

Sicherheitsbeiwerte im Wärmeschutz nach EnEV/BRL und EN-Standards

T 3291

T 3291

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2013

ISBN 978-3-8167-8874-4

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,
Demonstration und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

IBP- Bericht GB 185/2012

Sicherheitsbeiwerte im Wärmeschutz nach EnEV/BRL und EN-Standards

Kurztitel: SiWaS

Das Forschungsprojekt wurde mit Mitteln des
Deutschen Instituts für Bautechnik gefördert.

Aktenzeichen: P 52-5-5.72-1088/04

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes
liegt beim Autor.

Der Bericht umfasst
76 Seiten Text
mit 6 Tabellen,
26 Abbildungen.

Norbert König

Stuttgart, 24. Feb. 2012

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,
Demonstration und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

IBP- Bericht GB 185/2012

Sicherheitsbeiwerte im Wärmeschutz nach EnEV/BRL und EN-Standards

Kurztitel: SiWaS

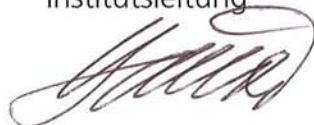
Das Forschungsprojekt wurde mit Mitteln des
Deutschen Instituts für Bautechnik gefördert.

Aktenzeichen: P 52-5-5.72-1088/04

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes
liegt beim Autor.

Stuttgart, 24. Feb. 2012

Institutsleitung



Univ.- Prof. Dr.- Ing.
G. Hauser

Projektleiter



Dipl.- Phys. N. König

Inhalt

1	Ausgangslage, Ziele	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Begründung des Forschungsvorhabens	5
1.3	Beschreibung der Ausgangssituation im Wärmeschutz	5
1.3.1	Situation aus Sicht der Produkthersteller und Planer	6
1.3.2	Situation aus Sicht der Bauherren und Investoren	7
1.3.3	Situation aus Sicht der Regelsetzer und Bauaufsicht	7
1.3.4	Situation aus Sicht der Bauproduktüberwacher und Zertifizierer	8
1.4	Integration in Normungs-Aktivitäten	9
2	Methodisches Vorgehen, Aufgabenstellungen	11
2.1	Mitarbeit im DIBt-SVA und in der Normung	11
2.2	Methodik und Teilaufgaben	11
2.3	Erkenntnisse aus anderen Forschungsprojekten	12
2.3.1	Sicherheitskonzepte im Bauwesen	12
2.3.2	Vereinfachung der EnEV (EnEV easy)	12
2.3.3	Ökobilanzen, Funktionelle Einheit	13
2.3.4	Stand der elektronischen Kennzeichnung und Datenbanksysteme	14
3	Grundlagen zu Sicherheitsbeiwerten im Wärmeschutz	16
3.1	Bisheriges Konzept auf Basis nationaler Regeln	17
3.2	Produkt-Kennwerte aus Messungen	19
3.3	Kennwerte für geregelte Bauprodukte	21
3.4	Kennwerte für nicht geregelte, neue Bauprodukte	22
3.5	Kennwerte für Gebäude	23
3.6	Derzeitiges Übergangskonzept nach der Bauprodukten-Richtlinie	24
3.6.1	Definition Bauprodukte	25
3.6.2	Definition und Kennwerte zur Brauchbarkeit	25
3.7	Konzept nach der Umsetzung der harmonisierten europäischen Normen	26
3.7.1	Schwächen in BPR, Forderung zu Überarbeitung	28
3.7.2	Konzept „New Approach“ und neue Bauprodukten-Verordnung	29
3.8	Vorschlag für neues Sicherheitskonzept auf der Basis der „Funktionalen Einheit“ einer Baukonstruktion	32
4	Stärken und Schwächen des neuen Sicherheitskonzeptes	34
5	Anwendungsbeispiele	35
5.1	Bewertung neuer Kennwerte mit Statistik-Programmen VaP35	
5.2	Feuchte- und Tauwasserschutz und Versagen von Baukonstruktionen	36

5.3	Energieeffizienz- und Nachhaltigkeits-Nachweise durch Gebäudeakte	36
6	Hinweise zum weiteren Vorgehen	38
7	Weiterführende Unterlagen	39
7.1	Zusammenfassung aus IBP-Bericht GB 116/1994, Zitat aus [1]	39
7.2	Nennwerte der Wärmeleitfähigkeit nach EN-Normen	40
7.3	Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit	42
7.4	Wärmebrücken, Anschlüsse an Regelquerschnitten	45
7.5	Energieeffizienz von Gebäuden und neue Bau-Produkte-Verordnung	46
7.6	Hinweise zu Ökobilanz und Funktionelle Einheit	49
7.7	Berechnungsprogramme für statistische Aussagen und Sicherheitsbeiwerte	50
7.7.1	Empfehlungen aus dem DIBt zu Berechnungen	50
7.7.2	Messunsicherheit nach GUM	50
7.7.3	Programmfamilie VaP	52
7.8	Beispiele für Sicherheitsbeiwerte im Wärmeschutz	53
7.8.1	Beispiel Mauerwerk	54
7.8.2	Beispiel Glasfassade, Fenster	60
7.8.3	Beispiel Dach mit IR-Dämmsystem	66
7.8.4	Beispiel Bauelement mit VIP-Dämmung	66
8	Quellenverzeichnis	68

1 Ausgangslage, Ziele

1.1 Ausgangslage

Im DIBt-Vorhaben „Festlegung von Bemessungswerten für die Wärmeleitfähigkeit“ wurde 1994 ein Sicherheitskonzept für den baulichen Wärmeschutz am Beispiel der Außenwand von Fraunhofer IBP vorgestellt [1] (siehe Auszug aus IBP-Bericht GB 116/1994 in Kap. 7.1). Damals waren die Regeln für die Ermittlung der wärmeschutztechnischen Bemessungswerte in Bezug auf Statistik, Zuschläge, Sicherheitsbeiwerte und Konformitätsverfahren nur zum Teil benannt [2, 3] und nicht genormt. Nunmehr sind seit 2001 Bauprodukte wie Dämmstoffe oder Mauersteine europäisch genormt. Die Normen stellen seit dem Ende der Koexistenzphase in den EU-Mitgliedsländern geltendes Recht dar. Auf der Basis der EU-Bauproduktenrichtlinie ermöglichen diese Produktnormen den freien Handel und das Inverkehrbringen von Baustoffen, Bauteilen und ganzen Bausystemen. Die Verwendungsregeln für die unterschiedlichen Bauweisen in den Mitgliedsländer und somit die Erfüllung der Anforderungen aus den Landesbauordnungen in Deutschland waren national anzupassen. Die bisherigen deutschen Normen für Bauprodukte und Bestimmungsmethoden der Kennwerte enthielten solche Regeln nicht in der nunmehr vorliegenden Ausführlichkeit. Jedoch waren wesentliche Festlegungen zum Brandschutz (Prüfverfahren und Einbauregeln zur Prüfung) nicht in den EU-Produktnormen integriert. Aufgrund der Vielfalt der Klimazonen in der EU war eine Festlegung auf andere mittlere Klimarandbedingung (23 °C/ 50 % r.F.) für die Bemessung des Wärmeschutzes getroffen worden als dies in Deutschland bisher der Fall war (23 °C/ 80 % r.F.). Somit mussten zum Erhalt der Ausführungssicherheit nationale Zusatzregelungen getroffen werden.

Wärmeschutz-Sicherheitsbeiwerte können an den Nennwert des Bauprodukts wie z.B. „Dämmstoff“ geknüpft werden oder an den Bemessungswert („Design value“) des auszuführenden Bauteils, bestehend aus mehreren Baustoffen und ggf. Schutzschichten, je nach Lage, Wetterschutz etc.. Dies untersuchte Steinbach [87] prinzipiell für mehrere Kennwertebereiche in der Bauphysik (Wärme-, Feuchte-, Schall-, Brandschutz, Statik). In dieser Arbeit werden anhand von Fallbeispielen für Außenbauteile die Möglichkeiten der Kopplung von Statistik- und Prognose-Methoden mit der elektronischen Kennzeichnung von Bauprodukten dargestellt. Es sind alle 3 wesentlichen Bauproduktbereiche zu bewerten, da die Dämmstoffnormen aus CEN TC 88 die ersten Wärmeschutz-Umsetzungen für CE-Produkte darstellten. Diese stehen jedoch mit den Bauprodukten wie Verglasungen/Fenster (CEN TC 33) und Mauerwerk (CEN TC 125) im Wettbewerb zur Minimierung des Transmissions-Wärmeverlustes nach EnEV. Die umfangreichen Berechnungsmethoden nach DIN V 18599 oder DIN V 4108-6/4701-10 waren zeitweise gleichberechtigt nebeneinander zugelassen [4]. Diese Arbeit soll auch Argumente für die Anpassung der Ergänzungsregeln sowohl im nationalen als auch im europäischen Bereich (CEN, EOTA) für die Haustechnik wie auch für die Gebäudehüllbauteile liefern.

Eigene Erfahrungen aus jahrelanger Prüf- und Überwachungstätigkeit im Bereich von wärmedämmenden Bauprodukten, der zusammenfassenden Bewer-

tung [5] und die Mitwirkung bei der nationalen und europäischen Normung [6] sowie in der Beratung des DIBt im Sachverständigenausschuss B1 führten zu erweiterten Konzeptideen. Vor allem aus frühen Arbeiten zur elektronischer Kennzeichnung bei Bauprodukten [7] zeigten sich neue Möglichkeiten, die bauphysikalischen Kennwerte mit denen aus der Bauprodukt-Herstellung, der Bauteil-Logistik, der Gebäudeerstellung und dem Gebäudebetrieb zu verbinden. In der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), verwaltet durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), werden seit 2006 Projekte auch auf den Gebieten „Wertschöpfungskette Bau“, „Bauqualität“ und „Nachhaltiges Bauen“ gefördert [8]. In diesem Forschungsprogramm bearbeitet das Fraunhofer IBP innerhalb der Arbeitsgemeinschaft ARGE „RFIDimBau“ die Anwendung der RFID-Technik in der Bauphysik [9]. Die Weiterentwicklung eines wärmeschutztechnischen Sicherheitskonzeptes nach [1] mit solchen innovativen Möglichkeiten wird im Folgenden vorgestellt.

1.2 Begründung des Forschungsvorhabens

Als erste Produkte nach EU-Bauprodukten-Richtlinie (BPR), [10] und deutschem Bauprodukten-Gesetz (BauPG) [11] waren die Dämmstoffnormen EN 13162 [12] bis 13171 nach dem Ende der Koexistenzphase (März 2005) in nationales Recht (EnEV etc) zu integrieren. Um das bisherige Schutzniveau (Grenzwert-Konzept mit Fremdüberwachung der Wärmeleitfähigkeit) sicherzustellen, wurde von DIBt/ ARGEBau am 15. Mai 2002 ein Konzept vorgestellt, für jedes Dämmstoffwerk und -produkt eine baurechtliche Zulassung (Nummernreihe Z-23.15-x) für die Verwendung nach LBO zu fordern [13]. Danach ist ein erweiterter Konformitätsnachweis mit Fremd- und Eigenüberwachung (Ü- und CE-Zeichen) bei der Bemessung des Wärmeschutzes von Gebäudehüllbauteilen und Anlagen notwendig [14], [14], weil die verabschiedeten EU-Dämmstoffnormen „nur“ eine 90/90-Mittelwert-Statistik und Eigenüberwachung des Herstellers vorschreiben [16]. Gemäß BauPG § 5 ist aber die Brauchbarkeit eines Bauproduktes über die Gebrauchstauglichkeit (Zweck, Instandhaltung, Zeitdauer, Wirtschaftlichkeit) und die Erfüllung der 6 wesentlichen Anforderungen der baulichen Anlage definiert, d.h. bauteil- und bauobjektbezogen. Die Einhaltung der bauphysikalischen Anforderungen z.B. an den baulichen Wärme- und Feuchteschutz kann dauerhaft nur durch das Zusammenwirken aller Baustoffschichten in einem Bauteil und zusammen mit den Anschlussteilen wie Fugen oder Verbindungen zum Nachbarbauteil als ganze sog. „Funktionale Einheit“ (FE) gelingen. Vor allem bei Niedrigenergiegebäuden mit hocheffizienten Hüllbauteilen und technischen Anlagen sind solche Betrachtungen der FE auch in den Berechnungen zur Ökobilanzierung und zur Bewertung des Nachhaltigen Bauens [17] zu berücksichtigen und nur dann zur Steigerung der Bauqualität beitragen. Deshalb werden in den folgenden Abschnitten aus unterschiedlicher Sicht Argumente für ein neues Kennwertekonzept vorgestellt.

1.3 Beschreibung der Ausgangssituation im Wärmeschutz

Durch die Einführung der 1. Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002 wurden vom Verordnungsgeber (Bund) die Anforderungen an Gebäude aus der Wärmeschutzverordnung mit denen an die Heizanlage zum wirtschaftlich notwen-

digen Wärmeschutz vereint. Das Ziel war damals eine ca. 30 % Einsparung gegenüber den Anforderungen an Neubauten zu erreichen. Das Nachweisverfahren war in einen „Baupfad“ nach DIN V 4108-6 und einen „Anlagenpfad“ nach DIN V 4701-10 getrennt [4]. Da beides eng miteinander gekoppelt ist, war eine enge Abstimmung in der Dämmtechnik beim Gebäude und der Anlagentechnik nötig (weiteres siehe Kap. 3.6).

1.3.1 Situation aus Sicht der Produkthersteller und Planer

In jedem Fachgebiet des Bauens gibt es eine Vielzahl von Kennzahlen und technischen Daten, die gleiche oder ähnliche Eigenschaften von Bauprodukten beschreiben, jedoch in der Definition, Darstellung und Aussagekraft unterschiedlich sind. Umgekehrt besteht das Problem, dass augenscheinlich nahezu identische Produkte unterschiedliche Eigenschaften und Funktionen haben. Ein Beispiel aus der Fassadentechnik ist in Bild 1 dargestellt. Während der Bauphase unbemerkte Verwechslungen können im Gebäudebetrieb insbesondere für sicherheitsrelevante Punkte (Statik, Brandschutz) fatale Folgen haben.

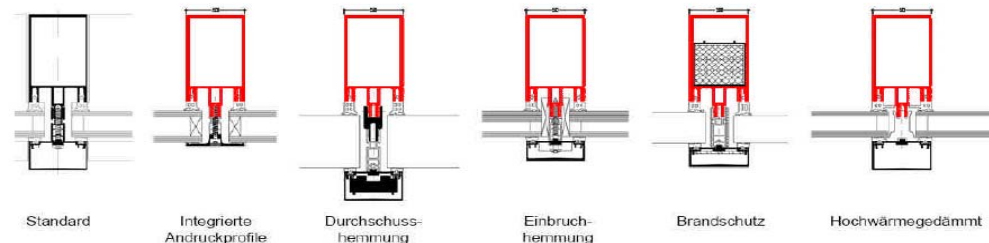


Bild 1:
Beispiel optisch ähnlicher Fassadenprofile, jedoch mit bauphysikalisch völlig unterschiedlichen Eigenschaften, aus [18].

Die Verknüpfung solcher Kennzahlen (Maße, Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit etc.) von Baustoffen/ Baumaterialien zu Kennzahlen auf den nächst höheren Produktebenen „eingebautes Bauteil“ (z.B. Fassadenprofil mit Verglasung, Dichtung, Befestigung an Decke und Fußboden) oder „Bausystem“ (inklusive Sonnenschutz, Lüftungseinrichtung mit Wärmerückgewinnung etc.) ist eine Chance für ein neues Kennwertekonzept, das mit Hilfe der elektronischen Kennzeichnung erschließbar ist, siehe Kap. 2.3.4. Die Vorteile und Chancen solcher neuen Kennzeichnungs- und Identifikations-Systeme, die in anderen Wirtschaftsbereichen wie der Textil- oder Logistikbranche längst eingesetzt werden stellt das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik in [19] dar. Die Bauprodukthersteller können zusätzlich zu den vorgeschriebenen Angaben auf dem Etikett nach EN-Norm (siehe Kap. 3.7) noch Hinweise auf dem integrierten Datenträger (so genannte RFID-Tags [20]) über die Inhaltsstoffe, Herstelldaten, Lieferkette, unzulässige Lagerbedingungen wie »frostfrei«, den geplanten Einbauort und den Montageprozess geben. Technische Anforderungen an die Handhabung (z.B. bei Vakuumdämmung) und Verpackung (z.B. Feuchteschutz bei NR-Dämmstoffe) bis hin zum Einbau ließen sich auch im Rahmen der Baulogistik und Lieferkette an die EPC-Identnummer [21] des elektronischen Etikettes koppeln wie Einbauanleitungen und Abnahmeproto-

kolle. Derartige Lösungen sind aus der Logistik von Textilien oder Maschinen in der Anwendung; aufgrund der Besonderheiten des rauen Baustellenbetriebs und der langen Lebensdauer von Gebäuden aber mit Anpassungen auf die Bauwirtschaft übertragbar [22].

Die Wünsche einzelner Fachverbände an die Umsetzung EU-Produktnormen und die Regelungen zur CE-Kennzeichnung nach BauPG für einen freien Warenverkehr ohne nationale Restriktionen ist beispielhaft im Positionspapier der DGfM 2006 publiziert [23]. Neuere Erkenntnisse der EU-Kommission zur Stärkung der CE-Kennzeichnung und Vorschläge zur rechtlichen Umsetzung sind in [24] genannt und passen gut zu einem neuen Gesamtkonzept, siehe Kap. 1.3.3 und 3.7.2.

1.3.2 Situation aus Sicht der Bauherren und Investoren

Der Bauherr und Investor eines Gebäudes wünscht sich ein solches als technisch hochwertig, fehlerfrei produziert, langfristig schadensfrei und kostengünstig zu betreiben, zum behaglichen Wohnen oder produktivem Arbeiten mit guten Eigenschaften bei Energieeffizienz, Umwelt- und Gesundheitsschutz usw. Die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen zum Wärmeschutz (nach Landesbauordnung LBO, Bauproduktengesetz BauPG, siehe Kap. 1.3.3) oder den Vorgaben aus der Versicherungswirtschaft sind i. a. über die Gebäudeplanung abgedeckt. Nur in wenigen Fällen erhält der Bauherr Kenntnis aus der Planung zu den Produkt-Eigenschaften, um Alternativen bei den zu verwendenden Baustoffen, Konstruktionsarten oder für den späteren Gebäudebetrieb bewerten zu können. Vor allem zum sog. „Nachhaltigen Bauen“ [25] ist die Kenntnis der Produktdaten (Herkunft, Qualität) wichtig. Um Bauvorhaben wirtschaftlich erfolgreich, mangel- und unfallfrei abzuwickeln, ist die Koordination der Planungs- und Herstellungsprozesse von der Fertigung bis zur Nutzung der verschiedenen Bauwerksteile als fertiges Gebäude von größter Bedeutung. Die meisten der an der Baustelle verfügbaren Materialien sind zwar etikettiert, jedoch können diese meist vom Bauherr nicht mit dem Sollzustand nach Ausschreibung verglichen werden. Der Einbau und die Detail- Ausführung, beispielsweise von Fugen und komplizierten dreidimensionale Anschlüssen, liegen in der Verantwortung des Bauleiters oder Handwerkers vor Ort und sind i. a. nur „in-situ“ durch aufwendige Messungen (z.B. Ventilationsverluste durch Blowerdoor- oder Tracergas-Verfahren [48] und Transmissionsverluste durch Wärmestrommesser [26]) prüfbar. Daraus ergeben sich vielfach ausführungstechnische sowie bauphysikalische Probleme wenn andere, nicht gleichwertige Bauprodukte verwendet werden. Besonders gravierend ist dies hinsichtlich Schallbrücken, niedriger Oberflächentemperaturen (Tauwasser- und Schimmelbildung), Luftundichtheit, Materialunverträglichkeit, Korrosion und verursacht Bauschäden oft in Millionenhöhe. Die tatsächliche Ausführung ist selten korrekt dokumentiert und im Streitfall kaum nachvollziehbar.

1.3.3 Situation aus Sicht der Regelssetzer und der Bauaufsicht

Nach der 1. Energiekrise in der 70er Jahren führte die Bundesregierung über das Energieeinspargesetz die Wärmeschutzverordnung (WSchV) [27] und ab 2001 die Energieeinsparverordnungen [28] ein, zuletzt geändert im April 2009.

Als Folge des Gemeinsamen Europäischen Marktes auch für Bauprodukte wurde 1988 die Europäische Bauproduktenrichtlinie BPR [10] in Kraft gesetzt und 1998 in Deutschland auf nationaler Ebene durch das artgleiche Bauproduktengesetz BauPG [11] eingeführt. Der freie Warenverkehr für konforme Produkte sollte nicht behindert werden und eine Kennzeichnungspflicht mit dem Konformitäts- / CE- Zeichen war umzusetzen. Entsprechend mussten die Bauordnungen und die DIN- Standards angepasst werden, denn die EU-Regeln betreffen nur das Inverkehrbringen der Bauprodukte und nicht die Verwendung im Bauwerk. Weitere Hinweise dazu geben die Bauordnungen der Bundesländer (Musterbauordnung MBO [29] und jeweilige Landesbauordnung LBO [30]) mit den baurechtlich verknüpften Bauregellisten [15], der Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB) [31] und den damit verbundenen deutschen Normen (DIN) oder europäischen Normen (DIN EN). Für diese Fälle, wo das nationale Sicherheits- oder Bemessungsniveau anders geregelt ist als in der BPR, mussten zusätzliche nationale Übergangsregeln erstellt werden (z.B. 2002 das deutsche Grenzwertkonzept im Wärmeschutz [12], [32]). Somit gibt es derzeit Bauprodukte mit dem CE- und Ü-Zeichen und einer Vielzahl neuer, geänderter Kennzahlen, die für den Planer und Anwender kaum durchschaubar sind. Für alle Produkte mit wesentlichen Eigenschaften sind die Konformitätsnachweisverfahren nach BPR/ BauPG (§ 8) in den Produktnormen als Anhang ZA beschrieben. Die EU-Richtlinien zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden 2002 [33] und zur Endenergieeffizienz 2006 ergänzen die Festlegungen zu den Nachweisverfahren und sind in der EnEV 2009 national umgesetzt.

Speziell die Anforderungen zu der wesentlichen Eigenschaft Nr. 6 (ER 6) „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ ergeben andere als bisher festgelegte Kenndaten mit Folgerungen auch für die Kennzeichnung der relevanten Bauprodukte (siehe Kap. 3.3, 7.3). Da durch die EU-Regeln „nur“ für den Handel die Nennwerte ab Werkstor festgelegt werden, sind in der BPR auch die Anforderungen an die werkseigene Produktionskontrollen (WPK) und die Erstprüfung als „Baumusterprüfung“ vorgegeben. Jeder Mitgliedsstaat benennt seine Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen (bisher ohne EU-einheitliche Akkreditierungsregeln, in D erst seit 2011 Neuregelung in Arbeit) solche Erstprüfungen aus Experiment, Berechnung und Beurteilung einmalig am Produkt durchzuführen (ITT-Verfahren, [34]). Bei Serienprodukten wird dies Verfahren aus Baumusterprüfung und WPK als ausreichend erachtet, jedoch nicht bei Bausystemen wie Glasfassaden, die i. a. objektbezogen zu planen und erstellen sind. Für solche Konstruktionen werden sog. System-Prüfberichte von anerkannten Prüfstellen erstellt, die jedoch nicht einfach vom Planer zu verstehen sind. Daraus leiten sich die Wünsche ab, die Bemessungsverfahren für die Produkteigenschaften zu vereinfachen [35] und transparenter zu gestalten.

1.3.4 Situation aus Sicht der Bauproduktüberwacher und Zertifizierer

Die eindeutige, vollständige Kennzeichnung von Bauprodukten in einem Gebäude ist aus Sicht der Produktüberwacher, Bausachverständigen und der Marktüberwachung für den Soll-Ist-Vergleich eines Bauwerks interessant. Ein beträchtlicher Teil der Baukosten eines Gebäudes wird durch das eingesetzte Baumaterial selbst verursacht. Diese ist zudem für einen langen Zeitraum von über 20 bis 50 Jahren konzipiert und soll in dieser Zeit auch funktionieren, wie

in den Nachhaltigkeits-Zertifikaten gefordert. Dennoch wird dieser Teil eines Gebäudes bisher kaum dauerhaft in seinen Eigenschaften gekennzeichnet oder überwacht und ist somit kaum kontrollierbar [48]. Die Anforderungen an ein Bauwerk werden umfangreicher, wodurch die verwendeten Bauteile und Baukonstruktionen zum Teil komplexer werden, weil diese mit mehr unterschiedlichen Materialien aufgebaut sind. Ein Beispiel dafür ist die Gebäudefassade. Zur Einsparung von Heizenergie und damit zur Verringerung von CO₂-Emissionen geht die Entwicklung in Deutschland zu immer besser wärmedämmten Hüllbauteilen hin. Die Konsequenz hieraus sind dickere Dämmschichten und damit ein Anwachsen des gesamten Außenbauteils bis über 0,5 m. Dies ist aus architektonischer und praktischer Sicht nicht gewünscht oder technisch aufwendig.

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) und das Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (IMS) sind gemeinsam mit den Universitäten Darmstadt, Dresden, Wuppertal und diversen Industriefirmen Projektpartner in der ARGE RFIDimBau [9] und bearbeiteten in der ersten Projektphase das Themengebiet „Kennzahlen und Bauqualität“ mit Schwerpunkt auf der Prozessoptimierung von Bauwerkserstellungen mittels Auto-ID-Systemen speziell der RFID-Technik [62]. Momentan befindet sich das Projekt in der zweiten Phase mit dem Thema „Einsatz der Sensortechnik bei RFID-Transpondern im Themenfeld Energie-Hygiene-Sicherheit“ [88]. Die RFID-Technik soll hierbei die Erfassung von dynamischen Bauteil-Kennwerten und –Eigenschaften erlauben und eine transparentere Bauwerksüberwachung sowie einen nachhaltigen Gebäudebetrieb ermöglichen. Vom Fraunhofer IMS Duisburg wurde für den Zweck eines Monitoring-Systems für Vakuumisulationspaneele ein RFID-Sensor-Transponder entwickelt, der eine Bestimmung des Innendrucks und der Temperatur in einem Paneel ermöglicht. Eine solche elektronische Kennzeichnung und ggf. Erfassung von dynamischen Kennwerten in Bauteilen kann dazu beitragen, dass Investoren nicht mehr das preisgünstigste sondern das über die Lebensdauer qualitativ leistungsfähigere Bauprodukt beauftragen. Dies führt dann zum Nachhaltigen Bauen, wenn diese Vergleiche technisch möglich und nachweisbar (zertifizierbar) sind. Dazu bedarf es aber neuartiger Datenerfassung, Datenübertragung und Datenspeicherung, was mittels der RFID-Technik möglich ist (vgl. Kap. 2.3.4).

1.4 Integration in Normungs-Aktivitäten

Die Neufassung der EnEV 2009 basiert auch auf der Umsetzung der europäischen Gebäudeeffizienz-Richtlinie (EPBD, [33]). Dazu findet in den Normungsgremien (national im NABau (Bauwesen), NHRS (Heiz- und Raumlufttechnik) und FNL (Lichttechnik), europäisch koordiniert in CEN-TC371 mit allen beteiligten Fach-TCs und in ISO TC163-TC205 JWG4) die Spiegelung der Fachnormen mit den jeweiligen Kennwerten zu den Mess- oder Berechnungsverfahren statt. Da sich die Themen in den Gremien aufgrund der gegenseitigen Beeinflussung des baulichen und anlagentechnischen Wärmeschutzes überlagern, wurde 2009 ein DIN-Gemeinschaftsausschuss „Energetische Bewertung von Gebäuden“ (NA 005-56-20) gegründet.

Die Neufassung der Bauprodukten-Richtlinie [10] als eine in wesentlichen Teilen geänderte Bauprodukten-Verordnung BauPVO/CPR [83] hat auch Auswirkung

gen auf die Diskussion in den Normungsgremien. Da die Gebäudeeffizienz-Richtlinie (EPBD) den Endenergiebedarf von Gebäuden festlegt, ist das Schutzziel nicht mehr der Wärmeverlust eines Bauteils sondern die Bilanz über einen Jahreszyklus einschließlich des dynamischen Verhaltens der Gebäudemasse, der technischen Anlagen und des Benutzerverhaltens. Je höher der Dämmstandard in den letzten Jahren geworden ist, desto sensibler reagiert das System „Gebäude + Anlage + Nutzer“ auf diese dynamischen Effekte. Die Diskussion um die Festlegung zu solchen dynamischen Kennwerten und deren Bestimmungsmethoden wird derzeit in den Normungsgremien ISO TC 163 SC1 WG16 „In-situ-thermal performance“, CEN TC89 WG13 „In-situ performance of products, building elements and structures“ [89] sowie der Fachpresse [90] geführt.

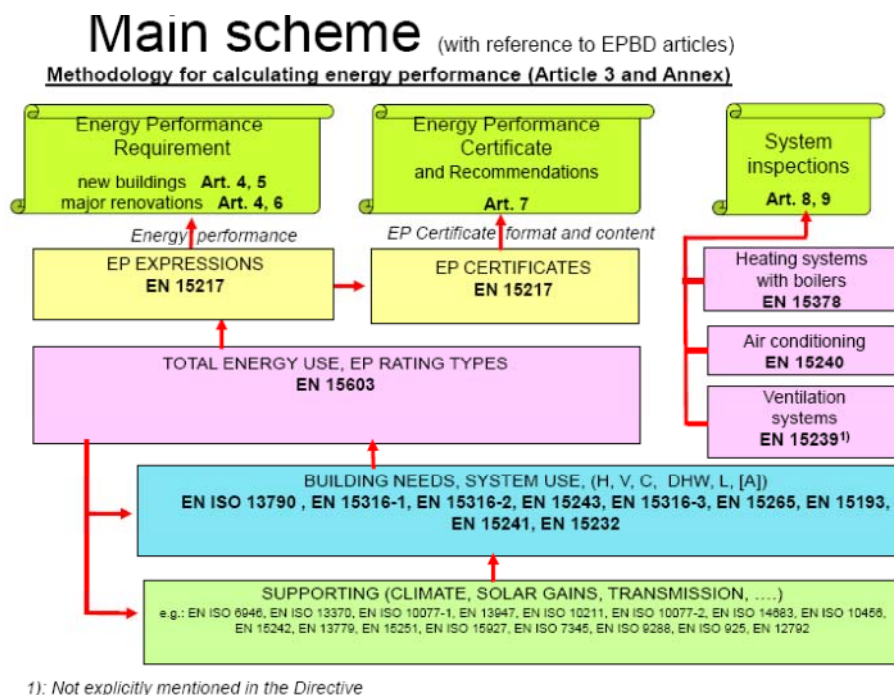


Bild 2: Übersicht zu den relevanten Bereichen in der Aktualisierung der EPBD, nach Hogeling [84].

Hieraus ist auch abzuleiten, dass die Nachweise für die Erfüllung der Anforderungen an Gebäude (Basisdaten, grün markiert), zu verfassen durch die Planer und Handwerker, sich aus den gekoppelten Regelwerken der Bausystem-Bewertungen ergeben (rosa, blau). Diese wiederum generieren sich aus den Kennwerten der Bauteile, Klimabedingungen, Nutzungsfaktoren (Bewohner, Sonne etc. d.h. den Basisdaten, grün markiert).

Mit der Erteilung des EU-Mandates M-480 [85] ist CEN aufgefordert, die existierenden Normen zu überarbeiten und für den Nutzer einfacher handhabbar zu machen. Dies schließt auch die Frage ein, wie die Kennwerte aus solchen Berechnungen der Gebäudeeffizienz mit denen aus Messungen vergleichbar bewertet werden. Weitere Hinweise dazu werden in Kap. 3.7 erläutert.

2 Methodisches Vorgehen, Aufgabenstellungen

2.1 Mitarbeit im DIBt-SVA und in der Normung

Als Beraterkreis für das Projekt ist der Sachverständigenausschuss (SVA) im DIBt B1 „Baustoffe und Bauarten für Wärme- und Schallschutz“ bestimmt, in dem der Verfasser regelmäßig mitarbeitet. Weitere Erkenntnisse ergaben sich aus Beratungen in den adhoc-Ausschüssen „Dübel in Wärmedämmverbund-Systemen“, „Außenliegende Wärmedämmung“ sowie dem DIBt-Gesamtausschuss A. Seit Jahrzehnten arbeitet das Fraunhofer-IBP und der Verfasser aktiv in der Normung im Bereich Wärme- und Feuchteschutz mit, sowohl national im DIN-NABau als auch europäisch in CEN TC89 sowie international in ISO TC163. Daraus konnten grundsätzliche Zusammenhänge und methodische Schwächen der Festlegungen und Vorgehensweisen bei Prüfverfahren, Festsetzungen von Kennwerten, Regeländerungen und Produkteigenschaften abgeleitet werden.

