum oder in nicht-geschlossenen Bauweisen zulässig. Umfassungswände und Innenwände, auf denen Holzbalken aufliegen, mussten massiv ausgeführt werden. Bretterbekleidungen von Fassadenflächen wurden größtenteils unzulässig.

Initiiert durch verschiedene Akteure, die sich dem nachhaltigen Bauen gewidmet haben, verändert sich die Bauwirtschaft gegenwärtig und die Bauordnungen verschiedener Bundesländer reagieren auf die immer schärfer werdenden Forderungen zum Paradigmenwechsel im Bauen. Das Bauen mit Holz wird Stück für Stück wieder genehmigungsfähig. Brände und Brandausbreitungen werden heute besser verstanden und können simuliert werden. Das steigende Interesse an umweltrelevanten Themen treibt die Novellierung von Bauordnungen voran. Die Verwendung von kreislauffähigen Baumaterialien, der Einsatz rückbaubarer Konstruktionen und die Etablierung von natürlichen Baumaterialien, wie Holz, wird signifikant wichtiger. Holz ist aufgrund der lokalen Verfügbarkeit, der energiesparenden Verarbeitungsweise, der Eigenschaft große Mengen an CO₂ zu speichern und dessen Langlebigkeit ein Baustoff mit viel Potenzial. Aber wie sieht die Zukunft von urbanen Holzbauten aus? Was kann aus historischen urbanen Holzbauten gelernt werden?

Diesen Fragen ist der Masterkurs „Studio Nachhaltiges Bauen“ im Sommersemester 2021 nachgegangen. Neben einem Ausblick auf den zukünftigen Gestaltungsspielraum, wurde in diesem Seminar Grundlagenforschung zu bestehenden urbanen Holzbauten betrieben. Die Forschung beschränkt sich hierbei lokal auf die Wuppertaler Nordstadt. Die dort bestehende gründerzeitliche Blockrandbebauung entstand im Zuge der Industrialisierung des Textilgewerbes im 19. Jhd. und der damit verbundene, explosionsartige Anstieg der Bevölkerungszahl im Tal der Wupper. Mehrstöckige Wohnhäuser, die sich mit klassizistisch gegliederten Fassaden nebeneinander reihen, beherbergten von nun an die hinzugezogenen Arbeiter*innen und deren Familien. Diese Gründerzeitbebauung wurde vom 2. Weltkrieg weitestgehend verschont, wodurch die Wuppertaler Nordstadt einen großen baukulturellen Schatz darstellt.

Doch darüber hinaus ist die Bebauung noch aus einem anderen Grund sehr interessant: Denn obwohl die Stadt Elberfeld, heute ein Stadtteil von Wuppertal, im Jahr 1687 nahezu vollständig niederbrannte, wurden - entgegen der mittelalterlichen Angst vor Stadtbränden und den sich zu dieser Zeit verschärfenden Bauvorschriften - hier neben vielen gemauerten Massivbauten auch Fachwerkbauten - historische urbane Holzbauten - errichtet. Diese Gebäude reihen sich nahezu perfekt in das einheitliche Fassadenbild der Bebauung ein. Eine Unterscheidung ist nur bei genauer Betrachtung und Untersuchung der Fassade möglich. Daher umfasst ein Großteil dieser Forschungsarbeit die Erfassung, Kartierung und Bestandsaufnahme dieser Gebäude. Aufbauend auf den erarbeiteten Zeichnungen und Daten wurden unterschiedliche ökologische Einflussfaktoren und deren Vorteile, sowie die thermische Behaglichkeit hinsichtlich der unterschiedlichen Bauweisen (Fachwerkbau und Massivbau) untersucht, um abschließend einen umfangreichen Überblick über die Potenziale des Baubestandes und der zukünftigen Entwicklung von urbanen Holzbauten darzulegen.

- Nathalie Sophie Hans

TEIL 1

WUPPERTALER NORDSTADT

1 WUPPERTALER NORDSTADT

1.1 AUSZUG AUS DER ELBERFELDER STADTGESCHICHTE

Sarah Coppens, Julia Wiechert

1.1.1 DIE TOPOGRAFIE DES WUPPERTALS

Die Topografie des Wuppertals ist maßgeblich für das gebaute Bild der Stadt, sodass dieses ohne eine geomorphologische Betrachtung schwer verständlich ist. Die Stadt Wuppertal ist im nordwestlichen Teil des Bergisch-Sauerländischen Gebirges gelegen und gehört aufgrund dessen zum Mittelgebirgsland. Diese Gegebenheiten bedingen die vielseitige Topografie, die in Wuppertal vorhanden ist. Zudem fließt die Wupper durch das Tal und verbindet sämtliche Ortsteile auf der Talsohle von Beyenburg bis Sonnborn. Die Bäche, die die Wupper speisen, und die dazugehörigen Siepen bilden außerdem die Seitentäler aus. Durch die abwechslungsreiche Topografie ist innerhalb der Stadt ein markanter Höhenunterschied von 250 Metern vorhanden. Der höchste Punkt befindet sich mit 350 Metern über Normalnull auf dem Höhenzug Lichtscheid, während der niedrigste Punkt an der Wupper bei Müngsten liegt. Insgesamt fließt die Wupper auf ihrem 33,9 Kilometer langen Weg durchs Tal 95 Meter

hinab. Aufgrund dieser Topografiemerkmale sind ebene Straßen lediglich in der Talsohle oder auf den Höhen errichtet worden. Die Steigungen der anderen Straßen sind zudem steiler, wenn sie auf direktem Weg über die Berge verlaufen im Vergleich zu den Wegen, die den Bachläufen der Wupperarme folgen. Einige der Hänge sind darüber hinaus zu steil für einen Straßenverlauf, sodass an ebendiesen Stellen Treppenanlagen ausgebildet werden.^[1] Durch diese Gegebenheit ist Wuppertal mit ihren 469 Treppen eine der treppenreichsten Städte Deutschlands.^[2] Zudem mussten aufgrund der Topografie für die Errichtung von Gebäuden verschiedene Bauarten angewandt und innovative Lösungen entwickelt werden, um sowohl im Tal als auch auf den Berghängen und Anhöhen bauen zu können.^[3]

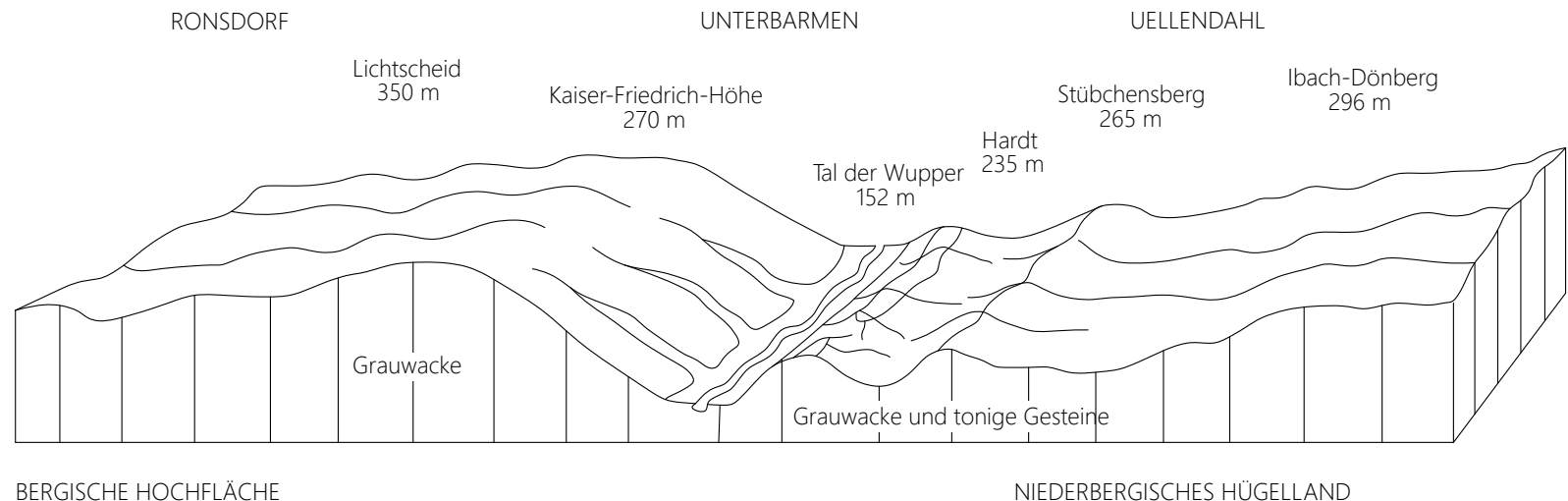


Abb. 1.1
Höhenunterschiede im Wuppertaler Gelände

Abb. 1.1

1.1.2 WUPPERTALER STADTGESCHICHTE IN DATEN

Die Stadt Elberfeld wurde 1161 zum ersten Mal als Tafelhof Elverfelde erwähnt. Es handelte sich um eine „Besitzbrücke“ zwischen Köln und Westfalen, die den Erzbischöfen von Köln gehörte. Durch den Ausbau des Tafelhofs zu einer Wasserburg entstand eine kleine Nachbarsiedlung, welche im Verlauf der Jahre stetig wuchs und Ende des 14. Jahrhunderts zur Minderstadt „Freiheit Elverfeldt“ ernannt wurde. Zudem wurde in Elverfeldt eine Burg errichtet, welche 1537 bei einem Stadtbrand zerstört und nicht wieder aufgebaut wurde. Dies ist auf die Erfindung von Schießpulver und weiterer Militärtechnik, die der Dekonstruktion von Mauern und Burgen diente, zurückzuführen. Ein Wiederaufbau der Burg hätte Ressourcen verbraucht, die an anderer Stelle gebraucht wurden. In der Mitte des 15. Jahrhunderts erhielt die Minderstadt einen Markt, welcher Elberfeld eine zentrale Bedeutung für das bäuerliche Umfeld sicherte.^[4] Im Jahre 1603 wurde das Gelände der Stadt eingeebnet. Das Raster des entstandenen Siedlungskerns ist bis heute in der Elberfelder Stadtstruktur erkennbar. Zudem wurde der Minderstadt 1610 das Stadtprivileg zugesprochen. Während des Dreißigjährigen Krieges wurde 1623 eine Stadtbefestigung errichtet, welche 1640 abgetragen wurde.^[5] Im gesamten Bergischen Land kam es im 17. und 18. Jahrhundert zu einer zunehmenden Siedlungsverdichtung und einem wirtschaftlichen Aufschwung. Vor allem Bleicher und Färber, sowie Bandwirker und Weber siedelten sich am Wupperufer an und nutzten das Wasser als Energiequelle und Produktionsmittel. Darüber hinaus weitete sich der Stadtkern entlang der Wupper und der Auslaufstraße nach Osten (heute Kippdorf) aus. Im Jahre 1752 wurden die heutigen Stadtteile Elberfeld und Barmen durch eine Talstraße miteinander verbunden.

Die Industrialisierung erreichte im 19. Jahrhundert im Wuppertal zunächst das Textilgewerbe, was die Expansion der Bevölkerung und eine neue Siedlungsentwicklung bedingte. In unmittelbarer Umgebung zur Wupper ließen sich Fabriken und Manufakturen nieder, sodass Wuppertal rasant zum Zentrum für die Textil- und Bekleidungsherstellung, den Maschinen- und Werkzeugbau, die Eisen-, Blech- und Metallwarenproduktion sowie die Elektroindustrie und die Chemie expandierte. Diese Entwicklung führte zu einer rapiden Bevölkerungszunahme in der Stadt. Während die Stadt

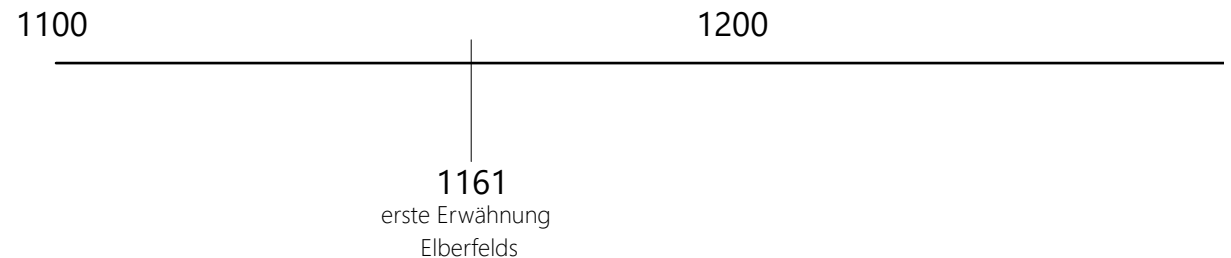


Abb. 1.2

im Jahre 1775 ungefähr 8.000 Einwohner hatte, belief sich die Anzahl im Jahre 1827 bereits auf 28.000 Personen. Die Bevölkerung wuchs bis 1849 auf 49.000 und bis 1881 auf ungefähr 106.000 Einwohner. Aufgrund dieser Entwicklung entstanden neue Stadtquartiere, welche eine klare Funktionstrennung aufwiesen.^[6] In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts errichteten verschiedene namenhafte Baumeister für das heutige Wuppertal bedeutende Einzelbauwerke.^[7] Einem städtebaulichen Plan wurde zu diesem Zeitpunkt nicht gefolgt.^[8] Im Jahre 1810 wurde die Talstraße durch die Errichtung einer neuen Kunststraße (heute Friedrich-Engels-Allee) entlastet. Zwischen 1838 und 1841 wurde die erste westdeutsche Eisenbahnlinie von Düsseldorf nach (Elberfeld-) Steinbeck gebaut und ermöglichte den Anschluss Wuppertals an die überregionalen Verkehrsmittel.^[9] Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts wurde Elberfeld ausschließlich nach Westen (Laurentiusviertel) und nach Norden (entlang der Friedrichstraße) erweitert.^[10] Als die Bebauung im Tal zu eng wurde, begann die Stadterweiterung auf den Berghängen und den Hochplateaus. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden die Nordstadt, die Südstadt und das Briller Viertel errichtet. Zu dieser Zeit wurden Städte aus konkretem Anlass den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend erweitert und folgten den städtebaulichen und architektonischen Idealen der jeweiligen Zeit. Der Fokus lag vor allem auf Wohngebäuden und nicht-öffentlichen Gebäuden.^[11] In der Nordstadt wurde ab den 1860er Jahren ein Arbeiterviertel errichtet, während das Briller Viertel zum Wuppertaler Villenviertel ausgebaut wurde.

Abb. 1.2
Wuppertaler Stadtgeschichte in Daten
1100 bis 1300

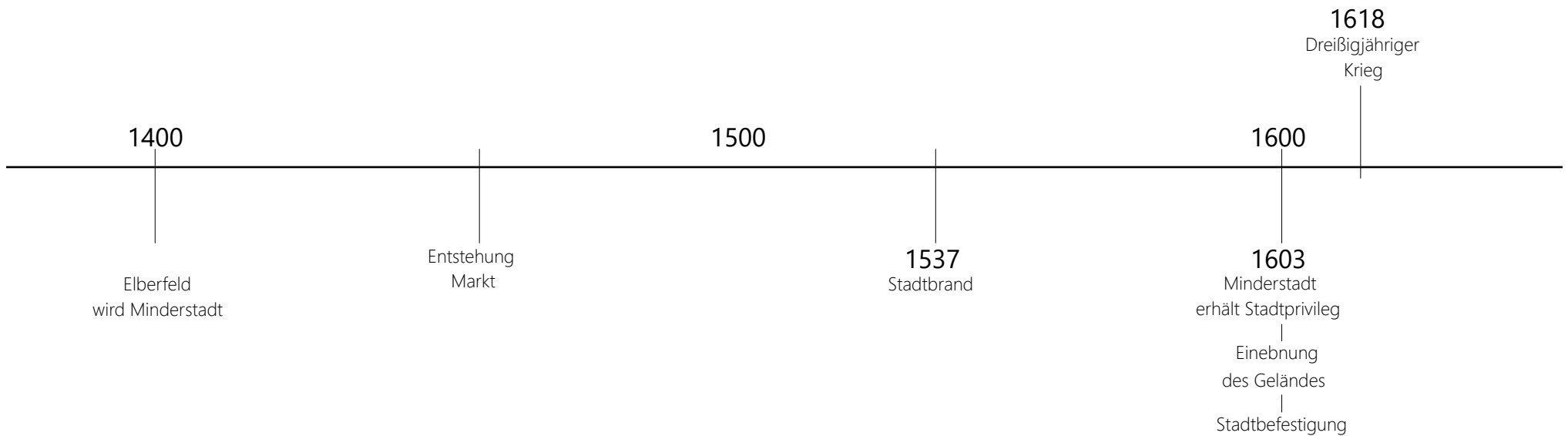


Abb. 1.3

Der Stadtkern beinhaltete zudem die Innenstadtfunktionen.^[12] Die heutige Stadt Wuppertal war darüber hinaus beispielhaft für die Entstehung der Schicht der industriellen Arbeiterschaft und ihrer prekären sozialen Lage. Insgesamt wurde zweckmäßig und wirtschaftlich gebaut. Die vorhandene Ästhetik ist vor allem dem Leitbild der „schönen Stadt“ zu verdanken. Demnach sollte der Ort sowohl zweckmäßig als auch schön sein. Als „schön“ wird in diesem Kontext eine Stadt verstanden, die individuell, unverwechselbar, überschaubar und am menschlichen Maßstab orientiert ist.^[13] Dieser Leitfaden ließ sich ebenfalls für die einzelnen Gebäude umsetzen und bezog sich auf die Gliederung des Baukörpers, die Betrachtung der Proportionen, die Gestaltung der Fassade und den Umgang mit der gebauten Umgebung. Wenn Gebäude als „schön“ eingestuft wurden, waren die Gewinnchancen für die Eigentümer höher. Aus diesem Grund ist die Errichtung der ästhetischen Gebäude der Arbeiterviertel auf private Bauspekulanten zurückzuführen, für die der Gewinn im Vordergrund

stand.^[14] In den Jahren zwischen 1875 und 1895 standen die Bauarbeiten in der Nordstadt auf ihrem Höhepunkt und konnten Ende des Jahrhunderts zum Großteil abgeschlossen werden. Für die Stadterweiterung wurden die älteren, meist zweigeschossigen Fachwerkhäuser abgerissen und durch zum Großteil durch massive vier bis fünfgeschossige Mietshäuser ersetzt. Da die alten Gebäude mit der Traufe parallel zur Straße errichtet worden waren, wurde diese Ausrichtung für die Neubauten übernommen. Die neuen Mietshäuser wurden im Gegensatz zu den abgerissenen Fachwerkgebäuden in Blöcken und Zeilen geplant.^[15] Zudem waren die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Art und das Maß der Nutzung zu diesem Zeitpunkt noch nicht festgelegt worden, weshalb in den Höfen der Wohnblöcke viele Gewerbegebäude errichtet wurden.^[16] Aufgrund des ansteigenden Berghangs ergab sich daraus ungewollt das charakteristische Element der Nordstadt, der sogenannte Vorsprung. Um möglichst effizient zu bauen, wurden die Straßen ohne Beachtung der Steigung über

Abb. 1.3
Wuppertaler Stadtgeschichte in Daten
1300 bis 1700

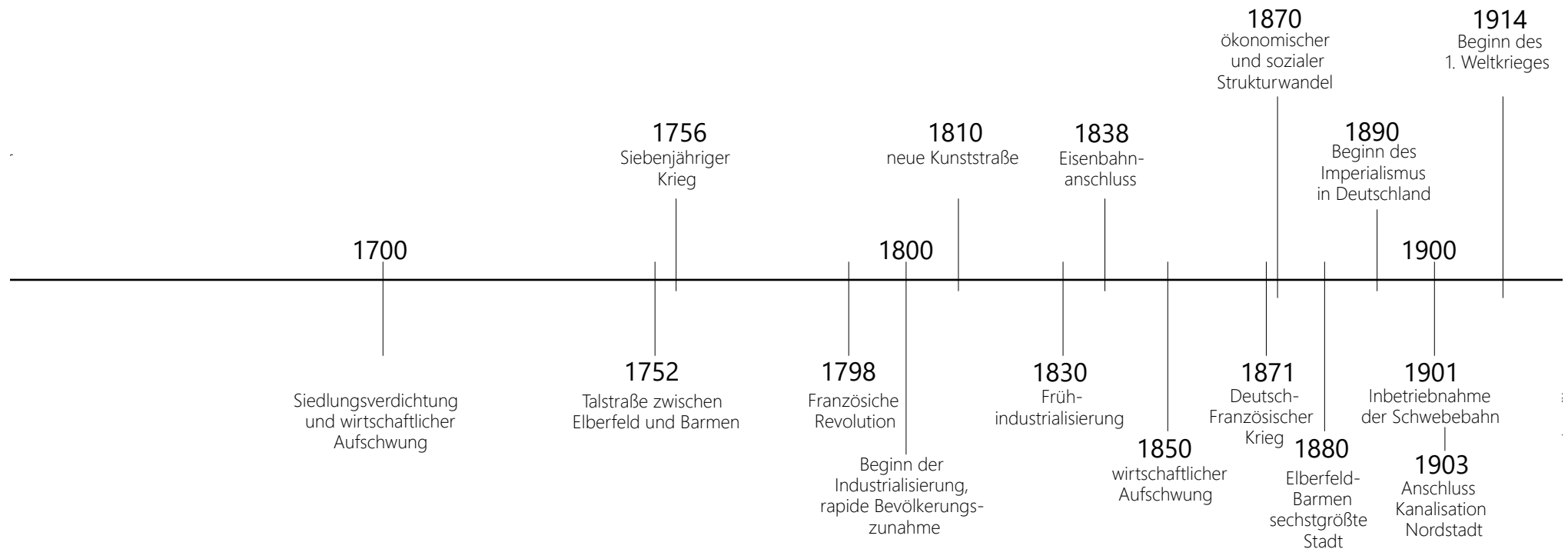


Abb. 1.4

die Berglehne geführt, sodass sich die für die heutige Nordstadt charakteristischen Straßenzüge ergaben. Die ähnlichen Gebäudehöhen generierten dadurch Höhenversprünge der Gebäude, die ebenfalls ein Merkmal der Stadt darstellen. In anderen Stadtteilen, die im Laufe der Geschichte auf den Berghängen des Wuppertals entstanden, wurden die Gebäude parallel zum Tal verlaufend erbaut. Diese Vorgehensweise erzeugt einen kulissenartigen Eindruck der ebenfalls prägend für das Stadtbild ist. Für die meisten Neubauten wurde eine vierachsige Fassade mit Stuck geplant. Der Stuck wurde seinerzeit vorgefertigt und konnte über einen Katalog bestellt werden. Die Fassade gewann durch das Anbringen des Stucks an Plastizität, da dieser ebenso wie Gesimse wie eine reliefartige Überhöhung wirkt. Im Gegensatz dazu werden Fenster und Türen wie Vertiefungen gelesen. Die individuellen Häuser bildeten für sich eine Einheit, im Block betrachtet ergab sich ein einzigartiges Bild, welches gleichzeitig wie eine „gewachsene Einheit“ erschien.^[17]

Am 01.03.1901 wurde die Wuppertaler Schwebebahn als wichtiges Verkehrsmittel innerhalb der Stadt in Betrieb genommen. Die Schwebebahn ist seit ihrer Errichtung ein wichtiges Wahrzeichen und ein stadtbildprägendes Element, welches zu den bestimmenden Verkehrsbawerken der Stadt gehört und die Stadtteile miteinander verbindet.^[18] Darüber hinaus dominieren Kirchtürme und Fabriken neben der Wohnbebauung das Stadtbild.^[19] Im Jahr 1903 wurde die Elberfelder Nordstadt an die Kanalisation angeschlossen, wohingegen bis 1910 die meisten Wohnblöcke im Quartier ohne Stromversorgung waren.^[20] Im Jahr 1929 wurden die fünf Städte Elberfeld, Barmen, Cronenberg, Ronsdorf und Vohwinkel zur Stadt Wuppertal zusammengeführt. Die einzelnen Stadtteile behielten ihr jeweils individuelle Gestaltungsbild bei, sodass kein einheitliches Stadtbild für Wuppertal beschrieben werden kann.^[21] Im Verlauf des Zweiten Weltkrieges (1939-1945) wurden ungefähr zwei Drittel der Wuppertaler Wohngebäude beschädigt oder zerstört, allerdings blieb die Nordstadt zum Großteil verschont.

Abb. 1.4
Wuppertaler Stadtgeschichte in Daten
1700 bis 1914

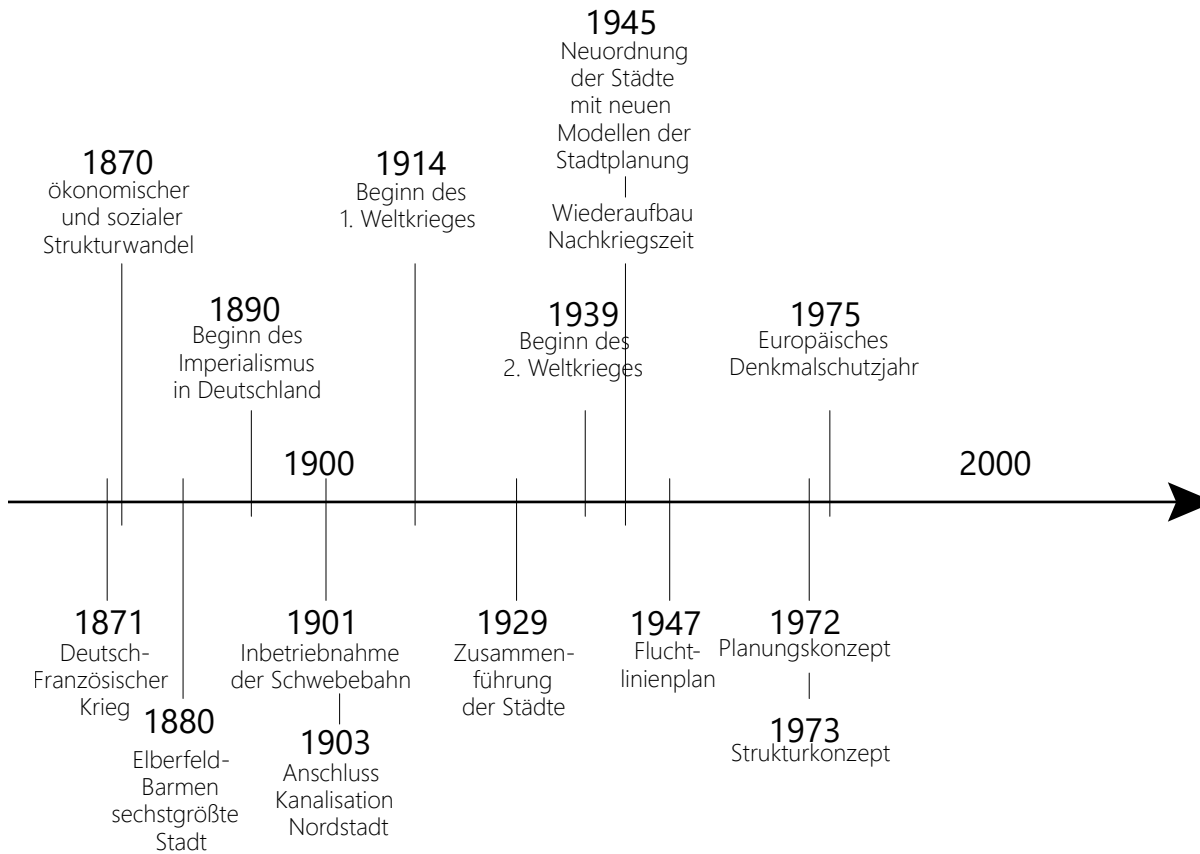


Abb. 1.5

Außerdem wurden die bereits vorhandenen Baudenkmäler zum Großteil schwer demoliert. Die als wichtig empfundenen Gebäude wurden beim Wiederaufbau möglichst detailgetreu wiederhergestellt, wie beispielsweise die Wuppertaler Stadthalle^[22], während die sonstigen Bauwerke ohne Orientierung am historischen Stadtbild nachgebildet wurden. Durch den Schwund an architektonischer Ästhetik reduzierte sich die städtebauliche Ästhetik ebenfalls. Zudem unterdrückten die Wohnungsnot und der Zwang der Sparsamkeit die architektonische Entfaltung.^[23] Im Jahr 1972 begann die Entwicklung eines Planungskonzeptes für die Wuppertaler Nordstadt, welches in Bebauungsplänen umgesetzt wurde. Dieser Entwurf wurde ab 1977 mit einer Dauer von drei Jahren ausgeführt. Im Zuge dessen wurden die Wohnblöcke entkernt und eine Neugestaltung der Innenhöfe vorgenommen. Vereinzelt Wohngebäude wurden abgebrochen, Gewerbebetriebe verlagert und Grün- und Freiflächen innerhalb der Blockbebauung geschaffen. Allerdings wurde die Entkernung in einem Maße durchgeführt, welches die Existenz der notwendigen Betriebe nicht gefährdete.

Abb. 1.5
Wuppertaler Stadtgeschichte in Daten
1914 bis heute.

Im Jahr 1973 wurden 76 Hektar der Nordstadt darüber hinaus zum Sanierungsverdachtsgebiet eines Strukturkonzeptes, welches eine starke Entdichtung und 25 Prozent Neubebauung vorsah, erklärt. Dieser Entwurf wurde als zu umfangreich bezeichnet und aufgrund dessen verworfen. Darüber hinaus verfügten nach Aussage der Stadtplaner die betroffenen Stadtgebiete teilweise über die eigene Kraft zur Regeneration. Um dieses Potenzial zu unterstützen, wurden private Erneuerungsinitiativen motiviert und gefördert. Die sich daraus ergebenden Planungsschwerpunkte waren die Erneuerung zurückgebliebener Wohnviertel, wie beispielsweise die Nordstadt, die Förderung von City-Ergänzungsgebieten, zum Beispiel an der Friedrich-Ebert-Straße und der Luisenstraße, die Verbesserung des Stadtbildes und der Ausbau von Stadtplätzen sowie die Verbesserung der allgemeinen Parksituation für Autos. Die geförderten Projekte sollten vor allem eine selektive Abwanderung und eine großräumige Entmischung von Wohn- und Gewerbenutzungen verhindern. Darüber hinaus sollten mithilfe der Blockentkernung kleinere und emittierende Betriebe umge-

setzt werden. Wenn die Kraft zur Eigenregeneration von Teilgebieten nicht ausreichte, wurden diese nach dem Städtebauförderungsgesetz saniert. Zudem wurde eine Modernisierungsberatung und -förderung zur Motivation und Unterstützung von Eigeninitiativen eingesetzt.^[24] Als weiteres Ziel galt die Verbesserung der Infrastrukturausstattung und der Ver- sowie Entsorgung. Im Zuge des Europäischen Denkmalschutzjahres 1975 wurde in Wuppertal eine Satzung zur Wahrung des Ortsbildes verabschiedet. Aufgrund dessen sollten denkmalwerte Gebäude modernisiert werden. Diese wurde bei der Erstellung neuer Wohnungsgrundrisse, der Behebung konstruktiver Mängel, der Aktualisierung der Wohnausstattung sowie der Erfüllung von Schall-, Wärme- und Brandschutzanforderungen bei Bestandsgebäuden einbezogen.^[25]

Die Stadt Wuppertal gilt aufgrund ihrer Geschichte heutzutage als Industrie-, Mehrkern-, Band-, Kunst-, Kultur- und Universitätsstadt sowie als Bergisches Oberzentrum. Die Architektur der Stadt ist durch die vorhandene Topologie einzigartig und stellte die historischen Baumeister wiederholt vor konstruktive Herausforderungen.^[26]

1.1.3 DIE ENTWICKLUNG DES WOHNHAUSES

Durch das hohe örtliche Vorkommen der Materialien Tonerde und Naturstein im Wuppertal und der näheren Umgebung, welche ungeeignet für den Ziegel- sowie Werksteinbau sind, hatte zur Folge, dass bei vielen Gebäuden ausschließlich der Keller gemauert wurde. Darüber hinaus bedingt der starke Steigungsregen die Verkleidung der Wetterseiten der Bauwerke. Zunächst wurde diese in Holzschindeln, ab dem 17. Jahrhundert ebenfalls in Schieferplatten ausgeführt. Ab dem frühen 19. Jahrhundert wandte sich die Architektur im Tal dem klassizistischen Massivbau zu. Die Fassaden

der Gebäude waren in den meisten Fällen weiß gestrichen und besaßen eine Gliederung mit Pilaster geschmückten Risaliten und Flachgiebeln. Das Erdgeschoss wurde häufig durch Quaderputz und gegebenenfalls durch Rundbögen betont. Das Bild der Massivbauten wurde zudem durch Fachwerkgebäude mit Holzbretterverkleidung imitiert. Diese Häuser waren ebenfalls hellgestrichen und durch die Anordnung der abgefasten Bretter mit unterschiedlichen Breiten in der Fassade wurde der beliebte Quaderverband nachgebildet. Allerdings konnten die Fachwerkgebäude meist durch ihre geringen Achsabstände der Fenster erkannt werden. Der Einbau von gusseisernen Fenstergittern und detaillierten Haustüren stellten ein charakteristisches Merkmal der damaligen Straßenzüge dar. Laut einer Quelle wurde im Jahre 1860 eine neue Bauordnung festgelegt, nach welcher mindestens die Straßenfassade in massiver Bauweise errichtet werden musste. Zudem mussten Vorderhäuser wenigstens zwei Geschosse mit einer lichten Höhe von 10 Fuß (3,1 Meter) aufweisen, wobei die Gebäudehöhe des anderthalbfache der Straßenbreite nicht überschreiten durfte. Im letzten Jahrhundertdrittel wurden Mietshäuser zum Großteil als drei- bis vierstöckige und vierachsige Reihenhäuser errichtet worden. Zudem wurden die Treppenhäuser meist auf der Rückseite der Gebäude angeordnet und generierten durch ihre Podeste einen Rücksprung in der Fassade.^[27]

1.1.4 IMPRESSIONEN DAMALS UND HEUTE



Abb. 1.6



Abb. 1.7



Abb. 1.8

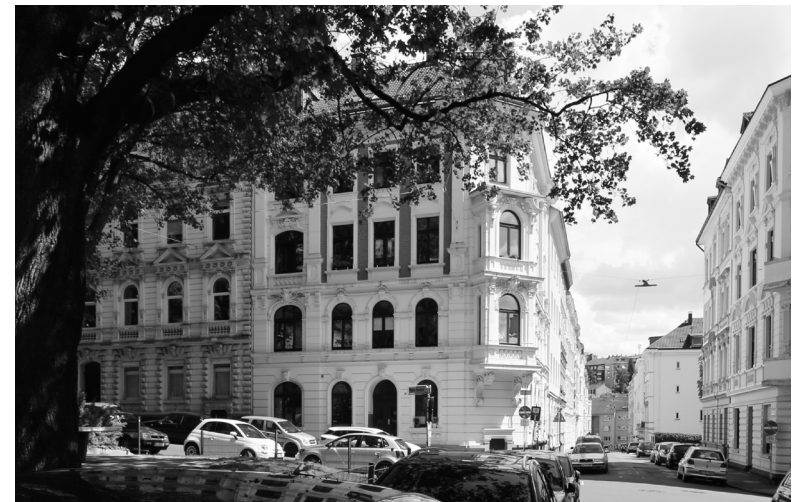


Abb. 1.9

Abb. 1.6
Kreuzung Helmholtzstraße - Wiesenstraße
um 1910

Abb. 1.7
Kreuzung Helmholtzstraße - Wiesenstraße
heute

Abb. 1.8
Kreuzung Humboldtstraße - Neue Nordstraße
um 1910

Abb. 1.9
Kreuzung Humboldtstraße - Neue Nordstraße
heute

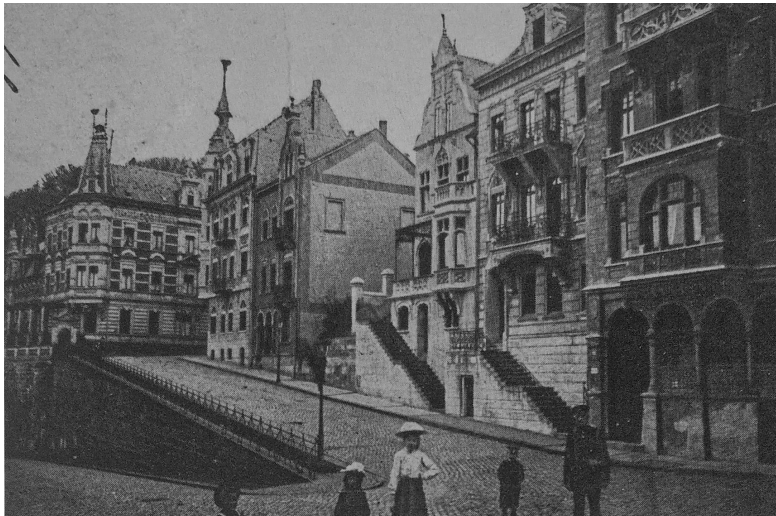


Abb. 1.10



Abb. 1.11



Abb. 1.12



Abb. 1.13

Abb. 1.10
Kreuzung Marienstraße - Ottenbrucher Straße
30er-Jahre

Abb. 1.11
Kreuzung Marienstraße - Ottenbrucher Straße
heute

Abb. 1.12
Kreuzung Hochstraße - Kalrstraße
1910

Abb. 1.13
Kreuzung Hochstraße - Kalrstraße
heute

TEIL 2

ZWEI VERSCHIEDENE BAUWEISEN

2 ZWEI VERSCHIEDENE BAUWEISEN

2.1 FACHWERKBAUTEN

Farah Alnihawi, Justyna Mazur

2.1.1 DEFINITION UND VORKOMMEN

Fachwerkbauten bestehen grundsätzlich aus einem tragenden Holzskelett und einer Ausfachung. Diese können aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Dabei kann es sich beispielsweise um Lehm-, Mauerwerks- oder Steinausfachungen handeln.



Abb. 2.1

In ländlichen Regionen treten Fachwerkbauten vermehrt mit einer sichtbaren Konstruktion auf. In den Städten hingegen verbirgt sich die Holzkonstruktion teilweise oder komplett hinter Putz oder Vorhangfassden. Dies wurde hauptsächlich durch die Furcht vor Stadtbränden veranlasst.

Mit der Einführung der Bau-Polizei-Ordnung Berlin (weitere Städte und Landkreise folgten) wurde das Holz als Baumaterial ab 1853 nach und

nach aus dem urbanen Raum verbannt. Das Bauen mit Holz in den geschlossenen Straßenzügen der Städte wurde verboten oder ein Umkleiden des Holzes wurde erforderlich.^[1]

2.1.2 DIE ENTWICKLUNG

Die ältesten Formen, die dem Ursprung des Fachwerkbau zugeschrieben werden können, lassen sich bereits bei den primitiven Satteldachkonstruktionen mit Firstpfette und tragenden Erdwänden ablesen. (Abb.2.2) Das Dach reichte bis zum Boden - somit ähnelte dieser Bau typologisch einem Zelt. Behausungen dieser Art waren sehr simpel zu erstellen, jedoch auch nur von kurzer Haltbarkeit.

Jungsteinzeitliche Ausgrabungen zeigen eine Weiterentwicklung des Typus mittels Pfosten, als Eck- und Wandbegrenzungen für die Tragkonstruktion des Daches. Der Schwachpunkt bezüglich der Haltbarkeit dieser Bauweise lag jedoch immer noch darin, dass die Pfosten unmittelbar auf dem Erdreich gründeten. Eine gestiegene Beständigkeit erreichten die frühen Holzbauten schließlich durch eine untere Steinlage, auf der die Ständer, Pfosten und Fußriegel aus Holz aufgestellt wurden. Diese Grundmauern verhinderten den direkten Kontakt der Holzbauteile mit dem feuchten Untergrund.

Fortan wurden Holzfachwerke mit Seitenwänden gebaut. Diese Entwicklung ermöglichte das Anheben des Dachs und die Weitung der Innenräume. Bei steigenden Bauvolumen reichte jedoch eine Firstpfette nicht mehr aus, um die Dachlast abzuleiten. Deshalb wurde das Dach aus einem Traggerüst gebildet, welches aus zwei gegenüberliegenden Sparrenreihen, die oben durch eine Querverbindung stabilisiert bzw. verspannt waren und als Spannbalken bezeichnet werden, besteht.

Der Innenraum wurde in Längsrichtung aufgeteilt - in der Mitte ein größerer Raum, die „Halle“, die sowohl als Wohn- und Arbeitsplatz diente. Gebäude mit dieser Teilung wurden als „Hallenhaus“ oder „Längsdielenhaus“ bezeichnet. Unter dem großen und hohen Dach gab es genug Platz für einen Vorratsraum.

Später ragte das Dach seitlich über die Außenwände hinaus und überspannte dabei die Nebengasse (Kübbungen), die als Ställe für das Vieh

Abb. 2.1
Foto einer Fachwerkwand mit Ziegelausfachung

Abb. 2.2
Historische Entwicklung der Fachwerkbauweise

oder Gerätelager genutzt wurden. Die Verlängerung der Sparren war durch angesetzte Balken, die sogenannten „Aufschieblinge“ möglich.

Der steigende Wohnraumbedarf und immer knapper werdende Grundflächen in der Stadt führten schließlich zum mehrstöckigen Bau und damit zu einer starken Entwicklung der Fachwerkbauweise ab dem 16./17. Jhd. Die Grundlage für das Aufstocken, mit einem neuen Geschoss, bildet die Schwelle des Dachs, auf der die Aufschieblinge ruhen. Diese wurde beibehalten und die neuen Ständer wurden in derselben Weise fortgeführt, wie

die bereits vorhandenen in der unteren Etage. Das obere Geschoss steht nun gegen das untere ein Stück nach vorne versetzt.

Ab dem 18. Jhd. entwickelte sich die Vorgehensweise die Außenwände höher zuzubauen und bloß Zwischendecken für die Geschossigkeit einzuziehen. Die Deckenbalken dieser Zwischendecken wurden im rechten Winkel an die Ständer stumpf gestoßen und schließlich mit gezapften Ankerbalken befestigt.^[2]

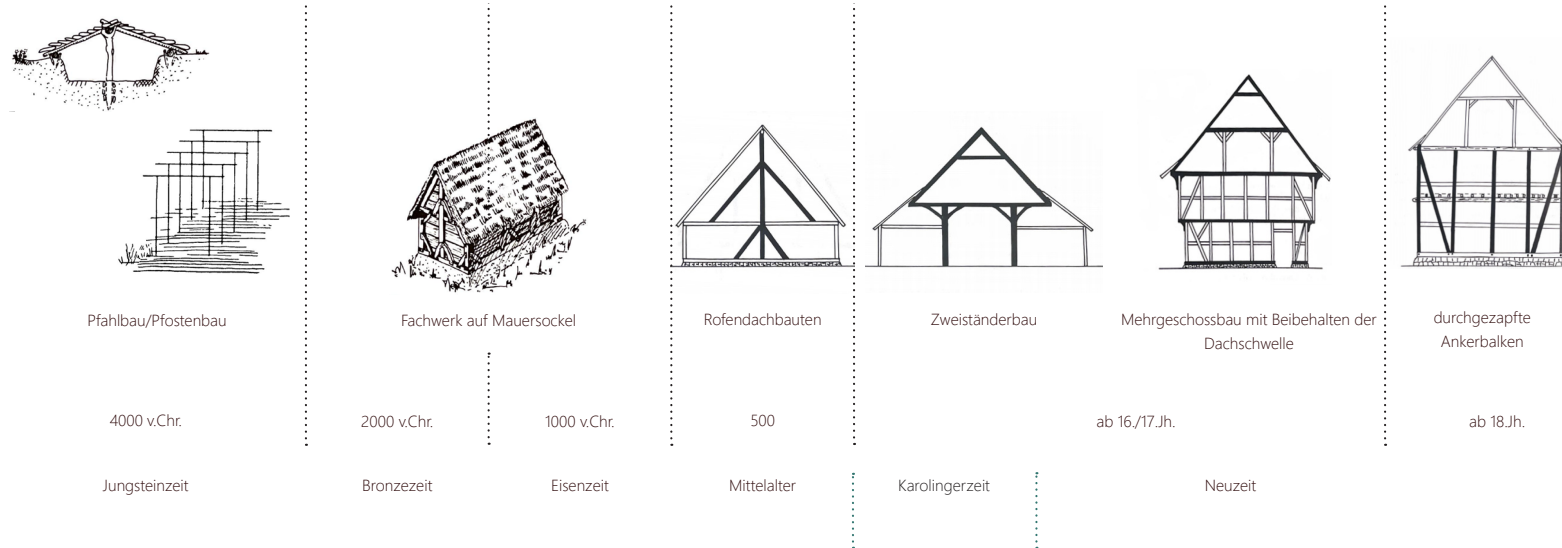
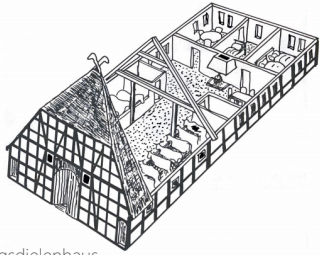
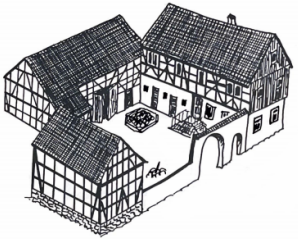


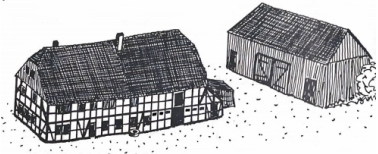
Abb. 2.2



Längsdielenhaus



Querdielenhaus



Bergische Mischbauweise

Abb. 2.3

2.1.3 DAS BERGISCHE FACHWERK

Fachwerkbauten haben sich oft regional- und funktionsspezifisch entwickelt. Im Folgenden soll ein grober Einblick in das Bergische Fachwerk abgebildet werden. Selbstverständlich muss hier auch zwischen der Land- und Stadtbauweise differenziert werden.

Im Bergischen Land lassen sich zwei sehr verschiedene Bautraditionen antreffen, die mit der Besiedlungsgeschichte des Gebietes im Zusammenhang stehen. Die Besiedlung selbst begann spät, nämlich in der Karolingerzeit (9./10. Jh.).

Die Bautraditionen des Ostens des Bergischen Landes lassen sich mit der engeren Verwandtschaft zum angrenzenden westfälischen Sauerland begründen. Dieser Ort gehörte zum alten „sächsischen Stammesgebiet“ und dort wurde die niederdeutsche Kultur fortgeführt. Ein typisches Gebäude stellt hier das eingeschossige Hallenhaus dar und wird auch als Längsdielenhaus bezeichnet.

Der Süden und der Westen hatten einen Bezug zum Rheinland, also dem „fränkischen Stammesgebiet“ und pflegten die mitteldeutsche Kultur. Hier waren die Drei-, bzw. Vierseitenhöfe, das Querdielenhaus verbreitet. Es handelt sich um einen Haufenhof, also einen Komplex von einzelnen Gebäuden mit verschiedenen Funktionen, wo der Mensch, die Tiere und die Ernte unter einem Dach vereint wurden und sich eher von den Nachbarn abgrenzte. Dieser Bau war in der Regel zweigeschossig.

Es entstand zusätzlich die regionalspezifische, oberbergische Mischformgruppe und ihre Varianten als das Wohn- und Stallhaus. Grund dafür war der Platzmangel aufgrund der Topografie für die Reinform des „Vierseitenhofs“.

Solche Misch- und Übergangsformen stellten sich als zweckmäßig dar und verbreiteten sich deshalb im Bergischen Land. Die neue Komposition betraf die Vereinigung des Strehofes und des Hallenhauses, beispielsweise durch den Bau eines zweigeschossigen Längsdielenhauses mit hohen Außenwänden oder die Variation am Grundriss. Wohnungs- und Stalltrakt konnten durch eine Querdiele voneinander getrennt, oder Wohn- und Stallteil durch eine Längsdiele miteinander verbunden werden.

Das städtische Bürgerhaus wurde seit dem Anfang des 18. Jh. zunehmend mit Schiefer verkleidet. Es entstand dadurch eine Art Zweckbau ohne

übermäßige Verzierungen. Oft blieb das bergische Fachwerk eher schlicht geschmückt. Ausnahmen waren hier die Türen und Treppenhäuser, die in den Kunststilen Rokoko und Barock geschmückt waren.

Bei der Betrachtung der Grundrisstruktur erfolgt je nach Anzahl der Querwände die entsprechende Zellenangabe. In der Stadt entstanden hauptsächlich dreizellige Gebäude, die auf Symmetrie konzipiert waren. Gelegentlich wurden auch größere, vierzellige Fachwerkhäuser gebaut.

Für die Ausfachung der Fachwerkwände wurde Lehm benutzt, der bis ins 19. Jh. als einziges Füllmaterial galt. Die Verwendung von diesem Material erwies sich aber als sehr aufwändig. Im 19. Jh. kam es allmählich zur Ausfachung mit Steinen. Es wurden Bruch-, vor allem aber Ziegelsteine verwendet. Im 20. Jh. wurde insgesamt nicht mehr mit Lehm ausgefacht. Beim Ausmauern wurden größere Gefache bevorzugt, da das Bearbeiten des Mauerwerks an Ecken und Winkeln erhöhten Aufwand bereitete. Außerdem wurde oft sogar auf Riegel oder Streben verzichtet, da bei der Verwendung des Mauerwerks auf das Holzgerüst im Tragwerk verzichtet werden konnte. Im 20. Jh. wurden bis 1920 nur noch vereinzelt reine Fachwerkhäuser gebaut. Anschließend diente das Fachwerk nur noch für dekorative Elemente an gemauerten Gebäuden, oder allein im Obergeschoss.^[3]

2.1.4 SCHEMA DES FACHWERKBAUS

Im Folgenden wird der schematische Aufbau eines Fachwerkbaus (Abb. 2.4) erläutert.

Die Grundmauer (1) verhindert den Kontakt mit der Bodenfeuchte. Daraufhin folgt die Schwelle (2), die der Träger der gesamten Konstruktion ist. Die Ständer (3) tragen die Last der Wände, Decken und des Daches. Sie erfüllen die statische Grundfunktion. Ständer an den Ecken des Gebäudes werden entsprechend als Eckpfosten (4) bezeichnet.

Zuzüglich dienen Streben (5) zur Aussteifung der Fachwerkwand in Längsrichtung. Rähme (6) halten als umlaufende Einrahmung die Ständer zusammen. Die Riegel (7) verbinden Ständer. Darunter gibt es auch die Brustriegel (8) an den Fenstern, die das Ausstaken und Ausfüllen der Fächer erleichtern. Das Dach wird von den Dachbalken (9) getragen. Außerdem schützen oft Aufschieblinge (10) die Wand vor dem Regenwasser.^[4]

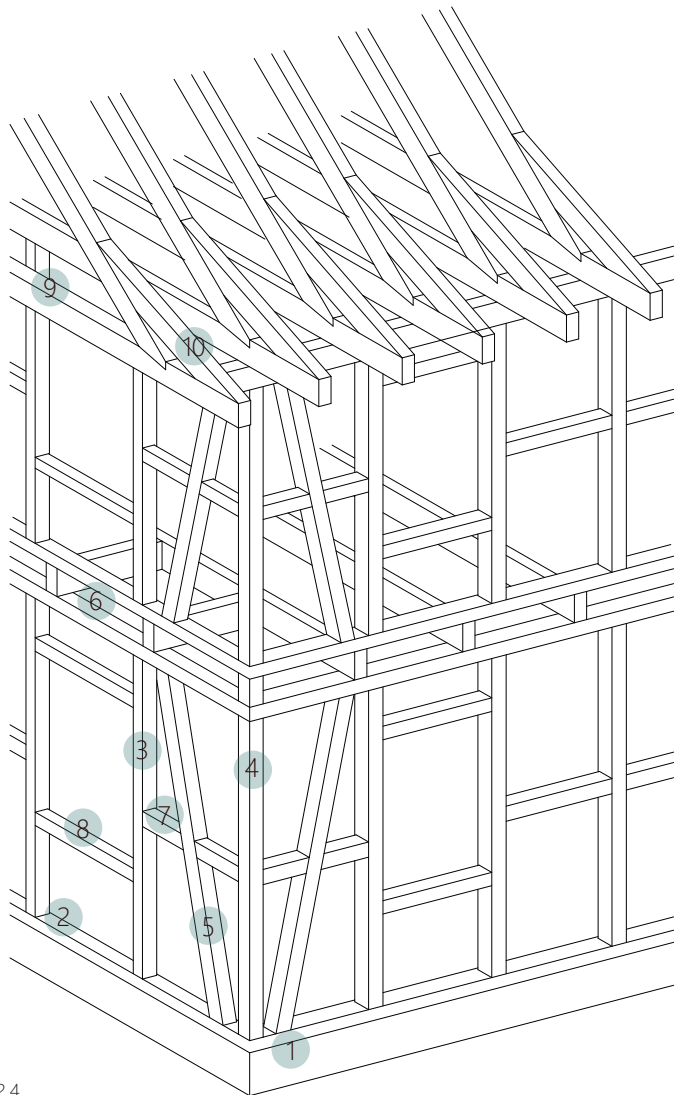


Abb. 2.4

2.1.5 DER FUNDAMENTSOKKEL

Der Sockel, beziehungsweise die Grundmauer der Fachwerkbauten, wurde größtenteils aus Ziegel-, oder heimischem Bruchsteinmauerwerk erstellt. Ebenso ist das Gebäude in der Regel unterkellert. Dort erstreckt sich im Innenraum meistens ein Tonnengewölbe, beziehungsweise eine Kappendecke. In der entgegengesetzten Spannrichtung der Decke sind Fenster für die Lüftung oder Wandnischen für sonstige Zwecke platziert.

Bei Beschädigungen am Sockel können unterschiedliche Maßnahmen getroffen werden. Zum Beispiel kann das Fundament komplett erneuert und unterfangen oder mit Trasskalkmörtel stabilisiert werden. In diesem Bereich treten öfters Konstruktionsfehler auf. Als Beispiel ist eine unebene Oberkante des Sockels und damit ein ungünstiger Anschlusspunkt zur Schwelle zu nennen. Bei diesem Fehler kann Regen- /Spritzwasser eindringen und es kommt zu Feuchtigkeitsschäden im Gebäude. Ein weiterer, sehr häufiger Fehler liegt bei einem komplett verputzten Sockel mit samt der Schwelle vor. Regenwasser kann dadurch an der Fassade zwar abtropfen, jedoch entstehen hier in der Regel Risse im Putz an der Schwelle, wodurch wiederum Feuchtigkeitsschäden im Gebäude entstehen.

Die Schwelle, die auf der Grundmauer liegt, ist ebenfalls für Konstruktionsfehler anfällig. Eine mittig auf der Grundmauer positionierte Schwelle zum Beispiel führt dazu, dass sich Regenwasser auf dem Vorsprung sammelt, was in der Regel zu Fäulnisschäden am Holz führt.

Damit keine direkte Feuchtigkeit aus dem Erdreich in die Schwelle gelangen und ebenfalls Fäulnis verursachen kann, sollte diese nie tiefer als OK-Gelände liegen. Eine Beschädigung an der Schwelle kann unter anderem zum Absenken der Fachwerkwand führen.

Im Zuge von Sanierungsmaßnahmen wird öfters eine Bitumenpappe unter die neue Schwelle genagelt und etwas Mörtel darunter aufgetragen. Leider kann diese Maßnahme die neue Schwelle nicht vor Regenwasser schützen und der Balken muss häufig wegen Fäulnisschäden ausgewechselt werden. Eine weitere, typische Maßnahme wäre der Einsatz einer Kittspritze. Aktuelle Beobachtungen zeigen jedoch, dass diese Maßnahme das Problem eigentlich bloß verschärft.^[5]

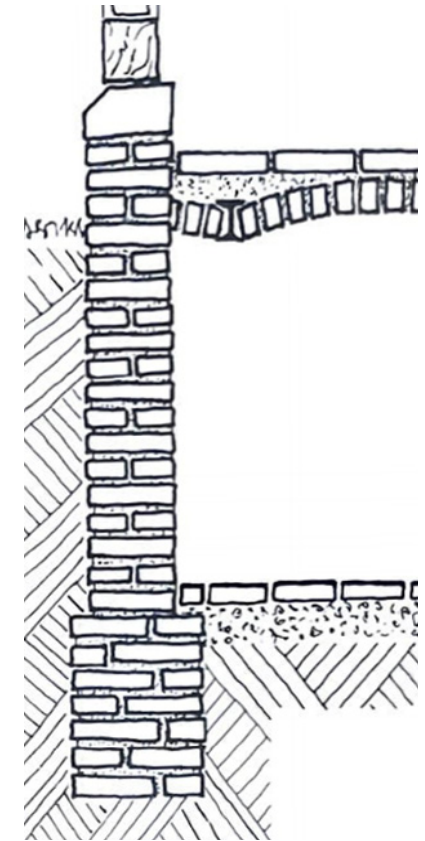


Abb. 2.5

Abb. 2.3
Die Entstehung der Bergischen Mischbauweise

Abb. 2.4
Axonometrie Tragwerk

Abb. 2.5
Schnitt Keller

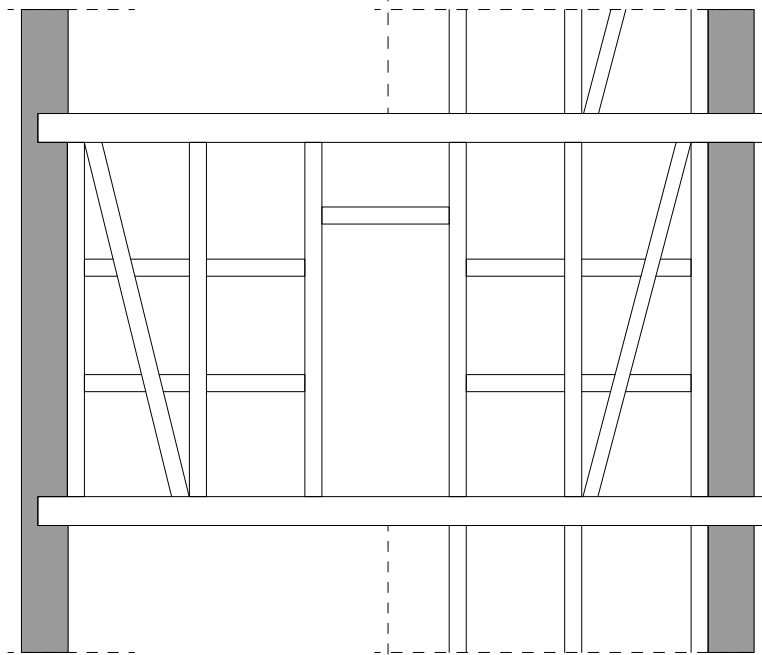


Abb. 2.6

2.1.6 FACHWERKWÄNDE

Fachwerkbauten bestehen grundsätzlich aus einem tragenden Holzskelett und einer Ausfachung. Ebenfalls kann es bei den Wänden schnell zu Konstruktionsfehlern kommen.

Bei der Ausfachung wird von der Nutzung des harten Klinkers, Kalksandsteinen oder Ziegel abgeraten, da diese Steine diffusionsdicht sind wodurch die Wand nicht atmungsaktiv bleibt. Außerdem wurde öfter beim Bauen oder Sanieren beobachtet, dass eine Ausfachung außen hervorstand. Dies führt zum Ansammeln und Eindringen des Regenwassers. Eine andere, nicht bevorzugte Ausführung wäre die Nutzung von Platten mit Klebemörtel, weil die Bewegungen im Fachwerk in den Platten Risse verursachen.

Eine Ausfachung mit Lehm kann die Feuchtigkeit im System regulieren. Der Lehm kann diese aufnehmen, sodass diese nicht zu den Balken oder den Stützen gelangt. Aus diesem Grund eignet sich Lehm sehr gut für die Ausfachung eines Fachwerkgebäudes. Außerdem ist die Sanierung von Lehm mit geringerem Aufwand verbunden.

Weiche Vollziegelsteine im Reichsformat sind auch für die Ausfachung eines Fachwerkbaus geeignet. Bei Mörtel sollte darauf geachtet werden,

dass ein passender Mörtel, wie z.B. Weißkalkmörtel benutzt wird. Zement und hydraulischer Mörtel sind absolut nicht geeignet und es sollte bei einem Fachwerkgebäude darauf komplett verzichtet werden, da sie das Holz angreifen.

Ein anderes Ausfachungsmaterial, das nicht verwendet werden sollte, wäre der Naturstein. Diese Steine sind schwer, nicht diffusionsoffen und haben einen niedrigen Dämmwert.^[6]

Bei Putzarbeiten muss darauf geachtet werden, dass die Schichten gleichmäßig sind, sodass keine unterschiedlichen Spannungsverhältnisse zwischen dem Putz und dem Holz entstehen. Im Außenraum dürfen keine Kanten mit Überständen in der Putzoberfläche entstehen, da über diese Regenwasser ins Gefüge eindringen kann.

Ebenfalls wichtig zu nennen ist, dass die Putzarbeiten erst ein Jahr nach dem Balkenaustausch durchgeführt werden sollten, damit das Holz und die Ausfachung ausreichend Setzzeit hat.^[7]



Abb. 2.7

2.1.7 DECKENAUFBAUTEN

In Fachwerkbauten wurden in der Regel Einschubdecken verbaut. Im Prinzip handelt es sich um eine Geschossdecke mit einem Einschubboden. Der Bereich oberhalb des Bodens wurde mit Lehm oder Sand ausgefüllt. Quer über den Deckenbalken wurde ein Dielenboden gelegt.

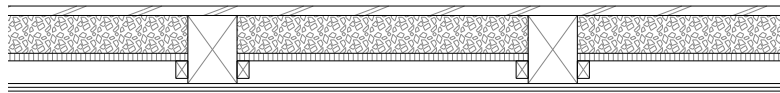


Abb. 2.8

2.1.8 FENSTER UND TÜREN

Durch undichte, verfaulte Holzfenster und Türen kann Feuchtigkeit in das Fachwerk eindringen. Bei einer Sanierung sollte daher besonders auf die Größe der Öffnung und das Gewicht der Verglasung geachtet werden. Außerdem sind bestimmte Rahmenmaterialien wie z.B. Kunststoff bei einem Fachwerkgebäude eher ungeeignet, da hierbei das historische Bild zerstört wird. Isolierverglasung oder Wärmeschutzgläser spielen bei kleineren Fenstern keine große Rolle. Darüber hinaus sollte darauf geachtet werden, dass bauphysikalische Probleme nach einem Fenster-/ Türenaustausch entstehen können, da durch die herbeigeführte Luftdichtigkeit keine natürliche Dauerlüftung des Gebäudes mehr möglich ist.^[8]

2.1.9 TYPISCHE MÄNGEL UND SCHADENSBILDER

Andere Mängel, die durch Konstruktionsfehler, oder auf Grund der Vernachlässigung des Gebäudes entstehen können, sind holzerstörende Pilze und Insekten, mangelhafte Schlagregendichtheit und lockere Verbindungen. Diese Probleme führen zu Feuchtigkeit im Holz und damit zu Fäulnis.

Während die holzverfärbenden Pilze wie z.B. Schimmelpilze keine Zellulosesubstanz abbauen und keine Holzfäule verursachen, bauen holzerstörende Pilze wie z.B. Weißfäule die Zellwände der Holzzellen ab. Dies führt zur Fäulnis des Holzes. Ein vollständiger Austausch des betroffenen Bauteils muss eingeleitet werden. Es müssen mindestens 30 cm über

dem sichtbaren Befall entfernt werden. Außer Pilzen gibt es noch den Hausschwamm, der nur durch einen Sachverständigen für Holzschutz bekämpft werden kann. Es müssen mindestens 100 cm über dem betroffenen Teil entfernt werden. Danach sollten das angrenzende Mauerwerk, die Fugen und Putzschichten untersucht werden und bei einem Befall entfernt werden.

Andere Mängel, die häufig bei einem Fachwerkhaus auftauchen, sind Insekten. Sowohl Frischholzinsekten wie z.B. eine Holzwespe, als auch Trockenholzinsekten, wie der Hausbock, können den Fachwerkbau durch Fraß am Holz schädigen. Bei diesem Befall muss man bestimmte Holzschutzmittel nutzen oder die Insekten mit Heißluft bekämpfen.^[9]



Abb. 2.9

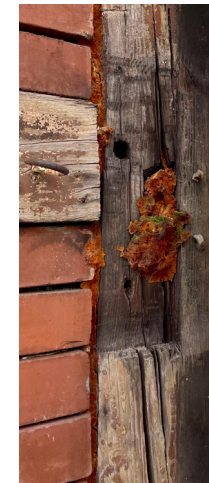


Abb. 2.10

Abb. 2.6
Innenwand, maßstabslos

Abb. 2.7
Foto Holzschäden

Abb. 2.8
Detailschnitt Decke, maßstabslos

Abb. 2.9
Foto Holzschäden

Abb. 2.10
Foto Fensterängel

1850-
1870

INDUSTRIALISIERUNG
ebnete den Weg für
die Gründerzeit

1871

GRÜNDUNG DES DT.
KAISERREICHS
17. Januar
ENDE DES
DT.-FRANZ. KRIEGES
10. Mai

1872

WIRTSCHAFTSBOOM
Hochkonjunkturphase durch
franz. Reparationszahlungen

Unternehmer wurden
in kürzester Zeit reich

1873

GRÜNDERKRACH /
BÖRSENKRACH

20
Jahre

GRÜNDERKRISE
Wirtschaftliche Stagnation

2.2 MASSIVBAUTEN IN DER GRÜNDERZEIT

Ronja Lehmann, Jelka Seidel, Sophie Weuste

2.2.1 GRÜNDERZEIT-GRÜNDERJAHRE

Mit der Industrialisierung im deutschen Reich und dem einhergehenden Wirtschaftsaufschwung folgten die Gründerjahre von 1871-1873. Die nachfolgende Abbildung (2.11) zeigt die zeitliche Gliederung.^[1]

2.2.2 GESELLSCHAFTLICHE SITUATION

Ausgelöst durch die Industrialisierung gab es immer mehr Arbeitsplätze in den Städten. Die Bevölkerung zog vom Land in die Stadt, wodurch die Nachfrage nach Wohnraum in den Städten immer größer wurde.

Brachflächen wurden genutzt, um Wohnraum zu schaffen.

Neben Mehrfamilienhäusern für die Arbeiterschaft wurden auch Villen für das höhere Bürgertum gebaut. Diese verschiedenen Wohnhaustypen stehen sinnbildlich für die immer weiter auseinander gehende Kluft in der Gesellschaft.^[2]

2.2.3 ÄUSSERE ERSCHEINUNG

Gestalterisch wurde in der Gründerzeit auf vergangene Epochen, wie die Gotik, die Renaissance und den Barock, zurückgegriffen. Deshalb wird dieser Zeitraum auch oft als Historismus bezeichnet.^[3]

Typisch für die Gründerzeitbauten sind prachtvoll verzierte Fassaden, die das Erscheinungsbild der Straßenzüge prägen. Dekorationen, wie Stuckornamente, vertikale Säulen und horizontale Gesimse, geben der Fassade eine symmetrische Gliederung. Diese Verzierungen wurden als Bandware hergestellt und waren so für die breite Gesellschaft erschwinglich. Aus wirtschaftlichen Gründen wurde beim Bau der Arbeiterhäuser lediglich die vordere repräsentative Straßenseite dekorativ gestaltet. Die Rückseite wurde schlicht und schmucklos gehalten. Charakteristisch ist eine reich verzierte Fassade im Erdgeschoss, die nach oben hin immer schlichter wird. Diese Anordnung könnte mit dem Sichtfeld des Fußgängers begründet werden, oder auch durch die Bewegungsgeschwindigkeit, mit der sich die Menschen durch die Straßen bewegten. Ein Beispiel für ein Gründerzeitliches Gebäude ist die Bandstraße 31 (Abb. 2.12 und 2.17), die im 4. Teil noch näher vorgestellt wird.

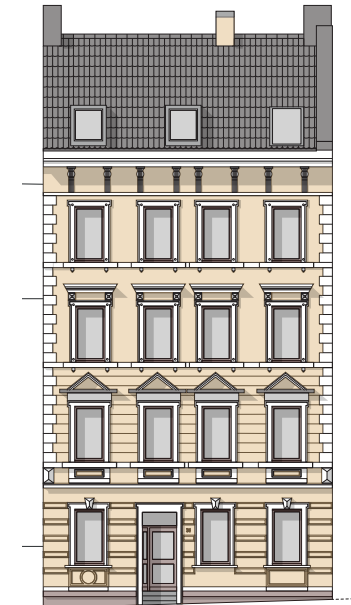


Abb. 2.12

2.2.4 VILLA UND ARBEITERHAUS IM VERGLEICH

Im Gegensatz zum Arbeiterhaus ist die Villa meist ein freistehendes Gebäude für das Großbürgertum und ihre Bediensteten. Die Familien der Arbeiter hingegen wohnten in Mehrfamilienhäusern auf beengtem Raum. Städtische Flächen waren kostbar. Neben vier bis sechsgeschossigen Wohngebäuden in einer dichten Blockrandbebauung, siedelten sich Kleingewerbe in den Hinterhöfen an. So entstand eine maximale städtische Verdichtung. Ganz anders sah dies in den Villenvierteln aus. Jede Villa lag auf einem großen Grundstück mit gestaltetem Garten und einer entsprechenden Vielfalt an Flora und Fauna. Das wohlhabende Bürgertum hat die Nähe zur Natur und Ruhe gesucht, die in der Stadt nicht mehr gegeben war. Die Straßen in den gehobenen Vierteln waren breiter und

geprägt von bepflanzten Vorgärten und Alleen. Die Eingangsbereiche der Villen wirken durch das große Foyer einladend und führen über eine imposante Treppe in die oberen Etagen. Demgegenüber hat das Arbeiterhaus lediglich einen kleinen Flur und eine steile Treppe führte nach oben zu den Nachbarn. Auf halber Treppe war eine Toilette vorzufinden. Diese lag außerhalb der eigenen Räumlichkeiten und wurde mit den Nachbarn gemeinschaftlich genutzt. Unterdessen waren die Gründerzeitvillen schon mit Badezimmern und zusätzlichem Gäste-WC ausgestattet.

Eine Gemeinsamkeit, die auch heute noch für die Beliebtheit der Gründerzeitbauten sorgt, sind die großzügigen Räume mit hohen Decken in beiden Bauweisen. In den Mehrfamilienhäusern der Arbeiter, wohnte auf ca. 20 m² häufig eine Großfamilie. Wohingegen die großzügigen Räume der Villen für weniger Menschen konzipiert waren. ^[4]

2.2.5 GRÜNDERZEITBAUTEN HEUTE

Heutzutage liegen die Gründerzeitbauten in bevorzugten Wohnvierteln. Die prachtvoll verzierten Fassaden, die hohen Decken von circa drei Metern und die zentrale Lage machen sie besonders beliebt. Durch das Teilen oder Zusammenfügen von Wohneinheiten werden die Wohnungen an die heutigen Standards angepasst. Dazu gehört eine Nachrüstung von Nasszellen innerhalb der Wohnungen. Die Toilettenräume auf halber Treppe werden heutzutage als Abstellraum genutzt oder bieten Platz für die Waschmaschine.

Einen besonderen Charme haben Gründerzeitviertel durch ihre vielseitige Nutzung. Neben der Wohnnutzung sind Lokale, Geschäfte und Büros häufig im Erdgeschoss anzufinden und sorgen so für kurze Wege im Viertel. Ein Großteil der alten Gründerzeitbauten in Wuppertal unterliegt dem Denkmalschutz und gilt als erhaltenswert (vgl. Abb. 2.15 und 2.16). Dennoch ist der bestehende Denkmalschutz eine mögliche Beeinträchtigung, die Sanierungsmaßnahmen erschweren kann.

ZOOVIERTEL



Abb. 2.13

Villa

NORDSTADT



Abb. 2.14

Arbeiterhaus

MIRKER STRASSE 43 | WUPPERTAL



Abb. 2.15

ca. 1970er Jahre



Abb. 2.16

2020

Abb. 2.11
Zeitstrahl Gründerzeit

Abb. 2.12
Fassadenansicht
Bandstraße 31, maßstabslos

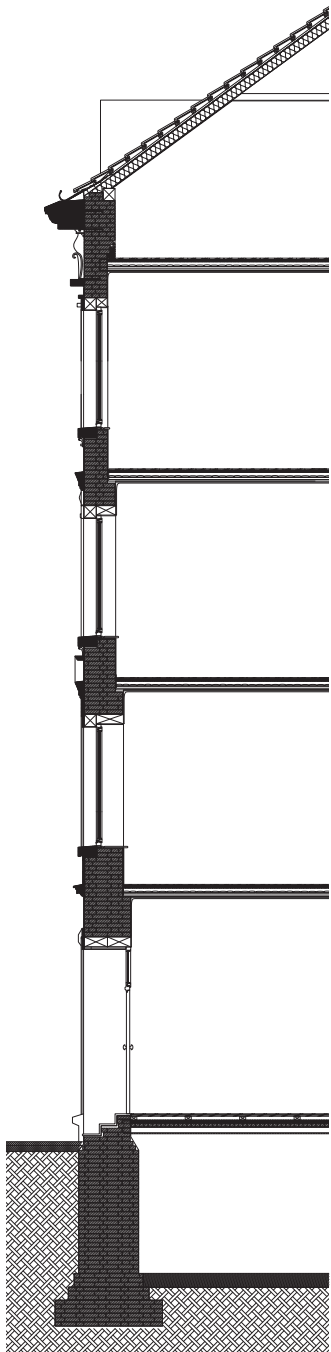
Abb. 2.13
Fotografie Gründerzeitvilla,
Wuppertal Zoo Viertel

Abb. 2.14
Fotografie Straßenzug Arbeiterhäuser,
Wuppertal Nordstadt

Abb. 2.15
Fotografie Mirker Straße 43 (2020),
Wuppertal

Abb. 2.16
Fotografie Mirker Straße 43 (ca. 1970er),
Wuppertal

Abb. 2.17
Fotografie Mirker Straße 43 (ca. 1920er),
Wuppertal



2.2.6 TYPISCHE KONSTRUKTIONSMERKMALE

Die Dächer der Gründerzeitgebäude sind häufig Steildächer, die als Pfetten- oder Sparrendach ausgebildet wurden. Eingedeckt sind sie meist mit Tonziegeln. Im Fassadenschnitt der Bandstraße 31 (Abb. 2.17) wurde auf Grund eines angenommenen Sanierungsgrades eine Dämmung ins Dach gezeichnet. Die meisten Gebäude waren allerdings gänzlich ungedämmt. Wenn es doch Dämmung gab, war diese aus Naturstoffen, wie Torf und Kork.

Die Fenster waren meist einfachverglaste Sprossenfenster mit Holzrahmen und zusätzlichen Oberlichtern. Neben der Einfachverglasung gab es auch verschiedene Varianten von Kastenfenstern, die aber bei der Begehung der Wuppertaler Nordstadt für die Kartierung in Teil 3 nicht entdeckt worden sind.

Die Außenwände der Gründerzeitbauten bestehen fast immer aus einschaligem Mauerwerk, wobei die Wanddicken zwischen 25 und 99 cm variieren. Laut baupolizeilichen Vorschriften sollte die Wandstärke nach oben hin abnehmen und konnte damit dem statischen Nachweis entgegen. Diese Abnahme der Wandstärke wurde entweder nur von innen, wie bei der Bandstraße 31, oder von innen und von außen ausgeführt. Der Innere Absatz diente dabei als Auflager für die Holzbalkendecke. Der äußere Absatz war zwar statisch sinnvoller, weil so die Lastverteilung weiter über die Mittelachse erfolgte, hatte aber auch zur Folge, dass der Absatz kaschiert werden musste. Zum einen aus ästhetischen Gründen, zum Anderen aber auch zum Schutz gegen Regen. Hierfür wurden gern Gesimse genutzt. Die Gesimse wurden aus Holz, Putz oder Werksteinen gefertigt und auf das Mauerwerk aufgebracht. Sie dienten hierbei nicht immer als Kaschierung der Mauerwerksabsätze, sondern vor allem auch als Zierde. Außerdem schützten sie als Tropfkanten vor Schlagregen.

Die Innenwände waren, sofern sie tragend ausgeführt wurden, ebenfalls gemauert und wurden in den unteren Etagen immer stärker. Alle Wände, die nicht tragend sein mussten wurden aus Bims- und Gipsdielen gebaut, oder waren ein mit Ziegeln ausgefülltes Fachwerk.

Die Fundamente bestanden nicht immer aus Ziegeln, wie hier bei der Bandstraße 31 zu sehen, sondern wurden auch häufig aus Bruchsteinen gefertigt um Kosten zu sparen. Der Kellerboden wurde oft nur gestampft

und besteht somit aus Lehm oder Erde. In seltenen Fällen ist lose verlegtes Ziegelpflaster vorzufinden. Beide Böden sind undicht gegen aufsteigendes Grundwasser. Der Keller wurde in vielen Städten nicht als Wohnraum genutzt, sondern zum Lagern von Lebensmitteln und Kohlen. Der Kühle Keller eignete sich dafür gut. Nur in großen Städten wie Berlin wurde der Keller auch zum Wohnen genutzt.

Neben den Dächern sind die Zwischendecken die einzigen konstruktiven Bestandteile aus Holz. Holzbalkendecken mit einer Sandschüttung oder Lehm und Schlacke als Beschwerung und zur Trittschalldämmung sind in jedem Gründerzeithaus vorzufinden. Gedeckt wurde diese mit Dielenböden. Lediglich die Kellerdecke ist meist eine massive Kappendecke aus Ziegeln mit Stahlträgern. Als Träger wurden hierbei ab und zu auch Eisenbahnschienen verwendet (Abb. 2.18).^{[5][6]}

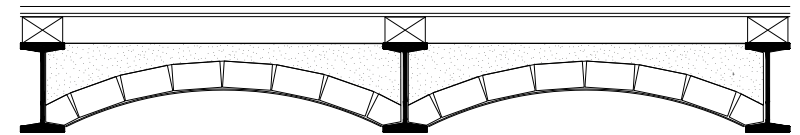


Abb. 2.18

KAPPENDECKE

- 30 mm Terrazzo
- 15 mm Mörtelbett
- 100 mm Sand und Schutt
- 250x120x65 mm Ziegel
- 220 mm I-Profil
- 22 mm Kalkputz

2.2.7 TYPISCHE MÄNGEL UND SCHADENSBILDER

In Abb. 2.19 sind die am Häufigsten auftretenden Mängel in Gründerzeitgebäuden an den jeweils auftretenden Stellen grafisch dokumentiert.

Ein häufig auftretender Mangel ist die grundsätzlich fehlende Dämmung, sowohl im Dach als auch in den Außenwänden. Noch dazu sind Dacheindeckungen meist inzwischen undicht. In den unteren Etagen kaschiert die Wandstärke das Fehlen einer Dämmung. In den oberen Etagen hingegen, wo die Wände dünner sind, fällt das Fehlen der Dämmung sowohl wärme- als auch schallschutztechnisch auf. Äußerlich sind an den Fassaden nicht selten Putzschäden zu erkennen, dazu gehören Risse und Abblätterungen. Ausgewaschene Fugen bei sichtbarem Mauerwerk in der Fassade und im Kellerbereich sind nicht untypisch. Um schnellen Wohnraum, für die Bevölkerung, die vom Land in die Städte kam, zu schaffen, wurden Trocknungszeiten von Mörtel knapp bemessen um die Bauzeit zu verkürzen. Die Innenwände weisen oft eine zu geringe Wandstärke auf und haben einen schlechten Schall- und Feuerschutz, der insbesondere bei Wohnungstrennwänden oder Geschossdecken relevant ist. Die tragenden Balken müssen auf ihre Statik geprüft werden, da sie teilweise unterdimensioniert sind, sich durchbiegen oder durch Fäulnis und Schädlingsbefall beeinträchtigt sein könnten.

Hinzu kommen veraltete Fenster, die noch eine Einscheibenverglasung haben und dem heutigen Wärmeschutz nicht mehr entsprechen. Die Rahmen aus Holz weisen ab und an Schäden durch die Bewitterung auf und sind nicht luftdicht. Eine Sanierung der Fenster ist zwar möglich, aber sehr aufwändig. Häufiger werden die alten Fenster einfach durch neue ersetzt, wobei die schlanken Profile meist verloren gehen. Sobald ein Fenster komplett dicht ausgeführt wird, kann der Feuchtigkeitshaushalt des Gebäudes durcheinandergeraten, wenn nicht ausreichend gelüftet wird.

Der im Abschnitt „Typische Konstruktionsmerkmale“ erwähnte feuchte Keller ist ein Mangel, der meist nicht behoben wird.

Sanierungsbedarf gibt es auch bei der Haustechnik. Fehlende und veraltete sanitäre Anschlüsse, aber auch alte Elektroinstallationen und Heiztechnik in Form von Öfen sind nicht mehr zeitgemäß und entsprechen nicht den heutigen Normen und Vorschriften. ^{[7] [8]}

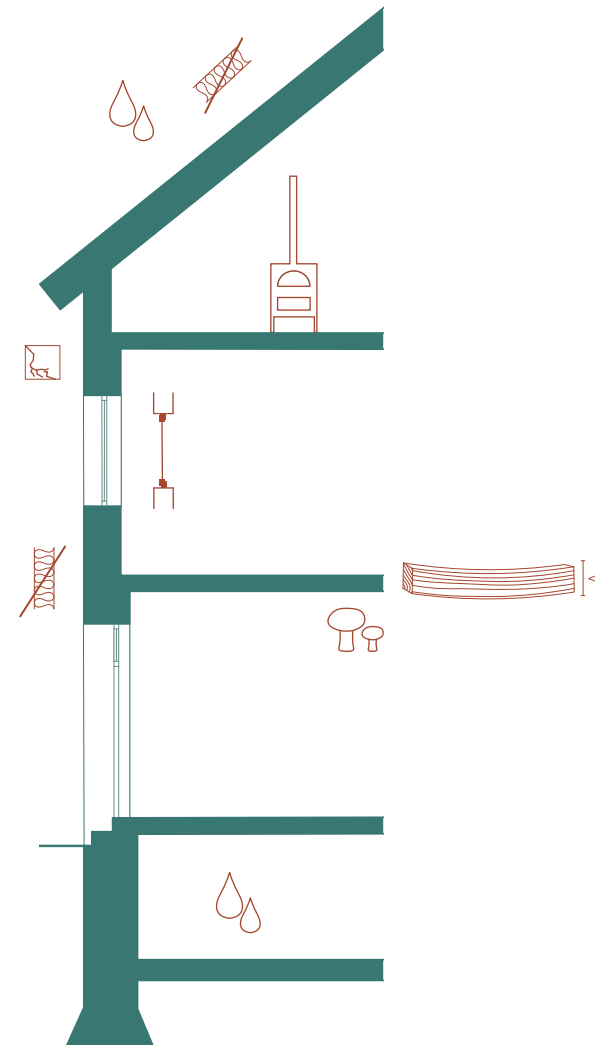


Abb. 2.19

Abb. 2.17
Fassadenschnitt
Bandstraße 31, Wuppertal, M 1:125

Abb. 2.18
Kappendecke im Detail, maßstabslos

Abb. 2.19
vereinfachte Schnittdarstellung mit typischen Mängeln

TEIL 3
GRÜNDERZEITLICHER
FACHWERKBAU - WUPPERTAL

3 GRÜNDERZEITLICHER FACHWERKBAU - WUPPERTAL

3.1 KARTIERUNG DER NORDSTADT

Jelka Seidel, Julia Wiechert

Die Wuppertaler Nordstadt wird im Westen von der Briller Straße, im Norden von der A46, im Osten von der Gathe und im Süden von der Luisenstraße und dem Karlsplatz eingegrenzt ^[1]. Im Jahr 1975 war das Quartier noch kleiner abgegrenzt ^[2]. Ausschließlich im Osten verlief das Gebiet über die Gathe hinaus bis zur Flensburger Straße. Die Blockrandbebauung, welche bereits im Kapitel *Wuppertaler Stadtgeschichte in Daten* beschrieben wurde, ist hier gut ablesbar.

Auf Grund der steigenden Bevölkerungszahlen während der Industrialisierung ist die Wuppertaler Nordstadt vor allem für die Arbeiterschaft entstanden. Die Fachwerkbauten, die dort errichtet worden sind, waren in ihrer Herstellung günstiger zu bauen als die massiven Gebäude. In ihrem äußeren Erscheinungsbild sollten sie sich allerdings den Massivbauten anpassen, damit sich eine einheitliche Gestaltung im Quartier ergab. Aus diesem Grund sind viele der Fachwerkgebäude mit Brettern verschalt, die das quaderförmige Putzrelief der Massivbauten imitieren.

