

Wolfgang Diehl

Moderne Treppen

Holz • Stahl • Glas • Beton



BRUDERVERLAG

Wolfgang Diehl **Moderne Treppen**

Moderne Treppen

Holz · Glas · Stahl · Beton

mit 442 Abbildungen und 20 Tabellen

Zimmermeister Wolfgang Diehl

Vorsitzender der Gesellschaft für Treppenforschung,
Scalalogie e.V., Fachgruppenleiter der Fachgruppe Holzbau im
Verband baugewerblicher Unternehmer Hessen e.V. und
Vorstandsmitglied des Verbandes baugewerblicher
Unternehmer Hessen, Bezirksstelle Frankfurt/M. e.V.

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© Bruderverlag Albert Bruder GmbH & Co. KG, Köln 2008
Alle Rechte vorbehalten

Maßgebend für das Anwenden von Regelwerken, Richtlinien, Merkblättern, Hinweisen, Verordnungen usw. ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der jeweiligen herausgebenden Institution erhältlich ist. Zitate aus Normen, Merkblättern usw. wurden, unabhängig von ihrem Ausgabedatum, in neuer deutscher Rechtschreibung abgedruckt.

Das vorliegende Werk wurde mit größter Sorgfalt erstellt. Verlag und Autoren können dennoch für die inhaltliche und technische Fehlerfreiheit, Aktualität und Vollständigkeit des Werkes keine Haftung übernehmen.

Wir freuen uns, Ihre Meinung über dieses Fachbuch zu erfahren. Bitte teilen Sie uns Ihre Anregungen, Hinweise oder Fragen mit: E-Mail: info@bruderverlag.de,
Telefax: 0221 5497-130.

Umschlaggestaltung: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, Erfstadt
Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, Erfstadt
Druck und Bindearbeiten: fgb – freiburger graphische betriebe, Freiburg
Printed in Germany

ISBN 978-3-87104-169-3

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all denen danken, die mir beim Zustandekommen dieses Buches mit Rat und Tat zur Seite standen. Fachlichen Rat konnte ich mir jeder Zeit bei den Herren Dr. Norbert Stannek und Schreinermeister Ulrich John einholen. Außerdem danke ich meiner Familie für die Entbehrungen, die sie auf sich nahm.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dipl.-Ing. Irmgard Meier, die mit unermüdlicher Geduld und rastlos die Schriftsätze zusammenführte und die Zeichnungen sowie die Layout-Vorlagen erstellte.

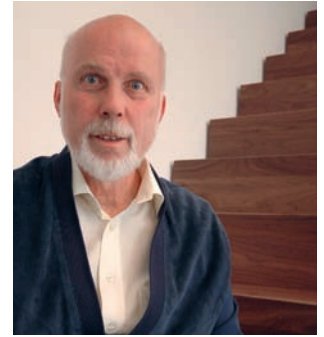
Sämtliche Treppen und Geländer wurden vom Verfasser in der eigenen Werkstatt hergestellt. Auch die Fotos wurden vom Autor erstellt.

Hinweis:

Bei Treppen, ihren Bauteilen und Verbindungen kann gemäß DIN 1052:2004-8 auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet werden, wenn sie offensichtlich ausreichend bemessen sind. Grundlage hierfür kann sein das Regelwerk Holztreppenbau. Hierauf wurde bei vielen der hier abgebildeten Treppen zurückgegriffen, in anderen Fällen wurden abweichende Erfahrungswerte herangezogen oder statische Berechnungen erstellt. Auf keinen Fall dürfen in diesem Buch gezeigte statische Dimensionen usw. von Treppen ohne eigenverantwortliche Prüfung für nachgeahmte Treppen übernommen werden. Der Autor kann für statische Probleme von Treppen, die aufgrund der Anregungen in diesem Buch gebaut werden, nicht haftbar gemacht werden.

Sollte ein Bauherr eine ausgefallene Konstruktion wünschen, so ist es ratsam, dass er sich einen erfahrenen Treppenbauer sucht und mit ihm die Konstruktion erarbeitet. Über eventuell verbleibende Restrisiken muss eine einvernehmliche Regelung getroffen werden.

Vorwort



„Ihr Europäer“, sagte der Pueblo-Indianer, „Ihr Europäer seid verrückt. Ihr denkt immer nur mit dem Kopf.“ Der Psychologe C. G. Jung wunderte sich: „Und womit denkt Ihr?“. „Mit dem Herzen.“

Auf meiner Studienreise durch Mexiko konnte ich einen Einblick in die Denkweise der Indianer bekommen und diese mit unserer Kultur vergleichen. Planung ist bei uns meistens Kopfarbeit, bei der Funktionalität, Rationalität und Wirtschaftlichkeit im Vordergrund stehen. Begleitet und eingeengt wird dieser Vorgang durch unzählige Vorschriften, Bestimmungen und statische Nachweise. Im Bereich Treppenbau sind mir alleine 45 DIN-Vorschriften bekannt, die direkt und indirekt bei der Planung einer Treppe beachtet werden müssen.

Mitte der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde die Tragfähigkeit von Holztreppen generell infrage gestellt. Eine Kommission von Treppenbauern schaffte es nach über 10 Jahren ein Regelwerk zu erstellen, in dem die Querschnitte und Verbindungen festgeschrieben sind. Das bedeutet, dass wir nun endlich auch ein Dokument in der Hand haben, das belegt, dass die Treppen, die wir nun schon seit 300 Jahren bauen, auch wirklich tragen. Durch dieses Regelwerk befinden wir uns nun auf der sicheren Seite.

In den Nachbarländern gibt es zwar ähnliche Gesetze und Bestimmungen wie bei uns in Deutschland. Im Gegensatz zu ihnen befolgen wir aber weitestgehend die Vorschriften und Bestimmungen. Auf der Suche nach der Ursache dieses Phänomens erinnerte ich mich an die deutschen Tugenden:

Friedrich Wilhelm I. und sein Sohn Friedrich II. von Preußen legten im 18. Jahrhundert den Grundstein für die „Preußischen Tugenden“. Sie erzogen die Beamtenschaft zur Pflichttreue, reformierten das Staatswesen und die Wirtschaft. Durch eiserne Disziplin entstand eine Armee, die zu den stärksten in Europa zählte. Zu den „Preußischen Tugenden“ gehörten: Aufrichtigkeit, Bescheidenheit, Fleiß, Gehorsam, Geradlinigkeit, Gerechtigkeitsinn, Ordnungssinn, Pflichtbewusstsein, Pünktlichkeit, Sparsamkeit, Tapferkeit, Treue, Zuverlässigkeit.

Da sich Preußen im 19. Jahrhundert über ganz Deutschland erstreckte, wurde auch das gesamte deutsche Volk von diesen Tugenden beeinflusst. Stehen wir noch immer unter dem Einfluss dieser Tugenden und leben wir diesen Geist im Unterbewusstsein zur Vollkommenheit aus? Dies würde das Verlangen nach Vorschriften und Bestimmungen erklären. Doch trotz des Einflusses durch Vorschriften und Vorfahren sollte man nicht vergessen, mit dem Herzen zu planen, d.h., sich von seinen Gefühlen leiten zu lassen.

Die Treppe soll zur internen Orientierung dienen und die Bewegungen im Raum lenken, sie darf nicht als Fremdkörper erscheinen. Dabei sollten Lichtverhältnisse des Treppenraumes und das Zusammenspiel mit anderen Bauteilen beachtet werden. Deshalb muss bei jeder Planung eine individuelle Lösung erarbeitet werden, bezogen auf die Wünsche des Bauherrn und unter Berücksichtigung der eigenen Erfahrungen sowie der Vorschriften und Bestimmungen.

Ein Musterbeispiel der Planung und Ausführung ist die Spanische Treppe in Rom mit etwa 20 m Höhe. Es gibt nur wenige Orte, wo man sich mit großem Vergnügen dem Aufstieg unterwirft. Die Treppe zu besteigen, ist ein Erlebnis, dem man sich nicht entziehen kann. Unsere ganze Sinnlichkeit wird angesprochen, noch bevor man die Stufen betritt. Es ist ein Ort voll Lebendigkeit, wir sehen hinauf und werden selbst empor getragen. Wir lassen uns nieder, verweilen, beobachten und bewundern die Treppe. Die Treppe zählt zu den glanzvollen Beispielen in der Architektur. Sie ist eine sinnvoll gewählte geographische Verbin-

derung zweier belebter Stadtteile Roms, dem Ort prallen Lebens und dem Ort der Besinnlichkeit, der Kirche.

Trotz meiner jahrelangen Berufserfahrung ist es immer wieder eine neue Herausforderung für mich, Tendenzen zu erkennen, Formen zu entwickeln, neue Materialien zu prüfen und dies als Gesamtheit bei einer Treppe fachgerecht umzusetzen, so dass sie sich harmonisch in die Ganzheitlichkeit des Raumes integriert.

