



Erweiterung des OI3-Index um die Nutzungsdauer von Baustoffen und Bauteilen

Endbericht

IBO Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie GmbH,
Alserbachstr. 5/8, 1090 Wien,

DI Thomas Zelger, Mag. Hildegund Mötzl, DI FH Astrid Scharnhorst, Markus Wurm

Wien, 22.10.2009

1	EINLEITUNG	5
1.1	SYNOPSIS.....	5
1.2	ZIEL UND ZWECK DER STUDIE	5
1.3	METHODE.....	6
2	LEBENSDAUER UND NUTZUNGSDAUER VON BAUTEILEN	8
2.1	DEFINITIONEN.....	8
2.2	ANNAHMEN.....	11
3	BASISRECHERCHE	12
3.1	VORHANDENE KATALOGE.....	12
3.2	AUSWERTUNG	14
4	GRUNDLAGEN FÜR DIE ERHEBUNG UND BEWERTUNG VON LEBENS- UND NUTZUNGSDAUERN	15
4.1	GRUNDLAGEN.....	15
4.2	METHODISCHE ÜBERLEGUNGEN IN DIESEM PROJEKT	17
4.3	DEFINITION DER WESENTLICHEN FUNKTIONALEN EINHEITEN	20
5	DÄMMSTOFFE.....	21
5.1	MATERIALIEN.....	21
5.2	EINIGE GRUNDSÄTZLICHE ANMERKUNGEN ZUR BEHANDLUNG VON DÄMMSTOFFEN IN NUTZUNGSDAUERKATALOGEN.....	33
5.3	DÄMMSTOFFE IM WÄRMEDÄMMVERBUNDSYSTEM.....	33
5.4	DÄMMSTOFFE ALS PERIMETERDÄMMUNG DER AUßENWAND	39
5.5	DÄMMSTOFFE IM UMKEHRDACH	43
5.6	DÄMMSTOFFE ALS ZWISCHENSPARRENDÄMMUNG	46
5.7	ZUSAMMENFASSUNG.....	53
6	AUßENPUTZE	56
6.1	AUßENPUTZ MINERALISCH (AUF MAUERWERK)	57
6.2	KUNSTSTOFFPUTZE	58
6.3	ZUSAMMENFASSUNG.....	58
7	TRAGENDE STRUKTUR AUßEN- UND INNENBAUTEILE.....	61
7.1	INTRINSISCHES ALTERUNGSVERHALTEN	61
7.2	NATÜRLICHE EINFLUSSFAKTOREN (UMWELTEINFLÜSSE, INNENKLIMA, GEBRAUCH)	65
7.3	TECHNISCHE EINFLUSSFAKTOREN (PLANUNGSQUALITÄT, AUSFÜHRUNGSQUALITÄT, INSTANDHALTUNGSQUALITÄT)	65
7.4	SCHADENSBILDER.....	65
7.5	LANGZEITERFAHRUNGEN.....	65
7.6	ANNAHMEN ZUR LEBENSDAUER AUF BASIS DER LANGZEITERFAHRUNGEN	66
7.7	AUSWERTUNG DER NUTZUNGSDAUERKATALOGE	67

7.8	ZUSAMMENFASSUNG.....	80
8	BEKLEIDUNGEN AUßENWAND.....	83
8.1	FASERZEMENT.....	83
8.2	NATURSTEIN.....	84
8.3	STAHLBLECH.....	85
8.4	WEICHHOLZ.....	86
8.5	ZUSAMMENFASSUNG.....	87
9	DACHEINDECKUNGEN STEILDACH/PULTDACH.....	88
9.1	MATERIALIEN.....	88
9.2	SCHADENSbilder UND –URSACHEN.....	88
9.3	INSTANDHALTUNG.....	89
9.4	LANGZEITERFAHRUNGEN.....	90
9.5	ZUSAMMENFASSUNG.....	96
10	ABDICHTUNG.....	97
10.1	MATERIALIEN.....	97
10.2	DACHABDICHTUNGEN.....	97
10.3	ABDICHTUNG ERDBERÜHRTER BAUTEILE.....	99
10.4	LANGZEITERFAHRUNGEN.....	100
10.5	AUSWERTUNG DER NUTZUNGSDAUERKATALOGE.....	101
10.6	ZUSAMMENFASSUNG.....	105
11	UNTERKONSTRUKTION FASSADE.....	106
11.1	AUSWERTUNG NUTZUNGSDAUERKATALOGE.....	106
12	BEPLANKUNG INNEN.....	111
12.1	AUSWERTUNG NUTZUNGSDAUERKATALOGE.....	111
12.2	ZUSAMMENFASSUNG.....	113
13	ESTRICHE.....	115
13.1	GRUNDLAGEN.....	115
13.2	MATERIALIEN.....	116
13.3	SCHADENSbilder UND -URSACHEN.....	116
13.4	INSTANDHALTUNG.....	117
13.5	AUSWERTUNG DER NUTZUNGSDAUERKATALOGE.....	118
13.6	ANNAHMEN ZUR LEBENSDAUER AUF BASIS DER LANGZEITERFAHRUNGEN.....	122
13.7	ZUSAMMENFASSUNG.....	123
14	ERSTELLUNG EINES KATALOGS VON NUTZUNGSDAUERN.....	124
14.1	ZUSAMMENSTELLUNG DER KENNWERTE.....	131
15	ZUSAMMENFASSUNG.....	135
16	LITERATUR.....	139

16.1	NUTZUNGSDAUERKATALOGE:	139
16.2	WEITERE LITERATUR:.....	139
17	ANHANG BAUSTOFFKENNWERTE.....	144
17.1	PUTZE, -TRÄGER, MÖRTEL, ESTRICHE, BAUPLATTEN	144
17.2	MASSIVBAUSTOFFE, SCHÜTTUNGEN, SCHAMOTTE	147
17.3	BLECHE, METALLE	151
17.4	ABDICHTUNGEN, BESCHICHTUNGEN, FOLIEN	152
17.5	HOLZBAUSTOFFE	155
17.6	DÄMMSTOFFE	158
17.7	BELÄGE, FUßBODENMATERIALIEN, TEXTILIEN.....	161
17.8	FENSTER	162

1 Einleitung

1.1 Synopsis

Ziel dieses Arbeitspaketes ist eine aktualisierte und dokumentierte Zusammenstellung von Referenz-Nutzungsdauern für alle relevanten Baustoffe und Bauteile in typischen Einbausituation. Der Begriff technische Lebensdauer steht für die Lebensdauer eines Baustoffs bzw. Bauteils, die laut ISO 15686-1 als die Zeitspanne zwischen dem Einbau und dem Erreichen bzw. Überschreiten der Grenzanforderungen an die technischen Nutzungsvoraussetzungen definiert wird. Die technische Lebensdauer ist Ausgangspunkt für die Referenz-Nutzungsdauern, zusätzlich gehen noch wirtschaftliche, aber auch soziokulturelle Erwägungen und Entwicklungen ein. Die sich aus der Nutzungszeit ergebenden Instandhaltungszyklen innerhalb eines Betrachtungszeitraums sollen als Multiplikatoren in Ökobilanzen (z.B. OI3-Berechnung) Eingang finden.

1.2 Ziel und Zweck der Studie

Die Nutzungsdauer von Gebäuden, Bauteilen, funktionalen Einheiten und Baustoffen beeinflusst in hohem Maß die ökologische Gebäudequalität. Sie ist daher ein wichtiger Meilenstein in der ökologischen Lebenszyklusanalyse von Gebäuden.

Ziel des vorliegenden Arbeitspakets ist eine aktualisierte und dokumentierte Zusammenstellung von Referenz-Nutzungsdauern für alle relevanten Baustoffe und Bauteile in typischen Einbausituation sowie den sich daraus ergebenden Instandhaltungszyklen innerhalb eines definierten Betrachtungszeitraums.

Die sich aus der Nutzungsdauer ergebenden Instandhaltungszyklen innerhalb eines Betrachtungszeitraums sollen als Multiplikatoren in Ökobilanzen (z.B. OI3-Berechnung) und damit auch in ECOSOFT und Bauphysikprogramme, die OI3 berechnen können, sowie in die Wohnbauförderungen Eingang finden. Weiters sollen die neuen OI3-Berechnungen in Gebäudebewertungsprogramme wie klima:aktiv-Haus und Total Quality Building eingebunden werden.

Dafür sind Nutzungsdauern „in der Breite“ notwendig, d.h. ein konsistentes Set über alle Baustoffe, Bauteile und Bauweisen hinweg.

Zur Erreichung der Ziele wurden folgende Arbeitsschritte gesetzt:

- 1: Basisrecherche (Literaturerhebung Nutzungsdauerkataloge)
- 2: Erhebungsraster (Erstellung eines einheitlichen Rasters für die systematische Festlegung von Referenz-Nutzungsdauern)
- 3: Detailrecherche (Systematische Erhebung der Nutzungsdauern von Baustoffen)
- 4: Zusammenstellung von Referenz-Nutzungsdauern in Abhängigkeit von der Einbausituation
- 5: Identifikation des Innovationsbedarf

Aus den AP02 („Lebensdauer“) und AP10 („Katastrophen“) wurden keine Kennwerte vorgelegt, wie ursprünglich im Gesamtprojekt angedacht.

1.3 Methode

In der vorliegenden Arbeit wurde der Weg beschritten, auf Grund von statistischen Auswertungen, vertiefenden Analysen und übergeordneten Plausibilitätsüberlegungen zu belastbaren maximalen Nutzungsdauern zu kommen.

Im Detail wurde zur Erstellung des Nutzungsdauerkataloges wie folgt vorgegangen:

1. Auswahl von wesentlichen funktionalen Einheiten (i.e. Bauteilschichten und/oder Gebäudekomponenten, die bestimmte technische Funktionen zu erfüllen haben).
2. Auswertung der bestehenden Nutzungsdauerkataloge und Literaturquellen nach einem sorgfältig entwickelten, transparenten Algorithmus. Die Lebensdauer sollte über der höchsten durchschnittlichen Nutzungsdauer in den Quellen liegen. In Plausibilitätstests werden die Zielrichtung, die Methodik und die Konsistenz einzelner Quellen analysiert. Auch das Interesse der Autoren ist zu berücksichtigen:
3. Liegen stärkere Abweichungen in den Nutzungsdauerkatalogen vor bzw. ist keine Kongruenz zu erreichen, wird eine detaillierte Einzelerhebung durchgeführt. Dafür wurden die Normen der ISO-Reihe 15686 ff in einem Raster operationalisiert und damit transparent und nachvollziehbar die folgenden Einflussparameter auf die Lebensdauer recherchiert:
 - Intrinsische Alterung eines Materials: Unter welchen Bedingungen (physikalische, chemische, biologische, mechanische Randbedingungen) altert das Material auf welche Art (z.B. durch Weichmacheremission)? Ab welchem Zustand, durch welche Effekte ist mit einer Nichterfüllung der technischen Funktion zu rechnen?
 - Natürliche Einflussfaktoren: Damit werden die Einflüsse zusammengefasst, die von außen (Klima), innen (Nutzer etc.) und Gebrauch resultieren. Diese müssen als Randbedingung für Planung, Ausführung und Instandhaltung akzeptiert werden. Natürliche Einflussfaktoren gemäß ISO 15686-8: Umwelteinflüsse, Innenklima, Gebrauch. Als Fragestellung ist insbesondere die Wechselwirkung von Einflussfaktoren zu den intrinsischen wie zu den technischen Randbedingungen gefragt.
 - Technische Einflussfaktoren: Diese Einflussfaktoren sind bewusst durch Planer, Ausführende und Hausbetreuer steuerbar und sollten auf der Grundlage von natürlichen Einflussfaktoren und Wünschen/Anforderungen der NutzerInnen Baustoffe/Konstruktionen/Gebäude so ausgewählt werden, dass die Alterungseigenschaften der Baustoffe optimal den Funktionen (technisch, wirtschaftlich, ökologisch, kulturell) angepasst sind. Welche langfristige Wirkung haben die Einflussfaktoren auf das spezifische Material? Ist dieses geschützt (durch eine vorausschauende Planung beispielsweise)?
 - Schadensbilder: In welcher Form treten Schadensbilder an den untersuchten Baustoffen, Bauteilschichten, Konstruktionen und Gebäuden auf? Ist eine Instandsetzung möglich bzw. unter welchen Bedingungen ist ein Ersatz notwendig?
 - Langzeiterfahrungen: Existieren Langzeiterfahrungen zu Baustoffen, Konstruktionen, Komponenten?
 - Annahmen zur Lebensdauer auf Basis der Langzeiterfahrungen: Hierbei wird versucht, aus der Analyse quantitative Kennwerte für die Lebensdauer von Baustoffen und

Konstruktionen abzuleiten. In vielen Fällen können allerdings nur Mindest-Lebensdauern oder qualitative Zusammenhänge zwischen unterschiedliche Baustoffe und Einbaubedingungen.

4. In einer möglichst breit abgestützten Zusammenschau werden die einzelnen Informationen zu einer maximalen Nutzungsdauer (i.e. gute Planungs-, Ausführungs- und Instandhaltungsqualität) kondensiert
5. Die resultierenden Nutzungsdauern werden in Abhängigkeit von natürlichen und technischen Einflussfaktoren mit Abschlägen oder Zuschlägen bewertet.
6. Für eine bessere praktische Handhabbarkeit wird eine Einteilung in Nutzungsdauerklassen eingeführt. Diese werden allen Baustoffen, die derzeit in der baubook-Datenbank gelistet sind, zugeordnet.

Die angewandten Methoden sind: Desk Research (Literaturrecherche, Expertenbefragung), Ökobilanz, Sensitivitätsanalyse, systemische Wissensaufbereitung, Analogieschlüsse (von dokumentierten Baumaterialien auf nicht-dokumentierte).

2 Lebensdauer und Nutzungsdauer von Bauteilen

2.1 Definitionen

Die Lebensdauer wird laut ISO 15686-1 wie folgt definiert:

service life	period of time after installation during which a building or its parts meets or exceeds the performance requirements
reference service life	service life of a product/component/assembly/system which is known to be expected under a particular set, i.e., a reference set, of in-use conditions and which may form the basis of estimating the service life under other in-use conditions
predicted service life	service life predicted from recorded performance over time in accordance with the procedure described in ISO 15686-2
estimated service life	service life that a building or parts of a building would be expected to have in a set of specific in-use conditions, determined from reference service life data after taking into account any differences from the reference in use conditions

Die **Lebensdauer** (service life) ist also jener Zeitraum, der sich von der Errichtung eines Gebäudes oder eines seiner Teile bis zum Verlust der funktionalen Anforderungen dieser erstreckt.

Entscheidend ist daher in einem ersten Schritt die Festlegung der Funktion eines Gebäudes oder eines Bauteils oder einer Bauteilschicht oder eines Baustoffes. Für die in der Literatur oft genannte „technische Lebensdauer“ werden die Funktionen auf technische Anforderungen (bauphysikalische, statische etc.) eingeschränkt.

Ganz grob können die Einflussfaktoren der folgenden Grafik entnommen werden (siehe auch Kapitel Erhebungsraster)

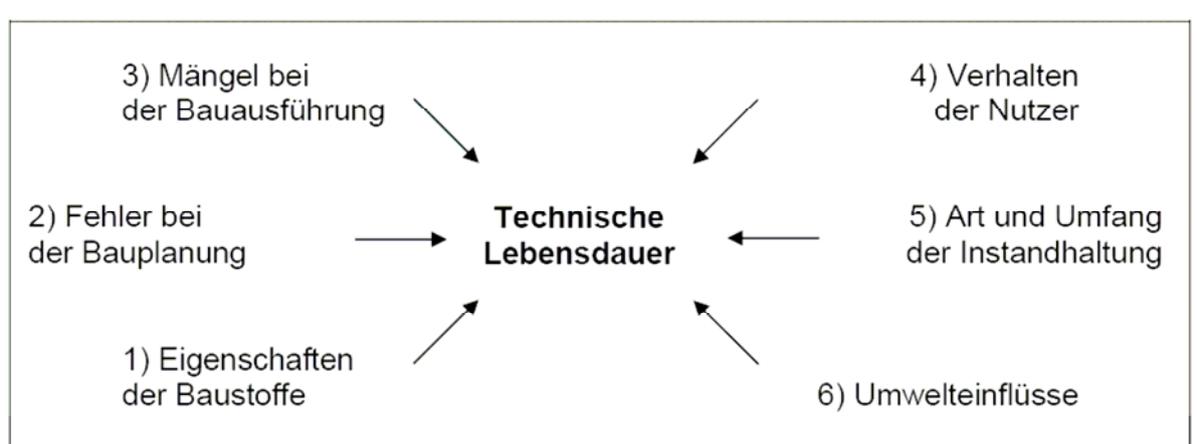


Abbildung 1: Einflussfaktoren auf die Technische Lebensdauer nach [Kalusche 2008?]

In diesem Projekt wird Lebensdauer synonym mit technischer Lebensdauer verwendet.

Die Referenz-Lebensdauer (reference service life) verknüpft die Lebensdauer mit einem Referenzsatz an Randbedingungen während der Nutzung.

Unter **Nutzungsdauer** ist die Zeitspanne vom Einbau bis zum Ersatz eines Bauteils oder Gebäudes zu verstehen, wobei diese möglicherweise ihre Funktion noch erfüllt, allerdings

- den wirtschaftlichen,
- den ästhetischen,
- den Komfort-,
- den Energiespar-,
- oder wohnhygienischen Ansprüchen des Nutzers nicht mehr entspricht,
- als nicht mehr „modern“ empfunden wird oder
- im Zuge eines Umbaus ausgetauscht wird.

Üblicherweise wird die Nutzungsdauer in den Quellen ausschließlich als wirtschaftliche Nutzungsdauer (auch Lebensdauer) bezeichnet, z.B.:

„Die **wirtschaftliche Nutzungsdauer** eines Gebäudes ist der Betrachtungszeitraum, welcher aus Sicht des Bauherrn vorab oder langfristig erforderlich ist, um eine Grundlage für eine Wirtschaftlichkeitsermittlung zu geben, die Erhaltung des Gebäudes zu planen, den Gebrauchswert des Gebäudes nachhaltig zu verbessern.“ [Kalusche 2008]

Die folgende Grafik gibt dazu einige Einflussfaktoren an:

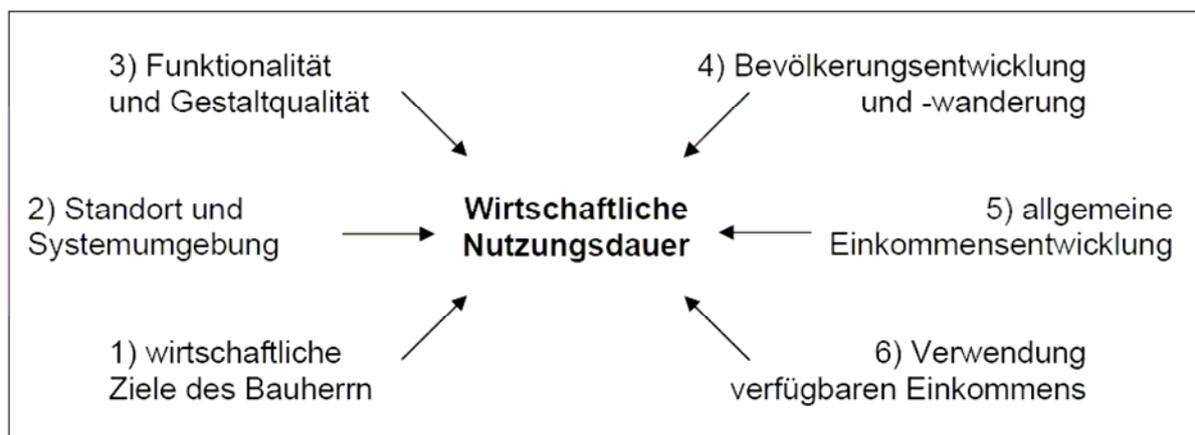


Abbildung 2: Einflussfaktoren auf die wirtschaftliche Nutzungsdauer nach [Kalusche 2008]

Neben wirtschaftlichen Kriterien spielen allerdings auch kulturelle und soziale Werte eine große Rolle in der tatsächlichen Nutzungsdauer von Gebäuden und Gebäudekomponenten. So ist auch derzeit der Fall, dass eine (sicherlich prosperierende) Gesellschaftsschicht in der Sanierung alte, durchaus noch funktionierende Gebäudekomponenten gegen „gesunde“ Baustoffe austauschen. Umgekehrt könnten „gesunde“ Baustoffe eine Nutzungsdauer erreichen, die eher die technische Lebensdauer ausschöpfen kann als andere.

Das in einzelnen Baustoffen noch vorhandene Potential kann im Prinzip noch in anderen Gebäuden zum Einsatz kommen, z.B. Wiederverwendung von Vollziegeln als Speicherwand. Damit kann sich die Nutzungsdauer (gegebenenfalls auch die technische Lebensdauer,

wenn sich die Umgebungsverhältnisse für einen Baustoff verbessern) deutlich verlängern. Voraussetzung ist die Möglichkeit eines zerstörungsfreien Ausbaus („Trennbarkeit“) des Baustoffes. In den meisten Abbrüchen von Gebäuden unterbleibt dies allerdings. Die Wiederverwendung wird daher ebenso wie eine werkstoffliche Weiterverwendung von Baustoffen in diesem Projekt nicht als Verlängerung der Nutzungsdauer interpretiert. Diese ist in anderer Form in Lebenszyklusanalysen zu berücksichtigen.

Die Kriterien für das Nutzungsende eines Gebäudes oder einer Gebäudekomponente vor dem Ende seiner technischen Funktionalität können sich beziehen auf

- Gebäude: Abbruch (im Idealfall Rückbau) des gesamten Gebäudes
- Gebäudeteile: beispielsweise Abtragen des letzten Stockes (Dach, Außen- und Innenmauern) und dann Aufstocken von oberen Geschossen
- Bauteile oder deren Teilen: z.B. Entkernen eines Gebäudes, Abbruch von Innenwänden zur Änderung des Grundrisses, Durchbrüche für Wohnungszusammenlegung
- Funktionale Einheiten: z.B. Estrich und Trittschalldämmung, wenn Installationen ausgetauscht werden müssen
- Bauteilschichten oder Baustoffe: z.B. Außenputz bei Abplatzen größerer Bereiche

Das Ende der technischen Lebensdauer einer Bauteilschicht kann den Ausbau und die Zerstörung anderer Bauteilschichten bedingen, deren technische Lebensdauer noch lange nicht erreicht ist.

Beispiel: Austausch von Heizungsrohren, die auf einer Rohdecke verlegt sind:

Liegen die Heizungsrohre in einer Schüttung, darauf Trittschalldämmung, Folie und Estrich, kann Estrich und Folie nicht schadensfrei ausgebaut werden, d.h. diese sind einer „Schicksalsgemeinschaft“ [BTE 2008] mit den darunter liegenden Schichten verbunden. Im Falle eines Doppelbodens wäre ein Austausch von Leitungen ohne Zerstörung des Estrichs möglich. Dieser Aspekt muss auf Bauteilebene behandelt werden.

Für eine ökologische Bewertung von Gebäuden ist schlussendlich die Nutzungsdauer von Bauteilen und anderen Gebäudekomponenten relevant, i.e. der Zeitraum bis zum tatsächlichen Ersatz der Bauteilschicht unabhängig von der Motivation des Austauschs. Die technische Lebensdauer stellt die maximal erreichbare Nutzungsdauer dar, d.h.

$$d_{\text{Nutz}} \leq d_{\text{Leben}}$$

Lebensdauerdaten basieren auf einer Vielfalt von Quellen: aus Praxisbeobachtungen, Feedbacks oder aus Messungen. Wenn solche Daten fehlen, kann die sogenannte Faktormethode angewandt werden. Gut dokumentierte Lebensdauerdaten sind dennoch nur in Ansätzen vorhanden.

2.2 Annahmen

Für die Ermittlung der Nutzungsdauer werden folgende Annahmen getroffen.

- Die Betrachtungszeitraum beträgt 100 Jahre gemäß prEN 15804¹.
- Die maximale Nutzungsdauer beträgt 100 Jahre.
- Mit Österreich vergleichbare Klimata und geotechnische Rahmenbedingungen
- Wartungsarbeiten (Instandhaltung und Instandsetzungsarbeiten) werden im notwendigen, wirtschaftlich vertretbaren Ausmaß durchgeführt
- Außergewöhnlicher Ereignisse (Wasserrohrbruch, Hochwasser, Erdbeben, Brand oder Umnutzung von Gebäuden) können im Rahmen des projektierten Umfangs nicht berücksichtigt werden.

1 Ausgabe: 2008-06-01: "der Zeitraum, in dem das Produktsystem mit seinen Inputs und Outputs betrachtet wird, ist 100 Jahre, angefangen bei dem Jahr, das die Datenaufnahme repräsentiert"

3 Basisrecherche

3.1 Vorhandene Kataloge

Zur Bestimmung allgemeiner Lebens- und Nutzungsdauern von Bauteilen wurden folgende Quellen betrachtet:

3.1.1 Nutzungsdauerkatalog baulicher Anlagen und Anlagenteile [SV Stmrk+Ktn 2006]

Das vom Hauptverband der allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Österreichs herausgegebene Werk bezieht sich rein auf praktische Erfahrungen, wobei neben der Dauer der „wirtschaftlich vertretbaren Nutzung“ auch die Abhängigkeit zwischen den einzelnen Bauteilen im Zusammenhang mit Kenntnissen von Erneuerungszyklen in der Praxis von Bedeutung ist.

Der Katalog beinhaltet qualitative, nicht begründete Angaben zu Nutzungsdauern von Bauteilen und Konstruktionen im Hoch-, Holz- und Tiefbau sowie der Haustechnik bis hin zu ganzen Gebäuden. Unter Nutzungsdauer verstehen die Autoren die „Zeitspanne von der Anschaffung eines Anlagengutes bis zum Ende seiner wirtschaftlich vertretbaren Nutzung.“

3.1.2 Lebensdauer der Baustoffe und Bauteile zur Harmonisierung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer im Wohnungsbau [IFB 2004]

Dieser Forschungsbericht des Fraunhoferinstituts für Bauforschung in Hannover beinhaltet Daten verschiedener Quellen, darunter dem Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken (IEMB) der TU Berlin, dem Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung des Landes Nordrhein-Westfalen (LBB), sowie Ergebnisse der Befragung mehrerer Wohnungsunternehmer in Deutschland.

Der Bericht unterscheidet zwischen technischer und wirtschaftlicher Lebensdauer:

„Die technische Lebensdauer ist insbesondere der Zeitraum für ein Bauteil oder eine Bauteilschicht bis zu dem Zeitpunkt, an dem die vorgesehene Funktion nicht mehr erfüllt werden kann, eine Bestandserhaltung nicht mehr möglich ist und, soweit sinnvoll, ein Ersatz geschaffen werden muss.“

„Die wirtschaftliche Lebensdauer für ein Bauteil ist der Zeitraum, in dem eine wirtschaftliche Nutzung ohne oder auch mit Instandhaltung und Instandsetzung im vorgesehenen finanziellen Rahmen möglich ist.“

„Die Nutzungsdauer wird hier bestimmt als der Zeitraum der geplanten Nutzung bei gleichbleibenden Ansprüchen und Wirtschaftlichkeit.“

Neben den Literaturwerten befindet sich noch eine zweite Tabelle mit Lebensdauern von Bauteilen im Bericht, nämlich das Resultat der Befragung von 18 Wohnungsunternehmen, die ihre Erfahrungen mitteilten.

3.1.3 Leitfaden Nachhaltiges Bauen [LNB 2001]

Dieser Leitfaden des Bundesministeriums für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen bezieht sich auf schon genannte Quellen (IEMB und LBB), als auch auf weitere, wie z.B. IPBau, Alterungsverhalten von Bauteilen und Unterhaltskosten, Bern, den Verein Deutscher Ingenieure, die Wertermittlungsrichtlinie Wert R 91, sowie Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten vom Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein.

Die Datentabelle im Leitfaden beinhaltet Lebensdauern diverser Konstruktionen, wie Außenwände, nichttragende Elemente, Anstriche, Fenster etc. aus jeweils unterschiedlichen Materialien. Die Lebenserwartungen sind in Abhängigkeit von Beanspruchung, Wartung und Ausführungsqualität mit von-bis-Werten angegeben und resultieren aus der bisherigen Erfahrung mit diesen Bauteilen. „Die tatsächliche Lebenserwartung weicht ggf. von den angegebenen Werten ab“. Eine Definition der angegebenen Lebensdauer wird nicht gegeben.

3.1.4 Alterungsverhalten von Bauteilen und Unterhaltskosten [IP Bau 1994]

Das Impulsprogramm Bau der ETH Zürich beschäftigt sich mit dem Alterungsverhalten von Bauteilen in Abhängigkeit ihres Zustands. Dabei beschränkt sich der Bericht auf die technische Alterung, d.h. „wenn ein Bauteil stark schadhaft und zudem nicht mehr instandgesetzt werden kann bzw. nicht mehr reparabel ist und dadurch auch seine Funktion nicht mehr erfüllen kann, dann hat er gemäß Definition seine Lebensdauer erreicht.“ Betrachtet wurden insgesamt 200 zwei- bis viergeschossige Mehrfamilienhäuser mit Miet- oder Eigentumswohnungen, die in der Zeit zwischen 1930 und 1993 erbaut wurden. In der Bewertung wurden modische und komfortbezogene Ansprüche nicht berücksichtigt, weil sie willkürlichen Kriterien unterliegen.

3.1.5 Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte [BTE 2008]

Zur Abgrenzung von technischer und wirtschaftlicher Lebensdauer:

„Die technische Lebensdauer muss mit der wirtschaftlichen Lebensdauer nicht übereinstimmen, im Gegenteil; meist liegen erhebliche Unterschiede vor. Als technische Lebensdauer ist der Zeitraum definiert, an welchem die Nutzbarkeit und die vorgesehene Funktion des Bauteils nicht mehr erfüllt werden kann und für eine Bestandserhaltung mehr aufzuwenden ist, als die Kosten zur Herstellung des Bauteils ausmachen. Die wirtschaftliche Lebensdauer hingegen ist in erheblichem Maße von wirtschaftlichen Randbedingungen und dem „Zeitgeist“ abhängig.“

„Die Tabellenwerte sollen Anhalt geben über mittlere übliche Nutzungsdauer in Deutschland“. Welche Lebensdauer dann tatsächlich verwendet wurde, ist nicht ganz klar.

3.1.6 Projektteil Lebensdauer und Instandhaltungszyklen [GFÖB 2004]

Methodisch sehr differenziert und gründlich gearbeitete Studie, die für einige Beispiele technische Lebensdauerdaten vorlegen kann. Die Methode entspricht (obwohl nicht direkt

zitiert) im Wesentlichen der in der Normreihe auch in Zwischenzeit vorgeschlagenen Methodik (z.B. [ISO 15686-8:2007])

3.1.7 Nachhaltiges Bauen [Nachhaltiges Bauen 2009]

Dieser Leitfaden wurde im Internet veröffentlicht und sollte nicht vor Sommer fertiggestellt werden. Er versteht sich als Erweiterung und Aktualisierung des Leitfadens nachhaltiges Bauen. „Die Nutzungsdauern werden in sog. Experten-, bzw. Erfahrungswerten angegeben. Die Bandbreite unterschiedlicher Bauteilausführungen, Einsatzort und Beanspruchungen wird durch die Angabe eines Minimal-, eines Maximal- und eines Durchschnittswerts berücksichtigt. ... Die Ermittlung der Nutzungsdauern wird zweistufig durchgeführt: 1. Berücksichtigung bereits vorhandener Expertenwerte. 2. Befragung von Experten“. Es werden bis dato nur die Kennwerte angegeben, eine Präzisierung der genannten Ausführungsstandards, Beanspruchungen wird nicht gegeben.

3.2 Auswertung

Die Analyse ergab, dass keine der verfügbaren Sammlungen uneingeschränkt für das vorliegende Projekt herangezogen werden können. Methodisch unterscheiden sich die Quellen kaum, da fast sämtliche Daten auf praktischen Erfahrungen und Beobachtungen von Sachverständigen beruhen, die ihr Fachwissen und ihre Erfahrungen („Gefühl“) darin ausdrücken. Die Mehrheit der analysierten Kataloge trifft keine Aussage, ob ein Wert eine Nutzungsdauer oder eine Lebensdauer darstellt, welche Einflussfaktoren berücksichtigt wurden usw.. Es gibt keinen Hinweis darauf, dass die von der ISO vorgeschlagene Methode zur Vorhersage von Lebensdauern unterschiedlicher Bauteile angewandt wurde. Die Kataloge stellen ein Gemisch von Kennzahlen unterschiedlicher Datengrundlagen und Methodiken dar – zudem ohne Berücksichtigung der Einbausituation (z.B. Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“, BM für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen 2004) oder fassen qualitative, nicht transparente Angaben von Sachverständigen zusammen (z.B. Nutzungsdauerkatalog, Landesverband Steiermark und Kärnten 2006 oder BTE 2008). Die angegebenen „Nutzungsdauern“ sind damit nicht nachvollziehbar und auch nicht hinterfragbar und vertiefbar (Ausnahme IP Bau 1994). Die verhältnismäßig gut dokumentierten Sammlungen wie IP Bau 1994 und GFÖB 2004 enthalten wiederum nur sehr wenige Baustoffe und Bauteilschichten.

Der Vergleich der unterschiedlichen Angaben zeigt, dass dennoch in Teilbereichen eine gute Übereinstimmung gegeben ist, für manche Baustoffgruppen die Zahlen teilweise aber auch sehr stark divergieren (z.B. beim Estrich). Für wesentliche funktionale Einheiten (i.e. Bauteilschichten, die gemeinsam eine oder mehrere technische Funktionen erfüllen, z.B. „Wärmedämmsystem verputzt“) wurden daher detaillierte Recherchen angestellt.

4 Grundlagen für die Erhebung und Bewertung von Lebens- und Nutzungsdauern

4.1 Grundlagen

Für die Erstellung eines Erhebungs- und/oder Bewertungsrasters kann auf die derzeitige Normungsreihe ISO 15686 ff oder auf explizit angegebene Methodiken in einschlägiger Literatur vorgegangen werden.

Die Einflussfaktoren auf die technische Lebensdauer werden beispielsweise in ISO 15686-2 wie folgt angegeben:

Mechanische Einflüsse	Schwerkraft
	Kräfte und aufgezwungene oder unterdrückte Deformationen
	kinetische Energie
	Schwingungen und Lärm
Elektromagnetische Einflüsse	Strahlung
	Elektrizität
	Magnetismus
Thermische Einflüsse	extremes Niveau oder schnell wechselnde Temperaturen
Chemische Einflüsse	Wasser und Lösemittel
	Oxidations- oder Desoxidationsmittel
	Säuren oder Basen
	Salze
	chemisch neutral
Biologische Einflüsse	Pflanzlich
	Mikroorganismen
	Tiere

Tabelle 1: Degradationsmechanismen, die die Lebensdauer von Gebäudekomponenten beeinflussen (Quelle: ISO 6241: 1984, Tabelle 4 zitiert nach ISO 15686-2)

In [GFÖB 2004] wird der Einfluss dieser physikalisch, chemisch und biologischen Kräfte auf die Lebensdauer von Materialien kompakt in den folgenden Gruppen zusammengefasst:

Risikoprofil	Einflussfaktoren auf Lebensdauer	Bespiele
	Feuchte	Frost, Kondensat
	Temperatur	Einsatzgrenzen, Schwankungen
	UV-Strahlung	Degradation
	Chemische Stabilität	Säuren/Basen, Salze, Lösemittel, Elektrochemische Korrosion, Bitumenverträglichkeit
	Oberfläche, mechanisch	Mechanische Druckbelastung, Schlagregen, Wind
	Gebäude/Konstruktion, mechanisch	Verkehr, Schneelasten
	Verformung	Gravitation, durchhängende Decken oder Balken
	Pflanzliche und mikrobielle Schädlinge	Pilze, Bakterien, Algen
	Tierische Schädlinge	Nager, Vögel, Insekten

Tabelle 2: Physikalische, chemische und biologische Einflussfaktoren auf die Lebensdauer von Materialien nach [GFÖB 2004]

Äußere Einflüsse an einem bestimmten Standort führen zu bestimmten Belastungen für Gebäude, Bauteil oder Bauteilschicht:

Profil	Belastungen	Einflussfaktoren auf Lebensdauer
■ ■ ■ ■ ■	Niederschlag, Kondensat	Feuchte
■ ■ ■ ■ ■	Witterung, Sonneneinstrahlung	Temperatur
■ ■ ■ ■ ■	Belichtung	UV-Strahlung
■ ■ ■ ■ ■	Chemikalien, Korrosion	Chemische Stabilität
■ ■ ■ ■ ■	Wind, Schlagregen	Oberfläche, mechanisch
■ ■ ■ ■ ■	Mechanische Druckbelastung	Gebäude/Konstruktion, mechanisch
■ ■ ■ ■ ■	Gravitation	Verformung
■ ■ ■ ■ ■	Aufkeimbedingungen	Pflanzliche und mikrobielle Schädlinge
■ ■ ■ ■ ■	Einnistbedingungen	Tierische Schädlinge

Tabelle 3: Äußere Einflüsse an einem Standort nach [GFÖB 2004]

Die Kombination führt zu einem qualitativ bewertbaren Schadenspotentials von Baustoffen / Konstruktionen / Gebäuden unter definierten Bedingungen.

In der ISO 15686 wird für die Ermittlung der Lebensdauer beispielsweise die Faktormethode vorgeschlagen:

	Faktor	Faktorkategorien
Inhärente Eigenschaften	A	Inhärentes Funktionalitätsniveau (z.B. bauphysikalisch Eigenschaften, Fehlertoleranz Bauteil, Schutz von Baustoffen durch Beschichtung, Imprägnierung)
	B	Planungsqualität (z.B. konstruktiver Holzschutz, Schlagregenschutz durch Dach oder Beschichtung)
	C	Ausführungsqualität (z.B. Ausführung luftdichte Hülle)
Umgebung	D	Einflüsse Innenraum (Innenraum-Klima, mechanische Beanspruchung)
	E	Einflüsse Außenraum (z.B. Klima, Erdreich, Erdbeben, Überschwemmung)
Gebrauchsqualitäten	F	Einflüsse Gebrauch (z.B. Gebäude an Gehsteig kann mechanische Belastungen durch Fußgänger erhöhen)
	G	Instandhaltungsniveau

Tabelle 4: ISO 15686-8:2007, Beispiele ergänzt durch Autoren

Die Struktur der Faktormethode wird in dieser Studie zur qualitativen Bewertung der vorhandenen Datenquellen sowie deren Ergänzung herangezogen.

4.2 Methodische Überlegungen in diesem Projekt

Die Vorgangsweise für die Ermittlung der maximalen Nutzungsdauer von Baustoffen in dieser Studie (Erhebungsraster) erfolgt in den folgenden Stufen:

0. Definition von wesentlichen funktionalen Einheiten, die jedenfalls beschrieben werden sollten

1. Intrinsische Alterung eines Materials

Unter welchen Bedingungen (physikalische, chemische, biologische, mechanische Randbedingungen) altert das Material auf welche Art (z.B. durch Weichmacheremission)? Ab welchem Zustand, durch welche Effekte ist mit einer Nichterfüllung der technischen Funktion zu rechnen?

2. Natürliche Einflussfaktoren

Damit werden die Einflüsse zusammengefasst, die von außen (Klima), innen (Nutzer etc.) und Gebrauch resultieren. Diese müssen als Randbedingung für Planung, Ausführung und Instandhaltung akzeptiert werden. Natürliche Einflussfaktoren gemäß ISO 15686-8: Umwelteinflüsse, Innenklima, Gebrauch. Als Fragestellung ist insbesondere die Wechselwirkung von Einflussfaktoren zu den intrinsischen wie zu den technischen Randbedingungen gefragt.

3. Technische Einflussfaktoren

Diese Einflussfaktoren sind bewusst durch Planer, Ausführende und Hausbetreuer steuerbar und sollten auf der Grundlage von natürlichen Einflussfaktoren und Wünschen/Anforderungen der NutzerInnen Baustoffe/Konstruktionen/Gebäude so ausgewählt werden, dass die Alterungseigenschaften der Baustoffe optimal den Funktionen (technisch, wirtschaftlich, ökologisch, kulturell) angepasst sind. In der ISO 15686-8: Planungsqualität, Ausführungsqualität, Instandhaltungsqualität. Welche langfristige Wirkung haben die Einflussfaktoren auf das spezifische Material? Ist dieses geschützt (durch eine vorausschauende Planung beispielsweise)?

4. Schadensbilder

In welcher Form treten Schadensbilder an den untersuchten Baustoffen, Bauteilschichten, Konstruktionen und Gebäuden auf? Ist eine Instandsetzung möglich bzw. unter welchen Bedingungen ist ein Ersatz notwendig?

5. Langzeiterfahrungen

Existieren Langzeiterfahrungen zu Baustoffen, Konstruktionen?

6. Annahmen zur Lebensdauer auf Basis der Langzeiterfahrungen

Hierbei wird versucht, aus der Analyse quantitative Kennwerte für die Lebensdauer von Baustoffen und Konstruktionen abzuleiten.

7. Auswertung Nutzungsdauerkataloge, Bestimmung der maximalen Nutzungsdauer

Die analysierten Nutzungsdauerkataloge werden bezüglich funktionaler Einheiten bzw. in sich auf Konsistenz geprüft. Weiters werden die folgenden Fragen behandelt:

- Werden Einflussfaktoren angegeben und wie wurden sie definiert?
- Gibt es eine nachvollziehbare Verbindung von diesen zu den angegebenen Nutzungs- oder Lebensdauern von Baustoffen, Bauteilen oder Gebäuden.

Die Auswertung erfolgt grafisch und quantitativ. Es wird die folgende Erhebungsmethodik und Auswertung in Anschlag gebracht:

Die maximale Nutzungsdauer entspricht der technischen Lebensdauer des Produkts.

Die technische Lebensdauer ist somit der Ausgangspunkt der Betrachtung zur Bestimmung der Nutzungsdauer von Baustoffen. Die Mehrheit der analysierten Kataloge trifft aber keine Aussagen, ob als Datenbasis Nutzungsdauer- oder Lebensdauern herangezogen wurden, welche Einflussfaktoren berücksichtigt wurden etc. In der vorliegenden Studie wurde daher versucht, auf Grund von folgenden Plausibilitätsüberlegungen aus den vorhandenen Katalogen einen Ausgangswert für die technische Lebensdauer abzuleiten²:

1. Die Lebensdauer sollte über der höchsten durchschnittlichen Nutzungsdauer in den Quellen liegen. Argumentation: Bei einer guten Planung, Ausführung und Instandhaltung wird jedenfalls die höchste durchschnittliche Nutzungsdauer erreicht. Diese berücksichtigt intrinsische Qualitäten der Baustoffe in Abhängigkeit von den natürlichen Einflüssen (siehe oben).
2. Liegt diese höchste durchschnittliche Nutzungsdauer 20% über der zweithöchsten, wird die maximale Nutzungsdauer auf eine Distanz von 20% über der 2. höchsten Nutzungsdauer reduziert.
3. Die Lebensdauer sollte unter dem niedrigsten Maximalwert für die Nutzungsdauer liegen. Argumentation: angegebene Maximalwerte sind natürlich im Konstruktionskontext zu diskutieren, da in allen Fällen, in denen nicht intrinsische Gründe für das Lebensdauerende vorliegen, eher wirtschaftliche Gründen vermutet werden können.
4. Die Lebensdauer sollte nicht zu weit entfernt vom Durchschnittswert (Median) der Nutzungsdauer liegen (immer unter der Randbedingungen gute Planung, Ausführung und Instandhaltung).
5. Die Lebensdauer sollte nicht zu weit vom Mindestwert entfernt liegen: Eine große Spanne in den Quellenangaben weist in meisten Fällen auf ungenaue bzw. auf stark divergierende Randbedingungen hin. Liegt der maximale Durchschnittswert um mehr als

² N.B.: Da die analysierten Quellen i.d.R. keine Unterscheidung zwischen Nutzungsdauer und Lebensdauer machen und zur Vereinfachung der Unterscheidung zwischen Quellen und Ausgangswert für die vorliegende Studie wird im Folgenden folgende Begrifflichkeit verwendet:

- Im Zusammenhang mit den Quellen der allgemeinere Begriff „Nutzungsdauer“
- Im Zusammenhang mit dem Ausgangswert für die Studie der Begriff „Lebensdauer“
wobei gilt: Lebensdauer = maximale Nutzungsdauer

das 3-fache über dem Mindestwert, wird der 3-fache Wert des Mindestwertes herangezogen.

6. Ein Plausibilitätstest im Vergleich zu anderen Baustoffen, die dieselbe Funktion erfüllen, ist jedenfalls durchzuführen (z.B. Beton, Ziegel, Leichtbeton, Holz-Außenwand)
7. Vergleiche mit ähnlichen Einsatzzwecken: z.B. statische Systeme in Außenwand und Innenwand (letztere hat keine Außeneinflüsse), Dächer Steil und Flach (anderes Diffusionsverhalten durch meist stärkere Dampfdiffusionsbremsen außenseitig), Dächer und Geschossdecken, Decken und Wände. Daraus kann auch die Konsistenz einzelner Quellen analysiert und bewertet werden.

Die Quellen sind von ihrer Zielrichtung, den Autoren und ihrer Methodik zu hinterfragen:

- Sachverständige sind geprägt von den begutachteten Schäden, haben allerdings meist wenig Wissen, wie oft die begutachteten Schäden auftreten.
- Forschungsinstitutionen möchten möglichst einfach handhabbare Kennwerte erheben, eigene Erfahrungen bilden meist eine untergeordnete Rolle.
- Versicherungen bieten statistisches Wissen zu Bauweisen, die in vielen Teilen heute nicht mehr ausgeführt werden.

Wenn stärkere Abweichungen vorhanden sind bzw. keine Kongruenz zu erreichen ist, ist eine detaillierte Untersuchung durchzuführen (z.B. Außenwand Holz weich bekleidet).

Vergleiche zu langjährig eingebauten vergleichbaren Baustoffen / Funktionseinheiten sind jedenfalls durchzuführen (Tramdecken, Schiffböden, Ziegel).

In einigen Fällen macht zudem ein quellenübergreifender Vergleich in ähnlichen Einsatzzwecken, z.B. Leichtbauweise in Außenwand und Steildach oder Innenwand und Geschossdecke Sinn, um die Konsistenz der Daten zu prüfen.

8. Zusammenschau

Wenn eine detaillierte Untersuchung und Erhebung der Nutzungsdauer sinnvoll erscheint, werden die Ergebnisse aus dieser Erhebung und der Auswertung der bestehenden Nutzungsdauerkatalogen miteinander konfrontiert und auf dieser Basis eine maximale Nutzungsdauer (= Lebensdauer) definiert.

Die Vorgangsweise zur Erstellung des Nutzungsdauerkataloges ist wie folgt festgelegt:

- Auswahl einer gut dokumentierten und schlüssigen Datenquelle
- Auswertung der bestehenden Nutzungsdauerkataloge nach obigem Algorithmus.
- Wenn kein eindeutiger Wert für die maximale Nutzungsdauer resultiert, dann wird eine detaillierte Einzelerhebung durchgeführt (Punkte 1-6 wie oben angegeben)
- In einer möglichst breit abgestützten Zusammenschau werden die einzelnen Informationen zu einer maximalen Nutzungsdauer (i.e. gute Planungs-, Ausführungs- und Instandhaltungsqualität) kondensiert
- Einteilung in Nutzungsdauerklassen
- Die resultierenden Nutzungsdauern werden in Abhängigkeit von natürlichen und technischen Einflussfaktoren mit Abschlägen bewertet, wo möglich.

4.3 Definition der wesentlichen funktionalen Einheiten

Wärmedämmung zw. Konstruktion	Vertikale oder horizontale Lage
Wärmedämmung schwimmend, Dämmschüttungen	Flachdach, Kellerdecke, erdberührter Fußboden
Wärmedämmung WDVS	
Trittschalldämmung	
Wärmedämmung erdberührt, Flachdach	
Wärme/Schalldämmung Vorsatzschalen, Ständerwände	
Tragende Struktur Außen- und Innenbauteile	z.B. Ziegel, Stahlbeton, Holzständer, Massivholz bekleidet oder nicht bekleidet
Dachdeckung, Flachdachabdichtung	z.B. Dachziegel und –steine, Faserzementplatten, Metalle, Abdichtungsmaterialien
Außenputz	Putz auf Mauerwerk, auch Vormauerung, auf WDVS
Bekleidung Außenwand hinterlüftet	Klinker, Faserzement, Holz, Aluminium, Glas, ..
Innenbekleidung inkl. Halterung, Ständerkonstruktion	Gipskartonplatten, Gipsfaserplatten, Innenputze, Metallständer, Federbügel
Estrich, Holzboden (Vollholz, Holzwerkstoffplatten) auf Polsterhölzer	Zementestrich, Trockenestrich
Dampfsperren	
Winddichte Folien, sekundäre wasserleitende Schicht	

Die Unterteilung erfolgt in der deutschsprachigen Literatur zumeist gemäß DIN 276.

5 Dämmstoffe

5.1 Materialien

Die Beschreibungen der Dämmstoffe basiert auf den Erkenntnissen und Ausführungen in (Mötzl und Zelger, 2006), (Passivhaus-Bauteilkatalog, 2008) und (Zwiener und Mötzl, 2006).

5.1.1 Intrinsisches Alterungsverhalten - Parameter

Folgende Probleme und Folgeerscheinungen können zu verringerter Dämmwirkung, zur Veränderung der technischen Eigenschaften wie Brandwiderstand) und bis zur Auflösung und zum Verfall von Dämmstoffen führen (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2000, Seite 19):

- Austausch von Zellgasen durch Diffusion
- Chemische Instabilität, z.B. Zerfall der Flammschutz oder Bindemittels
- Biologische Instabilität wie mikrobieller Abbau (Verrottung, Pilzbefall), Mäuse- oder Insektenfraß
- Mechanische Zerstörung, z.B. durch Druckbelastung oder Rissbildung
- Feuchtebeanspruchung

Der Austausch von Zellgasen durch Luft bei manchen Dämmstoffen (z.B. XPS-Platten, Vakuumdämmplatten) wird bereits im Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit berücksichtigt.

Chemische biologische und mechanische Beständigkeit unter normgerechten Rahmenbedingungen sind über Produktnormen und Zulassungen geregelt. In Produktnormen und Zulassungen werden konkrete Anforderungen an die biologische Resistenz (gegen Schimmel und tierische Schädlinge) und an die Alterungsbeständigkeit gestellt. Diffiziler stellt sich die Widerstandsfähigkeit gegenüber Mäuse- und Insektenfraß dar:

Wie Süß und Mittrach (1982) in Versuchen festgestellt haben, wird die Mehrzahl der auf den Markt befindlichen Dämmstoffen von Mäusen angegriffen. Folgende Dämmstoffe wurden untersucht: Holzwolle-Leichtbauplatten, EPS-Platten, XPS-Platten, Polyurethanplatten, Glasfaserplatten, Schaumglasplatten und geblähtes Perlite. Als einziger widerstandsfähiger Dämmstoff erwies sich Schaumglas, das nur zweimal minimal angenagt wurde. Ebenfalls gut abgeschnitten hat die Holzwolle-Leichtbauplatte, über längere Zeit stellt sie für Mäuse aber auch kein wirksames Hindernis dar. Auch Kaschierungen mit Alufolie oder dünnem Alublech werden nach kürzerer oder längerer Zeit zerstört. Diese Beobachtungen stimmen mit Berichten aus der DDR überein, demzufolge es bei starker Mäusebesiedlung eines Stalls innerhalb einiger Jahre zum völligen Abtrag des Dämmmaterials aus der Bauhülle kommen kann. Mäuse müssen daher vom Dämmstoff ferngehalten werden. Bereits bauseits sind Vorkehrungen zu treffen, die den Nagern den Zutritt zu den Dämmstoffen wirksam und dauerhaft verwehren (Schutzgitter, sorgfältige Verkleidungen, Einsatz von widerstandsfähigen Dämmstoffen an besonders gefährdeten Stellen).

In (Süß und Mittrach, 1982) wird außerdem von Polystyrolplatten, die durch den Mehlkäfer oder Getreideschimmelkäfer sowie deren Larven total zerlöchert wurden, berichtet.

5.1.2 Extrudierter Polystyrol-Hartschaumstoff (XPS)

5.1.2.1 Beschreibung

XPS wird in einem kontinuierlichen Extrusionsprozess aus Polystyrolgranulat (GPPS) unter Zugabe eines Treibmittels hergestellt. Nach dem Durchlaufen einer Kühlzone wird der Schaumstoffstrang in Platten und Blöcke zerteilt. Durch das Herstellungsverfahren entsteht eine homogene Schaumstruktur mit weitgehend geschlossenen Zellen (Merkel und Boy 1996).

Als Treibmittel werden fluorierte Treibhausgase (HFKW) oder CO₂ verwendet. Die früher eingesetzten Treibmittel FCKW und HFCKW sind wegen ihres hohen Ozonabbaupotenzials in Österreich verboten. Die gesetzlichen Regelungen in Österreich (BGBl. 447/2002) verbieten außerdem mit 1.1.2008 den Einsatz von HFKW, Ausnahme: bei XPS-Platten > 8 cm sind HFKW mit einem Treibhauspotential von weniger als 300 CO₂-Äquivalenten zugelassen (Zwiener und Mötzl, 2006).

Platten aus Extrudiertem Polystyrol (XPS) werden aufgrund ihrer Feuchteunempfindlichkeit vor allem für Perimeter- und Sockeldämmungen sowie für Umkehr- und Terrassendächer eingesetzt.

5.1.2.2 Langzeitverhalten

Polystyrol-Extruderschaumstoff ist gegenüber organischen Lösungsmitteln, Klebern, Anstrichstoffen, Trennmitteln auf ölhaltiger Basis, Teerprodukten, Fluxmitteln sowie konzentrierten Dämpfen dieser Stoffe empfindlich. Bei direktem Kontakt mit PVC-Folien können Weichmacher in den Dämmstoff wandern und diesen oberflächlich schädigen. Durch eine Zwischenlage aus verrottungsfestem Kunstfaservlies kann dies verhindert werden. XPS ist biologisch nicht abbaubar und laut ÖNORM 6053 beständig gegen Schimmelpilze. (Mötzl und Zelger, 2000)

Bei HFKW-geschäumten Platten findet im Laufe der Nutzungsdauer ein Gasaustausch statt, bei dem das Treibmittel durch Luft ersetzt wird. Dieser Effekt wird bei der Berechnung der Wärmeleitfähigkeit berücksichtigt. Das Treibmittel CO₂ entweicht dagegen relativ rasch nach der Herstellung und wird durch Luft als wärmedämmend wirksames Gas in den Zellen ersetzt (Merkel und Boy 1996).

