

Nachhaltigkeit massiv

AP 02

Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten



Impressum

Autoren: Dipl.-Ing. Danilo Schuler, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Maydl / Technische Universität Graz - Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie

Für den Inhalt verantwortlich: Dipl.-Ing. Danilo Schuler, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Maydl / Technische Universität Graz - Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie

Inffeldgasse 24, 8010 Graz Tel: +43 (316) 873-7151 Email.: office@tvfa.tugraz.at

Web: www.tvfa.tugraz.at

September 2009

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Alle Angaben erfolgen nach dem neuesten Stand der Erkenntnisse sowie nach bestem Wissen und Gewissen, jedoch ohne Gewähr. Jegliche Haftung ist ausgeschlossen.

Soweit in diesem Forschungsprojekt personenbezogene Ausdrücke verwendet werden, umfassen sie Frauen und Männer gleichermaßen.

Zitate werden kursiv und unter Anführungszeichen hervorgehoben.

AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten

Auftraggeber:

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „ENERGIE DER ZUKUNFT“ durchgeführt. Zusätzlich wird das Projekt aus Mitteln des Fachverbands der Stein- und keramischen Industrie der Wirtschaftskammer Österreich unterstützt.

Autoren:

Dipl.-Ing. Danilo Schuler, Technische Universität Graz – Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Maydl, Technische Universität Graz – Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie

Graz, September 2009

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
1.1	Problemstellung	11
1.2	Projektziel	11
1.3	Gewählte Vorgangsweise	12
2	Grundlagen	13
2.1	Überblick über Modelle zur Lebensdauervorhersage	13
2.2	Prinzipien zur Lebensdauerabschätzung gemäß ISO 15686	14
2.3	Begriffsdefinitionen Englisch-Deutsch	16
2.3.1	Vorgangsweise zur Lebensdauerabschätzung.....	18
2.3.2	Grundlagen zur Faktormethode der ISO 15686	20
3	Gliederung lebensdauerrelevanter Einflussfaktoren	23
3.1	Standortbedingte Einflüsse	23
3.1.1	Klima- bzw. Witterungseinflüsse.....	23
3.1.2	Chemische Einflüsse	28
3.1.3	Biologische Einflüsse.....	29
3.1.4	Baugrundverhältnisse	29
3.1.5	Erschütterungen	30
3.2	Bauwerkseigenschaften.....	30
3.2.1	Bauweise	30
3.2.2	Planungs- und Ausführungsqualität.....	30
3.2.3	Lage der Bauteile – Exponiertheit.....	31
3.2.4	Bauproduktqualität.....	34
3.2.5	Umnutzungsmöglichkeiten.....	35
3.3	Instandhaltung	36
3.3.1	Begriffsdefinitionen	36
3.3.2	Strategien der Gebäudeerhaltung	38
3.4	Nutzungseinflüsse.....	41

3.4.1	Nutzungsart	41
3.4.2	Nutzungsintensität	41
3.4.3	Nutzerverhalten	42
3.5	Sonstige Einflüsse	42
3.6	Zusammenfassung	42
4	Generelles Alterungsmodell	44
4.1	Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell)	44
4.2	Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten.....	44
4.3	Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern.....	46
4.4	Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA)	48
4.5	Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus.....	48
4.6	Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe	49
4.7	Berechnung der voraussichtlichen Lebensdauer pro Schichtgruppe.....	50
4.8	Lösbarkeit der Schichtgruppen	50
4.9	Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit	51
4.10	Bestimmung der Austauschraten und Ausnutzungsgrade.....	52
4.11	Anwendung des generellen Alterungsmodells in der Praxis.....	54
5	Validierung des generellen Alterungsmodells	56
5.1	Stahlbeton-Außenwand, WDVS (AWm 01)	56
5.1.1	Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell).....	56
5.1.2	Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten	56
5.1.3	Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern	58
5.1.4	Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA).....	58
5.1.5	Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus.....	58
5.1.6	Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe	59
5.1.7	Voraussichtliche Lebensdauer pro Schichtgruppe – AWm 01.....	60
5.1.8	Lösbarkeit der Schichtgruppen	60
5.1.9	Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit – AWm 01	61
5.1.10	Bestimmung der Austauschraten und Ausnutzungsgrade.....	62

5.1.11	Zusammenfassung – Bewertung der Außenwand AWm 01	66
5.2	Brettstapel-Außenwand, hinterlüftet (AWh 01)	68
5.2.1	Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell)	68
5.2.2	Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten	68
5.2.3	Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern	70
5.2.4	Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA)	70
5.2.5	Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus	70
5.2.6	Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe	72
5.2.7	Bewertungsergebnisse – AWh 01	72
5.2.8	Zusammenfassung – Bewertung der Außenwand AWh 01	73
5.3	Stahlbeton-Geschoßdecke, Nassestrich (GDm 01)	74
5.3.1	Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell)	74
5.3.2	Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten	75
5.3.3	Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern	76
5.3.4	Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA)	76
5.3.5	Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus	76
5.3.6	Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe	78
5.3.7	Bewertungsergebnisse – GDm 01	78
5.3.8	Zusammenfassung – Bewertung der Geschoßdecke GDm 01	78
5.4	Ziegel-Geschoßdecke (GDm 03)	80
5.4.1	Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell)	80
5.4.2	Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten	80
5.4.3	Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern	81
5.4.4	Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA)	82
5.4.5	Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus	82
5.4.6	Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe	83
5.4.7	Bewertungsergebnisse – GDm 03	84
5.4.8	Zusammenfassung – Bewertung der Geschoßdecke GDm 03	85
5.5	Stahlbeton-Geschoßdecke, Nassestrich (GDh 01)	86

5.5.1	Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell).....	86
5.5.2	Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten	86
5.5.3	Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern	88
5.5.4	Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA).....	88
5.5.5	Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus.....	88
5.5.6	Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe	90
5.5.7	Bewertungsergebnisse – GDh 01	90
5.5.8	Zusammenfassung – Bewertung der Geschoßdecke GDh 01	92
5.6	Stahlbeton-Flachdach (DAm 03).....	92
5.6.1	Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell).....	92
5.6.2	Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten	92
5.6.3	Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern	94
5.6.4	Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA).....	94
5.6.5	Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus.....	94
5.6.6	Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe	95
5.6.7	Bewertungsergebnisse – DAm 03	95
5.6.8	Zusammenfassung – Bewertung des Flachdachs DAm 03.....	97
5.7	Stahlbeton-Steildach (DAm 01)	97
5.7.1	Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell).....	97
5.7.2	Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten	98
5.7.3	Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern	99
5.7.4	Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA).....	100
5.7.5	Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus.....	100
5.7.6	Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe	101
5.7.7	Bewertungsergebnisse – DAm 01	101
5.7.8	Zusammenfassung – Bewertung des Steildachs DAm 01	103
6	Zusammenfassung.....	104
6.1	Ergebnisse für die Bauwirtschaft	105
6.2	Ergebnisse für die Integration in Gebäudezertifizierungs-systeme.....	106

7	Anhang A	118
7.1	Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – AWm 01	118
7.1.1	Schichtgruppe 1 (SG 1) – AWm 01	118
7.1.2	Schichtgruppe 2 (SG 2) – AWm 01	120
7.1.3	Schichtgruppe Tragwerk (TW) – AWm 01	120
7.1.4	Schichtgruppe 3 (SG 3)	121
7.2	Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – AWh 01	122
7.2.1	Schichtgruppe 1 (SG 1) – AWh 01	122
7.2.2	Schichtgruppe 2 (SG 2) – AWh 01	123
7.2.3	Schichtgruppe 3 (SG 3) – AWh 01	125
7.2.4	Schichtgruppe Tragwerk (TW) – AWh 01	126
7.3	Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – GDm 01	127
7.3.1	Schichtgruppe 1 (SG 1) – GDm 01	127
7.3.2	Schichtgruppe 2 (SG 2) – GDm 01	128
7.3.3	Schichtgruppe 3 (SG 3) – GDm 01	130
7.3.4	Schichtgruppe Tragwerk (TW) – GDm 01	131
7.3.5	Schichtgruppe 4 (SG 4) – GDm 01	132
7.4	Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – GDm 03	133
7.4.1	Schichtgruppe 1 (SG 1) – GDm 03	133
7.4.2	Schichtgruppe 2 (SG 2) – GDm 03	135
7.4.3	Schichtgruppe 3 (SG 3) – GDm 03	136
7.4.4	Schichtgruppe Tragwerk (TW) – GDm 03	137
7.4.5	Schichtgruppe 4 (SG 4) – GDm 03	138
7.5	Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – GDh 01	140
7.5.1	Schichtgruppe 1 (SG 1) – GDh 01	140
7.5.2	Schichtgruppe 2 (SG 2) – GDh 01	141
7.5.3	Schichtgruppe 3 (SG 3) – GDh 01	142
7.5.4	Schichtgruppe Tragwerk (TW) – GDh 01	143
7.5.5	Schichtgruppe 4 (SG 4) – GDh 01	145

7.6	Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – DAm 03	146
7.6.1	Schichtgruppe 1 (SG 1) – DAm 03	146
7.6.2	Schichtgruppe Tragwerk (TW) – DAm 03.....	148
7.6.3	Schichtgruppe 2 (SG 2) – DAm 03	149
7.7	Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – DAm 01	150
7.7.1	Schichtgruppe 1 (SG 1) – DAm 01	150
7.7.2	Schichtgruppe 2 (SG 2) – DAm 01	152
7.7.3	Schichtgruppe Tragwerk (TW) – DAm 01	153
7.7.4	Schichtgruppe 3 (SG 3) – DAm 01	154
8	Anhang B	156

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Die aktuellen Normungsaktivitäten auf internationaler bzw. europäischer Ebene mit dem Themenschwerpunkt „Nachhaltigen Bauens“ zielen darauf ab, generelle Rahmenbedingungen für die Erstellung von Lebenszyklusanalysen, sei es in Form von Ökobilanzen gemäß ÖNORM EN ISO 14040 [ÖNO06] bzw. Life Cycle Costing (LCC)-Modellen in harmonisierter Form auszuarbeiten. Folglich ist in Zukunft mit einer zunehmenden Nachfrage nach Lebensdauerdaten von Bauprodukten und Bauteilen zu rechnen, da diese besonders im Bauwesen aufgrund der langen Nutzungsdauern von Gebäuden und Bauwerken von Bedeutung sind.

Die derzeit verfügbaren Lebensdauerdaten liegen meistens in Form von Lebens- bzw. Nutzungsdauertabellen mit „Von-Bis-Werten“ für eine begrenzte Auswahl an Bauprodukten vor und basieren auf Erfahrungswerten von Sachverständigen bzw. Gebäudebewirtschaftern. Aufgrund der großen Unterschiede zwischen den in der Literatur veröffentlichten Lebensdauerangaben für Bauprodukte und Bauteile sowie der Fülle von schwer quantifizierbaren Einflussfaktoren herrscht derzeit große Unsicherheit bezüglich der Festlegung der voraussichtlichen Lebensdauer. Dieser unzureichende Wissensstand zeigt sich durch das dürftige Angebot an Basisdaten. Zu den wenigen Quellen zählen beispielsweise der Nutzungsdauerkatalog des Hauptverbands der allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Österreichs [Hau06] oder der Leitfaden Nachhaltiges Bauen [Bun01]. Eine Lebenszyklusbetrachtung ist aber ohne genaue Kenntnis über die reale Lebensdauer von Bauprodukten sinnlos, um aussagekräftige ökologische sowie ökonomische Bewertungen durchführen zu können.

Zur Optimierung von Gebäuden nach ökologischen sowie ökonomischen Gesichtspunkten sind Grundlagen über das Alterungsverhalten von Bauprodukten und der daraus resultierenden Lebensdauer bzw. deren Austauschzyklen unbedingt erforderlich. Dies gilt auch für künftige Nachhaltigkeitsbewertungen in Form einer Gebäudezertifizierung.

Im Sinne des nachhaltigen Bauens ist die konstruktive Durchbildung eines Gebäudes in Abhängigkeit von unterschiedlichen Produktlebensdauern von entscheidender Bedeutung, um Instandhaltungsmaßnahmen mit geringstem ökologischem und ökonomischem Aufwand durchführen zu können. Deshalb soll in Anlehnung an die Autoindustrie, wo Serviceprogramme in Abhängigkeit vom Kilometerstand zur Behebung von Alterungsmängeln entwickelt wurden, durch die Entwicklung eines generellen Alterungsmodells für Baustoffe und Bauteile ein Bewertungskonzept bereitgestellt werden, mit dem eine sinnvolle konstruktive Durchbildung in Abhängigkeit von der Lebensdauer bzw. der zu erwartenden Einflüsse ermöglicht wird.

1.2 Projektziel

Ziel des vorliegenden Forschungsprojekts ist es, eine allgemeine Methode zu entwickeln, wie die Lebensdauer von Bauprodukten in Abhängigkeit von der jeweiligen Einbaubedingung

abgeschätzt werden kann, um realistische Annahmen für Lebenszyklusbewertungen im Rahmen von Gebäudebewertungssystemen treffen zu können. In diesem Projekt werden jedoch nur planmäßige Einwirkungen auf Bauprodukte und Bauteile betrachtet, d.h., (außerplanmäßige) Katastropheneinwirkungen und Risikobewertungen sind nicht Gegenstand dieses Projekts.

Folgende Projektergebnisse werden angestrebt:

- Überblick über publizierte Lebensdauermodelle und ihre Grundsätze;
- Identifizierung und systematische Gliederung lebensdauerrelevanter Einflussfaktoren;
- Entwicklung eines generellen Alterungsmodells zur strukturierten und vergleichbaren Erfassung des Alterungsverhalten von Bauprodukten und Bauteilen;
- Validierung der praktikablen Anwendbarkeit des generellen Alterungsmodells anhand ausgewählter Bauprodukte bzw. Konstruktionen;
- Aufzeigen des weiteren Forschungsbedarfs.

1.3 Gewählte Vorgangsweise

Daraus ergibt sich folgende Vorgangsweise und Gliederung:

Im Kapitel 2 wird ein Überblick über Methoden zur Lebensdauerabschätzung von Bauprodukten und Bauteilen gegeben. Außerdem erfolgt eine eingehende Erläuterung der Prinzipien der ISO 15686 und wichtiger Begriffsdefinitionen.

Im Kapitel 3 werden die lebensdauerrelevanten Einflussfaktoren identifiziert und näher beschrieben. Abschließend werden diese den ISO 15686-Faktorklassen zugeordnet.

Im Kapitel 4 wird das entwickelte generelle Alterungsmodell anhand eines Anschauungsbeispiels detailliert erläutert.

Im Kapitel 5 wird das generelle Alterungsmodell anhand der vom Fachverband Steine & Keramik vorgegebenen Konstruktionen auf seine praktikable Anwendbarkeit validiert.

Im Kapitel 6 werden die Projektergebnisse zusammengefasst und der weitere Forschungsbedarf aufgezeigt. Des Weiteren werden Aussagen über die Integration der Ergebnisse in Gebäudebewertungssysteme sowie über den Nutzen für die Bauprodukte-Erzeuger bzw. Bauwirtschaft gemacht.

2 Grundlagen

Im Rahmen der Literaturrecherche wurden verschiedenste Ansätze zur Abschätzung der Lebensdauer identifiziert. Es stellte sich dabei heraus, dass die meisten Modelle aufgrund der fehlenden bzw. marginalen Berücksichtigung relevanter Einflussfaktoren eher Insellösungen darstellen und für einen generellen Ansatz ungeeignet sind. Die ISO 15686-Normenreihe erscheint als einzige für die Entwicklung eines generellen Alterungsmodells geeignet, da diese allgemeine Rahmenbedingungen zur Lebensdauerbestimmung vorgibt und so weltweit harmonisierte Lebensdauerdaten von Bauprodukten in transparenter und nachvollziehbarer Form ermittelt werden könnten. Deswegen wurde auf eine vertiefende Analyse sonstiger Ansätze zur Lebensdauerabschätzung verzichtet und der Schwerpunkt auf die ISO 15686-Methodik gelegt.

2.1 Überblick über Modelle zur Lebensdauervorhersage

ISO 15686: Diese Normenreihe gibt generelle Rahmenbedingungen zur standardisierten Sammlung und Berechnung von Lebensdauerdaten vor und ist deshalb für die Entwicklung des generellen Alterungsmodells geeignet. Außerdem sind einige Normenteile speziell für die Bereitstellung von Lebensdauerdaten als Eingangsdaten für Lebenszyklusanalysen in ökonomischer und ökologischer Hinsicht erarbeitet worden. [ISO01]

MEDIC: Dieses Modell basierend auf einer bauteilweisen Zustandsanalyse mittels des Softwareprogramms EPIQR - Abkürzung für Energie (Energy Performance), Wohnraumqualität (Indoor Environment Quality), Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen (Retrofit) an bewohnten Altbauten. Anschließend können die Wahrscheinlichkeitsbereiche der vier möglichen Zustandsklassen ermittelt werden. Die Restlebensdauer kann dann durch die Kenntnis des Zustands sowie des Bauteilalters abgeschätzt werden. Dieses Modell ist eher dafür gedacht einen Überblick über einen großen Gebäudebestand und dessen Zustand zu bekommen und darauf aufbauend die künftigen Instandhaltungsmaßnahmen ableiten zu können. Nachteilig ist die fehlende Erhebung der Einflussfaktoren gemäß ISO 15686, wodurch keine Erkenntnisse für die künftigen Planungs- und Bauprozesse schlussgefolgert werden können. [Flo99]

Duracrete: Ein probabilistisches Lebensdauervorhersagemodell, das speziell zur Beschreibung physikalischer und chemischer Gesetzmäßigkeiten im Beton, wie beispielsweise Modelle für Karbonatisierung oder Chlorideindringung, entwickelt wurde. Die Anwendung dieses Modells ist mit hohem Bewertungsaufwand (Bestimmung des Bauwerkszustands sowie relevanter Materialparameter etc.) verbunden und deshalb für Lebenszyklusanalysen für Gebäude sehr eingeschränkt verwendbar. [Vog06, Seite 65 ff]

Lifetime: Ein EU-Forschungsprojekt, das ein umfassendes Handbuch zur Etablierung eines Life Cycle Management Systems bereitstellt. Es wurden verschiedenste Ansätze zur Lebensdauervorhersage untersucht sowie mögliche Lebensdauerdatenquellen angegeben. Das Life Cycle Management System wurde nur für Betontragwerke exemplarisch angewandt. Trotzdem sind einige Ansatzpunkte aufgezeigt worden, die für die Entwicklung des generellen Alterungsmodells genutzt werden können. [Sar05]

TOBUS: Ähnlich der MEDIC-Methode werden aufbauend auf einer Zustandsanalyse, die aber um die Kriterien „Energiestandard, Innenraumqualität und Überalterung“ erweitert wurden, Lebensdauervorhersagen für Bürogebäude getroffen. Problematisch ist die Vermischung von Lebensdauer- und Nutzungsdauerdaten, da hier nicht die Erhebung dieser Daten in Vordergrund steht, sondern ein Evaluierungsinstrument zur Abschätzung des Sanierungsaufwands in Abhängigkeit der erfassten Anforderungen (z.B. Energiestandard etc.). [Cac02]

IPB: Die Unterlage „Impulsprogramm IP Bau“ stellt für einige ausgewählte Bauprodukte bzw. Bauteile Lebensdauercurven mit Minimum-, Durchschnitts- und Maximalwerten zur Verfügung. Zur Lebensdauervorhersage müssen das Alter und der Zustand des Bauteils bekannt sein. Zusätzlich wurden einige Einflussfaktoren bzw. Randbedingungen mit erhoben, wodurch gewisse Rückschlüsse auf das Alterungsverhalten von Bauprodukten und Bauteilen möglich sind. Grundsätzlich stellt es eine geeignete Grundlage zur Lebensdauervorhersage dar, wobei es aber einer wesentlich detaillierteren Beschreibung der lebensdauerrelevanten Einflussfaktoren bedarf. [Mey94]

Lebensdauer- bzw. Nutzungsdauerkataloge: Beinhalten Erfahrungswerte von Sachverständigen und Gebäudebewirtschaftern, wobei keine genauen Angaben über lebensdauerrelevante Einflussfaktoren gemacht werden (z.B. Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“ [Bun01], Lebensdauer der Baustoffe und Bauteile zur Harmonisierung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer im Wohnungsbau [Art04], Nutzungsdauerkatalog baulicher Anlagen und Anlagenteile [Hau06]).

Eine Ausnahme davon ist der Lebensdauer katalog „Predicted lifetimes of metallic building components [Col06]“. Die Lebensdauerangaben wurden mittels einer Delphi-Befragung erhoben, wobei diese in Abhängigkeit von der Gebäudenutzung (kommerziell oder privat), des Bauteiltyps (Wandverkleidung, Fenster etc.), der Umweltbedingung (Meeresnähe, Industrie und mildes Klima), des Materials (Aluminium, verzinkter Stahl, Kupfer etc.) und des Niveaus der Instandhaltungsmaßnahmen angegeben werden. Aufgrund der detaillierten, systematischen Erhebung kann für die jeweilige Einbaubedingung eine zuverlässige Bandbreite der Lebensdauer angegeben werden, wobei angemerkt werden muss, dass die angegebenen Werte auf den klimatischen Bedingungen in Australien basieren.

2.2 Prinzipien zur Lebensdauerabschätzung gemäß ISO 15686

Die ISO 15686-Normenreihe gibt generelle Rahmenbedingungen für die Lebensdauerabschätzung von Bauprodukten bzw. Bauteilen vor.

Ziel der ISO 15686-Normenreihe ist die Bereitstellung harmonisierter Lebensdauerdaten von Bauprodukten bzw. Bauteilen, um zuverlässige und vergleichbare Grundlagen für Lebenszyklusanalysen zu schaffen. Der Schwerpunkt wird dabei auf die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Lebensdauerdaten (Erfahrungswerte, Laborkennwerte etc.) bei ähnlichen Randbedingungen (Klima, Nutzungsart etc.) gelegt. Des Weiteren wurde die Faktormethode definiert, die eine Berechnung der voraussichtlichen Lebensdauer durch Multiplikation einer Referenzlebensdauer mit Erhöhungs- bzw. Abminderungsfaktoren vorsieht. Diese Methode soll aber nur dann zur Anwendung kommen, wenn keine Lebensdauerdaten für ähnliche Einbaubedingungen aufliegen und eine Adaptierung erforderlich wird. [ISO01, Seite 4 ff]

Grundsätzlich ist anzumerken, dass der Einbezug der Lebensdauer von Bauprodukten in die Planung und die Abstimmung der Lebensdauer von Bauprodukten und Bauteilen auf die Nutzungsdauer des Gebäudes ein wesentlicher Ansatzpunkt zur Minimierung der Stoff- und Energieflüsse sowie der Lebenszykluskosten ist. Eine Übersicht über die Ziele einer lebensdauerergerechten Planung ist untenstehend angegeben.

Ziele einer lebensdauerergerechten Planung:

- Angabe der voraussichtlichen Lebensdauer unter bestimmten Einbaubedingungen;
- Reduzierung der Betriebs- und Instandhaltungskosten;
- Reduzierung des Aufwands für Reparatur, Rückbau und Entsorgung;
- Aufzeigen des Einflusses der Einbaubedingungen wie beispielsweise des örtlichen Klimas auf die Lebensdauer von Bauprodukten;
- Abschätzung der Restlebensdauer eines Gebäudes bzw. Bauteils;
- Bereitstellung von Grundlagen für die Planung der Instandhaltungs-, Nutzungsänderungs- und Rückbaukonzepte (Austauschzyklen, Trennbarkeit etc.);
- Abgleich zwischen geplanter Nutzungsdauer des Gebäudes und der Lebensdauer von Bauprodukten und Bauteilen.

Gerade im Planungsprozess werden wichtige Entscheidungen getroffen, die für die Lebensdauer der jeweiligen Bauprodukte im eingebauten Zustand relevant sind. Deswegen wird nachfolgend ein kurzer Überblick über wesentliche, lebensdauerrelevante Aspekte in der Planung gegeben.

Berücksichtigung lebensdauerrelevanter Aspekte in der Planung:

- Festlegung der geplanten Nutzungsdauer des Gebäudes;
- Detaillierte Ermittlung der technisch-funktionalen Anforderungen an das jeweilige Bauprodukt (Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit etc.);
- Auf die technisch-funktionale Anforderungen bezogene Auswahl von Bauprodukten sowie die Berücksichtigung von Materialunverträglichkeiten (z.B. Kontaktkorrosion);
- Ausschreibung der dafür erforderlichen Bauprodukteigenschaften;
- Planungsorientierte Gliederung des Gebäudes nach Elementen und Identifizierung potentieller Schwachstellen;
- Genaue Lebensdauerabschätzung für Bauprodukte mit hohem Einfluss auf die Gebäudenutzungsdauer;
- Festlegung konstruktiver Maßnahmen bzw. sonstiger Schutzmaßnahmen gegen Witterungseinflüsse oder sonstigen negativen Einwirkungen;
- Maßnahmen zur Sicherstellung der erforderlichen Ausführungsqualität;
- Erstellen von Instandhaltungs-, Nutzungsänderungs-, und Rückbaukonzepten;

- Berücksichtigung der Reparierbarkeit und Austauschbarkeit von Bauprodukten im eingebauten Zustand sowie der Zugänglichkeit für Inspektions- und Instandhaltungsmaßnahmen.

Folgende Datenquellen sind laut ISO 15686 [ISO06, Seite 11] verwendbar:

- Angaben von Bauprodukterzeugern;
- Gesammelte Erfahrungswerte;
- Expertenbefragung mittels Delphi-Methode;
- Materialwissenschaftliche Forschungsergebnisse (z.B. Korrosionsrate von verzinktem Stahl mit definierten Umwelteinwirkungen);
- Failure Mode Effects Analysis (FMEA)-Studien.

2.3 Begriffsdefinitionen Englisch-Deutsch

In der ISO 15686-2 [ISO01, Seite 1 ff] sind Begriffe in englischer Sprache angegeben, wobei einige eher problematisch in die deutsche Sprache zu übersetzen sind. Deshalb werden nachfolgend die englischsprachigen Begriffe in Deutsch beschrieben. Im Bericht werden jedoch die englischen Begriffe verwendet, um Doppelgleisigkeiten und Eigendefinitionen zu vermeiden, die zu Begriffsverwirrungen führen könnten.

service life - SL: Lebensdauer definiert als jener Zeitraum, in dem ein Gebäude, Bauteil oder Bauprodukt die definierten Anforderungen erfüllt;

In der deutschen sowie englischsprachigen Literatur gibt es unzählige Definition hinsichtlich des Begriffs „Lebensdauer“. Die Definition „service life“ deckt sich aber im Wesentlichen mit dem Konzept des Abnutzungsmodells der DIN 31051 [Beu03]. Da in dieser Norm der Begriff „Lebensdauer“ nicht definiert wurde, wird die auf dem Abnutzungsmodell der DIN 31051 aufbauende Begriffsdefinition von Klingenberg [Kli07] diesem Forschungsprojekt zugrundegelegt.

Nach [Kli03, Seite 78] ist die **technische Lebensdauer** jener Zeitraum, in dem der Abnutzungsvorrat zum Zeitpunkt der Gebäudeerrichtung durch materielle Alterung bis zum Erreichen der materiellen Abnutzungsgrenze, d.h. bis zum Ausfall abgebaut wird (siehe Abbildung 1, S. 17).

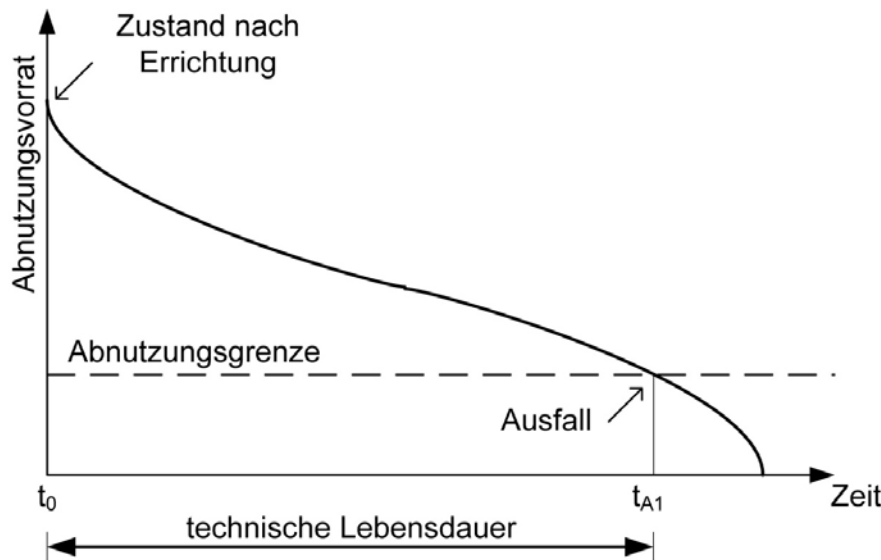


Abbildung 1: Technische Lebensdauer laut [Kli03, Seite 78]

design life - DL: Geplante Nutzungsdauer des Bauwerks;

estimated service life - ESL: Die mittels Faktormethode rechnerisch ermittelte Lebensdauer;

predicted service life - PSL: Lebensdauer, die entsprechend einer ISO 15686-konformen Datenerhebung (z.B. strukturierte Erfahrungswerte) zu erwarten ist;

reference service life - RSL: Referenzlebensdauer ist jene Lebensdauer, die unter einer bestimmten Referenzeinbaubedingung erwartet werden kann; dient zugleich als Ausgangswert für die Lebensdauerabschätzung mittels der Faktormethode;

service life prediction - SLP: Lebensdauerabschätzung bzw. -vorhersage;

residual service life: Restlebensdauer;

durability: Dauerhaftigkeit: Vermögen eines Gebäudes, Bauteils oder Bauprodukts in Bezug auf die Erfüllung definierter Funktionen/Anforderungen über einen bestimmten Zeitraum und unter geplanten Einbaubedingungen;

long term exposure: Exposition des zu prüfenden Bauprodukts unter geplanten Einbaubedingungen über die geplante Nutzungsdauer;

accelerated short-term exposure: Exposition des zu prüfenden Bauprodukts unter höherer Einwirkintensität und für eine kürzere Einwirkdauer als geplant (z.B. labortechnische Bestimmung der Frostbeständigkeit von Beton mittels XF3-Prüfung), d.h. Einwirkzeit ist geringer wie die geplante Nutzungsdauer des Bauwerks;

in-use condition: Einbaubedingungen (geplante Umwelteinwirkungen z.B. Klima)

agent intensity: Einwirkintensität (z.B. Dissoziationsgrad von Säuren);

terminal critical property: Satz an kritischen Eigenschaften eines Bauprodukts;

degradation model: Alterungsmodell;

agent dose: Dosis einer bestimmten Substanz, die als Durchschnittswert der geplanten Einwirkintensität während eines definierten Zeitraums definiert ist;

degradation indicator: Alterungsindikator;

dose-response function: Funktion, welche den Zusammenhang zwischen Dosis und Alterungsindikator aufzeigt;

performance: Qualitätsniveau einer kritischen Eigenschaft zu einem bestimmten Zeitpunkt;

performance characteristic: physikalische Größe, die auf eine kritische Eigenschaft bezogen ist;

performance requirement/criterion: akzeptables Mindestniveau einer kritischen Eigenschaft;

incompatibility: Inkompatibilität, eine schädliche chemische und/oder physikalische Interaktion zwischen Bauprodukten, die zu einer vorzeitigen Alterung führt.

2.3.1 Vorgangsweise zur Lebensdauerabschätzung

In der ISO 15686 werden vier Verfahren zur Lebensdauerabschätzung vorgeschlagen:
[ISO01, Seite 4]

- Schnellalterungsverfahren zur Beschleunigung der Zeitdimension;
- Inter- oder Extrapolation von Lebensdauerdaten ähnlicher Bauprodukte/Bauteile;
- Inter- oder Extrapolation von Lebensdauerdaten ähnlicher Einbaubedingungen;
- Extrapolation der Zeitdimension.

Ein wesentlicher Bestandteil der ISO 15686 ist die umfassende Erhebung der Lebensdauerdaten von Bauprodukten und Bauteilen. In der ISO 15686 [ISO01, Seite 5] wird der in Abbildung 2, S. 19 dargestellte Ablauf vorgeschlagen.

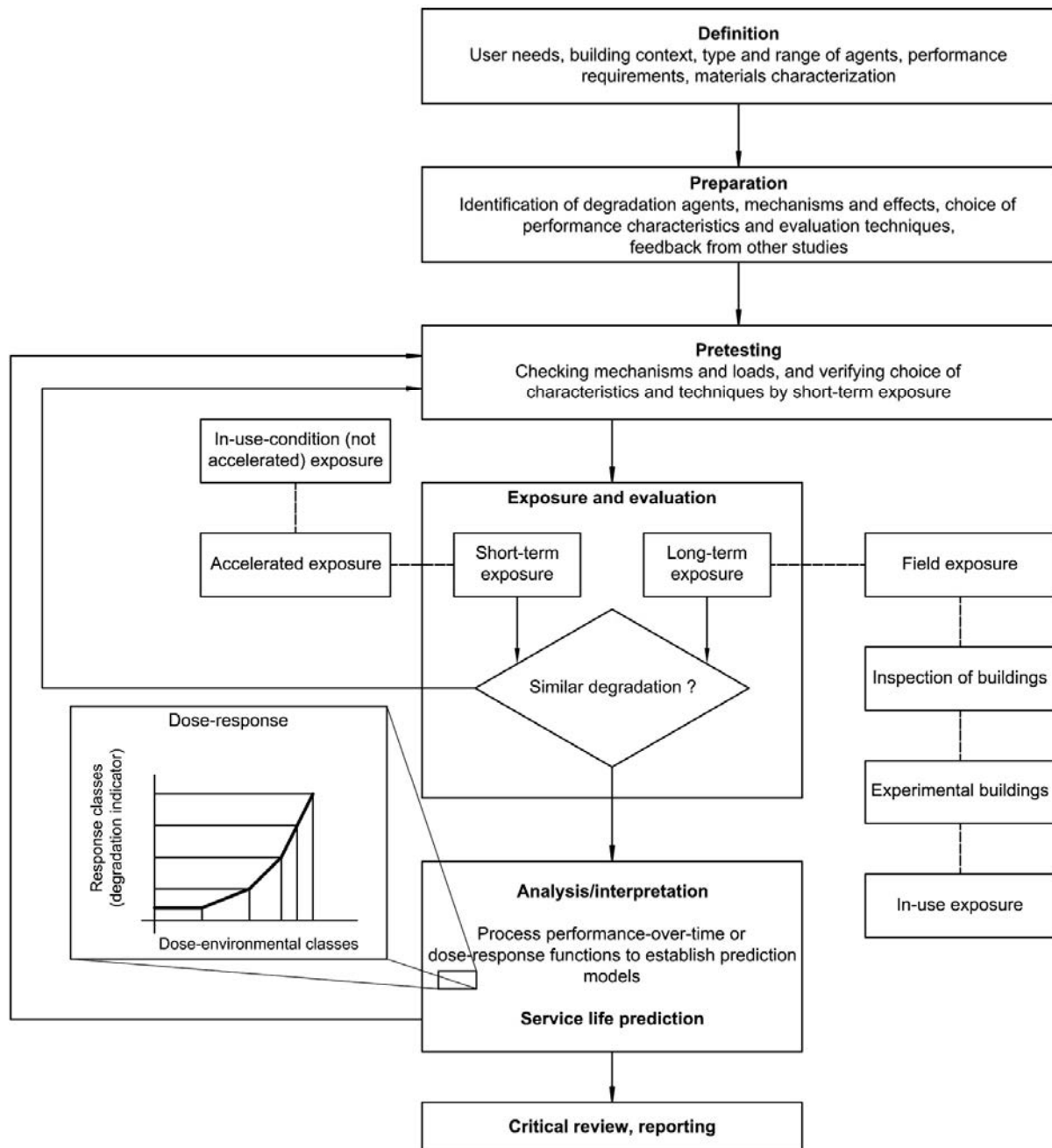


Abbildung 2: ISO 15686-Methodik zur Lebensdauerdatenermittlung [ISO01, Seite 5]

Aus der Abbildung geht hervor, dass die Lebensdauerdaten von Bauprodukten in Form von Langzeitversuchen (Feldversuche, Bauwerksinspektion etc.) als auch mit Schnellalterungsverfahren ermittelt werden können.

Die angestrebten Ergebnisse sind Lebensdauerdaten mit Angabe der dazugehörigen Verteilungsfunktionen in Form von Erwartungswert und Standardabweichung. Die Angabe von Einzelwerten soll nur bei finanziell aufwendiger Versuchsdurchführung angestrebt werden. [ISO01, Seite 4]

2.3.2 Grundlagen zur Faktormethode der ISO 15686

Die Faktormethode wird zur Berechnung der voraussichtlichen Lebensdauer eines Bauprodukts oder Bauteils herangezogen, in dem eine Referenzlebensdauer durch Multiplikation mit Erhöhungs- bzw. Abminderungsfaktoren berechnet wird. Die Höhe der Erhöhungs- und Abminderungsfaktoren ist von der Differenz zwischen den geplanten Einbaubedingungen und den zugrundegelegten Einbaubedingungen der Referenzlebensdauer abhängig. Dennoch wird angemerkt, dass einzelne Erhöhungs- bzw.-Abminderungsfaktoren idealerweise zwischen 0,9 bis 1,1 liegen sollten [ISO06, Seite 11].

Der Grund ist, dass eine Modifikation einer Referenzlebensdauer mit insgesamt sieben Faktorwerten eine rechnerische Lebensdauer ergeben kann, die nicht mehr der Realität entspricht. Deshalb soll die Faktormethode nur in Ausnahmefällen bei annähernd vergleichbaren Einbaubedingungen angewandt werden, die eine geringfügige Anpassung erfordern. Ebenso können für bei umfassender Erhebung von Referenzlebensdauern statistische Bandbreiten ermittelt werden, die dann zur Berechnung der voraussichtlichen Lebensdauer mittels Faktormethode verwendet werden können. [ISO06, Seite 12]

Die Struktur der Faktormethode ist jedoch zur systematischen Erfassung lebensdauerrelevanter Einflussfaktoren geeignet und wird deshalb diesem Forschungsprojekt zugrundegelegt (siehe Abbildung 3, S. 20). Deshalb werden nachfolgend die wesentlichsten Bestandteile der Faktormethode beschrieben.

factor classes		
inherent quality characteristics	A	inherent performance level
	B	design level
	C	work execution level
environment	D	indoor environment
	E	outdoor environment
operation conditions	F	usage conditions
	G	maintenance level

Abbildung 3: Übersicht über Faktorklassen gemäß ISO 15686 [ISO06, Seite 13]

Beschreibung der Faktorklassen: [ISO06, Seite 13 ff]

A - inherent performance level: Erfasst die Einflüsse der Bauproduktqualität auf die Lebensdauer (z.B. Betonsorten, Stahlgüte etc.);

B - design level: Spiegelt die Einbausituation des Bauprodukts im Bauteil bzw. Gebäude wider, wobei alle geplanten bzw. durchgeführten Schutzmaßnahmen berücksichtigt werden;

C - work execution level: Bewertet die Ausführungsqualität und die Qualitätssicherungsmaßnahmen während der Ausführung (z.B. Einhaltung der Verarbeitungsrichtlinien, Installationsaufwand, Schutzvorkehrungen etc.);

D - indoor environment: Erfasst die Einwirkungen durch die Nutzung des Gebäudes auf die innenliegenden Bauprodukte (z.B. Wasserdampfbeanspruchung an Innenputz etc.);

E - outdoor environment: Hier ist zwischen dem regionalen Klima und den örtlichen Umwelteinflüssen (z.B. Spritzwasser) zu unterscheiden, wobei besonders kombinierte Einwirkungen (z.B. Wasser und Frost) zu achten ist;

F – usage conditions: Berücksichtigt das Ausmaß möglicher Nutzungsbeanspruchungen (z.B. öffentliche Verkehrsflächen unterliegen aufgrund hoher Nutzerfrequenz einer erhöhten mechanischen Beanspruchung, die zu einer schnelleren Abnutzung führt);

G - maintenance level: Unter Instandhaltungsniveau wird das Ausmaß und die Häufigkeit der geplanten bzw. durchgeführten Instandhaltungsmaßnahmen verstanden.

Auf mögliche Synergieeffekte durch kombinierte Einwirkungen ist besonders zu achten, da diese eine schnellere Alterung verursachen können und eine Superposition nicht möglich ist. Die Faktormethode kann für Bauprodukte sowie für Bauteile gleichermaßen angewandt werden, beispielsweise kann die Lebensdauer eines mehrschichtigen Bauteils durch einen oder mehrere Bauprodukte (z.B. Verbindungsmittel, Verschleißschicht etc.) begrenzt sein. Die Faktormethode kann beginnend von einer einfachen Checkliste, die einen großen Erfahrungsschatz des Anwenders erfordert, bis hin zu komplexen Modellberechnungen reichen. [ISO06, Seite 10]

Probleme bei der Anwendung der Faktormethode

Einzelne Faktoren können miteinander korrelieren, wodurch eine Mehrfachberücksichtigung positiver wie negativer Einflüsse möglich ist. Zu hohe Erhöhungs- bzw. Abminderungsfaktoren können aufgrund der Multiplikation von insgesamt sieben Faktoren zu unrealistischen Lebensdauervorhersagen führen. Deshalb ist stets ein Abgleich der Modellberechnungen mit Erfahrungswerten notwendig. Diese Aussage wird auch durch eine Studie am Beispiel eines Bürogebäudes [Yan03, Seite 57] bestätigt, die eine nicht zu vernachlässigende Diskrepanz zwischen Modellberechnung und real erreichter Lebensdauer aufzeigt.

Musterbeispiel: [ISO06; Seite 11]

Ein Beispiel zur Veranschaulichung der Faktormethode wird anhand eines Holzfensters nachfolgend erläutert. Für ein Holzfenster wird eine Referenzlebensdauer mit 20 Jahren angesetzt, wobei eine geschützte Lage sowie eine gewöhnliche Instandhaltung (alle 4 Jahre den Deckanstrich erneuern) vorausgesetzt werden. Die Lebensdauervorhersage für ein Holzfenster in ungeschützter Lage (kein ausreichender Dachüberstand) mit hohem Instandhaltungsaufwand (laufende Inspektion und Ausbesserung bei Bedarf) bedingt die Anwendung der Faktormethode, da die Referenzeinbaubedingungen in den erwähnten Punkten zu unterschiedlich sind (siehe Abbildung 4, S. 21).

Faktorkategorie		Referenzbasis		geplante Einbaubedingung	
		Einflussfaktor	Faktor	Einflussfaktor	Faktor
design level	B	geschützt	1,0	ungeschützt	0,8
maintenance level	G	gewöhnlich	1,0	hoch	1,4

Abbildung 4: Gewichtung der Einflussfaktoren am Beispiel Holzfenster

Rechenvorgang: [ISO06; Seite 11]

RSL = 20 Jahre...Referenzlebensdauer

ESL = RSL x B x G...voraussichtliche, rechnerische Lebensdauer

ESL = 20 x 0,8 x 1,4 = 22 Jahre

Laut ISO 15686 brauchen nur jene Faktorklassen berücksichtigt werden, die für die jeweilige Problemstellung relevant sind, wobei hier eine genauere Untergliederung erlaubt ist. Dies wurde im Musterbeispiel Holzfenster umgesetzt, wo nur die Faktorklassen B und G berücksichtigt wurden.

Anmerkungen zum Musterbeispiel:

Diese Modellberechnung zeigt den negativen Einfluss der höheren Bewitterung sowie den positiven Einfluss durch den erhöhten Instandhaltungsaufwand auf. Trotzdem ist dieser Rechenwert kritisch zu hinterfragen, wenn die Festlegung der Erhöhungs- und Abminderungsfaktoren nicht auf materialwissenschaftliche Untersuchungen oder zumindest auf Erfahrungswerten beruht. So kann beispielsweise außer Acht gelassen werden, dass nach der berechneten, voraussichtlichen Lebensdauer eventuell keine Ersatzteile für kaputte Fensterbeschläge verfügbar sind und dann erfahrungsgemäß ein kompletter Fensteraustausch erfolgen muss.

3 Gliederung lebensdauerrelevanter Einflussfaktoren

In diesem Kapitel erfolgt eine baustoffunabhängige Auflistung und Beschreibung der Einflüsse aufgrund der vielseitigen Einbaubedingungen von Bauprodukten und der daraus resultierenden unterschiedlichen Alterungsverläufe.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass die vorgenommene Reihung keine Wertung hinsichtlich des Schädigungspotentials auf ein Bauprodukt darstellt.

3.1 Standortbedingte Einflüsse

Standortbedingte Einflüsse können einerseits von der geographischen Lage sowie andererseits vom lokalen Umfeld des Bauwerkes abhängig sein.

