



# **TAGUNGSBAND**

des  
EIPOS-Sachverständigentages

**Holzschutz**

**2012**

Beiträge aus Praxis, Forschung  
und Weiterbildung

EIPOS

Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages

Holzschutz

2012



EIPOS

# **Tagungsband**

## **des EIPOS-Sachverständigentages**

### **Holzschutz**

**2012**

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

#### **Autoren:**

Dipl.-Ing. (FH) Ingo Dreger  
Dr.-Ing. Claudia Fülle  
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Kehl  
Dr. rer. silv. Michael Sachse  
Prof. Dr. rer. nat. Hubert Willeitner

Dr.-Ing. Architekt Gerd Geburtig  
Dr., Dipl.-Chem. Urs Schlüter  
Dipl.-Ing. Holger Schmidt-Schuchardt  
Dipl.-Ing. Harald Urban

#### **Herausgeber:**

EIPOS GmbH

Dr. Uwe Reese, Dr. Reinhard Kretzschmar  
Geschäftsführer EIPOS GmbH

Dr.-Ing. Antje Hegewald M.Sc.  
Produktmanagerin Bauwesen und Immobilienwirtschaft



Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

**ISBN (Print) 978-3-8167-8839-3**  
**ISBN (E-Book) 978-3-8167-8840-9**

Einband und DTP-Satz: EIPOS GmbH

Bei der Erstellung des Buches wurde mit großer Sorgfalt vorgegangen; trotzdem lassen sich Fehler nie vollständig ausschließen. Verlag und Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind Verlag und Autoren dankbar.

**EIPOS Europäisches Institut für postgraduale Bildung GmbH**  
Ein Unternehmen der TUDAG Technische Universität Dresden AG

Anschrift: Goetheallee 24, D-01309 Dresden  
Telefon: (03 51) 44072-10  
Telefax: (03 51) 44072-20  
E-Mail: [eipos@eipos.de](mailto:eipos@eipos.de)  
Internet: [www.eipos.de](http://www.eipos.de)  
Geschäftsführer: Dr. Uwe Reese, Dr. Reinhard Kretzschmar  
Dezember 2012

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des jeweiligen Autors unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikrofilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© **Fraunhofer IRB Verlag, 2012**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB  
Anschrift: Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart  
Telefon: (07 11) 970-25 00  
Telefax: (07 11) 970-25 99  
E-Mail: [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)  
Internet: [www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

# Vorwort des Herausgebers

## Schutz des Holzes mit der neuen DIN 68800 auf neuen Wegen

Seit 20 Jahren widmet sich EIPOS durch die Ausbildung von Sachverständigen für Holzschutz einer sehr wichtigen Berufsgruppe. Die Arbeit mit dem nachwachsenden Roh-, Werk- und Baustoff Holz ist für die Entwicklung der gesamten Baubranche und weit darüber hinaus von zunehmender Bedeutung.

Mit dem 16. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz wollen wir mit Themen der angewandten Forschung und rechtlichen Fragen einen Beitrag leisten zur Beantwortung aktueller Fragen der Sachverständigenpraxis. EIPOS-Sachverständigentage schaffen ein Forum zur Diskussion mit fachkompetenten Referenten und einen aktiven Erfahrungsaustausch unter Fachkollegen.

Das konzentriert angebotene Wissens- und Erfahrungspotential der Referenten wird in den Beiträgen des Tagungsbandes zusammengefasst, insbesondere zur neuen DIN 68800 und zu den Folgerungen zur Anwendung des neuen Regelwerkes.

Neben den Beiträgen des EIPOS-Sachverständigentages sind auch in diesem Band wiederum die Vorträge der diesjährigen Fachtagung des Sächsischen Holzschutzverbandes e. V. veröffentlicht.

Beginnend mit dem organisatorischen Holzschutz erfahren Sie mehr über die **Werk- und Baustoffqualitäten heimischer Rohholzarten**. Der Inhalt des neuen **Kommentars zur DIN 68800** wird Ihnen vertraut gemacht. Anknüpfend daran zeigt eine **Risiko-/Nutzenanalyse zum Einsatz von SF-Gas bei der Bekämpfung des Echten Hausschwamms** in Denkmälern ein Beispiel aus der Praxis des Holzschutzsachverständigen. Die schadensfreie Planung und Ausführung der **Hinterlüftung von Holzfassaden** und von **Flachdächern in Holzbauweise** runden die Betrachtung von Holzkonstruktionen ab.

Herausgeber und Produktmanager bedanken sich bei den Referenten und Autoren sehr herzlich. Unser ganz besonderer Dank gilt den Dozenten und Kooperationspartnern der Sachverständigenausbildung Holzschutz sowie der Update-Seminare, die durch ihren sehr engagierten Einsatz, ihr hohes Fachwissen und ihren großen Erfahrungsschatz den Erfolg unserer Weiterbildung erst möglich machen.

Ebenso bedanken wir uns bei unseren Teilnehmern und Absolventen für das uns langjährig entgegengebrachte Vertrauen. Es ist weiterhin unser Ziel, Sie in ihrer beruflichen Tätigkeit durch qualitativ anspruchsvolle Weiterbildungsangebote zu unterstützen und Ihr anwendbares Wissen zum Schutz des Holzes zu erweitern.

Dresden, 5. Dezember 2012

Dr. paed. Uwe Reese  
Dr.-Ing. Reinhard Kretzschmar  
Geschäftsführer EIPOS GmbH

Dr.-Ing. Antje Hegewald M.Sc.  
Dr. paed. Klaus-Dieter Hansel  
Produktmanager



# Inhaltsverzeichnis

## Beiträge vom 16. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz am 5. Dezember 2012

---

Risiko- und Nutzenanalyse zum Einsatz von SF-Gas bei der Bekämpfung von Hausfäulepilzen in Denkmälern <i>Ingo Dreger</i> .....	3
Flachdächer in Holzbauweise – Schäden vorprogrammiert? <i>Claudia Fülle</i> .....	23
Hinterlüftung von Holzfassaden – ein Muss? <i>Daniel Kehl</i> .....	40
Heimisches Holz im Bauwesen – Fakten aus der Forstwirtschaft Deutschlands <i>Michael Sachse</i> .....	51
Was bringt der Kommentar zur neuen DIN 68800? <i>Hubert Willeitner</i> .....	63

## Beiträge von der 21. Tagung des Sächsischen Holzschutzverbandes e. V. am 24. März 2012

---

Aktuelle WTA-Merkblätter – Aus der Sicht des Baustoffs Holz <i>Gerd Geburtig</i> .....	79
Stand der Umsetzung der Biozid-Richtlinie in Bezug auf den Arbeitsschutz in Deutschland <i>Urs Schlüter</i> .....	108
Fallbeispiel zur Anwendung von Regelwerken: Arbeiten im kontaminierten Bereich und Dekontamination von Holzschutzmittelaltlasten am Beispiel des Augustinermuseums Freiburg <i>Holger Schmidt-Schuchardt</i> .....	119
Aktuelles zur DIN 68 800 „Holzschutz“ <i>Harald Urban</i> .....	135
Autorenverzeichnis .....	143
Publikationsverzeichnis .....	144



## **Beiträge**

16. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz

5. Dezember 2012



# Risiko- und Nutzenanalyse zum Einsatz von SF-Gas bei der Bekämpfung von Hausfäulepilzen in Denkmälern

Ist die pilzwidrige SF-Begasung eine praktikable und sichere Bekämpfungsmethode?

Ingo Dreger

## Kurzfassung

Das Begasungsverfahren mit SF<sup>1</sup> ist über den geregelten normativen Einsatzbereich gegen Insekten auch gegen Hausfäulepilze wirksam. 2006 von UNGER, W. und BINKER veröffentlichte Laborergebnisse konnten seit 2008 bei vier Gebäude- und einer Kammerbegasung bestätigt werden. Neben den bei allen Begasungen verwendeten Prüfmycelien, führte die fortlaufende kritische Beobachtung der Objekte zu keinem Befund eines Wiederbefalls. Die gute Denkmalverträglichkeit, beherrschbare Sicherheit und die im Verhältnis zu thermischen Verfahren vergleichbare Wirtschaftlichkeit, qualifizieren die Begasung mit SF zu einem praktikablen Sonderverfahren an Denkmälern. Die nicht abgeschlossenen Forschungen zur Umweltverträglichkeit lassen eine abschließende Bewertung dieses wichtigen Auswahlkriteriums nicht zu.

## 1 Stand der Technik

Während des 12. EIPOS-Sachverständigentages Holzschutz am 3. Dezember 2008 hatte der Verfasser Gelegenheit, eine in Planung befindliche Kammerbegasung mit SF-Gas gegen den Echten Hausschwamm vorzustellen.<sup>2</sup> In der daran anschließenden Diskussion wurden Bedenken zur Zulässigkeit bzw. Wirksamkeit geäußert. Bedenken, die zu diesem Zeitpunkt wegen fehlender praktischer Erfahrung nicht zerstreut werden konnten.

Zu Beginn des Jahres 2009 wurde eine erste SF-Kammer-Begasung mit vom Echten Hausschwamm befallenen Teilen aus dem Neuen Palais Potsdam durchgeführt. [Abb. 1] Das dabei ermittelte notwendige ct<sup>3</sup>-Produkt von 3900 gh/m<sup>3</sup> ist anschließend experimentell bestätigt worden. Die über eine Folienschleuse platzierten, gut durchwachsenen Mycelproben der BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung)<sup>4</sup> zeigten durchweg bei ct-Produkten > 3900 gh/m<sup>3</sup> keine Vitalität. [Abb. 2, 3, 4].

1 SF: Abkürzung für Sulfuryldifluorid.

2 Vgl. HERTEL, H. (Hrsg.) (2008): Schutz des Holzes, expert verlag, Renningen.

3 ct-Produkt aus der Verfahrenszeit [h] und der Gaskonzentration [g/m<sup>3</sup>].

4 Dr. Plarre stellte am 27. Januar 2009 unbürokratisch 21 Mycelproben auf Kiefernholzstücken, eingeschweißt in PE-Folie bzw. 13 Mycelproben, steril eingebaut in Zellstoffhülsen, zur Verfügung.





Abb. 1: Ausgelegtes Nadelflies auf dem Boden des Behälters, Foto Fa. Otto Richter Feuchteklinik GmbH



Abb. 2: Intensiv mit Substratmycel durchwachsene Kiefernholzprobe

Protokoll Prüfkörper-Platzierung					
Beginn:	27.01.2009, 18:00	Institut:	BAM, Dr. Plarre		
Organ.:	Serpula lacrimans	Behandlungsobjekt:	Stapel, Neues Palais 2009-01		
Gasart:	Sulfuryldifluorid	Zeitraum Begasung:	27.01.-30.01.2009		
Prüfkörper-Nr.	Lagerort vor Begasung	Entnahme, Std nach Eingasung	Entnahme, Datum - Uhrzeit	Erreichtes ct [g/m³]	Ergebnis Prüfung
P 01	BAM, Dr. Plarre	14	28.01.2009; 08:00	6.460	Keine Vitalität der Prüfkörper
P 02	BAM, Dr. Plarre	14	28.01.2009; 08:00	6.460	
P 03	BAM, Dr. Plarre	14	28.01.2009; 08:00	6.460	
P 04	BAM, Dr. Plarre	17	28.01.2009; 11:00	7.946	
P 05	BAM, Dr. Plarre	17	28.01.2009; 11:00	7.946	
P 06	BAM, Dr. Plarre	20	28.01.2009; 14:00	8.464	
P 07	BAM, Dr. Plarre	20	28.01.2009; 14:00	8.464	
P 08	BAM, Dr. Plarre	23	28.01.2009; 17:00	9.874	
P 09	BAM, Dr. Plarre	23	28.01.2009; 17:00	9.874	
P 10	BAM, Dr. Plarre	23	28.01.2009; 17:00	9.874	
P 11	BAM, Dr. Plarre	26	28.01.2009; 20:00	10.100	
P 12	BAM, Dr. Plarre	29	28.01.2009; 23:00	10.348	
P 13	BAM, Dr. Plarre	38	29.01.2009; 08:00	10.848	
P 14	BAM, Dr. Plarre	41	29.01.2009; 11:00	11.058	
P 15	BAM, Dr. Plarre	44	29.01.2009; 14:00	11.238	
P 16	BAM, Dr. Plarre	62	30.01.2009; 08:00	14.705	
P 17	BAM, Dr. Plarre	62	30.01.2009; 08:00	14.705	
P 18	BAM, Dr. Plarre	68	30.01.2009; 14:00	16.598	
P 19	BAM, Dr. Plarre	68	30.01.2009; 14:00	16.598	
P 20	BAM, Dr. Plarre	Referenzprobe	Lagerort: Büro O. Richter	nicht begast	
P 21	BAM, Dr. Plarre	Referenzprobe	Lagerort: Büro O. Richter	nicht begast	

Abb. 3: Dokumentation des ct-Produktes und der Prüfkörper des Auftragnehmers, 6460–16598 gh/m³

Prüfkörper B, II. Versuch					
Beginn:	30.01.2009, 14:00	Begasung:	Stapel, Seelenbinderstr, (Neues Palais P)		
Prüf- körper- Nr.	Lagerort vor Begasung	Entnahme, Std nach Eingasung	Entnahme, Datum - Uhrzeit	Erreichtes ct [g/m <sup>3</sup> h]	Ergebnis Prüfung
B 01	BAM, Dr. Plarre	18	30.01.2009; 08:00	3.621	Auswuchs
B 14	BAM, Dr. Plarre	18	30.01.2009; 08:00	3.621	Auswuchs
B 02	BAM, Dr. Plarre	19	30.01.2009; 09:00	3.904	Keine Vitalität der Prüfkörper
B 03	BAM, Dr. Plarre	19	30.01.2009; 09:00	3.904	
B 04	BAM, Dr. Plarre	20	30.01.2009; 10:00	4.272	
B 05	BAM, Dr. Plarre	20	30.01.2009; 10:00	4.272	
B 06	BAM, Dr. Plarre	21	30.01.2009; 11:00	4.618	
B 07	BAM, Dr. Plarre	21	30.01.2009; 11:00	4.618	
B 08	BAM, Dr. Plarre	22	30.01.2009; 12:00	4.945	
B 09	BAM, Dr. Plarre	22	30.01.2009; 12:00	4.945	
B 10	BAM, Dr. Plarre	23	30.01.2009; 13:00	5.293	
B 11	BAM, Dr. Plarre	23	30.01.2009; 13:00	5.293	
B 12	BAM, Dr. Plarre	24	30.01.2009; 14:00	5.657	
B 13	BAM, Dr. Plarre	24	30.01.2009; 14:00	5.657	

Abb. 4: Dokumentation des ct-Produktes und der Prüfkörper des Auftragnehmers, 3620–5667 gh/m<sup>3</sup>

Die grundsätzliche fungizide Wirkung von SF-Gas ist bereits im Juni 2006 von UNGER, W. während einer Holzschutztagung in Norwegen veröffentlicht worden [Abb. 5].

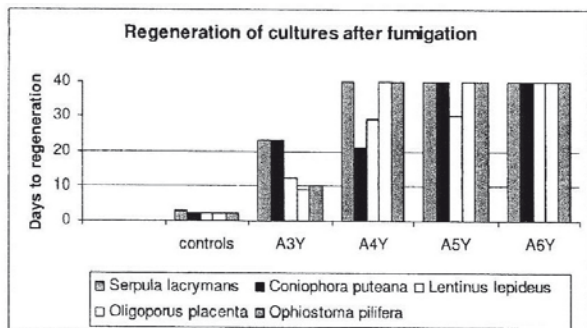


Abb. 5: UNGER, W.: Figure 1 – Regeneration time of cultures after fumigation (Test 1)

A test excluding wood samples  
3-6 ct-product encoded

Es ist erkennbar, dass die Vitalität insbesondere des Echten Hausschwamms mit SF beeinflusst werden kann. Leider ist die Veröffentlichung aus patentrechtlichen Gründen in Bezug auf die ct-Produkte anonymisiert.<sup>5</sup>

Der Umgang mit dem Gas ist bei mindestens 9 Firmen mit Befähigungsnachweis bekannt. Mit der Bekämpfung des Echten Hausschwamms haben nach Kenntnis des Verfassers zwei Firmen praktische Erfahrungen. Bei der konsequenten Verwendung von 99,8 % gereinigtem Gas ist keine Beeinträchtigung von Farbfassungen zu erwarten.<sup>6</sup>

Dem Verfasser sind zwischenzeitlich 5 fungizide SF-Begasungen bekannt, wobei alle erfolgreich waren. Drei dieser Begasungen wurden im eigenen Büro geplant und ausgewertet, sodass auf einen kompletten Datensatz zurückgegriffen werden kann [Abb. 6, 7].



Abb. 6: Begasung der Kirche Kletznick in Sachsen-Anhalt



Abb. 7: Begasung Neuendorfer Anger 13 in Potsdam

Alle Begasungen waren spätestens nach 100 h Einwirkzeit abgeschlossen.

Die technische Begasung mit SF hat sich in weiten Teilen etabliert. Ursprünglich in den 1950-er Jahren zur Termitenbehandlung entwickelt, erhielt 1978 die Firma Dow Agro Sciences den patentrechtlichen Schutz.<sup>7</sup> Durch die Firma wird das chemisch gleiche Gas unter dem Handelsnamen „Vikane“ für die Gebäudebegasung und „Pro Fume“ für die Lebensmittelbegasung vertrieben. Eine Verwendung in Deutschland erfolgte seit den frühen 1990-er Jahren.

SF ist geruchslos, farblos, nicht brennbar und ungefähr 3,5-mal schwerer als Luft. Es wirkt nicht korrosiv und ist leicht wasserlöslich. „Der sehr geringe Siedepunkt lässt eine Kondensation in kühlen Bauwerken nicht erwarten (BINKER, 2008) und gewährleistet, dass SF unter praktischen Anwendungsbedingungen immer gasförmig vorliegt (REICHMUTH & KLEMENTZ, 2008).“<sup>8</sup>

5 Hier mit den Kürzeln A3Y, A4Y und A5Y.

6 Das auf diesen Reinheitsgrad behandelte Gas wird in Deutschland ausschließlich über den Lizenzträger Dow Agro Sciences vertrieben.

7 U.S. Patent Number 4.102.987. Process for preparing sulfonyl-fluoride and -chlorofluoride products, 1978.

8 HAUSTEIN, TILO (2010): Zur Diagnose und integrierten Bekämpfung Holz zerstörender Insekten, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart .

Die Wirkungsweise von SF beruht auf der Unterbrechung der Glykolyse- und Fettsäurezyklen in den Mitochondrien, in deren Folge die Erzeugung der notwendigen Zellenergie unmöglich wird.

Das Gas ist nicht ozonschädigend. Es ist in der Troposphäre und Stratosphäre nachweisbar. Im Jahr 2009 wurden von der University of California erste Werte veröffentlicht. Es sind Anstiege von 0,3 ppt (parts per trillion) 1978 zu 1,35 ppt 2007 in der südlichen Hemisphäre sowie von 1,08 ppt 1999 zu 1,53 ppt 2007 in der nördlichen Hemisphäre festgestellt worden.<sup>9</sup>

Auch im unteren Teil der Atmosphäre wurden ab dem Jahr 2004 bei Messungen in Mace Head (35m über NN) erhöhte SF-Konzentrationen aufgezeichnet. Seit 2008 werden Messungen auf dem Jungfrauenjoch (4155 m über NN) durchgeführt [Abb. 8].

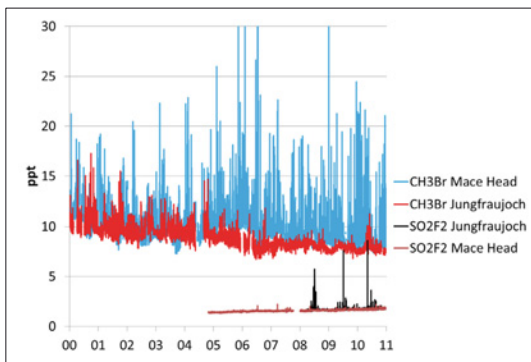


Abb. 8: Zeitreihen von Methylbromid ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) und Sulfurylfluorid ( $\text{SO}_2\text{F}_2$ ) auf dem Jungfrauenjoch und in Mace Head, REIMANN, S.: Kontinuierliche Messung von Nicht- $\text{CO}_2$ -Treibhausgasen auf dem Jungfrauenjoch (HALCLIM-4), BAFU, Bern, Juni 2011, S. 23

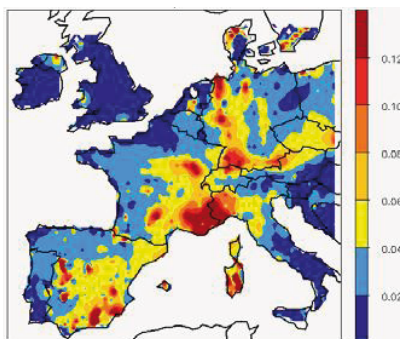


Abb. 9: Verteilung von  $\text{SO}_2\text{F}_2$  im Jahr 2008 in ppt, Reimann, S.: Kontinuierliche Messung von Treibhausgasen auf dem Jungfrauenjoch (HALCLIM-4), BAuA, Bern, Oktober 2010, S. 41

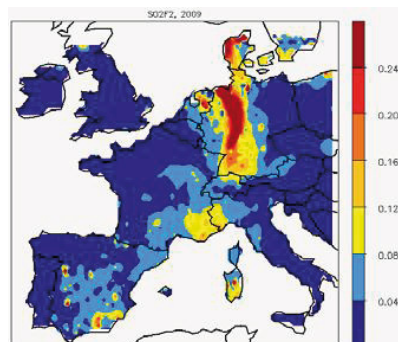


Abb. 10: Verteilung von  $\text{SO}_2\text{F}_2$  im Jahr 2010 in ppt, Reimann, S.: Kontinuierliche Messung von halogenierten Treibhausgasen auf dem Jungfrauenjoch (HALCLIM-3), BAuA, Bern, Dezember 2011, S. 40

9 Vgl. BREUER, MIKE (2012): Risiko-/Nutzenanalyse für das Sonderverfahren Begasung, Diplomarbeit, HNE Eberswalde.

Die Messungen erfolgen heute europaweit [Abb. 9, 10]. Die Haltbarkeit des Gases ist ungeklärt. Vor 2009 ging man von 5 Jahren aus. Seit 2009 wird eine Haltbarkeit von 36 Jahren angenommen. An der University of Colorado wurde in 2008 ein 2 dimensionales Modell zur Haltbarkeit mit einem theoretischen Ergebnis von 630 Jahren entwickelt.<sup>10</sup> Das Treibhauspotential ist 4780-mal größer als das mit 1 angenommene von Kohlendioxid.<sup>11</sup>

## 2 Stand der öffentlich, rechtlichen Genehmigungsfähigkeit

Eine in der Praxis häufig gestellte Frage nach der Zulässigkeit des Begasungsverfahrens gegen Pilze ist in der Beantwortung komplex. Grundsätzlich gibt es weder in Deutschland noch in Europa eine Zulassung für Verfahren des bekämpfenden Holzschutzes. Der aktuell modifizierte Teil 4 der DIN 68800:2012-02 ist in Europa einmalig.<sup>12</sup>

Nachfolgende Hinweise sind hier zu entnehmen:

*Abschnitt 9.4.1.4* weist auf die zu erwartenden Beeinträchtigungen von Kunstleder, Metallen und Farbfassungen hin. Probleme, die bei dem reaktionsträgen gereinigten Gas (98,8%) nicht mehr auftreten.<sup>13</sup>

*Abschnitt 9.4.2.2* beschreibt die Notwendigkeit der Mitarbeiterqualifikation (Befähigungsschein-Inhaber) sowie Firmenqualifikation (Erlaubnisschein-Inhaber). Eine Vorgabe, die sich aus der Technischen Regel Gefahrstoffe (TRGS 512) ergibt.

Irreführend sind die Hinweise auf den vorbeugenden Holzschutz im *Abschnitt 9.4.1.1, 9.4.1.4 und 9.4.2.5*, die in die DIN 68800 Teil 2 gehören.

*Abschnitt 9.4.2.1* weist auf die europäischen und nationalen Regeln zur Verwendung des Gases hin. Der Hinweis auf den Einsatzzweck führt zum bekämpfenden Holzschutz (Produktart 18 – Bekämpfungsmittel gegen Arthropoden wie Insekten, Spinnentiere und Schalentiere). Das SF-Gas wird neben der Blausäure explizit erwähnt. Woher kommen diese für den bekämpfenden Holzschutz klaren Regularien?

Die hoheitlichen Aufgaben im Gesundheitsrecht und bei der Produktsicherheit hat die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Dortmund übernommen. Im Zuge der Umsetzung der Biozid-Produkt-Richtlinie 98/8/EG ist SF mit der Nr. 1 am 29.07.2009 im Anhang 1 aufgenommen worden [Abb. 11].

---

10 PAPADIMITRIOU, V. C.: Experimental and theoretical investigation of the Atmospheric Chemistry and Global Warming Potential of SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, Institute for Research in Environmental Sciences, University of Colorado, 2008.

11 BURHOLDER, JB.: Experimentelle und theoretische Untersuchung der Atmosphärenchemie und Treibhauspotenzial von SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, Journal of Physical Chemistry A, 2008.

12 Der Normausschuss NA 042-03-04 AA „Bekämpfender Holzschutz“ hatte keine erfahrenen Begaser als Mitglieder. Ein Nachteil, den der Verfasser während 3 Einspruchsitzungen in 2011 beobachten konnte.

13 Die noch 2008 von UNGER, A. publizierten problematischen Materialkombinationen waren mit hoher Wahrscheinlichkeit auf verunreinigte Bestandteile im Gas zurück zu führen. Aktuell werden diese Probleme nicht beschrieben.



ANHANG							
Der folgende Eintrag wird an „Nr. 1“ in Anhang I der Richtlinie 98/8/EG angefügt:							
Nr.	Gefährliche Bezeichnung	RUFAC-Beschrei- bung Kommissionen	Mindestreinheit des Wirkstoffs im Be- zugsprodukt in der Form, in der es in Verkehr gebracht wird	Zeitpunkt der Auf- nahme	Frat für die Erfüllung von Artikel 18 Absatz 1 Gefährtenes Produkt mit mehr als einem Wirkstoff bei dem Produkt muss Artikel 18 Absatz 1 bis zu dem in der letzten Entscheidung über die Auf- nahme seiner Wirkstoffe gefestigten Zeitpunkt erfüllt werden	Aufnahme definiert bis	Produkt  Besondere Bestimmungen (*)
			394 g/kg	1. Juli 2011	30. Juni 2013	30. Juni 2021	18  Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass die Zulassung an folgende Bedingungen geknüpft ist:  1. Das Produkt darf nur an entsprechend geschulte Fachkräfte verkauft und nur von diesen verwendet werden.  2. Es sind geeignete Maßnahmen zum Schutz von An- wendern und Untertanen während der Begezung und zur Lüftung der behandelten Gebäude und son- stigen geschlossenen Räumlichkeiten zu treffen.  3. Auf Etiketten und/oder Sicherheitsdatenblättern der Produkte ist angegeben, dass vor der Begezung von geschlossenen Räumlichkeiten sämtliche Lebensmittel zu entfernen sind.  4. Die Sulfurylfloxidkonzentrationen in der Luft der Troposphäre über weit von den Kontaminationsquel- len entfernten Gebieten werden überwacht.  5. Die Mitgliedstaaten tragen auch dafür Sorge, dass die Zulassungsinhaber die Berichte über die Über- wachung gemäß Nummer 4 spätestens fünf Jahre nach der Zulassung übermitteln. Die Nachweismenge für die Analyse liegt bei mindestens 0,5 ppt (= 2,1 ng Sulfurylfloxid/m³) Luft der Troposphäre.
(*) Für die Umsetzung der allgemeinen Grundsätze von Anhang VI sind Inhalt und Schlussfolgerungen der Bewertungsbereiche auf der folgenden Website der Kommission zu finden: <a href="http://ec.europa.com/comm/environment/biocides/index.htm">http://ec.europa.com/comm/environment/biocides/index.htm</a>							

Abb. 11: Anhang 1 der Richtlinie 98/8/EG

Unter Punkt 4 und 5 wird eindeutig auf die verpflichtende Überwachung der Troposphäre hingewiesen. Im Punkt (5) der Richtlinie 2006/140 EG der Kommission vom 20. Dezember 2006 wurde festgehalten, dass es keine offenen Fragen und Bedenken gab. Diese Feststellung wird mit hoher Wahrscheinlichkeit entsprechend der Ergebnisse aus den USA und der Schweiz überprüft werden. Grundsätzlich gilt die Technische Regel für Gefahrstoffe 512 (TRGS 512):2008-11, die einen großen Schwerpunkt auf die Containerbegasung in den Häfen setzt. Dort wird das SF-Gas explizit benannt und der Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene dargelegt.