Nach (Merkel und Boy, 1996) liegen die Messwerte der Wärmeleitfähigkeit an bis zu 25 Jahren alten, trockenen Dämmstoffplatten immer noch deutlich unter dem Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit. Spezielle Prüfungen der Feuchteaufnahme haben gezeigt, dass die Umstellung der Treibmitteltechnologie von HFKW- auf CO₂-Schäumung das feuchte-technische Langzeitverhalten des Dämmstoffes nicht verändert, so dass die bisherigen Erkenntnisse auch auf die neuen Platten übertragen werden können.

5.1.3 Schaumglasplatten

5.1.3.1 Beschreibung

Schaumglasplatten bestehen aus Glaspulver, das mit einem kohlenstoffhaltigen Blähmittel versehen und auf ca. 1000 °C erhitzt wird. Beim Oxidieren des Kohlenstoffs bilden sich Gasblasen, die in der abgekühlten Masse eingeschlossen werden. Nebenbestandteile der Gasfüllung sind Schwefelwasserstoffe aus dem Schwefelgehalt des Kohlenstoffes. (Zwiener und Mötzl 2006)

Die Hauptanwendungsgebiete von Schaumglasplatten liegen in der Außendämmung erdberührter Bauteile (Perimeterdämmung, Bodenplattendämmung, Flachdachdämmung) sowie allen druckbelasteten Anwendungen. Schaumglasplatten sind auch für den Einsatz unter extremen Bedingungen geeignet, wie z.B. mit Schutzmatten und Sickersteinen an Bahntrassen (extreme mechanische Einwirkungen oder Vibrationen). Infolge Dampfdichtheit sind sie auch für Innendämmungen ohne zusätzliche Dampfbremse geeignet.

5.1.3.2 Langzeitverhalten

Schaumglasplatten sind 100 % anorganisch, unverrottbar, resistent gegen Insekten und Nagetiere, beständig gegen Schimmel und Chemikalien und auch im Erdreich absolut fäulnisresistent (Mötzl und Zelger, 2000). „Dies bescheinigen Prüfzeugnisse z.B. der Bundesanstalt für Materialprüfung in Berlin (Prüfzeugnis 5.1/3113) und Institute für Agrartechnik" (Kunze, 2009). Schaumglasplatten sind wasser- und dampfdicht, druckfest und formstabil, bauphysikalisch stauch- und kriechfrei.

Gegen mechanische Beschädigungen in der Bauphase müssen – wie bei allen Dämmstoffen – Schutzmaßnahmen getroffen werden, z.B. wenn grobkantiges Verfüllgut vor einer Perimeterdämmung in die Baugrube eingebracht wird (Kunze, 2009)

Bei Beschädigung des Schaumglases können Teile der Gasfüllung freigesetzt werden (erkennbar am Geruch nach faulen Eiern). Der Dämmwert bleibt unverändert erhalten.

Aufgrund der Materialeigenschaften von Schaumglasplatten kann die zu erwartende Lebensdauer von Schaumglasplatten bei entsprechender Ausführung mit der Nutzungsdauer des Gebäudes gleich gesetzt werden.

5.1.4 Expandierter Polystyrol-Partikelschaumstoff (EPS)

5.1.4.1 Beschreibung

EPS setzt sich aus Polystyrol, dem Treibmittel Pentan, dem Brandschutzmittel Hexabromcyclododecan und Dibenzoylperoxid oder Dicumylperoxid als Initiator sowie kleinen Mengen PE-Wachsen, Paraffinen und Metallsalzen von Fettsäuren zusammen. Polystyrolgranulat entsteht durch Suspensions- oder Perlpolymerisation von Styrol. In Vorschäumgeräten werden die EPS-Perlen mit Wasserdampf bei ca. 100°C auf das 20–50-fache expandiert und kontinuierlich zu Platten oder diskontinuierlich zu Schalungssteinen geschäumt. (Zwiener und Mötzl, 2006).

EPS-Platten werden nach Produktarten und Einsatzbereichen unterschieden:

- EPS-W: je nach Druckfestigkeit geeignet als Wärmedämmung:
 - ohne besondere Belastung (EPS-W 15) als Kerndämmung, Innendämmung, Dachausbau
 - Wärmedämmung unter Belastung (EPS-W 20) unter Estrichen, Fußbodenheizung, im Flachdach oder Kühlraum
 - Wärmedämmung unter hoher Belastung (EPS-W 25) und unter höchster Belastung (EPS-W 30) unter begehbaren, befahrbaren und begrünten Flachdächern
- EPS-F: Fassadendämmplatte für Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme
- EPS-T: je nach Druckfestigkeit geeignet als:
 - Trittschalldämmung unter normaler Belastung (EPS-T 650) unter schwimmenden Estrichen
 - Trittschalldämmung unter hoher Belastung (EPS-T 1000) unter schwimmenden Estrichen
- EPS-P: Perimeterdämmplatten (Automatenplatten) für Wärmedämmung unter höchster Belastung (Güteschutzgemeinschaft Polystyrol-Hartschaum)

5.1.4.2 Langzeitverhalten

Expandierter Polystyrol-Partikelschaumstoff ist gegenüber organischen Lösemitteln wie Klebern, Anstrichstoffen, Trennmitteln auf ölhaltiger Basis, Teerprodukten, Fluxmitteln sowie konzentrierten Dämpfen dieser Stoffe empfindlich. Bei direktem Kontakt mit PVC-Folien können Weichmacher in den Dämmstoff wandern und Schaden anrichten. EPS und XPS sind biologisch nicht abbaubar (Mötzl und Zelger, 2000). Sie können Insekten und Nagetieren als Nistplatz, zur Ablage von Eiern oder zum Anlegen von Futtervorräten dienen. (Passivhaus-Bauteilkatalog, 2008)

Spechte können durch Klopfen an der Wärmedämmverbundfassade aus Polystyrol beachtliche Löcher in Außenputz und Polystyrol reißen. Der Putz um das Loch kann sich langfristig durch Witterungseinwirkung ablösen, der Wärmeschutz wird lokal verringert. (Hladek) nennt Ruhestörungen durch Windspiele mit beweglichen, blinkenden Teilen, auf Fensterflächen aufgeklebte Greifvogelsilhouetten oder in der direkten Umgebung aufgestellte Großvogelattrappen als wirksame Mittel zur Vertreibung von Spechten.

Die im Außenbereich üblicherweise eingesetzten Kunststoffputze verschmutzen im Vergleich zu mineralischen Außenputzen leichter (elektrostatische Anziehung von Staub- und Rußteilchen, Veralgung) und müssen daher häufiger erneuert werden. Durch den Einsatz mineralischer Dickputzsysteme wird dieses Problem vermieden. (Mötzl und Zelger, 2000)

5.1.5 Polyurethan-Hartschaumstoff

5.1.5.1 Beschreibung

Polyurethan-Hartschaumplatten werden durch Polyaddition von Diphenylmethan-diisocyanat (MDI) mit mehrwertigen Alkoholen (Polyolen) hergestellt. Das Reaktionsgemisch wird mit Phosphorsäureestern als Flammschutzmittel sowie weiteren Zusatzmitteln (Katalysatoren, Verarbeitungshilfen, Füllstoffe, Pigmente, Biozide etc.) und Pentan vermischt. (Zwiener und Mötzl 2006)

Die Platten werden entweder im Blockschaum- oder im Doppelband-Verfahren hergestellt. Bei letzterem wird das Gemisch zwischen zwei bewegten Transportbändern auf eine untere Deckschicht, z.B. Aluminiumfolie, Spezialpapier, Glas- oder Mineralvlies aufgebracht. Durch das Treibmittel Pentan schäumt die Masse auf und verklebt mit der oberen Deckschicht. Die Dicke der Platten wird durch den Abstand der Transportbänder zueinander bestimmt. Die Platten werden zunächst in Strängen beliebiger Länge gefertigt und erst abschließend mechanisch auf Maß gebracht. Im Gegensatz dazu wird das Rohstoffgemisch im Blockschaum-Verfahren bereits zu Beginn in eine Form gefüllt und nach dem Treibprozess nur noch konfektioniert.

Einsatzgebiete von PU-Hartschaumplatten sind:

- Auf-, Zwischen- und Untersparrendämmung,
- Außenwanddämmung unter Bekleidung oder Putz,
- Kern- und Innendämmung von Außenwänden,
- Dämmung im Holzrahmen- oder Holztafelbau sowie
- Perimeterdämmung,
- Flachdach- und Fußbodendämmung (IVPU)

5.1.5.2 Langzeitverhalten

Die Beständigkeit gegen Schimmelpilze ist gemäß ÖNORM materialbedingt in ausreichendem Maße gegeben. Polyurethan-Hartschaumstoff ist verträglich mit allen Baustoffen und beständig gegen alle in den praktischen Anwendungen vorkommenden Lösungsmitteln, die beispielsweise in Quellschweißmitteln, Klebern, bituminösen Anstrichen und Pasten, Holzschutzmitteln und Dichtungsmassen enthalten sind. Außerdem ist dieser Dämmstoff beständig gegen die in Abdichtungsfolien enthaltenen Weichmacher, gegen Kraftstoffe, Mineralöl, verdünnte Säuren und Alkalien, weiters gegen die Einwirkung von Abgasen und aggressiver Industriatmosphäre. (Mötzl und Zelger, 2000)

PU-Hartschaumplatten nehmen aufgrund ihres geschlossenzelligen Aufbaus auch bei lang anhaltender Lagerung unter Wasser nur wenig Feuchtigkeit auf. (Zwiener und Mötzl, 2006)

Küver (2004) beobachtete Schimmelpilzbefall auf der Deckschicht (im konkreten Fall aus Zellulose) bei übermäßigem Feuchteeintrag. Eine Verschlechterung der Dämmwirkung war nicht feststellbar.

5.1.6 Blähton

5.1.6.1 Beschreibung

Für die Herstellung von Blähtongranulat werden Tonkügelchen, gegebenenfalls unter Zugabe von Blähhilfsmitteln, im Drehrohrofen bei ca. 1250 °C gebrannt. Durch die hohen Temperaturen entwickeln sich aus den im Ton enthaltenen organischen Stoffen Gase, wodurch sich die Tonkügelchen aufblähen. Die Oberfläche der Tonkügelchen versintert beim Brennprozess.

Blähton wird als Ausgleichsschicht oder Wärmedämmschüttung sowie als Leichtzuschlag zu Mauersteinen oder Beton eingesetzt. (Zwiener und Mötzl, 2006)

5.1.6.2 Langzeitverhalten

Blähton ist frostbeständig, fäulnisresistent und durch seine keramischen Eigenschaften bissicher vor Mäusen und Ratten. Seine trockene und raue Oberfläche bietet keinen Wohnraum für Ungeziefer und aufgrund seiner losen kugeligen Form können Kleinnagetiere keine Tunnel herstellen. (Mötzl und Zelger, 2000)

5.1.7 Expandierte Perlite

5.1.7.1 Beschreibung

Perlite sind wasserhaltige, glasige Gesteine die durch Vulkantätigkeit mit Wasserkontakt entstehen. Für die Herstellung von Blähperlite wird Perlit kurzzeitig auf über 1.000 °C erhitzt, wodurch schlagartig das chemisch gebundene Wasser des Gesteins entweicht und das Rohmaterial auf das 15 bis 20fache seines Volumens expandiert wird. Sie werden je nach Anwendungszweck rein, mit Silikonen hydrophobiert oder mit Bitumen, Naturharzen o. ä. ummantelt, hergestellt.

Perlite finden in Form von expandierter Perlite (Blähperlite) Verwendung als Ausgleichs- oder Dämmschüttung in Wänden, Decken und Dächern. In Passivhäusern werden sie verstärkt als innenliegende Dämmung auf Bodenplatten eingesetzt. (Passivhaus-Bauteilkatalog, 2008)

5.1.7.2 Langzeitverhalten

Blähperlite sind unverrottbar, unbrennbar (Baustoffklasse A1) und weisen eine sehr gute Wasserbeständigkeit auf. Das anorganische Material ist außerdem resistent gegen Chemikalien, Ungeziefer, Nagetiere und Mikroorganismen. Da es sich um eine lose Schüttung handelt, können Ungeziefer und Nagetiere in expandierten Perliten weder Gänge noch Nester bauen. (Passivhaus-Bauteilkatalog, 2008)

5.1.8 Mineralwolle

5.1.8.1 Beschreibung

Zu den Mineralwolle-Dämmstoffen werden Glaswolle und Steinwolle gezählt. Sie unterscheiden sich vor allem durch die eingesetzten Rohstoffe.

Zur Herstellung von Glaswolle werden die Grundstoffe der Glaserzeugung – Quarzsand, Feldspat, Soda, Borsalze, Dolomit, Kalk, Natriumnitrat, Flussspat und Manganoxid – eingesetzt, wobei diese Primärrohstoffe zunehmend durch Altglas ersetzt werden. Zur Formstabilisierung wird Glaswolle üblicherweise mit 3–9 M.-% harnstoffmodifiziertem Phenol-Formaldehyd-Harz gebunden. Als Feuchteschutz werden Hydrophobierungsmittel auf Silikon- oder Mineralölbasis (ca. 1 M.-%) eingesetzt. Diese Öle binden gleichzeitig die Faserstäube. Die Rohstoffe werden gemischt und bei 1350 °C geschmolzen. Die Schmelze wird auf einer sich drehenden Spinnscheibe durch kleine Öffnungen am Scheibenrand gedrückt, nach außen geschleudert, von ringförmig angeordneten Gasbrennerdüsen nach unten abgeleitet und so zu 4–6 µm feinen Glasfäden gesponnen. Im nächsten Prozessschritt wird das Bindemittel auf die Fasern gesprüht. Das Bindemittel polymerisiert im Härteofen. (Passivhaus-Bauteilkatalog, 2008)

Steinwolle besteht aus zu Fasern aufbereiteten mineralischen Rohstoffen wie Diabas, Basalt, Dolomit, etc und wird zur Formstabilisierung üblicherweise mit Phenol-Formaldehyd-Harz gebunden. Zum Feuchteschutz werden zusätzliche Hydrophobierungsmittel auf Silikon- oder Mineralölbasis (ca. 1 M.-%) eingesetzt. Diese Öle binden gleichzeitig die Faserstäube. Die mineralischen Rohstoffe werden gemeinsam mit Koks, Recyclingwolle und geringen Mengen von Kalk im Kupolofen bei einer Temperatur von ca. 1500 °C geschmolzen. Die Schmelze fließt anschließend über schnell rotierende Scheiben, wird dadurch zerfasert und kühlt gleichzeitig ab. Die Wolle wird gesammelt und als Vlies gleichmäßig auf ein Fließband geschichtet. Walzen pressen die Wolle auf die gewünschte Dicke und Dichte. Die Steinwolle wird anschließend im Härteofen erhitzt, sodass das Bindemittel polymerisiert. (Passivhaus-Bauteilkatalog, 2008)

5.1.8.2 Langzeitverhalten

Mineralwolle-Dämmstoffe sollten unter möglichst trockenen Bedingungen eingebaut und dauerhaft konstruktiv gegen Feuchte geschützt werden, da sie dadurch unbrauchbar werden können. Mineralwolle ist laut ÖNORM B 6035 gegen Schimmelpilze materialbedingt in ausreichendem Maß beständig. Mineralwolle ist weitgehend alterungs- und formbeständig und beständig gegen Säuren und schwache Alkalien. (Mötzl und Zelger, 2000)

5.1.9 Flachsdämmstoffe

5.1.9.1 Beschreibung

Die Kurzfasern der Flachspflanze werden mit bis zu 18 M.-% Bikomponentenfasern aus Polyethen und Polyester gebunden oder mit Stärke verleimt. Als Flammschutzmittel werden ca. 10 M.-% Ammoniumpolyphosphate oder Borsalze zugegeben.

Im Flachs-anbau werden die üblichen Feldaufbereitungsarbeiten durchgeführt. Auf Dünger wird in der Regel verzichtet, weil Flachs sehr sensibel auf Nährstoff-Überangebot reagiert. Die Pflanzen werden mit Spezialmaschinen geerntet und in Schwaden zur Tauröste auf dem Feld abgelegt. Dabei verrotten unter Einfluss von Wärme und Feuchtigkeit die Pflanzenleime, die Holzteile und Faserbündel zusammenhalten. Der Röstflachs wird von den Fruchtkapseln befreit, gebrochen und in einer Turbine geschwungen, um die Holzteile vollständig zu entfernen. Anschließend werden die Fasern über ein Nagelbrett parallel ausgerichtet und dabei die Lang- und Kurzfasern getrennt. Die Kurzfasern werden in einer Kardiermaschine verarbeitet, danach schichtenweise mit Flammschutzmittel besprüht und die Vliese mit Stärke verleimt oder mit Bikomponentenfasern unter Hitzeeinwirkung verbunden. (Zwiener und Mötzl, 2006)

Flachsdämmstoffe werden vorwiegend zur Dämmung von Holzkonstruktionen (Steildachdämmung, Dämmung im Leichtelement, abgehängte Decke usw.) eingesetzt. Die Dämmplatten werden zwischen den Trägern eingeklemmt und gegebenenfalls mit Klammern (Tacker) oder Kleber am Holz befestigt, damit sie nicht abrutschen können.

5.1.9.2 Langzeitverhalten

Flachfasern bestehen zu 80 % aus Zellulose, der Rest sind Pektine und Spuren von Eiweißsubstanzen. Sie werden daher nicht von Keratin verdauenden Insekten wie Motten angegriffen. (Mötzl und Zelger, 2000)

Für Flachsdämmplatten mit Europäisch Technischer Zulassung muss die Resistenz gegen biologische Einwirkungen geprüft und in Bewertungsstufe 0 – kein Wachstum bei mikroskopischer Betrachtung erkennbar eingestuft werden.

5.1.10 Hanffaser-Dämmstoffe

5.1.10.1 Beschreibung

Die Kurzfasern oder Schäben aus Hanf werden mit ca. 15 M.-% Bikomponentenfasern aus Polyethen und Polyester gebunden. Die Bindung mit Stärkefasern funktioniert technisch, ist jedoch weniger verbreitet. Als Flammschutzmittel werden Ammoniumpolyphosphate oder Sodalösungen zugegeben.

Im Hanfanbau werden die üblichen Feldaufbereitungsarbeiten durchgeführt. Hanf gilt als Pflanze mit Beikraut unterdrückender Wirkung, daher ist der Einsatz von Pflanzenschutzmittel unter guten Bedingungen nicht notwendig. Die Fasern verbleiben nach der Ernte 10 bis 20 Tage am Feld zur Röste. Dabei verrotten unter Einfluss von Wärme und Feuchtigkeit die Pflanzenleime, welche die Holzteile und Faserbündel zusammenhalten. Im Werk wird das Hanfstroh in einer Hammermühle in die Bestandteile Hanffaser, Schäben und Staub getrennt und die Hanffaser mit Flammschutzmittel behandelt. Die Hanf- und Kunststofffasern werden gemischt und durch 2 Vliesbildner befördert. Sie durchwandern anschließend einen Thermobondierofen. Durch die Hitzeeinwirkung schmilzt der PE-Mantel der Kunststofffaser und verbindet so die Hanffasern. Der innere Polyester-Kern schmilzt nicht und gibt der Platte Festigkeit.

Hanfdämmstoffe werden vielseitig zu Wärmedämmzwecken, meist in Holzkonstruktionen als Steildachdämmung, Dämmung im Leichtelement oder in abgehängten Decken eingesetzt. Wärmedämmverbundsysteme mit Hanfdämmplatten werden ebenfalls hergestellt. (Passivhaus-Bauteilkatalog, 2008)

5.1.10.2 Langzeitverhalten

Hanfdämmstoffe sind widerstandsfähig gegen Fäulnis, Schimmelpilzbefall und Ungezieferwirkung. Die Resistenz gegen Insekten oder Nagetiere wird durch natürliche Bitterstoffe und Eiweißfreiheit erreicht. Hanffasern sind neben Kokosfasern die fäulnisbeständigsten Naturfasern [Hesch 96]. (Mötzl und Zelger, 2000)

Im Rahmen der Europäischen Technischen Zulassung, die einige Hersteller für ihre Hanfdämmplatten führen, werden die Produkte auf Resistenz gegen biologische Einwirkungen geprüft. Die Produkte der Firmen Hock und Steico sind den aktuellen Zulassungen zufolge in Bewertungsstufe 0 – kein Wachstum bei mikroskopischer Betrachtung erkennbar eingestuft. (Steico, 2007) (Hock, 2005)

5.1.11 Holzfaser-Dämmplatten

5.1.11.1 Beschreibung

Holzfaser-Dämmplatten werden aus Resthölzer der Sägeindustrie und Durchforstungshölzer (meist Fichte, Tanne und Kiefer) hergestellt. Bei der Herstellung unterscheidet man zwischen Nass- und Trockenverfahren.

Die im Nassverfahren hergestellten Platten enthalten neben den Hackschnitzeln zur Aktivierung des holzeigenen Harzes Lignin und als Brandschutzmittel 1–3 M.-% Aluminiumsulfat. Als Bindemittel dienen lediglich die holzeigenen Harze, die Hydrophobierung erfolgt mit Wachsemulsionen (max. 1 M.-%). Die Hackschnitzel werden mit Wasserdampf aufgeschlossen, gemahlen und mit Wasser und evtl. Zusatzstoffen vermengt. Das Produktionswassers wird mit Vakuumsaugern aus dem Faserstoff gesaugt. Dieser wird im Etagentrockner über mehrere Tage bei 120–190 °C von 40 % auf ca. 2 % Restfeuchte getrocknet. Dickere Platten werden aus dünneren Platten mit Weißleim geklebt (ca. 0,8 M.-%). (Passivhaus-Bauteilkatalog, 2008)

Im Trockenverfahren hergestellte Platten enthalten neben den im Refiner zu Fasern aufgeschlossenen Hackschnitzeln Polyurethanharze (4–6 M.-%) bzw. Bikomponenten-Kunststoff oder Stärkefasern (15–17 M.-%) als Bindemittel, Paraffine als Hydrophobierungsmittel und Ammoniumphosphate oder Borate als Flammschutzmittel. Schwere Platten können teilweise ohne zusätzliche Brandschutzmittel in Baustoffklasse B2 (normalentflammbar) eingestuft werden. Die Inhaltsstoffe werden miteinander vermischt und unter Druck und Hitze zu homogenen Platten gebunden.

Holzfaserdämmplatten werden für Wärme- und Schalldämmung in Boden-, Wand-, Decken- und Dachkonstruktionen sowie als Putzträger verwendet. Poröse Faserplatten sind üblicherweise dünner und schwerer als Holzfaserdämmplatten und werden z. B. für Trittschalldämmungen und als Unterdachplatten eingesetzt. Für wasserabweisende Unterdächer und Schutzschichten auf der Außenseite von Holzständerwänden werden mit Bitumen oder Naturlatex imprägnierte Platten hergestellt.

Holzfaserplatten haben eine hohe Wärmespeicherfähigkeit bei gleichzeitig guten Wärmedämmeigenschaften, sind diffusionsoffen und können winddicht eingebaut werden. (Passivhaus-Bauteilkatalog, 2008)

5.1.11.2 Langzeitverhalten

Wie bei anderen Holzwerkstoffen auch ist für die Haltbarkeit die Feuchtigkeitsbelastung bestimmend, in deren Folge Mikroorganismen oder Kleinlebewesen die Baustoffstruktur zerstören. Die Praxisbewährung beträgt laut Angaben der Fa. Pavafibres über 50 Jahre. (Mötzl und Zelger, 2000)

5.1.12 Kokosfaser-Dämmstoffe

5.1.12.1 Beschreibung

Die Hauptanbauggebiete von Kokospalmen liegen in Indien, Südostasiens, tropischen Teilen Afrikas, Mexiko und Brasilien (Holzmann, 2009). Dort werden unmittelbar nach der Ernte der Kokosnüsse (bis zu 4 mal im Jahr) die Fasern vom Kern getrennt und für etwa 6 bis 9 Monate einer Wasserröste in Meerwasser unterzogen, wobei sich alle fäulnisanfälligen Stoffanteile zersetzen. Nach dem Rösten werden die Fasern mit Wasser gespült und anhängende Gewebezellen durch händisches (mit Rundhölzern) oder maschinelles Ausklopfen (Decorticator) in der Regel in zwei Durchgängen gelöst. Danach werden die noch feuchten Fasern natürlich oder industriell getrocknet und anschließend die langen und dicken Fasern maschinell ausgekämmt und u.a. in Europa zur Herstellung von Dämmmatten verwendet.

Für die Herstellung von Kokosfaser-Dämmmatten werden die Fasern mit Brandschutzmitteln (Ammoniumphosphat, Borate oder Wasserglas) und ggf. Bindemitteln (Naturlatex oder Kunststoffdispersion auf Basis von Polyvinylalkohol) vermischt und anschließend in sich vernadelt.

Kokosfaser-Dämmstoffe werden zur Wärme- und Schalldämmung in Boden-, Wand-, Decken- und Dachkonstruktionen verwendet. Aufgrund ihrer guten Trittschallschutzeigenschaften werden sie vorwiegend als Trittschalldämmung eingesetzt. (Zwiener und Mötzl, 2006)

5.1.12.2 Langzeitverhalten

Kokosfaser zeichnen sich durch ihre Verrottungsbeständigkeit aus, die zum einen dadurch erreicht wird, dass sich die verrottbaren Bestandteile bereits beim Rösten der Kokossschale zersetzen. Für die hohe Beständigkeit gegenüber Mikroorganismen sind zum anderen die in den Fasern enthaltenen Gerbstoffe verantwortlich. (Mötzl und Zelger, 2000)

5.1.13 Korkdämmplatten

5.1.13.1 Beschreibung

Korkdämmplatten werden aus niedrig expandiertem Backkork (dunkler Kork) aus der Rinde der Korkeiche erzeugt. Die Hauptanbauggebiete für Korkeiche liegen in Portugal (ca. 51 %) und Spanien (ca. 28 %). Für die Produktion von Backkork werden die Äste der Korkeiche (Falca) oder Kork aus der ersten Ernte im Baumalter von 25–40 Jahren (Virges) verwendet. Vor der Weiterverarbeitung wird die Rinde zur Abtötung von Insekten in Wasser gekocht, wobei das Wasser mit einem Zusatzmittel zur Vernichtung von Pilzen versehen ist. Nach der

Trocknung wird der Kork zu Korkschrot gemahlen und mit Wasserdampf in Druckbehältern bei 350 – 380 °C expandiert (niedrig expandierter Backkork). Durch die Hitze werden die korkeigenen Harze aktiviert, die das Korkschrot zu Blöcken binden. Nach einer Ablüft- und Abkühlphase von ca. 14 Tage werden die Korkblöcke auf die gewünschten Plattenformate zugeschnitten.

Korkdämmplatten werden als Wärmedämmstoffe vor allem in Wärmedämmverbundsystemen eingesetzt. (Passivhaus-Bauteilkatalog, 2008)

5.1.13.2 Langzeitverhalten

Die Beständigkeit gegen Schimmel und Chemikalien ist gemäß ÖNORM B 6031 materialbedingt in ausreichendem Maße gegeben. Kork gilt bei Durchfeuchtung als verrottungs- und fäulnisfest. Bei länger einwirkender Nässe besteht jedoch die Gefahr von Schimmelpilzbildung. Korkplatten sollten daher trocken geliefert und vor dem Einbau vor länger einwirkender Nässe geschützt in belüfteten Räumen gelagert werden. (Mötzl und Zelger, 2000)

5.1.14 Schafwolle-Dämmstoffe

5.1.14.1 Beschreibung

Für Schafwolle-Dämmstoffe wird meist regional anfallende Schafwolle verwertet. Die Schafe werden ein- bis zweimal pro Jahr geschoren und so pro Schaf und Jahr ca. 7 kg Rohwolle gewonnen. Die Wolle wird zu Ballen komprimiert und der Wäscherei zugeführt, wo Verunreinigungen wie Wollfett, Schmutz und Schweiß mit Kernseife und Soda entfernt werden und üblicherweise auch ein Mottenschutzmittel aufgebracht wird.

Für die Dämmstoffherstellung wird die gewaschene und imprägnierte Wolle über einen Reißwolf geleitet, Knäuel entfernt, in einer Kardiermaschine entflochten und danach zu sehr feinen Vliesen verarbeitet. Die Vliese werden bis zur gewünschten Dicke übereinandergelegt und dann vernadelt. Die in der Kardiermaschine anfallende Feinwolle wird entstaubt und als Stopfwolle verwendet.

Schafwolle-Dämmstoffe werden in Form von Dämmmatten und -bahnen, Stopfwolle, Dichtzöpfen und -schnüren für die unterschiedlichsten Wärme- und Schallschutzzwecke eingesetzt. Mit PE-Folie oder Kraftpapier verstärkte Dämmfilze eignen sich als Trittschallschutzdämmung z. B. unter Parkettböden. (Zwiener und Mötzl, 2006)

5.1.14.2 Langzeitverhalten

Schafwolle dient Motten und anderen keratinverdauenden Insektenlarven als Nahrung. Erfahrungen der vergangenen Jahre zeigen, dass ein Schutz der Wolle unbedingt notwendig ist, um einen Mottenfraß zu vermeiden. Die Resistenz gegen biologische Einwirkungen ist daher auch für die Europäische Technische Zulassung nachzuweisen. Der Mottenschutz dient vor allem als Schutz vor dem Einbau. Bisher wurden Schafwolle-Dämmstoffe hauptsächlich mit Harnstoffderivaten als Mottenschutz ausgerüstet. Es befindet sich außerdem ein mit Borsalz (dient bei leichten Produkten auch als Flammschutzmittel) und Naturkautschuk imprägniertes Produkte auf dem Markt. Des Weiteren wurde auch der

Einsatz eines anorganischer Mottenschutzmittel im Schafwolle-Dämmstoff erfolgreich getestet. (Zwiener und Mötzl, 2006)

Das Einwandern von keratinverdauenden Insektenlarven in die Schafwolldämmung im eingebauten Zustand ist konstruktiv, z. B. durch Insektengitter oder bei Passivhäusern durch die wind- und luftdichte Gebäudehülle zu verhindern. (Passivhaus-Bauteilkatalog, 2008)

5.1.15 Zellulosefaserflocken und -platten

5.1.15.1 Beschreibung

Zellulosefaserflocken werden aus Rohzellulose (Holz) oder aus Altpapier hergestellt. Als Brandschutz werden Borverbindungen (Borax und Borsäure) oder Ammoniumpolyphosphate oder -sulfate (ca. 14–20 M.-%) zugegeben. Bei der Herstellung von Zellulosefaserflocken aus Altpapier wird das Papier in einem mehrstufigen Zerreiß- und Mahlverfahren zerfasert und trocken mit dem Brandschutzmittel vermengt, wobei die flockenartige Struktur der Fasern erhalten bleibt. Danach wird die Mischung entstaubt und verpackt.

Zellulosefaserflocken werden pneumatisch in die Konstruktion eingebracht. Man unterscheidet folgende Verarbeitungsverfahren:

- Aufblasen z.B. bei offenen Fußböden zwischen Polsterhölzer oder auf offene Geschossdecken
- Einblasen in Hohlräume in Dach, Wand oder Decke, wobei sich die Fasern zu einer passgenauen, setzungssicheren und fugenfreien Dämmmatte verfilzen
- Aufspritzen im vertikalen Bereich offener Konstruktionen wie Ständerwand oder Vorsatzschale, wobei die Zellulosefasern mit Wasser befeuchtet oder auch mit Kleber versetzt werden
- Loses Schütten z. B. als Bodendämmung zwischen Polsterhölzern

Die Verarbeitung wird in der Regel von Spezialfirmen durch geschulte Fachkräfte durchgeführt, die eine setzungssichere Verdichtung in der Konstruktion gewährleistet. (Zwiener und Mötzl, 2006)

Bei der Herstellung von Zellulosefaserplatten werden Altpapierfasern mit einem Flammenschutzmittel (Borverbindungen oder Ammoniumpolyphosphate/-sulfate) und mit Bikomponenten-Kunststoff- oder Stärkefasern vermischt. Die Rohstoffmischung wird anschließend zu Platten verpresst, die anschließend kurz erhitzt werden, sodass sich die Kunststoff- oder Stärkefasern dauerhaft mit den Papierfasern verbinden.

Zellulosedämmplatten werden als Zwischensparrendämmung in Steildächern, als Hohlraumdämpfung in Ständerwänden und als Wärmedämmung in Holzständerwänden eingesetzt. (Zwiener und Mötzl, 2006)

5.1.15.2 Langzeitverhalten

Die Beständigkeit des Hohlraumvolumens ist die wesentliche Voraussetzung für eine hohe Lebensdauer der eingeblasenen Wärmedämmung.

Die AutorInnen konnten keine Angaben zur Beständigkeit von Zellulosefaserdämmplatten finden. Es ist allerdings zu vermuten, dass die Beständigkeit von Zelluloseplatten wegen der ähnlichen Zusammensetzung weitgehend derjenigen von Zellulosefaserflocken entspricht.

5.2 Einige grundsätzliche Anmerkungen zur Behandlung von Dämmstoffen in Nutzungsdauerkatalogen

Nicht erst seit Erscheinen des IBO-Passivhausbauteilkatalogs ist die herausragende Bedeutung der Wärmedämmstoffe für die ökologische Bewertung von Bauteilen und Gebäuden bekannt. Durch die Berücksichtigung von Nutzungsdauern wird zudem das „ökologische“ Gewicht von Dämmstoffen gegenüber der Tragstruktur deutlich erhöht.

5.3 Dämmstoffe im Wärmedämmverbundsystem

Umfassende Arbeiten zum Alterungsbeständigkeit und zur Lebensdauer von Wärmedämmverbundsystemen wurden vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik geleistet. In (Künzel et al, 2006) wird ein Resümee der bisherigen Untersuchungen gezogen. Auf diesen Artikel beruht in Wesentlichen vorliegendes Kapitel.

5.3.1 Grundlagen

Die Lebensdauer von Fassadensystemen wird vor allem stark von den hygrothermischen Bedingungen wie Witterung, Temperatur, Strahlung, Luftfeuchte und sonstige äußere oder innere Feuchtequellen wie z.B. Schlagregen, Baufeuchte oder Oberflächenbetauung auf Außenwänden beeinflusst. Bei Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) ist insbesondere der Oberflächentemperaturwechsel und die Tauwasserbildung stärker ausgeprägt als bei den meisten anderen Fassadenkonstruktionen.

Darüber hinaus ist die Lebensdauer eines WDVS in hohem Maße von einer einwandfreien Ausführung abhängig, unter anderem reduzieren Luftspalten den Wärmeschutz und können Algen- und Schimmelpilzbildung verursachen. Außerdem kann eine fehlende oder zu dünne Armierungsschicht zu Rissbildungen führen (Passivhaus-Bauteilkatalog, 2008). Um solche Ausführungsmängel möglichst zu vermeiden, sind Wärmedämmverbundsysteme durch Fachbetriebe entsprechend den Verarbeitungsvorschriften auszuführen. Es sollten ausschließlich Systemkomponenten und Materialien eingesetzt werden, die ein Systemanbieter freigegeben hat.

Von besonderer Bedeutung für die Dauerhaftigkeit ist die Verträglichkeit des Systems gegenüber übermäßigem Feuchteeintrag. Neben konstruktiven Maßnahmen wie Vordächern bestimmt der Wasseraufnahmekoeffizient w und die Rissfreiheit die Qualität des Feuchteschutzes einer Außenwand. Für ein optimales Feuchteverhalten der Wand ist zudem ein niedriger Wasserdampfdiffusionswiderstand der Putzschicht verantwortlich.

5.3.2 Materialien

In Wärmedämmverbundsystemen können folgende Dämmstoffe eingesetzt werden:

- EPS-Fassadendämmplatten

- Mineralwolle-Dämmplatten
- Mineralschaumplatten
- Schaumglasplatten
- Korkdämmplatten
- Holzfaser-Dämmplatten
- Hanfdämmplatten

Die meisten Untersuchungen liegen für Wärmedämmverbundsystemen mit EPS-Fassadendämmplatten vor, auch an WDVS mit Mineralwolle-Dämmplatten wurden Untersuchungen durchgeführt. Für anderen Dämmmaterialien, die eine Zulassung für die Anwendung im WDVS haben, wird von einem vergleichbaren Verhalten ausgegangen.

5.3.3 Schadensbilder

Typische Schadensbilder an Wärmedämmverbundsystemen sind Putzrisse auf Grund von starken Temperaturänderungen durch Sonneneinstrahlung. Kleinere Risse bedeuten kaum eine Gefährdung der Systemdauerhaftigkeit, in größere kann insbesondere in Westlagen Regenwasser eindringen (Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel, 1998). Ein Sonnenschutz z.B. durch Dachüberstände ist der wirkungsvollste Schutz gegen Sonneneinstrahlung.

Im Erdgeschoßbereich sind häufig Oberflächenbeschädigungen durch mechanische Beanspruchung (Abstellen von Fahrrädern, PKW-Anstoß, Einkaufswagen, etc.) festzustellen (Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel, 1998). Gemäß Passivhaus-Bauteilkatalog (2008) verringern Dickputzsysteme die Schädigung von Putz und Dämmstoffen durch mechanische Einwirkung.

Optische Mängel sind sich abzeichnende Dämmplatten, Putzrisse über Dämmplattenfugen, Putzaufwölbungen und Farbaufwölbungen. Bei großflächiger Applikation können bei Schlaglicht Putzunebenheiten oder Gewebeüberlappungen erkennbar werden. (Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel, 1998).

Sedlbauer und Krus (2001) berichten von Schimmelpilzbildung auf WDVS mit EPS im Bereich der Plattenstöße. Im konkreten Fall waren die Platten nicht exakt auf Stoß verlegt – es war ein Plattenabstand von 3 mm messbar –, so dass sich im Zusammenhang mit den Umgebungsbedingungen eine starke Befeuchtung durch Diffusion einstellte, welche zur Bildung von Schimmelpilzen im Stoßkreuz der Platten führte. Auf eine lückenfreie Verlegung der EPS-Platten ist daher unbedingt zu achten.

Durch die Wärmedämmverbundfassade tritt ein Phänomen auf, das früher in diesem Ausmaß unbekannt war: Algen- und Pilzbewuchs auf der Fassade. Die gute Dämmung der Gebäudefassade verhindert den Durchfluss der Raumwärme, die Oberflächentemperaturen auf den Fassaden liegen dadurch deutlich niedriger als bei ungedämmten Außenwänden. Durch die niedrigeren Temperaturen ist die Kondensatperiode länger, es fällt mehr Tauwasser auf der Fassadenoberfläche an, was wiederum Algen- und Schimmelwachstum begünstigt. Die Farben- und Putz-Industrie begegnet diesem Phänomen mit dem massiven Einsatz von Bioziden, welche die Algen und Pilze abtöten sollen (Algizide und Fungizide). Damit diese Mittel wirken können (d.h. durch die Mikroorganismen auch aufgenommen werden können), müssen sie wasserlöslich sein. Die Folgen:

1. Der Schutz ist nach 18 Monaten bis zwei Jahren ausgewaschen. Das Algen- und Pilzwachstum wird daher bei anfälligen Fassaden nur verzögert.
2. Durch die Auswaschung gelangen die Biozide in die Umwelt.

Der beste und umweltfreundlichste Schutz vor Algenbefall sind daher konstruktive Maßnahmen wie Dachüberstände. Biozidanstriche oder -zusätze haben nur verzögernde Wirkung (Erfurth, 2008).

Ein häufiges Schadensbild auf WDVS sind Spechtlöcher. Hinsichtlich der Gefährdung durch Spechte schlagen Pommer und Pöhn (2006) vor, in den Eckbereichen ähnlich den Brandschutzriegeln Mineralwollestreifen einzusetzen. Die Freigabe durch den Systemhalter des WDVS ist Voraussetzung.

5.3.4 Instandhaltung

Der Ersatz von Bauteilschichten kann im Fall von WDVS-Systemen wie folgt eingeteilt werden:

- Erneuerung des Anstrichs bzw. der Endbeschichtung
- Erneuerung des Außenputzsystem: Kleber, Armierung, Endbeschichtung
- Austausch der Wärmedämmung inkl. Verbindungsmittel: Dämmstoff, Dübel, Kleber Dämmstoff zu Wand, ev. Kleber zwischen Platten.

5.3.5 Langzeiterfahrungen

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik hat in jeweils längeren Zeitabständen mehrgeschossige, größere Gebäude mit WDVS begutachtet und bezüglich Alterungsverhalten kritisch bewertet. Die Inspektionen begannen 1975 mit insgesamt 93 Bauten in Deutschland, Österreich und der Schweiz, 1983 wiederholten sie die Besichtigung an 87 Gebäuden, 1995 und 2004 folgten weitere Kontrolluntersuchungen an einer ausgewählten Zahl größerer Gebäude. 1989 wurden entsprechende Ermittlungen auch an WDVS mit mineralischen Dämmstoffen durchgeführt (Künzel et al, 2006). Die Ergebnisse im Überblick:

- Bei der ersten Überprüfung 1975 wiesen die Hälfte der Gebäude geringe bis größere Mängel auf. Die meisten festgestellten Mängel waren nicht systembedingt, sondern auf mangelhafte Ausführung zurückzuführen. Bei der letzten Überprüfung Ende 2004 waren alle Gebäude „ohne Mängel“ befunden worden. Einige Objekte wiesen zu diesem Zeitpunkt bereits Standzeiten von bis zu 35 Jahren auf. Die zwischenzeitlich stattgefundenen Renovierungen bestanden im Wesentlichen in Neuanstrichen, in einem Fall wurde eine zusätzliche Dämmschicht aufgebracht. Der Zustand der Fassaden hat sich somit im Laufe der Zeit verbessert.
- Das Fraunhofer-Institut stellte außerdem häufig „in unmittelbarer Nachbarschaft der überprüften Objekte „konventionell ausgeführte Gebäude mit Putzschäden“ fest, die auf Formänderungen des Mauerwerks zurückzuführen waren. Es schließt daraus, dass "infolge der „Entkopplung“ zwischen Mauerwerk und Putz durch den schubweichen Dämmstoff“ WDVS gut geeignet sind, solche Schäden zu vermeiden. Beschädigungen

infolge mechanischer Oberflächenbeanspruchung fallen demgegenüber nicht ins Gewicht.

- Ein generelles Auftreten von Algenbewuchs wegen Beregnung und nächtlicher Tauwasserbildung war nicht gegeben. In einigen Fällen war ein deutlicher Algenbefall feststellbar, in anderen hingegen überwog der Säuberungseffekt durch die Beregnung. Als wichtig erkannt wurde eine geeignete Regenwasserabführung an der Fassade zur Vermeidung von örtlich konzentrierten Wasserläufen.

5.3.6 Annahmen zur Lebensdauer auf Basis der Langzeiterfahrungen

Anstrich: Aus ihren Langzeitbeobachtungen von Objekten mit Wärmedämmverbundsystemen schließen (Künzel et al, 2006), dass bei den überprüften Objekten der erste Renovierungsanstrich zum Teil der Korrektur aufgetretener „Anfangsmängel“ diene, dass somit erst der Zeitabstand zum zweiten Anstrich Auskunft über die Wartungshäufigkeit zur Erhaltung der gewünschten Fassadenansicht gibt. Daraus ergibt sich im Mittel eine Zeitspanne von rund 20 Jahren für die Renovierungshäufigkeit der überprüften WDVS. Dies liegt im Bereich der oberen Grenzwerte für die Renovierung von Fassadenanstrichen und Kunstharzputzen allgemein auf Grund einer früher durchgeführten Ermittlung (nach Künzel, 1980).

Putze: Selbst wenn neu entwickelte Kunstharzputze eine gegenüber den zuvor genannten Zahlen deutlich längere Lebensdauer aufweisen, wird häufig eine zumindest optische Renovierung notwendig, da schon nach kurzer Zeit die Putzoberflächen der kunststoffmodifizierten Oberputze an nord- und ostorientierten Fassaden zur Veralgung und Grünbildung neigen. Dies kann auch eine Ausrüstung der Systeme mit Bioziden nicht dauerhaft ausschließen (Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel, 1998). Eine Renovierung (Instandsetzung) betrifft in den meisten Fällen den Anstrich, der nach Reinigung der Fassade aufgebracht wird. Die Rauigkeit der Putzoberfläche beeinflusst ebenfalls das Maß der Veralgung. Die Wirksamkeit von Spezialputzen, die speziell für eine deutliche Verlangsamung der Veralgung entwickelt wurden (Nanoputze, Putze, die den „Lotuseffekt“ anwenden), ist bislang noch nicht bewiesen.

Art der Außenschicht	Zeitdauer bis zur Renovierung [a]	
	Grenzwerte	Mittelwert
Mineralischer Außenputz	15–50	35
Fassadenanstriche	5–20	10
Kunstharzputz auf Mauerwerk oder Dämmschicht	10–25	18
Faserzement-Bekleidungsmatten	10–30	20

Tabelle 5: Anhaltswerte über die Zeitdauer bis zu einer Überprüfung bzw. Renovierung von regenschützenden Außenschichten bei Fassaden nach einer Befragung von Bausachverständigen und Baufachleuten nach (Künzel, 1980)

In Anbetracht der Inspektionsergebnisse nach (Künzel et al, 2006) sind die Kennwerte in der Tabelle eher niedrig angesetzt, insbesondere die unteren Grenzwerte erscheinen nur für den Fassadenanstrich realistisch.

Wärmedämmschicht: Aus den Langzeitbeobachtungen ist bekannt, dass beschädigte oder abgelöste Dämmplatten nachträglich ausgetauscht werden müssen. Die Dämmplatten selbst hatten allerdings ihre Lebensdauer noch lange nicht erreicht und hätten, wäre das System schadensfrei geblieben, ihre Funktion weiterhin erfüllt. (Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel, 1998)

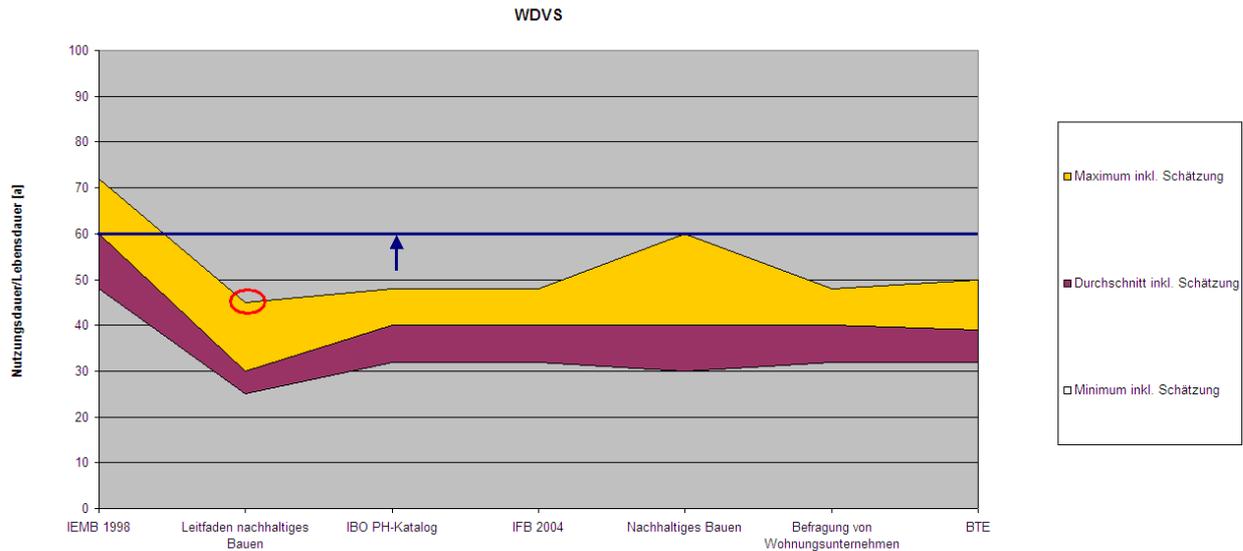
Ein weiterer Grund für den Ersatz des Außenputzes oder der Dämmschicht (bzw. dessen Neuherstellung) liegt in dem Bedürfnis der Nutzer, den Wärmeschutzstandard aktuellen Erfordernissen anzupassen (Meist auch großzügig unterstützt von der öffentlichen Hand), obwohl die technische Lebensdauer des Putzes noch lange nicht erreicht wurde. Das alte WDVS kann dabei bestehen bleiben, in vielen Fällen wird allerdings das alte System oder zumindest der Außenputz entfernt (wenn das alte System nicht beklebbar oder bauphysikalisch problematisch ist).

Gesamtsystem: Die Langzeitbeobachtungen des Fraunhofer-Instituts haben gezeigt, dass mit Wärmedämmverbundsystemen keine erhöhte Schadensanfälligkeit verbunden ist. "Abgesehen von einigen optischen Mängeln ist das Langzeitverhalten von WDVS als sehr positiv zu bewerten. Bei regelmäßiger Wartung entspricht die Lebensdauer von WDVS der von herkömmlich verputzten Außenwänden." (Künzel et al, 2006)

„Die Lebenserwartung von WDVS ist mit Sicherheit größer als der Zeitraum seit Beginn ihres Einsatzes, da viele der alten Systeme noch ihren Dienst tun. Die Annahme einer mittleren Lebensdauer von 30 Jahren im Leitfaden für nachhaltiges Bauen des BMVBW ist vor diesem Hintergrund sicher etwas zu pessimistisch.“ Eine prognostizierte Lebensdauer von 60 Jahre erscheint aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse bei regelmäßiger Wartung der Fassade durchaus realistisch. (Künzel et al, 2006)

5.3.7 Auswertung der Nutzungsdauerkataloge

Für Wärmedämmverbundsysteme werden in den Nutzungsdauerkatalogen die folgenden Kennwerte angegeben:



	Min	Max	Median
Minimum	25	32	30
Durchschnitt	30	60	40
Maximum	45	60	50

Tabelle: Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

- Eine ausführliche inhaltliche Analyse wird nur in (IFB, 2004) gegeben, die WDVS-Systemen pauschal eine Lebensdauer von 40 Jahren zuschreiben. Für unterschiedliche Dämmstoffe, die allerdings nicht einem bestimmten Einsatzzweck zugeordnet sind, werden stark unterschiedliche Lebensdauern von 20 bis 80 Jahren zugeordnet. Zur aktualisierten Analyse bestehender Erfahrungsberichte siehe vorhergehendes und nachfolgendes Kapitel.
- In IP Bau wird in Bezug auf WDVS vor allem auf die stärkere Veralgung von Putzsystemen auf WDVS im Vergleich zu Systemen direkt auf Mauerwerk etc. hingewiesen.
- In den meisten Quellen wird nicht explizit auf eine Differenzierung WDVS und Putzsystem eingegangen

5.3.8 Zusammenfassung

Aus den vorhandenen Katalogen, den in der Literatur angegebenen Kennwerten und eigenen Ermessungen können die folgenden maximalen Nutzungsdauern (i.e. minimale technische Lebensdauern unter optimalen technischen Einflüssen) abgeleitet werden:

Wärmedämmung inkl. Befestigung	Zusatzbedingung	Nutzungsd max*
Polystyrol- oder Mineralfaserdämmstoff geklebt bzw. auch gedübelt	mit Vordach	50
	ohne Vordach	40

Mineralschaumplatten	mit Vordach	50
----------------------	-------------	----

* Maximale mittlere Nutzungsdauer = mittlere Nutzungsdauer, die bei optimalen Randbedingungen (natürliche und technische Einflüsse) erreichbar ist. Die angegebene Nutzungsdauer ist als Intervall Kennwert +/- 20% zu verstehen

Folgende Aspekte werden nicht speziell berücksichtigt:

- Spechtlöcher: Eine Differenzierung von Putz- und/oder Dämmsystem bezüglich prinzipieller „Eignung“ für Spechtlöcher unterbleibt: Der Instandsetzungsaufwand wird zwar deutlich erhöht, die Schäden sind aber sofort sichtbar und meist lokal begrenzt. Eine in dieser Arbeit vorausgesetzte sorgfältige und prompte Instandsetzung vermeidet eine großflächige Schädigung des Wärmedämmverbundsystems.

5.4 Dämmstoffe als Perimeterdämmung der Außenwand

5.4.1 Grundlagen

Als Perimeterdämmung wird die Dämmung von Bauteilen im Kontakt zum Erdreich bezeichnet. Der Untergrund muss entweder mit einer Abdichtung versehen sein oder aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) bestehen. Die Dämmschicht befindet sich auf der Außenseite des Bauteils außerhalb dieser Abdichtung. Sie schützt die Baukonstruktion vor unzulässigen klimabedingten Beanspruchungen und die Abdichtung vor mechanischer Beschädigung und Umgebungsbedingungen.

Wesentliche natürliche Umgebungsbedingungen, welche die Lebensdauer von Perimeterdämmungen beeinflussen sind: Bodenfeuchtigkeit, Sickerwasser, Stauwasser, Schichtenwasser und Grundwasser.

Wesentliche technische Umgebungsbedingungen sind:

- Dränagewirkung der Verfüllung (Geschwindigkeit der Abfuhr von Niederschlägen)
- Feuchteaufnahmefähigkeit der Verfüllung (sandige versus bindige Böden)
- Geländeoberfläche (Wegleiten der Niederschläge vom Gebäude)
- Feuchteaufnahme der Klebeschicht zwischen Perimeterdämmung und Kelleraußenwand (Diffusionsstrom von warmer Seite in die Dämmung)
- Feuchteaufnahme der Fugen zwischen den Platten (Über lange Einbauzeiten kann das Wasser auch über die Plattenkanten in die Dämmplatten eindringen)
- Belastungen durch Grundwasser

Die Perimeterdämmung muss vor allem gegen Druck und Feuchtigkeit beständig sein. Im Erdreich können Dämmstoffe außerdem durch Humussäuren, Bakterien, Schimmelpilze, Nagetiere, Larven und Schädlinge aller Art angegriffen werden (Kunze, 2009) und sollten daher entsprechend geschützt sein, denn eine beschädigte Oberfläche führt zu vermehrtem Feuchteeintrag.