3.1.1 Klima- bzw. Witterungseinflüsse

Wärme / Temperaturwechsel: Hohe Temperaturen bzw. extreme Temperaturwechsel führen je nach Material zu mehr oder minder großen Verformungen. Falls keine ausreichenden Verformungsmöglichkeiten (z.B. Dehnfugen) eingeplant werden, können bei Behinderung temperaturbedingte Zwängungsspannungen aufgebaut werden. [Ros83, Seite 43]

Frost: Die rund 9 % Volumenvergrößerung beim Übergang des flüssigen Wassers zu Eis kann bei dessen Behinderung zu Frostsprengungen führen. Zusätzlich beeinflussen die Gefrierpunktniedrigung des Wassers in kleinen Poren, Verdunstungsneigung des Wassers an Porenoberflächen sowie die Diffusionsvorgänge von Wasser im Porensystem den Frostwiderstand von porösen Baustoffen. [Ros83, Seite 46 ff]

Wasser / Feuchtigkeit: Wasser kann in flüssigem und in gasförmigem Aggregatzustand in Baustoffe eindringen. Die Aufnahme erfolgt über die Poren des Bauprodukts, weshalb die Kenntnis über Porengeometrie, Porengröße, Porenverteilung und Porenvolumen von Bedeutung ist. Für den kapillaren Wassertransport sind die Makro- und Kapillarporen mit Durchmessern zwischen 10^{-7}m bis 10^{-4}m relevant. Die dazu verhältnismäßig kleineren Mikroporen bzw. die größeren Luftporen können nur unter Druck gefüllt werden und haben folglich keinen Einfluss auf den kapillaren Wassertransport. [Kab03, Seite 21 ff]

Ein Überblick über Wasseraufnahmemöglichkeiten in Baustoffen ist in der Abbildung 5, S. 24 gegeben.



Abbildung 5: Wasseraufnahmemöglichkeiten in Baustoffen [Wie08]

In [Kab03, Seite 24 ff] werden folgende Möglichkeiten der Wasseraufnahme in Baustoffen angegeben:

I. Wasseraufnahme und Wassertransport durch kapillare Saugfähigkeit

Poröse Baustoffe saugen aufgrund von Kapillarzugkräften Wasser auch entgegen der Schwerkraft in die Kapillarporen. Die kapillare Steighöhe hängt vom Porendurchmesser, der Benetzbarkeit des Baustoffs und der jeweiligen Flüssigkeit ab. Wichtige Materialkennwerte sind im Bauwesen der Wasseraufnahmekoeffizient, die Wassereindringkoeffizient, die Wasserkapazität und der Sättigungswassergehalt. Für schlagregenbeanspruchte Bauteile ist die Wasserkapazität maßgebender als der Sättigungswassergehalt, da dieser erst nach langer Einwirkzeit erreicht wird. [Ros83, Seite 50 ff]

II. Wasseraufnahme durch Druck-, Stau- und Sickerwasser

Erdberührte Bauteile können durch Druck-, Stau- und Sickerwasser beansprucht werden (siehe Abbildung 6, S. 26). In diesem Fall müssen je nach Anforderung weiße Wannen bzw. Außenabdichtungen ausgeführt werden, um das Eindringen des Wassers zu hindern. Problematisch sind undichte Stellen aufgrund der Erschwernis bei der Auffindung der undichten Stellen und bei der notwendigen Mängelbehebung. Deswegen ist auf eine sorgfältige Planung und Bauausführung unbedingt zu achten. Im Fall von Druckwasser ist anzumerken, dass dieser Aspekt der Kategorie „Bodenbeschaffenheit“ – Stichwort: hydrologische Baugrundverhältnisse - zuzuordnen ist.

III. Wasseraufnahme durch Schlagregen

Außenliegende Bauteile können durch Schlagregen bewittert werden, also einer Kombination aus Wind und Regen. Folglich kann Regenwasser durch Windkraft in Risse und Spalten sowie durch poröse Fugennetze gedrückt werden. Das eingedrungene Wasser kann entweder durch das eigene Gewicht nach unten fließen oder durch kapillares Saugen des Baustoffes in alle Richtungen transportiert werden.

Gegenmaßnahmen können beispielsweise hydrophob wirkende Putzsysteme oder vorgehängte Fassaden sein. [Kab03, Seite 33]

Von Simons wird angemerkt, dass schlagregenbetroffene Bauteile aufgrund der Wegspülung der Schadstoffe durch Regenwasser geringere Schäden aufweisen als die besser geschützten Bereiche. [Sim87, Seite 76]

In [Jör87, Seite 21] wird zwar das Wegspülen der Schadstoffe durch Regenwasser auch als positiver Kurzeffekt angesehen, der jedoch zu einer Auflösung von Schutzschichten (Oxidschicht auf Metallen) und damit einhergehend zu einer Beschleunigung der Korrosion führen kann. Besonders kritisch hinsichtlich der korrosiven Wirkung sind Niederschläge mit einem pH-Wert unter 4.

IV. Wasseraufnahme durch Kondensation

Luft kann unter Normaldruck von 101,325 kPa eine von der Temperatur abhängige Größtmenge an Wasserdampf, die sogenannte Sättigungsdampfmenge aufnehmen. Die Sättigungsdampfmenge steigt mit zunehmender Temperatur steil an. Falls der Taupunkt erreicht wird, d.h. jene Temperatur, bei der die vorhandene Wassermenge nicht mehr in Dampfform gehalten werden kann, kommt es zur Kondensation oder Tauwasserbildung entweder auf Oberflächen oder im Bauteilinneren. Dies kann zu Veränderungen der Gebrauchseigenschaften der Bauprodukte sowie zu Frostschäden führen. [Ros83, Seite 46]

V. Wasseraufnahme durch Kapillarkondensation

Die Kapillarkondensation wird durch eine kapillardurchmesserabhängige Verringerung des Sättigungsdampfdrucks verursacht. Im Fall poröser Baustoffe (z.B. Ziegel) kommt es zur Feuchtigkeitsaufnahme aus der Luft, obwohl kein Kontakt zum Wasser besteht bzw. sich kein Kondensatfilm auf der Oberfläche gebildet hat. Je nach klimatischen Verhältnissen können poröse Baustoffe Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen bzw. als Ausgleichsfeuchte wieder abgeben, wodurch eine Regulierung der Luftfeuchtigkeit in geschlossenen Innenräumen eintritt. [Kab03, Seite 37]

VI. Hygroskopische Feuchtigkeitsaufnahme

Verschiedene Salze (z.B. Calciumchlorid) haben die Eigenschaft, Feuchtigkeit adsorptiv zu binden oder Wassermoleküle in ihr Kristallgitter einzubauen, wobei die Wasseraufnahme von der Menge und der jeweiligen Art des Salzes abhängig ist. Zum Aufbau eines Drucks durch Salze kann es zu zweier grundsätzlich verschiedener Schadensursachen kommen. Entweder sind die Salze schon im Rohmaterial enthalten oder sie werden erst später zugeführt. Im ersten Fall kann es z.B. durch chemische Wasserbindung zu einer Volumsvergrößerung und damit zu einem Druckaufbau kommen. Im zweiten Fall werden Salze etwa zufolge aufsteigender Bodenfeuchtigkeit zugeführt. Hier kommt es vornehmlich an der Verdunstungszone zur Kristallisation der nicht verdampfbaren Salze und deshalb zu einem Druckaufbau. [Kab03, Seite 37 ff]

VII. Osmose

Wässrige Salzlösungen mit unterschiedlichen Salzkonzentrationen vermischen sich in kurzer Zeit und ergeben eine mittlere Konzentration. Anreicherungen salzhaltiger Lösungen treten überwiegend in den Verdunstungszonen der belasteten Baustoffe auf. Das Bestreben der Salz- und Wassermoleküle sich gleichmäßig im Baustoff zu verteilen, führt zu einem Wandern, auch entgegen der Schwerkraft, der niedrig konzentrierten Lösung hin zur höher konzentrierten. Der dadurch entstandene Wassertransportmechanismus kann sich je nach Baustoff negativ auswirken. [Kab03, Seite 37 ff]

Der osmotische Effekt wurde nur aus Übersichtsgründen hier angeführt, wird aber bei der Modellbildung der Kategorie „Chemische Einflüsse“ zugeordnet, obwohl der zuvor beschriebene Effekt einen physikalischen Vorgang darstellt, da dieser aber in diesem Fall durch das Vorhandensein von Bausalzen in Baustoffen verursacht wird.

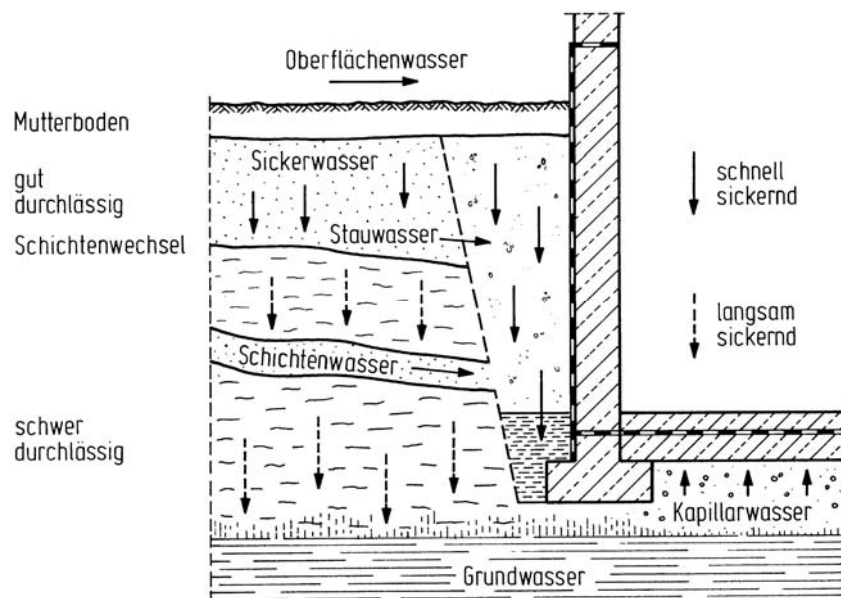


Abbildung 6: Mögliche Arten der Wassereinwirkung bei erdberührten Wänden [Czi06]

UV-Strahlung: Die UV-Strahlung sowie die Infrarotstrahlung sind für die Alterung von Kunststoffen aufgrund der Veränderung der Bindungsmechanismen im Makromolekül durch Kettenspaltung oder Vernetzungsreaktionen maßgebend. [Gie06, Seite 43]

UV-Strahlung ist auch für die Alterung von Holz durch Abbau des Lignins und der damit verbundenen Vergrauung von Bedeutung. [Sch07, Seite 832]

Wind: Neben der bereits erwähnten Wasseraufnahme durch Schlagregen ist Wind aufgrund der dynamischen Beanspruchung von Bauwerken hinsichtlich der Standsicherheit sowie der Erosionswirkung relevant.

Außerdem ist der Einfluss der per Wind verfrachteten Luftschadstoffe zu berücksichtigen, die in Form von atmosphärischen Niederschlägen in die Umwelt eingetragen werden und zu Korrosionsschäden an Werkstoffen und Bauwerken führen können. [Eye00, Seite 34]

Luftschadstoffe:

Luftschadstoffemissionen aus anthropogenen Aktivitäten, wie beispielsweise Verkehr oder Hausbrand, können negative Wirkungen auf die natürliche sowie gebaute Umwelt verursachen. [Spa07, Seite 14]

Grundsätzlich sind bei der Betrachtung der Luftschadstoffe drei wesentliche Vorgänge zu unterscheiden: [Spa07, Seite 14]

1. Emission der Schadstoffe, beispielsweise Verbrennungsanlagen,
2. Transmission der Schadstoffe, bei der eine Umwandlung der Schadstoffe möglich ist,
3. Immission der Luftschadstoffe, d. h. die Einwirkung der Schadstoffe auf den Wirkungsendpunkt (Mensch, Gebäude etc.).

Immissionen können gas-, staub-, oder rußförmig aber auch als eine im Regen gelöste Flüssigkeit auf Bauwerke einwirken. [Sim87, Seite 65]

Nachfolgend werden die wichtigsten materialschädigenden Substanzen erläutert, um einen kurzen Überblick über ihre Schadwirkung auf Bauprodukte geben zu können.

Beispiele chemischer Angriffe auf Baustoffe

- **Schwefeldioxid**
Problematisch ist die aus Schwefeldioxid (SO_2) gebildete Schwefelsäure (H_2SO_4) aufgrund der korrosiven Wirkung auf z.B. mineralische Baustoffe. Grund ist die Umwandlung von Kalkstein (CaCO_3) in Gips und die damit verbundene Volumenvergrößerung von etwa 100 %, wodurch es zu Rissen und zu einem flächenhaften Abplatzen des Gesteins oder Mauerwerkes kommen kann. Außerdem kann durch die entstandene Kohlensäure (H_2CO_3) eine Umwandlung in das gut wasserlösliche Calciumhydrogencarbonat - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ - verursacht werden. Das Calciumhydrogencarbonat ist leicht auswaschbar und besitzt nur geringe Festigkeit. [Thi08, Seite 61 ff]
- **Kohlendioxid**
Der Kohlensäuregehalt des Regenwassers wird durch die natürliche CO_2 -Konzentration der Atmosphäre erhöht, wodurch der Verwitterungsprozess anorganischer Baustoffe beschleunigt wird. Negative Folgen können Festigkeitsverluste des Bauteils, Kalkaussinterungen und Absprengungen sein. [Sim87, Seite 66]
- **Stickoxide**
Stickstoffdioxide tragen zu verschiedenen Umweltproblemen bei, nämlich zur Versauerung, Photooxidantienbildung, Schwebestaubbildung und Eutrophierung, wobei besonders die Versauerung für ihre materialschädigende Wirkung bekannt ist (siehe Schwefeldioxid). [And07, Seite 14]
- **Schwebstaub**
Die schädigende Wirkung des Schwebstaubs ist von der chemischen Zusammensetzung abhängig, wobei besonders auf saure Bestandteile zu achten ist.

Die Verursacher von Schwebstaub sind der Verkehr, Industrie- und Feuerungsanlagen. [Sim87, Seite 66]

- **Chlorverbindungen**

In Wasser gelöste Chloride bewirken Korrosion der Bewehrung auch in alkalischem Milieu. Beispielsweise entsteht durch die thermische Zersetzung von PVC (Polyvinylchlorid, z. B. für Elektrokabelisolierungen) im Brandfall Chlorwasserstoffgas (HCl), welches in den Beton eindringt und sich in der Porenflüssigkeit als Salzsäure löst. [Tri89, Seite 611]

- **Sonstige Luftschadstoffe**

In [Jör87, Seite 10] werden weitere Luftschadstoffe aufgezählt, die Materialschäden verursachen können: Fluor-, Cyano- und Bromverbindungen, Ammoniak, Kohlenwasserstoffe, Ozon und photochemische Oxidantien.

3.1.2 Chemische Einflüsse

Chemische Angriffe auf Bauwerke können in unterschiedlicher Form auftreten:

- **Säuren und Laugen** können von außen in vielfältiger Form auf Bauwerke einwirken, beispielsweise als Reaktionsprodukt zwischen Luftschadstoffen und Niederschlag oder durch Kontakt mit sulfathaltigen natürlichen Wasser und Böden. Im Innenbereich kann die Verwendung bzw. Lagerung industriell gefertigter Säuren und Laugen (Reinigungsmittel etc.) zu chemischen Angriffen führen.
- **Bauschädliche Salze** können ausschließlich in gelöster Form in den Baustoff gelangen. Folgende Möglichkeiten sind denkbar: [Kab03, Seite 39 ff]
 - Einwanderung aus dem angrenzenden Erdreich über Fehlstellen in der Abdichtung oder über defekte Horizontalsperren;
 - Eintrag durch Spritzwasserbeanspruchung (z.B. Sockelbereich bei angrenzender Verkehrsfläche);
 - Einwanderung durch in Wasser gelöste Luftschadstoffe.

In Abbildung 7, S. 29 ist eine Übersicht über die aus der Reaktion zwischen den angeführten Säuren und Laugen entstehenden Salze, wobei zum besseren Verständnis die wichtigsten bauschädlichen Salze farblich umrahmt worden sind.

	H ⁺¹	Basen					Bezeichnung	
	Na ⁺¹ NaOH Natronlauge	K ⁺¹ KOH Kalilauge	Mg ⁺² Mg(OH) ₂ Mg.-Hydroxid	Ca ⁺² Ca(OH) ₂ Ca.-Hydroxid	Al ⁺³ Al(OH) ₃ Al.-Hydroxid	NH ₄ ⁺¹ NH ₄ OH Amm.-Hydrox.		
Säuren	H ₂ SO ₄ Schwefelsäure	Na ₂ SO ₄	K ₂ SO ₄	MgSO ₄	CaSO ₄	Al ₂ (SO ₄) ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	-Sulfate
	HNO ₃ Salpetersäure	NaNO ₃	KNO ₃	Mg(NO ₃) ₂	Ca(NO ₃) ₂	Al(NO ₃) ₃	NH ₄ NO ₃	-Nitrate
	H ₃ PO ₄ Phosphorsäure	Na ₃ PO ₄	K ₃ PO ₄	Mg ₃ (PO ₄) ₂	Ca ₃ (PO ₄) ₂	AlPO ₄	(NH ₄) ₃ PO ₄	-Phosphate
	H ₂ CO ₃ Kohlensäure	Na ₂ CO ₃	K ₂ CO ₃	MgCO ₃	CaCO ₃	-	(NH ₄) ₂ CO ₃	-Carbonate
	H ₂ SiO ₃ Kieselsäure	Na ₂ SiO ₃	K ₂ SiO ₃	MgSiO ₃	CaSiO ₃	Al ₂ (SiO ₃) ₃	-	-Silikate
	HF Flusssäure	NaF	KF	MgF ₂	CaF ₂	AlF ₃	NH ₄ F	-Fluoride
	HCl Salzsäure	NaCl	KCl	MgCl ₂	CaCl ₂	AlCl ₃	NH ₄ Cl	-Chloride
	H ₂ S Schwefelw.st.s	Na ₂ S	K ₂ S	MgS	CaS	Al ₂ S ₃	-	-Sulfide

Abbildung 7: Übersicht über wichtige Salze im Bauwesen [Kre80, Seite 35]

3.1.3 Biologische Einflüsse

Biologische Einflüsse können in physikalischer bzw. chemischer Hinsicht schädlich auf den Baustoff einwirken. Folgende Einwirkungen sind biologisch möglich:

- Pflanzenbewuchs, Moose und Algen können negative Wirkungen an porösen Baustoffen durch folgende Schädigungsmechanismen verursachen: [Sch03, Seite 53]
 - Sprengwirkungen in Fugen,
 - Frostschäden durch erhöhtes Zurückhalten von Wasser,
 - Bildung von Huminsäuren.
- Mikroorganismen, wie beispielsweise Thio- und Nitrobakterien, die aus Schwefelverbindungen Schwefelsäure und aus Stickstoff Salpetersäure bilden. [Sch03, Seite 53]
- Pilze,
- Insekten.

3.1.4 Baugrundverhältnisse

Die Kenntnis über die geologischen und hydrologischen Baugrundverhältnisse ist für die Wahl der Bauwerksgründung und der Abdichtungsmaßnahmen erforderlich. Unterschiedliche Bodenverhältnisse können zu ungleichmäßigen Setzungen des Bauwerks und in weiterer Folge zu Schäden (z.B. Risse im Mauerwerk, Zwängungen etc.) am Bauwerk führen.

Problematisch sind besonders Altlasten bzw. kontaminierte Böden aufgrund des ökologischen Gefährdungspotentials.

3.1.5 Erschütterungen

Erschütterungen können durch Schwerverkehr, Eisenbahnen, Bautätigkeiten, Sprengungen und U-Bahnen verursacht werden und auf ein Gebäude einwirken.

Die Schäden an Bauwerken sind von folgenden Punkten abhängig: [Stu07, Seite 154]

- Erschütterung (Intensität, Frequenzinhalt, Erschütterungsart etc.),
- Gebäude (Bautyp, Baumaterialien, Ausführungsqualität, etc.).

3.2 Bauwerkseigenschaften

3.2.1 Bauweise

Im Hochbau wird zwischen der Wandbauweise und der Skelettbauweise unterschieden, wobei die erstere eher bei Wohnbauten und wohnähnlichen Bauten zum Einsatz kommt. Die Skelettbauweise zeichnet sich durch die Trennung zwischen Tragfunktion und raumabschließender Funktion aus und wird bevorzugt für Hallen- und Hochhausbauten angewandt. Für beide Bauweisen kommen Holz, Massivbaustoffe sowie Stahl zum Einsatz. [Gam94, Seite 26]

3.2.2 Planungs- und Ausführungsqualität

Planungs- und Ausführungsfehler können zu unplanmäßigen Beanspruchungen von Bauprodukten bzw. Bauteilen führen und ein vorzeitiger Funktionsverlust kann die Folge sein.

Beispiele für Planungs- und Ausführungsfehler:

- Fehlende Berücksichtigung bauphysikalischer und konstruktiver Anforderungen;
- Falsche Auswahl von Bauprodukten;
- Falsche Einschätzung der Nutzungsintensität (Abrieb, Reinigungsintensität etc.);
- Fehlende Zugänglichkeit für Inspektions- und Instandhaltungsmaßnahmen;
- Fehlende Berücksichtigung von Materialunverträglichkeiten (z.B. Kontaktkorrosion);
- Fehlende Berücksichtigung von Umwelteinwirkungen bzw. mangelhafte Ausschreibung der dafür erforderlichen Bauprodukteigenschaften;

- Unfachgemäßer Einbau von Bauprodukten bzw. Ignorieren der Einbaurichtlinien des Herstellers.

Nachfolgend sind die Einflüsse auf die Planungs- und Ausführungsqualität zum besseren Überblick stichwortartig erläutert.

Einflüsse auf die Planungsqualität:

- Zeit-, Qualitäts- und Kostenziele des Auftraggebers,
- Qualität der Projektentwicklung bzw. des Projektmanagements,
- Vergabeverfahren (offenes, nicht offenes Verfahren mit Bekanntmachung etc.)
- Eignungs-, Auswahl- und Zuschlagskriterien bei der Vergabe der Planungsleistung ,
- Honorarvergütung seitens des Auftraggebers,
- Finanzielle, wirtschaftliche und technische Leistungsfähigkeit des Planungsteams,
- Ressourcenkapazität in Bezug auf Personal, Zeit und Infrastruktur,
- Komplexität des Bauvorhabens in organisatorischer, planungstechnischer und wirtschaftlicher Hinsicht,
- Frühzeitige Formierung des interdisziplinären Planungsteams zwecks Entwicklung ganzheitlich optimierter Planungslösungen,
- Berücksichtigung der lebenszyklusweiten Anforderungen an Bauprodukte und Bauteile hinsichtlich Instandhaltung, Nutzungsänderung und Rückbau (z.B. leicht trennbare und kreislauffähige Konstruktion, flexible Grundrissgestaltung etc.).

Einflüsse auf die Ausführungsqualität:

- Vergabeverfahren (offenes, nicht offenes Verfahren mit Bekanntmachung etc.),
- Eignungs-, Auswahl- und Zuschlagskriterien bei der Vergabe der Bauleistung,
- Qualität des Projektmanagements,
- Komplexität des Bauvorhabens in organisatorischer, ausführungstechnischer und wirtschaftlicher Hinsicht,
- Finanzielle, wirtschaftliche und technische Leistungsfähigkeit der Bauausführenden,
- Ressourcenkapazität in Bezug auf Personal, Zeit, Gerät und Verfügbarkeit von Bauprodukten.

3.2.3 Lage der Bauteile – Exponiertheit

Die genaue Kenntnis über die Bauteillage ist aufgrund der unterschiedlichen funktionalen Anforderungen sowie standort- und nutzerbedingten Einflüsse erforderlich, um geeignete

Bauprodukte auszuwählen bzw. konstruktive Maßnahmen gegen Witterungseinflüsse in Form eines ausreichenden Dachüberstandes bzw. Schutzanstriches planen zu können. Außerdem ist das Wissen über diese Informationen für die Ermittlung von Lebensdauerdaten notwendig, um daraus Rückschlüsse auf die Alterung von Bauprodukten und Bauteilen machen zu können. Deshalb ist eine Unterteilung des Gebäudes in Bauteilelemente sowie die Zuordnung lebensdauerrelevanter Informationen (Orientierung, Umweltwirkungen, Innen- oder Außenbauteil, Mindestanforderungen etc.) unbedingt erforderlich.

Zur Gebäudedokumentation eignen sich die Elementkostengliederungen der DIN 276 [Beu07] bzw. ÖNORM B 1801 [ÖNO95], da diese unter anderem auf eine systematische Erfassung von Instandhaltungsmaßnahmen abzielen. Nach der ÖNORM B 1801-1 [ÖNO95, Seite 11 ff] kann eine gewerke- oder planungsorientierte Elementgliederung vorgenommen werden.

Für das generelle Alterungsmodell ist, wenn erforderlich, eine planungsorientierte Gliederung aufgrund der Untergliederung in funktionale und geometrisch abgegrenzte Bauteile zu bevorzugen. So könnte beispielsweise im Rahmen des Facility Managements eine EDV-technische Erfassung (Datenbanklösung) der Lebensdauer aufbauend auf der Kostengliederung der ÖNORM B 1801 sowie Softwareprogrammen zur Ermittlung des baulichen Zustandes von Gebäuden und der Kosten für Instandsetzung (epiqr, IP Bau) erfolgen.

In der Abbildung 8, S. 33 sind die planungs- und ausführungsorientierten Gliederungen bezogen auf die jeweiligen Kostenbereiche der ÖNORM 1801-1 [ÖNO95] dargestellt.

Für dieses Forschungsprojekt „Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten“ sind im Wesentlichen die Kategorien „Bauwerk-Rohbau“ und „Bauwerk-Ausbau“ relevant. Die anderen Kategorien wurden nur aus Gründen der Vollständigkeit hinzugefügt.

Planungsorientierte Gliederung nach Elementen		Kostenbereich		Ausführungsorientierte Gliederung nach Gewerken	
0A	Allgemeine Maßnahmen	0	Grund	0.X01	Allgemeine Maßnahmen
0B	Grunderwerb			0.X11	Grunderwerb
0C	Erwerbsnebenkosten			...	...
0D	Spezielle Maßnahmen			0.X99	Sonstiges
1A	Allgemeine Maßnahmen	1	Aufschließung	1.H01	Baustellengemeinkosten
1B	Baureifmachung			1.H02	Abbrucharbeiten
1C	Erschließungen			...	...
1D	Spezielle Maßnahmen			1.X99	Sonstiges
2A	Allgemeine Maßnahmen	2	Bauwerk-Rohbau	2.H01	Baustellengemeinkosten
2B	Erdarbeiten / Baugrube			...	...
2C	Gründungen / Bodenkonstruktionen			2.H09	Maurer- und Versetzarbeiten
2D	Horizontale Baukonstruktionen			2.H12	Abdichtung
2E	Vertikale Baukonstruktionen			2.H16	Fertigteile
2F	Spezielle Baukonstruktionen			...	...
2G	Rohbau zu Bauwerk-Technik			2.X99	Sonstiges
3A	Allgemeine Maßnahmen	3	Bauwerk-Technik	3.T01	Baustellengemeinkosten
3B	Förderanlagen			...	...
3C	Wärmeversorgungsanlagen			3.T20	Brandmeldetechnik
3D	Klima-/ Lüftungsanlagen			...	...
3E	Sanitär-/ Gasanlagen			3.T45	Solaranlagen
3F	Starkstromanlagen			3.T46	Heizkörper
3G	Schwachstromanlagen			3.T47	Fußbodenheizung
3H	Gebäudeinformation			...	...
3I	Spezielle Anlagen			3.X99	Sonstiges
4A	Allgemeine Maßnahmen	4	Bauwerk-Ausbau	4.H01	Baustellengemeinkosten
4B	Innenverkleidungen			4.H02	Abbrucharbeiten
4C	Außenverkleidungen			...	...
4D	Spezielle Verkleidungen			4.H10	Verputzarbeiten
4E	Ausbauteile innen			4.H11	Estricharbeiten
4F	Ausbauteile außen			...	...
4G	Spezielle Ausbauteile			4.X99	Sonstiges
5A	Allgemeine Maßnahmen	5	Einrichtungen	5.X70	Spezielle Betriebseinrichtungen
5B	Betriebseinrichtungen			5.X71	Spezielle Ausstattungen
5C	Ausstattungen			...	...
5D	Kunst am Bau			5.X99	Sonstiges
6A	Allgemeine Maßnahmen	6	Außenanlagen	6.H--	Bauliche Außenanlagen-Rohbau
6B	Geländeflächen			6.H--	Bauliche Außenanlagen-Technik
6C	Befestigte Flächen			6.T--	Bauliche Außenanlagen-Ausbau
6D	Bauliche Außenanlagen-Rohbau			6.H--	Einrichtungen der Außenanlagen
6E	Bauliche Außenanlagen-Technik			6.H13	Außenanlagen
6F	Bauliche Außenanlagen-Ausbau			6.H58	Gartengestaltung / Landschaftsbau
6G	Einrichtungen Außenanlagen			6.H59	Sportanlagen im Freien
6H	Einfriedungen			6.X99	Sonstiges
7A	Allgemeine Maßnahmen	7	Honorare	7.A01	Planungswettbewerbe
7B	Vorbereitung / Objektplanung			7.A02	Architektur
7C	Bauherrenaufgaben			...	...
7D	Planungsleistungen			7.A30	Bauphysik
7E	Gutachten / Beratungen			...	...
7F	Eigenleistungen			7.A99	Sonstige Honorare
8A	Allgemeine Maßnahmen	8	Nebenkosten	8.A10	Bewilligungen, Gebühren
8B	Baunebenkosten			...	...
8C	Versicherungen			8.A99	Sonstiges
9A	Allgemeine Maßnahmen	9	Reserven	9.X01	Reservemittel für Unvorhergesehenes
9B	Reservemittel			...	...

Abbildung 8: Gegenüberstellung der planungs- und ausführungsorientierten Gliederung gemäß ÖNORM B 1801-1 [ÖNO95, Seite 10 ff]

Anhand der planungsorientierten Gliederung nach Elementen können in weiterer Folge die zur Gebäudeerrichtung verwendeten Bauprodukte systematisch zugeordnet werden.

Aufgrund der großen und sich ständig ändernden Vielfalt an Bauprodukten muss im Bedarfsfall eine Identifizierung anhand Gliederung der Baustoffe nach deren stofflichen Aufbau durchgeführt werden. (siehe Abbildung 9, S. 34). Als Baustoffe werden nach [May07, Seite 6] jene Werkstoffe bzw. Materialien bezeichnet, die zur Errichtung von Bauwerken und Bauteilen Verwendung finden.

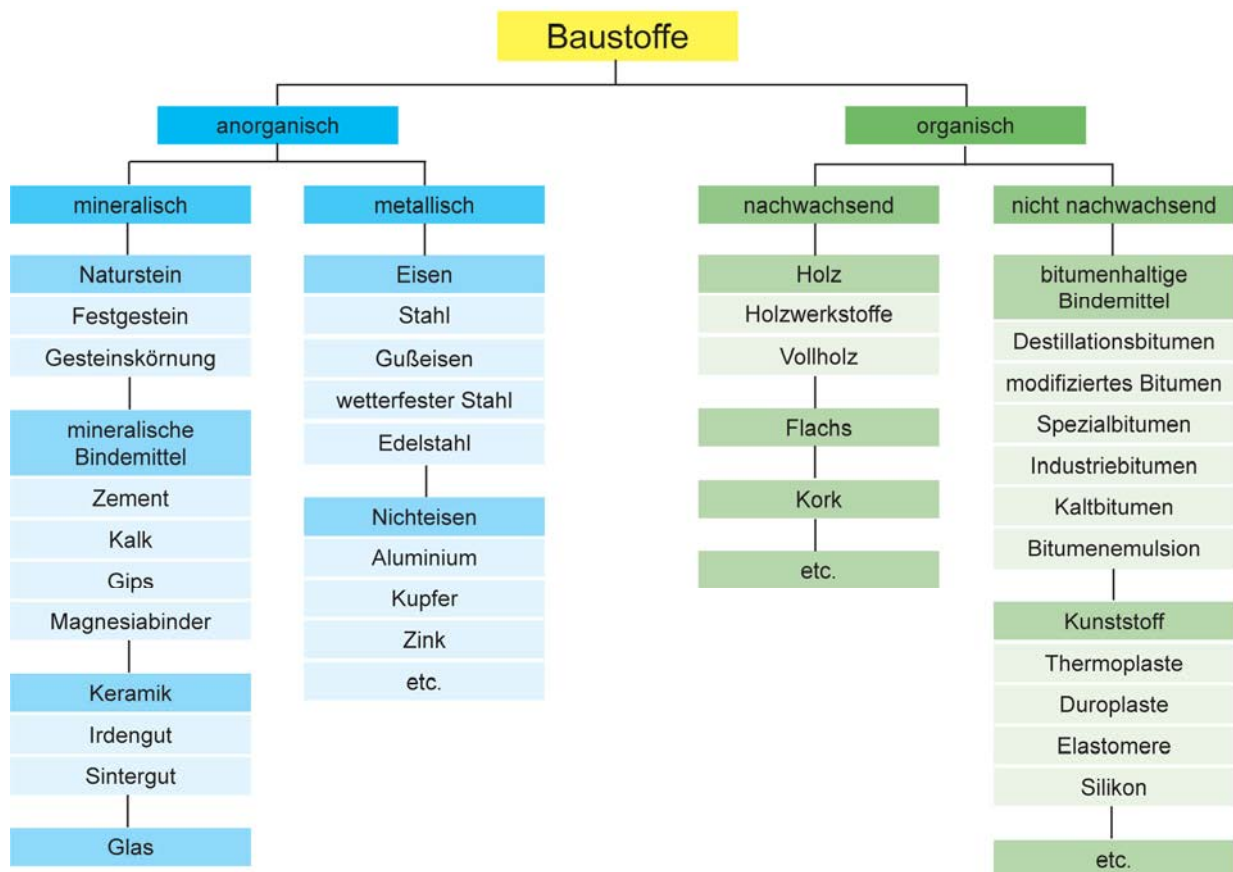


Abbildung 9: Gliederung der Baustoffe nach ihrem stofflichen Aufbau

3.2.4 Bauproduktqualität

Für das Inverkehrbringen von Bauprodukten benötigen Bauprodukterzeuger eine CE-Kennzeichnung. Die wesentlichen Anforderungen der Bauproduktenrichtlinie werden nicht in Hinblick auf das Produkt selbst sondern auf Bauwerksebene definiert. Ein CE-Kennzeichen wird nur erlangt, wenn das Bauprodukt den zugehörigen harmonisierten Normen, Europäischen Technischen Zulassungen oder anerkannten nicht harmonisierten technischen Spezifikationen entspricht. Folglich erklärt der Hersteller mit der CE-Kennzeichnung für sein Produkt, alle Anforderungen der zugehörigen technischen Spezifikation sowie das Konformitätsbewertungsverfahren zu erfüllen. [Eus05]

Die Regelung der Verwendbarkeit von CE-gekennzeichneten Bauprodukten wird in Österreich durch die „Verordnung des österreichischen Instituts für Bautechnik über die Baustoffliste ÖE“ geregelt und wurde in entsprechenden Vorschriften der Länder umgesetzt,

wodurch die Aufrechterhaltung des nationalen Sicherheitsniveaus gewährleistet werden soll. [Eus05]

Die Auswahl der Bauprodukte erfolgt vom Planer nach architektonischen, technischen, ökonomischen und neuerdings auch ökologischen Aspekten unter Einhaltung der wesentlichen Anforderungen der Bauproduktenrichtlinie, die wie folgt lauten:

1. Mechanische Festigkeit und Standsicherheit,
2. Brandschutz,
3. Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz,
4. Nutzungssicherheit,
5. Schallschutz,
6. Energieeinsparung und Wärmeschutz.

Im ersten Entwurf der Neufassung der Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG vom Mai 2008 ist eine Erweiterung der wesentlichen Anforderungen um den Punkt 7 „sustainable use of natural resources (dt. Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen)“ vorgesehen. Diese neue Anforderung bedingt, dass Bauwerke so geplant, gebaut und rückgebaut werden müssen, dass eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen sichergestellt wird. [Com08, Seite 48]

Im Hinblick auf künftige Instandhaltungs- bzw. Rückbaumaßnahmen sollte das komplexe Zusammenfügen von Rohbau, Ausbau und Gebäudetechnik aufgrund unterschiedlicher Lebens- bzw. Nutzungsdauern der Einzelkomponenten im Planungsprozess miteinbezogen und die Auswahl der Bauprodukte unter Einbezug der Materialverträglichkeit sowie der Fügeverfahren aufeinander abgestimmt werden (Anmerkung: Rohbau > 60 Jahre, Ausbau 15 bis 30 Jahre und Gebäudetechnik 10 bis 15 Jahre).

3.2.5 Umnutzungsmöglichkeiten

Die im Laufe der Zeit veränderlichen Nutzeranforderungen an ein Gebäude bedingen flexible und variable Gebäudestrukturen, um die langfristige Funktionalität aufrecht zu erhalten. Vorteilhaft wäre es, künftige Veränderungsmöglichkeiten der Innenstruktur eines Gebäudes (z.B. Änderung der Raumwidmung) oder Expansions- und Reduzierungsmöglichkeiten einer Einheit (Wohnung, Büro, Räume etc.) durch flexible Tragstrukturen zu ermöglichen. [May99, Seite 73 bis 75]

Dadurch kann zumindest die Lebensdauer der Tragstruktur voll ausgenutzt werden und so ein wertvoller Beitrag zur Ressourcenschonung bzw. Klimaschutz beigetragen werden. Im Gegenzug müssen die Bauprodukte des Ausbaus aufgrund der kürzeren Lebens- bzw. Nutzungsdauer vom Rohbau leicht trennbar und kreislauffähig sein.

3.3 Instandhaltung

3.3.1 Begriffsdefinitionen

Der Begriff „**Instandhaltung**“ wird in der **ÖNORM EN 13306** [ÖNO01] folgendermaßen definiert:

„Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Einheit zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes oder der Rückführung in diesen, so dass sie die geforderte Funktion erfüllen kann.“

In der **ÖNORM B 1801-2** [ÖNO97, Seite 6] werden unter Erhaltungskosten die Kosten für Instandhaltung, Instandsetzung und Restaurierung zusammengefasst. Die Kosten für Wartung, Inspektion und Objektreinigung fallen unter die Kategorie „Betriebskosten für technische Dienstleistungen“.

Nachfolgend werden die Begriffe hinsichtlich Instandhaltungsmaßnahmen aus der **ÖNORM B 1801-2** zitiert [ÖNO97, Seite 6]:

Instandhaltungskosten:

„Kosten der Erhaltung durch einfache und regelmäßige wiederkehrende Maßnahmen, um die Funktionstauglichkeit zu erhalten, z.B. Ausbesserungsmaßnahmen, Reparaturen, Beseitigung von Elementarschäden“ [ÖNO97, Seite 6]

Instandsetzungskosten:

„Kosten der Erhaltung, um die Funktionstauglichkeit zu verlängern, z.B. Austausch von Bauteilen und technischen Anlagen“ [ÖNO97, Seite 6]

Wartung:

„Wartung von Anlagen, einschließlich Auswechseln von Verschleißteilen sowie der dafür erforderlichen Hilfs- und Betriebsstoffe“ [ÖNO97, Seite 6]

Objektreinigung:

„Regelmäßige oder unregelmäßige Reinigung und Pflege von Objekten, Anlagen, Einrichtungen und Außenanlagen, einschließlich der winterlichen Betreuung“ [ÖNO97, Seite 6]

Der Begriff der **Inspektion** wurde in der **ÖNORM B 1801-2** nicht näher erläutert.

Im Gegensatz dazu werden in der **DIN 31051** unter dem Begriff „Instandhaltung“ die Maßnahmen für Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung zusammengefasst (siehe Abbildung 10, S. 37).

Die folgenden Begriffsdefinitionen entsprechen den Grundmaßnahmen der Instandhaltung und sind aus der **DIN 31051** [Beu03] wortwörtlich zitiert:

Wartung:

„Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrates“ [Beu03, Seite 3]

Nach [Kli07, Seite 26] wird angemerkt, dass darunter auch das Reinigen von Fußböden, Fenster und sonstiger Oberflächen sowie das Auswechseln von Verschleißteilen zu verstehen ist. In der ÖNORM B 1801-2 fallen diese Tätigkeiten in die Kategorie „Objektreinigung“ bzw. „Wartung“.

Die Wartungsmaßnahmen laut DIN 31051 hinsichtlich der Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrates entsprechen jenen der Instandhaltung nach ÖNORM B 1801-2 mit Ausnahme der in den Kategorien „Objektreinigung“ bzw. „Wartung“ erwähnten Tätigkeiten.

Inspektion:

„Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes einer Betrachtungseinheit einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung“ [Beu03, Seite 3]

Instandsetzung:

„Maßnahmen zur Rückführung einer Betrachtungseinheit in den funktionsfähigen Zustand, mit Ausnahme von Verbesserungen“ [Beu03, Seite 4]

Verbesserung:

„Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements zur Steigerung der Funktionssicherheit einer Betrachtungseinheit, ohne die von ihr geforderte Funktion zu ändern“ [Beu03, Seite 4]

In der ÖNORM B 1801-2 werden keine Anmerkungen explizit zu Verbesserungsmaßnahmen gemacht und werden in der Praxis vermutlich den Instandsetzungskosten zugeordnet, wodurch keine exakte Trennung zwischen Instandsetzungs- und Verbesserungsmaßnahmen wie in der DIN 31051 gemacht wird.

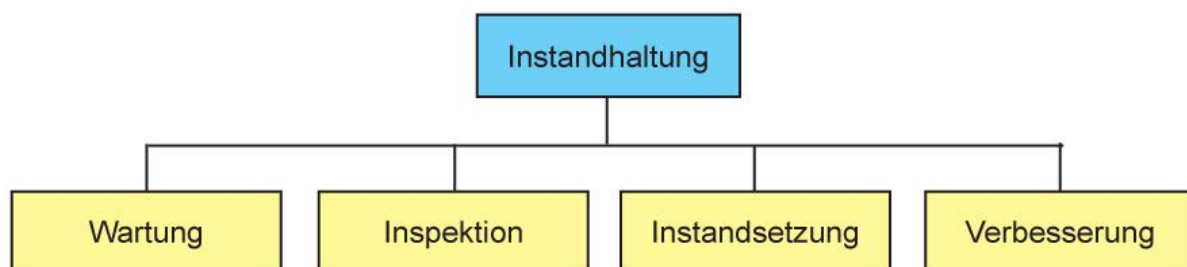


Abbildung 10: Grundmaßnahmen der Instandhaltung gemäß DIN 31051 [Beu03]

Abschließend sind in der Abbildung 11, S. 38 die Instandhaltungsmaßnahmen der DIN 31051 jenen der ÖNORM B 1801-2 gegenübergestellt worden, um die begrifflichen Überschneidungen verständlich aufzeigen zu können. Folglich kann für die Entwicklung des Alterungsmodells die Begriffsdefinitionen nur von einer der beiden Normen herangezogen werden, um Begriffsverwirrungen zu vermeiden. Empfehlenswert erscheint die Verwendung der DIN-Definitionen, da hierfür umfassende Regelwerke speziell für die Instandhaltung bzw. Gebäudebewirtschaftung ausgearbeitet wurden.

