

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Fakultät Life Sciences

# BACHELORARBEIT



**Der Einfluss des nachhaltigen Bauens auf den Brandschutz in modernen Holz- und Hybridbauweisen: Eine Analyse am Beispiel von Baden-Württemberg**

im Studiengang:

**Hazard Control/ Gefahrenabwehr**

vorgelegt von:

**Arthur Jenny, Waguella Nandjoug, [REDACTED]**

[REDACTED]

[REDACTED]

Hamburg am 30. April 2025

Gutachter: Prof. Dr.

Udo, van Stevendaal

HAW Hamburg

Gutachter: Dipl. Ing

Matthias, Freudenberg

HAW Hamburg

# Danksagung

Die vorliegende Bachelorarbeit konnte nur mit der Unterstützung vieler Menschen entstehen, denen ich an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank aussprechen möchte.

Mein besonderer Dank gilt zunächst meiner Familie, die mir während meines gesamten Studiums mit Vertrauen, Geduld und Rückhalt zur Seite stand. Ihr unerschütterlicher Glaube an mich war eine stetige Quelle der Motivation – insbesondere in herausfordernden Phasen.

Für die fachliche Betreuung und die wertvollen Impulse danke ich Herrn Prof. Dr. Udo van Stevendaal sowie Herrn Dipl.-Ing. Matthias Freudenberg. Ihre engagierte Unterstützung, die konstruktiven Anregungen und der stets offene Austausch haben den Entstehungsprozess dieser Arbeit in entscheidender Weise geprägt.

Mein herzlicher Dank gilt ebenfalls Herrn Kai Neitzel, Abteilungsleiter für Brandschutz bei der Gruner Deutschland GmbH, für das aufschlussreiche Interview und die praxisnahen Einblicke, die meine Analyse wesentlich bereichert haben. Ebenso danke ich Herrn Benjamin Breuckelmann, Leiter der Business Unit Brandschutz Deutschland Nord, für die freundliche Vermittlung dieses wertvollen Kontakts.

Für die verlässliche finanzielle Unterstützung während meines Studiums danke ich dem Albertus-Magnus-Verein. Diese Förderung hat mir ein konzentriertes und kontinuierliches Studium überhaupt erst ermöglicht.

Für die freundliche telefonische Rückmeldung vom 4. April 2025 danke ich dem Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg, insbesondere Herrn Thomas Müller als Bürgerreferent. Mein besonderer Dank gilt außerdem Herrn Dipl.-Ing. Klaus Maurer, Oberbranddirektor a. D., dessen konstruktive Anmerkungen und Erfahrungen aus der Praxis mir wertvolle neue Perspektiven eröffnet und meine Arbeit inhaltlich bereichert haben.

Nicht zuletzt danke ich meinen Freunden – insbesondere Herrn Augustin Ngueukam Monkam, Georg Taubitz– für ihre hilfreichen Hinweise, ihr konstruktives Feedback und das gewissenhafte Korrekturlesen. Euer Zuspruch und eure Unterstützung waren mir stets eine große Hilfe.

# Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit eigenständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Textpassagen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Hamburg, den 30. April 2025

---

Arthur Jenny Waguella Nandjoung

**Hinweis:** In dieser Bachelorarbeit wird eine geschlechtsneutrale Sprache verwendet, um die Lesbarkeit zu erhöhen und allen Geschlechtern gerecht zu werden. Personenbezeichnungen beziehen sich auf alle Geschlechteridentitäten, ungeachtet des biologischen Geschlechts oder der sozialen Geschlechtszugehörigkeit.

# Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	I
Eigenständigkeitserklärung.....	II
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis .....	VII
Abkürzungsverzeichnis.....	VIII
1 Einleitung.....	1
2 Methoden .....	3
3 Grundlage.....	4
3.1 Definition und Prinzipien des nachhaltigen Bauens .....	4
3.2 Zukunftsthemen des Nachhaltigen Bauens .....	6
3.3 Prinzipien des Brandschutzes als Grundlage für nachhaltige Baukonzepte .....	10
3.3.1 Brandlehre .....	11
3.3.2 Zündung.....	12
3.3.3 Zündtemperatur und Zündverzug .....	13
3.4 Allgemeiner Einblick in den Brandschutz: Aufbau, Normen und Vorschriften .....	14
3.4.1 Projektierungsarbeit im Bauwesen mit Bezug auf bautechnischen Brandschutz....	15
3.4.2 Entwicklung und aktuelle Fassung der Musterbauordnung (MBO).....	16
3.4.3 Landesbauordnung.....	20
3.5 Materialeigenschaften von Holz.....	21
3.5.1 Holzart .....	22
3.5.2 Brennbarkeit .....	22
3.5.3 Abbrandverhalten .....	25
4 Analyse der Landesbauordnung und Richtlinien Baden-Württemberg.....	26
4.1 Hinblick auf Nachhaltigkeit .....	27
4.2 Hinblick auf Brandschutz.....	28
4.3 Herausforderungen bei mehrgeschossigen Holzgebäuden.....	29
4.4 Fazit der Analyse.....	31
5 Analyse der Landesbauordnung Hamburg.....	32
5.1 Hinblick auf Nachhaltigkeit .....	32
5.2 Hinblick auf Brandschutz.....	32
5.3 Herausforderungen bei mehrgeschossigen Holzgebäuden.....	33
5.4 Fazit der Analyse.....	34

6 Fallstudienanalyse in Baden-Württemberg.....	35
6.1 Die Mali-Sporthalle in Biberach .....	35
6.2 Fuchshofschule Ludwigsburg .....	38
6.3 Schubart-Gymnasium Aalen .....	40
6.4 Fazit der Analyse.....	43
6.5 Weitere Empfehlungen.....	44
7 Diskussion.....	49
8 Fazit und Ausblick .....	56
Literaturverzeichnis .....	58
Normen- und Richtlinienverzeichnis .....	61
Anhangsverzeichnis .....	63
Anhang A: Kriterien nach BNB [24] .....	64
Anhang B: Feuergefährliche Arbeiten [19] .....	70
Anhang C: Interview Fragen an Kai Neitzel.....	72
Anhang D: Auswertung des Interviews .....	73
Anhang E: Interview Transkripte (aus Gründen der Ressourcenschonung wird auf einen Ausdruck dieses Anhangs verzichtet. Der vollständige Inhalt steht ausschließlich in digitaler Form zur Verfügung) .....	75

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Dimensionen und Gewichtung der Nachhaltigkeitsbewertung im BNB-System.	6
Abbildung 2 Vier Phasen eines Brandes: Entzündung, Schwelbrand, Ausbreitung, Abklingen. .....	12
Abbildung 3 Feuerdreieck- Voraussetzungen für die Entstehung eines Feuers: brennbarer Stoff, Sauerstoff, Wärme und Zündenergie. ....	13
Abbildung 4 Zuordnung bauaufsichtlicher Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen gemäß DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1, inklusive spezieller Anforderungen an Rohrdämmstoffe und Bodenbeläge.....	19
Abbildung 5 Abbrand vom Holz in Abhängigkeit von der Zeit. ....	26
Abbildung 6 Abkohlung vom Holz. Der Bereich, der keine Verkohlung mehr aufweist, aber braun verfärbt ist, wird als Abbrandgrenze definiert. ....	26
Abbildung 7 Mali-Sporthalle in Biberach Riss.....	37
Abbildung 8 Fuchshofschule in Ludwigsburg.....	40
Abbildung 9 Schubart Gymnasium. Der neue Klassentrakt kombiniert Holz und Beton in einer Hybridkonstruktion. ....	42
Abbildung 10 C5 Bewertungstabelle des BNB-Moduls. Im dargestellten Projekt wurde bisher kein Kriterium bewertet. ....	64
Abbildung 11 C6 Kriterientabelle BNB-Übergangsmo­dul Neubestand. Jede Kategorie ist gewichtet und mit Zielwerten sowie Bewertungskriterien hinterlegt. ....	65
Abbildung 12 D1 Kriterientabelle BNB-Modul Komplettmodernisierung. Insgesamt ergibt sich ein differenziertes Bewertungssystem, das alle relevanten Nachhaltigkeitsaspekte bei einer Komplettmodernisierung berücksichtigt (Teil 1).....	66

Abbildung 13 D1 Kriterientabelle BNB-Modul Komplettmodernisierung. Insgesamt ergibt sich ein differenziertes Bewertungssystem, das alle relevanten Nachhaltigkeitsaspekte bei einer Komplettmodernisierung berücksichtigt (Teil 2-Fortsetzung) .....	67
Abbildung 14 D2 Bewertungstabelle BNB-Modul Komplettmodernisierung. Aktuell jedoch ohne bewertete Fortschritte im Projekt (Teil 1).....	68
Abbildung 15 D2 Bewertungstabelle BNB-Modul Komplettmodernisierung. Aktuell jedoch ohne bewertete Fortschritte im Projekt (Teil 2-Fortsetzung).....	69
Abbildung 16 VdS-Richtlinie für den Brandschutz bei feuergefährlichen Arbeiten. Grundlage für praxisgerechten und regelkonformen Brandschutz bei feuergefährlichen Arbeiten (Teil 1) .....	70
Abbildung 17 VdS-Richtlinie für den Brandschutz bei feuergefährlichen Arbeiten. Grundlage für praxisgerechten und regelkonformen Brandschutz bei feuergefährlichen Arbeiten (Teil 2-Fortsetzung) .....	71

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Einteilung der Gebäudeklassen nach § 2 Abs. 3 MBO.....	18
Tabelle 2 Übersicht der Schutzfunktionen zweier Bekleidungstypen. Quelle: [12 S. 17] .....	24

# Abkürzungsverzeichnis

ARGEBAU .....	Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen
BSH.....	Brettschichtholz
DC.....	Direct Current
HBauO .....	Hamburgische Bauordnung
HolzBauRL BW.....	Holzbau Richtlinie Baden-Württemberg
IoT.....	Internet of Things
KVH.....	Konstruktionsvollholz
LBO.....	Landesbauordnung
MBO .....	Musterbauordnung
MSchulbauR .....	Muster-Schulbau-Richtlinie
MVV TB.....	Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen
NE .....	Nutzungseinheit
PV .....	Photovoltaik
QNG.....	Qualitätssiegel Nachhaltiges Bauen
RWA .....	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen
VwV TB.....	Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen

# 1 Einleitung

Diese Bachelorarbeit hat das Ziel, das Konzept des nachhaltigen Bauens systematisch zu analysieren und dessen Übertragbarkeit auf den baulichen Brandschutz zu untersuchen. Ausgangspunkt bildet die Betrachtung aktueller Holz- und Hybridbauprojekte im Bundesland Baden-Württemberg, wie sie auf der Website des Ministeriums für Landesentwicklung und Wohnen vorgestellt werden.

Im ersten Schritt erfolgt eine grundlegende Einführung in das Thema Nachhaltiges Bauen, einschließlich einer begrifflichen Einordnung sowie einer Darstellung bestehender Bewertungssysteme, insbesondere des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) (siehe Anhang A). Ergänzend wird die Thematik der Klimaneutralität in Bezug auf gesetzliche Zielsetzungen und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale behandelt. In den Industrieländern stammen etwa 40 % der Treibhausgasemissionen aus Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen [1]. Allein die Betonproduktion ist für circa 8 % der weltweiten jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich [1]. Zahlreiche Länder, darunter auch Deutschland, streben eine Reduktion der Emissionen im Bausektor um bis zu 90 % bis zum Jahr 2050 an [1]. Die Relevanz dieser Entwicklung wird am deutschen Gebäudebestand deutlich: Über 19 Millionen Wohngebäude existieren, davon etwa 16 Millionen Ein- und Zweifamilienhäuser sowie mehr als 3 Millionen Mehrfamilienhäuser [2]. Etwa zwei Drittel der Wohnungen wurden vor 1979 errichtet [2].

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden die spezifischen Anforderungen des baulichen Brandschutzes im Kontext nachhaltiger Bauweisen analysiert. Ein besonderer Fokus liegt auf einem Vergleich der rechtlichen Vorgaben zwischen den Bundesländern Baden-Württemberg und Hamburg. Zudem wird untersucht, inwieweit sich Anforderungen des nachhaltigen Bauens mit brandschutztechnischen Erfordernissen vereinbaren lassen oder ob sie sich gegenseitig beeinflussen. Die Bewertung der Kriterien erfolgt auf Basis eines transparenten Punktesystems, das sowohl im Anhang A als auch im Abschnitt 3.1 Definition und Prinzipien des nachhaltigen Bauens, näher erläutert wird [3 S. 24]. Ziel ist es, mögliche Zielkonflikte und Synergiepotenziale systematisch herauszuarbeiten.

Der praktische Teil der Arbeit umfasst eine Fallstudienanalyse ausgewählter Bauprojekte aus Baden-Württemberg, ergänzt durch ein Experteninterview mit einem erfahrenen Brandschutzingenieur. Auf Grundlage dieser Analysen werden praxisnahe Strategien und Handlungsempfehlungen für Planer und Entscheidungsträger in der Bau- und Immobilienwirtschaft entwickelt.

Vor diesem Hintergrund werden folgende Forschungsfragen formuliert:

**„Was verfolgt das Konzept Nachhaltigkeit im Brandschutz? Wie hat es Baden-Württemberg geschafft, dieses Umdenken umzusetzen? Wie können andere Bundesländer den Schritt machen?“**

Daraus ergibt sich die zu überprüfende Hypothese:

**„Nachhaltiges Bauen verändert die Anforderungen an den baulichen Brandschutz in modernen Holz- und Hybridbauweisen signifikant, erfordert jedoch keine grundlegenden Zielkonflikte, sofern Planungs- und Ausführungsprozesse frühzeitig abgestimmt werden.“**

## 2 Methoden

Das Ziel dieser Arbeit ist es, das Konzept des nachhaltigen Bauens zu untersuchen und dessen Übertragbarkeit auf den Bereich des baulichen Brandschutzes aufzuzeigen. Anhand ausgewählter Fallstudien, die sich auf aktuelle Bauprojekte in Baden-Württemberg beziehen, sollen konkrete Anwendungsbeispiele analysiert und daraus übertragbare Handlungsempfehlungen für andere Bundesländer abgeleitet werden.

Zur Erreichung dieses Ziels erfolgt zunächst eine umfassende Literaturrecherche zum Thema Nachhaltigkeit im Bauwesen, gefolgt von einer Einführung in die Grundlagen des Brandschutzes. Daran anschließend werden die Fallstudien detailliert untersucht und durch ein qualitatives Experteninterview ergänzt.

Bei den analysierten Projekten handelt es sich um das Schubart-Gymnasium, die Fuchshofschule Ludwigsburg sowie die Mali-Sporthalle. Diese Bauvorhaben wurden im Rahmen des Programms „Nachhaltiges Bauen Baden-Württemberg (NBBW)“ entwickelt [4] und dienen als praxisnahe Beispiele für die Umsetzung nachhaltiger Baukonzepte in Verbindung mit brandschutztechnischen Anforderungen. Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit ist der Vergleich der Landesbauordnung Baden-Württembergs mit derjenigen Hamburgs. Ziel ist es, Unterschiede in der Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten in den bauordnungsrechtlichen Vorgaben beider Bundesländer zu identifizieren und zu bewerten.

Das qualitative Interview mit Herrn Kai Neitzel von der Gruner Deutschland GmbH in Hamburg ergänzt die theoretische Analyse um eine anwendungsorientierte Perspektive. Gruner Deutschland ist ein Ingenieurbüro mit Hauptsitz in Hamburg und Teil der internationalen Gruner Gruppe [5]. Seit seiner Gründung im Jahr 2013 bietet das Unternehmen Ingenieurdienstleistungen in den Bereichen Brandschutz, Barrierefreiheit sowie weiteren technischen Fachplanungen an [5]. Ziel ist es, Bauherren im gesamten deutschen Raum flexibel und persönlich bei Projekten jeder Größenordnung zu unterstützen [5]. Durch das Interview soll eine anwendungsbezogene Perspektive auf das Thema gewonnen werden. Dabei wird erwartet, dass auch praxisrelevante Herausforderungen thematisiert werden, die in der reinen Literaturrecherche möglicherweise unberücksichtigt bleiben.

# 3 Grundlage

## 3.1 Definition und Prinzipien des nachhaltigen Bauens

Die Definition von Nachhaltigkeit ist komplex, da sie verschiedene Facetten aufweist. Diese Komplexität ergibt sich daraus, dass Nachhaltigkeit nicht auf ein bestimmtes Fachgebiet beschränkt ist. Sie begegnet uns in der Modebranche, im Lebensmittelsektor, in der Medizin, im Bauwesen und vielen weiteren Bereichen.

Grunwald und Kopfmüller [6] beschreiben Nachhaltigkeit als eine Verantwortung gegenüber kommenden Generationen. Diese Definition basiert auf dem Prinzip der generationengerechten Gerechtigkeit, das die langfristige Sicherung und Weiterentwicklung der Lebensgrundlagen der Menschen zum Ziel hat[6]. Sie ist eng mit dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung verbunden. Nachhaltigkeit betrifft sowohl die heutige als auch die zukünftige Gesellschaft, da die Belastbarkeit natürlicher Ressourcen begrenzt ist und sich daraus ökonomische sowie soziale Risiken für die Zukunft ergeben [6].

Die Autoren Müller, Dorn-Pfahler et al. [7 S. 6 f.] haben sich ebenfalls mit dem Thema Nachhaltigkeit im Bauwesen beschäftigt. Sie identifizieren verschiedene Dimensionen und Qualitätsaspekte, die in Abbildung 1 dargestellt sind. Es handelt sich dabei um die drei klassischen Dimensionen der Nachhaltigkeit: Ökologie, Ökonomie und Soziokultur [7 S. 6 f.]. Ziel ist es Umwelt, Ressourcen und Gesundheit zu schützen. Die Bauprozesse sowie die technische Umsetzung eines Gebäudes haben hierbei eine wesentliche Bedeutung, da sie maßgeblich die Qualität und Nachhaltigkeit eines Bauwerks beeinflussen [7 S. 6 f.]. Neben diesen drei Dimensionen werden weitere Qualitätsmerkmale näher betrachtet, die im folgenden Abschnitt erläutert werden [7 S. 6 f.].

### **Ökologische Qualität**

In diesem Merkmal steht das Thema Geld im Vordergrund – daher soll das investierte Kapital nachhaltig verwendet werden. Die Quintessenz dieses Merkmals ist, dass es nicht nur um einen geringeren Aufwand für Investitionen geht, sondern insbesondere um die Reduktion der Lebenszykluskosten eines Gebäudes [7 S. 6 f.]. Wer wirtschaftlich nachhaltig bauen will, muss Aspekte wie Baufolgekosten, Wertstabilität, Flächeneffizienz und Anpassungsfähigkeit in die Bewertung mit einbeziehen [7 S. 6 f.].

### **Ökonomische Qualität**

In diesem Merkmal wird das Thema Geld im Vordergrund stehen und deshalb wird das investierte Kapital soll nachhaltig verwendet. Die Quintessenz dieses Merkmals ist, dass es

nicht nur um einen leichteren Aufwand für Investitionen geht, sondern auch um die Reduzierung der Lebenszykluskosten eines Gebäudes [7 S. 6 f.]. Wer wirtschaftlich nachhaltig sein soll, hat Aspekte wie Baufolgekosten, Wertstabilität, Flächeneffizienz und Anpassungsfähigkeit in die Berechnung einbeziehen [7 S. 6 f.].

### **Soziokulturelle und funktionale Qualität**

Soziale und kulturelle Aspekte beeinflussen das Wohlbefinden der Nutzer – und sollten daher auch beim nachhaltigen Bauen berücksichtigt werden. Das Design eines Gebäudes soll die positive Identifikation mit der Umgebung fördern [7 S. 6 f.]. Nur so können kulturelle und soziale Werte angemessen wiedergespiegelt und der Mensch ganzheitlich gefördert und motiviert werden [7 S. 6 f.].

### **Technische Qualität**

Ein weiterer Aspekt für Nachhaltiges Bauen ist die technische Ausführung. Besonderes Augenmerk liegt auf der Standfestigkeit, Instandhaltung und Rückbaubarkeit eines Gebäude [7 S. 6 f.].

### **Prozessqualität**

Entscheidungen, die im frühen Planungsstadium eines Bauprojekts getroffen werden, haben einen maßgeblichen Einfluss auf die spätere Qualität des Bauwerks [7 S. 6 f.]. Der Prozessqualität kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu, da sie einerseits die Umsetzung der weiteren Nachhaltigkeitsqualitäten wesentlich mitbestimmt und andererseits in der Ausführungsphase den Grad der tatsächlichen Realisierung beeinflusst [7 S. 6 f.]. Eine hohe Prozessqualität während der Errichtungsphase stellt somit eine zentrale Voraussetzung für die Optimierung des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes dar [7 S. 6 f.].

### **Standortmerkmale**

Dieses Merkmal umfasst die baulichen und technischen Gegebenheiten eines Gebäudes. Besonders entscheidend ist dabei die Wahl des Standorts [7 S. 6 f.]. Bei der Standortauswahl spielen politische und strategische Faktoren eine Rolle [7 S. 6 f.]. Es sollte auf die Mikrostandortbedingungen, die Eigenschaften des Quartiers und die Einbindung in die bestehende Infrastruktur geachtet werden [7 S. 6 f.].

Die Abbildung 1 veranschaulicht die Dimensionen des Nachhaltigen Bauens. Es werden die Hauptsäulen und Querschnittsqualitäten dargestellt, einschließlich ihrer prozentualen Gewichtung und der unterschiedlichen Bewertungsaspekte.

Das Modell verdeutlicht, dass Nachhaltiges Bauen auf mehreren grundlegenden Säulen basiert – jede davon mit einem Anteil von 22,5%. Die Wahl des Standorts spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle, da sie in die Gesamtbewertung mit einfließt. Diese Einflussfaktoren zeigen, dass es sich bei Nachhaltigem Bauen um ein komplexes Konzept handelt, das weit über die bloße Materialwahl hinausgeht. Dies unterstreicht die Bedeutung des folgenden Abschnitts, in dem dargestellt wird, wie sich das Prinzip der Nachhaltigkeit künftig auf die Bauwirtschaft auswirken könnte. Die entsprechenden Entwicklungen und Perspektiven werden in Abschnitt 3.2 Zukunftsthemen des Nachhaltigen Bauens, behandelt.

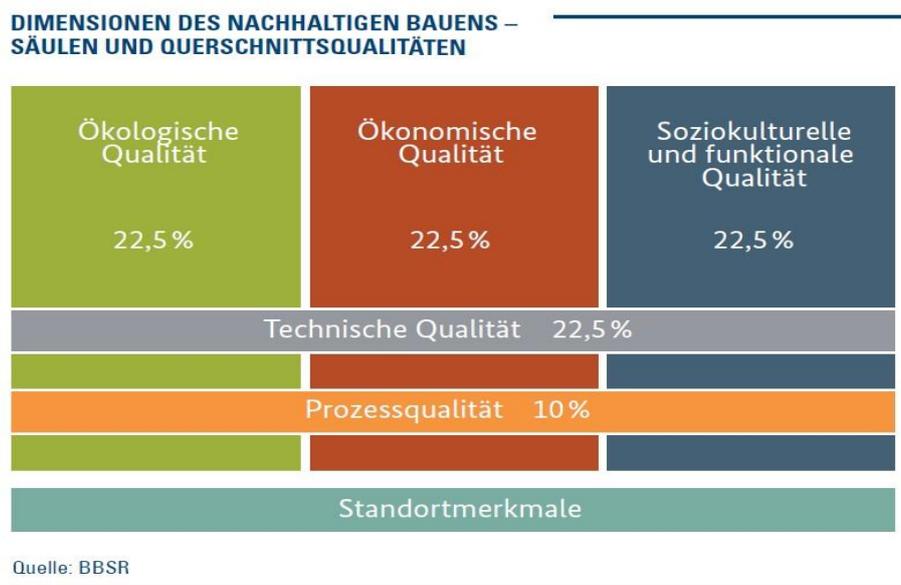


Abbildung 1 Dimensionen und Gewichtung der Nachhaltigkeitsbewertung im BNB-System.

Quelle: BBSR

### 3.2 Zukunftsthemen des Nachhaltigen Bauens

Im Bauprozess geht es um mehr als nur um die Konstruktion von Gebäuden. Es handelt sich um einen ganzheitlichen Prozess, der Planung, Nutzung, Umsetzung und Verwertung umfasst [1 S. 14]. Eine Bauweise gilt dann als nachhaltig, wenn der gesamte Lebenszyklus eines Gebäudes berücksichtigt wird – nicht nur dessen Fertigstellung [1 S. 14].

Modelle mit rekursiven Prinzipien, die auf einen geschlossenen Kreislauf abzielen, gewinnen zunehmend an Bedeutung [1 S. 14]. Nachhaltigkeit erfordert eine Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes – von der Planung bis zum Rückbau. Das Ergebnis solcher Untersuchungen sind nachhaltige Lösungsansätze für zukünftige Anpassungs- und Verwertungsstrategien [1 S. 14].

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Das Bauen von Morgen“, durchgeführt vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, wurde eine umfassende Analyse der Bauwelt vorgenommen [1 S. 14]. Unter Einbindung externer Fachleute wurden sieben zentrale Zukunftsthemen identifiziert, die für die Entwicklung der Bauwelt bis zum Jahr 2050 besonders relevant sind [1 S. 14]. Diese Themen umfassen:

### **Baukultur**

Die gesellschaftlichen Strukturen und Werte einer Epoche finden in der gebauten Umwelt ihren Niederschlag [1 S. 26]. Sie verkörpert politische Systeme, Weltanschauungen, Lebensstile und wirtschaftliche Rahmenbedingungen [1 S. 26]. Die baukulturellen Diskurse bestimmen die architektonische Entwicklung von Konzepten und das wird sich auch in der Zukunft nicht ändern [1 S. 26]. Die wesentlichen baukulturellen Fragestellungen betreffen die Ausgestaltung des städtischen Miteinanders und die Beziehung zwischen Stadt und Land. Besondere Aufmerksamkeit hat der achtsame und wertschätzende Umgang mit dem baulichen Bestand, als Teil der Baukultur. In dieser Hinsicht sollen neue Gebäude in Zukunft verstärkt als Ausdruck der Baukultur verstanden werden [1 S.26].

### **Partizipation**

Der Bauprozess umfasst nicht nur die Errichtung, sondern auch die langfristige Nutzung durch unterschiedliche Akteure. In diesen Phasen sind viele Beteiligte involviert. Ein Einfluss auf die Qualität der gebauten Umwelt hat der Austausch zwischen der Bauwelt, anderen Wirtschaftszweigen und zivilgesellschaftlichen Akteuren [1 S. 26]. Die Zusammenführung dieser Abläufe spielt eine wichtige Rolle. In dicht besiedelten Städten, wo verfügbare Flächen rar sind, herrscht ein starkes zivilgesellschaftliches Interesse an Planung- und Bauvorhaben. Bund, Länder, Kommunen und große Unternehmen haben verschiedene Ansätze entwickelt, um betroffene Gruppen aktiv in die Entscheidungsprozesse einzubeziehen [1 S. 26]. Diese Einbeziehung sorgt dafür, dass nachhaltige und sozial akzeptierte Lösungen für die zukünftige Stadt- und Raumgestaltung entwickelt werden [1 S. 26].

### **Resilienz**

Die Zukunftsfähigkeit wird maßgeblich über die Adaptivität und Resilienz der gebauten Umwelt bestimmt [1 S. 26]. Die zentrale Herausforderung ist dabei die nachhaltige Weiterentwicklung der bestehenden Strukturen. Der Grund dafür liegt daran, dass der Großteil des Gebäudebestands im Jahr 2050 bereits heute existiert [1 S. 26].

Die durchschnittliche wirtschaftliche Nutzungsdauer von neu errichteten Wohngebäuden liegt bei 30 bis 60 Jahre [1 S. 26]. Bei Büro- und Handelsgebäude beträgt sie von 30 bis 60 Jahren [1 S. 26]. Das Ziel ist es diese Zeiträume langfristig auszuweiten [1 S. 26]. Dafür müssen

bestehende Gebäude so konzipiert werden, dass sie sich flexibel an zukünftige Nutzungsanforderungen anpassen lassen. Die Lösung besteht in einer intelligenten Planung und eine ressourcenschonende Umgestaltung bestehender Strukturen [1 S. 26].