Die technische Lebensdauer der Perimeterdämmung endet, sobald die erforderliche Wärmedämmwirkung nicht mehr erzielt wird. Als Orientierungswert kann der Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit herangezogen werden.

5.4.2 Materialien

Als Perimeterdämmung können XPS-Dämmplatten, Schaumglasplatten oder Schaumglasgranulateingesetzt werden.

Aufgrund der Materialeigenschaften ist die zu erwartende Lebensdauer von Schaumglasplatten auch im Perimeterbereich praktisch unbegrenzt (IBU-Deklaration Foamglas, 2008) und kann mit der Nutzungsdauer des Gebäudes gleich gesetzt werden. Schaumglas darf als Perimeterdämmung bei Bodenfeuchtigkeit, nichtdrückendem Wasser und sogar bei ständig einwirkendem Druckwasser bis 12 m Eintauchtiefe verwendet werden. In Bereichen mit ständig oder lang anhaltendem Grundwasser sind die Schaumglasplatten (Foamglas) vollflächig und vollfugig mit Bitumen oder Bitumenwerkstoffen zu verkleben (Kompaktbauweise). Im Frostbereich muss die Oberfläche von Schaumglas durch eine mindestens 2 mm dicke Schicht aus Bitumenspachtelmasse geschützt werden. (Kunze, 2009)

Zu Schaumglasgranulat liegen noch keine Langzeiterfahrungen vor.

Im Folgenden werden Perimeterdämmungen mit XPS-Dämmplatten betrachten.

5.4.3 Langzeiterfahrung

XPS-Dämmplatten werden seit 1970 für Dämmschichten im Erdreich eingesetzt. Wesentliche Einflussparameter für die Erhaltung der Wärmedämmeigenschaften ist der Feuchtegehalt der Platte. Der Anstieg der Wärmeleitfähigkeit kann mit 2,6 % bei 1 Vol % Zunahme des Feuchtegehalts angenommen werden (Merkel und Boy, 1996).

Vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart wurden an 24 Objekten, die zwischen 19 und 8 Jahre alt waren, Plattenproben gezogen und deren Feuchtegehalt gemessen (Zimmermann, 1995). Bei 18 Objekten war der größte gemessene Feuchtegehalt kleiner als 4 Vol-%. Die Ursachen größerer Feuchtegehalte konnten erklärt werden und lagen durchwegs an Fehlern in der Planung oder Ausführung.

An vier Objekten mit Perimeterdämmungen im zeitweilig oder langandauernd drückenden Wasserbereich, die 8 bis 26 Jahre alt waren, haben sich mittlere Wassergehalte zwischen 0,83 und 18,4 Vol.-% eingestellt (Zimmermann, 2005). Ursache für hohe Wassergehalte waren unverschlossene Plattenkanten, in denen ein hoher Wasserdampfdruck entstehen kann, in Folge dessen die Dämmplatten über die Plattenkanten durchfeuchtet werden.

Nach (Kunze, 2009) können XPS-Hartschaum-Perimeterdämmungen durch Insekten und Nagetiere großflächig beschädigt werden, insbesondere im oberflächennahen Bereich. Dieses Phänomen wurde in keinen der oben zitierten Untersuchungen zum Langzeitverhalten in der Praxis beobachtet.

5.4.4 Annahmen zur Lebensdauer auf Basis der Langzeiterfahrungen

Maximale Lebensdauer kann unter folgenden Bedingungen angesetzt werden:

- Bei vollflächiger Verklebung der Perimeterdämmung und Verschließen der Plattenfugen gegen drückendes Wasser unabhängig von den sonstigen natürlichen und technischen Umgebungsbedingungen

- Andernfalls bei folgenden Umgebungsbedingungen:

	Natürliche Umgebungsbed.		Technische Umgebungsbedingungen		
Lebensdauer	Grundwasser	Schlagregen	Dränageschicht	Verfüllmaterial	Niederschlagabf
Maximal =	N/gelegentlich	N	J	-	-
	N/gelegentlich	N	N	Kies	-
	N/gelegentlich	J	J	-	abfall. Gelände
	N/gelegentlich	J	N	Kies	abf. Gehplatten
	N	N	N	Lehm	abfall. Gelände
	N	J	N	Lehm	abf. Gehplatten

Kies Baugrubenverfüllung mit Kies und Kiessand (Wasserdurchlässigkeit $> 10^{-4}$ m/s)

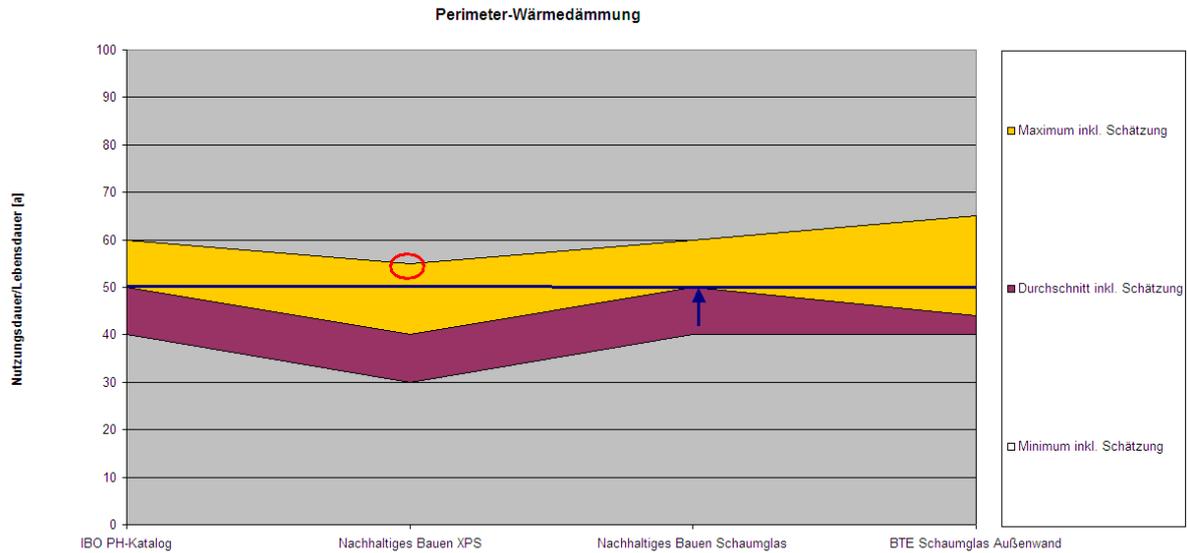
Lehm ... Baugrubenverfüllung mit bindigem Boden

Niederschlagsabf .. Wegführung des Niederschlags von der Gebäudekante durch abfallende Geländeoberfläche oder Gehwegplatten mit Gefälle von Mauer weg.

N ... nicht erfüllt, J ... erfüllt, - Einstufung ist unabhängig von dieser Maßnahme

Die Langzeiterfahrungen haben gezeigt, dass bei vollflächiger Verklebung und verschlossenen Plattenfugen die Perimeterdämmung auch bei schwierigen Umgebungsbedingungen nach 26 Jahren vollkommen intakt war. Die festzulegende Maximallebensdauer der Platten sollte daher deutlich über 26 Jahren liegen.

5.4.5 Auswertung der Nutzungsdauerkataloge



SCHAUMGLAS	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	40	40	40
Durchschnitt Nutzungsdauer	44	50	50
Maximum Nutzungsdauer	60	65	62,5

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte (3 Quellen!)

EXTRUDIERTES POLYSTYROL	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	30	30	30
Durchschnitt Nutzungsdauer	40	50	45
Maximum Nutzungsdauer	55	55	55

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte (2 Quellen!)

5.5 Dämmstoffe im Umkehrdach

5.5.1 Grundlagen

Beim Umkehrdach liegt die Wärmedämmschicht auf der Außenseite der Abdichtung eines nicht-belüfteten Flachdaches oder flachgeneigten Daches. Damit ist die Dämmung komplett dem Niederschlagswasser ausgesetzt. Hitzeeinwirkung und UV-Strahlung müssen dagegen durch eine Abdeckung (Vlies mit mind. 5 cm Kiesschüttung oder Betonplatten) von der Dämmung abgehalten werden.

Die sommerlichen Oberflächentemperaturen einer Dachabdichtung unter einer Kiesschüttung betragen dennoch bis zu 70 °C. In Gründächern kommt zusätzlich die Belastung durch das Erdreich der Dachbegrünungen hinzu, auf Terrassen- und Parkdächern die Beanspruchung durch Verkehrslasten.

Dämmstoffe in Umkehrdächern müssen deshalb feuchteunempfindlich und verrottungsfest sein sowie eine hohe Druckfestigkeit aufweisen.

Die Schichtenabfolge des Umkehrdachs bietet aber auch Vorteile für die Lebensdauer eines Daches:

- Dadurch, dass die Dachabdichtung als erstes erfolgt, ist man in den weiteren Bauphasen nicht mehr abhängig von der Witterung.
- In Umkehrdächern kann ein großflächiger Feuchteaustausch mit dem äußeren Klima erfolgen – vorausgesetzt die aufgebrauchten Abdeckungen sind diffusionsoffen.
- Bei der Wartung eines bekiesten Umkehrdaches ist vorteilhaft, dass der Materialzustand der Dämmschicht kontrolliert und so eine unkontrollierte Feuchteanreicherung im Dämmstoff vermieden werden kann.
- Sprunghafte Erhöhungen des Feuchtegehalts der Wärmedämmstoffplatten wie sie in konventionellen Dächern mit schadhafte Dachabdichtungen bis zu 50 Vol.-% gefunden wurden, sind systemspezifisch im Umkehrdach nicht möglich. (Merkel und Boy 1996)

5.5.2 Materialien

Lange Zeit waren XPS-Platten (→) die einzigen zugelassenen Wärmedämmstoffe für Umkehrdachdämmungen, alle Langzeiterfahrung beruhen daher auf XPS-Platten.

Mittlerweile gibt es auch EPS-Automatenplatten (→), die für Umkehrdächer eingesetzt werden können. Während XPS-Platten zurzeit nur in Dicken bis zu 200 mm hergestellt werden können, sind diese sogar in Dicken bis zu 400 mm erhältlich (steinodur UKD). Zu EPS-Automatenplatten liegen uns derzeit keine Untersuchungen zum Alterungsverhalten oder zum Langzeitverhalten vor, weshalb im Folgenden nur XPS-Platten betrachtet werden können.

5.5.3 Langzeiterfahrung

In Zimmermann (1990) wird von einer Ortsbesichtigung von 20 Umkehrdächern, die mit Styrodur (Hersteller BASF) ausgeführt worden sind, berichtet (8 Kiesdächer, 2 Terrassendächer, 6 Parkdächer und 4 Gründächer). Die Dämmstoffproben wurden vom

Fraunhofer Institut für Bauphysik auf Rohdichte, Wassergehalt, Wärmeleitfähigkeit und Druckfestigkeit untersucht.

- Sämtliche gemessene Druckfestigkeiten der Dämmplatten lagen über den von den Herstellern zum Produktionszeitpunkt angegebenen Mindestwerten.
- Die Kies- oder Splittschichten der untersuchten Kiesdächer waren mit entsprechender Toleranz auf der ganzen Dachfläche gleichmäßig dick. Irgendwelche Anzeichen für Verwehungen des Kieses oder Splitts durch Wind wurden auf keinem Dach festgestellt. Selbst in den Eckbereichen lagen die gemessenen Wassergehalte der Dämmstoffproben unter 3 Vol.-%.
- Bei Parkdächern mit unterlüfteten Betonplatten wurden sehr geringe Feuchtegehalte der Dämmplatten von nur 0,1 und 0,2 Vol.-% festgestellt.
- Höhere Wassergehalte der Extruderschaumplatten stellten sich nur bei solchen Dächern mit genutzter Oberfläche ein, bei denen dauernasse Sandschichten auf der Dämmschicht deren Wasserabgabe behindert hatten, z.B. Terrassendächer mit sehr feinkörniger Bettungsschicht, Gründächer mit Sand als Sickerschicht. Werden diese Sandschichten durch grobkörniges Material (z.B. Kies 16/32) ausgetauscht, lassen sich die hohen Wassergehalte der Extruderplatten wieder reduzieren.
- Bei Parkdächern mit aufbetonierten Betonplatten wird die Dämmschicht mit einer dünnen Folie oder einem Vlies abgedeckt und darauf eine Ortbetonplatte betoniert. Dieser Schichtenaufbau verstößt gegen eine frühere technische Regel, nach welcher unter den Betonplatten eine Kies- oder Splittschicht als Drän- und Kondensationsschicht anzuordnen ist. Die Parkdeck-Konstruktionen mit aufbetonierten Betonplatten führten dann zu geringen Feuchtigkeiten der XPS-Platten, wenn dafür gesorgt wird, dass die Platten nicht längere Zeit im Wasser liegen (z.B. Entwässerung von Fahrbahnbelag und Abdichtung, wasserdicht geschlossene, elastische Fugendichtung).
- Bei Parkdächern mit Betonverbundstein-Pflasterdecke wurde ein erheblicher Dampfsperrwert der Pflasterdecke festgestellt. Dazu trugen – entgegen früherer Erwartungen – auch die Fugenfüllung mit nassem feinkörnigen Sand (0/2 mm) und die Bettungsschicht aus nassem Sand (0/4 mm) maßgeblich bei.
- Gründächer: Die in der Fachliteratur vertretene Meinung, dass bei Begrünung von Umkehrdächern generell „die Dämmfähigkeit des Extruderschaums mit der Zeit abnimmt“ konnte widerlegt werden. Ist eine wirksame Sickerschicht vorhanden, stellen sich auch nach vielen Jahren nur geringe Wassergehalte ein.
- Bauschaden: Bei einem Objekt war die 80 mm dicke Dämmplatte stellenweise bis zu 15 mm abgeschmolzen, weil man die Dämmplatte auf dem noch zu heißen Bitumen-Deckanstrich verlegt hatte.

Der Technische Ausschuss FPX (Fachvereinigung Polystyrol Extruderschaumstoff) berichtet von Untersuchungen an mehr als 60 Praxisobjekten mit einer Nutzungsdauer bis zu 25 Jahren (Merkel und Boy, 1996). Dabei wurden keine systembedingten Mängel an den untersuchten Umkehrdächern festgestellt:

- Die Feuchteaufnahme der untersuchten Dämmplatten lag unter 3 Vol.-% (mehrheitlich unter 1 Vol.-%) und die Wärmeleitfähigkeit um 13 bis 23 % unter dem gültigen Rechenwert.
- Die Dachabdichtungen aus Bitumen, Kunststoff und Elastomeren wiesen einen sehr guten Erhaltungszustand auf. Bei konventionellen Flachdächern waren die gleichen Abdichtungen bereits schadhaft. Das legt den Schluss nahe, dass die Umkehrdachkonstruktion die Abdichtungen vor Beschädigungen geschützt hat.
- In begrüntem Umkehrdächern wiesen die XPS-Dämmplatten Feuchtegehalte auf, die gegenüber den Dämmplatten in bekiesten Umkehrdächern nur wenig erhöht sind und absolut gesehen in dem bereits bekannten Wertebereich liegen. Zusammenfassend wurde festgestellt, dass XPS-Dämmplatten in begrüntem Umkehrdächern langfristig funktionsfähig bleiben.

Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen auch eine Reihe von Gutachten, die von Dow zum Langzeitverhalten von XPS-Dämmplatten in Umkehrdächern in Auftrag gegeben wurden. Unter den untersuchten Objekten befanden sich bekieste Umkehrdächer (Fügenschuh 2006, Götze 1985), begrünte Umkehrdächer (Dow 2008 – Gutachter Prause, Suntinger-Schrampf, Kalwoda) und Parkdächer (Oswald 1998 und 2006). Alle untersuchten Dächer zeigten intakte, funktionstüchtige Dämmungen und Dachabdichtungen, selbst nach 32 Jahren Standzeit.

5.5.4 Annahmen zur Lebensdauer

Die Langzeiterfahrungen haben gezeigt, dass nach 32 Jahren Standzeit noch intakte, funktionstüchtige Dämmungen in Umkehrdächern möglich sind. Die festzulegende Maximallebensdauer der Platten sollte daher über 32 Jahren liegen.

Der Feuchtegehalt und damit die Funktionstüchtigkeit der XPS-Platten werden vor allem durch langfristiges Überstauen der Wärmedämmplatten und durch dauernasse Sandschichten negativ beeinflusst. Für die maximale Lebensdauer sind daher folgende Planungs- und Ausführungshinweise zu beachten:

- Die Dachentwässerung ist so auszubilden, dass ein langfristiges Überstauen der Wärmedämmplatten ausgeschlossen ist. Ein kurzfristiges Überstauen, z.B. während intensiver Niederschläge kann als unbedenklich angesehen werden (Merkel und Boy 1996).
- Die Wärmedämmplatten dürfen nicht durch dampfdiffusionsdichte, nicht wasseraufnahmefähige Schichten, wie z.B. PE-Folien, direkt abgedeckt werden (Merkel und Boy 1996).
- Dauernasse Sandschichten als Bettungsschicht oder Fugenverfüllung sind zu vermeiden (Zimmermann 1990).
- Für begrünte Umkehrdächer ist sorgfältige bauphysikalisch richtige Planung und Ausführung mit geeigneten Dränschichten, wie sie in den technischen Unterlagen der Mitgliedsfirmen der FPX empfohlen werden, erforderlich. (Merkel und Boy 1996)

5.6 Dämmstoffe als Zwischensparrendämmung

Dämmstoffe zwischen Sparren werden sowohl in Dächern als auch in Außenwänden eingesetzt. In den nachfolgenden Kapiteln werden stellvertretend Dachkonstruktionen mit Zwischensparrendämmung betrachtet, da für diesen Bereich mehr Erfahrungen vorliegen. Die Ergebnisse sind grundsätzlich auf Dämmstoffe zwischen Sparren in Außenwänden übertragbar.

5.6.1 Grundlagen

Die Lebensdauer einer Zwischensparrendämmung ist einerseits abhängig von der einwandfreien Beschaffenheit des Dämmstoffs im Moment des Einbaus (trocken!) und andererseits von der fehlerfreien Ausbildung der Gesamtkonstruktion (luftdicht und wärmebrückenfrei!). Feuchteinträge in die Konstruktion z.B. durch Baufeuchte oder nachträglich durch Konvektion/Kondensat sind unbedingt zu vermeiden und es ist insbesondere auf eine luftdichte und wärmebrückenfreie/-reduzierte Ausführung der Konstruktion zu achten.

Dachschrägen mit Dämmung zwischen den Sparren können als belüftete oder unbelüftete Konstruktionen ausgeführt werden. Bei unbelüfteten Dachschrägen wird der gesamte Bereich zwischen den Sparren bis zur Unterspannbahn gedämmt. Wird die Wärmedämmung in der Sparrenebene nicht über die volle Höhe eingesetzt, entsteht eine zweite Hinterlüftungsebene mit Lüftungsöffnungen im First und Traufbereich. Zwei typische Dachkonstruktionen mit Zwischensparrendämmung zeigt folgende Tabelle:

Belüftetes Steildach / Kaltdach	Unbelüftetes Steildach / Warmdach
Dachdeckung, z.B. Ziegel	Dachdeckung, z.B. Ziegel
Lattung	Lattung
Durchlüftung zw. Konterlattung	Durchlüftung zw. Konterlattung
Unterspannbahn	Unterspannbahn, diffusionsoffen
Dämmung und Hinterlüftung zw. Sparren	Volldämmung zw. Sparren
Dampfbremse	Dampfbremse
Dämmung (Untersparrendämmung) bzw Luftschicht zw. Lattung	Dämmung (Untersparrendämmung) bzw Luftschicht zw. Lattung
Gipskartonplatten	Gipskartonplatten

Häufig wird eine Zwischensparrendämmung mit einer weiteren Dämmebene über (Aufsparrendämmung) oder unter (Untersparrendämmung) den Sparren kombiniert, wobei die Untersparrendämmung aus Gründen des Tauwasserschutzes lediglich 20 % der Zwischensparrendämmung ausmachen darf.

Die Voraussetzung für eine dauerhaft funktionstüchtige Zwischensparrendämmung ist die einwandfreie Ausführung der Wärmedämmung und der Dachkonstruktion. (Bonk 2004) nennt als Ursachen für bautechnische Schäden an Zwischensparrendämmung

- eine lückenhafte Dämmung (z.B. durch Setzung des Dämmmaterials, nicht flächendeckende Verlegung o.ä.) oder zu geringe Dämmstärken,
- Wärmebrücken im Bereich von Durchdringungen oder einbindenden Bauteile,

- Minderung des Wärmeschutzes, z.B. durch Hinterströmen der Dämmung mit Außenluft,
 - lückenhafte oder fehlende luftdichte Ebene,
 - unzureichende oder fehlende Belüftung der Hinterlüftungsebene,
 - zusätzliche bauliche Feuchtigkeitsquellen wie eine undichte Dachhaut oder Baufeuchte,
 - ein bauphysikalisch fehlerhafter Aufbau der Konstruktion
- mit Schimmelpilzbildung, Zuglufterscheinungen und erhöhten Lüftungswärmeverlusten im Winter und Überhitzung der Dachräume im Sommer als jeweilige mögliche Folge. Siehe auch (Maier 2005).

5.6.2 Materialien

Als Zwischensparrendämmung können folgende Dämmstoffe eingesetzt werden:

- EPS-Dämmplatten
- Polyurethan-Hartschaum
- Expandierte Perlite
- Mineralwolle-Dämmplatten
- Flachsdämmplatten
- Korkdämmplatten
- Hanfdämmplatten
- Holzfaser-Dämmplatten
- Schafwollendämmstoffe
- Zellulosedämmstoffe

Schütt- und Einblasdämmstoffe benötigen einen durch Platten, Schalung und/oder Folien geschlossenen Zwischenraum.

Die in (Küver 2004) durchgeführten Untersuchungen zum Verhalten von Dämmstoffen gegenüber mikrobiellem Befall ergaben, dass abhängig von der Umgebungstemperatur und der relativen Luftfeuchte Schimmelpilzbildung sowohl auf biogenen, als auch auf synthetischen und mineralischen Dämmstoffen möglich ist. In der Praxis ist davon auszugehen, dass einem Schimmelpilzbefall ein unplanmäßiger Feuchteeintrag ins Dämmmaterial vorausging. Bei niedrigen Luftfeuchten und trockenem Material kommt laut (Küver 2004) aller Voraussicht nach selbst bei kontaminierten Dämmstoffen kein Schimmelpilzwachstum zustande.

Die in (FNR, 2008) durchgeführten Schimmelpilzprüfungen ergaben, dass Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen „ohne fungizide Zusätze mehr oder weniger unbeständig gegen Schimmelpilzbefall sind“. Als Flammschutzmittel in Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen eingesetzte Borverbindungen hemmen im Gegensatz zu den Ersatzverbindungen Ammoniumsulfate oder -phosphate die Schimmelpilzbildung. Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen ließen eine Einteilung der untersuchten Produkte in drei Schadenstoleranzen zu:

- Geringe Schadenstoleranz: Holzfaserplatte, Stroh, Stroh-Lehmputz-Verbund, Hanfwolle und Hanf mit Wirkstoffausrüstung
- Mittlere Schadenstoleranz: Holz- und Maisfasern, Holzfasern mit Brandschutzausrüstung, Roggenschüttung sowie ein Anstrich mit Dämmfunktion

- Hohe Schadenstoleranz: Hanf-, Flachs-, und Schafswollmatte, behandelte und unbehandelte Celluloseschüttung, Celluloseplatte, ein weiterer Anstrich mit Dämmfunktion, mineralischen Dämmplatten, Mineralwolle und Polystyrol (FNR 2008) Faserdämmstoffe aus Zellulose und Flachs weisen bei Kontakt mit flüssigem Wasser ein starkes Setzungsverhalten auf und sind daher unbedingt vor größeren starken Feuchteinträgen von außen zu schützen. Kurzzeitige Tauwasserbildung bezeichnen (Krus, Sedlbauer) jedoch als unkritisch.

Die Holzforschung München (TUM) untersuchte lose Dämmstoffe aus Holz unter anderem auch auf ihr Setzungsverhalten unter mechanischer Beanspruchung (Vibrations- und Fallversuche) als auch unter extremen klimatischen Bedingungen (Alterung). Die Setzungserscheinungen traten demnach insbesondere bei stoßartigen Belastungen auf. Unter den Versuchsbedingungen zur mechanischen Beanspruchung konnte bei keinem der untersuchten Materialien ein Stillstand der Setzungserscheinungen erreicht werden. Die Versuche unter extremer Klimabeanspruchung ergaben, „dass die Untersuchungsmaterialien (...) im Hinblick auf ihre mechanischen Eigenschaften (Setzung) Veränderungen erfahren. Dies gilt generell sowohl für die trockenen als auch feucht eingebrachte Untersuchungsmaterialien.“ (DGfH, 2005) (Holzforschung, 2004)

Voraussetzung für die europäische technische Zulassung von Dämmstoffen aus losen, ungebundenen Fasern (z.B. Zellulose) ist u.a. die Prüfung und Einhaltung des maximalen Setzmaßes gem. ISO/CD 18393. Hierbei wird der Dämmstoff sowohl mechanischen Belastungen ausgesetzt, als auch sein Verhalten unter definierten Klimabedingungen untersucht, um Aussagen über die Setzungssicherheit des Dämmstoffs treffen zu können.

5.6.3 Schadensbilder

Bei der Betrachtung der Schadensbilder sind direkte Schädigung des Dämmstoffs von solchen zu unterscheiden, die im Zusammenspiel mit der gesamten Dachkonstruktion und den auf diese wirkenden Umgebungsbedingungen entstehen:

- Schädigung der Wärmedämmung durch falsche Behandlung vor dem Einbau
- Minderung der Wärmedämmwirkung durch fehlerhafte Verarbeitung der Dämmung
- Minderung der Wärmedämmwirkung durch fehlerhafte Ausführung der Konstruktion
- Schädigung der Wärmedämmung durch fehlerhafte Verarbeitung der Dämmung
- Schädigung der Wärmedämmung durch fehlerhafte Ausführung der Konstruktion

Eine direkte Schädigung des Dämmstoffs kann eintreten, wenn das Material vor dem Einbau unsachgemäß gelagert und durchfeuchtet wurde. Im eingebauten Zustand können sich begünstigt durch entsprechende klimatische Verhältnisse (hohe rel. Raumluftfeuchtigkeit, hohe Raumtemperaturen > 20 °C) Schimmelpilze bilden.

Dämmstoffe können durch Insekten oder Nagetiere zerstört werden, wenn die Konstruktion nicht ausreichend gesichert ist, d.h. Hohlräume nicht mit Plattenmaterial abgeschottet sind oder Insektengitter fehlen und Schädlinge über Hinterlüftungsebenen und Lücken im Unterdach einwandern können, oder das Dämmmaterial selbst nicht ausreichend gegen Schädlinge geschützt ist. Dämmmaterialien aus biogenen Rohstoffen, die nicht wie bspw.

Hanf von Natur aus resistent gegen Schädlinge sind, werden standardmäßig mit einer entsprechenden Zusatzausrüstung versehen (z.B. Mottenschutz bei Schafwolle).

5.6.4 Instandhaltung

Abhängig vom Schadensbild sind Sanierungs- bzw. Instandhaltungsmaßnahmen zu setzen, um eine funktionstüchtige Dämmung und Konstruktion wiederherzustellen. Die Vorgehensweise hängt auch davon ab, ob eine Sanierung der betroffenen Bauteilschichten von außen oder von innen vorgenommen werden kann oder muss.

Sanierung von Außen bei:

- Schäden an der Dacheindeckung oder am Unterdach/an der Unterspannbahn, dadurch
- beschädigte Dämmung bei gleichzeitig
- raumseitig intakter luftdichter Ebene

Vorgehensweise:

- Entfernen der Dacheindeckung, des Unterdachs/der Unterspannbahn und der schadhaften Dämmung
- Einbringen der neuen Wärmedämmung
- Herstellen des neuen Unterdachs/der neuen Unterspannbahn
- Eindecken des Dachs

Sanierung von Innen bei:

- intakter Dacheindeckung und Unterspannbahn,
- lückenhafter, zu geringer, oder beschädigter Dämmung bei gleichzeitig
- lückenhafter oder fehlender luftdichter Ebene

Vorgehensweise:

- Entfernen der Innenbekleidung und der Dampfbremse (luftdichte Ebene)
- Entfernen der schadhaften Dämmung
- Einbringen der neuen Wärmedämmung
- Herstellen einer neuen luftdichten Ebene mittels Dampfbremse: Überlappungen (min. 10 cm) verkleben, Folienstöße mit Anpresslatte zusätzlich befestigen
- Anbringen der Innenbekleidung

5.6.5 Langzeiterfahrungen

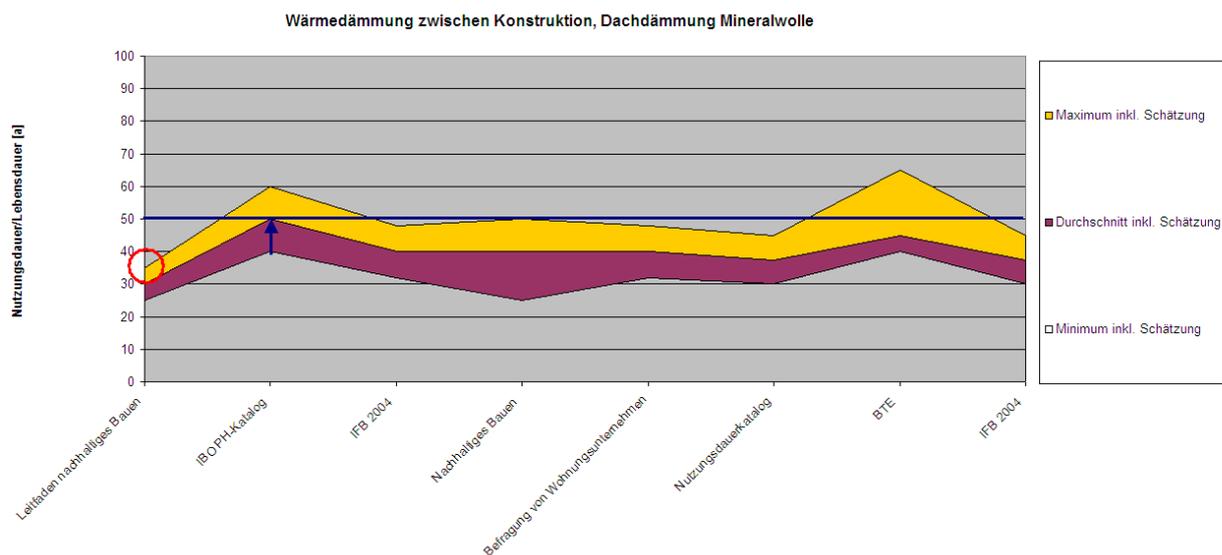
(Oswald 2008) untersuchte hochwärmegedämmte, luftdichte Gebäude, die entsprechend den Anforderungen der Wärmeschutz- und Energieeinsparverordnung seit 1995 errichtet bzw. modernisiert wurden auf Schimmelpilzschäden und deren Ursachen. Schimmelpilzbefall wurde demnach in den untersuchten Fällen durch mangelhaften Wärmeschutz in Teilbereichen der Gebäudehülle (Wärmebrücken), Lüftungsmängel, Abdichtungs- und Installationsmängel oder Baufeuchte ausgelöst.

Untersuchungen zum Verhalten von Dämmstoffen gegenüber mikrobiellen Befall durch (Küver 2004) ergaben, dass der Wasserdampfdiffusionswiderstand verschiedener untersuchter mineralischer, synthetischer und biogener Dämmstoffe durch die Beaufschlagung mit Pilzen nicht relevant zu oder abnimmt. Im Gegensatz dazu können sich

die Dämmeigenschaften sehr wohl ändern. So geht (Küver 2004) aufgrund der Untersuchungsergebnisse davon aus, dass bei einem Feuchteintrag in den Dämmstoff und gemäßigten Temperaturen > 20 °C über einen längeren Zeitraum mit einem starken Schimmelpilzbefall hauptsächlich auf biogenen, aber auch auf mineralischen und synthetischen Dämmstoffen zu rechnen ist. Strukturveränderungen und eine Veränderung der Dämmeigenschaften sind insbesondere bei den Materialien Flachs und Hanf möglich.

5.6.6 Auswertung der Nutzungsdauerkataloge

5.6.6.1 Wärmedämmung zwischen Konstruktion, Dachdämmung Mineralwolle

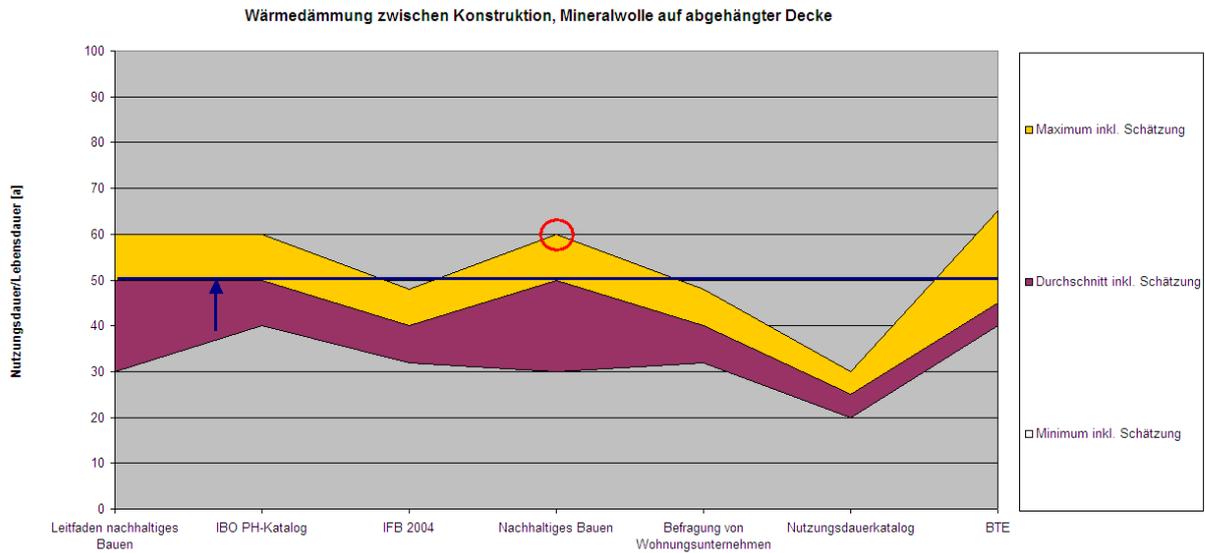


	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	25	40	27,5
Durchschnitt Nutzungsdauer	30	50	40
Maximum Nutzungsdauer	35	65	50

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

- Mineralische Schüttungen wird zumeist eine höhere Nutzungsdauer zugeschrieben
- Für Außenwände mit Vorsatzschale wird in [Nachhaltig Bauen 2009] den Dämmstoffen eine höhere Nutzungsdauer zugeschrieben (ca. 10Jahre)
- In [LNB 2001] ist dies nicht der Fall
- Grundsätzlich ist sicherlich eine Differenzierung je nach Bauteilaufbau notwendig.

5.6.6.2 Wärmedämmung zwischen Konstruktion, Mineralwolle auf abgehängter Decke

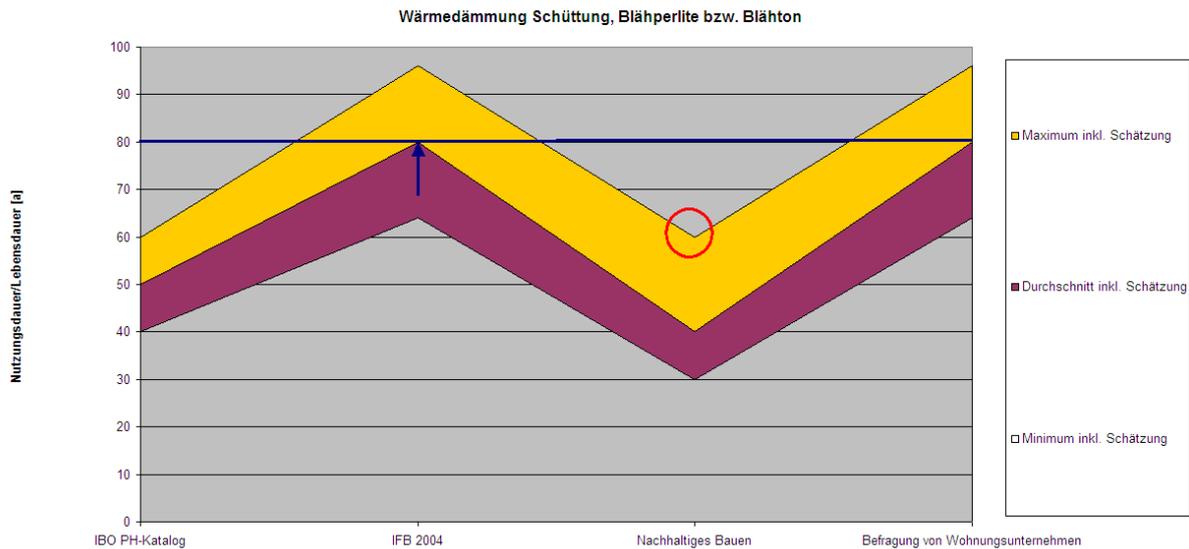


	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	20	40	30
Durchschnitt Nutzungsdauer	40	50	47,5
Maximum Nutzungsdauer	60	65	60

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

- Explizite Kennwerte in IFB 2004 und Befragung Wohnungsunternehmen nicht enthalten
- Nutzungsdauerkatalog nur mit Mindestangaben für Filz innen (Dämmplatte innen mit mindestens 40 Jahren angegeben)

5.6.6.3 Wärmedämm-Schüttungen, Blähperlite bzw. Blähton



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	30	30	30
Durchschnitt Nutzungsdauer	40	80	65
Maximum Nutzungsdauer	60	60	60

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

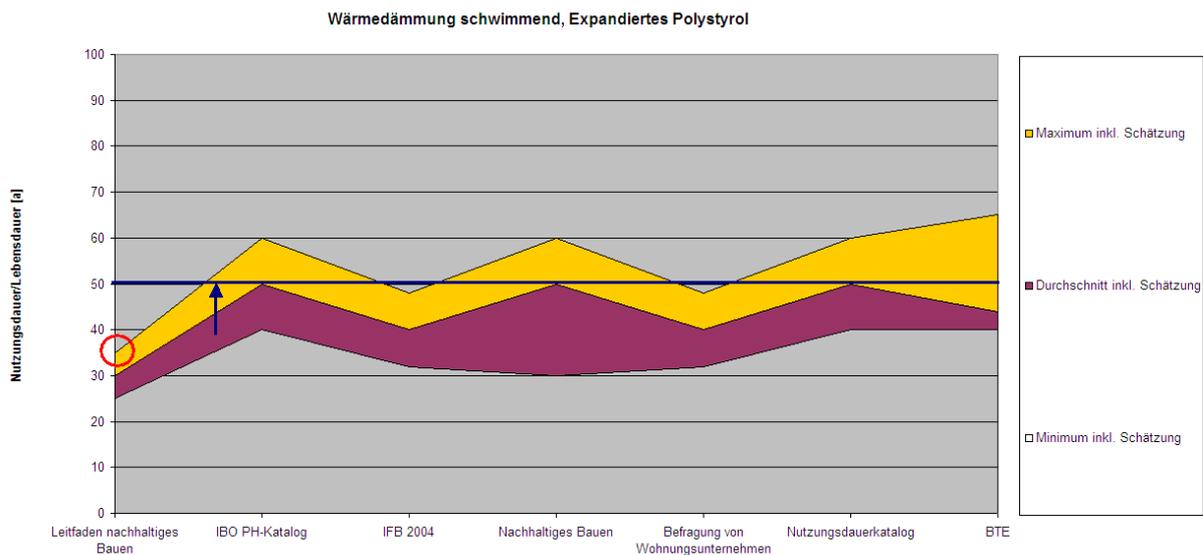
- In den einigen Quellen wurde der Kennwert von Schüttungen verwendet, die in der Außenwand eingesetzt werden (Kerndämmung in [Nachhaltiges Bauen 2009]).
- Andere schreiben mineralischen Schüttungen diese Nutzungsdauer zu [IFB 2004] ohne den exakten Anwendungsbereich anzugeben (Außenwand-Kerndämmung, Schüttung zw. Konstruktion oder tragend)
- Aus

5.6.6.4 Wärmedämmung Platten schwimmend

Grundsätzlich wird in fast keiner der Quellen explizit der Anwendungszweck schwimmende Dämmplatten unter Estrich (Innenbereich, Kellerdecke, Außendecken) oder unter Abdichtung/Kies im Flachdach angegeben. Wenn nicht explizit angegeben, wird daher ein typischer Vertreter herangezogen:

- Expandiertes Polystyrol, wenn angegeben ([IFB 2004], [BTE 2008], in [Nachhaltiges Bauen 2009] Dämmstoff in Kerndämmung).
- Dämmung im Dachbereich [Leitfaden], allerdings wird die Dämmung nicht zwischen Flach- und Steildächern [LNB 2001]
- Dämmplatten im Innenbereich [SV Stmrk+Ktn 2006]

5.6.6.5 Wärmedämmung schwimmend, Expandiertes Polystyrol



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	25	40	35
Durchschnitt Nutzungsdauer	30	50	42
Maximum Nutzungsdauer	35	65	60

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

- Mineralischen Platten werden in den meisten Quellen, wenn differenziert, eine höhere Nutzungsdauern zugeschrieben: z.B. [IFB 2004] 80 Jahre anstatt 40 Jahr, Empfehlung in [BTE 2008]

5.7 Zusammenfassung

Im Bereich der Dämmsysteme werden Nutzungsdauern bestimmten Dämmstoffen zugeschrieben, ohne den Einsatzzweck und die Einbaubedingungen genauer zu beschreiben (z.B. [IFB 2004], [BTE 2008]). Einzig für Wärmedämmverbundsysteme existieren detailliertere und vor allem quantitative Kennwerte. Tendenziell werden mineralischen Dämmstoffen die höchsten Nutzungsdauern vor organisch/synthetischen und zuletzt organisch/biologischen zugeordnet. Dies scheint bereits den nicht ordnungsgemäßen Einbau und die Abbaubarkeit oder mechanische Stabilität vorwegzunehmen. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Einstufung in [BTE 2008]: Die Ergebnisse der Befragung unter den BTE-Mitgliedern weist in etwa die gleichen Nutzungsdauern auf für mineralische, synthetische und erneuerbare Dämmstoffe. Die Empfehlungen der Arbeitsgruppe führen allerdings zu einer klaren Abstufung der Nutzungsdauern, die sich wohl auf vorgenanntes Gefühl stützt:

Bauteilgliederung [1] [2]		Empfehlung der BTE Arbeitsgruppe			Statistische Aus- Umfrage BTE Auswertung		
]von [3]	MW [4]	bis[[5]]von [6]	MW [7]	bis[[8]
2.2.15	Wärmedämmstoffe (in Schicksalsgemeinschaft)						
2.2.15.1	Polystyrol, PU		40		40	44	65
2.2.15.2	Kork, Zellulose, Wolle etc.		30		40	45	65
2.2.15.3	Schaumglas, Blähton		50		38	44	63

Da in dieser Arbeit allerdings von einer ordnungsgemäßen Planung und Ausführung ausgegangen wird, ist eine Differenzierung zwischen den einzelnen Dämmstoffen für einen Einsatzzweck in den meisten Fällen nicht möglich und auch nicht erforderlich. Das bedeutet nicht, dass nicht für kritischere Einsatzbereiche Dämmstoffe mit höherer Fehlertoleranz ein zusätzliches Maß an Sicherheit bieten, insbesondere gegenüber außergewöhnlichen Ereignissen wie Wassergebrechen, Hochwasser etc..

Zusammenfassend ergeben sich die folgenden Nutzungsdauern. Es wird jeweils ein Leitdämmstoff für den jeweiligen Einsatzzweck angegeben:

Dämmstoffe	Maximum		Minimum	
	Kennwert	Kennwert	Kennwert	Übernommen von
EPS_WDVS	72	50	25	
Mineralschaum_WDVS	72	50	25	EPS WDVS
XPS_WDPERIMETER	60	40	26	
XPS_WDUMKEHR	60	50	32	
MineralwolleGeklemmt_WDZWKONST	65	50	25	
PerliteSchüttung_WDSCHUE	96	80	30	
ZelluloseGeblasen_WDZWKONST	65	50	25	Glaswolle geklemmt
Mineralwolle_TRITTSCH	65	50	25	EPS schwimmend
KorkSchüttung_WDZWKONST	65	50	25	Glaswolle geklemmt
EPSW25_WDHORISCHWI	65	50	25	
EPS_WDSCHUEGEB	65	50	25	EPS schwimmend
Schaumglas_WDPERIMETER	65	50	40	

Mineralwolle_WDZWKONST_INNEN	65	50	20
------------------------------	----	-----------	----

6 Außenputze

Für Außenputze allgemein und im speziellen auf Wärmedämmverbundsystem existieren in den Katalogen meist wenig differenziert ausgewiesene Kennwerte für Nutzungsdauern. Insbesondere die Art von Untergrund (Wärmedämmung oder Mauerwerk oder anderer Putzträger, z.B. Holzwolleleichtbauplatten) ist in den meisten Fällen nicht zweifelsfrei herauslesbar. Da in den meisten Quellen zwischen mineralischen und organischen, bzw. Kunststoff-Putzen unterschieden wird, die meisten am Markt befindlichen Außenputze allerdings beide Komponenten enthalten, ist eine scharfe Trennung aus den vorhandenen Katalogen nicht destillierbar.

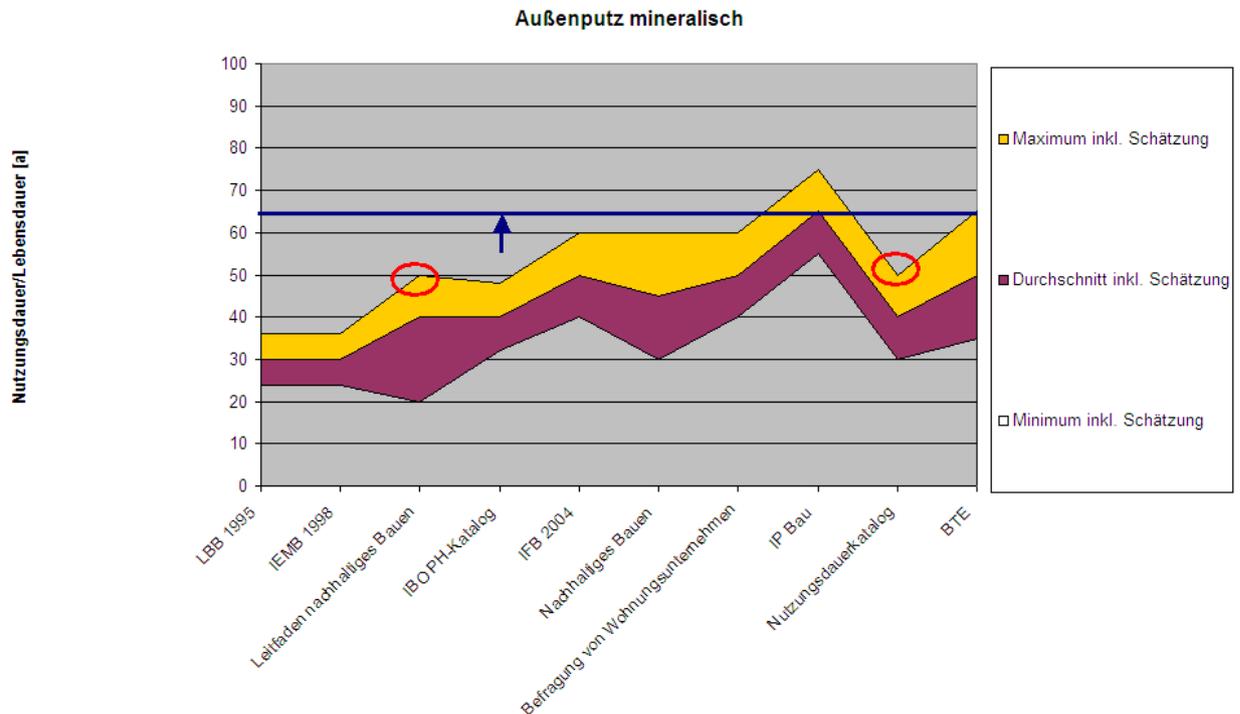
Anschlussmaterialien sind eigens zu bilanzieren, z.B.

- Kantenschutz
- Sockelprofile

Anstriche, die vor allem aus ästhetischen Gründen notwendig werden, werden vorab nicht berücksichtigt.

6.1 Außenputz mineralisch (auf Mauerwerk)

Die erste Grafik zeigt die Lebensdauer eines mineralischen Außenputzes, wobei dieser in den meisten Quellen wahrscheinlich auf einem Mauerwerk aufgebracht ist.



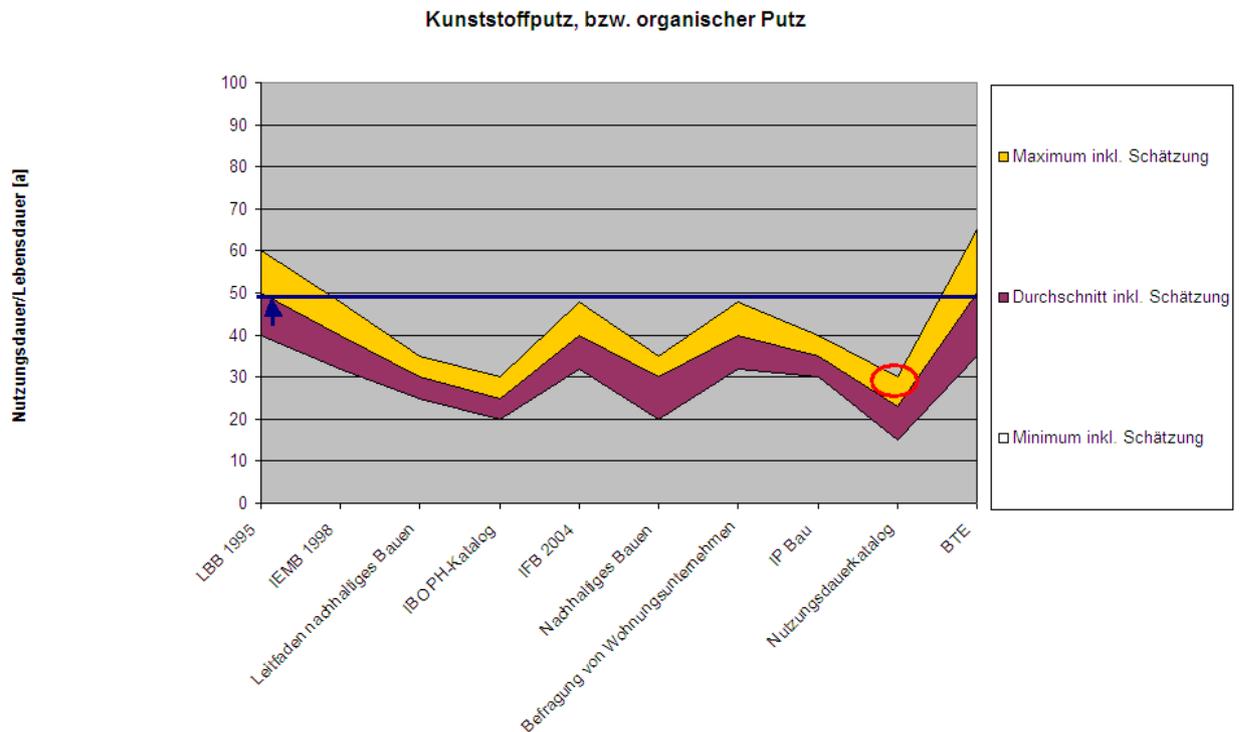
	Min	Max	Median
Minimum	20	55	30
Durchschnitt	30	65	42,5
Maximum	50	75	60

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

- Die Variabilität ist insbesondere für minimale und durchschnittliche Nutzungsdauern sehr hoch, was wohl auch mit den sehr unterschiedlichen Belastungen von Außenputzen in Abhängigkeit von Umwelteinflüssen und Putzeigenschaften begründet ist.
- Zu beachten sind auch die meist kontinuierlich Produktverbesserungen, die aus Fehlern und Schäden heraus um verbesserte und damit meist auch länger haltbaren Putzsystemen bemüht sind. Die große Anzahl an Putzsystemen demonstriert auch den Versuch, auf die unterschiedlichen Anforderungen (Umwelt, Untergrund etc.) zu reagieren und sich anzupassen.

6.2 Kunststoffputze

Für Kunststoffputze (wobei hier in vielen Fällen nicht differenziert wird zwischen unterschiedlichen Systemen wie Silikonharz-, Silikat- oder klassische Kunstharzputze) ergibt



sich das folgende Bild:

	Min	Max	Median
Minimum	15	35	25
Durchschnitt	23	50	37,5
Maximum	30	65	35

- Die Unterschiede zwischen den einzelnen Quellen sind ähnlich hoch wie für die mineralischen Außenputze.

6.3 Zusammenfassung

Bemerkenswert ist die Einstufung von organischen und mineralischen Putzsystemen innerhalb eines Katalogs: Die meisten geben den mineralischen Putzsystemen eine deutlich höhere Lebensdauer als den organischen Putzen. In [LBB 1995] und [IEMB 1998] ist dies allerdings nicht der Fall.

Aus den vorhandenen Katalogen, den in der Literatur angegebenen Kennwerten und eigenen Ermessungen können die folgenden maximalen Nutzungsdauern (i.e. minimale technische Lebensdauern unter optimalen technischen Einflüssen) abgeleitet werden:

Putzsysteme	Zusatzbedingung	Nutzungsdauer ^{max*}
Mineralischer Putz auf Mauerwerk o.ä. Auslegung Rissfreiheit Faktor 2	mit Vordach, außer Westseite	70 (IP-Bau)
	mit Vordach, Westseite	50
	ohne Vordach, außer Westseite	50
	ohne Vordach, Westseite	40
Silikonharz- oder Silikatputz auf Polystyrol- oder Mineralfaserdämmstoff	mit Vordach $\geq 15\text{cm}$	50 (IP-Bau)
	ohne Vordach	40
	Wärmeschutz $\leq 8 \text{ m}^2\text{K/W}$	40
	Wärmeschutz $\leq 5 \text{ m}^2\text{K/W}$	25
Dickputzsystem	mit Vordach	60
	Ohne Vordach	40
	Wärmeschutz $\leq 8 \text{ m}^2\text{K/W}$	40
	Wärmeschutz $\leq 5 \text{ m}^2\text{K/W}$	25
Putz auf WDVS	Verstoß gegen Verarbeitungsrichtlinie des Herstellers bzw. ÖNORM B 6410	25

* Maximale mittlere Nutzungsdauer = mittlere Nutzungsdauer, die bei optimalen Randbedingungen (natürliche und technische Einflüsse) erreichbar ist.