2.2 Methodik und Teilaufgaben

Aus den Darlegungen der Situationen für die Produkthersteller, Planer, Bauherren/Investoren und Regelsetzer in Kap. 1.3 ergeben sich die folgende Teilaufgaben für das Aufzeigen eines neuen Konzeptes im baulichen Wärmeschutz:

1. Auswahl von Fallbeispielen und repräsentativen Bauprodukte ("Demonstratoren") für die Darstellung der Stärken und Schwächen.
2. Übersicht zum bisherigen Konzept auf der Basis nationaler Regeln vor der Umsetzung der harmonisierten europäischen Normen.
3. Übersicht zum Konzept auf der Basis der derzeit gültigen Bauprodukten-Richtlinie mit der Umsetzung der harmonisierten europäischen Normen.
4. Übersicht zu den nationalen Zusatzregeln zur Aufrechterhaltung des nationalen Sicherheitsniveaus.
5. Darstellung des europäischen „New Approach“ und des Entwurfs der neuen Bauprodukten-Verordnung.
6. Vorschlag für ein Konzept auf der Basis von elektronischer Produkt-Kennzeichnung (EPC) und der Ermittlung von Bauteil- und Baukonstruktions-Eigenschaften durch Nutzung „neuer Medien“.
7. Vergleich der Konzepte (Stärken, Schwächen) und Verfahren für Fallbeispiele und Produktbereiche.
8. Aufzeigen von Konsequenzen für Regelsetzung (Normung, Zulassung) und Produktionskontrolle beim Wärmeschutz und der Energieeinsparung.
9. Empfehlungen für Umsetzung der Ergebnisse durch das DIBt in Gremien.
10. Erstellen von Bericht, Veröffentlichung und Mitwirkung bei der Umsetzung.

2.3 Erkenntnisse aus anderen Forschungsprojekten

Projekte aus dem Umfeld des Autors, die für ein neues Bemessungs- und Sicherheitskonzept im Wärmeschutz zu betrachten sind, werden im Folgenden kurz vorgestellt.

2.3.1 Sicherheitskonzepte im Bauwesen

In den 70er Jahren wurden die Anregungen aus der Statistik im Zuge der Entwicklung der Wahrscheinlichkeitstheorie wieder aufgegriffen und der Bedarf gesehen, den Begriff der 'Sicherheit' zutreffender als 'Versagenswahrscheinlichkeit' eines Bauwerks anzugeben. Die vom DIN herausgegeben „Grundlagen zur Festlegung von Sicherheitsanforderungen für bauliche Anlagen“ (kurz GRUSIBAU) [49] bildeten, neben den Zulassungsregeln [2, 3], längere Zeit die Basis der Untersuchungen von Sicherheitsanforderungen an bauliche Anlagen in Deutschland. Allgemeine Hinweise zu Sicherheitskonzepten für die neuen EN- und DIN-Normen sowie Eurocodes, die im Nachgang an die BPR entstanden, gibt in sehr umfangreicher Form Fischer in [45, 46]. Dort ist im Teil 9 die Statistik und Zuverlässigkeitstheorie tragender Baukonstruktionen erläutert. Mit dieser Theorie der Grenzzustandsgleichungen $g(j) \{X\}$, $j = 1, \dots, m$ mit dem Zufallsvektor X lassen sich sowohl die Grenzzustände der Tragfähigkeit wie auch der Gebrauchstauglichkeit berechnen. Das Maß für die Zuverlässigkeit ist die Versagenswahrscheinlichkeit $P(f)$ oder der Sicherheitsindex β und gilt auch für nicht-normalverteilte Zufallsvariablen als Näherung. Die Berechnung erfolgt mit Hilfe des Rackwitz-Fießler-Algorithmus für stetige Verteilungsfunktionen, geometrische Interpretation der Wichtungsfaktoren, des Sicherheitsindex und des Bemessungspunktes. Zur Lösung der Gleichungen $g(X) = R - S$ für die 2 Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit mit den Beanspruchungen S und den Widerständen R gibt es DV-Programme wie VaP, siehe Kap. 7.7.3. Diese Methodik war auch Basis der Voruntersuchungen in [1]. Neuere Ansätze eines Sicherheitskonzeptes für bauphysikalische Bemessungsgrößen stellte 2010 Steinbach [87] vor. Dabei entwickelte er den Rackwitz-Fießler-Algorithmus als Risikoaussage für eine definierte bauphysikalische Bauteileigenschaft in Form von Soll-Ist-Vergleichen als „zulässig“ und „zuverlässig“. Damit kann eine Bewertung in der Planungsphase getroffen werden, wie hoch die Sicherheit ist, dass die Bauteileigenschaft bei der Bauausführung mit der zulässigen Toleranz realisiert werden kann. Die Verifizierung und Anpassung an Praxisbedingungen erfolgten mit Hilfe eines fiktiven Einraum-Hauses und exemplarisch an zwei ausgeführten Gebäuden.

2.3.2 Vereinfachung der EnEV (EnEV easy)

Derzeit muss der Nachweisführende für die Erfüllung der EnEV 2009 und Ausstellung eines Energiebedarfsausweises neben den 76 Seiten Anforderungstext der Energieeinsparverordnung und den 8 Seiten des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes ein etwa 1.000 Seiten dickes Normenwerk für die Bewertungsmethode beherrschen. Dies führt besonders im Bereich des Wohnungsbaus zum Akzeptanzverlust in der Baupraxis [47], verursacht auch dadurch, dass lange Jahre zwei Nachweisverfahren (DIN V 18599 und DIN V 4108-6/4701-10) gleichberechtigt nebeneinander zugelassen sind, die zu unter-

schiedlichen Ergebnissen führen. Deshalb haben das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg und das Fraunhofer-Institut für Bauphysik den Anforderungskatalog an den energiesparenden Wärmeschutz von typischen Wohngebäuden zur Einhaltung der Vorgaben untersucht (IBP-Bericht „Entwicklung EnEV easy“ [86]). Ein Fazit ist, dass die Zuordnung des Einflusses von Dämmschichtdicken und U-Werten von Bauteilen in Relation zu dem Heizwärme- oder Primärenergiebedarf eines Raumes und Gebäudes immer komplexer wird.

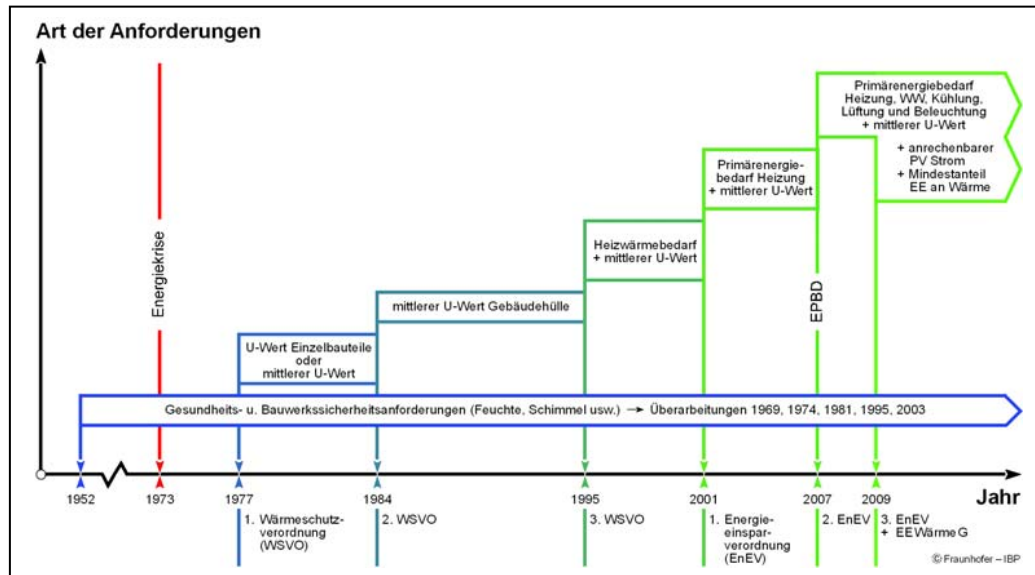


Bild 3: Übersicht über die Entwicklung der Anforderungen an das energiesparende Bauen in den letzten 60 Jahren zur Erfüllung der EnEV 2009, aus [86].

In der Folge wurde die DIN V 18599 überarbeitet und als alleiniges Nachweisverfahren bestimmt [50]. Weitere Hinweise und Beispiele für typische, notwendigen Dämmschicht- und Bauteildicken und den äquivalenten Relationen zur Anlagentechnik sind in Kap. 7.3 dargestellt.

2.3.3 Ökobilanzen, Funktionelle Einheit

Im Unterschied zu den Kenndaten für kurzlebige Güter aus Haushalt oder Gewerbe ergeben sich bei der Charakterisierung von Bauprodukten in Gebäuden und des Bauwerkes selbst prinzipielle und methodische Unterschiede, z.B. bei der Energie- und Ökobilanzierung. Vor allem die lange Lebensdauer - oftmals mehr als 80 Jahre - verlangt bei Baumaterialien und Baukonstruktionen, die altern und somit ihre Kenndaten zeitlich verändern, ein angepasstes Datenmanagement. Beispiel: der derzeitige Gebäudebestand verursacht mit seinem Energieverbrauch während des Gebäudebetriebs und den daraus entstehenden Emissionen einen deutlich größeren Beitrag als zur Herstellung der Bauwerke [51]. So benötigt man z. B. zum Beheizen eines Einfamilienhauses in 80 Jahren bis zu 600 000 Liter Heizöl, also monetär betrachtet so viel wie die Erstellung des Hauses kostet. Auch der Gebäudeunterhalt (Wartung, Reinigung) und die Sanierung (Instandsetzung, Erneuerung sowie Modernisierung) erfordern spezielle, zeitvariable Kenndaten und verursachen Stoffströme, deren Größenordnung die der Herstellung nahe kommen oder diese sogar überschreiten. Das ist

insbesondere der Fall, wenn Bauprodukte oder Teile davon mehrmals innerhalb der Standzeit eines Gebäudes erneuert werden, oftmals nicht allein aus technischer Notwendigkeit, sondern auch aus ästhetischen oder wirtschaftlichen Gründen. Bei vielen Bauprodukten ändern sich mit dem Lebensalter die Produkteigenschaften z.B. durch Feuchteakkumulation in Baustoffen, Setzverhalten bei Schüttdämmstoffen oder unkontrolliert erhöhte Lüftungswärmeverluste durch alternde Dichtungen in Fenstern oder fehlende Luftsperrung in Dachdämmung. Somit werden die Nutzungsphase und die Angaben zur Vorhersage der Gebrauchstauglichkeit von Bauprodukten innerhalb einer Ökobilanz zum dominierenden Lebenswegabschnitt [51, 52]. Das mit vom BMVBS angestoßene Gütesiegel für nachhaltiges Bauen [53] stellt ein Bewertungssystem dar, das erstmals in Deutschland einen belastbaren Maßstab für die wirtschaftliche, ökologische, sozio-kulturelle und städtebauliche Qualität von öffentlichen und privaten Gebäuden aufzeigt. Es wurde zusammen mit der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) entwickelt [54] und basiert bei Verwaltungsbauten auf über 60 Kriterien in den sechs Themenfeldern Ökologie, Ökonomie, Soziokulturelle und funktionale Aspekte, Technik, Prozesse und Standort.

Wie hängen diese Aktivitäten zur Beschreibung der Nachhaltigkeit von Gebäuden mit einem Bewertungskonzept für den Wärmeschutz zusammen? In den 13 Kriteriengruppen zu den Themenfeldern wie „Ökologie“, „funktionale Aspekte“ oder „Technik“ sind Kriterien wichtig wie „Nutzungsbezogener Energiebedarf“, „Thermischer Komfort (Winter/ Sommer)“, „Akustischer Komfort“, „Dauerhaftigkeit/ Anpassung der gewählten Bauprodukte, Systeme und Konstruktionen an geplante Nutzungsdauer“. Diese Kriterien beschreiben im Wesentlichen die funktionelle Einheit (FE) „Raum“ oder „Gebäudezone“ [55]. Nicht die Kennwerte des an die Baustelle gelieferten Bauteils (das zu der jeweiligen FE gehört wie z.B. ein Fassadenelement) allein bestimmen die o. g. Kriterien. Diese produktbezogenen Kennwerte stellt der Hersteller aufgrund der Bauleistungsbeschreibung, seinem Angebot und der Beauftragung durch den Planer/Investor als Datensatz „Bemessungswert“ nach DIN V 4108-4 [56] zur Verfügung. Diese Solldaten stehen auf dem Etikett, Lieferschein oder seiner Internetseite. Eine Kopplung mit den Ist-Daten der Lieferung über die Baulogistik erfolgt selten. Auch die Qualität des Einbaus d.h. das Zusammenwirken der Bauprodukte als FE und die QM-relevanten Prozesse der Gütesicherung im Baubetrieb d.h. Lebenszyklus der gebauten Hüllbauteile sind maßgebend [17], siehe auch Kap. 7.8, Bild 17. Neuere Datensammlungen zum ökologischen Bauen wie das Verfahren „oebox“ [57] berücksichtigen solche übergeordnete Kriterien mit einem Punktesystem. Insbesondere diese Aspekte erzeugen neue Kennzahlen und Daten (EPD), die sich mit einer elektronischen Kennzeichnung von Bauprodukten erfassen lassen.

2.3.4 Stand der elektronischen Kennzeichnung und Datenbanksysteme

Die Kennzeichnung von Bauprodukten (in der Definition nach BPR, siehe Kap. 3.6) und die Verknüpfung zu Kennzahlen für Baukonstruktionen und ganzen Gebäuden ist komplex, jedoch in den harmonisierten Produktnormen europäisch geregelt. Die CE-Kennzeichnung, siehe Kap. 3.3, gibt jedoch keine Aussage zum bauphysikalischen Verhalten von zusammengesetzten Fassaden, Dächern, Wänden (z. B. Tauwasserfreiheit in Bauteilfugen und an Anschlüssen).

Alle sechs wesentlichen Anforderungen nach BPR basieren auf dieser nächst höheren Produktebene als »Funktionelle Einheiten (FE)«, das heißt als Räume und Gebäude. Nur an einer gesamten Glasfassade einschließlich der korrekten Fugendichtbänder funktionieren z.B. der Wärme-, Schlagregen- und Schallschutz, die über die nationalen und/oder bundesländerbezogenen Bauregeln wie EnEV oder die LBO gefordert sind. Aus diesen Gründen hat eine Arbeitsgemeinschaft mehrerer Institutionen [9] 2006 begonnen, gefördert durch das BMVBS/BBR, die Kennwerte aus der Bauleistik [61], der Baustellenverarbeitung [63], der Bauphysik [62] und der Navigation im Bauwerk [64] mit Hilfe elektronischer Kennzeichnung zu erfassen und zu bewerten für

- bestellte, angelieferte Baustoffe oder Bauteile,
- an der Baustelle zusammengesetzte und eingebaute Bauteile,
- Soll- Ist- Vergleich, Bauabnahme,
- Baudokumentation, Datenqualität, Nachweise zu Umwelteigenschaften von Bausystemen,
- FM- Anforderungen im Regelbetrieb der Gebäude.

Der Vorteil der Produkt-Kennzeichnung mittels eines elektronischen Etiketts (Radio Frequency Identifikation RFID) im Vergleich zur klassischen Kennzeichnung (elektrolytische Beschriftung, Etikettierung, Barcodierung, Farbsignierung, Laserkennzeichnung, Prägeverfahren oder Druckverfahren) liegt zweifelsfrei in der Möglichkeit der zusätzlichen Datenspeicherung. Damit lassen sich jederzeit und berührungslos die Daten ohne Sichtkontakt zur weiteren Bewertung und für Qualitätsaussagen auslesen. Es ist keine optische Verbindung zwischen Lesegerät und Etikett nötig. An welcher Stelle der Anlagenkomponente sich der Transponder (oder Tag) befindet ist somit zweitrangig. Die Gefahr, dass oberflächennah eingebrachte Daten (Prägen, Gravieren, Drucken, Ritzen) durch mechanische Bauteilbeanspruchung verloren gehen, kann ausgeschlossen werden. Besondere Anforderungen an genormte Höhen- und Breitenverhältnisse, wie z. B. beim Barcode, zur Lesbarkeit der Daten entfallen. Weiterhin besteht bei Auto-ID-Systemen wie RFID die Möglichkeit neben der reinen Ident-Nummer auch Branchen- und firmenspezifische Code- Strukturen für eine weltweit eindeutige Produkt- Identifikation aufzubauen. Die hinterlegten Daten aus den weit verbreiteten Datenbanken für die Ausschreibung und Vergabe im Bauwesen und des Baustoffhandels sind in den letzten Jahren stark standardisiert worden (GAEB-Standard). Diese Daten können mit Hilfe der elektronischen Kennzeichnung und RFID-Technik über den Lebensweg der Bauprodukte ergänzt, gelöscht oder mit Berechtigungen verknüpft werden. Solche Codes werden zur Vermeidung von Mehrfachbelegungen von speziellen Vergabestellen wie EPC-global [21] verwaltet, welche sich für die Branchen (wie Logistik und Maschinenbau) etabliert haben.

Die Ergebnisse aus den Projekte der ARGE-RFID [9] lassen sich derzeit wie folgt zusammenfassen und können die Basis eines neuen Bewertungskonzeptes für bauphysikalische Qualitätskriterien bilden:

1. Der Einsatz von elektronischer Produktkennzeichnung und sichtkontaktlos auslesbarer RFID-Technik (passive oder aktive Transponder/ Tags ohne und mit Sensoren) ist in anderen Branchen serienmäßig erprobt und kurzfristig verfügbar (praxisnahe Entwicklungen).

2. Die Nutzung von Schnittstellen zu eingeführter Bau-Software (z. B. IAI-IFC, GAEB, BFR Gebäudebestand, elektronischen Bautagebüchern, Warenwirtschaftssystemen, AVA-Software, 3D-CAD-Software, Bau-Informationsmodelle BIM etc.) ist in Insellösungen verfügbar.
3. Die Anbindung und Weiterentwicklung bestehender Auto-ID-basierter Zeitwirtschafts- und Zugangskontroll-Systeme, zur Reduzierung illegaler Beschäftigung, zur Maschinensteuerung, zur Steuerung, Dokumentation und Abrechnung von Leih- und Kaufvorgängen ("Baustellenausweis") ist an Großbaustellen in der Erprobung.
4. Die Kopplung zu den bestehenden Klassifizierungssysteme z. B. bau:class, ecl@ss als Ordnungsnummern-Systeme für z. B. Anbindung von bestehenden Artikelstammdatenbanken (z. B. Baustoffkatalogen, Dynamischen-Baudaten, Normensammlungen) und zu Zulassungen, Bauregellisten, Baugerätelisten etc. ist in der Vorbereitung.

Welche Qualitätskriterien in welcher Form verknüpft werden und wie diese Kopplung datentechnisch und statistisch erfolgt, hängt nur vom Umfang der verfügbaren Daten und deren Datenqualität ab. Somit kommt dem Zeitpunkt, an dem welche Daten in welchem Umfang und mit welcher Aussagekraft zur Verfügung stehen, eine wesentliche Bedeutung zu. Gerade für statistisch abgesicherte Kennwerte wie die Bemessungswerte zum Wärmeschutz sind diese Fakten weiter zu analysieren und in datentechnisch verwertbarer Form zur Verfügung zu stellen (siehe Kap. 5).

3 Grundlagen zu Sicherheitsbeiwerten im Wärmeschutz

Basis für die Festlegungen zum winterlichen (Heizwärme) und sommerlichen Wärmeschutz (Kühlkälte bei z.B. Glasfassaden) von Außenbauteilen sowie von haustechnischen Anlagen und Wärmeverteil-Systemen sind die Bemessungswerte von Bauprodukten (Dämmstoffe, Mauerwerk, Verglasung/ Fenster-rahmen etc.). Für den Wärmeschutznachweis ("Energiebedarfsausweis/ Gebäudepass") verwenden die Planer und Sonderingenieure Tabellenwerte aus Normen (z.B. DIN V 4108-4), Musterlösungen aus Beiblättern zu Normen (z.B. Beiblatt 2) und nationale oder europäische Zulassungen bei nicht genormten, innovativen Bauprodukten. Für solche Produkte, die ein interessantes Potential für den europäischen Handel und damit für den "Neuen Ansatz im Warenverkehr" darstellen, sollen die bisherigen Festlegungen in den Regelwerken zum Wärmeschutz verglichen und die Vorhaltemaße zwischen Nennwert, Grenzwert in der Gütesicherung (falls festgelegt) und dem Bemessungswert sowie evtl. den dynamischen Kennwerten für den sommerlichen Wärmeschutz ermittelt werden.

Bei einigen Bauprodukten wie z. B. Mauerwerk sind die Festlegungen, wie die Wärmedurchgangskoeffizienten (k -/U-Werte) zu ermitteln sind, in Überarbeitung oder erst vor kurzem aktualisiert worden (Messung oder Berechnung, DIN EN 1745, DIN EN 1934, DIN EN 10077-2 etc.). Vor allem hinsichtlich Vertrauensbereich, Zuschläge, Einstufung in Rohdichte- und Wärmeleitfähigkeitsklassen und Grenzwerte für die Qualitätssicherung/ Werkseigene Produktionskon-

trolle gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Produktbereichen. Im Bereich von Fenstern, Fensterrahmen und Verglasungen konnten die Erfahrungen bei der Ermittlung der Messunsicherheit [68] für Nennwerte aus den DIBt-Vorhaben "Psi-Wert-Fenster" [40] und "PMMA als Referenzmaterial für Plattengeräte" [42] eingebracht werden, da der Verfasser in diesen Projekten als Prüfstelle und bei den Auswertungen maßgeblich beteiligt war. Bei anderen Bauprodukten wie z.B. den durch nationale Zulassungen geregelten EPS-Hartschäumen im Außenbereich („WDVS“, „Perimeter“) sind umfangreiche Prüfprozeduren vorgegeben, wogegen die ETAs zu Dämmstoffen (z.B. Hanffasern) nur Nennwerte und z. T. Zuschläge für Feuchteinfluss vorgeben; die ergänzenden Festlegungen zum Bemessungswert je nach Anwendung (z.B. Dach, Außenwand) sind nur teilweise in den ergänzenden nationalen Zulassungen enthalten.

Aus Diskussionen mit den Kollegen in den o. g. Projekten, in den Normenausschüssen und mit Fachverbänden/ Firmen war dem Verfasser klar, dass ein solches neues Konzept ohne eine programmtechnische Hilfe zur Datenaufbereitung und Ergebnisdarstellung nicht in die heutige Baupraxis umsetzbar sein wird. Deshalb ist die Möglichkeit der Kenndatenerfassung über das elektronische Etikett ein Schlüssel zu einer neuen Bewertung im Wärmeschutz. Dann lassen sich mit Hilfe der neueren, relativ einfach zu handhabenden DV-Programmen zur Bestimmung der statistischen Aussagen [69] und der Messunsicherheit nach GUM [39] die Fakten für die jeweiligen funktionellen Einheiten (FE) ermitteln. Hierbei sollten die FE für typische Aussagen zum Energiebedarf im Winter definiert werden mit z.B. „Raum mit Fassade und eingebautem Fenster“ und für den sommerlichen Wärmeschutz mit z.B. „Raum mit Holzsparrendach und unterschiedlicher Dämmung“. Nur dadurch lassen sich Bauproduktalternativen (Baustoffe) oder Konstruktionsvarianten (Bauteile mit Verarbeitung) analysieren und über den Lebenszyklus bewerten. Eine stationäre Bemessung nur für den Neuzustand der wärmedämmenden Produkte ohne Integration der zeitvariablen Kenndaten erfüllt diese Ansprüche nicht. Dieses methodische Erkenntnis ist auch in dem o.g. neuen EU-Mandat M/480 und in der neu gefassten Bauprodukte-Verordnung [83] nachzulesen, siehe auch in Kap. 7.5.

Diese sehr unterschiedlichen und z. T. nicht vergleichbaren Datensätze für ein Bauteil wie gemauerter Außenwand mit Dämmstoff-VIP-Brüstungselement, Fenster etc. sollen im Folgenden beispielhaft zeigen, wo eine vergleichbare Datenbasis besteht und wo Lücken sind. Aus den üblicherweise verfügbaren Kennwerte sind für einige Fallbeispiele (siehe Kap. 7.8) Fakten zusammengestellt und Folgerungen für die baurechtlichen und normativen Zusatzregelungen abzuleiten.

3.1 Bisheriges Konzept auf Basis nationaler Regeln

Die charakteristischen Kennwerte und Daten zum Wärmeschutz nach LBO und zur Energieeinsparung nach EnEV sollen für statistisch gesicherte Aussagen in jeweils einer Definitionsebene vergleichbar sein:

- über alle wesentlichen Baustoffe eines Bauteils,

- über alle verwendeten Bauteile einschließlich der Montagemittel einer „Funktionellen Einheit“ wie des Daches, der Fassade oder der Lüftungsanlage,
- über vergleichbare Bauprodukte wie „Fertighäuser“, die mit Energiekennzahlen gehandelt werden. Hierzu sind auch die Kennzahlen aus den Energiepässen zu rechnen, die Daten aus den Bereichen Bauteile, TGA und standardisiertes Nutzerverhalten nach EnEV verknüpfen. Diese Energie-Kennzahl wird öffentlich ausgewiesen und dient dem Investor oder Mieter als Entscheidungshilfe.

Die früheren Anforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden waren bauaufsichtlich verbindlich in den Regeln wie Wärmeschutzverordnung (WSchV) festgelegt und die Bauproduktenormen enthielten alle Angaben wie die Kennwerte zu bestimmen sind, wie die Messwerte weiter zu behandeln sind zu den auch so genannten Rechenwerten. Hierbei war zeitweise der Heizwärmebedarf von Räumen als Maximalwert (in kWh/m²a) vorgeschrieben. Nach den üblichen Rechenregeln der früheren DIN 4108 waren die amtlich bekannt gemachten Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit von den Planern in den Nachweisen (Wärmeschutznachweis) zu verwenden, die sich aus Versuchsergebnissen an Probekörpern oder aus Finite- Differenzen-Berechnungen mit Hilfe von Regressionsanalysen ergaben. Eine einheitliche, statistisch vergleichbare Bewertung für die Festlegung solcher „Bemessungswerte“ unter Berücksichtigung der wesentlichen Einflussgrößen (Mittelwerte, Streuungen) wie Rohdichte, Abmessungen der Bauteile, Feuchtegehalt bei der Anwendung u. a. fand vor der Einführung der DIN EN ISO 10456 [36] zum Teil bei den Beratungen in den Sachverständigenausschüssen statt. In dem in [1] vorgestellten Bemessungskonzept werden die für statistische Verfahren wesentlichen Schritte bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs von der Rohstoffschwankung bei der Herstellung bis zum Einbau in das Bauteil am Beispiel einer Außenwand diskutiert (siehe auch Kap. [7.1](#) und [7.8](#)) und die charakteristischen Vorhersagewerte beschrieben. Mit den im Bereich der Standsicherheit und Tragwerksplanung von Gebäuden anerkannten Grundlagen der Statistik können die für den Wärmeschutz notwendigen Teilsicherheitsfaktoren ermittelt werden, je nach Lage der Baustoffe und Wichtigkeit für den Gesamtwert. Die Basisvariablen für die Umwelt-, Bauwerk- und Nutzungseinflüsse ergeben die Faktoren R für die Beanspruchung und S für die Belastungen im klassischen Wahrscheinlichkeitsmodell $G = R \cdot S$. Aus den gemessenen und zu erwartenden Mittelwerten, den unterschiedlichen Streubreiten und den Modellunschärfen errechnet sich durch eine Mehrfachregression mit Teil-Approximation die Erfüllungs- oder Versagenswahrscheinlichkeit und die Gewichtungsfaktoren einzelner Einflussgrößen. Durch ein Iterationsverfahren kann nun, je nach Umfang und Kenntnis der wesentlichen und vorliegenden Basiswerte zum Baustoff und Bauteil ein mit vergleichbarer Sicherheit vorher-sagbarer, charakteristischer Wert zum Wärmedurchlasswiderstand unterschiedlicher Konstruktionsvarianten ermittelt werden. Aus den für die jeweilige Anwendung typischen Streuungen für die Abmessungen ergeben sich dann Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit für einzelne Baustoffe. Ob diese künftig stärker an die Lage der Baustoffe im Bauteil und damit an die Belastung gekoppelt werden muss, ist zu vermuten und soll durch weitere Beispiele in der nächsten Projektphase gezeigt werden. Nur so lassen sich dann Gesamtenergiebilanzen für unterschiedliche Gebäudekonzepte hinsichtlich Wärmeverlusten und Wärmegewinnen aus Solarenergie und internen Lasten etc. unter Einbezug von In-

vestitions- und Wartungsaufwand gewichten und Aussagen zur Gebrauchstauglichkeit von Bau- und Dämmstoffen erstellen.

Dieses beschriebene Bemessungskonzept für den Wärmeschutz basiert auf den allgemein anerkannten technischen Sicherheitsregeln und der Kenntnis eines hohen Standards im wärmetechnischen Messen. Die Übernahme der Abschnitte zur Messunsicherheit aus den ISO-Standards zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit z.B. aus ISO 8301 und ISO 8302 [37] in die europäischen Normen der EN 1946-Serie und in EN 12667 etc. stellt eine fundierte Grundlage dar für die notwendigen Fehler- und Toleranzbetrachtungen, wie dies von CEN-BT gefordert ist [38].

3.2 Produkt-Kennwerte aus Messungen

Bauprodukt-Kennwerte zum Wärmeschutz sind wie auch zum Schall- und Feuchteschutz nach festgelegten Regeln d.h. meist DIN-Normen zu ermitteln. Darin ist i. a. im Abschnitt „Probenahme“ und „Prüfbericht“ genannt, welche Stoffdaten und Hilfsgrößen den zu untersuchenden Probekörper beschreiben. Dies erfolgt jedoch nicht einheitlich über alle Bauprodukte zum Wärmeschutz hinweg gleich umfangreich. Die wesentlichen Kenndaten sind im Folgenden zusammengestellt, um die Nennwerte zu erhalten und einen Weg zu den „üblichen“ statistischen Sicherheitsbeiwerten aufzuzeigen:

- Beschreibung des Produkts (Zusammensetzung, Zustand, Alterung, Probenahme),
- Art des Prüfverfahrens (Messung, Berechnung, Tabellen) mit Angabe der Unsicherheit nach GUM (anerkanntem Verfahren),
- Anzahl der Messwerte,
- Standardabweichung und Variationskoeffizient,
- Verteilungsfunktion (normal- oder log-normal, Schiefe etc.),
- Ggf. Anpassungstest und Q-Q-Plot,
- Anteilsbereich, Quantilbereich, begrenzte Auswahl wie bei 90/90-Werten,
- Hochrechnung auf die Grundgesamtheit und ein Konfidenzniveau P.

Weiter sind für die Ermittlung von zusammengesetzten Werten wie dem Wärmedurchgangskoeffizient U die zugrunde zu legenden Hilfsgrößen zu untersuchen wie

- Schichtdickenangaben (Nennwerte, Istwerte für Vergleiche zu Messungen),
- Feuchtegehalte als Bezugsgrößen (wie ermittelt ?, Regenschutz),
- Gültigkeit für Regelquerschnitt, Anschlussbereiche,
- Vorgaben zur Luftdichtheit und Einflüsse durch Konvektion,
- Alterung durch fehlende Schutzschichten.

Für den Vergleich von Kenndaten aus verschiedener Produktion sind diese Daten zur Beurteilung der Datenqualität festzustellen:

- Proben aus einem Werk und Art der Produktion im Werk je Linie (WPK, QM-System),
- Proben aus mehreren Werken und Lagern (eine oder mehrere Grundgesamtheiten),
- Proben aus verschiedenen Rohstoffen oder mit Vorbehandlungen aus anderen Prüfungen (sodass nur begrenzt oder nicht vergleichbar).

Weitere Parameter und Hilfsgrößen zur Umrechnung von Nennwerten auf Rechen- oder Bemessungswerte ergeben sich aus Messungen z. B. bei unterschiedlichem Feuchtegehalt oder in gealtertem Zustand der Probekörper. Man benötigt dafür ebenfalls die o. g. Hilfsgrößen der Statistik, jedoch für diese speziellen Zustände: dafür sind eigene Auswerteanalysen zur Feststellung der Streuung durchzuführen [16]. Mit Hilfe der traditionellen Messverfahren zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit wie dem Plattengerät nach DIN EN 12664 (Baustoffe) oder nach DIN EN 12667 (Dämmstoffe) können Lambda-Werte für viele Bauprodukte ermittelt werden. Diese Messwerte gelten für die Baustoffe oder Bauteilabschnitte „wie vorgelegt“ d.h. meist im trockenen Zustand oder auch bei definiertem Feuchtegehalt als Nennwert. Diese Werte sind auch von Herstellern im Rahmen der CE-Kennzeichnung für die genormten Produkte zu ermitteln. Bei diesen Messungen ist die Messunsicherheit in gut kalibrierten Geräten etwa bei 3 bis 5 % über einen weiten Lambda- und Produktbereich, siehe z.B. in [37]. Mit der europäischen Produktnormung für Dämmstoffe haben Vergleichsversuche in speziellen Plattengeräten gezeigt, dass die Messunsicherheit deutlich geringer sein kann (ca. 1 bis 2 %), wenn im Labor bekannte Kalibriernormale zur Justierung der Geräte und Handhabung verwendet werden, siehe [34] und Kap. 7.8. Eine solche „Daten-Genauigkeit“ kann jedoch nicht in allen Laboren vorausgesetzt werden; dies zeigen Vergleichsmessungen an Baustoffen mit einer Wärmeleitfähigkeit vergleichbar zu Mauerwerk (PMMA, [42]) oder an Ziegelmaterial selbst [41]. Die bei solchen Vergleichsmessungen erwartete Messunsicherheitsanalyse für jede Messung wird nicht von allen Laboren gemacht, weil z. T. auch das notwendige Verständnis für diese Art von statistischen Berechnungen nicht vorliegt, trotz der seit einigen Jahren verfügbaren Rechenprogrammen [69], siehe Kap. 7.7.3.