### **Klimaneutralität**

Es gibt keinen Bereich des Lebens, der nicht direkt oder indirekt vom Klimawandel betroffen ist. Etwa 39 % der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen gehen auf den Gebäudesektor und das Bauwesen zurück [1 S. 26 f.]. Wissenschaftler empfehlen deshalb den Temperaturanstieg auf unter 1,5° C zu begrenzen [1 S. 26 f.]. Realisierbar ist dies nur, wenn die Treibhausgasemissionen im gesamten bausektoralen Wertschöpfungsprozess reduziert werden [1 S. 26 ff.].

Bauen ist nicht mehr nur Bauen, sondern es soll auch aktiv zur Dekarbonisierung beitragen. Dies verlangt zum einen, dass der vorhandene Gebäudebestand verantwortungsbewusst erhalten und effizient genutzt wird. Emissionsarme, ganzheitlich bilanzierte Strategien für Sanierung, Neubau und Gebäudebetrieb sind andererseits unerlässlich, um die ökologischen Auswirkungen des Bauwesens langfristig zu reduzieren [1 S. 26 ff.].

### **Zirkularität**

Der demografische Wandel stellt eine der zentralen gesellschaftlichen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts dar. In vielen Industrienationen führt eine alternde Bevölkerung zu einer veränderten Nachfrage nach Infrastruktur, Wohnraum und Dienstleistungen [1 S. 27]. Gleichzeitig sinkt in diesen Gesellschaften oftmals die Erwerbsbevölkerung, was langfristig Auswirkungen auf Produktivität, Innovationskraft und wirtschaftliches Wachstum hat [1 S. 27]. In Schwellen- und Entwicklungsländern hingegen stehen Bevölkerungswachstum und Urbanisierung im Vordergrund, was zu einem erhöhten Bedarf an Ressourcen und zu wachsendem Druck auf natürliche Ökosysteme führt [1 S. 27]. Vor dem Hintergrund dieser globalen demografischen Entwicklungen ist ein Umdenken in der Art und Weise notwendig, wie wirtschaftliche Wertschöpfung organisiert wird. Die Circular Economy (zirkuläre Wirtschaft) bietet einen konzeptionellen Rahmen zur Entwicklung resilienter und nachhaltiger Wertschöpfungsmodelle [1 S. 27]. Durch die Schließung von Stoffkreisläufen sollen Materialien, Produkte und Ressourcen möglichst lange im Nutzungskreislauf verbleiben und dabei ihren wirtschaftlichen Wert erhalten [1 S. 27]. Dies ermöglicht es, Ressourcenverbrauch und Umweltauswirkungen signifikant zu reduzieren und gleichzeitig eine anpassungsfähige Wirtschaftsweise zu fördern, die demografische Veränderungen berücksichtigt.

Insbesondere im Bausektor bedeutet dies, dass Bauprodukte sowie gebäuderelevante Systeme so konzipiert und gefertigt werden müssen, dass sie nach ihrer ursprünglichen Nutzung

rückgebaut, wiederverwendet, aufgewertet oder für andere Zwecke genutzt werden können [1 S. 27]. Die daraus resultierende zirkuläre Wertschöpfung reduziert nicht nur Treibhausgasemissionen, sondern auch die Notwendigkeit, neue Primärrohstoffe aus der Umwelt zu entnehmen, und schafft damit langfristige ökologische und ökonomische Vorteile – auch im Hinblick auf die Anforderungen einer sich wandelnden Bevölkerungsstruktur [1 S. 27].

### **Konnektivität**

Das Internet schafft neue Möglichkeiten. Die Vernetzung durch das Internet in der Bauindustrie und die fortschreitende Digitalisierung erlauben innovative Konzepte für die Planung. Ein vernetzter Bausektor und intelligente Gebäude können adaptiv auf sich ändernde Umweltbedingungen reagieren [1 S. 27]. Voraussetzung dafür ist eine interdisziplinäre Kooperation innerhalb der Branche, die auch über bisherige fachliche Abgrenzungen hinausgeht [1 S. 27]. Einzelgebäude sollten weniger isoliert betrachtet und zunehmend als Teil einer größeren städtebaulichen Einheit – etwa eines Quartiers oder einer gesamten Stadt – verstanden werden [1 S. 27]. Mit diesem systemischen Ansatz können nachhaltige Strategien zur Bewältigung des Klimawandels entwickelt und ressourcenschonende Lösungen für die Zukunft entworfen werden [1 S. 27].

### **Automatisierung**

Automatisierte Prozesse sind entscheidend. Das Bauwesen der Zukunft könnte dadurch erheblich verändert werden [1 S. 27]. Die Interaktion zwischen Mensch und Maschine rückt dabei zunehmend in den Fokus [1 S. 27]. Besonders relevant ist die Berücksichtigung der Präfabrikation und Modularisierung im Kontext der gesamten Wertschöpfungskette eines Gebäudes [1 S. 27]. Planungs- und Produktionsprozesse können durch das Internet der Dinge (IoT) intelligent organisiert werden, was zu einer Steigerung der Produktivität und einer Reduzierung von Zeit- und Kostenaufwand führt [1]. Die Automatisierung bringt jedoch auch neue Anforderungen für Berufsfelder innerhalb der Bauindustrie mit sich. Intelligente, vernetzte Systeme werden – über den Einsatz in der Fertigungstechnik hinaus – zunehmend für den Betrieb und die Nutzung von Gebäuden relevant.

Aus diesem Grund sollten Gebäude und Räume so gestaltet werden, dass sie langfristig den Bewegungsmustern und Bedürfnissen technologieorientierter Nutzergruppen entsprechen [1 S. 27]. Dadurch erhält auch der Brandschutz eine neue Dimension [1]. Um den Schutz von Menschen, Umwelt und Infrastruktur sicherzustellen, müssen die Sicherheitsanforderungen an die veränderten Nutzungsbedingungen und technischen Gegebenheiten angepasst werden [1]. Im nachfolgenden Abschnitt werden die grundlegenden Definitionen und Prinzipien des

Brandschutzes erklärt, die als Grundlage für nachhaltige und zukunftsorientierte Baukonzepte fungieren.

### 3.3 Prinzipien des Brandschutzes als Grundlage für nachhaltige Baukonzepte

Für Werner gilt der bautechnische Brandschutz zunehmend sowohl als eigenständige Disziplin des Bauwesens als auch als Teilbereich der Bauphysik [8 S. 8]. Die Bauphysik ist jedoch nur eine der naturwissenschaftlichen Grundlagen der Baukonstruktionslehre [8]. Dabei werden Eigenschaften von Bauteilen und Bauwerken in Bezug auf Wärme-, Feuchte- und Schallschutz studiert [8 S. 8]. Sollten Mängel in der Bauausführung im Rahmen der traditionellen bauphysikalischen Disziplinen, wie Wärme-, Feuchte- oder Schallschutz auftreten, lassen sich er der Regel schnell erkennen. Feuchteschäden durch Tauwasserbildung oder Luftströmungen innerhalb der Bauteile sind in der Regel schnell sichtbar [8 S. 8].

Bei einem Defizit im Wärmeschutz eines Gebäudes treten Probleme wie Feuchtigkeit und Schimmel auf. Noch auffälliger ist jedoch der erhöhte Energieverbrauch [8 S. 8].

Fehler im Bereich des Schallschutzes hingegen führen oftmals zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen. Im bautechnischen Brandschutz zeigen sich die Folgen von Mängeln jedoch meist erst nach einem Brandereignis. Schwachstellen in diesen Bereichen sind deshalb besonders kritisch [8 S. 8].

Lange hat sich auch mit den brandschutztechnischen Anforderungen intensiv auseinandergesetzt und komprimierte sie auf vier zentrale Aspekte [9 S. 6]. Er betonte, dass ein Gebäude so geplant und umgesetzt werden muss, dass:

- die Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Gebäudes wirksam begrenzt wird,
- eine Übertragung des Brandes auf benachbarte Gebäude verhindert wird,
- die Selbstrettung der Nutzer sowie deren Rettung durch externe Maßnahmen möglich ist,
- und die Sicherheit der Einsatzkräfte bei Rettungs- und Löscharbeiten ausreichend berücksichtigt wird.

Diese Anforderungen bilden die Grundlage für den bautechnischen Brandschutz und dienen der ganzheitlichen Gefahrenabwehr im Brandfall [9].

### 3.3.1 Brandlehre

Die DIN 14011 definiert einen Brand als eine nicht bestimmungsgemäße Verbrennung, die sich unkontrolliert ausbreiten kann. Nach der Definition von Sachversicherern handelt es sich bei einem Brand um ein Feuer, das entweder nicht aus einer vorgesehenen Quelle entstanden ist oder diese verlassen hat und eigenständig weiterwächst [10 S. 17]. Ein anderer Begriff für ein solches Feuer ist „*Schadenfeuer*“ [10 S.17].

Der Verbrennungsprozess, bei dem Licht und zerstörerische Wärme als Nebenprodukte freigesetzt werden, ist ein Feuer. In der Chemie wird dieser Vorgang als Oxidation bezeichnet. Die Bestandteile des Brennstoffs reagieren bei der Verbrennung mit Sauerstoffverbindungen [10, S. 17]. Sauerstoff fungiert hierbei als Oxidationsmittel. Als Rückstand verbleibt die Asche – der nicht oxidierte Anteil des Brennstoffs [10, S. 17]. Diese Bestandteile können sich weiter zersetzen oder verdampfen [10 S.17].

Die Brandentstehung beginnt unmittelbar nach der Entzündung. Diese Phase, auch als Entstehungsbrand bezeichnet, ist durch die Ausbreitung der Flammen in einem begrenzten Areal gekennzeichnet. Die Wärmentwicklung nimmt dabei kontinuierlich zu und hängt in ihrer Intensität und Geschwindigkeit von der Art und Menge der vorhandenen brennbaren Materialien ab [10 S. 21].

Die steigende Temperatur beeinflusst thermisch weitere Materialien im Brandraum. Es werden anschließend Gase freigesetzt [10]. Diese Gase können ab einer bestimmten Konzentration kritisch werden, da es zu einer abrupten Entflammung kommen kann [10 S. 21]. Der Feuerübersprung oder Flashover ist der Moment, in dem die Temperatur binnen kurzer Zeit um mehrere Kelvin (K) steigt und so gut wie alle brennbaren Materialien im Raum gleichzeitig Feuer fangen [10 S. 21].

Ein weiteres relevantes Phänomen ist die Rückzündung, auch als Backdraft bezeichnet. Diese tritt auf, wenn der Feuerübersprung zwar erfolgt ist, das Feuer jedoch aufgrund unzureichender Sauerstoffzufuhr zunächst zum Stillstand kommt [10 S. 21]. In solchen Fällen kann es vorkommen, dass das Feuer weiter schwelt, bis durch äußere Einwirkungen – etwa das Öffnen von Türen oder das Bersten von Fensterscheiben – plötzlich Sauerstoff einströmt [10 S. 21]. Die daraus resultierende explosionsartige Rückzündung kann mehrere Stunden nach der eigentlichen Brandentstehung auftreten, selbst wenn das Feuer bereits weitgehend erloschen war und sich nur noch Glutreste im Raum befinden [10 S. 21]. Wie in Abbildung 2 dargestellt, gelangt das Feuer nach dem Flashover in die Phase des voll entwickelten Brandes. Diese Phase ist dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur kontinuierlich ansteigt, bis das gesamte

Brandgut im Wesentlichen aufgebraucht ist. Als Folge dieser Phase kommt die Abkühlphase. In dieser Phase fällt die Temperatur schrittweise wieder zurück.

Um die Entstehung und Ausbreitung von Bränden zu verstehen sind Zündungsprozesse entscheidend, da sie den Beginn des Brandgeschehens markieren. Es sind aber unterschiedliche physikalische und chemische Faktoren, die darauf einen Einfluss haben. Der folgende Abschnitt beschäftigt sich damit.

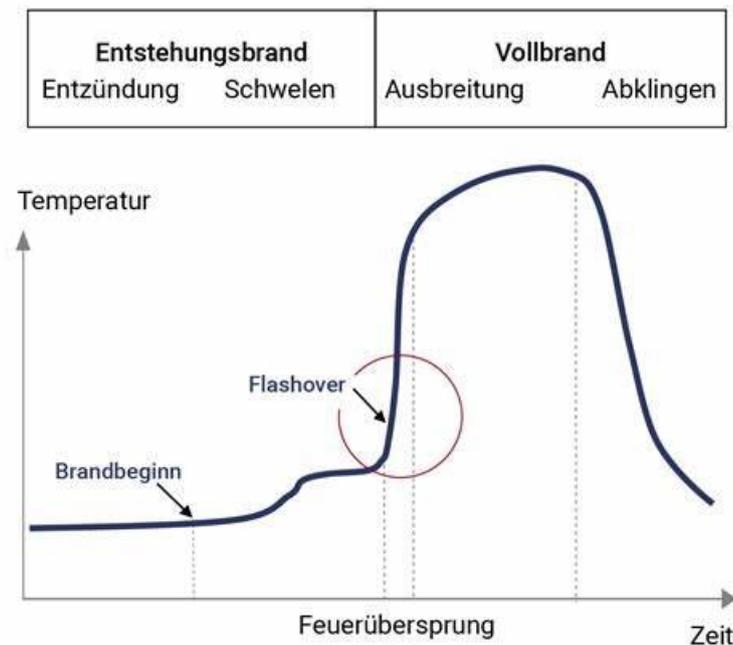


Abbildung 2 Vier Phasen eines Brandes: Entzündung, Schwelbrand, Ausbreitung, Abklingen.

Quelle : <https://mit-sicherheit-eps.de/brand-sicherheit-eps>

### 3.3.2 Zündung

Eine Bedingung dafür, dass ein Feuer entsteht, ist die Zündenergie. Diese notwendige Energie fehlt, wenn der erforderliche Anstoß - die sogenannte Aktivierungsenergie - nicht gegeben ist [10 S. 17 f.]. Wenn die Mindestzündenergie einer vorhandenen Zündquelle übertroffen wird, erfolgt die Zündung. Die Mindestzündenergie ist die Energiemenge, die notwendig ist, um einen brennbaren Stoff gerade noch zu entzünden [10 S. 17 f.]. Neben der Zündenergie sind zwei weitere Komponenten für die Entstehung eines Feuers essenziell: der brennbare Stoff und der Sauerstoff. Diese drei Einflussgrößen müssen in einer bestimmten Wechselwirkung

zueinanderstehen, damit eine Flamme bzw. ein Feuer entstehen kann. Abbildung 3 veranschaulicht dieses Zusammenwirken in Form der zugrunde liegenden Formel:

**Sauerstoff + Wärme + brennbarer Stoff + Zündenergie = Feuer**

Entscheidend für den Brandverlauf ist die Balance dieser Einflussgrößen. Das Entfernen oder Reduzieren einer dieser Komponenten führt zur Unterbrechung oder Verhinderung eines Brandes [10 S. 17 f.]. Entfernt man eine der Komponenten, kommt es nicht mehr zu einer Entzündung [10 S. 17 f.]. Auch die Menge der beteiligten Komponenten hat ihren Einfluss auf die Entstehung der Zündung. Es gibt die Faustregel: Je größer die Oberfläche eines Materials ist, die mit Sauerstoff in Kontakt kommt, desto einfacher ist es für dieses, zu brennen [10 S. 17 f.]. Als Beispiel kann Holz dienen [10 S. 17 f.]: Ein einzelnes Streichholz entzündet kaum einen massiven Holzblock, während Holzspäne aufgrund ihrer größeren Oberfläche wesentlich leichter Feuer fangen.

Metall verhält sich ähnlich: Ein massiver Metallblock gilt als nahezu nicht entflammbar, während feine Stahlwolle bereits durch Funken in Brand geraten kann [10 S. 17 f.].

Ein weiterer relevanter Aspekt der Entzündung ist der sogenannte Flammpunkt. Darunter versteht man die niedrigste Temperatur, bei der ein Stoff genügend Dämpfe abgibt, um sich diese an einer Zündquelle entzünden zu können [10 S. 17 f.]. Der folgende Abschnitt erklärt genau dieses Phänomen

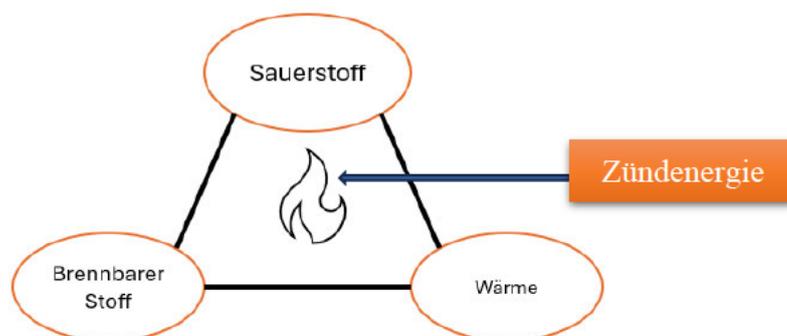


Abbildung 3 *Feuerdreieck- Voraussetzungen für die Entstehung eines Feuers: brennbarer Stoff, Sauerstoff, Wärme und Zündenergie.*

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf [10]

### 3.3.3 Zündtemperatur und Zündverzug

Battran verweist in seinem Buch auf die Definition der Zündtemperatur gemäß DIN 51794:2003-05. Die Norm besagt, dass die Zündtemperatur die niedrigste Temperatur einer erhitzten Wand ist, bei der sich unter genormten Versuchsbedingungen, die am leichtesten

entzündbare explosionsfähige Atmosphäre gerade noch mit Flammenbildung entzündet [10 S.20]. Diese Definition setzt eine explosionsfähige Atmosphäre voraus. Der Zündpunkt bzw. Zündtemperatur benötigt keine Flamme oder extern Zündquelle, damit sich die brennbare Substanz oder deren Dämpfe sich in Anwesenheit von Sauerstoff selbst entzünden [10 S. 20]. Ein weiterer bedeutender Aspekt ist der Zündverzug. Er ist der Zeitraum zwischen dem Erreichen einer festgelegten Temperatur und dem Sichtbarwerden einer Flammreaktion [10 S. 20]. Die Zündverzugszeit hängt von chemischen und physikalischen Eigenschaften des Stoffes ab. Sie kann von wenigen Sekundenbruchteilen bis zu mehreren Minuten variieren [10 S. 20]. Die Eigenschaften der Materialien beeinflussen nicht nur die Zündung, sondern auch die Anforderung an vorbeugenden und abwehrenden Brandschutz. Es gibt Vorschriften und Sicherheitsstandards, um Bände zu vermeiden und ihre Folgen zu reduzieren. Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick darüber.

### 3.4 Allgemeiner Einblick in den Brandschutz: Aufbau, Normen und Vorschriften

Einzelmaßnahmen können nicht für den Brandschutz ausreichend sein. Es ist vielmehr ein Zusammenwirken einer größeren Anzahl von Maßnahmen, die sich gegenseitig ergänzen und unterstützen [8]. Brandschutz lässt sich in 3 Disziplinen aufteilen. Zum einen der vorbeugende Brandschutz. Diese Disziplin umfasst sowohl bauliche Maßnahmen als auch brandschutztechnische Ausstattungen [8]. Zweiter Bestandteil ist der betriebliche Brandschutz, der sich auf organisatorische Maßnahmen für Bewohner, Nutzer und Besucher der Gebäude konzentriert [8]. Die dritte Disziplin, der abwehrende Brandschutz, dient primär der aktiven Bekämpfung eines Brandes [8]. In der Brandschutzkette sind die einzelnen Maßnahmen miteinander verknüpft. Sie reicht von der Vermeidung von Bränden und deren frühzeitiger Entdeckung über die Meldung eines Brandes, die Rettung von Personen sowie erste Löschmaßnahmen mit Handlöschgeräten bis hin zum Einsatz der Feuerwehr [8]. Für die Feuerwehr soll der Entwurfsverfasser bereits in einem frühen Planungsstadium Aufstellflächen vorsehen. Bereits im frühen Planungsstadium sollten durch den Entwurfsverfasser geeignete Aufstellflächen für die Feuerwehr vorgesehen werden. Ebenso muss bereits die Wasserversorgung zu Beginn eines Projekts gesichert sein. Alle Teilbereiche des Brandschutzes sind eng miteinander verzahnt.

### 3.4.1 Projektierungsarbeit im Bauwesen mit Bezug auf bautechnischen Brandschutz

Beim Planen eines Bauwerks wird immer das Ziel verfolgt, für dessen dauerhaften und sicheren Bestand zu sorgen. Als Lösung werden etablierte ingenieurwissenschaftliche Methoden gewählt. Die beinhalten, aber komplexe bauphysikalische Probleme aufgrund der steigenden Anforderungen an den Wärmeschutz (siehe Abschnitt 3.3 Prinzipien des Brandschutzes als Grundlage für nachhaltige Baukonzepte), die Nachhaltigkeit des Bauens und den Schutz der Nutzer. Um die Lösungen mit den Anforderungen zu vereinbaren, müssen die folgenden Aspekte bereits in einer frühen Planungsphase geklärt werden [8 S. 17 f.]:

- Erste Projektierungsphase: Standort- und Versorgungsanalyse

Die Lage, Zugänglichkeit und Versorgung sollten im frühen Stadium der Planung festgelegt werden. Weitere Faktoren, die aber auch für die spätere Sicherheitsbewertung und brandschutztechnische Maßnahmen entscheidend sind, werden wie folgt aufgelistet [8 S. 17 f.]:

- Grundfläche des Gebäudes
- Nummer der Stockwerke
- mindestens einzuhaltende Abstände zu angrenzenden Bauwerken
- Erreichbarkeit für Rettungsdienste und Feuerwehrezufahrt
- Bereitstellung von Stellplätzen für die Feuerwehr
- Bereitstellung von Energie (Wasser, Gas, Strom etc.)
- Versorgung mit Wasser und Löschwasser
- Erstellung von Entwurfs- und Baugesuchen

Die weiterführende Planung umfasst die detaillierte Ausarbeitung des Gebäudekonzepts, das insbesondere folgende Aspekte im Hinblick auf den Brandschutz berücksichtigen muss:

- Tragwerk-Design und Bauelemente mit statischer Berechnung
- Errichtung von Brandabschnitten
- Konzeptionierung und Festlegung von Fluchtwegen
- Gestaltung von Flächen für Rauch- und Wärmeabzug sowie Öffnungen für Zuluft
- Einbindung von Brandschutzsystemen und Löschanlagen
- Detailplanung: Ausarbeitung brandschutzrelevanter Bauelemente

Die nächste Ausführungsplanung ist für die Umsetzung der brandschutztechnischen Anforderungen hinsichtlich der Gebäudestruktur und technischen Einrichtungen [8 S. 17 f.]:

- Auswahl der Materialien und Maße der Bauteile
- Feuerschutzabschlüsse sowie Abschottungen
- Details für Geschossdecken, Unterdecken und Dachkonstruktionen
- Design von Fassadenkonstruktionen und Innenverglasungen
- Planung und Einbindung von Lüftungsanlagen sowie Steuerzentralen
- Gebrauch selbsttätiger Löschanlagen
- Dimensionierung und Anordnung von Anlagen zum Abzug von Rauch und Wärme

Ein hohes Sicherheitsniveau im bautechnischen Brandschutz kann erreicht werden, wenn diese Faktoren bereits in der Planungs- und Entwurfsphase systematisch berücksichtigt werden [8].

### 3.4.2 Entwicklung und aktuelle Fassung der Musterbauordnung (MBO)

Die Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister der Länder (ARGEBAU) begründete im Jahr 1955 die Musterbauordnung (MBO). Sie gilt als gemeinsame Grundlage für die Bauordnungen der Bundesländer. Ihr Ziel war ursprünglich die Landesbauordnungen (LBO) einheitlich zu strukturieren und textlich aufeinander abzustimmen. Vier Jahre später im Jahr 1959 erschien die erste Version. Bis zum heutigen Jahr wurde die MBO mehrfach angepasst [8 S. 19 f.].

Im Jahr 1997 waren bereits zahlreiche Abweichungen von den Landesbauordnungen festzustellen,- sowohl materieller als auch verfahrensrechtlicher Art. Eine grundlegende Revision war erforderlich, die schließlich zur aktuellen Version der MBO vom November 2022 führte. Seither erfolgt eine schrittweise Anpassung der Bauordnungen der Bundesländer [8 S. 19 f.]. Die strukturellen Anpassungen, die im Rahmen der Überarbeitung der MBO vorgenommen wurden, beinhalten:

- Auf redundant Regelungen verzichten, die schon durch andere Rechtsgebiete abgedeckt sind
- Konzentrierung auf elementare Sachverhalte, um den Ländern mehr Freiraum für Ergänzungen und Vereinfachungen im Genehmigungsprozess zu geben [8 S. 19 f.].

Um Gebäude zu klassifizieren, werden Gebäudeklassen eingeführt. Die Zuordnung zu einer Gebäudeklasse hängt nicht nur von der Höhe der obersten Fußbodenebene über der Geländeoberkante ab (0 bis 7 m, bis 13 m und bis 22 m), sondern auch von der Flächenbegrenzung der Nutzungseinheiten. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Zuordnungskriterien. Im folgenden Absatz werden die Begriffe aus dieser Tabelle näher erläutert.

## **Freistehende Gebäude**

Ein Gebäude gilt als freistehend, wenn es baurechtlich nicht an ein anderes Gebäude angebaut werden kann oder darf [10 S. 35]. Dies kann beispielsweise durch gemeindliche Satzungen geregelt sein. In der Regel müssen bei freistehenden Gebäuden die gemäß § 6 MBO geforderten Abstandsflächen zu benachbarten Bauwerken eingehalten werden.

## **Gebäudehöhe**

Die maßgebliche Gebäudehöhe wird als vertikale Distanz zwischen der Oberkante des Fußbodens des höchstgelegenen Geschosses mit Aufenthaltsräumen und der mittleren Geländeoberfläche definiert [10 S. 35]. Diese Berechnungsweise ist in § 2 Absatz 3 Satz 2 MBO geregelt und dient der einheitlichen Erfassung der Gebäudehöhe in planungsrechtlichen und bauordnungsrechtlichen Verfahren.

## **Nutzungseinheit (NE)**

Der Begriff Nutzungseinheit (NE) ist in den LBO nicht einheitlich definiert [10 S. 36]. Für einen Überblick über die LBO eignet sich der Abschnitt 3.4.3 Landesbauordnung. Einige Bundesländer verwenden eigene Begrifflichkeiten und Definitionen, wodurch eine klare und bundesweit gültige Abgrenzung erschwert wird. Zur Orientierung kann jedoch § 33 Absatz 1 der MBO herangezogen werden [10 S. 36]. Dort werden beispielhaft verschiedene Arten von Nutzungseinheiten aufgeführt, wie etwa Wohnungen, Praxen oder selbstständige Betriebsstätten. Letztere gelten als eigenständige funktionale Einheiten und erfordern in der Regel ein eigenes Rettungswegkonzept. Darüber hinaus dürfen angrenzende Nutzungseinheiten nur unter bestimmten Voraussetzungen gemeinsam genutzt werden.

## **Größe der Nutzungseinheit (NE)**

Gemäß § 2 Absatz 3 Satz 3 MBO umfassen die „<sup>3</sup>Die Grundflächen der Nutzungseinheiten im Sinne dieses Gesetzes sind die Brutto-Grundflächen; bei der Berechnung der Brutto-Grundflächen nach Satz 1 bleiben Flächen in Kellergeschossen außer Betracht“. Unter Brutto-Grundfläche wird die Summe aller Grundflächen der jeweiligen Nutzungseinheit verstanden, wobei die Gebäudekonstruktion – etwa Wände und Stützen – in die Berechnung einbezogen wird. Für eine präzise Definition und Berechnungsgrundlage dient die DIN 277-1:2016-01 „Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen – Teil 1: Hochbau“.

Somit ist die Musterbauordnung praxisnah zu verstehen und die Bundesländer verfügen über Flexibilität bei der Umsetzung in ihren eigenen Bauvorschriften [8 S. 19 f.].

