

# **Innerstädtische Gebäudeaufstockungen in Hamburg**

konstruktive, rechtliche und gestalterische Rahmenbedingungen

Vom Fachbereich Architektur  
der HafenCity Universität Hamburg  
angenommene

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors  
der Ingenieurwissenschaften

von  
Dipl. Ing. Architekt Bernd Dahlgrün

Hamburg  
Januar 2016

Erster Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Architekt Bernd Kritzmann  
Zweiter Gutachter: Prof. Dr.-Ing. habil. Architekt Wolfgang Willkomm

## Vorwort

Die vorliegende Dissertation habe ich während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Studiengang Architektur an der HafenCity Universität in Hamburg verfasst. Im Fachgebiet Entwurf und Baukonstruktion bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Bernd Kritzmann konnte ich ausgiebig die konstruktiven, rechtlichen und gestalterischen Aspekte bei Gebäudeaufstockungen erforschen. Die Forschungsergebnisse sind in dieser Dissertation zusammengefasst.

Bei dieser Arbeit wurde ich durch Zuspruch, Ratschläge und konstruktive Kritik unterstützt. Mein besonderer Dank gilt meinem Mentor und Erstprüfer Prof. Dr.-Ing. Bernd Kritzmann, der mich geduldig in meiner Arbeit bestärkt und unterstützt hat.

Ebenso danke ich meinem Zweitprüfer Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Willkomm für seine geduldige und konstruktive Unterstützung.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Michael Staffa danke ich für die Unterstützung bei der Tragwerksanalyse historischer Bauten. Seine konstruktiven und prozessorientierten Ratschläge haben mir sehr geholfen.

Herr René Schneiders und Herr Thomas Hölter vom Architekturbüro A-Quadrat, Herr Christoph Hegel, Herr Detlef Schöfisch und Herr Christian Wolff vom Ingenieurbüro Assmann Beraten + Planen haben mich mit wertvollen Ratschlägen unterstützt, wofür ich ihnen hiermit herzlichst danke.

Hamburg, Januar 2016

Dipl.-Ing. Architekt Bernd Dahlgrün

## Inhalt

1. Einleitung.....	1
1.1. Ausgangslage.....	1
1.2. Ziel der Arbeit .....	2
1.3. Stand der Forschung .....	2
1.4. Vorgehensweise.....	2
2. Historische Grundlagen .....	3
2.1. Allgemeine baugeschichtliche Entwicklung Hamburgs .....	4
2.1.1. Gründerzeit .....	4
2.1.2. Weimarer Republik.....	12
2.1.3. Das Dritte Reich .....	15
2.1.4. Der Wiederaufbau.....	18
2.2. Historische Entwicklung der Bauteile.....	21
2.2.1. Die Wände .....	21
2.2.1.1. Altonaer Besonderheiten .....	31
2.2.2. Die Fundamente.....	35
2.2.3. Die Decken .....	39
2.2.4. Kommentar zu den historischen hamburgischen Bauweisen.....	46
3. Analyse der historischen Bausubstanz.....	47
3.1. Die Wände.....	47
3.1.1. Baumaterial .....	47
3.1.1.1. Mörtel.....	48
3.1.1.2. Steinfestigkeit .....	48
3.1.2. Knickfestigkeit .....	49
3.1.2.1. Außenwände.....	50
3.1.2.2. Innenwände .....	52
3.1.2.3. Fazit Knickfestigkeit.....	54
3.1.3. Druckfestigkeit.....	55
3.1.3.1. Außenwände.....	55
3.1.3.2. Innenwände .....	57
3.1.4. Tragfähigkeit der bestehenden Wände .....	59
3.1.4.1. Schlussfolgerung bezüglich der Tragfähigkeit der Wände.....	61
3.1.5. Zusammenfassung Wände.....	61
3.2. Die Fundamente .....	62
3.2.1. Konstruktive Besonderheiten .....	62
3.2.1.1. Baumaterialien .....	62
3.2.2. Bodenpressung.....	62

3.2.2.1.	Außenwände.....	63
3.2.2.2.	Innenwände .....	64
3.2.3.	Tragfähigkeit der bestehenden Fundamente .....	64
3.2.3.1.	Schlussfolgerung bezüglich der Tragfähigkeit der Fundamente .....	66
3.3.	Die Decken .....	68
3.3.1.	Holzbalkendecken .....	68
3.3.1.1.	Schadensbilder.....	69
3.3.1.2.	Tragfähigkeit .....	69
3.3.1.3.	Brandschutz.....	70
3.3.1.4.	Schallschutz.....	70
3.3.1.5.	Fazit Holzbalkendecken .....	71
3.3.2.	Massive Decken .....	71
3.3.2.1.	Brandschutz.....	73
3.3.2.2.	Schallschutz.....	74
3.3.2.3.	Fazit Massivdecken .....	74
3.4.	Zusammenfassung der Erkenntnisse aus der historischen Analyse .....	75
3.4.1.	Allgemein.....	75
3.4.2.	Die Wände .....	75
3.4.2.1.	Wandkonstruktionen der Gründerzeit und 20er Jahre in Hamburg und Altona.....	75
3.4.2.2.	Wandkonstruktionen Altonaer Wohnungsbauten ab 1928 .....	75
3.4.2.3.	Wandkonstruktionen des vereinten Hamburgs ab 1937.....	75
3.4.3.	Die Fundamente.....	76
3.4.3.1.	Fundamentkonstruktionen in Hamburg bis 1937 und Altona bis 1928.....	76
3.4.3.2.	Fundamentkonstruktionen in Hamburg ab 1937 und Altona ab 1928.....	76
3.4.4.	Die Decken .....	76
3.4.4.1.	Die Holzbalkendecken.....	76
3.4.4.2.	Die Massivdecken.....	76
3.5.	Schlussfolgerungen aus der historischen Analyse im Hinblick auf eine Gebäudeaufstockung .....	77
3.5.1.	Tragwerk.....	77
3.5.1.1.	Allgemein .....	77
3.5.1.2.	Hamburgische Bauten vor 1896 .....	77
3.5.1.3.	Gründerzeit und Zwanzigerjahre .....	77
3.5.1.4.	Gebäude ab 1937 .....	77
3.5.2.	Decken .....	78
3.5.2.1.	Schallschutz.....	78
3.5.2.2.	Brandschutz.....	79
3.5.3.	Zusammenfassung der Schlussfolgerungen und baukonstruktiven Maßnahmen einer Gebäudeaufstockung.....	79

4.	Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen.....	82
4.1.	Aktuelle städtebauliche Rechtsvorschriften.....	82
4.1.1.	Unterschiedliche städtebauliche Anforderungen in den Bundesländern .....	82
4.1.2.	Städtebauliche Anforderungen und Potenziale in Hamburg.....	86
4.1.3.	Fazit bezüglich der städtebaulichen Anforderungen.....	88
4.1.4.	Handlungsempfehlung städtebauliche Anforderungen .....	88
4.2.	Aktuelle bauliche Rechtsvorschriften.....	90
4.2.1.	Bestandsschutz .....	90
4.2.2.	Begrifflichkeiten und Gebäudeklassen .....	91
4.2.3.	Brandschutz und sicherheitsrelevante Vorschriften .....	93
4.2.4.	Mindestausstattung und Barrierefreiheit.....	95
4.2.5.	Schlussfolgerung bezüglich der bautechnischen Rechtsvorschriften .....	95
4.2.6.	Handlungsempfehlung im Hinblick auf die baulichen Anforderungen .....	96
4.2.6.1.	Brandschutzkonzept und Brandschutzgutachter .....	96
4.2.6.2.	Voraussichtliche bauliche Maßnahmen zur Verbesserung des Brandschutzes ...	96
4.2.6.3.	Weitere Abweichungen und deren Bewilligung .....	96
4.3.	Zusammenfassung der Rechtsvorschriften bei Gebäudeaufstockungen .....	97
4.4.	Handlungsempfehlungen zum Erreichen einer frühzeitigen Projekt-Rechtssicherheit.....	97
5.	Aktuelle bautechnische Rahmenbedingungen .....	99
5.1.	Umfang, Ziel, Struktur und Methodik der bautechnischen Erläuterungen.....	99
5.2.	Standfestigkeit.....	101
5.2.1.	Tragwerk.....	102
5.2.2.	Statische Bewertung unterschiedlicher Konstruktionssysteme .....	104
5.2.2.1.	Bestimmung geeigneter Konstruktionssysteme .....	107
5.2.2.2.	Schlussfolgerungen aus der statischen Bewertung der Konstruktionssysteme	114
5.2.3.	Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen zur Standsicherheit von Gebäudeaufstockungen in Hamburg.....	115
5.3.	Energieeffizienz und Wärmeschutz .....	116
5.3.1.	Bedeutung bei Gebäudeaufstockungen .....	116
5.3.2.	Allgemein.....	116
5.3.3.	Wärmedurchgangskoeffizient.....	117
5.3.4.	Wärmebrücken .....	122
5.3.4.1.	Wärmebrückenverluste.....	123
5.3.4.2.	Konstruktionsempfehlungen .....	128
5.3.5.	Luftdichtigkeit und Feuchteschutz .....	129
5.3.5.1.	Schlussfolgerungen bezüglich Feuchteschutz und Luftdichtigkeit .....	133
5.3.6.	Sommerlicher Wärmeschutz.....	135

5.3.6.1.	Schlussfolgerungen bezüglich sommerlichem Wärmeschutz .....	137
5.4.	Schallschutz .....	138
5.4.1.	Allgemein .....	138
5.4.2.	Formen des Schalls .....	138
5.4.3.	Schallausbreitung .....	139
5.4.4.	Schalldämmmaße .....	140
5.4.5.	Der Spektrum-Anpassungswert $CI_{50-2500}$ .....	140
5.4.6.	Schallschutzanforderungen .....	141
5.4.7.	Schallschutzberechnungen .....	142
5.4.7.1.	Massivdecken .....	142
5.4.7.2.	Holzbalkendecken .....	142
5.4.8.	Schalldämmung von Holzbalkendecken .....	144
5.4.9.	Sanierungsstrategien .....	145
5.4.10.	Untersuchung von Schalldämmmaßnahmen .....	145
5.4.10.1.	Allgemein .....	145
5.4.10.2.	Erhöhung der Masse .....	146
5.4.10.3.	Estrich .....	146
5.4.10.4.	Estrich direkt auf Deckenbalken .....	147
5.4.10.5.	Trockenestrich .....	148
5.4.10.6.	Elementierter Trockenestrich .....	148
5.4.10.7.	Beschwerung der Rohdecke .....	149
5.4.11.	Schallwirksame statische Ertüchtigungen .....	150
5.4.11.1.	Holz-Beton-Verbund .....	150
5.4.11.2.	Belastung des Einschubs .....	151
5.4.11.3.	Sekundärträger und Deckenersatz .....	151
5.4.11.4.	Unterdecken .....	152
5.4.11.5.	Ungültige Schallschutzmaßnahmen .....	153
5.4.12.	Flankierender Schallschutz / Schallnebenwege .....	154
5.4.12.1.	Luftschallübertragung über die Nebenwege .....	154
5.4.12.2.	Trittschallübertragung über die Nebenwege .....	156
5.4.13.	Schlusswort zum Thema Schallschutz .....	158
5.4.13.1.	Zusammenfassung .....	158
5.4.13.2.	Konstruktionsmöglichkeiten für die Ertüchtigung von Bestandsdecken .....	160
6.	Beispiel-Konstruktionen einer Gebäudeaufstockung .....	162
6.1.	Anforderungen an die Bauteile einer Gebäudeaufstockung .....	162
6.1.1.	Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an das Tragwerk .....	162
6.1.2.	Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an die Außenwände .....	163
6.1.3.	Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an die Trennwände .....	165
6.1.4.	Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an das Dach .....	165
6.1.5.	Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an die Decken .....	167

6.2.	Konstruktionssysteme für eine Gebäudeaufstockung.....	168
6.2.1.	Tragwerkskonstruktion.....	168
6.2.2.	Außenwandkonstruktionen.....	170
6.2.3.	Trennwandkonstruktionen.....	171
6.2.4.	Dachkonstruktionen.....	172
6.2.5.	Deckenkonstruktionen.....	173
7.	Gestaltung.....	175
7.1.	Allgemein.....	175
7.2.	Struktur der Gestaltungsfindung.....	176
7.3.	Umfang und Themendefinition.....	176
7.3.1.	Städtebauliche Themen.....	176
7.3.1.1.	Nutzung des städtischen Raumes.....	176
7.3.1.2.	Städtebauliche Eigenschaften des Quartiers.....	177
7.3.1.3.	Städtebauliche Eigenschaften des Gebäudes.....	177
7.3.2.	Bauliche Themen.....	177
7.3.2.1.	Baukörper.....	178
7.3.2.2.	Dach.....	178
7.3.2.3.	Übergang.....	178
7.4.	Analyse der historischen Baustile.....	179
7.4.1.	Städtebauliche Analyse.....	179
7.4.1.1.	Gründerzeit.....	179
7.4.1.2.	Weimarer Republik.....	181
7.4.1.3.	Das 3. Reich.....	182
7.4.1.4.	Der Wiederaufbau nach dem zweiten Weltkrieg.....	184
7.4.1.5.	Vorhandene Bausubstanz.....	185
7.4.2.	Bauliche Analyse.....	188
7.4.2.1.	Wohngebäude der Gründerzeit.....	188
7.4.2.2.	Wohnbauten der Weimarer Republik.....	189
7.4.2.3.	Wohnbauten des 3. Reiches.....	190
7.4.2.4.	Wohnbauten des Wiederaufbaues nach dem zweiten Weltkrieg.....	191
7.4.3.	Städtebauliche Bedeutung.....	191
7.4.3.1.	Gebäudeflucht.....	191
7.4.3.2.	Eck- und Kopfbau.....	191
7.4.3.3.	Blickachse.....	192
7.4.3.4.	Platz.....	192
7.4.3.5.	Solitär.....	192
7.4.4.	Bedeutung der Dachform.....	192
7.4.4.1.	Berliner Dach.....	192
7.4.4.2.	Walmdach-Satteldach.....	193

7.4.4.3.	Steiles Satteldach .....	193
7.4.4.4.	Flachdach .....	193
7.4.4.5.	Auskragende Flachdächer.....	194
7.5.	Bestimmung der baulichen und städtebaulichen Qualitäten.....	195
7.6.	Synthese.....	196
7.6.1.	Methodologie der Formfindung .....	196
7.6.2.	Städtebauliche Schlussfolgerungen .....	196
7.6.3.	Bauliche Schlussfolgerungen .....	197
7.7.	Leitbild.....	197
7.8.	Gestalterische Vorgaben.....	197
7.8.1.	Wahrnehmung.....	197
7.8.1.1.	Städtebauliche Wahrnehmung.....	198
7.8.1.2.	Bauliche Wahrnehmung .....	199
7.8.2.	Typologie .....	201
7.8.2.1.	Städtebauliche Typologie .....	201
7.8.2.2.	Bauliche Typologie.....	201
7.8.3.	Umsetzung .....	201
7.8.3.1.	Farbe und Material.....	201
7.9.	Matrix .....	203
7.10.	Fazit Gestaltung.....	208
8.	Schlussbetrachtung .....	209
9.	Literaturverzeichnis.....	212
10.	Abbildungsverzeichnis .....	223
11.	Verzeichnis der Tabellen .....	230

# 1. Einleitung

## 1.1. Ausgangslage

Wachsende deutsche Städte wie Hamburg, Berlin oder München generieren einen erhöhten innerstädtischen Wohnungsbedarf, der aufgrund knappem Baulandes und wenigen Neubauwohnungen nicht gedeckt wird. Infolgedessen steigen die Immobilienpreise und das städtische Wohnen wird für Neuankömmlinge immer teurer. So sind die Immobilienpreise für Eigentumswohnungen im Bestand im Hamburger Stadtgebiet im Zeitraum von 2011-2015 jährlich zwischen 5 und 13 % gestiegen. Bestandswohnungen in Eimsbüttel kosteten 2011 durchschnittlich 2 500 bis 3 000 €/qm. 2015 kosteten diese Wohnungen durchschnittlich 3 000 bis 4 000 €/qm<sup>1</sup>. 2012 waren nur 11% der inserierten Mietwohnungen für Familien mit Durchschnittseinkommen und nur 2% für einkommensschwache Familien finanzierbar<sup>2</sup>. Das ist im deutschen Städtevergleich weit unter dem Durchschnitt. Diese anhaltende immobilienwirtschaftliche Entwicklung führt zu Gentrifizierungsprozessen und gefährdet die sozialverträgliche Stadtentwicklung.

Die städtische Nachverdichtung mittels Gebäudeaufstockungen als eine Form der vertikalen Nachverdichtung, kann diesem Phänomen entgegenwirken, da Gebäudeaufstockungen

- zusätzlichen Wohnraum generieren, ohne zusätzliches Bauland zu verbrauchen,
- im Bauprozess zwar die Hausbewohner beeinträchtigen, die soziale Struktur des Hauses aber nicht zwangsläufig verändern (keine Entmietung) und
- auf die zahlreichen innerstädtischen Bauten der nicht gewinnorientierten Wohnungsbaugenossenschaften gebaut werden können.

Außerdem fördern Gebäudeaufstockungen eine nachhaltige und ökologische Stadtentwicklung, da sie

- innerstädtischen Wohnraum bereitstellen und so der Zersiedelung des Umlands entgegenwirken,
- zwangsläufig eine energetische Ertüchtigung des Bestandsbaus bewirken und
- somit die Wirtschaftlichkeit und Lebensdauer des Bestandsbaus verlängern.

---

<sup>1</sup> LBS Bausparkasse Schleswig-Holstein-Hamburg AG, Hrsg., *LBS-Immobilienmarktatl 2011 „Hamburg und Umland“* (Kiel, Hamburg, 2011); LBS Bausparkasse Schleswig-Holstein-Hamburg AG, Hrsg., *LBS-Immobilienmarktatl 2015 „Hamburg und Umland“* (Kiel, Hamburg, 2015), jeweils S. 10 und 12.

<sup>2</sup> Timo Heyn, Reiner Braun, und Jan Grade, „Wohnungsangebot für arme Familien in Großstädten“, Studie (Gütersloh: Bertelsmann Stiftung, 2013), 55.

## **1.2. Ziel der Arbeit**

Mit dieser Arbeit sollen wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse zu den technischen, rechtlichen und gestalterischen Rahmenbedingungen und Möglichkeiten von innerstädtischen Gebäudeaufstockungen in Hamburg gewonnen werden. Planern und Bauherren sollen grundlegende Entscheidungsparameter für oder gegen eine Gebäudeaufstockung vermittelt und erste erforderliche Planungsschritte und Bauherrenentscheidungen vorstrukturiert werden. Damit soll die Entscheidung für oder gegen eine Gebäudeaufstockung erleichtert werden.

## **1.3. Stand der Forschung**

Die baukonstruktiven und baurechtlichen Aspekte bei Gebäudeaufstockungen sind zum heutigen Zeitpunkt nicht umfassend erforscht und publiziert worden. Im Rahmen der Erforschung historischer Bauweisen in Hamburg hat sich gezeigt, dass die Hamburgischen Wohnungsbauten der Gründerzeit bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges nach eigenen, mit Preußen und anderen Reichsstaaten nicht vergleichbaren, Bauregeln gebaut wurden. Diese Hamburg-typischen Bauregeln sind ebenfalls bisher nicht erforscht und publiziert worden. Das Kapitel 2.2 „Historische Entwicklung der Bauteile“ schließt diese Forschungslücke.

## **1.4. Vorgehensweise**

Zuerst werden die historischen Hamburger Wohnungsbauten von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis 1970<sup>3</sup> analysiert und ihre Entwicklung erläutert. Anschließend werden die für Gebäudeaufstockungen relevanten Bauteile, nämlich Fundamente, Wände und Decken der historischen Wohnungsbauten analysiert, deren historische Konstruktion erläutert und im Hinblick auf eine Gebäudeaufstockung bewertet, sowie deren entscheidende Rahmenparameter für Gebäudeaufstockungen ermittelt.

Anschließend werden die aktuellen baukonstruktiven und baurechtlichen Aspekte bei Gebäudeaufstockungen analysiert und erläutert. Auf Grundlage der Erkenntnisse dieser Analyse werden im Anschluss grundsätzliche konstruktive Vorgaben für Gebäudeaufstockungen bestimmt.

Im dritten Schritt werden Konstruktionssysteme bestimmt, die den konstruktiven Zwängen der historischen Bestandsbauten und den aktuellen Anforderungen an Gebäudeaufstockungen entsprechen. Hierzu werden konkrete Konstruktionsbeispiele entwickelt.

Neben diesen konstruktiven und rechtlichen Belangen wird in einem vierten Teil eine Strategie entwickelt, die es erlaubt, frühzeitig auf Grundlage einer räumlichen Kontextanalyse

---

<sup>3</sup> In dieser Zeitspanne wurde die heute vorhandene Stadt nach Bauregeln gebaut. Ab 1970 wurden die Gebäude einzeln statisch berechnet.

gestalterische Vorgaben zu treffen. Gestalterische Vorgaben haben einen direkten Einfluss auf die Konstruktion von Gebäudeaufstockungen und sollten deshalb zeitgleich oder vor den konstruktiven Entscheidungen gefällt werden.

## **2. Historische Grundlagen**

Im folgenden Kapitel wird die bauliche Entwicklung Hamburgs von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis 1970 beschrieben. Neben der historischen Stadtentwicklung wird in dem Kapitel die Entwicklung zeittypischer Wohnungsbautypen erläutert. Ziel des Kapitels ist es, neben einem grundsätzlichen Verständnis der baulichen und städtebaulichen Entwicklung die sozialen, politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und deren Einfluss auf die Entwicklung der Wohnungsbautypologien zu vermitteln. Hierzu wurde baugeschichtliche Literatur konsultiert und historische Quellen, insbesondere historische Rechtstexte, erforscht.

Das Kapitel „Historische Entwicklung der Bauteile“ fokussiert innerhalb der zuvor beschriebenen zeittypischen Wohnungsbautypen auf die konstruktive Entwicklung der für Aufstockungen relevanten Bauteile Wände, Fundamente und Decken. Ziel des Kapitels ist die Erforschung zeittypischer Regelkonstruktionen und die Typologisierung zeittypischer Bauweisen. Diese werden in 7 Gebäudemodellen dargestellt, welche den zeittypischen konstruktiven und baurechtlichen Gestaltungsrahmen darstellen. Hierzu wurden historische Zeitschriften, Konstruktionsbücher und Rechtstexte erforscht.

Im weiteren Verlauf werden die Gebäudemodelle bezüglich Ihrer Eignung für Gebäudeaufstockungen untersucht.

## 2.1. Allgemeine baugeschichtliche Entwicklung Hamburgs

### 2.1.1. Gründerzeit

Im 19. Jahrhundert erlebten die deutschen Städte einen einzigartigen Bevölkerungszuwachs und ein nie dagewesenes Wachstum. Die Industrialisierung und der globale Handel benötigten zahlreiche Arbeitskräfte und boten der von Feudalzwängen befreiten Landbevölkerung eine Lebensperspektive als freie Stadtmenschen. In den 40 Jahren von 1871-1911 vervierfachte sich die Hamburger Bevölkerung von 240 000 Einwohnern auf über 1 Million Hamburger<sup>4</sup>. Das bebaute Stadtgebiet (Alt- und Neustadt, Vorstädte Sankt Georg und Sankt Pauli) wuchs binnen 60 Jahren um das 4-5-Fache in die vorliegenden dünn besiedelten Landgemeinden Eimsbüttel, Rothenbaum, Harvestehude, Eppendorf, Winterhude, Barmbek, Eilbek und Hamm (vergleiche Abb 1 und Abb 2).

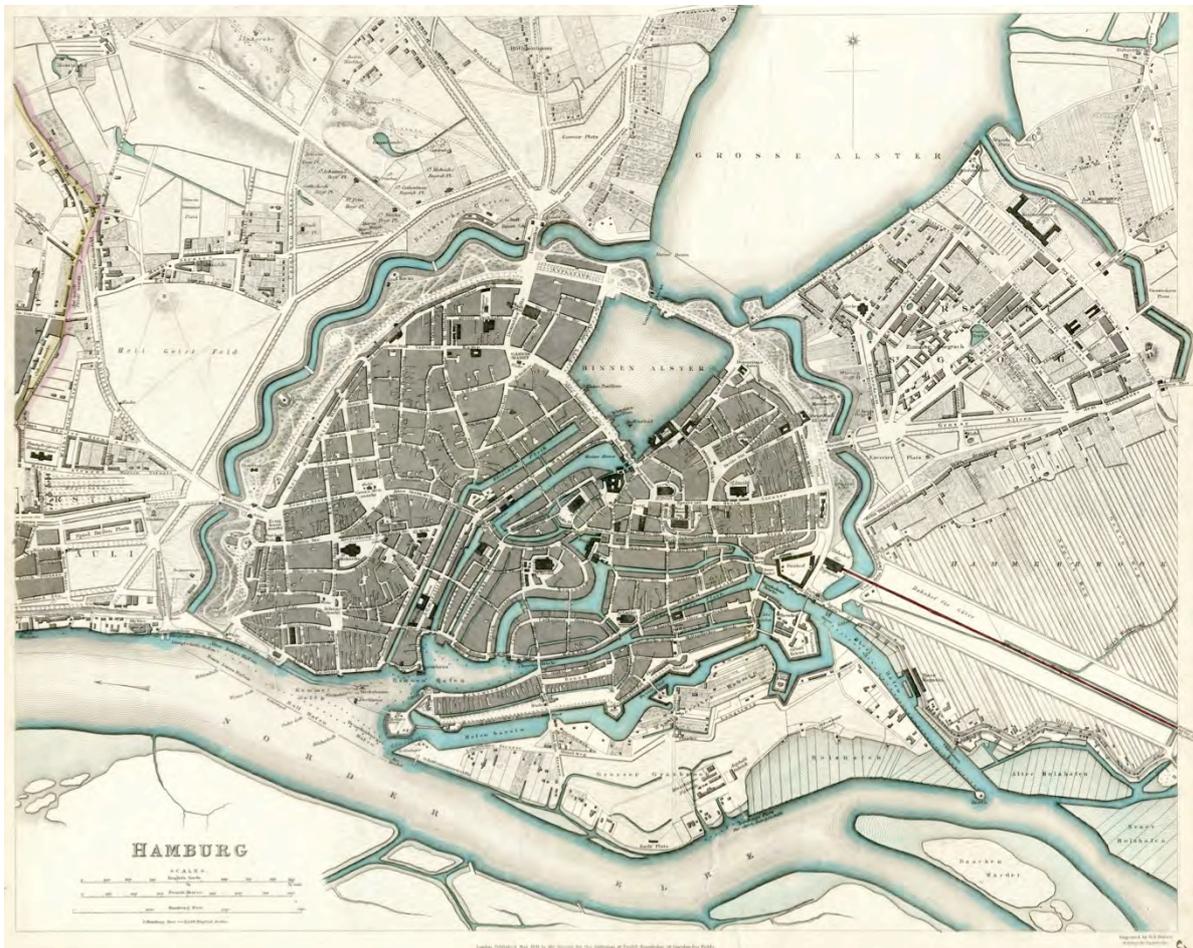


Abb 1 Karte von Hamburg, 1841

<sup>4</sup> Gert Kähler, *Von der Speicherstadt bis zur Elbphilharmonie: hundert Jahre Stadtgeschichte Hamburg*, 1. Aufl., Schriftenreihe des Hamburgischen Architekturarchivs / Hamburgisches Architekturarchiv (München [u.a.]: Dölling und Galitz, 2009), 21.

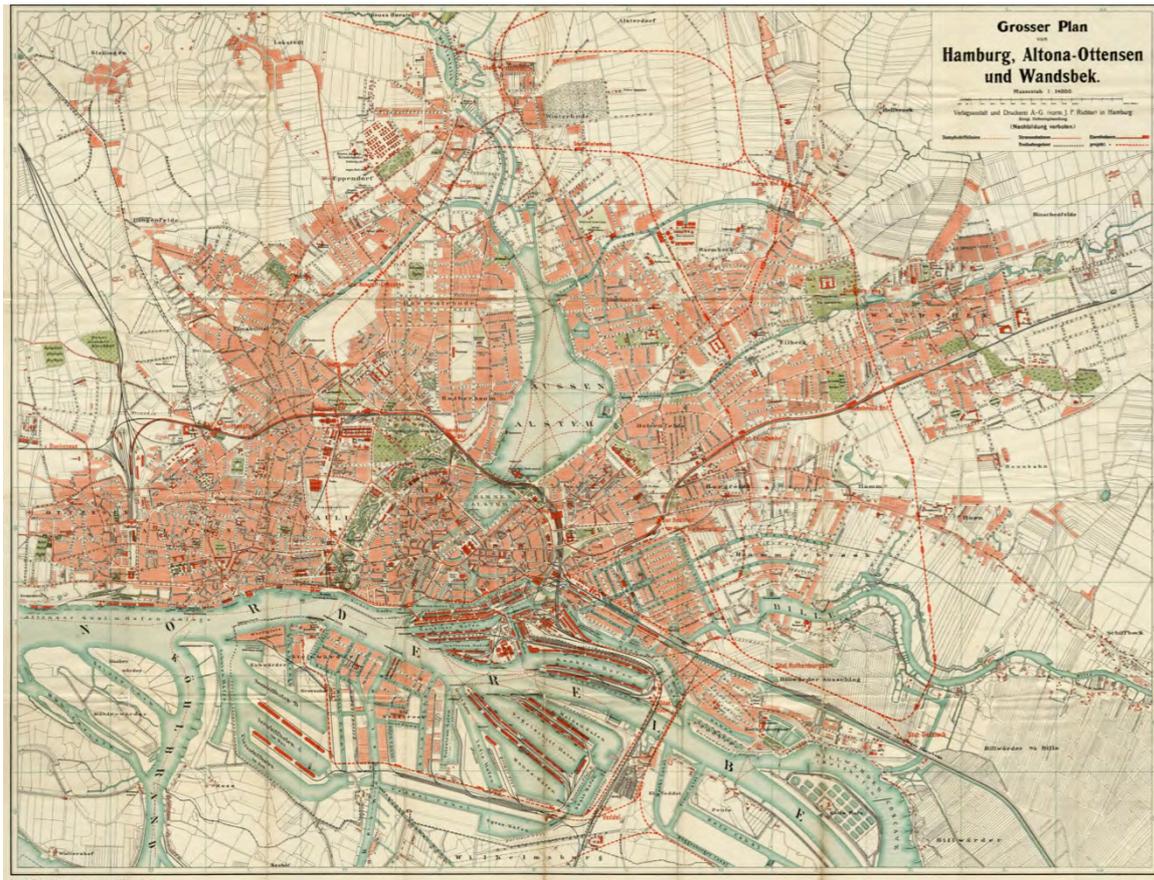


Abb 2 Karte Hamburg, Altona-Ottensen, Wandsbek, 1900

Dieses städtische Wachstum mit den gründerzeitlichen, mehrstöckigen Mietshäusern prägt bis heute das Stadtbild vieler deutscher Großstädte und wurde durch eine technische Innovation ermöglicht: den Ziegelstein als Industrieprodukt. Mit der Erfindung des Ringofens im Jahr 1859 konnte ununterbrochen eine gleichbleibende Qualität an Ziegeln produziert und in der erforderlichen Menge zur Verfügung gestellt werden.

Seit dem 17. Jahrhundert war Hamburg von Wallanlagen umschlossen. Diese waren im 19. Jahrhundert militärisch überholt und wurden 1820-37 geschleift. Stattdessen baute man an den Stadtausgängen Tore (Dammtor, Millerntor, Deichtor usw.). Während der nächtlichen Torsperre<sup>5</sup> wurden die Tore geschlossen und bewacht. Dann konnte man nur gegen Gebühren in die Stadt hinein- und aus ihr hinausgelassen werden. Was ursprünglich der Sicherheit diente, verhinderte zum Anfang des 19. Jahrhunderts das Wachstum der Stadt in die umliegenden Gebiete. Betriebe, Mühlen und Märkte siedelten sich außerhalb der dicht bebauten Hansestadt an (siehe Abb 3). Deren Arbeiter bekamen durch die Torsperre zeitlich nur sehr eingeschränkten Zugang zu Ihrem Arbeitsplatz. Die ungeliebte Torsperre war aber auch eine gute Einnahmequelle der Stadt und bewirkte, dass die Grundstückspreise und Mieten in Hamburg hoch blieben.

<sup>5</sup> siehe Anlage 1 Hamburgische Thor- und Baumsperre - Tabelle von 1856

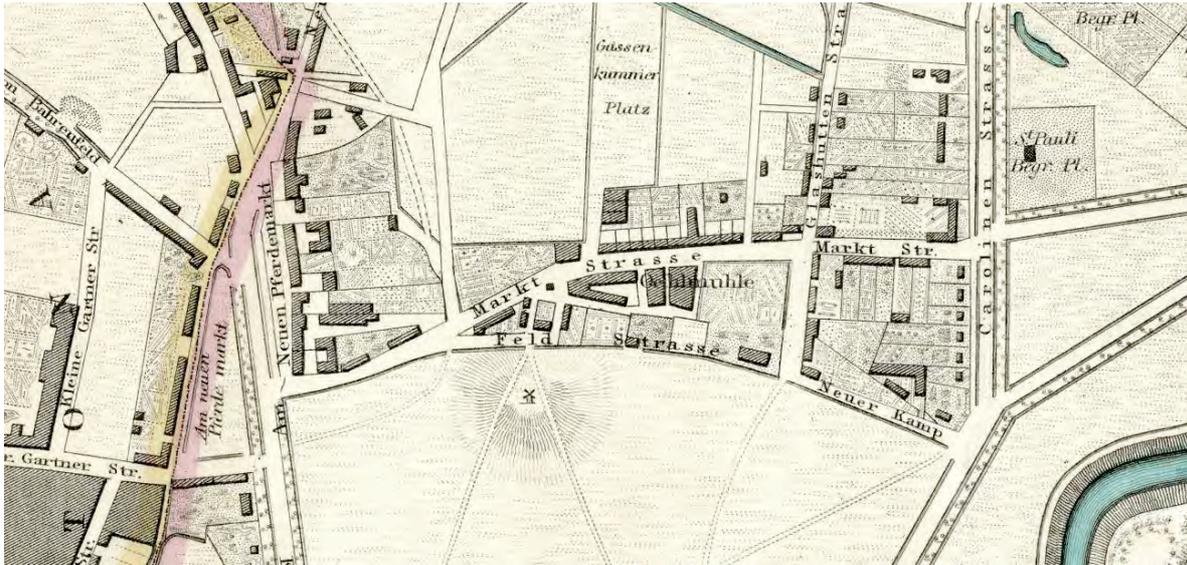


Abb 3 Kartenausschnitt aus Abb1 - Karolinenviertel, 1841



Abb 4 Hof beim Kehrwieder, 1883

Die von Grundstückseigentümern dominierte Bürgerschaft gab zusammen mit dem Senat nur zögerlich die Torperre auf, erst mit dem Senken der Gebühren und schließlich der vollständigen Aufhebung am 13.12.1860.

Stadt und Landgemeinden waren seitdem rund um die Uhr frei zugänglich und vor der Stadt konnten attraktive Wohnviertel geplant werden. Die Entwicklung und Erschließung der neuen vorstädtischen Wohngebiete war im Hamburg des 19. Jahrhunderts Privatsache. Sogenannte Spekulanten kauften, erschlossen und parzellierten Bauland, um entweder selber zu bauen oder um das wertvolle erschlossene Bauland zu veräußern. In den Landgemeinden vor der Stadt konnte bis 1872 nahezu ohne baurechtliche Einschränkung gebaut werden.

Im Stadtgebiet dagegen hatten der Hamburger Senat und die Bürgerschaft nach dem großen Brand vom Mai 1842 eiligst am 16. Juni 1842 die „Verordnung über die baupolizeylichen und feuerpolizeylichen Vorschriften, welche bei dem Wiederaufbau der Gebäude in dem abge-

brannten Stadttheile zu befolgen sind"<sup>6</sup> erlassen. Diese Verordnung enthielt die ersten Bauvorschriften des vorbeugenden Brandschutzes, welche die Zuwegung für die Feuerwehr und eine feuersichere Bauweise regelte. Beim Wiederaufbau der zerstörten Stadtteile durfte nur noch massiv gebaut werden, Holzwerk an der Außenhaut wurde verboten. Faktisch durften damit keine neuen Fachwerksgebäude in der Stadt errichtet werden. Senat und Bürgerschaft erließen am 3. Juli 1865 das erste Hamburger Baupolizeigesetz<sup>7</sup>, das die baulichen Regeln des Wiederaufbaus auf alle Neubauten der Innenstadt, Sankt Georg und Sankt Pauli ausweitete. Die mit Steinen ausgefachten Fachwerkbauten älterer Fotografien (siehe Abb 4) gehen auf diese Rechtsprechung zurück, wurde in ihr doch die Reparatur von Fachwerksbauten mit Steinen vorgeschrieben<sup>8</sup>. Erst ab 1872 galt das Hamburger Baupolizeigesetz auch in den Landgemeinden<sup>9</sup>.

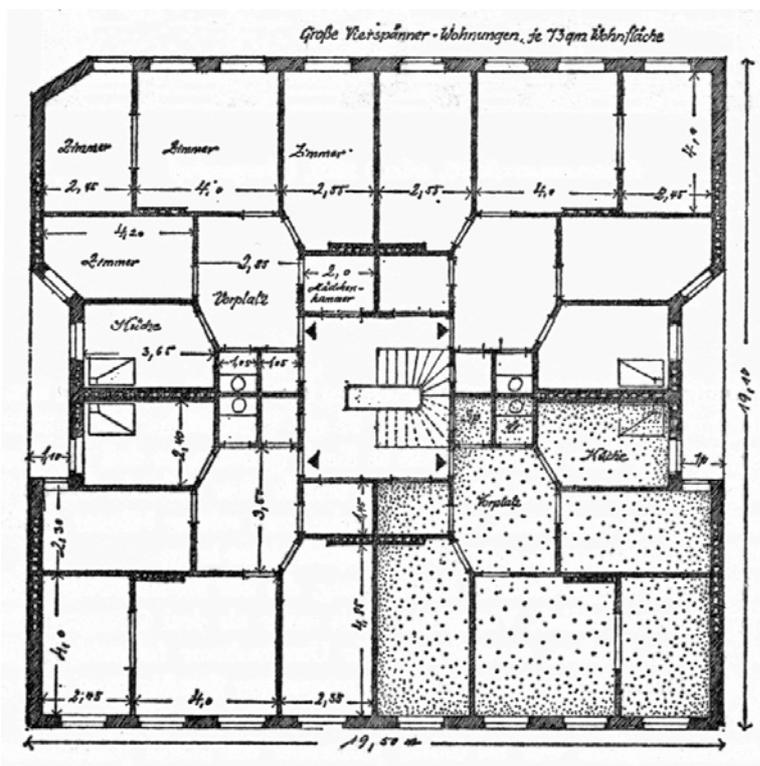


Abb 5 Typischer H-Grundriss aus Funke, S. 53

Neben den den Brandschutz betreffenden Vorschriften enthielt das Gesetz maximale Gebäudehöhen. An Straßen unter 6 m Breite durfte 12 m hoch gebaut werden, an allen anderen Straßen durfte so breit wie die Straße +6 m (1 H+6 m) gebaut werden<sup>10</sup>. Bei einer minimalen Straßenbreite von 50 Fuß = 14,3 m und beidseitigen, 2,85 m breiten „Trottoirs“ konnte so theoretisch 26 m hoch gebaut werden<sup>11</sup>. Die privaten Projektentwickler versuchten, in diesem rechtlichen Rahmen eine maximale Bo-

<sup>6</sup> J.M. Lappenberg, „Verordnung über die baupolizeilichen und feuerpolizeilichen Vorschriften, welche bei dem Wiederaufbau der Gebäude in dem abgebrannten Stadttheile zu befolgen sind... (29. Juli 1842)“, in *Verordnungen von 1842 und 1843, nebst Register über den zehnten bis siebzehnten Band*, Sammlung der Verordnungen der freien Hanse-Stadt Hamburg, seit 1814, 17. Band (Hamburg: Johann August Meißner, 1844), 192–200.

<sup>7</sup> „Baupolizei-Gesetz vom 3. Juli 1865“, in *Verordnungen von 1865 nebst Register über den dreiunddreißigsten Band*, Bd. 33, Sammlung der Verordnungen der freien Hanse-Stadt Hamburg seit 1814 (Hamburg: Theodor Gottlieb Meißner, 1866), 234–297.

<sup>8</sup> Ebd., 247, §21 Erneuerung von Fachwerks-Wänden.

<sup>9</sup> „Baupolizei-Gesetz vom 3. Juli 1865, neu verkündet am 31. Januar 1872“, in *Gesetzsammlung der freien und Hansestadt Hamburg*, Bd. 8 (Hamburg: T.G. Meissner, 1872), 31–65.

<sup>10</sup> Ebd., 38–39.

<sup>11</sup> Ebd., 63.

denausnutzung zu erreichen. In Hamburg entwickelte sich das mehrgeschossige Etagenhaus mit maximaler Parzellenüberdeckung und dem drei- bis vierspännigen H-Grundriss als Urtyp des Hamburger Mietshauses. Hierbei wurde die Parzelle bis an die seitlichen Grundstücksgrenzen mit seitlichen Brandwänden bebaut. Die Zimmer der Mittelzone wurden über sehr schmale „Lichthöfe“ belichtet und entlüftet (siehe Abb 5).

Im zweiten Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg, der Vorstadt St. Pauli und der Vororte vom 23. Juni 1882<sup>12</sup> wurden diese Lichthöfe praktisch verboten. Vor den Fenstern von Wohn-, Schlaf- und Arbeitsräumen musste nun mindestens ein Drittel der Gebäudehöhe Freiraum geschaffen werden<sup>13</sup>. Damit war der H-Grundriss nicht mehr baubar, es etablierte sich für die kommenden 30 Jahre der Schlitzbau mit seinem typischen T-Grundriss (siehe Abb 6).

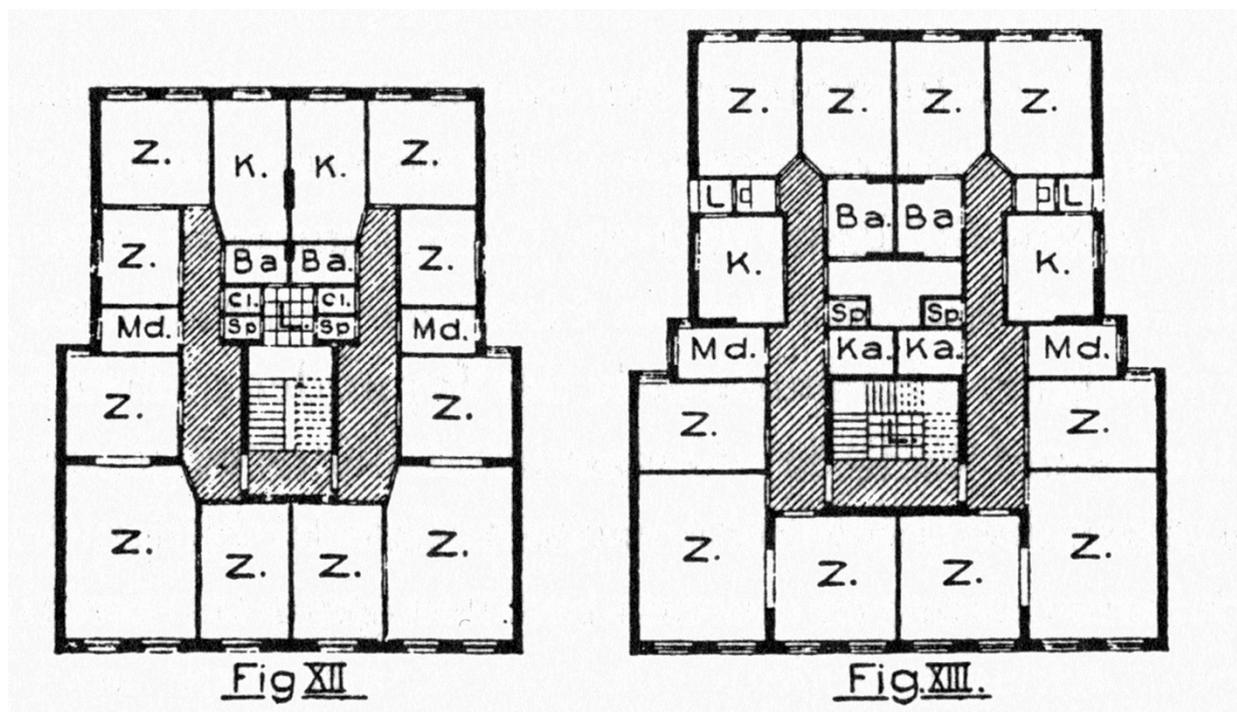


Abb 6 Beispiel T-Grundriss, Schlitzbau, aus Hipp, Hamburg, S. 53

<sup>12</sup> H. Olshausen und J. Classen, *Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg vom 23. Juni 1882: und die dazu erlassenen Novellen und Ergänzungen nebst den im Zusammenhange mit dem Baupolizeigesetze stehenden Gesetzen und Verordnungen*, 2. Aufl (Hamburg: Meißner, 1909).

<sup>13</sup> Ebd., §36 Fenster für Wohn-, Schlaf-, und Arbeitsräume.

Ebenso wurde die Gebäudehöhe (Frontwände) außerhalb der Innenstadt auf die Straßenbreite (1H) bzw. 30 m und die maximale Anzahl an Wohnungen pro Treppe auf zwölf festgelegt<sup>14</sup>. 1910 wurde die maximale Gebäudehöhe dann auf 21 m reduziert<sup>15</sup>. Vierspänner waren nicht mehr wirtschaftlich, schöpften sie doch nicht die rechtliche Gebäudehöhe aus.



Abb 7 Stufe zum Souterrain, Lehmweg



Abb 8 Gründerzeitl. Bebauung Lehmweg

Stattdessen etablierten sich Zweispänner und Dreispänner mit zwei größeren Wohnungen und einer kleinen, mittigen Wohnung<sup>16</sup>. Außer dem Keller sollten nur fünf Geschosse genutzt werden<sup>17</sup>. Letzte Vorschrift umgingen die Projektentwickler, indem sie den Keller nur eine Stufe tief unter Geländeniveau bauten und von außen als Souterrain zugänglich machten. Lange, einläufige Treppen, welche teilweise im Außenraum beginnen, führen in das darüber gelegene Hochparterre, welches nicht als, an einer Treppe liegende, Etage galt<sup>18</sup>. Ließen es die Straßenbreite und die zulässige Gebäudehöhe zu, konnten so zum Hochparterre noch vier Etagen mit zwölf Wohnungen gebaut werden (siehe z. B. Lehmweg

<sup>14</sup> Ebd., §25 Verhältnis der Höhe zur Straßenbreite und §32 Treppen.

<sup>15</sup> H. Olshausen und J. Classen, „Deckblätter zu §§ 34, 35, 36 des Baupolizeigesetzes der Stadt Hamburg“, in *Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg vom 23. Juni 1882: und die dazu erlassenen Novellen und Ergänzungen nebst den im Zusammenhange mit dem Baupolizeigesetze stehenden Gesetzen und Verordnungen*, 2. Aufl (Hamburg: Meißner, 1910), 27–29.

<sup>16</sup> Hermann Funke, *Zur Geschichte des Miethauses in Hamburg*, Veröffentlichung des Vereins für Hamburgische Geschichte / Verein für Hamburgische Geschichte (Hamburg: Christians, 1974), 54.

<sup>17</sup> Olshausen und Classen, *Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg vom 23. Juni 1882*, §34 Begrenzung der Stockwerkhöhe.

<sup>18</sup> Funke, *Zur Geschichte des Miethauses in Hamburg*, 55.

Abb 8 und Abb 7). Faktisch blieb so eine sechsgeschossige Bebauung mit Souterrain, Hochparterre und vier Obergeschossen weiterhin möglich.

Trotz einer regen Bautätigkeit mit circa 2 200 fertiggestellten Wohnungen pro Jahr (1896-1900) wurde zum Ende des 19. Jahrhunderts die Wohnungsnot unter den Arbeitern und Angestellten immer größer. Es fehlte an kleinen erschwinglichen Wohnungen. Untermietverhältnisse, Einlogierer und Schlafburschen waren gängige Lebensformen<sup>19</sup>. Tatsächlich wurden hauptsächlich Dreizimmer- und noch größere Wohnungen gebaut. Trotz der großen Wohnungsnot gab es 3-4 % Leerstand, bei großen Wohnungen sogar 5-6 % Leerstand<sup>20</sup>. Auch war die Immobilienwirtschaft und -projektentwicklung nicht zwangsläufig ein wirtschaftlich erfolgreiches Geschäft, wie eine Vielzahl an Zwangsverkäufen belegt<sup>21</sup>. Die Wohnungsnot der Arbeiter und Angestellten beeinflusste nicht die Hamburger Immobilienentwicklung, da deren Einkommen derartig klein waren, dass Neubaumieten unerschwinglich blieben und sie schlichtweg vom Immobilienmarkt ausgeschlossen waren. 1899 wies der Senator Roscher rechnerisch in seinen Wohnungsstudien nach, dass man selbst auf geschenktem Baugrund in den Außenbezirken keine für Arbeiter und Angestellte erschwingliche Wohnungen realisieren könne<sup>22</sup>. Stattdessen wohnten die Arbeiter und Angestellten in der mit alten Fachwerksbauten dicht bebauten Innenstadt. Die Choleraepidemie im Jahre 1892, der 8 600 Hamburger hauptsächlich in diesen dicht besiedelten Gängevierteln der Innenstadt erlagen, verdeutlicht die grauenhaften Konsequenzen von unhygienischen und engen Wohnverhältnissen. Hamburger Senat und Bürgerschaft reagierten mit der Schaffung eines neuen Entwässerungssystems und planten den Abriss der Gängeviertel. Die Wohnungsnot blieb aber weiterhin dem freien Markt überlassen.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts nahmen sich die ersten Bauvereine und Baugenossenschaften dem Kleinwohnungsbau an. 1892 gründete Doktor Traun den Hamburger Bau- und Sparverein und warb Mitglieder zur Kapitalbeschaffung. So konnte der Verein für seine Bauvorhaben ein Drittel der Bausumme Eigenkapital aufbringen. Dank dieser für damalige Verhältnisse hohen Eigenkapitalquote konnten weitere Baukosten mit günstigen Krediten zwischen 3,25-4 % Zinsen finanziert werden. Beim zweiten Bau des Bauvereins in Eilbek konnte der Quadratmeter Wohnfläche einschließlich Grundstückskosten für 80,8 Mark hergestellt werden. Diese wurden für eine moderate Jahresmiete von durchschnittlich 5 Mark vermietet, was eine Rendite von 6,2 % zum Eigenkapital erwirtschaftete. Damit hatte

---

<sup>19</sup> Ebd., 88–90.

<sup>20</sup> Ebd., 90.

<sup>21</sup> Ebd., 93: Aus Grundeig.-Zeitung vom 31.1.1899: Von insgesamt 18 öffentlichen Grundstücksverkäufen waren 15 Zwangsverkäufe.

<sup>22</sup> Roscher, Heinrich. *Wohnungsstudien*. Senats- und Bürgerschaftskommission für die Verbesserung der Wohnungsverhältnisse. Lütcke & Wulff, 1899 in Funke, Hermann. *Zur Geschichte des Miethauses in Hamburg*. Veröffentlichung des Vereins für Hamburgische Geschichte / Verein für Hamburgische Geschichte. Hamburg: Christians, 1974, S.90

der Bau- & Sparverein ein wirtschaftliches Modell für den Kleinwohnungsbau geschaffen<sup>23</sup>. Darüber hinaus entwickelte der Verein beispielgebende Grundriss- und Haustypen. Die tiefen Hamburgischen Parzellen waren schlecht zugeschnitten für die wirtschaftliche Bebauung durch Kleinwohnungen in Schlitzbauten und Hinterhäusern. Der Verein suchte nach einer Bebauungsform, welche ohne die Hinterhäuser oder Terrassen auskam und trotzdem eine wirtschaftliche Bodenauslastung ermöglichte. So entwickelte der Verein einen gekröpften Baukörper, in welchem der Hinterhof einem an der Straße gelegenen Innenhof wich, die sogenannte Hamburger Burg.

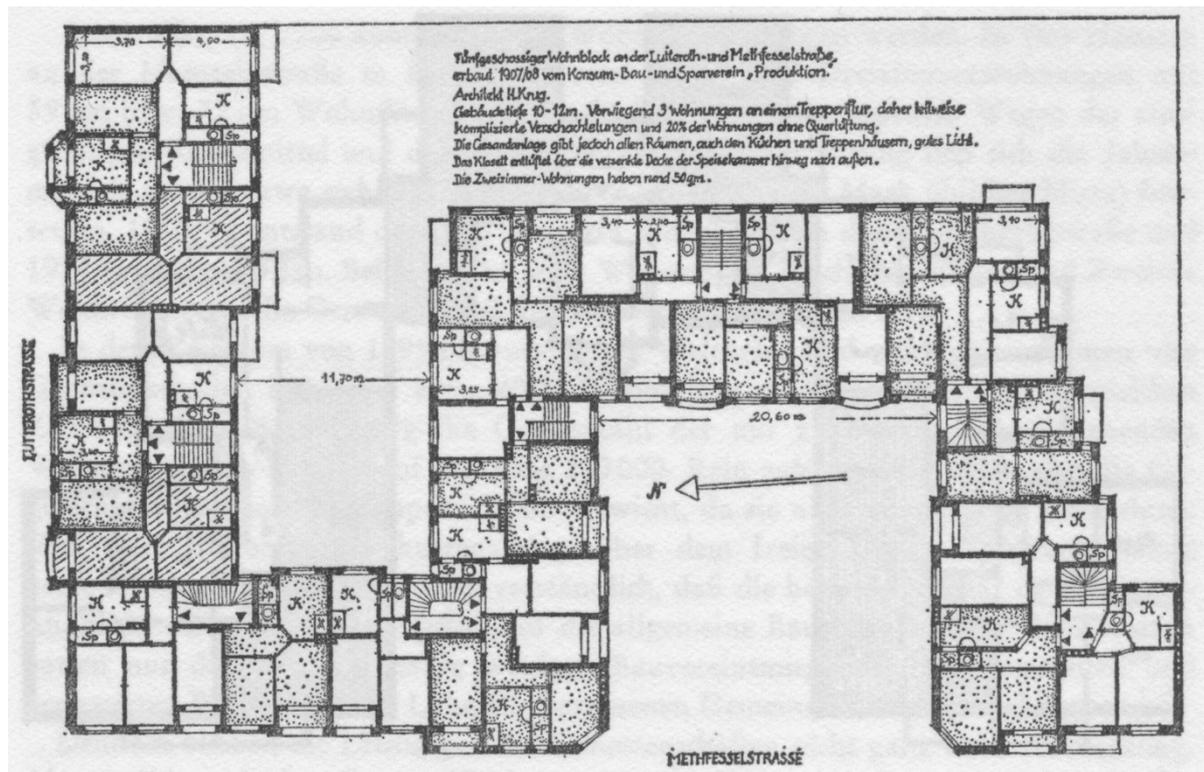


Abb 9 Beispiel einer "Hamburger Burg" aus Funke, S. 103

Zeitgleich mit dem Bauverein wurde die erste Hamburger Baugenossenschaft gegründet, die Hamburger Schiffs Zimmerer Genossenschaft, die vorerst nur günstige Altbauten erwarb und diese durch und für ihre Mitglieder modernisierte. Später baute die Genossenschaft selbst am Zeughaus Markt und danach in Barmbek und Dehnhaide. Die Wohnungen in den Außenbezirken konnten für 6 Mark pro Quadratmeter und Jahr vermietet werden. Von 1895 bis zum Ersten Weltkrieg gründeten sich vier Baugenossenschaften, welche in dieser Zeit 4 000 Wohnungen bauten. Das waren keine 5 % der neu entstandenen Wohnungen<sup>24</sup>. So unbedeutend und unbeachtet der Genossenschaftsbau von der Fachwelt vor dem Ersten Weltkrieg war, umso prägender sollte er sich für den Wohnungsbau nach dem Weltkrieg herausstellen.

<sup>23</sup> Funke, *Zur Geschichte des Miethauses in Hamburg*, 96–97.

<sup>24</sup> Ebd., 105.

### 2.1.2. Weimarer Republik

Vor dem Ersten Weltkrieg wurde in Hamburg das enorme Bauvolumen von circa 10- bis 15 000 Wohnungen im Jahr gebaut<sup>25</sup>. Im Weltkrieg kam die Bautätigkeit vollständig zum Erliegen und konnte danach aufgrund von Reparationszahlungen und der vollständigen Geldentwertung (Inflation) nicht wiederbelebt werden. 1921 fehlten schätzungsweise reichsweit 1 Million Wohnungen. In Hamburg gab es 17 000 Wohnungssuchende, 5 000 Zwangsquartiere und 3 000 minderwertig Untergebrachte<sup>26</sup>. 1923 war die alte Währung vollständig entwertet und 1924 durch die nun stabile Reichsmark ersetzt worden. Dieser Inflation und den neuen Machtverhältnissen der Weimarer Republik ist es zu verdanken, dass in den Zwanzigerjahren hauptsächlich Kleinwohnungen gebaut wurden.

Unter den jetzt frei gewählten Volksvertretern der Weimarer Republik war die Bekämpfung der Wohnungsnot eine neue und große politische Aufgabe. Hierbei bediente man sich der reichsweit erhobenen Hauszinssteuer zur Kapitalbeschaffung. Immobilienbesitzer wären durch die große Inflation komplett entschuldet worden und wären somit die großen Profiteure der Inflation. Dem wurde vorgebeugt, indem die Mieten gesetzlich auf die Höhe vor Ausbruch des Ersten Weltkrieges festgelegt und als Friedensmiete bezeichnet wurden. Auf diese Friedensmiete erhob der Staat jetzt einen Zuschlag zur Grundsteuer, die sogenannte Hauszinssteuer, die zwischen 6 % (1924) bis 27 % (1927) der Miete betrug. Die Althypotheken wurden am Goldwert bemessen und hatten nur noch ein Viertel des ursprünglichen Wertes vor der Inflation<sup>27</sup>. Die Aufgabe, Mittel aus der Hauszinssteuer unter anderem für den Kleinwohnungsbau aufzuwenden, wurde vom Reich den Gemeinden übertragen. Trotzdem wurde in Hamburg kein städtischer Wohnungsbau praktiziert. Die Gelder wurden stattdessen einer städtischen Hypothekenbank, der Hamburger Beleihkasse, zugeführt, welche daraus günstige Kredite an Bauschaffende vergab, solange deren Projekte den Auflagen des Gesetzes zur Förderung des Baues kleiner Wohnungen<sup>28</sup> von 1918/20<sup>29</sup> entsprachen. Dieses Gesetz sollte der schlechten sanitären Ausstattung, der ungenügenden Belüftung und Belichtung gründerzeitlicher Mietskasernen und deren Überbelegung mit mehreren Familien und Untermietern in einer Wohnung entgegenwirken.

---

<sup>25</sup> Architekten- und Ingenieur-Verein zu Hamburg, Hrsg., *Hamburg und seine Bauten unter Berücksichtigung der Nachbarstädte Altona und Wandsbek*, Bd. 1, Hamburg und seine Bauten 3 (Hamburg: Boysen & Maasch, 1914), 25.

<sup>26</sup> Funke, *Zur Geschichte des Miethauses in Hamburg*, 113.

<sup>27</sup> Ebd., 115.

<sup>28</sup> Weitere Gesetze zur Förderung des Baues kleiner Wohnungen, kurz „Kleinwohnungsgesetze“ genannt, wurden bereits 1873 und 1902 erlassen. Die darin enthaltenen baupolizeilichen Erleichterungen (so wurden wieder 16 Wohnungen pro Treppe und somit Vierspänner erlaubt) sollten den Kleinwohnungsbau fördern. Sie blieben aber erfolglos, der freie Markt blieb ohne die konkrete finanzielle Wohnbauförderung des Gesetzes von 1918 außerstande die Wohnungsnot zu lindern.

<sup>29</sup> Baupolizeibehörde, „Bekanntmachung über die Förderung des Baues kleiner Wohnungen vom 20. Dezember 1918/9, Juli 1920“, in *Bauordnung für die Stadt Hamburg vom 19. Juli 1918*, hg. von Max Bürstenbinder, 2. Auflage (Hamburg: Boysen & Maasch, 1926), 145–148.



Abb 10 Die Veddel von Norden, Luftbild 1932 in Hipp, Hamburg, S.99

Die Bautiefe der Gebäude durfte nur noch so tief sein, dass alle Räume belichtet und Querlüftung ermöglicht wurden. Treppen und WCs mussten an Außenwänden liegen. Pro Treppe und Geschoss durften nur zwei Wohnungen erschlossen werden. Trockenböden und Abstellräume wurden gefordert. Damit waren schlagartig die oben genannten Missstände der Schlitzbauten beseitigt. Für Kleinwohnungen unter 60 m<sup>2</sup> Wohnfläche stellte die Beleihkasse einen Kredit mit 0 % Zinsen und 1-3 % Tilgung zur Verfügung. Mittlere Wohnungen unter 100 m<sup>2</sup> wurden mit 2-4 % Zinsen und 1-2 % Tilgung gefördert.<sup>30</sup>

Angesichts der großen Wohnungsnot und der neuen öffentlichen Wohnungsbauförderung organisierten sich die Wohnungssuchenden über Berufsverbände und Vereine und gründeten Baugenossenschaften (z. B. Hamburger Lehrerbaugenossenschaft, Baugenossenschaft der Buchdrucker)<sup>31</sup>. Die oft mitgliederstarken Genossenschaften projektierten keine Lückenbebauungen, sondern bauten ganze Blöcke und große Siedlungen in neuen Entwicklungsgebieten wie Barmbek, Dulsberg, Veddel und Hamm mit dem Ziel, alle ihrer Mitglieder mit Kleinwohnungen zu versorgen. Bei der Bebauung in großen Wohnblocks erwirkte die reduzierte Bautiefe große Innenhöfe, welche begrünt und als Spiel- und Gemeinschaftsflächen den Bewohnern zur Verfügung gestellt wurden. Gestalterisch wandten sich die Architekten von der Formensprache der Gründerzeit und des Kaiserreichs ab und entwickelten eine schlichte, zierlose, moderne Architektur, deren vorherrschendes Stilmittel der hart gebrannte Klinker war.

<sup>30</sup> Funke, *Zur Geschichte des Miethauses in Hamburg*, 115.

<sup>31</sup> Holger Martens, 1927-2002, *75 Jahre Genossenschaftlicher Wohnungsbau*, hg. von Baugenossenschaft der Buchdrucker eG (Hamburg: Druck- und Werbeservice Hagen GmbH, 2002), 13–14.

In den Jahren 1924-1927 wurden mit den Mitteln der Beleihkasse 24 574 Wohnungen gebaut<sup>32</sup>. Diese waren aber weiterhin für die unteren Einkommenschichten unerreichbar, lag doch ihre Miete 1927 mindestens 40 % über der Friedensmiete von Altbauten. Häufig wurden für Arbeiter und Angestellte unerschwingliche Genossenschaftsanteile in der Höhe einer ganzen Jahresmiete erhoben<sup>33</sup>. Von 1919 bis 1929 wurden in Hamburg 43 508 Wohnungen, ca. 4 000 Wohnungen/Jahr gebaut<sup>34</sup>. Der Wohnungsbau der Zwanzigerjahre kam trotz der Förderung durch den Staat nur zögerlich auf 9 754 Neubauwohnungen im Jahr 1929 in Gang und blieb im Ganzen weit hinter der Vorkriegsproduktion zurück. 1919 gab es in Hamburg 6 099 registrierte Wohnungssuchende, 1929 hatte sich deren Anzahl auf 55 625 verneunfacht (siehe Abb 12)<sup>35</sup>. Mit der Wirtschaftskrise, die durch den Börsencrash am Schwarzen Freitag 1929 ausgelöst wurde, nahm in Hamburg die Bautätigkeit wieder beständig ab. 1930 wurden noch 11 000 Wohnungen in Hamburg fertiggestellt, 3 Jahre später, 1933, waren es nur noch 3 000 Wohnungen. Ab 1930 wurde die Hauszinssteuer für den allgemeinen Finanzierungsbedarf der öffentlichen Hand statt für Bauförderung aufgewendet. Ohne Finanzierungsmöglichkeiten und bei einer allgemeinen desolaten Wirtschaftslage kam der Miethausbau 1932 praktisch zum Erliegen. 1933 wurden die großen Wegbereiter des sozialen Kleinwohnungsbaus, die Baudirektoren Schumacher und Oelsner, entlassen. Der Genossenschaftsbau der Zwanzigerjahre hat damit auch symbolisch sein Ende gefunden.

---

<sup>32</sup> Architekten- und Ingenieur-Verein zu Hamburg, *Hamburg und seine Bauten 1918-1929*, Hamburg und seine Bauten 4 (Hamburg: Boysen & Maasch, 1929), 19–26.

<sup>33</sup> Hermann Hipp, *Wohnstadt Hamburg □: Miethäuser zwischen Inflation und Weltwirtschaftskrise*, 2. Auflage, Hamburg-Inventar, Themen-Reihe (Christians, 1985), 32–34.

<sup>34</sup> Funke, *Zur Geschichte des Miethauses in Hamburg*, 116.

<sup>35</sup> Ebd.

### 2.1.3. Das Dritte Reich

Diese wohnungswirtschaftliche Zwangspause nutzten die Kritiker innerhalb der NSDAP um die Blockbebauung als Fortführung des Schlitzbaus zu geißeln. Sie propagierten einen dorfähnlichen Siedlungsbau, der theoretisch in der Blut- und Boden-Mythologie der Nationalsozialisten fußte. Dieser setzte sich auch nach 1933 in Hamburg nicht durch, da er schlicht und ergreifend zuviel Boden verbrauchte und somit unwirtschaftlich war<sup>36</sup>.

Stattdessen bauten verstärkt private Investoren Kleinwohnungen in Blockbauten. Dank einer wachsenden, rüstungsabhängigen Wirtschaft war mehr Kapital im Umlauf und Bausparkassen, Hypothekenbanken, hohes Eigenkapital und Arbeitgeberkredite finanzierten eine neue wachsende Wohnungswirtschaft. Die Nationalsozialisten finanzierten nicht mehr den Kleinwohnungsbau, sondern steuerten die Bauvorhaben mittels Reichszuschüssen und Bürgschaften. Diese staatliche Unterstützung wurde zunehmend in Zeilenbauten in Stadtrandsiedlungen (Finkenwerder, Hamm, Berne, Sasel usw.) gelenkt.<sup>37</sup> Das Bauvolumen erreichte 1937 sogar den Stand von 1929 (vergleiche Abb 12 und Abb 13).

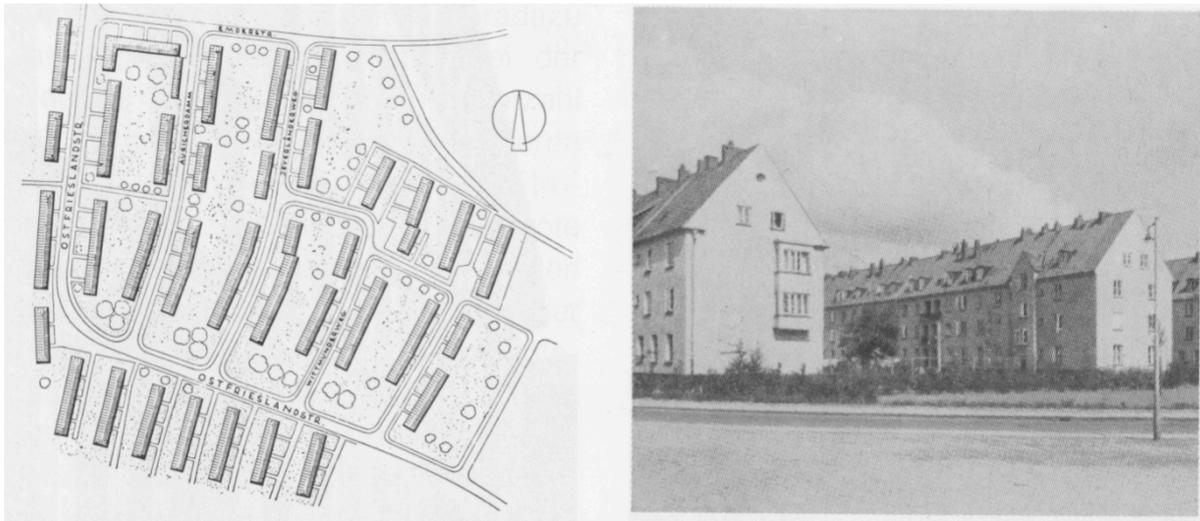


Abb 11 Zeilenbauten in Finkenwerder, 1938-41 in Hipp, *Wohnstadt Hamburg* S. 123

<sup>36</sup> Hipp, *Wohnstadt Hamburg*, 121.

<sup>37</sup> Hans-Jürgen Nörner und Dirk Schubert, *Massenwohnungsbau in Hamburg: Materialien zur Entstehung und Veränderung Hamburger Arbeiterwohnungen und -siedlungen 1800 - 1967*, Analysen zum Planen und Bauen. - Hamburg □: VSA, 1974 3 (Berlin: VSA, 1975), 184–186.

### Hamburger Wohnungsbilanz für die Zeit von 1919 bis 1929<sup>44</sup>

Jahre	Angebot der im Laufe des Jahres neuerbauten Wohnungen	Eheschließungen lediger Männer und lediger Frauen	Wanderungs-Gewinn an Haushaltungen	Durch Sterbefälle aufgelöste Haushaltungen	Netto-Zuwachs an Haushaltungen	Bilanz	Zahl der am Jahresende beim Wohnungsamt eingetrag. Suchenden
1919	452	9 932	3 940	3 698	10 147	— 9 722	6 099
1920	1 416	10 106	1 957	3 277	9 586	— 8 170	14 777
1921	2 187	8 834	2 718	3 190	8 362	— 8 362	24 944
1922	2 630	10 020	3 165	3 657	9 528	— 6 898	32 056
1923	3 065	9 299	1 659	3 387	7 570	— 4 505	36 837
1924	1 401	6 402	3 093	3 365	6 130	— 4 729	38 077
1925	2 989	7 179	2 969	3 373	6 775	— 3 786	32 239
1926	4 008	6 959	3 118	3 187	6 890	— 2 882	38 057
1927	7 195	7 846	3 319	3 896	7 269	— 74	41 754
1928	8 411	8 292	2 797	3 621	7 468	+ 943	49 790
1929	9 754	8 860	1 587	4 044	6 393	+ 3 361	55 625
	43 508	94 519	30 321	38 695	86 145	—42 637	

Abb 12 Hamburger Wohnungsbilanz von 1919-29 in Funke, ..., S. 116

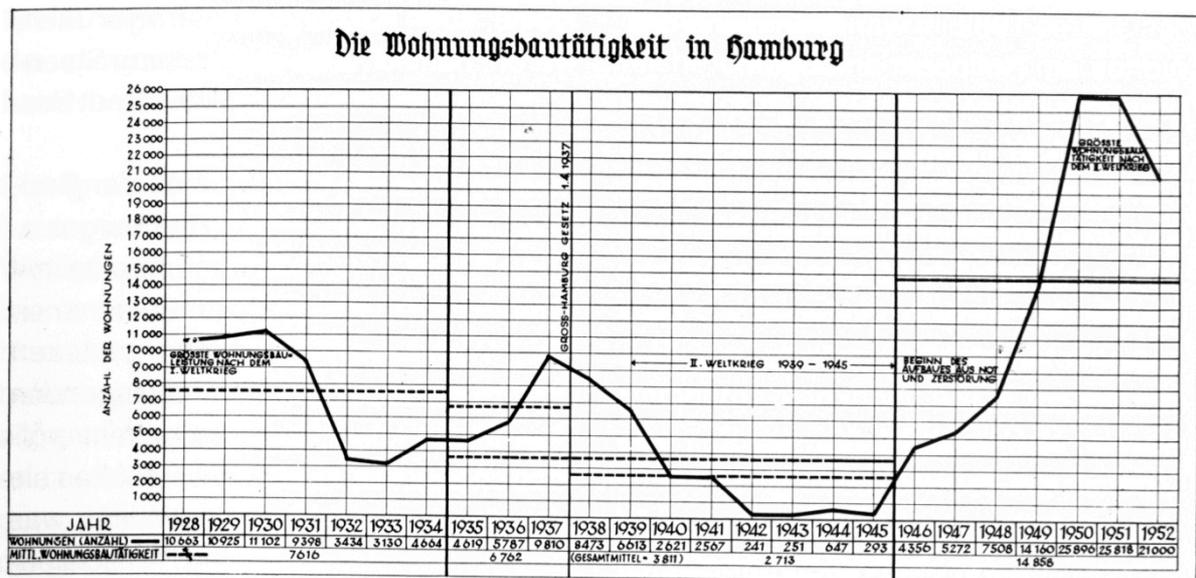


Abb 13 Die Wohnungsbautätigkeit in Hamburg 1928 - 1952 in Hipp, Wohnstadt Hamburg, S. 122

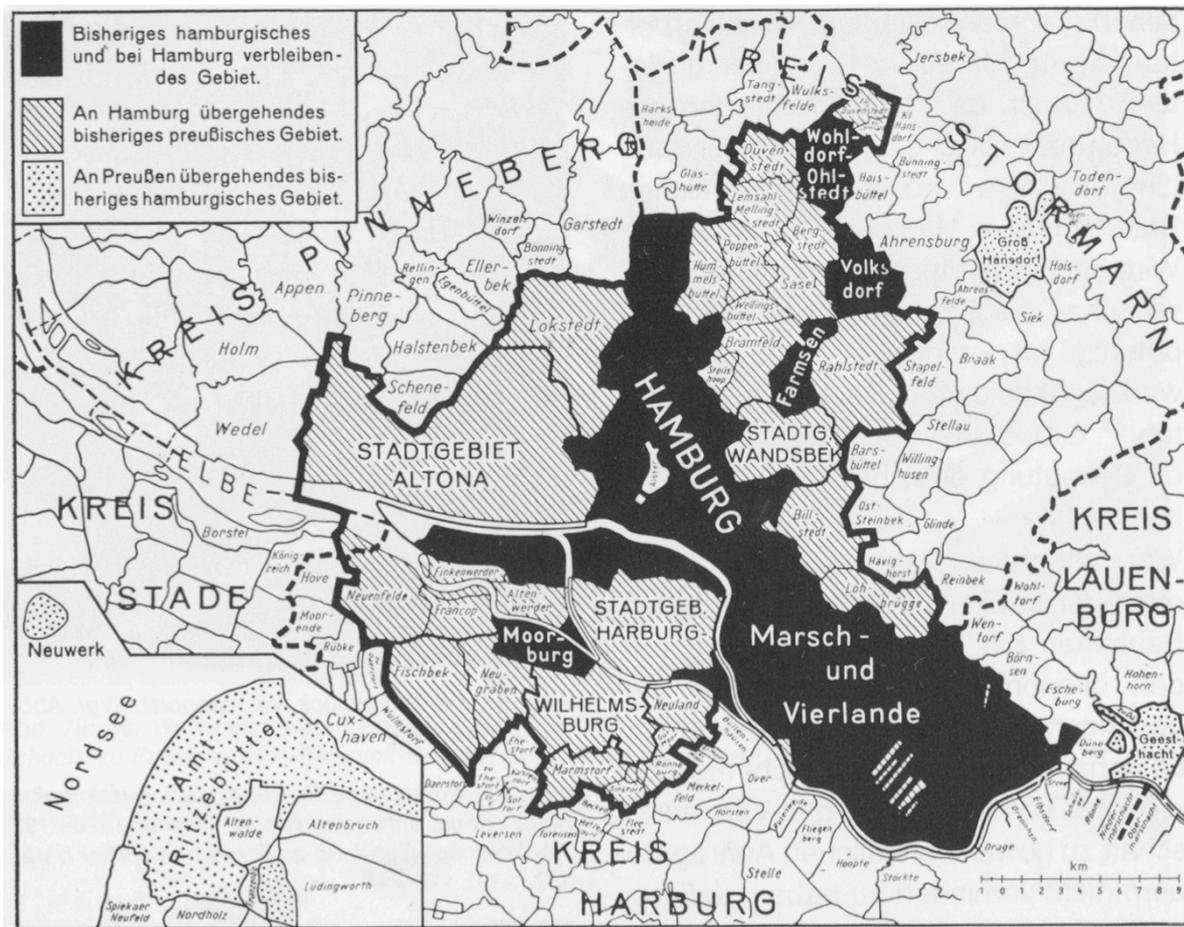


Abb 14 Hamburger Territorium vor und nach dem "Groß-Hamburg-Gesetz" in Hipp, Wohnstadt Hamburg, S. 42

Am 1. April 1937 wurde Hamburg mit dem „Gesetz über Groß-Hamburg und andere Gebietsbereinigungen“, kurz Groß-Hamburg-Gesetz genannt, um Altona, Wandsbek, Harburg, Wilhelmsburg erweitert. Die Stadtteile haben seitdem eine einheitliche Bauordnung und Hamburg neues Bauland für neue Stadtrandsiedlungen. In der Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938<sup>38</sup> wird der niedrige Zeilenbau quasi per Verordnung vorgegeben. Geschlossene Blockrandbebauungen werden darin explizit untersagt<sup>39</sup>. Gebäudetiefen werden auf 12-15 m, Gebäudeabstandsflächen in der Regel auf 2 H, Traufhöhen auf max. 14 m und die Geschossanzahl auf max. vier Ebenen festgelegt (siehe Abb 15). Diese Baupolizeiverordnung und das darin enthaltene Leitbild des niedrigen Zeilenbaus blieben auch nach dem Krieg in Zeiten des Wiederaufbaus bis zur Novelle 1969 erhalten und prägen die Nachkriegsarchitektur der Wirtschaftswunderjahre.

<sup>38</sup> Hermann Bösling, Hrsg., *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938: mit ausführlichem Sachverzeichnis und Anmerkungen für den Gebrauch* (Hamburg: Boysen & Maasch, 1938).

<sup>39</sup> Ebd., 34–35 Fußnote zu §11.

**Baustufentafel**

1 Nutzungs- gebiet	2 Zahl der Voll- ge- schosse	3 Bauweise	4 Stufen- bezeich- nung	5 Bau- wich m min	6 Bau- tiefe m max	7 Trauf- höhe m max	8 Bebau- bare Fläche (b. F.)	9 Unbebauter Raum vor Fenstern von Aufenthaltsräumen				10 Verhältnis von Trauf- höhe zum Baulinien- abstand
								bei Wohnungen		bei sonstigen Gebäuden		
								Tiefe min.	Breite min.	Tiefe min.	Breite min.	
S	1	offen geschl.	S 1 o S 1 g	2,5 —	12,0	3,5	1/10	2,5 H	2,5 H	—	—	1 : 3,5
W	1	offen geschl.	W 1 o W 1 g	2,5 —	15,0 12,0	4,5	2/10 3/10	2 H	2 H	1 H	1 H	1 : 2,5
	2	offen geschl.	W 2 o W 2 g	4,0 —	15,0 12,0	7,5	3/10 5/10	2 H	2 H	1 H	1 H	1 : 2
	3	geschl.	W 3 g	—	12,0	10,0	5/10	1,7 H	1,7 H	1 H	1 H	1 : 1,5
	4	geschl.	W 4 g	—	12,0	13,0	5/10	1,7 H	1,7 H	1 H	1 H	1 : 1,5
M	1	offen geschl.	M 1 o M 1 g	2,5 —	15,0 12,0	5,0	2/10 3/10	2 H	2 H	1 H	1 H	1 : 2
	2	offen geschl.	M 2 o M 2 g	4,0 —	15,0 12,0	8,0	3/10 5/10	2 H	2 H	1 H	1 H	1 : 2
	3	geschl.	M 3 g	—	12,0	11,0	5/10	1,7 H	1,7 H	1 H	1 H	1 : 1,5
	4	geschl.	M 4 g	—	12,0	14,0	5/10	1,7 H	1,7 H	1 H	1 H	1 : 1,5
G	2	geschl.	G 2 g	—	—	8,0	—	—	—	0,8 H	0,8 H	1 : 1,5
	3	geschl.	G 3 g	—	—	12,0	—	—	—	0,8 H	0,8 H	1 : 1,0
	4	geschl.	G 4 g	—	—	16,0	—	—	—	0,8 H	0,8 H	1 : 1,0
	5	geschl.	G 5 g	—	—	20,0	—	—	—	0,8 H	0,8 H	1 : 1,0
	I	—	—	—	—	—	20,0	—	—	—	0,8 H	0,8 H

Abb 15 Vorgaben zur Bebauung gem. §11 der Baupolizeiverordnung ... Hamburg, 1938, S. 23

#### 2.1.4. Der Wiederaufbau

Während der britischen Flächenbombardements im Sommer 1943 wurden in Hamburg 300 000 Wohnungen, 52 % des Bestandes, vernichtet. Dieser Zerstörung fielen weniger die bürgerlichen und gründerzeitlichen Wohnviertel im Westen der Stadt, als vielmehr die Massenwohnquartiere in Hammerbrook, Hamm und Barmbek zum Opfer (siehe Abb 16). Bei deren Wiederaufbau wurden meistens die Ruinen von vor 1911 abgerissen. Die nach 1918 gebauten Viertel, deren Städtebau als modern und gesund wertgeschätzt wurde und deren Wände und Treppenhäuser stabiler gebaut waren, sprich nicht vollständig zerstört wurden, wurden wieder aufgebaut. Bis 1950/52 wurden diese Ruinen meistens bestandsgetreu wiederaufgebaut, in den Jahren 1953/54 baute man Neubauten unter Verwendung der Trümmer und danach wurden nur noch Neubauten gebaut.<sup>40</sup>

<sup>40</sup> Hipp, *Wohnstadt Hamburg*, 128.



Abb 16 Luftbild vom 12. Mai 1945: Hamm, im Hintergrund der Horner Kreisel und die Sievekingsallee

Die Zeilenbauten des 3. Reiches befanden sich hauptsächlich im grünen Gürtel um Hamburg, welcher kaum bombardiert wurde, und sind erhalten geblieben. Diese niedrigen Zeilenbauten mit ihren breiten Grünzügen wurden auch nach dem Krieg, jetzt als Ausdruck der Moderne, wertgeschätzt<sup>41</sup> und auf der gleichen rechtlichen Basis, der unveränderten Bauordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8.6.1938, bis 1969 weitergebaut.

Die Hamburgische Bauordnung vom 10. Dezember 1969<sup>42</sup> verbietet nicht mehr die Blockrandbebauung, hält aber weiterhin an großen Abstandsflächen von 2 H, an beschränkten Bautiefen von 12 m bzw. 15 m bei Einzel- und Doppelhäusern und der Durchlüftung von Wohnungen fest. Diese Vorgaben begünstigen weiterhin den Zeilen- und Einzelhausbau in

<sup>41</sup> Bauordnungsamt Hamburg, Hrsg., *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938* (Hamburg: Boysen & Maasch, 1949), 24 unten zu §11: Begründung für das Verbot der völligen Umbauung des Baublocks.

<sup>42</sup> Fritz Hambeck und Igor Alexejew, *Hamburgische Bauordnung (v. 10.12.1969): Textausg. mit erl. Einf., Durchführungsverordnungen u. weiteren Bauvorschriften* (Köln: Dt. Gemeindeverl., 1970).

großzügigen Freiflächen. Eine angleichende Stadtreparatur gründerzeitlicher Stadtviertel war in diesem rechtlichen Rahmen nicht möglich, bewirkte aber, dass gründerzeitliche Bauten aufgrund Ihrer hohen Geschossflächenzahl eine wirtschaftlichere Nutzung des Grundstückes hatten. Beim Abriss gründerzeitlicher Bauten wäre das Baugrundstück nur noch halb so hoch bebaubar gewesen. Dieser Umstand mag während der Spätmoderne substanzerhaltend für Vorkriegsbauten gewirkt haben.

In der heute gültigen Hamburgischen Bauordnung vom 14. Dezember 2005<sup>43</sup> sind die baulichen Vorgaben an die Durchlüftung und an maximale Bautiefen aufgehoben. In Hamburg haben die rechtlich notwendigen Abstandsflächen eine Tiefe von  $0,4 H$  bis zur Straßenmitte<sup>44</sup>. Damit ermöglicht die aktuelle Abstandsflächenregelung die Aufstockung und Erhöhung aller bis 1970 gebauten Wohngebäude.

---

<sup>43</sup> Alexejew und Niere, *Hamburgische Bauordnung*, 19. Auflage (W. Kohlhammer Verlag, 2007), §6 Abstandsflächen.

<sup>44</sup> Zuvor wurden die Abstandsflächen zwischen den Gebäuden gemessen. Gründerzeitliche Bauten mit  $1H$  Gebäudeabstand haben nach der neuen Definition und bei symmetrischer Bebauung des Strassenraums eine Abstandsfläche von  $0,5H$  und wären baurechtlich um 20% der Gebäudehöhe aufstockbar.

## 2.2. Historische Entwicklung der Bauteile

### 2.2.1. Die Wände

Im frühen 19. Jahrhundert wurden in Hamburg Wohngebäude als Fachwerkbauten gebaut. Diese Gebäude wurden gemäß jahrhundertealter Handwerksregeln durch Zimmerleute errichtet. Kurz nach dem „Großen Brand“ vom 5.-8. Mai 1842 wurde am 29. Juli 1842 erstmals der Vorläufer der Bauordnung, die „Verordnung über die baupolizeylichen und feuerpolizeylichen Vorschriften, welche bei dem Wiederaufbau der Gebäude in dem abgebrannten Stadttheile zu befolgen sind. ...“<sup>45</sup> erlassen. In ihr wurden u. a. die baulichen und brandschutztechnischen Anforderungen beim Wiederaufbau geregelt, um zukünftig Brandüberschläge auf Nachbargebäude zu verhindern. Gebäude sollten massiv (Mauerwerksbau), mit fester Dachdeckung, ohne Brandlasten an der äußeren Hülle, gebaut werden<sup>46</sup>. Weitere Anforderungen an die Außenwände bzgl. Wandstärke und Konstruktion wurden nicht gefordert. Fachwerkbauten entsprachen nicht mehr den Sicherheitsanforderungen und deren Fachwerkwände durften nur mit massiven Baustoffen saniert werden<sup>47</sup>. Damit wurden Fachwerks-Neubauten praktisch per Verordnung verboten. Erstaunlich ist, dass in Hamburg vorerst nicht die Konstruktion der „Brandmauern“ bestimmt wurde. Fenster in Grenzwänden zu Nachbargrundstücken waren nur privatrechtlich untersagt. Mittels nachbarlicher und im Grundbuch dokumentierter Absprache konnten Fenster, wenn sie 60 cm<sup>48</sup>, später 1 m<sup>49</sup> freigehalten wurden, gebaut werden.

Altonas Bauordnungen waren in bautechnischer Hinsicht der Hamburgischen sehr ähnlich, nur mussten in Altona die Wände an der nachbarlichen Grundstücksgrenze als fensterlose Brandwände ausgebildet werden. Deren konstruktive Anforderungen, Mindeststärke 22 cm, 11 cm vor Balkenköpfen, keine Öffnungen, Abschluss unter harter Dachdeckung, waren in den Bauordnungen festgelegt.<sup>50 51</sup>

---

<sup>45</sup> J.M. Lappenberg, *Verordnungen von 1842 und 1843, nebst Register über den zehnten bis siebzehnten Band*, Sammlung der Verordnungen der freien Hanse-Stadt Hamburg, seit 1814, 17. Band (Hamburg: Johann August Meißner, 1844), 192–200.

<sup>46</sup> Ebd., 193–196.

<sup>47</sup> „Baupolizeigesetz vom 3. Juli 1865, neu verkündet am 31. Januar 1872“, in *Das Baupolizeiwesen der Stadt Hamburg der Vorstadt St. Pauli und der Vororte rechts der Elbe*: Eine Sammlung der in diesen Gebietsteilen gültigen, auf die Baupolizei bezüglichen Hamburgischen Gesetze, Verordnungen und Bekanntmachungen, sowie der einschlägigen Gesetze und Verordnungen für das deutsche Reich (Hamburg: Meissner, 1880), 10 – § 21 Erneuerung von Fachwerkwänden.

<sup>48</sup> Ebd., 26 – § 65 Fenster.

<sup>49</sup> Max Bürstenbinder, *Bauordnung für die Stadt Hamburg vom 19. Juli 1918*, 2. Auflage (Hamburg: Boysen & Maasch, 1926), 76 – §96 Fenster und Öffnungen.

<sup>50</sup> *Baupolizei-Ordnung für die Stadt Altona vom 1. Februar 1874* (Altona: Hammerich u. Lesser, 1874), §29.

<sup>51</sup> *Bauordnung der Stadt Altona, von Stellingen-Langenhofen und den Elbgemeinden gültig ab 1. Oktober 1910* (Altona-Ottensen: Adolff, 1911), 12 – §11 Brandmauern.