Auch bei wärmeschutztechnisch bedeutsamen Bauteilen wie Fenster oder Mauerwerk sind die Angaben der Messunsicherheit bei der Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten U nach der Heizkastenmethode DIN EN 12567-1 [70] noch wenig verbreitet. In einer Untersuchung mit Messungen verschiedener Labore an ganzen Fenstern und Fensterrahmenprofilen sowie im Vergleich mit mehrdimensionalen Berechnungen nach der Finiten-Differenzen-Methode konnte gezeigt werden, dass große Unterschiede in den Bestimmungsmethoden sind [40]. Die ermittelten Unsicherheiten reichten von ca. 8 % bei einfachen Bauteilen in gut kalibrierten Heizkasten-Apparaturen bis zu 25 % bei komplexen Bauteilen wie Abstandhaltern in Fensterrahmen mit der Ermittlung des längenbezogenen Wärmedurchlasswiderstandes Ψ [40]. Diese fehlende Abschätzung der Unsicherheit in den Bestimmungsmethoden (Messung, Berechnung) ist in BPR gefordert, um die Klassenbreite bei Leistungsstufen oder eine Stufe einer Eigenschaft selbst sinnvoll den Bauprodukten zuzuordnen. Erst damit sind dann Produkte am Markt technisch zu unterscheiden. Beispiel: bei Dämmstoffen sind 1 mW-Stufen in der Wärmeleitfähigkeit des Nennwertes physikalisch nicht sinnvoll, da die GUM-Messunsicherheit im Plattengerät größer ist, wie dies im PTB-Bericht zur Qualifizierung von Referenzmaterialien aufgezeigt ist [42]. Dass derzeit faktisch sich in dem Normentwurf DIN V 4108-4 (Manuskript 2011) solche 1 mW-Abstufungen zeigen, liegt an der Macht der Marketing-Abteilungen der Dämmprodukt-Hersteller und an der geringen Marktaufsicht.

3.3 Kennwerte für geregelte Bauprodukte

In der aktuellen Fassung der Musterbauordnung (MBO) ist geregelt, dass verwendete Bauprodukte das Übereinstimmungszeichen (Ü- Zeichen) oder das CE-Zeichen aus der Europäischen Gemeinschaft tragen müssen. (MBO, Stand 11.2002, §17 Bauprodukte, [29]) und die Beispiele in Kap. 3.2.3. Dabei macht das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) in den Bauregellisten [15] Vorgaben für einzuhaltende Prüfregeln, Klassen- und Leistungsstufeneinteilungen oder die Freigabe solcher Angaben bei untergeordneten Bauprodukten. Weiter regelt diese Bauordnung das Verfahren zur Bestätigung der Konformität und die Benutzung des Ü- oder CE-Zeichens, welches einen Bezug zum Hersteller und dem konkreten Bauprodukt liefert d.h. zur Übereinstimmungserklärung und dem Ü- Zertifikat. Das Ü- Zeichen oder/ und das CE-Zeichen (sofern harmonisierte Norm besteht) ist auf dem Bauprodukt selber, auf einem Begleitdokument, auf seiner Verpackung oder auf dem Lieferschein anzubringen (MBO, §22). Ein Hinweis auf den Verwendungszweck ist auf dem Ü- Zeichen mit anzugeben [43]. Diese informative Regel gilt für den Nennwert des Produktes ab Werkstor, ist für den freien Warenverkehr in Europa maßgebend und im CE-Zeichen dokumentiert, siehe Beispiel in Bild 4.

Dicke mm	Länge mm	Breite mm	m ²	Kontr. Nr. : 21.01.08 4 2 2
120	1000	625	3,125	0108012

CE	A1	R _D		U
		m ² × K/W	W/m ² K	
		3,40	0,035	

MW-EN 13162-T3-CS(10)0,5-TR1-WL(P)-MU1
 Mineralwolle
 Fassadendämmplatte
 Bem.-Wert der Wärmeleitf. 0,035 W/m.K
 hydrophobiert

Bild 4: Kennzeichnung einer Wärmedämmung nach EN 13162 als Etikett auf der Verpackung.

	Expandierte Polystyrol-Hartschaumelemente (EPS) „DAKU-Speicher-Drainelement FSD 20“	
	Für die Anwendung als zusätzliche Wärmedämmung oberhalb der Dachabdichtung nach Zulassung Z-23.31-1206	
	Nennstärke: XX mm	Format: XX mm x XX mm
	Platten: XX Stück	Fläche: XX m ²
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ : 0,035 W/mK Bemessungswert des Wärmedurchlasswiderstandes R: 0,55 m ² K/W Baustoffklasse schwerentflammbar: DIN 4102-B1		
	DIN EN 13163: DAKU FSD 20 - EPS - DIN EN 13163-T1-L2-W2-S2-P3-DS(70,90)1-CS(10)150-DS(N)2-DLT(1)5-WL(T)5-WD(V)10	
	Herstellwerk: Adresse oder verschlüsselt	Herstelldatum: tt.mm.jj oder verschlüsselt

Bild 5: Kennzeichnung einer Wärmedämmung (außerhalb der Abdichtung unter einer Begrünung) nach EN 13163 und nationaler Zulassung Z-23.31-1206.

Bei beiden Beispielen ist neben der CE-Kennzeichnung auch das Ü-Zeichen für die Übereinstimmung mit den nationalen Anwendungsregeln notwendig, siehe Kap. 7.3. Diese Kennwerte lassen sich einfach als Mindestdaten zusammen mit Angaben zur statistischen Sicherheit im elektronischen Etikett mit Speicherchip integrieren.

3.4 Kennwerte für nicht geregelte, neue Bauprodukte

Einzelne, innovative Produkte oder Bausysteme regeln die bauaufsichtlichen Zulassungen (baZ) oder erhalten eine fallweise Zustimmung im Einzelfall (ZiE) durch die zuständige Baurechtsbehörde. Bauphysikalische und speziell wärmeschutztechnische Kennwerte für nicht in nationalen oder europäisch harmonisierten Normen oder den Bauregellisten aufgeführte Bauprodukte dürfen sich in einem bautechnisch vergleichbaren Verwendungsfall nicht wesentlich unterscheiden. Bei innovativen, neu in das Bauwesen einzuführenden Produkten wird im Zulassungsverfahren dieser Sachverhalt berücksichtigt, indem bei einer reduzierten Anzahl von beschreibenden Kennwerten die Sicherheitsbeiwerte nach festgelegten Statistikregeln erhöht werden [34]. Solche Regeln sind im DIBt in den Beschlussbüchern der Sachverständigenausschüssen festgehalten, bedürfen aber der Aktualisierung, weil die europäischen Normen z. T. andere Vorgaben machen [44].

Für neuartige Dämmsysteme wie die sog. Vakuum-Isolier-Paneele (VIP) gab es umfangreiche, jahrelange Forschungsprojekte zur Entwicklung der Produkte selbst vom BMBF ohne Anbindung an BauPG- oder Zulassungs-Regeln und DIBt-SVA- Beratung. Erst in spätem Stadium, als die Markteinführung schon begann, untersuchte man diese VIP in den verschiedenen Anwendungen auf deren Verwendbarkeit und Alterungsverhalten, um Sicherheitsbeiwerte abzuleiten. Die baurechtlichen Zulassungen sind befristet erteilt, jedoch laufen die Un-

tersuchungen zur Alterung noch weiter und bieten sich an, die Datenlage und Datenqualität nach statistischen Erkenntnissen auszuwerten (weiteres in Kap. 7.8.4).

Ähnliches gilt für die Foliendämmsysteme mit IR-reflektierenden Aluminiumschichten, die national über Zulassungen geregelt sind. Dort sind die wärmetechnischen Kennwerte konservativ, auf der sicheren Seite liegend geregelt, jedoch von den Herstellern der Produkte umstritten. Deshalb gab es heftige Diskussion im CEN Workshop (WS) 36 und im Normungsgremium CEN TC 89 WG 12, ob diese Produkte als Dämmsysteme über in-situ-Messungen an ausgeführten Testzellen (WS 36) [89] oder nach bewährten Labor-Messverfahren (WG 12) zu bestimmen sind. Auch hier muss als alleiniges Kriterium die Datenqualität für vergleichbare Aussagen zum Wärmeschutz und der Energieeinsparung nach EnEV bzw. BPR/ Energie-Effizienz-Richtlinie gelten, vgl. Kap. 7.8.3.

3.5 Kennwerte für Gebäude

Wärmeschutz-Kennwerte für die nächst höhere Produktebene nach den Bauteilen enthalten in umfangreicher Weise die EnEV für die ganzen Gebäude oder einzelne, beheizten Zonen. Diese Kennwerte basieren auf europäisch oder international abgestimmten Berechnungsverfahren für den Wärmetransport durch Bauteile nach EN ISO 6946 und den Jahres-Heizenergiebedarf von Räumen nach EN 832, zusammengefasst für die nationalen Randbedingungen in Deutschland in der Normenreihe DIN V 18599 (früher DIN V 4108-6). Eine Übersicht dazu und zu den Basis-Kennwerten für die ausführliche dynamische Berechnung des Heiz- und Kühlenergiebedarfs von Gebäuden ist in [50] ausführlich dargestellt. Dort sind zur Berechnung der Wärmeverluste und -gewinne unterschiedlich ermittelte Kennwerte gekoppelt, die sehr unterschiedliche Datenqualitäten besitzen: auf homogene Bauteilflächen bezogener Transmissionswärmeverlust, linienförmige und punktueller Wärmeverlust durch Wärmebrücken, Lüftungswärmeverluste, Strahlungswärmeverluste in der Winternacht und Strahlungswärmegewinne sowohl bei opaken als auch transluzenten Bauteilen am Tag und vor allem im Sommer. Der Vergleich solcher Berechnungen mit in-situ Messungen wird derzeit unter Experten und in den CEN- und ISO-Gremien diskutiert, siehe z.B. prEN 16012, TC 89 WG13 [89].

Die Basis-Kennwerte für einen Vergleich lassen sich in der Formel darstellen:

$$\phi_t = (\sum UA + \sum \psi L + \sum \chi) \Delta \theta t + \rho c V \Delta \theta t + \sum_j UAR_{se} h_r \Delta \theta_{er} F_f t - \eta \sum_j UAR_{se} \alpha_j I_j$$

Eine zusammenfassende Sicht dazu gibt Dijk in [70]. Eine Übersicht zu den in diese Berechnung eingehenden Kenngrößen (zusammengefasst) ist als Bild 6 in Kap. 3.7 und in Kap. 7.5 dargestellt.

In diesem Bereich sind sehr viele unterschiedliche Daten aus Plänen, Gebäudeerhebungen vor Ort und Übertragungen aus früheren Nachweisen wie „bauteilbezogener Wärmeschutznachweis“ zu koppeln. Daraus folgert CEN TC 89, dass nur eine simplifizierte und grobe Berechnung mit groben Umrechnungsfaktoren als Rechenverfahren für die EPBD [33] aufgestellt werden kann. Dieses Erkenntnis gewinnt auch Meyer [47] in der Analyse zur Validität und

Operationalität von verschiedenen Nachweisverfahren bei der energetischen Bilanzierung nach EnEV. Eine Übereinstimmung der Prüfkriterien mit dem tatsächlichen Sachverhalt sowie deren Messbarkeit sind wesentliche Bedingungen für eine effektive Umsetzung der EnEV/ EPBD. Allerdings erfordern die ungenauen Mess- oder Bestimmungs-Methoden höhere Sicherheitsabschläge in den zwei Verfahren zum baulichen Wärmeschutz und den drei Verfahren zur Anlagentechnik. Im Kap. 7.5 wird darauf noch eingegangen.

3.6 Derzeitiges Übergangskonzept nach der Bauprodukten-Richtlinie

Bei Beginn der europäischen Normung stützen sich die Regelsetzer auf die vorhandenen nationalen (DIN) und internationalen (ISO) Standards zur Bestimmung der Wärmeschutz-Kennwerte als Nenn- und Bemessungswerte, siehe DIN EN ISO 10456, [35] und der Beschreibung der Messmethoden, z.B. zum Plattengerät [36]. Damals waren nur in wenigen Normen wie DIN 52612 eine Angabe zur „Messgenauigkeit“ (mit kleiner gleich 5 % aus Ringversuchen und Vergleichsmessungen mit der PTB). Deshalb entschied man sich die erste Serie der europäischen Messnormen ohne diese Angaben zur Messunsicherheit nach wissenschaftlichen Methoden zu erstellen. Allerdings gab es 2003 von CEN die Resolution BT 21/2003 [38] mit der Forderung solche Messunsicherheiten nach ISO-GUM [39] oder anderen anerkannten Bestimmungsmethoden zu erstellen und in die Produktnormen einzubauen. Hintergrund war auch die fehlende Vergleichsmöglichkeit einiger paralleler Messmethoden, die in verschiedenen TCs entstanden. An dieser Ergänzung der wärmeschutztechnischen Messverfahren wird derzeit im DIN-Arbeitsausschuss NA 005-56-98 gearbeitet. Vorarbeiten dazu waren u.a. die Vergleichsuntersuchung an Fensterrahmen mit unterschiedlichen Abstandhaltern [40], an Mauerziegeln [41] und an Kalibriermaterial für höhere Wärmeleitfähigkeit (ähnlich Mauerwerksmaterial) [42].

Eine kritische Analyse der Festlegungen in den EN-Normen zur statistischen Sicherheit, vor allem zur Angabe eines Lambda 90/90-Wertes gibt Fischer in [44] und [45], basierend auf seinen früheren Publikationen der statistischen Grundlagen in der Bauliteratur [46]. Die übliche Definition dieser Zahlenangabe für den Nennwert einer Produktion mit „90 %-Anteil mit einer Annahmewahrscheinlichkeit von 90 % für die Wärmeleitfähigkeit“ (wie z.B. in Anhang D der DIN EN 13162 genannt) wird statistisch für nicht ausreichend erachtet und es seien falsche Interpretationen zum Anteil der unsicheren Produktion publiziert. Es fehle die Angabe zum 90 %- Fraktile „einseitig nach oben begrenzt“ und die Annahme einer Normalverteilung für λ und R sei unrichtig, siehe auch Kap. 7.7. Eine Übersicht aus eher ordnungspolitischer Sicht mit Hinweisen zu Konzepten, wie wärmeschutz- und energiebezogene Festlegungen in der EnEV sich auf die Preise und Gebäudesanierung auswirken, gibt Meyer in [47]. Die Gebrauchstauglichkeit von Bauprodukten zur Schaffung der Luftdichtheit in Baukonstruktionen hinterfragt Köpcke in [48]. Anlass ist die Festlegung zu solchen wichtigen Eigenschaften nach EnEV für den Tauwasserschutz (und damit die Standsicherheit z.B. bei Holz-Dachkonstruktionen) und die Energieeinsparung (durch erhöhte Lüftungswärmeverluste bei schlechter Verarbeitung oder gelöster Verklebung). Dies betrifft die Definition der Brauchbarkeit nach § 5 BauPG und die Festlegungen, welcher Stand der Technik zugrunde zu legen ist. Auch die Zeiträume der Gebrauchstauglichkeit und somit der Lebensdauer von Bauteilen,

Anlagen wie Heizung und ganze Gebäude ist nach BauPG und somit auch nach EnEV derzeit in Deutschland noch „wenig“ untersucht und in den Regeln eingebaut. Dass solche Erkenntnisse sich auch in den Vorschlägen zur Überarbeitung der BPR als neue EU-Bauprodukten-Verordnung wieder finden, zeigt, dass die Gesamtzusammenhänge für neue Bemessungskonzepte der Kennwertfestlegungen zu beachten sind, siehe auch Kap. 3.6.2.

3.6.1 Definition Bauprodukte

Bei der Zuordnung der Wärme-Kennwerte ist wesentlich, die Begriffsebenen für die Bauprodukte selbst klar zu unterscheiden. In der BPR/ BauPG ist diese Definition vorgegeben:

§2 Begriffsbestimmungen

(1) Bauprodukte sind

1. Baustoffe, Bauteile und Anlagen, die hergestellt werden, um dauerhaft in bauliche Anlagen des Hoch- oder Tiefbaus eingebaut zu werden,
2. aus Baustoffen und Bauteilen vorgefertigte Anlagen, die hergestellt werden, um mit dem Erdbo- den verbunden zu werden, wie Fertighäuser, Fertiggaragen und Silos.

Daraus folgt für ein Konzept der Sicherheitsbeiwerte, dass unter „Bauprodukte“ nicht nur Baustoffe und Bauteile zu verstehen sind.

3.6.2 Definition und Kennwerte zur Brauchbarkeit

§5 Brauchbarkeit

(1) Ein Bauprodukt ist brauchbar, wenn es solche Merkmale aufweist, daß die bauliche Anlage, für die es verwendet werden soll, bei ordnungsgemäßer Instandhaltung dem Zweck entsprechend während einer angemessenen Zeitdauer und unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit gebrauchstauglich ist und die wesentlichen Anforderungen der mechanischen Festigkeit und Standsicherheit, des Brandschutzes, der Hygiene, Gesundheit und des Umweltschutzes, der Nutzungssicherheit, des Schallschutzes sowie der Energieeinsparung und des Wärmeschutzes erfüllt.

(2) Ein Bauprodukt gilt als brauchbar, wenn es bekanntgemachten harmonisierten oder anerkannten Normen entspricht oder von diesen nur unwesentlich abweicht.

Mit dieser Definition fordert die BPR und das BauPG [11] Kennwerte zur Brauchbarkeit von Bauprodukten, die zusammen mit den bisher benutzten Kennwerten zum Wärmeschutz ein Bewertungskonzept ergeben sollen. Weitere Hinweise zur Beschreibung der Brauchbarkeit in diesem Sinne enthalten die sog. Guidance Papers zu den Grundlagendokumenten der BPR im Leitpapier F „Dauerhaftigkeit“ [71] sowie die MBO in §3, Abs. 2 [29]. Somit sind für Bauprodukte und Bauweisen angemessene Zeitdauern vorgegeben, für welche die Gebrauchstauglichkeit sichergestellt sein muss, ohne die Bemessungsregeln dazu zu nennen. In einigen LBO wird diese Dauerhaftigkeit von Bauwerksteilen explizit vorgeschrieben. Gemäß EnEV § 6 (1) [28] „sind zu errichtende Gebäude so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist“. Jedoch wie lange ist dauerhaft? Je innovativer eine Technik ist und je länger die Verwendbarkeit des technischen Produktes geplant ist, desto größer wird die Irrtumsgefahr bei der Beurteilung des Verwendungsrisikos. Hinweise, wo die Kenndaten zu den Bauteileigenschaften (wie Luftdichtheit, Wärmebrückenfreiheit, Mindestwärmeschutz) nach den „anerkannten Regeln der Technik“ zu finden sind, gibt EnEV in § 23 vor. Dort wird

auch explizit auf EU-Regeln verwiesen, „wenn ihre Einhaltung das geforderte Schutzniveau in Bezug auf Energieeinsparung und Wärmeschutz dauerhaft gewährleisten“. Hierzu zählen derzeit auch die europäischen Produktnormen für Dämmstoffe und Fassaden (wie DIN EN 13162 für Mineralwolle oder DIN EN 13830 für Vorhangfassaden [72]), in denen über die CE-Kennzeichnung die Produktqualität vom Hersteller nachzuweisen ist.

Aussagen zur Dauerhaftigkeit der Eigenschaften werden i. a. nicht gemacht, da die Nachweisverfahren (noch) nicht festgelegt und in Normen beschrieben sind [51]. Seitens der Hersteller sowie der einbauenden Gewerke liegen meist keine Langzeiterfahrungen vor, Gewährleistung und Haftung sind i.d.R. auf 2 oder 5 Jahre und auch nur auf den Ersatz des eigentlichen Mangels begrenzt, im ungünstigsten Fall kann der Bauunternehmer bei nachweisbarem Organisationsverschulden bis zu 10 Jahre für Schadenersatz haftbar gemacht werden. Somit gehen die Folgen nicht dauerhaft funktionierender Dämm- und Luftdichtheitskonstruktionen i.d.R. überwiegend zu Lasten und Kosten des Bauherren und Wohnungsnutzers in Form kostenintensiver Präventivmaßnahmen, als später aufwändige Beseitigung von Bauschäden oder schlicht durch höhere Betriebskosten [48].

3.7 Konzept nach der Umsetzung der harmonisierten europäischen Normen

Die Nachweisführung zum energiesparenden, wirtschaftlichen Wärmeschutz entwickelte sich in den Verordnungen EnEV 2003, 2007 und 2009 weiter: für die nunmehr definierten Typgebäude mit ausgewählten Anlagenkonfigurationen lassen sich unter Anwendung der jeweils relevanten Berechnungsmethode ((DIN V 4108-6/4701-10, später nach DIN V 18599) Mindestanforderungen an den baulichen Wärmeschutz bestimmen, die zur Einhaltung der Anforderungen der EnEV 2009 und des EEWärmeG mindestens zu realisieren sind. Hierbei wird neben dem nach EnEV einzuhaltenden Primärenergiebedarfswert und dem spezifischen Transmissionswärmeverlustkoeffizienten (H^+) auch eine Angabe zur wirtschaftlich sinnvollen Aufteilung der Einzelbauteilanforderungen vorgenommen [50]. Die Kennwerte zu dieser Nachweisführung stammen für die europäischen Berechnungsnormen aus den europäisch gesammelten Baustoffmesswerten, dargestellt in den Normen wie EN 10456, jedoch zumeist aufgrund der nationalen Baugepflogenheiten aus DIN 4108-4, den sog. Restnormen. Eine Übersicht zu der Verknüpfung zeigt das Bild 10 nach Hegner [13].

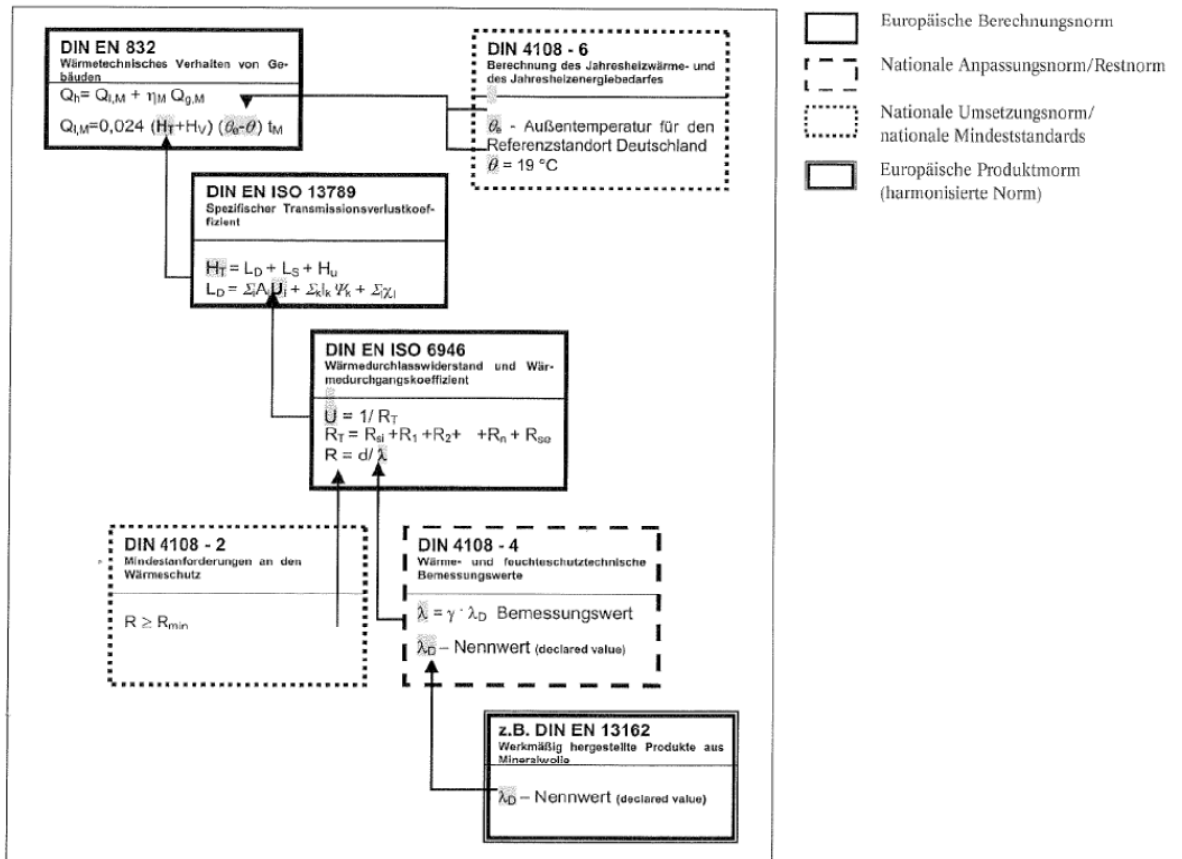


Bild 6: Verknüpfung von nationalen Regeln mit europäischen Vorgaben, nach [13].

In den EN-Produktnormen für Wärmedämmstoffe (wie EN 13162 für Mineralwolle [12]) ist die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit in einer Abstufung von 1 mW/(m·K) anstelle der bisher in D üblichen 5 mW/(m·K)-Stufen enthalten. Dies bedeutet einen Leistungsunterschied zwischen zwei Wärmeleitfähigkeitsstufen von nicht mehr 10 bis 25 % wie in den früheren nationalen Regeln, sondern nur noch von 2 bis 5 %. Verglichen mit den o. g. Messunsicherheiten bei der Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit im Plattengerät von ca. 2 bis 5 % sind somit Produkte nicht mehr durch wenige Messungen eindeutig voneinander unterscheidbar. Auch andere Einflussparameter wie Feuchteschwankungen im Dämmstoff, Ausführungstoleranzen, Fugen bei der Verlegung oder Befestigungsmittel (wie Dübel bei WDVS) sind in der gleichen Größenordnung wie die Stufenbreite. Die früheren 5 mW/(m·K)-Stufen enthielten eine deutlich höheres Vorhaltemaß und damit Sicherheit für diese Ausführungsunwägbarkeiten.

Die europäischen Wärmeleitfähigkeitsstufen sind als sogenannte Nennwerte der Wärmeleitfähigkeit angegeben, die auf der Bestimmung von Messwerten nach der 90/90-Statistik beruhen. Dies bedeutet, dass 90 % der Messwerte mit 90 %-iger Annahmewahrscheinlichkeit unter oder gleich dem Nennwert liegen müssen. Die europäischen Nennwerte der Wärmeleitfähigkeit wurden in DIN V 4108-4 [56] integriert. Um den Unterschied zwischen europäischem Nennwert der Wärmeleitfähigkeit (auf Basis der 90/90-Statistik) und dem deutschem Grenzwert-Konzept, dass kein wesentlicher Anteil der Messwerte unter dem

Wert λ (grenz) liegen soll, deutlich zu zeigen, gibt es in DIN V 4108-4 zwei Kategorien von Bemessungswerten:

- Kategorie 1 steht für die europäischen Werte λ (D) mit einem 20 % Sicherheitszuschlag für die statistische λ (90/90)-Unsicherheit.

- Kategorie 2 steht für die nach bisherigen Regeln ermittelten Werte λ (grenz) mit einem 5 % Sicherheitszuschlag wegen der zusätzlichen technischen „Spezifikation“ (sog. „15er-Zulassung“).

Dies bedeutet derzeit, dass der Dämmstoff in einer zusätzlichen Regelung mit einer jährlichen Fremdprüfung durch eine unabhängige PÜZ-Stelle (Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle) überwacht wird. Dadurch ist i. a. eine höhere Produktsicherheit für den Verbraucher sichergestellt. Weiteres siehe Kap. 7.2.1. Weitere Parameter und Hilfsgrößen zur Umrechnung von Nennwerten auf Bemessungswerte nach DIN EN ISO 10456 [36] ergeben sich auch aus den Messungen z.B. bei unterschiedlichem Feuchtegehalt oder in gealtertem Zustand der Probekörper. In Deutschland ist die Bezugsfeuchte 23 °C/ 80 % relative Luftfeuchte üblich (früher baupraktische Feuchte oder Ausgleichsfeuchte genannt). Europäisch hat man sich aber auf die Bezugsfeuchte 23 °C/ 50 % geeinigt, um die Klimaklassen von Süd- bis Nordeuropa national besser anpassen zu können. Bei nicht hygroskopischen Dämmstoffen wie Mineralwolle, EPS, PUR oder Schaumglas ergeben sich dadurch kaum Unterschiede. Jedoch kann der Unterschied bei hygroskopischen Dämmstoffen wie Hanf, Holzfaser-Dämmstoffen oder anderen Naturprodukten sehr deutlich sein. Man benötigt dafür ebenfalls die o.g. Hilfsgrößen der Statistik, jedoch für diese speziellen Feuchte- oder Alterungszustände: dafür sind Auswerteanalysen zur Feststellung der Streuung und Umrechnungen nach [36], Ziff. 7 und Tab. 4 durchzuführen.

3.7.1 Schwächen in BPR, Forderung zu Überarbeitung

Eine Einschätzung der Situation im Baumarkt nach den ersten Erfahrungen mit der CE-Kennzeichnung ist für den Bereich der Bauprodukte zum Mauerwerk im Positionspapier der DGfM 2006 nachzulesen, Auszug aus [23]. Daraus leiten sich auch Forderungen zur Überarbeitung der Bauproduktenrichtlinie für Kennwerte und Datenqualität ab. Allerdings ist hierbei eher das Bauprodukt „Mauerstein“ als Handelsware gemeint und nicht, wie es konsequent wäre, die funktionelle Einheit „Mauerwerk mit Putz“, siehe Kap. 7.8.1. Zitat:

Die Einführung der ersten Generation europäisch harmonisierter Produktnormen für den Mauerwerksbereich ist mit der Beendigung der Koexistenzperiode der Normenreihe EN 771 praktisch abgeschlossen. Im Ergebnis ist festzustellen, dass CE- gekennzeichnete Produkte zwar europaweit gehandelt, nicht aber uneingeschränkt zur Erstellung baulicher Anlagen verwendet werden können.

Es wird eine Korrektur des Performance-Konzeptes zugunsten einer deskriptiven Produktnormung gefordert:

Die CE-Kennzeichnung mit performance basierten Leistungswerten mag bei vergleichsweise einfachen Bauprodukten, wie zum Beispiel dem Dachziegel, vom Anwender durchaus verstanden werden. Bei komplexeren Bauprodukten, wie z.B. den Mauerstein, der außer Schutz gegen Brand weitere Performance-Eigenschaften wie Schallschutz, Wärmeschutz, Standsicherheit etc. zu erfüllen hat, ist der Verwender bezüglich der Beurteilung der sicheren Anwendung überfordert.

Die Beschreibung der Produkte muß wieder in Normen erfolgen. Das Performance Konzept muss sich – wo erforderlich – wieder für eine beschreibende Produktnormung öffnen. In einem ersten Schritt könnten die europäischen Produktnormen mit nationalen Anhängen ergänzt werden, die Produkte beschreiben, die nach den Technischen Baustimmungen des EU-Mitgliedsstaats verwendbar sind.

3.7.2 Konzept „New Approach“ und neue Bauprodukten-Verordnung

Auslöser der Überarbeitung von der EU-BPR war u.a. die Diskussion um die langwierige, zeitintensive CEN-Standardisierung mit den fehlenden oder unterschiedlichen Angaben zur Vergleichbarkeit der Produkte, zur unterschiedlichen Handhabung der Konformitätsnachweise und die unzureichende Akzeptanz der CE-Kennzeichnung. Diese Diskussion fasst das Kommissionsdokument [24] zusammen, Zitat in Auszügen:

Dieses Papier enthält eine Kurzzusammenfassung der Ergebnisse der Folgenabschätzung, die für die politischen Optionen zur Stärkung und Vereinfachung des für Waren geltenden Binnenmarktrechts durchgeführt wurde, sowie eine Erläuterung des dabei vorgeschlagenen Ansatzes.

Der freie Warenverkehr ist ein Stützpfiler des Binnenmarktes und damit einer der wichtigsten Motoren für Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftswachstum in der EU. Die Harmonisierung technischer Vorschriften auf EU-Ebene hat sich als höchst erfolgreiches Instrument zur Beseitigung technischer Handelshemmnisse erwiesen. Hier trugen die so genannten Richtlinien nach dem neuen Konzept (oder Richtlinien zur CE-Kennzeichnung) wesentlich dazu bei, den Binnenmarkt für Waren zu verwirklichen.