Tabelle 1 *Einteilung der Gebäudeklassen nach § 2 Abs. 3 MBO. Quelle: [10 S.35]*

GK	Lage	Höhe	NE	Größe der NE
5	-	-	-	-
4	-	Bis 13 m	-	400 m <sup>2</sup> je NE
3	-	Bis 7 m	-	-
2	-	Bis 7 m	2 NE	Summe 400 m <sup>2</sup>
1	Freistehend	Bis 7 m	2 NE	Summe 400 m <sup>2</sup>
	Freistehende land- und fortwirtschaftlich genutzte Gebäude			

Nach der Musterbauordnung (MBO) sind leicht entflammbare Baustoffe (B3 nach DIN 4102-1 bzw. Klasse F nach DIN EN 13501-1) für den Einsatz in Gebäuden nicht erlaubt [9 S. 106 f.]. Die DIN 4102-1 klassifiziert Baustoffe in zwei Hauptkategorien [9 S.106 f.]:

Nichtbrennbare Materialien (Klasse A)

- A1: Baustoffe, die ausschließlich aus Materialien bestehen, die nicht brennbar sind, wie Sand, Lehm, Kies, Ton, Zement, Glas oder Erde.
- A2: Baustoffe, die nicht brennbar sind, aber geringe Mengen brennbarer Bestandteile aufweisen, wie etwa Gipskartonplatten.

Und Baustoffe der Klasse B, die Feuer fangen können

- B1: Baustoffe mit schwerer Entflammbarkeit, wie etwa Holzwolle-Leichtbauplatten.
- B2: Normale, brennbare Baustoffe wie Holzwerkstoffe, deren Dicke über 2 mm liegt.
- B3: Leicht entzündbare Materialien, wie z. B. Papier, Stroh und Holzwolle.

Auf der europäischen Ebene erfolgt die Klassifizierung nach DIN EN 13501-1 in den Kategorien A1, A2, B, C, D, E und F. Zusätzlich werden weitere Kriterien berücksichtigt:

Rauchentwicklung: s1 (geringer Rauch), s2 (mittlerer Rauch), s3 (starker Rauch).

Brennendes Abtropfen oder Abfallen: d0 (kein Abtropfen), d1 (eingeschränktes Abtropfen), d2 (starkes Abtropfen). Für einen Überblick siehe Abbildung 4.

Eine Übereinstimmung zwischen DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1 gibt es zwar nicht aber sie können den bauaufsichtlichen Klassifizierungen gemäß der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) zugeordnet werden.

Bei der Klassifizierung handelt sich hierbei um: nichtbrennbar, schwer entflammbar, normal entflammbar und leicht entflammbar. Die Musterbauordnung kann also als grundlegendes Regelwerk für bauliche Anforderungen in Deutschland gesehen werden, während die konkrete Umsetzung durch die jeweiligen LBO der Bundesländer erfolgt [9 S. 106 f.]. Um regionalen

Besonderheiten gerecht zu werden, können spezifische Anpassungen und zusätzliche Vorgaben aufgenommen werden. Der folgende Abschnitt befasst sich mit den Landesbauordnungen im Allgemein.

**Zuordnung der bauaufsichtlichen Begriffsbestimmungen zum Brandverhalten von Baustoffen** zu den nationalen Klassen nach DIN 4102-1 und den europäischen Klassen nach DIN EN 13501-1: einschließlich lineare Rohrdämmstoffe und Bodenbeläge.

Mindestens geeignete Baustoffklassen nach DIN 4102-1 und weitere Merkmale für die Verwendung	Bauaufsichtliche Anforderungen, konkretisiert durch A 2.1.2 (MVV TB)	Mindestens geeignete Klassen nach DIN EN 13501-1		
		Bauprodukte, ausgenommen lineare Rohrdämmstoffe u. Bodenbeläge	lineare Rohrdämmstoffe	Bodenbeläge
A2	nichtbrennbar <sup>1, 2)</sup>	A2 – s1, d0 <sup>3)</sup> *	A2L – s1, d0 <sup>3)</sup>	A2fl – s1
B1 (begrenzte Rauchentwicklung) <sup>5)</sup>	schwerentflammbar <sup>2)</sup>	C – s2, d2 <sup>3)</sup>	C <sub>L</sub> – s2, d2 <sup>3)</sup>	C <sub>fl</sub> – s1
B1 (begrenzte Rauchentwicklung, kein brennendes Abtropfen/Abfallen)	schwerentflammbar <sup>2)</sup> <b>und</b> nicht brennend abfallend/abtropfend	C – s2, d0 <sup>3)</sup>	C <sub>L</sub> – s2, d0 <sup>3)</sup>	–
B1 (geringe Rauchentwicklung)	schwerentflammbar <sup>2)</sup> <b>und</b> geringe Rauchentwicklung	C – s1, d2 <sup>3)</sup> **	C <sub>L</sub> – s1, d2 <sup>3)</sup>	C <sub>fl</sub> – s1
B1 (geringe Rauchentwicklung, kein brennendes Abtropfen/Abfallen)	schwerentflammbar <sup>2)</sup> <b>und</b> nicht brennend abfallend/abtropfend <b>und</b> geringe Rauchentwicklung	C – s1, d0 <sup>3)</sup> **	C <sub>L</sub> – s1, d0 <sup>3)</sup>	–
B2 kein brennendes Abtropfen/Abfallen	normalentflammbar <b>und</b> nicht brennend abfallend/abtropfend	E	E <sub>L</sub>	–
B2	normalentflammbar	E – d2	E <sub>L</sub> – d2	E <sub>fl</sub>
B3	leichtentflammbar <sup>4)</sup>	F	–	–

1) soweit erforderlich zusätzlich Schmelzpunkt > 1000 °C

2) soweit erforderlich zusätzlich Rohdichte

3) Angabe Glimmverhalten gemäß MVV TB Anhang 4 Punkt 1.3 und soweit erforderlich Rohdichte

4) leichtentflammbare Baustoffe dürfen nicht verwendet werden. Dies gilt nicht, wenn sie in Verbindung mit anderen Baustoffen nicht leichtentflammbar sind.

5) Baustoffe mit Ausnahme von Bodenbelägen

\*, \*\* Siehe MVV TB Anhang 4 Tabelle 1.2

Abbildung 4 Zuordnung bauaufsichtlicher Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen gemäß DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1, inklusive spezieller Anforderungen an Rohrdämmstoffe und Bodenbeläge

Quelle: <https://www.feuertrutz.de/brandschutzklassen-nach-din-4102-und-en-13501-1-26072017>

### 3.4.3 Landesbauordnung

Grundlegende Anforderungen an bauliche Anlagen eines Bundeslandes werden von den LBO festgelegt. Sie bildet somit eine zentrale rechtliche Grundlage für das Bauwesen. Sie beinhaltet detaillierte Anforderungen an spezifischen Bauteilen, um sicherzustellen, dass brandschutztechnische Standards eingehalten werden [8 S. 20 f.]. Sie gehen also über allgemeine Prinzipien hinaus. Planer, die mit Aufgaben im Bereich Brandschutz betraut sind, benötigen die jeweiligen Landesbauordnungen als essenzielle Arbeitsgrundlage [8 S. 20 f.]. Diese legen sowohl die übergeordneten Sicherheitsziele als auch spezifische bauliche Maßnahmen zu deren Umsetzung fest [8].

Die LBO der Bundesländer basieren weitgehend auf der MBO. Trotz teilweise abweichender Regelungsinhalte zeigen sie im Wesentlichen eine einheitliche Gliederung. Die typischen Regelungsbereiche der LBOs lassen sich dabei wie folgt zusammenfassen [10 S. 35]:

- Allgemeine Festlegungen zu Anwendungsbereich, Grundsätzen und Geltungsbereich,
- Definition zentraler Begriffe zur einheitlichen Auslegung der Vorschriften,
- Darstellung und Konkretisierung von Schutzziele,
- Regelungen zur Lage des Bauvorhabens auf dem Grundstück sowie zur nachbarrechtlichen Einordnung,
- Anforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten,
- Vorschriften zur Ausdehnung, Lage und zum Schutz von Brandabschnitten,
- Anforderungen an die Lage und Gestaltung von Rettungswegen,
- Spezifische Anforderungen an bestimmte Räume und technische Anlagen,
- Vorgaben für am Bau beteiligte Personen sowie verwaltungstechnische Anforderungen,
- Ermächtigungen der zuständigen Behörden zum Erlass weiterführender Vorschriften.

Aufbauend auf der dargestellten Gliederung, die eine strukturierte Herangehensweise an bauordnungsrechtliche Anforderungen ermöglicht, folgt nun eine vertiefte Betrachtung zentraler baustofflicher Aspekte. Im Fokus steht dabei das Material Holz, dessen spezifische Eigenschaften im Hinblick auf die brandschutztechnische Bewertung eine besondere Relevanz besitzen.

### 3.5 Materialeigenschaften von Holz

Holz kommt in der Natur vor. Es ist aus verschiedenen Zelltypen mit Zellwänden und Zellhohlräumen zusammengesetzt [11 S. 101]. Diese zelluläre Struktur verleiht dem Holz nicht nur seine typischen mechanischen Eigenschaften, sondern hat auch einen wesentlichen Einfluss auf sein Verhalten im Brandfall [11 S. 101]. In Faserrichtung zeigt es eine hohe Druck- und Zugfestigkeit, während es quer zur Faser deutlich weniger belastbar ist [11 S. 101]. Aus diesem Grund sollte dieser Aspekt bei tragenden Holzbauten berücksichtigt werden. Besonders in Bezug auf die Feuerwiderstandsfähigkeit und die strukturelle Integrität im Brandfall muss dieser Aspekt ernst genommen werden.

Holz ist hygroskopisch, das heißt, es kann in hohem Maße Feuchtigkeit aus seiner Umgebung aufnehmen und wieder abgeben [11]. Der Wassergehalt von frischem Holz kann zwischen 45 % und 80 % seiner Masse betragen [11 S. 101]. Bei getrocknetem Holz liegt dieser Bereich zwischen 15 % und 20 % [11 S. 101]. Die Fähigkeit, Feuchtigkeit zu absorbieren, führt zu Volumenschwankungen, die Risse und Verformungen an Fugen hervorrufen können [11 S. 101]. Dieses Phänomen hat unmittelbare Auswirkungen auf den Brandschutz: Feuer und Rauch werden durch Fugen und Undichtigkeiten begünstigt. Feuchtes Holz ist zudem anfälliger für Insekten- und Pilzbefall, was langfristig zu strukturellen Schäden führen kann [11 S. 101].

Ein durchdachter konstruktiver Holzschutz ist entscheidend für die Dauerhaftigkeit und den brandschutztechnischen Erhalt der Tragfähigkeit von Holzbauteilen [11 S. 101]. Dies lässt sich durch trockene Einbaubedingungen, hinterlüftete Fassaden oder kapillARBrechende Details erreichen [11 S. 101]. Der Umstand, dass sich mit zunehmender Holzfeuchte die Tragfähigkeit verringert wird, sollte sowohl bei statischen Berechnungen als auch bei brandschutztechnischen Nachweisen berücksichtigt werden. Es ist empfehlenswert, das Holz vor der Montage auf technische Trockenheit zu prüfen, um potenzielle Risiken zu minimieren [11 S. 101].

Eine geeignete Methode stellt die technische Trocknung wie bei Bauschnittholz oder eine künstliche Trocknung unter kontrollierter Energiezufuhr und verkürzter Trocknungszeit dar. Diese Methode kommt insbesondere bei hochwertigen Vollholzprodukten und Bauteilen mit hohen Qualitätsanforderungen zum Einsatz [11 S. 101]. Sie ermöglicht eine deutliche Reduktion von Schwindverhalten, Rissbildung und Formveränderungen. Dadurch werden konstruktionsbedingte Risiken, die durch feuchtigkeitsbedingte Verformungen entstehen könnten, effektiv vermindert [11].

### 3.5.1 Holzart

In seiner botanischen Herkunft wird Holz in der Bauindustrie in Nadelholz und Laubholz eingeteilt [11 S. 102]. In Mitteleuropa finden die Nadelhölzer Fichte, Tanne, Kiefer und Lärche vorherrschend im Zimmerhandwerk Verwendung [11 S. 102]. Die Verarbeitungseigenschaften dieser Holzarten sowie die hohe Verfügbarkeit und das gute Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht zeichnen sie aus. Obwohl Laubhölzer wie Eiche oder Buche höhere Festigkeiten aufweisen, sind sie deutlich teurer und ihr Quell- und Schwindverhalten ist komplexer [11 S. 102]. Aus diesem Grund kommen sie im konstruktiven Holzbau nur selten zum Einsatz. Es kommen im Bauwesen hauptsächlich genormte Vollholzprodukte zum Einsatz, damit die festgelegten technischen Eigenschaften garantiert werden können. Hierzu gehören [11 S. 102]:

- Bauschnittholz (gemäß DIN 4074)
- Konstruktionsvollholz (KVH) – getrocknet und keilgezinkt
- Brettschichtholz (BSH) – aus mehreren lamellenverleimten Schichten Brettspertholz (z. B. Kreuz- oder Duobalken, auch MH-Natur)
- Profilbretter zur Verkleidung und für sichtbare Bauteile.

Für diese Produkte gelten hohe Qualitätsanforderungen, die u. a. auf relevanten nachfolgenden Standards basieren. Die Sortierung nach Tragfähigkeit wird in der DIN 4074 geregelt, während die Bemessung im Holzbau in der DIN 1052 und der DIN EN 1995 (Eurocode 5) standardisiert ist [11 S. 102]. Die Anforderungen an den Holzschutz werden durch die DIN 68 800 geregelt. Diese Anforderungen betreffen die Feuchtigkeits- und Brandbeanspruchung [11 S. 102].

Die statisch-konstruktive Leistungsfähigkeit sollte nicht allein die Entscheidung für das passende Holzprodukt sein. Es sollte jedoch auch das brandschutztechnische Verhalten des Bauteils berücksichtigt werden. Im Falle eines Brandes weist das Brettschichtholz aufgrund seiner gleichmäßigen lamellenförmigen Struktur ein kalkulierbares Abbrandverhalten auf. Es erfüllt – abhängig von der Dimensionierung – auch die Kriterien für feuerhemmende oder hochfeuerhemmende Konstruktionen [11 S. 102]. Um Fugen zu vermeiden, bietet Konstruktionsvollholz durch die technische Trocknung und kontrollierte Maßhaltigkeit Vorteile an [11 S. 102]. Diese Vorteile können der Brandausbreitung über verdeckte Hohlräume entgegenwirken [11 S. 102].

### 3.5.2 Brennbarkeit

Als nachwachsender Rohstoff ist Holz im Bauwesen ein Vorreiter. Viele Gründe sprechen für seinen Einsatz. Die ökologische Bilanz ist u. a. ein wesentlicher Faktor [12 S. 16]. Trotzdem

ist es bekanntlich ein brennbarer Baustoff. Mitstreiter-Alternativen wie Stahlbeton oder Mauerwerk gehören zu den nicht brennbaren Materialien. Es ist möglich, die Feuerwiderstandsdauer von Holz zu erhöhen. Neben der Dimensionierung ist die Bekleidung des Bauteils eine gängige Methode [12 S.16]. Tabelle 2 fasst zwei verschiedene Verkleidungsmöglichkeiten zusammen.

Der Abbrand ist ein entscheidendes Merkmal für das Brandverhalten von Holz. Feuer verursacht auf der Oberfläche des Bauteils (Holz) eine Holzkohleschicht [12 S. 16]. Diese verfügt über eine isolierende Wirkung und fungiert somit als natürlicher Schutzmantel [12 S. 16]. Die Wärmeeinwirkung auf den inneren Querschnitt des Bauteils wird durch diese Schicht verringert [12 S. 16]. Als Folge daraus verlangsamt sich die Zersetzung des Holzes. Die Hemmung der thermischen Durchdringung des Materials liegt in den geringen Wärmeleitfähigkeiten von Holz und Holzkohle begründet [12 S. 16].

Der Übergangsbereich zwischen der verkohlten und der noch tragfähigen Holzschicht wird als sogenannte Abbrandgrenze bezeichnet [12 S. 16]. Gemäß DIN EN 1995-1-2 (Eurocode 5, Teil 1-2) liegt diese Grenze bei einer Temperatur von etwa 300 °C. Sie markiert nicht den vollständigen Materialverlust, sondern kennzeichnet den Bereich, der äußerlich zwar noch nicht verkohlt erscheint, jedoch durch thermische Belastung bereits mechanisch geschwächt ist und statisch nicht mehr angesetzt werden darf.

Die gezielte Berücksichtigung dieser Abbrandvorgänge eröffnet neue planerische Möglichkeiten für den Einsatz von Holz auch in Gebäudeklassen mit erhöhten brandschutztechnischen Anforderungen. Durch entsprechende Vorbemessung und Beachtung der Verkohlungsrate lassen sich Bauteile so dimensionieren, dass sie die Anforderungen an gängige Feuerwiderstandsklassen wie REI 30, REI 60 oder sogar REI 90 erfüllen können [12].

Die Bezeichnung REI steht hierbei für:

- R (Résistance) – Tragfähigkeit,
- E (Étanchéité) – Raumabschluss,
- I (Isolation) – Wärmedämmung.

Die Zahl neben der REI gibt die Dauer in Minuten an, für die ein Bauteil diese Schutzeigenschaften im Brandfall aufrechterhalten muss. Im nächsten Abschnitt wird das Abbrandverhalten näher betrachtet.

Tabelle 2 *Übersicht der Schutzfunktionen zweier Bekleidungstypen.* Quelle: [12 S. 17]

<b>Beurteilungskriterium</b>	<b>brandschutztechnisch wirksame Bekleidung nach DIN EN 13 501-2 (Abk.: K<sub>2</sub>)</b>	<b>Schutzbekleidung nach DIN EN 1995 1-2 (Abk. t<sub>ch</sub>)</b>
Begrenzung der Temperatur (Erhöhung) hinter der Bekleidung	Temperaturerhöhung über Ausgangstemperatur <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Mittel um nicht mehr als 250 K</li> <li>• im Maximum um nicht mehr als 270 K</li> </ul>	als Grenztemperatur für t <sub>ch</sub> (Beginn des Abbrands) gelten 300 °C
Ausschluss von verbranntem oder verkohltem Material hinter der Bekleidung	auch im Bereich von Befestigungsmitteln und Fugen (visuelle Wertung nach dem Versuchsende)	nur in der Fläche (Fugen werden gesondert betrachtet, Befestigungsmittel bleiben unberücksichtigt)
Abfallen der Bekleidung	Ein Abfallen oder Zusammenbrechen (selbst von Teilen) ist unzulässig	Zeitpunkt bis zum Abfallen der Bekleidung mit dahinterliegendem reduziertem Abbrand durch t <sub>f</sub> charakterisiert

### **Kritische Reflexion**

Ein zentrales gestalterisches Element moderner Holzbauweisen ist die Sichtbarkeit des Baustoffs selbst – ein Anspruch, der insbesondere für Bauherren von großer Bedeutung ist. Sichtbares Holz soll Natürlichkeit und Nachhaltigkeit ausstrahlen und ist häufig Teil des architektonischen Gesamtkonzepts. Gleichzeitig entstehen dadurch erhebliche Herausforderungen im Bereich des Brandschutzes. Denn viele verfügbare Schutzsysteme, etwa Trockenbauverkleidungen oder chemische Beschichtungen, verändern den ästhetischen Eindruck des Holzes maßgeblich. Neitzel bestätigt diese Problematik im Interview:

Wenn ich 'n Holz baue, dann möchte ich das Holz auch sehen [...] Der Sichtbezug ist wichtig bei den meisten. Von daher ist das glaub ich nicht das Richtige, rein in die Bekleidung von Holzbau zu denken. (Anhang E, Z. 112-119)

Dieses Spannungsfeld zwischen gestalterischen und sicherheitstechnischen Anforderungen erfordert eine sorgfältige Abwägung bereits in der frühen Planungsphase.

### 3.5.3 Abbrandverhalten

Abbrandrate zählt zu den wichtigsten Größen bei der brandschutztechnischen Bemessung tragender Holzbauteile [12 S. 16]. Dieser Wert gibt an, wie schnell Holz bei Brandeinwirkung in Holzkohle umgewandelt wird. Abbildung 5 zeigt die Kurve des Abbrandes vom Holz in Abhängigkeit von der Zeit. Er ist somit entscheidend für die Ermittlung des Restquerschnitts eines Bauteils in Abhängigkeit von der Branddauer geht. Die DIN EN 1995-1-2 (Eurocode 5, Teil 1-2) definiert für Vollholz eine konstante Abbrandrate zwischen 0,65 mm/min und 0,8 mm/min, abhängig von der Holzart, dem Einbauszenario und der Beanspruchungsrichtung [12 S. 16]. Es entsteht ein lineares Modell, das den verbleibenden tragfähige Querschnitt über die festgelegte Brandbeanspruchungszeiten widerspiegelt. Dieses Modell wird bei gängigen Holzprodukten wie Brettschichtholz, Brettstapelholz und vielen Vollholzquerschnitten angewendet [12 S. 16].

Wie das Holz miteinander verklebt ist oder wie der Kleber ausgerichtet ist, hat einen erheblichen Einfluss auf die thermischen Eigenschaften [12 S. 16]. Brettsperrholz unterscheidet sich beispielweise von Brettschichtholz dadurch, dass es aus mehreren kreuzweise verleimten Schichten besteht. In diesem Fall verlaufen die Klebungen nicht parallel zur Abbrandrichtung [12 S. 16]. Als Folge darauf entwickelt sich die Kohleschichtbildung anders [12 S. 16] (Siehe Abbildung 6). Das konstante Abbrandmodell lässt sich nicht ohne weiteres anwenden. Die Flächenverklebung, die Dicke der Lamellen und deren Ausrichtung zur Brandeinwirkung beeinflussen die Schutzwirkung der äußeren Kohleschicht (Schutzschicht). Sollten bestimmte Voraussetzungen wie etwa eine unzureichende Verkohlungstiefe oder eine ungünstige Verklebung vorliegen, kann es dazu kommen, dass ganze Brettlagen abfallen [12 S. 16]. Dies hätte für unmittelbare Konsequenzen, da die darunterliegende Holzschicht plötzlich freiliegt [12 S. 16]. In der Folge würde die Abbrandrate abrupt ansteigen [12 S. 16]. Eine Holzkohleschicht mit einer Dicke von mindestens 25 mm kann in der Regel als ausreichend stabil angesehen werden, um ein vorzeitiges Abplatzen zu verhindern [12 S. 16]. Dieses Phänomen ist als Delamination bekannt [12 S. 16]. Besonders bei Brettsperrholzdecken mit horizontalen Lamellen ist dieser Effekt von Bedeutung. Die Schwerkraft fördert das Abfallen [12].

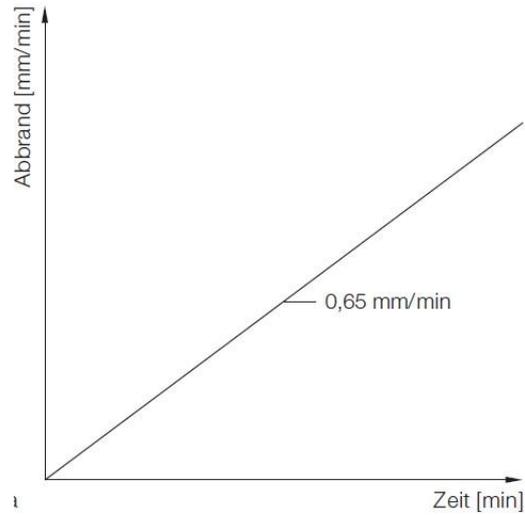


Abbildung 5 *Abbrand vom Holz in Abhängigkeit von der Zeit.*

Quelle: [12 S. 17]

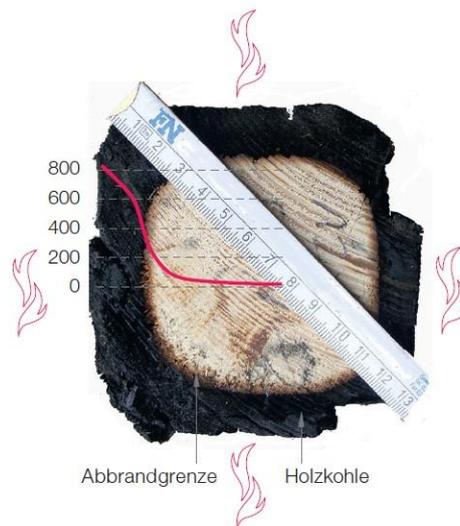


Abbildung 6 *Abkohlung vom Holz. Der Bereich, der keine Verkohlung mehr aufweist, aber braun verfärbt ist, wird als Abbrandgrenze definiert.*

Quelle: [12 S. 17]

## 4 Analyse der Landesbauordnung und Richtlinien Baden-Württemberg

Seit dem 5. März 2010 ist die Landesbauordnung Baden-Württemberg gültig [13]. In dieser Bauordnung sind die wesentlichen rechtlichen Rahmen für Bauvorhaben im Land gebildet. Nachhaltigkeit hat dort keine separaten Kapitel aber die dort enthaltenen Bestimmungen beziehen sich auf ökologische, ökonomische und soziale Aspekte des nachhaltigen Bauens [13].

### 4.1 Hinblick auf Nachhaltigkeit

Die Aspekte der Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nutzung erneuerbaren Energien finden in § 3 Abs. 2 LBO Erwähnung [13]. Dabei geht es um den Bau und die Änderung von baulichen Anlagen. Mit dieser Vorgabe wird aber auch auf das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg verwiesen. Dies stellt ein übergeordnetes gesetzliches Verhältnis zu den Zielen des nachhaltigen Bauens her. Die Begrünung von Flächen auf Grundstücken, die nicht genutzt werden, wird darüber hinaus im § 9 Abs. 1 LBO verlangt [13]. Selbstverständlich sollte dieses Vorhaben zumutbar und wirtschaftlich vernünftig realisierbar sein. Dies kann als städtebauliche Maßnahme zur Förderung ökologischer Nachhaltigkeit gedeutet werden [13]. Auffällig in der LBO ist die Abwesenheit von quantifizierbaren Anforderungen an die Klimabilanz von Baustoffen oder die graue Energie von Bauprozessen, jedoch ist ein Spielraum mit Möglichkeiten zur Umsetzung nachhaltiger Baukonzepte geschaffen worden. Die sogenannte graue Energie umfasst die gesamte Energiemenge, die indirekt für die Herstellung, den Transport, die Lagerung, den Verkauf, die Entsorgung und das Recycling eines Produkts oder Baustoffs aufgebracht wird – also nicht die Energie, die beim tatsächlichen Gebrauch entsteht (wie beim Heizen eines Gebäudes), sondern die versteckte Energie im Lebenszyklus eines Produkts. Dieser Spielraum existiert Dank der technologieoffenen Formulierungen und der Berücksichtigung energiebezogener Aspekte [13].

## 4.2 Hinblick auf Brandschutz

Ein eigenes, detailliertes Regelwerk widmet die LBO dem vorbeugenden Brandschutz, insbesondere in den §§ 15 sowie 26 bis 28 [13]. Nach § 15 Abs. 1 ist es erforderlich, dass bauliche Anlagen so gestaltet werden, dass Feuer und Rauch nicht entstehen und sich nicht ausbreiten können [13]. Es soll im Brandfall die Rettung von Menschen und Tieren sowie effektive Löscharbeiten möglich machen [13]. Die Regelung verlangt des Weiteren zwei voneinander unabhängige Rettungswege sowie die Ausstattung bestimmter Räume mit Rauchwarnmeldern [13]. Die Vorschriften zum Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen in § 26 LBO sind besonders wichtig für das nachhaltige Bauen, beispielsweise in Holz- oder Hybridbauweise. Generell ist die Verwendung von leichtentflammbaren Baustoffen nicht zulässig [13]. Die LBO erlaubt jedoch brennbare Materialien, solange sie mit geeigneten Konstruktionen, Schutzschichten oder Bekleidungen eine ausreichende Feuerwiderstandsfähigkeit aufweisen [13]. Im modernen Holzbau spielt diese Öffnungsklausel eine entscheidende Rolle: Es ist zulässig, Holzbauteile zu nutzen, wenn sie wirksam gegen Feuer umhüllt sind und ein entsprechender Nachweis vorliegt [13].