Folgende Aspekte werden nicht speziell berücksichtigt:

- Veralgung: Wird meistens durch Reinigung und neuen Anstrich gelöst, der Putz bleibt erhalten
- Specht: Eine Differenzierung von Putz- und/oder Dämmsystem bezüglich prinzipieller „Eignung“ für Spechtlöcher unterbleibt: Der Instandsetzungsaufwand wird zwar deutlich erhöht, die Schäden sind aber sofort sichtbar und meist lokal begrenzt. Eine in dieser Arbeit vorausgesetzte sorgfältige und prompte Instandsetzung vermeidet eine großflächige Schädigung des Wärmedämmverbundsystems.
- Putzrisse durch Setzungen/Schwindungen etc. der Gesamtgebäudestruktur sind nicht explizit berücksichtigt

Für die Nutzungsdauer können somit die folgenden Kennwerte festgelegt werden:

Außenputz, Kleber WDVS	Maximum		Minimum		Übernommen von
	Kennwert	Kennwert	Kennwert	Kennwert	
Putz_WDVS	65	50	25		entspricht dem Kunststoffputz in vielen Quellen

Putz_Mauer	75	70	40	
Zementös_KLEBER				entsprechend WDVS oder Außenputz je nach Einsatzzweck
Organisch_KLEBER				entsprechend WDVS oder Außenputz je nach Einsatzzweck

Für die Kleber von Dämmsystemen ist entweder der Dämmstoff (Verklebung Dämmstoff auf Wand) oder der Außenputz (Spachtelmasse für Armierung) relevant.

7 Tragende Struktur Außen- und Innenbauteile

Gemäß DIN 276 und darauf aufbauend werden in den meisten Katalogen von Nutzungsdauern im Zusammenhang mit der tragenden Struktur über Erdreich die folgenden Bauteilgruppen aufgeführt:

- Außenwände und –stützen bekleidet
- Innenwände und –stützen
- Deckenkonstruktion
- Flachdachkonstruktion
- Geneigte Dachkonstruktion

7.1 Intrinsisches Alterungsverhalten

Allgemein:

„Die Standzeit von Außenwandkonstruktionen entspricht in der Regel der Lebensdauer des Gebäudes. Einschränkungen werden nur erwähnt, wenn Holz z.B. durch Feuchte oder Beton durch Korrosion der Stahleinlagen geschädigt werden. Beiden Problemen ist durch entsprechenden Schutz vorzubeugen“ [IFB 2004]

7.1.1 Stahlbeton bekleidet

Für die Lebenserwartung von Stahlbeton ist vor allem der Schutz vor einer Korrodierung des Stahls entscheidend. Durch die Mindestüberdeckung der Stahleinlagen laut aktueller Normung sind im Falle von bekleideten Wänden und Decken in Stahlbeton keine vorzeitige Alterung zu erwarten. „

Spannungsrisse müssen durch eine solide Planung vermieden werden.

Stahlbeton ist beständig gegen pflanzliche und tierische Schädlinge

7.1.2 Ziegel bekleidet

Ziegelmauerwerk und –decken sind beständig gegen pflanzliche und tierische Schädlinge.

Spannungsrisse müssen durch eine solide Planung vermieden werden.

Da der Ziegel verkleidet ist und Schutz gegen aufsteigende Feuchte Stand der Technik ist, sind Frostschäden bei funktionsfähiger Bekleidung ausgeschlossen.

7.1.3 Leichtbeton

Der Begriff Leichtbeton umfasst alle Betone mit einer spezifischen Rohdichte unter 2000kg/m^3 .

Leichtbetonwände und –decken sind beständig gegen pflanzliche und tierische Schädlinge.

Spannungsrisse müssen durch eine solide Planung vermieden werden.

7.1.4 Bauholz für statische Erfordernisse nicht direkt bewittert

An dieser Stelle wird nur Weichholz für den Einsatz in der Tragstruktur beschrieben. Für Anschlüsse kann allerdings sehr wohl Holz besonderer Resistenzklassen verwendet werden (z.B. Lärchen-Bodenschwelle).

Zu den Schadensursachen und den möglichen Schutz davor:

a) Zerstörung durch Pilze:

Eine wesentliche Randbedingung stellen ausreichend hohe Feuchtegehalte dar (absolute Feuchte über 20%, bzw. relative Feuchte längerfristig über 85%). Diese kann aus den folgenden Gründen überhöht sein:

- Einbaufeuchte,
- Kondensat,
- Wasserdampfdiffusionsverhalten,
- Wasserdampfkonvektion (Undichtigkeiten),
- Niederschlagseintrag während Bauphase
- Schlagregen im Betrieb

Qualitätssicherung:

- Wenn die Bedingungen gemäß ÖNORM B 3804, bzw. DIN 68800 Teil2 eingehalten werden, kann auf chemischen Holzschutz verzichtet werden;
- fehlertoleranter Einbau (diffusionsoffen);
- luftdichter Einbau;
- Hinterlüftete Konstruktionen;
- konstruktiver Holzschutz (z.B. keine Holzbauteile unter Erdniveau, tragende Holzbauteile erst 30cm über Erdniveau etc.)

Bei Berücksichtigung obiger Richtlinien, die in den einschlägigen Normen und Verarbeitungsrichtlinien festgehalten sind, ist kein chemischer Holzschutz erforderlich

b) Zerstörung durch holzerstörende Insekten:

Holz dient im Allgemeinen den Holzschädlingen als Nahrung oder als Behausung, bzw. zu beiden Zwecken. Der Holzabbau wird durch die Larven verursacht, die Schlupflöcher spielen eine untergeordnete Rolle. Entwicklung und Ausbreitung der Tiere hängt neben der Holzart vor allem von der Holzfeuchtigkeit ab. Demzufolge unterscheidet man Frischholz-Insekten (am stehenden Baum), Faulholz-Insekten (feuchtes, von Pilzen vorgeschädigtes Holz) sowie Trockenholz-Insekten.

Frischholz- und Faulholzinsekten sind durch die technische Trocknung, die Qualitätssicherungsmaßnahmen gemäß ÖNORM B 3804 und nicht zuletzt durch die Gleichgewichtsfeuchten von Bauholz im Einbauzustand nicht mehr relevant.

Als wesentlich Schädlinge, die auch trockenes Holz befallen, ist der gewöhnliche Nagekäfer (gemeinhin als Holzwurm bekannt) und der Hausbock zu nennen.

Gewöhnlicher Nagekäfer:

Eiablage in Risse, Spalten, und vorhandene Schlupflöcher aller Holzarten (Kernholz von Kiefer, Lärche, Robinie, Eiche, ... wird gemieden); bevorzugen im Nadelholz das Frühholz, im Laubholz keine Bevorzugung. Die Käfer sind absolut ortstreu und verbleiben über mehrere Generationen an Ort und Stelle (bis zur vollständigen Zerstörung der befallenen Region!); für Holz in Konstruktionen bedeutet dies, dass mit massiven Problemen bei befallenen Holz zu rechnen ist, hingegen ein Neubefall infolge der geringen Flugweite eher unwahrscheinlich ist!

Die Larven bevorzugen kühles und feuchtes Milieu und sind bevorzugt anzutreffen im Keller (Verschläge, Türen, Inventar, ...), im Erdgeschoss an Fußböden, Paneelen, Treppen sowie in Kirchen und an eingebauten Hölzern (Köpfe von Deckenbalken in Außenwänden, Drepfelsäulen, Fußpfetten, ...), Dielungen in Feuchträumen und Küchen, an Möbelstücken und Kunstgegenständen. Im trockenen Holz unter Holzfeuchten 10-12% wird Larvenentwicklung unterbunden (z.B. in modern zentral beheizten Räumen bei hygienischen Luftwechsel).

Hausbock

Der Hausbock ist mit Abstand der bedeutendste tierische Schädling an konstruktiv-verbautem Holz! Die Eier werden mittels Legeröhre in Spalten und Ritzen gelegt; Laubholz wird grundsätzlich von Larve gemieden, bevorzugt wird nährstoffreiches Splintholz der Nadelhölzer Kiefer, Fichte, Lärche. Das Temperaturoptimum des Insekts liegt bei ca. 28-30°C, die Holzfeuchte sollte 28-30% betragen. Mit einem Feuchtelevel unterhalb von 8-10% wird die Weiterentwicklung der Larven unterbunden. Die Fraßgänge reichen bis nahe an Oberfläche – sind jedoch von außen nicht sichtbar.

Bevorzugt befallen werden Hölzer warmer Dachböden (Dachkonstruktionen, Dielen, Deckenbalken, Treppen, ...) und hier wiederum warme Südseite bzw. Nähe von Schornsteinen. Starke Zerstörung erfolgt auch an Fachwerkskonstruktionen, vereinzelt auch an Hölzern im Freien (Masten, Brücken, ...) sowie bei Möbel und Fenster

Am stärksten von einem Befall betroffen ist frisches nährstoffhaltiges juveniles Holz bis 30 Jahre. Bei Hölzern über 60 Jahre geht die Larvenentwicklung zurück, bei verbautem Holz über 80 Jahre geht von einem vereinzelt vorhandenem Lebendbefall keine Gefahr mehr für den Bauteil aus.

Brettschichtholz und Konstruktionsvollholz sind glatt und frei von Rissen, damit können die Weibchen die Eier nicht ablegen. Schäden durch den Hausbock in konstruktiv verbautem Holz dürften im Allgemeinen jedoch rückläufig sein, da verbautes Holz kaum Risse aufweist und die Feuchtigkeit in modernen Gebäuden, bei hygienischem Luftwechsel niedrig ist. (früher wurde der Dachboden oft für das Trocknen nasser Wäsche genutzt; in Rinderställen ergibt sich häufig ein hoher Feuchtegehalt).

Gemäß ÖNORM B 3804 bzw. DIN 68800-2 kann mit den dort vorgeschlagenen Maßnahmen (statisches Bauholz ist rissfrei auszuführen, bzw. mit Platten vor Anflug der Insekten zu schützen) ein Befall durch schädigende Trockenholzinsekten ausgeschlossen werden.

c) Trocknungsverformung:

Durch Schwinden oder Verdrehung können Schäden in benachbarten Bauteilschichten oder am gesamten Gebäude entstehen.

Qualitätssicherung:

- Verwendung von verleimten Produkten (BSH etc.),
- Auswahl Holzqualität (Sortierung),
- Bauweise (z.B. Balloon oder Platform Framing)
- Sorgfältige statische Planung und Mitberücksichtigung der entsprechenden Bewegungen im Gebäude

d) Quell- und Schwindverhalten und das Kriechen überlasteter Holzquerschnitte

Qualitätssicherung:

- Planung von soliden Holzquerschnitten: Beispielsweise keine Ausführung von nicht hinterlüfteten Flachdächern
- Sorgfältige statische Planung und Mitberücksichtigung der entsprechenden Bewegungen im Gebäude

e) Inhomogenität Holz

Relevant können potentielle Schadensursachen durch Faserabweichung, Äste, Jahrringbreiten sein.

Qualitätssicherung:

- Auswahl Holzqualität (Sortierung)

Die maximale Lebensdauer kann unter folgenden Bedingungen angesetzt werden:

Eine Unbegrenzte Haltbarkeit in Bezug auf Substanz, Tragfähigkeit und Formstabilität ist gegeben, wenn das Holz trocken gehalten wird und keine Fraßschäden von Insekten auftreten [GFÖB 2004, S.26]. Wenn ÖNORM B 3804, bzw. DIN 68800-2 eingehalten werden, sind diese Bedingungen erfüllt und es ist kein chemischer Holzschutz notwendig. Neben einem günstigen Feuchteverhalten ist vor allem die Vermeidung von Hölzern mit Rissen (z.B. KVH oder BSH) oder die Eindeckung mit Platten (OSB, MDF etc.) zur Verhinderung des Befalls mit Trockenholzinsekten erforderlich.

Holzwerkstoffplatten werden häufig auch für die Aussteifung von Holzkonstruktionen verwendet (z.B. OSB-Platten). Deren Alterungsverhalten ist demjenigen von Vollholz ähnlich, allerdings ist

- das Schwinden/Quellen bei nahezu allen Produkten ausgeschlossen (Formstabilität)
 - Insektenfrass ausgeschlossen, da keine Risse vorhanden sind (außer Produkte mit größeren Vollholzanteilen)
 - die Empfindlichkeit gegenüber Witterungs- und Kondensfeuchte höher bei üblichen Leimen, daher werden auch „feuchteverträglich“ verleimte Produkte angeboten
- Spezifische Risiken von Massivholzplatten (Brettsperrholzplatten, genagelte Platten) sind nicht bekannt, ähnliche Eigenschaften wie für KVH dargestellt sind wahrscheinlich und hängen stark von der Qualität und dem verwendeten Holz ab (Industriequalität oder nicht etc.)

7.2 Natürliche Einflussfaktoren (Umwelteinflüsse, Innenklima, Gebrauch)

Durch die Bekleidung der betrachteten Tragsysteme wirken Innen- und vor allem Außenklima nur vermittelt auf die Tragstruktur. Folgende Aspekte sind zu berücksichtigen:

- Wenn das Tragsystem von innen nach außen führt (z.B. Tragholz, monolithische Ziegel- oder Leichtbetonbauweise) müssen die hygrothermischen Spannung vom Bauteil, bzw. Gebäude aufgenommen werden.
- Besonders im Flachdachbereich sollte die Holztragstruktur nur im Fall von Abdichtungen/Blecheindeckungen, die ausreichend dampfdruckentspannt ausgeführt sind, vom warmen zum kalten Bereich führen. Eine zweite wasserführende Ebene ist vorzusehen
- Insbesondere für Holzbauweisen ist der Schutz vor eindringendem Wasser (Niederschlag, Spritzwasser, aufsteigende Feuchte) oder sehr hohen Innenraumluftfeuchten wesentlich für die potentielle Erreichung der maximalen Lebensdauer.

7.3 Technische Einflussfaktoren (Planungsqualität, Ausführungsqualität, Instandhaltungsqualität)

Planung und Ausführung müssen vor allem auf ein günstiges Feuchteverhalten mit hoher Fehlertoleranz in Bau- und Nutzungsphase abstellen:

- Planung von diffusionsoffenen, fehlertoleranten Konstruktionen (hohes Austrocknungspotential)
- Besonders im Flachdachbereich sollte die Holztragstruktur nur im Fall von Abdichtungen/Blecheindeckungen, die ausreichend dampfdruckentspannt ausgeführt sind, vom warmen zum kalten Bereich führen. Eine zweite wasserführende Ebene ist vorzusehen

7.4 Schadensbilder

- Risse bei allen betrachteten Tragsystemen sichtbar an Außen- und/oder Innenbekleidung
- Erhöhte Feuchten können bei Holzkonstruktionen zur Zerstörung des Materials führen.

7.5 Langzeiterfahrungen

Stahlbeton:

Betone sind seit über 100 Jahren in Verwendung, im Hochbau ist bezüglich Alterung insbesondere der Schutz des Armierungsstahls relevant. Bekannt sind insbesondere die Korrosion des eingelegten Armierungsstahls bei ungenügender Betonüberdeckung. Diese Problematik wird durch die aktuelle Normung und entsprechender Ausführung vermieden.

Eine durchschnittliche Lebenserwartung von über 100 Jahren kann angenommen werden.

Ziegel:

Der Baustoff Ziegel wird schon seit Jahrtausenden eingesetzt. Viele Gebäude, die vor deutlich über 100 Jahren erbaut wurden, haben noch lange nicht das Lebensende (d.h. den Verlust der statischen Funktion) erreicht.

Eine durchschnittliche Lebenserwartung von über 100 Jahren kann angenommen werden.

Holz für tragende Zwecke:

Tramdecken: In vielen Altbauten aus der Zeit vor 1918 wurden Tramdecken eingebaut, die auch heute die statische Funktion erfüllen und das Lebensende nicht erreicht haben.

Probleme gibt es in seltenen Fällen im Bereich des Balkenkopfes, sichtbar in ausgetauschten Tramteilen. Hauptgrund ist vor allem eine starke Feuchtebelastung des Holzes durch Schlagregen von außen, da klassische Außenputze ein verhältnismäßig hohes Wasseraufnahmevermögen besitzen. Im Innenbereich kann von einer Lebenserwartung von über 100 Jahren ausgegangen werden

Doppelbaum und Tramdecken als oberste Geschossdecke zu unbeheiztem Dachraum: Die Holzbauteile sind in vielen Fällen auch nach über 100 Jahren noch funktionstauglich. Z.T. sind durch erhöhte Feuchtebelastungen durch ungünstige Wasserdampfdiffusions- bzw. -konvektionsströme eine Zerstörung der obersten Schichten der Hölzer oder in seltenen Fällen eine starke Zersetzung, bzw. Befall mit Insekten festzustellen. In den Fällen, in denen ein günstiger Aufbau und übliche Nutzung vorhanden ist, kann mit über 100 Jahren Lebensdauer gerechnet werden.

Dachsparren von Kaltdächern: Altbauten aus der Zeit vor 1960 besitzen in Ihrer Vielzahl Holzdachstühle, die in vielen Fällen noch original vorhanden sind. Durch die Sichtbarkeit der Sparren und die wichtige Schutzfunktion des Daches für das gesamte Gebäude ist eine solide Instandhaltung und –setzung wohl auch in vielen Fällen erfolgt. Auch in diesem Fall kann die durchschnittliche Lebenserwartung auf über 100 Jahre angesetzt werden.

7.6 Annahmen zur Lebensdauer auf Basis der Langzeiterfahrungen

Für bekleidete Ziegelwände und –decken können nach den vorliegenden Langzeiterfahrungen bei Vermeidung von Rissen im Gebäude durch entsprechende Konstruktion über 100 Jahre an durchschnittlicher Lebenserwartung angesetzt werden.

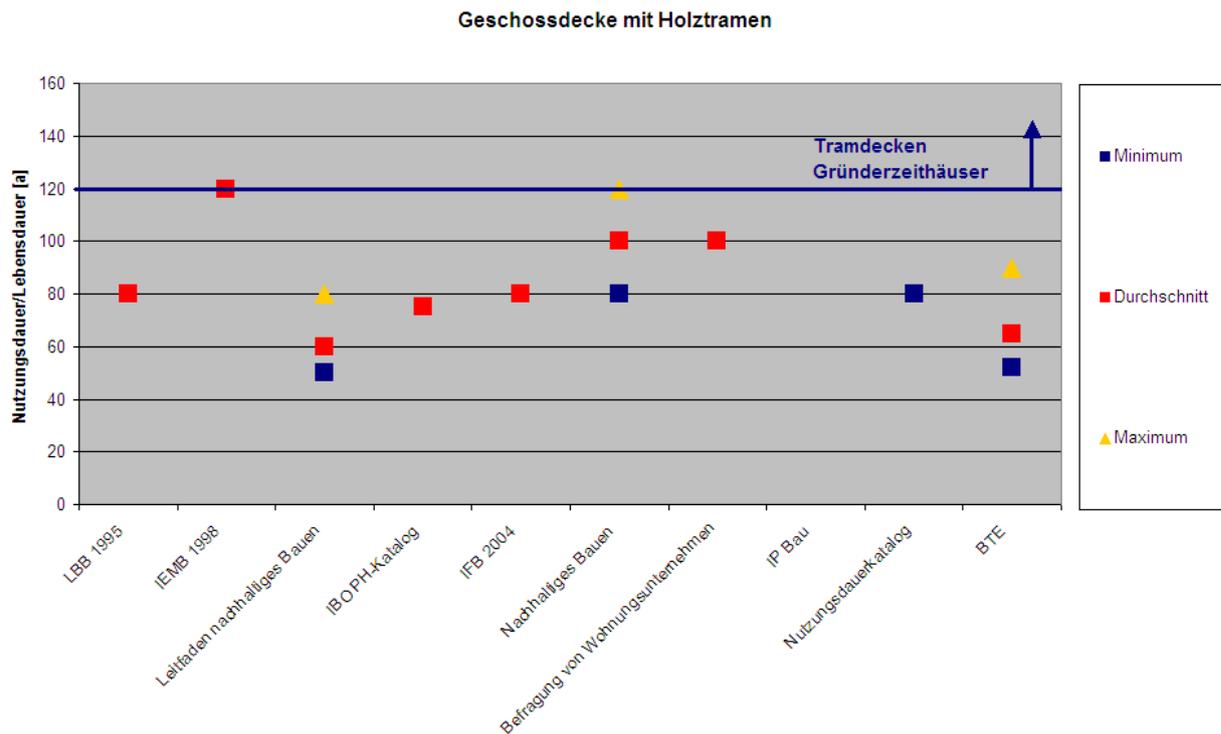
Dasselbe gilt für Stahlbetonwände und –decken, wenn Risse und vor allem eine Korrosion des Armierungsstahls durch entsprechende Planung und Ausführung vermieden werden.

Für Holzkonstruktionen sowohl in Rahmenbauweise oder in zimmermannsmäßiger Konstruktion können bei Einhaltung von niedrigen Feuchtegehalten und rissfreien Querschnitten, bzw. plattenmäßiger Überdeckung von 100 Jahren ausgegangen werden. Für Massivholzplatten (genagelt, geleimt, gedübelt) liegen noch keine langfristigen Erfahrungen vor. Ebenso wenig für Außenwände, Warm- und Flachdächer in Riegelbauweise.

7.7 Auswertung der Nutzungsdauerkataloge

7.7.1 Vergleich Nutzungsdauerkataloge mit Langzeiterfahrung anhand von Holztramdecken

Eine Gegenüberstellung der Lebensdauern/Nutzungsdauern von Holzbalkendecken in den vorhandenen Katalogen mit der Langzeiterfahrung der Lebensdauer von Tramdecken gibt die folgende Grafik wieder:

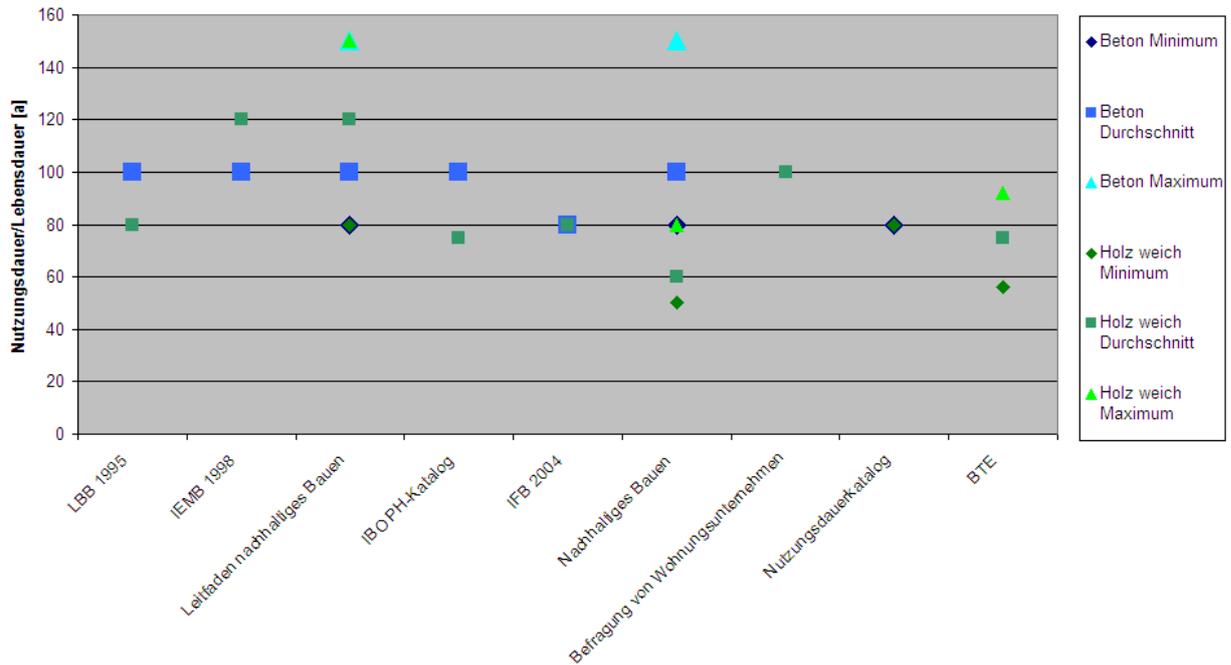


Die tatsächliche Lebensdauer von Holztramdecken von gut über 100 Jahren (die im idealen Fall auch einer maximalen Nutzungsdauer entspricht) liegt deutlich über fast allen Kenndaten aus den Nutzungsdauerkatalogen:

- Die angegebenen maximalen Nutzungsdauern liegen in 2 Fällen deutlich unter 100 Jahren Lebensdauer. In einem Fall liegt der Maximalwert bei 120 Jahren, was auch jedenfalls nicht den Langzeiterfahrungen entspricht.
- Die angegebenen durchschnittlichen Nutzungsdauern müssten durch Abschläge aus der technischen Lebensdauer erklärbar sein: Nicht mehr entsprechender Schallschutz, Entkernung wegen neuer Nutzung, Abriss des ganzen Gebäudes

7.7.2 Vergleich Steildach in Stahlbeton- und Holzbauweise in den unterschiedlichen Katalogen

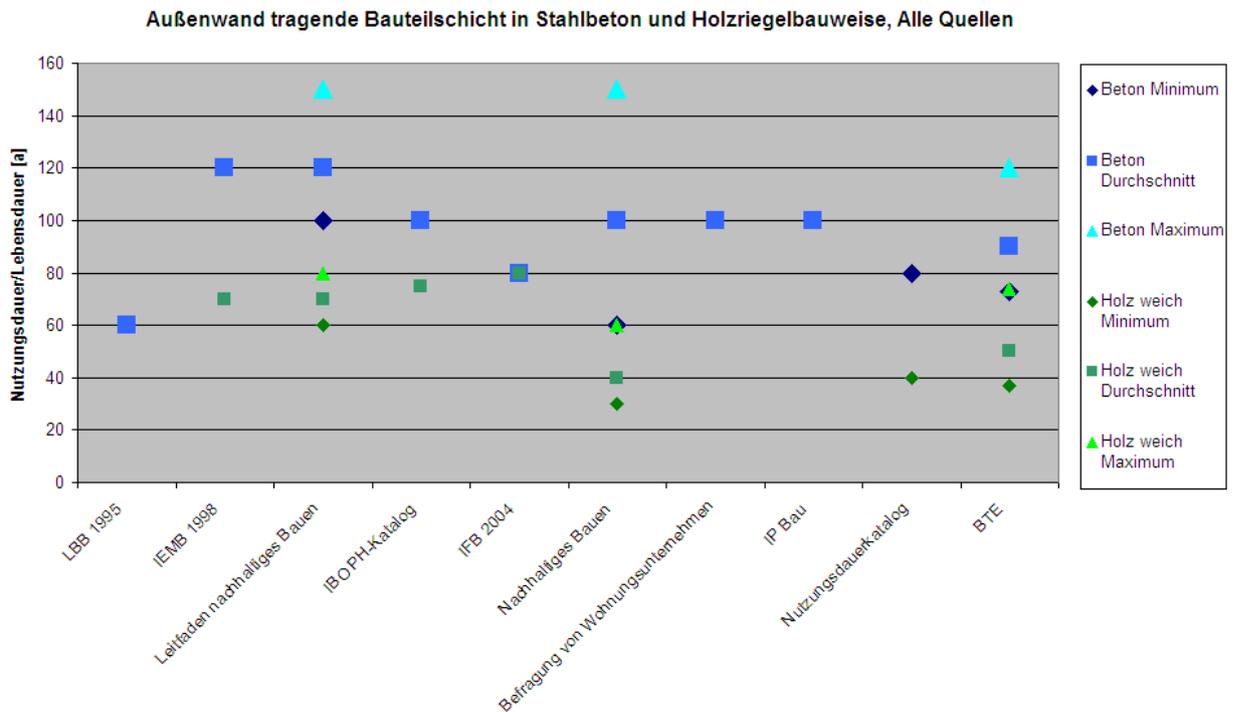
Steildach tragende Bauteilschicht Stahlbeton und Holzsparren, Alle Quellen



Die angegebenen Kennwerte variieren zwischen 50 und 150 Jahren. Es kann davon ausgegangen werden, dass in die Kennwerte bereits wesentlich ungünstige, natürliche und technische Einflüsse eingeflossen sind.

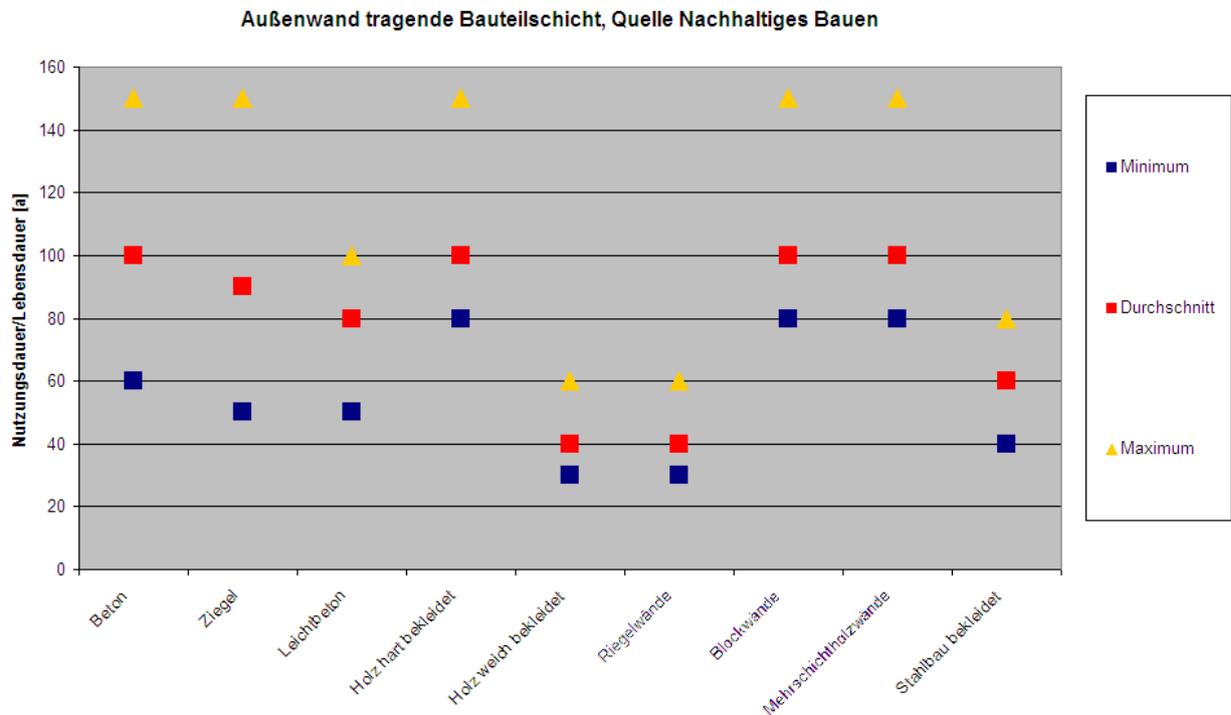
- Das Potential liegt bei günstigen Bedingungen bei mindestens 120 Jahren (IEMB und Leitfaden) bis 150 Jahren

7.7.3 Vergleich Außenwand in Stahlbeton- und Holzbauweise: Ein erster Vergleich über alle Quellen



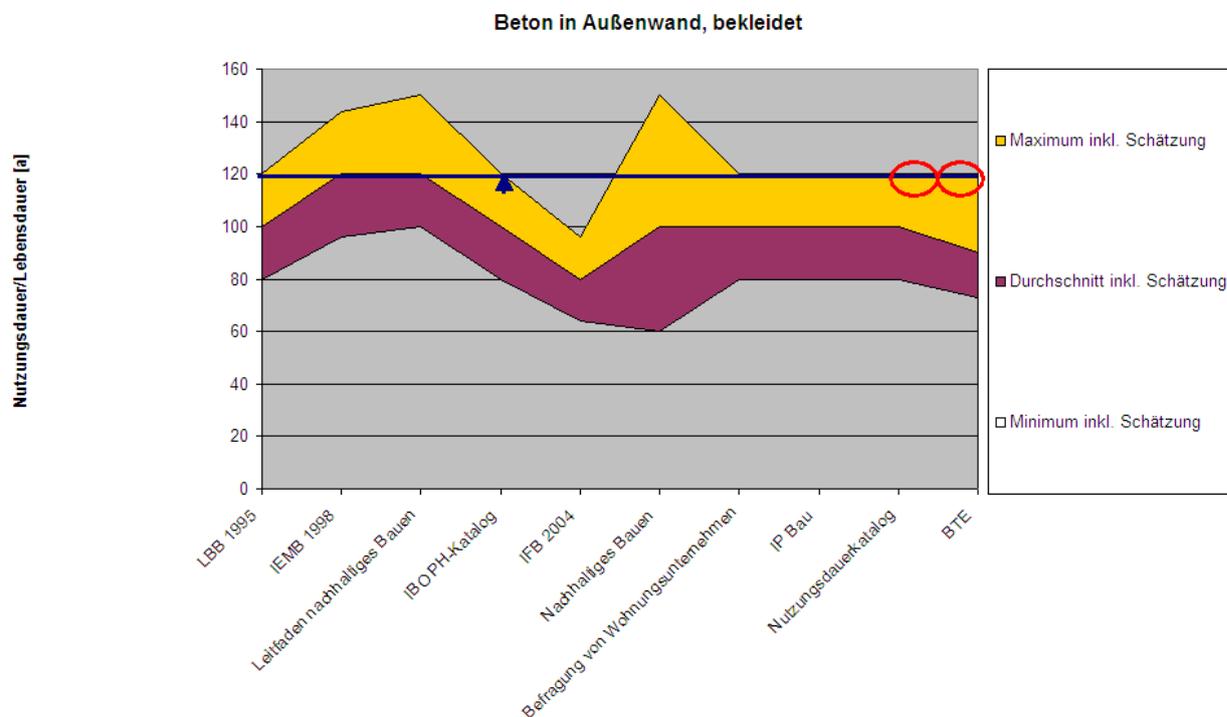
- Ein Vergleich der Außenwand in Beton und Leichtbauweise zeigt deutliche Unterschiede vor allem in der Bewertung des Leichtbaus: Hier scheinen bereits Abschläge bezüglich ungünstiger Randbedingungen eingeflossen zu sein.
- Maximalkennwerte von 60 bis 80 Jahren in drei Quellen sind nur schwer nachvollziehbar.

7.7.4 Zur Konsistenz unterschiedlicher Bauweisen in einer Datenquelle: Katalog Nachhaltig Bauen



- In der verhältnismäßig aktuellen Datenbank Nachhaltig Bauen (derzeit noch nicht vollständig) fällt die sehr niedrige Bewertung von Riegelwänden im Vergleich zu allen anderen Konstruktionen auf.
- Blockwände Mehrschichtwände haben in etwa doppelt so hohe Nutzungsdauern veranschlagt.
- Mehrschichtplatten in Steildächern werden mit ähnlich niedrigen Nutzungsdauern wie Riegelwände in Außenwänden angegeben (50 bis 80 Jahre), dies ist nicht nachvollziehbar und legt ein Ausscheiden der Datenbasis zumindest in diesen Elementen nahe.
- Ähnliches gilt für die Einstufung von Leichtbeton

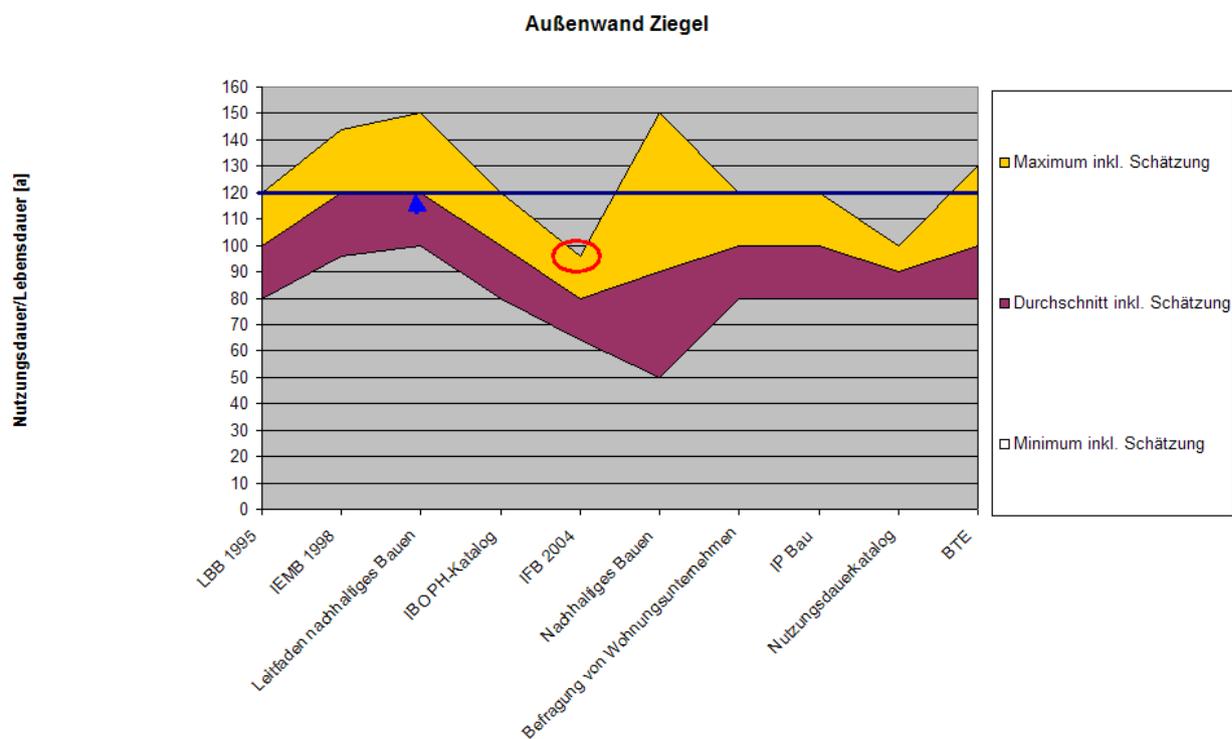
7.7.5 Außenwand Stahlbeton bekleidet



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	60	80	73
Durchschnitt Nutzungsdauer	80	100	100
Maximum Nutzungsdauer	120	150	135

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

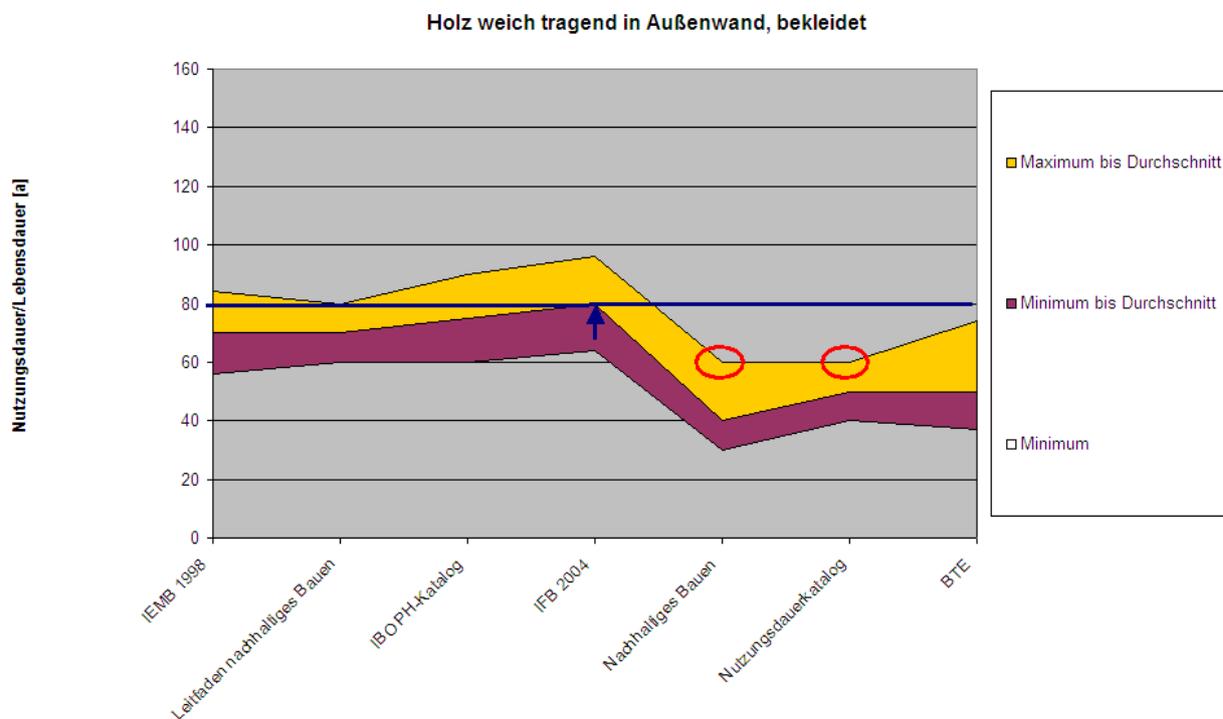
7.7.6 Außenwand Ziegel



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	50	100	80
Durchschnitt Nutzungsdauer	80	120	100
Maximum Nutzungsdauer	130	150	150

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

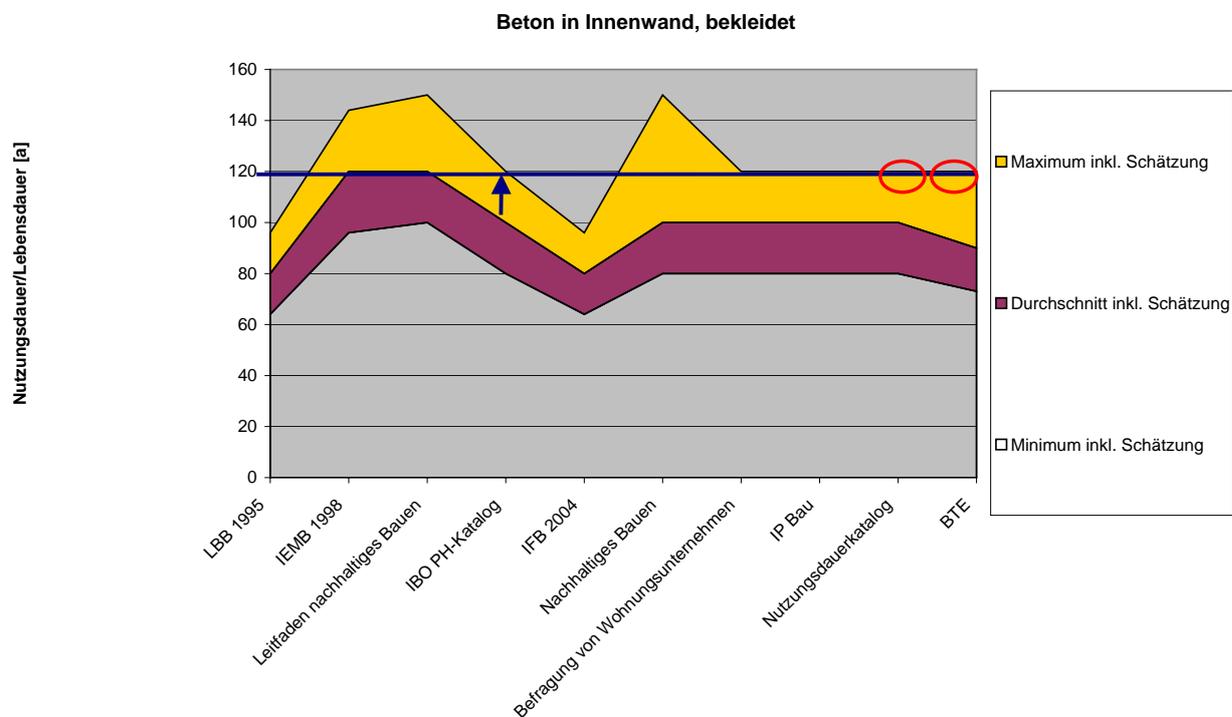
7.7.7 Außenwand Weichholz bekleidet



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	30	60	38,5
Durchschnitt Nutzungsdauer	40	80	70
Maximum Nutzungsdauer	60	80	74

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

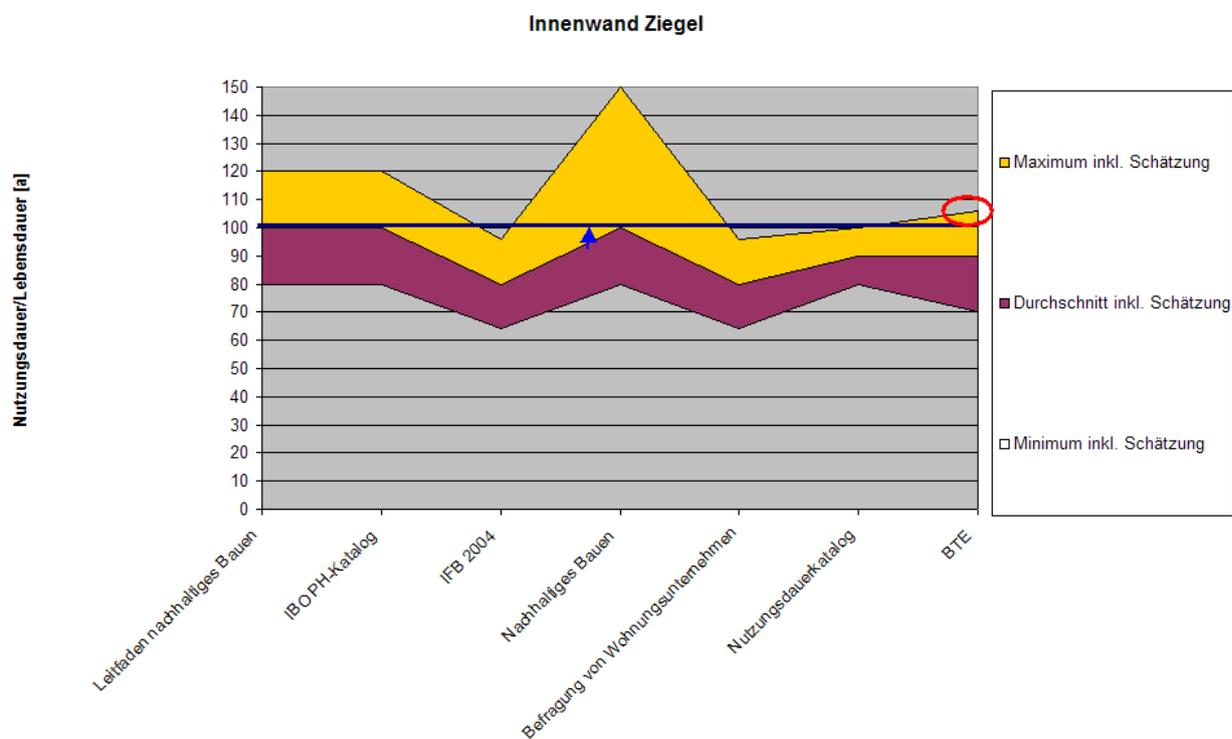
7.7.8 Innenwand Stahlbeton



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	73	80	80
Durchschnitt Nutzungsdauer	80	100	100
Maximum Nutzungsdauer	120	150	135

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

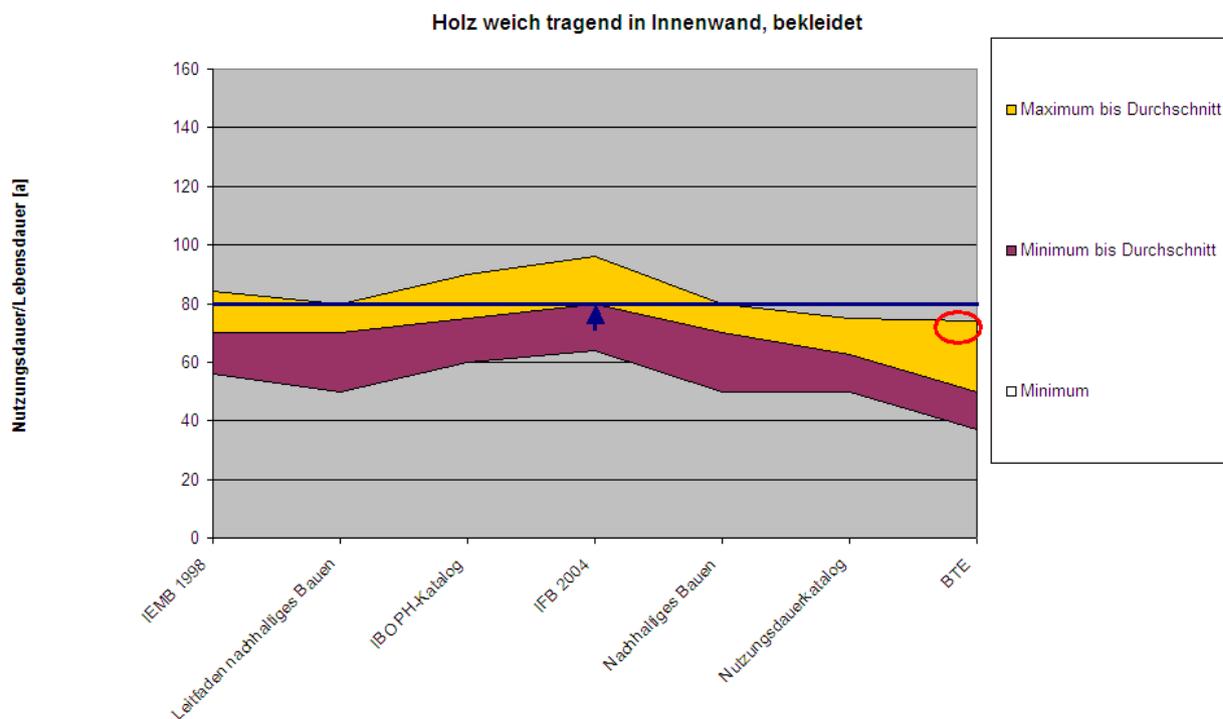
7.7.9 Innenwand Ziegel



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	70	80	80
Durchschnitt Nutzungsdauer	80	100	90
Maximum Nutzungsdauer	100	150	113

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

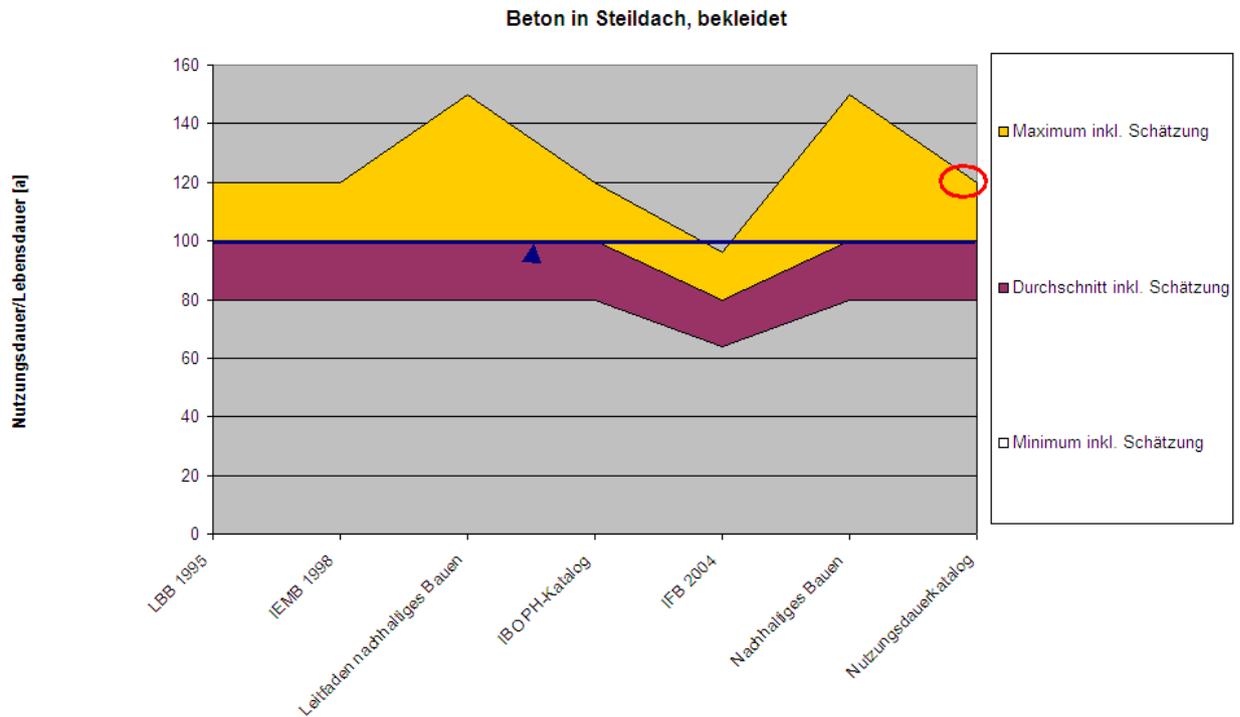
7.7.10 Innenwand Weichholz



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	37	50	50
Durchschnitt Nutzungsdauer	50	80	72,5
Maximum Nutzungsdauer	74	80	80