DIN 31051		ÖNORM B 1801-2
Instandhaltung	Wartung	Instandhaltung
		Wartung
		Objektreinigung
	Instandsetzung	Instandsetzung
	Verbesserung	
	Inspektion	Inspektion

Abbildung 11: Gegenüberstellung der Begriffe für Instandhaltungsmaßnahmen

3.3.2 Strategien der Gebäudeerhaltung

Strategien der Gebäudeerhaltung werden nach [Koh99] folgendermaßen untergliedert:

I. Abbruchstrategie

Der Nutzwert eines Gebäudes nimmt bei der Abbruchstrategie nach einer langsamen Anfangsalterung relativ schnell ab. Grund sind die zunehmenden Folgeschäden aufgrund fehlender Instandhaltung. Das Ende der Lebensdauer ist dann erreicht, wenn der Nutzwert den Minimalwert unterschreitet (siehe Abbildung 12, S. 38). [Koh99, Seite 32]

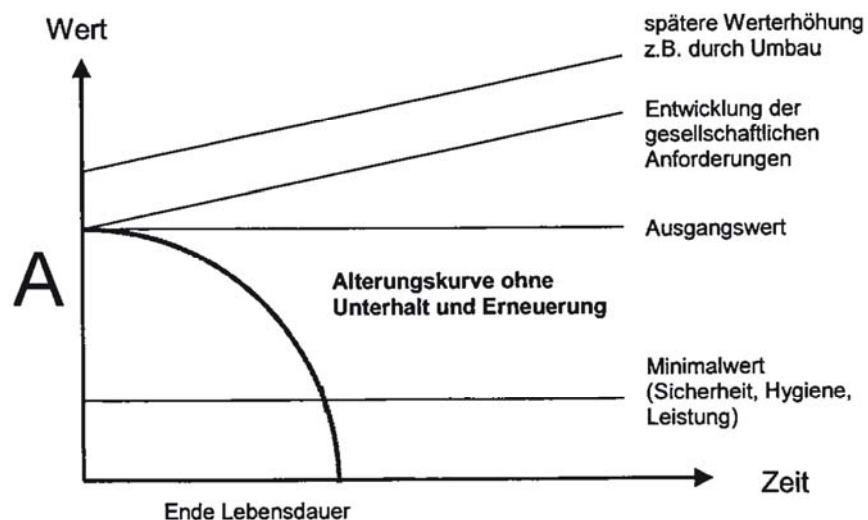


Abbildung 12: Abbruchstrategie [Koh99, Seite 32]

II. Abnutzungsstrategie

Der Abbau des Nutzwerts eines Gebäudes wird durch laufende Wartungsarbeiten verlangsamt, weshalb es zu einer Verflachung der Alterungskurve kommt (siehe Abbildung 13, S. 39). [Koh99, Seite 32]

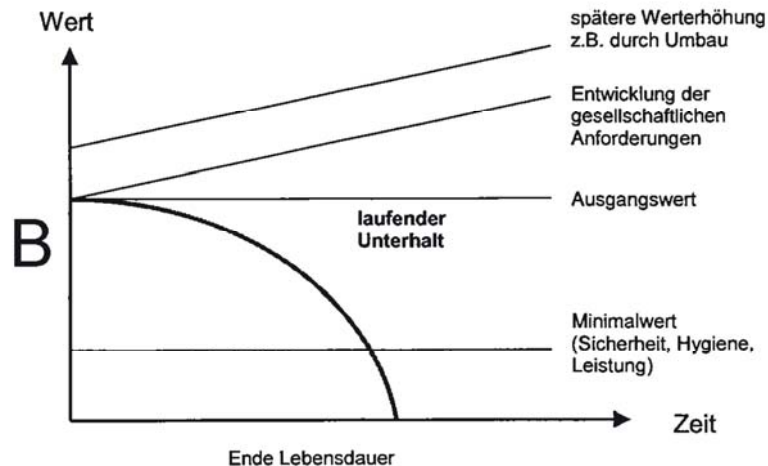


Abbildung 13: Abnutzungsstrategie [Koh99, Seite 32]

III. Werterhaltungsstrategie

Diese Strategie zielt darauf ab, die Gebrauchstauglichkeit auf dem Anfangsniveau zu wahren und die ursprüngliche Nutzung beizubehalten. Außerdem kommen Instandsetzungsmaßnahmen zur Wiederherstellung der Funktions- und Gebrauchstauglichkeit zum Einsatz. Die Folge ist ein sägezahnartiger Verlauf der Alterungskurve (siehe Abbildung 14, S. 40). [Mey94, Seite 70]

Die Qualität des Rohbaus rückt in den Vordergrund, da künftige Instandsetzungen im Bereich Gebäudetechnik und Ausbau auf die Dauerhaftigkeit des Rohbaus abgestimmt werden müssen. Trotz Wahrung des Anfangsniveaus kommt es durch die stetig steigenden Nutzeranforderungen zu einer Absenkung des Nutzwerts eines Gebäudes. [Mey94, Seite 70]

Die Verringerung des Nutzwerts kann in diesem Fall nur mehr durch Modernisierungs- bzw. Umbaumaßnahmen vermieden werden. Diese Maßnahmen zählen laut DIN 31051 [Beu03] nicht zu den Grundmaßnahmen der Instandhaltung, kommen aber bei der Werterhöhungsstrategie zur Anwendung.

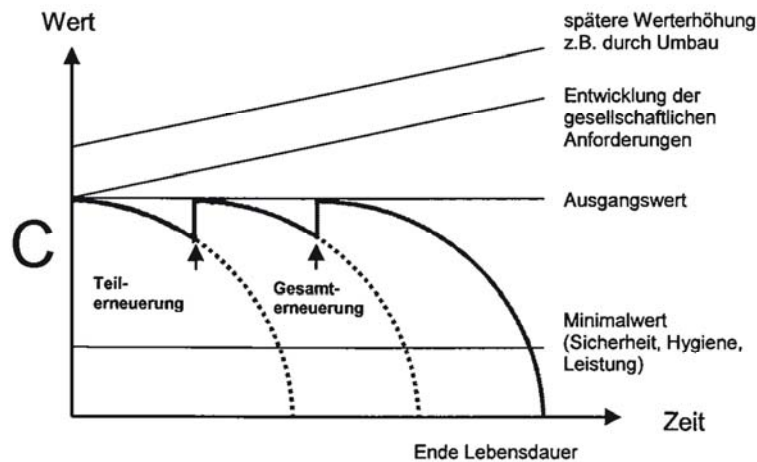


Abbildung 14: Werterhaltungsstrategie [Koh99, Seite 32]

IV. Werterhöhungsstrategie

Bei dieser Strategie kommen alle Grundmaßnahmen der DIN 31051 [Beu03] sowie Modernisierungs- und Umbaumaßnahmen zur Anwendung.

Die Verbesserungsmaßnahmen laut DIN 31051 führen zwar zu einer Erhöhung des Abnutzungsvorrats einer Betrachtungseinheit aber zu keiner Funktionsänderung. Modernisierungs- und Umbaumaßnahmen werden im Gegensatz zu Instandhaltungsmaßnahmen unabhängig vom vorhandenen Abnutzungsvorrat eines Gebäudes oder Bauteils initiiert (siehe Abbildung 15, S. 40). [Kli07, Seite 26 ff]

Dadurch wird deutlich, dass der Zustand sowie der Zeitpunkt der Instandhaltungs-, Modernisierungs- und Umbaumaßnahmen bekannt sein müssen, da diese Maßnahmen bereits vor dem Erreichen des minimalen Nutzwerts durchgeführt werden könnten und es zu einer Vermischung zwischen tatsächlichen Lebensdauer und technischen Lebensdauer kommt.

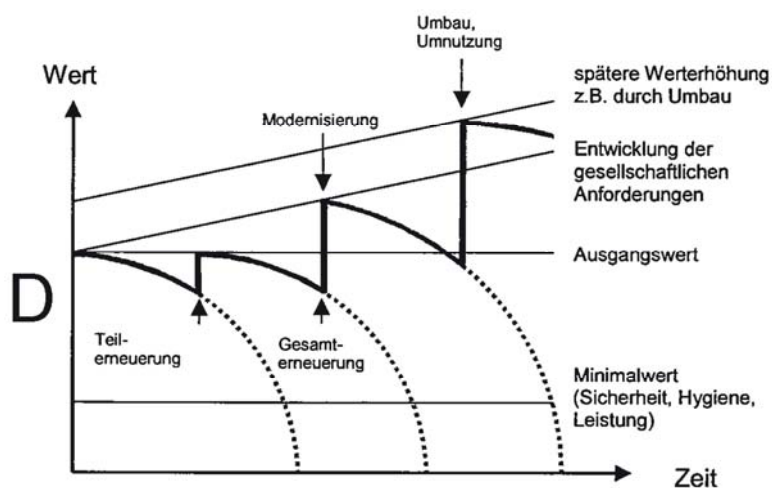


Abbildung 15: Werterhöhungsstrategie [Koh99, Seite 32]

3.4 Nutzungseinflüsse

3.4.1 Nutzungsart

Bei der Betrachtung der Vielzahl an Wirtschaftszweigen, wie beispielsweise Land-Forstwirtschaft, Verkehr, Verwaltung etc., kann auf die mannigfaltigen Nutzungsarten eines Gebäudes schlussgefolgert werden. Besonders gewerblich und landwirtschaftlich genutzte Objekte können einer hohen Belastung, sei es von mechanischer, physikalischer oder chemischen Natur, ausgesetzt sein.

Laut schweizerischem Hauseigentümerverband haben insbesondere Boden-, Wand- und Deckenbeläge bei gewerblicher Nutzung eine um 20 bis 50 % geringere Lebensdauer verglichen mit einer privaten Nutzung (siehe Abbildung 16, S. 41). [Mey94, Seite 104]

Nutzungsart	Lebensdauer verglichen mit privater Nutzung
Büros	Reduktion um 20 %
Gewerbe, Fabrikationen	Reduktion um 25 %
Läden	Reduktion um 25 %
Restaurants	Reduktion um 50 %

Abbildung 16: Abhängigkeit der Lebensdauer von der Nutzungsart [Mey94, Seite 104]

Für dieses Forschungsprojekt können bei Bedarf die Objektwidmungscodes der ÖNORM B 1801-1 [ÖNO95, Seite 3 ff] untergliedert nach der Objektnutzungsart herangezogen werden:

- Wohnen,
- Büro- und Amtsgebäude,
- Produktion Hand- und Maschinenarbeit,
- Verkaufen, Verteilen, Lagern,
- Bildung, Unterricht, Kultur und Sport,
- Heilen und Pflegen,
- Sonder- und Schutzbauten,
- Ver- und Entsorgung,
- Verkehr.

3.4.2 Nutzungsintensität

Die Nutzungsintensität hängt in der Regel eng mit der Objektnutzungsart zusammen. So unterliegen, wie zuvor gezeigt, Gebäude mit hoher Nutzerfrequenz einer rascheren Abnützung. Dies trifft besonders auf jene Bauprodukte bzw. Bauteile zu, die mechanisch

beansprucht werden, wie beispielsweise Bodenbeläge durch Abrieb oder bewegliche Teile (Fenster bzw. Türen) durch Verschleiß [Pot85, Seite 14]. Um der vorzeitigen Alterung durch intensive Nutzung entgegensteuern zu können, ist ein höherer Instandhaltungsaufwand erforderlich.

3.4.3 Nutzerverhalten

Die Lebensdauer von Bauprodukten und Bauteilen kann durch unsachgemäße Benützung, wie beispielsweise mißbräuchliche Nutzung oder Vandalismus, verkürzt werden. Für dieses Forschungsprojekt sind jedoch nur planmäßige Einwirkungen relevant, weshalb außerplanmäßige Einwirkungen (z.B. Erdbeben etc.) sowie mutwillige Gewalteinwirkungen bei der Modellbildung nicht berücksichtigt werden.

Die Erfassung aller planmäßigen Einwirkungen durch die vorgesehene Nutzung und die damit verbundenen Anforderungen an Baustoffe und Konstruktion sind Aufgaben des Planers. Dieser Aspekt wird aber bereits in der Kategorie „Planungsqualität“ erfasst und braucht folglich nicht mehr gesondert berücksichtigt werden.

3.5 Sonstige Einflüsse

In dieser Kategorie fallen jene Einflüsse, die entweder außerplanmäßig eintreten oder mit einer immateriellen Alterung in Zusammenhang stehen.

Immaterielle Einflüsse können veränderte rechtliche, ökologische, ökonomische und modische Randbedingungen sein. Problematisch ist die Zuordnung des Begriffs „optische Obsoleszenz“, worunter eine Beeinträchtigung der Ansehnlichkeit eines Instandhaltungsobjekts **ohne Funktionseinschränkung** durch Abnutzung zu verstehen ist. [Kli07, Seite 77]

Dies trifft in der Regel auf Sichtflächen zu, wo die Farbwirkung, Farbbeständigkeit, Oberflächenstruktur und Selbstreinigungseffekt als funktionale Anforderung angesehen werden kann [Sch03, Seite 15]. Die Wertung der Ansehnlichkeit als funktionale Anforderung führt dazu, dass ihre Beeinträchtigung als materielle Abnutzung gewertet werden kann. Folglich sind alle lebensdauerrelevanten Einflussfaktoren hinsichtlich der optischen Obsoleszenz zu berücksichtigen, wie beispielsweise Luftschadstoffe oder Spritzwasser.

Außerdem kann das Nutzerfehlverhalten als eine außerplanmäßige Einwirkung gewertet werden, wie beispielsweise falsches Lüftungsverhalten, sonstige Bedienfehler oder die mechanische Befestigung von Einrichtungsgegenständen an nichttragenden Innenwänden z.B. Trennwände aus Gipskarton.

3.6 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die lebensdauerrelevanten Einflussfaktoren kurz beschrieben und in fünf Kategorien gegliedert (siehe Abbildung 17, S. 43). Auf eine ausführliche Darstellung aller Einflüsse wurde aus Übersichtsgründen verzichtet. Bei Bedarf kann für den jeweiligen

angegebenen Einflussfaktor im gleichlautenden Kapitel nachgeschlagen werden. Die Kategorie „Sonstige Einflüsse“ wurde nur aus Gründen der Vollständigkeit hinzugefügt. Die in dieser Kategorie aufgelisteten Einflüsse bleiben bei der Modellbildung unberücksichtigt, da deren Eintritt nicht vorhersehbar und folglich keine Lebensdauervorhersage möglich ist. Zur Verdeutlichung wurde diese Kategorie grau unterlegt.

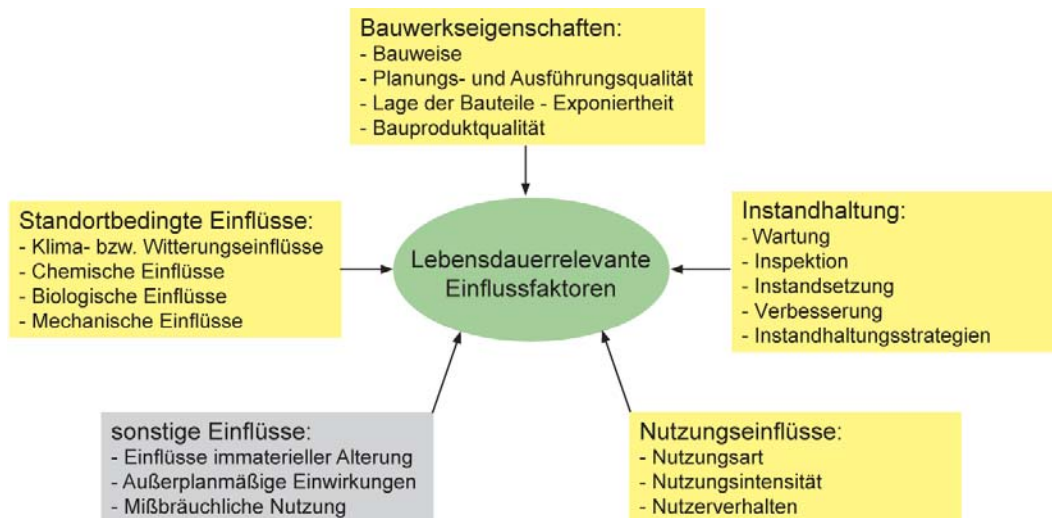


Abbildung 17: Übersicht über lebensdauerrelevante Einflussfaktoren

Da für die Entwicklung des Alterungsmodells die ISO 15686-Methodik zugrundegelegt wird, erfolgte zum besseren Überblick eine Zuordnung der lebensdauerrelevanten Einflussfaktoren zu den sieben Faktorklassen der ISO 15686 (siehe Abbildung 18, S. 43).

Faktorklassen - ISO 15686			Einflussfaktoren
Inhärente Qualität	A	Materialqualität	- Bauproduktqualität
	B	Planungsqualität	- Planungsqualität - Lage der Bauteile - Exponiertheit
	C	Ausführungsqualität	- Ausführungsqualität
Umwelt	D	Innenraumbedingungen	- Chemische Einflüsse - Biologische Einflüsse
	E	äußere Umwelteinflüsse	- Klima- bzw. Witterungseinflüsse - Chemische Einflüsse - Biologische Einflüsse - Mechanische Einflüsse
Betriebsbedingungen	F	Nutzungsbedingungen	- Nutzungsart - Nutzungsintensität - Nutzerverhalten
	G	Instandhaltungsqualität	- Wartung - Inspektion - Instandsetzung - Verbesserung - Instandhaltungsstrategien

Abbildung 18: Zuordnung der Einflussfaktoren zu den ISO 15686 – Faktorklassen

4 Generelles Alterungsmodell

In diesem Kapitel wird die Struktur des generellen Alterungsmodells anhand eines Anschauungsbeispiels erläutert. Das generelle Ablaufschema, welches zur Evaluierung im Kapitel 5 verwendet wird, ist in Abbildung 19, S. 45 dargestellt. Abschließend werden der von Bauprodukt-Erzeugern beizustellende Informationsbedarf sowie der Ablauf einer künftigen Gebäudebewertung hinsichtlich Lebensdauervorhersagen erläutert.

4.1 Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell)

Der erste Arbeitsschritt ist die Beschreibung des Bauteils mittels Schichtenmodells. Zur Vereinfachung des Bewertungsaufwands werden die jeweiligen Bauteilschichten, die ähnliche Lebensdauern aufweisen oder die gleiche Funktion zu erfüllen haben, zu einer Schichtgruppe zusammengefasst.

4.2 Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten

Für die jeweiligen Bauteilschichten werden die Lebensdauerangaben aus vier Literaturquellen, die voneinander unabhängig erhoben wurden, ermittelt, um anschließend die Streuung zwischen den jeweiligen Literaturdaten ausweisen zu können.

Folgende Literaturquellen werden herangezogen:

- Leitfaden Nachhaltiges Bauen - Anlage 6 [Bun01];
- Überarbeitung des Leitfadens Nachhaltiges Bauen - Datenbank Zwischenauswertung – Stand September 2008 [Bun08];
- BTE Experte [BTE08];
- Nutzungsdauerkatalog baulicher Anlagen und Anlagenteile [Hau06].

Es muss darauf hingewiesen werden, dass eine exakte Trennung zwischen Lebensdauer und Nutzungsdauer aufgrund von Begriffsvermischungen in der Literatur nicht möglich ist.

In der Abbildung 20 auf S. 1 ist für eine Deckenkonstruktion das Schichtenmodell (grün unterlegt) sowie die Bandbreiten der Lebensdauern für die jeweilige Bauteilschicht (orange unterlegt) dargestellt.

Folgende Festlegungen wurden getroffen:

- In den verwendeten Literaturquellen sind keine Angaben über eine Flüssigfolie bzw. PE-Folie vorhanden, weshalb kein Wert eingesetzt werden konnte.
- Die Angaben in Form von Minimum, Mittelwert (MW) und Maximum sind entweder mit der Seitenzahl oder den Kennziffern der jeweiligen Literaturquelle dargestellt.

- Die Lebensdauer des mineralischen Klebers wird aufgrund fehlender Angaben mit der in der Literatur angegebenen vergleichsweise niedrigen Lebensdauer für keramische Fliesen gleichgesetzt, da vermutet wird, dass die für Fliesen angegebene Lebensdauer möglicherweise durch den Kleber begrenzt wird.
- Eine Trennung zwischen Estrich einschließlich PE-Folie und Trittschalldämmung in die Schichtgruppen 2 und 3 wurde wegen unterschiedlicher Funktion sowie Lebensdauer vorgenommen.
- Die Schichten Normalbeton und Armierungsstahl stellen das Tragwerk dar.
- Die Gipsaspachtelung wird auf der Unterseite des Tragwerks aufgebracht und entspricht der Schichtgruppe 4.

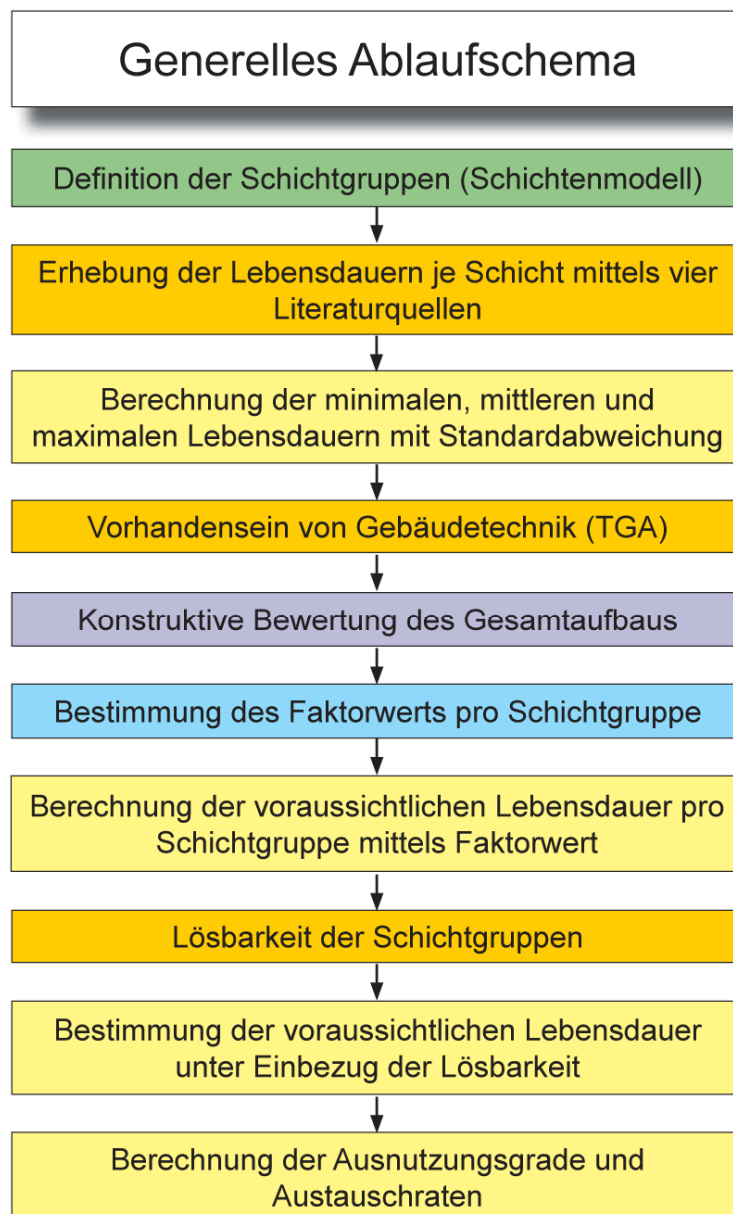


Abbildung 19: Generelles Ablaufschema

		Referenz-Lebensdauer			
Schicht- gruppe	Bezeichnung	Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2001	Zwischenauswertung Datenbank Leitfaden 2008	BTE Experte	Nutzungsdauer- katalog Ktn & Stmk
1	Keramische Fliesen	50-70; MW 60; 6.15	40-70; MW 50; ID 762	30-60; MW 40 (4.3.10)	15-35; S. 21
1	Mineralischer Kleber	50-70; MW 60; 6.16	40-70; MW 50; ID 762	30-60; MW 40 (4.3.10)	15-35; S. 21
1	Flüssige Folie	-	-	-	-
2	Zementestrich	25-50; MW 30; 6.15	60-100; MW 80; ID 688	MW 50; (4.2.1)	20-40; S. 18
2	Polyethylenbahn	-	-	-	-
3	Polystyrol expandiert (EPS) Trittschalldämmung	25-35; MW 30; nichttragende Konstruktion 6.16	25-50; MW 40; ID 282	MW 40; (2.2.15.1)	40-; S.46
Tragwerk	Normalbeton	100-150; MW 100; 6.12	80-150; MW 100; ID 42	MW 100; (4.1.1)	80-; S. 15
Tragwerk	Armierungsstahl	100-150; MW 100; 6.12	80-150; MW 100; ID 42	MW 100; (4.1.1)	80-; S. 15
4	Gipsspachtelung	10-20; MW 15; 6.15	8-20; MW 15; ID 850	MW 8; (3.3.1)	5-15; S. 25

Abbildung 20: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer

4.3 Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern

Anhand der erhobenen Lebensdauerdaten werden die minimalen, mittleren und maximalen Lebensdauern berechnet. D.h., die maximale Lebensdauer und die dazugehörige Standardabweichung (in Abbildung 21, S. 1 gelb unterlegt) werden aus den angegebenen maximalen Lebensdauern der jeweiligen Literaturquellen (in Abbildung 21, S. 1 orange unterlegt) ermittelt.

In der Kategorie „Bandbreiten“ (in Abbildung 21, S. 1 gelb unterlegt) sind zuerst für die minimale Lebensdauer (Spalte „MIN“) der kleinste und der größte Wert angegeben. Die Spalte „gemittelt MIN“ weist die minimale gemittelte Lebensdauer pro Bauteilschicht aus. Die Spalte „Streuung-MIN“ entspricht der Standardabweichung der minimalen Lebensdauer. Die darauffolgenden Spalten werden dementsprechend für die mittlere Lebensdauer (MW) und maximale Lebensdauer (MAX) berechnet.

Anzumerken ist, dass bei der Berechnung der gemittelten Lebensdauer einschließlich der Standardabweichung nur jene Literaturwerte herangezogen wurden, die in der jeweiligen Veröffentlichung angegeben sind. D.h., wenn nur die minimale Lebensdauer angegeben ist, aber durch einen Bindestrich (z.B. Nutzungsdauerkatalog Ktn. & Stmk.) eine längere Lebensdauer angedeutet wird, dann wurde trotzdem nur die minimale Lebensdauer herangezogen.

Die **gemittelte maximale Lebensdauer** entspricht der **Referenzlebensdauer** (in Abbildung 21, S. 1 rot eingekreist), die als Eingangswert für die Berechnung der voraussichtlichen Lebensdauer herangezogen wird.

Referenz-Lebensdauer					Bandbreiten							
Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2001	Zwischenauswertung Datenbank Leitfaden 2008	BTE Experte	Nutzungsdauerkatalog Ktn & Stmk	MIN	gemittelt MIN	Streuung-MIN	MW	gemittelt MW	Streuung-MW	MAX	gemittelt MAX	Streuung-MAX
50-70; MW 60; 6.15	40-70; MW 50; ID 762	30-60; MW 40 (4.3.10)	15-35; S. 21	15-50	34	15	25-60	44	15	35-70	59	17
50-70; MW 60; 6.16	40-70; MW 50; ID 762	30-60; MW 40 (4.3.10)	15-35; S. 21	15-50	34	15	25-60	44	15	35-70	59	17
-	-	-	-									
25-50; MW 30; 6.15	60-100; MW 80; ID 688	MW 50; (4.2.1)	20-40; S. 18	20-60	35	22	30-80	53	25	40-100	63	32
-	-	-	-									
25-35; MW 30; nichttragende Konstruktion 6.16	25-50; MW 40; ID 282	MW 40; (2.2.15.1)	40-; S. 46	25-40	30	9	30-50	40	10	35-50	43	11
100-150; MW 100; 6.12	80-150; MW 100; ID 42	MW 100; (4.1.1)	80-; S. 15	80-100	87	12	100	100	0	150	150	0
100-150; MW 100; 6.12	80-150; MW 100; ID 42	MW 100; (4.1.1)	80-; S. 15	80-100	87	12	100	100	0	150	150	0
10-20; MW 15; 6.15	8-20; MW 15; ID 850	MW 8; (3.3.1)	5-15; S. 25	5-10	8	3	8-15	13	4	15-20	18	3

Abbildung 21: Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern

4.4 Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA)

Bei der Konzeption des generellen Alterungsmodells wird das Vorhandensein von Einbauten berücksichtigt, da diese mitunter kürzere Lebensdauern aufweisen können, wie die darüberliegenden Schichten. Eine Verkürzung der Lebensdauer der betroffenen Schichten kann beim erforderlichen Austausch der Einbauten durch fehlende Lösbarkeit verursacht werden, wobei das flächenmäßige Ausmaß des Instandsetzungsaufwands im Detail zu klären ist.

Für das Anschauungsbeispiel wurde vereinfachend angenommen, dass keine technische Gebäudeausrüstung vorhanden ist. Dies wird in der orange unterlegten Spalte „TGA“ (siehe Abbildung 22, S. 48) mit „nicht vorhanden“ symbolisiert. Trotzdem ist auf die möglicherweise kürzere Lebensdauer von Installationen Rücksicht zu nehmen, da diese die Lebensdauer von angrenzenden Schichtgruppen aufgrund fehlender Zugänglichkeit und Lösbarkeit begrenzen können.

4.5 Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus

Die konstruktive Bewertung erfasst trotz der hohen Relevanz der Detailsausbildung (Fenster, Attika, Sockel, etc.) nur die m² Bauteilfläche, die im Regelfall für Lebenszyklusbewertungen herangezogen wird. Diese Festlegung war zur Einschränkung des Bewertungsaufwands notwendig. Die Bewertungsergebnisse werden in die Kategorien +/0/- zugeordnet und mit einer Quellenangabe versehen“ (siehe violett unterlegte Felder in Abbildung 22, S. 48).

Kriterien der Bewertung sind die Anforderungen der relevanten Normen sowie Empfehlungen aus einschlägiger Fachliteratur bzw. Herstellerangaben. Das Bewertungsergebnis wird als Anhaltspunkt für die nachfolgende Bewertung der einzelnen Schichtgruppen mittels Faktormethode zur Bestimmung der Abminderungsfaktoren herangezogen.

Schichtgruppe (SG)	Bezeichnung	TGA	Konstruktive Bewertung		
			+	0	-
1	Keramische Fliesen	nicht vorhanden	Anforderungen der ÖNORM B 2207:2007 eingehalten (Dünnbettverlegung etc.)		
1	Mineralischer Kleber		Anforderungen der ÖNORM B 2207:2007 eingehalten (Schutz vor Zugluft etc.); hydraulischer Klebemörtel + Abdichtung		
1	Flüssige Folie		Abdichtung lt. ÖNORM B 2207:2007 für Beanspruchungsgruppe 3 eingebaut		
2	Zementestrich		Anforderungen der ÖNORM B 2232:2007 eingehalten (Detailsausbildung etc.)		
2	Polyethylenbahn				
3	Polystyrol expandiert (EPS) Trittschalldämmung				Ausgleichsschicht gemäß ÖNORM B2232:2007 in gebundener Form fehlt; keine vollaufliegende und ebenflächige Verlegung gewährleistet;
Tragwerk	Normalbeton				
Tragwerk	Armierungsstahl				
4	Gipspachtelung				

Abbildung 22: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus

4.6 Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe

Zur Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe wurde ein Bewertungsschema basierend auf den Faktorklassen der ÖNORM EN ISO 15686-2 [ISO01] entwickelt (siehe Abbildung 89, S. 157). Den jeweiligen Faktorklassen wurden die lebensdauerrelevanten Einflussfaktoren zugewiesen und in die Kategorien +/0/- untergliedert. Für die stichwortartige Beschreibung der Kategorien wurden vorrangig Klassifizierungen und Begriffe von bestehenden Regelwerken herangezogen.

Der **Berechnungsalgorithmus** ist folgendermaßen aufgebaut:

- Die Relevanz zwischen den einzelnen Einflussfaktoren bzw. Faktorklassen kann durch Gewichtungsfaktoren abgebildet werden. Für dieses Forschungsprojekt wurden aufgrund des derzeitigen Kenntnisstandes alle Einflussfaktoren pro Faktorklasse sowie alle Faktorklassen gleich gewichtet.
- Die auszuwählenden Abminderungsfaktoren werden mit den jeweiligen Gewichtungsfaktoren multipliziert und pro Faktorklasse aufsummiert;
- Anschließend werden die errechneten Faktorklassen-Summen mit dem Gewichtungsfaktor der jeweiligen Faktorklasse multipliziert und zum Faktorwert pro Schichtgruppe aufsummiert.

Bei der Anwendung der Faktormethode ist zu berücksichtigen, dass durch die Multiplikation der Abminderungsfaktoren eine Potenzierung eintritt und unrealistische Lebensdauern ermittelt werden können. Deswegen mussten für dieses Forschungsprojekt Festlegungen getroffen werden, damit diese Potenzierung verhindert wird.

Die **Festlegungen der Abminderungsfaktoren** wurden mit folgenden Überlegungen durchgeführt:

- Die maximale Lebensdauer (gemittelt aus vier Literaturquellen) soll ausgewiesen werden, wenn alle Kriterien mit + bewertet werden, d.h. die obere Grenze;
- Die minimale Lebensdauer soll ausgegeben werden, wenn alle Kriterien mit – bewertet werden, d.h. die untere Grenze;
- Mit dem generellen Alterungsmodell sollen keine gravierenden Bauschäden, die im Zuge der Errichtung bzw. Instandsetzung eintreten und eine umgehende Sanierung bedürfen, bewertet werden;
- Die minimale Lebensdauer ist die Folge aus minderwertiger Planungs-, Ausführungs- und Instandhaltungsqualität, erhöhter Beanspruchung aus Nutzung und durch aggressivere innere und äußere Umwelteinwirkungen.

Aufgrund dieser Überlegungen werden die zur Evaluierung des generellen Alterungsmodells erforderlichen Abminderungsfaktoren durch Division der jeweiligen Lebensdauer (gemittelt Maximum, Mittelwert, Minimum aus vier Literaturquellen) mit der maximalen Lebensdauer berechnet. Diese Festlegung ist als erste Annäherung anzusehen, da Angaben über Lebensdauern unter definierten Einbaubedingungen derzeit nicht aufliegen, aber Abminderungsfaktoren zur Evaluierung des generellen Alterungsmodells notwendig sind.

Ideal wäre die Angabe von Referenz-Lebensdauern einschließlich Abminderungsfaktoren für definierte Einbaubedingungen, die von den Bauprodukte-Erzeugern festgelegt und von einem unabhängigen Sachverständigenausschuß auf Plausibilität überprüft werden, um einen breiten Konsens zu schaffen.

Vorteilhaft wäre die detaillierte Beschreibung der jeweiligen Einflussfaktoren einschließlich der wesentlichen Normanforderungen durch den jeweiligen Fachexperten in einfacher und übersichtlicher Form. So könnte beispielsweise der in Normen regelmäßig wiederkehrende Begriff „gewöhnliche Instandhaltung“ näher präzisiert werden.

4.7 Berechnung der voraussichtlichen Lebensdauer pro Schichtgruppe

Die voraussichtliche Lebensdauer pro Schichtgruppe wird durch Multiplikation der maximalen Lebensdauer (Mittelwert aus vier Literaturquellen) mit dem ermittelten Faktorwert der jeweiligen Schichtgruppe errechnet.

Im Anschauungsbeispiel entspricht dies der Multiplikation der blau unterlegten Spalte „Referenz-Lebensdauer / SG“ mit der türkis unterlegten Spalte „Faktorwert / SG“ (siehe Abbildung 25; S. 1).

4.8 Lösbarkeit der Schichtgruppen

Ein wichtiger Aspekt ist der Einfluss der Lösbarkeit auf die Lebensdauer der im Fall von Instandsetzungsarbeiten betroffenen Bauteilschichten. Für dieses Forschungsprojekt wurden die in Abbildung 23, S. 50 dargestellten Begriffsdefinitionen zugrundegelegt.

Lösbarkeit	Beschreibung
lösbar	schadhafte Bauteilschicht ohne Beschädigung intakter Bauteilschichten austauschbar
bedingt lösbar	lösbar, aber nur mit Zerstörung von Verbindungsmittel (z.B. nicht demontierbare Verschraubung)
nicht lösbar	schadhafte Bauteilschicht nur durch Zerstörung intakter Bauteilschichten austauschbar

Abbildung 23: Definition der Lösbarkeit

Im Anschauungsbeispiel ist in der orange unterlegten Spalte „Lösbarkeit“ die Lösbarkeit zwischen den einzelnen Schichtgruppen (SG) bzw. Tragwerk (TW) angegeben (siehe Abbildung 25; S. 1).

Dabei ist zu beachten, dass besonders bei Nutzschichten mehrere Möglichkeiten zutreffen können. Falls nur der Fußbodenbelag ausgetauscht werden muss, bleibt die Lebensdauer des angrenzenden Estrichs gleich, d.h. der Fußbodenbelag ist lösbar. Ist jedoch eine defekte darunterliegende Bauteilschicht auszutauschen (z.B. Trittschalldämmung, Installationen), dann kann die Instandsetzung nur durch Zerstörung der darüberliegenden Schichten (z.B. Fußbodenbelag etc.) erfolgen, d.h. nicht lösbar. Dieser Fall ist im Anschauungsbeispiel (siehe Abbildung 25; S. 1) bei der Bewertung der Lösbarkeit zwischen Schichtgruppe 1 (SG 1) und Schichtgruppe (SG 2) aufgetreten und wurde mit der Angabe „lösbar/nicht lösbar“ gekennzeichnet.

4.9 Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit

Die Bestimmung der voraussichtlichen Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit wird nach folgenden Kriterien durchgeführt:

- Lösbare Schichtgruppen bekommen die berechnete voraussichtliche Lebensdauer zu 100 % zugewiesen;
- Die voraussichtliche Lebensdauer einer nicht lösbaren Schichtgruppe wird durch die niedrigste voraussichtliche Lebensdauer der darunterliegenden Schichtgruppen begrenzt (z.B. Estrich mit einer Lebensdauer von 60 Jahren wird durch die kürzere Lebensdauer der darunterliegenden Trittschalldämmung von 50 Jahre auf diese begrenzt);
- Falls eine Schichtgruppe je nach Eingriffstiefe lösbar bzw. nicht lösbar sein kann, dann wird die niedrigste Lebensdauer aus den zwei möglichen Instandsetzungsszenarien festgelegt.

Im Anschauungsbeispiel wird durch die voraussichtlich kürzere Lebensdauer der Trittschalldämmung (SG 3) mit 41 Jahren die längere Lebensdauer des Estrichs (SG 2 mit 57 Jahren) sowie der keramischen Fliesen (SG 1 mit 48 Jahren) aufgrund der fehlenden Lösbarkeit zwischen den einzelnen Schichten auf 41 Jahre begrenzt (siehe Abbildung 24; S. 52). Deswegen werden die berechneten voraussichtlichen Lebensdauern (Zeile „Voraus. LD/SG“) der Schichtgruppe 1 (SG 1) und 2 (SG 2) auf die kritische Lebensdauer (in diesem Fall die Trittschalldämmung) von 41 Jahren begrenzt (Zeile „Voraus. LD (Lösbarkeit)“).

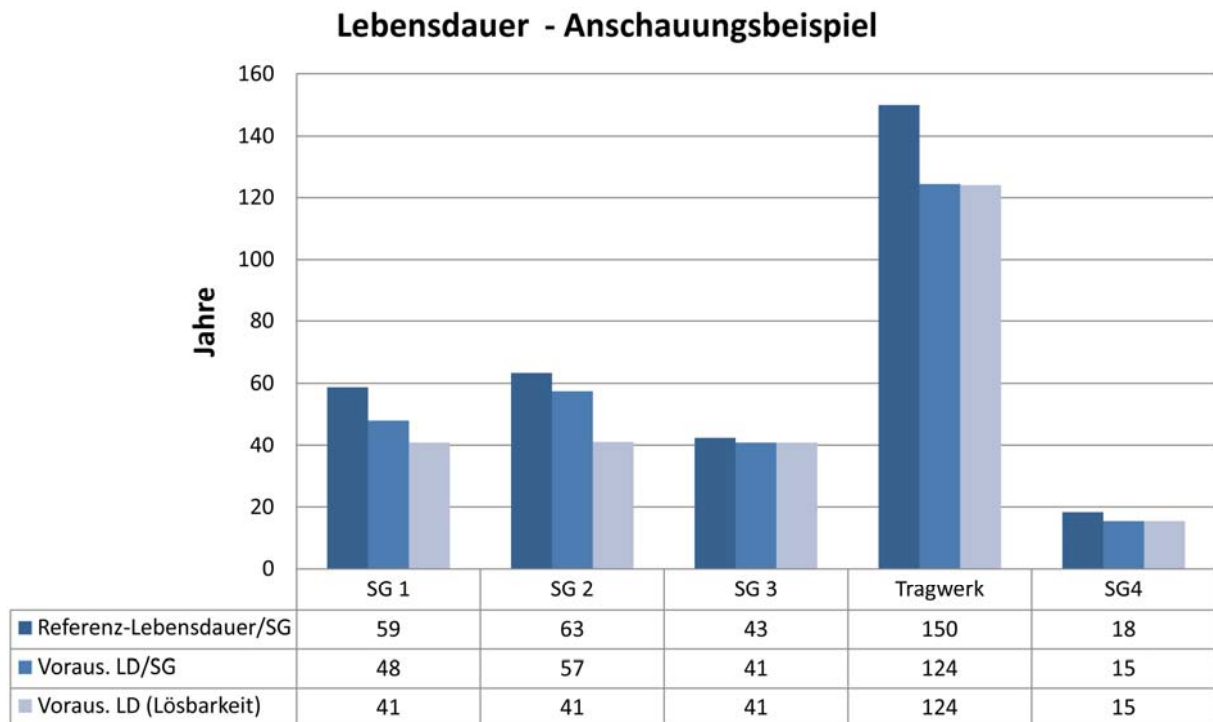


Abbildung 24: Gegenüberstellung der Lebensdauern - Anschauungsbeispiel

4.10 Bestimmung der Austauschraten und Ausnutzungsgrade

Die **Austauschrate** berechnet sich aus dem Verhältnis zwischen der voraussichtlichen Lebensdauer des Tragwerks und der voraussichtlichen Lebensdauer der jeweiligen Schichtgruppe unter Berücksichtigung der Lösbarkeit abzüglich des Errichtungsaufwands.

Die **Austauschrate** der Schichtgruppe 1 (SG 1) des Anschauungsbeispiels (siehe Abbildung 25; S. 1 Spalte „Austauschrate“) errechnet sich folglich durch die Division der voraussichtlichen Lebensdauer des Tragwerks (TW, 124 Jahre) durch die voraussichtliche Lebensdauer der Schichtgruppe 1 (SG 1, 41 Jahre) abzüglich des Errichtungsaufwands (-1).
Rechengang: $(124/41)-1 = 2$ Austauschraten.

Der **Ausnutzungsgrad** einer Bauteilschicht ist das Verhältnis zwischen der voraussichtlichen Lebensdauer unter Berücksichtigung der Lösbarkeit und der berechneten voraussichtlichen Lebensdauer der zutreffenden Schichtgruppe.

Der Ausnutzungsgrad der Schichtgruppe 1 (SG 1) des Anschauungsbeispiels (siehe Abbildung 25; S. 1 Spalte „Austauschrate“) wird durch Division der voraussichtlichen Lebensdauer unter Berücksichtigung der Lösbarkeit (Spalte „Voraus. LD“) mit der voraussichtlichen Lebensdauer der Schichtgruppe (Spalte „Voraus. LD / SG“) berechnet.
Rechengang: $41 \text{ Jahre} / 48 \text{ Jahre} = 0,85$, d.h. 85 %.

Schicht- gruppe	Schicht	Bezeichnung	Referenz- Lebensdauer/ SG	Faktorwert/ SG	Voraus. LD/SG	Lösbarkeit	Voraus. LD	Austausch- rate	Ausnutzungs- grad
1	1	Keramische Fliesen	59 ×	0,82	= 48	SG 1 - SG 2 lösbar/nicht lösbar	41	2,0	85%
1	2	Mineralischer Kleber	59	0,82	48		41	2,0	85%
1	3	Flüssige Folie	-	0,82	-		-	-	-
2	4	Zementestrich	63	0,91	57	SG 2 - SG 3 nicht lösbar	41	2,0	71%
2	5	Polyethylenbahn	-	0,91	-		-	-	-
3	6	Polystyrol expandiert (EPS) Trittschalldämmung	43	0,96	41	SG 3 - TW lösbar	41	2,0	100%
Tragwerk	7	Normalbeton	150	0,83	124	Tragwerk	124	0,0	100%
Tragwerk	8	Armierungsstahl	150	0,83	124		124	0,0	100%
4	9	Gipspachtelung	18	0,84	15	SG 4 - TW lösbar	15	7,0	100%

Abbildung 25: Berechnung der voraus. Lebensdauer, Austauschraten und Ausnutzungsgrad

4.11 Anwendung des generellen Alterungsmodells in der Praxis

Für die praxisbezogene Umsetzung des generellen Alterungsmodells bedarf es der Bereitstellung von Informationen seitens der Bauprodukte-Erzeuger in einer kompakten Form, um realistische Lebensdauervorhersagen im Rahmen von Gebäudezertifizierungssystemen ohne großen Bearbeitungsaufwand zu ermöglichen. In der Abbildung 26, S. 55 ist der von den Bauprodukte-Erzeugern künftig beizustellende Informationsbedarf (grün unterlegt) dargestellt. Zusätzlich ist die Anwendung dieser Informationen im Rahmen der Gebäudezertifizierung hinsichtlich der Lebensdauervorhersage (blau unterlegt) abgebildet. Durch die Verknüpfung mit dem generellen Ablaufschema (grau unterlegt) soll aufgezeigt werden, wann die jeweilige Information benötigt wird bzw. welche Arbeitsschritte der Gebäudezertifizierer für die Lebensdauerabschätzung tätigen muss.

Von den Bauprodukte-Erzeugern werden folgende Informationen benötigt:

- Untergliederung der firmenspezifischen Systemlösung nach gleicher Referenz-Lebensdauer und Funktion in Schichtgruppen. Für die Angabe der Referenz-Lebensdauer können Ergebnisse der Baustoffforschung herangezogen werden.
- Im Rahmen der konstruktiven Bewertung des Gesamtaufbaus sind Informationen über normative Anforderungen sowie anwendungstechnische Hersteller-Richtlinien (Detailausbildung etc.) bereitzustellen, um die Voraussetzungen für die Gültigkeit der angegebenen Referenz-Lebensdauer unmißverständlich aufzeigen zu können. Außerdem sollen hier auch Aussagen über die Robustheit der Konstruktion gegen außerplanmäßige Einwirkungen gemacht werden, die anschließend für künftige Risikobewertungen verwendet werden können.
- Die von den Bauprodukte-Erzeugern bekannt gegebenen Lebensdauerangaben sowie Abminderungsfaktoren sollen von einem unabhängigen Sachverständigenausschuß auf Plausibilität überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden. Die Beschreibung der lebensdauerrelevanten Einflussfaktoren mittels Normbegriffen und -klassifikationen (Umweltklassen, Dauerhaftigkeitsklassen etc.) wäre sinnvoll, um Doppelgleisigkeiten und Begriffsverwirrungen zu vermeiden.
- Ein wichtiger Punkt ist die produkt- und systemspezifische Angabe des Instandhaltungsaufwands in Abhängigkeit der Instandhaltungsstrategie, da zur Lebenszyklusbewertung diesbezügliche Informationen benötigt werden und der Einfluss auf das Bewertungsergebnis nicht zu vernachlässigen ist.
- Eine einheitliche Vorgangsweise bezüglich der Handhabung nicht ganzzahliger Austauschraten und des Einbezugs des technischen Fortschritts muss noch festgelegt werden, um die Voraussetzung für reproduzierbare Bewertungsergebnisse zu schaffen (siehe Kapitel 5.1.10, S. 62).
- Die zur Lebensdauervorhersage benötigten und von einem unabhängigen Sachverständigenausschuß überprüften Informationen (Bewertungsschemata mit Abminderungsfaktoren, Referenz-Lebensdauer etc.) können den Planern sowie Gebäudezertifizierern mittels einer kostenlos zugänglichen Bauprodukte-Datenbank in Form einer Umweltproduktdeklaration (EPD) bereitgestellt werden.