Im Gegensatz zum Zimmermannshandwerk konnten die Maurer nicht auf bewährte Handwerks- und Dimensionierungsregeln zurückgreifen. In der deutschsprachigen Fachliteratur wurden deshalb die Untersuchungen des Franzosen Jean-Baptiste Rondelet aufgegriffen. Rondelet hatte im frühen 19. Jahrhundert klassische Gebäude der Antike und Neubauten aus Naturstein auf Ihre Wandstärken untersucht und diese seit 1812 publiziert. Er stellte zur Stabilitätsbestimmung der Wände den Zusammenhang zwischen Wandstärke und Wandhöhe her. Diese Regeln waren auch in der Übersetzung von 1833 noch sehr kompliziert formuliert, berücksichtigten nicht die Wandlänge zwischen den aussteifenden Zwischenwänden und entstammten einer Baukultur, welche durch Bruchstein- und Natursteinmauerwerk geprägt war<sup>52</sup>. Deutsche Publikationen wie Redtenbachers „Resultate für den Maschinenbau“<sup>53</sup>, Breymanns „Bau-Constructions-Lehre“<sup>54</sup>, das „deutsche Bauhandbuch“<sup>55</sup> nahmen sich des Rondelet’schen Berechnungsansatzes an, ergänzten die Formeln um den Parameter Aussteifung, vereinfachten die Berechnung und formulierten die Regeln ziegelgerecht.

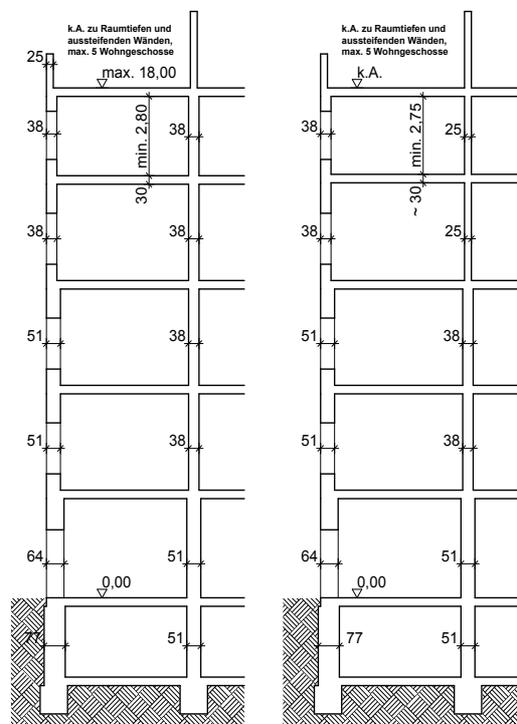


Abb 17 Vorgaben der Bau-Polizei-Ordnung Berlin, 1897; Bauordnung für München, 1895

Gegen 1880 wurden Wände wie folgt gebaut<sup>56</sup>: Außenwände waren tragend<sup>57</sup> und aus thermischen Gründen mindestens 1,5 Stein<sup>58</sup> stark. Diese Wandstärke wurde von oben

<sup>52</sup> Jean Baptiste Rondelet, *Theoretisch-praktische Anleitung zur Kunst zu bauen: In fünf Bänden: mit den 210 Kupfern der Pariser Original-Ausgabe*, hg. von C. H. Distelbarth, übers. von J. Hess, nach der sechsten Auflage aus dem Französischen übersetzt, Bd. 4, 5 Bde. (Leipzig und Darmstadt: Leske, 1835).

<sup>53</sup> Ferdinand Jacob Redtenbacher, *Resultate für den Maschinenbau*, 4. Aufl. (Mannheim: F. Bassermann, 1848).

<sup>54</sup> Gustav Adolf Breymann, *Allgemeine Bau-Constructions-Lehre, mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen: Ein Leitfadens zu Vorlesungen und zum Selbstunterrichte*, 1. Aufl., Bd. 1 Konstruktionen in Stein, 4 Bde. (Hoffmann, 1849).

<sup>55</sup> C. Schwatlo u. a., „Baukunde des Architekten“, in *Deutsches Bauhandbuch: Eine systematische Zusammenstellung der Resultate der Bauwissenschaften mit allen Hilfswissenschaften ...*, Bd. 2, 1. Halbband, 3 Bde. (Berlin: Kommissionsverlag von E. Toeche, 1880).

<sup>56</sup> Rudolf Ahnert und Karl Heinz Krause, *Gründungen, Abdichtungen, tragende massive Wände, Gesimse, Hausschornsteine, tragende Wände aus Holz, alte Masseinheiten* □: mit historischen Bauvorschriften auf CD-ROM, 7., durchges. und korrigierte Aufl., Bd. Band 1, Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960 (Berlin: Huss, Verl. Bauwesen, 2009), 100.

<sup>57</sup> Die Balkendecken spannten meist von den strassenseitigen Aussenwänden zu hierzu querlaufenden „Scheidewänden“ und den rückwärtigen, hofseitigen Wänden, da die seitlichen Giebelwände Brandwände waren und nicht belastet werden konnten.

nach unten pro Geschoss um einen halben Stein erweitert. Die umfassten Räume durften bis 4,5 m hoch, 6 m tief und 10! m breit sein. Meistens waren die Räume jedoch unter 4 m hoch, 5 m tief und 7,5 m breit, dann konnten die Wandstärken nur alle zwei Etagen um einen halben Stein verbreitert werden. Diese konstruktiven Bauregeln wurden in den meisten Städten angewendet (siehe Abb 17) und dort in die örtliche Baurechtsprechung aufgenommen<sup>59</sup>. Nicht jedoch in Hamburg.

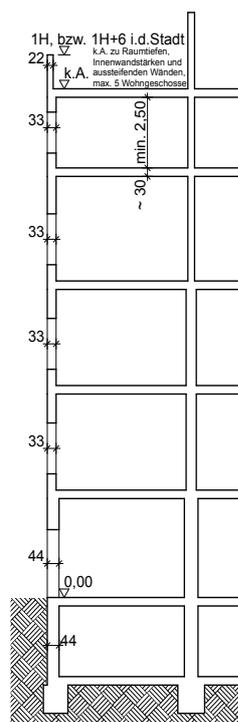


Abb 18 Hamb. Wandstärken nach Klücher, 1888

Im 19. Jahrhundert, dem Jahrhundert der rasanten Stadterweiterung, hinkte die Hamburgische Rechtsprechung und die baupolizeiliche Kontrolle dem Baugeschehen in punkto konstruktiver Überwachung und Gefahrenabwehr hinterher. Senat und Bürgerschaft schafften nur im Zuge von Katastrophen, dem Brand vom Mai 1842 und der Choleraepidemie von 1892 neue Baugesetze. Diese enthielten bis zur Novelle vom 15.4.1896 aber keine zusätzlichen konstruktiven Vorgaben. Mangelnde Erfahrung der Ausführenden mit dem Baumaterial und fehlende behördliche Vorgaben bzgl. der Wandkonstruktionen führten zu häufigen Gebäudeeinstürzen während der Bauzeit<sup>60</sup>. Der „Architektonische Verein“ in Hamburg wies seit 1862 auf die Notwendigkeit von rechtlich festgelegten Bauregeln hin und versuchte seitdem eine gesetzliche Regelung für die Wandstärken zu erwirken<sup>61</sup>. Dies wurde seitens der Bürgerschaft mit der Begründung abgelehnt, dass derartige Vorschriften „unvereinbar mit der in Hamburg zu respektierenden individuellen Freiheit“<sup>62</sup> wären. Folglich waren die Hamburger Wandkonstruktionen im reichsweiten Vergleich spektakulär unterdimensioniert, was 1888 einen Herrn Klücher zu einer detaillierten Beschreibung in der Baugewerkszeitung animierte<sup>63</sup>.

Laut Klücher wurden in Hamburg bei fünfgeschossigen Wohnbauten die Außenwände der obersten vier Geschosse 1,5 Stein stark gemauert. EG und Keller wurden 2 Stein stark ge-

<sup>58</sup> Steinformate waren in den Ländern und Städten des Reichs uneinheitlich geregelt. Deshalb drückt sich die damalige Fachliteratur in Steinstärken, statt in Längenmaßen aus. Siehe hierzu Anlage 10

<sup>59</sup> Ahnert und Krause, *Gründungen, Abdichtungen, tragende massive Wände, Gesimse, Hausschornsteine, tragende Wände aus Holz, alte Masseinheiten*, Band 1:65.

<sup>60</sup> Kurt Krüger, *Geschichte der Baupolizei und statistische Beobachtung des baupolizeilichen Verfahrens*, hg. von Hellmuth Wolff, Beiträge zur Statistik der Stadt Halle 27 (Halle: Gebauer-Schwetschke, 1914), 34.

<sup>61</sup> Deutsche Gesellschaft für Bauwesen e.V. und Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine., Hrsg., „Architekten- und Ingenieur-Verein zu Hamburg. Vers. v. 25. Okt. 1895“, *Deutsche Bauzeitung*, 4. Dezember 1895, 602.

<sup>62</sup> Ebd.

<sup>63</sup> Josef Durm, Hermann Ende, und Erwin Marx, *Wände und Wandöffnungen*, hg. von Eduard Schmitt, 2. Aufl., Bd. 2, Heft 1, Handbuch der Architektur, 3. Theil: Hochbau-Constructionen (Stuttgart: Arnold Bergsträsser, 1900), 367.

mauert. Giebelwände wurden 1 Stein stark und nur im Keller 1,5 Stein stark gemauert. (Vergleich Berlin und München in Abb 17)

Die Baupolizei mit Ihren vier Inspektoren<sup>64</sup> hatte drei Tage nach Eingang der schriftlichen

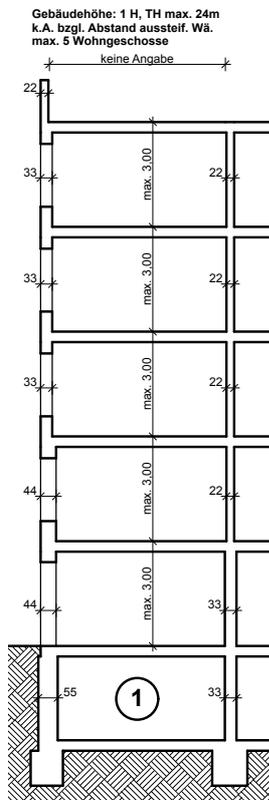


Abb 19 Hamb. Wandstärken ab 3. Juni 1896

Baugesuche (keine Grundrisse!, keine Statik!) Zeit zu prüfen, ob die Belange Dritter durch das Bauvorhaben unberührt bleiben. Danach war das Baugesuch rechts, einer expliziten Baugenehmigung bedurfte es nicht. Eine konstruktiv-technische Prüfung der Baugesuche war der Baupolizei in einer derartig kurzen Bearbeitungszeit und mit diesen Grundlagen nicht möglich<sup>65</sup>. Maurermeister und selbsternannte „Bauunternehmer“ konnten Baugesuche einreichen. Eine Architekten und Ingenieuren vorbehaltenen Bauvorlageberechtigung gab es nicht.

Erst mit der Baupolizeigesetz-Novelle vom 15. April 1896<sup>66</sup> wurde die Baupolizei mit einer Prüfung baukonstruktiver Belange beauftragt und bei Gefahr die Möglichkeit der Baustilllegung eingeräumt, in der Bekanntmachung vom 6. Juni 1896<sup>67</sup> wurde auch in Hamburg gefordert, Pläne dem Baugesuch beizulegen und Rohbaubesichtigungen zu erwirken und in der Bekanntmachung vom 3. Juni 1896<sup>68</sup> wurden erstmals in Hamburg geltende Mindestwandstärken festgelegt und der Baupolizei als allgemeingültige Prüfungsgrundlagen anhand gegeben. Diese wurden leicht verändert 1899<sup>69</sup> und dann unverändert 1912<sup>70</sup>, 1915<sup>71</sup> und 1917<sup>72</sup> in den Grundsätzen für die Prüfung

<sup>64</sup> „Baupolizeigesetz vom 3. Juli 1865, neu verkündet am 31. Januar 1872“, 2.

<sup>65</sup> Erich Gloede und Emil Dehn, *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938* (Hamburg: Boysen & Maasch, 1955), 13.

<sup>66</sup> Olshausen und Classen, *Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg vom 23. Juni 1882*, 92–98.

<sup>67</sup> Baupolizeibehörde der freien und Hansestadt Hamburg, *Bekanntmachung vom 6. Juni 1896*, 1896, Punkt 5; Olshausen und Classen, *Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg vom 23. Juni 1882*, 99–101.

<sup>68</sup> *Bekanntmachung vom 3. Juni 1896 als Anhang zur Novelle des Baupolizeigesetzes vom 15. April 1896*, 1896.

<sup>69</sup> H. Olshausen und J. Classen, „Bekanntmachung vom 20. Oktober 1899 betreffend Grundsätze für die Prüfung von Bauprojekten durch die Baupolizei“, in *Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg vom 23. Juni 1882*; und die dazu erlassenen Novellen und Ergänzungen nebst den im Zusammenhange mit dem Baupolizeigesetze stehenden Gesetzen und Verordnungen, 2. Aufl (Hamburg: Meißner, 1909), 102–106.

<sup>70</sup> Versammlung des Senats, *Bekanntmachung betreffend Grundsätze für die Prüfung von Bauentwürfen durch die Baupolizeibehörde vom 14. August 1912* (Hamburg: Boysen & Maasch, 1912).

<sup>71</sup> Versammlung des Senats, *Bekanntmachung betreffend Grundsätze für die Prüfung von Bauentwürfen durch die Baupolizeibehörde vom 1. Oktober 1915* (Hamburg: Boysen & Maasch, 1915).

<sup>72</sup> Versammlung des Senats, *Bekanntmachung, betreffend Grundsätze für die Prüfung von Bauvorhaben durch die Baupolizeibehörde vom 1. August 1917* (Hamburg: Boysen & Maasch, 1917).

von Bauentwürfen<sup>73</sup>, dem Vorgänger der Hamburgischen Bauprüfdienste, bestätigt.

Ab 1896 sollten Gebäude mit mehr als drei Geschossen neben Keller und Dachgeschoss im Dach und den zwei darunterliegenden Geschossen 1,5 Stein stark gemauert werden. Die Wände darunter wurden ½ Stein stärker, nämlich 2 Stein stark gemauert. War die Geschosshöhe gleich/unter 3 m hoch oder hatte das Gebäude neben Keller und Dachgeschoss bis zu drei Geschosse, konnten das Dachgeschoss und die darunterliegenden drei Geschosse 1,5 Stein stark gemauert werden. Hatte das Dachgeschoss keine Fenster, waren dort einsteinige Wände zulässig.<sup>74</sup> Diese Vorgaben berücksichtigen nicht die Raumtiefe und somit die Verkehrslasten, sowie den Abstand aussteifender Wände.

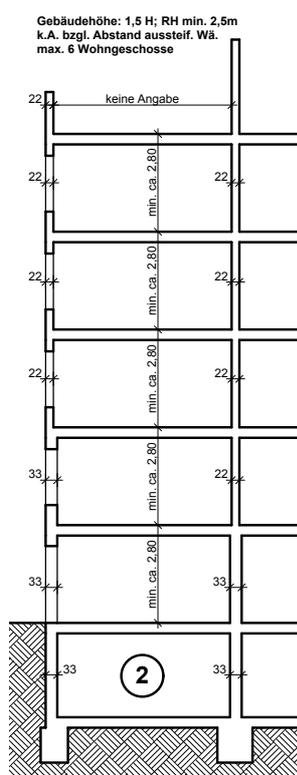


Abb 20 BauO HH 1918 mit Bekanntm. Bau kleiner Wohn., 1920

Erstaunlich hierbei ist, dass die in Hamburg geforderten Wandstärken weiterhin schmäler als in anderen Städten dimensioniert waren. Trotzdem beklagten sich die Hamburger Bauunternehmer über die „überdimensionierten Wände“<sup>75</sup>. Im Zuge der Diskussion um erschwinglichen Wohnraum wurden sie oft als Begründung für erhöhte Baukosten und den einhergehenden Rückgang der Bautätigkeiten beim Kleinwohnungsbau verantwortlich gemacht.

Gemäß der Bauordnung von 1918 mussten den Baugesuchen weiterhin Pläne beigefügt werden<sup>76</sup>, bei „Tragwerken aus Eisen, Eisenbeton, Holz oder stark belasteten Mauer- und Betonkörpern“<sup>77</sup> mussten statische Berechnungen mit eingereicht werden. Wich eine Planung von den oben genannten Grundsätzen ab, oder bezweifelte ein „Bauinspector“ die Standsicherheit eines Gebäudes, konnte er einen Standsicherheitsnachweis nachfordern. Üblich, bzw. vorgesehen, war dies jedoch nicht. Diese Praxis, statische Unterlagen nur bei besonderen Konstruktionen beizulegen, bzw. bei offensichtlichen Zweifeln nachzufordern und zu prüfen, blieb bis 1938 erhalten. Ab 1938 mussten statische Nachweise den Baugesuchen beiliegen<sup>78</sup>, aber erst 1942<sup>79</sup> wurde die Baubehörde explizit

<sup>73</sup> Bekanntmachungen betreffend Grundsätze für die Prüfung von Bauentwürfen durch die Baupolizeibehörde wie zuvor, sowie Bürstenbinder, Max. Bauordnung für die Stadt Hamburg vom 19. Juli 1918. 2. Auflage. Hamburg: Boysen & Maasch, 1926, §18.

<sup>74</sup> Olshausen und Classen, „Bekanntmachung vom 20. Oktober 1899 betreffend Grundsätze für die Prüfung von Bauprojekten durch die Baupolizei“.

<sup>75</sup> Clemens Wischermann, *Wohnen in Hamburg vor dem Ersten Weltkrieg*, Studien zur Geschichte des Alltags (Münster: Copenrath, 1983), 120.

<sup>76</sup> Bürstenbinder, *Bauordnung für die Stadt Hamburg vom 19. Juli 1918*, 11–13, §15.

<sup>77</sup> Ebd., 148–150 „Bekanntmachung über Bauanzeigen und die Beschaffenheit der Bauvorlagen vom 19. Dezember 1918“.

<sup>78</sup> Bauordnungsamt Hamburg, *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938*, 12–14.

<sup>79</sup> Reichsministerium des Inneren, *Verordnung über die statische Prüfung genehmigungspflichtiger Bauvorhaben vom 22. August 1942*, 1942, §1(1).

mit der statischen Prüfung aller eingereichten Bauanträge beauftragt.

In der preußischen Nachbarstadt Altona musste im Gegensatz zu Hamburg eine Baugenehmigung vor Baubeginn eingeholt werden. Hierzu mussten immer Sielanschlüsse, Grundrisse, Schnitte und die Straßenansicht eingereicht werden<sup>80</sup>. Ein Standsicherheitsnachweis konnte bei Bedarf angefordert werden<sup>81 82</sup>. Die zu prüfenden Unterlagen waren bis 1896 umfangreicher als in Hamburg. Eine Bauanzeige, Baubesichtigungen und Rohbauabnahmen gehörten im 19. Jahrhundert in Altona bereits zum Baualltag.

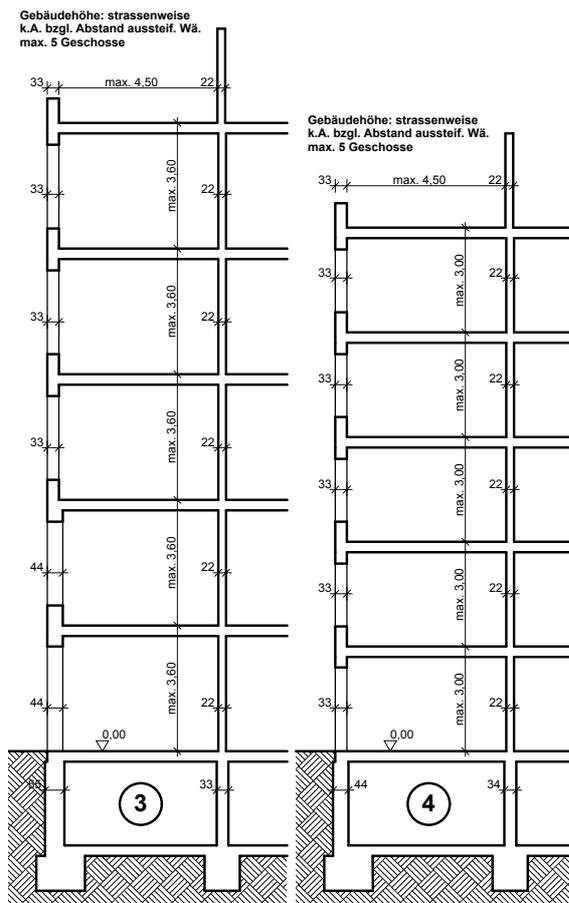


Abb 21 Wandstärken gem. BauO Altona 2. Juli 1928

Im Abgleich mit dem zuvor gültigen „Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg vom 23. Juni 1882“ werden in der „Bauordnung für die Stadt Hamburg vom 19. Juli 1918“<sup>83</sup> keine neuen oder zusätzlichen Anforderungen an Wandkonstruktionen gestellt. In der anhängenden „Bekanntmachung über die Förderung des Baues kleiner Wohnungen vom 20. Dez. 1918 und 9. Juli 1920“<sup>84</sup> wurden die auf Seite 12 erwähnten Anforderungen an Belichtung, Querlüftung etc. bestimmt. In ihr wurden aber auch „Erleichterungen“ gewährt bzw. neue konstruktive Vorgaben beim Bau kleiner Wohnungen bestimmt. In Wohnhäusern mit mehr als drei Geschossen mussten die Außenwände im Dachgeschoss und den drei darunterliegenden Geschossen mind. 1 Stein stark gemauert werden. Darunter musste 1,5 Stein stark gemauert werden. Die lichte Raumhöhe musste mind. 2,50 m hoch sein. Damit wurden die in Hamburg als stabil geltenden Wandstärken nochmals um einen ½ Stein reduziert (siehe Abb 20).

<sup>80</sup> *Bau-Ordnung für die Stadt Altona nebst Anhang und Uebersichtskarte* (Altona: Köbner, 1892), 52–54.

<sup>81</sup> *Bau-Ordnung für die Stadt Altona vom 15. November 1892 : in der durch die Nachträge I - IX (vom 13./6.95, 25./11.97, 6./1.99, 9./10.99, 12./2.1900, 15./6.1901, 5./9. 1902, 6./5. 1904 und 6./2. 1906 abgeänderten Fassung* (Köbner], 1906), 33.

<sup>82</sup> *Bauordnung der Stadt Altona, von Stellingen-Langensfelde und den Elbgemeinden gültig ab 1. Oktober 1910*, 54, §64.5.

<sup>83</sup> Bürstenbinder, *Bauordnung für die Stadt Hamburg vom 19. Juli 1918*.

<sup>84</sup> Ebd., 143–148.

Im Anhang II der „Baupolizei-Ordnung für den Stadtkreis Altona vom 2. Juli 1928“<sup>85</sup> sind detaillierte Mauerstärken und konstruktive Vorgaben für allgemeine Mehrfamilienhäuser und solche mit Kleinwohnungen enthalten. In Altona baute man ebenfalls mit dem Hamburger Format, Steinmaß = 22 cm. Die Außenwände allgemeiner Wohnungsbauten mit Geschosshöhen von 3 bis 3,6 m mussten im Dachgeschoss und den drei darunterliegenden Ebenen 1,5 Stein stark gemauert werden. Darunter wurden alle zwei Geschosse ½ Stein stärker gemauert. Zementmörtel und maximale Decken-Spannweiten waren vorgeschrieben. Tragende Innenwände wurden im Dachgeschoss ½ Stein stark, in den Wohngeschossen 1 Stein stark und im Keller 1,5 Stein stark gemauert. Gleiche Vorgaben galten für Mehrfamilienhäuser mit Kleinwohnungen mit höchstens 3 m Geschosshöhe. Unter dem Dachgeschoss durften aber statt drei, hier fünf Geschosse 1,5 Stein stark gemauert werden. Im Gegensatz zur Hamburgischen Bauordnung hatte die Altonaer Bauordnung klare, übersichtliche Konstruktionsvorgaben bzgl. der Wandstärken, Geschosshöhen, Deckenspannweiten und Mörtelbeschaffenheit. Die Regelwandstärken in Hamburg und Altona sind nahezu gleich bis auf die Tatsache, dass die Altonaer Mindestaußenwandstärke 1,5 Stein stark und die Hamburger Außenwände mindestens 1 Stein stark waren.

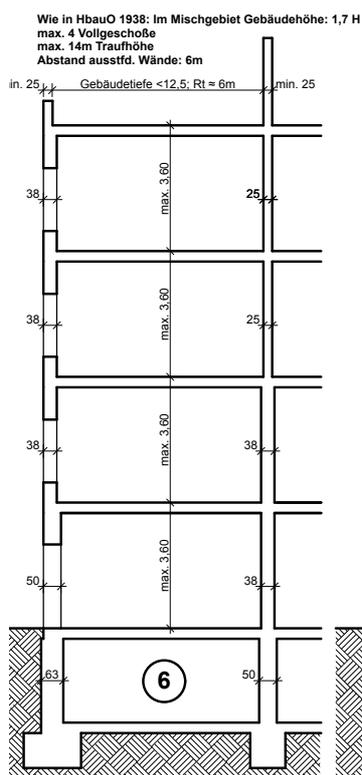


Abb 22 Wandstärken gem. DIN 4106 & 1053 mit HBauO 1938

Mit dem Groß-Hamburg-Gesetz von 1937 wurde Altona ein Stadtteil Hamburgs, in welchem die Hamburger Bauordnung galt. Im August des gleichen Jahres wurden erstmals reichsweit gültige Regeln für den Mauerwerksbau bestimmt. In der DIN 1053:1937-02 wird die Beschaffenheit von Mauerwerksbauteilen und deren Berechnungsgrundlagen definiert, in der DIN 4106:1937-02 sind die Richtlinien für die Mauerstärken von Wohnungsbauten und ähnlichen Bauten enthalten. Für normgerechte Mauerwerke musste kein statischer Nachweis geleistet werden. Damit wurde erstmals und reichsweit bestimmt, wie ein fachgerechtes Mauerwerk herzustellen und wie ein derartiges Mauerwerk unter Berücksichtigung aller relevanten Parameter wie Materialbeschaffenheit, Deckenspannweiten, Geschosshöhen und Abstand der aussteifenden Wände zu dimensionieren ist<sup>86</sup>.

Zusammen mit den Vorschriften der seit dem 8. Juni 1938 geltenden Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg ergeben sich folgende Mauerwerkskonstruktionen (siehe Abb 22): Wohnbauten in Hamburg durften höchstens 4-geschossig

<sup>85</sup> Bauordnung für den Stadtkreis Altona vom 2. Juli 1928 (Altona: Hammerich & Lesser, 1928), 28 – §13 Aufgehende Wände mit Anhang II.

<sup>86</sup> Karl Berlitz, Wände im Hochbau: Bauregeln in Bildern. Zusammenstellung der baupolizeilichen Vorschriften über die Errichtung von Wänden und Wandbauteilen im Hochbau (Bauwelt-Verl, 1940).

gebaut werden. Unterhalb des unbewohnten Dachgeschosses wurden die Außenwände der folgenden drei Ebenen 1,5 Stein stark gemauert. Darunter wurde 2 Stein stark gemauert. In den obersten beiden Wohnebenen wurden die tragenden Innenwände 1 Stein stark gemauert, darunter verstärkten sie sich alle zwei Geschosse um einen ½ Stein. Im Vergleich zu früheren Regeln sind in den Normen besonders die Innenwandstärken erhöht worden. Zum Anderen setzt sich zunehmend das neue Reichsformat mit den Steinmaßen 24 x 11,5 x 6,3 gegenüber dem kleineren Hamburger Format (22 x 10,5 x 5,2) durch, was ebenfalls dickere Wandstärken bewirkt. Die normativ bestimmte Steinfestigkeit von 150 kg/cm<sup>2</sup> entspricht der heutigen Steinfestigkeitsklasse 12.

Bemerkenswert ist, dass in der Norm der Kalkmörtel (MG1) mit seiner geringen Bindekraft als geeigneter Mörtel für die tragenden Wände der Obergeschosse beschrieben wird. Zehn Jahre zuvor wurde in Altona noch Zementmörtel (MG3) für den Bau von Wohnungsbauten vorgeschrieben.<sup>87</sup>

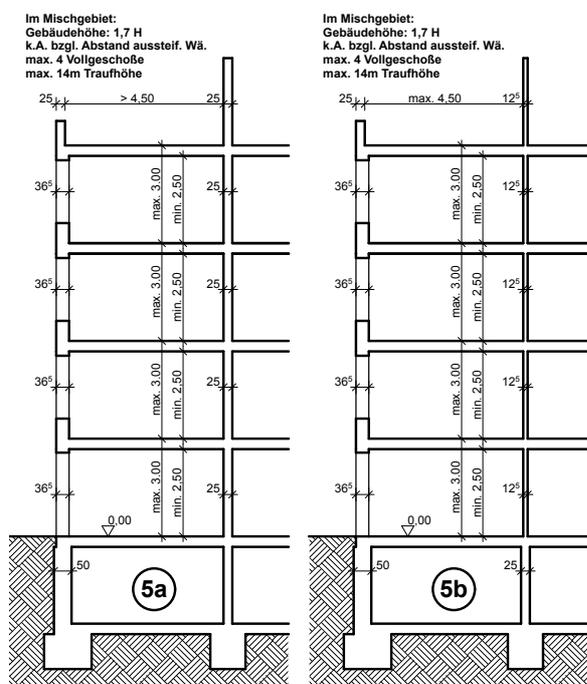


Abb 23 Mauerstärken von Gebäuden gem. technischer Baupolizeibestimmungen...Hamburg, 1937

welche die Festigkeit für Mauerziegel mit min. 150 kg/cm<sup>2</sup> (15N/mm<sup>2</sup>)<sup>90</sup> festlegte, was der heutigen Steinfestigkeitsklasse 12 entspricht<sup>91</sup>.

Vorerst wurden in Hamburg diese neuen DIN-Normen im Kleinwohnungsbau nicht angewendet, da nahezu zeitgleich im August 1937 wieder eine Hamburgische Sonderregelung, nämlich die „technischen Baupolizeibestimmungen für die Hansestadt Hamburg“<sup>88</sup> erlassen wurden. In diesen Bestimmungen wurden detailliert die technischen Anforderungen, Ausführungen und Mindestdimensionierungen der Bauteile und die Wandstärken der meisten Wohngebäude, nämlich Mehrfamilienhäuser mit Wohnungen bis 50 qm Grundfläche, bestimmt. Im Keller sollte mit Zement-, im Erdgeschoss mit Kalk-Zement-Mörtel und in den übrigen Geschossen konnte mit Kalkmörtel gemauert werden<sup>89</sup>. Bezüglich der Steinfestigkeit wurde auf die DIN-105 –Mauerziegel – verwiesen,

<sup>87</sup> Ebd., 17.

<sup>88</sup> Bauordnungsamt Hamburg, *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938*, 76–110.

<sup>89</sup> Ebd., 90–91.

<sup>90</sup> Berlitz, *Wände im Hochbau*, 10, Tafell.

Hiernach sollten bei Gebäuden mit Geschosshöhen bis 3 m (EG bis 3.1 m) die Außenwände der vier Ebenen unter dem Dachgeschoss 1,5 Stein stark gemauert werden. Darunter wird alle zwei Ebenen ½ Stein stärker gemauert. Tragende Innenwände (Raumtiefe max. 4,5 m) werden in den vier Ebenen unter dem Dachgeschoss nur ½ 1 Stein stark, darunter dann 1 Stein stark gemauert. Bei Spannweiten von über 4,5 m wurden diese Innenwände in den fünf Ebenen unter dem Dachgeschoss 1 Stein stark gemauert (siehe Abb 23). Diese Baubestimmungen entsprechen im Wesentlichen den Vorgaben der oben genannten DIN-Normen, nur die Innenwandstärken sind im Vergleich wieder deutlich schmaler bemessen. Die Vorgaben bzgl. der Mörtelklassen und Steinfestigkeit sind identisch.

In keiner anderen offiziellen Hamburgischen Baubestimmung wurde jemals derartig umfassend die Dimensionierung von Bauteilen und deren Herstellung reglementiert. Diese waren noch mit Änderungen bis 1957<sup>92</sup> gültig und waren sicherlich zu Anfang des Wiederaufbaus eine sinnvolle Hilfestellung für Planer und Bauleute, enthielten sie doch alle wesentlichen Bauregeln. Dies waren die letzten konstruktiven Bauregeln einer Hamburger Bauordnung. Danach wurden die Wandkonstruktionen einheitlich in bundesweit gültigen Baunormen geregelt.

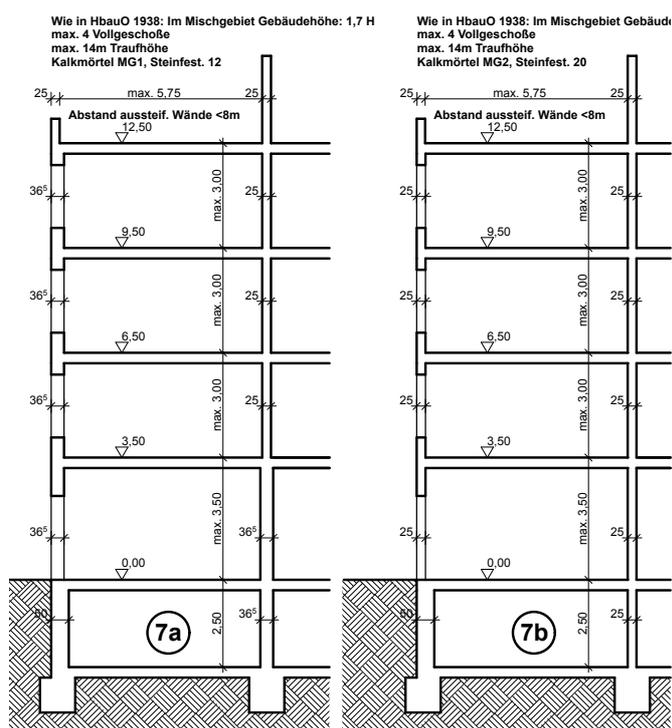


Abb 24 Wandstärken gem. DIN 4106, Mai 1953

Die DIN 4106 wurde fortgeschrieben. Die Neufassung vom Mai 1953 enthielt komplexe, aber übersichtliche Dimensionierungstabellen, welche alle statisch relevanten Parameter berücksichtigten. Mit ihnen konnte weiterhin ohne Standsicherheitsnachweis dimensioniert und gebaut werden. Neu waren die Kombinationsmöglichkeiten aus Mörtel und, Steinfestigkeit sowie Wandstärke.

Bei einer maximalen Deckenspannweite von 5,75 m, einer maximalen Geschosshöhe von 3 m bzw. 3,5 m und maximal 8 m auseinanderstehenden aussteifenden Wänden wurden Außenwände, welche mit Steinen der Festigkeit 150kg/cm<sup>2</sup> und Kalkmörtel

<sup>91</sup> Klaus-Jürgen Schneider, Alfons Goris, und Klaus Berner, *Bautabellen für Architekten: mit Entwurfshinweisen und Beispielen*, 17. Aufl. (Neuwied: Werner, 2006), 15.3.

<sup>92</sup> Erich Gloede und Emil Dehn, *Technische Baupolizeibestimmungen für das Gebiet des Landes Hamburg vom August 1937*, Neufassung 1957., Bd. Hauptband (Hamburg: Boysen & Maasch, 1957), 46.

gemauert waren, in den 4 Ebenen unter dem Dachgeschoss mindestens 1,5 Stein stark, gleichgemauerte Innenwände in den drei Ebenen unter dem Dach 1 Stein, darunter 1,5 Stein stark gemauert (siehe Abb 24-7a). Wurden Kalk-Zementmörtel und Steine mit einer Festigkeit zwischen 150 und 250 kg/cm<sup>2</sup> verwendet, konnten die Außenwände ½ Stein schmaler und die Innenwände gleicher Herstellung im EG und KG ½ Stein schmaler ausgeführt werden (siehe Abb 24 - 7b). Bei der weiteren Betrachtung wird nur die Variante 7b berücksichtigt, da nach 1957 hauptsächlich Kalkzementmörtel verwendet wurde<sup>93 94</sup>.

Damit wurden die Innenwandkonstruktionen deutlich stärker als zuvor mit den Hamburger Baubestimmungen dimensioniert (vergleiche Abb 23 und Abb 24 ). Die Wandkonstruktionen gem. dieser DIN 4106 waren aber schmaler dimensioniert als in der Vorgängerversion von 1937 (vergleiche Abb 24 und Abb 22).

Die DIN 4106 war noch bis 1974 gültig und enthielt Mauerwerksregelbauweisen, die es erlaubten, Gebäude und Bauteile normgerecht, ohne komplexe statische Berechnungen, vom Architekten zu planen und zu dimensionieren. Mit der Aufhebung 1974 war die Zeit der regelhaften Wandstärkendimensionierung vorbei.

In Tabelle 1 auf Seite 33 sind die hier beschriebenen Regelwandstärken zusammen mit den baurechtlichen Bestimmungen chronologisch aufgelistet und in der Abb 25 auf der Seite 34 ist die Entwicklung dieser Bauweisen dargestellt.

---

<sup>93</sup> Bernd Kritzmann, Kalkmörtel, Notizen, 2. September 2014.

<sup>94</sup> Detlef Schöfisch, Gebäudeaufstockungen: Mörtelklassen, Fundamente, Steinfestigkeit, Bauregeln, Notizen, 12. April 2013.

### 2.2.1.1. Altonaer Besonderheiten

In Altona gab es bereits im 18. Jahrhundert eine städtische Kontrolle privaten Baugeschehens. In der ersten baupolizeilichen Verfügung vom 29. April 1713 wurde angeordnet, dass „ohne beraten des Stadtbaumeisters kein Gebäude anzulegen sei.“<sup>95</sup>

Diese Regel wurde in der Polizeiverordnung vom 4. Dezember 1795 weitergeführt. Anlässlich des Baus der Altona-Kieler Bahn wurde 1846 der erste Bebauungsplan erlassen. 1867 wurde Altona preußisch. Die Gemeinden Preußens konnten, beziehungsweise mussten, weiterhin ortsspezifische Belange durch ortspolizeiliche Rechtsprechung regeln. Die Formulierung einer Bauordnung oblag damit weiter der Gemeinde. Jedoch waren die preußischen Vorgaben für derartige polizeiliche Vorschriften weiter gefasst und konkreter als beim freiheitsliebenden Nachbarn. So sollte baupolizeiliche Rechtsprechung der „Feuergefahr und sonstiger Unsicherheit bei Bauausführung, sowie gegen gemeinschädliche und gemeingefährliche Handlungen, Unternehmungen und Ereignissen überhaupt...“<sup>96</sup> vorbeugen.

Die baupolizeilichen Prüfungen in Preußen gingen somit über die brandschutztechnischen und nachbarrechtlichen Belange hinaus und betrafen bereits die Standsicherheit und das Gemeinwohl. Die erste Altonaer Bauordnung vom 1. Februar 1874 orientierte sich deshalb und auch auf Empfehlung der Staatsregierung, am Berliner Vorbild<sup>97</sup>.

Im Gegensatz zu Hamburg reichte in Altona eine ausschließlich schriftliche Bauanzeige nicht aus, sondern es musste eine Baugenehmigung erwirkt werden. Hierzu mussten ab 1892<sup>98</sup> Planunterlagen eingereicht werden, die Grundrisse, Schnitte und Lagepläne enthielten. Diese Planunterlagen sollten das geplante Gebäude in Gänze, einschließlich Baumaterialien, Dimensionen und Konstruktion, darstellen. Hegte ein Bauprüfer Zweifel an der Standfestigkeit, konnte er ab 1892 Festigkeitsberechnungen nachfordern<sup>99</sup>.

Auch die Bauausführung selber wurde durch die Altonaer Baupolizei enger als in Hamburg begleitet. So war in Altona die Fertigstellung des Rohbaus meldepflichtig. Der Bauunternehmer musste eine Rohbau- und eine Bauabnahme durch die Baupolizeibehörde erwirken. Die Baupolizei konnte jederzeit das Baugrundstück besuchen und bei Gefahr im Ver-

---

<sup>95</sup> Stadtbauinspektor von Mouillard, „Einiges über Baurecht, Bauordnung u. Baupolizei“, hg. von A. Bielfeldt, *Altonaer Stadtkalender* 10. Jahrgang (1921): 9–12.

<sup>96</sup> Georg A. Grotefend, „Verordnung über die Polizeiverwaltung in den neu erworbenen Landestheilen vom 20. September 1867“, in *Die Gesetze und Verordnungen nebst den sonstigen Erlassen für den Preussischen Staat und das Deutsche Reich : aus den Gesetzsammlungen für das Königreich Preußen und das Deutsche Reich, dem Reichs-Centralblatt, Armee-Verordnungsblatt und den amtlichen Mittheilungen der staatlichen und kirchlichen Centralbehörden in Preußen*, 2. Aufl., Bd. 2. Band 1850–68 (Düsseldorf: Schwann, 1884), 742.

<sup>97</sup> Mouillard, „Einiges über Baurecht, Bauordnung u. Baupolizei“, 10.

<sup>98</sup> in der Bauordnung von 1874 wurden auch schon Planunterlagen gefordert, diese wurden aber nicht näher bezeichnet.

<sup>99</sup> *Bau-Ordnung für die Stadt Altona vom 15. November 1892*, §52.

zug den Bau stilllegen oder gar abbrechen lassen<sup>100</sup>. Bei einer Straßenbreite von 8-14 m durften in Altona Gebäude 1,25 mal so hoch wie die Straßbreite errichtet werden. In Hamburg durften Gebäude an Straßen unter 6 m Straßenbreite 12 m hoch gebaut werden. Gebäude an Straßen, welche mehr als 12 m breit waren, durften so breit wie die Straßen zzgl. 6 m gebaut werden. Das sind ähnliche Regelungen für die Gebäudehöhe, jedoch sind die Straßenbreiten im alten Stadtkern Altonas und Ottensen meist schmaler als in Hamburg, was letztendlich dort zu niedrigeren Gebäuden führte.

Im Gegensatz zu den in Hamburg durch die Novelle vom 15. April 1896 und den darauffolgenden Grundsätzen zur Prüfung von Bauentwürfen behördlich als stabil definierten Regel-Wandstärken, gab es derartige konkrete Vorschriften nicht in Altona. Dort wurden erst 1910 Material-Festigkeits- und -Gewichte als Grundlage statischer Berechnung bestimmt<sup>101</sup>. Aufgrund der Gewerbefreiheit konnten Bauunternehmer der Gründerzeit sowohl in Hamburg als auch in Altona bauen. Regelwandstärken, welche in Hamburg als stabil erachtet wurden, waren dies auch in Altona, solange dort keine anderen rechtlichen Vorgaben erlassen wurden. Es ist deshalb davon auszugehen, dass während der Gründerzeit auch Altonas Bauten gemäß Hamburger Mauerregeln gebaut worden sind. Sind die Außenwände gründerzeitlicher Bauten in den drei Ebenen unter dem Dach 1,5 Stein stark, entspricht dies den Hamburger Bauregeln. Die preußischen, beziehungsweise Berliner, Bauregeln sehen eine Wandverstärkung alle zwei Ebenen vor<sup>102</sup>.

Trotzdem darf man die Gründerzeitbauten Altonas als stabiler annehmen, da die gleichen Bauregeln für niedrigere und kleinere Gebäude angewandt wurden.

Wandsbek, Wilhelmsburg und Harburg sind Hamburger Stadtteile, welche vor 1937 noch zu Preußen gehörten. Deren Bauordnungen ähneln der Altonaer Bauordnung in den wesentlichen Punkten, da die preußische Regierung um einheitliche Bauordnungen bemüht war und die Berliner Bauordnung als Vorlage empfahl, bzw. 1919 eine Einheitsbauordnung formulierte.<sup>103 104</sup>

---

<sup>100</sup> Ebd., §54.

<sup>101</sup> „Polizeiverordnung des Regierungspräsidenten zu Schleswig vom 9. April 1910“, in *Amtsblatt der Regierung zu Schleswig*, Bd. 18. Stück (Schleswig: Johannsens Buchdruckerei, 1910).

<sup>102</sup> Constanz Baltz, *Preußisches Baupolizeirecht unter besonderer Berücksichtigung der BAupolizeiordnung für den Stadtkreis Berlin vom 15. August 1897*, 2., verm. und verbesserte Auflage (Berlin: Heine, 1900), 172.

<sup>103</sup> Constanz Baltz, *Preußisches Baupolizeirecht: mit einem Abschnitt enthaltend das Baupolizeirecht der Stadtgemeinde Berlin*, hg. von Friedrich Wilhelm Fischer, 5., verm. und neubearb. Aufl. (Berlin: Carl Heymanns Verlag, 1926), 218.

<sup>104</sup> Rainer Lechelt, *Baurecht in Hamburg : Entwicklung der baurechtlichen Regelungen unter besonderer Berücksichtigung des heute noch fortgeltenden althamburgischen Bauplanungsrechts und seiner Auslegung*, Bd. 1 Entwicklung des Baurechts in den heute zur Freien und Hansestadt Hamburg gehörenden Gebieten (Hamburg: Mauke, 1994), 171–172.

	Jahr	Grundlage	Wand art	Gebäudehöhe		Geschoss-		Max. Raum-		DG						Anmerkungen
				Meter	H	anzahl	höhe	tiefe	breite	DG	-1	-2	-3	-4	-5	
	1882	BauPolGesetz vom 23. Juni	24m TH	1H,1H+6	max. 5	min. 2,5m	k.A.	k.A.	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	5 Geschosse Wohnen, Keller ab -15cm = Souterrain	
	1896	Bekntm. vom 3. Juni							k.A.	1,0	1,5	2,0	2,0	2,5	wenn DG fensterlos: 1,0 sonst ebenfalls 1,5	
	1899	Bekntm. vom 20. Oktober							k.A.	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	wie oben, ersten 3 Geschosse u. DG <= 3m hoch	
1	1899	Bekntm. vom 20. Oktober							k.A.	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0		
	1899	Bekntm. vom 20. Oktober							k.A.	-	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	
	1910	Gesetz/Zusatz vom 27. Mai	21m		max. 6		k.A.	k.A.							max 6 Wohngeschosse, einschl. Keller	
	1918	Bauordnung vom 19. Juli		1,5H		min. 2,7m	k.A.	k.A.								
2	1920	Bekntm. Bau kl. Wohn. 7.5.				min. 2,5m	k.A.	k.A.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	Ausnahmen: betrifft nur kleine Wohnungen	
3	1928	BauO fđStkreis Altona 2.6.			max. 5	(3-3.6m)	<4,5m	k.A.	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	Zementmörtel	
							<4,5m	k.A.	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5		
4							<4,5m	k.A.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0		
							<4,5m	k.A.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5		
	1938	Bauord. Hamburg	14m TH	1,7H	max. 4	min. 2,5m	k.A.	k.A.							4 Geschosse einschl. EG, 1H vor NichtWohngebäude	
5	1937	Techn. BauPolbest. August				(max. 3m)	k.A.	k.A.	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	Wohnung/ Mieteinh. <50qm, 1,5weg. Wärmeschutz	
							>4,5m	k.A.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5		
							<4,5m	k.A.	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0		
6	1937	DIN 4106 (Preussen) 12.3.			4 (3-5)	(3,60m)GH	12,5/2 6m		1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5		
									1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0		
7	1953	DIN 4106 vom Mai				(max. 3m)	5,75 8m		1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	Betondecken <500kg, DIN Steinformat, EG <= 3,5m GH	
									1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	Kellerwände MG2, diverse. Alternativen/Steinklassen	

UW: Umfassungswand = Außenwand  
SW: Scheidewand = tragende Innenwand

Tabelle 1 relevante und baurechtlich - normativ bestimmte Wandkonstruktionen in Hamburg und Altona



## 2.2.2. Die Fundamente

Die Grundregeln der Punkt-, Streifen- und Pfahlgründungen waren schon seit der Antike bekannt<sup>105</sup>. Vor Baubeginn sollte der Boden untersucht und seine Tragfähigkeit festgestellt werden. Die Lasten der senkrechten und tragenden Bauteile, wie Wände und Stützen, sollten innerhalb dieser Tragfähigkeit in den Boden geleitet werden, da sich sonst das Erdreich verformt und das Gebäude sich zu setzen, ggf. zu reißen und einzustürzen drohte. Hierfür verbreitete man die Auflagerflächen dieser Bauteile, um die Lasten auf eine größere Fläche innerhalb der zulässigen Bodenpressung in das Erdreich zu leiten. Diese Verbreiterungen

wurden Fundierungen oder Fundamente genannt. Je schlechter die Tragfähigkeit des Bodens, bzw. je niedriger die zulässige Bodenpressung war, um so breiter mussten die Fundamente konstruiert werden.

Die Mehrfamilienhäuser der Gründerzeit wurden meistens auf gemauerten Streifenfundamenten in einer frostsicheren Tiefe von 1,0 m gegründet. Treppenartig verbreiterten sich die Fundamente in  $\frac{1}{2}$  oder  $\frac{1}{4}$  Steinbreite Stufen. Reichte die Verbreiterung der Auflagerfläche nicht aus, musste der Baugrund ertüchtigt werden. Hierbei bediente man sich unterschiedlicher Methoden: Die gängigste Bodenertüchtigung waren sogenannte Bankette, Fundamentgrabenverfüllungen aus Sand oder Geröll. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde zunehmend mit Beton verfüllt, da dieser nun preiswert verbaut werden konnte<sup>106</sup> (siehe Abb 26).

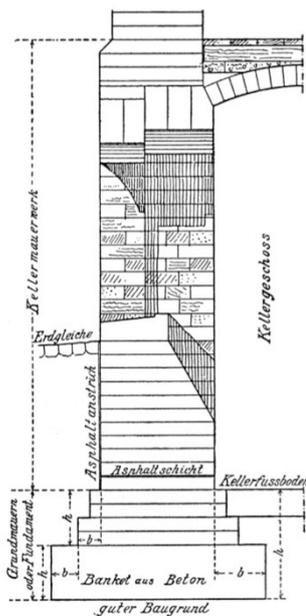


Abb 26 Kellerwand mit Fundament aus Atlas Sanierung, S. 134

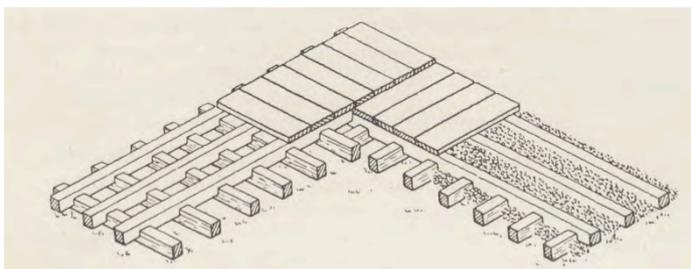


Abb 27 Schwellrost aus „Das Maurerbuch“, 1950, S.54

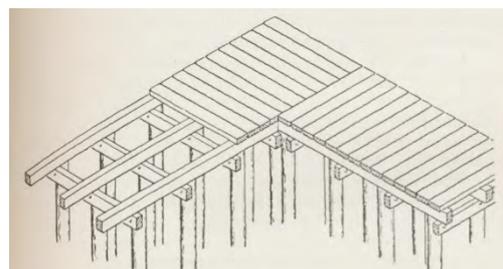


Abb 28 Pfahlrost aus „Das Maurerbuch“ S.55

<sup>105</sup> Vitruvius, *Des Vitruvius zehn Bücher über Architektur: Übers. u. durch Anm. u. Risse erl. v. Franz Reber*, übers. von Franz Weber (Langenscheidt, 1865), 86.

<sup>106</sup> Ludwig Klasen, Hrsg., *Handbuch der Fundirungs-methoden im Hochbau, Brückenbau und Wasserbau*, 2. Aufl. (Leipzig: Baumgärtner's Buchhandlung, 1895), 223.

War die Gründungsebene 30 cm unter dem niedrigsten Grundwasserstand, konnte auf Schwellrosten (Abb 27) anstatt auf Banketten gegründet werden. Deren Tragfähigkeit konnte deutlich erhöht, bzw. auf tieferliegende tragende Schichten übertragen werden, wenn die Roste auf Pfählen gegründet waren. Da der Hamburger Baugrund oft eine geringe Tragfähigkeit (u. a. aufgrund von Torf-, Klei-, Schlick und Muddeschichten) hat<sup>107</sup>, wurde diese Tiefgründung mittels Pfahlroste (Abb 28) in Hamburg und Altona häufig angewendet. Gebäude um die Alster und im Hafen wurden so gegründet und stehen noch heute auf diesen jahrhundertealten Baumpfählen. Die Streifenfundamente des Schlachthofes von 1839 wurden auf einem 10 Fuß<sup>108</sup> (2,87m bis 3,13m) tiefen und 15 Fuß (4,3m bis 4,7m) breitem Sandbett gegründet, nachdem eine Pfahlgründung scheiterte, da die Pfähle buchstäblich im Torfgrund verschwanden<sup>109</sup>. Die Nikolaikirche steht auf einem 1846 gebauten Traßbetonbett<sup>110</sup>, der Turm steht auf 3,45 m dickem Traßbeton. Die Hamburger Börse steht auf 1,6 m dickem und die benachbarte Deutsche Bank auf 1,5 m dickem Beton<sup>111</sup>. Gebäude mit großen Lasten und Spannweiten wie Kirchen und Speicher wurden häufig auf umgekehrten Gewölbebögen gegründet<sup>112</sup> (Abb 29 und Abb. 30).



Abb 29 St. Johannis-Kirche, Altona, *Constructions in Stein*, S.281

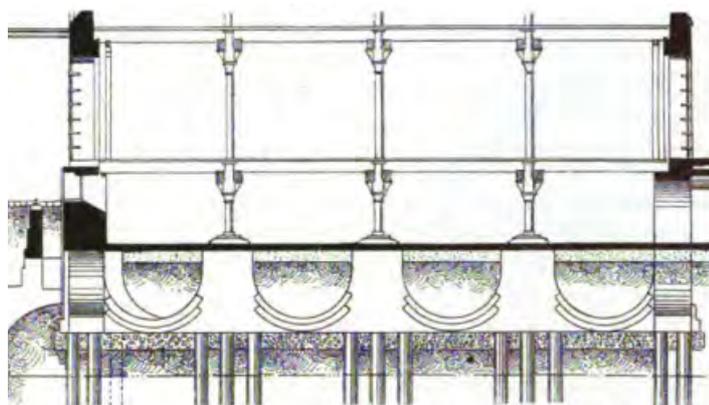


Abb 30 Warenpeicher am Kaiser-Quai in Hamburg, ebd. S.283

<sup>107</sup> Friedrich Kausch, „Geotechnische Charakterisierung des Hamburger Baugrundes“ (Hamburg: Geologisches Landesamt, 12. Januar 2010).

<sup>108</sup> Ein Fuß in Hamburg entspricht ca. 28,7 cm, in Preussen ca. 31,4 cm. Die genauen metrischen Maße sind können hier nicht genannt werden, da nicht bekannt ist welche Maßeinheit (welcher Fuß) zugrunde gelegt wurde.

<sup>109</sup> Gustav A. Breyman und Heinrich Lang, *Allgemeine Bau-Constructions-Lehre: Mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen: ein Leitfaden zu Vorlesungen und zum Selbstunterrichte*, 1. Aufl., Bd. 4 Schluß des Werkes (Hoffmann, 1863), 30.

<sup>110</sup> Traß: natürliches Puzzolan, wirkt latent hydraulisch. Trass wird als Zuschlagstoff bei Mörtel und Betonen zwecks Wasserdichtigkeit verwendet.

<sup>111</sup> L. Brennecke, *Der Grundbau*, 3. Aufl., Deutsches Bauhandbuch Baukunde des Ingenieurs (Berlin: Bauzeitung, 1906), 204–205.

<sup>112</sup> Erwin Marx u. a., *Constructions-Elemente in Stein, -Holz, -Eisen, Fundamente*, hg. von Josef Durm u. a., Bd. 1 : *Constructions-Elemente in Stein, -Holz, -Eisen, Fundamente*, Handbuch der Architektur, 3. Theil: Hochbau-Constructions (Darmstadt: J. PH. Diehl's Verlag, Arnold Bergsträsser, 1886), 281.

Zur Feststellung der Tragfähigkeit des Bodens bediente man sich im 19. Jahrhundert verschiedener Instrumente und Vorgehensweisen. Die gängigste und sicherste Bodenanalyse waren Aufgrabungen bis zu den tragenden Erdschichten. Probelastungen mit speziellen Vorrichtungen, Erdbohrer, die säulenförmige Erdproben extrahierten sowie Sondiereisen, die Bodenbeschaffenheiten mittels Vortriebswiderstand deuteten, waren andere gängige Methoden. Leider war es jedoch reichsweit Usus, keine dieser Untersuchungen vorzunehmen, wenn Erfahrungswerte aus der Nachbarschaft vorlagen<sup>113</sup>.



Abb 31 Fundamente Bernhard Nocht Speicher, Hamburg

Fundamente konnten nicht wie Wände regelmäßig dimensioniert werden, sondern hätten statisch berechnet werden können. In der Fachliteratur gab es hierzu zahlreiche Anleitungen und Richtwerte<sup>114 115 116 117</sup>. In Berlin galt seit 1853 der Richtwert von  $2,5 \text{ kg/qcm}^2$  ( $\approx 250 \text{ kN/qm}$ ) zulässiger Bodenpressung<sup>118 119</sup>. Dieser wurde ab 1899 auch in Hamburg angenommen<sup>120</sup>. Wie bei den Wänden war in Hamburg ein statischer Nachweis für die Fundamente vor Baubeginn aber nicht zwingend erforderlich und wurde meistens auch nicht erbracht. Hamburger Bauunternehmer erweiterten die Fundamente üblicherweise um 1 bis 3 Lagen um je  $\frac{1}{2}$  Stein und gründeten auf Sandbanketten (Abb 31) oder Pfahlrosten.

Diese Streifenfundamente wurden häufig mit Luft-Kalk-Mörtel, welcher an der Luft aushärtet, vermörtelt. Im Zuge des Baufortschrittes

wurden die Fundamentgräben meistens zu früh zugeschüttet, um zügig die Baugerüste

<sup>113</sup> Ebd., 1 : Constructions-Elemente in Stein, -Holz, -Eisen, Fundamente:235.

<sup>114</sup> Ebd., Bd. 1 : Constructions-Elemente in Stein, -Holz, -Eisen, Fundamente, Kap. 2 Constructions-Bedingungen.

<sup>115</sup> Brennecke, *Der Grundbau*, 117–135,195–562.

<sup>116</sup> Paul Gründling, *Der praktische Maurermeister* (Reprint-Verlag-Leipzig, 1912), 108.

<sup>117</sup> Breymann und Lang, *Allgemeine Bau-Constructions-Lehre*, Bd. 4 Schluß des Werkes, Kap. 1 Die Fundirungen.

<sup>118</sup> Marx u. a., *Handbuch der Architektur*, 1 : Constructions-Elemente in Stein, -Holz, -Eisen, Fundamente:250.

<sup>119</sup> Ministerium der öffentlichen Arbeiten, „Bestimmungen über Eigengewicht, Belastung und Beanspruchung von Baustoffen und Bautheilen“, *Centralblatt der Bauverwaltung*, 26. Februar 1887, Abschn. 9/1887.

<sup>120</sup> Olshausen und Classen, „Bekanntmachung vom 20. Oktober 1899 betreffend Grundsätze für die Prüfung von Bauprojekten durch die Baupolizei“, 104.

aufstellen zu können. Der Mörtel konnte nicht aushärten und die Fundamente blieben „plastisch“. Die Problematik war zwar bekannt, doch war es die Regel, hier die Bauqualität einem zügigen Baufortschritt zu opfern<sup>121</sup>. Da Fundamente schnell zugeschüttet und unsichtbar wurden, legten die wenigsten Bauunternehmer Wert auf eine gewissenhafte Ausführung<sup>122</sup>. Diese schlechte Qualität und die unbestimmte Dimensionierung der gründerzeitlichen Fundamente in Hamburg wurde noch 1955 explizit im Vorwort der Bauordnung erwähnt und für Gebäudeeinstürze verantwortlich gemacht.<sup>123</sup>

Zur Jahrhundertwende wurde auch bei gewöhnlichen Wohnungsbauten zunehmend Beton- statt Sandbankette verbaut. Gegen 1910 wurde Zement kostengünstiger produziert und war massenweise verfügbar. Betonfundamente konnten günstiger als gemauerte Fundamente hergestellt werden und verdrängten diese Bauweise zunehmend<sup>124</sup>. In Altona mussten ab 1928 „Festigkeitsberechnungen“ mit dem Bauantrag eingereicht werden<sup>125</sup>. Fundamente und Kellerwände mussten außerdem mit selbstaushärtendem Zementmörtel hergestellt werden<sup>126</sup>. Ab 1937 mussten im geeinten Hamburg vor Baubeginn Bodenproben genommen und im Bauantrag zusammen mit den Festigkeitsberechnungen nachgewiesen werden<sup>127</sup>. Grundlage dieser vereinheitlichten statischen Berechnungen waren die neu erlassenen Normen, die neben den bereits erwähnten Wandkonstruktionen auch die zulässige Belastung von Baugrund (DIN 1054:1934)<sup>128</sup> bestimmten. Diese Berechnungen und Nachweise waren umfassend und sind auch heute noch eine verwertbare Projektgrundlage.

---

<sup>121</sup> Ministerium der öffentlichen Arbeiten, „Ueber mangelhafte Ausführung von Fundamentmauerwerk“, *Zentralblatt der Bauverwaltung*, 1. Jahrgang, Nr.6, 7. Mai 1881, 52.

<sup>122</sup> Marx u. a., *Handbuch der Architektur*, 1 : Constructions-Elemente in Stein, -Holz, -Eisen, Fundamente:275.

<sup>123</sup> Gloede und Dehn, *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938*, 11.

<sup>124</sup> Georg Giebeler, *Atlas Sanierung: Instandhaltung, Umbau, Ergänzung*, 1. Aufl., Edition Detail (Basel [u.a.]: Birkhäuser [u.a.], 2008), 156.

<sup>125</sup> *Bauordnung für den Stadtkreis Altona vom 2. Juli 1928*, §2(c) Festigkeitsberechnungen.

<sup>126</sup> *Ebd.*, Anhang II.

<sup>127</sup> Bauordnungsamt Hamburg, Hrsg., „Technische Baupolizeibestimmungen für die Hansestadt Hamburg vom August 1937“, in *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938* (Hamburg: Boysen & Maasch, 1949), §10 Gründungen.

<sup>128</sup> Georg Heinz Wuppertal, „Vergleich der Standsicherheitsnachweise der DIN 1054-1:2005 mit der DIN EN 1997-1:2008 und ihrer NAD anhand von zwei Beispielen“ (Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich D - Bauingenieurwesen, 2009), 10.

### 2.2.3. Die Decken

Obwohl im Zuge des Hamburger Brandes die brandschutztechnischen Anforderungen an tragende Bauteile verschärft und Holzbauteile verboten wurden, blieben Dachstühle und Decken vorerst von derartigen Auflagen mangels konstruktiver Alternativen verschont. Geschossdecken im Wohnungsbau wurden im 19. Jahrhundert weiterhin als Holzbalkendecken ausgeführt. Lediglich Keller wurden mit Gewölben oder Kappendecken bedeckt. Zwar gab es für die Holzbalkendecken verschiedene Konstruktionen wie in Abb 32, 1-5 dargestellt, in Hamburg und Altona war die gängigste Konstruktion die Einschubdecken in Abb 32 -4.

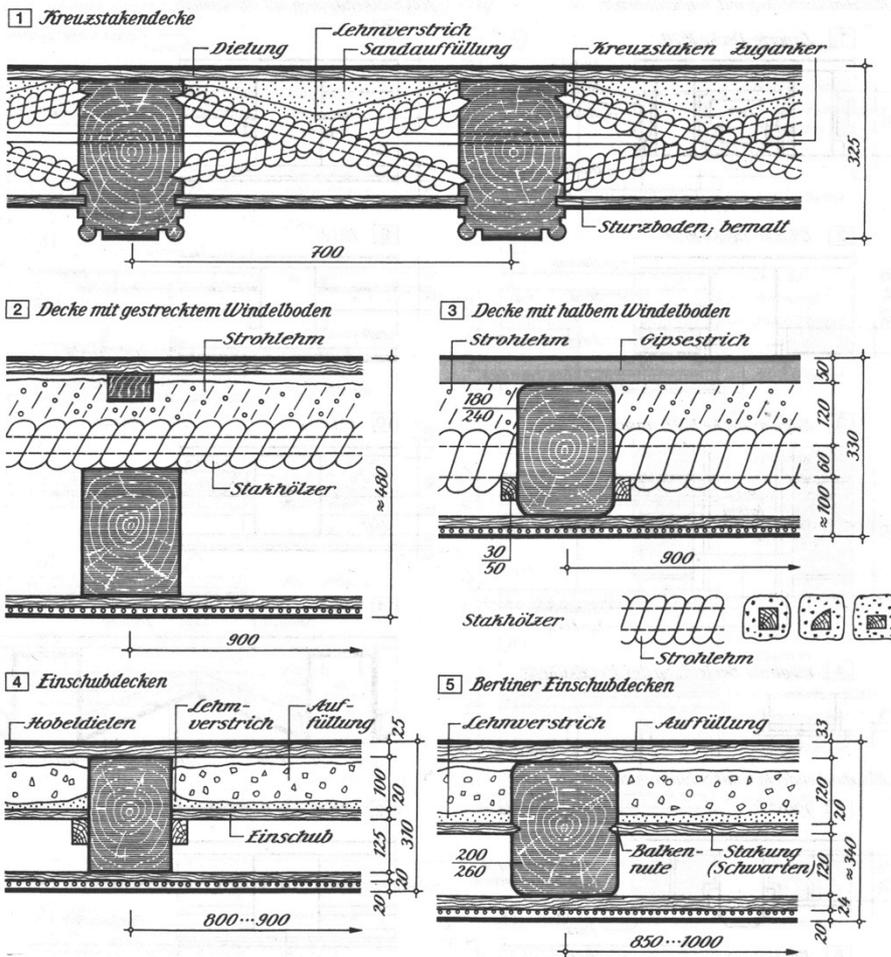


Abb 32 Holzbalkendecken: Ahnert/Krause Bd.2 S. 29

In den Einschubdecken wurde zwischen den tragenden Balken auf genagelten Leisten oder in Nuten ein Einschub oder sog. Fehlboden eingelassen. Hierauf wurde trockenes, feuchtigkeitsunempfindliches und nicht brennbares Füllmaterial bis kurz unter Oberkante Balken eingebracht. Diese Aufschüttung diente primär der Schallschutzverbesserung. Quer zu den tragenden Balken wurden die Decken durch Dielen vernagelt. Unterseitig wurden die Balken mit Holz verschalt und ein Putzträger wie Schilfmatten oder später Rabitzgitter an die Verschalung genagelt und mit Gips flächig verputzt.

Dieser Gipsputz war bis 1938 die einzige baurechtlich-brandschutztechnische Anforderung an Hamburger Decken<sup>129</sup>. Ein Verfüllen der Deckenhohlräume zwecks Brandschutz war nur in Altona vorgeschrieben<sup>130</sup>. Zu unbewohntem Dachraum wurden die Decken aber häufig nicht verfüllt. Erst im geeinten Hamburg und in der Baupolizeiverordnung von 1938 wurden die Altonaer Bestimmungen übernommen und aus wärme-, schall- und brandschutztechnischen Gründen Deckenverfüllungen gefordert<sup>131</sup>. Zudem mussten in Neubauten die Decken unter Feuchträumen wegen der bekannten Schadensanfälligkeit von feuchtem Holz nun massiv ausgeführt werden.

Neue Architekturformen und Materialien wie das Flachdach und Linoleum, welches auf Estrich und massiven Decken eingebaut wird, die Holzknappheit nach dem ersten Weltkrieg und die bekannten Mängel der Holzbalkendecken in Bezug auf Schall-, Brand-, und Feuchtigkeitsschutz ebneten den Massivdecken bereits in den Zwanzigerjahren den Weg in den Wohnungsbau. Hierbei konkurrierten zwei Systeme, die Beton- und Steindecken, welche bereits im 19. Jahrhundert entwickelt wurden.

1867 entwickelte der Gärtner Joseph Monier ein System für bewehrte Betonteile und ließ dieses patentieren. Die Bauunternehmer Freytag und Wayss erkannten das Potenzial der neuen Technologie und erwarben ab 1884 die Nutzungsrechte für den deutschsprachigen Raum. Auf der Grundlage zahlreicher, durch die Bauunternehmer initiierten, Versuche wurde die Eisenbetontechnologie weiterentwickelt und in Publikationen wie „Der Eisenbetonbau“<sup>132</sup>, „Handbuch für Eisenbetonbau“<sup>133 134</sup> und dem „Betonkalender“<sup>135</sup> verbreitet.

1892 meldete Johann Franz Kleine die erste Stahlsteindecke in Berlin zum Patent an. Bei dieser Konstruktion wurden Formziegel mit „Cement“ und Eiseneinlagen zu einem starren Verbund vergossen. Wie bei den Stahlbetondecken übernimmt das Eisen die Zug- und die Steine die Druckkräfte. Im Gegensatz zu Holzbalkendecken, deren Konstruktion einer langjährigen Handwerkstradition entstammen und durch jeden Zimmermann ausgeführt werden konnten, waren die neuen Konstruktionen Industrieprodukte, welche durch Patente geschützt waren. Dieser Urheberschutz und dessen wirtschaftliche Verwertungsmöglichkeit führten dazu, dass zwischen 1860 und 1960 eine unüberschaubare Anzahl an massiven Deckensystemen entwickelt wurde. 1950 listete die Neue Bauwelt 2000 verschiedene

---

<sup>129</sup> „Baupolizei-Gesetz vom 3. Juli 1865, neu verkündet am 31. Januar 1872“, §30 Decken.

<sup>130</sup> *Bau-Ordnung für die Stadt Altona nebst Anhang und Uebersichtskarte*, §15 Decken.

<sup>131</sup> Bauordnungsamt Hamburg, *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938*, §21 Decken.

<sup>132</sup> Emil Mörsch, *Der Eisenbetonbau, seine Theorie und Anwendung : mit Versuchen und Bauausführungen der Firma Wayss & Freitag*, 3., vollst. neu bearb. und. verm. Aufl. (Stuttgart: Wittwer, 1908).

<sup>133</sup> Fritz von Emperger, *Handbuch für Eisenbetonbau: In vier Bänden*, 1. Aufl., Bd. 4 Bauausführungen aus dem Hochbau und Baugesetze, 4 Bde. (Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn, 1909).

<sup>134</sup> Fritz von Emperger und K. Böhm-Gera, *Neuere Hohlkörperdecken*, 2. Aufl., Bd. 2 Ergänzungsband, 12 Bde., *Handbuch für Eisenbetonbau* (Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn, 1917).

<sup>135</sup> *Beton-Kalender* (Berlin: W. Ernst & Sohn, 1905).

Massivdeckenkonstruktionen, von denen die meisten heute vom Markt verschwunden sind<sup>136</sup>. Im Wesentlichen lassen sich diese Systeme in Stahlträger- (Abb 33) und Stahlsteindecken (Abb 35), Stahlbeton-Plattendecken (Abb 34), -Rippendecken (Abb 35) und -Balkendecken (Abb 36) klassifizieren.

Alle Systeme haben gegenüber den Holzbalkendecken den Vorteil, dass sie dauerhafter, feuer- und schwammsicherer sind, aussteifend wirken und Öfen und Herden eine bessere Standsicherheit geben. Trotzdem wurden noch 1937 aufgrund der trockenen, preisgünstigen und weitverbreiteten Bauweise 80 % aller Decken im Wohnungsbau als Holzbalkendecken gebaut<sup>137</sup>. Erst nach dem Zweiten Weltkrieg, als Holz wegen Übernutzung der Wälder, fehlender Devisen und Importe kostbare Mangelware wurde, setzte sich der Stahlbeton als Deckenbaumaterial durch. In der Nachkriegszeit wurde über die Hälfte der Decken als Flachdecken in Ortbeton hergestellt<sup>138</sup>.

---

<sup>136</sup> Rudolf Ahnert und Karl Heinz Krause, *Holzbalkendecken, Massivdecken, Deckenregister, Fußböden, Erker und Balkone, Verkehrslasten im Überblick : mit historischen Bauvorschriften auf CD-ROM*, 7., durchgesehene und korr. Aufl, Bd. Band 2, Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960 (Berlin: Huss, Verl. Bauwesen, 2009), 44.

<sup>137</sup> Franz Hart, *Baukonstruktion für Architekten*, Bd. 1 Wände, Gewölbe, Decken, Dächer (Stuttgart: J. Hoffmann, 1951), 112.

<sup>138</sup> Giebeler, *Atlas Sanierung*, 182–183.

# Stahlträgerdecken

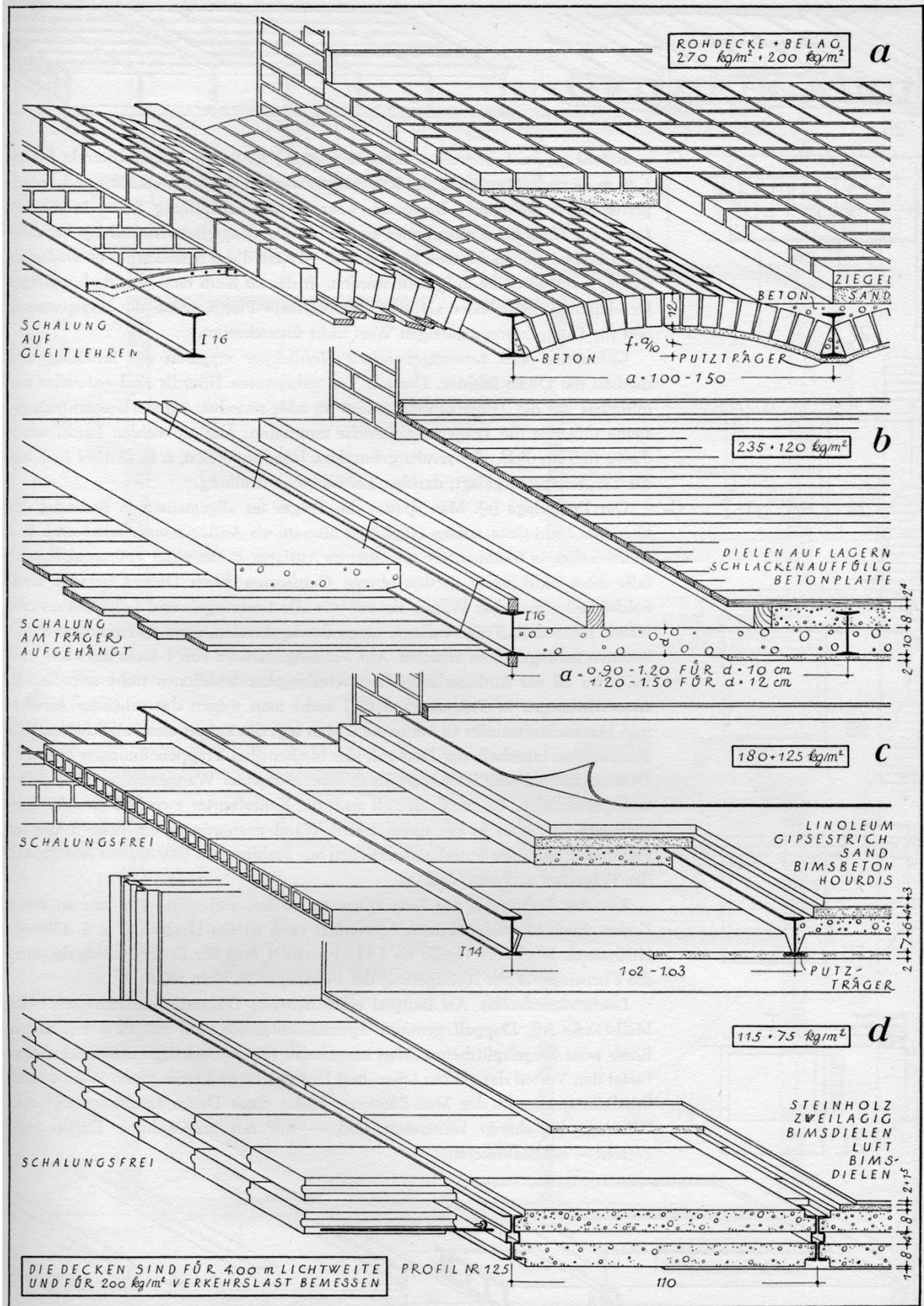


Abb 33 Stahlträgerdecken aus Franz Hart, Baukonstruktion für Architekten, 1950

# Stahlbetonplatten

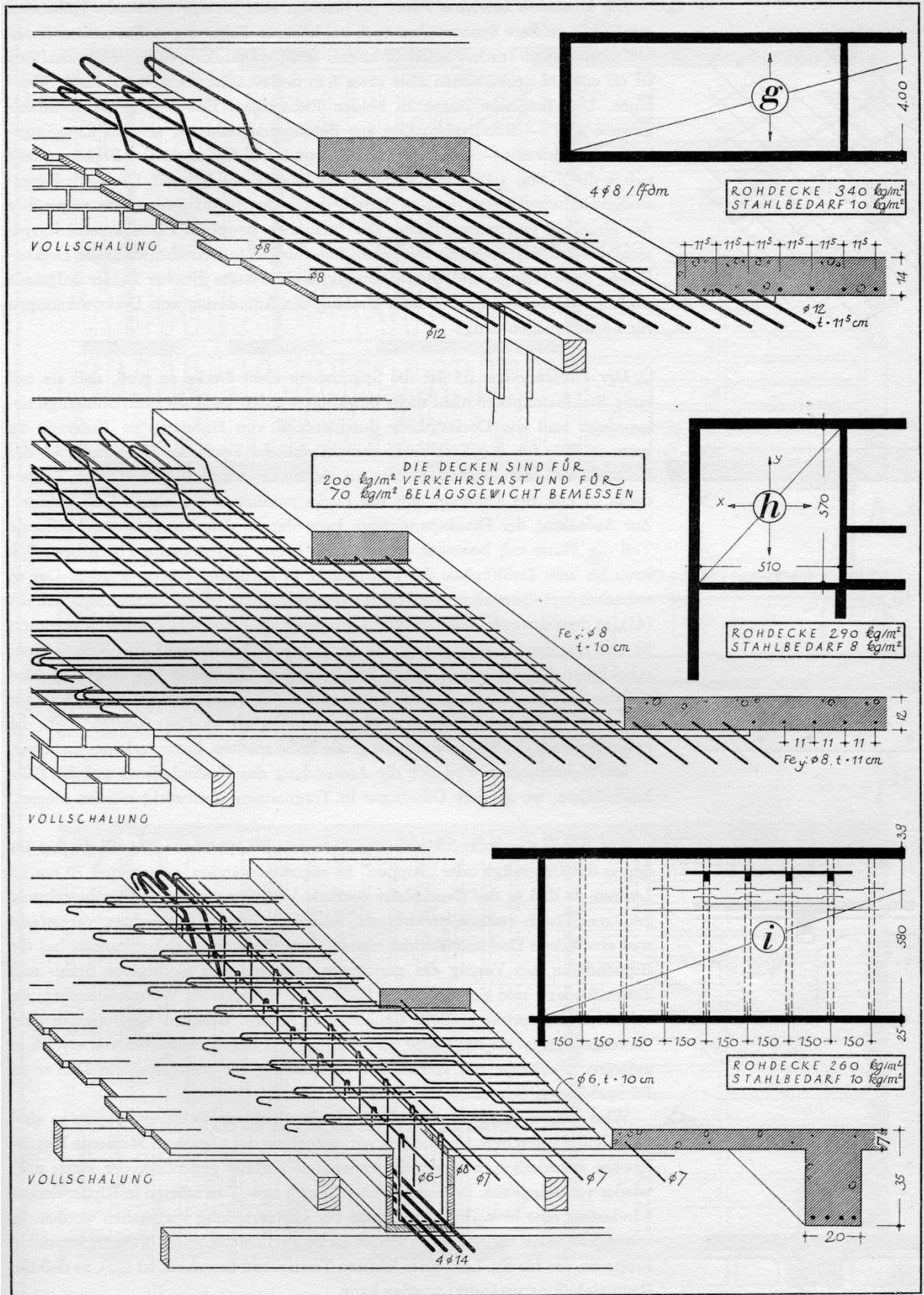


Abb 34 Stahlbetonplatten aus Franz Hart, Baukonstruktion für Architekten, 1950

Stahlbetonrippen- und Stahlsteindecken

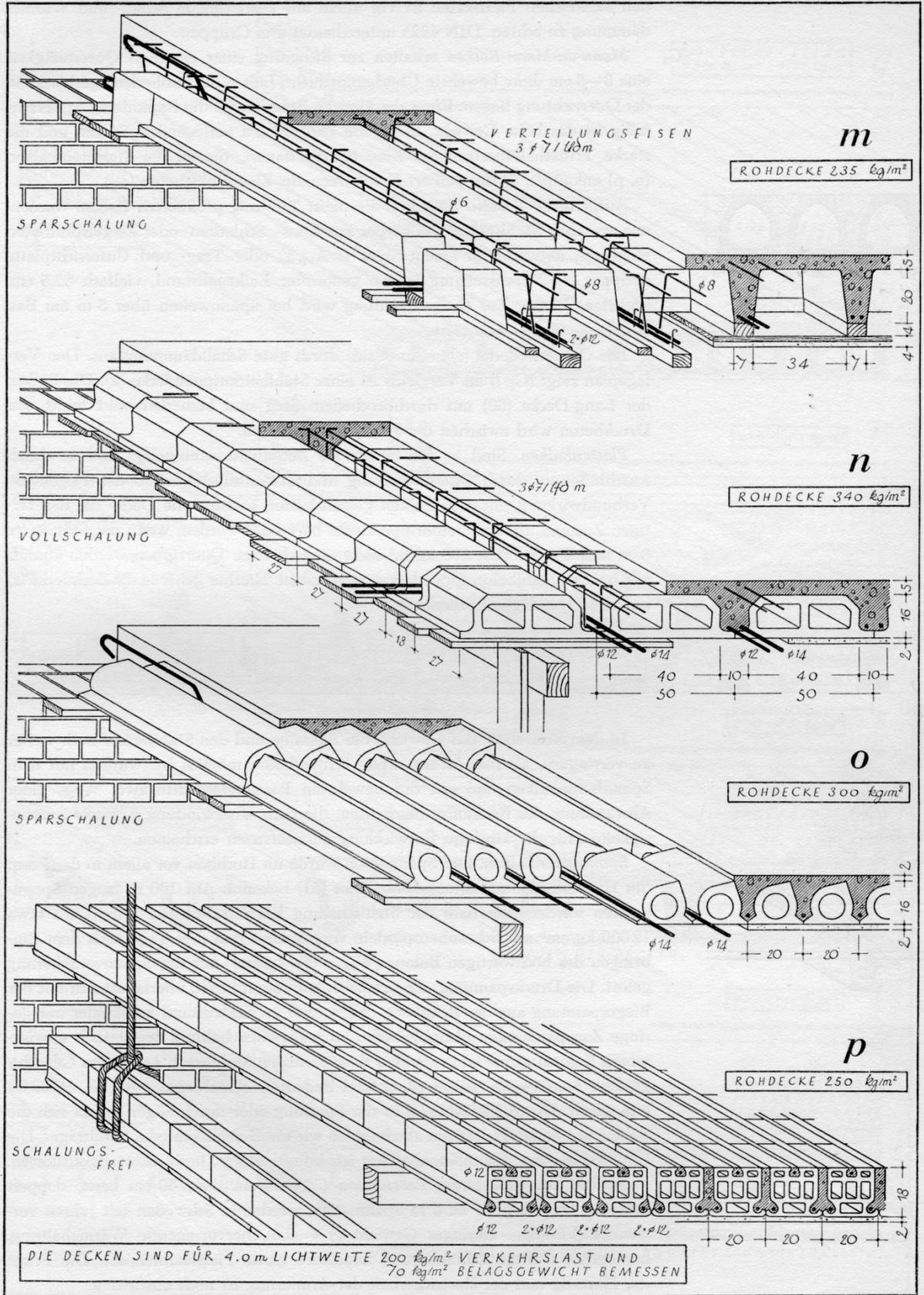


Abb 35 Stahlbetonrippen und Stahlsteindecken aus F. Hart, Baukonstruktion für Architekten, 1950

# Fertigbalkendecken

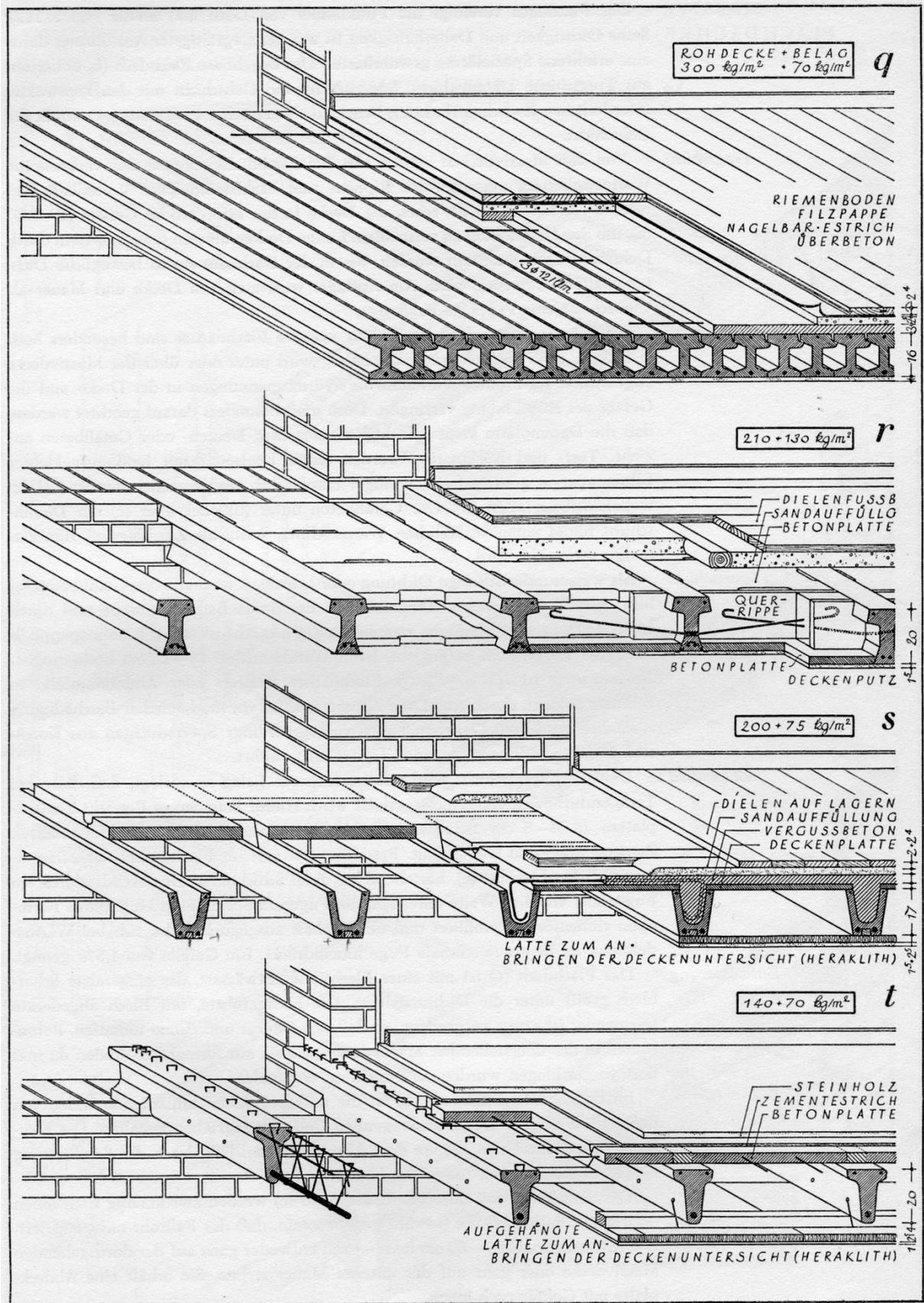


Abb 36 Fertigbalkendecken aus Franz Hart, Baukonstruktion für Architekten, 1950

#### 2.2.4. Kommentar zu den historischen hamburgischen Bauweisen

Im Vergleich zu den sich ähnelnden Bauregeln<sup>139</sup> anderer deutschsprachiger Reichsstaaten sind die historischen Bauregeln, nach denen hamburgische Wohnungsbauten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts gebaut wurden, eigenständige Vorschriften. Besonders die hamburgischen Wandkonstruktionen sind im Vergleich zu den anderen deutschsprachigen Reichsstaaten einzigartig schmal dimensioniert. Generelle Aussagen in Fachpublikationen zur Dimensionierung gründerzeitlicher Bauteile, wie sie zum Beispiel im „Atlas Sanierung“<sup>140</sup> getroffen werden, sind meistens für Hamburg nicht zutreffend.