2008

Wolfgang Diehl

Geleitwort

Seit jeher stellt das Bauhandwerk ein interessantes, aber auch risikoreiches Betätigungsfeld dar, denn von der Antike bis ins Mittelalter ist überliefert, dass der Baumeister manchmal mit seinem Leben für die Standfestigkeit seiner Gebäude bürgte. Der Anspruch an den Ausführenden war also sehr hoch.

Das Wissen der Baumeister und Handwerker, erlangt in jahrzehntelanger Erfahrung, wurde in der Regel nur mündlich an den beruflichen Nachwuchs weitergegeben und dabei stets weiterentwickelt. Durch die Spezialisierung im Handwerk entwickelten sich im Mittelalter Zünfte, die durch Zunftordnungen feste Regeln für Handwerksberufe aufstellten. In manchen Regionen durften Erzeugnisse ohne Zunftstempel nicht verkauft werden.

Nach der Revolution in Deutschland 1848 wurden die Zunftverfassungen aufgehoben und die Handels- und Gewerbefreiheit eingeführt. Auch mit der Schaffung von Manufakturen und der Umstellung von der Einzel- zur Massenproduktion im gewerblichen Bereich verloren die Zünfte an Bedeutung. Etwa zeitgleich wurden für die Sicherheit von Gebäuden genau definierte Bauvorschriften erlassen und diese verstärkt im Bauwesen eingeführt.

Der 1917 gegründete Normenausschuss entwickelte Deutsche Industrie Normen, die sich zunehmend auch auf das Bauwesen bezogen. Mit dieser allgemein gültigen Normung wurden technische Regeln und Standards festgelegt. Beispielsweise wurden Steinformate für Mauerwerk und Verfahren zur statischen Berechnung von Gebäuden genormt.

In den letzten beiden Jahrzehnten entstanden darüber hinausgehend Gütegemeinschaften, um den zunehmenden Ansprüchen der Verbraucher bezüglich Qualitäts- und Beschaffensmerkmalen gerecht zu werden und um eine bessere Transparenz hinsichtlich der technischen Ausstattung der Produkte mit Hilfe der bestehenden Regelwerke zu gewährleisten.

Von den Gütegemeinschaften wurden Sicherheitsstandards festgeschrieben, was leider manchmal zu einer gewissen Uniformität bei Gestaltung und Design führte.

„Wer immer im Graben läuft, ist zwar sicher vor feindlichen Kugeln, hat aber keine Sicht auf den Horizont.“ Zimmermeister Wolfgang Diehl hat immer über den Grabenrand geschaut, eigene Vorstellungen in Treppen realisiert und Publikationen verbreitet, auch wenn er dabei von Kritik aus Kollegenkreisen getroffen wurde. Dies nahm er gern in Kauf, weil er seine eigene Sicht auf neue Horizonte entdeckt hatte. In seinem Schaffen versucht er, durch unkonventionelle Ideen und Entwürfe neue Arbeitsweisen umzusetzen und richtungsweisende Treppen zu bauen.

Das Zusammenführen von neuen Materialien und die Umsetzung von Innovationen, das sind die Stärken von Wolfgang Diehl. Von seiner Art her sehr kreativ und motiviert, denkt er über Grenzen hinaus, was in dem vorliegenden Buch deutlich zu erkennen ist.

Fundierte Kenntnisse der Technik und Materialien, die intensive Pflege von Freundschaften mit anderen Treppenbauern auch außerhalb Deutschlands, die jahrelange Erfahrung als Vorsitzender der Gesellschaft für Treppenforschung „Scalalogie e.V.“ sowie die Leitung der Fachgruppe Holzbau im Verband Baugewerblicher Unternehmer Hessen e.V. kommen ihm bei seiner Arbeit sehr entgegen.

Dr.-Ing. Hans-Hartwig Loewenstein,
Präsident des Zentralverbandes des Deutschen Baugewerbes

Inhalt

1	Einführende Grundlagen	13
1.1	Holz	13
1.2	Eisen, Guss und Stahl	17
1.3	Glas	20
1.4	Beton	23
2	Treppenforschung	26
2.1	Schrittmaß	26
2.2	Steigespur	26
2.3	Treppenrestaurierung	27
2.4	Vorschriften und Regelungen	27
3	Treppensanierung	30
3.1	Aufsohlen von Treppenstufen	30
3.2	Aufdoppeln von Stufen	31
3.3	Oberflächenbehandlung	31
3.4	Entknarren von Treppen	32
3.5	Heben von Treppen	33
4	Dachraum bei Gebäudeklasse 4	37
4.1	Brandschutz beim Bauen im Bestand	38
4.2	Treppen zum Dachraum – Beispiele	44
5	Faltwerktreppen	48
5.1	1-läufig, gerade	48
5.2	3-läufig, mit Eckpodest	50
5.3	½-gewandelt	52
5.4	1-läufig, gerade, mit Stufenunterschneidung	54
5.5	2-läufig, mit Eckpodest	56
5.6	2-läufig, mit Wendepodest	58
5.7	1-läufig, gerade, ohne Wandaufleger	60
5.8	¼-gewandelt, mit Austrittspodest	62
5.9	¼-gewandelt	64
5.10	Gewundene Treppe	66
6	Blockstufentreppen	68
6.1	Gewundene Treppe	68
6.2	2 × ¼-gewandelt	70
6.3	¼-gewandelt	72
6.4	½-gewandelt, mit durchgehendem Handlauf	74
6.5	1-läufig, gerade	76
7	Holztreppen	78
7.1	Gewundene Treppe	78
7.2	½-gewandelt, mit geschlossener Geländerfüllung	80
7.3	1-läufig, gerade, mit geschlossener Geländerfüllung	82
7.4	½-gewandelt, mit Sprossengeländer	84
7.5	2 × ¼-gewandelt	86
7.6	½-gewandelt	88
7.7	¼-gewandelt	90

7.8	2 × ¼-gewendelt, im An- und Austritt	91
7.9	2 × ¼-gewendelt, mit Glasfüllung	92
7.10	¼-gewendelt, mit Glasfüllung	94
7.11	½-gewendelt, mit Edelstahlgeländer	96
7.12	½-gewendelt, mit Geländerstäben aus Stahl	98
7.13	3-läufig, mit Eckpodest	100
7.14	½-gewendelt, aus Holzwerkstoff	102
7.15	2-läufig, gewendelt, mit Zwischenpodest	104
7.16	2-läufig, mit Eckpodest	106
8	Beton-Holz-Treppen	108
8.1	2-läufig, mit Wendepodest, ohne Geländer	108
8.2	2 × ¼-gewendelt, im An- und Austritt	110
8.3	2 × ¼-gewendelt	112
8.4	¼-gewendelt, mit Stahl-Holz-Geländer	114
8.5	¼-gewendelt, mit Stahlgeländer	116
8.6	3-läufig, mit Eckpodest	118
8.7	Gewundene Treppe	120
8.8	2 × ¼-gewendelt, mit Wange	122
8.9	2-läufig gewendelt, mit Eckpodest	124
8.10	½-gewendelt, mit Stahlgeländer	125
8.11	2-läufig, mit Eckpodest	126
8.12	½-gewendelt, mit Holzgeländer	128
8.13	½-gewendelt, mit geschlossener Geländerfüllung	130
8.14	1-läufig, gerade, mit Glasfüllung	132
8.15	1-läufig, gerade, mit Edelstahlgeländer	133
8.16	2-läufig, mit Wendepodest	134
9	Stahl-Holz-Treppen	136
9.1	Wangen- und Holmquerschnitte	136
9.2	1-läufig, gerade, aufgesattelt	138
9.3	1-läufig, gerade, mit Edelstahlgeländer	140
9.4	1-läufig, gerade, mit Stahlgeländer	141
9.5	¼-gewendelt, eingespannt	142
9.6	Gewundene Treppe	144
9.7	1-läufig, gerade, mit Glasbrüstung	146
9.8	½-gewendelt	148
9.9	½-gewendelt, mit Edelstahlwange	150
9.10	3-läufig, mit Eckpodest	152
9.11	¼-gewendelt, aufgesattelt	154
9.12	1-läufig, gerade, Baustoffklasse A	156
10	Kragstufentreppen	158
10.1	1-läufig, gerade, mit Eckpodest	158
10.2	1-läufig, gerade, mit Glasbrüstung	160
10.3	1-läufig, gerade, mit Edelstahlseilen	162
10.4	1-läufig, gerade, mit Stahlgeländer	164
10.5	2-läufig, mit Wendepodest	166