4. WIE KANN DIE BEDEUTUNG DER CE-KENNZEICHNUNG BESSER VERMITTELT WERDEN?

Die CE-Kennzeichnung auf einem Produkt zeigt an, dass es alle rechtlichen Anforderungen erfüllt. Sie ist im Wesentlichen für die Durchsetzungsbehörden bestimmt, was zu Verwirrung führt. Leider verstehen viele Verbraucher die wirkliche Bedeutung nicht und halten das Zeichen für eine Ursprungsangabe oder einen Hinweis darauf, dass ein Produkt von einer Behörde getestet und zugelassen wurde. Die meisten Menschen lassen sich bei ihren Kaufentscheidungen nicht davon beeinflussen, ob ein Produkt die CE-Kennzeichnung trägt oder nicht. Dies ist eine unbefriedigende Situation: Erstens kauft der nichtinformierte Verbraucher möglicherweise gefährliche Produkte, zweitens würden besser informierte und bewusst handelnde Verbraucher Produkte ohne CE-Kennzeichnung meiden, was unweigerlich auf dem Markt zu einer stärkeren Einhaltung der Vorschriften führen würde.

Alle Optionen wurden geprüft, wobei die Möglichkeit einer grundlegenden Veränderung der Bedeutung der CE-Kennzeichnung oder gar deren komplette Abschaffung nicht in Erwägung gezogen wurden, da das Grundproblem dadurch nicht gelöst würde und weitere Nachteile entstehen würden. Die CE-Kennzeichnung ist ein echter Trumpf im internationalen Handel und stärkt die Wettbewerbsposition der europäischen Hersteller. Jegliche Änderung der Bedeutung der CE-Kennzeichnung, gewiss jedoch ihre Abschaffung hätten gravierende Folgen. Außerdem würde eine Abschaffung der Kennzeichnung bedeuten, dass die Durchsetzungsbehörden anders als bisher keine klare Angabe mehr über die Konformität hätten.

Die CE-Kennzeichnung steht für das gesamte Rechtssystem, auf dem die Richtlinien nach dem neuen Konzept aufbauen. Mängel, die häufig der CE-Kennzeichnung angelastet werden, etwa mangelnde Glaubwürdigkeit, sind eigentlich Schwächen des dahinter stehenden Systems. Diese Probleme können daher nicht mit einer Änderung der Kennzeichnung, sondern nur durch eine Verbesserung des Systems behoben werden. Eine stärkere Kontrolle der notifizierten Stellen und eine verbesserte Marktüberwachung sind zwei große Schritte in diese Richtung. Ein weiteres wichtiges Element ist der Wert der CE-Kennzeichnung als Kennzeichnung an sich. Die CE-Kennzeichnung sollte als Gemeinschaftskollektivmarke registriert werden. Dies würde den Behörden das zusätzliche Mittel an die Hand geben, rechtliche Schritte gegen Hersteller einleiten zu können, die die CE-Kennzeichnung missbrauchen, was wiederum die Glaubwürdigkeit des Zeichens steigern würde.

----- Ende Zitat-----

In der Folge hat die Europäische Kommission (KOM) am 23.05.2008 den offiziellen Vorschlag zur Revision der Bauproduktenrichtlinie (BPR) vorgelegt. Ein mehrfach geänderter Entwurf wurde vom Europäischen Parlament 2011 verab-

schiedet und am 4. April 2011 als neue Bauprodukten-Verordnung im Amtsblatt der EU veröffentlicht (BauPVO, engl. CPR, [83]). Diese Verordnung muss nicht, wie die Bauprodukten-Richtlinie von jedem Mitgliedsland in nationales Recht umgesetzt werden, sondern tritt einheitlich am 1. Juli 2013 in Kraft. Darin werden neue Vorschläge zur Prüfung der Brauchbarkeit und Bestimmung der Leistung von Bauprodukten unterbreitet. Das System der Europäischen Technischen Zulassung soll umgestaltet werden und zukünftig durch eine Europäische Technische Beurteilung der Produkte ersetzt werden, die stärker auf den einzelnen Hersteller und das betreffende Produkt zugeschnitten ist. Dies soll durch eine neue technische Beurteilungsgrundlage („European Assessment Document“), welches die bisherigen ETAGs und CUAPs ersetzen wird, erfolgen. Damit sollen auch die o.g. Forderungen nach einer Verbesserung der Marktaufsicht durch transparentere Kennzeichnung und ein anderes Kontrollsystem erfüllbar sein, wie oben zitiert. Die Vergleiche mit dem bisherigen nationalen Überwachungssystem und die Handhabung der Daten aus der werkseigenen Produktionskontrolle sind noch offenen Fragen, vor allem zu den Produkteigenschaften die den Bereich des Wärmeschutzes und der Energieeinsparung betreffen, siehe auch Kap. 7.5.

Für diese neue Festlegung der Marktüberwachung und des Warenverkehrs mit Bauprodukten („New Approach“) hat die EU-Kommission dem CEN ein neues Mandat M/480 am 14. Dez. 2010 erteilt, um die bestehenden CEN-Normen und künftigen Regeln auf diese neue Linie zu verpflichten. Darin sind auch wesentliche Gedanken für die Bestimmung und Handhabung von Kennwerten für die Produktsicherheit und Vereinfachung der Regeln angegeben. Auszüge:

„Es müssen Normen erstellt werden, um die Beurteilung der Energieeffizienz von Gebäuden zu ermöglichen. Die bestehenden harmonisierten europäischen Normen für die Energieeffizienz von Gebäuden werden als Grundlage genutzt und nach Maßgabe der Erfordernisse der Neufassung der CEC-Richtlinie (2010/31/EU) angepasst. Jede Norm (oder Normenreihe) enthält:

- eine klare und umfassende Definition ihres Anwendungsbereichs sowie
- eine klare und umfassende Spezifikation der Inputdaten unter Angabe der Datenquelle, falls es sich dabei um nach einer anderen Norm berechnete Ergebnisse (Output) handelt;
- eine klare und umfassende Spezifizierung des Outputs, der die Ergebnisse der Energieeffizienzbewertung liefern soll, die zugehörigen, für deren richtige Deutung und Nutzung notwendigen Daten sowie alle relevanten Informationen, die die einschlägigen Randbedingungen und die Berechnungs- oder Messschritte dokumentieren;

CEN/CENELEC gewährleisten die Kohärenz zwischen den ...-Normen,...

- eine klare und umfassende Definition ihres Anwendungsbereichs sowie
- eine klare und umfassende Spezifikation der Inputdaten unter Angabe der Datenquelle, falls es sich dabei um nach einer anderen Norm berechnete Ergebnisse (Output) handelt;
- eine klare und umfassende Spezifizierung des Outputs, der die Ergebnisse der Energieeffizienzbewertung liefern soll, die zugehörigen, für deren richtige Deutung und Nutzung notwendigen Daten sowie alle relevanten Informationen, die die einschlägigen Randbedingungen und die Berechnungs- oder Messschritte dokumentieren;

- Ermittlung von Punkten, die der Überarbeitung bedürfen, und Lücken in der bestehenden Normenreihe sowie Klassifizierung derselben nach Priorität auf der Grundlage der Grundprinzipien und in Konsultation mit den Mitgliedstaaten.

- Die Erarbeitung einer übergreifenden Norm zur integrierten Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden unter erneuter Verwendung der Hauptelemente der Norm EN 15603 (Gesamtenergieverbrauch und Festlegung der Energiekennwerte) sowie der Kernelemente anderer wichtiger Normen, einschließlich gemeinsamer

Definitionen, Begriffe und Symbole, die eine systematische, klare und umfassende, sowohl kontinuierliche als auch modulare Struktur bieten und eine schrittweise Umsetzung durch die Mitgliedstaaten ermöglichen, wobei auch der Art der einzelnen Verfahren, die den typischen Nutzer kennzeichnen, Rechnung getragen wird.

-
- Erarbeitung und Anwendung gemeinsamer Grundprinzipien zur geforderten Qualität, Präzision, Verwendbarkeit und Kohärenz jeder Norm;
 - Erarbeitung und Anwendung eines gemeinsamen Formats für jede Norm, einschließlich einer systematischen, hierarchischen und prozeduralen Beschreibung,
 - einer klaren Trennung der Verfahren, Optionen und Daten, die auf nationaler oder regionaler Ebene beizustellen sind;
 - einer gemeinsamen Struktur leicht zugänglicher und vergleichbarer nationaler Anhänge zu jeder Norm, die die nationalen oder regionalen Optionen, Randbedingungen und Eingabedaten enthalten;
 - eines einheitlich strukturierten, jede Norm begleitenden informativen technischen Berichts, der mindestens die Ergebnisse der internen Validierungsprüfungen (wie Tabellenkalkulationen zur Prüfung und Demonstration der Verfahren), Beispiele und Hintergrundinformationen enthält. Alle informativen Teile, die derzeit Bestandteil der Normen sind, werden nach Möglichkeit in diese technischen Berichte übertragen. Dadurch werden die Normen deutlich kürzer und fokussierter, was die Übernahme in nationalen/regionalen Verordnungen (einschließlich Übersetzung) erleichtert.
 - Erarbeitung und Anwendung einer systematischen hierarchischen Nummerierung der Normen;
 - Gewährleistung der Softwareunabhängigkeit und Eindeutigkeit sämtlicher Verfahren;
 - Gewährleistung der Prägnanz und Vollständigkeit der Normen sowie der Möglichkeit zur einfachen Bezugnahme auf dieselben in Rechtsvorschriften;
 - Rationalisierung der verschiedenen in den Normen eröffneten Optionen, da jede Option in Bezug auf die Verfügbarkeit von Eingabedaten und Auswirkungen auf die Energieeffizienz auf spezifische Anwendungen abzielt.
 - Anpassung der Normen an die Erfordernisse der neugefassten GEG-RL; dabei sind folgende Punkte von Belang:
 - allgemeine Überprüfung der Zweckmäßigkeit der vorliegenden Normenreihe, insbesondere für bestehende Gebäude, angesichts der Ausdehnung des Anwendungsbereichs in der Neufassung;
 - größeres Gewicht auf Modelle und Eingabedaten, die für bestehende Gebäude geeignet sind;
 - größeres Gewicht auf passive Kühltechniken und die Bewertung der Energieeffizienz von Kühlsystemen;
 - Integration der Normen für die Inspektion von Heizungs-, Kühlungs- und Lüftungsanlagen;
 - erforderlichenfalls Ausdehnung der Verfahren auf Niedrigstenergiegebäude durch erneuerbare Energiequellen sowie Verfahren für energieproduzierende Gebäude;
 - stärkere Berücksichtigung alternativer Systeme;
 - integriertes Konzept zur Berechnung der Mindesteffizienzanforderungen an technische Gebäudesysteme und die Gebäudehülle unter Berücksichtigung aller Arten der Energienutzung.
 - bessere Nutzbarkeit der CEN-Normen als unmittelbare Referenz im nationalen Recht und hohe Transparenz der nationalen Wahlmöglichkeiten;
 - Erleichterung der aktiven Beteiligung der Mitgliedstaaten am Normungsprozess;
 - Förderung des internationalen Wissensaustauschs und der gemeinsamen Forschung auf dem Gebiet energiesparender Technologien;
 - Förderung der weiteren Verbreitung von Produkten, Dienstleistungen und Immobiliendaten;
 - schnellere Realisierung neuer Lösungen;
 - Förderung der Entwicklung qualitativ hochwertiger und effizienter europäischer Instrumente zur Verwirklichung hocheffizienter Gebäude sowie einer starken Position auf dem Markt für energiesparende Technologien.

-----Ende Auszug-----

3.8 Vorschlag für neues Sicherheitskonzept auf der Basis der „Funktionalen Einheit“ einer Baukonstruktion

Die materialtechnischen Veränderungen der Bauprodukte in und an Baukonstruktionen über die Lebenszyklusphasen müssten realistisch durch variable Material- Kennwerte beschrieben werden. Dies ist aufwändig und meist bauobjektspezifisch, da die jeweiligen Randbedingungen wie Witterung, Orientierung zu Sonne und Regen etc. über Klima- und Standortklasse des Bauwerks und die Schutzmaßnahmen eingehen. Eine andere Betrachtungsweise ist eine Bilanzierung der Produkteigenschaften über die zwei Grenzzustände „neu“ und „gealtert“ nach statistischen Methoden, wie dies z.B. beim Wärmedurchgangskoeffizient U von Mehrscheibenisolierverglasungen (MIG) mit Edelgasfüllung und einer Gasverlustrate pro Jahr (1 %/ a) schon bei der Erstprüfung erfolgt. Daraus ergeben sich die Kenndaten für einen „mittleren“ Gebrauchszustand über die Nutzungsdauer von ca. 25 Jahren, wie dies auch im Leitfaden Nachhaltiges Bauen [25], dort Kap. 7, angegeben ist. Solche „Bemessungswerte“ sind für die Berechnung des spezifischen Transmissionswärmeverlustes H_T in den Nachweisen zum energiesparenden Wärmeschutz nach EnEV [28] von den Planern und Energieberatern zu verwenden. Die Angaben zu den jeweiligen Bemessungsmethoden und die Bemessungswerte selbst finden sich für die wesentlichen bauphysikalischen Kennwerte, nach Produktgruppen geordnet, in der DIN 4108-4 [56], den Bauregellisten [15], in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, europäisch technischen Zulassungen mit nationalen Ergänzungen und den Produktblättern der Hersteller (CE- Kennzeichnung). Aus solchen „offiziellen“ Bauphysik-Kennzahlen entstehen für die Bewertung des nachhaltigen Bauens die sog. EPDs (Environmental Product Declaration) nach ISO 14025 für Bauprodukte [58], derzeit überwiegend für Baustoffe und Bauteile, jedoch nicht für komplett betriebsfertige Baukonstruktionen als „Funktionelle Einheiten“ (FE). Damit ist für Planer und Entscheider eine Auswahl auf Produktebene möglich, jedoch berücksichtigen diese EPDs keine unterschiedlichen Produkteinsätze im Gebäude und auch keine Wechselwirkungen der angrenzenden Materialien (Unverträglichkeit). Die Zertifizierungssysteme auf der Basis von EPDs unterstützen somit nicht die bauobjektbezogene Auswahl auf Bauproduktebene.

Wenn aber mit Hilfe einer solchen Erweiterung auf die FE die oben genannten Anforderungen des Mandats M/480 erfüllbar sein sollen, könnte dies nur mit Hilfe eines Datenbank-Systems und der elektronischen Kennzeichnung erfolgen. Nur damit lassen sich die große Zahl der notwendigen bauphysikalischen und bautechnischen Kenndaten über die zwei wichtigen Lebenswegphasen eines Gebäudes „Bauerstellung“ und "Nutzung und Gebäudebetrieb" einbeziehen. Folgende Aspekte tragen dazu bei:

- Erfassung und Berücksichtigung von anwendungsbezogenen Randbedingungen wie Standort, Gebäudenutzung oder Gebäudeausrichtung,
- Abbildung zeitabhängiger Kenndaten wie Transmissions- und Lüftungswärmeverluste infolge von bedeutenden tages- und jahreszeitlich bedingten Schwankungen sowie langfristig durch Qualitätseinbußen bei bauphysikalischen Produkteigenschaften wie Verschlechterung der wärmetechnischen Kennwerte durch Alterung (Ist-Zustand),

- Berücksichtigung der Lebensdauer von Bauprodukten sowie deren Anschlüsse (Sollzustand) unter Einbeziehung unterschiedlicher Maßnahmen für Instandhaltung und Sanierung,
- Berücksichtigung der Prognosemethoden für Produktdaten in den unterschiedlichen Bilanzierungsphasen (Grobplanung, Ausschreibung, Einbau, Altgebäudeerfassung) in Software [59] auch hinsichtlich der Datenverfügbarkeit und Datenqualität,
- Festlegung verschiedener Zeitintervalle wie z. B. Rechenschrittweite für die Ermittlung des Zeitverlaufs der Stoff- und Energieströme sowie des Betrachtungszeitraums für die Sachbilanz nach DIN EN ISO 14040 [60],
- Aufbereitung der Sachbilanzergebnisse für die Wirkungsabschätzung und den Mehrwert qualitativ höherwertiger Bauprodukte und Bauweisen. Dies betrifft sowohl die kontinuierlichen Stoffströme, z. B. für den Energieverbrauch eines Gebäudes, als auch diskrete z. B. für Instandhaltungs- und Sanierungsarbeiten.

Für eine solche Erweiterung der Produkt-EPDs auf die Ebene der FE sind Bilanzierungsschritte einzuführen, die die gesamte zu untersuchende Nutzungsphase (z. B. bei Fenstern mit MIG 25 Jahre oder für Außenwände mit WDVS 30 Jahre, nach [25]) in Zeitintervalle einteilen. Wie fein die Bilanzierungsschritte gewählt werden müssen, hängt von der Fragestellung und den verfügbaren Kenndaten ab. Die funktionalen Zusammenhänge $f(t)$ der Stoff- und Energieströme in der Nutzungsphase müssen bereits vor Beginn der Bilanzierung festgelegt werden (z. B. Zeitverlauf des Gas- und Wärmeverlustes bei MIG durch alternde Dichtungen). Über die funktionalen Zusammenhänge hinaus gibt es auch diskrete Maßnahmen zu bestimmten Zeitpunkten (z. B. Oberflächenbehandlung eines Bauteils zum Feuchte- / Regenschutz wie Holz- Fensterrahmen oder verputzte Außenwand) zum Erhalt der Gebrauchstauglichkeit und somit z.B. des Bemessungswertes zum Wärmeschutz. Die daraus folgenden Stoff- und Energieströme werden in dem entsprechenden Zeitintervall mit aufsummiert. Auf Basis solcher Prozessstrukturen kann die Energie- oder Ökobilanz für alle Bilanzierungsschritte von $t = 0$ (Herstellung der Bauprodukte) über die Nutzungsphase bis $t = \max$. (Recyclingprozesse) aufgestellt werden.

Ein solches Vorgehen mit zeitvariablen Produkt- Kennzahlen scheint derzeit aufgrund der überwiegend unbekanntenen und nicht standardisierten Zusammenhänge zwischen der Verwendung von Bauprodukten in unterschiedlichen Baukonstruktionen als „Funktionelle Einheit“ und den bauphysikalisch relevanten „Meta-Daten“ (wie Luftdichtheit und Schalldämmung) nicht für die Baupraxis machbar. Dies wäre erst möglich, wenn die jeweilige Funktion wie z.B. „Luftdichtheit einer Dachdämmung“ nicht nur im Neuzustand der Klebebänder auf der Dichtfolie (wie derzeit bei Blower-Door-Messungen), sondern auch nach Klima- und Windbelastung mit Hilfe von repräsentativen, zeitvariablen Kenndaten beschreibbar wäre. Solches lässt sich derzeit nur mit Hilfe von aufwändiger Messwerterfassung im Labor (Klimasimulator) oder an ausgeführten Objekten (insitu-Messung) [26, 89] durchführen. Beispiele dazu werden in Kap. 7.8 angegeben.

4 Stärken und Schwächen des neuen Sicherheitskonzeptes

Die Diskussion der traditionellen Kennwerte zum Wärmeschutz und zur Energieeinsparung (wie λ und R zu Baustoffen und homogenen Bauteilen oder U zu zusammengesetzten Bauteilen) zeigt, dass die Bestimmungsverfahren, richtig angewendet und mit den notwendigen Angaben zu den Probekörpern und der Messunsicherheit versehen, eine ausreichende Basis für weitere statistische Angaben bilden. Doch je dicker die Dämmschichten auf Wänden oder in anderen Bauteilen werden, desto höher ist der Einfluss von Anschlussbereichen, Befestigungsmitteln oder Luftspalte d.h. der Wärmebrücken. Dies wurde im vor kurzem überarbeiteten Beiblatt 2 zur DIN 4108 auch berücksichtigt. Wenn weitere Reduzierungen im geforderten Energiebedarf nach EnEV kommen (wie zunächst angekündigt um ca. 15 bis 30 % in 2012) dann werden die Effekte 2. und 3. Ordnung in der Wärmeübertragung eine wesentliche Rolle einnehmen: instationäre Wärmespeicherung der Solarstrahlung bei Tag auf Bauteiloberflächen und durch transparente Flächen in den Räumen machen sich dann stärker bemerkbar, ebenso die Konvektionswärmeströme in leichten, nicht luftdichte Dämmstoffe oder Bauteilfugen. Auch die latente Wärmeübertragung durch feuchte Baustoffe wie nicht ausreichend regengeschütztes Mauerwerk oder durch Tauwasser in Bauteilen wird zu berücksichtigen sein. Dies zu erfassen mit den traditionellen Mess- und Erfassungsmethoden gelingt unter den wirtschaftlichen Vorgaben der EnEV nicht, jedoch sind die Ansätze dazu mit neuen Kennwerten möglich. Die elektronische Kennzeichnung und ein Bauteil-Monitoring mit Hilfe der RFID-Sensortechnik und die Verarbeitung der so gewonnenen Daten könnten helfen, die Gebäude über die Jahrzehnte der Nutzung auf einem hohen technischen Stand zu halten [73]. Die Chance dazu besteht, wenn dem Planer und Investor vor Ort und aktuell an seinem Heim-PC (oder mobilem Smartphone) aufgezeigt wird, in welchem Zustand seine Bauteile sind. Dieses transparente und objektbezogene Darstellen des Vorteils, den man durch qualitativ höherwertige Bauprodukte erreichen kann (beim Neubau als auch bei der Sanierung und Austausch von Bauteilen beim Altbau), ist ein wesentlicher Aspekt in einem neuen Konzept zum Wärme- und Klimaschutz. Somit ist ein Bedarf für neue, andere Kennwerte zur Datenqualität gegeben, nämlich für die Nachvollziehbarkeit zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Für eine Investitionsentscheidung zu Baubeginn liegen i. a. ganz andere Daten und Definitionen zum Wärmeschutz vor („Passivhausniveau“ oder „KfW-40-Standard“) als zur Fachplanung und Bauvergabe. Doch der Investor will sein Zertifikat zum Passivhaus oder zur Nachhaltigkeit vorab (für die Finanzierung/ Banken) und erst später bei der Bauausführung an den Details entscheidet sich, ob die in der Vorplanung angesetzten Kennwerte auch eingehalten sind, vgl. Kap. 7.8, Bild 18. Die elektronische, digitale Gebäudeakte kann mit Hilfe der RFID-Technik entstehen und dann bei der Bauübergabe dem Investor als CD-ROM zusammen mit der „goldenen Nachhaltigkeitsplakette“ übergeben werden.

Ein wesentlicher Vorteil der elektronischen Kennzeichnung von Bauprodukten ist die Möglichkeit zum automatischen Abgleich eines Produktes mit den Vorgaben. Damit eignet sich dieses Konzept auch für eine bessere Produktkontrolle und Marktüberwachung, wie in der neuen BauPVO/ CPR gefordert. Bei dem Soll- Ist- Vergleich werden die wesentlichen Kenndaten des auf der Baustelle vorhandenen Bauteils, denen aus dem Bestellprozess oder dem Materialwirt-

schaftssystem und der Produktions-Planung und -Steuerung gegenüber gestellt. Der virtuelle Baustellenkiosk führt für jeden einzelnen Kennwert einen Vergleich durch und kennzeichnet Übereinstimmungen oder Abweichungen in den Ampelfarben. Je nach definiertem Schwellenwert und Art des Kennwertes werden Abweichungen in gelber oder roter Farbe hervorgehoben. Wahlweise werden rot gekennzeichnete Abweichungen auch explizit vorgelesen. In [62] sind am Beispiel einer Verglasung beide Fälle dargestellt. Somit können vorhandene Fehler schnell erfasst werden, was vor allem bei der Eingangs- und Ausgangskontrolle von Vorteil ist, da Fehler hier noch ohne großen Aufwand behoben werden können. Mit Weiterverarbeitung des Bauteils setzen sich Abweichungen des Einzelbauteils in die Eigenschaften der funktionellen Einheit fort. Dementsprechend ist ab diesem Zeitpunkt eine Verknüpfung der Kenndaten notwendig. Beispiele hierzu sind in Kap. 7.8.2 angeführt. Soll- Ist- Vergleiche können mit dem System nicht nur für die bauphysikalischen Kenndaten sondern auch für die wichtigsten Eckpunkte der Versorgungskette durchgeführt werden. Für die Bauphysik sind hierbei besonders Punkte von Interesse, wo dies die Qualität der Bauprodukte beeinflusst. Beispielsweise können dies die zwingende Einhaltung von Transportlagen, maximale Lagerung unter Sonneneinwirkung oder den Schutz vor Frost oder Nässe betreffen [74].

Dies eröffnet für die elektronische Kennzeichnung mit Hilfe der RFID- Technik nicht nur in der qualitativen Beschreibung der Bauprodukte und der Baustoff- und Bauteil-Logistik große Chancen, sondern auch in der Anwendung zur Qualitätssicherung komplexer Bauteile und ganzer Bausysteme. Einmal zur Kennzeichnung der Eigenschaften nach den europäisch harmonisierten Anforderungs- und Leistungsklassen der Einzelbauteile zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Produkten. Zweitens zur Verknüpfung der Kennzahlen der Lieferbauteile in die Bausystemebene und den Soll-Ist-Vergleich von Planung und ausgeführter Baukonstruktion und somit auch zur Marktüberwachung und Stärkung der CE-Kennzeichnung

5 Anwendungsbeispiele

Beispiele für die Anwendung der Beschreibung des Wärmeschutzes als übergeordnete funktionale Einheit sind in der Tabelle in Kap. 7.8 für besonders kritische oder derzeit normungstechnisch interessante Fälle genannt:

- Mauerwerk mit Zusatzdämmung,
- Glasfassade, Fenster, Rahmenprofile und VIP-Brüstungselement,
- Dachdämmung mit konventioneller oder IR-Foliendämmung.

5.1 Bewertung neuer Kennwerte mit Statistik-Programmen VaP

Wenn die wärmetechnischen Kenndaten so vorliegen, dass auch die für eine statistische Bewertung benötigten Daten vorliegen, können mit den heute leicht verfügbaren Algorithmen und Berechnungsprogramme (zur Statistik und Versagenswahrscheinlichkeit z.B. VaP [79]) die Vergleiche zwischen unterschiedlichen Bausystemlösungen gezogen werden. Somit lässt sich der Nutzen aus einer qualitativ belegbaren Variante der Bauausführung vorab schätzen. Ei-

ne Übersicht der dafür notwendigen Daten und deren Bedeutung für die Berechnung des Unsicherheitsbudgets zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 1: Übersicht zu Datenart und Datenqualität für statistische Bewertung (noch in Folgeprojekten weiter auszuführen).

Datenart am Beispiel:	Datenqualität / Bewertung für Wärmeschutz- Bemessung:						
	Nr. 1	2	3	4	5	6	7
Wärmeschutz im Winter / Tauwassergefahr an Fensterlaibung	Produktionsstreuung, Rohstoff-Streuung/	Werksunterschiede / WPK / QM	Beschränkte Probenanzahl	Messmethode / Angaben Messunsicherheit	Fehlende Produktangaben im Prüfbericht	Keine Referenz im Zertifikat	Ohne Kennzeichnung, Fälschung
Lambda-Wert Messung: homogener Leichtbeton	+++	+++	++	++	+	+	+
R-Wert Berechnung: LB-Mauerwerk mit Dämmung und Putz	+	-	-	++	+++	+++	+
U-Wert Berechnung: Außenwand mit Fenster und Rollläden	+	-	-	+	++	+++	-
Q(H)-Berechnung: Raum mit Fenstern, natürliche Belüftung	-	-	-	+	++	+++	-

5.2 Feuchte- und Tauwasserschutz und Versagen von Baukonstruktionen

Hinweise zur Umsetzung des neuen Konzeptes mit elektronischer Kennzeichnung an Beispielen wie:

- Vermeidung von Tauwasser an Bauteilen (Fenster/ Fassaden, Holz-Leimbinder von öffentlichen Gebäuden!)
- Erkennen von Alterung z.B. bei undichten Fugen, gelösten Klebemitteln der Luftdichtheitsschicht etc.

(noch in Folgeprojekten weiter auszuführen)

5.3 Energieeffizienz- und Nachhaltigkeits-Nachweise durch Gebäudeakte

Die Forderung nach Gebäudepass und Energieausweis nach EnEV 2007 auf der Basis der EU-Effizienzrichtlinie brachte neue Werkzeuge für die Datenerfassung und Datenbewertung wie die Elektronische Gebäude- und Anlagen-Checkliste für Nichtwohngebäude für eine Gebäudeinspektion als Basis für die Berechnung nach DIN V 18599 [50].

Bild 7: Darstellung der Eingabemaske für eine Checkliste zur Kenndatenerfassung nach DIN V 18599, aus www.ibp.fraunhofer.de/wt

Dort werden eine Vielzahl von Kenndaten zum energetischen Zustand von Bauteile und Anlagenteilen erhoben, derzeit noch meist ohne eine Hinterlegung, woher die Daten stammen und welche Qualität diese haben, siehe Bild oben. Eine Integration solcher Bewertungshilfen ist hilfreich und notwendig, um die auch für diese Normenserie „18599“ geltende Forderung der Kommission nach einer Abschätzung der Aussagegenauigkeit zu erfüllen. Die Überarbeitung der an die EPBD gekoppelten Normen läuft derzeit.

Zusammen mit den laufenden Arbeiten in der ARGE RFIDimBau zur Nutzung der RFID-Technik in und an Bauteilen ergeben sich dann mittelfristig nicht nur die o.g. Checkliste für die Bauprodukt-Daten mit einer hoffentlich besseren Dokumentation und Rückverfolgbarkeit der erhobenen Daten. Diese lassen sich bei der Anlieferung und beim Einbau „automatisch“ erfassen und melden ihre Datenqualität an den „Bauserver“ und erzeugen den gewünschten Soll-Ist-Vergleich zur Bauabnahme. Daraus können die geforderten Nachweise und die Daten zur Verwaltung von Gebäude und Anlagen entstehen. Ein möglicher Weg vom Papiretikett zur elektronischen Datei ist in Bild 8 dargestellt.

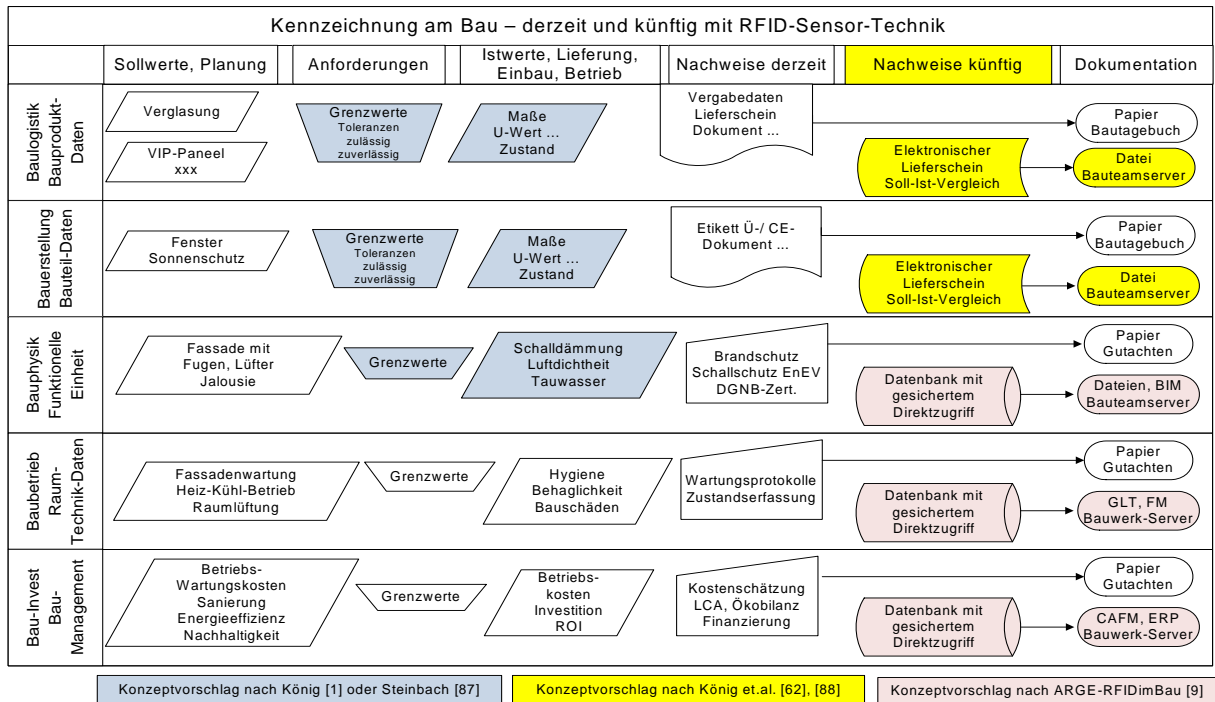


Bild 8: Kennzeichnung am Bau, derzeitige und künftige Handhabung nach vorliegenden Konzeptvorschlägen, aus [88].

6 Hinweise zum weiteren Vorgehen

Aus der bisherigen Diskussion zu einem neuen Bewertungskonzept der Sicherheitsbeiwerte im Wärmeschutz und zur Energieeinsparung sind aus heutiger Sicht folgende Hinweise zum weiteren Vorgehen zu geben:

- Diskussion des Konzepts mit dem SVA des DIBt in 2012,
- Abstimmung mit den Bauverbänden und dem BBR/ BMVBS über eine nächste Umsetzungsphase zusammen mit der Projektserie zum Einsatz der elektronischen Kennzeichnung in der ARGE RFID, um konkrete Fallbeispiele und Demonstratoren zu bearbeiten,
- Neudefinition von funktionell zusammengehörige Bauteil- und Anlagenstrukturen in wärmeschutztechnischer Sicht als Templates für die Erprobung zusammen mit Produktherstellern, wie beispielsweise:
 - o Glasfassade mit VIP-Brüstungspaneel (hierzu haben VIP-Hersteller ihr Interesse schon bekundet),
 - o Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung inklusive zugehöriger installierter Sicherheitseinrichtungen (Brandschutzschott, Schalldämpfer),
- Mitwirkung bei den Untersuchungen an schlanken, kostengünstigen Monitoringsystemen für Bestandsbauten und kleine Wohngebäude zur Schadensvermeidung an sensiblen Bausystemen,
- Mitwirkung bei der Bereitstellung von Eingangsgrößen für die Gebäudebewertung über z.B. digitale Gebäudeakten (Energiepass, Nachweise höherwertiger Bauausführung, CO₂- Zertifikate).