Ablauf der Gebäudezertifizierung:

- Die Gebäudezertifizierer können die erforderlichen Informationen von der Bauprodukte-Datenbank abrufen und mit dem Wissen über die konkrete Einbaubedingung des zu bewertenden Bauprodukts/Bauteils eine Lebensdauervorhersage durchführen.
- Die Gebäudezertifizierer brauchen nur mehr die von den Bauprodukte-Erzeugern festgelegten sowie vom unabhängigen Sachverständigenausschuß überprüften Abminderungsfaktoren auswählen und den Faktorwert bzw. die voraussichtliche Lebensdauer für die gegebene Einbausituation berechnen.
- Ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Lebensdauer ist die Lösbarkeit der jeweiligen Schichtgruppen. Deswegen sollen bereits von den Bauprodukte-Erzeugern konkrete Aussagen (Austauschsznarien, Wiederverwendbarkeit etc.) gemacht und dem Gebäudezertifizierer zur Verfügung gestellt werden, um realistische Lebensdauervorhersagen mit geringem Bearbeitungsaufwand zu ermöglichen.
- Aus den ermittelten Lebensdauern ergeben sich die Austauschraten (ganzzahlig nach prEN 15978 [CEN09]) und damit die Eingangswerte für Lebenszyklusbewertungen, die sowohl den Ressourcenverbrauch (Ökologie) als auch die Lebenszykluskosten (Ökonomie) beeinflussen.

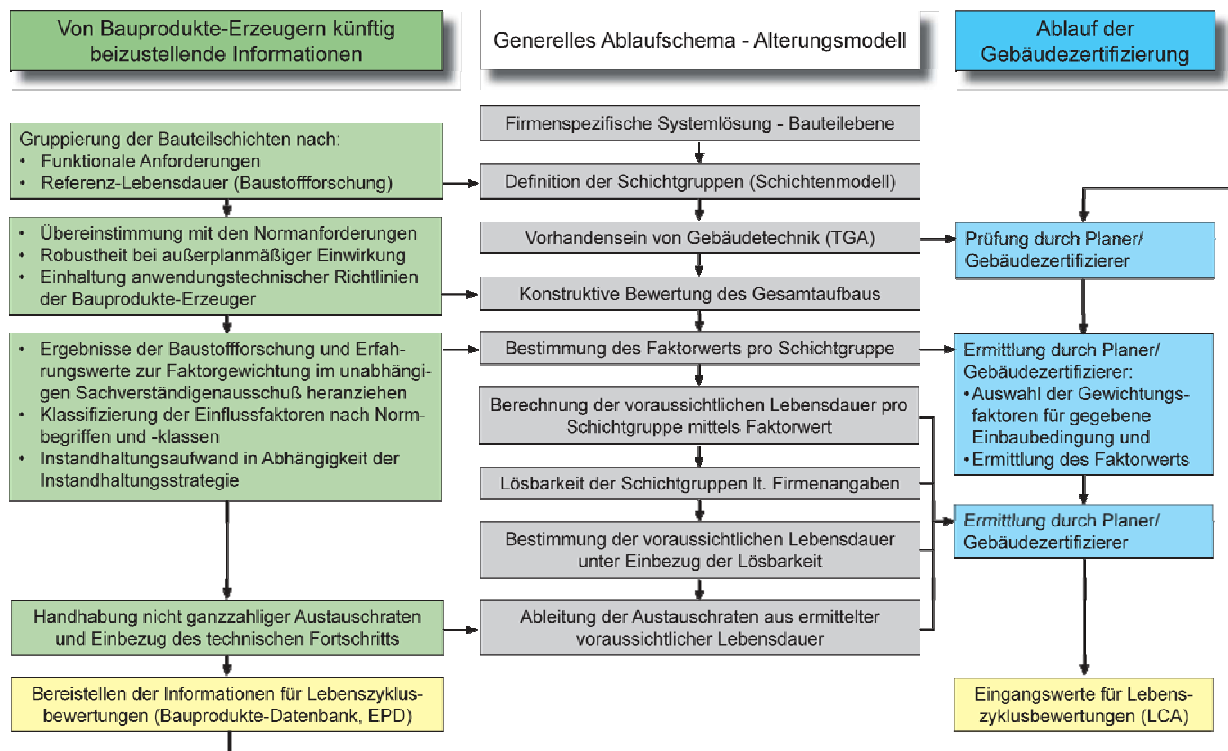


Abbildung 26: Informationsbedarf und Ablauf der Gebäudezertifizierung

5 Validierung des generellen Alterungsmodells

In diesem Kapitel wird das generelle Alterungsmodell anhand einiger vom Fachverband Steine & Keramik ausgewählter Bauteilkonstruktionen validiert. Das generelle Alterungsmodell wird zur Lebensdauervorhersage an insgesamt zwei Außenwand-, drei Geschoßdecken- und zwei Dachkonstruktionen angewandt.

5.1 Stahlbeton-Außenwand, WDVS (AWm 01)

5.1.1 Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell)

Entsprechend der in Kapitel 4 erläuterten Vorgangsweise wird der Außenwandaufbau AWm 01 hinsichtlich gleicher Lebensdauer und Funktion zu Schichtgruppen (SG) zusammengefasst (siehe Abbildung 27, S. 56).

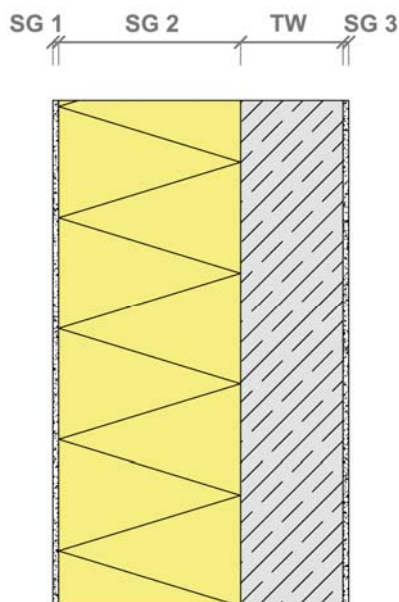


Abbildung 27: Schichtgruppen – AWm 01

5.1.2 Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten

Die Lebensdauern der einzelnen Bauteilschichten der Außenwand AWm 01 sind in Abbildung 28, S. 1 (orange unterlegt) ersichtlich. Die Lebensdauer der Bauteilschicht „Gipsschachtelung“ (SG 3) wurde aufgrund fehlender Literaturangaben mit der Lebensdauer eines Kalkfarbenanstrichs vereinfachend gleichgesetzt.

		Referenz-Lebensdauer			
Schicht- gruppe (SG)	Bezeichnung	Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2001	Zwischenauswertung Datenbank Leitfaden 2008	BTE Experte	Nutzungsdauer- katalog Ktn & Stmk
1	Silikatputz	25-45; MW 30; 6.13	25-45; MW 30; ID 169	MW 40; (2.2.14)	20-40; S. 33
1	Putzgrund (Silikat)	25-45; MW 30; 6.13	25-45; MW 30; ID 169	MW 40; (2.2.14)	20-40; S. 33
1	Glasfaserarmierung	25-45; MW 30; 6.13	25-45; MW 30; ID 169	MW 40; (2.2.14)	20-40; S. 33
1	Klebspachtel	25-45; MW 30; 6.13	25-45; MW 30; ID 169	MW 40; (2.2.14)	20-40; S. 33
2	Dübel kompl. 38cm	25-45; MW 30; 6.13	30-60; MW 40; ID 92	MW 40; (2.2.15.1)	30-; S. 15
2	Polystyrol expandiert (EPS) -F- Fassadendämmplatte 27 cm	25-45; MW 30; 6.13	30-60; MW 40; ID 92	MW 40; (2.2.15.1)	30-; S. 15
2	Klebspachtel	25-45; MW 30; 6.13	30-60; MW 40; ID 92	MW 40; (2.2.15.1)	30-; S. 15
Tragwerk	Normalbeton	100-150; MW 120; 6.11	60-150; MW 100; ID 74	MW 90; (2.1.1)	80-; S. 45
Tragwerk	Armierungsstahl	100-150; MW 120; 6.11	60-150; MW 100; ID 74	MW 90; (2.1.1)	80-; S. 45
3	Gipsspachtelung	10-20; MW 15; 6.15	8-20; MW 15; ID 850	MW 8; (3.3.1)	5-15; S. 25

Abbildung 28: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – AWm 01

Zur besseren Übersicht sind in der Abbildung 29, S. 57 die Bandbreiten der jeweiligen Schichtgruppen aufgetragen.

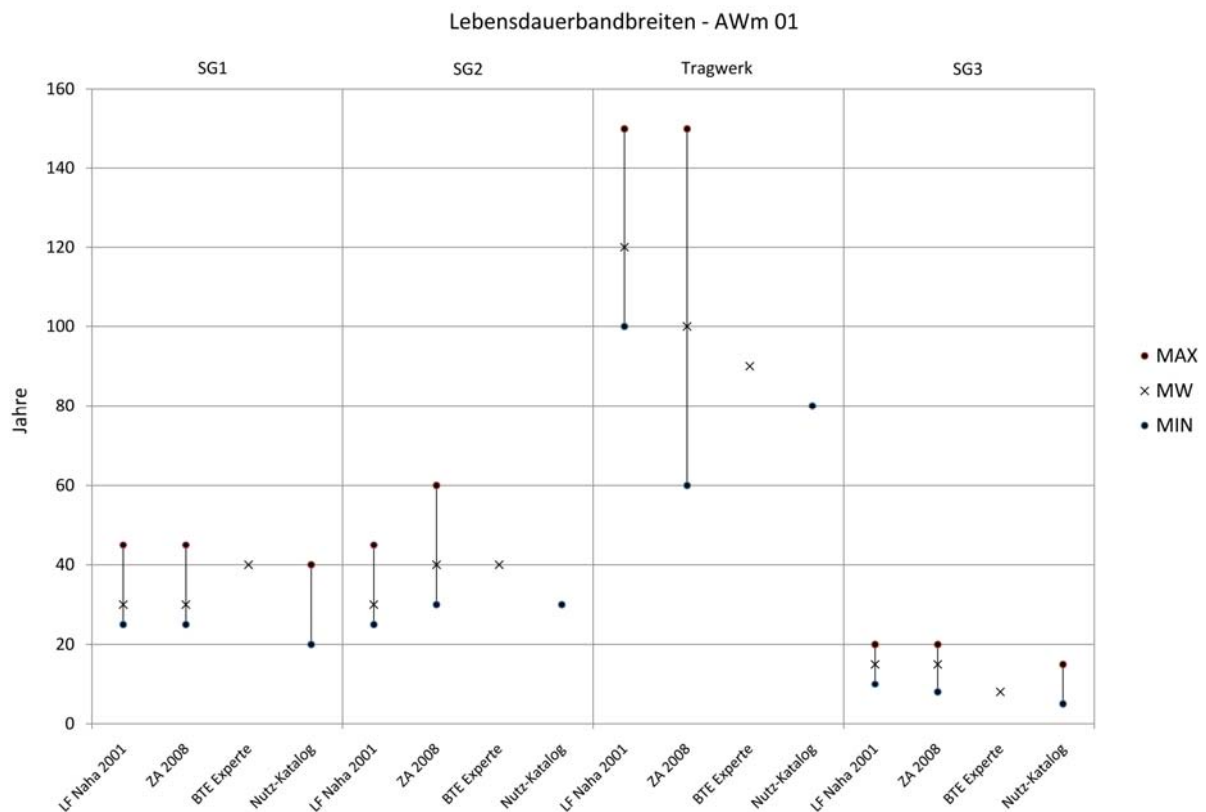


Abbildung 29: Lebensdauerbandbreiten – AWm 01

5.1.3 Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern

Die berechneten durchschnittlichen Lebensdauern einschließlich der Standardabweichung sind in Abbildung 30, S. 588 dargestellt.

Schicht- gruppe (SG)	Bezeichnung	Bandbreiten								
		MIN	gemittelt MIN	Streuung- MIN	MW	gemittelt MW	Streuung- MW	MAX	gemittelt MAX	Streuung- MAX
1	Silikatputz	20-25	23	3	30-40	33	6	40-45	43	3
1	Putzgrund (Silikat)	20-25	23	3	30-40	33	6	40-45	43	3
1	Glasfaserarmierung	20-25	23	3	30-40	33	6	40-45	43	3
1	Klebespachtel	20-25	23	3	30-40	33	6	40-45	43	3
2	Dübel kompl. 38cm	25-30	28	3	30-40	37	6	45-60	53	11
2	Polystyrol expandiert (EPS) -F- Fassadendämmplatte 27 cm	25-30	28	3	30-40	37	6	45-60	53	11
2	Klebespachtel	25-30	28	3	30-40	37	6	45-60	53	11
Tragwerk	Normalbeton	60-100	80	20	90-120	103	15	150	150	0
Tragwerk	Armierungsstahl	60-100	80	20	90-120	103	15	150	150	0
3	Gipsspachtelung	5-10	8	3	8-15	13	4	15-20	18	3

Abbildung 30: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – AWm 01

5.1.4 Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA)

Im vorliegenden Außenwandaufbau wird angenommen, dass keine Installationen der technischen Gebäudeausrüstung eingebaut sind.

5.1.5 Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus

Das Wärmedämmverbundsystem (WDVS) des Außenwandaufbaus AWm 01 wird mit einem Silikatputz ausgeführt. Laut [STO00] S. 168 ist im Vergleich zu einem organischen Putz oder Siliconharzputz mit einer geringeren Langzeitbeständigkeit zu rechnen. Deswegen erfolgt eine Bewertung des Putzes mit 0 und wird in der nachfolgenden Bewertung pro Schichtgruppe dementsprechend berücksichtigt (siehe Abbildung 31, S. 59).

Für die anderen Schichtgruppen kann im Rahmen der konstruktiven Bewertung die maximale Lebensdauer vorausgesetzt werden, weshalb die Bewertung mit + erfolgt.

Schicht- gruppe (SG)	Bezeichnung	TGA	Konstruktive Bewertung		
			+	0	-
1	Silikatputz	nicht vorhanden		organisch gebundener Putz oder Siliconharzputze besitzen eine höhere klimatische Belastbarkeit; höhere Langzeitbeständigkeit lt. STO; Planung Gedämmte Fassadensysteme Stand: 2000; S. 168 ff	
1	Putzgrund (Silikat)				
1	Glasfaserarmierung				
1	Klebspachtel				
2	Dübel kompl. 38cm				
2	Polystyrol expandiert (EPS) -F-Fassadendämmplatte 27 cm				
2	Klebspachtel				
Tragwerk	Normalbeton				
Tragwerk	Armierungsstahl				
3	Gipsspachtelung				

Abbildung 31: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – AWm 01

5.1.6 Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe

Zur Bestimmung des Faktorwerts für die jeweilige Schichtgruppe müssen Annahmen und Festlegungen gemacht werden. In der Abbildung 32, S. 59 ist der generelle Ablauf zur Faktorwertbestimmung dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung der getroffenen Annahmen und Festlegungen erfolgt aus Übersichtsgründen im Anhang (siehe Kapitel 7.1, S. 118).

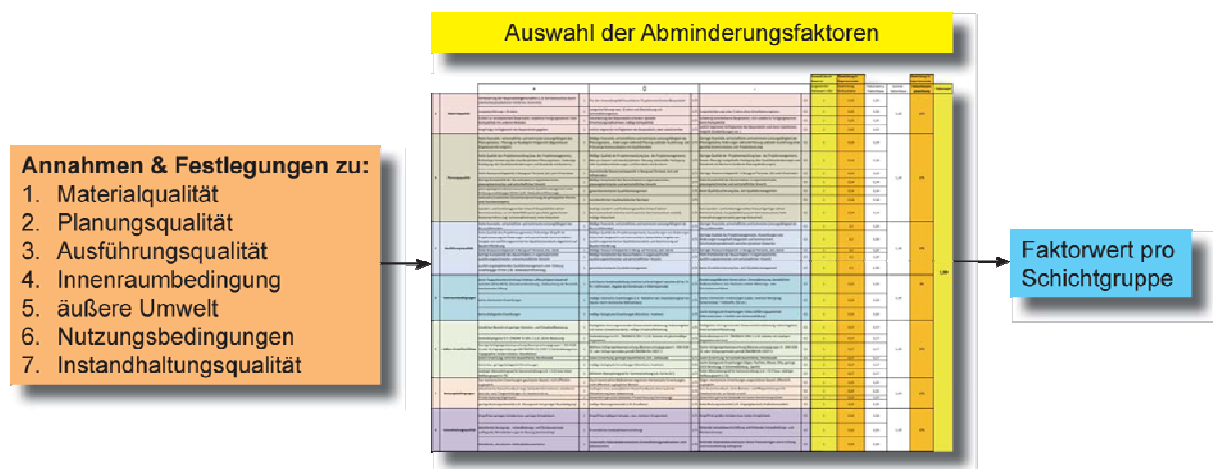


Abbildung 32: Ablauf zur Faktorwertbestimmung

In der Abbildung 33, S. 60 sind die ermittelten Faktorwerte für die vier Schichtgruppen ersichtlich.

Schichtgruppe (SG)	Faktorwert/ SG
1	0,83
2	0,80
Tragwerk	0,84
3	0,84

Abbildung 33: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – AWm 01

5.1.7 Voraussichtliche Lebensdauer pro Schichtgruppe – AWm 01

Die voraussichtliche Lebensdauer pro Schichtgruppe wird durch Multiplikation der zuvor berechneten maximalen Lebensdauer (siehe Abbildung 30, S. 58) mit dem zugehörigen Faktorwert berechnet. In Abbildung 34, S. 60 sind in der gelb unterlegten Spalte „Voraus. LD/SG“ die voraussichtliche Lebensdauer pro Schichtgruppe ersichtlich.

Schichtgruppe (SG)	Bezeichnung	Referenz-Lebensdauer/ SG	Faktorwert/ SG	Voraus. LD/SG
1	Silikatputz	43	0,83	36
1	Putzgrund (Silikat)	43	0,83	36
1	Glasfaserarmierung	43	0,83	36
1	Klebspachtel	43	0,83	36
2	Dübel kompl. 38cm	53	0,80	42
2	Polystyrol expandiert (EPS) -F-Fassadendämmplatte 27 cm	53	0,80	42
2	Klebspachtel	53	0,80	42
Tragwerk	Normalbeton	150	0,84	126
Tragwerk	Armierungsstahl	150	0,84	126
3	Gipsspachtelung	18	0,84	15

Abbildung 34: Voraussichtliche Lebensdauer pro Schichtgruppe – AWm 01

5.1.8 Lösbarkeit der Schichtgruppen

Die Kenntnis über die Lösbarkeit der einzelnen Schichtgruppen ist für die Bewertung der voraussichtlichen Lebensdauer von kombinierten Bauteilschichten unterschiedlicher Lebensdauer von Bedeutung.

Für das Beispiel „Außenwand AWm 01“ wurde hinsichtlich der Lösbarkeit zwischen der Schichtgruppe 1 (SG 1) und Schichtgruppe 2 (SG 2) angenommen, dass der Silikatputz von der Wärmedämmung abgelöst werden kann, d.h. lösbar. Im Gegenzug kann jedoch bei Austausch der Wärmedämmung der intakte Silikatputz nicht ohne Zerstörung entfernt werden, d.h. nicht lösbar. Die zwei Möglichkeiten von Lösbarkeit werden in der Abbildung 35, S. 61 in der orange unterlegten Spalte „Lösbarkeit“ durch die Kurzbezeichnung „SG 1 – SG 2 lösbar/nicht lösbar“ verdeutlicht.

Die Wärmedämmung (SG 2) sowie die Gipsspachtelung (SG 3) sind vom Tragwerk ablösbar. Dies wird durch die Kürzel „SG 2 – TW lösbar“ sowie „SG 3-TW lösbar“ symbolisiert.

Schicht- gruppe (SG)	Bezeichnung	Lösbarkeit
1	Silikatputz	SG 1 - SG 2 lösbar/nicht lösbar
1	Putzgrund (Silikat)	
1	Glasfaserarmierung	
1	Klebespachtel	
2	Dübel kompl. 38cm	SG 2 - TW lösbar
2	Polystyrol expandiert (EPS) -F- Fassadendämmplatte 27 cm	
2	Klebespachtel	
Tragwerk	Normalbeton	Tragwerk
Tragwerk	Armierungsstahl	
3	Gipsspachtelung	SG 3 - TW lösbar

Abbildung 35: Lösbarkeit pro Schichtgruppe – AWm 01

5.1.9 Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit – AWm 01

Die Bestimmung der voraussichtlichen Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit erfolgt durch Gegenüberstellung der berechneten voraussichtlichen Lebensdauer pro Schichtgruppe und der Lösbarkeit zwischen den jeweiligen Schichtgruppen.

Folgende **Vorgangsweise** wird angewandt:

- Von der Schichtgruppe Tragwerk (TW) beginnend wird der Fokus auf jene Schichtgruppen mit der geringsten Lebensdauer gelegt.
- Nach Kenntnis der kritischen Schichtgruppe (Schichtgruppen mit der geringsten Lebensdauer) wird unter Einbezug der Lösbarkeit der darüberliegenden Schichtgruppen die voraussichtliche Lebensdauer pro Schichtgruppe festgelegt.
- Zusätzlich ist zu berücksichtigen, wie groß der Unterschied der Lebensdauern zwischen der kritischen Schichtgruppe und den angrenzenden Schichtgruppen ist. Bei geringer Abweichung zur kritischen Lebensdauer (< 10 Jahre) und fehlender

Lösbarkeit wird angenommen, dass diese Schichtgruppe aus ökonomischen Gründen gleichzeitig mitausgetauscht wird.

Für das Beispiel „Außenwand – AWm 01“ ergibt sich folgendes (siehe Abbildung 36, S. 62):

- Die Schichtgruppe 1 (SG 1) ist die kritische Lebensdauer für den äußeren Schichtenaufbau und für den Innenbereich die Schichtgruppe 3 (SG 3).
- Da sich die voraussichtliche Lebensdauer der Schichtgruppe 2 (SG 2) nur sechs Jahre von der kritischen Lebensdauer unterscheidet und außerdem beim Austausch eine nicht lösbare Verbindung mit der Schichtgruppe 1 (SG 1) darstellt, wird die voraussichtliche Lebensdauer der Schichtgruppe 2 (SG 2) auf die kritische Lebensdauer (SG 1) begrenzt. Dies ist beim Vergleich der Werte zwischen der gelb unterlegten Spalte „Voraus. LD/SG“ und „Voraus. LD“ ersichtlich.
- Die Schichtgruppe 3 (SG 3) ist von der Schichtgruppe Tragwerk (TW) lösbar, weshalb die volle Lebensdauer ausgenützt werden kann, d.h. die voraussichtliche Lebensdauer pro Schichtgruppe (Spalte „Voraus. LD/SG“) stimmt mit der voraussichtlichen Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit (Spalte „Voraus. LD“) überein.

Schichtgruppe (SG)	Bezeichnung	Referenz-Lebensdauer/SG	Faktorwert/SG	Voraus. LD/SG	Lösbarkeit	Voraus. LD
1	Silikatputz	43	0,83	36	SG 1 - SG 2 lösbar/nicht lösbar	36
1	Putzgrund (Silikat)	43	0,83	36		36
1	Glasfaserarmierung	43	0,83	36		36
1	Klebspachtel	43	0,83	36		36
2	Dübel kompl. 38cm	53	0,80	42	SG 2 - TW lösbar	36
2	Polystyrol expandiert (EPS) -F-Fassadendämmplatte 27 cm	53	0,80	42		36
2	Klebspachtel	53	0,80	42		36
Tragwerk	Normalbeton	150	0,84	126	Tragwerk	126
Tragwerk	Armierungsstahl	150	0,84	126		126
3	Gipsspachtelung	18	0,84	15	SG 3 - TW lösbar	15

Abbildung 36: Voraussichtliche Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit – AWm 01

5.1.10 Bestimmung der Austauschraten und Ausnutzungsgrade

Austauschraten – AWm 01

Nach Kenntnis der voraussichtlichen Lebensdauer können die Austauschrate und der Ausnutzungsgrad für die jeweilige Bauteilschicht bestimmt werden.

Die Austauschrate berechnet sich durch Division der voraussichtlichen Lebensdauer des Tragwerks (Beispiel „AWm 01“ 126 Jahre) mit der voraussichtlichen Lebensdauer der

jeweiligen Schichtgruppe (Spalte „Voraus. LD“) abzüglich des Aufwands zur Gebäudeerrichtung (-1).

Für das Beispiel „Außenwand - AWm 01“ errechnet sich die Austauschrate der Schichtgruppe 1 (SG 1) durch Division der Lebensdauer des Tragwerks (126 Jahre) durch die Lebensdauer der Schichtgruppe SG 1 (36 Jahre) abzüglich des Errichtungsaufwands. Rechenvorgang: $(126/36)-1 = 2,5$ Austauschraten (siehe Abbildung 38, S. 65).

Problemstellungen bzgl. nicht ganzzahliger Austauschraten:

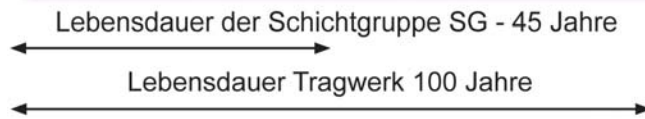
Folgende Aspekte bzw. Problemstellungen sind zu berücksichtigen:

- Der Verzicht auf Auf- bzw. Abrunden nicht ganzzahliger Austauschraten bedarf keiner umfassenden Analyse, welchen Einfluss das Auf- oder Abrunden der Austauschraten auf die Lebensdauer des Tragwerks hat. Im Folgenden wird zum besseren Verständnis auf diese Problemstellung kurz eingegangen.
- Vorteil beim Aufrunden auf ganze Zahlen ist, dass alle Austauschraten auf die Lebensdauer des Tragwerks bezogen werden und eine einfache Berechnung möglich ist. Dies entspricht dem Lösungsweg: „Aufrunden auf ganze Zahlen“ in der Abbildung 37, S. 64).
- Nachteilig ist der ineffiziente Instandsetzungsaufwand aufgrund der geringen Restlebensdauer des Tragwerks, der aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen in der Praxis nicht in Frage kommt.
- Folglich würde der letzte Instandsetzungszyklus nur dann durchgeführt werden, wenn eine Verlängerung der kalkulierten Restlebensdauer des Tragwerks möglich ist, um eine wirtschaftlich rentable Instandsetzung durchführen zu können. Dieses Entscheidungsproblem hinsichtlich Neubau oder Sanierung kann jedoch nur im Einzelfall mittels einer umfassenden Gebäudediagnostik geklärt werden.
- Die Möglichkeit einer mathematischen Rundung der Austauschraten hat zur Folge, dass die Lebensdauer des Tragwerks durch die Lebensdauer einer kritischen Schichtgruppe begrenzt wird. In der Abbildung 37, S. 64 ist diese Problemstellung unter „Lösung: Mathematische Rundung“ dargestellt, wo beispielsweise die Lebensdauer des Tragwerks durch die in Summe kürzere Lebensdauer der Schichtgruppe (2 x 45 Jahre) auf 90 Jahre begrenzt wird.
- Problematisch ist außerdem die Unkenntnis über künftige Instandsetzungsverfahren, Produktverbesserungen etc., die einen Einfluss auf die voraussichtliche Lebensdauer der instandgesetzten Bauteilschichten und folglich auf die Austauschraten haben. In der Abbildung 37, S. 64 wurde dies durch eine Verlängerung der Lebensdauer der Schichtgruppe „SG neu“ angedeutet.

Festlegung bzgl. Handhabung nicht ganzzahliger Austauschraten:

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts wird zur Einschränkung des Bearbeitungsaufwands auf ein Auf- bzw. Abrunden nicht ganzzahliger Austauschraten verzichtet.

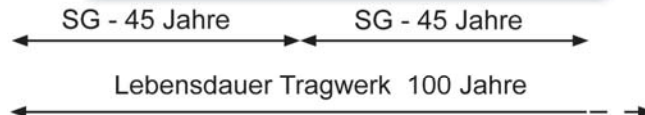
Berechnung der Austauschraten



Austauschraten?

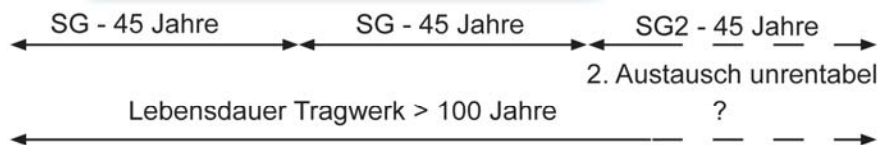
Problem: nicht ganzzahlige Austauschrate

Lösung: Kein Runden



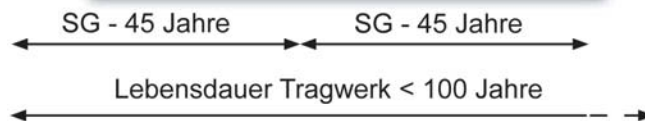
1,22-facher Austausch

Lösung: Aufrunden auf ganze Zahlen



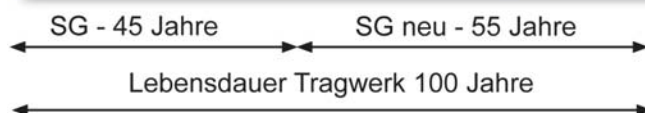
zweimaliger Austausch

Lösung: Mathematische Rundung



einmaliger Austausch

Problem: Einbezug - technischer Fortschritt



einmaliger Austausch

Abbildung 37: Problemstellungen bei der Berechnung der Austauschraten

Ausnutzungsgrad – AWm 01

Der Ausnutzungsgrad spiegelt das Verhältnis zwischen voraussichtlicher Lebensdauer pro Schichtgruppe (Spalte „Voraus. LD/SG“) und voraussichtlicher Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit (Spalte „Voraus. LD“) wider.

Auf eine spezielle Berücksichtigung einer möglicherweise geringeren Ausnutzung der betrachteten Schichtgruppe im letzten Instandsetzungszyklus aufgrund der Begrenzung durch die Lebensdauer des Tragwerks wird verzichtet.

Für die Schichtgruppe 2 (SG 2) wird der Ausnutzungsgrad durch Division der voraussichtlichen Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit (36 Jahre) durch die voraussichtliche Lebensdauer pro Schichtgruppe (42 Jahre) berechnet. Rechenvorgang: $36/42 = 86\%$. Dieses Ergebnis ist für die ersten zwei Instandsetzungszyklen gültig. Für den letzten Instandsetzungszyklus ist aufgrund der kürzeren Restlebensdauer des Tragwerks (18 Jahre) die Lebensdauer der instandgesetzten Bauteilschicht (36 Jahre) begrenzt, d.h. der Ausnutzungsgrad entspricht 50 % und nicht wie zuvor 86 %.

Schichtgruppe (SG)	Bezeichnung	Voraus. LD/SG	Voraus. LD	Austauschrate	Ausnutzungsgrad
1	Silikatputz	36	36	2,5	100%
1	Putzgrund (Silikat)	36	36	2,5	100%
1	Glasfaserarmierung	36	36	2,5	100%
1	Klebspachtel	36	36	2,5	100%
2	Dübel kompl. 38cm	42	36	2,5	86%
2	Polystyrol expandiert (EPS) -F-Fassadendämmplatte 27 cm	42	36	2,5	86%
2	Klebspachtel	42	36	2,5	86%
Tragwerk	Normalbeton	126	126	0,0	100%
Tragwerk	Armierungsstahl	126	126	0,0	100%
3	Gipsspachtelung	15	15	7,4	100%

Abbildung 38: Austauschrate und Ausnutzungsgrad – AWm 01

Zum besseren Verständnis sind in der Abbildung 39 ,S. 66 die aus vier Literaturquellen berechneten Referenz-Lebensdauern, die mittels Faktorwert abgeminderte voraussichtliche Lebensdauer pro Schichtgruppe und schlußendlich die voraussichtliche Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit dargestellt.

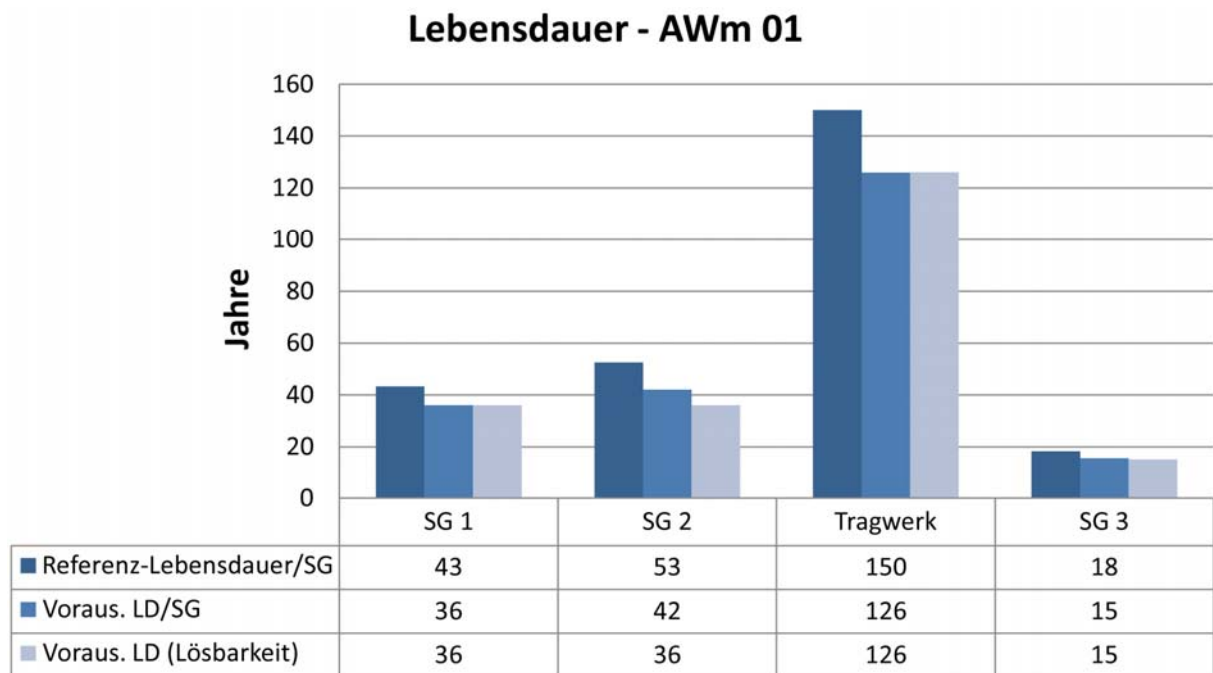


Abbildung 39: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse – AWm 01

5.1.11 Zusammenfassung – Bewertung der Außenwand AWm 01

Die Anwendung des generellen Alterungsmodells anhand des Beispiels „Außenwand AWm 01“ hat gezeigt, dass eine Bewertung vom Prinzip her möglich ist, aber durch die unsichere bzw. fehlende Datenlage (Lebensdauer versus Nutzungsdauer) einerseits sowie durch Unkenntnis über die Relevanz der jeweiligen Einflussfaktoren auf die Lebensdauer eines Bauteils bzw. Bauprodukts unter bestimmten Einbaubedingungen andererseits in ihrer Aussagekraft eingeschränkt wird.

Die Unterteilung der Außenwandkonstruktion in Schichtgruppen und die Eingabe in das Excel-Arbeitsblatt ist mit geringem Aufwand verbunden. Zeitaufwändiger war die Erhebung der Lebensdauern bzw. Nutzungsdauern für die jeweilige Bauteilschicht, um die Bandbreite der Literaturdaten aufzeigen zu können. Dieser Arbeitsschritt könnte durch Angabe von Referenz-Lebensdauer für bestimmte Einbaubedingungen verhindert und eine höhere Aussagekraft aufgrund der qualitativ höherwertigen Datenlage erlangt werden.

Die konstruktive Bewertung wurde extra im Bewertungsablauf eingeführt, um auf das möglicherweise kritische Verhalten einer Konstruktion bei außerplanmäßiger Einwirkung hinweisen zu können. Dies war im konkreten Fall aufgrund des unproblematischen Wandaufbaus von untergeordneter Bedeutung. Außerdem wurde stichprobenartig die Übereinstimmung des Aufbaus mit den Anforderungen aus normativen Regelwerken bzw. mit konstruktiven Grundsätzen durchgeführt. Dieser Bewertungsschritt sollte aber durch die Angabe von Referenzlebensdauern für definierte Einbaubedingungen basierend auf dem Wissen von Fachplanern hinfällig sein.

Die Anwendung der Bewertungsschemata zur Faktorwertbestimmung der jeweiligen Schichtgruppe ist aufgrund des geringen Anpassungsbedarfs der Bewertungsblätter problemlos zu bewältigen.

Das Bewertungsschema stellt den Kern des generellen Alterungsmodells dar, da hier in stichwortartiger Form die wesentlichen Einflussfaktoren abgebildet sind. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde eine nähere Präzisierung der Einflussfaktoren mit Hilfe bestehender Normklassifizierungen angestrebt, wie beispielsweise die Beschreibung der Schlagregenbeanspruchung durch den Schlagregenindex gemäß ÖNORM EN 15927-3.

Dadurch soll aufgezeigt werden, dass viele Einflussfaktoren bereits in der Normung erfasst sind, aber hinsichtlich künftiger Lebensdauervorhersagen unbedingt in einer übersichtlichen, kompakten Form aufliegen müssen. Vorteil dieser Vorgangsweise ist die Verwendung geläufiger Normbegriffe und -klassifizierungen und die Vermeidung von Doppelgleisigkeiten, da bestehendes Wissen nicht noch einmal neu erarbeitet werden muss.

Die Berechnung der voraussichtlichen Lebensdauer pro Schichtgruppe mittels Faktorwert ist einfach. Es muss jedoch die Lösbarkeit zwischen den einzelnen Bauteilschichten berücksichtigt werden, um die voraussichtliche Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit ermitteln zu können. Konkrete Angaben über die Lösbarkeit sind in der Fachliteratur nur mit größerem Aufwand zu finden. Auch dies wäre durch die Angabe von Referenz-Lebensdauern unter definierten Einbaubedingungen zu verhindern.

Bei Kenntnis der Lösbarkeit kann ohne großen Aufwand die voraussichtliche Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit für die jeweilige Schichtgruppe festgelegt und die Austauschrate und der Ausnutzungsgrad berechnet werden.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass die berechneten Lebensdauern aufgrund des derzeitigen Kenntnisstandes (Datenunsicherheit, Annahmen, Festlegung der Abminderungs- und Gewichtungsfaktoren) nicht als exakte Vorhersagen aufzufassen sind.

5.2 Brettstapel-Außenwand, hinterlüftet (AWh 01)

5.2.1 Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell)

Die Brettstapel-Außenwand - AWh 01 wurde hinsichtlich gleicher Lebensdauer und Funktionalität in vier Schichtgruppen unterteilt (siehe Abbildung 40, S. 68).

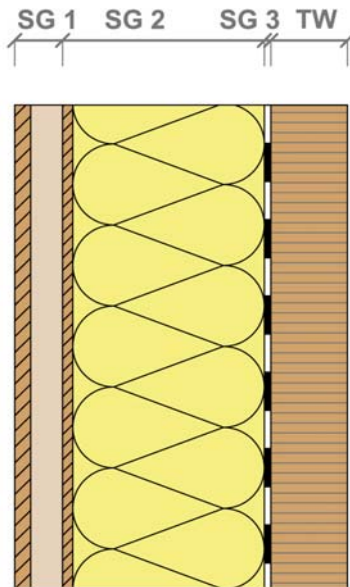


Abbildung 40: Schichtgruppen – AWh 01

5.2.2 Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten

Die für die einzelnen Bauteilschichten aus der Literatur erhobenen Lebensdauern sind in der Abbildung 41, S. 69 dargestellt.

Schichtgruppe	Bezeichnung	Referenz-Lebensdauer			
		Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2001	Zwischenauswertung Datenbank Leitfaden 2008	BTE Experte	Nutzungsdauerkatalog Ktn & Stmk
1	Schnittholz L tech.trock. gehobelt	40-50; MW 45; nicht tragend außen; Weichholz bewittert;	15-45; MW 30; ID 182	MW 30; Holz weich; Bekleidung (2.2.6)	15-35; S.24 waagrechte Fassade
1	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	30-50; MW 35; Unterkonstruktion Holz	15-45; MW 30; ID 182	MW 30; Holz weich; Bekleidung (2.2.6)	15-35; S.24 waagrechte Fassade
2	MDF-Platte	25-50; MW 35; Holzwerkstoff beschichtet	15-45; MW 30; ID 182	MW 30; Holz weich; Bekleidung (2.2.6)	30-60; S.24 Stnderkonstruktion beplankt
2	OSB-Platte OSB 3 MUPF/PMDI	25-50; MW 35; Holzwerkstoff beschichtet	15-45; MW 30; ID 182	MW 30; Holz weich; Bekleidung (2.2.6)	30-60; S.24 Stnderkonstruktion beplankt
2	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	30-50; MW 35; Unterkonstruktion Holz	15-45; MW 30; ID 182	MW 30; Holz weich; Bekleidung (2.2.6)	30-60; S.24 Stnderkonstruktion beplankt
2	Glaswolle MW-WF	25-35; MW 30; Wrmedmmung beluftet	30-70; MW 45; ID101	MW 50; Schaumglas (2.2.15.3)	40- ; S.46
3	Dampfbremse PE	-	20-40; MW 30; ID 150	-	40-; S.4
Tragwerk	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	60-80; MW 70; 6.11	80-150; MW 100; Holz-massiv Schichtholz ID 79	MW 50; Holz weich; Wand bekleidet (2.1.5)	40- ; S. 24 Blockwand > 12cm
2	Stahl niedriglegiert	60-100; MW 90;	80-120; MW 100; ID 60	-	-

Abbildung 41: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – AWh 01

Die Lebensdauerbandbreiten der jeweiligen Schichtgruppen sind in der Abbildung 42, S. 69 dargestellt.

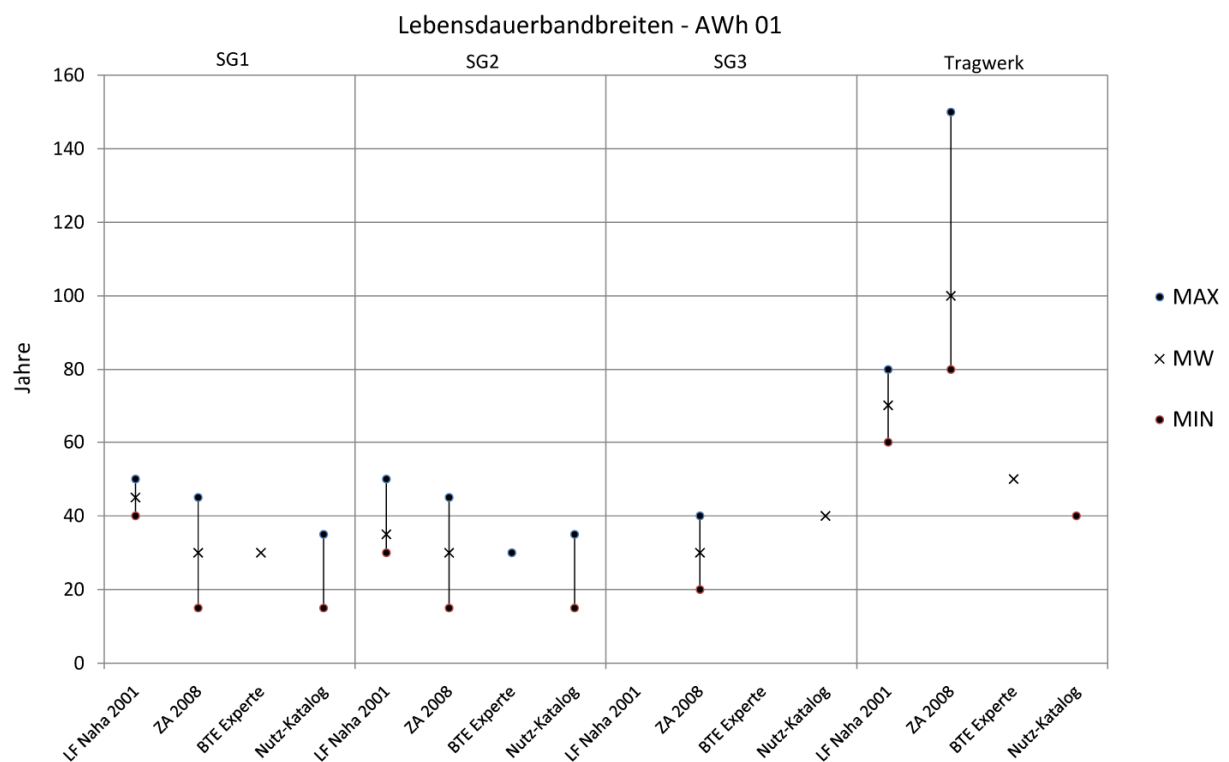


Abbildung 42: Lebensdauerbandbreiten – AWh 01

5.2.3 Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern

Die aus den vier Literaturquellen gemittelten Lebensdauern einschließlich der zugehörigen Standardabweichung sind in Abbildung 43, S. 70 dargestellt.