10.6	1-läufig, gerade, mit Austrittspodest	168
10.7	1-läufig, gerade	170
10.8	Gewundene Treppe.	172
11	Bolzentreppen.	174
11.1	$\frac{1}{4}$ -gewandelt, mit Stahlhandlauf	174
11.2	2-läufig, mit Wendepodest.	176
11.3	$\frac{1}{2}$ -gewandelt	178
11.4	$\frac{1}{4}$ -gewandelt, mit Edelstahlgeländer	180
12	Stahltreppen	182
12.1	1-läufig, gerade, mit Eckpodest.	182
12.2	3-läufig, mit Wendepodest.	184
13	Treppen mit Glasstufen	188
13.1	2-läufig, mit Wendepodest.	188
13.2	2-läufig, mit Eckpodest	192
13.3	$\frac{1}{4}$ -gewandelt	194
13.4	$\frac{1}{3}$ -gewandelt	196
13.5	2-läufig, mit Eckpodest, Sanierung	198
13.6	2-läufig, mit Podest.	200
14	Spindeltreppen	202
14.1	Stahl-Holz, mit Flachstahlkonsolen	202
14.2	Stahl-Holz, mit Rohrstützen	204
14.3	Stahl-Holz, mit eingespannten Stufen	206
14.4	Stahl-Holz, mit verdeckten Konsolen.	208
14.5	Edelstahl	210
14.6	Stahl, ohne Konsolen	212
14.7	Stahl-Granit	216
14.8	Stahl-Glas	218
15	Wendeltreppen	220
15.1	Holz	220
16	Steiltreppen	222
16.1	1-läufig, gerade, Geländer tragend	222
16.2	1-läufig, gerade, aufgesattelt	224
16.3	1-läufig, gerade, mit Kragstufen	226
16.4	$\frac{1}{4}$ -gewandelt	228
16.5	1-läufig, gerade, eingestemmt	230
16.6	1-läufig, gerade, mit versetztem Auftritt	232
16.7	1-läufig, gerade, Differenztreppe mit versetztem Auftritt	233
16.8	Steiltreppe zum Aushängen.	234
16.9	Steiltreppe zum Schieben.	236
17	Anhang.	239
17.1	Literaturverzeichnis.	239

1 Einführende Grundlagen

Der Begriff „Zimmerer“, geht auf das mittelhochdeutsche Wort „Zimber“ als Begriff für das Bauholz zurück. Später entwickelte sich aus diesem Wortstamm die Bezeichnung „Zimmer“ für Holzgebäude und Wohnraum und daraus wiederum Zimmermann und auch der Begriff Zunft. Die Zimmerer gehören neben den Schmieden und Steinmetzen zu den frühesten Gewerken mit abgegrenzten und differenzierten Berufsbildern. Bereits im Alten Testament wird von Zimmerleuten gesprochen. Das Aufgabengebiet der Zimmerleute war in Mitteleuropa bis in das 18. Jahrhundert mit dem Bau von Fachwerken sehr umfangreich.

Die Gestaltung der Städte lag weitgehend in den Händen der Zimmerleute, die nicht nur Fachwerkbauten erstellten, sondern auch entwarfen und somit sowohl für die Standfestigkeit und das äußere Bild verantwortlich waren. Die enge Beziehung zwischen dem Zimmermann als Gestalter und dem Architekten wird deutlich anhand des Begriffs Architekt, das griechische „architekton“ bedeutet Oberzimmermann. Die Arbeit des Zimmerers mit komplizierten Konstruktionen setzt ein dreidimensionales Denkvermögen und eine bildliche Vorstellungskraft voraus.

Das Treppenbauen liegt im Berufsbild der Zimmerer. Im 18. Jahrhundert haben sich verschiedene Zimmerer auf den Bau von Treppen spezialisiert. Wurden anfänglich von dem Baumeister die Vorgaben gemacht, so wurde Ende des Jahrhunderts nur noch ein Loch in der Decke gelassen und der Meister konstruierte eigenständig die Treppe. Er entwickelte die Treppe zu dieser Zeit, so wie wir sie heute kennen. Die Querschnitte der Hölzer unterlagen wie auch heute dem Zeitgeist und der Meister haftete für die Tragfähigkeit.

Um 1800 entstand das neue Berufsbild des Ingenieurs. Nun wurde das Material von tragenden Bauteilen berechnet. Dies brachte Vorteile in der Ausführung von Querschnitten. Es spezialisierten sich daraus die Statiker oder wie man sie heute nennt, die Tragwerksplaner. Dies hat das Bausehen im Allgemeinen einen großen Schritt nach vorne gebracht. Im Treppenbau kann man darüber geteilter Meinung sein. Der Treppenbau ist ein relativ kleines Gewerk und die Treppenbauer sind eine Handwerksgruppe, die die Hölzer – und mittlerweile auch andere Materialien – für ihr Gewerk von Hand aussuchen. Nur so kann der Handwerker sicherstellen, dass sich die Treppe später formgerecht in das Gebäude integriert.

Trotz dem zurzeit vorherrschenden Materialmix hat sich Holz weiterhin als Stufenbelag auf Beton- bzw. Stahlunterkonstruktionen behaupten können.

Weitere wichtige Baumaterialien im modernen Treppenbau sind Stahl und Edelstahl. Eine Vielzahl von Treppen wird

komplett aus diesen Materialien hergestellt oder in Kombination für schlanke Geländerkonstruktionen.

In neuerer Zeit wird zunehmend begehbare Glas im Treppenbau eingesetzt. Die Erfahrung zeigt, dass Glas sehr hart, aber dennoch kratzempfindlich ist. Die natürliche Grünfärbung gibt der Treppe einen Hauch von Eleganz und lässt sie hochwertig erscheinen. Jedoch wird auch Weißglas immer mehr bevorzugt.

1.1 Holz

Es gibt kaum einen anderen Stoff als Holz, mit dem wir Menschen so sehr in unserer Geschichte verbunden sind. Dieser Stoff hat einerseits unsere Lebensweise geprägt, andererseits haben wir ihn gestaltet und verwandelt. In der Wiege hatten wir den ersten Kontakt mit Holz, im Sarg den letzten. Holz umgibt uns in unendlich vielen Variationen: sei es der Wald, der sowohl mystische wie auch heilende Wirkung auf Menschen hat, seien es Wohn- und Wirtschaftsbauten, Geräte, Einrichtungen oder Möbel.



Abb. 1.1:
Wohnhaus, Saas
Fee, Schweiz

Holz besteht aus Cellulose und Lignin, es enthält zudem Harze, Fette, Öle, Stärke, Zucker, verschiedene Mineral-, Gerb- und Farbstoffe sowie Alkaloide. An den Jahresringen ist neben dem Alter die Lebensgeschichte des Baumes dokumentiert – fette und magere Jahre sind erkennbar, damit ist die Klimageschichte der Erde bzw. der Region eingeschrieben. Holz „arbeitet“, solange es existiert, auch nach dem Fällen; es reagiert auf Feuchte durch Quellen und Schwinden.

Es gibt ca. 60.000 verschiedene Holzarten. Sie können leicht oder schwer, weich oder hart, dicht oder porös sein. Durch die Bearbeitung des Holzes entsteht durch den Anschnitt seiner Fasern eine Vielfalt von Formen und Strukturen. Das Farbspektrum kann zurückhaltend oder dominant wirken.



Abb. 1.2:
Fachwerkhäuser in
Büdingen/Hessen

Holz war bis zur einsetzenden Industrialisierung Anfang des 19. Jahrhunderts ein wichtiger Grundstoff für den Bau von Gebäuden, Schiffen und Brücken.

Holz strahlt als Brennmaterial Wärme aus, kann aber auch schnell außer Kontrolle geraten wie z.B. bei den Stadtbränden in den letzten Jahrhunderten.

Im Konstruktionsbau war Holz über Jahrtausende der einzige Baustoff, aus dem sich stabförmige Bauteile herstellen ließen. Durch das Aneinanderkoppeln von einzelnen Bauteilen wurde es möglich, weit gespannte Decken und Dächer zu konstruieren.

Derzeit werden jährlich ca. drei Milliarden Kubikmeter Holz weltweit geschlagen. Etwa die Hälfte davon wird als Brennholz verwendet.

In Deutschland sind 32,5 % der Bodenfläche mit Wald bedeckt (Stand 2007), mit zunehmender Tendenz. Hessen



Abb. 1.3:
Der Mensch, das
Holz und das
Feuer – eine uralte
Geschichte.
Ungebändigtes
Feuer hat Gebäu-
den und Menschen
schon viel Leid
zugefügt.



Abb. 1.4:
Eine ca.
1.200-jährige Eiche,
Mecklenburg-
Vorpommern

liegt als waldreichstes Bundesland mit 42 % Waldfläche an der Spitze der deutschen Bundesländer. Davon werden ca. 1,5 % geerntet. Rund 40 % des jährlichen Zuwachses bleiben ungenutzt.

Deutschland liegt auf Platz 6 der größten Treibhausgasverursacher der Welt hinter USA, China, Russland, Japan und Indien.

Wir erzeugen derzeit ca. 900 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr. 8,25 % werden durch den Wald und Baumbestand absorbiert, dies sind 73 Millionen Tonnen im Jahr.

Etwa 23 % der Landfläche der Erde sind mit Wald bedeckt, wovon etwa die Hälfte in temperierten Klimazonen und in



Abb. 1.5: Ein ca.
2.000-jähriger
Kauribaum in
Neuseeland
(Sabrina Diehl)

Tabelle 1.1: Waldfläche und Holzeinschlag im Vergleich

	Deutschland	Weltweit	Tropen/ Subtropen	Temperierte Zonen
Waldfläche (in Mio. ha)	11	3.869	2.056	1.813
mit Wald bedeckt	32,5 %	23 %		
Jährlicher Holzeinschlag gesamt ohne Brennholz (in Mio. m ³)	0,219	2.060	1.050	1.010
Jährlicher Holzeinschlag in Plantagen (in Mio. m ³)	–	1.219	773	446

Tropen sowie Subtropen wächst. Davon fallen ca. 5 % auf Plantagen bei zunehmender Tendenz.