7 Weiterführende Unterlagen

7.1 Zusammenfassung aus IBP-Bericht GB 116/1994, Zitat aus [1]

Die Anforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden sind bauaufsichtlich verbindlich in der Wärmeschutzverordnung (WSchV) festgelegt und werden sich mit der Neufassung zum 1. Januar 1995 um ca. 30 % erhöhen. Hierbei ist i. a. der Heizwärmebedarf von Räumen als Maximalwert (in kWh/m²a) vorgeschrieben. Welche Bemessungswerte sich für die wesentlichen wärmeschutz-technischen Eigenschaften der Baustoffe ergeben, ist nicht dargelegt: Nach den üblichen Rechenregeln der DIN 4108 werden die amtlich bekannt gemachten Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit verwendet, die sich aus Versuchsergebnissen an Probekörpern oder aus Finite- Differenzen- Berechnungen mit Hilfe von Regressionsanalysen ergeben. Eine einheitliche, statistisch vergleichbare Bewertung für die Festlegung solcher "Bemessungswerte" unter Berücksichtigung der wesentlichen Einflussgrößen (Mittelwerte, Streuungen) wie Rohdichte, Abmessungen der Bauteile, Feuchtegehalt bei der Anwendung u. a. findet nur sehr eingeschränkt bei den Beratungen in den Sachverständigenausschüssen statt. In dem hier vorgestellten Bemessungskonzept werden die für statistische Verfahren wesentlichen Schritte bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs von der Rohstoffschwankung bei der Herstellung bis zum Einbau in das Bauteil am Beispiel einer Außenwand diskutiert und die charakteristischen Vorhersagewerte beschrieben. Mit den im Bereich der Standsicherheit und Tragwerksplanung von Gebäuden anerkannten Grundlagen der Statistik können die für den Wärmeschutz notwendigen Teilsicherheitsfaktoren ermittelt werden, je nach Lage der Baustoffe und Wichtigkeit für den Gesamtwert. Die Basisvariablen für die Umwelt-, Bauwerk- und Nutzungseinflüsse ergeben die Faktoren R für die Beanspruchung und S für die Belastungen im klassischen Wahrscheinlichkeitsmodell $G = R \cdot S$. Aus den gemessenen und zu erwartenden Mittelwerten, den unterschiedlichen Streubreiten und den Modellunsicherheiten errechnet sich durch eine Mehrfachregression mit Teil-Approximation die Erfüllungs- oder Versagenswahrscheinlichkeit und die Gewichtungsfaktoren einzelner Einflussgrößen. Durch ein Iterationsverfahren kann nun, je nach Umfang und Kenntnis der wesentlichen und vorliegenden Basiswerte zum Baustoff und Bauteil ein mit vergleichbarer Sicherheit vorhersagbarer, charakteristischer Wert zum Wärmedurchlasswiderstand unterschiedlicher Konstruktionsvarianten ermittelt werden. Aus den für die jeweilige Anwendung typischen Streuungen für die Abmessungen ergeben sich dann Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit für einzelne Baustoffe. Ob diese künftig stärker an die Lage der Baustoffe im Bauteil und damit an die Belastung gekoppelt werden muss, ist zu vermuten und soll durch weitere Beispiele in der nächsten Projektphase gezeigt werden. Nur so lassen sich dann Gesamtenergiebilanzen für unterschiedliche Gebäudekonzepte hinsichtlich Wärmeverlusten und Wärmegewinnen aus Solarenergie und internen Lasten etc. unter Einbezug von Investitions- und Wartungsaufwand gewichten und Aussagen zur Gebrauchstauglichkeit von Bau- und Dämmstoffen erstellen.

Das hier beschriebene Bemessungskonzept für den Wärmeschutz basiert auf den allgemein anerkannten technischen Sicherheitsregeln und der Kenntnis eines hohen Standards im wärmetechnischen Messen. Die derzeit in CEN TC 89 "Wärmeschutz von Bauteilen" diskutierte Übernahme der ISO-Standards zur Festlegung von Messverfahren der Wärmeleitfähigkeit als europäische Norm stellt eine fundierte Grundlage dar mit den notwendigen Fehler- und Toleranzbetrachtungen. Die in CEN TC 88 "Wärmedämmstoffe" zur Zeit geführte Diskussion um Regularien zur Güteprüfung [19] und die Festlegung in prEN 30456 [14] zur Weiterbehandlung von Messwerten der Wärmeleitfähigkeit in Nenn- (oder Design-) Werte sind weitere Baustoffe für eine Erprobung des neuen Bemessungskonzeptes. Wie in der Vorhabensbeschreibung erwähnt, ist nunmehr in Zusammenarbeit mit z.B. Industrieverbänden und Normungsgremien die weitere Umsetzung an konkreten Bauprodukten vorzunehmen. Hierzu wird vorgeschlagen, solche Baustoffe und Bauteile als erstes auszusuchen, die empfindlicher auf Produktions- und Klimaeinflüsse reagieren und die derzeit in der Erprobung sind. Mögliche Beispiele sind Dämmstoffe aus Naturstoffen, die gegen biologische Verwertbarkeit und Feuchteinflüsse mit Schutzmitteln ausgerüstet sind. Zur Dauerhaftigkeit der Schutzmittel und somit der neuen Dämmstoffe bei verschiedenen Anwendungen ist es noch wenig bekannt; aus diesen Gründen könnten statistische Verfahren, hergeleitet aus Kurzzeittests, zu vernünftigen Vorhersagewerten führen.

7.2 Nennwerte der Wärmeleitfähigkeit nach EN-Normen

Die Bestimmung des Nennwertes von Bauprodukten wie Dämmstoffen erfolgt einheitlich nach der Regel, wie in den EN-Normen z.B. EN 13162:2001 für Mineralwolle festgelegt, Auszug aus [12].

Anhang D (informativ)

Beispiele für die Bestimmung von Nennwerten des Wärmedurchlasswiderstandes und der Wärmeleitfähigkeit für ein Produkt oder eine Produktgruppe

D.1 Fälle, in denen sowohl Wärmedurchlasswiderstand als auch Wärmeleitfähigkeit angegeben werden

Es stehen für eine Produktgruppe 14 Prüfergebnisse für die Wärmeleitfähigkeit zur Verfügung, die durch direkte Messungen nach 5.3.2 und nach Tabelle B.1 ermittelt wurden und in Tabelle D.1 beispielhaft aufgeführt sind.

Tabelle D.1 — λ -Prüfergebnisse

Prüfung Nr.	λ W/(m · K)
1	0,036 6
2	0,039 0
3	0,038 2
4	0,037 8
5	0,041 0
6	0,041 2
7	0,039 7
8	0,041 7
9	0,041 5
10	0,040 2
11	0,041 7
12	0,040 6
13	0,040 8
14	0,042 1

Die mittlere Wärmeleitfähigkeit ist das arithmetische Mittel der 14 Prüfergebnisse:

$$\lambda_{\text{Mittel}} = 0,040 1 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

Der Schätzwert der Standardabweichung der Wärmeleitfähigkeit, s_λ , wird nach Anhang A, Gleichung (A.2), wie folgt bestimmt:

$$s_\lambda = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{14} (\lambda_i - 0,040 1)^2}{14 - 1}} = 0,001 66$$

Die berechnete Wärmeleitfähigkeit, $\lambda_{90/90}$, wird nach Anhang A, Gleichung (A.1), wie folgt bestimmt, wobei der Faktor $k = 1,90$ ist:

$$\lambda_{90/90} = 0,040 1 + 1,90 \times 0,001 66 = 0,043 3 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

Der sich ergebende Nennwert der Wärmeleitfähigkeit, nach den Rundungsregeln in 4.2.1 auf 0,001 W/(m · K) nach oben gerundet und unter Anwendung des Schrittes von 0,001 W/(m · K), beträgt 0,044 W/(m · K); ein größerer Wert darf angegeben werden.

Für ein Produkt in der Produktgruppe, welches eine Nenndicke von 80 mm hat, wird dann der berechnete Wärmedurchlasswiderstand, $R_{90/90}$, nach Anhang A, Gleichung (A.3), wie folgt berechnet:

$$R_{90/90} = 0,080/0,0433 = 1,848 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Der sich ergebende Nennwert des Wärmedurchlasswiderstandes, nach den Rundungsregeln in 4.2.1 auf $0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ nach unten gerundet und unter Anwendung des Schrittes von $0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, beträgt $1,80 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$; ein kleinerer Wert darf angegeben werden.

D.2 Fälle, in denen nur der Wärmedurchlasswiderstand angegeben wird

Es stehen für ein bestimmtes Produkt mit vorgegebener Dicke 14 Prüfergebnisse für den Wärmedurchlasswiderstand zur Verfügung, die durch direkte Messungen nach 5.3.2 und nach Tabelle B.1, ermittelt wurden und in Tabelle D.2 beispielhaft aufgeführt sind.

Tabelle D.2 — R-Prüfergebnisse

Prüfung Nr.	R $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
1	2,19
2	2,05
3	2,10
4	2,12
5	1,95
6	1,94
7	2,01
8	1,92
9	1,93
10	1,99
11	1,92
12	1,97
13	1,86
14	1,90

Der mittlere Wärmedurchlasswiderstand ist das arithmetische Mittel der 14 Prüfergebnisse:

$$R_{\text{Mittel}} = 1,99 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Der Schätzwert der Standardabweichung des Wärmedurchlasswiderstandes, s_R , wird nach Anhang A, Gleichung (A.5), wie folgt bestimmt, wobei der Faktor $k = 1,90$ ist:

$$s_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{14} (R_i - 1,99)^2}{14 - 1}} = 0,0944$$

Der berechnete Wärmedurchlasswiderstand, $R_{90/90}$, wird nach Anhang A, Gleichung (A.4), wie folgt bestimmt:

$$R_{90/90} = 1,99 - 1,90 \times 0,0944 = 1,81 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Der sich ergebende Nennwert des Wärmedurchlasswiderstandes, nach den Rundungsregeln in 4.2.1 auf $0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ nach unten gerundet und unter Anwendung des Schrittes von $0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, beträgt $1,80 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$; ein kleinerer Wert darf angegeben werden.

Diese informative Regel gilt für den Nennwert des Produktes ab Werkstor für den freien Warenverkehr in Europa maßgebend und ist im CE-Zeichen dokumentiert, siehe Bilder 4 und 5.

Bei beiden Beispielen ist neben der CE-Kennzeichnung auch das Ü-Zeichen für die Übereinstimmung mit den nationalen Anwendungsregeln notwendig, siehe Kap. 7.3 .

Anhang ZA
(informativ)
Abschnitte dieser Europäischen Norm, die Bestimmungen der EG-Bauproduktenrichtlinie betreffen

ZA.1 Abschnitte dieser Europäischen Norm, die Bestimmungen der EG-Bauproduktenrichtlinie betreffen

Diese Europäische Norm wurde gemäß dem von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone an CEN erteilten Mandat erarbeitet.

Die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Abschnitte dieser Europäischen Norm erfüllen die Anforderungen des Mandats M/103, das auf der Grundlage der EG-Bauproduktenrichtlinie (89/106/EWG) erteilt wurde.

Die Übereinstimmung mit diesen Abschnitten berechtigt zur Annahme, dass das von dieser Europäischen Norm abgedeckte Bauprodukt für die vorgesehenen Verwendungszwecke (Wärmedämmung für Gebäude) geeignet ist.

WARNUNG Für die Bauprodukte, die in den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm fallen, können weitere Anforderungen und EG-Richtlinien, welche die Eignung des Produktes für die vorgesehenen Verwendungszwecke nicht beeinflussen, gelten.

ANMERKUNG Zusätzlich zu den konkreten Abschnitten dieser Norm, die sich auf gefährliche Substanzen beziehen, kann es weitere Anforderungen an die Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, geben (z. B. umgesetzte europäische Rechtsvorschriften und nationale Rechts- und Verwaltungsvorschriften). Um die Bestimmungen der EG-Bauproduktenrichtlinie zu erfüllen, ist es notwendig, die besagten Anforderungen, sofern sie Anwendung finden, ebenfalls einzuhalten. Eine Informations-Datenbank über europäische und nationale Bestimmungen über gefährliche Substanzen ist auf der Website der Kommission EUROPA (CREATE, Zugang über <http://europa.eu.int>) verfügbar.

Tabelle ZA.1 — Relevante Abschnitte

Bauprodukte: Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) entsprechend dem Anwendungsbereich dieser Norm				
Vorgesehene Verwendung: Wärmedämmung für Gebäude				
Anforderung/ Eigenschaft laut Mandat	Anforderungsabschnitte in dieser Europäischen Norm		Manda- tierte Klassen oder Stufen	Technische Klassen oder Stufen oder Grenzwerte ^a
Brandverhalten, Euroklassen- Eigenschaften	4.2.8	Brandverhalten	Euro- klassen	—
Wärmedurchlasswiderstand	4.2.1	Wärmedurchlasswiderstand und Wärmeleitfähigkeit	—	Stufen
	4.2.3	Dicke	—	Klassen/Stufe

Bild 9: Konzept Auszug aus EN 13162 [12], Anhang ZA zur Verdeutlichung der Anforderungen an Eigenschaften und Kenndaten in unterschiedlichen Stufen und Klassen, hier „informativ“. Dieser Anhang ZA ist über die BRL verbindlich, siehe Kap. 7.3.

7.3 Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit

Die Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit werden nach den nationalen Regeln der EU-Staaten, in Deutschland gemäß der Bauregellisten [15], festgelegt. Dort sind die über europäisch harmonisierte Normen beschriebenen Bauprodukte wie Dämmstoffe in BRL B Teil 1 weiter geregelt. Unter anderem ist der in den ENs als informativ bezeichnete Anhang ZA verbindlich gemacht:

Bauregelliste B Teil 1*)

– Ausgabe 2007/1 –

1 Bauprodukte im Geltungsbereich harmonisierter Normen nach der Bauproduktenrichtlinie¹⁾

1 Als Norm wird in Spalte 3 die europäische Kurzbezeichnung der harmonisierten Norm angegeben, wie sie auch als zusätzliche Angabe zur CE-Kennzeichnung zu verwenden ist. Bei der Übernahme der harmonisierten Normen in das Normenwerk des DIN wird der europäischen Kurzbezeichnung der Zusatz „DIN“ vorangestellt.

2 In Europäischen Normen enthaltene informative Anhänge ZA gelten als Bestandteil der harmonisierten Normen.

3 Anwendungsnormen bzw. Anwendungsregelungen sind in der Liste der Technischen Baubestimmungen und in dort nicht erfassten allgemein anerkannten Regeln der Technik enthalten. Gibt es solche Anwendungsnormen oder Anwendungsregeln nicht, handelt es sich bei der Verwendung des Bauprodukts um nicht geregelte Bauarten. Für deren Anwendung ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich, wenn dies im Teil II der Liste der Technischen Baubestimmungen so festgelegt ist oder sich aus den Anlagen E von Teil I der Liste der Technischen Baubestimmungen ergibt.

Bauregelliste B Teil 1 – Ausgabe 2007/1

1 Bauprodukte im Geltungsbereich harmonisierter Normen nach der Bauproduktenrichtlinie

1.5 Dämmstoffe für den Wärme- und Schallschutz

1.6 Türen und Tore

Lfd. Nr.	Bauprodukt		In Abhängigkeit vom Verwendungszweck erforderliche Stufen und Klassen
	Bezeichnung	Norm	
1	2	3	4
1.5.6	Werkmäßig hergestellte Dämmstoffe aus Schaumglas (CG)	EN 13167:2001-05, EN 13167:2001/A1:2004-05 In Deutschland umgesetzt durch DIN EN 13167:2001-10, DIN EN 13167/A1:2004-08	Anlage 01 Zusätzlich gilt: Anlagen 04 und 05
1.5.7	Werkmäßig hergestellte Dämmstoffe aus Holzwolle (WW)	EN 13168:2001-05, EN 13168:2001/A1:2004-05 In Deutschland umgesetzt durch DIN EN 13168:2001-10, DIN EN 13168/A1:2004-08	Anlage 01 Zusätzlich gilt: Anlagen 04 und 05

Hier ist auch erwähnt, dass neben zusätzlichen Regeln zum Brandschutz (Anlagen 01, 04, 05), die nicht in den EN-Normen enthalten sind, weitere Regelungen für die Anwendung im Bauwesen in der Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB, [31]) bekannt gemacht werden. In der LTB ist die DIN 4108-4 „Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte“ zitiert [56], wo die Umrechnung der Nennwerte in Bemessungswerte und die Forderung nach dem einzuhaltenden Grenzwert bei der Produktkontrolle genannt sind. Dies resultiert aus der Festlegung, dass der Nennwert des Produktes aus Labormessungen mit einer 90 % statistischen Sicherheit für einer 90 % der Produktion gilt (Lambda 90/90). Die Bauaufsicht und die Dämmstoffhersteller wollen aber eine höhere Sicherheit und führten einen Zuschlagsfaktor von 20 % ein, siehe Auszug, Fußnote b. Über die Art und Güte der Werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) ergibt sich der einzuhaltende Grenzwert der Wärmeleitfähigkeit (Fußnote c). Daraus wiederum wird mit dem Minimalzuschlag für Feuchte- und Verarbeitungseinflüsse der Bemessungswert ermittelt (Fußnote d). Diese ergänzen-

den nationalen Regelungen sind in den sog. 15er-Zulassungen des DIBt enthalten, siehe z.B. [80].

Tabelle 2 — Zeile 5 von Tabelle 1 für Wärmedämmstoffe nach harmonisierten Europäischen Normen

Zeile	Stoff	Kategorie I		Kategorie II		Richtwert der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl ^a μ
		Nennwert $W/(m \cdot K)$ λ_D	Bemessungswert $W/(m \cdot K)$ λ^b	Grenzwert $W/(m \cdot K)$ λ_{grenz}^c	Bemessungswert $W/(m \cdot K)$ λ^d	
5.1	Mineralwolle (MW) nach DIN EN 13162	0,030	0,036	0,0290	0,030	1
		0,031	0,037	0,0299	0,031	
		0,032	0,038	0,0309	0,032	
		0,033	0,040	0,0319	0,033	
		0,034	0,041	0,0329	0,034	
		0,035	0,042	0,0338	0,035	
		
0,050	0,060	0,0480	0,050			
5.2	Expandierter Polystyrolschaum (EPS) nach DIN EN 13163	0,030	0,036	0,0290	0,030	20/100
		0,031	0,037	0,0299	0,031	
		0,032	0,038	0,0309	0,032	
		0,033	0,040	0,0319	0,033	
		0,034	0,041	0,0329	0,034	
		0,035	0,042	0,0338	0,035	
		

a	Es ist jeweils der für die Baukonstruktion ungünstigere Wert einzusetzen. Bezüglich der Anwendung der μ -Werte siehe DIN 4108-3.
b	$\lambda = \lambda_D \cdot 1,2$
c	Der Wert λ_{grenz} ist im Rahmen der technischen Spezifikationen des jeweiligen Dämmstoffs festzulegen.
d	$\lambda = \lambda_{\text{grenz}} \cdot 1,05$
e	die alternative Ermittlung von λ ist möglich nach Anhang C
f	praktisch dampfdicht, DIN EN 12086 oder DIN EN ISO 12572: $s_d \geq 1\,500\text{ m}$
g	in den Zeilen 5.9 und 5.10 ist die Umrechnung der Feuchte bereits realisiert; in der Zeile 5.9 ist die Umrechnung $\lambda = \lambda_D \cdot 1,23$ und $\lambda = \lambda_{\text{grenz}} \cdot 1,1$ sowie in der Zeile 5.10 $\lambda = \lambda_D \cdot 1,23$ und $\lambda = \lambda_{\text{grenz}} \cdot 1,07$

Wenn Bauprodukte zum Wärmeschutz außerhalb der Festlegungen in den harmonisierten Normen anzuwenden sind, z.B. außerhalb der Abdichtung unter einem Gründach oder als neuartige Produkte aus pflanzlichen Fasern (wie Hanf oder Wiesengras), so regelt dies national die „Allgemeine bauaufsichtlich Zulassung (abZ) oder die europäische Zulassung (ETA). Welche Regeln dazu gelten und die entsprechenden technischen Festlegungen dazu werden auch in der BRL B Teil 1 [15] sowie in <http://www.dibt.de/de/zulassungen.html> bekannt gemacht.

7.4 Wärmebrücken, Anschlüsse an Regelquerschnitten

Zu den Kennwerten bei Wärmebrücken folgt ein Auszug aus DIN 4108 – Beiblatt 2. Änderungen gegenüber der Vorgängerversionen 1998 in Ausgabe 2004 waren neue Kapitel mit 38 weiteren Anschlussdetails und die Aufnahme von „Gleichwertigkeitsnachweisen“, „Empfehlungen zur energetischen Betrachtung“, „Angabe aller längenbezogener Wärmebrückenverlustkoeffizienten (2004, PSI-Werte, ab 2006 als längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient benannt)“, „Randbedingungen mit Darstellung der für die Berechnung der PSI- und f_{RSI} -Werte verwendeten Annahmen“. In der Ausgabe 2006 kamen weitere Klarstellungen und Erweiterungen zu Bauteilen wie Rollladenkästen hinzu:

DIN 4108 Bbl 2:2006-03

Einleitung

Die Bedeutung energiesparender Maßnahmen, insbesondere auf dem Gebiet der Gebäudeheizung, steht in engem Zusammenhang mit der Lösung von Umweltproblemen und ist ein vorrangiges, gesellschaftliches Anliegen.

Eine wesentliche Voraussetzung zur Einsparung von Heizenergie ist ein guter Wärmeschutz der Außenbauteile. Dabei ist zu beachten, dass die wärmeschutztechnische Qualität der Außenbauteile nicht nur von den Wärmedurchlasswiderständen (R) bzw. von den Wärmedurchgangskoeffizienten (U) der einzelnen Außenbauteile abhängt, sondern auch von der Ausbildung der Anschlussbereiche zwischen den einzelnen Bauteilen. Dieses Phänomen wird mit zunehmender Verbesserung des Wärmeschutzes bedeutsamer: Aus energetischer Sicht sind Wärmebrücken zu beachten, da ihr Anteil am Transmissionswärmeverlust eines Gebäudes erheblich sein kann.

Aus Gründen der Behaglichkeit ist es wünschenswert, möglichst gleichmäßige innere Oberflächentemperaturen zu erhalten. Wärmebrücken sind dabei die Schwachstellen, da sich an ihnen in der Regel die tiefsten raumseitigen Oberflächentemperaturen einstellen.

Tauwasserbildung setzt überall dort ein, wo die örtliche Oberflächentemperatur die Taupunkttemperatur des jeweiligen Wasserdampfdruckes unterschreitet. Tauwasserschäden treten deshalb in der Regel zuerst im Bereich von Wärmebrücken auf. Schimmelpilzbildung kann bereits bei Luftfeuchten erfolgen, die noch keine Tauwasserbildung zur Folge haben. Je nach Oberflächenmaterial kann bei relativen Luftfeuchten über etwa 80 %, entsprechend der dazugehörigen Oberflächentemperatur, auf dem Wege der Kapillarkondensation Feuchte aufgenommen werden und bei entsprechender Dauer zur Schimmelpilzbildung führen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Beiblatt enthält Planungs- und Ausführungsbeispiele zur Verminderung von Wärmebrückenwirkungen. Das Beiblatt stellt Prinzipskizzen von Anschlussdetails aus dem Hochbau dar. Dargestellt werden Planungs- und Ausführungsbeispiele nur unter dem Aspekt des Wärmeschutzes. Andere bauphysikalische und statisch konstruktive Anforderungen müssen nach den geltenden Regelwerken ausgeführt werden.

Bemessungswerte des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten¹⁾ ψ und der Temperaturfaktoren f_{RSI} können Wärmebrückenkatalogen entnommen oder nach DIN EN ISO 10211-1 und DIN EN ISO 10211-2 (siehe auch [1] bis [4]) berechnet werden.

Die angegebenen längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ sind Referenzwerte und dienen ausschließlich dem Nachweis der Gleichwertigkeit anderer, nicht im Beiblatt abgebildeter Anschlussausbildungen. Sie sind nicht die längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten der abgebildeten Anschlussausbildungen.

Die in diesem Beiblatt angegebenen Bedingungen und Randbedingungen gelten nur für den rechnerischen Nachweis der in diesem Beiblatt aufgeführten Beispiele.

Dieses Beiblatt berücksichtigt nicht alle bei Gebäuden auftretenden Wärmebrücken. Der Einfluss von Wärmebrücken, für die dieses Beiblatt keine Planungs- und Ausführungsbeispiele enthält, kann unter Beachtung des hier verwendeten Aufbauprinzips vermindert werden. Andere Anforderungen bleiben hiervon unberührt.

d.h. alle Berechnungen basieren auf Bemessungswerten der Wärmeleitfähigkeit von Dämmschichten (Tab. 3, Fußnote a) in DIN 4108 Beiblatt 2 von 0,04 W/(m·K).

7.5 Energieeffizienz von Gebäuden und neue Bau-Produkte-Verordnung

Die Verknüpfung von Anforderungen an die Hüllbauteile und an die Anlagentechnik unter Einflussnahme der Nutzer (Lüftung, Regelung) zeigt das folgende Schemabild deutlich. Zu Kap. 5.3.5: Neue Kennwerte aus der Weiterentwicklung der EnEV zur DIN EN V 18599. nach Wolf, Jagnow und [50]:

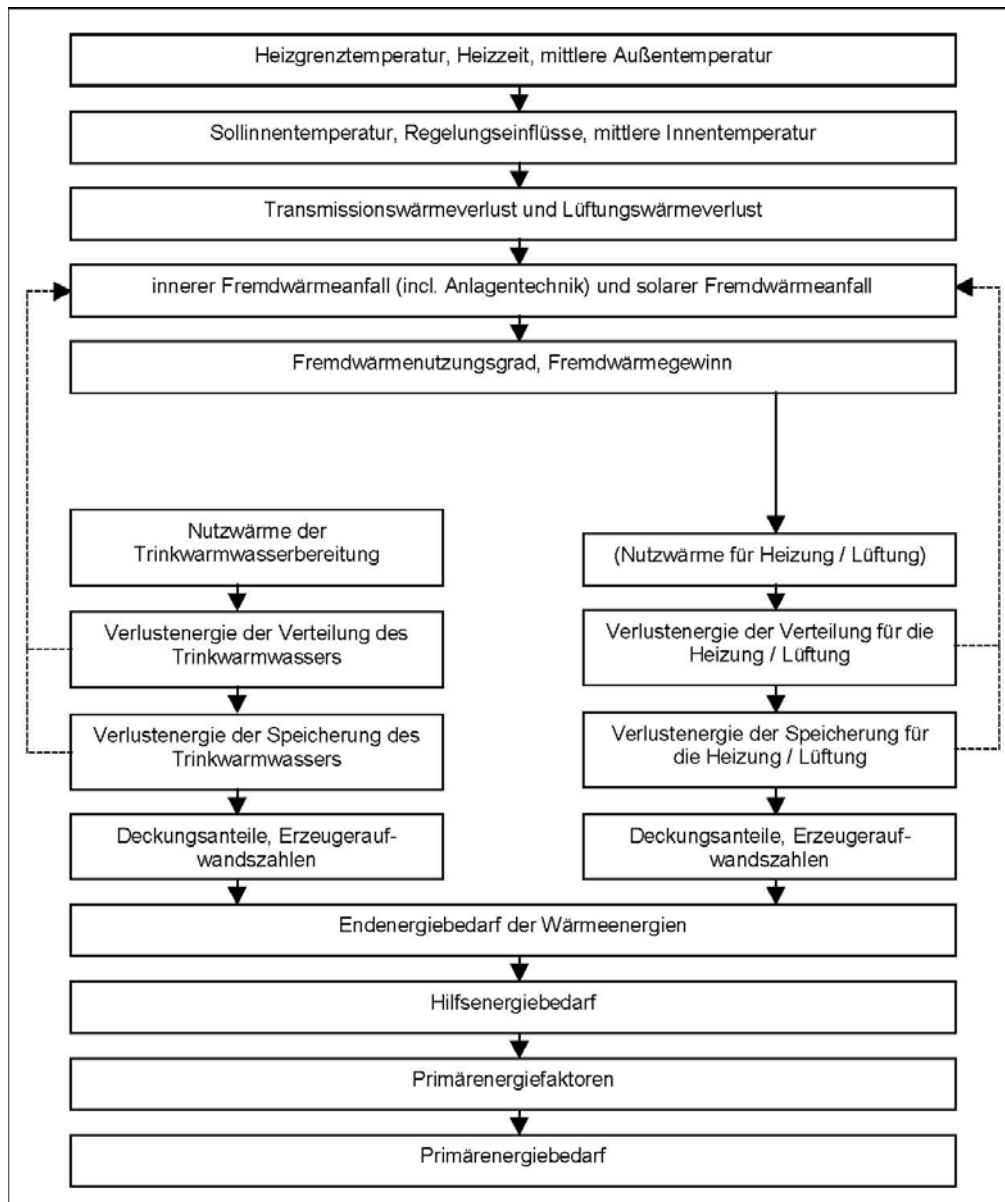


Bild 10: Konzept Darstellung der Verknüpfung von Kenndaten zu äußeren und inneren Randbedingungen, relevanten Hüllbauteilen, Nutzerverhalten, technischen Anlagen und zu Energieträgern, um den Primärenergiebedarf für die Funktionelle Einheit „Gebäude“ zu ermitteln.

Dieses oben genannte nationale Konzept findet seine Umsetzung in den Vorschlägen zu einer neuen EPBD, siehe Dijk [70] und Hogeling [84]: (Auszug)

„To be refined in consultation with the member states“ ...

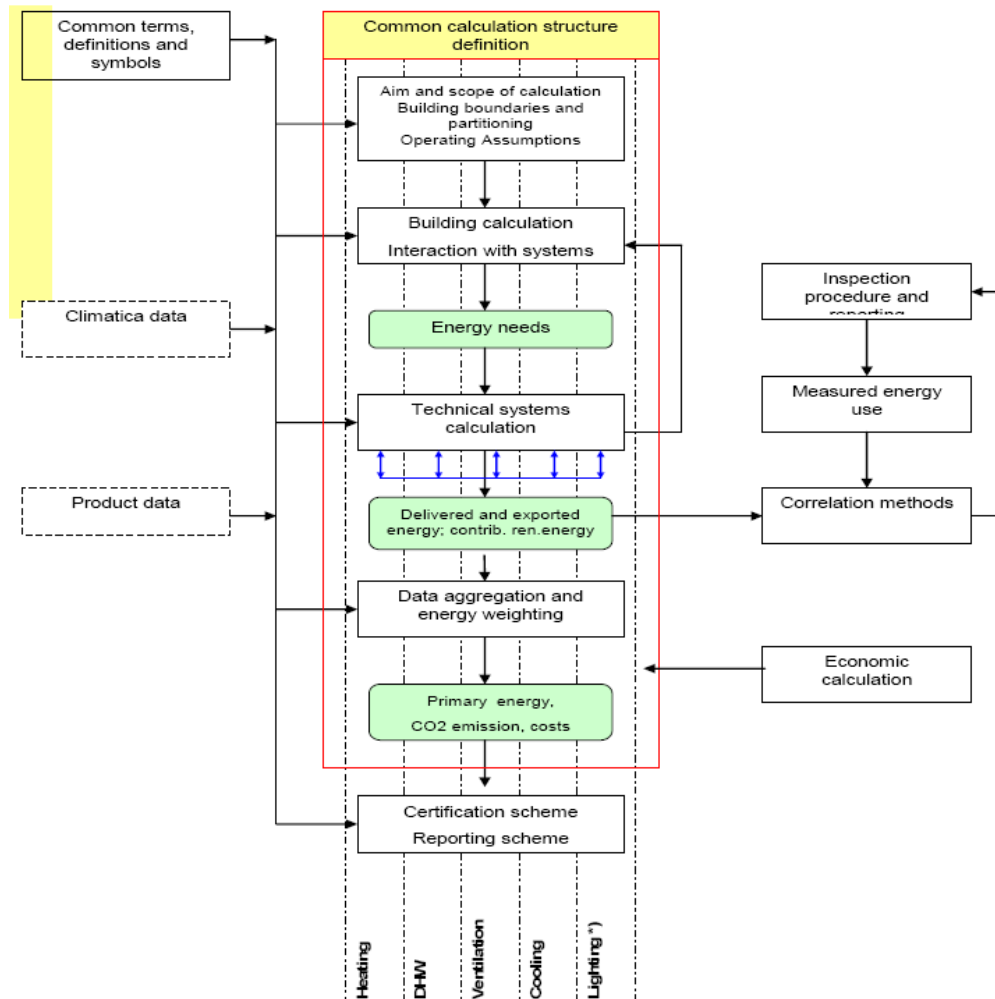


Bild 11: Konzept Darstellung des Datenflusses und der Methodenverknüpfung, nach [70].