Ergänzend dazu konkretisiert die „Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise Baden-Württemberg“ (HolzBauRL) in der Fassung vom Dezember 2022, die Anforderungen für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5. Die HolzBauRL beschreibt die brandschutztechnischen Anforderungen an Bauteile in Holzrahmen-, Holztafel- sowie Massivholzbauweise im Detail. So müssen tragende und raumabschließende Bauteile mit nichtbrennbaren, brandschutzwirksamen Bekleidungen versehen werden. Damit wird eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 60 Minuten sichergestellt. Die Richtlinie erlaubt den Einsatz brennbarer Baustoffe, sofern durch die Konstruktion – insbesondere durch zweilagige Bekleidungen mit Gips- oder Gipsfaserplatten, spezielle Verbindungsmittel sowie definierte Fugenausbildungen – eine zuverlässige Schutzwirkung gewährleistet ist. Ein wesentlicher Aspekt der Richtlinie ist der Nachweis der Feuerwiderstandsfähigkeit, der entweder durch anerkannte Technische Baubestimmungen oder – wenn diese nicht anwendbar sind – durch individuelle Einzelnachweise gemäß § 16a LBO erbracht werden muss. Letztere gewinnen insbesondere dann an Bedeutung, wenn neue Bauarten oder Systemlösungen eingesetzt werden, für die keine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vorliegt. Die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VwV TB) bietet in diesem Zusammenhang den normativen Rahmen und verweist in Abschnitt A2 auf die zu beachtenden technischen Regeln, die die Umsetzung der Schutzziele der LBO unterstützen.

Durch konkrete Vorgaben zur Bekleidung, Befestigung, Dämmung und Fugenausbildung werden nicht nur die brandschutztechnischen Eigenschaften der einzelnen Bauteile verbessert, sondern auch deren Rauchdichtigkeit sichergestellt – ein wesentlicher Aspekt des vorbeugenden Brandschutzes. Somit erlaubt die LBO auch die Verwendung nachhaltiger Materialien wie Holz, ohne dass dabei die Sicherheitsanforderungen beeinträchtigt werden. Der Gesetzgeber schafft hier technische Lösungsräume, die durch Planung, Konstruktion und Nachweisführung ausgefüllt werden können.

### 4.3 Herausforderungen bei mehrgeschossigen Holzgebäuden

Eine wesentliche Strategie zur Realisierung nachhaltiger Baukonzepte besteht in der Konstruktion von mehrstöckigen Gebäuden in Holz- und Hybridbauweise. Holz gilt aufgrund seiner positiven CO<sub>2</sub>-Bilanz, der hohen Energieeffizienz und der Möglichkeit zur industriellen Vorfertigung als besonders nachhaltiger Baustoff. Wie im Abschnitt 3.5 Materialeigenschaften von Holz, beschrieben, bringt die Nutzung von Holz jedoch brandschutztechnische Herausforderungen mit sich, insbesondere im mehrgeschossigen Bau. Die Landesbauordnung Baden-Württemberg (LBO BW) regelt im § 26 den Einsatz von Baustoffen in Abhängigkeit von deren Brandverhalten. Im Abschnitt 3.4.2 wurde auf die Einteilung in nichtbrennbare, schwerentflammbare und normalentflammbare Baustoffe hingewiesen. Holz zählt zur Kategorie der normalentflammbaren Baustoffe, was besondere Schutzmaßnahmen erforderlich macht.

Hierzu gehören brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen tragender und raumabschließender Bauteile, wie sie in der Holzbaurichtlinie Baden-Württemberg (HolzBauRL BW) gefordert werden. Die Richtlinie schreibt etwa den Einsatz zweilagiger Gipsplatten des Typs GKF gemäß DIN 18180 in Verbindung mit DIN EN 520 vor, um die Entzündung brennbarer Bauteiloberflächen für mindestens 30 Minuten zu verhindern [13]. Dabei sind auch die konstruktive Ausbildung der Anschlüsse, Fugenversätze und die Verwendung nichtbrennbarer Dämmstoffe normativ geregelt, um die Rauchdichtigkeit und strukturelle Integrität im Brandfall zu gewährleisten [13]. Zusätzlich fordert die LBO Maßnahmen zur Begrenzung der Brandausbreitung über die Gebäudehülle, etwa durch Brandsperren und abgeschottete Lüftungsebenen [13]. Verboten sind grundsätzlich Leichtentflammbare Baustoffe [13]. Ausnahme wird erlaubt, wenn sie in Kombination mit anderen Baustoffen ihre Leichtentflammbarkeit verlieren. Holz ist als normalentflammbarer Baustoff eingestuft, was besondere Schutzmaßnahmen erforderlich macht. Eine Lösung stellt

die brandschutztechnische Bekleidung der Bauteile dar, wie sie in der HolzBauRL definiert ist. So sind tragende und raumabschließende Bauteile mit nichtbrennbaren Gipsplatten in mindestens zweilagiger Ausführung zu umhüllen, wobei auch die Verbindungsmittel und deren Abstände normativ festgelegt sind. Die Richtlinie empfiehlt im Abschnitt 5.2 Gipsplatte des Typs GKF nach DIN 18180 in Verbindung mit DIN EN 520. Durch die spezifische Ausbildung von Plattenfugen mit Fugenversatz oder Nut-und-Feder-Verbindungen wird zudem die Rauchdichtigkeit verbessert.

Für mehrgeschossige Gebäude – insbesondere in den Gebäudeklassen 4 und 5 – gelten strenge Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer tragender, aussteifender und raumabschließender Bauteile. So ist in der HolzBauRL vorgesehen, dass bei Massivholzbauweise eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung von brennbaren Bauteiloberflächen erforderlich ist, die eine Entzündung für mindestens 30 Minuten verhindert (HolzBauRL Abschnitt 5.2). In Treppenträumen und an Gebäudeabschlusswänden sind erhöhte Anforderungen zu erfüllen, die teils nur durch ergänzende bauaufsichtliche Nachweise oder Zustimmung im Einzelfall (§ 56 LBO) abgedeckt werden können [13].

Die Brandausbreitung über die Gebäudehülle ist ein weiteres Problemfeld. Die LBO verlangt eine Begrenzung der vertikalen und horizontalen Feuerweiterleitung bei Holzbauten. Die HolzBauRL enthält dazu Anforderungen an Außenwandbekleidungen, wie den Einbau horizontaler und vertikaler Brandsperrn, nichtbrennbarer Trägerplatten und abgeschotteter Lüftungsebenen. Brandwände sollten ebenso laut § 15 Abs. 6 LBO eingeplant werden sowie die Gewährleistung der Zugänglichkeit für Feuerwehrleute – das gilt auch bei Holzbauweise mit hoher Verdichtung [13]. Auch die konstruktive Durchbildung der Anschlüsse – etwa zwischen Wänden und Decken – unterliegt strengen Vorgaben. Die Richtlinie sieht verbindliche Schraubabstände, Fugenfüllungen mit nichtbrennbaren Dämmstoffen sowie Mindestabmessungen für Verbindungsmittel vor, um im Brandfall eine strukturelle Integrität der Bekleidung zu gewährleisten (HolzBauRL Abschnitt 4.6). Werden Bauteile unterschiedlicher Feuerwiderstandsklassen kombiniert, dürfen Brandschutzschichten nicht unterbrochen werden.

So erläutert Neitzel, dass mehrgeschossige Holzgebäude bereits bis zu einer Höhe von 60 Metern technisch umsetzbar seien und in Baden-Württemberg entsprechende Pilotprojekte vorangetrieben würden. Um den Sicherheitsbedenken der Genehmigungsbehörden und insbesondere der Feuerwehren zu begegnen, seien bei einigen Projekten die gesetzlich geforderten Feuerwiderstandsdauern von 90 Minuten freiwillig auf 120 Minuten erhöht worden (Anhang E, Z. 127-130). Dies diene der „gefühlten Sicherheit“ (Anhang E, Z. 129), und könne

dazu beitragen, die Akzeptanz nachhaltiger Bauweisen zu steigern: „Wir haben jetzt auch Hochhäuser geplant, wo wir von den regulären 90 Minuten [Feuerwiderstandsdauer] schon auf 120 gegangen sind, um da eine gefühlte Sicherheit für die Feuerwehr auch wieder mit reinzubringen“ (Anhang E, Z. 128-130). Gleichzeitig macht er deutlich, dass es bislang an belastbaren Erfahrungswerten mit Gebäuden über der Hochhausgrenze fehle, sodass die Weiterentwicklung geeigneter Schutzmaßnahmen in enger Abstimmung mit Behörden und Fachplanern erfolgen müsse.

#### 4.4 Fazit der Analyse

Die Landesbauordnung Baden-Württemberg (LBO) erweist sich in wesentlichen Aspekten als vereinbar mit den Zielen des nachhaltigen Bauens. Sie integriert zentrale Prinzipien wie Energieeffizienz und Ressourcenschonung und erlaubt den Einsatz alternativer, ökologisch vorteilhafter Baustoffe – darunter insbesondere Holz. Gleichzeitig gewährleistet sie ein hohes Maß an brandschutztechnischer Sicherheit.

Die Umsetzung nachhaltiger Bauweisen – insbesondere im mehrgeschossigen Holz- und Hybridbau – erfordert jedoch eine präzise Planung und detaillierte Ausführung. Dies zeigt sich nicht zuletzt an den zahlreichen technischen Vorgaben und Nachweispflichten, die bei der Verwendung brennbarer Baustoffe im Hochbau zu beachten sind. Die rechtliche Grundlage wird dabei nicht allein durch die LBO selbst geschaffen, sondern auch durch ergänzende Regelwerke wie die Holzbaurichtlinie (HolzBauRL) sowie die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VwV TB).

Diese Regelwerke bilden gemeinsam ein konsistentes regulatorisches Fundament, das die Realisierung nachhaltiger Bauprojekte innerhalb eines klar definierten Ordnungsrahmens ermöglicht – vorausgesetzt, die brandschutztechnische Planung erfolgt fachgerecht und integrativ.

Insbesondere der mehrgeschossige Holzbau bietet große Potenziale für eine ökologisch orientierte Bauweise. Voraussetzung für dessen erfolgreiche Umsetzung ist jedoch eine enge Koordination zwischen Architektur, Tragwerksplanung und Brandschutz. Nur durch interdisziplinäre Zusammenarbeit lässt sich die Balance zwischen Nachhaltigkeit und Sicherheit dauerhaft gewährleisten.

## 5 Analyse der Landesbauordnung Hamburg

Das zentrale baurechtliche Dokument der Freien und Hansestadt Hamburg wird über die Hamburgische Bauordnung (HBauO) reguliert [14]. Dieses Dokument legt zahlreiche Anforderungen an die Sicherheit, Gestaltung und Ausführung von Bauwerken fest. Genauso wie im Baden-Württemberg sind Brandschutz und Nachhaltigkeit hier als übergreifende Schutzziele in der Verordnung verankert.

### 5.1 Hinblick auf Nachhaltigkeit

Auch wenn Nachhaltigkeit in der HBauO nicht ausdrücklich als Leitprinzip genannt wird, gibt es mehrere Vorschriften, die zentrale Aspekte des nachhaltigen Bauens betreffen [14]:

Das Leben, die Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen wird in § 3 Satz 1 HBauO als primäres Ziel ausgegeben [14]. Damit wird ein grundsätzlicher Zusammenhang mit dem Prinzip der ökologischen Nachhaltigkeit geschaffen. § 9 HBauO verlangt, dass nicht überbaute Flächen wasserdurchlässig bleiben und durch Begrünung gärtnerisch gestaltet werden [14]. Dadurch wird die Versickerung von Regenwasser und die Qualität des Stadtklimas gefördert. Der Wärmeschutz wird in der HBauO, § 18, Absatz 1 behandelt [14]. Daher müssen Gebäude einen Wärmeschutz bieten, der sowohl ihrer Nutzung als auch den klimatischen Bedingungen angemessen ist. Dies reduziert den Energieverbrauch im Gebäudebetrieb, was ein wesentliches Ziel des nachhaltigen Bauens ist.

Die Nutzung von Bauprodukten, die bauaufsichtlich geregelt oder mit CE gekennzeichnet sind nach §§ 19b–20c, setzt voraus, dass sie langlebig, gebrauchstauglich und sicher sind – dies trägt auch zur Ressourcenschonung und Qualitätssicherung bei [14].

Obwohl ein Katalog mit explizitem Fokus auf Nachhaltigkeit, wie etwa eine Holzbauquote oder Klimazielbezüge, fehlt, ermöglicht die HBauO durch ihre offenen Formulierungen die Integration nachhaltiger Materialien und Bauweisen, vorausgesetzt, sie erfüllen die baurechtlichen Anforderungen [14].

### 5.2 Hinblick auf Brandschutz

Ein eigener Abschnitt in der HBauO behandelt den Brandschutz. Bauliche Anlagen sind gemäß § 17 HBauO so zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass ein Brand verhindert

wird und Feuer sowie Rauch sich nicht ausbreiten können [14]. Im Falle eines Brandes müssen gleichzeitig die Rettung von Menschen und Tieren sowie effektive Löscharbeiten sichergestellt werden. Die Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen werden in § 24 HBauO festgelegt [14]. Die Anforderungen an tragende Wände, Brandwände, Decken und Dächer werden in den §§ 25–28 HBauO nach Gebäudeklassen differenziert konkretisiert [14]. Für Gebäude mit mehreren Geschossen gelten dabei strengere Feuerwiderstandsklassen [14]. Die §§ 31–34 HBauO legen die Anforderungen an Rettungswege fest, einschließlich der Zugänglichkeit für die Feuerwehr, der notwendigen Fluchtflure, Treppenträume und zweiter Rettungswege [14].

Diese Bestimmungen verdeutlichen, dass die Bauordnung Hamburgs einerseits hohe brandschutztechnische Standards verlangt, andererseits aber auch gestalterische Freiräume für den nachhaltigen Einsatz von brennbaren Baustoffen wie Holz bietet. Das jeweilige Schutzziel muss erfüllt werden, was technische und planerische Expertise erfordert [14].

### 5.3 Herausforderungen bei mehrgeschossigen Holzgebäuden

Nicht anders als in Baden-Württemberg setzt die Stadt Hamburg in Kombination auf nachhaltige Bauweise auch auf Holzbau. Die Gründe sprechen für sich. Holz ist einfach eine umweltfreundliche Option gegenüber herkömmlichen Baustoffen. Und auch hier berücksichtigt die Stadt Hamburg baurechtliche und technische Schwierigkeiten, die insbesondere durch die Anforderungen im Bereich Brandschutz bedingt sind [14].

Es werden nur Baustoffe verwendet, die mindestens als normal entflammbar eingestuft sind. Die hamburgische Bauordnung betont dies in § 24 Abs. 1. Die Verwendung von leicht entflammbaren Materialien ist nur in Kombination mit anderen Baustoffen, die nicht mehr leicht entflammbar sind, gestattet [14]. Dazu zählt insbesondere unbehandeltes Holz. Diese Hürde für die Verwendung von Holz als Primärbaustoff findet eine erhebliche Erleichterung in § 24 Abs. 3 HBauO [14]. Dort wird der Massivholzbau in bestimmten Gebäudeklassen ausdrücklich erlaubt. Sind Gebäude nicht höher als 22 Meter, mit Nutzungseinheiten bis 200 m<sup>2</sup> und Brandabschnitten bis 800 m<sup>2</sup> pro Geschoss, können die tragende, aussteifende und raumabschließende Bauteile in Massivholzbauweise sein. Diese Erleichterung schafft mehr Chancen für den urbanen mehrgeschossigen Holzbau. Sie erfordert aber auch detaillierte brandschutztechnische Nachweise, die über Standardlösungen hinausgehen [14]. Es handelt sich z.B. zur Standsicherheit im Brandfall (§ 25), zu Außenwandkonstruktionen (§ 26) sowie zur Gestaltung von Rettungswegen (§§ 31–34) [14]. Kritischer Punkt ist die Möglichkeit einer

Brandausbreitung über die Gebäudehülle, sei es durch Fassadensysteme oder vertikale Brandüberschläge. Dies erhöht die Notwendigkeit einer gründlichen brandschutztechnischen Gestaltung von Fugen, Anschlüssen und Dämmschichten [14]. § 24 Abs. 2 Satz 4 schlägt die Verwendung von Bekleidungen, um einen effektiven Brandschutz von Holzbauteilen zu gewährleisten, vor [14]. In den Außenwänden müssen Dämmstoffe verwendet werden, die laut § 26 Abs. 2 nicht brennbar sind, es sei denn, sie befinden sich in geschlossenen, nicht brennbaren Profilen [14].

## 5.4 Fazit der Analyse

Die Hamburgische Bauordnung (HBauO) ermöglicht einen modernen und technisch fundierten Umgang mit den Anforderungen an Nachhaltigkeit und Brandschutz. Auch wenn eine explizite strategische Verankerung nachhaltiger Zielsetzungen – etwa in Form eines Klimaschutzgesetzes oder spezifischer Förderinstrumente – derzeit nicht gegeben ist, stellt die HBauO dennoch einen anwendungsfreundlichen regulatorischen Rahmen dar. Dieser zeichnet sich insbesondere durch seine materialneutrale Ausgestaltung sowie eine konsequente Orientierung an brandschutztechnischen Schutzziele aus. Damit eröffnet sie Planungsspielräume für die Integration nachhaltiger Bauweisen.

Im Bereich des mehrgeschossigen Holzbaus gewährleistet die Bauordnung grundsätzlich eine rechtliche Umsetzbarkeit. Gleichzeitig sind umfangreiche Nachweisführungen sowie erhöhte technische Anforderungen im Hinblick auf die Konstruktion erforderlich. Die zentrale Herausforderung besteht darin, den Nachweis zu erbringen, dass tragende und raumabschließende Bauteile aus Holz die geforderten Feuerwiderstandseigenschaften erfüllen und eine unkontrollierte Brandausbreitung wirksam verhindert wird.

Durch die materialoffene Konzeption und ihre konsequente Ausrichtung auf funktionale Schutzziele bietet die HBauO eine geeignete Grundlage für die Einbindung des nachhaltigen Holzbaus in urban geprägte Bauvorhaben. Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung sind jedoch eine sorgfältige Planung sowie eine brandschutztechnisch fundierte Ausführbarkeit der vorgesehenen Baukonstruktionen.

## 6 Fallstudienanalyse in Baden-Württemberg

Die Fallstudien dieser Arbeit basieren auf einer systematischen Auswertung öffentlich zugänglicher Informationen, insbesondere der Inhalte der Webseite des Ministeriums für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg. Ergänzend wurden die Landesbauordnung Baden-Württemberg (LBO BW) sowie die Musterbauordnung (MBO) als normative Grundlagen herangezogen. Die daraus abgeleiteten Erkenntnisse beruhen auf einer eigenständigen Analyse der vorliegenden Sekundärquellen. Aufgrund fehlender verfügbarer Primärquellen konnten die Angaben jedoch nicht abschließend verifiziert werden.

Am 4. April 2025 erfolgte ein telefonischer Austausch mit einem Bürgerreferenten des Ministeriums für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg. Im Rahmen dieses Gesprächs konnte die erbetene projektbezogene Primärdokumentation zwar nicht zur Verfügung gestellt werden. Der Referent verwies jedoch auf weitere einschlägige technische Richtlinien, insbesondere die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VwV TB) und die HolzBauRL Baden-Württemberg (Fassung 2022), die in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt wurden. Detaillierte Informationen zu den untersuchten Bauvorhaben – etwa zu Flucht- und Rettungswegen, brandschutztechnischen Maßnahmen oder Aspekten der Nachhaltigkeit – waren online nicht einsehbar. Eine formelle Anfrage zur Herausgabe entsprechender Unterlagen wurde an die Baurechtsbehörde der zuständigen Städte (Biberach, Ludwigsburg and Aalen) gestellt.

### 6.1 Die Mali-Sporthalle in Biberach

Die Mali-Sporthalle wurde 2022 in Biberach an der Riß fertiggestellt [15]. Es handelt sich um einen Hochbau in Holzbauweise, der als wegweisendes Beispiel bezeichnet werden kann. Das Ziel dieses Projektes sei es ökologische, ökonomische und soziokulturelle Nachhaltigkeit mit den hohen Anforderungen an den baulichen Brandschutz zu kombinieren [15].

#### **Nachhaltigkeitskonzept**

Die Mali-Sporthalle ist in Holzrahmenbauweise mit sichtbaren Brettschichtholzträgern errichtet worden [15]. Die gesamte Tragstruktur ist aus Holzwerkstoffen gefertigt, die CO<sub>2</sub> speichern und nachwachsen. Die Wand- und Dachelemente könnten mit hohem Vorfertigungsgrad angeliefert und am Einsatzort montiert sein. Es werden somit nicht nur die Qualität gesichert, sondern auch eine erhebliche Reduzierung des Abfalls erreicht. Dies führt

automatisch zur Reduktion des Energieverbrauchs auf der Baustelle. Es ist ein Nutzungskonzept für Tageslicht und natürliche Belüftung integriert worden. Es reduziert auf diese Art und Weise den Energieverbrauch für Beleuchtung und Lüftung deutlich. Planung und Bau von baulichen Anlagen müssen den Vorgaben des § 3 Abs. 2 LBO BW Rechnung tragen, was die Berücksichtigung der Aspekte Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien zur Folge hat [13]. Es liegen leider keine konkreten Quellen vor, die die Umsetzung in diesem Fallbeispiel bestätigen können.

### **Brandschutztechnische Problematiken und Lösungsansätze**

Dieses Gebäude wird öffentlich genutzt. Als Sporthalle fällt sie unter Versammlungsstätte mit regelmäßig über 200 Nutzenden. Gemäß § 38 LBO BW ist es ein Sonderbau [13]. Diese Feststellung erhöht signifikant die Anforderungen an die Brandschutzplanung. Brandschutz wird, wie im Abschnitt 3.4 Allgemeiner Einblick in den Brandschutz: Aufbau, Normen und Vorschriften beschrieben wurde, in technischer, baulicher und organisatorischer Hinsicht betrachtet. An dieser Stelle ist es relevant an den Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen Holz zu erinnern. Die Verwendung von solchen Bauteilen ist in beiden Bauordnungen § 26 LBO BW / § 26 MBO unter strengen Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer des tragenden sowie raumabschließenden Bauteile gestattet [13, 16]. Wie die Brandschutzplaner diesen Anforderungen nachgegangen sind, lässt sich durch die Verwendung massiver Brettschichtholzträger mit festgelegtem Abbrandverhalten zeigen. Eine weitere Möglichkeit sei die Verwendung von Brandschutzkleidungen aus Gipsfaserplatten an wichtigen Bauteilen. Die Methode der Kapslungen ist auch effizient, um die Entzündbarkeit brennbarer Oberflächen zu minimieren. Eine Erläuterung des Phänomens Zündung hat es im Abschnitt 3.3.2 Zündung, stattgegeben.

### **Rettungswege und Entrauchung**

Die sichere Evakuierung von Personen, während gleichzeitig Feuerwehrmaßnahmen gewährleistet werden, ist ein wesentlicher Bestandteil des Brandschutzkonzepts. Aus jedem Teil einer Nutzungseinheit sind zwei voneinander unabhängige Rettungswege zu bilden. Diese Anforderung lässt sich in § 15 Abs. 2 und § 28 der LBO nachschlagen [13]. Die Mali-Sporthalle erfüllt augenscheinlich diese Anforderung. Es sind doppelt ausgeführte Rettungswege vorhanden. Einmal über die Haupteingangstür und ein Ausgang im hinteren Bereich. Automatisierte Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) in Dachflächen sind erkennbar. Sie sorgen für eine rauchfreie Schicht während der Evakuierung. Die Türen lassen sich als rauchdicht erkennen. Es sind laut § 5 Absatz 1 LBO BW Aufstell- und Bewegungsflächen für Feuerwehrfahrzeuge einzuplanen [13]. Aus den Bildern sind sie nicht erkennbar, aber sie

sollten jederzeit einen effektiven Löschangriff auf das Gebäude ermöglichen. Wie die Aufstell- und Bewegungsflächen für Feuerwehrfahrzeuge zu planen sind wird im Abschnitt 6.5 Weitere Empfehlungen, betrachtet.

### **Nutzungsspezifische Anforderungen**

Es wurde oben ausgeführt, dass diese Sporthalle ein Sonderbau ist. Durch eine hohe Personenzahl, die Nutzung durch Kinder und Jugendliche sollten brandschutztechnische Auslegung diese Aspekte berücksichtigen. Daher sei es von höchster Priorität, dass Systeme zur frühzeitigen Brandentdeckung sowie automatisierten Regelung der Belüftung und Rauchabführung dauernd in Betrieb sind. Ein Training des Betreuungspersonals zum Befolgen organisatorischer Brandschutzvorgaben sollte in regelmäßigen Abständen stattfinden.



*Abbildung 7 Mali-Sporthalle in Biberach Riss*

Quelle : <https://www.rieg-holzbau.de/neubau-mali-sporthalle-in-biberach-riss/>

## 6.2 Fuchshofschule Ludwigsburg

Als ein weiteres Projekt aus dem Programm „Nachhaltigkeit Bauen Baden-Württemberg (NBBW)“ zählt auch die Fuchshofschule Ludwigsburg [17]. Auch hier handelt sich um ein Bildungsbauprojekt mit Kombination von Nachhaltigkeit und Brandschutz. Es sind sowohl planerische und baurechtliche Herausforderungen eine brandschutzkonforme Hybridbauweise im Schulbau zu realisieren. Es entstand ein öffentliches Gebäude, das als dreizügige Grundschule mit Sporthalle dient und eine hohe Nutzung aufweist [17]. Dieses Gebäude stellt besondere Anforderungen an Sicherheit, Energieeffizienz und Materialwahl.

### **Nachhaltigkeitskonzept**

Die Schule wurde unter Verwendung einer Kombination aus Holzbauweise (für Wände, Decken und Dach) und massiven Betonelementen (für Treppenhäuser und Sockelzonen) errichtet. Mit diesem hybriden Konstruktionsprinzip werden statische Effizienz und klimaökologische Vorteile ermöglicht. Um die CO<sub>2</sub>-Bilanz zu verbessern und den Anforderungen des Qualitätssiegels Nachhaltiges Bauen (QNG) gerecht zu werden, wurde der Holzanteil maximiert (z. B. durch Holztafelbauwände und Massivholzdecken). Das Prinzip hinter QNG wird im Abschnitt 7 Diskussion, erläutert. Planer müssen gemäß § 3 Abs. 2 LBO BW bei Gebäuden die Aspekte Energieeffizienz, Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien berücksichtigen [13]. Die Optimierung der Tageslichtnutzung sei durch großflächige Fensteranlagen möglich. Die Erdwärmennutzung kann mittels Wärmepumpensystemen erfolgen. Das Dach könnte mit Photovoltaikanlage ausgerüstet werden [17]. Es sollten Nachhaltigen Baustoffen, die nach ökologischen Standards zertifiziert sind, verwendet werden. Diese Art der nachhaltigen Planung wird durch Öffnungsklauseln der LBO BW gefördert, die alternative Bauweisen (wie Holz-Hybrid) nicht pauschal ausschließen, sondern an eine technische Nachweisführung koppeln. Es liegen leider keine konkreten Quellen vor, die die Umsetzung in diesem Fallbeispiel bestätigen können.

### **Brandschutztechnische Herausforderungen und Lösungsansätze**

In Baden-Württemberg werden öffentliche Schulen gemäß § 38 LBO BW als Sonderbauten betrachtet, was zu erhöhten Anforderungen im Bereich Brandschutz führt – insbesondere hinsichtlich der Sicherheit von Fluchtwegen, des Brandverhaltens von Materialien [13]. Die Holzbauteile der Fuchshofschule sollen so gestaltet, dass sie brandschutztechnisch abgesichert und dauerhaft geschützt sind. Das Entscheidende dabei:

#### a) Konstruktiver Brandschutz

Holzbauteile, die tragend sind, sollen mit einer Dicke ausgelegt, die einen festgelegten Abbrandwiderstand (z. B. REI60 bis REI90) sicherstellt.

Oberflächen aus Holz können dort, wo eine direkte Brandgefahr besteht, durch Bekleidungen aus nicht brennbaren Gipsfaserplatten geschützt werden. Wie in § 27 LBO BW gefordert, fungieren die aus Beton bestehenden Brandwände und Treppenträume als Abschnitte gegen Feuer und Rauch [13]. Mit diesen Maßnahmen werden die Vorgaben des § 26 MBO und § 26 LBO BW erfüllt, die vorschreiben, dass ausschließlich Baustoffe mit geregelter Brandverhalten verwendet werden dürfen. Brennbar Materialien wie Holz dürfen nur dann zum Einsatz kommen, wenn sie entweder konstruktiv geschützt sind oder deren Unbedenklichkeit nachgewiesen wurde [13, 16].