Ungefähr 59 % des jährlichen Holzeinschlags werden in Plantagen gewonnen. Deren bedeutendste Hölzer sind Teak und Mahagoni.

Im Urwald wird durch den Abbauprozess der abgestorbenen Bäume ebenso viel CO₂ freigesetzt, wie durch die nachwachsenden Bäume wieder gebunden wird. Ein Naturwald ist in dieser Hinsicht weniger umweltfreundlich als ein nachhaltig genutzter Wirtschaftswald, bei dem Holz vor dem Verrotten als Nutzholz entnommen wird. CO₂ ist ein wichtiger Pflanzennährstoff und verbessert das Wachstum.

Holzwerkstoffe

Um 1850 entwickelte man Holzschälanlagen, um Furniere herzustellen.

1893 begann man das geschälte Holz schichtweise zu verleimen – dies war der Beginn der industriellen Sperrholzerzeugung, mit der neue Bauweisen bei Türen, Möbeln usw. aufkamen; man konnte sich von der Massivbauweise (z.B. Rahmen mit Füllungen) lösen.

1906 hat Otto Hetzer ein Patent zur Lamellenverleimung von Holzbauteilen eingereicht (die heutigen Holzleimbinder). Schon zur Weltausstellung 1910 in Brüssel erhielt er den Auftrag, eine Eisenbahnhalle mit einer Spannweite von 43 m zu bauen.

Um 1920 begann man Spanplatten und Holzfaserplatten herzustellen – dies war eine Weiterentwicklung der Faserungstechnik, die man zur Papierherstellung einsetzte. Hiermit konnte früher angefallenes Restholz verarbeitet werden.

Im Verlauf der Technisierung wurde Holz von anderen Materialien abgelöst: Der Fachwerkhausebau kam nach dem Ersten Weltkrieg weitgehend zum Erliegen, die Wohnhäuser wurden seit der Gründerzeit hauptsächlich in Steinbauweise hergestellt. Holz von Eisenbahnschwellen wurde durch Beton ersetzt, Telegraphenmasten wurden zuerst aus Eisen und später aus Stahl gebaut. Mit gegenüber dem Holzbau filigranen Stahlträgern konnten große Spannweiten überwunden werden wie z.B. im Brücken- und Hallenbau. Mit Stahlbeton konnten Bauteile fast beliebig geformt und auch große Spannweiten überwunden werden.

Der Architekt Richard Döcker sagte bereits 1927, dass Holz kaum noch Einfluss auf die Entwicklung der Moderne nehmen. Einen absoluten Tiefpunkt erreichte die Holzverwendung in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts. Als der Autor 1961 seine Lehre als Zimmermann begann, gab es in Frankfurt/Main nur zwei Lehrlinge. Es wurde ihm damals prophezeit, dass Holz in ein paar Jahren vom Markt verschwunden sei. Als dieser Fortschrittsglaube seinen Höhepunkt erreicht hatte, kam auch schon die Wende. 1971 legte der Autor die Meisterprüfung ab; damals sagten die Dozenten eine goldene Zukunft voraus. Dies geschah tatsächlich durch die sogenannte Nostalgiewelle: Viele Menschen konnten und wollten sich mit der neuen Architektur nicht identifizieren, die beim gesichtslosen Massenwohnungsbau oft aus Beton bestand. Holz, besonders Eichen-



Abb. 1.6: Römerberg Ostzeile, Frankfurt – Historische Fachwerkhäuser wurden in vielen Altstadtbereichen zu dieser Zeit rekonstruiert.

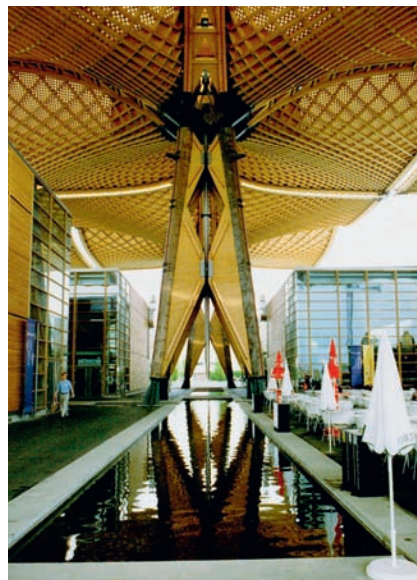


Abb. 1.7: Expodach, Hannover – Ständer des Daches, 2000



Abb. 1.8: Expodach, Hannover

holz in möglichst rustikaler Ausführung, war der wiederentdeckte Baustoff, der die Herzen höher schlagen ließ.

Die Herstellung von Holzleimbindern war ausgereift, es konnten gerade und gebogene Holzbinder mit großen Spannweiten hergestellt werden. Leimbinder wurden ein häufig verwendetes Material für den Bau von Sporthallen, Schwimmbädern, Reithallen usw., oft auch mit einer Holzverkleidung für Fassaden.

Die Weltausstellung in Hannover im Jahr 2000 stand unter dem Motto „Mensch, Natur und Technik“, 80 Staaten nahmen daran teil. Die Veranstalter hatten den Anspruch, eine Weltausstellung neuen Typs zu schaffen. Holz stand im Vordergrund, es wurde eines der größten Holzdächer gebaut. Das sogenannte Expodach hat eine Größe von 16.000 m² in über 20 m Höhe. Das Dach besteht aus einzeln stehenden Schirmen mit einer jeweiligen Dachfläche von ca. 40 × 40 m Seitenlänge.

Beim Wohnungsbau sind Gebäude mit bis zu fünf Stockwerken (≤ 13 m Höhe) im Holzrahmenbau möglich. Seit 1990 hat sich der Anteil der Holzhäuser im Neubau verdoppelt. Er hat einen Marktanteil von 20 % in Süddeutschland einschließlich Hessen erreicht.

Entwicklungsgeschichte im Treppenbau ab dem 17. Jahrhundert

Nach dem 30-jährigen Krieg (1618 bis 1648), in dem $\frac{3}{4}$ der Bevölkerung in Deutschland ihr Leben ließen und somit auch viel Wissen verloren ging, musste unter anderem auch das Holzhandwerk von vorne beginnen. Treppen wurden weitestgehend in aufgesattelter Ausführung mit dicken Dimensionen gebaut. Anfang des 18. Jahrhunderts, zur Zeit des Barocks, nahmen wirtschaftlicher Aufschwung und Bautätigkeit rasant zu, das Handwerk gewann wieder mehr an Erfahrung. Es entstanden Bürgerhäuser mit gestemmt Treppen. Man lernte gewendelte Treppen zu bauen, anfänglich mit Eckpfosten in den Wendungen, dann mit gekröpften Pfosten und schließlich mit Krümmlingen an Wangen und Handläufen, so wie es heute noch im gehobenen Treppenbau der Fall ist. Die Dimensionen waren anfänglich sehr kräftig, im Laufe der Zeit wurden sie schlanker. In der zweiten Jahrhunderthälfte – der Zeit des Rokokos – wurden kunstvolle Anfangspfosten geschnitzt und in der Form sehr ausgewogene Geländerstäbe sowie ausdrucksstarke Handläufe erstellt.

In der Zeit des Klassizismus ließen die Schnitzereien nach, die Wangen und Geländer wurden farblich gefasst, meist in Weiß. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die Geländer handwerklich hergestellt. Gedrechselte Geländerstäbe,



Abb. 1.9:
Treppe im Roten
Haus, Monschau,
1751



Abb. 1.10:
Die erste im Betrieb
des Autors gebaute
Faltwerktreppe,
1999

„Traljen“ genannt, wurden in der Regel antiken Säulen nachempfunden und deren Grundformen zunehmend freier interpretiert. Mit Zapfen sind diese in Wangen und Handlauf eingelassen und mit Holznägeln gesichert. Mit dem Einzug der Industrialisierung im Drechslerhandwerk entstanden neue Formen und die Geländerstäbe wurden nur noch eingebohrt.

Im Jugendstil setzte man oft senkrechte Leisten in die Geländer, die mit Quersprossen versehen wurden. Man gestaltete auch Geländerfüllungen mit vertikalen und horizontalen Leisten, so dass quadratische oder rechteckige Öffnungen entstanden, in der Steigung wurden sie zum Rhombus oder Rhomboid. Die Anregung entlieh man dem japanischen Stil; mit Japan begann damals ein lebhafter Handel. Gerne verwendet wurden florale Ornamente, die geschnitzt wurden.

In der Zeit bis zum Zweiten Weltkrieg wurden die Geländer schlichter. Die Bauhausbewegung hatte ihre Spuren der Nüchternheit hinterlassen.