### 3 Technische und technologische Voraussetzungen

Grundsätzlich ist die Kombination einer insekten- und pilzwidrigen Begasung sinnvoll. Bewährt haben sich die Einhausung des gesamten Gebäudes (Insektenbereich, siehe Abb. 12, 14) sowie eine so genannte „Einhausung in der Einhausung“ (Pilzbe- reich, siehe Abb. 13, 15).

Bei der Auswahl der Einhausungsmaterialien ist zu berücksichtigen, dass nicht der am Bau gebräuchliche Dampfdiffusionswiderstand, sondern der spezifische Gasdif- fusionswiderstand maßgebend ist.

Die schweren Gebäude einhausenden Planen können mit Hilfe einer Hebebühne montiert werden [Abb. 16, 17]. Scharfkantige Aufbauten wie Schneefangitter, Schorn- steinrtritte u. ä. sollten im Vorfeld mit Luftpolsterfolien egalisiert werden.



Abb. 12: Kirche Kietznick – Einhausung Kirchenschiff



Abb. 13: Kirche Kietznick – Einhausung in der Einhausung (Decke)



Abb. 14: Neuendorfer Anger, Potsdam – Einhausung Gebäude von außen



Abb. 15: Neuendorfer Anger, Potsdam – Einhausung in der Einhausung (Decke)



Abb. 16: Kirche Kietznick – Hebebühne zur Planenmontage



Abb. 17: Neuendorfer Anger, Potsdam – Komplett einhausung

Folienstöße müssen untereinander verklebt werden. Die Wandanschlüsse können in Anlehnung der DIN 4108-7:2011-01 montiert werden. An Holzleisten getackert Folienenden werden unmittelbar an das Gebäude gedübelt und zusätzlich mit Klebebändern gesichert. Beschwerden von großen Folienflächen sind notwendig [Abb. 18].



Abb. 18: Kossätenhaus in Ferch während der händischen Einhausung



Abb. 19: Neuendorfer Anger, Potsdam – Anschluss ans Erdreich

Ein Anschlussdetail zum Erdreich hat sich als Standard durchgesetzt [Abb. 19, 20].

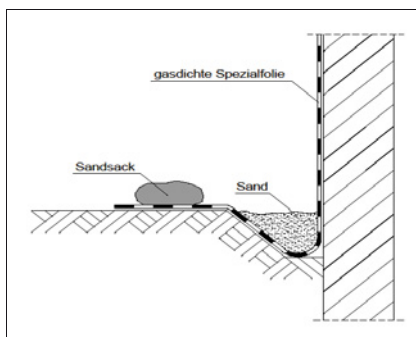


Abb. 20: Anschlussdetail zum Erdreich

Bei allen Behandlungen wurde klar, dass Abklebungen im Vergleich zu den so genannten Bauschaumdetails grundsätzlich die gasdichteren Anschlüsse ermöglichen [Abb. 21]. Die so genannten Einhausungen in den Einhausungen wurden bisher in der schadensträchtigen Dachgeschossdecke praktiziert [Abb. 22].



Abb. 21: Neuendorfer Anger, Potsdam – geklebter Anschluss zur Balkenlage



Abb. 22: Neuendorfer Anger, Potsdam – zusätzlich eingehauster Pilzbereich



Eine Praktizierung auch in anderen Gebäudeteilen ist grundsätzlich möglich. Bei den Deckeneinhausungen ist es sinnvoll, Folien auf der Unter- und Oberseite zu befestigen. Eine Sicherung mit Leisten ist notwendig. Der Anschluss an die Außenwände innen kann wie außen mit angetackerten Leisten erfolgen [Abb. 23]. Problematisch sind die gasdichten Einhausungen geschlossener Traufen. Klebebänder ermöglichen einen ausreichend dichten Anschluss an handbebeilte Holzbalken. Für die möglichst gleichmäßige Gaseinleitung in die Gebäude sind Gasleitungssysteme, bestehend aus Kunststoffschläuchen Ø 6 mm, zu verlegen [Abb. 24].



Abb. 23: Neuendorfer Anger, Potsdam – mit Leisten und Klebebändern gesicherter Wandanschluss



Abb. 24: Neuendorfer Anger, Potsdam – Gaszuleitung

Die geschickte Platzierung von Ventilatoren unterschiedlicher Größe ermöglicht eine gute Verteilung. Messschläuche (Ø 3 mm) mit Ansaugmöglichkeiten für die Sensoren sichern die Daten für die Kontrolle des Verfahrens. Gemäß TRGS 512, Anlage 2a, b sind folgende organisatorische Dinge vor der Begasung zu erledigen:

1. Klärung der eventuellen baulichen Verbindungen der Gebäude.
2. Klärung des Verlaufs von Heizleitungen (Fernwärmeschacht).
3. Klärung der Führung eventueller Leerrohre zu Nachbargebäuden.
4. Klärung, ob sich eventuelle nicht bekannte Kellerräume, Gruften oder Hohlräume unter dem Gebäude befinden.
5. Sind alle Zugangsschlüssel verwahrt worden.
6. Klärung, ob der Besatz an schützenswerten Tieren in den Dachstühlen vorhanden ist.

## 4 Erfolgskontrollen

Gemäß Abschnitt 11.2.4 der DIN 68800-4 ist der Erfolg des Begasungsverfahrens zu beurteilen. Über die Forderung des Monitoring hinaus sollten so genannte Lebendprüfkörper verwendet werden. Bundesweit bewährt hat sich die sehr sorgfältige Vorgehensweise von FENNERT an der MPA Eberswalde. Die Lebendlarven, die in Holzkörpern eingesetzt werden, zeigen nach der Begasung zuverlässig die Wirksamkeit an [Abb. 25].

Es ist zu berücksichtigen, dass eine tödliche Dosis auf einzelne Organe der Larve bereits zum Verlust der Vitalität führen. Eine ovizide (eiabtötende Wirkung) kann mit

diesen Prüfkörpern nicht geprüft werden. Kritischer ist die Bereitstellung von Pilz-Prüfkörpern zu sehen. Die Prüfkörper werden in unterschiedliche sterilisierte Transportbehältnisse gesetzt. Die Erfahrungen mit Holzhülsen, Zellstoffhülsen, PE-Zylindern und Glasbehältern sind dabei sehr unterschiedlich [Abb. 26].



Abb. 25: Holzkörper mit Insektenlarven der MPA Eberswalde



Abb. 26: Zellstoffhülse mit Hausschwammmycel

Die unzureichende Vitalität dieser Proben kann nicht ausgeschlossen werden. Der Erfolg ist auch von der Erfahrung des Prüflabors abhängig. Insbesondere in Dresden ist zwischenzeitlich ein Erfahrungsschatz vorhanden, der regelmäßig zum Erfolg führt. Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass diese Proben nur einen schmalen Ausschnitt aus dem Lebensbereich des Echten Hausschwamms darstellen. Proben mit weiteren Hausfäulepilzen wurden bisher nicht verwendet.

Grundsätzlich ist die Vitalität der Prüfkörper nur ein Qualitätskriterium. Weitere wichtige Kriterien sollten

- die Dokumentation der ct-Produktentwicklung,
- die Kontrolle der händischen Messungen der Gaskonzentration außerhalb der Einhausung,
- die Daten der firmeninternen Software,
- das Verlaufsprotokoll des Begasungsleiters sowie
- die Einschätzung des begleitenden Sachverständigen unmittelbar nach dem Verfahren sowie nach einem halben und nach 2 Jahren sein.

## 5 Grenzen des Verfahrens

Der technische Stand ermöglicht heute vom Bediener unabhängige Messungen der Gaskonzentration. Die Verlegung von 8–12 Messschläuchen ist technisch machbar [Abb. 27]. Die zur Verfügung gestellte Technik zeichnet zuverlässig die Daten auf. Die Länge der Messleitungen (bis 150 m) führt zu Verzögerungen bis zu 15 Minuten (vgl. Diplomarbeit BREUER, M., S. 43). Die verwendete Software ermöglicht eine fortlaufende Überwachung des ct-Produktes. Die pneumatisch anspruchsvolle Technik arbeitet weitestgehend fehlerfrei. Die Messungen sind begrenzt auf Konzentrationen bis 150 g/m<sup>3</sup> – ein Messbereich, der für pilzwidrige Begasungen mit Konzentrationen bis 600 g/m<sup>3</sup> nicht ausreichend ist. Die Verwendung von weniger ausgestatteten Geräten ist dafür notwendig [Abb. 28].

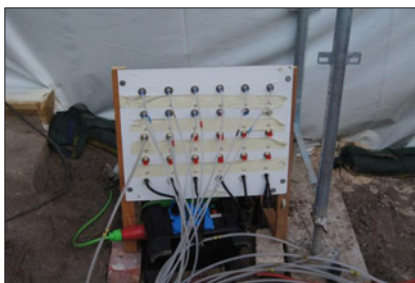


Abb. 27: Messverteilerstation Neuendorfer Anger



Abb. 28: Messgeräte für Konzentrationen  
> 150 g/m<sup>3</sup>, Kirche Kletznick

Geräte, die die Daten nicht aufzeichnen bzw. mit Hilfe einer Software auswerten können. Die relativ gute Überwachungsmöglichkeit führt jedoch nicht zu der gewünschten gleichmäßigen Verteilung des Gases im Gebäude. Ct-Produktüberschreitungen bis zu 100 % wurden bei den Referenzobjekten verzeichnet. Es zeigt sich, dass jedes Begasungsobjekt mit seiner spezifischen Geometrie und Abdichtungsmöglichkeit ganz unterschiedliche Bedingungen schafft.

Deutlich erkennbar war auch der Einfluss der Sonnenbestrahlung. Unterhalb der durchwärmten Folie dehnte sich die Luft aus, und das ca. 3,5-mal schwerere SF-Gas verteilte sich ungleichmäßig. Die zusätzliche Verwendung von Radiallüftern verbessert die Verteilung, verlangt von den Bedienern jedoch viel strömungstechnische Erfahrung ab [Abb. 29].



Abb. 29: Gasverteilungsequipment  
Neuendorfer Anger

Es ist technisch schwer, in den insektenträchtigen Firstbereich ein ovizides ct-Produkt (> 2000 gh/m<sup>3</sup>) zu erzielen. Die Einhausungen in den Einhausungen erwiesen sich dagegen als Bereiche hoher ct-Produkte (bis 8000 gh/m<sup>3</sup>).

## 6 Beispielobjekte

Im Rahmen der Vorbereitung der Sanierung des **Neuen Palais Potsdam** 2005 wurde erstmalig eine umfangreiche Risiko/Nutzenabwägung durchgeführt. Da das Neue Palais bis heute mit seinen zahlreichen Schächten, Kanälen und Hohlräumen nicht abschließend erforscht ist, wurde eine Gebäudebegasung auch in Teilen ausgeschlossen. Durchgeführt wurde eine Kammerbegasung mit SF. Der Befall durch den Echten Hausschwamm war nachweislich vital. Ein Wiederbefall wurde bis heute nicht beobachtet [Abb. 30, 31, 32, 33, 34]. Das empirisch ermittelte ct-Produkt bildet noch heute die planerische Grundlage für alle Verfahren.



Abb. 30: Nachweislich aktives Mycel des Echten Hausschwamms



Abb. 31: Vorbereitung der mobilen Begasungskammer



Abb. 32: Mobile Begasungskammer unmittelbar vor der Beschickung



Abb. 33: Montage der Gaszuleitung

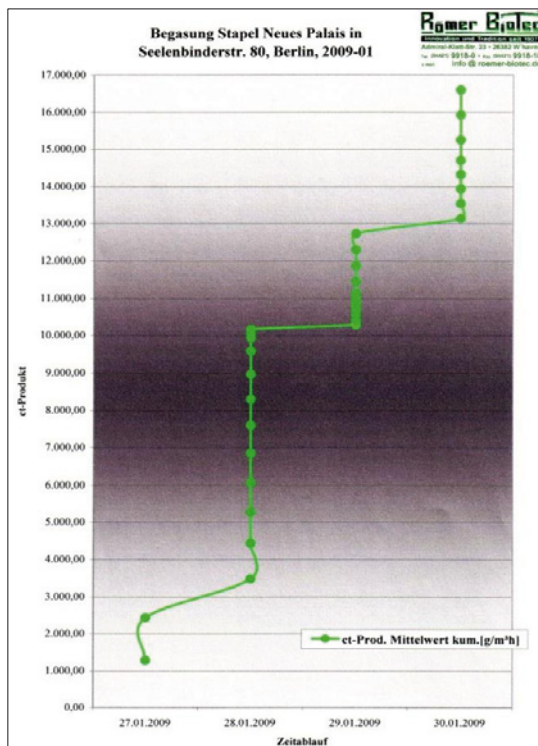


Abb. 34: Erreichte ct-Produkte in der Begasungskammer

Vom 04. 10. 2011 bis zum 08. 10. 2011 fand die erste pilzwidrige Gebäudebegasung an der **Dorfkirche Kletznick** in Sachsen-Anhalt statt [Abb. 35].

Den Zuschlag nach einer beschränkten Ausschreibung erhielt die Firma Grolfi GmbH aus Dresden. Mit ausschlaggebend für die Vergabe war, dass die Firma Grolfi GmbH unmittelbar vor Kletznick eine pilzwidrige Begasung am Schloss Blankenburg durchgeführt hatte. Positive Ergebnisse der dortigen Prüfkörper des ihd Dresden (Institut für Holztechnologie Dresden) wurden zur Verfügung gestellt. Des Weiteren hatte die Firma über eigene Versuchsreihen das im Neuen Palais notwendige ct-Produkt bestätigt. Die Kirche Kletznick liegt in unmittelbarer Umgebung des Klosters Jerichow und ist damit ein wichtiges Zeugnis der Christianisierung des 12. Jahrhunderts. Die Deckenbalkenlage liegt frei zum Innenraum und war neben dem Echten Hauschwamm von Porenschwämmen, Moderfäulepilzen und dem Hausporling befallen [Abb. 36].





Abb. 35: Ansicht Dorfkirche Kletznick



Abb. 36: Typisches Schadbild nach Demontage der Deckenbalkenverkleidung

Ein aktiver Befall durch die Larven des Hausbock- und Trotzkopfkäfers war ebenfalls zu verzeichnen. Die ursprüngliche Idee des Baus einer Einhausung in der Einhausung an der Traufe wurde verworfen. Eingehaust wurde die komplette Kirche und darin für die pilzwidrige Begasung die Unter- und Oberseite der Decke [Abb. 37, 38].



Abb. 37: Fertiggestellte Schiffeinhausung Kirche Kletznick



Abb. 38: Oberseitige Deckenabklebung Kirche Kletznick

Die gute Zugänglichkeit der Traufe sicherte eine gute Gasabdichtung. Prüfkörper der MPA Eberswalde (Insekten), der BAM Berlin und des IHD Dresden (Pilze) wurden ausgebracht [Abb. 39].

Am Westportal des Turms wurden der Verteiler inklusive Gaszuführung und Gaskonzentrationsmessung installiert. Die Messung im hoch konzentrierten Pilzbereich ( $> 150 \text{ g/m}^3$ ) erfolgte mit dem Fumiscopes Version 5.0. Parallel konnte in einem separaten Messwagen mit dem Gerät Pro Check die insektizide Konzentration bis  $150 \text{ g/m}^3$  gemessen und aufgezeichnet werden. Schwierige Witterungsverhältnisse am 05.10.2011 mit Sturm (bis Windstärke 4) und Regen stellten die Einhausung vor eine schwere Prüfung. Das erreichte ct-Produkt von  $16773 \text{ gh/m}^3$  und der Gasverbrauch von 230 kg macht die technische Machbarkeit deutlich, zeigt jedoch auch die Dosierungsprobleme. Ein Wiederbefall wurde weder in den Proben noch nach einem Jahr am Objekt festgestellt.



Abb. 1: Prüfsätze nach 4 Wochen Inkubation; Proben 1 bis 15: behandelte Proben ohne Auswachsen von *S. lacrymans*.



Abb. 2: Prüfsätze nach 4 Wochen Inkubation; Proben 20 bis 25 (behandelte Proben ohne Auskemmung von *Serpula lacrymans* jedoch größtenteils mit Schimmelpilzbefall); Proben 26 und 27 (unbehandelte mitgeführte Kontrollen) sowie Proben K 20 bis K 31 (beim Auftragnehmer verbliebene Kontrollen).

*Abb. 39: Kiefernplinthölzer überwachsen vom Echten Hausschwamm auf Nährboden, Quelle: ihd Dresden*

Das ehemalige **Lehnschulzenhaus** aus 1684<sup>14</sup> in Potsdam-Babelsberg besaß einen ähnlichen Schädigungsgrad. Die Dachgeschossdecke des überputzten Fachwerkhäuses war an der straßenseitigen Traufe vom Echten Hausschwamm durchwachsen. Intensive Myceleinwachsungen in Wickelstaken und angrenzenden Mauerwerk wurden festgestellt. Der Gewöhnliche Nagekäfer wurde in großen Bereichen mit Aktivität diagnostiziert [Abb. 40].

Auch hier wurde die Einhausung in der Einhausung notwendig. Die Erfahrungen der Deckeneinhausung der Kirche Kietznick konnten genutzt werden [Abb. 41].

Als problematisch stellte sich die Einhausung der Traufe heraus. Ein Folienanschluss an die insgesamt 16 Aufschieblinge war schwierig und abschließend nicht ausreichend dicht. Prüfkörper (Insekten) der MPA Eberswalde sowie der BAM (Pilze) sollte die Wirksamkeit zusätzlich belegen.

<sup>14</sup> Vgl. BREUER, M. (2012): Diplomarbeit, S. 13.

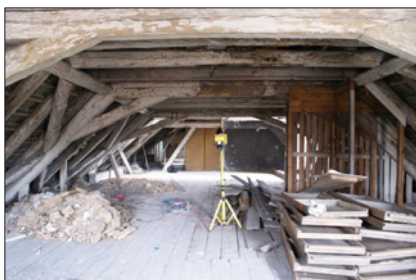


Abb. 40: Gesamtansicht liegender Dachstuhl



Abb. 41: Fertig eingehautes Gebäude

Die Lage des Objektes machte die Evakuierung eines angrenzenden Bürotraktes notwendig. Ein nur 6 m entferntes einfaches Wohnhaus wurde nach ausgiebiger Diskussion nicht evakuiert. Die während der Begasung regelmäßig durchgeführten Messungen bestätigen, dass die Gefahr einer Gasausbreitung in das Gebäude über die gut durchlüftete Durchfahrt nicht bestand [Abb. 42].



Abb. 42 : Regelmäßige Messungen entlang der Einhausung

Bei relativ guten Witterungsverhältnissen wurde nach 100 h die Belüftung eingeleitet. Nach weiteren 9 h konnten bereits Gaskonzentrationen unter 5 ppm gemessen werden. Nach 17 h war die Freigabe des Gebäudes möglich. Die gute Verteilung des Gases im Gebäude bestätigte die Theorie, dass die werkseigene Software in Kombination mit einer sorgfältigen Einhausung den Erfolg sichert [Abb. 43].



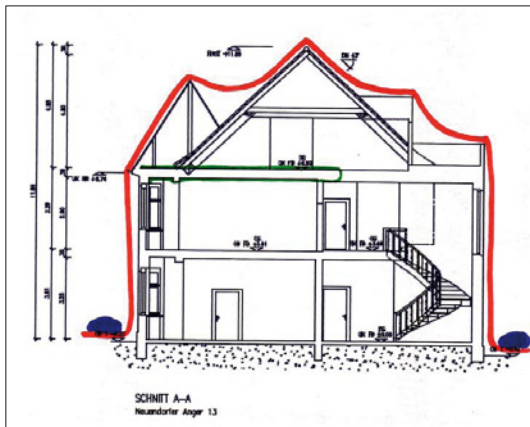


Abb. 43: Beide Begasungsbereich im Querschnitt

Differenzierter sah das Ergebnis im Pilzbereich aus. Hier veranlassten Undichtigkeiten in der Traufe den Begasungsleiter zu Nachdosierungen. Die nur einfache Mess-technik macht eine Vorausschau des ct-Produktes schwierig. Des Weiteren ist die Begasungsdauer, die als ein Faktor in das ct-Produkt einfließt, nur im Zusammenhang mit dem gesamten Gebäude zu sehen. Eine Verknüpfung, die nicht immer zu optimalen Ergebnissen führt. Das erzielte ct-Produkt von  $8139 \text{ gh/m}^3$  stellt annähernd eine Verdopplung des notwendigen ct-Produktes dar.

Die Prüfkörper der MPA (Insekten) waren alle nachweislich abgetötet. Auch alle Prüfkörper der BAM (Pilze) waren abgetötet. Da dies auch die unbehandelten Referenzproben in der BAM sowie außerhalb der Baustelle (Messwagen) betraf, ist von keinem verwertbaren Ergebnis auszugehen. Hier stellt sich die Frage, ob die normativ geforderte europaweite Vergleichbarkeit der Prüfpilze Vorrang vor der möglichst guten Abbildbarkeit der natürlich vorkommenden Pilze haben muss. Die Verwendung von vitaleren Prüfpilzen wäre empfehlenswert.

Ein Wiederbefall am Objekt wurde während der Zimmererarbeiten seit Juni 2012 nicht festgestellt.

## 7 Ausblick

Die nachweislich durchgeführten fünf Begasungen<sup>15</sup> mit SF gegen Hausfäulepilze waren erfolgreich und bestätigen die Laborversuche von UNGER, W.<sup>16</sup>

Zurzeit wird an den Objekten Kavalierhaus Schloss Rheinsberg sowie Schloss Buggenhagen eine intensive Risiko/Nutzenabwägung durchgeführt. Da beide Objekte einen Hausschwammbefall mit großer Aktivität besitzen und sie von weit verteilten

15 Dielen Neues Palais Potsdam 2008, Kreuzkirche Neustadt/ Dosse 2010, Schloss Blankenburg 2011, Kirche Kietznick 2011, Neuendorfer Anger 13 Potsdam 2012.

16 PFEIFFER, UNGER, FRÖBA, BINKER (2006): Annual Meeting Tromsø, Norway.

Myceleinwachsungen gekennzeichnet sind, werden in die Diskussion nur voluminöse Bekämpfungsverfahren einbezogen. Die nachfolgenden Auswahlkriterien spielen dabei eine bedeutende Rolle:

- Denkmalverträglichkeit,
- Umweltschädlichkeit,
- Wirksamkeit,
- Sicherheit,
- Behandlungszeit,
- Wirtschaftlichkeit.

Seit der konsequenten Verwendung von bis zu 99,8 % gereinigtem SF-Gas sind keine Einflüsse auf Farbfassungen, Gold/Silberauflagen, Textilien oder Leder bekannt geworden. Es kann von einer hohen Denkmalverträglichkeit ausgegangen werden.

Die Umweltschädlichkeit ist nicht abschließend geklärt. Eindeutig lässt sich ein Verbleib des Gases in hohen Schichten der Atmosphäre nachweisen. Eine Verfolgung der weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen ist zu empfehlen.

Eine gute Wirksamkeit über den Echten Hausschwamm hinaus konnte festgestellt werden. Die empirischen durch geringe Fallzahlen belegten Ergebnisse sollten im Labor unabhängig von wirtschaftlichen Interessen verifiziert werden.

Die Anforderungen an die Sicherheit sind gut umsetzbar. Die Reduzierung der Gaskonzentrationen durch bessere Steuerungen, Verteilungen und Dichtheitsprüfungen mit Spürgas sollte angestrebt werden.

Die Behandlungszeiten sind mit thermischen Verfahren vergleichbar. Dies führte bei den Beispielobjekten durchweg zu einem vergleichbar ökonomischen Aufwand.

Mit der Etablierung der Begasung gegen den Echten Hausschwamm wurde die Vielfalt der Sonderverfahren erweitert – eine Tatsache, die insbesondere in der Denkmalpflege wichtig ist.

Erwartungsgemäß ist nicht das ultimative Verfahren zur Bekämpfung von Hausfäulepilzen entdeckt worden.

## Quellen/Literatur

BREUER, MIKE (2012): Risiko-/Nutzenanalyse für das Sonderverfahren Begasung gegen den Befall Holz zerstörender Insekten und Pilze am Fachwerkhaus Neuendorfer Anger 13 in Potsdam, Abschlussarbeit Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH), Eberswalde.

DREGER, INGO (2009): Neues vom Neuen Palais, Kleinmachnow.

HAUSTEIN, TILO (2010): Zur Diagnose und integrierten Bekämpfung Holz zerstörender Insekten unter besonderer Berücksichtigung der Bunkkäfer (Coleoptera, Cleridae) als deren natürliche Gegenspieler in historischen Gebäuden, Frauenhofer IRB Verlag, Stuttgart.

- HERTEL, GÜNTER H. (Hrsg.) (2008): Schutz des Holzes 2008, expert verlag, Renningen.
- MANKEL, WERNER (Hrsg.) (2011): Tagungsband des EIPOS- Sachverständigentages Holzschutz 2011, Europäisches Institut für postgraduale Bildung an der Technischen Universität Dresden e. V. (EIPOS).
- PFEFFER, ANTJE; UNGER, WIBKE; FRÖBA, GEORG; BINKER, GERHARD (Jun. 2006): Effect of fumigation with Sulfuryl Difluoride on wood inhabiting fungi, a laboratory test, IRG Secretariat, Stockholm.
- Biozid-Produkt-Richtlinie 98/8/EG (2009).
- DIN 68800-4 (Feb. 2012): Holzschutz – Teil 4: Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten, Beuth Verlag GmbH, Berlin
- TRGS 512 – Technische Regeln für Gefahrstoffe, Begasungen (Nov. 2008).