Schicht- gruppe	Bezeichnung	Bandbreiten								
		MIN	gemittelt MIN	Streuung- MIN	MW	gemittelt MW	Streuung- MW	MAX	gemittelt MAX	Streuung- MAX
1	Schnittholz Lä tech.trock. gehobelt	15-40	23	14	30-45	35	9	35-50	43	8
1	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	15-30	20	9	30-35	32	3	35-50	43	8
2	MDF-Platte	15-30	23	8	30-35	32	3	45-60	52	8
2	OSB-Platte OSB 3 MUPF/PMDI	15-30	23	8	30-35	32	3	45-60	52	8
2	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	15-30	25	9	30-35	32	3	45-60	52	8
2	Glaswolle MW-WF	25-40	32	8	30-50	42	10	35-70	53	25
3	Dampfbremse PE	20	20	0	30	30	0	40	40	0
Tragwerk	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	40-80	60	20	50- 100	73	25	80- 150	115	49
2	Stahl niedriglegiert	60-80	70	14	90- 100	95	7	100- 120	110	14

Abbildung 43: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – AWh 01

5.2.4 Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA)

Es wird angenommen, dass im vorliegenden Außenwandaufbau keine Installationen vorhanden sind.

5.2.5 Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus

Ein gutes Austrocknungsverhalten der Konstruktion wird durch die diffusionsoffene Beplankung erreicht und mit + bewertet (siehe Abbildung 44, S. 71).

Kritisch ist laut [Sch97], dass die Dampfsperre zusätzlich auch die Luftdichtigkeit sicherstellen muss. Grund ist die Tauwasserbildung durch Wasserdampfkonzentration infolge einer schadhafte Dampfsperre. Empfohlen wird deshalb eine eigene luftdichte Schicht (z.B.

Gipskarton), die einerseits die Luftdichtigkeit sicherstellt und andererseits die Dampfsperre vor mechanischer Beschädigung schützt.

Im vorliegenden Außenwandaufbau - AWh 01 muss die Dampfsperre jedoch auch die Luftdichtigkeitsfunktion übernehmen, da die Brettstapelwand laut [Sch97] keine luftdichte Bauteilschicht darstellt. Aufgrund des Risikopotentials bei außerplanmäßiger Einwirkung werden die betroffenen Bauteilschichten mit – bewertet.

Ebenso ist die Horizontalschalung negativ zu bewerten, da diese laut [Bra04] durch Schwindrissbildung eine geringere Dauerhaftigkeit aufweist und ein hoher Instandhaltungsaufwand die Folge ist. Es wird angenommen, dass die Horizontalschalung mindestens 1 cm breite Stoßfugen aufweisen und der Abstand zwischen Stirnseite und angrenzender Kontaktfläche mindestens 1 cm beträgt. Diese konstruktiven Maßnahmen werden mit + bewertet.

Des Weiteren können laut [Bra04] die verwendeten verzinkten Verbindungsmittel durch Beschädigung der Oberflächenbeschichtung zu Verfärbungen auf der Holzfassade führen.

Die Eignung der MDF-Platte als wasserableitende Schicht wurde mit einem Schnellalterungstest [Mar00] nachgewiesen und wird deshalb mit 0 bewertet.

Schicht- gruppe	Bezeichnung	TGA	Konstruktive Bewertung			Quelle
			+	0	-	
1	Schnittholz Lä tech.trock. gehobelt	nicht vorhanden	mind. 1 cm breite Stoßfugen; mind. 1 cm Abstand der Stirnseite zu angrenzenden Kontaktfläche		Horizontalschalung (niedrige DH durch Schwindrisse + hohe	Brandstätter M. et al.; Holzfassaden; Holzforschung Austria
1	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.		gutes Austrocknungsverhalten in Kombination mit einer diffusionsoffener Beplankung			Schulze H.; Informationsdienst Holz; Baulicher Holzschutz
2	MDF-Platte		diffusionsoffen	Erfahrungswerte als wasser-ableitende Schicht fehlen, aber Schnellalterungsversuch positiv		Schulze H.; Informationsdienst Holz; Baulicher Holzschutz
2	OSB-Platte OSB 3 MUPF/PMDI		Gefährdungsklasse 0; keine statische Funktion		Problematisch: Tauwasser (Wasserdampfkonvektion durch schadhafte	ÖNORM B 3802-2:1998
2	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.		Gefährdungsklasse 0; keine statische Funktion		Problematisch: Tauwasser (Wasserdampfkonvektion durch schadhafte	ÖNORM B 3802-2:1998
2	Glaswolle MW-WF		kleine Diffusionswiderstandszahl, geringe Feuchtespeicherung, ausreichend elastisch und gefügesteif		Problematisch: Tauwasser (Wasserdampfkonvektion durch schadhafte	Schulze H.; Informationsdienst Holz; Baulicher Holzschutz
3	Dampfbremse PE				Luftdichtheit durch Dampfbremse (Gefahr: Wasserdampfkonvektion)	Schulze H.; Informationsdienst Holz; Baulicher Holzschutz
Trag- werk	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.				Brettstapel nicht luftdicht	Schulze H.; Informationsdienst Holz; Baulicher Holzschutz
2	Stahl niedriglegiert				Beschädigung der Oberflächenbeschichtung kann zu Verfärbungen	Brandstätter M. et al.; Holzfassaden; Holzforschung Austria;

Abbildung 44: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – AWh 01

5.2.6 Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe

Die zur Bestimmung des Faktorwerts erforderlichen Annahmen und Festlegungen sind im Anhang detailliert erläutert (siehe Kapitel 7.2, S. 122). Die Bewertungsergebnisse für das Beispiel Brettstapel-Außenwand AWh 01 sind in Abbildung 45, S. 72 dargestellt.

Schichtgruppe (SG)	Faktorwert/ SG
1	0,84
2	0,77
3	0,81
Tragwerk	0,92

Abbildung 45: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – AWh 01

5.2.7 Bewertungsergebnisse – AWh 01

Auf eine umfassende Erläuterung der einzelnen Berechnungsschritte entsprechend dem Beispiel AWm01 (siehe Kapitel 5.1.7) wird aus Übersichtsgründen verzichtet. Die Berechnungsergebnisse sind in der Abbildung 46, S. 73 ersichtlich. Zum besseren Verständnis sind in der Abbildung 47, S. 73 die aus der Literatur berechneten Referenz-Lebensdauern, die mittels Faktorwert abgeminderte voraussichtliche Lebensdauer pro Schichtgruppe und schlußendlich die voraussichtliche Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit dargestellt.

Ergänzende Anmerkung bezüglich der Lösbarkeit:

- Die voraussichtliche Lebensdauer der Schichtgruppen 1 (SG 1) sowie Schichtgruppe 2 (SG 2) unter Einbezug der Lösbarkeit wird durch die voraussichtliche Lebensdauer der Schichtgruppe 3 (SG 3) – Dampfsperre begrenzt.
- Die Schichtgruppen 2 und 3 sind zwar vom Tragwerk lösbar, weisen jedoch nur einen geringen Unterschied zur Lebensdauer der Dampfsperre auf. Deswegen wird für das Bewertungsbeispiel angenommen, dass diese zwei Schichtgruppen (SG 1 und SG 2) im Zuge des Austauschs der Schichtgruppe 3 (SG 3) – Dampfsperre nach 32 Jahren mit ausgetauscht werden.
- Die fehlende Lösbarkeit zwischen Schichtgruppe 1 (SG 1) und Schichtgruppe 2 (SG 2) fällt aufgrund der Begrenzung der Lebensdauer durch die Dampfsperre nicht ins Gewicht.

Schichtgruppe	Schicht	Bezeichnung	Referenz-Lebensdauer/SG	Faktorwert/SG	Voraus. LD/SG	Lösbarkeit	Voraus. LD	Austauschrate	Ausnutzungsgrad
1	1	Schnittholz Lä tech.trock. gehobelt	43	0,84	37	SG 1 - SG 2 lösbar/nicht lösbar	32	2,3	87%
1	2	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	43	0,84	37		32	2,3	87%
2	3	MDF-Platte	52	0,77	40	SG 2 - TW lösbar	32	2,3	81%
2	4	OSB-Platte OSB 3 MUPF/PMDI	52	0,77	40		32	2,3	81%
2	5	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	52	0,77	40		32	2,3	81%
2	6	Glaswolle MW-WF	53	0,77	40		32	2,3	80%
3	7	Dampfbremse PE	40	0,81	32	SG 3 - TW lösbar	32	2,3	100%
Tragwerk	8	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	115	0,92	105	TW	105	0,0	100%
2	9	Stahl niedriglegiert	110	0,77	84	SG 2 - TW lösbar	28	2,8	33%

Abbildung 46: Berechnungsergebnisse - AWh 01

Lebensdauer - AWh 01

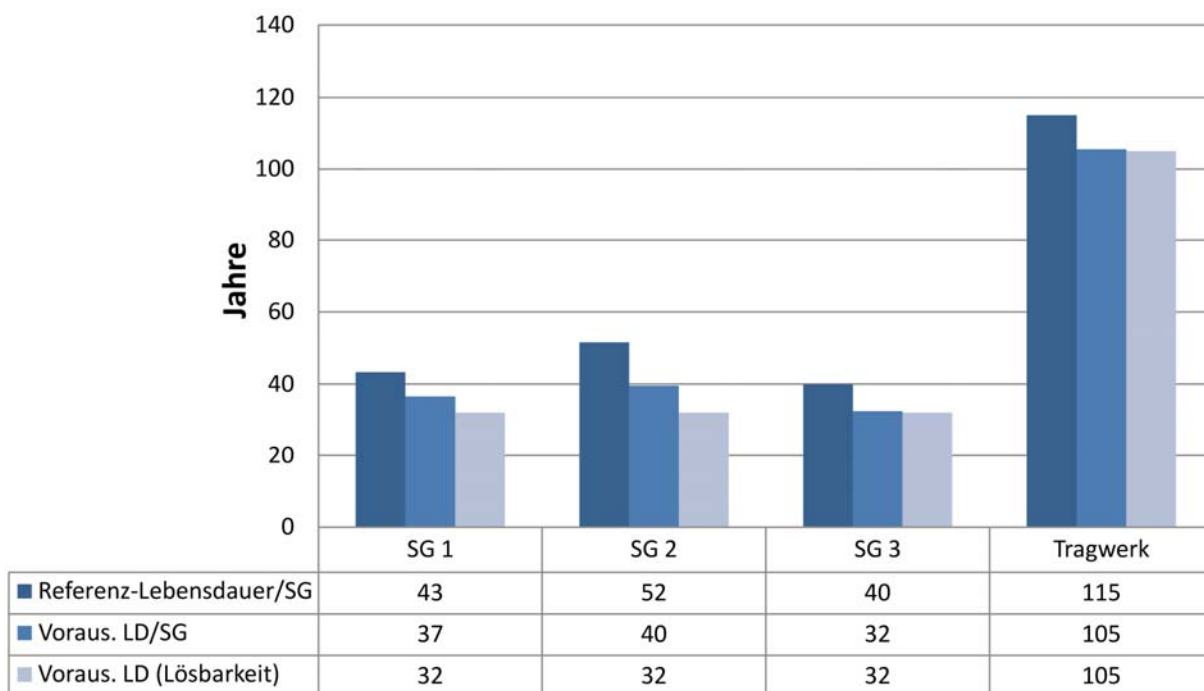


Abbildung 47: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse – AWh 01

5.2.8 Zusammenfassung – Bewertung der Außenwand AWh 01

Für das Bewertungsbeispiel Außenwand AWh 01 wurden die im entwickelten Bewertungsschema angegebenen Einflussfaktoren mit Hilfe von Normbegriffen und

-klassifizierungen näher präzisiert. Dadurch soll aufgezeigt werden, dass es möglich wäre, Lebensdauern mit einheitlich normierten Klassen näher zu beschreiben. Dieses Beispiel zeigt, dass es künftig für angemessene Lebensdauervorhersagen notwendig sein wird, das Wissen der Bauprodukte-Erzeuger über ihr Bauprodukt durch einen unabhängigen Sachverständigenausschuß überprüfen zu lassen und die Informationen über eine künftige Bauprodukte-Datenbank vorzugsweise auf OIB-Ebene den Gebäudezertifizierern zugänglich zu machen (siehe auch Kapitel 6).

Die Problematik hinsichtlich der Bewertung von außerplanmäßigen Einwirkungen konnte mit diesem Bewertungsbeispiel aufgezeigt werden. Die Gefährdung der Konstruktion durch Kondensatbildung infolge Wasserdampfkonvektion (beschädigte Dampfbremse; Brettstapelwand nicht luftdicht) wurde zwar negativ bewertet, zeigt jedoch aufgrund der Gleichgewichtung aller Faktorklassen nur geringe Auswirkung auf das Bewertungsergebnis.

Möglich wäre eine Veränderung der Gewichtungsfaktoren für die maßgebenden Kriterien aufgrund von Expertenmeinungen oder eine vom generellen Alterungsmodell getrennte Bewertung mittels Risikoanalyse.

5.3 Stahlbeton-Geschoßdecke, Nassestrich (GDm 01)

5.3.1 Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell)

Die Stahlbeton-Geschoßdecke - GDm 01 wurde in fünf Schichtgruppen hinsichtlich gleicher Lebensdauer und Funktion unterteilt (siehe Abbildung 48, S. 74).

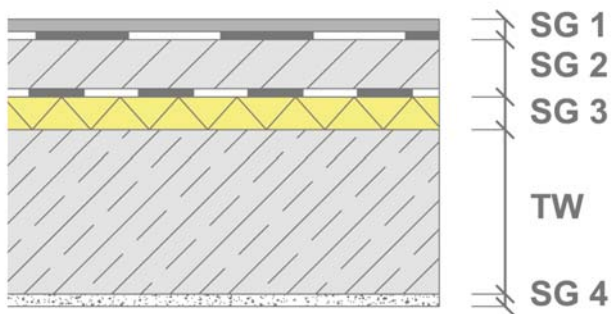


Abbildung 48: Schichtgruppen- GDm 01

5.3.2 Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten

Die aus der Literatur erhobenen Lebensdauern sind in Abbildung 49, S. 75 dargestellt.

Die Lebensdauer des mineralischen Klebers wurde aufgrund fehlender Angaben mit der in der Literatur angegebenen vergleichsweise niedrigen Lebensdauer für keramische Fliesen gleichgesetzt, da vermutet wird, dass die für Fliesen angegebene Lebensdauer möglicherweise durch den Kleber begrenzt wird.

Die Lebensdauer der Bauteilschicht „Gipsschachtelung“ (SG 4) wurde aufgrund fehlender Literaturangaben mit der Lebensdauer eines Kalkfarbenanstrichs gleichgesetzt.

Schicht- gruppe	Bezeichnung	Referenz-Lebensdauer			
		Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2001	Zwischenauswertung Datenbank Leitfaden 2008	BTE Experte	Nutzungsdauer- katalog Ktn & Stmk
1	Keramische Fliesen	50-70; MW 60; 6.15	40-70; MW 50; ID 762	30-60; MW 40 (4.3.10)	15-35; S. 21
1	Mineralischer Kleber	50-70; MW 60; 6.16	40-70; MW 50; ID 762	30-60; MW 40 (4.3.10)	15-35; S. 21
1	Flüssige Folie	-	-	-	-
2	Zementestrich	25-50; MW 30; 6.15	60-100; MW 80; ID 688	MW 50; (4.2.1)	20-40; S. 18
2	Polyethylenbahn	-	-	-	-
3	Polystyrol expandiert (EPS) Trittschalldämmung	25-35; MW 30; nichttragende Konstruktion 6.16	25-50; MW 40; ID 282	MW 40; (2.2.15.1)	40-; S.46
Tragwerk	Normalbeton	100-150; MW 100; 6.12	80-150; MW 100; ID 42	MW 100; (4.1.1)	80-; S. 15
Tragwerk	Armierungsstahl	100-150; MW 100; 6.12	80-150; MW 100; ID 42	MW 100; (4.1.1)	80-; S. 15
4	Gipsspachtelung	10-20; MW 15; 6.15	8-20; MW 15; ID 850	MW 8; (3.3.1)	5-15; S. 25

Abbildung 49: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – GDm 01

Zur besseren Übersicht sind in der Abbildung 50, S. 76 die Lebensdauerbandbreiten für die jeweilige Schichtgruppe dargestellt.

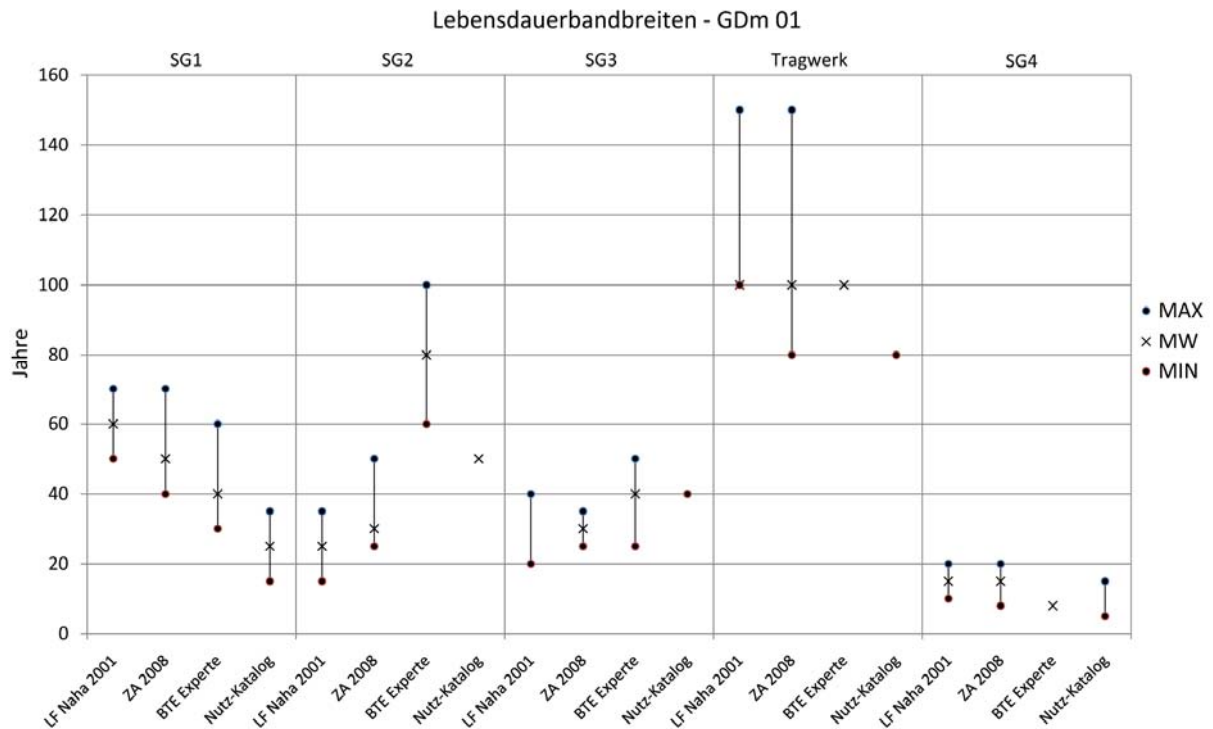


Abbildung 50: Lebensdauerbandbreiten – GDm 01

5.3.3 Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern

Die aus den vier Literaturquellen gemittelten Lebensdauern einschließlich der zugehörigen Standardabweichung sind in Abbildung 51, S. 77 dargestellt.

5.3.4 Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA)

Es wird vereinfachend angenommen, dass im vorliegenden Geschoßdeckenaufbau keine Installationen vorhanden sind.

5.3.5 Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus

Für die Schichtgruppe 1 (SG 1) bzw. Schichtgruppe 2 (SG 2) wird angenommen, dass die Anforderungen der ÖNORM B 2207:2007 bzw. ÖNORM B 2232:2007 eingehalten wurden (siehe Abbildung 52, S. 77).

Das Fehlen der laut ÖNORM B 2232:2007 geforderten Ausgleichschicht in gebundener Form wird negativ bewertet, da keine vollaufliegende und ebenflächige Verlegung gewährleistet ist.

Schichtgruppe (SG)	Bezeichnung	Bandbreiten								
		MIN	gemittelt MIN	Streuung-MIN	MW	gemittelt MW	Streuung-MW	MAX	gemittelt MAX	Streuung-MAX
1	Keramische Fliesen	15-50	34	15	25-60	44	15	35-70	59	17
1	Mineralischer Kleber	15-50	34	15	25-60	44	15	35-70	59	17
1	Flüssige Folie	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Zementestrich	20-60	35	22	30-80	53	25	40-100	63	32
2	Polyethylenbahn	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Polystyrol expandiert (EPS) Trittschalldämmung	25-40	30	9	30-50	40	10	35-50	43	11
Tragwerk	Normalbeton	80-100	87	12	100	100	0	150	150	0
Tragwerk	Armierungsstahl	80-100	87	12	100	100	0	150	150	0
4	Gipsspachtelung	5-10	8	3	8-15	13	4	15-20	18	3

Abbildung 51: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – GDM 01

Schichtgruppe (SG)	Bezeichnung	TGA	Konstruktive Bewertung		
			+	0	-
1	Keramische Fliesen	nicht vorhanden	Anforderungen der ÖNORM B 2207:2007 eingehalten (Dünnbettverlegung etc.)		
1	Mineralischer Kleber		Anforderungen der ÖNORM B 2207:2007 eingehalten (Schutz vor Zugluft etc.); hydraulischer Klebemörtel + Abdichtung		
1	Flüssige Folie		Abdichtung lt. ÖNORM B 2207:2007 für Beanspruchungsgruppe 3 eingebaut		
2	Zementestrich		Anforderungen der ÖNORM B 2232:2007 eingehalten (Detailausbildung etc.)		
2	Polyethylenbahn				
3	Polystyrol expandiert (EPS) Trittschalldämmung				Ausgleichsschicht gemäß ÖNORM B2232:2007 in gebundener Form fehlt; keine vollaufliegende und ebenflächige Verlegung gewährleistet;
Tragwerk	Normalbeton				
Tragwerk	Armierungsstahl				
4	Gipsspachtelung				

Abbildung 52: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – GDM 01

5.3.6 Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe

Die Bewertungsergebnisse sind in der Abbildung 53, S. 78 dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung der getroffenen Annahmen und Festlegungen ist im Anhang ersichtlich (siehe Kapitel 7.3, S. 127).

Schichtgruppe (SG)	Faktorwert/ SG
1	0,82
2	0,91
3	0,96
Tragwerk	0,83
4	0,84

Abbildung 53: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – GDm 01

5.3.7 Bewertungsergebnisse – GDm 01

Die Berechnungsergebnisse sind in der Abbildung 54, S. 79 ersichtlich und zum besseren Überblick in der Abbildung 55, S. 79 grafisch dargestellt.

Ergänzende Anmerkung bezüglich der Lösbarkeit:

- Die voraussichtliche Lebensdauer der Schichtgruppen 1 (SG 1) sowie Schichtgruppe 2 (SG 2) unter Einbezug der Lösbarkeit wird durch die voraussichtliche Lebensdauer der Schichtgruppe 3 (SG 3) – EPS Trittschalldämmung auf 41 Jahre begrenzt.
- Die Gipsspachtelung sowie der gesamte Fußbodenaufbau können vom Tragwerk entfernt werden und sind folglich lösbar (SG 4 – TW lösbar bzw. SG 3 – TW lösbar).
- Der Austausch der EPS-Trittschall- und Wärmedämmung kann nur durch Zerstörung des oben aufliegenden Fußbodenaufbaus durchgeführt werden (SG 2 – SG 3 nicht lösbar).

5.3.8 Zusammenfassung – Bewertung der Geschoßdecke GDm 01

Für das Bewertungsbeispiel Geschoßdecke GDm 01 stellt die verhältnismäßig kürzere Lebensdauer der EPS-Trittschalldämmung den begrenzenden Faktor für den Fußbodenaufbau dar. Ein Ausnutzungsgrad des Zementestrichs von 71 % ist die Folge.

Grund könnte die unsicheren Lebensdauerangaben für die Trittschalldämmung sein, da in der Literatur unter dem Sammelbegriff „Wärmedämmstoffe“ vermutlich in Wand- und Deckenkonstruktionen eingesetzte Dämmstoffe erfasst worden sind. So konnten auch für die flüssige Folie in der Literatur keine Angaben gefunden werden.

Abhilfe kann hier nur eine genauere und umfassendere Erhebung der Lebensdauerangaben schaffen.

Schicht- gruppe	Schicht	Bezeichnung	Referenz- Lebensdauer/ SG	Faktorwert/ SG	Voraus. LD/SG	Lösbarkeit	Voraus. LD	Austausch- rate	Ausnutzungs- grad
1	1	Keramische Fliesen	59	0,82	48	SG 1 - SG 2 lösbar/nicht lösbar	41	2,0	85%
1	2	Mineralischer Kleber	59	0,82	48		41	2,0	85%
1	3	Flüssige Folie	-	0,82	-		-	-	-
2	4	Zementestrich	63	0,91	57	SG 2 - SG 3 nicht lösbar	41	2,0	71%
2	5	Polyethylenbahn	-	0,91	-		-	-	-
3	6	Polystyrol expandiert (EPS) Trittschalldämmung	43	0,96	41	SG 3 - TW lösbar	41	2,0	100%
Tragwerk	7	Normalbeton	150	0,83	124	Tragwerk	124	0,0	100%
Tragwerk	8	Armierungsstahl	150	0,83	124		124	0,0	100%
4	9	Gipsspachtelung	18	0,84	15	SG 4 - TW lösbar	15	7,0	100%

Abbildung 54: Berechnungsergebnisse – GDM 01

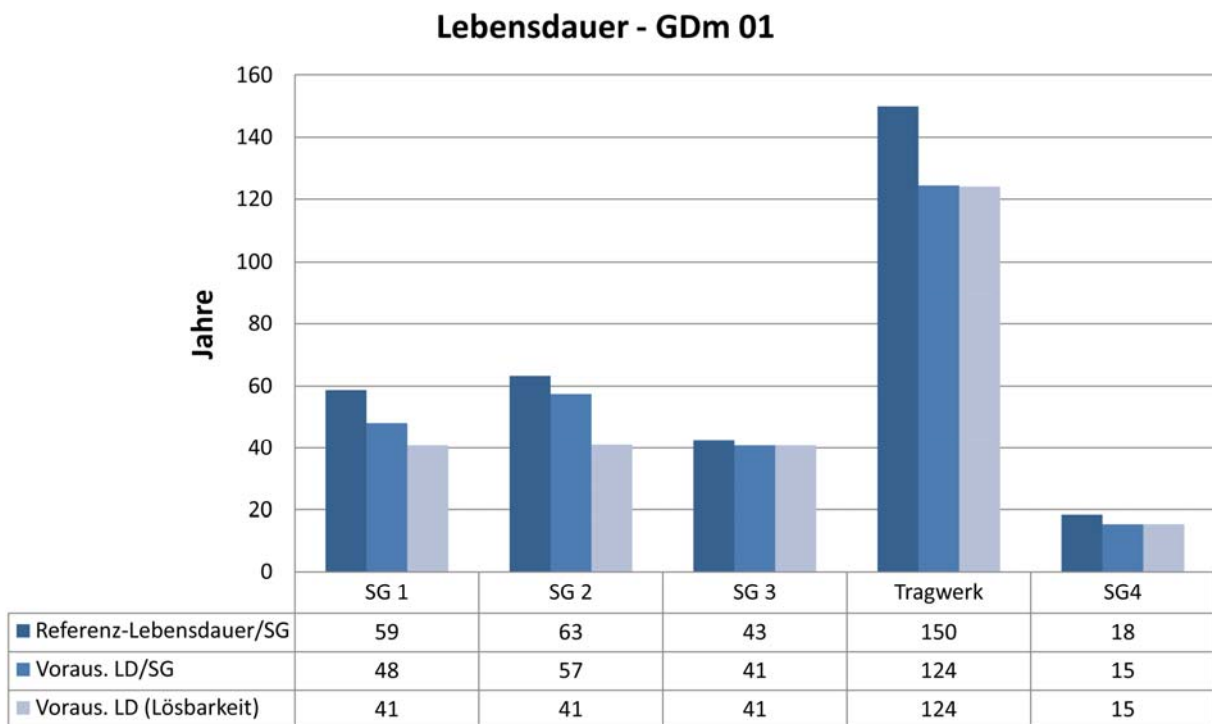


Abbildung 55: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse – GDM 01

5.4 Ziegel-Geschoßdecke (GDm 03)

5.4.1 Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell)

Die Ziegel-Geschoßdecke - GDm 03 wurde in fünf Schichtgruppen hinsichtlich gleicher Lebensdauer und Funktion unterteilt (siehe Abbildung 56, S. 80).

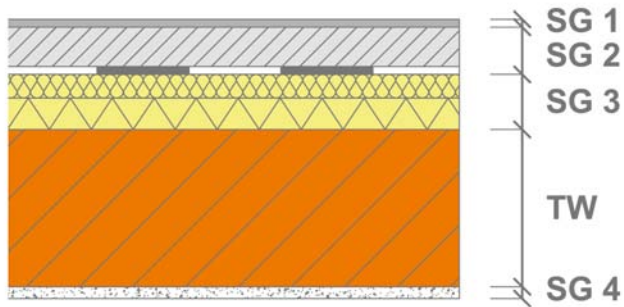


Abbildung 56: Schichtgruppen – GDm 03

5.4.2 Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten

Die aus der Literatur erhobenen Lebensdauern für die einzelnen Bauteilschichten sind in Abbildung 57, S. 81 dargestellt.

Aufgrund der extremen Unterschiede in den Literaturangaben hinsichtlich der Lebensdauer des Kalkgipsputzes musste der aus den Minimal- und Maximalangaben des Nutzungsdauerkatalogs berechnete Mittelwert berücksichtigt werden. Dadurch wird verhindert, dass die aus den vier Literaturquellen gemittelte mittlere Lebensdauer größer ist als die maximale gemittelte Lebensdauer.

Die Lebensdauer der Ziegelhohlkörperdecke wurde mittels der Literaturquelle „BTE Experte“ mit der Lebensdauer einer Steindecke näherungsweise gleichgesetzt. Für die als Trennlage eingesetzte PE-Folie konnten keine Lebensdauerangaben gefunden werden.

Schicht- gruppe	Bezeichnung	Referenz-Lebensdauer			
		Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2001	Zwischenauswertung Datenbank Leitfaden 2008	BTE Experte	Nutzungsdauer-katalog Ktn & Stmk
1	Holzboden	30-50; MW 40; 6.16	30-50; MW 40; ID 739	MW 40; (4.3.9)	15-30; S.21
2	Zementestrich	25-50; MW 30; 6.15	60-100; MW 80; ID 688	MW 50; (4.2.1)	20-40; S. 18
2	Polyethylenbahn	-	-	-	-
3	EPS Trittschalldämmung 3 cm	25-35; MW 30; nichttragende Konstruktion 6.16	25-50; MW 40; ID 282	MW 40; (2.2.15.1)	40-; S.46
3	EPS Wärmedämmung 5 cm	25-35; MW 30; nichttragende Konstruktion 6.16	25-50; MW 40; ID 282	MW 40; (2.2.15.1)	40-; S.46
Tragwerk	Ziegelhohlkörperdecke mit Aufbeton	80-150; MW 100; 6.12	80-150; MW 100; ID 47	MW 90; (4.1.5)	80-; S. 15
4	Kalkgipsputz	-	30-60; MW 45; ID 157	MW 50; (4.5.2.5)	80-100; S. 44

Abbildung 57: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – GDm 03

Die Lebensdauerbandbreiten der jeweiligen Schichtgruppen sind in der Abbildung 58, S. 81 dargestellt.

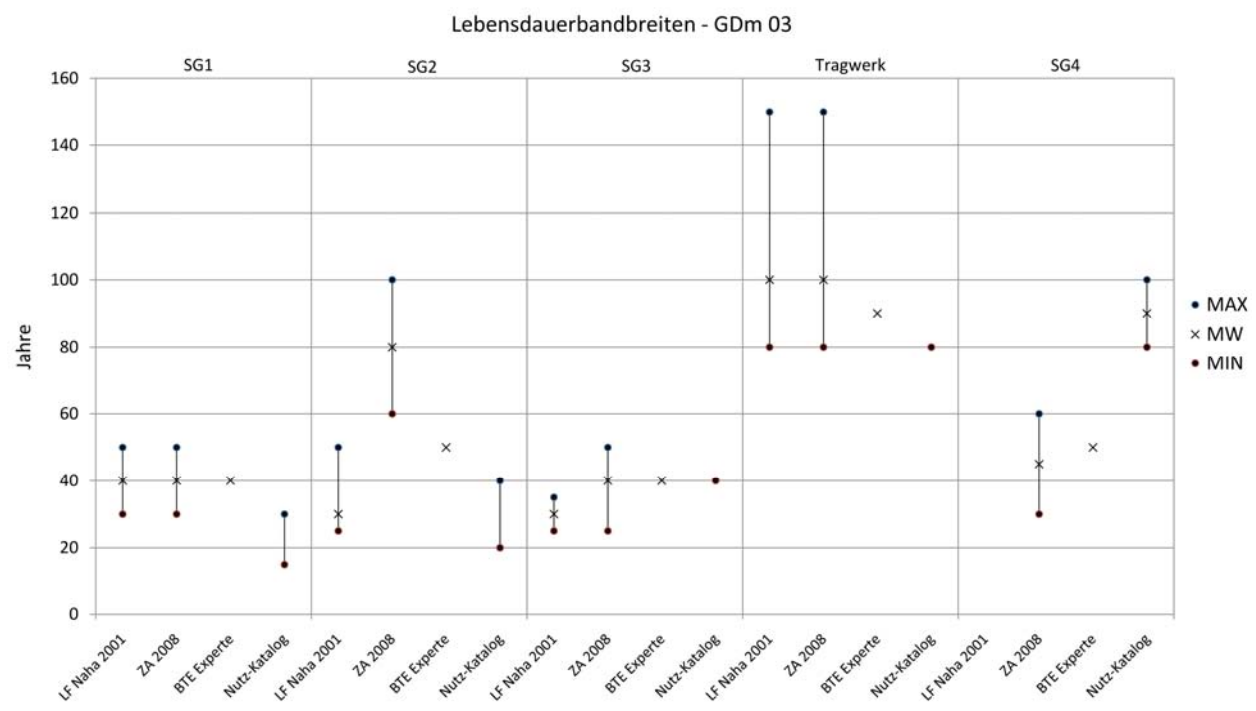


Abbildung 58: Lebensdauerbandbreiten – GDm 03

5.4.3 Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern

Die aus den vier Literaturquellen gemittelten Lebensdauern einschließlich der zugehörigen Standardabweichung sind in Abbildung 59, S. 82 dargestellt.

Schicht- gruppe	Bezeichnung	Bandbreiten								
		MIN	gemittelt MIN	Streuung- MIN	MW	gemittelt MW	Streuung- MW	MAX	gemittelt MAX	Streuung- MAX
1	Holzboden	15-30	25	9	40	40	0	30-50	43	12
2	Zementestrich	20-60	35	22	30-80	53	25	40- 100	63	32
2	Polyethylenbahn	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	EPS Trittschalldämmung 3 cm	25-40	30	9	30-50	40	10	35-50	43	11
3	EPS Wärmedämmung 5 cm	25-40	30	9	30-50	40	10	35-50	43	11
Tragwerk	Ziegelhohlkörperdecke mit Aufbeton	80	80	0	90- 100	97	6	150	150	0
4	Kalkgipsputz	30-80	55	35	45-50	62	25	60- 100	80	28

Abbildung 59: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – GDm 03

5.4.4 Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA)

Es wird vereinfachend angenommen, dass im vorliegenden Geschoßdeckenaufbau keine Installationen vorhanden sind.

5.4.5 Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus

Es wird angenommen, dass die Anforderungen der ÖNORM B 2232:2007 eingehalten wurden. Laut [Aur96] wird empfohlen die weichere Trittschalldämmung unter die härtere Dämmung anzuordnen. Im vorliegenden Beispiel ist das nicht gegeben, weshalb eine Bewertung mit – erfolgt (siehe Abbildung 60, S. 83).

Das Fehlen der gemäß ÖNORM B 2232:2007 geforderten Ausgleichschicht in gebundener Form ist negativ zu werten.

Für die Schichtgruppe 4 wird vorausgesetzt, dass die Anforderungen ÖNORM B 3346 eingehalten wurden.

Schichtgruppe	Bezeichnung	TGA	Konstruktive Bewertung			Quelle
			+	0	-	
1	Holzboden	nicht vorhanden				
2	Zementestrich		Anforderungen der ÖNORM B 2232:2007 eingehalten			ÖNORM B 2232:2007
2	Polyethylenbahn					
3	EPS Trittschalldämmung 3 cm			Kontrollmaßnahmen gegen Verwechslung von Trittschall- und Wärmedämmung	Weichere Trittschalldämmung liegt auf härtere Wärmedämmung auf	Aurnhammer K.G.; Schäden an Estrichen; 1996; Band 15; IRB Verlag; S. 33 ff
3	EPS Wärmedämmung 5 cm				Ausgleichsschicht in gebundener Form fehlt	ÖNORM B 2232:2007; S. 17
Tragwerk	Ziegelhohlkörperdecke mit Aufbeton					
4	Kalkgipsputz		Einhaltung der Anforderungen lt. ÖNORM B 3346			ÖNORM B 3346:2007; S. 13 u. S. 15

Abbildung 60: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – GDm 03

5.4.6 Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe

Die Ergebnisse der Faktorwertbestimmung für das Beispiel GDm 03 sind in Abbildung 61, S. 83 dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung der getroffenen Annahmen und Festlegungen ist im Anhang ersichtlich (siehe Kapitel 7.4, S. 133).

Schichtgruppe (SG)	Faktorwert/ SG
1	0,94
2	0,91
3	0,96
Tragwerk	0,82
4	0,88

Abbildung 61: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – GDm 03

5.4.7 Bewertungsergebnisse – GDm 03

Die Berechnungsergebnisse auf Basis der zuvor ermittelten Eingangswerte sind in der Abbildung 62, S. 84 ersichtlich. Zum besseren Überblick sind die Rechenergebnisse in der Abbildung 63, S. 85 grafisch dargestellt.

Ergänzende Anmerkung bezüglich der Lösbarkeit:

- Die voraussichtliche Lebensdauer der Schichtgruppen 1 (SG 1) sowie Schichtgruppe 2 (SG 2) unter Einbezug der Lösbarkeit wird durch die voraussichtliche Lebensdauer der Schichtgruppe 3 (SG 3) – EPS Trittschall- und Wärmedämmung auf 41 Jahre begrenzt.
- Der Kalkgipsputz sowie der gesamte Fußbodenaufbau können vom Tragwerk entfernt werden und sind folglich lösbar (SG 4 – TW lösbar bzw. SG 3 – TW lösbar).
- Der Austausch der EPS-Trittschall- und Wärmedämmung kann nur durch Zerstörung des oben aufliegenden Fußbodenaufbaus durchgeführt werden (SG 2 – SG 3 nicht lösbar).

Schichtgruppe	Schicht	Bezeichnung	Referenz-Lebensdauer/SG	Faktorwert/SG	Voraus. LD/SG	Lösbarkeit	Voraus. LD	Austauschrate	Ausnutzungsgrad
1	1	Holzboden	43	0,94	41	SG 1 - SG 2 lösbar/nicht lösbar	41	2,0	100%
2	2	Zementestrich	63	0,91	57	SG 2 - SG 3 nicht lösbar	41	2,0	71%
2	3	Polyethylenbahn	-	0,91	-		-	-	-
3	4	EPS Trittschalldämmung 3 cm	43	0,96	41	SG 3 - TW lösbar	41	2,0	100%
3	5	EPS Wärmedämmung 5 cm	43	0,96	41		41	2,0	100%
Tragwerk	6	Ziegelhohlkörperdecke mit Aufbeton	150	0,82	123	Tragwerk	123	0,0	100%
4	7	Kalkgipsputz	80	0,88	70	SG 4 -TW lösbar	70	0,8	100%

Abbildung 62: Berechnungsergebnisse – GDm 03

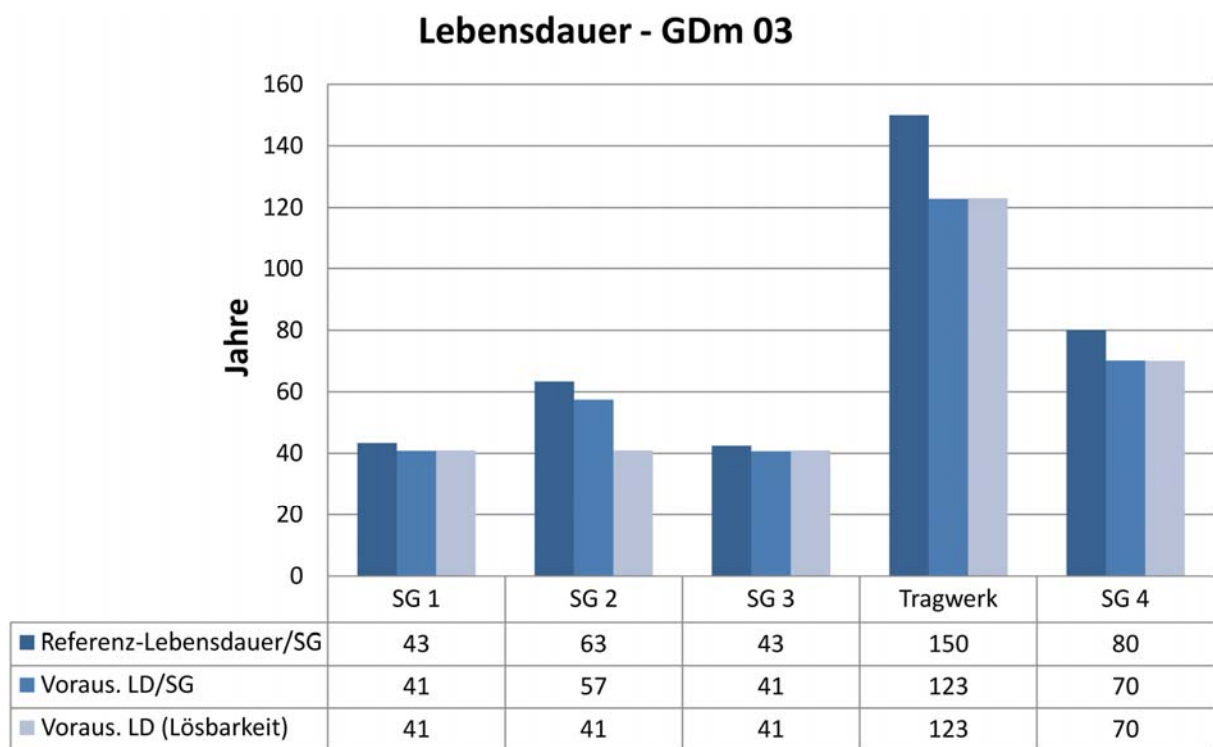


Abbildung 63: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse - GDm 03

5.4.8 Zusammenfassung – Bewertung der Geschoßdecke GDm 03

Ähnlich wie für das Bewertungsbeispiel Geschoßdecke GDm 01 stellt die verhältnismäßig kürzere Lebensdauer der EPS-Trittschall- und Wärmedämmung den begrenzenden Faktor für den Fußbodenaufbau der Geschoßdecke GDm 03 dar. Ein Ausnutzungsgrad des Zementestrichs von 71 % ist die Folge.

Auf die unsichere bzw. lückenhafte Datenlage hinsichtlich der Lebensdauerangaben für Trittschalldämmungen bzw. PE-Folien wurde bereits in der Zusammenfassung für das Bewertungsbeispiel Geschoßdecke GDm 01 hingewiesen.

5.5 Stahlbeton-Geschoßdecke, Nassestrich (GDh 01)

5.5.1 Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell)

Die Stahlbeton-Geschoßdecke - GDh 01 wurde hinsichtlich gleicher Lebensdauer und Funktion in fünf Schichtgruppen unterteilt (siehe Abbildung 64, S. 86).