#### b) Rettungswege und Evakuierungssicherheit

Die Sicherheit der Fluchtwege, vor allem für Kinder, wurde besonders betont. Zur Erfüllung der Anforderungen des § 28 LBO BW sind die nachstehenden Maßnahmen umzusetzen bzw. wurden umgesetzt:

- Mehrere, unabhängig voneinander geführte Fluchtwege aus jedem Klassentrakt
- Verwendung nicht brennbarer Materialien in den Fluren, insbesondere bei Bodenbelägen und Wandverkleidungen
- Einbau automatischer Rauchabzugsklappen in den Obergeschossen zur Gewährleistung einer raucharmen Fluchthöhe

Die Fluchtwege wurden gemäß DIN 18040 geplant, Horizontale Erschließungselemente sind auf ihre Eignung für Rettungen im Brandfall zu optimieren.

#### c) Technische und organisatorische Maßnahmen zum Brandschutz

Zusätzlich zum baulichen Schutz sind auch technische Brandschutzsysteme zu installieren bzw. wurden installiert:

- Brandmeldeanlage mit Vollüberwachung
- Sicherheitsbeleuchtung gemäß DIN EN 1838 sind in den Fluren erkennbar.
- Verbindung zur örtlichen Feuerwehrleitzentrale
- Brandschutzordnung nach DIN 14096, die die Nutzung durch schulisches Personal regelt.



Abbildung 8 Fuchshofschule in Ludwigsburg

Quelle: <https://www.wernersobek.com/de/news/sustainable-learning-fuchshof-school-opens-in-ludwigsburg/>

### 6.3 Schubart-Gymnasium Aalen

Ein weiteres Projekt im Rahmen des Landesförderprogramms „Nachhaltigkeit Bauen Baden-Württemberg (NBBW)“ ist das Schubart-Gymnasium Aalen [18]. Es wurde als besonders gelungenes Projekt ausgezeichnet [18]. Der Erweiterungsbau, der aus drei Geschossen besteht und in Holz-Hybridbauweise errichtet wird, erfüllt hohe ökologische, funktionale und architektonische Standards und entspricht augenscheinlich sämtlichen Anforderungen an baulichen sowie organisatorischen Brandschutz.

#### **Nachhaltigkeitskonzept**

Die tragenden Wände könnten aus vorgefertigten Holztafeln bestehen, während die Geschosdecken aus Holz-Beton-Verbundkonstruktionen gefertigt sind. Die Entscheidung für diese hybride Bauweise verfolgt mehrere Zwecke:

- Die graue Energie soll vermindert werden. Zur Verminderung dieser Energie eignet sich die Verwendung von Holz und recyclingfähigen Materialien.
- Die Bauzeiten sollen gekürzt werden. Dieses Ziel wird durch verbesserte Vorfertigung erreicht.

Im Bausektor wird stets eine positive CO<sub>2</sub>-Bilanz angestrebt. Ein Ansatz wäre die Umweltbelastung zu reduzieren. Dies schafft man mit dem Ersatz herkömmlicher mineralischer Baustoffe.

Diese Kriterien stimmen mit den allgemeinen Anforderungen des § 3 Abs. 2 LBO BW überein, die unter anderem Energieeffizienz, den Einsatz erneuerbarer Energien und

Ressourcenschonung bei der Planung verlangen [13]. Das Projekt entspricht auch den Prinzipien des nachhaltigen Bauens gemäß § 3 der Musterbauordnung (MBO) [16].

### **Brandschutztechnische Anforderungen und Umsetzungen**

Das Schubart-Gymnasium gehört aufgrund seiner Funktion und Gebäudeklasse zu den Sonderbauten gemäß § 38 [2] Satz 5 in LBO BW [13]. Das verlangt nach einem Konzept, das im Hinblick auf den Brandschutz besonders sorgfältig ist, vor allem in Bezug auf:

- Führung von Rettungswegen
- Einteilung in Brandabschnitte
- Auswahl der Materialien und Feuerwiderstand
- Rauchableitung und Brandalarmierung.

#### a) Brandverhalten der Konstruktion

Holz ist in dieser Arbeit als brennbarer Baustoff (normalentflammbar) bekannt. Dennoch kann es verwendet werden, wenn konstruktive Vorgaben eingehalten werden und Nachweisverfahren wie Abbrandsimulation oder Heißbemessung angewendet werden. Gemäß § 26 LBO BW ist der Einsatz brennbarer Baustoffe zulässig, sofern diese durch Bauteilkonstruktionen brandschutztechnisch gesichert sind [13]. Diese Anforderung wird durch das Schubart-Gymnasium erfüllt bzw. sollte erfüllt werden:

- Umhüllung von brennbaren Bauteilen, etwa mittels Gipsfaserplatten in Fluren und auf Rettungswegen
- Abbrandreserven bei tragenden Holzquerschnitten (zum Beispiel Brettschichtholzträger) Verbunddecken aus Holz und Beton, wobei die Betonplatte als brandschutztechnische Trennungsebene fungiert.

Diese Maßnahmen sichern eine Feuerwiderstandsdauer nach den Klassen REI 60 bis REI 90, wie es in § 27 LBO BW verlangt wird [13].

#### b) Flucht- und Rettungswege

Ein wesentlicher Punkt des Planens ist die Sicherheit bei der Evakuierung. Gemäß § 28 LBO BW und der Muster-Schulbau richtlinie (MSchulbauR) wurden die folgenden Maßnahmen ergriffen bzw. sollten ergriffen werden [13]:

- Aus jeder Nutzungseinheit sollten zwei baulich voneinander getrennte Rettungswege ins Freie führen.
- Brand- und Rauchabschnitte werden durch massive Treppenhäuser aus Stahlbeton mit eigenen Fluchtwegen gebildet.
- Automatische Rauchabzugsklappen (RWA) sorgen dafür, dass die Rettungswege freigehalten werden.

- In Fluchtzonen und Treppenträumen sollen nicht brennbare Materialien (A1/A2) zum Einsatz kommen.
- Außerdem sollten in die Rettungswege Brand- und Rauchschutztüren mit Selbstschließfunktion eingebaut werden, um zu verhindern, dass Rauch in die Fluchtwege eindringt.

c) Technisch-organisatorische Maßnahmen zum Brandschutz

Entsprechend der Vorgabe in § 15 LBO BW wurden neben den baulichen auch technischen und organisatorischen Maßnahmen zum Brandschutz realisiert bzw. müssen realisiert werden [13]:

- Brandmeldeanlage mit direkter Verbindung zur Feuerwehrleitstelle.
- Sicherheitsbeleuchtung gemäß DIN EN 1838 auf den Bildern erkennbar.
- Brandschutzordnung (nach DIN 14096) inklusive Alarmplänen.
- Sammelpunkten und Evakuierungskonzept
- Evakuierungsübungen mit dem Lehrpersonal im Rahmen der Schulorganisation.

Leider konnte in dieser Abschlussarbeit nicht bestätigt werden, ob der Brandschutz in enger Zusammenarbeit mit dem Amt für Baurecht und dem örtlichen Brandschutzprüfsachverständigen entwickelt wurde, was die Realisierbarkeit des Holzbaus unter Berücksichtigung der Sicherheitsvorgaben ermöglichen könnte.

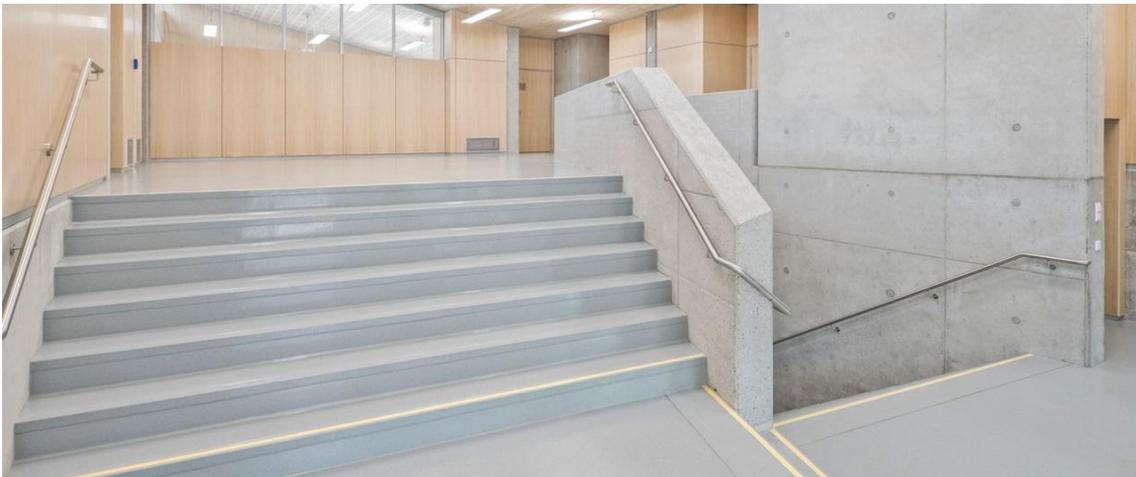


Abbildung 9 Schubart Gymnasium. Der neue Klassentrakt kombiniert Holz und Beton in einer Hybridkonstruktion.

Quelle: [https://www.nora.com/global/en/project-references/education/de/aalen\\_schubart\\_gymnasium](https://www.nora.com/global/en/project-references/education/de/aalen_schubart_gymnasium)

## 6.4 Fazit der Analyse

Am Ende der Untersuchung der drei exemplarischen Bildungs- und Sportgebäude vom Landesprogramm „Nachhaltigkeit Bauen Baden-Württemberg (NBBW)“ sind einige Schlussfolgerungen entstanden.

Zum einen ist es möglich konsequent nachhaltige Bauweise mit Holz- oder Hybridkonstruktionen auch unter strengen Anforderungen an den Brandschutz umzusetzen.

Trotz Einsatz von Holz bzw. brennbaren Baustoffen, die brandschutztechnische Herausforderungen mit sich bringen, zeigen die drei Fälle, dass Sicherheit, Materialwahl und Nachhaltigkeit miteinander vereinbar sind. Dafür mussten aber einige Bedingungen erfüllt werden. Dazu zählt, dass die Planung integrativ, interdisziplinär und den neuesten technischen Erkenntnissen entspricht. Die gewonnenen Erkenntnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

### **Rechtliche Rahmenbedingungen bieten Spielräume**

Die Landesbauordnung Baden-Württemberg (LBO BW) und die Musterbauordnung (MBO) bieten Spielräume an. In diesem Spielraum ist sogar Platz für die Implementierung nachhaltiger Bauweisen. Ein Ausschluss des Einsatzes von Holz sowie andere alternative Baustoffe ist nirgendwo zu lesen. Es sollen nur technische Nachweise (wie zur Feuerwiderstandsdauer, Rauchabschnittbildung oder Rettungswegführung) vorgelegt werden.

### **Hybride Konstruktionen**

Durch die Kombination mit nicht brennbaren Materialien wie Beton oder Gipsfaserplatten ergeben sich wesentliche Vorteile im Hinblick auf den Brandschutz. Daher wurde beziehungsweise soll in allen drei Projekten eine Hybridbauweise angewendet werden. Konkrete Quellen, die eine tatsächliche Umsetzung belegen, liegen derzeit nicht vor. Die Hybridkonstruktion ermöglicht es, bauordnungsrechtlich kritische Bereiche wie Treppenträume, Fluchtwege und Brandwände wirksam abzusichern, ohne die Nachhaltigkeit des Gesamtentwurfs wesentlich zu beeinträchtigen.

### **Vorfertigung und Systembauweise**

Sie tragen zur Verbesserung von Nachhaltigkeit und Sicherheit bei. Die vermutlich hohe Vorfertigungsrate in allen drei Fällen ermöglicht nicht nur eine effiziente und emissionsarme Bauweise, sondern auch eine hohe Qualitätssicherung beim Einbau von brandschutzrelevanten Bauteilen (z. B. Dichtungen, Abschottungen, Bekleidungen).

## **Gebäude für Bildung und Sport als Wegbereiter**

Vor allem im Bereich des öffentlichen Bauwesens bieten Schul- und Sportbauten neue Chancen für eine nachhaltige Bauweise. Als Leuchtturmprojekte dienen sie dazu zu demonstrieren, dass technische sowie normative Standards mit den klimapolitischen Zielen des Landes in Einklang stehen.

### **Gesamteinschätzung**

Die drei untersuchten Bauprojekte zeigen, dass Nachhaltigkeit im Holz- und Hybridbauweisen nicht im Widerspruch zum Brandschutz steht, sondern eine Planungsaufgabe darstellt, die durch technische Innovationen, materialgerechte Ausführung und rechtlich fundierte Nachweise erfolgreich gemeistert werden kann. Die Landesbauordnung Baden-Württemberg stellt einen robusten und anpassungsfähigen Rahmen zur Verfügung, der dem Holz- und Hybridbau große Chancen für eine klimafreundliche Zukunft eröffnen– nicht nur im Bildungsbau, sondern auch im Wohn- und Gewerbebereich.

## **6.5 Weitere Empfehlungen**

### **PV-Anlage**

Die zunehmende Integration von Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) in Dach- und Fassadenflächen ist im Sinne des nachhaltigen Bauens und der wachsenden Implementierung energieeffizienter Gebäude. Deren Beitrag ist in der Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudebetrieb deutlich spürbar. Im Falle eines Brandes verbergen sie sicherheitstechnische Risiken, die Anforderungen insbesondere für die Feuerwehr erfordern [19 S. 14]. Die DIN VDE 0132 regelt wie einen Brand in der Nähe elektrischer Anlagen zu bekämpfen ist. Sie legt nicht nur die Maßnahmen für die Brandbekämpfung, sondern auch für technische Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen fest. Eine bekannte Gefahr bei PV-Anlagen laut DIN VDE 0132 besteht daraus, dass stromführende Gleichspannungsleitungen nicht vollständig spannungsfrei geschaltet werden können. Die in DIN VDE 0132 beschriebenen Schutzmaßnahmen sind dafür da die Risiken für Einsatzkräfte zu minimieren. Somit sind sie zwingend erforderlich.

Eine der zentralen brandschutzrelevanten Anforderungen ist, dass die PV-Module direkt abzuschalten und kurz zu schließen sind [19 S. 14]. Dadurch werden Lichtbogengefahren vermieden. Eine weitere Anforderung ist eine feuerwiderstandsfähige Ummantelung der Leitungen zwischen den PV-Modulen und der Direct Current, also Gleichstrom- (DC)-

Abschalteinrichtungen. Dadurch wird die Brandausbreitung entlang der Leitungen verhindert. Gefordert wird auch der Einbau von Abschaltetelementen mit Fernauslösung in der Nähe des Hausanschlusskastens. Ein Vorteil von dieser Maßnahme ist die rasche Deaktivierung der PV-Anlagen. Erforderlich ist aber auch eine vollständige Stromlose Schaltung der gesamten Hausinstallation, einschließlich der bis ins Gebäudeinnere geführten Gleichstromleitungen [19 S. 14]. Für besondere Gebäude wie Bundesgebäude gelten besondere Vorschriften. Es sind dies z.B. die spezielle Kennzeichnungspflicht, wenn die Photovoltaikanlage nicht sofort ins Auge fällt. In diesem Fall können Einsatzkräfte rasch die Gefahr bewerten. Es erhöht die allgemeine Sicherheit bei Einsätzen im Brandfall [19 S. 14]. Die oben genannten Anforderungen verdeutlichen, dass selbst nachhaltige Energiesysteme im Bauwesen in eine umfassende Brandschutzplanung zu integrieren sind. Sie weisen darauf hin, dass ökologische Innovationen wie PV-Anlagen nicht unabhängig vom Sicherheitskonzept gesehen werden können, sondern dass deren Beherrschung einen wesentlichen Teil des baulichen Brandschutzes bildet. Selbst während der Bauphase ist es notwendig, die grundlegenden Schutzziele des baulichen Brandschutzes zu beachten.

### **Baustelle**

Die Wichtigkeit des Brandschutzes betrifft nicht nur den späteren Betrieb des Gebäudes, sondern auch alle Maßnahmen und Abläufe, die auf der aktiven Baustelle stattfinden. Der Brandschutz auf Baustellen wird insbesondere bei nachhaltigen Bauprojekten, die einen hohen Anteil an brennbaren Materialien wie Holz enthalten, immer wichtiger [19 S. 18]. Die wichtigsten organisatorischen und technischen Maßnahmen umfassen [19 S. 18]:

- die räumliche Abgrenzung der Baustelle. Dadurch wird verhindert, dass sich ein Feuer unkontrolliert auf benachbarte Flächen ausbreitet
- die Minderung von potenziellen Brandlasten, etwa durch die Aufbewahrung brennbarer Materialien in gesicherten Zonen
- die Abfallentsorgung in regelmäßigen Abständen, um Zündquellen zu verringern
- Flucht- und Rettungswege sind freizuhalten und auszuschildern; Sie müssen auch in der Bauphase jederzeit benutzbar sein.
- die Bereitstellung von mobilen Löscheinrichtungen (z.B. Feuerlöscher, Wandhydranten).
- die Sicherstellung einer verlässlichen Brandmeldung, vor allem bei temporären Unterkünften oder Technikcontainern.

- die Bereitstellung eines Feuerwehrplans DIN 14095, der den Einsatzkräften im Notfall Orientierung gibt.

Besondere Gefahren auf Baustellen gehen von als brandgefährlich geltenden Tätigkeiten wie dem Schweißen, Löten oder Trennen mit der Schleifmaschine aus [19 S. 18]. Diese Arbeiten bringen ein höheres Zündrisiko mit sich, vor allem in Verbindung mit entzündbaren Baustoffen, Staubansammlungen oder mangelnder Kontrolle. Daher müssen derartige Maßnahmen speziell in Bezug auf den Brandschutz überprüft und protokolliert werden (siehe Feuergefährliche Arbeiten im Anhang B). Es muss gewährleistet werden, dass das derzeitige Brandschutzkonzept auch bei Ausführung solcher Arbeiten wirksam bleibt. Es sind gegebenenfalls zusätzliche Schutzmaßnahmen zu implementieren, wie zum Beispiel:

- angrenzende brennbare Bauteile abzuschotten
- zusätzliche Löschressourcen bereitzustellen
- Brandsicherheitswachen einzurichten

Durch die konsequente Umsetzung dieser o.g. Vorgaben, kann sichergestellt werden, dass die Schutzziele auch in der temporären Bauphase eingehalten werden und ein hohes Maß an Sicherheit für Menschen, Material und Umwelt gewährleistet ist. Es wurde in diesem Abschnitt die baulichen, technischen und organisatorischen Maßnahmen während der Bauphase besprochen. Ein weiterer Faktor stellt die personelle Verantwortlichkeit im betrieblichen Brandschutz dar. In diesem Zusammenhang hat sich die Bestellung eines fachlich und persönlich geeigneten Brandschutzbeauftragten als Maßnahme etabliert. Im folgenden Absatz wird es darum gehen wie Brandschutzbeauftragte die Einhaltung und Umsetzung brandschutzrelevanter Vorgaben dauerhaft sicherstellen können.

### **Brandschutzbeauftragte**

Diese Funktion kann von einer Sicherheitsfachkraft gemäß dem Arbeitssicherheitsgesetz oder von -wenn eingerichtet- einem geeigneten Mitglied der Werkfeuerwehr übernommen werden [20 S. 160]. Es muss die entsprechende Qualifikation vorliegen [20 S. 160]. Der Brandschutzbeauftragte ist die Ansprechperson, die dafür zu sorgen hat, dass alle brandschutzrelevante Maßnahmen im Betrieb eingehalten und umgesetzt werden. Neben der allgemeinen Kontrolle des betrieblichen Brandschutzes übernimmt er auch eine Vielzahl von organisatorischen, dokumentarischen nach den Feuerwehr- und Räumungsplänen [20 S. 160]. Zusätzliche Aufgabe für den Brandschutzbeauftragten ist der Unternehmensführung einen Bericht zu erstatten [20 S. 160]. Dieser Bericht beinhaltet alle notwendigen Anpassungen im Brand- und Explosionsschutz bis zu sicherheitsrelevanten Erkenntnissen aus der Gefährdungsbeurteilung oder über dokumentierte Vorfälle im Zusammenhang mit

Brandschutz und Evakuierung [20 S. 160]. Die im Brandschutzkonzept enthaltenen Auflagen aus der Baugenehmigung hat er regelmäßig zu überprüfen. Die technischen Brandschutzeinrichtungen (z. B. Brandmeldeanlagen, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Brandschutzklappen) bieten nur Schutz, wenn sie funktionieren [20 S. 160]. Aus diesem Grund sind die stets auf Funktionstüchtigkeit zu prüfen und diese Aufgabe übernimmt auch der Brandschutzbeauftragter. Ein weiteres Aufgabenumfeld ist die Begehung der Betriebsräume, um neue Brandrisiken wie veränderte Brandlastverteilungen zu identifizieren [20 S. 160]. Er soll auch im Auge behalten, dass die Mitarbeitenden regelmäßig an Brandschutzunterweisungen sowie Evakuierungsübungen teilnehmen [20 S. 160]. Diese Unterweisungen bzw. Übungen umfassen die Handhabung von Löscheinrichtungen, die Positionierung von Feuerlöchern und das Auffinden der Sammelstellen im Notfall [20 S. 160].

### **Feuerwehrezufahrten, Aufstell- und Bewegungsflächen**

Für den effektiven Einsatz der Feuerwehr ist sicherzustellen, dass gemäß den bauordnungsrechtlichen Vorschriften spezielle bauliche Maßnahmen getroffen worden sind. Diese Maßnahmen betreffen vor allem die Erreichbarkeit von Gebäuden im Brandfall für die Feuerwehr. Dazu zählen insbesondere Zufahrten, Aufstell- und Bewegungsflächen. Zufahrten und Durchfahrten dienen als Verbindungselemente zwischen öffentlichen Verkehrsflächen und den für Feuerwehreinsätze relevanten Bereichen eines Grundstücks. Sie ermöglichen den Zugang zu Aufstell- und Bewegungsflächen für Einsatzfahrzeuge. Deren Ausbildung muss so sein, dass sie befestigt und bei geradlinigem Verlauf mindestens 3,00 m breit sein soll [9 S. 72 f.]. Mindestens 3,50 m ist als lichte Höhe für Durchfahrten erforderlich [9 S. 72 f.]. Die Fahrbahnbreite ist in Kurvenbereichen zu vergrößern. Berücksichtigt sollte dabei folgende Radien: Mindestens 4,00 m bei einem Außenradius von 15 bis 20 m [9 S. 72 f.]. Ist ein Gebäude mehr als 50 m von der öffentlichen Verkehrsfläche entfernt, so sind Zufahrten zwingend erforderlich [9 S. 72 f.]. Eine weitere Voraussetzung für Zufahrten ist die anders nicht vorhandene Erreichbarkeit der Gebäudepunkte wie Einspeisungen für trockene Steigleitungen [9 S. 72 f.].

Aufstellflächen dienen der Positionierung von Hubrettungsfahrzeugen (z. B. Drehleitern). Sie sind anzuordnen, um alle relevanten Stellen zur Personenrettung unmittelbar zu erreichen [9 S. 72-73]. Die Fahrzeuge müssen sicher abgestützt werden können. Dafür eignet sich eine Mindestfläche von 3,50 m Breite [9 S. 72 f.]. Sollte der Leiterpark groß ausgeladen werden, kann diese Breite bis zu 4,50 m ansteigen [9 S. 72 f.].

Den benötigten Bewegungsraum für Einsatzfahrzeuge wird über die Bewegungsflächen zur Verfügung gestellt. Eine ausreichende Bemessung ist erforderlich. Sie dient dazu

feuerwehrtechnische Geräte und deren Manövrieren auf dem Grundstück zu ermöglichen. Je nach Art und Anzahl der zu erwartenden Feuerwehrfahrzeuge lässt sich die Größe solcher Flächen bemessen [9 S. 72 f.]. Allgemein ist eine Mindestgröße von 7 m × 12 m sowie ein zusätzlicher Übergangsbereich erforderlich, um einen reibungslosen Einsatzablauf sicherzustellen [9 S. 72 f.].

Zur Gewährleistung der Einsatzbereitschaft müssen Aufstell- und Bewegungsflächen für Feuerwehrfahrzeuge so gestaltet sein, dass sie mit Fahrzeugen bis zu einem zulässigen Gesamtgewicht von 16 Tonnen befahren werden können [9 S. 72 f.]. Dies berücksichtigt die maximale Achslast von Feuerwehrfahrzeugen [9 S. 72 f.]. Die Flächen müssen gemäß den Vorgaben der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) zusätzlich auf ihre Tragfähigkeit überprüft und entsprechend befestigt werden. Dies schließt eine Bemessung nach den Normen EN 1991-1-1 i. V. m. DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 ein [10 S. 250].

## 7 Diskussion

Diese Abschlussarbeit hat sich der Schnittstelle zwischen nachhaltigem Bauen und Brandschutz gewidmet. Das Ziel dieser Arbeit war die Synergien und potenzielle Konflikte beider Konzepte herauszuarbeiten. Die im Fokus stehenden Fragenstellungen lauten:

1. Was verfolgt das Konzept Nachhaltigkeit im Brandschutz?
2. Wie hat es Baden-Württemberg geschafft, dieses Umdenken umzusetzen?
3. Wie können andere Bundesländer auch diesen Schritt schaffen?

**Frage 1:** Was verfolgt das Konzept Nachhaltigkeit im Brandschutz?

Bei dieser Fragestellung geht es darum herauszufinden, ob Nachhaltigkeit im Brandschutz ein Widerspruch sei. Zunächst war es üblich, dass in der Vergangenheit Brandschutz und Nachhaltigkeit zwei getrennte Disziplinen waren. Nachhaltigkeit verfolgt ökologische, ökonomische und soziale Aspekte während Brandschutz sich in erster Linie mit dem Schutz in Gefahrenfall von Leben, Sachwerten und Umwelt befasst. Wenn man sich aber die Prinzipien wie Verantwortungsbewusstsein, Langfristigkeit und Risikominimierung anschaut zeigt die Analyse in dieser These, dass beide Bereiche diese Prinzipien verfolgen. Dies lässt sich insbesondere erklären, wenn man sich die Verwendung von Holz als nachhaltiger Baustoff anschaut. Holz ist als normalentflammbar eingestuft jedoch wird es in der Landesbauordnung Baden-Württemberg dessen Einsatz erlaubt. Die Bedingung dafür ist die Beachtung konstruktiver Maßnahmen wie Brandschutzbekleidungen oder Verbundsysteme.

Somit wird ein adäquater Feuerwiderstand nachgewiesen. Diese technische Kompensation ermöglicht neue Perspektiven für ökologische motivierten Materialeinsatz. Dabei muss keine sicherheitsrelevante Einbuße in Kauf genommen werden. In der Praxis finden derzeit vor allem Mineralfaser-Spritzputze mit Rohdichten zwischen etwa 300 und 400 kg/m<sup>3</sup> und Wärmeleitfähigkeiten zwischen 0,05 und 0,22 W/mK Anwendung [21 S. 362]. Ebenso etabliert sind Vermiculite-Spritzputze, deren Rohdichten bei 450 bis 850 kg/m<sup>3</sup> liegen und die vergleichbare Wärmeleitfähigkeiten aufweisen [21 S. 362]. Die Anwendung von Spritzputzen als Brandschutzbekleidung gewinnt insbesondere bei Geometrien mit hoher Komplexität oder im Sanierungsbereich an Relevanz [21 S. 362]. Dennoch bestehen bislang noch Einschränkungen hinsichtlich internationaler Anwendbarkeit und standardisierter

Bewertungskriterien, weshalb zukünftige Entwicklungen und regulatorische Präzisierungen abzuwarten bleiben [21 S. 362].

Um die Qualität von Gebäuden auf systematische und transparente Weise im Sinne der Nachhaltigkeit bewerten zu können, bietet sich neben BNB auch das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG) an. Es basiert auf national etablierten Bewertungsstrukturen und dient als Rahmen für die Umsetzung eines planungs- und bauprozessbegleitenden Qualitätsmanagements [22 S. 7]. Die Bewertung erfolgt anhand konkreter Kriterien, Indikatoren und Maßstäbe, die zentrale Nachhaltigkeitsaspekte wie Lebenszykluskosten, Ressourceneffizienz, Umweltwirkungen, Komfort, Gesundheit sowie Funktionalität und Effizienz erfassen [22 S. 7]. Das QNG differenziert zwischen zwei Qualitätsniveaus: QNG-PLUS für überdurchschnittliche Qualität und QNG-PREMIUM für deutlich überdurchschnittliche Qualität [22 S. 7]. Für Wohngebäude gilt, dass für die Auszeichnung mit dem QNG-PLUS mindestens 50 % der eingesetzten Hölzer, Holzprodukte und Holzwerkstoffe aus nachweislich nachhaltiger Forstwirtschaft stammen müssen [22 S. 7]. Um das höhere Qualitätsniveau QNG-PREMIUM zu erreichen, ist ein Anteil von mindestens 80 % erforderlich [22 S. 16].