**Dreger, Ingo**  
Dipl.-Ing.

Studium des Konstruktiven Ingenieurbaus

1997: EIPOS-Ausbildung zum Sachverständigen für Holzschutz

1997: Gründung des Ingenieurbüros Ingo Dreger

2006: Dozent an der BTU Cottbus

seit 2007: Dozent bei EIPOS

seit 2008: Beratender Ingenieur mit Bauvorlageberechtigung

seit 2008: Regelmäßige Veröffentlichungen zu Sonderverfahren in der Denkmalpflege

2009: Öffentliche Bestellung und Vereidigung zum Sachverständigen für das Fachgebiet Holzschutz durch die Brandenburgische Ingenieurkammer

---

# Flachdächer in Holzbauweise – Schäden vorprogrammiert?

## Funktionsweise – Forschung – Normung – Nachweis

Claudia Fülle

### Kurzfassung

Flachdächer in Holzbauweise werden zunehmend beliebter. Mittlerweile gibt es viele gebaute Beispiele, und unter ihnen sind leider auch einige Schadensfälle. Dabei sind besonders die einschichtigen, unbelüfteten Flachdächer in Holzbauweise sensible Konstruktionen, in denen es leicht zu Feuchteschäden kommen kann. Bei Einhaltung bestimmter Randbedingungen funktionieren aber auch diese Aufbauten einwandfrei. Dies konnte u. a. in einem groß angelegten Forschungsvorhaben an der MFPA Leipzig, in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl Holzbau der TU München, gezeigt werden. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts flossen auch in die Neufassung der DIN 68800-2 ein. Danach sind einige Aufbauten nachweisfrei – konkretisiert durch die *7 goldenen Regeln von Leipzig* – und bestimmte Konstruktionen, z. B. Gründach- oder Terrassenaufbauten, müssen und können durch hygrothermische Simulationen (WUFI, Delphin) nachgewiesen werden.

## 1 Einleitung

Flachdächer in Holzbauweise erfreuen sich zunehmender Beliebtheit, da sie die oftmals vielfältigen Wünsche von ArchitektInnen und BauherrInnen in sich vereinen: sie erfüllen gut die gestiegenen Wärmeschutz-Anforderungen und sind dabei schlank, platzsparend und leicht. Besonders die beiden letzten Kriterien werden im zunehmend wichtigen Sanierungsbereich, also z. B. bei Aufstockungen, relevant. Eine Ausführung in Holzbauweise, und möglicherweise mit ökologischen Dämmstoffen, erfüllt zudem die Wünsche an ein nachhaltiges Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen.



Abb. 1: Versuchsgebäude  
an der MFPA Leipzig

Ab etwa den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts werden Flachdächer in Holzbauweise in der BRD gebaut, in verschiedenen Ausführungen. Aktuell herrscht eine große Unsicherheit darüber, wie diese Dächer dauerhaft schadensfrei funktionieren können – da es vermehrt zu Schadensfällen kam, und zwar auch bei Dächern, die vermeintlich richtig gebaut waren, jedenfalls den Anforderungen der gültigen Norm DIN 4108-3 entsprachen.

Von 2007 bis 2009 wurde deshalb an der MFPA Leipzig, in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl Holzbau der TU München, ein umfangreiches Forschungsprojekt [FÜLLE, WERTHER, WINTER 2009] durchgeführt, bei dem in einem Versuchsgebäude verschiedene Varianten unter realen Witterungsbedingungen untersucht wurden. Begleitend wurden hygrothermische Simulationen durchgeführt, zunächst zur Validierung, später auch zur Variantenberechnung. Die Ergebnisse flossen teilweise in die Neufassung der DIN 68800-2 (2012) ein. Nahezu parallel wurde an der Holzforschung Austria ein ähnliches Forschungsprojekt [NUSSE, TEIBINGER 2010a] mit Versuchsgebäuden durchgeführt. Als Ergebnis dieses Projekts ist die Planungsbroschüre zu sehen, welche für Österreich weitgehende Planungssicherheit schafft [NUSSE, TEIBINGER 2010b].

In der Schweiz steht seit 2007 ein Merkblatt [Gebäudehülle Schweiz 2007] zur Verfügung, das ebenfalls Festlegungen zu Flachdächern in Holzbauweise trifft. Beteiligte ForscherInnen sowie weitere erfahrene Holzbauer und Praktiker haben sich 2010 zu einer WTA-AG zusammengeschlossen, um weiterhin bestehende Unsicherheiten bei der hygrothermischen Simulation in einem WTA-Merkblatt zusammenzufassen. Ein erstes Ergebnis sind die *7 goldenen Regeln für ein nachweisfreies Flachdach* [WTA-AG 6.1 2011].

## **2 Flachdächer in Holzbauweise – Funktionsweise**

### **2.1 Unbelüftete, einschichtige Flachdächer in Holzbauweise**

Unbelüftete, einschichtige Flachdächer in Holzbauweise werden unterschieden in Varianten mit Vollsparrendämmung in der Tragebene (Abb. 2) und Aufbauten mit Dämmung oberhalb der Tragkonstruktion (Abb. 3), es gibt natürlich auch Mischformen. Bei Aufbauten mit Dämmung oberhalb der Tragebene sind die tragenden und aussteifenden Holzbauteile vollständig dem Raumklima ausgesetzt und können damit im Regelfall in die Gebrauchsklasse 0 eingestuft werden. Sie führen jedoch wiederum zu hohen Dachaufbauten und bedürfen druckfester Aufdachdämmstoffe.

Nicht belüftete Aufbauten mit Volldämmung in der Tragebene zeichnen sich dagegen durch einen sehr guten Wärmeschutz bei geringer Bauhöhe, einen hohen Vorfertigungsgrad mit einfachen Anschlussdetails – bei vergleichbar geringen Baukosten – aus. Hier kommt es jedoch wegen der diffusionshemmenden Abdichtungsbahnen ( $s_d >> 2 \text{ m}$ ) u.U. zu unzulässigen Auffeuchtungen, die eine Einordnung der Holzbauteile in die Gebrauchsklasse 0 u. U. ausschließen. Unbelüftete, einschichtige Aufbauten mit Vollsparrendämmung sind darum sowohl Thema des Forschungsvorhabens [FÜLLE, WERTHER, WINTER 2009] gewesen als auch Gegenstand dieses Beitrags.

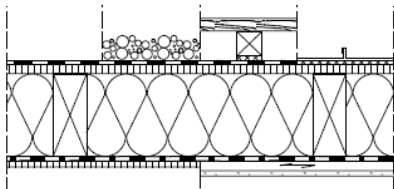


Abb. 2: nicht belüftet, Vollwärmegewissen in der Tragkonstruktion, aus [SCHMIDT, WINTER 2008]

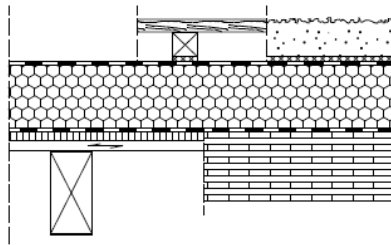


Abb. 3: nicht belüftet, Aufdachdämmung, aus [SCHMIDT, WINTER 2008]

Weitere Problemursachen können unzulässig eingebrachte Einbaufeuchte und/oder konvektive, d. h. durch Undichtigkeiten in der Dampfbremsschicht verursachte Feuchteinträge sein. Problematisch kann z. B. auch eine schlecht eingestellte Lüftungsanlage sein – bei Überdruck kann dann zusätzliche Feuchte durch Leckagen in die Dachkonstruktion „eingepress“ werden [ADRIAANS 2011]. Weiterhin können Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmung, besonders in Verbindung mit Teilverschattungen, zu erheblichen Schäden führen [MOHRMANN 2011] – wenn dort eine Kalt-/Warm-Schichtung zu einer konvektiven Walze führt, die eingetragene Feuchte konsequent zum Ort des niedrigeren Partialdampfdrucks (verschattet, kalt) transportiert.

Folgende klimatische Einflüsse wirken auf ein Dach und sind bei der Planung und Bewertung, u. U. auf Basis hygrothermischer Simulationen zu berücksichtigen:

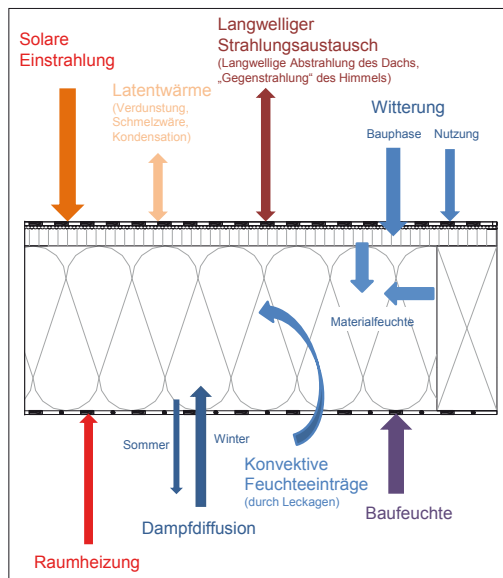


Abb. 4: Klimatische Einwirkungen auf ein Flachdach, verändert nach [SCHMIDT, WINTER 2008]

## 2.2 Belüftete Flachdächer in Holzbauweise

Belüftete Flachdachkonstruktionen können ebenfalls in zwei Gruppen eingeteilt werden (vgl. Abb. 5 und Abb. 6). Einerseits kann die Belüftung in der Tragebene, direkt über der Dämmung erfolgen (Kaltdachkonstruktion). Durch die meist ungenügende Dämmung und ihre planmäßige Durchströmung wird den heutigen Anforderungen an den sommerlichen und winterlichen Wärmeschutz jedoch nicht mehr entsprochen. Andererseits werden in der Tragebene voll ausgedämmte Konstruktionen, mit Unterdeckung und darauf aufgesetzter, unterlüfteter Dachhaut ausgeführt. Dieses Konstruktionsprinzip basiert auf der Annahme, dass aus dem Innenraum eingedrungene Diffusionsfeuchtigkeit durch die Belüftung abgeführt werden kann. Um dies zu gewährleisten, muss ein ausreichender Luftwechsel sichergestellt werden, was besonders bei Flachdachkonstruktionen zu hinterfragen ist.

Infolge des geringen Höhenunterschiedes zwischen Traufe und First reduziert sich der thermische Auftrieb, der wiederum als eine der wichtigsten Größen für eine funktionsfähige Belüftung anzusehen ist. Auch der zweite wichtige Belüftungseinfluss – Wind – kann quantitativ nur schwer eingeschätzt werden. Insbesondere bei enger Bebauung, Umgebung von höheren Gebäuden oder kurzfristig bei Schnee kann es zu einem Ausfall der Belüftungswirkung kommen.

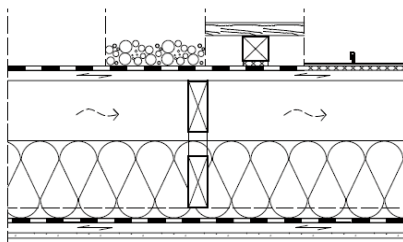


Abb. 5 Teildämmung, Belüftung innerhalb der Tragkonstruktion, aus [SCHMIDT, WINTER 2008]

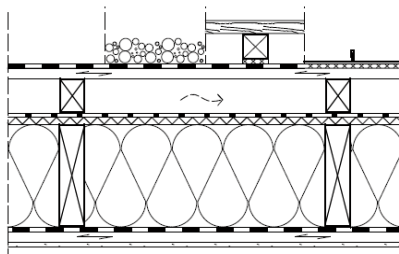


Abb. 6 Volldämmung, unterlüftete Dachhaut, aus [SCHMIDT, WINTER 2008]



Die Mindest-Belüftungshöhen bzw. -Querschnitte sind in den Klempnerfachregeln und dem Merkblatt des Zentralverbands des Deutschen Zimmerverbands ZDVH abgelegt und anschaulich in [SCHMIDT, WINTER 2008] beschrieben. In einigen Fällen kann es trotz vermeintlich gut geplanter Belüftung dennoch zu Schäden kommen [BORSCH-LAACS 2011]. Insbesondere bei Undichtigkeiten und infolgedessen großen konvektiven Feuchteinträgen oder bei hoher Baufeuchte (z. B. Regeneintritt) reichert sich Feuchte im Belüftungsquerschnitt an. Sie kann mit den üblichen Querschnitten – die im Hinblick auf den Abtransport ungleich kleinerer Feuchtemengen durch Diffusion dimensioniert wurden – dann nicht mehr beherrscht werden.

Abb. 7: Feuchteschaden wegen konvektiv eingetragener Feuchte an einem belüfteten Flachdach, aus [Borsch-Laacs 2011]

### 3 Ergebnisse des Forschungsvorhabens

#### 3.1 Experimentelle Untersuchungen

##### 3.1.1 Versuchsgebäude

Die Untersuchungen wurden in einem Freilandversuchsgebäude der MFPA Leipzig an einer einschaligen Flachdachkonstruktion mit praxisrelevanten Aufbauten durchgeführt (Abb. 1). Die Varianten bestanden immer aus einer raumseitigen diffusionshemmenden Schicht, 220 mm Balkenlage mit Vollsparrendämmung, 22 mm OSB/3 und einer Deckschicht. Hierbei wurde in der Art der raumseitigen diffusionshemmenden Schicht (feuchtevariable Dampfbremse *Intello* oder 15 mm OSB, verklebt), der Art der Gefachdämmung (Mineralwolle oder Zellulose-Einblasdämmstoff *isofloc-L*) und zwischen verschiedenen Deckschichten unterschieden (schwarze PVC-Bahn *WOLFIN M* ohne oder mit extensivem Gründach, 60 mm Substrat), vgl. Abb. 8.

Das genutzte Flachdach des Gebäudes besaß eine Fläche von 8 m x 5,5 m, eine Neigung von 2° und wurde umlaufend von einer Attika umschlossen. Um Verschattung auszuschließen, wurde der Messbereich immer im Abstand von 0,5 m zur Attika gewählt. Es entstanden 8 Messfelder (4 mit Schwarzer Bahn, 4 mit Gründach) mit jeweils 3 m² Fläche, die feuchtetechnisch durch Abschottungen voneinander getrennt wurden. Außerdem gab es 3 Messfelder mit heller Bahn, Kiesschicht und Verschattung zur Untersuchung des Einflusses der Deckschicht.

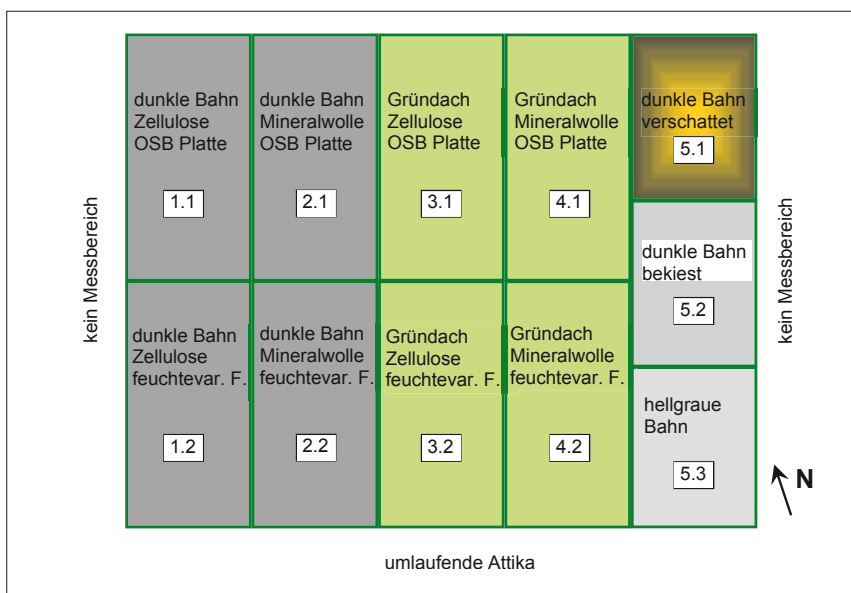


Abb. 8: Versuchsgebäude in Leipzig, Schematischer Aufbau



### 3.1.2 Messtechnische Erfassung

Am Versuchsgebäude in Leipzig wurden folgende Messgrößen bestimmt:

- Außenklima und Raumklima
  - Temperatur und relative Luftfeuchte der Außenluft,
  - Windgeschwindigkeit und Windrichtung,
  - Niederschlagsmenge,
  - Globalstrahlung,
  - Temperatur und relative Luftfeuchte der Innenluft.
- klimatische Verhältnisse im Dachaufbau
  - Temperatur unter den Deckschichten,
  - Temperatur und relative Luftfeuchte in der kritischen Ebene, auf der kalten Seite des Gefachdämmstoffs.
- Materialfeuchten
  - Holzfeuchten der Tragkonstruktion und oberseitigen Beplankung.

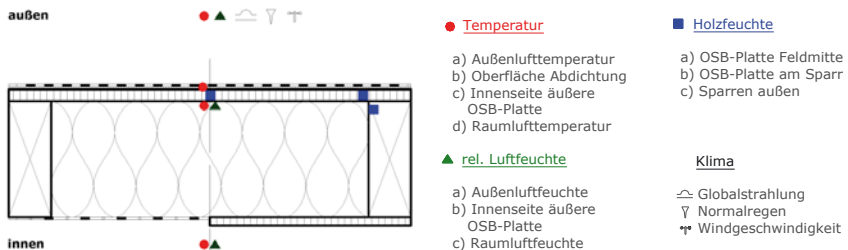


Abb. 9: Anordnung und Aufbau der Messstellen in den untersuchten Feldbereichen

### 3.1.2 Beurteilungskriterien

Schadhafte Dachaufbauten sind dort zu erwarten, wo hohe Materialfeuchten über längere Zeiträume auftreten und das sommerliche Austrocknungsvermögen nicht ausreicht, die im Winter entstehende Feuchte abzuführen. Aufgrund der Ausführung als normativ nicht geregelter Konstruktionsaufbau werden die Anforderungen und Beurteilungsgrundlagen aus den Anwendungsbereichen der eingesetzten Bauprodukte und den Anforderungen für die Verhinderung von Schimmelpilzwachstum abgeleitet.

Für die obere OSB-Platte (Beplankung), welche in den vorliegenden Aufbauten neben den Deckenbalken kritisches Bauteil ist, wird somit gefordert, dass die Materialfeuchte nicht den Grenzwert von 18 M-% über einen längeren Zeitraum überschreiten darf. Für die Deckenbalken gilt, dass die Holzfeuchte nicht über einen längeren Zeitraum den Grenzwert von 20 M-% überschreiten darf.

Hinsichtlich der Verhinderung von Schimmelpilzwachstum wird gefordert, dass an den Oberflächen der relevanten Bauteile (OSB-Platten, Holz) die relative Luftfeuchte nicht über einen längeren Zeitraum den Wert von 80 % überschreiten darf. Eine genauere Beurteilung des Schimmelpilz-Risikos kann anhand des Viitanen-Modells vorgenommen werden [KEHL 2011].

## 3.2 Ergebnisse der Messungen im Versuchsgebäude

### 3.2.1 Ergebnisse der Varianten mit schwarzer PVC-Bahn

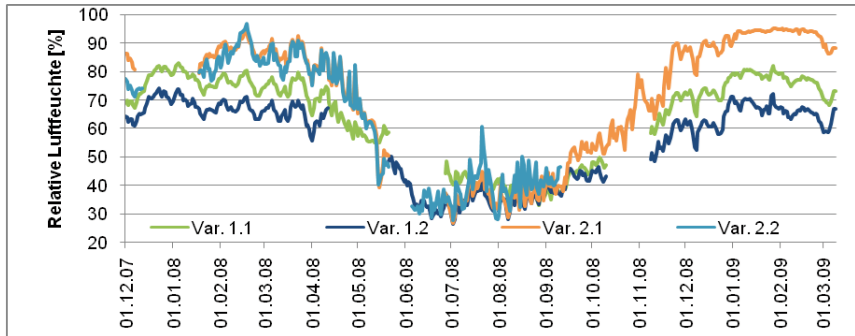


Abb. 10: Relative Luftfeuchte in der kritischen Ebene (zw. Dämmung und Beplankung), gemessene Tagesmittel für Var. 1.1 bis 2.2

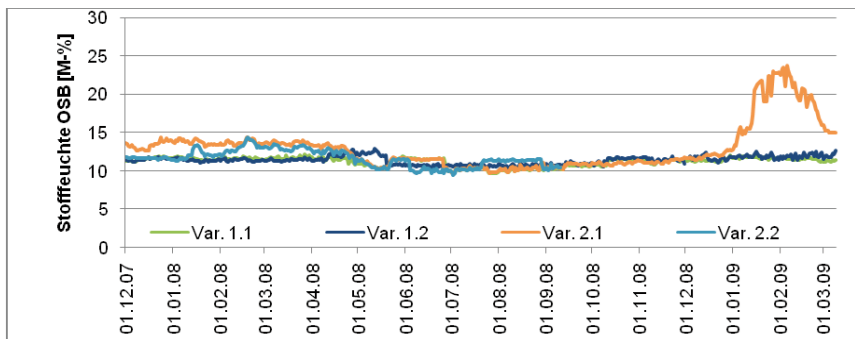


Abb. 11: Stofffeuchte in der oberen OSB-Platte, gemessene Tagesmittel für Var. 1.1 bis 2.2

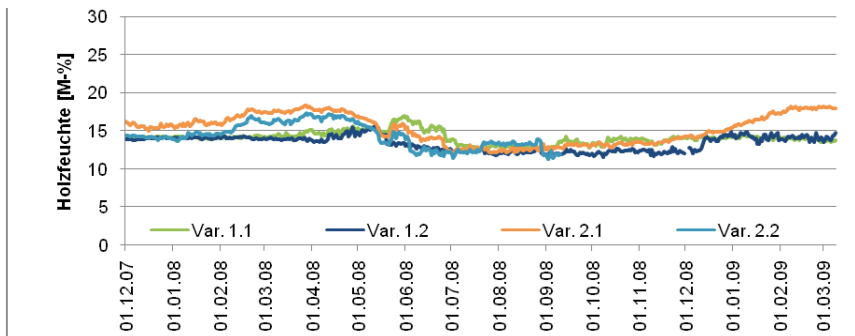


Abb. 12: Holzfeuchte im Deckenbalken, gemessene Tagesmittel für Var. 1.1 bis 2.2

### 3.2.2 Ergebnisse der Varianten mit Gründach

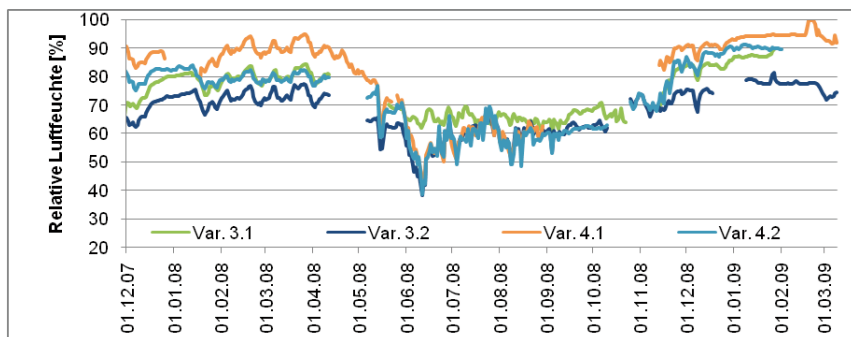


Abb. 13: Relative Luftfeuchte in der kritischen Ebene (zw. Dämmung und Beplankung), gemessene Tagesmittel für Var. 3.1 bis 4.2

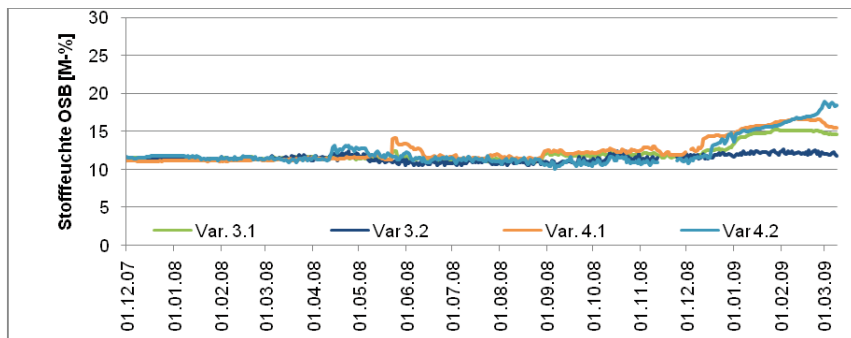


Abbildung 14: Stofffeuchte in der oberen OSB-Platte, gemessene Tagesmittel für Var. 3.1 bis 4.2

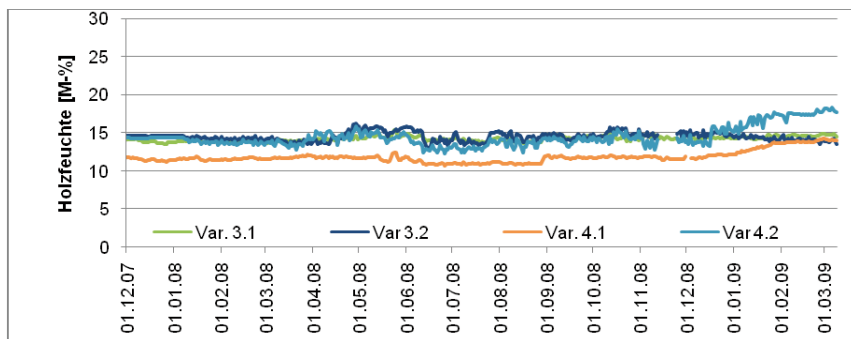


Abbildung 15: Holzfeuchte im Deckenbalken, gemessene Tagesmittel für Var. 3.1 bis 4.2

### 3.3 Hygrothermische Simulationen im Forschungsvorhaben

Für alle Varianten wurde mithilfe eines Simulationsprogramms zum gekoppelten Wärme- und Feuchtetransport (WUFI) das hygrothermische Verhalten in der Dachkonstruktion berechnet. Dazu wurden die gemessenen Außen- und Innenklimabedingungen verwendet.

Beispielhaft zeigen folgende Abbildungen die sehr gute Übereinstimmung zwischen Messwerten und Ergebnissen der hygrothermischen Simulation für Variante 3.2 (Gründach – OSB – Zellulose – feuchtevariable Dampfbremse):

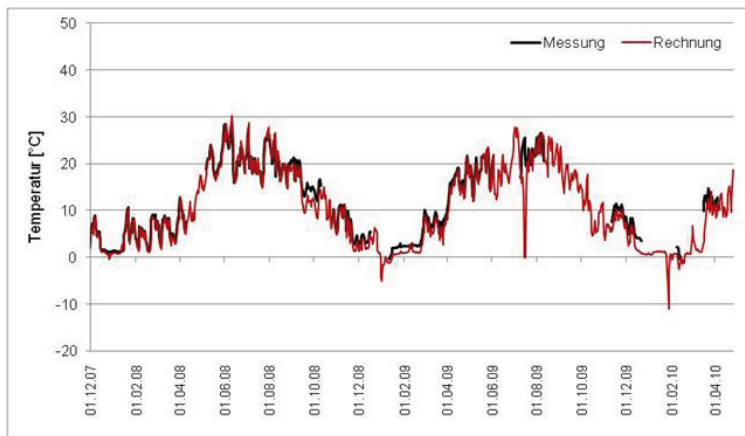


Abb. 16: Temperatur in der krit. Ebene (zw. Dämmung und Beplankung) in Var. 3.2

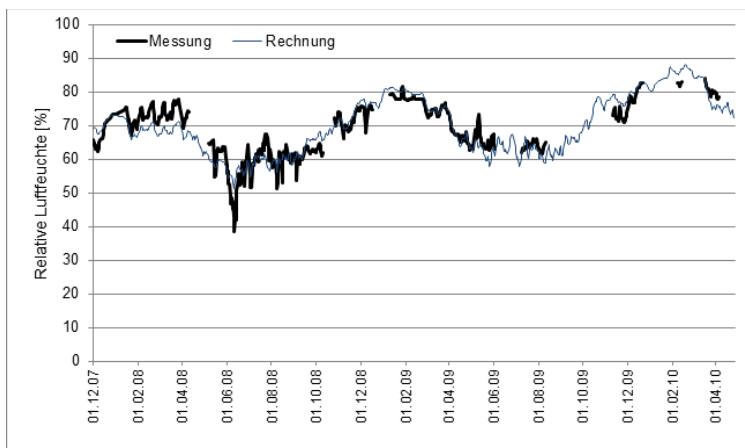


Abb. 17: Relative Luftfeuchte in der krit. Ebene (zw. Dämmung und Beplankung) in Var. 3.2

Auf den validierten Materialkennwerten aufbauend wurden mittels hygrothermischer Simulationen Parameterstudien durchgeführt. Dabei wurde untersucht:

- Variation Außenklima (Berechnung für Klimadatensatz „Holzkirchen 1991“),
- Variation Innenklima (erhöhte Innenraumfeuchte durch z. B. Estrich-Einbau),
- Berücksichtigung eines konvektiven Feuchteintrags von  $250 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{Winter})$ ,
- Variation der Dachabdichtung (Berechnung für helle PVC-Bahn und dampfdichte Abdichtung wie z. B. Bitumen),
- Simulation von Verschattung durch umliegende Gebäude,
- Simulation von Dach-Überbauten durch z. B. Photovoltaik.