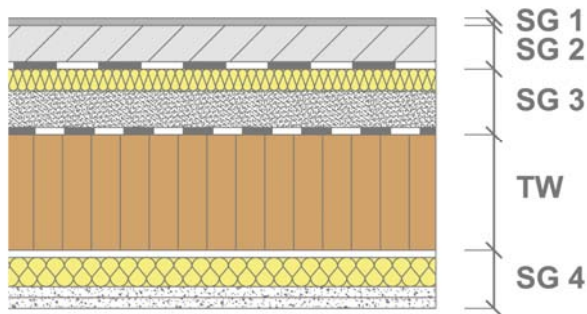


Abbildung 64: Schichtgruppen – GDh 01

5.5.2 Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten

Die aus der Literatur erhobenen Lebensdauern sind in Abbildung 65, S. 87 dargestellt.

Die Lebensdauer des Parkettklebers wurde aufgrund fehlender Angaben mit der in der Literatur angegebenen Lebensdauer für die Nutzschicht „Massivparkett“ vereinfachend gleichgesetzt.

Für die PE-Folie sowie für die zementgebundene Ausgleichschicht konnten in der Literatur keine Lebensdauerangaben gefunden werden.

Die Lebensdauer der Schichtgruppe 4 (SG 4) wurde mit der in der Literatur angegebenen Lebensdauer für eine Gipskartonplatte gleichgesetzt und für die Berechnung der Abminderungsfaktoren herangezogen.

		Referenz-Lebensdauer			
Schichtgruppe	Bezeichnung	Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2001	Zwischenauswertung Datenbank Leitfaden 2008	BTE Experte	Nutzungsdauer-katalog Ktn & Stmk
1	Massivparkett	30-50; MW 40; 6.16	30-50; MW 40; ID 739	MW 40; (4.3.9)	15-30; S.21
1	Parkettkleber	30-50; MW 40; 6.16	30-50; MW 40; ID 739	MW 40; (4.3.9)	15-30; S.21
2	Zementestrich	25-50; MW 30; 6.15	60-100; MW 80; ID 688	MW 50; (4.2.1)	20-40; S. 18
2	Polyethylenbahn	-	-	-	-
3	Glaswolle Trittschall	25-35; MW 30; nichttragende Konstruktion 6.16	25-50; MW 40; ID 284	MW 50; (2.2.15.3)	40-; S.46
3	Sand	-	-	-	-
3	Zement (zementgeb. Splittschüttung)	-	-	-	-
3	Polyethylenbahn	-	-	-	-
Tragwerk	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	50-80; MW 70; Tragkonstruktion Innenwand-Weichholz	80-100; MW 90; ID 56	MW 65; (4.1.2)	60-; S.24
4	Stahl niedriglegiert	60-100; MW 90; Tragkonstruktion; Stahl	80-120; MW 100; ID 60	-	-
4	Federschiene	60-100; MW 90; Tragkonstruktion; Stahl	80-120; MW 100; ID 60	-	-
4	Glaswolle MW-WF	25-35; MW 30; nichttragende Konstruktion 6.16	25-50; MW 40; ID 284	MW 50; (2.2.15.3)	40-; S.46
4	Gipskartonplatte (Flammschutz)	30-60; MW 45; nichttragende Konstruktion 6.16	30-60; MW 50; ID 848	MW 50; (4.5.2.3)	20-40; S.56

Abbildung 65: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – GDh 01

Zur besseren Übersicht sind in der Abbildung 66, S. 87 die Lebensdauerbandbreiten für die jeweilige Schichtgruppe dargestellt.

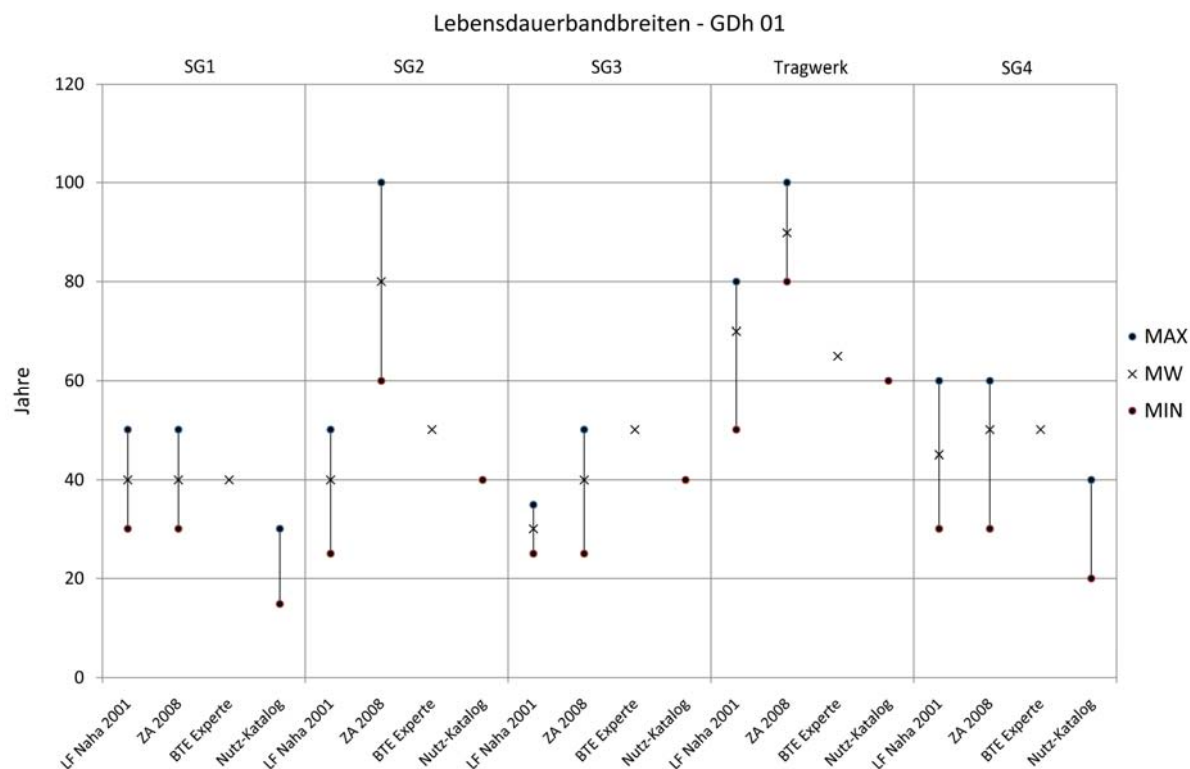


Abbildung 66: Lebensdauerbandbreiten – GDh 01

5.5.3 Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern

Die aus den vier Literaturquellen gemittelten Lebensdauern einschließlich der zugehörigen Standardabweichung sind in Abbildung 67, S. 88 dargestellt.

Schicht- gruppe	Bezeichnung	Bandbreiten								
		MIN	gemittelt MIN	Streuung- MIN	MW	gemittelt MW	Streuung- MW	MAX	gemittelt MAX	Streuung- MAX
1	Massivparkett	15-30	25	9	40	40	0	30-50	43	12
1	Parkettkleber	15-30	25	9	40	40	0	30-50	43	12
2	Zementestrich	20-60	35	22	30-80	53	25	40-100	63	32
2	Polyethylenbahn	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Glaswolle Trittschall	25-40	30	9	30-50	40	10	35-50	43	11
3	Sand	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Zement (zementgeb. Splittschüttung)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Polyethylenbahn	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tragwerk	Schneitholz Fi rau, tech.trock.	50-80	63	15	65-90	75	13	80-100	90	14
4	Stahl niedriglegiert	60-80	70	14	90-100	95	7	100-120	110	14
4	Federschiene	60-80	70	14	90-100	95	7	100-120	110	14
4	Glaswolle MW-WF	25-40	30	9	30-50	40	14	35-50	43	11
4	Gipskartonplatte (Flammschutz)	20-30	27	6	45-60	48	8	40-60	53	10

Abbildung 67: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – GDh 01

5.5.4 Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA)

Es wird vereinfachend angenommen, dass im vorliegenden Geschosßdeckenaufbau keine Installationen vorhanden sind.

5.5.5 Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus

Es wird angenommen, dass die Anforderungen der ÖNORM B 2232:2007 eingehalten wurden. Da im Vergleich zu den vorherigen Beispielen die gemäß ÖNORM B 2232:2007 geforderte Ausgleichschicht in gebundener Form vorhanden ist, wird dies mit + bewertet (siehe Abbildung 68, S. 89).

Für das Tragwerk (Brettstapeldecke-Innendecke) ist laut ÖNORM B 3802-2:1998 der Gefährdungsklasse 1 zuzuordnen. Eine Zuordnung zur Gefährdungsklasse 0 ist aufgrund

der fehlenden Notwendigkeit (z.B. Holz im Aufenthaltsraum mit üblichem Wohnklima) möglich, weshalb auf einen chemischen Holzschutz verzichtet werden kann.

Für die Schichtgruppe 4 wird vorausgesetzt, dass die Anforderungen ÖNORM B 3415:2009 eingehalten wurden. Die diffusionsoffenen Bekleidung ist im Fall einer außerplanmäßigen Einwirkung (z.B. Wassereintritt) positiv zu werten, da der Schaden rasch erkennbar ist und Folgeschäden vermieden werden können.

Schichtgruppe	Schicht	Bezeichnung	Konstruktive Bewertung			Quelle
			+	0	-	
1	1	Massivparkett				
1	2	Parkettkleber				
2	3	Zementestrich	Bei Instandhaltungsmaßnahmen (Kleber entfernen) abschleifbar			Unger A.; Fußbodenatlas; 6.Auflage; 2008; quo-vado verlag; S. 349
2	4	Polyethylenbahn				
3	5	Glaswolle Trittschall	Besserer Schallschutz bei tiefen Frequenzen als Polystyrolämmung			Unger A.; Fußbodenatlas; 6.Auflage; 2008; quo-vado verlag; S. 414
3	6	Sand	zementgebundene Ausgleichschicht laut ÖNORM			ÖNORM B 2232:2007; S. 16
3	7	Zement (zementgeb. Splittschüttung)				
3	8	Polyethylenbahn				
Tragwerk	9	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	GK 0 statt GK 1 (fehlende Notwendigkeit: Holz in Aufenthaltsräumen mit üblichem Wohnklima und insektenunzugänglich)			ÖNORM B 3802-2:1998; S.3
4	10	Stahl niedriglegiert	verzinkte Verbindungsmittel			
4	11	Federschiene	verzinkte Verbindungsmittel			
4	12	Glaswolle MW-WF				
4	13	Gipskartonplatte (Flammschutz)	diffusionsoffene Bekleidung (bei außerplanmäßigen Schadensfall)			Schulze H.; Informationsdienst Holz; Baulicher Holzschutz S. 31

Abbildung 68: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – GDh 01

5.5.6 Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe

Das Ergebnis der Faktorwertbestimmung ist in Abbildung 69, S. 90 dargestellt. Die zur Faktorwertbestimmung getroffenen Annahmen und Festlegungen sind im Anhang detailliert erläutert (siehe Kapitel 7.5, S. 140).

Schichtgruppe (SG)	Faktorwert/ SG
1	0,94
2	0,91
3	0,94
Tragwerk	0,91
4	0,95

Abbildung 69: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – GDh 01

5.5.7 Bewertungsergebnisse – GDh 01

Die Berechnungsergebnisse auf Basis der zuvor ermittelten Eingangswerte sind in der Abbildung 70, S. 91 ersichtlich. Zum besseren Überblick sind die Rechenergebnisse in der Abbildung 71, S. 91 grafisch dargestellt.

Ergänzende Anmerkung bezüglich der Lösbarkeit:

- Die voraussichtliche Lebensdauer der Schichtgruppen 1 (SG 1) sowie Schichtgruppe 2 (SG 2) unter Einbezug der Lösbarkeit wird durch die voraussichtliche Lebensdauer der Schichtgruppe 3 (SG 3) – Glaswolle-Trittschalldämmung auf 39 Jahre begrenzt.
- Die Gipskartonplatte sowie der gesamte Fußbodenaufbau können vom Tragwerk entfernt werden und sind folglich lösbar (SG 4 – TW lösbar bzw. SG 3 – TW lösbar).
- Der Austausch der Glaswolle-Trittschalldämmung kann nur durch Zerstörung des oben aufliegenden Fußbodenaufbaus durchgeführt werden (SG 2 – SG 3 nicht lösbar bzw. SG 1 – SG 2 nicht lösbar).
- Das Massivparkett kann vom Zementestrich abgelöst werden (SG 1 – SG 2 lösbar).
- Die Lebensdauer der Schichtgruppe 4 (SG 4) wird durch die voraussichtliche Lebensdauer der Glaswolle auf 40 begrenzt. In der Abbildung 71, S. 91 wurde die Referenz-Lebensdauer sowie die voraussichtliche Lebensdauer der Gipskartonplatte dargestellt, um die Abminderung durch die kürzere Lebensdauer der Glaswolle auf 40 Jahre aufzeigen zu können.

Schicht- gruppe	Bezeichnung	Referenz- Lebensdauer/ SG	Faktorwert/ SG	Voraus. LD/SG	Lösbarkeit	Voraus. LD	Austausch- rate	Ausnutzungs- grad
1	Massivparkett	43	0,94	41	SG1 - SG 2 lösbar/nicht lösbar	39	1,1	95%
1	Parkettkleber	43	0,94	41		39	1,1	95%
2	Zementestrich	63	0,91	58	SG 2 - SG 3 nicht lösbar	39	1,1	68%
2	Polyethylenbahn	-	0,91	-		-	-	-
3	Glaswolle Trittschall	43	0,91	39	SG 3 - TW lösbar	39	1,1	100%
3	Sand	-	0,94	-		-	-	-
3	Zement (zementgeb. Splittschüttung)	-	0,94	-		-	-	-
3	Polyethylenbahn	-	0,94	-		-	-	-
Tragwerk	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	90	0,91	82	Tragwerk	82	0,0	100%
4	Stahl niedriglegiert	110	0,95	104	SG 4 - TW lösbar	40	1,1	38%
4	Federschiene	110	0,95	104		40	1,1	38%
4	Glaswolle MW-WF	43	0,95	40		40	1,1	100%
4	Gipskartonplatte (Flammschutz)	53	0,95	51		40	1,1	79%

Abbildung 70: Berechnungsergebnisse – GDh 01

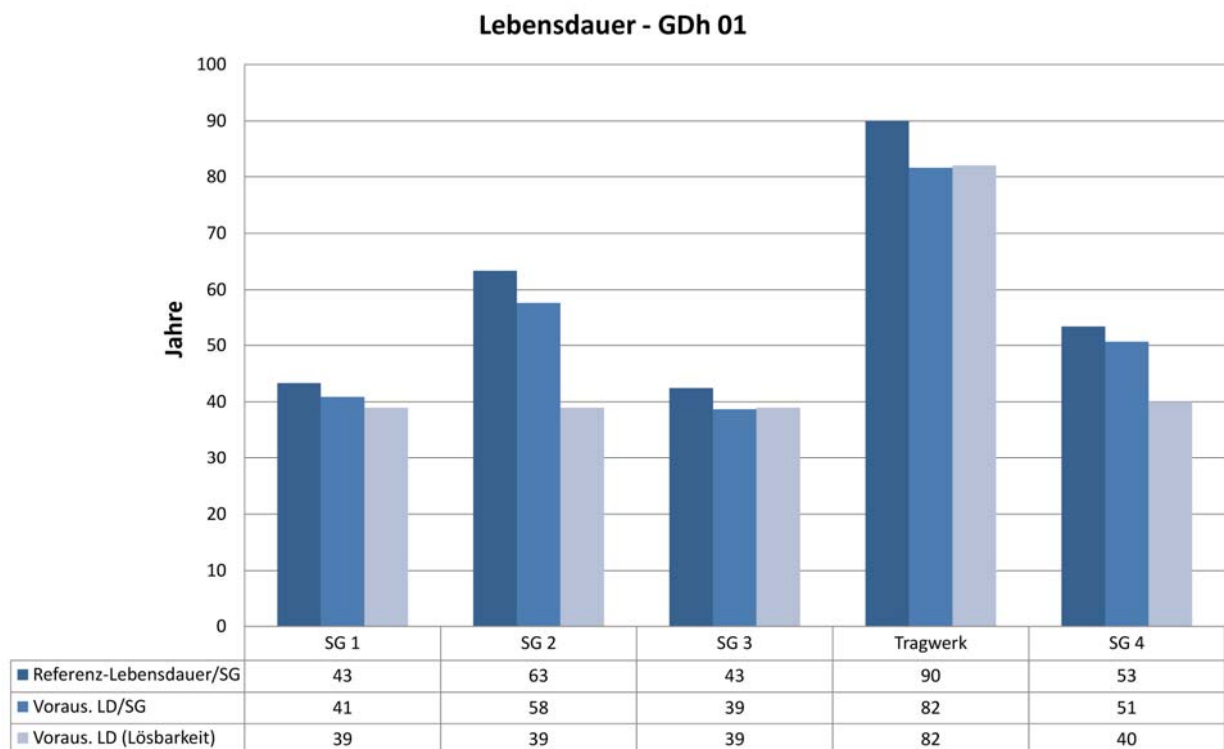


Abbildung 71: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse - GDh 01

5.5.8 Zusammenfassung – Bewertung der Geschoßdecke GDh 01

Ähnlich wie für das Bewertungsbeispiel Geschoßdecke GDm 03 stellt die verhältnismäßig kürzere Lebensdauer der Glaswolle-Trittschalldämmung den begrenzenden Faktor für den Fußbodenaufbau der Geschoßdecke GDh 01 dar. Der Ausnutzungsgrad des Zementestrichs beträgt deswegen nur 68 %.

Die Begrenzung der Lebensdauer der Schichtgruppe 4 (SG 4) durch die Lebensdauer der Glaswolle ist zu hinterfragen, ob die in der Literatur angegebenen Lebensdauerangaben für diese Einbaubedingung zutreffend sind. Die Gipskartonplatte wird folglich zu 79 % und die verzinkten Verbindungsmittel zu 38 % ausgenützt.

5.6 Stahlbeton-Flachdach (DAm 03)

5.6.1 Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell)

Das Stahlbeton-Flachdach – DAm 03 wurde in drei Schichtgruppen unterteilt (siehe Abbildung 72, S. 92). Trotz unterschiedlicher Funktion wurden zur Reduktion des Bearbeitungsaufwands die Wärmedämmung und die Abdichtung aufgrund annähernd gleicher Lebensdauer zu einer Schichtgruppe zusammengefasst.

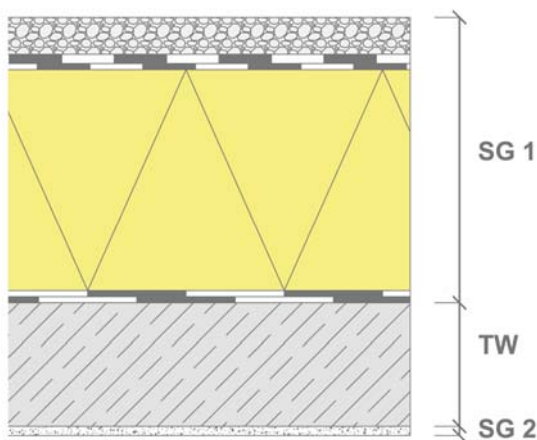


Abbildung 72: Schichtgruppen – DAm 03

5.6.2 Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten

Die aus der Literatur erhobenen Lebensdauern sind in Abbildung 73, S. 93 dargestellt.

Die Lebensdauer der Gipsspachtelung wurde aufgrund fehlender Lebensdauerangaben mit der Lebensdauer eines Innenanstrichs auf Kalkbasis angenähert.

Schicht- gruppe	Bezeichnung	Referenz-Lebensdauer			
		Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2001	Zwischenauswertung Datenbank Leitfaden 2008	BTE Experte	Nutzungsdauer- katalog Ktn & Stmk
1	Kies	-	-	-	30-40; S. 9
1	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	20-40; MW 30; 6.16	20-40; MW 30; ID 324	MW 25; (7.2.1)	40-; S. 14
1	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	20-40; MW 30; 6.16	20-40; MW 30; ID 149	MW 25; (7.2.1)	40-; S.4
1	Polystyrol expandiert (EPS)-W20- Dämmplatte	25-35; MW 30; 6.16	25-50; MW 40; ID 281	MW 40; (2.2.15.1)	30-; S. 46
1	Alu-Bitumendichtungsbahn	20-40; MW 30; 6.16	20-40; MW 30; ID 324	MW 25; (7.2.1)	30-50; S.4
1	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	20-40; MW 30; 6.16	20-40; MW 30; ID 149	MW 25; (7.2.1)	40-; S.4
Tragwerk	Normalbeton	100-150; MW 100; 6.12	80-150; MW 100; ID 42	MW 100; (4.1.1)	80-; S. 15
Tragwerk	Armierungsstahl	100-150; MW 100; 6.12	80-150; MW 100; ID 42	MW 100; (4.1.1)	80-; S. 15
2	Gipsspachtelung	10-20; MW 15; 6.15	8-20; MW 15; ID 850	MW 8; (3.3.1)	5-10; S.6

Abbildung 73: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – Dam 03

Zur besseren Übersicht sind in der Abbildung 74, S. 93 die Bandbreiten der jeweiligen Schichtgruppen aufgetragen.

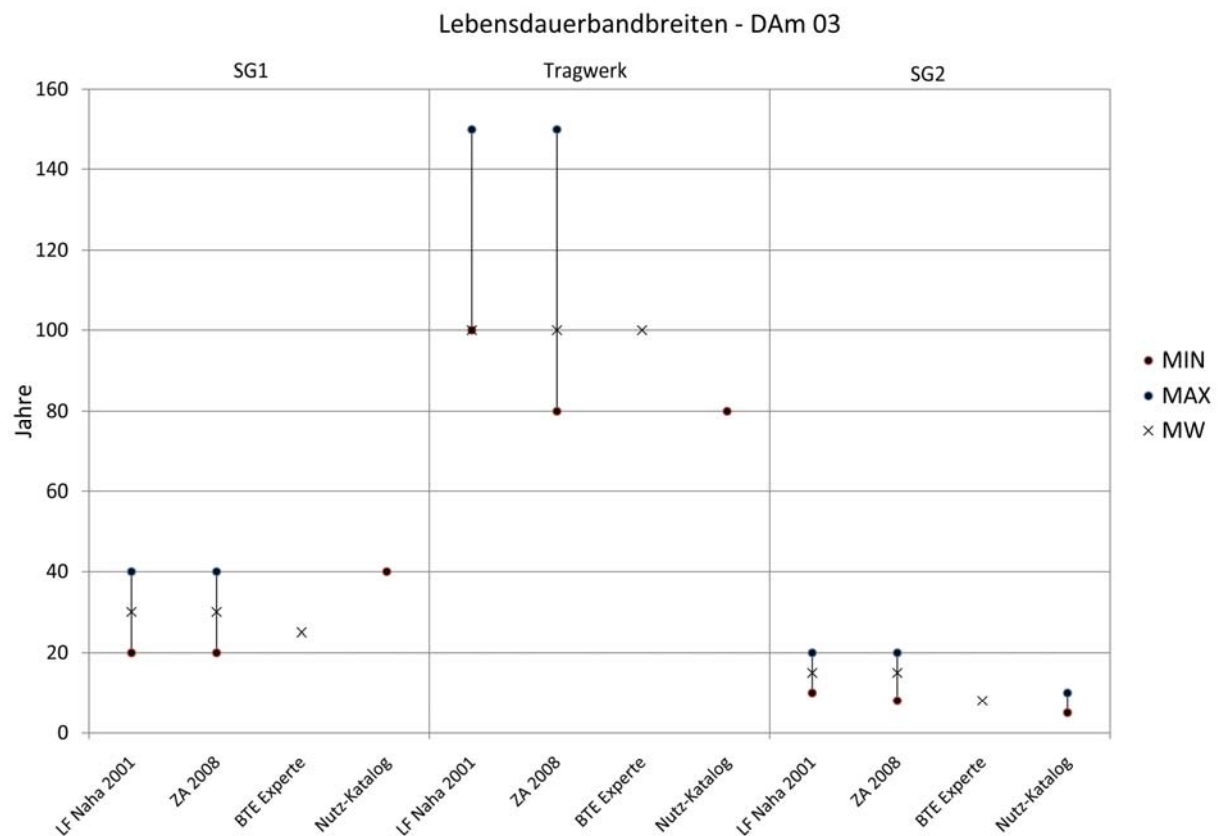


Abbildung 74: Lebensdauerbandbreiten – Dam 03

5.6.3 Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern

Die aus den vier Literaturquellen gemittelten Lebensdauern einschließlich der zugehörigen Standardabweichung sind in Abbildung 75, S. 94 dargestellt.

Schicht- gruppe	Bezeichnung	Bandbreiten								
		MIN	gemittelt MIN	Streuung- MIN	MW	gemittelt MW	Streuung- MW	MAX	gemittelt MAX	Streuung- MAX
1	Kies	30	30	0	35	35	0	40	40	0
1	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	20-40	27	12	25-30	28	3	40	40	0
1	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	20-40	27	12	25-30	28	3	40	40	0
1	Polystyrol expandiert (EPS)-W20-Dämmplatte	25-40	27	3	30-40	37	6	35-50	43	11
1	Alu-Bitumendichtungsbahn	20-30	23	6	25-30	28	3	40-50	43	6
1	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	20-40	27	12	25-30	28	3	40	40	0
Tragwerk	Normalbeton	80-100	87	12	100	100	0	150	150	0
Tragwerk	Armierungsstahl	80-100	87	12	100	100	0	150	150	0
2	Gipsspachtelung	5-10	8	3	8-15	13	4	10-20	17	6

Abbildung 75: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – DAm 03

5.6.4 Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA)

Es wird vereinfachend angenommen, dass im vorliegenden Flachdachaufbau keine Installationen vorhanden sind.

5.6.5 Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus

Es wird angenommen, dass die Anforderungen der ÖNORM B 7220:2002 grundsätzlich eingehalten wurden. Das Fehlen des Rieselschutzvlieses wird negativ bewertet, da gemäß ÖNORM B 7220:2002 eine zusätzliche Trennlage unter einem schweren Oberflächenschutz als zusätzliche Schutzmaßnahme für die Abdichtung gegen mechanische Einwirkungen empfohlen wird (siehe Abbildung 76, S. 95).

Der Einbau von Dampfdruckausgleichsschichten zwecks Spannungsabbau wird mit + bewertet. Des Weiteren wird vorausgesetzt, dass die Dampfbremse gemäß ÖNORM B 8110 Teil 2:2003 mit $s_d \geq 130$ m bemessen wurde.

Schicht	Bezeichnung	TGA	Konstruktive Bewertung		
			+	0	-
1	Kies	nicht vorhanden			
2	Polymerbitumen-Dichtungsbahn				Rieselschutzvlies/Trennschicht gemäß ÖNORM B 7220:2002 fehlt
3	Dampfdruck-Ausgleichsschicht		Spannungsabbau durch Dampfdruckausgleichsschicht gemäß ÖNORM B 7220:2002		Rieselschutzvlies/Trennschicht gemäß ÖNORM B 7220:2002 fehlt
4	Polystyrol expandiert (EPS)-W20-Dämmplatte		UV-geschützt; mind. Belastbarkeitsgruppe 30		
5	Alu-Bitumendichtungsbahn		sd≥130m gemäß ÖNORM B 8110-2:2003		
6	Dampfdruck-Ausgleichsschicht		Spannungsabbau durch Dampfdruckausgleichsschicht gemäß ÖNORM B 7220:2002		
7	Normalbeton				
8	Armierungsstahl				
9	Gipsspachtelung				

Abbildung 76: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – DAm 03

5.6.6 Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe

Die ermittelten Faktorwerte für die jeweilige Schichtgruppe sind in Abbildung 77, S. 95 dargestellt. Eine umfassendere Beschreibung der getroffenen Annahmen und Festlegungen erfolgt aus Übersichtsgründen im Anhang (siehe Kapitel 7.6, S. 146).

Schichtgruppe (SG)	Faktorwert/ SG
1	0,83
Tragwerk	0,82
2	0,87

Abbildung 77: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – DAm 03

5.6.7 Bewertungsergebnisse – DAm 03

Die Berechnungsergebnisse auf Basis der zuvor ermittelten Eingangswerte sind in der Abbildung 78, S. 96 ersichtlich. Zum besseren Überblick sind die Rechenergebnisse in der Abbildung 79, S. 96 grafisch dargestellt.

Ergänzende Anmerkung bezüglich der Lösbarkeit:

- Aufgrund der annähernd gleichen Referenz-Lebensdauer der einzelnen Schichten der Schichtgruppe 1 (SG 1) wird vorausgesetzt, dass zum Ende der berechneten voraussichtlichen Lebensdauer von 33 Jahren ein Austausch der gesamten

Schichtgruppe vorgenommen wird. Die Lösbarkeit vom Tragwerk ist gegeben (SG 1 – TW lösbar).

- Der Gipsspachtelung kann vom Tragwerk entfernt werden (SG 2 – TW lösbar).

Schichtgruppe	Bezeichnung	Referenz-Lebensdauer/SG	Faktorwert/SG	Voraus. LD/SG	Lösbarkeit	Voraus. LD	Austauschrate	Ausnutzungsgrad
1	Kies	40	0,83	33	SG 1 - TW lösbar	33	2,7	100%
1	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	40	0,83	33		33	2,7	100%
1	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	40	0,83	33		33	2,7	100%
1	Polystyrol expandiert (EPS)-W20-Dämmplatte	43	0,83	35		33	2,7	93%
1	Alu-Bitumendichtungsbahn	43	0,83	36		33	2,7	91%
1	Dampfdruck-Ausgleichsschicht	40	0,83	33		33	2,7	100%
Tragwerk	Normalbeton	150	0,82	122	Tragwerk	122	0,0	100%
Tragwerk	Armierungsstahl	150	0,82	122		122	0,0	100%
2	Gipsspachtelung	17	0,87	14	SG 2 - TW lösbar	14	7,7	100%

Abbildung 78: Berechnungsergebnisse – DAM 03

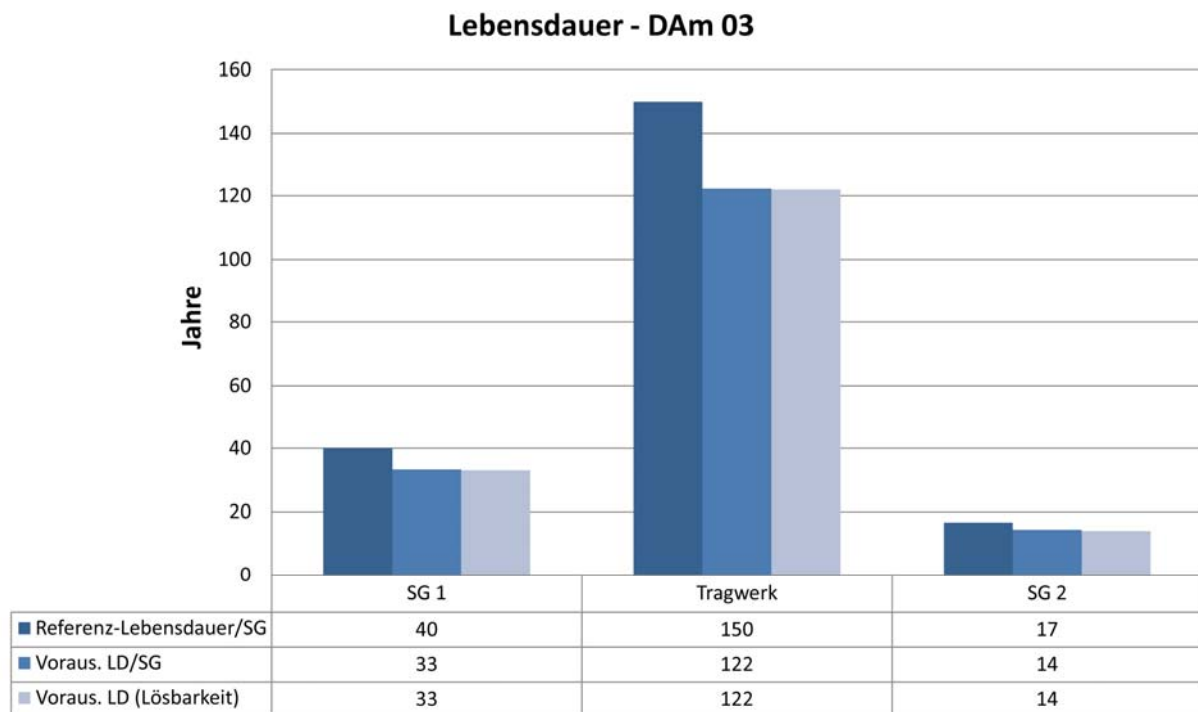


Abbildung 79: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse - DAM 03

5.6.8 Zusammenfassung – Bewertung des Flachdachs DAm 03

Der Ausnutzungsgrad der jeweiligen Bauprodukte der Schichtgruppe 1 (SG 1) liegt aufgrund der in der Literatur angegebenen annähernd gleichen Referenz-Lebensdauern zwischen 91 % und 100%. Dies entspricht nahezu dem Idealfall eines lebensdaueroptimierten Bauteils. Der Einfluss der Lösbarkeit zwischen den einzelnen Schichten der Schichtgruppe (SG 1) ist in diesem Fall eher von untergeordneter Bedeutung.

Die Bewertung des Risikos von außerplanmäßigen Einwirkungen (z.B. Beschädigung der Abdichtung durch Instandhaltungsarbeiten) und die Berücksichtigung bei Lebenszyklusbewertungen gehört im Expertenkreis diskutiert, da dies zum derzeitigen Standpunkt nicht zufriedenstellend zu lösen ist.

5.7 Stahlbeton-Steildach (DAm 01)

5.7.1 Definition der Schichtgruppen (Schichtenmodell)

Das Stahlbeton-Flachdach – DAm 01 wurde hinsichtlich gleicher Lebensdauer und Funktion in vier Schichtgruppen unterteilt (siehe Abbildung 80, S. 97).

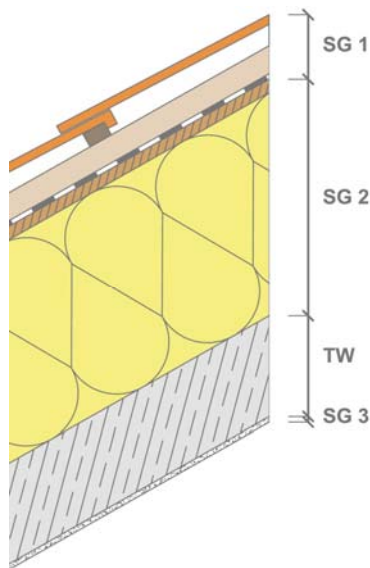


Abbildung 80: Schichtgruppen – DAm 01

5.7.2 Erhebung der Lebensdauern mittels Literaturdaten

Die aus der Literatur erhobenen Lebensdauern sind in Abbildung 81, S. 98 dargestellt.

Die Lebensdauer der Gipsspachtelung wurde aufgrund fehlender Literaturangaben mit der Lebensdauer eines Innenanstrichs auf Kalkbasis angenähert.

Die Lebensdauer einer OSB-Platte wurde mit der in der Literatur angegebenen Lebensdauer für „innenliegendes Weichholz“ gleichgesetzt. Für die Polyethylenbahn konnte in der Literatur keine Angabe über die maximale Lebensdauer gefunden werden und blieb deshalb im weiteren Bewertungsablauf unberücksichtigt.

Schicht- gruppe	Bezeichnung	Referenz-Lebensdauer			
		Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2001	Zwischenauswertung Datenbank Leitfaden 2008	BTE Experte	Nutzungsdauer- katalog Ktn & Stmk
1	Dachziegel	40-60; MW 50; 6.16	40-80; MW 60; ID 259	MW 60; (8.2.5)	40-70; S. 14
1	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	30-50; MW 35; 6.14	-	60-90; MW 75; (8.1.)	60-; S.24
1	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	30-50; MW 35; 6.14	-	60-90; MW 75; (8.1.)	60-; S.24
1	Polyethylenbahn Dächer	-	-	MW 40; (8.3.3.1)	-
2	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	50-80; MW 70; Tragkonstruktion Innenwand-Weichholz	80-100; MW 90; ID56	MW 65; (4.1.2)	60-; S.24
2	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	50-80; MW 70; Tragkonstruktion Innenwand-Weichholz	80-100; MW 90; ID56	MW 65; (4.1.2)	60-; S.24
2	OSB-Platte OSB 3 MUPF/PMDI	50-80; MW 70; Tragkonstruktion Innenwand-Weichholz	80-100; MW 90; ID56	MW 65; (4.1.2)	60-; S.24
2	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	50-80; MW 70; Tragkonstruktion Innenwand-Weichholz	80-100; MW 90; ID56	MW 65; (4.1.2)	60-; S.24
2	Glaswolle MW-WF	25-35; MW 30; nichttragende Konstruktion 6.16	25-50; MW 40; ID 284	MW 50; (2.2.15.3)	40-; S.46
Tragwerk	Normalbeton	80-150; MW 100; 6.12	80-150; MW 100; ID 232	60-90; MW 75; (8.1.)	80-; S. 14
Tragwerk	Armierungsstahl	80-150; MW 100; 6.12	80-150; MW 100; ID 232	60-90; MW 75; (8.1.)	80-; S. 14
3	Gipsspachtelung	10-20; MW 15; 6.15	8-20; MW 15; ID 850	MW 8; (3.3.1)	5-15; S. 25
2	Stahl niedriglegiert	60-100; MW 90; Tragkonstruktion;	80-120; MW 100; ID 60	-	-

Abbildung 81: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – DAm 01

Zur besseren Übersicht sind in der Abbildung 82, S. 99 die Bandbreiten der jeweiligen Schichtgruppen aufgetragen.

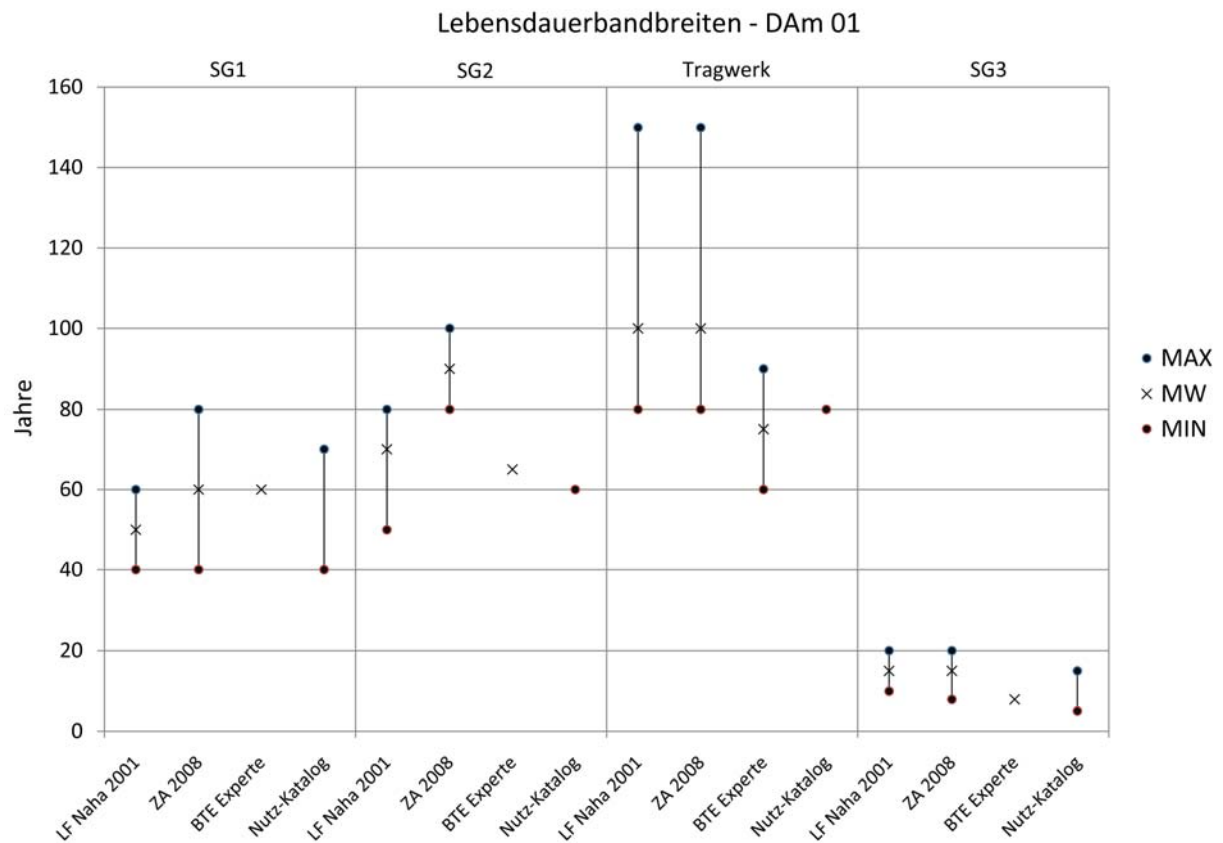


Abbildung 82: Lebensdauerbandbreiten – Dam 01

5.7.3 Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern

Die aus den vier Literaturquellen gemittelten Lebensdauern einschließlich der zugehörigen Standardabweichung sind in Abbildung 83, S. 100 dargestellt.

Schicht- gruppe	Bezeichnung	Bandbreiten								
		MIN	gemittelt MIN	Streuung- MIN	MW	gemittelt MW	Streuung- MW	MAX	gemittelt MAX	Streuung- MAX
1	Dachziegel	40	40	0	50-60	57	6	60-80	70	10
1	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	30-60	50	17	35-75	55	28	50-90	70	28
1	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	30-60	50	17	35-75	55	28	50-90	70	28
1	Polyethylenbahn Dächer				40	40	0			
2	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	50-80	63	15	65-90	75	13	80-100	90	14
2	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	50-80	63	15	65-90	75	13	80-100	90	14
2	OSB-Platte OSB 3 MUPF/PMDI	50-80	63	15	65-90	75	13	80-100	90	14
2	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	50-80	63	15	65-90	75	13	80-100	90	14
2	Glaswolle MW-WF	25-40	30	9	30-50	40	10	35-50	43	11
Tragwerk	Normalbeton	60-80	75	10	75-100	92	14	90-150	130	35
Tragwerk	Armierungsstahl	60-80	75	10	75-100	92	14	90-150	130	35
3	Gipsspachtelung	5-10	8	3	8-15	13	4	15-20	18	3
2	Stahl niedriglegiert	60-80	70	14	90-100	95	7	100-120	110	14

Abbildung 83: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – Dam 01

5.7.4 Vorhandensein von Gebäudetechnik (TGA)

Es wird vereinfachend angenommen, dass im vorliegenden Steildachaufbau keine Installationen vorhanden sind.

5.7.5 Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus

Es wird angenommen, dass die eingesetzten Hölzer aufgrund ihrer statischen Wirksamkeit mit einem chemischen Holzschutz gemäß ÖNORM B 3802-2:1998 versehen worden sind (siehe Abbildung 84, S. 101).

Des Weiteren wird die Verwendung einer regensicheren, diffusionsoffenen PE-Folie als Unterspannbahn vorausgesetzt und mit + bewertet.

Die Verwendung einer Wärmedämmung mit kleiner Diffusionswiderstandszahl und geringer Feuchtespeicherung ist laut [Sch97] anzustreben. Deshalb wird die Verwendung von Glaswolle mit + bewertet.

Schichtgruppe	Bezeichnung	TGA	Konstruktive Bewertung			Quelle
			+	0	-	
1	Dachziegel	nicht vorhanden				
1	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.		GK 2 (statisch wirksam)			ÖNORM B 3802-2:1998; S. 3 und 4
1	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.		GK 2 (statisch wirksam)			ÖNORM B 3802-2:1998; S. 3 und 4
1	Polyethylenbahn Dächer		Diffusionsoffene Abdeckung zur schnellen Feuchteabgabe $s_d \leq 0,2m$			Schulze H.; Informationsdienst Holz; Baulicher Holzschutz S. 26
2	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.		GK 2 (statisch wirksam)			ÖNORM B 3802-2:1998; S. 3 und 4
2	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.		GK 2 (statisch wirksam)			ÖNORM B 3802-2:1998; S. 3 und 4
2	OSB-Platte OSB 3 MUPF/PMDI		GK 2 (statisch wirksam)			ÖNORM B 3802-2:1998; S. 3 und 4
2	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.		GK 2 (statisch wirksam)			ÖNORM B 3802-2:1998; S. 3 und 4
2	Glaswolle MW-WF		kleine Diffusionswiderstandszahl, geringe Feuchtespeicherung, ausreichend elastisch und gefügesteif			Schulze H.; Informationsdienst Holz; Baulicher Holzschutz S. 26
Tragwerk	Normalbeton					
Tragwerk	Armierungsstahl					
3	Gipsspachtelung					
2	Stahl niedriglegiert					

Abbildung 84: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – DAm 01

5.7.6 Bestimmung des Faktorwerts pro Schichtgruppe

Die Ergebnisse der Faktorwertbestimmung sind in der Abbildung 85, S. 101 ersichtlich. Eine detaillierte Erläuterung der getroffenen Annahmen und Festlegungen erfolgt aus Übersichtsgründen im Anhang (siehe Kapitel 7.7, S. 150).