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

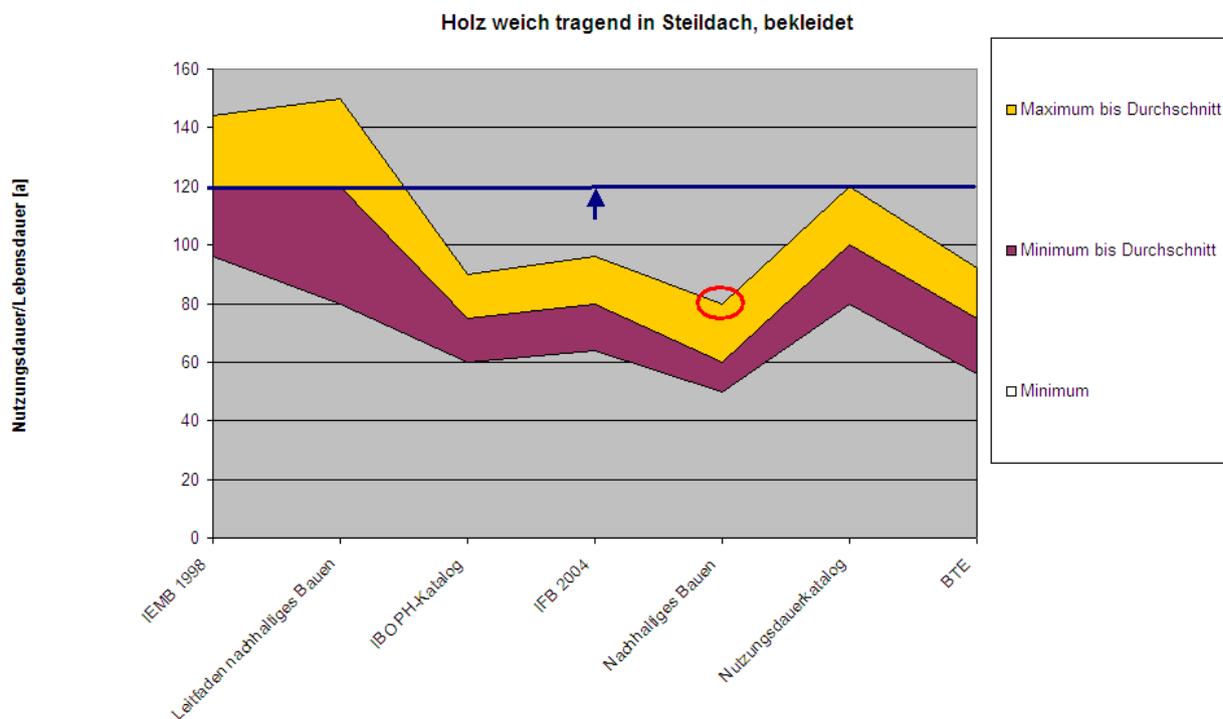
7.7.11 Steildach Stahlbeton



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	80	80	80
Durchschnitt Nutzungsdauer	80	100	100
Maximum Nutzungsdauer	150	150	150

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

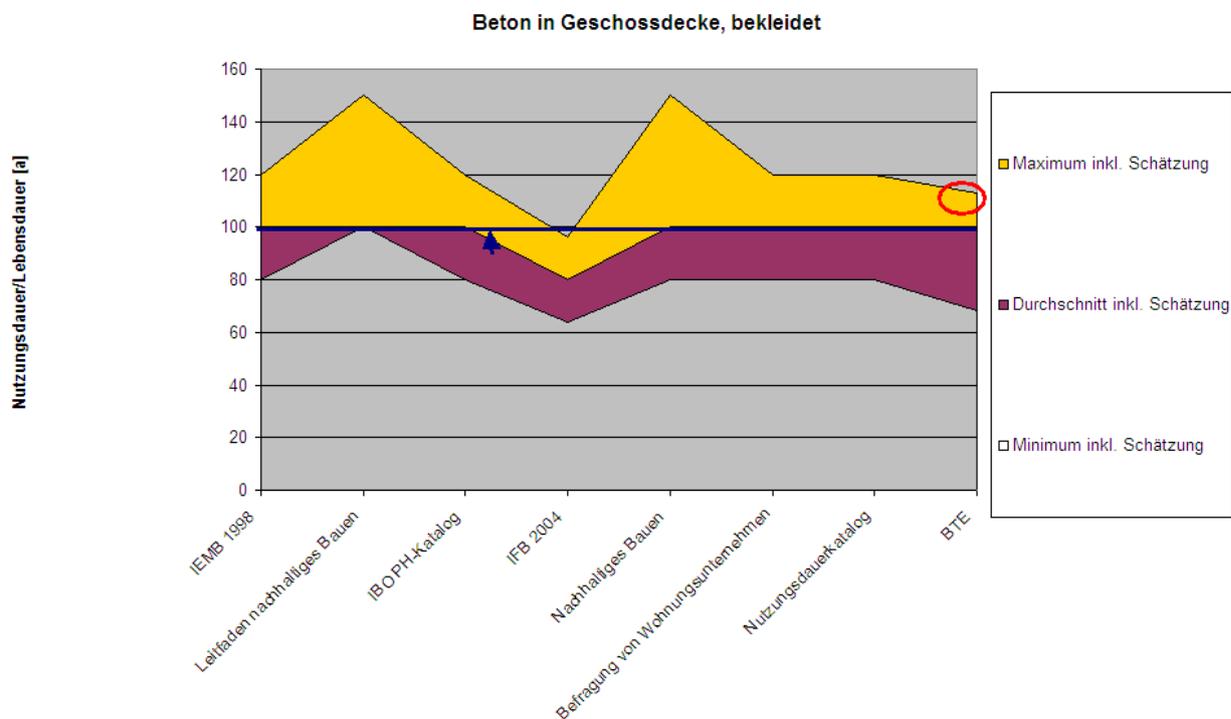
7.7.12 Steildach Weichholz



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	50	80	68
Durchschnitt Nutzungsdauer	60	120	80
Maximum Nutzungsdauer	80	150	92

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

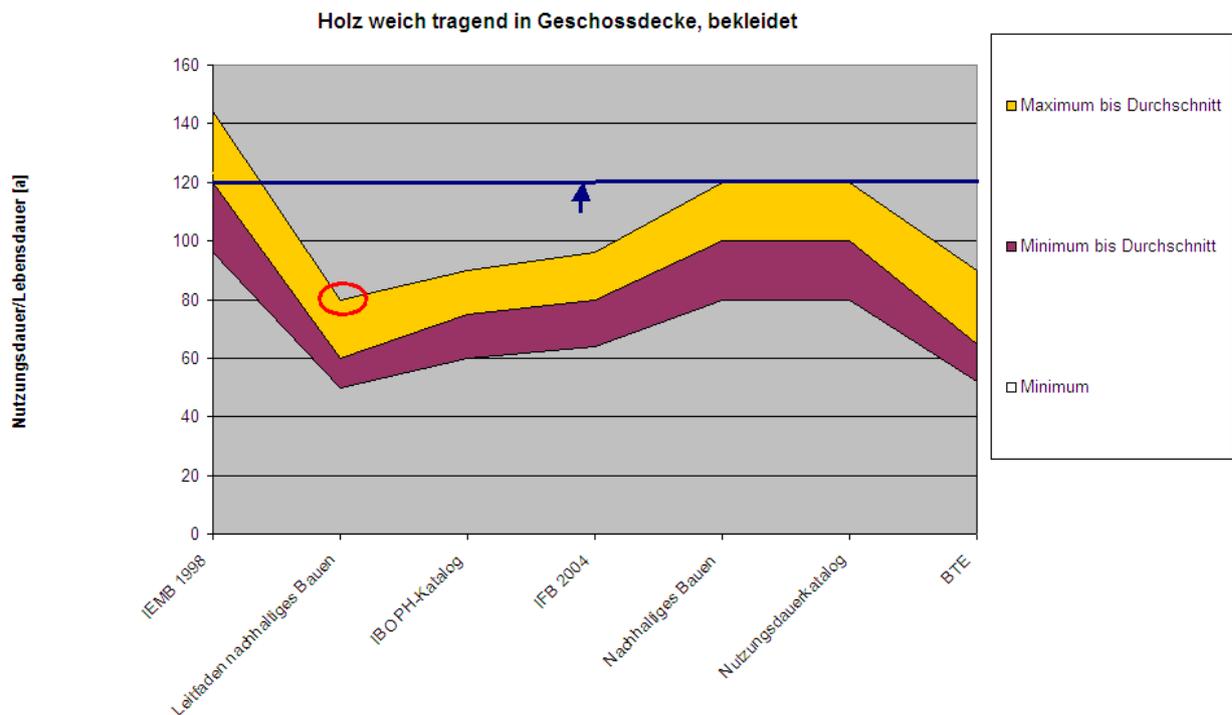
7.7.13 Geschossdecke Stahlbeton



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	68	100	80
Durchschnitt Nutzungsdauer	80	100	100
Maximum Nutzungsdauer	113	150	150

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

7.7.14 Geschossdecke Weichholz



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	50	80	66
Durchschnitt Nutzungsdauer	60	120	80
Maximum Nutzungsdauer	80	120	90

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

7.8 Zusammenfassung

Grundsätzlich können die vorhandenen Nutzungsdauerkataloge in 2 Kategorien in Ihrer Einstufung von Tragsystemen eingeteilt werden:

1. Kataloge, die allen Tragsystemen in etwa die gleichen durchschnittlichen Nutzungsdauern zuteilen, z.B.:

- IFB 2004,
- SIA 0123 1995 und darauf aktuell aufbauend (Bauteilschichtlebensdauern allerdings noch nicht aktuell publiziert) der Bauteilkatalog Schweiz
- Katalog Nachhaltiges Bauen und Nutzungsdauerkatalog für Geschossdecken
- IEMB für Steildächer

2. Kataloge, die in den meisten Bauelementen Stahlbeton und Ziegelbauweise deutlich höhere Nutzungsdauern zuordnen. Eine schlüssige Argumentation ist allerdings nicht zu

finden. Die stark unterschiedlichen Nutzungsdauern werden so interpretiert, dass für Leichtbauweisen eine unterdurchschnittliche Planungs-, Ausführungs- und Instandhaltungsqualität angesetzt werden.

Da allerdings für die Bestimmung einer tragfähigen und konsistenten maximalen Nutzungsdauer die Randbedingungen gleich gewählt sein sollten, werden in Abstimmung mit Langzeiterfahrungen die folgenden maximalen Nutzungsdauern (i.e. minimale technische Lebensdauer) angesetzt:

Tragende Systeme	Zusatzbedingung	Nutzungsdauer max*
Tragende Außenwand, Innenwand, Steildach, Flachdach, Geschossdecke	Stahlbeton	100
	Ziegel	100
	Leichtbeton	100
	Bewehrung ist nicht mit Mindest-Betonstärke gemäß Norm überdeckt	75
Tragende Außenwand, Innenwand, Steildach, Flachdach, Geschossdecke in Riegelbauweise und Massivholzbauweise	ÖNORM B 3804, bzw. DIN 68800 und ÖNORM B2320 sind erfüllt	100
	ÖNORM B 3804, bzw. DIN 68800 und ÖNORM B2320 sind <u>nicht</u> erfüllt	75
	Einsatz tragende Holzbauteile in Gefährdungsklassen 1 und 2 und höher, wenn chemisch geschützt	50
	Einsatz tragende Holzbauteile in Gefährdungsklassen 1 und 2 und höher, mit Hölzern der ausreichenden Resistenzklasse ausgeführt ohne chemischen Holzschutz	75

* Maximale mittlere Nutzungsdauer = mittlere Nutzungsdauer, die bei optimalen Randbedingungen (natürliche und technische Einflüsse) erreichbar ist. Die angegebene Nutzungsdauer ist als Intervall Kennwert +/- 20% zu verstehen

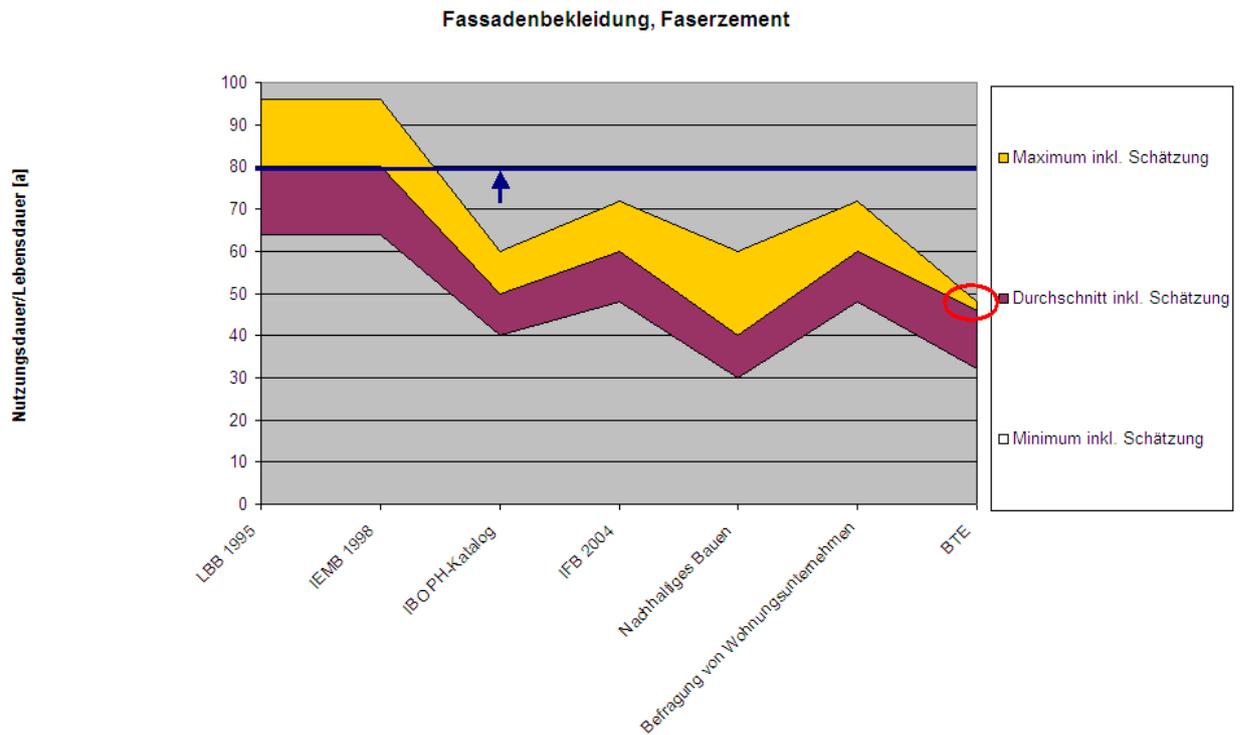
Auf der Grundlage dieser Angaben können die folgenden Nutzungsdauern angegeben werden:

Tragende Strukturen	Maximum Kennwert	Minimum Kennwert	Minimum Kennwert
Beton_TRAG	100	100	75
Ziegel_TRAG	100	100	100
Leichtbeton_TRAG	100	100	75
LeichtbetonStein_TRAG	100	100	75
Holzhartbekl_TRAG	100	100	50
Holzweichbekl_TRAG	100	100	50
Mehrschichtholz_TRAG	100	100	50

Stahl_TRAG	96	75	40
------------	----	-----------	----

8 Bekleidungen Außenwand

8.1 Faserzement

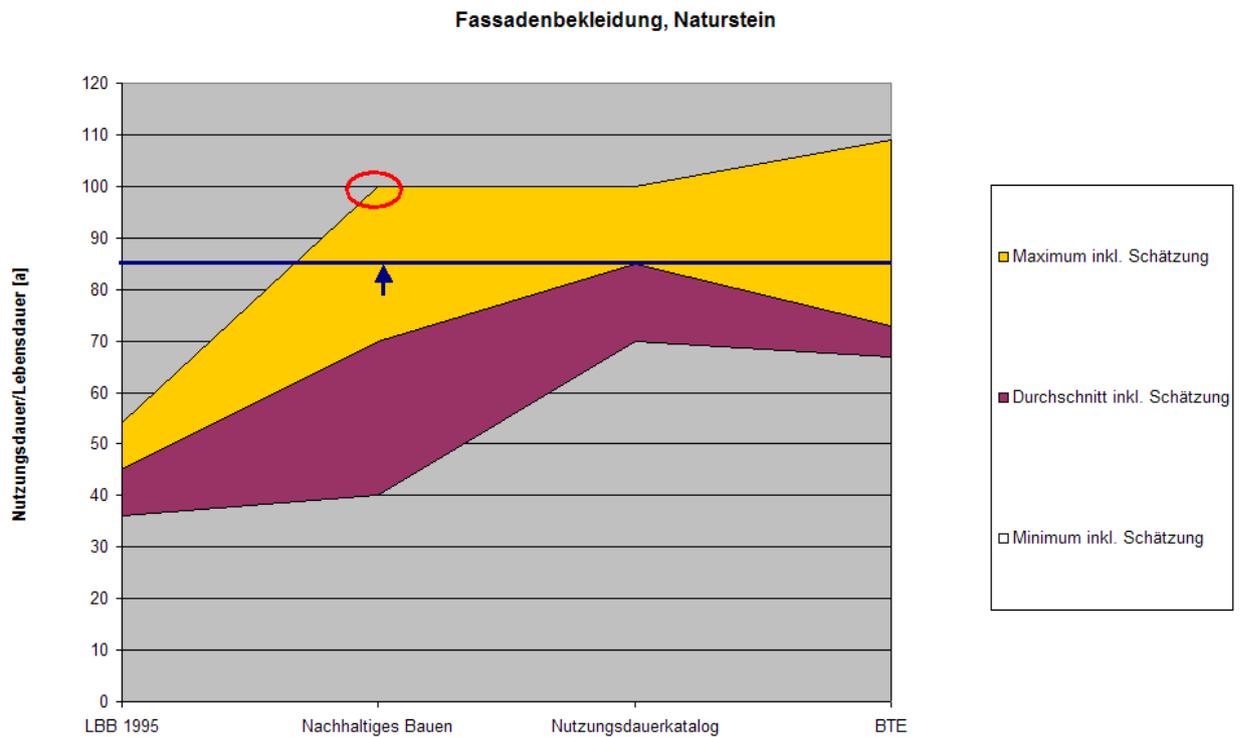


	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	30	40	32
Durchschnitt Nutzungsdauer	40	80	55
Maximum Nutzungsdauer	48	60	60

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

Die Unterschiede sind hoch, so liegen die durchschnittliche Kennwerte zwischen 40 und 80 Jahren. Ein möglicher Hintergrund sind sicherlich ästhetische Aspekte, zudem hängt die Nutzungsdauer auch sehr stark von der Aufhängung/Befestigung ab, die vielleicht in einigen Quellen Eingang gefunden hat.

8.2 Naturstein

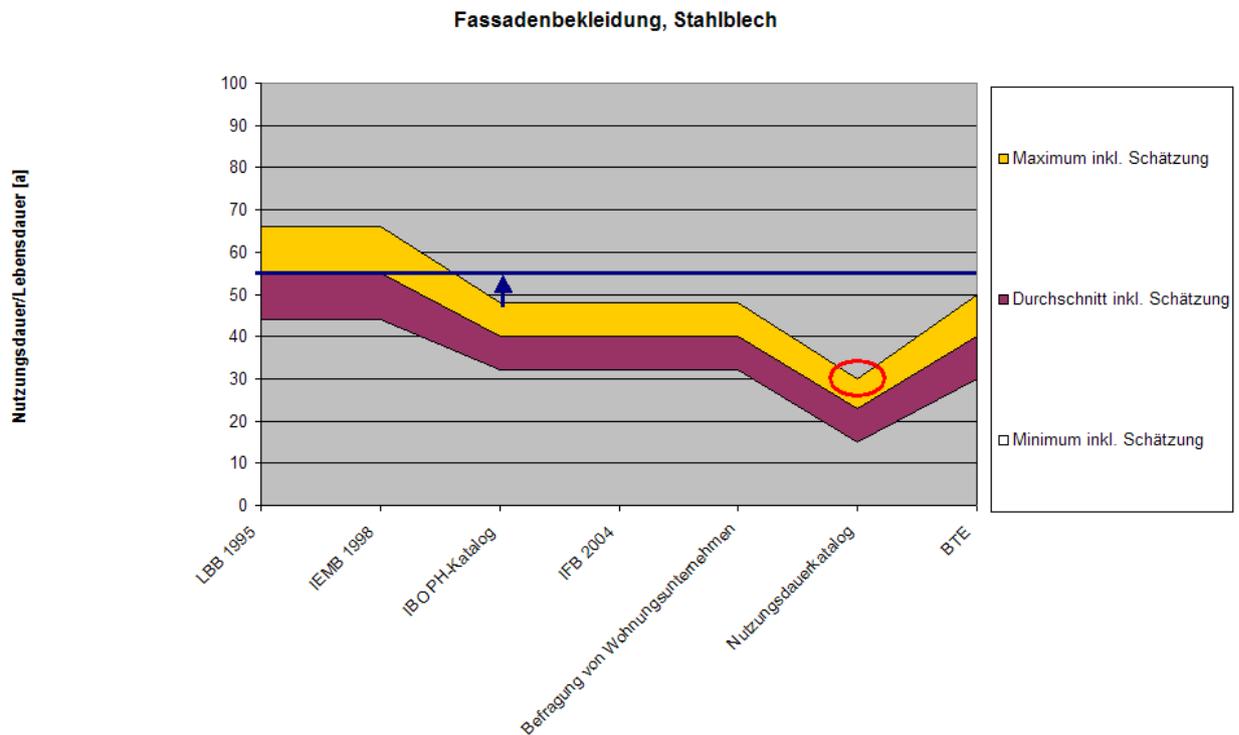


	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	40	70	67
Durchschnitt Nutzungsdauer	45	85	71,5
Maximum Nutzungsdauer	100	109	100

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

Der niedrige Wert in [LBB 1995] ist nicht nachvollziehbar.

8.3 Stahlblech

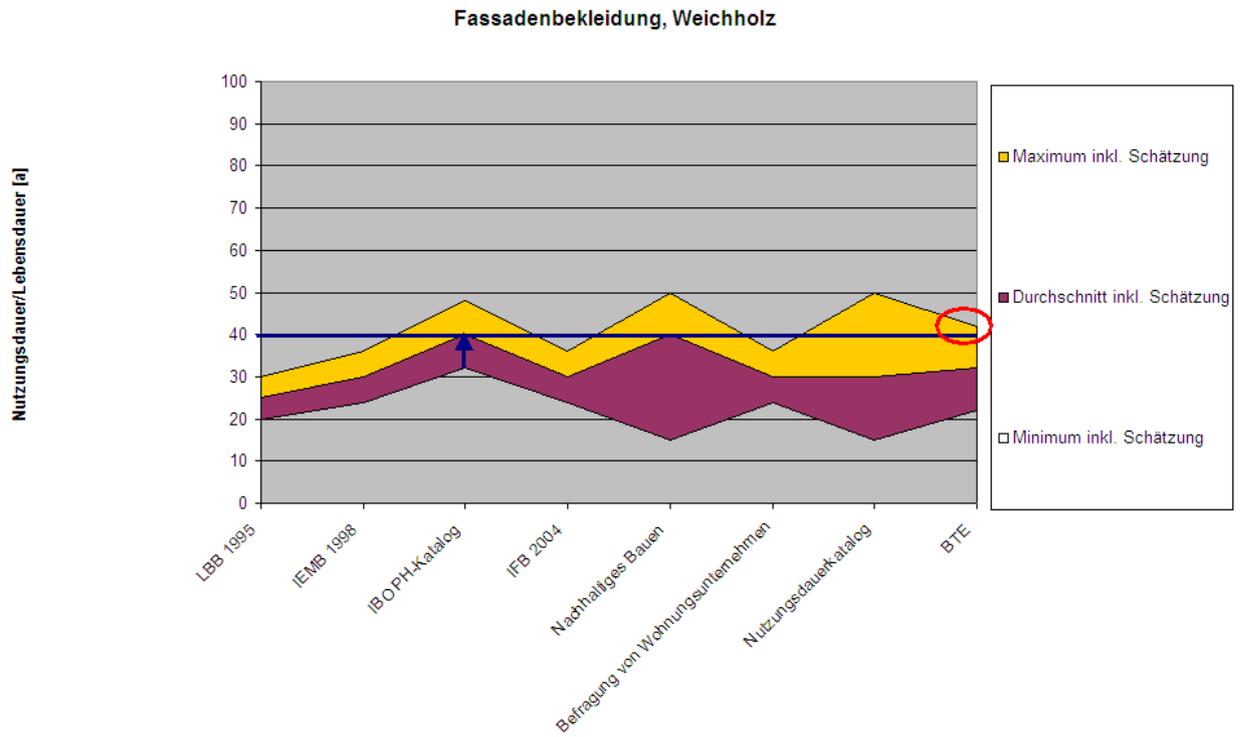


	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	15	30	22,5
Durchschnitt Nutzungsdauer	23	55	40
Maximum Nutzungsdauer	30	50	40

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Quellen sind hoch, wobei als Hintergrund wohl vor allem der Schutz gegen Korrosion und seine Wirksamkeit relevant sind. Diese intrinsische Alterung kann nur durch geeigneten Korrosionsschutz ausgeglichen werden. Aus der Praxis ist bekannt, dass vor allem an den Stellen, an denen Befestigungsmittel etc. vorhanden sind, eine erhöhte Belastung auftreten kann. Grundsätzlich können beschädigte Stellen, an denen Korrosion einsetzt, auch durch Abschleifen und Neubeschichtung instandgehalten werden.

8.4 Weichholz



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	15	22	15
Durchschnitt Nutzungsdauer	25	40	30
Maximum Nutzungsdauer	42	50	50

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

8.5 Zusammenfassung

Die folgende Tabelle gibt die abgeleiteten Nutzungsdauern im Überblick an:

	Kennwerte			Quellen, Analyse		
	Max	Durchs.	Min	Maximum Kennwert	Minimum Kennwert	
Fassadenbekleidungen						
Faserzement_FASSADE	90	80	30	96	80	30
Naturstein_FASSADE	100	80	40	100	85	40
Weichholz_FASSADE	50	40	15	50	40	15
Stahlblech_FASSADE	60	40	15	66	55	15

Die auftretenden Intervalle zwischen Minimum und Maximum sind verhältnismäßig hoch, was durch die unterschiedlichen Belastungen auch verständlich wird. So werden Fassaden in eher trockenen Klimata anders altern als in kalten Zonen mit hoher Schlagregenbelastung. Für Stahlbleche ergibt sich eine durchschnittliche Nutzungszeit von 40 Jahren, da die maximale durchschnittliche Nutzungszeit von 55 Jahren deutlich über der 3 fachen minimalen Nutzungszeit liegt. Überraschend ist die hohe Nutzungszeit von hinterlüfteten Faserzementfassaden, die sich vor allem auf 2 ältere Quellen aus den späten 90iger Jahren stützt.

9 Dacheindeckungen Steildach/Pulldach

Für die nachfolgenden Kapitel wurden Ergebnisse aus (Zimmermann, 2006), (Hankammer, 2009) und (Scholz, 2005) herangezogen.

9.1 Materialien

- Dachziegel
- Dachsteine
- Faserzementplatten
- Metallbleche
- Schieferdeckung
- Bitumenplatten oder –schindeln
- Holzschindeln
- Reet

Frostschäden treten häufiger an Dachziegeln auf, mikrobiologischer Bewuchs wird aufgrund der höheren Oberflächenfeuchte von Beton verstärkt auf Betondachsteinen festgestellt.

Die Beständigkeit einer Schiefereindeckung hängt unmittelbar mit der Qualität und somit von der Zusammensetzung des Schiefers ab. Hochwertiger Schiefer hat u.a. nur geringe Anteile an Calcium- und Magnesiumcarbonaten. Des Weiteren können Schieferplatten ein gestörtes Gefüge aufweisen (Nähte, Risse, Kalkschichten, etc.). Dies ist geologisch bedingt, kann jedoch eine Schwachstelle darstellen, die in der Nutzung (z.B. durch thermische oder mechanische Beanspruchung) ebenso zum Bruch der Platte führen kann wie eine übermäßige Biegebeanspruchung.

Dachziegel und –steine, Faserzementplatten und Metalleindeckungen werden im Neubau am häufigsten verwendet. Dacheindeckungen aus Schiefer, Holz, Bitumenplatten oder mit Reet sind eher bei Bestandsgebäuden zu finden bzw. werden eher selten verwendet und daher im vorliegenden Projekt z.T. nicht betrachtet.

9.2 Schadensbilder und –ursachen

9.2.1 Allgemeine Schadensbilder

Es ist davon auszugehen, dass bei Dachdeckungen, die nach den anerkannten Regeln der Technik ausgeführt werden, die u. g. Schadensbilder nicht auftreten.

Typische Schäden an Dachdeckungen sind:

- Ungenügende Schutzfunktion aufgrund mangelnden Regenschutzes, fehlender/fehlerhafter zweiter wasserführender Schicht, Wasserüberlauf an innenliegenden Dachrinnen, Schneeeintrieb, Lüftungswärmeverluste und Tauwasserbildung oder ungenügenden Luftschallschutzes.
- Ungenügende Beständigkeit verursacht durch Fäulnis an Holzbauteilen, Frostschäden oder Korrosion
- Starke Verformung oder Bruch durch starke Witterungseinflüsse (Sonne, Sturm, Hagel etc.)

- Mikrobiologischer Bewuchs
- Optische Mängel

9.2.2 Materialspezifische Schadensbilder

Abhängig vom Dachdeckungsmaterial treten unterschiedliche Schadensbilder auf.

9.2.2.1 Dachsteine und Dachziegel

- Eine mangelhafte Verlegung der Dacheindeckung, z. B. eine mangelhafte Überdeckung, vermindert die Regen- oder Flugschneesicherheit
- Sturmschäden, u. U. aufgrund fehlender zusätzlicher erforderlicher Schutzmaßnahmen wie Sturmklammern

9.2.2.2 Deckungen mit Faserzementplatten

- Bei kleinformatischen Platten: Wassereindringung, behinderter Wasserablauf und mikrobiologischer Bewuchs aufgrund ungenügender Überdeckung der einzelnen Platten und der Befestigungsmittel
- Bei großformatigen, wellenförmigen Platten: Wassereindringung aufgrund nicht winkel- und fluchtgerechter Verlegung oder mangelhafter Abdichtung, Materialrisse verursacht durch fehlerhafte Unterkonstruktion oder Befestigung

9.2.2.3 Metalldeckungen

- Mangelhafte Regensicherheit oder Regendichtheit z. B. durch fehlerhafte Ausbildung der Falze, fehlerhaft eingebaute Dichtungsbänder oder mangelhaft ausgeführte Befestigungen
- Oberseitige Korrosion z. B. verursacht durch Regenwasser, Mikroorganismen oder Schwebstoffe
- Unterseitige Korrosion insbesondere bei flachgeneigten Dächern durch Regenwasser, Mikroorganismen, Schwebstoffe
- Sturmschäden (Abdeckung) aufgrund mangelhafter Befestigung oder unzulässiger Deckungsbreiten

9.2.2.4 Schiefer

- Mangelhafte Regensicherheit oder Regendichtheit z. B. durch fehlerhafte Ausbildung der Anschlüsse oder unzureichende Überdeckung
- Mangelhafte Ausführung des Unterdachs, z.B. Quellen und Schwinden von Schalungsbrettern, mit der Folge, dass Schieferplatten brechen
- Platten mit zu geringer Dicke eingebaut

9.3 Instandhaltung

Sind durch falsche Verlegung der Dachdeckung Schäden in der Unterkonstruktion aufgetreten, das Deckungsmaterial an sich aber unbeschädigt, so wird das Dach abgedeckt und die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen an der Dachkonstruktion durchgeführt. Das Deckungsmaterial kann gegebenenfalls wieder verwendet werden.

Moos- und Algenbefall auf Betondachsteinen oder Dachziegeln kann nicht verhindert werden, ist aber durch mechanische Reinigung leicht zu entfernen.

Bei Frostschäden können die schadhaften Ziegel oder Steine einzeln ausgetauscht werden. Dies ist auch bei Sturmschäden möglich. Jedoch ist zu berücksichtigen, ob zusätzliche Maßnahmen wie Sturmklammern erforderlich sind, um besonders gefährdete Dächer langfristig vor Sturmschäden zu schützen.

9.4 Langzeiterfahrungen

9.4.1 Literaturlauswertung

Betondachsteine:

Betondachsteine weisen eine gute bis sehr gute Frostbeständigkeit auf. (Zimmermann, 2006) nennt für Betondachsteine eine Nutzungsdauer von 60 Jahren.

Aluminiumeindeckung:

(GDA, 2002) nennt als Beispiel für die Dauerhaftigkeit von Aluminiumbauteilen die Kuppelendeckung der Kirche San Gioacchino in Rom aus dem Jahr 1897. Die unbeschichteten Aluminiumplatten sind bis zum aktuellen Zeitpunkt optimal erhalten. In (Kosteas und Albrecht, 2005) werden folgende technische Lebensdauern für Bauteile aus Aluminium – unter Verweis auf unten stehende Quellen – zitiert:

Bauteil unter Witterungseinfluss	Schadenspotential	Technische Lebensdauer [a]
Blankes Aluminium	Temperatur, Feuchte, mechanische Beschädigung der Oberfläche, Verformung, Säuren, Laugen	70 – 100 [a]
Eloxiertes Aluminium		> 40 – 50 [b] 70 – 100 [a]
Pulverbeschichtetes Aluminium		25 – 30 [b] 25 – 40 [a]

[a] DIN EN 12944-1 (1998): Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme, Teil 1: Allgemeine Einleitung, Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin, 1998.

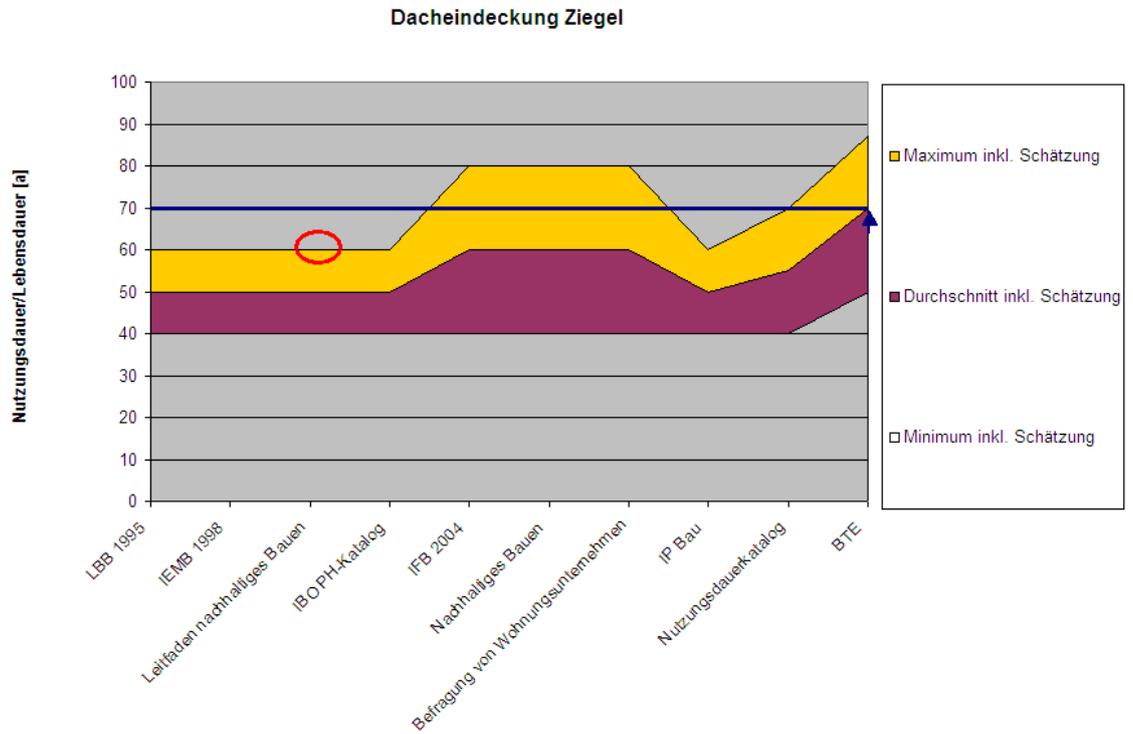
[b] Seddon E. (2004): Optimum Service Life for Aluminium Products in Building and Construction using approved Finishing Techniques, contribution to the ALFED Conference about 'Sustainability of Aluminium Products Used in Building and Construction', London, UK 13.10.2004.

Zinkeindeckung:

Die Firma Rheinzink gibt für ihre Produkte eine „realistisch angenommene“ Lebensdauer von über 75 Jahren an (Prospekt „Nachhaltiges Bauen mit Rheinzink. Aspekte der intelligenten Werkstoffwahl“)

9.4.2 Auswertung der Nutzungsdauerkataloge

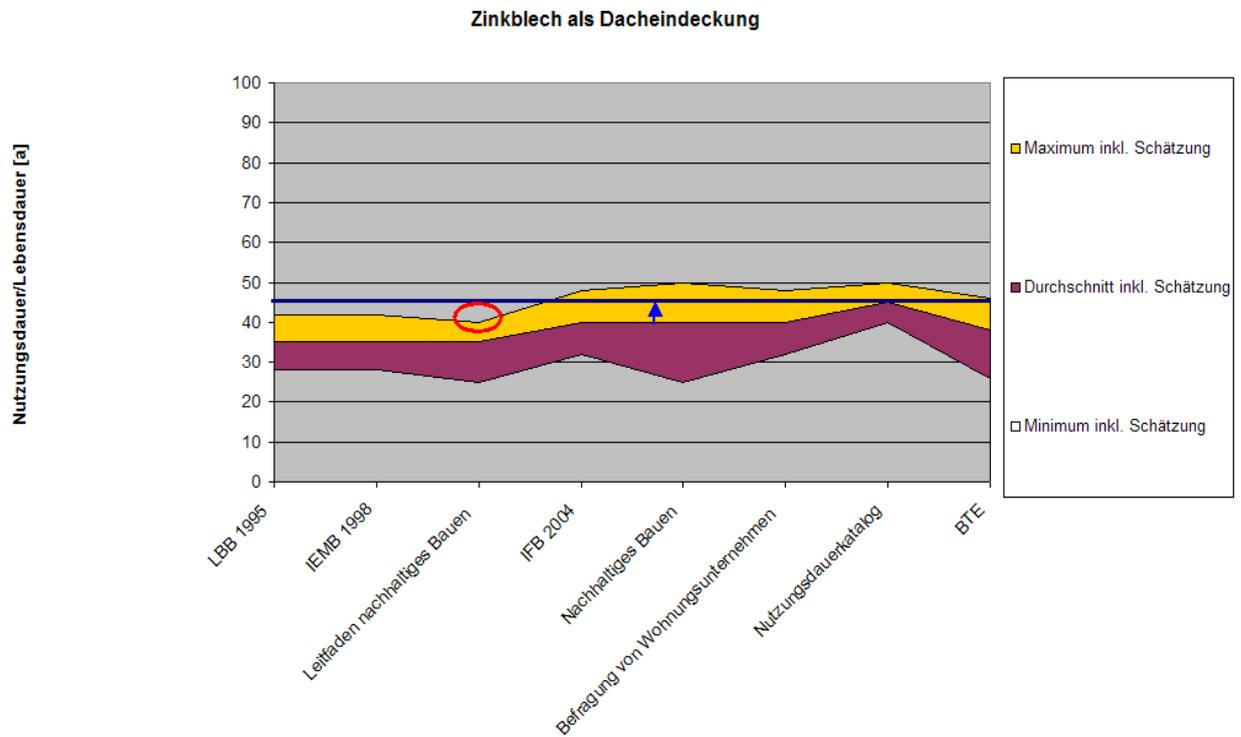
9.4.1.1 Dachziegel



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	40	50	40
Durchschnitt Nutzungsdauer	50	70	52,5
Maximum Nutzungsdauer	60	87	80
Maximum inkl. Schätzung	60	87	65

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

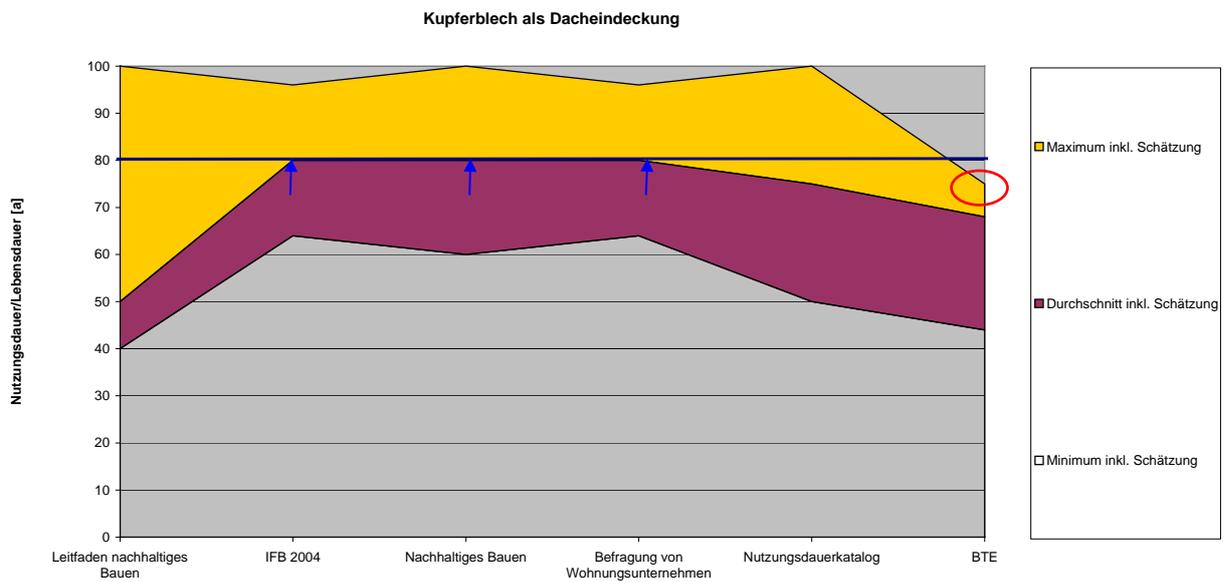
9.4.1.2 Zinkblech



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	25	40	25,5
Durchschnitt Nutzungsdauer	35	45	39
Maximum Nutzungsdauer	40	50	48
Maximum inkl. Schätzung	40	50	47

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

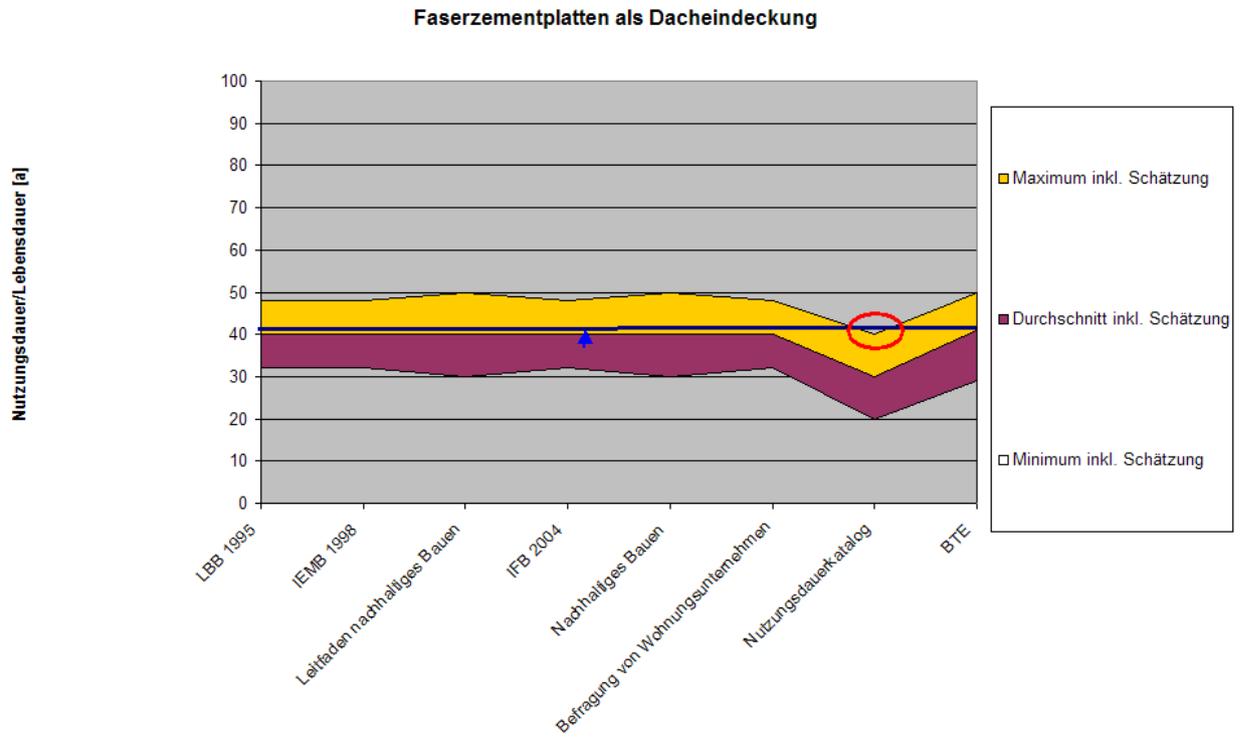
9.4.1.3 Kupferblech



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	40	60	47
Durchschnitt Nutzungsdauer	50	80	77,5
Maximum Nutzungsdauer	75	100	100
Maximum inkl. Schätzung	75	100	98

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

9.4.1.4 Faserzement

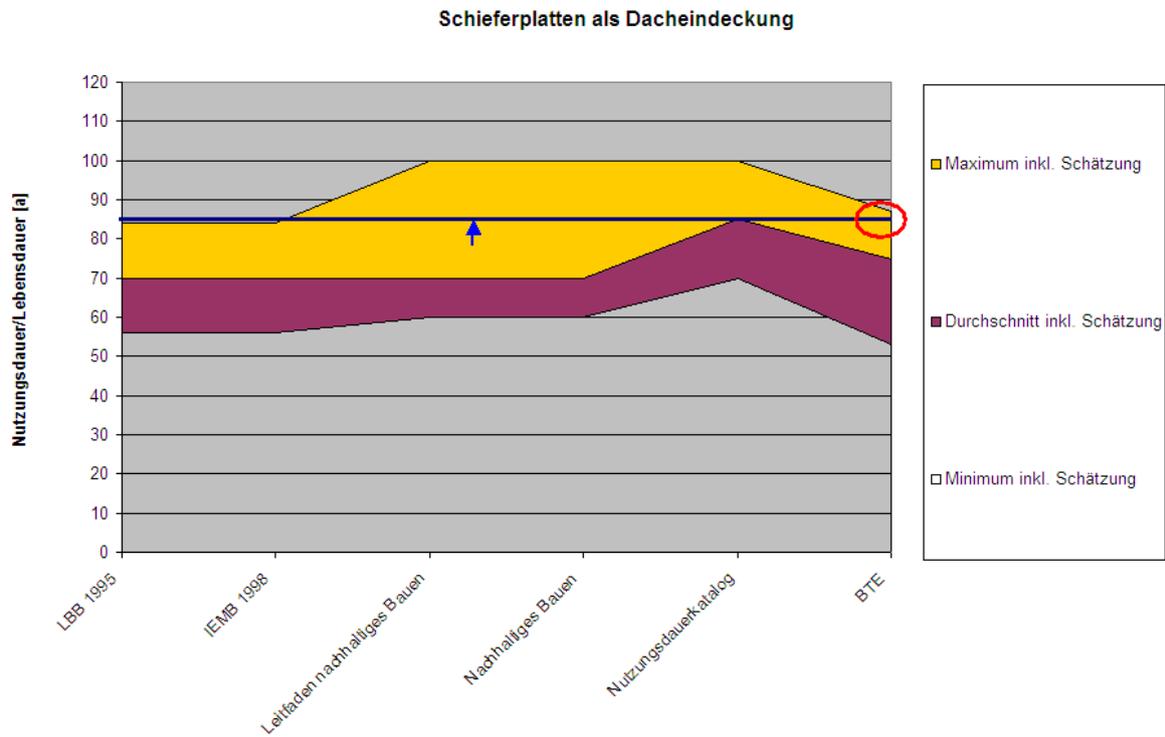


	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	20	30	29,5
Durchschnitt Nutzungsdauer	30	41	40
Maximum Nutzungsdauer	40	50	50
Maximum inkl. Schätzung	40	50	48

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

Ein Vergleich mit den Kennwerten der Faserzement-Wandverkleidungen überrascht, da im Dachbereich deutlich niedrigere maximale Kennwerte angesetzt werden (allerdings nicht in allen Quellen), die minimal angegebenen Kennwerte bleiben annähernd ähnlich.

9.4.1.5 Schieferplatten



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	53	70	60
Durchschnitt Nutzungsdauer	70	85	70
Maximum Nutzungsdauer	87	100	100
Maximum inkl. Schätzung	84	100	93.5

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

9.5 Zusammenfassung

Aus der quantitativen und qualitativen Analyse können die folgenden Kennwerte abgeleitet werden:

	Kennwerte			Quellen, Analyse			
	Max	Durchs.	Min	Maximum Kennwert	Minimum Kennwert	Minimum Kennwert	
Dacheindeckungen							
Ziegel_DACHD	80	70	40	87	70	40	
Schiefer_DACHD	100	80	53	100	84	53	
Faserzement_DACHD	50	40	20	50	41	20	
Zink_DACHD	70	40	25	75	45	25	
Beton_DACHD	80	70	40	87	70	40	Ziegel
Kupfer_DACHD	100	80	40	100	80	40	
Stahlblechverzinkt_DACHD	40	30	15	40	30	15	
Edelstahl_DACHD	100	80	40	100	80	40	Kupfer
Aluminium_DACHD	80	40	25	85	45	25	

10 Abdichtung

10.1 Materialien

Im Hochbau werden bituminöse und Kunststoff-Abdichtungsbahnen verwendet, wobei Kunststoffbahnen hauptsächlich auf Flachdächern im Gewerbe- und Industriebau eingesetzt werden. Im Einzelnen handelt es sich um:

- Kunststoff- und Elastomerbahnen auf Basis von vollvernetzten Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer (EPDM), Isobuten-Isoprenkautschuk (IIR), Acrylnitril-Butadien (NBR), Polychloropren (CR), thermoplastischen/flexiblen Polyolefinen (FPO, TPO), chlorsulfoniertem Polyethylen (CSM), Polyvinylchlorid (PVC), Polyisobuthylen (PIB), Polyethylen (PE, PE-C), Ethylen-Vinylacetat-copolymeren (EVA)
- Bitumenbahnen auf Basis von Elastomer- oder Plastomerbitumen (PYE, PYP) oder von Ethylencopolymerisat-Bitumen (ECB)

mit Trägereinlagen aus

- Glasfaser-, Polyester- oder Jutegewebe
- Glas-, Polyester- oder Kunststoffvlies
- Polyesterfolie

Für bestimmte Anwendungszwecke (Wurzelschutz, Dampfsperre, Armierung befahrbarer Decken, bei drückendem Wasser) werden Bitumenbahnen mit Kupfer- oder Aluminiumeinlage hergestellt. Rohfilzplatte wird nur noch im Bereich der Bauwerksabdichtung eingesetzt.

Abdichtungen auf Flachdächern werden nach wie vor häufiger mit Bitumenbahnen (2007 ca. 72 %) hergestellt, jedoch ist eine steigende Tendenz bei den Kunststoffabdichtungen zu verzeichnen (2007 ca. 24 %). (CDC-Cooperate Development Consultants 2005-2008 zitiert nach Ernst, 2009)

10.2 Dachabdichtungen

10.2.1 Schadensbilder und –ursachen

10.2.1.1 Einwirkungen

Abdichtungen auf Flachdächer unterliegen einer ständigen Bewitterung (ausgenommen Abdichtungsbahnen auf Umkehrdächern) und Beanspruchung. Es handelt sich dabei laut (Reul, 2009) um

- Feuchteeinwirkungen: Niederschlag, Bau- und Nutzungsfeuchte
- thermische Einwirkungen: zu unterscheiden sind durch schweren Oberflächenschutz oder Nutzsichten nur mäßig beanspruchte Dachbahnen oder solche, die unmittelbar der Witterung ausgesetzt und somit hoch beansprucht sind
- thermohygrische Einwirkungen: Lokaler Anstieg der Oberflächentemperatur hoch beanspruchter Dachabdichtungen im Bereich von Pfützen, welche durch fehlerhafte Ausführung entstehen können. Durch die örtlich besonders hohen Temperaturen (bis zu

80 °C) können durch das Wasser Bestandteile aus der Dichtungsbahn ausgewaschen werden.

- mechanische Einwirkungen: zu unterscheiden sind Dachflächen mit hoher mechanischer Beanspruchung, z.B. Park- oder Gründächer und solche, die nicht genutzt bzw. nur zu Wartungszwecken betreten werden und somit nur mäßig mechanisch beansprucht sind
- sonstige Einwirkungen wie z.B. fotochemische Einwirkungen (UV-Strahlung, Ozon), gasförmige Immissionen oder Ablagerungen, Pflanzenbewuchs oder mikrobieller Befall

10.2.1.2 Materialschäden

In (WKÖ, 2009) wurden die Problembereiche bei der Ausführung von Flachdachabdichtungen ebenfalls erhoben. Von den befragten Arbeitern und Planer wurden Fehler oder Probleme mit dem Material selten genannt. Die meisten Verbesserungsmöglichkeiten sahen Planer in der Kategorie Planung (Details) und Arbeiter in der Kategorie Bauzeit/Zeitdruck.

Schäden am Material entstehen durch die o. g. äußeren Einwirkungen. In (WKÖ, 2009) wurde außerdem die häufige, unsachgemäße Beanspruchung der bereits verlegten Abdichtung während der Bauphase z.B. durch Belastung mit darauf zwischengelagertem Baumaterial angemerkt. Eine Schutzfolie, die bis zur Beendigung der Bautätigkeit auf der Abdichtung belassen wird, kann Abhilfe schaffen bzw. sollte die Abdichtung so wenig wie möglich beansprucht werden. Neben Ausführungsfehlern und ihren Folgeschäden (siehe nachfolgendes Kapitel) können mangelnde Wartung, Pflege und Reinigung die Lebensdauer stark reduzieren.

Werden unterschiedliche Materialien/Qualitäten von (Bitumen)bahnen z.B. aufeinander ist unbedingt vorab die Verträglichkeit der bahnen miteinander zu prüfen.

10.2.1.3 Schäden durch Ausführungsmängel

Maßgebend für eine lange Nutzungs- und Lebensdauer von Dichtungsbahnen ist die Planung und Ausführung. (Hankammer, 2009) nennt folgende typische Ausführungsmängel:

- Undichtheiten an Fügestellen, offene Schweißnähte, fehlerhafte Anschlüsse (aufgehende Bauteile, Türschwellen, Attika, Entwässerung etc.), fehlerhafte Dachrandausbildung und mechanische Zerstörung mit der Folge von Wassereintritt in die Konstruktion
- Faltenwurf/Blasenbildung
- Sedimentablagerung durch Pfützenbildung

Die Häufigkeit der Schadensbilder bei Abdichtungen an Flachdächern, Balkonen und Terrassen wurde durch (WKÖ, 2009) anhand der Befragung³ von Planern untersucht.