### 3.4 Zusammenfassung zum Forschungsvorhaben

Die Untersuchungen im Versuchsgebäude in Leipzig haben gezeigt, dass unbelüftete einschalige Flachdachkonstruktionen in Holzbauweise unter bestimmten konstruktiven Randbedingungen feuchte technisch einwandfrei funktionsfähig sind. Zusätzliche Erkenntnisse zu den Grenzen und Einsatzbedingungen der Dachaufbauten sowie Aussagen zur Dauerhaftigkeit wurden durch die umfangreichen hygrothermischen Simulationen (Parameterstudien) erzielt. Untersuchungen an bestehenden Gebäuden ergänzten die Messungen am Versuchsgebäude und die Parameterstudien.

Die acht am Versuchsstand untersuchten Varianten unterschieden sich in ihrer hygrischen Unbedenklichkeit erheblich. Folgende Aufbauten verhielten sich hygrisch unbedenklich und können somit empfohlen werden:

- Var. 1.2 Schw. PVC-Bahn – OSB – Zellulose – feuchtevar. Dampfbremse,
- Var. 1.1 Schwarze PVC-Bahn – OSB – Zellulose – OSB,
- Var. 2.2 Schw. PVC-Bahn – OSB – Mineralwolle – feuchtevar. Dampfbremse,
- Var. 3.2 Gründach – OSB – Zellulose – feuchtevar. Dampfbremse,
- Var. 2.1 Schwarze PVC-Bahn – OSB – Mineralwolle – OSB.

Nicht empfohlen werden können folgende Varianten:

- Var. 3.1 Gründach – OSB – Zellulose – OSB,
- Var. 4.1 Gründach – OSB – Mineralwolle – OSB,
- Var. 4.2 Gründach – OSB – Mineralwolle – feuchtevar. Dampfbremse.

Folgende Kernaussagen sind zu treffen:

- Ein sorptiver Dämmstoff wie Zellulose ist in weitaus höherem Maße als z. B. Mineralwolle in der Lage, in der Kondensationsperiode anfallendes Tauwasser, aber auch Baufeuchte, zu speichern und verzögert in der Trocknungsperiode wieder abzugeben.
- Eine feuchtevariable Dampfbremse bildet mit ihrer größeren Spreizung des Wasserdampfdiffusionswiderstands zwischen Trocken- und Feuchtebereich eine gegenüber der OSB-Platte eindeutig vorzuziehende Variante der inneren diffusionshemmenden Schicht.
- Die Verwendung einer schwarzen, diffusionsfähigen ( $s_d \sim 20 \text{ m}$ ) PVC-Bahn ist anderen Varianten wie heller PVC-Bahn oder diffusionsdichter Bahn (z. B. Bitumen,  $s_d \sim 300 \text{ m}$ ) vorzuziehen.

## 4 Stand der Normung

Zum Zeitpunkt des Forschungsvorhabens galt DIN 4108-3 (2001), wonach der rechnerische Nachweis für nicht belüftete und für um  $< 5^\circ$  geneigte belüftete Dächer entfallen kann, wenn konstruktiv die Randbedingung erfüllt wird, dass der  $s_d$ -Wert der raumseitig diffusionshemmenden Schicht („Dampfsperre“)  $\geq 100$  m ist.

Ein Abweichen von dieser Anforderung wird empfohlen, denn es kann bei solchen Konstruktionen leicht zu Feuchteschäden kommen. Im Fall von unplanmäßig eingebrachter Einbaufeuchte oder konvektiv eingetragener Feuchte (Leckagen) kommt es zu unzulässigen Feuchteanreicherungen, weil das Austrocknungspotenzial in diesen Fällen sowohl nach innen als auch nach außen (nicht diffusionsoffene Abdichtungsbahn) stark eingeschränkt ist.

Entsprechende Schadensfälle sind in den letzten Jahren wiederholt und zahlreich dokumentiert und veröffentlicht worden. DIN 4108-3 (2001) gilt immer noch, wird aber momentan überarbeitet und es bleibt zu hoffen, dass in der Neufassung die gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen festgeschrieben werden – sodass die Norm endlich wieder dem gültigen Stand der Technik entspricht. Sinnvoll sind hier u. a. feuchtevariable Dampfbremsen, die eine sommerliche Rücktrocknung ermöglichen.

Immerhin wurde 2012 eine Neufassung von DIN 68800-2 vorgelegt, wonach der „einfache“ Flachdach-Aufbau – also mit dunkler Abdichtungsbahn oder Metalleindeckung und Vollsparrendämmung, unverschattet – [DIN 68800-2(2012)] Bild A.20] nachweisfrei ist, d.h. die betroffenen Holzbauteile können in die Gebrauchsklasse 0 nach DIN 68800-3 eingeordnet werden.

Eine Konkretisierung stellen die *7 goldenen Regeln* für ein nachweisfreies Flachdach dar, welche im Februar 2011 von der WTA-Arbeitsgruppe 6.1 *Hygrothermische Bemessung von Holzkonstruktionen*, der die Verfasserin angehört, aufgestellt wurden [WTA-AG 6.1 2011]. Verfasst von einer großen Gruppe ExpertInnen aus Forschung und Praxis, sind sie als anerkannte Regel der Technik zu sehen. Danach funktioniert ein Flachdach in Holzbauweise dauerhaft schadensfrei, wenn

- ein ausreichendes Gefälle  $\geq 3\%$  vorhanden ist,
- das Dach dunkel ist (Strahlungsabsorption  $\geq 80\%$ ) und unverschattet,
- das Dach keine Deckschichten (Bekiesung, Gründach, Terrasse, PV-Anlagen) hat,
- innenseitig eine feuchtevariable Dampfbremse vorhanden ist,
- es keine unkontrollierbaren Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmschicht gibt,
- die Luftdichtheit geprüft wird und
- die Holzfeuchten von Tragwerk und Schalung vor dem Schließen überprüft wurden (Holz  $u \leq 18\%$  M%, Holzwerkstoffplatten  $u \leq 15\%$  M%).

Für alle anderen Fälle muss eine Bewertung auf Basis hygrothermischer Simulationen erfolgen – wie in DIN 68800-2 (2012) geregelt.

Mit Hilfe der Simulationen ist es möglich, das hygrothermische Verhalten eines einschichtigen, unbelüfteten Flachdachs in Holzbauweise zu berechnen und nachzuweisen. Somit können alle Randbedingungen und physikalischen Vorgänge in der Konstruktion detailgenau berücksichtigt werden. Die Neufassung von DIN 68800-2 stellt dahingehend einen großen Fortschritt dar und bedeutet eine deutlich erhöhte Sicherheit für alle Beteiligten.

## 5 Nachweis mit hygrothermischen Simulationen

### 5.1 Allgemeine Anmerkungen

In DIN 68800-2 wurde für alle vom einfachen Aufbau abweichenden Dachkonstruktionen der rechnerische Nachweis mit Trocknungsreserve – entweder nach dem Glaser-Verfahren gemäß DIN 4108-3 oder mittels hygrothermischer Simulationen gemäß DIN EN 15026 – festgelegt.

Die Trocknungsreserve simuliert einen Feuchteeintrag, der durch Leckagen in der raumseitigen Dampfbremsschicht – welche nie gänzlich ausgeschlossen werden können – entsteht. Dieser Feuchteeintrag ist abhängig vom Partialdruckunterschied innen-außen und wurde von Kollegen des Fraunhofer IBP [Künzel 2012] für ein unbedecktes Dach unter üblichen Randbedingungen mit 250 g pro m<sup>2</sup> Dachfläche und Winterperiode quantifiziert. Bei einem Gründach (höhere winterliche Oberflächen-temperatur durch Dämmwirkung des Substrats) verringert sich aber z.B. der Partialdruckunterschied und damit auch die konvektiv eingetragene Feuchte. In der aktuellen Version des Simulationsprogramms WUFI [IBP 2011] wird der Feuchteeintrag dynamisch berechnet.

Durch die Berücksichtigung der Trocknungsreserve ist für die meisten einschichtigen, unbelüfteten Flachdächer der Nachweis nur mit hygrothermischer Simulation möglich. Im Gegensatz zum Glaser-Verfahren, der nur Feuchtetransport durch Diffusion betrachtet, werden bei der hygrothermischen Simulation

- kapillarer Flüssigkeitstransport,
- Speichereffekte (Wasser und Wärme) sowie
- Klimarandbedingungen (Sonneneinstrahlung und langwellige Strahlungsbilanz),
- instationär, also unter wechselnden Randbedingungen, berücksichtigt.

Ein weiterer Vorteil ist z. B. die Möglichkeit der Eingabe eines feuchtevariablen Diffusionswiderstands, relevant bei feuchtevariablen Dampfbremsen (vgl. Abb. 18).

Beide Programme Delphin und WUFI sind mehrdutzendfach mit Messungen an Versuchshäusern validiert. Auch im vorgestellten Forschungsvorhaben war die Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung sehr gut (vgl. Abb. 16 und Abb. 17).

Die Randbedingungen für hygrothermische Simulationen sind festgelegt in DIN EN 15026 und dem WTA-Merkblatt 6.2. Eine Konkretisierung für den Holzbau, also Festlegungen zu maximal zulässigen Holzfeuchten, Startfeuchten, zulässigen Überschreitungszeiträumen usw. wird die WTA-AG 6.1 im Jahr 2013 vorlegen.

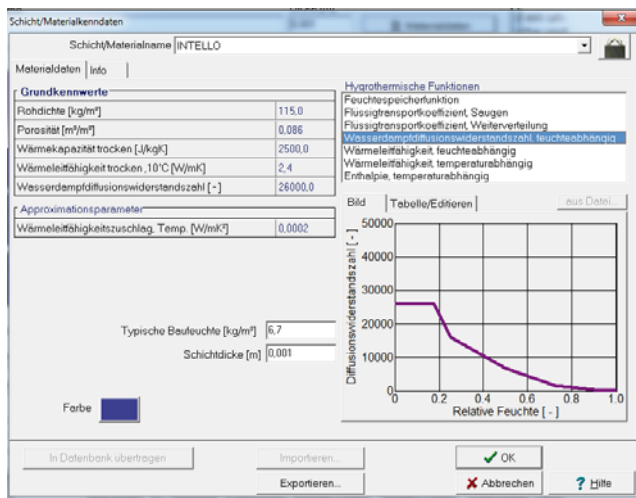


Abb. 18: Eingabe eines feuchtevariablen Diffusionswiderstands im Programm WUFI

## 5.2 Beispiel: Unbelüftetes, einschichtiges Flachdach mit Terrasse

Eine konkrete Fragestellung aus dem Jahr 2011 war der Nachweis eines geplanten einschichtigen, unbelüfteten Flachdachs in Holzbauweise am Standort Berlin mit folgendem Aufbau (von innen nach außen):

- 2x1,25 cm Gipskartonplatte auf Unterkonstruktion  $\geq 60$  mm (Steinwolle WLG 035),
- feuchtevariable Dampfbremse *Intello* (proclima),  $s_d = 0,2$  m ... 7 m,
- 24 cm Sparren mit Volldämmung aus Steinwolle WLG 035,
- 22 mm OSB/4,
- Dachabdichtung aus zweilagiger Bitumenbahn,
- Terrassendielung Lärche 28 mm mit Holz-Unterkonstruktion, gefälleausgleichend.

Der Aufbau wurde in mehreren Varianten berechnet. Als besonders (wenn auch nicht überraschend) schwierige „Randbedingung“ stellte sich der Terrassenaufbau heraus: Dadurch musste davon ausgegangen werden, dass einerseits keine Sonneneinstrahlung erfolgt, das Dach also vollständig verschattet ist, wegen der Hinterlüftung der Terrassenkonstruktion aber Außenluft anliegt. Die langwellige Strahlungsbilanz wurde mit Null angenommen.

Nachfolgende Abb. 19 zeigt das wichtigste Ergebnis der hygrothermischen Simulationen, die OSB-Feuchte im Verlauf der berechneten 5 Jahre. Die geplante Variante (rot) feuchtet demnach auf. Ab dem 3. Jahr ist der Grenzwert von 18 M% überschritten; wichtiger aber noch ist die Tatsache, dass der Feuchtegehalt kontinuierlich zunimmt, d. h. das sommerliche Austrocknungspotenzial ist geringer als die winterliche Auffeuchtung.

Letztendlich konnte der Aufbau nur mit Zusatzdämmung (5 cm PUR WLG 025) nachgewiesen und realisiert werden.



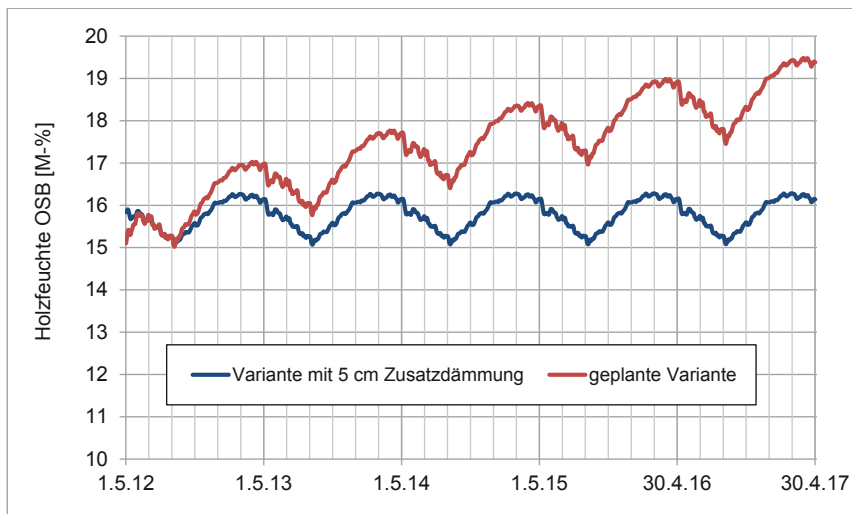


Abb. 19: Holzfeuchte in der OSB/3-Beplankung für ein Flachdach mit Terrasse [Eigenes Gutachten 2011]

## 6 Zusammenfassung

Einschichtige, unbelüftete Flachdächer in Holzbauweise können bauphysikalisch gut funktionieren, wenn einige wichtige Randbedingungen eingehalten werden:

- funktionsfähige Dachabdichtung (inkl. Notdach in der Bauphase),
- begrenzte Einbaufeuchten für Holzbauteile, Holzwerkstoffe und Dämmstoff,
- gut geplanter Bauablauf mit regeltem Abführen von Feuchte aus Nassbauweisen (z. B. Estrich),
- sorgfältige und luftdichte Ausführung der Anschlüsse, nach Fertigstellung Luftdichtheitsprüfung mit Leckageortung.

Vorteilhaft ist weiterhin ein hoher Vorfertigungsgrad.

Bei Abweichen von den 7 goldenen Regeln bzw. dem nachweisfreien Aufbau nach DIN 68800-2 kann der Aufbau durch hygrothermische Simulationen nachgewiesen werden. Die Festlegungen zu Startfeuchten, Klimarandbedingungen, Trocknungsreserve und maximal zulässigen Holzfeuchten führen zu Berechnungsergebnissen auf einem hohem Sicherheitsniveau.

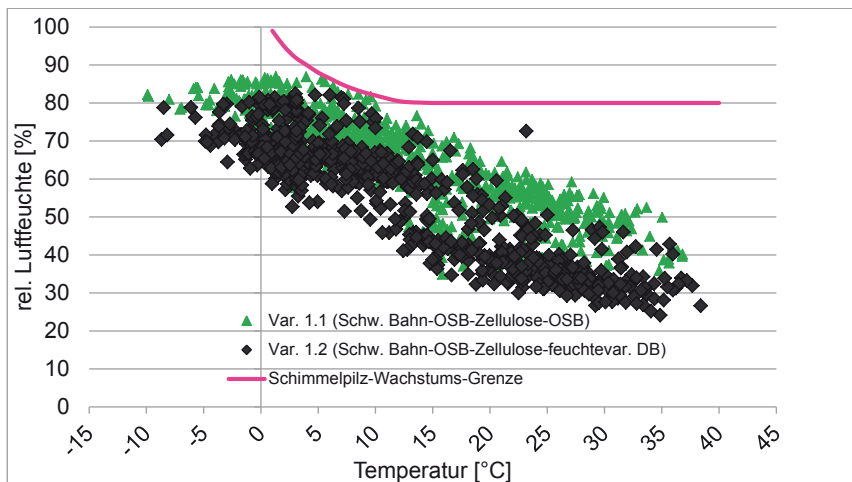


Abb. 18: Beurteilung des Schimmelpilzrisikos im Forschungsvorhaben Flachdächer in Holzbauweise [Fülle 2010] // Messwerte als Isoplethen von Temperatur und rel. Luftfeuchte zwischen OSB-Beplankung und Dämmung für Var. 1.1 und Var. 1.2, Tagesmittelmerte // alle Werte unterhalb der roten Kurve bedeuten einen Ausschluss von Schimmelpilz innerhalb der Dachkonstruktion

## Quellen/Literatur

### Monographien

FÜLLE C., WERTHER N., WINTER S. (2009): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben *Experimentelle und numerische Untersuchung des hygrothermischen Verhaltens von flach geneigten Dächern in Holzbauweise mit oberer dampfdichter Abdichtung unter Einsatz ökologischer Bauprodukte zum Erreichen schadensfreier, markt- und zukunftsgerichteter Konstruktionen*. Projektnummer: Z 6 - 10.08.18.7-07.18 beim Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Fraunhofer IRB Verlag.

FÜLLE C. (2010): Untersuchungsbericht *F 4.1/08-400-2* vom 6.7.2010 der MFPA Leipzig. Verlängerung des Forschungsvorhabens *Flachdächer in Holzbauweise* Z 6-10.08.18.7-07.18 im Zeitraum 2009-2010. MFPA Leipzig.

NUSSER B., TEIBINGER M. (2010a): *Ergebnisse experimenteller Untersuchungen an flachgeneigten hölzernen Dachkonstruktionen*. Endbericht des Forschungsvorhabens FFG 812986. Holzforschung Austria.

NUSSER B., TEIBINGER M. (2010b): *Flachgeneigte Dächer aus Holz*. Planungsbroschüre. Holzforschung Austria. Band 29 der HFA-Schriftenreihe.

SCHMIDT D., WINTER S. (2008): *Flachdächer in Holzbauweise – Spezial*. Informationsdienst Holz – Holzabsatzfonds.

Gebäudehülle Schweiz – Verband Schweizer Gebäudehüllen-Unternehmungen (2007): *Feuchteschutz bei Flachdächern in Holzbauweise*. Merkblatt.

## Sammelbände

ADRIAANS R. (2011): *Überdruck tut selten gut – Ein Flachdachschaden durch Lüftungstechnik*. In: 2. HolzBauPhysik-Kongress Leipzig 10.–11.2.2011. Vortrag und Beitrag im Tagungsband. Arbeitskreis Ökologischer Holzbau e.V.

BORSCH-LAAKS R. (2011): *Trotz oder wegen ? Tauwasserschäden bei belüfteten Dächern*. In: 2. HolzBauPhysik-Kongress Leipzig 10.–11.2.2011. Vortrag und Beitrag im Tagungsband. AK Ökologischer Holzbau e.V.

FÜLLE C., WERTHER N. (2011): *Unbelüftete Flachdächer in Holzbauweise*. In: Ernst & Sohn-Special *Flachdächer*. Ernst & Sohn Verlag.

KEHL D. (2011): *Pilzmodelle – Ist ein Befall vorhersehbar?* Vorstellung der Modelle von Prof. Hannu Viitanen. In: 2. HolzBauPhysik-Kongress Leipzig 10.–11.2.2011. Vortrag und Beitrag im Tagungsband. AK Ökologischer Holzbau e.V.

MOHRMANN M. (2011): *Flachdachschaden*. In: 2. HolzBauPhysik-Kongress Leipzig 10.–11.2.2011. Vortrag und Beitrag im Tagungsband. AK Ökologischer Holzbau e.V.

KÜNZEL H. (2012): *Feuchteschutz von Flachdächern in Holzbauweise unter Berücksichtigung von konvektionsbedingten Feuchteinträgen gemäß Holzschutznorm DIN 68800-2*. In: 14. EIPOS Sachverständigentage Bauschadensbewertung 5.6.2012. Tagungsband Sachverständigentage Bauschadens- und Immobilienbewertung 2012. EIPOS

## Normen und Merkblätter

DIN 4108-3 (2001): *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz*. Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung. Beuth Verlag.

DIN EN 15026 (2007): *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen. Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation*. Beuth Verlag.

DIN 68800-2 (2012): *Holzschutz – Teil 2. Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau*. Beuth Verlag.

WTA (2006): Merkblatt 6-2-01/D. *Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse*. Fraunhofer IRB Verlag.

WTA-AG 6.1 (2011): *7 goldene Regeln für ein nachweisfreies Flachdach*. Konsens zum 2. HolzBauPhysik-Kongress Leipzig 10.–11.2.2011. AK Ökologischer Holzbau e.V.

## Software

Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP (2011): *WUFI 5.1 – Wärme Und Feuchte Instationär*. Software zum gekoppelten Wärme- und Feuchtetransport. <http://www.wufi.de> Institut für Bauklimatik Dresden

IBK (2011): *Delphin 5.7*. Software zum gekoppelten Wärme- und Feuchtetransport. <http://www.bauklimatik-dresden.de>



**Fülle, Claudia**  
Dr.-Ing.

2004–2008: Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin am Institut für Bauklimatik, Lehrstuhl Bauphysik der TU Dresden (Prof. Häupl);  
2011: Dr.-Ing.

seit 2008: Leiterin der Arbeitsgruppe Wärme- und Feuchteschutz im Bereich Bauphysik an der MFPA Leipzig

seit 2011: Stv. Geschäftsbereichsleiterin Bauphysik an der MFPA Leipzig  
Zahlreiche Vorträge und Veröffentlichungen sowie Gutachten zu Flachdächern in Holzbauweise, Innendämmungen, Hygrothermischen Simulationen (tlw. veröffentlicht als C. Finkenstein)

Mitglied der WTA-AG 6.1 Hygrothermische Bemessung von Holzkonstruktionen

---

# Hinterlüftung von Holzfassaden – ein Muss?

Daniel Kehl

## Kurzfassung

Oftmals wird fälschlicherweise angenommen, dass jede Art der Vorhang-Fassaden hinterlüftet sein müssen. Bei der Hinterlüftung von kleinteiligen Holzfassaden wie z. B. bei Nut- und Feder- oder Stülpschalungen ist dies aber nicht zwingend erforderlich, da durch den hohen Fugenanteil ein genügender Luftaustausch stattfinden kann. Solche Konstruktionen sind auch seit langem in den technischen Regelwerken zu finden. Der Beitrag soll einen Überblick über neuste Forschungsergebnisse und den aktuellen Stand der Technik schaffen.

## 1 Einleitung

Die Fragestellung, ob eine Holzfassade hinterlüftet sein muss, ging in jüngerer Vergangenheit aus der Thematik des Brandschutzes hervor. Nicht hinterlüftete Fassaden haben brandschutztechnische Vorteile, da sie die Brandweiterleitung hinter der Fassade stark reduzieren [LIGNUM 2009]. In diesem Zusammenhang stellte sich die Frage, ob eine Hinterlüftung von Holzfassaden aus bauphysikalischer Sicht überhaupt notwendig ist. Bereits über 30 Jahre alte Forschungsergebnisse belegen, dass kleinteilige Fassaden aus Nut und Federbrettern auch ohne Öffnungen für einen Luftaustausch sorgen. Auch neuere Untersuchungen bestätigen dies [PROHOLZ 2007] [KEHL et al. 2009].

## 2 Definitionen

Bei der Betrachtung von Fassadenbekleidung müssen zunächst vier verschiedene Arten der Be- und Hinterlüftung unterschieden werden (Abb. 1). Dabei kann der Luftaustausch zwischen der Außenluft und dem Hinterlüftungsraum über drei Wege erfolgen: Über die untere Öffnung (Belüftungsöffnung), über die obere Öffnung (Entlüftungsöffnung) und bei kleinteiligen Fassaden (Nut- und Feder-, Stülpschalung oder Schindeln) auch über die Fugen der Bekleidung. Dabei wird der Luftwechsel durch die solare Einstrahlung und den damit verbundenen thermischen Auftrieb wie auch durch die Windeinwirkung verursacht.