Bisher wurden diese Hamburg-typischen Bauweisen der Wohnungsbauten von 1870 bis 1970 nicht publiziert. Das Kapitel 2.2 „Historische Entwicklung der Bauteile“ schließt diese Forschungslücke und bildet die Grundlage für die folgende bautechnische Analyse der historischen hamburgischen Bauweisen.

---

<sup>139</sup> Ahnert und Krause, *Gründungen, Abdichtungen, tragende massive Wände, Gesimse, Hausschornsteine, tragende Wände aus Holz, alte Masseinheiten*, Band 1:101–106.

<sup>140</sup> Giebeler, *Atlas Sanierung*, z.Bsp. 134 und 138.

### **3. Analyse der historischen Bausubstanz**

In der folgenden Analyse der historischen Bausubstanz werden die im vorherigen Kapitel beschriebenen sieben Gebäudemodelle auf ihre, für Gebäudeaufstockungen relevanten, technischen Eigenschaften untersucht. Hierbei wurde angenommen, daß in der Vergangenheit der baurechtlich-konstruktive Rahmen der Vorschriften ausgeschöpft wurde. Die Berechnungen stellen damit baurechtlich-grenzwertige Konstruktionen, den sogenannten „Worst-Case“, dar. An einem reellen Bauprojekt müssten die reellen Größen unbedingt überprüft werden.

Für die Wände, Decken und Fundamente wird die Tragfähigkeit analysiert. Für die Deckenkonstruktionen werden darüber hinaus kurz die Schallschutz- und Brandschutzeigenschaften erläutert. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse werden später den technischen Anforderungen einer Gebäudeaufstockung gegenübergestellt, um aus Anforderungen und konstruktiven Rahmenbedingungen die Konstruktionssysteme für Gebäudeaufstockungen zu ermitteln.

#### **3.1. Die Wände**

##### **3.1.1. Baumaterial**

Bei der Analyse der Wandkonstruktionen werden die Wände der in Abb 25 dargestellten Gebäudemodelle 1-7 untersucht. Diese Konstruktionstypen stellen die in Hamburg und Altona zulässigen und typischen Wandkonstruktionen von 1896 bis 1969 dar. Bei der Analyse der Tragfähigkeit dieser Mauerwerksbauten werden zuerst das historische Baumaterial und dessen technische Eigenschaften erläutert, nämlich die zeittypische Steinfestigkeit und die zeittypische Bindequalität des Mörtels.

### 3.1.1.1. Mörtel

Bis Mitte des 19. Jahrhunderts wurde fast ausschließlich Kalkmörtel verwendet. Dieser Mörtel ist sehr sandig und leicht, mittels Fingerabrieb aus den Fugen zu lösen und hat die geringste Bindekraft. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts war industriell hergestellter Zement verfügbar und wurde dem Mörtel beigemischt<sup>141</sup>. Bis zur letzten Fassung der DIN 4106, Anfang der 1970er-Jahre, war der Kalkzementmörtel das Standardbindemittel im



Abb 37 Zementmörtel



Abb 38 Kalkmörtel

Mauerwerksbau<sup>142 143</sup>. Dieser Mörtel sieht weiterhin sandig aus, ist jedoch fester und nicht mehr mit dem Finger, sondern mit harten Gegenständen aus der Fuge zu lösen<sup>144</sup>. Heute verfugen wir die Mörtelfugen mit der Mörtelgruppe 3, den Zementmörtel, welcher glatt, fest und nicht mit Abrieb aus der Fuge zu lösen ist. In der DIN 1053-1 sind die Mörtelfestigkeiten der hier erwähnten Bindemittel in Mörtelgruppen kategorisiert. Kalkmörtel entspricht der MG1, Kalk-Zementmörtel der MG2 und Zementmörtel der MG3. In den Betrachtungen zur Standsicherheit und Tragfähigkeit der Regelwandstärken wurde hier stets Kalkzementmörtel der Mörtelgruppe 2 angenommen. Ausnahmen sind die expliziten baurechtlichen Forderungen nach Zementmörtel (MG3) in Altona und die explizite Benennung des Kalkmörtels (MG1) als geeigneter Mörtel in Hamburg nach 1937.

### 3.1.1.2. Steinfestigkeit

Die Steinfestigkeitsklassen sind ebenfalls in der DIN 1053-1 festgelegt. Gebrannte Ziegelsteine entsprechen der Steinfestigkeitsklasse 8 oder 12, gesinterter Klinker der Steinfestigkeitsklasse 20. Hamburger Ziegelsteine waren für Ihre gute Qualität<sup>145</sup> gekannt, ihre Steinfestigkeit wird mit Klasse 12 angenommen.

---

<sup>141</sup> Ebd., 89 und 158.

<sup>142</sup> Heinrich Schmitt, *Hochbaukonstruktion : die Bauteile und das Baugefüge, Grundlagen des heutigen Bauens*, 4. Aufl. (Ravensburg: O. Maier, 1967), 295–302.

<sup>143</sup> Kritzmann, Kalkmörtel.

<sup>144</sup> Schöfisch, Gebäudeaufstockungen: Mörtelklassen, Fundamente, Steinfestigkeit, Bauregeln.

<sup>145</sup> Durm, Ende, und Marx, *Handbuch der Architektur*, 2, Heft1:367.

### 3.1.2. Knickfestigkeit

Werden unausgesteifte Wände durch Vertikallasten überbelastet, knicken sie zusammen. Die Knickfestigkeit von Wänden lässt sich mit dem vereinfachten Knicknachweis gem. DIN 1053-1(11.96)<sup>146</sup> nachweisen. Dieser Nachweis muss nicht für maximal sechsgeschossige Gebäude geführt werden, die der Tabelle ( Abb 39) entsprechen, da diese als „offensichtlich ausreichend ausgesteift“<sup>147</sup> gelten.

**Dicken und Abstände aussteifender Wände (Tab.3, DIN 1053 alt)**

Zeile	Dicke der auszusteifenden belasteten Wand in cm	Geschosshöhe in m	aussteifende Wand		
			im 1. bis 4. Vollgeschoss von oben	im 5. u. 6. Vollgeschoss von oben	Mittenabstand in m
1	$\geq 11,5 < 17,5$	$\leq 3,25$	$\geq 11,5$	$\geq 17,5$	$\leq 4,50$
2	$\geq 17,5 < 24$				$\leq 6,00$
3	$\geq 24 < 30$	$\leq 3,50$			$\leq 8,00$
4	$\geq 30$	$\leq 5,00$			

Abb 37 Tabelle Dicken und Abstände aussteifender Wände in Schneider Bautabellen für Architekten, 17. Aufl, S. 15.6

Die hier besprochenen Hamburger und Altonaer Bauten entsprechen diesen Steifigkeitsanforderungen. Diese Annahme ist nicht generell auf andere Städte zu übertragen. Im Berlin des 19. Jh. waren zwar stärkere Wandkonstruktionen beim Wohnungsbau gefordert, jedoch hatten die Berliner Gebäude häufig Geschosshöhen  $> 3,25$  m und Raumbreiten (Mittenabstände aussteifende Wände)  $> 4,5$  m und waren somit nicht gem. DIN 1053-1 „offensichtlich ausreichend ausgesteift“.

Da im Zuge einer Gebäudeaufstockung die bestehenden Wandkonstruktionen zusätzlich belastet werden und ein zusätzliches Geschoss hinzugefügt wird, kann man diese aufgestockten Gebäude nicht mehr generell als offensichtlich ausreichend ausgesteift betrachten. Um die Belastungsreserven der historischen Wandkonstruktionen zu ermitteln, wird im Folgenden für die sieben Bautypen ein vereinfachter Knicknachweis gem. DIN 1053-1(11.96) geführt (siehe Anlagen in Band 2 - 12.2.1).

<sup>146</sup> Schneider, Goris, und Berner, *Bautabellen für Architekten*, 15.6.

<sup>147</sup> Schöfisch, Gebäudeaufstockungen: Mörtelklassen, Fundamente, Steifigkeit, Bauregeln.

### 3.1.2.1. Außenwände

Bei den Knicknachweisen (Anlagen in 12.2.1) wurden die Belastungsreserven der Außenwände im schwächsten Wandbereich zwischen den Wandöffnungen bei einer vertikalen Streckenlast, wie in Abb 40 dargestellt, ermittelt.

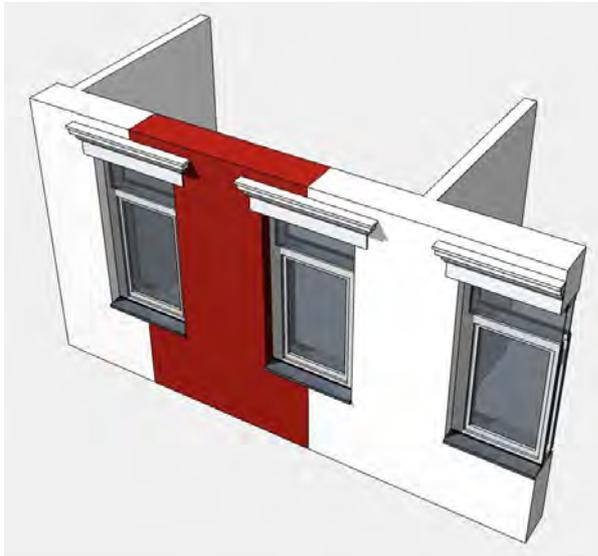


Abb 38 Schema Knickfestigkeitsnachweis

Die weißen Wandbereiche sind mit der aussteifenden Innenwand verzahnt und werden als knickfest betrachtet. Für diese Bereiche wird später der Druckfestigkeitsnachweis geführt.

Für die sieben Gebäudetypen in der Tabelle 1 und Abb 25 wurde die Knickfestigkeit in Abb 41 ermittelt. Die detaillierten Berechnungen hierzu befinden sich in den Anlagen, im Band 2, unter Kapitel 12.2.1 „Knickfestigkeit der Wände“. Es fällt auf, dass meistens die Erd- und zweiten Obergeschosse die wenigsten Belastungsreserven bergen. Die Kellerwände sind stets das stabilste Bauteil. Der Lesbarkeit halber werden sie in der folgenden Betrachtung ausgeklammert.

bergen. Die Kellerwände sind stets das stabilste Bauteil. Der Lesbarkeit halber werden sie in der folgenden Betrachtung ausgeklammert.

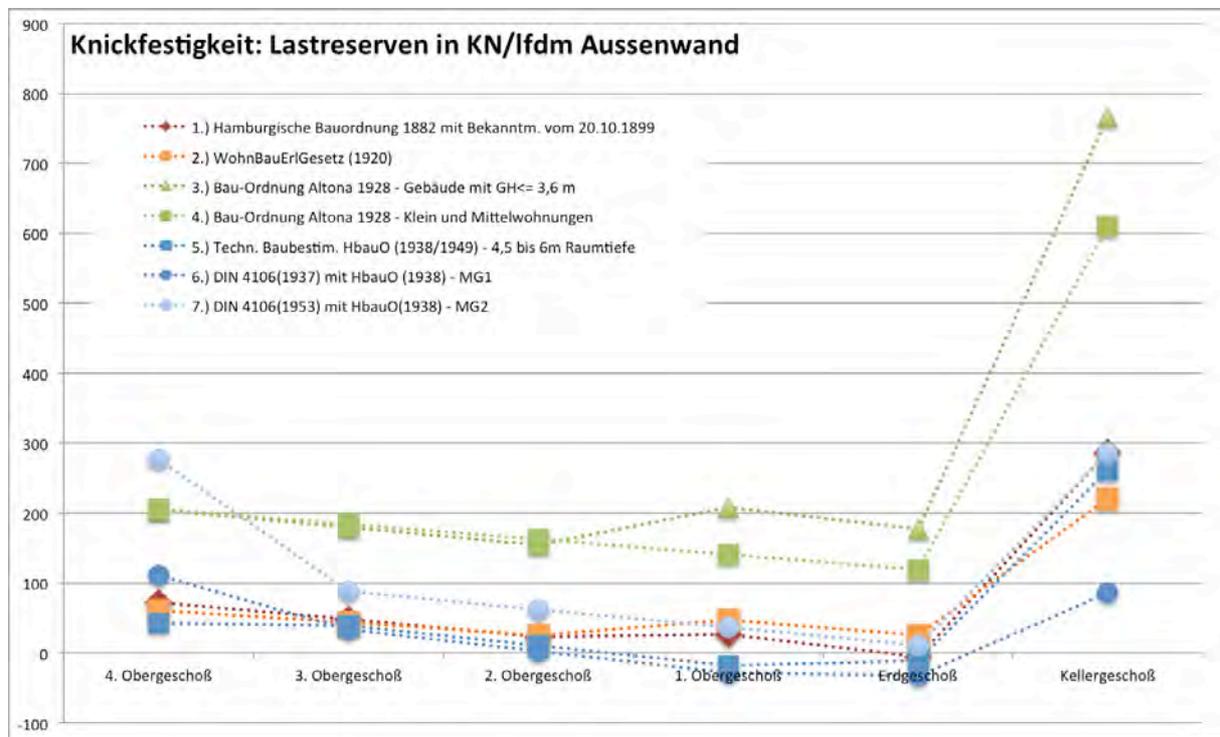


Abb 39 Knickfestigkeit der Außenwände und deren Belastungsreserven

Die Altonaer Bauten gem. der Bauordnung vom 2.6.1928 haben die steifsten und stabilsten Außenwände mit 154 kN/lfdm und 119 kN/lfdm Belastungsreserven. Die Außenwände der Gründerzeitbauten bergen wenig (25 kN/lfdm) bis keine (-6 kN/lfdm) Belastungsreserven für Aufstockungen. Am instabilsten sind die Kleinwohnungsbauten (-6 kN/lfdm) und die anderen Wohnungsbauten (-33 kN/lfdm) der Kriegsjahre und des Wiederaufbaus. Dies ist der zulässigen Mörtelqualität (MG1) geschuldet. Die Mörtelqualität muß bei Bauten zwischen 1937 und 1953 unbedingt als erstes überprüft werden. Auch die Gebäude nach DIN 4106 (1953) bergen kaum Belastungsreserven (11 kN/lfdm).

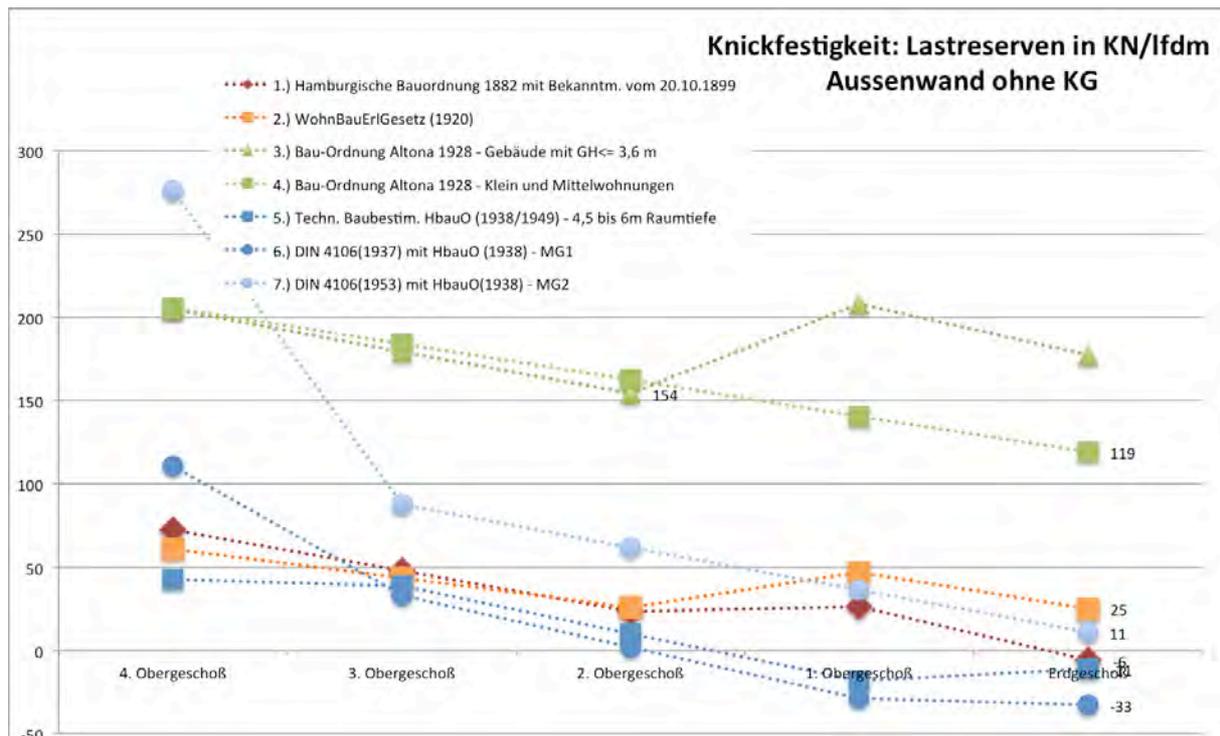


Abb 40 Lastreserven der Aussenwände in KN/lfdm ohne die Kellergeschosse

### 3.1.2.2. Innenwände

Die Giebelwände Hamburger Bauten fungierten meist als Brandwände und durften nicht mit Balkenauflagertaschen geschmälert werden. Die Decken spannen deshalb meistens von den straßenseitigen Außenwänden zu parallel verlaufenden Innenwänden<sup>148</sup>. Diese mussten im Vergleich zu den Außenwänden höhere Verkehrslasten aufnehmen, wurden sie doch beidseitig durch Decken belastet. Erst mit dem Bau von Betondecken in der Nachkriegszeit konnte die Spannrichtung der Decken beliebig angeordnet werden.

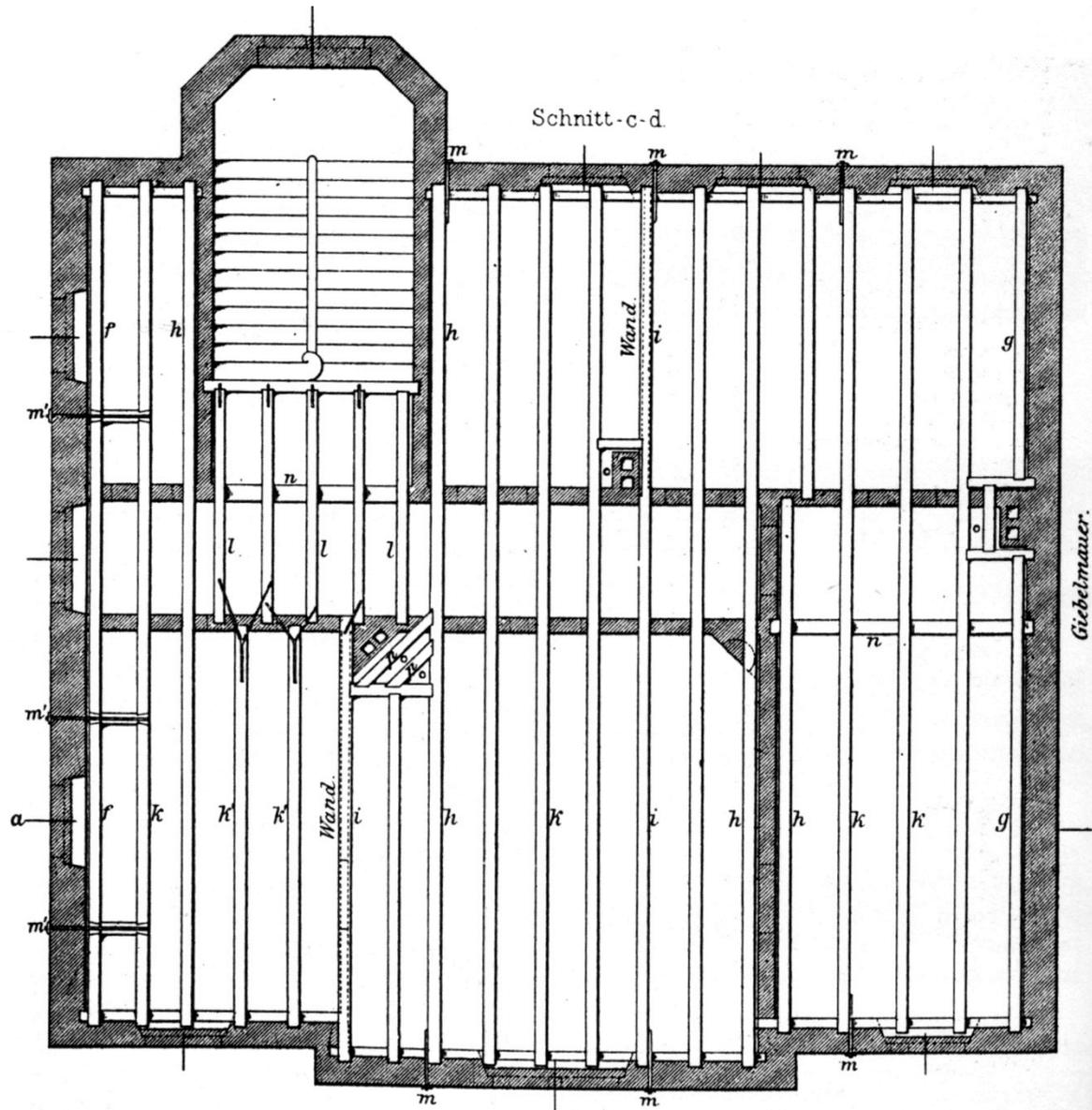


Abb 41 typische Holzbalkendecke aus Atlas Sanierung S. 145

<sup>148</sup> In Altona spannen die Altbau-Holzbalkendecken aber manchmal von Giebelwand zu Giebelwand, oder die Deckenspannrichtung dreht sich geschossweise. Anhand der Dielung, die Holzbalken spannen quer zu den Dielen, sollte die Deckenspannrichtung unbedingt zu Projektbeginn geschossweise ermittelt werden.

Betrachtet man die Belastungsreserven (Anlagen in 12.2.1) aus dem Knicknachweis der Innenwände (Abb 44), so fällt auf, dass im Gegensatz zu den Außenwänden, die Kellerwände nicht immer die stabilsten Bauteile der Innenwandkonstruktionen sind.

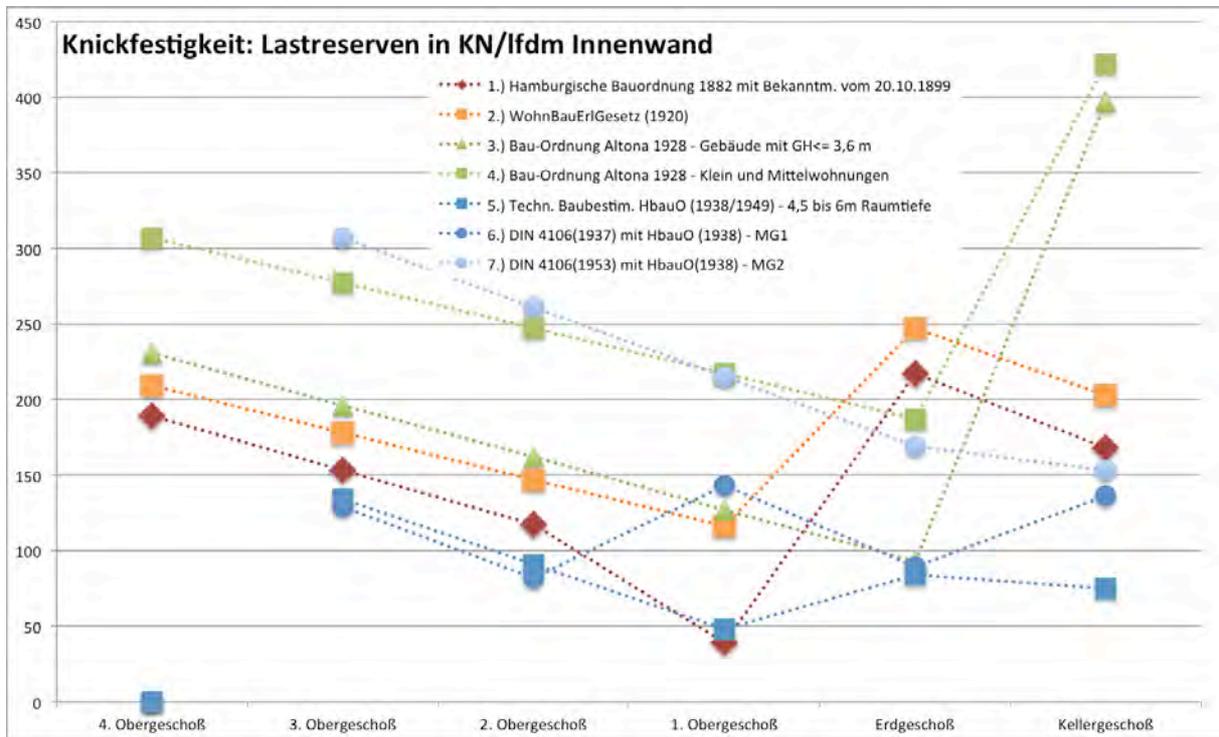


Abb 42 Lastreserven in KN/lfdm Innenwand

Jedoch sind die Kellerwände nie der schwächste Teil der Wände, sodass sie hier der Lesbarkeit halber ebenfalls ausgeblendet werden können (Abb 45).

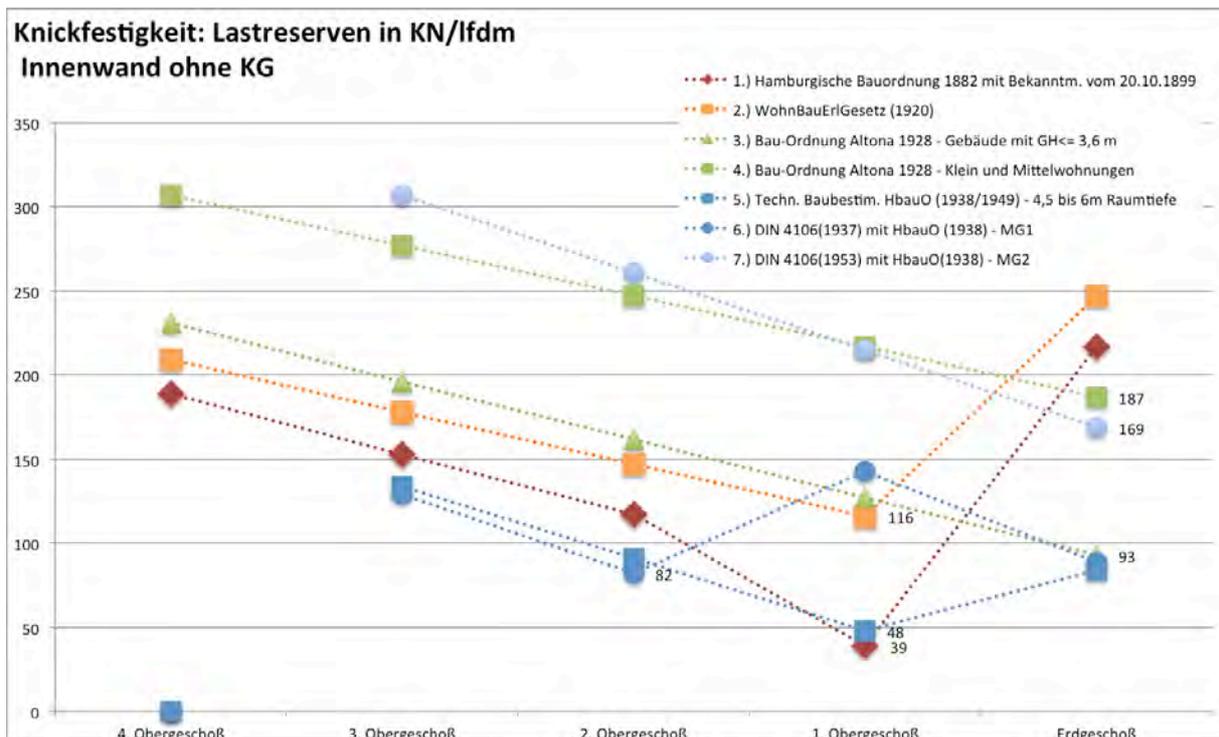


Abb 43 Lastreserven in KN/lfdm Innenwand ohne KG

Die Innenwände der ersten Obergeschosse gründerzeitlicher Gebäude ab 1899, der Kleinwohnungen ab 1920 und des Wiederaufbaus ab 1953 sind bezüglich ihrer Knickfestigkeit die schwächsten Bauteile innerhalb der geschossübergreifenden Wandkonstruktionen. Doch selbst die gründerzeitlichen Innenwände bergen 39 kN/lfdm Belastungsreserven. Die Innenwände der Hamburger Kleinwohnungen ab 1920 können noch mit 116 kN/lfdm und die Kleinwohnungen ab 1937 mit 48 kN/lfdm, die der Wohnungen ab 1938 mit 47 kN/lfdm und ab 1953 mit 169 kN/lfdm belastet werden. Die Innenwände der Altonaer Bauten ab 1928 können noch mit 93 und 187 kN/lfdm belastet werden.

### 3.1.2.3. Fazit Knickfestigkeit

Beim Vergleich der Knickfestigkeit von Innen- und Außenwänden wird deutlich, dass die meisten Innenwände trotz doppelter Verkehrslasten und schmalere Wändstärken höhere Belastungsreserven bergen als die entsprechenden Außenwände. Grund hierfür ist, dass Innenwände nur einzelne, zu vernachlässigende Öffnungen haben und somit keine Wandpfeiler bilden. Die einwirkenden Lasten können über die gesamte Wandlänge abgetragen werden. Ausnahme bildet lediglich der Bautyp 3, Wohnungen gem. Bauordnung Altona von 1928.

Die Altonaer Gebäude gem. Altonaer Bauordnung von 1928 haben die steifsten Außenwandkonstruktionen und können im Zuge einer Aufstockung linear belastet werden. Die Bauten gem. Wohnungsbau-Erleichterungsgesetz (1920) könnte man ebenfalls linear mit nur 25 kN/lfdm belasten (Tabelle 2). Für alle anderen Wandkonstruktionen muss die Druckfestigkeit im ausgesteiften Wandbereich ermittelt werden, um ggf. die Lasten einer Gebäudeaufstockung nur in diesem Bereich abzutragen.

	Gült. in		knickfest und linear belastbar			
	HH	Alt	Außenwände		Innenwände	
1.) Hamburgische Bauordnung 1882 mit Beka	x		Nein mit	-6 kN/lfdm	mit	39 kN/lfdm
2.) WohnBauErlGesetz (1920)	x		ja mit	25 kN/lfdm	mit	116 kN/lfdm
3.) Bau-Ordnung Altona 1928 - Gebäude mit		x	ja mit	154 kN/lfdm	mit	93 kN/lfdm
4.) Bau-Ordnung Altona 1928 - Klein und Mitt		x	ja mit	119 kN/lfdm	mit	187 kN/lfdm
5.) Techn. Baubestim. HbauO (1938/1949) -		x	Nein mit	-18 kN/lfdm	mit	48 kN/lfdm
6.) DIN 4106(1937) mit HbauO (1938) - MG		x	Nein mit	-33 kN/lfdm	mit	82 kN/lfdm
7.) DIN 4106(1953) mit HbauO(1938) - MG		x	ja mit	11 kN/lfdm	mit	169 kN/lfdm

Tabelle 2 Knick-Belastungsreserven der 7 Modellbauten

### 3.1.3. Druckfestigkeit

#### 3.1.3.1. Außenwände

Bei der Ermittlung der Belastungsreserven des ausgesteiften Außenwandbereichs wird die Druckfestigkeit wie in Abb 46 dargestellt für den ausgesteiften Wandbereich zwischen den Fenstern ermittelt.

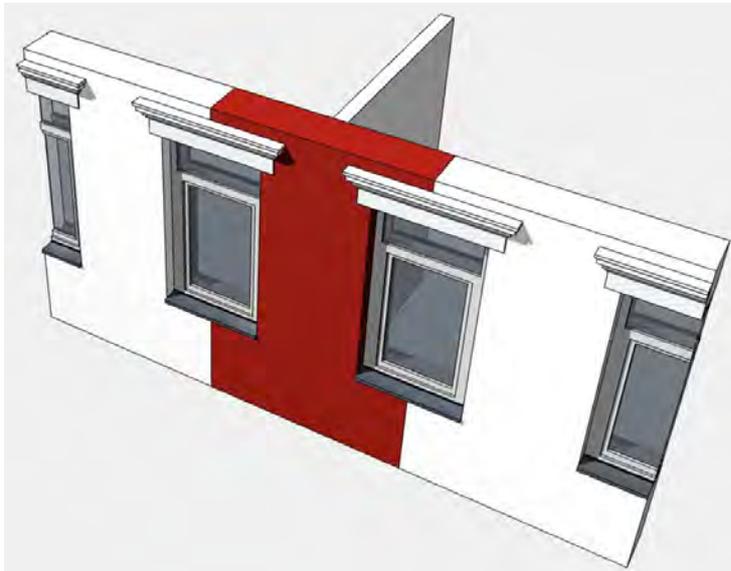


Abb 44 Schema Druckfestigkeitsnachweis

Je breiter der tragende Bereich zwischen den Fenstern ist, umso mehr Lasten können dort abgetragen werden. Bei der Ermittlung der Druckfestigkeit (siehe Anlagen in Band 2 Kapitel 12.2.2) für die sieben Beispielsgebäude ergeben sich die Belastungsreserven wie in Abb 47. Wie zuvor beim Knickfestigkeitsnachweis sind die Kellerwände die stabilsten Bauteile, die Außenwände der EG und 2.OG sind die schwächsten Bauteile. In der Abb 48 sind die Kellerwände zwecks Deutlichkeit nicht dargestellt.

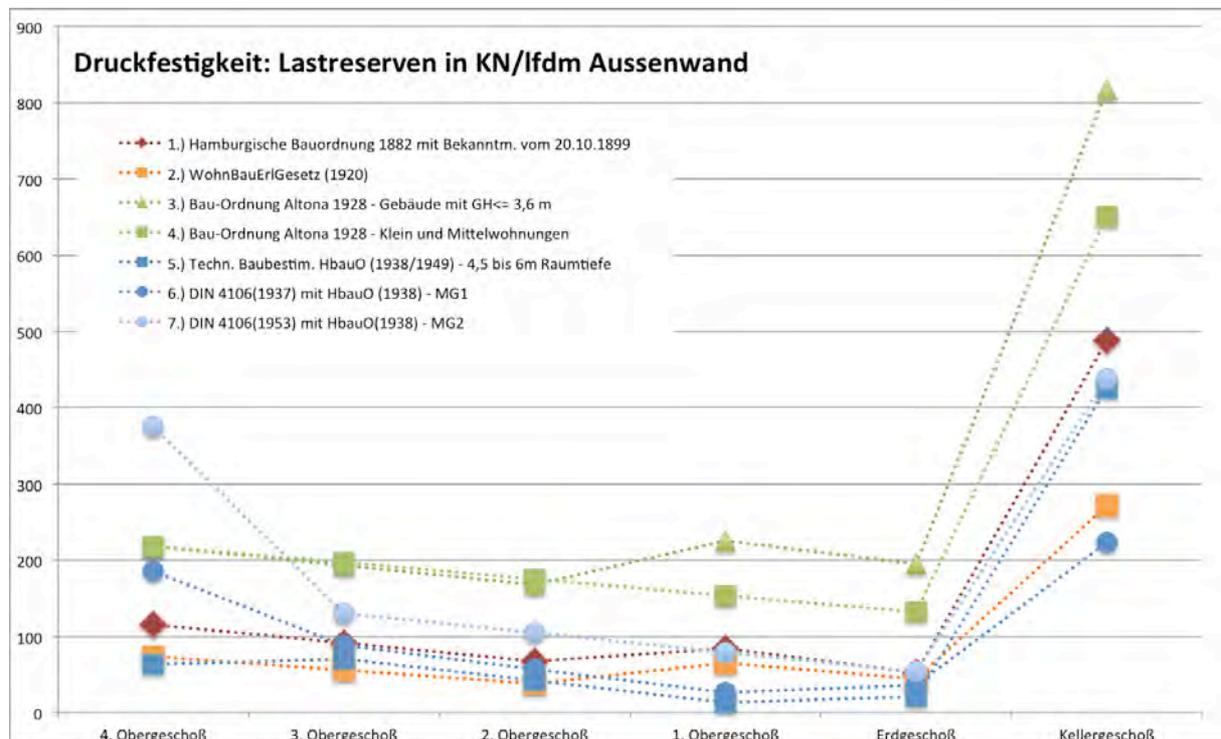


Abb 45 Druckfestigkeit der Aussenwände: Lastreserven in KN/lfdm

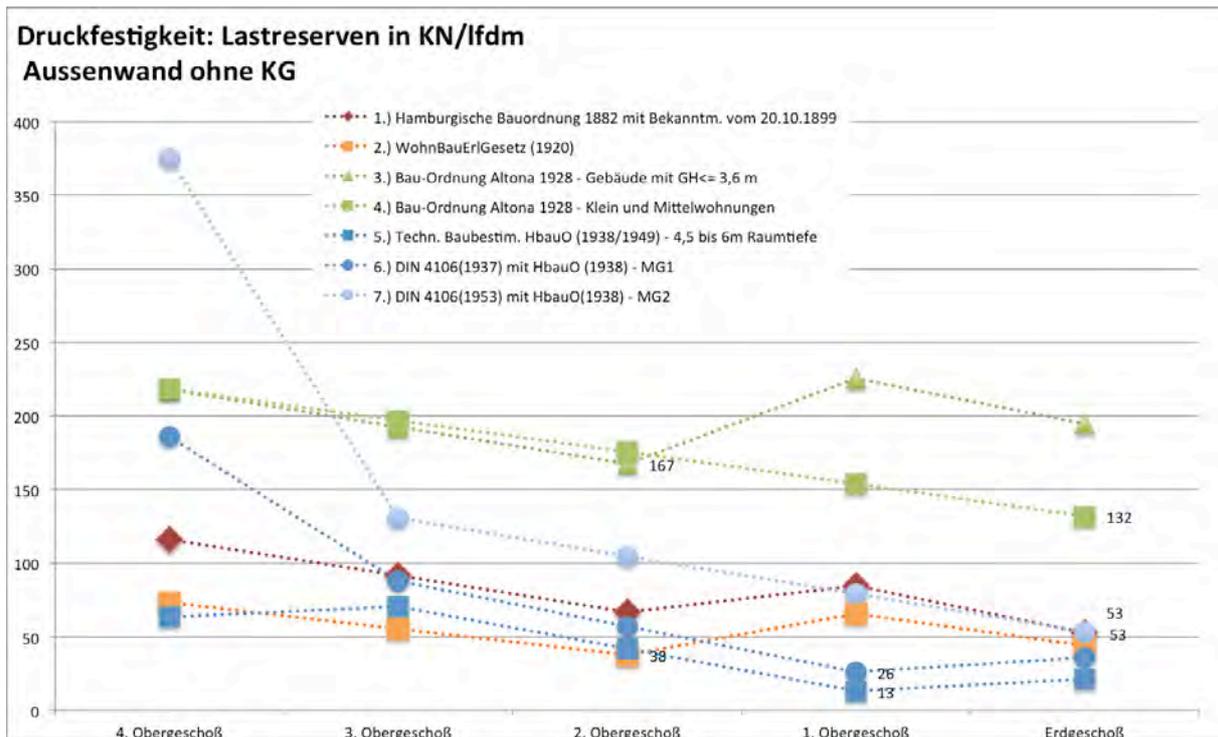


Abb 46 Druckfestigkeit der Aussenwände: Lastreserven in KN/lfdm ohne KG

Alle Konstruktionen bergen Belastungsreserven in den ausgesteiften Mauerbereichen. Die geringen Belastungsreserven der Hamburger Kleinwohnungen (13 kN/lfdm) und den Wohnungen gem. DIN 4106(1937) (26 kN/lfdm) sind der schlechten Bindekraft von Kalkmörtel geschuldet. Die reelle Mörtelqualität wäre deshalb bei diesen Bauten unbedingt vor allen weiteren Überlegungen festzustellen.

Gründerzeitliche Wohnungsbauten können in den ausgesteiften Wandbereichen mit 53 kN/lfdm, Kleinwohnungen gem. WohnBauErlGEsetz(1920) mit 38 kN/lfdm belastet werden. Hamburger Wohnungsbauten gem. DIN 4106 (1953) können in den ausgesteiften Wandbereichen mit 53 kN/lfdm belastet werden. Die Altonaer Bauten ab 1928 bergen mit 167 kN/lfdm und 132 kN/lfdm die größten Belastungsreserven in den ausgesteiften Wandbereichen.

### 3.1.3.2. Innenwände

In der Darstellung einer typischen Holzbalkendecke in Abb 43 erkennt man, dass die tragenden Innenwände parallel zu den Außenwänden verlaufen und durch die gleichen Querwände ausgesteift sind. Für diese Bereiche werden hier ebenfalls die Druckfestigkeit und die einhergehenden Belastungsreserven ermittelt (Abb 49). Wie in den vorherigen Berechnungen kann das Kellergeschoß bei der Betrachtung ausgeklammert werden, da es nie der kritische Bereich einer Wandkonstruktion ist (Abb 50). Die am wenigsten druckfesten Innenwandbereiche befinden sich zwischen Erd- und 2. Obergeschoß.

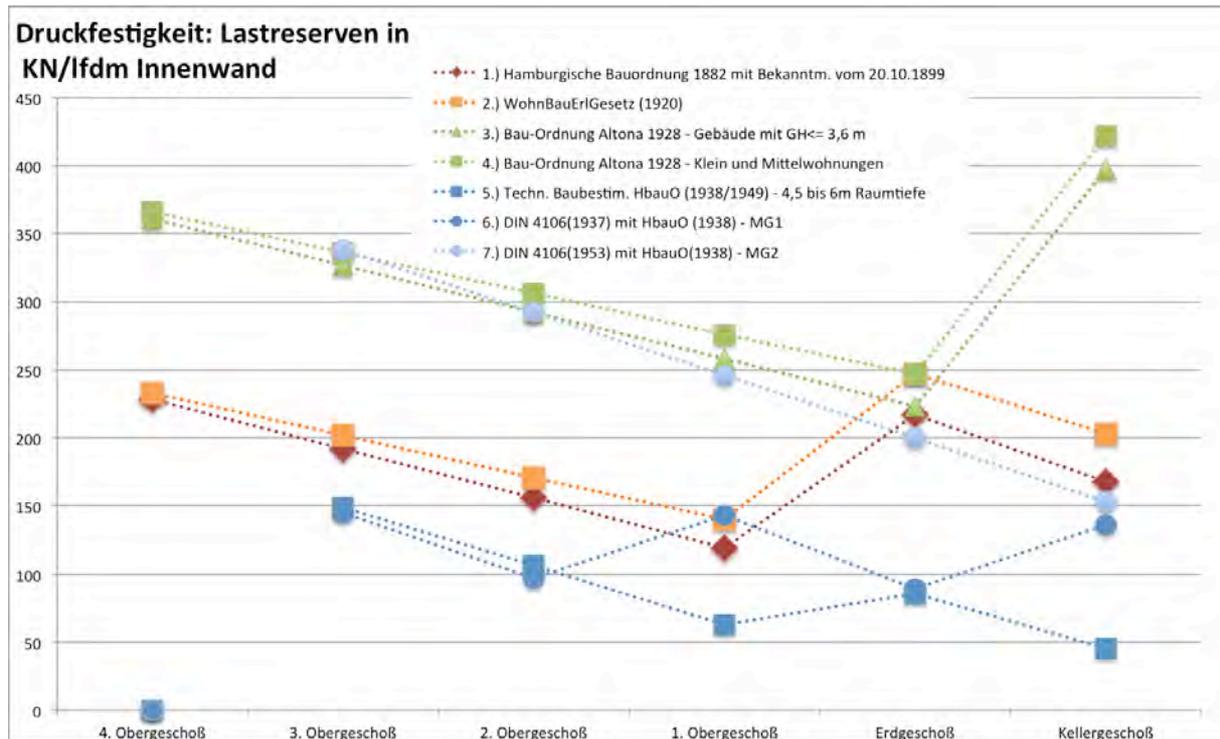


Abb 47 Druckfestigkeit der tragenden Innenwände: Lastreserven in KN/lfdm

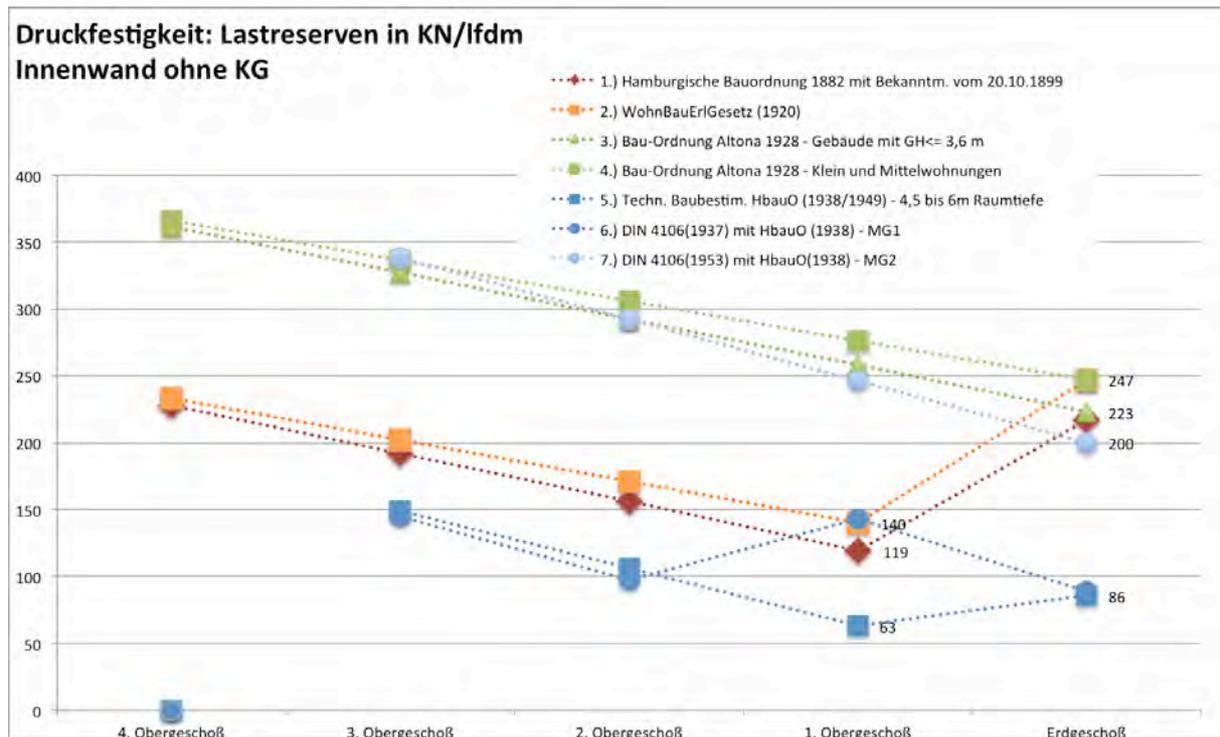


Abb 48 Druckfestigkeit der tragenden Innenwände: Lastreserven in KN/lfdm ohne KG

Wie bereits bei dem Knickfestigkeitsnachweis, bergen die Innenwände bezüglich Ihrer Druckfestigkeit höhere Belastungsreserven als die Außenwände (vergleiche Abb 48 und Abb 50).

Die Innenwände Hamburgischer Gründerzeitbauten ab 1899 bergen in den ausgesteiften Bereichen 119 kN/lfdm, die Kleinwohnungen gem. WohnBauErlGesetz (1920) 140 kN/lfdm, die Wohnungsbauten gem. DIN 4106(1953) 200 kN/lfdm Belastungsreserven. Die Altonaer Bauten gem. Bauordnung von 1928 bergen in den ausgesteiften Bereichen 223 und 247 kN/lfdm Belastungsreserven. Die mit Kalkmörtel vermörtelten Kleinwohnungsbauten und Wohnungsbauten gem. Technischen Baubestimmungen von 1937 und gem. DIN 4106 (1937) bergen lediglich 63 kN/lfdm und 86 kN/lfdm.

### 3.1.4. Tragfähigkeit der bestehenden Wände

Bei der Ermittlung der Tragfähigkeit der sieben modellhaften Hamburger Bauweisen (siehe Kapitel 2.2.1 und Abb 25, S. 34) wurden epochentypische Fenstergrößen und Fassadeneinteilungen, sowie homogene Mauerwerkskonstruktionen angenommen. Diese wären unbedingt am reellen Objekt zu überprüfen und anzupassen. Besonders die Wandkonstruktionen und Wandstärken sind vor Projektbeginn zu ermitteln. Bereits Ende des 19. Jahrhunderts wurden Verblendsteine, Hohlziegel und Luftschichten<sup>149</sup><sup>150</sup> in den Wänden verbaut. Aus den Bauunterlagen oder mittels Kernbohrung lassen sich die reellen Wandkonstruktionen feststellen. Des Weiteren kann man nicht davon ausgehen, dass in der Vergangenheit immer nach den Regeln der Technik und rechtskonform gebaut wurde. Die genaue Kenntnis der reellen Wandkonstruktionen des Bestandbaus ist deshalb eine Grundvoraussetzung für die Planung einer Gebäudeaufstockung.

Bei der Gegenüberstellung der Knickfestigkeit und der Druckfestigkeit (Tabelle 3), bzw. der Wandbelastung in ausgesteiften Wandbereichen, wurde eine identische Fassadeneinteilung (Fenster/Wandanteil) im ausgesteiften Wandbereich und zwischen den Fenstern angenommen. (vergleiche Abb 40 und Abb 46). Dies ist unrealistisch, die ausgesteiften Wandbereiche und deren Wandpfeiler sind meist breiter als die Wandbereiche zwischen den Fenstern und somit belastbarer als berechnet. Diese Vereinfachung ist aber für die Vergleichbarkeit und die Bewertung der Tragfähigkeit der Außenwandbereiche notwendig.

	Gült. in HH Alt	knickfest und linear belastbar				druckfest und bereichsweise belastbar	
		Außenwände		Innenwände		Außenwände	Innenwände
1.) Hamburgische Bauordnung 1882 mit BekG	x	Nein	mit -6 KN/lfdm	mit 39 KN/lfdm	mit 53 KN/lfdm	mit 119 KN/lfdm	
2.) WohnBauErlGesetz (1920)	x	ja	mit 25 KN/lfdm	mit 116 KN/lfdm	mit 38 KN/lfdm	mit 140 KN/lfdm	
3.) Bau-Ordnung Altona 1928 - Gebäude mit	x	ja	mit 154 KN/lfdm	mit 93 KN/lfdm	mit 167 KN/lfdm	mit 223 KN/lfdm	
4.) Bau-Ordnung Altona 1928 - Klein und Mitt	x	ja	mit 119 KN/lfdm	mit 187 KN/lfdm	mit 132 KN/lfdm	mit 247 KN/lfdm	
5.) Techn. Baubestim. HbauO (1938/1949) -	x	Nein	mit -18 KN/lfdm	mit 48 KN/lfdm	mit 13 KN/lfdm	mit 63 KN/lfdm	
6.) DIN 4106(1937) mit HbauO (1938) - MG	x	Nein	mit -33 KN/lfdm	mit 82 KN/lfdm	mit 26 KN/lfdm	mit 89 KN/lfdm	
7.) DIN 4106(1953) mit HbauO(1938) - MG	x	ja	mit 11 KN/lfdm	mit 169 KN/lfdm	mit 53 KN/lfdm	mit 200 KN/lfdm	

Tabelle 3 Belastungsreserven der 7 Modellbauten gem. den rechtlichen Anforderungen

#### Die Tragfähigkeit von mit Kalk- und Kalkzementmörtel gemauerten Wohnungsbauten

In den technischen Baubestimmungen der Hamburger Bauordnung von 1937<sup>151</sup> wurde Kalkmörtel explizit als geeigneter Mauermörtel für mehrgeschossigen Wohnungsbau definiert. Konstruktions- und Dimensionierungsvorgaben für mit Kalkmörtel gemauerte mehrgeschossige Wohnungsbauten enthielt auch die DIN 4106 von 1937<sup>152</sup> und 1953.

<sup>149</sup> Giebeler, *Atlas Sanierung*, 138.

<sup>150</sup> Gustav A. Breymann und Heinrich Lang, *Allgemeine Bau-Constructions-Lehre: Mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen: ein Leitfaden zu Vorlesungen und zum Selbstunterrichte. Constructionen in Stein*, 3. verbesserte und vermehrte Auflage, Bd. 1 Constructionen in Stein (Hoffmann, 1860), §9 auf 9–11.

<sup>151</sup> Bauordnungsamt Hamburg, *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938*, 90–91.

<sup>152</sup> Berlitz, *Wände im Hochbau*, 16–18.

Kalkmörtel (MG1) hat im Vergleich zu Kalkzementmörtel (MG2) eine schwächere Bindekraft, weshalb derartig gemörteltes Mauerwerk weniger knick- und druckfest ist. Mit Kalkmörtel gemauerte Außen- und Innenwände von Wohnungsbauten sind aus diesem Grund für eine zusätzliche Belastung durch eine Gebäudeaufstockung nicht ausreichend knick- und druckfest ausgebildet (siehe Berechnungen in Tabelle 3 und Tabelle 4).

	Gült. in HH Alt	mit MG1 knickfest und linear belastbar		mit MG2 knickfest und linear belastbar	
		Außenwände	Innenwände	Außenwände	Innenwände
5.) Techn. Baubestim. HbauO (1938/1949)	x	Nein mit -18 KN/lfdm	mit 48 KN/lfdm	Nein mit -11 KN/lfdm	mit 84 KN/lfdm
6.) DIN 4106(1937) mit HbauO (1938)	x	Nein mit -33 KN/lfdm	mit 47 KN/lfdm	ja mit 32 KN/lfdm	mit 170 KN/lfdm
7.) DIN 4106(1953) mit HbauO(1938)	x	Nein mit -37 KN/lfdm	mit 39 KN/lfdm	ja mit 11 KN/lfdm	mit 169 KN/lfdm

Tabelle 4 Knickfestigkeit Kalk (MG1)- und Kalkzementmörtel (MG2)

Da jedoch das Anmischen von Kalkmörtel, das tagelange Einsumpfen des Kalkes, zeitaufwendig, unangenehm (der Kalk ätzt) und fachlich anspruchsvoll war, ist anzunehmen, dass die Handwerker weiterhin den einfach zu verarbeitenden Kalkzementmörtel vorzogen<sup>153</sup>. Derartig gemörtelte Außenwände sind zwar für eine zusätzliche Belastung durch eine Gebäudeaufstockung nicht ausreichend knickfest ausgebildet, die Innenwände bergen aber Belastungsreserven von 84 - 170 kN/lfdm (siehe Tabelle 4). Die Außenwände sind mit 36 - 89 kN/lfdm Belastungsreserven wahrscheinlich ausreichend druckfest gebaut (siehe Tabelle 5). Die Innenwände mit Belastungsreserven von 116-200 kN/lfdm könnten aber eine Gebäudeaufstockung tragen.

	Gült. in HH Alt	mit MG1 druckfest & bereichsw. belastbar		mit MG2 druckfest & bereichsw. belastbar	
		Außenwände	Innenwände	Außenwände	Innenwände
5.) Techn. Baubestim. HbauO (1938/1949)	x	mit 13 KN/lfdm	mit 63 KN/lfdm	mit 36 KN/lfdm	mit 116 KN/lfdm
6.) DIN 4106(1937) mit HbauO (1938)	x	mit 26 KN/lfdm	mit 89 KN/lfdm	mit 89 KN/lfdm	mit 193 KN/lfdm
7.) DIN 4106(1953) mit HbauO(1938)	x	mit -5 KN/lfdm	mit 54 KN/lfdm	mit 53 KN/lfdm	mit 200 KN/lfdm

Tabelle 5 Druckfestigkeit Kalk(MG1) - und Kalkzementmörtel (MG2)

Aus diesem Grund ist eine Mörtelanalyse zu Projektbeginn unerlässlich, da mit Kalkmörtel gemauerte Wohnungsbauten nicht die Belastung einer Gebäudeaufstockung tragen können.

Im weiteren Verlauf dieser Untersuchung werden deshalb folgende Belastungsreserven der sieben modellhaften Wandkonstruktionen angenommen.

	Gült. in HH Alt	knickfest und linear belastbar		druckfest und bereichsweise belastbar	
		Außenwände	Innenwände	Außenwände	Innenwände
1.) Hamburgische Bauordnung 1882 mit No	x	Nein mit -6 KN/lfdm	mit 39 KN/lfdm	mit 53 KN/lfdm	mit 119 KN/lfdm
2.) WohnBauErlGesetz (1920)	x	ja mit 25 KN/lfdm	mit 116 KN/lfdm	mit 38 KN/lfdm	mit 140 KN/lfdm
3.) Bau-Ordnung Altona 1928 - Gebäude m	x	ja mit 154 KN/lfdm	mit 93 KN/lfdm	mit 167 KN/lfdm	mit 223 KN/lfdm
4.) Bau-Ordnung Altona 1928 - Klein und M	x	ja mit 119 KN/lfdm	mit 187 KN/lfdm	mit 132 KN/lfdm	mit 247 KN/lfdm
5.) Techn. Baubestim. HbauO (1938/1949)	x	Nein mit -11 KN/lfdm	mit 84 KN/lfdm	mit 36 KN/lfdm	mit 116 KN/lfdm
6.) DIN 4106(1937) mit HbauO (1938)	x	ja mit 32 KN/lfdm	mit 170 KN/lfdm	mit 89 KN/lfdm	mit 193 KN/lfdm
7.) DIN 4106(1953) mit HbauO(1938)	x	ja mit 11 KN/lfdm	mit 169 KN/lfdm	mit 53 KN/lfdm	mit 200 KN/lfdm

Tabelle 6 Tragfähigkeit der reell anzunehmenden Wandkonstruktionen

<sup>153</sup> Kritzmann, Kalkmörtel.

#### **3.1.4.1. Schlussfolgerung bezüglich der Tragfähigkeit der Wände**

Abgesehen von Altonaer Bauten von 1928 bis 1937 sind die Außenwände Hamburger Wohnungsbauten gemäß den Berechnungen der Knicksicherheit nach DIN 1053-1(11.96) im Zuge einer Gebäudeaufstockung nicht durchgehend durch Streckenlasten belastbar, da sie bereichsweise nicht knicksicher sind. Sind die Bestandsbauten nicht mit Kalkmörtel gemauert, können die Lasten einer Gebäudeaufstockung aber in den ausgesteiften Wandbereichen eingeleitet werden, da die Hamburger Wände drucksicher ausgebildet sind. Mit Ausnahme der Altonaer Wohnungsbauten (Gebäudetyp 3), bergen die Innenwände trotz höherer Verkehrslasten mehr Belastungsreserven als die Außenwände, da die Außenwände im Bereich der Fensteröffnungen nicht tragend sind.

#### **3.1.5. Zusammenfassung Wände**

Während des rasanten Stadtwachstums im 19. Jahrhundert wurde in Hamburg im Gegensatz zu Städten wie Berlin und München ohne in Bauordnungen verankerten technische Regeln gebaut. Es fand keine technische und statische Kontrolle durch die Bauämter statt. Die Bauunternehmer verbauten so wenig Baumaterial wie nur möglich und häufig stürzten die Gebäude noch während der Bauphase ein. Erst 1896 wurden Mindestwandstärken festgelegt und die Bauämter mit einer Bauprüfung beauftragt. Diese Mindestwandstärken waren im reichsweiten Vergleich schwächer dimensioniert und entsprachen nicht den damaligen Regeln der Technik außerhalb der Hansestadt. Erst mit der Erleichterung des Kleinwohnungsbaus wurden in den Hamburger und Altonaer Bauordnungen Wandstärken festgelegt, welche den reichsweiten Regeln der Technik entsprachen. 1937 wurde Altona durch das Groß-Hamburg Gesetz in Hamburg eingemeindet und die DIN 4106 erlassen. Damit wurden eine einheitliche Bauordnung und eindeutige Konstruktionsweisen festgelegt. Ausnahme waren die gesonderten technischen Baubestimmungen in der HBauO, welche für den Kleinwohnungsbau <50 qm bis 1957 anwendbar waren. Zusammen mit der DIN 4106 (1953) waren dies Bauregeln, welche durch den Materialmangel der Kriegs- und Nachkriegsjahre geprägt waren und äußerst schmal dimensionierte Baukonstruktionen enthielten.

## 3.2. Die Fundamente

### 3.2.1. Konstruktive Besonderheiten

Bei der statischen Bewertung von Fundamenten werden die auf die Gründung einwirkenden Lasten der zulässigen Bodenpressung gegenübergestellt. Durch die Verbreiterung der Auflagerfläche reduzieren die Fundamente die Bodenpressung.

#### 3.2.1.1. Baumaterialien

Die Fundamentkonstruktionen wurden bis 1937 meistens als gemauerte Wandverbreiterungen ausgeführt. Die unterste Schicht wurde als Rollschicht ausgeführt. Die Qualitäten der Steine entsprechen denen der zuvor besprochenen Wandkonstruktionen. Diese Fundamente wurden in 2-3 Steinschichten um je einen  $\frac{1}{2}$  Stein verbreitert und lagen auf Sand- oder Betonbetten, sogenannten Banketten, auf.

### 3.2.2. Bodenpressung

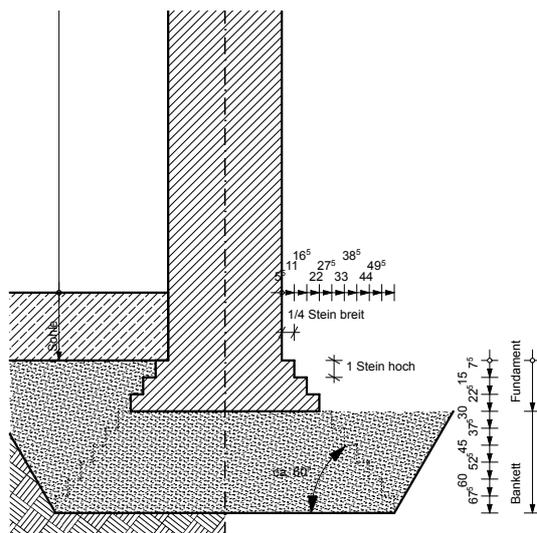


Abb 50 Fundament

Die Berechnung der Bodenpressung erfolgt stufenweise, um je eine halbsteinige Fundamentverbreiterung und um je eine vollsteinige Fundamentvertiefung (siehe Abb 52 sowie detaillierte Berechnungen in Band 2, Kapitel 12.2.2 „Druckfestigkeit der Wände“). Bei der folgenden statischen Berechnung der historischen Fundamente wird das Bankett und dessen Baumaterial der Vereinfachung halber außer Acht gelassen und als gemauerte Verbreiterung berechnet, da hier nur Bautiefe und Auflagerbreite betrachtet werden sollen. Rechnerisch werden Bankett und Fundament als ein gemauertes Bauteil betrachtet, wie in Abb 51 dargestellt.

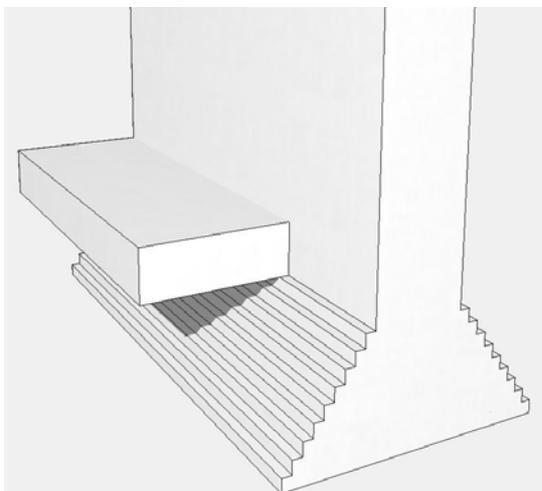


Abb 49 Darstellung des Rechenmodells - Fundament

Die zulässige Bodenpressung wurde mit 200 kN/qm angenommen<sup>154 155</sup>. Die Berechnung ist exemplarisch und hat zum Ziel, mangels statischer Unterlagen generell die Lastreserven der Fundamente einschätzen zu können. Es wurden die Fundamentkonstruktionen der gründerzeitlichen Gebäude und der Altonaer Bauten gemäß der Bauordnung von 1928 berechnet. Spätere Fundamentkonstruktionen wurden einschl. Bodengutachten vor Baubeginn statisch nachgewiesen. Diese Berechnungen und Konstruktionen sind meistens in den Bauakten dokumentiert und noch heute gültig.

### 3.2.2.1. Außenwände

Die in Abb 53 dargestellten Fundamentverbreiterungen und entsprechenden Bodenspannungsreserven der Außenwände verdeutlichen, dass die Fundamente der Außenwände mindestens in vier Stufen, um zwei Steine breiter, ausgeführt werden mussten. Bei Gebäuden mit Kleinwohnungen nach dem WohnBauErlGesetz von 1920 reichen drei Stufen und 1,5 Stein Fundamentverbreiterung.

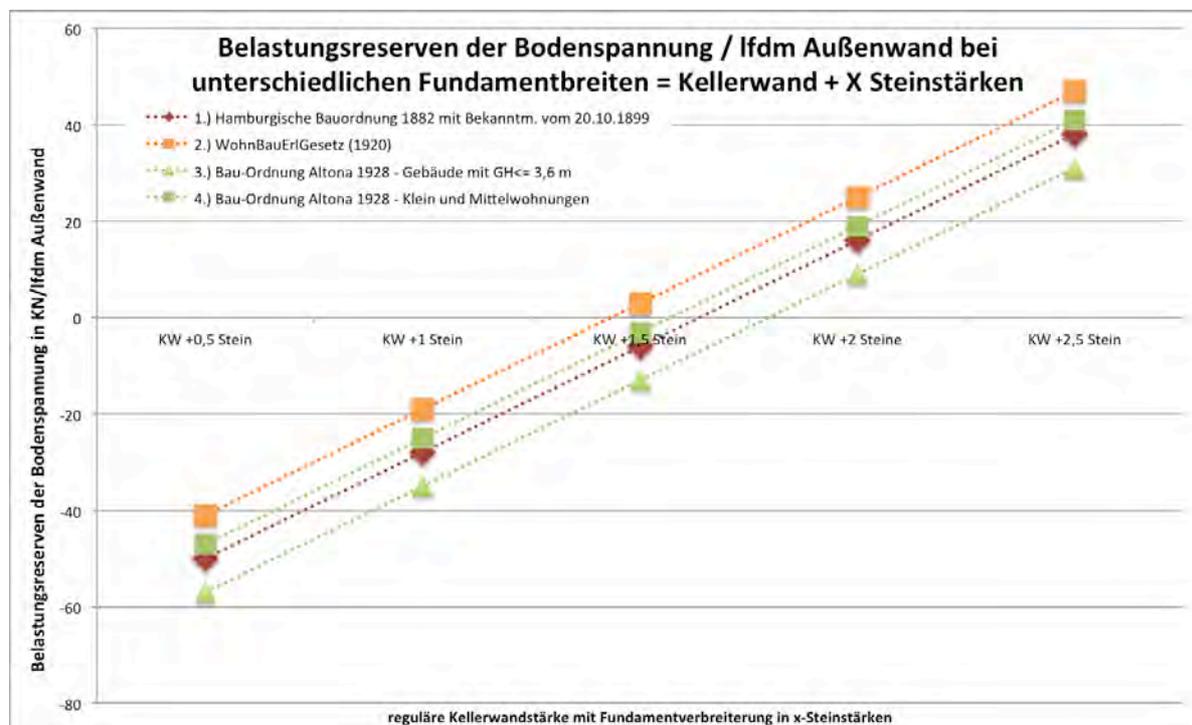


Abb 51 Außenwand-Fundamentbreiten und deren Belastungsgrenzen

Die gängigen Fundamentverbreiterungen mit 2-3 Steinschichten, bzw. mit einer 1-1 ½ steiniger Auflagerverbreiterung auf Sand- oder Betonbankett sind gemäß dieser Berechnung theoretisch stabil gegründet und können zusätzliche Belastungsreserven bergen.

<sup>154</sup> Wolfgang Krings, *Kleine Baustatik: Grundlagen der Statik und Berechnung von Bauteilen*; mit 44 Tabellen, 15., aktualisierte und erw. Aufl. (Wiesbaden: Vieweg & Teubner, 2011), 201, Tabelle 12.14.

<sup>155</sup> Bauordnungsamt Hamburg, „Technische Baupolizeibestimmungen für die Hansestadt Hamburg vom August 1937“, § 10. Gründung.6. „... Es wird darauf hingewiesen, daß im Gebiet des Landes Hamburg höhere zulässige Belastungen als 3,00 kg/cm<sup>2</sup> nicht zu erwarten sind.“

### 3.2.2.2. Innenwände

Die in Abb 54 dargestellten Fundamentverbreiterungen und entsprechenden Bodenspannungsreserven der Innenwände verdeutlichen, dass die Innenwände theoretisch in 6 - 8 Stufen, um 3 - 4 Steine, hätten verbreitert werden müssen. Derartig große Fundamente einschließlich Bankett (mind. 1 m breit und mind. 0,5 m unter der Sohle) waren jedoch bei Innenwänden der gründerzeitlichen Gebäude unüblich. Folglich kam es hier oft zu Setzungen, welche wir heute an den häufig auftretenden schiefen Decken dieser Gebäudetypen erkennen können.

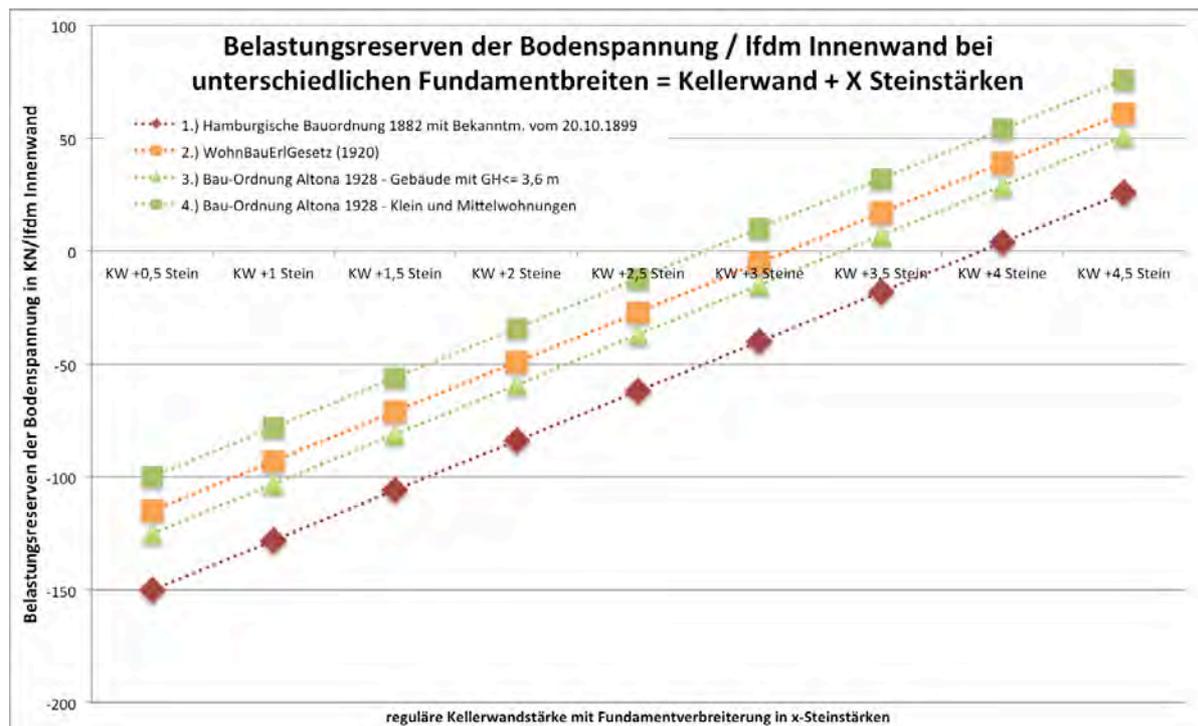


Abb 52 Innenwand-Fundamentbreiten und deren Belastungsreserven

### 3.2.3. Tragfähigkeit der bestehenden Fundamente

Die Unkenntnis der Tragfähigkeit des Bodens, die generell mangelhafte Ausführung von Fundamenten, deren Unterdimensionierung und der Mangel an rechtsverbindlichen Regelwerken bis 1937 sind die Ursachen häufiger Setzungen der Innen- und Außenwände gründerzeitlicher Bauten in Hamburg und Altona. Die Folgen dieser Setzungen sind bis heute an den Fassaden und schiefen Decken erkennbar (Abb 56-Abb 59). Die Setzungen sind jedoch abgeschlossen, das Erdreich unter den Gebäuden hat sich unter deren Gewicht nachverdichtet, bis die notwendige Tragfähigkeit erreicht wurde.

Sind Gebäude auf Pfählen gegründet und sind diese Pfahlgründungen nicht dokumentiert, lässt sich die Tragfähigkeit der Gründung nicht mehr feststellen, da im Gegensatz zu Fundamenten auf Banketten die Substanz nicht mehr mittels Schürfen zu ermitteln ist. Zusätzliche Gebäudelasten wären in diesem Fall entweder durch ein neues Tragwerk bis in den Boden, oder durch eine neue Gründung des Bestandes zu führen.

Für Bauten nach 1937 mussten mit dem Bauantrag Bodenuntersuchungen und statische Berechnungen der Fundamente vorgelegt werden. Diese Bodenuntersuchungen wurden einheitlich anhand der 1934 erlassenen DIN 1054 durchgeführt. Sie liegen meist den Bauakten bei, haben bis heute Gültigkeit und sind eine verwertbare Projektgrundlage.

### 3.2.3.1. Schlussfolgerung bezüglich der Tragfähigkeit der Fundamente

Aus oben genannten Gründen stellen die Fundamente gründerzeitlicher Bauten einen großen konstruktiven Risikofaktor bei einer Gebäudeaufstockung dar. Vor Projektbeginn müssen deshalb unbedingt deren Ausführung und die Bodenqualitäten der Gebäude mittels Schürfungen und Bodenproben ermittelt werden. Angesichts einer regelhaft schlechten Bauausführung von Fundamenten wäre selbst eine umfassende Dokumentation in Bauakten kein sicherer Beleg der gebauten Wirklichkeit. Nachträgliche Unterfangungen und Fundamentverstärkungen der Außenwände sollten von Projektbeginn an vorgesehen werden. Gebäudeteile, welche sich in der Vergangenheit gesetzt haben, kann man nicht mit einer Aufstockung belasten, ohne die Gründung zu verstärken.

Gründerzeitliche Innenwandfundamente sind mit größter Wahrscheinlichkeit nicht zusätzlich belastbar. Eine nachträgliche Verstärkung der Fundamente, oder eine von Außenwand zu Außenwand spannende Aufstockung wären konstruktive Lösungen.

Erste Anhaltspunkte über die zu erwartenden Bodenqualitäten kann in der Vorprojektphase das Bohrdatenportal der Hansestadt Hamburg unter [www.hamburg.de/bohrdaten-geologie/](http://www.hamburg.de/bohrdaten-geologie/) geben. Erdbohrungen sind in Hamburg meldepflichtig, deren Daten sind im Portal gesammelt und teilweise einsehbar. Die Bohrsäulendarstellungen aus der Nachbarschaft geben erste Rückschlüsse auf die zu erwartenden Bodenverhältnisse, können aber keineswegs die eigenen Bohrungen in der Projektphase ersetzen. Weisen die Säulen Weichschichten aus Klei, Schlick, Mudde oder Torf auf, muss mit aufwendiger Gründung gerechnet werden.



Abb 53 Ausschnitt Bohrkarte und Beispiel Bohrsäulen des Bohrdatenportals Hamburg

Bei Hamburger Bauten nach 1937 sind die Bodenverhältnisse ermittelt und das Bauwerk statisch berechnet worden. Die Bauakten geben in diesen Fällen einen umfassenden Überblick über die Mauerwerks- und Fundamentkonstruktionen und stellen eine verlässliche Planungsgrundlage dar.



Abb 54 Setzungen Waterloostrasse 15



Abb 55 Ausschnitt Setzungen Waterloostrasse 15, Knick im Balkongesims



Abb 56 Setzungen Lindenallee 50, Restaurant "Gloria"



Abb 57 Ausschnitt Setzungen Lindenallee 50, gerade eingebaute Pfosten-Riegelfassade und abfallende Gesimse

### 3.3. Die Decken

#### 3.3.1. Holzbalkendecken

Für die Dimensionierung der sogenannten Balkenlagen (siehe Abb 43) gab es überlieferte und in der Fachliteratur beschriebene Zimmermannsregeln. Diese kommen alle trotz unterschiedlicher Ansätze und unterschiedlicher regionaler Herkunft auf ähnliche Ergebnisse (siehe Tabelle 7)<sup>156 157 158 159 160</sup>. Die Balken konnten in der Gründerzeit in Längen bis zu 14 m geliefert werden<sup>161</sup>. Für einen optimalen Holzzuschnitt wurde ein Balkenquerschnitt im Verhältnis 5/7 etabliert. Lediglich die Balkenabstände variieren in den deutschsprachigen Ländern, in den bewaldeten Regionen Süddeutschlands hatten die Balken einen Abstand ab 70 cm, in Küstenregionen Abstände bis 1,20 m<sup>162</sup> und in Hamburg Abstände bis 1,25m<sup>163</sup>. Die Balkenabstände sind an den Nagelungen der Dielen erkennbar. Häufig wurden selbst innerhalb einer Deckenkonstruktion unterschiedliche Balkenabstände gebaut.

Jahr	Quelle	Balkenabst. in m	Formel/ Besonderheit in cm	5m Spannweite		6m Spannweite	
				B	H	B	H
1880	Deutsches Bauhandbuch	1 - 1,25	H=15cm + 2,5 x L/100 B=5/7 H	20	27,5	21	30
1882	Lehrbuch der Hochbau Konstruktionen	1 - 1,1	H=16cm + 2 x L/100 B=H- 3 bis 5 cm VL=280kg/qm	19	26	23	29
1904	BauO Sachsen in Schule des Bautechn.	0,85		20	26	23	29
1904	Zimmermannsregeln in Schule des Bautechnikers	k.a.	H=L/100x4 + 4cm B=5/7 H	17	24	20	28
1904		k.a.	H=L/20 B=5/7 H	18	25	21	30
1933	Baukunde für die Praxis	1	VL=250kg/qm "Wodetafeln"	16	20	18	22
1951	Baukonstruktion	1	Diagramm VL=250kg/qm EL=150kg/qm	14	26	k.a.	da zu groß
heute	Berechnung Biegemoment	1	VL=2kN/qm	18	24	22	26
	Berechnung Durchbiegung l/300, einschl. Kriechen		EL=3,0kN/qm	20	26	24	30

Tabelle 7 Balkenquerschnitte

Nach dem Ersten und besonders nach dem Zweiten Weltkrieg ist die Balkendimensionierung von Holzknappheit geprägt, was sich in einer deutlichen Verschlanung der Balken

<sup>156</sup> Schwatlo u. a., „Baukunde des Architekten“, 50–51.

<sup>157</sup> Rudolph Gottgetreu, „Die Arbeiten des Zimmermannes“, in *Lehrbuch der Hochbau-Konstruktionen*, Bd. 2. Theil, Die Arbeiten des Zimmermannes (Berlin: Ernst & Korn, 1882), 88–90.

<sup>158</sup> Franz Stade, Hrsg., *Die Schule des Bautechnikers*, Bd. Die Holzkonstruktionen (Leipzig: Moritz Schäfer, 1904), 29–33.

<sup>159</sup> Staatliche Beratungsstelle für das Baugewerbe beim Württembergischen Landesgewerbeamt, Hrsg., *Baukunde für die Praxis*, Bd. 1. Band Rohbauarbeiten (Stuttgart, 1933), 85.

<sup>160</sup> Hart, *Baukonstruktion für Architekten*, 1 Wände, Gewölbe, Decken, Dächer: 243–245.

<sup>161</sup> Ahnert und Krause, *Holzbalkendecken, Massivdecken, Deckenregister, Fußböden, Erker und Balkone, Verkehrslasten im Überblick*, Band 2:10.

<sup>162</sup> Giebeler, *Atlas Sanierung*, 145–146.

<sup>163</sup> Eigene Messungen

niederschlägt. In den technischen Baubestimmungen von 1937 werden 10/20 cm als Mindestmaße für Deckenbalken und 85 cm als maximaler Balkenabstand genannt<sup>164</sup>. Derartige Balkendecken wären nach den heute gültigen Berechnungsformen (vergleiche Berechnung in Anlage 12.2.3 mit Tabelle 7) nicht tragfähig. Die meisten aufgeführten Holzbalkendecken sind zwar tragfähig, genügen aber nicht den heutigen Ansprüchen an die Durchbiegung von Decken.

#### **3.3.1.1. Schadensbilder**

Die Balkenköpfe der Holzbalkendecken liegen in den Außenwänden in Mauertaschen, welche nur einen halben Stein starke Vormauerung haben. Hier schlägt sich häufig, entweder durch Regen von außen oder durch Dampfkondensation aus dem Innenraum, Feuchtigkeit nieder. Feuchtes Holz ist der ideale Nährboden für Hausschwamm, der das Holz vollständig zersetzen kann. Dies ist die häufigste Schadensursache an Holzbalkendecken und zieht eine aufwendige Schwammsanierung nach sich. Deshalb sollte man vor einer Dachaufstockung die Dielen im Außenwandbereich aufnehmen und dort die Balkensubstanz prüfen und die Deckenkonstruktion bestimmen.

#### **3.3.1.2. Tragfähigkeit**

Beim Vergleich der gründerzeitlichen Balkendimensionierung mit den heutigen Anforderungen in Tabelle 7 Balkenquerschnitte wird deutlich, dass die gründerzeitlichen Balken, bei Abständen bis 1 m, ähnliche Querschnitte wie jene nach heutigen Berechnungen haben. Aber eben diese Balkenabstände wurden in Hamburg häufig überschritten, weshalb diese vor Projektbeginn einfach durch Messen der Vernagelungen ermittelt werden sollten. Die Balkenkonstruktionen nach dem Ersten Weltkrieg sind aufgrund der wirtschaftlichen Notlage<sup>165</sup> und nach dem 2. Weltkrieg wegen der Holzknappheit<sup>166</sup> im Vergleich zur Gründerzeit und heutigen Anforderungen eindeutig unterdimensioniert.

Die historischen Holzbalkendecken mögen ggf. tragfähig sein, sie überschreiten aber die aktuell maximal zulässige Durchbiegung von 1/300 der Balkenlänge. Aus diesem Grund sollte bei einer Gebäudeaufstockung die statische Ertüchtigung der Bestandsdecke zum Dachraum vorgesehen werden.

---

<sup>164</sup> Bauordnungsamt Hamburg, *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938*.

<sup>165</sup> Staatliche Beratungsstelle für das Baugewerbe beim Württembergischen Landesgewerbeamt, *Baukunde für die Praxis*, 1. Band Rohbauarbeiten:84.

<sup>166</sup> Hart, *Baukonstruktion für Architekten*, 1 Wände, Gewölbe, Decken, Dächer:98.

### 3.3.1.3. Brandschutz

Tabelle 63: Holzbalkendecken F 30-B mit verdeckten Holzbalken (z. B. in Altbauten)

Zeile	Mindestbreite der Holzbalken	Mindestdicke der Fußbodenbretter oder des Unterbodens	Zulässige Spannweite des Putzträgers bei		Mindestputzdicke <sup>1)</sup>
	<i>b</i> mm	<i>d</i> <sub>2</sub> mm	Drahtgewebe <i>l</i> mm	Rippenstreckmetall <i>l</i> mm	
1	120	28	500	1000	15
2	160	21	500	1000	15

<sup>1)</sup> Putz der Mörtelgruppe P II, P IVa, P IVb oder P IVc nach DIN 18 550 Teil 2. *d*<sub>1</sub> über Putzträger gemessen; die Gesamtputzdicke muß  $D \geq d_1 + 10$  mm sein — das heißt, der Putz muß den Putzträger  $\geq 10$  mm durchdringen. Zwischen Rohrputz oder ähnlichem und Drahtputz darf kein wesentlicher Zwischenraum sein (siehe Schema-Skizze).

Abb 58 Brandschutz von Holzbalkendecken gem. DIN 4102-4, S. 86

Eine Holzbalkendecke mit Einschub und Verfüllung wie in Abb 60 dargestellt, erreicht bestenfalls eine Brandschutzqualifizierung von F30-B. Da man im städtischen Kontext entweder Gebäude der Gebäudeklasse 4 ( $7 \text{ m} < H \leq 13 \text{ m}$ ), oder der Gebäudeklasse 5 ( $13 \text{ m} < H \leq 22 \text{ m}$ ), aufstocken wird, würde eine minimale Brandschutzanforderung von F60 bzw. F90 gefordert werden. Bestandschutz besteht meistens nicht, da eine Gebäudeaufstockung entweder eine Nutzungsänderung impliziert, oder die Eingriffe zu bedeutend sind. Die Decken müssten entweder ertüchtigt oder durch bessere Konstruktionen ersetzt, oder die fehlenden Brandschutzeigenschaften mit brandschutztechnischen Kompensationsmaßnahmen kompensiert werden.

### 3.3.1.4. Schallschutz

In Gebäuden werden Geräusche entweder als Luftschall (Lärm, Musik, Sprache etc.) oder als Trittschall (Trittgeräusche, Stühlerücken, etc.) übertragen. Die Fähigkeit der Bauteile, derartige Schallemissionen zu absorbieren, wird für den Luftschall mit dem Schalldämmmaß *R*<sub>w</sub> bzw. *R*'<sub>w</sub> und für den Trittschall mit dem Norm-Trittschallpegel *L* bzw. *L*' gekennzeichnet. Je höher das Schalldämmmaß *R*'<sub>w</sub> und je niedriger der Norm-Trittschallpegel *L*', umso besser ist die Schalldämmung. Holzbalkendecken haben folgende Schalldämmwerte

45 dB $\leq$ R' $\leq$ 54 dB und 58 dB $\leq$ L' $\leq$ 71 dB<sup>167</sup>. Dies entspricht nicht einmal den Anforderungen an Schalldämmung der gültigen DIN 4109 (1989), welche in der geltenden Rechtsprechung hierzu als unzulänglich betrachtet wurden. Die erhöhten Schallschutzwerte des Beiblattes 2 zur DIN 4109 geben eher den zivilrechtlich geschuldeten Schallschutz<sup>168</sup> wieder. Hierin wird in der Tabelle 2.2 ein Luftschalldämm-Maß R' von  $\geq$ 55 dB und ein Norm-Trittschallpegel von  $\leq$ 46 dB gefordert. Der bestehende Schallschutz ist somit mangelhaft und die Decken müssen bei der Aufstockung unbedingt schallschutztechnisch ertüchtigt werden.

### 3.3.1.5. Fazit Holzbalkendecken

Bestehende Holzbalkendecken müssten im Hinblick auf Brand- und Schallschutz nachgerüstet werden. Dies ist jedoch meistens nur mit mehr Masse und erhöhten Deckenaufbauten zu erzielen. Die Tragfähigkeit der Deckenkonstruktionen müsste somit ebenfalls erhöht werden<sup>169</sup>, die erhöhten Aufbauten beeinflussen/beeinträchtigen maßgeblich die weitere Planung (Übergang zum Treppenhaus, baurechtliche Gebäudehöhe, etc.). Die Planung der Deckenkonstruktion zwischen Aufstockung und Bestand ist deshalb eine baukonstruktiv überaus anspruchsvolle Aufgabe, ein Nutzen und Erhalt der bestehenden Decken wird nicht immer möglich sein. Eine zweite Geschossdecke über dem Bestand oder ein Abbruch der Bestandsdecke mit der Konsequenz der Entmietung des darunterliegenden Geschosses sind weitere konstruktive Möglichkeiten.

### 3.3.2. Massive Decken

„Wohl auf keinem Gebiet der Hochbaukonstruktionen... sind in verhältnismäßig so kurzer Zeit so neuartige, von den alten Verhältnissen abweichende Konstruktionen entstanden, wie auf dem Gebiete der Deckenkonstruktionen. Während noch vor wenigen Jahrzehnten als beinahe einzig gebräuchliche Decken die Holzbalkendecke und das massive Kappengewölbe in Frage kamen, ist jetzt die Zahl der dem Hochbautechniker zur Verfügung stehenden Deckenkonstruktionen... auf über 300 gestiegen.“<sup>170</sup> stellte 1908 Franz Albert in seinem Lehrbuch für Baugewerkschulen fest. Für diese unüberschaubare Anzahl an Systemen gab es lange keine einheitlichen Dimensionierungsregeln<sup>171</sup>. Einzelzulassungen und systemeigene Berechnungen bestimmten die massiven Deckenkonstruktionen bis in die

---

<sup>167</sup> K. Lißner u. a., „Modernisierung von Altbauten“, in *holzbau handbuch*, Bd. 1 Modernisierung von Altbauten, 1 Entwurf und Konstruktion, 14 Umbau und Modernisierung (Düsseldorf, 2001), 10.

<sup>168</sup> Peter Häupl u. a., *Lehrbuch der Bauphysik: Schall - Wärme - Feuchte - Licht - Brand - Klima*, hg. von Wolfgang Willems, 7., vollst. überarb. und aktual. Aufl. 2013. (Wiesbaden: Springer, 2013), 509.