Weitere Hinweise zu den Kennwerten für ein Bewertungskonzept auf der nächst höhere Ebene des Bauens nach ökologischen und nachhaltigen Prinzipien finden sich z.B. in

- BMVBS „Leitfaden Nachhaltiges Bauen des Bundes“ in [25],
- aus Österreich zum klima:aktiv Haus, oebox-at, nach [57].

Eine Aufweitung der Anforderungen an das Bauen wird der Übergang von der bisherigen Bauprodukten-Richtlinie BPR zur künftigen Bauprodukte-Verordnung BauPV/ CPR geben, siehe gelbe Markierungen im folgenden Zitat:

Mitteilung von UBA zu 2. Lesung BauPV am 17.01.2011 (14.01.2011, Zitat):

Von der Bauproduktenrichtlinie zur Bauproduktenverordnung - zeitgemäße Weiterentwicklung der Umweltaanforderungen in Sicht

Die Europäische Kommission schlägt vor, die Bauproduktenrichtlinie (89/106/EWG) durch eine neue Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten PDF / 248 KB zu ersetzen. Die Zielsetzung des Verordnungsvorschlags vom Mai 2008 ist dieselbe wie schon in der Bauproduktenrichtlinie: den freien Verkehr mit Bauprodukten auf dem Binnenmarkt und ihre uneingeschränkte Verwendung zu fördern. Durch die Revision sollen diese Ziele sich einfacher, transparenter, effizienter und kostengünstiger erreichen lassen. Die neue Verordnung würde viele Kernelemente der Bauproduktenrichtlinie beibehalten. Neue Schwerpunkte sind eine gemeinsame technische Fachsprache, die eine Festlegung harmonisierter Bedingungen für das Inverkehrbringen von Bauprodukten unterstützt sowie klare Bedingungen für den Zugang zur CE-Kennzeichnung. Der Vorschlag der Kommission wird seit über zwei Jahren in den Gremien des Europäischen Parlaments und des Rates der Europäischen Union intensiv beraten. Die zweite Lesung im Europäischen Parlament ist für den 17. und 18. Januar 2011 geplant. Vollständig rechtskräftig wird die neue Verordnung voraussichtlich ab Juli 2013.

Der Vorschlag der Europäischen Kommission greift einige Empfehlungen des EPA Networks auf. In seinem Diskussionspapier von 2007 hatte das EPA Network Vorschläge zu einer sachgerechten Integration des Umweltschutzes in die Revision der EG-Bauproduktenrichtlinie unterbreitet. Insbesondere die Vorschläge der Kommission für die Novelle der Basisanforderung „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ an Bauwerke und die Ergänzung einer neuen Basisanforderung „Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen“ an Bauwerke leiten sich von den Empfehlungen im „Zagreb Statement“ des EPA Networks ab. Diese Vorschläge haben sowohl das Europäische Parlament als auch der Rat in der ersten Lesung unterstützt. Andere Vorschläge des EPA-Netzwerks, wie eine bessere Information der Nutzer der Bauprodukte über gefährliche Stoffe in der CE-Kennzeichnung, hat das Europäische Parlament in seiner ersten Lesung aufgegriffen.

Das UBA begrüßt europäische Mindestschutzniveaus

Ein „Entwurf einer legislativen Entschließung des Europäischen Parlaments zu dem Vorschlag für eine Bauproduktenverordnung“ für die zweite Lesung liegt seit 30. November 2010 vor. Der Entwurf beruht auf den Ergebnissen des informellen Trilogs zwischen den drei im gesetzgebenden Prozess der EU involvierten Institutionen - der Europäischen Kommission, dem Rat der Europäischen Union und dem Europäischen Parlament. In diesem Entwurf sind einige für den Umwelt- und Gesundheitsschutz wichtige Ergänzungen zum Vorschlag der Kommission enthalten.

Neu ist, dass die Europäische Kommission, die Verordnung bei Bedarf durch sogenannte delegierte Rechtsakte ergänzen kann. Das neue Vorgehen aus dem Lissabon-Vertrag sollte den Vollzug der neuen Verordnung erleichtern. Die Kommission kann zum Beispiel die wesentlichen Merkmale eines Bauproduktes festlegen, die der Hersteller immer in einer Leistungserklärung zu deklarieren hat. Die Leistungserklärung ist Voraussetzung für die CE-Kennzeichnung. Auch kann die Kommission in delegierten Rechtsakten Schwellenwerte oder Leistungsklassen für wesentliche Merkmale auf einem hohen Schutzniveau festlegen. So würde sich die Glaubwürdigkeit der CE-Kennzeichnung als Garantie für die Einhaltung gesetzlicher Mindeststandards verbessern.

Falls die Kommission keine wesentlichen Merkmale festlegt, ist die Leistungserklärung lediglich entsprechend einem Katalog von wesentlichen Merkmalen am Ort des Inverkehrbringens zu erstellen. Dies ist aus der Sicht des Umwelt- und Gesundheitsschutzes unzulänglich, da die Vorschriften in den Mitgliedstaaten mit Umweltaspekten sehr unterschiedlich umgehen. Für das Ziel einer vereinheitlichten Deklaration von Umwelt- und Gesundheitsaspekten bei den im Binnenmarkt gehandelten Bauprodukten ist es sehr wichtig, dass die Kommission die ihr neu delegierten Befugnisse tatsächlich wahrnimmt.

Außerdem sehen die Ergebnisse des informellen Trilogs eine wesentliche Verbesserung bei der Verfügbarkeit von Informationen über gefährliche Stoffe in der CE-Kennzeichnung vor. Das UBA hält es für wichtig, die Informationspflichten aus der Umweltgesetzgebung der EU in der Leistungserklärung für Bauprodukte umzusetzen, insbesondere dort, wo bereits europäisch harmonisierte Anforderungen bestehen. Angaben über enthaltene besonders besorgniserregende Stoffe nach der REACH-Verordnung oder ein Sicherheitsdatenblatt sind nun der Leistungserklärung beizufügen, so lautet ein im Trilog erzielter Kompromissvorschlag. Zusätzlich ist noch die Verpflichtung vorgesehen, nach drei Jahren zu prüfen, ob die Stoffdeklaration erweitert werden soll. Bei der Überprüfung setzt sich das UBA für eine Aufnahme der prioritären Stoffe im Bereich der Wasserpolitik PDF / 119 KB und der Biozid-Wirkstoffe in die Leistungserklärung ein.

7.6 Hinweise zu Ökobilanz und Funktionelle Einheit

Tabelle 2: Beispiele funktioneller Einheiten nach [55] für unterschiedliche Bezugsebenen

Funktionelle Einheit	Ziel der Studie	Funktion des Systems	Beispiel
Massen- oder Volumeneinheit Baustoff	Schwachstellenanalyse eines Produktionsprozesses	Bereitstellung einer definierten Menge Baustoff	kg Zement
Massen- oder Volumeneinheit Baustoff	Optimierung von Fertigungsabläufen	Konditionierung einer definierten Menge Baustoff	kg Baustahl
Massen- oder Volumeneinheit Baustoff	Verfahrenstechnische und logistische Optimierungen	Bereitstellung einer definierten Menge Baustoff	m ³ Bimsstein
Flächeneinheit eines Bauteils	Produkt- und Qualitätskontrolle	Bereitstellung eines Bauteils mit definierten k-Wert und g-Wert	m ² Fenster
Flächeneinheit eines Bauteils	Bauteiloptimierung	Bereitstellung eines Bauteils mit definierter Statik und k-Wert	m ² Wand
Flächeneinheit eines Bauteils	Analyse neuer oder optimierter Applikationen	Bereitstellung eines Bauteils mit definiertem Aufbau (Dämmung x, Wandbaustoff y, k-Wert)	m ² Wand
Gesamtgebäude	Komplettlösungen und integrale Bauteiloptimierung	Bereitstellung eines Bauteils mit optimiertem Systemverhalten	1 Gebäude
Gesamtgebäude	Sensitivitäts- oder Dominanzanalyse	Bereitstellung einer definierten Nutzfläche bestimmter Randbedingungen	1 Wohnhaus mit 120 m ² WF
Gesamtgebäude	Strategische Entscheidungen	Wettbewerbsfähigkeit sichern	1 Gebäude
Gesamtgebäude	Politische Rahmenbedingungen verbessern (Gesetzgebung)	Innovationsfähigkeit des Produktsystems oder der Branche stärken	1 Gebäude

7.7 Berechnungsprogramme für statistische Aussagen und Sicherheitsbeiwerte

Eine umfangreiche und wissenschaftlich fundierte Darstellung der Statistik zur Bautechnik gibt Fischer in [46]. Eine aktuelle Diskussion zu den Angaben der wärmeschutztechnischen Kenngrößen „Lambda 90/90“ oder „R-Wert 90/90“ bei Dämmstoffen findet sich vom gleichen Autor in [44] und [45]. Hinweise auf Schwachstellen oder Korrekturen für Folgeausgaben der Dämmstoffnormen wie DIN EN 13162 für Mineralwolle [12] sind:

- Annahme der Normalverteilung für den Wärmedurchlaßwiderstand R kann nicht sein, wenn dies für die Wärmeleitfähigkeit λ gilt und Zahlenwerte für R nur über eine angenommene Nenndicke berechnet sind (wie im Anhand D),
 - der Wert Wärmeleitfähigkeit λ Nr. 13 „fällt aus dem Rahmen und muss 0,0430 lauten, um zu den angegebenen R-Werten zu passen; damit ergeben sich andere Mittelwerte und Standardabweichungen,
 - zu statistisch korrekt abgesicherten Aussagen sind größere Grundgesamtheiten als die geforderten 10 Messwerte notwendig (nach A.2 in [12] aus einem Produktionszeitraum von mind. 10 Tagen bei neuen Produkten oder von max. 3 Jahren bei Serienproduktion).
- Solche Hinweise zeigen weiteren Handlungsbedarf auf, siehe Kap. 3.2.

7.7.1 Empfehlungen aus dem DIBt zu Berechnungen

Mit der Entwicklung von leistungsfähigen Computern mit preisgünstigen Speichern kam der Hinweis 2004 aus dem DIBt [35] vermehrt Berechnungen statt aufwendige, teure experimentelle Prüfung bei neuen Bauprodukten einzusetzen. Dies solle aber mit ausreichender Beschreibung des „tatsächlichen physikalischen Systems (Bauprodukt) in seinen wichtigsten Eigenschaften erfolgen“. Diese Begründung ist hilfreich in der Argumentation, dass zum Vergleich mit der Wärmeübertragung an und durch Bauteile (als negative Verluste und positive Gewinne) die mehrdimensionalen, zeitvariablen Vorgänge beim Wärmeschutz (einschließlich z.B. der Randeinflüsse, Wärmebrücken und Infiltrationsverluste) zu betrachten sind.

7.7.2 Messunsicherheit nach GUM

Für die in Kap. 3.2 genannten Bereiche zur Ergänzung von Standards mit Angaben zur Messunsicherheit und Datenqualität sind nachfolgend einige Quellen, Hilfen, weiterführende Literatur und Berechnungsprogramme genannt.

Messverfahren: Mit Wärmestrommessern und mit Infrarotkamera bei insitu-Messverfahren, siehe in ISO-WD 9869-2 2008 [26].

Software:

a) Tools for the test laboratory to implement measurement uncertainty budgets, Sven Nytoft Rasmussen; Nordtest Techn. Report 430, 1999. (Guter Vergleich der Konzepte zu den Computer Programmen).

b) GUM-Programme, siehe [68]:

- GUM-Workbench, Metrodata GmbH, Grenzach-Wyhlen,
- QMSys-GUM-Enterprise, QualiSyst, Gabrovo, Bulgarien,
- GUMsim, quo-data GmbH, Dresden.

Vorgehensweise im GUM Workbench-Programm, nach [68]

1. Modell erstellen
 - a) Mathematische Gleichungen, die die Meßgröße mit den während der Messung beobachteten Größen verknüpfen, werden im Formeleditor erstellt: *ergebnisgröße = f (eingangsgröße)*.
 - b) Eingabe der für die Messung relevanten Daten jeder Eingangsgröße z. B. je Typ: *Ergebnis, Zwischenergebnis, Konstante, aus Beobachtung, aus Import, ...*
2. Beobachtungen
Falls Größen während der Messung aus Beobachtungen ermittelt werden: *Eingabe des Umfanges, manuelle Eingabe von Werten, Daten – Import, ...*
3. Korrelationen
Eingabe von bekannten Korrelationen zwischen Eingangsgrößen.
4. Erstellung des Meßunsicherheits-Budgets durch GUM
Darstellung sämtlicher Eingangs- und Zwischengrößen, derer Werte und Meßunsicherheiten, sowie des Endergebnisses.
5. Berichtserzeugung

The screenshot shows the 'Korrelations-Matrix' (Correlation Matrix) in the GUM Workbench software. The table is as follows:

	s_m	θ_K	θ_W	φ	$\Delta\theta_K$
s_m	1.0				
θ_K		1.0			
θ_W			1.0		
φ				1.0	
$\Delta\theta_K$					1.0

c) QMSys-GUM-Enterprise: Software für Messunsicherheitsanalyse, setzt die beiden mächtigsten Methoden zur Berechnung der Messunsicherheit ein - die Unsicherheitsfortpflanzung (GUM Uncertainty Framework, GUF) und die Monte-Carlo Methode. Sie erfüllt die Anforderungen der Normen ISO/IEC/EN 17025:2005 - General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories und ANSI/NCSL Z540.3-2006 - Requirements for the Calibration of Measuring and Test Equipment. Weiteres siehe [68] und in <http://www.qsyst.com>

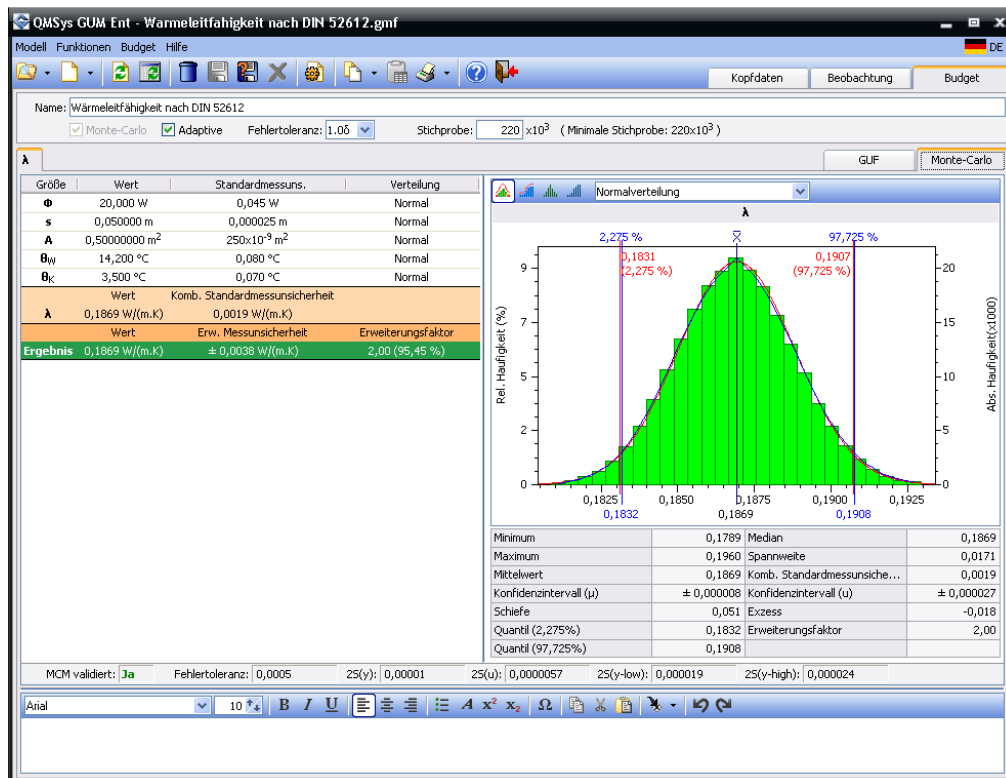


Bild 12: Beispiel für die Ermittlung der Messunsicherheit aus der Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit für Mauerwerksmaterial nach EN 12664.

7.7.3 Programmfamilie VaP

Zur Berechnung der statistischen Größen, wie in Kap. 5.1 vorgestellt, kann das Rechenprogramm VaP 2.3 benutzt werden. In der früheren Arbeit [1] diente eine Vorgängerversion mit nur wenigen Eingabehilfen dazu, die Aussagewahrscheinlichkeiten aus den Kenngrößen zum Wärmeschutz zu ermitteln. Die Grundlagen des Programms und seiner Funktionalität ist in [76] nachzulesen. Anbei sind einige Beispiele zu den wesentlichen Aussagen dargestellt.

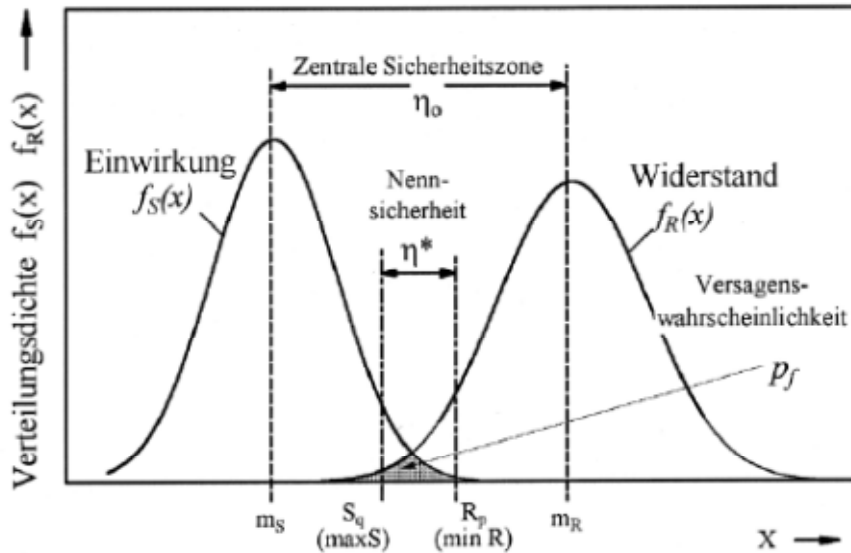


Bild 13: Schematische Darstellung der Häufigkeitsverteilung von Einwirkungen und Widerständen

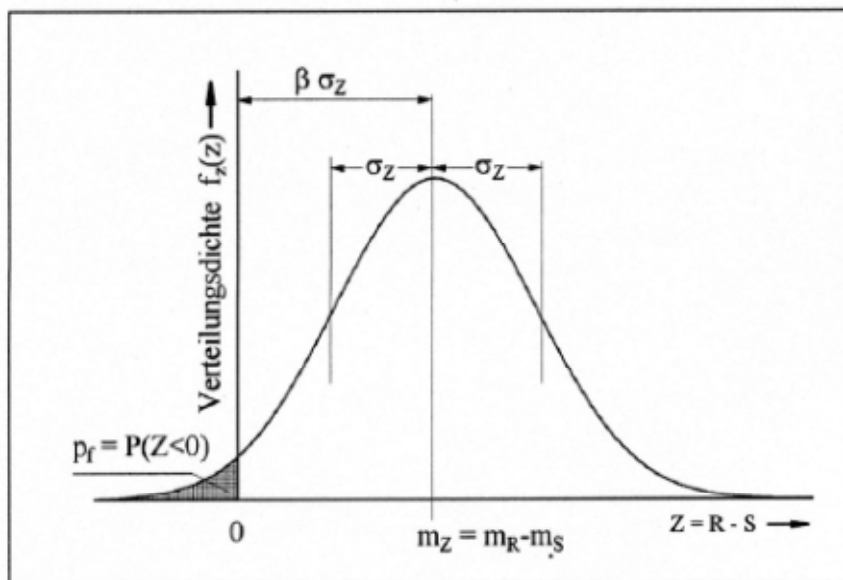


Bild 14: Schematische Darstellung der Definition des Sicherheitsindex β

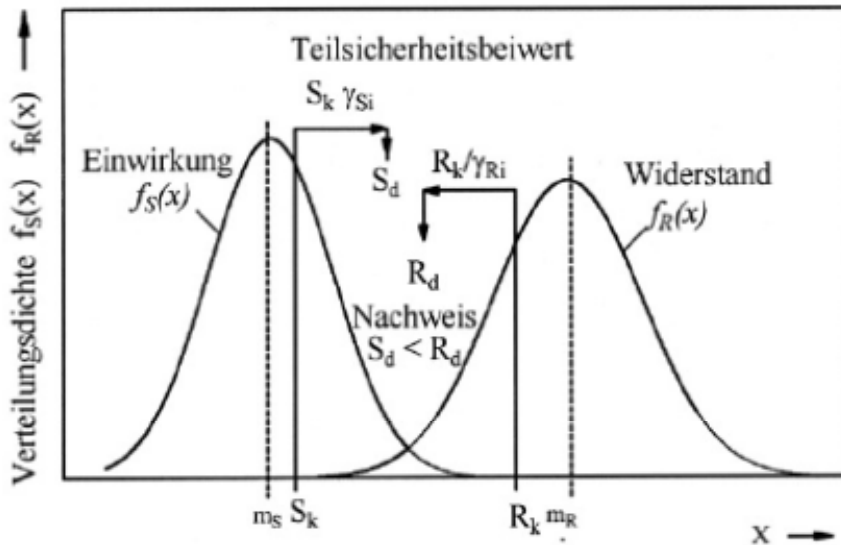


Bild 15: Schematische Darstellung von Teilsicherheitsbeiwerten

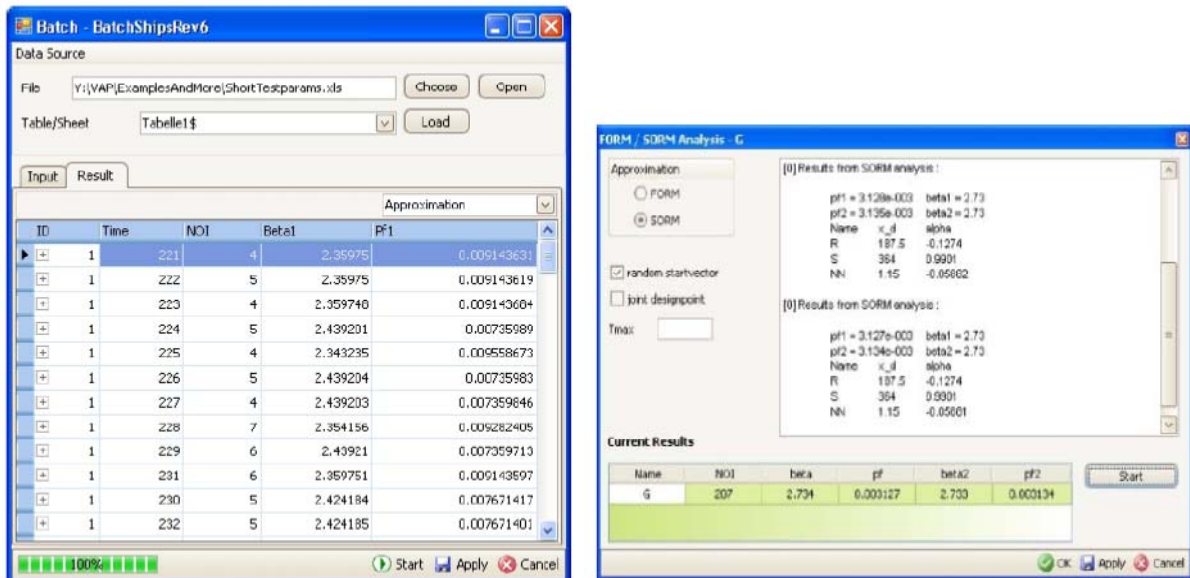


Bild 16: Ansicht der Ein- und Ausgabemaske im Programm VaP 2.3 zur Berechnung der Beiwerte β und Wahrscheinlichkeit $p(f)$, siehe auch [76].

7.8 Beispiele für Sicherheitsbeiwerte im Wärmeschutz

Für die Bestimmung der statistisch notwendigen Kenngrößen zur Ermittlung von Sicherheitsbeiwerten werden im Folgenden einige Beispiele genannt. Diese sind meist unvollständig, weil die Daten unbekannt sind. Eigene Untersuchungen [1] und neuere Recherchen ergänzen diese Feststellung. Im Rahmen der Diskussion im DIN AA 98 „Wärmetechnisches Messen“ werden weitere Abstimmungen dazu erfolgen. Zu der in Kap. 3.2 erwähnten Messunsicherheit bei Dämmstoffen mit $\pm 1,5\%$ sind die Randbedingungen für eine Übertragung auf

andere Labore genannt, siehe Albrecht [34]. Somit gelten diese „Messgenauigkeiten“ nur für eine begrenzte Anzahl von Kenndaten und nicht auch für andere übliche Probekörper, weil in dieser Vergleichsuntersuchung jede Prüfstelle an solchen Referenzmaterialien = Labornormalen regelmäßig die GHP-Geräte „kalibriert“ (= genau in diesem Lambda-Bereich von etwa 35 mW/m·K).

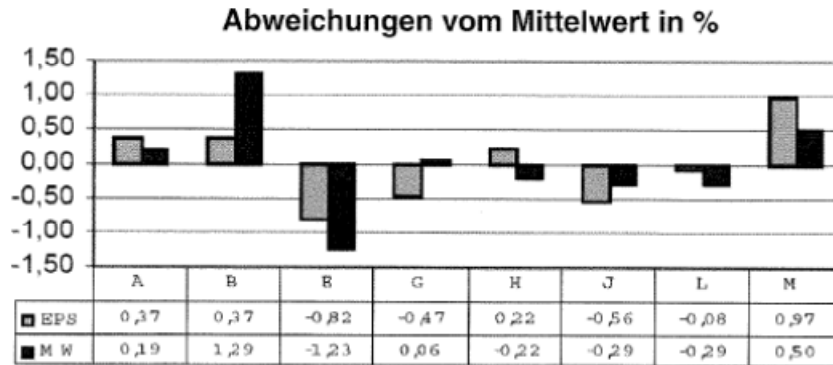


Bild 17: Typische Messunsicherheit der Wärmeleitfähigkeit von Kalibrierdämmstoffen im Zweiplattengerät nach DIN EN 12667, aus [34].

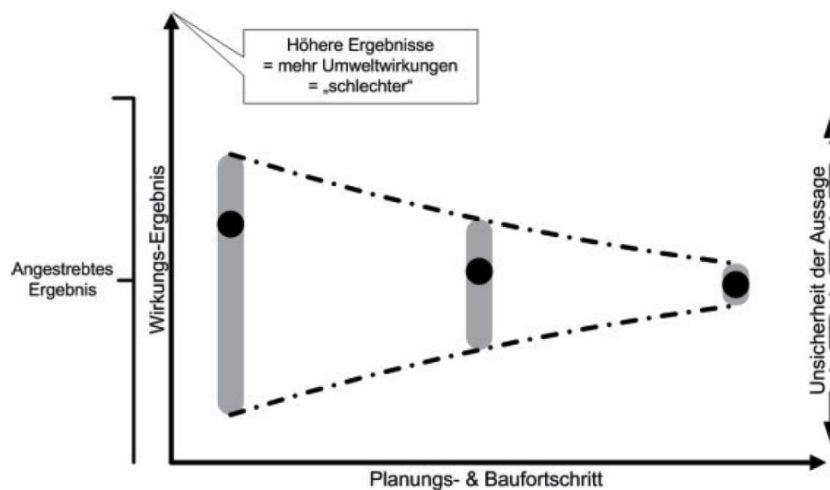


Bild 18: Beispiel für das Prinzip der abnehmenden Unsicherheiten bei der Berechnung von bauphysikalischen oder ökologischen Ergebnissen im Planungs- und Baufortschritt durch zusätzliche Daten über Bauprodukte, Materialstreuungen oder Lieferabweichungen, aus [17].

7.8.1 Beispiel Mauerwerk

Kenndaten aus den Mauerwerksuntersuchungen nach [1] und [41] sind im Folgenden zusammengestellt, um einen Weg zu den „üblichen“ statistischen Sicherheitsbeiwerten aufzuzeigen. Hierzu sind meist noch die Angaben zu ergänzen, um Bemessungswerte zu erlangen für:

- Beschreibung des Produkts (Zusammensetzung, Zustand, Alterung, Probenahme),

- Art des Prüfverfahrens (Messung, Berechnung, Tabellen) mit Angabe der Unsicherheit nach GUM (anerkanntem Verfahren),
- Anzahl der Messwerte,
- Standardabweichung und Variationskoeffizient,
- Verteilungsfunktion (normal- oder log-normal, Schiefe etc.),
- Ggf. Anpassungstest und Q-Q-Plot,
- Anteilsbereich, Quantilbereich, wenn begrenzte Auswahl wie bei 90/90-Werten,
- Hochrechnung auf die Grundgesamtheit und ein Konfidenzniveau P.

Weiter sind für die Ermittlung von zusammengesetzten Werten wie dem Wärmedurchgangskoeffizient U die zugrunde zu legenden Hilfsgrößen zu untersuchen wie

- Schichtdickenangaben (Nennwerte, Istwerte für Vergleiche zu Messungen),
- Feuchtegehalte als Bezugsgrößen (Messmethode *), Regenschutz),
- Gültigkeit für Regelquerschnitt, Anschlussbereiche,
- Vorgaben zur Luftdichtheit und Einflüsse durch Konvektion,
- Alterung durch fehlende Schutzschichten.

Für den Vergleich von Kenndaten aus verschiedener Produktion sind diese Daten zur Beurteilung der Datenqualität festzustellen:

- Proben aus einem Werk und Art der Produktion im Werk je Linie (WPK, QM-System),
- Proben aus mehreren Werken und Lagern (eine/ mehrere Grundgesamtheiten),
- Proben aus verschiedenen Rohstoffen oder mit Vorbehandlungen aus anderen Prüfungen (sodass nur begrenzt oder nicht vergleichbar).

*) zu Messmethode und Sonderfestlegungen des Feuchtegehalts: siehe Text aus Bauregelliste, Anlage 2.19 am Ende dieses Kapitels.

Die derzeit in DIN V 4108-4, Anhang A dargestellte Vorgehensweise zur Bestimmung von Bemessungswerten der Wärmeleitfähigkeit für Mauerwerk aus Mauersteinen nach DIN EN 771 basiert auf Untersuchungen von Anton [82]. Aus der Tabelle A.2 gilt für Steinmaterialien hoher Wärmedämmung, d.h. bis $0,08 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, eine Abstufungen der Nennwerte von $\Delta = 0,01 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Hieraus lässt sich folgern, dass eine Mess- und Bestimmungsunsicherheit wie im Bereich der Dämmstoffe notwendig wäre. Eine solche statistische Absicherung ist aber bei diesen Produkten nach EN 771, selbst bei den „feuchteoptimierten“ Materialien nach Anhang B und BRL Anlage 2.19 (siehe unten) nicht vorgesehen. Der Hinweis in DIN V 4108-4, Anhang A.4 *„Die Umrechnung des Nennwertes einer bekannten Wärmeleitfähigkeit des Mauerwerks auf andere Fugenmaterialien ist über das Tabellenverfahren nach Tabelle A.2 statthaft, wenn mindestens drei Wandmessungen mit LM 21 (einschließlich Extrapolation auf die Rohdichteklasse) oder dreidimensionale Berechnungen nach DIN EN ISO 10211-1 bereits vorliegen“* zeigt eine große Bandbreite von Nachweis- und Unsicherheitsmöglichkeiten auf. Im Anhang B der DIN V 4108-4 ist die Bestimmung eines individuellen Umrechnungsfaktors F_m für Mauerwerksmaterial zur Anwendung nach DIN EN 10456 beschrieben für das jeweilige Steinmaterial.

Diese Überprüfungen und Nachweisführungen im Rahmen der Gütesicherung durch den Hersteller im Rahmen der CE-Konformitätsnachweisverfahren nach System 3 lassen sich mit Hilfe der vorgeschlagenen elektronischen Kennzeich-

nung und Etikettierung nachvollziehbar gestalten, siehe dazu auch Übersicht in Tab. 5.

Tabelle 3: Beispiele für Kenndaten zum Wärmeschutz von Mauersteinen (Ziegelstein-Scheibe = SS, Halbstein = HS) aus Labormessungen nach unterschiedlichen Methoden, aus [41].