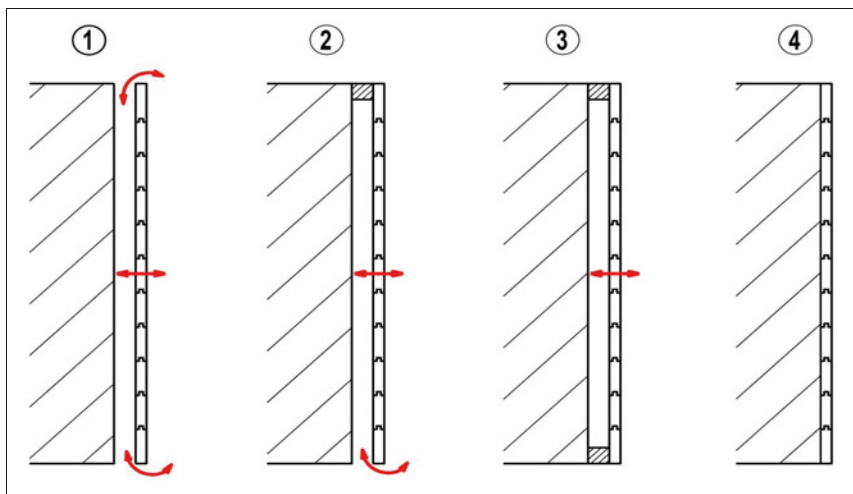


Abb. 1: Vier verschiedene Arten der Hinterlüftung von Bekleidungen (aus KEHL et al. 2009)

- 1) hinterlüftete Fassade – Luftwechsel über oben- und untenliegende Öffnungen (Be- und Entlüftungsöffnung) sowie durch die Fugen der Fassadenbekleidung
- 2) belüftete Fassade – Luftwechsel über untenliegende Öffnung (Belüftungsöffnung) sowie durch die Fugen der Fassadenbekleidung
- 3) nicht hinterlüftete Fassade mit Luftschicht und hohem Fugenanteil (Nut und Feder; Stülpchalung) – Luftwechsel nur über Fugen der Fassadenbekleidung
- 4) nicht hinterlüftete Fassade ohne Luftschicht – kein Luftwechsel

### 3 Was sagen die Regelwerke?

#### 3.1 DIN 18516

Im ersten Augenschein scheint alles eindeutig zu sein. Die [DIN 18516-1 2010] ist im Vergleich zur Ausgabe von 1999 präzisiert worden:

*„Zur Reduzierung von Baufeuchte, zur Ableitung von eventuell durch die offenen Fugen eindringendem Niederschlag ... und zur Ableitung von Tauwasser an der Innenseite der Bekleidung ist eine Hinterlüftung erforderlich.*

*Diese Anforderung wird in der Regel erfüllt, wenn Bekleidungen mit einem Abstand von mind. 20 mm von der Außenwand bzw. Dämmschicht angeordnet werden. Der Abstand darf z. B. durch Unterkonstruktionen oder Wandunebenheiten örtlich bis 5 mm reduziert werden. ...*

*Für hinterlüftete Außenwandbekleidungen sind Be- und Entlüftungsöffnungen zumindest am Gebäudefußpunkt und am Dachrand mit Querschnitten von mind. 50 cm<sup>2</sup> je 1 m Wandlänge vorzusehen.“*

Durch diese Formulierung wird die Hinterlüftung in einem Großteil der Literatur gar nicht mehr hinterfragt. Guckt man aber auf den Anwendungsbereich der Norm, stellt man fest, dass auch hier im Vergleich zur Ausgabe von 1999 eine Präzisierung stattgefunden hat. Die Norm gilt nämlich nicht für „b) Außenwandbekleidungen aus klein-

*formatigen (Fläche  $\leq 0,4 \text{ m}^2$  und Gewicht  $\leq 5 \text{ kg}$ ) oder brettformartigen (Breite  $\leq 30 \text{ cm}$  und Unterstützungsabstand durch Unterkonstruktion  $\leq 80 \text{ cm}$ ) Elementen, die nach allgemeinen Regeln der Technik (wie z. B. anerkannten und bewährten Handwerksregeln) befestigt werden, ...“*

Trotz dieses Hinweises wird man immer wieder in Gutachten mit der Forderung der vollständigen Hinterlüftung von Holzfassaden aus Brettern konfrontiert.

### 3.2 DIN 68800

Dies ist verwunderlich, denn bereits beim Blick in die [DIN 68800-2: 1996] kann man nachlesen, dass Holzkonstruktionen in die Gefährdungsklasse 0 (heute Gebrauchs-klasse) eingeordnet werden können, wenn die Konstruktion mit „b) Vorgehängte Bekleidungen ... auf waagerechter Lattung, Hohlraum nicht belüftet, wasserableitende Schicht  $s_d \leq 0,2 \text{ m}$  auf der äußeren Wandbekleidung oder -beplankung.“ versehen sind. In der neuen [DIN 68800-2: 2012] ist dies ebenfalls wieder verankert: „c) kleinformatige Außenwandbekleidungen, z. B. Bretter, Schindeln, Schiefer auf waagerechter oder senkrechter Lattung mit dahinter liegender Wasser ableitender Schicht (z. B. Unterdeckplatten, Unterdeckbahnen), Hohlraum ( $d \geq 20 \text{ mm}$ ) zwischen Wand und Bekleidung nicht belüftet;“

### 3.3 Fachregeln des Zimmererhandwerks

Dies wird auch in den Fachregeln des Zimmererhandwerks [BDZ 2006] bestätigt, in denen eine wasserableitende, diffusionsoffene Schicht ( $s_d$ -Wert  $\leq 0,3 \text{ m}$ ) hinter der Bekleidung mit 20 mm Luftschicht anzuordnen ist. In den Fachregeln findet sich auch die hilfreiche Erläuterung, dass bei Brettern der Fugenanteil so groß ist, dass die Feuchte aus Niederschlag und Konstruktion entweichen kann.

Aber woher kommen diese Erkenntnisse und stimmen sie auch, wenn die Dämmdicken immer größer werden, die Fassade einen Farbanstrich hat und dadurch die Diffusion behindert wird?

## 4 Rückblick

In den letzten 50 bis 60 Jahren haben sich verschiedene Forscher in unterschiedlichster Weise mit der Hinterlüftung von Außenwandbekleidungen beschäftigt (siehe Literaturliste). Eine gute Übersicht über den aktuellen internationalen Stand gibt bspw. [SALONVARRA 2007]. Dabei wurde auch immer wieder die Notwendigkeit der Hinterlüftung von Fassaden untersucht und hinterfragt. Bereits seit der Untersuchung von MAYER, KÜNZEL 1980 [MAYER, KÜNZEL 1980] liegen Erkenntnisse vor, dass auf eine Hinterlüftung bei kleinteiligen Fassaden, wie sie bei Holzbekleidungen aus Brettern oder Schindeln vorliegen, verzichtet werden kann. Darauf wird weiter unten noch weiter eingegangen. Auch neuere Untersuchungen aus Österreich [proHolz 2007] und der Schweiz [KEHL et al. 2007] belegen dies.

## 4.1 Forschung von 1980

In der bereits erwähnten Untersuchung von [MAYER, KÜNZEL 1980] trockneten nasse Porenbetonwände mit einer vertikalen Nut- und Federschalung auf einer horizontalen Lattung gut und schnell aus (Abb. 2: Punkte, Fall b, orange). Die Fassade war somit „nicht hinterlüftet mit Luftschicht und mit hohem Fugenanteil“. Auch die Holzfeuchte der Lattung blieb im unkritischen Bereich (nicht abgebildet).

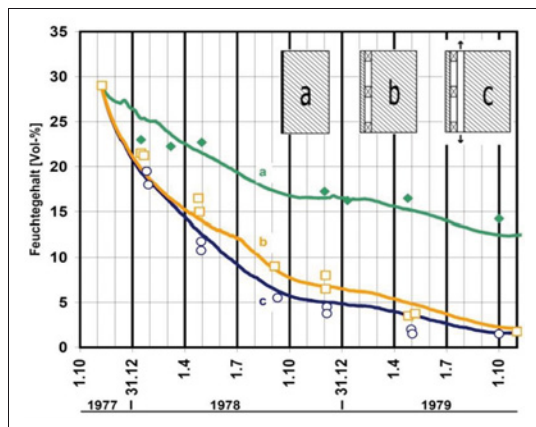


Abb. 2: Vergleich zwischen Simulation (Linien) [KEHL et al. 2009] und Messung (Punkte) [MAYER, KÜNZEL 1980]. Austrocknungsverhalten dreier Porenbetonwände mit einer:

- a) außen dampfdichtende Abdeckung (grün),
- b) einer nicht hinterlüfteten Fassade aus Nut- und Federbrettern auf horizontaler Lattung (orange) und
- c) hinterlüftete Fassade aus Nut und Federbrettern mit Kreuzlattung (blau).

Trotz fehlender Hinterlüftung trocknet die Wand ohne Hinterlüftung (orange) schnell aus.

## 4.2 Übertragbar auf heutige Konstruktionen?!

Die Versuche zeigen, dass eine nicht hinterlüftete Holzfassade mit Luftschicht funktioniert. Ist dieses Resultat aber auf heutige Konstruktionen übertragbar? Immerhin war der Wärmeschutz der Wände von damals eher schlecht, so dass der Hinterlüftungsraum im Gegensatz zu heute „beheizt“ wurde und auch zur Austrocknung der Fassade führte. Man kennt dieses Phänomen von WDVS Fassaden. Erst der sehr gute Wärmeschutz und die damit verbundene geringe Außenoberflächentemperatur haben zur vermehrten Algenbildung auf verputzten Fassaden geführt.

Um die damaligen Erkenntnisse auf heutige Konstruktionen übertragen zu können, wurden zunächst die oben gezeigten Freilandmessungen mit dem hygro-thermischen Simulationsmodell WUFI® des Fraunhofer Instituts für Bauphysik (IBP) nachsimuliert [KEHL et al. 2009]. Dabei galt das Hauptaugenmerk der Luftwechselrate hinter der Bekleidung. Zudem mussten die Klimarandbedingungen (innen und außen) entsprechend angepasst werden. Die Außentemperatur während des Untersuchungszeitraumes (1977–1978) entsprach etwa dem Referenzjahr 1991, welches vom IBP Holzkirchen für hygrothermische Simulationen verwendet wird [Künzel, Schmidt 2000].

Im Belüftungsmodell von WUFI® wird ein konstanter Luftwechsel hinter einer Fassade angenommen. Dieser hängt in der Regel von den Öffnungen, der Windanströmung und der Solareinstrahlung ab und ist daher unregelmäßig. Wie allerdings [FINCH 2007] [KÜNZEL, KEHRER 2008] [HÄGERSTEDT et al. 2011] zeigen, reichen für langfristige Betrachtungen ein mittlerer Luftwechsel aus und ergibt gute Übereinst-



immungen mit Freilandversuchen. Dies bestätigen auch die Simulationen in Abb. 2 (Linien). Für die Luftwechselzahlen ergeben sich danach Werte  $> 50 \text{ h}^{-1}$  für „hinterlüftete Fassaden“ und  $20 \text{ h}^{-1}$  für „nicht hinterlüftete Fassaden mit Luftschicht und hohem Fugenanteil“ sowie „belüftete Fassaden“. Im Vergleich zu den genannten Untersuchungen liegen diese Werte in ähnlicher Größenordnung.

## 5 Ingeplante Sicherheiten

Die ermittelten Luftwechselzahlen und die oben erzielten Ergebnisse der Validierung gelten zunächst nur für die vorhandene Lage des Gebäudes (Freilandversuchsstelle Holzkirchen). Hingegen können sich die Lage (windgeschützt / nicht windgeschützt) und Ausrichtung der Fassade auf den Luftwechsel auswirken. Um dies zu berücksichtigen, wurden die Luftwechsel in den weiteren Berechnungen je nach Umgebung um 35 % (normale Abschirmung, z. B. städtische Bebauung) und 70 % (stark windgeschützte Lage, z. B. Wald) in Anlehnung an EN 832 [DIN EN 832: 2003] reduziert. Daraus ergeben sich die Luftwechselraten in Tab. 1.

Art der Hinterlüftung	Luftwechsel [h <sup>-1</sup> ]					
	Keine Abschirmung z. B. freies Gelände		Durchschnittliche Abschirmung z. B. Stadt		Starke Abschirmung z. B. Wald	
	Luftschichtdicke [mm]					
	30	50	30	50	30	50
Hinterlüftete Fassade	50,0	30,0	32,0	20,0	17,0	11,0
„belüftet“ und nicht hinterlüftet mit Luftschicht und Fugen	20,0	12,0	13,0	7,0	7,0	3,0

Tab. 1: Für die Simulation: Ansetzbare, konstante Luftwechselzahlen (30 und 50 mm Luftschichtdicke) nach Art der Hinterlüftung und Abschirmung (in Anlehnung an [DIN EN 832 2003]). Bei großformatigen Plattenwerkstoffen wird bei nicht hinterlüfteten Fassaden mit Luftschicht der Luftwechsel auf  $0 \text{ h}^{-1}$  gesetzt.

Neben dem Luftwechsel wurden folgende Sicherheiten im Berechnungsmodell berücksichtigt. Die Herleitung der einzelnen Faktoren sind aus [KEHL et al. 2009] zu entnehmen.

- Luftundichtheiten der Konstruktion und der damit verbundene Feuchteeintritt von innen durch Konvektion [KÜNZEL 1994],
- Nordausrichtung,
- reduzierte Strahlungsabsorptionszahlen,
- hohe Materialfeuchten (z. B. Baufeuchte bei massiven Wänden),
- Schlagregeneintritt hinter die Fassade nach [ASHRAE 160].

## 6 Einflüsse auf heutige Konstruktionen

Die folgenden Ergebnisse stammen aus [KEHL et al. 2009] und wurden mit Schweizer Klimadatensätzen berechnet, sind aber auf deutsche Verhältnisse übertragbar. Nach den umfangreichen Sicherheits- und Grenzwertbetrachtungen wurden unterschiedliche Konstruktionen mit den oben erwähnten Rahmenbedingungen simuliert. So wurden Holzbau- (siehe Abb. 3) und Massivbaukonstruktionen (trocken und baufeucht) mit unterschiedlichen Holzfassaden analysiert. Anhand der Holzbaukonstruktion werden nachfolgend die Effekte der Hinterlüftung dargestellt.

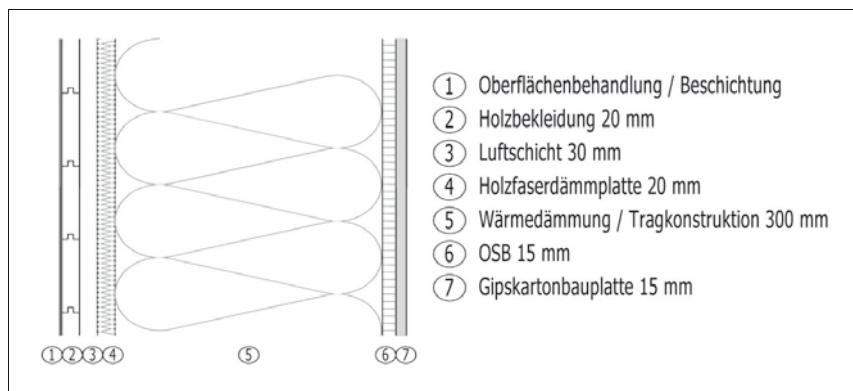


Abb. 3: Holzbaukonstruktion, die mit unterschiedlichen hinterlüfteten bzw. belüfteten Bekleidungen berechnet wurde

### 6.1 Abschirmung der Fassade

Bei einer städtischen Bebauung (normale Abschirmung) ergibt sich aus Tabelle 1 ein Luftwechsel von  $13 \text{ h}^{-1}$  für „belüftete Konstruktionen“ oder „nicht hinterlüftete und kleinteiligen Fassaden“. Die höchste Holzfeuchte ergibt sich bei der Variante mit Nordausrichtung und ohne Beschichtung. Der maximale Feuchtegehalt steigt im Winter auf knapp über 20 M-% (Abb. 4). Dieser Feuchtegehalt wird auch bei einer vollständig hinterlüfteten Fassade erreicht.

Selbst wenn man den Luftwechsel auf  $7 \text{ h}^{-1}$  (starke Abschirmung) senkt und damit fast halbiert, ergibt sich am Standort Zürich keine Erhöhung der Materialfeuchte. Auch die hinter der Fassade liegende Holzfaserdämmplatte bleibt unkritisch (nicht abgebildet). Der Luftwechsel reicht folglich aus, um mögliche Feuchte durch Schlagregen und Diffusion von innen abzutransportieren.

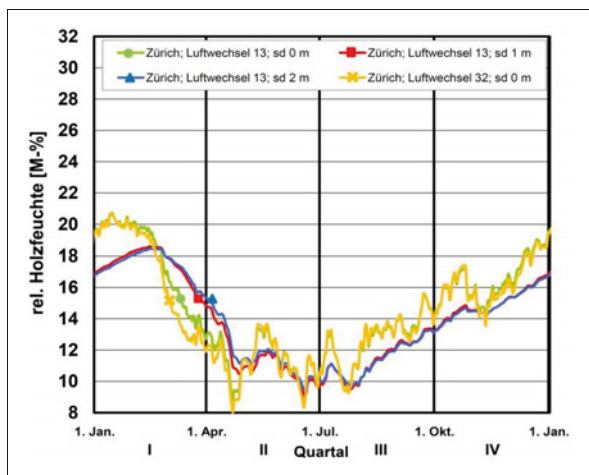


Abb. 4: Zürich (Schweizer Mittelland: 556 m ü. NN): Holzfeuchte [M-%] einer „belüfteten“ oder „nicht hinterlüfteten“ Holzfassade mit Luftschicht und hohem Fugenanteil“ bei normaler Abschirmung (Luftwechsel  $13 \text{ h}^{-1}$ ); mit und ohne Beschichtungen (verschiedene sd-Werte); eingeschwungener Zustand“

## 6.2 Diffusion von innen

Am Standort Davos wären die Materialfeuchten im Winterhalbjahr auf Grund des trockeneren Klimas prinzipiell geringer (Abb. 5: Luftwechsel  $13 \text{ h}^{-1}$ ). Jedoch erzeugt das kältere Aussenklima eine verstärkte Diffusion von innen nach außen, wodurch die Holzfeuchte der Fassade bei geringen Luftwechseln ansteigt (Abb. 5: Luftwechsel  $7 \text{ h}^{-1}$ ) aber im unkritischen Bereich bleibt. Somit funktionieren „belüftete Fassaden“ und „nicht hinterlüftete, kleinteilige Fassaden“ auch ohne die oftmals geforderten Lüftungsöffnungen.

Im Extremfall, z. B. bei Plattenfassaden ohne Fugenanteil, wo kaum ein Luftwechsel aber auch kein Regeneintritt hinter die Fassade zu erwarten ist, wird die Diffusion von innen nach außen die maßgebende Größe. Zusätzlich wirkt sich die Beschichtung auf der Fassade mit höheren äquivalenten Luftschichtdicken (sd-Wert) negativ aus. Infolge dessen sind zu hohe Materialfeuchten in der Bekleidung (Abb. 5: Luftwechsel  $0 \text{ h}^{-1}$ ) und der außenliegenden Beplankung (Holzfaserdämmplatte) vorhanden. Folglich funktioniert eine „nicht hinterlüftete Bekleidung mit Luftschicht“ ohne Luftaustausch unter diesen Klimabedingungen je nach Beschichtung und Orientierung nicht.

## 7 Praxisbeispiel

Dass „nicht hinterlüftete Bekleidung mit Luftschicht und hohem Fugenanteil“ auch in der Praxis funktionieren, zeigen Messungen an einem Projekt in Rain (CH) [JUNG 2009]. Hier wurden zum Vergleich Messungen hinter zwei unterschiedlichen Nut- und Federschalen durchgeführt. Eine Fassade ist „hinterlüftet“ und eine weitere geschossweise unterbrochen; sprich „nicht hinterlüftet mit Luftschicht und hohem Fugenanteil“. Es wurden Langzeitmessungen der relativen Luftfeuchtigkeit und der Temperatur durchgeführt (Abb. 6). In beiden Bereichen ergeben sich nur geringfügige Unterschiede bei Luftfeuchte und Temperatur. Bei den vorherrschenden Klimaverhältnissen ergeben sich Holzfeuchten zwischen 10 und 18 M-%.

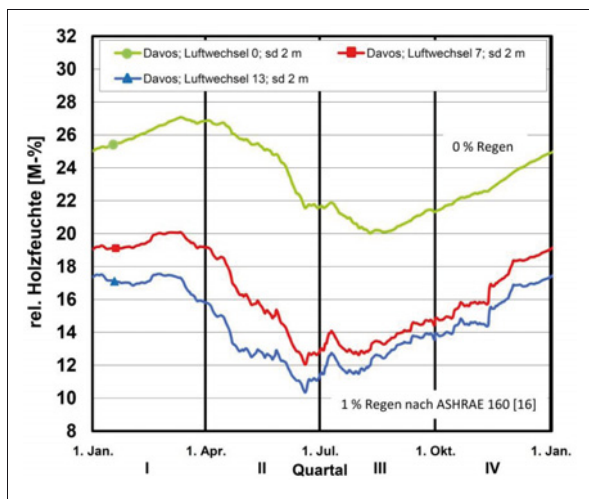


Abb. 5: Davos (Alpen Lage 1590 m ü.NN): Holzfeuchte [M-%] einer Fassade mit unterschiedlichen Luftwechseln im eingeschwungenen Zustand bei konstantem sd-Wert der Beschichtung von 2,0 m.

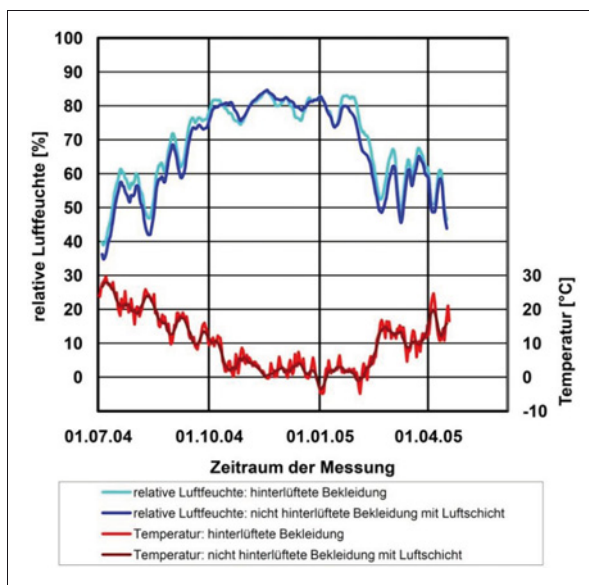


Abb. 6: Gemessene Klimaverhältnisse (Wochenmittelwert) hinter einer „hinterlüfteten“ und einer „nicht hinterlüfteten“ Bekleidung mit Luftschicht und hohem Fugenanteil“ [JUNG 2009].

## 8 Fazit

„Belüftete Konstruktionen“ und „nicht hinterlüftete Bekleidungen mit Luftschicht“ funktionieren bei kleinteiligen Fassaden, wie sie bei Brett- und Profilholzfassaden vorkommen, auch ohne Lüftungsöffnungen (siehe auch Tab. 2). Dies zeigen nicht nur die dargestellten Simulationen und das Praxisbeispiel sondern auch Freilandversuche der Holzforschung Austria [proHolz 2007] oder neuere Untersuchungen [HÄGERSTEDT et al. 2011]. Sind die Luftwechsel gering, verstärkt sich der Einfluss der Diffusion von innen nach außen. Daher muss bei Plattenfassaden zumindest eine untere Öffnung (Belüftung) vorhanden sein. Sie kann gleichzeitig auch anfallende Feuchtigkeit abtransportieren und ist daher immer zu bevorzugen.

Bauweise	Lüftungsart der Bekleidung	Bekleidungsart					
		Brett- und Profilholz- Bekleidung			Platten- Bekleidung		
		Beschichtung					
		ohne	$s_d \leq 1 \text{ m}$	$1 \text{ m} > s_d \leq 2 \text{ m}$	ohne	$s_d \leq 1 \text{ m}$	$1 \text{ m} > s_d \leq 2 \text{ m}$
Holztafelbau mit $s_{d,i} \geq 2,4 \text{ m}$	hinterlüftet	+	+	+	+	+	+
	belüftet	+	+	+	+	+	+
	nicht hinterlüftet mit Luftschicht	+	+	+	O	O	-
	nicht hinterlüftet ohne Luftschicht	-	-	-	-	-	-
Ziegel ohne Baufeuchte (z.B. Sanierung)	hinterlüftet	+	+	+	+	+	+
	belüftet	+	+	+	+	+	+
	nicht hinterlüftet mit Luftschicht	+	+	+	-	O	O
	nicht hinterlüftet ohne Luftschicht	-	-	-	-	-	-
Ziegel mit Baufeuchte (z.B. Neubau)	hinterlüftet	+	+	+	+	+	+
	belüftet	+	+	+	O	O	O
	nicht hinterlüftet mit Luftschicht	O	O	O	-	-	-
	nicht hinterlüftet ohne Luftschicht	-	-	-	-	-	-

+ empfohlen

O möglich, jedoch im Einzelfall zu bewerten (stark von Standort und  $s_{d,i}$ -Werten abhängig)

- kritisch

Tab. 2: Auszug der Entscheidungsmatrix [KEHL et al. 2009] (in Anlehnung an [proHolz 2007])

## Quellen/Literatur

- [ASHRAE 160 2009] ASHRAE Standard 160 2009: „Criteria for Moisture Control Design Analysis in Buildings“, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta 2009.
- [BDZ 2006] Hrsg. Bund Deutscher Zimmermeister: Fachregeln des Zimmererhandwerks – Außenwandbekleidungen aus Holz- und Holzwerkstoffen, Eigenverlag, Berlin 2006.
- [DIN 18516-1 2010] DIN 18516-1: 2010-06: Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze, Beuth Verlag, Berlin 2010.
- [DIN 68800-2 1996] DIN 68800-2: 1996-05: Holzschutz – Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau, Beuth Verlag, Berlin 1996.
- [DIN 68800-2 2012] DIN 68800-2: 2012-02: Holzschutz – Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau, Beuth Verlag, Berlin 2012.
- [DIN EN 832 2003] DIN EN 832 2003-07: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung des Heizenergiebedarfs – Wohngebäude, Beuth-Verlag, 2003.
- [Finch, Straube 2007] FINCH, G.; STRAUBE, J.: Ventilated Wall Claddings: Review, Field Performance, and Hygrothermal Modeling, Buildings X International Conference, 2007 Florida.
- [Gertis 1972] GERTIS 1972: Belüftete Wandkonstruktionen – Thermodynamische, feuchtigkeitstechnische und strömungsmechanische Vorgänge in Kanälen und Spalten von Aussenwänden, Ernst und Sohn Verlag, Berlin 1972.
- [Hägerstedt et al. 2011] HÄGERSTEDT, O.; HARDERUP, L.-E.: Comparison of measured and calculated temperature and relative humidity with varied and constant air flow in the façade air gap, Nordic Symposium of Building Physics, Tampere 2011.
- [Jung 2009] JUNG, P.: Mehrgeschossige Gebäude mit Holzbekleidungen an den Außenwänden, Beitrag in der Zeitschrift „Schweizer Holzbau“, Verlag Hoch- und Tiefbau, Zürich 2009.
- [Kehl et al. 2009] KEHL, D.; HAUSWIRTH, S.; WEBER, H.: Kompaktfassade – Holzfassaden ohne Hinterlüftung, Forschungsbericht Nr. 2683-SB-01, Berner Fachhochschule – Architektur, Holz und Bau, Eigenverlag, Biel 2009.
- [Künzel 1999] KÜNZEL, H. M.: Dampfdiffusionsberechnung nach Glaser – quo vadis? IBP-Mitteilung, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Eigenverlag, Holzkirchen 1999.
- [Künzel, Schmidt 2000] KÜNZEL, H.; SCHMIDT, TH.: Wetterdaten für rechnerische Feuchteschutzbeurteilung, IB-Mitteilung 364, Eigenverlag, Holzkirchen 2000.

- [Künzel, Kehrner 2008] KÜNZEL, H. M.; KEHRER, M.: Einfluss der Hinterlüftung auf das Feuchteverhalten von Holzbauwänden, Beitrag in Umweltbewusstes Bauen, IRB Verlag, Stuttgart 2008.
- [Lignum 2009] Hrsg. Lignum: Lignum Dokumentation Brandschutz: Außenwände – Konstruktion und Bekleidungen, Eigenverlag Zürich 2009.
- [Mayer, Künzel 1980] MAYER, E.; KÜNZEL H.: Untersuchung über die Belüftung des Luftraumes hinter vorgesetzten Fassadenbekleidungen aus kleinformigen Elementen, Forschungsbericht Nr. B Ho 22/80, Holzkirchen, 1980.
- [Mayer, Künzel 1984] MAYER, E., KÜNZEL, H.: Notwendige Hinterlüftung an Außenwandbekleidungen aus großformatigen Bauteilen. IBP-Mitteilung 11 (1984), Nr. 92.
- [proHolz 2007] Hrsg. proHolz Austria: Bauphysikalische Ausführung von Holzfassaden für den Bereich des Wärmeschutzes und des Feuchtehaushaltes, Arbeitsheft 9/07 Eigenverlag, Wien 2007.
- [Salonvarra 2007] SALONVARRA, M.; KARAGIOZIS, A. N. PAZERA, M.; MILLER, W.: Air Cavities Behind Claddings – What Have We Learned? Buildings X International Conference, 2007 Florida.