<sup>169</sup> z. Bsp. durch Balkenverstärkung mit angelaschten Balken, U-Eisen, oder Balkenköpfen aus Polymerbeton

<sup>170</sup> Franz Albert, "Die Eisenkonstruktionen und die Eisenbetonbauweise im Hochbau: Lehrbuch für Baugewerkschulen" (Leipzig: Schäfer, 1908), 113; in Michael Fischer, „Steineisendecken im Deutschen Reich 1892-1925“ (Dissertation, BTU Cottbus, 2009), 29.

<sup>171</sup> Fischer, „Steineisendecken im Deutschen Reich 1892-1925“, 1.

1920er Jahre. Erst 1925 gab es reichsweite Bestimmungen für den Bau von Steineisendecken. Da die Tragfähigkeit der neuen massiven Decken im Planungsprozess rechnerisch nachgewiesen werden musste, ist es wahrscheinlich, dass diese Berechnungen in den Bestandsunterlagen enthalten sind. Anderweitig muss das Deckensystem bestimmt werden. Hierfür legt man unterseitig die Konstruktion mittels Putzabschlag frei. Hierdurch lässt sich feststellen, ob es sich um Stahlträger- oder Stahlsteindecken, Stahlbeton-Plattendecken, -Rippendecken oder -Balkendecken handelt. Mittels Kernbohrungen lassen sich die Deckenaufbauten und Bewehrungen genauer bestimmen. Dies ist zumindest bei Stahlsteindecken riskant, da durch die Kernbohrung die Tragfähigkeit der Decken beim Durchbohren von zugbeanspruchtem Eisen beträchtlich eingeschränkt werden kann. Es empfiehlt sich deshalb, vorab die „Datenbank historischer Steineisendecken“<sup>172</sup>, oder das Deckenregister in Ahnert/Krause Band 2<sup>173</sup> zu konsultieren. Die genaue Bestimmung massiver Deckenkonstruktionen ist ohne statische Unterlagen eine aufwendige und unumgängliche Maßnahme, will man die bestehenden Deckenkonstruktionen bei einer Aufstockung weiterbelasten.

---

<sup>172</sup> Werner Lorenz, „Datenbank historischer Steineisendecken“, zugegriffen 2. Dezember 2013, <http://www.steineisendecken.de/index2.php>.

<sup>173</sup> Ahnert und Krause, *Holzbalkendecken, Massivdecken, Deckenregister, Fußböden, Erker und Balkone, Verkehrslasten im Überblick*.

### 3.3.2.1. Brandschutz

Ab den 1920er-Jahren hielten massive Flachdecken Einzug in den Wohnungsbau. Diese wurden zuerst als Treppenpodeste, Kellerdecken, in Feuchträumen und unter Linoleum eingebaut. Die Betontechnik war noch nicht ausgereift und die ersten Stahlträgerbetondecken und Stahlbetondecken hingen häufig durch, bzw. hatten nur 1 cm Bewehrungsüberdeckung. Mit einer derart geringen Bewehrungsüberdeckung wird max. eine Brandschutzklasse von F30 erreicht. Bei Stahlbetonkonstruktionen ist deshalb unbedingt die Bewehrungsüberdeckung mittels Stemmen zu ermitteln.

Die Stahlsteindecken erreichen dagegen Brandschutzklassifizierungen gem. DIN 4102 T4 bis F-180A (siehe Abb 61). Sind das System und die Konstruktion der Decke eindeutig bestimmt, lässt sich deren Brandschutzklasse anhand der DIN 4102 Teil 4 eindeutig bestimmen.

DIN 4102 Teil 4 Seite 37

**Tabelle 27: Mindestdicke und Mindestachsabstände von Stahlsteindecken**

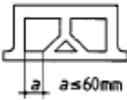
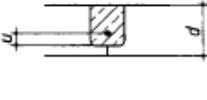
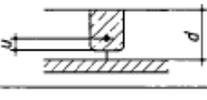
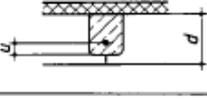
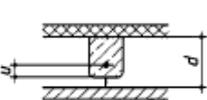
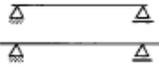
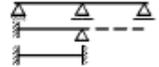
Zeile	Konstruktionsmerkmale 	Feuerwiderstandsklasse-Benennung <sup>1)</sup>				
		F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
1	Mindestdicke $d$ in mm von Stahlsteindecken					
1.1	ohne Berücksichtigung einer Bekleidung oder eines Estrichs 	115	140	165	240	290
1.2	mit Berücksichtigung eines Putzes nach Abschnitt 3.1.6.3 $\geq 15$ mm Dicke 	90	115	140	165	240
1.3	mit Berücksichtigung eines Estrichs der Baustoffklasse A oder eines Gußasphaltestrichs in $\geq 30$ mm Dicke 	90	90	115	140	165
1.4	mit Berücksichtigung eines Putzes nach Abschnitt 3.1.6.3 in $\geq 15$ mm Dicke und eines Estrichs der Baustoffklasse A oder eines Gußasphaltestrichs in $\geq 30$ mm Dicke 	90	90	90	115	140
2	Mindestachsabstand $u$ in mm der Feldbewehrung unbekleideter Decken <sup>2)</sup>					
2.1	bei statisch bestimmter Lagerung 	10	10	20	30	45
2.2	bei statisch unbestimmter Lagerung bei Anordnung der Stütz- bzw. Einspannbewehrung					
2.2.1	nach DIN 1045 	10	10	20	30	45
2.2.2	nach Abschnitt 3.9.2.3, sofern das Stützweitenverhältnis min. $l \geq 0,8$ max. $l$ ist 	10	10	10	15	35

Abb 59 Auszug aus DIN 4102 Teil 4

### 3.3.2.2. Schallschutz

Die Baukosten massiver Decken der 1920er-Jahre und besonders der Nachkriegszeit<sup>174</sup> waren mehr durch Materialpreise als durch Arbeitsaufwand geprägt. Besonders in den Nachkriegsbauten wurden deshalb schlanke Stahlbetondecken mit kurzen Spannweiten und viele tragende Wände gebaut<sup>175</sup>. Bis Anfang der 1960er-Jahre waren die Bodenbeläge selten schallentkoppelt. Die Unkenntnis der Flanken-Schallübertragung und der Schallentkopplung durch schwimmende Konstruktionen, sowie die Baumassenreduktion durch Materialersparnis führen dazu, dass auch die massiven Deckenkonstruktionen einen mangelhaften Schallschutz haben. Erst 1959 wurde die erste Norm für Schallschutz, die DIN 4109, erlassen. Deren Schallschutzwerte entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen.

Verbindliche Schallschutzbestimmungen sind angesichts der Vielzahl der Deckensysteme mittels DIN 4102 T4 nicht möglich. Sollen die massiven Decken im Zuge einer Aufstockung weiter genutzt werden, empfiehlt es sich, von Anbeginn einen Akustikfachplaner in die Planung einzubeziehen. Mittels Schallgutachten sollten vor Projektbeginn die reellen Schallschutzwerte der Deckenkonstruktionen ermittelt werden. Eine schallschutztechnische Ertüchtigung der Decken ist nur mit zusätzlicher Masse möglich, was die Tragfähigkeit der schlanken Decken überbeanspruchen würde. Im Gegensatz zu den Holzbalkendecken lässt sich die Tragfähigkeit der massiven Deckenkonstruktionen nicht ohne weiteres im Nachhinein verstärken.

### 3.3.2.3. Fazit Massivdecken

Die Bestandsanalyse der massiven Decken ist angesichts einer unüberschaubaren Anzahl an Systemen aufwendiger und weniger eindeutig als die der Holzbalkendecken. Zur Feststellung der Tragfähigkeit und des Brandwiderstandes ist eine genaue Konstruktionsbestimmung aber unumgänglich. Die historischen Massivdecken können ausreichenden Brandschutz gewährleisten. Der Schallschutz ist, wie bei den Holzbalkendecken, mangelhaft und muss ertüchtigt werden. Dies stellt im Hinblick auf die geringe Tragfähigkeit sparsamer Konstruktionen und die wenigen konstruktiven Möglichkeiten der statischen Ertüchtigung massiver Deckenkonstruktionen die Hauptherausforderung bei der Weiternutzung der Bestandsdecken dar.

---

<sup>174</sup> Giebeler, *Atlas Sanierung*, 173.

<sup>175</sup> Ebd., 182–183.

### **3.4. Zusammenfassung der Erkenntnisse aus der historischen Analyse**

Im Folgenden werden die Erkenntnisse der historischen Analyse zusammengefasst.

#### **3.4.1. Allgemein**

Die Forderung nach Festigkeitsberechnungen bei Bauantragsstellung in Altona ab 1928 und in Hamburg ab 1937 stellt bei der Betrachtung historischer Baukonstruktionen in der Hansestadt einen Wendepunkt dar. Ab diesem Zeitpunkt wurden die Gebäude statisch umfassend berechnet und deren Konstruktion dokumentiert. Sind diese Unterlagen vollständig erhalten, können sie heute als Projektgrundlage für eine Gebäudeaufstockung genutzt werden.

Zwar wurden Gebäude zuvor nach den hier besprochenen Regeln der Technik gebaut. Ihre Konstruktion wurde jedoch nichts seitens der Baubehörde überprüft und wurde nicht umfassend in den Bauantragsunterlagen dokumentiert. Eine akkurate Bestandsermittlung der Wand-, Decken- und Fundamentkonstruktionen ist deshalb vor Projektbeginn unumgänglich.

#### **3.4.2. Die Wände**

##### **3.4.2.1. Wandkonstruktionen der Gründerzeit und 20er Jahre in Hamburg und Altona**

Die Außenwandkonstruktionen der untersuchten Altonaer und Hamburger Wohnungsbauten wären für eine zusätzliche Belastung durch eine Gebäudeaufstockung nicht knickfest ausgebildet. Diese zusätzlichen Lasten können aber in die ausgesteiften Wandbereiche eingeleitet werden, da diese hierfür druckfest ausgebildet sind.

Die Innenwände sind für derartige Belastungen knick- und druckfest ausgebildet.

##### **3.4.2.2. Wandkonstruktionen Altonaer Wohnungsbauten ab 1928**

In der Bauordnung für Altona von 1928 wurden Mindest-Wandstärken einschließlich aller relevanten konstruktiven Parameter wie Raumtiefe, Mörtelklassen usw. bestimmt. Außen- und Innenwandkonstruktionen dieser Bauart sind für eine Belastung durch Gebäudeaufstockung sowohl knick- als auch druckfest konstruiert.

##### **3.4.2.3. Wandkonstruktionen des vereinten Hamburgs ab 1937**

Wurden die Wände der Wohnungsbauten nach 1937 mit Kalkmörtel gemauert, halten diese Gebäude einer zusätzlichen Belastung durch eine Gebäudeaufstockung nicht stand. Sind sie aber stattdessen mit Kalkzementmörtel gemauert, bergen die Innenwandkonstruktionen wahrscheinlich ausreichend Belastungsreserven.

### **3.4.3. Die Fundamente**

#### **3.4.3.1. Fundamentkonstruktionen in Hamburg bis 1937 und Altona bis 1928**

Die Fundamente der untersuchten Wohnungsbauten der Gründerzeit und der Zwanzigerjahre wurden häufig mangelhaft ausgeführt. Die fachgerechte Ausführung sollte deshalb vor Projektbeginn mittels Schürfen überprüft werden. Sind die Außenwand-Fundamente mangelfrei als 3-stufige Fundamente auf Sand- oder Betonbankett ausgeführt, bergen sie wahrscheinlich Belastungsreserven für eine Gebäudeaufstockung. Die Fundamente der Innenwände haben diese Belastungsreserven höchstwahrscheinlich nicht. Wegen enger Kellerräume und abzubrechenden Sohlen lässt sich deren reelle Konstruktion und Ausführung nur erschwert feststellen.

#### **3.4.3.2. Fundamentkonstruktionen in Hamburg ab 1937 und Altona ab 1928**

Den Altonaer Fundamentkonstruktionen ab 1928 und Hamburg ab 1937 ging eine Bodenuntersuchung voraus, welche es zu dokumentieren galt. Die Fundamente wurden statisch berechnet. Diese Berechnungen liegen meistens noch heute den Bauakten bei und geben verlässlich Aufschluss über die Belastungsreserven der Bestandsfundamente.

### **3.4.4. Die Decken**

#### **3.4.4.1. Die Holzbalkendecken**

Holzbalkendecken waren bis zur Nachkriegszeit die am häufigsten eingebauten Decken. Holzbalkendecken mit einem Balkenquerschnitt von 14/26 cm, einer Spannweite  $\leq 5$  m, und einem Balkenabstand von  $\leq 1$  m entsprechen den heutigen Anforderungen an Tragfähigkeit und Durchbiegung. Sie sind aber in punkto Schall- und Brandschutz mangelhaft und müssen diesbezüglich ertüchtigt werden. Derartige Ertüchtigungen sind nur durch zusätzlichen Materialeinsatz möglich, für den die Bestands-Holzdecken jedoch keine Belastungsreserven bergen. Die Tragkonstruktion der Holzbalkendecken muss also auf jeden Fall für den Brand- und Schallschutz ertüchtigt werden.

#### **3.4.4.2. Die Massivdecken**

Vom Ende des 19. Jahrhunderts bis zur Nachkriegszeit ist eine unüberschaubare Anzahl an unterschiedlichen Massivdecken-Konstruktionen entwickelt worden. Diese Systeme müssen zum Projektbeginn identifiziert werden, um deren technische Eigenschaften zu bestimmen. Die Brandschutzeigenschaften können dann wahrscheinlich mittels der DIN 4102 T2 bestimmt werden und können ausreichend sein. Die Schallschutzqualitäten sind, wie bei den Holzbalkendecken, mit Sicherheit mangelhaft.

## **3.5. Schlussfolgerungen aus der historischen Analyse im Hinblick auf eine Gebäudeaufstockung**

### **3.5.1. Tragwerk**

#### **3.5.1.1. Allgemein**

Stein- und Mörtelqualität, Spannweiten, Wandstärken, Fundamentkonstruktionen und Bodenqualitäten bestimmen die Tragfähigkeit der Bestandskonstruktionen und müssen unbedingt vor Projektbeginn festgestellt werden.

#### **3.5.1.2. Hamburgische Bauten vor 1896**

Vor 1896 gab es in Hamburg keine konstruktiven Vorgaben für den Bau von Mehrfamilienhäusern. Diese Bauten sind meistens äußerst schmal gemauert und können höchstwahrscheinlich keine Gebäudeaufstockungen aufnehmen, ohne dass das Bestandstragwerk ertüchtigt würde.

#### **3.5.1.3. Gründerzeit und Zwanzigerjahre**

Die Außenwände der untersuchten Hamburger und Altonaer Bauten sind meistens nur in den ausgesteiften Bereichen zusätzlich belastbar. Die Innenwandkonstruktionen sind zwar ausreichend knick- und druckfest ausgebildet, haben aber wahrscheinlich zu schwach dimensionierte Fundamente. Die Fundamente oder der Baugrund unter den Innenwänden sollte dann im Zuge der Gebäudeaufstockung nachträglich ertüchtigt werden. Hierfür gibt es mehrere Verfahren, die ohne Freilegung der Fundamente die Tragfähigkeit der Gründungen verstärken<sup>176</sup>. Anderwärtig könnten sonst die Innenwandgründungen nicht die zusätzliche Belastung einer Gebäudeaufstockung abtragen.

Dann wäre ein weitspannendes Tragwerk vorzusehen, um die Lasten von Außenwand zu Außenwand in die ausgesteiften Wandbereiche einzuleiten. Weitspannende Tragwerke generieren aber große Verkehrslasten. Da die Tragfähigkeit gründerzeitlicher Außenwände und Innenwandfundamente wenige Belastungsreserven bergen, sollten die Eigenlasten der Gebäudeaufstockung so gering wie möglich bleiben und generell als Leichtbaukonstruktion geplant werden.

#### **3.5.1.4. Gebäude ab 1937**

Ab 1938 wird die Tragfähigkeit der Fundamente statisch nachgewiesen, zeitgleich reduzieren sich die Belastungsreserven der Außenwandkonstruktionen. Bei den Gebäuden ab 1937 bis 1969 wird die Last einer Aufstockung deshalb in die tragenden Innenwände ein-

---

<sup>176</sup> Matthias Vogler, „Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude - Schadensanalysen und Verfahren zur Sanierung“, in *Schäden an Gründungen und erdberührten Bauteilen. Ursachen - Bewertung - Sanierung* (46. Bausachverständigen-Tag im Rahmen der Frankfurter Bautage 2011, Frankfurt am Main: Fraunhofer IRB Verlag, 2011), 17–30.

geleitet werden müssen. Wurde aber Kalkmörtel bei den tragenden Wänden vermörtelt, kann der Bestandsbau nicht mit einer zusätzlichen Gebäudeaufstockung belastet werden.

Tragwerke dieser Gebäudeaufstockungen können nicht weit spannen, sollten aber aufgrund geringer Belastungsreserven der Bestandskonstruktionen weiterhin als Leichtbaukonstruktionen mit geringen Eigenlasten geplant werden.

### 3.5.2. Decken

#### 3.5.2.1. Schallschutz

Durch die Nutzungsänderung und die Bedeutsamkeit des baulichen Eingriffes einer Gebäudeaufstockung verlieren die Bestandbauteile ihren Bestandsschutz und sind auf die heutigen technischen Anforderungen zu ertüchtigen. Alle untersuchten Deckenkonstruktionen müssten schallschutztechnisch ertüchtigt werden. Dies ist bei den Massivdecken meistens nicht ohne weiteres möglich, da sich deren Tragstruktur im Gegensatz zu Holzbalkendecken nicht nachträglich ertüchtigen lässt. In Kooperation mit einem Schallschutz-Sachverständigen sollte dann ein projektspezifischer Bodenaufbau entwickelt werden, der unter Berücksichtigung der Tragfähigkeit der Bestandsdecke den optimalen Schallschutz erzielt. Grundsätzlich sollte man davon ausgehen, daß Massivdecken entweder aufgedoppelt oder durch neue Konstruktionen ersetzt werden müssen.

Die Tragfähigkeit der Balken von Holzbalkendecken kann dagegen mittels angelaschter Träger ertüchtigt werden (siehe Abb 60 und Abb 61).

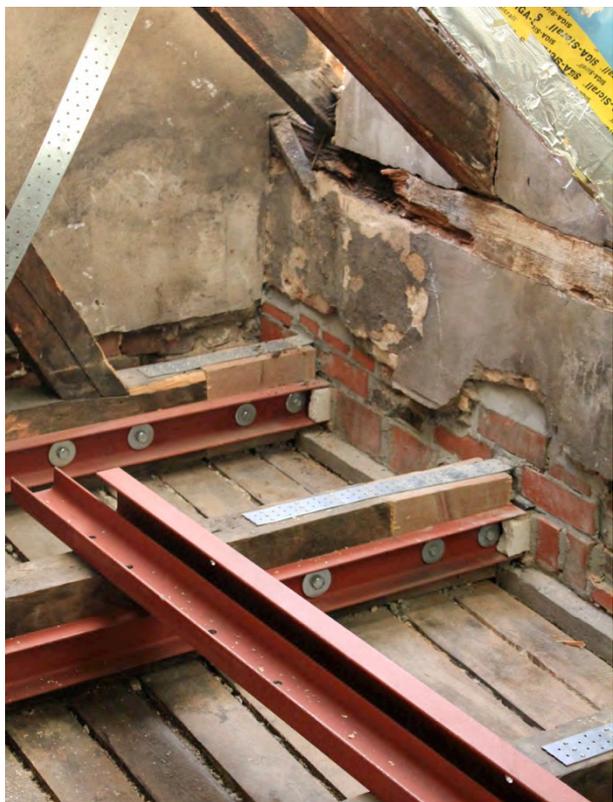


Abb 60 Holzbalkenertüchtigung



Abb 61 Holzbalkenertüchtigung: Balkenkopf

### **3.5.2.2. Brandschutz**

Nach Bestimmung des eingebauten Deckensystems lassen sich dessen Brandschutzqualitäten mit der DIN 4102 bestimmen. Massivdecken können ausreichende Brandschutzqualitäten aufweisen, Holzbalkendecken müßten entweder ertüchtigt werden, oder deren mangelhafter Brandschutz durch andere Brandschutzmaßnahmen kompensiert werden. Wie beim Schallschutz kann dies unter anderem mit zusätzlichen Aufbauten und zusätzlicher Masse erwirkt werden.

### **3.5.3. Zusammenfassung der Schlussfolgerungen und baukonstruktiven Maßnahmen einer Gebäudeaufstockung**

In den Abb 62 - Abb 64 auf den Seiten 80 - 81 sind die Erkenntnisse aus der Analyse der historischen Baukonstruktion (Kapitel 3.4) und die Schlussfolgerungen für die Konstruktion einer Gebäudeaufstockung und die Ertüchtigung der Bestandsdecken (Kapitel 3.5) der guten Übersicht halber in Tabellen dargestellt.

### **3.6. Handlungsempfehlungen zum Erreichen einer frühzeitigen statischen Projektsicherheit**

Die statischen Qualitäten des Bestandsbaus sind für jedes Aufstockungsprojekt projektscheidend. Deshalb sollte der Planer im Projektverlauf mit zunehmender Genauigkeit die Tragfähigkeit überprüfen. Zu Projektbeginn sollte er das Projekt einem der sieben Gebäudemodelle zuordnen und so eine erste Einschätzung bezüglich der Tragfähigkeit der Fundamente, Außen- und Innenwände erlangen.

Vor dem Vorentwurf empfiehlt es sich, mit den reellen Maßen einen Knick- und Drucknachweis wie in den Anlagen 12.2.1 „Knickfestigkeit der Wände“ und 12.2.2 „Druckfestigkeit der Wände“ in Band 2 durchzuführen. Anschließend können die Bauteile, welche die Lasten der Gebäudeaufstockung abtragen, beziehungsweise ertüchtigt werden müssen, bestimmt werden. Dieser Prozessschritt ist in Kapitel 5.2.3 - „Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen zur Standsicherheit von Gebäudeaufstockungen in Hamburg“ näher beschrieben.

Spätestens nach der Klärung der Rechtssicherheit (siehe Kapitel 4.4) sollte ein Statiker in das Projekt eingebunden werden und im weiteren Projektverlauf präzise und endgültige Belastungsreserven ermitteln.

		Tragwerk		Decke	
	Analyse	Maßnahmen	Analyse	Maßnahmen	
1	Hamb. BauO v. 1882 mit Bekanntm. vom 20.10.1899	Außenwände nicht knickfest, in den ausgesteiften Bereichen aber druckfest. Fundamente der Innenwände wahrscheinlich nicht tragfähig.	weitspannendes (von Awand zu Awand) Tragwerk mit punktueller Lastabtragung in den ausgesteiften Bereich des Mauerwerks, oder Verstärkung der Innenwandfundamente	Holz balkendecken ohne ausreichende Tragfähigkeit, Schall- und Brandschutz	Ertüchtigung der Tragfähigkeit, Schallschutz- und Brandschutzeigenschaften der bestehenden Holz balkendecken
2	Wohnungsbauerleichterungsgesetz von 1920	Außenwände nur bedingt knickfest, in den ausgesteiften Bereichen aber druckfest. Fundamente der Innenwände wahrscheinlich nicht tragfähig.		Holz balkendecken ohne ausreichende Tragfähigkeit, Schall- und Brandschutz	Ertüchtigung der Tragfähigkeit, Schallschutz- und Brandschutzeigenschaften der bestehenden Holz balkendecken
3	Altonaer Bauordnung von 1928	Außenwände knick- und druckfest, Fundamente der Innenwände wahrscheinlich nicht tragfähig, es sei denn es liegt eine statische Berechnung vor.	weitspannendes Tragwerk mit Abtragung als Punkt- oder Streckenlasten, oder/und Verstärkung der Innenwandfundamente	Massivdecken, ggf. statisch nachgewiesen, sonst Tragfähigkeit und Schallschutz, aber ggf. genügend Brandschutzeigenschaften	Systembestimmung schwierig, ohne ausreichende Tragfähigkeit und Schallschutz, aber ggf. genügend Brandschutzeigenschaften
4	Altonaer Bauordnung von 1928, Regelungen für Kleinwohn.	Außenwände knick- und druckfest, Fundamente der Innenwände wahrscheinlich nicht tragfähig, es sei denn es liegt eine statische Berechnung vor.		Massivdecken, ggf. statisch nachgewiesen, sonst Systembestimmung schwierig, ohne ausreichende Tragfähigkeit und Schallschutz, aber ggf. genügend Brandschutzeigenschaften	Ertüchtigung der Tragfähigkeit, Schallschutz- und Brandschutzeigenschaften der bestehenden Holz balkendecken
5	Techn. Baubestimmungen i. d. HBauO von 1938	Wenn Bestandswände mit MG1 vermörtelt, trägt der Bestandsbau keine zusätzliche Aufstockung, sonst: Außenwände nicht knickfest und nur eingeschränkt druckfest. Innenwände knick- und druckfest. Fundamente + Tragfähigkeit des Bodens statisch nachgewiesen.	Wenn Bestandsbau tragfähig, Tragwerk mit punktueller Lastabtragung in den ausgesteiften Bereichen der Außenwände und den tragenden Innenwänden	Holz balkendecken ohne ausreichende Tragfähigkeit, Schall- und Brandschutz	Ertüchtigung der Tragfähigkeit, Schallschutz- und Brandschutzeigenschaften der bestehenden Holz balkendecken
6	DIN 4106 (1937) mit HBauO 1938	Außenwände nicht knick- und nur eingeschränkt druckfest. Innenwände eingeschränkt knick- aber druckfest. Fundamente + Tragfähigkeit des Bodens statisch nachgewiesen.	Tragwerk mit punktueller Lastabtragung in den ausgesteiften Bereichen der Außenwände und den tragenden Innenwänden	Massivdecken, statisch nachgewiesen, ohne ausreichende Tragfähigkeit und Schallschutz, Brandschutzeigenschaften nachgewiesen/bestimmbar und ggf. ausreichend	Ertüchtigung der Tragfähigkeit, Schallschutz- und Brandschutzeigenschaften der bestehenden Holz balkendecken
7	DIN 4106 (1953) mit HBauO 1938	Außenwände nicht knick- und nur eingeschränkt druckfest. Innenwände eingeschränkt knick- aber druckfest. Fundamente + Tragfähigkeit des Bodens statisch nachgewiesen.	Tragwerk mit punktueller Lastabtragung in den ausgesteiften Bereichen der Außenwände und den tragenden Innenwänden	Massivdecken, statisch nachgewiesen, ohne ausreichende Tragfähigkeit, Schallschutz, Brandschutzeigenschaften nachgewiesen/bestimmbar und ggf. ausreichend	Ertüchtigung der Tragfähigkeit, Schallschutz- und Brandschutzeigenschaften der bestehenden Holz balkendecken

Abb 62 Chronologisch geordnete Ergebnisse der Baukonstruktionsanalyse und entsprechende Massnahmen einer Gebäudeaufstockung



## 4. Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen

Will man ein Gebäude neu errichten oder verändern, muss man hierbei baurechtliche Vorschriften berücksichtigen. Neben den rechtlichen Vorgaben der Bebauungspläne und des Baugesetzbuches sind die Vorschriften der jeweiligen Landesbauordnungen die wichtigsten rechtlichen Planungsvorgaben. In den Bauordnungen wird auf Landesebene festgelegt, welche städtebaulichen und baulichen Anforderungen der Gesetzgeber an Neubauten oder bauliche Veränderungen, wie zum Beispiel Gebäudeaufstockungen, stellt. In Hamburg werden die baurechtlichen Belange in der Hamburgischen Bauordnung in der Fassung vom 18. Januar 2014 geregelt. Diese Bauordnung orientiert sich an der Musterbauordnung von 2002 und ist insofern mit den anderen Landesbauordnungen vergleichbar.

### 4.1. Aktuelle städtebauliche Rechtsvorschriften

#### 4.1.1. Unterschiedliche städtebauliche Anforderungen in den Bundesländern

In den Bebauungsplänen wird in Zusammenhang mit der Baunutzungsverordnung (BauNVO)<sup>177</sup> und dem Baugesetzbuch (BauGB)<sup>178</sup> die Nutzung und die Bebauungsdichte von Stadtquartieren bestimmt. In den Landesbauordnungen selber wird die jeweilige Gebäudehöhe bestimmt. Die Vorgaben des BauGB, der BauNVO, der Bebauungspläne und der geltenden Landesbauordnung bestimmen die Gebäudehöhe, die Geschossanzahl, die Geschossfläche und Nutzungsart. Für die maximal zulässige Gebäudehöhebestimmung wird bundesweit die Abstandsflächenregelung der Landesbauordnungen angewendet. Dabei wird die Gebäudehöhe, sprich die straßenseitige Wandhöhe bis zur Traufe, in Relation zum vorliegenden Straßenraum gesetzt. Diese Abstandsflächen sind um einen festgelegten Bruchteil der Gebäudehöhe (H) tief und dürfen nicht größer sein als der Abstand zwischen dem Gebäude und der Straßenmitte. In der Musterbauordnung MBO (2002)<sup>179</sup> und der HBauO (2005)<sup>180</sup> ist die Tiefe der Abstandsflächen mit Faktor 0,4 bestimmt. In Hamburg darf also an einer 20 m breiten Straße 25 m hoch gebaut werden, da die Straßenmitte gleich 10 m vom Haus entfernt und  $10 \text{ m} / 0,4$  eine zulässige Gebäudehöhe von 25 m ergibt. Obwohl die Musterbauordnung den Faktor 0,4 für Abstandsflächen empfiehlt, haben einige Bundesländer eigene Faktoren bestimmt<sup>181</sup>. Das baurechtliche Potenzial für

---

<sup>177</sup> Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO), 1962.

<sup>178</sup> Baugesetzbuch (BauGB), 1960.

<sup>179</sup> Musterbauordnung (MBO), 2002, §6 Abstandsflächen.

<sup>180</sup> Hamburgische Bauordnung (HBauO), 2005, §6 Abstandsflächen.

<sup>181</sup> Siehe hierzu und im folgenden: Bauordnung des Landes Sachsen-Anhalt (BauO LSA), 2013; Bauordnung für Berlin (BauO Bln), 2005; Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen - Landesbauordnung - (BauO NRW), 2000; Bayerische Bauordnung (BayBO), 2007; Brandenburgische Bauordnung (BbgBO), 2008; Bremische Landesbauordnung, 2009; Hessische Bauordnung (HBO), 2011; Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO), 2010; Landesbauordnung für das Land Schleswig-

Gebäudeaufstockungen ist damit von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich, wie die folgende Karte (Abb 67) veranschaulicht.

□



Abb 65 Abstandsregelungen der Bundesländer Stand Dezember 2015

*Holstein (LBO), 2009; Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern (LBauO M-V), 2006; Landesbauordnung Rheinland-Pfalz (LBauO), 1998; Landesbauordnung Saarland (LBO), 2004; Niedersächsische Bauordnung (NBauO), 2012; Sächsische Bauordnung (SächsBO), 2004; Thüringer Bauordnung (ThürBO), 2014.*

Außerdem haben einige Bundesländer im Gegensatz zu Hamburg Kerngebietsregelungen, in denen eine höhere Bebauungsdichte in Kerngebieten geregelt wird. Dies betrifft im wesentlichen innerstädtische Bürobauten. In Kerngebieten sind nur eingeschränkt Wohnnutzungen zulässig<sup>182</sup>, weshalb dieser Aspekt im Folgenden unberücksichtigt bleibt und hier nur der Vollständigkeit halber in der Abb 68 dargestellt wird.

□



Abb 66 Abstandsregelungen der Bundesländer: Kerngebiete Stand Dezember 2015

<sup>182</sup> Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO), § 7 Kerngebiete.

Der Karte (Abb 67) zufolge dürfen Gebäude in Abhängigkeit zum Straßenraum in Bayern nur 40 % (0,4 H / 1,0 H) so hoch wie in Hamburg gebaut werden. In Niedersachsen und in



Brandenburg darf 80 % so hoch wie in Hamburg gebaut werden. Die verbleibenden Bundesländer haben, wie Hamburg, den Faktor 0,4 aus der Empfehlung der Musterbauordnung von 2002 in ihre Landesbauordnungen übernommen. Diese bundesweite Angleichung an die aktuelle Musterbauordnung und die Vereinheitlichung der Abstandsflächen in den Landesbauordnungen hat sich in den letzten Jahren entwickelt. 2011 waren die Abstandsflächen in den Landesbauordnungen der Bundesländer noch heterogener (Abb. 67-alt). Angesichts dieser voranschreitenden, bundesweiten Reduzierung der Abstandsflächen ist anzunehmen, dass es auch in den anderen Bundesländern, mit Ausnahme Bayerns, baurechtlich möglich sein wird, Bestandsbauten aufzustocken.

Abb 67-alt Abstandsflächen der Bundesländer Stand Aug. 2011

#### 4.1.2. Städtebauliche Anforderungen und Potenziale in Hamburg

Diese Betrachtung lässt aber noch keine präzisen Rückschlüsse auf das heutige baurechtliche Aufstockungspotenzial zu, da sie die vorherige Gebäudehöhenregelungen, nach denen die Bestandsgebäude errichtet worden sind, außer Acht lässt. Wie bereits in Kapitel 2.1 dargelegt, wurden in Hamburg und Altona im Laufe der Geschichte unterschiedliche Abstandsflächen, beziehungsweise Gebäudehöhen, vorgegeben. Beständig war lediglich das Vorhandensein von Abstandsregelungen und der darin festgelegte Zusammenhang zwischen Straßenbreite und Gebäudehöhe. In den Abb 69 und Abb 70 sind die rechtlich festgelegten Gebäudehöhen in Hamburg und Altona von 1870 bis heute visualisiert. Zusätzlich zu den in Kapitel 2.2 untersuchten historischen Bauordnungen und den daraus resultierenden sieben Gebäudemodellen wurden hierzu noch die Hamburgischen Bauordnungen von 1969<sup>183</sup> und 1986<sup>184</sup> analysiert.

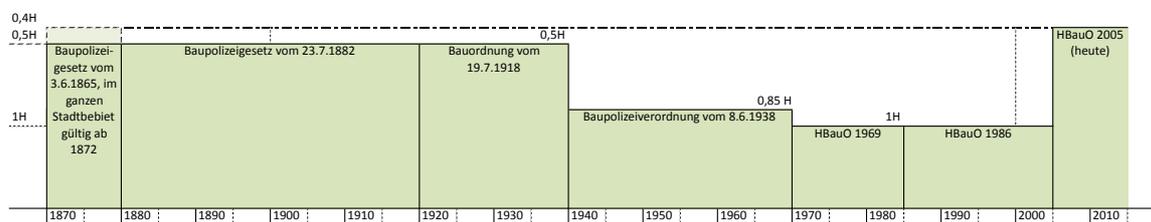


Abb 67 Abstandsflächenregelungen in Hamburg seit 1872

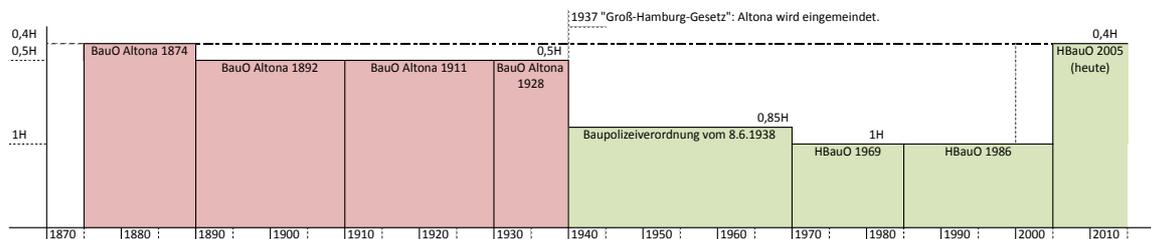


Abb 68 Abstandsflächenregelung in Altona seit 1874

Die Grafiken verdeutlichen das enorme baurechtliche Aufstockungspotenzial der Hansestadt. Aus baurechtlicher Sicht können heute alle Gebäude, welche ab 1890 und vor 2006 gebaut worden sind, im Hinblick auf ihre Abstandsflächen erhöht werden. Gegebenenfalls entspricht dies zwar nicht mehr der in den Bebauungsplänen festgelegten Nutzungsdichte. Im Zuge der Bauantragsstellung sollte der Planer versuchen, sich hiervon befreien zu lassen<sup>185</sup>, da die Hamburgischen Bebauungspläne häufig veraltet sind und nicht mehr die

<sup>183</sup> Hamburgische Bauordnung (HBauO), 1969, § 6 Abstandsflächen.

<sup>184</sup> Hamburgische Bauordnung (HBauO), 1986, § 6 Abstandsflächen.

<sup>185</sup> Baugesetzbuch (BauGB), 1960, §34 Zulässigkeit von Vorhaben innerhalb der im Zusammenhang bebauter Ortsteile.

heutigen städtebaulichen Zielvorgaben einer verdichteten Stadt wiedergeben<sup>186</sup>. Viele der noch geltenden Bebauungspläne sind übergeleitete Baustufenpläne aus den 1950er Jahren<sup>187</sup>. Als Beispiel sei hier der weiterhin rechtsgültige Baustufenplan des Stadtteils Altona-Altstadt vom 14.1.1955 (Abb 71) genannt, in welchem weiterhin maximal viergeschossige Wohnbebauung festgeschrieben ist. Zum Zeitpunkt der Erstellung entsprach dies den Vorgaben der geltenden Bauordnung von 1938.



Abb 69-Auszug aus dem Baustufenplan ... Stadtteil Altona-Altstadt vom 14.1.1955,  
<http://www.daten-hamburg.de/stadtentwicklung/bplan/BSAltona-Altstadt.pdf>

Die städtische Nachverdichtung ist in Hamburg politisches Ziel der Landesregierung<sup>188189</sup>  
<sup>190</sup> und der formale Weg der Befreiung seitens der Behörden ausdrücklich akzeptiert und

<sup>186</sup> Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der freien und Hansestadt Hamburg, Amt für Bauordnung und Hochbau, *Bauprüfdienst 05/2014: Altes Planrecht, BPD 5-2014*, 2014.

<sup>187</sup> Ebd., 4.1. Baustufenpläne.

<sup>188</sup> Bürgerschaft der freien und Hansestadt Hamburg, „Neuerlass der Hamburgischen Bauordnung“, Drucksache 18/2549 (Hamburg: Hamburgische Bürgerschaft, 5. Juli 2005), 34 und 42.

<sup>189</sup> Mathis Neuburger, „Zukünftige Bauplanung: Olaf Scholz: ‚Wir müssen dichter und höher bauen!‘“, *Morgenpost*, 23. August 2011, [http://www.mopo.de/politik/zukuenftige-bauplanung-olaf-scholz---wir-muessen-dichter-und-hoeher-bauen--\\_5067150,9569596.html](http://www.mopo.de/politik/zukuenftige-bauplanung-olaf-scholz---wir-muessen-dichter-und-hoeher-bauen--_5067150,9569596.html).

<sup>190</sup> Olaf Scholz, „Wohnen in der modernen Stadt“, *Berliner Republik*, Januar 2013.

unterstützt<sup>191</sup>. Den Grafiken (Abb 69 und Abb 70) ist eine weitere Schlüsselinformation zu entnehmen: Erst seit der Novellierung der HBauO vom 14. Dezember 2005 besteht generell die baurechtliche Möglichkeit, den Hamburger Baubestand mit dem heutigen Maß aufzustocken. Im Zuge dieser Novellierung wurde die erforderliche Tiefe der Abstandsflächen von 1,0 H auf 0,4 H erheblich reduziert<sup>192</sup>. Mit dieser Neureglung bezweckte der Gesetzgeber im Rahmen der Zielsetzung der Wachsenden Stadt, zusätzliche Bebauungs- und Nachverdichtungsmöglichkeiten zu schaffen<sup>193</sup>.

#### **4.1.3. Fazit bezüglich der städtebaulichen Anforderungen**

Die Abstandsflächenregelung des §6 HBauO(2006) ermöglicht baurechtlich die Gebäudeaufstockung nahezu aller Wohnungsbauten, welche vor 2006 errichtet worden sind. Die städtische Dichte und somit indirekt die Gebäudehöhe werden seit dieser Novelle hauptsächlich durch die Bebauungspläne und die einhergehende Bundesrechtsprechung der Baunutzungsverordnung und des Baugesetzbuches geregelt. Diese Bebauungspläne sind in Hamburg zum Teil veraltet, beziehungsweise enthalten städtebauliche Vorgaben, welche heute nicht mehr der Forderung nach städtischer Nachverdichtung gerecht werden. Im Zuge der Bauantragsstellung sollte versucht werden, sich von diesen veralteten Vorgaben befreien zu lassen.

#### **4.1.4. Handlungsempfehlung städtebauliche Anforderungen**

Als erster Planungsschritt empfiehlt sich, anhand der geltenden HBauO die baurechtlich zulässige Kubatur und Gebäudehöhe und anhand des geltenden Bebauungsplanes die städtebaulich zulässige Geschossanzahl, Nutzungsart und bauliche Dichte festzustellen. Lassen die Vorgaben des Bebauungsplanes eine weitere Projektentwicklung nicht zu, so ist unbedingt vorab mit dem Fachamt Bauprüfung des zuständigen Bezirksamts zu klären, ob hiervon mit der Begründung der städtebaulichen Verträglichkeit abgewichen werden kann. Ist der Bebauungsplan offensichtlich veraltet, kann diese Frage auch später im Zuge des Vorbescheids geklärt werden, da eine Bewilligung wahrscheinlich erscheint. Ein Überschreiten der Abstandsflächen mit der Begründung der städtebaulichen Verträglichkeit ist nicht ohne Weiteres möglich. Die Abstandsflächenregelung hat nachbarrechtliche und somit zivilrechtliche Wirkung. Eine Abweichung hiervon bedarf deshalb vorab der nachbarlichen Zustimmung<sup>194</sup>, welche verbindlich durch den Bauherren einzuholen wäre.

---

<sup>191</sup> Jörn Walter und Martin zur Nedden, „Eine nutzlose Verordnung?“, *Deutsches Architektenblatt*, 2. Februar 2015, 35–37.

<sup>192</sup> Hans-Joachim Koch, „Die neue Hamburgische Bauordnung 2006“, *NordÖR Zeitschrift für öffentliches Recht in Norddeutschland* 9. Jahrgang, Nr. 2 (2006): 61.

<sup>193</sup> Bürgerschaft der freien und Hansestadt Hamburg, „Neuerlass der Hamburgischen Bauordnung“, 34.

<sup>194</sup> Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der freien und Hansestadt Hamburg, Amt für Bauordnung und Hochbau, *Bauprüfdienst 03/2014: nachbarliche Belange, BPD 3-2014*, 2014.

Erst wenn die Gebäudekubatur,-geschossigkeit und die bauliche Dichte rechtssicher geklärt sind und sich mit diesen Parametern das Projekt fortführen lässt, können die nächsten Planungsschritte unternommen werden. Anderweitig besteht für das Projekt keine Rechtsgrundlage und somit keine gesicherte wirtschaftliche Realisierungsmöglichkeit.

## 4.2. Aktuelle bauliche Rechtsvorschriften

Neben den städtebaulichen Vorgaben enthalten die Bauordnungen baurechtliche Vorgaben zur Beschaffenheit der Gebäude, deren Räumen und Bauteilen. Diese rechtlichen Anforderungen sind bei der Neuplanung und dem Neubau eines Gebäudes eindeutig. Eine Gebäudeaufstockung jedoch entspricht einem Neubau auf einem Altbau, welcher gemäß historischer, oftmals überholter, Vorschriften erstellt wurde. Inwiefern die neuen Vorschriften beim Bestandsbaukörper anzuwenden sind, ist im Vergleich zum Neubau weniger eindeutig festgelegt.

Zusätzlich zur Bauordnung hat die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt ihren Bauprüfern Bauprüfdienste, Fachanweisungen und globale Anweisungen zur Hand gestellt, um deren Dienstgeschäft zu erleichtern. Diese Dienstanweisungen sind jedoch nur für Behördenangehörige bindend. Im Weiteren werden aus diesen Quellen nur jene Aspekte erörtert, die für Gebäudeaufstockungen relevant sind.

### 4.2.1. Bestandsschutz

Bei einer Gebäudeaufstockung wird das bestehende Gebäude erhöht, gegebenenfalls ändert sich damit die Gebäudeklasse des gesamten Bauwerks. Zudem werden zukünftig mehr Menschen in einem Brandfall durch das bestehende Treppenhaus flüchten müssen. Unter anderem aus diesen Gründen wird der Planer bei der Planung einer Aufstockung die heute gültigen Vorgaben der Bauordnung nicht nur auf seinen Neubau-Teil, sondern auch auf das Bestandsgebäude anwenden müssen. Wie sich später zeigen wird, wird es nicht immer möglich sein, die heutigen rechtlichen Anforderungen mit dem Bestandsgebäude in Einklang zu bringen.

Prinzipiell genießt der Altbau in seiner Beschaffenheit Bestandsschutz, wenn er rechtskräftig errichtet wurde. Dies bedeutet, dass prinzipiell an ein genehmigtes und rechtskräftig errichtetes Gebäude nicht im Nachhinein durch den Gesetzgeber neue, zusätzliche oder andere technische Anforderungen gestellt werden dürfen. Damit bekommt die Baugenehmigung dauerhaft Substanz. Nachträgliche, substanz- und nutzungserhaltende Baumaßnahmen berühren diesen Bestandsschutz nicht.<sup>195</sup>

Dieser Bestandsschutz hat jedoch enge Grenzen. Werden ein Gebäude oder nur Gebäudeteile umgenutzt, entfällt dieser Bestandsschutz. Diese Umnutzung tritt schon dann ein, wenn man einzelne Räume, die zuvor keine Aufenthaltsräume waren, nun zu Aufenthaltsräumen umwidmet<sup>196</sup>. Dies wird bei jedem Dachausbau oder jeder Gebäudeaufstockung

---

<sup>195</sup> Rechtsanwälte Reuter Grüttner Schenck, „Bestandsschutz im öffentlichen Baurecht - Baurecht für Architekten: Urteile, Rechtsprechung im Bauwesen | BauNetz.de“, *Rechtsprechung im Bauwesen | BauNetz.de*, zugegriffen 19. Januar 2015, [http://www.baunetz.de/recht/Bestandsschutz\\_im\\_oeffentlichen\\_Baurecht\\_44458.html](http://www.baunetz.de/recht/Bestandsschutz_im_oeffentlichen_Baurecht_44458.html).

<sup>196</sup> Ebd.

der Fall sein. In diesem Fall kann der Gesetzgeber im Bereich der Altbausubstanz bauliche Änderungen und Ergänzungen verlangen, welche im Zusammenhang mit der Umnutzung stehen. Da hierbei das Maß der baulichen Nutzung, die einhergehenden neuen Gefahren oder Störungen ausschlaggebend sind, liegt es im Ermessen der Beteiligten, gemeinsam angemessene bauliche Maßnahmen zu beschließen<sup>197</sup>.

Bauteile, die ausgewechselt oder neu errichtet werden, müssen nach dem heutigen Stand der Technik und rechtlichen Anforderungen erstellt werden. Sind die Baumaßnahmen derartig umfangreich („wesentliche Änderungen“), dass für das gesamte Gebäude eine neue Statik erstellt werden muss, muss man in der Regel davon ausgehen, dass der Bestandschutz des gesamten Gebäudes entfällt<sup>198</sup>.

Eine Hamburgische Besonderheit ist der § 76 HBauO „Herstellung ordnungsgemäßer Zustände“, welcher nicht in der Muster-Bauordnung vorgesehen wurde. Hierin wird explizit in Abs.3 Satz 1 dem Gesetzgeber ermöglicht, bestehende bauliche Anlagen bei Gefährdung der Sicherheit und Gesundheit durch den Eigentümer erneuern zu lassen. Gemäß Satz 2 kann der Gesetzgeber bei vorhandenen Flächen nachträglich Stellplätze, Standplätze und Kinderspielflächen nachfordern und gem. Satz 3 kann der Gesetzgeber bei „wesentlichen Änderungen“ des Bauwerks die Ertüchtigung des gesamten Bauwerks auf die aktuellen Anforderungen der HBauO fordern, solange dies keine „unzumutbaren Mehrkosten“ verursacht.

Mit diesen gravierenden und zugleich schwammig formulierten Einschränkungen ist die Forderung nach Bestandschutz vom Ermessen der Behörden abhängig und birgt für den Bauherrn keinen Rechtsanspruch.

#### **4.2.2. Begrifflichkeiten und Gebäudeklassen**

In Paragraph 2 „Begriffe“ der Hamburgischen Bauordnung (HBauO)<sup>199</sup> werden Gebäudeklassen und Begriffe definiert. Dort werden fünf, beziehungsweise sechs, Gebäudeklassen nach Größe und Höhe definiert. In den darauf folgenden Paragraphen werden die bau- und brandschutztechnischen Anforderungen für diese Gebäudeklassen bestimmt. Für Gebäudeaufstockungen sind die Gebäudeklassen 4 und 5 sowie Hochhäuser relevant. Gebäude der Klasse 4 sind Bauten, deren Nutzungseinheiten nicht größer als 400 m<sup>2</sup> sind und deren letztes Geschoss nicht höher als 13 m über dem Erdboden ist. Gebäude, deren letztes Geschoss zwischen 13 m und 22 m über dem Erdboden ist, haben die Gebäudeklasse 5.

---

<sup>197</sup> *Hamburgische Bauordnung (HbauO)*, §76(3).

<sup>198</sup> Rechtsanwälte Reuter Grüttner Schenck, „Bestandsschutz im öffentlichen Baurecht - Baurecht für Architekten: Urteile, Rechtsprechung im Bauwesen | BauNetz.de“.

<sup>199</sup> *Hamburgische Bauordnung (HbauO)*.

Höhere Gebäude sind Hochhäuser und somit Sonderbauten<sup>200</sup> und brauchen einen zweiten baulichen Rettungsweg<sup>201</sup>. Die Herstellung eines zweiten baulichen Rettungsweges, beziehungsweise eines zweiten Nottreppenhauses, wird im Rahmen einer Gebäudeaufstockung aus wirtschaftlichen und räumlichen Gründen kaum möglich sein. Deshalb wird der Planer stets versuchen, seine Gebäudeaufstockung unterhalb dieser Hochhausgrenze zu planen.

Laut §2 (3) Satz 2 HBauO ist die „(Gebäude-)Höhe .... das Maß der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist“. Bei der Höhendefinition eines Gebäudes hat der Begriff „Geschoss“ somit Schlüsselfunktion, welcher aber bedauerlicherweise nicht in der Bauordnung definiert wurde<sup>202</sup>. Diese fehlende Begriffsdefinition lässt vorerst keine Abgrenzung zu Hochebenen, Galerien, Zwischengeschossen, Treppenpodesten, oder anderen horizontalen Flächen zu. Weder die Fachanweisungen noch die aktuell gültigen Bauprüfdienste definieren näher den Begriff des Geschosses.

Erst in einem Präzedenzurteil des OVG Hamburg<sup>203</sup> wurde 2003 dieser Schlüsselbegriff definiert. „Von einem Geschoss ist auszugehen...wenn eine Gebäudeebene durch einen Boden und eine Decke oder das Dach von anderen Gebäudeebenen abgetrennt ist und von Personen betreten und in einem nicht ganz unbedeutenden Bereich (aufrecht) begangen werden kann.“ Dieser „nicht ganz unbedeutende Bereich“ ist ab einem Meter Breite erreicht<sup>204</sup>. Bemerkenswert hierbei ist, dass Geschosse also keiner seitlichen Begrenzungen, wie zum Beispiel Wände, bedürfen. Überdeckte, festeingebaute und aufrecht begehbare Ebenen wie Zwischengeschosse, Galerien und andere Hochebenen mit einer Gangbreite > 1 m gelten damit als Gebäudehöhe bestimmende Geschosse.

---

<sup>200</sup> Ebenda §2.2: Gebäude, welche Verkaufsräume > 800 qm, Büros > 400qm, Versammlungsstätten > 100 Personen, Gaststätten > 40 Gäste, (...) Tageseinrichtungen für Kinder und behinderte und alte Menschen enthalten, sind ebenfalls Sonderbauten.

<sup>201</sup> Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der freien und Hansestadt Hamburg, Amt für Bauordnung und Hochbau, *Bauprüfdienst 01/2008: Anforderungen an den Bau und Betrieb von Hochhäusern*, BPD I-2008, 2008, § 4.1.1.

<sup>202</sup> Igor Alexejew u. a., *Hamburgisches Bauordnungsrecht: Kommentar*, Losebl.-Ausg. (Hamburg: Deutscher Gemeindeverlag, 2012), §2 HBauO, Rnr. 96.

<sup>203</sup> 2. Senat des Hamburgischen Obergerichtes, OVG Hamburg, 10.04.2003 - 2 Bf 523/98 - Aufrechterhaltung einer Baugenehmigung für die Errichtung einer Doppelgarage mit Satteldach;(...); Definition des Begriffs Geschoss; (...) (OVG Hamburg 2003).

<sup>204</sup> Alexejew u. a., *Hamburgisches Bauordnungsrecht*, §2 HBauO, Rnr. 97.

### 4.2.3. Brandschutz und sicherheitsrelevante Vorschriften

Im § 17 der Hamburgischen Bauordnung werden die Ziele des Brandschutzes definiert. Gebäude müssen so gebaut und unterhalten werden, dass der Ausbreitung eines Brandes vorgebeugt und im Falle eines Brandes die Rettung von Menschen und Tieren, sowie Löscharbeiten ermöglicht werden. Der Schutz von wirtschaftlichen Gütern gehört nicht zum Brandschutz und zu den Aufgaben der Feuerwehr. Das ist allzu verständlich, wenn man sich die Bauschäden von Löschwasser vor Augen hält.

#### Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile

Im § 24 werden die Brandschutzeigenschaften von Bauteilen und Baustoffen bestimmt. Darin werden drei Klassen der Feuerwiderstandsfähigkeit definiert: feuerbeständige Bauteile entsprechen F 90 AB, hoch feuerhemmende Bauteile entsprechend F 60 B und feuerhemmende Bauteile entsprechend F 30 B<sup>205</sup>. In den folgenden Paragraphen werden den Bauteilen in Abhängigkeit zur Gebäudeklasse (siehe oben) diese Feuerwiderstandsfähigkeitsklassen zugewiesen. Diese sind in der folgenden Tabelle verkürzt dargestellt.

HBauO-Tabelle 1: Feuerwiderstand der Bauteile gem. HBauO				Feuerwiderstand		Quelle
Nr.	§ HBauO	Titel	Bauteil	GK 4	GK5	
1	25	tragende Wände, Stützen	Kellergeschosse	F90-AB	F90-AB	
2			oberirdische Geschosse	F60-B	F90-AB	
3			letzt-mögliches Geschoss im Dach	keine Anford.	keine Anford.	
4	26	Außenwände	nicht tragende Außenwände	A oder F30-B	A oder F30-B	
5			nicht tragende Teile tragender AW	A oder F30-B	A oder F30-B	
6			Oberflächen, Bekleidung einschl. Dämmung	B1	B1	
7			keine Brandausbreitung in Hohlräumen	Brandschott	Brandschott	
8	27	Trennwände	zw. Nutzungseinheiten	F90-AB	F90-AB	
9	28	Brandwände	Gebäudeabschluss, Brandabschnitte	BW-F60A	BW-F90A	
10	29	Decken	tragend und Raum abschließend	F60-B	F90-AB	
11			letzt-mögliches Geschoss im Dach	keine Anford.	keine Anford.	
12	30	Dächer	Bedachung, gegen Feuer von außen	hB	hB	
13			Dachschrägen zu Dachgeschoss darüber	F 30	F 30	BPD 5/12-27
14	32	Treppen	tragende Teile (ua. Wangen, Podeste, Stufen)	A	F 30-A	BPD 5/12-34
15	33	Treppenräume und Ausgänge	Treppenraumwände	BW-F60A	BW-F90A	
16			Bekleidungen	A	A	
17			Boden	B1	B1	
18			innenliegende Treppenräume	NRWG	Spüllüftung	BPD 5/12-39
19	34	Notwend. Flure	nicht notwendig in Wohnungen	-	-	
20	37	Aufzüge	raumabschließende Schachtwände	F60-B	F90-A	

Abb 70 Feuerwiderstand der Bauteile gem. HBauO(2006)

<sup>205</sup> Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der freien und Hansestadt Hamburg, Amt für Bauordnung und Hochbau, *Bauprüfdienst 05/2012: Brandschutztechnische Auslegungen (BTA), BPD 5-2012*, 2012.

## Rettings- und Löscharbeiten

Neben den Vorgaben zum Brandverhalten, beziehungsweise zur Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile und Baustoffe, enthält die Hamburgische Bauordnung Vorschriften, welche die Entfluchtung von Gebäudes im Brandfall sowie Löscharbeiten ermöglichen sollen.

Laut § 5 HBauO muss für die Feuerwehr außerhalb und innerhalb des Gebäudes ausreichend Platz für Lösch- und Rettungsmaßnahmen geschaffen werden. Dies ist jedoch nicht in der Hamburgischen Bauordnung, sondern in den Richtlinien über Flächen für die Feuerwehr (RL FWFL) genauer bestimmt. Bevor eine Gebäudeaufstockung geplant wird, muss anhand der Vorgaben dieser Richtlinie geprüft werden, ob in dem betroffenen Gebäudeteil die Feuerwehr überhaupt Menschen retten und das Gebäude löschen kann. Wäre dies nicht der Fall, so wäre eine Gebäudeaufstockung auf diesem Gebäudeteil nicht genehmigungsfähig.

Für die Rettung von Menschen in Gebäuden bedarf es laut §31 HBauO zwei Rettungswege. Der erste Rettungsweg hat über eine notwendige Treppe unmittelbar ins Freie zu führen. Der zweite Rettungsweg darf mit Rettungsgeräten der Feuerwehr (zum Beispiel Feuerwehrleitern) erreichbar sein. Darüber hinaus stellt die Bauordnung noch weitere Anforderungen an Bauteile, welche für die Rettung von Menschen bedeutsam sind. Diese sind in der folgenden Tabelle kurz zusammengefasst.

HBauO-Tabelle 2: Rettungsrelevante Vorschriften der HBauO

Nr.	§ HBauO	Titel	Bauteil	GK 4	GK5	Quelle
1	5 mit RL Feuerweh rflächen	Zugänge und Zufahrten auf dem Grundstück	Bodentragfähigkeit 10t/Achse, 16t insg.			RL FWFL.1
2			Zu- und Durchfahrten: B>3m, H>3,5m			RL FWFL.2
3			Kurvenradien gem Tabelle RL Fwfläch.			RL FWFL.3
4			keine Neigung in Durchfahrten (+-8m)			RL FWFL.5
5			Schwellen in Durchfahrten <8cm (+-10m)			RL FWFL.6
6			Aufstellflächen Grundstück: B>3,5m			RL FWFL.8
7			Aufstellflächen vor Awänden +2m abgewandt			RL FWFL.9
8			Abstand Aufstellfl. vor Außenwand, Brüsthöhe:	8-18m=> 3-9m	>18m=>3-6m	RL FWFL.9
9			Aufstellflächen rechtwinklig Gebäude siehe			RL FWFL.10
10			Anleiterbereiche dauerhaft frei halten			RL FWFL.11
11			Neigung Aufstellflächen <5%			RL FWFL.12
12			Manövrierflächen >12x10m (+-4m)			RL FWFL.13
13			Durchgänge >1,25m; Türen >1m			RL FWFL.14
14			28	Brandwände	0,3m über Bedachung, 0,5m horiz. Geschottet	
15	31	Rettungswege	1.RTW über notwend. Treppe ins Freie			BPD 05/12
16			2.RTW mit Rettungsgeräten Feuerwehr			BPD 05/12
17			2.RTW: OK Brüstung <23m über Aufstellfläche FW			BPD 05/12
18			Maisonette < 200qm: 1RTW/Ebene			BPD 05/12
19	32	Treppen	Zwisch. Treppe/Tür: 0,5m Treppenabsatz			BPD 05/12
20			Mindestbreiten Treppe gem DIN 18065			BPD 05/12
21	33	notwendige Treppenräume	Notw.Treppenraum max. 35m entfernt			BPD 05/12
22			an der Außenwand, sonst Raucheintritt verhindern:	1qm Rauchabzug	Spüllüftung	BPD 05/12
23			An Außenwand: 1 Fenster >0,5qm/Geschoß			BPD 05/12
24			Vorräume als Schleuse mit selbstschl. RS-Türen			BPD 05/12
25			unnötig in Nutzinh. über 2 Ebenen, <200qm			BPD 05/12
26	34	notwendige Flure	nicht in Wohnungen gefordert			
27	35	Fenster, Türen, Öffn.	als Rettungsweg: 0,9x1,2m; BH<1,2m			BPD 05/12
28			als Rettungsweg in Dachschrägen <1m zur Traufe			BPD 05/12
29	45	Wohnungen	Flure + Aufenthaltsräume haben Rauchwarnmelder			BPD 05/12
30	76	ordnungsgemäße Zustände, (kein Bestandsschutz, wenn...)	Sicherheit, Gesundheit gefährdet sind			
31			Spielplatz nachrüsten, wenn Flächen vorhanden			
32			Abfall + Wertstoffbehälter, wenn Flächen vorhanden			
33			wesentliche bauliche Änderungen + zumutbare Kosten			

Abb 71 Rettungsrelevante Vorschriften der HBauO(2006)

Neben den brandschutztechnischen Vorschriften enthält die Hamburgische Bauordnung auch vereinzelt Vorschriften, welche die allgemeine Sicherheit betreffen. Diese sind der Vollständigkeit halber kurz in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

HBauO-Tabelle 3: Sicherheitsrelevante Vorschriften der HBauO

Nr.	§ HBauO	Titel	Bauteil	GK 4	GK5	Quelle
1	36	Umwehungen und Brüstungen	Brüstungen >15cm stark; BRH => 1m < Sturzhöhe...	<12m: 0,8m	darüber 0,9m	BPD 3/2013
2			Umwehungen, Höhe => 1m < Sturzhöhe...	<12m: 0,9m	darüber 1,1m	BPD 3/2013

Abb 72 Sicherheitsrelevante Vorschriften der HBauO(2006)

#### 4.2.4. Mindestausstattung und Barrierefreiheit

Zusätzlich zu den rein sicherheitsrelevanten Vorschriften enthält die Hamburgische Bauordnung auch Vorgaben über die Ausstattung von Gebäuden. Diese Vorschriften betreffen die Mindestausstattung der Wohnungen und Gebäude, sowie die Belange der Barrierefreiheit. Diese Vorschriften sind stichwortartig in der folgenden Tabelle zusammengefasst.:

HBauO-Tabelle 4: Mindestausstattung und Barrierefreiheit

Nr.	§ HBauO	Titel	Bauteil	Feuerwiderstand		zus. Quelle
				GK 4	GK5	
1	10	Kinderspielflächen	mind. 100qm insg.; 10qm/Wohnung			BPD 1/2012
2			Unterschreitung bei Flächenmangel möglich			BPD 1/2012
3	37	Aufzüge	Halltestellen alle Geschoße, stufenlos erreichbar.		ab >13m	
4			Fahrkorb 1.1x1.4m, Türbreite >0.9m		ab >13m	
5	43	Abfälle	ausreich. Abfallbehälter: >5m zu Öffnungen			
6			oder Müllschränke: >2m zu Öffnungen			
7			oder im Gebäude: direkt ins Freie entleert			
8			im Gebäude: ständig wirksame Entlüftung			
9	44	Aufenthaltsräume	Raumhöhe: >2.4m, im Dach: >2.3m			
10			Fenster-Flächen > 1/8 NGF			
11	45	Wohnungen	mind. 1 Küche, oder Kochplatz			
12			6qm Abstellraum (ggf. im Keller)			
13			+2qm/Whg. in gemeins. Abstellraum: >10qm			
14			Bad mit WC, Dusche oder Wanne			
15	48	Stellplätze	keine KFZ Stellplätze für Wohnungsbauten			FA 1/2013
16			Fahrradstellplätze Wohnungen gem. Bauherr			FA 1/2013
17	52	Barrierefreies Bauen	Gebäude>4 Wohn.: 1 Ebene Barrierefrei			BPD 1/2014
18			darin Wohnungen Rollstuhlgerichtet			BPD 1/2014
19			Nicht wenn ungünst Bestand/ Höhenverhältn.			BPD 1/2014
20			Flure zu Wohnungen >1.5m			BPD 1/2014
21			Türbreiten >0,90m, stufenlos			BPD 1/2014
22			Rampen: 6% Stg., <6m lang, Podest >1.5m			BPD 1/2014
23			§43 Abfallbehälter stufenlos erreichbar			BPD 1/2014
24			Beweg.fläche Flur, Küche >1.2m breit			BPD 1/2014
25			Beweg.fläche Bad, WC >1.5qm			BPD 1/2014

Abb 73 Gebäudeausstattung gem. HBauO(2006)

#### 4.2.5. Schlussfolgerung bezüglich der bautechnischen Rechtsvorschriften

Betrachtet man die Vielzahl dieser rechtlichen Vorgaben, so wird schnell klar, dass viele dieser Vorschriften im Rahmen einer Gebäudeaufstockung nicht, oder nur mit unverhältnismäßigem Aufwand, umzusetzen wären. Der nachträgliche Einbau eines Aufzuges (§37 HBauO), das Herstellen von Kinderspielflächen (§10 HBauO) oder Müllsammelbehältern (§43 HBauO) auf dem Grundstück scheitern häufig an den räumlichen Gegebenheiten. Die bestehenden notwendigen Treppen (§32 HBauO) und Geschossdecken (§29 HBauO) sind meistens nicht mit Baumaterialien der heute geforderten Feuerfestigkeit gebaut worden.

## **4.2.6. Handlungsempfehlung im Hinblick auf die baulichen Anforderungen**

### **4.2.6.1. Brandschutzkonzept und Brandschutzgutachter**

Von brandschutztechnischen Vorgaben, welche im Rahmen einer Gebäudeaufstockung nicht realisiert werden können, kann gem. §69 HBauO(2006) abgewichen werden, wenn in einem Brandschutzkonzept Kompensationsmaßnahmen getroffen werden, welche das Schutzziel der Vorschrift mit anderen Mitteln erreichen. Dieses Brandschutzkonzept sollte von einem Brandschutzgutachter erstellt werden, da diese Experten die Verhältnismäßigkeit der Forderungen und Umsetzungen am besten einschätzen können. Der Brandschutzgutachter ist deshalb zu Projektbeginn in die Planung mit einzubeziehen, da er aufgrund seiner Einschätzung ganz wesentliche und projektentscheidende Vorgaben formulieren kann. Brandschutzgutachten, beziehungsweise Brandschutztechnische Nachweise (§68 HBauO), werden im Rahmen einer Baugenehmigung seit 2005 in Hamburg gefordert. Seit den Neuregelungen der Hamburger Bauordnung vom 14. Dezember 2005 werden Brandschutztechnische Belange im Rahmen einer Baugenehmigung im vereinfachten Verfahren seitens der Bauprüfung nicht mehr geprüft (§ 61 HBauO). Ausnahme sind hierbei natürlich die beantragten Abweichungen. Die geforderten Brandschutzgutachten durch anerkannte Sachverständige ersetzt diese staatliche Prüfung (§ 68 HBauO)<sup>206</sup>.

### **4.2.6.2. Voraussichtliche bauliche Maßnahmen zur Verbesserung des Brandschutzes**

Von vornherein sollte man bei einer Gebäudeaufstockung erwarten, dass die unzureichende Feuerfestigkeit der notwendigen Treppen mit zusätzlichen Rauchabzugs- und Brandmeldeanlagen kompensiert wird. Im Falle von Gebäuden der Klasse 5 kann dies die Nachrüstung einer Spüllüftung einschließlich der Ertüchtigung sämtlicher Wohnungstüren mit Obentürschließern und rauchdichten Abschlüssen bedeuten<sup>207</sup>. Die Feuerfestigkeit der Geschosdecken zwischen Altbau und Gebäudeaufstockung sollte mit angemessenen Maßnahmen erhöht werden, wobei die Zielvorgabe F 90 AB im Falle von Holzbalkendecken nicht zu erreichen sein wird. Hier sollte eine Ertüchtigung mit Estrich (F 90-B) von oben vorgesehen werden. Angemessene Kompensationsmaßnahmen hierzu wären zusätzliche Rauchmelder in allen Geschossen<sup>208</sup>.

### **4.2.6.3. Weitere Abweichungen und deren Bewilligung**

Abweichungen von Vorschriften, welche nicht den Brandschutz betreffen, muss der Architekt eigenständig begründen. Es empfiehlt sich, sämtliche Abweichungen und Kompensationsmaßnahmen zu Projektbeginn zu sammeln, diese mit der Bauprüfabteilung zu klären

---

<sup>206</sup> Koch, „Die neue Hamburgische Bauordnung 2006“, 59.

<sup>207</sup> Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der freien und Hansestadt Hamburg, Amt für Bauordnung und Hochbau, *Bauprüfdienst 05/2012: Brandschutztechnische Auslegungen (BTA)*, Kap. 2.1.

<sup>208</sup> Claus Scheer und Mandy Peter, *Holz-Brandschutz-Handbuch*, hg. von Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, 3. Aufl., Informationsdienst Holz (Berlin: Ernst, 2009), 457.

und im Rahmen eines Vorbescheides bewilligen zu lassen. Damit erhält der Bauherr frühzeitig und mit einem relativ geringen Aufwand Rechtssicherheit in den kritischen Fragen seines Projektes.

### **4.3. Zusammenfassung der Rechtsvorschriften bei Gebäudeaufstockungen**

Die relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen für Gebäudeaufstockungen sind in den Landesbauordnungen, den Bebauungsplänen und der anhängigen Baunutzungsverordnung und in dem Baugesetzbuch formuliert.

Die hierin enthaltenen Vorschriften unterteilen sich in städtebauliche Anforderungen und bauliche Anforderungen. Die städtebauliche Anforderungen beziehen sich auf die Gebäudehöhe, der Anzahl der Vollgeschosse und auf die Nutzungsart. Die baulichen Anforderungen unterteilen sich in Anforderungen an die Gebäudeausstattung, wie zum Beispiel Rettungswege, Müll- und Abstellräume, Spielflächen und Aufzüge, sowie technische Anforderungen an die Baumaterialien und die Bauweisen, wie zum Beispiel deren Feuerbeständigkeit.

Dieses komplexe Spektrum an rechtlichen Vorgaben wird durch den Gesetzgeber unterschiedlich gewichtet. Es gibt Vorschriften, welche zwingend einzuhalten sind, Vorschriften deren Schutzziele anders als vom Gesetzgeber vorgesehen, erreicht werden dürfen und es gibt Vorschriften von denen der Bauherr mittels Begründung abweichen darf. Es ist die Aufgabe des Planers hier zu einem frühen Zeitpunkt des Projektes in Zusammenarbeit mit den rechtlichen Instanzen eine Klärung herbeizuführen, beziehungsweise eine Zusammenfassung der Projekt-relevanten rechtlichen Anforderungen zu erstellen, um zum Projektbeginn im Sinne des Bauherren hierfür die Rechtssicherheit herzustellen.

### **4.4. Handlungsempfehlungen zum Erreichen einer frühzeitigen Projekt-Rechtssicherheit**

Die rechtlichen Anforderungen an die Gebäudeplanung sind vielfältiger Natur und stammen aus unterschiedlichen Rechtsquellen. Um diese Komplexität zu beherrschen, empfiehlt es sich, die rechtlichen Vorgaben thematisch in städtebauliche Vorgaben, bauliche Vorgaben der Gebäudeausstattung und bautechnische Vorgaben zusammenzufassen und im Projektablauf zum richtigen Zeitpunkt in dieser Reihenfolge zu klären:

- 1.) Klärung der städtebaulichen Vorgaben in der Vorprojektphase (Grundlagenermittlung). Abwägung, ob sich das Aufstockungsprojekt bei den gegebenen städtebaulichen Vorschriften realisieren lässt. Wenn ja, Projektstart. Gegebenenfalls erste Formulierung für eine Abweichung von den Auflagen des Bebauungsplanes oder telefonische Klärung vorab. (vergleiche Kapitel 4.1.4 Handlungsempfehlung städtebauliche Anforderungen)
- 2.) Projektstart und Klärung der rechtlichen Anforderungen an die Gebäudeausstattung: Neben den Architekten treten der Brandschutzgutachter und der Statiker in das Projekt ein. Gemeinsame Ausarbeitung des Vorentwurfes und Klärung von welchen geforderten

Gebäudeausstattungen abgewichen werden soll. Formulierung der Abweichungen. (vergleiche Kapitel 4.2.6 Handlungsempfehlung im Hinblick auf die baulichen Anforderungen)

3.) Bautechnische Anforderungen an Baumaterialien und Bauweisen können bis auf brand-schutztechnisch bedingte Abweichungen später – in der Bauantragsphase – geklärt werden. Brandschutztechnisch bedingte Abweichungen und entsprechende Kompensationsmaßnahmen, wie zum Beispiel bei Holzbalkendecken und Holzstufen im Bestand, werden durch den Brandschutzgutachter geplant.

4.) Fertigstellung des Vorwurfes und des Vorabzuges des Brandschutzkonzeptes, Sammlung aller zu beantragenden Abweichungen und Freigabe durch den Bauherrn.

5.) Bauvoranfrage: Der Vorentwurf und alle bisher gesammelten Abweichungen werden in einer Bauvoranfrage mit der rechtgebenden Behörde verbindlich geklärt.

6.) Eingang des Vorbescheides: Kann das Projekt unter den bisher festgelegten rechtlichen Rahmenbedingungen weitergeführt werden?

Sind die rechtlichen Rahmenbedingungen in diesem Projektstadium umfassend und verbindlich mit den rechtgebenden Instanzen geklärt, kann die Gebäudeaufstockung weiter geplant, bzw. konstruiert werden. Hierbei gilt es die bautechnischen Anforderungen an die Bauteile zu berücksichtigen.

## 5. Aktuelle bautechnische Rahmenbedingungen

### 5.1. Umfang, Ziel, Struktur und Methodik der bautechnischen Erläuterungen

Nach den rechtlichen Rahmenbedingungen werden im Folgenden die bautechnischen Aspekte einer Gebäudeaufstockung thematisch erläutert. Im Zuge einer Gebäudeaufstockung muss der neu hinzugefügte Gebäudeteil auf dem Bestandsbau den heutigen technischen Anforderungen entsprechen. Im Gegensatz zu den zuvor besprochenen rechtlichen Vorgaben, sind die bautechnischen Anforderungen nicht ausschließlich gesetzlich geregelt<sup>209</sup>. Sie müssen dem aktuellen Stand der Technik entsprechen, welcher u. a. in Standardwerken, Richtlinien und Normen widergegeben ist. Dieses Anforderungsspektrum umfasst die konstruktiven und bauphysikalischen Themen

- Standsicherheit,
- Brandschutz,
- Wärmeschutz und Energieeinsparung,
- sowie den Schallschutz.

Bei einer Gebäudeaufstockung sind diese technischen Anforderungen später auf die Bauteile

- Tragwerk der Aufstockung,
- Decken zum Bestand,
- neue Zwischenebenen,
- nutzungstrennende Innenwände
- und die Außenhaut

anzuwenden (siehe Kapitel 6 „Beispiel-Konstruktionen einer Gebäudeaufstockung“).

Die Einhaltung dieser technischen Anforderungen ist bei der Bauantragsstellung in von Sachverständigen angefertigten bautechnischen Nachweisen zu belegen<sup>210</sup>.

Innerhalb der oben genannten Themenfelder werden die bautechnischen Aspekte gemäß folgender Struktur erläutert:

- Erläuterung der bauphysikalischen Größen, Zusammenhänge, Berechnungen und Nachweise,
- Erläuterung der rechtlichen und technischen Anforderungen,
- konstruktive Konsequenzen hieraus und deren konstruktive Umsetzung.

---

<sup>209</sup> Ausnahme bilden hier der Brandschutz, dessen bautechnische Vorgaben hauptsächlich in den Bauordnungen und die Energieeinsparung, welche in der ENEC 2014 bestimmt werden.

<sup>210</sup> *Hamburgische Bauordnung (HbauO)*, § 68 Bautechnische Nachweise und ihre Prüfung.

Ziel dieses Kapitels ist es,

- einen thematischen Überblick zu vermitteln,
- am Ende eines jeden Kapitels zu dem behandelten Thema Entscheidungskriterien und Faustformeln zu nennen, mit denen in einer frühen Projektphase erste konstruktive Entscheidungen getroffen werden können,
- anhand der Anforderungen und der entsprechenden konstruktiven Umsetzung die anwendbaren Bausysteme zu bestimmen (siehe Kapitel 6 „Beispiel-Konstruktionen einer Gebäudeaufstockung“), beziehungsweise deren Auswahl einzuschränken.

Um diese Ziele zu erreichen, werden die zum Teil sehr komplexen Zusammenhänge nicht in allen Einzelheiten erläutert, sondern grundsätzliche baukonstruktive und bauphysikalische Aspekte dargestellt.

Um dies zu erreichen, werden

- die grundsätzlichen Zusammenhänge und wesentlichen Kenngrößen erläutert,
- nur Entscheidungs-relevante Aspekte einbezogen,
- Berechnungen und Nachweise in der notwendigen Präzision geführt, beziehungsweise entsprechend vereinfacht.

Diese Beschränkung auf das Wesentliche soll einer inhaltlichen Überfrachtung mit Expertenwissen vorbeugen. Es ermöglicht den generalistischen Überblick zu wahren und vermittelt ein grundsätzliches Themenverständnis, welches zu einem Dialog mit Experten befähigt und die inhaltlichen Grundlagen für frühe Projektentscheidungen vermittelt.

Ausgenommen von dieser bautechnischen Betrachtung ist der Brandschutz, der bereits zuvor im Kapitel „Brandschutz und sicherheitsrelevante Vorschriften“ erschöpfend erläutert wurde.

## 5.2. Standfestigkeit

Im Kapitel „Analyse der historischen Bausubstanz“ wurde die historische Bausubstanz analysiert und die statischen Reserven der 7 modellhaften Regelkonstruktionen des 19. Jahrhunderts bis zum Ende der Sechzigerjahre dargestellt. Hier soll nun unter statischen Gesichtspunkten untersucht werden, mit

- welchen Tragwerksystemen und
- welchen Konstruktionssystemen

eine Gebäudeaufstockung mit den Rahmenbedingungen des Bestandes geplant werden kann. Angesichts der eingeschränkten statischen Reserven der Bestandskonstruktionen sind Eigenlast und Tragfähigkeit die entscheidenden Selektionskriterien. Vorerst werden die beispielhaften Eigen- und Verkehrslasten der Bauteile Hülle, Zwischendecke und Dach ermittelt und anschließend mit den statischen Reserven des Bestandes verglichen. Der Vereinfachung halber sind die Lasten der Bekleidungen, da zu vielfältig, ausgelassen.

Weitere tragwerksplanerische Aspekte, wie zum Beispiel horizontale Windlasten oder die Setzungen durch zusätzliche Belastung der Bestandsfundamente, bleiben in der weiteren Betrachtung unberücksichtigt, da sie in der frühen Projektphase nicht projektentscheidend sind. Diese Aspekte sind konstruktiv lösbar und können später bei der konstruktiven Planung berücksichtigt werden.

Als Vorbild-Referenzkonstruktionen werden in der Baupraxis verbreitete Holzkonstruktionen gewählt, da diese leichtbautauglich und praxiserprobt sind. Darüber hinaus haben Holzbauten eine sehr kurze Bauzeit, da sie vorgefertigt und schnell montiert werden können. Der Baustoff Holz bringt keine Feuchtigkeit in den Bau ein und kann auch im Winter montiert werden. Tragende Bauteile werden in dieser Referenzkonstruktion als Scheiben aus Brettsperholz, hüllende Bauteile als Holzrahmenelemente ausgeführt, da sich diese Konstruktionen bei Dachaufstockungen bewährt haben. Es gibt darüber hinaus eine Vielzahl an Holzbausystemen<sup>211</sup>, deren umfassende Erläuterung hier im Hinblick auf die Bestimmung effizienter Tragsysteme aber nicht zielführend wäre.

Andere Bausysteme werden anschließend mit diesen Referenzkonstruktionen verglichen. Im Kapitel 6.2 Konstruktionssysteme für eine Gebäudeaufstockung, ab Seite 168 werden dann ausgewählte Bausysteme, welche mit der Referenzkonstruktion in Bezug auf statische Effizienz konkurrieren können und alle an sie gestellten technischen und rechtlichen Anforderungen berücksichtigen, vorgestellt.

---

<sup>211</sup> Peter Cheret, „Holzbausysteme“, in *holzbau handbuch*, hg. von Informationsdienst Holz, Bd. 1 Entwurf und Konstruktion, Teil 1, Folge 4 (Düsseldorf, 2000).

### 5.2.1. Tragwerk

Bei der Analyse der sieben historischen Modellbauten hat sich gezeigt, dass abgesehen von den Bauten der Altonaer Bauordnung von 1928, die Außenwände der Hamburger Wohnungsbauten nicht ausreichend knickfest ausgebildet sind, um eine zusätzliche Gebäudeaufstockung zu tragen. Die nicht mit

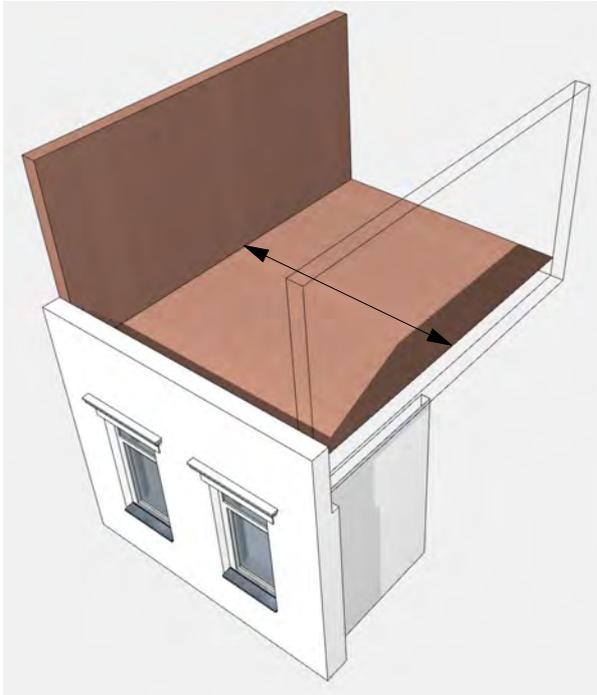


Abb 75 System 1

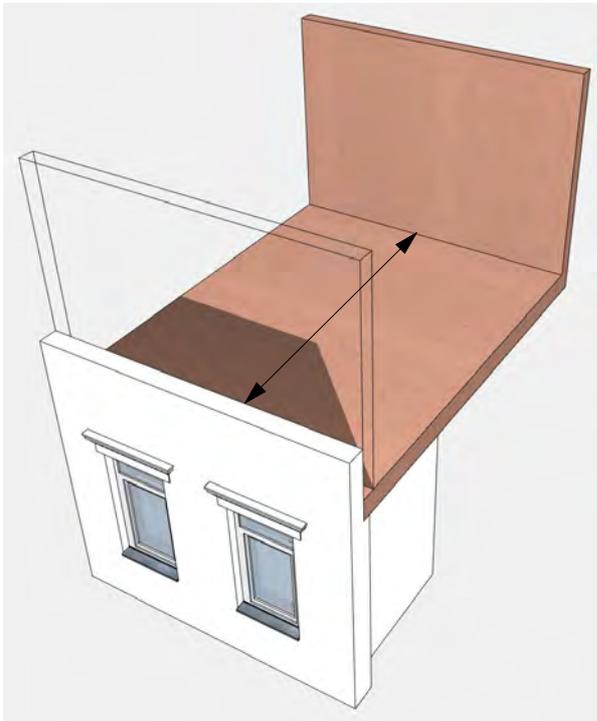


Abb 74 System 2

Querwänden verzahnten Mauerpfeiler zwischen den Fenstern könnten zusammenknicken. Aus diesem Grund müssen die Lasten einer Gebäudeaufstockung in den knickfesten Bereich der Bestandsaußenwände, welche mit den Querwänden verzahnt und somit knickfest ausgesteift sind, eingeleitet werden. In diesem Bereich werden die Belastungsreserven des Altbaus durch die Druckfestigkeit des Mauerwerks bestimmt. Die statischen Reserven liegen bei den untersuchten sieben Modellbauten zwischen 53 und 161 kN/m Außenwand.

Durch diese Bestimmung der Auflagerpunkte ergeben sich zwei mögliche Tragwerksysteme. System 1 besteht aus rechtwinklig zur Außenwand verlaufenden Hauptträgern, hier als tragende Wandscheibe dargestellt, sowie über die kurze Raumbreite spannende Deckenfelder. Die straßen- und hofseitigen Außenwände sind nicht tragend und können als Hüllfläche ausgebildet werden.

System 2 besteht aus parallel zur Außenwand verlaufenden Hauptträgern, hier ebenfalls als tragende Wandscheibe dargestellt und über die Raumtiefe spannende Deckenfelder. Rechtwinklig zu den Außenwänden verlaufende hüllende Wände wurden nicht berücksichtigt, da diese als Leichtbauwände hergestellt werden könnten.

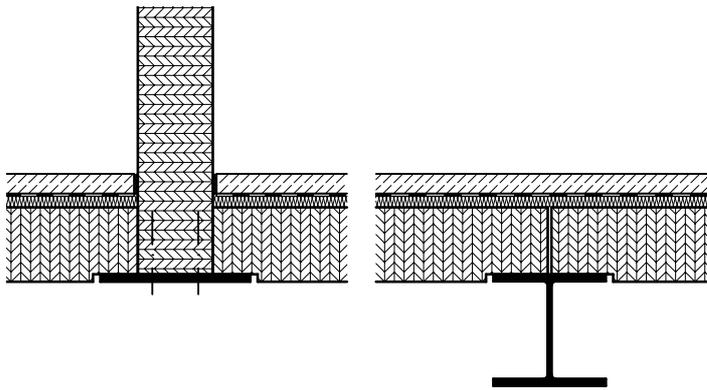


Abb 76 Deckenanbindung an wandartige Träger und Stahlträger

Das Tragwerk kann auch mit Stahlträgern statt mit wandartigen Trägern realisiert werden. In diesem Fall würden die tragenden Wandscheiben durch Träger und Stützen ersetzt werden. Damit können die Eigenlasten des Tragwerks reduziert werden. Ein liegender Stahlrahmen würde auf den Bestandsbau montiert werden, der die Lasten der Gebäudeaufsto-

ckung in die Bauteile des Bestandsbaus einleitet, welche hierfür ausreichend Belastungsreserven bergen. Dieses Stahlrahmentragwerk würde anschließend mit einem flächigen Deckensystem bedeckt werden. Die Spannrichtung der Deckenfelder kann variieren, sie würden jedoch auf Trägern aufliegen, was zu ungünstigen Aufbauhöhen, welche als Stufen zum Wohnungseingang wahrgenommen würden, führt. Zudem kann sich die Aufbauhöhe der Deckenkonstruktion entscheidend auf die Gebäudeklassifizierung auswirken. Theoretisch könnte man die Deckenfelder auch seitlich in den Träger einschieben und auf dem unteren Flansch lagern. Die Montage dieses Systems wäre aber äußerst kompliziert und bei den beengten Verhältnissen einer Gebäudeaufstockung nahezu unmöglich. Bei wandartigen Trägern können die Deckenscheiben unterseitig bündig mit dem Träger ausgeführt werden (siehe Abb 78). Im Kapitel 5.2.2 „Statische Bewertung unterschiedlicher Konstruktionssysteme - Stahlbau“, S. 113, wird später näher auf die konstruktiven Vorteile eines Stahlbaus eingegangen.

Der Vorteil des ersten statischen Systems sind die nichttragenden Außenwände. Hier können frei große Öffnungen angeordnet werden. Der weitere Vorteil sind die großen Spannweiten des Trägers. Mit diesem System können die quer zur Außenwand verlaufenden Innenwände unbelastet bleiben. Die Deckenfelder spannen über die kurze Spannweite und können somit schmaler ausgebildet werden. Die quer durch den Raum verlaufenden Hauptträger schränken aber nachteilig die Grundrissgestaltung ein. Hierin liegt der Vorteil des System 2, welches einen freien Grundriss ermöglicht, jedoch nur beschränkt Öffnungen im Hauptträger ermöglicht und nach 6-8 m Auflager, bzw. Träger für die Deckenfelder benötigt und damit die Bestandsinnenwände belasten würde.

Im Kapitel 3.2 „Die Fundamente“, S. 62, wurde dargelegt, dass die Innenwandfundamente der Bestandsbauten vor 1937 in der Regel nicht zusätzlich belastet werden können. Aus diesem Grund und wegen der Möglichkeit freier Außenwandgestaltung, sollte das Tragwerk von Gebäudeaufstockungen vorerst mit dem statischen System 1 oder einem Stahlskelett geplant werden.