Bei Nichtwohngebäuden sind die Anforderungen weiter gefasst und beziehen sich neben dem Einsatz von Holz auch auf mineralische Baustoffe [22 S. 7]. Für das QNG-PLUS müssen mindestens 70 % der eingesetzten Holzprodukte nachhaltig zertifiziert sein [22 S. 16]. Zusätzlich ist nachzuweisen, dass mindestens 30 % der Gesamtmasse der im Hoch- und Tiefbau verwendeten Beton, Erdbaustoffe und Pflanzsubstrate einen erheblichen Recyclinganteil aufweisen [22 S. 16].

Für die Vergabe des QNG-PREMIUM bei Nichtwohngebäuden gelten entsprechend höherer Anforderungen: Mindestens 85 % der eingesetzten Holzprodukte müssen aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammen, und der Anteil der genannten mineralischen Baustoffe mit Recyclingkomponenten muss mindestens 50 % der Gesamtmasse betragen [22 S. 16]. Die Aussagen aus dem Experteninterview mit Neitzel, Abteilungsleiter bei Gruner Deutschland GmbH, unterstreichen diese Einschätzungen. Neitzel betont, dass nachhaltiger Brandschutz vor allem bedeutet, gezielt und bedarfsorientiert Schutzmaßnahmen zu implementieren – nicht pauschal „Brandschutzsysteme auf Gebäude zu werfen“, wie er es formuliert. Vielmehr müsse stets geprüft werden, welche Maßnahmen zur Zielerreichung erforderlich sind und in welchem Umfang nachhaltige Systeme rechtskonform eingebunden werden können. Dabei sei insbesondere die frühzeitige und interdisziplinäre Abstimmung mit den planenden und ausführenden Gewerken essenziell.

Neitzel weist zudem auf bestehende Defizite in der Praxis hin: Zwar sei der Wille zur Umsetzung nachhaltiger Konzepte auf Bauherrenseite vorhanden – beispielsweise durch den Wunsch nach Holzbauweise oder DGNB-Zertifizierungen – doch mangle es häufig an fundierter Kenntnis brandschutztechnischer Anforderungen. Daraus ergibt sich eine gewisse Diskrepanz zwischen gestalterischem Anspruch und technischer Realisierbarkeit. Auch die Sichtbarkeit des Holzes sei ein zentrales Anliegen vieler Bauherren, was die Wahl geeigneter Brandschutzsysteme zusätzlich erschwere. Technische Lösungen wie reaktive Beschichtungen für Holz befinden sich laut Neitzel noch in der Entwicklungsphase und sind bislang nicht marktgerecht verfügbar.

**Frage 2:** Wie hat es Baden-Württemberg geschafft, dieses Umdenken umzusetzen?

Die Analyse der Landesbauordnung Baden-Württemberg zeigt deutlich, dass das Bundesland aktiv regulatorische Spielräume nutzt, um nachhaltiges Bauen zu fördern. § 3 Abs. 2 LBO BW formuliert klare Ziele hinsichtlich Energieeffizienz, Ressourcenschonung und Nutzung erneuerbarer Energien. Darüber hinaus werden auch städtebauliche Maßnahmen wie Flächenbegrünung gefordert.

Besonders bemerkenswert ist die technikoffene Ausgestaltung vieler Vorschriften. Diese erlaubt es Planenden, nachhaltige Materialien wie Holz oder Lehm einzusetzen, solange die sicherheitstechnischen Nachweise gegeben sind. Eine deutliche praxisnahe Umsetzung ist in den analysierten Fallstudien (Mali-Sporthalle, Fuchshofschule und Schubart-Gymnasium) sichtbar. Sie zeigen die Möglichkeit der Verwendung von brennbaren Baustoffen mit den Voraussetzungen einer Kapselung, vorhandenen Brandschutzplatten und feuerhemmende Konstruktionen. Ergänzend zeigt das Experteninterview mit Neitzel, dass die strategische Offenheit in Baden-Württemberg sich auch in der praktischen Planung und Genehmigung widerspiegelt. Neitzel betont, dass bis zu einer Gebäudehöhe von 60 Metern bereits zahlreiche Holzbauprojekte umgesetzt wurden, und dass Baden-Württemberg mit der Erhöhung der geforderten Feuerwiderstandsdauer von 90 auf 120 Minuten eine zusätzliche Sicherheitsebene eingeführt hat. Diese Maßnahme dient insbesondere dazu, das Vertrauen der Feuerwehren und Genehmigungsbehörden in die Tauglichkeit von Holz als tragendem Baustoff zu stärken.

Darüber hinaus weist Neitzel darauf hin, dass bei der Umsetzung nachhaltiger Bauprojekte insbesondere die verstärkte bauaufsichtliche Überwachung von entscheidender Bedeutung ist. Er spricht sich deutlich für eine verpflichtende Prüfung der Brandschutzsysteme durch qualifizierte Hersteller oder unabhängige Fachpersonen aus. Nur so könne gewährleistet werden, dass die genehmigten Systeme auch in der Praxis ordnungsgemäß eingebaut und

funktionstüchtig sind – eine zentrale Voraussetzung, um nachhaltige Materialien wie Holz dauerhaft etablieren zu können.

Diese Aussagen untermauern, dass Baden-Württemberg nicht nur über eine progressive rechtliche Grundlage verfügt, sondern auch aktiv auf die Weiterentwicklung von Systemen, Prüfverfahren und Planungssicherheit hinarbeitet. Die Kombination aus regulatorischer Offenheit, technischer Weiterentwicklung und qualitätssichernden Maßnahmen stellt damit eine effektive Strategie zur Umsetzung nachhaltiger Baukonzepte dar.

**Frage 3:** Wie können andere Bundesländer auch diesen Schritt schaffen?

In dieser Abschlussarbeit wurde lediglich das Bundesland Hamburg als zu vergleichendem Bundesland analysiert. Ein Blick in die Hamburger Landesbauordnung zeigt, dass ähnliche Vorschriften existieren. Die standardisierte Anwendung der Musterbauordnung (MBO) bietet zwar einen rechtlichen Rahmen, doch fehlt es oft an konkreten Fördermechanismen oder Öffnungsklauseln, wie sie in Baden-Württemberg existieren.

Für eine Übertragbarkeit ist daher ein Umdenken auf mehreren Ebenen notwendig: Gesetzgeberische Anpassungen, Schulung von Fachkräften und die Förderung interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Architekten, Brandschutzplanern und Nachhaltigkeitsexperten. Zudem macht Neitzel deutlich, dass erfolgreiche nachhaltige Bauprojekte nicht nur auf einem genehmigten Brandschutzkonzept beruhen, sondern maßgeblich von der Qualität der baubegleitenden Überwachung abhängen. In Hamburg mangle es oft an einer systematischen Einbindung von qualifizierten Prüfstellen, was wiederum Unsicherheiten bei der Umsetzung nachhaltiger Systeme fördere. Seiner Einschätzung nach könnten andere Bundesländer von Baden-Württemberg lernen, indem sie Prüfpflichten konsequenter einführen und die Verantwortung für die Systemqualität klarer definieren.

Eine effektive Umsetzung nachhaltiger Holzbauprojekte im Kontext des baulichen Brandschutzes erfordert nicht nur die Einhaltung technischer Vorschriften, sondern auch ein frühzeitiges und enges Zusammenspiel aller am Bau Beteiligten. Neitzel hebt im Interview die besondere Bedeutung einer integrativen Zusammenarbeit zwischen Bauherren, Planern und ausführenden Gewerken hervor. Er empfiehlt, dass sich Bauherren frühzeitig mit den ausführenden Unternehmen abstimmen und idealerweise bereits zu einem frühen Zeitpunkt vertraglich binden sollten. Dies erhöhe nicht nur die Verbindlichkeit, sondern fördere auch ein gemeinsames Verantwortungsbewusstsein für die Einhaltung der brandschutztechnischen Anforderungen: „Die Hand in Hand Arbeit muss dann extrem gefördert werden auch von Bauherren“ (Anhang E, Z. 170-171).

Darüber hinaus betont er, dass innovative Projekte mit hohem Nachhaltigkeitsanspruch unter Umständen auch eine höhere Investitionsbereitschaft erfordern. Wer als Bauherr ein zukunftsweisendes, nachhaltiges Gebäude realisieren möchte, müsse in Kauf nehmen, dass solche Vorhaben nicht mit den Kosten eines konventionellen Standardbaus vergleichbar seien. Nachhaltige Pilotprojekte, insbesondere im Bereich mehrgeschossiger Holz- und Hybridbauten, benötigen nicht nur technisches Know-how, sondern auch strukturelle und finanzielle Rahmenbedingungen, die über das übliche Maß hinausgehen. Dennoch überwiegen laut Neitzel die positiven Erfahrungen aus der Praxis, sodass sich der Mehraufwand langfristig lohnen kann.

### **Betriebswirtschaftliche Betrachtung**

Durch die individuelle Vorfertigung von Bauteilen könnten Unternehmen im Holzbau profitieren. Die Produkte werden in Werkhallen unter kontrollierten Bedingungen hergestellt. Dies reduziert Bauabfälle erheblich und ermöglicht eine präzisere Planung sowie kürzere Bauzeiten [23]. Wirtschaftliche Vorteile können sich durch die Möglichkeit Holzprodukte mehrfach zu nutzen oder wiederzuverwerten, feststellen lassen [23]. Für Unternehmen sind diese Vorteile sowohl in der Herstellung als auch im späteren Rückbau von Gebäuden spürbar. Wer Gebäude in Holzbauweise nicht mehr abreißt, sondern gezielt und ressourcenschonend zurückbaut, schafft auf diese Weise die Grundlage finanzielle Mittel zu sparen und leistet seinen Beitrag im Kontext des nachhaltigen Bauens [23]. Es soll also immer das Ziel verfolgt werden, den Eintrag von Holzprodukten in den Entsorgungskette so weit wie möglich zu vermeiden [23].

### **Volkswirtschaftliche Betrachtung**

Die regionale Wirtschaft profitiert vom Holzbau. Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft führt zu einer höheren Wertschöpfung in ländlichen Regionen. Auf dieser Weise können Arbeitsplätze entlang der gesamten Wertschöpfungskette geschaffen und gesichert werden [23]. Ein Konzept, das die Förderung der regionalen Wirtschaft unterstützt ist die Bildung sogenannter Holzcluster. Es handelt sich um Netzwerke aus Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Bildungsträgern, die gemeinsam Innovationen im Bereich des Holzbaus entwickeln [23]. Die Vorteile solcher Cluster bestehen in einer effizienteren Ressourcennutzung, einer gesteigerten Wettbewerbsfähigkeit, dem erleichterten Wissenstransfer sowie der Förderung technologischer Entwicklungen. Mehrere europäische Länder – etwa Finnland und Österreich – haben solche Cluster bereits erfolgreich implementiert [23]. Von dieser strukturellen Einbindung profitieren insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen [23]. Diese theoretisch fundierten Überlegungen lassen sich

jedoch nur teilweise durch aktuelle praktische Erkenntnisse stützen. Im Experteninterview mit Neitzel wurde deutlich, dass volkswirtschaftliche Effekte wie Arbeitsplatzschaffung oder regionale Wertschöpfung bislang kaum empirisch fundiert erhoben sind. Neitzel verweist darauf, dass es zwar viele positive Einschätzungen gebe, wissenschaftlich belastbare Daten jedoch oft fehlen. Eine quantitative Bewertung der volkswirtschaftlichen Vorteile nachhaltiger Bauweisen sei daher bislang nur eingeschränkt möglich.

Gleichzeitig betont Neitzel, dass die wirtschaftliche Planung innerhalb von Bauprojekten stark durch Kostenvorgaben geprägt ist. Für den Brandschutz bedeutet dies konkret, dass in der Regel das niedrigste gesetzlich zulässige Schutzniveau angesetzt wird, um wirtschaftlich planen zu können. Potenzielle Vorteile durch nachhaltige Materialien wie Holz werden daher häufig erst dann relevant, wenn sie sich auch monetär in den Bau- oder Betriebskosten abbilden lassen.

Diese Aussagen unterstreichen die Notwendigkeit vertiefter volkswirtschaftlicher Untersuchungen, die über qualitative Einschätzungen hinausgehen. Nur durch belastbare Studien lassen sich langfristig tragfähige Entscheidungen zur Förderung nachhaltiger Bauweisen auch auf volkswirtschaftlicher Ebene begründen.

### **Kritische Reflexion**

Die vorliegende Arbeit stützt sich im Wesentlichen auf eine umfassende Literatur- und Gesetzesrecherche sowie auf die Analyse ausgewählter Fallstudien. Der Erkenntnisgewinn wurde jedoch durch eine eingeschränkte Datenverfügbarkeit limitiert. Detaillierte Informationen zu den untersuchten Bauprojekten konnten nur teilweise erhoben werden, da weder die zuständigen örtlichen Baurechtsbehörden noch das Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg weiterführende projektbezogene Unterlagen zur Verfügung stellten. Zwar wurde im Rahmen eines telefonischen Austauschs auf einschlägige technische Richtlinien und Verwaltungsvorschriften verwiesen, diese ersetzen jedoch keine vertiefte projektspezifische Analyse. Eine zusätzliche Anfrage an Nutzer, Bauherren oder Eigentümer erfolgte im Rahmen dieser Arbeit nicht mehr innerhalb des verfügbaren Zeitrahmens.

Trotz dieser Einschränkungen ließen sich aus den vorhandenen Quellen wesentliche Erkenntnisse ableiten und grundlegende Zusammenhänge zwischen nachhaltigem Bauen und brandschutztechnischen Anforderungen identifizieren. Für weiterführende Untersuchungen wären jedoch ergänzende Primärdaten – etwa in Form von Nutzerfeedback, Langzeitstudien oder belastbaren Planunterlagen – dringend erforderlich, um eine vertiefte Bewertung vornehmen zu können.

In Bezug auf die Verwendung von Holz im mehrgeschossigen Bau zeigt sich ein ambivalentes Bild: Zwar bietet Holz als nachwachsender Baustoff ökologische Vorteile, doch werden diese vielfach durch brandschutztechnische Herausforderungen relativiert. Die Notwendigkeit umfangreicher technischer Nachweise, aufwendiger Konstruktionsdetails und der Einhaltung strenger Vorgaben machen deutlich, dass Holz im städtischen Kontext keineswegs die einfache oder gar ideale Lösung darstellt. Hinzu kommt, dass der Schutz vor Feuer im Brandfall teils nur durch zusätzliche, nicht nachhaltige Materialien oder überdimensionierte Querschnitte gewährleistet werden kann – was wiederum die ökologische Bilanz relativiert.

Während Baden-Württemberg durch gezielte gesetzliche Regelungen, förderpolitische Maßnahmen und technologische Offenheit einen beachtlichen Fortschritt in der Umsetzung nachhaltiger Bauweisen erreicht hat, fehlt es in Hamburg trotz grundsätzlich vorhandener struktureller Rahmenbedingungen an vergleichbarer Entschlossenheit. Nachhaltigkeit im Brandschutz erfordert mehr als bloße Materialoffenheit – sie bedarf einer integrativen Strategie, die Planung, Ausführung und Kontrolle gleichermaßen einbindet.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die Integration von Nachhaltigkeit in den Brandschutz zwar möglich ist, in der Praxis jedoch mit erheblichen Herausforderungen verbunden bleibt – insbesondere dann, wenn mit brennbaren Baustoffen wie Holz gearbeitet wird.

Im Rahmen der kritischen Reflexion der Nachhaltigkeitsziele zeigt sich, dass diese in der praktischen Umsetzung nicht selten idealisiert oder gar überbewertet werden. Neitzel bringt diese Einschätzung prägnant auf den Punkt:

Aktuell habe ich das Gefühl, dass das noch 'n gewisser Hype ist [...] häufig ist es doch noch [...] die Nachhaltigkeitszertifizierung um ihren Preis. (Anhang E, Z. 56-62)

Dieses Statement verdeutlicht, dass Nachhaltigkeitszertifizierungen in der Praxis mitunter primär, als vermarktbares Label betrachtet werden, dessen Erreichen oftmals mehr mit Image und Wirtschaftlichkeit als mit tatsächlicher ökologischer Wirksamkeit zu tun hat. Die kritische Auseinandersetzung mit derartigen Zielsetzungen ist daher essenziell, um einen realistischen und wirkungsvollen Beitrag zur nachhaltigen Bauweise leisten zu können.

## 8 Fazit und Ausblick

Die zentrale Hypothese dieser Arbeit lautete:

„Nachhaltiges Bauen verändert die Anforderungen an den baulichen Brandschutz in modernen Holz- und Hybridbauweisen signifikant, erfordert jedoch keine grundlegenden Zielkonflikte, sofern Planungs- und Ausführungsprozesse frühzeitig abgestimmt werden.“

Die Analyse der rechtlichen Grundlagen in Baden-Württemberg sowie die Auswertung praxisnaher Fallstudien zeigen, dass Nachhaltiges Bauen tatsächlich neue Anforderungen an Materialien, Konstruktionen und Planungsprozesse stellt. Insbesondere die brandschutztechnische Bewertung von sichtbarem Holz und der Umgang mit hybriden Bauweisen machen deutlich, dass bewährte Standards anpassungsfähig bleiben müssen.

Gleichzeitig konnte anhand der Interviews und der ausgewerteten Fallbeispiele bestätigt werden, dass keine unauflösbaren Zielkonflikte zwischen Nachhaltigkeit und Brandschutz bestehen. Vielmehr entsteht ein Spannungsfeld, das durch eine interdisziplinäre Planung, eine frühe Berücksichtigung von brandschutzrelevanten Aspekten und eine transparente Kommunikation zwischen Architekten, Fachplanern und Genehmigungsbehörden beherrschbar ist. Die Hypothese konnte somit weitgehend bestätigt werden.

Nachhaltiges Bauen verändert nicht nur die Anforderungen an den Brandschutz, sondern eröffnet auch neue Chancen für eine integrative und zukunftsorientierte Baupraxis.

Nachhaltiges Bauen verfolgt einen ganzheitlichen Anspruch, der ökologische, ökonomische und soziale Aspekte über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes berücksichtigt. Der Brandschutz wiederum sichert die Widerstandsfähigkeit von Bauwerken gegen Brandereignisse und schützt Leben, Sachwerte und Umwelt. Beide Disziplinen sind Ausdruck eines zukunftsfähigen Bauens, das den Herausforderungen des Klimawandels und der Urbanisierung begegnet.

Baden-Württemberg hat durch einen innovativen, technikoffenen Rechtsrahmen gezeigt, dass nachhaltiges Bauen mit brennbaren Baustoffen wie Holz auch im mehrgeschossigen Hochbau umsetzbar ist – ohne Kompromisse bei der Sicherheit. Die analysierten Fallstudien (Mali-Sporthalle, Fuchshofschule, Schubart-Gymnasium) belegen dies eindrucksvoll. Konstruktive Maßnahmen wie Bekleidungen, Kapselungen und gezielte Querschnittsdimensionierung sind dabei unerlässlich, um die Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer zu erfüllen.

Dennoch darf die Verwendung von Holz als nachhaltiger Baustoff nicht unkritisch betrachtet werden. Holz ist und bleibt ein brennbares Material, das – insbesondere bei unzureichender Ausführung – Risiken birgt. Probleme wie Delamination bei Brettsperrholz oder das

unkontrollierte Abfällen verkohlter Schichten können die brandschutztechnische Leistungsfähigkeit im Ernstfall gefährden. Auch die oft notwendige Kombination mit nicht nachhaltigen Baustoffen (z. B. Gipsplatten oder mineralische Bekleidungen) relativiert die ökologische Gesamtbilanz. Zudem entstehen durch zusätzliche Nachweis- und Schutzanforderungen höhere Planungs- und Ausführungskosten, die in der Praxis nicht immer im Verhältnis zum ökologischen Nutzen stehen.

Aus wirtschaftlicher Perspektive bietet der Holzbau bei richtiger Planung dennoch Vorteile: Rückbau und Wiederverwertung von Bauteilen können langfristig Ressourcen schonen und Kosten senken. Die regionale Holzverarbeitung sowie die Bildung sogenannter Holzcluster stärken darüber hinaus die lokale Wirtschaft.

Im Vergleich dazu zeigt sich, dass Hamburg zwar über einen modernen, materialneutralen Ordnungsrahmen verfügt, jedoch bei der konsequenten Verankerung nachhaltiger Bauziele – insbesondere im Bereich Brandschutz – noch Entwicklungsbedarf besteht. Rechtliche Grundlagen allein genügen nicht; es bedarf praxisnaher Anwendungsleitfäden, Schulungen und eines entschlossenen politischen Gestaltungswillens.

Holz- und Hybridbauweisen bieten Potenzial für klimagerechtes Bauen – allerdings unter der Bedingung, dass brandschutztechnische Anforderungen ernst genommen und professionell umgesetzt werden.

Baden-Württemberg nimmt mit seinem regulatorischen Ansatz und seiner gelebten Baupraxis eine Vorbildfunktion ein.

Für eine flächendeckende Umsetzung nachhaltiger Bauweisen sind neben gesetzlichen Rahmenbedingungen auch Förderprogramme, praxisorientierte Werkzeuge und öffentlich sichtbare Pilotprojekte erforderlich.

Der Einsatz von Holz muss differenziert betrachtet werden: Ökologisch vorteilhaft, aber brandschutztechnisch anspruchsvoll.

### **Ausblick**

Für zukünftige Forschung ergeben sich insbesondere in der Verbindung von Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Brandschutz neue Perspektiven. Digitale Planungswerkzeuge und modellbasierte Nachweisverfahren könnten den Planungsprozess standardisieren und vereinfachen. Darüber hinaus wäre eine umfassende Lebenszyklusanalyse von Holzbauprojekten – unter besonderer Berücksichtigung brandschutztechnischer Maßnahmen – ein vielversprechender Ansatz, um ökologische Vorteile fundiert zu quantifizieren und mit konventionellen Bauweisen zu vergleichen.

# Literaturverzeichnis

1. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bauen von morgen: Zukunftsthemen und Szenarien. Stand: Oktober 2021. Bonn: Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR); 2021. Verfügbar unter: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:101:1-2023042411151712052248>.
2. Walberg D, Gniechwitz T, Paare K, Schulze T, Hrsg. Wohnungsbau: Die Zukunft des Bestandes. Kiel: Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V; 2022. (BauforschungsberichtNr. 82).
3. Bundesministerium des Innern. Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2019:1–175 [Stand: 03.03.2025]. Verfügbar unter: [https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR\\_LFNB\\_D\\_190125.pdf](https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf)
4. Baden-Württemberg.de. N!BBW-Planungswerkzeug; 2025 [Stand: 07.03.2025]. Verfügbar unter: <https://mlw.baden-wuerttemberg.de/de/bauen-wohnen/nbbw-planungswerkzeug>.
5. nextron internet team GmbH. Gruner AG - Gruner Deutschland GmbH; 2025 [Stand: 07.03.2025]. Verfügbar unter: <https://www.gruner.ch/de/ueber-gruner/standorte/gruner-deutschland-gmbh-hamburg>.
6. Grunwald A, Kopfmüller J. Nachhaltigkeit. Frankfurt/Main: Campus-Verl.; 2006. (Campus-Einführungen). Verfügbar unter: <http://swb.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=825281>.
7. Müller J, Dorn-Pfahler S, Stritter J, Hrsg. Nachhaltiges Bauen des Bundes: Grundlagen, Methoden, Werkzeuge. Stand: Januar 2017. Bonn: Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung; 2017. (Schriftenreihe Zukunft Bauen Forschung für die PraxisBand 08).
8. Werner U-J. Bautechnischer Brandschutz: Planung, Bemessung, Ausführung. Basel, Berlin: Birkhäuser; 2004. (Bau-Handbuch).
9. Lange C. Vorbeugender Brandschutz in der Gebäudeplanung: Vom Entwurf zum Brandschutzkonzept. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Fachmedien Vieweg; 2021.
10. Battran L, Hrsg. Einführung in den vorbeugenden Brandschutz: Das Lehrbuch für alle am Bau Beteiligten. Köln: FeuerTrutz RM Rudolf Müller; 2021.

11. Holle H-J, Kuhlmeier W, Hrsg. Innovative Wege der Bildung für ein nachhaltiges Bauen. Hamburg: Univ. Technische Univ. Hamburg-Harburg; 2009.
12. Krötsch S, Stieglmeier M, Engel T. Holzbau im Bestand. Erste Auflage. München: DETAIL; 2024. (Detail Praxis).
13. Land Baden-Württemberg. LBO [Stand: 03.03.2025]. Verfügbar unter:  
[https://www.landesrecht-bw.de/jportal/recherche3doc/BauO\\_BW\\_2010.pdf?json=%7B%22format%22%3A%22pdf%22%2C%22params%22%3A%7B%22fixedPart%22%3A%22true%22%7D%2C%22docPart%22%3A%22X%22%2C%22docId%22%3A%22jlr-BauOBW2010rahmen%22%2C%22portalId%22%3A%22bsbw%22%7D&\\_=%2FBauO\\_BW\\_2010.pdf](https://www.landesrecht-bw.de/jportal/recherche3doc/BauO_BW_2010.pdf?json=%7B%22format%22%3A%22pdf%22%2C%22params%22%3A%7B%22fixedPart%22%3A%22true%22%7D%2C%22docPart%22%3A%22X%22%2C%22docId%22%3A%22jlr-BauOBW2010rahmen%22%2C%22portalId%22%3A%22bsbw%22%7D&_=%2FBauO_BW_2010.pdf)
14. Freie und Hansestadt Hamburg. BauO\_HA 2005 [Stand: 03.03.2025]. Verfügbar unter:  
[https://www.landesrecht-hamburg.de/jportal/recherche3doc/BauO\\_HA\\_2005.pdf?json=%7B%22format%22%3A%22pdf%22%2C%22params%22%3A%7B%22fixedPart%22%3A%22true%22%7D%2C%22docPart%22%3A%22X%22%2C%22docId%22%3A%22jlr-BauOHA2005rahmen%22%2C%22portalId%22%3A%22bsha%22%7D&\\_=%2FBauO\\_HA\\_2005.pdf](https://www.landesrecht-hamburg.de/jportal/recherche3doc/BauO_HA_2005.pdf?json=%7B%22format%22%3A%22pdf%22%2C%22params%22%3A%7B%22fixedPart%22%3A%22true%22%7D%2C%22docPart%22%3A%22X%22%2C%22docId%22%3A%22jlr-BauOHA2005rahmen%22%2C%22portalId%22%3A%22bsha%22%7D&_=%2FBauO_HA_2005.pdf)
15. Baden-Württemberg.de. Mali-Sporthalle; 2025 [Stand: 07.03.2025]. Verfügbar unter:  
<https://mlw.baden-wuerttemberg.de/de/bauen-wohnen/nbbw-planungswerkzeug/projekte/mali-sporthalle?highlight=Holz>.
16. MBO. Informationssystem der Bauministerkonferenz; 2025 [Stand: 23.03.2025]. Verfügbar unter:  
<https://www.bauministerkonferenz.de/verzeichnis.aspx?id=991&o=75909860991>.
17. Baden-Württemberg.de. Fuchshofschule Ludwigsburg; 2025 [Stand: 07.03.2025]. Verfügbar unter: <https://mlw.baden-wuerttemberg.de/de/bauen-wohnen/nbbw-planungswerkzeug/projekte/fuchshofschule-ludwigsburg?highlight=Holz>.
18. Baden-Württemberg.de. Schubart-Gymnasium; 2025 [Stand: 04.03.2025]. Verfügbar unter: <https://mlw.baden-wuerttemberg.de/de/bauen-wohnen/nbbw-planungswerkzeug/projekte/schubart-gymnasium?highlight=Holz>.
19. Schmitz P. Brandschutzleitfaden. Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen 05.04.2024 [Stand: 03.03.2025]:1–128. Verfügbar unter:  
<https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/publikationen/wohnen/brandschutzleitfaden.html>.