**Kehl, Daniel**  
Dipl.-Ing. (FH)

2012: Wissenschaftlicher Mitarbeiter, TU Dresden, Institut für Bauklimatik  
 2007–2011: Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Berner Fachhochschule (CH), Forschungseinheit Holz- und Verbundbau  
 2003–2007: Wissenschaftlicher Mitarbeiter, MFPA Leipzig GmbH  
 2000–2002: Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Leipzig, Lehrstuhl für Stahlbau und Holzbau  
 1995–2000: Studium Holzbauingenieurwesen, FH Hildesheim  
 seit 2000: Fachautor im Bereich: Wärme-, Feuchte- sowie Holzschutz  
 seit 2005: Mitarbeiter in der WTA Arbeitsgruppe „Innendämmung“  
 seit 2010: Leiter der WTA Arbeitsgruppe „Hygrothermische Bemessung von Holzkonstruktionen“

# Heimisches Holz im Bauwesen – Fakten aus der Forstwirtschaft Deutschlands

Michael Sachse

## Nachhaltigkeit

„Bei einer nachhaltenden Oeconomie wird derhalben die größte Kunst, Wissenschaft, Fleiss und Einrichtung (Forsteinrichtung, Anm. d. Verf.) hiesiger Lande darin beruhen, wie eine sothane Conservation und Anbau des Holzes anzustellen sey, dass es eine continuierliche, beständige und nachhaltige Nutzung gebe; weilen es eine unentbehrliche Sache ist, ohne welche das Land in seinem Esse (= Grund, Dasein) nicht bleiben mag.“ (aus: *Sylvicultura Oeconomica*, HANNS CARL VON CARLOWITZ, 1713)

## Kurzfassung

Im Gegensatz zu den allermeisten Rohstoffen, die Menschen aus ihrer Umwelt nutzen, ist Holz im besten Sinne ein nachhaltiger Rohstoff. Insbesondere deshalb, da er, verantwortungsvolles Wirtschaften vorausgesetzt, in gleich bleibender Qualität und auch Quantität nachwächst. Bei der Nutzung von Holz wird nachfolgenden Generationen also nicht Rohstoff entzogen, und ihre Entfaltungsmöglichkeit, in Bezug auf die Nutzung stofflicher und energetischer Reserven, nicht eingeschränkt.

Deutschland, gleichwohl nicht gesegnet mit besonders viel Bodenschätzen, ist in Europa das Holzland Nummer 1. Absolut und relativ belegt Deutschland bei den Holzvorräten einen Spitzenplatz. Das ist unter anderem ein Grund, warum sich Holz und Sägeindustrie besonders in Deutschland angesiedelt haben. Heimische Wälder sind infolge einer von jeher strengen aber auch modernen Forstgesetzgebung und Bewirtschaftung deshalb besonders leistungsfähig. Weltweit sinkende Waldflächen, eine steigende Weltbevölkerung und übertriebene Protektions- und Rekreatationsanforderungen sowie nicht zuletzt unabsehbare Folgen bei Klimaänderungsprozessen können jedoch perspektivisch zu Engpässen bei der Rohstoffverfügbarkeit führen.

## 1 Einleitung

Die Zunahme der Weltbevölkerung, einhergehend mit wirtschaftlicher und damit sozialer und kultureller Entwicklung führt zwangsläufig zur Frage der Ressourcenverfügbarkeit in einer begrenzten Welt. Der Ernährungs- und Energiebedarf von Gesellschaften, die Notwendigkeit von Ressourcen für diese und weitere Fragestellungen, wie beispielsweise die Klärung des Wohnungsbaus oder schlicht die Befriedigung von Konsumbedürfnissen, führt in unserem Zeitalter zum Wettlauf um Besitz endlicher Ressourcen und/oder die Entwicklung nachhaltig reproduzierbarer Rohstoffe.



Holz nimmt dabei eine zentrale Rolle ein – warum? Holz entsteht, vereinfacht gesagt durch photosynthetische Prozesse, bedarf also lediglich der Sonnenstrahlung, art-spezifisch unterschiedlicher Nährstoffgrundlagen, wie z. B. Wasser und Kohlenstoff und verschiedener Spurenelemente. Seine Verwendung reicht heute von der niedrigsten Form, der Energiegewinnung durch Verbrennung, bis zum Einsatz in modernen Formenbau, beispielsweise bei der Entwicklung im Automobilrahmen- und -karosseriebau. Zweifelsohne ist die Verwendung des Rohstoffes im Bauwesen heute die hauptsächliche Anwendung. Künftig werden uns stoffliche Wandlungs- und Speicherprozesse sowie die Form des Energieumsatzes in der Pflanzen- bzw. Holzzelle helfen, wesentliche Zukunftsfragen zu lösen. Hier ist es nun jedoch meine Aufgabe grundlegend darzustellen, in welchem Umfang uns Holz in Deutschland zur Verfügung steht.

## **2 Holz als Rohstoff – welche Ressourcen stehen zur Verfügung**

Holz wächst, botanisch betrachtet, in holzigen Pflanzen. Dies kann nun landschaftstypisch in Solitären, in Gehölzgruppen (z. B. Parkanlagen) oder Streifen (z. B. Alleen) oder aber eben im Wald erfolgen. Ich werde mich nachfolgend ausschließlich auf den Wald als Produktionsstätte des Rohstoffes Holz beziehen. Die Nutzung so genannter Landschaftspflegegehölze und Holz aus Kurzumtriebsplantagen wird möglicherweise den Rohstoffbedarf künftig stützen können, spielt jedoch momentan in der Holzrohstoffbilanz unserer Republik noch eine untergeordnete Rolle.

Der Wald als Landschaft ganz allgemein ist in Deutschland und darüber hinaus in den allermeisten Teilen Europas eine reine Kulturlandschaft. Ob Sie sich in reinen Nadelholzforsten bewegen, im Herbst durch bunte Laub- oder Laubmischwälder gehen oder welchen Anblick Ihnen ein Wald heute in Deutschland auch immer bietet bzw. welche Emotionen er auch hervorruft. Es handelt sich ausschließlich um Wald, der infolge menschlichen Wirkens entstanden ist. Der Urwald als Begriff des Naturschutzes existiert in Deutschland nicht mehr und kann auch nicht sozusagen zurückgeholt werden. Allenfalls kann man diese Kulturwälder sich in ihrer Entwicklung selbst überlassen. Sie werden sich unter den Umweltbedingungen, die wieder nicht unwesentlich durch die Menschen gestaltet werden (Stichwort Emission), in gewisse Klimawälder entwickeln, die wir dann als naturnah, menschlich weitgehend unbeeinflusst, nicht bewirtschaftet maximal jedoch als potenzielle Naturwälder und niemals als Urwälder werden bezeichnen können.

Diese Wälder verteilen sich in Deutschland nun auf einer Gesamtfläche von knapp 11,1 Mio. Hektar. Waldfläche ist gewissermaßen wirtschaftliche „Restfläche“. Im Zuge der Rodungen für eine nachfolgende landwirtschaftliche Nutzung oder aber bei Flächeninanspruchnahme durch Industrialisierung und Ausbau von Infrastruktur sind insbesondere Flächen übrig geblieben, die auf nährstoffseitig schlechterem Untergrund, oder aber schlichtweg auf einer komplizierteren Geländestruktur stehen. Diese Restfläche umfasst deutschlandweit etwa 30 % der Landesfläche. Etwa ein Drittel unserer Republik ist also bewaldet.

	Staatswald (Bund)	Staatswald (Land)	Körperschafts- wald	Privatwald	Treuhandwald
	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]
Baden-Württemberg	7.302	321.678	541.031	492.219	-
Bayern	56.545	769.886	345.686	1.386.344	-
Berlin-Brandenburg	73.088	328.245	73.840	449.988	146.572
Hessen	7.595	342.986	318.601	211.068	-
Mecklenburg- Vorpommern	53.486	218.244	56.286	125.468	81.479
Niedersachsen (inkl. Hamburg/Bremen)	54.884	343.926	85.706	678.006	-
Nordrhein-Westfalen	30.276	126.679	135.841	594.754	-
Rheinland-Pfalz	20.413	203.338	390.146	221.660	-
Saarland	791	47.450	21.748	28.470	-
Sachsen	30.116	191.069	57.839	171.723	60.831
Sachsen-Anhalt	49.452	135.196	33.101	196.612	77.767
Schleswig-Holstein	5.973	50.373	24.290	81.831	-
Thüringen	19.419	197.592	76.074	185.580	39.238
Deutschland	<b>409.340</b>	<b>3.276.662</b>	<b>2.160.189</b>	<b>4.823.723</b>	<b>405.887</b>

Abb. 1: Waldfläche nach Bundesland und Eigentumsart (Daten aus BWI <sup>2)</sup>)

Wald gliedern wir zuerst nach Eigentumsformen. Allgemein geläufig ist danach sicher zuallererst die Kategorie Staatswald. Unter Staatswald verstehen wir also Wald im Eigentum der Bundesrepublik Deutschland, sogenannter Bundeswald, sowie Wald im Eigentum der Länder oder Stadtstaaten, folglich Landeswald. Bei Körperschaftswald handelt es sich in erster Linie um Wald von Städten und Gemeinden, auch Landkreisen, darüber hinaus aber auch um Wald von öffentlichen Stiftungen oder anderen Körperschaften. Privatwald nun ist fraglos der Wald im Eigentum privater Besitzer. Dies ist flächen- und eigentümerseitig der meiste Wald in Deutschland.

In Ostdeutschland kommt dazu noch eine Kategorie des sogenannten Treuhandrestwaldes. Dieser Wald ist vorübergehend im Besitz der Bundesfinanzverwaltung. Er stammt weitestgehend aus der Enteignung privater Landbesitzer über 100 ha nach dem 2. Weltkrieg innerhalb der sowjetischen Besatzungszone. Es ist politisches und gesetzliches Ziel, diese Flächen in absehbarer Zeit zu privatisieren, womit folglich der Anteil des Privatwaldes an der Gesamtwaldbilanz weiter steigen wird.

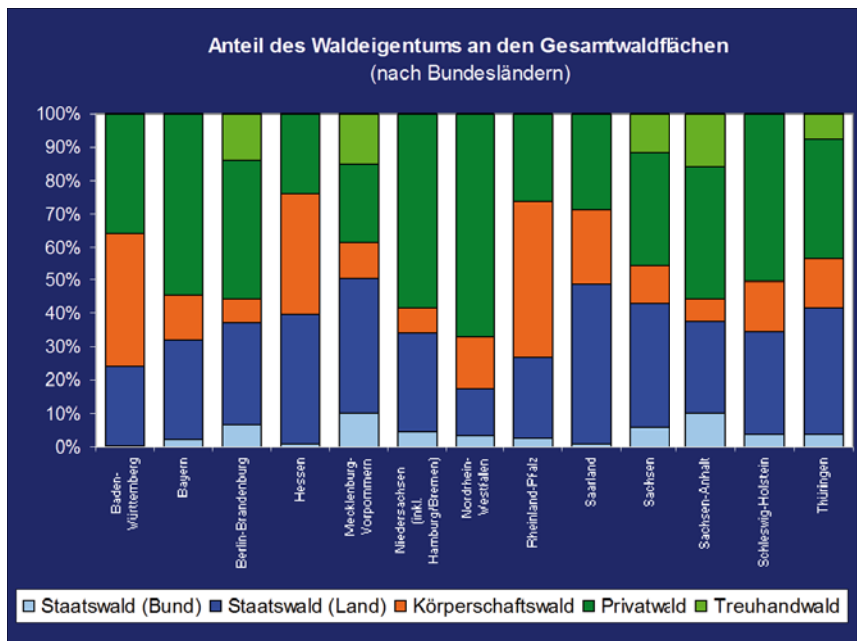


Abb. 2: Relativer Anteil der Waldfläche nach Bundesland und Eigentumsart

Darüber hinaus unterteilen wir den Wald nach seiner Bestockung mit Baumartengruppen. Ganz allgemein versteht man darunter zunächst die Unterscheidung nach Laub- und Nadelbaumarten bzw. weitergehend nach den Hauptlaubbaumarten Eiche, Buche und sonstigen Laubbaumarten (Esche, Ahorn, Ulme, Birke, Erle, Pappel etc.) bzw. den Hauptnadelbaumarten Fichte, Kiefer und sonstige Nadelbaumarten (Lärche, Tanne, Douglasie etc.).

Etwas weniger als zwei Drittel der deutschen Wälder sind mit Nadelbäumen bestockt. Die Fichte nimmt dabei mit knapp 30 % den höchsten Flächenanteil, gefolgt von der Kiefer mit knapp einem Viertel der Holzbodenfläche ein. Laubbaumarten stocken auf knapp 40 % der Waldfläche der Bundesrepublik. Hauptbaumart hier ist die Buche mit etwa 14 % Flächenanteil. Die Eiche als ein Symbol des deutschen Waldes kommt auf weniger als 10 % Flächenanteil. Alle übrigen Baumarten besitzen anteilig zwischen einem und drei Prozent Beteiligung.

Treten die Baumarten im Reinbestand auf, ist die Erfassung der Flächenanteile fraglos simpel. Im Mischbestand wird dies schon schwieriger. Je nach Ansicht der Inventuranleitungen, die Förster sprechen hier von Erfassung der Bestockungsanteile, kann sich dahinter ein geschätzter Flächenanteil oder aber ein relativer Flächenanteil, geschätzt aus dem Holzvolumenanteil der oberirdischen Baummasse, verbergen. Auch im Wald ist vieles also relativ.

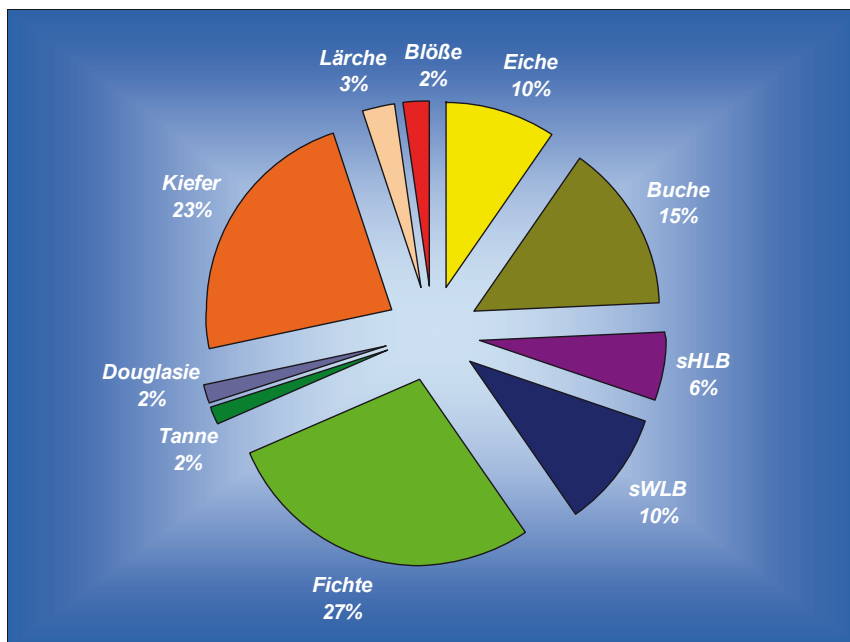


Abb. 3: Anteil der Baumartengruppen im Oberstand (Daten aus BWI <sup>2)</sup>)

Weiterhin teilt die Forstwirtschaft den Wald nach Altersklassen. Der vorläufige Höhepunkt der altersmäßigen Betrachtung unter der Einbeziehung wirtschaftlicher Gesichtspunkte war das sogenannte Normalwaldmodell. Nach einer sicher nachvollziehbaren mathematischer Logik waren in diesem Normalwald die Flächen jedes Bestandesalters, ausgehend vom Zielalter, gleich. In einem Fichtenwald mit dem Zielalter von 100 Jahren beispielsweise ist bei einer Gesamtwaldfläche von 100 Hektar von jedem Baumalter genau ein Hektar Fläche vorhanden. Die Natur hat die Forstwirtschaft durch das Eintreten unvorhersehbarer Schadereignisse, sogenannter Kalamitäten, eines Besseren belehrt. Grundsätzlich sollten jedoch die Altersgruppen der Baumarten im Wirtschaftswald aus vielerlei Gründen einer Normalverteilung unterliegen. Die Forstwirtschaft teilt gewöhnlich also in Altersklasse zu je 20 Jahren. Demnach umfasst die Altersklasse I alle Baumbestände zwischen 1–20 Jahren, die Altersklasse II alle Bestände zwischen 21–40 Jahren und so weiter.

Bis zu einem Alter von 120 Jahren ist die Verteilung der Flächen relativ gleich mit gewisser Mehrausstattung der Altersklassen II und III, welches sich durch die großflächigen Kalamitäten der 80-iger Jahre sowie der Reparationshiebe nach dem 2. Weltkrieg begründen lässt. Die Flächenanteile über 120 Jahren sinken, sicher als Folge der dann ebenfalls sinkenden Wirtschaftlichkeit, höherer Schadanfälligkeit und anteilig auch der endlichen Lebenserwartung von Wäldern.

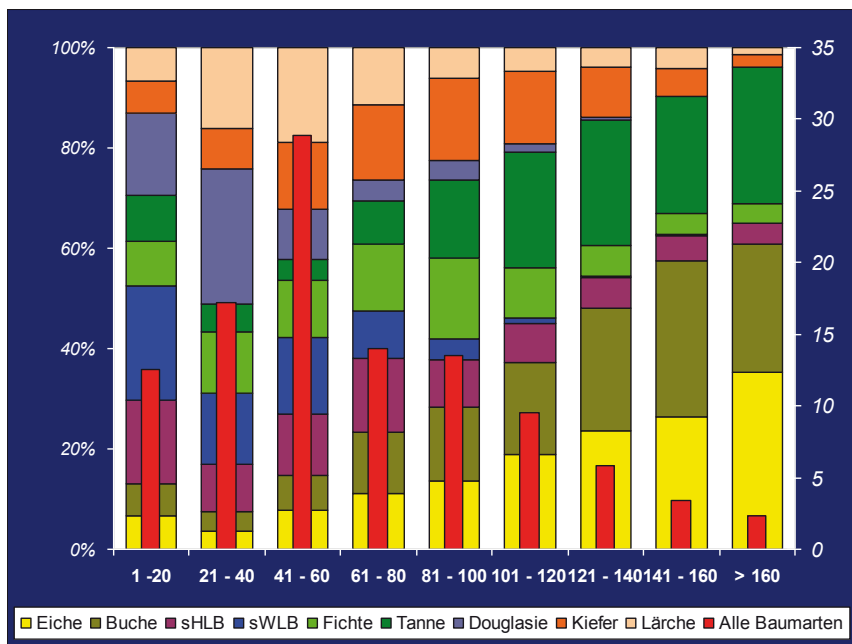


Abb. 4: Relativer Anteil der Baumarten in den Altersklassen (bzw. Anteil der Waldfläche nach Altersklasse der Hauptbaumart; Daten aus BWI <sup>2)</sup>)

Zur Ableitung der Rohstoffverfügbarkeit ist es nun erforderlich, sich dem vorhandenen Holzvorrat in deutschen Wäldern zu widmen. Auch hier macht es nach Ansicht des Autors zunächst Sinn, eine Unterteilung nach Baumartengruppen vorzunehmen, da unterschiedliche Baumarten auch unterschiedliche Holzvorratsverhältnisse nach sich ziehen. So haben die Waldflächen der Bundesrepublik Deutschland bei Laubbaumbestockung einen mittleren Holzvorrat von ~ 270 m<sup>3</sup> je Hektar vorzuweisen, während die Waldflächen mit Nadelbaumbestockung immerhin ~ 350 m<sup>3</sup> je Hektar und damit knapp ein Drittel Holzvorrat mehr beinhalten. Aus Sicht des Holzvorrates spielt die Baumart Rotbuche bei den Laubwäldern und Fichte und Tanne bei den Nadelwäldern eine besondere Rolle. Fraglos sind jedoch Entscheidungen für eine gewisse Baumart bei der Verjüngung von Wäldern nur zu einem geringen Teil von den zu erwartenden Holzvorratsverhältnissen abhängig zu machen.

In der Einleitung wurde auf die besondere Rolle deutscher Wälder für die Rohstoffverfügbarkeit in Europa hingewiesen. Sowohl in den relativen als auch den absoluten Holzvorräten ist Deutschland, europaweit gesehen, führend. Nahezu kein anderes Land besitzt einen mittleren Holzvorrat von 317 m<sup>3</sup> je Hektar oder einen Absolutvorrat von 3,36 Mrd. m<sup>3</sup>. Frankreich, Schweden und Finnland kommen hier nur auf insgesamt jeweils 2,9 Mrd. bzw. 1,9 Mrd. m<sup>3</sup>. Lediglich die Schweiz und Österreich haben mittlere Holzvorräte über 300 m<sup>3</sup> und bewegen sich damit auf deutschem Niveau, wenngleich hier natürlich die Absolutvorräte weitaus geringer sind.

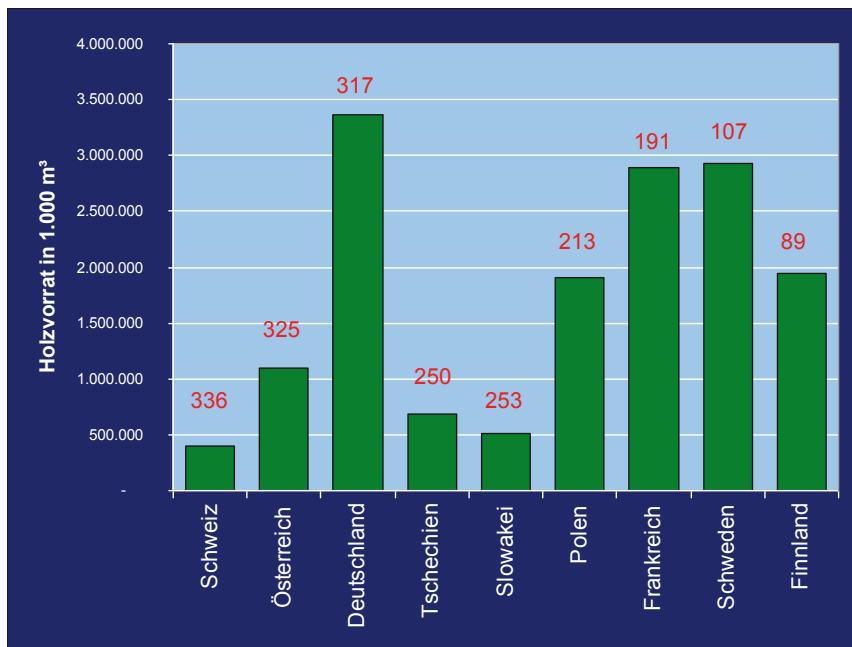


Abb. 5: Holzvorräte in Europa (relativ und absolut), (Daten aus BMELV – Rohholzbericht 2011)

Bevor man die Nachhaltigkeit der Rohstoffverfügbarkeit beurteilen kann, muss eine letzte Komponente dazu, nämlich die Bonität der Waldflächen, also im weitesten Sinne eine Aussage zu den bestehenden Wuchsverhältnissen getroffen werden. Unter forstlichen Gesichtspunkten wird hier insbesondere der durchschnittliche Gesamtzuwachs, hier handelt es sich um eine jährliche Zuwachsgröße, die sich aus dem Gesamtzuwachs über einen Zeitraum von 100 (50) Jahren, geteilt durch die Jahre ergibt.

Darüber hinaus besitzt der Laufende Zuwachs, im konkreten Bestand mithin der zu erwartende Zuwachs der folgenden 10 Jahre, wiederum betrachtet als Zuwachsgröße pro Jahr, eine besondere Bedeutung. Der laufende Zuwachs steigt mit zunehmendem Alter baumarten- und bonitätsspezifisch an, kulminiert dann und sinkt danach ab, bis er schließlich bei biologischem Tod des Baumes den Wert Null erreicht. Der durchschnittliche Gesamtzuwachs stellt eine Linie auf vertikal unterschiedlichem Niveau (in Abhängigkeit der Bonität) dar. Treffen sich durchschnittlicher Gesamtzuwachs und Laufender Zuwachs, spricht der Förster vom wirtschaftlich optimalen Nutzungszeitpunkt. Der mittlere laufende Zuwachs in Deutschland liegt, verschiedenen Rohstoffpotenzialstudien folgend, bei ~ 9,9 m³ pro Hektar und Jahr und damit jährlich bei etwa 110 Mio. m³ in Deutschland insgesamt.

Sehr vereinfacht gesagt, wäre dies nun unser verfügbarer Rohstoff in Deutschland, den wir je Jahr ernten könnten, demzufolge einer energetischen oder stofflichen Nutzung zuführen könnten, ohne unseren bestehenden Vorrat zu gefährden und mit

dessen Nutzung wir die eingangs benannte Formel zur Einhaltung der Nachhaltigkeit einhalten könnten. Dem stehen u. a. Eigentümerinteressen, gesellschaftliche Schranken und natürliche Gegebenheiten entgegen, die ich im nächsten Kapitel ansatzweise beleuchten möchte.

### **3 Nachhaltiges Wirtschaften – zur Produktion von Holz in Deutschland**

Wald an sich stellt ohne den Nutzungsaspekt auch noch keine Rohstoffquelle dar. Zumindest, solange man das Produkt Holz als Baum betrachtet und nicht sogenannte immaterielle Produkte bzw. Leistungen, wie saubere Luft, Klimaschutz, Erholungsaspekte etc., einfließen lässt. Erst das Wirtschaften selbst, also die Absicht, im Wald zu produzieren und damit u. a. Holz zu verkaufen, macht Holz als Rohstoff nutzbar.

Dafür gibt es in Deutschland etwa 30.000 Forstbetriebe mit einer Fläche über 10 ha. Das sind etwa 870 Betriebe des Staatswaldes, 8.380 Betriebe des Körperschaftswaldes und damit 19.550 Betriebe des Privatwaldes. Hinzu kommen 273.000 landwirtschaftliche Betriebe, in denen Forstwirtschaft im Nebenbetrieb erfolgt.

In der Forstwirtschaft hinzuzurechnen sind etwa 7.300 Unternehmen, die als Forstwirtschaftliche Dienstleistungsunternehmen (SACHSE, 2003) direkt in forstwirtschaftlichen Prozessen, d.h. von der Planung forstlicher Maßnahmen über Anlage, Pflege und Schutz des Waldes bis zur Holzernte und dem Transport des Rohstoffes tätig sind. Damit beschäftigt die Branche rund 98.000 Menschen im Haupterwerb und darüber hinaus in etwa die gleiche Zahl im Nebenerwerb. 200.000 Menschen in Deutschland erzielen also ein Arbeitseinkommen direkt oder indirekt mit der Forstwirtschaft.

Entsprechend der EU-Definition von Branchenklassifikation werden im Cluster Forst und Holz zusätzlich zur Forstwirtschaft die holzbe- und -verarbeitende Industrie, das Holzhandwerk, die Papierwirtschaft, das Verlags- und Druckereigewerbe, Holzhandel und -transport sowie die Zulieferer dieser Branchen betrachtet. Danach arbeiten im Cluster Forst und Holz in Deutschland ~ 184.400 Betriebe mit insgesamt ~ 1,32 Mio. Beschäftigten. Der Umsatz des Clusters liegt bei etwa 180 Mrd. € jährlich und damit im Bereich des Clusters der Automobilindustrie.