## 5.2.2. Statische Bewertung unterschiedlicher Konstruktionssysteme

Für die beiden Tragwerksysteme 1 und 2 werden nun die Lasten gängiger Bausysteme ermittelt. Hierzu werden zuerst Referenzbauteile aus Brettspertholz und Holzrahmenelementen angenommen und bewertet, deren Tragfähigkeit und Eigenlasten anschließend mit anderen Systemen verglichen werden.

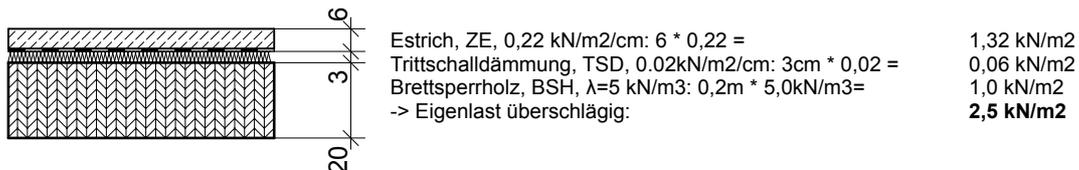


Abb 77 Deckenkonstruktion aus Brettspertholz

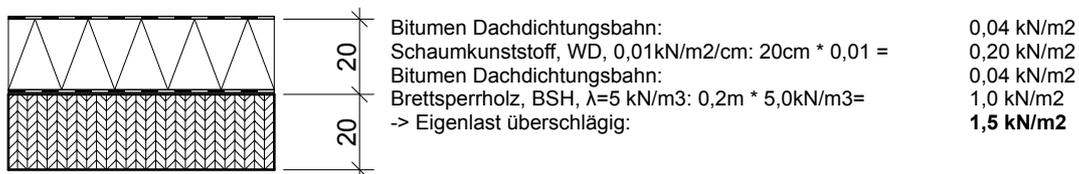


Abb 78 Dachkonstruktion aus Brettspertholz

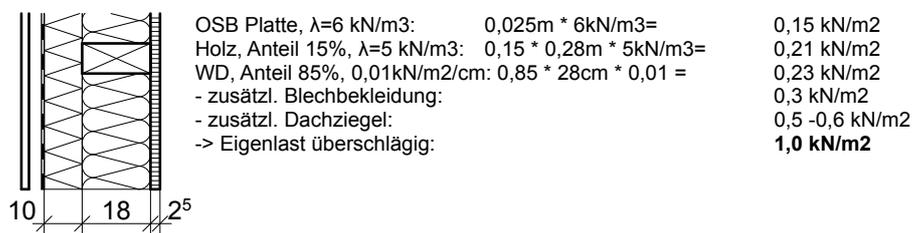


Abb 79 Nichttragende Außenwandkonstruktion, Holzrahmenelement

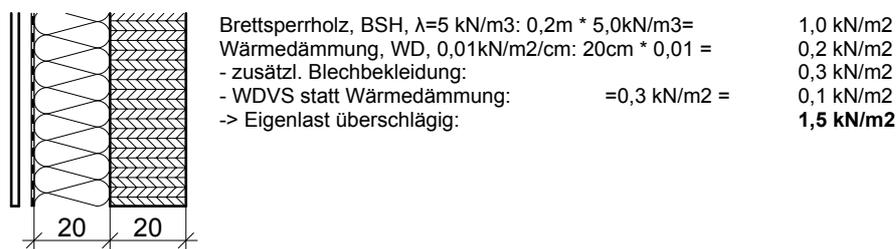


Abb 80 Tragende Außenwandkonstruktion aus Brettspertholz

In Abb 83 werden die Lasten von ein- und zweigeschossigen Gebäudeaufstockungen, sowie eines neuen Daches mit den zuvor genannten Bauteilen und statischen Systemen in Abhängigkeit zur Raumtiefe ermittelt.

Hierbei wurden vier Meter breite Räume mit drei Metern Geschosshöhe und einem Meter breiten belastbaren Wandbereichen neben den Fenstern angenommen. Diese Annahmen sind realistisch und eine gute Mittelung der typischen Bauweisen.

Raumbreite Rb: 4 m                   => Rb/2 = statische Feldbreite  
 Geschoßhöhe Gh: 3 m  
 Auflagerbreite Ab: 1 m

Verkehrslasten  
 Raum VLr 2 kN/qm  
 Dach VLd 1 kN/qm  
 Schneelast VLs 0,5 kN/qm

Eigenlasten der Bauteile (siehe Seite zuvor)

Dach: Elda 1,5 kN/qm  
 Decke: Elde 2,5 kN/qm  
 Tragwerk: Eltw 1 kN/qm  
 AW System1: ELaw1 1 kN/qm  
 AW System2: ELaw2 1,5 kN/qm

Lasten der Bauteile auf das Auflager in kN		stat. Feldlänge: a = Rt/2 in m				
		Iwand trägt		Innenw. trägt nicht		
		2	3	4	5	6
Dach:	$a \times Rb/2 \times (Elda + VLd + VLs) = Rt/2 \times 2 \times 3$	12	18	24	30	36
Decke:	$a \times Rb/2 \times (Elde + VLr) = Rt \times 2 \times 4,5$	18	27	36	45	54
Tragwerk:	$a \times Gh \times ELtw = Rt \times 3 \times 1$	6	9	12	15	18
AW System1:	$Rb \times Gh \times ELaw1 = 4 \times 3 \times 1$	12				
AW System2:	$Rb \times Gh \times ELaw2 = 4 \times 3 \times 1,5$	18				

Lasten der Ebenen auf das Auflager in kN		stat. Feldlänge: a = Rt/2 in m				
		Iwand trägt		Innenw. trägt nicht		
		2	3	4	5	6
System 1						
Dachebene :	Dach + AW System 1 + Tragwerk	30	39	48	57	66
Zwischenebene :	Decke + AW System 1 + Tragwerk	36	48	60	72	84
System 2						
Dachebene :	Dach + AW System 2	30	36	42	48	54
Zwischenebene :	Decke + AW System 2	36	45	54	63	72

Lasten der Aufstockungen auf das Auflager in kN		stat. Feldlänge: a = Rt/2 in m				
		Iwand trägt		Innenw. trägt nicht		
		2	3	4	5	6
System 1						
Dachausbau	Dachebene	30	39	48	57	66
eingeschossig	Dachebene + Zwischenebene	66	87	108	129	150
zweigeschossig	Dachebene + 2 Zwischenebenen	102	135	168	201	234
System 2						
Dachausbau	Dachebene	30	36	42	48	54
eingeschossig	Dachebene + Zwischenebene	66	81	96	111	126
zweigeschossig	Dachebene + 2 Zwischenebenen	102	126	150	174	198

Abb 81 Berechnung der Bauteillasten der beiden Referenzsysteme

Diese Aufstockungslasten der Referenzkonstruktionen werden in Abb 84 und Abb 85 zusammen mit den statischen Reserven (Druckfestigkeit) der 7 Modellgebäude (gem. Tabelle 6 Tragfähigkeit der reell anzunehmenden Wandkonstruktionen, S.60) grafisch dargestellt. Die Drucklastreserven der sieben Modellgebäude werden hierbei in Abhängigkeit zu den in den Berechnungen angenommenen Spannweiten als Punktwerte (Rauten) eingetragen. Die Lasten der Aufstockungssysteme werden in Abhängigkeit zu ihren variablen Spannweiten als Linien dargestellt.

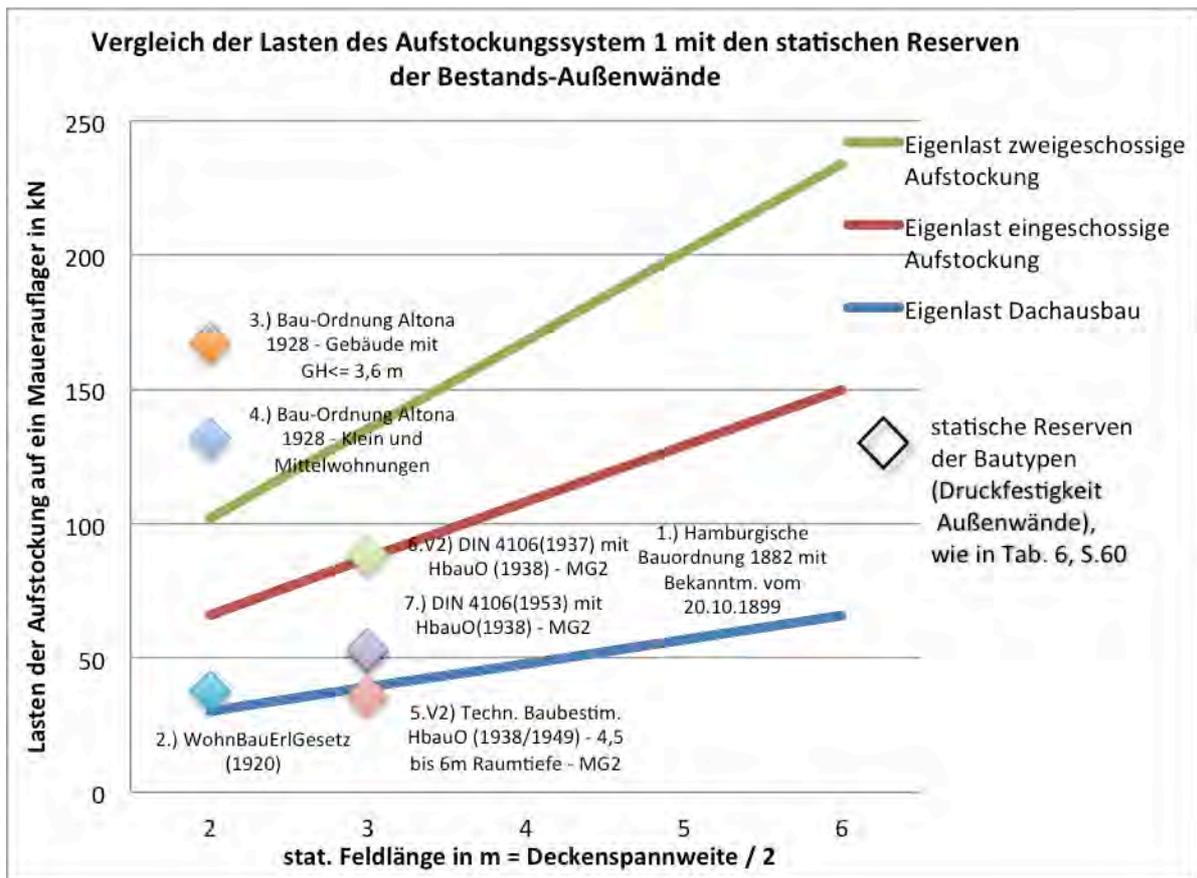


Abb 82 Diagramm der Lasten der Referenz-Aufstockung mit stat. System 1

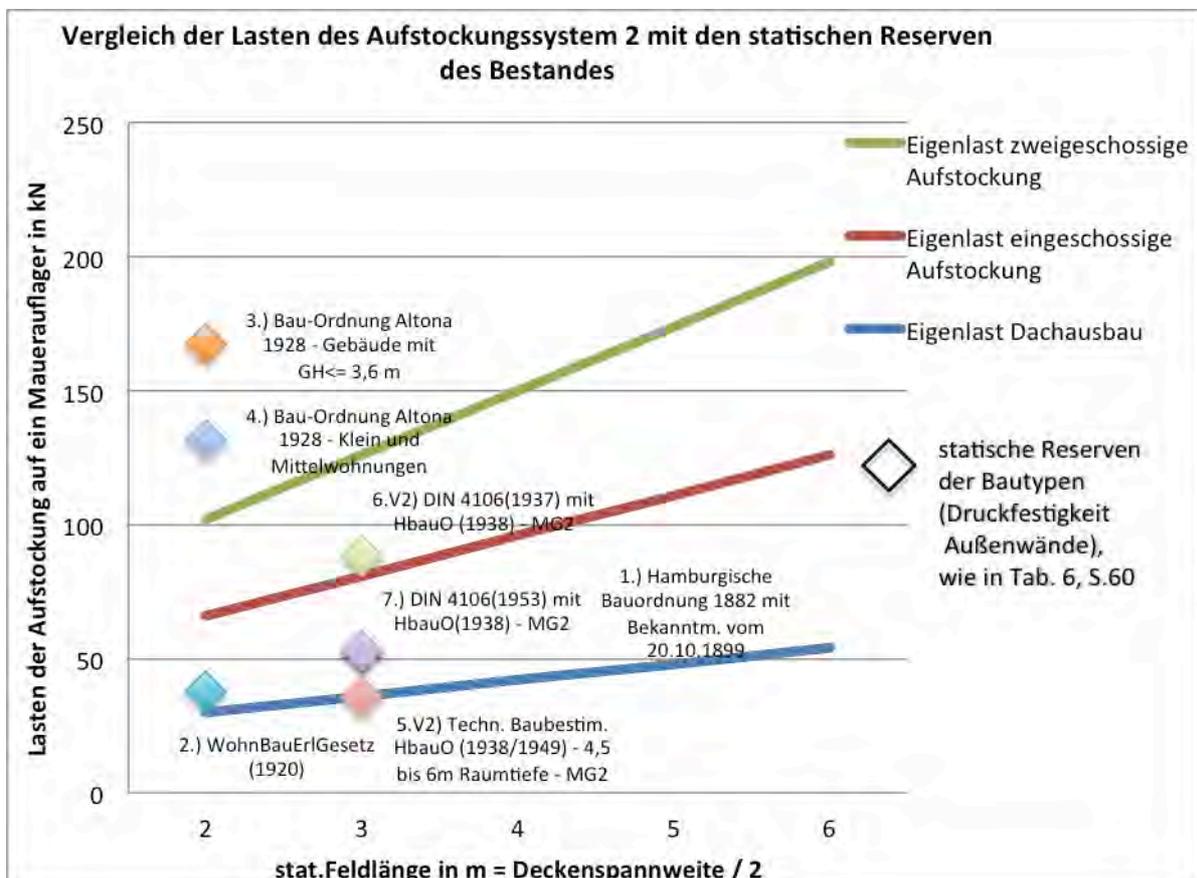


Abb 83 Diagramm der Lasten der Referenz-Aufstockung mit stat. System 2

Sind die statischen Reserven größer als die Eigenlast der Aufstockung, beziehungsweise ist die jeweilige Raute oberhalb der Linie, kann aufgestockt werden. Altonaer Bauten gemäß der Bauordnung von 1928 (Bautypen 3 und 4) mit maximalen Deckenspannweiten von 4,5 Metern<sup>212</sup> können demzufolge mit dem Referenzsystem zweigeschossig aufgestockt werden. Hamburger Bauten gemäß Baupolizeiverordnung von 1938 und DIN 4106 (1937) (Bautyp 6, grüne Raute) können mit dem Referenzsystem wahrscheinlich eingeschossig aufgestockt werden, solange deren Innenwände und Fundamente mit der Aufstockung belastet werden können. Alle weiteren Modellbauten, sollten sie den baurechtlichen Rahmen ihrer Epoche ausschöpfen, könnten nicht mit den oben beschriebenen Referenzsystemen erweitert werden, da sie hierfür nicht ausreichend tragfähig ausgebildet wären.

Deshalb empfiehlt es sich für Hamburger Bauten im nächsten Prozessschritt, mit den rellen Raumtiefen, Fenstergrößen, Pfeiler- und Feldbreiten die Druck- und Knickfestigkeit wie in den Anlagen 12.2.1 und 12.2.2 zu ermitteln und diese mit den oben genannten Eigenlasten zu vergleichen.

Zum Beispiel wäre ein gründerzeitliches Gebäude gem. Bauordnung von 1882 und den baukonstruktiven Angaben der Novelle von 1899 mit 5 m Raumtiefe, 1 m breiten Druckpfeilern und 2,13 m breiten Feldbreiten ausreichend stabil konstruiert, um eine Dachaufstockung aufzunehmen. Mit 89 kN/m Knicklastreserven im unausgesteiften Wandbereich und 117 kN/m Drucklastreserven könnte das Gebäude wahrscheinlich um eine eingeschossige Ebene ohne Belastung der Innenwände aufgestockt werden (siehe 12.2.4 Modellrechnung gem. HBauO von 1882 mit Bekanntmachung vom 20.10.1899).

#### **5.2.2.1. Bestimmung geeigneter Konstruktionssysteme**

Angesichts der geringen Belastungsreserven des Bestandsbaus eignen sich für Gebäudeaufstockungen ausschließlich Systeme, welche mit der Referenzkonstruktion aus Holz in Bezug auf Tragfähigkeit und Eigengewicht konkurrieren können. Beim Vergleich der Konstruktionssysteme wird im Folgenden auf das Bauteil Decke fokussiert, da dieses Bauteil die größten Lasten in eine Gebäudeaufstockung einbringt. (vergleiche hierzu die Berechnung in Abb 83). Die tragenden Elemente der Deckensysteme sollten bei Spannweiten von 5-6 m maximal Eigenlasten von 1 kN/qm haben, was der Eigenlast von 20 cm dickem Brettsperrholz<sup>213</sup> (siehe Abb 79) entspricht.

---

<sup>212</sup> *Bauordnung für den Stadtkreis Altona vom 2. Juli 1928*, Anhang 2.

<sup>213</sup> Stora Enso Wood Products, Hrsg., „Stora Enso Wood Products - Building Solutions“ (© Stora Enso, Mai 2015), Kapitel Statik.

## Mineralische Deckensysteme

In der Abb 86 sind die Spannweiten und Eigenlasten der bekannten gewichtsoptimierten mineralischen Deckensysteme aufgelistet.<sup>214 215 216</sup>

Typ Mineralische Decken	Hersteller	Bezeichnung	Spannweite m	Eigenlast kN/qm
Spannbetonhohldielen	Brespa - DW Systembau	A15B	4,6-5,9	2,65
Porenbetonplatten	/	/	5,5	1,34
Ziegeldecken	Wienerberger	Poroton - Filigran	5,6	2,45

Abb 84 Eigenlasten und Spannweiten mineralischer Deckensysteme

Keines dieser Deckensysteme erreicht die statische Wirksamkeit von Brettsper Holz. Lediglich die Porenbetonplatten mit 1,34 kN/qm Eigenlast könnten sich aufgrund Ihrer besseren Brandschutzeigenschaften (F90-A) gegen Holzbausysteme durchsetzen. Alle anderen mineralischen Konstruktionssysteme können aufgrund Ihrer hohen Eigenlasten für Gebäudeaufstockungen ausgeschlossen werden.

## Weitere Holzbau-Deckensysteme

Holzbausysteme haben gegenüber mineralischen Bausystemen neben den geringen Eigenlasten weitere konstruktive Vorteile. Egal, ob es sich um Holzrahmen-, Tafel-, oder Hohlkastenelemente handelt, diese Holzbausysteme lassen sich in einer Zimmerei in hohem Maß vorfertigen und solange es nicht regnet, zu jeder Jahreszeit sehr schnell montieren. Der hohe werkseitige Vorfertigungsgrad und werkseitige Vorabnahmen ermöglichen es, eine hohe Fertigungsqualität zu sichern. Der Nachteil aller Holzsysteme ist deren Brennbarkeit, bzw. die brandschutztechnische B-Qualifizierung.

Typ	Hersteller	Bezeichnung	Spannweite m	Eigenlast kN/qm
Hohlkastenelemente	Lignatur	LKE oder LFE	6,5	0,47
	Lignotrend	HHV	s.o.	ähnlich

Abb 85 Eigenlasten und Spannweiten von Holz-Hohlkastenelementen

Im Folgenden werden Holz-Hohlkastenelemente unter statischen Gesichtspunkten betrachtet, da sie zu den leichtesten Holzbausystemen<sup>217</sup> gehören und im Vergleich zu massiven Brettsper Holzplatten ein weitaus besseres Eigenlast-Tragfähigkeitsverhältnis (siehe Abb. 87) haben. Diese hohlen Deckensysteme haben bei ungefähr 6,5 m Spannweite nur halb soviel Eigenlast wie die Brettsper Holz-Referenzdecke (1,0 kN/qm) (siehe Abb 79).

<sup>214</sup> DW Systembau, „Technische Broschüre über BRESPA®-Decken“, 10, zugegriffen 17. Juni 2015, <http://www.dw-systembau.de/node/72>.

<sup>215</sup> Martin Homann, *Porenbeton Handbuch*, hg. von Bundesverband Porenbeton, 6. Aufl. (Gütersloh: Bauverlag, 2008), 78.

<sup>216</sup> Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, „Technische Informationen zu Ziegeldecken“, o. J., 36.

<sup>217</sup> Cheret, „Holzbausysteme“.



Abb 86 Deckensystem Lignatur, ©Lignatur

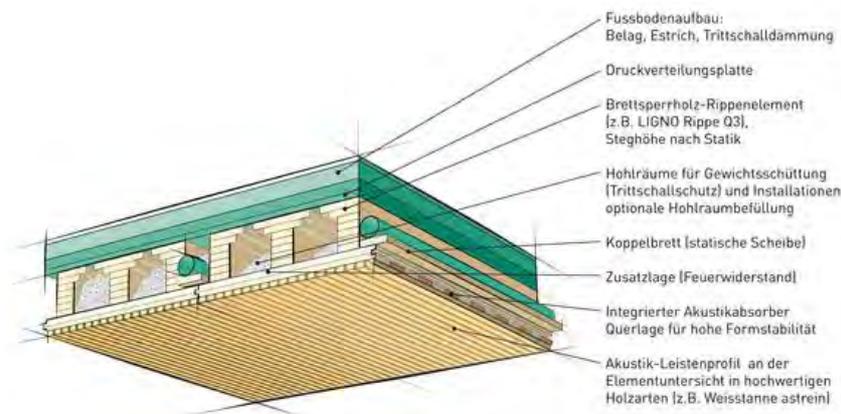


Abb 87 Deckensystem Lignotrend ©Lignotrend

Die Firma Lignotrend<sup>218</sup> hat neben den Deckenelementen ein ganzheitliches gewichtsoptimiertes Holzbausystem entwickelt, welches leichter als Brettsperrholzsysteme ist (siehe Abb 89). Eine Vordimensionierung der Systemkomponenten ist mit den firmeneigenen statischen Programmen zu leisten. Die Eigenlasten der Deckenelemente ähneln aber denen der Firma Lignatur<sup>219</sup> (siehe Abb 88). Mit diesen Elementen kann man bis zu 10-15 m weit spannen. Die Konstruktionen erreichen die Brandschutzklasse F90B. Entscheidet man sich, die

Gebäudeaufstockung mit diesen Hohlkastenelementen zu planen, sollten die Fachberater der Firmen früh in das Projekt eingebunden werden, damit die systemeigenen Besonderheiten von vornherein berücksichtigt werden können.

In Abb 90 werden die Bauteillasten dieser Hohlkastenelemente wie zuvor in Abb 83 die Bauteillasten des Referenzsystems aus Brettsperrholz berechnet, indem die Eigenlasten der tragenden Ebenen um 0,5 kN/qm reduziert wurden.

<sup>218</sup> Lignotrend Produktions GmbH, Hrsg., *Lignotrend-Planungsordner* (Weilheim-Bannholz, 2014).

<sup>219</sup> Lignatur AG, *Lignatur-Workbook*, 7. Aufl. (Waldstatt, 2014).

Raubbreite Rb: 4 m                   => Rb/2 = statische Feldbreite  
 Geschoßhöhe Gh: 3 m  
 Auflagerbreite Ab: 1 m

Verkehrslasten  
 Raum VLr 2 kN/qm  
 Dach VLd 1 kN/qm  
 Schneelast VLs 0,5 kN/qm

Eigenlasten der Bauteile (wie zuvor und in Abb. 77, um 0,5 kN/qm reduziert)

Dach: Elda 1 kN/qm  
 Decke: Elde 2 kN/qm  
 Tragwerk: Eltw 0,5 kN/qm  
 AW System1: ELaw1 1 kN/qm  
 AW System2: ELaw2 1 kN/qm

Lasten der Bauteile auf das Auflager in kN		Spannweite Rt in m				
		Iwand trägt		Innenw. trägt nicht		
		2	3	4	5	6
Dach:	$Rt \times Rb/2 \times (Elda + VLd + VLs) = Rt \times 2 \times 2,5$	10	15	20	25	30
Decke:	$Rt \times Rb/2 \times (ELde + VLr) = Rt \times 2 \times 4$	16	24	32	40	48
Tragwerk:	$Rt \times Gh \times ELtw = Rt \times 3 \times 0,5$	3	4,5	6	7,5	9
AW System1:	$Rb \times Gh \times ELaw1 = 4 \times 3 \times 1$	12				
AW System2:	$Rb \times Gh \times ELaw2 = 4 \times 3 \times 1$	12				

Lasten der Ebenen auf das Auflager in kN		Spannweite Rt in m				
		Iwand trägt		Innenw. trägt nicht		
		2	3	4	5	6
System 1						
Dachebene :	Dach + AW System 1 + Tragwerk	25	31,5	38	44,5	51
Zwischenebene :	Decke + AW System 1 + Tragwerk	31	40,5	50	59,5	69
System 2						
Dachebene :	Dach + AW System 2	22	27	32	37	42
Zwischenebene :	Decke + AW System 2	28	36	44	52	60

Lasten der Aufstockungen auf das Auflager in kN		Spannweite Rt in m				
		Iwand trägt		Innenw. trägt nicht		
		2	3	4	5	6
System 1						
Dachausbau	Dachebene	25	32	38	45	51
eingeschossige Aufstockung	Dachebene + Zwischenebene	56	72	88	104	120
zweigeschossige Aufstockung	Dachebene + 2 Zwischenebenen	87	113	138	164	189
System 2						
Dachausbau	Dachebene	22	27	32	37	42
eingeschossig	Dachebene + Zwischenebene	50	63	76	89	102
zweigeschossig	Dachebene + 2 Zwischenebenen	78	99	120	141	162

Abb 88 Berechnung der Bauteillasten aus Hohlkastenelementen

Diese Aufstockungslasten der Hohlkastenkonstruktionen werden in Abb 91 und Abb 92 zusammen mit den statischen Reserven (Druckfestigkeit) der sieben Modellgebäude (gem. Tabelle 6 Tragfähigkeit der reell anzunehmenden Wandkonstruktionen, S.60) grafisch dargestellt. Wie zuvor werden die Drucklastreserven der sieben Modellgebäude hierbei in Abhängigkeit zu den in den Berechnungen angenommenen Spannweiten als Punktwerte eingetragen. Die Lasten der Aufstockungssysteme werden in Abhängigkeit zu ihren variablen Spannweiten als Linien dargestellt.

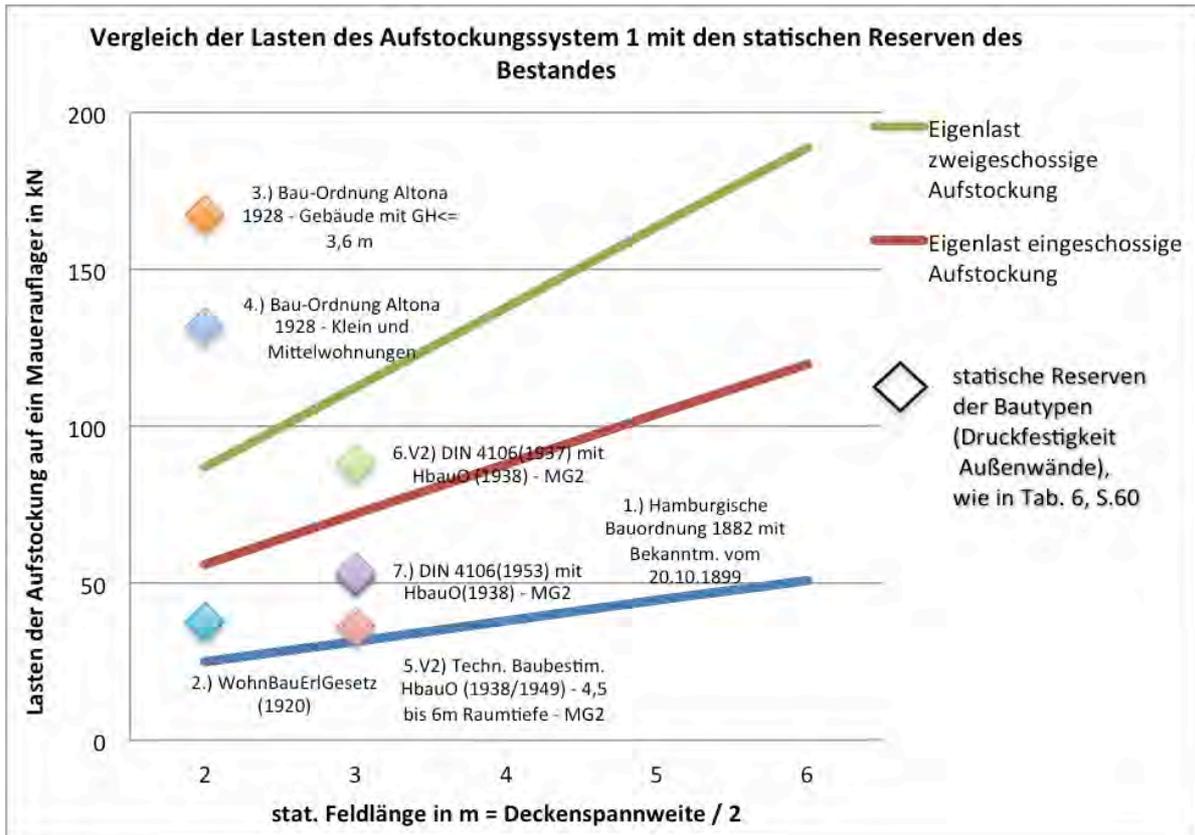


Abb 89 Diagramm der Aufstockung aus Hohlkastenelementen mit stat. System 1

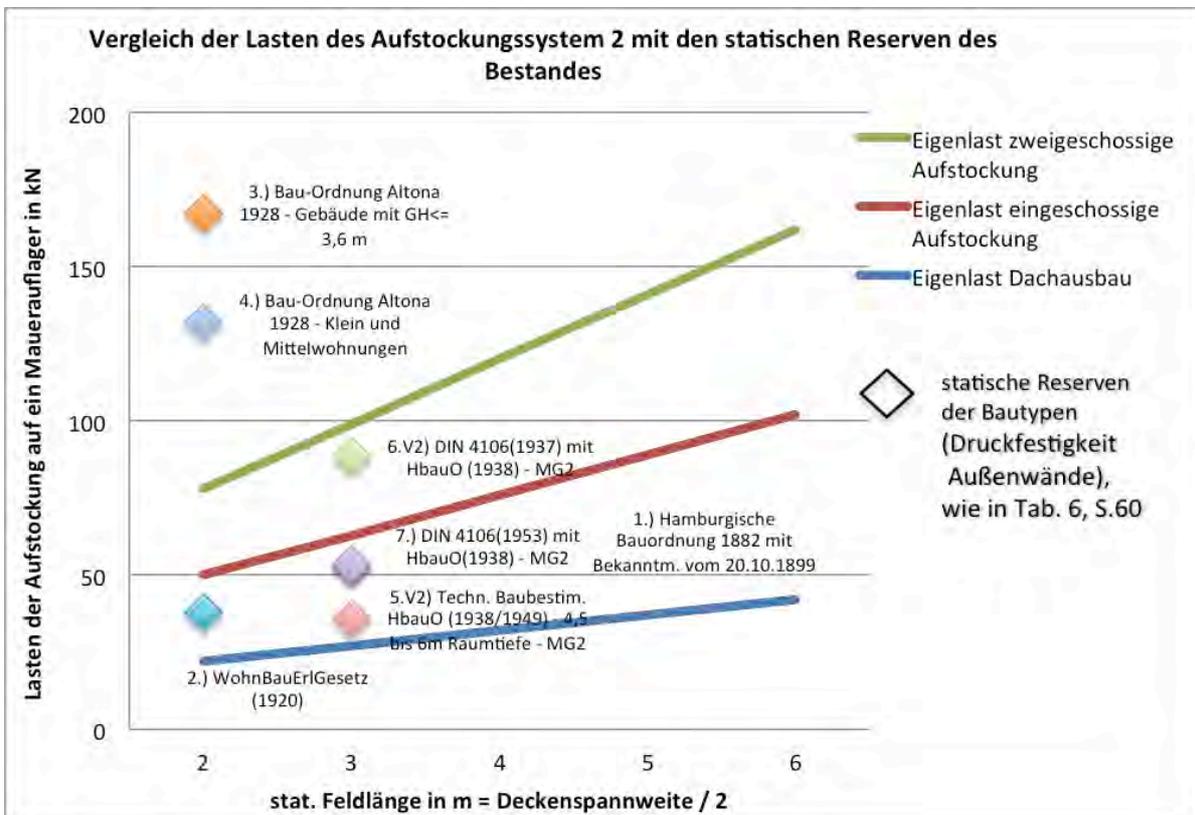


Abb 90 Diagramm der Aufstockung aus Hohlkastenelementen mit stat. System 2

Sind die Innenwände des Bestandsbaus und deren Fundamente ausreichend tragfähig konstruiert und gelingt es, die Eigenlasten der tragenden Bauteile in Abb 79, Abb 80 und Abb 82 zum Beispiel durch die Verwendung von Hohlkastenelementen statt Brettsperrholzelementen um 0,5 kN/qm zu reduzieren, könnten die Modellbauten gem. DIN 4106(1937) und HBauO(1938) (Bautyp 6, grüne Raute) ggf. zweigeschossig aufgestockt werden.

Gründerzeitliches Modellgebäude gem. Bauordnung von 1882 mit Bekanntmachung vom 20.10.1899 (Bautyp 1, lila Raute) und Modellbauten gem. DIN 4106(1953) und HBauO(1938/1949) (Bautyp 7, lila Raute ) könnten ggf. eingeschossig aufgestockt werden. Zwar sind die statischen Reserven weiterhin kleiner als die Eigenlasten des Aufstockungssystems, dies jedoch nur sehr knapp. Es kann aber angenommen werden, daß in der Realität die Rahmenbedingungen vorteilhafter sind, als die hier angenommenen Rechenparameter (Prinzip Worst Case).

## Stahlbau



Abb 91 Stahl-Leichtbau Deckenelement aus C-Profilen aus (220) S. 13

Mit Stahl-Leichtbauprofilen lassen sich sehr leichte Bauteile erstellen. Geschossdecken werden dabei, ähnlich wie Balkendecken, von speziellen, kaltgeformten Deckenprofilen (C-Profile) getragen. Diese Konstruktionen können bis zu 15 m überspannen<sup>220</sup> und haben ein Eigengewicht einschließlich Trockenestrich und Bekleidungen von 64-95 kg/qm<sup>221</sup> (0,64-0,95 kN/qm) und erreichen die Brandschutzklasse F 90 AB. In Verbindung mit Zementestrich können mit diesen Decken erhöhte Schallschutzwerte gemäß DIN 4109-BB2 von

$$L_{n,w,R} \approx 45 \text{ db} \text{ und } R_{w,R} \approx$$

69 db<sup>222</sup> bei einer Eigenlast einschließlich Estrich und Belag von nur 1,55 kN/qm<sup>223</sup> erzielt werden. Damit liegt das Eigengewicht dieser Deckenkonstruktionen noch unter dem der Hohlkastenelemente. Zusammen mit einem Stahltragwerk ist dieses System statisch mindestens genauso effizient wie die Hohlkastensysteme.

Außerdem könnten sehr leichte Decken der Brandschutzklasse F 90 A aus Trapezblech (0,18 kN/qm)<sup>224</sup> zuzüglich Beplankung und Bekleidung (0,7 kN/qm)<sup>225</sup> konstruiert werden. Diese haben aber aufgrund der Steifigkeit der Trapezbleche schlechte Schallschutzeigenschaften<sup>226</sup> und werden aus diesem Grund bei den weiteren konstruktiven Betrachtungen ausgelassen.

---

<sup>220</sup> Jochen Pfau, *Bauen im Bestand - Lösungen in Stahl-Leichtbauweise*, Dokumentation D591 (Düsseldorf: Stahl-Informations-Zentrum, 2007), 17.

<sup>221</sup> ebenda

<sup>222</sup> Stahl-Informationszentrum, Hrsg., *Häuser in Stahl - Leichtbauweise*, 1., Dokumentation D560 (Düsseldorf: Stahl-Informationszentrum, 2002), 28.

<sup>223</sup> ebenda, S.19

<sup>224</sup> ArcelorMittal Construction Deutschland GmbH, „Belastungstabellen für Trapez- und Kassettenprofile“, 2010, S.53, Hacierco 200/420 Ak.

<sup>225</sup> Saint-Gobain Rigips GmbH, „Decken/Dächer“, in *Planen und Bauen*, 2007, 4.81.31.

<sup>226</sup> Joachim Feldmann, „4. Baulicher Schallschutz“, in *Raumbauakustikskript für Architekten* (Berlin: Technische Universität Berlin, 2003), 142.

#### **5.2.2.2. Schlussfolgerungen aus der statischen Bewertung der Konstruktionssysteme**

Die Bausysteme der Firmen Lignotrend, Lignatur und die Stahlleichtbaukonstruktionen wären leichter als die Referenzkonstruktionen aus Brettspertholz und Holzrahmenelementen. Damit sind sie, neben den Referenzkonstruktionen, statisch für eine Gebäudeaufstockung geeignet. Die Gewichtsreduktion durch ein leichteres Bausystem als die Referenzkonstruktionen ändert jedoch nichts an der Grundaussage bezüglich der generell sehr begrenzten Tragfähigkeit Hamburger Bauten für Gebäudeaufstockungen.

Gegenüber den Holzkonstruktionen haben Stahlleichtbausysteme einen klaren brandschutztechnischen Vorteil. Mit ihnen lassen sich rechtskonforme F90AB Konstruktionen herstellen, welche ohne brandschutztechnische Kompensationsmaßnahmen auskommen und diesbezüglich ein geringeres Genehmigungsrisiko bergen.

Es kann von erheblichen Nachteil sein, daß derartige Systeme in Hamburg bisher wenig verbreitet sind und sich die Bauweisen nicht in der Hamburgischen Baupraxis bewährt haben. Technische Unkenntnis bei der Planung und in der Ausführung bergen ein erhebliches Risiko in Bezug auf die fachgerechte Ausführung. Die Genehmigungsfähigkeit der zu erbringenden bautechnischen Nachweise gemäß §68 HBauO(2006) ist schwer einzuschätzen. Zu wenige Anbieter dieser Konstruktionen stünden nicht in einem stark konkurrierenden Wettbewerb, was zudem die wirtschaftliche Planung solcher Bauvorhaben sehr erschweren würde. Aus diesem Grund sollte der Bauherr vorab prüfen, ob er für Stahlleichtbauten ausreichend Planungs- und Ausführungskompetenz gewinnen kann. Sonst wäre es gut beraten, trotz brandschutztechnischem Genehmigungsrisiko die Holzbausysteme vorzuziehen.

Die geringe Eigenmasse dieser Leichtbausysteme wirken sich schallschutz- und wärmespeichertechnisch ungünstig aus. Um den konstruktiven und bauphysikalischen Besonderheiten dieser alternativen Leichtbausystemen gerecht zu werden, müssten bei den herstellereigenen Systemen Lignotrend und Lignatur bereits früh Fachberater in die Planung der Aufstockung eingebunden werden. Entscheidet sich der Bauherr für das produktneutrale Stahlleichtbausystem, sollte neben dem Architekten ein Bauingenieur mit ausgewiesenen Fachkenntnissen bezüglich Altbauten und Stahlleichtbauten dem Planungsteam beitreten.

### **5.2.3. Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen zur Standsicherheit von Gebäudeaufstockungen in Hamburg**

Bei der Gegenüberstellung der statischen Reserven, beziehungsweise der Druckfestigkeit, der sieben historischen Referenzbauten mit der überschlägig ermittelten Eigenlast einer Gebäudeaufstockung in Holzbauweise hat sich gezeigt, dass Altonaer Bauten gemäß Bauordnung von 1928 mit hoher Wahrscheinlichkeit ausreichend standfest ausgebildet sind, um eine zweigeschossige Gebäudeaufstockung zu tragen. Hamburger Bauten gemäß Baupolizeiverordnung von 1938 und DIN 4106(1937) können wahrscheinlich eingeschossig aufgestockt werden, solange deren Innenwände und Fundamente mit der Aufstockung belastet werden können. Gründerzeitliche Bauten gem. Novelle vom 3.6.1899 und Wohnungsbauten der 1950er Jahre gem. DIN 4106(1953) könnten eventuell mit leichteren Hohlkasten- oder Stahlleichtbausystemen eingeschossig aufgestockt werden. Kleinwohnungsbauten haben die wenigsten statischen Reserven, das bestehende Tragwerk würde wahrscheinlich keine zusätzliche Belastung durch eine Gebäudeaufstockung tragen können.

Wurde bei ihrer Gebäudeplanung der damalige baurechtliche Rahmen bezüglich Wandstärken, Geschosshöhen, Raumtiefen und Raumbreiten ausgeschöpft und die angenommene Fassadeneinteilung realisiert, können diese Bauten höchstwahrscheinlich nicht ohne Verstärkung des Tragwerks aufgestockt werden. Aus diesem Grund sollte der Planer gleich zu Projektbeginn die reellen Wandstärken, Raumgrößen, Geschosshöhen und Fassadeneinteilungen ermitteln und die Knick- und Druckfestigkeit der Wandkonstruktion wie in den Anlagen 12.2.1 und 12.2.2 berechnen.

Sollten hiernach weiterhin grundlegende Zweifel an der Tragfähigkeit der Mauerwerkskonstruktionen bestehen, sollte der Architekt den Bauherrn zu einem ausführlichen statischen Gutachten unter Berücksichtigung der Finite-Elemente-Methode raten, welches im dritten Schritt die statischen Möglichkeiten der Wandkonstruktion feststellt und über den weiteren Projektverlauf entscheidet. Im Rahmen eines solchen Gutachtens sollten unbedingt die Fundamentkonstruktionen der Außen- und Innenwände sowie deren Tragfähigkeit festgestellt werden.

Im weiteren Vorgehen sollte dann gemeinsam das Tragwerks- und Konstruktionssystem der Aufstockung bestimmt werden. Einer freien Systementscheidung halber sollte der Bauherr darauf achten, dass sowohl Architekt als auch Bauingenieur systemübergreifend analysieren und planen können, um nicht für die Altbauanalyse und die Planung der Gebäudeaufstockung unterschiedliche Planungsbüros beauftragen zu müssen.

## 5.3. Energieeffizienz und Wärmeschutz

### 5.3.1. Bedeutung bei Gebäudeaufstockungen

Bei der Planung von Leichtbaukonstruktionen, wie sie bei Gebäudeaufstockungen verwendet werden, sind die Aspekte des Wärme- und Feuchteschutzes besonders zu beachten. Leichtbauten werden häufig als Rahmenkonstruktionen geplant. Das Ständerwerk befindet sich in der Dämmebene. In diesem Bereich müssen Kältebrücken vermieden werden. Außerdem muß die Luft- und Dampfdichtigkeit bei diesen vielschichtigen Bauteilen aufmerksam geplant werden. Leichtbauten haben geringe Eigenmasse und somit wenig Wärmespeicherfähigkeit. Der sommerliche Wärmeschutz muß deshalb bei der Planung besonders berücksichtigt werden.

### 5.3.2. Allgemein

40 % des Gesamtenergieverbrauchs der Europäischen Union wird für die Erstellung und den Betrieb von Gebäuden aufgewendet. Europaweit wächst die Bau- und Immobilienwirtschaft, wodurch sich deren Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Bilanz zu erhöhen drohen. Angesichts der ökologischen Konsequenzen steigender Treibhausgasemissionen und der Endlichkeit unserer fossilen Energieressourcen ist trotz steigenden Bauwachstums die globale Reduzierung des baulichen Energieverbrauchs und der Kohlenstoffdioxid-Emissionen (CO<sub>2</sub>) ein heute unbestrittenes Gebot der Daseinsvorsorge und des Umweltschutzes<sup>227</sup>.

Mit der EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden<sup>228</sup> verpflichtet das europäische Parlament die Mitgliedstaaten, nationale Regelwerke zu schaffen, welche den nationalen Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Gebäuden reduzieren und hierfür europaweit vergleichbare Mess- und Berechnungsvorgaben zu treffen. Hierbei verfolgt die Richtlinie das Ziel, ab dem 31. September 2020 nur noch Niedrigst-Energiegebäude in der EU zuzulassen. Niedrigst-Energiegebäude sind Gebäude, welche keinen Energiebedarf oder einen sehr geringen Energiebedarf haben, der im Wesentlichen aus erneuerbaren, lokal generierten Energien gedeckt wird. Um dieses Ziel 2020 zu erreichen, verschärfen die Mitgliedsstaaten der EU sukzessive ihre nationalen Vorschriften an den baulichen Energieverbrauch. Auch die Bundesrepublik Deutschland verfolgt diese Strategie und setzt die EU Richtlinie zur Zeit mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2014<sup>229</sup> um.

Da die Gebäudebeheizung den größten Energieanteil am Betrieb von Wohngebäuden hat, ist die Minimierung der Wärmeverluste (Wärmeschutz) über die Gebäudehülle Hauptas-

---

<sup>227</sup> Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union, *Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)*, Bd. Richtlinie 2010/31/EU, 2010.

<sup>228</sup> ebenda

<sup>229</sup> *Energieeinsparverordnung - Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden, ENEV*, Bd. BGBl. I S. 3951, 2014.

pekt beim energieeffizienten Bauen. Um die Wärme-Transmission über die Gebäudehülle zu reduzieren, sollen

- 1.) Bauteile mit kleinem Wärmedurchgangskoeffizienten entwickelt,
- 2.) Wärmeverluste über Wärmebrücken reduziert,
- 3.) luftdichte Bauteile und Bauteilanschlüsse entwickelt und
- 4.) die Lüftung reguliert (mechanische Belüftung) werden.

Damit Dämmebenen funktionstüchtig bleiben, müssen

- 5.) Gebäude von innen nach außen dampfdicht konstruiert werden,

da sonst die Raumfeuchtigkeit in die Dämmebene dringt, dort kondensiert und die Dämmmaterialien aufgrund von Durchfeuchtung nicht mehr dämmen. Dieser Aspekt ist besonders bei Rahmen- und Dachkonstruktionen, bzw. Sparren und Dämmmaterial im Sparren-Zwischenraum zu berücksichtigen.

Mit zunehmendem Temperaturanstieg und zunehmend perfektionierter Wärmedämmung der Gebäudehülle wird die sommerliche Gebäudeüberhitzung, beziehungsweise die Gebäudekühlung relevant. Um einer hohen Gebäudekühlung vorzubeugen, müssen gem. EnEV 2014

- 6.) der Sonnenenergieeintrag und die Bauteilerwärmung berechnet und kontrolliert werden.

Die Energieeinsparverordnung von 2014 gibt hierfür Grenzwerte für Solareinträge und Berechnungsformeln vor, welche bei der Gebäudeplanung berücksichtigt werden müssen. Besonders bei Bauten im Dachbereich, wie Gebäudeaufstockungen, wird dieser bauphysikalische Aspekt bedeutend, da diese Gebäudeteile meistens in Gänze der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind und schlechte wärmespeichernde Eigenschaften haben.

Im Folgenden werden die oben genannten baukonstruktiven Aspekte der Energieeffizienz im Hinblick auf die Planung einer Gebäudeaufstockung erläutert.

### 5.3.3. Wärmedurchgangskoeffizient

Materialien transportieren oder leiten Wärme unterschiedlich. Diese Wärmeleitfähigkeit wird mit dem griechischen Buchstaben  $\lambda$  gekennzeichnet und in  $W/(m * K)$  bemessen. Kalksandstein-Mauerwerk mit einem Gewicht von  $1400 \text{ kg/m}^3$  hat die Wärmeleitfähigkeit von  $0,70 \text{ W}/(m * K)$ . Dämmstoffe wie Mineralwolle gibt es mit unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten, wie zum Beispiel  $0,040 \text{ W}/(m * K)$ . Mauerwerk leitet die Wärme  $0,7 / 0,04 = 17,5$  mal besser als Mineralwolle mit der Wärmeleitfähigkeit  $0,04 \text{ W}/(m * K)$ . Beim energieeffizienten Bauen versucht man aber Konstruktionen zu wählen, die keine hohe Wärmeleitfähigkeit haben, sondern im Gegenteil, wärmedämmende Konstruktionen mit einer niedrigen Wärmeleitfähigkeit. Hierbei ist verständlicherweise die Bauteilstärke als der Weg, welchen die Wärme überwinden muss, relevant. Die Wärmedämmfähigkeit einer homo-

genen Bauteilschicht wird als Wärmedurchlasswiderstand (R) bezeichnet und aus Bauteilstärke (d) und Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ ) ermittelt:  $R = \frac{d}{\lambda}$  in  $m^2 \times K/W$ .

Demnach müsste die zuvor erwähnte Kalksandstein-Mauerwerkswand 17,5 mal so stark sein wie die Mineralwollschicht mit der Wärmeleitfähigkeit  $0,04 W/(m \times K)$ , um die gleiche Wärmedämmfähigkeit, beziehungsweise den gleichen Wärmedurchlasswiderstand, zu erreichen.

Um ein Bauteil aus mehreren homogenen Schichten bezüglich seiner Wärmedämmfähigkeit zu bewerten, werden die Wärmedurchlasswiderstände der einzelnen Bauteilschichten addiert. Hinzu kommen normierte Bemessungswerte<sup>230</sup> (siehe Abb 94) für die Wärmeübergangswiderstände ( $R_s$ ), für den Übergang der inneren Raumwärme in das Bauteil ( $R_{si}$ ) und für den Übergang der Bauteilwärme an den Außenraum ( $R_{se}$ ).

Tabelle 1 — Konventionelle Wärmeübergangswiderstände

Wärmeübergangswiderstand $m^2 \cdot K/W$	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
$R_{si}$	0,10	0,13	0,17
$R_{se}$	0,04	0,04	0,04

ANMERKUNG 1 Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte. Für die Angabe des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilkomponenten und in anderen Fällen, in denen von der Richtung des Wärmestromes unabhängige Werte gefordert werden oder die Richtung des Wärmestromes variieren kann, wird empfohlen, die Werte für den horizontalen Wärmestrom zu verwenden.

ANMERKUNG 2 Die Wärmeübergangswiderstände beziehen sich auf Oberflächen, die mit der Luft in Berührung sind. Der Wärmeübergangswiderstand ist nicht anwendbar, wenn die Oberfläche ein anderes Material berührt.

Abb 92 Konventionelle Wärmeübergangswiderstände aus DIN EN ISO 6946, S.9

Für die Außenwand im vierten Obergeschoss des gründerzeitlichen Referenzgebäudes-1, gebaut gemäß Novelle vom 3.6.1899, lässt sich damit der Wärmedurchgangswiderstand mit folgenden Annahmen

- 1,5 cm Kalkzementputz mit  $\lambda = 1,0 W/(m \times K)$
- 34 cm Mauerwerk aus Vollziegel (1800 kg/Kubikmeter) mit  $\lambda = 0,81 W/(m \times K)$
- kein Außenputz

ermitteln<sup>231</sup> .:

$$R_T = R_{si} + R_{(Putz)} + R_{(MW)} + R_{se}$$

mit  $R = \frac{d}{\lambda} \rightarrow$

<sup>230</sup> DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN EN ISO 6946: Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren (ISO 6946:2007); Deutsche Fassung EN ISO 6946:2007*, Bd. ICS 91.120.10, 2008, 9.

<sup>231</sup> ebenda, S. 12

$$R_T = 0,13 + \frac{0,015}{1,0} + \frac{0,34}{0,81} + 0,04 = 0,605 \text{ m}^2 \times K/W$$

Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) von Bauteilen ist der Umkehrwert Ihres Wärmedurchlasswiderstandes ( $R_T$ ).

$$U = \frac{1}{R_T} \text{ in } W/m^2 \times K$$

Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) der oben berechneten Außenwand wäre somit gleich  $1/0,605 \text{ m}^2 \times K/W = 1,65 \text{ W}/m^2 \times K$ .

In der EnEV(2014) werden in der Anlage 1, Tab. 1, Mindest-Wärmedurchgangskoeffizienten für Referenzgebäude benannt. Diese sollten bei der Gebäudeplanung in den frühen Projektphasen nicht überschritten werden<sup>232</sup>.

Zeile	Bauteile/Systeme	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
		Eigenschaft (zu Zeilen 1.1 bis 3)	
1.0	Der nach einem der in Nummer 2.1 angegebenen Verfahren berechnete Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes nach den Zeilen 1.1 bis 8 ist für Neubauvorhaben ab dem 1. Januar 2016 mit dem Faktor 0,75 zu multiplizieren. § 28 bleibt unberührt.		
1.1	Außenwand (einschließlich Einbauten, wie Rollladenkästen), Geschossdecke gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,28 W/(m <sup>2</sup> ·K)
1.2	Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,35 W/(m <sup>2</sup> ·K)
1.3	Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,20 W/(m <sup>2</sup> ·K)
1.4	Fenster, Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient	U <sub>w</sub> = 1,3 W/(m <sup>2</sup> ·K)

Abb 93 Auszug aus Anlage 1, Tabelle 1 der ENEV (2014), S.41

Für Außenwände schreibt die EnEV(2014) einen maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von  $0,28 \text{ W}/m^2 \times K$  vor (siehe Abb 95, Zeile 1.1). Neubauvorhaben ab dem

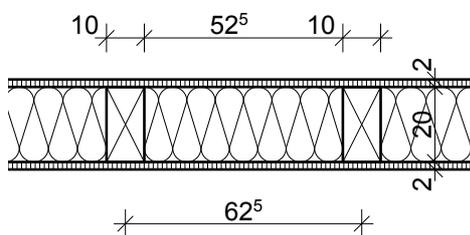


Abb 94 Holzrahmenelement

1.1.2016 müssen diesen Wert sogar noch um 25 % unterschreiten:  $0,28 \text{ W}/m^2 \times K \times 0,75 = 0,21 \text{ W}/m^2 \times K$ . Ab 2016 müssen Außenwände also ungefähr achtmal so gut Wärme dämmen wie die berechnete gründerzeitliche Außenwand.

Diesen Berechnungsansatz kann man für Bauteile mit homogenen Bauteilschichten anwenden. Bauelemen-

<sup>232</sup> die Mindestwerte in DIN Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 4108-2:Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Bd. ICS 91.120.10, 2013 werden durch die ENEV unterschritten, sind somit irrelevant und werden hier nicht weiter erwähnt.

te, wie zum Beispiel Dachstühle und Holzrahmenelemente, beinhalten aber auch mehrteilige, inhomogene Schichten. Die Berechnung derartiger Bauteile ist weitaus komplizierter und setzt sich aus dem arithmetischen Mittel des errechneten oberen und unteren Grenzwertes zusammen. An dieser Stelle wird ausschließlich die Berechnung des unteren Grenzwertes erläutert, da dieser in den frühen Planungsphasen als Referenzwert vollkommen ausreichend ist, beziehungsweise ermöglicht, die EnEV-konformen Konstruktionen zu bestimmen. Das vereinfachte Berechnungsverfahren lässt sich anhand der einfachen Rahmenkonstruktion in Abb 96 erläutern.

Bei dieser Konstruktion ist die Trag- und Dämmebene die inhomogene Bauteilschicht. Für die unterschiedlichen Baumaterialien in dieser Bauteilschicht muss zuerst deren Oberflächenanteil ( $f_{(Mat)}$ ) ermittelt werden:

$$f_{(Holz)} = \frac{10}{62,5} = 0,16 \text{ und } f_{(MW)} = \frac{52,5}{62,5} = 0,84$$

Danach berechnet man für alle Materialschichten den Wärmedurchlasswiderstand (R), wobei die Wärmeleitfähigkeit der Materialien in den inhomogenen Schichten mit ihrem Oberflächenanteil multipliziert wird.

$$R_T = R_{si} + R_{(span)} + R_{(mehrschicht)} + R_{(span)} + R_{se}$$

$$R_T = R_{si} + \frac{d_{(span)}}{\lambda_{(span)}} + \frac{d_{(inhomogen)}}{f_{(Holz)} \times \lambda_{(Holz)} + f_{(MW)} \times \lambda_{(MW)}} + \frac{d_{(span)}}{\lambda_{(span)}} + R_{se}$$

Mit dem Wärmeleitfähigkeit für Spanplatten  $\lambda = 0,13 \text{ W}/(\text{m} * \text{K})$ , für Holz  $\lambda = 0,13 \text{ W}/(\text{m} * \text{K})$  und Mineralwolle  $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} * \text{K})$  lässt sich der Wärmedurchgangswiderstand der Holzrahmenkonstruktion wie folgt ermitteln.

$$R_T = 0,13 + \frac{0,02}{0,13} + \frac{0,2}{0,16 \times 0,13 + 0,84 \times 0,04} + \frac{0,02}{0,13} + 0,04 = 4,1$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,1} = 0,24 \text{ W}/\text{m}^2 \times \text{K}$$

Die Rahmenkonstruktion überschreitet den für 2016 festgelegten Grenzwert und wäre ab 1.1.2016 nicht mehr EnEV(2014)-konform.

Die beiden oben erläuterten Berechnungsmethoden für homogene und inhomogene Bauteile erlauben dem Planer, relativ präzise die Bauteilaufbauten im Hinblick auf die erforderliche Wärmedämmfähigkeit zu bestimmen.

Noch schneller, aber ungenauer, nähert man sich der erforderlichen Dämmstärke mit folgender Faustformel:

- Gängige Wärmeleitfähigkeit Dämmstoff:  $\lambda_{(Dämm)} = 0,040 \text{ W}/(\text{m} * \text{K})$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{\frac{d}{\lambda}} = \frac{\lambda}{d} \Rightarrow d = \frac{\lambda}{U}$$

$$d_{in \text{ cm}} = \frac{4}{U}$$

Mit diesen Berechnungsmethoden kann der planende Architekt in der frühen Projektphase Dämmteilstärken und Bauteilaufbauten ohne komplexe bauphysikalische Berechnungen bestimmen.

Angewandt auf die Anforderungen an Wohngebäude der EnEV(2014)<sup>233</sup> ergeben sich für die Referenzbauteile einer Gebäudeaufstockung nach dem 1.1.2016 folgende Richtwerte für Wärmedämmstärken.

Zeile ENEV	Bauteil	U-Wert in $\text{W}/(\text{m}^2 * \text{K})$	Richtwert Dämmstärke in cm
1.1	Außenwand (einschließlich Einbauten, wie Rollladenkästen), Geschossdecke gegen Außenluft	$U_{(2016)} = 0,28 * 0,75 = 0,21$	$d = 4/0,2 = 20$
1.2	Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	$U_{(2016)} = 0,35 * 0,75 = 0,26$	$d = 4/0,26 = 15$
1.3	Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	$U_{(2016)} = 0,20 * 0,75 = 0,15$	$d = 4/0,15 = 27$

Tabelle 8 Dämmstärken-Richtwerte gem. ENEV 2014

<sup>233</sup> Energieeinsparverordnung - Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden, BGBI. I S. 3951:Anlage 1 – Tabelle1 Zeilen 1.0 – 1.3, S. 41.

### 5.3.4. Wärmebrücken

Eine gute Wärmedämmung und guten Wärmeschutz erreicht man nicht nur, indem man Bauteile hochwärmedämmt. Innerhalb dieser wärmedämmenden Konstruktionen sollten Wärmebrücken vermieden werden. Wärmebrücken sind Bereiche innerhalb gedämmter Konstruktionen, in denen mehr Raumwärme abfließt, beziehungsweise deren Oberflächentemperatur kälter als die der umgebenden Konstruktion ist. Fließt an Auskragungen, Gebäudekanten oder -versprüngen aufgrund der Gebäudegeometrie mehr Raumwärme ab als im planen Bauteil, so spricht man von geometrischen Wärmebrücken (siehe Abb 97

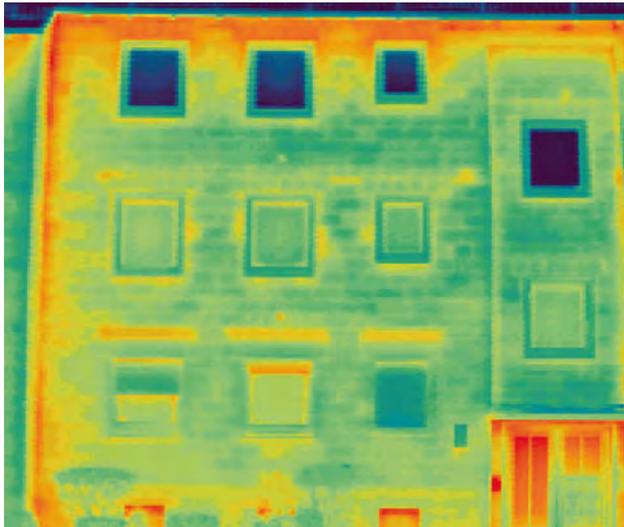


Abb 95 Thermogramm einer Außenwand aus Lehrbuch Bauphysik, S. 34

Wandkanten). Im Bereich der Bauteilfü- gung und -verschneidung wie zum Bei- spiel bei Decken- und Wandeinbindungen kann aufgrund unterschiedlicher Wärme- leitfähigkeit der verschiedenen Materia- lien mehr Raumwärme abfließen. In die- sem Fall spricht man von einer konstru- tiven Wärmebrücke (siehe Abb 97 Fenster- stürze). Die Folgen konstruktiver und ge- ometrischer Wärmebrücken sind sowohl erhöhte Wärmeverluste als auch kältere, raumseitige Oberflächentemperaturen. Letzteres Phänomen kann besonders in ungedämmten Altbauten Tauwasseranfall

und Schimmelpilzbildung bewirken. Aus diesem Grund muss bei der Planung einer Ge- bäudeaufstockung dem Übergang der wärmedämmenden Außenhülle zwischen Altbau und Neubau besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Im Zuge späterer Planungen wird man eventuell für diesen Bereich die Oberflächentemperaturen gemäß DIN 4108-2 ermitteln und den Tauwasseranfall gemäß E DIN EN 18010211-2 berechnen müssen. Werden in diesem Übergangsbereich zwischen Bestand und Neubauteil aber die Randbedin- gungen für den Mindestwärmeschutz gemäß Tab. 3 DIN 4108-2 eingehalten, kann auf die- se Berechnung der Oberflächentemperatur und des Tauwasseranfalls verzichtet werden. Laut Norm besteht dann keine Schimmelpilzgefahr mehr. Dieser Sachverhalt verdeutlicht die Sinnhaftigkeit zweier Regularien zum Wärmeschutz, nämlich die DIN 4108 und die weitaus strenger ausgelegte EnEV. Der Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108-2 soll Tau- wasseranfall und Pilzbefall vorbeugen und infolge Substanzerstörung und gesundheitli- che Beeinträchtigungen verhindern. Die höheren Wärmedämmwerte der EnEV dienen dem Wärmeschutz und der Energieeinsparung. In neuen Bauteilen, die heute zwangsläufig gemäß EnEV gebaut werden, kann man deshalb Tauwasseranfall und Schimmelpilzbildung ausschließen.

### 5.3.4.1. Wärmebrückenverluste

Die EnEV fordert eine Berücksichtigung von Wärmebrückenverlusten bei der Bilanzierung des Energiebedarfs<sup>234</sup>. Hierbei hat der Planer die Möglichkeit, drei unterschiedlich genaue und aufwendige Verfahren anzuwenden. Gemäß DIN 4108-6 können Wärmebrückenverluste pauschal und ohne detaillierten Nachweis mit  $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$  pro Bauteil in der Gebäudehülle angerechnet werden. Dieser Pauschalansatz führt aber zu einer unbefriedigenden Energiebilanz und ist darüber hinaus ungeeignet, konstruktive Aufbauten in Abhängigkeit ihrer Wärmedämmeigenschaften zu bestimmen. Hierzu empfiehlt es sich, auf das zweite mögliche Verfahren, die Konstruktion gemäß Beiblatt 2 der DIN 4108, zurückzugreifen. Das Beiblatt 2 gibt dem Planer klare konstruktive Empfehlungen zur Vermeidung von Wärmebrücken:

- die Vermeidung stark gegliederter Bauteile,
- die wärmetechnische Trennung auskragender Bauteile,
- eine durchgehende, versatzlose und ungeschwächte Dämmebene.

Die geometrischen Wärmebrücken der Außen- und Innenwanddecken dürfen in der Bilanzierung gemäß DIN 4108 Beiblatt 2 vernachlässigt werden. Ebenso dürfen konstruktive Wärmebrücken der Innenwand- und Deckeneinbindungen in die Außenhülle ignoriert

werden, solange sie einen Wärmedurchlasswiderstand  $R$  von  $2,5 \text{ m}^2 \times \text{K}/\text{W}$  nicht unterschreiten. Dies entspricht  $10 \text{ cm}$  Wärmedämmung mit  $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \times \text{K})$ . Damit sind dem Planer bereits eindeutige Anweisungen zum wärmebrückenfreien Konstruieren gegeben. Lassen sich diese Vorgaben aber nicht realisieren, bietet die DIN 4108 – Beiblatt 2 hierüber hinaus in Tab. 4 zahlreiche Konstruktionsbeispiele, welche mit einem Wärmebrückenzuschlag von  $0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$  bilanziert werden müssen. Dies entspricht der Hälfte der Pauschalberechnung

Tabelle 3 — Zeichenerklärung für die dargestellten Materialien

Nummer des Bildelements	Zeichnerische Abbildung	Material	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
1		Wärmedämmung	0,04 <sup>a</sup>
2		Mauerwerk	$\leq 0,21^b$
3			$0,21 < \lambda \leq 1,1$
4			$> 1,1$
5		Stahlbeton	2,3
6		Estrich	—
7		Gipskartonplatte	—
8		Holzwerkstoffplatte	—
—		Holz	—

Abb 96 Zeichenerklärung, Materialien gem. Tab3 DIN 4108-BB2

<sup>234</sup> Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV), 2007, §7.

des ersten Verfahrens. Die für eine Gebäudeaufstockung relevanten Ausführungsarten der Tab. 4 sind in der folgenden Tabelle 9 zusammen mit Abb 98 dargestellt. Neben den Vorgaben der DIN werden in der 6. Spalte abweichende Konstruktionsvorschläge gemacht, welche die DIN-Vorgaben optimieren, beziehungsweise eine bessere Bilanzierung erwirken.

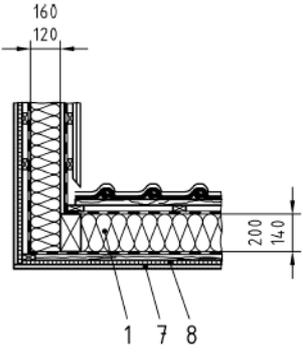
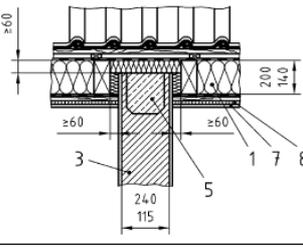
Tabelle 9 Auszüge aus Tabelle 4, DIN 4108 Bbl 2:2006-03 mit konstruktiven Anmerkungen

Nr.	Bildnr. gem DIN	Ausführungsart	Bild, Material gem. Abb 98	Bemerkungen aus der DIN	Eigene Anmerkungen, Empfehlungen
1	43	außen-gedämmtes Mauerwerk		Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper ist mit Dämmstoff ( $\geq 10$ mm) ausgefüllt.	Wärmebrücke generell verhindern: Fenster in Dämmebene planen, thermisch getrennte Fensterprofile
2	47	Holzbauart		Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper ist mit Dämmstoff ( $\geq 10$ mm) ausgefüllt	Wärmebrücke generell verhindern: äußere Dämmebene wie in Zeile 8, thermisch getrennte Fensterprofile
3	49	außen-gedämmtes Mauerwerk			Wärmebrücke generell verhindern: Fenster in Dämmebene planen, thermisch getrennte Fensterprofile
4	53	Holzbauart			Wie Zeile 2: Wärmebrücke generell verhindern: äußere Dämmebene wie in Zeile 8, thermisch getrennte Fensterprofile

1: Wärmedämmung, 2-4: Mauerwerk, 5: Stahlbeton, 6: Estrich, 7: Gipskartonplatte, 8: Holzwerkstoffplatte, gem. DIN 4108 Bbl2: 2006-03, Tabelle 3, S. 13

5	55	außen- gedämmtes Mauerwerk		Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper ist mit Dämmstoff ( $\geq 10$ mm) ausgefüllt	Wärmebrücke generell verhindern: Fenster in Dämmebene planen, thermisch getrennte Fensterprofile
6	59	Holzbauart		Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper ist mit Dämmstoff ( $\geq 10$ mm) ausgefüllt	Wie Zeile 2: Wärmebrücke generell verhindern: äußere Dämmebene wie in Zeile 8, thermisch getrennte Fensterprofile
7	70	außen- gedämmtes Mauerwerk		Es werden thermisch getrennte Konstruktionen verwendet.	Wärmebrücke generell verhindern: Fenster in Dämmebene planen, thermisch getrennte Fensterprofile
8	74	Holzbauart		Gilt auch für den anderen in diesem Beiblatt dargestellten Holzregelquerschnitt.	Wärmebrücke generell verhindern: Wärmedurchlasswiderstand der äußeren Dämmebene $R > 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \Rightarrow 10 \text{ cm}$ Wärmedämmung gem. Abb 98.
<p>1: Wärmedämmung, 2-4: Mauerwerk, 5: Stahlbeton, 6: Estrich, 7: Gipskartonplatte, 8: Holzwerkstoffplatte, gem. DIN 4108 Bbl2: 2006-03, Tabelle 3, S. 13</p>					

9	82	kerngedämmtes Mauerwerk		Gilt bei gleichen Dämmstoffdicken auch für den Holzbau.	Wärmebrücke generell verhindern: Wärmedurchlasswiderstand der äußeren Dämmebene (oberhalb Ringanker und Sparren) $R > 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \Rightarrow 10 \text{ cm}$ Wärmedämmung.
10	84	kerngedämmtes Mauerwerk – Ringanker		-	
11	89	kerngedämmtes Mauerwerk		Gilt bei gleichen Dämmstoffdicken auch für den Holzbau. (...)	Attika wirkt wie eine Kühlrippe: so niedrig wie möglich planen. besonders stark seitlich dämmen: optimale Dämmstärke wie Außenwand
12	90	Anschluss oben und unten		-	Wärmebrückenberechnung Fensterhersteller berücksichtigen, bzw. Hersteller-seitiger Nachweis Wärmebrückenfreier Konstruktion und Einbau
13	91	Anschluss seitlich		-	Wie Zeile 12
<p>1: Wärmedämmung, 2-4: Mauerwerk, 5: Stahlbeton, 6: Estrich, 7: Gipskartonplatte, 8: Holzwerkstoffplatte, gem. DIN 4108 Bbl2: 2006-03, Tabelle 3, S. 13</p>					

14	92	Gaubenan- schluss		-	Wandkonstruktion in Gaube weiterführen, später Wärmebrücken-katalog Holzbau konsul-tieren.
15	93	Innenwand- anschluss		Gilt bei glei-chen Dämm-stoffdicken auch für den Holzbau. Mit-telwand, die in das Dach ein-bindet: Gilt auch für eine zweischalige Trennwand.	Wie Zeile 9: Wärmebrü-cke generell verhindern: Wärmedurchlasswider-stand der äußeren Dämmebene (oberhalb Ringanker und Sparren) $R > 2,5 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \Rightarrow 10\text{cm}$ Wärmedämmung.
1: Wärmedämmung, 2-4: Mauerwerk, 5: Stahlbeton, 6: Estrich, 7: Gipskartonplatte, 8: Holzwerkstoffplatte, gem. DIN 4108 Bbl2: 2006-03, Tabelle 3, S. 13					

Besonders bei Holzbaukonstruktionen fallen die Wärmebrückeneffekte weitaus geringer aus als bei Massivbauweisen<sup>235</sup>. Dies bleibt in der DIN 4108 – Beiblatt 2 unberücksichtigt. Aus diesem Grund ist es besonders bei der Verwendung von Holzbausystemen interessant, im Zuge der späteren Planung die dritte Methode der Wärmebrückenbestimmung, die detaillierte Berechnung gem. DIN EN ISO 10211<sup>236</sup>, anzuwenden. Mittels Finite-Elemente-Software oder mittels Wärmebrückenkatalogen von Holzbau-Systemherstellern lassen sich die realen Wärmebrückenverluste bestimmen. Da dieser Nachweis eine detaillierte Planung voraussetzt und aufwendig ist, macht er frühestens bei Bauantragstellung Sinn. Bei Niedrigenergie- oder Passivhaus-Konstruktionen ist dieser Nachweis sehr sinnvoll, da die Berechnungsergebnisse des detaillierten Nachweises bis zu ca. 20 % weniger Transmissionswärmeverluste als beim 1. Verfahren nachweisen<sup>237</sup>.

<sup>235</sup> Peter Cheret u. a., Hrsg., *Urbaner Holzbau: Chancen und Potenziale für die Stadt*; *Handbuch und Planungshilfe*, Handbuch und Planungshilfe (Berlin: DOM Publ., 2014), 135.

<sup>236</sup> DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN EN ISO 10211: Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen – Detaillierte Berechnungen (ISO 10211:2007)*; *Deutsche Fassung EN ISO 10211:2007*, Bd. ICS 91.120.10, 2008, 10211.

<sup>237</sup> Christina Schulz und Clemens Richarz, *Energetische Sanierung: Grundlagen, Details, Beispiele* (Berlin: De Gruyter, 2013), Beispielrechnung auf S. 43.

#### 5.3.4.2. Konstruktionsempfehlungen

Im Idealfall werden Gebäude ohne Wärmebrücken konstruiert. In der DIN 4108 – Beiblatt 2 werden hierzu klare konstruktive Angaben gemacht. Die Vermeidung stark gegliederter Bauteile, die wärmetechnische Trennung auskragender Bauteile und eine ununterbrochene Wärmedämmhülle mit Wärmedurchlasswiderstand  $R > 2,5 \text{ m}^2 \times \text{K}/\text{W}$  (oder eine 10 cm starke Dämmschicht mit  $\lambda < 0,04 \text{ W}/(\text{m} * \text{K})$ ) bewirken eine wärmebrückenfreie Konstruktion. Zusammen mit den Konstruktionsvorschlägen und Anmerkungen der Tabelle 9 lassen sich die meisten Neubauteile und deren Fügung somit ohne Wärmebrücken konstruieren. Der Übergang zwischen ungedämmtem Bestandsgebäude zum Neubauteil der Gebäudeaufstockung, wie zum Beispiel im Bereich des DREMPELS, des ORTGANGS, der FLACHDÄCHER oder ATTIKEN, ist nicht als Regeldetail darstellbar, da es hier zu viele individuelle Ausführungen gibt. Diese Übergänge stellen potenzielle Wärmebrücken dar, die zu einem späteren Zeitpunkt detailliert und deren Transmissionswärmeverlust bewertet werden müssen. Deshalb sollten von Anfang an die mittels Faustformel ermittelten Wärmedämmstärken mindestens 10-20 % stärker geplant werden.

### 5.3.5. Luftdichtigkeit und Feuchteschutz

Neben den Wärmeverlusten der Wärmebrücken müssen auch die Wärmeverluste einer

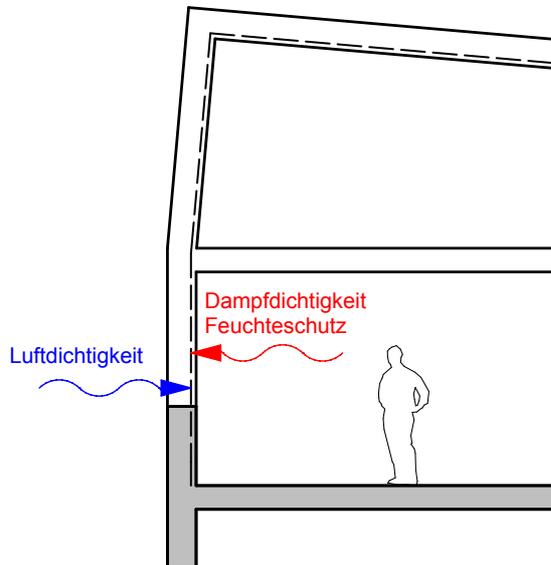


Abb 98 Systemdarstellung Luftdichtigkeit und Feuchteschutz

undichten Gebäudehülle vermieden werden. Gebäudehüllen müssen luftdicht sein, um zum einen Zuglufterscheinungen von außen nach innen, wie zum Beispiel bei alten Holzfenstern, zu vermeiden. Weitaus gravierender ist jedoch die Diffusion und Konvektion von warmer Innenluft in die Gebäudehülle und den Außenraum. Diese warme und somit feuchtere Luft würde in der Dämmebene kondensieren, das Dämmmaterial würde feucht werden und seine Dämmfunktion verlieren. Erhebliche Wärmeverluste wären die Folgen. Darüber hinaus kann ein Tauwasseranfall von 80 % der relativen Luftfeuchtigkeit zu Schimmelpilzbildung und dauerhafter Bausubstanzschädigung führen. Um die Luftdichtigkeit von außen nach innen und den Feuchteschutz bei Diffusion und Konvek-

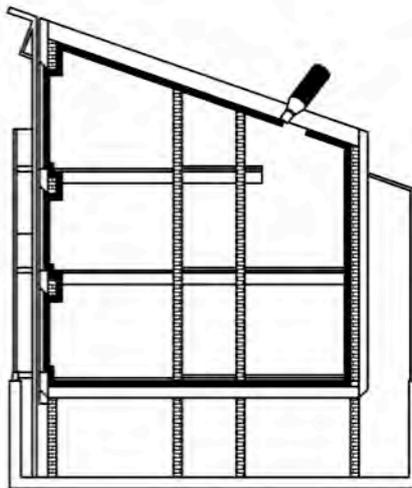


Bild 1 — Prinzipdarstellung für eine umlaufende Luftdichtheitsebene, die mit einem Stift ohne abzusetzen nachgezeichnet werden kann

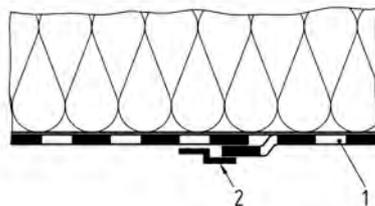
Abb 97 Umhüllende Luftdichtheitsebene gem. DIN 4108-7, S. 12

tion von innen nach außen zu verhindern, gibt die DIN 4108-7<sup>238</sup> Empfehlungen zur Planung und Ausführung von luftdichten Bauten. Bei der Planung muss die Luftdichtigkeitsebene im Grundriss und Schnitt eine umschlossene, ununterbrochene Hülle des Umbauten Raumes ergeben (siehe Abb 99). Des Weiteren enthält DIN 4108-7 zahlreiche Ausführungsarten für Fugenausbildungen und Materialstöße (siehe Abb 101). Mit diesen Angaben lassen sich im Massivbau leicht luftdichte Gebäude herstellen, da die Tragebene der Wand-, Decken- und

Dachkonstruktionen aus einem homogenen, luft- und dampfdichten Stein- oder Betongefüge bestehen. Bei Gebäudeaufstockungen wird die neue Gebäudehülle aber zwangsläu-

<sup>238</sup> DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN 4108-7: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden - Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele*, Bd. ICS 91.120.10, 2011.

fig als Leichtbau ausgeführt werden müssen. Der Übergang zwischen Massiv- und Leichtbau muss unbedingt luft- und dampfdicht geplant und hergestellt werden. Stahl- und Holzleichtbauten haben keine homogenen Bauteilschichten, sind elementierter und haben mehr Konstruktionsfugen und Bauteilschichten. Hier muss die mögliche Dampfdiffusion und -konvektion im Bauteil geplant werden, indem die Dampfdurchlässigkeit der Bauteilschichten aufeinander abgestimmt wird. Da in der Dämmebene kein, oder nur sehr wenig, Dampf eindringen soll, muss die raumseitige Bauteilebene davor dampfdichter sein als die Dämmebene und die folgenden Bauteilschichten zum Außenraum hin. In der Abfolge müssen die Bauteilschichten nach außen hin immer dampfdurchlässiger, beziehungsweise diffusionsoffener, ausgebildet werden. Damit soll zum einen verhindert werden, dass die warme Raumluft in die Dämmebene eindringen kann, beziehungsweise soll gewährleistet werden, dass die in die Dämmebene eingedrungene warme Raumluft rasch in den Außenraum verdunsten kann. Eine scheinbar logische und lange Zeit praktizierte, konstruktive Umsetzung dieser bauphysikalischen Erkenntnisse sind Konstruktionen mit raumseitiger Dampfsperre, beziehungsweise raumseitiger Dampfdichtigkeit. Diese, in den letzten 30 Jahren gebauten, Konstruktionen haben sich aber als sehr schadensanfällig erwiesen, da eine perfekte Dampf- und Luftdichtigkeit in der Praxis nicht herzustellen ist<sup>239</sup> Somit kann es in diesen Konstruktionen zu unkontrolliertem Tauwasseranfall und zu Schimmelpilzbildung kommen. Heute entsprechen raumseitig dampfdichte Leichtbaukonstruktionen nicht mehr dem Stand der Technik. Stattdessen sollen Leichtbau-Gebäudehüllen entwickelt werden, in deren Bauteilschichten in der winterlichen Tauwasserperiode anfallendes



**Legende**

- 1 Luftdichtheitsbahn
- 2 einseitiges Klebeband

**Bild 6 — Beispiel für die Ausbildung von Überlappungen mit einseitigem Klebeband**

Abb 99 Fügung Dampfbremse gem. DIN 4108-7, S. 21

Tauwasser in der sommerlichen Verdunstungsperiode nach innen und außen verdunsten kann. Raumseitige Dampfsperren würden diese sommerliche Verdunstung in den Innenraum verhindern. Die bauphysikalischen Grundlagen und konstruktiven Vorgaben für diese diffusionsoffenen Konstruktionen sind

in der DIN 4108-3 erläutert. Darin wird die Dichtigkeit eines Baustoffes gegen diffundierende Wassermoleküle (Dampf) in der dimensionslosen Diffusionswiderstandszahl  $\mu$  angegeben. Die Bezugsgröße ist der Diffusionswiderstand  $\mu$  von Luft = 1. Ein Baustoff mit  $\mu = 2$  würde also nur halb so gut wie Luft Dampf transportieren. Das Spektrum der Diffusionswiderstände von Baumaterialien geht von 1 bis unendlich. Nur Gläser und Metalle sind absolut dampfdicht ( $\mu = \infty$ ), alle anderen Baumaterialien sind mehr oder weniger dampf-

<sup>239</sup> Robert Borsch-Laaks, „Feuchtetransport via Luftstrom“, hg. von proHolz Austria, *zuschnitt: Das flache Dach*, Zuschnitt: Zeitschrift über Holz als Werkstoff und Werke in Holz, 47 (September 2012): 24–25.

durchlässig. Der Diffusionswiderstand des Baustoffes und die Stärke der Bauteilschicht bestimmen den Widerstand der Bauteilschicht gegen Wasserdampfdiffusion. Dieses Dampf-widerstandsmaß einer Bauteilschicht wird als äquivalente Luftschichtdicke  $sd = d * \mu$  bezeichnet. Im Folgenden wird  $sd$  der Deutlichkeit und Einfachheit halber als Diffusions-sperrwert bezeichnet. In der DIN 4108-3 wird beschrieben, wie mit Diffusionssperrwerten der Tauwasseranfall in Bauteilen berechnet wird und welche Trocknungsreserve Bauteile haben müssen. Generell sollte der Planer versuchen, mit den tauwasser- und nachweis-freien Konstruktionen gem DIN 4108-3 Kapitel 5<sup>240</sup> zu konstruieren. Ein- und zweischalige, massive Außenwände aus Mauerwerk oder Beton gelten als tauwasserfreie Konstruktionen. Holzrahmen- oder Holzmassivkonstruktionen müssen laut DIN 4108-3 diffusionsoffen und mit einer raumseitigen, dampfhemmenden Schicht mit  $sd > 2$  m und mit einer diffusi-onsoffenen außenseitigen Schicht mit  $sd < 0,3$  m konstruiert werden. Innerhalb der Bauteile sollten die  $sd$ -Werte der Bauteilschichten sukzessive nach außen kleiner werden. Einen Höchstwert für die raumseitige, dampfhemmende Schicht gibt die DIN 4108-3 nicht vor. Raumseitige Dampfsperren, die ein Rückdiffundieren der Bauteilfeuchte während der Verdunstungsperiode in den Innenraum verhindern, sind weiterhin normgerecht. Dies entspricht heute nicht mehr dem Stand der Technik!

Stattdessen sollten Gebäudehüllen geplant werden, deren dampfhemmende Bauteil-schicht vor der Dämmebene einen Diffusionssperrwert ( $sd_i$ ) haben, welcher etwa sieben mal so hoch ist wie der Diffusionssperrwert der äußeren ( $sd_e$ ) Bauteilschicht ( $sd_i > sd_e * 7$ ). Wärmedämmverbundsysteme auf EPS Basis ( $\mu = 100$ ) sind außenliegend und haben einen hohen Diffusionswiderstand und somit ein sehr hohes Tauwasserrisiko in der Dämmebene. Aus diesem Grund sollten sie als äußere Bekleidung im Leichtbau vermieden werden.

Neben den Beispielen für tauwasserfreie Wandkonstruktionen enthält DIN 4108 -3 auch konstruktive Angaben für Dachkonstruktionen. Diese sind bei geneigten Dächern ähnlich wie die der Wandaufbauten, indem ein raumseitiger Diffusionssperrwert von  $sd > 2$  m und ein äußerer Diffusionssperrwert von  $sd < 0,3$  m vorgeschrieben wird.

Bei einer Gebäudeaufstockung werden bestehende, meistens geneigte, Dachkonstruktionen durch neue, bewohnbare und voluminösere Konstruktionen ersetzt, welche häufig mit einem Flachdach abschließen sollen. Da Flachdachabdichtungen einen sehr hohen Diffu-sionssperrwert ( $\mu > 10.000$ )<sup>241</sup> haben, können nur belüftete Flachdächer diffusionsoffen hergestellt werden. Belüftete Flachdächer werden aber aufgrund des hohen Entlüftungs-

---

<sup>240</sup> DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN 4108-3:Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung*, Bd. ICS 91.120.10; 91.120.30, 2014, Kap. 5.

<sup>241</sup> Wendehorst. Hrsg. von Otto W. Wetzell in Verbindung mit dem DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Herwig Baumgartner, *Wendehorst bautechnische Zahlentafeln*, 33., vollst. überarb. und aktualisier-te Aufl. (Beuth., 2009), 183.

raumes und der schwer zu konstruierenden Entlüftung (Entlüftungsschlitze im Attikabereich, vor Aufbauten etc.) kaum noch gebaut. Deshalb setzen sich in Österreich<sup>242</sup> <sup>243</sup>und der Schweiz<sup>244</sup> zunehmend unbelüftete, diffusionsdichte Flachdachkonstruktionen durch. Theoretisch ließen sich diffusionsdichte Leichtbau-Flachdächer planen, welche aufgrund sommerlicher Erwärmung anfallendes Tauwasser mittels Umkehrdiffusion in den Innenraum zurückgäben. Dieses Prinzip funktioniert jedoch nur, wenn das entsprechende Flachdach im Sommer ganzteilig besonnt würde und sich gleichmäßig erhitzt. Eine ganzteiliges und lebenslanges Besonnen des Daches vorauszusetzen, ist unrealistisch. Zudem widerspricht ein erhitztes Flachdach den Prinzipien des sommerlichen Wärmeschutzes. In der Schweiz werden deshalb zunehmend begrünte oder bekieste, diffusionsdichte Flachdächer hergestellt. Diese konstruktiv und bauphysikalisch sehr aufwändigen Flachdachkonstruktionen müssen in Kooperation mit einem Bauphysiker geplant und mittels hygrothermischer Berechnungen bestimmt werden. Die Ausführung der Abdichtungen muss einwandfrei luftdicht sein und vor Inbetriebnahme mittels Blower-Door-Test und Leckageortung nachgewiesen werden. Die verbaute Einbaufeuchte des Holzes darf maximal 16 % betragen und die Luftfeuchtigkeit im Hohlraum darf maximal 95 % betragen (Bau bei Sonnenschein). In der Schweiz haben sich zwei Konstruktionsvarianten<sup>245</sup> etabliert:

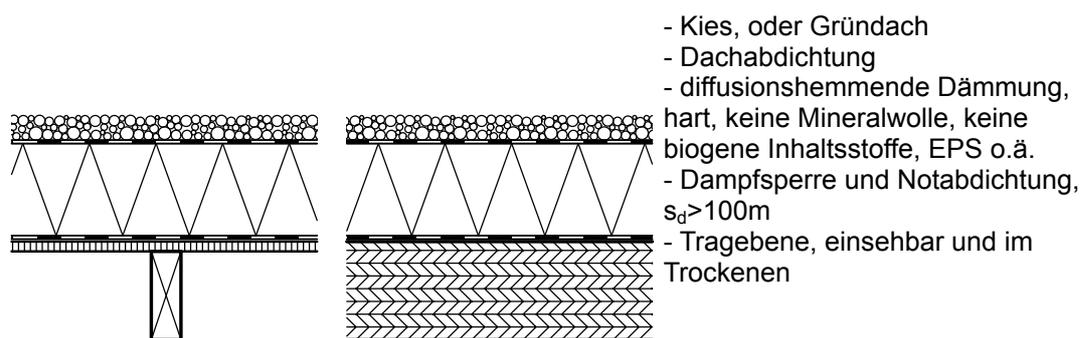


Abb 100 Flachdachsystem 1: Dämmung auf Sparren

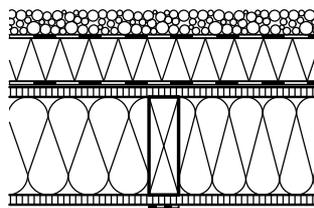
Das Flachdachsystem 1 in Abb 102 ist die sicherste Art, ein Gründach oder bekiestes Flachdach auszuführen, da hier die Sparren der Tragebene freiliegen, einsehbar bleiben, nicht in der Dämmebene liegen und somit nicht durch Kondensat gefährdet sind.