Während die Elberfelder Südstadt in Folge des zweiten Weltkrieges verheerende Zerstörungen davongetragen hat, wurde die Nordstadt vergleichsweise wenig zerstört und beherbergt dadurch ein schützenswertes, baukulturelles Erbe. Bei fast 4 % der heute existierenden Gebäude innerhalb der Nordstadt ^[3] handelt es sich um Fachwerkhäuser mit einer Brettverschalung, von denen einige unter Denkmalschutz stehen. Sie sind nicht gleichmäßig im Viertel verteilt, sondern häufen sich in bestimmten Straßenzügen: innerhalb des Mirker Quartiers im Norden an der Kreuzung Gerberstraße und Markomannenstraße (Abb. 3.1) und entlang der Luisenstraße im Süden des Quartiers (Abb. 3.2). Auf dem Ölberg, im Westen des Quartiers, stehen die Fachwerkhäuser diffuser und treten bloß vereinzelt in den Straßenzügen auf.

Um herauszufinden, welche der Gebäude aus Holz konstruiert worden sind, wurden alle Straßen der Wuppertaler Nordstadt abgelaufen, die Gebäude von nahem betrachtet und die Fassaden abgeklopft. So konnte jedes Fachwerkhaus lokalisiert werden. Einige auf der Karte (Abb. 3.3) abgebildeten Gebäude wurden aufgemessen und digitalisiert, fünf davon im weiteren Verlauf genauer untersucht. Diese Dokumentation wird in den folgenden Kapiteln beschrieben.



Abb. 3.1



Abb. 3.2

Abb. 3.1
Häufung der Fachwerkbauten Kreuzung
Gerberstraße und Markomannenstraße,
maßstabslos

Abb. 3.2
Häufung der Fachwerkbauten
Luisenstraße, maßstabslos

Abb. 3.3
Kartierung der Wuppertaler Nordstadt,
M ~1:5000

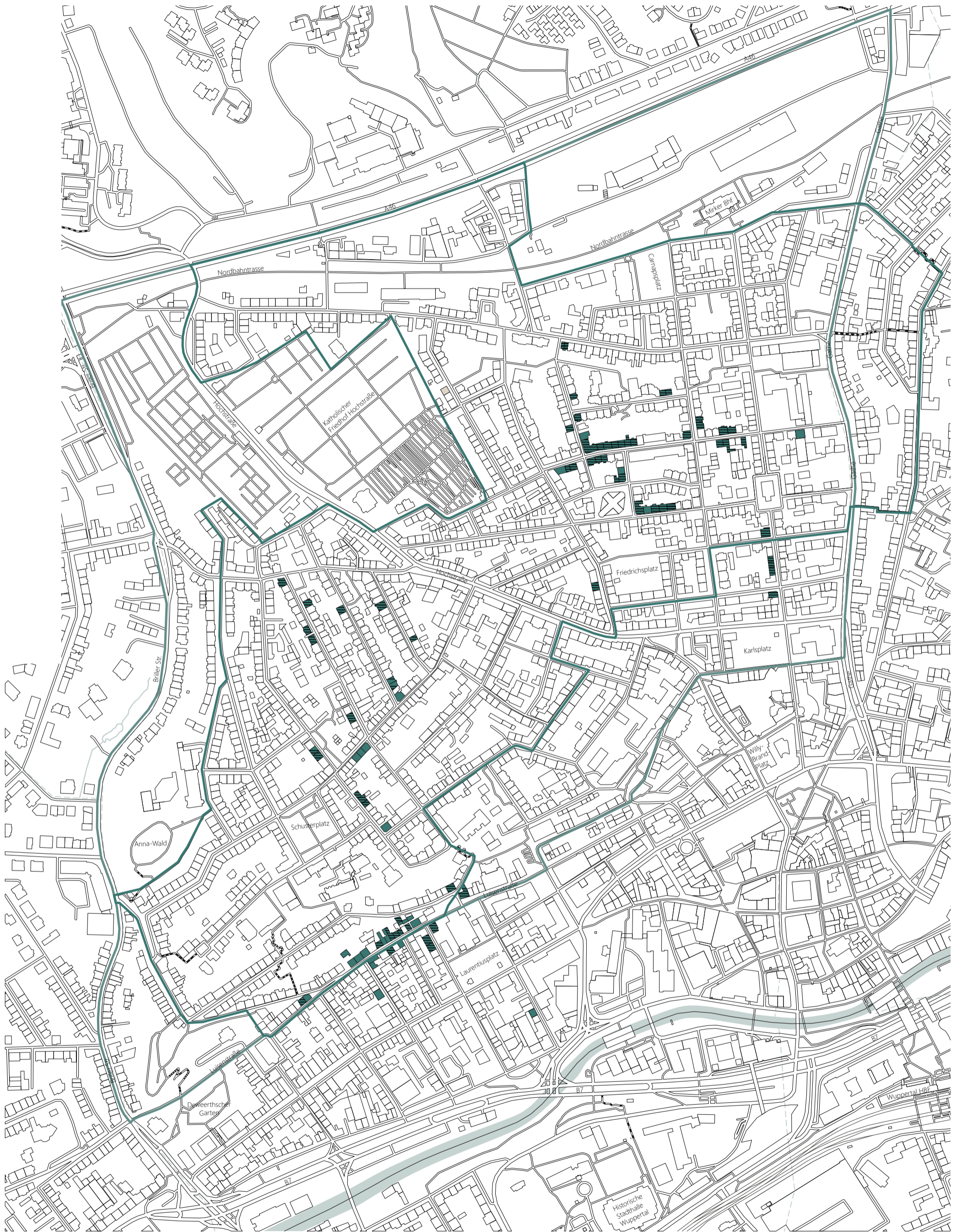


Abb. 3.3

- gründerzeitliche Fachwerkhäuser mit Bretterverschalung
- denkmalgeschützte Fachwerkhäuser
- gründerzeitlicher Massivbau Bandstraße 31
- Gewässer
- Gewässer unterirdisch
- Quartiersgrenze 1975
- Quartiersgrenze 2021

3.2 GEBÄUDEANALYSE NORDSTADT

LUISENSTRASSE 72	S. 34
GEORGSTRASSE 6	S. 38
NEUE NORDSTRASSE 1	S. 42
MARKOMANNENSTRASSE 59	S. 52
MARKOMANNENSTRASSE 30	S. 62
GERBERSTRASSE 24	S. 66



Abb. 3.4

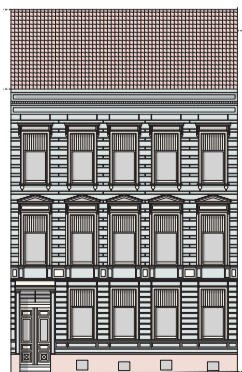


Abb. 3.5

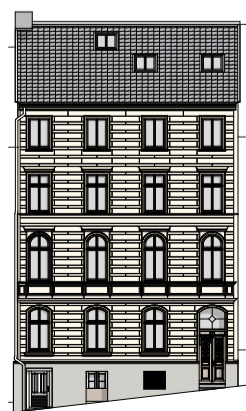


Abb. 3.6

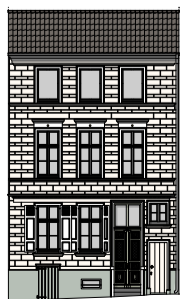


Abb. 3.7

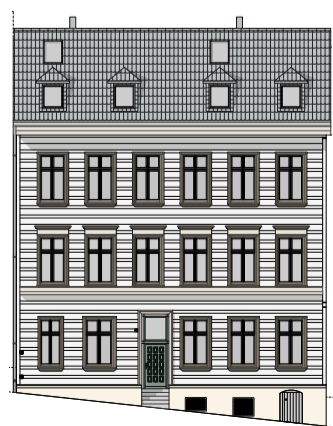


Abb. 3.8

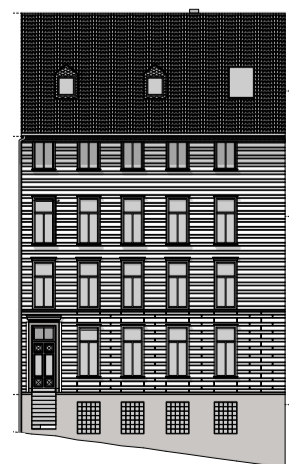


Abb. 3.9

GERBERSTRASSE 19 S. 76

SATTLERSTRASSE 18 S. 80

SATTLERSTRASSE 20 S. 84

SATTLERSTRASSE 48 S. 88

GERTRUDENSTRASSE 13 S. 98



Abb. 3.10



Abb. 3.11

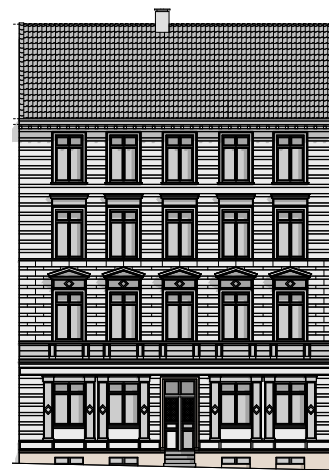


Abb. 3.12



Abb. 3.13

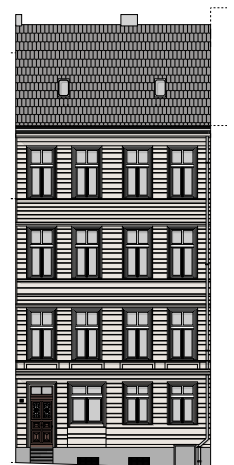


Abb. 3.14

3.2.1 LUISENSTRASSE 72, 42105 WUPPERTAL

Justyna Mazur

Architekt: unbekannt
Baujahr: unbekannt
Sanierungsjahr: unbekannt
Ausrichtung Hauptfassade: Süden

Grundfläche: 161,39 m²
Grundstücksfläche: 198,8 m²
Parzellenbreite: 13,55 m

BGF: ca. 729 m² (inkl. Keller)
BRI: ca. 2233 m³ (inkl. Keller)

Vollgeschosse: 3
Vollgeschosse Gegenüber: -
Abstand Gegenüber: -

Fassadenfläche (Hauptfassade): 137,95 m²
Fensterfläche (Hauptfassade): 42,53 m²
Fensterflächenanteil (Hauptfassade): 30,8 %
Fensterflächenanteil (Hauptfassade / BGF): 5,8 %
Fensterachsen (Hauptfassade): 6
Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade): 1,95 m

Zustand Fassade: original/erneuert
Zustand Fenster: original
Zustand Sockel: original
Zustand Dach: original

Die Fassade ist geschmückt mit zahlreichen Ornamenten. Auffallend sind die korinthischen Säulen im Erdgeschoss. Insgesamt erscheint das Gebäude verhältnismäßig breit. Der Bereich der ersten Achse liegt einige Zentimeter im Rücksprung.



Abb. 3.16

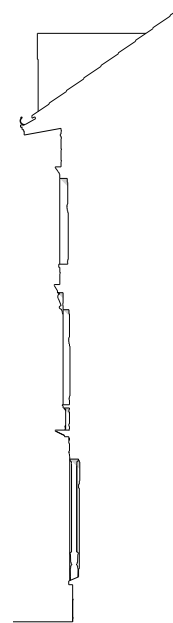


Abb. 3.17



Abb. 3.18

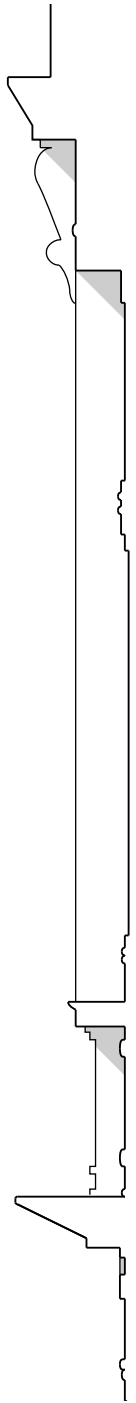


Abb. 3.19



Abb. 3.20

Abb. 3.16
Ausschnitt Lageplan, M 1:5000

Abb. 3.17
Reliefschnitt
Luisenstraße 72, maßstabslos

Abb. 3.18
Fassadenansicht
Luisenstraße 72, maßstabslos

Abb. 3.19
Reliefschnitt
Luisenstraße 72, M 1:20

Abb. 3.20
Fassadenansicht
Luisenstraße 72, M 1:20

BESCHREIBUNG DER FASSADE

Die opake Fassadenbekleidung der Hauptfassade im 1. und 2. Obergeschoss besteht aus gestrichenen, horizontal vernagelten Holzbrettern mit den Regelabmessungen 12 cm und 23 cm, sowie Gesimsen und Ornamenten. Die Grundfarbe der Fassade ist Beige. Der Fassadenstuck im Erdgeschoss erscheint in hellblauen und weißen Farben.

Die Fenster in den Obergeschossen befinden sich im Originalzustand. Die Fenster im Erdgeschoss, links vom Haupteingang, sind eine Zweifachverglasung mit Kunststoffrahmen.

Relativ breite und tiefe Furchen in der Putzoberfläche teilen den Sockel quaderförmig ein. Der Sockel wird in dezenten Grün-/Grautönen gehalten. Die Eingangstür ist hingegen mit einem auffälligen, dunkelgrünen Lack gestrichen.

Die Dachdeckung besteht aus Dachpfannen, sowie Eternitschindeln im Ortgang- und Firstbereich, inklusive der Schornsteine.

Außerdem hat das Gebäude drei Dachgauben. Die Holzbretter sind ebenfalls mit beiger Farbe gestrichen.

BESCHREIBUNG DER SICHTBAREN VERÄNDERUNGEN IN DER FASSADE

Die Fensterflächen im Erdgeschoss wurden vergrößert, was einen großen Einfluss auf das Erscheinungsbild des Gebäudes bewirkt. Zusätzlich fallen die Kunststoffenster zwischen den zahlreichen Verzierungen links vom Haupteingang sehr auf. An den Fenstern rechts vom Haupteingang wurden Fensterrolläden montiert.



Abb. 3.21

2,5 m



Abb. 3.22



Abb. 3.23

Abb. 3.21
Fassadenansicht
Kennzeichnung der Farbgestaltung
Luisenstraße 72, maßstabslos

Abb. 3.22
Fassadenansicht
Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen
Luisenstraße 72, maßstabslos

Abb. 3.23
Überzeichnung der Fassadenansicht
mit dem anzunehmenden Holztragwerk
Luisenstraße 72, maßstabslos

3.2.2 GEORGSTRASSE 6, 42105 WUPPERTAL

Julius Weritz

Architekt: unbekannt
Baujahr: 1876
Sanierungsjahr: unbekannt
Ausrichtung Hauptfassade: Ost

Grundfläche: ca. 100 m²
Grundstücksfläche: ca. 165 m²
Parzellenbreite: 10 m

BGF: ca. 454 m² (inkl. Keller)
BRI: ca. 1638 m³ (inkl. Keller)

Vollgeschosse: 3
Vollgeschosse Gegenüber: -
Abstand Gegenüber: 9,50 m

Fassadenfläche (Hauptfassade): 124,73 m²
Fensterfläche (Hauptfassade): 24,88 m² (35,61)*
Fensterflächenanteil (Hauptfassade): 19,9 % (28,5)*
Fensterflächenanteil (Hauptfassade / BGF): 5,5 % (7,8)*
Fensterachsen: 5
Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade): 1,85 m

Zustand Fassade: Originalzustand
Zustand Fenster: saniert, guter Zustand
Zustand Sockel: saniert, sehr guter Zustand
Zustand Dach: saniert, sehr guter Zustand

* Ehemals im historischen Bestand.



Abb. 3.24

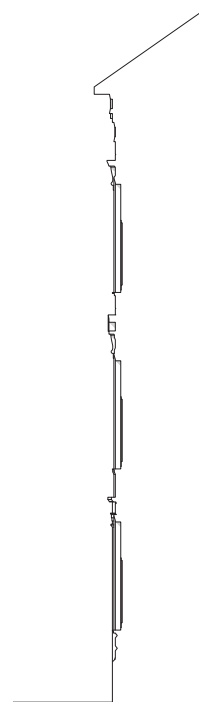


Abb. 3.25



Abb. 3.26

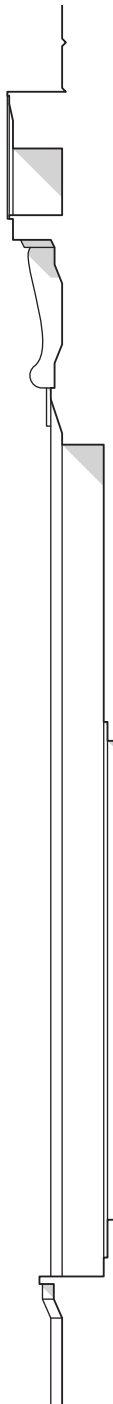


Abb. 3.27



Abb. 3.28

Abb. 3.24
Ausschnitt Lageplan, M 1:5000

Abb. 3.25
Reliefschnitt
Georgstraße 6, maßstabslos

Abb. 3.26
Fassadenansicht
Georgstraße 6, maßstabslos

Abb. 3.27
Reliefschnitt
Georgstraße 6, M 1:20

Abb. 3.28
Fassadenansicht
Georgstraße 6, M 1:20

BESCHREIBUNG DER FASSADE

Die Fassadenbekleidung besteht im Bereich der Hauptfassade aus opaken Holzverkleidungen mit hellgrünem Anstrich. Die Bekleidungs-elemente haben eine Höhe von 24 cm im Erdgeschossbereich, sowie abwechselnd 23 cm und 13 cm im Bereich der Obergeschosse und sind in wiederkehrendem Muster, orientiert an den Fensterachsen in der Fassade, verlegt.

Die Regelbekleidung wird im Bereich des Sockels, des 1. OG sowie des Dachanschlusses durch horizontale Versprünge und Zierelemente unterteilt.

Die Fenster setzen sich durch einen cremefarbenen Anstrich und eine breite Holzeinfassung, welche in den Obergeschossen durch vorgefertigte Zierelemente in den Stürzen ergänzt werden, von der Regelfassade ab.

Die Fassade ist durch einen gemauerten und verklinkerten Sockel im Keller-geschoss vom Erdreich abgegrenzt. Fensterbänke und Abtropfkanten sind in Blech ausgeführt, welches entsprechend der Farbgebung angren-zender Bauteile lackiert wurde.

BESCHREIBUNG DER SICHTBAREN VERÄNDERUNGEN IN DER FASSADE

Aus energetischen Gründen wurden die ursprünglichen, einfach verglas-ten Fenster durch eine doppelte Verglasung ersetzt und die Raumhöhe der Geschosse reduziert. Hierbei wurde das obere Drittel der Fenster nicht wie im Original festverglast, sondern durch eine opake Verkleidung aus vertikalen Holzlamellen ersetzt, welche sich mit ihrem cremefarbenen Anstrich in die Zierelemente der Fassade eingliedern. Im unteren Drittel der Verglasungen wurde der mittlere Holm entfernt, was vermutlich die Verwendung von Standardfenstern, anstelle von Sonderanfertigungen, möglich gemacht hat.



Abb. 3.29

2,5 m



Abb. 3.30

2,5 m

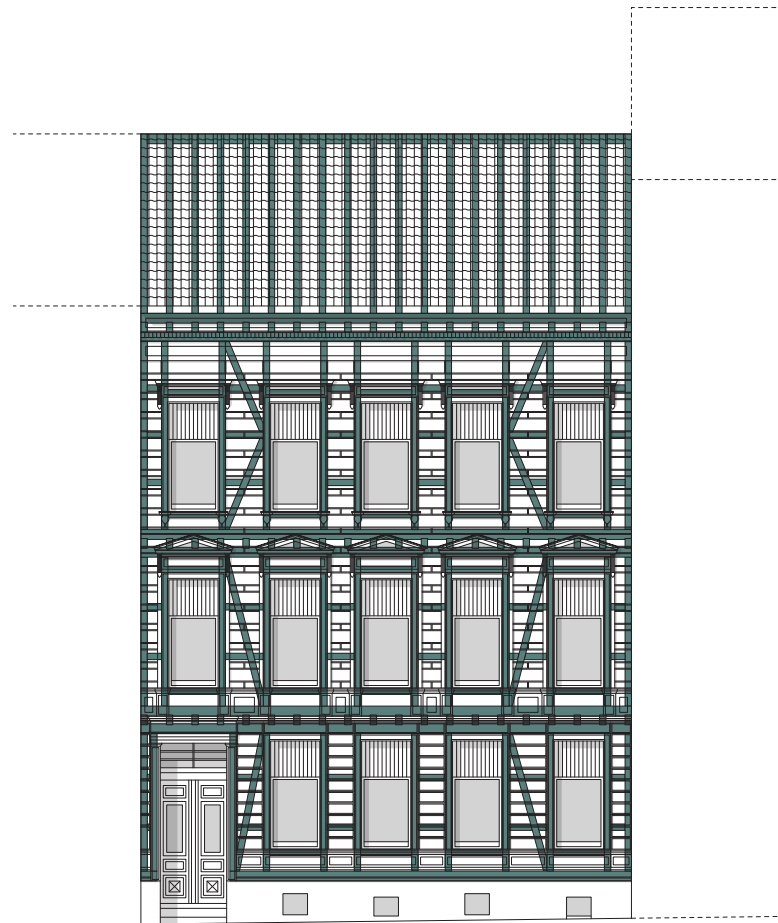


Abb. 3.31

2,5 m

Abb. 3.29
Fassadenansicht
Kennzeichnung der Farbgestaltung
Georgstraße 6, maßstabslos

Abb. 3.30
Fassadenansicht
Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen
Georgstraße 6, maßstabslos

Abb. 3.31
Überzeichnung der Fassadenansicht
mit dem anzunehmenden Holztragwerk
Georgstraße 6, maßstabslos

3.2.3 NEUE NORDSTRASSE 1, 42105 WUPPERTAL

Lukas Salomon, Julius Weritz

Architekt: unbekannt
Baujahr: um 1870
Sanierungsjahr: unbekannt
Ausrichtung Hauptfassade: Westen

Grundfläche: 95 m²
Grundstücksfläche: 330 m²
Parzellenbreite: 9,90 m

BGF: ca. 525 m² (inkl. Keller)
BRI: ca. 1469 m³ (inkl. Keller)

Vollgeschosse: 4
Vollgeschosse Gegenüber: 4
Abstand Gegenüber: 9,50 m

Fassadenfläche (Hauptfassade): 128,49 m²
Fensterfläche (Hauptfassade): 34,25 m²
Fensterflächenanteil (Hauptfassade): 26,7 %
Fensterflächenanteil (Hauptfassade / BGF): 6,5 %
Fensterachsen (Hauptfassade): 4
Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade): 2,54 m

Zustand Fassade: original
Zustand Fenster: erneuert
Zustand Sockel: original
Zustand Dach: erneuert

Die Fassade zeichnet sich durch die markanten Korb- und Rundbogenfenster im Erdgeschoss und ersten Obergeschoss aus. In der Holzvertäfelung ist ein stark profiliertes Geschossgesims ausgebildet. Das eingerückte Portal besitzt ein üppiges Oberlicht und der Sockel enthält einen zusätzlichen Kellereingang.



Abb. 3.32

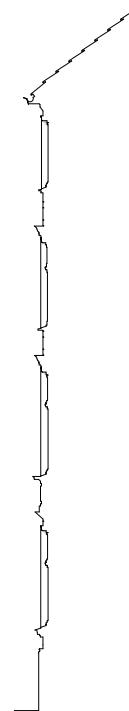


Abb. 3.33

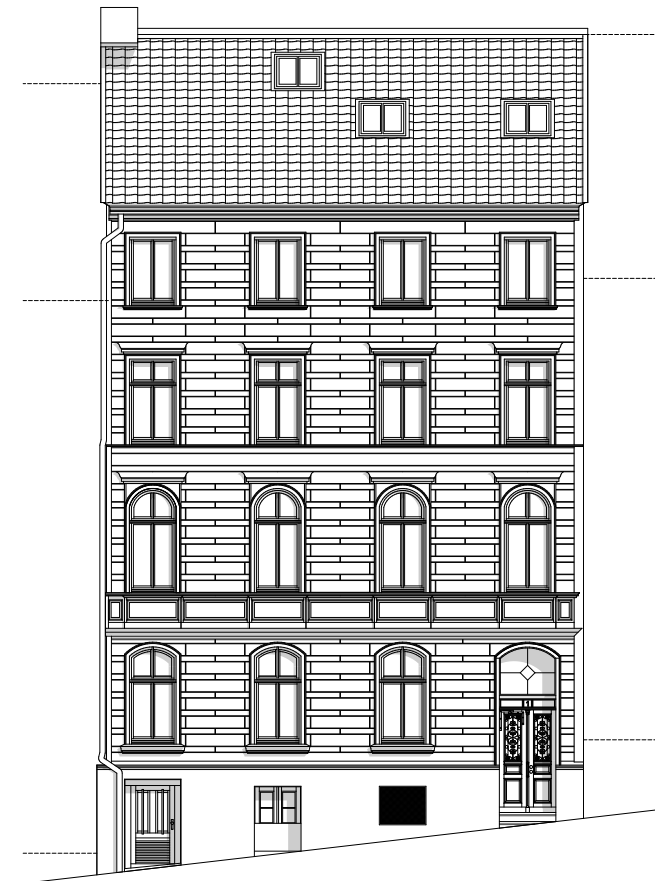


Abb. 3.34

2,5 m

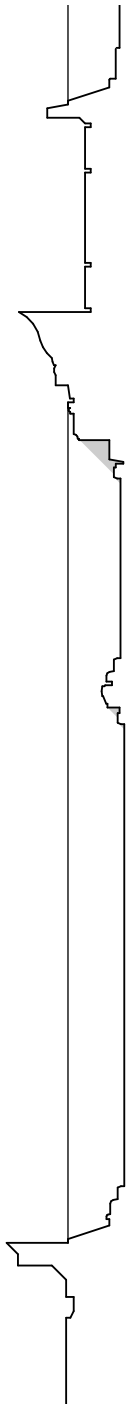


Abb. 3.35



Abb. 3.36

Abb. 3.32
Ausschnitt Lageplan, M 1:5000

Abb. 3.33
Reliefschnitt
Neue Nordstraße 1, maßstabslos

Abb. 3.34
Fassadenansicht
Neue Nordstraße 1, maßstabslos

Abb. 3.35
Reliefschnitt
Neue Nordstraße 1, M 1:20

Abb. 3.36
Fassadenansicht
Neue Nordstraße 1, M 1:20

BESCHREIBUNG DER FASSADE

Die Fassadenbekleidung besteht im Bereich der Hauptfassade aus opaken Holzverkleidungen mit beige Anstrich. Die Bekleidungselemente sind im Bereich der Obergeschosse in wiederkehrendem Muster, orientiert an den Fensterachsen, mit den Regelabmessungen 120 x 25 cm und 127 x 12 cm befestigt.

Die Fenster in der Hauptfassade sind mit einer Zweifachisolierverglasung, in einem Holzrahmen ausgestattet. Lediglich im Oberlicht der Eingangstür und in den Öffnung zum Kellerraum lässt sich eine Einfachverglasung verorten. Die Fassade sticht mit ihren Rund- und Korbogfenster im 1. und 2. OG heraus. Die Ornamentierung dieser Öffnungen wird in Form von profilierten, nach oben horizontal auslaufenden Architraven im Fenstersturzsbereich gebildet. Während das Fenstergesims im 1.OG durch eine markante Kassettierung in variierender Aufbauhöhe und mehrfachen Profilen geschmückt ist, zeigt sich das Fenstergesims des 2.OG eher schmucklos mit einer durchgehenden Bretterverkleidung. Das 3.OG verfügt über kein ausgearbeitetes Fenstergesims.

BESCHREIBUNG DER SICHTBAREN VERÄNDERUNGEN IN DER FASSADE

Die äußerlichen Erneuerungsmaßnahmen an der Fassade beschränken sich auf die nachträglich eingebauten Holzrahmenfenster mit Zweifachisolierverglasung. Die Kellerfenster- und Tür sind mit großer Wahrscheinlichkeit nicht originalen Datums. Da das Gebäude nicht besichtigt werden konnte, können darüber hinaus nur Mutmaßungen getroffen werden.

Der Dachrandabschluss ist traufseitig als Dachkasten mit integrierter Regenrinne ausgebildet. Giebelseitig reicht er in Blech über die Brandwände. Am Sockelputz sind Alterungserscheinungen in Form von Rissen und Abplatzungen sichtbar.

Die Brettverschalung weist deutliche, der Witterung geschuldete, optische Mängel auf. Neben vereinzelt Verfärbungen und morschen Stellen, sind einige Schindeln gerissen und die Verkleidungsebene wirkt bei genauer Betrachtung verzogen.

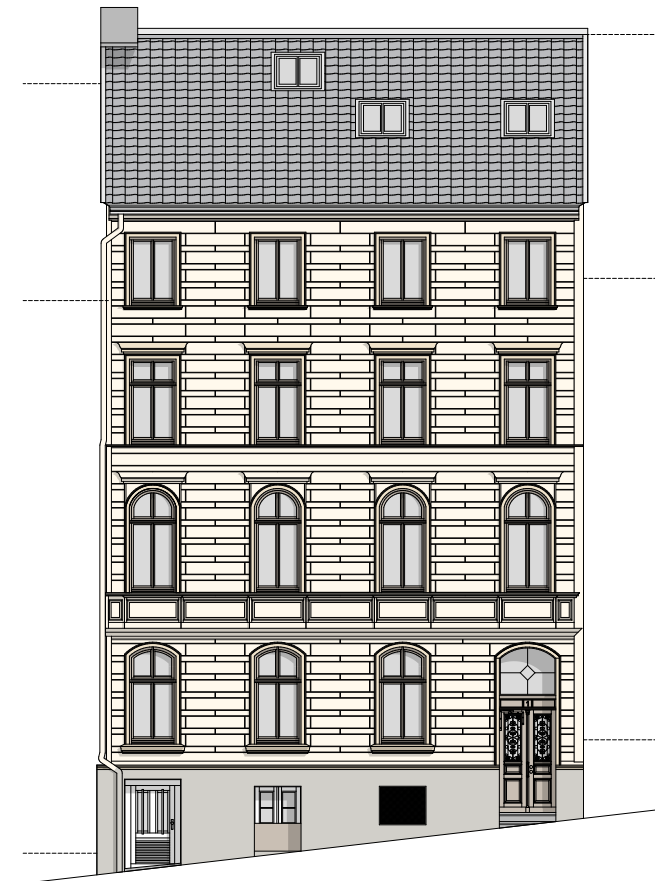


Abb. 3.37

2,5 m

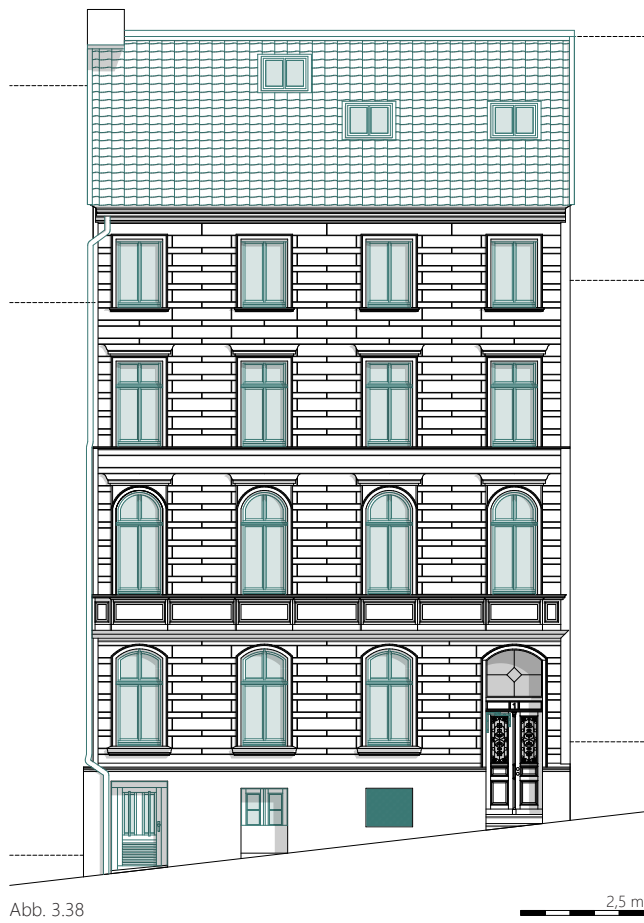


Abb. 3.38

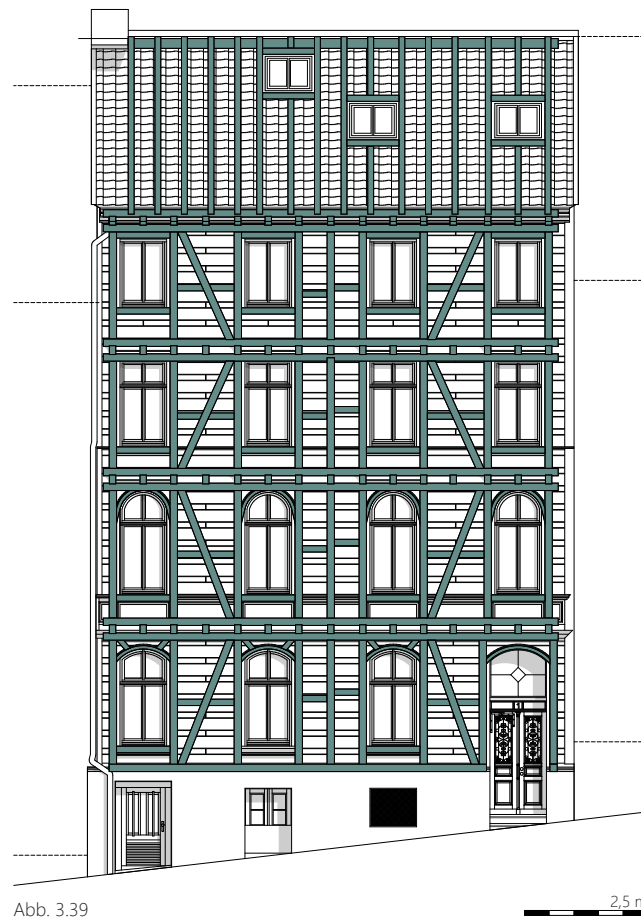


Abb. 3.39

Abb. 3.37
Fassadenansicht
Kennzeichnung der Farbgestaltung
Neue Nordstraße 1, maßstabslos

Abb. 3.38
Fassadenansicht
Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen
Neue Nordstraße 1, maßstabslos

Abb. 3.39
Überzeichnung der Fassadenansicht
mit dem anzunehmenden Holztragwerk
Neue Nordstraße 1, maßstabslos

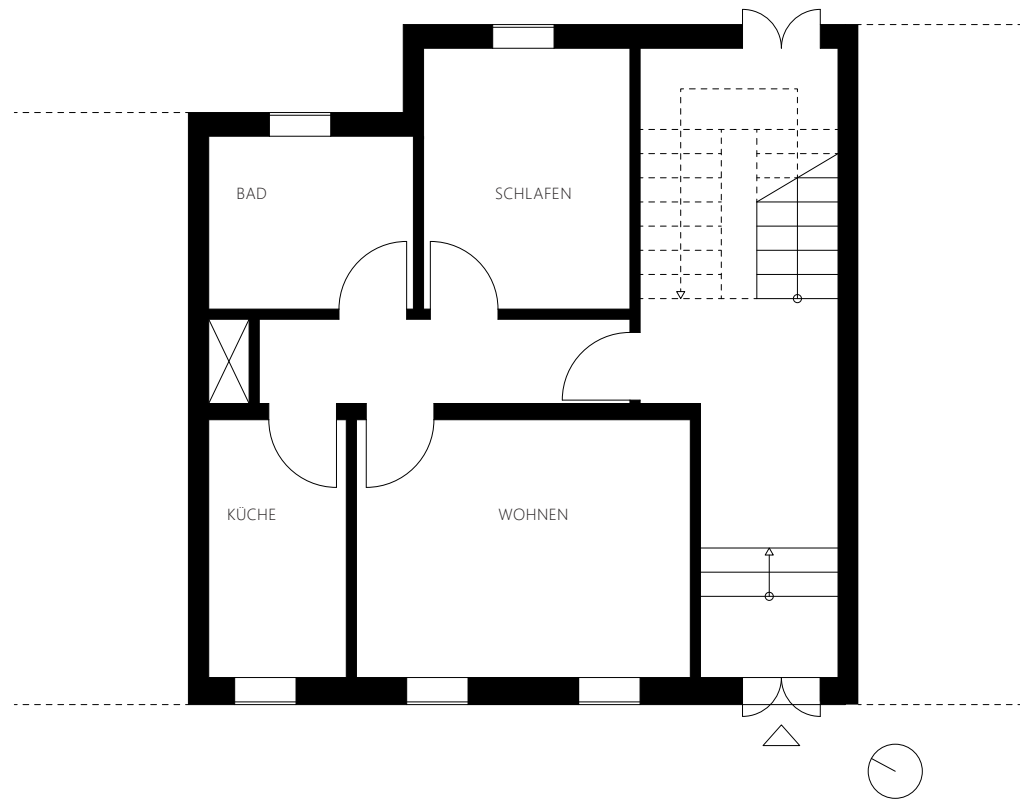


Abb. 3.40
 Grundriss Erdgeschoss
 Neue Nordstraße 1, M 1:50

Abb. 3.40

Abb. 3.41
 Grundriss 1.-2.OG
 Neue Nordstraße 1, maßstabslos

Abb. 3.42
 Grundriss 3.OG
 Neue Nordstraße 1, maßstabslos

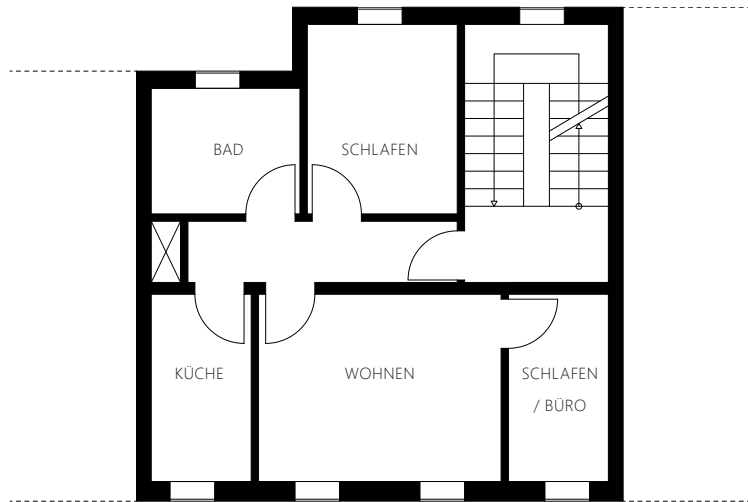


Abb. 3.41

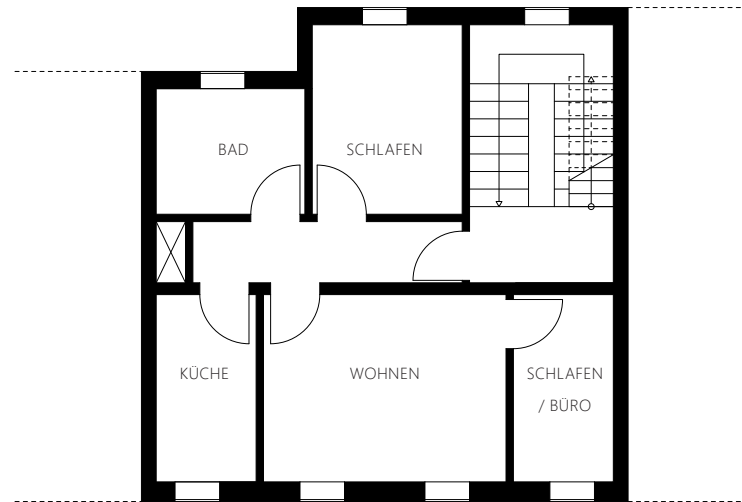


Abb. 3.42

BESCHREIBUNG DER INNEREN ORGANISATION

Es existiert jeweils eine Wohneinheit pro Etage. Im Erdgeschoss wird die Wohneinheit über einen seitlichen Eingang im Hausflur erschlossen.

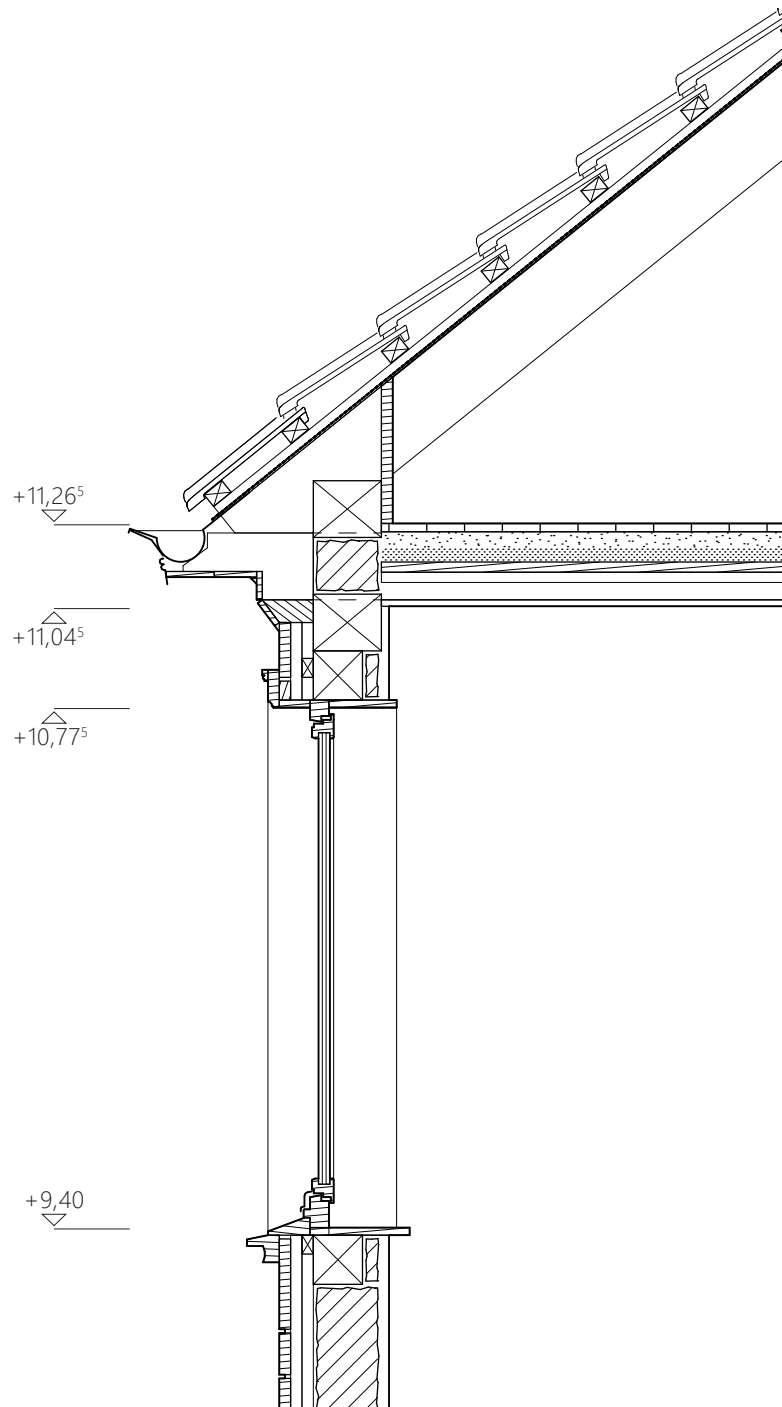
Der Durchgang zum Hofbereich liegt in der Verlängerung des Hausflures unterhalb des Treppenlaufes.

Im Inneren sind die vier Räume um einen Mittelflur in der Längsachse des Gebäudes orientiert. In der Verlängerung des Flures liegen ein Kamin- und

Installationsschacht, an den seitlich angrenzend an der nördlichen Giebelwand, Küche und Bad angeordnet sind.

In den Obergeschossen verfügt jede Wohnung über einen zusätzlichen Raum in der vierten, südlichen Fensterachse.

Einen Raum für ein typisches Etagen-WC fehlt aufgrund der Verteilung der Wohneinheiten.



DACH 1,96 W/(m²K)

60 x 60mm Dachdeckung Tonziegel
 60 x 40 mm Traglattung
 60 x 40 mm Konterlattung, Hinterlüftung
 200 x 160 mm Sparren Eiche Vollholz

Abb. 3.43
 Fassadenschnitt Dach
 Neue Nordstraße 1, M 1: 20

Abb. 3.44
 Fassadenansicht Dach
 Neue Nordstraße 1, M 1: 20

Abb. 3.42

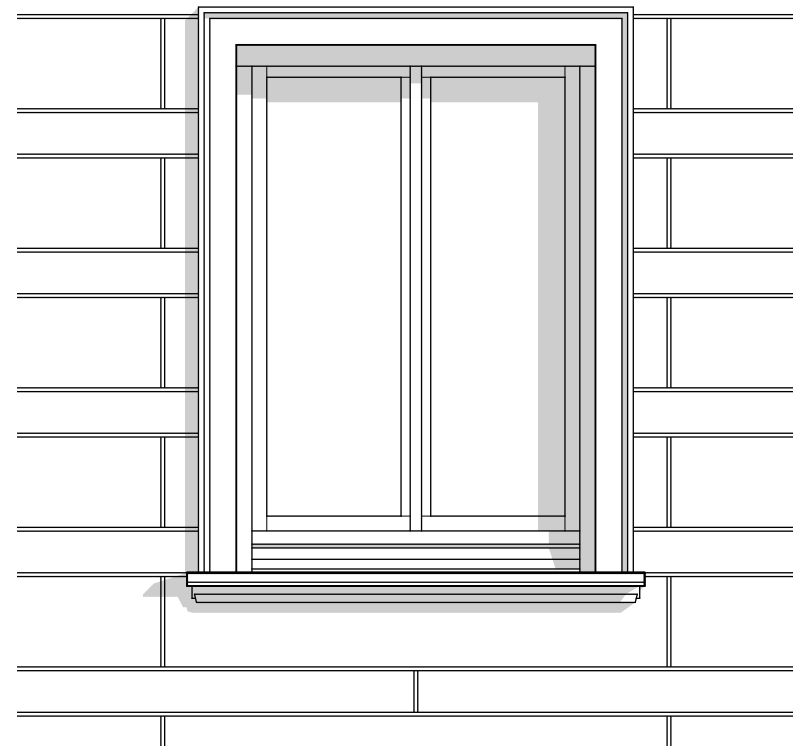
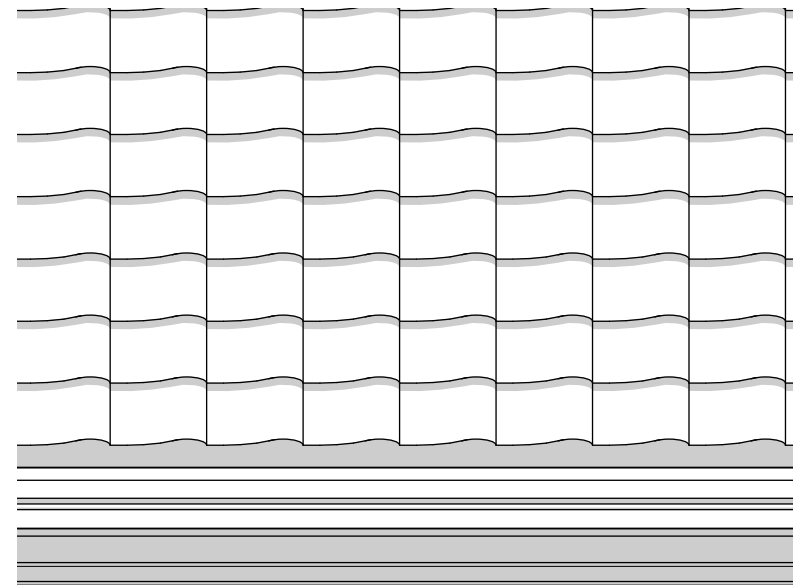


Abb. 3.43

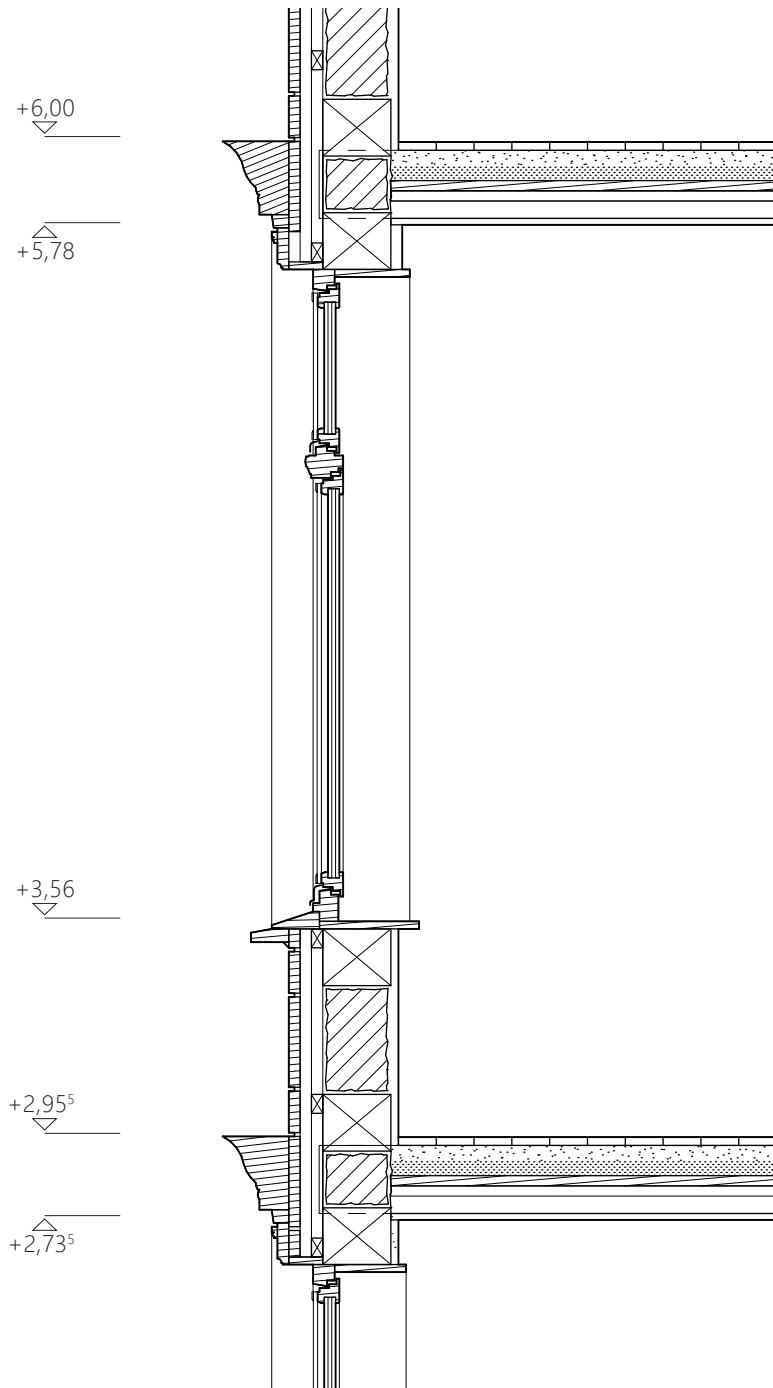


Abb. 3.44



Abb. 3.45

AUSSENWAND 0,87 W/(m²K)

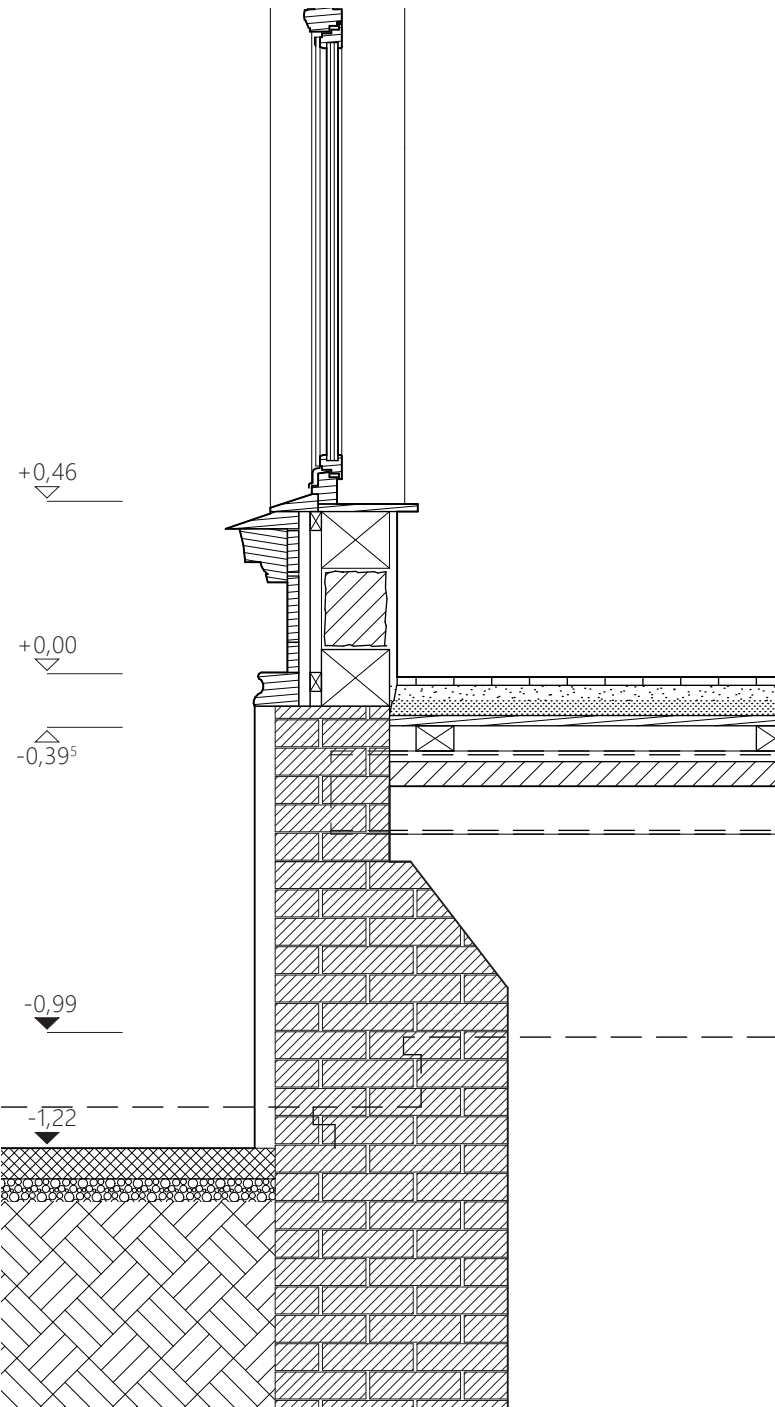
30 mm Fassadenbekleidung Eiche
 60 mm Hinterlüftungsebene
 180 mm Ständerwerk Eiche
 180 mm Ziegelgefache
 20 mm Kalkputz

GESCHOSSDECKE 0,96 W/(m²K)

22 mm Dielen Eichenholz
 180x125 mm Träger Vollholz Eiche, dazwischen 80-
 100 mm Schüttung aus Sand und Lehm
 27 mm Eichenholzbretter
 17 mm Schilfrohrmatte
 15 mm Lehmputz

Abb. 3.45
 Fassadenschnitt
 Neue Nordstraße 1, M 1: 20

Abb. 3.46
 Fassadenansicht
 Neue Nordstraße 1, M 1: 20



SOCKEL 0,91 W/(m²K)

55 mm Gipsputz
240-600 mm Ziegelmauerwerk
15 mm Kalkputz

KELLERDECKE 0,90 W/(m²K)

22 mm Dielen Eichenholz
65 mm Unterkonstruktion Eichenvollholz
Stahlträger I-220, dazwischen
40-150 mm Sand
65 mm Ziegel im Gewölbe verlegt
15 mm Kalkputz

Abb. 3.47
Fassadenschnitt Sockel
Neue Nordstraße 1, M 1: 20

Abb. 3.48
Fassadenansicht Sockel
Neue Nordstraße 1, M 1: 20

Abb. 3.46

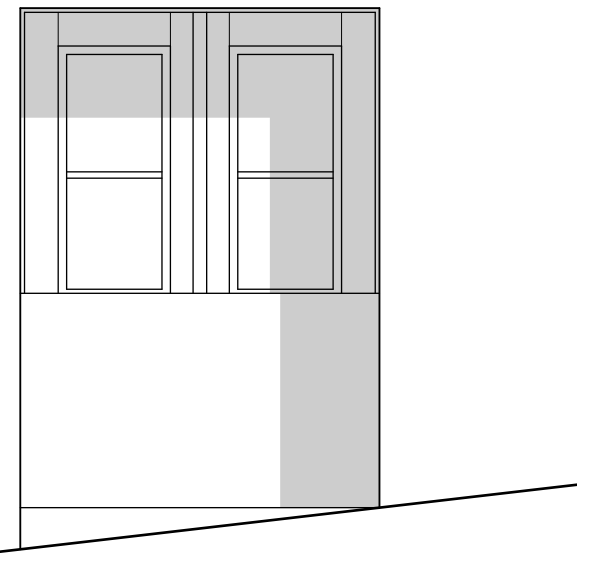


Abb. 3.47

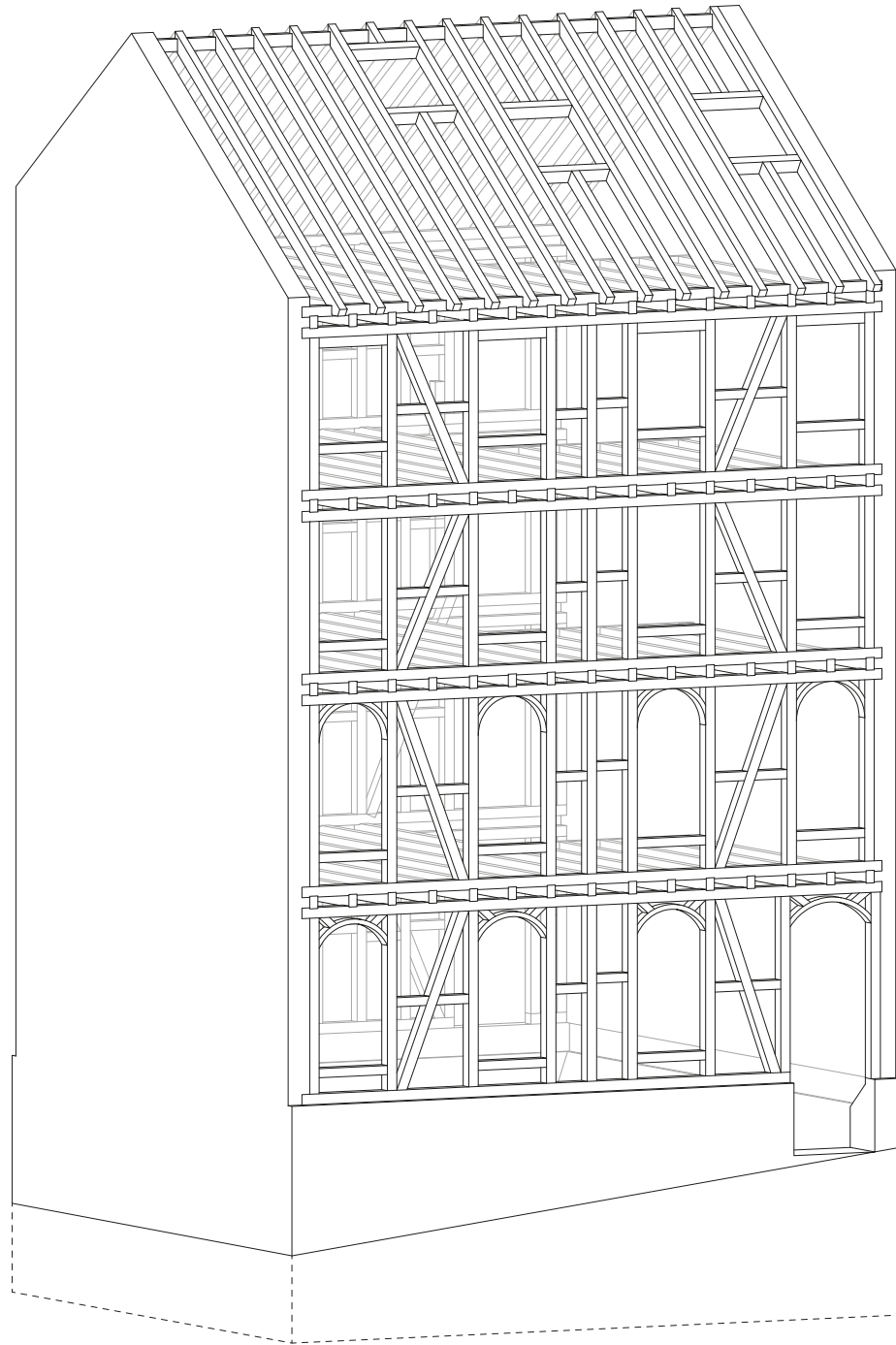


Abb. 3.48

Abb. 3.49
Axonometrie Fachwerk
Neue Nordstraße 1

3.2.4 MARKOMANNENSTRASSE 59, 42105 WUPPERTAL

Ronja Lehmann, Jelka Seidel, Sophie Weuste

Architekt: unbekannt

Baujahr: 1858

Sanierungsjahr: 2005-2018 (geschätzt)

Ausrichtung Hauptfassade: Norden

Grundfläche: 65,70 m²

Grundstücksfläche: 130,70 m²

Parzellenbreite: 7,50 m

BGF: ca. 297 m² (inkl. Keller)

BRI: ca. 958 m³ (inkl. Keller)

Vollgeschosse: 3

Vollgeschosse Gegenüber: 4

Abstand Gegenüber: 9,20 m

Fassadenfläche (Hauptfassade): 81,93 m²

Fensterfläche (Hauptfassade): 22,18 m²

Fensterflächenanteil (Hauptfassade): 27,0 %

Fensterflächenanteil (Hauptfassade / BGF): 7,5 %

Fensterachsen (Hauptfassade): 3

Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade): 1,86 m

Zustand Fassade: erneuert

Zustand Fenster: original

Zustand Sockel: original

Zustand Dach: Deckung erneuert



Abb. 3.50



Abb. 3.51

Abb. 3.52

2,5 m

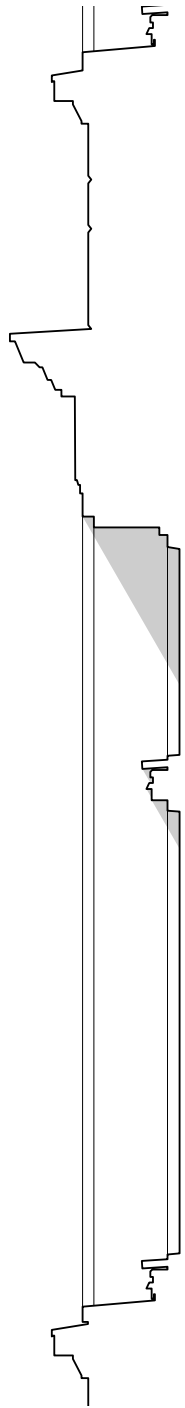


Abb. 3.53



Abb. 3.54

Abb. 3.50
Ausschnitt Lageplan, M 1:5000

Abb. 3.51
Reliefschnitt
Markomannenstraße 59, maßstabslos

Abb. 3.52
Fassadenansicht
Markomannenstraße 59, maßstabslos

Abb. 3.53
Reliefschnitt
Markomannenstraße 59, M 1:20

Abb. 3.54
Fassadenansicht
Markomannenstraße 59, M 1:20

BESCHREIBUNG DER FASSADE

Die opake Fassadenbekleidung besteht aus cremefarben gestrichenen, horizontal, vernagelten Brettern mit den Regelabmessungen 11 x 54 cm und 24,5 x 54 cm. Zwischen den Etagen sind Gurtgesimse ausgebildet. Im EG besitzt dieses Gesims zusätzlich ein Klötzchenfries.

Die Einscheibenverglasungen der Fenster sind in einem Holzrahmen mit weißem Anstrich gefasst. Im EG und im 1. OG verfügen die Fenster über eine Sprossenteilung. Die Fensteröffnungen im EG sind mit hölzernen Schlagläden, die ebenfalls weiß gestrichen sind, ausgestattet. Ein weißgestrichenes Fenstergesims im 1.OG schmückt die Sprossenfenster mit einer einfachen Ornamentierung.

BESCHREIBUNG DER SICHTBAREN VERÄNDERUNGEN IN DER FASSADE

Laut der Eigentümerin wurden die Bretter der Fassade komplett ausgetauscht, da die alten in einem schlechtem Zustand waren. Die Schlagläden wurden zwischenzeitlich abgenommen, sind aber nun wieder im originalen Zustand angebracht worden. Es wird vermutet, dass die Farbigkeit der Schlagläden verändert wurde.

Die Fenster an straßenseitigen Fassade sind alte Holzfenster mit lediglich einer einfachen Verglasung und im Original erhalten. Sie wurden im Laufe der Zeit neu gestrichen. Auf der Rückseite wurden neue Kunststoffenster mit zweifacher Verglasung eingebaut.

Das Dach wurde vermutlich mit Dachpfannen aus Ziegeln neu eingedeckt.





Abb. 3.56



Abb. 3.57

Abb. 3.55
Fassadenansicht
Kennzeichnung der Farbgestaltung
Markomannenstraße 59, maßstabslos

Abb. 3.56
Fassadenansicht
Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen
Markomannenstraße 59, maßstabslos

Abb. 3.57
Überzeichnung der Fassadenansicht
mit dem anzunehmenden Holztragwerk
Markomannenstraße 59, maßstabslos

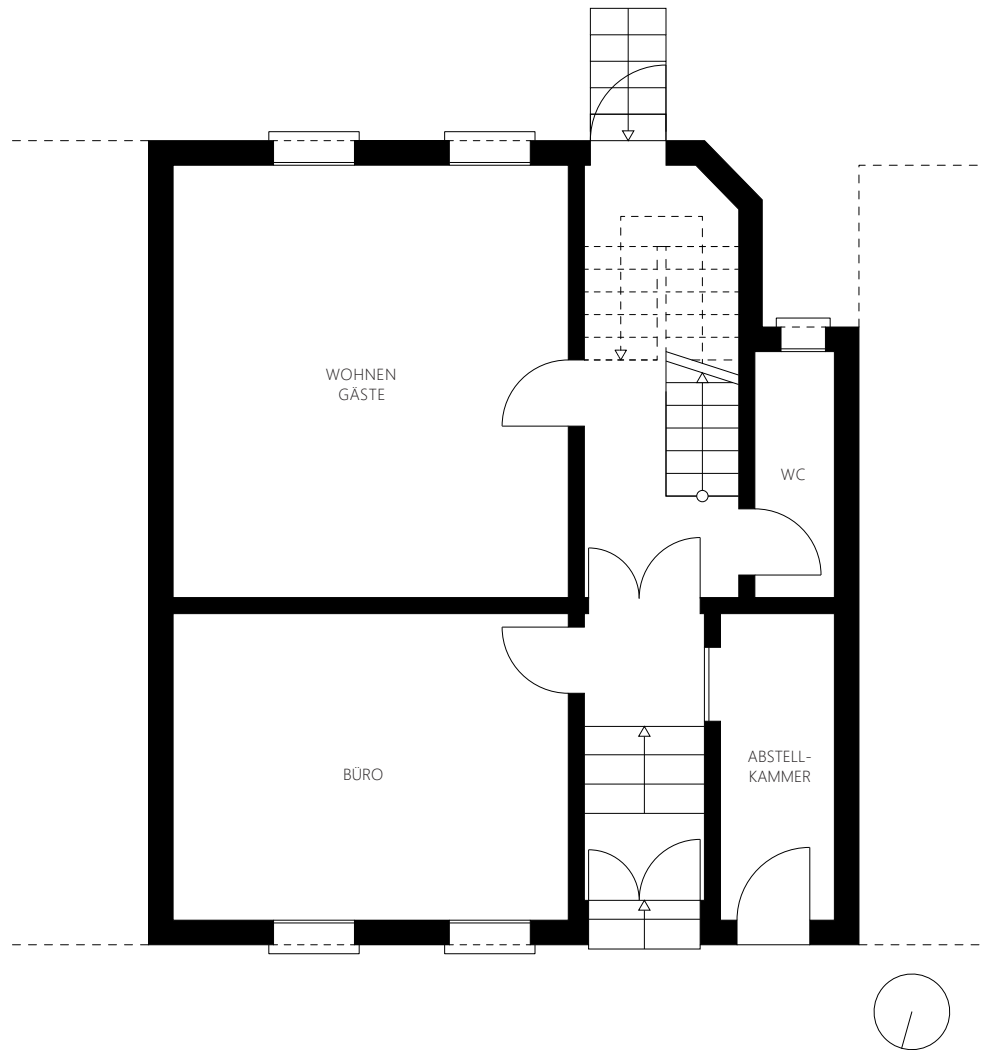


Abb. 3.58
 Grundriss Erdgeschoss
 Markomannenstraße 59, M 1:50

Abb. 3.59
 Grundriss 1. OG
 Markomannenstraße 59, M 1:100

Abb. 3.60
 Grundriss 2. OG
 Markomannenstraße 59, M 1:100

Abb. 3.58

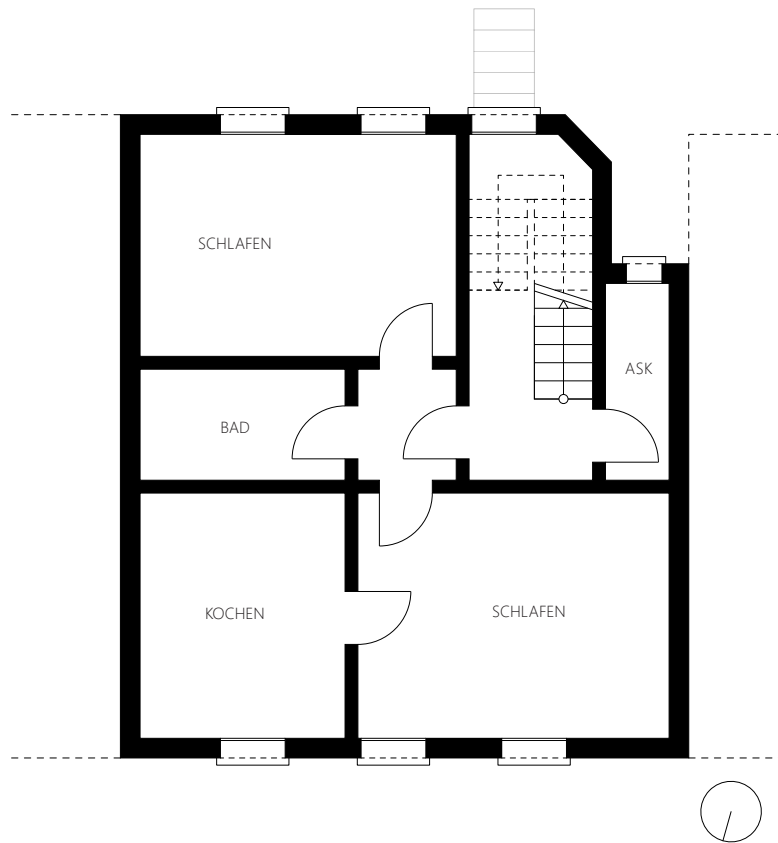


Abb. 3.59

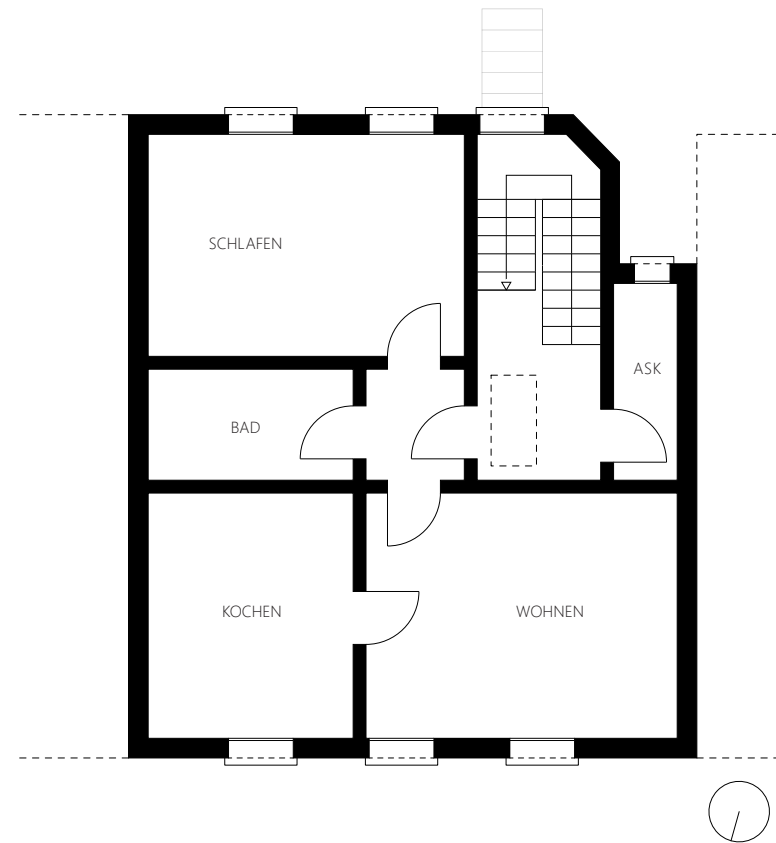
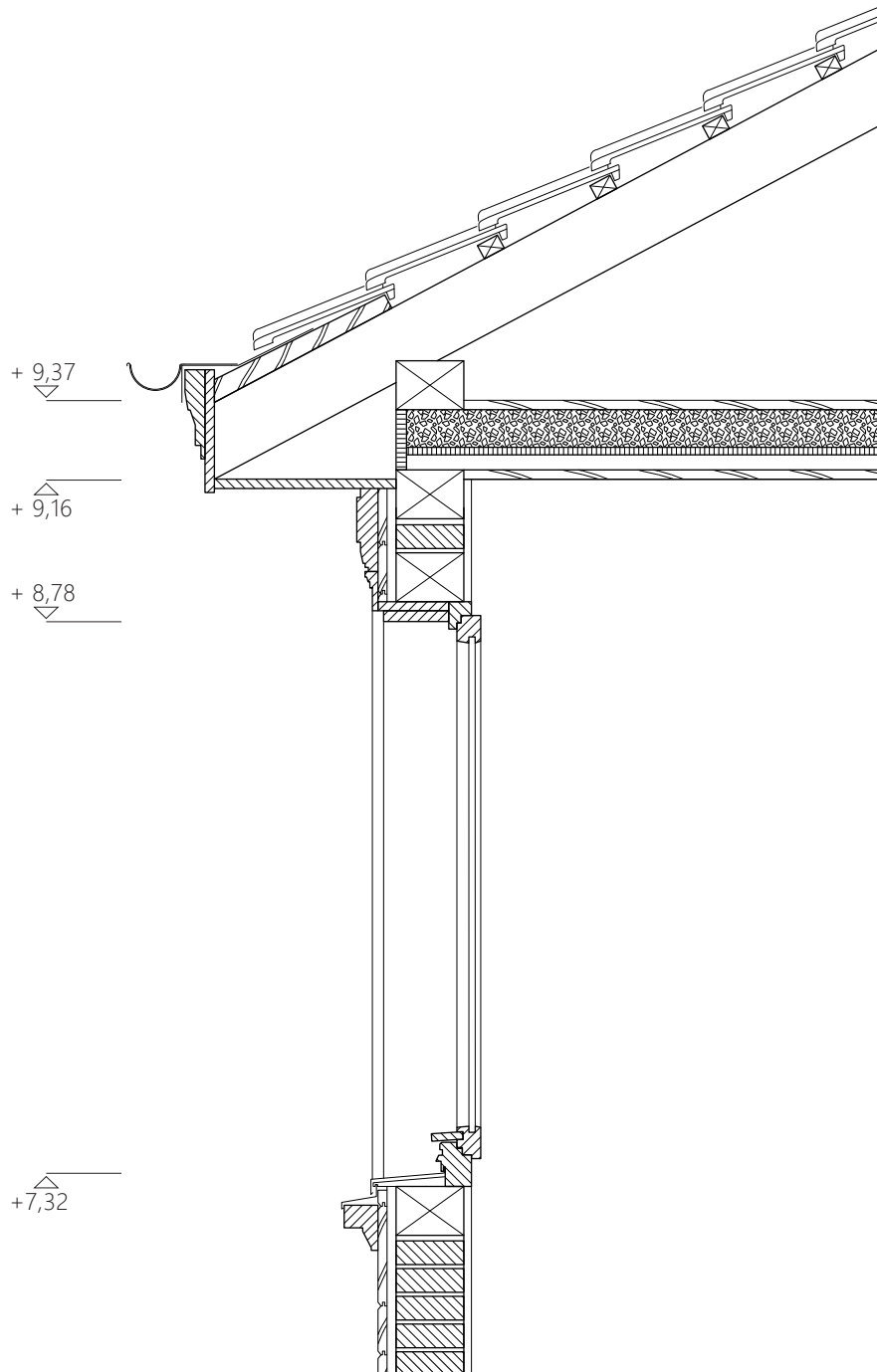


Abb. 3.60

BESCHREIBUNG DER INNEREN ORGANISATION

Das Gebäude auf der Markomannenstraße 59 wird von einer Familie mit zwei Haushalten bewohnt. Im Erdgeschoss zur Straßenseite steht ein Büro für eine gemeinsame Nutzung zur Verfügung. Zum Garten orientiert gibt es einen separaten Wohnbereich. Die ehemalige Löff wird inzwischen als Abstellraum für die Mülltonnen genutzt. Das alte WC wurde an der gleichen Position erhalten, jedoch erneuert. In den oberen zwei Etagen wurde das WC zu einer Abstellkammer umfunktioniert, es wird vermutet, dass

sich hier die Waschmaschinen befinden. Erschlossen werden die Wohnungen über eine steile Treppe. Ein kleiner Flur führt in weitere Räume. Zum Hinterhof liegt ein Schlafzimmer und zur Straße gibt es einen Wohnbereich und eine Küche. Da es früher keine Bäder gab, wird davon ausgegangen, dass nachträglich ein größeres Bad mit Dusche für jede Wohnung eingebaut wurde. Dieses befindet sich innenliegend zwischen Küche und Schlafzimmer.