Warum habe ich diese summarischen Angaben einer Branche im Kontext der Rohstoffverfügbarkeit von Holz gestellt? Ganz einfach deshalb, weil die nachhaltige Nutzung des Rohstoffes Holzes fraglos eine wesentliche Triebfeder unserer wirtschaftlichen Entwicklung und damit auch unseres wirtschaftlichen Wohlstandes sein wird.

Die Nutzung des Rohstoffes selbst lässt sich nun aus den Ergebnissen der jährlichen Holzmarktberichte ableiten. Im Durchschnitt der letzten 5 Jahre lag der Holzeinschlag, amtlichen Statistiken folgend, bei jährlich knapp 60 Mio. m<sup>3</sup> Holz. Die Annahme, dass damit lediglich 55 % des jährlichen Zuwachses an Holz eingeschlagen werden, greift jedoch zu kurz. Geerntetes Holz entspricht nicht gleich stehendem Holzvorrat. Hier sind Ernteverluste, Ast- und Wipfelmateriale abziehen. Ein laufender Zuwachs von 100 % Holzvorrat entspricht, sehr grob gesagt, etwa 80 % zu erntender Holzmasse. Insofern wären aus dem laufenden Zuwachs jährlich in etwa

88 Mio. m<sup>3</sup> Holz theoretisch verfügbar. Bei 60 Mio. m<sup>3</sup> Jahreseinschlag in der Bundesrepublik Deutschland ist weiterhin von Ungenauigkeiten auszugehen, da keinesfalls alle Holzerntemengen mit statistisch hinreichender Genauigkeit abgebildet werden können. Selbst bei 20 % zusätzlicher Sicherheit zum jährlichen Holzeinschlag der Statistik wird immer noch deutlich, dass der jährliche Holzeinschlag in der Republik unter den derzeitigen Zuwachsverhältnissen angesiedelt werden muss.

Die Nachhaltigkeit unserer Wälder in Bezug auf die Rohstoffsicherung scheint damit außer Gefahr. Dieser Vergleich bedeutet auch weiterhin, dass der sowieso bereits im europäischen Maßstab komfortable Holzvorrat weiter ausgebaut wird. Ein näherer Blick auf die jährlichen Nutzungsverhältnisse ist jedoch zusätzlich sinnvoll.

In den letzten 10 Jahren schwankte der Holzeinschlag laut Statistik in Deutschland zwischen 39 Mio. m<sup>3</sup> minimal und 77 Mio. m<sup>3</sup> maximal. Das bedeutet eine extreme Schwankungsbreite der jährlichen Verfügbarkeit der heimischen Ressource. Diese Unterschiede sind zweifelsohne beeinflusst durch das Vorkommen großer Kalamitätsereignisse wie Sturm- und Orkans Schäden und/oder Schneebruchschäden in Mittelgebirgslagen. Großflächig auftretende Insektenkalamitäten hat es in der jüngeren Vergangenheit in diesem Maßstab nicht gegeben.

Über die Hälfte des jährlichen Holzeinschlages bezieht sich auf die Holzartengruppe Fichte (mit Tanne und Douglasie). Drei Viertel des Holzeinschlages beziehen sich auf Nadelholz insgesamt, rechnet man die Kiefer und Lärche hinzu. Sowohl unsere Forstwirtschaft als auch die nachfolgende Holzwirtschaft ist derzeit wesentlich auf die Verwendung von Nadelholz eingestellt. Unter dem Laubholz dominiert die Holzartengruppe Buche mit etwa 20 % gegenüber der Holzartengruppe Eiche mit lediglich 4–5 %.

Bei der Sortierung des geernteten Holzes entstehen etwa 50–60 % Stammholzsortimente für eine nachfolgende Verwendung als Bauholz oder in der Möbel- und Furnierindustrie. Den Rest des Holzes teilen sich energetische Nutzung und stoffliche Nutzung für Zellstoff, Papier und Plattenwaren. Betrachtet man hier die Holzartengruppen wird nochmals die Ausrichtung der Branche sichtbar. Etwa ein Drittel der Laubholz mengen werden zu Stammholzsortimenten verarbeitet. Die Mehrzahl des Holzes geht in den übrigen Sortimenten auf. Beim Nadelholz, namentlich der Holzartengruppe Fichte, sind mehr als zwei Drittel der Gesamtmenge für eine Verwendung im Stammholzbereich vorgesehen. Die Wertschöpfung nach Sortimenten (nicht nach Preisen) ist also zwischen Nadel- und Laubholz nahezu umgekehrt.

Betrachtet man relativ einseitig die Erlösseite der Forstwirtschaft nach Holzpreisen, bestünde derzeit wohl wenig Grund zur Klage. Unter Annahme eines Erzeugerpreisindex von 100 % aus dem Jahr 2010 ist alles Holzgeschäft vor 2008 deutlich unter 100 % und nach 2008, insbesondere ab 2010 deutlich über 100 %. Aktuell etwa bei 120 %. Allerdings ist diese Betrachtung wirklich sehr einseitig, da sie die Entwicklung der Kostenseite unbewertet lässt.

Aktuelle Forschungen zur Frage der Rohstoffsicherung durch die deutsche Forstwirtschaft kommt zu dem Ergebnis, dass die Nachfrage nach Holz weiter steigen wird und das Angebot möglicherweise jedoch einer gegenläufigen Bewegung folgt. Dies insbesondere vor dem Hintergrund, dass ältere Wälder zwar höhere Vorräte aber letztlich geringere laufende Zuwächse nach sich ziehen, ein notwendiger Umbau



labiler Nadelbaumreinbestände in Laubmischbestände neben geringeren Holzvorräten auch zu geringeren Zuwachsverhältnissen führt. Darüber hinaus sind die Auswirkungen des Klimawandels in der Forstwirtschaft äußerst schwer abschätzbar. Man befürchtet ein fehlendes Rohstoffangebot in Deutschland im Jahr 2020 von etwa 20–30 Mio. m<sup>3</sup> Holz jährlich.

## 4 Gefahren für die Verfügbarkeit

Wenngleich 100 % der Waldfläche in Deutschland als Kulturlandschaft zu werten sind, sind nicht alle Holzpotenziale dieser Flächen noch nutzbar. Wesentliche Gefahren für die weitere Verfügbarkeit sind:

- *eine weitere Waldflächenabnahme:*

Im Zuge wirtschaftlicher Entwicklung, Ausdehnung von Verkehrsräumen und Schaffung zusätzlicher Siedlungsfläche ist die Waldflächenbilanz in der Bundesrepublik fraglos negativ. Alle Bemühungen, dies zu verhindern, führten in der Vergangenheit lediglich zu einer Verlangsamung des Prozesses, keinesfalls zu einer Umkehr.

- *das Risiko gegenüber Waldschäden:*

Waldschadereignisse oder Kalamitäten sind Gegebenheiten, mit denen die Forstwirtschaft zeitlessly umzugehen gelernt hat. Mit einer Klimaerwärmung scheinen diese Risiken jedoch deutlich anzusteigen. Inwiefern Schadereignisse durch wirtschaftliche Gestaltung kurzfristig auszugleichen sind, bleibt abzuwarten.

- *zunehmende Naturschutzrestriktionen:*

Über hunderte von Jahren war in Deutschland, wie im übrigen Europa der Schutz der Natur auch die Grundlage forstwirtschaftlichen Handelns. Heute folgt der Naturschutz teilweise nordamerikanischen Idealen, nachdem auf weiten Flächen eine Nutzung vollständig untersagt werden soll. Vergessen wird dabei, dass bei diesem Fall auf der Restfläche eine derart intensive Forstwirtschaft betrieben wird, die sich nicht im Ansatz mit hiesigen Verhältnissen messen kann. Der Konflikt entsteht nun insbesondere deshalb, da es sich in Deutschland nicht um Urwald und damit echten Reliktschutz handeln kann, sondern das Produkt einer wirtschaftlichen Handlung geschützt werden soll. Die Waldbesitzer nehmen für sich in Anspruch, im Wald die eigentlichen Naturschützer zu sein.

- *eine zunehmende Urbanisierung der Gesellschaft:*

Weite Teile der Gesellschaft begreifen Wald nicht als Wirtschaftsraum, sondern als Rückzugsraum für Erholung, sportliche Aktivitäten (Jogging, Mountainbiken, Reiten etc.) und ggf. eben auch den Naturschutz bzw. anderen Protektionsansprüchen. Dies steht einem zunehmenden Wunsch nach ökologisch intakten Konsumgütern natürlich geradezu diametral entgegen. Der Forstwirtschaft muss es gelingen, ihre zweifelsfrei hervorragenden Leistungen bei der Produktion und Herstellung der Verfügbarkeit des umweltfreundlichen, nachhaltig produzierbaren Rohstoffes deutlich herauszustellen. Nur eine gesellschaftliche Akzeptanz der Lösung der Rohstofffrage mit oder über das Holz wird auch die wirtschaftliche Entwicklung und Lösung wissenschaftlicher Fragen rund um das Holz vorantreiben können.

## 5 Schlussfolgerungen für eine verantwortungsvolle Rohstoffnutzung

Eine steigende Weltbevölkerung mit dem Anspruch auf Befriedigung von Grundbedürfnissen (Siedlungsanspruch, Energieanspruch) sowie eine weltweit sinkende Waldfläche wird neben allen zukünftig denkbaren Verwendungsmöglichkeiten zu einem steigenden Druck auf die Verfügbarkeit von Holz als Rohstoff führen. Daneben ist Holz als nachhaltiger Rohstoff sowohl für stoffliche Verwertungsoptionen, als auch für energetische und neue biochemische Nutzungsprozesse nahezu unverzichtbar. Für Deutschland, in dem das Cluster Forst und Holz per se eine höhere Wirtschaftskraft besitzt, als dies die meisten anderen Wirtschaftsbranchen leisten, die mit Deutschland aus wirtschaftlicher Sicht in Verbindung gebracht werden, bedeutet dies:

- Bewirtschaftung der Wälder unter den Gesichtspunkten Stabilität der Ökosysteme, Risikominimierung und Leistungsfähigkeit.
- Beachtung der ökologischen Vielfalt hinsichtlich floristischer und faunistischer Artausstattung der Waldökosysteme.
- Bevorzugte stoffliche Rohstoffnutzung unter den Aspekten Langlebigkeit und Gebrauchswert. Diversifikation der Holzarten und Sortimente nach Anspruch des Produktes und Eigenschaft des Rohstoffes.
- Entwicklung energetischer und biochemischer Rohstoffnutzungsprozesse unter Optimierung des Wirkungsgrades.
- Einbeziehung einer Gesamtbilanzierung der Rohstoffentscheidung - Kaskadennutzung von Holz (erst stoffliche, später energetische Verwertung).
- Bewusstseinsentwicklung für Wälder als nachhaltige Produktionsorte für ein ökologisch verantwortungsvolles Produkt – **Holz**.

### Quellen/Literatur

ARENS, DETLEV: Der Deutsche Wald (Köln, 2011).

Autorenkollektiv: Einseitig, widersprüchlich und falsch! (Offener Brief von Forstwissenschaftlern an den SRU – <http://www.vti.bund.de>).

BMELV: Rohholzbericht der Bundesregierung 2011 (Berlin, 2012).

BMELV: Hauptergebnisse der Bundeswaldinventur 2 (BWI <sup>2</sup>) (<http://www.bundeswaldinventur.de>).

CARLOWITZ, HANNS CARL VON: Sylvicultura Oeconomica (Freiberg 1713 [Nachdruck]).

KLOSE/ORF: Forstrecht (Köln, 1998).

MROSEK, KIES, SCHULTE: Clusterstudie Forst und Holz in Deutschland-(Sonderdruck des HZB Nr. 84 vom 4. 11. 2005).

OTTO, HANS-JÜRGEN: Waldökologie (Stuttgart 1994).

SACHSE, MICHAEL: Umfeld, Struktur und Potenzial Forstwirtschaftlicher Dienstleistungsunternehmen (Tharandt, 2003).

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU): Umweltgutachten 2012;  
(<http://www.umweltrat.de>).

WENK/ANTANAITIS/SMELKO: Waldertragslehre (Berlin, 1990).



**Sachse, Michael**

Dr. rer. silv. / Diplomforstingenieur

- seit 2006: Vorstand der Forestris AG  
Tätigkeitsschwerpunkte: Betreuung und Bewirtschaftung von Nichtstaatswald, Gutachten und Sachverständigentätigkeit im Umwelt-, Forst- und Holzschutzbereich
- 1998–2003: Dissertation (TU Dresden)
- seit 1998: Sachverständiger für Holzschutz (EIPOS)
- seit 1997: ö.b.u.v. Sachverständiger für Forstwirtschaft
- seit 1997: Vorsitzender des Sächsischen Forstunternehmer Verbandes e.V.
- 1995–1997: 2. Staatsexamen bei der Sächsischen Landesforstverwaltung
- 1990–1995: Studium der Forstwissenschaften in Tharandt (TU Dresden)
- 1988–1989: Ausbildung zum Forstfacharbeiter / Mechanisator
-

# Was bringt der Kommentar zur neuen DIN 68800?

Hubert Willeitner

## Kurzfassung

DIN 68800, Holzschutz, erschien in 4 neu bearbeiteten Teilen mit neuer Konzeption im Oktober 2011 bzw. Februar 2012. Zum besseren Verständnis der Norm und als Hilfestellung für die Praxis wird hierzu Ende 2012 im Beuth-Verlag ein umfangreicher Kommentar erscheinen, der in dem nachfolgenden Beitrag vorgestellt und erläutert wird.

## 1 Einleitung

Die völlig überarbeitete Neuauflage von DIN 68800 Holzschutz ist im Oktober 2011 (Teil 1) bzw. Februar 2012 (Teile 2 bis 4) erschienen. Damit weist die Norm gegenüber den bisherigen Ausgaben mit Erscheinungsdaten zwischen 1974 und 1996 wieder einen einheitlichen aktuellen Bearbeitungsstand auf. Für die Praxis liegt nach über 7 Jahren Normungsarbeit wieder eine aktuelle Arbeitsrichtlinie für den Holzschutz im Bauwesen vor.

DIN 68800 betrifft ein schwer in exakt definierbare Regeln zu fassendes naturwissenschaftlich/technisches Gebiet mit einer breiten Spannweite von vorbeugenden Maßnahmen ohne und mit Anwendung von Holzschutzmitteln bis zur Bekämpfung eines eingetretenen Befalls.

Die Umsetzung der Norm und deren Anwendung in der Praxis ist wegen der komplexen Materie und vieler Neuerungen schwierig und bedarf einer umfassenden Erläuterung. Diese erfolgt in einem Kommentar, der voraussichtlich Ende 2012 im Beuth-Verlag erscheinen wird. Nachfolgend soll der Kommentar auf der Grundlage der Druckmanuskripte vorgestellt werden.

## 2 Die neue DIN 68800

Die Normenreihe DIN 68800 ergänzt mit den Teilen 1 bis 3 die DIN EN 1995-1-1<sup>1</sup> mit DIN EN 1995-1-1/NA in Bezug auf die Standsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit von Holzbauwerken; Teil 4 regelt die Bekämpfung und Sanierung eines eingetretenen Befalls. Über den Inhalt der Neuauflage wurde bereits auf dem 15. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz ausführlich berichtet [WILLEITNER 2011].

---

1 Hat DIN 1052 abgelöst.

Die Normenreihe folgt einer neuen Konzeption und enthält nun in Teil 1 alle übergeordneten Regelungen unter dem Gesichtspunkt „*was muss wann*“ geschützt werden, während Details zur Durchführung, d. h. „*wie*“ ist das Holz zu schützen, in den Teilen 2 (baulich), 3 (Schutz mit Holzschutzmitteln) und 4 (Bekämpfung) geregelt werden, wobei die ehemalige DIN 52175:1975-01 (Grundlagen) in Teil 1 und DIN 68800-5:1978-05 (Schutz von Holzwerkstoffen) in Teil 3 eingearbeitet wurden. Ferner wurde bei der Neubearbeitung die einschlägige Europäische Normung berücksichtigt.

Der allgemeine Teil 1 wurde völlig neu gestaltet und weist keine Ähnlichkeit mit dem bisherigen Teil 1:1975-05 auf. Tab. 1 enthält einen Auszug zum Norminhalt. Eine Reihe allgemeiner Aussagen, insbesondere die Gebrauchsklassen (bisher Gefährdungsklassen) sowie die erheblich erweiterten Bestimmungen zur Anwendung natürlich dauerhafter Hölzer wurden aus dem ehemaligen Teil 3:1990-04 überführt.

DIN 68800-1 hat nunmehr zentrale Bedeutung und muss bei allen Maßnahmen zum Schutz des Holzes als erstes berücksichtigt werden. Die Modifikation des Holzes wird als informeller Anhang berücksichtigt.

Gliederungspunkt <sup>1</sup>	Inhalt	Bisher geregelt in <sup>2</sup>
3 Begriffe	23 Begriffe	Bisher nicht enthalten
4 Gefährdung von Holz	Hinweise zu Umgebungsbedingungen sowie zu Schadorganismen	DIN 52175
5 Gebrauchsklassen (GK)	GK 0–5; im Text Zuordnung von Holzbauteilen zu den GK	Gefährdungsklassen 0–4 kurz in Teil 3
6 Maßnahmen zum Schutz des Holzes	Kurzer Überblick, einschließlich Produkte mit CE-Kennzeichnung	DIN 52175 / DIN 68800-1 ohne CE-Kennzeichnung
6.8 Natürliche Dauerhaftigkeit	Ausführliche Behandlung einschließlich Holzartenlisten	Kurzer Hinweis in Teil 3
7 Notwendigkeit von Maßnahmen	Kurze Hinweise zur Notwendigkeit und zur fehlenden Notwendigkeit	Bisher nur Notwendigkeit für „chemische“ Maßnahmen in Teil 3
8 Auswahl von Maßnahmen	„Oder“-Aufzählung für jede GK für tragende und nicht trag. Bauteile	Bisher nicht geregelt
9 Planung von Maßnahmen	Grundsätzliche Regelungen für alle Maßnahmen	Teil 1 sowie für Holzschutzmittel kurz in Teil 3
10 Anforderungen an den Ausführenden	Wie vor	Wenig detailliert in Teil 1
Anhang A: Modifikation des Holzes	Informative Hinweise zu thermischer und chemischer Modifikation	Bisher nicht geregelt
Anhang E: Hinweise für die Planung von Holzschutzmaßnahmen für nicht tragende Bauteile	Informative Hinweise zur Abschätzung der erforderlichen Dauerhaftigkeit unter versch. Anwendungsbedingungen in Abhängigkeit von Schutzniveau und zu erwartender Standdauer als Anleitung für die gezielte Auswahl von Schutzmaßnahmen	Bisher nicht enthalten

1 Sinngemäße Wiedergabe.  
2 Die in Teil 1 überführten Regelungen weisen wesentliche Änderungen auf.

Tab 1: Auszug zum Inhalt von DIN 68800-1:2011-10

DIN 68800-2 ist im Wesentlichen eine Weiterentwicklung der bisherigen Norm, mit einem Schwerpunkt zur Erzielung von GK 0. Hierfür werden die Möglichkeiten erweitert, u. a. mit 37 Konstruktionen, z. T. in einem normativen Anhang.

DIN 68800-3 beschränkt sich auf mit Holzschutzmitteln geschütztes Holz und berücksichtigt auch den Schutz von Holzwerkstoffen (bisher Teil 5:1978-05). Er enthält wesentliche Neuerungen. So wird – entsprechend den Europäischen Vorgaben in DIN EN 351-1:2007-10 – nicht mehr der Weg zum geschützten Holz geregelt, sondern das Holz als geschütztes Produkt, gekennzeichnet durch unterschiedliche Eindringtiefe- und Aufnahmeanforderungen. Zur Anwendung von behandeltem Holz erfolgen umfangreiche Regelungen. Es wird auch die Anwendung von Holzschutzmitteln bei anschließender Beschichtung berücksichtigt.

DIN 68800-4 behandelt unverändert Bekämpfung und Sanierung (neu im Titel) eines Befalls und greift hierzu auch neue Entwicklungen auf, wie elektrophysikalische Verfahren oder erstickende Gase zur Insektenbekämpfung oder molekularbiologische Verfahren zur Identifizierung des Echten Hausschwamms. Neu ist auch der Begriff ‚Regelsanierung‘ für eine Bekämpfungsmethode, die sich als anerkannte Regel der Technik in der Praxis bewährt hat.

Teil 4 gilt in Verbindung mit den Teilen 1 bis 3, d. h. Bekämpfungsmaßnahmen sind nicht isoliert zu sehen, sondern Teil eines umfassenden Sanierungskonzepts, was bisherig nicht so klar zum Ausdruck kam.

Die Neufassung der Normenreihe trägt dem gesellschaftspolitischen Wandel seit der Erstausgabe von 1956-09 mit einer damaligen Dominanz des Materialschutzes im Zeichen des Wiederaufbaus zu einer heute vorherrschenden Dominanz des Gesundheits- und Umweltschutzes Rechnung. Dies spiegelt sich vor allem in einer Betonung des baulichen Holzschutzes in den Teilen 1 und 2 wider, wo unterschieden wird zwischen den als Neuerung festgelegten „grundsätzlichen“ baulichen Maßnahmen, die stets einzuhalten sind, und den „besonderen“ baulichen Maßnahmen zur Erzielung einer GK 0, die bevorzugt werden sollten. Sie bieten die Möglichkeit, auf die Anwendung von Holzschutzmitteln zu verzichten. Dessen ungeachtet legt die Norm fest, dass die Anwendung von Holzschutzmitteln erforderlich ist, wenn der Schutzerfolg durch andere Maßnahmen nicht sichergestellt werden kann.

### **3 Der Kommentar zur neuen DIN 68800**

#### **3.1 Was ist von dem Kommentar zu erwarten?**

Normen sollen in verständlicher Sprache möglichst präzise Regelungen festlegen, ohne dass diese ausführlich erläutert werden können. Es muss Fachwissen vorausgesetzt werden. Normen können kein Lehrbuch sein. Dies trifft in besonderer Weise für eine komplexe Norm wie DIN 68800 zu, wobei die Maxime gilt: die Natur lässt sich nicht normen. Als Konsequenz sind viele Formulierungen in DIN 68800 nicht ohne weiteres nachvollziehbar und nicht immer einfach umzusetzen, was durch vielfältige Neuerungen im Norminhalt zusätzlich erschwert wird.

Die Probleme der Norm traten auch bei der langwierigen Bearbeitung zu Tage und werden u.a. durch die große Zahl von 37 bis 52 Einsprechern mit 604 bis 760 Einsprüchen zu den einzelnen Teilen verdeutlicht. Zudem erfolgte zu DIN 68800-1:2011-10 nach zwei vergeblichen Schlichtungen ein Schiedsverfahren, das letztlich zurückgewiesen wurde.

Mit dem Kommentar sollen nun die Normtexte erläutert sowie zusätzlich Hintergründe und Zusammenhänge aufgezeigt und gleichzeitig Hilfestellungen für die Anwendung der Norm in der Praxis gegeben werden.

Für den Kommentar ist jedoch zu beachten, dass dieser grundsätzlich nur einen erläuternden Charakter hat. Die Texte geben die Meinung der beteiligten jeweiligen Verfasser (s. Tab. 2) wieder, während Normen in DIN-Arbeitsausschüssen unter Beteiligung der sog. Interessierten Kreise nach den Regelungen der Normenreihe DIN 820 erarbeitet werden.

### 3.2 Übersicht über den Kommentar

Der Kommentar wurde durch die Obleute der jeweiligen Arbeitsausschüsse des zuständigen Normenausschusses Holzwirtschaft und Möbel (NHM) des DIN unter Mitwirkung von Fachkollegen erarbeitet (Tab. 2). Die Arbeitsgruppen waren bewusst klein, um mit geringem Aufwand möglichst effektiv zu sein. Gleichzeitig wurde versucht, die z. T. sehr unterschiedlichen Interessenskreise angemessen zu berücksichtigen.

Herausgeber des Kommentars ist R. Marutzky vom IVTH (Internationaler Verein für Technische Holzfragen).

Kommentarteil	Titel der Norm	Verfasser*
Allgemeine Hinweise	–	H. Willeitner, ehemals BFH <sup>1</sup> , Hamburg und B. Trepkau, NHM im DIN
Zu DIN 68800-1	Holzschutz – Teil 1: Allgemeines	H. Willeitner, ehemals BFH <sup>1</sup> , Hamburg
Zu DIN 68800-2	Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau	B. Radović, ehemals FMFA <sup>2</sup> , Stuttgart
Zu DIN 68800-3	Holzschutz – Teil 3: Vorbeugender Schutz von Holz mit Holzschutzmitteln	H. Hertel, ehemals BAM <sup>3</sup> , Berlin
Zu DIN 68800-4	Holzschutz – Teil 4: Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten	D. GROSSER, ehemals TU <sup>4</sup> München
<p>* unter Mitwirkung weiterer Fachleute  1 Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, jetzt von Thünen-Institut  2 Forschungs- und Materialprüfanstalt  3 Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung  4 Technische Universität</p>		

Tab. 2 : Übersicht zum Kommentar zu DIN 68800

Der Kommentar enthält nach einem kurzen Vorwort des Herausgebers sowie einleitenden „Allgemeine Hinweise“ getrennte Erläuterungen zu den vier Normteilen. Zusätzlich wurde der gesamte Normtext aufgenommen. Dieser ist grau unterlegt, um ihn vom Kommentar abzuheben. Die Kommentierung erfolgt dabei schrittweise zu den einzelnen Passagen der Norm.

Die Art der Kommentierung zu den Normtexten ist je nach angenommener Verständlichkeit der Formulierung in der Norm bzw. notwendiger zusätzlicher Informationen extrem unterschiedlich und reicht von einem kurzen erläuternden Satz bis zu mehr als 1 Seite Kommentar zu einem kurzen Normtext. Soweit zweckmäßig wurden zusätzlich zum Kommentartext Tabellen, Abbildungen und Graphiken als weitere übersichtliche Information aufgenommen.

Der Umfang des fertigen Kommentars stand zum Zeitpunkt der Abgabe dieses Manuskripts noch nicht fest. Ein Hinweis ist die Vorgabe, dass der Kommentartext in etwa das 1,5 bis 2.5fache des Normtextes umfassen sollte. Der Gesamtumfang des Werkes hängt letztlich auch von der graphischen Gestaltung und dem gewählten Layout ab. Zusätzlich zum Norm- und Kommentartext werden auch Anzeigen enthalten sein.

## 4 Inhalt des Kommentars

### 4.1 Kommentar zu „Allgemeine Hinweise“

Mit den „Allgemeinen Hinweisen“ wird in die neu konzipierte Normenreihe und den Kommentar eingeführt. Die einschlägige EN-Normung und deren Einarbeitung in die nationalen Normen wird berücksichtigt (Tab. 3).