<sup>242</sup> proHolz Austria, Hrsg., *Das flache Dach*, Zuschnitt: Zeitschrift über Holz als Werkstoff und Werke in Holz 47 (proHolz Austria, 2012), <http://www.proholz.at/shop/publikation-detail/>.

<sup>243</sup> Martin Teibinger und Bernd Nusser, *Flachgeneigte Dächer aus Holz*, Mikado plus (weka, 2011).

<sup>244</sup> Markus Zumberhaus, „Sind Schweizer Holzdächer anders? Erfahrungen mit der feuchtetechnischen Dimensionierung unbelüfteter Flachdächer“, *Holzbau, die neue quadriga*, Im Blickpunkt: Holzschutz/Flachdächer, Nr. 1 (2011): 27–31.

<sup>245</sup> Bernd Nusser und Martin Teibinger, „Gründach versus Foliendach“, *Holzbau, die neue quadriga*, Im Blickpunkt: Flachdächer in Holzbauweise, Nr. 5 (2011): 13–17.



- Kies, oder Gründach
- Dachabdichtung
- diffusionshemmende Dämmung, hart, keine Mineralwolle, keine biogene Inhaltsstoffe, EPS o.ä., ca. 10cm bei  $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$  (siehe Kapitel Wärmebrücken)
- Dampfsperre und Notabdichtung,  $s_d > 100\text{m}$  auf OSB-Platte
- Tragebene, mit diffusionsoffener Dämmung
- Verschalung, diffusionshemmend,  $s_d$ -Wert hygrothermisch bestimmt.

Abb 101 Flachdachsystem 2: Dämmung in der Tragebene, Zusatzdämmung

Muss aus konstruktiven Gründen zwischen den Sparren gedämmt werden, empfiehlt sich die Flachdachkonstruktion 2 in Abb 103. Durch die zusätzliche Dämmung auf der außen-seitigen OSB-Platte erhöht sich die Temperatur im Gefach und die relative Luftfeuchte sinkt. Die Dämmwirkung der Zusatzdämmung sollte den Vorgaben des Kapitels Wärmebrücken entsprechen. Der potenzielle Taupunkt muss sich in der Zusatzdämmung befinden, um Kondensat am Tragwerk vorzubeugen. Der Schweizer Verband Dach und Wand empfiehlt diese Flachdachkonstruktion<sup>246</sup>.

#### 5.3.5.1. Schlussfolgerungen bezüglich Feuchteschutz und Luftdichtigkeit

Da aber noch langfristige Erfahrungen von über zehn Jahren für derartige Flachdachkonstruktionen fehlen, bleiben sie trotz Schweizer Praxis sehr risikoreich. Grundsätzlich gelten sie als sehr schadensanfällig und in Deutschland<sup>247</sup> raten weiterhin Sachverständige von solchen Konstruktionen ab. Dachflächen sollten stets hinterlüftet und mit einer Neigung  $> 5^\circ$ , beziehungsweise gemäß Dachdeckung ausgeführt werden, solange es für Flachdächer keine bewährten Konstruktionen gibt.

Generell gilt, dass bei der Planung der neuen Gebäudehülle eine im Schnitt und Grundriss umlaufende Luft- und Dampfdichtigkeitsebene geplant werden muss. Wie bei den Wärmebrücken ist besonders der Übergang zwischen Altbau und Gebäudeaufstockung zu beachten. Die Gebäudehülle wird, wie die gesamte Gebäudeaufstockung, in Leichtbauweise konstruiert. Die hüllenden Bauteilschichten sollen nach außen hin diffusionsoffener werden. Der Diffusionssperrewert der dampfhemmenden Bauteilschicht vor der Dämmebene sollte siebenmal so hoch sein wie der der äußersten Bauteilschicht. Diese Vorgaben lassen sich problemlos bei hinterlüfteten Wand- und geneigten Dachkonstruktionen umsetzen. Muss das Dach der Gebäudeaufstockung jedoch flach ( $< 5^\circ$ ) ausgeführt werden, sind hin-

<sup>246</sup> Heinrich Schnyder und Hansueli Sahli, „Feuchteschutz bei Flachdächern in Holzbauweise“, Merkblatt (Uzwil, Schweiz: Schweizerischer Verband Dach und Wand, o. J.).

<sup>247</sup> Rainer Oswald, Martin Oswald, und Matthias Zöller, „Zuverlässigkeit von Holzdachkonstruktionen ohne Unterlüftung der Abdichtungs- oder Decklage“, Abschlussbericht (Aachen: Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik, März 2014), 109.

terlüftete und diffusionsoffene Konstruktionen nur schwer umzusetzen. Dann kann eine Flachdachkonstruktion (siehe Abb 102 und Abb 103), die sich in der Schweiz bereits bewährt hat, zusammen mit einem Bauphysiker entwickelt werden. In Deutschland gelten derartige Konstruktionen weiterhin als hochgradig schadensanfällig. Aus diesem Grund sollte der Planer geneigte Dächer planen, oder dem Bauherrn den Sachverhalt sowie die konstruktiven Risiken erläutern und von Leichtbau-Flachdachkonstruktionen abraten.

### 5.3.6. Sommerlicher Wärmeschutz

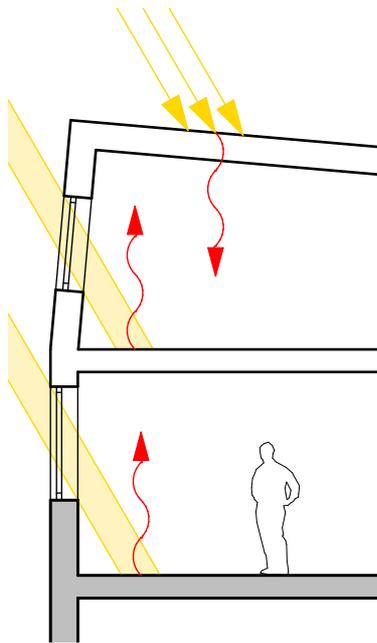


Abb 102 Systemskizze sommerliche Erwärmung

Im Gegensatz zum winterlichen Wärmeschutz, welcher die Wärmeverluste eines Gebäudes regelt, befasst sich der sommerliche Wärmeschutz mit der räumlichen Überhitzung in den Sommermonaten. Eine ungewollte, räumliche Überhitzung mittels Sonneneinstrahlung kann über zwei Wege entstehen. Trifft die Sonneneinstrahlung durch transparente Bauteile in den Innenraum, so werden die dort beschienenen Flächen erwärmt (siehe Abb 104). Dies ist die wirksamste Erwärmung mittels Sonnenenergie im Innenraum. Trifft die Sonneneinstrahlung auf opake Außenbauteile, so erwärmt sie diese. Die erwärmten Bauteile geben ihre Wärme unter anderem auch an den Innenraum ab (siehe Abb 104). Letzteres Phänomen kennt man von ungelüfteten, fensterlosen Dachräumen. Die EnEV-2014 fordert den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2<sup>248</sup>. Mit den Vorgaben der DIN 4108-2 soll verhindert werden, dass eine Überhitzung von Gebäuden verursacht wird, welche mit

energieintensiver, mechanischer Kühlung behoben werden muss. In der Norm wird die räumliche Erwärmung durch Sonneneinträge über transparente Bauteile reguliert<sup>249</sup>. Deren Parameter sind

- Ausrichtung und Neigung der transparenten Bauteile
- Gesamtenergiedurchlassgrad der transparenten Bauteile
- der Wirkungsgrad von Sonnenschutzvorrichtungen
- die Wärmekapazität der innenliegenden Bauteile
- die Klimaregion

Die Farbigkeit der Wärme absorbierenden Flächen ist nicht berücksichtigt, obwohl hinlänglich bekannt ist, dass dunkle Oberflächen sehr viel schneller und intensiver Wärme aufnehmen als helle Flächen. Der sehr umfangreiche Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wird in der DIN 4108-2 unter Punkt 8.3 beschrieben. Ein derartiger bautechnischer Nachweis wäre gegebenenfalls im Rahmen der Bauantragsplanung durch einen Bauphysiker zu führen<sup>250</sup>. Solange die Fensterflächen nicht 35 % der Grundfläche über-

<sup>248</sup> *Energieeinsparverordnung - Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden*, BGBl. I S. 3951:§3(4) Anforderungen an Wohngebäude, sommerlicher Wärmeschutz.

<sup>249</sup> DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN 4108-2:Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*, Bd. ICS 91.120.10, 2013, Abschn. 4.3 und 8.

<sup>250</sup> *Hamburgische Bauordnung (HbauO)*, § 68 Bautechnische Nachweise und ihre Prüfung.

schreiten, und die Fenster mit Sonnenschutzglas mit  $g > 0,4$  und Sonnenschutz mit einem Abminderungsfaktor  $< 0,3$  konstruiert sind, muss kein rechnerischer Nachweis geführt werden. Die Fensterflächen müssen gemäß § 44 HBauO – Aufenthaltsräume jedoch eine Mindestfläche von 12,5 % der Grundfläche der Aufenthaltsräume haben.

Da Dächer mehr der Sonne ausgesetzt sind als darunterliegende Geschosse und die gesetzlichen Vorgaben nicht unbedingt den Komfortansprüchen zukünftiger Nutzer entsprechen<sup>251</sup>, empfiehlt es sich konstruktiv, über die rechtlichen Vorgaben hinaus der sommerlichen Überhitzung entgegenzuwirken. Generell sollte der Planer neben den bereits erwähnten Maßnahmen versuchen,

- außenliegende, sonnenexponierte Bauteile in heller Farbe und in schwer erheizbaren Materialien auszuführen und zum Beispiel dunkle Blecheindeckungen zu vermeiden.
- Transparente Öffnungen der Gebäudehülle in den Sommermonaten konstruktiv mittels Auskragungen, Balkonen, Vordächern oder Ähnlichem zu verschatten.
- besonders sonnenexponierte Innenbauteile hell und mit hoher Wärmespeicherfähigkeit zu gestalten.
- eine mechanische und automatisierte Nachtlüftung vorzusehen.

Die Planung aktiver Wärmespeicher ist im Hinblick auf ein angenehmes Raumklima besonders wichtig, da richtig dimensionierte Wärmespeicher eine sehr effektive passive Kühlung der Räume bewirken<sup>252</sup>. In den Sommermonaten macht sich diese passive Kühlung die nächtliche Temperaturabsenkung zunutze, indem die wärmespeichernden Bauteile auskühlen, beziehungsweise verzögert den Wärmeeintrag des Tages abgeben. Je höher die Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile ist, umso mehr Wärme können die Bauteile im Tagesverlauf aufnehmen. Hierbei handelt es sich um Wärme, die vorerst nicht in den Raum abgegeben wird. Wärmespeichermassen wirken somit regulierend auf das Temperaturgefälle der Tages- und Nachtzeiten. Die Wärmespeicherkapazität von Baumaterialien ist meistens proportional zu ihrer Masse. Im Rahmen einer Gebäudeaufstockung kann aber nur beschränkt Masse in das Bestandstragwerk eingebracht werden, weshalb der Wärmespeicherkonstruktion hier deutliche Grenzen gesetzt sind. Der Nachteil von Leichtbaukonstruktion ist ihre geringe Masse und Wärmespeicherfähigkeit. Trockenbauwände haben ca. nur 1/10 der Wärmespeicherfähigkeiten von Massivwänden<sup>253</sup>.

---

<sup>251</sup> Kai Schild, *Energie-Effizienzbewertung von Gebäuden: Anforderungen und Nachweisverfahren gemäß EnEV 2009*, hg. von Henrik Brück (Wiesbaden: Vieweg Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2010), 22: Raumtemperaturen oberhalb 26°C sind mit dem Nachweis nicht auszu-schließen. Derartige Raumtemperaturen sind für Arbeitsstätten ungeeignet.

<sup>252</sup> Narendra K. Bansal, Gerd Hauser, und Gernot Minke, *Passive building design: a handbook of natural climatic control* (Amsterdam [u.a.]: Elsevier, 1994), 42–58.

<sup>253</sup> Häupl u. a., *Lehrbuch der Bauphysik*, 94 und eigene Berechnungen gem. Formeln in diesem Werk.

### **5.3.6.1. Schlussfolgerungen bezüglich sommerlichem Wärmeschutz**

Angesichts ihrer geringen Wärmespeicherfähigkeit drohen Leichtbauten in den Sommermonaten zu überhitzen. Hauptursache räumlicher Überhitzung sind Sonneneinträge über die transparenten Bauteile. Aus diesem Grund hat der Gesetzgeber zwecks Vermeidung energieintensiver Kühlvorgänge den sommerlichen Sonneneintrag und die hieraus resultierenden Wärmegewinne in der DIN 4108-2 reguliert. Entspricht der Fensterflächenanteil 12,5-35 % der Grundfläche, muss kein rechnerischer Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz geführt werden. Die DIN-Norm berücksichtigt jedoch nicht die Erwärmung der Außenhülle sowie die Wärmewirksamkeit dunkler Flächen. Darüber hinaus entspricht die mit der Norm erreichte Raumtemperatur nicht unbedingt den Komfortansprüchen zukünftiger Nutzer. Aus diesem Grund sollte der Planer einen erhöhten sommerlichen Wärmeschutz planen, in dem er möglichst:

- eine helle Außenbekleidung vorsieht,
- sommerliche Sonneneinträge in den Innenraum mittels Verschattung vermeidet,
- Sonnenschutzgläser und mechanische Sonnenschutzvorrichtungen vorsieht,
- Größe, Anordnung und Ausrichtung der Fensterflächen unter Berücksichtigung des sommerlichen Wärmeschutzes plant,
- das statische Potenzial des Tragwerkes für wirksame Wärmespeichermaßen ausnutzt.

Wirksame Wärmespeichermassen sind optimal im Boden- oder Wandbereich platziert. Wenn statisch möglich, sollten Wände massiv und Bodenkonstruktionen mit schweren Estrichkonstruktionen ausgeführt werden.

## 5.4. Schallschutz

### 5.4.1. Allgemein

Ob Schallübertragung zwischen Wohnungen als störend empfunden wird, ist von vielen Einflussfaktoren abhängig. Umgebungsgeräusche, die eigene Hörfähigkeit, individuelle Gewohnheiten, sowie das nachbarliche Verhältnis beeinflussen diese Schallwahrnehmung und sind baulich nicht zu beeinflussen. Die subjektiven Nutzeransprüche an die bauliche Schalldämmung sind generell in Eigentumswohnungen höher als bei Mietwohnungen<sup>254</sup>. In Gebäuden mit erhöhter Schalldämmung gegen Außenlärm oder in Gebäuden in ruhiger Umgebung wird schon eine geringe Schallübertragung innerhalb des Hauses als störend empfunden. Gebäude werden häufig im Rahmen einer ganzheitlichen energetischen Gebäudesanierung aufgestockt. Dann werden die Bestandswohnungen mit neuwertigen Fenstern besser gegen Außenlärm schallisoliert. Geräusche innerhalb des Hauses werden hiernach deutlicher wahrgenommen. Subjektiv wird dies häufig als Verschlechterung der Schalldämmung wahrgenommen, da die Außengeräusche nicht mehr die Schallübertragung zwischen den Nachbarn überdeckt<sup>255</sup>. Um späteren Konflikten zwischen Nutzern und Eigentümern vorzubeugen, muss deshalb der Schallübertragung zwischen Gebäudeaufstockung und Bestand in der Planung eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und die zu erreichenden Schallschutzqualitäten zu Projektbeginn bestimmt werden.

### 5.4.2. Formen des Schalls

Es gibt zwei Formen der Schallausbreitung. Körperschall, auf horizontalen Flächen wie Decken auch Trittschall genannt, entsteht durch mechanische Erschütterung von Bauteilen. Zum Beispiel durch Gehen, Stühlerücken oder durch Klopfen an Wänden entsteht Körperschall in dem betroffenen Bauteil. Luftschall entsteht, wenn Schallwellen auf Bauteile treffen und diese anregen, beziehungsweise in diese eingeleitet und aufgenommen werden. Musik, Gespräche und Geräusche verursachen Luftschall. Aufgrund dieser unterschiedlichen Eigenarten werden Luft- und Trittschall unterschiedlich ermittelt.

Bei der Messung von Trittschalleigenschaften zwischen übereinanderliegenden Räumen wird mit einem Norm-Hammerwerk<sup>256</sup> auf die trennende Decke geschlagen und der Schallpegel im Empfängerraum gemessen. Die schalldämmenden Eigenschaften der trennenden Bauteile sind schalltechnisch umso effektiver, je kleiner der gemessene Schallpe-

---

<sup>254</sup> Fritz Holtz u. a., „Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken“, in *holzbau handbuch*, Bd. 3, 3 Bauphysik, 3 Schallschutz (Düsseldorf, 2001), 8.

<sup>255</sup> Wolfgang Moll und Annika Moll, *Schallschutz im Wohnungsbau: Gütekriterien, Möglichkeiten, Konstruktionen*, [Elektronische Ressource]. (Berlin: Ernst, 2011), 8.

<sup>256</sup> DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN EN ISO 140-7: Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen Teil 7: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden*, Bd. ICS 91.120.20, 1998.

gel ist. Bei der Messung der Luftschalldämmung wird die Differenz zwischen dem Sender und dem Empfänger gemessen<sup>257</sup>. Je größer diese Differenz, umso besser sind die luftschalldämmenden Eigenschaften der trennenden Bauteile. Trittschall wird mit den Buchstaben L und Luftschall mit dem Buchstaben R jeweils in dB angegeben.

### 5.4.3. Schallausbreitung

Bei Trittschall wird ein Bauteil, hier die Decke, mechanisch angeregt. Das Bauteil schwingt. Auf dem direkten Weg (Dd) wird diese Schwingung direkt über die Decke als Schall an den darunterliegenden Raum weitergegeben. Diese Vibration des Bauteils Decke wird aber auch über die Deckenaufleger an die seitlichen Wände übertragen (Df), welche dann wiederum schwingen und diese Schwingung als Schall in den Raum übertragen. Diese Schall-

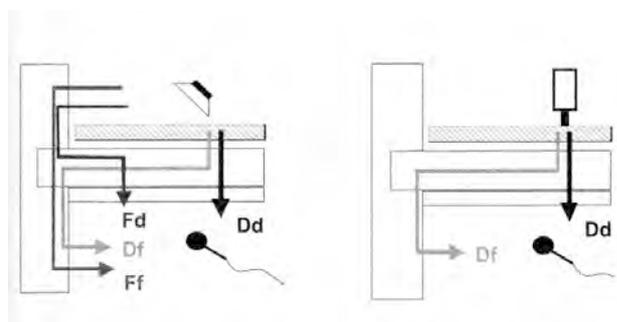


Abb 103 Schema Luft- und Trittschall aus Bauphysik Kalender S.

übertragung nennt man Flankenübertragung und der nicht direkte Schallweg über weitere Bauteile wird als Nebenweg oder als Nebenwegübertragung bezeichnet (Df). Diese Flankenübertragung ist bei Luftschall komplexer als bei Trittschall, da im Senderraum alle umgebenden Bauteile angeregt werden. Neben der direkten Schallübertragung (Dd) über die trennenden Decken überträgt sich der Luftschall auch über die Nebenwege Decke-Wand (Df), Wand-Wand (Ff), Wand-Decke (Fd). Darüber hinaus breitet sich der Schall noch über Öffnungen und weitere Bauteile wie Fugen, Schächte, Kabelkanäle, Rohrleitungen und so weiter aus. Bei der schalltechnischen Betrachtung von Baukonstruktionen im Allgemeinen ist aus diesem Grund immer die Direkt- und Flankenübertragung gemeinsam zu betrachten. Der relevante Gesamtwert wird mit einem Hochstrich, L' oder R', gekennzeichnet. L und R ohne Hochstrich stellen dagegen Schallwerte dar, welche entweder Rechenwerte sind, oder in Laboren mit Schallunterdrückung der Nebenwege ermittelt wurden.

übertragung nennt man Flankenübertragung und der nicht direkte Schallweg über weitere Bauteile wird als Nebenweg oder als Nebenwegübertragung bezeichnet (Df). Diese Flankenübertragung ist bei Luftschall komplexer als bei Trittschall, da im Senderraum alle umgebenden Bauteile angeregt werden. Neben der direkten Schallübertragung (Dd) über die tren-

<sup>257</sup> DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN EN ISO 16283-1: Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau - Teil 1: Luftschalldämmung*, Bd. ICS 91.120.20, 2014.

#### 5.4.4. Schalldämmmaße

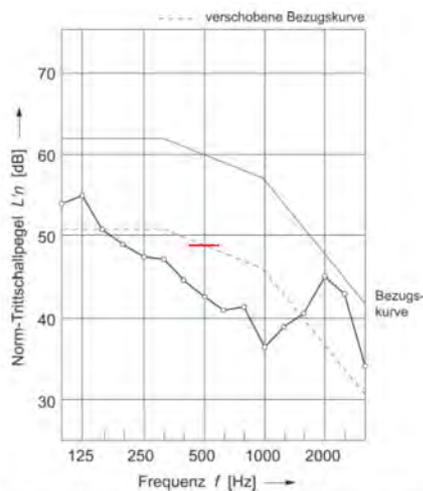


Abb 104 Beispielmessung aus Moll: Schallschutz im Wohnungsbau, S. 116

Bei der Tritt- und Luftschallmessung wird der Schall eines bestimmten Frequenzbereichs gemessen (siehe Abb 106). Das Ergebnis wird in einem Kurvendia- gramm dargestellt. Damit die Schallmessung mit einer Zahl dargestellt werden kann, wird gem. DIN EN ISO 717-1 die gemessene Kurve mit einer Bezugskurve verglichen. Diese Bezugskurve wird soweit vertikal ver- schoben, bis die Summe aller ungünstigen Abwei- chungen zwischen gemessener und Bezugskurve  $\leq 32$  dB ist. Der weiterzuverwendende Einzahlen-Wert entspricht dem Kreuzpunkt der Bezugskurve und dem 500 Hz Terz (vergleiche Abb 106). Dieser Wert wird als das bewertete Schalldämmmaß  $R_w$  oder  $L_w$  be- zeichnet. Wurde die Messung in einem Labor durchgeführt, wird die Bezeichnung um den Index P (für Prüfstand) ergänzt. Mit einer Verschlechterung der bewerteten Dämmwerte um das Vorhaltemaß von 2 dB werden die Laborwerte in verwendbare Rechenwerte ge- wandelt.

$$R_{w,R} = R_{w,P} - 2db$$

$$L_{w,R} = L_{w,P} + 2db$$

Trittschallwerte, welche die Absorption über genormten Empfängerräumen berücksichti- gen, werden um den Index „n“ ergänzt. Die Erläuterung dieses Rechenverfahrens ist hier aber nicht zielführend und wird deshalb ausgelassen. Der bewertete Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w,R}$  ist der weiterzuverwendende und baurechtlich wirksame Trittschallpegel<sup>258</sup>.

#### 5.4.5. Der Spektrum-Anpassungswert $C_{I,50-2500}$

Bei der baurechtlichen Beurteilung von Trittschall wird der Körperschall, welcher durch ein Norm-Hammerwerk erzeugt wurde, in dem Frequenzbereich 100 Hz bis 3 150 Hz gemes- sen und beurteilt. Dieses Norm-Hammerwerk simuliert nicht realistisch den tieffrequenti- gen Trittschall auf Holzbalkendecken, wie er zum Beispiel durch Gehen auf Strümpfen ent- steht. Um die Unzulänglichkeit des Messverfahrens bei der Messung von Trittschall auf Holzbalkendecken zu beheben, wurde der Spektrum-Anpassungswert als Korrektur- und Additions- wert zu  $L_{n,w,R}$  entwickelt. Diese Korrektur ist zur Zeit noch nicht baurechtlich re- levant<sup>259</sup>, die Erkenntnis um die Unzulänglichkeit des Messverfahrens ist aber hinlänglich

<sup>258</sup> Moll und Moll, *Schallschutz im Wohnungsbau*, Anhang 9 und 12.

<sup>259</sup> Elmar Sälzer, *Schallschutz im Hochbau: Grundbegriffe, Anforderungen, Konstruktionen, Nachweise* (Berlin: Ernst & Sohn, 2015), 288.

bekannt, in Fachmedien publiziert und somit Stand der Technik. Ist zwischen Bauherr und Planer allgemein eine erhöhte Bauqualität vereinbart worden, kann theoretisch die Berücksichtigung der Spektrum-Anpassung stillschweigend vom Bauherrn gefordert werden<sup>260</sup>. Deshalb wird der Spektrum-Anpassungswert hier mit berücksichtigt.

#### 5.4.6. Schallschutzanforderungen

Die Schallschutzanforderungen von Gebäuden werden prinzipiell in der DIN 4109 geregelt. So muss laut DIN 4109 eine Wohnungstrenndecke den Luftschall um mindestens 54 dB reduzieren ( $R' > 54 \text{ dB}$ ) und den gemessenen Trittschallpegel mit maximal 53 dB ( $L' < 53 \text{ dB}$ ) übertragen. Diese Mindestschalldämmendwerte wurden aber in zivilrechtlichen Präzedenzurteilen als unzulänglich befunden. Der Bundesgerichtshof urteilte diesbezüglich wie folgt: „Soweit weitergehende Schallschutzanforderungen an Bauwerke gestellt werden, wie zum Beispiel die Einhaltung eines üblichen Komfortstandards oder eines Zustandes, in dem die Bewohner „Im Allgemeinen Ruhe finden“ ..., sind die Schalldämm-Maße der DIN 4109 von vornherein nicht geeignet, als anerkannte Regel der Technik zu gelten. Etwas anderes kann für die Schalldämm-Maße des Beiblatts 2 zu DIN 4109 oder der VDI-Richtlinie 4100 Schallschutzstufen II und III gelten.“<sup>261</sup> In der Fachpraxis wird die DIN 4109 deshalb als „ein klassisches Beispiel einer hinter den allgemein anerkannten Regeln der Technik hinterherhinkenden Norm“<sup>262</sup> bezeichnet. Die zivilrechtlich geschuldeten Mindestanforderungen an Schallschutz werden eher im Beiblatt 2, „Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz“, der DIN 4109, sowie der VDI 4100 Schallschutzstufen 2 und 3 wiedergegeben. Diese undeutliche Normlage sowie die vage Formulierung des betreffenden Gerichtsurteils haben hier keine eindeutige Rechtslage geschaffen. Bei Wohnungstrenndecken sollten deshalb mindestens die Schallschutzwerte des erhöhten Schallschutzes gemäß DIN 4109 – Beiblatt 2 erreicht werden. Die Luftschalldämmwerte sollten größer als 55 dB und die Trittschallpegel sollten kleiner als 46 dB sein. Laut Schallschutzstufe 2 der VDI 4100 soll das Luftschalldämmungsmaß  $> 57 \text{ dB}$  sein, die Anforderung an den Trittschallschutz sind gleich.

Erreichen die realen Schalldämmwerte nicht dieses Dämmniveau, entspricht die schallübertragende Konstruktion trotz Normkonformität nicht dem aktuellen Stand der Technik und wäre somit mangelhaft. Zukünftige Nutzer könnten Schallgutachten erstellen lassen und anschließend berechtigterweise die Schallqualität mittels Mangelbehebung einfordern. Der Planer würde den wirtschaftlichen Schaden verantworten müssen, wenn er nicht den erhöhten Schallschutz geplant hat, beziehungsweise den Bauherrn vorab über die Rechtslage informiert hat.

---

<sup>260</sup> Christian Wolf, Schuldet der Planer dem Bauherren die Berücksichtigung des Spektrum-Anpassungswertes?, Telefon, 23. Januar 2015.

<sup>261</sup> VII ZR 184/97, in Lehrbuch Bauphysik, S.508 (Bundesgerichtshof 1998).

<sup>262</sup> Häußel u. a., Lehrbuch der Bauphysik, 508.

## 5.4.7. Schallschutzberechnungen

### 5.4.7.1. Massivdecken

Bei massiven Deckenkonstruktionen ist die Schalldämmung relativ einfach zu ermitteln, da Masse schalldämmend wirkt. Je höher die Masse, umso besser ist die Schalldämmung. Das Beiblatt 1 der DIN 4109:1989 gibt hierfür Rechenvorgaben und Schalldämmwerte vor. So können laut DIN 4109:1989 – Beiblatt 1 Massivdecken mit flächenbezogener Masse von 150-500 kg/Quadratmeter Luftschalldämmwerte von 52-62 dB erreichen. Massivdecken mit einer Masse  $> 250 \text{ kg/qm}$ , schwimmendem Estrich und biegeweicher Unterdecke erreichen laut Tab. 12 der DIN 4109:1989 – Beiblatt 1 Luftschalldämmmasse  $> 56 \text{ dB}$  und erfüllen damit die Vorgaben des erhöhten Schallschutzes. Massive Rohdecken mit einer Masse von 135-530 kg/qm erreichen einen Norm-Trittschallpegel von 86-69 dB. In Verbindung mit Unterdecken erreichen diese Deckenkonstruktionen 75-67 dB Trittschallpegel. Zusammen mit denen in der Tab. 17 der DIN 4109:1989 – Beiblatt 1 gelisteten Estrichkonstruktionen lassen sich die Trittschallpegel um 20-30 dB verbessern. Damit können die Trittschallpegel des erhöhten Schallschutzes ( $< 46 \text{ dB}$ ) erzielt werden.

Sind die Bestandsdecken zwischen einer geplanten Gebäudeaufstockung und dem Bestandsgebäude massiv ausgebildet, sollte der Planer frühzeitig eine genaue Bestandsaufnahme dieser vorhandenen Deckenfelder veranlassen, um deren genaue Aufbauten, beziehungsweise deren Masse und Tragverhalten zu ermitteln. Reicht das Tragverhalten dieser Bestandsdecken nicht aus, um oben genannte zusätzliche Unterdecken und Estriche aufzunehmen, sollten diese Deckenkonstruktionen entweder abgebrochen und erneuert oder aufgedoppelt werden.

### 5.4.7.2. Holzbalkendecken

Während die Schalldämmung massiver Decken von den überschaubaren Parametern Masse und Biegesteifigkeit der Bauschichten bestimmt wird, sind die mehrschaligen Holzbalkendecken weitaus komplexer. DIN 4109:1989 – Beiblatt 1 gibt in den Tabellen 19 und 34 zwar Ausführungsbeispiele für Holzbalkendecken an, diese erreichen jedoch nicht den erhöhten Trittschallschutz von  $L' < 46 \text{ dB}$ . Holzbalkendecken haben im Vergleich zu massiven Decken ein geringeres Gewicht, Resonanz-Hohlräume, ungünstige Resonanzfrequenzen und Schallübertragung über Balken. Des Weiteren ist zu beachten, dass massiv gemauerte Altbauten eine hohe Schallübertragung über flankierende Bauteile haben. In den folgenden Betrachtungen wird untersucht, wie sich mittels mehrschaligem Aufbau, entkoppelten Schalen und Hohlraumdämmung die erhöhten Schalldämmwerte mit weitaus weniger Masse erzielen lassen. Bei der Schall-Direktübertragung unsanierter Holzbalkendecken in Altbauten kann man von einem Luftschalldämmmaß  $45 \text{ dB} < R' < 54 \text{ dB}$  und einem Trittschallpegel von  $58 \text{ dB} < L' < 71 \text{ dB}$  ausgehen<sup>263</sup>. Diese Konstruktion sollten auf das oben

---

<sup>263</sup> Lißner u. a., „Modernisierung von Altbauten“, 10.

beschriebene Schallschutzniveau mit  $R' > 55$  dB und  $L' < 46$  dB ertüchtigt werden. Hier wird deutlich, dass die Trittschall-Ertüchtigung im Vergleich zum Luftschallschutz um mindestens  $\Delta L' 12-25$  dB die Hauptherausforderung ist. Sind die Deckenkonstruktionen auf dieses Trittschallschutzniveau ertüchtigt worden, ergeben sich entsprechende Luftschalldämmwerte von selbst<sup>264</sup>. In den folgenden Betrachtungen wird deshalb auf den Trittschallschutz fokussiert.

---

<sup>264</sup> Andreas Rabold, Stefan Bacher, und Joachim Hessinger, „Holzbalkendecken in der Altbausanierung“, Forschungsbericht (Rosenheim: ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Januar 2008), 16.

#### 5.4.8. Schalldämmung von Holzbalkendecken

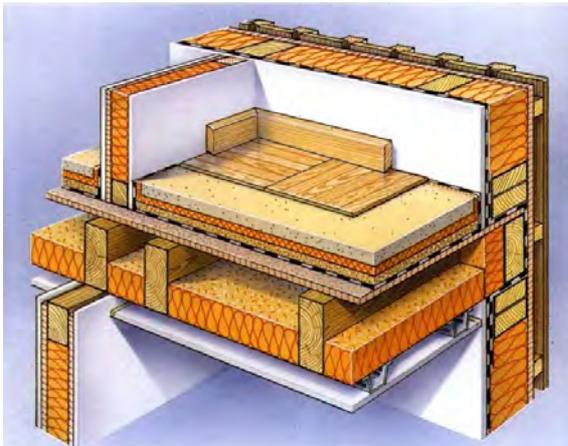


Abb 105 Beispiel mehrschalige Holzbalkendecke aus "Schalldämmende Holzbalkendecken", Holzbauhandbuch

Bei Leichtbaukonstruktionen wie Holzbalkendecken nutzt man deren Mehrschaligkeit zur Schallschutzoptimierung. Zum einen erhöht man die Masse einiger Schichten, zum anderen werden diese schweren Schichten über biegeeweiche Schichten voneinander getrennt, um die Schallübertragung zu unterbrechen. So lassen sich statt mit Masse mit mehrschaligen Konstruktionen, entkoppelten Schalen und Hohlraumdämmstoffen hohe Schalldämmwerte erreichen. Hierbei kommen das Prinzip der Schalldämpfung, auch Schallschluckung genannt, und das der Schallentkopplung zum Tragen (siehe Abb 107). Bei

mehrschaligen Konstruktionen wird der Schall von Schale zu Schale über deren Verbindungspunkte, beziehungsweise Koppelung, übertragen. Werden diese Verbindungspunkte reduziert, beziehungsweise deren Übertragungsfähigkeit reduziert, spricht man von einer Schallentkopplung. Praktisch erreicht man dies mit weichen Unterlagen oder federnden Befestigungen, nämlich weichfedernde Trockenbauprofile, weicher Trittschalldämmung, losen, nicht festen Verschraubungen von Unterdecken. Darüber hinaus versucht man den Schall innerhalb der Schichten zu dämpfen, beziehungsweise zu schlucken. Hierbei versucht man nicht, wie zuvor die Schallübertragung, zu unterbrechen, sondern den Schall im Bauteil selbst zu vernichten. So werden in den Hohlräumen von Leichtbaukonstruktionen zu diesem Zweck schalldämpfende Hohlraumdämmstoffe wie Mineralwolle eingesetzt. Auch Estriche können Schall absorbieren. Je weicher der Bodenaufbau Estrich-Trittschalldämmung ist, umso größer sind seine Absorptionseigenschaften, die sogenannte Körperschalldämpfung. Deshalb muss man bei schalltechnischen Betrachtungen des Estrichs diesen immer zusammen mit der Trittschalldämmung bewerten, da beide zusammen erst ein schallschutzwirksames System ergeben.

Diese Prinzipien der Schalldämmung und der Schalldämpfung werden in der Praxis durch folgende Maßnahmen umgesetzt:

- Masse-Erhöhung bestimmter Schichten, zum Beispiel Estrich, Rohdecke, Unterdecke.
- Weiche, nicht steife Auflagen, wie zum Beispiel Trittschalldämmung.
- Erhöhung des Abstandes der Unterdecke zur Rohdecke.
- Entkoppelte Befestigungen bei zum Beispiel abgehängte schallentkoppelte Unterdecken.
- Einsatz biegeeweicher, schallschluckender Baumaterialien wie zum Beispiel weiche Estriche und Hohlraumdämmungen.

### 5.4.9. Sanierungsstrategien

Praktisch ergeben sich hieraus zwei Sanierungsstrategien, die sich durchaus kombinieren lassen: die schalltechnische Deckensanierung von unten, bei welcher Unterdecken an Federschiene schallentkoppelt abgehängt oder freitragend eingebaut werden. Bei einer schalltechnischen Sanierung von oben wird Estrich auf einer Trittschalldämmung eingebaut. Dies bringt zusätzliche Masse in die Konstruktion ein. Hierfür muss generell die Tragfähigkeit der bestehenden Decke erhöht werden, was man durch einen Holz-Betonverbund, die Verstärkung bestehender Träger oder mittels Einbau von Nebenträgern erreicht.

### 5.4.10. Untersuchung von Schalldämmmaßnahmen

#### 5.4.10.1. Allgemein

Die Schalldämmung und entsprechende akustische Sanierungsmaßnahmen bei Holzbalkendecken im Bestand können nicht rechnerisch prognostiziert werden<sup>265</sup>. Vor diesem Hintergrund wurden am Institut für Fenstertechnik (ift) in Rosenheim Holzbalkendecken und schalltechnische Sanierungsmaßnahmen im Labor untersucht<sup>266</sup>. Hierbei wurden im Labor u. a. eine geschlossene Holzbalkendecke mit Einschub und diversen schallschutztechnischen Sanierungsmaßnahmen gebaut und deren Direktübertragung gemessen. Die Flankenübertragung wurde separat im zweiten Teil des Forschungsvorhabens untersucht<sup>267</sup>. Die Deckenbalken im Labor hatten einen Achsabstand von 848 mm. Im Gegensatz dazu wurden in Hamburger Altbauten Balkenabstände von bis zu 1,2 m gemessen. Trotzdem geben diese Forschungsergebnisse einen guten Überblick über die technischen Möglichkeiten und Wirkungen von Schalldämm-Maßnahmen von Holzbalkendecken. Am IFT wurden insgesamt 60 Deckenaufbauten untersucht, von denen nur 10 %, sechs Deckenaufbauten, einen idealen Trittschallschutz erreichen, nämlich einen bewerteten Norm-Trittschallpegel mit Spektrum-Anpassungswert<sup>268</sup>  $L_{n,w} + C_{I,50-2500} < 46 \text{ db}$ .

---

<sup>265</sup> Häupl u. a., *Lehrbuch der Bauphysik*, 504.

<sup>266</sup> Rabold, Bacher, und Hessinger, „Holzbalkendecken in der Altbausanierung“.

<sup>267</sup> Andreas Rabold u. a., „Holzbalkendecken in der Altbausanierung Teil 2: Flankenübertragung“, Forschungsbericht (Rosenheim: ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Juni 2012).

<sup>268</sup> Der Spektrum-Anpassungswert ist ein Korrektur-Wert, welcher zur Schallemission durch das Hammerwerk gerechnet wird. Der Sachverhalt wird weiter hinten im Kapitel „Der Spektrum-Anpassungswert  $C_{I,50-2500}$ “ S. 142 erläutert.

#### 5.4.10.2. Erhöhung der Masse



Abb 106 Gipsputz auf Schilfrohmatten und Gipsstuck

Schalltechnisch ist der Austausch von Schüttungen im Einschub gegen Hohlraumdämmung unwirksam, da die Schüttung schalldämmende Maße hat. Statisch kann aber die Entlastung der Bestandsdecke sinnvoll sein. Mit einer Erhöhung der Masse im Einschub von null auf 120 kg/qm kann die Trittschalldämmung von Holzbalkendecken um bis zu 4 dB erhöht werden. Ein Austausch der Unterseite und des historischen Putzes (Gipsputz auf Schilfrohmatten) durch Gipskartonplatten auf Holzlatten wirkt sich höchstwahrscheinlich negativ auf den Schallschutz aus, da die bestehenden Gips-Unterdecken schwerer und dämmwirksamer sind. Dies könnte zu einer Verschlechterung des Schallschutzes von 5-9 dB führen. Besteht allerdings die Möglichkeit, die Masse des Gipsputzes von zum Beispiel 15 kg/qm auf 26 kg/qm zu erhöhen,

verbessert sich der Trittschallschutz um 1 dB<sup>269</sup>.

#### 5.4.10.3. Estrich

Estriche mit Trittschalldämmung wirken schalltechnisch auf Rohdecken als Masse-Feder-System. Hierbei werden schwerere, schwer anregbare Schichten, nämlich Estrich und Rohdecke durch eine weiche Federebene, nämlich Trittschalldämmung, getrennt. Mit einem harten, schweren Zement-Estrich auf weicher Trittschalldämmung können Trittschallverbesserungen von 14-23 dB erzielt werden<sup>270</sup>. So wurden im Labor des IFT Trittschallverbesserungen von 23-25 dB mit 5 cm Zement-Estrich und 4 cm weicher Mineralwolle gemessen<sup>271</sup>. Die Konsequenzen und Grenzen dieser an für sich sehr effektiven Schallschutzmaßnahme sind der hohe Masseeintrag in die Konstruktion und das Einbringen von Baufeuchte. Die Direktschall-Übertragung der gesamten Holzbalkendecken erreicht alleine mit dieser Maßnahme einen Trittschallpegel von 45-49 dB und ist damit in der Nähe des Bereiches des erhöhten Schallschutzes gemäß DIN 4109 Beiblatt 2.

<sup>269</sup> Rabold, Bacher, und Hessinger, „Holzbalkendecken in der Altbausanierung“, 17–20.

<sup>270</sup> Holtz u. a., „Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken“, 16.

<sup>271</sup> Rabold, S. 29

Fließestriche haben eine höhere dynamische Steifigkeit und geringere Aufbauten (z. Bsp. System Effidur in Abb 109 : 28 mm), erzielen jedoch um ca. 3-4 dB niedrigere Trittschall-dämmwerte als Standard-Zementestriche (5 cm Zementestrich, 4 cm Mineralwolle)<sup>272</sup>.

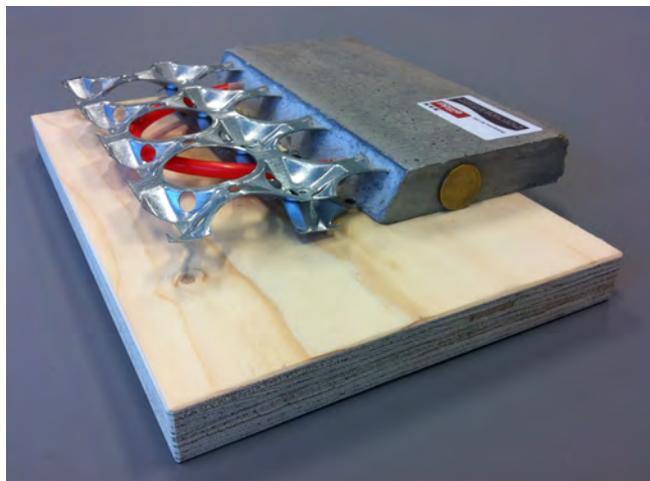


Abb 107 Modell Fließestrich mit 50 Cent Münze zum Vergleich. Der Estrich würde auf einer PE Folie und Trittschalldämmung eingebaut werden.

Thermoplastische Gussasphalte bringen keine Baufeuchte ein und schlucken den Schall besser als Zementestrich. Dies liegt an der Weichheit des Materials, weshalb sie aber eine schlechte lastverteilende Wirkung haben und somit nicht auf weiche Trittschalldämmung gelagert werden können. Damit hat Gussasphalt trotz guter Bedämpfung, geringerer Masse, seiner Trockenheit und geringeren Aufbauhöhe (25-30 mm) ein Trittschall-Verbesserungspotenzial von maximal 16 dB.<sup>273</sup>

#### 5.4.10.4. Estrich direkt auf Deckenbalken

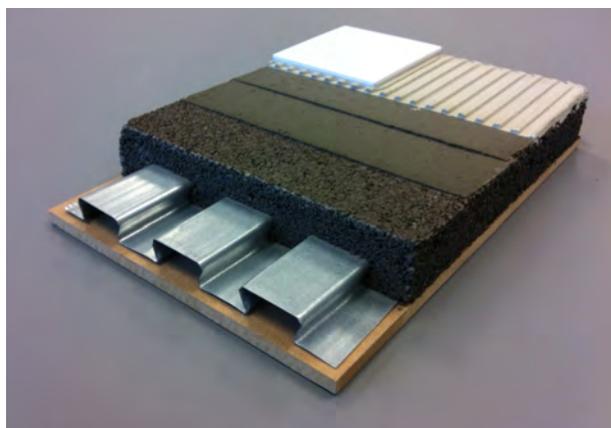


Abb 108 Modell Estrich auf Schwalbenschwanzblech, Fa. Spillner

Holzbalkendecken lassen sich auch schalltechnisch ertüchtigen, indem man deren Dielung entfernt und stattdessen spezielle Schwalben-Schwanzbleche auf Polyester-Urethan-Kautschuk Streifen<sup>274</sup> und die Deckenbalken schraubt. Die Bleche werden mit Estrich oder Fließbeton gefüllt, der beim Erhärten einen formschlüssigen Verbund mit den Blechen eingeht (siehe Abb 110). Das IFT Rosenheim hat für dieses System Trittschallpegel von 46 dB ermittelt. Der Einbau der Bleche direkt auf die Dielen

wäre um circa 3 dB (49 db) weniger effektiv. Zusammen mit schallentkoppelten, abgehängten Unterdecken lässt sich mit diesem System ein Trittschallpegel von 38 dB erzielen<sup>275</sup>.

<sup>272</sup> Rabold S. 30, Anhang und Vergleich der Messprotokolle X69 mit X25

<sup>273</sup> Holtz, S. 16

<sup>274</sup> z.Bsp. werden solche Auflager von der Firma Sylomer angeboten. Weitere Handelsnamen: Baytec, Cellasto, Vulkollan, Elasturan, Sylodyn, Urepan, Regufoam

<sup>275</sup> Rabold, S. 37 und 39,

#### 5.4.10.5. Trockenestrich

Trockenestriche sind Plattenwerkstoffe auf Gips-oder Holzbasis, welche häufig mit aufkaschierter Trittschalldämmung als Estrich-System geliefert werden (siehe Abb 111). Nahezu alle Trockenbausystemanbieter bieten auch Estrichsysteme an. Im Gegensatz zum losen Zementestrich sind derartige Systeme trocken und die handlichen Platten sind einfach zu verlegen. Trockenestrich hat mit Platten-Stärken von 15-30 mm eine geringe Masse, eine



Abb 109 Trockenestrich mit aufkaschierter Trittschalldämmung, © Fermacell

geringe Biegesteifigkeit und Lastverteilung und muss deshalb auf steifer Trittschalldämmung gelagert werden. Mit Trockenestrichsystemen erreicht man eine Trittschall-Verbesserung von Holzbalkendecken von 7-11 dB<sup>276 277</sup>. Damit ist Trockenestrich nur halb so effizient wie Zementestrich und bietet somit keinen ausreichenden Trittschallschutz, wenn man die erhöhten Schallschutzwerte gemäß DIN 4109 – Beiblatt zwei erreichen will.

#### 5.4.10.6. Elementierter Trockenestrich

Die Schallschutzeigenschaften von Trockenestrichsystemen lassen sich verbessern, indem man direkt unter der lastverteilenden Estrichschicht und oberhalb der Trittschalldämmung zusätzlich eine elementierte Estrichschicht mit mehr Masse einbringt. Diese zusätzliche Ebene sollte aus maximal 30 × 30 cm großen Platten (meist Betonplatten), schwerer als die lastverteilende Ebene und nicht mit dieser verbunden sein (Schrauben oder Kabel). Mit 22 mm starken Verlegeplatten auf 300 × 300 × 40 mm großen Elementplatten lässt sich ein 4 dB besserer Trittschallschutz als mit gängigen Trockenestrichsystemen erzielen<sup>278</sup>. Trotz Masseeintrag erreicht dieses System nicht annähernd die für den erhöhten Schallschutz notwendigen Schalldämmwerte. Wird die zusätzliche Masse außerdem als Rohdeckenbeschwerung eingebaut, ist sie wirksamer als in einer zusätzlichen Estrichebene.

---

<sup>276</sup> Holtz, S.16-17

<sup>277</sup> Rabold, S. 35-36

<sup>278</sup> Holtz, S. 17

#### 5.4.10.7. Beschwerung der Rohdecke

Das zuvor beschriebene System der schalldämmenden-elementierten Masse lässt sich auch unterhalb der Trittschalldämmung, als Beschwerung der Rohdecke, anwenden. Eine biegeeweiche Beschwerung der Rohdecke mittels Platten oder Gehwegplatten wird hierbei

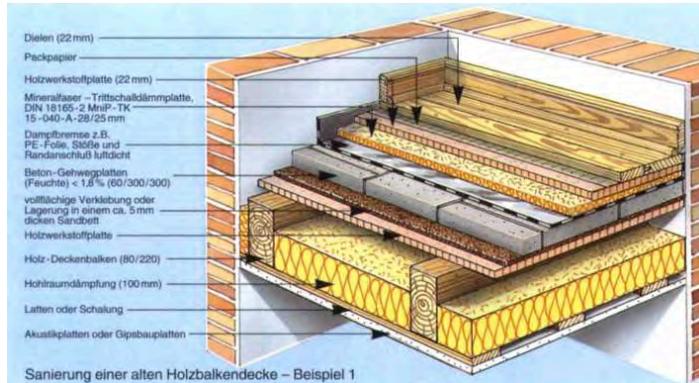


Abb 110 Deckenaufbau mit Rohdecken-Beschwerung aus "Dielenböden" S. 5

Dieses Gewicht kann zum Beispiel mit 4 cm starken Betonplatten eingebracht werden. Damit ist der zusätzliche Einbau elementierter Masse auf der Rohdecke Trittschallschutz effektiver als die Beschwerung des Estrichs mit zusätzlich elementierter Masse (vergleiche voriges Kapitel „Elementierter Trockenestrich“). Ein besseres Ergebnis kann erreicht werden, wenn man statt der Platten Schüttungen aus Sand, Kies oder Splitt nimmt, da Schüttungen die Rohdecke besser bedämpfen als Platten. Diese Schüttungen müssen auf einen Rieselschutz eingebracht und verdichtet werden, um zukünftige Setzungen zu vermeiden<sup>280</sup>. Da Holzbalkendecken im Altbau generell uneben und schief sind, muss die Schüttung gebunden werden, da sie sonst wandert. Dies erreicht man durch den Einbau von Pappwaben, Rastergittern oder dem Verkleben mit Latexmilch. Mit derartigen Verfahren lassen sich mit einer Schüttung von 80 kg/Quadratmeter Trittschall-Verbesserungen von bis zu 15 dB erzielen<sup>281</sup>. In den Laborversuchen des ift Rosenheim wurde mit 60 mm starkem Betonstein, sowie mit 30 mm Kalksplitt in Pappwaben eine zusätzliche Trittschallverbesserung von ca. 10 dB erreicht<sup>282</sup>.

Innerhalb der elementierten Massesysteme ist die Schüttung das effizienteste Prinzip. Lässt die Statik eine zusätzliche Beschwerung zu, empfiehlt es sich deshalb, eine Beschwerung mittels Schüttung auf der Rohdecke zu planen. Angewandt auf Trockenestrichsysteme ( $\Delta L=7-11$  dB), erreicht man mit dieser Rohdeckenbeschwerung ( $\Delta L=10-15$  dB) Schalldämmwerte, die mit Nassestrich-Systemen ( $\Delta L=14-23$  dB) vergleichbar sind.

<sup>279</sup> Holtz, S. 18 und Abb.22 auf S. 23

<sup>280</sup> ebenda

<sup>281</sup> ebenda S. 23, Abb.22

<sup>282</sup> Rabold, S.36

## 5.4.11. Schallwirksame statische Ertüchtigungen

### 5.4.11.1. Holz-Beton-Verbund



Abb 111 Modell Holz-Betonverbund

Bei Holzbetonverbundsystemen wird die bestehende Holzbalkendecken mit PE-Folie abgedeckt, spezielle, statisch wirksame, Schrauben in die Deckenbalken geschraubt und darauf Beton eingebracht (siehe Abb 113). Hierbei nimmt der Beton die Druckkräfte auf und die Balken die Zugkräfte<sup>283</sup>. Holzbetonverbundsystemen ertüchtigen bestehende Altbaudecken ausschließlich statisch. Sie wirken für sich alleine, isoliert betrachtet nicht schallschutzoptimierend<sup>284</sup>. Erst in Verbindung mit Estrichsystemen

werden sie Teil eines hochwirksamen Masse-Feder-Systems, das hervorragende Trittschallschutz-Dämmwerte aufweist. Die Laboruntersuchungen am IFT in Rosenheim ergaben für Holzbalkendecken mit Holzbetonverbund und Zement-Estrichaufbauten Trittschallpegel von 38-49 dB. Der Estrichaufbau bewirkt bei dieser Konstruktion eine Verbesserung von 20-36 dB<sup>285</sup>.

Mit dieser Konstruktion, welche eine reine Sanierung von oben darstellt, keinen Eingriff in die Bestandsdecke voraussetzt und die Decken-Untersicht unangetastet lässt, können die erhöhten Schallschutzwerte der DIN 4109 – Beiblatt 2 und die Schallschutzstufe 2 der VDI 4100 erreicht werden. Lediglich während der Betonierphase muss die Bestandsdecke, welche als verlorene Schalung wirkt, abgestützt oder abgefangen werden. Das kann mittels Notsteifen in den darunterliegenden Räumen oder mittels Abfangung vom Dachstuhl oder anderen Stützkonstruktionen erreicht werden. Diese Form der Deckensanierung birgt neben den hervorragenden Schallschutzwerten weitere Vorteile, wie unversehrte Bestands-Unterdecken (häufig erhaltenswerte und aufwendige Stuckdecken) und geringere Beeinträchtigung der darunter wohnenden Menschen.

Holzbetonverbunddecken mit Estrichaufbauten haben Eigenlasten von ca. 3 kN/qm. Damit ist diese Form der Deckenertüchtigung für die meisten Hamburger Altbauten zu schwer,

<sup>283</sup> SFS intec, Hrsg., „Holz-Beton-Verbundsystem VB: Technische Dokumentation“, April 2014.

<sup>284</sup> Rabold, S. 30

<sup>285</sup> ebenda

da die tragenden Wände hierfür keine Belastungsreserven bergen (vergleiche Kapitel 3.1.4. Tragfähigkeit der bestehenden Wände, S. 59).

#### 5.4.11.2. Belastung des Einschubs

Eine sehr gute Schallschluckung (Schalldämpfung) erzielt man, wenn die Verkehrs- und Eigenlasten des Deckenbelages statt als Streckenlasten über die Deckenbalken als Flächenlasten über einen tragenden Einschub in die Deckenkonstruktion eingeleitet werden (siehe Abb 114). Hierzu nimmt man die Dielen der Bestandsdecken auf. Die Oberkante der



Abb 112 tragender Einschub aus Fermacell "Bodensysteme Planung und Verarbeitung", S.79

Rohdecke wird mit angelaschten Hölzern erhöht, beziehungsweise ausnivelliert und der Deckenhohlraum wird mit tragfähiger, gebundener Schüttung gefüllt. Zuvor muss selbstverständlich festgestellt werden, ob der Einschub, beziehungsweise dessen Auflager, hierfür tragfähig ausgebildet sind. Bringt man auf diese neue Rohdecke schwimmenden Zementestrich

auf, erzielt man weitaus bessere Trittschalldämmwerte, als wenn man den schwimmenden Estrich auf die ehemalige Dielung gebaut hätte<sup>286</sup>. Mit dieser Konstruktion lassen sich Trittschallpegel von nur 41 dB erzielen. Selbst mit Trockenestrich ist noch erhöhter Trittschallschutz, nämlich 44 dB, zu erzielen<sup>287</sup>. Baut man die zuvor beschriebenen Schwalbenschwanzbleche mit Zementestrich ein, erreicht man ebenfalls 41 dB Trittschallpegel<sup>288</sup>. Damit ist die Belastung und Verfüllung des Einschubs eine der Schallschutz-wirksamsten Maßnahmen. Eine zusätzliche schallschutztechnische Sanierung von unten könnte somit ausbleiben, was besonders bei erhaltenswerten Stuckverzierungen vorteilhaft ist.

#### 5.4.11.3. Sekundärträger und Deckenersatz

Theoretisch lässt sich eine bestehende Holzbalkendecke auch durch Sekundärträger ergänzen oder gänzlich erneuern. Sekundärträger stellen letztendlich eine zweischalige Konstruktion dar, bei der die alten Balken die Unterdecke und die neuen Träger den neuen Deckenaufbau tragen. Mit diesem System lässt sich 9 dB Trittschall-Verbesserung erzielen<sup>289</sup>. Neue Holzdecken erreichen mit Estrichbelägen Trittschallpegel von 42 dB und erreichen damit erhöhte Schallschutzqualität<sup>290</sup>. Jedoch sind diese Maßnahmen gravierende

<sup>286</sup> Rabold, S. 37

<sup>287</sup> ebenda

<sup>288</sup> ebenda, Anhang "Zement und Fliessestriche auf Holzbalkendecken", Zeile 7

<sup>289</sup> Rabold, S. 26

<sup>290</sup> ebenda, S. 29

Eingriffe, die konstruktiv äußerst kompliziert sind. Besonders zusätzliche Auflager der neuen Deckenkonstruktion im Anschluss zum bestehenden Mauerwerk sind konstruktiv aufwendig, wenn nicht unmöglich. Aus diesem Grund sollten diese Maßnahmen vorerst nicht in Erwägung gezogen werden.

#### 5.4.11.4. Unterdecken

Eine unterseitige Verkleidung von Decken wird als Unterdecke bezeichnet. Hierbei sind Gipsbauplatten auf Latten- oder Trägerrosten die gängigsten Konstruktionen. Gipskarton-Unterdecken sind brandschutzwirksam. Da möglicherweise im Rahmen einer Gebäudeaufstockung die bestehenden Decken brandschutztechnisch von unten ertüchtigt werden müssen, würde der Einbau derartiger Unterdeckung aus primär brandschutztechnischen Gründen erfolgen (vergleiche Kapitel 4.2.6.2 Voraussichtliche bauliche Maßnahmen zur Verbesserung des Brandschutzes, S.96), da mit dieser Maßnahme die Raumhöhe der darunter liegenden Wohnung reduziert und gegebenenfalls gründerzeitliche Stuckdecken verbaut würden. Der Einbau von Unterdecken setzt aber keine vollständige Räumung der betroffenen Wohnung voraus. Die einfachste Konstruktion ist die auf Latten befestigte Unterdecke. Diese bringt jedoch keine schallschutztechnische Verbesserung, wenn sie gegen eine bestehende Unterdecke aus Rohrputz ausgetauscht wird<sup>291</sup>. Würde die bestehende Unterdecke aber durch eine schallentkoppelte, doppellagige Unterdecke auf Federschien- en ersetzt werden, so wird alleine durch diese Maßnahme neben der Brandschutzverbesserung der Trittschallpegel um 9 dB optimiert (= 60 dB)<sup>292</sup>. Zusammen mit den zuvor be-

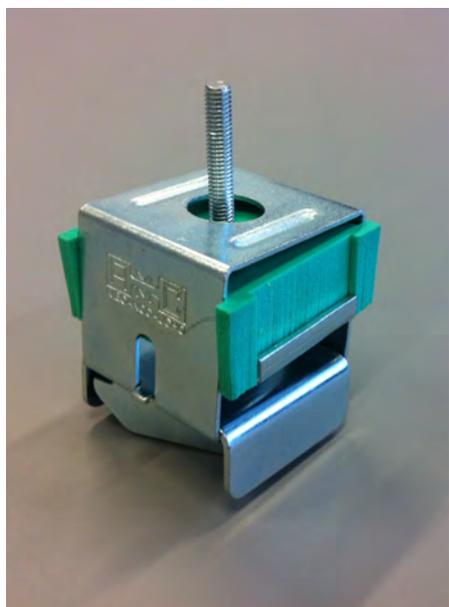


Abb 113 Schallentkoppelter Unterdecken-  
Abhänger mit Sylomer Lager, Fa. AMG

sprochenen Estrichkonstruktionen können mit derartigen Unterdecken die erhöhten Schallschutzanforderungen erreicht werden. Hierbei ist jedoch auf eine fachgerechte Verschraubung zu achten. Federschien- en dürfen nicht fest angezogen, sondern nur lose angeschraubt montiert werden. Geschieht dies nicht, verschlechtert sich der Trittschallschutz um 2 dB<sup>293</sup>. Eine Schallschutz-wirksamere Variante stellt die schallentkoppelte Montage von Unterdecken dar. Diese können entweder selbstständig freitragend (nicht an der Decke, sondern an den flankierenden Wänden montiert) oder durch schallentkoppelte Abhängungen montiert werden (siehe Abb 115).

Mit derartigen Unterdecken optimiert man den Trittschallpegel von bestehenden Holzbalkendecken um 19

<sup>291</sup> Rabold, S. 19, 22

<sup>292</sup> ebenda, S.22-23

<sup>293</sup> Holtz, S. 14

dB. Der Trittschallpegel einer so sanierten Holzbalkendecken entspricht damit circa 50 dB<sup>294</sup>. Dies ist die schallschutzwirksamste Konstruktion von Unterdecken.

#### **5.4.11.5. Ungültige Schallschutzmaßnahmen**

Die Auswechslung des Einschubes mit Faserdämmstoffen oder das Auswechseln des Rohrputzes mit einer Gipskarton-Unterdecke sind bereits als unwirksame Maßnahmen beschrieben worden. Die Festlegung von schallschutzwirksamen Bodenbelägen in der Planung können schallschutztechnisch nicht angerechnet werden, da es jedem Nutzer freisteht, die Bodenbeläge seiner Wohnung selbst einzubauen.

---

<sup>294</sup> Rabold, S.22-24

#### 5.4.12. Flankierender Schallschutz / Schallnebenwege

Bei den zuvor beschriebenen Schallschutzeigenschaften von Holzbalkendecken und deren Sanierungsmaßnahmen handelt es sich ausschließlich um Laborwerte der Schalldirektübertragungen. Die reellen Schallschutzanforderungen umfassen jedoch auch die Schallübertragung der Nebenwege. Diese Flankenübertragung bei Holzbalkendecken wurde in einem weiteren Forschungsvorhaben am ift in Rosenheim ermittelt<sup>295</sup>. Wichtigster Parameter bei der Schallübertragung über die Nebenwege ist hierbei die Masse der monolithischen Mauerwerkswände. Im Gegensatz zur Trittschallübertragung mehrschichtiger Decken, kann die Schallübertragung über monolithisches Mauerwerk rechnerisch ermittelt werden. Für die Betrachtung Hamburger Bauweisen wurde, wie zuvor schon bei der Knick- und Druckfestigkeitsermittlung, die Steinrohdichteklasse 1,8 mit  $18 \text{ kN/m}^3$  für die Berechnungen angenommen.

##### 5.4.12.1. Luftschallübertragung über die Nebenwege

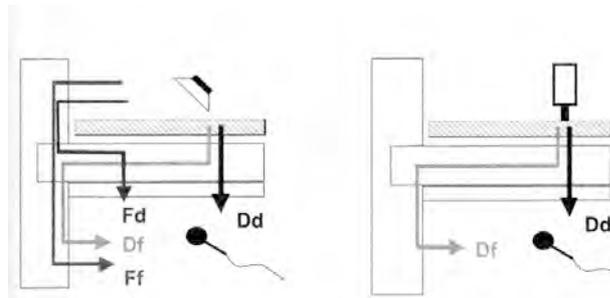


Abb 114 Schema Luft- und Trittschall, Bauphysik Kalender S. 673

In Altbauten sind die Wände meistens geschossübergreifend gemauert und die Decken liegen auf den Mauern auf. Die Wände sind nicht, wie im Holzrahmenbau, durch Decken unterbrochen. Der Luftschall überträgt sich in diesen Konstruktionen deshalb auch von Wand zu Wand, über den Nebenweg (Ff). Da die Wände massiv und monolithisch sind,

lässt sich diese Schallübertragung rechnerisch mit folgender Formel berechnen<sup>296</sup>.

$$R_{Ff,w} = D_{n,f,w} + 10 \log \left( \frac{S_{Tr}}{S_0} \right) - 10 \log \left( \frac{l_{Ff}}{l_0} \right) \text{ dB}$$

Aus der Formel wird deutlich, dass in kleinen Räumen und an langen, schmalen Wänden die Flankenübertragung am höchsten ist. Die Rechenwerte hierfür sind der Abb 117 zu entnehmen. Die Norm Flankenpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  ist in Abhängigkeit zur Wandmasse zu ermitteln. Die Bezugsgrößen sind die Deckenfläche  $S_0=10 \text{ qm}$  und die Kantenlänge Wand-Decke  $l_0=2,8 \text{ m}$ .

<sup>295</sup> Rabold u. a., „Holzbalkendecken in der Altbausanierung Teil 2: Flankenübertragung“.

<sup>296</sup> Nabil A. Fouad, Hrsg., *Schwerpunkt: Raumakustik und Schallschutz*, 1. Aufl., Bauphysik-Kalender. - Berlin : Ernst, 2001- 2014 (Berlin: Ernst, 2014), 673.

**Tabelle 2.** Norm Flankenpegeldifferenzen  $D_{n,f,w}$  in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse der flankierenden Wand, bezogen auf  $l_0 = 2,80 \text{ m}$ ,  $S_0 = 10 \text{ m}^2$  und  $T_{s,situ}$  nach [9]

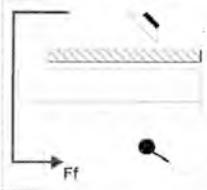
	Flächenbezogene Masse der flankierenden Wände in $\text{kg/m}^2$								
	100	150	200	250	300	350	400	450	$\geq 500$
$D_{n,f,w}$ in dB	49	53	56	58	60	61	63	64	65

Abb 115 Rechenwerte Luftschall-Flankenübertragung aus Bauphysik Kalende 2014r, S. 674

Die Massen einer halbsteinigen ( $\sim 11,5 \text{ cm}$ ) und einsteinigen ( $\sim 24 \text{ cm}$ ) Hamburger Mauerwerkswand sind:

$$M_{w(0,115)} = 18,0 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} * \frac{0,115 \text{ m}}{9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 211 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$M_{w(0,24)} = 18,0 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} * \frac{0,24 \text{ m}}{9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 440 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Demnach sind die Norm Flankenpegeldifferenzen  $D_{n,f,w(0,115)} = 56 \text{ dB}$  und  $D_{n,f,w(0,24)} = 63 \text{ dB}$ .

Für eine 5 m lange, einsteinige Beispiels-Wand in einem 15 qm großen Raum ergäbe sich hiernach folgendes Luftschall-Flankendämmmaß:

$$R_{Ff,w(0,24)} = 63 \text{ dB} + 10 \log \left( \frac{15 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \right) - 10 \log \left( \frac{5 \text{ m}}{2,8 \text{ m}} \right) \text{ dB} = 62 \text{ dB}$$

Wäre gleiche Wand nur halbsteinig gebaut, wäre das Flankenschalldämmmaß:

$$R_{Ff,w(0,11)} = 56 \text{ dB} + 10 \log \left( \frac{15 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \right) - 10 \log \left( \frac{5 \text{ m}}{2,8 \text{ m}} \right) \text{ dB} = 55 \text{ dB}$$

#### Handlungsempfehlungen für den Luftschallschutz der Nebenwege

Der erhöhte Schallschutz gem. DIN 4109 – Beiblatt 2 fordert  $R'w > 55 \text{ dB}$ , die VDI-Schallschutzstufe 2 fordert  $R'w > 57 \text{ dB}$ . Halbsteinige, durchbindende Mauerwerkswände sollten neben möglichen Brandschutzbelangen deshalb generell mit einer schallwirksamen Vorsatzschale aus freistehendem Ständerwerk, 6 cm Hohlraumdämmung aus Mineralwolle und Gipskartonbeplankung geplant werden, um die Luftschall-Flankenübertragung  $R(Ff)$  zu reduzieren.

#### 5.4.12.2. Trittschallübertragung über die Nebenwege

Die Trittschallanregung der flankierenden Wände durch die Decken (Df) (siehe Abb 116, S.154) ist wesentlich von der Deckenkonstruktion abhängig und bei historischen Holzbalkendecken weniger kritisch als die zuvor besprochene Luftschallübertragung über die Nebenwege, da Decke und Wände ein sehr ungünstiges Massenverhältnis für Schallübertragung haben. Die historischen Decken sind verhältnismäßig leicht und regen somit weniger die flankierenden, schweren Wände an. Im unsanierten Zustand ist diese Flankenübertragung des Trittschalls sogar irrelevant, da sie von der Direktübertragung (Dd) überlagert wird (siehe Abb 118).

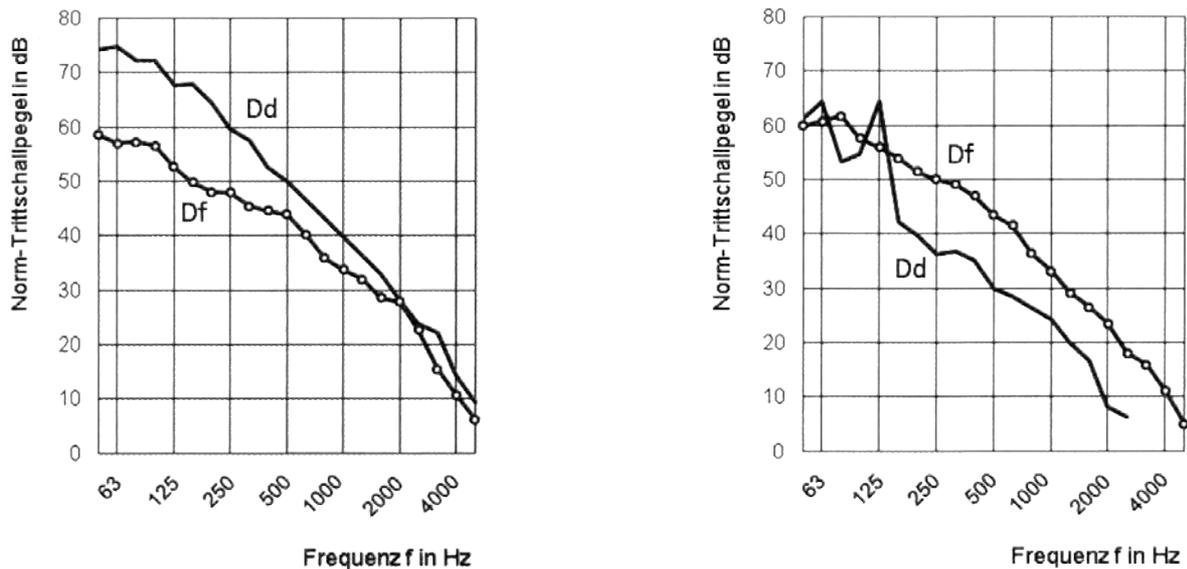


Abb 116 Trittschallübertragung links: vor der Sanierung, rechts nach der Sanierung in Bauphysik Kalender 2014, S. 675

Wird die Decke aber dahingehend ertüchtigt, dass ausschließlich die Direktübertragung (Dd) gedämmt wird, wie dies zum Beispiel bei abgehängten Unterdecken der Fall wäre, dominiert nach der Sanierung die Flankenübertragung die Schallwahrnehmung (siehe Abb 118). Aus diesem Grund sollte man niemals schalltechnische Sanierung ausschließlich von unten planen. Schallschluckende Maßnahmen von oben, wie Beschwerungen und Masse-Feder Konstruktionen, wie schwimmender Estrich, schlucken den Schall im Bauteil, bzw. leiten diesen nicht in die Decke ein. Die Flankenübertragung des Trittschalls wird über die massiven Wände übertragen und kann deshalb laut ift mit einem einfachen Korrekturfaktor zur Direktübertragung berechnet werden.:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K \text{ db}$$

Die entsprechenden Korrekturfaktoren sind Abb 119 zu entnehmen und gelten für mittlere Raumgrößen.

		Rohdeckenaufbau				
		Balken teilweise sichtbar oder Unterdecke direkt montiert		Decke mit entkoppeltem Sekundärträger	Unterdecke abgehängt	
		Bestandsdecke vor Sanierung	mit Sanierungsmaßnahmen	Eigenfrequenz Auflager $f_0 \leq 80$ Hz	Unterdecke zusätzlich zum Bestand	Bestandsunterdecke entfernt
		1	2	3	4	5
Flächenbezogene Masse der flankierenden Wände	100 kg/m <sup>2</sup>	0	1	3	8	13
	150 kg/m <sup>2</sup>	0	1	3	7	12
	200 kg/m <sup>2</sup>	0	1	2	6	10
	250 kg/m <sup>2</sup>	0	1	2	5	9
	300 kg/m <sup>2</sup>	0	1	2	4	8
	350 kg/m <sup>2</sup>	0	1	1	3	6
	400 kg/m <sup>2</sup>	0	1	1	2	5
	450 kg/m <sup>2</sup>	0	1	1	2	4
	≥ 500 kg/m <sup>2</sup>	0	1	1	1	3

Legende:

Spalte 1: Bestandsdecken ohne Sanierungsmaßnahmen

Spalte 2: Bestandsdecken mit Sanierungsmaßnahmen oberhalb der Balken

Spalte 3: Decke mit Sekundärträgern, Auflager durch Elastomer entkoppelt

Spalte 4: Abgehängte Unterdecke zusätzl. zur Bestandsunterdecke montiert

Spalte 5: Abgehängte Unterdecke, Bestandsunterdecke entfernt

Abb 117 **Korrektursummanden K** in Abhängigkeit von der mittleren flächenbezogenen Masse der flankierenden Wände mit Balkenaufleger und für verschiedene Rohdeckenkonstruktionen. ..., Bauphysik Kalender 2014, S. 677

Danach verschlechtert sich der Trittschall von Holzbalkendecken mit oberseitigen Sanierungsmaßnahmen um max. 1 dB (siehe Spalte 2). In den letzten drei Spalten (3, 4, 5) sind die erheblichen Minderungsfaktoren bei ausschließlich von unten sanierten Holzbalkendecken von 2-10 dB bei Wänden von 200-450 kg/qm zu erkennen. Hieraus wird die Notwendigkeit schallschluckender Maßnahmen und einer Sanierung von oben deutlich. Des Weiteren sollte man nicht die Bestandsunterdecke entfernen, da dies die Flankenübertragung um 2-5 dB erhöht (siehe Spalte 5).

## 5.4.13. Schlusswort zum Thema Schallschutz

### 5.4.13.1. Zusammenfassung

In Hamburger Altbauten sind Holzbalkendecken mit Einschub und unterseitigem Rohrputz die gängigsten Holzbalkendeckenkonstruktionen. Sie haben einen Trittschallpegel von  $58 \text{ dB} < L'_{n,w} < 71 \text{ dB}$  und ein Luftschalldämmmaß von  $45 \text{ dB} < R'_w < 54 \text{ dB}$ <sup>297</sup>. Bei der Sanierung von Holzbalkendecken im Rahmen von Gebäudeaufstockungen sollte man auf die Planung des Trittschallschutzes fokussieren, da sich bei erhöhtem Trittschallschutz der erhöhte Luftschallschutz von selbst ergibt. Im Rahmen des erhöhten Schallschutzes muss der Trittschalpegel mindestens auf 46 dB reduziert werden. Dies ist nur über zusätzliche Masse möglich, weshalb das Tragwerk der Decke, sprich die Balken, untersucht, deren Tragfähigkeit festgestellt und gegebenenfalls ertüchtigt werden muss. Hierfür wird man zwangsläufig zuerst die Decke von oben öffnen und den Einschub an den Untersuchungsstellen entfernen. Mittels angelaschten Trägern aus Holz oder Eisen, oder Holz-Beton-Verbund-Konstruktionen kann die Tragfähigkeit der bestehenden Decke erhöht werden. Die Tragfähigkeit der sanierten Decke sollte neben den Eigenlasten, Verkehrslasten von 2 kN/qm sowie Sanierungslasten von mind. 1,5 kN/m<sup>2</sup> aufnehmen können (vergleiche Eigenlasten der Sanierungsmaßnahmen in Tabelle 10).

Anschließend sollten bei der schallschutztechnischen Sanierung von Holzbalkendecken folgende Prinzipien verfolgt werden: Es sollte ein möglichst hoher Schallschutz unter Berücksichtigung des Spektrum-Anpassungswertes mit möglichst wenig Masse, geringem Bodenaufbau und mit Baumaßnahmen von oben erzielt werden. Eine geringe Masse ist meist wirtschaftlich und hält die Flankenübertragung gering. Geringe Bodenaufbauten erlauben einen möglichst ebenen Anschluss an den Bestand (Eingang, Treppenhaus) und das Arbeiten von oben beeinträchtigt nicht die Bewohner darunterliegender Wohnungen. Grundsätzlich sollte man bei einer Gebäudeaufstockung, welche eine Nutzungsänderung impliziert, eine Deckensanierung aus Brandschutzgründen mit einer zusätzlichen Unterdecke und einem zusätzlichen Estrich aus Schallschutzgründen vorsehen.

In der folgenden Tabelle (Tabelle 10) sind die zuvor beschriebenen Schallschutzmaßnahmen einschließlich ihrer Aufbauhöhen, Eigenlasten und Schallschutzeigenschaften zusammengefasst. Hierzu wurden u. a. die Prüfblätter des Forschungsberichtes „Schallschutz von Holzbalkendecken...“ des ift Rosenheim<sup>298</sup> ausgewertet und in den Anlagen 12.3.1.1 und 12.3.1.2 dargestellt. Schallschutzmaßnahmen, mit denen man den erhöhten Schallschutz einschließlich Spektrum-Anpassungswert erzielen kann, sind grün markiert. Schallschutzmaßnahmen, mit denen man den erhöhten Schallschutz ohne Spektrum-Anpassungswert erzielen kann, sind orange markiert. Schallschutzmaßnahmen, mit wel-

<sup>297</sup> Lißner u. a., „Modernisierung von Altbauten“, 10.

<sup>298</sup> Andreas Rabold u. a., „Schallschutz von Holzbalkendecken: Planungshilfen für die Altbausanierung Teil I: Direktschalldämmung“, Forschungsbericht (Rosenheim: ift Rosenheim, 2013).

chen alleine kein erhöhter Schallschutz zu erreichen ist, sind rot markiert. Die einzelnen Maßnahmen können zu schallschutzwirksamen Systemen kombiniert werden.

Zusammenstellung der untersuchten Schallschutzmaßnahmen zur Sanierung von Holzbalkendecken

Nr.	Maßnahme	Konstruktion	mit	$\Delta L$	Aufb.höhe	Eigenlast	L	Vorteil	Nachteil	Anmerkungen	Quelle	
				in db	in cm	in KN	in db					
1	Zement-Estrich	50 ZE, 40 MW 50 ZE, 40 MW	mit	23-25	9	1,2	45-49	sehr gute Trittschalloptimierung	Feuchtigkeit im Bau	mit 80kg Schüttung	ift1-29 X25 ift1-29	
				23-25	9	1,2	45					
				15, 16 zus. 16-20	1,45	32						
2	Fließestrich	30 FE, 25 MW	mit	~16-17	5,5	0,7	48	gute Trittschalloptimierung geringe Aufbauhöhen	Feuchtigkeit im Bau			
3	Lewis auf Sylomer	53 ZE, 12 Sylo	mit	10	6,5	1,2	46			auf Balken und Einschub	ift1-37 ift1-37	
				10, 14	1,45	38						
4	Gußasphaltestrich	30 GA,?	mit	<16db	~ 5,0	0,7	(48)	thermoplastisch, keine Baufeuchte. schalldämpfend geringe Aufbauhöhen geringe Masse	durchschn. Schalldämmwerte		IH333-16	
5	Trockenestrich-	allgemein	mit	7-10 db	k.A.	0,5	>54	trocken, einfach, schnell geringe Masse geringe Aufbauhöhen	schlechte Schalldämmwerte	Produktinfo Fermacell Produktinfo Fermacell	ift1-35, IH333-16	
				25 TE, 20 MW	4,5	0,5	55					
				25 TE, 20 MW	14	4,5	0,75					42
6	Trockenestrich Elementierung	60 BS	mit	alleine keine	6	1,6	k.A.	trocken, einfach, schnell	mäßige Trittschalloptimierung Masseeintrag Aufbauhöhen	Schüttungen kein Vorteil zu 8	IH333-17	
				5	11-15db	10,5	2,1					(49)
7	Rohdecken-Elementier. mit Platten	60 BS	mit	alleine keine	6	1,6	k.A.	Masse effektiver als im Estrich muß nicht gebunden werden schalldämpfend	nicht Unebenheiten ausgleichend Aufbauhöhen Masseeintrag	Platten kein Vorteil zu 8	IH333-18, ift1-36	
				5	10	10,5	2,1					<48
8	Rohdecken-Elementier. mit Schüttungen	30 KS	mit	alleine keine	>3	0,6	k.A.	Masse effektiver als mit Platten sehr gute Trittschalloptimierung schalldämpfend	hohe Aufbauhöhen bei großen- Unebenheiten	Schüttungen beste Elementierung	ift1-36	
				5	10	7,5	1,1					<48
9	Holz-Beton-Verbund	70 B	mit	3	7	1,8	62	sehr effektive statische Ertüchtigung Sanierung von oben	zu hohe Masse-> Statik Wände/Fund. Baufeuchte Aufbauhöhen Abfangung im Bauprozess	sfs info	ift1-27 ift1-30	
				1	20-36 db	16	3					38
				5		11,5	2,3					51
10	tragender Einschub		mit	alleine keine	(1)		k.A.				ift1-37 ift1-37	
				1	26	10	1,2					41
				5	23-24	5,5	0,5					44
11	Sekundär-Träger	Steico, HWF	mit	9	k.A.	k.A.	k.A.				ift1-26 ift1-33	
				1	k.A.	k.A.	k.A.					40
12	Decken-Erneuerung	Lignatur	mit	k.A.	k.A.	k.A.	63-86				ift1-29	
				1	k.A.	k.A.	k.A.					42
13	Decken Aufdoppelung		mit						zu aufwändig			
U-decken	U-Decke, Federschiene	ZGK, Feder	mit	9		0,25	60	Preis	Schalldämmwerte	Abbruch Rohrputz	ift1-23	
				15-19		0,25	50					
				15-19		0,25	50					
U-decken	Schallentk. U-Decke	ZGK, AMC	mit	15-19		0,25	50	Schalldämmwerte	teuer		ift1-24 (X183)	
				15-19		0,25	50					
U-decken	Freitrag. U-Decke	ZGK, frei	mit	15-19		0,25	50	Schalldämmwerte	beschränkte Spannweiten		ift1-24	

Legende

Quellen: ift1: Rabold, Andreas,.... Abschlussbericht Holzbalkendecken in der Altbausanierung. Forschungsbericht. Rosenheim: ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Januar 2008.  
(Seitenzahl nach Bindestrich) IH333: Holtz, Fritz, ... „Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken“. In holzbau handbuch, Bd. 3. 3 Bauphysik, 3 Schallschutz. Düsseldorf, 2001.

Tabelle 10 Zusammenstellung der schallschutzeffizienten Sanierungsmaßnahmen u.a. aus Anlage 12.3.1.2

### 5.4.13.2. Konstruktionsmöglichkeiten für die Ertüchtigung von Bestandsdecken

Anhand dieser Übersicht der schallschutzeffizienten Sanierungsmaßnahmen können die

**Estrich:**  
 ZE Zement-Estrich 5cm  
 MW Trittschalldämmung weich 4cm  
 Hohlraumauffüllung mit gebundener Schüttung

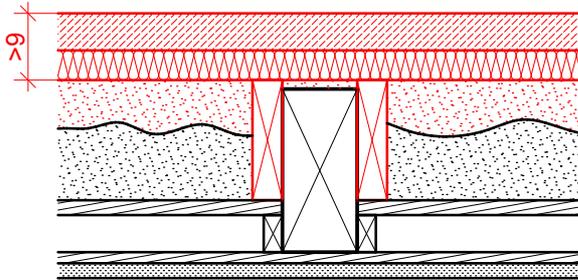


Abb 119 Schallschutzertüchtigung mit Zement-Estrich

**Trockenbau:**  
 TE Trocken-Estrich Gips 2,5 cm  
 MW Trittschalldämmung weich 2 cm  
 TES Hohlraumauffüllung mit gebundener Schüttung  
 2GK Gipskarton Unterdecke freitragend oder an Federschielen

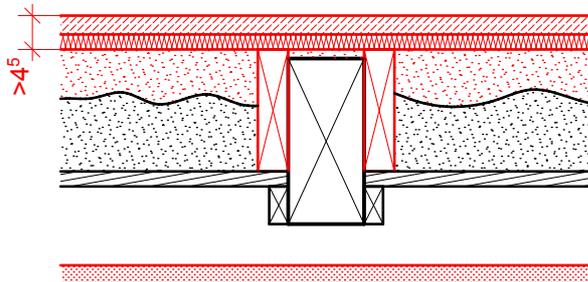


Abb 118 Schallschutzertüchtigung in Trockenbauweise

optimalen Konstruktionen und eine Strategie zur Deckenertüchtigung festgelegt werden. Nachdem die zu ertüchtigende Decke geöffnet wurde und Ihre Konstruktion und Tragfähigkeit festgestellt und mögliche statische Ertüchtigungsmaßnahmen bestimmt wurden, sollte grundsätzlich geklärt werden, ob die Decke auch unterseitig neu bekleidet werden soll. Eine neue Unterdecke könnte zum Beispiel aus brandschutztechnischen Gründen erforderlich sein. Ist dem so, kann die Bestandsdecke ausschließlich mit Trockenbaumaßnahmen, nämlich einem Trockenestrich (Nr. 5), einer Rohdecken-Beschwerung mit Schüttung (Nr. 8) oder einem tragenden Einschub (Nr. 10) und einer schallentkoppelten Unterdecke (Nr.14 oder 16) ertüchtigt werden (siehe Abb 120).

Bleibt die Unterseite der Bestandsdecke unangetastet, muss die schallschutztechnische Deckenertüchtigung mit Zement-Estrich erfolgen. Mit Zement-Estrich (Nr.1) auf einem tragenden Einschub (Nr. 10) können die Schalldämmwerte des erhöh-

ten Schallschutzes erreicht werden (Siehe Abb 121). Ist der Einschub nicht tragfähig, kann mit einer Rohdecken-Beschwerung (Nr.8) auf den Bestandsdielen und einer Estrich-Konstruktion (Nr.1-4) geplant werden.

## **5.5. Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen bezüglich der bautechnischen Rahmenbedingungen**

Projektentscheidende bautechnische Kriterien bei Gebäudeaufstockungen sind die Standfestigkeit des Bestandsbaus und die zu erreichenden Schallschutzeigenschaften zwischen Neu- und Altbau. Grundsätzlich sollte zu Projektbeginn die Standfestigkeit (siehe Anlagen) festgestellt werden. Die Trittschallschutzertüchtigung der Bestandsdecken zum ursprünglichen Dachraum ist die schallschutztechnisch aufwändigste Maßnahme. Hierfür sollte nach Klärung der Standfestigkeit ein Schallschutz-Sachverständiger in das Projekt eingebunden werden. Denkbar wären hier Konstruktionen wie sie auf der Seite zuvor entwickelt wurden.

Systementscheidend bei Gebäudeaufstockungen sind die Brandschutzbelange. Die Brandschutzanforderungen entscheiden ob das Tragwerk in Stahl oder Holz hergestellt werden kann. Bevor das Tragwerksystem bestimmt wird, sollte deshalb ein Brandschutzgutachter in das Projekt eingebunden werden, um zu entscheiden, ob die Brennbarkeit des Tragwerks bei Holzkonstruktionen mittels andere Maßnahmen kompensiert werden könnte. Wäre dem nicht so, würde das Tragwerk der Gebäudeaufstockung entweder als Stahl-Leichtbau (Montagebau Profile) oder als Stahl-Holz-Hybrid geplant werden.

Wärmeschutzbelange wirken sich bei Gebäudeaufstockungen weder projekt- noch bausystementscheidend aus. Im Kapitel 5.4 wurden hierzu grundsätzliche Konstruktionen und Faustwerte zur Dämmstärken-Dimensionierung entwickelt. Grundsätzlich sind Flachdachkonstruktionen im Leichtbau bauphysikalisch kompliziert und in der Ausführung schadensanfällig. Wenn möglich, sollten Sie deshalb vermieden werden (siehe Kapitel 5.3.5.1 „Schlussfolgerungen bezüglich Feuchteschutz und Luftdichtigkeit“, Seite 133). Die Belange des sommerlichen Wärmeschutzes werden in der DIN 4108-2 nicht erschöpfend geregelt, hierzu sollte der Planer die Handlungsempfehlungen im Kapitel 5.3.6 berücksichtigen.