PFETTENDACH 5,172 W/(m²K)

20 mm Dachpfannen überlappend
 40x60 mm horizontale Lattung
 180x130 mm Eichensparren

Abb. 3.61
 Fassadenschnitt Dach
 Markomannenstraße 59, M 1:20

Abb. 3.62
 Fassadenansicht Dach
 Markomannenstraße 59, M 1:20

Abb. 3.61

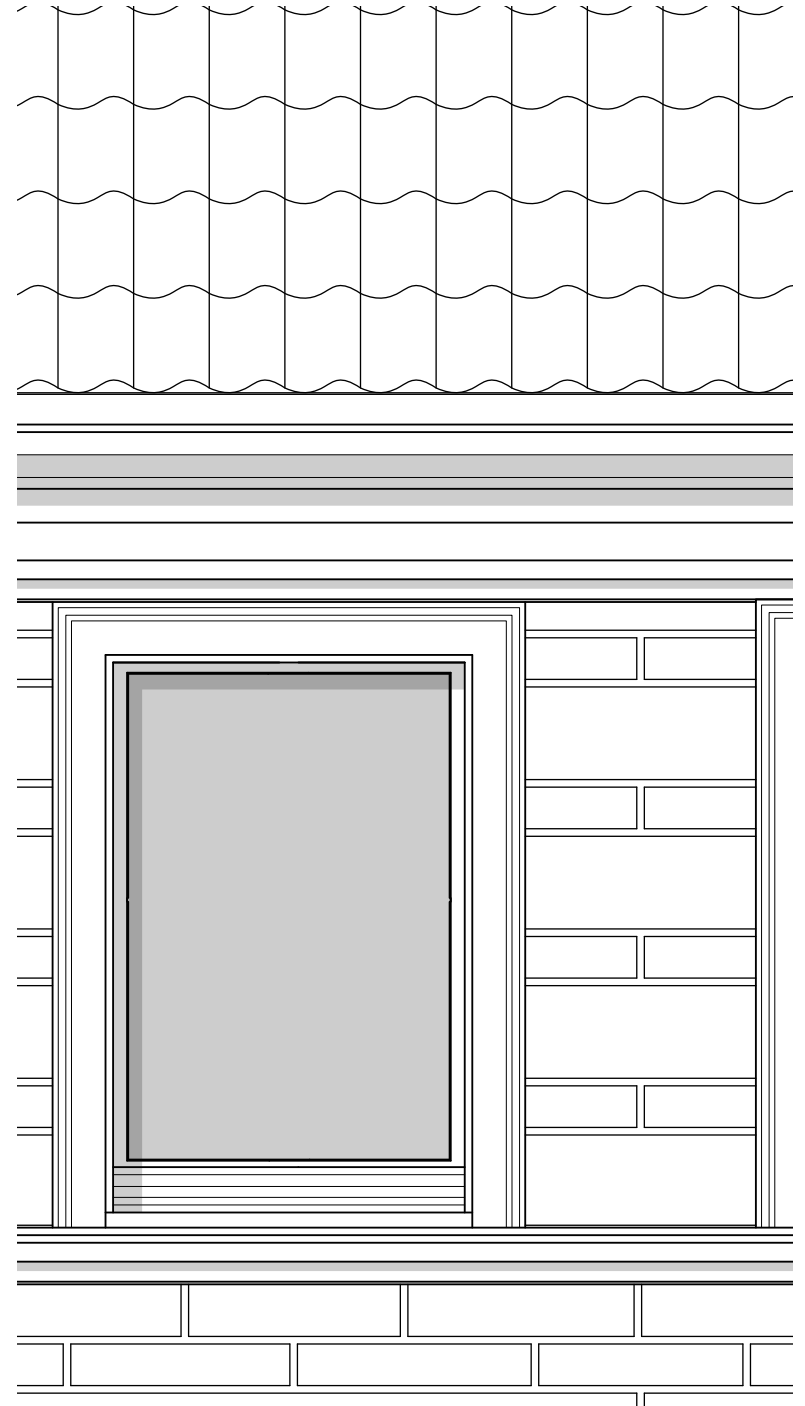


Abb. 3.62

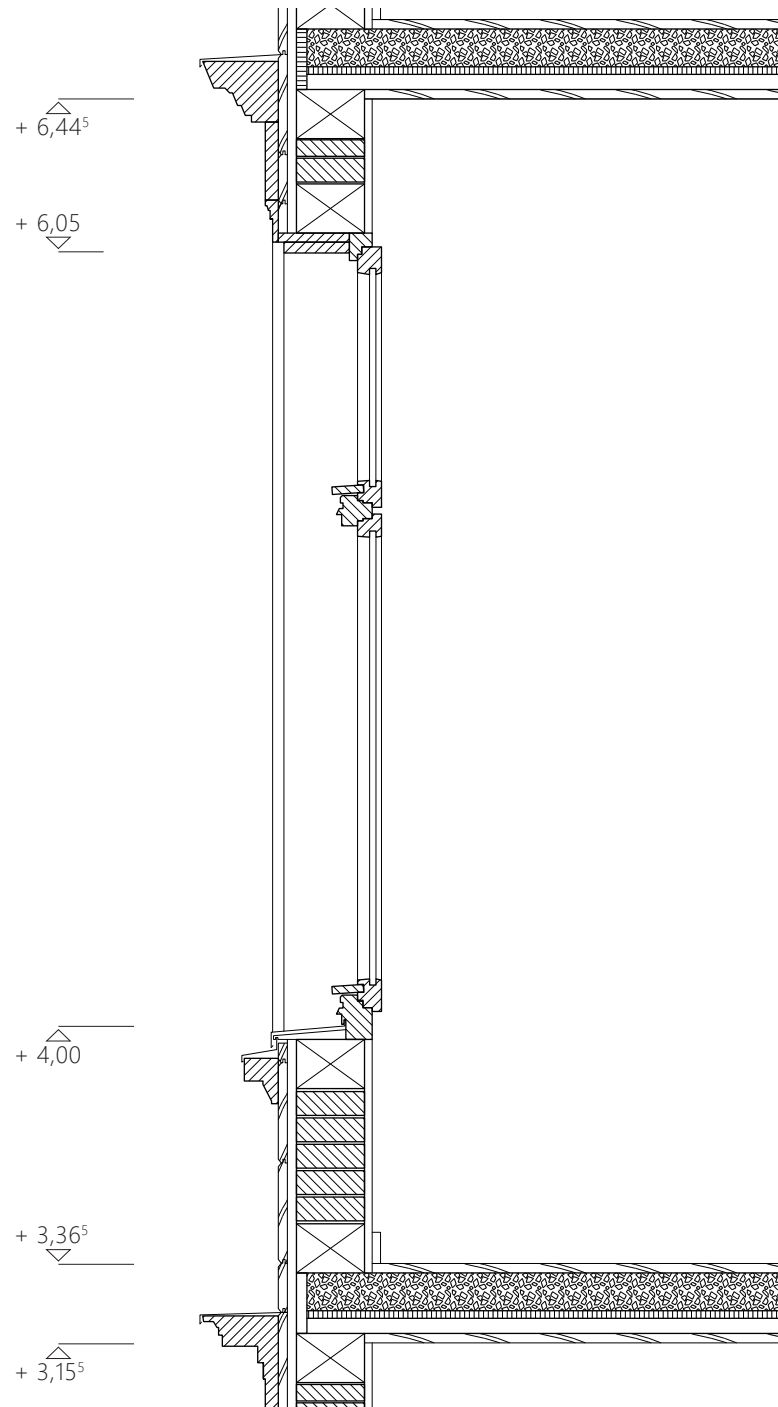


Abb. 3.63



Abb. 3.64

AUSSENWAND 1,75 W/(m²K)

20 mm Holzbretter vernagelt mit Anstrich
 40x60 mm vertikale Lattung
 180x130 Eichenpfosten
 180 mm Ziegelgefache
 20 mm Kalkputz

HOLZBALKEDECKE

22 mm Eichendielen
 180x130 mm Eichenbalken
 100 mm Sandschüttung
 20 mm Holzschalung
 40x20 mm Konstruktionsholz
 22 mm Holzverkleidung

Abb. 3.63
 Fassadenschnitt
 Markomannenstraße 59, M 1:20

Abb. 3.64
 Fassadenansicht
 Markomannenstraße 59, M 1:20

KAPPEDECKE

- 22 mm Eichendielen
- 70x100 mm Eichenbalken
- 40-150 mm Sand
- 250x120x65 mm Ziegel
- 220 mm I-Profil

+ 0,70^s

+ 0,00

- 0,31^s

- 1,22

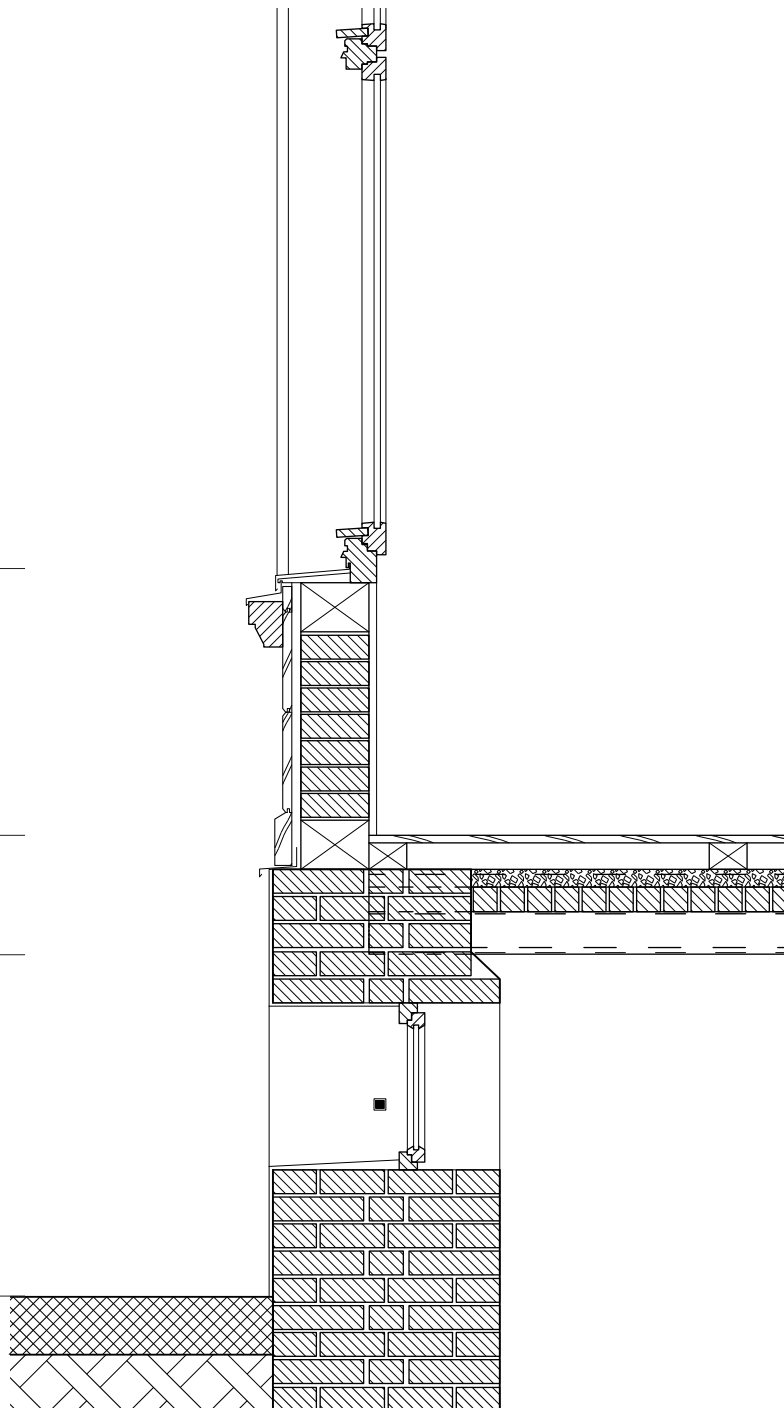


Abb. 3.65

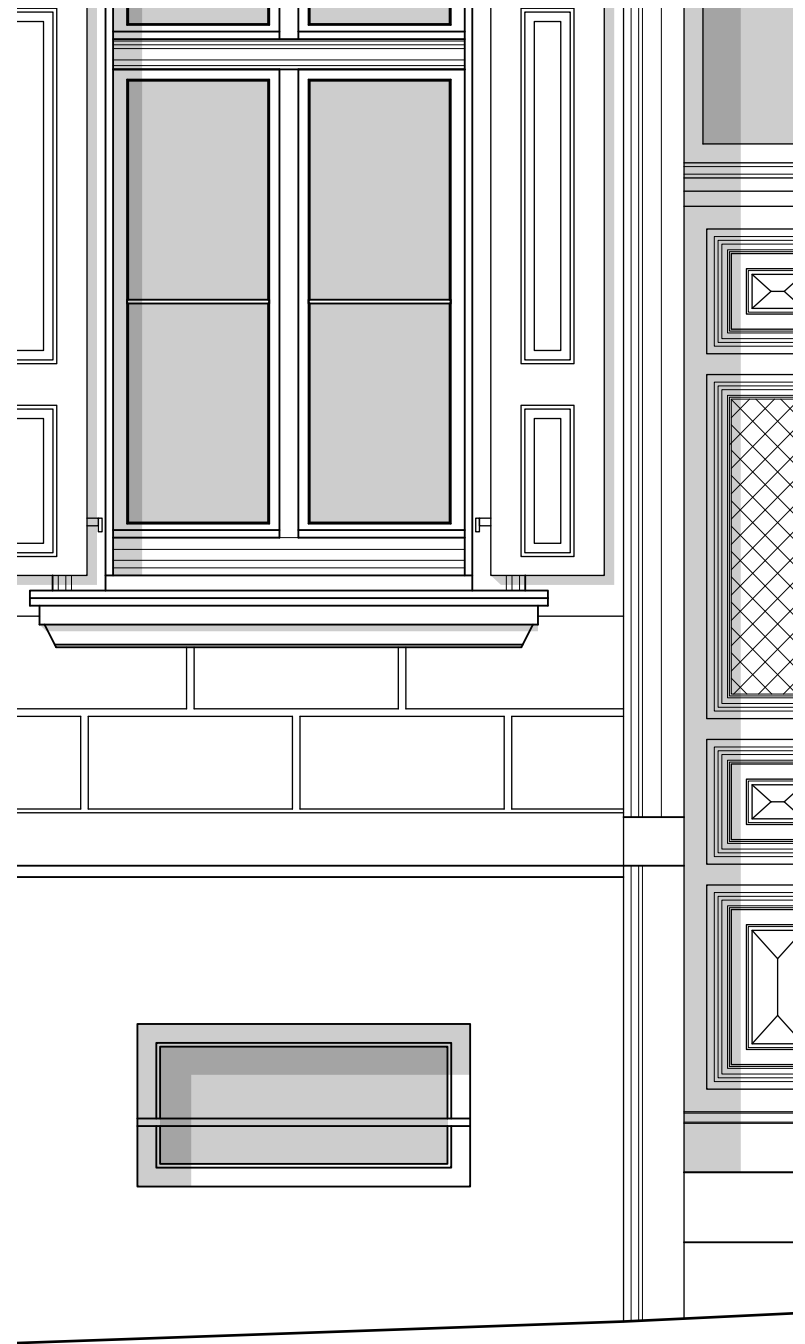


Abb. 3.66

Abb. 3.65
Fassadenschnitt Sockel
Markomannenstraße 59, M 1:20

Abb. 3.66
Fassadenansicht Sockel
Markomannenstraße 59, M 1:20

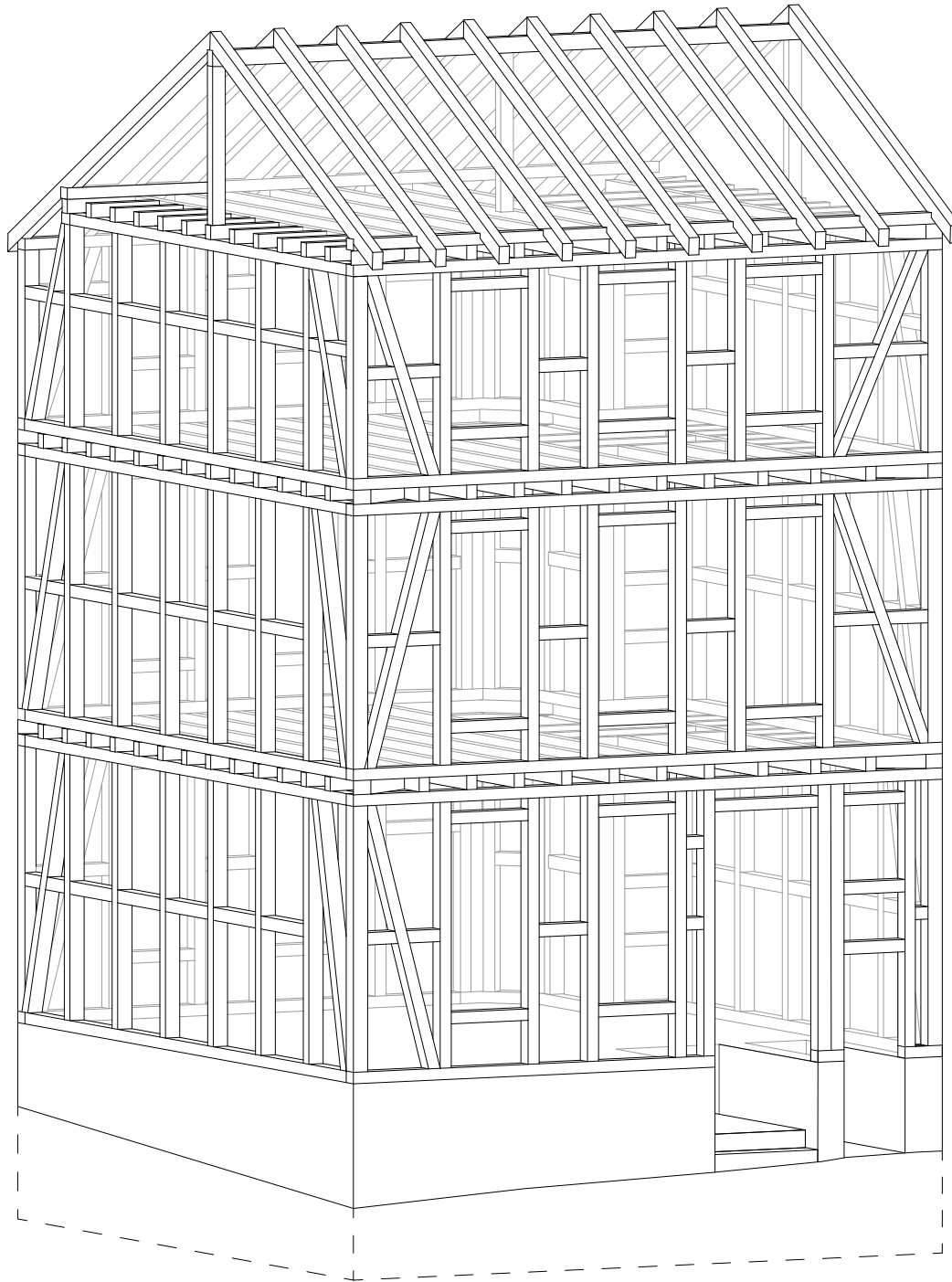


Abb. 3.67

Abb. 3.67
Axonometrie Fachwerk
Markomannenstraße 59

3.2.5 MARKOMANNENSTRASSE 30, 42105 WUPPERTAL

Farah Alnihawi

Architekt: unbekannt
Baujahr: 1875
Sanierungsjahr: unbekannt
Ausrichtung Hauptfassade: Süd-Ost

Grundfläche: ca. 165,95 m²
Grundstücksfläche: 439,39 m²
Parzellenbreite: 13,65 m

BGF: ca. 747 m² (inkl. Keller)
BRI: ca. 2623 m³ (inkl. Keller)

Vollgeschosse: 3
Vollgeschosse Gegenüber: 3
Abstand Gegenüber: 9,75 m

Fassadenfläche (Hauptfassade): 170,88 m²
Fensterfläche (Hauptfassade): 49,44 m²
Fensterflächenanteil (Hauptfassade): 28,9 %
Fensterflächenanteil (Hauptfassade / BGF): 6,6 %
Fensterachsen (Hauptfassade): 6
Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade): 2,10 m

Zustand Fassade: original/erneuert
Zustand Fenster: erneuert
Zustand Sockel: original
Zustand Dach: erneuert



Abb. 3.68

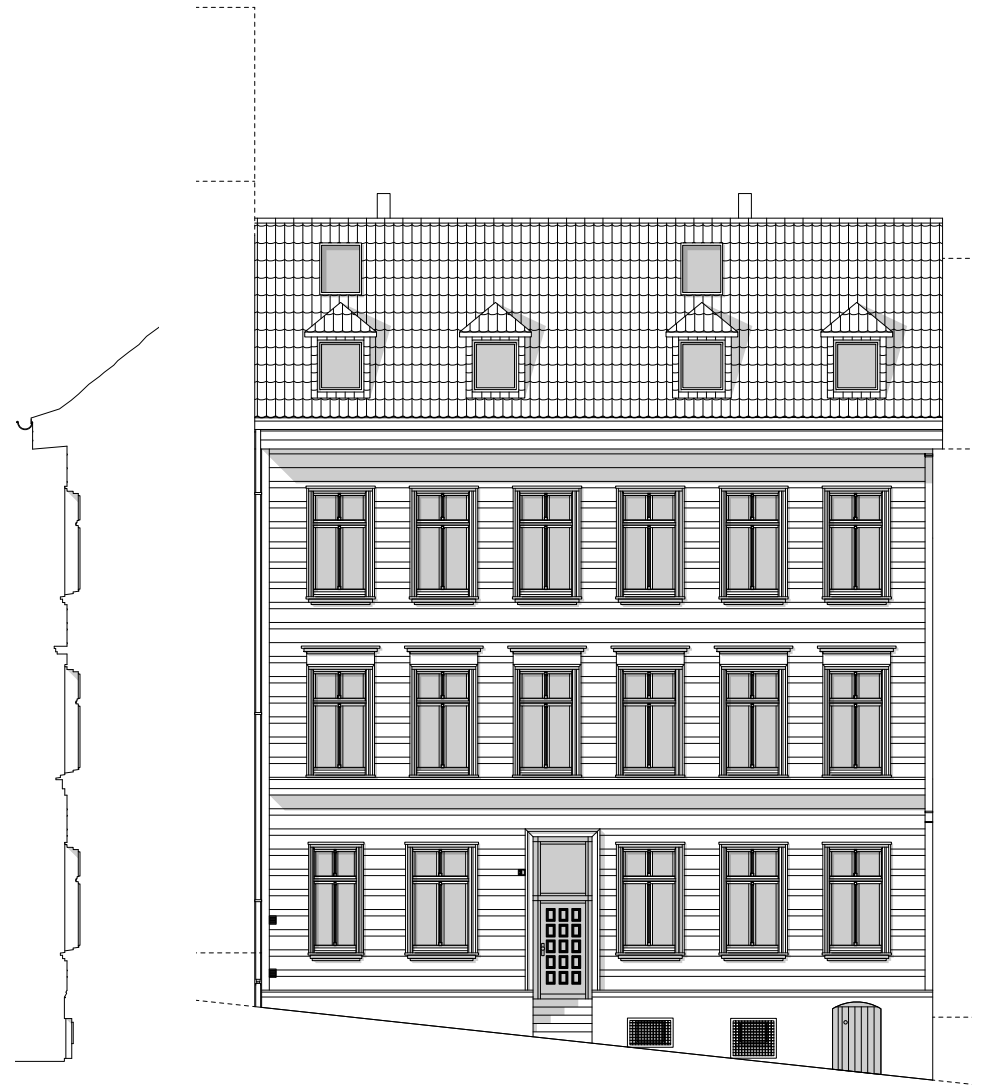


Abb. 3.69

Abb. 3.70

2,5 m

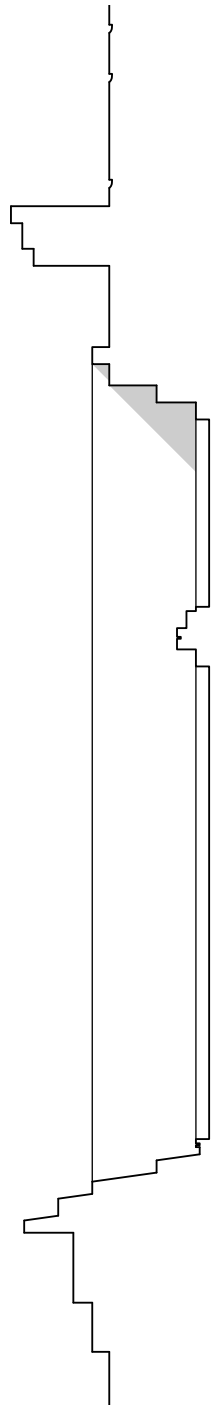


Abb. 3.71



Abb. 3.72

Abb. 3.68
Ausschnitt Lageplan, M 1:5000

Abb. 3.69
Reliefschnitt
Markomannenstraße 30, maßstabslos

Abb. 3.70
Fassadenansicht
Markomannenstraße 30, maßstabslos

Abb. 3.71
Reliefschnitt
Markomannenstraße 30, M 1:20

Abb. 3.72
Fassadenansicht
Markomannenstraße 30, M 1:20

BESCHREIBUNG DER FASSADE

Die Fassade ist durch eine zurückhaltende Dekoration im Stil des Spätklassizismus gekennzeichnet. Die horizontale Fassadengliederung ist deutlich hervorgehoben. Im 1. Obergeschoss tauchen ein Sohlbankgesims und ein auskragendes Schlussgesims auf. Das Dach ist mit Schindeln gedeckt.

Die Fassadenbekleidung besteht aus weißgestrichenen, horizontalen Holzbrettern mit den Regelabmessungen 13 cm und 28 cm, die einen Bänderputz imitieren.

Die Fensterrahmen sind aus Kunststoff und die Zweifachverglasung mit einer einfachen Sprossenteilung verziert. Die Eingangstür ist in einer dunkelgrünen Farbe lackiert. Der massive Sockel ist verputzt und hellorange gestrichen.

BESCHREIBUNG DER SICHTBAREN VERÄNDERUNGEN IN DER FASSADE

Das Dachgeschoss wurde ausgebaut, um die Wohnfläche zu erweitern. In diesem Zuge fand vermutlich auch eine Sanierung des Satteldachs statt. Die originalen Fenster wurden mit Zweifachverglasung im Kunststoffrahmen ausgetauscht. Im Erdgeschoss wurde die Holzverkleidungen komplett erneuert und die ganze Fassade erhielt einen neuen Anstrich in weiß.





Abb. 3.74



Abb. 3.75

Abb. 3.73
Fassadenansicht
Kennzeichnung der Farbgestaltung
Markomannenstraße 30, maßstabslos

Abb. 3.74
Fassadenansicht
Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen
Markomannenstraße 30, maßstabslos

Abb. 3.75
Überzeichnung der Fassadenansicht
mit dem anzunehmenden Holztragwerk
Markomannenstraße 30, maßstabslos

3.2.6 GERBERSTRASSE 24, 42105 WUPPERTAL

Sarah Coppens, Julia Wiechert

Architekt: unbekannt
Baujahr: 1867
Sanierungsjahr: 2014
Ausrichtung Hauptfassade: Nord-Ost

Grundfläche: 120,00 m²
Grundstücksfläche: 350,00 m²
Parzellenbreite: 11,65 m

BGF: ca. 660 m² (inkl. Keller)
BRI: ca. 1996 m³ (inkl. Keller)

Vollgeschosse: 4
Vollgeschosse Gegenüber: 4
Abstand Gegenüber: 9,30 m

Fassadenfläche (Hauptfassade): 165,47 m²
Fensterfläche (Hauptfassade): 38,24 m²
Fensterflächenanteil (Hauptfassade): 23,1 %
Fensterflächenanteil (Hauptfassade / BGF): 5,8 %
Fensterachsen (Hauptfassade): 5
Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade): 2,00 m

Zustand Fassade: erneuert
Zustand Fenster: erneuert
Zustand Sockel: neu gestrichen
Zustand Dach: erneuert

Merkmale: tiefliegender Eingang, Kellergeschoss auf Grund der steilen Straße teilweise fast komplett sichtbar, großer Dachüberstand, Dachgeschoss ausgebaut und bewohnt



Abb. 3.76

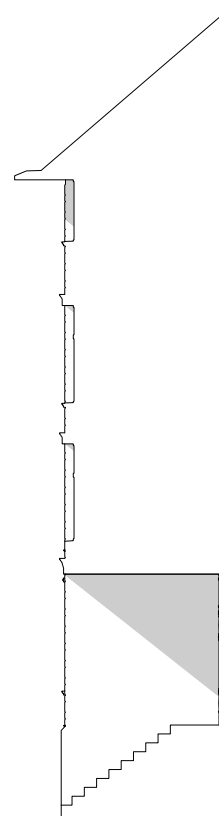


Abb. 3.77

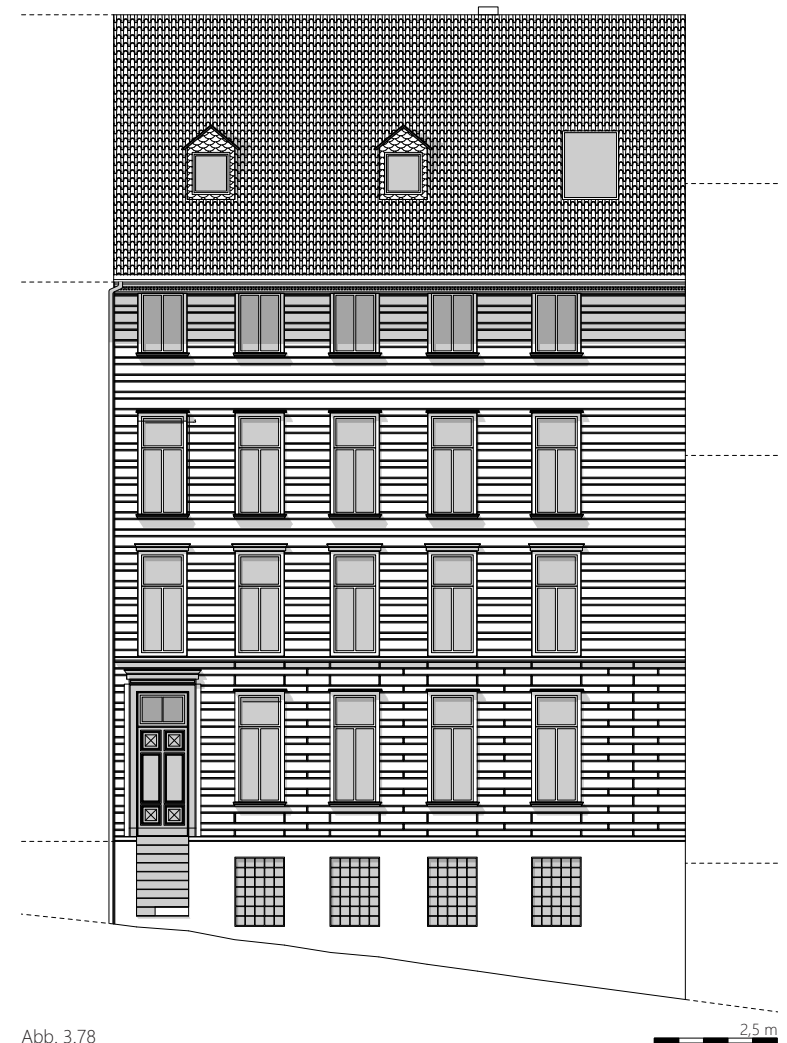


Abb. 3.78

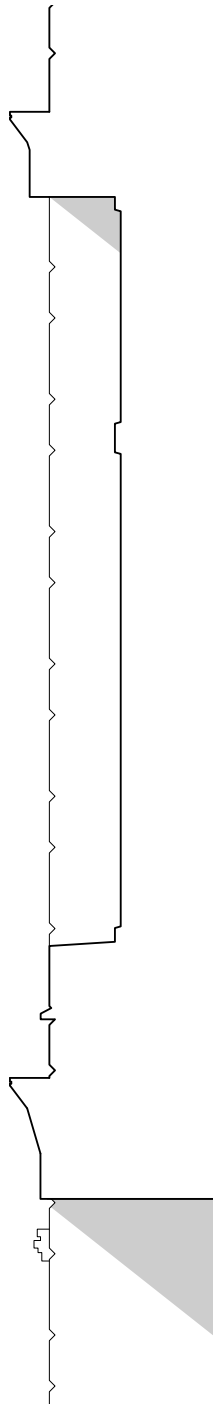


Abb. 3.79



Abb. 3.80

Abb. 3.76
Ausschnitt Lageplan, M 1: 5000

Abb. 3.77
Reliefschnitt
Gerberstraße 24, maßstabslos

Abb. 3.78
Fassadenansicht
Gerberstraße 24, maßstabslos

Abb. 3.79
Reliefschnitt
Gerberstraße 24, M 1:20

Abb. 3.80
Fassadenansicht
Gerberstraße 24, M 1:20

BESCHREIBUNG DER FASSADE

Die vorgefundene Fassade wird horizontal mit einer opaken Fassadenbekleidung bestehend aus weißgestrichenen, vernagelten Brettern mit den Regelabmessungen 13,5 x 100 cm und 21,5 x 100 cm gegliedert.

Grundsätzlich ist wenig Ornamentierung vorhanden. Lediglich das EG hebt sich durch die Verbundanordnung der Bretterschalung von den restlichen oberen Geschossen ab. Dieses ist auch mit einem Gesims abgesetzt. Die Fenster sind mit einer Zweifachisolierverglasung ausgestattet und in einem Kunststoffrahmen gefasst.

Der große Dachüberstand dient als Wetterschutz der Fassade und ebenfalls zur Verschattung des dritten Obergeschosses. Der Keller ist durch den hohen Sockel deutlich ablesbar. Fenster aus Glasbausteinen dienen der Belichtung des Innenraumes.

BESCHREIBUNG DER SICHTBAREN VERÄNDERUNGEN IN DER FASSADE

Die Eigentümer haben sich auf Grund von Energieeinsparmaßnahmen dafür entschieden die Fassade zu sanieren und nachträglich zu dämmen. Die Holzvertäfelung wurde komplett erneuert. Im gleichen Zuge sind auch die Fenster ausgetauscht worden, denn diese bestehen nun aus einer Zweifach-Isolierverglasung und einem Kunststoffrahmen. Das Dach wurde ebenfalls saniert und gedämmt, um zusätzlichen Wohnraum zu schaffen.

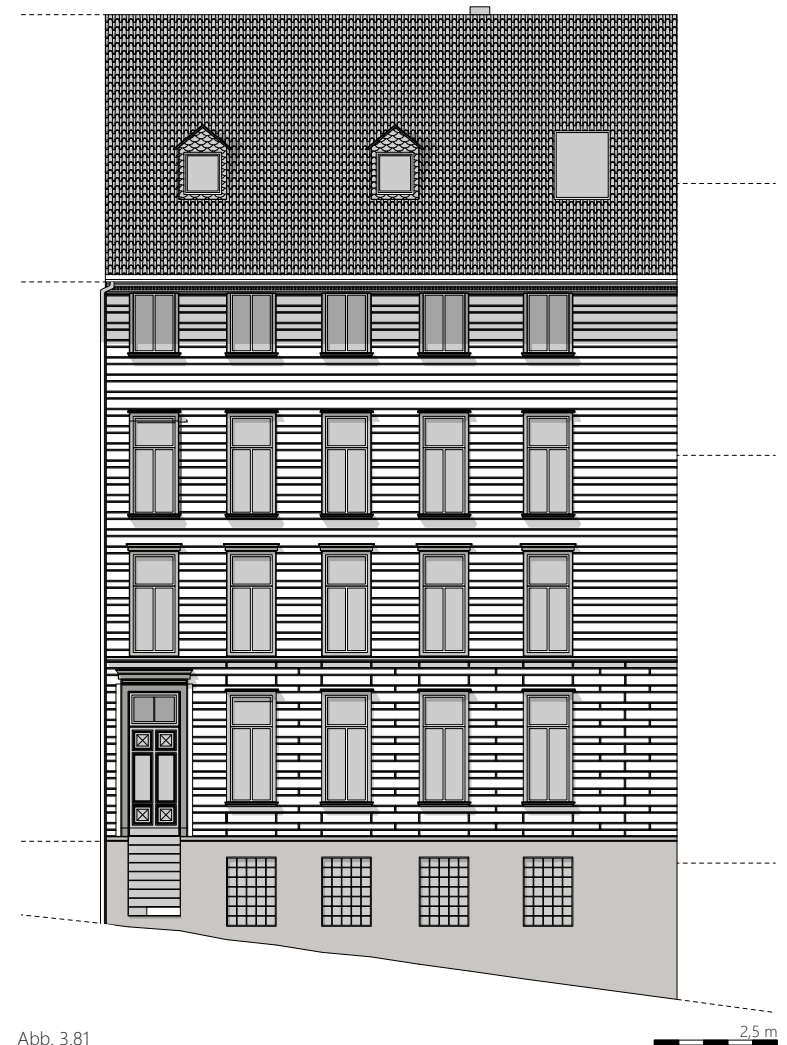


Abb. 3.81



Abb. 3.82

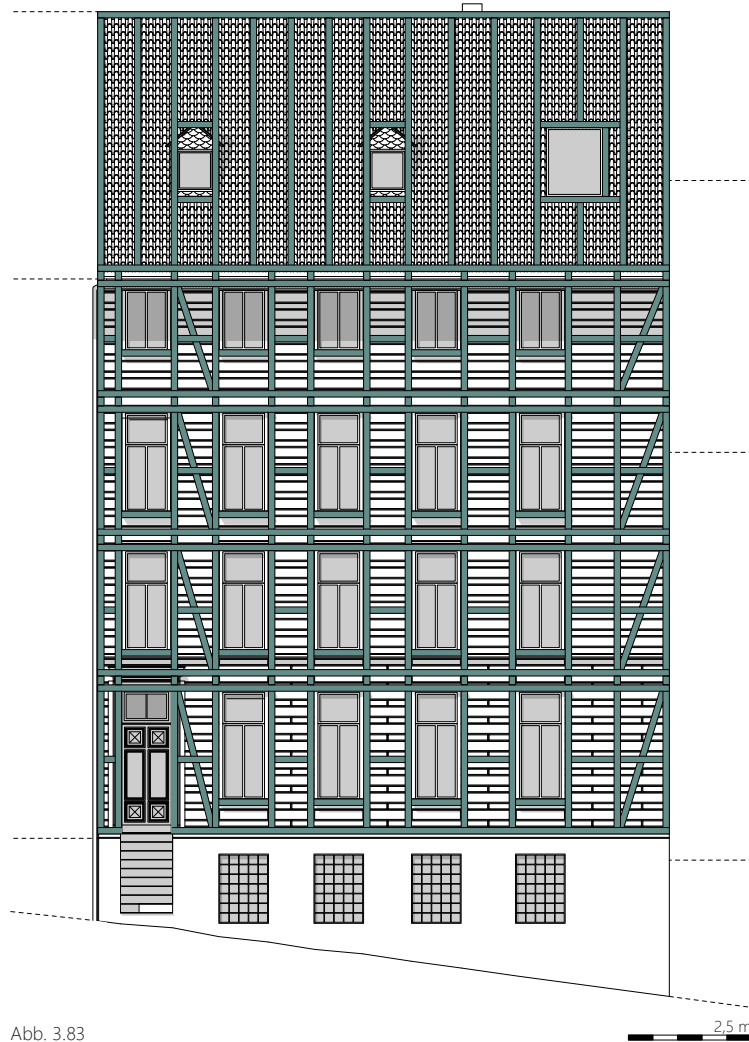


Abb. 3.83

Abb. 3.81
Fassadenansicht
Kennzeichnung der Farbgestaltung
Gerberstraße 24, maßstabslos

Abb. 3.82
Fassadenansicht
Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen
Gerberstraße 24, maßstabslos

Abb. 3.83
Überzeichnung der Fassadenansicht
mit dem anzunehmenden Holztragwerk
Gerberstraße 24, maßstabslos

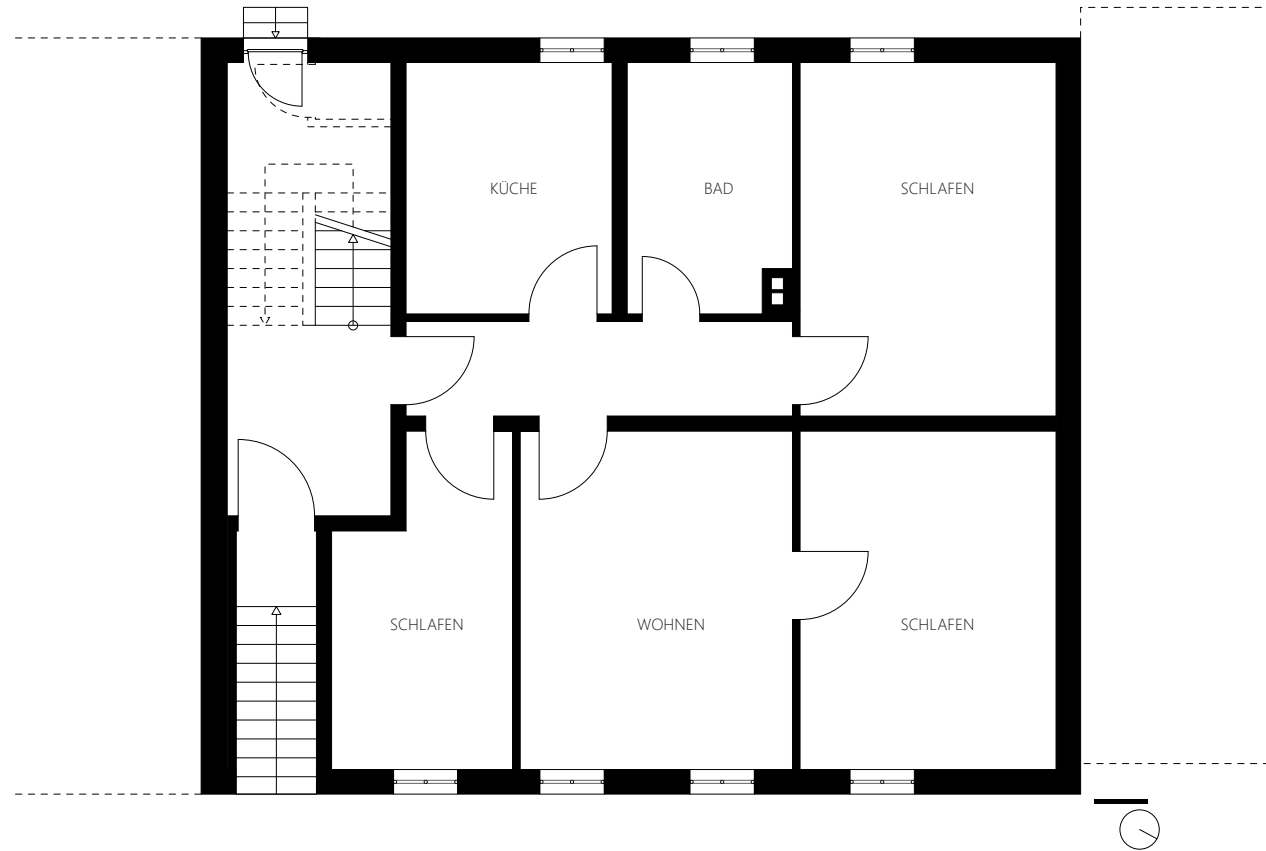


Abb. 3.84

Abb. 3.84
Grundriss Erdgeschoss
Gerberstraße 24, M 1:50

Abb. 3.85
Grundriss Regelgeschoss
Gerberstraße 24, maßstabslos

Abb. 3.86
Grundriss Dachgeschoss
Gerberstraße 24, maßstabslos

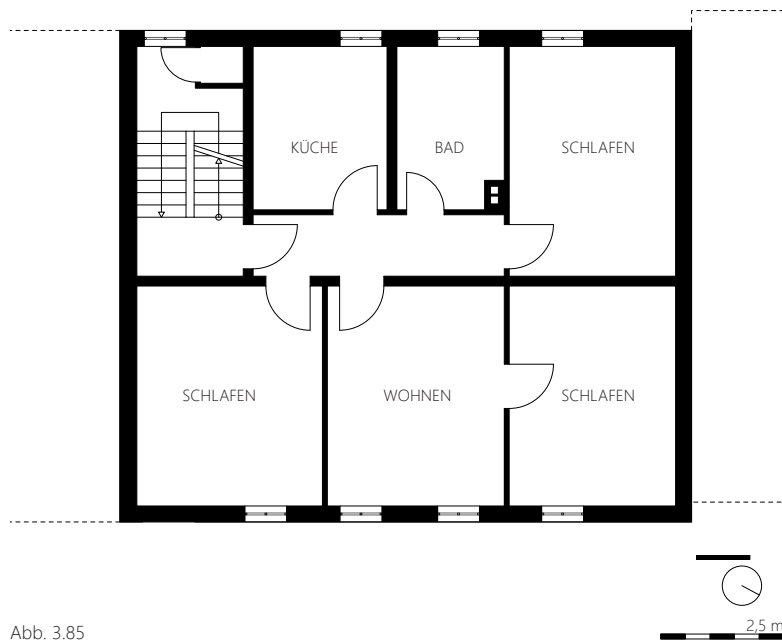


Abb. 3.85

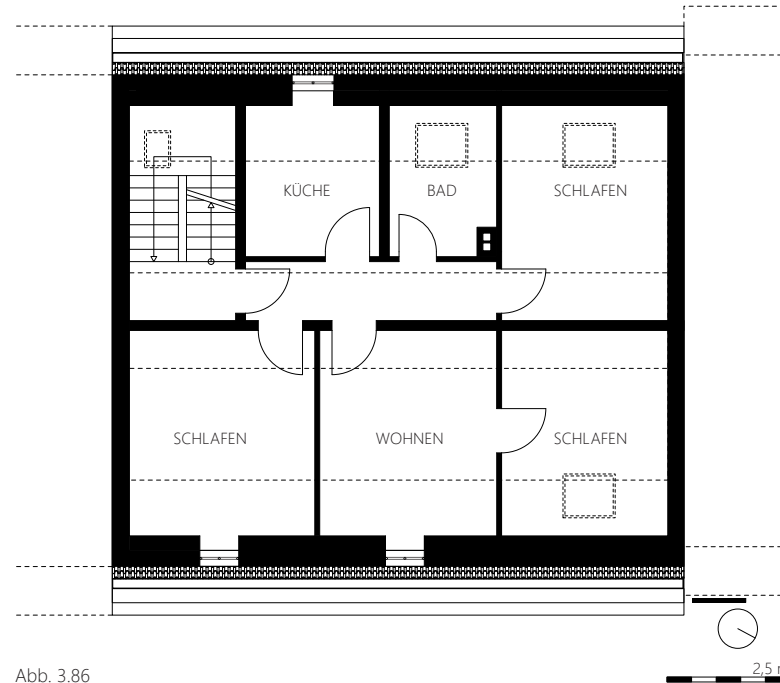


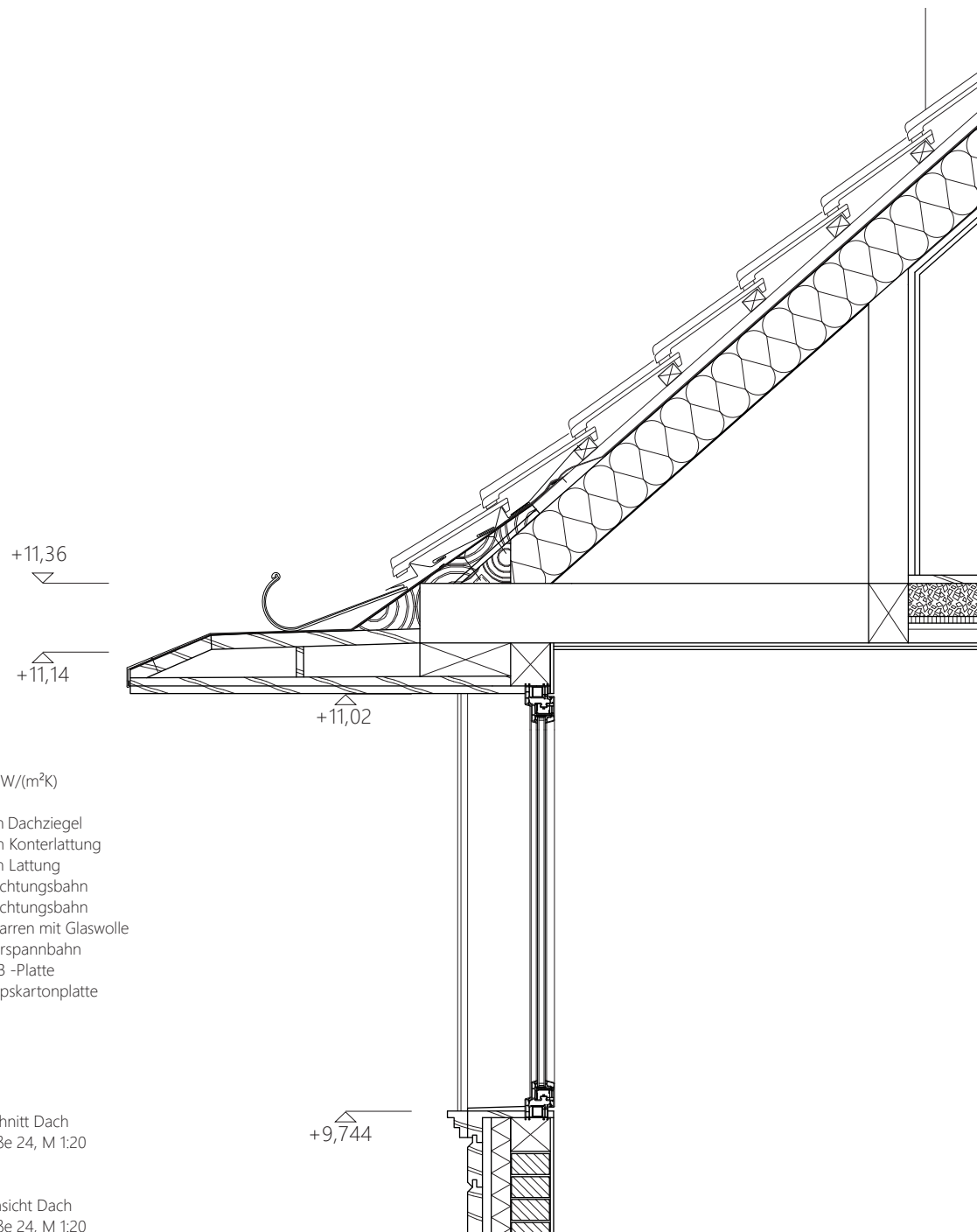
Abb. 3.86

BESCHREIBUNG DER INNEREN ORGANISATION

Das Gebäude wird über eine Außentreppe innerhalb der Gebäudekubatur, die das Kellergeschoss überbrückt, erschlossen. Pro Geschoss befindet sich eine Wohnung. Die Räume innerhalb der Wohnung werden über einen mittig liegenden Flur erschlossen.

Das Wohnzimmer dient als Durchgangszimmer zum zweiten Schlafzimmer. Die Aufenthaltsräume sind alle ungefähr gleich groß. Jeder Raum wird durch

ein Fenster natürlich belichtet, nur der Flur liegt im Kern der Wohnung. Das zum Wohnraum ausgebaute Dachgeschoss ist über Dachflächenfenster und Dachgauben belichtet. Die auf den Zwischenpodesten der Treppe ausgebildeten Kammern, dienten früher als Toilettenraum, nun werden sie als Abstellräume genutzt.



DACH 0,19 W/(m²K)

- 60 x 60 mm Dachziegel
- 60 x 40 mm Konterlattung
- 50 x 30 mm Lattung
- 3 mm Abdichtungsbahn
- 3 mm Abdichtungsbahn
- 180 mm Sparren mit Glaswolle
- 3 mm Unterspannbahn
- 20 mm OSB -Platte
- 12,5 mm Gipskartonplatte

Abb. 3.87
Fassadenschnitt Dach
Gerberstraße 24, M 1:20

Abb. 3.88
Fassadenansicht Dach
Gerberstraße 24, M 1:20

Abb. 3.87

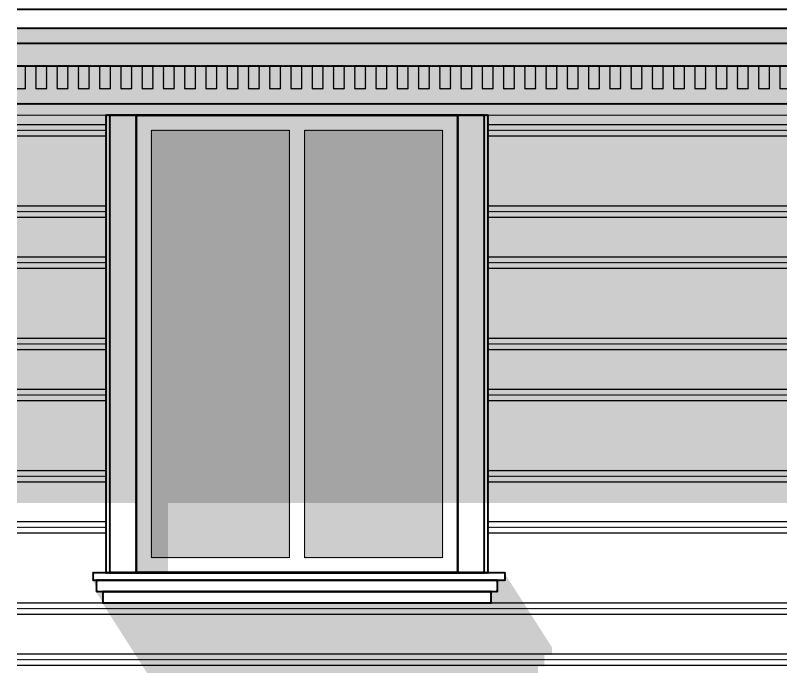
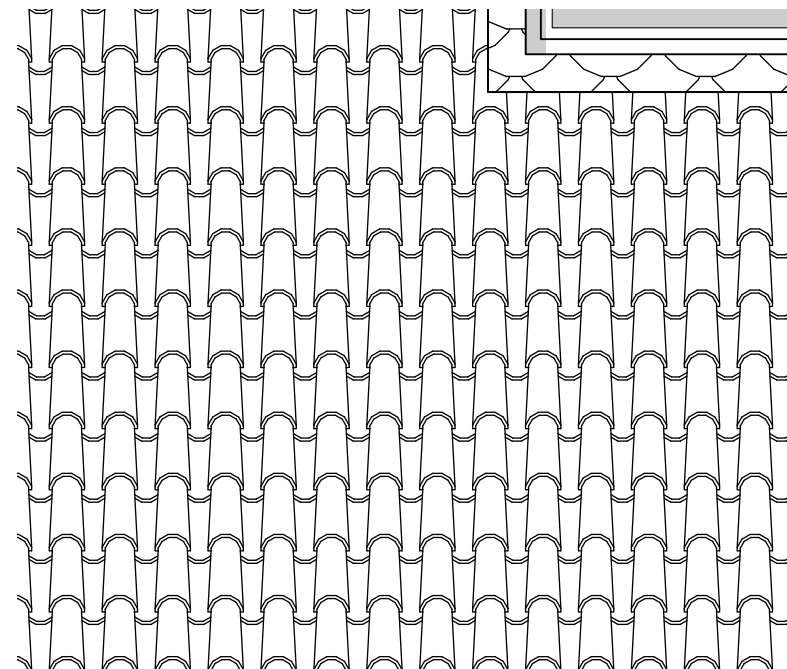


Abb. 3.88

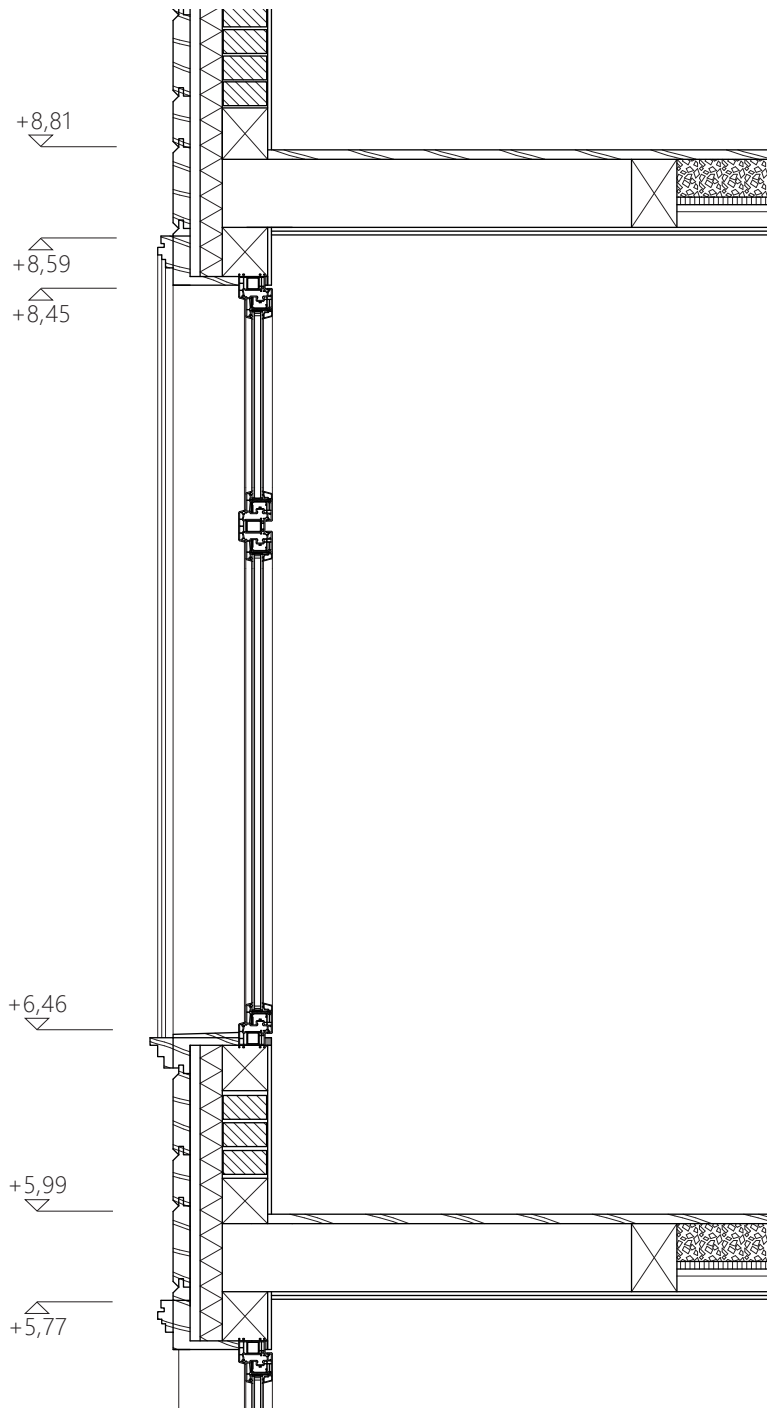


Abb. 3.89

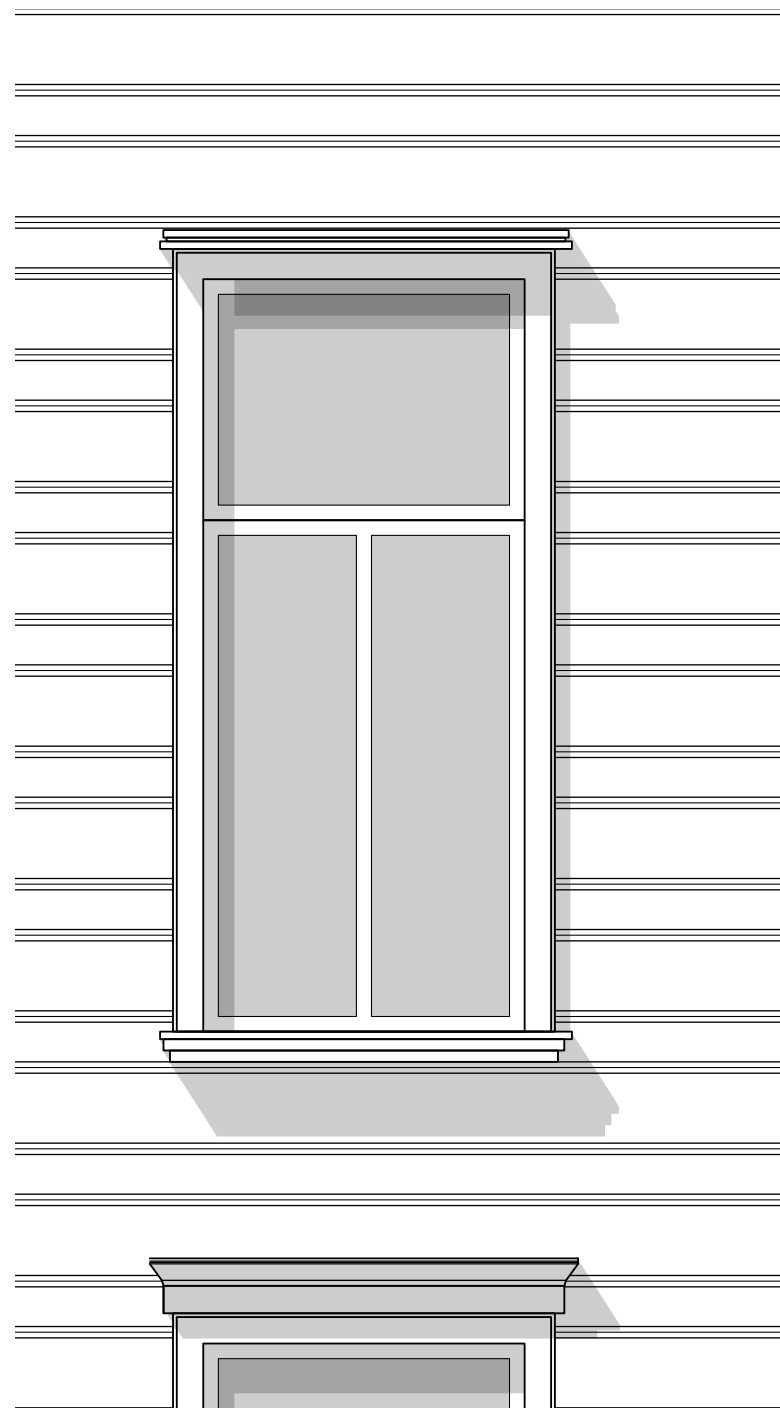


Abb. 3.90

AUSSENWAND 0,37 W/(m²K)

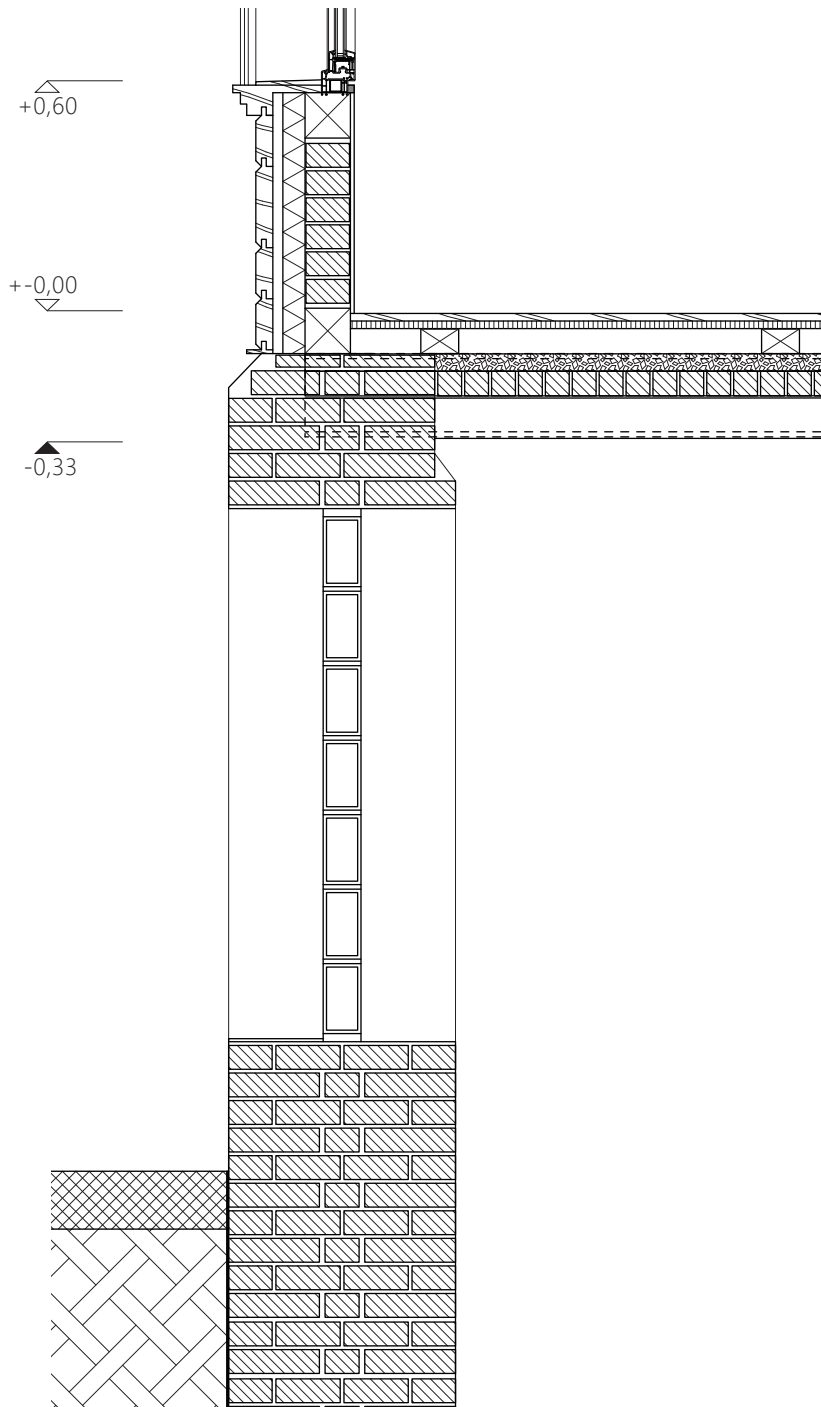
50 mm Vorhangfassade Holz
 30 mm Hinterlüftung
 100 mm Holzfaserdämmung
 120 mm Ziegelgefache
 10 mm Lehmputz

GESCHOSSDECKE

25 mm Dielenboden
 160 mm Holzbalken mit
 100 mm Sand
 10 mm Putzträger
 10 mm Innenputz

Abb. 3.89
 Fassadenschnitt
 Gerberstraße 24, M 1:20

Abb. 3.90
 Fassadenansicht
 Gerberstraße 24, M 1:20



+0,60
+0,00
-0,33

KELLERDECKE 0,73 W/(m²K)
25 mm Dielenboden
20 mm Schalbretter
65 x 100 mm Lattung
50 mm Sand
250 x 120 x 65 mm Mauerwerk
220 mm IPE-Träger
4 mm Kalkputz

Abb. 3.91
Fassadenschnitt Sockel
Gerberstraße 24, M 1:20
Abb. 3.92
Fassadenansicht Sockel
Gerberstraße 24, M 1:20

Abb. 3.91

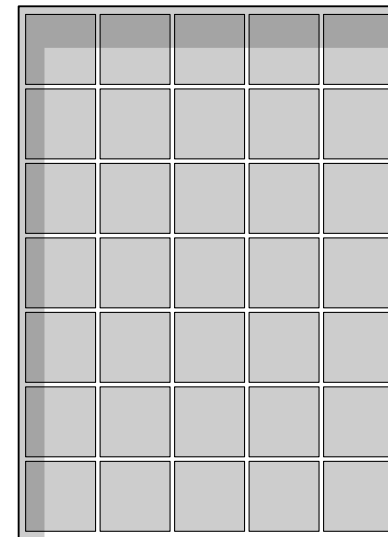
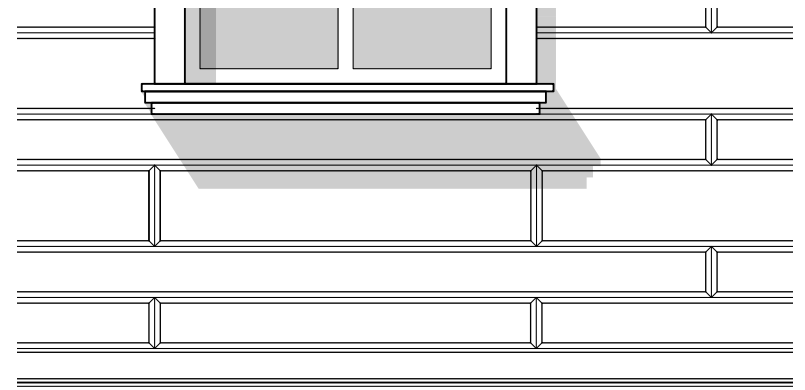


Abb. 3.92

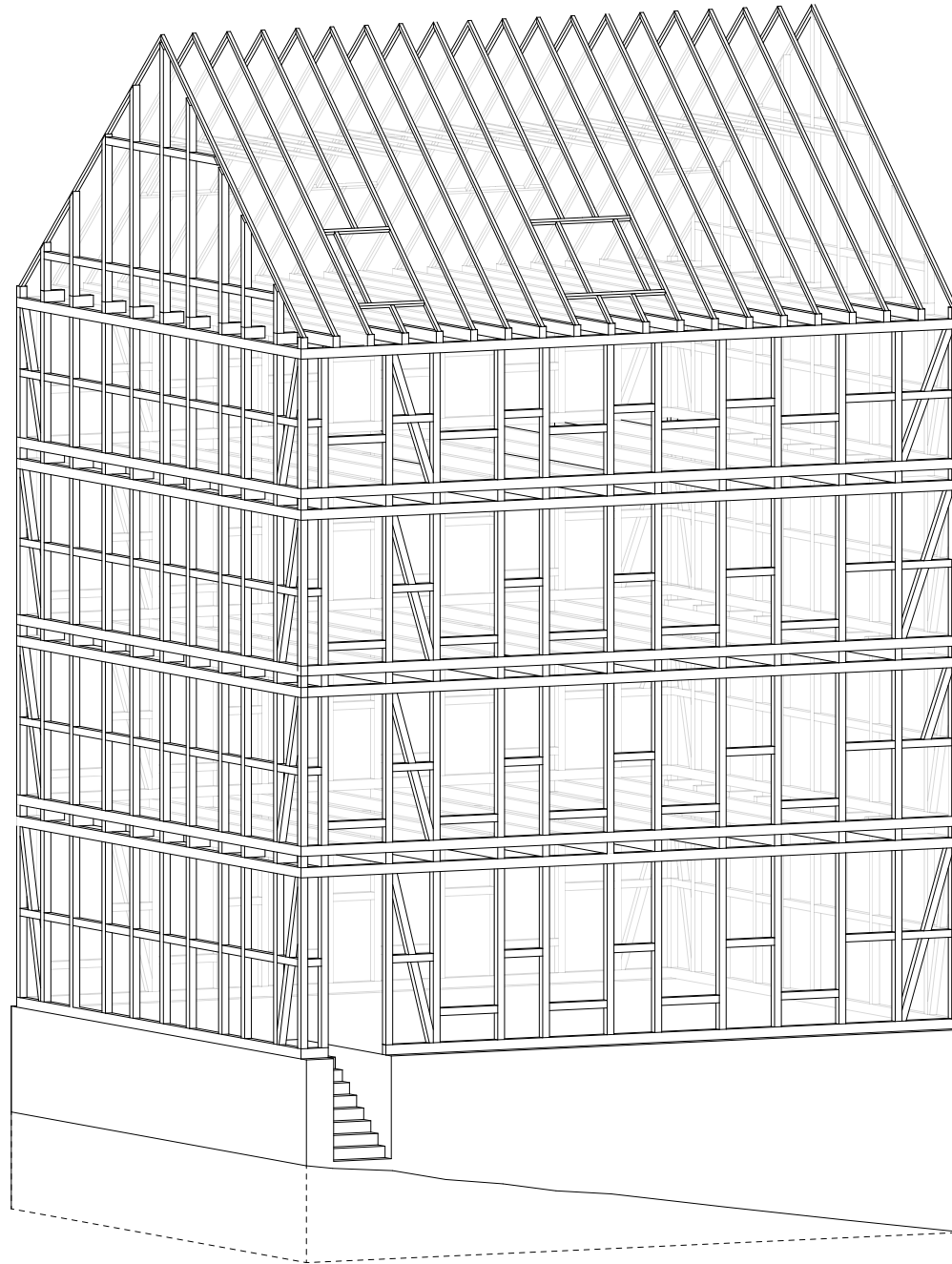


Abb. 3.93

Abb. 3.93
Axonometrie Fachwerk
Gerberstraße 24

3.2.7 GERBERSTRASSE 19, 42105 WUPPERTAL

Julia Wiechert

Architekt: unbekannt
Baujahr: unbekannt
Sanierungsjahr: unbekannt
Ausrichtung Hauptfassade: Süd-West

Grundfläche: 99,60 m²
Grundstücksfläche: 145,00 m²
Parzellenbreite: 15,71 m

BGF: ca. 538 m² (inkl. Keller)
BRI: ca. 2120 m³ (inkl. Keller)

Vollgeschosse: 4
Vollgeschosse Gegenüber: 4
Abstand Gegenüber: 9,30 m

Fassadenfläche (Hauptfassade): 165,30 m²
Fensterfläche (Hauptfassade): 47,06 m²
Fensterflächenanteil (Hauptfassade): 28,5 %
Fensterflächenanteil (Hauptfassade / BGF): 8,7 %
Fensterachsen (Hauptfassade): 3 (4)
Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade): 2,25 m

Zustand Fassade: gut
Zustand Fenster: erneuert
Zustand Sockel: gut
Zustand Dach: gut

Merkmale: Eingang auf Kellerniveau über einen Vorgarten, der von der Gerberstraße erreicht werden kann, Eckhaus an der Gerberstraße und der Lederstraße



Abb. 3.94



Abb. 3.95

Abb. 3.96

2,5 m

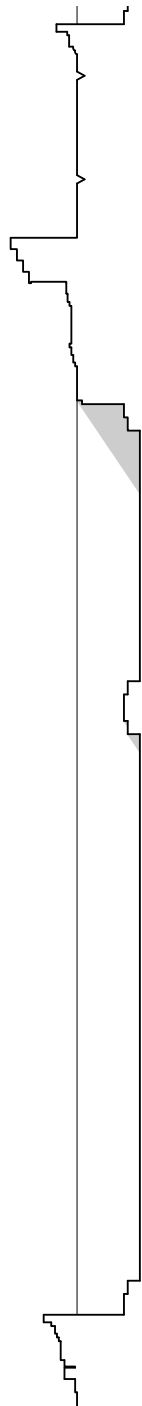


Abb. 3.97

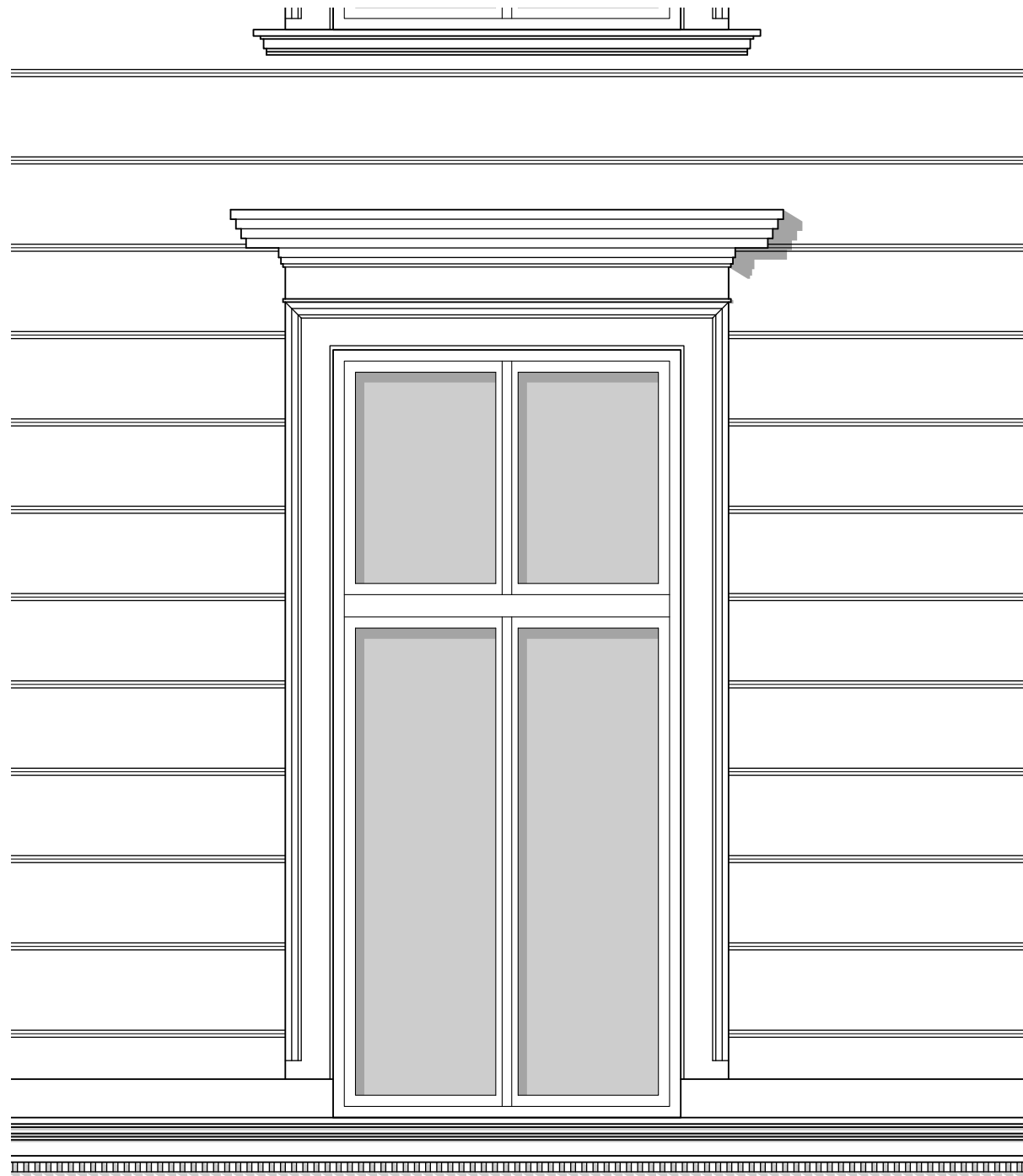


Abb. 3.98

Abb. 3.94
Ausschnitt Lageplan, M 1: 500

Abb. 3.95
Reliefschnitt
Gerberstraße 19, maßstabslos

Abb. 3.96
Fassadenansicht
Gerberstraße 19, maßstabslos

Abb. 3.97
Reliefschnitt
Gerberstraße 19, M 1:20

Abb. 3.98
Fassadenansicht
Gerberstraße 19, M 1:20

BESCHREIBUNG DER FASSADE

Die opake Fassadenbekleidung besteht aus gelbgestrichenen, horizontal vernagelten Brettern mit einer durchschnittlichen Höhe von 27 cm. Eine regelmäßige Länge der Bretter ist nicht vorhanden. Das Erdgeschoss wird durch die wechselnden Breiten der Holzbretter hervorgehoben. Die Ornamentierung ist zurückhaltend, lediglich das Schlussgesims ist mit einem durchlaufenden Fries verziert.

Die Fenster verfügen über ein ornamentloses Gesims. Die Zweifachisolierverglasungen sind in einem Holzrahmen gefasst und jeweils einmal horizontal und vertikal unterteilt.

Das Dach ist mit Schindeln gedeckt. Der Keller wird durch eine braune Farbigkeit von der Fassade abgehoben.

BESCHREIBUNG DER SICHTBAREN VERÄNDERUNGEN IN DER FASSADE

Die Fassade ist frisch gestrichen, weist allerdings in der Erscheinung des Holzes Alterungsmerkmale auf (Risse, etc.). Insgesamt ist die Fassade in einem guten Zustand. Ein Fenster des Erdgeschosses weist eine besondere Breite im Vergleich zu den anderen Fenstern auf.



Abb. 3.99

2,5 m



Abb. 3.100

2,5 m



Abb. 3.101

2,5 m

Abb. 3.99
Fassadenansicht
Kennzeichnung der Farbgestaltung
Gerberstraße 24, maßstabslos

Abb. 3.100
Fassadenansicht
Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen
Gerberstraße 24, maßstabslos

Abb. 3.101
Überzeichnung der Fassadenansicht
mit dem anzunehmenden Holztragwerk
Gerberstraße 24, maßstabslos

3.2.8 SATTLERSTRASSE 18, 42105 WUPPERTAL

Ronja Lehmann

Architekt: unbekannt

Baujahr: ca. 1876 - 1880

Sanierungsjahr: unbekannt

Ausrichtung Hauptfassade: Nord-Ost

Grundfläche: 101,20 m²

Grundstücksfläche: 182,70 m²

Parzellenbreite: 11,89 m

BGF: ca. 454 m² (inkl. Keller)

BRI: ca. 1471 m³ (inkl. Keller)

Vollgeschosse: 3

Vollgeschosse Gegenüber: 3-4

Abstand Gegenüber: 9,30 m

Fassadenfläche (Hauptfassade): 144,67 m²

Fensterfläche (Hauptfassade): 34,48 m²

Fensterflächenanteil (Hauptfassade): 23,8 %

Fensterflächenanteil (Hauptfassade / BGF): 7,6 %

Fensterachsen (Hauptfassade): 5

Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade): 2,12 m

Zustand Fassade: überwiegend original

Zustand Fenster: erneuert

Zustand Sockel: original

Zustand Dach: original/neue Dachfenster



Abb. 3.102

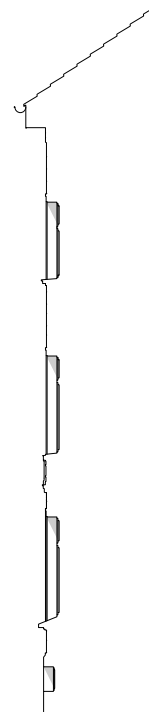


Abb. 3.103

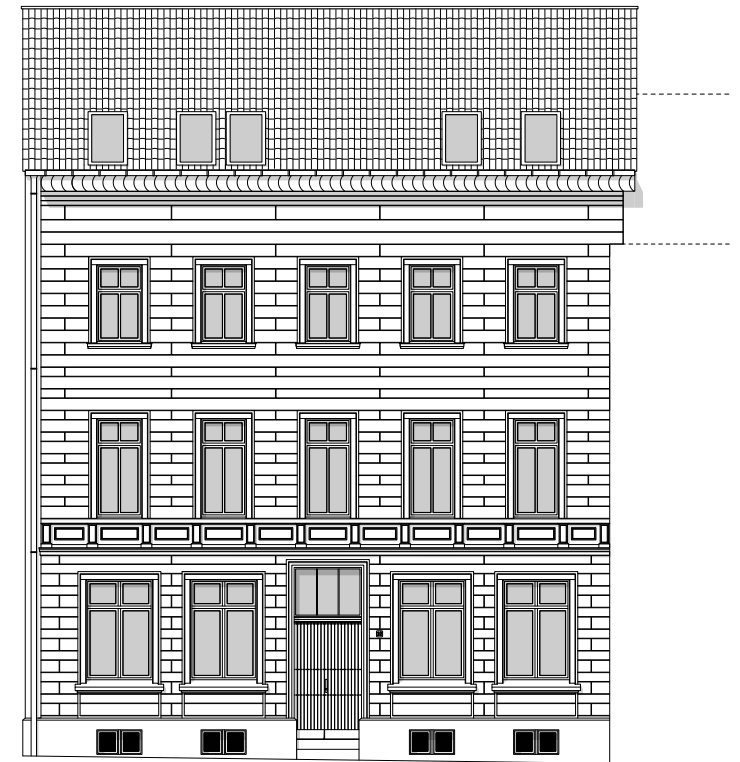


Abb. 3.104

2,5 m

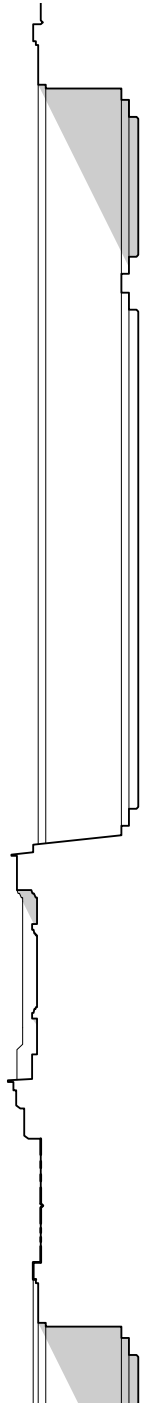


Abb. 3.105



Abb. 3.106

Abb. 3.102
Ausschnitt Lageplan, M 1:5000

Abb. 3.103
Reliefschnitt
Sattlerstraße, maßstabslos

Abb. 3.104
Fassadenansicht
Sattlerstraße 18, maßstabslos

Abb. 3.105
Reliefschnitt
Sattlerstraße 18, M 1:20

Abb. 3.106
Fassadenansicht
Sattlerstraße 18, M 1:20

BESCHREIBUNG DER FASSADE

Die Fassade des 3-geschossigen Gebäudes mit ausgebautem Dachgeschoss bestehend aus cremefarben gestrichenen, horizontal, vernagelten Brettern. Die breiten Bretter (24 cm) sind durchlaufend, die schmalen Bretter sind unterteilt und haben Abmaße von etwa 18 x 210 cm. Die Fassadenbekleidung im Erdgeschoss setzt sich von den oberen Geschossen durch die versetzte Anordnung der einzelnen Reihen ab. Verstärkt wird dies durch das Gurtgesims oberhalb des Erdgeschosses mit ausgeprägter Ornamentierung.

Die weißen Kunststofffenster mit zweifacher Verglasung sind in die Fenstereintrahmungen aus Holz, die in Fassadenfarbe gestrichen und profiliert sind, eingesetzt. Die Holztür setzt sich durch einen hellgrauen Anstrich und einem Türgesims mit braunem Anstrich von der restlichen Farbgebung der Fassade ab. Auch der Sockel ist in einem Branton gestrichen.

BESCHREIBUNG DER SICHTBAREN VERÄNDERUNGEN IN DER FASSADE

Die Fassade (5 Achsen) auf der Straßenseite (vgl. Abb. 3.108) hat neue Kunststofffenster mit einer Sprossenunterteilung. Die Fenster im Erdgeschoss sind zweiflügelig und breiter, die oberen haben nur einen Fensterflügel. Alle Fenster sind mit kippbaren Oberlichtern ausgestattet.

Ein ehemaliges Traufgesims ist nicht mehr zu erkennen, da dieses verkleidet wurde.

Die Holzverkleidung und Gesimse weisen Schäden auf, darunter fallen Abblätterungen des Anstrichs und durchbiegende Holzbretter. Sanierungsmaßnahmen haben jedoch schon auf der Rückseite stattgefunden. Dort befinden sich nun eine neue Holzverkleidung und bodentiefe Fenster.