Typ	Messverfahren	Probe	Dicke	Rohdichte (trocken)	Wärmeleitfähigkeit bei 10 °C Mitteltemperatur	Messunsicherheit nach Norm
	-	-	mm	kg/m ³	W/(m·K)	+ / - %
R	Plattengerät DIN 52612	SS	17,1	1530/1550	0,30	5
R-Q	Plattengerät DIN 52612	SS	7,4	1560	0,27	5
M	Plattengerät DIN 52612	SS	4,5	1410	0,21	5
T	Plattengerät DIN 52612	SS	6,5	1480	0,24	5
H	Plattengerät DIN 52612	SS	6,2	1475/1515	0,22	5
S1			17,5	1540	0,30	
W			5,5	1400	0,27	
S2			14/13	1510	0,33	
R 1.6	Halbstein-Methode nach DIBt-RiLi im Zwei-Plattengerät	HS	126	100 kg/m ²	0,17	(> 10)
W	Heizkasten DIN 52611 mit DB-Mörtel	Wand	303	1350	0,18	8

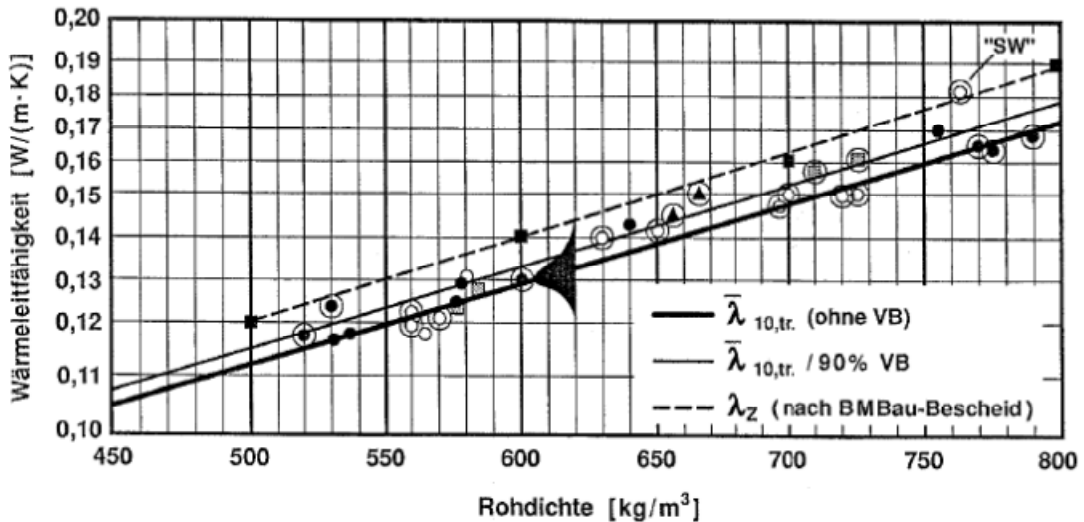


Bild 19: Beispiel für die Auswirkung von Materialstreuungen oder Lieferabweichungen in der Rohdichte von Leichtbeton für Mauerwerk auf die Wärmeleitfähigkeit mit Angabe des 90 % Vertrauensbereichs (einseitig nach oben), aus [1].

Tab. 4: Beispiel für die Auswirkung von Variationen in der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoff (80 mm) auf Mauerwerk (300 mm) und in Feuchtebeiwerten auf die Versagenswahrscheinlichkeit oder den Erfüllungsgrad für den Sollzustand $R(D\ddot{a}) = 2,0 \text{ m}^2 \cdot \text{KW}$, aus [1].

Schicht		Gesamtkonstruktion				
Wärmeleitfähigkeit		Streuung STD	Beiwert γ Feuchte	Wichtungsfaktor α Dämmung	Sicherheitsindex β	Versagenswahrscheinlichkeit Pf
Wert W/m·K	Diff. %					
0,040	-	10	1,0	0,33	4,1	$2,0 \cdot 10^{-5}$
0,052	+30	10	1,0	0,27	3,2	$6,4 \cdot 10^{-4}$
0,068	+70	10	1,0	0,20	2,3	$1,1 \cdot 10^{-2}$
0,028	-30	10	1,0	0,40	5,2	$1,0 \cdot 10^{-7}$
0,040	-	1	1,0	0,01	4,4	$6,0 \cdot 10^{-6}$
0,040	-	30	1,0	0,58	3,2	$5,8 \cdot 10^{-4}$
0,040	-	70	1,0	0,74	2,2	$1,2 \cdot 10^{-2}$
0,040	-	10	0,8	0,33	3,3	$5,2 \cdot 10^{-4}$
0,052	+30	10	0,8	0,26	2,4	$8,2 \cdot 10^{-3}$
0,068	+70	10	0,8	0,19	1,5	$6,5 \cdot 10^{-2}$
0,028	-30	10	0,8	0,41	4,4	$6,0 \cdot 10^{-6}$
0,040	-	1	0,8	0,01	3,5	$2,4 \cdot 10^{-4}$
0,040	-	30	0,8	0,59	2,6	$5,0 \cdot 10^{-3}$
0,040	-	70	0,8	0,76	1,7	$4,1 \cdot 10^{-2}$

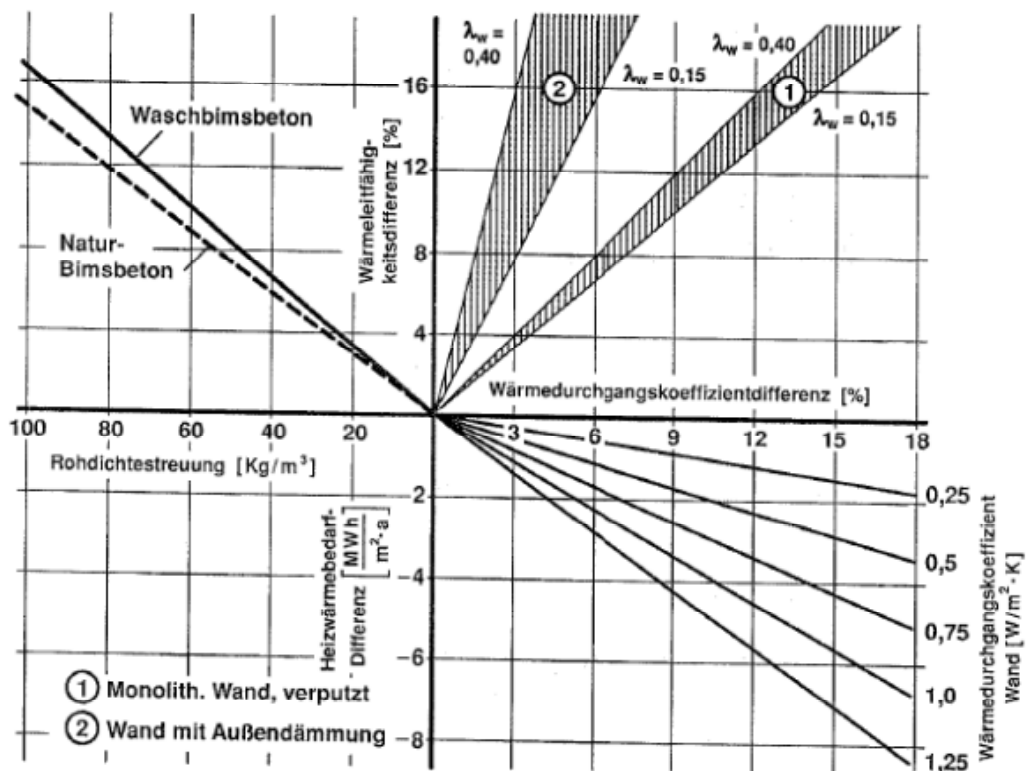


Bild 20: Beispiel für die Auswirkung von Materialstreuungen oder Lieferabweichungen von Mauerwerk auf den U-Wert der Außenwand und den Heizwärmebedarf eines Gebäudes, aus [1].

Auszug aus BRL A Teil 1, Anlage 2.19 (2008/2), [15].

1 Verfahren zur Bestimmung eines individuellen Umrechnungsfaktors F_m für den Feuchtegehalt

Für die Bestimmung eines von DIN 4108-4 abweichenden Umrechnungsfaktors F_m für den Feuchtegehalt von Mauerwerk aus Mauersteinen nach den Normen der Reihe DIN EN 771 gilt DIN V 4108-4:2007-06, Anhang B.

2 Festlegungen für die Überwachung und das Ü-Zeichen

Sofern für Mauersteine nach DIN EN 771-1 bis DIN EN 771-5 ein individueller Umrechnungsfaktor F_m nach Anhang B der DIN V 4108-4 ermittelt wurde, ist dieser Umrechnungsfaktor F_m im Ü-Zeichen anzugeben. Er muss durch mindestens jährliche Wiederholung der drei Messungen des Absorptionsfeuchtegehaltes nach DIN EN ISO 12571 überprüft werden. Diese Messungen sind von einer anerkannten Zertifizierungsstelle durchzuführen.

3 Wesentliche Merkmale für das Ü-Zeichen


Im Rahmen der Ü-Kennzeichnung ist die Kurzbezeichnung „BRL A Teil 1 Anlage 2.19“ und die Bezeichnung des Bauproduktes aufzuführen. Zusätzlich ist der Wert F_m anzugeben.

Tab. 5: Verknüpfung von Bestimmungsmethoden wärmeschutztechnischer Kennwerte von Bauprodukten unterschiedlicher Bereiche (Baustoff, Bauteil, Anschlüsse etc.) und Aktionen hierzu.

Aktion	Bestimmungs- Methode Art	Gültigkeit (Beispiel)	Verfahren typisch	Bauprodukt- Bereich (Beispiel)	Bauprodukt typisch (Beispiel)	Kennwert / Nachweis typisch	Quelle (Beispiel)	
Sammlung + Dokumentation der Bestimmungsmethoden	Messung, Wärme ...		Plattengerät	Homogene, quasihomogene			ISO 8301, ISO 8302 DIN EN 1946	
		Einzelwert			Dämmstoffe Mauersteinmaterial Verglasung	λ (Mess)	DIN EN 12667, DIN EN 12664 DIN EN 674	
		Nennwert, 90/90-Statistik				λ (Nenn, declared)	DIN EN 13162, DIN V 4108-4	
			Heizkasten	Mauerwerk		R, " λ (äqu.)"	ISO 8990, DIN EN 1946-4 DIN EN 1934, DIN V 4108-4 Anhang A + B	
		Einzelwert		Fensterrahmen		U (Mess)	BRL A T-1 Anlage 2.19	
		Nennwert, 90/90-Statistik		Fenster		U (Mess)	BRL A T-1, Anlage 8.5	
				Fenster		U (Nenn, declared)	DIN EN ISO 12567	
		Berechnung		Software			DIN EN 14351, DIN V 4108-4 Ziff. 5, BRL A T-1, Anlagen 8.4	
			2D-Querschnitt		Randbereiche		DIN EN ISO 10211, 6946 DIN EN 10077	
			3D-Geometrie		Wärmebrücken		DIN EN 673, DIN 4108 Beiblatt 2	
Sammlung + Dokumentation der relevanten Kennwerte von Bauprodukten					Luftspalte, -kammern		DIN EN 1745, DIN 4108-4-	
					Profile, ausragende Decken	U, L (2D), ψ , f	DIN 4108 Beiblatt 2	
					Mauerwerk	" λ (äqu.)", R, U		
					Rolladenkästen	U	DIN 4108-4-	
							DIN 4108 Beiblatt 2, BRL A T-1 Anlage 8.2	
		Messung, Luft, Regen ...	Einzelwert	Dichtheits Prüfstand	Anschlüsse Fugen	a (Mess)	DIN EN 1026, 12207 DIN EN 12155, 12114	
			Nennwert, 90/90-Statistik			Klassifizierung	DIN EN 12210	
		genormt	DIN EN 13162, 13171 ...		Dämmstoffe	Mineralwolle	Nennwert, CE-Konformität	DIN V 4108-4, Baudaten-Portale, Produkt-Hersteller
		nicht genormt	Zulassungen					
Integration in künftige Datenbank- und Kennzeichnungs-Systeme			National Z-...		Naturfasern, VIP, Folliendämmung	Ü-Konformität	IRB-Datenbank BZP*	
			EU ETA- ...		Dämmplatten, Naturfasern, Folliendämmung	CE-Konformität, Umrechnungsfaktoren Feuchte, Lambda	IRB-Datenbank BZP*	
	siehe Bild 8	siehe z. B. Kap 7.8.4 VIP	Elektronische Kennzeichnung und Datenerfassung	Alle	Alle	RFID-Tag	[88]	

7.8.2 Beispiel Glasfassade, Fenster

Am Beispiel Fenster, Verglasung, Glasfassade lässt sich aufzeigen, welche verwirrende Datenvielfalt derzeit am Bau herrscht und dass ohne ein neuartiges Konzept der Datenhaltung kein bauphysikalisches Sicherheitskonzept für eine Funktionelle Einheit „Glasfassade, eingebaut, im Gebrauchszustand“ Sinn macht. Die Datenqualität ist zu uneinheitlich, die Anwender sind überfordert und nach dem Säubern der Fenster/ Verglasung ist ein Datenetikett verloren.

126092 RAICO Bautechnik GmbH		Zeichnungsnummer 955478	
Besteller / Kommission		DK-Fenster: Lfz. Prüfung	
KGPs	007	Auftrag / Posidon	5014586-003
Bestellter Liefertermin	07.12.2007	Bestm	157496
Material / Alternativtitel		Bestpreis	37,18
Projektbezeichnung		Maß	1024 X 1274
150-Gl-Therm U-Wert 1,0 HI-Glas Float 6,0 mm Alu hell 14 mm , Luft, Thiover (Fenxi) 4,0/ 0 HI-Glas Float 6,0 mm			
RAICO Bautechnik GmbH Gewerbegebiet Nord 2 8772 PFAFFENHAUSEN DEUTSCHLAND		 BGT BGT Bischof Glas-technik AG Alexanderstraße 2, 75015 Sindien, Deutschland Telefon: +49 (0) 714 2001-200 Telefax: +49 (0) 714 2001-200 www.bgt-brunnen.de	
© Sogitac GmbH • Germany www.sogitac.de		871577	
5014586-003		552480 871577	
126092 RAICO Bautechnik GmbH			

Hersteller

Bauvorhaben

Auftragsnummer

Logistik

Materialdaten

Güteüberwachg.

Einbaulage

Produktion

Bild 21: Kennzeichnung einer Mehrfachisolierverglasung per Aufkleber ohne Ü mit Markierung der Bereiche, für die die Daten relevant sind.

Die Vorgaben, welche Produkteigenschaften klar zu kennzeichnen sind, regelt die BRL und sind in vielen Publikationen nachzulesen [77]. Allerdings ist in der jetzigen Übergangsphase (Koexistenzphase) nach der Verabschiedung der Produktnormen für Fenster, DIN EN 14351 oder Fassaden DIN EN 13830 die Kenntnis, woher die Daten zu den anzugebenden Eigenschaften kommen, gering, trotz guter Hersteller- und Verbandsaktivitäten [78]:

Welche mandatierten Eigenschaften müssen in Deutschland mit Leistungskennzahlen aufgeführt sein?

Leistungskennzahlen müssen angegeben werden, wenn das (nationale) Baurecht an die mandatierten Eigenschaften gemäß ZA einer EN-Norm Anforderungen stellt. Stellt das Bau(ordnungs)recht (zusätzliche) Anforderungen, muß das CE-Kennzeichen Klassen/Leistungsstufen ausweisen. In diesem Fall darf die Option NPd (keine Leistung bestimmt) nicht verwendet werden.

Das (nationale) Baurecht in Deutschland stellt mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) beispielsweise Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten, und die Luftdurchlässigkeit.

Bisher gelten für das national geregelte Bauprodukt „Fenster mit Mehrscheiben-Isolierglas (MIG)“ die Festlegungen in der Bauregelliste A, Teil 1 [15] mit der Anlage 8.4 „Richtlinie über Fenster und Fenstertüren – FenTÜR-“ in Zusammenhang mit der Anlage 8.5 „Richtlinie über Rahmen für Fenster und Türen – RaFenTÜR-“. Danach sind für Fenster mit Anforderungen an den Wärmeschutz

je nach Typ die Bemessungswerte zum Wärmedurchgangskoeffizient U nach unterschiedlichen Mess- oder Berechnungs-Methoden (unterstrichen markiert) zu bestimmen. **Zitat:**

Anlage 8.4 (2009/2) Richtlinie über Fenster und Fenstertüren – FenTÜR – aus BRL-2011-1 – Fassung Oktober 2009 –

1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für Fenster und Fenstertüren, die als Außenbauteile von Aufenthaltsräumen und deren Nebenräumen verwendet werden. Die Eigenschaften von Fenstern und Fenstertüren nach dieser Richtlinie sind entweder nach Abschnitt 2 (Typ 1) oder nach Abschnitt 3 (Typ 2) zu ermitteln.

Dachflächenfenster sind nach Abschnitt 3 (Typ 2) zu behandeln. Fenster und Fenstertüren müssen aus mindestens normalentflammbaren Baustoffen bestehen (siehe Anlage 0.2).

2 Fenster und Fenstertüren Typ 1

2.1 Wärmeschutz

Der Bemessungswert $U_{w,BW}$ des Wärmedurchgangskoeffizienten für Fenster und Fenstertüren ist durch Hinzufügen eines Korrekturwertes ΔU_w zum Nennwert U_w nach DIN V 4108-4:2004-07, Abschnitt 5.1, zu ermitteln. Hierbei ist der Korrekturwert ΔU_w für den Glasbeiwert generell mit dem Wert $0,0 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ zu berücksichtigen. Der Nennwert U_w des Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern und Fenstertüren ist nach DIN V 4108-4:2004-07, Abschnitt 5.1:

- nach DIN EN ISO 10077-1:2000-11, Tabelle F.1 (Als Eingangsparameter für den Rahmen ist der Bemessungswert $U_{f,BW}$ nach der Richtlinie RaFenTÜR zu verwenden.), oder DIN V 4108-4:2004-07, Tabelle 8, oder
- durch Berechnung nach DIN EN ISO 10077-1:2000-11, wenn folgende Eingangsparameter vorliegen:
- Bemessungswert $U_{f,BW}$ für den verwendeten Rahmen mit Ü-Zeichen nach der Richtlinie RaFenTÜR und
- Nennwert U_g für die verwendete Verglasung nach EN 673:2003-06 bzw. EN 674:1999-01 zu ermitteln.

2.2 Schallschutz

Sollen je nach Verwendungszweck schalldämmende Eigenschaften ausgewiesen werden, so müssen die Fenster und Fenstertüren in Abhängigkeit vom Rechenwert $R_{w,R}$ für das bewertete Schalldämm-Maß den konstruktiven Merkmalen nach Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989-11, Tabelle 40, entsprechen.

2.3 Luftdurchlässigkeit

Fenster und Fenstertüren müssen in Abhängigkeit der Klasse der Luftdurchlässigkeit nach DIN EN 12207:2000-06 in ihren Konstruktionsmerkmalen DIN V 4108-4:2004-07, Tabelle 11, entsprechen.

2.4 Wesentliche Merkmale für das Ü-Zeichen

Im Ü-Zeichen eines Fensters oder einer Fenstertür, die den Anforderungen nach Abschnitt 2 entsprechen, sind als wesentliche Merkmale „Typ 1“, der Nennwert U_w des Wärmedurchgangskoeffizienten, Korrekturwerte $\Sigma \Delta U_w$, der Bemessungswert g des Gesamtenergiedurchlassgrades der Verglasung, die Klasse der Luftdurchlässigkeit sowie bei Fenstern oder Fenstertüren mit schalldämmenden Eigenschaften nach Abschnitt 2.2 zusätzlich der Rechenwert des bewerteten Schalldämm-Maßes $R_{w,R}$ anzugeben.

3 Fenster und Fenstertüren Typ 2

Fenster und Fenstertüren werden Typ 2 zugeordnet, wenn mindestens eine der genannten Größen (U_w , Klasse der Luftdurchlässigkeit, $R_{w,R}$) aufgrund von Messungen ermittelt wird.

3.1 Wärmeschutz

Der Bemessungswert $U_{w,BW}$ des Wärmedurchgangskoeffizienten für Fenster und Fenstertüren ist durch Hinzufügen eines Korrekturwertes ΔU_w zum Nennwert U_w nach DIN V 4108-4: 2004-07, Abschnitt 5.1, zu bestimmen. Hierbei ist der Korrekturwert ΔU_w für den Glasbeiwert generell mit dem Wert $0,0 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ zu berücksichtigen. Der Nennwert U_w des Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern und Fenstertüren ist nach DIN V 4108-4:2004-07, Abschnitt 5.1:

- nach DIN EN ISO 10077-1:2000-11, Tabelle F.1 (Als Eingangsparameter für den Rahmen ist der Bemessungswert $U_{f,BW}$ nach der Richtlinie RaFenTÜR zu verwenden.), oder DIN V 4108-4:2004-07, Tabelle 8, oder
- durch Berechnung nach DIN EN ISO 10077-1:2000-11, wenn folgende Eingangsparameter vorliegen:
- Bemessungswert $U_{f,BW}$ für den verwendeten Rahmen mit Ü-Zeichen nach der Richtlinie RaFenTÜR und
- Nennwert U_g für die verwendete Verglasung nach EN 673:2003-06 bzw. EN 674:1999-01
- durch Messung nach DIN EN ISO 12567-1:2001-02 zu ermitteln.

Sofern noch Wärmedurchgangskoeffizienten U_F (oder k_F) nach DIN 52619-1:1982-11 verwendet werden, sind die Werte wie folgt zu korrigieren: $U_w = U_F$ (oder k_F) + $0,2$ in $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Der Nennwert U_w des Wärmedurchgangskoeffizienten von Dachflächenfenstern ist in der Regel mit der Standardgröße (1,23 m · 1,48 m) ± 20 % zu bestimmen – durch Messung nach E DIN EN ISO 12567-2:2001-03.

Das in Prüfzeugnissen nach E DIN EN ISO 12567-2: 2001-03 angegebene Messergebnis U_m entspricht dem zu verwendenden Nennwert U_w .

3.2 Luftdurchlässigkeit

Die Klasse der Luftdurchlässigkeit ist entweder

- nach Abschnitt 2.3 oder
- durch Messung nach DIN EN 1026:2000-09 in Verbindung mit DIN EN 12207:2000-06 zu bestimmen.

3.3 Schallschutz

Sollen je nach Verwendungszweck schalldämmende Eigenschaften ausgewiesen werden, so ist entweder Abschnitt 2.2 einzuhalten oder das bewertete Schalldämm-Maß nach DIN EN ISO 140-3:2005-03 und nach DIN EN ISO 717-1: 2006-11 zu bestimmen und der Rechenwert des bewerteten Schalldämm-Maßes $R_{w,R}$ nach DIN 4109:1989-11 festzulegen. Prüfberichte nach DIN EN 20140-3:1995-05 in Verbindung mit DIN EN ISO 717-1:1997-01, die vor dem Inkrafttreten dieser Ausgabe der Bauregelliste erstellt wurden, dürfen weiterhin verwendet werden.

3.4 Wesentliche Merkmale für das Ü-Zeichen

Im Ü-Zeichen eines Fensters oder einer Fenstertür, die den Anforderungen nach Abschnitt 3 entsprechen, sind als wesentliche Merkmale „Typ 2“, der Nennwert U_w des Wärmedurchgangskoeffizienten, Korrekturwerte $\sum \Delta U_w$, der Bemessungswert g des Gesamtenergiedurchlassgrades der Verglasung, die Klasse der Luftdurchlässigkeit sowie bei Fenstern oder Fenstertüren mit schalldämmenden Eigenschaften nach Abschnitt 3.3 zusätzlich der Rechenwert des bewerteten Schalldämm-Maßes $R_{w,R}$ anzugeben.

Anlage 8.5 (2007/1)

Richtlinie über Rahmen für Fenster und Türen – RaFenTÜR –

– Fassung April 2006 –

1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für Rahmen für Fenster und Türen, die als Außenbauteile von Aufenthaltsräumen und deren Nebenräumen verwendet werden. Die Eigenschaften von Rahmen für Fenster und Türen nach dieser Richtlinie sind entweder nach Abschnitt 2 (Typ 1) oder nach Abschnitt 3 (Typ 2) zu ermitteln. Rahmen für Fenster und Türen müssen aus mindestens normalentflammbaren Baustoffen bestehen (siehe Anlage 0.2).

2 Rahmen Typ 1

2.1 Wärmeschutz

Der Nennwert U_f des Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmens ist in Abhängigkeit von den konstruktiven Merkmalen nach DIN EN ISO 10077-1:2000-11, Anhang D, zu ermitteln. Der Bemessungswert $U_{f,BW}$ des Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmens ist in Abhängigkeit vom Nennwert U_f des Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmens nach DIN V 4108-4:2004-07, Tabelle 9, zu bestimmen.

2.2 Wesentliche Merkmale für das Ü-Zeichen

Im Ü-Zeichen eines Rahmens, der den Anforderungen nach Abschnitt 2.1 entspricht, sind als wesentliche Merkmale „Rahmen Typ 1“ und der Nennwert U_f des Wärmedurchgangskoeffizienten anzugeben.

3 Rahmen Typ 2

3.1 Wärmeschutz

Der Nennwert U_f des Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmens ist entweder durch

- Berechnung nach DIN EN ISO 10077-2:2003-12 (Für die Einzelbestandteile des Rahmens sind Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit zu verwenden.) oder
- Messung nach DIN EN 12412-2:2003-11 zu bestimmen.

Sofern noch Wärmedurchgangskoeffizienten U_R (oder k_R) nach DIN 52619-3:1985-02 verwendet werden, sind die Werte wie folgt zu korrigieren: $U_f = U_R + 0,2$ in $W/(m^2 \cdot K)$.

Der Bemessungswert $U_{f,BW}$ des Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmens ist in Abhängigkeit vom Nennwert U_f des Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmens nach DIN V 4108-4:2004-07, Tabelle 9, zu bestimmen. Bei der Verwendung von Rahmen mit einem Nennwert des Wärmedurchgangskoeffizienten $U_f \leq 0,80 W/(m^2 \cdot K)$ darf der Nennwert als Bemessungswert verwendet werden.

3.2 Wesentliche Merkmale für das Ü-Zeichen

Im Ü-Zeichen eines Rahmens, der den Anforderungen nach Abschnitt 3.1 entspricht, sind als wesentliche Merkmale „Rahmen Typ 2“ und der Nennwert U_f des Wärmedurchgangskoeffizienten anzugeben.

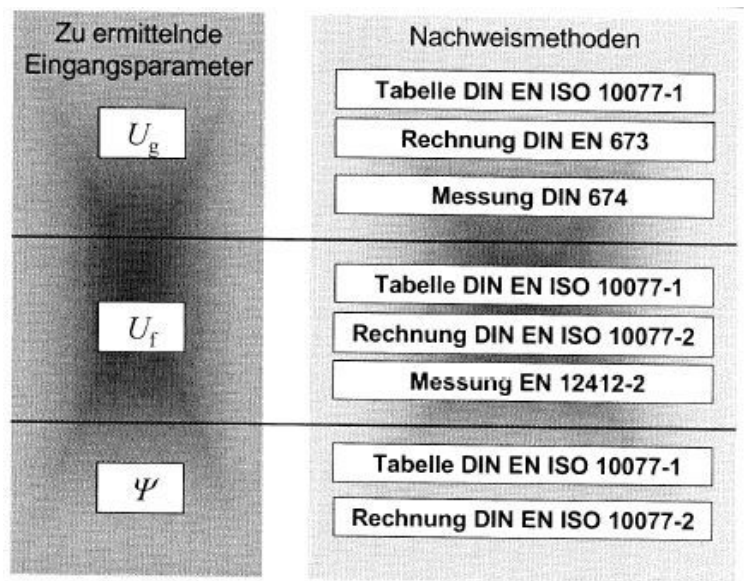
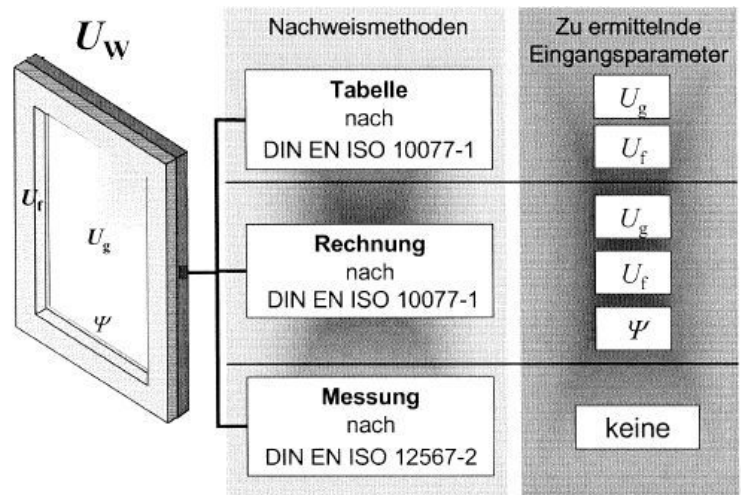


Bild 22: Beispiel für die Vielfalt der Nachweismethoden für den U-Wert bei Fenstern, aus [77].

Daraus ist leicht abzuleiten, dass die Datenqualität völlig unterschiedlich sein kann. Für den Regelsetzer und den Produkthersteller als Anwender solcher Nachweise für die Konformitätserklärung und die CE-Kennzeichnung in den Begleitpapieren oder dem CE-Etikett ist dies unübersichtlich, siehe gelbe Markierungen oben). Aus diesen Gründen sind solche Bauprodukte mit einer Vielfalt von Kombinationsmöglichkeiten (Rahmen, Verglasung, Abstandhalter, Beschläge als Wärmebrücken) bei unterschiedlicher Einbaulage in die Außenwand für eine RFID- Kennzeichnung aus Gründen der ganzheitlichen Qualitätssicherung sehr interessant, siehe hierzu Tabelle 5.

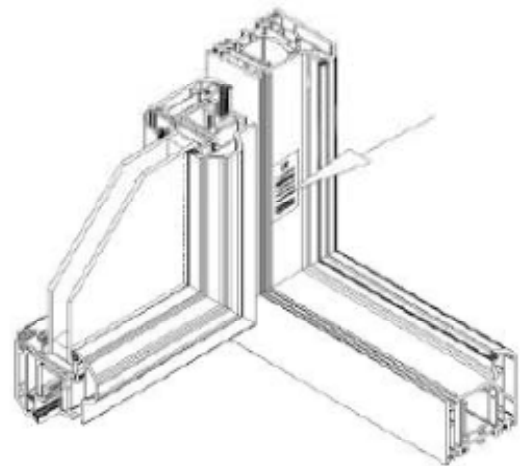


Bild 23: Beispiel einer CE-Kennzeichnung am Fensterrahmen im Innenbereich, nach [78]

Die nach den Produktnormen nicht mandatierten Eigenschaften wie bei Fenstern derzeit die Gesamtenergie- und Lichtdurchlässigkeit und Stoßfestigkeit haben ebenfalls Auswirkungen auf die Gesamtqualität eines Bauproduktes. Vor allem mit dem Einbau in das Gesamtsystem und der daraus entstehenden funktionellen Einheit FE sind die „im Prüfstand“ geltenden Kennwerte dimensionsabhängig und somit unterschiedlich [80] und sind in transparenter, nachvollziehbarer Weise in ein verbessertes Kennzeichnungs- und Bemessungskonzept zu integrieren.

Weitere Korrekturwerte für den U-Wert bei Fenster mit Sprossen finden sich in DIN 4108-4: 2004-07, Tab.10 als formatunabhängige ΔU_w -Werte zur Berechnung der $U_{w,BW}$ -Bemessungswerte. In der Ausgabe 2007-06 der DIN 4108-4 sind die Korrekturwerte mit U_g benannt und dem Hinweis, dass der Index BW „nur dann benötigt wird, wenn ausschließlich das Glas festzulegen ist“.

In der aktueller Praxis geben Hersteller von Fenstern i. a. im Internet Tabellen mit Kennwerten der Produkteigenschaften CE-Zertifikaten für ihre Produktserien an mit der Hilfestellung an den Verarbeiter und Bauherren, dass „Größenübertragung auf andere Fensterformate nach Tabelle Abschnitt B.4 Tabelle B 3 aus Anhang B, EN 14351-1“ zu erfolgen haben. Beispiel, siehe Tab. 6, aus [79].

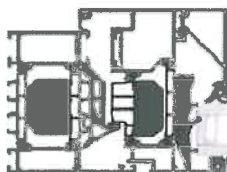
Tab. 6: Beispiele für die Vielfalt der Kenngrößen im CE-Nachweisverfahren nach DIN EN 14351-1 für Fenster und die Hinweise auf die Formatabhängigkeit und Umrechnungshilfen (Fußnote 1 und 2), aus [79].