Nach 1945 wurden in Deutschland die Bauvorschriften geändert. Holztreppe wurden nur noch für Zweifamilienhäuser zugelassen. In Häusern mit mehr Wohnungen mussten die Treppen feuerbeständig ausgebildet werden. Der traditionelle Holztreppebau kam in den 60er und Anfang der 70er Jahre weitgehend zum Erliegen. Mit dem Einsetzen der Nostalgie welle lernten die Menschen wieder die Vorzüge des Holzes zu schätzen, die 80er Jahre des 20. Jahrhunderts standen im Zeichen des Holzes. Merkwürdigerweise entwickelte sich von 1975 bis 1990 der Treppenbau im handwerklichen Bereich so wie es zur Zeit des Barocks, Rokokos und Klassizismus war: erst kräftig dimensioniert mit aufgesattelten Stufen, dann gestemmt Treppen. Im Jahr 1984 befragte der Autor zahlreiche Treppenbauer in Deutschland zwischen Flensburg und Bodensee. Sehr viele bestätigten, dass Schnitzereien an Geländeranfängern häufig verwendet wurden.

Im Jahr 1985 war die Nachfrage nach sichtbaren Holzflächen fast erloschen, das Holz wurde farbig gestaltet. In den 90er Jahren wurde vermehrt Stahl bzw. Edelstahl eingesetzt, weil dieser erschwinglicher wurde. Ähnlich war es

auch im 19. Jahrhundert, als gusseiserne Treppen eine bedeutende Stellung einnahmen.

Allerdings kam dem Holztreppebau in den 90er Jahren zugute, dass neue Materialien und Formen auf den Markt kamen. Geländerfüllungen aus Glas waren üblich geworden, nun kamen Stufen aus Glas hinzu.

Auf Anregung von Designern und Architekten entwickelten Handwerker Faltwerktreppen, deren Nachfrage ungebrochen anhält. Auch Blockstufentreppen stehen hoch im Kurs.

Eine weitere Entwicklung ist erkennbar: Betonfertigteile für Treppenläufe sind preiswerter als vor Ort erstellte, sie sind mit hoher Oberflächengüte lieferbar und werden gerne als Unterkonstruktion gewählt, nicht zuletzt aus Schallschutzgründen, und mit Holzstufen in gefalteter Form belegt. Es wird interessant sein, zu beobachten, ob sich dieser Trend fortsetzt.

Ein Großteil der deutschen Bevölkerung hat oft Probleme, sich mit neuen Materialien und Formen auseinanderzusetzen. Die Diskussionen über Stufen aus Glas und Faltwerktreppen halten immer noch an.

1.2 Eisen, Guss und Stahl

In unserer Zeitrechnung datiert die Bronzezeit von 1500 bis 800 v. Chr. Metallarbeiter entdeckten, dass sie mit 10 % Zinn und 90 % Kupfergemisch ein zähes, aber hämmerbares Metall herstellen konnten, aus dem Waffen, Beschläge, Schalen und Krüge hergestellt wurden. Die Metalle für diese älteste Legierung kamen aus Spanien und Ungarn. Später entdeckte man in Großbritannien Zinn.

Der entscheidende Fortschritt in der Metallurgie wurde in England mit dem 17. und 18. Jahrhundert eingeleitet. Darby gelang es 1709 mit einem Hochofen, der mit Koks-Kohle beheizt wurde, feines Gusseisen in großen Mengen herzustellen.



Abb. 1.11:
Eiffelturm, erbaut 1889



Abb. 1.12: Eiserner Steg, Frankfurt, erbaut 1869

Henry Cort entwickelte mit seinem Hochofen und einem Walzwerk Schmiedeeisen zu einem günstigen Preis. Damit war das Industriezeitalter eingeleitet.

Anfang des 19. Jahrhunderts nahm das Material Einfluss auf das Baugeschehen. Dieses Jahrhundert kann man auch „technisches Zeitalter“ nennen. Eine industrielle Revolution kam in Gang, deren maschinelle Fabrikation jede menschliche Geschicklichkeit beschämt.

Um 1800 entstand das neue Berufsbild des Ingenieurs, das sich von dem des Baumeisters unterschied. Mit dem Bau von technischen und industriellen Anlagen, bei denen es nur auf Zweckmäßigkeit und nicht auf äußere Schönheit ankam, hatte diese Berufsgruppe schnell ihre Daseinsberechtigung.

In London entstand zur Weltausstellung 1851 der Kristallpalast mit einer Größe von 540 × 140 m. Das Eisengerüst wurde mit Glasscheiben geschlossen, die Bauzeit betrug nur neun Monate.

Man erinnere sich an den Eiffelturm von 1889 mit einer Bauhöhe von 300 m, der zur Weltausstellung errichtet wurde. Zahllose Brücken in Eisenskelettbauweise entstanden in diesem Jahrhundert. Solche Eisenskelette zu bauen sparte Zeit und Zeitersparnis hieß Kostenersparnis.

Ebenfalls in dieser Ära entstanden in New York und Chicago die ersten Hochhäuser in Stahlkonstruktion. 1857 installierte Otis den ersten Personenaufzug.

Ein Großteil der Bevölkerung empfand das neue Material als nackt und hässlich und so wurde es nur als statisches Beiwerk eingesetzt. Die Verkleidung mit Steinen und Putz war die Regel.

Die sogenannten Gründerjahre brachten nochmals einen Rückschritt. Die Menschen hatten viel Geld und zogen die Vorbilder der Romantik der modernen neuen Formensprache vor.

Treppen aus Gusseisen

Der Baumeister Karl Friedrich Schinkel, 1781 bis 1841, hatte auf seiner Englandreise 1826 Anregungen erhalten, Treppen in Eisen zu bauen. Noch im gleichen Jahr baute er am Kap Arkona auf Rügen den ersten modernen Leuchtturm mit der wahrscheinlich ersten Treppe aus Gusseisen in Deutschland. Vom EG bis 2. OG setzte er vier 1/2-gewendelte



Abb. 1.13: Leuchtturm, Kap Arkona, Rügen (Dagmar Menzel)

Treppen mit je 15 Steigungen und einem Steigungsverhältnis von $18,5 \times 26$ cm ein. Vom 2. OG bis in die verglaste Spitze des Leuchtturmes vervollständigte er die Treppenanlage mit einer Spindeltreppe, der Durchmesser beträgt 1,26 m, die Steigung 19,5 cm.

Großes Aufsehen erregte Schinkel mit dem Palais des Prinzen Albrecht in Berlin 1830, er machte damit die gusseiserne Treppe in Deutschland hoffähig. Es folgte eine weitere Wendeltreppe 1838 auf Rügen im Jagdschloss des Fürsten Wilhelm Malte I. zu Putbus.

Verschiedene Eisenwerke spezialisierten sich auf diesen neuen Geschäftszweig, fertigten Treppen in Serie, vornehmlich Spindeltreppen mit einem Durchmesser von 1,20 bis 2,50 m. Die Preise wurden pro Stufe gerechnet. Weiterhin wurden aufgesattelte Treppen, Wangentreppen, Kragstufen mit Bolzen auf der Freiseite angeboten.

Seit ca. 1870 wurden die Walzeisenpreise erschwinglich, somit fand die schmiedeeiserne Treppenwange ebenso starke Bedeutung. Die Trittstufen wurden in der Regel mit geometrischen Mustern versehen, die Setzstufen erhielten eine ähnliche Gestaltung. Die Öffnungen in den Trittstufen erzeugten bei den Damen ein Schamgefühl, daraufhin wurde der Belag teilweise in Holz gewählt. Die Formensprache sehr kunstvoller standardisierter Geländerstäbe entstammt dem Schatz historischer Freiheit. Sie verdeckt die technischen Eigenheiten.

Zum Ende des 19. Jahrhunderts gab es in den neuen Bundesländern von Deutschland drei Industriehersteller von gusseisernen Treppen. Diese Art von Treppen stieß auch im Ausland auf große Nachfrage, z.B. in Ägypten und Brasilien. (Entnommen der „Diplomarbeit Dagmar Menzel, Cottbus“.)



Abb. 1.14: Spindeltreppe, Leuchtturm Kap Arkona (Dagmar Menzel)



Abb. 1.15: Gerade gegenläufige Treppe, Frankfurt, Lindenstraße



Abb. 1.16: Detail Treppen-Freiseite, Frankfurt, Lindenstraße



Abb. 1.17: Treppengeländer, Kaiserkracht, Amsterdam, um 1752



Abb. 1.18: Jugendstil, Geländer, Wandbemalung, Riga, Anfang 20. Jahrhundert

Nachdem Guss und Eisen durch die industrielle Herstellung erschwinglich wurde, nahmen im 19. Jahrhundert Baumeister und Ingenieure dieses Material an und formten es trotz Widerstands aus der Bevölkerung zu Treppen. Die gusseisernen Treppen hatten gegen Ende des Jahrhunderts ihren Höhepunkt.

Die Eisen- und Blechtreppen, vornehmlich mit Holzbelag, hatten in verschiedenen Städten ebenfalls einen großen Absatz, allerdings begünstigt durch die Brandauflagen der Bauämter.