## 6. Beispiel-Konstruktionen einer Gebäudeaufstockung

Im folgenden Kapitel werden die Erkenntnisse der historischen Bausubstanzanalyse und die bautechnischen Anforderungen an

- Standsicherheit
- Brandschutz
- Wärmeschutz und
- Schallschutz

zusammengetragen und den Bauteilen

- Tragwerk
- Außenwände
- Trennwände
- Dach
- Geschossdecken

von Gebäudeaufstockungen zugeordnet. Anschließend werden anhand dieses Anforderungskataloges Beispielkonstruktionen für eine Gebäudeaufstockung entwickelt.

Der Übersichtlichkeit halber werden die Erkenntnisse und Anforderungen in Tabellen dargestellt. Hierin wird auf die entsprechenden Kapitel und Quellen verwiesen, damit der detailliertere Sachverhalt schnell gefunden und gelesen werden kann.

### 6.1. Anforderungen an die Bauteile einer Gebäudeaufstockung

#### 6.1.1. Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an das Tragwerk

Die Anforderungen an das Tragwerk einer Gebäudeaufstockung ergeben sich in erster Linie aus der Bestandsanalyse des Altbaus, beziehungsweise dessen Tragfähigkeit. Diese bautechnischen Anforderungen wurden hier anhand der Tragwerksanalyse der sieben historischen Gebäudemodelle konkludiert und in der Abb 65 / S. 81 dargestellt. Die Anforderungen sind von Modell zu Modell, beziehungsweise in den verschiedenen Epochen, unterschiedlich. Generell muss eine Gebäudeaufstockung in Hamburg primär gewichtsreduziert als Leichtbau hergestellt werden, da die zusätzlichen Lasten einer Gebäudeaufstockung das größte konstruktive Projektrisiko darstellen. Darüber hinaus müssen die meisten Tragwerke mit großen Spannweiten von Außenwand zu Außenwand geplant werden und auf dem ausgesteiften Bereichen der Außenwände aufliegen.

Grundsätzlich wären hierfür Holzbausysteme geeignet. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass tragende Bauteile aus Holz prinzipiell nicht der HBauO entsprechen, da hierin für Tragwerke eine Brandschutzeigenschaft von F 90 AB, bzw. nichtbrennbare tragende Baustoffe gefordert werden. Entweder plant man Stahl-Holz Hybride, in welchen tragende Bauteile aus Stahl sind, oder tragende Holzbauteile, für deren Brennbarkeit im Brandschutzkonzept Kompensationsmaßnahmen geplant werden. Letztere Variante ist im Hinblick auf einen

rechtssicheren und verzögerungsfreien Projektablauf noch risikoreich, da zur Zeit der Abstimmungsprozess mit der Genehmigungsbehörde erfahrungsgemäß langwierig und nicht unbedingt erfolgreich ist<sup>299</sup>. Aus diesem Grund wird empfohlen, das Tragwerk in Stahl und hüllende Konstruktionen gewichtsoptimiert in Holz- oder Stahlleichtbau herzustellen. In der folgenden Tabelle sind die Anforderungen an das Tragwerk stichpunktartig zusammengefasst.

Thema	Rahmenbedingungen Anforderung	Kapitelnr. / Seite	Quelle	Konstruktives Statement, Handlungsempfehlung
Standicherheit	Bei den 7 Referenzmodellen unterschiedlich, (siehe Abb 65)	3.5.3 / 79	Eigene Analyse	- generell Leichtbau - Lasten Aufstockung größtes konstruktives Projektrisiko
Brandschutz	F 90 AB für Gebäudeklasse 5	4.2.3 / 93	HBauO §25	- Brandschutzummantelung - Brandschutzkonzept

Tabelle 11 Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an das Tragwerk

### 6.1.2. Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an die Außenwände

Wie alle weiteren Bauteile einer Gebäudeaufstockung müssen auch die Außenwände gewichtsreduziert geplant werden. Mögliche Bausysteme sind in Kapitel 5.2 / S.101 beschrieben. Sind die Außenwände nichttragend ausgebildet, müssen Sie laut HBauO die Brandeigenschaft F 30 AB aufweisen. Wie beim Tragwerk müsste der wandtragende Teil in A-Baustoffen, also nichtbrennbar, hergestellt werden, weshalb derartige Wandkonstruktionen prinzipiell einer Befreiung und Kompensationsmaßnahmen im Brandschutzkonzept bedürfen. Das Projektrisiko ist ähnlich wie bei dem Tragwerk. Aus diesem Grund sollten die Hüllflächen einer Gebäudeaufstockung grundsätzlich geneigt und somit als Dach ausgebildet werden, da es weniger rechtliche Anforderungen an die Brandeigenschaften der Dächer gibt (siehe Kap. 6.1.4 / S. 166). Giebelständige Brandwände können als Trockenbauwände hergestellt werden.

In der folgenden Tabelle sind die Anforderungen an Außenwände stichpunktartig zusammengefasst.

<sup>299</sup> Christoph Hegel, Holz-Geschoßbauten in Hamburg, Notizen, 15. Juli 2015.

<b>Thema</b>	<b>Rahmenbedingungen Anforderung</b>	<b>Kapitelnr. / Seite</b>	<b>Quelle</b>	<b>Konstruktives Statement, Handlungsempfehlung</b>
Standicherheit	-Je nach statischem System tragend/ nichttragend - so leicht wie möglich	5.2 / 101	Eigene Analyse	- Leichtbau / Rahmenbau oder gewichtsoptimierte Bausysteme
Brandschutz	Tragende Teile der A-Wand in F 90 AB für Gebäudeklasse 5	4.2.3 / 93	HBauO §25	- ganzheitliches Brandschutzkonzept vorsehen
	Nichttragende Teile der AWand in A oder F 30 AB für Gebäudeklasse 5	4.2.3 / 93	HBauO §26	
	Bekleidungen B1	4.2.3 / 93	HBauO §26	
	Brandschott in Hohlräumen	4.2.3 / 93	HBauO §26	
	Als Brandwand F 90 A-BW für Gebäudeklasse 5	4.2.3 / 93	HBauO §28	
Wärmeschutz	Wärmedurchgang $U_{(2016)}=0,21 \text{ W/qmK}$	5.3.2 / 121	ENEV 2014	-min. ca. 20cm Wärmedämmung vorsehen - Faustformel
	Wärmebrücken möglichst vermeiden, sonst Wärmeverluste berechnen	5.3.3 / 128	DIN 4108-BB2	- Wärmebrücken vermeiden mit min.10 cm Wärmedämmung - Überdeckung
	Luftdichtigkeit und Feuchteschutz gewährleisten	5.3.4 / 129	DIN 4108-7	- diffusionsoffene Bauweise - hinterlüfteter Wandaufbau - Diffusionssperwert innen/außen=7/1
	Sommerlicher Wärmeschutz; Aufheizung vermeiden	5.3.5 / 135	HBauO §44, DIN 4108-2	- 12,5%< Fensterfläche / Grundfläche <35% - Sonnenschutzglas $g>0,4$ - Abmind. Sonnenschutz <0,3 - äußere Bekleidung in hellen Farben und schwer erwärmbaren Materialien - hinterlüftete Wandkonstruktion
Schallschutz	Luftschallschutz: Erf. $R'w>55\text{db}$		DIN 4109-BB2	

Tabelle 12 Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an die Außenwände

### 6.1.3. Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an die Trennwände

Trennwände sind Wände, welche unterschiedliche Nutzungen, wie z. B. Wohnungen oder Wohnungen und Treppenträume trennen. Trennwände sind keine Außenwände. Die in der folgenden Tabelle dargestellten Anforderungen an Trennwände enthalten deshalb keine Anforderungen an den Wärmeschutz. Wie sich zeigen wird, sind Trennwände optimal und gewichtsreduziert als Montagebauwände herzustellen.

Thema	Rahmenbedingungen Anforderung	Quelle	Konstruktives Statement, Handlungsempfehlung
Standstabilität	- Je nach statischem System tragend/ nichttragend - so leicht wie möglich	Eigene Analyse	- Leichtbau / Rahmenbau oder gewichtsoptimierte Bausysteme
Brandschutz	Zwischen Nutzungseinheiten F 90 AB	HBauO §27	- ganzheitliches Brandschutzkonzept vorsehen
	Zu Treppenträumen BW-F 90 AB für Gebäudeklasse 5	HBauO §33	
Wärmeschutz	keine		
Schallschutz	Luftschallschutz: Erf. $R'w > 55 \text{ db}$	DIN 4109-BB2	

Tabelle 13 Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an die Trennwände

### 6.1.4. Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an das Dach

Die Rechtsprechung definiert das Dach als „...den obersten Abschluss eines Bauwerks“ und nennt als Bestandteil eines Daches die konstruktiven Bauteile Dachstuhl, Folien, Bedachung, Bekleidungen und Dämmung<sup>300</sup>. Im Allgemeinen wird als Dach der Bereich zwischen Traufe und First bezeichnet<sup>301</sup>. Eine rechtliche Einschränkung der Geschossanzahl innerhalb eines Daches, bzw. der Nutzung von Dachraum, wurde nicht gefunden. Wie in der folgenden Tabelle zu sehen ist, sind die bautechnischen Anforderungen an Dächer geringer als an Außenwände. Für als Holzbauten geplante Gebäudeaufstockungen ist es deshalb sinnvoll, den äußeren Raumabschluss geneigt und als Dach auszuführen. Leichtbau-Flachdachkonstruktionen sind bezüglich des Feuchteschutzes sehr schadensanfällig und sollten deshalb vermieden werden (siehe Kap. 5.3.4 / S. 129).

<sup>300</sup> Alexejew u. a., *Hamburgisches Bauordnungsrecht*, §30, RNrn.2.

<sup>301</sup> „Dach“, *Wikipedia*, 23. Juni 2015, <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Dach&oldid=143372437>.

<b>Thema</b>	<b>Rahmenbedingungen Anforderung</b>	<b>Kapitelnr. / Seite</b>	<b>Quelle</b>	<b>Konstruktives Statement, Handlungsempfehlung</b>
Standicherheit	- bei flachgeneigten Dächern Schnee- und Verkehrslasten vorsehen - so leicht wie möglich	5.2 / 101	Eigene Analyse	- Leichtbau / Rahmenbau oder gewichtsoptimierte Bausysteme
Brandschutz	Grundsätzlich keine	4.2.3 / 93	HBauO §30	- ganzheitliches Brand- schutzkonzept vorsehen
	Harte Bedachung (hB) gegen Feuer von außen	4.2.3 / 93	HBauO §30	
	Dachschrägen zu Dach- geschoss darüber in F 30	4.2.3 / 93	BPD 5/12-27	
Wärmeschutz	Wärmedurchgang $U_{(2016)}=0,15 \text{ W/qmK}$	5.3.2 / 121	ENEV 2014	-min. ca. 27cm Wärme- dämmung vorsehen - Faustformel
	Wärmebrücken mög- lichst vermeiden, sonst Wärmeverluste berech- nen	5.3.3 / 128	DIN 4108- BB2	- Wärmebrücken vermeiden mit min.10 cm Wärme- dämmung - Überdeckung
	Luftdichtigkeit und Feuchteschutz gewähr- leisten	5.3.4 / 129	DIN 4108-7	- Flachdach vermeiden - diffusionsoffene Bauweise - hinterlüfteter Dachaufbau - Diffusionssperrwert in- nen/außen=7/1
	Sommerlicher Wärme- schutz; Aufheizung ver- meiden	5.3.5 / 135	HBauO §44, DIN 4108-2	- äußere Bekleidung in hel- len Farben und schwer er- wärmbaren Materialien - ggf. Wärmespeichernde Dachdeckung - hinterlüfteter Dachaufbau
Schallschutz	Theoretisch keine			- wie Außenwände: $R'w > 55 \text{ db}$

Tabelle 14 Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an das Dach

### 6.1.5. Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an die Decken

Deckenkonstruktionen sind im Rahmen einer Gebäudeaufstockung Bauteile mit äußerst komplexen baulichen Anforderungen. Zum einen bestimmen die Decken die Geschossigkeit des Gebäudes und damit seine Gebäudeklasse. Ist die höchste Decke höher als 22 m, gilt das Gebäude als Hochhaus und es bedarf eines zweiten baulichen Rettungsweges. Dies wird sich in den seltensten Fällen räumlich und wirtschaftlich umsetzen lassen. Die Verkehrs- und Eigenlasten der Deckenkonstruktionen sind wesentlicher Bestandteil der Gesamtlasten einer Gebäudeaufstockung und müssen deshalb unbedingt als Leichtbau hergestellt werden. Zeitgleich werden Schallschutzanforderungen an nutzungstrennende Decken gestellt, welche sich am Besten mit zusätzlicher Masse erreichen lassen. Gleiches gilt für die Wärmespeicherfähigkeit von Fußbodenaufbauten. Raumabschließende Decken bei Bauten der Gebäudeklasse 5 sind in F 90 AB auszuführen, was wie bei den anderen tragenden Bauteilen nur bedingt mit Holzbau möglich ist.

Aus diesen Gründen wird dem Planer empfohlen, im Hinblick auf die Geschossigkeit, Eigenlasten sowie Brand- und Schallschutzanforderungen der Decken die Nutzungsunterteilung einer Gebäudeaufstockung eventuell vertikal in Maisonette-Wohnungen zu unterteilen. Im Bauprüfdienst 5/12 sind hierzu Fluchtwegregelungen erläutert. An nicht trennende Decken (nicht raumabschließend) innerhalb einer Nutzungseinheit werden keine Schallschutz- und Brandschutzanforderungen gestellt.

Die Ertüchtigung von Bestandsdecken wurde im Kapitel 5.4.13.2 erläutert.

Thema	Rahmenbedingungen Anforderung	Kapitelnr. / Seite	Quelle	Konstruktives Statement, Handlungsempfehlung
Standicherheit	-Verkehrslasten 2kN/qm - so leicht wie möglich	5.2 / 101	Eigene Analyse	- Leichtbau oder gewichts- optimierte Bausysteme
Brandschutz	Raumabschließende Decken F 90 AB für Ge- bäudeklasse 5	4.2.3 / 93	HBauO §29	- Anforderung nicht mit Holzbau erreichbar -> ggf. Kompensationsmaßnah- men im ganzheitlichem Brandschutzkonzept vorse- hen
Wärmeschutz	keine			
Schallschutz	Luftschallschutz: Erf. R' <sub>w</sub> >55db, Trittschall- schutz erf. L' <sub>n,w</sub> <46db	5.4.6 / 141	DIN 4109- BB2	

Tabelle 15 Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an die Decken

## 6.2. Konstruktionssysteme für eine Gebäudeaufstockung

Im folgenden Kapitel werden Konstruktionen entwickelt und erläutert, welche den zuvor dargestellten baurechtlichen und bautechnischen Anforderungen entsprechen. Mit diesen Referenzbauteilen lassen sich gewichtsoptimierte, norm- und rechtskonforme Gebäudeaufstockungen realisieren, vorausgesetzt der Bestandsbau weist ausreichend Tragfähigkeitsreserven aus.

### 6.2.1. Tragwerkskonstruktion

Tragwerke von Gebäudeaufstockungen müssen effizient, sprich mit minimalem Eigengewicht ausreichend tragfähig sein. Zudem sollte das Tragwerk nicht brennbar sein und aus



Abb 120 Stahlskelett der Gebäudeaufstockung in der Herbert Weichmannstr. Hamburg, Schöning Spalt Architekten in Schönberger/Dachaufbauten



Abb 121 Stahlleichtbauskelett aus Atlas moderner Stahlbau, S. 97

A-Baustoffen bestehen. Aus diesen Gründen ist der Baustoff Stahl für die Tragwerke von Gebäudeaufstockungen prädestiniert. Wählt man ein Stahlskelett als Tragwerk (siehe Abb 122), so wird dieses meistens mit flächigen Konstruktionen (Tafeln) ausgefacht oder verhüllt. Flächige Konstruktionen können auch mit kaltgeformten Trockenbauprofilen tragend ausgebildet werden (siehe Abb 122). Diese Leichtbaukonstruktionen sind sehr effiziente Tragwerke und können die Brandschutzklasse F 90 A erreichen. Jedoch sind diese Konstruktionen bis heute nicht weit verbreitet und zudem hochkomplexe Gebilde. Sie sind in der Planung und Ausführung sehr anspruchsvoll, das Risiko einer nicht fachgerechten Ausführung ist hoch.

Da Tragwerke aus baurechtlichen Gründen bei Gebäuden der Klasse 5 nicht brennbar ausgeführt werden müssen, sind Holzkonstruktionen vorerst als Tragwerk nicht genehmigungsfähig. Nur, wenn im

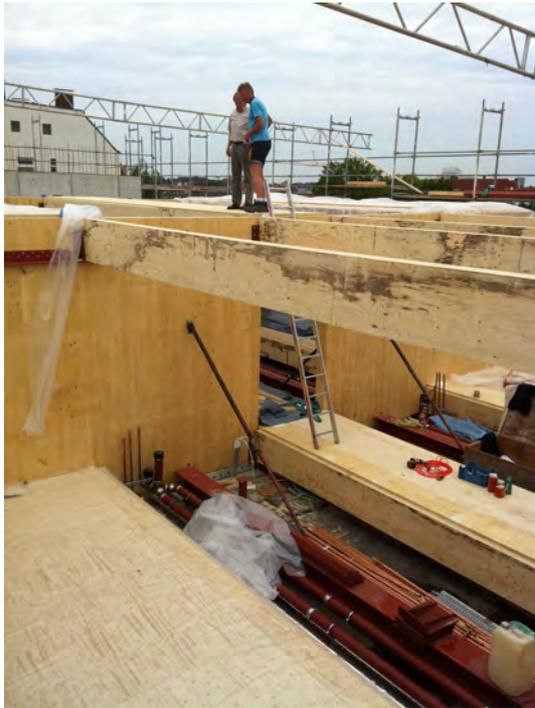


Abb 122 Dachaufstockung mit Brettspertholzplatten, Osterstrasse, 2013



Abb 123 Lignotrend-Wandbauteil, aus Lignotrend Planungsordner, S.214

Brandschutzkonzept nachgewiesen werden kann, dass die Schutzziele der Baurechtsprechung auch mit Holzkonstruktionen erreicht werden, können Holzkonstruktionen genehmigt werden. Dann stehen dem Planer zahlreiche, zum Teil firmenspezifische Holzbausysteme zur Verfügung<sup>302</sup>. Die gängigste Anwendungen sind Brettspertholzplatten, welche in zwei Richtungen tragfähig sind und sich hervorragend für Schottenbauweisen eignen (siehe Abb 124). Brettschichtholzplatten oder die Brettstapelbauweisen sind, abgesehen von deren einseitigen Spannrichtung, ähnlich<sup>303</sup>. Statt die Bretter liegend kreuzweise zu verleimen (das sogenannte Sperren), werden bei diesen Systemen die Bretter hochkant über die breite Seite zu Platten verleimt oder verschraubt.

Die Firma Lignotrend hat ein Bausystem aus Wand- und Deckenelementen<sup>304</sup> entwickelt, das eine Zwischenstufe zwischen Rahmenbau und Massivholzbau<sup>305</sup> darstellt (siehe Abb 125). Zwar sind zwecks Gewichtsreduzierung und Installationsmöglichkeiten Teile der Elemente hohl, doch sind sie weiterhin tragfähiger als übliche Holzrahmenelemente. Dieses Holzbausystem ist eines der statisch effizientesten für Gebäudeaufstockungen.

Grundsätzlich wird dem Planer aus brandschutztechnischen Gründen empfohlen, das Tragwerk einer Gebäudeaufstockung als Stahlskelett zu planen. Dieses Skelett wird dann mit den Bauteilen Wand, Decke und Dach ausgefacht oder verhüllt. Ist dies nicht möglich, sollte der Planer ein Holztragwerk aus Tafeln, oder eine

<sup>302</sup> Cheret, „Holzbausysteme“.

<sup>303</sup> Hartmut Werner, „Brettstapelbauweise“, in *holzbau handbuch*, hg. von Informationsdienst Holz, Bd. 1 Entwurf und Konstruktion, 1 Holzbausysteme, 17 Brettstapelbauweise (Düsseldorf, o.J.).

<sup>304</sup> Lignotrend Produktions GmbH, *Lignotrend-Planungsordner*.

<sup>305</sup> als Massivholz werden alle nicht-hohlen Holzbausysteme wie z.Bsp. Brettspertholz, Brettstapelsysteme etc. bezeichnet

Stahlleichtbau-Rahmenbauweise wählen. Hier wäre dem Holzbau, als praxiserprobtem und qualitätssicherem Bausystem, trotz Genehmigungsrisiko der Vorrang zu geben.

### 6.2.2. Außenwandkonstruktionen

Die seitlichen Hüllflächen einer Gebäudeaufstockung sollten stets geneigt und somit als Dachflächen ausgeführt werden, da hierfür in der HBauO weniger bautechnische Anforderungen gestellt werden als an senkrechte Außenwände. Wird die Gebäudeaufstockung aus gestalterischen Gründen mit Wänden seitlich verhüllt, müssen die Außenwände die Brandschutzklasse F 30 AB erreichen. Dies lässt sich prinzipiell nicht mit Holz erreichen, weshalb dann in dem Brandschutzkonzept hierfür Kompensationsmaßnahmen vorzusehen wären. Grundsätzlich sollte eine Außenwand, wie alle hüllenden Bauteile, aus zwei Dämmebenen bestehen, um Wärmebrücken zu vermeiden. In der ersten, innenliegenden, Dämmebene können Teile des Tragwerks untergebracht werden, während die zweite, äußere, Dämmebene das Tragwerk mit mindestens 10 cm Wärmedämmung (mit  $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} * \text{K})$ ) überdeckt und so Wärmebrücken verhindert. Hüllende Rahmenkonstruktionen (siehe Abb 126) sollten diffusionsoffen konstruiert werden. Der sd-Wert der innenliegenden Dampfbremse sollte 6-7 Mal so hoch sein wie der sd- Wert der Winddichtigkeitsebene (hier die diffusionsoffene Unterspannbahn). Die Fensterflächen sollten 12-35 % der Grundfläche

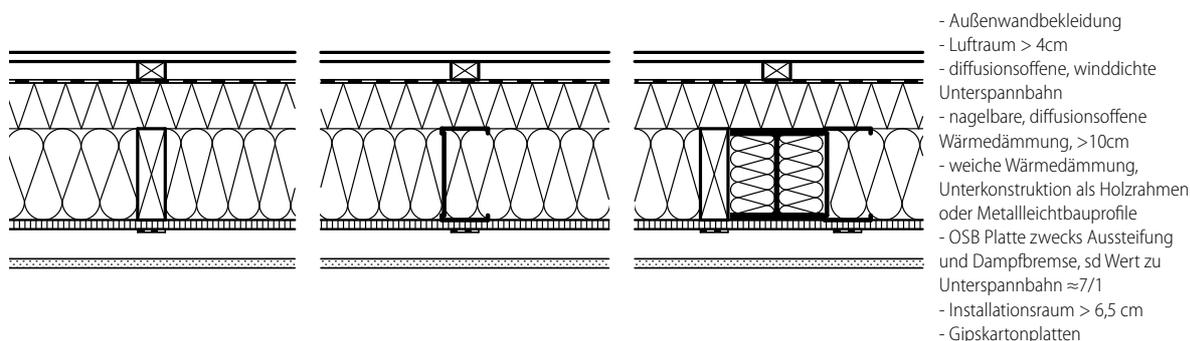


Abb 124 Empfohlene Außenwandkonstruktion für Gebäudeaufstockungen

betragen. Diese Vorgaben lassen sich optimal mit Rahmenkonstruktionen verwirklichen. Hierbei ist jedoch besonders darauf zu achten, dass die Außenwände einen Luftschallschutz von  $R'w > 55 \text{ db}$  erreichen<sup>306 307</sup>. Aus den gleichen Gründen wie beim Tragwerk, sollte hier dem Holzbau als praxiserprobtem Bausystem und soweit dies genehmigungsrechtlich möglich ist, der Vorrang gegeben werden. Hüllende Rahmenkonstruktionen können auch Teile des Primärtragwerkes umhüllen, eine entsprechende Brandschutzummantelung wäre hier ggf. noch hinzuzuplanen.

<sup>306</sup> Josef Kolb, Holzbau mit System : Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile, 3. aktualisierte Aufl. (Basel [u.a.]: Birkhäuser [u.a.], 2010), 234–236.

<sup>307</sup> Dederich, Ludger u. a., „Holzrahmenbau“, in *holzbau handbuch*, Bd. 1 Entwurf und Konstruktion, 1 Holzbausysteme, 7 Holzrahmenbau, 2009, 125.

### 6.2.3. Trennwandkonstruktionen

Wie alle anderen Bauteile einer Gebäudeaufstockung müssen Trennwände gewichtsreduziert und als Leichtbauwände ausgeführt werden. Aus diesem Grund sollten möglichst viele Wände als Trockenbauwände hergestellt werden, da diese Konstruktionen auf dem Rahmenbauprinzip beruhen und deshalb die leichtesten Wandkonstruktionen sind. Trennwände sind Wände, welche Nutzungseinheiten voneinander trennen. Es sind die Nutzungen, welche die Anforderungen an die Trennwände bestimmen. Wohnungstrennwände müssen die Brandschutzklasse F 90 AB und einen erhöhten Schallschutz von  $R'w > 55 \text{ dB}$  erreichen. Dies lässt sich optimal mit Trockenbauwänden wie in Abb 127 erzielen.

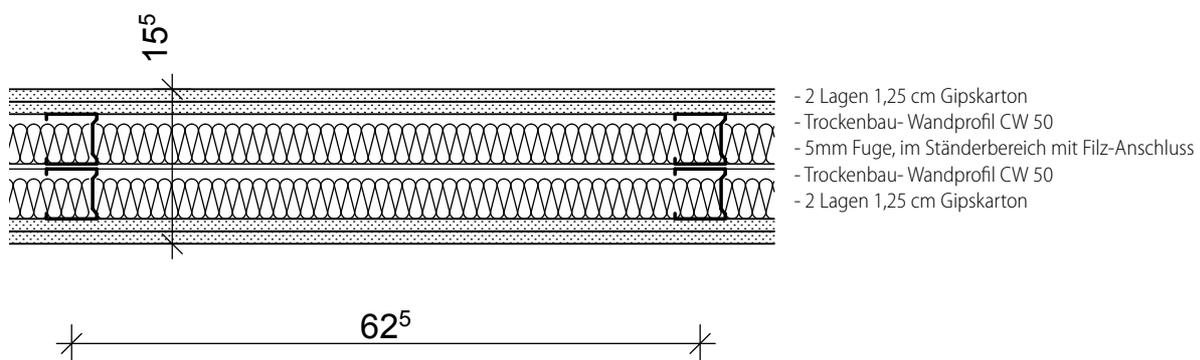


Abb 125 Empfohlene Wohnungstrennwand-Konstruktion

Aufgrund der Zweischaligkeit der Tragkonstruktion lassen sich mit diesen Trockenbauwänden Luftschallschutzwerte von  $63 \text{ dB} > R'w > 57 \text{ dB}$  erzielen. Das Eigengewicht der Wände beträgt ohne Mineralwolle nur ca.  $50 \text{ kg/qm}$  bei Wandstärken zwischen 15 und 18  $\text{cm}^{308}$ .

Trennwände zwischen Nutzungseinheiten und Treppenhäusern, sogenannte Treppenhäuserwände, müssen als Brandwände (BW – F 90 A) ausgeführt werden. Brandwände sind zusätzlich zu Ihrer Nichtbrennbarkeit und Ihrem 90-minütigen Feuerwiderstand stoßsicher, um im Brandfall auch einstürzenden Bauteilen standzuhalten. Diese Stoßsicherheit wird bei Trockenbauwänden durch Stahlbleche zwischen Ständerwerk und Beplankung (Gipskartonplatten) erreicht (siehe Abb 128). Diese Wände erreichen einen Schallschutz von  $R'w < 60 \text{ dB}$  und haben ein Eigengewicht von  $66 - 73 \text{ kg/qm}^{309}$ .

<sup>308</sup> Saint-Gobain Rigips GmbH, „Montagewände Heft 1“, in *Planen und Bauen*, 2010, MW51–53.

<sup>309</sup> Saint-Gobain Rigips GmbH, „Brandschutzsysteme - Brandwände“, in *Planen und Bauen*, 2010, BW13.

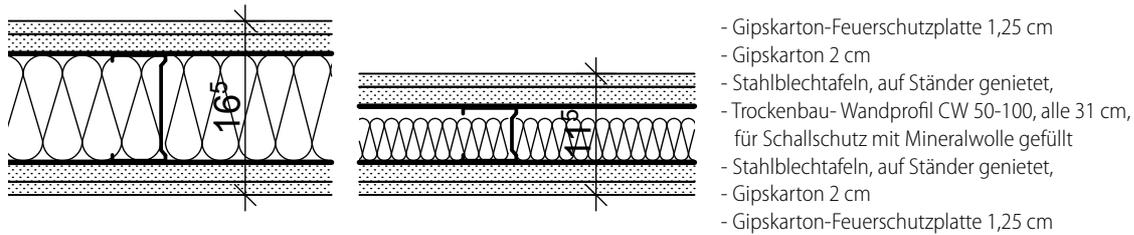


Abb 126 Empfohlene Brandwand-Konstruktion

#### 6.2.4. Dachkonstruktionen

Die Konstruktionsprinzipien der Außenwände, nämlich doppelte Dämmebenen, sd-Wert Gefälle, Hinterlüftung und Größe der Fensterflächen gelten auch für Dachkonstruktionen. Die Schallschutzanforderungen der Außenwände sollten auch auf die Dachkonstruktion angewandt werden. Außenwand- und Dachkonstruktion sollten die gleiche Schichtenfolge haben, damit die Bauteilschichten beim Übergang der Bauteile ohne Unterbrechung weitergeführt werden können. Lediglich die äußere Bekleidung und Bedachung können unterschiedlich sein. Ein Installationsraum von 6,5 cm für Steckdosen macht im Dachbereich über Kopfhöhe keinen Sinn, weshalb der dortige Installationsraum für die Installation von Elektrokabeln nur 3 cm breit ist.

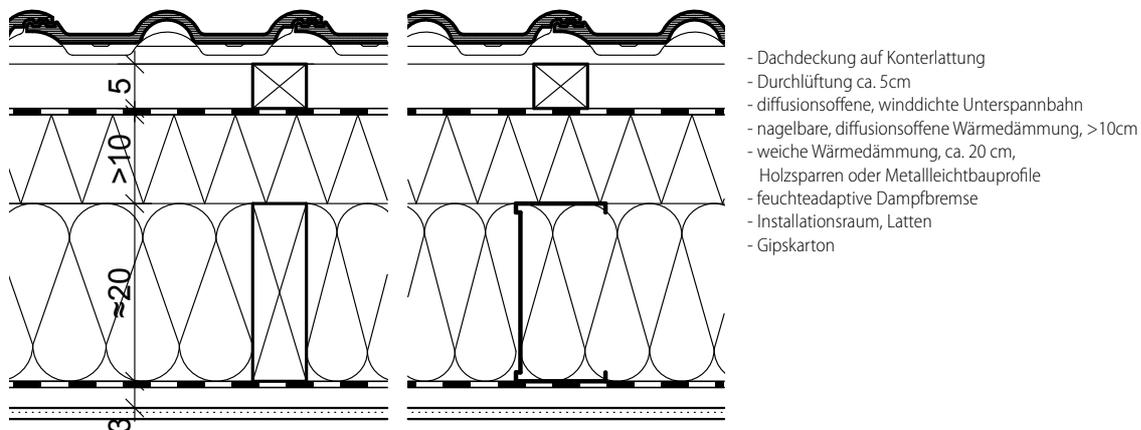


Abb 127 Empfohlene Dachkonstruktion

Da an die Dächer nur geringe Brandschutzanforderungen (F 30 für Brandüberschlag zwischen Geschossen) gestellt werden, können sie in Holz gefertigt werden. Der Baustoff Holz ist unbedingt den kaltgeformten Stahlprofilen aus den bereits genannten Gründen vorzuziehen. Dächer sind die Gebäudeteile, welche am meisten der Sonne ausgesetzt sind und im Sommer stark besonnt und erwärmt werden. Feuchtheadaptive Dampfbremsen, die temperaturabhängig diffusionsoffen sind, sind deshalb besonders im Dachbereich wirksam und sollten dort eingebaut werden. Aufgrund des hohen Tag-Nacht-Temperaturgefälles im Sommer und der einhergehenden Kondensation im Bauteil sollten Dächer hinterlüftet und diffusionsoffen ausgeführt werden. Dies lässt sich nicht befriedi-

gend bei Flachdachkonstruktionen verwirklichen, weshalb Dächer entsprechend Ihrer Dachdeckung geneigt ausgeführt werden sollten. So lassen sich mit Metalldeckungen Dächer ab 7° Dachneigung verwirklichen. Im Vergleich zu den Außenwandkonstruktionen und aufgrund der Wärmekonvektion nach oben wird in der EnEV ein größerer Wärmeverlust durch das Dach angenommen. Die EnEV empfiehlt im Referenzgebäude ab 2016 Dachdämmungen mit einem U-Wert von 0,15 W/qmK, was ca. einer Wärmedämmstärke von 27 cm mit einem Dämmstoff mit  $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} * \text{K})$  entspricht. Die Dämmebenen der Dachkonstruktion werden deshalb voraussichtlich dicker als die der Außenwandkonstruktion, was jedoch beim Übergang der Bauteile aufgrund der Dachneigung keine konstruktive Schwierigkeiten birgt, solange die Bauteile dieselbe Schichtenreihenfolge haben.

### 6.2.5. Deckenkonstruktionen

Wie bereits im Kapitel 6.1.5 erläutert, sind raumabschließende und nutzungstrennende Decken bei Gebäudeaufstockungen äußerst komplexe Bauteile. Wie kein anderes Bauteil müssen Decken gewichtsreduziert geplant werden, da sie höchstwahrscheinlich den größten Anteil an Eigenlasten einer Aufstockung aufbringen. Die Brandschutzanforderung F 90 AB an raumabschließende Decken lässt sich prinzipiell nicht mit Holz erwirken, eine Befreiung müsste mit Kompensationsmaßnahmen im Brandschutzkonzept erwirkt werden. Dann könnten die Geschossdecken mit den Brettsperrholz- und Hohlkastenkonstruktionen im Kapitel 5.2.2.1 ausgeführt werden.

Die Gewichts- und Brandschutzanforderungen, sowie der erhöhte Schallschutz mit  $R'w > 55 \text{ dB}$  und  $L'n, w < 46 \text{ dB}$  lassen sich mit folgenden Metalleichtbaudecken erzielen<sup>310</sup>.

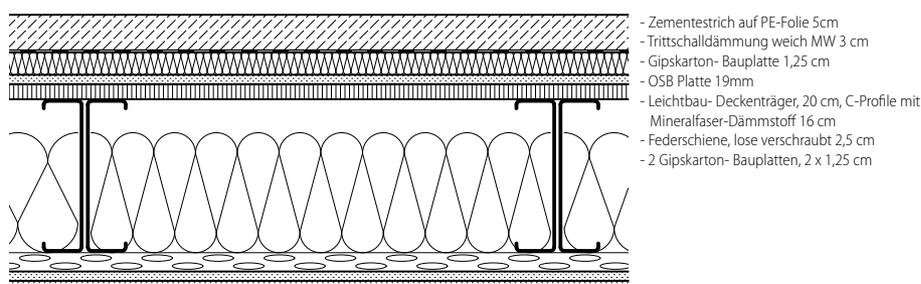


Abb 128 Empfohlene Metalleichtbaudecke

Trapezblechdecken erreichen aufgrund Ihrer Steifigkeit schlechtere Schallschutzwerte und werden deshalb nicht weiter berücksichtigt (siehe Kapitel 5.2.2.1 „Bestimmung geeigneter Konstruktionssysteme – Stahlbau“, S.113). Aufgrund der schwierigen Anschlüsse zwischen Holz- und Metallbausystemen, sowie der Gewährleistungs- und Schnittstellenproblematik unterschiedlicher Gewerke ist es nicht ratsam, eine Gebäudeaufstockung in zwei Bausys-

<sup>310</sup> Stahl-Informationszentrum, *Häuser in Stahl - Leichtbauweise*, 28.

temen wie z. B. als Holzrahmenbau mit Metalleichtbaudecken herzustellen. Aus diesem Grund sollte gleich zu Projektbeginn mit dem Brandschutzexperten und dem Tragwerksplaner eine Konstruktion für raumabschließende Decken entwickelt und das Bausystem (Holz- oder Metalleichtbau) festgelegt werden.

## 7. Gestaltung

### 7.1. Allgemein

Im folgenden Kapitel wird nach einer allgemein anwendbaren Entwurfsmethode für Gebäudeaufstockungen gesucht. Bei der Gestaltung von Gebäudeaufstockungen sind neben den bereits erläuterten bautechnischen und baurechtlichen Belangen auch Aspekte der Funktionalität, der nachhaltigen Nutzbarkeit, der geschichtlichen Einordnung, der individuellen Wertvorstellungen etc. relevant. Diese Aspekte werden projektbezogen und durch die Projektbeteiligten individuell und somit subjektiv gesetzt und gewertet. In diesem Kapitel soll nicht näher auf diese personen- und projektabhängigen Gestaltungsparameter eingegangen werden, sondern auf Grundlage allgemeingültiger und beständiger Entwurfssparameter eine ebensolche Entwurfsstrategie entwickelt werden, die dem Planer weiterhin eine freie Gestaltung erlaubt. Zweck einer solchen Entwurfsstrategie ist es, einen nachvollziehbaren, schlüssigen und schnellen Entwurfsprozess zu ermöglichen.

Allgemeingültiger Gestaltungsaspekt jeder innerstädtischen Gebäudeaufstockung ist der Bezug zum räumlichen Kontext. Als räumlicher Kontext wird die Gestaltung der umgebenden Stadt (städtebaulicher Kontext) und die Architektur des Bestandsbaus (baulicher Kontext) definiert. Weiterreichende räumliche Bezüge werden nicht berücksichtigt, da sie nicht generell für die Gestaltung der Gebäudeaufstockung relevant sein müssen.

Der bauliche und städtische Kontext ist bei einer innerstädtischen Gebäudeaufstockung immer präsent und gestaltungsrelevant, wenn auch unterschiedlich nah und bedeutsam. Jeder Planer einer Gebäudeaufstockung wird sich fragen müssen, wie sich sein Werk städtebaulich einfügt und welches Verhältnis es zum Bestandsbau haben soll. Aus dieser grundsätzlichen Fragestellung heraus soll hier eine Methode entwickelt werden, die erste gestalterische Vorgaben für seine Gebäudeaufstockung zu treffen ermöglicht.

Innerhalb dieses Gestaltungsprozesses wird der Planer den Bestand analysieren, dessen städtebauliches Erscheinungsbild und dessen Architektur bewerten und gestalterische Schlussfolgerungen für die Gebäudeaufstockung treffen. Bei der Entwicklung der Gestaltungsstrategie werden diese Schritte beispielhaft und zur Veranschaulichung in den Kapiteln 7.4 bis 7.8 erläutert. Eine Deutung, Bewertung oder Klassifizierung architektonischer und städtebaulicher Eigenschaften und Qualitäten der jeweiligen Bauepochen ist aber explizit nicht Bestandteil dieser Strategieentwicklung, da diese Deutung, genauso wie die Festlegung weiterer projektrelevanter Parameter, Aufgabe des jeweiligen Planers bleibt. Hier allgemeine bauliche und städtebauliche Deutungen vorzunehmen und grundsätzliche Qualitäten zu bestimmen, wäre subjektiv, entspräche nicht der baulichen Vielfalt und wäre ein Eingriff in die Deutungs- und Entwurfsfreiheit des Planers. Um die Wissenschaftlichkeit und die Anwendbarkeit dieser Strategie zu wahren, wird hier die architektonische und städtebauliche Deutung, Bewertung und Klassifizierung explizit ausgeklammert, beziehungsweise ausschließlich zur Veranschaulichung der Funktionsweise der Gestaltungs-

strategie beispielhaft erwähnt. Aus diesem Grund werden die eigenen Analysen, Qualitätsbestimmungen und Klassifizierungen nicht näher erläutert.

## **7.2. Struktur der Gestaltungsfindung**

Am Anfang des Gestaltungsprozesses sollen der städtebauliche und der bauliche Kontext analysiert werden. Als Ergebnis der Analyse können die städtebaulichen und baulichen Gegebenheiten und besonders deren Qualitäten bestimmt werden. Sind die Qualitäten des baulichen Umfelds klar definiert, kann der Planer bestimmen, wie sich sein Gebäude und dessen Aufstockung in dieses Umfeld einfügen soll und kann hierzu klare gestalterische Vorgaben formulieren, welche die Wahrnehmung und Wirkung seines Werkes betreffen. Anschließend kann er die Typologie der Gebäudeaufstockung definieren und bestimmen, wie diese formal umgesetzt werden soll.

In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Schritte erläutert und anschließend in einer Matrix zusammengefasst. Anhand einiger gebauter Beispielprojekte und der Matrix wird im Anhang dieser Gestaltungsprozess veranschaulicht.

## **7.3. Umfang und Themendefinition**

Bevor die städtebauliche und die bauliche Situation analysiert werden, sollte der projektrelevante räumliche Kontext bestimmt werden. Welche räumlichen Gegebenheiten sind projektrelevant, welche nicht? Dieser projektrelevante Kontext bestimmt den Umfang der Analyse, bzw. deren Themenschwerpunkte. Dieser thematische Umfang muss zu Beginn bestimmt werden, da sonst die Gefahr besteht, dass projektrelevante Aspekte unberücksichtigt bleiben und die Analyse unvollständig bliebe. Nachfolgend werden die wichtigsten Themenfelder des städtebaulichen und des baulichen Kontextes erläutert.

### **7.3.1. Städtebauliche Themen**

Die städtebauliche Analyse sollte mindestens die Nutzung des städtischen Raumes, die städtebaulichen Eigenschaften des Quartiers und des Bauwerkes umfassen, da diese Themen bei jedem erdenklichen innerstädtischen Aufstockungsprojekt präsent sind.

#### **7.3.1.1. Nutzung des städtischen Raumes**

Um die Nutzung des städtischen Raumes zu erfassen, empfiehlt es sich, zuerst die Typologie des Viertels (z. B. gründerzeitliches Wohnviertel mit Blockrandbebauung) und des städtischen Raumes (z. B. Wohnstraße, Platz etc.) zu analysieren. Anschließend kann im Zuge des Analyseprozesses die Nutzung des städtischen Raumes bestimmt werden. Diese Analyse geht der Frage nach dem städtischen Leben nach. Hierbei ist zu klären, wie die umliegenden Bauten und der öffentliche Raum genutzt werden. So ist zum Beispiel das städtische Leben im Schanzenviertel durch Gastronomie und viele Passanten im Straßenraum geprägt, während das Generalsviertel zwischen Eppendorfer Weg und Bismarckstraße ein ruhiges Wohnviertel ist, dessen Straßenraum primär zum Parken genutzt wird.

Wichtig für die weitere Planung einer Gebäudeaufstockung ist die Analyse möglicher Nutzungskonflikte zwischen städtischer Nutzung und der geplanten Wohnnutzung in der Gebäudeaufstockung. So kann zum Beispiel eine dichte Gastronomienutzung in den benachbarten Erdgeschossen die Wohnnutzung auf dem Dach beeinträchtigen, da deren gastronomische Abluft über die Dächer geführt wird. Aber besonders das soziale Umfeld sollte mit der Nutzung der geplanten Gebäudeaufstockung harmonisieren. Ein luxuriöses Penthouse in einem sozial schwachen oder von Gentrifizierung bedrohten Viertel könnte zum Beispiel soziale Konflikte evozieren. Um später mögliche Nutzungskonflikte zu vermeiden, ist diese Nutzungs- und Konfliktanalyse elementar für die Bestimmung des Bauprogramms.

#### **7.3.1.2. Städtebauliche Eigenschaften des Quartiers**

Nachdem die städtische Nutzung und deren Eigenschaften festgestellt worden sind, kann der Planer anschließend die städtebaulichen Eigenschaften des Quartiers bestimmen. Hierbei soll die Wechselwirkung zwischen den vorhandenen Bauwerken und dem Freiraum beurteilt werden. Inhaltlich sollte hierbei u. a. geklärt werden, wie Bauten und Raum dimensioniert und proportioniert sind, welche Wechselbeziehungen zwischen den Bauten und dem Freiraum bestehen, welche Bauteile wie den städtischen Freiraum prägen, welche baulichen Elemente den städtischen Freiraum fassen und welche ihn rhythmisieren und welche städtebauliche Bedeutung die Dächer haben. Darüber hinaus sollte das städtebauliche Gefüge bewertet und geklärt werden, inwiefern dieses einheitlich ist, bzw. wie dessen städtebauliche Wirkung ist.

#### **7.3.1.3. Städtebauliche Eigenschaften des Gebäudes**

Anschließend können die städtebaulichen Eigenschaften des Bestandsbaus innerhalb des städtischen Gefüges und die Wechselwirkung zwischen Bauwerk und Quartier ermittelt werden, indem u. a. geklärt wird, welche Bedeutung und Wirkung der Bestandsbau innerhalb des städtebaulichen Gefüges hat, wie dieser im Vergleich zum städtebaulichen Gefüge proportioniert ist, welche Wechselbeziehungen zwischen Bestandsbau und städtischem Gefüge bestehen, welche baulichen Elemente des Bestandsbaus wie den städtischen Raum prägen und um welche Elemente der Bestandsbau im Zuge der Gebäudeaufstockung ergänzt werden kann, damit er in seiner städtebaulichen Wirkung verbessert wird. Darüber hinaus sollte in diesem Zusammenhang geklärt werden, welche städtebauliche Wirkung das Dach auf dem Bestandsbau bisher erzielt, bzw. in Zukunft erzielen sollte.

### **7.3.2. Bauliche Themen**

Die bauliche Analyse sollte die Eigenschaften des Bestandsbaukörpers, dessen Dachbereich und des Übergangs zwischen beiden erfassen. Die Wechselwirkung dieser Bauteile untereinander ist kontextprägend.

### **7.3.2.1. Baukörper**

Zur Bestimmung der baulichen Eigenschaften des Bauwerkes sollte der Planer vorab sein Bauwerk einem Baustil zuordnen. Er sollte Material, Farbe und Haptik des Baukörpers festhalten und diese Substanz architektonisch bewerten. Darüber hinaus sollte die Analyse u. a. klären, welche gebäudestrukturierende Wirkung welche Fassadenbauteile haben, wie die Ebenen und Bauteile das Bauwerk vertikal strukturieren, wie viele Geschosse und welche Gebäudehöhe der Bestandsbau hat.

### **7.3.2.2. Dach**

Der Nutzen einer Analyse des bestehenden Dachbereiches, welcher im Zuge einer Gebäudeaufstockung abgebrochen wird, ist es, die Bedeutung des Daches innerhalb des städtischen Gefüges und in Bezug zum Bestandsbaukörper festzustellen. Was passiert mit dem städtischen Gefüge und dem Bestandsbau, wenn das Dach entfernt wird? Hierfür sollte der Planer als erstes die Dachform, Farbe, Material und deren architektonische Wirkung festhalten. Darüber hinaus sollte die bauliche Analyse des Daches mindestens klären, inwiefern das Dach im städtischen Kontext sichtbar ist, welche Bedeutung das Dach innerhalb des städtebaulichen Gefüges hat, welche Dachelemente die Wahrnehmung des Daches dominieren, wie hoch das Dach im Vergleich zum Baukörper ist und welche architektonische Wirkung und Bedeutung das Dach in Bezug auf den Bestandsbaukörper hat.

### **7.3.2.3. Übergang**

Dem Übergang zwischen Dach und Baukörper, sei er zum Beispiel als Drempel, Traufkante oder Kranzgesims ausgebildet, kommt als Bindeglied zwischen den Bauteilen eine signifikante architektonische Bedeutung zu, wie später anhand der exemplarischen Analyse weiter unten veranschaulicht wird. Diese bauliche und städtebauliche Bedeutung trotz Neugestaltung zu kennen, kann aus den gleichen Gründen wie beim Dach für den weiteren Gestaltungsprozess relevant sein. Der Planer sollte als erstes die Typologie des Übergangs, dessen Materialität, Farbe und vor allem dessen architektonische Wirkung festhalten. Darüber hinaus sollte er festhalten, welche Bauteile des Baukörpers, wie zum Beispiel Giebel, in den Dachbereich eingreifen. Im Zuge der Analyse sollte er u. a. klären, welche baulichen Elemente das Dach vom Baukörper trennen (z. B. Kranzgesims, Fuge, o. ä.), wie der Dachübergang konstruiert ist (z. B. als Drempel, Attika o. ä.).

## 7.4. Analyse der historischen Baustile

Im Kapitel 1.1, historische Analyse, wurde bereits die bauhistorische Entwicklung Hamburgs erläutert. Hierauf aufbauend sollen im Folgenden die städtebaulichen und die baulichen Eigenschaften der Gründerzeitbauten, der Bauten der Weimarer Republik, des Dritten Reichs und des Wiederaufbaus erläutert werden. Diese Erläuterung soll die generellen Eigenschaften der Epochen veranschaulichen, den im vorherigen Kapitel beschriebenen Analyseprozess veranschaulichen und als Vorbild eigener Analysen dienen. Anschließend wird die städtebauliche Bedeutung des Bauwerks und die bauliche Bedeutung des Daches analysiert, damit anschließend die städtebaulichen und baulichen Eigenschaften bewertet (Qualitäten) werden können.

### 7.4.1. Städtebauliche Analyse

#### 7.4.1.1. Gründerzeit



Abb 129 Generalsviertel, geschlossene Blockrandbebauung

Gründerzeitliche Stadtviertel wurden häufig blockweise entwickelt und zwecks Vermarktung nachträglich parzelliert. Innerstädtische, gründerzeitliche Bebauung begegnet uns heute als geschlossene Blockrandbebauung, parzellierter Block, Burg oder Terrasse (siehe Kapitel). Zur Innenstadt hin verdichten sich diese städtischen Strukturen zu Flächen-



Abb 130 Weidenallee, parzellierter Block mit Terrassenbebauung,

blöcken und Flächenstrukturen<sup>311</sup>. Solitärbauten sind im innerstädtischen Kontext nur selten anzutreffen. Die hellen Putz- und Sichtmauerwerksbauten mit ihren typischen Stuckverzierungen haben häufig vom Straßenraum sichtbare, dunkel gedeckte Mansarddächer mit einheitlichen Trauf- und Firstlinien. Einheitliche Geschosshöhen, Fenstereinteilungen, Gesimse und Balkone geben den Baublöcken eine einheitliche horizontale Struktur. Durchlaufende First- und Traufkanten verstärken diese gemeinsame horizontale Ordnung der Bauten und einen die einzelnen Bauwerke zu einem städtebaulichen Ensemble.

<sup>311</sup> Christa Reicher, *Städtebauliches Entwerfen*, 3., aktual. und erw. Aufl. (Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014), 82.

Risalite, Erker, Vorbauten und vertikaler Stuckelemente wirken dagegen senkrecht Gebäude-strukturierend und rhythmisieren den städtischen Raum. So entsteht eine kleinteilige senkrecht und waagrecht wirkende Netzstruktur.

Deutlichstes Merkmal gründerzeitlicher Bauten sind ihre Stuckverzierungen, deren Opulenz sich sukzessive in den oberen Geschossen reduziert.



*Abb 131 Flächenblöcke Chilehaus und Sprinkenhof, Luftbild aus Wasmuths Monatshefte für Baukunst, 1929, S. 137*

#### 7.4.1.2. Weimarer Republik

Die Wohnungsbauten der Weimarer Republik wurden meistens durch Genossenschaften und Bauvereine quartiersweise entwickelt und als geschlossene Blöcke mit großen Innenhöfen gebaut. Im Gegensatz zu den Gründerzeitbauten haben diese Wohnungsbauten niedrigere Geschosshöhen, sind meistens mit dunklen Klinkern verblendet und vor allem frei von jeglichem Zierrat (Stuck). Die Geschosse sind jetzt, bis auf das Dachgeschoss, gleich hoch und gleichwertig. Die Gebäude setzen sich aus gestapelten Ebenen zusammen. Im Gegensatz zu den Gründerzeitbauten werden die Fassaden meistens durch liegende Fenster horizontal gegliedert. Diese liegenden Fenster bilden blockumlaufende Fensterbänder. Zusammen mit den einheitlichen und durchgängigen Traufkanten bilden sie eine klar erkennbare horizontal geprägte Gebäudestruktur. Viele der Genossenschaftsbauten haben Flachdächer oder sehr flach geneigte Dächer, weshalb meistens keine städtebaulich wirksamen Firstkanten oder Dachflächen wahrnehmbar sind. Mitunter findet man fensterlose Dachgeschosse als Gebäudeabschluss vor. Die glatten, meistens vorsprungs- und erkerfreien Fassaden bilden klare Straßenfluchten. Innerhalb dieser neuen Blockstrukturen kann man kaum einzelne Gebäude ausmachen. Im Rahmen einer Gebäudeaufstockung sind bei der Gestaltung der Gebäudeerhöhung deshalb die städtebaulichen Bezüge dominierend. Soweit das aufzustockende Gebäude, beziehungsweise der Blockteil, nicht ein Eck- oder Kopfbau ist, würde eine punktweise Erhöhung dieser Gebäudestruktur als städtebauliche Störung wahrgenommen werden. Derartige Baublöcke wären aus gestalterischer und städtebaulicher Sicht, wenn überhaupt, nur in Gänze über den gesamten Blockbereich aufzustocken.



Abb 132 Barmbek-Nord von Südwesten, Luftbild von 1932, aus Hipp, *Wohnstadt Hamburg*, S. 91

#### 7.4.1.3. Das 3. Reich

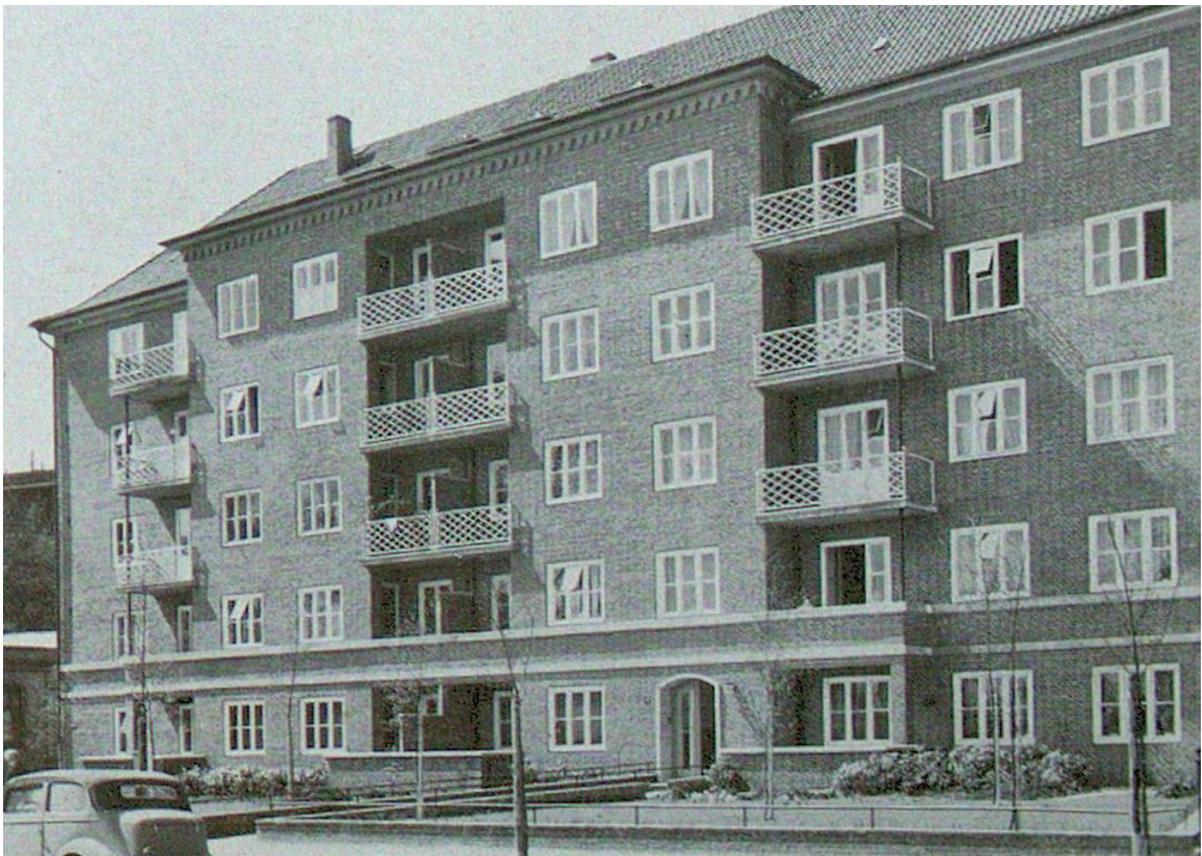
Blockbebauungen und Flachdächer sind im Dritten Reich als Stilelemente der Moderne und des sozialistisch geprägten Wohnungsbaus in Verruf geraten. In den Entwicklungsgebieten am Stadtrand wurden nun Wohnviertel als Zeilenbauten mit Giebeldächern entwickelt. In der Innenstadt wurden vorerst weiter Blöcke gebaut. Figurative Ornamente aus Naturstein oder Stuck wurden wieder in die Fassadengestaltung integriert. Im Gegensatz zu den Genossenschaftsbauten der Zwanzigerjahre bilden nun Satteldächer eine im Straßenraum klar erkennbare Firstlinie. Die Trauflinie wird häufig als Natursteingesims hervorgehoben und ist als deutlich erkennbarer Rand städtebaulich wirksam. Durch Risalite, Erker und vorspringende Giebel wird der Straßenraum kleinteiliger strukturiert als die Straßenfluchten der Zwanzigerjahre. Während in den Zwanzigerjahren in den Entwicklungsgebieten der Randbezirke die Stadt als Blockrandbebauung weitergebaut wurde, erlebt man nun in den Randbezirken eine Abwendung von städtischen Strukturen, indem mittels dörflicher, ruraler Stilelemente wie vorgelagerter Gärten oder Zeilenbauten der öffentliche Raum ländlich geprägt wird. Urbane Strukturen sind dort nicht mehr zu erkennen. In der Hansestadt war gemäß Bauordnung ab 1937 nur noch eine offene Blockrandbebauung realisierbar, deren Blockstruktur sich meistens an den Blockecken öffnet. Versetzt rechteckige Giebel markieren die Blockecken, der Straßenraum wird nicht mehr mit klaren, ununterbrochenen Gebäudekanten gefasst.



Abb 133 Siedlung für Offiziere in der Arnimstrasse, aus Hipp, Wohnstadt Hamburg, S. 122



*Abb 134 Wohnblock Rademachergang, aus Hamburg und seine Bauten, 1953, S. 149*



*Abb 135 Wohnblock Rothenbaumchaussee, aus Hamburg und seine Bauten, 1953, S. 149*

#### 7.4.1.4. Der Wiederaufbau nach dem zweiten Weltkrieg

In der Nachkriegszeit wurden in Hamburg ganze Stadtteile gemäß den architektonischen Prämissen der Moderne wieder aufgebaut, die städtebaulichen Vorgaben und Verantwortlichen des 3. Reiches blieben aber die gleichen<sup>312 313</sup>. Ländliche Reminiszenzen und figurativer Zierrat verschwanden aus dem Kanon der Formsprache. Stattdessen hielt das Flachdach, nun mit deutlichem Dachüberstand, neben dem Sattel- und Walmdach wieder Einzug in die Architektur. Häufig ist das Dachgeschoss durch andere Materialien gekennzeichnet oder als Fuge vom Baukörper abgesetzt, was die horizontale Wirkung der hervorstehenden Traufkanten verstärkt. Zusammen mit den als Bänder angeordneten Fenstern haben diese Bauten eine dominierende horizontale Struktur. Wie im Dritten Reich wurde, wenn möglich, weiterhin in Zeilen, oder zumindest in offener Blockrandbebauung weitergebaut und repariert. Die gesetzgebende Bauordnung von 1937 blieb diesbezüglich bis 1969 verbindlich. Im Gegensatz zu den Blockrandbebauungen der Gründerzeit und der Zwanzigerjahre fassen die Zeilenbauten nicht den Straßenraum, da sie meistens rechtwinklig zur Straße angeordnet sind und sich zum Freiraum zwischen den Zeilen hin orientieren. Straßenseitig trennen häufig eingeschossige Randbebauungen den Straßenraum von den halbprivaten Grünflächen zwischen den Zeilen. Von der Straße kann man die Begrünung und die Kopfbauten der Zeilen wahrnehmen. Sie rhythmisieren den Straßenraum, fassen ihn jedoch nicht mehr.



Abb 136 Zeilenbauten in der Fruchttallee - Kreuzung Schulweg

Offene Blockbebauung und Zeilenbauten konnten jedoch nur auf großen freien, bzw. freigebombten, Flächen realisiert werden. Innerhalb der gründerzeitlichen Blöcke wurden Lücken aufgrund der Eigentumsverhältnisse und der intakten unterirdischen Infrastruktur meistens viergeschossig geschlossen. Diese Bauten sind deutlich niedriger als deren grün-

<sup>312</sup> Peter Krieger, „Wirtschaftswunderlicher Wiederaufbau-Wettbewerb“: Architektur und Städtebau der 1950er Jahre in Hamburg“ (Universität Hamburg, 1995), 39–41.

<sup>313</sup> Werner Durth, *Deutsche Architekten: biographische Verflechtungen 1900 - 1970*, [Neuausg.]. (Stuttgart [u.a.]: Krämer, 2001), 252–258.

derzeitliche Nachbarbebauung, eine Gebäudeaufstockung kann hier städtebaulich-reparierend wirken.

#### 7.4.1.5. Vorhandene Bausubstanz

Zwar wurden die meisten Stadtteile Hamburgs einheitlich und epochentypisch entwickelt, jedoch hat die Flächenbombardierungen des 2. Weltkriegs eine dramatische Zerstörung verursacht. Der von Albert Speer beauftragte „Architekt für die Neugestaltung der Hansestadt Hamburg“, Konstanty Gutschow, hatte ab 1944 eine Schadenskarte der Bombenschäden anfertigen und fortschreiben lassen. Unter der britischen Besatzung führte er den Wiederaufbau und die Zerstörungsdokumentation weiter<sup>314</sup>. In diesem Dokument sind die Kriegszerstörungen der Hansestadt hausweise dokumentiert und geben heute Aufschluss über die städtebaulich lückenhafte und reparaturbedürftige Stadtstruktur, sind doch in Folge des Wiederaufbaus ausschließlich niedrigere, viergeschossige Bauten entstanden. Die unterschiedlichen Gebäudehöhen aus den jeweiligen Epochen könnten formal mit Gebäudeaufstockungen angeglichen und die städtebauliche Struktur so repariert werden.



Abb 137 Hamburger Schadenskarte vom Vermessungsamt Hamburg, Sommer 1945, 1/2500, Ausschnitt



Abb 138 Hamburger Schadenskarte, Sommer 1945, Legende

<sup>314</sup> Krieger, „Wirtschaftswunderlicher Wiederaufbau-Wettbewerb“, 39–40.

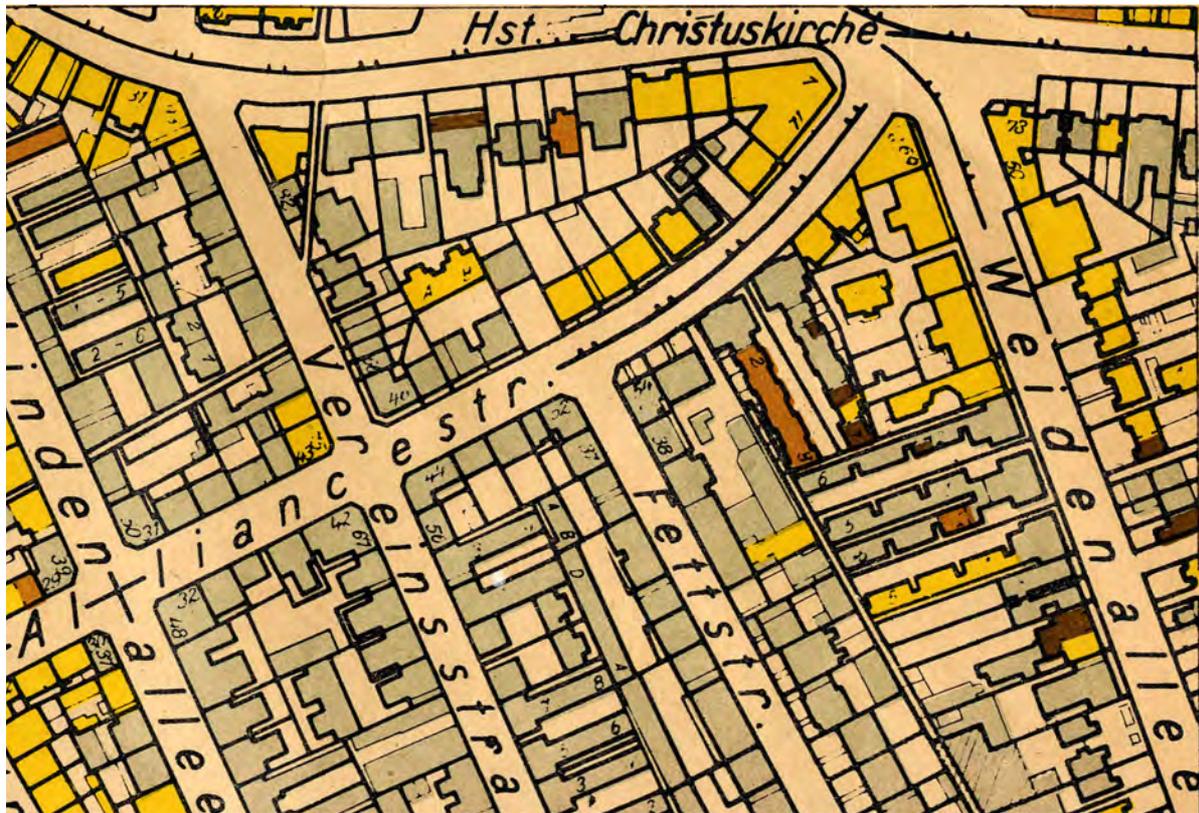


Abb 139 Hamburger Schadenskarte, Sommer 1945, Ausschnitt Bellealliancestr.- Ecke Weidenallee



Abb 140 Fruchttallee, Einblick Bellealliancestr, Ecke Weidenallee



Abb 141 Hamburger Schadenskarte, Sommer 1945, Ausschnitt Altonaer Str. bis Margarethenstr.

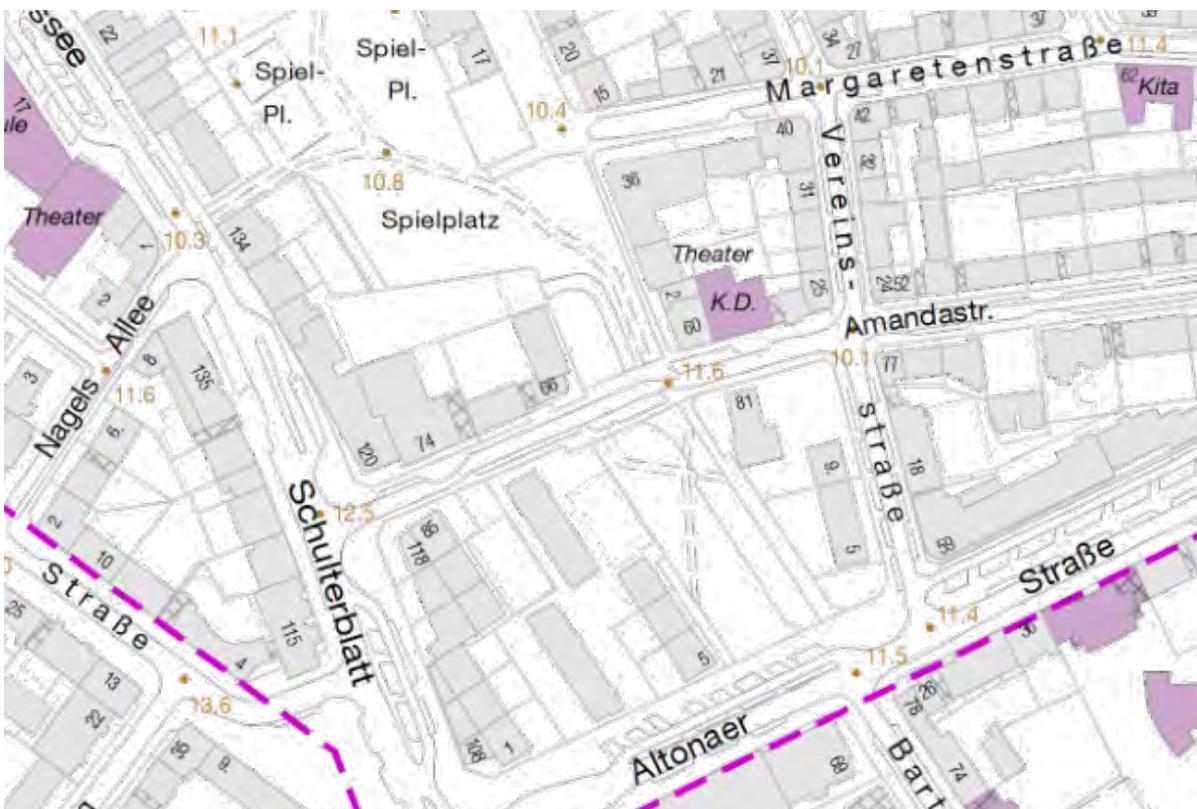


Abb 142 Geobasiskarte, Geoportal Hamburg - Zugriff 21.7.16, Ausschnitt Altonaer Str. bis Margaretenstr.

## 7.4.2. Bauliche Analyse

### 7.4.2.1. Wohngebäude der Gründerzeit



Abb 144 Gründerzeitliche Bebauung in der Con-  
tastr.

Die deutlichsten Gestaltungsmerkmale gründerzeitlicher Bauten sind deren reiche Stuckverzierungen, welche die Gebäude kleinteilig wirken lassen. Gründerzeitliche Gebäude haben meistens eine aufbauende Gebäudestruktur aus Sockel-, Ober- und Dachgeschoss sowie Stuckverzierungen, deren Opulenz sich in den oberen Geschossen sukzessive reduziert. Die Geschoss- und Fensterhöhen verringern sich ebenfalls sukzessive in den oberen Etagen. Die Fenster „stehen“, d. h. sie sind hochkant proportioniert und übereinander angeordnet. Zusammen mit vorspringenden Erkern, Risaliten und senkrechten Stuckelementen bekommen Gründerzeitbauten damit eine deutlich vertikale Struktur, beziehungsweise eine klar lesbare, aufbauende vertikale Gebäudeordnung. Diese Ordnung wird meist durch dunkel gedeckte Dächer abgeschlossen. Die Fassaden der Gründerzeitbauten sind meist helle Putzfassade, oder helles Sichtmauerwerk. Dunkle Torf-

brandblinker wurden im Wohnungsbau erst nach dem Ersten Weltkrieg verwendet. Haben Erker und Risalite Giebel, so reichen diese bis in das Dachgeschoss. Damit greift der gründerzeitliche Bestandsbau in die Ebene der Gebäudeaufstockung. Eine klare, gestalterische Zäsur zwischen Dach und Bestandsbau wird im Rahmen einer Gebäudeaufstockung mit diesen Randbedingungen kaum zu erreichen sein. Neben der Traufkante ist bei vielen Bauten eine einheitliche Firstlinie vom Straßenraum wahrnehmbar. Die Kleinteiligkeit gründerzeitlicher Viertel wird durch zwei Ordnungsebenen bestimmt. Innerhalb der Straßen-



Abb 143 Gründerzeitliche Bebauung, Eppendorfer Weg 110-114.

züge gibt es städtebaulich prägnante, horizontale Elemente wie Balkonplatten und Stuckgesimse, welche bei allen Gebäuden ähnlich sind und somit den Straßenraum horizontal strukturieren. In gleichen Abständen angeordnete, vertikale Gebäudeelemente rhythmisieren diese städtebauliche Ordnung (siehe Städtebauliche Analyse der Gründer-

zeit S.179). Die zweite Ordnungsebene, die bauliche Ebene ist, wie oben beschrieben, klar vertikal strukturiert. Die baulichen Bezüge des Bestandsbaus sind damit deutlich lesbar und bauen etagenweise aufeinander auf. Die Ebenen gründerzeitlicher Bauten sind keine Stapelung gleicher Geschosse! Innerhalb dieser nach oben wachsenden Gliederung kommt dem Dach eine ebenso gut lesbare Bedeutung als Abschluss, beziehungsweise Gebäudedeckelung, zu.

#### **7.4.2.2. Wohnbauten der Weimarer Republik**

Wie bereits in Kapitel 1.1.2 (Seite 14) erwähnt, wandten sich die Architekten der Weimarer Republik von der Formensprache der kaiserlichen Gründerzeit ab und entwickelten gänzlich neue Bauformen. Unter dem Primat der Erschwinglichkeit wurden die Geschosshöhen reduziert und vereinheitlicht, gänzlich auf Stuck verzichtet und kostenintensive Vorsprünge reduziert. Die neuen, prunklosen Fassaden sind im Vergleich zur Gründerzeit eben und die Fenster sind liegend in Fensterbändern angeordnet. Die Ebenen wirken gleich und gestapelt. Die neuen Gebäude haben nicht mehr die klar erkennbare aufbauend-vertikale Gebäudestruktur der vorherigen Gründerzeit. Die vertikalen baulichen Bezüge sind somit schwächer ausgebildet. Dies ist insofern verständlich, als dass diese Bauten meistens als Block und nicht als einzelne Gebäude innerhalb einer städtischen Struktur geplant wurden. Städtebauliche, bzw. horizontale, nachbarliche Bezüge wirken stärker. Neue Fassadenmaterialien sind nun dunkler Klinker und helle Fensterrahmen. Das Dach ist häufig als Flachdach oder flachgeneigtes Dach vom Straßenraum nicht mehr wahrnehmbar.

### 7.4.2.3. Wohnbauten des 3. Reiches



Abb 145 Rademachergang - Ecke Breiter Gang, Natursteinverzierungen



Abb 146 Rademachergang - Ecke Breiter Gang, Giebel und Rundbögen

Die Architekten des Dritten Reiches distanzieren sich von der Moderne, wie zuvor die Architekten der Weimarer Republik sich von der Formensprache des Kaiserreichs distanzieren hatten. Flachdächer wurden durch Sattel- oder Walm-dächer mit Gauben ersetzt und dem Internationalen Stil wurden völkische Gestaltungselemente entgegengesetzt. Giebel, Erker, Risalite, Bögen und vor allen Dingen Natursteinelemente hielten Einzug in die Architektur. Das vorherrschende Fassadenmaterial war weiterhin der Klinker, wobei heller gebrannte Steine im Laufe der Zeit den dunkel gebrannten Klinker verdrängten. Zudem wurden wieder Putz-

bauten realisiert. Die Fenster wurden meistens wieder stehend proportioniert, manchmal mit Naturstein gerahmt,

aber in der Regel in Fenstergruppen gefasst und zu liegenden Fensterbändern angeordnet. Diese geben den Bauten eine horizontale Struktur. Wie zuvor die Genossenschaftsbauten der Weimarer Republik, sind auch diese Bauten durch gleichwertige, gestapelte Wohnebenen strukturiert. Diese häufig mit markanten Giebeln versehenen Bauten würden ohne die Giebeldächer verstümmelt wirken. Des Weiteren ist der Umgang mit diesem Erbe des Dritten Reiches, hier die deutschtümelige Formensprache, bei der Formfindung einer Gebäudeaufstockung ein schwieriges und kontextprägendes Element. Diese Bauten sind als geschichtliches Zeugnis unbedingt erhaltenswert, der zeitgemäße architektonische Umgang mit der Formensprache des Dritten Reiches bleibt schwierig.

#### 7.4.2.4. Wohnbauten des Wiederaufbaues nach dem zweiten Weltkrieg

Nach dem Zweiten Weltkrieg war an Zierrat und Natursteinarbeiten an Gebäuden aus wirtschaftlichen Gründen nicht zu denken. Die Architekten orientierten sich stilistisch an der Moderne, aber ohne den stilistischen Bruch, den es beim Übergang von Gründerzeit zur Moderne und zum Dritten Reich gegeben hatte. Die Bauordnung von 1937 und deren ge-



Abb 147 Eppendorfer Weg 17, Zeilenbauten

stalterische Vorgaben blieben bis 1969 gültig. Die Viergeschossigkeit der Bauten, deren Fassadenmaterial und Haptik blieb unverändert. Großflächige, liegende Fensterformate ersetzen nun die stehenden Fenstergruppen und deren kleinteilige Sprosseneinteilung. Balkone und Fensterbänder strukturieren die Fassaden weiterhin horizontal. Das flach geneigte Dach ist mit seiner markanten Traufkante häufig farblich vom Baukörper abgesetzt und wirkt wie ein Gebäudedeckel. Eingangsseitig geben die an der Fassade liegenden Treppenträume dem Ge-

bäude etwas vertikale Struktur. Alle Geschosse sind weiterhin gleich hoch und wirken gestapelt. Das

Erdgeschoss ist häufig nicht ebenerdig, sondern etwas erhöht angeordnet.

#### 7.4.3. Städtebauliche Bedeutung

Sind in der vorhergehenden Analyse die städtebaulich bedeutsamen Elemente, deren Wirkung und Ordnungsstrukturen festgestellt worden, kann im Anschluss die städtebauliche Bedeutung des Bauwerkes bestimmt werden. Hierbei sind die Lage des Bauwerkes und das städtebauliche Gefüge die entscheidenden Parameter.

##### 7.4.3.1. Gebäudeflucht

Steht das Gebäude innerhalb einer einheitlichen Gebäudeflucht, fassen diese Gebäude den Freiraum davor. Die meisten Straßenräume werden in dieser Form gefasst. Ist die Gebäudestruktur jedoch uneinheitlich, kann mittels einer Gebäudeaufstockung mit Übernahme der nachbarlichen städtebaulichen Bezugskanten, wie zum Beispiel Trauf-, First- und Gesimskanten, die städtebauliche Struktur repariert werden. Eine Überhöhung einer einheitlichen und eindeutigen städtebaulichen Struktur würde jedoch als Störung dieser Ordnung wahrgenommen werden.

##### 7.4.3.2. Eck- und Kopfbau

Steht das Gebäude an einer Kreuzung, einer Blockecke oder einem Zeilenende, kann es als Eck- oder Kopfbau wahrgenommen werden. Mit einer Überhöhung der städtebaulichen Bauform gegenüber der nachbarlichen Bebauung würde das Gebäude zum einen dem Freiraum oder der Kreuzung davor eine besondere Bedeutung innerhalb des städtebauli-

chen Gefüges geben, zum anderen würde die Erhöhung der Eck- oder Kopfbauten die Bauform selber städtebaulich hervorheben.

#### **7.4.3.3. Blickachse**

Steht das Gebäude innerhalb einer städtebaulichen Blickachse, wird es weitaus deutlicher wahrgenommen als bei den zuvor genannten Beispielen. Mit besonderer Gestaltung und eventuell einer Überhöhung gegenüber der umliegenden Bebauung kann das Gebäude als Blickfang fungieren und der Blickachse einen Zielpunkt geben.

#### **7.4.3.4. Platz**

Steht das Bestandsgebäude an einem städtischen Platz oder an einer erweiterten Freifläche, wird es zum einen von weitem deutlicher wahrgenommen, zum anderen fasst es den städtischen Raum. Die Wechselwirkung zwischen Gebäudehöhe und der Freifläche prägt in diesem Fall die Platzwahrnehmung. Das Gebäudevolumen sollte in diesem Fall unbedingt mit den Dimensionen und Proportionen der Freifläche und den anderen raumfassenden Bauten abgestimmt werden.

#### **7.4.3.5. Solitär**

Steht das Gebäude als Solitär innerhalb des städtischen Gefüges, ist es wichtig, dessen Blickbeziehungen zu kennen, um seine städtebauliche Bedeutung zu definieren. Solitärbauten mit weiten oder vielen Blickbeziehungen können außerordentliche städtebauliche Bedeutung erlangen, bis hin zu ikonografischer Symbolhaftigkeit (Wahrzeichen), wie das Beispiel der Hamburger Elbphilharmonie verdeutlicht.

### **7.4.4. Bedeutung der Dachform**

Nachdem die städtebauliche Bedeutung des Projektes geklärt ist, soll im folgenden Kapitel auf der Grundlage der baulichen Analyse die Bedeutung der Dachform in Bezug auf den Bestandsbau anhand häufig vorkommender Dachformen erläutern und beispielhaft bestimmt werden.

#### **7.4.4.1. Berliner Dach**

Wie bereits in der baulichen und der städtebaulichen Analyse festgestellt, haben Gründerzeitbauten eine aufbauende, vertikale Fassaden- und Gebäudestruktur. Diese vertikale Ordnung wird häufig durch ein steiles, vereinfachtes Mansarddach, auch Berliner Dach genannt, abgeschlossen (siehe Abb 129 und Abb 130). Diese Dachform zeichnet sich durch eine steile, straßenseitig dunkel gedeckte Dachfläche aus. Diese Dachfläche ist bis zum First städtebaulich wahrnehmbar. Diese Dächer werden als Teil der vertikalen Gebäudestruktur wahrgenommen und schließen diese mit einem dunklen Körper ab. Sie sind Teil der aufbauenden, vertikalen Gebäudestruktur. Ohne diese Dächer wäre die vertikale Struktur ohne Abschluss, das Gebäude würde unvollendet wirken. Dies wird besonders augenscheinlich, wenn die Fassade Risalite, Erker und Gaubenerker, welche in den Dachbereich reichen, enthält.

#### **7.4.4.2. Walmdach-Satteldach**

Schlichtere Gründerzeitbauten haben manchmal flach geneigte Sattel- und bei Eckbauten Walmdächer, welche von der Straße nicht mehr wahrnehmbar sind (siehe Abb 148). Diese Bauten haben meistens weiterhin eine vertikale Fassadenordnung. Damit diese einen oberen Abschluss bekommt, wurde die Attika oder der Drempeel häufig mit einem dominierenden und opulenten Kranzgesims verziert. Im Vergleich zu den zuvor genannten Mansarddächern wirken die Gebäude unvollendet und etwas unproportioniert.

Offene und geschlossene Blockbebauungen und Zeilenbauten der Dreißigerjahre und Bauten des Wiederaufbaus haben ebenfalls häufig Sattel- oder Walmdächer. Diese sind nicht mehr flach geneigt und aufgrund der geringen Gebäudehöhe (maximal vier Geschosse) vom Straßenraum wahrnehmbar. Die Bauten nach der Gründerzeit haben keine aufbauende Gebäudestruktur, sondern gleichwertig gestapelte Ebenen. Die Dächer sind nicht mehr Bestandteil einer vertikalen, aufbauenden Ordnung, sondern schließen ein gestapeltes Volumen aus gleichwertigen Ebenen ab. Die abschließende Wirkung des Daches innerhalb der Gebäudestruktur ist schwächer als bei gründerzeitlichen Bauten, da der Baukörper theoretisch weiter gestapelt werden könnte, ohne dessen Gebäudestruktur zu stören.

#### **7.4.4.3. Steiles Satteldach**

Im Dritten Reich wurden Wohnbauten unter anderem mit steilen Satteldächern und Giebelwänden gebaut. Das steile Satteldach und besonders dessen steile Giebel waren Stilanleihen der hanseatischen Kaufmannshäuser, wie sie heute noch in der Lübecker Innenstadt zu sehen sind (siehe Abb 146). Sie waren Ausdruck und Stilmittel einer vermeintlich germanischen Baukultur. Ähnlich wie bei dem zuvor besprochenen Walm- und Satteldach schließen diese Dächer einen gestapelten Baukörper ab und sind nicht Bestandteil einer aufbauenden Gebäudestruktur. Die architektonische Wirkung dieser Dachform entsteht primär durch die markanten Giebel. Im Zuge einer Dachaufstockung eine andere Dachform zu bauen, ist nahezu unmöglich, wenn man die bestehenden Giebelwände nicht verändern möchte.

#### **7.4.4.4. Flachdach**

Zu Zeiten der Weimarer Republik wurden die blockweise errichteten Wohnungsbauten häufig mit Flachdächern versehen (siehe Abb 132). Diese Dächer sind im städtischen Kontext nicht wahrnehmbar. Der Dachrand wird durch eine Attika und nicht mehr durch eine Traufkante gebildet. Damit diese Bauten trotzdem einen oberen Gebäudeabschluss bekommen, wurde häufig das oberste Geschoss, meistens der Dachboden, niedriger gebaut und mit kleineren Fenstern versehen. Ähnlich wie bei den Gründerzeitbauten wurde so durch eine vertikale Gebäudeordnung ein oberer Gebäudeabschluss inszeniert. Dezentere Kranzgesimse betonen manchmal die oberen Gebäudekanten. Damit haben diese Bauten eine Gebäudestruktur aus gestapelten, gleichwertigen Ebenen und einem letzten, ge-

drungenen und abschließenden Geschoss. Derartige Bauten aufzustocken, ohne diese Ordnung zu zerstören, ist nahezu unmöglich.

#### **7.4.4.5. Auskragende Flachdächer**

Zu Zeiten des Wiederaufbaus fand das Flachdach als Stilmittel der Moderne wieder Einzug in die Architektur. Im Gegensatz zu den Flachdächern der Weimarer Republik, welche unsichtbar blieben, wurden nun auskragende Flachdächer, sogenannte Flugdächer, gebaut (siehe Abb. 149). Die Sichtbarkeit dieser Flachdachform wurde erreicht, indem die dünnen Traufkanten mit deutlichem Dachüberstand ausgebildet wurden. Häufig wurde hierfür das Dachgeschoss zwecks Fugenbildung rückspringend zur Fassade gebaut. Derartige Flachdächer wirken wie eine dünne Platte auf einem Volumen, beziehungsweise wie ein Deckel. Die als Fuge ausgebildeten Dachgeschosse bilden zusammen mit dem dünnen Flachdach einen deutlich wahrnehmbaren Gebäudeabschluss eines gestapelten Volumens. Im Rahmen einer ganzflächigen Gebäudeaufstockung würde diese Ordnung zerstört, beziehungsweise die Gebäudestruktur würde neu gestaltet werden.

## 7.5. Bestimmung der baulichen und städtebaulichen Qualitäten

Nachdem die städtebaulichen und baulichen Eigenschaften des Projektes und dessen Umgebung erfasst und die Bedeutung der Dachform und des Bauwerks innerhalb des städtischen Kontextes bestimmt sind, können im nächsten Schritt diese Eigenschaften bewertet und deren Qualitäten bestimmt werden.



Abb 148 Bismarckstr. 17, Gründerzeitl. Bebauung

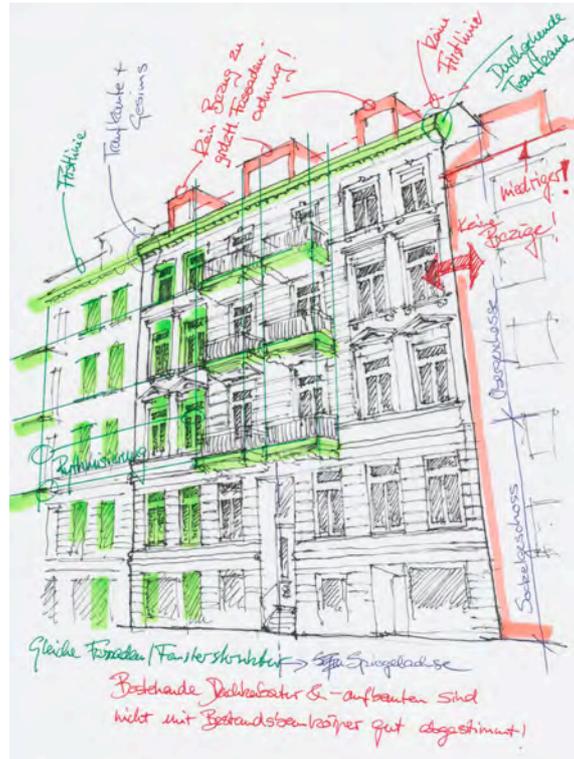


Abb 149 Beispiel grafische Analyse

Auf Grundlage dieser Qualitäten können dann später gestalterische Vorgaben getroffen und das Gestaltungsziel für die Planung der Aufstockung formuliert werden.

Die Qualitäten können bestimmt werden, indem die festgestellten Eigenschaften in Qualitäten und Mängel unterteilt werden. Es empfiehlt sich, diese Eigenschaften grafisch festzuhalten und in unterschiedlichen Farben zu kennzeichnen (siehe Abb 151). Auf diese Art und Weise werden die Ergebnisse der Analyse und die Bewertung der Eigenschaften festgehalten und visualisiert. Sie bleiben so auf prägnante Weise dem Gestaltungsprozess erhalten.

Vereinfacht dargestellt geht diese Qualitätsbestimmung den Fragen: „Welche baulichen Elemente sind wie städtebaulich wirksam?“ und „Welche baulichen Elemente des Bestandsbaukörpers sind wie architektonisch wirksam?“ nach.