Nr.	Eigenschaften nach EN 14361-1	Dreh-, Kipp, Drehkippfenster und Fenstertüren, Festfelder	Zweiflügelige Fenster und Fenstertüren mit öffnbaren Mittelstück
	Abschnitt aus der Produktnorm 14351-1		
4.2	Widerstand gegen Windlast	C5 / B5	C3 / B3
4.5	Schlagregendichtheit	bis E 1350	bis 8A
4.7	Stoßfestigkeit	5	5
4.8	Tragfähigkeit von Sicherheitsvorrichtungen	Anforderungen erfüllt	Anforderungen erfüllt
4.11	Schallschutz ⁽¹⁾	$R_w (C, C_w) = 33 (-1;-4)$ bis $R_w (C, C_w) = 42 (-2;-4)$	⁽²⁾
4.12	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_f = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ bis $U_f = 2,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U_f = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ bis $U_f = 2,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
4.14	Luftdurchlässigkeit	4	4
4.16	Bedienungskräfte	1 und 2	1 und 2
4.17	Mechanische Festigkeit	4	4
4.23	Einbruchhemmung	WK 2	-

(1) Die R_w -Werte sind bezogen auf das Normmaß 1,23 m x 1,48 m; Größenübertragung auf andere Fensterformate nach Tabelle Abschnitt B.4 Tabelle B 3 aus Anhang B, EN 14351-1

(2) Der Nachweis ist gemäß den Tabellen B.1 und B.2 aus Anhang B, EN 14351-1 zu führen; Größenübertragung auf andere Fensterformate nach Tabelle Abschnitt B.4 Tabelle B 3 aus Anhang B, EN 14351-1

Auszug aus [79]: „Drei Varianten von Einsatzfenstern stehen mit diesem modularen Konzept durch Auswahl der Isolierstege, der Mitteldichtung und der Wärmedämmeinlagen zur Verfügung:



- Typ A (Bautiefe 65 mm, U_f bis 1,7 W/m²K)
- Typ B (Bautiefe 75 mm, U_f bis 1,6 W/m²K)
- Typ C (Bautiefe 75 mm, U_f bis 1,0 W/m²K)

Das umfassende Profilprogramm bietet eine große Gestaltungsfreiheit mit Anwendungsmöglichkeiten wie Stulpflügel, Parallel-Schiebe-Kipp-Tür, Statik- und Dehnpfostenvarianten oder als Fassaden-Einselement mit Spannblendrahmen.“

Technische Daten:

*130 kg mit Standardbeschlag, bis 200 kg / 300 kg mit verstärktem Beschlag

	Typ A	Typ B	Typ C
Bautiefe	65 mm	75 mm	75 mm
Max. Gewicht Dreh-Kipp	130 / 200 kg*	130 / 200 kg*	130 / 200 kg*
Max. Flügelmaße	1600 x 2100 mm/ 1100 x 2500 mm	1600 x 2100 mm/ 1100 x 2500 mm	1600 x 2100 mm/ 1100 x 2500 mm
Glaseinbaustärke Flügel	12 – 58 mm	22 – 68 mm	22 – 68 mm
Glaseinbaustärke Festverglasung	5 – 46 mm	10 – 56 mm	10 – 56 mm
Wärmedämmung	bis $U_f = 1,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	variabel bis $U_f = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	variabel bis $U_f = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Widerstand gegen Windlast	Klasse C5 / B5	Klasse C5 / B5	Klasse C5 / B5
Luftdurchlässigkeit	Klasse 4	Klasse 4	Klasse 4
Schlagregendichtheit	bis E 1350	bis E 1350	bis E 1350

7.8.3 Beispiel Dach mit IR-Dämmsystem

Eine Dachkonstruktion bestehend aus einem Holzsparrendach und unterschiedlicher Zwischen- oder Untersparrendämmung aus Mineralwolle nach Norm oder alternativ mit einem zugelassenen IR-Foliendämmsystem ist aus mehreren Gründen für ein Beispiel interessant. Umfangreiche Untersuchungen an Testgebäuden in verschiedenen Klimazonen in Europa haben gezeigt, dass Starkwindperioden und Sonneneinstrahlung erheblichen Einfluss auf den instationären Wärmetransport durch das Dach hat und somit auf den Energieverbrauch in den Räumen unter dem Dach. Je nach Dichtheit der Unterdeckung und der Folien (USB, Windsperre, Raumseite) ergeben sich Differenzen zu den rechnerisch ermittelten Kennwerten, die nicht nur durch handwerkliche Mängel zu erklären sind. Die Diskussionen hierzu sind in den Normungsgremien CEN TC 89 WG 12/13 [89] sowie in Expertengruppen Passlink/DYNASTEE [81] im Gange.

Ein weiterer Aspekt der Zulassungsprodukte „Foliendämmung“ sind die Beschreibung der Alterung der IR-Folien über den Kennwert „Epsilon“ zum Emissionsverhalten nach CUAP, den nationalen Zulassungsergänzungen oder dem Normentwurf prEN 16012. Die Vergleichbarkeit der Bemessung solcher instationärer Vorgänge im Dach ist nur durch ein abgestimmtes Vorgehen in CEN zu erreichen, siehe Kap. 3.6.

7.8.4 Beispiel Bauelement mit VIP-Dämmung

Wenn die Glasfassade aus dem Beispiel 8.8.2 ein Brüstungselement unter dem Fenster aufweist, siehe Bild 23, kann es aus architektonischen Gründen reizvoll sein, dies in schlanker Bauweise mit einem sog. Vakuum-Isolier-Paneel VIP zu dämmen. VIPs müssen so eingebaut werden, dass die Umhüllungsfolie beim Einbau und in der Nutzungsphase nicht beschädigt wird. Wird ein VIP während der Nutzungsphase doch belüftet, kann bei den VIP mit hochdisperssem Kieselsäurekern ein maximaler Anstieg der Wärmeleitfähigkeit auf ca. $20 \text{ mW}/(\text{m}\cdot\text{K})$ erfolgen. Deshalb muss die Bemessung der Gesamtdämmung des Fassadenelements so erfolgen, dass auch das Belüften von einzelnen VIPs die technische Funktionsfähigkeit der Wärmedämmung nicht gefährdet und der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 noch gewährleistet ist; dies ist so auch in der allgemeine bauaufsichtlichen Zulassung vorgegeben. In den Festlegungen zur Zulassung ist ein gewisser Druckanstieg und das Versagen einzelner VIP-Platten bis zu einer Lebensdauer von ca. 25 Jahren berücksichtigt. Erfahrungen in der Bauanwendung von VIPs liegen seit ca. 10 Jahren vor, jedoch gehen die Hersteller dazu über meist stabile, bautaughliche Umhüllungen schon ab Werk anzubieten.

Eine andere Möglichkeit ist die Innendruckmessung des Vakuums im Paneel durch das Verfahren der indirekten Wärmeleitung (nur am nicht eingebauten VIP möglich) oder der direkten Druckmessung mit passiven Sensor-RFIDs ohne Batterie. Mit letzterer Methode ist auch ein Monitoring und Qualitätsnachweis nach Jahren noch in eingebautem Zustand möglich. Dies wird derzeit im Fraunhofer IBP erprobt [88], siehe Bild 24, 25.

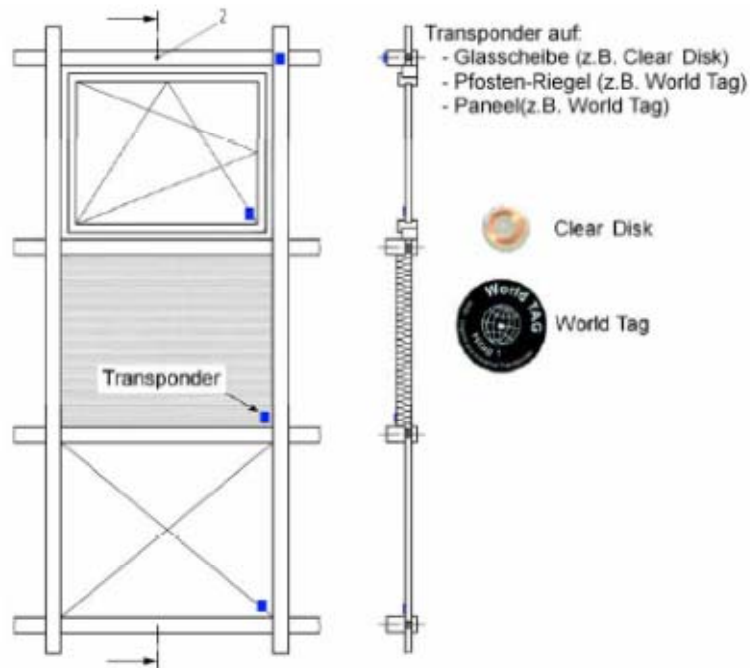


Bild 24: Beispiel der Kennzeichnung mit verschiedenen Transpondern an einer Glasfassade mit Dämmpaneel als eine Funktionale Einheit FE, nach [88].

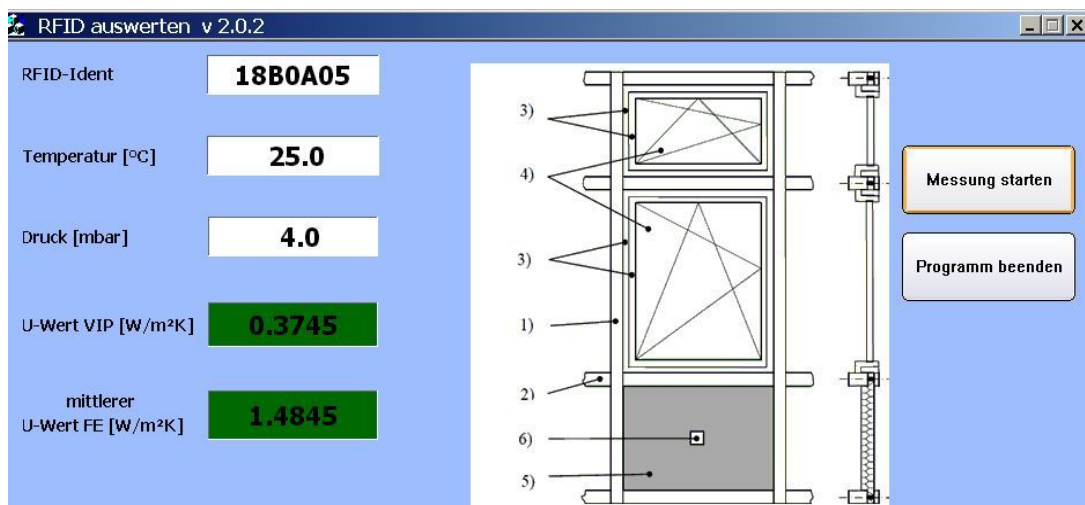


Bild 25: Darstellung des Bildschirm aus dem Soll-Ist-Vergleich beim Abnahmeprozess des VIP-Brüstungselements in der Glasfassade. Die grün markierten Werte zeigen dem Bediener an, dass die Sollwerte sowohl für das VIP als auch für die FE eingehalten sind, nach [88].

	A	B	C	D	E	F	G	
16		Glas 1	Glas 2	Glas 3	Glas 4	Glas 5	Glas 6	
17	ID	U2068480246	U206848A2E5	U20681017DF	U206848A6F1	U2068483AF0	U206848A6CF	
18	Fläche	1,8204	0	0	0	0	0	
19	Ug	1,1	0	0	0	0	0	
20								
21								
22		Paneel 1	Paneel 2	Paneel 3	Paneel 4	Paneel 5	Paneel 6	
23	ID	U20A8E34E9A	U20A8DD790D	U20A8E3EE1D	U20A8E36E44	U20A8E34E7D	U20A8E3AE15	
24	Fläche	...						
25	Ug	...						
26								
27		Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4	Profil 5	Profil 6	
28	ID	U80A0A7C85C	U80A0A7A416	U80A0A798F9	U80A0A7E8BA	U80A0A7F0BF	U80A0A738B5	
29	Länge							
30	Bauteilanschluss 1	Glas_1						
31	Bauteilanschluss 2	Glas_2						
32	Psi_1	...						
33	Psi_2	...						
34								
35								
36	Kenndaten Gesamtfassade				Ist	Soll aus LV	Abweichung	Hinweis
37	Gesamtfläche	A_cw	m²		100	100	0	■
38	Gesamt U-Wert FA (=Fassadenabschnitt)	U_cw	W/m²K		2,1	1,8	0,3	■
39	Gesamt g-Wert FA	g_cw_total	%		64	60	4	■
40	Gesamt Transmissionswärmeverlust FA	H_t	W/K		28	23	5	■
41	Gesamt Solare Gewinne FA	Q_s	kWh/a		300	250	50	■
42	Gesamtmasse		kg		1250	1200	50	■
43	...							
44	Mangel -> ID für Mängelmanagement festhalten, ggf. weitere Dokumentationsmöglichkeiten							
45	Abweichungen von Istwerten zu Sollwerten:							
46	Differenz H_t	delta_H_t	W/m²K					
47	Differenz Q_s	delta_Q_s	kWh/a					
48								

Bild 26: Kennwertevergleich beim Abnahmeprozess der Glasfassade, nach [62]. Über ID-Nummern (Zeilen 17,23, 28) aus RFID-Tag erfolgt die Kopplung zur EPC-Datenbank.

8 Quellenverzeichnis

- [1] König, N.: Festlegung von Bemessungswerten für die Wärmeleitfähigkeit, Bericht GB 116/1994 für DIBt, Berlin, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 1994. Siehe www.baufachinformation.de/artikel.jsp?v=5591
- [2] Zulassungsgrundlagen, 1986: Grundlagen zur Beurteilung von Baustoffen, Bauteilen und Bauarten im Prüfzeichen- und Zulassungsverfahren. Institut für Bautechnik, Berlin, 1986.
- [3] Zuverlässigkeitskonzeption, 1988: Zuverlässigkeitskonzeption für tragende Baukonstruktionen. Bauinformation (Bauforschung – Baupraxis, Heft 227), Berlin, 1988.
- [4] Erhorn, H. et. al.: Weiterentwicklung und Evaluierung von Technologien und von Bewertungsmethoden zur Steigerung der Gesamteffizienz von Gebäuden (EnEff06), Abschlussbericht zum FIA-Projekt + BMWA-BMBF, IBP-Bericht WTB-02-2007, Jan. 2008, siehe www.ibp.fraunhofer.de/Images/%c3%96VB%203_tcm45-30989.pdf

- [5] Krauss, B., Sedlbauer, K., König, N.: Neue Wärmeschutzbewertung von Leichtbeton-Mauerwerk aus Naturbims, Darstellung der Leistungsfähigkeit am Beispiel von Wohn- und Verwaltungsgebäuden, Bericht GB 134/1996 für AiF-Forschungsvereinigung der Rheinischen Bimsindustrie e.V., Neuwied, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 1996.
- [6] Achtziger, J. et al., Schaffung eines harmonisierten europäischen Regelwerkes auf dem Gebiet des Wärmeschutzes und der Energieeinsparung, Abschlußbericht zum Forschungsauftrag RS II 6741-97.111, BMBau/BBR, FIW München Nov. 1999.
- [7] König et al: MaScer - Material- Scannersysteme für Bauüberwachung und Gebäudeverwaltung, Fraunhofer- Institut IBP und Gips- Schule- Stiftung, 2000.
- [8] Hegner, H.- D., Leitmotiv: Nachhaltiges Bauen. Ziele des Forschungsprogramms Zukunft Bau, BMVBS, in „Zukunft bauen- Das Magazin der Forschungsinitiative Zukunft Bau“, Juni 2009, S. 18 ff unter www.forschungsinitiative.de/PDF/Broschuere_Zukunft_Bau.pdf
- [9] ARGE RFIDimBau: Forschungscluster im BMVBS-Förderprogramm „Forschungsinitiative Zukunft Bau“ mit gemeinsamer Internetseite unter www.RFIDimBau.de, seit Januar 2007.
- [10] Bauproduktenrichtlinie - BPR, Richtlinie des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte, 89/106/EWG, 21.12.1988, geändert durch die Richtlinie des Rates 93/68/EWG vom 22.07.1993, zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 1882/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29.09.2003.
- [11] Bauproduktengesetz - BauPG, 1992 und Neufassung vom 28. April 1998, BGBl. I. 1998 S. 812, zuletzt geändert 01.05.2004, siehe <http://www.dibt.de/de/data/Bauproduktengesetz.pdf>
- [12] DIN EN 13162: 2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude, Werksmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) – Spezifikation, Beuth.
- [13] Hegner, H., Koordinierungsausschuss Wärmeschutz KOA 06 im NABau, Beschluss 04/2002 und 03/2002 (u.a. zur Konformität von Bauprodukten), N 0013, DIN, Berlin, Apr. 2002.
- [14] Schmoldt, J., Abgewatscht, Deutsche Delegation im Ständigen Ausschuss..., Isoliertechnik H. 2 (2003), S. 32-34.
- [15] Deutsches Institut für Bautechnik: Bauproduktdaten, Bemessungsregeln, Konformitätsbewertung, in Bauregelliste A, B und Liste C, Ernst-Sohn-Verlag, und www.dibt.de/de/aktuelles_bauregellisten.html

- [16] Hegner, H.-D.: Anwendung der Energieeinsparverordnung – energetische Kennwerte und Durchführungsbestimmungen, Bauphysik Spezial (Sonderheft), Aug. 2003, Ernst & Sohn, Berlin.
- [17] Wittstock, B. et.al.: Gebäude aus Lebenszyklusperspektive- Ökobilanzen im Bauwesen, Bauphysik 31 (2009), H. 1, S. 9-17.
- [18] Weiß, R.: Aluminium- Fassaden –die Alternative für Alt- und Neubau; Vortragsunterlagen Fa. Hydro, 16.11.2007
- [19] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (Herausgeber): Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID- Systemen, Secu Media Verlag, Bonn 2004
- [20] Heng, S.: RFID- Funkchips - Zukunftstechnologie in aller Munde, Deutsche Bank Research, Frankfurt a. M., Jan. und Nov. 2006.
- [21] EPCglobal/ GS1- Germany: Basisinformationen zu EPC und EDI, siehe in http://www.gs1-germany.de/standards/epc_rfid/index_ger.html
- [22] Finkenzeller, K.: RFID- Handbuch. Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten. 4. + 5. Auflage. Hanser Fachbuchverlag, München (2006, 2008).
- [23] Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Mauerwerksbau zur Überarbeitung der Bauproduktenrichtlinie, DGfM e.V., Berlin, 16. Juni 2006.
- [24] EU-Kommission: Zusammenfassung der Folgenabschätzung zur Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten... KOM (2007) 37, 53, SEC (2007) 173.
- [25] BBR- BMVBS, Leitfaden Nachhaltiges Bauen, Jan. 2001, 2. Auflage, unter http://www.bbr.bund.de/nr_463880/BBSR/DE/Bauwesen/NachhaltigesBauen/Geschaeftsstelle/Leitfaden/leitfaden.html sowie in www.nachhaltigesbauen.de/
- [26] ISO 9869, Thermal insulation - Building elements - In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance, 1994-08, Beuth.
- [27] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung WSchV) vom 1. Nov. 1977, novelliert 1. Jan. 1984 und 1. Jan. 1985, ersetzt durch EnEV am 1. Feb. 2002.
- [28] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 16. Nov. 2001, geändert am 02. Dez. 2004, am 24. Juli 2007 und am 29. April 2009.
- [29] Bundestag: Deutsche Musterbauordnung (MBO), 07./08.11.2002, siehe <http://www.bauministerkonferenz.de/?rid=991&n=3DAO3DFO>

- [30] Landtag von Baden- Württemberg: Landesbauordnung für Baden- Württemberg (LBO), 08.08.1995, zuletzt geändert 25.04.2007
- [31] IS-ARGEBAU, Liste der Technischen Baubestimmungen LTB, Mustervorschriften-Mustererlasse/ Bauaufsicht-Bautechnik, in <http://www.bauministerkonferenz.de/?rid=991&n=3DAO3DFO>
- [32] Bossenmayer, H., Bender, U.: Der harmonisierte Binnenmarkt im Bauwesen – Bauprodukte mit CE-Kennzeichnung, Bauphysik 25 (2003), H. 6, S. 335-343.
- [33] Richtlinie 2002/91/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD).
- [34] Albrecht, W.: Nenn- und Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit – auf dem Weg zu einem europäischen λ -Niveau? Bauphysik 27 (2005), H. 5, S. 286-287.
- [35] Breitschaft, G., Häusler, V.: Verwendung von rechnerischen Nachweisen bei der Erteilung von Zulassungen, DIBt-Mitteilungen, H. 5- 2004, S.147-149.
- [36] DIN EN ISO 10456: 2000-08, Baustoffe und –produkte – Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften – Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte, zuletzt geändert mit Fassung April 2008, Beuth.
- [37] ISO 8302: 1991-08, Thermal insulation – Determination of steady state thermal resistance and related properties – Guarded hot plate apparatus, International Organisation for Standardisation, Genf.
- [38] CEN-BT, Resolution BT 21/2003, Guidance on uncertainty of measurement, Version 1 (Sept. 2004), in CEN TC 88 WG 2 N 923.
- [39] ISO GUM - Guide to the expression of the uncertainty in measurement, ISO- Document ISBN 92 67 10188 9, 110 p., 1993 / 1995.
- [40] Feldmeier, F. et al.: PSI-Fenster – Qualitätskriterien für die Berechnung des längenbezogenen Wärmedurchgangs-Koeffizienten... und Vergleich mit experimentellen Daten, Bericht zum DIBt-Projekt, IRB-Nr. T 3022, 2003.
- [41] König, N., Achtziger, J., Hammerschmidt, U., Zeus, K.: Überprüfung der Festlegung der Bauregelliste zur Wärmeleitfähigkeit von Ziegelmauerwerk, Bauphysik 22 (2000), H. 3, S. 191-199. Siehe in www.baufachinformationen.de/suchen.jsp?s=plattengerat&art=full&wo=fb
- [42] Hammerschmidt, U., Qualifizierung eines Referenzmaterials als Gebrauchsnorm für die Wärmeleitfähigkeit, PTB-Bericht zum DIBt-Projekt „Lambda-Ref“, Az. P-3-5-5.59, 2002, aktualisiert 2006.

- [43] Wirtschaftsministerium Baden- Württemberg: Verordnung des Wirtschaftsministeriums über das Übereinstimmungszeichen (Übereinstimmungszeichenverordnung - ÜZVO), 26.05.1998, siehe auch <http://www.bauministerkonferenz.de/?rid=991&n=3DAO3DFO>
- [44] Fischer, L.: Europäische Wärmedämmstoff-Normen – Ein Sonderweg für Deutschland ? gi Gesundheitsingenieur-Haustechik-Bauphysik-Umwelttechnik 127 (2006), H. 5, S. 241-248.
- [45] Fischer, L.: Europäische Baunormen im Test – Charakteristische Werte nach DIN EN 1990, 1992, 13162, Bautechnik 83 (2006), S. 351-364.
- [46] Fischer, L.: Sicherheitskonzept für neue Normen – ENV und DIN-neu, Grundlagen und Hintergrundinformationen, Teil 1: Normung im konstruktiven Ingenieurbau, Teil 2: Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie, Teil 3: Statistische Auswertung von Stichproben im eindimensionalen Fall, Teil 4: Beschreibung zufälliger Erscheinungen durch Zufallsvariable im mehrdimensionalen Fall, Teil 5: Korrelationsanalyse, Teil 6: Regressionsanalyse, Teil 7: Versuchsgestützte Bemessung, Teil 8: Extremwerttheorie und Einwirkungsbeschreibung, Teil 9: Einführung in die Zuverlässigkeitstheorie tragender Baukonstruktionen, Teil 10: Methode der Grenzzustände, Teil 11: Beschreibung zeitabhängiger Erscheinungen mittels Zufallsfunktionen, Bautechnik 75 (1998) H. 11 ab S. 930-941, bis Bautechnik 76 (1999) H. 12, S. 1106-1114. Ernst & Sohn, Berlin.
- [47] Meyer, D.: Die Energieeinsparverordnung (EnEV) – eine ordnungspolitische Analyse, wksb 51 – 2003, S. 41-48.
- [48] Köpcke, U.: Luftdichtheit und Winddichtheit der Gebäudehülle: ein zwingendes Bausoll !? Zusammenfassung und Hinweise zur Rechtssprechung, Sachverständigen-Tagung des Deutschen Dachdeckerhandwerks e.V., Mayen, 24.-26. Okt. 2007. Siehe auch www.inive.org/members_area/medias/pdf/Inive%5CBlowerdoor2007%5CKoepcke.pdf
- [49] GRUSIBAU: Grundlagen zur Festlegung von Sicherheitsanforderungen für bauliche Anlagen. Hrsg.: DIN, Beuth, 1. Auflage 1981.
- [50] Erhorn, H., de Anda Gonzalez, L.: Neuausgabe der Vornormenreihe DIN V 18599 – Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. gi 132 (2011), H. 4, S. 176-189.
- [51] Sedlbauer, K., Wörle, G.: Ökobilanzierung von Bauprodukten, ohne Nutzungsphase nutzlos? Bauphysik 20 (1998), H. 6, S. 209 - 219.
- [52] Hegner, H.- D., Nachhaltiges und energieeffizientes Bauen aus der Sicht des Bundes, Auftaktveranstaltung der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), 18.01.2008, Berlin,

- [53] Tiefensee, W., Pressemitteilung zum ersten Gütesiegel für nachhaltiges Bauen, Tag der Deutschen Bauindustrie, Berlin 26.06.2008, siehe in http://praxis.enev-online.de/2008/0625_consense_kongress_dgnb.htm
- [54] Consense, Nachhaltigkeit hat Zukunft, Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen, Presseinformation, Juni 2008 und in <http://www.dgnb.de/de/veranstaltungen/consense/2008/index.php>
- [55] Kümmel, J.: Ökobilanzen im Bauwesen – die Bedeutung der funktionellen Einheit, Dissertation IWB, Universität Stuttgart, Juni 2000. Siehe in http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2000/704/pdf/Dissertation_Kuemmel.pdf
- [56] DIN V 4108- 4: Ausgaben 2004-07, A1:2006-06 und 2007-06: Wärmeschutz und Energie- Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte, Beuth.
- [57] öbox – Bauprodukte und Kriterienkatalog zum klima:aktiv Haus, Energieinstitut Vorarlberg, Dornbirn, Österreich, Mai 2007, unter www.oebox.at
- [58] Deutsches Institut Bauen und Umwelt (DIBU, früher AUB), Umweltproduktdeklarationen nach ISO 14045 (EPD), siehe <http://bau-umwelt.de/hp474/Umwelt-Produktdeklarationen-EPD.htm>
- [59] GaBi 4, Die Ökobilanz als Element der Ganzheitlichen Bilanzierung, aus <http://www.lbpgabi.uni-stuttgart.de/>
- [60] DIN EN ISO 14040:2006- 10, Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006), Beuth.
- [61] Helmus, M., Meins-Becker, A., Laußat, L.: „InWeMo“, Integriertes Wertschöpfungsmodell mit Radio Frequency Identification in der Bau- und Immobilienwirtschaft mit dem Fokus Bauleistungsmanagement, Forschungsbericht Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft, BU Wuppertal, 2008, siehe in www.baufachinformation.de/artikel.jsp?v=229833
- [62] König, N., Würth, M., vom Bögel, G.: „RFID-Kennzahlen“, Potenziale von RFID-Technologien im Bauwesen - Kennzahlen und Bauqualität, Forschungsbericht GB 183/2008, Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart und Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS, Duisburg, 2008, siehe in www.forschungsinitiative.de/projekte.jsp?p=20088034302&proj=antrag&stat=
- [63] Jehle, P., Seyffert, S., Wagner, S., Netzker, M.: „RFID-IntelliBau“, Optimierungspotenziale im Lebenszyklus einer Bauwerks durch den Einsatz der Radio Frequency Identification Technologie, Forschungsbericht Fakultät Bauingenieurwesen, Professur Bauverfahrenstechnik, TU Dresden, 2008, siehe in <http://www.baufachinformation.de/literatur.jsp?bu=2009119005687>

- [64] Rüppel, U., Stübbe, M., Zwinger, U.: Kontextsensitives RFID-Leitsystem zur Navigation und Ortung von Einsatzkräften in Gebäuden, Forschungsbericht, TU Darmstadt, Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen, 2010, siehe Seite 46-47 in http://www.forschungsinitiative.de/PDF/Broschuere_Zukunft_Bau-2.pdf
- [65] Nextgenerationmedia, Forschungsprojekte des BMWi / VDI-VDE, unter <http://www.nextgenerationmedia.de/de/11.php>
- [66] Helmus, M., Meins-Becker, A., Laußat, L.: „RFID-Baulogistik-Leitstand“, RFID-unterstütztes Steuerungs- und Dokumentationssystem für die erweiterte Baulogistik am Beispiel „Baulogistikleitstand“ für die Baustelle, Forschungsprojekt für das BBR/BMVBS, Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft, BU Wuppertal, 2011. Siehe in <http://www.baufachinformation.de/artikel.jsp?v=236349> und http://www.forschungsinitiative.de/PDF/Folien_Helmus.pdf
- [67] DIN V ENV 13005, Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen, Deutsche Übersetzung des ISO-Dokuments GUM, 1999-06, Beuth.
- [68] GUM-Software zum Messunsicherheitsbudget: Metrodata in www.metrodata.de, QualiSyst in <http://www.qsyst.com> und quo-data in <http://quodata.de/software/fuer-ermittlung-der-messunsicherheit/gumsim.html>
- [69] DIN EN 12567-1 Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens - Teil 1: Komplette Fenster und Türen, 2010-12, Beuth.
- [70] Dijk, van D., Spiekman M.: Overview of relations between EPBD standards, TNO, Oct. 2004, in CEN TC 89 N 969 und NABau 00.89.00 N 713 und in <ftp://ftp.cenorm.be/CEN/News/Events/AM09/vanDijck.pdf>
- [71] EU- Leitpapier F zur Bauproduktenrichtlinie-BPR-89/106/EWG Guidance Paper F, Dauerhaftigkeit, Fassung Dez. 2004, in <http://ec.europa.eu/enterprise/construction/internal/guidpap/f.htm>
- [72] DIN EN 13830 : 2003- 11: Vorhangfassaden - Produktnorm. Beuth.
- [73] Facility-Server, Technische Information zur Gebäudefernüberwachung, Fa. RTS Automation, Berlin, 2008, in www.rts-automation.com
- [74] Nadler, N.: Thermische Belastung durch Sonneneinstrahlung in Glasbauten, Bauphysik 28 (2006), H. 6, S. 356-359
- [75] Bender, U., Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für Wärmedämmstoffe... nach DIN EN 13 163:2001-10, z.B. aus EPS, Z-23.15-1430, DIBt, Berlin, 17. Jan. 2003.

- [76] VaP, Variables Processor – Rechenprogramm zur numerischen Verarbeitung von statistischen Daten, PSP GmbH, Feldkirchen, Österreich, unter www.petschacher.de
- [77] CE-Kennzeichnung leicht gemacht, ift-Forum, Karlsruhe, April 2006.
- [78] Der Weg zum CE-Zeichen für Fenster und Aussentüren, Technisches Merkblatt 06, pro-K, FG Kunststofffenstersysteme, Feb. 2008. Siehe www.pro-kunststoff.de/wp-content/uploads/2008/05/tm-06.pdf
- [79] RAICO-Produktinformation Aluminiumfenster, siehe www.raico.de/de/Produkte/FRAME/Aluminiumfenster/Einsatzfenster.php
- [80] CE-Kennzeichnung bei Fenster und Türen, Produktnorm EN 14351-1, Fragenkatalog 1.4.1, VBH, Jan. 2008.
- [81] DYNASTEE- **DYN**amic **A**nalysis, **S**imulation and **T**esting applied to the **E**nergy and **E**nvironmental performance of buildings, Working Group, in <http://www.dynastee.info/home.php>
- [82] Anton, H.: Bestimmung von Bemessungswerten der Wärmeleitfähigkeit für Mauerwerk durch Messungen und durch Berechnungen, Festlegung nationaler Randbedingungen zur Anwendung der DIN EN 1745, Bericht zu DIBt- Projekt ZP 52-5-5.78-1144/05, Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V., München, 2006.
- [83] Bauprodukten-Verordnung, BauPVO (englisch CPR): Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates, siehe auch in <http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ%3AL%3A2011%3A088%3ASOM%3ADE%3AHTML> und <http://www.umweltbundesamt.de/produkte/bauprodukte/von-rl-zu-vo.htm>
- [84] Hogeling, J.: Workplan and procedures for the development of the 2nd generation CEN-EPBD standards, Brussels, 28.10.2010, in http://www.rehva.eu/download/_brusem281010/07-hogeling---cen-epbd---rehva-seminar-28.10.2010.pdf
- [85] EU-Mandat 480: AUFTRAG AN CEN, CENELEC UND ETSI ZUR ERARBEITUNG UND ANNAHME VON NORMEN FÜR EINE METHODIK ZUR BERECHNUNG DER INTEGRIERTEN GESAMTENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN SOWIE ZUR FÖRDERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN GEMÄß DER NEUFASSUNG DER RICHTLINIE 2010/31/EU ÜBER DIE GESAMTENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN, 14.12.2010, aus DIN NABau-005-56-98 AA N 284.

- [86] Lyslow, L., Erhorn, H.: EnEV easy - Entwicklung eines Anforderungskatalogs an den energiesparenden Wärmeschutz von typischen Wohngebäuden zur Einhaltung der Vorgaben der EnEV 2009 und des EEWärmeG, IBP-Bericht WB150/2009, im Auftrag des Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg.
- [87] Steinbach, S.: Ansätze zur Entwicklung eines Sicherheitskonzeptes für bauphysikalische Bemessungsgrößen, Dissertation Bauhaus Universität Weimar, 2010, Shaker Verlag, Aachen.
- [88] König, N., vom Bögel, G. et al.: RFID - eine Schlüsseltechnologie für transparentere Bauwerkserstellung und nachhaltigen Gebäudebetrieb (RFID-Sensor: Energie-Hygiene-Sicherheit), IBP-IMS-Bericht RFID-01/2012, Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart und Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS, Duisburg, März 2012 (Entwurf, noch unveröffentlicht).
- [89] CEN TC 89 WG 13, Thermal insulation - In-situ thermal performance of construction products, building elements and structures,
- [90] Page, A., Moghtaderi, B. et al.: A Study of the Thermal Performance of Australian Housing, Priority Research Centre for Energy, The University of Newcastle, Australia, 2011 in <http://www.thinkbrick.com.au/thermal-performance-and-climate-design/#m>