20. Merschbacher A. Brandschutzfibel. 2. Auflage. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Vieweg; 2021.
21. Mehlhorn G, Hrsg. Der Ingenieurbau. Berlin: Ernst; 1997.
22. Dorn-Pfahler S. Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG) [Stand: 08.04.2025]. Verfügbar unter:  
[https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/publikationen/bauen/qng-neubau-und-modernisierung-von-wohn-und-nichtwohngebaeuden.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/publikationen/bauen/qng-neubau-und-modernisierung-von-wohn-und-nichtwohngebaeuden.pdf?__blob=publicationFile&v=2).
23. Dangel U. Wendepunkt im Holzbau: Neue Wirtschaftsformen. Basel: Birkhäuser; 2017. (De Gruyter eBook-Paket Architektur und Design). Verfügbar unter:  
<https://www.degruyter.com/isbn/9783035608595>.
24. Geue. Leitfaden\_Anlagen\_130423.indd [Stand: 08.04.2025]. Verfügbar unter:  
[https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/archiv/Leitfaden\\_Anlagen\\_130424.pdf](https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/archiv/Leitfaden_Anlagen_130424.pdf).

# Normen- und Richtlinienverzeichnis

DIN 1052-10: 2024-12 Holzbauwerke - Herstellung und Ausführung von Holzbauwerken - Teil 10: Ergänzende Bestimmungen zu Verbindungsmitteln und nicht europäisch geregelten geklebten Produkten und Bauarten

DIN 14011: 2018-01 Feuerwehrwesen-Begriffe

DIN 14095: 2007-05 Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen

DIN 14096: 2014-05 Brandschutzordnung- Regeln für das Erstellen und Aushängen

DIN 18040: 2010-10 Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude

DIN 18180: 2024-09 Gipsplatten - Arten und Anforderungen

DIN 277-1: 2016-1 Grundfläche und Rauminhalte im Bauwesen – Teil 1: Hochbau

DIN 4074-1: 2012-06 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 1: Nadelschrittholz

DIN 4102-1: 1998-05 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen- Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Prüfungen und Anforderungen

DIN 51794: 2003-05 Prüfung von Mineralölkohlenwasserstoffen – Bestimmung der Zündtemperatur

DIN 68800-2: 2022-02 Holzschutz –Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau

DIN EN 13501-1: 2019-05 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten

DIN EN 13501-2: 2016-12 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen.

DIN EN 1838:2019-11 Angewandte Lichttechnik – Notbeleuchtung

DIN EN 1991-1 -1 /NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau

DIN EN 1995-1-2: 2010-12 Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten- Teil 1-2: Allgemeine Regeln- Tragwerksbemessung für den Brandfall

DIN EN 520: 2009-12 Gipsplatten - Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren

DIN VDE 0132:2018-07 Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen

HolzBauRL: Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise Baden-Württemberg. Fassung Dezember 2022.

MSchulbauR: Muster-Richtlinie über bauaufsichtliche Anforderungen an Schulen. Fassung April 2009

MVV TB: Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen. Fassung Januar 2021

VwV TB: Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen. Fassung 12. Dezember 2022

# Anhangsverzeichnis

Anhang A: Kriterien nach BNB [24] .....	64
Anhang B: Feuergefährliche Arbeiten [19] .....	70
Anhang C: Interview Fragen an Kai Neitzel.....	72
Anhang D: Auswertung des Interviews .....	73
Anhang E: Interview Transkripte (aus Gründen der Ressourcenschonung wird auf einen Ausdruck dieses Anhangs verzichtet. Der vollständige Inhalt steht ausschließlich in digitaler Form zur Verfügung) .....	75

## Anhang A: Kriterien nach BNB [24]

# C5 Bewertungstabelle BNB-Modul Nutzen und Betreiben

Projektnummer

Projektname

Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) - Systemvariante Büro- und Verwaltungsgebäude

Nachhaltigkeitskriterien		max. Punktzahl	Zielwert		Bewertung		Gewichtung Gesamtbewertung	Gesamtbewertung
			Soll	Punktzahl	Punktzahl	Qualität		
<b>BNB-Modul Nutzen und Betreiben</b>							<b>Gesamterfüllungsgrad</b>	<b>0,0%</b>
Realqualitäten							0,0%	0,0%
Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt								
BB	1.1.1	THG-Emissionen infolge Heiz- / Elektroenergieverbrauch	100		0,0		0,000%	0,000%
Ressourceninanspruchnahme								
BB	1.2.1	Heizenergie- und Elektroenergieverbrauch	100		0,0		0,000%	0,000%
BB	1.2.3	Trinkwasserverbrauch	100		0,0		0,000%	0,000%
Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit								
BB	3.1.1	Tatsächlicher thermischer Komfort im Winter	100		0,0		0,000%	0,000%
BB	3.1.2	Tatsächlicher thermischer Komfort im Sommer	100		0,0		0,000%	0,000%
BB	3.1.3	Tatsächliche Innenraumlufthygiene	100		0,0		0,000%	0,000%
BB	3.1.9	Tatsächliche Nutzerzufriedenheit	100		0,0		0,000%	0,000%
Prozessqualität des Nutzen und Betriebens							100,0%	0,0%
BB	5.3.1	Nutzerzufriedenheitsmanagement	100		0,0		15,789%	0,000%
BB	5.3.2	Management der Energie- und Wasserverbräuche	100		0,0		15,789%	0,000%
BB	5.3.3	Nutzungskostencontrolling	100		0,0		15,789%	0,000%
BB	5.3.4	Inspektion, Wartung und Verkehrssicherung	100		0,0		10,526%	0,000%
BB	5.3.5	Umwelt- und gesundheitsverträgliche Reinigung	100		0,0		10,526%	0,000%
BB	5.3.6	Technische Betriebsführung und Qualifikation des Betriebspersonals	100		0,0		10,526%	0,000%
BB	5.3.7	Lebenszyklusbegleitende Objektdokumentation	100		0,0		10,526%	0,000%
BB	5.3.8	Information und Motivation der Nutzer	100		0,0		10,526%	0,000%

Abbildung 10 C5 Bewertungstabelle des BNB-Moduls. Im dargestellten Projekt wurde bisher kein Kriterium bewertet.

# C6 Kriterientabelle BNB-Übergangsmo­dul Neubestand

**BNB-Bewertungsmethodik**  
Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) - Systemvariante Büro- und Verwaltungsgebäude

BNB-Modul Neubestand				
Nachhaltigkeitskriterien	Zielwert Punktzahl Maximum	Bedeutungs-faktor	Gewichtung Gesamt- bewertung	Zielwert
<b>Ökologische Qualität</b>			22,5%	2000
<b>Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt</b>				
BU 1.1.1 Treibhauspotenzial (GWP) unter Einbezug der THG-Emissionen aus BNB_BB_1.1.1	100	3	3,375%	300
BU 1.1.2 Ozonschichtabbaupotenzial (ODP) unter Einbezug der Energieverbräuche aus BNB_BB_1.2.1	100	1	1,125%	100
BU 1.1.3 Ozonbildungspotenzial (POCP) unter Einbezug der Energieverbräuche aus BNB_BB_1.2.1	100	1	1,125%	100
BU 1.1.4 Versauerungspotenzial (AP) unter Einbezug der Energieverbräuche aus BNB_BB_1.2.1	100	1	1,125%	100
BU 1.1.5 Überdüngungspotenzial (EP) unter Einbezug der Energieverbräuche aus BNB_BB_1.2.1	100	1	1,125%	100
BN 1.1.6 Risiken für die lokale Umwelt	100	3	3,375%	300
BN 1.1.7 Nachhaltige Materialgewinnung / Holz	100	1	1,125%	100
<b>Ressourceninanspruchnahme</b>				
BU 1.2.1 Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PE <sub>ne</sub> ) unter Einbezug der Energieverbräuche aus BNB_BB_1.2.1	100	3	3,375%	300
BU 1.2.2 Gesamtprimärenergiebedarf (PE <sub>ges</sub> ) u. Anteil erneuerbare Primärenergie (PE <sub>e</sub> ) unter Einbezug der Energieverbräuche aus BNB_BB_1.2.1	100	2	2,250%	200
BB 1.2.3 Trinkwasserverbrauch Ergebnis des Kriteriums BNB_BB_1.2.3 des BNB-Moduls Nutzen und Betreiben	100	2	2,250%	200
BN 1.2.4 Flächeninanspruchnahme	100	2	2,250%	200
<b>Ökonomische Qualität</b>			22,5%	500
<b>Lebenszykluskosten</b>				
BN 2.1.1 Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus unter Einbezug tatsächlicher Nutzungskosten (Energie- und Reinigungskosten)	100	3	13,500%	300
<b>Wertentwicklung</b>				
BN 2.2.1 Drittverwendungsfähigkeit	100	2	9,000%	200
<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>			22,5%	3100
<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>				
BB 3.1.1 Tatsächlicher Thermischer Komfort im Winter	100	2	1,452%	200
BB 3.1.2 Tatsächlicher Thermischer Komfort im Sommer	100	3	2,177%	300
BB 3.1.3 Tatsächliche Innenraumlufthygiene Ergebnis des Kriteriums BNB_BB_3.1.1 des BNB-Moduls Nutzen und Betreiben	100	3	2,177%	300
BN 3.1.4 Akustischer Komfort	100	1	0,726%	100
BN 3.1.5 Visueller Komfort	100	3	2,177%	300
BN 3.1.6 Einflussnahme des Nutzers	100	2	1,452%	200
BN 3.1.7 Aufenthaltsmerkmale im Außenraum	100	1	0,726%	100
BN 3.1.8 Sicherheit und Störfallrisiken	100	1	0,726%	100
BB 3.1.9 Tatsächliche Nutzerzufriedenheit Ergebnis des Kriteriums BNB_BB_3.1.2 des BNB-Moduls Nutzen und Betreiben	100	3	2,177%	300
<b>Funktionalität</b>				
BN 3.2.1 Barrierefreiheit	100	2	1,452%	200
BN 3.2.2 Flächeneffizienz	100	1	0,726%	100
BN 3.2.3 Umnutzungsfähigkeit	100	2	1,452%	200
BN 3.2.4 Zugänglichkeit	100	2	1,452%	200
BN 3.2.5 Fahrradkomfort	100	1	0,726%	100
<b>Sicherung der Gestaltungsqualität</b>				
BN 3.3.1 Gestalterische und städtebauliche Qualität	100	3	2,177%	300
BN 3.3.2 Kunst am Bau	100	1	0,726%	100
<b>Technische Qualität</b>			22,5%	800
<b>Technische Ausführung</b>				
BN 4.1.1 Schallschutz	100	2	5,625%	200
BN 4.1.2 Wärme- und Tauwasserschutz	100	2	5,625%	200
BN 4.1.3 Reinigung und Instandhaltung	100	2	5,625%	200
BN 4.1.4 Rückbau, Trennung und Verwertung	100	2	5,625%	200
<b>Prozessqualität</b>			10,0%	1900
<b>Prozessqualität des BNB-Moduls Nutzen und Betreiben</b>				
BB 5.3.1 Ergebnis des der Krite­riengruppe bis „Prozessqualität des Nutzen und Betreibens“ des BNB-Moduls Nutzen und Betreiben			10,000%	1900

Anlage C6 - Kriterientabelle BNB-Übergangsmo­dul Neubestand 1

Abbildung 11 C6 Kriterientabelle BNB-Übergangsmo­dul Neubestand. Jede Kategorie ist gewichtet und mit Zielwerten sowie Bewertungskriterien hinterlegt.

# D1 Kriterientabelle BNB-Modul Komplettmodernisierung

Es handelt sich um eine Kriterientabelle des BNB-Moduls Komplettmodernisierung am Beispiel der Systemvariante Büro- und Verwaltungsbau.

## BNB-Bewertungsmethodik

Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) - Systemvariante Büro- und Verwaltungsgebäude

BNB-Modul Komplettmodernisierung						
Nachhaltigkeitskriterien		Zielwert Punktzahl Maximum	Bedeu- tungs- faktor	Gewichtung Gesamt- bewertung	Zielwert	
<b>Ökologische Qualität</b>				22,5%	2000	
<b>Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt</b>						
BK	1.1.1	Treibhauspotenzial (GWP)	100	3	3,375%	300
BK	1.1.2	Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)	100	1	1,125%	100
BK	1.1.3	Ozonbildungspotenzial (POCP)	100	1	1,125%	100
BK	1.1.4	Versauerungspotenzial (AP)	100	1	1,125%	100
BK	1.1.5	Überdüngungspotenzial (EP)	100	1	1,125%	100
BK	1.1.6	Risiken für die lokale Umwelt	100	3	3,375%	300
BK	1.1.7	Nachhaltige Materialgewinnung / Holz	100	1	1,125%	100
<b>Ressourceninanspruchnahme</b>						
BK	1.2.1	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PEne)	100	3	3,375%	300
BK	1.2.2	Gesamtprimärenergiebedarf (PEges) u. Anteil erneuerbare Primärenergie (PEe)	100	2	2,250%	200
BN	1.2.3	Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen	100	2	2,250%	200
BK	1.2.4	Flächeninanspruchnahme	100	2	2,250%	200
<b>Ökonomische Qualität</b>				22,5%	500	
<b>Lebenszykluskosten</b>						
BK	2.1.1	Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	100	3	13,500%	300
<b>Wertentwicklung</b>						
BN	2.2.1	Drittverwendungsfähigkeit	100	2	9,000%	200
<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>				22,5%	2800	
<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>						
BN	3.1.1	Thermischer Komfort im Winter	100	2	1,607%	200
BN	3.1.2	Thermischer Komfort im Sommer	100	3	2,411%	300
BN	3.1.3	Innenraumlufthygiene	100	3	2,411%	300
BN	3.1.4	Akustischer Komfort	100	1	0,804%	100
BN	3.1.5	Visueller Komfort	100	3	2,411%	300
BN	3.1.6	Einflussnahme des Nutzers	100	2	1,607%	200
BN	3.1.7	Aufenthaltsmerkmale im Außenraum	100	1	0,804%	100
BN	3.1.8	Sicherheit und Störfallrisiken	100	1	0,804%	100
<b>Funktionalität</b>						
BN	3.2.1	Barrierefreiheit	100	2	1,607%	200
BN	3.2.2	Flächeneffizienz	100	1	0,804%	100
BK	3.2.3	Umnutzungsfähigkeit	100	2	1,607%	200
BN	3.2.4	Zugänglichkeit	100	2	1,607%	200
BN	3.2.5	Fahrradkomfort	100	1	0,804%	100
<b>Sicherung der Gestaltungsqualität</b>						
BK	3.3.1	Gestalterische und städtebauliche Qualität	100	3	2,411%	300
BK	3.3.2	Kunst am Bau	100	1	0,804%	100

Anlage D1 - Kriterientabelle BNB-Modul Komplettmodernisierung 1

Abbildung 12 D1 Kriterientabelle BNB-Modul Komplettmodernisierung. Insgesamt ergibt sich ein differenziertes Bewertungssystem, das alle relevanten Nachhaltigkeitsaspekte bei einer Komplettmodernisierung berücksichtigt (Teil 1)

BNB-Modul Komplettmodernisierung						
Nachhaltigkeitskriterien		Zielwert Punktzahl Maximum	Bede- tungs- faktor	Gewichtung Gesamt- bewertung	Zielwert	
Technische Qualität				22,5%	800	
Technische Ausführung						
BN	4.1.1	Schallschutz	100	2	5,625%	200
BK	4.1.2	Wärme- und Tauwasserschutz	100	2	5,625%	200
BN	4.1.3	Reinigung und Instandhaltung	100	2	5,625%	200
BN	4.1.4	Rückbau, Trennung und Verwertung	100	2	5,625%	200
Prozessqualität				10,0%	2500	
Planung						
BN	5.1.1	Projektvorbereitung	100	3	1,200%	300
BN	5.1.2	Integrale Planung	100	3	1,200%	300
BK	5.1.3	Komplexität und Optimierung der Planung	100	3	1,200%	300
BN	5.1.4	Ausschreibung und Vergabe	100	2	0,800%	200
BN	5.1.5	Voraussetzungen für eine optimale Bewirtschaftung	100	2	0,800%	200
BK	5.1.6	Bestandsanalyse	100	3	1,200%	300
BK	5.1.7	Rückbaumaßnahmen	100	1	0,400%	100
Bauausführung						
BN	5.2.1	Baustelle / Bauprozess	100	2	0,800%	200
BN	5.2.2	Qualitätssicherung der Bauausführung	100	3	1,200%	300
BN	5.2.3	Systematische Inbetriebnahme	100	3	1,200%	300
Standortmerkmale				0,0%	1300	
Standortmerkmale						
BN	6.1.1	Risiken am Mikrostandort	100	2	--	200
BN	6.1.2	Verhältnisse am Mikrostandort	100	2	--	200
BN	6.1.3	Quartiersmerkmale	100	2	--	200
BN	6.1.4	Verkehrsbindung	100	3	--	300
BN	6.1.5	Nähe zu nutzungsrelevanten Einrichtungen	100	2	--	200
BN	6.1.6	Anliegende Medien / Erschließung	100	2	--	200

Abbildung 13 D1 Kriterientabelle BNB-Modul Komplettmodernisierung. Insgesamt ergibt sich ein differenziertes Bewertungssystem, das alle relevanten Nachhaltigkeitsaspekte bei einer Komplettmodernisierung berücksichtigt (Teil 2-Fortsetzung)

# D2 Bewertungstabelle BNB-Modul Komplettmodernisierung

Es handelt sich um eine Bewertungstabelle des BNB-Moduls Komplettmodernisierung am Beispiel der Systemvariante Büro- und Verwaltungsbau.

Projektnummer		Projektname						
Nachhaltigkeitskriterien		maximale Punktzahl	Zielwert		Bewertung		Gewichtung	Gesamtbewertung
		Soll	Zwischenstand	Punktzahl	Qualität	Bemerkung	Gewichtung	Gesamtbewertung
<b>BNB-Modul Komplettmodernisierung</b>							Gesamterfüllungsgrad	0,0%
<b>Ökologische Qualität</b>							22,5%	0,0%
<b>Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt</b>								
BK	1.1.1	Treibhauspotenzial (GWP)	100				3,375%	0,000%
BK	1.1.2	Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)	100				1,125%	0,000%
BK	1.1.3	Ozonbildungspotenzial (POCP)	100				1,125%	0,000%
BK	1.1.4	Versauerungspotenzial (AP)	100				1,125%	0,000%
BK	1.1.5	Überdüngungspotenzial (EP)	100				1,125%	0,000%
BK	1.1.6	Risiken für die lokale Umwelt	100		0,0		3,375%	0,000%
BK	1.1.7	Nachhaltige Materialgewinnung / Holz	100				1,125%	0,000%
<b>Ressourceninanspruchnahme</b>								
BK	1.2.1	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PEne)	100				3,375%	0,000%
BK	1.2.2	Gesamtprimärenergiebedarf (PEges) zu Primär erneuerbare Energien (PEne)	100		0,0		2,250%	0,000%
BN	1.2.3	Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen	100				2,250%	0,000%
BK	1.2.4	Flächeninanspruchnahme	100		0,0		2,250%	0,000%
<b>Ökonomische Qualität</b>							22,5%	0,0%
<b>Lebenszykluskosten</b>								
BK	2.1.1	Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	100				13,500%	0,000%
<b>Wertentwicklung</b>								
BN	2.2.1	Drittverwendungsfähigkeit	100				9,000%	0,000%
<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>							22,5%	0,0%
<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>								
BN	3.1.1	Thermischer Komfort im Winter	100		0,0		1,607%	0,000%
BN	3.1.2	Thermischer Komfort im Sommer	100		0,0		2,411%	0,000%
BN	3.1.3	Innenraumluftthygiene	100		0,0		2,411%	0,000%
BN	3.1.4	Akustischer Komfort	100		0,0		0,804%	0,000%
BN	3.1.5	Visueller Komfort	100		0,0		2,411%	0,000%
BN	3.1.6	Einflussnahme des Nutzers	100		0,0		1,607%	0,000%
BN	3.1.7	Aufenthaltsmerkmale im Außenraum	100		0,0		0,804%	0,000%
BN	3.1.8	Sicherheit und Störfallrisiken	100		0,0		0,804%	0,000%
<b>Funktionalität</b>								
BN	3.2.1	Barrierefreiheit	100				1,607%	0,000%
BN	3.2.2	Flächeneffizienz	100				0,804%	0,000%
BK	3.2.3	Umnutzungsfähigkeit	100		0,0		1,607%	0,000%
BN	3.2.4	Zugänglichkeit	100		0,0		1,607%	0,000%
BN	3.2.5	Fahrradkomfort	100		0,0		0,804%	0,000%
<b>Sicherung der Gestaltungsqualität</b>								
BK	3.3.1	Gestalterische und städtebauliche Qualität	100		0,0		2,411%	0,000%
BK	3.3.2	Kunst am Bau	100		0,0		0,804%	0,000%

Abbildung 14 D2 Bewertungstabelle BNB-Modul Komplettmodernisierung. Aktuell jedoch ohne bewertete Fortschritte im Projekt (Teil 1)

Nachhaltigkeitskriterien		maximale Punktzahl	Zielwert		Bewertung		Gewichtung Gesamtbewertung	Gesamtbewertung	
			Soll	Zwischenstand	Punktzahl	Qualität			Bemerkung
<b>BNB-Modul Komplettmodernisierung</b>							<b>Gesamterfüllungsgrad</b>	<b>0,0%</b>	
<b>Technische Qualität</b>							22,5%	<b>0,0%</b>	
<b>Technische Ausführung</b>									
BN	4.1.1	Schallschutz	100			0,0		5,625%	0,000%
BK	4.1.2	Wärme- und Tauwasserschutz	100			0,0		5,625%	0,000%
BN	4.1.3	Reinigung und Instandhaltung	100			0,0		5,625%	0,000%
BN	4.1.4	Rückbau, Trennung und Verwertung	100					5,625%	0,000%
<b>Prozessqualität</b>							10,0%	<b>0,0%</b>	
<b>Planung</b>									
BN	5.1.1	Projektvorbereitung	100			0,0		1,200%	0,000%
BN	5.1.2	Integrale Planung	100			0,0		1,200%	0,000%
BK	5.1.3	Komplexität und Optimierung der Planung	100			0,0		1,200%	0,000%
BN	5.1.4	Ausschreibung und Vergabe	100					0,800%	0,000%
BN	5.1.5	Voraussetzungen für eine optimale Bewirtschaftung	100			0,0		0,800%	0,000%
BK	5.1.6	Bestandsanalyse	100			0,0		1,200%	0,000%
BK	5.1.7	Rückbaumaßnahmen	100			0,0		0,400%	0,000%
<b>Bauausführung</b>									
BN	5.2.1	Baustelle / Bauprozess	100			0,0		0,800%	0,000%
BN	5.2.2	Qualitätssicherung der Bauausführung	100			0,0		1,200%	0,000%
BN	5.2.3	Systematische Inbetriebnahme	100					1,200%	0,000%
<b>Standortmerkmale</b>							0,0%	<b>0,0%</b>	
<b>Standortmerkmale</b>									
BN	6.1.1	Risiken am Mikrostandort	100					--	0,000%
BN	6.1.2	Verhältnisse am Mikrostandort	100					--	0,000%
BN	6.1.3	Quartiersmerkmale	100					--	0,000%
BN	6.1.4	Verkehrsanbindung	100					--	0,000%
BN	6.1.5	Nähe zu nutzungsrelevanten Einrichtungen	100					--	0,000%
BN	6.1.6	Anliegende Medien / Erschließung	100					--	0,000%

Abbildung 15 D2 Bewertungstabelle BNB-Modul Komplettmodernisierung. Aktuell jedoch ohne bewertete Fortschritte im Projekt (Teil 2-Fortsetzung)

# Anhang B: Feuergefährliche Arbeiten [19]



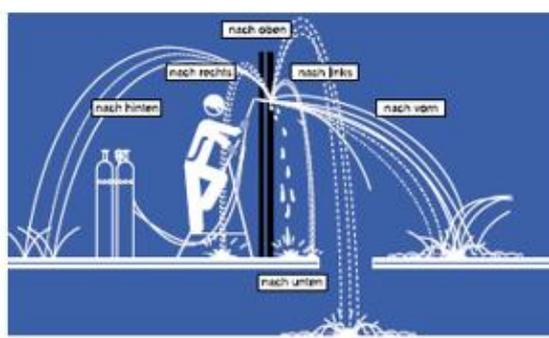
## Feuergefährliche Arbeiten

### Richtlinien für den Brandschutz

Die vorliegenden Richtlinien für den Brandschutz bei feuergefährlichen Arbeiten sind unverbindlich. Die Versicherer können im Einzelfall auch andere Sicherheitsvorkehrungen oder Installateur- oder Wartungsunternehmen zu nach eigenem Ermessen festgelegten Konditionen akzeptieren, die diesen technischen Spezifikationen oder Richtlinien nicht entsprechen.

#### 1 Vorbemerkung

Die Richtlinien für den Brandschutz bei feuergefährlichen Arbeiten wurde gemeinsam mit der Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft (HWBG), der Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft (MMBG) sowie dem Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI) ausgearbeitet und aufgestellt.



#### 2 Geltungsbereich

Der Geltungsbereich der Richtlinien erstreckt sich auf alle feuergefährlichen Arbeiten wie z. B. Löten, Heißkleben, Schweißen, Brennschneiden, Trennschleifen oder verwandte Verfahren, die außerhalb hierfür vorgesehener Werkstätten vorgenommen werden. Die Richtlinien ersetzen weder die gesetzliche noch behördlichen Regelungen noch etwaige Sicherheitsvorschriften (z. B. VdS 2047 Sicherheitsvorschriften für Feuergefährliche Arbeiten), die im Versicherungsvertrag vereinbart wurden, sondern ergänzen diese gegebenenfalls.

#### 3 Allgemeines

Nach Betriebssicherheitsverordnung und Gefahrstoffverordnung ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Vor Aufnahme der feuergefährlichen Arbeiten sollte auch zur Konkretisierung der Gefährdungsbeurteilung grundsätzlich geprüft werden, ob anstelle dieser Arbeiten sogenannte kalte Verfahren (Sägen, Schrauben, Kaltkleben etc.) eingesetzt werden können. Der Einsatz von Schweiß-, Schneid-, Trennschleif-, Löt-, Auftau- und Heißklebegeräten, bei denen erhebliche Temperaturen auftreten, bedeutet regelmä-

**Bild 1:** Ausbreitungsverhalten heißer Partikel bei schweißtechnischen Arbeiten

ßig eine enorme Brandgefahr. Brände werden vor allem verursacht durch

- offene Schweißflammen (ca. 3200 °C),
- elektrische Lichtbögen (ca. 4000 °C),
- Lötflammen (ca. 1800-2800 °C),
- Schweiß-, Schneid- und Schleiffunken (ca. 1200 °C),
- abtropfendes glühendes Metall (ca. 1500 °C),
- Wärmeleitung stark erhitzter Metallteile und heißer Gase.

Besonders gefährlich sind Schweiß-, Schneid- und Schleiffunken, die noch in einer Entfernung von 10 m und mehr von der Arbeitsstelle brennbare Stoffe entzünden können.

In feuergefährdeten Bereichen dürfen feuergefährliche Arbeiten nur von entsprechend ausgebildeten Personen ausgeführt werden, die über 18 Jahre alt sind. Auszubildende dürfen die Arbeiten nur unter Aufsicht ausführen.

Bei der Auftragsvergabe sind die einschlägigen Vorschriften über die Koordination bei der Zu-

Copyright VdS

VdS 2008 : 2009-07 (04)

Abbildung 16 VdS-Richtlinie für den Brandschutz bei feuergefährlichen Arbeiten. Grundlage für praxisgerechten und regelkonformen Brandschutz bei feuergefährlichen Arbeiten (Teil 1)

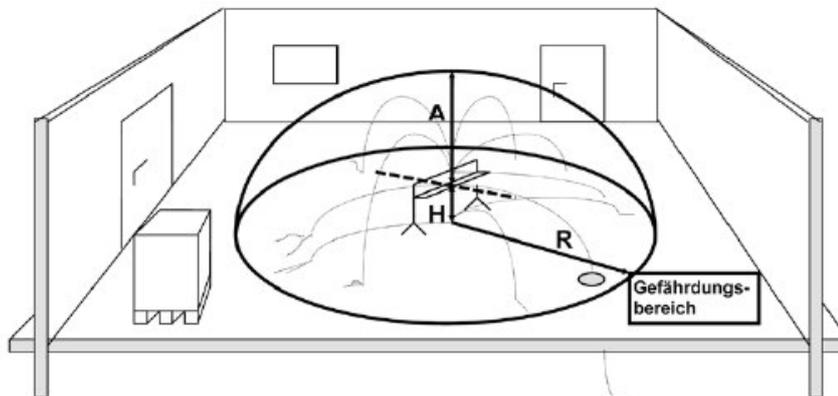


Bild 2: Gefährdungsbereich

sammenarbeit mehrerer Unternehmer zu beachten. Spätestens vor Beginn der feuergefährlichen Arbeiten ist insbesondere festzulegen, ob und wer ggf. den Brandposten und die erforderliche Brandwache stellt. Personen, die für den Brandposten vorgesehen sind, müssen entsprechend unterwiesen sein.