Abb. 3.107

2,5 m



Abb. 3.108



Abb. 3.109

Abb. 3.107
Fassadenansicht
Kennzeichnung der Farbgestaltung
Sattlerstraße 18, maßstabslos

Abb. 3.108
Fassadenansicht
Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen
Sattlerstraße 18, maßstabslos

Abb. 3.109
Überzeichnung der Fassadenansicht
mit dem anzunehmenden Holztragwerk
Sattlerstraße 18, maßstabslos

3.2.9 SATTLERSTRASSE 20, 42105 WUPPERTAL

Marvin Kaliga

Architekt: unbekannt:

Baujahr: 1874

Sanierungsjahr: unbekannt

Ausrichtung Hauptfassade: Nord-Ost

Grundfläche: 135 m²

Grundstücksfläche: 260 m²

Parzellenbreite: 14,75 m

BGF: ca. 743 m² (inkl. Keller)

BRI: ca. 2719 m³ (inkl. Keller)

Vollgeschosse: 4

Vollgeschosse Gegenüber: 4

Abstand Gegenüber: 9,50 m

Fassadenfläche (Hauptfassade): 234,51 m²

Fensterfläche (Hauptfassade): 61,68 m²

Fensterflächenanteil (Hauptfassade): 26,3 %

Fensterflächenanteil (Hauptfassade / BGF): 8,3 %

Fensterachsen (Hauptfassade): 5

Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade): 2,40 m

Zustand Fassade: gut

Zustand Fenster: gut

Zustand Sockel: gut

Zustand Dach: gut



Abb. 3.110

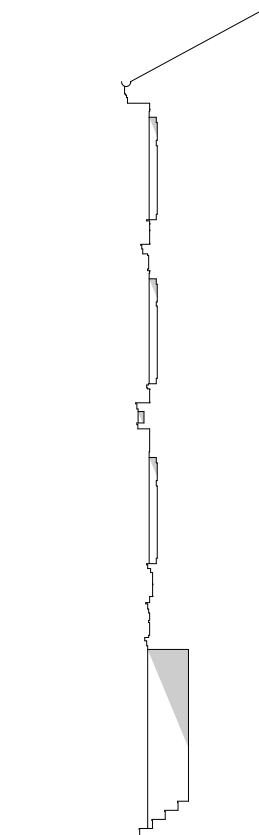


Abb. 3.111

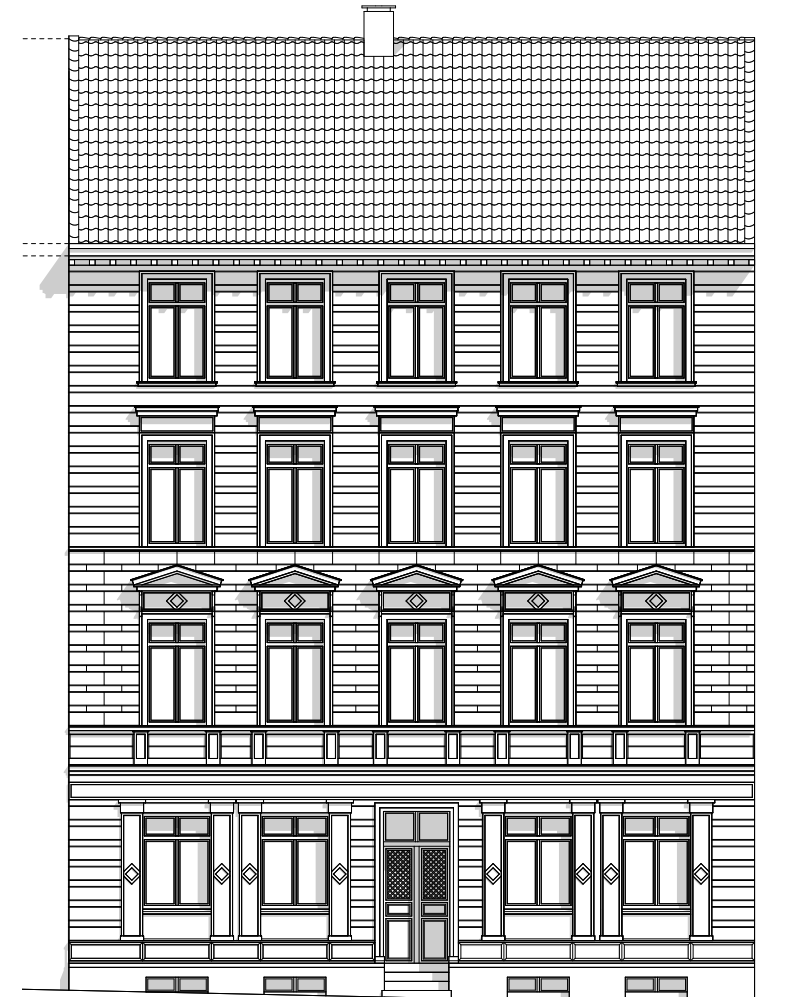


Abb. 3.112

2,5 m

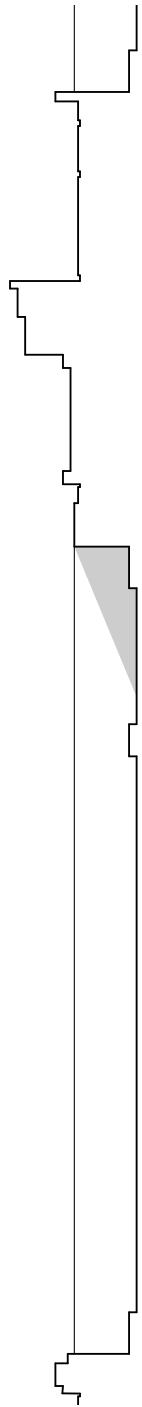


Abb. 3.113



Abb. 3.114

Abb. 3.110
Ausschnitt Lageplan, M 1:5000

Abb. 3.111
Reliefschnitt
Sattlerstraße 20, maßstabslos

Abb. 3.112
Fassadenansicht
Sattlerstraße 20, maßstabslos

Abb. 3.113
Reliefschnitt
Sattlerstraße 20, M 1:20

Abb. 3.114
Fassadenansicht
Sattlerstraße 20, M 1:20

BESCHREIBUNG DER FASSADE

Die opake Fassadenbekleidung besteht aus hellgrau gestrichenen, horizontal vernagelten Brettern. Die Holzverkleidung des 1. OG setzt sich von den restlichen Geschossen durch die Anordnung in einem Verband ab. Die Fassade wird darüberhinaus durch ein Gesims mit ausgeprägter Ornamentierung oberhalb des Erdgeschoss gegliedert. Die Fensteröffnungen im Erdgeschoss werden in einer breiten, verzierten und profilierten Fenstereinrahmung gefasst. Die Fenstergesimse im 1. OG heben diese Öffnungen in der Fassade besonders hervor. Generell bestehen alle Fenster aus einer Zweifachisolierverglasung und einem Holzrahmen. Alle Fensterflügel sind einmal horizontal und vertikal unterteilt.

Der Sockel- und der Eingangsbereich setzen sich durch die hellbraune Farbakzentuierung von der restlichen Fassade ab.

BESCHREIBUNG DER SICHTBAREN VERÄNDERUNGEN IN DER FASSADE

Die Fassade ist allgemein in einem guten Zustand. Der Fassade ist abzu- lesen, dass diese mal saniert wurde. Das genaue Datum der Sanierung ist jedoch unbekannt. Die Fassade der Rückseite des Gebäudes wurde gegen eine Fassade aus Lärchenholz ausgetauscht. Alle Fenster und das Dach sind erneuert worden.

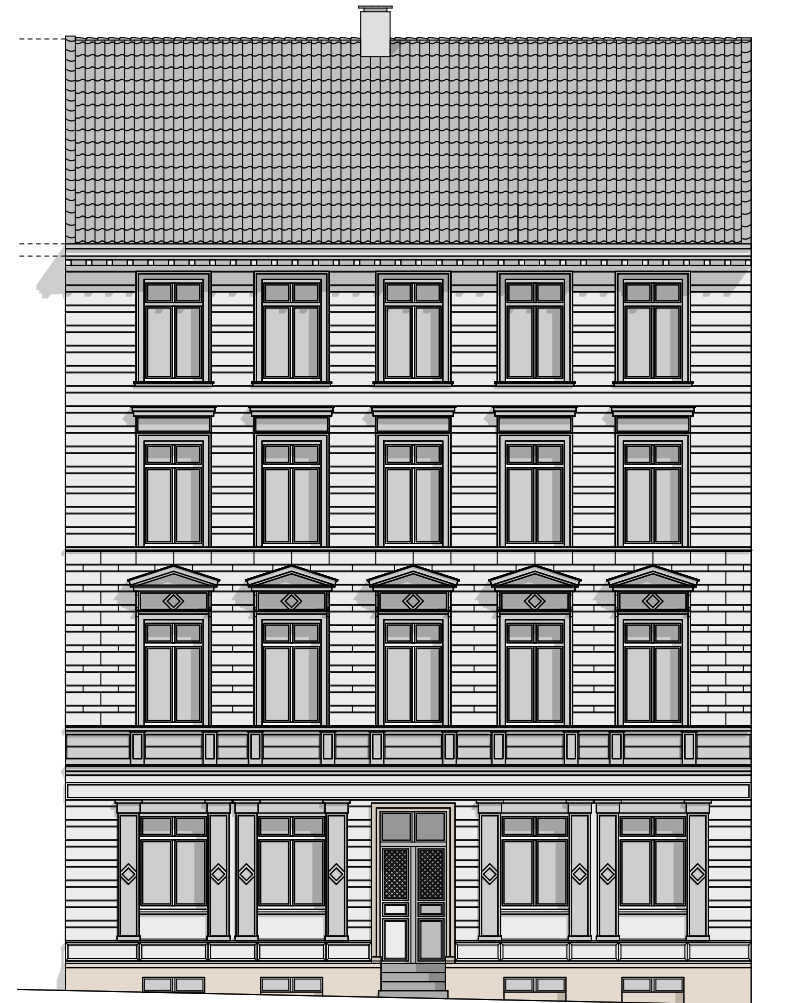


Abb. 3.115

2,5 m



Abb. 3.116

2,5 m



Abb. 3.117

2,5 m

Abb. 3.115
Fassadenansicht
Kennzeichnung der Farbgestaltung
Sattlerstraße 20, maßstabslos

Abb. 3.116
Fassadenansicht
Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen
Sattlerstraße 20, maßstabslos

Abb. 3.117
Überzeichnung der Fassadenansicht
mit dem anzunehmenden Holztragwerk
Sattlerstraße 48, maßstabslos

3.2.10 SATTLERSTRASSE 48, 42105 WUPPERTAL

Marvin Kaliga, Mila Kretschmann

Architekt: unbekannt

Baujahr: 1876, massiver Anbau 1896

Sanierungsjahr: 2001

Ausrichtung Hauptfassade: Nord-Ost

Grundfläche: 133 m²

Grundstücksfläche: 327 m²

Parzellenbreite: 14 m

BGF: ca. 588 m² (inkl. Keller)

BRI: ca. 1762 m³ (inkl. Keller)

Vollgeschosse: 3

Vollgeschosse Gegenüber: 4

Abstand Gegenüber: 9,40 m

Fassadenfläche (Hauptfassade): 137,72 m²

Fensterfläche (Hauptfassade): 41,4 m²

Fensterflächenanteil (Hauptfassade): 30,1 %

Fensterflächenanteil (Hauptfassade / BGF): 7,1 %

Fensterachsen (Hauptfassade): 5+1

Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade): 2,19 m

Zustand Fassade: gut

Zustand Fenster: gut

Zustand Sockel: gut

Zustand Dach: gut

Im Gegensatz zu den anderen untersuchten Fachwerkgebäuden setzt sich die Sattlerstraße 48 aus einem 5-achsigen Fachwerkbau und einem 1-achsigen Massivbau zusammen.



Abb. 3.118

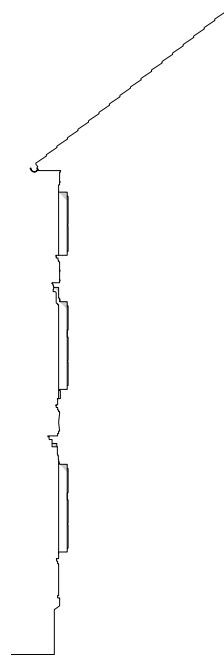


Abb. 3.119



Abb. 3.120

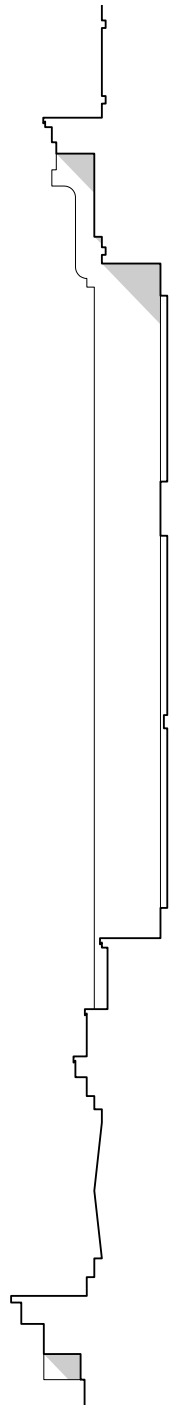


Abb. 3.121



Abb. 3.122

Abb. 3.118
Ausschnitt Lageplan, M 1:5000.

Abb. 3.119
Reliefschnitt
Sattlerstraße 48, maßstabslos

Abb. 3.120
Fassadenansicht
Sattlerstraße 48, maßstabslos

Abb. 3.121
Reliefschnitt
Sattlerstraße 48, M 1:20

Abb. 3.122
Fassadenansicht
Sattlerstraße 48, M 1:20

BESCHREIBUNG DER FASSADE

Die opake Fassadenbekleidung besteht aus hellblau gestrichenen, horizontal vernagelten Brettern mit der Regelhöhe von ~20 cm. Die Fassade wird horizontal durch ein Gesims mit ausgeprägter Ornamentik oberhalb des Erdgeschosses gegliedert. Die Fensteröffnungen im Erdgeschoss sind in hölzerne Rahmungen gefasst und verziert. Auch die Öffnungen im 1. OG sind durch einzelne Fenstergesimse geschmückt. Ein Wechsel zwischen Architrav- und Giebelgesims inszeniert ein Rhythmus in der Fassade. Alle Fenster sind durch Sprossen geteilt und bestehen aus einer Zweifachisolierverglasung in einem weißlackierten Holzrahmen. Der Übergang von Fachwerk- zu Massivbau ist durch die gleiche horizontale Gliederung und Farbigkeit der Fassadenfläche unauffällig.

BESCHREIBUNG DER SICHTBAREN VERÄNDERUNGEN IN DER FASSADE

Die Fassade ist allgemein in einem sehr guten Zustand, da sie vor wenigen Jahren saniert wurde. In diesem Zuge wurden einige Holzbretter im Sockelbereich ausgetauscht, sowie die Fenster durch Holzfenster mit einer Zwei-Scheiben-Isolierverglasung ersetzt. Das Tor zur Löf (Hofdurchfahrt) wurde ebenfalls erneuert. Außerdem wurde das Dach neu gedeckt. Eine Aufstockung um eine weitere Etage war laut Aussage des Eigentümers aus denkmalschutz Gründen nicht möglich.



Abb. 3.123

2,5 m



Abb. 3.124

2,5 m

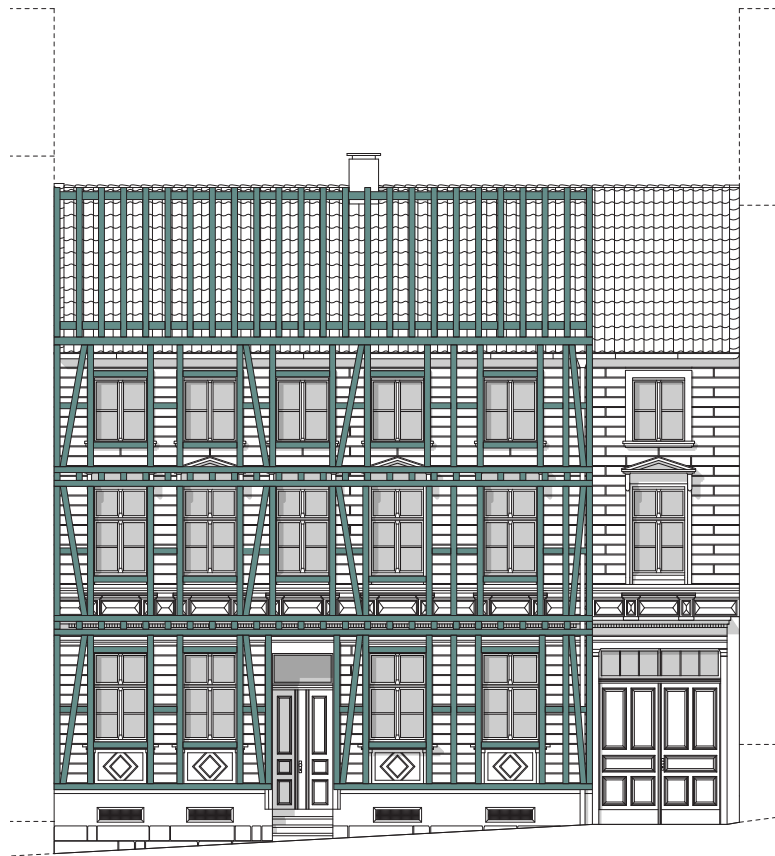


Abb. 3.125

2,5 m

Abb. 3.123
Fassadenansicht
Kennzeichnung der Farbgestaltung
Sattlerstraße 48, maßstabslos

Abb. 3.124
Fassadenansicht
Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen
Sattlerstraße 48, maßstabslos

Abb. 3.125
Überzeichnung der Fassadenansicht
mit dem anzunehmenden Holztragwerk
Sattlerstraße 48, maßstabslos

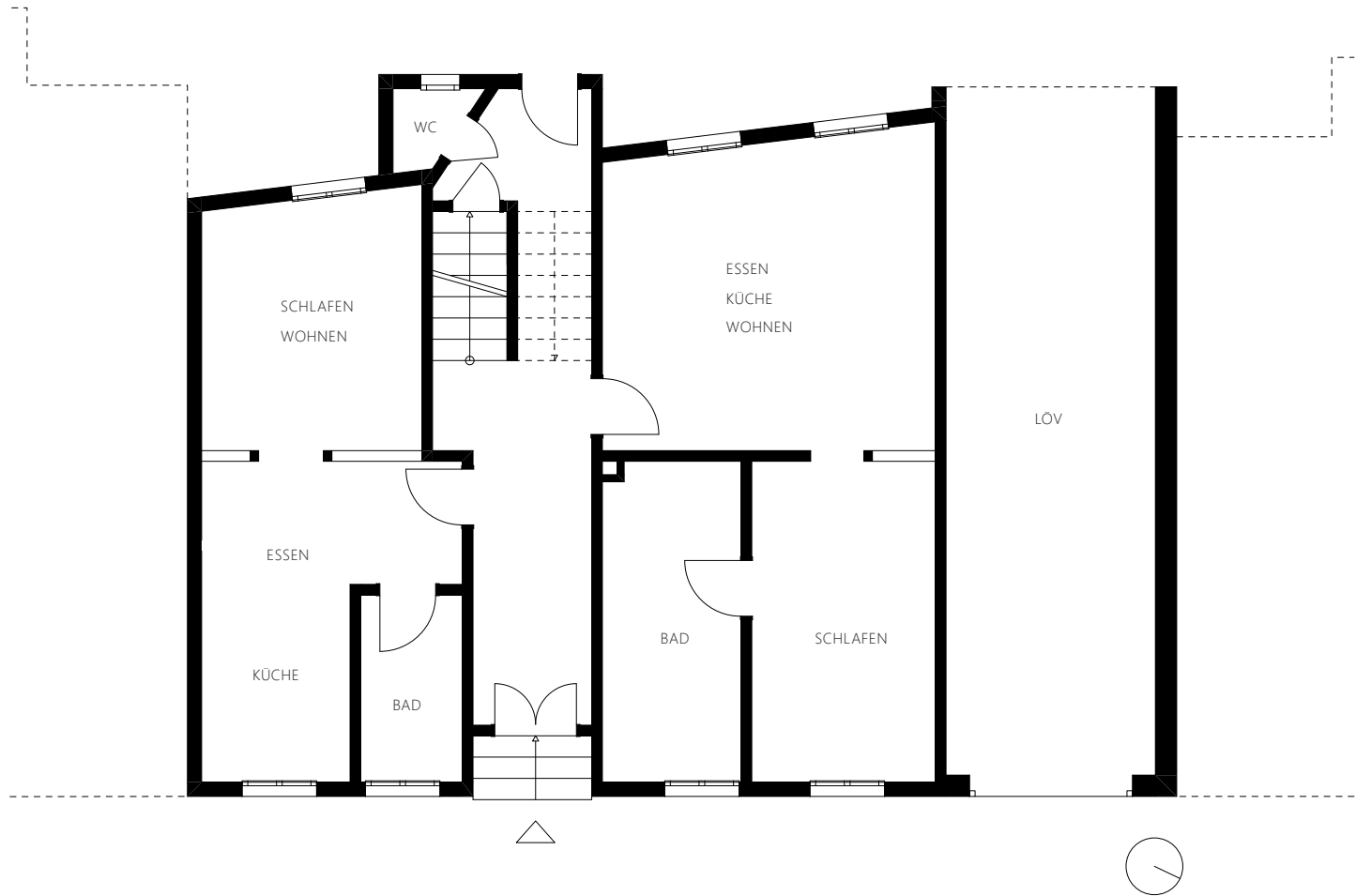


Abb. 3.126

Abb. 3.126
Grundriss Erdgeschoss
Sattlerstraße 48, M 1:50

Abb. 3.127
Grundriss Regelgeschoss
Sattlerstraße 48, maßstabslos

Abb. 3.128
Grundriss zusätzliches Regelgeschoss
Sattlerstraße 48, maßstabslos

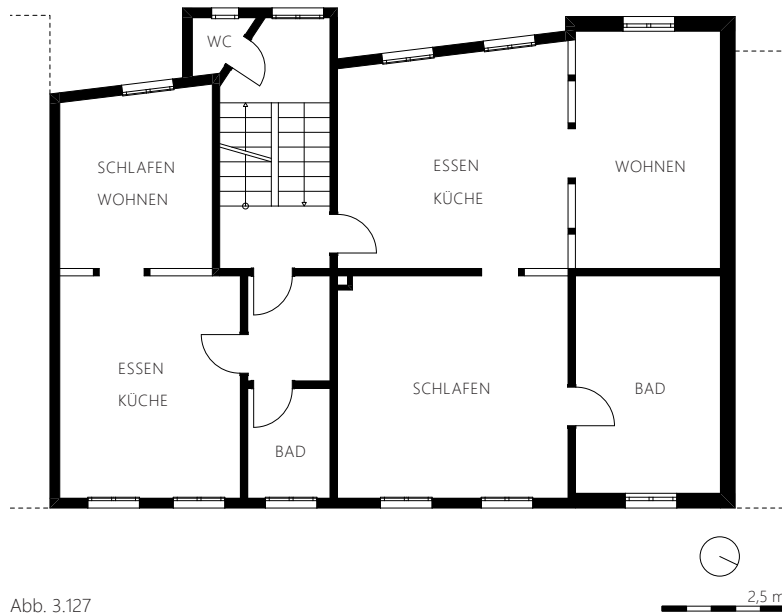


Abb. 3.127

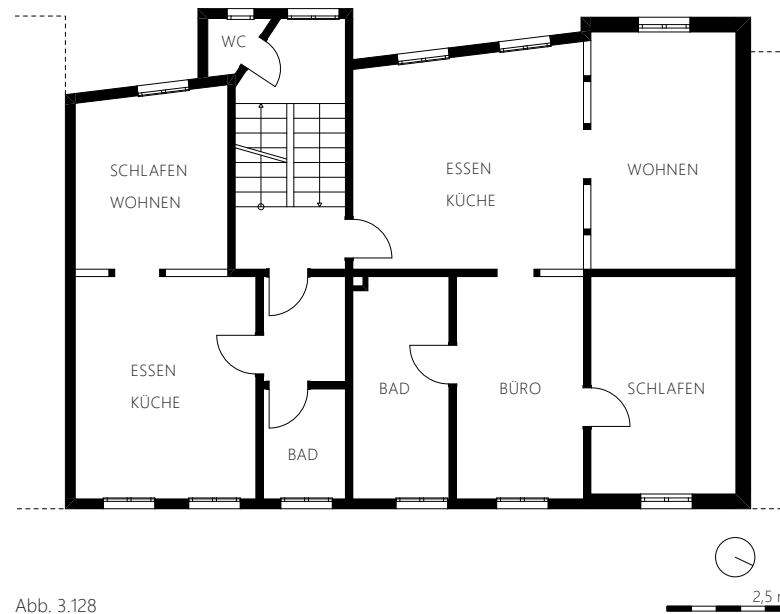
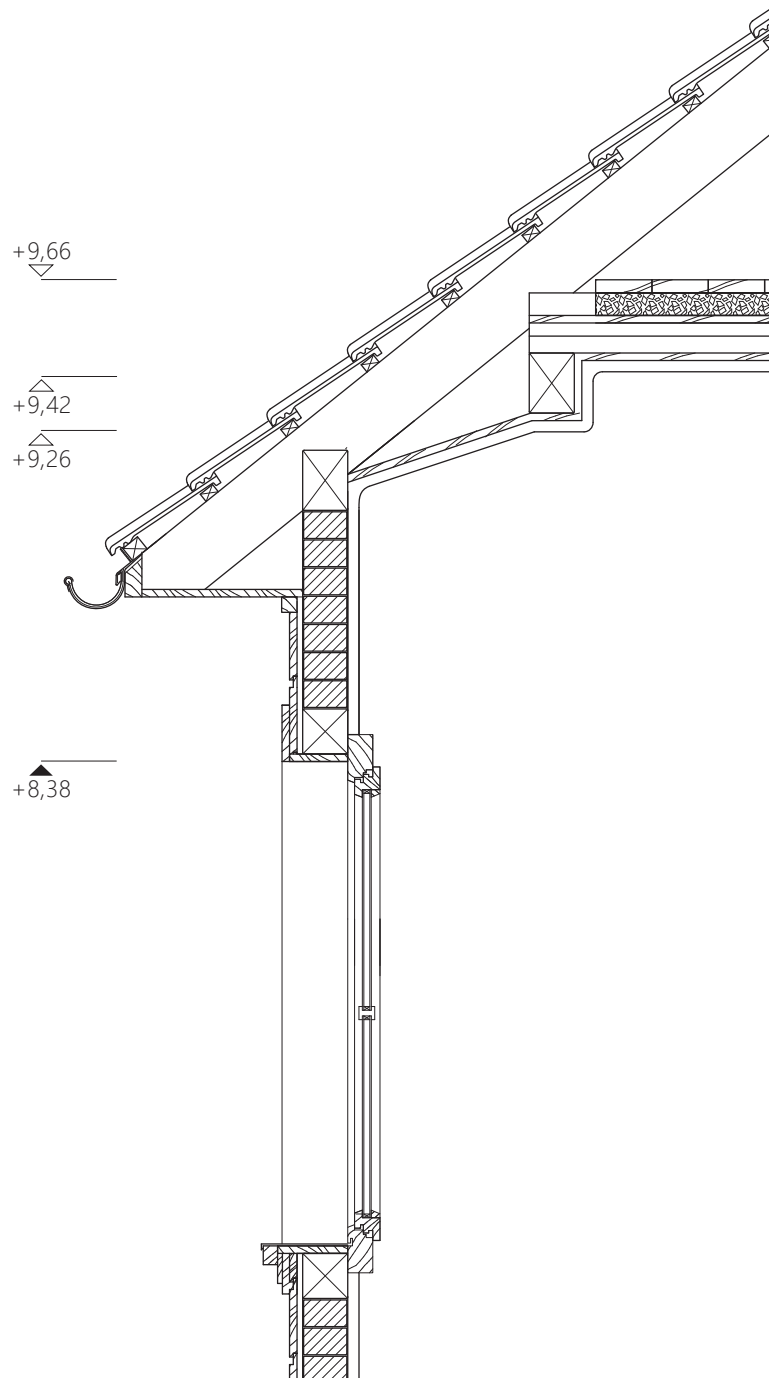


Abb. 3.128

BESCHREIBUNG DER INNEREN ORGANISATION

Die Sattlerstraße 48 ist ein dreigeschossiges Gebäude, welches sich in sechs Achsen gliedern lässt. Die 6. Achse Richtung Norden ist dabei in massiver Bauweise ausgeführt, die anderen als Fachwerkbau. Im Grundriss des Edgeschosses ist zu erkennen, dass der massive Teil lediglich als Löff (Hofdurchfahrt) genutzt wird. Grundsätzlich ist der Grundriss als Zweispänner organisiert. Das Treppenhaus, welches an der Fassade zum Innenhof liegt, unterteilt den Grundriss in zwei Bereiche.

Die Eigentümer haben sich im Zuge des Umbaus und der Sanierung des Gebäudes dazu entschlossen, die Ausfachung einiger der Innenwände teilweise zu entfernen, um so größere und offenere Raumgefüge zu schaffen. Typisch für die Gebäude der Zeit ist das WC auf halber Treppe, das auch in der Sattlerstraße 48 zu finden ist. Dieses wird heutzutage hauptsächlich als Abstellraum genutzt, da die Wohnungen über separate Bäder verfügen.



DACH 2,428 W/(m²K)

456x299x25 mm Tonziegel
 50x35 mm KVH Konterlattung
 160x120 mm KVH Dachsparren

Abb. 3.129
 Fassadenschnitt Dach
 Sattlerstraße 48, M 1:20

Abb. 3.130
 Fassadenansicht Dach
 Sattlerstraße 48, M 1:20

Abb. 3.129

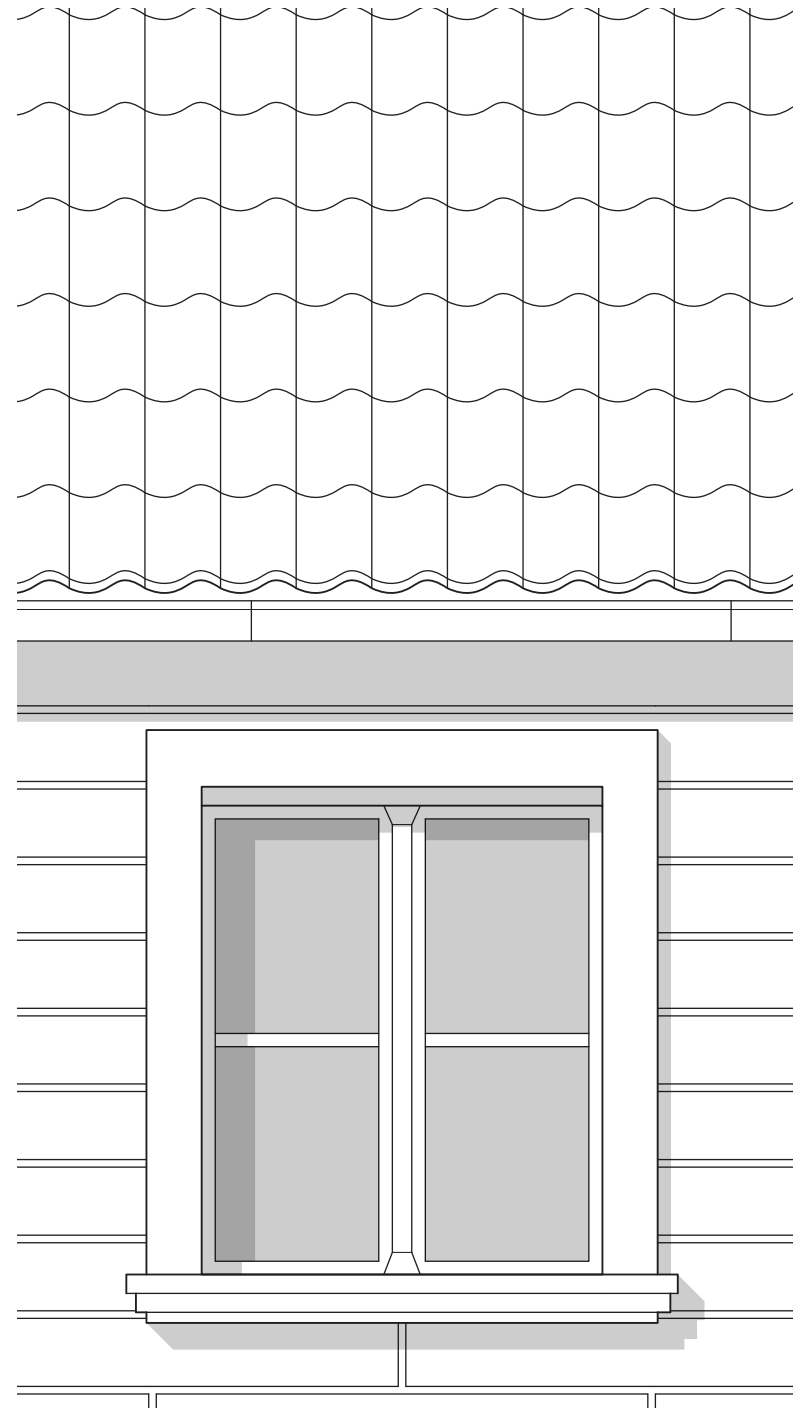


Abb. 3.130

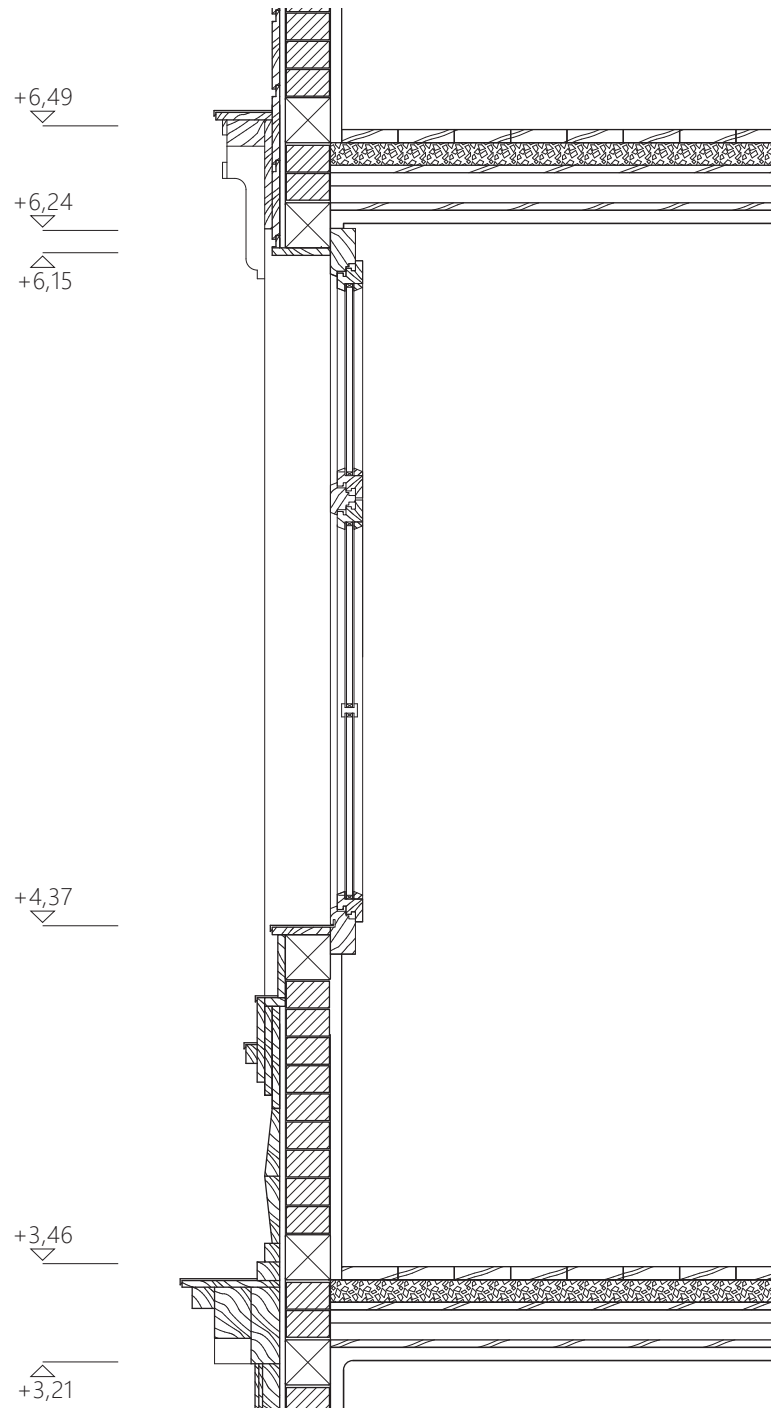


Abb. 3.131



Abb. 3.132

AUSSENWAND 2,17 W/(m²K)

20 mm Fassadenelement Holz - hellblau lackiert
 20 mm Luftschicht
 120x120 mm KVH Eiche
 120 mm Ziegelgefache
 30 mm Lehmputz

GESCHOSSDECKE

35 mm Oberfußboden Holzdielen
 60 mm Beschwerung Sand
 20 mm Holzschalung
 60x120 mm Deckenbalken KVH
 10x15 mm Putzträgerplatte Holz
 30 mm Lehmputz

Abb. 3.131
 Fassadenschnitt
 Sattlerstraße 48, M 1:20

Abb. 3.132
 Fassadenansicht
 Sattlerstraße 48, M 1:20

KAPPENDECKE

- 25 mm Terrazzo
- 10 mm Mörtelbett
- 220 mm Träger I-Profil
- 160 mm Schüttung Sand
- 240x120x70 mm Ziegel
- 40 mm Kalkputz

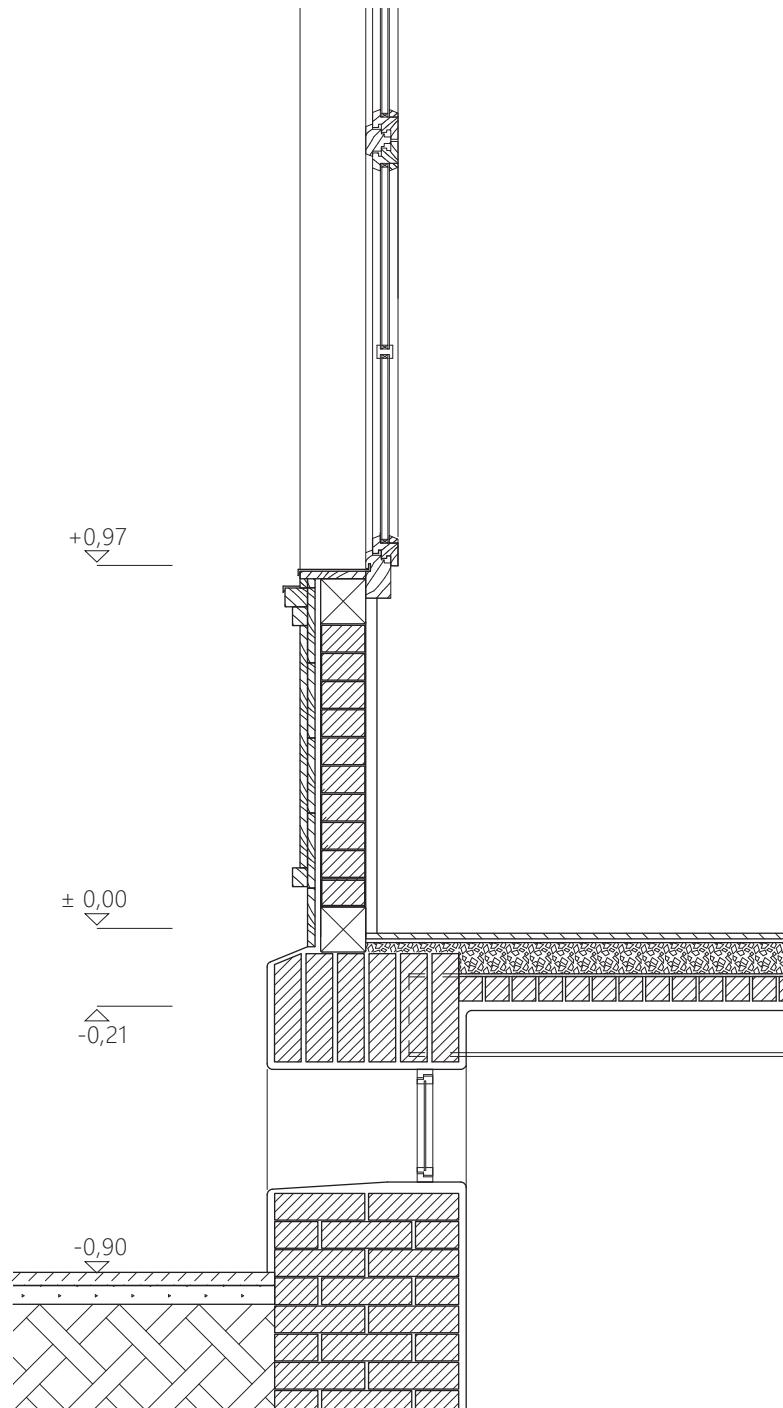


Abb. 3.133
Fassadenschnitt Sockel
Sattlerstraße 48, M 1:20

Abb. 3.134
Fassadenansicht Sockel
Sattlerstraße 48, M 1:20

Abb. 3.133

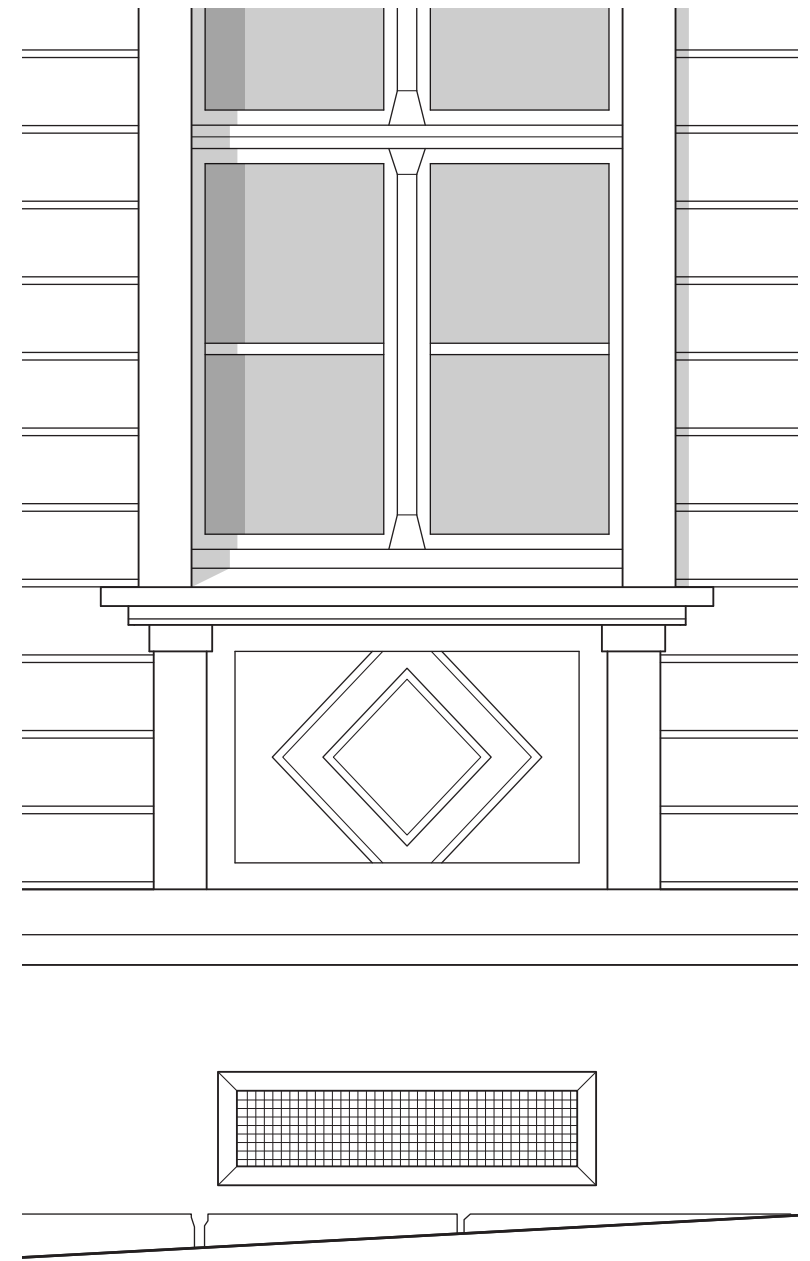


Abb. 3.134

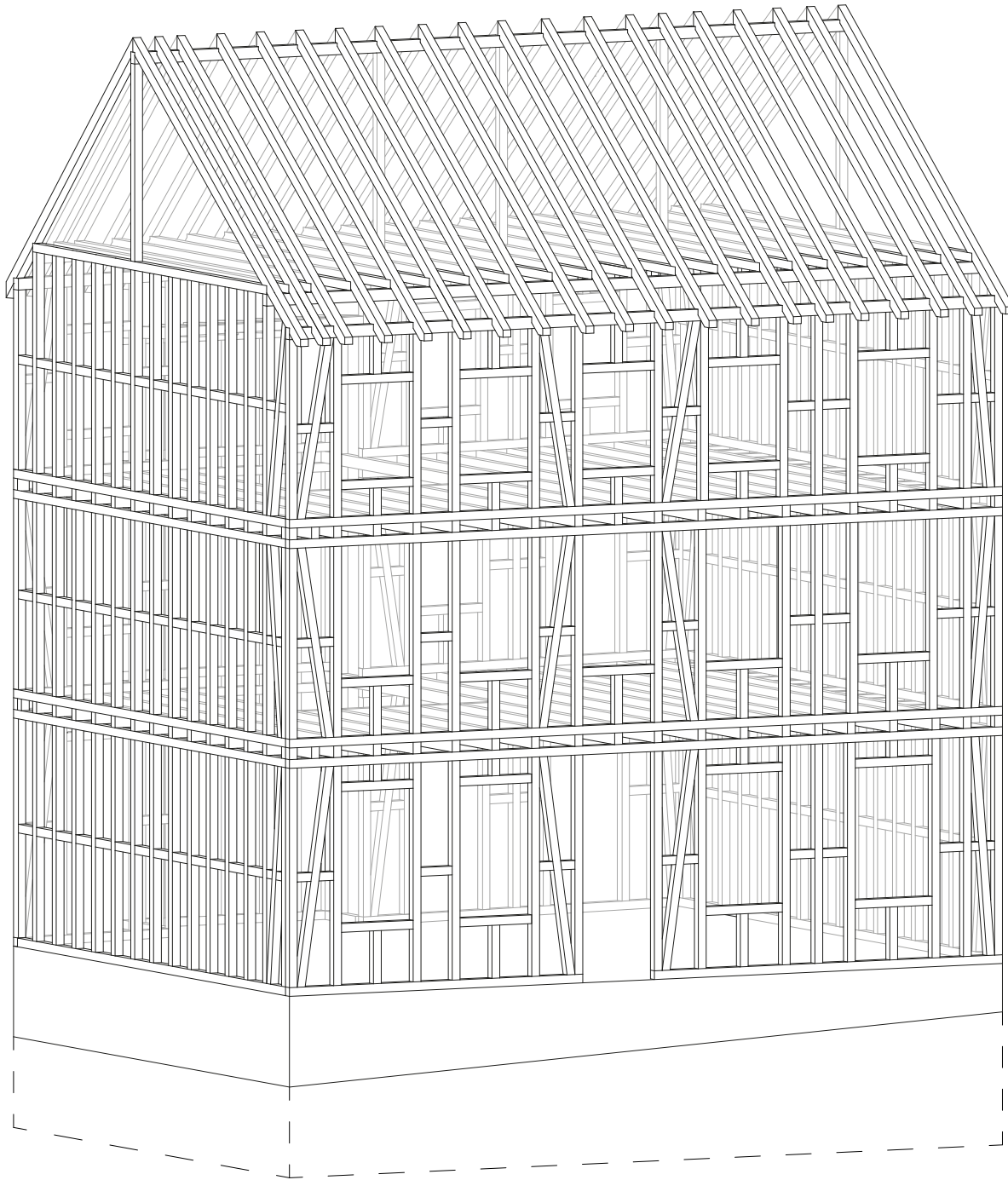


Abb. 3.135

Abb. 3.135
Axonometrie Sattlerstraße 48, Fachwerk
maßstabslos

3.2.11 GERTRUDENSTRASSE 13, 42105 WUPPERTAL

Farah Alnihawi, Justyna Mazur

Architekt: unbekannt
Baujahr: 1875
Sanierungsjahr: unbekannt
Ausrichtung Hauptfassade: Süd-West

Grundfläche: 88,92 m²
Grundstücksfläche: 99,5 m²
Parzellenbreite: 8,59 m

BGF: ca. 489 m² (inkl. Keller)
BRI: ca. 1639 m³ (inkl. Keller)

Vollgeschosse: 4
Vollgeschosse Gegenüber: 4
Abstand Gegenüber: 8,50 m

Fassadenfläche (Hauptfassade): 128,07 m²
Fensterfläche (Hauptfassade): 37,81 m²
Fensterflächenanteil (Hauptfassade): 29,5 %
Fensterflächenanteil (Hauptfassade / BGF): 7,7 %
Fensterachsen: 4
Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade): 1,72 m

Zustand Fassade: original/erneuert
Zustand Fenster: erneuert
Zustand Sockel: original
Zustand Dach: erneuert



Abb. 3.136

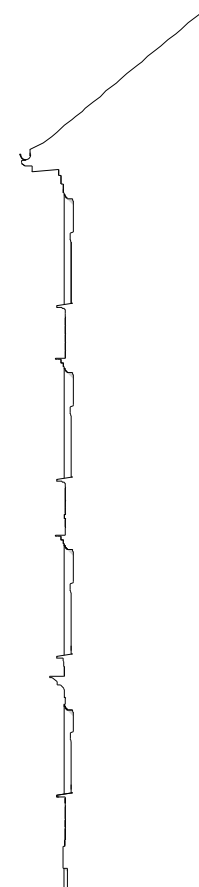


Abb. 3.137



Abb. 3.138

2,5 m

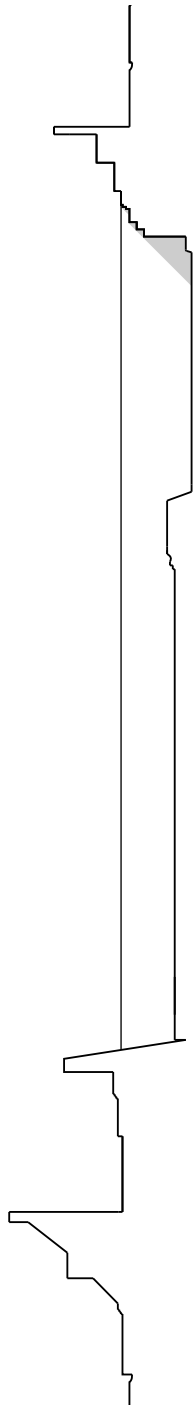


Abb. 3.139



Abb. 3.140

Abb. 3.136
Ausschnitt Lageplan, M 1:5000

Abb. 3.137
Reliefschnitt
Gertrudenstraße 13, maßstabslos

Abb. 3.138
Fassadenansicht
Gertrudenstraße 13, maßstabslos

Abb. 3.139
Reliefschnitt
Gertrudenstraße 13, M 1:20

Abb. 3.140
Fassadenansicht
Gertrudenstraße 13, M 1:20

BESCHREIBUNG DER FASSADE

Die Fassade ist durch die unterschiedlich weit herausragenden Gesimse gekennzeichnet. Eine üppig ausgeführte Traufe setzt sich hierbei besonders in Szene. Die Holzvertäfelung betont in einer schlichten Art und Weise das erste Obergeschoss.

Die opake Fassadenbekleidung besteht aus beige gestrichenen, horizontal vernagelten Holzbrettern mit den Regelabmessungen 15 cm und 25 cm. Die Holzvertäfelungen vom Erdgeschoss ab.

Bei den Fenstern handelt es sich um eine Zweifachverglasung mit Kunststoffrahmen. Die ornamentierten Setzhölzer am Fenster sind beibehalten. Das Dach ist mit Bitumenschindeln gedeckt.

Der Sockelputz, sowie die Holzabdeckung der Öffnung zum Kellerbereich erscheinen in Grautönen.

Desweiteren ist die Eingangstür in einer dunkelbraunen Farbe lackiert.

BESCHREIBUNG DER SICHTBAREN VERÄNDERUNGEN IN DER FASSADE

Teilbereiche des Gebäudes sind saniert worden. Hierzu zählen die Dachdeckung sowie die Zweifachverglasung in den Kunststoffrahmen.

Zusätzlich ist zu erkennen, dass sich die Holzverkleidung im Erdgeschoss in einem deutlich besseren Zustand befindet, als die restlichen Fassadenbretter. Daher wird ein Austausch der Verkleidung vermutet.

Im Erdgeschoss setzt sich das Fenster in der 2. Fassadenachse durch ein leichtes Vorsprung und einem abweichendem Fensterformat besonders ab.

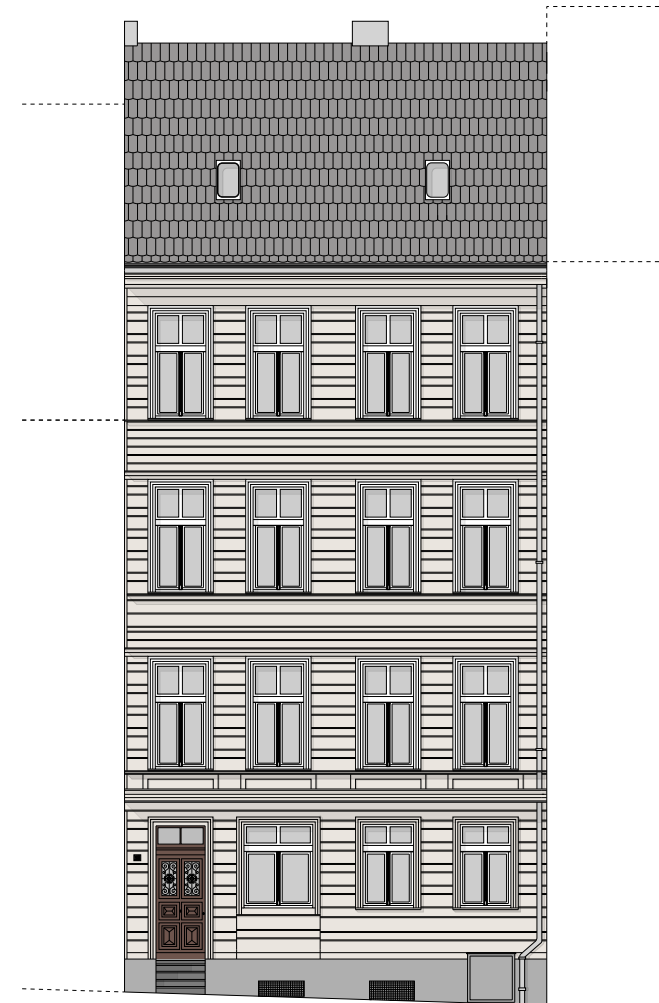


Abb. 3.141

2,5 m



Abb. 3.142

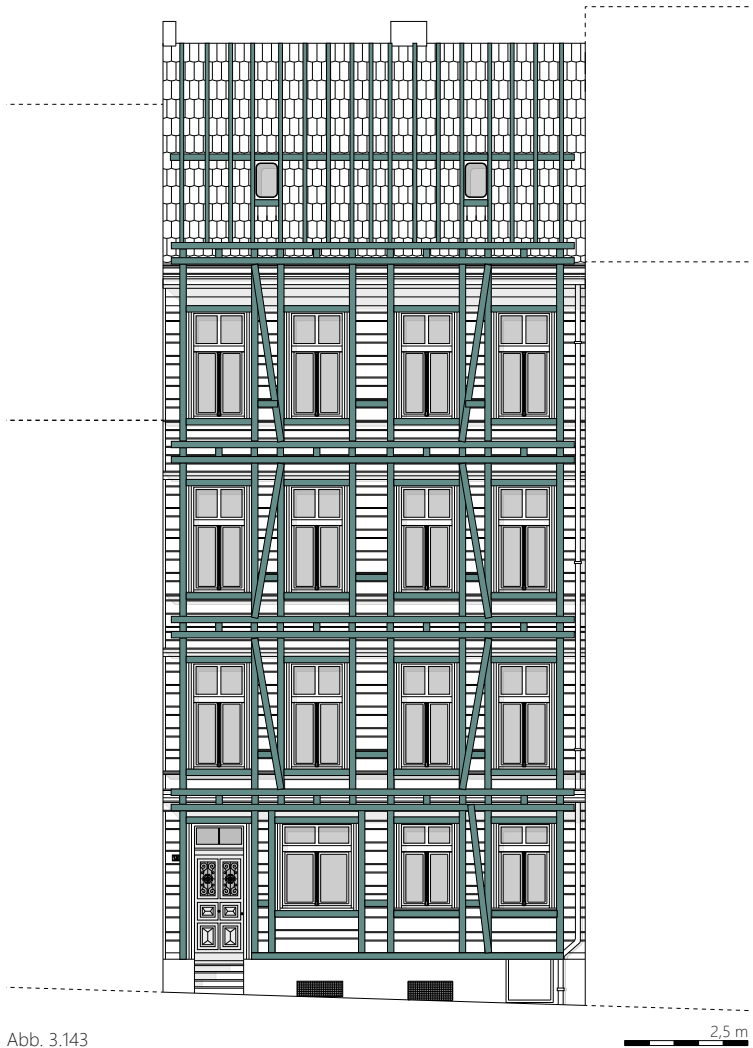


Abb. 3.143

Abb. 3.141
 Fassadenansicht
 Kennzeichnung der Farbgestaltung
 Gertrudenstraße 13, maßstabslos

Abb. 3.142
 Fassadenansicht
 Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen
 Gertrudenstraße 13, maßstabslos

Abb. 3.143
 Überzeichnung der Fassadenansicht
 mit dem anzunehmenden Holztragwerk
 Gertrudenstraße 13, maßstabslos

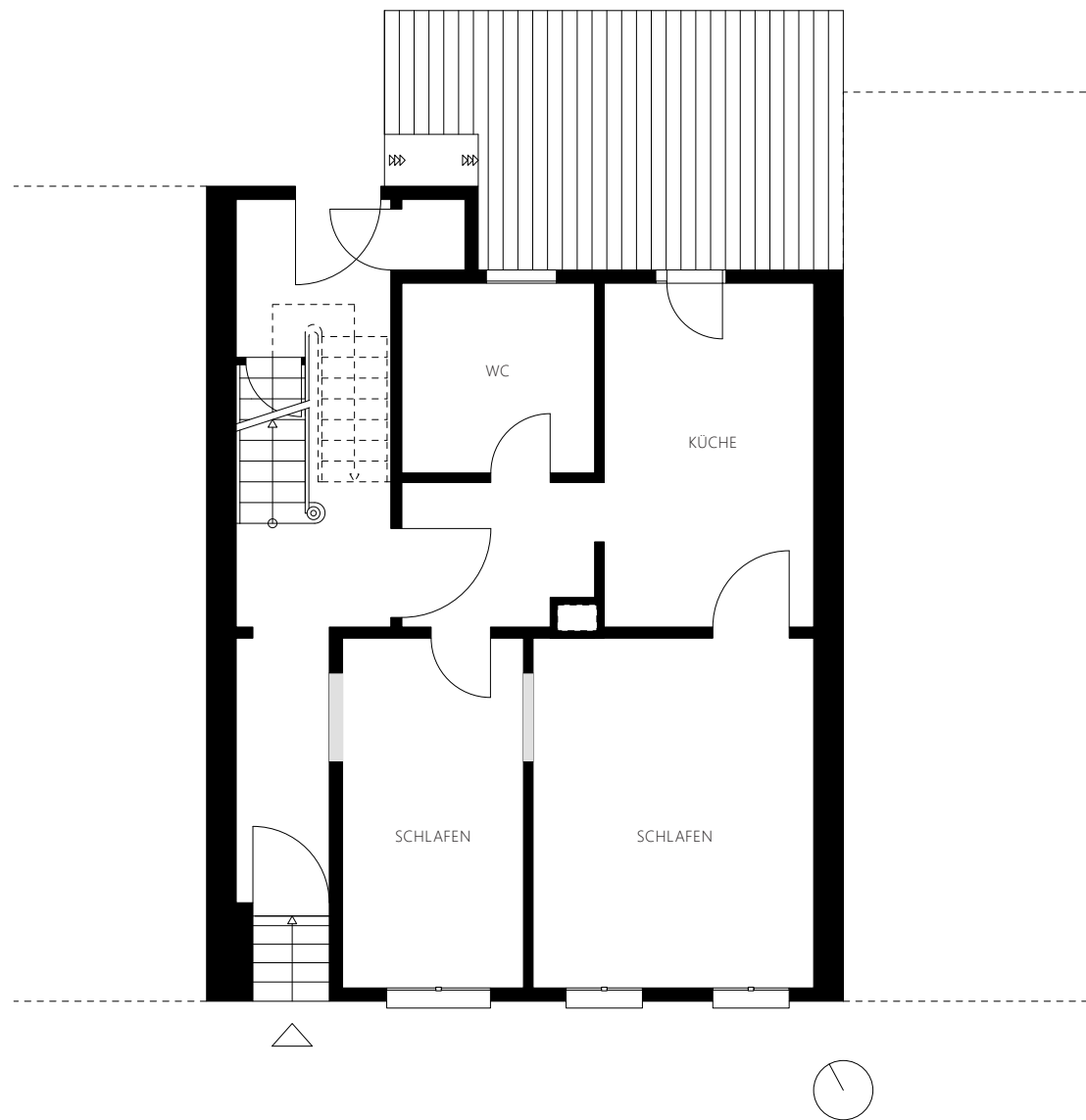


Abb. 3.144
 Grundriss Erdgeschoss
 Gertrudenstraße 13, M 1:50

Abb. 3.145
 Grundriss Regelgeschoss
 Gertrudenstraße 13, maßstabslos

Abb. 3.146
 Grundriss Dachgeschoss
 Gertrudenstraße 13, maßstabslos

Abb. 3.144

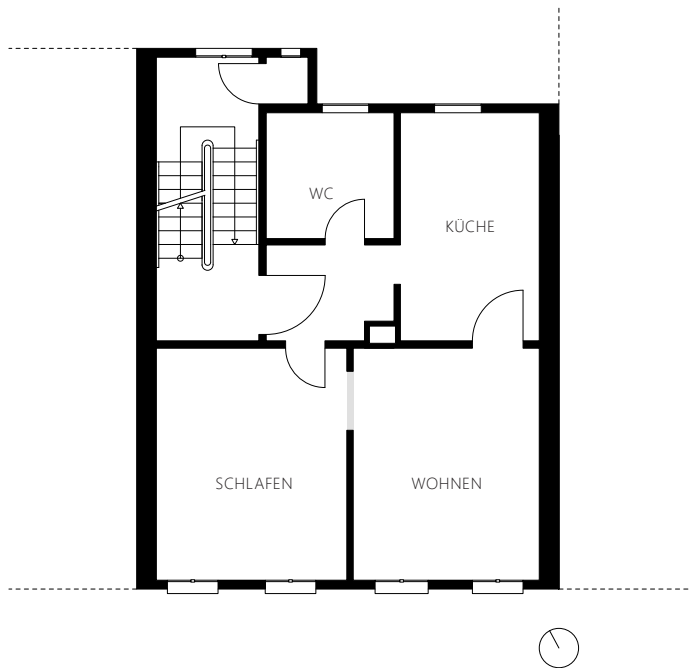


Abb. 3.145

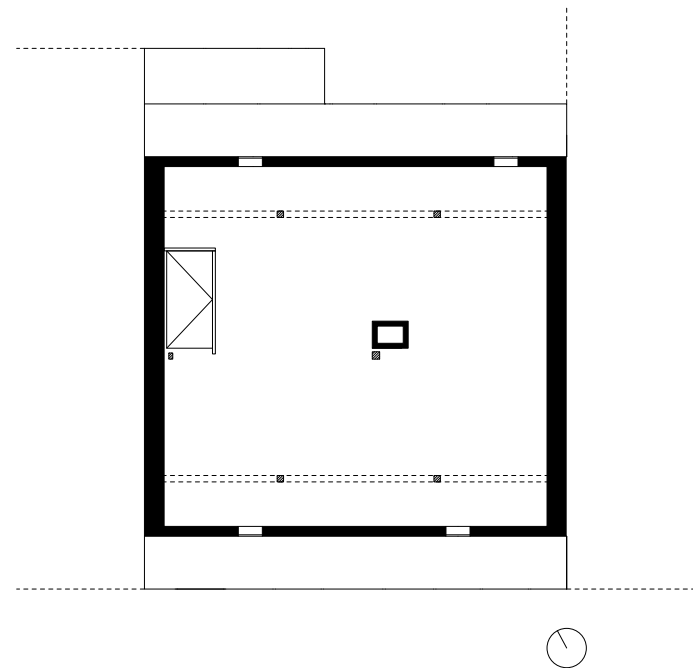


Abb. 3.146

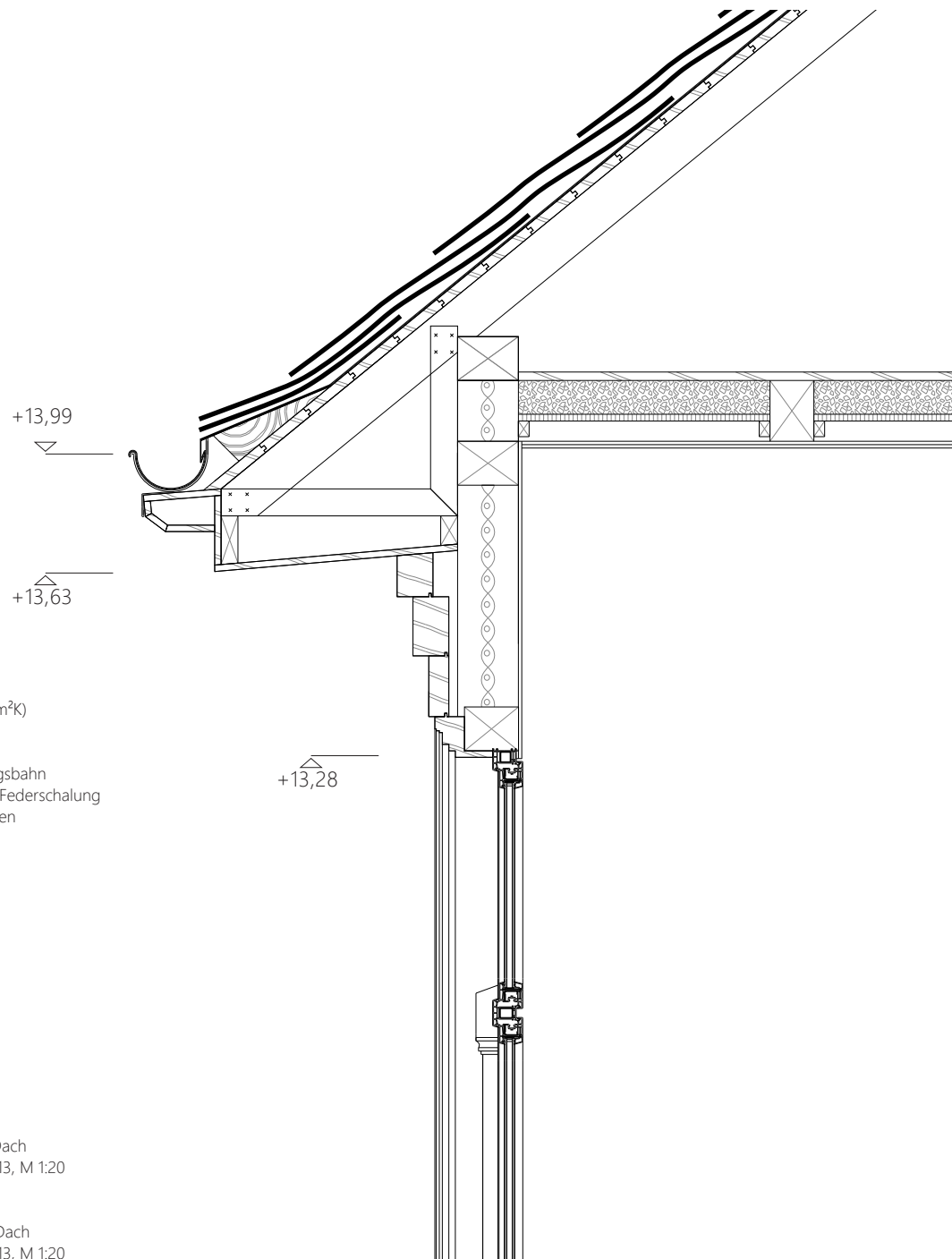
BESCHREIBUNG DER INNEREN ORGANISATION

Das Gebäude ist so organisiert, dass sich dort zurzeit vier Parteien in separaten Wohnungen befinden.

Die zur Straßenseite orientierten Räume sind gleichgroß, daher eignet sich der Grundriss auch für eine Wohngemeinschaft. Im Eingangsbereich zu der jeweiligen Wohnung führt ein Flur zu privaten oder gemeinschaftlich genutzten Räumen. Einige Türöffnungen wurden geschlossen, um die pri-

vaten Räume voneinander abzutrennen. Diese ehemalige Öffnungen sind im Grundriss grau gekennzeichnet.

Das Dachgeschoss ist von allen Bewohnern vom Treppenhaus aus zugänglich und wird als Hobbyraum genutzt..



DACH 2,594 W/(m²K)

Bitumenschindeln
 3 mm Abdichtungsbahn
 30 mm Nut- und Federschalung
 130x80 mm Sparren

+13,28

Abb. 3.147
 Fassadenschnitt Dach
 Gertrudenstraße 13, M 1:20

Abb. 3.148
 Fassadenansicht Dach
 Gertrudenstraße 13, M 1:20

Abb. 3.147

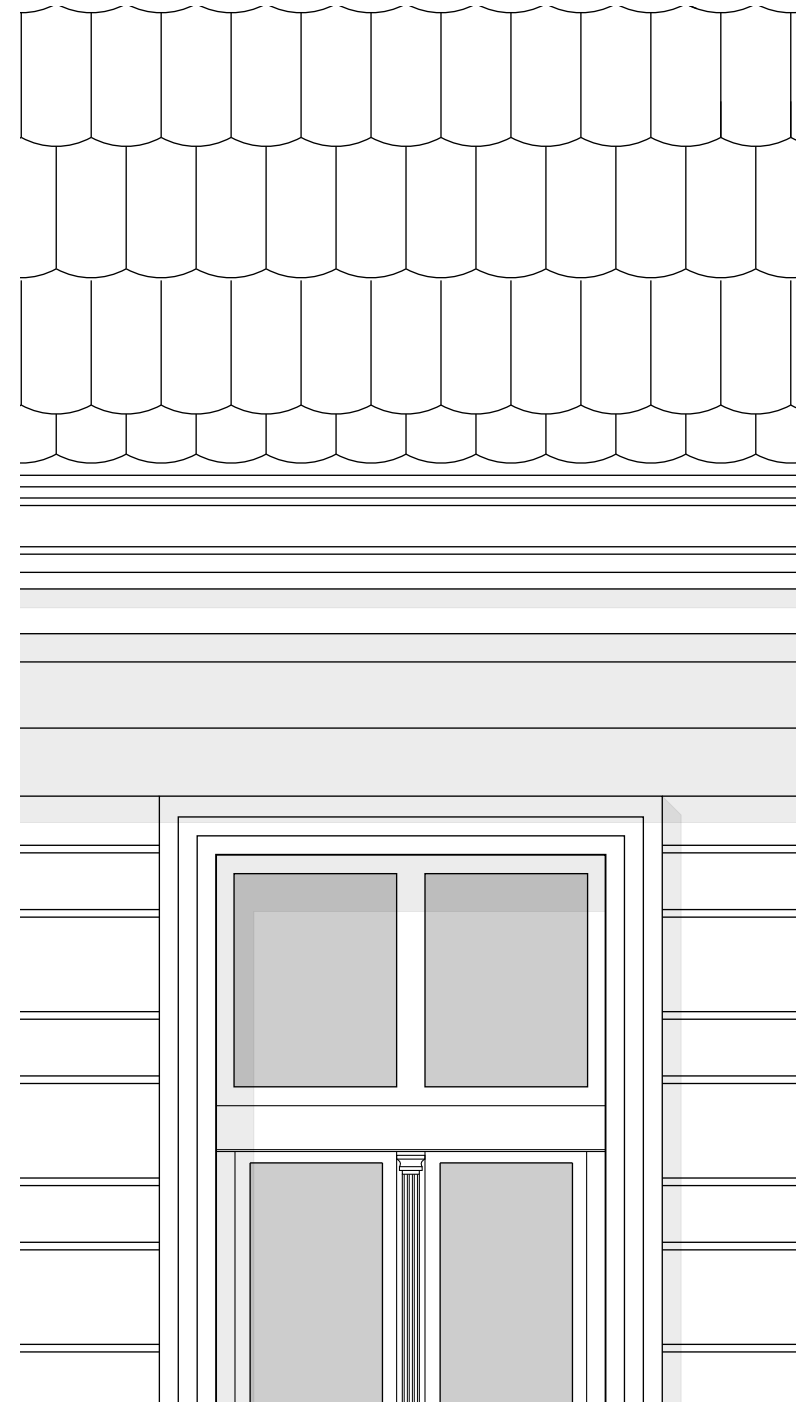


Abb. 3.148

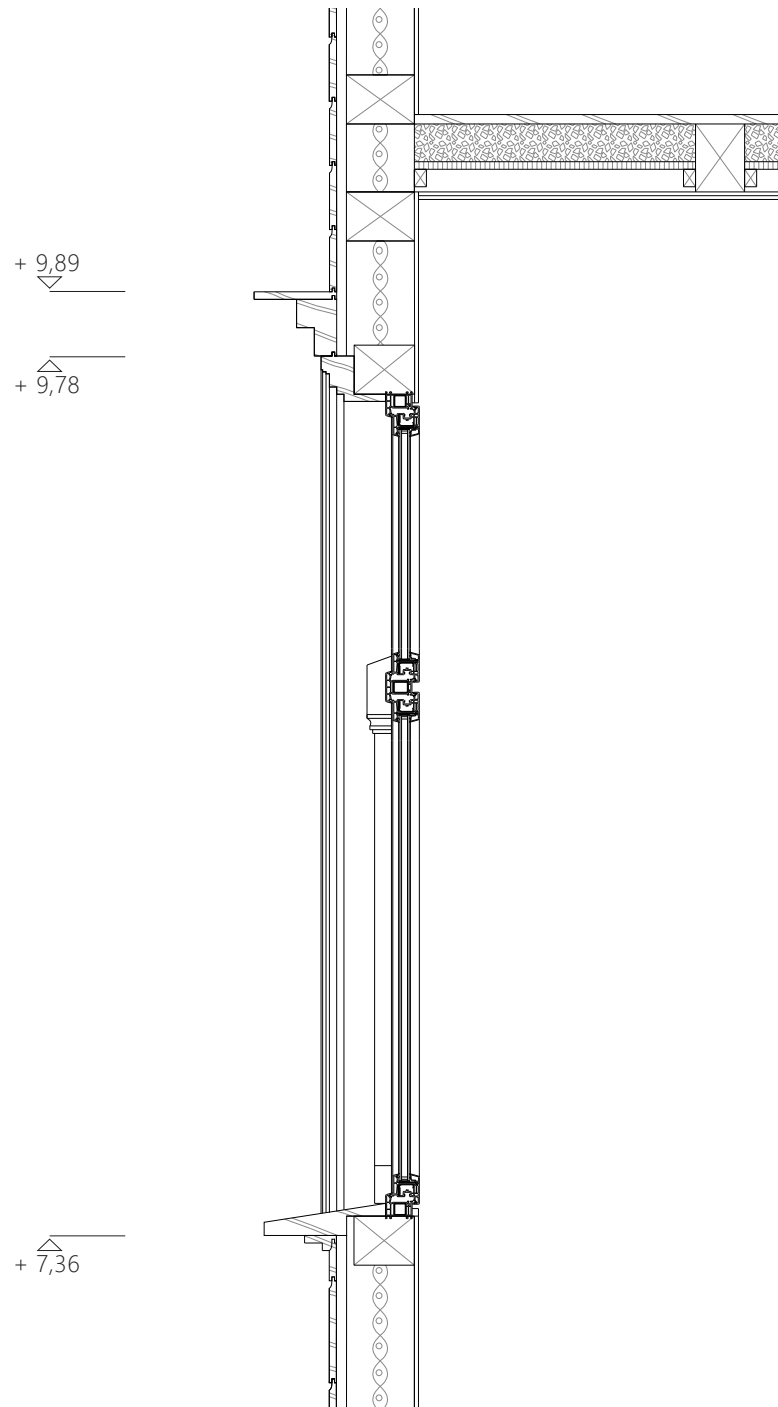


Abb. 3.149

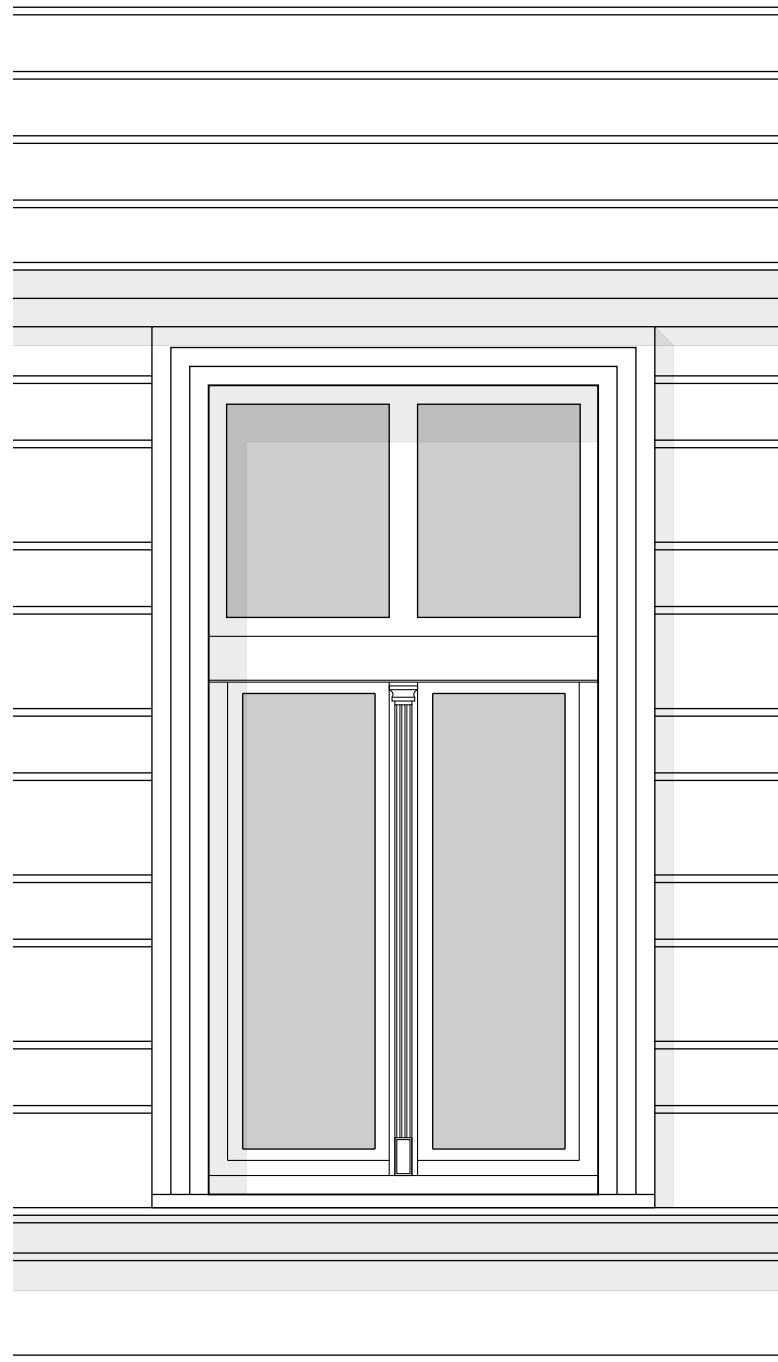


Abb. 3.150

AUSSENWAND 1,794 W/(m²K)

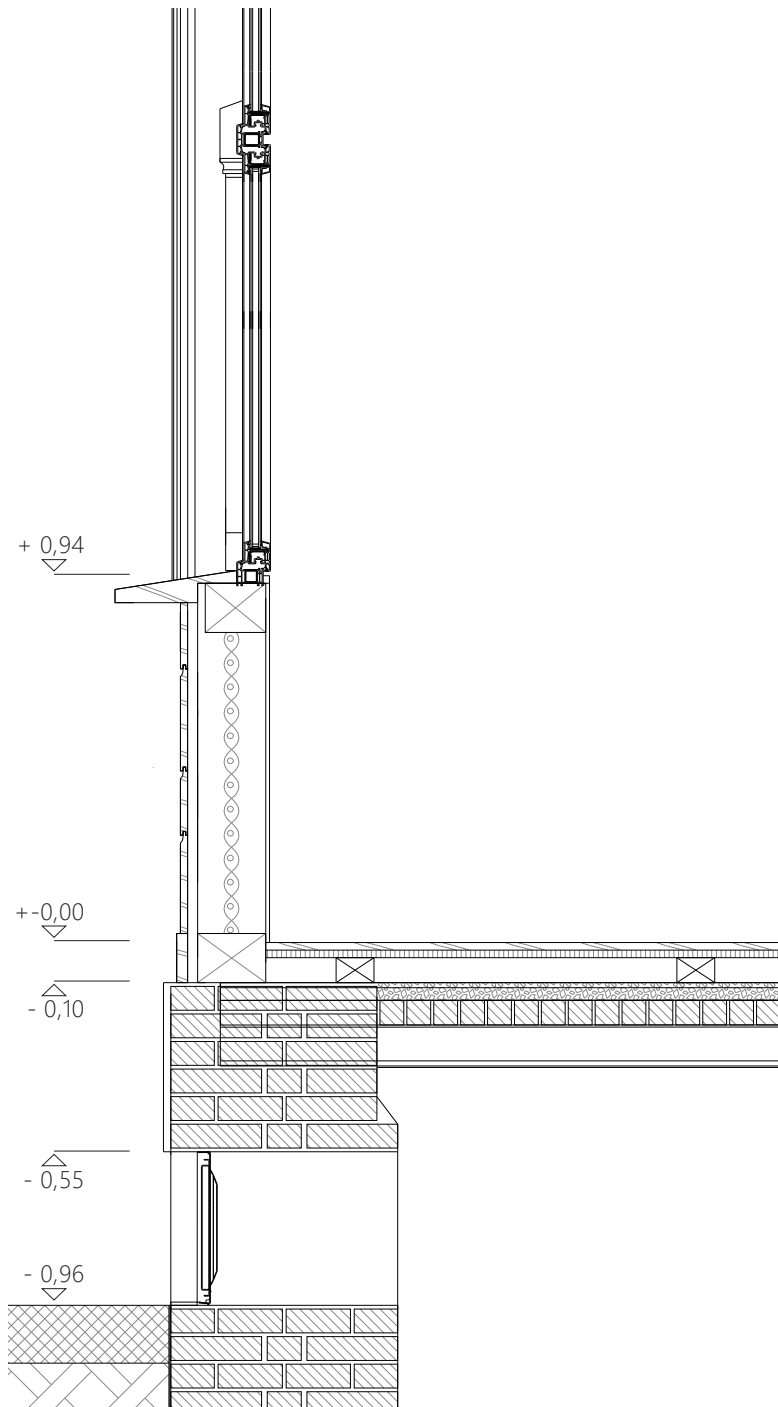
19 mm Fassadenbekleidung Eiche
 30 mm Hinterlüftung
 180 mm Ständerwerk Eiche
 180 mm Lehmgefach
 10 mm Kalkputz

GESCHOSSDECKE 0,991 W/(m²K)

25 mm Dielenboden Eiche
 180x130 mm Träger Vollholz Eiche, dazwischen
 100 mm Sandschüttung,
 20 mm Einschubbrett Eiche,
 30x50 mm Latten
 10 mm Putzträger Schilfrohmatten
 10 mm Kalkputz

Abb. 3.149
 Fassadenschnitt
 Gertrudenstraße 13, M 1:20

Abb. 3.150
 Fassadenansicht
 Gertrudenstraße 13, M 1:20



SOCKEL 0,862 W/(m²K)

20 mm Sockelputz
600 mm Mauerwerk

KELLERDECKE 1,235 W/(m²K)

25 mm Dielenboden Eichenholz
20 mm Schalbretter
65x100 mm Lattung
46 mm Sand
250x120x65 mm Kappendecke Mauerwerk
220 mm IPE-Träger
4mm Kalkputz