Im Jugendstil entwickelte sich eine organische Formsprache mit filigranen Elementen.

1906 wurde das Weimarer Bauhaus gegründet, 1907 der Deutsche Werkbund. Sie schrieben sich auf die Fahne, mit einfachen Formen zu arbeiten, um schöne Verhältnisse zu erzielen.



Abb. 1.19: Treppenanlage, Riga, Anfang 20. Jahrhundert



Abb. 1.20: Wendeltreppe, erbaut 1968 von Firma Spreng, Schwäbisch Hall

Der amerikanische Architekt Sullivan prägte 1896 den Ausdruck „form follows function“ (FFF – Form folgt Funktion). Dieser Spruch formte nicht nur die Architekten des Deutschen Werkbundes, sondern er begleitet bis zum heutigen Tag große Teile des Bauwesens.

Mit Ende des Zweiten Weltkrieges wuchs auch die Anforderung an neues Denken in der Architektur. Die Statik nahm mehr Einfluss auf die Architektur, die Materialien zu minimieren, das technisch Möglichste zu erzielen und dennoch die Gestalt wirken zu lassen.

Neue Formen entstanden: In der Anfangszeit wurden Holme gerne unter den Stufen angeordnet. Es entstanden Hängetreppen, Wangentreppen mit Stein, Holz, später auch Blechstufen, Bolzentreppen, handlauftragende Treppen, Einwangentreppen mit auskragenden Stufen oder gefaltetes Blech in Form von Tritt- und Setzstufen.

Mit Anfang der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde Edelstahl finanziell erschwinglich. Durch den höher vergüteten und nicht rostenden Stahl fanden noch filigranere Formen Einzug in das Bauwesen. Die Oberflächen variieren von matt geschliffen bis hochglänzend. Als Geländerfüllung haben Edelstahlseile sowie Edelstahlrohre in jeglicher Form – rund, eckig oder quadratisch – ihren Platz gefunden.



Abb. 1.21: Spindeltreppe, Oberursel

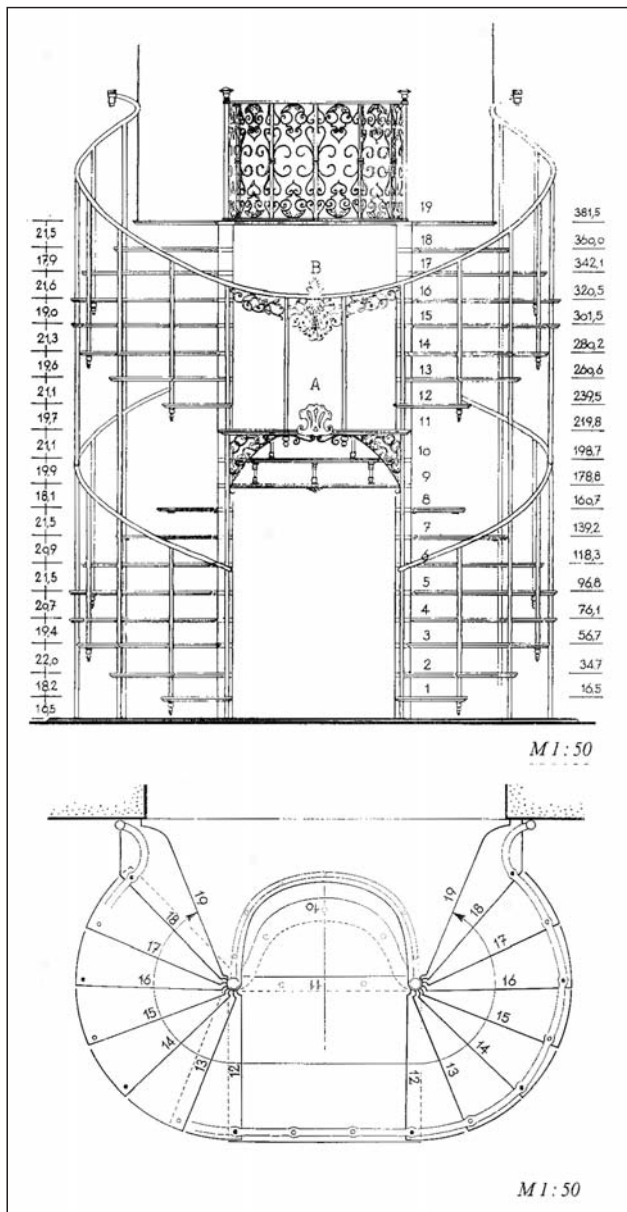


Abb. 1.22: Zwilling's-Wendeltreppe, Kloster Vorau, 1625 (Quelle: Zeitschrift des historischen Vereins für Steiermark, Graz 1988)

Die dem Autor älteste bekannte Treppe mit tragenden Eisenstäben und Holzstufen – eine Zwilling'swendeltreppe in einer Bibliothek – steht im Kloster Vorau, Österreich, erbaut etwa 1625. Die handgeschmiedeten Eisenstangen haben einen Durchmesser von 26–28 mm Durchmesser, diese durchdringen die Stufen in Nussbaum, die eine Dicke von 30 mm aufweisen. Die Laufbreite misst etwas mehr als 1 m. Die Steigung beträgt im Durchschnitt ca. 20 cm.

1.3 Glas

Glas wird im Alltagsleben z.B. als Trinkgefäße, Flaschen, Fensterglas, Fernscheiben, Glühlampen, Glasfaserkabel, Glaswolle, optische Gläser wie Linsen, Mikroskope und Ferngläser benutzt.

Glas ist ein amorpher nicht kristalliner Farbstoff. Gewöhnlich wird Glas durch Schmelzen erzeugt. Gebrauchsglas hat eine Rohdichte von ca. 2.500 kg/m³ und ist somit ebenso

schwer wie Beton. Die mechanischen Eigenschaften variieren stark. Die Bruchfestigkeit ist abhängig von der Qualität der Oberfläche. Glas ist weitgehend resistent gegen Chemikalien außer Flusssäure.

Geschichtliche Entwicklung

Glas zählt zu den ältesten Werkstoffen der Menschheit. In einem Schiffswrack wurden Glasbarren gefunden, die man auf das 14. Jahrhundert v. Chr. datierte. Die erste bekannte Rezeptur ist aus der Bibliothek des assyrischen Königs Assurbanipal überliefert, die auf ca. 650 v. Chr. datiert wird: Nimm 60 Teile Sand, 180 Teile Asche aus Meerespflanzen und 5 Teile Kreide und du erhältst Glas.

Die Ägypter fertigten das Glas mit Flusssand und Natron. Seit etwa 2770 v. Chr. stellten sie anfänglich Perlen und Schmuck, später auch Glasgefäße her. Die Römer schätzten die geruchsneutralen Trinkgefäße. Sie stellten die ersten Flachgläser her, die sie in ihren Bauten als Fenster verwendeten. Mit dem Zerfall des Römischen Reiches ging auch die Kunst der Glasfertigung zurück. Die venezianischen Glaskünstler verhalfen ihrem Staat zu großem Reichtum.

Im 13. Jahrhundert wurde Deutschland zu einem der in der Glasherstellung führenden Länder. Das Glas wurde mit der Glasmacher-Pfeife mühevoll mit dem Mund zu Hohlkörpern geblasen, die dann aufgetrennt und zu Scheiben geglättet wurden. Seit 1330 wurden Rauten und Butzenscheiben mit einem Durchmesser von 10–15 cm hergestellt, die dann in Blei gefasst wurden und Verwendung in Kirchen fanden.

1688 wurde von einem Franzosen das Walzenglasverfahren erfunden. Geschmolzenes Glas wird in diesem Fall auf den Walztisch gegossen, verteilt und schließlich gewalzt. Es entstand eine ungleichmäßige, oft blinde Oberfläche. Mit aufwendigem kalten Polieren erzielte man Spiegelglas.

Im 19. Jahrhundert entstanden zahlreiche Gebäude in einer Eisenskelettbauweise mit einer Glaseindeckung. Unter anderem entstand in London zur Weltausstellung 1851 der Kristallpalast mit einer Größe von 540 × 140 m. Das Eisengerüst wurde mit Glasscheiben geschlossen.

Anfang des 20. Jahrhunderts wurde in verschiedenen Herstellungsverfahren Flachglas hergestellt, z.B., gelang 1919 Max Bicheroux die Gussglasherstellung. Die flüssige Glasmasse wurde zwischen gekühlten Walzen zu einem Glas-



Abb. 1.23: Palmengarteneingang in Frankfurt/M.

band geformt, im noch erwärmten Zustand zu Tafeln geschnitten und in Öfen abgekühlt. Mit diesem Verfahren erreichte man Scheibengrößen von 3×6 m. Spiegelglas musste geschliffen und poliert werden.