Mängel/Schäden bei Durchdringungen	35
Mängel/Schäden bei Türanschlüssen	31
Mangelhafte Gefälleausbildung	29

³ Maximal 3 Nennungen möglich, andernfalls Fragebogen nicht berücksichtigt. Stichprobengröße 56.

Beschädigung der Abdichtung während der Bauphase	26
Mängel/Schäden ab Abläufen/Gullys	25
Mängel/Schäden an Hochzügen	16

Tabelle 6: Häufigkeit der Schadensbilder bei Abdichtungen an Flachdächern, Balkonen und Terrassen (WKÖ, 2009)

10.2.2 Instandhaltung

Für die langfristige Funktionsfähigkeit einer Dachabdichtung sind regelmäßige Inspektionen und Wartungsarbeiten unerlässlich. Zu den Wartungsarbeiten zählen das Entfernen von Ablagerungen und unerwünschtem Bewuchs sowie die Reinigung der Dachfläche und der Entwässerungsrinnen. Kleinere Instandsetzungsmaßnahmen wie das Ausbessern kleinerer Schadstellen in der Abdichtung oder an Anschlüssen sind möglich. Für größere Schadstellen sind in der Regel genauere Voruntersuchungen notwendig. Grundsätzlich ist es möglich die Dachabdichtung einlagig zu überarbeiten um die Funktionsfähigkeit zu erhalten. Ist diese insgesamt nicht mehr gegeben, ist die Erneuerung der Abdichtung inklusive aller An- und Abschlüsse erforderlich. Die neue Abdichtung kann auf der bestehenden verlegt werden, wenn der Dachaufbau und die Abdichtung nach wie vor die technischen, bauphysikalischen und statischen Anforderungen erfüllen (ausreichendes Gefälle, ausreichender Wärmeschutz, Verträglichkeit der alten Abdichtung mit den neuen Dichtungsbahnen etc.). Sind diese Voraussetzungen nicht mehr gegeben, ist der Dachschichtenaufbau inklusive aller An- und Abschlüsse zu erneuern. (Balkow, 2006)

10.3 Abdichtung erdberührter Bauteile

10.3.1 Schadensbilder und –ursachen

Der Anteil der erdberührten Bauteile an schadensbetroffenen Bauteilen beträgt laut 1. Österreichischen Bauschadensbericht (WKÖ 2008) 25 %⁴. Es wurden die Problembereiche bei der Ausführung von Abdichtungen erdberührter Bauteile erhoben. Die meisten Verbesserungsmöglichkeiten sahen Planer und Arbeiter in der Kategorie Planung (Details). Fehler oder Probleme mit dem Material wurden selten genannt.

Als Bereiche mit den häufigsten Fehlern in der Umsetzung der Normen und Regeln der Technik in die Praxis nennt (WKÖ, 2008) die Bereiche Planung, Ausschreibung und Ausführung. Mängel treten insbesondere auf bei:

- Untergrundvorbehandlung
- Ausführung von Hohlkehlen beim Anschluss Fundamentplatte Wand
- Planung und Ausführung von Durchdringungen und Fugen
- Schutz der Abdichtung (falsch verlegte Noppenbahnen)

⁴ Stichprobengröße 124. Schadensbetroffene Bauteile wurden den sechs Kategorien Dächer/Balkone (24,5 %), Tragstruktur, Außenwände und Fenster (14 %), erdberührte Bauteile (25 %), Innenbauteile (13,5 %), vertikale Erschließung (6,5 %) und sonstige Bauteile (16,5 %) zugeordnet.

- Anschlüsse an den Bestand

10.3.2 Instandhaltung

Zitiert aus (WKÖ, 2008):

10.3.2.1 Vertikale Abdichtung von Außenwänden

- Freilegen der erdberührten Kelleraußenwände bis zur Bodenplattenunterkante inkl. Wassererhaltungsmaßnahmen
- Ggf. Entfernen der Perimeterdämmung
- Entfernen des Abdichtungsbestandes
- Aufbringen einer Ausgleichsschicht bei zu hoher Rauigkeit
- Systemimmanenter Voranstrich
- Aufbringen einer neuen Abdichtung entsprechend dem Lastfall
- Ggf. Verlegen der Perimeterdämmung
- Aufbringen einer Schutzschicht (z.B. Noppenbahn)
- Hinterfüllung

10.3.2.2 Horizontale Abdichtung

- Abbruch der vorhandenen Fußbodenkonstruktion (Estrich etc.)
- Abschlagen von feuchtegeschädigten Putzflächen an Außenwänden und tragenden Innenwänden
- Entfernen nicht tragender Innenwände
- Abfangen von Kaminzügen, Entfernen des untersten Kaminsteins
- Entfernen des Abdichtungsbestandes
- Reinigung der Oberfläche
- Aufbringen einer Ausgleichsschicht bei zu hoher Rauigkeit
- Systemimmanenter Voranstrich
- Aufbringen einer neuen Abdichtung entsprechend dem Lastfall
- Aufbringen einer Schutzschicht (wenn erforderlich)
- Wiederherstellen des Fußbodenaufbaus inkl. Wärmedämmung
- Entfeuchtung der Außen- und Innenwände
- Neuverputzen der Wände mit geeignetem Feuchtmauerputz (Mikroporenputz)
- Neuerrichtung nicht tragender Wände

10.4 Langzeiterfahrungen

10.4.1 Langzeiterfahrungen

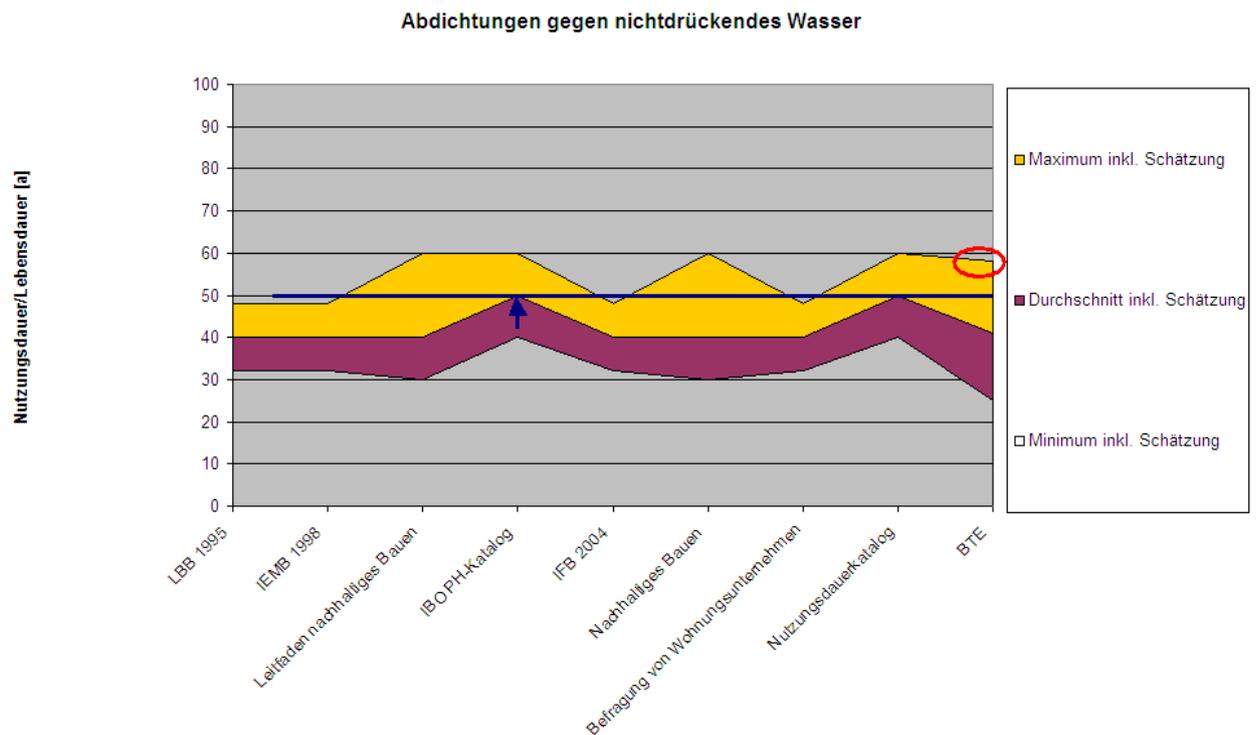
(Ernst, 2009) untersuchte anhand von praxisorientierten Tests mit Bezug auf die europäischen Prüfnormen unter anderem auch das Alterungsverhalten von 107 Polymer- und Kunststoff- bzw. Elastomerdachabdichtungsbahnen.

Anhand der Ergebnisse kommt (Ernst, 2009) zu dem Schluss, dass in allen Produktgruppen gute bis sehr gute Materialkennwerte erreicht werden können. In der Gesamtbewertung konnten 31 % der untersuchten Bahnen als „empfehlenswert für dauerhafte Lösungen“

bewertet werden. Besonders gut schnitten die Produktgruppen PVC (40 % empfehlenswert) und TPO/FPO (52 % empfehlenswert) ab.

10.5 Auswertung der Nutzungsdauerkataloge

10.5.1 Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser

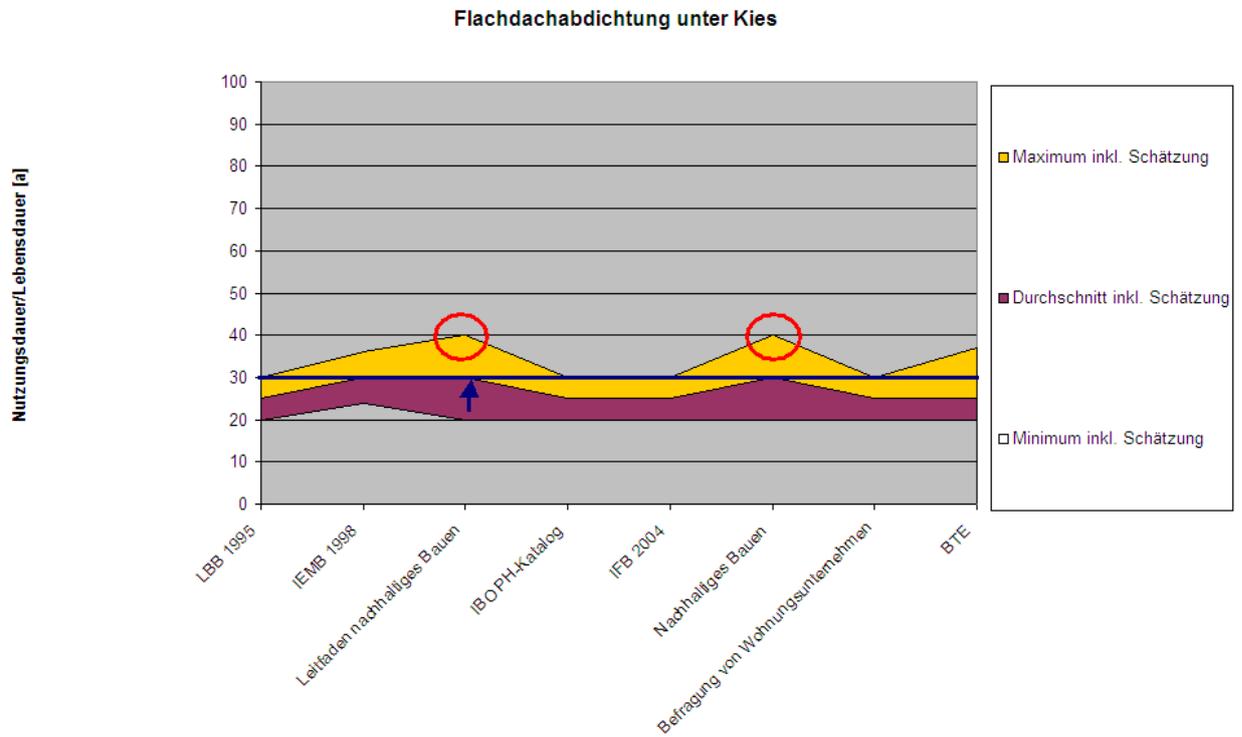


	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	25	25	30
Durchschnitt Nutzungsdauer	40	50	40
Maximum Nutzungsdauer	58	60	60
Maximum inkl. Schätzung	48	60	58

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

In den Nutzungsdauerkatalogen wird in fast allen Fällen nicht explizit auf das Material eingegangen.

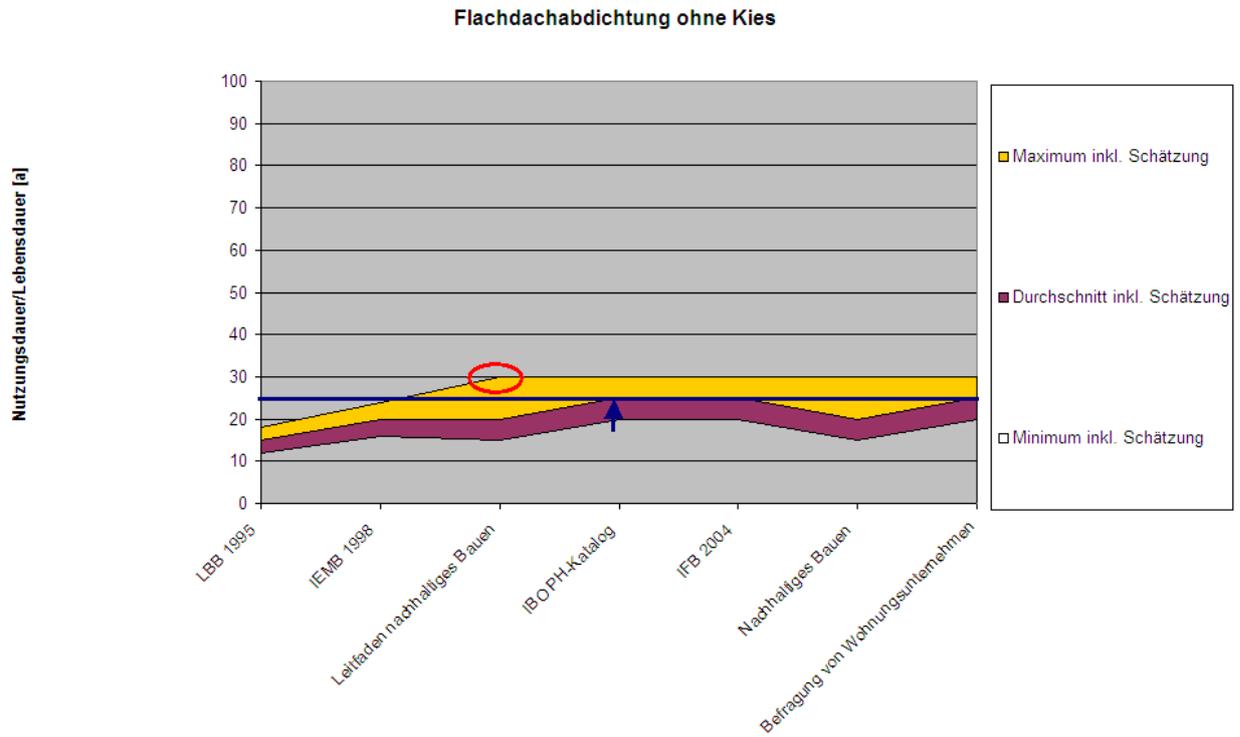
10.5.2 Flachdachabdichtung unter Kies



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	20	21	20
Durchschnitt Nutzungsdauer	25	30	26
Maximum Nutzungsdauer	37	40	40
Maximum inkl. Schätzung	30	40	33

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

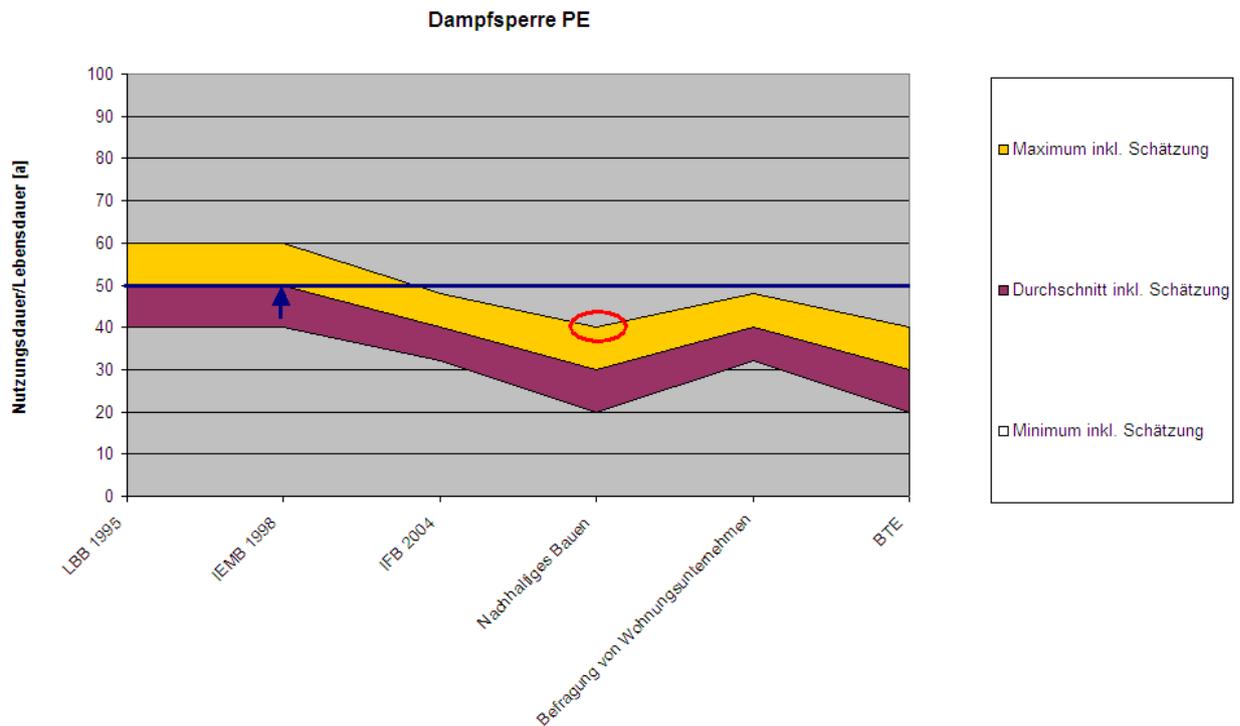
10.5.3 Flachdachabdichtung ohne Kies



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	15	15	15
Durchschnitt Nutzungsdauer	15	25	20
Maximum Nutzungsdauer	30	30	30
Maximum inkl. Schätzung	18	30	30

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

10.5.4 Dampfsperren PE



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	20	30	25
Durchschnitt Nutzungsdauer	30	50	40,5
Maximum Nutzungsdauer	40	51	45,5
Maximum inkl. Schätzung	40	51	48

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

Für die Beurteilung von Abschlägen sollte berücksichtigt werden

- Anpresslatten
- Art der Verklebung
- Auf stabiler Platte
- Vorfertigung
- Mit Vorsatzschale

10.6 Zusammenfassung

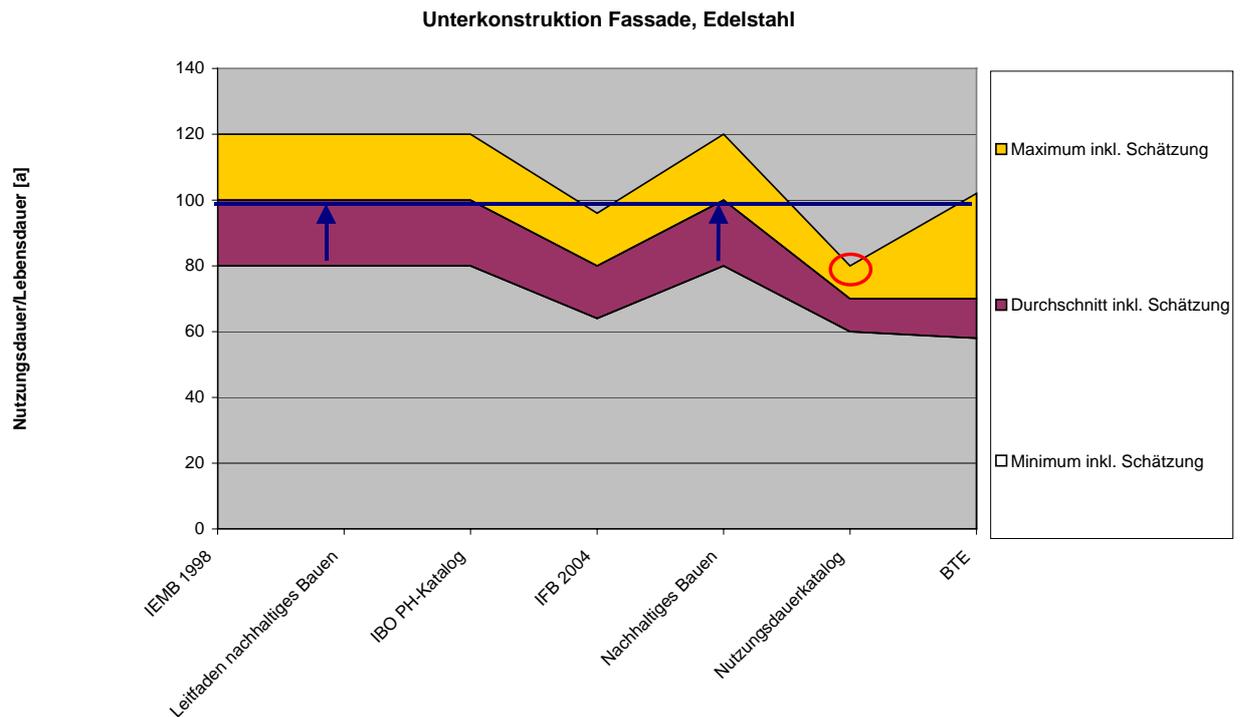
Aus der quantitativen und qualitativen Analyse können die folgenden Kennwerte abgeleitet werden:

	Kennwerte			Quellen, Analyse			
	Max	Durchs.	Min	Maximum Kennwert	Minimum Kennwert	Minimum Kennwert	Minimum Kennwert
Abdichtungen, Dampfsperren							
Bitumen_ABDICHT	60	50	25	60	50	25	
PE_ABDICHT	60	50	25	60	50	25	Bitumenabd
Alubitu_DAMPFBREMS	60	50	20	60	50	20	PE Dampfsp.
PE_DAMPFBREMS	60	50	20	60	50	20	
PE_UNTERS Spann	60	50	20	60	50	20	PE Dampfsp.
Bitumen_DACHABDICHT_UNTER_KIES	40	30	20	40	30	20	
Bitumen_DACHABDICHT_OHNE_KIES	30	20	15	30	25	15	

11 Unterkonstruktion Fassade

11.1 Auswertung Nutzungsdauerkataloge

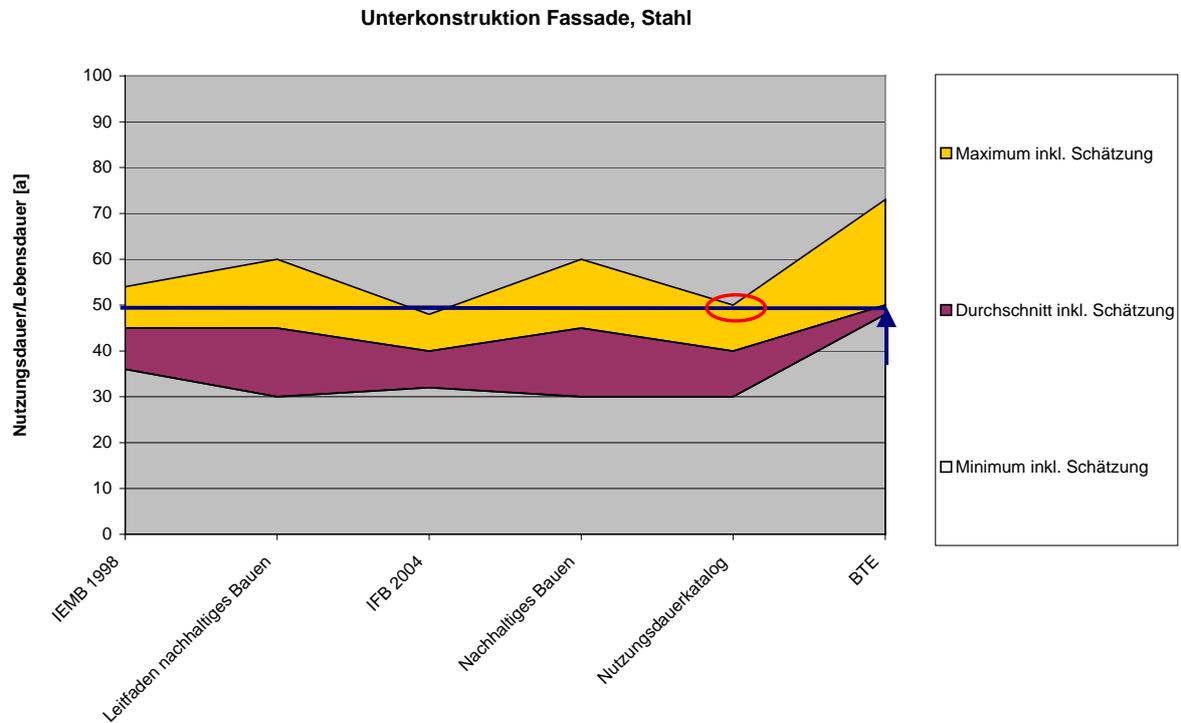
11.1.1 Edelstahl



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	58	80	70
Durchschnitt Nutzungsdauer	70	100	100
Maximum Nutzungsdauer	80	120	111
Maximum inkl. Schätzung	80	120	120

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

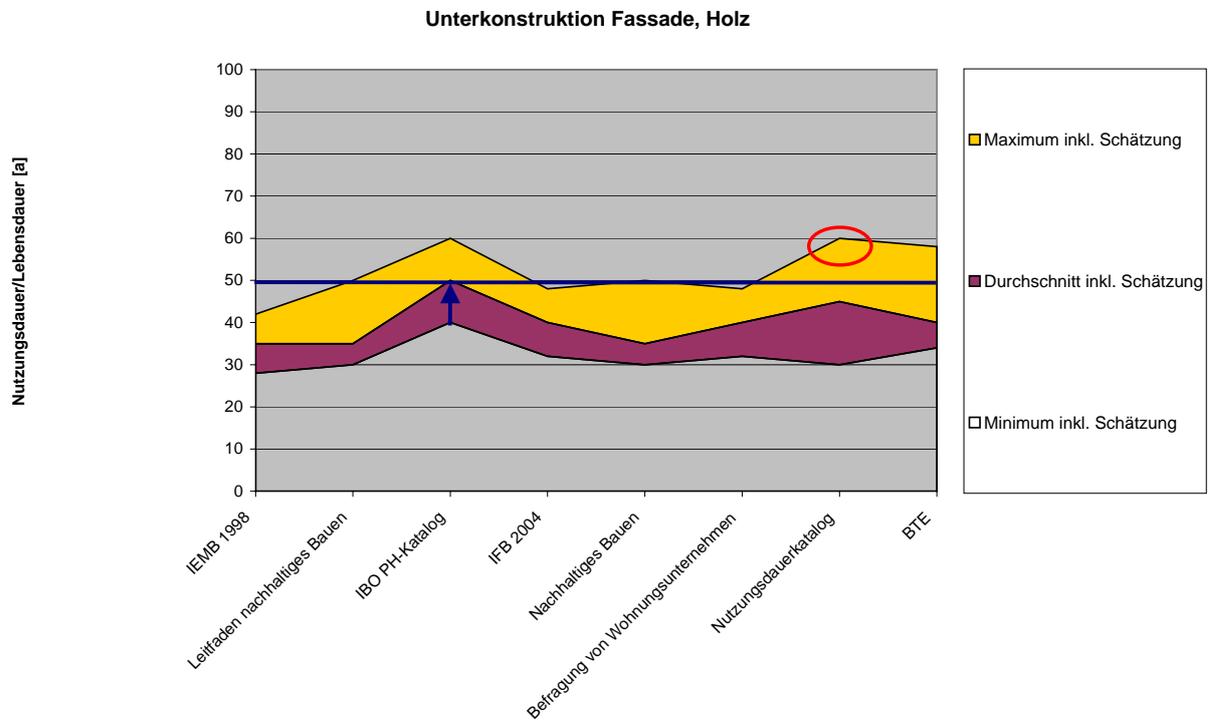
11.1.2 Stahl



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	30	48	30
Durchschnitt Nutzungsdauer	40	50	45
Maximum Nutzungsdauer	50	73	60
Maximum inkl. Schätzung	48	73	57

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

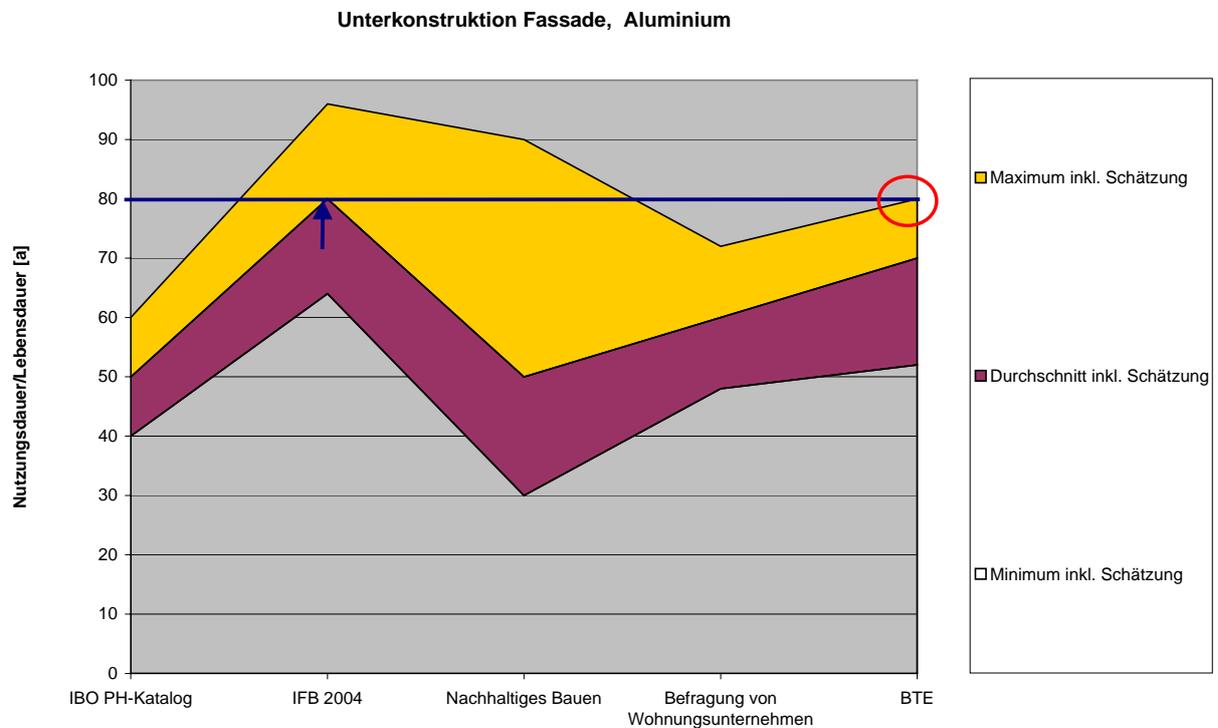
11.1.3 Holz



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	30	34	30
Durchschnitt Nutzungsdauer	35	50	40
Maximum Nutzungsdauer	50	60	54
Maximum inkl. Schätzung	42	60	50

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

11.1.4 Aluminium



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	30	52	41
Durchschnitt Nutzungsdauer	50	80	60
Maximum Nutzungsdauer	80	90	85
Maximum inkl. Schätzung	60	96	80

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

11.1.5 Zusammenfassung

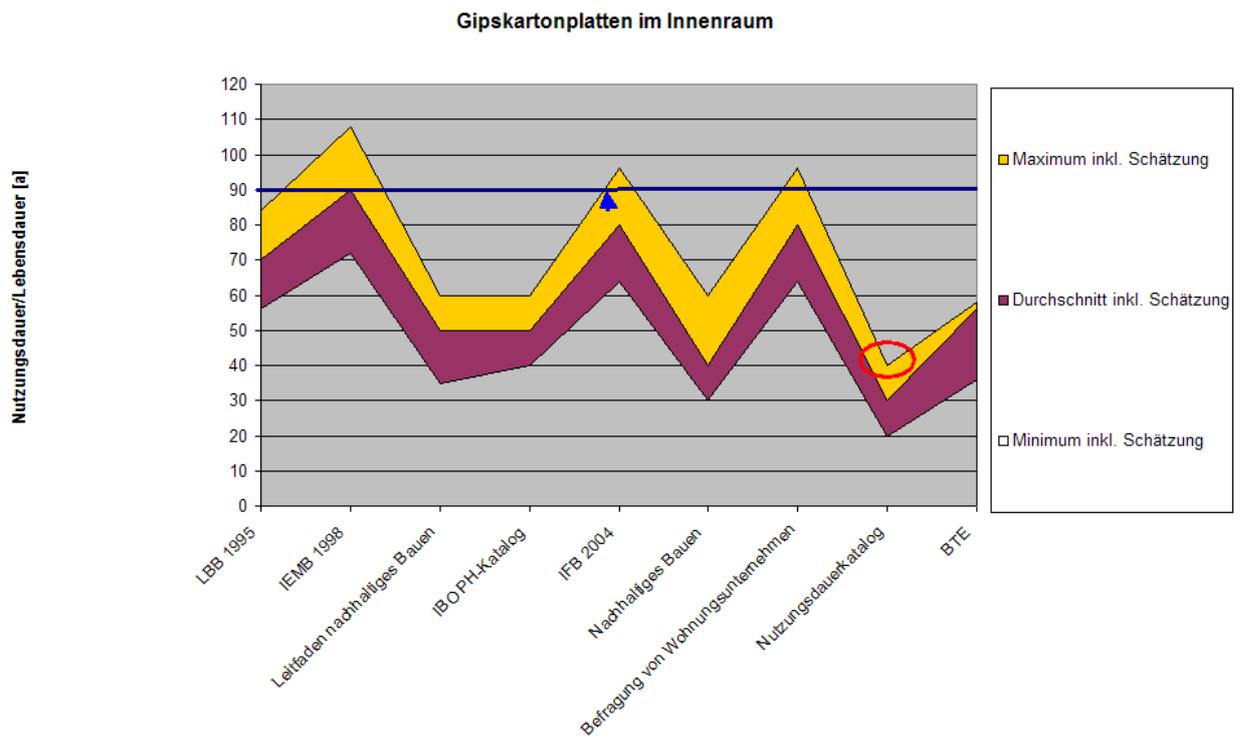
Aus der quantitativen und qualitativen Analyse können die folgenden Kennwerte abgeleitet werden:

	Kennwerte			Quellen, Analyse		
	Max	Durchs.	Min	Maximum Kennwert	Minimum Kennwert	Minimum Kennwert
Unterkonstruktion Fassade						
Edelstahl_UNTERKON_FASSADE	100	100	58	100	100	58
Stahl_UNTERKON_FASSADE	70	50	30	73	50	30
Holz_UNTERKON_FASSADE	60	50	30	60	50	30
Aluminium_UNTERKON_FASSADE	90	80	30	96	80	30

12 Beplankung innen

12.1 Auswertung Nutzungsdauerkataloge

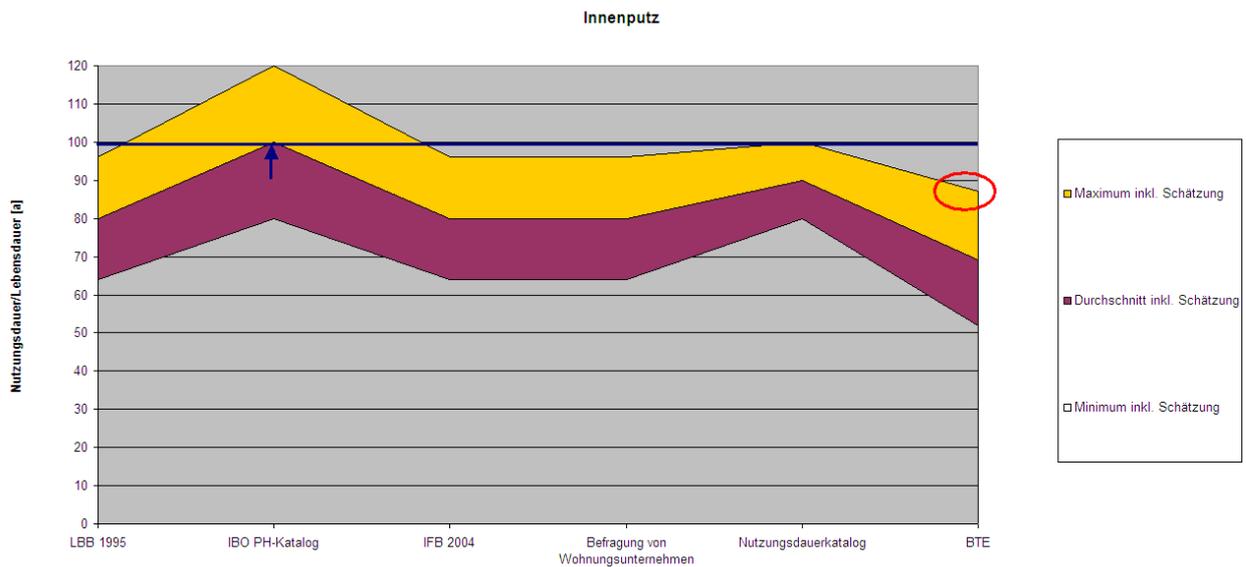
12.1.1 Gipskartonplatten



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	20	36	32,5
Durchschnitt Nutzungsdauer	30	90	56
Maximum Nutzungsdauer	40	60	59
Maximum inkl. Schätzung	40	108	60

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

12.1.2 Innenputz



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	52	80	66
Durchschnitt Nutzungsdauer	69	100	80
Maximum Nutzungsdauer	87	100	93,5
Maximum inkl. Schätzung	87	120	96

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

12.1.3 Weichholz



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	30	40	30
Durchschnitt Nutzungsdauer	44	50	50
Maximum Nutzungsdauer	59	60	60
Maximum inkl. Schätzung	59	60	60

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

12.2 Zusammenfassung

Aus der quantitativen und qualitativen Analyse können die folgenden Kennwerte abgeleitet werden:

	Kennwerte			Quellen, Analyse		
	Max	Durchs.	Min	Maximum Kennwert	Minimum Kennwert	Minimum Kennwert
Abdichtungen, Dampfsperren						
Putz_BEPLANKUNG_INNEN	100	100	52	100	100	52
Gipskarton_BEPLANKUNG_INNEN	100	60	20	100	90	20
Holz_BEPLANKUNG_INNEN	60	50	30	60	50	30

Die Gipskartonplatten werden, da der maximale Durchschnitt deutlich über 300% über dem Minimalwert liegt, auf 300% des Minimalwertes angepasst.

13 Estriche

Für die nachfolgenden Kapitel wurden die Erkenntnisse aus (Aurnhammer, 1996), (Hankammer, 2009) und (Scholz, 2005) herangezogen.

13.1 Grundlagen

Eine hohe Lebens- und Nutzungsdauer von Estrichen setzt wie bei allen anderen Baumaterialien auch einen einwandfreien Einbau voraus. Estriche sind durch Fachbetriebe entsprechend den Verarbeitungsvorschriften und unter Beachtung der speziellen Anforderungen des eingesetzten Materials zu verlegen. Des Weiteren ist die Nutzungsdauer eines Estrichs auch von einer qualitativ einwandfreien Planung der Gesamtkonstruktion abhängig (Siehe Kap. 1.3 Schadensbilder und –ursachen). Auch die Einbaubedingungen (Umgebungstemperatur, Luftfeuchte, Austrocknungszeiten etc.) wirken sich stark auf die spätere Qualität der Estrichfläche aus.

Generell sind bei der Planung und Ausführung die Verarbeitungshinweise der Hersteller zu beachten und insbesondere die maximalen Feldgrößen, notwendige Fugen (Bewegungs-, Schein- und Randfugen) und Maßtoleranzen zu berücksichtigen. Eine sachgerechte Nachbehandlung ist erforderlich, um für die spätere Nutzung eines Estrichs mit oder ohne Bodenbelag eine ausreichende Oberflächenfestigkeit zu erreichen.

Bei Verbundestrichen:

- Bewegungsfugen deckungsgleich übereinander setzen
- Bei der Auswahl des Estrichs auf geringes Schwindmaß achten

Bei Estrichen auf Trennschicht

- Geringhaltung der Reibungskräfte zwischen Estrich und Trennlage durch eine möglichst glatte Trennlage und einen ebenen Untergrund
- Vermeidung von großen Estrichflächen

Bei Schwimmenden Estrichen

- Vermeidung von Schallbrücken im Randbereich (Randstreifen) und in der Fläche (Ausreichende Überdeckung von Rohrleitungen)
- Elastische Dichtungsfugen im Randbereich zwischen Bodenbelag und Wand

Bei Calciumsulfat- und Magnesiaestrich

- Um die Gefahr der Bildung von Ettringitsalzen unter Feuchtigkeitseinwirkung zu minimieren, sollten gegebenenfalls Spachtelmassen auf Calciumsulfatbasis verwendet werden (Calciumsulfatestrich)
- Schutz von Bauteilen aus Metall (Stahlbeton) vor frischem Magnesiaestrich zur Vermeidung von Metallkorrosion durch Chloridionen (Magnesiaestrich)
- Schutz gegen aufsteigende Feuchtigkeit bei Verlegung auf erdberührten Fußböden

Bodenaufbauten sind in der Planungsphase bauphysikalisch zu überprüfen und gegebenenfalls dampf- bzw. feuchtigkeitssperrende Schichten unter dem Estrich bzw. der Dämmschicht vorzusehen

13.2 Materialien

Am gebräuchlichsten sind Zement- und Calciumsulfatestriche, in Altbauten finden sich häufig auch Magnesiaestriche. Zementestriche sind nach der Aushärtung beständig gegen Feuchtigkeit, wohingegen Calciumsulfat- und Magnesiaestriche feuchtigkeitsempfindlich sind.

Aufgrund des selteneren Einsatzes in Innenräumen werden Kunstharz- und Gussasphaltestriche hier nicht betrachtet.

13.3 Schadensbilder und -ursachen

Abhängig von der Verlegeart treten bei Estrichen unterschiedliche Schadensbilder auf bzw. haben diese unterschiedliche Ursachen. Nachfolgend sind einige der für Estriche typischen Schadensbilder dargestellt:

13.3.1 Allgemeine Schadensbilder

- Rissbildung, verursacht durch Verwölbungen, Rissübertragungen aus dem Untergrund, fehlende Dehnungsfugen, Eigenspannungen etc.
- Verformung (Verwölbung, Randabsenkung, Aufschüsseln) der Estrichplatte aufgrund von Eigenspannung
- Zerfallerscheinungen/Ungenügende Festigkeit der Estrichplatte, d. h. Auflösung des Estrichs in seine Bestandteile oder in Bruchstücke. Die Ursachen sind materialbedingt, werden durch Feuchteeinwirkungen oder zu hohe mechanische Belastungen verursacht
- Einbrüche/Durchstanzen der Estrichplatte bei ungenügender Festigkeit durch punktuelle Belastung
- ungenügende Festigkeit der Oberfläche der Estrichplatte durch eine übermäßige Beanspruchung oder ungenügende Nachbehandlung und daraus resultierende Ablösung von Estrichbestandteilen an der Oberfläche
- Schäden an starr mit dem Estrich verbundenem Bodenbelag. Aufgrund des unterschiedlichen Materialverhaltens kommt es zu Spannungen und Verformungen des Belags

13.3.2 Feuchteschäden

Werden die erforderlichen Austrocknungszeiten nicht eingehalten, d. h. ist der Estrich im Moment der Belagsverlegung noch nicht belegreif, können in weiterer Folge Schäden am Estrich und am Bodenbelag entstehen:

- partielle Ablösung und feuchtebedingte Verformung z. B. bei versiegeltem Parkett
- Ablösung, Verseifung und Blasenbildung des Klebers
- Zersetzungerscheinungen bei Anhydrit- und Magnesiaestrichen
- Zersetzung von Spachtelschichten
- Beschädigung von Dämmschichten

Zudem können Feuchteschäden am Estrich aber auch an darunter liegenden Dämmschichten durch nachträgliche Feuchteeinwirkung, auch durch Baufeuchte, auftreten.

13.3.3 Konstruktionsspezifische Schadensbilder

Ein typischer Schaden bei Verbundestrichen ist die Ablösung der Estrichplatte vom Untergrund durch zu hohe Spannungen im Haftverbund und zu geringe Festigkeit. Risse entstehen durch Spannungen aus Verformungen des Untergrunds oder aus unterschiedlichem Formänderungsverhalten der im Haftverbund stehenden Schichten sowie durch nicht deckungsgleich mit den Bewegungsfugen des Untergrundes ausgeführte Estrichfugen.

Bei Estrichen auf Trennschicht wird häufig eine mangelnde Trennwirkung, verursacht durch eine unvollständige oder nur ungenügende Überlappung der Trennschicht an den Stößen. Die Bildung von Falten in der Trennlage führt zu Querschnittsverjüngung des Estrichs, somit zu Schwachstellen im Bereich der Falten und in weiterer Folge zu Rissbildung. Zudem können Verwölbungen durch Temperatur- oder Feuchteeinwirkung entstehen.

Bei schwimmenden Estrichen treten häufig Schallschutzmängel auf. Gründe hierfür sind Körperschallbrücken aufgrund unterbrochener/gestauchter Dämmplatten, Körperschallbrücken in den Randbereichen der Estrichplatte (unterbrochener Randdämmstreifen, Reste von Putzen etc.) oder Flankenübertragung durch unter den Trennwänden hindurch verlaufenden Estrich. Des Weiteren kann sich die Estrichplatte durch Stauchung des Dämmstoffs absenken, wodurch sich eine Fuge zwischen Bodenbelag und Sockelleiste bildet. Bei falscher Dimensionierung des Estrichs und/oder der Dämmschicht und damit verbundener Überschreitung der Biegefestigkeit kann es zum Bruch der Estrichplatte kommen.

Schäden an der Trittschalldämmung unter schwimmenden Estrichen werden hauptsächlich durch Planungsfehler (z.B. zu hohe dynamische Steifigkeit), Ausführungsfehler (z.B. zu hohe Baufeuchte) oder Störfälle (z.B. Wassereintritt durch Rohrleitungen) verursacht. Schäden an der Trittschalldämmung durch Minderung der Materialeigenschaften z.B. im Sinne von Nichterfüllung der Schallschutzanforderungen oder Verlust der Tragfähigkeit für den Nassestrich wurden in der verwendeten Literatur nicht beschrieben und sind den Autoren nicht bekannt. Bei ordnungsgemäßer Planung und Ausführung hält die Trittschalldämmung über die Lebensdauer des Nassestrichs.

Die bei Heizestrichen inner- oder oberhalb der Dämmebene verlegten Rohrleitungen stellen eine Schwachstelle in der Konstruktion dar. So kann es z. B. bei einer fehlenden Umdämmung der Rohrleitungen (zusätzliche Dämmschicht oder vorgefertigtes Rohrdämmsystem) zu Rissbildung im Estrich oder zur Verschlechterung des Trittschallschutzes durch den direkten Kontakt der Estrichplatte mit der Rohrleitung kommen. (Aurnhammer, 1996)

13.4 Instandhaltung

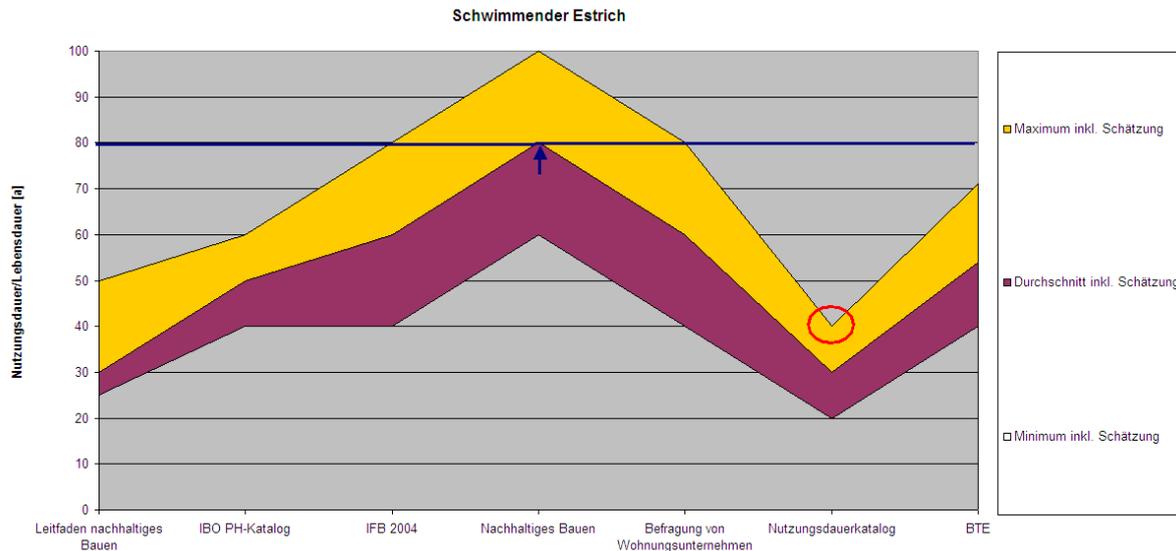
Aurnhammer (1996) und Scholz (2005) nennen, sofern ein Abtragen der Estrich- und nachfolgender Schichten nicht ohnehin aufgrund der Tragweite des Schadens erforderlich ist, folgende mögliche Sanierungsmaßnahmen an Estrichen:

- Verschließen von Restflächen oder Rissen (über die gesamte Estrichdicke) mit Estrichmörtel
- Kraftschlüssiges Schließen von Scheinfugen und Rissen (über weniger als die Estrichdicke) durch Vergießen, Verdübeln, Vernieten mit Kunstharzmörtel bzw. durch Verdrahten
- Verfestigung von Hohlstellen und Ablösungsstellen bei Verbundestrich durch druckloses Vergießen oder Verpressen mit niedrigviskosen Reaktionsharzen
- Festigung ungenügend fester Oberflächen durch Abtragen der betroffenen Schicht, sofern die verbleibende Estrichdicke ausreicht oder Tränken der Oberfläche mit Kunstharzlösung
- Imprägnieren, Versiegeln oder Beschichten der Estrichoberfläche (nachträgliche Vergütung der Oberfläche, z.B. nach der Sanierung einer ungenügend festen Oberfläche oder bei erhöhten Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit)
- Aufbringen einer Ausgleichs- oder Schutzschicht auf unebenen Estrichoberflächen
- Bei ungenügender Fugenbreite und Körperschallbrücken im Randbereich Öffnen der Randfuge mit Schleifgeräten. Dabei auf eine konsequente Trennung zwischen Estrichplatte und anderen Bauteilen achten. Verschließen der Fuge mit Randdämmstreifen und Wiederherstellen des Bodenbelags und der Sockelleisten.
- Bei Setzung der Estrichplatte Versetzen der gegebenenfalls neuen, breiteren Sockelleisten und dauerelastisches Verschließen der Randfuge

13.5 Auswertung der Nutzungsdauerkataloge

Nachstehend ist die Auswertung von schwimmenden Estrichen (meist Zementestrichen) dargestellt. In einigen Publikationen ist keine klare Unterscheidung zwischen Verbundestrich, Estrich mit Trennschicht und schwimmenden Estrichen getroffen.

13.5.1 Schwimmender Zementestrich



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	20	40	40
Durchschnitt Nutzungsdauer	30	80	54
Maximum Nutzungsdauer	40	100	75
Maximum inkl. Schätzung	40	100	71

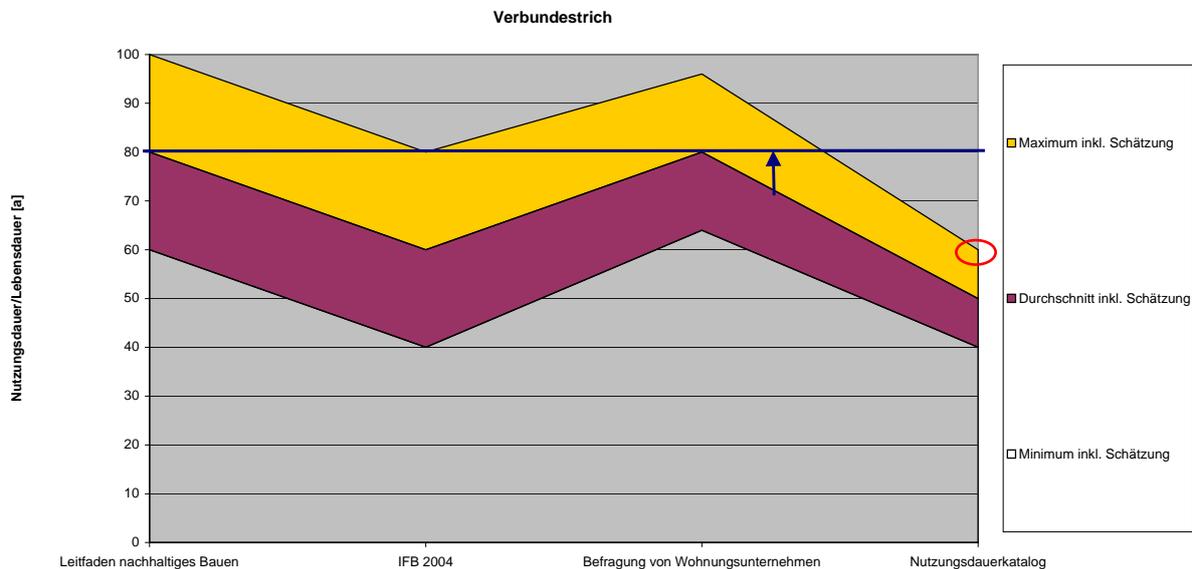
Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

- Die durchschnittlichen Nutzungsdauern variieren stark, sie erstrecken sich von 30 bis 80 Jahren
- Besonders überrascht die maximale Nutzungsdauer von 40 Jahren in [SV Stmrk+Ktn 2006], die auch in starkem Kontrast zum Kennwert der deutschen Sachverständigen-Kollegen mit bis zu 71 Jahren stehen [BTE 2008]

Unbenannt bleiben die Gründe für das Lebensende von schwimmenden Estrichen. Diese sind vor allem in den Baustoffschichten unterhalb des Estrichs zu vermuten, wobei insbesondere die Trittschalldämmung sowie gegebenenfalls meist in Schüttungen eingelegte Installationen (Heizung, Sanitäre, Elektro) zu nennen sind.