Abb. 3.151
Fassadenschnitt Sockel
Gertrudenstraße 13, M 1:20

Abb. 3.152
Fassadenansicht Sockel
Gertrudenstraße 13, M 1:20

Abb. 3.151

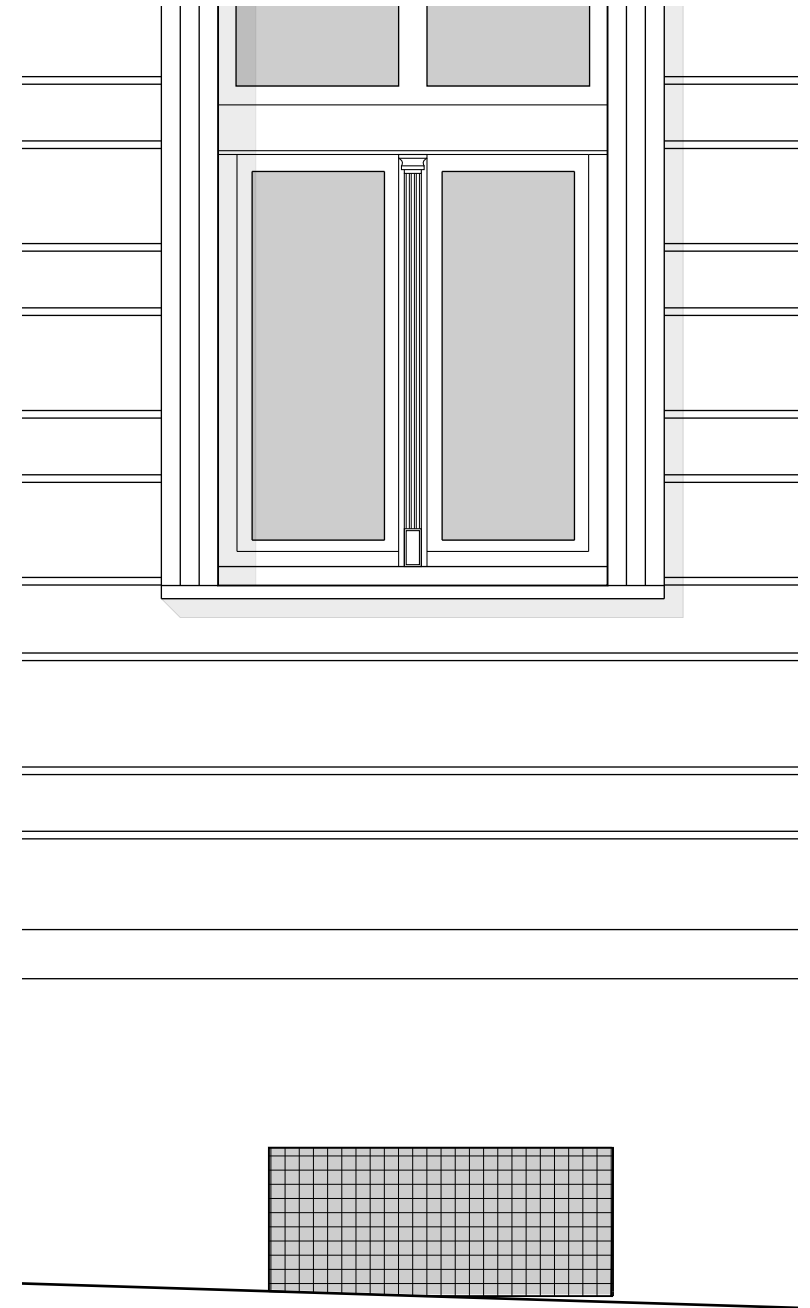


Abb. 3.152

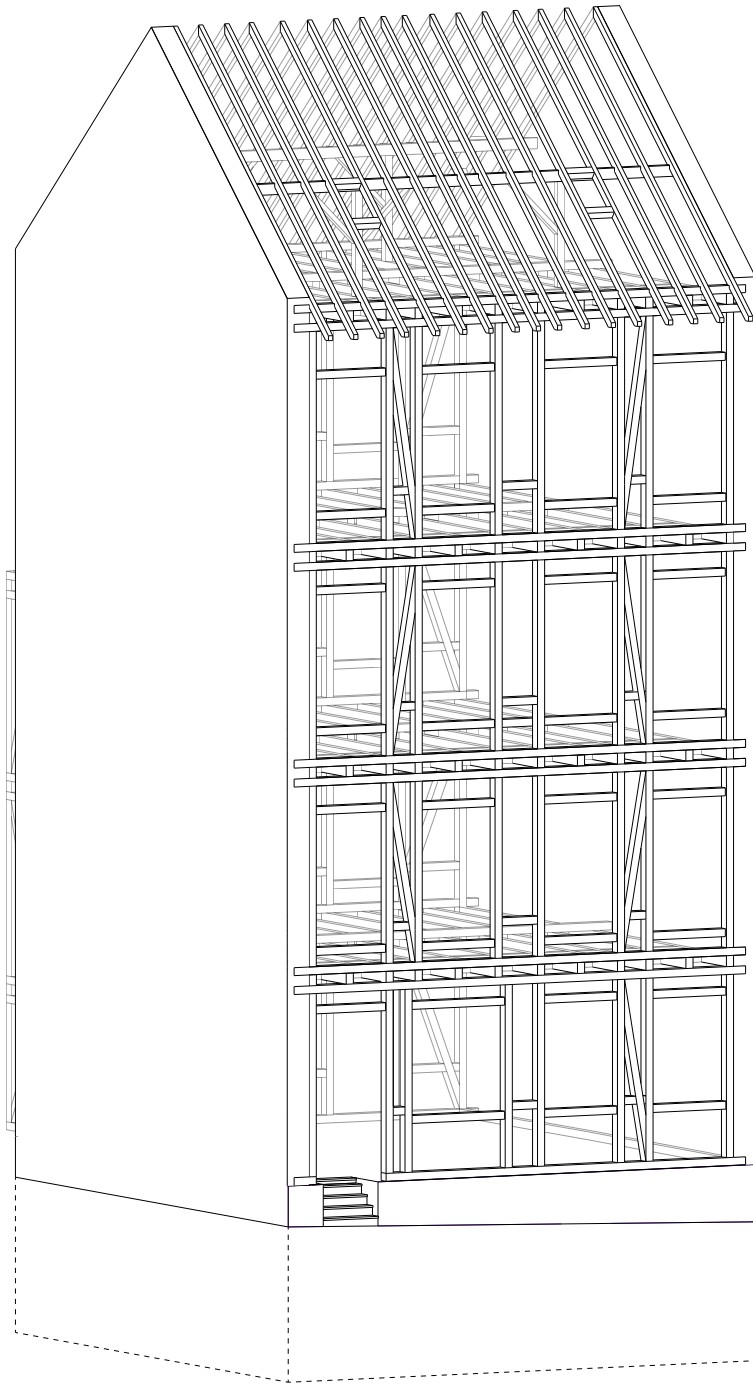


Abb. 3.153

Abb. 3.153
Axonometrie Fachwerk
Gertrudenstraße 13, maßstabslos

TEIL 4
GRÜNDERZEITLICHER
MASSIVBAU - WUPPERTAL

4 GRÜNDERZEITLICHER MASSIVBAU - WUPPERTAL

4.1 BANDSTRASSE 31, 42105 WUPPERTAL

Marvin Kaliga, Mila Kretschmann, Ronja Lehmann, Jelka Seidel, Sophie Weuste

Architekt: unbekannt
Baujahr: ca. 1900
Sanierungsjahr: unbekannt
Ausrichtung Hauptfassade: Nord-Ost

Grundfläche: 112,35m²
Grundstücksfläche: 239,04 m²
Parzellenbreite: 9,99 m

BGF: ca. 616 m² (inkl. Keller)
BRI: ca. 2240 m³ (inkl. Keller)

Vollgeschosse: 4
Vollgeschosse Gegenüber: -
Abstand Gegenüber: -

Fassadenfläche (Hauptfassade): 156,28 m²
Fensterfläche (Hauptfassade): 33,41 m²
Fensterflächenanteil (Hauptfassade): 21,38 %
Fensterflächenanteil (Hauptfassade / BGF): 5,4 %
Fensterachsen (Hauptfassade): 4
Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade): 2,38 m

Zustand Fassade: original/erneuert
Zustand Fenster: erneuert
Zustand Sockel: original
Zustand Dach: erneuert



Abb. 4.1

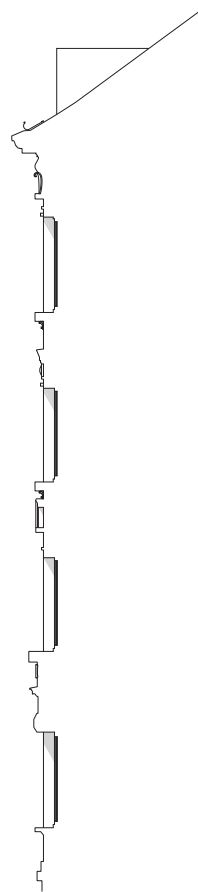


Abb. 4.2

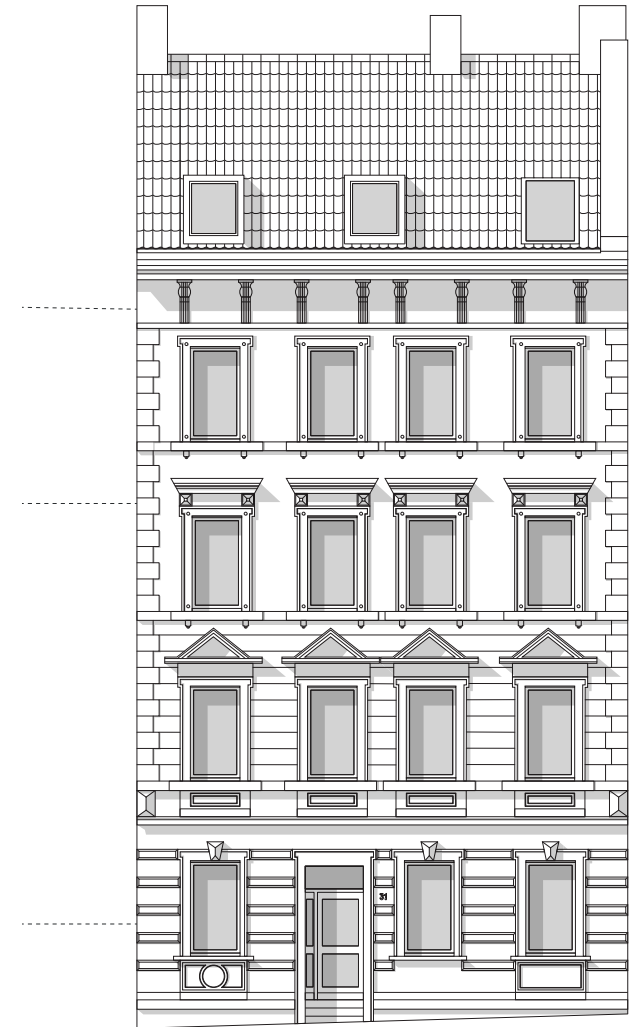


Abb. 4.3

2,5 m

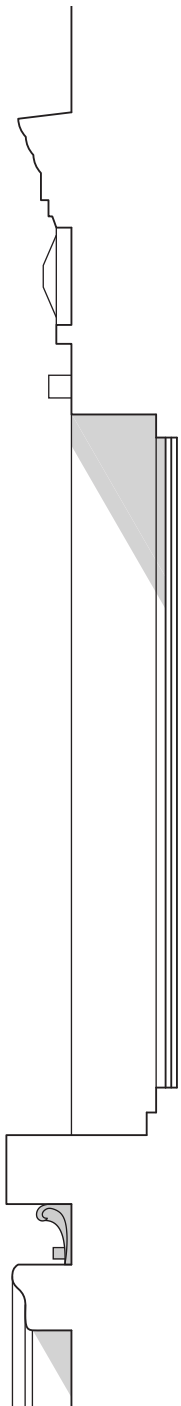


Abb. 4.4

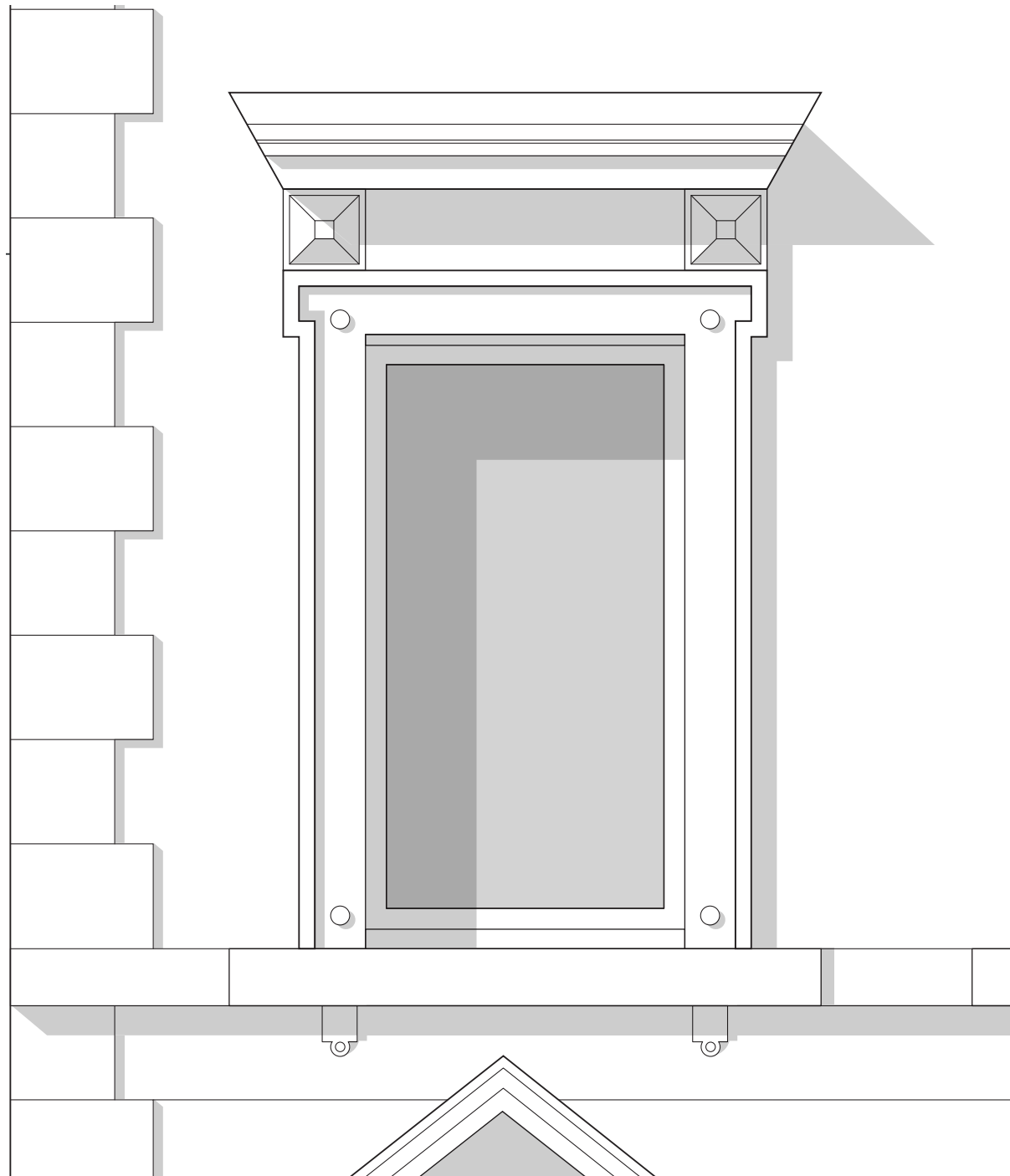


Abb. 4.5

Abb. 4.1
Ausschnitt Lageplan M 1: 5000

Abb. 4.2
Reliefschnitt
Bandstraße 31, maßstabslos

Abb. 4.3
Fassadenansicht
Bandstraße 31, maßstabslos

Abb. 4.4
Reliefschnitt
Bandstraße, M 1:20

Abb. 4.5
Fassadenansicht
Bandstraße, M 1:20

BESCHREIBUNG DER FASSADE

4-geschossiges Gebäude mit ausgebautem Dachgeschoss
4 Achsen, wobei die zwei mittleren etwas enger stehen
Verzierungsgrad nimmt vom Erdgeschoss in die oberen Etagen ab
Steineformate und Gesimse sind aus Kalkzementputz modelliert
Straßenfassade prunkvoll
Rückseitige Fassade schmucklos verputzt
Brandwände im Dach sichtbar
2 Dachgauben und ein Dachflächenfenster auf der Straßenseite
2 weitere Gauben und 4 kleine Dachflächenfenster auf der Rückseite

BESCHREIBUNG DER FASSADENMATERIALIEN

Gelb gestrichener Kalkzementputz (Glattputz),
Natursteinoptik aus Kalkzementputz (Quaderputz)
Gesimse sind ebenfalls aus Kalkzementputz

Zweifachverglaste Holzrahmenfenster

Abb. 4.6
Fassadenansicht
Kennzeichnung der Farbgestaltung
Bandstraße 31, maßstabslos

Abb. 4.7
Grundriss Erdgeschoss
Bandstraße 31, M 1:100

Abb. 4.8
Grundriss 1.-3. OG
Bandstraße 31, M 1:100

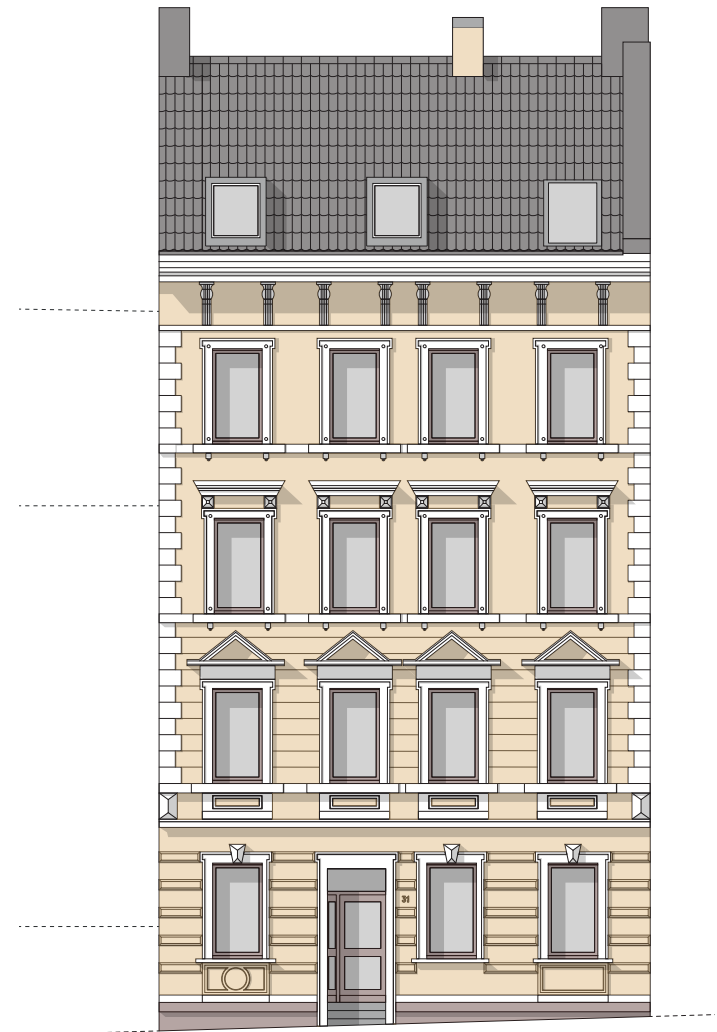


Abb. 4.6

2,5 m

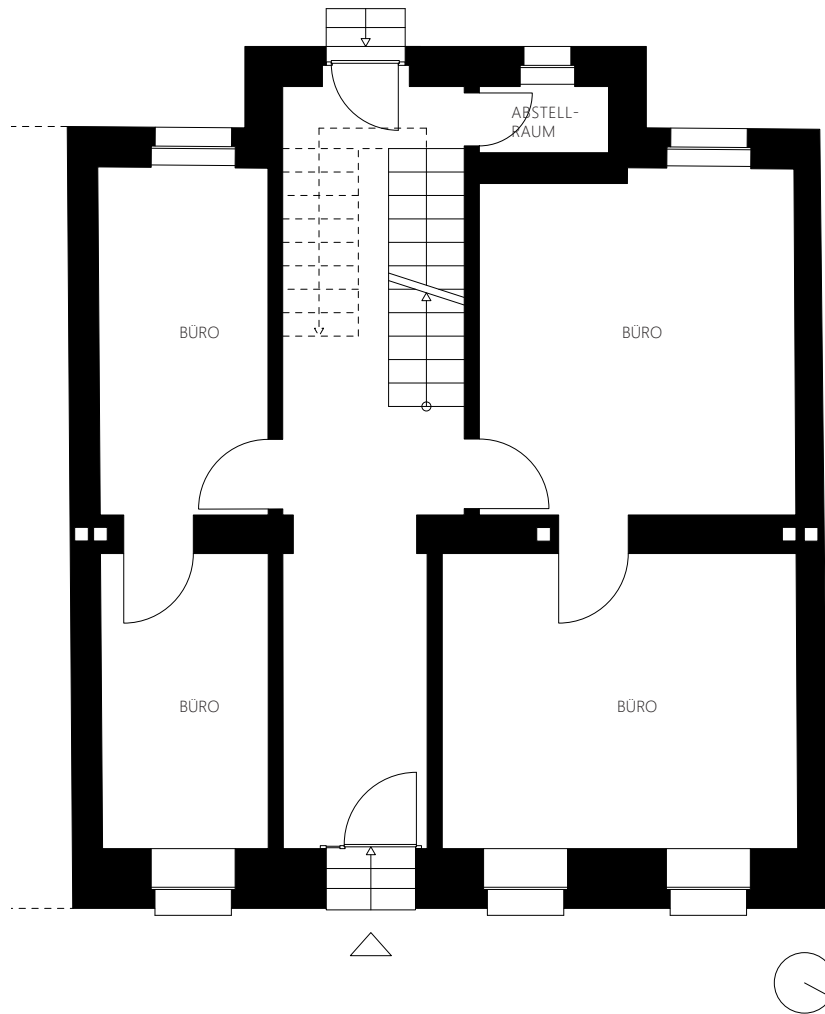


Abb. 4.7

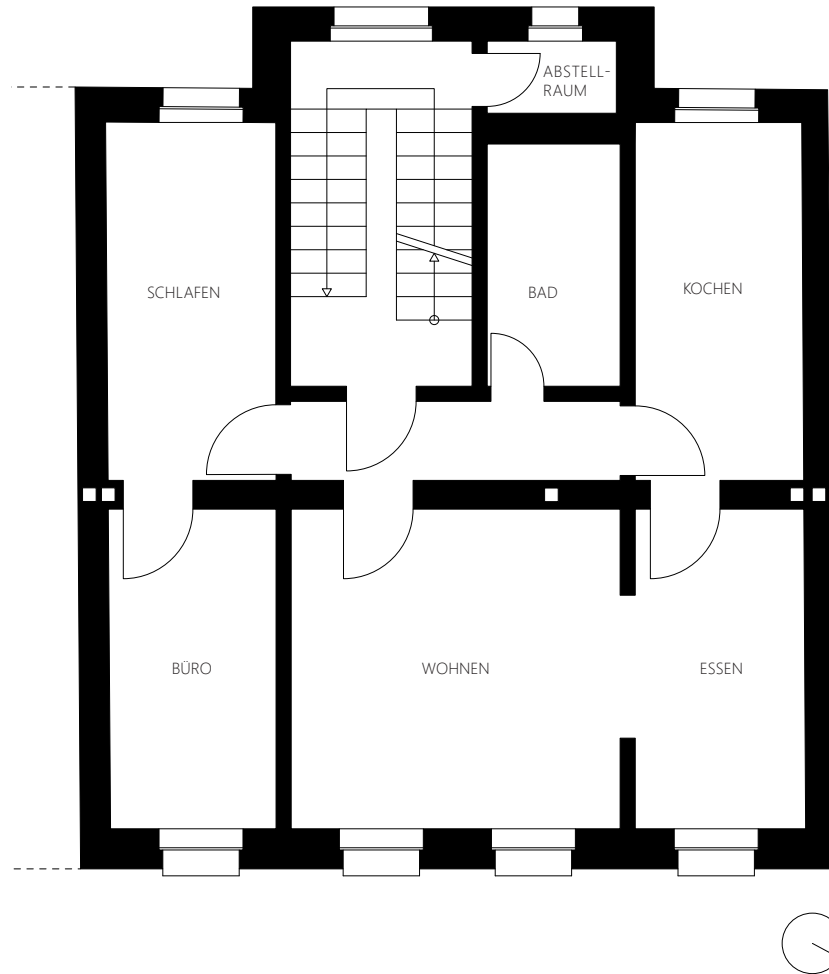


Abb. 4.8

BESCHREIBUNG DER INNEREN ORGANISATION

Im Erdgeschoss der Bandstraße befinden sich Büroräumlichkeiten. Diese werden durch einen langen Flur gegliedert. Die Erschließung erfolgt über eine zweiläufige Treppe. Wie bei Gründerzeitgebäuden typisch, befindet sich ein separates WC, heute ein Abstellraum, immer auf halber Treppe.

Im 1.-3. Obergeschoss, sowie im Dachgeschoss, befindet sich jeweils eine Wohnung. Jede Wohneinheit hat eine Küche, ein Schlafzimmer, ein Büro, ein Bad, sowie einen offenen Wohn-Essbereich. Der Spitzboden wird als Stauraum genutzt.

DACH 0,374 W/(m²K)

- 60x60 mm Dachziegel
- 60x40 mm Konterlattung
- 50x30 mm Lattung
- 5 mm Dachpappe
- 160x100 mm Eichensparren
- 160 mm Mineralfüllplatte
- 12 mm Gipskartonplatte
- 10 mm Gipsputz

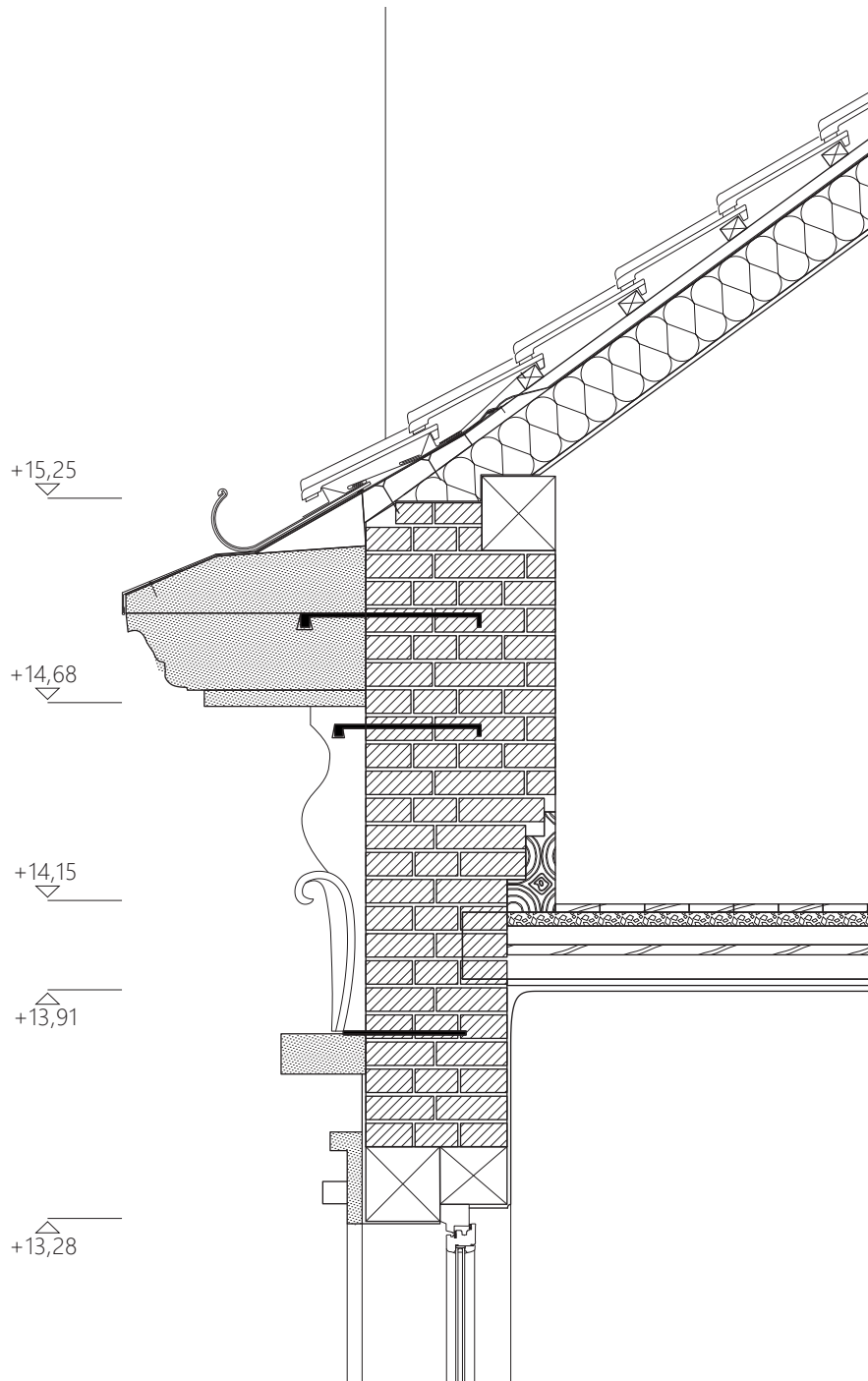


Abb. 4.9

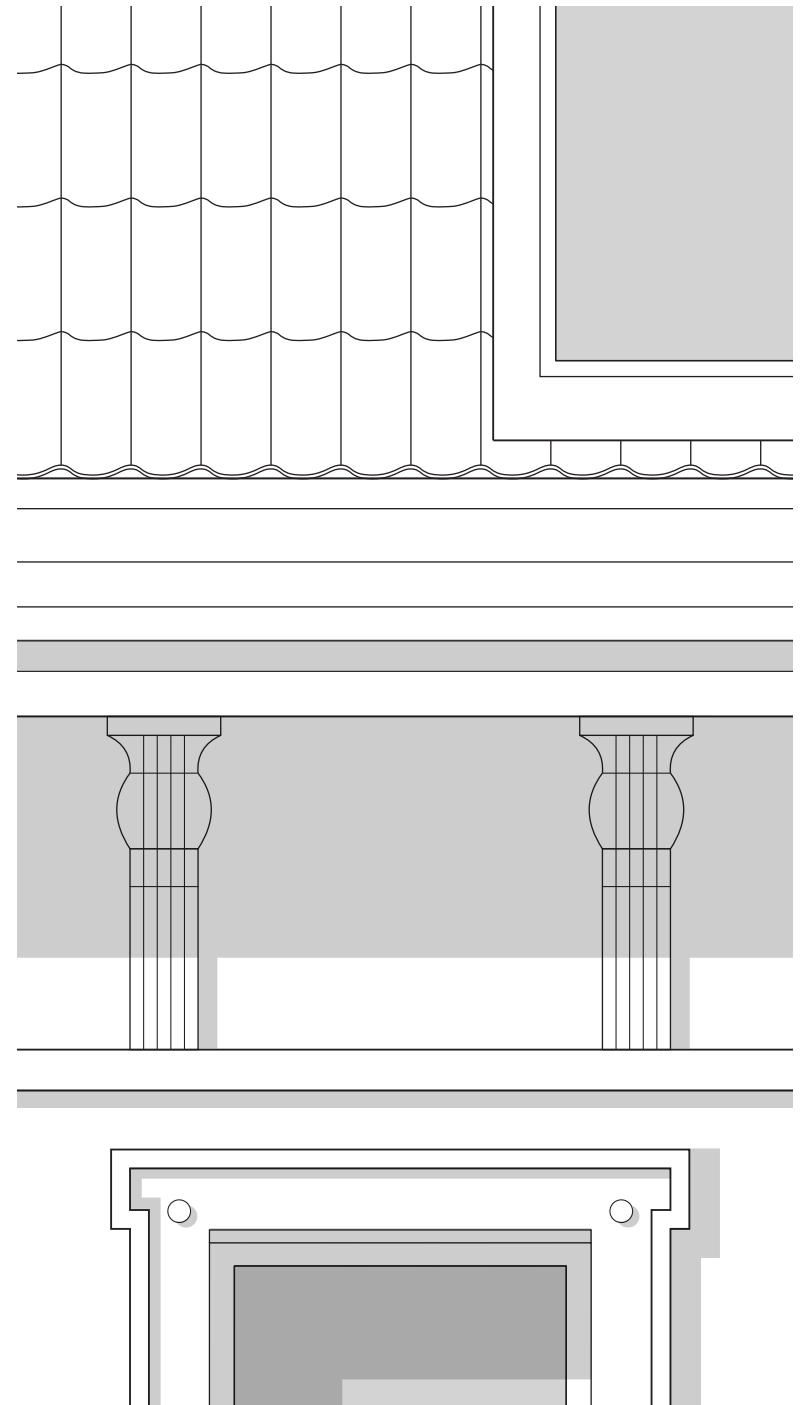


Abb. 4.10

Abb. 4.9
Fassadenschnitt Dach
Bandstraße 31, M 1:20

Abb. 4.10
Fassadenansicht Dach
Bandstraße 31, M 1:20

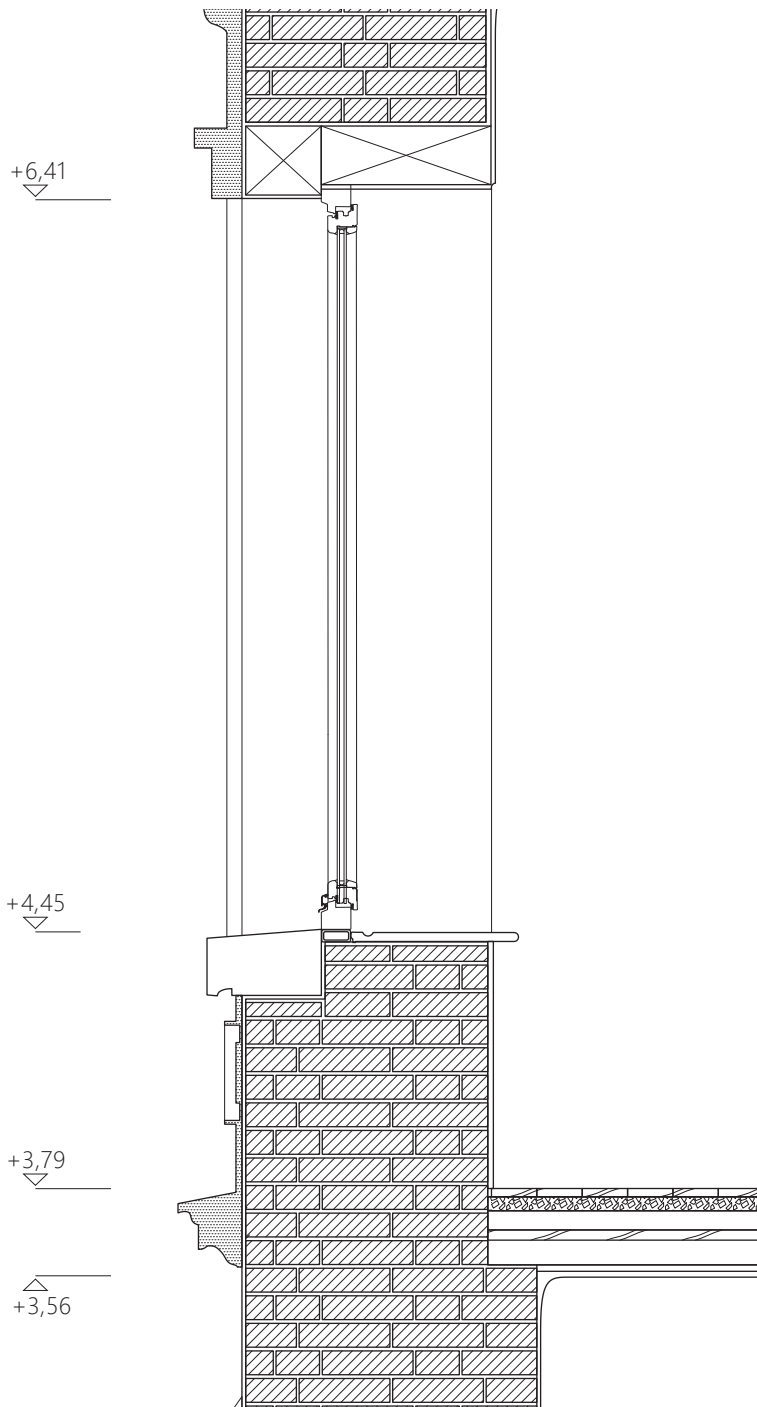


Abb. 4.11

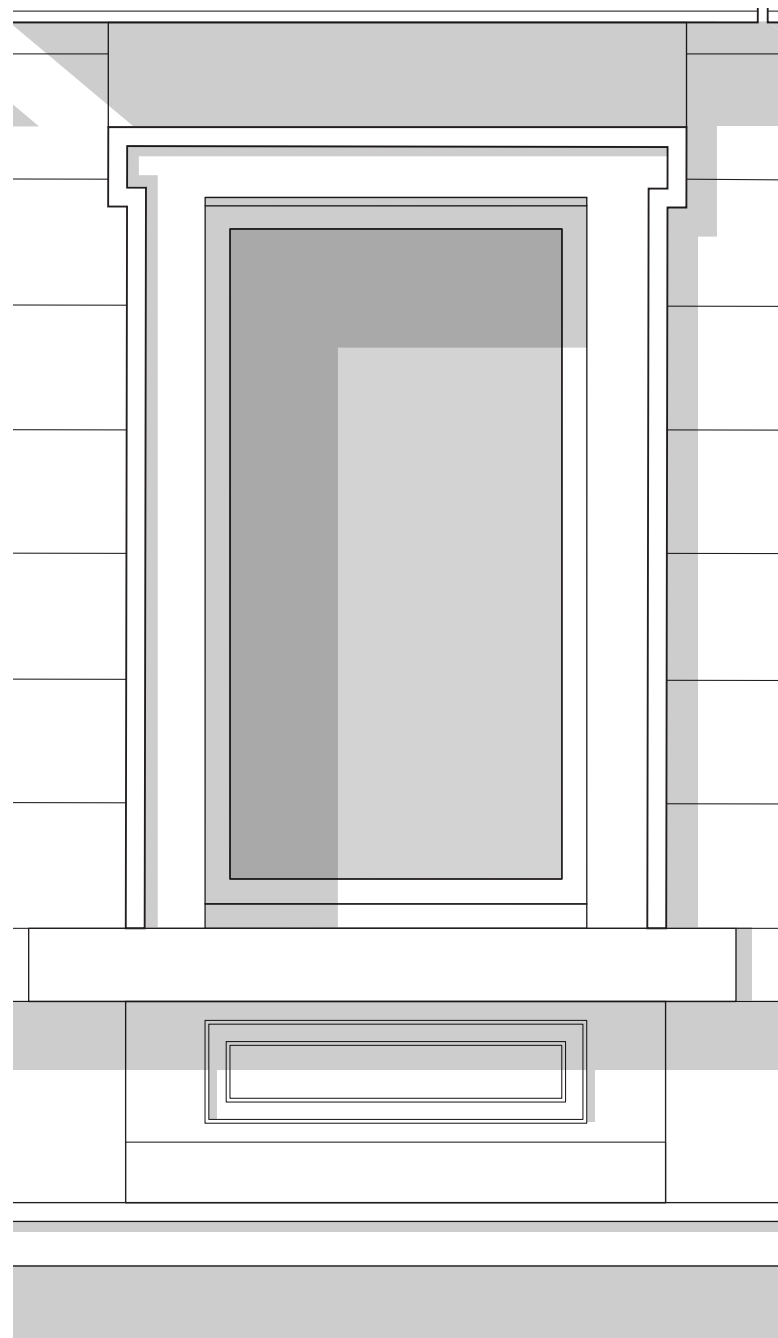


Abb. 4.12

AUSSENWAND 0,95 W/(m²K)

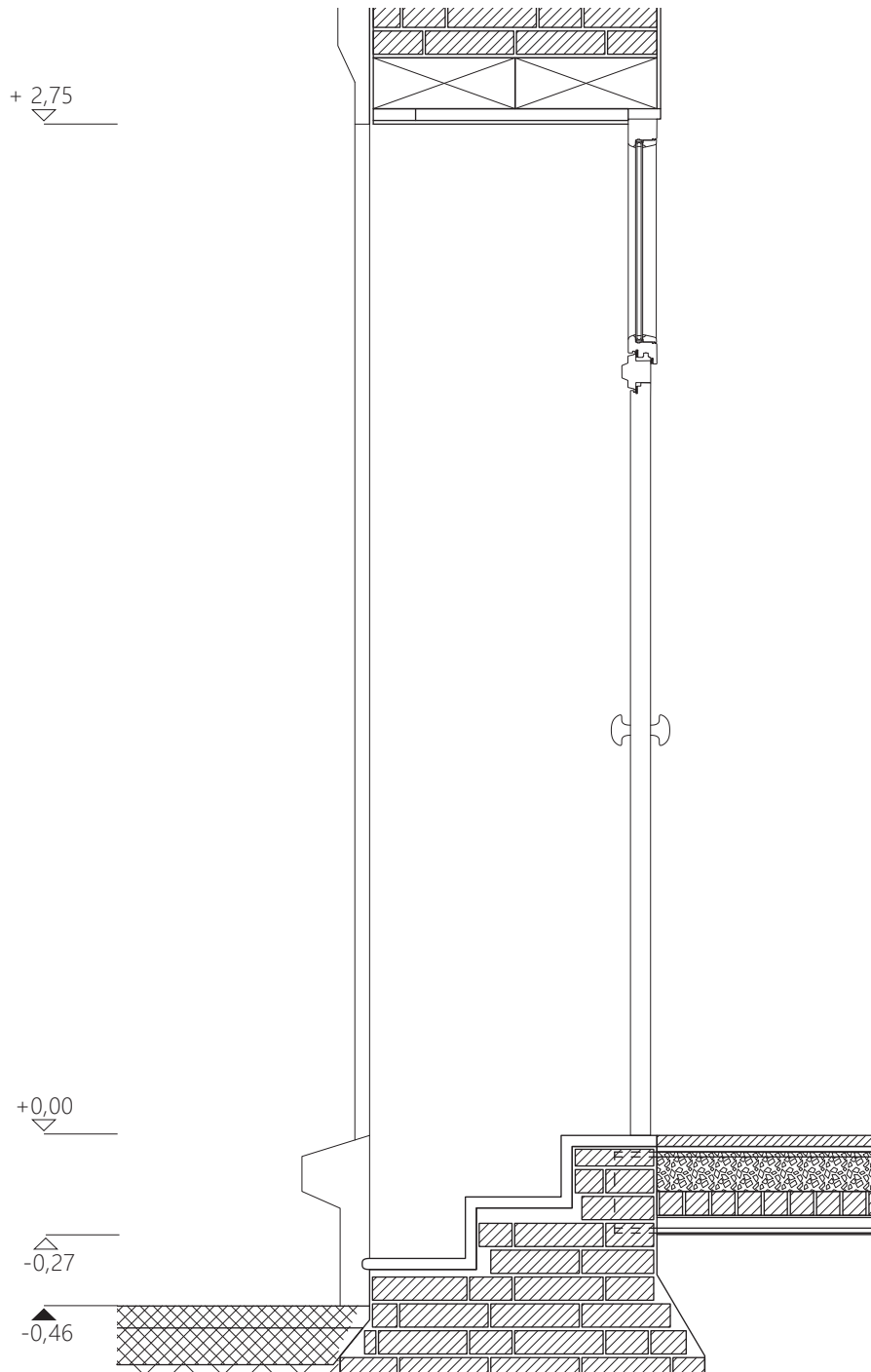
20 mm Kalkzementputz
380-770 mm Ziegel
10 mm Gipsputz

HOLZBALKEDECKE

22 mm Holzdielen
180x125 mm Eichenbalken
35 mm Sandschüttung
55 mm Strohlehm
27 mm Holzschalung
17 mm Schilfrohrplatte
15 mm Kalkputz

Abb. 4.11
Fassadenschnitt
Bandstraße 31, M 1:20

Abb. 4.12
Fassadenansicht
Bandstraße 31, M 1:20



KAPPEDECKE

- 30 mm Terrazzo
- 15 mm Mörtelbett
- 100 mm Sand und Schutt
- 250x120x65 mm Ziegel
- 220 mm I-Profil
- 22 mm Kalkputz

Abb. 4.13
Fassadenschnitt Sockel
Bandstraße 31, M 1:20

Abb. 4.14
Fassadenansicht Sockel
Bandstraße 31, M 1:20

Abb. 4.13

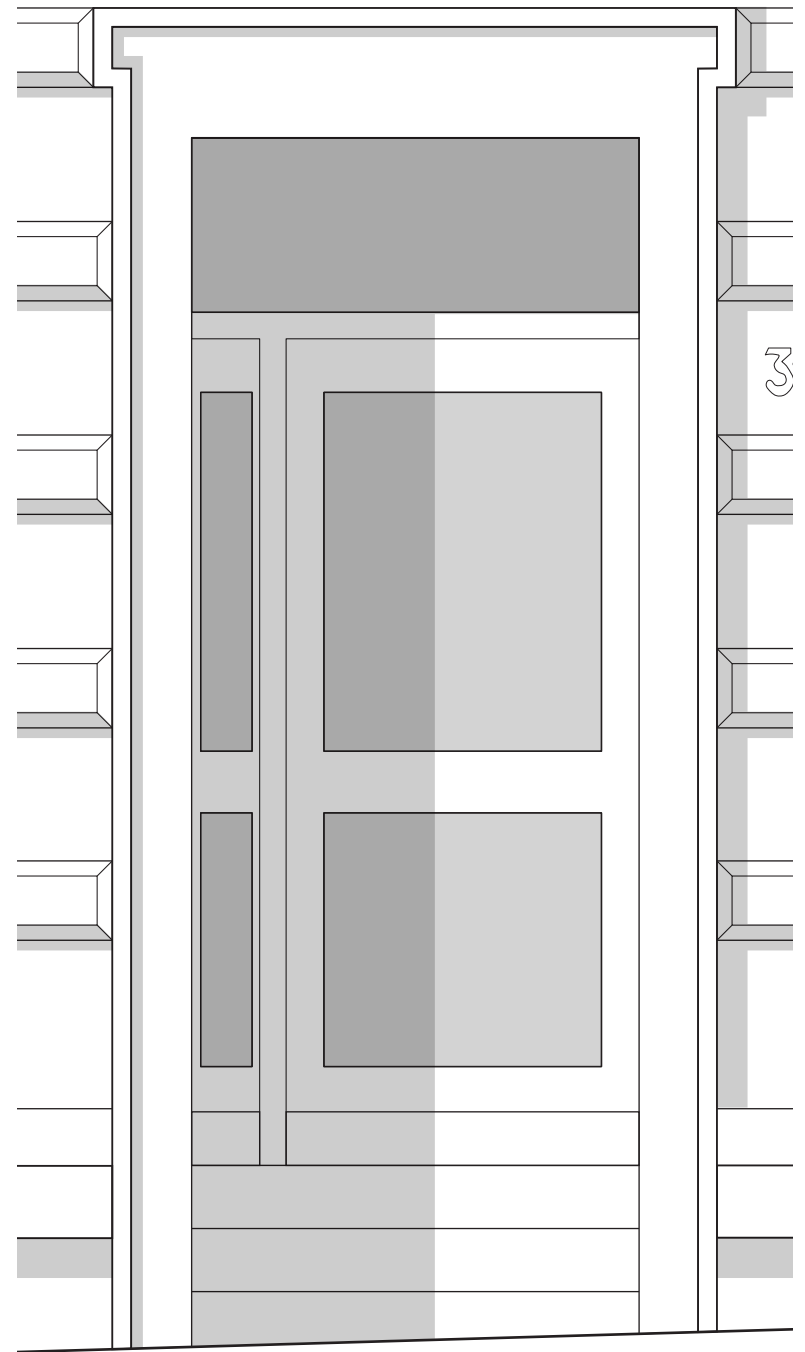


Abb. 4.14

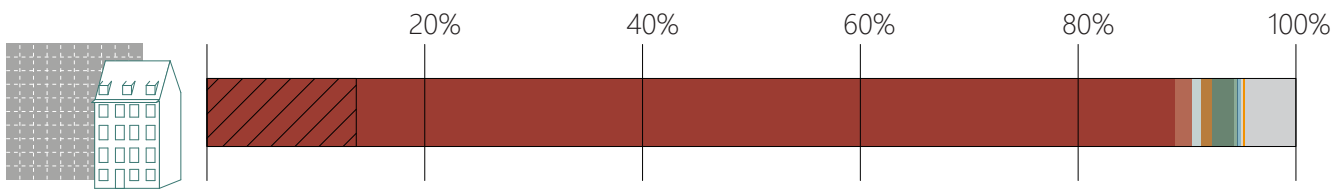
TEIL 5
ÖKOLOGISCHE EINFLUSSFAKTOREN
VON VERSCHIEDENEN BAUWEISEN

5 ÖKOLOGISCHE EINFLUSSFAKTOREN VON VERSCHIEDENEN BAUWEISEN

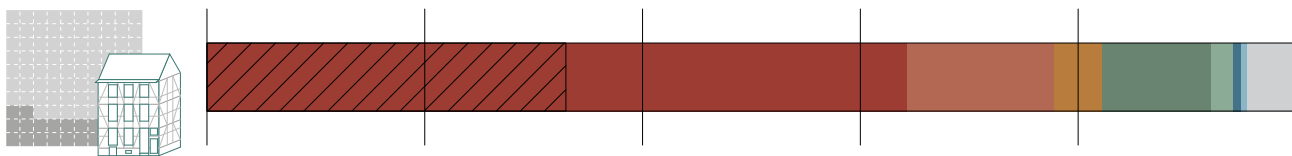
5.1 MATERIALRUCKSACK

Jelka Seidel, Sophie Weuste

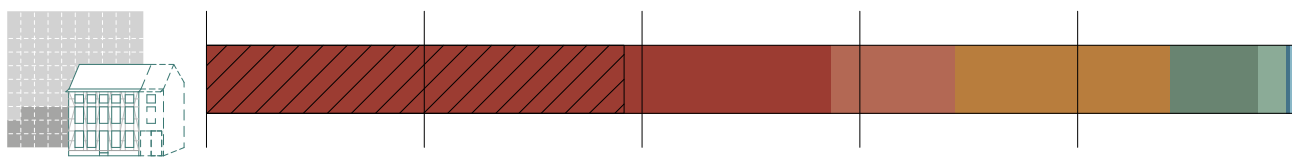
Bandstraße 31
Massivbau
1438,79t
2,03 t/m²BGF



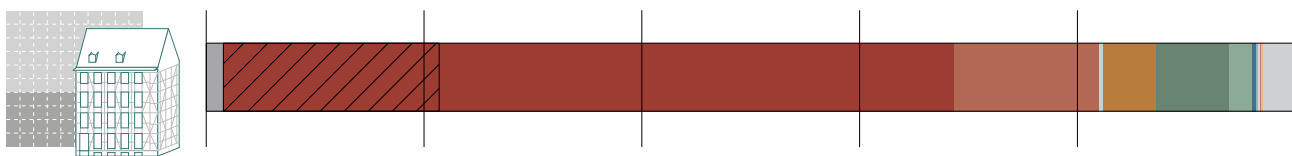
Markomannenstraße 59
Fachwerkbau
334,41t
1,08 t/m²BGF



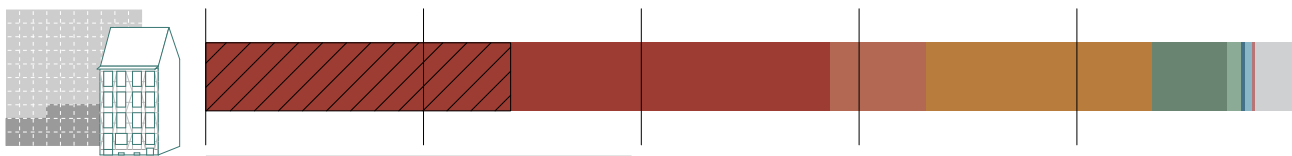
Sattlerstraße 48
Fachwerkbau
430t
0,89 t/m²BGF



Gerberstraße 24
Fachwerkbau
592,02t
1,01 t/m²BGF



Gertrudenstraße 13
Fachwerkbau
429,81t
0,89 t/m²BGF



Neue Nordstraße 1
Fachwerkbau
335,45t
0,77 t/m²BGF

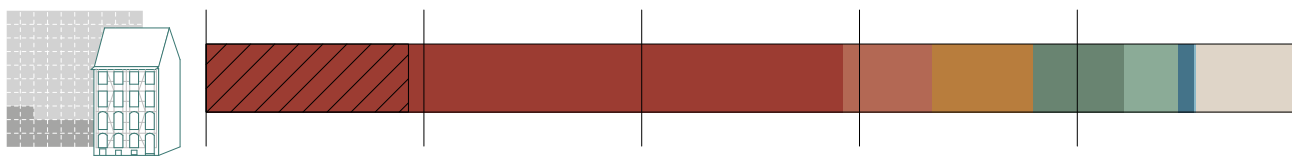


Abb. 5.1

LEGENDE

	Gewicht [t]
	Gewicht [t] in Differenz zur Bandstraße 31
	Gewicht [t]/m ² BGF
	Gewicht [t]/m ² BGF in Differenz zur Bandstraße 31
	Keller
	Beton
	Ziegel
	Sand
	Gips
	Lehm
	Konstruktionsholz
	Sonstiges Holz
	Metall
	Glas
	Sonstige Materialien
	Kunststoff
	Mineralische Dämmstoffe
	Sonstige Mineralien

5.1.1 ERMITTLUNGSGRUNDLAGE

Die in dieser Forschungsarbeit dokumentierten Fachwerkgebäude *Markomannenstraße 59*, *Sattlerstraße 48*, *Gerberstraße 24*, *Gertrudenstraße 13* und *Neue Nordstraße 1* wurden näher untersucht. Dafür wurden für die einzelnen Gebäude Grundrisse erstellt und die angenommene Konstruktion der Gebäude gezeichnet (Teil 3, Gründerzeitlicher Fachwerkbau).

Basierend auf diesen Annahmen wurde anschließend von jedem Gebäude der jeweilige Anteil der einzelnen Materialien berechnet und somit ein „Materialrucksack“ erstellt. Als Vergleichsgebäude dient das Massivgebäude *Bandstraße 31* (Teil 4, Gründerzeitlicher Massivbau).

Die auf Abbildung 5.1 gezeigten Balkendiagramme sind die Ergebnisse der Berechnungen und zeigen das Materialvorkommen der einzelnen Gebäude nach Gewicht in Prozent. Eine beispielhafte Materialerfassung und Massenermittlung ist im Anhang aufgeführt.

Die Massendiagramme links neben den Balken zeigen das Gewicht des jeweiligen Fachwerkgebäudes, sowie die entsprechende Differenz zur Bandstraße 31. Ein Kästchen bildet 15 Tonnen ab.

Die graue Linie unter dem Balkendiagramm gibt prozentual das Gewicht/BGFm² im Verhältnis zur Bandstraße 31 an.

Diese Datengrundlage lag den folgenden Analysethemen *Primärenergiewert*, *Ökobilanzierung*, und *Sommerliche Gebäudeperformance* zu Grunde.

Abb. 5.1
Diagramm Materialverteilung und Gewicht

5.1.2 MATERIALVORKOMMEN IM VERGLEICH

Die Bandstraße 31 als Massivbau ist sowohl im Hinblick auf das Gesamtgewicht als auch des Gewichts in t/m^2BGF das schwerste der Gebäude. Mit 1438,79t ist das Gebäude mehr als doppelt so schwer wie das Gebäude Gerberstraße 24. Dieses ist mit 592,02t das schwerste der Fachwerkgebäude. Dieser Umstand lässt sich durch die Bauart erklären. Während die Bandstraße 31 ein Massivbau aus der Gründerzeit ist, besteht das Gebäude zu fast 90% der Gesamtmasse aus Ziegelsteinen. Das Gebäude Gerberstraße 24 hingegen, besteht nur zu ca. 67% der Gesamtmasse aus Ziegeln. Das Gebäude Sattlerstraße 48 verfügt zwar über einen massiven und damit „schweren“ Anbau, allerdings wurde dieser aus Gründen der Vergleichbarkeit nicht mit in die Berechnungen einbezogen und wird nicht weiter berücksichtigt.

Betrachtet man jedoch das Gewicht/ m^2BGF , ist das Gebäude Markomannenstraße 59 noch schwerer als das Gebäude Gerberstraße 24. Erklären lässt sich dies durch ein Blick auf Materialverteilung. Das Gebäude Markomannenstraße 59 hat einen vergleichsweise sehr hohen prozentualen Anteil an Ziegel. Die Masse der Ziegel verteilt sich auf eine geringere Bruttogrundfläche, da das Gebäude Markomannenstraße 59 das kleinste der Fachwerkgebäude ist.

Bei den Fachwerkgebäuden fällt auf, dass alle zu mehr als 50% des Gewichts aus Ziegeln bestehen. Der Holzanteil hingegen schlägt nur zu maximal 10% ins Gewicht. Das Holz hat eine geringere Dichte als der Ziegel und ist daher „leichter“, außerdem ist ein Fachwerk nur ein Holzskelett, die Fläche ist also recht klein, wohingegen die Gefache des Fachwerks eine größere Fläche einnehmen. Daraus folgt der hohe Masseanteil an Ziegeln der einzelnen Gebäude. Da sowohl Ziegel als auch Lehm für die Ausfachung verwendet wurde, unterscheidet sich der Lehmanteil der einzelnen Gebäude teilweise markant.

Der Lehmanteil ist bei den Gebäuden Sattlerstraße 48 und Gertrudenstraße 13 besonders hoch, woraus sich schließen lässt, dass hier mehr Wände mit Lehm ausgefacht wurden als bei den anderen Fachwerkbauten. Ebenfalls auffällig ist, dass bei einigen Fachwerkbauten der Ziegelanteil fast zur Hälfte Teil des Kellers ist und der Keller damit einen großen Anteil des Gewichts verursacht.

Einen bedeutenden Gewichtsanteil macht der Sand aus, welcher sich in allen Holzbalkengeschossdecken zur Beschwerung befindet.

Der Fachwerkbau Gerberstraße 24 weist als einziges Gebäude einen Betonanteil auf. Dieser wird durch die Dachpfannen aus Betonfertigteilen verursacht. Die Unterteilung in die vielen verschiedenen Materialkategorien bei diesem Gebäude ist auf den angenommenen Sanierungsstand zurückzuführen. In Bezug auf das Gesamtgewicht machen diese jeweils nur einen geringen Prozentanteil aus. Unter die Kategorie Sonstige Materialien, die jeweils nur gering ins Gewicht zählen, fallen zum Beispiel Abdichtungen, Dachpappen oder Schilfrohrplatten.

BANDSTRASSE 31

Ziegel	88,94%
Sand	1,53%
Gips	0,85%
Lehm	0,95%
Konstruktionsholz	2,00%
Sonstiges Holz	0,33%
Metall	0,15%
Glas	0,21%
Sonstige Materialien	0,23%
Mineralische Dämmstoffe	0,17%

MARKOMANNENSTRASSE 59

Ziegel	64,28%
Sand	13,54%
Lehm	4,40%
Konstruktionsholz	9,98%
Sonstiges Holz	2,09%
Metall	0,67%
Glas	0,48%
Sonstige Mineralien	4,55%

SATTLERSTRASSE 48

Ziegel	57,37%
Sand	11,34%
Lehm	19,84%
Konstruktionsholz	8,06%
Sonstiges Holz	2,59%
Metall	0,37%
Glas	0,21%
Mineralische Dämmstoffe	0,11%
Sonstige Mineralien	0,11%

NEUE NORDSTRASSE 1

Ziegel	61,50%
Sand	8,14%
Lehm	9,25%
Konstruktionsholz	8,37%
Sonstiges Holz	5,03%
Metall	1,43%
Glas	0,19%
Sonstige Materialien	6,09%

GERTRUDENSTRASSE 13

Ziegel	57,30%
Sand	8,88%
Lehm	20,74%
Konstruktionsholz	6,84%
Sonstiges Holz	1,28%
Metall	0,39%
Glas	0,62%
Kunststoffe	0,25%
Sonstige Mineralien	3,69%

GERBERSTRASSE 24

Beton	1,56%
Ziegel	67,12%
Sand	13,32%
Gips	0,29%
Lehm	4,87%
Konstruktionsholz	6,70%
Sonstiges Holz	2,17%
Metall	0,37%
Glas	0,18%
Sonstige Materialien	0,21%
Kunststoff	0,1%
Mineralische Dämmstoffe	0,1%
Sonstige Mineralien	2,98%

5.2 PRIMÄRENERGIEWERT / GRAUE ENERGIE

Justyna Mazur, Lukas Salomon, Julius Weritz

5.2.1 HINTERGRUND

Wer eine Wohnung mieten möchte, eine Immobilie besitzt oder damit handeln will, hat mit hoher Wahrscheinlichkeit schon einmal einen Blick auf einen Gebäudeenergieausweis geworfen. Dieses seit 2009 verpflichtende Dokument soll unter anderem mittels einer Einordnung des Objekts in Energieeffizienzklassen die Vergleichbarkeit hinsichtlich energetischer Qualitäten verbessern. Außerdem werden Energiestandards, wie die des Niedrigenergie- oder Passivhauses, welche dem nicht fachkundigen Benutzer einen hohen ökologischen Wert suggerieren, anhand der im Energieausweis festgestellten Einordnung festgelegt.

Da im Energieausweis aber nur der Energiebedarf für den laufenden Betrieb eines Gebäudes berücksichtigt wird, reicht dieser allein für die Feststellung der ökologischen Nachhaltigkeit nicht aus. Um ein Gebäude hinsichtlich der Umweltbelastung genauer einzuordnen, muss neben dem Energieaufwandes im Betrieb auch der restliche Primärenergiewert des Gebäudes, die sogenannte ‚Graue Energie‘ und zuletzt die ‚Grauen Emissionen‘ berücksichtigt werden.

Ersterer, in diesem Kapitel behandelte Begriff umfasst die notwendige Energie für Aufbau, Instandhaltung und Abbruch eines Gebäudes über dessen gesamte Lebensdauer sowie den Energieaufwand zur Herstellung der verwendeten Baustoffe als auch deren Recyclingpotenzial nach einem Abriss oder Rückbau. Kurz gesagt wird also versucht alle der Nutzungsphase eines Gebäudes vor- und nachgelagerten Primärenergiebedarfe bis zu einer bestimmten Grenze zu erfassen.

Die Primärenergie ist normalerweise beschrieben als die Energiemenge, die als ursprüngliche Energiequelle zur Verfügung steht (Beispielsweise als fossile Energieträger oder als auf die Erde einfallende Sonnenstrahlung). Nach den nötigen Umwandlungsprozessen und der Bereitstellung am Ort der Nutzung wird entsprechend von Sekundärenergie, beziehungsweise von Endenergie gesprochen. Mit allen restlichen Verlusten einbezogen, bleibt für den Gebrauch am Ende der Anteil Nutzenergie übrig.

Im Kontext der Ökobilanzierung von Gebäuden aber wird explizit nur der Primärenergiebedarf beobachtet, da hiernach Rückschlüsse auf die Umweltauswirkungen durch die produzierte Energiemenge gezogen werden

können.

Als nächste Stufe der Unterteilung erfolgt deshalb zusätzlich zwischen dem Anteil Primärenergiebedarf erneuerbar und nicht erneuerbar. Die Bereitstellungsart der benötigten Energie wird hierbei also auch berücksichtigt. Diese Unterscheidung, beziehungsweise die Kenngröße *Primärenergiebedarf nicht erneuerbar* (PEne) ist auf Bundesebene im *Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen* (BNB) beschrieben.

Die Abgrenzung zum Begriff *Graue Energie* ist hingegen nicht offiziell festgelegt und hängt von weiteren Eingrenzungskriterien ab, die mehr und weniger präzise definiert werden können. Da beispielsweise in der Schweiz der Begriff Graue Energie stellvertretend für die Kenngröße *„PEne“* - die theoretisch den Energiebedarf der Nutzer während der Nutzungsphase beinhaltet - verwendet wird, kommen folgende Unterteilungen hinzu: *energetisch verbraucht* (das beinhaltet unter anderem das Heizen) und *stofflich gebunden*.

Die letztere Kategorie ist das, was die Grundlage der gezogenen Vergleiche in diesem Kapitel bildet. Die dafür relevanten Systemgrenzen und Berechnungen werden im anschließenden Abschnitt unter die Lupe genommen.

Der Zusatz „Grau“ beschreibt also - wie zu Beginn angedeutet - eine weitestgehend „unsichtbare“, aus nicht erneuerbaren Quellen produzierte und rein für das Gebäude anfallende Menge an Energie.

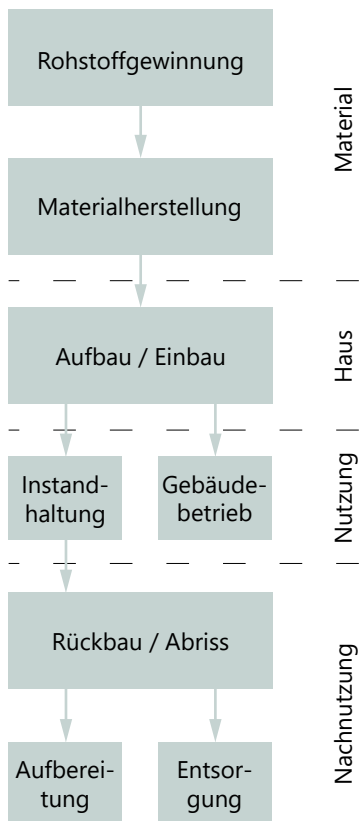


Abb. 5.2

Gerade in Bezug auf Altbausanierung ist eine Berücksichtigung der *Grauen Energie* eine interessante Vergleichsgröße. Da Bestandsgebäude für gewöhnlich im Energieausweis schlechter abschneiden als Neubauten werden diese häufig zugunsten eines Neubaus abgerissen, obwohl die alte Bausubstanz oft noch intakt und gut sanierbar ist. Dieser Prozess stellt einen meist enorm hohen Energieaufwand dar und ist aus ökologischer Sicht in vielen Fällen auch deshalb nicht vertretbar.

In einem Neubau fallen typischerweise zwischen 830 kWh und 1100 kWh je m² BGF an *Grauer Energie* an, was auf die übliche Betriebsdauer von ca. 40 Jahren einem Anteil von etwa 22-28 kWh je m² und Jahr entspricht. Das bedeutet zum Beispiel, dass in einem Passivhaus das Zwei- bis Drei-

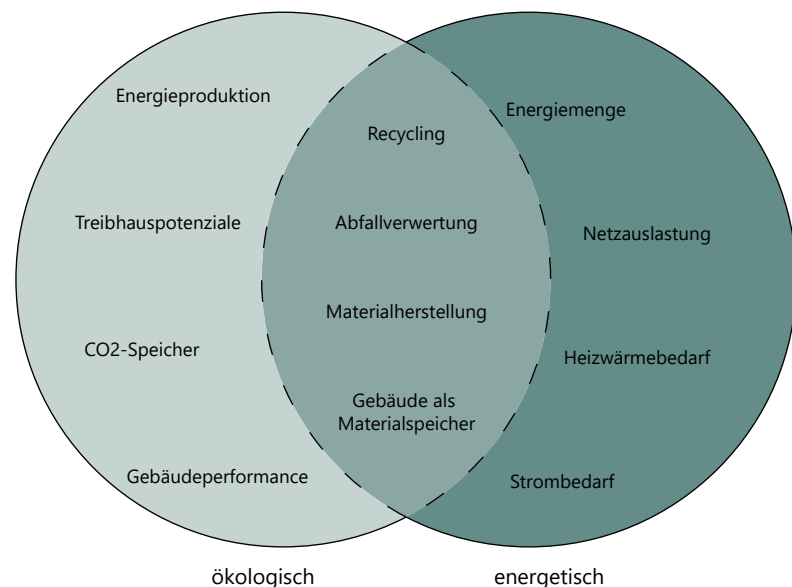


Abb. 5.3

fache der jährlich zum Betrieb benötigten Energie ohnehin schon in der Bausubstanz gebunden ist.^[1]

Um vor diesem Hintergrund die Sinnhaftigkeit einer energetischen Sanierung im Vergleich zum Neubau zu bewerten, reicht allerdings die *Graue Energie* als Maßstab nicht aus. Die gesamte Ökobilanzierung, inklusive der *Grauen Emissionen*, liefert eine stichhaltigere Bewertungsgrundlage der potenziellen Umweltbelastung (Die Ökobilanzierung ist Thema des folgenden Kapitels 5.3).

Dem gegenüber steht, dass aus wirtschaftlicher Sicht die Menge der in der Vergangenheit aufgebrauchten Primärenergie für den Besitzer einer Immobilie nicht geltend gemacht werden kann. Die für ein Bestandsgebäude gegebenenfalls über ein Jahrhundert angefallene Graue Energie beeinflusst demnach nicht den Marktwert des Objekts. Genauso wenig steigert sich dadurch der Wert der reinen Baumasse, auch wenn diese in der Funktion als urbane Materiallager (Urban-Mining -Referenz) in Zukunft voraussichtlich begehrte Quellen sein könnten.

Wird davon ausgegangen, dass durch den Ausbau erneuerbarer Energiequellen die Umweltbelastung weitestgehend von der erzeugten Energiemenge entkoppelt werden kann, verschiebt sich der Bewertungshorizont der Grauen Energie weiter.

Umso mehr eignet sich die Graue Energie daher als Bewertungsgrundlage für die beschriebenen baulichen Eingriffe als infrastrukturelle Probleme. Während mit der Ökobilanzierung sichtbar gemacht wird, wo zusätzliche Treibhauspotenziale entstehen, beleuchtet die Kategorie Graue Energie wo Energiebedarfe anfallen. Gerade weil die dezentrale, lokale Verarbeitung und Ressourcenverwertung für den Urban Mining-Ansatz wichtig sind, geht theoretisch mit einem erhöhten Primärenergiebedarf auch eine Verdichtung der Energieversorgungs-Infrastruktur einher. Für diese Anforderungen ist die Graue Energie somit auch weiterhin eine relevante, individuell aussagekräftige Kenngröße - sofern der Begriff in einem realistischen Maße dann auch die Energie aus erneuerbaren Quellen berücksichtigt.

Abb. 5.2.
Einflussfaktoren für die Primärenergie

Abb. 5.3
Gegenüberstellung von ökologischen und energetischen Einflussfaktoren

5.2.2 BERECHNUNG / DATENERHEBUNG

Das Berechnungsverfahren an sich ist recht simpel: Die Massen der im Gebäude verbauten Materialien wird mit Richtwerten aus einer vom Bund bereitgestellten Datenbank, der sogenannten ÖkoBauDat, verrechnet.^[2] Hierbei muss auch die Lebensdauer und das dadurch bedingte Auswechseln von Bauteilen während des Lebenszyklus berücksichtigt werden. Die in der ÖkoBauDat bereitgestellten Richtwerte sind in Systemgrenzen gegliedert, welche sich nach den verschiedenen Phasen im Lebenszyklus des Baustoffes richten. (vgl. Abb. 5.4) Während die gängigen Energiestandards zumeist nur die Phase B (Nutzungsphase) berücksichtigen, müssen für die Lebenszyklusanalyse mindestens die Phasen A bis C („Cradle to Grave“) bzw. A bis D („Cradle to Cradle“) berücksichtigt werden. Während die Massen eines Neubaus durch die detaillierte Dokumentati-

on der Planung schnell zu ermitteln sind, stellt die Massenermittlung bei Altbauten durch den Mangel an ausreichend detaillierten Planungsunterlagen meist eine Herausforderung dar. Für die analysierten Gründerzeitbauten musste die Massenermittlung daher durch Annahmen auf Basis von Ortsbegehungen, mit intensiver Analyse des Objektes sowie durch das Studieren von historischen Aufzeichnungen und Vergleichsgebäuden erfolgen. Dieser aufwendige Prozess kann zu Abweichungen der Berechneten Ergebnisse von der tatsächlichen Bausubstanz führen, ist aber für eine Einordnung und den Vergleich mit anderen Bauweisen und Neubauten ausreichend detailliert.

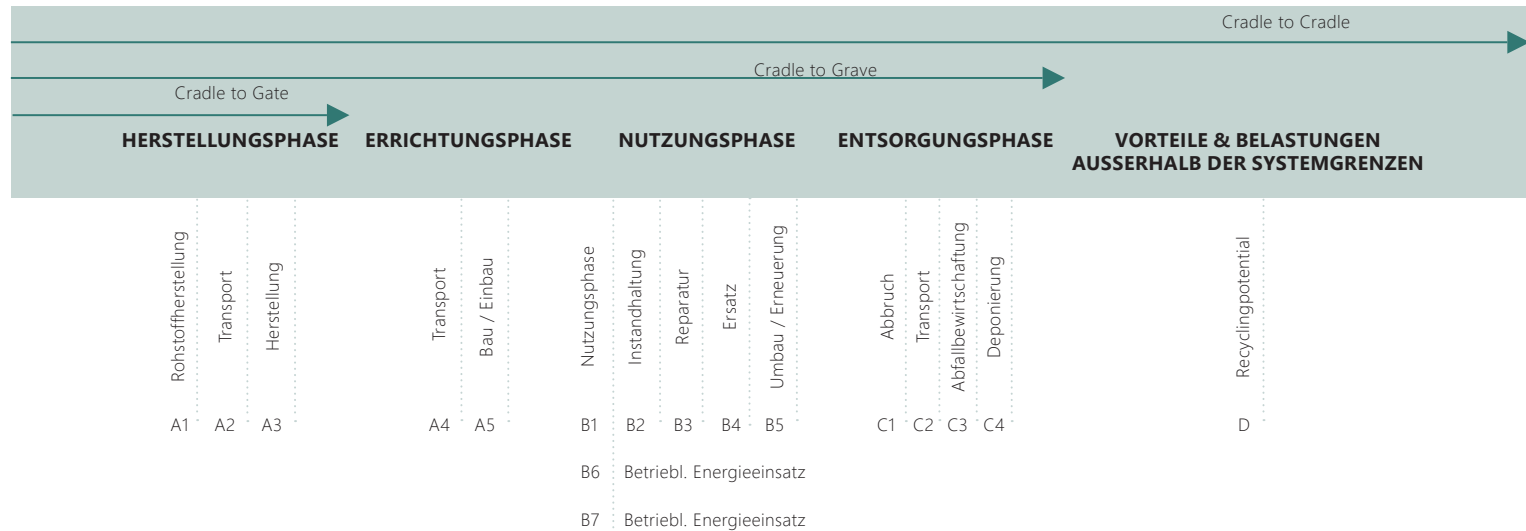


Abb. 5.4
Systemgrenzen im Lebenszyklus,
für die Bewertung der Grauen Energie

Abb. 5.5
Gegenüberstellung der in den Analysegebäuden
gebundenen Grauen Energie

Abb. 5.4

5.2.3 AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE

Die erste grafische Auswertung unterscheidet die jeweils im Keller und im oberirdischen Teil der Gebäude gebundenen Primärenergie und stellt einen Vergleich mit haushaltstypischen Energiekenngößen her. Anhand dessen wird verdeutlicht, in welchem Verhältnis jährliche Primärenergiebedarfe der Nutzer zur bereits in den jeweiligen Gebäuden gebundenen Grauen Energie stehen.

Mit Bedacht auf die angeregte infrastrukturelle Betrachtungsweise der Problematik, lassen sich beispielsweise Annahmen dazu treffen, wie viel Energie vergleichbare neue Gebäude in der Bereitstellung beanspruchen, die auch für die Haushaltsbedarfe weiterer Bewohner im Quartier genutzt werden könnte.

Nicht nur nach der Belastung für die Umwelt, sondern auch aus Sicht der Effizienz des Gebäudes in der Herstellung, kann bewertet werden, wie sinnvoll eine vergleichbare Neubaumaßnahme im Quartier wäre. Die Prämisse dabei ist, dass eine effizientere Bauweise die energetische Versorgung einer größeren Zahl von Bewohnern eines Quartiers ermöglicht - sofern die dezentrale, lokale Energieproduktion- und Bereitstellung dabei in Zukunft für das Bauen und für den Eigenbedarf von großer Bedeutung ist.

Auf Abb. 5.5 sind die Anteile der Grauen Energie je Baustoff in allen sechs Vergleichsgebäuden gegenübergestellt, um zu verdeutlichen welche Baustoffe die größten Anteile Grauer Energie zu verantworten haben.

Anteil im Gebäude gebundener Primärenergie
 ■ Keller
 ■ oberirdisch

pro-Kopf-Energieverbrauch /Jahr

entspricht dem jährlichen gemittelten Energieverbrauch einer erwachsenen Person pro Haushalt. Der Wert entspricht ein Kästchen im Balkendiagramm

angenommener Lebenszyklus der Gebäude = 150 Jahre

PV-Anlage Energiegewinn

entspricht einem Durchschnitt von ca. 70m² verfügbarer Systemfläche bei 110m² Dachfläche für vergleichbare Wohngebäude in der Nordstadt; angenommen ist das Mittel einer hypothetischen Anlagenleistung von 7 bis 10kWp

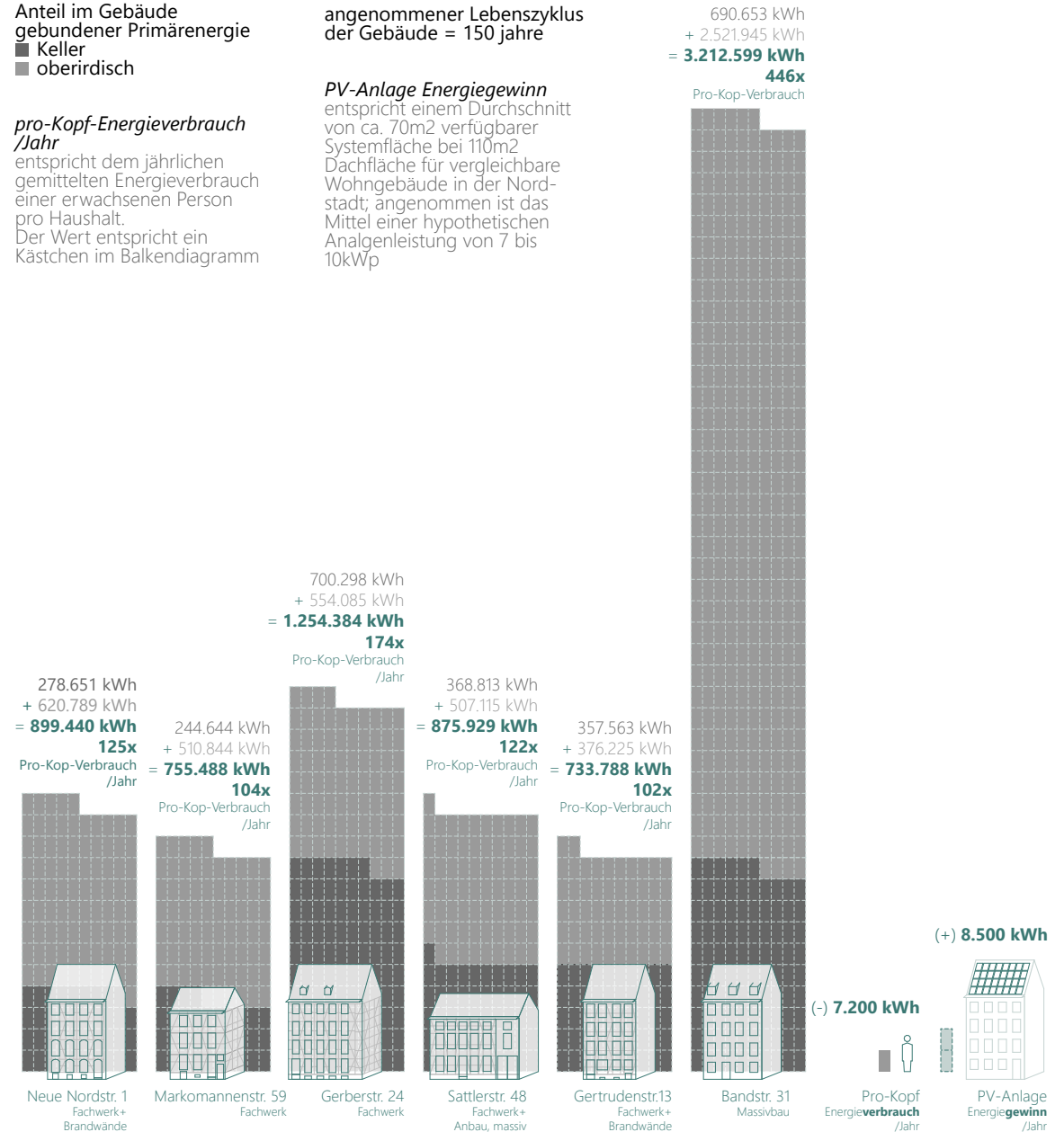


Abb. 5.5

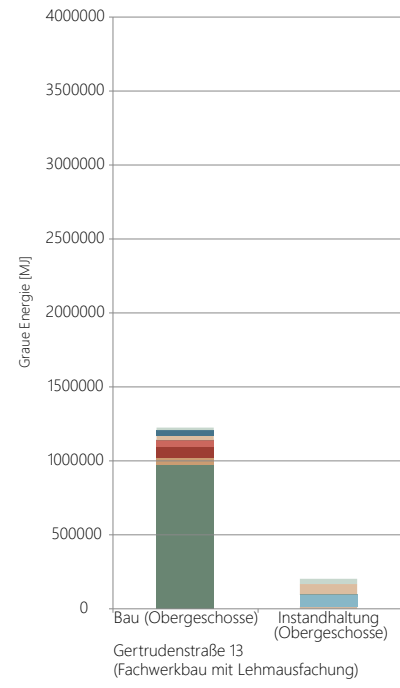
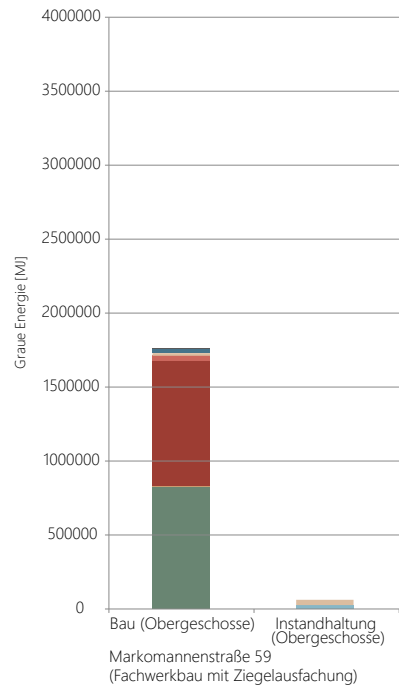
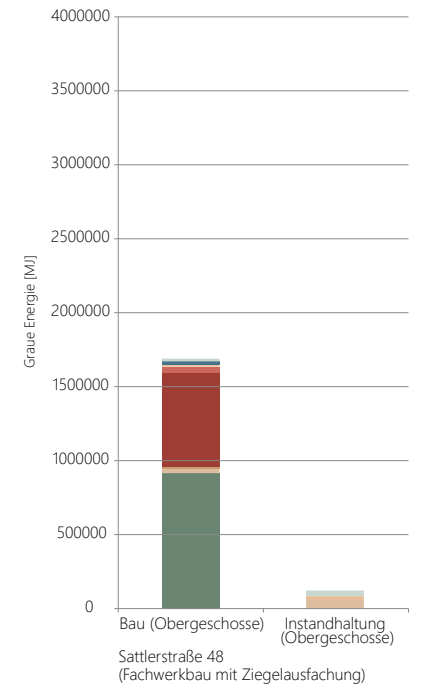
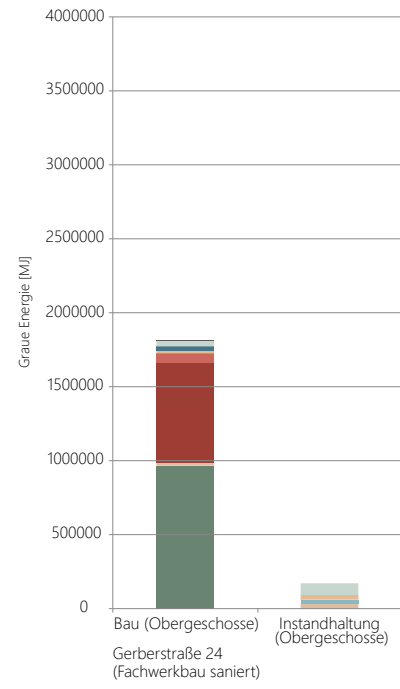
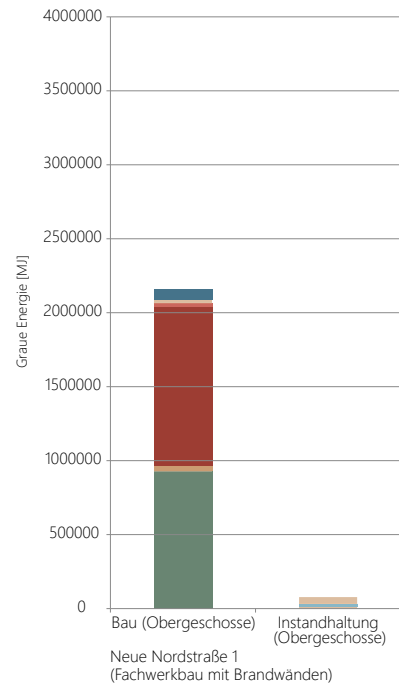


Abb. 5.6

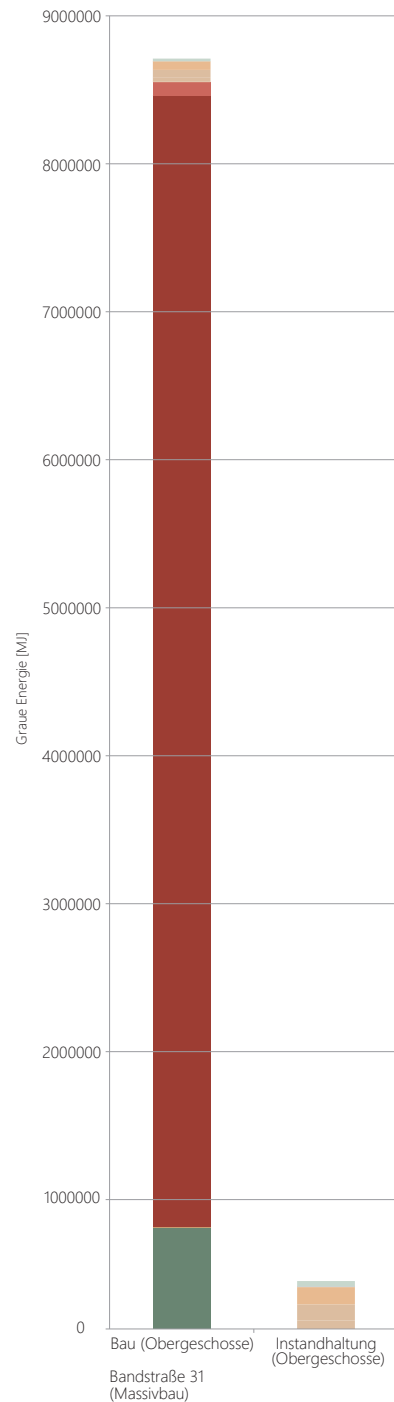


Abb. 5.6

FAZIT UND AUSBLICK

Inwiefern eine Sanierung aus ökologischen Gesichtspunkten im Vergleich zur Neubaumaßnahme mit der Bewertung hinsichtlich Grauer Energie zu rechtfertigen ist, ist fragwürdig. Die Ökobilanzierung gibt hierzu ein klareres Bild.