**4 Erlaubnisschein**

Vor Aufnahme der feuergefährlichen Arbeiten ist eine schriftliche Genehmigung des auftraggebenden Unternehmers (Auftraggeber/Versicherungsnehmer) oder eines Verantwortlichen des Auftraggebers einzuholen. Der Erlaubnisschein für feuergefährliche Arbeiten (z. B. VdS 2036 Erlaubnisscheine für feuergefährliche Arbeiten) ist an einen konkreten Arbeitsauftrag (Werk) sowie gleichbleibende Umgebungsbedingungen und Arbeitsverfahren gebunden. Ändern sich diese Umstände, muss die Gefährdungsbeurteilung und das Erlaubnisscheinverfahren erneut durchgeführt werden.

Bei länger anhaltenden Arbeiten unter gleich bleibenden Bedingungen kann als Ergänzung zum Erlaubnisschein für feuergefährliche Arbeiten, die in Kapitel 11 abgedruckte Tabelle verwendet werden. Unabhängig davon sind auch die berufsgenossenschaftlichen Anforderungen zu beachten.

**5 Gefährdungsbereiche**

Gefährdungsbereiche ergeben sich in Abhängigkeit vom jeweiligen Verfahren; sie sind in der Tabelle<sup>1)</sup> aufgeführt und in Bild 2 schematisch dargestellt.

Bei Arbeitshöhen über 2 m ist der seitliche Radius (R) aller manuell ausgeführten feuergefährlichen Arbeiten pro zusätzlichen Meter Arbeitshöhe (H) um 0,5 m zu vergrößern.

Manuelle feuergefährliche Arbeiten	Seitlicher Radius R <sub>normal</sub> Arbeitshöhe ≤ 2 m	Abstand (A) nach oben
Löten, Heißkleben	2 m	2 m
Schweißen Gas und Lichtbogen	7,5 m	4 m
Brennschneiden unabhängig vom Gasstrahl Druck	10 m	4 m
Trennschleifen	6 m	3,5 m
Anmerkung: Arbeitshöhe ≥ 2 m R <sub>gross</sub> = R <sub>normal</sub> + 1/2(H - 2 m) H = Höhe der Arbeitsstelle über Ebene In Abhängigkeit von der Arbeitsstelle, z. B. bei Bodenöffnungen, kann sich der Gefährdungsbereich auch nach unten (Tiefe) erstrecken.		
<b>Tabelle 1: Gefährdungsbereiche</b>		

1) vgl. Michael Otte, S+S Report Nr.4, August 1998

Abbildung 17 VdS-Richtlinie für den Brandschutz bei feuergefährlichen Arbeiten. Grundlage für praxisgerechten und regelkonformen Brandschutz bei feuergefährlichen Arbeiten (Teil 2-Fortsetzung)

# Anhang C: Interview Fragen an Kai Neitzel

Fragenkatalog – Experteninterview mit Kai Neitzel

Im Rahmen der Bachelorarbeit zum Thema „Einfluss des nachhaltigen Bauens auf den Brandschutz in modernen Holz- und Hybridbauweisen“ wurden folgende Fragen an Herrn Kai Neitzel gestellt:

1. Seit wann arbeitest Du denn als Brandschutzingenieur?
2. Was genau gehört zu deinen täglichen Aufgaben als Brandschutzingenieur?
3. Was verstehst Du unter 'Nachhaltigem Bauen' in deinem beruflichen Kontext?
4. Wie siehst Du die Zukunft der Nachhaltigkeit im Bauwesen in Deutschland?
5. Wie siehst Du die Integration von Brandschutzanforderungen in nachhaltigen Baukonzepten, besonders bei Holz- und Hybridbau?
6. Gibt es Unterschiede beim Brandschutzkonzept für nachhaltige Gebäude gegenüber konventionellen?
7. Welche technischen Lösungen gibt es, um die Feuerwiderstandsfähigkeit von Holz zu erhöhen?
8. Gibt es eine Grenze, ab der nachhaltige Bauweisen im Hochbau nicht mehr sinnvoll oder riskant sind?
9. Gibt es wirtschaftliche Vorteile von Holz gegenüber Beton oder Stahl?
10. Welche volkswirtschaftlichen Vorteile bietet der Einsatz von Holz?
11. Was empfehlst Du einem Bauherrn, der nachhaltig bauen möchte, ohne beim Brandschutz Kompromisse einzugehen?
12. Darf ich Dich bei Rückfragen erneut kontaktieren?

## Anhang D: Auswertung des Interviews

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde am 14. April 2025 ein 17-minütiges Experteninterview mit Herrn Kai Neitzel, Abteilungsleiter bei der Gruner Deutschland GmbH in Hamburg, durchgeführt. Ziel des Gesprächs war es, praxisbezogene Einblicke in die Vereinbarkeit von nachhaltigem Bauen und den Anforderungen des baulichen Brandschutzes zu erhalten. Die gestellten Fragen können im Anhang C eingesehen werden.

Herr Neitzel ist seit über zehn Jahren als Brandschutzingenieur tätig und legt in seiner täglichen Arbeit besonderen Wert auf die verständliche Vermittlung von Rechtsvorschriften sowie deren Integration in die Planung von Bauprojekten. Als Führungskraft ist es ihm zudem wichtig, dass alle Projektbeteiligten gegenüber dem Kunden ein einheitliches Bild vermitteln.

Nachhaltiges Bauen definiert Neitzel als ressourcenschonendes, langfristig orientiertes Handeln, das nicht primär auf kurzfristige wirtschaftliche Gewinne, sondern auf die Schaffung dauerhafter Lebensräume ausgerichtet ist. Im Kontext des Brandschutzes bedeutet dies für ihn, nur dort Maßnahmen zu ergreifen, wo sie tatsächlich notwendig sind, und dabei möglichst auf nachhaltige Produkte und Systeme zurückzugreifen, die den gesetzlichen Anforderungen entsprechen.

Hinsichtlich der aktuellen Entwicklungen sieht Neitzel das Thema Nachhaltigkeit im Bauwesen noch als trendgetrieben an. Besonders der Wunsch nach Holzbau oder Nachhaltigkeitszertifizierungen sei häufig stark durch die Bauherrenschaft geprägt, wobei in Einzelfällen relevante Aspekte übergangen würden, um Zertifikate zu erhalten. Er plädiert daher für eine realistische Einschätzung des Nutzens solcher Zertifizierungen.

Die Integration des Brandschutzes in nachhaltige Baukonzepte – insbesondere bei Holz- und Hybridbauweisen – hält Neitzel für grundsätzlich möglich, sieht jedoch Aufklärungsbedarf. Viele Akteure im Bauwesen hätten nur oberflächliches Wissen über den Brandschutz. Zudem sei der Stand der Technik zu berücksichtigen, da beispielsweise reaktive Brandschutzsysteme für Holz zwar in Entwicklung, jedoch noch nicht marktreif seien.

In Bezug auf die Genehmigungspraxis hält er fest, dass nachhaltige Bauweisen nicht grundsätzlich ein anderes Brandschutzkonzept erfordern, jedoch eine verstärkte baubegleitende Überwachung und qualifizierte Prüfung von Systemen notwendig sei. Besonders im mehrgeschossigen Holzbau bis 60 Meter Höhe sieht Neitzel bereits erfolgreiche Anwendungen, warnt jedoch vor vorschnellen Schlüssen für höhere Gebäude ohne ausreichende Erfahrungswerte.

Wirtschaftliche Vorteile von Holz im Vergleich zu konventionellen Materialien wie Beton oder Stahl kann Neitzel aus seiner Praxis nicht eindeutig bestätigen, da belastbare Vergleichsdaten häufig fehlen. Auch zu volkswirtschaftlichen Aspekten wie Arbeitsplatzschaffung oder Ressourcenschonung verweist er auf den Mangel an wissenschaftlich fundierten Untersuchungen.

Als Handlungsempfehlung für Bauherren rät Neitzel zur frühzeitigen Einbindung der ausführenden Gewerke sowie zu einer engen, verantwortungsbewussten Zusammenarbeit. Wer neue Wege im nachhaltigen Bauen gehen möchte, müsse bereit sein, zusätzliche Investitionen zu tätigen. Langfristig jedoch, so seine Einschätzung, lohne sich dieser Ansatz.

## Anhang E: Interview Transkripte (aus Gründen der Ressourcenschonung wird auf einen Ausdruck dieses Anhangs verzichtet. Der vollständige Inhalt steht ausschließlich in digitaler Form zur Verfügung)

Interviewpartner: Herr Kai Neitzel

Datum: 14. April 2025 um 13:45 Uhr

Ort: Gruner Deutschland in Hamburg

- 1 **00:04 Arthur:** Wunderbar. Erst mal schönen guten Tag, Herr Kai Neitzel. Ich heiße Arthur  
2 Waguela und wir sind jetzt dabei, das Interview für meine Bachelorarbeit durchzuführen. Erst  
3 mal vielen Dank für die Zeit, dass Sie sich genommen haben für heute. Herzlich  
4 willkommen.
- 5 **00:18 Kai:** Super, vielen Dank, Herr Waguela, dass ich hier sein darf. Ich freue mich auf das  
6 Interview, bin gespannt auf die Fragen und können gerne losschießen.
- 7 **00:28 Arthur:** Wunderbar. Ist es auch für Sie in Ordnung, dass wir, dass ich Sie dann  
8 während des Interviews duze?
- 9 **00:35 Kai:** Ja, sehr gerne. Ich bin Kai, freut mich.
- 10 **00:37 Arthur:** Wunderbar, ich bin Arthur. Dann würde ich mal loslegen. Erst mal ein paar  
11 Fragen zu dir, Kai. Seit wann arbeitest Du denn als Brandschutzingenieur?
- 12 **00:46 Kai:** Ich bin seit 10 Jahren als Ingenieur direkt tätig, davor eineinhalb Jahren noch als  
13 Student. Und genau, hat während des Studiums oder der der studentischen Aushilfskraft hat  
14 mich der Beruf so begeistert mit der Gestaltungsfähigkeit aufgrund, sagen wir, dass recht  
15 jung, der recht jungen Disziplin, die jetzt ja Mitte der Neunzigerjahre neu neu entfacht wurde.  
16 Und ja, ich habe mich seitdem gehalten und will auch will auch nicht mehr weg aus diesem  
17 Bereich.
- 18 **01:18 Arthur:** Das ist doch schön zu hören. Und was genau gehört dann zu deinen täglichen  
19 Aufgaben als Brandschutzingenieur? Kannst Du mal ganz kurz zusammenfassen?
- 20 **01:27 Kai:** Genau, das Wesentliche ist das Vermitteln der, ich mein, der Rechtsvorschriften,  
21 der Lesart von Rechtsvorschriften so einfach transportiert, dass 'n Dritter das Verstehen kann  
22 und dann in dem Projektgeschehen den Brandschutz mitfließen zu lassen für eine erfolgreiche  
23 Baugenehmigung. Also das, wenn wir jetzt Richtung Leistungsphase 1 bis 4 denken, wäre das

24 so das klassische Aufgabenfeld. Genau, und da also das A und O ist die Kommunikation von  
25 Rechtsvorschriften verständlich zu vermitteln, als wenn, ich sag mal, die die beteiligten  
26 Personen selbst das ganze Hintergrundwissen haben, was zu 'ner Entscheidung geführt hat.  
27 Weiter sind es konkrete Fragen zu Einzelthemen, wenn's jetzt Richtung LP5 geht. Aber auch  
28 das das Angebotswesen gehört dazu, Vertragsklärungen, Unterzeichnungen. Ja und ja, in  
29 meinem Fall als Abteilungsleiter dann auch das das Führen des Teams mit dem gleichen  
30 Spirit, dass egal, welche Person angesprochen wird bei Gruner, der Kunde das Gefühl hat,  
31 das ist alles aus einem Guss.

32 **02:54 Arthur:** Alles klar, vielen Dank für diese Zusammenfassung, Kai. Und ich darf dir  
33 gratulieren zur Beförderung, das habe ich gesehen, dass Du seit Januar dieses Jahres  
34 Abteilungsleiter geworden bist. Herzlichen Glückwunsch.

35 **03:06 Kai:** Danke, Arthur.

36 **03:07 Arthur:** Genau. Wir werden dann weiter jetzt ins Thema gehen. Das Thema meiner  
37 Bachelorarbeit ist der Einfluss des nachhaltigen Baues auf den Brandschutz in modernen  
38 Holz- und hybriden Bauweisen. Ich habe mich an Baden-Württemberg orientiert. Erst mal für  
39 dich, Kai, was ist persönlich der Begriff Nachhaltiges Bauen im Kontext deiner beruflichen  
40 Tätigkeit? Was verstehst Du darunter?

41 **03:34 Kai:** Bezogen aufs Bauen generell ist es, dass wir nicht Ressourcen verschwendend  
42 agieren, dass wir, dass wir nicht auf den kurzen maximalen Profit aus sind, sondern auch 'n  
43 weitreichend für, ja, am Ende unsere Kinder Gebäude entwickeln, die nicht dafür da sind, um  
44 irgendwelche Renditen zu bewerkstelligen, sondern schönen Lebensraum auch zu schaffen.  
45 Weil am Ende ist 'n Gebäude meistens zwar geplant für 50 Jahre. Die die Gebäude, die wir  
46 jetzt auch bewerten, zeigen, das ist doch häufig für viel länger, haben die Gebäudebestand.  
47 Wenn ich das nachhaltige Bauen betrachte und da den Brandschutz rausziehe, dann habe ich  
48 ja immer nur 'n kleinen Part von dem Gebäude, was ich mitgestalten kann. Und da sehe ich  
49 den Fokus, dass wir, dass wir auch da nicht die Brandschutzsysteme einfach nur aufs  
50 Gebäude schmeißen, sondern immer überlegen, wo brauch ich tatsächlich Brandschutz, um  
51 die Schutzziele zu erfüllen? Und was kann ich da dabei oder was kann ich dazu beisteuern,  
52 dass vielleicht nachhaltige Bauprodukte oder Systeme verwendet werden können im Einklang  
53 und den derzeit rechts, also der den Rechtsvorschriften.

54 **05:07 Arthur:** Alles klar. Klar, nach für diesen Einblick. Sie haben, Du hast vorhin noch mal  
55 was für die Zukunft angesprochen. Wie siehst Du denn die Nachhaltigkeit, auch diese  
56 Perspektive für die Entwicklung für die Entwicklung des Bauwesens in Deutschland?

57 **05:21 Kai:** Aktuell habe ich das Gefühl, dass das noch 'n gewisser Hype ist. Wir haben häufig  
58 den übergeordneten Wunsch des Bauherrn mit Holz zu bauen oder DGNB zertifiziert zu  
59 werden. Und das ist meistens von oben mit, sag ich sag mal, der Wunsch ist so stark, dass da  
60 gewisse Themen auch mal ausgeblendet werden, damit dieses Zertifikat dann erteilt werden  
61 kann. Wie weit nachträglich da noch 'n Abgleich stattfindet, das ist mir nicht bekannt. Ob sich  
62 jetzt wirklich die Zertifizierung denn auch gelohnt hat. Häufig ist es doch noch, so ist mein  
63 Empfinden, die die Nachhaltigkeitszertifizierung um ihren Preis. Ja. Ja.

64 **06:18 Arthur:** ja erstmal vielen Dank für den Einblick. Und die nächste Frage wäre nämlich.  
65 Wie siehst du denn die Integration der Brandschutzanforderungen in nachhaltigen  
66 Baukonzepten also insbesondere bei Holz- und Hybridbauten. Du hast vorhin gesagt es ist  
67 meistens ein Wunsch von Bauherrn, aber wie kannst Du das für dich selbst integrieren? Wie  
68 gehst Du da voran?

69 **06:42 Kai:** Brandschutz ist ja da auch sehr, sehr rudimentär. Wir haben gewisse Prüfnormen  
70 und Normbrände in im Prüföfen. Unter Brände, so so blöd es klingt, wird jedes System erst  
71 mal faktisch abgefackelt und dann wird geguckt, ob das funktionieren könnte. Und das heißt,  
72 in der aktuellen oder in also was uns aktuell zur Verfügung gestellt wird bei der Planung, also  
73 das heißt, von den Systemgebern oder von den Rechtsvorschriften her, muss ich eng wissen,  
74 was ist der derzeitige Stand, was möglich ist? Was ist die Perspektive? Also wenn man  
75 vielleicht jetzt planen, aber erst in einem Jahr einreichen, wo werden wir dann stehen? Wie ist  
76 die die prinzipielle Wahrnehmung grade jetzt auch in Bezug auf Holz bei der Feuerwehr, also  
77 der Brandbekämpfung? Wenn jetzt die Wahrnehmung der Feuerwehr so wäre, dass sie  
78 prinzipiell gar nicht mehr Holz zulassen möchte, dann kann ich noch so viel mitgeben,  
79 warum Holz gut ist. Aber ich werde wahrscheinlich keine Genehmigung erlangen und hab  
80 dann vertane Planungskosten. Ja, und 'n Stück weit auch die die Aufklärungsarbeit, weil viele  
81 haben das Gefühl von Brandschutz, da eine Ahnung zu haben, aber können's eigentlich gar  
82 nicht liefern. Und da dann immer wieder das das Einordnen von dem, was so, ja, was so  
83 rumposaunen wird.

84 **08:16 Arthur:** Okay. Das ist schon mal 'n guter Aspekt. Und nimm dir aber an, dass deine  
85 Baugenehmigung wird erteilt. Das heißt, Du hast jetzt ein Go, dass Du dann ein Gebäude  
86 errichten darfst und dafür auch dafür ein Brandschutzkonzept aufschreiben. Gibt es dann  
87 einen Unterschied zwischen einem Brandschutzkonzept für nachhaltige Gebäude von  
88 konventionellen Bauweisen? Muss man da vielleicht eine Überschrift dazu mehr packen oder  
89 ist das dann ganz normal dann vom Aufbau her?

90 **08:47 Kai:** Gute Frage. In Hamburg erlebt man jetzt leider noch nicht, sagen wir mal, diesen  
91 Weitblick unbedingt. Aber prinzipiell ist, glaube ich, jede Baugenehmigung aktuell noch gut  
92 beraten, wenn sie die Überwachung verstärkt mit aufnimmt. Also wir brauchen schon  
93 Klarheit bei der Ausbildung der Systeme, damit der Holzbau nachher dann wirklich  
94 funktioniert. Also es reicht nicht, dass wir jetzt eine tolle Genehmigung erwirkt haben,  
95 sondern müssen auch den Bauenden unterstützen, dass dann die Systeme so sind, dass sie  
96 noch funktionsfähig bleiben. Da würde ich mir wünschen, dass diese Prüfpflicht durch den  
97 Hersteller oder die vergleichbare qualifizierte Person wirklich aktenkundig ist, weil dann  
98 auch der Bauherr sich da nicht rausreden oder rausfinden kann, sondern dann wird's in der  
99 Regel dann auch gemacht, damit ich dann Inbetriebnahme bekomme. Also von daher  
100 unbedingt, da ist Handlungsbedarf.

101 **09:50 Arthur** Alles klar. Und die nächste Frage ist nämlich mehr in die Praxis orientiert, und  
102 zwar, Baden-Württemberg hat ja eine Holzbaurichtlinie seit 2020 eingeführt und da wird  
103 sogar in Gebäudeklasse 4 und 5 erlaubt, brennbare Baustoffe, als Tragwerk einzurichten, nur  
104 unter der Bedingung, dass dann das sicherheitstechnische Nachweisen erbracht worden sind.  
105 Das heißt, die Feuerwiderstandsfähigkeit vom Holz muss dann nachgewiesen werden. Gibt es  
106 dann aus deiner Erfahrung technische Lösung, um diese Feuerwiderstandsfähigkeit zu  
107 erhöhen vom Holz generell?

108 **10:34 Kai:** Genau, es gibt inzwischen auch da Brandschutzsysteme. Bisher kenne ich nur  
109 Trockenbausysteme, also wenn wir jetzt Richtung Stahl denken, haben wir ja noch  
110 Brandschutzbeschichtung. Die die Eigenschaften vom Holz lassen sich auch mit  
111 Beschichtung verbessern. Reaktive Brandschutzsysteme für Holzbau sind, glaub ich, auch in  
112 Untersuchungen, aber noch nicht marktgerecht. Und das ist auch ist immer das  
113 Riesenproblem, wenn ich 'n Holz baue, dann möchte ich das Holz auch sehen, dann muss es  
114 schon erleben. Und durch diese Brandschutzsysteme habe ich entweder dann wieder sichtbar  
115 trocken Trockenbau oder eine Veränderung des Holzes durch 'n Anstrich. Ich brauch da  
116 meistens dann doch schon ordentlich Chemie drauf, damit ich damit ich 'n also eine Dämm  
117 Dämmwirkung habe. Und dann habe ich eigentlich das oberste Ziel wieder, ja, vom Bauherrn  
118 eigentlich getilgt, weil ich diese Sichtbarkeit nicht habe. Also der Sichtbezug ist wichtig die  
119 meisten. Von daher ist das, glaub ich, nicht das Richtige, rein in die Bekleidung von Holzbau  
120 zu denken. Wenn, dann müsste es irgendwas Klarlackiges sein, ja, dass ich's, dass ich auch  
121 den Eindruck hab, ich habe wirklich Holzgebäude.

122 **12:00 Arthur:** Alles klar. Das ist auch nämlich das, was ich demnächst noch Rumfragen  
123 würde. Und zwar gibt es dann irgendwann eine Grenze, ab wann dann nachhaltige Bauweisen

124 eben vor allem im mehrgeschossigen Gebäude nicht mehr sinnvoll ist beziehungsweise  
125 riskant wäre? Gibt es da eine Grenze da?

126 **12:23 Kai:** Prinzipiell ist es erprobt oder nahezu erprobt auch in Baden-Württemberg,  
127 Hochhäuser bis 60 Meter. Also das, bis die Erhöhung der Tragfähigkeit von 90 Minuten auf  
128 120 nach den Rechtsvorschriften automatisch drinnen wäre. Dadurch habe ich auch noch so  
129 bisschen eine Pufferzone. Wir haben jetzt auch Hochhäuser geplant, wo wir von den  
130 regulären 90 Minuten schon auf 120 gegangen sind, um da eine gefühlte Sicherheit für die  
131 Feuerwehr auch wieder mit reinzubringen. Ich denke, es baut einfach hier tatsächlich noch 'n  
132 bisschen Zeit, vielleicht auch gemachte Erfahrungen bei Bestandsgebäuden im Holzbau, was  
133 über der Hochhausgrenze liegt, um dann Rückschlüsse zu ziehen, wo müssen wir noch  
134 nachbessern. Und dann kann ich mir schon vorstellen, dass auch das über 60 Meter mit mit  
135 offenem Holz geschafft wird.

136 **13:28 Arthur:** Alles klar. Dann wir warten erstmal in der Zukunft, dass wir dann solche  
137 Erfahrungen erleben dürfen. Genau, wir haben ja schon über die brandschutztechnischen  
138 Anforderungen besprochen. Wir würden aber gerne jetzt, weil Nachhaltigkeit nicht nur  
139 ökonomisch ist, also ökologisch ist, sie ist auch ökonomisch. Und dementsprechend würde  
140 ich dich fragen, Kai, siehst Du da Vorteile vom Einsatz vom Holz im Vergleich zu  
141 konventionellen Bauweisen wie Beton oder Stahl, also in betriebswichtige Sicht,  
142 wirtschaftlich besitzen?

143 **14:03 Kai:** Ich muss sagen, dass wir da nur bedingt Berührungspunkte haben. Meistens  
144 haben unsere Vorgaben in der jeweiligen Kostengruppe dann Ausschläge. Unsere Pflicht  
145 schon auf die Risiken hinzuweisen, wenn ich, wenn ich den Holzbau einschlage, dass  
146 gegebenenfalls Systeme nicht vorhanden sind oder dass VBGs erwirkt werden müssen oder  
147 der der Errichtende frühzeitig eingebunden werden muss, um vielleicht eine nicht wesentliche  
148 Abweichung zu bestätigen. Aber die, also mal eine richtige Vergleichsposition, kann ich nicht  
149 sagen, oder wie viel Holzeinbringung sinnvoll ist, um die den Preis nicht zu sehr zu sprengen.  
150 Da wir da wir tatsächlich immer angehalten sind, wirtschaftlich zu planen, brauchen wir eh  
151 erst mal das niedrigste Schutzniveau, was möglich wäre nach Gesetz und sind da eh  
152 angehalten, in Anführungszeichen günstig zu planen.

153 **15:07 Arthur:** Alles klar. Und jetzt mal, was dann die volkswirtschaftlichen Vorteile  
154 angehen. Und zwar könnte man vielleicht davon ausgehen, dass die Verwendung von Holz  
155 mehr Arbeitsplätze schaffen, weil das muss, ja auch schon verarbeitet werden, muss ja  
156 transportiert werden. Und was dann mit der Ressource Schonung angeht, wie sehen sie da,  
157 wie siehst Du dann die welche volkswirtschaftliche Vorteile vom Ort?

158 **15:29 Kai:** Ja, da muss ich leider auch sagen, das ist nicht ganz mein Britart, ne. Das da  
159 kursieren viele Meinungen zu, die ich dann auch nicht ganz hier einordnen kann. Ja. Mir ist  
160 mir ist zwar bekannt, dass es durchaus oder viele positive Aspekte hat, aber ich kenn keine  
161 wissenschaftlich fundierten Vergleiche.

162 **15:53 Arthur:** Alles klar. Okay, danke trotzdem für diesen Einblick. Und zwar dann jetzt  
163 Blick auf die Zukunft, das haben wir auch schon, aber genug mal angesprochen heute. Und  
164 zwar, was kannst Du denn jetzt ein Bauherr empfehlen, der jetzt nachhaltige Bauweisen  
165 errichten möchte, ohne dabei Kompromisse in den Brandschutz einzugehen? Was kannst Du  
166 ihm dann empfehlen?

167 **16:18 Kai:** Sich frühzeitig mit dem ausführenden Gewerk zusammensetzen,  
168 gegebenenfalls auch schon Auftrag zu erwirken, dass das Gewerk dann das Gefühl hat,  
169 wirklich an Bord zu sein, sich auch nicht mehr rausfinden kann bei Versprechungen Richtung  
170 Möglichkeiten von dem Bau. Die Hand in Hand arbeiten muss dann extrem gefördert werden  
171 auch von Bauherren. Und ja, vielleicht muss man tatsächlich dann sagen, ich muss 'n  
172 bisschen mehr investieren, wenn ich eine reine, wenn ich 'n wirklich 'n Pilotprojekt haben  
173 möchte. Dann muss vielleicht 'n bisschen, muss 'n Markt mehr übern Tisch wandern, als  
174 wenn ich einfach 'n erprobtes Bauen mache. Aber die Erfahrungen, die wir derzeit haben, ja,  
175 sprechen schon für sich und würde ich sagen, es lohnt sich noch.

176 **17:15 Arthur:** Alles klar. Also ist doch noch möglich, nachhaltig zu bauen und dabei den  
177 Brandschutz dann außer 8 zu lassen. Ja, Kai, ich habe jetzt auf meinen Zettel keine weiteren  
178 Fragen. Ich bedanke mich wirklich ganz ehrlich für deine großartige Unterstützung, vor allem  
179 auch für deine Expertisen für dieses Thema. Das wird schon für meine Bachelorarbeit von  
180 großem Wert sein. Und ja, sollte ich im Laufe der Verarbeitung dieses Interview genommen  
181 gefahren haben, Darf ich mich, darf ich mir erlauben, dann dich mal anzufragen?

182 **17:45 Kai:** Ja, gerne, Arthur.

183 **17:46 Kai:** Vielen Dank für die spannenden Fragen.

184 **17:48 Arthur:** Ich danke dir auch