## 7.6. Synthese

### 7.6.1. Methodologie der Formfindung

Aus dieser baulichen und städtebaulichen Qualitätsbestimmung des Bestandes können erste grundsätzliche Aussagen zum städtebaulichen Gefüge und zur Bestandsarchitektur geschlussfolgert werden.

Diese Schlussfolgerungen sind die ersten Festlegungen, auf welche der folgende Gestaltungsprozess aufbauen soll. Damit dieser Gestaltungsprozess übersichtlich und nachvollziehbar bleibt, werden die Schlussfolgerungen fünf graduell aufbauenden Kategorien zugeordnet. Diese Kategorien sollen themengebunden das gesamte Spektrum der schlüssigen Festlegungen abbilden. Weitere Themen werden nach der gleichen Methode kategorisiert und bauen dabei thematisch auf die vorigen Festlegungen auf.

Ziel dieser Kategorisierung ist es, ein breites Spektrum an gestalterischen Vorgaben treffen zu können, ohne den Prozess zu komplex werden zu lassen und damit die logischen Zusammenhänge nach- und rückvollziehbar bleiben. Darüber hinaus wird mit diesem System eine projektunabhängige und allzeit anwendbare Strategie der Formfindung angeboten. Der Vorteil dieser Methode wird anschließend an gebauten Beispielen und einer Matrix veranschaulicht. Anhand der Matrix kann das Projekt anschließend auf seine logische Stringenz überprüft werden.

Diese städtebaulichen und baulichen Bewertungen werden in fünf aufeinander aufbauenden Kategorien eingeteilt. Alle folgenden gestalterischen Vorgaben bauen auf diesen fünf Kategorien auf und werden selber in fünf graduell aufbauende Kategorien eingeteilt.

### 7.6.2. Städtebauliche Schlussfolgerungen

Nachdem die städtebaulichen Qualitäten bestimmt sind, lässt sich das umgebende städtebauliche Gefüge einer der folgenden Bewertungskategorien zuordnen. Das Gefüge kann als

- intakt und erhaltenswert
- erhaltenswert, einheitlich und im Baufeld reparaturbedürftig
- uneinheitlich und allgemein reparaturbedürftig
- uneinheitlich, aber präsent
- nicht präsent, schwach und undeutlich

bewertet werden.

Dabei ist die Wortwahl dieser und der folgenden Kategorisierung nur beispielhaft und würde in der Anwendung durch die Projektbeteiligten mit eigenen Begrifflichkeiten bestimmt werden. Wichtig ist hier, dass das gesamte denkbare Spektrum der Substanzbewertung abgedeckt, graduell in fünf Kategorien unterteilt und für die Projektbeteiligten eindeutig formuliert wird.

### **7.6.3. Bauliche Schlussfolgerungen**

Gleichartig wie bei der Bewertung der städtebaulichen Qualitäten, können die architektonischen Qualitäten des Bestandsbaus bestimmt werden. Die Architektur des Bestandsbaus kann als

- hochwertig, intakt und kontextprägend
- hochwertig, reparaturbedürftig und kontextprägend
- substanziell erhaltenswert und sollte aufgewertet werden
- eingeschränkt erhaltenswert und sanierbar
- nicht erhaltenswert und nicht zu sanieren

bewertet werden.

### **7.7. Leitbild**

Ziel dieser Bewertungen ist es, hieraus für die Planung eine grundsätzliche Haltung in Bezug zum baulichen und städtebaulichen Bestand zu entwickeln, welche entweder die

- Konservierung,
- Reparatur,
- Weiterentwicklung,
- Umwandlung,
- Neuentwicklung,

der baulichen und städtebaulichen Substanz vorsieht. Aufbauend auf die vorherigen grundlegenden Schlussfolgerungen gibt das Leitbild im weiteren Formfindungsprozess den Umgang mit der Substanz vor.

### **7.8. Gestalterische Vorgaben**

Nachdem die Qualitäten bestimmt und bewertet worden sind und hieraus das gestalterische Leitmotiv entwickelt wurde, können im Anschluss und hierauf aufbauend die gestalterischen Vorgaben getroffen werden. Dabei obliegt es den Planenden, die gestalterischen Fragen zu stellen, beziehungsweise die thematischen Schwerpunkte zu setzen.

Nachfolgend sollen beispielhaft projektrelevante gestalterische Fragen gestellt und gestalterische Vorgaben getroffen werden. Dies dient der Veranschaulichung der aufbauenden Logik des Prozesses und als Vorbild eigener Entwurfsprozesse.

#### **7.8.1. Wahrnehmung**

Jeder Gestalter wird sich die Frage nach der Wahrnehmung und Wirkung seines baulichen Werkes innerhalb des räumlichen Kontextes stellen. Aus den vorhergehenden Bewertungen und der Leitmotivbestimmung lassen sich Vorgaben für fünf Kategorien treffen.

### 7.8.1.1. Städtebauliche Wahrnehmung



Abb 152 Schulterblatt, Nordseite



Abb 151 Schulterblatt, Südseite



Abb 153 Fruchttallee – Ecke Weidenallee



Abb 150 Eimsbütteler Chaussee – Ecke Amandastr.

Wurde das städtebauliche Gefüge zuvor als einheitlich, intakt und erhaltenswert bewertet und hat sich der Planer infolgedessen für eine gestaltungskonservierende Haltung entschieden, liegt es nahe, durch die Gebäudeaufstockung keine städtebauliche Änderung herbeizuführen. Die städtebauliche Wahrnehmung des Gebäudes bliebe unverändert. Im Falle eines erhaltenswerten und reparaturbedürftigen Stadtbildes liegt es nahe, die Reparatur als Leitbild zu definieren und mittels der Gebäudeaufstockung das städtebauliche Gefüge ergänzen zu wollen, beziehungsweise städtebauliche Lücken schließen zu wollen (siehe Bsp. in Abb 153). Die Dachaufstockung wäre Teil eines intakten Stadtbildes. Ist das städtebauliche Gefüge aber uneinheitlich und reparaturbedürftig, beziehungsweise reparierbar, so kann das städtebauliche Gefüge weiterentwickelt werden, in dem sich im Gestaltungsprozess auf die existierenden städtebaulichen Gestaltungselemente bezogen und eine städtebauliche Gestaltung als Fortentwicklung und Verbesserung des Bestandes angestrebt wird (siehe Bsp. in Abb 154). Ist das städtebauliche Gefüge uneinheitlich, aber präsent, sprich das städtebauliche Umfeld ist inhomogen und nah, ohne eindeutige städtebauliche Bezüge, kann dieses umgewandelt werden, indem mit der Gebäudeaufstockung neue und eigenständige Bezüge gesetzt werden (siehe Bsp. in Abb 155). Ist der städtebauliche Kontext uneinheitlich, ohne Bezüge und nur schwach wirksam, kann dieser Kontext neu entwickelt werden, in dem mit der Gebäudeaufstockung erste Kontext-prägende Bezüge geschaffen werden (siehe Bsp. in Abb 152).

### 7.8.1.2. Bauliche Wahrnehmung



Abb 154 Aufstockung Schulterblatt, 2013

Genau so lassen sich, parallel zur Definition der städtebaulichen Wahrnehmung, die Vorgaben zur baulichen Wahrnehmung aus den Qualitäten und dem Leitbild ableiten.

Ist die Architektur des Bestandsbaukörpers intakt und erhaltenswert, so liegt es nahe, dieses Erscheinungsbild beibehalten zu wollen, beziehungsweise zu konservieren und die bauliche Veränderung durch die Gebäudeaufstockung nicht sichtbar machen zu wollen. Der bauliche Eingriff bliebe kaum wahrnehmbar (siehe Bsp. in Abb 156). Ist das architektonische Erscheinungsbild des Bestandsbaukörpers erhaltenswert, aber verbesserungswürdig, kann der Planer versu-

chen, es mit der Gebäudeaufstockung sichtbar zu ergänzen, indem er fehlende Bauteile hinzufügt. Neue Bauteile ergänzen den Bestandsbau, der Eingriff gleicht einer Reparatur (siehe Bsp. in Abb 157). Soll der Bestandsbaukörper mit der Gebäudeaufstockung aufgewertet werden, kann der Planer eine sichtbar neuwertige Gebäudeerhöhung mit gestalterischen Bezügen zum Bestandsbaukörper vorsehen. Der Eingriff in die Bausubstanz würde als architektonische Weiterentwicklung betrachtet werden (siehe Bsp. in Abb 158). Wird die Bausubstanz nur als bedingt erhaltenswert eingestuft, liegt eine Umwandlung nahe, bei welcher der Bestandsbaukörper und die Dachaufstockung symbiotisch wirken und ein neues architektonisches Objekt entsteht (siehe Bsp. in Abb 159). Ist die Architektur des Be-



Abb 156 Aufstockung Zeissweg, 2015



Abb 155 Aufstockung Oelckersallee, 2015

standsbaus nicht erhaltenswert, soll aber erhalten bleiben, kann dieser Bestandsbau nicht als gestalterische Referenz dienen. Der Aufbau bekäme eine autonome Architektur, welche den Bestandsbau als Sockel nutzte. Diese Gestaltungsstrategie wird häufig bei Bunkeraufbauten angewendet (siehe Bsp. in Abb 160).



Abb 157 Aufstockung Juliusstrasse, 2015



Abb 158 Elbphilharmonie, ©Herzog de Meuron

## **7.8.2. Typologie**

Wie die Wahrnehmung, lässt sich die Typologie des neuen Daches innerhalb des städtebaulichen Gefüges und in Bezug auf den Bestandsbaukörper bestimmen.

### **7.8.2.1. Städtebauliche Typologie**

Hat sich der Planer zuvor für eine konservierende Haltung entschieden und möchte er die baulichen Veränderungen nicht sichtbar machen, entspricht die Typologie des Daches die der nachbarlichen Bestandsdächer. Wird der ansonsten einheitliche Städtebau mit der Dachaufstockung repariert, ist die Gebäudeaufstockung typologisch eine Ergänzung und eine sichtbare Veränderung. Wird ein uneinheitliches städtebauliches Gefüge mit der Dachaufstockung verbessert, beziehungsweise vereinheitlicht, ist die Dachaufstockung typologisch ein Bindeglied zwischen uneinheitlichen Strukturen. Soll das städtebauliche Gefüge in dem Baufeld mit der Dachaufstockung umgewandelt werden, ist die Dachaufstockung ein neuer städtebaulicher Baustein. Als Solitär, ohne nennenswerte nachbarschaftliche Bezüge, kann die Dachaufstockung neue kontextprägende städtebauliche Bezüge schaffen.

### **7.8.2.2. Bauliche Typologie**

Genauso lassen sich die baulichen Typologien auf der Grundlage des Leitbildes und den zuvor getroffenen Vorgaben zur baulichen Wahrnehmung treffen.

Hat sich der Planer für die konservierende Haltung entschieden, bliebe der bauliche Eingriff unsichtbar und die Aufstockung würde typologisch wie das Bestandsdach wirken. Bei einer Reparatur entspräche die Dachaufstockung typologisch einem neuen, gegebenenfalls erhöhten, Dach. Würde die Architektur des Bestandsbaukörpers weiterentwickelt werden, würde die Dachaufstockung typologisch als die Erhöhung des Bestandsbaukörpers wirken. Würde die Bestandsarchitektur im Rahmen der Gebäudeaufstockung umgewandelt, entwickelt sich aus beiden Bauteilen ein neues Objekt (Symbiose). Dient aber der Bestandsbau nicht als architektonische Referenz und bleibt jedoch unverändert, wird die Dachaufstockung zu einem autonomen Objekt, beziehungsweise zu einem Fremdkörper auf dem Bestandsbau, welcher dann als Sockel wirkte.

## **7.8.3. Umsetzung**

Genauso, wie sich die Typologie und Wahrnehmungen innerhalb dieser fünf Kategorien bestimmen lassen, lassen sich ganz konkrete Vorgaben zur formalen Umsetzung nach der gleichen Strategie, der leitbildorientierten Formfindung und der fünfteiligen Kategorisierung ermitteln.

### **7.8.3.1. Farbe und Material**

Wichtig hierbei ist, neben der Orientierung am Leitbild, der Bezug zur Analyse und den ermittelten Qualitäten. Will man zum Beispiel Farbe und Material der Dachaufstockung bestimmen, ist es wichtig, die Qualitäten der Farbe und des Materials des Bestandsbau-

körpers und des städtebaulichen Gefüges zu kennen. Erst durch deren Bewertung kann der Planer schlussfolgern, inwiefern sie als Referenz im Gestaltungsprozess wirken können. Eine schlechte Qualität ist eben auch eine schlechte Referenz.

Hat der Planer sich für die konservierende Haltung entschieden, werden Material und Farbe identisch mit den baulichen oder städtebaulichen Referenzen sein. Ist die Reparatur das Leitbild, werden Farben und Material aus dem Bestand entwickelt und wirken ergänzend. Sollen städtebauliche und bauliche Erscheinung weiterentwickelt werden, werden neue Farben und Materialien im Bezug zum Bestand gesetzt und harmonisieren mit diesem. Wird der Bestand umgewandelt, können neue Farben und Materialien gewählt werden, die sich zum Bestand neutral verhalten. Ist die Neuentwicklung das Leitbild, können die Farben und Materialien mit dem umgebenden Bestand kontrastieren.

## 7.9. Matrix

Nachfolgend werden die zuvor besprochenen Arbeitsschritte in einer Matrix komprimiert zusammengefasst und exemplarisch um weitere gestalterische Aspekte ergänzt. Die Matrix ist inhaltlich nicht vollständig, jeder Planer sollte sie um eigene und projektrelevante Aspekte ergänzen.

Sinn dieser Matrix (Abb 161) ist es, die komplexen Zusammenhänge, Wechselwirkungen und Schlussfolgerungen des zuvor erläuterten Gestaltungsprozesses komprimiert darzustellen. In den Spalten a und b werden die Schlussfolgerungen (a) und das Leitbild (b) für die baulichen und städtebaulichen Gestaltungsvorgaben benannt. Die bauliche Gestaltung wird in den Zeilen b1 bis b5 und die städtebauliche Gestaltung in den Zeilen s1 bis s5 entwickelt. In der übergeordneten Titelzeile werden die Themen gesetzt. Diese werden in den darunterliegenden Spalten (c bis Ende) bezüglich der baulichen und städtebaulichen Gestaltung definiert. Wichtig bei der Themenfindung ist es, dass diese auf die vorherigen Themen (Spalten) aufbaut und aus den dort getroffenen Entscheidungen logisch geschlussfolgert werden kann (dargestellt durch Pfeile).

Abb 162 zeigt eine Matrix mit gesetzten Themen in den Titelzeilen und den baulichen und städtebaulichen Themenformulierungen in den grauen Titelzeilen darunter. Die Themen kann jeder Nutzer individuell setzen. Die hier gesetzten Themen dienen nur der Veranschaulichung des Funktionsprinzips. In den von grün bis rot farblich abgesetzten Feldern befinden sich die graduell abgestuften Festlegungen<sup>315</sup>.

Die Frage nach der baulichen und städtebaulichen Wirkung der Gebäudeaufstockung kann aus dem Leitbild und aus den ersten grundsätzlichen Aussagen geschlussfolgert werden. Anschließend kann die bauliche und städtebauliche Typologie der Aufstockung aus den vorangegangenen Festlegungen ermittelt werden. Die Themen in den Spalten c bis Ende bauen ebenso logisch aufeinander auf. Diese thematische Verkettung bewirkt, dass bei einer offensichtlich schlüssigen Planung sich die thematischen Vorgaben idealerweise in benachbarten Feldern, beziehungsweise in der gleichen Zeile, befinden. Diese wurden hierfür der Deutlichkeit halber farblich hinterlegt.

Große Versprünge würden auffallen und wären entweder Indiz für eine unschlüssige Gestaltung oder wären projekteigenen Phänomenen geschuldet. Derartige Besonderheiten müssten bei der Entwurfserläuterung unbedingt und explizit hervorgehoben werden, damit der Gestaltungsprozess für Dritte nachvollziehbar und schlüssig bliebe.

---

<sup>315</sup> Die Farbgebung soll diese graduelle Abstufung graphisch betonen. Den Farben haben darüber hinaus keine Bedeutung und vor allem keine „Ampelfunktion“



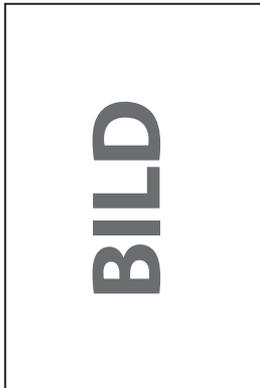
Projektadresse: Adresse, Stadt

Quelle: Quelle, Copyright

Anmerkungen: Anmerkungen zum Projekt

		Anmerkungen									
		Anmerkungen zu den inhaltlichen Festlegungen									
		Anmerkungen zu den städtebaulichen Festlegungen									
T	Bauliche Bezüge	Schlussfolgerungen	Leitbild / Haltung	Thema 1	Thema 2	Thema 3	Thema 4	Thema 5	Thema 6	Thema 7	
	Städtebauliche Bezüge	Schlussfolgerungen	Leitbild / Haltung	städtb. Festlegung 1	städtb. Festlegung 2	städtb. Festlegung 3	städtb. Festlegung 4	städtb. Festlegung 5	städtb. Festlegung 6	städtb. Festlegung 7	

Abb 159 Matrix-Vorlage ohne Themensetzung, Funktionsweise



Projektadresse: Adresse, Stadt

Quelle: Quelle, Copyright

Anmerkungen: Anmerkungen zum Projekt

Vorgaben		Wirkung		Typologie		Gestaltung		Übergang		Volumen		Anmerkungen	
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
1	Die Architektur des Bestandsbaus ist	Die Architektur des Bestandsbaus	Die Gebäudeaufstockung entspricht dem Bestandsdach	Fassadenent- und Kubatur der Aufstockung	Material- und Farbgestaltung der Aufstockung	vertik. Anschluß Aufstockung/ Bestandsbau ist unsichtbar	horiz. Anschluß Aufstockung/ Bestandsbau ist rückspringend, oder unsichtbar	Das Volumenverhältnis Aufstockung/ Bestand			Anmerkungen zu den baulichen Festlegungen		
B1	hochwertig, intakt und kontextprägend	bleibt unverändert	dem Bestandsdach	übernehmen	übernehmen	unsichtbar	rückspringend, oder unsichtbar	entspricht 0% (Aufstockung wird nicht wahrgenommen)					
B2	hochwertig, reparaturbedürftig und kontextprägend	wird geringfügig geändert, instand-gesetzt	einem neuen Dach	weiterentwickeln	weiterentwickeln	Bestandsauf- bzw. Gebäudekante	Bestandsauf- bzw. Gebäudekante	entspricht ursprünglichen Dachraum, letzte Ebene, o.ä.					
B3	erhaltenswert, aber sanierungswürdig	wird erneuert, saniert	einem erhöhten Baukörper	stärken	stärken	unterhalb, ehemals, Dreieck, bzw. Giebelabschluss	bindig	entspricht ca. 1/3					
B4	eingeschränkt erhaltenswert, aber weiter nutzbar	wird umgestaltet	zus. mit Bestandsbaukörper einem neuen Objekt	ignorieren	ignorieren	scheidet ins Bestandsgebäude ein	vorspringend	entspricht ca. 1/2					
B5	nicht erhaltenswert	ist nicht mehr erkennbar	Fremdkörper auf dem Bestandsbau	kontrastieren	kontrastieren	setzt sich ab (Fuge)	ohne Bezug zum Bestand	entspricht ca. 2/3 und mehr					
<b>Bauliche Bezüge</b>													
<b>Städtebauliche Bezüge</b>													
S1	Das städtebauliche Gefüge ist einheitlich und intakt	Der Städtebau/ das städtebauliche Gefüge	städtetypisch entspricht die Dachaufstockung den Nachbarhäusern	Die Gebäudeaufstockung	Material- und Farbgestaltung der Aufstockung	seitlicher Anschluß Aufstockung/ Nachbarbau	Dachkubatur Aufstockung/ Nachbarbau	Das Volumenverhältnis Aufstockung/ Nachbarbau			Anmerkungen zu den städtebaulichen Festlegungen		
S2	einheitlich und im Baufeld reparaturbedürftig	bleibt unverändert	ein Ergänzung	schließt durchgehende Dachlinien (First-, Trauflinie...)	bleiben unverändert	ist unverändert	ist unverändert	entspricht 0% die Erhöhung wird nicht wahrgenommen					
S3	uneinheitlich	wird im Baufeld ergänzt/ geschlossen	einem Bindeglied	mittels, oder verspringt zwischen Dachlinien (deutet)	mittels zwischen nachbarlichen Dächern	schließt einseitig an Bestand an, oder mittelt	wird den nachbarlichen Dächern angeglichen	entspricht einer städtebaulichen Lüdenschießung					
S4	uneinheitlich, langfristig nicht reparierbar	wird im Baufeld repariert/ verbessert	einem neuen Baustein	kann sich auf keine wirksamen Dachlinien beziehen	harmonisiert mit nachbarlichen Dächern	überhöht Nachbarbau	harmonisiert mit nachbarlicher Dachlandschaft	entspricht einer Erhöhung des städtebaulichen Gefüges					
S5	nicht vorhanden	wird durch das Bauverfahren neu definiert	einem Solitär / Fremdkörper	ignoriert die städtebaulich wirksamen Dachlinien	ignoriert die städtebaulich wirksame Dachgestaltung	ohne Bezug zum Nachbarbau	ohne formalen Bezug zum Nachbarbau	entspricht einer Erhöhung ohne städtebaul. Referenzen					

Abb 160 Matrix-Vorlage mit beispielhafter Themensetzung



Abb 163 Projekt Siedlung Steglitz, aus Dachaufbauten S. 90

deren Fassadenstruktur und -material die Gebäudestruktur des Bestandes ignorieren und deren hell-grüne Paneele mit den roten Fassadenverzierungen kontrastieren. Veranschaulicht wird dies in der Matrix durch die Zeilenversprünge in den Spalten c bis f. Die Bezugslosigkeit der Aufstockung zu dem aufwändig sanierten Bestandsbau ist für den Betrachter



Abb 162 Projekt Falkenried-Werkstätten aus Dachaufbauten S. 24

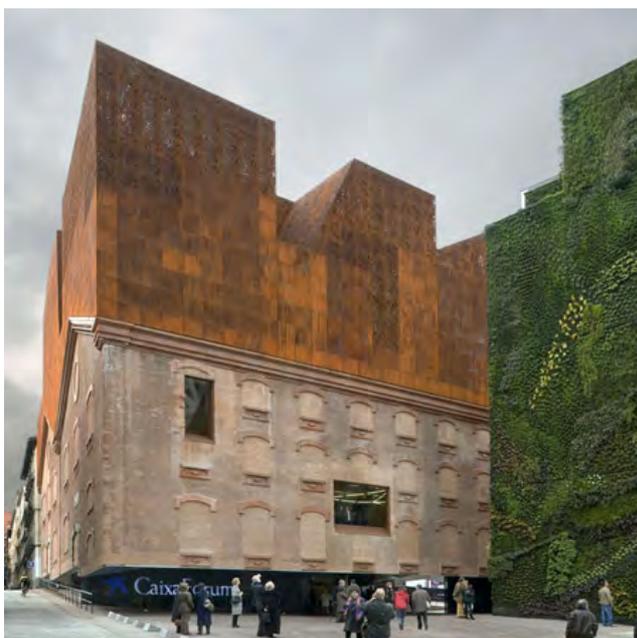


Abb 161 Caixa Forum, Madrid

Anhand einiger gebauter Beispiele wird die Funktionsweise und -tüchtigkeit der Matrix veranschaulicht. Bei der baulichen Gestaltung des Projektes Siedlung Steglitz in Berlin (siehe Abb 165 und Blatt 18) lässt sich die Indizwirkung der Zeilenversprünge besonders gut veranschaulichen. Auf dem sanierten Wohnungsbau der Zwanzigerjahre wurde eine Gebäudeaufstockung platziert, deren Fassadenstruktur und -material die Gebäudestruktur des Bestandes ignorieren und deren hell-grüne Paneele mit den roten Fassadenverzierungen kontrastieren. Veranschaulicht wird dies in der Matrix durch die Zeilenversprünge in den Spalten c bis f. Die Bezugslosigkeit der Aufstockung zu dem aufwändig sanierten Bestandsbau ist für den Betrachter nicht nachvollziehbar, die Gestaltungsidee des Entwurfverfassers müsste diesbezüglich explizit erläutert werden.

Bei der Gebäudeaufstockung der denkmalgeschützten Falkenried-Werkstätten in Hamburg hat die futuristische Dachaufstockung ebenfalls kaum Bezug zum Bestandsbau. Der Baukörper der Aufstockung wirkt autonom. Fassadengestaltung, Material- und Farbwahl ignorieren bzw. kontrastieren den Bestand. In der Matrix wird dies weiterhin in den Spalten c-f dargestellt. Vergleicht man beide Projekte, wird deutlich, dass sich aus der Matrix, bzw. deren Zeilenversprünge, keine Rückschlüsse auf die architektonische und städtebauliche Qualität eines Entwurfes schließen lassen. Die Matrix kann aber logische Lücken innerhalb des Entwurfsprozesses aufzeichnen. Wie diese begründet und somit geschlossen werden, bleibt Aufgabe des Entwurfverfassers.

Das Caixa Forum in Madrid (siehe Abb 163) ist ein gutes Beispiel für eine Gebäudeaufstockung, deren Farb- und Ma-

terialgestaltung aus dem räumlichen Kontext entwickelt werden. Im Gegensatz zu den vorigen Projekten bilden Bestandsbau und Aufstockung hier eine formale Symbiose, das aufgestockte Gebäude wirkt als einheitliches Objekt. In der Matrix schlagen die Zeilenversprünge in den Spalten e-h nach oben aus. Im Vergleich zur Aufstockung im Falkenried veranschaulicht das Caixa Forum hervorragend, dass eine expressive Architektur nicht nur mit einer kontrastierenden Formsprache erreicht, sondern auch aus dem Kontext heraus entwickelt werden kann.

Weitere Projekte wurden mit der Matrix analysiert und teilweise kommentiert, um die Funktionsweise der Matrix und die Schlüssigkeit des Prozesses zu veranschaulichen. Diese sind im Band 2 unter Kapitel 12.4 „Anlagen zum Kapitel Gestaltung“ enthalten. Im ersten Projekt auf Blatt 1 sind der Verständlichkeit halber die einzelnen Schritte mit Pfeilen dargestellt. Es wurden nicht nur Wohnungsbauten betrachtet, um eine möglichst große Vielzahl und Unterschiedlichkeit der betrachteten Projekte zu erzielen.

## 7.10. Fazit Gestaltung

Im Kapitel Gestaltung wird eine Prozessstruktur zur Formfindung erläutert, welche auf der Analyse des städtebaulichen Gefüges und der baulichen Bezüge zum Bestandsbau beruht. Direkte gestalterische Zusammenhänge zwischen Aufstockung, Bestandsbau und städtischem Gefüge wie zum Beispiel Proportionen, Volumen, Farb- und Materialwahl werden hier nicht erläutert und bewertet, da diese Aspekte projektbezogen von den Projektbeteiligten evaluiert werden müssen. Hier vorab gestalterische Zusammenhänge zu erläutern und zu bewerten, wäre im Zweifel unsachlich oder nicht allgemeingültig und würde anmaßend in die Kompetenz und Gestaltungsfreiheit des verantwortlichen Architekten eingreifen.

Stattdessen wurden hier aufeinander aufbauende Prozessschritte erläutert, die es dem Planer erlauben, bei Wahrung seiner gestalterischen Freiheit einen schlüssigen Gestaltungsprozess zu entwickeln. Ausgehend von einer räumlichen Analyse werden die Qualitäten des räumlichen Umfeldes bestimmt, um hieraus erste generelle Projektbewertungen und eine grundsätzliche Haltung (Leitbild) zu entwickeln. Aufbauend auf diesem Leitbild sollen durch den Planer projektrelevante Themen formuliert werden. Diese Themen sollten in Ihrer Reihenfolge logisch aufeinander aufbauend strukturiert werden. Der logische Aufbau bewirkt, dass der Gestaltungsprozess strukturiert und für Dritte nachvollziehbar gestaltet wird. Ab der Bestimmung der grundsätzlichen Projektqualitäten und des Leitbildes kann dieser Prozess komprimiert in einer Matrix dargestellt werden. Anhand dieser Matrix wird so der komplexe Prozess auf einem Blatt visualisiert. Auf einen Blick lassen sich so anhand von Zeilenversprüngen unschlüssige Gestaltungsentscheidungen erkennen. Diese sind nicht zwangsläufig Indiz für eine schlechte Gestaltung, sondern lediglich Indiz für zusätzlichen Erläuterungsbedarf und geben ggf. Anlass, korrigierend auf den Entwurf einzuwirken.

Der Vorteil dieses Gestaltungsprozesses ist seine allgemeine Anwendbarkeit und seine Schlüssigkeit. Aufbauend auf allgemeingültigen Grundlagen, nämlich der Analyse des räumlichen Kontextes, werden über logisch verknüpfte Themen schrittweise gestalterische Vorgaben getroffen. Dargestellt in einer Matrix lässt sich so ein schlüssiger Gestaltungsprozess entwickeln und auch zurückverfolgen. Damit wird die Matrix zu einem Entscheidungs- und Dokumentations-Werkzeug innerhalb dieses konsekutiven Gestaltungsprozesses. Der Gestaltungsprozess kann überprüft und Dritten verständlich und somit überzeugend dargelegt werden.

## 8. Schlussbetrachtung

Die historischen hamburgischen Bauweisen wurden bisher nicht unter baukonstruktiven Gesichtspunkten erforscht und publiziert. In dem Kapiteln 2.2 „Historische Entwicklung der Bauteile“ und dem Kapitel 3 „Analyse der historischen Bausubstanz“ wird diese Forschungslücke geschlossen.

Die Analyse der Bausubstanz historischer Hamburgischer Geschosswohnungsbauten mittels historischer Bauvorschriften hat ergeben, dass es in der Hansestadt bis 1896 keine konstruktiven Rechtsvorschriften für Wandkonstruktionen gab. Die folgenden Vorschriften gaben im Vergleich zu den anderen deutschsprachigen und relativ einheitlichen Bauvorschriften deutlich schmalere Wandstärken vor. Wurde beim Bau von mehrgeschossigen Wohnungsbauten dieser baurechtliche Rahmen ausgeschöpft, bergen die meisten Hamburgischen Wandkonstruktionen wenig bis keine zusätzlichen Belastungsreserven. Ausnahme bilden hier die Altonaer Bauten von 1928-1937. Für die Fundamentkonstruktionen gab es in Hamburg bis 1937 und in Altona bis 1928 weder verbindliche Dimensionierungsregeln, noch wurden die Fundamentkonstruktionen in den Bauakten dokumentiert. Die Außenwandfundamente sind meistens ohne zusätzliche Belastungsreserven und die Innenwandfundamente sogar häufig unterdimensioniert gebaut worden.

Aus diesem Grund kann man die hamburgischen Wohnungsbauten von 1870 bis 1970 nicht grundsätzlich aufstocken. Zum Projektbeginn wäre deshalb unbedingt mit der vereinfachten statischen Berechnung wie in den Anlagen 12.2.1 „Knickfestigkeit der Wände“ und 12.2.2 „Druckfestigkeit der Wände“ und den reellen baulichen Kenngrößen die Tragfähigkeit der Bestandswände zu ermitteln. Soweit möglich, sollten anschließend die Konstruktionen der Fundamente mittels Schürfen ermittelt werden.

Diese statischen Rahmenbedingungen sind nicht mit der historischen Bausubstanz anderer Bundesländer vergleichbar und setzen statisch höchst effiziente Leichtbausysteme bei der Konstruktion von Gebäudeaufstockungen in Hamburg voraus.

Unter städtebaulichen Gesichtspunkten kann nahezu jedes Gebäude, welches vor 2006 gebaut wurde, aufgestockt werden, solange das letzte Geschoss unter der Hochhausgrenze von 22 m liegt<sup>316</sup>. Die entsprechenden Abstandsflächen wurden in der Hamburgischen Bauordnung Anfang 2006 mit dem Ziel der städtischen Nachverdichtung erhöht. Lediglich die Vorgaben der Bebauungspläne können einschränkend wirken, von deren meist veralteten Vorgaben kann man sich jedoch häufig im Zuge der Baugenehmigung befreien lassen.

---

<sup>316</sup> Wird der Bestandsbau als Hochhaus klassifiziert, müßte ein zweiter baulicher Rettungsweg, oder ein Sicherheitstreppenhaus errichtet werden. Dies ist meist räumlich und wirtschaftlich nicht möglich.

Die baulichen Vorgaben der Hamburgischen Bauordnung bezüglich Brandschutz und Gebäudeausstattung können meistens nicht bei einer Gebäudeaufstockung umfänglich umgesetzt werden. Deshalb ist von Projektbeginn an ein Brandschutzgutachter in die Planung einzubinden, da dieser die entsprechenden Kompensationsmaßnahmen festlegen sollte. Die Anforderungen an die Gebäudeausstattung müssen bezüglich deren Realisierbarkeit und wirtschaftlicher Verhältnismäßigkeit überprüft und hierfür ggf. Befreiungen angestrebt werden. Die einzelnen Prozessschritte zum Erlangen einer verbindlichen genehmigungsrechtlichen Projektsicherheit wurden im Kapitel 4.4 erläutert.

Die eingeschränkte Tragfähigkeit Hamburgischer Bestandskonstruktionen gibt einen sehr engen konstruktiven Rahmen für die zusätzliche Belastung durch eine Gebäudeaufstockung vor. Hierbei ist neben der Herstellung von Neubauteilen auch die Ertüchtigung der Bestandsdecke zum Dachgeschoss zu planen. Diese Bestandsdecken müssen brandschutz- und schallschutztechnisch ertüchtigt werden, ohne die Bestandskonstruktion zu sehr zu belasten. Hierfür wurden in Kapitel 5.4.13.2 zwei Konstruktionsmöglichkeiten mit Zement- und Trockenestrich ermittelt.

Das Tragwerk der Gebäudeaufstockung kann als Stahlskelett oder in Schottenbauweise mit wandartigen Trägern aus Holztafelementen hergestellt werden, wobei die Holztafeln nicht den Brandschutzanforderungen der Hamburgischen Bauordnung genügen. Alle nichttragenden Bauteile sollten der Gewichtsoptimierung halber als Rahmenelemente hergestellt werden. Gewichtsoptimierte Dach-, Wand- und Deckenkonstruktionen, welche der Tragfähigkeit Hamburgischer Bestandsbauten und den aktuellen technischen Anforderungen an Neubauteile gerecht werden, wurden im Kapitel 6.2 entwickelt. Im Kapitel 6.1 wurden hierzu die entsprechenden konstruktiven Vorgaben erläutert und definiert.

Anschließend wurde im Kapitel 7 ein Weg aufgezeichnet, wie aus einer räumlichen Analyse des baulichen und städtebaulichen Umfeldes heraus der architektonische Gestaltungsprozess einer Gebäudeaufstockung gestartet werden kann.

Damit wurden in dieser Arbeit die baukonstruktiven Rahmenbedingungen historischer Hamburger Bauweisen, sowie aktuelle baurechtliche und bautechnische Rahmenbedingungen aufgezeichnet und hierfür konstruktive Lösungen für innerstädtische Gebäudeaufstockungen entwickelt. Zusammen mit dem schlüssigen Gestaltungsprozess werden damit die Grundkenntnisse und grundsätzliche Entscheidungskriterien für innerstädtische Gebäudeaufstockungen in Hamburg dargestellt.

Einen Bestandsbau um zusätzliche Ebenen zu erhöhen, birgt vordergründig rechtliche, konstruktive Risiken und das gestalterische Risiko einer Verunstaltung des Bestandsbaus. Diese Risiken können auf potentielle Bauherren abschreckend wirken. Ziel dieser Arbeit ist es, bei möglichen Gebäudeaufstockungsprojekten deshalb in einem frühen Projektstadium schnell eine rechtliche und konstruktive Projektsicherheit zu schaffen und gestalterische Vorgaben zu treffen, welche eine gestalterische Aufwertung des Bestandsbaus in Aussicht stellen.

Bei der Erläuterung der baurechtlichen Themen, wurden die rechtlichen Anforderungen hierfür in übersichtliche Tabelle zusammen gefasst und die projektentscheidenden Anforderungen herausgestellt. Die thematisch strukturierten Kapitel schließen mit Handlungsempfehlungen für die Baupraxis ab, welche einen rechtssicheren Projektablauf erläutern und somit eine frühe rechtliche Projektsicherheit ermöglichen.

Die konstruktiven Anforderungen an Gebäudeaufstockungen werden umfassend erläutert und enthalten Konstruktionsempfehlungen in Form von Leitdetails, welche Gebäudeaufstockungen gemäß dem aktuellen Stand der Technik ermöglichen. Auch hier schließen die thematisch strukturierten Kapitel mit Handlungsempfehlungen ab, welche eine frühe konstruktive Projektsicherheit zum Ziel haben.

Im Kapitel Gestaltung wird eine Gestaltungstrategie entwickelt, welche frühzeitig eine für alle Projektbeteiligten nachvollziehbare Aufwertung des Bestandes initiiert.

Damit behandelt diese Arbeit die rechtlichen, konstruktiven und gestalterischen Projektrisiken bei Gebäudeaufstockungen und schafft Instrumente die helfen können, mögliche Projekthemmnisse abzubauen. Darüber hinaus können diese wissenschaftlichen Grundlagen den Entscheidungsprozess für reelle Aufstockungsprojekte vereinfachen und beschleunigen und in Folge dessen mehr Bauherrenentscheidungen zugunsten von Gebäudeaufstockungen in Hamburg erwirken.

## 9. Literaturverzeichnis

2. Senat des Hamburgischen Obergerichtes. OVG Hamburg, 10.04.2003 - 2 Bf 523/98 - Aufrechterhaltung einer Baugenehmigung für die Errichtung einer Doppelgarage mit Satteldach;(…); Definition des Begriffs Geschoss; (…), (OVG Hamburg 2003).

Ahnert, Rudolf, und Karl Heinz Krause. *Gründungen, Abdichtungen, tragende massive Wände, Gesimse, Hausschornsteine, tragende Wände aus Holz, alte Masseinheiten : mit historischen Bauvorschriften auf CD-ROM*. 7., durchges. und korrigierte Aufl. Bd. Band 1. 3 Bde. Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Berlin: Huss, Verl. Bauwesen, 2009.

———. *Holzbalkendecken, Massivdecken, Deckenregister, Fußböden, Erker und Balkone, Verkehrslasten im Überblick : mit historischen Bauvorschriften auf CD-ROM*. 7., durchgesehene und korr. Aufl. Bd. Band 2. 3 Bde. Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Berlin: Huss, Verl. Bauwesen, 2009.

Albert, Franz. *Die Eisenkonstruktionen und die Eisenbetonbauweise im Hochbau: Lehrbuch für Baugewerkschulen*. Leipzig: Schäfer, 1908.

Alexejew, Igor, Ehrenfried Haase, Peter Großmann, und Ulrich Niere. *Hamburgisches Bauordnungsrecht: Kommentar*. Losebl.-Ausg. Hamburg: Deutscher Gemeindeverlag, 2012.

Alexejew, und Niere. *Hamburgische Bauordnung, 19.A.* 19. Auflage. W. Kohlhammer Verlag, 2007.

ArcelorMittal Construction Deutschland GmbH. „Belastungstabellen für Trapez- und Kassettenprofile“, 2010.

Architekten- und Ingenieur-Verein zu Hamburg. *Hamburg und seine Bauten 1918-1929*. Hamburg und seine Bauten 4. Hamburg: Boysen & Maasch, 1929.

———. , Hrsg. *Hamburg und seine Bauten unter Berücksichtigung der Nachbarstädte Altona und Wandsbek*. Bd. 1. 2 Bde. Hamburg und seine Bauten 3. Hamburg: Boysen & Maasch, 1914.

Baltz, Constanz. *Preußisches Baupolizeirecht: mit einem Abschnitt enthaltend das Baupolizeirecht der Stadtgemeinde Berlin*. Herausgegeben von Friedrich Wilhelm Fischer. 5., verm. und Neubearb. Aufl. Berlin: Carl Heymanns Verlag, 1926.

———. *Preußisches Baupolizeirecht unter besonderer Berücksichtigung der BAupolizeiordnung für den Stadtkreis Berlin vom 15. August 1897*. 2., verm. und verbesserte Auflage. Berlin: Heine, 1900.

Bansal, Narendra K., Gerd Hauser, und Gernot Minke. *Passive building design: a handbook of natural climatic control*. Amsterdam [u.a.]: Elsevier, 1994.

*Baugesetzbuch (BauGB)*, 1960.

*Baugesetzbuch (BauGB)*, 1960.

*Bauordnung der Stadt Altona, von Stellingen-Langenhofe und den Elbgemeinden gültig ab 1. Oktober 1910.* Altona-Ottensen: Adolff, 1911.

*Bauordnung für den Stadtkreis Altona vom 2. Juli 1928.* Altona: Hammerich & Lesser, 1928.

*Bau-Ordnung für die Stadt Altona nebst Anhang und Uebersichtskarte.* Altona: Köbner, 1892.

*Bau-Ordnung für die Stadt Altona vom 15. November 1892 : in der durch die Nachträge I - IX (vom 13./6.95, 25./11.97, 6./1.99, 9./10.99, 12./2.1900, 15./6.1901, 5./9. 1902, 6./5. 1904 und 6./2. 1906 abgeänderten Fassung.* Köbner], 1906.

Bauordnungsamt Hamburg, Hrsg. *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938.* Hamburg: Boysen & Maasch, 1949.

———. , Hrsg. „Technische Baupolizeibestimmungen für die Hansestadt Hamburg vom August 1937“. In *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938.* Hamburg: Boysen & Maasch, 1949.

Baupolizeibehörde. „Bekanntmachung über die Förderung des Baues kleiner Wohnungen vom 20. Dezember 1918/9, Juli 1920“. In *Bauordnung für die Stadt Hamburg vom 19. Juli 1918*, herausgegeben von Max Bürstenbinder, 2. Auflage., 145–48. Hamburg: Boysen & Maasch, 1926.

Baupolizeibehörde der freien und Hansestadt Hamburg. *Bekanntmachung vom 6. Juni 1896*, 1896.

„Baupolizei-Gesetz vom 3. Juli 1865“. In *Verordnungen von 1865 nebst Register über den drei- und dreißigsten Band*, 33:234–97. Sammlung der Verordnungen der freien Hanse-Stadt Hamburg seit 1814. Hamburg: Theodor Gottlieb Meißner, 1866.

„Baupolizei-Gesetz vom 3. Juli 1865, neu verkündet am 31. Januar 1872“. In *Gesetzsammlung der freien und Hansestadt Hamburg*, 8:31–65. Hamburg: T.G. Meissner, 1872.

„Baupolizeigesetz vom 3. Juli 1865, neu verkündet am 31. Januar 1872“. In *Das Baupolizeiwesen der Stadt Hamburg der Vorstadt St. Pauli und der Vororte rechts der Elbe : Eine Sammlung der in diesen Gebietsteilen gültigen, auf die Baupolizei bezüglichen Hamburgischen Gesetze, Verordnungen und Bekanntmachungen, sowie der einschlägigen Gesetze und Verordnungen für das deutsche Reich*, 79. Hamburg: Meissner, 1880.

*Baupolizei-Ordnung für die Stadt Altona vom 1. Februar 1874.* Altona: Hammerich u. Lesser, 1874.

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der freien und Hansestadt Hamburg, Amt für Bauordnung und Hochbau. *Bauprüfdienst 01/2008: Anforderungen an den Bau und Betrieb von Hochhäusern.* BPD 1-2008, 2008.

———. *Bauprüfdienst 03/2014: nachbarliche Belange.* BPD 3-2014, 2014.

———. *Bauprüfdienst 05/2012: Brandschutztechnische Auslegungen (BTA).* BPD 5-2012, 2012.

———. *Bauprüfdienst 05/2014: Altes Planrecht. BPD 5-2014*, 2014.

*Bekanntmachung vom 3. Juni 1896 als Anhang zur Novelle des Baupolizeigesetzes vom 15. April 1896*, 1896.

Berlitz, Karl. *Wände im Hochbau: Bauregeln in Bildern. Zusammenstellung der baupolizeilichen Vorschriften über die Errichtung von Wänden und Wandbauteilen im Hochbau*. Bauwelt-Verl, 1940.

*Beton-Kalender*. Berlin: W. Ernst & Sohn, 1905.

Borsch-Laaks, Robert. „Feuchttransport via Luftstrom“. Herausgegeben von proHolz Austria. *zuschnitt: Das flache Dach*, *Zuschnitt: Zeitschrift über Holz als Werkstoff und Werke in Holz*, 47 (September 2012): 24–25.

Bösling, Hermann, Hrsg. *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938: mit ausführlichem Sachverzeichnis und Anmerkungen für den Gebrauch*. Hamburg: Boysen & Maasch, 1938.

Brennecke, L. *Der Grundbau*. 3. Aufl. Deutsches Bauhandbuch Baukunde des Ingenieurs. Berlin: Bauzeitung, 1906.

Breymann, Gustav Adolf. *Allgemeine Bau-Constructions-Lehre, mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen: Ein Leitfaden zu Vorlesungen und zum Selbstunterrichte*. 1. Aufl. Bd. 1 Konstruktionen in Stein. 4 Bde. Hoffmann, 1849.

Breymann, Gustav A., und Heinrich Lang. *Allgemeine Bau-Constructions-Lehre: Mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen: ein Leitfaden zu Vorlesungen und zum Selbstunterrichte*. 1. Aufl. Bd. 4 Schluß des Werkes. 4 Bde. Hoffmann, 1863.

———. *Allgemeine Bau-Constructions-Lehre: Mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen: ein Leitfaden zu Vorlesungen und zum Selbstunterrichte. Constructionen in Stein*. 3. verbesserte und vermehrte Auflage. Bd. 1 Constructionen in Stein. 4 Bde. Hoffmann, 1860.

Bürgerschaft der freien und Hansestadt Hamburg. „Neuerlass der Hamburgischen Bauordnung“. Drucksache 18/2549. Hamburg: Hamburgische Bürgerschaft, 7. Mai 2005.

Bürstenbinder, Max. *Bauordnung für die Stadt Hamburg vom 19. Juli 1918*. 2. Auflage. Hamburg: Boysen & Maasch, 1926.

Cheret, Peter. „Holzbausysteme“. In *holzbau handbuch*, herausgegeben von Informationsdienst Holz, Bd. 1 Entwurf und Konstruktion. Teil 1, Folge 4. Düsseldorf, 2000.

Cheret, Peter, Kurt Schwaner, Arnim Seidel, und Thomas Deines, Hrsg. *Urbaner Holzbau: Chancen und Potenziale für die Stadt ; Handbuch und Planungshilfe*. Handbuch und Planungshilfe. Berlin: DOM Publ., 2014.

„Dach“. *Wikipedia*, 23. Juni 2015.

<https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Dach&oldid=143372437>.

Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union. *Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)*. Bd. Richtlinie 2010/31/EU, 2010.

Dederich, Ludger, Christoph Hubweber, Daniel Schmidt, Holger Schopbach, Gerhard Wagner, und Helmut Zeitter. „Holzrahmenbau“. In *holzbau handbuch*, Bd. 1 Entwurf und Konstruktion. 1 Holzbausysteme, 7 Holzrahmenbau, 2009.

Deutsche Gesellschaft für Bauwesen e.V., und Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine., Hrsg. „Architekten- und Ingenieur-Verein zu Hamburg. Vers. v. 25. Okt. 1895“. *Deutsche Bauzeitung*, 12. April 1895, 602.

DIN Deutsches Institut für Normung e.V. *DIN 4108-2:Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*. Bd. ICS 91.120.10, 2013.

———. *DIN 4108-3:Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung*. Bd. ICS 91.120.10; 91.120.30, 2014.

———. *DIN 4108-7: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden - Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele*. Bd. ICS 91.120.10, 2011.

———. *DIN EN ISO 140-7: Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen Teil 7: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden*. Bd. ICS 91.120.20, 1998.

———. *DIN EN ISO 6946: Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren (ISO 6946:2007); Deutsche Fassung EN ISO 6946:2007*. Bd. ICS 91.120.10, 2008.

———. *DIN EN ISO 10211: Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen – Detaillierte Berechnungen (ISO 10211:2007); Deutsche Fassung EN ISO 10211:2007*. Bd. ICS 91.120.10, 2008.

———. *DIN EN ISO 16283-1: Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau - Teil 1: Luftschalldämmung*. Bd. ICS 91.120.20, 2014.

Durm, Josef, Hermann Ende, und Erwin Marx. *Wände und Wandöffnungen*. Herausgegeben von Eduard Schmitt. 2. Aufl. Bd. 2 , Heft 1. Handbuch der Architektur, 3. Theil: Hochbau-Constructionen. Stuttgart: Arnold Bergsträsser, 1900.

Durth, Werner. *Deutsche Architekten: biographische Verflechtungen 1900 - 1970*. [Neuausg.]. Stuttgart [u.a.]: Krämer, 2001.

DW Systembau. „Technische Broschüre über BRESPA®-Decken“. Zugegriffen 17. Juni 2015. <http://www.dw-systembau.de/node/72>.

*Energieeinsparverordnung - Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden*. ENEV. Bd. BGBl. I S. 3951, 2014.

Feldmann, Joachim. „4. Baulicher Schallschutz“. In *Raumbauakustikskript für Architekten*. Berlin: Technische Universität Berlin, 2003.

Fischer, Michael. „Steineisendecken im Deutschen Reich 1892-1925“. Dissertation, BTU Cottbus, 2009.

Fouad, Nabil A., Hrsg. *Schwerpunkt: Raumakustik und Schallschutz*. 1. Aufl. Bauphysik-Kalender. - Berlin : Ernst, 2001- 2014. Berlin: Ernst, 2014.

Funke, Hermann. *Zur Geschichte des Miethauses in Hamburg*. Veröffentlichung des Vereins für Hamburgische Geschichte / Verein für Hamburgische Geschichte. Hamburg: Christians, 1974.

Giebeler, Georg. *Atlas Sanierung: Instandhaltung, Umbau, Ergänzung*. 1. Aufl. Edition Detail. Basel [u.a.]: Birkhäuser [u.a.], 2008.

Gloede, Erich, und Emil Dehn. *Baupolizeiverordnung für die Hansestadt Hamburg vom 8. Juni 1938*. Hamburg: Boysen & Maasch, 1955.

———. *Technische Baupolizeibestimmungen für das Gebiet des Landes Hamburg vom August 1937*. Neufassung 1957. Bd. Hauptband. Hamburg: Boysen & Maasch, 1957.

Grotefend, Georg A. „Verordnung über die Polizeiverwaltung in den neu erworbenen Landestheilen vom 20. September 1867“. In *Die Gesetze und Verordnungen nebst den sonstigen Erlassen für den Preußischen Staat und das Deutsche Reich : aus den Gesetzsammlungen für das Königreich Preußen und das Deutsche Reich, dem Reichs-Centralblatt, Armee-Verordnungsblatt und den amtlichen Mittheilungen der staatlichen und kirchlichen Centralbehörden in Preußen*, 2. Aufl. Bd. 2. Band 1850–68. Düsseldorf: Schwann, 1884.

Gründling, Paul. *Der praktische Maurermeister*. Reprint-Verlag-Leipzig, 1912.

Hambeck, Fritz, und Igor Alexejew. *Hamburgische Bauordnung (v. 10.12.1969): Textausg. mit erl. Einf., Durchführungsverordnungen u. weiteren Bauvorschriften*. Köln: Dt. Gemeindeverl., 1970.

*Hamburgische Bauordnung (HBauO)*, 1969.

*Hamburgische Bauordnung (HBauO)*, 1986.

*Hamburgische Bauordnung (HbauO)*, 2005.

Hart, Franz. *Baukonstruktion für Architekten*. Bd. 1 Wände, Gewölbe, Decken, Dächer. 2 Bde. Stuttgart: J. Hoffmann, 1951.

Häupl, Peter, Martin Homann, Christian Kölzow, Olaf Riese, Anton Maas, Gerrit Höfker, und Christian Nocke. *Lehrbuch der Bauphysik: Schall - Wärme - Feuchte - Licht - Brand - Klima*. Herausgegeben von Wolfgang Willems. 7., vollst. überarb. und aktual. Aufl. 2013. Wiesbaden: Springer, 2013.

Hegel, Christoph. Holz-Geschoßbauten in Hamburg. Notizen, 15. Juli 2015.

- Heyn, Timo, Reiner Braun, und Jan Grade. „Wohnungsangebot für arme Familien in Großstädten“. Studie. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung, 2013.
- Hipp, Hermann. *Wohnstadt Hamburg : Mietshäuser zwischen Inflation und Weltwirtschaftskrise*. 2. Auflage. Hamburg-Inventar, Themen-Reihe. Christians, 1985.
- Holtz, Fritz, Joachim Hessinger, Hans-Peter Buschbacher, und Andreas Rabold. „Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken“. In *holzbau handbuch*, Bd. 3. 3 Bauphysik, 3 Schallschutz. Düsseldorf, 2001.
- Homann, Martin. *Porenbeton Handbuch*. Herausgegeben von Bundesverband Porenbeton. 6. Aufl. Gütersloh: Bauverlag, 2008.
- Kähler, Gert. *Von der Speicherstadt bis zur Elbphilharmonie: hundert Jahre Stadtgeschichte Hamburg*. 1. Aufl. Schriftenreihe des Hamburgischen Architekturarchivs / Hamburgisches Architekturarchiv. München [u.a.]: Dölling und Galitz, 2009.
- Kausch, Friedrich. „Geotechnische Charakterisierung des Hamburger Baugrundes“. Hamburg: Geologisches Landesamt, 1. Dezember 2010.
- Koch, Hans-Joachim. „Die neue Hamburgische Bauordnung 2006“. *NordÖR Zeitschrift für öffentliches Recht in Norddeutschland* 9. Jahrgang, Nr. 2 (2006): 56–63.
- Kolb, Josef. *Holzbau mit System : Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile*. 3. aktualisierte Aufl. Basel [u.a.]: Birkhäuser [u.a.], 2010.
- Krieger, Peter. „Wirtschaftswunderlicher Wiederaufbau-Wettbewerb : Architektur und Städtebau der 1950er Jahre in Hamburg“. Universität Hamburg, 1995.
- Krings, Wolfgang. *Kleine Baustatik: Grundlagen der Statik und Berechnung von Bauteilen ; mit 44 Tabellen*. 15., aktualisierte und erw. Aufl. Wiesbaden: Vieweg & Teubner, 2011.
- Kritzmann, Bernd. Kalkmörtel. Notizen, 9. Februar 2014.
- Krüger, Kurt. *Geschichte der Baupolizei und statistische Beobachtung des baupolizeilichen Verfahrens*. Herausgegeben von Hellmuth Wolff. Beiträge zur Statistik der Stadt Halle 27. Halle: Gebauer-Schwetschke, 1914.
- Lappenberg, J.M. *Verordnungen von 1842 und 1843, nebst Register über den zehnten bis siebzehnten Band*. Sammlung der Verordnungen der freien Hanse-Stadt Hamburg, seit 1814, 17. Band. Hamburg: Johann August Meißner, 1844.
- . „Verordnung über die baupolizeilichen und feuerpolizeilichen Vorschriften, welche bei dem Wiederaufbau der Gebäude in dem abgebrannten Stadttheile zu befolgen sind... (29. Juli 1842)“. In *Verordnungen von 1842 und 1843, nebst Register über den zehnten bis siebzehnten Band*, 192–200. Sammlung der Verordnungen der freien Hanse-Stadt Hamburg, seit 1814, 17. Band. Hamburg: Johann August Meißner, 1844.
- LBS Bausparkasse Schleswig-Holstein-Hamburg AG, Hrsg. *LBS-Immobilienmarktatlantlas 2011 „Hamburg und Umland“*. Kiel, Hamburg, 2011.

———. , Hrsg. *LBS-Immobilienmarktatlas 2015 „Hamburg und Umland“*. Kiel, Hamburg, 2015.

Lechelt, Rainer. *Baurecht in Hamburg : Entwicklung der baurechtlichen Regelungen unter besonderer Berücksichtigung des heute noch fortgeltenden althamburgischen Bauplanungsrechts und seiner Auslegung*. Bd. 1 Entwicklung des Baurechts in den heute zur Freien und Hansestadt Hamburg gehörenden Gebieten. 2 Bde. Hamburg: Mauke, 1994.

Lignatur AG. *Lignatur-Workbook*. 7. Aufl. Waldstatt, 2014.

Lignotrend Produktions GmbH, Hrsg. *Lignotrend-Planunngsordner*. Weilheim-Bannholz, 2014.

Lißner, K., W. Rug, S. Winter, D. Schmidt, F. Holtz, J. Hessinger, G. Hauser, und F. Otto. „Modernisierung von Altbauten“. In *holzbau handbuch*, Bd. 1 Modernisierung von Altbauten. 1 Entwurf und Konstruktion, 14 Umbau und Modernisierung. Düsseldorf, 2001.

Lorenz, Werner. „Datenbank historischer Steineisendecken“. Zugegriffen 2. Dezember 2013. <http://www.steineisendecken.de/index2.php>.

Ludwig Klasen, Hrsg. *Handbuch der Fundirungs-methoden im Hochbau, Brückenbau und Wasserbau*. 2. Aufl. Leipzig: Baumgärtner's Buchhandlung, 1895.

Martens, Holger. *1927-2002, 75 Jahre Genossenschaftlicher Wohnungsbau*. Herausgegeben von Baugenossenschaft der Buchdrucker eG. Hamburg: Druck- und Werbeservice Hagen GmbH, 2002.

Marx, Erwin, Friedrich Heizerling, G. Barkhaufen, und Eduard Schmitt. *Constructions-Elemente in Stein, -Holz, -Eisen, Fundamente*. Herausgegeben von Josef Durm, Hermann Ende, Eduard Schmitt, und Heinrich Wagner. Bd. 1 : Constructions-Elemente in Stein, -Holz, -Eisen, Fundamente. Handbuch der Architektur, 3. Theil: Hochbau-Constructions. Darmstadt: J. PH. Diehl's Verlag, Arnold Bergsträsser, 1886.

Ministerium der öffentlichen Arbeiten. „Bestimmungen über Eigengewicht, Belastung und Beanspruchung von Baustoffen und Bautheilen“. *Centralblatt der Bauverwaltung*. 26. Februar 1887, Abschn. 9/1887.

———. „Ueber mangelhafte Ausführung von Fundamentmauerwerk“. *Zentralblatt der Bauverwaltung*, 1. Jahrgang, Nr.6., 5. Juli 1881.

Moll, Wolfgang, und Annika Moll. *Schallschutz im Wohnungsbau: Gütekriterien, Möglichkeiten, Konstruktionen*. [Elektronische Ressource]. Berlin: Ernst, 2011.

Mörsch, Emil. *Der Eisenbetonbau, seine Theorie und Anwendung : mit Versuchen und Bauausführungen der Firma Wayss & Freitag*. 3., vollst. neu bearb. und. verm. Aufl. Stuttgart: Wittwer, 1908.

Mouillard, Stadtbauinspektor von. „Einiges über Baurecht, Bauordnung u. Baupolizei“. Herausgegeben von A. Bielfeldt. *Altonaer Stadtkalender* 10. Jahrgang (1921): 9–12.

*Musterbauordnung (MBO)*, 2002.

Neuburger, Mathis. „Zukünftige Bauplanung: Olaf Scholz: ‚Wir müssen dichter und höher bauen!‘“ *Morgenpost*. 23. August 2011. <http://www.mopo.de/politik/zukuenftige-bauplanung-olaf-scholz---wir-muessen-dichter-und-hoeher-bauen--5067150,9569596.html>.

Nörnberg, Hans-Jürgen, und Dirk Schubert. *Massenwohnungsbau in Hamburg: Materialien zur Entstehung und Veränderung Hamburger Arbeiterwohnungen und -siedlungen 1800 - 1967*. Analysen zum Planen und Bauen. - Hamburg : VSA, 1974 3. Berlin: VSA, 1975.

Nusser, Bernd, und Martin Teibinger. „Gründach versus Foliendach“. *Holzbau, die neue quadriga*, Im Blickpunkt: Flachdächer in Holzbauweise, Nr. 5 (2011): 13–17.

Olshausen, H., und J. Classen. *Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg vom 23. Juni 1882: und die dazu erlassenen Novellen und Ergänzungen nebst den im Zusammenhange mit dem Baupolizeigesetze stehenden Gesetzen und Verordnungen*. 2. Aufl. Hamburg: Meißner, 1909.

———. „Bekanntmachung vom 20. Oktober 1899 betreffend Grundsätze für die Prüfung von Bauprojekten durch die Baupolizei“. In *Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg vom 23. Juni 1882 : und die dazu erlassenen Novellen und Ergänzungen nebst den im Zusammenhange mit dem Baupolizeigesetze stehenden Gesetzen und Verordnungen*, 2. Aufl., 102–6. Hamburg: Meißner, 1909.

———. „Deckblätter zu §§ 34, 35, 36 des Baupolizeigesetzes der Stadt Hamburg“. In *Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg vom 23. Juni 1882: und die dazu erlassenen Novellen und Ergänzungen nebst den im Zusammenhange mit dem Baupolizeigesetze stehenden Gesetzen und Verordnungen*, 2. Aufl., 27–29. Hamburg: Meißner, 1910.

Oswald, Rainer, Martin Oswald, und Matthias Zöller. „Zuverlässigkeit von Holzdachkonstruktionen ohne Unterlüftung der Abdichtungs- oder Decklage“. Abschlussbericht. Aachen: Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik, März 2014.

Pfau, Jochen. *Bauen im Bestand - Lösungen in Stahl-Leichtbauweise*. Dokumentation D591. Düsseldorf: Stahl-Informations-Zentrum, 2007.

„Polizeiverordnung des Regierungspräsidenten zu Schleswig vom 9. April 1910“. In *Amtsblatt der Regierung zu Schleswig*, Bd. 18. Stück. Schleswig: Johannsens Buchdruckerei, 1910.

proHolz Austria, Hrsg. *Das flache Dach*. Zuschnitt: Zeitschrift über Holz als Werkstoff und Werke in Holz 47. proHolz Austria, 2012. <http://www.proholz.at/shop/publikation-detail/>.

Rabold, Andreas, Stefan Bacher, und Joachim Hessinger. „Holzbalkendecken in der Altbausanierung“. Forschungsbericht. Rosenheim: ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Januar 2008.

Rabold, Andreas, Stefan Bacher, Ullrich Schanda, und Fabian Schöpfer. „Schallschutz von Holzbalkendecken:Planungshilfen für die Altbausanierung Teil I: Direktschalldämmung“.

Forschungsbericht. Rosenheim: ift Rosenheim, 2013.

Rabold, Andreas, Joachim Hessinger, Stefan Bacher, und Markus Schramm. „Holzbalkendecken in der Altbausanierung Teil 2: Flankenübertragung“. Forschungsbericht. Rosenheim: ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Juni 2012.

Rechtsanwälte Reuter Grüttner Schenck. „Bestandsschutz im öffentlichen Baurecht - Baurecht für Architekten: Urteile, Rechtsprechung im Bauwesen | BauNetz.de“. *Rechtsprechung im Bauwesen | BauNetz.de*. Zugegriffen 19. Januar 2015.

[http://www.baunetz.de/recht/Bestandsschutz\\_im\\_oeffentlichen\\_Baurecht\\_44458.html](http://www.baunetz.de/recht/Bestandsschutz_im_oeffentlichen_Baurecht_44458.html).

Redtenbacher, Ferdinand Jacob. *Resultate für den Maschinenbau*. 4. Aufl. Mannheim: F. Bassermann, 1848.

Reicher, Christa. *Städtebauliches Entwerfen*. 3., aktual. und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014.

Reichsministerium des Inneren. *Verordnung über die statische Prüfung genehmigungspflichtiger Bauvorhaben vom 22. August 1942*, 1942.

Rondelet, Jean Baptiste. *Theoretisch-praktische Anleitung zur Kunst zu bauen: In fünf Bänden: mit den 210 Kupfern der Pariser Original-Ausgabe*. Herausgegeben von C. H. Distelbarth. Übersetzt von J. Hess. Nach der sechsten Auflage aus dem Französischen übersetzt. Bd. 4. 5 Bde. Leipzig und Darmstadt: Leske, 1835.

Rudolph Gottgetreu. „Die Arbeiten des Zimmermannes“. In *Lehrbuch der Hochbau-Konstruktionen*, Bd. 2. Theil, Die Arbeiten des Zimmermannes. Berlin: Ernst & Korn, 1882.

Saint-Gobain Rigips GmbH. „Brandschutzsysteme - Brandwände“. In *Planen und Bauen*, 2010.

———. „Decken/Dächer“. In *Planen und Bauen*, 2007.

———. „Montagewände Heft 1“. In *Planen und Bauen*, 2010.

Sälzer, Elmar. *Schallschutz im Hochbau: Grundbegriffe, Anforderungen, Konstruktionen, Nachweise*. Berlin: Ernst & Sohn, 2015.

Scheer, Claus, und Mandy Peter. *Holz-Brandschutz-Handbuch*. Herausgegeben von Deutsche Gesellschaft für Holzforschung. 3. Aufl. Informationsdienst Holz. Berlin: Ernst, 2009.

Schild, Kai. *Energie-Effizienzbewertung von Gebäuden: Anforderungen und Nachweisverfahren gemäß EnEV 2009*. Herausgegeben von Henrik Brück. Wiesbaden: Vieweg Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2010.

Schmitt, Heinrich. *Hochbaukonstruktion : die Bauteile und das Bauegefüge, Grundlagen des heutigen Bauens*. 4. Aufl. Ravensburg: O. Maier, 1967.

Schneider, Klaus-Jürgen, Alfons Goris, und Klaus Berner. *Bautabellen für Architekten: mit Entwurfshinweisen und Beispielen*. 17. Aufl. Neuwied: Werner, 2006.

- Schnyder, Heinrich, und Hansueli Sahli. „Feuchteschutz bei Flachdächern in Holzbauweise“. Merkblatt. Uzwil, Schweiz: Schweizerischer Verband Dach und Wand, o. J.
- Schöfisch, Detlef. Gebäudeaufstockungen: Mörtelklassen, Fundamente, Steinfestigkeit, Bauregeln. Notizen, 4. Dezember 2013.
- Scholz, Olaf. „Wohnen in der modernen Stadt“. *Berliner Republik*, Januar 2013.
- Schulz, Christina, und Clemens Richarz. *Energetische Sanierung: Grundlagen, Details, Beispiele*. Berlin: De Gruyter, 2013.
- Schulze, Walther Edmund, Joachim Lange, und Artur Wanner. *Kleine Baustatik: Einführung in die Grundlagen der Statik und die Berechnung der Bauteile für den Baupraktiker*. 10. Aufl. Stuttgart: Teubner B.G. GmbH, 1991.
- Schwatlo, C., R. Neumann, F. Witte, W. Böckmann, O. Greiner, und W. Böckmann. *Baukunde des Architekten*. Bd. 2, 1. Halbband. 3 Bde. Deutsches Bauhandbuch. Berlin: Kommissionsverlag von E. Toeche, 1880.
- SFS intec, Hrsg. „Holz-Beton-Verbundsystem VB: Technische Dokumentation“, April 2014.
- Staatliche Beratungsstelle für das Baugewerbe beim Württembergischen Landesgewerbeamt, Hrsg. *Baukunde für die Praxis*. Bd. 1. Band Rohbauarbeiten. 2 Bde. Stuttgart, 1933.
- Stade, Franz, Hrsg. *Die Schule des Bautechnikers*. Bd. Die Holzkonstruktionen. Leipzig: Moritz Schäfer, 1904.
- Stahl-Informationszentrum, Hrsg. *Häuser in Stahl - Leichtbauweise*. 1. Aufl. Dokumentation D560. Düsseldorf: Stahl-Informationszentrum, 2002.
- Stora Enso Wood Products, Hrsg. „Stora Enso Wood Products - Building Solutions“. © Stora Enso, Mai 2015.
- Teibinger, Martin, und Bernd Nusser. *Flachgeneigte Dächer aus Holz*. Mikado plus. weka, 2011.
- Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO)*, 1962.
- Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV)*, 2007.
- Versammlung des Senats. *Bekanntmachung betreffend Grundsätze für die Prüfung von Bauentwürfen durch die Baupolizeibehörde vom 1. Oktober 1915*. Hamburg: Boysen & Maasch, 1915.
- . *Bekanntmachung betreffend Grundsätze für die Prüfung von Bauentwürfen durch die Baupolizeibehörde vom 14. August 1912*. Hamburg: Boysen & Maasch, 1912.
- . *Bekanntmachung, betreffend Grundsätze für die Prüfung von Bauvorhaben durch die Baupolizeibehörde vom 1. August 1917*. Hamburg: Boysen & Maasch, 1917.

VII ZR 184/97, (Bundesgerichtshof 1998).

Vitruvius. *Des Vitruvius zehn Bücher über Architektur: Übers. u. durch Anm. u. Risse erl. v. Franz Reber*. Übersetzt von Franz Weber. Langenscheidt, 1865.

Vogler, Matthias. „Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude - Schadensanalysen und Verfahren zur Sanierung“. In *Schäden an Gründungen und erdbeberührten Bauteilen. Ursachen - Bewertung - Sanierung*, 17–30. Frankfurt am Main: Fraunhofer IRB Verlag, 2011.

von Emperger, Fritz. *Handbuch für Eisenbetonbau: In vier Bänden*. 1. Aufl. Bd. 4 Bauausführungen aus dem Hochbau und Baugesetze. 4 Bde. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn, 1909.

von Emperger, Fritz, und K. Böhm-Gera. *Neuere Hohlkörperdecken*. 2. Aufl. Bd. 2 Ergänzungsband. 12 Bde. Handbuch für Eisenbetonbau. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn, 1917.

Walter, Jörn, und Martin zur Nedden. „Eine nutzlose Verordnung?“ *Deutsches Architektenblatt*, 2. Februar 2015, 35–37.

Wendehorst. Hrsg. von Otto W. Wetzell in Verbindung mit dem DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Herwig Baumgartner. *Wendehorst bautechnische Zahlentafeln*. 33., vollst. überarb. und aktualisierte Aufl. Beuth., 2009.

Werner, Hartmut. „Brettstapelbauweise“. In *holzbau handbuch*, herausgegeben von Informationsdienst Holz, 1 Entwurf und Konstruktion:24. 1 Holzbausysteme, 17 Brettstapelbauweise. Düsseldorf, o.J.

Wienerberger Ziegelindustrie GmbH. „Technische Informationen zu Ziegeldecken“, o. J.

Wischermann, Clemens. *Wohnen in Hamburg vor dem Ersten Weltkrieg*. Studien zur Geschichte des Alltags. Münster: Coppenrath, 1983.

Wolf, Christian. Schuldet der Planer dem Bauherren die Berücksichtigung des Spektrum-Anpassungswertes? *Telefon*, 23. Januar 2015.

Wuppertal, Georg Heinz. „Vergleich der Standsicherheitsnachweise der DIN 1054-1:2005 mit der DIN EN 1997-1:2008 und ihrer NAD anhand von zwei Beispielen“. Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich D - Bauingenieurwesen, 2009.

Zumberhaus, Markus. „Sind Schweizer Holzdächer anders? Erfahrungen mit der feuchte-technischen Dimensionierung unbelüfteter Flachdächer“. *Holzbau, die neue quadriga*, Im Blickpunkt: Holzschutz/Flachdächer, Nr. 1 (2011): 27–31.

## 10. **Abbildungsverzeichnis**

Abb 1 Karte von Hamburg, 1841 .....	4
Abb 2 Karte Hamburg, Altona-Ottensen, Wandsbek, 1900 .....	5
Abb 3 Kartenausschnitt aus Abb1 - Karolinenviertel, 1841 .....	6
Abb 4 Hof beim Kehrwieder, 1883 .....	6
Abb 5 Typischer H-Grundriss aus Funke, S. 53 .....	7
Abb 6 Beispiel T-Grundriss, Schlitzbau, aus Hipp, Hamburg, S. 53 .....	8
Abb 7 Stufe zum Souterrain, Lehmweg .....	9
Abb 8 Gründerzeitl. Bebauung Lehmweg.....	9
Abb 9 Beispiel einer "Hamburger Burg" aus Funke, S. 103 .....	11
Abb 10 Die Veddel von Norden, Luftbild 1932 in Hipp, Hamburg, S.99.....	13
Abb 11 Zeilenbauten in Finkenwerder, 1938-41 in Hipp, Wohnstadt Hamburg S. 123 .....	15
Abb 12 Hamburger Wohnungsbilanz von 1919-29 in Funke, ..., S. 116.....	16
Abb 13 Die Wohnungsbautätigkeit in Hamburg 1928 - 1952 in Hipp, Wohnstadt Hamburg, S. 122.....	16
Abb 14 Hamburger Territorium vor und nach dem "Groß-Hamburg-Gesetz" in Hipp, Wohnstadt Hamburg, S. 42.....	17
Abb 15 Vorgaben zur Bebauung gem. §11 der Baupolizeiverordnung ... Hamburg, 1938, S. 23 .....	18
Abb 16 Luftbild vom 12. Mai 1945: Hamm, im Hintergrund der Horner Kreisel und die Sievekingsallee.....	19
Abb 17 Vorgaben der Bau-Polizei-Ordnung Berlin, 1897; Bauordnung für München, 1895	22
Abb 18 Hamb. Wandstärken nach Klücher, 1888 .....	23
Abb 19 Hamb. Wandstärken ab 3. Juni 1896.....	24
Abb 20 BauO HH 1918 mit Bekanntm. Bau kleiner Wohn., 1920 .....	25
Abb 21 Wandstärken gem. BauO Altona 2. Juli 1928 .....	26
Abb 22 Wandstärken gem. DIN 4106 & 1053 mit HBauO 1938 .....	27
Abb 23 Mauerstärken von Gebäuden gem. technischer Baupolizeibestimmungen ...Hamburg, 1937 .....	28
Abb 24 Wandstärken gem. DIN 4106, Mai 1953.....	29
Abb 25 Darstellung der baurechtlich-normativ bestimmten Wandkonstruktionen in Hamburg und Altona .....	34

Abb 26 Kellerwand mit Fundament aus Atlas Sanierung, S. 134 .....	35
Abb 27 Schwellrost aus „Das Maurerbuch“, 1950, S.54 .....	35
Abb 28 Pfahlrost aus „Das Maurerbuch“ S.55.....	35
Abb 29 St. Johannis-Kirche, Altona, Constructionen in Stein, S.281 .....	36
Abb 30 Warenspeicher am Kaiser-Quai in Hamburg, ebd. S.283 .....	36
Abb 31 Fundamente Bernhard Nocht Speicher, Hamburg.....	37
Abb 32 Holzbalkendecken: Ahnert/Krause Bd.2 S. 29.....	39
Abb 33 Stahlträgerdecken aus Franz Hart, Baukonstruktion für Architekten, 1950 .....	42
Abb 34 Stahlbetonplatten aus Franz Hart, Baukonstruktion für Architekten, 1950.....	43
Abb 35 Stahlbetonrippen und Stahlsteindecken aus F. Hart, Baukonstruktion für Architekten, 1950 .....	44
Abb 36 Fertigbalkendecken aus Franz Hart, Baukonstruktion für Architekten, 1950 .....	45
Abb 37 Zementmörtel .....	48
Abb 38 Kalkmörtel.....	48
Abb 39 Tabelle Dicken und Abstände aussteifender Wände in Schneider Bautabellen für Architekten, 17. Aufl, S. 15.6 .....	49
Abb 40 Schema Knickfestigkeitsnachweis .....	50
Abb 41 Knickfestigkeit der Außenwände und deren Belastungsreserven.....	50
Abb 42 Lastreserven der Aussenwände in KN/lfdm ohne die Kellergeschosse .....	51
Abb 43 typische Holzbalkendecke aus Atlas Sanierung S. 145 .....	52
Abb 44 Lastreserven in KN/lfdm Innenwand .....	53
Abb 45 Lastreserven in KN/lfdm Innenwand ohne KG .....	53
Abb 46 Schema Druckfestigkeitsnachweis .....	55
Abb 47 Druckfestigkeit der Aussenwände: Lastreserven in KN/lfdm.....	55
Abb 48 Druckfestigkeit der Aussenwände: Lastreserven in KN/lfdm ohne KG.....	56
Abb 49 Druckfestigkeit der tragenden Innenwände: Lastreserven in KN/lfdm.....	57
Abb 50 Druckfestigkeit der tragenden Innenwände: Lastreserven in KN/lfdm ohne KG .....	58
Abb 51 Darstellung des Rechenmodells - Fundament.....	62
Abb 52 Fundament.....	62
Abb 53 Außenwand-Fundamentbreiten und deren Belastungsgrenzen.....	63
Abb 54 Innenwand-Fundamentbreiten und deren Belastungsreserven.....	64

Abb 55 Ausschnitt Bohrkarte und Beispiel Bohrsäulen des Bohrdatenportals Hamburg .....	66
Abb 56 Setzungen Waterloostrasse 15.....	67
Abb 57 Ausschnitt Setzungen Waterloostrasse 15 .....	67
Abb 58 Setzungen Lindenallee 50, Restaurant "Gloria" .....	67
Abb 59 Ausschnitt Setzungen Lindenallee 50 .....	67
Abb 60 Brandschutz von Holzbalkendecken gem. DIN 4102-4, S. 86 .....	70
Abb 61 Auszug aus DIN 4102 Teil 4 .....	73
Abb 62 Holzbalkenertüchtigung: Balkenkopf.....	78
Abb 63 Holzbalkenertüchtigung .....	78
Abb 64 Chronologisch geordnete Ergebnisse der Baukonstruktionsanalyse und entsprechende Massnahmen einer Gebäudeaufstockung .....	80
Abb 65 Baukonstruktive Analyse des Bestandstragwerkes und Anforderungen an das Tragwerk der Gebäudeaufstockung.....	81
Abb 66 baukonstruktive Analyse der Bestandsdecken und Anforderungen an deren Ertüchtigung .....	81
Abb 67 Abstandsregelungen der Bundesländer .....	83
Abb 68 Abstandsregelungen der Bundesländer: Kerngebiete.....	84
Abb 69 Abstandsflächenregelungen in Hamburg seit 1872 .....	86
Abb 70 Abstandsflächenregelung in Altona seit 1874 .....	86
Abb 71-Auszug aus dem Baustufenplan ... Stadtteil Altona- Altstadt vom 14.1.1955, <a href="http://www.daten-hamburg.de/stadtentwicklung/ bplan/BSAltona-&lt;br/&gt;Altstadt.pdf">http://www.daten-hamburg.de/stadtentwicklung/ bplan/BSAltona- Altstadt.pdf</a> .....	87
Abb 72 Feuerwiderstand der Bauteile gem. HBauO .....	93
Abb 73 Rettungsrelevante Vorschriften der HBauO .....	94
Abb 74 Sicherheitsrelevante Vorschriften der HBauO .....	95
Abb 75 Gebäudeausstattung gem. HBauO .....	95
Abb 76 System 2 .....	102
Abb 77 System 1 .....	102
Abb 78 Deckenanbindung an wandartige Träger und Stahlträger .....	103
Abb 79 Deckenkonstruktion aus Brettsperrholz .....	104
Abb 80 Dachkonstruktion aus Brettsperrholz.....	104

Abb 81 Nichttragende Außenwandkonstruktion, Holzrahmenelement .....	104
Abb 82 Tragende Außenwandkonstruktion aus Brettsper Holz .....	104
Abb 83 Berechnung der Bauteillasten der beiden Referenzsysteme .....	105
Abb 84 Diagramm der Lasten der Referenz-Aufstockung mit stat. System 1 .....	106
Abb 85 Diagramm der Lasten der Referenz-Aufstockung mit stat. System 2 .....	106
Abb 86 Eigenlasten und Spannweiten mineralischer Deckensysteme .....	108
Abb 87 Eigenlasten und Spannweiten von Holz-Hohlkastenelementen aus 193 und 194 .....	108
Abb 88 Deckensystem Lignatur, ©Lignatur .....	109
Abb 89 Deckensystem Lignotrend ©Lignotrend .....	109
Abb 90 Berechnung der Bauteillasten aus Hohlkastenelementen .....	110
Abb 91 Diagramm der Aufstockung aus Hohlkastenelementen mit stat. System 1 .....	111
Abb 92 Diagramm der Aufstockung aus Hohlkastenelementen mit stat. System 2 .....	111
Abb 93 Stahl-Leichtbau Deckenelement aus C-Profilen aus (214) S. 13 .....	113
Abb 94 Konventionelle Wärmeübergangswiderstände aus DIN EN ISO 6946, S.9 .....	118
Abb 95 Auszug aus Anlage 1, Tabelle 1 der ENEC (2014), S.41 .....	119
Abb 96 Holzrahmenelement .....	119
Abb 97 Thermogramm einer Außenwand aus Lehrbuch Bauphysik, S. 34 .....	122
Abb 98 Zeichenerklärung, Materialien gem. Tab3 DIN 4108-BB2 .....	123
Abb 99 Umhüllende Luftdichtigkeitsebene gem. DIN 4108-7, S. 12 .....	129
Abb 100 Systemdarstellung Luftdichtigkeit und Feuchteschutz .....	129
Abb 101 Fügung Dampfbremse gem. DIN 4108-7, S. 21 .....	130
Abb 102 Flachdachsystem 1: Dämmung auf Sparren .....	132
Abb 103 Flachdachsystem 2: Dämmung in der Tragebene, Zusatzdämmung .....	133
Abb 104 Systemskizze sommerliche Erwärmung .....	135
Abb 105 Schema Luft- und Trittschall aus Bauphysik Kalender S. 673 .....	139
Abb 106 Beispielmessung aus Moll: Schallschutz im Wohnungsbau, S. 116 .....	140
Abb 107 Beispiel mehrschalige Holzbalkendecke aus "Schalldämmende Holzbalkendecken", Holzbauhandbuch .....	144
Abb 108 Gipsputz auf Schilfrohmatten und Gipsstuck .....	146
Abb 109 Modell Fließestrich mit 50 Cent Münze zum Vergleich. Der Estrich würde auf	

einer PE Folie und Trittschalldämmung eingebaut werden. ....	147
Abb 110 Modell Estrich auf Schwalbenschwanzblech, Fa. Spillner .....	147
Abb 111 Trockenestrich mit aufkaschierter Trittschalldämmung, © Fermacell .....	148
Abb 112 Deckenaufbau mit Rohdecken-Beschwerung aus "Dielenböden" S. 5 .....	149
Abb 113 Modell Holz-Betonverbund .....	150
Abb 114 tragender Einschub aus Fermacell "Bodensysteme Planung und Verarbeitung",S.79 .....	151
Abb 115 Schallentkoppelter Unterdecken-Abhänger mit Sylomer Lager, Fa. AMG.....	152
Abb 116 Schema Luft- und Trittschall , Bauphysik Kalender S. 673 .....	154
Abb 117 Rechenwerte Luftschall-Flankenübertragung aus Bauphysik Kalende 2014r, S. 674 155	
Abb 118 Trittschallübertragung links: vor der Sanierung, rechts nach der Sanierung in Bauphysik Kalender 2014, S. 675 .....	156
Abb 119 <b>Korrektursummanden K</b> in Abhängigkeit von der mittleren flächenbezogenen Masse der flankierenden Wände mit Balkenaufleger und für verschiedene Rohdeckenkonstruktionen. ..., Bauphysik Kalender 2014, S. 677 .....	157
Abb 120 Schallschutzertüchtigung in Trockenbauweise .....	160
Abb 121 Schallschutzertüchtigung mit Zement-Estrich.....	160
Abb 122 Stahlskelett der Gebäudeaufstockung in der Herbert Weichmann-str. Hamburg, Schöning Spalt Architekten in Schönberger/Dachaufbauten.....	168
Abb 123 Stahlleichtbauskelett aus Atlas moderner Stahlbau, S. 97 .....	168
Abb 124 Dachaufstockung mit Brettsperrholzplatten, Osterstrasse, 2013 .....	169
Abb 125 Lignotrend-Wandbauteil, aus Lignotrend Planungsordner, S.214.....	169
Abb 126 Empfohlene Außenwandkonstruktion für Gebäudeaufstockungen.....	170
Abb 127 Empfohlene Wohnungstrennwand-Konstruktion .....	171
Abb 128 Empfohlene Brandwand-Konstruktion.....	172
Abb 129 Empfohlene Dachkonstruktion .....	172
Abb 130 Empfohlene Metallleichtbaudecke .....	173
Abb 131 Generalsviertel, geschlossene Blockrandbebauung .....	179
Abb 132 Weidenallee , parzellierter Block mit Terrassenbebauung .....	179

Abb 133 Luftbild Chilehaus und Sprinkenhof aus Wasmuths Monatshefte für Baukunst, 1929, S.137 .....	180
Abb 134 Barmbek-Nord von Südwesten, Luftbild von 1932, aus Hipp, Wohnstadt Hamburg, S.91 .....	181
Abb 135 Siedlung für Offiziere in der Arnimstrasse, aus Hipp, Wohnstadt Hamburg, S. 122.....	182
Abb 136 Wohnblock Rademachergang, aus Hamburg und seine Bauten, 1953, S.149.....	183
Abb 137 Wohnblock Rothenbaumchaussee, aus Hamburg und seine Bauten, 1953, S.149.....	183
Abb 138 Zeilenbauten in der Fruchttallee, Kreuzung Schulweg.....	184
Abb 139 Hamburger Schadenskarte vom Vermessungsamt Hamburg, Sommer 1945, 1/2500, Ausschnitt .....	185
Abb 140 Hamburger Schadenskarte, Sommer 1945, Legende .....	185
Abb 141 Hamburger Schadenskarte, Sommer 1945, Ausschnitt Bellealliancestr.- Ecke Weidenallee.....	186
Abb 142 Fruchttallee, Einblick Bellealliancestr., Ecke Weidenallee .....	186
Abb 143 Hamburger Schadenskarte, Sommer 1945, Ausschnitt Altonaer Str. bis Margarethenstr. ....	187
Abb 144 Geobasiskarte, Geoportal Hamburg, Zugriff 21.7.16, Ausschnitt Altonaer Str. bis Margarethenstr. ....	187
Abb 145 Gründerzeitliche Bebauung, Eppendorfer Weg 110-114. ....	188
Abb 146 Gründerzeitliche Bebauung in der Contastr. ....	188
Abb 147 Rademachergang - Ecke Breiter Gang, Natursteinverzierungen .....	190
Abb 148 Rademachergang - Ecke Breiter Gang, Giebel und Rundbögen .....	190
Abb 149 Eppendorfer Weg 17, Zeilenbauten .....	191
Abb 150 Bismarckstr. 17, Gründerzeitl. Bebauung.....	195
Abb 151 Beispiel grafische Analyse .....	195
Abb 152 Eimsbütteler Chaussee, Ecke Amandastr.....	198
Abb 153 Schulterblatt, Nordseite .....	198
Abb 154 Schulterblatt, Südseite.....	198
Abb 155 Fruchttallee, Ecke Weidenallee .....	198
Abb 156 Aufstockung Schulterblatt, 2013 .....	199

Abb 158 Aufstockung Zeissweg, 2015.....	199
Abb 157 Aufstockung Oelckersallee, 2015.....	199
Abb 159 Aufstockung Juliusstrasse, 2015 .....	200
Abb 160 Elbphilharmonie, ©Herzog de Meuron .....	200
Abb 161 Matrix-Vorlage ohne Themensetzung.....	204
Abb 162 Matrix-Vorlage mit beispielhafter Themensetzung .....	205
Abb 163 Caixa Forum, Madrid .....	206
Abb 164 Projekt Falkenried-Werkstätten aus Dachaufbauten S. 24.....	206
Abb 165 Projekt Siedlung Steglitz, aus Dachaufbauten S. 90.....	206

## 11. Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1 relevante und baurechtlich - normativ bestimmte Wandkonstruktionen in Hamburg und Altona .....	33
Tabelle 2 Knick-Belastungsreserven der 7 Modellbauten Tabelle 3 Belastungsreserven der 7 Modellbauten gem. den rechtlichen Anforderungen .....	59
Tabelle 4 Knickfestigkeit Kalk (MG1)- und Kalkzementmörtel (MG2) .....	60
Tabelle 5 Druckfestigkeit Kalk(MG1) - und Kalkzementmörtel (MG2) .....	60
Tabelle 6 Tragfähigkeit der reell anzunehmenden Wandkonstruktionen .....	60
Tabelle 7 Balkenquerschnitte .....	68
Tabelle 8 Dämmstärken-Richtwerte gem. ENEC 2014 .....	121
Tabelle 9 Auszüge aus Tabelle 4, DIN 4108 Bbl 2:2006-03 mit konstruktiven Anmerkungen .....	124
Tabelle 10 Zusammenstellung der schallschutzeffizienten Sanierungsmaßnahmen u.a. aus Anlage 11.3.1.2 .....	159
Tabelle 11 Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an das Tragwerk .....	163
Tabelle 12 Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an die Außenwände .....	164
Tabelle 13 Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an die Trennwände .....	165
Tabelle 14 Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an das Dach .....	166
Tabelle 15 Baurechtliche und bautechnische Anforderungen an die Decken .....	167