Dennoch zeigt auch die hiesige energetische Betrachtungsweise, dass Massivbauten in der Erstellung, Entsorgung und Wiederverwertbarkeit deutlich schlechter abschneiden als vergleichbare Holz- beziehungsweise Holzfachwerkbauten. Besonders der hohe Energieaufwand beim Brennen von Ziegeln und deren bedingte Recyclingfähigkeit bedeuten, dass diese Bauweise für einen zukünftigen dezentralisierten und urbanen Bausektor unverhältnismäßig aufwändig ist. Somit lässt sich also zweierlei positives Potential des urbanen Holzbaus ableiten.

Die offensichtliche Ineffizienz einer möglichen Neubaumaßnahme in Massivbauweise, regt dazu an, im Laufe der Zeit die massiven Bestandsgebäude und - wo möglich nach Abriss sogar die Keller von Fachwerkbauten - als Materiallager für die Instandhaltung anderer Bestandsgebäude zu verwenden.

Mit einer Ausweitung des Begriffs *Graue Energie*, um auch Anteile erneuerbarer Energie zu berücksichtigen, würde voraussichtlich auch in Zukunft eine hilfreiche Bewertung des Energiebedarfs - dann, vermehrt bis nur noch, als potenzielles Infrastrukturproblem, möglich sein.

Bis dahin dient die Graue Energie als Maßstab eher nur als rein technische Vergleichsgröße mit wenig Aussagekraft über die Wertigkeit eines Bestandsgebäudes.

- Schiefer
- Beton
- OSB-Platte
- Terrazzo-Bodenbelag
- Stahlprofil
- Gipskartonplatte
- Minerldämmung
- Kalkputz
- Gipsputz (innen)
- Putzträger (Schilfrohr)
- Abdichtungsbahn (Bitumen)
- Faserzementplatten
- Sand (Schüttung)
- 3-fach Isolierverglasung
- 2-Fach Isolierverglasung
- Flachglas
- Dachziegel
- Mauerwerk
- Lehmschüttung (Geschossdecken)
- Strohlehm (Gefach)
- Lehmputz
- Schnittholz Eiche

Abb. 5.6
Auswertung Graue Energie nach Baustoffen je Gebäude

5.3 ÖKOBILANZIERUNG/CO₂-ÄQUIVALENTE

Farah Alnihawi, Sarah Coppens, Julia Wiechert

5.3.1 ÖKOBILANZIERUNG

Eine Ökobilanz bezeichnet die systematische Analyse und Bewertung der Umweltwirkungen einzelner oder mehrerer Produkte für deren Lebenszyklus. Die Bilanzierung wird ebenso als Lebenszyklusanalyse (engl. Life Cycle Assessment, LCA) bezeichnet und kann für verschiedene Branchen verwendet werden. In der Architektur bezieht sie sich größtenteils auf den Lebenszyklus eines Gebäudes, welcher im Durchschnitt auf 50 Jahre ausgelegt ist. Allerdings kann eine Ökobilanzierung verschiedene Bilanzierungsgrenzen besitzen. Bei der Betrachtungsweise „Cradle to Gate“ (dt. von der Wiege bis zum Werktor) werden die Kategorien der Baustoffherstellung (A1-A3) und des Bauprozesses (A4-A5) betrachtet. Darin sind die Rohstoffbereitstellung, der Transport und die Herstellung der Baustoffe sowie deren Transport zur Baustelle und der Einbau inbegriffen. Bei der Betrachtungsweise „Cradle to Grave“ (dt. von der Wiege zur Bahre) werden die vorangegangenen Prozesse um den Zyklus der Nutzung (B1-7) und das End-of-Life-Szenario (C1-4) ergänzt (Abb. 5.9). Diese beiden Lebensabschnitte des Gebäudes beinhalten den gesamten Nutzungszeitraum dessen inklusive der Instandhaltung, der Reparatur und dem Ersatz von Bauteilen sowie dem Umbau/ der Erneuerung und dem betrieblichen Energie- und Wassereinsatz. Am Ende des Lebensweges eines Gebäudes werden der Abbruch, der Transport, die Abfallbewirtschaftung und die Deponierung des abgebrochenen Materials bedacht. Bei der Betrachtungsweise „Cradle to Cradle“ (dt. von der Wiege bis zur Wiege) wird die Bilanzierungsgrenze der „Cradle to Grave“-Bilanzierung um die Ermittlung des Wiedergewinnungs-, Rückgewinnungs- und Recycling-Potenzials als Gutschriften und Lasten (D) ergänzt. In der Ökobilanzierung werden spezifische Umweltfaktoren für die verschiedenen Baustoffe/ Materialien ermittelt und mit den jeweiligen Massen im Gebäude verrechnet. Zu den Faktoren zählen Emissions- und Verbrauchsfaktoren. In der Bauphase werden das Treibhauspotenzial, das Ozon-Zerstörungspotenzial, das Versauerungspotenzial und das Überdüngungspotenzial bilanziert. Während des Betriebs werden vor allem der Bedarf an nicht erneuerbaren Primärenergie, der Gesamtenergiebedarf und der Anteil erneuerbarer Primärenergie betrachtet. Darüber hinaus werden das Ozonschichtabbaupotenzial, der abiotische Ressourcenverbrauch und der Frischwasserverbrauch in der Ökobilanzierung erfasst.^[3]

Im Folgenden wird die Untersuchungsgröße des Treibhauspotenzials im Spezifischen erläutert: Das Treibhauspotenzial oder Erderwärmungspotenzial (engl. Global Warming Potential, GWP) beschreibt die schädliche Wirkung von Treibhausgasen auf das Klima der Erde. Durch die Berechnung wird zudem eine Vergleichbarkeit verschiedener Gase ermöglicht, welche sich in ihrem Erderwärmungspotenzial unterscheiden. Bei den Treibhausgasen handelt es sich beispielsweise um Kohlendioxid, Methan, Lachgas oder fluorierte Wasserstoffe.^[4] Als Richtgröße wird die Klimawirksamkeit von Kohlendioxid angenommen, sodass sich die Treibhauspotenziale der anderen Gase in Relation dazu bemessen werden.^[5] Demnach ist Methan 25-mal klimawirksamer im Vergleich zur gleichen Menge Kohlendioxid. Das Ergebnis der Berechnung des Erderwärmungspotenzials wird zudem als CO₂-Äquivalente (CO₂e oder CO₂-eq) angegeben.^[6] In den Jahren seit 1990 bis 2020 haben sich die Treibhausgasemissionen in Deutschland stetig verringert (Abb. 5.11). In der Betrachtung ist der größte Anteil der schädlichen Gase auf Kohlendioxid zurückzuführen. Darüber hinaus sind die Emissionen zwar rückläufig, allerdings liegen sie deutlich über dem Niveau, was im Jahr 2030 erreicht werden soll.^[7] Die geplante Treibhausgasneutralität im Jahr 2050 stellt ebenfalls eine Herausforderung dar. Von den gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland werden 40% durch die Herstellung, die Errichtung, die Modernisierung, die Nutzung und den Betrieb von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Deutschland generiert (Abb. 5.8). Darüber hinaus machen die Errichtung und Nutzung von Hochbauten

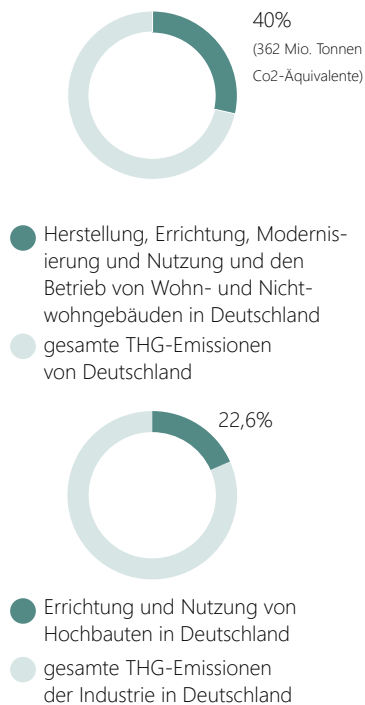


Abb. 5.7

Abb. 5.7
THG-Emissionen von Gebäuden in Deutschland,
Studie 2014

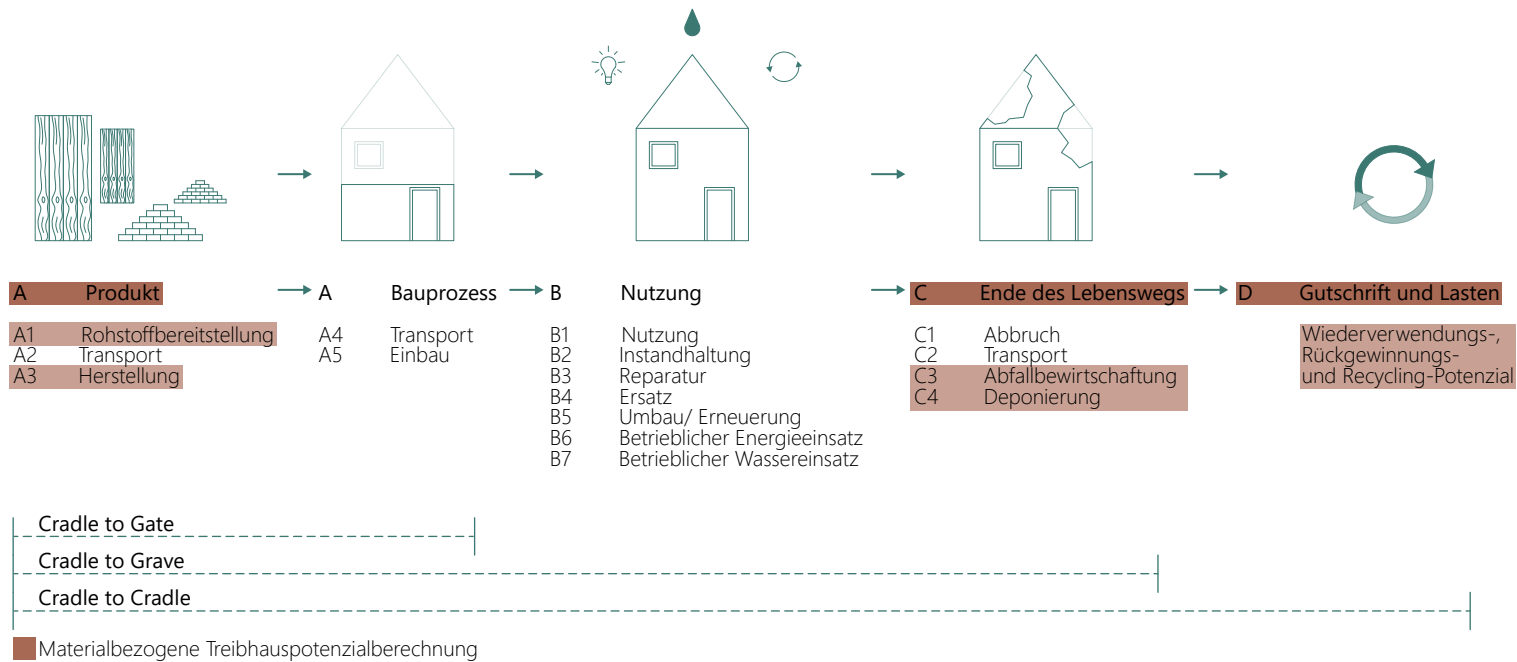


Abb. 5.8

22,6% der gesamten Treibhausgasemissionen der Industrie in Deutschland aus. In der Phase der Herstellung produziert ein Neubau der heutigen Zeit ungefähr die Hälfte der CO₂-Emissionen, die er im gesamten Lebenszyklus generiert (Abb. 5.8).^[8] Bereits bei der Gewinnung bzw. Herstellung der Baumaterialien werden Treibhausgase verursacht. Zudem werden beim Transport, dem Einbau, dem Abbruch und der energetischen Verwertung der Baustoffe klimaschädliche Gase, vor allem Kohlendioxid, freigesetzt. Aufgrund dessen ist das Treibhauspotenzial ein maßgeblicher Indikator für die Ökobilanzierung eines Materials. In der Betrachtung sind biotische Stoffe fossilen Baustoffen insbesondere bei der Abfallentwicklung und der Luftreinigung überlegen. Bei biotischen Stoffen wie beispielweise Holz ist ein geschlossener CO₂-Kreislauf vorhanden. Das bedeutet, dass Holz in seiner Entstehung Kohlendioxid bindet und als CO₂-Speicher fungiert. Diese gespeicherte Masse wird am Ende des Lebenszyklus des Holzbau- teils freigesetzt. Bei der Verbrennung von fossilen Baustoffen hingegen wird Kohlendioxid abgegeben, welches über Jahr- millionen in ihnen ge- bunden war.^[9] Um klimagerecht zu bauen, sollte mit Baustoffen mit mög- lichst geringem Primärenergiebedarf im gesamten Lebenszyklus geplant werden. Um die Treibhausgasemissionen beim Transport der Baustoffe zu minimieren, sollten möglichst lokale Vorkommen genutzt werden. Darüber hinaus können die Emissionen von Gebäuden vor allem in der Phase der

Nutzung und des Betriebs eingespart werden. Diese machen ungefähr 75% des Treibhausgasfußabdrucks der Hochbauten in Deutschland aus (Abb. 5.10).^[10] Verschiedene Strategien zur Einsparung von Treibhausgas- emissionen werden im folgenden beschrieben. Zunächst ist es möglich, den Energiebedarf während der Gebäudeerrichtung und -nutzung zu be- grenzen und beispielsweise durch verbesserte U-Werte oder den Betrieb von Photovoltaikanlagen zu reduzieren. Darüber hinaus kann eine Dekar- bonisierung von Materialien in der Produktion und in den Prozessen zur Energiebereitstellung einen positiven Einfluss auf das Treibhauspotenzial eines Baustoffs haben. Außerdem sollten die Nutzung von erneuerbaren Energien und klimaverträglichen ebenso wie die Vermeidung von Bauteil- vorfertigung gefördert werden.

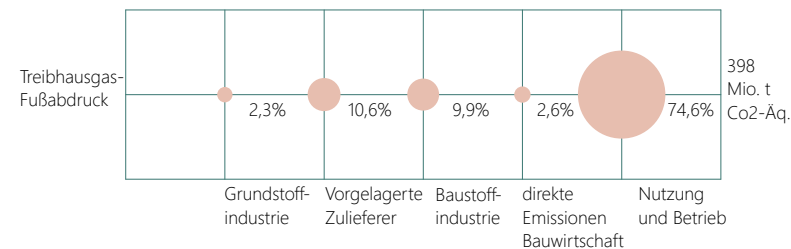


Abb. 5.9

Abb. 5.8 Lebenszyklusanalyse

Abb. 5.9 Wertschöpfung und Umweltfußabdrücke des Handlungsfeldes Errichtung und Nutzung von Hochbauten (Baustoffindustrie und weitere direkte Zulieferer)

5.3.2 BERECHNUNG DES TREIBHAUSPOTENZIALS

Bei der Untersuchung der Fachwerkgebäude und dem Massivbau aus der Wuppertaler Nordstadt soll für die Ökobilanzierung die Berechnung des Treibhauspotenzials durchgeführt und im späteren Verlauf gegenübergestellt und analysiert werden. Diese Ermittlung wird auf der Grundlage der Massenermittlungen der jeweiligen Gebäude, die von den Studierenden im Vorfeld erstellt wurden, getätigt. Als Bilanzierungsgrenzen werden die Herstellungsphase (A1-3), die Entsorgung (C3-4) und das Recyclingpotenzial außerhalb der Systemgrenzen (D) festgelegt. Der Transport wird nicht einbezogen, da davon auszugehen ist, dass zur Zeit der Errichtung der Gebäude möglichst lokal gebaut wurde. Darüber hinaus wird das Tool des „Urban Mining Index“, welches von Dr. Anja Rosen während ihrer Promotion an der Bergischen Universität Wuppertal entwickelt wurde, für die Berechnung genutzt. Dieses Werkzeug dient vor allem der quantitativen Bewertung der Kreislaufkonsistenz von Baukonstruktionen in der Planung von Neubauten. Neben der Ermittlung der Kreislaufpotenziale kann mit-

hilfe des Tools das Treibhauspotenzial für verschiedene Bauteile berechnet werden.^[11] Um diese Funktion nutzen zu können, wurde die Massenermittlung des Tools an die vorhandene Massen angepasst. Zudem werden im Gegensatz zum „Urban Mining Index“ nicht die einzelnen Bauteile betrachtet sondern die unterschiedlichen Materialmengen, die insgesamt im Gebäude verbaut sind. Aus der vorhandenen Massenermittlung sind neben der Masse der Materialien ebenfalls die Rohdichten in das abgewandelte Tool übertragen worden. Mithilfe der Plattform „ÖKOBAUDAT“^[12] und einzelnen Umwelt-Produktdeklarationen (engl. Environmental Product Declaration, EPD)^[13] sind die notwendigen Werte für das Treibhauspotenzial der verschiedenen Materialien für die festgelegten Bilanzierungsgrenzen ermittelt worden. Eine beispielhafte Berechnungstabelle lässt sich dem Anhang entnehmen. Die Ergebnisse der Treibhauspotenzialberechnung werden im Folgenden beschrieben.

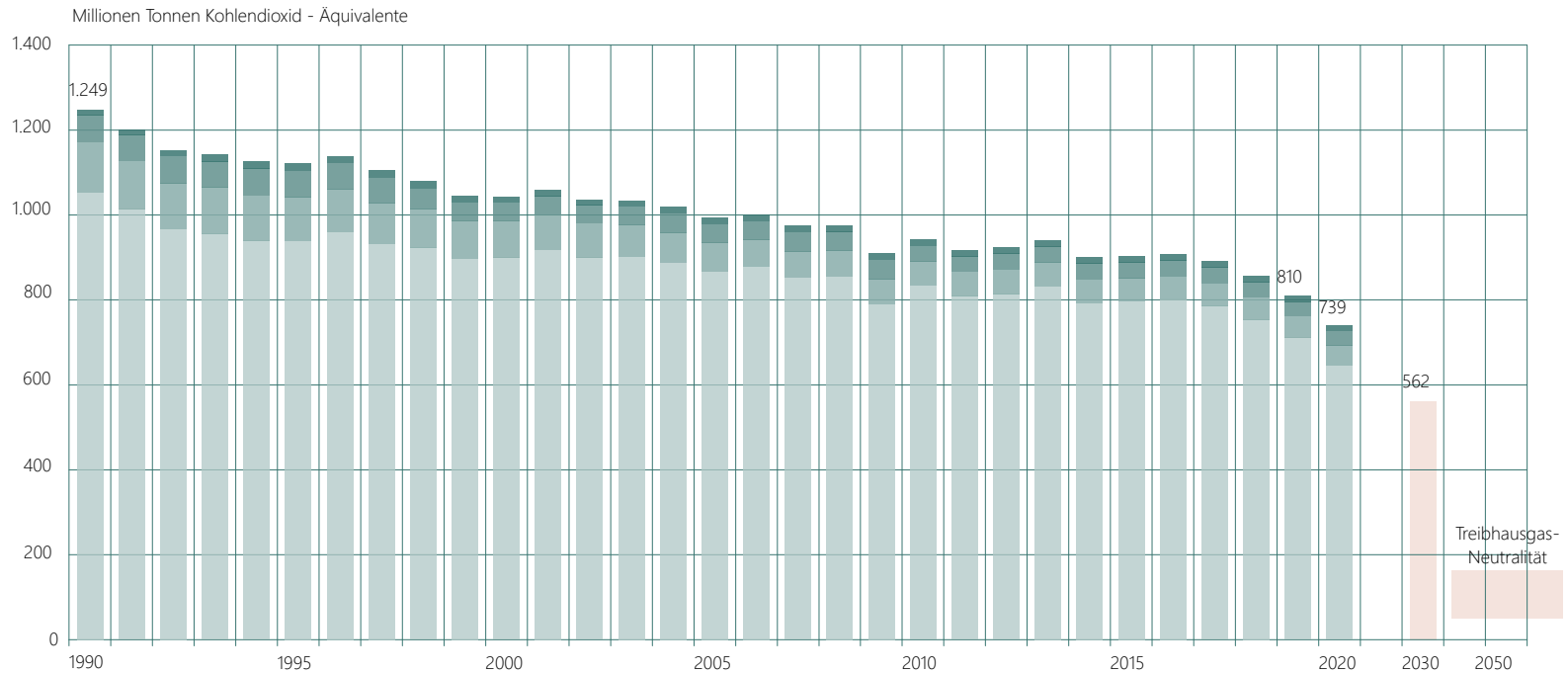


Abb. 5.10

Abb. 5.10
Treibhausgas-Emissionen seit 1990
nach Gasen in Deutschland

5.3.3 ERGEBNISSE

Zunächst werden die Resultate in Relation zur CO₂-Speichermasse einer 100 Jahre alten Fichte betrachtet (Abb. 5.12). Der Baum ist 35 Meter hoch und besitzt einen Durchmesser von 50 Zentimeter auf einer Höhe von 1,30 Metern gemessen. Darüber hinaus beträgt sein Holzvolumen 3,40 m³. Die CO₂-Speichermasse beträgt 2.600 kg CO₂-Äquivalente.^[14] Bei den untersuchten Wohnhäusern wird in diesem Vergleich das Treibhauspotenzial des gesamten Gebäudes angenommen. Der behandelte Massivbau entspricht durch sein Treibhauspotenzial von 133.554 kg CO₂-Äquivalente 51 Fichten, während die Gerberstraße 24 als Fachwerkgebäude mit dem höchsten Erderwärmungspotenzial 34 Fichten gleicht. Im Gegensatz dazu produzierte die Markomannenstraße 59 eine CO₂-Menge, die mit der Speichermasse von fünf Fichten übereinstimmt. Die Neue Nordstraße 1, die in ihrer Größe vergleichbar mit dem Massivbau ist, produziert ungefähr 40 Prozent des Treibhauspotenzials der Bandstraße 31. Die großen Unterschiede zwischen den Fachwerkgebäuden sind vor allem auf die Gebäudegrößen und die unterschiedlichen Materialmassen zurückzuführen.

Im Folgenden wurden die Ergebnisse der Treibhauspotenzialberechnung für jedes Gebäude auf den Referenzwert eines Kubikmeters des Gebäudevolumens, also auf den Brutto-Rauminhalt, umgerechnet (Abb. 5.12). Zudem sind die Resultate in den Diagrammen nach Materialien differen-

ziert, sodass Aussagen bezüglich der Treibhauspotenziale der einzelnen Baustoffe getroffen werden können. Als erstes wird ein Vergleich zwischen den Fachwerkgebäuden und dem Massivbau beschrieben. Die Bandstraße 31 verursacht vor allem durch die Verwendung von Mauerwerk in ihrem Lebenszyklus ungefähr 41.000 Kilogramm CO₂ pro Kubikmeter Gebäudevolumen und ist dadurch deutlich klimaschädlicher in der Materialwahl als die Fachwerkgebäude, die maximal ungefähr 5.100 Kilogramm CO₂ pro Kubikmeter Gebäudevolumen generieren. Die für das Treibhauspotenzial prägnanten Materialanteile in dieser Untersuchung sind Holz und Mauerwerk. Wie bereits in der Einführung des Themas erläutert, speichert Holz als biotischer Baustoff CO₂ während der Herstellung bzw. Entstehung, welches in der gleichen Menge bei der Entsorgung freigesetzt wird, sodass ein geschlossener Kohlenstoff-Kreislauf besteht. Das Mauerwerk generiert vor allem in der Herstellung viel CO₂, welches nicht in einem Kreislauf zurückgeführt wird. Zudem generiert das Holz bei der Wiederverwendung oder -verwertung eine Gutschrift für das Recyclingpotenzial außerhalb der Systemgrenze. Das Mauerwerk hingegen generiert in dieser Kategorie weitere Lasten. Bei den (teil-)sanierten Gebäuden wie der Bandstraße 31 oder der Gerberstraße 24 ist zudem das Dämmmaterial in den Diagrammen ablesbar.

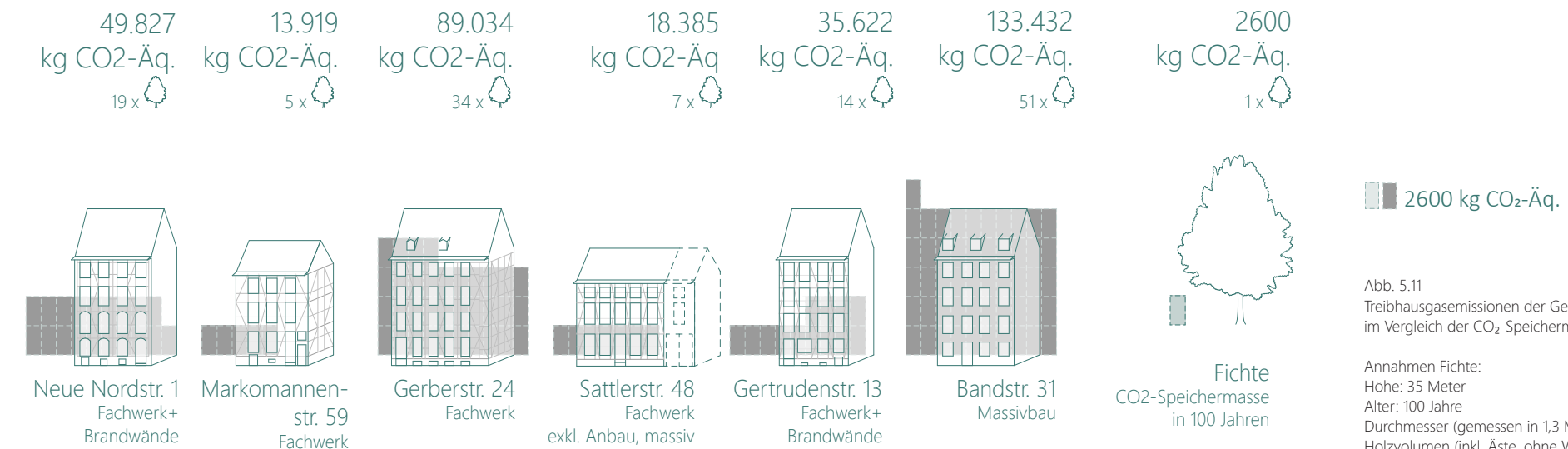
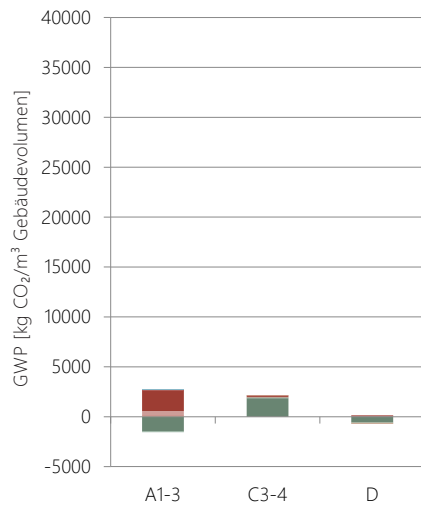


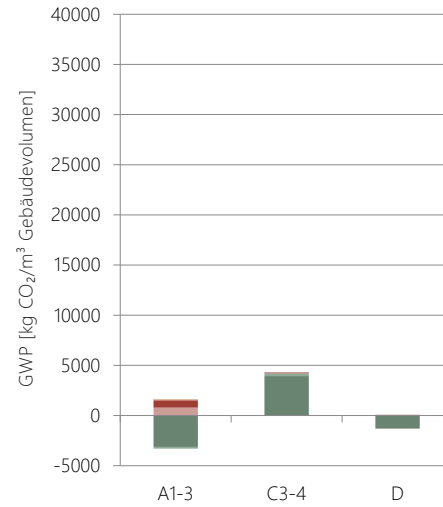
Abb. 5.11
Treibhausgasemissionen der Gebäude
im Vergleich der CO₂-Speichermasse einer Fichte

Annahmen Fichte:
Höhe: 35 Meter
Alter: 100 Jahre
Durchmesser (gemessen in 1,3 Meter): 50 cm
Holzvolumen (inkl. Äste, ohne Wurzeln): 3,4 m³

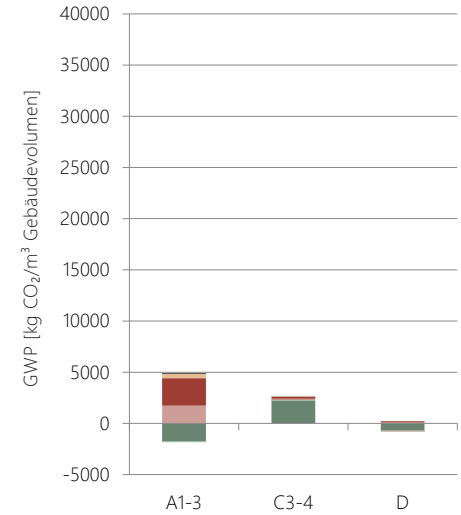
Abb. 5.11



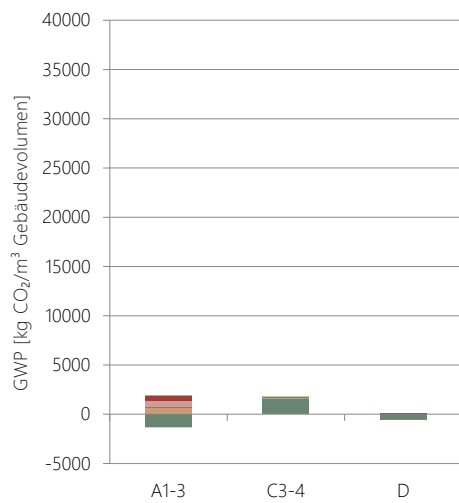
Neue Nordstraße 1
(Fachwerkbau mit Brandwänden)
2.797,1 kg CO₂/m³ Gebäudevolumen



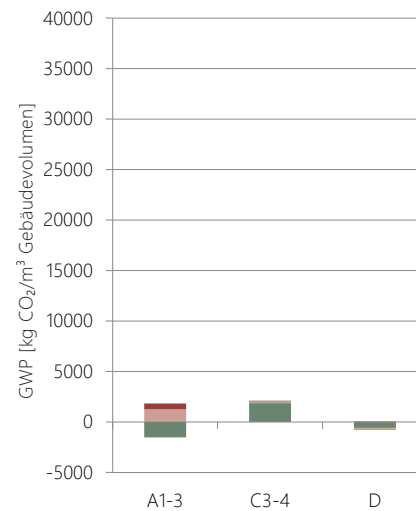
Markomannenstraße 59
(Fachwerkbau mit Ziegelausfachung)
1.318,7 kg CO₂/m³ Gebäudevolumen



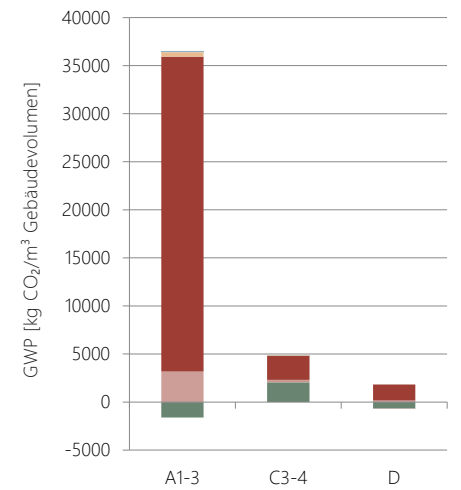
Gerberstraße 24
(Fachwerkbau saniert)
5.133,3 kg CO₂/m³ Gebäudevolumen



Gertrudenstraße 13
(Fachwerkbau mit Lehmausfachung)
1.857,4 kg CO₂/m³ Gebäudevolumen



Sattlerstraße 48
(Fachwerkbau mit Ziegelausfachung)
1.696,7 kg CO₂/m³ Gebäudevolumen

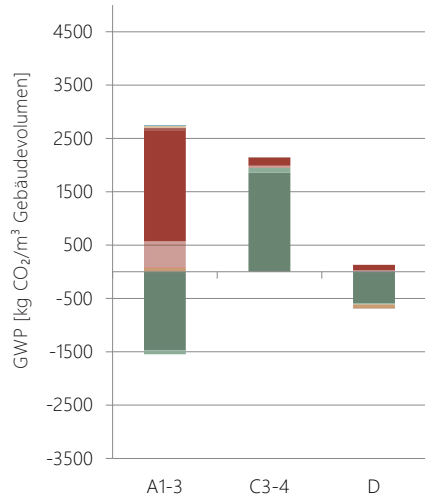


Bandstraße 31
(Massivbau)
40.854,0 kg CO₂/m³ Gebäudevolumen

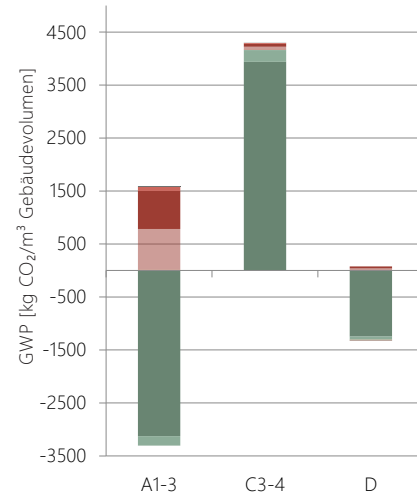
Abb. 5.12

Abb. 5.12
Global Warming Potential - Vergleich der
Fachwerkgebäude mit dem Massivbau

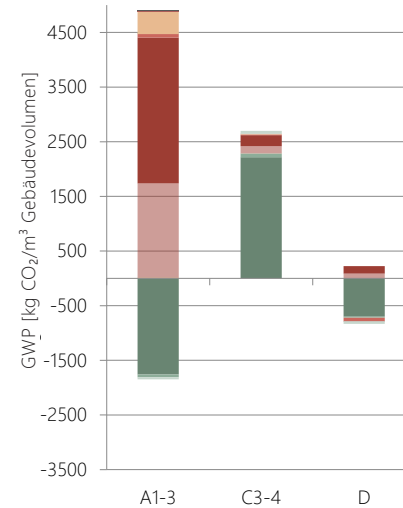
Vergleichswert: 1 m³ Gebäudevolumen inkl. Keller-
und Dachgeschoss.



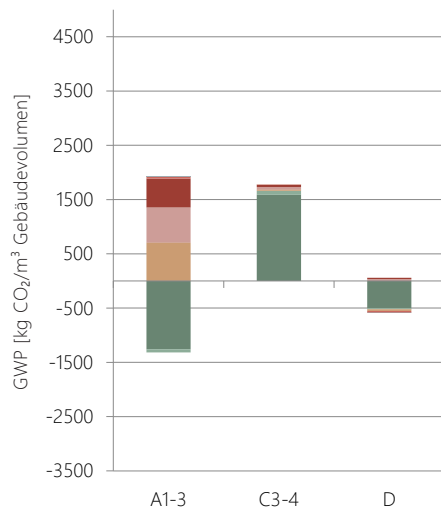
Neue Nordstraße 1
(Fachwerkbau mit Brandwänden)
2.797,1 kg CO₂/m³ Gebäudevolumen



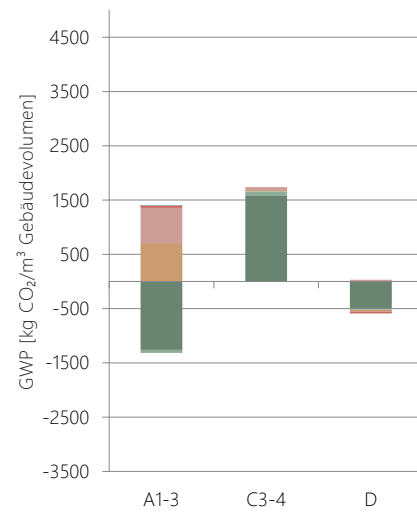
Markomannenstraße 59
(Fachwerkbau mit Ziegelausfachung)
1.318,7 kg CO₂/m³ Gebäudevolumen



Gerberstraße 24
(Fachwerkbau saniert)
5.133,3 kg CO₂/m³ Gebäudevolumen



Gertrudenstraße 13
(Fachwerkbau mit Lehmausfachung)
1.857,4 kg CO₂/m³ Gebäudevolumen



Sattlerstraße 48
(Fachwerkbau mit Ziegelausfachung)
1.696,7 kg CO₂/m³ Gebäudevolumen

- Konstruktionsholz Eiche
- Dielenboden/ Ausbau
- OSB-Platten
- Lehm
- Mauerwerk (EG bis DG)
- Mauerwerk (Keller)
- Sand
- Dachpappe/ Abdichtungen
- Steinwolle/ Mineralwolle
- Beton
- Gipskarton
- Kunststoff
- Glas
- Stahl
- Schilfmatte
- Dachziegel
- Kalk-/ Gipsputz
- Schiefer
- Terrazzo

- A 1-3 Herstellung
- C 3-4 Entsorgung
- D Recyclingpotential außerhalb der Systemgrenze

Abb. 5.13
Global Warming Potential - Vergleich der
Fachwerkgebäude - Übersicht

Vergleichswert: 1 m³ Gebäudevolumen inkl. Keller-
und Dachgeschoss.

Die Dämmstoffe besitzen bei der Betrachtung der Materialmassen einen geringen Anteil an der Gebäudemasse, allerdings sind sie für die Betrachtung des Treibhauspotenzials deutlich relevanter. Während die verwendete Mineralwolle bei der Herstellung CO₂ freisetzt, können Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen wie beispielsweise Holzfaserplatten das Treibhauspotenzial des Gebäudes verbessern.

Im Weiteren werden die Ergebnisse der Fachwerkgebäude untereinander verglichen und analysiert (Abb. 5.13). Wie bereits beschrieben, generiert das Mauerwerk den Großteil der Treibhausgasemissionen der Gebäude. Aufgrund der verschiedenen Materialanteile der Gebäude ergeben sich daraus unterschiedliche Resultate. Die Gerberstraße 24 beispielsweise hat einen hohen Keller aus Mauerwerk, welcher sich in den Ergebnissen ablesen lässt. Bei der Neuen Nordstraße 1 hingegen sind die Anteile des Mauerwerks im Keller im Vergleich zu den anderen Etagen verhältnismäßig gering, dennoch ist der Wert sehr hoch, was sich mit den massiven Brand-

wänden erklären lässt. Außerdem weist die Markomannenstraße 59 einen verhältnismäßig großen Holzanteil auf, wodurch sie das Gebäude mit dem geringsten Treibhauspotenzial pro Kubikmeter Gebäudevolumen darstellt. Das Fachwerkgebäude, welches als einziges eine Lehmausfachung der Konstruktion aufweist, ist die Gertrudenstraße 13. Allerdings besitzt das Wohnhaus Brandwände, welche aus Mauerwerk bestehen und dadurch den CO₂-Ausstoß des Gebäudes erhöhen. Das Material Lehm produziert deutlich weniger CO₂ in allen Lebenszyklusphasen des Baustoffes als Mauerwerk. Demnach ist der nachhaltige Baustoff klimafreundlicher als der mineralische. Insgesamt weisen die Fachwerkgebäude ähnliche Ergebnisse für das Treibhauspotenzial pro Kubikmeter Gebäudevolumen auf. Abschließend lässt sich ermitteln, dass der Massivbau bei der Betrachtung der Materialien einen deutlich schlechteren Einfluss auf das Klima ausübt als die Fachwerkgebäude. Zudem ist die Ausfachung aus Lehm eine klimafreundlichere Alternative zu der Mauerwerkvariante.

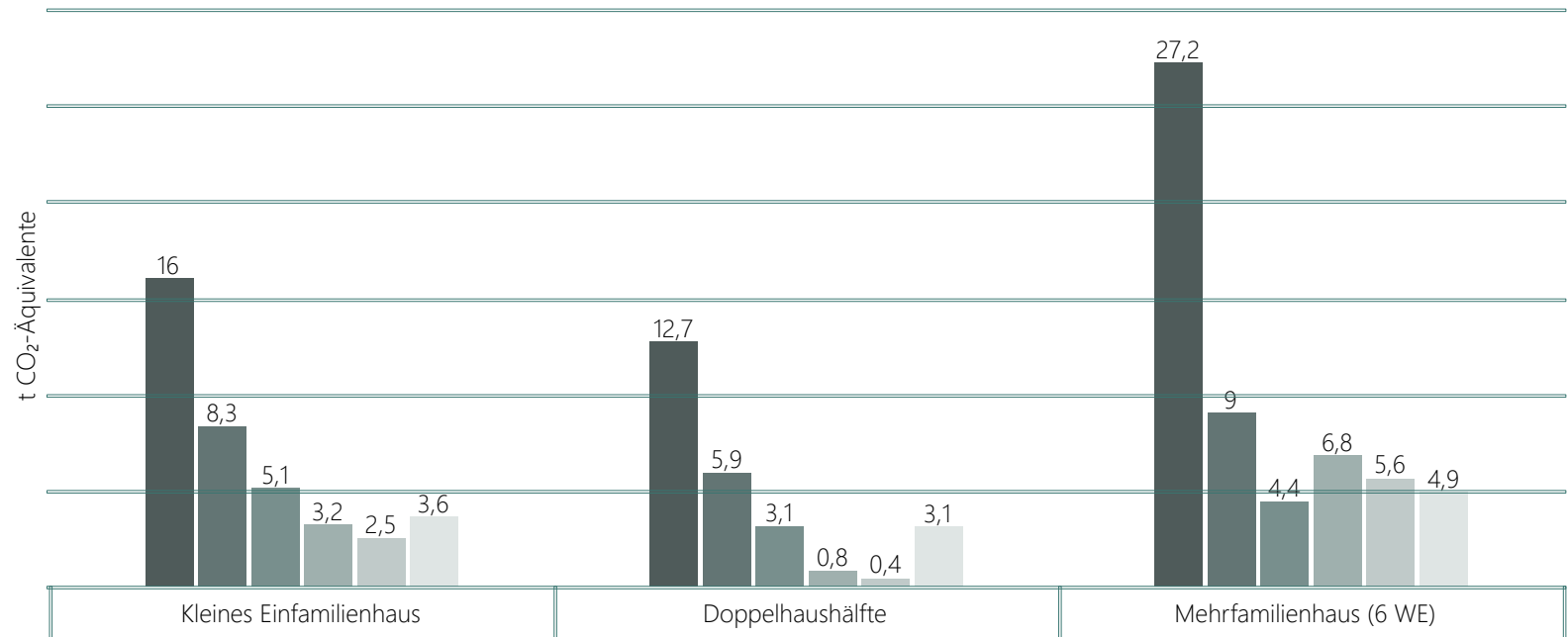


Abb. 5.14

Abb. 5.14
THG-Emissionen in Tonnen mit und ohne energetischer Gebäudesanierung

5.3.4 FAZIT

Bei dieser Untersuchung sind vor allem die Baustoffe Holz und Mauerwerk als maßgebend für das Treibhauspotential herausgestellt worden. Dies ist vor allem auf den hohen Materialanteil dieser Stoffe am Gebäude zurückzuführen. Zudem haben die Ergebnisse der sanierten Gebäude ergeben, dass die Dämmstoffwahl für das Treibhauspotential von bedeutender Relevanz ist. Demnach sollten bei einer Sanierung nachwachsende Dämmstoffe bevorzugt genutzt werden.

Für jährliche Treibhausgasemissionen, die in Deutschland durch Wohngebäude im Betrieb generiert werden, ist eine gezielte Sanierungsstrategie von hoher Bedeutung. Historische Gebäude können bereits durch geringfügige Eingriffe wie die Dämmung der Kellerdecke oder den Austausch der Fenster eine Verbesserung bei der Bilanzierung des Treibhauspotentials während der Nutzung erzielen. Zudem ist eine Sanierung von alter Bausubstanz zur Einsparung von Emissionen in allen Fällen sinnvoll und sollte zu einer kritischen Hinterfragung von Abriss und der Erstellung von Neubauten beitragen (Abb. 5.14).^[15]

● aktuell (Öl-Niedertemperaturheizung)

● Teilmodernisierung
(neue Heizung - Gas Brennwert
- + Dämmung der Kellerdecke)

● Teilmodernisierung (Außenwand
+ Fenster)

● Komplettmodernisierung
der Gebäudehülle
+ neue Heizung(Gas-Brennwert)

● Komplettmodernisierung
der Gebäudehülle
+ neue Heizung (Gas-Brennwert)
+ mechanische Lüftung

● Komplettmodernisierung
der Gebäudehülle
+ neue Heizung (Wärmepumpe)

TEIL 6

THERMISCHE PERFORMANCE

6 THERMISCHE PERFORMANCE

UNTERSUCHUNG DER SOMMERLICHEN GEBÄUDEPERFORMANCE

Marvin Kaliga, Mila Kretschmann, Ronja Lehmann, Jelka Seidel, Sophie Weuste

6.1 HINTERGRUND

Die sommerliche Performance eines Gebäudes ist die Betrachtung des Raumklimas in den Sommermonaten. Einflussfaktoren auf das Raumklima sind die Nutzung von Lüftungsanlagen, Sonnenschutz, Interne Lasten, die Wärmespeicherkapazität (Speichermasse), die U-Werte (Wärmedurchgangskoeffizient) und die Außentemperatur. Im Folgenden wird untersucht, wie sich die beiden Bauweisen, Fachwerk- und Massivbau, hinsichtlich der sommerlichen Performance unterscheiden und welche Rückschlüsse daraus für den heutigen urbanen Holzbau geschlossen werden können. Als Grundlage werden fünf der in den voran gegangenen Kapiteln analysierten Holzfachwerkbauten und der Massivbau auf der Bandstraße 31 miteinander verglichen (s. Abb. 6.1).

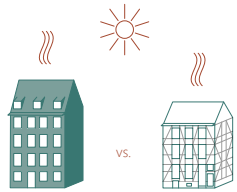


Abb. 6.1

6.2 ZU ERWARTENDE ERGEBNISSE

Die Bauartschwere ist ein ausschlaggebender Faktor für die sommerliche Gebäudeperformance. Je schwerer ein Gebäude ist, desto gehemmt tritt die Sonnenenergie durch die äußere Hülle des Gebäudes ein. Es kommt bei einer schweren Bauart seltener zu einer Überhitzung des Innenraums als bei einem Gebäude mit geringerer Masse. Die gespeicherte Wärmeenergie in den Wänden kann jedoch auch nur langsamer wieder abgegeben werden. Kommt es also doch zu einer Überhitzung eines Gebäudes der schweren Bauart, braucht dieses auch länger zum Abkühlen. Dem gegenüber führt ein Gebäude mit geringerer Bauartschwere, diese Wärme wieder schneller nach außen. Hier wird von der reinen Performance der Konstruktion gesprochen ohne eine Anwendung von Kühlung.

Es ist anzunehmen, dass ein Gebäude das massiv erbaut wurde, wie in diesem Fall die Bandstraße 31, eine höhere Speichermasse hat, als ein Holzbau und deshalb im Sommer besser performt als die Fachwerkbauten (s. Abb. 6.2).

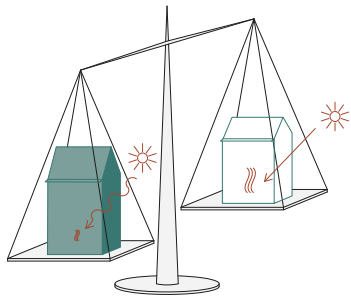


Abb. 6.2

6.3 DAS WERKZEUG

Die Grundlage für die Untersuchung bildet eine Simulation, welche die Raumtemperatur in Abhängigkeit zur Außentemperatur berechnet. Als Tool wurde das Excel-basierte Programm SimRoom^[1] verwendet. Dieses funktioniert als 1-Zonen-Raummodell. Ein hinterlegter Klimadatensatz

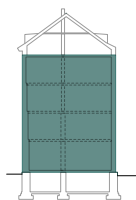


Abb. 6.3

gibt die durchschnittliche Außentemperatur an und berechnet die dazugehörige Innenraumtemperatur. Anhand der Flächeneingabe erstellt SimRoom ein Modell des Gebäudes, welches sich auf die äußere Hüllfläche bezieht. Mit der Eingabe von Parametern in den Rubriken Wärmeschutz, Bauartschwere, Verglasung, Sonnenschutz und Lüftung, berechnet SimRoom stündliche Werte für Luftfeuchtigkeit, Temperatur und CO₂-Gehalt. Das Programm berechnet zwei verschiedene Simulations-Varianten, die konditionierte und die freischwingende. Bei der konditionierten Variante wird eine Heizung oder Kühlung simuliert, sobald eine festgesetzte Raumtemperatur erreicht wird. Bei der freischwingenden Variante wiederum werden Heizung und Kühlung nicht mit simuliert.

Für die hier erläuterten Simulationen und Ergebnisse wurde die freischwingende Variante betrachtet, da die erhaltenen Ergebnisse direkten Aufschluss über die Wirkung der Bausubstanz bieten.

Der Betrachtungszeitraum wurde auf die Sommermonate beschränkt, besondere Beachtung finden dabei die heißesten Tage des Jahres.

Der gewählte Bilanzierungsbereich ist der reine Wohnraum der Gebäude. Für eine bessere Vergleichbarkeit wurden der Keller und das Dachgeschoss nicht mit einbezogen (s. Abb. 6.3).

6.4 STRATEGIE

Um eine Vergleichbarkeit der Bauarten zu ermöglichen, müssen gleiche Rahmenbedingungen geschaffen werden. Dafür wird die Konstruktion der Fachwerkgebäude in die Kubatur der Bandstraße eingefügt (s. Abb. 6.4). Nutzerspezifische Faktoren werden für die Kubatur der Bandstraße angenommen und für alle Simulationen verwendet.

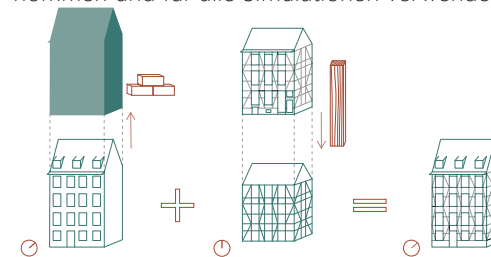


Abb. 6.4

BAUTEILE	Fläche	U-Wert	SONNENSCHUTZ (SS)	Energiedurchlassgrad Verglasung g	BAUL. VERSCHATTUNG	Horizont	Überhang	Seite	$f_{s/rot w/s}$
Außenwand N-O (Straßenseite)	150,7	0,950	Energiedurchlassgrad Verglasung g	0,70	Nordost	0	10	30	0,87 0,90
Fenster N-O (Straßenseite)	29,8	1,650	Gesamt-Energiedurchlassgrad g_{tot}	0,70	Südwest	0	10	30	0,86 0,84
Außenwand S-W (Rückseite)	156,8	0,950	Abminderung Sonnenschutz FC	1,00	KONDITIONIERUNG				
Fenster S-W (Rückseite)	30,5	1,650	Aktiver Sonnenschutz bei $I_r >$	1000	Gebäudetyp				
Innenbauteile (oberer / unterer Abschluss)			Aktiver Sonnenschutz bei $T_a >$	-100	Wohngebäude				
					Speichermasse c				
					Speichermasse f				
					Be-/Entfeuchtung				
					Leistungslimit				
					Raumthermostat \pm				
					VARIANTE 1: frei schwingend				
					VARIANTE 2: konditioniert				
					T_r Heizen				
					T_r Kühlen				
					Abmaße Bandstraße 31				
					Festgelgte Eingabe für alle				
					Variantenspezifische Eingabe				

RAUSBEDINGUNGEN	Fläche	Einheit	LÜFTUNG	Wert
Energiebezugsfläche	356	m ²	Luftdichtheit des Gebäudes n50	4,00 1/h
Lichte Raumhöhe	13,9	m	Luftwechsel in der Nutzung	0,30 1/h
Spezifische Personenbelegung	39,6	m ² / p	Berechnungswert	0,30 1/h
Berechnungswert (9 P.)	39,6	m ² / p	Luftwechsel außerhalb der Nutzung	0,00 1/h
Wärmeabgabe an 20 h / d ₃₆₅	1,9	W / m ²	Berechnungswert	0,00 1/h
Spezifischer Allgemeinstrombedarf	31,5	kWh / (m ² a)	Wärmerückgewinnung hyg. Lüftung	0% -
Berechnungswert (10.665 kWh / a)	30,0	kWh / (m ² a)	Bypass der WRG bei T _a >	100 -
Wärmeabgabe an Ø 11,2 h / d ₃₆₅	7,4	W / m ²	PASSIVE KÜHLUNG	
Spezifischer Warmwasserbedarf	13,0	kWh / (m ² a)	Wirksame Fensteröffnungsfläche	0,00 m ² / m ²
Wärmebrückenzuschlag ΔUWB	0,00	W (m ² /K)	Erhöhte Lüftung bei T _r >	24,00 °C
			Erhöhte Lüftung bei T _a >	16,00 °C

Abb. 6.5

6.5. BERECHNUNGSGRUNDLAGE

In der Tabelle Abb. 6.5 werden die in SimRoom getätigten Eingaben abgebildet. Die Bandstraße 31 ist die Grundlage für die nachfolgenden Simulationen. Die Eingaben lassen sich in drei Kategorien einteilen:

Die **Abmessungen der Bandstraße 31** sind für die Berechnung der Kubatur notwendig. Um den Fokus auf den Einfluss konstruktiver Merkmale zu setzen, wurden alle Flächen und Höhen von der Bandstraße übernommen. Dabei ist zu beachten, dass es sich rein um die Wohnetagen, exklusive Keller und Dach, handelt. Dementsprechend bezieht sich die Energiebezugsfläche, auf die Nettogrundfläche (NGF) vom Erdgeschoss bis zum dritten Obergeschoss. Das gleiche gilt für die Bauteilflächen und die lichte Raumhöhe 13.9 m entspricht der Höhe aller vier Etagen.

Interne Lasten sind die Faktoren, die vom nutzerspezifischen Verhalten abhängen. Die Personenbelegung für das gesamte Gebäude wurde mit 39,6 m² pro Person angenommen, dies entspricht einer Belegung von 9 Personen im gesamten Gebäude. Auf der Basis dieser Grundannahme wurden

die internen Lasten, wie der Allgemeinstrombedarf und der Warmwasserbedarf im Programm berechnet. Da das Lüftungsverhalten ebenfalls vom Nutzer abhängt, wurde für alle Gebäude derselbe Luftwechsel von 0,30 1/h in der Nutzung angenommen. Die Luftdichtheit des Gebäudes n50 ist ein Standardwert von 4,0 1/h für Bestandsgebäude mit moderater Luftdichtheit. Dies trifft sowohl auf die Bandstraße 31 als auch auf die fünf Fachwerkgebäude zu. Bei Neubauten ist der Wert ein anderer (vgl. Kap. 6.7 Simulation 02).

Die **variantenspezifischen Eingaben** wurden für jedes Gebäude individuell ermittelt. Es handelt sich hierbei um konstruktive Faktoren, wie die U-Werte, die Verglasungsart, die bauliche Verschattung und die Bauartschwere. Der Massivbau befindet sich neben einer Baulücke, in welcher eine Nachverdichtung angedacht ist. Um die Forschungsergebnisse für zukünftige Planungen berücksichtigen zu können, wird angenommen, dass in der Baulücke ein Gebäude steht und es sich bei der seitlichen Anschlusswand

Abb. 6.1
Piktogramm Fragestellung

Abb. 6.2
Piktogramm Erwartung

Abb. 6.3
Piktogramm Bilanzierungsraum

Abb.6.4
Piktogramm Strategie

Abb.6.5
Tabelle Eingabeparameter bei SimRoom

um eine Wand gegen beheizten Raum handelt. Gegenüber der Bandstraße befindet sich ein Spielplatz und rückseitig liegt ein Friedhofsgelände, deshalb spielt eine Verschattung der Umgebungsgebäude keine Rolle. Auch dieser Punkt wird für beide Simulationen mit angenommen.

Weitere Eingaben wurden bei der Aktivierung des Sonnenschutzes in Abhängigkeit der Einstrahlungsintensität (I_p) und Außentemperatur (T_a) vorgenommen. Die Werte sind bei SimRoom so eingetragen, dass ein Sonnenschutz nicht mit einbezogen wird (vgl. Abb. 6.5). Diese Annahme wurde auf Grund der Tatsache getroffen, dass keines der Fachwerkgebäude einen festen Sonnenschutz, wie Jalousien, Rollos oder Raffstores hat. Aus diesem Grund wurde auch der Fc-Wert, welcher ein Korrekturfaktor für den Energiedurchlassgrad der Verglasung und einem dazugehörigen Sonnenschutz ist, für alle Gebäude mit 1,0 angenommen. In der zweiten Simulation mit einem Neubau wurden jedoch bei dieser Eingabe Varianten ausprobiert (vgl. Kap. 6.7, Abb. 6.23).

Die sommerliche Performance eines Gebäudes ist stark von der Speichermasse dessen abhängig. In SimRoom besteht die Möglichkeit die Speichermasse anhand der Kategorien „leicht“ bis „sehr schwer“ einzuordnen oder alternativ kann ein zuvor berechneter Wert für die Bauartschwere eingegeben werden, welcher dann von SimRoom für die Einordnung in die Kategorien genutzt wird.

Die Bauartschwere wird individuell für jedes Gebäude berechnet. Berücksichtigt wird hier der Bauteilaufbau von innen nach außen, jedoch nur bis zur ersten Dämmschicht und/oder maximal die ersten 10 cm. Es macht somit keinen Unterschied, ob es sich um eine 60 cm oder auch 15 cm starke Außenwand handelt. Dieser Umstand und seine Auswirkungen werden im späteren Verlauf genauer erläutert.

Bei den nachfolgenden Berechnungen wurden nur die raumumschließenden Bauteile der Aufenthaltsräume einbezogen. Innenliegende Bäder, Flure, Treppenhäuser und WCs wurden ausgeklammert, um die Bauartschwere nicht künstlich zu erhöhen, da es sich um eine Berechnung in Abhängigkeit zur Nettogrundfläche handelt (s. Abb. 6.6).

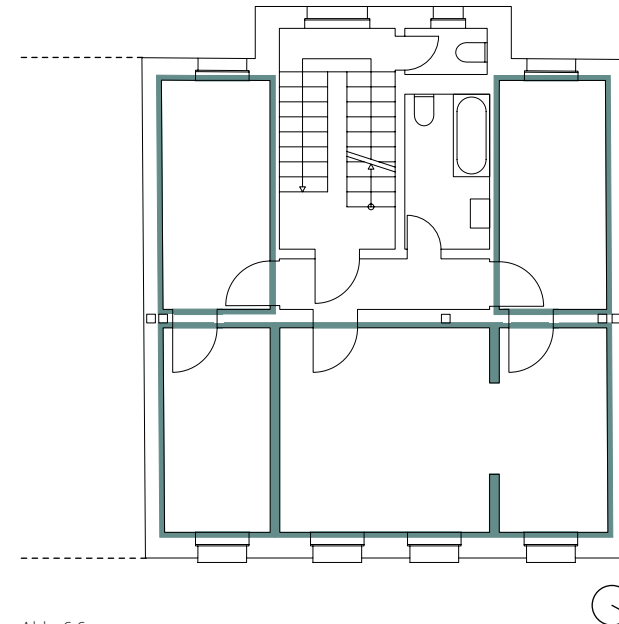


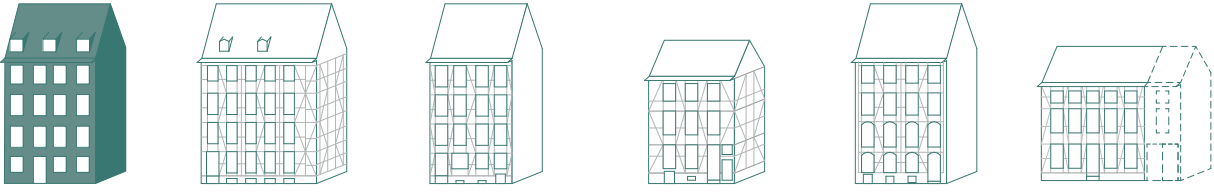
Abb. 6.6

6.6 SIMULATION 01 VERGLEICH FACHWERKBAU UND MASSIVBAU

Im Folgenden werden die fünf ausgewählten Fachwerkhäuser simuliert und die Ergebnisse mit denen der Bandstraße 31 verglichen.

6.6.1 EINGABEPARAMETER

Die individuellen Eingaben für jedes Gebäude lassen sich aus der Tabelle Abb. 6.7 entnehmen. Hier lassen sich erste Unterschiede zwischen den Fachwerkgebäuden erkennen. Im Vergleich der U-Werte, fällt besonders die Gerberstraße 24 auf, da sie bereits saniert wurde und dementsprechend einen besseren Wärmeschutz vorweist. Auch bei der Sattlerstraße






		BANDSTR. 31	GERBERSTR. 24	GERTRUDENSTR. 13	MARKOM. STR. 59	NEUE NORDSTR. 1	SATTLERSTR. 48
BAUTEILE:							
W/(m²K)	U-Wert Außenwand (Straßenseite)	[W/m²K]	0,95	0,36	1,18	1,75	2,17
	U-Wert Fenster (Straßenseite)	[W/m²K]	1,65	1,65	1,65	5,20	1,65
	U-Wert Außenwand (Rückseite)	[W/m²K]	0,95	0,36	1,18	1,75	0,40
	U-Wert Fenster (Rückseite)	[W/m²K]	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
SONNENSCHUTZ:							
	Energiedurchlassgrad Verglasung g		0,70	0,70	0,70	0,80	0,70
	Gesamt-Energiedurchlassgrad g _{tot}		0,70	0,70	0,70	0,80	0,70
	Abminderung Sonnenschutz FC		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KONDITIONIERUNG:							
	Speichermasse c	[Wh/(m²K)]	214,90	180,10	155,70	171,10	154,40
BAULICHE VERSCHATTUNG:							
	Nordost (Überhang)	[Grad]	10	10	10	10	10
	Südwest (Überhang)	[Grad]	10	10	10	10	10
	Nordost (Seite)	[Grad]	30	20	20	20	20
	Südwest (Seite)	[Grad]	30	20	20	20	20

Abb. 6.7

48 wurde auf der Rückseite der Fassade eine Sanierung durchgeführt, die zu niedrigeren U-Werten geführt hat.

Bei den U-Werten der Fenster fällt die Markomannenstraße 59 auf, da es sich bei der straßenseitigen Fassade noch um die originale Einscheibenverglasung handelt. Diese hat einen deutlich höheren U-Wert als die zweischiebenverglaste Fenster. Entsprechend des U-Wertes der Fenster, ändert sich auch individuell der Energiedurchlassgrad g. Der g-Wert der Markomannenstraße 59 erhöht sich auf 0,8. Dieser Wert kann nicht separat für Rück- und Vorderseite eingetragen werden, folglich wurde der Mittelwert aus 0,7 (Zweischiebenverglasung) und 0,9 (Einscheibenverglasung) gewählt. Alle anderen Gebäude haben eine 2-Scheiben-Verglasung und den gleichen angenommenen U-Wert von 1,65 W/m²K und einen entsprechenden g-Wert von 0,7. Auffällig ist, dass es sich bei allen Gebäu-

den, auch bei der Bandstraße 31, um eine "sehr schwere" Bauart handelt. Gegensätzlich der Erwartung, dass die Fachwerkhäuser eine geringere Speichermasse haben und eher der Bauartschwere leicht angehören, verfügen sie jedoch durch die Lehm- und Ziegelausfachung über ein hohes Gewicht. Die Bandstraße 31 ist jedoch immer noch das schwerste der Gebäude. Die geringste Speichermasse haben die Gertrudenstraße 13 und die Neue Nordstraße 1.

6.6.2 AUSWERTUNG DER SIMULATION 01

Auf den folgenden Seiten werden die Simulationsergebnisse anhand von Graphen dargestellt. Im Folgenden wird die Bandstraße 31 (rot) und die Außentemperatur (grau) immer im Vergleich zu den analysierten Fachwerkgebäuden gezeigt.

Abb. 6.7
Tabelle Fachwerkhäuser mit individuellen Eingaben im Vergleich zur Bandstraße 31

BANDSTRASSE 31

In Abbild 6.8 ist der Temperaturverlauf der Bandstraße 31 in den Sommermonaten zu sehen. Das Zoom-In stellt einen Zeitraum von sieben Tagen dar, an denen die Außentemperatur überdurchschnittlich hoch ist. Die Innenraumtemperatur wird immer gemeinsam mit dem Verlauf der Außentemperatur angegeben.

Die Innentemperatur der Bandstraße 31 schwankt im Vergleich zum am Graphen ablesbaren Tag-Nacht-Rhythmus der Außentemperatur nur

leicht. Der Temperaturverlauf ist relativ konstant, da in der Nacht kaum eine Abkühlung stattfindet. Zudem sind die lokalen Peaks der Raumlufttemperatur und der Außenlufttemperatur in einem 24 Stunden Intervall versetzt zueinander.

Aufgrund der massiven Bauweise besitzt die Bandstraße 31 eine hohe thermische Speichermasse, woraus diese Phasenverschiebung der Peaks und die geringe Volatilität der Raumlufttemperatur resultiert.



Bandstraße 31

$W/(m^2K)$	Wand NO	0,95
	Wand SW	0,95
	Fenster NO	1,65
	Fenster SW	1,65
	g_t	0,7
	g_{rot}	0,7
	FC	1,00
	Speichermasse	214,9 Wh/(m ² K)
	<hr/>	
	Überhang NO	10°
	Überhang SW	10°
	Seite NO	30°
	Seite SW	30°

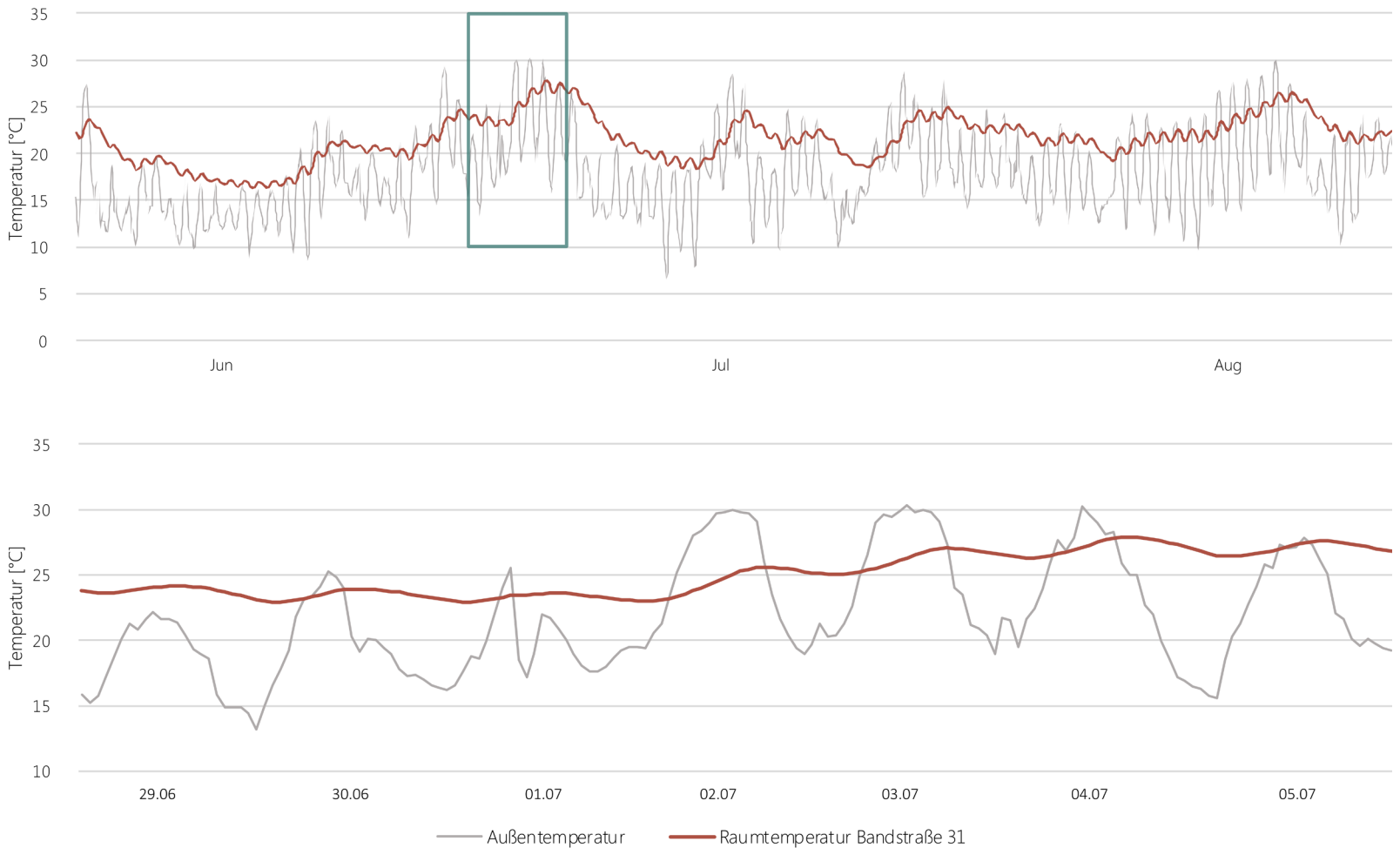


Abb. 6.8

Graphische Auswertung Bandstraße 31

GERBERSTRASSE 24

Bei der Gerberstraße 24 (Abb. 6.9) handelt es sich um ein Fachwerkgebäude, welches bereits energetisch saniert wurde. Dieses hat mit $180,1 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$ eine ähnlich hohe Speichermasse wie die Bandstraße 31. Die Raumlufttemperatur der Gerberstraße 24 verläuft annähernd parallel zu der Raumlufttemperatur der Bandstraße 31, ist jedoch in etwa $0,5^\circ\text{C}$ höher. Dies ist bedingt durch die solare Einstrahlung und die inneren Lasten.

Aufgrund der geringen U-Werte der Gebäudehülle im Vergleich zu der Bandstraße 31 können diese Lasten weniger gut durch Temperaturtransmission der Bauteile wieder ausgeglichen werden.

Allgemein lässt sich jedoch sagen, dass der Verlauf sehr ähnlich ist und die Behaglichkeit in den Sommermonaten in Bezug auf die Raumlufttemperatur ebenfalls als gut zu bewerten ist.

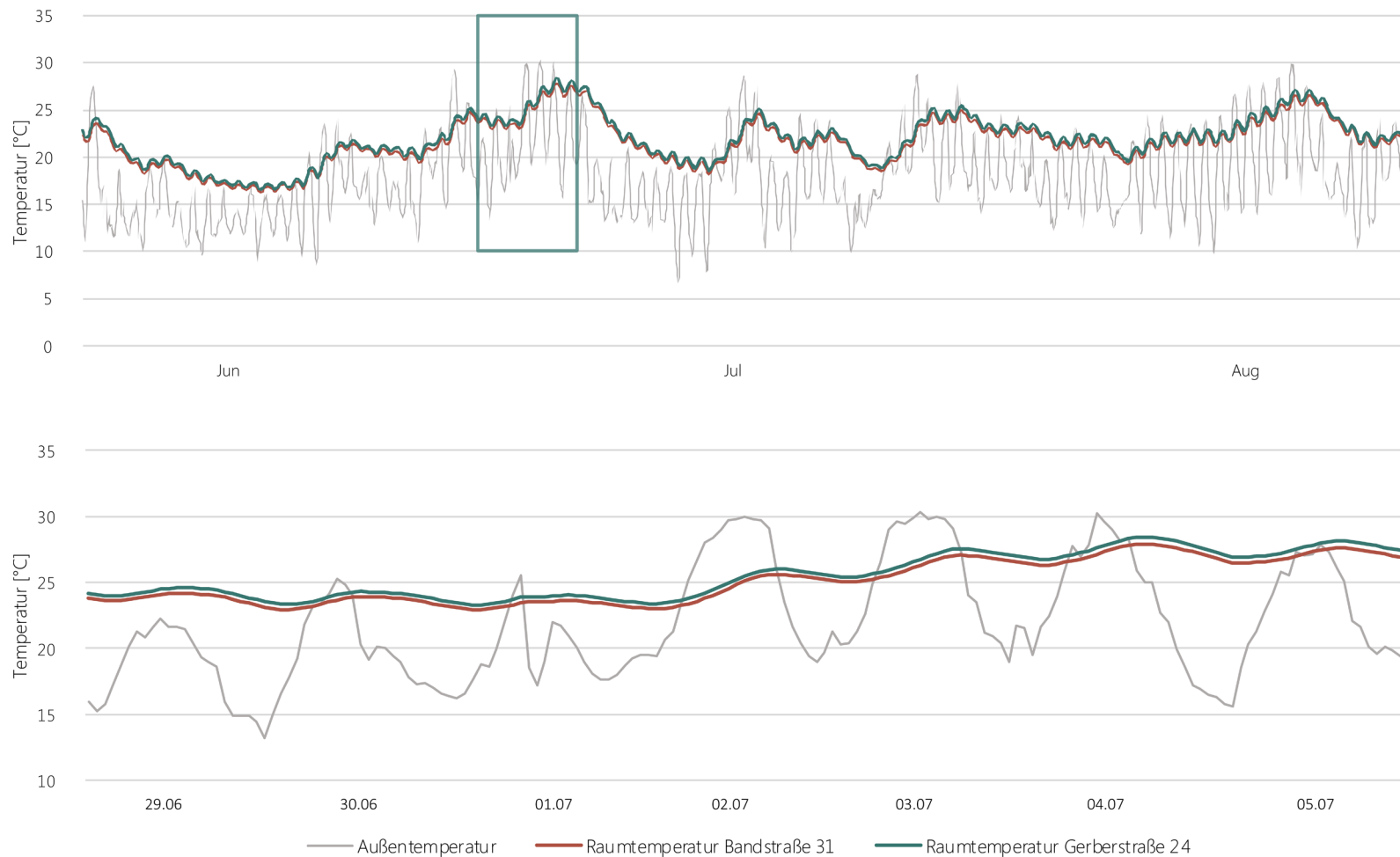
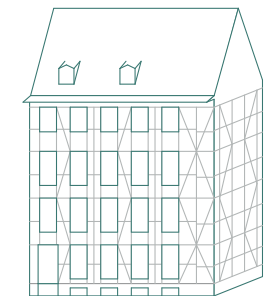


Abb. 6.9



Gerberstraße 24

Wand NO	0,36	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
Wand SW	0,36	
Fenster NO	1,65	
Fenster SW	1,65	

gt	0,7	
gtot	0,7	
FC	1,00	

Speichermasse	$180,1 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$	
---------------	---	--

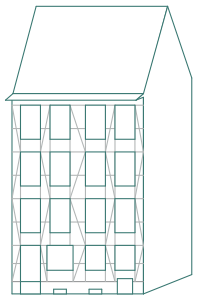
Überhang NO	10°	
Überhang SW	10°	
Seite NO	20°	
Seite SW	20°	

Abb. 6.9
Graphische Auswertung Gerberstraße 24
im Vergleich mit der Bandstraße 31

GERTRUDENSTRASSE 13

Die Kurve der Raumlufttemperatur der Gertrudenstraße 13 verläuft an etwas kühleren Tagen fast identisch zur Kurve der Raumlufttemperatur der Bandstraße 31. An den heißeren Tagen weist diese jedoch starke Schwankungen auf. Ein Grund hierfür ist die etwas geringere Bauartschwere und die höheren und somit schlechteren U-Werte der Außenwände.

Da der durchschnittliche Transmissionswert der Gebäudehülle der Gertrudenstraße 13 geringer als der Transmissionswert der Gebäudehülle der Bandstraße 31, ist der Transmissionsaustausch über die Bauteile der Gebäudehülle höher.



Gertrudenstraße 13

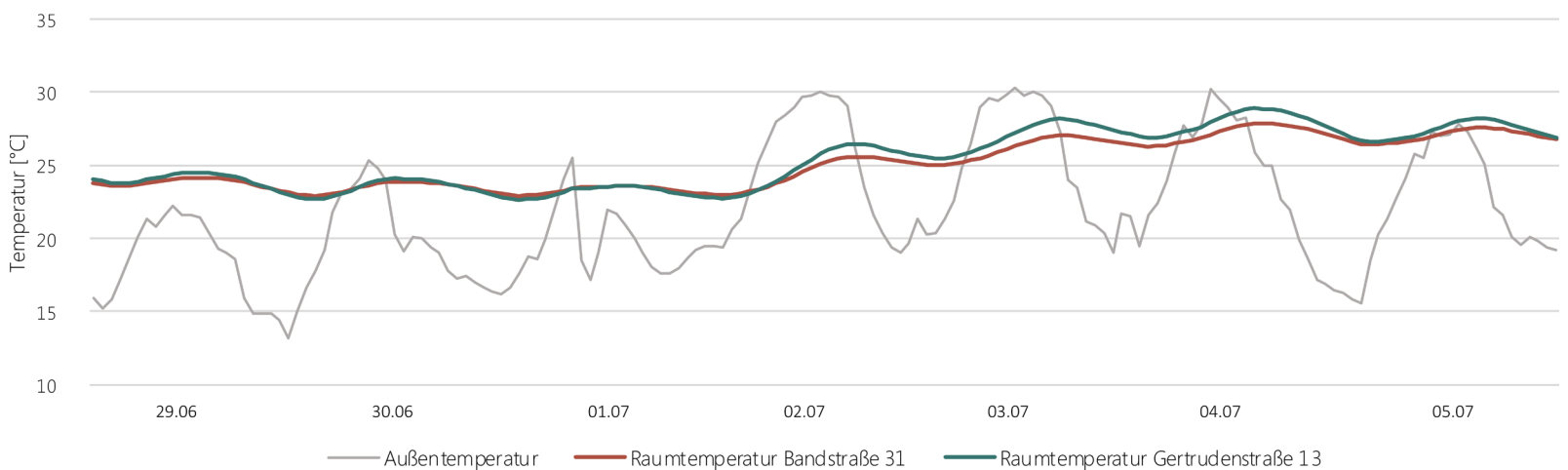
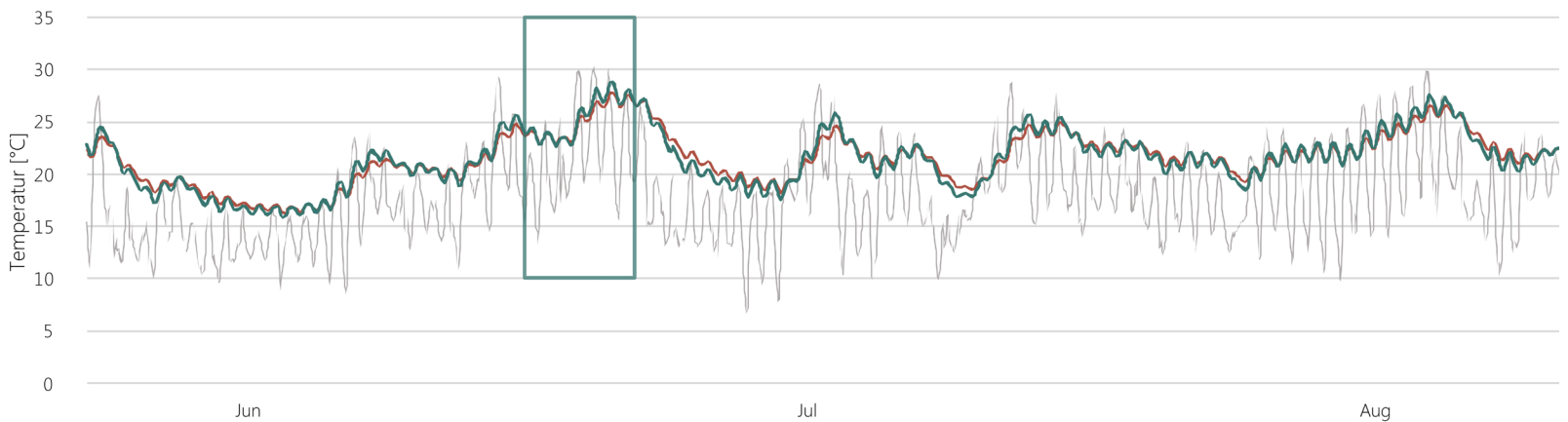


Abb. 6.10

— Außentemperatur — Raumtemperatur Bandstraße 31 — Raumtemperatur Gertrudenstraße 13

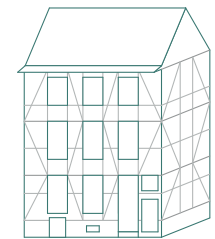
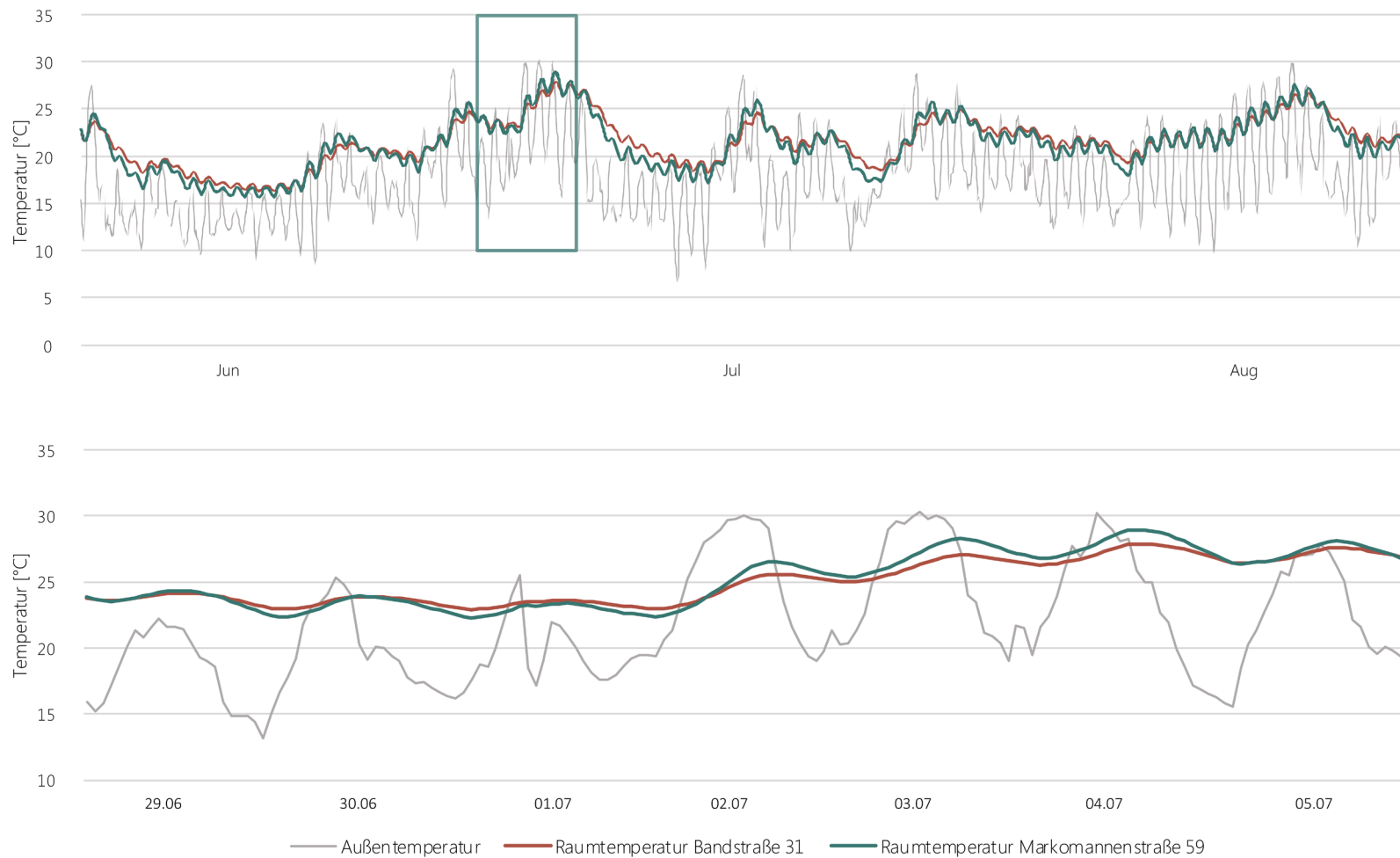
$W/(m^2K)$	Wand NO	1,18
	Wand SW	1,18
	Fenster NO	1,65
	Fenster SW	1,65
	gt	0,7
	gtot	0,7
	FC	1,00
	Speichermasse	155,7 Wh(m ² K)
	Überhang NO	10°
	Überhang SW	10°
	Seite NO	20°
	Seite SW	20°

Abb. 6.10
Graphische Auswertung Gertrudenstraße 13
im Vergleich mit der Bandstraße 31

MARKOMANNENSTRASSE 59

An kälteren Tagen liegt die Temperaturverlaufskurve der Markomannenstraße 59 nachts etwas unterhalb der Bandstraße 31. An den heißen Tagen performt sie sehr ähnlich zu der Gertrudenstraße 13. Die Ursache liegt hier an der Einscheibenverglasung, der straßenseitigen Fassade und dem höheren Energiedurchlassgrad der Verglasung. Daraus resultieren höhere

solare Gewinne und ein Anstieg der Raumlufttemperatur. Die Markomannenstraße wurde sehr sensibel saniert, dabei war es die Priorität das äußere Erscheinungsbild zu erhalten, was lediglich zum Austausch der rückseitigen Fenster geführt hat. Die straßenseitigen Fenster wurden im Originalzustand erhalten.