13.5.2 Verbundestrich

Für Verbundestriche (und meist auch Estriche auf Trennlage) werden erwartungsgemäß



höhere Kennwerte angeben:

	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	40	60	40
Durchschnitt Nutzungsdauer	50	80	70
Maximum Nutzungsdauer	60	100	80
Maximum inkl. Schätzung	60	100	88

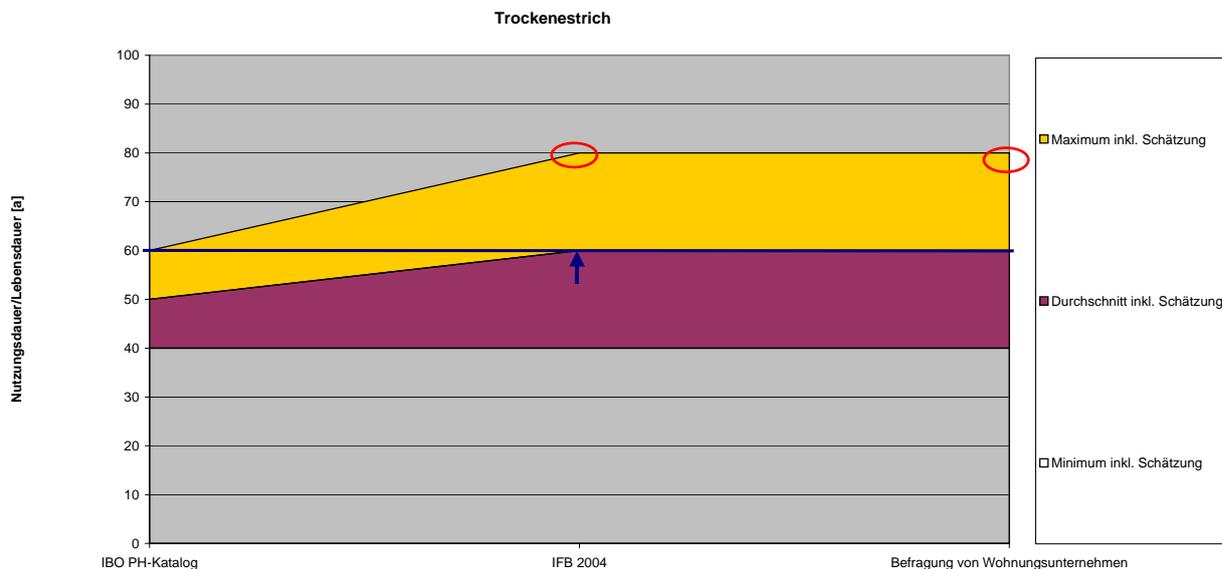
Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

- Die Kennwerte liegen zwischen 40 und 100 Jahren.
- Ausschlaggebend für die tatsächliche Lebensdauer wird die Schicksalsgemeinschaft mit der Rohdecke sein.

Gemäß Algorithmus ergibt sich keine eindeutige maximale Nutzungsdauer. In [SV Stmrk+Ktn 2006] werden 60 Jahre maximal angegeben. Dieser niedrige Wert wird als eine Angabe für einen Estriche mit fertiger Oberfläche interpretiert, da in diesen Fällen niedrigere Nutzungszeiten durchaus verständlich sind. Für Verbundestriche mit Bodenbelag wird eine maximale Nutzungsdauer 80 Jahren angenommen.

13.5.3 Trockenestrich

Angaben zu sogenannten Trockenestrichen sind spärlich. Üblicherweise sind diese mit Gipsfaser/kartonplatten oder Holzwerkstoffplatten ausgeführt, die schwimmend auf



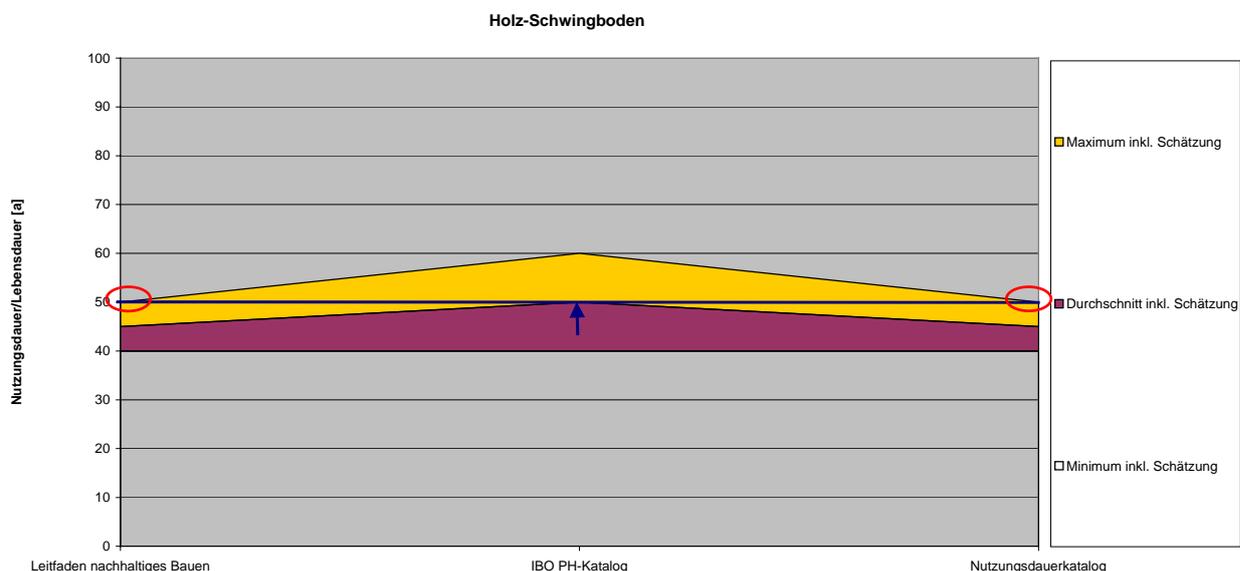
Trittschalldämmungen aufgelegt oder auf trittschalldämmenden Distanzfüßen montiert sind.

	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	40	40	40
Durchschnitt Nutzungsdauer	50	60	60
Maximum Nutzungsdauer	80	80	80
Maximum inkl. Schätzung	80	80	80

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

- Die Kennwerte liegen zwischen 40 und maximal 80 Jahren. Gemäß gewähltem Algorithmus ergeben sich 60 Jahre bei einer allerdings sehr geringen Anzahl an Quellen.

13.5.4 Holz Schwingboden



	Min	Max	Median
Minimum Nutzungsdauer	40	40	40
Durchschnitt Nutzungsdauer	45	50	47,5
Maximum Nutzungsdauer	50	50	50
Maximum inkl. Schätzung	50	50	50

Statistik der explizit angegebenen Kennwerte

- Die Kennwerte liegen zwischen 40 und maximal 60 Jahren.
 Gemäß gewähltem Algorithmus ergeben sich 50 Jahre bei einer allerdings sehr geringen Anzahl an Quellen.

13.6 Annahmen zur Lebensdauer auf Basis der Langzeiterfahrungen

In der untersuchten Literatur konnten keine statistisch abgesicherte Angaben zur Lebensdauer (bzw. Nutzungsdauer) gefunden werden.

Die Erfahrung aus der praktischen Erfahrung der Autoren deckt sich mit den in [IFB 2004] gemachten qualitativen Aussagen, dass „die Qualität und die Verarbeitung von Estrichen heute auf einem hohen Stand [ist], sodass auch die Lebensdauer entsprechend eingeschätzt werden kann. Die Schadenshäufigkeit ist entsprechend gering, jedoch kann die Behebung sehr aufwändig sein, wenn Ausgleichs- oder Schutzschichten aufgebracht oder Wasserschäden behoben werden müssen.“ Mängel treten zwar gar nicht selten auf („schüsseln“, Risse), werden allerdings meist vor Bezug instandgesetzt. Dies ist nicht zuletzt

auch das Verdienst des Bodenlegers, der an einem entsprechend ausgeführten Unterboden großes Interesse hat). Es muss daher auch wegen der Mängel kein 2.Estrich aufgebracht werden. Die Aufwände für die Reparatur (Kunstharze etc.) werden daher nicht dem Estrich zugeschrieben werden.

Wasserschäden sind für Zementestriche an sich nicht zwingend problematisch, wenn die darunterliegenden Schichten getrocknet und nicht ausgewechselt werden müssen (z.B. Trittschalldämmung). Für feuchteempfindliche Estriche (Anhydrid oder Magnesiaestrich) oder Trockenestriche kann allerdings ein Austausch notwendig werden, da diese bei längerer Feuchteeinwirkung sich gegebenenfalls nicht mehr regenerieren können.

Das Nutzungsende von Estrichen scheint, wenn nicht bereits in Ausführungsphase erreicht, vor allem in den Beschränkungen der Nutzungszeiten der darunterliegenden Schichten zu liegen, wobei besonders Trittschalldämmung, bzw. trittschalldämmende Distanzfüßchen und Installationen zu nennen sind. Trockenestriche und Holz-Schwingböden haben im Falle eines Austausches der darunterliegenden Schicht den Vorteil, zerstörungsfrei trennbar und gegebenenfalls wieder nutzbar zu sein. Trittschalldämmungen wird eine maximale Nutzungsdauer von 50 Jahren zugeschrieben, die maximale Nutzungsdauer von Installationen (Heizungsrohre, Sanitäre, Lüftungsrohre, Elektro) wird in dieser Arbeit nicht behandelt. Gemäß [IFB 2004] sind allerdings je nach Material und Wasserhärten Lebensdauern von 40 bis 80 Jahren zu erwarten.

Da sich für Trockenestriche und Holzschwingböden Nutzungsdauern von 50 bis 60 Jahren ergeben, somit ein Beibehalt bei Austausch von Leitungen und/oder Trittschalldämmungen wenig sinnvoll wäre (nach weiteren 10 Jahren wäre der Trockenestrich zu erneuern), wird auch diesen wie dem nicht zerstörungsfrei ausbaubaren schwimmenden Estrichen 50 Jahre zugeschrieben.

13.7 Zusammenfassung

Aus der quantitativen und qualitativen Analyse können die folgenden Kennwerte abgeleitet werden:

	Kennwerte			Quellen, Analyse		
	Max	Durchs.	Min	Maximum Kennwert	Minimum Kennwert	Minimum Kennwert
Abdichtungen, Dampfsperren						
Beton ESTRICH	100	60	20	100	72	20
Trocken ESTRICH	80	60	40	80	60	40
Verbund ESTRICH	100	80	40	100	80	40
Holz SCHWINGBODEN	60	50	40	60	50	40

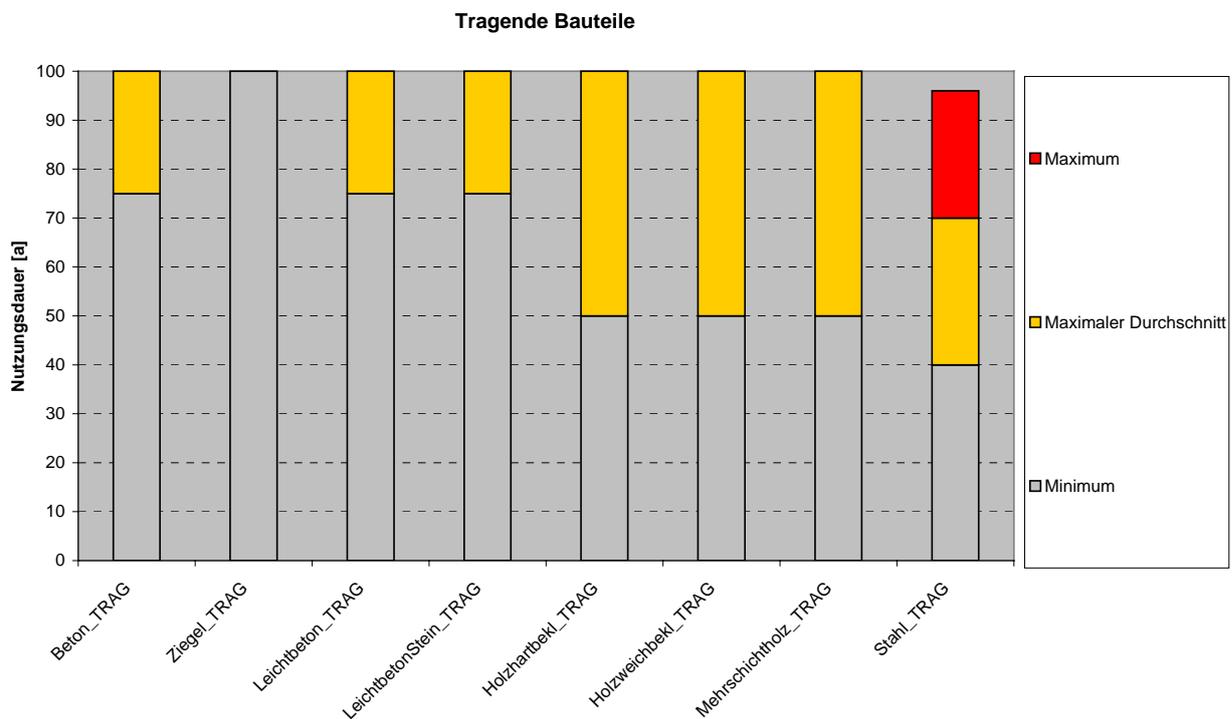
14 Erstellung eines Katalogs von Nutzungsdauern

Für die Ableitung der Nutzungsdauern für den Einsatz zur Berechnung von ökologischen Indizes werden für alle der untersuchten Baustoffe bzw. funktionalen Einheiten 3 Kenndaten angegeben:

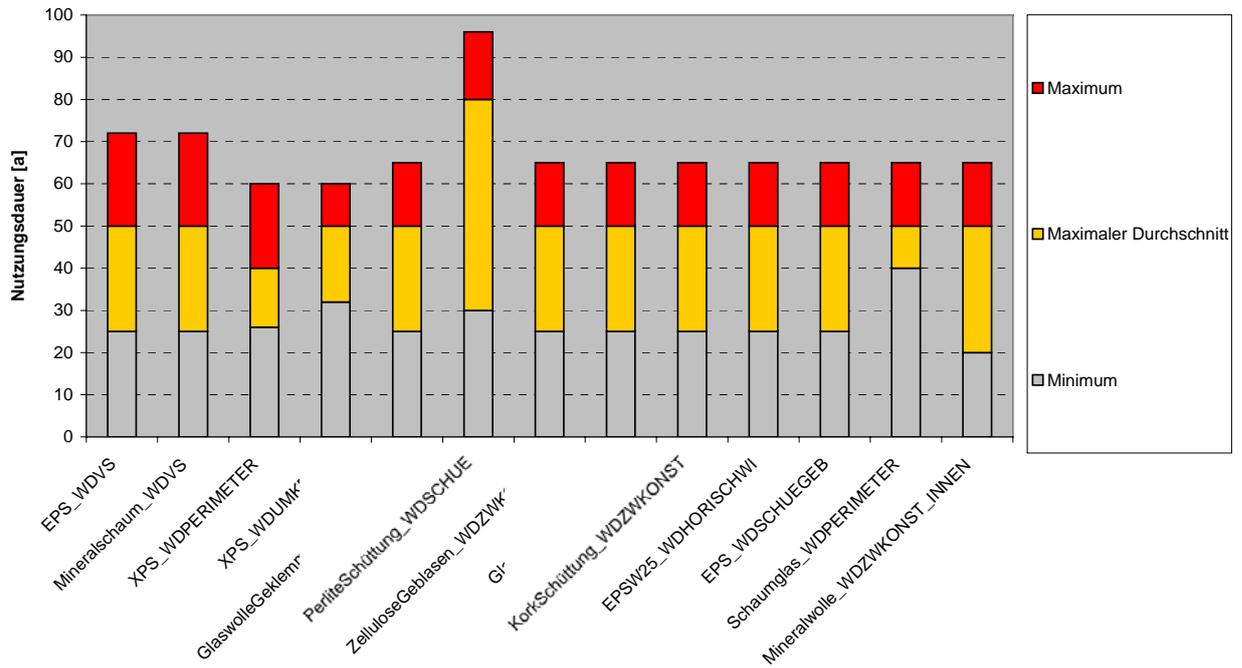
- Durchschnittliche maximale Nutzungsdauer: Mit dieser wird standardgemäß gerechnet
- Maximale Nutzungsdauer: Diese könnte herangezogen werden, wenn durch „Hinauszögern“ des Austausches für einen andere Bauteilschicht/Baustoff die maximale durchschnittliche Nutzungsdauer erreicht werden kann. Dies kann aber nur bei Nachweis der Qualitätssicherung in Planung, Ausführung- und Instandhaltung erfolgen.
- Minimum der Nutzungsdauer: Diese stellt den Mindestwert dar, insoferne Abschlüge, mangelnde Qualitätssicherungen in Planung und Praxis etc. vorhanden sind.

Eine weitere Vertiefung der für tragende Systeme, WDVS und Außenputze vorgeschlagene Abschlüge in der Nutzungsdauer erscheint sinnvoll, die praktische Handhabbarkeit in der OI3-Berechnung ist allerdings sicherlich nicht einfach. Mit der Verknüpfung der „Nichteinhaltung“ von Normen oder Anwenderrichtlinien wäre eine weitere Differenzierung möglich.

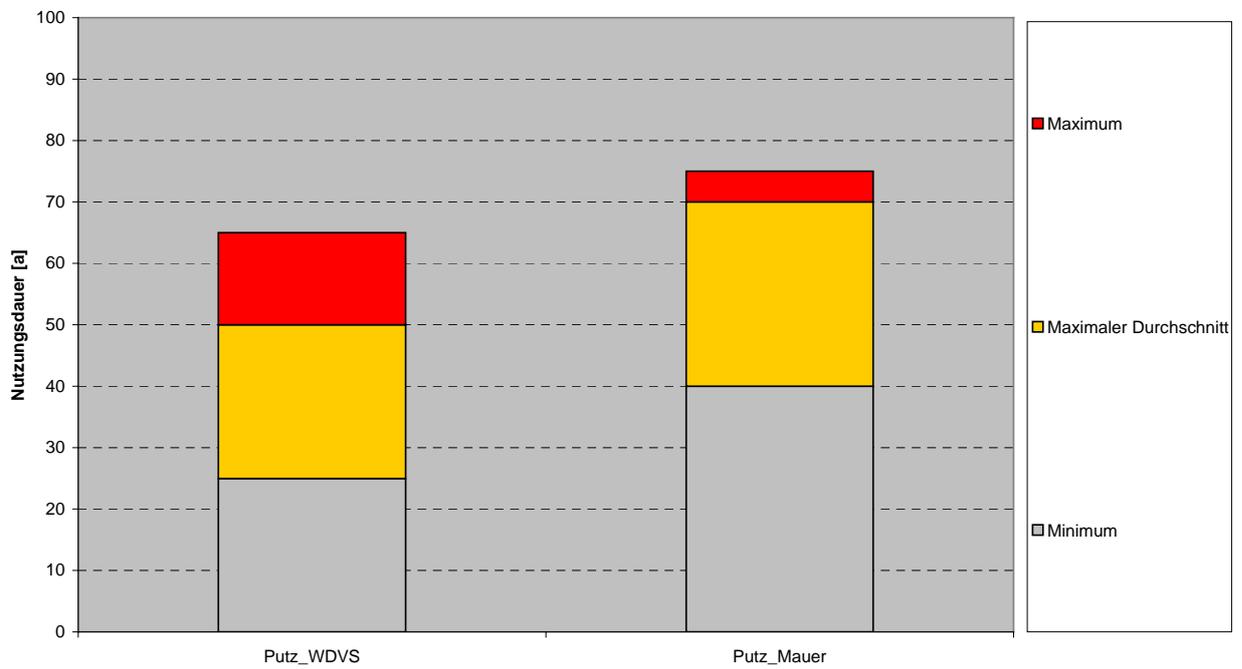
Im Folgenden werden diese 3 Kennwerte dargestellt:



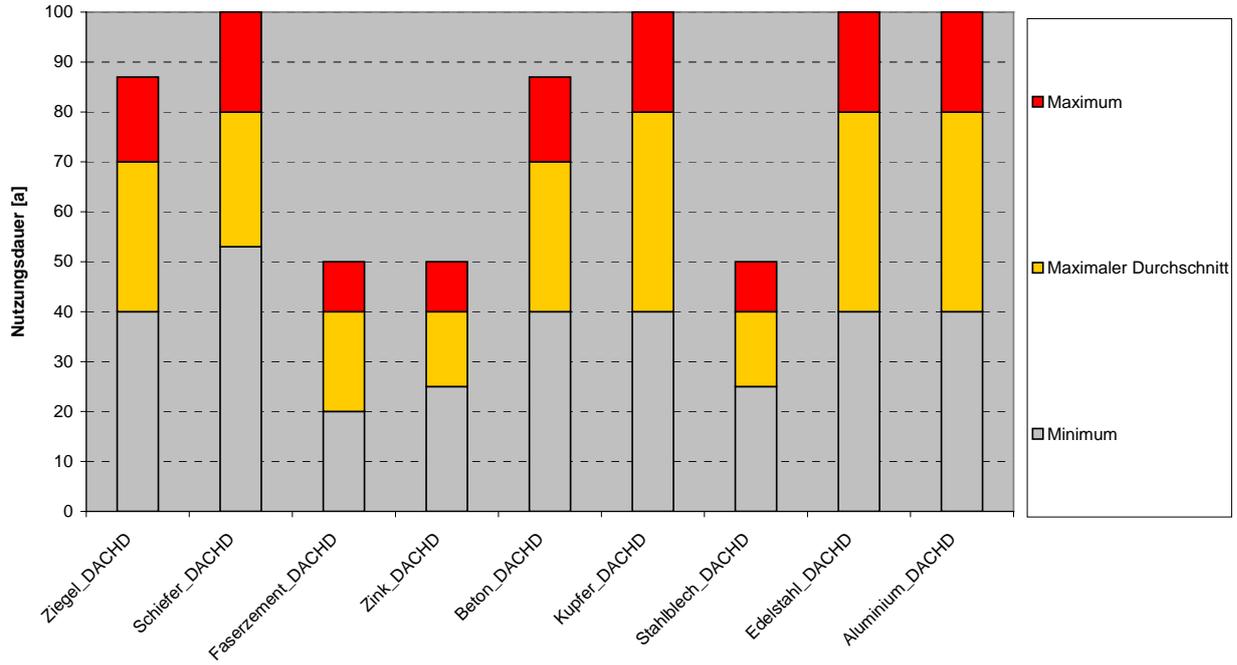
Wärmedämmung



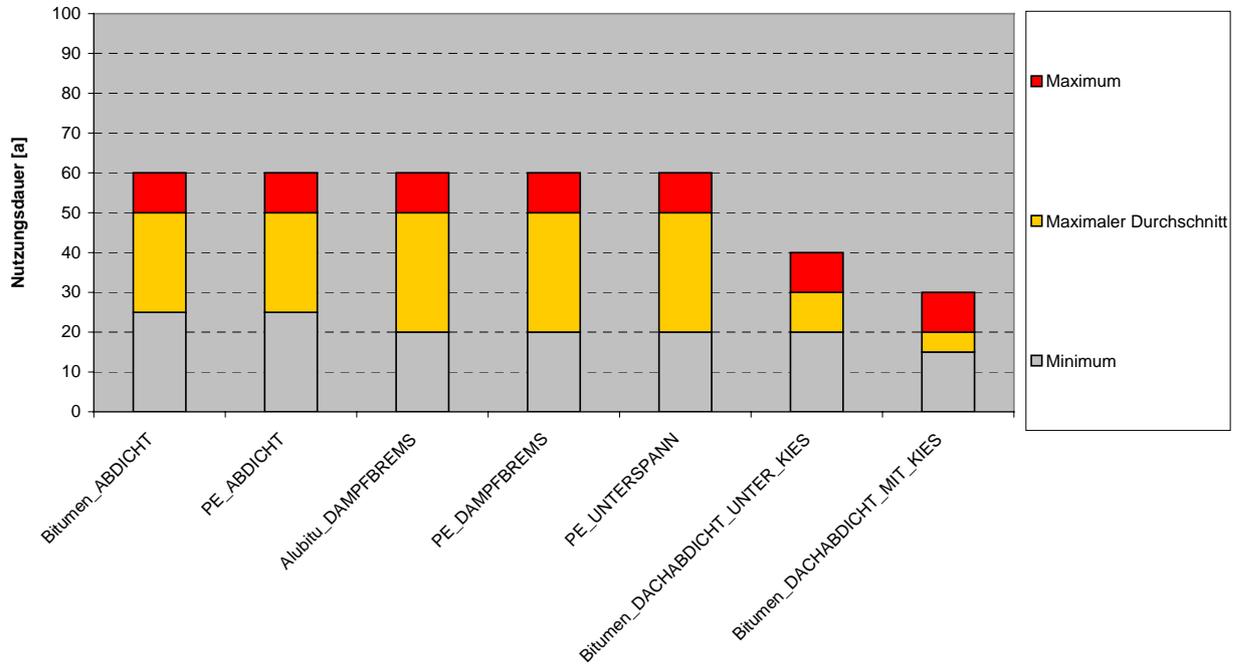
Außenputze



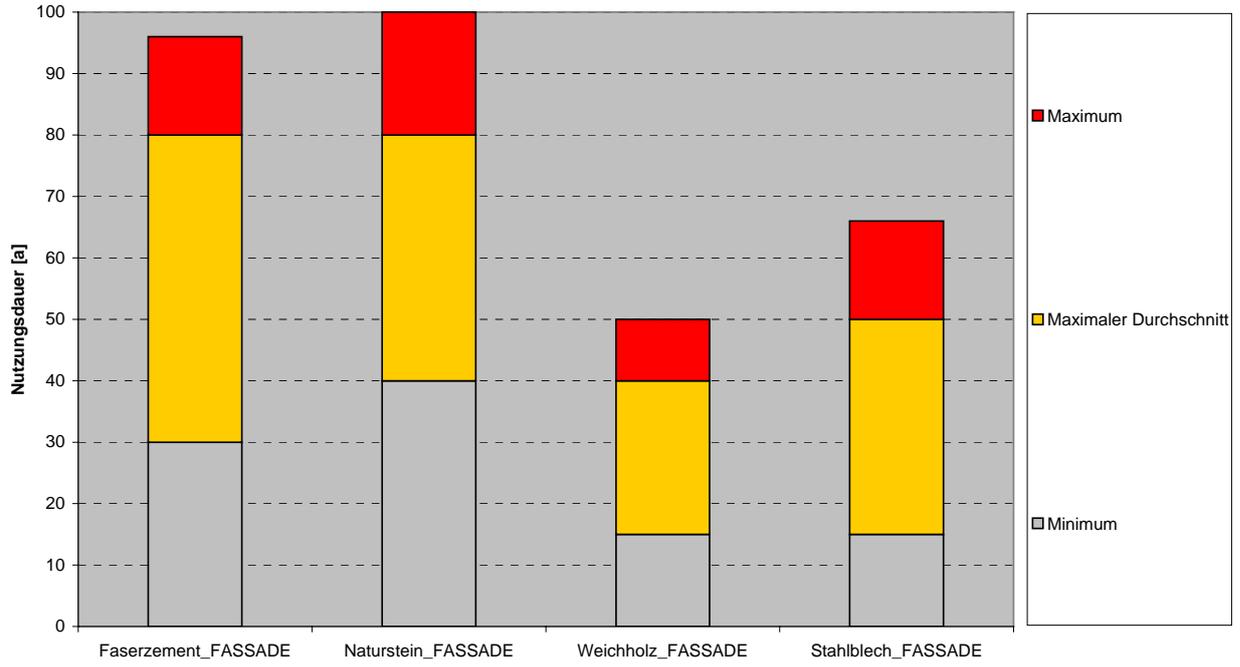
Dachdeckungen



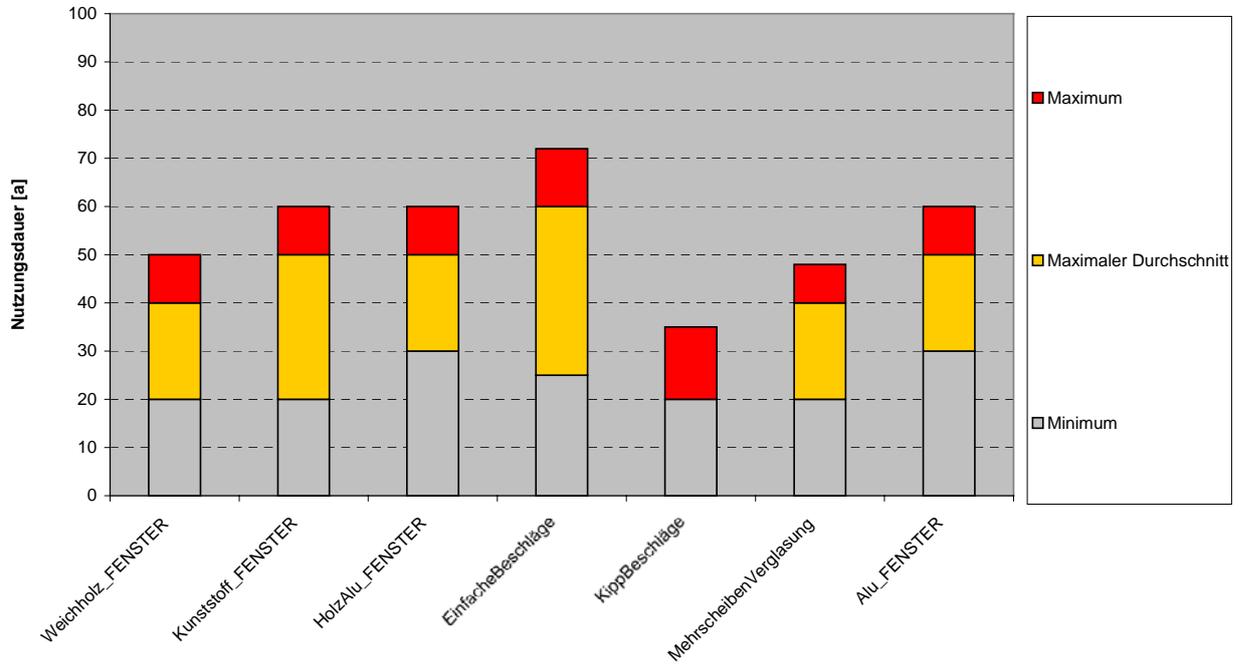
Abdichtungen, Dampfsperren, Unterspannbahnen



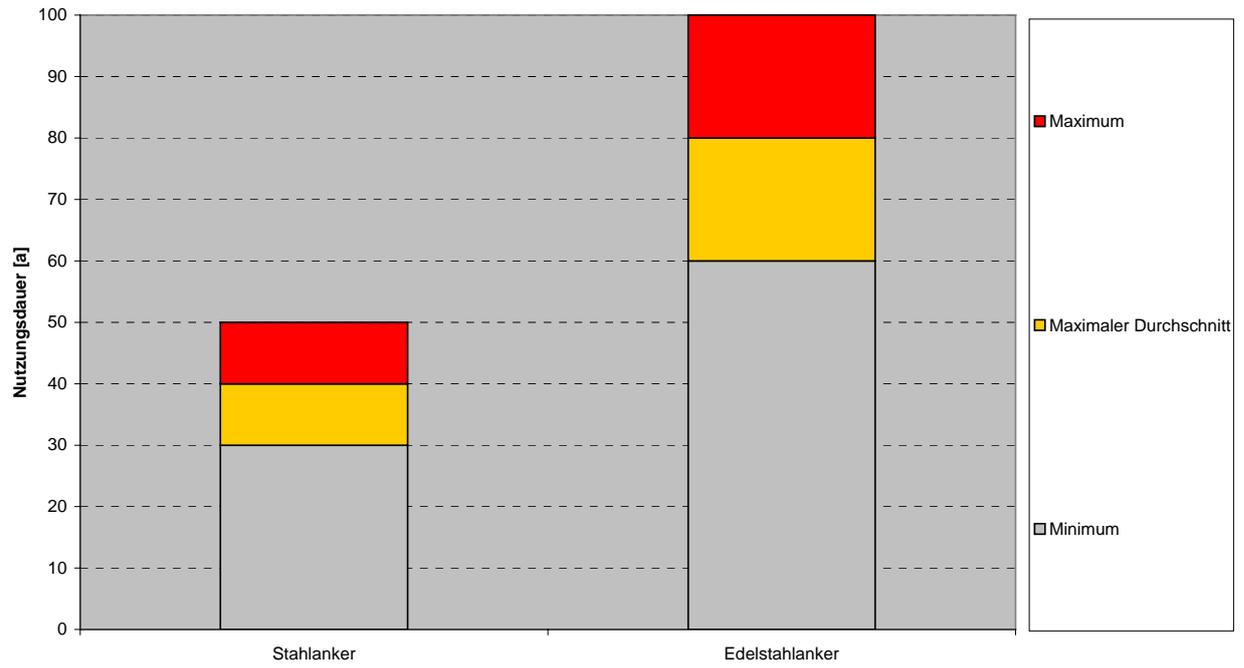
Fassadenbekleidung



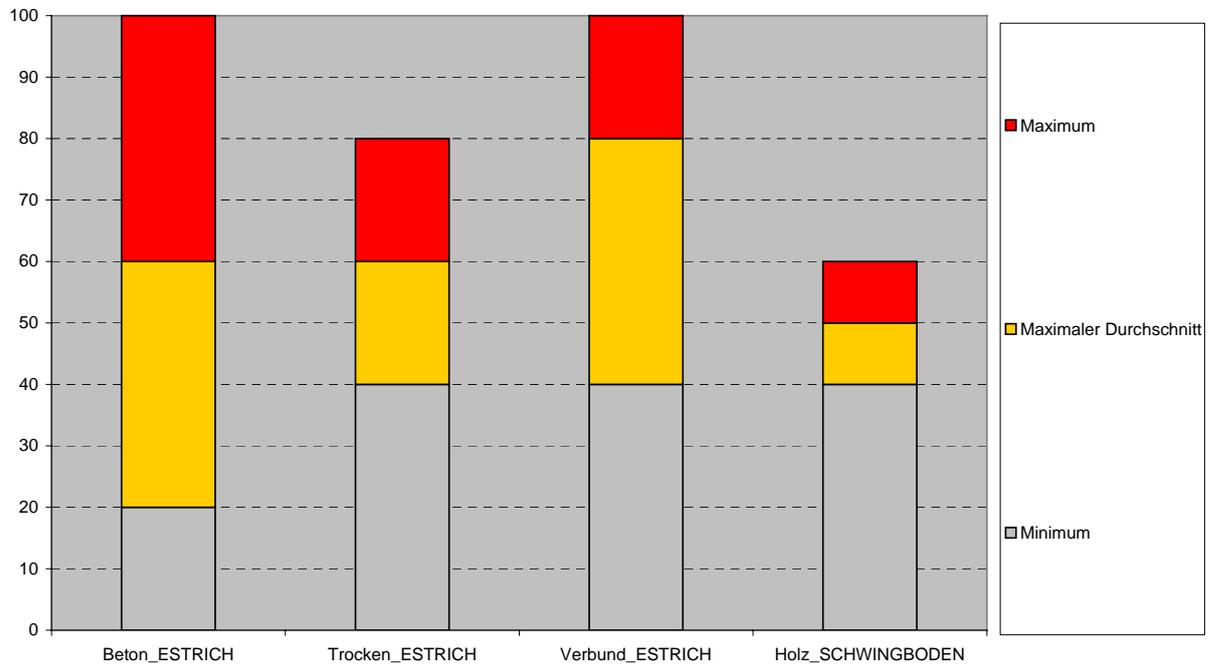
Fenster



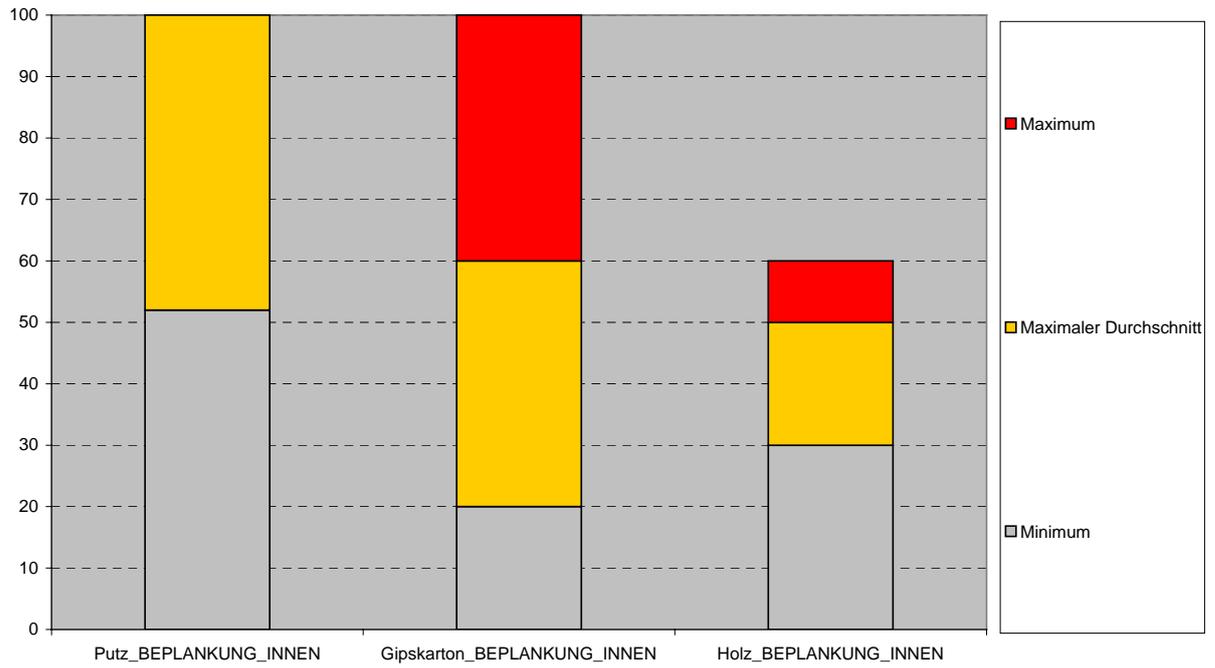
Anker Vorsatzschalen



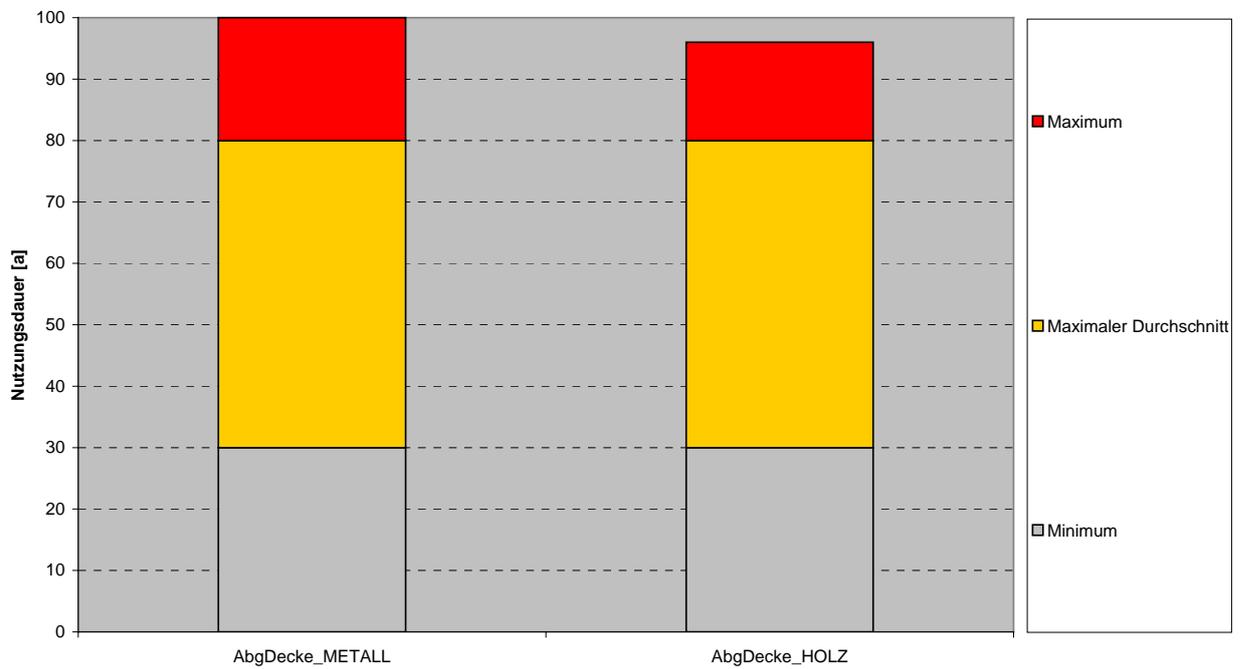
Estriche



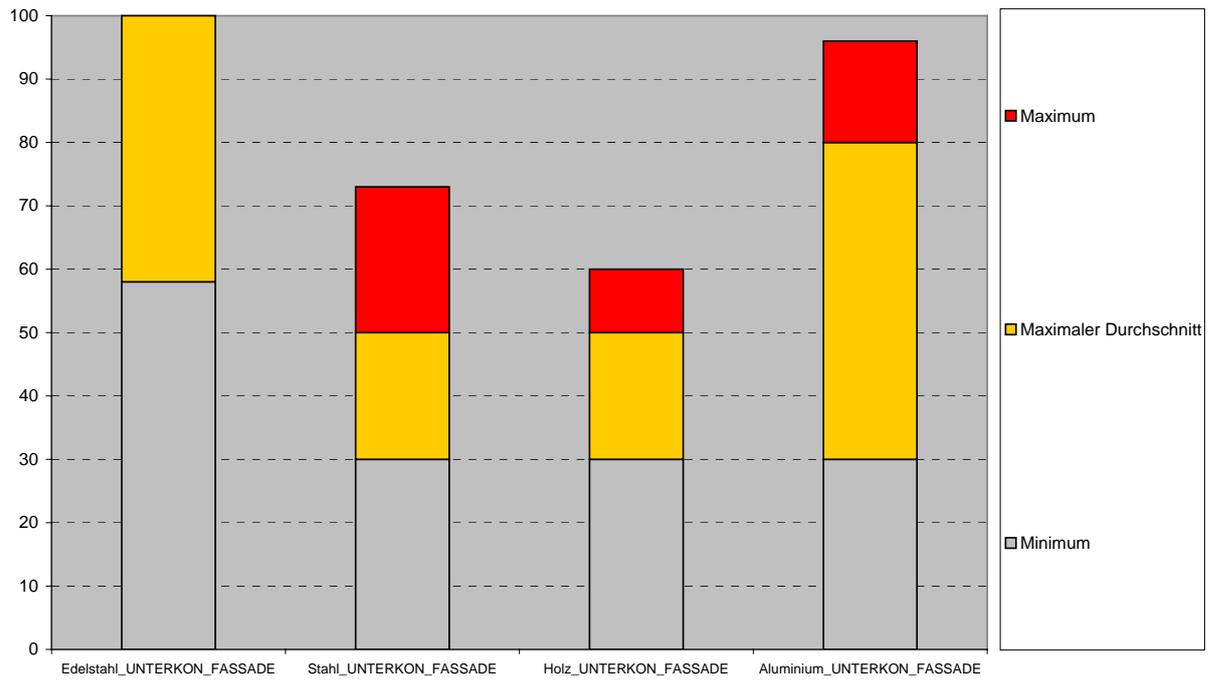
Beplankung innen



Abgehängte Decke



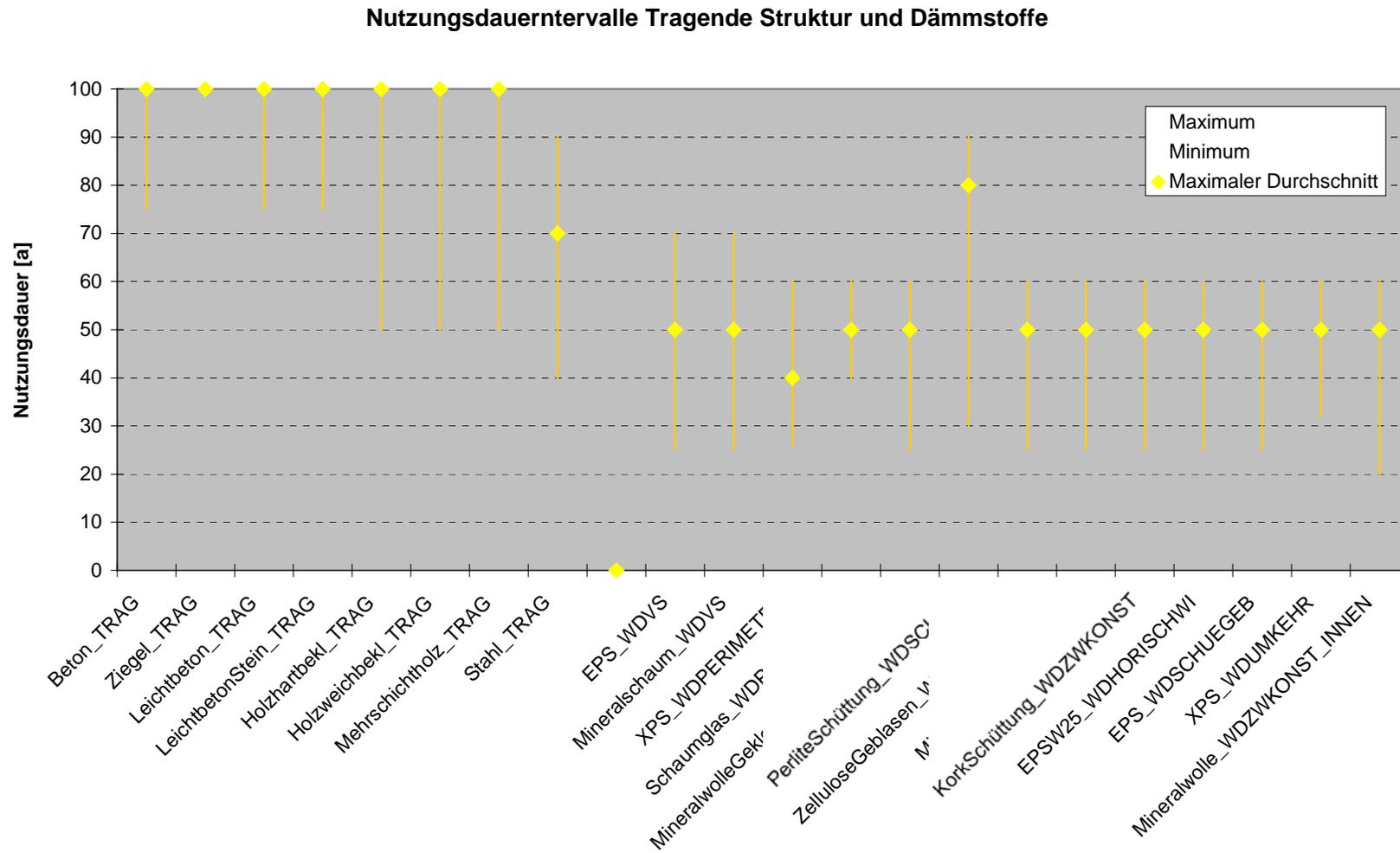
Unterkonstruktion Fassade



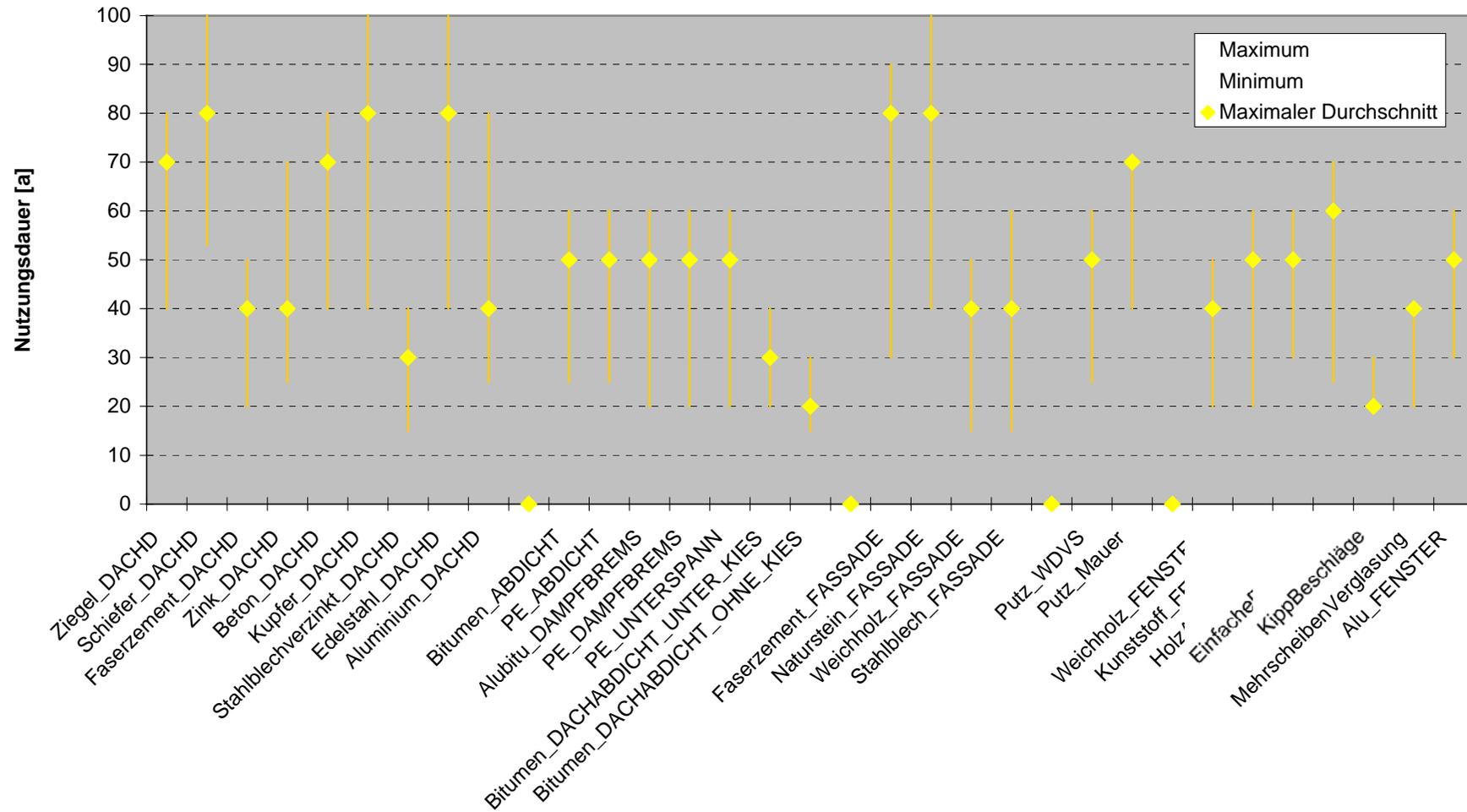
Die vollständige Baustoffliste ist im Anhang dargestellt.