Schichtgruppe (SG)	Faktorwert/ SG
1	0,87
2	0,84
Tragwerk	0,84
3	0,84

Abbildung 85: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – DAm 01

5.7.7 Bewertungsergebnisse – DAm 01

Die Berechnungsergebnisse auf Basis der zuvor ermittelten Eingangswerte sind in der Abbildung 86, S. 102 ersichtlich.

Ergänzende Anmerkung bezüglich der Lösbarkeit:

- Die in der Schichtgruppe 2 (SG 2) verbaute Glaswolle weist die kürzeste Lebensdauer (36 Jahre) auf. Deswegen wird die voraussichtliche Lebensdauer jener Bauteilschichten begrenzt, die nach dem Austausch nicht mehr wieder verwendbar sind (z.B. Dachlattung, Schalung). Die auf der Betonschale montierten Holzlängsträger verbleiben hingegen bis zu ihrer voraussichtlichen Lebensdauer am Bauwerk (ca. 61 Jahre).
- Beim zweiten Austausch nach 61 Jahren (Dachdeckung) wird aufgrund der fehlenden Lösbarkeit bzw. aus wirtschaftlichen Überlegungen (Restlebensdauer der Unterkonstruktion < 15 Jahre) die voraussichtliche Lebensdauer jener Bauprodukte begrenzt, die beim 1. Austausch (36 Jahre nach Errichtung) installiert wurden. Auf eine genauere Anpassung der Austauschraten und Ausnutzungsgrade wurde aber verzichtet.
- Die Gipsspachtelung kann am Ende ihrer Lebensdauer (15 Jahre) vom Tragwerk entfernt werden (SG 2 – TW lösbar).
- Zum besseren Überblick sind die Rechenergebnisse in der Abbildung 87, S. 103 grafisch dargestellt. Es werden aus Gründen der Übersichtlichkeit pro Schichtgruppe nur die Bewertungsergebnisse von Bauteilschichten mit der geringsten Lebensdauer dargestellt.

Schichtgruppe	Bezeichnung	Referenz-Lebensdauer/SG	Faktorwert/SG	Voraus. LD/SG	Lösbarkeit	Voraus. LD	Austauschrate	Ausnutzungsgrad
1	Dachziegel	70	0,87	61	SG 1 - SG 2 lösbar/nicht lösbar	61	0,8	100%
1	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	70	0,87	61		36	2,1	59%
1	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	70	0,87	61		36	2,1	59%
1	Polyethylenbahn Dächer		0,87					
2	Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	90	0,84	76	SG 2 - TW lösbar	36	2,1	48%
2	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	90	0,84	76		61	0,8	81%
2	OSB-Platte OSB 3 MUPF/PMDI	90	0,84	76		61	0,8	81%
2	Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	90	0,84	76		61	0,8	81%
2	Glaswolle MW-WF	43	0,84	36		36	2,1	100%
Tragwerk	Normalbeton	130	0,84	109	Tragwerk	110	0,0	100%
Tragwerk	Armierungsstahl	130	0,84	109		110	0,0	100%
3	Gipsspachtelung	18	0,84	15	SG 3 - TW lösbar	15	6,3	100%
2	Stahl niedriglegiert	110	0,84	92	SG 2 - TW lösbar	36	2,1	39%

Abbildung 86: Berechnungsergebnisse – DAm 01

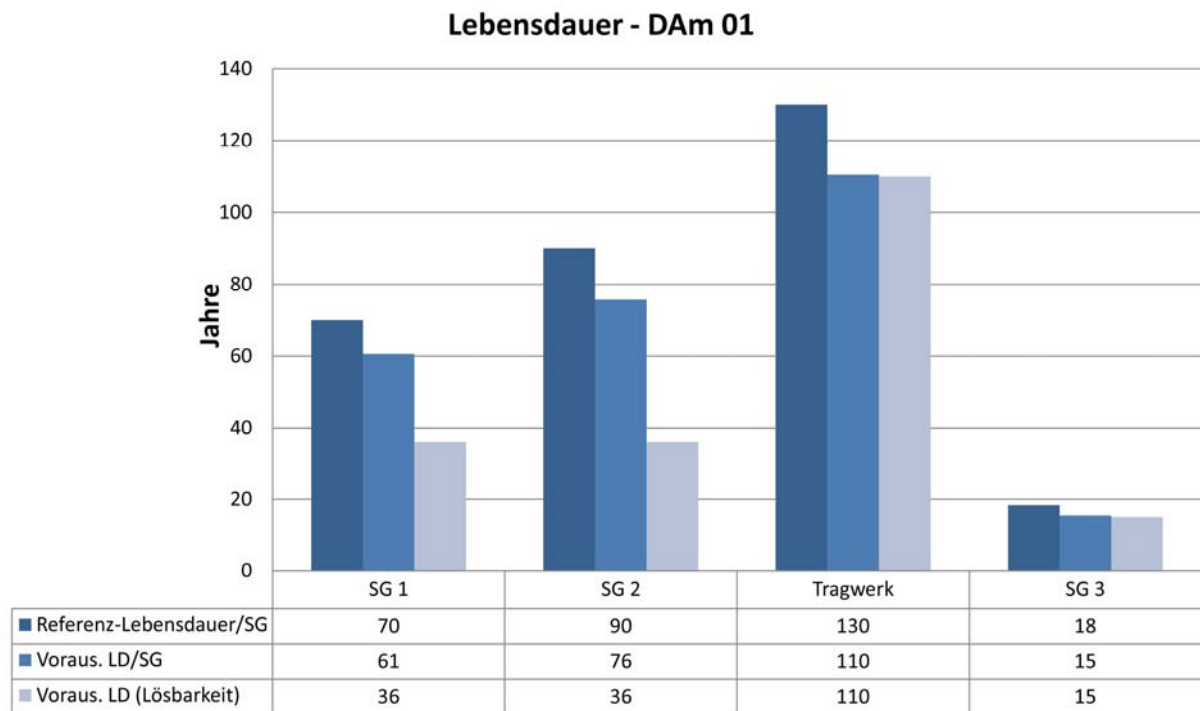


Abbildung 87: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse - DAm 01

5.7.8 Zusammenfassung – Bewertung des Steildachs DAm 01

Die Bewertung des vorliegenden Dachaufbaus ergab, dass durch die eingesetzte Glaswolle die Lebensdauer der angrenzenden Bauprodukte um bis zu 52 % reduziert und folglich ein erhöhter Ressourcenverbrauch verursacht wird. Trotzdem ist hier zu hinterfragen, ob die in der Literatur angegebenen Lebensdauerangaben für Glaswolle repräsentativ sind. Diese Bewertungsproblematik kann nur durch firmenspezifische Angaben von Referenz-Lebensdauern für definierte Einbaubedingungen gelöst werden.

Ebenso zeigte sich, dass für den Gebäudezertifizierer kompakte Informationen über die möglichen Austauschszenarien sowie über die Wiederverwendbarkeit der rückgebauten Bauteilschichten seitens der Bauwirtschaft zur Verfügung gestellt werden muss, um eine einfache und realistische Lebensdauervorhersage durchführen zu können.

6 Zusammenfassung

Mit dem vorliegenden Forschungsprojekt wurde eine allgemeine Methode entwickelt, mit der die voraussichtliche Lebensdauer von Bauprodukten und Bauteilen für eine bestimmte Einbaubedingung abgeschätzt werden kann.

Es hat sich gezeigt, dass die derzeit zur Verfügung stehenden Lebensdauerdaten aufgrund der unsicheren bzw. lückenhaften Datenlage und der fehlenden Angabe von lebensdauerrelevanten Einflussfaktoren für eine realistische Lebenszyklusbewertung im Rahmen einer Gebäudezertifizierung kaum geeignet sind.

Des Weiteren steht das aufwendige Zusammentragen aller relevanten Informationen (Übereinstimmung mit Normanforderungen, Verhalten bei außerplanmäßiger Einwirkung, Lösbarkeit etc.) einer praktikablen und aussagekräftigen Lebensdauerabschätzung im Weg.

Anhand der im Bewertungsablauf aufgetretenen Fragen und Problemstellungen konnten Aussagen über den weiteren Forschungsbedarf abgeleitet werden, die nachfolgend kurz zusammengefasst sind.

Zur Durchführung von realistischen Lebensdauervorhersagen mit Hilfe des generellen Alterungsmodells besteht folgender Informations- und Forschungsbedarf:

- Angaben über bauproduktsspezifische Referenz-Lebensdauern unter optimalen Einbaubedingungen seitens der Bauprodukte-Erzeuger sind auf Bauteilebene bereitzustellen. → Systemdenken ist erforderlich!
- Abminderungsfaktoren für die jeweilige Referenz-Einbaubedingung müssen für die Ermittlung der voraussichtlichen Lebensdauer für ähnliche Einbaubedingungen angegeben und von einem unabhängigen Sachverständigenausschuß auf Plausibilität überprüft werden;
- Zur Festlegung der Gewichtungsfaktoren für die jeweiligen Einflussfaktoren und Faktorklassen wäre der Einbezug eines unabhängigen Sachverständigenausschusses aufgrund notwendiger Fachkenntnis sowie zur Qualitätssicherung sinnvoll;
- Die für die jeweilige Einbaubedingung festgelegten Abminderungsfaktoren müssen mittels der im Rahmen dieser Forschungsarbeit entwickelten Bewertungsschemata (Basis: ISO 15686-2 Faktorklassen) erfasst und die zur Lebensdauerbewertung erforderlichen Informationen in kompakter Form beigestellt werden. Damit können Gebäudezertifizierer ohne großen Aufwand die voraussichtliche Lebensdauer eines Bauprodukts oder Bauteils für eine gegebene Einbaubedingung ermitteln;
- Die Bewertung außerplanmäßiger Einwirkungen (Häufigkeit und Intensität) einschließlich der Robustheit und Exposition von Bauteilen und Bauprodukten (kollektives bzw. individuelles Risiko) sowie der Einfluss von Schutzmaßnahmen (regional bzw. lokal) kann derzeit im Rahmen von Lebenszyklusbewertungen zum Nachteil von robusten Bauprodukten und Konstruktionen nicht zufriedenstellend durchgeführt werden. Die Bewertung des Bauproduktverhaltens gegen außerplanmäßige Einwirkung ist nicht Gegenstand des vorliegenden Projekts. Diesbezüglich wird auf das Arbeitspaket 10 „Katastrophensicherheit“ verwiesen.

- Die gewählte Instandhaltungsstrategie ist transparent darzustellen und ins generelle Alterungsmodell zu integrieren;
- Die Bewertungsproblematik bzgl. der Handhabung nicht ganzzahliger Austauschraten bei Lebenszyklusbewertungen sowie die Berücksichtigung des technischen Fortschritts bei Instandsetzungen in Bezug auf die Austauschraten ist auf breiter Basis zu diskutieren und eine einheitliche Vorgangsweise festzulegen.
- Im Hinblick auf die Anforderungen für Gebäudebewertung, wie beispielsweise Ökobilanzen, Gebäudeenergieausweis oder Gebäudezertifizierung, ist die Etablierung einer Bauprodukte-Datenbank vorzugsweise unter der Zuständigkeit einer unabhängigen Institution (z.B. OIB) aufgrund des bedeutenden Einfluss der Lebensdauer auf die Bewertungsergebnisse empfehlenswert.

6.1 Ergebnisse für die Bauwirtschaft

Auf Basis des generellen Alterungsmodells können von Bauprodukt- bzw. Systementwicklern die voraussichtliche Lebensdauer ihres Produkts oder Systemlösung für definierte Einbaubedingungen angegeben und die Relevanz der jeweiligen bauteilspezifischen Einflussfaktoren mittels Abminderungs- und Gewichtungsfaktoren aufgezeigt werden. Dadurch wird den Fachplanern und Gebäudezertifizierern ein Bewertungsinstrument bereitstellt, mit dem sie eine lebenszyklusoptimierte Systemlösung für eine gegebene Einbaubedingung auf Basis aussagekräftiger Firmenangaben mit geringem Bearbeitungsaufwand auswählen bzw. bewerten können (siehe Abbildung 88, S. 106).

Bauprodukt- und Systemanbietern wird mit dem generellen Alterungsmodell ein neues Marketinginstrument zur Verfügung gestellt, mit dem sie ihr Produkt für Nachhaltigkeitsbewertungen optimal darstellen können. Die Quantifizierung des Nutzens für den Auftraggeber bei Verwendung langlebiger, robuster Bauprodukte in der künftigen Gebäude- und Immobilienbewertung kann damit transparent und nachvollziehbar dargestellt werden.

Die Folge ist ein Anstieg des F&E-Bedarfs auf Unternehmensebene, der aber im Hinblick der stetig steigenden Nachfrage an Nachhaltigkeitsbewertungen in Zukunft ein zentrales Thema sein wird. Aufgrund der künftigen Angabe von Lebensdauern muss auch an Haftungsfragen hinsichtlich der Gewährleistung gedacht werden, wobei besonders auf eine exakte Abgrenzung zwischen Produkteigenschaften, Systemeigenschaften, Einbaubedingungen, Einwirkungen und Nutzerverhalten zu achten ist.

Ein wesentlicher Erfolgsgarant wird die Etablierung und konsequente Umsetzung eines Qualitätsmanagement-Systems zur zielsicheren Erreichung der Referenz-Lebensdauer (oder Abminderung) lt. Produktdatenblatt sein.

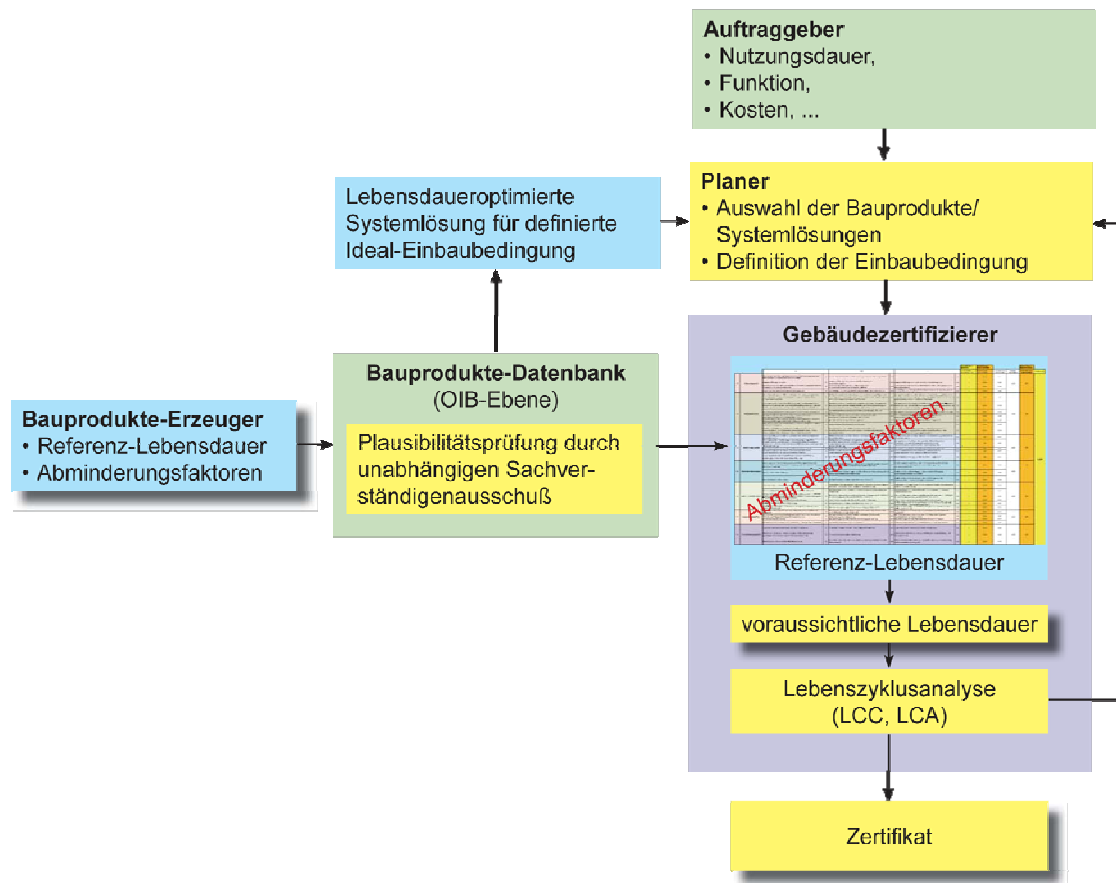


Abbildung 88: Künftige Anwendungsbereiche firmenspezifischer Lebensdauer-Angaben

6.2 Ergebnisse für die Integration in Gebäudezertifizierungssysteme

Die künftig mittels generellen Alterungsmodells ermittelten bauprodukt- bzw. systemspezifischen Lebensdauern können nach Überprüfung auf Plausibilität durch einen unabhängigen Sachverständigenausschuß im Rahmen einer Umweltproduktdeklaration (EPD) über eine künftige Bauprodukte-Datenbank (unabhängige OIB-Plattform) durch Erweiterung der Produktdatenblätter um die Lebensdauer(klassen) für Interessenten und Gebäudezertifizierer leicht zugänglich gemacht werden.

Anhand der firmenspezifischen Referenz-Lebensdauerangabe können die Gebäudezertifizierer mit Hilfe der angegebenen Abminderungsfaktoren die voraussichtliche Lebensdauer des Bauprodukts bzw. Systemlösung für eine definierte Einbaubedingung mit geringem Arbeitsaufwand ermitteln. Das Bewertungsergebnis kann anschließend problemlos in die derzeit verfügbaren Gebäudezertifizierungsmodelle (DGNB, LEED, ÖGNI, TQB etc.) übernommen werden.

Diese einheitliche Vorgangsweise zur Lebensdauerabschätzung ermöglicht in Zukunft eine realistische und nachvollziehbare Nachhaltigkeitsbewertung von Büro-, Verwaltungs- und Wohnbauten in Form von Gebäudezertifizierungen.

Literaturverzeichnis

- [And07] Anderl M. et al. EMISSIONSTRENDS 1990–2005 Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen (Datenstand 2007). Umweltbundesamt GmbH. 2007.
- [Art04] Artl J, Pfeiffer M. Lebensdauer der Baustoffe und Bauteile zur Harmonisierung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer im Wohnungsbau. Fraunhofer IRB Verlag. 2004.
- [Aur96] Aurnhammer K.G. Schäden an Estrichen. Band 15. IRB Verlag. 1996.
- [Beu03] Beuth Verlag (Hrsg.). DIN 31051 Grundlagen der Instandhaltung. 2003-06.
- [Beu07] Beuth Verlag (Hrsg.). DIN 276-1 Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau, Berichtigung zu DIN 276-1:2006-11. 2007-02.
- [Bra04] Brandstätter et al. Holzforschung Austria (Hrsg.). Holzfassaden – Rohstoff – Material – Oberfläche – Befestigung – Detail – System. 2. Auflage. 2004.
- [BTE08] Bund Technischer Experten e.V. (Hrsg.). Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte. <http://www.svrenz.de/downloadfile.php?file=lebensdauer-von-bauteilen,-zeitwerte.pdf>. (Abgerufen 18.05.2009)
- [Bun01] Bundesministerium für Verkehr Bau und Wohnungswesen - Deutschland (Hrsg.). Leitfaden Nachhaltiges Bauen. 2001.
- [Bun08] Bundesministerium für Verkehr Bau und Wohnungswesen - Deutschland (Hrsg.). Zwischenauswertung vom 01.09.2008 zur Überarbeitung der Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen des Hochbaus für den Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“ http://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/baustoff_gebauededaten/Nutzungsdauern_Zwischenauswertung_08092008.pdf. (Abgerufen 06.04.2009).
- [Cac02] Caccavelli D., Gugerli H. TOBUS – a European diagnosis and decision-making tool for office building upgrading. In: Energy and Building Nr. 34. 2002.
- [CEN09] CEN (Hrsg.). prEN 15978 Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method. 2009
- [Col06] Cole I. et al. Predicted lifetimes of metallic building components – a practical database derived from expert opinion. Cooperative Research Centre for Construction Innovation (Hrsg.). 2006
- [Com08] Commission of the European Communities (Hrsg.). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council – Laying down harmonised conditions for the marketing of the construction products – COM (2008) 311 final. 2008.
- [Czi06] Cziesielski E. Beanspruchung der Bauwerke durch Wasser. Teubner Verlag. 2006.
- [Eus05] Eustacchio E. Qualitätssicherung und Zertifizierung von Bauprodukten - Skriptum. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener TVFA – TU Graz (Hrsg.). 2005.

- [Eye00] Eyerer P., Reinhardt H.W. Ökologische Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden - Wege zu einer ganzheitlichen Bilanzierung. Birkhäuser Verlag, Basel. 2000
- [Flo99] Flourentzou F., Brandt E., Wetzel C. MEDIC – a method for predicting residual service life and refurbishment investment budgets. In: Energy and Buildings Nr. 31. 1999.
- [Gam94] Gamerith H. et al. Funktion & Tragwerk - Skriptum. Institut für Hochbau & Industriebau – TU Graz (Hrsg.).1994
- [Gie06] Gieler R.P., Dimming-Osburg A. Kunststoffe für den Bautenschutz und die Betoninstandsetzung – Der Baustoff als Werkstoff. Birkhäuser Verlag. 2006.
- [Hau06] Hauptverband der allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Österreichs - Landesverband Steiermark und Kärnten (Hrsg.). Nutzungsdauerkatalog baulicher Anlagen und Anlagenteile. 2006.
- [ISO01] ISO (Hrsg.). ISO 15686 Building and constructed assets - Service life planning; Part 2: Service life prediction procedures. 2001-03-01.
- [ISO06] ISO (Hrsg.). ISO 15686 Building and constructed assets - Service life planning; Part 8: Reference service life and service-life estimation. 2006-06-13.
- [Jör87] Jörg F., Schmitt D., Ziegahn K.-F. Materialschäden durch Luftverunreinigungen. ecomed-Verlag, Landsberg/Lech. 1987.
- [Kab03] Kabrede H.A.; Spigatis R. Abdichten erdberührter Bauteile. Gebäudeinstandsetzung, Band 1. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart. 2003.
- [Kli07] Klingenberger J. Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Technische Universität Darmstadt – Dissertation. 2007.
- [Kre80] Krenkler, K. Chemie des Bauwesens. Band 1: Anorganische Chemie. Springer-Verlag. 1980.
- [Koh99] Kohler N., Hassler U., Paschen H. Stoffströme und Kosten in den Bereichen Bauen und Wohnen. Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages Bundeshaus D-53113 Bonn (Hrsg.). Springer-Verlag. 1999.
- [Mar00] Marquardt H. Außenwände in Holzhakenbauart ohne äußere wasserableitende Schicht. <http://www.fh-buxtehude.de/buxtehude/marquardt/Holzschutz-Tagung-DGfH.pdf>. (Abgerufen 15.07.2009). 22. Holzschutz-Tagung der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung (DGfH), Bad Kissingen 17. bis 18.10.2000. München.
- [May99] Maydl P. et al. Faktor 4 im niederösterreichischen Wohnbau – Planungsgrundsätze für einen ressourcenschonenden Wohnbau in Niederösterreich - 2 Auflage. Faktor 4 – Team Maydl + Wallner (Hrsg.). 1999.

- [May07] Maydl P., Tritthart J. Baustofflehre Grundlagen Vorlesung - Skriptum. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener TVFA – TU Graz (Hrsg.). 2007.
- [Mey94] Meyer P. et al. Alterungsverhalten von Bauteilen und Unterhaltskosten – Grundlagendaten für den Unterhalt und die Erneuerung von Wohnbauten. In: Impulsprogramm IP Bau - Bundesamt für Konjunkturfragen. 1994.
- [ÖNO95] Österreichisches Normungsinstitut (Hrsg.). ÖNORM B 1801-1 Kosten im Hoch- und Tiefbau - Kostengliederung. 1995-05-01.
- [ÖNO97] Österreichisches Normungsinstitut (Hrsg.). ÖNORM B 1801-2 Kosten im Hoch- und Tiefbau Objektdaten - Objektnutzung. 1997-07-01.
- [ÖNO01] Österreichisches Normungsinstitut (Hrsg.). ÖNORM EN 13306 Begriffe der Instandhaltung. 2001-08-01.
- [ÖNO06] Österreichisches Normungsinstitut (Hrsg.). ÖNORM EN ISO 14040:2006 Umweltmanagement – Ökobilanz Grundsätze und Rahmenbedingungen. 2006.
- [ÖVE06] Österreichischer Verband für Elektrotechnik/ Österreichisches Normungsinstitut (Hrsg.). Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen - Verfahren für die Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA) (IEC 60812:2006). 2006.
- [Pot85] Potyka H., Zabran R. Pflegefall Althaus – Reparaturzyklen von Wohnhäusern. Picus Verlag. 1985.
- [Ros83] Rostásy F.S. Baustoffe. Kohlhammer W. Verlag, Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz. 1983.
- [Sar05] Sarja A. et al. European guide for life time design and management of civil infrastructures and buildings. Lifetime Engineering of Buildings and Civil Infrastructures. 2005.
- [Sch97] Schulze H.; DGfH Innovations- und Service GmbH (Hrsg.); Informationsdienst Holz - Baulicher Holzschutz. Holzbau Handbuch Reihe 3 Teil 5 Folge 2. 1997.
- [Sch03] Schönburg K. Schäden an Sichtflächen. Bewerten – Beseitigen – Vermeiden. Huss-Medien GmbH Verlag Bauwesen. 2003.
- [Sch07] Scholz W. Baustoffkenntnis. Hiese W (Hrsg.). Werner Verlag. 2007.
- [Sim87] Simons K.; Hirschberger H.; Stoelting D. Lebensdauer von Bauteilen und Baustoffen, Abschlußbericht T 1932. IRB Verlag, Stuttgart. 1987.
- [Spa07] Spangl W., Nagl C., Moosmann L. Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2007 - REPORT-0153. Umweltbundesamt GmbH (Hrsg.). 2007.
- [STO00] STO Ges.m.b.H. Planung –Gedämmte Fassadensysteme. 2000.
- [Stu07] Studer J.A., Laue J., Koller M.G. Bodendynamik – Grundlagen, Kennziffern, Probleme und Lösungsansätze. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2007.

- [Thi08] Thienel K.-Ch. Werkstoffe und Bauchemie I Einführung in die Bauchemie - Skriptum; Universität der Bundeswehr München (Hrsg.). 2008.
- [Tri89] Tritthart J. Zur Korrosion von Stahl in Beton. Hrsg. In: Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift Heft 12. 1989.
- [Vog06] Vogel M. et al. Beurteilung der Dauerhaftigkeit und Restnutzungsdauer von Betonbauteilen mittels probabilistischer Methoden. In: Innovationen in der Betonbautechnik 3. Symposium Baustoffe und Bauwerkserhaltung - Universität Karlsruhe (TH). 15. März 2006.
- [Wie08] Wienerberger Ziegelindustrie GmbH (Hrsg.). Kleine Bauphysikkunde – Grundwissen. 2008.
- [Yan03] Yang J. et al. Final Reporting: Delivering a Re-life Project – Research Project Number 2003-026-C. Cooperative Research Centre for Construction Innovation (Hrsg.). 2003.

Internetquellen

- [Mey08] Meyers Lexikon Online. <http://lexikon.meyers.de/wissen/Obsoleszenz> (Abgerufen 18.12.2008).

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Technische Lebensdauer laut [Kli03, Seite 78]	17
Abbildung 2: ISO 15686-Methodik zur Lebensdauerdatenermittlung [ISO01, Seite 5]	19
Abbildung 3: Übersicht über Faktorklassen gemäß ISO 15686 [ISO06, Seite 13]	20
Abbildung 4: Gewichtung der Einflussfaktoren am Beispiel Holzfenster	21
Abbildung 5: Wasseraufnahmemöglichkeiten in Baustoffen [Wie08]	24
Abbildung 6: Mögliche Arten der Wassereinwirkung bei erdberührten Wänden [Czi06]	26
Abbildung 7: Übersicht über wichtige Salze im Bauwesen [Kre80, Seite 35]	29
Abbildung 8: Gegenüberstellung der planungs- und ausführungsorientierten Gliederung gemäß ÖNORM B 1801-1 [ÖNO95, Seite 10 ff]	33
Abbildung 9: Gliederung der Baustoffe nach ihrem stofflichen Aufbau	34
Abbildung 10: Grundmaßnahmen der Instandhaltung gemäß DIN 31051 [Beu03]	37
Abbildung 11: Gegenüberstellung der Begriffe für Instandhaltungsmaßnahmen	38
Abbildung 12: Abbruchstrategie [Koh99, Seite 32]	38
Abbildung 13: Abnutzungsstrategie [Koh99, Seite 32]	39
Abbildung 14: Werterhaltungsstrategie [Koh99, Seite 32]	40
Abbildung 15: Werterhöhungsstrategie [Koh99, Seite 32]	40
Abbildung 16: Abhängigkeit der Lebensdauer von der Nutzungsart [Mey94, Seite 104]	41
Abbildung 17: Übersicht über lebensdauerrelevante Einflussfaktoren	43
Abbildung 18: Zuordnung der Einflussfaktoren zu den ISO 15686 – Faktorklassen	43
Abbildung 19: Generelles Ablaufschema	45
Abbildung 20: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer	1
Abbildung 21: Berechnung der durchschnittlichen Lebensdauern	1
Abbildung 22: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus	48
Abbildung 23: Definition der Lösbarkeit	50
Abbildung 24: Gegenüberstellung der Lebensdauern - Anschauungsbeispiel	52
Abbildung 25: Berechnung der voraus. Lebensdauer, Austauschraten und Ausnutzungsgrad	1
Abbildung 26: Informationsbedarf und Ablauf der Gebäudezertifizierung	55
Abbildung 27: Schichtgruppen – AWm 01	56

Abbildung 29: Lebensdauerbandbreiten – AWm 01	57
Abbildung 28: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – AWm 01	1
Abbildung 30: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – AWm 01	58
Abbildung 31: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – AWm 01	59
Abbildung 32: Ablauf zur Faktorwertbestimmung.....	59
Abbildung 33: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – AWm 01	60
Abbildung 34: Voraussichtliche Lebensdauer pro Schichtgruppe – AWm 01	60
Abbildung 35: Lösbarkeit pro Schichtgruppe – AWm 01	61
Abbildung 36: Voraussichtliche Lebensdauer unter Einbezug der Lösbarkeit – AWm 01	62
Abbildung 37: Problemstellungen bei der Berechnung der Austauschraten	64
Abbildung 38: Austauschrate und Ausnutzungsgrad – AWm 01	65
Abbildung 39: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse – AWm 01	66
Abbildung 40: Schichtgruppen – AWh 01	68
Abbildung 41: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – AWh 01	69
Abbildung 42: Lebensdauerbandbreiten – AWh 01	69
Abbildung 43: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – AWh 01	70
Abbildung 44: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – AWh 01	71
Abbildung 45: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – AWh 01	72
Abbildung 46: Berechnungsergebnisse - AWh 01	73
Abbildung 47: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse – AWh 01	73
Abbildung 48: Schichtgruppen- GDm 01	74
Abbildung 49: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – GDm 01	75
Abbildung 50: Lebensdauerbandbreiten – GDm 01	76
Abbildung 51: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – GDm 01	77
Abbildung 52: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – GDm 01	77
Abbildung 53: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – GDm 01	78
Abbildung 54: Berechnungsergebnisse – GDm 01	79
Abbildung 55: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse – GDm 01	79
Abbildung 56: Schichtgruppen – GDm 03	80

Abbildung 57: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – GDm 03	81
Abbildung 58: Lebensdauerbandbreiten – GDm 03	81
Abbildung 59: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – GDm 03	82
Abbildung 60: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – GDm 03	83
Abbildung 61: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – GDm 03	83
Abbildung 62: Berechnungsergebnisse – GDm 03	84
Abbildung 63: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse - GDm 03.....	85
Abbildung 64: Schichtgruppen – GDh 01	86
Abbildung 65: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – GDh 01	87
Abbildung 66: Lebensdauerbandbreiten – GDh 01	87
Abbildung 67: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – GDh 01	88
Abbildung 68: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – GDh 01	89
Abbildung 69: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – GDh 01	90
Abbildung 70: Berechnungsergebnisse – GDh 01	91
Abbildung 71: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse - GDh 01	91
Abbildung 72: Schichtgruppen – DAm 03	92
Abbildung 73: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – DAm 03	93
Abbildung 74: Lebensdauerbandbreiten – Dam 03.....	93
Abbildung 75: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – DAm 03.....	94
Abbildung 76: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – DAm 03	95
Abbildung 77: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – DAm 03	95
Abbildung 78: Berechnungsergebnisse – DAm 03.....	96
Abbildung 79: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse - DAm 03	96
Abbildung 80: Schichtgruppen – DAm 01	97
Abbildung 81: Schichtenmodell und Referenz-Lebensdauer – DAm 01	98
Abbildung 82: Lebensdauerbandbreiten – Dam 01	99
Abbildung 83: Durchschnittliche Lebensdauern pro Bauteilschicht – DAm 01	100
Abbildung 84: Konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus – DAm 01	101
Abbildung 85: Ergebnis der Faktorwertbestimmung – DAm 01	101

Abbildung 86: Berechnungsergebnisse – DAm 01	102
Abbildung 87: Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse - DAm 01	103
Abbildung 88: Künftige Anwendungsbereiche firmenspezifischer Lebensdauer-Angaben ..	106
Abbildung 89: Bewertungsschema zur Bestimmung des Faktorwertes pro Schichtgruppe .	157
Abbildung 90: Bestimmung des Faktorwerts - Schichtgruppe 1 (SG 1) – AWm 01	158
Abbildung 91: Bestimmung des Faktorwerts - Schichtgruppe 2 (SG 2) – AWm 01	159
Abbildung 92: Bestimmung des Faktorwerts - Schichtgruppe Tragwerk (TW) – AWm 01 ...	160
Abbildung 93: Bestimmung des Faktorwerts - Schichtgruppe 3 (SG 3) – AWm 01	161
Abbildung 94: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 1 (SG 1) – AWh 01	162
Abbildung 95: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 2 (SG 2) – AWh 01	163
Abbildung 96: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 3 (SG 3) – AWh 01	164
Abbildung 97: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe Tragwerk (TW) – AWh 01 ..	165
Abbildung 98: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 1 (SG 1) – GDm 01	166
Abbildung 99: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 2 (SG 2) – GDm 01	167
Abbildung 100: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 3 (SG 3) – GDm 01	168
Abbildung 101: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe Tragwerk (TW) – GDm 01	169
Abbildung 102: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 4 (SG 4) – GDm 01	170
Abbildung 103: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 1 (SG 1) – GDm 03	171
Abbildung 104: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 2 (SG 2) – GDm 03	172
Abbildung 105: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 3 (SG 3) – GDm 03	173
Abbildung 106: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe Tragwerk (TW) – GDm 03	174
Abbildung 107: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 4 (SG 4) – GDm 03	175
Abbildung 108: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 1 (SG 1) – GDh 01	176
Abbildung 109: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 2 (SG 2) – GDh 01	177
Abbildung 110: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 3 (SG 3) – GDh 01	178
Abbildung 111: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe Tragwerk (TW) – GDh 01	179
Abbildung 112: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 4 (SG 4) – GDh 01	180
Abbildung 113: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 1 (SG 1) – DAm 03	181
Abbildung 114: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe Tragwerk (TW) – DAm 03	182

Abbildung 115: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 2 (SG 2) – DAm 03	183
Abbildung 116: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 1 (SG 1) – DAm 01	184
Abbildung 117: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 2 (SG 2) – DAm 01	185
Abbildung 118: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe Tragwerk (TW) – DAm 01	186
Abbildung 119: Bestimmung des Faktorwertes - Schichtgruppe 3 (SG 3) – DAm 01	187

Glossar

Betrachtungseinheit lt. ÖNORM EN 13306 [ÖNO01, Seite 10]:

„Jedes Teil, Bauelement, Gerät, Teilsystem, jede Funktionseinheit, jedes Betriebsmittel oder System, das für sich allein betrachtet werden kann.“

Wartung lt. DIN 31051 [Beu03, Seite 3]:

„Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrates“

Inspektion lt. DIN 31051 [Beu03, Seite 3]:

„Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes einer Betrachtungseinheit einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung“

Instandsetzung lt. DIN 31051 [Beu03, Seite 4]:

„Maßnahmen zur Rückführung einer Betrachtungseinheit in den funktionsfähigen Zustand, mit Ausnahme von Verbesserungen“

Verbesserung lt. DIN 31051 [Beu03, Seite 4]:

„Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements zur Steigerung der Funktionssicherheit einer Betrachtungseinheit, ohne die von ihr geforderte Funktion zu ändern“

Instandhaltungskosten lt. ÖNORM B 1801-2 [ÖNO97, Seite 6]:

„Kosten der Erhaltung durch einfache und regelmäßige wiederkehrende Maßnahmen, um die Funktionstauglichkeit zu erhalten, z.B. Ausbesserungsmaßnahmen, Reparaturen, Beseitigung von Elementarschäden“

Instandsetzungskosten lt. ÖNORM B 1801-2 [ÖNO97, Seite 6]:

„Kosten der Erhaltung, um die Funktionstauglichkeit zu verlängern, z.B. Austausch von Bauteilen und technischen Anlagen“

Wartung lt. ÖNORM B 1801-2 [ÖNO97, Seite 6]:

„Wartung von Anlagen, einschließlich Auswechseln von Verschleißteilen sowie der dafür erforderlichen Hilfs- und Betriebsstoffe“

Objektreinigung lt. ÖNORM B 1801-2 [ÖNO97, Seite 6]:

„Regelmäßige oder unregelmäßige Reinigung und Pflege von Objekten, Anlagen, Einrichtungen und Außenanlagen, einschließlich der winterlichen Betreuung“

Technische Lebensdauer nach [Kli03, Seite 78]:

Jener Zeitraum, in dem der Abnutzungsvorrat zum Zeitpunkt der Gebäudeerrichtung durch materielle Alterung bis zum Erreichen der materiellen Abnutzungsgrenze, d.h. bis zum Ausfall abgebaut wird.

Failure Mode Effects Analysis (FMEA) laut ÖVE/ÖNORM EN 60812 [ÖVE06, Seite 6]:

„Fehlzustandsart- und –auswirkungsanalyse ist ein systematisches Vorgehen bei der Analyse eines Systems, um mögliche Fehlzustandsarten, ihre Ursachen und ihre Auswirkungen auf das Systemverhalten zu ermitteln“

Dissoziationsgrad nach [Thi08, Seite 49]:

Entspricht dem Verhältnis der Anzahl der in Ionen gespaltenen Moleküle zur Gesamtzahl der Moleküle, wobei die Dissoziation von der Stoffart, der Konzentration und der Temperatur abhängt.

Obsoleszenz [lateinisch] nach [Mey08]:

„Funktions- und Wertverlust besonders von Gebrauchsgütern aufgrund von Abnutzung und Veralterung“

DGNB:

Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen

ÖGNI:

Österreichische Gesellschaft für nachhaltige Immobilienwirtschaft

LEED:

Leadership in Energy and Environmental Design

TQB:

TQB - Total Quality Bauen

EPD:

Environmental product declaration

OIB:

Österreichisches Institut für Bautechnik

WDVS:

Wärmedämmverbundsystem

7 Anhang A

7.1 Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – AWm 01

Nachfolgend werden die Annahmen und Festlegungen zur Bestimmung des Faktorwerts für die jeweilige Schichtgruppe erläutert. Für die erste Schichtgruppe (SG 1) erfolgt eine ausführliche Beschreibung der durchgeführten Bewertung. Für die restlichen Schichtgruppen werden zur besseren Übersicht nur mehr jene Punkte erläutert die von der Schichtgruppe (SG 1) abweichen bzw. nicht berücksichtigt wurden.

7.1.1 Schichtgruppe 1 (SG 1) – AWm 01

Das Bewertungsschema zur Bestimmung des Faktorwerts für die Schichtgruppe 1 (SG 1) ist in Abbildung 90, S. 158 dargestellt.

Folgende Festlegungen bzw. Annahmen wurden getroffen:

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Eigenschaften des Silikatputzes werden nicht verbessert. → Das erste Kriterium der Faktorklasse A „Materialqualität“ wird deshalb mit 0 bewertet, entspricht einem Faktorwert von 0,77.
- Die Langzeiterfahrung mit WDVS ist größer als 20 Jahre, wodurch die Fertigungstechnik als etabliert angesehen werden kann. Ebenso ist die Kompatibilität mit anderen Modulen gegeben. → Das zweite und dritte Kriterium wird deshalb mit + bewertet, entspricht dem Faktorwert 1.
- Die langfristige Verfügbarkeit kann ebenfalls als gegeben angenommen werden. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Für dieses Forschungsprojekt wird vereinfachend angenommen, dass die Leistungsfähigkeit des Planungsteams, Qualität der Projektentwicklung, Ressourcenkapazität, Komplexität des Bauvorhabens „mäßig“ sowie ein gewerkeorientiertes Qualitätsmanagement angewandt wurde. → Die ersten fünf Kriterien der Faktorklasse B werden folglich mit 0 bewertet, entspricht einem Faktorwert von 0,77.
- Es wurden keine stationären/instationären Simulationsberechnungen des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports durchgeführt. → Bewertung mit 0; Faktorwert 0,77.
- Aufgrund der konstruktiven Bewertung der Bauteilschicht „Silikatputz“ mit 0 wird für das Kriterium „standort- und funktionsgerechter Entwurf, mäßige Robustheit“ der Faktorwert 0,77 festgesetzt.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Analog zur Planungsqualität werden die Leistungsfähigkeit, Qualität des Projektmanagements, Ressourcenkapazität, Komplexität des Bauvorhabens vereinfachend für alle Schichtgruppen als „mäßig“ eingestuft und ein gewerkeorientiertes Qualitätsmanagement vorausgesetzt. → Alle Kriterien werden mit 0 bewertet (Faktorwert 0,77).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Die Innenraumbedingungen sind für diese Bewertung nicht relevant, weshalb die Gewichtungsfaktoren alle auf Null gestellt wurden.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

- Für den Standort „Utendorfsgasse“ in Wien wird angenommen, dass es sich um ein Stadtgebiet ohne angrenzende Schwerverkehrsbelastung handelt. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Der Standort entspricht der Geländekategorie IV lt. ÖNORM B 1991-1 aufgrund der dichten Bebauung. → Zweites Kriterium wird mit + bewertet.
- Laut ZAMG ist für Wien –Innere Stadt mit einem Jahresniederschlag von 857 mm zu rechnen. Dies entspricht der mittleren Schlagregenbeanspruchung (Beanspruchungsgruppe II) der DIN 4108-3. → Drittes Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Der Bewertung wird eine nach Süden orientierte Fassade zugrundegelegt. → Viertes Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Aufgrund des städtischen Umfelds wird nur mit einer geringen biologischen Einwirkung gerechnet. → Bewertung des Fünften Kriteriums mit +.
- Der Hellbezugswert der Fassadenoberfläche wird größer als 25, aber kleiner als 75 angenommen. → Sechstes Kriterium wird mit 0 bewertet.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Mechanische Einwirkungen (Anprall etc.) auf die Außenwandoberfläche werden durch eine Trennung der befestigten Flächen von der Wandkonstruktion mittels Kiestreifen begrenzt. → Bewertung des ersten Kriteriums mit 0.
- Das zweite und vierte Kriterium ist für die Außenwand nicht maßgebend und bleibt deshalb unberücksichtigt.
- Beim betrachteten Objekt handelt sich um einen Wohnbau, der einer privaten Nutzung unterliegt. → Bewertung des dritten Kriteriums mit +.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Es wird ein Eingriff bei mäßigem Schaden bzw. mittlerer Dringlichkeit zugrundegelegt, da keine direkte Nutzergefährdung bzw. hohes Schadensrisiko vorliegt, wie z.B. bei kaputte Trittstufen oder undichte Dachkonstruktionen (Folgeschäden!). → Das erste Kriterium wird mit 0 bewertet.

- Eine praxisübliche Gebäudebewirtschaftung wird angenommen. → Bewertung des zweiten Kriteriums mit 0.
- Ein Unterbleiben einer laufenden Gebäudedokumentation wird zugrundegelegt. → Drittes Kriterium wird mit 0 bewertet.

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 1 (SG 1) – AWm 01

Für die Schichtgruppe 1 (SG 1) ergibt sich mit der zuvor erläuterten Bewertung ein Faktorwert von 0,83 (siehe Abbildung 90, S. 158).

Restliche Schichtgruppen der Außenwand – AWm 01

Es werden im Folgenden für die restlichen Schichtgruppen nur jene Annahmen bzw. Festlegungen erläutert, die von der Schichtgruppe 1 (SG 1) nicht berücksichtigt werden oder davon abweichen.

7.1.2 Schichtgruppe 2 (SG 2) – AWm 01

Die Bewertungsschritte für die Ermittlung des Faktorwerts der Schichtgruppe (SG 2) sind in der Abbildung 91, S. 159 dargestellt.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

Abweichend zur Schichtgruppe 1 (SG 1) wird das Kriterium „standort- und funktionsgerechter Entwurf“ aufgrund der Annahme einer gewöhnlichen Instandhaltung (keine großflächigen Putzschäden) mit + bewertet.

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 2 (SG 2) – AWm 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 2 (SG 2) beträgt 0,80.