Markomannenstraße 59

Wand NO	1,75	W/(m²K)
Wand SW	1,75	
Fenster NO	5,20	
Fenster SW	1,65	

gt	0,8	
gtot	0,8	
FC	1,00	

Speichermasse	171,1 Wh/(m²K)	
---------------	----------------	--

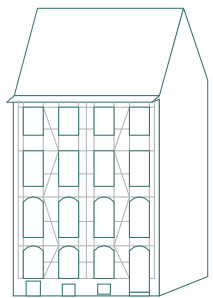
Überhang NO	10°	
Überhang SW	10°	
Seite NO	20°	
Seite SW	20°	

Abb. 6.11
Graphische Auswertung Markomannenstraße 59
im Vergleich mit der Bandstraße 31

NEUE NORDSTRASSE 1

Die Temperaturverlaufskurve der Neuen Nordstraße 1 verhält sich wieder sehr ähnlich wie die Kurve der Raumlufttemperatur der Gertrudenstraße 13 und Markomannenstraße 59. Der Darstellung sind lediglich minimale Abweichungen zu entnehmen. Die Neue Nordstraße 1 hat die geringste

Speichermasse und zeitgleich die höchsten Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwände. Daraus resultiert, dass die Transmission der Temperatur über die Bauteile der Fassadenhülle höher und die thermische Speicherfähigkeit der Konstruktionsbauteile geringer ist.



Neue Nordstraße 1

$W/(m^2K)$	Wand NO	1,75
	Wand SW	1,75
	Fenster NO	1,65
	Fenster SW	1,65
	gt	0,7
	gtot	0,7
	FC	1,00
	Speichermasse	154,4 Wh(m ² K)
	Überhang NO	10°
	Überhang SW	10°
	Seite NO	20°
	Seite SW	20°

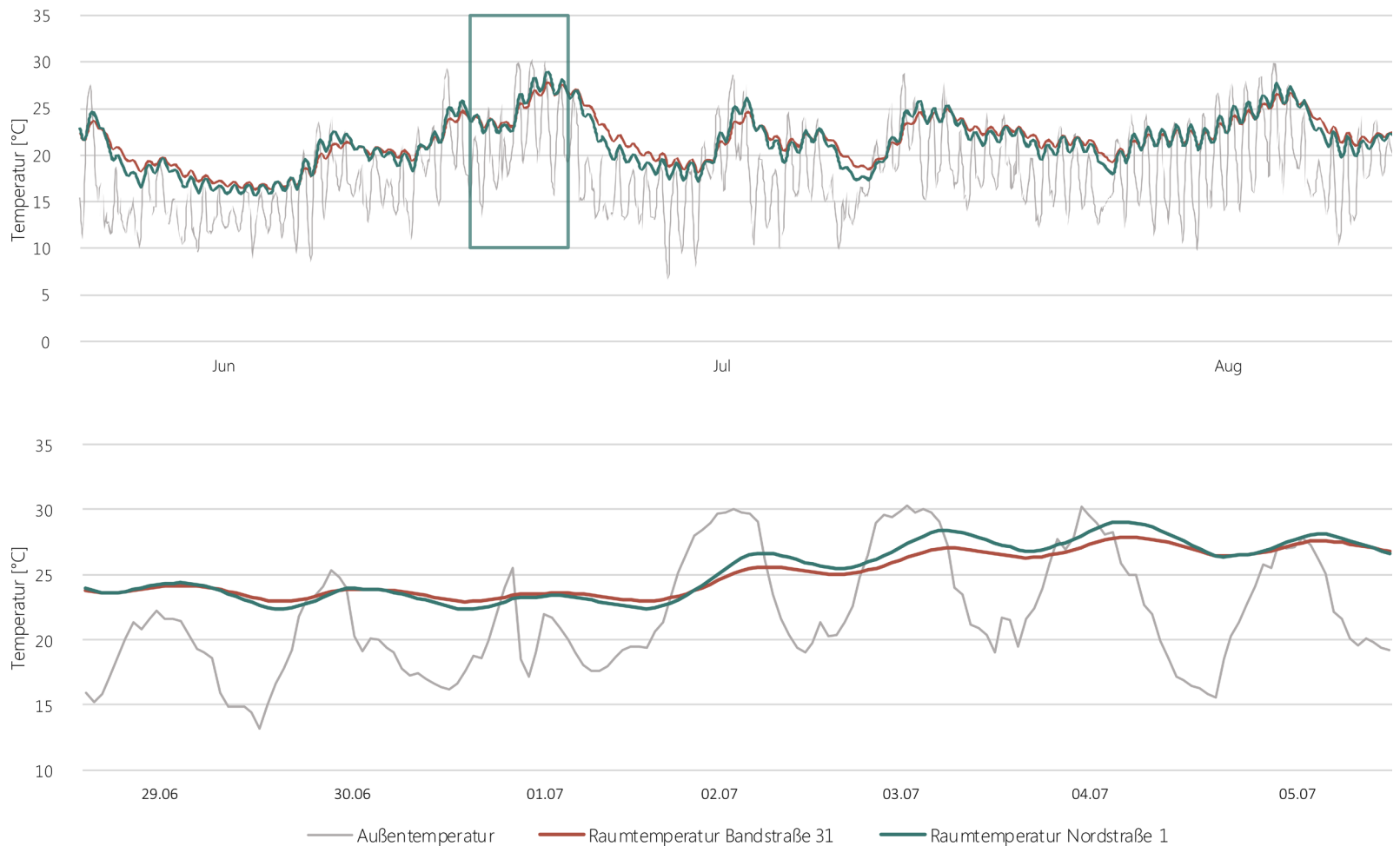


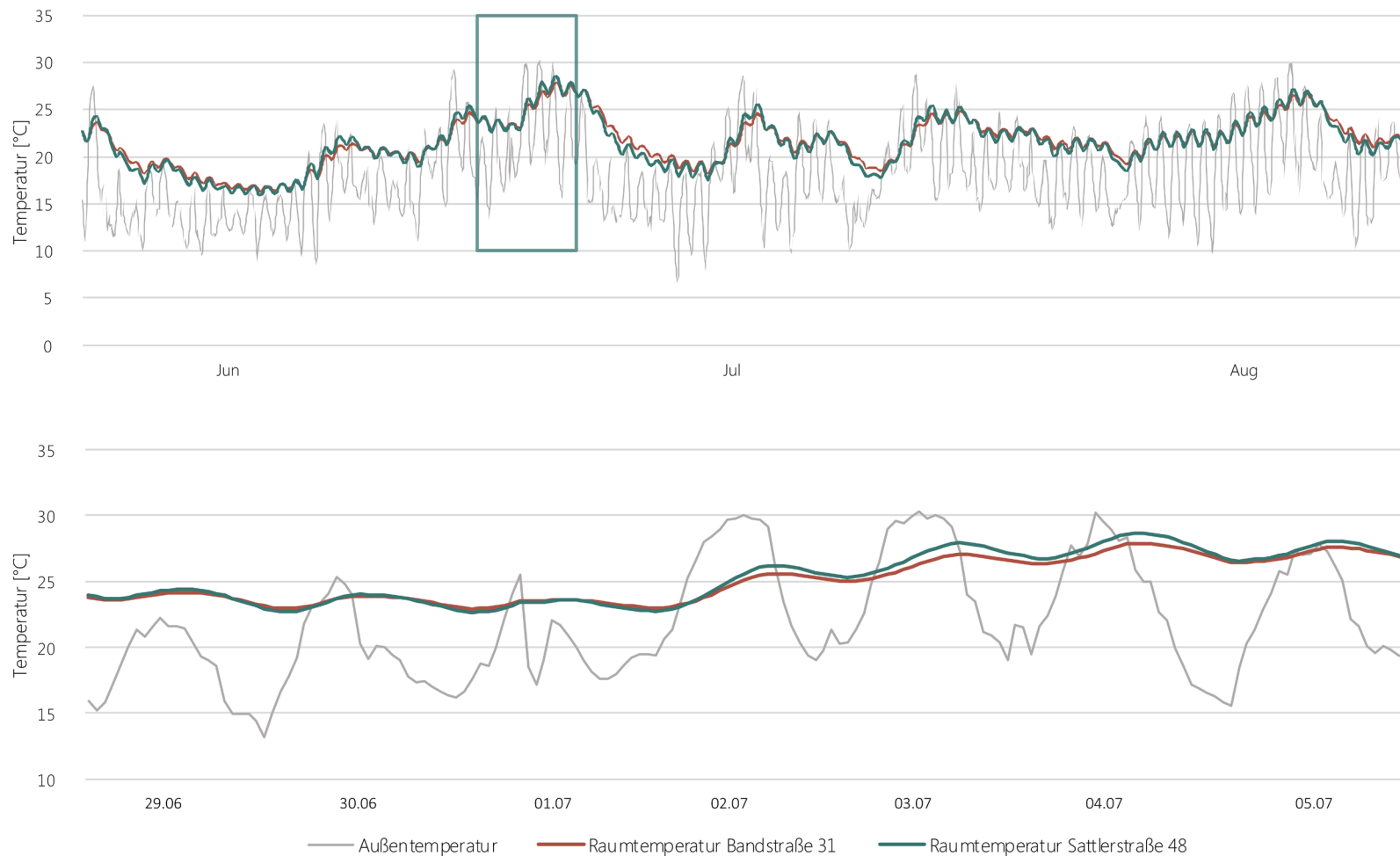
Abb. 6.12

Graphische Auswertung der Neuen Nordstraße 1 im Vergleich mit der Bandstraße 31

SATTLERSTRASSE 48

Die Simulationsergebnisse der Sattlerstraße 48 zeigen, dass durch energetische Sanierungsmaßnahmen einer Fassadenseite, Unterschiede des Temperaturverlaufes im Verhältnis zu den anderen Fachwerkgebäuden erkennbar sind. Die Temperaturverlaufskurve der Sattlerstraße 48 und der Bandstraße 31 sind sehr nah beieinander. Erst bei überdurchschnittlich

hohen Außentemperaturen werden die Differenzen deutlicher sichtbar. Jedoch muss hier berücksichtigt werden, dass lediglich der Fachwerkbau simuliert wurde. Der nachträgliche ergänzte massive Teil des Gebäudes wird nicht anteilig mit einberechnet.



Sattlerstraße 48

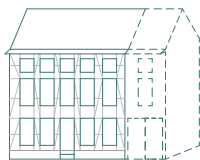
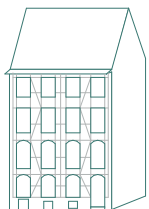
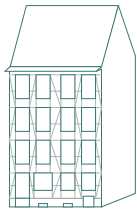
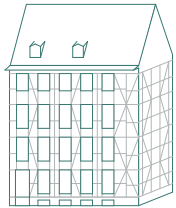
Wand NO	2,17	W/(m ² K)
Wand SW	0,40	
Fenster NO	1,65	
Fenster SW	1,65	

gt	0,7	
gtot	0,7	
FC	1,00	

Speichermasse	167,3 Wh(m ² K)	
---------------	----------------------------	--

Überhang NO	10°	
Überhang SW	10°	
Seite NO	20°	
Seite SW	20°	

Abb. 6.13
Graphische Auswertung Sattlerstraße 48
im Vergleich mit der Bandstraße 31



FÜNF FACHWERKBAUTEN UND DIE BANDSTRASSE 31

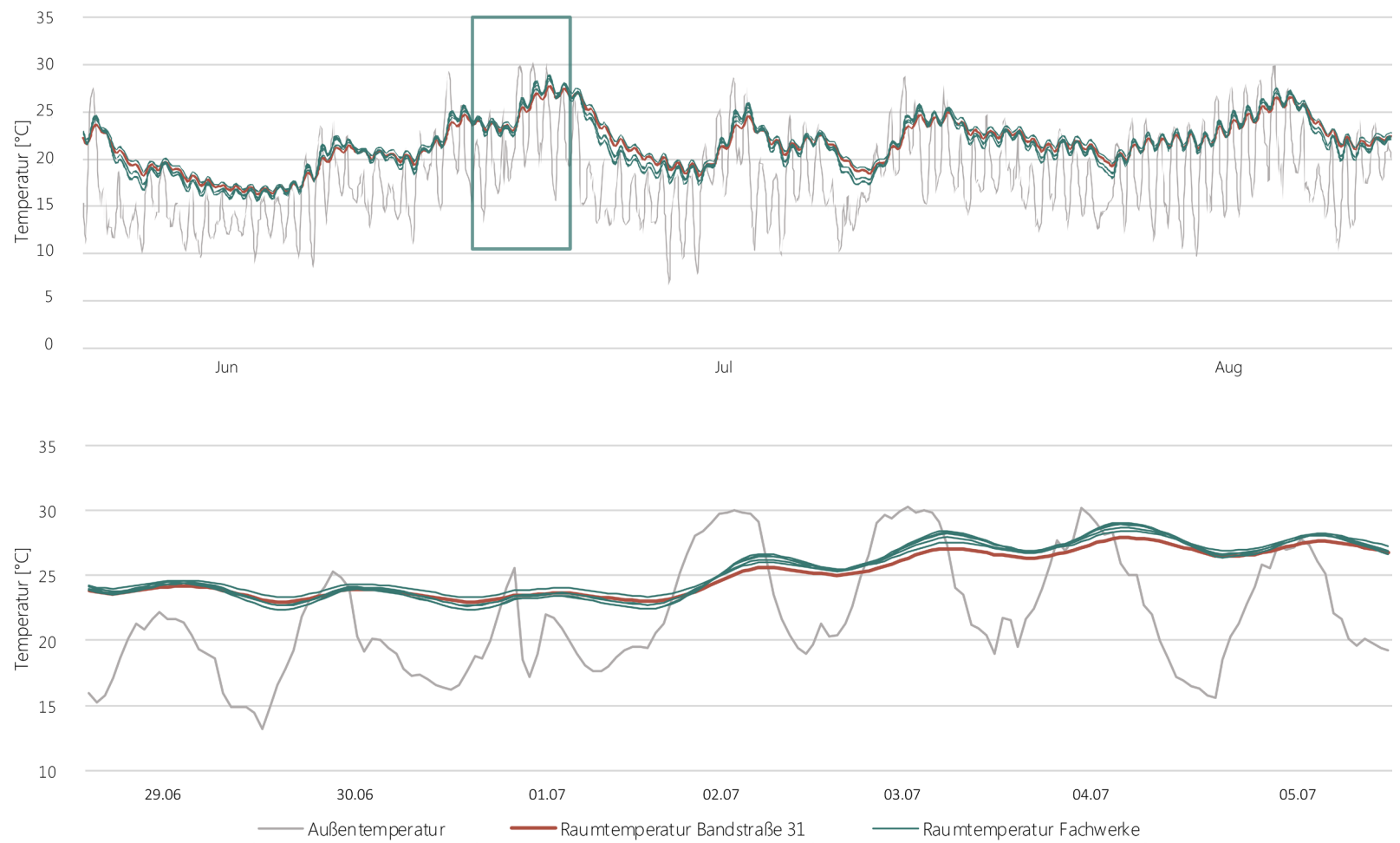


Abb. 6.14

6.6.3 FAZIT SIMULATION 01

Insgesamt ist zu erkennen, dass alle Gebäude sehr ähnlich performen und es keine stark auffälligen Abweichungen zu der Bandstraße 31 gibt.

Die Auswertungen zeigen, dass ein niedriger und somit besserer Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile der Gebäudehülle nur geringen Einfluss auf die Erwärmung eines Gebäudes hat, da die Unterschiede nur relativ gering sind. Aus einem niedrigeren U-Wert ergeben sich zum einen leicht höhere Raumlufttemperaturen und zum anderen ein gleichmäßiger Temperaturverlauf. Die Verglasungsart der Fenster und die dazugehörigen g- und U-Werte, beeinflussen wie viel Strahlungsenergie und dadurch auch solare Erträge in Form von Wärme in ein Gebäude eintreten kann.

Die sommerliche Performance wird sehr stark durch die Bauartschwere und der daraus resultierenden thermischen Speicherfähigkeit beeinflusst. Da die Fachwerkgebäude durch die Ausfachungen mit Ziegel und Lehm ebenfalls eine hohe Speichermasse besitzen sind die Abweichungen im Temperaturverlauf nur sehr gering. Umso höher die Bauartschwere, desto geringer ist die Volatilität der Raumlufttemperaturen. Dies bestätigt zum Teil die zuvor getroffenen Erwartungen. Die Annahme, dass die Fachwerkgebäude eine deutlich geringere thermische Speicherfähigkeit besitzen, als der Massivbau, lies sich nicht bestätigen.

Die gebäudebezogenen Parameter und die ähnlich hohe Speichermasse führen letztlich im Gesamten zu sehr ähnlichen Ergebnissen. Die sommerliche Performance der beiden Konstruktionsarten ist dementsprechend in einem ähnlichen Bereich.

Da es bei heutigen Neubauten in Holzkonstruktionsbauweise äußerst ungewöhnlich ist, dass die Konstruktionen mit schweren Baumaterialien ausgefacht werden, wird im Folgenden untersucht, wie ein urbaner Neubau mit einer Holzkonstruktion nach aktuellem Stand der Technik im Sommer performt.

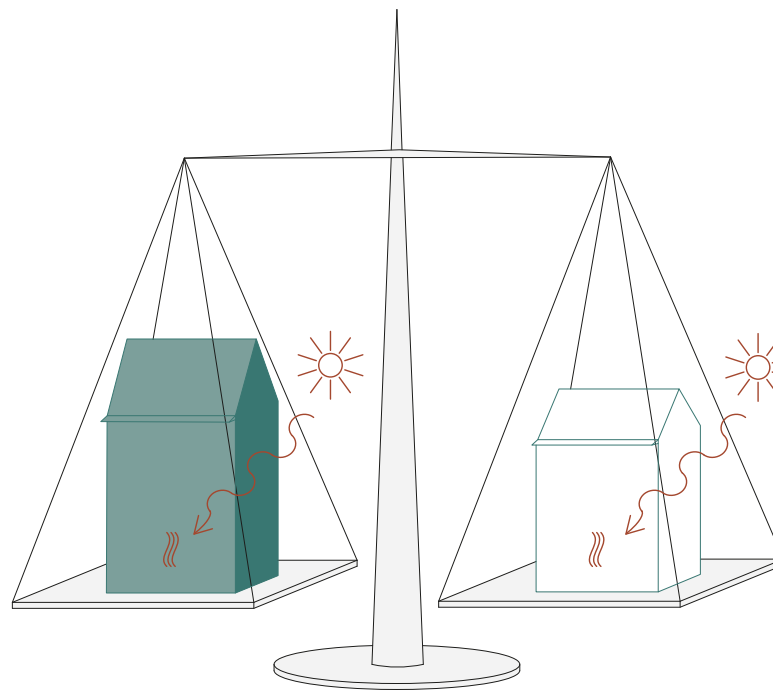


Abb. 6.15

Abb. 6.14
Graphische Auswertung aller Fachwerkgebäude
im Vergleich mit der Bandstraße 31

Abb. 6.15
Piktogramm Fazit Simulation 01

6.7 SIMULATION 02 VERGLEICH NEUBAU HOLZ UND MASSIVBAU

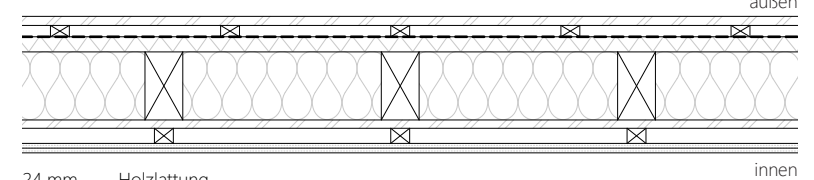
Nachfolgend wird untersucht, wie urbane Holzbauten als Neubau performen. Dazu wird, wie bei den zuvor erforschten Fachwerkgebäuden, die Konstruktion des zu untersuchenden Gebäudes in die Gebäudekubatur der Bandstraße 31 mit zugehöriger Ausrichtung eingesetzt (s. Abb. 6.16). Da dem Holzbau oft negative Behaglichkeitseigenschaften in Form von zu hoher Raumlufttemperatur im Sommer zugeordnet werden, fokussieren die nachfolgenden Simulationen ebenfalls die sommerliche Performance. Außerdem kann durch konstruktive, entwurfliche und nutzerabhängige Parameter einer Überhitzung der Raumlufttemperatur entgegengewirkt werden.

Als Grundlage dienen zwei Varianten des Neubaus. In der ersten Simulationsreihe (i.F. Variante 1) wird eine leichte Konstruktionsweise als Grundlage vorausgesetzt.^[2] Durch konstruktive Transformationen wird diese für die zweite Simulationsreihe (i.F. Variante 2) in eine schwere Konstruktionsweise geändert.^{[3] [4]}

6.7.1 KONSTRUKTIONSDetails NEUBAU LEICHT

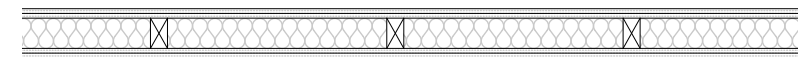
Auf Abbild 6.17-6.19 sind die angenommenen Konstruktionsdetails der Bauteile für den leichten Neubau zu sehen. Für die Berechnung der Speichermasse ist der Außenwandaufbau ebenso relevant wie die Zwischendecke und die Innenwand. Da nur die ersten 10 cm der Aufbauten für die Berechnung der spezifischen thermischen Speichermasse wirksam sind, fallen in dieser Variante nur die Putzschicht, die Gipskartonplatten und die OSB-Platte ins Gewicht. Die wirksame Wärmekapazität dieser Konstruktion beträgt $54,2 \text{ Wh/m}^2\text{K}$.

AUSSENWAND



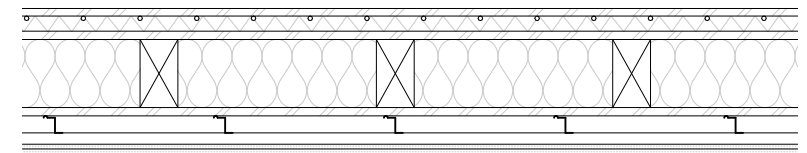
24 mm	Holzlatzung
30 mm	Hinterlüftungsebene (30x50 KVH)
0,2 mm	Windbremse
40 mm	Holzfaserdämmung, hart
180 mm	Konstruktionsvollholz (180x100) mit Holzfaserdämmung, weich in den Gefachen
22 mm	OSB-Platte
40 mm	Installationsebene (40x50 KVH)
25 mm	2x12,5 Gipskartonplatte

INNENWAND



25 mm	2x12,5 Gipskartonplatte
80 mm	Konstruktionsebene (80x60 KVH / Holzfaserdämmplatte, weich)
25 mm	2x12,5 Gipskartonplatte

ZWISCHENDECKE



20 mm	Parkett
40 mm	Holzfaserdämmung, hart
22 mm	OSB
180 mm	Konstruktion (180x100KVH / Holzfaserdämmplatte, weich)
22 mm	OSB
45 mm	Luftschicht, ruhend
30 mm	Konstruktionshölzer (30x50 KVH / Luftschicht, ruhend)
25 mm	2x12,5 Gipskartonplatte

Abb. 6.17

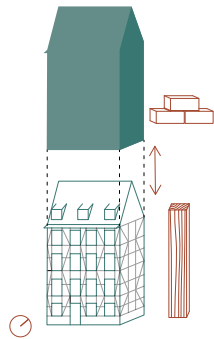


Abb. 6.16

Abb. 6.16
Piktogramm Strategie Simulation 02

Abb. 6.17
Konstruktionsdetail Außenwand,
Innenwand und Zwischendecke
Neubau leicht - Variante 1, M 1: 20

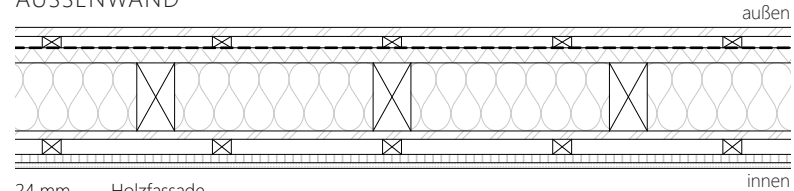
6.7.2 KONSTRUKTIONSDetails NEUBAU SCHWER

Um die Bauschwere und somit die wirksame Wärmekapazität in den zweiten Simulationen zu erhöhen, wurden Baumaterialien gewählt, die schwerer sind.

Als thermisches Speichermedium wurden für die Wände Lehmbauplatten und Lehmputz gewählt. In der Decke wurde die zuvor gewählte Holzfaserdämmplatte durch einen Stampflehmestrich ersetzt. Diese Baumaterialien haben eine höhere Dichte und sind somit schwerer als die zuvor verwendeten, wodurch die wirksame thermische Speichermasse höher ist. Durch die Transformation der Konstruktion konnte die wirksame Wärmekapazität von 54,2 Wh/m²K auf 118,8 Wh/m²K verdoppelt werden.

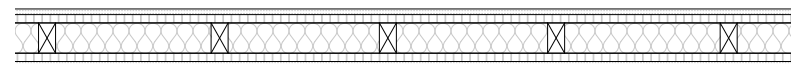
Neben der thermischen Speicherfähigkeit besitzt Lehm außerdem die Eigenschaft, Schwankungen in der Raumluftfeuchte ausgleichen zu können.

AUSSENWAND



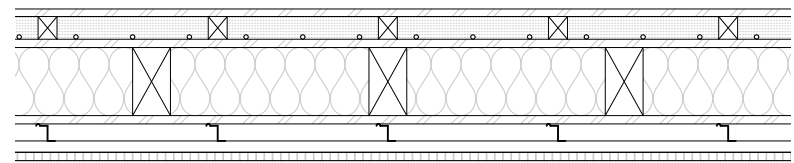
24 mm	Holzfassade
30 mm	Hinterlüftungsebene (30x50 KVH / Luftschicht, vertikal)
0,2 mm	Windbremse
40 mm	Holzfaserdämmung, hart
180 mm	Konstruktion (180x100 KVH / Holzfaserdämmung, weich)
22 mm	OSB
40 mm	Installationsebene (40x50 KVH / Luftschicht, ruhend)
22 mm	Lehmbauplatte
15 mm	Lehmputz

INNENWAND



15 mm	Lehmputz
22 mm	Lehmbauplatte
80 mm	Konstruktionsebene (80x60 KVH / Holzfaserdämmplatte, weich)
22 mm	Lehmbauplatte
15 mm	Lehmputz

ZWISCHENDECKE



20 mm	Parkett
60 mm	Estrich (40x60 KVH / Stampflehmestrich)
22 mm	OSB
180 mm	Konstruktion (180x100KVH / Holzfaserdämmplatte, weich)
22 mm	OSB
45 mm	Luftschicht, ruhend
30 mm	Konstruktionshölzer (30x50 KVH / Luftschicht, ruhend)
22 mm	Lehmbauplatte
15 mm	Lehmputz

Abb. 6.18

Abb. 6.18
Konstruktionsdetail Außenwand,
Innenwand und Zwischendecke
Neubau schwer - Variante 2, M 1: 20

			BANDSTR. 31	NEUBAU LEICHT			NEUBAU SCHWER		
				V 1	V 1.1	V 1.2	V 2	V 2.1	V 2.2
BAUTEILE:									
	U-Wert Außenwand (Straßenseite)	[W/m ² K]	0,95	0,21			0,22		
	U-Wert Fenster (Straßenseite)	[W/m ² K]	1,65	1,10			1,10		
	U-Wert Außenwand (Rückseite)	[W/m ² K]	0,95	0,21			0,22		
	U-Wert Fenster (Rückseite)	[W/m ² K]	1,65	1,10			1,10		
SONNENSCHUTZ:									
	Energiedurchlassgrad Verglasung g		0,70	0,60		0,60	0,60	0,60	0,60
	Gesamt-Energiedurchlassgrad g _{tot}		0,70	0,60		0,15	0,60	0,15	0,15
	Abminderung Sonnenschutz FC		1,00	1,00		0,25	1,00	0,25	0,25
	Aktivierung Sonnenschutz bei I _r >	[W/m ²]	1000	1000		250	1000	250	250
	Aktivierung Sonnenschutz bei T _a >	[°C]	-100	-100		8	-100	8	8
PASSIVE KÜHLUNG									
	Wirksame Fensteröffnungsfläche	[%]	0,0	0,0			0,0		3,0
KONDITIONIERUNG:									
	Speichermasse c	[Wh/(m ² K)]	214,90	54,20			129,90		
BAULICHE VERSCHATTUNG									
	Nordost (Überhang)	[Grad]	10	10	20		10	20	20
	Südwest (Überhang)	[Grad]	10	10	20		10	20	20
	Nordost (Seite)	[Grad]	30	10	30		10	30	30
	Südwest (Seite)	[Grad]	30	10	30		10	30	30

Abb. 6.19

6.7.3 EINGABEPARAMETER

Da diese Gebäude als Neubau simuliert werden, wurden die geltenden Vorschriften des Gebäude Energie Gesetzes in Bezug auf die maximalen Grenzwerte der Transmissionswärmeverluste und die Luftdichtheit (n50 = 0,1 1/h) der Gebäudehülle eingehalten.

Die Transmissionswärmeverluste der opaken Bauteile der Gebäudehülle liegen unterhalb von 0,24 W/m²K. Der Wärmedurchgangskoeffizient der Fensterflächen wurde auf 1,10 W/m²K festgesetzt. Der g-Wert dieser Fensterflächen beträgt 0,6.

Benutzerspezifische Angaben, wie zum Beispiel die Personenbelegung und der Allgemeinstrombedarf, sind wie bereits erwähnt vereinheitlicht worden (vgl. Kap. 6.5 Berechnungsgrundlage, Abb. 6.5). Die erste Konstruktion

wurde so gewählt, wie diese nach aktuellem Stand der Technik vielfach ausgeführt wird. Nach der ersten Simulationsanalyse werden Potenziale herausgearbeitet und als Verbesserungsmaßnahmen durch Transformationen der Konstruktion der Bauteile durchgeführt. Die Kubatur, Ausrichtung und die Flächenverteilung bleiben dabei weiterhin unangetastet, um ein hohes Maß an Vergleichbarkeit generieren zu können.

Folgende Parameter fließen optional in die Transformationen ein: Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwände, Laibungstiefe der Fenster, Sonnenschutzaktivierung, Bauteilschwere und eine natürliche Raumlüftung über Fensteröffnungen.

Abb. 6.19
Tabelle Neubau Holz mit individuellen Eingaben
im Vergleich zur Bandstraße 31

Abb. 6.20
Graphische Auswertung der Basisvariante 1
im Vergleich mit der Bandstraße 31

6.7.4 AUSWERTUNG DER SIMULATION 02

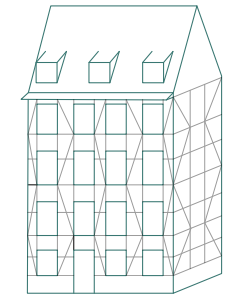
BASISVARIANTE V1

Der Neubau performt im Sommer aufgrund von zu hohen Raumtemperaturen deutlich schlechter als der Massivbau Bandstraße 31. Während die Raumtemperatur des Massivbaus die Außenlufttemperatur tagsüber meistens unterschreitet, ist die Raumtemperatur des leichten Neubaus fast dauerhaft höher als die Außentemperatur. Die Raumtemperatur steigt bei hoher Außentemperatur stärker an, sinkt jedoch bei niedrigen Außentemperaturen auch schneller wieder ab. Die Erwärmung kommt durch hohe Außentemperaturen und hohe solare Gewinne zustande.

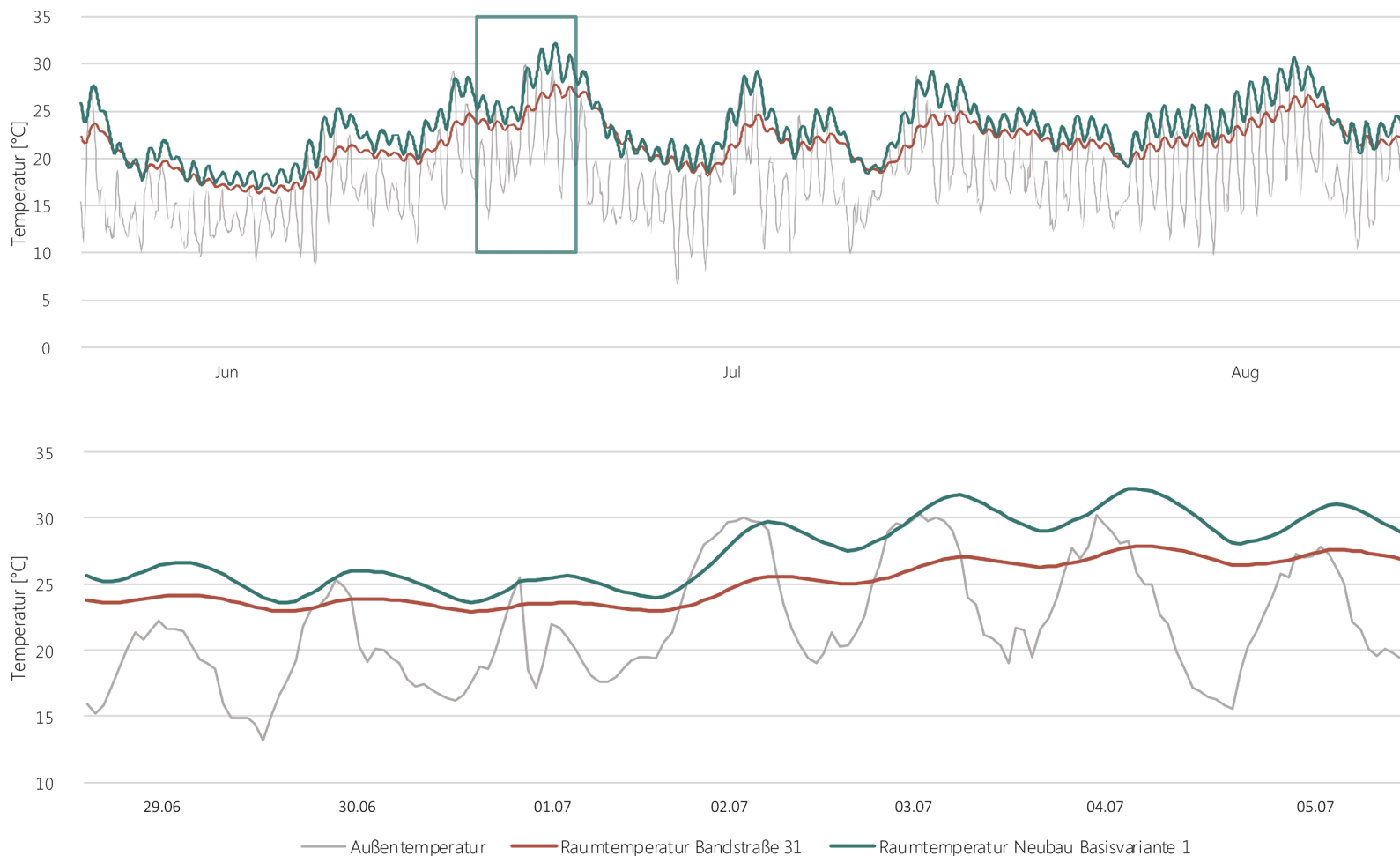
Da die thermische Speichermasse zu gering ist, kann die Erwärmung der Raumtemperatur nicht ausgeglichen werden. Aufgrund der geringen

Transmissionswärmeverluste und der hohen Luftdichtheit der Gebäudehülle senkt sich die Raumlufttemperatur auch über Nacht nicht wieder auf ein behagliches Maß ab.

Um den Anstieg der Raumlufttemperatur zu reduzieren werden im Folgenden unterschiedliche Varianten von zwei Strategien angewendet: die erste Strategie ist es, durch Transformationen die solare Einstrahlung zu minimieren, die zweite Strategie ist es, durch Transformationen an den Bauteilaufbauten die thermische Speichermasse im Gebäude zu erhöhen, um die Temperaturschwankungen zu ebnen.



Basisvariante V1



Wand NO	0,21	W/(m ² K)
Wand SW	0,21	
Fenster NO	1,10	
Fenster SW	1,10	

g_t	0,6	
g_{tot}	0,6	
FC	1,00	
SS aktiv I _s	1000 W/m ²	
SS aktiv T _a	-100 °C	

Speichermasse	54,2 Wh/(m ² K)	
---------------	----------------------------	--

Überhang NO	10°	
Überhang SW	10°	
Seite NO	10°	
Seite SW	10°	

wirk. Öffnung	0,0 %	
---------------	-------	--

Abb. 6.20

VARIANTE 1.1

Ziel ist es, durch verschiedene Transformationen, den Anstieg des Temperaturverlaufs im Neubau zu reduzieren und damit eine größere Behaglichkeit im Sommer zu schaffen. In dieser ersten Transformation wurden dazu die Fensterflächen innenliegend in der Laibung ausgeführt. Durch die tieferen Laibungen wird eine höhere Verschattung der Fensterflächen erreicht und die solare Einstrahlung in das Gebäuderinnere fällt geringer

aus. Der Abbildung ist abzulesen, dass der Anstieg der Raumlufttemperatur reduziert werden konnte. Diese Reduzierung beträgt jedoch maximal 0,5°C. Die Positionierung der Fensterflächen hat also Auswirkungen auf die sommerliche Performance, da die Außenwand der leichten Bauart jedoch nicht tief genug ist, sind diese Auswirkungen nur minimal und damit nicht ausreichend, um ein behagliches Raumklima zu schaffen.

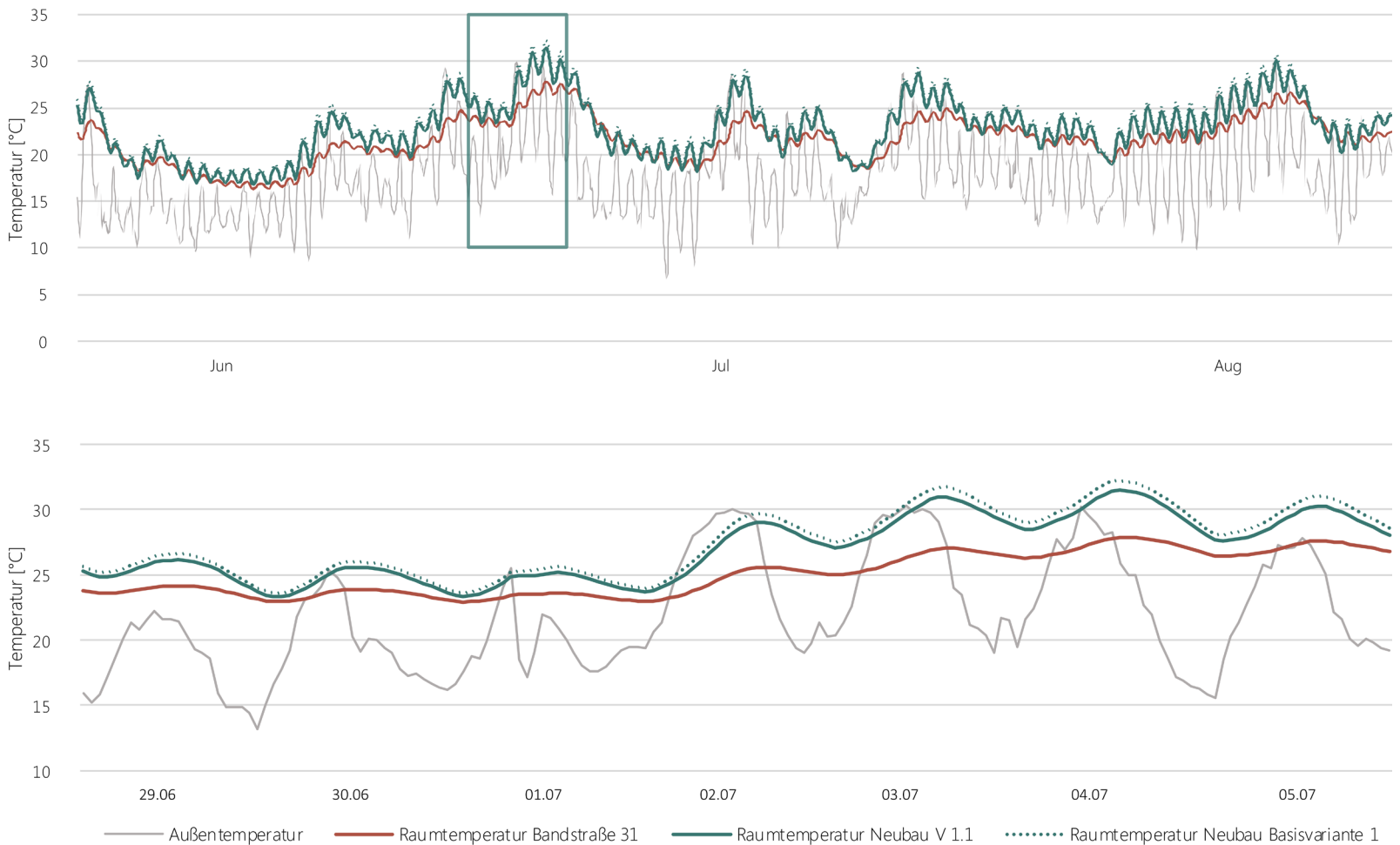
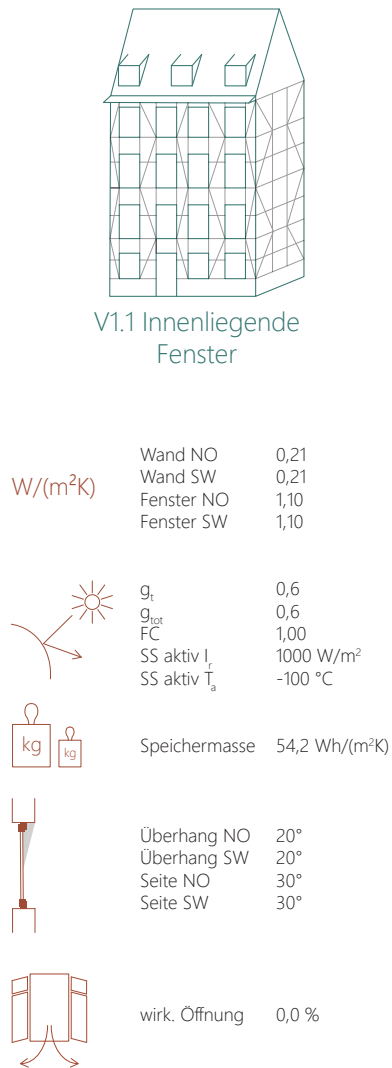


Abb. 6.21

Abb. 6.21
Graphische Auswertung Variante V1.1
im Vergleich mit der Bandstraße 31

VARIANTE 1.2

Um die Temperaturschwankungen des Verlaufes der Raumlufttemperatur weiter zu reduzieren, wird in folgender Simulation untersucht, welche Auswirkung ein Sonnenschutz auf diesen Verlauf der Raumlufttemperatur des leichten Neubaus hat. Dazu wird ein außenliegender Sonnenschutz vor den Fensterflächen angebracht. Dieser Sonnenschutz wird mit einem Lamellenraffstore angenommen. Ab einer Einstrahlungsintensität von 250

W/m^2 wird der Sonnenschutz aktiviert. Dadurch werden ebenfalls die internen Gewinne durch solare Einstrahlung reduziert. Der Abbildung ist zu entnehmen, dass durch diese Transformation der Verlauf der Raumtemperatur des Neubaus schon deutlich abgeflacht werden kann. Der Graph dieser Transformation befindet sich etwa mittig zwischen dem Neubau leicht und dem massiven Gebäude der Bandstraße 31.

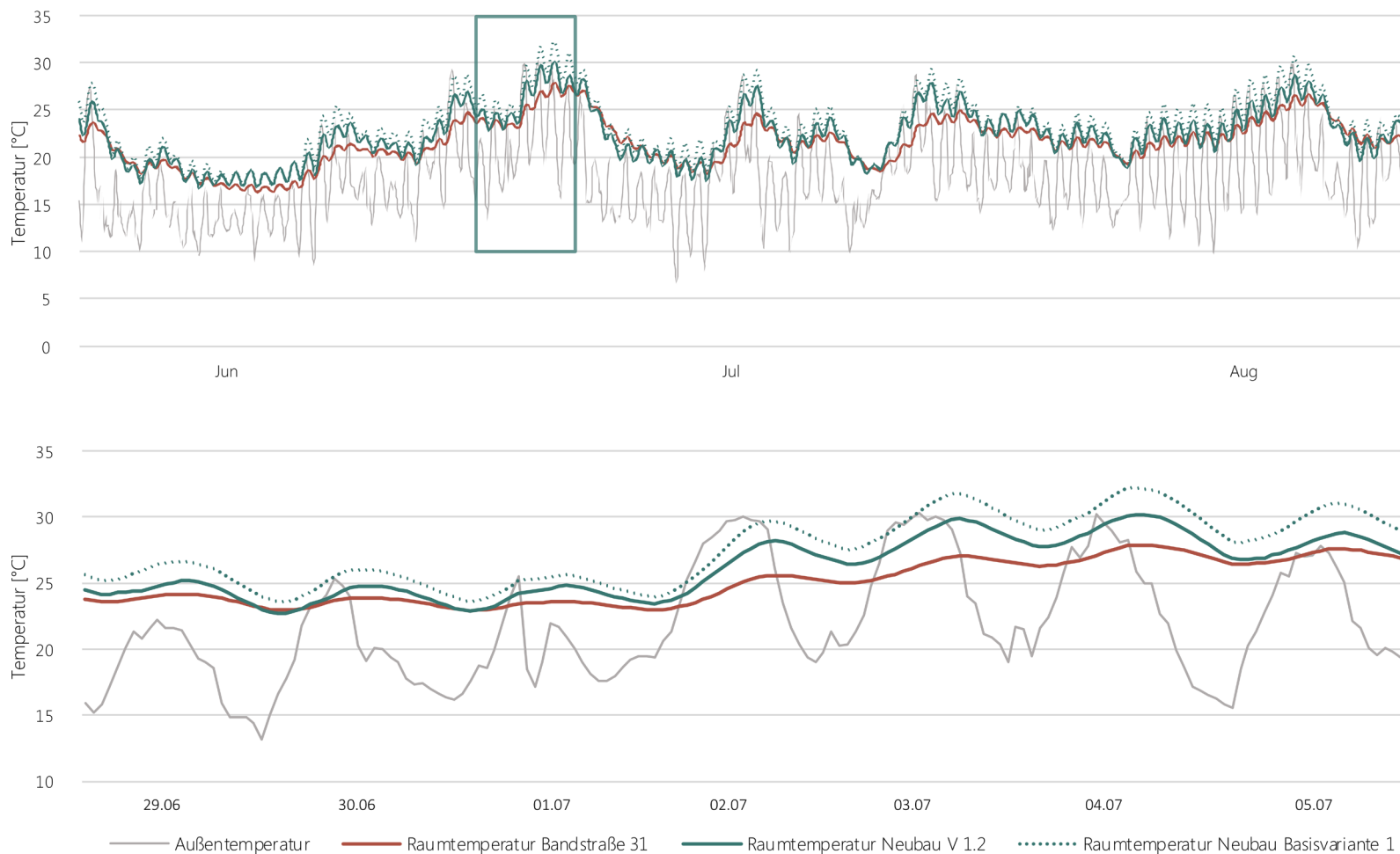
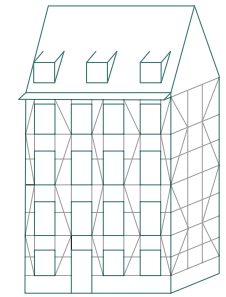


Abb. 6.22



V1.2 Sonnenschutz aktiv

Wand NO	0,21	$W/(m^2K)$
Wand SW	0,21	
Fenster NO	1,10	
Fenster SW	1,10	

g_i	0,6	
g_{tot}	0,15	
FC	0,25	
SS aktiv I	250 W/m^2	
SS aktiv T_a	8 °C	

Speichermasse	54,2 $Wh/(m^2K)$	
---------------	------------------	--

Überhang NO	10°	
Überhang SW	10°	
Seite NO	10°	
Seite SW	10°	

wirk. Öffnung	0,0 %	
---------------	-------	--

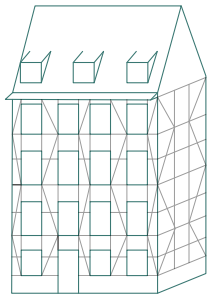
Abb. 6.22
Graphische Auswertung Variante V1.2
im Vergleich mit der Bandstraße 31

BASISVARIANTE 2

Die Ausgangssimulation für die Simulation V2 ist die des Neubaus schwer. In dieser Simulation wird der Ansatz verfolgt, die Bauartschwere der Konstruktion zu erhöhen, um die starken Schwankungen der Raumtemperatur (vgl. Neubau leicht V1) zu reduzieren. Um mehr thermische Speichermasse in das Gebäude zu integrieren, werden die Außen- und Innenwände und die Decke innenseitig mit Lehmputz versehen. Im Bodenaufbau wird ein Lehmestrich verwendet. Lehm hat aufgrund der Materialeigenschaft der hohen Dichte, eine hohe wirksame Wärmekapazität. Das bedeutet, dass der Lehm gut Wärme speichern kann. Eine weitere positive Eigenschaft von Lehm ist die Fähigkeit Schwankungen in der Raumluft-

feuchte gut ausgleichen zu können. Da Lehm ein natürlicher Baustoff ist, ist der Ausstoß der CO₂-Äquivalenten beim Verbauen minimal und ressourcenschonend.

Durch den Einsatz des Lehms in der Baukonstruktion kann die interne Schwankung des Temperaturverlaufes deutlich reduziert werden. Der Verlauf ist parallel zu dem Verlauf der Bandstraße 31, liegt jedoch noch etwa 1,5 °C höher als dieser. Dies kann durch die Bauartschwere, die im Vergleich zu der leichten Konstruktion doppelt so hoch, jedoch immer noch deutlich geringer als die des Massivbaus ist und durch die geringeren Transmissionswärmeverluste, begründet werden.



Basisvariante V2

$W/(m^2K)$	Wand NO	0,22
	Wand SW	0,22
	Fenster NO	1,10
	Fenster SW	1,10
	g_i	0,6
	g_{tot}	0,6
	FC	1
	SS aktiv I	1000 W/m ²
	SS aktiv T _s	-100 °C
	Speichermasse	129,9 Wh/(m ² K)
	Überhang NO	10°
	Überhang SW	10°
	Seite NO	10°
	Seite SW	10°
	wirk. Öffnung	0,0 %

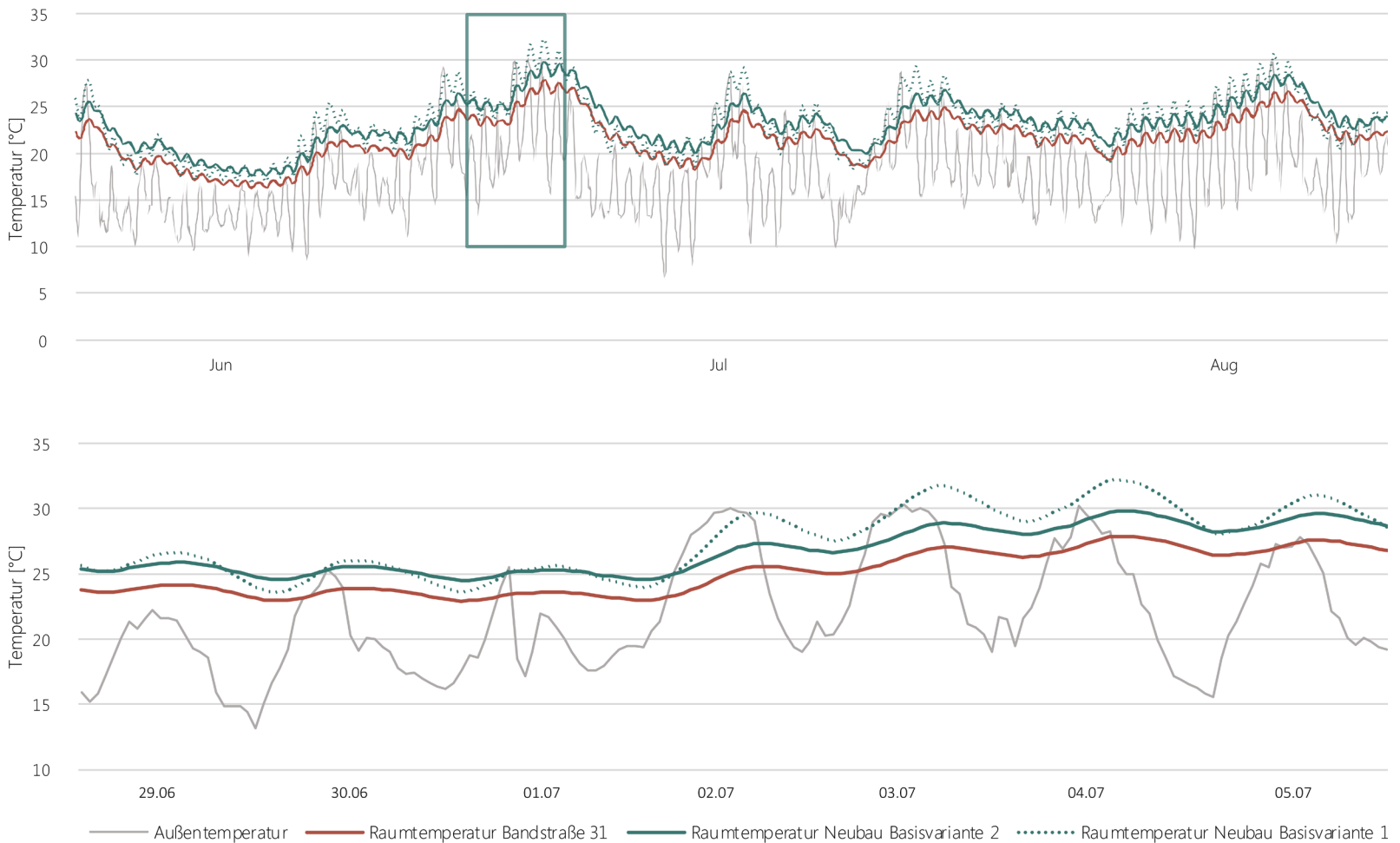


Abb. 6.23

Graphische Auswertung Basisvariante V2 im Vergleich mit der Bandstraße 31

VARIANTE 2.1

Da alle bisher untersuchten Einflussfaktoren den Anstieg der Raumlufttemperatur des Neubaus reduzieren konnten, fließen in diese Simulation alle gewonnen Erkenntnisse mit ein. Die Konstruktion des Neubaus ist als schwere Bauart ausgebildet. Die Fenster sind innenliegend und der Sonnenschutz wird bei hoher solarer Einstrahlung aktiviert.

Die Auswertung der Darstellung ergibt, dass sich die Verläufe der Raumtemperatur des massiven Gebäudes Bandstraße 31 und des Neubaus

stark ähneln. Es sind nur leichte Abweichungen zu erkennen. Die Behaglichkeit des Raumes in Bezug auf die Raumtemperatur ist als behaglich zu bezeichnen.

Durch diese Transformationen kann es also ermöglicht werden, dass ein urbaner Neubau aus Holz im Sommer genauso gut performen kann, wie ein massives Gründerzeitgebäude aus Ziegelsteinen.

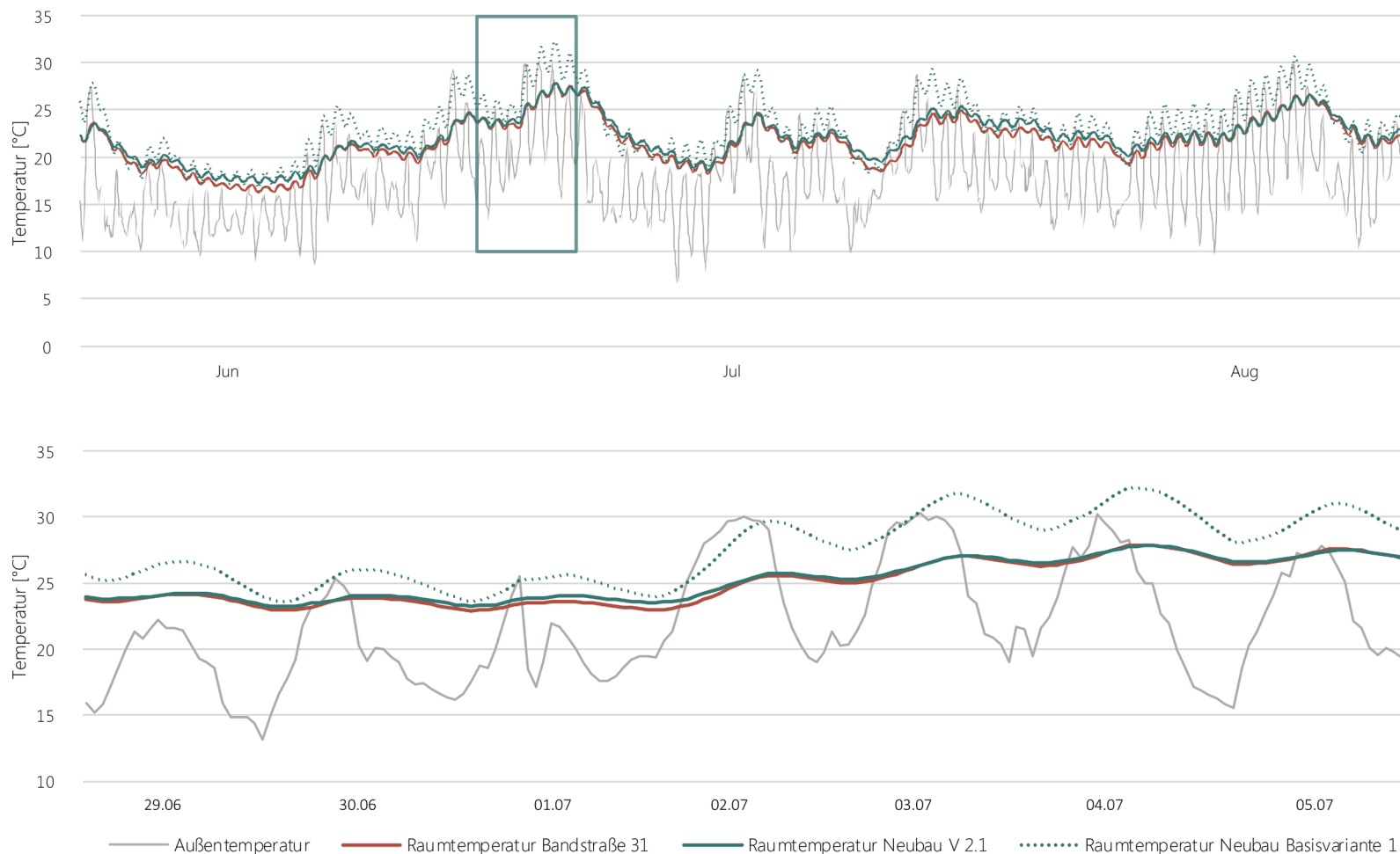
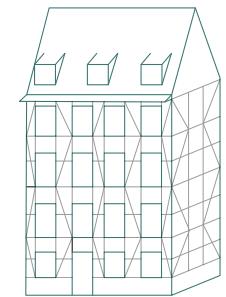


Abb. 6.24



V2.1 Innenliegende Fenster
Sonnenschutz aktiv

Wand NO	0,22	$W/(m^2K)$
Wand SW	0,22	
Fenster NO	1,10	
Fenster SW	1,10	

g_t	0,6	
g_{tot}	0,15	
FC	0,25	
SS aktiv I _s	250 W/m ²	
SS aktiv T _a	8 °C	

Speichermasse	129,9 Wh/(m ² K)	
---------------	-----------------------------	--

Überhang NO	20°	
Überhang SW	20°	
Seite NO	30°	
Seite SW	30°	

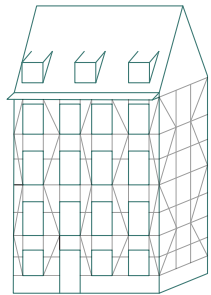
wirk. Öffnung %	0,0 %	
-----------------	-------	--

Abb. 6.24
Graphische Auswertung Variante 2.1
im Vergleich mit der Bandstraße 31

VARIANTE 2.2

Der Verlauf der beiden Temperaturkurven zeigt, dass bei hoher Außentemperatur mehrere Tage in Folge, die Raumlufttemperatur gemittelt ebenfalls stetig ansteigt. Die kühleren Nachtphasen können diesen Anstieg dann nicht mehr ausgleichen. Um diesen Trend im Verlauf zu beeinflussen, wird eine passive Kühlung in der Simulation hinzugefügt. Die passive Kühlung wurde als Nachtlüftung ausgeführt. In dieser Simulation wurde die Nachtkühlung aktiviert, wenn die Raumtemperatur höher als 24°C ist und

die Außentemperatur zeitgleich unter der Raumtemperatur liegt. Dem Verlauf der Raumlufttemperatur der Darstellung ist zu entnehmen, dass der zuvor beschriebene stetige Anstieg bei mehreren Tagen in Folge, mit sehr hohen Außentemperaturen, bei der Aktivierung der Kühlung, reduziert werden kann. Nachts, also in den kühleren Phasen, ist eine deutlich schnellere Abkühlung der Raumluft zu erkennen. Durch diese nächtliche Abkühlung werden globale Peaks minimiert.



V2.2 Innenliegende Fenster
Sonnenschutz aktiv,
Nachtlüftung

$W/(m^2K)$	Wand NO	0,22
	Wand SW	0,22
	Fenster NO	1,10
	Fenster SW	1,10
	g_t	0,6
	g_{tot}	0,15
	FC	0,25
	SS aktiv I W/m^2	250 W/m^2
	SS aktiv T_s °C	8 °C
	Speichermasse	129,9 $Wh/(m^2K)$
	Überhang NO	20°
	Überhang SW	20°
	Seite NO	30°
	Seite SW	30°
	wirk. Öffnung	3,0 %

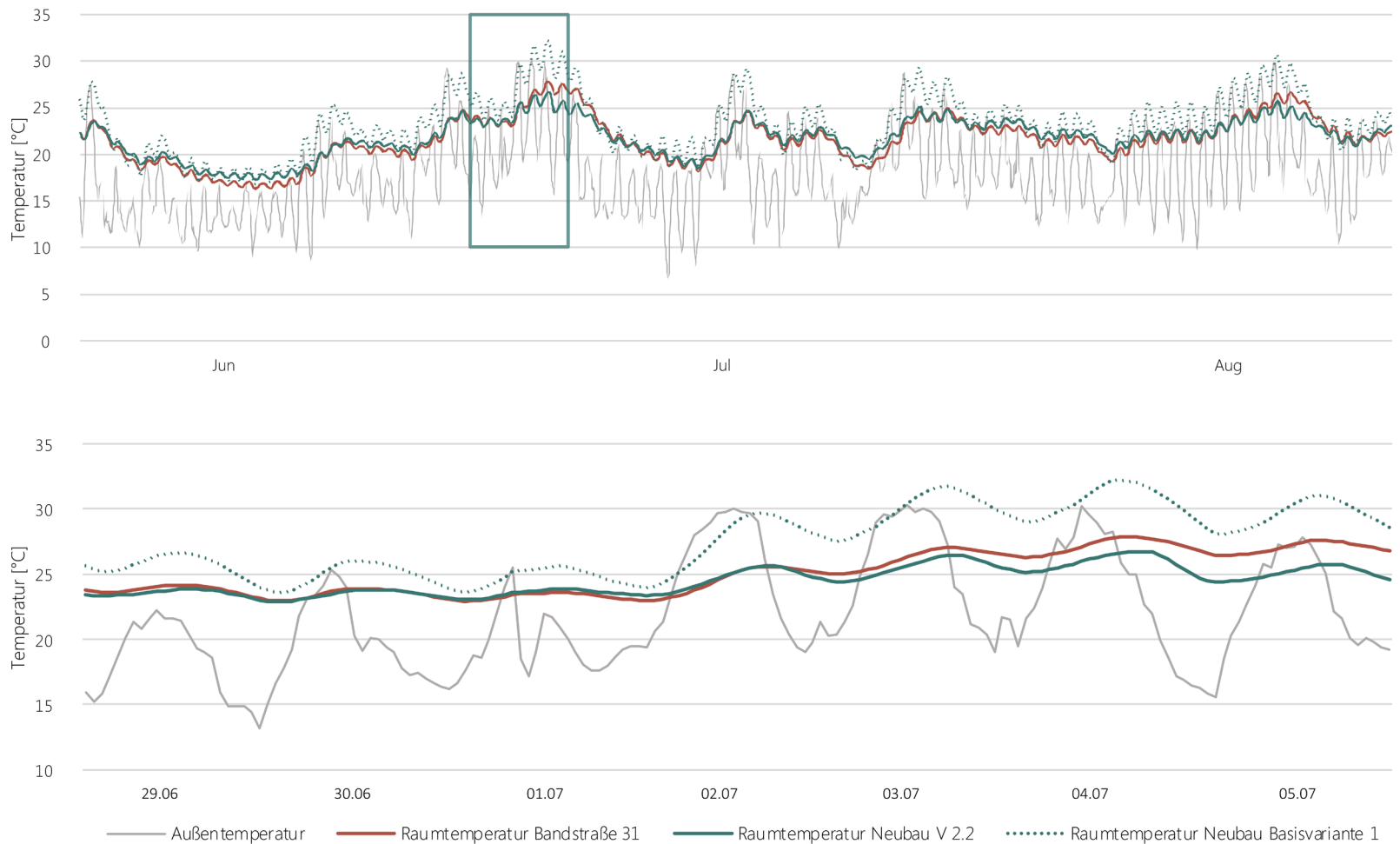


Abb. 6.25

6.8 FAZIT

Durch Verschattungen der Fensterflächen, Aktivierung eines Sonnenschutzes, die Erhöhung der Bauteilswere in der Konstruktion und dem Aktivieren einer passiven Kühlung in Form einer Nachtlüftung, kann auch ein Holzbau im Sommer gut performen. Unterschiedliche Transformationen haben jedoch unterschiedlich starke Auswirkungen auf die sommerliche Performance und können gegebenenfalls auch andere Gebäudeparameter in der Performance beeinflussen. Erst durch eine Kombination von verschiedenen Einflussfaktoren kann eine behagliche Raumtemperatur in den

Simulationsergebnissen erzielt werden.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass ohne Maßnahmen die sommerliche Performance eines Holzbaus schlecht sein kann und zu unbehaglich hohen Raumlufttemperaturen führt. Wenn jedoch während der Entwurfsphase von einem urbanen Holzbau die richtigen Entwurfsentscheidungen getroffen werden, kann diese Performance in der Nutzungsphase positiv beeinflusst werden.

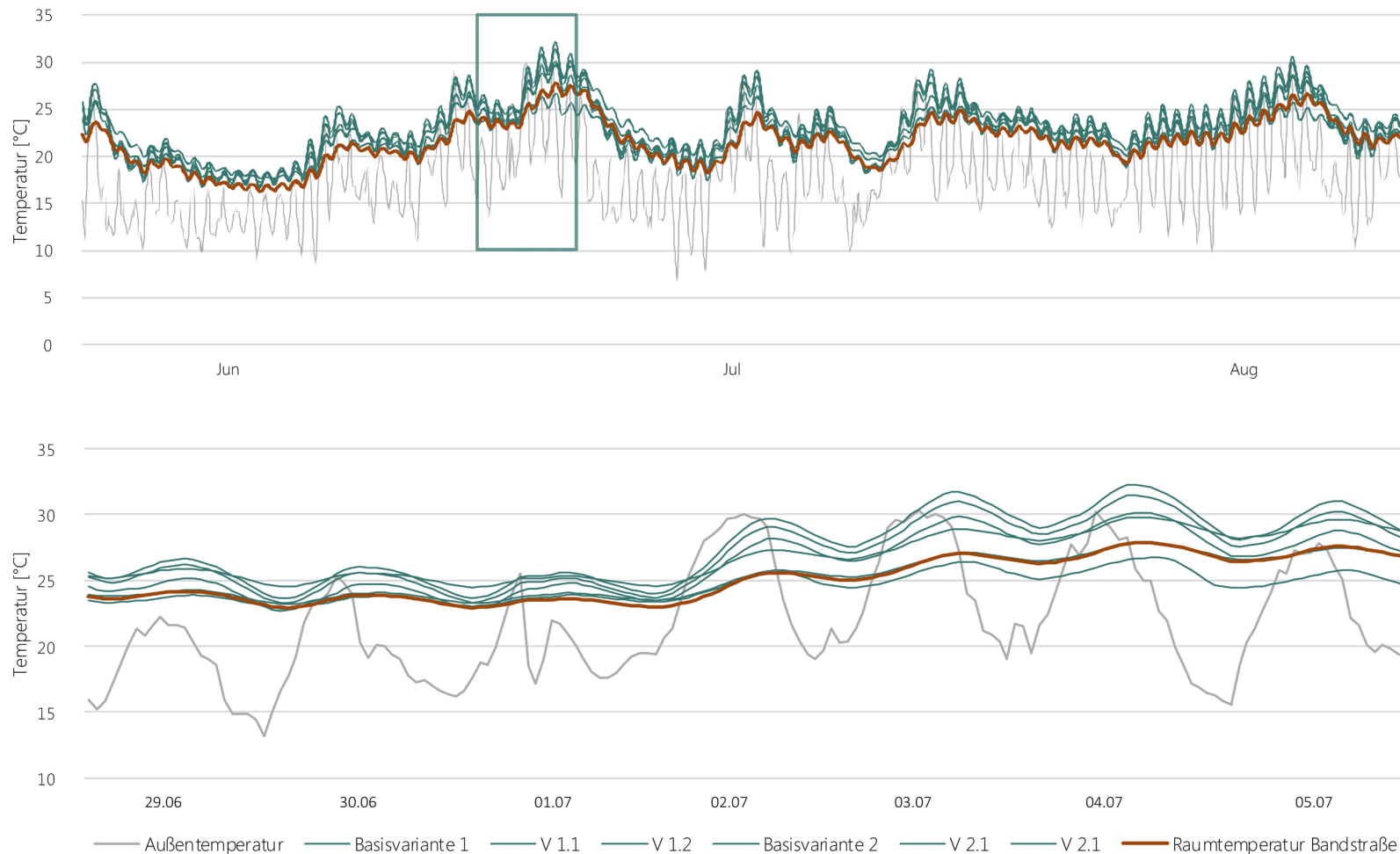


Abb. 6.26

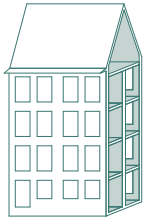
Abb. 6.26
Graphische Auswertung alle Neubauvarianten
im Vergleich mit der Bandstraße 31

TEIL 7
FLUCH UND SEGEN VON
BAUBESTAND

7 FLUCH UND SEGEN VON BAUBESTAND

BAUEN IM BESTAND - REGELN UND NORMEN

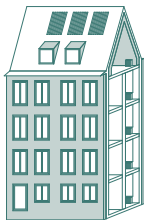
Lukas Salomon, Julius Weritz



Renovierung



Sanierung



Modernisierung

Abb. 7.1

Der historische und ästhetische Wert von Altbauten für unsere Städte ist unumstritten. Erst durch sie bekommt das Stadtbild eine historische Identität und die Geschichte des Ortes wird erlebbar. Auch das ökologische Potenzial von Bestandsgebäuden ist enorm, da die bereits gebaute Substanz weiter genutzt werden kann anstelle von teuren und ökologisch belastenden Neubauten. Das Bauen im Bestand kann allerdings schnell zur Herausforderung werden, da die Einhaltung aktueller Gesetze und Normen nicht immer gut vereinbar mit der gebauten Struktur ist. Bauliche Maßnahmen sind an viele Anforderungen gebunden, die miteinander vereinbart werden müssen.

7.1 BEGRIFFE: RENOVIERUNG, SANIERUNG, MODERNISIERUNG

Bauliche Maßnahmen an Bestandsgebäuden lassen sich unterschiedlich kategorisieren. Die Wichtigsten Arten von Baumaßnahmen sind die folgenden:

7.1.1 RENOVIERUNG

Bei einer Renovierung handelt es sich um die Beseitigung von Gebäudeschäden, welche durch den gewöhnlichen Gebrauch des Gebäudes entstehen. Renovierungen sind in relativ regelmäßigen Abständen über die Nutzungsdauer des Gebäudes notwendig und entsprechend gut planbar. Die notwendigen Intervalle einer Renovierung können durch die Verwendung von Materialien mit längerer Lebensdauer vergrößert werden. Renovierungsmaßnahmen finden in den meisten Fällen im Innenraum statt. Renovierungsmaßnahmen werden nicht ausschließlich bei Notwendigkeit, sondern auch aus kosmetischen Gründen ausgeführt.

Ein typisches Beispiel für eine Renovierung ist das Aufarbeiten oder Erneuern von Bodenbelägen und Wandoberflächen.^[1]

7.1.2 SANIERUNG

Im Gegensatz zur Renovierung fallen unter den Begriff der Sanierung alle Maßnahmen zur Beseitigung von Schäden und Defiziten an der Gebäudestruktur. Sanierungen sind im Regelfall tiefgreifender als Renovierungen und benötigen daher einen entsprechend höheren Arbeits-, Zeit- und Ma-

terialaufwand. Sanierungsmaßnahmen sind in der Regel nicht im Voraus planbar, da die zu sanierenden Mängel oftmals sehr plötzlich auftreten oder lange im Verborgenen bleiben.^[2]

Typische Beispiele für Sanierungsmaßnahmen sind Tragwerksertüchtigungen oder die Beseitigung von Schädlingsbefall wie Schwamm.

7.1.3 MODERNISIERUNG

Unter den Begriff der Modernisierung fallen Renovierungs-, Sanierungs- und Instandhaltungsmaßnahmen, die nicht aus einer baulichen Notwendigkeit heraus vollzogen werden, sondern das Ziel einer Wertsteigerung oder -erhaltung eines Objekts oder der Senkung von Betriebskosten verfolgen. Anders als Renovierungs- oder Sanierungsmaßnahmen sind Modernisierungen nicht nur auf Bauteile bezogen, sondern können auch die Erneuerung von Gebäudetechnik oder Installationen umfassen.^[3]

Beispiele zur Modernisierung sind das Erneuern einer Fassade mit dem Ziel einer höheren Wärmedämmqualität oder der Einbau einer neuen Heizung zur Betriebskostensenkung.

7.2 REGELN UND NORMEN

Bauliche Maßnahmen an Bestandsgebäuden können schnell eine große planerische Herausforderung darstellen. Grund hierfür ist der Umstand, dass mit genehmigungspflichtigen Baumaßnahmen auch ein Nachweis über die Einhaltung verschiedener gesetzlicher Vorgaben (z.B. Statik, Brandschutz, Wärmeschutz) erbracht werden muss. Dazu kommen Vorgaben lokaler Regelungen wie der örtlichen Bauordnung und ggfs. des Denkmalschutzes.

Gerade die Einhaltung der Regelungen zum Wärmeschutz stellt bei der Altbausanierung eine große Herausforderung dar und ist oft mit Kompromissen verbunden. So wird eine energetische Sanierung von Fassade und Dach schnell durch Vorgaben des Denkmalschutzes erschwert, die eine Veränderung der Außenhaut des Gebäudes verbieten. Für die Einhaltung solcher Vorgaben ist eine gute Kenntnis der geltenden Regeln und Normen sowie deren Zusammenhänge essenziell.

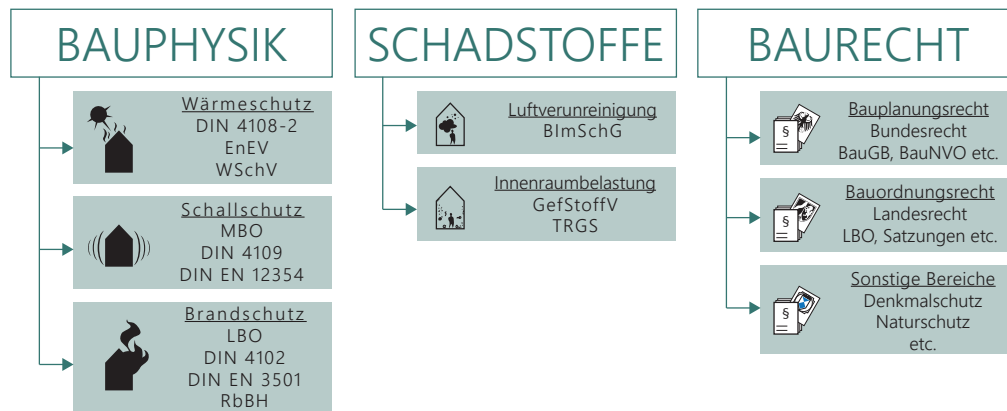


Abb. 7.2

Die einzuhaltenden Regelungen im Wärmeschutz sind im neuen Gebäudeenergiegesetz (GEG), welches die bisher geltende EnEV im Jahr 2020 abgelöst hat, verankert. Besonders Relevant sind hierbei die folgenden Paragraphen: ^[4]

- § 46 Aufrechterhaltung der energetischen Qualität
- § 47 Nachrüstung eines bestehenden Gebäudes
- § 48 Anforderungen an ein bestehendes Gebäude bei Änderung

§ 46 AUFRECHTERHALTUNG DER ENERGETISCHEN QUALITÄT

Grundsätzlich gilt bei allen baulichen Maßnahmen: Die Energetische Qualität der Außenhaut eines Gebäudes darf durch Änderung von Bauteilen nicht beeinträchtigt werden. Punktuelle Maßnahmen an der Außenhaut sind hiervon ausgenommen, solange diese nicht mehr als 10% der Fläche der jeweiligen Bauteilgruppe überschreiten.^[5] Damit werden punktuelle Schwächungen, wie zum Beispiel Fassadendurchbrüche zur Leitungsführung, ermöglicht.

§ 47 NACHRÜSTUNG EINES BESTEHENDEN GEBÄUDES

Eigentümer von Wohngebäuden müssen sicherstellen, dass die obersten Geschossdecken des Gebäudes den Mindestwärmeschutz gemäß geltenden Normen erfüllen. Ist dies nicht der Fall, müssen die entsprechenden Bauteile nachgedämmt werden, sodass ein U-Wert von höchstens 0,24 W/m²K erreicht wird. Für eine energetische Sanierung der Fassade werden hier zunächst keine Anforderungen gestellt. Eine Nachrüstung der obersten Geschossdecken muss nicht durchgeführt werden, wenn die Maßnahme sich nicht innerhalb angemessener Zeit wirtschaftlich rentiert.^[6]

§ 48 ANFORDERUNG AN EIN BESTEHENDES GEBÄUDE BEI ÄNDERUNG Sollte ein Eigentümer bauliche Änderungen an den Außenbauteilen an eines Gebäudes anstreben, sind hier Grenzwerte für den U-Wert einzuhalten, die in den Anlagen des GEG definiert sind. Von der Einhaltung dieser

Grenzwerte kann abgesehen werden, wenn der Jahres-Primärenergiebedarf des geänderten Gebäudes den eines vergleichbaren Referenzgebäudes nicht um mehr als 40% überschreitet. Bei punktuellen Maßnahmen, wie in § 46 definiert, entfällt die Nachweispflicht.

Aufgrund der Komplexität des Bewertungsmechanismus sowie der Möglichkeit, dass Richtwerte sich stets ändern können, ist bei den in § 48 definierten Änderungen immer ein Energieberater zu konsultieren.^[7]

Bedingungen zur Abweichungen von gesetzlichen Vorgaben

Die Einhaltung der im GEG definierten Regeln kann sich bei Bestandsgebäuden schnell als problematisch herausstellen, da neben den Regelungen des GEG auch andere baurechtliche Aspekte mit berücksichtigt werden müssen. Daher müssen die genannten Anforderungen nicht eingehalten werden, wenn dadurch Konflikte mit anderen öffentlich-rechtlichen Regelungen entstehen. Gesetzliche Vorgaben zu Statik, Brandschutz, Schallschutz, Arbeitsschutz und zum Schutz der Gesundheit sind immer Vorrangig vor dem GEG zu beachten.^[8]

7.3 FAZIT

Wer im Bestand bauen will, muss sich durch einen regelrechten Dschungel an Regeln und Normen kämpfen um Änderungen rechtskonform umzusetzen. Die Notwendigkeit von Gesetzen und Regeln ist in Anbetracht der historischen und ökologischen Relevanz sowie der Sicherheit der Bewohner unumstritten, allerdings wäre eine Entschlackung und übersichtlichere Strukturierung der geltenden Regeln auch aus Sicht der Planer an vielen Stellen wünschenswert. Muss es unbedingt notwendig sein, dass ein Eigentümer für nahezu jede noch so kleine Baumaßnahme einen oder mehrere Fachberater konsultieren muss? Im Moment ist es auf jeden Fall nicht nur notwendig, sondern auch empfehlenswert.

Abb. 7.1
Schematische Darstellung der Handlungsbereiche bei Renovierung, Sanierung und Modernisierung

Abb. 7.2
Übersicht über die verschiedenen Regelwerke

TEIL 8
AUSBLICK
MEHRGESCHOSSIGER HOLZBAU

8 AUSBLICK MEHR- GESCHOSSIGER HOLZBAU

WAS IST HEUTE ZULÄSSIG LBO/MBO

Marvin Kaliga, Mila Kretschmann

8.1 ENTWICKLUNG

Holz stellte bis ins 19. Jahrhundert den wichtigsten Baustoff dar. Mit Beginn der industriellen Revolution wurde er jedoch von Stahl und später von Beton abgelöst. Er stand fortan für die von Enge geprägte Stadt des Mittelalters und war spätestens zu Beginn des 20. Jahrhundert im Zuge der Charta von Athen nicht mehr von Bedeutung. Nach 1945 fand Holz vor allem Verwendung beim Bau von Sonderbauten und Dachtragwerken. Erst in Folge der Ölkrise und Umweltschutzdebatten rückt der Holzbau wieder in den Fokus.

Mit den bisherigen technischen Fortschritten gehen ein enormer Ressourcenverbrauch und eine starke Belastung für die Umwelt einher. Holz als ein natürlich nachwachsender Rohstoff steht dem entgegen.

Zahlreiche Innovationen rücken Holz als modernen Baustoff in neues Licht. Dazu zählen maschinelle Festigkeitssortierung, neuartige Verbindungsmittel und software- und maschinengestützte Vorfertigung, die komplexe Bauvorhaben ermöglichen und auch nicht seriell gefertigte Produkte wirtschaftlich machen.

In den letzten Jahren ist auch im mehrgeschossigen Bauen ein Trend zum Holz erkennbar (siehe Abb. 8.1).^[1]

8.2 MODERNER HOLZBAU

Moderner Holzbau ist geprägt von einer langen Lebensdauer, einer hohen Wertbeständigkeit und außerdem der Erfüllung von Brandschutzvorlagen. Im Vergleich zu den Fachwerkbauten von früher hat er vor allem die Möglichkeit große Spannweiten für Fensterbänder oder auch frei auskragende Körper systemgerecht zu realisieren.

Grundsätzlich unterscheidet man beim Holzbau zwischen verschiedenen Bauweisen. Dazu zählen Holzskelettbau (moderner Fachwerkbau), -rahmenbau, -massivbau und verschiedene Hybridbauweisen.

Die neue Ausrichtung von stabförmigen hin zu scheibenförmigen Elementen wie Brettstapel- oder auch Brettschichtholz-Elementen sowie Brettsperrholz ermöglicht die Umsetzung von monolithisch gedachten Bauformen.^[2]

8.3 MISCHBAUWEISE

Eingesetzt wird der Baustoff Holz häufig in Mischbauweisen. So werden benötigte Eigenschaften von verschiedenen Materialien kombiniert, um das Gesamtsystem zu optimieren. Zur Aussteifung und zum Witterungsschutz werden massive Bauteile wie Decken, Treppenhäuser und Sockel genutzt. Die Kombination von Stahl und Holz wird beispielsweise oft dort verwendet, wo punktuell hohe Lasten abzutragen sind.