14.1 Zusammenstellung der Kennwerte

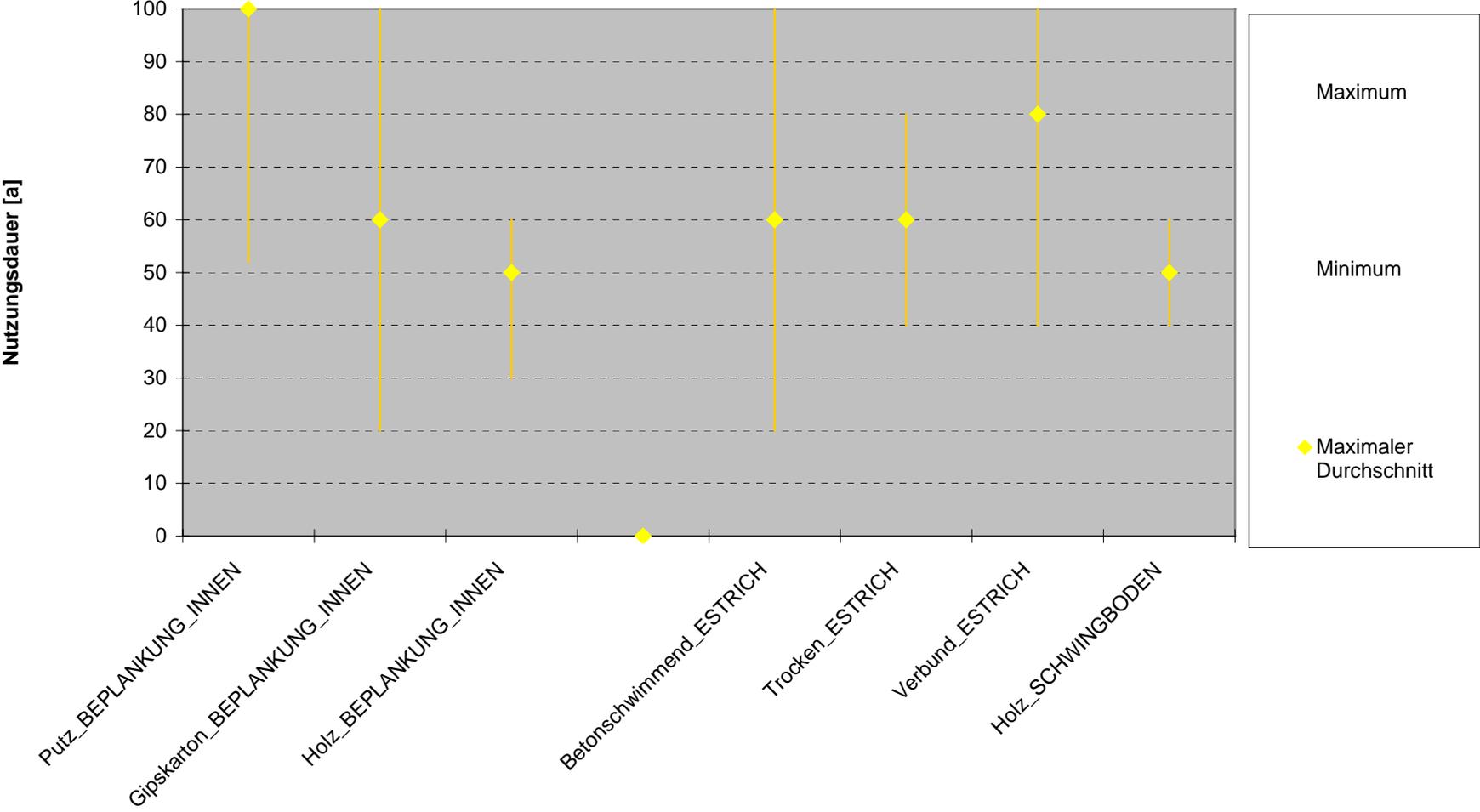
Nachfolgend werden die Nutzungsdauern im Überblick dargestellt



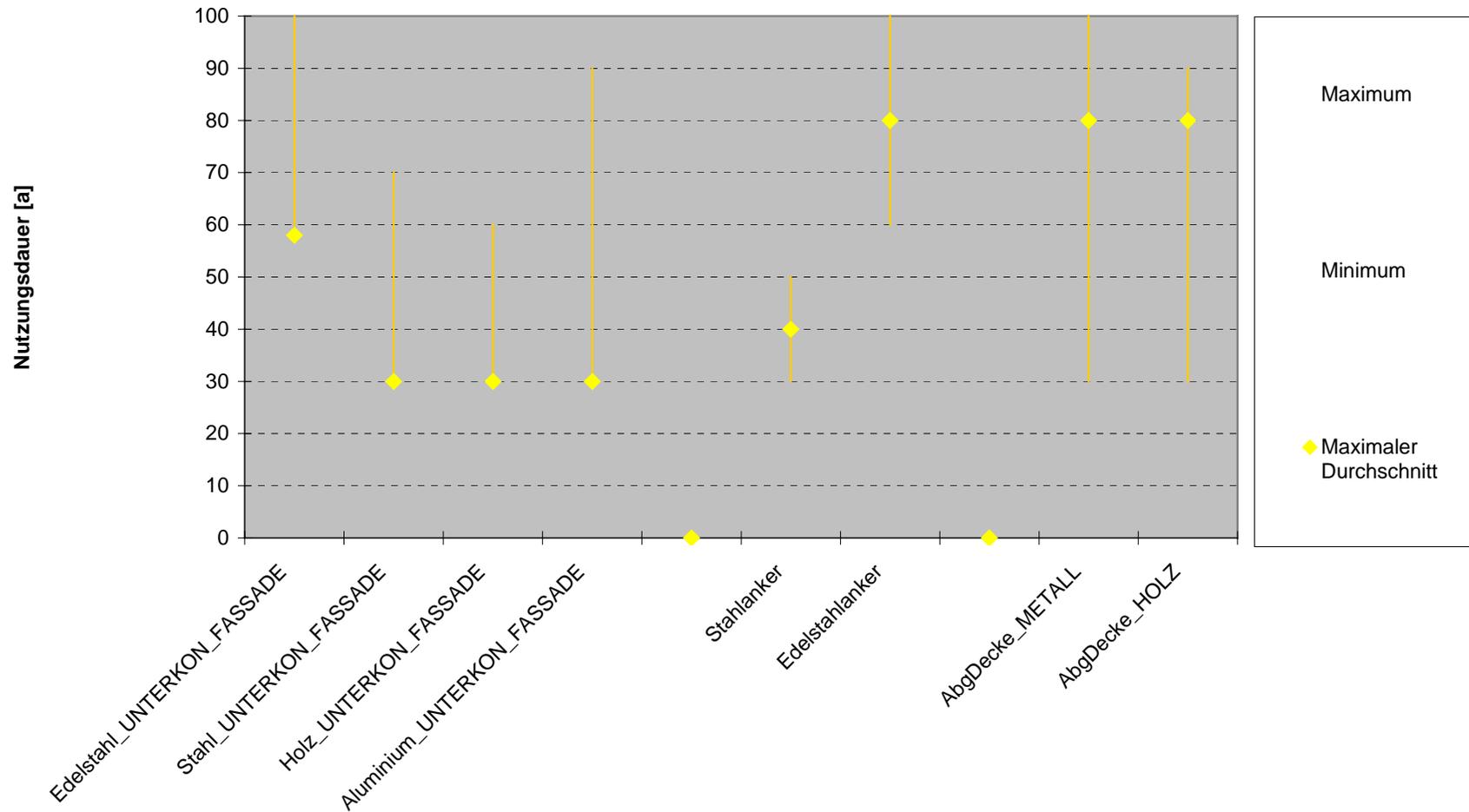
Nutzungsdauern Außenhaut: Dachdeckung, Abdichtungen, Fassadenbekleidung, Außenputz, Fenster



Nutzungsdauern Innenbauteile: Innenbekleidung, Estriche



Nutzungsdauern Unterkonstruktionen: Unterkonstruktion Fassade, Anker, abgeh. Decke



15 Zusammenfassung

Ziel des vorliegenden Subprojekts war eine aktualisierte und dokumentierte Zusammenstellung von Referenz-Nutzungsdauern für alle relevanten Baustoffe und Bauteile in den typischen Einbausituationen. Der Begriff technische Lebensdauer steht für die Lebensdauer eines Baustoffs bzw. Bauteils, die laut ISO 15686-1 als die Zeitspanne zwischen dem Einbau und dem Erreichen bzw. Überschreiten der Grenzanforderungen an die technischen Nutzungsvoraussetzungen definiert wird. Die technische Lebensdauer ist Ausgangspunkt für die Referenz-Nutzungsdauern, zusätzlich gehen in diese noch wirtschaftliche, aber auch soziokulturelle Erwägungen und Entwicklungen ein. Die maximale Nutzungsdauer eines Baustoffes, einer funktionalen Einheit, eines Bauteiles oder eines Gebäudes entspricht daher der technischen Lebensdauer. Zu beachten ist, dass das Ende der technischen Lebensdauer einer Bauteilschicht den Ausbau und die Zerstörung anderer Bauteilschichten bedingen kann, deren technische Lebensdauer noch nicht erreicht ist.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Weg beschritten, auf Grund von statistischen Auswertungen, vertiefenden Analysen und übergeordneten Plausibilitätsüberlegungen zu belastbaren maximalen Nutzungsdauern zu kommen. Die sich aus der Nutzungsdauer ergebenden Instandhaltungszyklen innerhalb eines Betrachtungszeitraums sollen als Multiplikatoren in Ökobilanzen (z.B. OI3-Berechnung) Eingang finden. Dafür sind Nutzungsdauern „in der Breite“ notwendig, d.h. ein konsistentes Set über alle Baustoffe, Bauteile und Bauweisen hinweg, ansonsten sind die Kennwerte in der Gebäudebewertung nicht anwendbar. Da aus vorgelagerten (AP02 Lebensdauer), bzw. nebengelagerten (AP14 Katastrophen) Arbeitspaketen keine Kennwerte vorgelegt wurden, mussten eigene „Tiefenbohrungen“ vorgenommen werden, um das über weites, schwankendes Terrain gespannte Nutzungsdauerer set im festen Untergrund über Tiefenfundamente zu stabilisieren.

Die technische Lebensdauer ist der Ausgangspunkt zur Bestimmung der Nutzungsdauer von Baustoffen. Richtwerte sind in der Literatur in Katalogen zu finden, die für Baustoffe und Bauteile Nutzungsdauern angeben. Die Mehrheit der analysierten Kataloge trifft aber keine Aussagen, ob als Datenbasis Nutzungsdauern oder Lebensdauern herangezogen wurden, welche Einflussfaktoren berücksichtigt wurden usw.. Basis- und Detailrecherche bestätigen die Annahme, dass derzeit verfügbare Sammlungen von Nutzungsdauern entweder

- nur sehr wenige Baustoffe und Bauteilschichten enthalten (z.B. IP Bau, Alterungsverhalten von Bauteilen und Unterhaltskosten, 1994 und GFÖB 2004), die allerdings verhältnismäßig gut dokumentiert sind oder
- ein Gemisch von Kennzahlen unterschiedlicher Datengrundlagen und Methodiken darstellen – zudem ohne Berücksichtigung der Einbausituation (z.B. Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“, BM für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen 2004) oder
- qualitative, nicht transparente Angaben von Sachverständigen zusammenfassen (z.B. Nutzungsdauerkatalog, Landesverband Steiermark und Kärnten 2006 oder BTE 2008).

Der Vergleich der unterschiedlichen Quellen zeigt allerdings, dass in Teilbereichen eine gute Übereinstimmung gegeben ist. Allerdings divergieren die Zahlen teilweise auch sehr stark.

Methodisch unterscheiden sich die Quellen kaum, da fast sämtliche Daten auf praktische Erfahrungen und Beobachtungen von Sachverständigen beruhen, die ihr Fachwissen und ihre Erfahrungen („Gefühl“) darin ausdrücken. Die angegebenen Nutzungsdauern sind allerdings nicht transparent nachvollziehbar und daher auch nicht hinterfragbar und vertiefbar (Ausnahme IP Bau 1994). Daher musste auch für wesentliche funktionale Einheiten (i.e. Bauteilschichten, die gemeinsam eine oder mehrere technische Funktionen erfüllen, z.B. Wärmedämmsystem verputzt) detaillierte Untersuchungen angestellt werden, die sich wegen des knappen Projektumfangs auf wenige Gruppen beschränken mussten. Eine konsistente Struktur zu deren Erhebung bietet die Normenreihe ISO 15686 ff. Diese wurde in ein schlagkräftiges Raster operationalisiert und damit transparent und nachvollziehbar Lebensdauern und limitierende Einflüsse vor allem aus der Schadensliteratur abgeleitet. Insgesamt wurde zur Erstellung des Nutzungsdauerkataloges wie folgt vorgegangen:

1. Auswahl von wesentlichen funktionalen Einheiten (i.e. Bauteilschichten und/oder Gebäudekomponenten, die bestimmte technische Funktionen zu erfüllen haben).
2. Auswertung der bestehenden Nutzungsdauerkataloge und Literaturquellen nach einem sorgfältig entwickelten, transparenten Algorithmus. Die Lebensdauer sollte über der höchsten durchschnittlichen Nutzungsdauer in den Quellen liegen. In Plausibilitätstests wird die Konsistenz einzelner Quellen analysiert und bewertet. Die Quellen sind in ihrer Zielrichtung, den Autoren und ihrer Methodik zu hinterfragen:

- Sachverständige sind geprägt von den begutachteten Schäden, haben allerdings meist wenig Wissen, wie oft die begutachteten Schäden auftreten.
- Forschungsinstitutionen möchten möglichst einfach handhabbare Kennwerte erheben, eigene Erfahrungen bilden meist eine untergeordnete Rolle.
- Versicherungen bieten statistisches Wissen zu Bauweisen, die in vielen Teilen heute nicht mehr ausgeführt werden.

Wenn stärkere Abweichungen in den Nutzungsdauerkatalogen vorhanden sind bzw. keine Kongruenz zu erreichen ist, wurde eine detaillierte Untersuchung durchgeführt.

3. Wenn stärkere Abweichungen in den Nutzungsdauerkatalogen vorhanden sind bzw. keine Kongruenz zu erreichen ist, wurde eine detaillierte Einzelerhebung durchgeführt, die folgenden Eigenschaften untersucht (in Anlehnung an ISO 15686 ff) :

- Intrinsic Alterung eines Materials: Unter welchen Bedingungen (physikalische, chemische, biologische, mechanische Randbedingungen) altert das Material auf welche Art (z.B. durch Weichmacheremission)? Ab welchem Zustand, durch welche Effekte ist mit einer Nichterfüllung der technischen Funktion zu rechnen?
- Natürliche Einflussfaktoren: Damit werden die Einflüsse zusammengefasst, die von außen (Klima), innen (Nutzer etc.) und Gebrauch resultieren. Diese müssen als Randbedingung für Planung, Ausführung und Instandhaltung akzeptiert werden. Natürliche Einflussfaktoren gemäß ISO 15686-8: Umwelteinflüsse, Innenklima, Gebrauch. Als Fragestellung ist insbesondere die Wechselwirkung

von Einflussfaktoren zu den intrinsischen wie zu den technischen Randbedingungen gefragt.

- Technische Einflussfaktoren: Diese Einflussfaktoren sind bewusst durch Planer, Ausführende und Hausbetreuer steuerbar und sollten auf der Grundlage von natürlichen Einflussfaktoren und Wünschen/Anforderungen der NutzerInnen Baustoffe/Konstruktionen/Gebäude so ausgewählt werden, dass die Alterungseigenschaften der Baustoffe optimal den Funktionen (technisch, wirtschaftlich, ökologisch, kulturell) angepasst sind. Welche langfristige Wirkung haben die Einflussfaktoren auf das spezifische Material? Ist dieses geschützt (durch eine vorausschauende Planung beispielsweise)?
- Schadensbilder: In welcher Form treten Schadensbilder an den untersuchten Baustoffen, Bauteilschichten, Konstruktionen und Gebäuden auf? Ist eine Instandsetzung möglich bzw. unter welchen Bedingungen ist ein Ersatz notwendig?
- Langzeiterfahrungen: Existieren Langzeiterfahrungen zu Baustoffen, Konstruktionen, Komponenten?
- Annahmen zur Lebensdauer auf Basis der Langzeiterfahrungen: Hierbei wird versucht, aus der Analyse quantitative Kennwerte für die Lebensdauer von Baustoffen und Konstruktionen abzuleiten. In vielen Fällen können allerdings nur Mindest-Lebensdauern oder qualitative Zusammenhänge zwischen unterschiedliche Baustoffe und Einbaubedingungen.

4. In einer möglichst breit abgestützten Zusammenschau werden die einzelnen Informationen zu einer maximalen Nutzungsdauer (i.e. gute Planungs-, Ausführungs- und Instandhaltungsqualität) kondensiert.

5. Die resultierenden Nutzungsdauern werden teilweise in Abhängigkeit von natürlichen und technischen Einflussfaktoren mit Abschlägen oder Zuschlägen bewertet

6. Für eine bessere praktische Handhabbarkeit wird eine Einteilung in Nutzungsdauerklassen im Abstand von 10 Jahren durchgeführt.

7. Diese werden allen Baustoffe bzw. Anwendungen, die derzeit in der BauBook-Datenbank gelistet sind, zugeordnet.

Aus den durchgeführten Untersuchungen auf der Grundlage der bestehenden Nutzungsdauerkataloge und den detaillierten Analysen der Langzeiterfahrungen können die folgenden wesentlichen Nutzungsdauerklassen zusammengefasst werden:

- Statische Tragsystem überdauern mindestens 100 Jahre, wenn eine gute Planungs-, Ausführungs- und Instandhaltungsqualität gegeben ist. Letztere nimmt Rücksicht sowohl auf die natürlichen Einflussfaktoren wie Klima und Innenraumkonditionen, aber auch auf die aktuellen wie zukünftigen Anforderungen der Nutzer. Ohne Qualitätssicherung ist mit Abschlägen zu rechnen.

- Der Ausbau innen, Dämmstoffe sowie alle äußeren Schichten, die nicht direkt bewittert sind, müssen nach ca. 50 Jahren erneuert werden. Dies reflektiert in den vielen Fällen weniger die technische Lebensdauer als den Wunsch nach Veränderung 2 Generationen nach den Erstbewohnern. Qualitätssicherungsmaßnahmen wie spezielle Produktwahl können zur Erhöhung wie auch bei Nichtberücksichtigung zu Abschlägen in der Nutzungsdauer führen
- Die vom Klima stark belasteten Außenschichten (Dacheindeckung, Abdichtungen, Außenputze, vorgehängte Fassaden) werden je nach Lage, Konstruktion und Materialqualität zwischen 25 und 50 Jahren genutzt und müssen danach ersetzt werden.
- Stark genutzte Baustoffe im Innenbereich wie Bodenbeläge werden je nach Nutzung und Abnutzung/Instandhaltungsqualität bewertet. Damit ergeben sich Nutzungsdauern zwischen 10 und 50 Jahren.

Zu- und Abschläge wurden für einige funktionale Einheiten vorgeschlagen. Die Angabe von Zu- und Abschlägen ermöglicht auch eine direkte Übersetzung von guter Planung und Ausführung vermittelt Qualitätssicherung in entsprechend höhere Nutzungsdauern von Baustoffen und Bauteilen. Es scheint allerdings sinnvoller, je nach Vorhandensein von Qualitätssicherungssystemen in Planung und Ausführung (und z.T. auch in der Instandhaltung) von Gebäuden Abschläge anzuwenden.

16 Literatur

16.1 Nutzungsdauerkataloge:

BTE 2008: Agethen et al: „Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte“., 2008

GFÖB 2004: Rudolphi et al: “Projektteil Lebensdauer und Instandhaltungszyklen”. 2004

IFB 2004: Arlt und Pfeiffer: „Lebensdauer der Baustoffe und Bauteile zur Harmonisierung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer im Wohnungsbau“. 2004 (darin noch weitere zitiert)

IP Bau 1994: Meyer et al: „Alterungsverhalten von Bauteilen und Unterhaltungskosten im Wohnbau“. 1994

Leitfaden nachhaltiges Bauen, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen 2001: „Leitfaden nachhaltiges Bauen“. Berlin 2001

Nachhaltiges Bauen, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Siedlungsentwicklung 2008: www.nachhaltigesbauen.de

SIA 0123 2008: www.bauteilkatalog.ch

SV Stmrk+Ktn 2006: Ahlgrimm-Siess et al: „Nutzungsdauerkatalog baulicher Anlagen und Anlagenteile“. 2006

WertR 2006: „Wertermittlungsrichtlinien 2006 – Technische Lebensdauer von baulichen Anlagen und Bauteilen“

16.2 Weitere Literatur:

Albrecht G., Kosteas D. (Projektleitung): BayForrest – Endbericht. F243: Nachhaltiges Bauen mit Aluminium und/oder Glas. Technische Universität München – Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen. Radlbeck Christina (Aluminium), Schlinz Michael (Glas), Dienes Eszter (Ökobilanzierung). 4. Dezember 2005

Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel (Amz): Alterungsverhalten und Bauphysik von Wärmedämmverbundsystemen (WDVS). AMz-Bericht 5/1998

Aurnhammer, Klaus G.: Schäden an Estrichen. - Stuttgart: IRB-Verl., 1996

Balak et. al.: 1. Österreichischer Bauschadensbericht. Abdichtungen im Hochbau. Erdberührte Bauteile. Wien: WKO, IBF OFI, IFB, 2005

Balak et. al.: 2. Österreichischer Bauschadensbericht. Abdichtungen im Hochbau. Erdberührte Bauteile. Wien: WKO, IBF OFI, IFB, 2008

Balak et. al.: 3. Österreichischer Bauschadensbericht. Abdichtungen im Hochbau. Flachdächer, Balkone, Terrassen. Wien: WKO, IBF OFI, IFB, 2009

Balkow, Dörte: Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung: Bauen im Bestand. - Köln: Müller, 2006

Baunetzwissen (http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Fussbodenkonstruktionen_Konstruktiv-bedingte-Risse-und-Verformungen_157631.html, abgerufen am 10.09.2009)

Bausachverständigen-Tag 40, 2005, Frankfurt, Main: Schäden bei der energetischen Modernisierung. – Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl., 2005

Bonk, Michael: Schäden durch mangelhaften Wärmeschutz. – Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl., 2004

Braun, Eberhard: Bitumen. - Köln: Müller, 1991

Dow: „Langzeituntersuchung. Begrünte Umkehrdächer in der Praxis. Erfahrungsbericht „EVN-Zentrum Maria Enzersdorf“. Begleitender Gutachter Walter Prause. Oktober 2008

Dow: Langzeituntersuchung. Begrünte Umkehrdächer in der Praxis. Erfahrungsbericht „Erdfunkstelle Aflenz“. Begleitender Gutachter Suntinger-Schrampf. Oktober 2008

Dow: Langzeituntersuchung. Begrünte Umkehrdächer in der Praxis. Erfahrungsbericht „Schiffahrtszentrum Wien“. Begleitender Gutachter Franz Kalwoda. Oktober 2008

Erfurth 2008: Algen + Pilze auf Wärmedämmverbundsystemen. Ursachen – Vermeidung mit Bioziden (Giften) oder giffreien Systemen. Beitrag zum IBO-Kongress „Nachhaltig Bauen und Bewerten. Vom Energie- zum Nachhaltigkeitsausweis“, Feb 2008

Ernst, Wolfgang et al.: Dachabdichtung Dachbegrünung, Teil VI – Abdichtungen, Europäische Vereinigung dauerhaft dichtes Dach – ddD. E.V., 2009

ETA-05/0037: Europäische Technische Zulassung ETA-05/0037, Hock Vertriebs-GmbH und Co. KG, 02.03.2005 (http://www.thermo-hanf.de/upload/pdf/datenblaetter/Europische_Zulassung_in_deutsch.pdf abgerufen am 27.08.2009)

ETA-06/0040: Europäische Technische Zulassung ETA-06/0040, Steico AG, 14.06.2007 (http://www.steico.com/download/pdf/products/proof/steico_pruefbescheid_0259.pdf abgerufen am 27.08.2009)

Flachshaus, 2007: Konformitätserklärung – EC Declaration of Conformity, Hersteller Waldviertler Flachshaus GmbH, Produktidentifikation: NATURAFLAX, 31.01.2007 (http://www.naturalia-bau.it/App_Upload/downloads/991_EG%20Konformit%C3%A4tserkl%C3%A4rung%20naturaflex.pdf abgerufen am 26.08.2009)

Fügenschuh Georg: Gutachten im Auftrag von Dow Austria über die „Untersuchung des Langzeitverhaltens von Roofmate – Dämmplatten aus einem bekiesten Umkehrdach (Bj. 1975), an Hand labortechnischer Untersuchungen“. Iglis, am 19.12.2006

Gemeinsamer Abschlussbericht zum Verbundvorhaben „Untersuchungen zur Optimierung und Standardisierung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen“, durchgeführt im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), betreut durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), 01/2008

Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. (GDA) (12/2002): Aluminium und Architektur, Ein Metall mit strahlendem Antlitz, Düsseldorf (GDA), 2002.

Götze, H.: Gutachten im Auftrag von Dow Deutschland über die „Bauphysikalische Beurteilung des langfristigen Materialverhaltens von extrudiertem Polystyrol-Hartschaum“. Frankfurt, Oktober 1985

Hankammer, Gunter: Schäden an Gebäuden. – Köln: Müller, 2004

Hankammer, Gunter: Schäden an Gebäuden. – Köln: R. Müller, 2009

Hesch, R: et al.: Hanf – Perspektiven für eine ökologische Zukunft, eine realistische Betrachtung. Lemgo: Taoasis Verlag 1996

Hladek, Michael: Spechtschäden an Fassaden
(www.juwoe.de/aktuelles/aktuelles.../Spechtschaeden_an_Fassaden.pdf abgerufen am 20.08.2009)

Holzmann, Gerhard: Natürliche und pflanzliche Baustoffe. – Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2009

IBU Institut Bauen und Umwelt: FOAMGLAS®-slabs and FOAMGLAS®-elements Pittsburgh Corning Europe NV. EPD Environmental Product Declaration according to ISO 14025. Declaration code EPD-PCE-2008111-E. 21.10.2008 (http://bau-umwelt.de/download/C6a4b834bX1206a2ddb9X7eea/IBU_Declaration_Foamglas.pdf, abgerufen am 2.4.2009)

IFB-Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau, ifi – Institut für Bauschadensforschung (Hrsg.), Wien, 2008

Informationsportal Nachhaltiges Bauen des BMVBS: Zwischenauswertung vom 01.09.2008 zur Überarbeitung der Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen des Hochbaus für den Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“: Datenbank Zwischenauswertung und Bericht zur Zwischenauswertung (<http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/nutzungsdauern-von-bauteilen.html> abgerufen am 26.08.2009)

IVPU: Herstellung von Polyurethan-Hartschaum (PUR/PIR)
(http://www.ivpu.de/pur_hartschaum/herstellung.html abgerufen am 20.08.2009)

Kalusche 2008: Kalusche: Technische Lebensdauer von Bauteilen und wirtschaftliche Nutzungsdauer eines Gebäudes. 2008Künzel, H.: Funktionssicherheit und Lebensdauer wärmedämmender Maßnahmen. VDI-Berichte Nr. 365, 1980, zitiert nach (Künzel et al 2006)

Künzel H.: Zum heutigen Stand der Kenntnisse über das UK-Dach. Bauphysik 17. 1995

Künzel Hartwig M., Künzel Helmut, Sedlbaer Klaus: Hygrothermische Beanspruchung und Lebensdauer von Wärmedämm-Verbundsystemen. Sonderdruck aus: Bauphysik 28 (2006), Heft 3, Seiten 152–163

Küver, Jan: Untersuchungen zum Verhalten von konventionellen und ökologischen Dämmstoffen gegenüber mikrobiellem Befall unter verschiedenen klimatischen Bedingungen

und Bewertung der mikrobiellen Kontamination für die Wohnhygiene und Effizienz der Energieeinsparung – BIODÄM. – Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verl., 2004

Kunze Wilfried: Foamglas (<http://www.elkage.de/PHP/fachbegriffe.php?id=86>, abgerufen am 5.4.2009)

Maier, Josef: Ausbau von Dachgeschossen. – Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl., 2005

Merkel Holger; Boy Elmar: Langzeitverhalten von extrudiertem Polystyrol-Hartschaumstoffen im Umkehrdach – Erfahrungen aus Praxisobjekten. Technischer Ausschuss der Fachvereinigung Polystyrol-Extruderschaumstoff (FPX). Sonderdruck aus „Deutsches Architektenblatt“ 9/96

Oswald Rainer: Gutachten – Langzeitverhalten von Parkdecks mit Umkehrdach-Wärmedämmung Floormate. Aachen, 10. Juli 1998

Oswald Rainer: Gutachten – Langzeitverhalten von Parkdecks mit Umkehr-Wärmedämmung aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum. Aachen, 2. Oktober 2006

Oswald, Rainer: Schäden an genutzten Flachdächern. - Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verl., 2005

Oswald, Rainer: Schimmelpilzbefall bei hochwärmedämmten Neu- und Altbauten. – Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl., 2008

Passivhaus-Bauteilkatalog – Ökologisch bewertete Konstruktionen / Details for Passive-Houses. IBO (Hrsg): Gefördert durch „Haus der Zukunft“. Springer, Wien 2008

Pommer, G.; Pöhn, C - Magistratsabteilung 39 - Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien: Nachhaltigkeit der thermischen Sanierung der Fassaden von Wohnbauten im Auftrag der Magistratsabteilung 50, Teil I, Dauerhaftigkeit von Wärmedämm-Verbundsysteme, 01 - 12/2006

Reul, Horst: Die Sanierung der Sanierung. - Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl., 2009

Schäden an Dächern: Ursachen, Bewertung und Sanierung; 42. Bausachverständigen-Tag im Rahmen der Frankfurter Bautage 2007 ; Tagungsband. - Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl., 2007

Scholz, Dieter: Typische Baufehler. - Köln: Müller, 2005

Sedlbauer und Krus, 2001: Dr. Klaus Sedlbauer, Dr. Martin Krus, Fraunhofer-Institut für Bauphysik: Schimmelpilze – altes Thema, neue Ansätze (http://www.bauphysik.de/HT/pub/fachpub_d/schimmelpilze_neue_ansaetze.pdf abgerufen am 26.08.2009)

Steinbacher: 30.000 m² steinodur UKD® für neues LKH Klagenfurt. News vom Mai 2009 http://www.bdb.at/Produkt_News~firma~50114_31.htm (abgerufen am 27.06.2009)

Süss Martin, Mittrach Bodo: Mäuse zerstören fast jeden Dämmstoff. Sonderdruck aus Landtechnik. Kuratorium für Technik und Bauwesen (Hrsg.) Eduard F. Beckmann KG, Lehrte / Heft 2 Feb 1982

Verbundprojekt: Produktion loser Dämmstoffe aus Holzspänen und -fasern als höherwertige stoffliche Nutzung von Industrierestholz und Schwachholz. Lose Dämmstoffe aus Holz.
Teilvorhaben: Bauphysik und Materialcharakterisierung, Holzforschung München (TUM),
Abschlussbericht Dezember 2004

Verbundprojekt: Produktion loser Dämmstoffe aus Holzspänen und -fasern als höherwertige stoffliche Nutzung von Industrierestholz und Schwachholz. Lose Dämmstoffe aus Holz.
Teilvorhaben: Projektleitung und Koordination, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., DGfH, Abschlussbericht August 2005

Vorteile und Einsatzgrenzen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, Benefits and Limits of Ecological Insulation Materials, Krus, M., Dr.-Ing.; Sedlbauer, K., Prof. Dr.-Ing., Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Fraunhofer Str. 10, D-83626 Valley

wecobis, ökologisches Baustoffinformationssystem, Anwendungsbereiche Dämmstoffe, 1) Einsatz in Bauteilen aus Holz oder Holzwerkstoffen nach DIN 68800-2
(http://wecobis.iai.fzk.de/cms/content/site/wecobis/Home/Anwendungsbereiche/Daemmstoffe_Anw abgerufen am 01.10.2009)

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg): Dämmstoffe im Hochbau, Informationen für Bauherren, Architekten und Ingenieure. Bearbeitung: Lünser Heiko, Fuehes Margit. 2. redaktionell geänderte Auflage. Stuttgart, Juli 2000

Zimmermann Günter: Gutachten zum Langzeitverhalten von Umkehrdächern mit Dämmschicht aus Styrodur-Extruderplatten Ludwigshafen Mai 1989 i.A. BASF AG

Zimmermann Günter: Langzeitverhalten von Umkehrdächern. Sonderdruck aus Das Dachdecker-Handwerk (DDH) 22+23/90. Rudolf Müller Verlag

Zimmermann Günter: Zum Langzeitverhalten von Umkehrdächern. Deutsches Architektenblatt, Jg 1990, Heft 10

Zimmermann Günter: Zum Langzeitverhalten von Perimeterdämmungen. Technologie /Bautechnik – Sonderdruck aus „Deutsches Architektenblatt“, Heft 6/95

Zimmermann Günter: Langzeitverhalten von extrudierten Wärmedämmplatten im Grundwasserbereich. Der Bausachverständige, Jahrgang 1, Heft 6 12/2005

Zimmermann, Günther: Schäden an Dachdeckungen. - Stuttgart: IRB-Verl., 2006

17 Anhang Baustoffkennwerte

17.1 Putze, -träger, Mörtel, Estriche, Bauplatten

Baustoff	Nutzungsdauer	
	Jahre	durchschnittlicher Maximalwert
Anhydritputz	100	Putz_InnenBeplankung
Dämmmörtel EPS <800 kg/m ³	50	Ziegel_TRAG
Dämmmörtel Perlite <800 kg/m ³	50	Ziegel_TRAG
Dämmputz Perlite	70	Putz_Mauer
Drahtgewebe		
Drahtziegelgewebe		
Dübel kompl. 38cm	50	EPS_WDVS
Dübel kompl. 8cm	50	EPS_WDVS
Dünnbettmörtel	50	Ziegel_TRAG
EstrichAnhydrit	60	Beton ESTRICH
EstrichAnhydrit porosiert	60	Beton ESTRICH
Estrichbeton	60	Beton ESTRICH
EstrichGußasphalt	60	Beton ESTRICH
EstrichMagnesia	60	Beton ESTRICH
Gipsfaserplatte	60	Gipskarton_InnenBeplankung
Gipskartonplatte	60	Gipskarton_InnenBeplankung
Gipskartonplatte (Flammschutz)	60	Gipskarton_InnenBeplankung
Gipskartonplatte (Imprägniert)	60	Gipskarton_InnenBeplankung
Gipsfaserplatte Estrich	60	Gipskarton ESTRICH
IBO	Nutzungsdauer	144

Gipskartonplatte Estrich	60	Gipskarton ESTRICH
Gipsmörtel/Kleber	60	Gipskarton_InnenBeplankung
Gipsputz	100	Putz_InnenBeplankung
Gipsputzmörtel	60	Gipskarton_InnenBeplankung
Gipsspachtel	100	Putz_InnenBeplankung
Glasfaserarmierung	100	Putz_InnenBeplankung
Glasfaserarmierung innen	50	Putz_WDVS
Haftbrücke	50	Zementös_KLEBER
Haftmörtel	50	Zementös_KLEBER
Haftschlämme	50	Zementös_KLEBER
Jute	100	Putz_InnenBeplankung
Kalkgipsputz	100	Putz_InnenBeplankung
Kalkputz	100	Putz_InnenBeplankung
Kalkzementmörtel	50	Ziegel_TRAG
Kalkzementputz	100	Putz_InnenBeplankung
Kalkzementputz aussen	70	Putz_Mauer
Klebspachtel	50	Zementös_KLEBER
Klebspachtel Dickbett	50	Zementös_KLEBER
Kunstharzdispersionskleber	50	Organisch_KLEBER
Kunstharzputz	50	Putz_WDVS
Lehmmörtel	50	Ziegel_TRAG
Lehmputz	100	Putz_InnenBeplankung
Leichtmörtel	50	Ziegel_TRAG
Leichtputz	70	Putz_Mauer
Mineralischer Kleber	50	Zementös_KLEBER

Mörtel	50	Ziegel_TRAG
Putzgrund (Silikat)	50	Zementös_KLEBER
Putzspachtel	50	Zementös_KLEBER
Sanierputz	70	Putz_Mauer
Sanierputz aussen	70	Putz_Mauer
Schilfstukkatur	100	Putz_InnenBeplankung
Schwermörtel	50	Ziegel_TRAG
Silikatputz	50	Putz_WDVS
Silikatputz armiert	50	Putz_WDVS
Silikatputz (ohne Kunstharzzusatz)	50	Putz_WDVS
Silikatputz (ohne Kunstharzzusatz) armiert	50	Putz_WDVS
Silikonharzputz	50	Putz_WDVS
Streckmetall		
Trasskalkputz	100	Putz_InnenBeplankung
Trasskalkvorspritzer	70	Putz_Mauer
Trasskalkputz aussen	70	Putz_Mauer
Wärmedämmputz EPS	70	Putz_Mauer
Zementkleber	50	Zementös_KLEBER
Zementmörtel	50	Ziegel_TRAG
Zementputz	70	Putz_Mauer
Zementvorspritzer	70	Putz_Mauer

17.2 Massivbaustoffe, Schüttungen, Schamotte

Massivbaustoffe, Schüttungen, Schamotte	Nutzungsdauer	
	durchschnittlicher	Maximalwert
	a	
Aufbeton	100	Aufbeton ESTRICH
Beton mit Slagstar als Bindemittel	100	Beton TRAG
Betondachstein	80	Beton DACHD
Betondrainagestein	100	LeichtbetonStein TRAG
Betonhohldielendecke (280 kg/m ²)	100	Beton TRAG
Betonhohldielendecke (360 kg/m ²)	100	Beton TRAG
Betonhohlkörper mit Aufbeton	100	Beton TRAG
Betonhohlsteine aus Ziegelsplitt	100	LeichtbetonStein TRAG
Betonpflasterstein		Betonpflasterstein
Blähton-Leichtbeton	100	Leichtbeton TRAG
Blähton-Leichtbeton (1200 kg/m ³)	100	Leichtbeton TRAG
Blähton-Leichtbeton (1500 kg/m ³)	100	Leichtbeton TRAG
Blähton-Leichtbeton (1700 kg/m ³)	100	Leichtbeton TRAG
Blähtonsteine hohl	100	LeichtbetonStein TRAG
Blähtonsteine voll	100	LeichtbetonStein TRAG
Dachziegel	70	Ziegel DACHD
Einhängenziegel	100	Ziegel TRAG
Faserzementplatte	80	Faserzement FASSADE
Faserzementplatte Dach	40	Faserzement DACHD
Füllbeton	100	Beton TRAG

Hochlochziegel	100	Ziegel_TRAG
Hochlochziegel 1.200kg/m ³	100	Ziegel_TRAG
Hochlochziegel hochporosiert	100	Ziegel_TRAG
Hohlbetonstein	100	LeichtbetonStein_TRAG
Hohlsteinträger	100	LeichtbetonStein_TRAG
Holzspan-Mantelsteine ohne Kernbeton und Dämmeinlage / kg	100	Beton_TRAG
Holzspan-Mantelsteine ohne Kernbeton und Dämmeinlage / m ²	100	Beton_TRAG
Holzspan-Mantelsteine mit Kernbeton und Dämmeinlage / m ²	100	Beton_TRAG
Kies	100	Kies auf Dach
Kies Verfüllung	100	Kies Rollierung
Klinker	100	Ziegel_TRAG
Lehm - Leichtlehm 600-800 kg/m ³	100	Leichtlehm
Lehm - Leichtlehm 800-1200 kg/m ³	100	Leichtlehm
Lehm - Massivlehm 2.000kg/m ³	100	Beton_TRAG
Lehmbauplatte	50	Lehmbauplatte
Lehmziegel 1500 kg/m ³	100	Ziegel_TRAG
Lehmziegel 2000 kg/m ³	100	Ziegel_TRAG
Magerbeton	100	Beton_TRAG
Mauerziegel NF gelocht	100	Ziegel_TRAG
Natursteinmauerwerk	100	Ziegel_TRAG
Normalbeton	100	Beton_TRAG
Porenbeton	100	LeichtbetonStein_TRAG
Porenbeton 400 kg	100	LeichtbetonStein_TRAG
Porenbeton 600 kg	100	LeichtbetonStein_TRAG
Porenbeton 800 kg	100	LeichtbetonStein_TRAG

Sand	60	Splitt in Bodenkonstruktion innen
Sand, Kies feucht 20%	60	Splitt in Bodenkonstruktion innen
Sand, Kies lufttrocken	60	Splitt in Bodenkonstruktion innen
Schallschutzfüllziegel	100	Ziegel_TRAG
Schamotterrohr	100	Ziegel_TRAG
Schlacke	100	Beton_TRAG
Schütt und Stampfbeton	100	Beton_TRAG
Slagstar Ökobeton Klasse 0 (PP 2008) Transport gemittelt	100	Beton_TRAG
Slagstar Ökobeton Klasse 1 (PP 2008) Transport gemittelt	100	Beton_TRAG
Slagstar Ökobeton Klasse 2 (PP 2008) Transport gemittelt	100	Beton_TRAG
Slagstar Ökobeton Klasse 3 (PP 2008) Transport gemittelt	100	Beton_TRAG
Slagstar Ökobeton Klasse 4 (PP 2008) Transport gemittelt	100	Beton_TRAG
Slagstar Ökobeton Klasse 5 (PP 2008) Transport gemittelt	100	Beton_TRAG
Splitt	60	Splitt in Bodenkonstruktion innen
Splittschüttung (leicht zementgebunden)	60	Splitt in Bodenkonstruktion innen
Splittschüttung (zementgebunden)	60	Splitt in Bodenkonstruktion innen
Stahlbeton	100	Beton_TRAG
Stahlbeton Außenwand	100	Beton_TRAG
Stahlbeton Decke	100	Beton_TRAG
Stahlbeton Fundament	100	Beton_TRAG
Stahlbeton in WU-Qualität	100	Beton_TRAG
Stahlbeton mit 40 kg/m ³ Armierungsanteil	100	Beton_TRAG
Stahlbeton mit 50 kg/m ³ Armierungsanteil	100	Beton_TRAG
Stahlbeton mit 60 kg/m ³ Armierungsanteil	100	Beton_TRAG
Stahlbeton mit 70 kg/m ³ Armierungsanteil	100	Beton_TRAG

Stahlbeton mit 80 kg/m ³ Armierungsanteil	100	Beton_TRAG
Stahlbeton Schwarze Wanne	100	Beton_TRAG
Tuffsteinmauerwerk	100	Ziegel_TRAG
Vollziegel	100	Ziegel_TRAG
WU-Beton	100	Beton_TRAG
Zement	100	Beton_TRAG
Ziegel	100	Ziegel_TRAG
Ziegel - Schallschutzziegel <=1.700kg/m ³	100	Ziegel_TRAG
Ziegelhohlkörperdecke mit Aufbeton	100	Ziegel_TRAG
Ziegelhohlkörperdecke ohne Aufbeton	100	Ziegel_TRAG
Zwischenwandziegel	100	Ziegel_TRAG

17.3 Bleche, Metalle

Bleche, Metalle	Nutzungsdauer durchschnittlicher Maximalwert	
	a	
Aluminiumblech	40	Aluminium_DACHD
Aluminiumblech eloxiert	40	Aluminium_DACHD
Aluminiumblech, pulverbeschichtet	40	Aluminium_DACHD
Aluminiumprofil	50	Alu_FENSTER
Armierungsstahl	100	Beton_TRAG
Kupferblech	80	Kupfer_DACHD
Messing		
Neusilber		
Edelstahl	80	Edelstahlanker
Edelstahl Dach	80	Edelstahl_DACHD
Stahlanker	40	Stahlanker
Stahl niedriglegiert		
Stahl unlegiert		
Stahlblech, verzinkt	30	Stahlblech_DACHD
Titanzinkblech	40	Zink_DACHD

17.4 Abdichtungen, Beschichtungen, Folien

Abdichtungen, Beschichtungen, Folien	Nutzungsdauer	
	a	
Alu-Bitumenbahn	50	PE_DAMPFBREMS
Alu-Bitumendichtungsbahn	50	Bitumen_ABDICHT
Alu-Dampfsperre	50	PE_DAMPFBREMS
Aluminiumfolie	50	PE_DAMPFBREMS
Baufolie aus Kautschuk (EPDM)	30	Bitumen_DACHABDICHT_UNTER_KIES
Baufolie aus Kautschuk (EPDM) unbedeckt	20	Bitumen_DACHABDICHT_OHNE_KIES
Baupapier horizontal	50	PE_DAMPFBREMS
Baupapier vertikal	50	PE_DAMPFBREMS
Betonunterlagspapier	50	PE_DAMPFBREMS
Bitumen	50	Bitumen_ABDICHT
Bitumenanstrich	50	Bitumen_ABDICHT
Bitumenpappe	50	Bitumen_ABDICHT
Dampfbremse PE	50	PE_DAMPFBREMS
Dampfbremse PE flammgeschützt	50	PE_DAMPFBREMS
Dampfdruck-Ausgleichsschicht	50	Bitumen_ABDICHT
Decklack (Dickschichtlasur-Acrylatbasis)		
Dichtungsschlämme		
Dispersionsfarbe		
Drainageplatte bituminiert	40	XPS_WDPERIMETER
Drainageplatte (EPS)	40	XPS_WDPERIMETER
Dränplatte EPS	40	XPS_WDPERIMETER

Entspannungsschicht	50	Bitumen_ABDICHT
Flüssige Folie	50	Bitumen_ABDICHT
Grundierung	50	PE_DAMPFBREMS
Gummigranulatmatte	50	PE_ABDICHT
Körperschalldämmung (PUR)	50	Glaswolle_TRITTSCH
Kupfer-Wurzelsperrschicht	50	Bitumen_ABDICHT
Lasur (Naturharzbasis)		
Naturharzlack Anstrich		
Naturharzlack Grundierung		
PE Dichtungsbahn	30	Bitumen_DACHABDICHT_UNTER_KIES
PE Dichtungsbahn unbedeckt	20	Bitumen_DACHABDICHT_OHNE_KIES
PE Weichschaum	50	EPSW25_WDHORISCHWI
PE LD (ETH)	50	PE_DAMPFBREMS
Polyamid	50	PE_DAMPFBREMS
Polyethylenbahn	50	PE_DAMPFBREMS
Polyethylenbahn Außenwand	50	PE_UNTERS Spann
Polyethylenbahn Dächer	50	PE_UNTERS Spann
Polymerbitumen-Dichtungsbahn	50	Bitumen_ABDICHT
Polymerbitumen-Dichtungsbahn Dach	30	Bitumen_DACHABDICHT_UNTER_KIES
Polyurethan-Montageschaum		
Polyvinylbutyral		
PP-Strukturmatte	50	PE_DAMPFBREMS
PVC-Dichtungsbahn	30	Bitumen_DACHABDICHT_UNTER_KIES
Silikon		
Speichermatte (PUR)	50	PE_DAMPFBREMS

Vlies (PE)	50	PE_ABDICHT
Vlies (PP)	50	PE_ABDICHT

17.5 Holzbaustoffe

Holzbaustoffe	Nutzungsdauer durchschnittlicher Maximalwert	
	a	
Brettschichtholz Standard	100	Mehrschichtholz_TRAG
Brettschichtholz, verleimt, Außenanwendung	100	Mehrschichtholz_TRAG
Brettschichtholz, verleimt, Innenanwendung	100	Mehrschichtholz_TRAG
Furniersperrholz PF	60	Fichte_HOLZSCHALUNGINNEN_BEDECKT
Furnierschichtholz	60	Fichte_HOLZSCHALUNGINNEN_BEDECKT
Hartfaserplatte	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Holz - Kantschnittholz	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Holz - Sägemehl, Späne	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Holz - Schnittholz Laub	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Holz - Schnittholz Nadel (Wärmefluss längs zur Faser)	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Holz - Schnittholz Nadel (Wärmefluss quer zur Faser)	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Holzfaser-Dämmplatte 160 kg/m ³	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Holzfaserplatte, porös 250 kg/m ³	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Holzfaserplatte, porös 270 kg/m ³	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Holzwolleleichtbauplatte magnesitgebunden	50	Holz_BEPLANKUNG_INNEN
Holzwolleleichtbauplatte magnesitgebunden	50	Mineralschaum_WDVS
Holzwolleleichtbauplatte zementgebunden	50	Holz_BEPLANKUNG_INNEN
Holzwolleleichtbauplatte zementgebunden	50	Mineralschaum_WDVS
Massivholzplatte PF 3Schicht	50	Holz_BEPLANKUNG_INNEN
MDF-Platte	60	Fichte_HOLZSCHALUNGINNEN_BEDECKT
IBO	Nutzungsdauer	155

MDF-Platte für Bauwesen	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
OSB-Platte OSB 3 MUPF/PMDI	60	Fichte_HOLZSCHALUNGINNEN_BEDECKT
OSB-Platte OSB 3 MUPF/PMDI aussen bedeckt	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
OSB-Platte OSB 3 PF	60	Fichte_HOLZSCHALUNGINNEN_BEDECKT
OSB-Platte OSB 3 PF aussen	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Schnittholz Fi rauh, lufttrock.	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Schnittholz Fi rauh, lufttrock., stat	100	Holzweichbekl_TRAG
Schnittholz Fi rauh, lufttrock. Latten	50	Holz_UNTERKON_FASSADE
Schnittholz Fi rauh, tech.trock.	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Schnittholz Fi rauh, tech.trock., stat.	100	Holzweichbekl_TRAG
Schnittholz Fi tech.trock. gehobelt	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Schnittholz Fi tech.trock. Gehobelt, stat	100	Holzweichbekl_TRAG
Schnittholz Hartholz rauh, lufttrock. u= 20%	60	Lärche_FASSADE
Schnittholz Hartholz rauh, tech.trock. u= 10%	60	Lärche_FASSADE
Schnittholz Hartholz tech.trock. Gehobelt u=10%	60	Lärche_FASSADE
Schnittholz Lä rauh, lufttrock.	70	Lärche_LATTEHINT
Schnittholz Lä rauh, tech.trock.	70	Lärche_LATTEHINT
Schnittholz Lä tech.trock. gehobelt	60	Lärche_FASSADE
Schnittholz Fichte rauh,Dachschalung, Wandschalung aussen	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Schnittholz Fichte rauh, tech.trock. Schalung warmseitig	60	Fichte_HOLZSCHALUNGINNEN_BEDECKT
Schnittholz Fi tech.trock. Gehobelt Innenbekleidung	50	Holz_BEPLANKUNG_INNEN
Spanplatte V100 PF	60	Fichte_HOLZSCHALUNGINNEN_BEDECKT
Spanplatte V100 PF	60	Trocken ESTRICH

Spanplatte zementgebunden (1200 kg/m ²)	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Spanplatte zementgebunden (1200 kg/m ²)	60	Trocken ESTRICH
Spanplatte, Aussenanwendung	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Spanplatte, Innenanwendung	60	Fichte_HOLZSCHALUNGINNEN_BEDECKT
Sperrholz, Außenanwendung	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT
Sperrholz, Innenanwendung	60	Fichte_HOLZSCHALUNGINNEN_BEDECKT
Tropenholz ohne FSC-COC-Zertifikat	60	Lärche_FASSADE
Weichfaserplatte bituminiert	60	Fichte_HOLZSCHALUNGAUSSEN_BEDECKT

17.6 Dämmstoffe

Dämmstoffe	Nutzungsdauer	
	durchschnittlicher Maximalwert	
	a	
Blähglas	80	PerliteSchüttung_WDZWKONST
Blähglimmer	80	PerliteSchüttung_WDZWKONST
Blähton-Schüttung	80	PerliteSchüttung_WDZWKONST
Flachs mit Polyestergitter	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Flachs ohne Stützgitter (Waldviertler)	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Glaswolle MW-PT Fassadenplatte	50	EPS_WDVS
Glaswolle MW-W Dämmfilz	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Glaswolle MW-WF	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Glaswolle MW-WF16	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Glaswolle MW-WF 35	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Glaswolle MW-WF 50	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Glaswolle Trittschall	50	Glaswolle_TRITTSCH
Hanfdämmplatte m. Stützfasern	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Hanfdämmplatte m. Stützfasern PT	50	EPS_WDVS
Holzfasen-Dämmplatte 160 kg/m ³	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Holzfasen-Dämmplatte 160 kg/m ³ WDVS	50	EPS_WDVS
Holzspanwärmedämmung	50	KorkSchüttung_WDZWKONST
Kokosfasermatten	50	Glaswolle_TRITTSCH
Korkplatte PT	50	EPS_WDVS
Korkplatte	50	EPSW25_WDHORISCHWI
Korkschröt expandiert	50	KorkSchüttung_WDZWKONST

Korkschrot natur	50	KorkSchüttung_WDZWKONST
Mineralschaumplatte	50	Mineralschaum_WDVS
Perlite expandiert	80	PerliteSchüttung_WDZWKONST
Phenolharzschaumplatte	50	EPSW25_WDHORISCHWI
Phenolharzschaumplatte WDVS	50	EPS_WDVS
Polystyrol expandiert (EPS) -F- Fassadendämmplatte	50	EPS_WDVS
Polystyrol expandiert (EPS) Trittschalldämmung	50	Glaswolle_TRITTSCH
Polystyrol expandiert (EPS)-W20- Dämmplatte	50	EPSW25_WDHORISCHWI
Polystyrol expandiert (EPS)-W25- Dämmplatte	50	EPSW25_WDHORISCHWI
Polystyrol expandiert (EPS)-W30- Dämmplatte	50	EPSW25_WDHORISCHWI
Polystyrol expandiert Granulat bitumengebunden 125kg/m ³	50	EPS_WDSCHUEGEB
Polystyrol expandiert Granulat zementgebunden	50	EPS_WDSCHUEGEB
Polystyrol expandiert Granulat zementgebunden <125kg/m ³	50	EPS_WDSCHUEGEB
Polystyrol expandiert Granulat zementgebunden <350kg/m ³	50	EPS_WDSCHUEGEB
Polystyrol extrudiert CO2-geschäumt (XPS) Perimeter	40	XPS_WDPERIMETER
Polystyrol extrudiert HFKW-geschäumt (XPS) Perimeter	40	XPS_WDPERIMETER
Polyurethan-Hartschaum	50	EPSW25_WDHORISCHWI
Schafwolle Dämmfilz	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Schafwolle Trittschalldämmung	50	Glaswolle_TRITTSCH

Schaumglas	50	Schaumglas_WDPERIMETER
Schaumglas 120 kg/m ³	50	Schaumglas_WDPERIMETER
Schaumglas 160 kg/m ³	50	Schaumglas_WDPERIMETER
Schaumglasschotter	100	Kies Rollierung
Schilf /Strohplatte unverputzt	50	EPS_WDVS
Steinwolle MW-PT	50	EPS_WDVS
Steinwolle MW-W	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Steinwolle MW-WF 60	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Steinwolle Trittschalldämmung	50	Glaswolle_TRITTSCH
Stroh	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Vakuum-Isolations-Panell (VIP)	50	EPSW25_WDHORISCHWI
ZellulosefaserflockenDecken	50	ZelluloseGeblasen_WDZWKONST
ZellulosefaserflockenWände	50	ZelluloseGeblasen_WDZWKONST
Zellulosefaserplatten	50	GlaswolleGeklemmt_WDZWKONST
Dämmstoff HF(C)KW-geschäumt	40	XPS_WDPERIMETER
Montageschaum HF(C)KW-hältig		
Montageschaum HF(C)KW-hältig pro m2 Konstruktionsoberfläche (KOF)		
Polystyrol extrudiert CO2-geschäumt (XPS) Umkehrdach	50	XPS_WDUMKEHR
Polystyrol extrudiert HFKW-geschäumt (XPS) Umkehrdach	50	XPS_WDUMKEHR

17.7 Beläge, Fußbodenmaterialien, Textilien

Für Beläge ist eine differenzierte Betrachtung in Abhängigkeit der Nutzung notwendig. Diese Aufgabe muss einem zukünftigen Forschungsprojekt vorbehalten bleiben. Es werden daher vorab mit den Kenndaten aus dem IBO-Passivhausbauteilkatalog vorgeschlagen.

Beläge, Fußbodenmaterialien, Textilien	Nutzungsdauer aus Passivhausbauteilkatalog
	a
Fliesen+Kleber	50
Gummi -Bodenbelag	25
Gummi-Noppenbelag	25
Holzboden	25
Keramische Fliesen	50
Kork Linoleum	
Korkment	25
Kunststein	
Laminatboden DPL	10
Linoleum	10
Massivparkett	25
Mehrschichtparkett	25
Naturstein	
Parkettkleber	25
Polyamidteppich	10
PVC-Belag	10
Wollteppich	10
Polyolefin-Bodenbelag auf Basis von PE und PU	10
Mosaikparkett (Klebeparkett, Hartholz) +Kleber	25
Holzboden aus Tropenholz ohne FSC-COC-Zertifikat	25

17.8 Fenster

Fenster	Nutzungsdauer durchschnittlicher Maximalwert	
Holzrahmen	40	Weichholz_FENSTER
Kunststoff	50	Kunststoff_FENSTER
Holz-Alu	50	HolzAlu_FENSTER
Alu	50	Alu_FENSTER
EinfacheBeschlage	60	EinfacheBeschlage
KippBeschlage	20	KippBeschlage
MehrscheibenVerglasung	40	MehrscheibenVerglasung