7.1.3 Schichtgruppe Tragwerk (TW) – AWm 01

Die durchgeführten Arbeitsschritte zur Bewertung der Schichtgruppe Tragwerk (TW) sind in Abbildung 92, S. 160 ersichtlich.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

Abweichend zur Schichtgruppe 1 (SG 1) wird das Kriterium „standort- und funktionsgerechter Entwurf“ aufgrund der geschützten Lage vor äußeren Umwelteinwirkungen mit + bewertet.

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Die Faktorklasse wird aufgrund fehlender Innenaufbauten (direkter Kontakt mit Innenraum) zur Bewertung herangezogen.

- Raumklima: Die relative Luftfeuchtigkeit liegt dauerhaft zwischen 50 bis 60. → Erstes Kriterium wird mit + bewertet.

- Es wird angenommen, dass keine biologischen oder chemischen Einwirkungen im Innenraum auftreten. → Zweites und drittes Kriterium wird mit + bewertet.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Äußere Umwelteinflüsse sind für diese Bewertung nicht relevant, weshalb die Gewichtungsfaktoren alle auf Null gestellt wurden.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

Die Betonwand ist vor mechanischen Einwirkungen geschützt. → Bewertung des ersten Kriteriums mit +.

Bewertungsergebnis Schichtgruppe Tragwerk (TW) – AWm 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe Tragwerk (TW) beträgt 0,84.

7.1.4 Schichtgruppe 3 (SG 3)

Das zur Bewertung der Schichtgruppe (SG 3) verwendete Arbeitsblatt ist in der Abbildung 93, S. 161 dargestellt.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

Abweichend zur Schichtgruppe 1 (SG 1) wird das Kriterium „standort- und funktionsgerechter Entwurf“ aufgrund der geschützten Lage (Innenbereich) mit + bewertet.

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Die Bewertung entspricht jener für die Schichtgruppe Tragwerk (TW), d.h. alle Kriterien werden mit + bewertet.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Äußere Umwelteinflüsse sind nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

Die Schichtgruppe 3 (SG 3) stellt die innenliegende Nutzschicht dar, weshalb im Vergleich zum Tragwerk alle Kriterien zur Anwendung kommen.

- Es wird angenommen, dass ein praxisübliches Nutzerhandbuch ohne laufende Aktualisierung bzw. Adaptierung aufliegt. → Zweites Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Die Nutzungsintensität wird als gering eingestuft. → Bewertung des vierten Kriterium mit +.

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 3 (SG 3) – AWm 01

Für die Schichtgruppe 3 (SG 3) ergibt sich ein Faktorwert von 0,84.

7.2 Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – AWh 01

Die zur Bestimmung des Faktorwerts erforderlichen Annahmen und Festlegungen werden nachfolgend für die einzelnen Schichtgruppen näher erläutert.

7.2.1 Schichtgruppe 1 (SG 1) – AWh 01

Das Bewertungsschema zur Faktorwertbestimmung für die Schichtgruppe 1 (SG 1) ist in Abbildung 94, S. 162 dargestellt.

Folgende Annahmen bzw. Festlegungen wurden getroffen:

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Holzfassade ist chemisch unbehandelt. → Das erste Kriterium der Faktorklasse A „Materialqualität“ wird deshalb mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung, einfache Verarbeitbarkeit, hohe Kompatibilität sowie eine langfristige Verfügbarkeit des Bauprodukts ist gegeben. → Bewertung des zweiten, dritten und vierten Kriteriums mit +.
- Extra eingefügt wurde die Dauerhaftigkeitsklasse gemäß ÖNORM EN 350-2. Lärche wird der Dauerhaftigkeitsklasse 3 bis 4 und Fichte der Dauerhaftigkeitsklasse 4 zugeordnet → Fünfte Kriterium wird mit – bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien werden für alle Bewertungsbeispiele gleich angenommen, weshalb auf eine erneute Beschreibung verzichtet wird. Sie können bei Bedarf im Kapitel 7.1.1, S. 118 nachgelesen werden.
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung der Schichtgruppe 1 (SG 1) wird das siebente Kriterium mit 0 bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die Annahmen bzw. Festlegungen für die Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Die Innenraumbedingungen sind für diese Bewertung nicht relevant, weshalb die Gewichtungsfaktoren alle auf Null gestellt wurden.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

- Die Annahmen für die vier standortbezogenen Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele gleich (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118). → Erstes, drittes, viertes und fünftes Kriterium mit 0 bewertet.
- Neu hinzugefügt wurde als zweiter Einflussfaktor die Gefährdungsklassen gemäß ÖNORM B 3802-2. Die Holzfassade wird der Gefährdungsklasse 3 (Außenbauteile ohne Wetterschutz) zugeordnet. → Zweites Kriterium mit 0 bewertet.
- Der Hellbezugswert der Fassadenoberfläche wird größer als 25, aber kleiner als 75 angenommen. → Sechstes Kriterium wird mit 0 bewertet.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

Die Festlegungen der Faktorwerte stimmen mit jenen für das zuvor erläuterte Bewertungsbeispiel AWm 01 überein (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Neu hinzugefügt wurden die Nutzungsklassen gemäß ÖNORM EN 1995-1-1, die aber nur für die nachfolgenden Schichtgruppen relevant sind. → keine Bewertung des vierten Kriteriums für die Schichtgruppe 1 (SG 1) erforderlich.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

Die Annahmen bzw. Festlegungen für die Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ sind mit Bewertungsbeispiel AWm 01 ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 1 (SG 1) – AWh 01

Für die Schichtgruppe 1 (SG 1) ergibt sich mit der zuvor erläuterten Bewertung ein Faktorwert von 0,84 (siehe Abbildung 94, S. 162).

7.2.2 Schichtgruppe 2 (SG 2) – AWh 01

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe (SG 2) sind in der Abbildung 95, S. 163 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Holzprodukte ohne weitere Verbesserungsmaßnahmen eingesetzt. → Das erste Kriterium der Faktorklasse A „Materialqualität“ wird deshalb mit 0 bewertet.

- Langzeiterfahrung hinsichtlich der MDF-Platte als wasserabweisende Schicht nicht gegeben, aber mit Schnellalterungstest nachgewiesen. → Zweites Kriterium mit 0 bewertet.
- Einfache Verarbeitbarkeit, hohe Kompatibilität sowie eine langfristige Verfügbarkeit des Bauprodukts ist gegeben. → Bewertung des dritten und vierten Kriteriums mit +.
- In der Schichtengruppe 2 (SG 2) kommt Fichtenholz (Dauerhaftigkeitsklasse 4) zur Anwendung. → Fünfte Kriterium wird mit – bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

Abweichend zur Schichtgruppe 1 (SG 1) wird das Kriterium „standort- und funktionsgerechter Entwurf“ aufgrund des Tauwasserrisikos durch Wasserdampfkonvektion (beschädigte Dampfsperre) mit - bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die Annahmen bzw. Festlegungen für die Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

- Es wird angenommen, dass die Holzfeuchte der hinter der wasserabweisenden Schicht liegenden Holzprodukte dauerhaft unter 10 % beträgt und die Gefährdungsklasse 0 eingehalten wird. (Voraussetzung: keine mechanische Beschädigung der Dampfsperre). → Erstes Kriterium wird mit + bewertet.
- Es wird angenommen, dass keine biologischen oder chemischen Einwirkungen im Innenraum auftreten. → Zweites und drittes Kriterium wird mit + bewertet.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

- Für den Standort „Utendorfsgasse“ in Wien wird angenommen, dass es sich um ein Stadtgebiet ohne angrenzende Schwerverkehrsbelastung handelt. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Die MDF-Platte als wasserabweisende Schicht wird der Gefährdungsklasse 2 laut ÖNORM B 3802-2 zugeordnet. → Zweites Kriterium wird mit + bewertet.
- Das dritte, vierte, fünfte und sechste Kriterium ist aufgrund des Wetterschutzes durch die Holzfassade nicht relevant.
- Aufgrund des städtischen Umfelds wird nur mit einer geringen biologischen Einwirkung gerechnet. → Bewertung des Fünften Kriteriums mit +.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die Schichtgruppe 2 (SG 2) wird durch die Schichtgruppe 1 (SG 1) geschützt. → Erstes Kriterium wird mit + bewertet.
- Es wird angenommen, dass ein Nutzerhandbuch ohne laufende Aktualisierung aufliegt. → Zweites Kriterium mit 0 bewertet.

- Das dritte Kriterium wird aufgrund der privaten Nutzung mit + bewertet.
- Bei intakter Dampfbremse kann die Nutzungsklasse 1 gemäß ÖNORM EN 1995-1-1 vorausgesetzt werden. → Viertes Kriterium mit + bewertet.
- Es wird eine geringe Nutzungsintensität angenommen, was der Nutzungsklasse 1 gemäß ÖNORM EN 1995-1-1 entspricht. → Bewertung des fünften Kriteriums mit +.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

Entspricht den Annahmen für die Schichtgruppe 1 (SG 1).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 2 (SG 2) – AWh 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 2 (SG 2) beträgt 0,77.

7.2.3 Schichtgruppe 3 (SG 3) – AWh 01

Das Bewertungsschema zur Faktorwertbestimmung für die Schichtgruppe 3 (SG 3) ist in Abbildung 96, S. 164 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Die verwendete Dampfsperre ist CE gekennzeichnet. → Erstes Kriterium der Faktorklasse A „Materialqualität“ wird mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung langfristige Verfügbarkeit des Bauprodukts ist gegeben. → Zweites und viertes Kriterium wird mit + bewertet.
- Die Verarbeitung der Dampfsperre erfordert eine höhere Sorgfalt. → Bewertung des dritten Kriteriums mit 0.
- Fünftes Kriterium ist für die Dampfsperre nicht relevant.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

Abweichend zur Schichtgruppe 1 (SG 1) wird das Kriterium „standort- und funktionsgerechter Entwurf“ aufgrund der Ergebnisse der konstruktiven Bewertung mit - bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

- Bei beschädigter Dampfsperre, die gleichzeitig auch die Luftdichtheit sicherzustellen hat, ist eine Kondensatgefährdung der Konstruktion durch Wasserdampfkongvektion gegeben. → Erstes Kriterium wird mit - bewertet.
- Es wird angenommen, dass keine biologischen oder chemischen Einwirkungen im Innenraum auftreten. → Zweites und drittes Kriterium wird mit + bewertet.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Dampfsperre nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

Entspricht den Annahmen für die Schichtgruppe 2 (SG 2).

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

Entspricht den Annahmen für die Schichtgruppe 1 (SG 1).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 3 (SG 3) – AWh 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 3 (SG 3) beträgt 0,81.

7.2.4 Schichtgruppe Tragwerk (TW) – AWh 01

Das Bewertungsschema zur Faktorwertbestimmung für die Schichtgruppe 2 (SG 2) ist in Abbildung 97, S. 165 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- CE gekennzeichnete Brettstapel ohne weitere Verbesserungsmaßnahmen. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung, einfache Verarbeitung sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.
- Für die Brettstapelwand wurde Fichtenholz verwendet, die der Dauerhaftigkeitsklasse 4 entspricht. → Fünftes Kriterium mit – bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

Abweichend zur Schichtgruppe 1 (SG 1) wird das Kriterium „standort- und funktionsgerechter Entwurf“ aufgrund der Ergebnisse der konstruktiven Bewertung mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Abweichend zur Schichtgruppe 3 wird für das erste Kriterium die Gefährdungsklasse 0 gemäß ÖNORM B 3802-2 festgelegt und mit + bewertet.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Brettstapelwand in diesem Fall nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

Entspricht den Annahmen für die Schichtgruppe 3 (SG 3).

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

Entspricht den Annahmen für die Schichtgruppe 1 (SG 1).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe Tragwerk (TW) – AWh 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 3 (SG 3) beträgt 0,92.

7.3 Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – GDm 01

Die zur Bestimmung des Faktorwerts erforderlichen Annahmen und Festlegungen werden nachfolgend für die einzelnen Schichtgruppen näher erläutert.

7.3.1 Schichtgruppe 1 (SG 1) – GDm 01

Das Bewertungsschema zur Faktorwertbestimmung für die Schichtgruppe 1 (SG 1) ist in Abbildung 98, S. 166 dargestellt.

Folgende Annahmen bzw. Festlegungen wurden getroffen:

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- CE-gekennzeichnetes Bauprodukt ohne zusätzliche Verbesserungsmaßnahmen eingesetzt. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit (Vorhalten von Reservefliesen) ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung der Schichtgruppe 1 (SG 1) wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

- Aufgrund der Naßraumnutzung ist mit einer erhöhten Feuchtigkeitsbelastung sowie mit einer mäßigen chemischen Beanspruchung zu rechnen. → Erstes und zweites Kriterium mit 0 bewertet.
- Biologische Einwirkungen sind nicht zu erwarten. → Drittes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Der Fliesenbelag als Nutzschicht unterliegt mechanischen Einwirkungen. → Erstes Kriterium mit – bewertet.
- Das Aufliegen eines praxisüblichen Nutzerhandbuchs wird vorausgesetzt. → Zweites Kriterium mit 0 bewertet.
- Private Nutzung des Naßraums wird vorausgesetzt. → Bewertung des dritten Kriterium mit +.
- Es wird die Beanspruchungsgruppe 3 gemäß ÖNORM B 2207:2007 der Bewertung zugrunde gelegt. → Viertes Kriterium mit 0 bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Aufgrund der wichtigen Grundfunktion eines Naßraums und der hohen Hygieneanforderungen wird ein Eingriff bei geringen Schäden angenommen. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Es wird eine praxisübliche Gebäudebewirtschaftung und eine lückenhafte Gebäudedokumentation angenommen. → Zweites und drittes Kriterium mit 0 bewertet.

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 1 (SG 1) – GDm 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 1 (SG 1) beträgt 0,82.

7.3.2 Schichtgruppe 2 (SG 2) – GDm 01

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe 2 (SG 2) sind in der Abbildung 99, S. 167 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Es wird angenommen, dass ein Zementestrich ohne Verbesserungsmaßnahmen (Faserbewehrung) ausgeführt wurde. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung (Fehlen der zementgebundenen Ausgleichschicht, aber sonstige Anforderungen der ÖNORM B 2232:2007 eingehalten) wird das siebente Kriterium der Schichtgruppe 2 (SG 2) mit 0 bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

- Es wird eine mechanische Entlüftung des Naßraums angenommen. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Der Zementestrich wird durch die Nutzschicht vor chemischen und biologischen Einwirkungen geschützt. → Zweites und drittes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Der Zementestrich wird durch die Nutzschicht vor mechanischen Einwirkungen geschützt → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites und drittes Kriterium entsprechend der Annahmen für die Schichtgruppe 1.
- Der vom Fliesenbelag geschützte Zementestrich unterliegt einer geringen Nutzungsintensität. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Abweichend zu den Festlegungen für die Schichtgruppe 1 (SG 1) wird ein Eingriff erst bei mäßigem Schaden bzw. mittlerer Dringlichkeit zugrundegelegt. → Erstes Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Bewertung des zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe 1 (SG 1).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 2 (SG 2) – GDm 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 2 (SG 2) beträgt 0,91.

7.3.3 Schichtgruppe 3 (SG 3) – GDm 01

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe 3 (SG 3) sind in der Abbildung 100, S. 168 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Verwendung einer CE-gekennzeichneten EPS-Trittschalldämmung. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, einfach zu verarbeitendes Bauprodukt sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung (Fehlen der zementgebundenen Ausgleichschicht, aber sonstige Anforderungen der ÖNORM B 2232:2007 eingehalten) wird das siebente Kriterium der Schichtgruppe 3 (SG 3) mit 0 bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Annahmen bzw. Festlegungen mit jenen der Schichtgruppe 2 (SG 2) ident.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die EPS-Trittschalldämmung wird durch die Nutzschicht vor mechanischen Einwirkungen geschützt → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites und drittes Kriterium entsprechend der Annahmen für die Schichtgruppe 1 (SG 1).
- Die vom Fliesenbelag und Zementestrich geschützte EPS-Trittschalldämmung unterliegt einer geringen Nutzungsintensität. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Abweichend zu den Festlegungen für die Schichtgruppe 1 (SG 1) wird ein Eingriff erst bei mäßigem Schaden bzw. mittlerer Dringlichkeit zugrundegelegt. → Erstes Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Bewertung des zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe 1 (SG 1).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 3 (SG 3) – GDm 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 3 (SG 3) beträgt 0,96.

7.3.4 Schichtgruppe Tragwerk (TW) – GDm 01

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe Tragwerk (TW) sind in der Abbildung 101 ,S. 169 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Annahme: Für die Errichtung des Betontragwerks wurden CE-gekennzeichnete Bauprodukte verwendet. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Annahmen bzw. Festlegungen entsprechen jenen der Schichtgruppe 2 (SG 2) ident.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die Betondecke wird durch den Fußbodenaufbau vor mechanischen Einwirkungen geschützt. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites Kriterium bzgl. Aufliegens eines Nutzerhandbuchs ist nicht relevant.
- Private Nutzung des Naßraums wird zugrundegelegt. → Bewertung des dritten Kriterium mit +.
- Das vierte Kriterium „Nutzungsintensität“ ist für den bekleideten Rohbau nicht relevant.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

Bewertung des ersten, zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe 2 (SG 2).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe Tragwerk (TW) – GDm 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe Tragwerk (TW) beträgt 0,83.

7.3.5 Schichtgruppe 4 (SG 4) – GDm 01

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe 4 (SG 4) sind in der Abbildung 102, S. 170 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Annahme: CE-gekennzeichnete Gipsspachtelmasse wurde verwendet. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Annahmen bzw. Festlegungen mit jenen der Schichtgruppe Tragwerk (TW) ident.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die Gipsspachtelung ist durch die Lage (Deckenunterseite) vor mechanischen Einwirkungen geschützt. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites und drittes Kriterium entsprechend der Annahmen für die Schichtgruppe 1 (SG 1).
- Eine geringe Nutzungsintensität des angrenzenden Wohnraums wird angenommen. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

Bewertung des ersten, zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe Tragwerk (TW).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 4 (SG 4) – GDm 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe Tragwerk (TW) beträgt 0,84.

7.4 Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – GDm 03

Die zur Bestimmung des Faktorwerts erforderlichen Annahmen und Festlegungen werden nachfolgend für die einzelnen Schichtgruppen näher erläutert.

7.4.1 Schichtgruppe 1 (SG 1) – GDm 03

Das Bewertungsschema zur Faktorwertbestimmung für die Schichtgruppe 1 (SG 1) ist in Abbildung 103, S. 171 dargestellt.

Folgende Annahmen bzw. Festlegungen wurden getroffen:

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- CE-gekennzeichnetes Bauprodukt ohne zusätzliche Verbesserungsmaßnahmen (Beschichtung) eingesetzt. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung der Schichtgruppe 1 (SG 1) wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

- Es wird angenommen, dass im Wohnraum eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 50 % bis 60 % dauerhaft vorhanden ist. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Eine mäßige chemische Einwirkung durch Reinigungsmittel wird angenommen. → Zweites Kriterium mit 0 bewertet.
- Biologische Einwirkungen sind nicht zu erwarten. → Drittes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Der Holzboden unterliegt als Nutzschicht mechanischen Einwirkungen. → Erstes Kriterium mit – bewertet.
- Das Aufliegen eines praxisüblichen Nutzerhandbuchs wird vorausgesetzt. → Zweites Kriterium mit 0 bewertet.
- Private Nutzung des Naßraums wird vorausgesetzt. → Bewertung des dritten Kriterium mit +.
- Es wird eine geringe Nutzungsintensität der Bewertung zugrunde gelegt. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Aufgrund der Nutzergefährdung durch schadhafte Bodenbelag wird ein Eingriff bei geringen Schäden angenommen. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Es wird eine praxisübliche Gebäudebewirtschaftung und eine lückenhafte Gebäudedokumentation angenommen. → Zweites und drittes Kriterium mit 0 bewertet.

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 1 (SG 1) – GDm 03

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 1 (SG 1) beträgt 0,94.

7.4.2 Schichtgruppe 2 (SG 2) – GDm 03

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe 2 (SG 2) sind in der Abbildung 104, S. 172 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Es wird angenommen, dass ein Zementestrich ohne Verbesserungsmaßnahmen (Faserbewehrung) ausgeführt wurde. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung (Fehlen der zementgebundenen Ausgleichschicht, aber sonstige Anforderungen der ÖNORM B 2232:2007 eingehalten) wird das siebente Kriterium der Schichtgruppe 2 (SG 2) mit 0 bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

- Annahme: relative Luftfeuchtigkeit dauerhaft zwischen 50 % bis 60 %. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Der Zementestrich wird durch die Nutzschicht vor chemischen und biologischen Einwirkungen geschützt. → Zweites und drittes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Der Zementestrich wird durch die Nutzschicht vor mechanischen Einwirkungen geschützt → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites und drittes Kriterium entsprechend der Annahmen für die Schichtgruppe 1.
- Der vom Fliesenbelag geschützte Zementestrich unterliegt einer geringen Nutzungsintensität. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Abweichend zu den Festlegungen für die Schichtgruppe 1 (SG 1) wird angenommen, dass ein Eingriff erst bei mäßigem Schaden bzw. mittlerer Dringlichkeit durchgeführt wird. → Erstes Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Bewertung des zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe 1 (SG 1).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 2 (SG 2) – GDm 03

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 2 (SG 2) beträgt 0,91.

7.4.3 Schichtgruppe 3 (SG 3) – GDm 03

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe 3 (SG 3) sind in der Abbildung 105, S. 173 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Verwendung einer CE-gekennzeichneten EPS-Trittschall- bzw. Wärmedämmung. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, einfach zu verarbeitendes Bauprodukt sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung (Fehlen der zementgebundenen Ausgleichschicht, Anordnung der weichen EPS-Trittschalldämmung auf die härtere EPS-Wärmedämmung) wird das siebente Kriterium der Schichtgruppe 3 (SG 3) mit 0 bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Annahmen bzw. Festlegungen mit jenen der Schichtgruppe 2 (SG 2) ident.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die EPS-Trittschall- und Wärmedämmung wird durch die Nutzschicht vor mechanischen Einwirkungen geschützt → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites und drittes Kriterium entsprechend der Annahmen für die Schichtgruppe 1 (SG 1).
- Die vom Holzbelag und Zementestrich geschützte EPS-Trittschall- und Wärmedämmung unterliegt einer geringen Nutzungsintensität. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Abweichend zu den Festlegungen für die Schichtgruppe 1 (SG 1) wird ein Eingriff erst bei mäßigem Schaden bzw. mittlerer Dringlichkeit zugrundegelegt. → Erstes Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Bewertung des zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe 1 (SG 1).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 3 (SG 3) – GDm 03

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 3 (SG 3) beträgt 0,96.

7.4.4 Schichtgruppe Tragwerk (TW) – GDm 03

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe Tragwerk (TW) sind in der Abbildung 106, S. 174 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Annahme: Für die Errichtung des Betontragwerks wurden CE-gekennzeichnete Bauprodukte verwendet. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Annahmen bzw. Festlegungen mit jenen der Schichtgruppe 2 (SG 2) ident.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die Betondecke wird durch den Fußbodenaufbau vor mechanischen Einwirkungen geschützt. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites Kriterium bzgl. Aufliegens eines Nutzerhandbuchs ist nicht relevant.
- Private Nutzung des Wohnraums wird zugrundegelegt. → Bewertung des dritten Kriterium mit +.
- Das vierte Kriterium „Nutzungsintensität“ ist für den bekleideten Rohbau nicht relevant.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

Bewertung des ersten, zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe 2 (SG 2).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe Tragwerk (TW) – GDm 03

Der Faktorwert für die Schichtgruppe Tragwerk (TW) beträgt 0,82.

7.4.5 Schichtgruppe 4 (SG 4) – GDm 03

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe 4 (SG 4) sind in der Abbildung 107, S. 175 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Annahme: CE-gekennzeichneter Kalkgipsputz wurde verwendet. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Annahmen bzw. Festlegungen mit jenen der Schichtgruppe Tragwerk (TW) ident.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Der Kalkgipsputz ist durch die Lage (Deckenunterseite) vor mechanischen Einwirkungen geschützt. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites und drittes Kriterium entsprechend der Annahmen für die Schichtgruppe 1 (SG 1).
- Eine geringe Nutzungsintensität des angrenzenden Wohnraums wird angenommen. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

Bewertung des ersten, zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe Tragwerk (TW).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 4 (SG 4) – GDm 03

Der Faktorwert für die Schichtgruppe Tragwerk (TW) beträgt 0,88.

7.5 Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – GDh 01

Die zur Bestimmung des Faktorwerts erforderlichen Annahmen und Festlegungen werden nachfolgend für die einzelnen Schichtgruppen näher erläutert.

7.5.1 Schichtgruppe 1 (SG 1) – GDh 01

Das Bewertungsschema zur Faktorwertbestimmung für die Schichtgruppe 1 (SG 1) ist in Abbildung 108, S. 176 dargestellt.

Folgende Annahmen bzw. Festlegungen wurden getroffen:

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- CE-gekennzeichnetes Bauprodukt ohne zusätzliche Verbesserungsmaßnahmen (Beschichtung) eingesetzt. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung der Schichtgruppe 1 (SG 1) wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

- Es wird angenommen, dass im Wohnraum eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 50 % bis 60 % dauerhaft vorhanden ist. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Eine mäßige chemische Einwirkung durch Reinigungsmittel wird angenommen. → Zweites Kriterium mit 0 bewertet.
- Biologische Einwirkungen sind nicht zu erwarten. → Drittes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Der Holzboden unterliegt als Nutzschicht mechanischen Einwirkungen. → Erstes Kriterium mit – bewertet.
- Das Aufliegen eines praxisüblichen Nutzerhandbuchs wird vorausgesetzt. → Zweites Kriterium mit 0 bewertet.
- Private Nutzung des Naßraums wird vorausgesetzt. → Bewertung des dritten Kriterium mit +.
- Es wird eine geringe Nutzungsintensität der Bewertung zugrundegelegt. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Aufgrund der Nutzergefährdung durch schadhafte Bodenbelag wird ein Eingriff bei geringen Schäden angenommen. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Es wird eine praxisübliche Gebäudebewirtschaftung und eine lückenhafte Gebäudedokumentation angenommen. → Zweites und drittes Kriterium mit 0 bewertet.

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 1 (SG 1) – GDh 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 1 (SG 1) beträgt 0,94.

7.5.2 Schichtgruppe 2 (SG 2) – GDh 01

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe 2 (SG 2) sind in der Abbildung 109, S. 177 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Es wird angenommen, dass ein Zementestrich ohne Verbesserungsmaßnahmen (Faserbewehrung) ausgeführt wurde. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium der Schichtgruppe 2 (SG 2) mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

- Annahme: relative Luftfeuchtigkeit liegt dauerhaft zwischen 50 % bis 60 %. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Der Zementestrich wird durch die Nutzschicht vor chemischen und biologischen Einwirkungen geschützt. → Zweites und drittes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Der Zementestrich wird durch die Nutzschicht vor mechanischen Einwirkungen geschützt → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites und drittes Kriterium entsprechend der Annahmen für die Schichtgruppe 1.
- Der vom Fliesenbelag geschützte Zementestrich unterliegt einer geringen Nutzungsintensität. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Abweichend zu den Festlegungen für die Schichtgruppe 1 (SG 1) wird angenommen, dass ein Eingriff erst bei mäßigem Schaden bzw. mittlerer Dringlichkeit durchgeführt wird. → Erstes Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Bewertung des zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe 1 (SG 1).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 2 (SG 2) – GDh 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 2 (SG 2) beträgt 0,91.

7.5.3 Schichtgruppe 3 (SG 3) – GDh 01

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe 3 (SG 3) sind in der Abbildung 110, S. 178 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Verwendung einer CE-gekennzeichneten EPS-Trittschall- bzw. Wärmedämmung. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, einfach zu verarbeitendes Bauprodukt sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium der Schichtgruppe 3 (SG 3) mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Annahmen bzw. Festlegungen mit jenen der Schichtgruppe 2 (SG 2) ident.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die Glaswolle-Trittschalldämmung wird durch die Nutzschicht vor mechanischen Einwirkungen geschützt → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites und drittes Kriterium entsprechend der Annahmen für die Schichtgruppe 1 (SG 1).
- Die vom Holzbelag und Zementestrich geschützte Glaswolletrittschalldämmung unterliegt einer geringen Nutzungsintensität. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Abweichend zu den Festlegungen für die Schichtgruppe 1 (SG 1) wird ein Eingriff erst bei mäßigem Schaden bzw. mittlerer Dringlichkeit zugrundegelegt. → Erstes Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Bewertung des zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe 1 (SG 1).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 3 (SG 3) – GDh 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 3 (SG 3) beträgt 0,94.

7.5.4 Schichtgruppe Tragwerk (TW) – GDh 01

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe Tragwerk (TW) sind in der Abbildung 111, S. 179 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Annahme: Für die Errichtung des Betontragwerks wurden CE-gekennzeichnete Bauprodukte verwendet. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

- Aufgrund fehlender Notwendigkeit kann die Gefährdungsklasse 0 zugrundegelegt werden. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Annahmen bzw. Festlegungen für das zweite und dritte Kriterium analog der Schichtgruppe 2 (SG 2).

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die Brettstapeldecke wird durch den Fußbodenaufbau vor mechanischen Einwirkungen geschützt. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Annahme: Nutzerhandbuch liegt auf. → Zweites Kriterium mit 0 bewertet.
- Private Nutzung des Wohnraums wird zugrundegelegt. → Bewertung des dritten Kriterium mit +.
- Nutzungsbedingungen entsprechen jenen der Nutzungsklasse 1 gemäß ÖNORM EN 1995-1. → Viertes Kriterium mit + bewertet.
- Annahme: Nutzung als Trockenraum → Fünftes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

Bewertung des ersten, zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe 2 (SG 2).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe Tragwerk (TW) – GDh 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe Tragwerk (TW) beträgt 0,91.

7.5.5 Schichtgruppe 4 (SG 4) – GDh 01

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe 4 (SG 4) sind in der Abbildung 112, S. 180 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Annahme: CE-gekennzeichnete Gipskartonplatte wurde verwendet. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Annahmen bzw. Festlegungen mit jenen der Schichtgruppe Tragwerk (TW) ident.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für die Geschoßdecke nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die Gipskartonplatte ist durch Einbau auf die Deckenunterseite vor mechanischen Einwirkungen geschützt. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites und drittes Kriterium entsprechend der Annahmen für die Schichtgruppe 1 (SG 1).
- Eine geringe Nutzungsintensität des angrenzenden Wohnraums wird angenommen. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

Bewertung des ersten, zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe Tragwerk (TW).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 4 (SG 4) – GDh 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe Tragwerk (TW) beträgt 0,95.

7.6 Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – DAm 03

Die zur Bestimmung des Faktorwerts erforderlichen Annahmen und Festlegungen werden nachfolgend für die einzelnen Schichtgruppen näher erläutert.

7.6.1 Schichtgruppe 1 (SG 1) – DAm 03

Das Bewertungsschema zur Faktorwertbestimmung für die Schichtgruppe 1 (SG 1) ist in Abbildung 113, S. 181 dargestellt.

Folgende Annahmen bzw. Festlegungen wurden getroffen:

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- CE-gekennzeichnete Bauprodukte ohne zusätzliche Verbesserungsmaßnahmen eingesetzt. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung der Schichtgruppe 1 (SG 1) wird das siebente Kriterium mit 0 bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Die Innenraumbedingungen sind für diese Bewertung nicht relevant, weshalb die Gewichtungsfaktoren alle auf Null gestellt wurden.

Faktorklasse E „äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

- Für den Standort „Utendorfgasse“ in Wien wird angenommen, dass es sich um ein Stadtgebiet ohne angrenzende Schwerverkehrsbelastung handelt. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Der Standort entspricht der Geländekategorie IV lt. ÖNORM B 1991-1 aufgrund der dichten Bebauung. → Zweites Kriterium wird mit + bewertet.
- Laut ZAMG ist für Wien –Innere Stadt mit einem Jahresniederschlag von 857 mm zu rechnen. Dies entspricht der mittleren Schlagregenbeanspruchung (Beanspruchungsgruppe II) der DIN 4108-3. → Drittes Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Der Bewertung wird eine nach Süden orientierte Fassade zugrundegelegt. → Viertes Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Aufgrund des städtischen Umfelds wird nur mit einer geringen biologischen Einwirkung gerechnet. → Bewertung des Fünften Kriteriums mit +.
- Die direkte solare Einstrahlung auf die Abdichtung wird durch den schweren Oberflächenschutz verhindert. → Sechstes Kriterium wird mit + bewertet.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Mechanische Einwirkungen (Schneeräumung etc.) auf die Abdichtung wird durch den schweren Oberflächenschutz verhindert. Trotzdem kann eine mechanische Beschädigung aufgrund der fehlenden Trennschicht zwischen Kiesschicht und Abdichtung nicht ausgeschlossen werden. → Bewertung des ersten Kriteriums mit 0.
- Das zweite Kriterium ist nicht relevant.
- Private Nutzung des Wohnraums wird zugrundegelegt. → Bewertung des dritten Kriterium mit +.
- Aufgrund des schweren Oberflächenschutzes wird eine geringe mechanische Beanspruchung der Abdichtung sichergestellt. Dies entspricht der Klasse I/A der ÖNORM B 7220:2002. → Viertes Kriterium mit + bewertet.
- Entsprechend der ÖNORM B 7220:2002 wird als Nutzungsart eine nichtgenutzte Dachfläche zugrundegelegt, d.h. Dachflächen werden nur zum Zweck der Wartung und Instandhaltung begangen. → Fünftes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Es wird ein Eingriff bei geringem Schaden bzw. geringer Dringlichkeit aufgrund des hohen Folgeschadensrisikos zugrundegelegt. → Das erste Kriterium wird mit + bewertet.
- Ein detailliertes Instandhaltungskonzept wird vorausgesetzt. → Bewertung des zweiten Kriteriums mit +.
- Ein Unterbleiben einer laufenden Gebäudedokumentation wird zugrundegelegt. → Drittes Kriterium wird mit 0 bewertet.

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 1 (SG 1) – DAm 03

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 1 (SG 1) beträgt 0,83.

7.6.2 Schichtgruppe Tragwerk (TW) – DAm 03

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe Tragwerk (TW) sind in der Abbildung 114, S. 182 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Annahme: Für die Errichtung des Betontragwerks wurden CE-gekennzeichnete Bauprodukte verwendet. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

- Die Faktorklasse D wird aufgrund fehlender Innenaufbauten (direkter Kontakt zum Innenraum) zur Bewertung herangezogen.
- Raumklima: Die relative Luftfeuchtigkeit liegt dauerhaft zwischen 50 bis 60 %. → Erstes Kriterium wird mit + bewertet.
- Es wird angenommen, dass keine biologischen oder chemischen Einwirkungen im Innenraum auftreten. → Zweites und drittes Kriterium wird mit + bewertet.

Faktorklasse E „äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Äußere Umwelteinflüsse sind für diese Bewertung nicht relevant, weshalb die Gewichtungsfaktoren alle auf Null gestellt wurden.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die Betondecke wird durch den Fußbodenaufbau vor mechanischen Einwirkungen geschützt. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Ein Nutzerhandbuch ist aufliegend. → Zweites Kriterium mit 0 bewertet.
- Private Nutzung des Naßraums wird zugrundegelegt. → Bewertung des dritten Kriterium mit +.
- Eine geringe Nutzungsintensität wird angenommen. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Es wird ein Eingriff bei mäßigem Schaden bzw. mittlerer Dringlichkeit zugrundegelegt. → Das erste Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Eine praxisübliche Gebäudebewirtschaftung wird angenommen. → Bewertung des zweiten Kriteriums mit 0.
- Es wird angenommen, dass keine laufende Aktualisierung der Gebäudedokumentation vorgenommen wird. → Drittes Kriterium wird mit 0 bewertet.

Bewertungsergebnis Schichtgruppe Tragwerk (TW) – DAm 03

Der Faktorwert für die Schichtgruppe Tragwerk (TW) beträgt 0,82.

7.6.3 Schichtgruppe 2 (SG 2) – DAm 03

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe 2 (SG 2) sind in der Abbildung 115, S. 183 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Annahme: CE-gekennzeichnete Gipsspachtelmasse wurde verwendet. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Annahmen bzw. Festlegungen mit jenen der Schichtgruppe Tragwerk (TW) ident.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für diese Schichtgruppe nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die Gipsspachtelung ist durch die Lage (Deckenunterseite) vor mechanischen Einwirkungen geschützt. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites und drittes Kriterium entsprechend der Annahmen für die Schichtgruppe Tragwerk (TW).
- Eine geringe Nutzungsintensität des angrenzenden Wohnraums wird angenommen. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

Bewertung des ersten, zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe Tragwerk (TW).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 2 (SG 2) – DAm 03

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 2 (SG 2) beträgt 0,87.

7.7 Annahmen und Festlegungen zur Faktorwertbestimmung – DAm 01

Die zur Bestimmung des Faktorwerts erforderlichen Annahmen und Festlegungen werden nachfolgend für die einzelnen Schichtgruppen näher erläutert.

7.7.1 Schichtgruppe 1 (SG 1) – DAm 01

Das Bewertungsschema zur Faktorwertbestimmung für die Schichtgruppe 1 (SG 1) ist in Abbildung 116, S. 184 dargestellt.

Folgende Annahmen bzw. Festlegungen wurden getroffen:

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- CE-gekennzeichnetes Bauholz wird mit chemischen Holzschutzmitteln behandelt. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.
- Fichtenholz entspricht laut ÖNORM EN 350-2:1994 der Dauerhaftigkeitsklasse 4. → Fünftes Kriterium mit – bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung der Schichtgruppe 1 (SG 1) wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Die Innenraumbedingungen sind für diese Bewertung nicht relevant, weshalb die Gewichtungsfaktoren alle auf Null gestellt wurden.

Faktorklasse E „äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

- Für den Standort „Utendorfgasse“ in Wien wird angenommen, dass es sich um ein Stadtgebiet ohne angrenzende Schwerverkehrsbelastung handelt. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Das in der Schichtgruppe 1 verbaute Holz ist der Gefährdungsklasse 2 laut ÖNORM B 3802-2 zuzuordnen. → Zweites Kriterium mit + bewertet.
- Der Standort entspricht der Geländekategorie IV lt. ÖNORM B 1991-1 aufgrund der dichten Bebauung. → Drittes Kriterium wird mit + bewertet.
- Laut ZAMG ist für Wien –Innere Stadt mit einem Jahresniederschlag von 857 mm zu rechnen. Dies entspricht der mittleren Schlagregenbeanspruchung (Beanspruchungsgruppe II) der DIN 4108-3. → Viertes Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Der Bewertung wird eine nach Süden orientierte Fassade zugrundegelegt. → Fünftes Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Aufgrund des städtischen Umfelds wird nur mit einer geringen biologischen Einwirkung gerechnet. → Bewertung des sechsten Kriteriums mit +.

- Nur die Dachziegeldeckung unterliegt einer direkten Sonneneinstrahlung. → Siebentes Kriterium wird mit 0 bewertet.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Mechanische Einwirkungen durch Instandhaltungsmaßnahmen möglich, nicht aber durch den Nutzer. → Bewertung des ersten Kriteriums mit 0.
- Zweites und viertes Kriterium nicht relevant.
- Private Nutzung des Wohnraums wird zugrundegelegt. → Bewertung des dritten Kriterium mit +.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Es wird ein Eingriff bei geringem Schaden bzw. geringer Dringlichkeit aufgrund des hohen Folgeschadensrisikos zugrundegelegt. → Das erste Kriterium wird mit + bewertet.
- Ein detailliertes Instandhaltungskonzept wird vorausgesetzt. → Bewertung des zweiten Kriteriums mit +.
- Ein Unterbleiben einer laufenden Gebäudedokumentation wird zugrundegelegt. → Drittes Kriterium wird mit 0 bewertet.

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 1 (SG 1) – DAm 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 1 (SG 1) beträgt 0,87.

7.7.2 Schichtgruppe 2 (SG 2) – DAm 01

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe 2 (SG 2) sind in der Abbildung 117, S. 185 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Annahme: Für die Errichtung des Betontragwerks wurden CE-gekennzeichnete Bauprodukte (Glaswolle etc.) verwendet. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.
- Fichtenholz entspricht laut ÖNORM EN 350-2:1994 der Dauerhaftigkeitsklasse 4. → Fünftes Kriterium mit – bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Die Innenraumbedingungen sind für diese Bewertung nicht relevant.

Faktorklasse E „äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Die Festlegungen und Annahmen entsprechen jenen der Schichtgruppe 1 (SG 1).

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

Die Festlegungen und Annahmen entsprechen jenen der Schichtgruppe 1 (SG 1).

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Es wird ein Eingriff bei mäßigem Schaden bzw. mittlerer Dringlichkeit zugrundegelegt. → Das erste Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Eine praxisübliche Gebäudebewirtschaftung wird angenommen. → Bewertung des zweiten Kriteriums mit 0.
- Es wird angenommen, dass keine laufende Aktualisierung der Gebäudedokumentation vorgenommen wird. → Drittes Kriterium wird mit 0 bewertet.

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 2 (SG 2) – DAm 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe Tragwerk (TW) beträgt 0,84.

7.7.3 Schichtgruppe Tragwerk (TW) – DAm 01

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe Tragwerk (TW) sind in der Abbildung 118, S. 186 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Annahme: Für die Errichtung des Betontragwerks wurden CE-gekennzeichnete Bauprodukte verwendet. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

- Die Faktorklasse wird aufgrund fehlender Innenaufbauten (direkter Kontakt mit Innenraum) zur Bewertung herangezogen.
- Raumklima: Die relative Luftfeuchtigkeit liegt dauerhaft zwischen 50 bis 60 %. → Erstes Kriterium wird mit + bewertet.
- Es wird angenommen, dass keine biologischen oder chemischen Einwirkungen im Innenraum auftreten. → Zweites und drittes Kriterium wird mit + bewertet.

Faktorklasse E „äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Äußere Umwelteinflüsse sind für diese Bewertung nicht relevant, weshalb die Gewichtungsfaktoren alle auf Null gestellt wurden.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die Betondecke wird durch den Fußbodenaufbau vor mechanischen Einwirkungen geschützt. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Ein Nutzerhandbuch ist aufliegend. → Zweites Kriterium mit 0 bewertet.
- Private Nutzung des Naßraums wird zugrundegelegt. → Bewertung des dritten Kriteriums mit +.
- Eine geringe Nutzungsintensität wird angenommen. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

- Es wird ein Eingriff bei mäßigem Schaden bzw. mittlerer Dringlichkeit zugrundegelegt. → Das erste Kriterium wird mit 0 bewertet.
- Eine praxisübliche Gebäudebewirtschaftung wird angenommen. → Bewertung des zweiten Kriteriums mit 0.
- Es wird angenommen, dass keine laufende Aktualisierung der Gebäudedokumentation vorgenommen wird. → Drittes Kriterium wird mit 0 bewertet.

Bewertungsergebnis Schichtgruppe Tragwerk (TW) – DAm 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe Tragwerk (TW) beträgt 0,84.

7.7.4 Schichtgruppe 3 (SG 3) – DAm 01

Die Bewertungsschritte zur Berechnung des Faktorwerts der Schichtgruppe 3 (SG 3) sind in der Abbildung 119, S. 187 dargestellt.

Faktorklasse A „Materialqualität“ (hellrot unterlegt)

- Annahme: CE-gekennzeichnete Gipsputzmasse wurde verwendet. → Erstes Kriterium mit 0 bewertet.
- Langzeiterfahrung über 20 Jahre, etablierte Fertigungstechnik sowie langfristige Verfügbarkeit ist gegeben. → Zweites, drittes und viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse B „Planungsqualität“ (hellbraun unterlegt)

- Die Annahmen bzw. Festlegungen für die ersten sechs Kriterien sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).
- Bezugnehmend auf die konstruktive Bewertung wird das siebente Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse C „Ausführungsqualität“ (hellblau unterlegt)

Die getroffenen Annahmen bzw. Festlegungen sind für alle Bewertungsbeispiele ident (siehe Kapitel 7.1.1, S. 118).

Faktorklasse D „Innenraumbedingungen“ (türkis unterlegt)

Annahmen bzw. Festlegungen mit jenen der Schichtgruppe Tragwerk (TW) ident.

Faktorklasse E „Äußere Umwelteinflüsse“ (hellgrün unterlegt)

Für diese Schichtgruppe nicht relevant.

Faktorklasse F „Nutzungsbedingungen“ (hellorange unterlegt)

- Die Gipsputzschicht ist durch die Lage (Deckenunterseite) vor mechanischen Einwirkungen geschützt. → Erstes Kriterium mit + bewertet.
- Zweites und drittes Kriterium entsprechend der Annahmen für die Schichtgruppe Tragwerk (TW).
- Eine geringe Nutzungsintensität des angrenzenden Wohnraums wird angenommen. → Viertes Kriterium mit + bewertet.

Faktorklasse G „Instandhaltungsqualität“ (violett unterlegt)

Bewertung des ersten, zweiten und dritten Kriteriums entspricht jener für die Schichtgruppe Tragwerk (TW).

Bewertungsergebnis Schichtgruppe 3 (SG 3) – DAm 01

Der Faktorwert für die Schichtgruppe 3 (SG 3) beträgt 0,84.

8 Anhang B

Arbeitsblätter zur Faktorwertbestimmung in A3-Format.