Nicht nur auf architektonischer Seite, sondern auch wirtschaftlich betrachtet, ist eine Mischbauweise sinnvoll, um beispielsweise Schallschutz- oder brandschutztechnische Auflagen zu erfüllen.

Teilweise sind es nicht immer die reinen Holzbauten, die einer Bauaufgabe am besten gerecht werden.^[3]

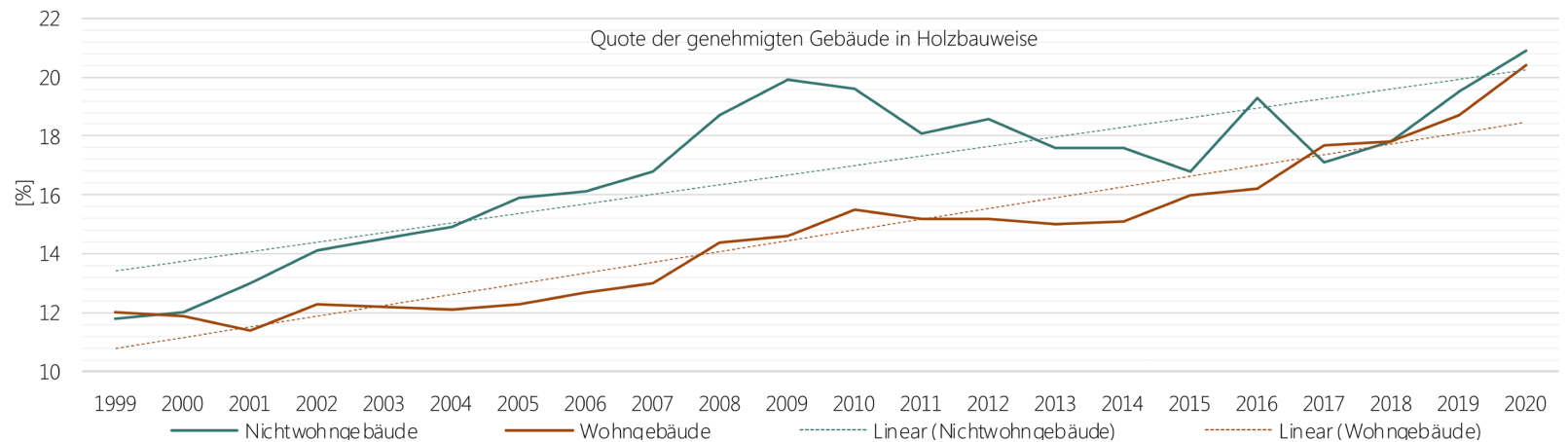


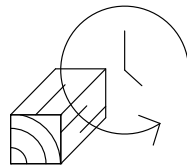
Abb. 8.1

Abb. 8.1
Quote der genehmigten Gebäude in
Holzbauweise

8.4 HOLZSCHUTZ

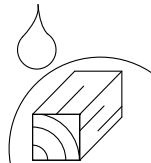
Präventiver Holzschutz:

Ein wichtiger, nicht zu vernachlässigender Punkt des Holzbaus ist der präventive Holzschutz gegen holzerstörende Pilze und Insekten. Dabei muss vor allem die Holzfeuchte reduziert werden, da Holz ein hygroskopisches Material ist. Das bedeutet es kann Feuchtigkeit gut aufnehmen und speichern. Hierbei hilft die durch DIN 68 800 festgelegte Entscheidungskaskade. Es gibt 3 Arten von Holzschutz: Maßnahmen zum Feuchteschutz des Holzes bei der Herstellung, den Konstruktiven Holzschutz, die Verwendung von dauerhaften Holzarten und an letzter Stelle den chemischen Holzschutz.



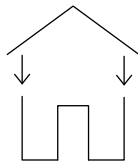
Feuchteschutz des Holzes bei der Herstellung:

Dazu gehört zunächst die sachgemäße Trocknung des Holzes, um die holzeigene Feuchte zu reduzieren. Auch darunter fallen technisch vorgetrocknete Hölzer und Thermohölzer. Das sind Hölzer, die einer Hitze-Behandlung unterzogen wurden. Dabei wird das Holz unter Sauerstoffausschluss für mehrere Stunden auf 150- 250°C erhitzt.



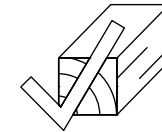
Konstruktiver Holzschutz:

Durch die Einbausituation kann das Holz vor Wasser in Form von Spritzwasser im Sockelbereich, Wasseransammlung und Tauwasser geschützt werden.



Verwendung dauerhafter Holzklassen:

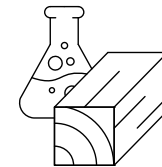
In DIN 68 8001, 5 und EN 335 wird das Holzbauteil entsprechend seiner Einbausituation in Gebrauchsklassen (GK) von 0 bis 5 eingeteilt. GK1 und 0 sind dabei trocken, GK 5 ständig feucht (siehe Abb. 8.2). Mit Blick auf diese Einordnung muss daher auf eine der Gebrauchsklasse entsprechenden Holzart zurück gegriffen werden.



Chemischer Holzschutz:

Diese Art des Holzschutzes beinhaltet die Behandlung des Holzbauteils durch chemische Substanzen wie Biozide. Dazu gehören Fungizide, Insektizide und Algizide. Besonders besorgniserregenden Stoffe werden in die Gruppe der SVHC (substances of very high concern) eingestuft. Darunter fallen auch viele dieser Mittel.

Der chemische Holzschutz sollte daher stets an letzter Stelle stehen. Er verhindert nicht nur das Recycling, sondern kann auch stark gesundheitsgefährdend sein.



Bekämpfender Holzschutz:

Ist das verbaute Holz im Bestand einmal durch Schädlinge wie Pilze, Insekten o.a. befallen, gibt es neben der Behandlung mit Bioziden auch die Möglichkeit, Holz durch ein Heißluftverfahren, einer Hochfrequenztechnik und dem Mikrowellenverfahren im entsprechenden Maße zu revitalisieren. ^{[4] [5]}

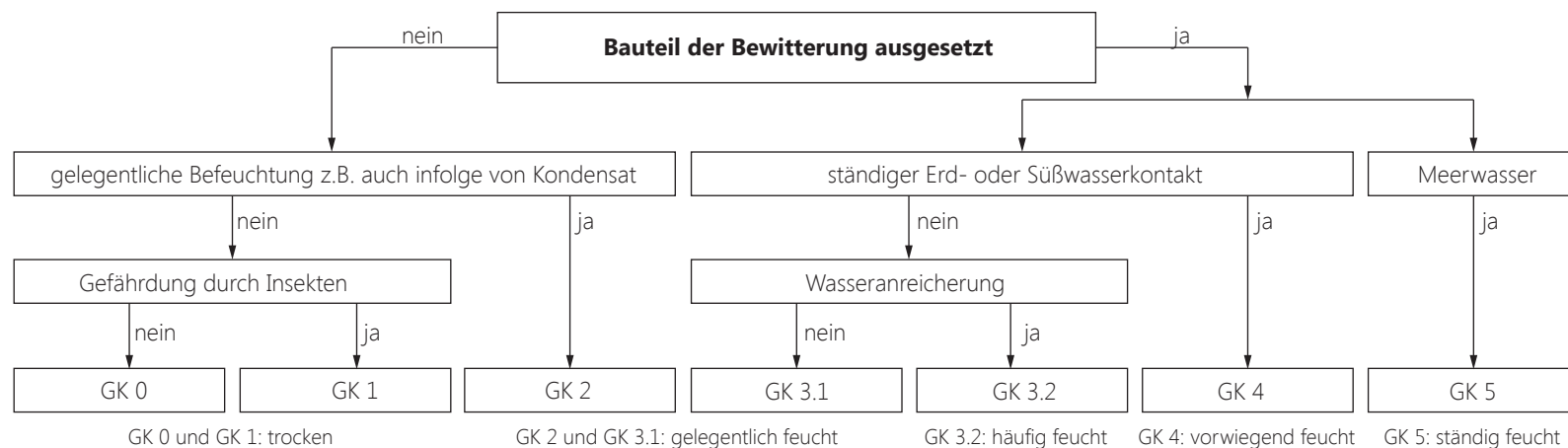
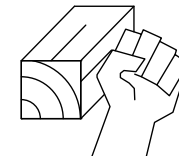


Abb. 8.2
Gebrauchsklassen für Hölzer entsprechend ihrer Einbausituation

8.5 BRANDSCHUTZ

Holz ist brennbar, besitzt jedoch die Eigenschaft, dass sich um Holzbauteile ab einer gewissen Stärke im Brandfall der Außenbereich des Materials eine Verkohlungs-schicht bildet. Diese schützt den inneren Bereich des Bauteils. Im Gegensatz zu Stahlbauteilen, welche durch hohe Temperaturentwicklungen im Brandfall die Eigenschaft besitzen, statische Leistungsfähigkeiten zu verlieren, wird die statische Standsicherheit eines Holzbauteils durch die geschützten inneren Schichten über einen bestimmten Zeitraum nur minimal beeinflusst. Eine Querschnittüberdimensionierung der statisch relevanten Bauteile aus Holz sorgt im Brandfall für keinen Verlust der Standsicherheit eines mehrgeschossigen Holzbaus. ^[6]

Maßgebende Faktoren für den Brandschutz im Gebäudesektor sind Baustoffklassen, welche die Brennbarkeit von Baumaterialien kategorisieren. Außerdem gibt es Feuerwiderstandsklassen, die Bauteilaufbauten, die aus mehreren Baustoffen zusammengesetzt sind, nach der Dauer, während der ein Bauteil bei einem Normbrand seine Funktion beibehält, brandschutztechnisch einordnen. Durch eine Kategorisierung der Baumaterialien in verschiedene Baustoffklassen soll verhindert werden, dass ein Brand in sensiblen Bereichen eines Gebäudes entstehen kann. Vorgaben der Musterbauordnung MBO in Bezug auf die Feuerwiderstandsklassen sollen das Risiko minimieren, dass der Brand auf andere Gebäude und Gebäudeteile überschlagen kann. Dabei sind die Anforderungen an die Feuerwiderstandsklassen der verschiedenen Bauteile abhängig von der jeweiligen Gebäudeklasse nach MBO. Je größer die Anzahl der Nutzungseinheiten innerhalb eines Gebäudes und je höher das Gebäude ist, umso höher sind die brandschutztechnischen Vorgaben an diese Bauteile. Die Kategorisierung der Baustoffklassen der in einem Bauteil verwendeten Materialien bestimmen die Einordnung dieses Bauteils in die Feuerwiderstandsklasse. Diese Feuerwiderstandsklassen sind nach DIN 4102-1 unterteilt in F30, F60 und F90, wobei die Zahl der Bezeichnung die Dauer in Minuten beträgt, in der dieses Bauteil im Normbrandfall nicht in der Funktion beeinflusst wird. Diese Einteilung nach DIN 4102-1 ist bis auf weiteres gültig, auch wenn die Norm nach und nach durch die europäische Norm DIN EN 13501-1 ersetzt wird.

Holz befindet sich nach DIN 4102 in der Baustoffklasse B2 und nach DIN 13501 in der Brennbarkeitsklasse D. Somit gilt Holz nach der Musterbauordnung als normal entflammbar. Gebäude der Gebäudeklasse 1 bis 3 (Kellergeschoss eines Gebäudes der Gebäudeklasse 3 ausgeschlossen) lassen sich problemlos als materialmonolitische Bauwerke in Holzbauweise realisieren, da die Anforderungen der MBO in Bezug auf den Brandschutz dieser Gebäudeklassen B2 - normal entflammbar entspricht. ^[7] Sofern tragende und aussteifende Bauteile, sowie Bauteile, die zwei Nut-

zungseinheiten voneinander trennen, der Gebäudeklasse 4 mit nicht brennbaren Bekleidungen vor Brandeinwirkungen schützen, können auch diese in Holzbauweise errichtet werden. Für sichtbare Außenbauteile, wie beispielsweise eine Holzfassade, können objektbezogene Kompensationsmaßnahmen erarbeitet werden. Diese müssen in einem Brandschutzkonzept vorgelegt werden und können beispielsweise Brandschutzschürzen in der Fassade oder ein weiterer zusätzlicher Rettungsweg sein.

Holzbauten der Gebäudeklasse 5 können erst durch weitreichende und zusammenhängende Brandschutzkonzepte in den Bereichen baulicher Brandschutz, anlagentechnischer Brandschutz, organisatorischer Brandschutz und abwehrender Brandschutz in einigen Bundesländern genehmigungsfähig gestaltet werden. ^[8]

BAUSTOFFKLASSEN/BRENNBARKEIT NACH DIN 4102 UND DIN EN 13501 ^[9]

Bauaufsichtliche Anforderungen	Baustoffklassen nach DIN 4102	Brennbarkeit nach DIN EN 13501
nicht brennbar	A1, A2	A1, A2
schwer entflammbar	B1	B, C
normal entflammbar	B2	D, E
leicht entflammbar	B3	F

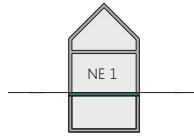
FEUERWIDERSTANDSKLASSEN NACH DIN 4102 UND DIN EN 13501 ^[9]

Bauaufsichtliche Anforderungen	DIN 4102	DIN EN 13501
		tragend/außen/innen
feuerhemmend	F30	R30/REI30/EI30
hochfeuerhemmend	F60	R60/REI60/EI60
feuerbeständig	F90	R90/REI90/EI90
Brandwand	-	-/REI90-M/EI90-M
Feuerwiderstandsfähigkeit 120 Minuten	-	R120/REI90/-

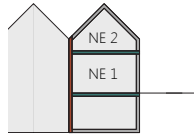
ANFORDERUNGEN AN FASSADEN NACH MBO ^[10]

Gebäudeart	DIN 4102/ DIN EN 13501	Bauaufsichtliche Anforderungen
Gebäudeklasse 1 - 3	B2/D, E	normal entflammbar
Gebäudeklasse 4 - 5	B1/B, C	schwer entflammbar
Hochhäuser > 22m	A2/A2	nicht brennbar

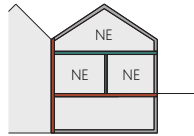
Gebäudeklasse 1:



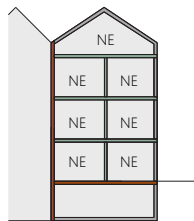
Gebäudeklasse 2:



Gebäudeklasse 3:



Gebäudeklasse 4:



Gebäudeklasse 5:



- feuerhemmend
- hochfeuerhemmend
- feuerbeständig
- Brandwand

Abb. 8.3

Abb. 8.3 Gebäudeklassen

8.6 SCHALLSCHUTZ

In Gebäuden mit massiven Bauteilaufbauten kann der Schallschutz meist durch die schwere Bauweise umgesetzt werden. Da ein Gebäude in Holzbauweise in den meisten Fällen ein Gebäude mit leichter Bauartschwere ist, kann dort der Schallschutz problematisch werden. Jedoch ist der Schallschutz gerade im urbanen mehrgeschossigen Bauen von entscheidender Bedeutung für die Akzeptanz der Gebäude. Als sensible Bauteile werden dabei Zwischendecken und Trennwände zwischen zwei abgeschlossenen Wohneinheiten betrachtet. Diese Bauteile müssen die Aufgabe übernehmen den Schall, der durch andere Nutzer im Gebäude entsteht, zu dämmen. Weitere kritische Bauteile sind die der Gebäudehülle. Die Bauteile der Außenhülle müssen äußere Schallquellen, wie beispielsweise den Verkehr im urbanen Raum, dämmen. Bei der Schallübertragung ist zwischen der Luftschallübertragung und der Trittschallübertragung zu unterscheiden.

Da vor allem Zwischendecken die tiefen Frequenzen des Trittschalls übertragen, müssen hier schalltechnische Bauteiloptimierungen vorgenommen werden. Eine Optimierung kann erreicht werden, indem die Geschossdecke entweder durch eine Schüttung beschwert wird oder eine entkoppelte abgehängte Unterdecke installiert wird.

Nach DIN 4109 beträgt die Mindestanforderung an Schutz gegen Luftschall bei Wohnungsdecken $D_i \geq 52$ dB. Der erhöhte Anforderungswert liegt bei $D_i \geq 55$ dB. Die Mindestanforderung an Schutz gegen Trittschall beträgt $L' \leq 53$ dB. Der erhöhte Anforderungswert wird mit $L' \leq 50$ dB definiert. Für Wohngebäude ist in der Regel der erhöhte Anforderungswert zu wählen.

Im Folgenden werden zur Veranschaulichung drei Decken mit verschiedenen Aufbauten nach ihrer Trittschallschutzperformance bewertet:

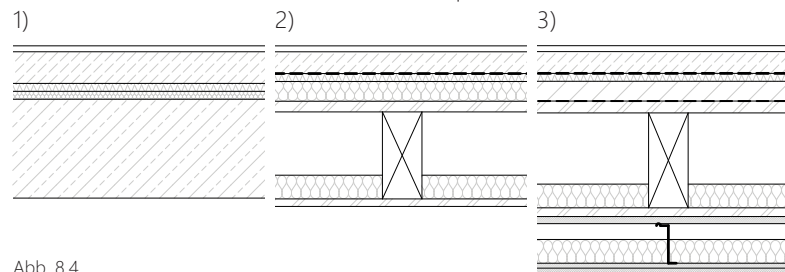


Abb. 8.4

- 1) Stahlbetondecke mit trittschalldämmter Bodenüberkonstruktion:
Trittschallpegel $L' = 38$ dB
- 2) Holzbalkendecke:
Trittschallpegel $L' = 61$ dB
- 3) Holzbalkendecke optimiert durch Beschwerung und Abhangendecke:
Trittschallpegel $L' = 35$ dB

8.7 AUSBLICK

Da Holz ein nachwachsender Rohstoff ist und der Atmosphäre CO_2 entzieht und dauerhaft speichert, dienen Gebäude in Holzbauweise als natürlicher Kohlendioxidsspeicher. Eine Erhöhung des Anteils von Gebäuden in Holzbauweise würde dementsprechend nicht nur CO_2 durch den Verzicht auf Stahlbeton einsparen, sondern könnte den Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre durch natürliche Speicherung reduzieren. Ein langer Lebenszyklus gestaltet das Bauen mit Holz nachhaltig. Durch die Verwendung von frei lösbaren Konstruktionsverbindungen in der Errichtungsphase kann die Lebensdauer eines Holzbaustoffes maximiert werden, indem die Materialien nach der Demontage im Reuse- oder Recyclingprozess erneut in den Materialkreislauf eingebracht werden. Aufgrund des CO_2 Ausstoßes nach dem *End-of-Life*, wie beispielsweise bei der energetischen Nutzung oder der Kompostierung, ist es essenziell, die Lebensdauer im Materialkreislauf von Holzprodukten zu maximieren. Die Verwendung von Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft kann dabei für einen angemessenen und ressourcenschonenden Umgang beitragen.

Außerdem sind Holzkonstruktionen als leicht zu bewerten. Damit bieten sie optimale Voraussetzungen in urbanen Gebieten neuen Wohnraum durch Aufstockungen auf bereits bestehende Gebäudeinfrastrukturen zu schaffen, ohne Bestandsgebäude statisch zu vitalisieren. Somit kann die Holzbauweise den Druck auf innerstädtischen Wohnungsmärkten mindern.

Durch die Möglichkeit, gesamte Gebäudeteile werksseitig vorzuproduzieren, können Bauzeiten verkürzt, die Wirtschaftlichkeit gesteigert und die Arbeitsbedingungen der Fachkräfte optimiert werden.^[12]

„Wenn wir Stahlbeton durch organische Materialien wie Holz [...] ersetzen, können wir erhebliche Mengen an klimaschädlichen Emissionen vermeiden. Mit regenerativer Architektur könnten wir uns quasi aus der Klimakrise herausbauen.“^[13]

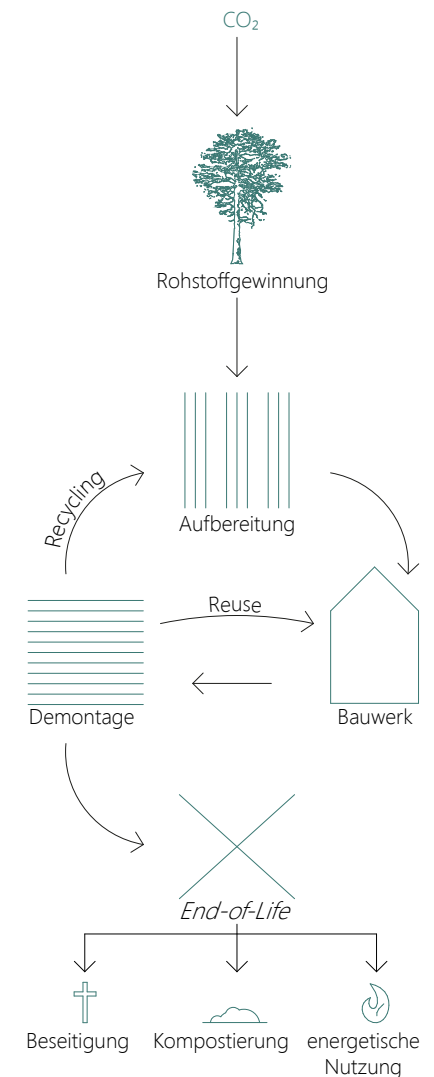


Abb. 8.5

Abb. 8.4
Aufbauten Stahlbeton- und Holzbalkendecken

Abb. 8.5
Stoffkreislauf Holz

ANHANG

ANHANG

DATENERFASSUNG ALLER DOKUMENTIERTEN GEBÄUDE IN DER WUPPERTALER NORDSTADT



	Luisenstraße 72 Justyna Mazur	Georgstraße 6 Julius Weritz	Neue Nordstraße 1 Lukas Salomon, Julius Weritz	Markomannen- straße 59 Ronja Lehmann, Jelka Seidel, Sophie Weuste	Markomannen- straße 30 Farah Alnihawi
Baujahr	unbekannt	1876	um 1870	1858	1875
ca. Grundfläche	162 m ²	100 m ²	95 m ²	66 m ²	166 m ²
ca. Grundstücksfläche	199 m ²	165 m ²	330 m ²	131 m ²	440 m ²
Parzellenbreite	13,55 m	10,00 m	9,90 m	7,50 m	13,65 m
BGF (inkl. Keller)	729 m ²	454 m ²	525 m ²	297 m ²	747 m ²
BRI (inkl. Keller) [m ³]	2233 m ³	1638 m ³	1469 m ³	958 m ³	2623 m ³
Vollgeschosse	3	3	4	3	3
Vollgeschosse Gegenüber	-	-	4	4	3
Abstand Gegenüber	-	9,5 m	9,5 m	9,20 m	9,75 m
Fassadenfläche (Hauptfassade)	137,95 m ²	124,73 m ²	128,49 m ²	81,93 m ²	170,88 m ²
Fensterfläche (Hauptfassade)	42,53 m ²	24,88 m ² (35,61)*	34,25 m ²	22,18 m ²	49,44 m ²
Fensterflächenanteil (Hauptfassade)	30,8 %	19,9 % (28,5)*	26,7 %	27,0 %	28,9 %
Fensterflächenanteil (Hauptfassade) BGF	5,8 %	5,5 % (7,8)*	6,5 %	7,5 %	6,6 %
Fensterachsen (Hauptfassade)	6	5	4	3	6
Fensterachsenbreite i.D. (Hauptfassade)	1,95 m	1,85 m	2,54 m	1,86 m	2,10 m
Ausrichtung Hauptfassade	Süden	Osten	Westen	Norden	Süd-Ost

* Ehemals im historischen Bestand.



Gerberstraße 24	Gerberstraße 19	Sattlerstraße 18	Sattlerstraße 20	Sattlerstraße 48	Gertrudenstraße 13	Bandstraße 31
Sarah Coppens, Julia Wiechert	Julia Wiechert	Ronja Lehmann	Marvin Kaliga	Marvin Kaliga, Mila Kretschmann	Farah Alnihawi, Justyna Mazur	Sophie Weuste
1867	unbekannt	ca. 1876 - 1880	1874	1876, Anbau 1896	1875	ca. 1900
120 m ²	100 m ²	101 m ²	135 m ²	133 m ²	89 m ²	112 m ²
350 m ²	145 m ²	183 m ²	260 m ²	327 m ²	100 m ²	239 m ²
11,65 m	15,71 m	11,89 m	14,75 m	14,00 m	8,59 m	9,99 m
660 m ²	538 m ²	454 m ²	743	588 m ²	489 m ²	616 m ²
1996 m ³	2120 m ³	1471 m ³	2719 m ³	1762 m ³	1639 m ³	2240 m ³
4	4	3	4	3	4	4
4	4	3-4	4	4	4	-
9,30 m	9,30 m	9,30 m	9,50 m	9,40 m	8,50 m	-
165,47 m ²	165,30 m ²	144,67 m ²	234,51 m ²	137,72 m ²	128,07 m ²	156,28 m ²
38,24 m ²	47,06 m ²	34,48 %	61,68 m ²	41,40 m ²	37,81 m ²	33,41 m ²
23,1 %	28,5 %	23,8 %	26,3 %	30,1 %	29,5 %	21,38 %
5,8 %	8,7	7,6 %	8,3 %	7,1 %	7,7 %	5,4%
5	3 (4)	5	5	5+1	4	4
2,00 m	2,25 m	2,12 m	2,40 m	2,19 m	1,72 m	2,38 m
Nord-Ost	Süd-West	Nord-Ost	Nord-Ost	Nord-Ost	Süd-West	Nord-Ost

ANHANG

BEISPIELHAFTE MATERIALERFASSUNG UND MASSENERMITTLUNG - BANDSTRASSE 31 (1.044,40 m³ Volumen)

Material	Volumen [m ³]	Rohdichte [kg/m ³]	Masse [kg]	Anteil/m ³ [%]
Konstruktionsholz Eiche	39,97	800	31.976	3,8
Holz Innenausbau	8,22	550	4.521	0,8
Lehm	13,71	1.000	13.710	1,3
Mauerwerk	497,86	575	286.272	47,7
Sand	13,741	1.600	21.985,12	1,3
Dachpappe	0,66	400	264	0,1
Glaswolle	21,01	21	441	2,0
Gipskarton	1,64	680	1.115	0,2
Schilfmatte	6,36	225	1.431	0,6
Gipsputz	7,887	1.400	11.042	0,8
Kalkputz	19,48	1.400	27.272	1,9
Terrazzo	2,36	2.300	5.430	0,2
Stahl	0,28	7.850	2.173	0,0
Zweifachverglasung	1,21	500	605	0,1
Mauerwerk (Keller)	154,29	575	88.717	14,8
Mörtel	11,80	1.500	17.700	1,1

BEISPIELHAFTE ERMITTLUNG DES TREIBHAUSPOTENTIALS - BANDSTRASSE 31 (GESAMT GWP = 133.553,9 kg CO₂/m²)

Datensatz		A1-3			C3-4			D			Gesamt A-D
Quelle	Referenzfluss (Einheit)	GWP Referenzfluss	GWP [kg CO ₂ /m ²]	GWP [kg CO ₂ /m ³ Gebäude]	GWP Referenzfluss	GWP [kg CO ₂ /m ²]	GWP [kg CO ₂ /m ³ Gebäude]	GWP Referenzfluss	GWP [kg CO ₂ /m ²]	GWP [kg CO ₂ /m ³ Gebäude]	GWP [kg CO ₂ /m ³ Gebäude]
7ec1d463-fd99-4b1d-9a57-9a72cac408d2	m ³	-1.041	-41.608,770	-1.592,000	1.311,000	52.400,670	2.005,414	-415,600	-16.611,532	-635,736	-5.819,632
aea021e8-7e2f-4f6b-ae3f-a76cba4c5d6e	m ³	-783,1	-6.437,082	-50,663	985,000	8.096,700	63,725	-260,300	-2.139,666	-16,840	-480,048
8be785fa-5548-4ea5-a2d7-b962675b9eff	m ³	93,15	1.277,087	16,765	2,806	38,470	0,505	-3,892	-1.277,087	-16,765	38,470
EPD-AMZ-20140244-ICG1-DE	m ³	138,0	68.705,30	32.751,753	10,420	5.187,748	2.472,995	7,030	3.499,987	1.668,441	77.393,037
c1b237e1-2206-4318-8d99-f023b8aeb5d6	kg	0,03326	731,225	9,620	0,007	161,305	2,122	-0,002	-45,157	-0,594	847,372
EPD-GBO-20190020-IBA1-DE	m ²	4,93	4,930	0,003	480,000	480,000	0,303	-2,120	-2,120	-0,001	482,810
86380db6-3062-4d40-826d-732c24ed3cad	kg	46,52	20.525,089	412,899	1,239	546,527	10,994	0,000	0,000	0,000	21.071,616
da72684f-471c-425b-817d-69f262323f04	m ²	1,541	1,541	0,002	0,150	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000	1,691
5ef0c519-f5b2-4d45-809d-5f417f90e90b	m ³	19,16	121,858	0,742	86,160	547,978	3,337	-12,000	-76,320	-0,465	593,515
b7fb8ab4-e1e2-4a0b-a9c4-abd6cfa6c7f3	m ³	119,4	941,720	7,112	13,500	106,476	0,804	0,000	0,000	0,000	1.048,196
d7f4a913-441f-4c21-aae5-42e421737e29	m ³	408,0	7.947,840	148,242	27,010	526,155	9,814	0,000	0,000	0,000	8.473,995
0973f221-2284-4892-ae3d-1b8c2986b6dd	kg	0,1836	996,876	2,253	0,015	81,498	0,184	0,000	0,000	0,000	1.078,375
5cb2c568-76fe-4803-8b46-0084e79800c8	kg	1,125	2.444,631	0,648	0,002	4,007	0,001	-0,413	-898,321	-0,328	1.550,318
132b40bc-5e25-4b1c-983c-3306caf74415	m ²	26,7	26,700	0,031	0,570	0,570	0,001	-3,110	-3,110	-0,004	24,160
EPD-AMZ-20140244-ICG1-DE	m ³	138,0	21.292,020	3.145,486	10,420	1.607,702	237,507	7,030	1084,659	160,237	23.984,381
f2053ffa-dd55-47c6-92ed-e98d726db546	kg	0,162	2.867,400	32,397	0,017	293,820	3,320	-0,001	-17,240	-0,195	3.143,980

ANMERKUNGSVERZEICHNIS

TEIL 1

- [1] Wuppertal wiederentdeckt – 10 Jahre danach – Denkmalschutz
Denkmalpflege Stadtgestalt, Michael Metschies (Hrsg), Born, 1986,
S. 18 ff.
- [2] Wussten Sie, dass ... es in Wuppertal die meisten Treppen gibt?
Online unter URL: [https://www.1a-region.de/staedte/wuppertal/fo-
tospot-bunte-treppen](https://www.1a-region.de/staedte/wuppertal/fo-
tospot-bunte-treppen) (Stand 20.08.2021)
- [3] wie Anm. 1, S. 26
- [4] Stadterneuerung in Wuppertal, 2: Elberfeld Nord, Oberstadtdirektor
der Stadt Wuppertal (Hrsg.), Wuppertal, 1981, S. 3
- [5] wie Anm. 1, S. 15
- [6] wie Anm. 4, S. 3
- [7] wie Anm. 1, S. 40
- [8] wie Anm. 4, S. 5
- [9] wie Anm. 1, S. 28
- [10] wie Anm. 1, S. 40
- [11] wie Anm. 1, S. 44
- [12] wie Anm. 4, S. 3
- [13] wie Anm. 1, S. 40
- [14] wie Anm. 1, S. 44
- [15] wie Anm. 1, S. 46
- [16] wie Anm. 4, S. 5
- [17] wie Anm. 1, S. 46
- [18] Die Geschichte der Wuppertaler Schwebebahn - Eine Reise durch
die Zeit, WSW mobil GmbH, Online unter URL: [https://schwebe-
bahn.de/geschichte-der-schwebebahn](https://schwebe-
bahn.de/geschichte-der-schwebebahn) (Stand: 20.08.2021)
- [19] wie Anm. 1, S. 29
- [20] wie Anm. 4, S. 5
- [21] wie Anm. 1, S. 15
- [22] Rückblick - Ein Ort mit Geschichte, Historische Stadthalle Wuppertal
GmbH, Online unter URL: [https://www.stadthalle.de/de/das-haus/
baukultur/](https://www.stadthalle.de/de/das-haus/
baukultur/) (Stand: 20.08.2021)
- [23] wie Anm. 1, S. 51
- [24] wie Anm. 4, S. 7 ff.
- [25] wie Anm. 4, S. 11 ff.

[26] wie Anm. 1, S. 17

[27] Profanbauten des 19. Jahrhunderts in Wuppertal-Elberfeld, Klaus
Pfeffer, Neuss, 1979, S. 24 ff.

TEIL 2.1

- [1] Nicke, Herbert: Bergisches Fachwerk - Ein Streifzug durch
Architektur und Geschichte des rechtsrheinischen Fachwerkbaus.
Martina Galunder-Verlag, Wiehl 1996. S. 7-14
- [2] wie Anm. 1, S. 59-66
Weiss, Walter: Fachwerk - Bautraditionen in Mitteleuropa.
Fraunhofer IRB-Verlag 2019. S. 21-23; S.28
Fiedler, Wilhelm: Das Fachwerkhaus in Deutschland, Frankreich
und England. Reprint Verlag Leipzig in der Primus Verlag GmbH,
Darmstadt 2011. S. 5-8
- [3] wie Anm. 1, S. 23-37; S.69-72
- [4] wie Anm. 1, S. 46-50
Ahnert, Rudolf, Krause, Karl Heinz: Typische Baukonstruktionen von
1860-1960, Band 1., 7. Auflage.
Beuth-Verlag 2009. S. 193-194
- [5] Lenze, Wolfgang, Fachwerkhäuser - restaurieren - sanieren - mo-
dernisieren. 10. erweiterte Auflage. Fraunhofer IRB Verlag 2016. S.
27
- [6] wie Anm. 5, S. 103-117
- [7] wie Anm. 5, S. 159, 160
- [8] wie Anm. 5, S. 233-236
- [9] Kaiser, Christian: Ökologische Altbau-Sanierung
Gesundes und nachhaltiges Bauen und Sanieren
2., überarbeitete und erweiterte Auflage. VDE-Verlag 2017. S. 99-
109

TEIL 2.2

- [1] Meyers Großes Universallexikon, Band 6. Bibliographisches Institut,
Mannheim 1982, S. 170.
- [2] Atlas Sanierung, Georg Giebeler (Autor), Rainer Fisch (Autor),

Harald Krause (Autor), Florian Musso (Autor), Karl-Heinz Petzinka (Autor), Alexander Rudolphi (Autor), Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, Edition Detail (Hrsg.), München, 2008, S. 132

- [3] Bauen im Bestand - E-Book (PDF): Katalog für die Altbauerneuerung V., RA Horst Helmbracht (Autor), Institut für Bauforschung e.V., Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung e.3. (Hrsg.), überarbeitete und aktualisierte Auflage., Köln: Rudolf Müller: 2015, S. 22
- [4] wie Anm. 2, 132 f.
- [5] wie Anm. 2, S. 118-131, S. 132-153
- [6] wie Anm. 3, S. 23 f.
- [7] wie Anm. 9
- [8] wie Anm. 10

TEIL 3

- [1] Liegenschaftskatasteramt
- [2] Gefährdet, gerettet, verloren: Schicksale Wuppertaler Bauten, Michael Metschies (Hrsg.), mit Fotos von Rolf Loockmann, Wuppertal: Born-Verl.: 1982
- [3] Eigene Berechnung auf Grundlage der erstellten Karte

TEIL 5.2

- [1] „Neues Merkblatt zur Grauen Energie in Gebäuden“, <https://www.detail.de/artikel/neues-merkblatt-zur-grauen-energie-in-gebaueden-1099/> (aufgerufen am 17.08.2021)
- [2] <https://www.oekobaudat.de/> (aufgerufen am 17.08.2021)

TEIL 5.3

- [3] Ökobilanzierungen (LCA), Grundlagen des Nachhaltigen Bauens - Modul 10, DGNB e.V. - Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (Hrsg.), Stuttgart, 2020
- [4] Klimaschutz in Zahlen - Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (Hrsg.), BMU-Online-Publikation, Berlin, Mai

2020, S. 8

- [5] wie Anm. 2, S. 59
- [6] wie Anm. 2, S. 8
- [7] Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2020, Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2018, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, Juli 2020, S. 68
- [8] Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland. Kurzstudie zu sektorübergreifenden Wirkungen des Handlungsfelds „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“ auf Klima und Umwelt, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.), BBSR-Online-Publikation 17/2020, Bonn, Dezember 2020, S. 26
- [9] „Atlas Recycling – Gebäude als Materialressource“, Hillebrandt, Annette, Riegler-Floors, Petra, Rosen, Anja, Seggewies, Johanna-Katharina, u.a., Detail Business Information GmbH, München, 2018
- [10] wie Anm. 6, S. 15
- [11] Urban Mining Index, Online unter URL: <https://urban-mining-index.de/>, Dr. Anja Rosen, Warendorf (Stand 21.08.2021)
- [12] Plattform Ökobaudat, Online unter URL: <https://www.oekobaudat.de/>, Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Berlin (Stand 21.08.2021)
- [13] EPD, Online unter URL: <https://ibu-epd.com/>, Institut für Bauen und Umwelt e.V., Berlin (Stand 21.08.2021)
- [14] Stiftung Unternehmen Wald, Online unter URL: <https://www.wald.de/waldwissen/wie-viel-kohlendioxid-co2-speichert-der-wald-bzw-ein-baum/>, Rüdiger Kruse, Hamburg (Stand 21.08.2021)
- [15] So viel CO₂ lässt sich durch Gebäudesanierung einsparen, Online unter URL: <https://www.competitiononline.com/de/news/schwerpunkt/so-viel-co2-laesst-sich-durch-gebauedesanierung-einsparen-3350.html>, Competitiononline Verlags GmbH, Berlin (Stand 21.08.2021)

TEIL 6

- [1] SimRoom Version 4.212, Quelle Markus Lichtmeß, Autoren: Markus Lichtmeß, Karsten Voss, Karl Walther, Isil Kalpkirmaz Rizaoglu

- [2] Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, Hermann Kaufmann, Stefan Krötsch, Stefan Winter, München, 2017, Seite 96
- [3] Claytec Lehmbauplatten,
Online unter URL:https://www.claytec.de/de/produkte/lehm_trockenbau/claytec-lehmbauplatte-d20-d25_pid205,
Stand: 29.08.21
- [4] Gebaute Erde - Gestalten und Konstruieren mit Stampflehm, Martin Rauch, München, 2015, Seite 60 f.

TEIL 7

- [1] „Bauen im Bestand - Katalog für Altbauerneuerung“, Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung e.V., 3. Auflage, S. 35
- [2] „Bauen im Bestand - Katalog für Altbauerneuerung“, Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung e.V., 3. Auflage, S. 35
- [3] Bürgerliches Gesetzbuch vom 2. Januar 2002 (BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S. 738) (Stand September 2021), §555b
- [4] Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), Teil 3, Abs. 1
- [5] Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), § 46 (1)
- [6] Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), § 47 (1-4)
- [7] Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), § 48
- [8] Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), § 46 (2)

TEIL 8

- [1] Holz im Wandel der Erfordernisse für das Bauen, Online unter URL: https://www.holzbau-deutschland.de/mit_holz_bauen/holzbau_im_wandel/ (Stand 29.08.2021)
- [2] Entwicklung der Rahmenbedingungen für das Bauen mit Holz in Deutschland, Online unter URL: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn062357.pdf (Stand 29.08.2021)
- [3] wie Anm. [1]
- [4] „Atlas Recycling- Gebäude als Materialressource“;

- Annette Hillebrandt, Petra Riegler-Floors, Anja Rosen Johanna-Katharina Seggewies; 2018; München
- [5] Holzschutzmittel, Online unter URL: <https://www.umweltbundesamt.de/holzschutzmittel#holzauswahl> (Stand 29.08.2021)
- [6] Stefan Winter - Brandschutz im Holzbau, Online unter URL: <https://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-4-der-zeitgenoessische-holzbau/brandschutz-im-holzbau> (Stand 29.08.2021)
- [7] Baustoffklassen, Online unter URL: <https://www.baunetzwissen.de/brandschutz/fachwissen/grundlagen/baustoffklassen-3190153> (Stand: 26.08.2021)
- [8] Presseinformation vom Bund deutscher Zimmermeister, Online unter URL: https://www.holzbau-deutschland.de/aktuelles/presseinformation/ansicht/detail/brandschutzkonzepte_fur_mehrgeschossige_gebaeude_und_aufstockungen/ (Stand: 26.08.2021)
- [9] DIN 4102 und DIN EN 13501
- [10] Musterbauordnung (MBO) 2002, geändert September 2019
- [11] „Bautechnik der Gebäudehülle“ Kapitel 3.8 Geschossdecken; Marco Ragonesi
- [12] Prof. Hermann Kaufmann: „Holzhäuser helfen uns in der CO2-Frage“, Online unter URL: <https://www.bauenmitholz.de/holzhaeuser-helfen-uns-in-der-co2-frage/150/64766/> (Stand: 26.08.2021)
- [13] Hans Joachim Schellnhuber, Klimaforscher, Online unter URL: <https://www.pik-potsdam.de> (Stand: 26.08.2021)

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

TEIL 1

- Abb. 1.1: Höhenunterschiede im Wuppertaler Gelände
Darstellung: Sarah Coppens, Julia Wiechert
nach: Wuppertal wiederentdeckt – 10 Jahre danach –
Denkmalschutz Denkmalpflege Stadtgestalt,
Michael Metschies (Hrsg), 1986
- Abb. 1.2: Wuppertaler Stadtgeschichte in Daten - 1100 bis 1300
Darstellung: Sarah Coppens, Julia Wiechert
- Abb. 1.3: Wuppertaler Stadtgeschichte in Daten - 1300 bis 1700
Darstellung: Sarah Coppens, Julia Wiechert
- Abb. 1.4: Wuppertaler Stadtgeschichte in Daten - 1700 bis 1914
Darstellung: Sarah Coppens, Julia Wiechert
- Abb. 1.5: Wuppertaler Stadtgeschichte in Daten - 1914 bis heute
Darstellung: Sarah Coppens, Julia Wiechert
- Abb. 1.6: Fotografie Kreuzung Helmholtzstraße - Wiesenstraße
um 1910 aus: Die Reihe - Archivbilder Wuppertal-Elberfeld,
Briller Viertel und Nordstadt, Michael Wagner,
Erfurt, Sutton Verlag, 2003
- Abb. 1.7: Fotografie Kreuzung Helmholtzstraße - Wiesenstraße
heute
Fotografie: Sarah Coppens
- Abb. 1.8: Fotografie Kreuzung Humboldtstraße - Neue
Nordstraße um 1910
wie Abb. 1.6
- Abb. 1.9: Fotografie Kreuzung Humboldtstraße - Neue
Nordstraße heute
Fotografie: Sarah Coppens
- Abb. 1.10: Fotografie Kreuzung Marienstraße - Ottenbrucher
Straße 30er-Jahre aus: Im Wandel der Zeiten: ein
Vergleich in Ansichten aus dem Wuppertale, wie es
war und wie es ist, Rolf Marcus, Wuppertal, Born, 1983
- Abb. 1.11: Fotografie Kreuzung Marienstraße - Ottenbrucher
Straße heute
Fotografie: Sarah Coppens

- Abb. 1.12: Fotografie Kreuzung Hochstraße - Karlstraße 1910
wie Abb. 1.6
- Abb. 1.13: Fotografie Kreuzung Hochstraße - Karlstraße heute
Fotografie: Sarah Coppens

TEIL 2

- Abb. 2.1: Foto einer Fachwerkwand mit Ziegelausfachung
Wuppertal Mirker Bahnhof, 42105
eigene Fotografie: Farah Alnihawi, Justyna Mazur
- Abb. 2.2: Historische Entwicklung der Fachwerkbauweise
Fiedler, Wilhelm: Das Fachwerkhaus in Deutschland,
Frankreich und England. Reprint Verlag Leipzig in der
Primus Verlag GmbH, Darmstadt 2011. S. 6
Weiss, Walter: Fachwerk - Bautraditionen in Mitteleuropa.
Fraunhofer IRB-Verlag 2019. S. 22, 28.
Nicke, Herbert: Bergisches Fachwerk - Ein Streifzug durch
Architektur und Geschichte des rechtsrheinischen
Fachwerkbaus.
Martina Galunder-Verlag, Wiehl 1996. S. 13, 60, 64, 65
- Abb. 2.3: Die Entstehung der Bergischen Mischbauweise
Weiss, 1996. S. 36, 37
- Abb. 2.4: Axonometrie Tragwerk
Darstellung: Farah Alnihawi, Justyna Mazur
Grundlage: Bauen mit Holz hat Zukunft, in Internetseite
lignum, URL: www.lignum.ch/holz_a_z/konstruktion/
[01.09.2021]
- Abb. 2.5: Schnitt Keller
Lenze, 2016. S. 31
- Abb. 2.6: Innenwand
Darstellung: Farah Alnihawi, Justyna Mazur
Grundlage: Ahnert, Rudolf, Krause, Karl Heinz:
Typische Baukonstruktionen von 1860-1960, Band 1.,
7. Auflage. Beuth-Verlag 2009. S. 200
- Abb. 2.7: Foto Holzschäden
Wuppertal Mirker Bahnhof, 42105

- Abb. 2.8 eigene Fotografie: Farah Alnihawi, Justyna Mazur
Detailschnitt Decke, maßstabslos
Darstellung: Farah Alnihawi, Justyna Mazur
Grundlage: Deutschlandkarte- Altbaumaterialien und-
konstruktionen, Kellerdecke, Holzbalkendecke, Blindboden
Internetseite: altbaukonstruktionen,
URL: www.altbaukonstruktionen.de/datenplatt.php?id=546
[01.09.2021]
- Abb. 2.9 Foto Holzschäden
Wuppertal Mirker Bahnhof, 42105
eigene Fotografie: Farah Alnihawi, Justyna Mazur
- Abb. 2.10 Foto Fenstermägel
Wuppertal Mirker Bahnhof, 42105
eigene Fotografie: Farah Alnihawi, Justyna Mazur
- Abb. 2.11 Zeitstrahl Gründerzeit,
Sophie Weuste
- Abb. 2.12 Fassadenansicht, Bandstraße 31, maßstabslos
eigene Darstellung: Sophie Weuste
Zeichnungsgrundlage: Solar Decathlon Europe 21/22
- Abb. 2.13 Fotografie Gründerzeitvilla, Zoo Viertel Wuppertal
eigene Fotografie: Sophie Weuste
Bearbeitung: Sophie Weuste, Ronja Lehmann
- Abb. 2.14 Fotografie Straßenzug Arbeiterhäuser, Wuppertal
Nordstadt
eigene Fotografie: Sophie Weuste
Bearbeitung: Sophie Weuste
- Abb. 2.15 Fotografie Mirker Straße 43 (ca. 1970er), Wuppertal
Quelle: Stadtarchiv Wuppertal,
Archivierungskennzeichen 12.6.1, 616064
Bearbeitung: Sophie Weuste
- Abb. 2.16 Fotografie Mirker Straße 43 (2020), Wuppertal
eigene Fotografie: Jelka Seidel
Bearbeitung: Sophie Weuste, Ronja Lehmann
- Abb. 2.17 Fassadenschnitt, Bandstraße 31, Wuppertal, M 1:125

Abb. 2.18

eigene Darstellung: Mila Kretschmann, Sophie Weuste
Zeichnungsgrundlage: SDE 21/22

Kappendecke im Detail, maßstabslos

Darstellung: Jelka Seidel

Zeichnungsgrundlage: SDE 21/22

Abb. 2.19

vereinfachte Schnittdarstellung, typischen Mängeln

Darstellung: Ronja Lehmann, Jelka Seidel

TEIL 3

Abb. 3.1-3.3:

Kartierung der Wuppertaler Nordstadt, M 1:5000

Darstellung: Jelka Seidel

Grundlagenzeichnung: Jelka Seidel, Farah Alnihawi,
Julius Weritz, Ronja Lehmann, Anna Michelle Ußler

Datenerhebung: Farah Alnihawi, Sarah Coppens,
Nathalie Sophie Hans, Marvin Kaliga, Mila Kretschmann,
Ronja Lehmann, Justyna Mazur, Lukas Salomon,
Jelka Seidel, Julius Weritz, Sophie Weuste,
Julia Wiechert

Abb. 3.4:

Luisenstraße 72

Darstellung: Justyna Mazur

Abb. 3.5:

Georgstraße 6

Darstellung: Julius Weritz

Abb. 3.6:

Neue Nordstraße 1

Darstellung: Julius Weritz

Abb. 3.7:

Markomannenstraße 59

Darstellung: Jelka Seidel

Abb. 3.8:

Markomannenstraße 30

Darstellung: Farah Alnihawi

Abb. 3.9:

Gerberstraße 24

Darstellung: Sarah Coppens, Julia Wiecher

Abb. 3.10:

Gerberstraße 19

Darstellung: Julia Wiechert

Abb. 3.11:

Sattlerstraße 18

Darstellung: Ronja Lehmann

- Abb. 3.12: Sattlerstraße 20
Darstellung: Marvin Kaliga
- Abb. 3.13: Sattlerstraße 48
Darstellung: Mila Kretschmann
- Abb. 3.14: Gertrudenstraße 13
Darstellung: Farah Alnihawi, Justyna Mazur
Grundlage: Sophie Weuste
- Abb. 3.15: Bandstraße 31
Darstellung: Sophie Weuste
Grundlage: SDE 21/22
- Abb. 3.16: Ausschnitt Lageplan, M 1:5000
wie Abb. 3.1
- Abb. 3.17: Reliefschnitt, Luisenstraße 72, maßstabslos
Darstellung: Justyna Mazur
- Abb. 3.18: Fassadenansicht, Luisenstraße 72, maßstabslos
wie Abb. 3.17
- Abb. 3.19: Reliefschnitt, Luisenstraße 72, M 1:20
wie Abb. 3.17
- Abb. 3.20: Fassadenansicht, Luisenstraße 72, M 1:20
wie Abb. 3.17
- Abb. 3.21: Fassadenansicht, Kennzeichnung der Farbgestaltung, Luisenstraße 72, maßstabslos
wie Abb. 3.17
- Abb. 3.22: Fassadenansicht, Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen, Luisenstraße 72, maßstabslos
wie Abb. 3.17
- Abb. 3.23: Überzeichnung der Fassadenansicht mit dem anzunehmenden Holztragwerk, Luisenstraße 72, maßstabslos
wie Abb. 3.17
- Abb. 3.24: Ausschnitt Lageplan, M 1:5000
wie Abb. 3.1
- Abb. 3.25: Reliefschnitt, Georgstraße 6, maßstabslos
Darstellung: Julius Weritz
- Abb. 3.26: Fassadenansicht, Georgstraße 6, maßstabslos
wie Abb. 3.25
- Abb. 3.27: Reliefschnitt, Georgstraße 6, M 1:20
wie Abb. 3.25
- Abb. 3.28: Fassadenansicht, Georgstraße 6, M 1:20
wie Abb. 3.25
- Abb. 3.29: Fassadenansicht, Kennzeichnung der Farbgestaltung, Georgstraße 6, maßstabslos
wie Abb. 3.25
- Abb. 3.30: Fassadenansicht, Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen, Georgstraße 6, maßstabslos
wie Abb. 3.25
- Abb. 3.31: Überzeichnung der Fassadenansicht mit dem anzunehmenden Holztragwerk, Georgstraße 6, maßstabslos
wie Abb. 3.25
- Abb. 3.32: Ausschnitt Lageplan, M 1:5000
wie Abb. 3.1
- Abb. 3.33: Reliefschnitt, Neue Nordstraße 1, maßstabslos
Darstellung: Lukas Salomon
- Abb. 3.34: Fassadenansicht, Neue Nordstraße 1, maßstabslos
wie Abb. 3.33
- Abb. 3.35: Reliefschnitt, Neue Nordstraße 1, M 1: 20
wie Abb. 3.33
- Abb. 3.36: Fassadenansicht, Neue Nordstraße 1, M 1: 20
wie Abb. 3.33
- Abb. 3.37: Fassadenansicht, Kennzeichnung der Farbgestaltung, Neue Nordstraße 1, maßstabslos
wie Abb. 3.33
- Abb. 3.38: Fassadenansicht, Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen, Neue Nordstraße 1, maßstabslos
wie Abb. 3.33
- Abb. 3.39: Überzeichnung der Fassadenansicht mit dem anzunehmenden Holztragwerk, Neue Nordstraße 1, maßstabslos
wie Abb. 3.33
- Abb. 3.40: Grundriss Erdgeschoss, Neue Nordstraße 1, M 1:50
Darstellung: Julius Weritz

Abb. 3.41: Grundriss 1.-2. OG, Neue Nordstraße 1, maßstabslos wie Abb. 3.40

Abb. 3.41: Grundriss 3. OG, Neue Nordstraße 1, maßstabslos wie Abb. 3.40

Abb. 3.43: Fassadenschnitt Dach, Neue Nordstraße 1, M 1: 20 wie Abb. 3.33

Abb. 3.44: Fassadenansicht Dach, Neue Nordstraße 1, M 1: 20 wie Abb. 3.33

Abb. 3.45: Fassadenschnitt, Neue Nordstraße 1, M 1: 20 wie Abb. 3.33

Abb. 3.46: Fassadenansicht, Neue Nordstraße 1, M 1: 20 wie Abb. 3.33

Abb. 3.47: Fassadenschnitt Sockel, Neue Nordstraße 1, M 1: 20 wie Abb. 3.33

Abb. 3.48: Fassadenansicht Sockel, Neue Nordstraße 1, M 1: 20 wie Abb. 3.33

Abb. 3.49: Axonometrie Fachwerk, Neue Nordstraße 1 wie Abb. 3.40

Abb. 3.50: Ausschnitt Lageplan, M 1:5000 wie Abb. 3.1

Abb. 3.51: Reliefschnitt, Markomannenstraße 59, maßstabslos Darstellung: Jelka Seidel

Abb. 3.52: Fassadenansicht, Markomannenstraße 59, maßstabslos wie Abb. 3.51

Abb. 3.53: Reliefschnitt, Markomannenstraße 59, maßstabslos wie Abb. 3.51

Abb. 3.54: Fassadenansicht, Markomannenstraße, M 1:20 wie Abb. 3.51

Abb. 3.55: Fassadenansicht, Kennzeichnung der Farbgestaltung, Markomannenstraße 59, maßstabslos wie Abb. 3.51

Abb. 3.56: Fassadenansicht, Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen, Markomannenstraße 59, maßstabslos Darstellung: Ronja Lehmann, Jelka Seidel, Sophie

Abb. 3.57: Weuste Überzeichnung der Fassadenansicht mit dem anzunehmenden Holztragwerk, Markomannenstraße 59, maßstabslos wie Abb. 3.56

Abb. 3.58: Grundriss Erdgeschoss, Markomannenstraße 59, M 1:50 wie Abb. 3.56

Abb. 3.59: Grundriss 1. OG, Markomannenstraße 59, M 1:100 wie Abb. 3.56

Abb. 3.60: Grundriss 2. OG, Markomannenstraße 59, M 1:100 wie Abb. 3.56

Abb. 3.61: Fassadenschnitt Dach, Markomannenstraße 59, M 1:20 wie Abb. 3.56

Abb. 3.62: Fassadenansicht Dach, Markomannenstraße 59, M 1:20 wie Abb. 3.56

Abb. 3.63: Fassadenschnitt, Markomannenstraße 59, M 1:20 wie Abb. 3.56

Abb. 3.64: Fassadenansicht, Markomannenstraße 59, M 1:20 wie Abb. 3.56

Abb. 3.65: Fassadenschnitt Sockel, Markomannenstraße 59, M 1:20 wie Abb. 3.56

Abb. 3.66: Fassadenansicht Sockel, Markomannenstraße 59, M 1:20 wie Abb. 3.56

Abb. 3.67: Axonometrie Fachwerk, Markomannenstraße 59, wie Abb. 3.56

Abb. 3.68: Ausschnitt Lageplan, M 1:5000 wie Abb. 3.1

Abb. 3.69: Reliefschnitt, Markomannenstraße 30, maßstabslos Darstellung: Farah Alnihawi

Abb. 3.70: Fassadenansicht, Markomannenstraße 30, maßstabslos wie Abb. 3.69

Abb. 3.71: Reliefschnitt, Markomannenstraße 30, M 1:20 wie Abb. 3.69

Abb. 3.72: Fassadenansicht, Markomannenstraße 30, M 1:20 wie Abb. 3.69

- Abb. 3.73: Fassadenansicht, Kennzeichnung der Farbgestaltung, Markomannenstraße 30, maßstabslos wie Abb. 3.69
- Abb. 3.74: Fassadenansicht, Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen, Markomannenstraße 30, maßstabslos wie Abb. 3.69
- Abb. 3.75: Überzeichnung der Fassadenansicht mit dem anzunehmenden Holztragwerk, Markomannenstraße 30, maßstabslos wie Abb. 3.69
- Abb. 3.76: Ausschnitt Lageplan, M 1:500 wie Abb. 3.1
- Abb. 3.77: Reliefschnitt, Gerberstraße 24, maßstabslos Darstellung: Sarah Coppens, Julia Wiechert
- Abb. 3.78: Fassadenansicht, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.79: Reliefschnitt, Gerberstraße 24, M. 1:20 wie Abb. 3.77
- Abb. 3.80: Fassadenansicht, Gerberstraße 24, M. 1:20 wie Abb. 3.77
- Abb. 3.81: Fassadenansicht, Kennzeichnung der Farbgestaltung, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.82: Fassadenansicht, Kennzeichnung der sichtbaren Veränderung, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.83: Überzeichnung der Fassadenansicht mit dem anzunehmenden Holztragwerk, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.84: Grundriss Erdgeschoss, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.85: Grundriss Regelgeschoss, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.86: Grundriss Dachgeschoss, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.87: Fassadenschnitt Dach, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.88: Fassadenansicht Dach, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.89: Fassadenschnitt, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.90: Fassadenansicht, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.91: Fassadenschnitt Sockel, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.92: Fassadenansicht Sockel, Gerberstraße 24, maßstabslos, wie Abb. 3.77
- Abb. 3.93: Axonometrie Fachwerk, Gerberstraße 24, maßstabslos wie Abb. 3.77
- Abb. 3.94: Ausschnitt Lageplan, M. 1:500 wie Abb. 3.1
- Abb. 3.95: Reliefschnitt, Gerberstraße 19, maßstabslos Darstellung: Julia Wiechert
- Abb. 3.96: Fassadenansicht, Gerberstraße 19, maßstabslos wie Abb. 3.95
- Abb. 3.97: Reliefschnitt, Gerberstraße 19, M. 1:20 wie Abb. 3.95
- Abb. 3.98: Fassadenansicht, Gerberstraße 19, M. 1:20 wie Abb. 3.95
- Abb. 3.99: Fassadenansicht, Kennzeichnung der Farbgestaltung, Gerberstraße 19, maßstabslos wie Abb. 3.95
- Abb. 3.100: Fassadenansicht, Kennzeichnung der sichtbaren Veränderung, Gerberstraße 19, maßstabslos wie Abb. 3.95
- Abb. 3.101: Überzeichnung der Fassadenansicht mit dem anzunehmenden Holztragwerk, Gerberstraße 19, maßstabslos

- Abb. 3.102: wie Abb. 3.95
Ausschnitt Lageplan, M. 1:500
wie Abb. 3.1
- Abb. 3.103: Reliefschnitt, Sattlerstraße 18, maßstabslos
Darstellung: Ronja Lehmann
- Abb. 3.104: Fassadenansicht, Sattlerstraße 18, maßstabslos
wie Abb. 3.103
- Abb. 3.105: Reliefschnitt, Sattlerstraße 18, M. 1:20
wie Abb. 3.103
- Abb. 3.106: Fassadenansicht, Sattlerstraße 18, M. 1:20
wie Abb. 3.103
- Abb. 3.107: Fassadenansicht, Kennzeichnung der Farbgestaltung,
Sattlerstraße 18, maßstabslos
wie Abb. 3.103
- Abb. 3.108: Fassadenansicht, Kennzeichnung der sichtbaren
Veränderung, Sattlerstraße 18, maßstabslos
wie Abb. 3.103
- Abb. 3.109: Überzeichnung der Fassadenansicht mit dem
anzunehmenden Holztragwerk, Sattlerstraße 18,
maßstabslos
wie Abb. 3.103
- Abb. 3.110: Ausschnitt Lageplan, M. 1:500
wie Abb. 3.1
- Abb. 3.111: Reliefschnitt, Sattlerstraße 20, maßstabslos
Darstellung: Marvin Kaliga
- Abb. 3.112: Fassadenansicht, Sattlerstraße 20, maßstabslos
wie Abb. 3.111
- Abb. 3.113: Reliefschnitt, Sattlerstraße 20, M. 1:20
wie Abb. 3.111
- Abb. 3.114: Fassadenansicht, Sattlerstraße 20, M. 1:20
wie Abb. 3.111
- Abb. 3.115: Fassadenansicht, Kennzeichnung der Farbgestaltung,
Sattlerstraße 20, maßstabslos
wie Abb. 3.111
- Abb. 3.116: Fassadenansicht, Kennzeichnung der sichtbaren
Veränderung, Sattlerstraße 20, maßstabslos
wie Abb. 3.111
- Abb. 3.117: Überzeichnung der Fassadenansicht mit dem
anzunehmenden Holztragwerk, Sattlerstraße 20,
maßstabslos
wie Abb. 3.111
- Abb. 3.118: Ausschnitt Lageplan M 1:5000
wie Abb. 3.1
- Abb. 3.119: Reliefschnitt, Sattlerstraße 48, maßstabslos
Darstellung: Mila Kretschmann
- Abb. 3.120: Fassadenansicht, Sattlerstraße 48, maßstabslos
wie Abb. 3.119
- Abb. 3.121: Reliefschnitt, Sattlerstraße 48, M 1:20
wie Abb. 3.119
- Abb. 3.122: Fassadenansicht, Sattlerstraße 48, M 1:20
wie Abb. 3.119
- Abb. 3.123: Fassadenansicht, Kennzeichnung der Farbgestaltung,
Sattlerstraße 48, maßstabslos
wie Abb. 3.119
- Abb. 3.124: Fassadenansicht, Kennzeichnung der sichtbaren
Veränderungen, Sattlerstraße 48, maßstabslos
wie Abb. 3.119
- Abb. 3.125: Überzeichnung der Fassadenansicht mit dem anzunehmenden
Holztragwerk, Sattlerstraße 48, maßstabslos
Darstellung: Marvin Kaliga, Mila Kretschmann
- Abb. 3.126: Grundriss Erdgeschoss, Sattlerstraße 48, M 1:50
wie Abb. 3.125
- Abb. 3.127: Grundriss Regelgeschoss, Sattlerstraße 48,
maßstabslos
wie Abb. 3.125
- Abb. 3.128: Grundriss zusätzliches Regelgeschoss, Sattlerstraße 48
maßstabslos
wie Abb. 3.125

- Abb. 3.129: Fassadenschnitt Dach, Sattlerstraße 48, M 1:20 wie Abb. 3.125
- Abb. 3.130: Fassadenansicht Dach, Sattlerstraße 48, M 1:20 wie Abb. 3.125
- Abb. 3.131: Fassadenschnitt, Sattlerstraße 48, M 1:20 wie Abb. 3.125
- Abb. 3.132: Fassadenansicht, Sattlerstraße 48, M 1:20 wie Abb. 3.125
- Abb. 3.133: Fassadenschnitt Sockel ,Sattlerstraße 48, M 1:20 wie Abb. 3.125
- Abb. 3.134: Fassadenansicht Sockel, Sattlerstraße 48, M 1:20 wie Abb. 3.125
- Abb. 3.135: Axonometrie Fachwerk. Sattlerstraße 48, maßstabslos Darstellung: Marvin Kaliga
- Abb. 3.136: Ausschnitt Lageplan M 1:5000 wie Abb. 3.1
- Abb. 3.137: Reliefschnitt, Gertrudenstraße 13, maßstabslos Darstellung: Farah Alnihawi, Justyna Mazur
Grundlagenzeichnung: Sophie Wueste
- Abb. 3.138: Fassadenansicht, Gertrudenstraße 13, maßstabslos wie Abb. 3.137
- Abb. 3.139: Reliefschnitt, Gertrudenstraße 13, M 1:20 wie Abb. 3.137
- Abb. 3.140: Fassadenansicht Gertrudenstraße 13, M 1:20 wie Abb. 3.137
- Abb. 3.141: Fassadenansicht, Kennzeichnung der Farbgestaltung, Gertrudenstraße 13, maßstabslos wie Abb. 3.137
- Abb. 3.142: Fassadenansicht, Kennzeichnung der sichtbaren Veränderungen, Gertrudenstraße 13, maßstabslos wie Abb. 3.137
- Abb. 3.143: Überzeichnung der Fassadenansicht mit dem anzunehmenden Holztragwerk, Gertrudenstraße 13, maßstabslos wie Abb. 3.137
- Abb. 3.144: Grundriss Erdgeschoss, Gertrudenstraße 13, M 1:50 Darstellung: Farah Alnihawi, Justyna Mazur
- Abb. 3.145: Grundriss Regelgeschoss, Gertrudenstraße 13, maßstabslos wie Abb. 3.144
- Abb. 3.146: Grundriss Dachgeschoss, Gertrudenstraße 13, maßstabslos wie Abb. 3.144
- Abb. 3.147: Fassadenschnitt Dach, Gertrudenstraße 13, M 1:20 wie Abb. 3.144
- Abb. 3.148: Fassadenansicht Dach, Gertrudenstraße 13, M 1:20 wie Abb. 3.144
- Abb. 3.149: Fassadenschnitt, Gertrudenstraße 13, M 1:20 wie Abb. 3.144
- Abb. 3.150: Fassadenansicht, Gertrudenstraße 13, M 1:20 wie Abb. 3.144
- Abb. 3.151: Fassadenschnitt Sockel, Gertrudenstraße 13, M 1:20 wie Abb. 3.144
- Abb. 3.152: Fassadenansicht Sockel, Gertrudenstraße 13, M 1:20 wie Abb. 3.144
- Abb. 3.153: Axonometrie Fachwerk, Gertrudenstraße 13 wie Abb. 3.144
- TEIL 4**
- Abb. 4.1 Ausschnitt Lageplan M 1:5000, wie Abb. 3.1
- Abb. 4.2 Reliefschnitt, Bandstraße 31, maßstabslos Darstellung: Sophie Weuste
Grundlage: SDE21/22
- Abb. 4.3 Fassadenansicht, Bandstraße 31, maßstabslos wie Abb. 4.2
- Abb. 4.4 Reliefschnitt Bandstraße, M 1:20 wie Abb. 4.2
- Abb. 4.5 Fassadenansicht, Bandstraße, M 1:20 wie Abb. 4.2

- Abb. 4.6 Fassadenansicht, Kennzeichnung der Farbgestaltung, Bandstraße 31, maßstabslos, wie Abb. 4.2
- Abb. 4.7 Grundriss Erdgeschoss, Bandstraße 31, M 1:100
Darstellung: Mila Kretschmann
Grundlage: SDE21/22
- Abb. 4.8 Grundriss 1.-3. OG Bandstraße 31, M 1:100
wie Abb. 4.7
- Abb. 4.9 Fassadenschnitt Dach, Bandstraße 31, M 1:20
Darstellung: Sophie Weuste, Mila Kretschmann
Grundlage: SDE21/22
- Abb. 4.10 Fassadenansicht Dach Bandstraße 31, M 1:20
wie Abb. 4.2
- Abb. 4.11 Fassadenschnitt, Bandstraße 31, M 1:20
wie Abb. 4.9
- Abb. 4.12 Fassadenansicht, Bandstraße 31, M 1:20
wie Abb. 4.2
- Abb. 4.13 Fassadenschnitt Sockel, Bandstraße 31, M 1:20
wie Abb. 4.9
- Abb. 4.14 Fassadenansicht Sockel, Bandstraße 31, M 1:20
wie Abb. 4.2
- TEIL 5**
- Abb. 5.1: Diagramm Materialverteilung und Gewicht
Darstellung: Sophie Weuste
Grundlage der Gebäudepiktogramme: Lukas Salomon
Datenerhebung: Farah Alnihawi, Sarah Coppens, Marvin Kaliga, Mila Kretschmann, Ronja Lehmann, Justyna Mazur, Lukas Salomon, Jelka Seidel, Julius Weritz, Sophie Weuste, Julia Wiechert
- Abb. 5.2: Einflussfaktoren für die Primärenergie
Darstellung: Julius Weritz
- Abb. 5.3: Gegenüberstellung von ökologischen und energetischen Einflussfaktoren
wie Abb. 5.2
- Abb. 5.4: Systemgrenzen im Lebenszyklus, für die Bewertung der Grauen Energie
Darstellung: Justyna Mazur
- Abb. 5.5: Gegenüberstellung der in den Analysegebäuden gebundenen Grauen Energie
Darstellung: Lukas Salomon
Datengrundlage: Justyna Mazur, Lukas Salomon, Julius Weritz
- Abb. 5.6: In den Gebäuden gebundene Graue Energie nach Material
Darstellung: Justyna Mazur
Datengrundlage: Justyna Mazur, Lukas Salomon, Julius Weritz
- Abb. 5.7: THG-Emissionen von Gebäuden in Deutschland, Studie 2014
Darstellung: Farah Alnihawi, Sarah Coppens, Julia Wiechert
Grundlage: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland. Kurzstudie zu sektorübergreifenden Wirkungen des Handlungsfelds „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“ auf Klima und Umwelt. BBSR-Online-Publikation 17/2020, Bonn, Dezember 2020
- Abb. 5.8: Lebenszyklusanalyse
Darstellung: Farah Alnihawi, Sarah Coppens, Julia Wiechert
Grundlage: DGNB e.V. - Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (Hrsg.): Ökobilanzierungen (LCA), Grundlagen des Nachhaltigen Bauens - Modul 10, Stuttgart, 2020
- Abb. 5.9: Wertschöpfung und Umweltfußabdrücke des Handlungsfeldes Errichtung und Nutzung von Hochbauten (Baustoffindustrie und weitere direkte Zulieferer)

- Abb. 5.10: wie Abb. 5.1, S. 15
Treibhausgas-Emissionen seit 1990 nach Gasen in Deutschland
- Abb. 5.11: wie Abb. 5.1, S. 15
Treibhausgasemissionen der Gebäude im Vergleich der CO₂-Speichermasse einer Fichte
Darstellung: Farah Alnihawi, Sarah Coppens, Julia Wiechert
Grundlage: Umweltbundesamt (Hrsg.):
Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2020, Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2018. Dessau-Roßlau, Juli 2020, S. 68
Grundlagenzeichnung: Lukas Salomon
- Abb. 5.12: Global Warming Potential - Vergleich der Fachwerkgebäude mit dem Massivbau
Darstellung: Farah Alnihawi, Sarah Coppens, Julia Wiechert
- Abb. 5.13: Global Warming Potential - Vergleich der Fachwerkgebäude - Übersicht
wie Abb. 5.13
- Abb. 5.14: THG-Emissionen in Tonnen mit und ohne energetischer Gebäudesanierung
Darstellung: Farah Alnihawi, Sarah Coppens, Julia Wiechert
Grundlage: So viel CO₂ lässt sich durch Gebäudesanierung einsparen, Online unter URL: <https://www.competitionline.com/de/news/schwerpunkt/so-viel-co2-laesst-sich-durch-gebaeudesanie-rung-einsparen-3350.html>, Competitiononline Verlags GmbH, Berlin (Stand 21.08.2021)
- TEIL 6**
- Abb. 6.1: Piktogramm Fragestellung
Darstellung: Jelka Seidel, Ronja Lehmann
Grundlage: Lukas Salomon
- Abb. 6.2: Piktogramm Erwartung
wie Abb. 6.1
- Abb. 6.3: Piktogramm Bilanzierungsraum
Darstellung: Mila Kretschmann
Grundlage: SDE21/22
- Abb. 6.4: Piktogramm Strategie
wie Abb. 6.1
- Abb. 6.5: Tabelle Eingabeparameter bei SimRoom
Darstellung: Ronja Lehmann
Datenerhebung: Marvin Kaliga, Ronja Lehmann, Sophie Weuste, Jelka Seidel, Mila Kretschmann
Grundlagen: SimRoom Version 4.212, Quelle Markus Lichtmeß, Autoren: Markus Lichtmeß, Karsten Voss, Karl Walther, Isil Kalpkirmaz Rizaoglu
- Abb. 6.6: Einbezogene Bereiche bei der Berechnung der Bauart-schwere am Beispiel Bandstraße 31
wie Abb. 6.3
- Abb. 6.7: Tabelle Fachwerkhäuser mit individuellen Eingaben im Vergleich zur Bandstraße 31
wie Abb. 6.5
- Abb. 6.8: Graphische Auswertung Bandstraße 31
Darstellung: Marvin Kaliga, Ronja Lehmann, Sophie Weuste
Datenerhebung: Marvin Kaliga, Ronja Lehmann, Sophie Weuste, Jelka Seidel, Mila Kretschmann
Grundlage: SimRoom Version 4.212, Quelle Markus Lichtmeß, Autoren: Markus Lichtmeß, Karsten Voss, Karl Walther, Isil Kalpkirmaz Rizaoglu
- Abb. 6.9: Graphische Auswertung Gerberstraße 24 im Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8
- Abb. 6.10: Graphische Auswertung Gertrudenstraße 13 im Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8
- Abb. 6.11: Graphische Auswertung Markomannenstraße 59 im

- Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8
- Abb. 6.12: Graphische Auswertung Neue Nordstraße 1 im Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8
- Abb. 6.13: Graphische Auswertung Sattlerstraße 48 im Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8
- Abb. 6.14: Graphische Auswertung aller Fachwerkgebäude im Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8
- Abb. 6.15: Piktogramm Fazit Simulation 01
Darstellung: Jelka Seidel, Ronja Lehmann, Mila Kretschmann
Grundlage: Lukas Salomon
- Abb. 6.16: Piktogramm Strategie Simulation 02
Darstellung: Jelka Seidel, Ronja Lehmann
Grundlage: Lukas Salomon
- Abb. 6.17: Konstruktionsdetail Außenwand
Innenwand und Zwischendecke Neubau leicht, M 1:20
Darstellung: Marvin Kaliga
Grundlage Außenwand: Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, Hermann Kaufmann, Stefan Krötsch, Stefan Winter, München, 2017, Seite 96
- Abb. 6.18: Konstruktionsdetail Außenwand,
Innenwand und Zwischendecke Neubau schwer, M 1:20
Darstellung Marvin Kaliga, Mila Kretschmann
Grundlage Außenwand: Claytec Lehmbauplatten,
Online unter URL:https://www.claytec.de/de/produkte/lehm_trockenbau/claytec-lehmbauplatte-d20-d25_pid205, Stand: 29.08.21
Grundlage Zwischendecke: Gebaute Erde - Gestalten und Konstruieren mit Stampflehm, Martin Rauch, München, 2015, Seite 60 f.
- Abb. 6.19: Tabelle Neubau Holz mit individuellen Eingaben im

- Vergleich zur Bandstraße 31
wie Abb. 6.5
- Abb. 6.20: Graphische Auswertung der Basisvariante 1 im Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8
- Abb. 6.21: Graphische Auswertung Variante V1.1 im Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8
- Abb. 6.22: Graphische Auswertung Variante V1.2 im Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8
- Abb. 6.23: Graphische Auswertung Basisvariante V2 im Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8
- Abb. 6.24: Graphische Auswertung Variante 2.1 im Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8
- Abb. 6.25: Graphische Auswertung Variante 2.2 im Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8
- Abb. 6.26: Graphische Auswertung alle Neubauvarianten im Vergleich mit der Bandstraße 31
wie Abb. 6.8

TEIL 7

- Abb. 7.1: Schematische Abbildung der Handlungsbereiche bei Renovierung, Sanierung und Modernisierung
Darstellung: Lukas Salomon
- Abb. 7.2: Übersicht über die verschiedenen Regelwerke
Darstellung: Lukas Salomon

TEIL 8

- Abb. 8.1: Quote der genehmigten Gebäude in Holzbauweise
Darstellung: Marvin Kaliga
Datenquelle: Bund deutscher Zimmermeister

- Abb. 8.2: Gebrauchsklassen für Hölzer entsprechend ihrer Einbausituation,
Darstellung: Marvin Kaliga, Datenquelle: Atlas Recycling
- Abb. 8.3: Gebäudeklassen
Darstellung: Marvin Kaliga,
Datenquelle: Musterbauordnung (MBO) 2002, geändert September 2019
- Abb. 8.4: Aufbauten Stahlbeton- und Holzbalkendecken
Darstellung: Marvin Kaliga
Datenquelle Schallschutz: Marco Ragonesi - Bautechnik der Gebäudehülle
- Abb. 8.5: Stoffkreislauf Holz,
Darstellung: Marvin Kaliga
Datenquelle: Atlas Recycling

LITERATURVERZEICHNIS

TEIL 1

Gefährdet, gerettet, verloren: Schicksale Wuppertaler Bauten
Michael Metschies (Hrsg), mit Fotos von Rolf Loeckmann,
Wuppertal, Born, 1982

Das Zooviertel in Wuppertal als Beispiel für Planung und Bebauung eines
gründerzeitlichen Villenviertels, Dissertation vorgelegt von
Markus Arndt, 1999

TEIL 2

Stadterneuerung in Wuppertal, 2: Elberfeld Nord, Oberstadtdirektor der
Stadt Wuppertal (Hrsg.), Wuppertal, 1981

Gründerjahre, Rundfunk Berlin-Brandenburg, Online unter URL: https://www.preussenchronik.de/begriff_jsp/key=begriff_gr%25cnderjahre.html (Stand: 31.08.2021)

Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960, 1: Gründungen, Abdichtungen,
tragende massive Wände, Gesimse, Hausschornsteine, tragende
Wände aus Holz, alte Masseinheiten, R. Ahnert (Autor), K. H. Krause
(Autor), 6. stark bearb. und erw. Aufl., Bauverl. (Hrsg.), Wiesbaden
[u.a.], 2000

Das Zooviertel in Wuppertal als Beispiel für Planung und Bebauung eines
gründerzeitlichen Villenviertels
Dissertation vorgelegt von Markus Arndt 1999

Baualterstufe Gründerzeit/Jahrhundertwende, Baunetz-Wissen, Online
unter URL: <https://www.baunetzwissen.de/altbau/fachwissen/baualterstufen/baualterstufe-gruenderzeit-jahrhundertwende-148198>
(31.08.2021)

Häuser der Jahrhundertwende - Sanierungsschwerpunkte und Grundriss-
problematik, sanier, Online unter URL: <https://www.sanier.de/altbaus->

[anierung/baualterstufen/haeuser-jahrhundertwende](https://www.planet-wissen.de/kultur/architektur/von_der_gruenderzeit_zum_bauhaus/index.html)
Von der Gründerzeit zum Bauhaus, Bärbel Heidenreich, Online unter URL:
https://www.planet-wissen.de/kultur/architektur/von_der_gruenderzeit_zum_bauhaus/index.html (Stand 15.05.2021)

Gründerkrach und Gründerkrise, Johannes Leicht, Lebendiges Museum
Online, Online unter URL: <https://www.dhm.de/lemo/kapitel/kaiserreich/industrie-und-wirtschaft/gruenderkrach.html> (Stand 31.08.2021)

TEIL 3

Gefährdet, gerettet, verloren: Schicksale Wuppertaler Bauten, Michael
Metschies (Hrsg), mit Fotos von Rolf Loeckmann, Wuppertal:
Born Verl.: 1982

TEIL 6

SimRoom Version 4.212, Quelle Markus Lichtmeß, Autoren: Markus Licht-
meß, Karsten Voss, Karl Walther, Isil Kalpikirmaz Rizaoglu

GEG- Gebäudeenergiegesetz

Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, Hermann Kaufmann, Stefan Krötsch,
Stefan Winter, München, 2017

Claytec Lehm- und Ziegelplatten, Online unter URL: https://www.claytec.de/de/produkte/lehm_trockenbau/claytec-lehm-und-ziegelplatte-d20-d25_pid205,
(Stand: 29.08.21)

Gebaute Erde - Gestalten und Konstruieren mit Stampflehm, Martin Rauch,
München, 2015

TEIL 8

Holz im Wandel der Erfordernisse für das Bauen, Online unter URL:https://www.holzbau-deutschland.de/mit_holz_bauen/holz_bau_im_wandel/ (Stand 29.08.2021)

Entwicklung der Rahmenbedingungen für das Bauen mit Holz in Deutschland, Online unter URL: https://literatur.thuenen.de/dig_bib_extern/dn062357.pdf (Stand 29.08.2021) wie Anm. [1]

„Atlas Recycling- Gebäude als Materialressource“; Annette Hillebrandt, Petra Riegler-Floors, Anja Rosen Johanna-Katharina Seggewies; 2018; München

Holzschutzmittel, Online unter URL: <https://www.umweltbundesamt.de/holzschutzmittel#holzauswahl> (Stand 29.08.2021)

Stefan Winter - Brandschutz im Holzbau, Online unter URL: <https://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-4-der-zeitgenoessische-holzbau/brandschutz-im-holzbau> (Stand 29.08.2021)

Baustoffklassen, Online unter URL: <https://www.baunetzwissen.de/brandschutz/fachwissen/grundlagen/baustoffklassen-3190153> (Stand: 26.08.2021)

Presseinformation vom Bund deutscher Zimmermeister, Online unter URL: https://www.holzbau-deutschland.de/aktuelles/presseinformation/ansicht/detail/brandschutzkonzepte_fur_mehrgeschossige_gebaeude_und_aufstockungen/ (Stand: 26.08.2021)

DIN 4102 und DIN EN 13501

Musterbauordnung (MBO) 2002, geändert September 2019 „Bautechnik der Gebäudehülle“ Kapitel 3.8 Geschossdecken; Marco Ragonesi

Prof. Hermann Kaufmann: „Holzhäuser helfen uns in der CO2-Frage“, Online unter URL: <https://www.bauenmitholz.de/holzhaeuser-helfen-uns-in-der-co2-frage/150/64766/> (Stand: 26.08.2021)

Hans Joachim Schellnhuber, Klimaforscher, Online unter URL: <https://www.pik-potsdam.de> (Stand: 26.08.2021)

Holzhaus vs. Massivhaus – alle Vor- und Nachteile auf einen Blick, Online unter URL: (<https://bautipps.almondia.com/erste-schritte-zum-haus/haustypen/holzhaeuser-und-massivhaeuser/>) (Stand 29.08.2021)

Holzfertigbau und mehrgeschossiger Holzbau auf dem Vormarsch, Online unter URL: <https://www.oekologisch-bauen.info/hausbau/bauweisen/holzbau/holzbauweise.html> (Stand 29.08.2021)

Holzbau versus Massivbau: ein Baumeister und Holzbauer über Vorteile und Nachteile, Online unter URL: <https://www.renggli.swiss/de/blog/holzbau-versus-massivbau-ein-baumeister-und-holzbauer-ueber-vorteile-und-nachteile/> (Stand 29.08.2021)

AUTOREN

alle:
Bergische Universität Wuppertal,
Fakultät für Architektur und
Bauingenieurwesen

Lehrstuhl Baukonstruktion,
Entwerfen und Materialkunde:
Prof. Annette Hillebrandt
Nathalie Sophie Hans M.Sc. [Arch.]

Lehrstuhl Bauphysik und Technische
Gebäudeausrüstung:
Prof. Karsten Voss
Isil Kalpkirmaz Rizaoglu M.Sc. [Arch.]

and. M.Sc.:

Farah Alnihawi
Sarah Coppens
Marvin Kaliga
Mila Kretschmann
Ronja Lehmann
Justyna Mazur
Lukas Salomon
Jelka Seidel
Julius Weritz
Sophie Weuste
Julia Wiechert

IMPRESSUM

Dokumentation der Forschungser-
gebnisse aus dem „Studio Nachhal-
tiges Bauen und Gebäudeperform-
ance“ im Sommersemester 2021.
Kooperation der Lehrstühle „Bau-
konstruktion | Entwerfen | Material-
kunde“ und „Bauphysik und Techni-
sche Gebäudeausrüstung“.

Stand: Januar 2022
Fassung: erste Auflage
Ort: Wuppertal

Projektleitung und Redaktion:
Nathalie Sophie Hans M.Sc. [Arch.]

Druck: Kurt Reinhartz
Friedrich-Engels-Allee 175
42285 Wuppertal
0202 / 87523
<http://kurtreinhartz.de/>