Das geflößte Glas „Floatglas“ wurde erstmals von Pilkington um 1960 hergestellt. Mit diesem Verfahren, bei dem das Glas auf eine vollkommen ebene Fläche aus geschmolzenem Zinn gelegt wird, entstehen Glasscheiben, die die Qualität polierten Glases erreichen. Die Weiterentwicklung der Floatglas-Herstellungstechnik in den letzten 20 Jahren hat die übrigen Verfahren weitgehend verdrängt.

Die Gemenge für Fensterglas können z.B. aus folgenden Bestandteilen zusammengesetzt sein:

Tabelle 1.2: Zusammensetzung von Glas

Quarzsand	73,0 %
Soda	12,5 %
Kalk	10,0 %
Sulfat	3,5 %
Tonerde	1,0 %
	100,0 %

Tabelle 1.3: Dicken und Abmessung von Floatglas

Dicke	Maße in cm
3	318 × 200
4	318 × 600
5	318 × 600
6	318 × 600
8	318 × 750
10	318 × 900
12	318 × 900
15	318 × 600
19	318 × 450

Um die Jahrtausendwende wurde unter der Bauherrschaft der Jugendwohnheim Haus Rheinbach GmbH ein Pavillon gebaut. Er ist Vortragsraum, Ausstellungsgebäude und Demonstrations- und Anschauungsobjekt. Die Wände bestehen aus Glas. Sie tragen nicht nur die Last des 500 m² gro-



Abb. 1.24: Glaspavillon in Rheinbach, bestehend aus Glaswänden; 2000 (Architekten Hieber+Marquardt)



Abb. 1.25: Deutsche Bank Hauptverwaltung, Baujahr 1979–1984. Gebäude mit einer vollständig verglasten Außenhaut. Ein Beispiel für viele derartiger Fassaden, die Ende des letzten Jahrhunderts entstanden.

ßen Daches, sondern sie nehmen auch durch die über Eck gestellten Wände die Kräfte in Längs- und Querrichtung auf.

Die Wände mit einem Maß von $1,25 \times 3,70$ m setzen sich aus zwei äußere TVG-Scheiben und einer in der Mitte liegenden ESG-Scheibe zusammen. Verbindungsschuhe in Edelstahl halten die Scheiben oben und unten und leiten die Last des 28 Tonnen schweren Daches in die Bodenplatte ab.

Treppen mit Glasstufen

1953 auf der Automobilausstellung in Frankfurt/M. hat der Architekt Rambald von Steinbüchel-Rheinwall für eine zweigeschossige Besprechungs-koje der Sekuritwerke eine Treppe mit gläsernen Trittstufen und gläsernem Geländer, jedoch mit einer Leichtmetall-Tragkonstruktion gebaut. 1960 hat die Firma Rosenthal-Studio an der Königsallee in Düsseldorf eine aufsehenerregende Treppe gebaut. Die Treppe verbindet zwei Verkaufsräume miteinander und besteht vollkommen aus Plexiglas. Den Architekten Ernst und Günter Huhn war es mit großem Aufwand gelungen, eine Treppe zu konstruieren, die laut Kritiken in Architektenzei- tungen wie eine magische Erscheinung als ästhetisches Gebilde im Raum steht. Doch es gibt einen Spruch: „Man soll nie die Rechnung ohne den Wirt machen“, so ähnlich war es auch bei dieser preisgekrönten Treppe. Die Kundschaft nahm diese Treppe nicht an, vor allem bei Damen entwickelte sich ein Schamgefühl, eine Treppe zu steigen, die von allen Seiten durchsichtig wirkt. Dies war vergleichbar mit dem Phänomen 80 Jahre zuvor bei gußeisernen Treppen. Nach nicht allzu langer Zeit wurde diese Treppe entfernt.

Mit Plexiglas wurden noch weitere Versuche im privaten Bereich unternommen, die zu keinem durchschlagenden Erfolg führten. 1990 baute der Autor seine erste Treppe mit Glasstufen, die Unterseiten der Trittstufen wurden geätzt. Diese matten Flächen bewirken, dass der Benutzer beim Besteigen ein sicheres Gefühl hat und eine Durchsicht nicht möglich ist.



Abb. 1.26:
Die erste Treppe
mit Glasstufen,
Baujahr 1990, die im
Betrieb des Autors
hergestellt wurde.

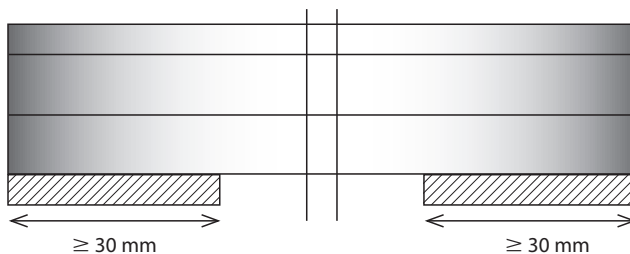
Im Laufe der 90er Jahre setzten sich Trittstufen aus Glas mehr und mehr durch, auch in öffentlichen Gebäuden ist es heute ein begehrtes Material. Das Ätzen des Glases ist nicht mehr nötig. Stufen bestehen heutzutage in der Regel aus drei Scheiben, die über Folien verbunden sind, wobei eine der Folien mattiert ist.

Empfohlene Glasdicken für begehbare, 2-seitig aufliegende Gläser

Eine unverbindliche Orientierungshilfe bietet hier die kalkulatorische Glasdickenempfehlung des Herstellers SIGLA. Die hier genannten Formate wurden von SIGLA rechnerisch für eine Verkehrslast von 5 kN/m^2 ermittelt. Die Berechnung erfolgte unter Anlehnung an DIN 1055. Es ist jedoch zu beachten, dass die empfohlenen Formate vom Glastype abhängig sind und die genannten Werte ausschließlich nur für Personenlasten gelten.

Tabelle 1.4: Glasdicken und Auflagerbreiten

Max. freie Kante	Glastype	Dicke
85 cm	SIGLA® 29–25 B bzw. SIGLA® 29–25 B SD	29 mm
110 cm	SIGLA® 38–25 B bzw. SIGLA® 38–25 B SD	38 mm
135 cm	SIGLA® 46–25 B bzw. SIGLA® 46–25 B SD	46 mm
160 cm	SIGLA® 65–25 B bzw. SIGLA® 65–25 B SD	65 mm



Es ist zu berücksichtigen, dass bei den empfohlenen Glasformaten vom Hersteller keine Tests auf Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit vorgenommen wurden. Durch Versuche oder Gutachten ist dies in der Regel nachzuweisen, wobei die jeweiligen Vorgaben der Baubehörde zu beachten sind.

Die von SIGLA ermittelten Glasdickenempfehlungen sind nur für intakte Gläser ohne Bohrungen oder Ausschnitte gültig. Daher sind auch die Kanten der Gläser vor Beschädigung oder Zerstörung zu schützen.

Technische Hinweise für Verbundsicherheitsglas

Das Bauordnungsrecht unterscheidet zwischen geregelten und nicht geregelten Bauprodukten oder Bauarten. Bauprodukte gelten als nicht geregelt, wenn es für sie keine technischen Baubestimmungen oder allgemein anerkannten Regeln der Technik gibt oder wenn sie von den technischen Baubestimmungen im Wesentlichen abweichen. Wenn für nicht geregelte Bauprodukte oder Bauarten keine allgemeine baurechtliche Zulassung bzw. kein allgemein baurechtliches Prüfzeugnis vorliegt oder wenn wesentliche Abweichungen von Zulassungen bzw. Prüfungen bestehen, ist für die Verwendung dieser Bauprodukte oder Bauarten eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich.

Für die Beurteilung von Glasbauteilen, die planmäßig betreten werden sollen, wie z.B. Glasböden, Glastreppen oder Podestplatten aus Glas, existieren keine technischen Regeln. Zustimmungen im Einzelfall werden nur für mindestens dreischichtiges Verbundsicherheitsglas (VSG) mit zwei Zwischenschichten aus Polyvinyl-Butyral-Folien (PVC-Folien) erteilt. Die obere Scheibe des VSG wird als „Verschleißschicht“ oder „Deckscheibe“ betrachtet und darf bei der Bemessung nicht angesetzt werden. Ebenso darf rechnerisch keine Verbundwirkung angenommen werden.

Anforderungen an begehbare Verglasungen und Empfehlungen für das Zustimmungsverfahren findet man in den Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), in der Fassung März 2000 im Heft 02/2001. Diese Empfehlung ist bei den meisten Baubehörden Grundlage für die Zustimmung im Einzelfall. Eine Zustimmung im Einzelfall muss bei der obersten Baubehörde des jeweiligen Bundeslandes beantragt werden.

Deshalb sollte bereits in der Vorplanung unbedingt mit der jeweiligen Baubehörde Kontakt aufgenommen werden, um zu klären, ob und welche Bauvorschriften und/oder Prüfungen zu berücksichtigen sind.

Für begehbare Gläser benötigt man grundsätzlich:

- einen rechnerischen Nachweis unter statischer Belastung für eine Verkehrslast und eine Eigenlast (Grundlagen: TRLV und DIN 1055-3)
- einen experimentellen Nachweis der Stoßsicherheit durch eine anerkannte Prüfstelle (Stoßkörper 40 kg)
- einen experimentellen Nachweis der Resttragfähigkeit durch eine anerkannte Prüfstelle (in der Regel 30 Minuten bis 50 % Verkehrslast)

Zu Produkten der SIGLA®TREP liegen die notwendigen Nachweise im Rahmen der geprüften Abmessungen bereits vor:

- Bei einer Vielzahl von Anwendungen ist (abhängig vom jeweiligen Bundesland) kein umständliches Baugenehmigungsverfahren erforderlich.
- Eine Zustimmung der Baubehörde ist zwar nach wie vor erforderlich, wegen der erbrachten Nachweise und Versuche jedoch wesentlich vereinfacht.

Tabelle 1.5: Glaseigenschaften

Rohdichte: Gewicht von 1 m² bei 1 mm Dicke:	2.500 kg/m³ 2,5 kg
Festigkeiten:	Zugfestigkeit: 30–90 N/mm² Die Zugfestigkeit schwankt sehr stark, da sie bereits durch kleinste Risse und Einkerbungen an den Kanten stark vermindert wird. Druckfestigkeit: ca. 900 N/mm² Biegefestigkeit: 30 N/mm² (Rechenwert) Streuung von 30–90 N/mm²
Härte:	6–7 der Mohr-Härteskala
Elastizitätsmodul:	E = 70.000–75.000 N/mm²
Wärmedehnzahl:	$8,5 \times 10^{-5} \text{ cm}/(\text{cm} \cdot \text{K})$
Wärmeleitkoeffizient:	$\gamma = 0,8 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
Lichtdurchlässigkeit:	Bei ca. 3 mm dickem Glas und rechtwinklig auftretendem Licht: 90–92 %

- Sollte ein Anwendungsfall durch die vielfältigen Prüfungen nicht abgedeckt werden, so bietet die Firma SIGLA®TREP die notwendige Abwicklung zum Erwirken einer Zustimmung im Einzelfall an.
- Die Dickenberechnungen sind ausgelegt für eine Belastung von 500 kg/m², d.h. für den öffentlichen Bereich. Sollte eine Treppe für die Öffentlichkeit gefertigt werden, sollte in jedem Fall ein Glasstatiker hinzugezogen werden.
- Glasdicken für eine Belastung von 350 kN/m², wie sie im Wohnungsbereich verlangt werden, liegen nicht vor.

1.4 Beton

Der französische Gärtner Joseph Monier hat 1867 als Erster ein Verfahren zum Patent angemeldet, nachdem er festgestellt hatte, dass seine Pflanzkübel, die er aus Sand, Kies und Zement als Bindemittel, gemischt mit Wasser und eingelegtem Metallgerippe, hergestellt hatte, keine Risse aufwiesen. Dies war der Beginn des Stahlbetons. Durch neu entwickelte Techniken gelang es, die Formbarkeit und Plastizität des Betons nutzbar zu machen und ihm durch Armierungseisen Festigkeit zu verleihen. Durch die hohe Druckfestigkeit des Betons in Kombination mit der Zugfestigkeit des Stahls wurden große Spannweiten möglich, z.B. Decken auf schlanken Pfeilern als tragende Elemente. Die gute Formgebung beim Beton ermöglicht in Verbindung mit seiner Zugfestigkeit den Guss von Formen, die man aus Stein nicht hätte herstellen können.

Lange Zeit unbekannt war, dass beim Pantheon in Rom, erbaut 27 v. Chr., verschiedene Arten von Leichtbeton verwendet wurden. Es hat eine Höhe von 43,6 m, die Dachkuppel in Form einer Halbkugel weist eine Spannweite von

43 m auf. Forscher haben ermittelt, dass die Kuppel aus Eisenbeton besteht. Als einzige Lichtquelle dient ein Kuppelauge mit einer Öffnung von 9 m Durchmesser. Diese Öffnung mit den umgebenden Mauern ist so gewählt, dass die Thermik ein Eindringen von Niederschlagswasser verhindert.

1912 entstand in Köslin (Pommern) im Rahmen einer Gewerbe-, Industrie- und Landwirtschaftsausstellung ein freistehendes Treppenbauwerk mit zwei auskragenden Podestplatten. Mit dem ca. 10 m hohen Bauwerk demonstrierte man die technischen Möglichkeiten dieses Werkstoffes. Es war eine aufsehenerregende, publikumswirksame Demonstration.



Abb. 1.28:
Städtisches Stadion von Florenz, erbaut 1932 mit der ersten gewundenen Treppe

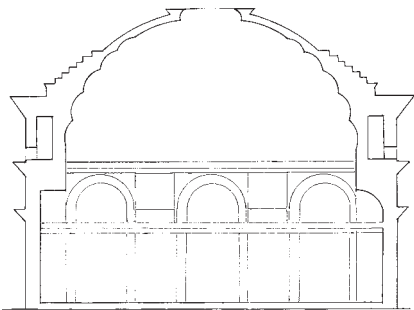


Abb. 1.27:
Pantheon, Rom, Das Geheimnis der inneren Proportionen besteht im perfekten Gleichgewicht von Durchmesser und Höhe.



Abb. 1.29:
Goetheum in Dornach bei Basel, Schweiz



Abb. 1.30: Ehemalige Großmarkthalle 1928 in Frankfurt, zukünftige EZB-Zentrale mit einer Fläche von 220×50 m. Über der gestreckten Halle reihen sich Quertonnen. Im Scheitel ist die Stahlbetonschale nur 6 cm dick.

1913 entstand in Dresden mit der Jahrhunderthalle eine imposante Architektur und ein kühnes Werk der Ingenieurbaukunst.

1932 schöpfte der Ingenieurarchitekt Pier Luigi Nervi die gestalterischen Potentiale des Stahlbetons voll aus. Er schuf für das städtische Stadion von Florenz eine weit auskragende Bogentreppe. Da dies das erste Bauwerk in solch einer gebogenen Form war und es keine statischen Berechnungswerte gab, zogen sich Planung und Bau über drei Jahre hin.

In den Jahren zwischen 1923 und 28 entstand das Goetheanum 2 in Dornach bei Basel. Nach dem Brand des ersten Goetheanums, das aus Holz bestand, fertigte Rudolph Steiner das Bauwerk aus Beton. Es wurde eine Meisterleistung, bei der hohe statische und plastische Ansprüche zu erfüllen waren, besonders im Schalungsbau.

Mit dem 1906 gegründeten Weimarer Bauhaus wuchs eine avantgardistische Bewegung heran, die den künstlerischen Anspruch mit praktischen und wirtschaftlichen Ansprüchen vereinte. Zu ihren Vertretern zählen unter anderen Walter Gropius, Ludwig Mies van der Rohe, Bruno Taut.



Abb. 1.31: Betontreppe in einer Schule

Die verwendeten Materialien sollten kompositorisch ausgewogen und einfach sein.

Durch diese Denkanstöße und mit neuen Baustoffen entstanden neue Konstruktionen und Formen, die sich vom Historismus ablösten. Sakralbauten, Villen, Fabrikgebäude, Geschosswohnungsbau oder auch Reihenhäuser genügen hohen ästhetischen Ansprüchen bis in die heutige Zeit.

Der Architekt Richard Döcker sagte bereits 1927, dass Holz kaum noch Einfluss auf die Entwicklung der Moderne nehmen.

Emigration führender moderner Architekten und Zweiter Weltkrieg unterbrachen die kontinuierliche Weiterentwicklung der neuen Architektur. Durch Zerstörung und Umschichtung der Bevölkerungsstruktur entstanden gewaltige Bauaufgaben. Ihnen entsprach ein quantitativer Bauwille, der wie nie zuvor die Breite des Volkes erfasste. Beispielsweise wurden in Deutschland zwischen 1945 und 1980 mehr Kirchen gebaut als in 400 Jahren vorher.

Der Fortschritt der industriellen Revolution stand im Dienst einer Architektur, die für die Masse bestimmt war mit der Forderung nach rationellem Bauen. Der Weg zu Serie und Vorfertigung nahm somit seinen unaufhaltsamen Lauf.

Es entstanden menschenfeindliche Wohn-Hochhäuser, seelenlose Trabanten- und Innenstädte, aber auch manches kirchliche Seelensilo bestätigte die Erkenntnis, „dass die technischen Möglichkeiten an sich wertfrei sind und erst durch den Missbrauch oder die Dummheit schädlich werden“ (Baustilkunde 1982, S. 279).

Diesem Brutalismus im Bauwesen wurde Ende der 60er, Anfang der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts ein Ende bereitet. Es folgte eine Nostalgiewelle und man erkannte den Wert des Holzes wieder.

Selbstverständlich hat der Beton seine Berechtigung im Bauwesen und er ist auch nicht wegzudenken, wie z. B. beim Bau von Hochhäusern, Hallen, Brücken, Stadien, Bahn- und Hafenbauten, Staudämmen, Industriebauten und Kraftwerken.

Beton – „Marmor des 20. Jahrhunderts“ – mit diesem optimistischen Spruch wirbt die Zementlobby. Der Beton in