Kap.	Überschrift	Inhalt
1	Die neue DIN 68800	Charakterisierung der Norm
2	Neue Konzeption für DIN 68800	Vorstellung der neuen Konzeption und Überführung der bisherigen Ausgaben in die Normenreihe
3	Europäische Holzschutz-Normung	Hinweise zur EN-Normung und deren Berücksichtigung in der Normenreihe
4	Was bedeutet „Kommentar DIN 68800“	Hinweise (vgl. hierzu die o.a. Ausführungen unter 3.1)
5	Verbindlichkeit von Normen / Wie sind Normen zu lesen	Ausführliche Darstellung (siehe hierzu die unten stehenden Ausführungen)
6	Bauaufsichtliche Einführung von Normen	Skizzierung der Rechtslage
7	Zitierte Normen	Liste von DIN und DIN EN Normen

Tab. 3: Gliederung und Inhalt des Kapitels „Allgemeine Hinweise“ im Kommentar zu DIN 68800



Zusätzlich wird allgemein die Handhabung von Normen und insbesondere die Bedeutung bestimmter Formulierungen erläutert. Je nach Wortwahl (Tab. 4) und Stellung im Text (Tab. 5) sind diese verbindlich (normativ) oder unverbindlich (informativ), wobei die Art der Formulierung durch den zuständigen Ausschuss jeweils gezielt erfolgt, um eine klare Aussage zu treffen.

Für die Wortwahl wird besonders auf die beiden Gegensatzpaare verwiesen

- muss / darf nicht,
- darf / braucht nicht.

Ferner wird darauf verwiesen, dass „oder“ stets „und“ mit einschließt, während „und“ ausschließlich „und“ bedeutet und „oder“ nicht mit einbezieht.

Positive Aussage	Gegensatz = Negative Aussage	Bedeutung
muss	darf nicht	etwas ist <u>verbindlich</u> (Forderung), Abweichungen sind nicht zulässig
sollte	sollte nicht	etwas wird <u>empfohlen</u> oder ist vorzuziehen ohne anderes auszuschließen
darf	braucht nicht	etwas ist <u>zulässig</u>
kann	kann nicht	etwas ist <u>möglich</u>

Tab. 4: Bedeutung verschiedener Verben in Normen (nach DIN 820-2: 2011-04) = Tab. 3 im Kommentarbeitrag

Stellung im Text	Bedeutung
Anmerkungen	stets unverbindliche zusätzliche Informationen
Fußnoten zum Text	wie vor
Fußnoten zu Tabellen und Bildern	je nach Wortwahl verbindlich oder unverbindlich (s. Tab.4)
Normative Anhänge	verbindlich
Informative Anhänge	unverbindlich
Normative Verweisungen, datiert <sup>1</sup>	verbindlich, es gilt ausschließlich die zitierte Ausgabe
Normative Verweisungen, undatiert <sup>1</sup>	verbindlich, es gilt jeweils die letzte Ausgabe
Literaturhinweise	unverbindlich
<sup>1</sup> Angabe, bzw. keine Angabe des Erscheinungsdatums	

Tab. 5: Bedeutung der Stellung von Formulierungen im Normtext (nach DIN 820-2: 2011-04)

## 4.2 Allgemeine Bemerkung zu der nachfolgenden Darstellung der Kommentare zu den Normteilen

Nachfolgend werden in den Kapiteln 4.3 bis 4.6 für die einzelnen Kommentarteile nach Einschätzung des Autors charakteristische Beispiele herausgegriffen, um einen Eindruck über Art und Stil der Kommentierung zu vermitteln. Soweit zweckdienlich werden einzelne Passagen aus den Kommentaren wörtlich übernommen. Sie sind kursiv gesetzt und mit Anführungsstrichen versehen. Soweit auf die Norm Bezug genommen wird, erfolgt dies stets mit dem Begriff „Abschnitt“, auch wenn korrekt „Unterabschnitt“ erwähnt werden müsste. Nicht näher bezeichnete Ziffern verweisen stets auf Regelungen in der betreffenden Norm.

Neben den nachstehenden Beispielen werden auch die hier nicht berücksichtigten Regelungen je nach angenommener Notwendigkeit im Kommentar unterschiedlich ausführlich erläutert. Stil und Kommentierung von Details werden in den 4 Kommentaren durch die jeweiligen Autoren (vgl. Tab. 2) geprägt.

## 4.3 Kommentar zu DIN 68800-1

Die umfangreichen Begriffsbestimmungen der Norm (insgesamt 23) werden im Kommentar – soweit als notwendig erachtet – zusätzlich zur Definition erläutert, z. B. „geschlossene Bekleidung“, „kontrollierbar“, oder „tragendes Bauteil“, während auf eine Kommentierung von „Holzwerkstoff“ oder „Kernholz“ verzichtet wurde.

Dem Begriff „Gebrauchsklasse“ (engl. Use Class) werden im Kommentar die Nutzungsklassen (engl. Service Class) nach DIN EN 1995-1-1:2010-12 gegenübergestellt und hierzu eine Tabelle in Anlehnung an E DIN EN 335:2011-08 aufgenommen (Tab. 6). Beide Begriffe sind nicht deckungsgleich und haben eine unterschiedliche Zielsetzungen: Schutz gegen Holzschädlinge bzw. Basis für die Bemessung von Holzbauteilen.

Nutzungs-klasse nach EN 1995-1-1	Wahrscheinlichste entsprechende Gebrauchsklasse nach DIN 68800-1
Nutzungs-klasse 1	Gebrauchsklasse 0, in Ausnahmefällen Gebrauchsklasse 1
Nutzungs-klasse 2	Gebrauchsklasse 0 oder Gebrauchsklasse 1 Gebrauchsklasse 2, sofern das Bauteil einer gelegentlichen Befeuchtung, z. B. durch Kondensation, ausgesetzt sein kann.
Nutzungs-klasse 3	Gebrauchsklasse 2 Gebrauchsklasse 3 oder höher, sofern im Außenbereich verwendet.

Tab. 6: Nutzungs-klassen und deren wahrscheinlichste entsprechende Gebrauchsklassen = Tab. K1 im Kommentarbeitrag

Die Gebrauchsklassen werden umfassend kommentiert und zwar sowohl der Text zu Abschnitt 5 als auch auf mehreren Seiten sehr detailliert die zugehörige Tabelle 1 der Norm. Darüber hinaus wird Anhang D der Norm mit Beispielen für die Zuordnung von Holzbauteilen zu einer Gebrauchsklasse einschließlich eines Fließdiagramms zur Ermittlung der GK (= Bild D.1 der Norm) erläutert. Zusätzlich wurde als Zeichnung

ein „*Beispielhaus zur Zuordnung von Holzbauteilen zu einer GK*“ aufgenommen und ebenfalls umfangreich kommentiert.

Im Zusammenhang mit den Gebrauchsklassen wird auch die unter 5.1.3 geforderte Dokumentationspflicht und die Verantwortung des Planers ausführlich erläutert. Die Dokumentationspflicht *„ist in zweifacher Hinsicht von Bedeutung. Zum einen lassen sich Mängel in der Planung rechtzeitig erkennen und beheben, zum andern wird sichergestellt, dass der Planer nicht für Mängel zur Verantwortung gezogen werden kann, die nicht durch ihn, sondern in der Ausführung der Arbeiten durch Dritte begründet sind.“* In diesem Zusammenhang ist auch die nachstehend als Tabelle 7 wiedergegebene Tabelle K.2 im Kommentar enthalten.

Vorgang / Schritt		üblicherweise durchgeführt / begleitet durch*	Anmerkung
1	Planung als Ausgangspunkt für die Gegebenheiten bei dem betroffenen Bauteil	Planer	Grundsatz der baustoffgerechten Planung
2	Entscheidung, ob Maßnahmen gemäß Abschnitt 7 der Norm notwendig sind	Planer	Im Zweifelsfall Hinzuziehung weiteren fachlichen Rates
3	Feststellung, ob die Bedingungen für GK 0 gegeben sind	Planer	Im Zweifelsfall Hinzuziehung weiteren fachlichen Rates
4	wenn nein, Begründung und Bestimmung der GK	Planer	–
5	Auswahl, Festlegung und Begründung der erforderlichen Maßnahmen	Planer / Ausführende	Abstimmung mit den Ausführenden als Fachpersonen
6	Stets erforderliche grundsätzliche bauliche Maßnahmen nach 8.1.3 der Norm beachten	Planer	Unabhängig von der Art der Schutzmaßnahmen vorzunehmen
7	Planung und Einordnung der Maßnahmen in den Bauablauf	Planer / Ausführende / ggfs. Bauleiter	Abstimmung mit den am Bau Beteiligten
8	Ausführung der erforderlichen Maßnahmen	Ausführende / ggfs. Bauleiter	Berücksichtigung der Festlegungen in den zutreffenden Normen
9	Überprüfung der ausgeführten Maßnahmen	Planer / Ausführende / ggfs. Bauleiter	Ggfs. Hinzuziehen von weiteren Fachpersonen
10	Ggfs. Nacharbeiten	Planer / Ausführende / ggfs. Bauleiter	–
* Der Bauherr ist angemessen einzubeziehen			

Tab. 7: Hinweise zur Verantwortung und einer möglichen Vorgehensweise von Planer und Ausführenden zu Maßnahmen zum Schutz des Holzes = Tab. K.2 im Kommentarbeitrag

Bezüglich der natürlichen Dauerhaftigkeit von Holzarten für tragende Bauteile wird die Aussage der Norm durch den Kommentar präzisiert: *„Die Angaben in den Tabellen 2 und 5 (der Norm) beziehen sich auf Holzarten, die sich in der Vergangenheit für tragende Holzbauteile bewährt haben. Entsprechende Holzarten sind in der inzwischen aus dem deutschen Normenwerk zurückgezogenen Norm DIN 1052:2008-12 aufgeführt. Diese Norm wurde durch DIN EN 1995-1-1:2010-12 in Verbindung mit DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 ersetzt.“*

Für die Auswahl der Schutzmaßnahmen nach Abschnitt 8 enthält der Kommentar ein sehr detailliertes Fließdiagramm für die *„Entscheidungsabfolge zur Notwendigkeit und Auswahl von Maßnahmen zum Schutz des Holzes“*.

#### 4.4 Kommentar zu DIN 68800-2

Im Kommentar zu Teil 2 werden die vielfältigen baulichen Maßnahmen zum Schutz des Holzes ausführlich erläutert. In der Norm nur als Prinzip genannte Maßnahmen werden im Kommentar durch konkrete Beispiele dargestellt. Den Kommentartext veranschaulichen eine Vielzahl von Skizzen und Bildern aus der Baupraxis. Erwähnt seien auch wiederholte Hinweise auf Änderungen in der Neuausgabe gegenüber früheren Fassungen der Norm. Alle 8 Begriffsbestimmungen werden zusätzlich zur Definition in der Norm erläutert.

Als Beispiel für die ausführliche Kommentierung sei ein *„dauerhaft wirksamer Wetterschutz“* angeführt. Dieser wird in der Norm unter 3.5 kurz definiert, mit einer knappen Erläuterung der Definition im Kommentar. Einen entsprechenden Wetterschutz fordert die Norm in Abschnitt 5 *„Grundsätzliche bauliche Maßnahmen“* für *„Feuchte im Gebrauchszustand“* (5.2 ) unter 5.2.1 gegen *„Niederschläge“*.

Zu diesem Beispiel wird im Kommentar einleitend zu 5.2.1.1 *„Allgemeines“* erläutert was unter Wetterschutz zu verstehen ist. Für 5.2.1.2 *„Wände“* wurde zu den in der Norm berücksichtigten Varianten a) bis i) jeweils eine Querschnittsskizze als mögliche Beispielkonstruktion aufgenommen und erläutert. Zu 5.2.1.3 *„Sockelausbildung“* bringt der Kommentar 4 Varianten. Für 5.2.1.4 *„Dächer“* wird auf insgesamt 10 in Abschnitt 7 bzw. Anhang A enthaltenen Skizzen zu Konstruktionsprinzipien zum Erzielen einer GK 0 verwiesen. Zum *„Spritzwasserschutz“* (5.2.1.5) gibt es 3 Beispielskizzen mit entsprechender Erläuterung.

Zur *„Tauwasserbildung“* (5.2.4) werden in zwei Tabellen die Feuchtebedingungen zur Unterschreitung des Taupunktes aufgelistet und in Skizzen die Strömungsverhältnisse im Bau dargestellt. Schließlich bringt der Kommentar Beispielskizzen für *„luftdichte Bekleidungen“* zur *„Ausbildung einer luftdichten raumseitigen Bauteiloberfläche von Außenbauteilen“* sowie fünf *„Beispiele für die Ausbildung der luftdichten Gebäudehülle mit Folien“* und eine *„Außenwand mit Installationsebene“*. Jeweils erfolgt eine ausführliche Erläuterung einschließlich einem *„Ablaufdiagramm bezüglich des Nachweises des Tauwasserschutzes“*.

Sehr ausführlich erläutert werden die umfangreichen Regelungen zu den *„besonderen baulichen Maßnahmen“* (für eine GK 0) nach Abschnitt 6 bis 9 der Norm. In Ergänzung zu den Skizzen in der Norm enthält der Kommentar hierzu weitere 11 Querschnittsskizzen und 8 Farbaufnahmen von Praxisobjekten. Kommentiert werden auch die 23 Querschnittsskizzen für *„Beispiele für Konstruktionen, bei den (sig.) die Bedingungen der Gebrauchsklasse GK 0 erfüllt sind“* im Anhang A der Norm. Insgesamt enthält der Kommentar 36 zusätzliche Skizzen und Abbildungen.

Auch zu Holzwerkstoffen (Abschnitt 10) erfolgen ausführliche Erläuterungen. Für die *„Erforderliche Feuchtebeständigkeit von Holzwerkstoffen in Abhängigkeit von dem Anwendungsbereich“* werden sämtliche Regelungen in der umfangreichen Tabelle 3 der Norm detailliert kommentiert, z. T mit zusätzlichen Querschnittsskizzen.

Schließlich nennt der Kommentar 13 neuere und ältere Literaturstellen für weiterführende Informationen. Allgemein wird wiederholt auf Praxiserfahrungen verwiesen. Es wird aber auch stets ausdrücklich die Bedeutung einer fachgerechten Ausführung der Arbeiten betont.

#### 4.5 Kommentar zu DIN 68800-3

Einleitend erfolgen zu Abschnitt 1 Anwendungsbereich ausführliche Hintergrundinformationen einschließlich Verweisen auf die EN-Normung zu Holzschutz und mit DIN EN 14081-1 sowie DIN EN 15228 auch für Schnittholz. In diesem Zusammenhang wird näher auf die CE-Kennzeichnung eingegangen. In einer Tabelle „*Vorbeugende chemische Holzschutzmaßnahmen und CE-Kennzeichnungspflicht*“ wird aufgelistet, wann diese aktuell zutrifft. Eine weitere Kommentierung hierzu erfolgt zu 5.8 „*Verwendbarkeit von vorbeugend geschütztem Holz mit CE-Kennzeichnung*“.

Von den erstmalig erfolgten 20 Begriffsbestimmungen werden 12 zusätzlich zur Definition in der Norm erläutert.

Auf mehreren Seiten werden „*Planung von Holzschutzmaßnahmen und Anforderungen an den Ausführenden*“ kommentiert, mit einem besonderen, umfangreichen Kapitel über „*Kategorien von Holzschutzmittel und ihre spezifische Anwendung*“ mit vielen Einzelinformationen zu deren Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten in den einzelnen Gebrauchsklassen.

Für Abschnitt 5, der nicht mehr die Schutzbehandlung als solche regelt sondern „*Mit Holzschutzmitteln behandeltes Holz und Holzprodukte*“, erfolgen unterschiedlich umfangreiche Erläuterungen zu den einzelnen Unterabschnitten.

Beispiele für die Kommentierung sind: „*Perforation*“ (5.2.3), wozu „*Schlitzperforation*“, „*Bohrlochperforation*“ und „*Nadelstichperforation*“ kurz vorgestellt werden; oder die ausführliche Behandlung von „*Auswahl und Anwendung von Holzschutzmitteln*“ (5.3) einschließlich einer Tabelle K.7 „*Anwendungshinweise und -einschränkungen für vorbeugend wirkende Holzschutzmittel*“ sowie Ausführungen zur Bewertung.

Zu den Anwendungsverfahren (5.4), die in der Norm unter 5.4.1 Allgemeines nur mit zwei Sätzen erwähnt werden, erfolgt eine sehr ausführliche und detaillierte Erläuterung von den verschiedenen Kesselruckverfahren über Niederdruckverfahren bis zu „*Streichen*“ mit den Tabellen K.6: „*Anwendungsverfahren entsprechend Holzschutzmitteltyp und Holzfeuchte*“ und K.8 „*Beschreibung von Anwendungsverfahren*“ sowie einer Graphik zur Lösungsaufnahme für Kiefer- und Fichtenschnittholz durch Tauchen oder Trogränkung. Der Abschnitt „*Durchführung*“ (5.4.2) wird demgegenüber nur kurz kommentiert.

Zu Abschnitt 5.6 „*Einbringmengen/Aufbringmengen*“ wird insbesondere deren Ermittlung (5.6.2 und 5.6.3) kommentiert. Hierbei werden u.a. zur „*Bestimmung der Stichprobengröße für ein angestrebtes Qualitätsniveau bei unterschiedlichem Losumfang*“ Art und Bedeutung von „*AQL: Acceptable Quality Level – Annehmbare Qualitätsgrenze*“ erläutert und zur Anwendung für das „*Prüfniveau II*“ und das „*Sonderniveau S-3*“ zwei Tabellen aus DIN EN 351-2 übernommen (Tabelle K.9 und K.10 des Kommentars).

Die Kommentierung der werkseigenen Produktionskontrolle (Abschnitt 6 und Anhang B) enthält 5 Mustertabellen zur Dokumentierung des Behandlungserfolgs bei verschiedenen Anwendungsverfahren sowie eine weitere Tabelle „Überprüfung des Tränkerfolgs“ mit einer Übersicht, welche Anforderungen zu erfüllen sind.

Zu Abschnitt 8 „Anwendung von mit Holzschutzmitteln behandeltem Holz“ wird diese ausführlich für jede GK sowie für tragende und nicht tragende Holzbauteile erläutert.

Der informative Anhang C „Hinweise zur Anwendung von Holzschutzmitteln bei nicht tragenden Holzbauteilen, welche anschließend beschichtet werden sollen“ wird demgegenüber vergleichsweise kurz kommentiert.

Der Kommentar zu DIN 68800-3 enthält insgesamt 16 Tabellen und 2 Graphiken sowie die RAL-Gütezeichen für Holzschutzmittel und imprägnierte Holzbauelemente. Die Kommentierung einzelner Regelungen der Norm ist durchaus kritisch.

#### 4.6 Kommentar zu DIN 68800-4

14 der erstmals in der Norm aufgenommenen 15 Begriffsbestimmungen werden zusätzlich zur Definition erläutert.

Die einleitenden Abschnitte 4 „Grundsätzliches“, 5 „Holzschutzmittel“, 6 „Heißluftverfahren“ und 7 „Begasungsverfahren“ werden im Vergleich zum Normtext ausführlich erläutert.

Die sehr umfangreichen Abschnitte 8 zur Durchführung von „Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen bei Befall durch Holz zerstörende Pilze (Regelsanierung)“ und 9 „Bekämpfungsmaßnahmen bei Befall durch Holz zerstörende Insekten (Regelsanierung)“ werden im Kommentar ebenfalls sehr umfassend erläutert, ergänzt durch 25 zusätzliche Skizzen und Bilder.

Mehrfach werden im Kommentar Sanierungsmaßnahmen bei historischen Bauwerken besonders angesprochen. So heißt es z. B. bereits in den Erläuterungen zum Begriff „Regelsanierung“ (3.12) „... abweichende Verfahren sind Sonderverfahren. Sie sind stets für den speziellen Einzelfall zu planen und festzulegen. Sonderverfahren bieten sich vornehmlich an, wenn denkmalpflegerische und restauratorische Anforderungen Verfahren der Regelsanierung ausschließen oder diese weniger geeignet sind.“ Zur Sanierung des Echten Hausschwamm wird dann im Kommentar z. B. zu 8.2.1.3 vermerkt „Ein Abschneiden befallener Holzbauteile ist bei Befall durch den Echten Hausschwamm unabdingbar. Ausgenommen sind hiervon wertvolle, unersetzliche Hölzer im denkmalpflegerischen Bereich, die einen Ausbau verbieten oder dass durch Ausbau der Befallshölzer andere unersetzliche Bausubstanz zerstört würde. In diesen Fällen muss aber in den verbleibenden Befallshölzern durch geeignete Maßnahmen ... das Myzel abgetötet werden, um ein Wiederaufleben auszuschließen.“ oder für die Bekämpfung anderer Holz zerstörender Pilze zu 8.3.1 „In der Denkmalpflege können für den Einzelfall gesonderte Absprachen oder Regelungen notwendig werden.“

Ähnliche Hinweise gibt der Kommentar auch für eine Insektenbekämpfung, z. B. zu 9.2.6 „*Im Bereich der Denkmalpflege sollte an der Sichtseite von Fachwerkhölzern auf eine Bohrlochbehandlung verzichtet werden*“.

„*Elektrophysikalische Verfahren gegen begrenzten Insektenbefall*“ werden sowohl in der Norm (Abschnitt 10) als auch im Kommentar vergleichsweise kurz behandelt. Demgegenüber erfolgt zu Abschnitt 11 „*Beurteilung von Bekämpfungsmaßnahmen*“ eine ausführliche Kommentierung. Auch die zahlreichen Regelungen zur Kennzeichnung (11) werden detailliert erläutert, ebenso wie der informelle Anhang E „*Heißluftverfahren zur Bekämpfung des Echten Hausschwamms*“. Dagegen erfolgt zu den 4 Beispielen zur Kennzeichnung einer erfolgten Behandlung (Anhang A bis D) kein Kommentar.

Der Kommentar zu DIN 68800-4 enthält zur Literatur 9 Hinweise auf Gesetze und Merkblätter.

## 5 Zusammenfassung

Zu den im Oktober vorigen Jahres bzw. im Februar 2012 erschienenen 4 Teilen der Neuausgabe von DIN 68800 wird Ende 2012 im Beuth-Verlag ein umfangreicher Kommentar erscheinen, der durch die Obleute der jeweiligen Arbeitsausschüsse des zuständigen Normenausschusses unter Mitwirkung von Fachkollegen erarbeitet wurde. Die Kommentierung zu den Normtexten ist je nach angenommener Verständlichkeit der Formulierung in der Norm bzw. notwendiger zusätzlicher Informationen extrem unterschiedlich und reicht von einem kurzen erläuternden Satz bis zu mehr als 1 Seite Kommentar zu einem kurzen Normtext. Soweit zweckmäßig wurden zusätzlich zum Kommentartext Tabellen, Abbildungen und Graphiken als weitere übersichtliche Information aufgenommen. Der Kommentarband enthält auch den gesamten Normtext. Ferner ist ein Kapitel „Allgemeine Hinweise“ dem eigentlichen Kommentartext vorangestellt.

In diesem Beitrag wird einleitend die neue DIN 68800 kurz charakterisiert und ferner ein Überblick über den Kommentar gegeben. Anschließend werden für die einzelnen Kommentarteile nach Einschätzung des Autors charakteristische Beispiele herausgegriffen, um einen Eindruck über Art und Stil der Kommentierung zu vermitteln. Soweit zweckdienlich werden einzelne Passagen aus den Kommentaren wörtlich übernommen.

Der Kommentar hat grundsätzlich nur einen erläuternden Charakter. Die Texte geben die Meinung der beteiligten jeweiligen Verfasser wieder, während Normen in DIN-Arbeitsausschüssen unter Beteiligung der sog. Interessierten Kreise nach den Regelungen der Normenreihe DIN 820 erarbeitet werden.

## Literatur / Zitierte Normen

WILLEITNER, HUBERT (2011): Aktuelle Informationen zur DIN 68800. In: Tagungsband des EIPOS Sachverständigentages Holzschutz 2011. Hrsg. W. Mankel, Dresden: 2011, S. 59–70.

*Alle mit \* versehenen Normen sind im DIN Taschenbuch 132 ‚Holzschutz‘ abgedruckt.*

DIN 820-2:2009-12 Normungsarbeit; Teil 2: Gestaltung von Dokumenten.

DIN 1052-1:2004-08 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau [ersetzt durch DIN EN 1995-1-1 und DIN EN 1995-1-1/NA].

DIN 52175:1975-01 Holzschutz; Begriff, Grundlagen.

DIN 68800:1956-09 Holzschutz im Hochbau [Erste Ausgabe; 1974 erstmalig überarbeitet und in 4 Teile aufgeteilt].

DIN 68800-1:1974-05\* Holzschutz im Hochbau; Allgemeines.

DIN 68800-1:2011-10 Holzschutz – Teil 1: Allgemeines.

DIN 68800-2:1996-05\* ---; Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau.

DIN 68800-2:2012-02 ---; Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau.

DIN 68800-3:1990-04\*: ---; Vorbeugender chemischer Holzschutz.

DIN 68800-3:2012-02 ---; Teil 3: Vorbeugender Schutz von Holz mit Holzschutzmitteln.

DIN 68800-4:1992-11\*: ---; Bekämpfungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten.

DIN 68800-4:2012-02 ---; Teil 4: Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten.

DIN 68800-5:1978-05: Holzschutz im Hochbau; Vorbeugender chemischer Schutz von Holzwerkstoffen.

E DIN EN 335:2011-10 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten; Gebrauchsklassen; Definitionen, Anwendung bei Vollholz und Holzwerkstoffen.

DIN EN 351-1:2007-10 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten; Mit Holzschutzmitteln behandeltes Vollholz; Teil 1: Klassifizierung der Schutzmitteleindringung und -aufnahme.

DIN EN 351-2:2007-10 ---; Teil 2: Leitfaden zur Probenentnahme für die Untersuchung des mit Holzschutzmitteln behandelten Holzes.

DIN EN 1995-1-1:2010-12 Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008.

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau

DIN EN 14081-1:2011-05 Holzbauwerke – Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 14081-1:2005+A1:2011.

DIN EN 15228:2009-08 Bauholz – Bauholz für tragende Zwecke mit Schutzbehandlung gegen biologischen Befall.





**Willeitner, Hubert**

Direktor und Professor i. R.

- bis 1955: 16 Monate Praktikum in in- und ausländischen Betrieben der Holz- und Papierindustrie
- 1956: Diplom-Holzwirt, Universität Hamburg
- 1964: Promotion an der Universität Hamburg
- 1956–1995: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Holzbiologie und Holzschutz, Reinbek, später Hamburg; Leiter des Fachgebietes Holzschutz; Mitarbeiter bzw. Obmann zahlreicher nationaler und internationaler Gremien im Bereich des Holzschutzes u. a.
- bis 1998: Fachausschuss „Holzschutz“ der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung (DGfH), (Obmann)
- bis 1999: seit Gründung im RAL Güteausschuss „Holzschutzmittel“
- bis 2000: Sachverständigenausschuss „Holzschutzmittel“ beim Deutschen Institut für Bautechnik (Obmann, über 20 Jahre); Leitung und verantwortlicher Mitarbeiter bei der Erarbeitung der DIN 68800-3/Vorbeugender chemischer Holzschutz, DIN 68 800-2/Vorbeugender baulicher Holzschutz, CEN/TC 38/Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten, CEN/TC 3/WG 22/Anforderungen, Bewertung, Spezifikationen für Produkte und Bekämpfungsverfahren
- seit 1996: Dozent bei EIPOS
- aktuell: Obmann DIN 68 800-1, Mitarbeiter DIN 68 800-2,-3,-4
-

## **Beiträge**

21. Tagung des Sächsisches Holzschutzverbandes e. V.

24. März 2012



# Aktuelle WTA-Merkblätter – Aus der Sicht des Baustoffs Holz<sup>1</sup>

Gerd Geburtig

Der Autor veröffentlicht in diesem Beitrag die Vortragsfolien zur unten genannten Tagung des Sächsischen Holzschutzverbandes e. V.

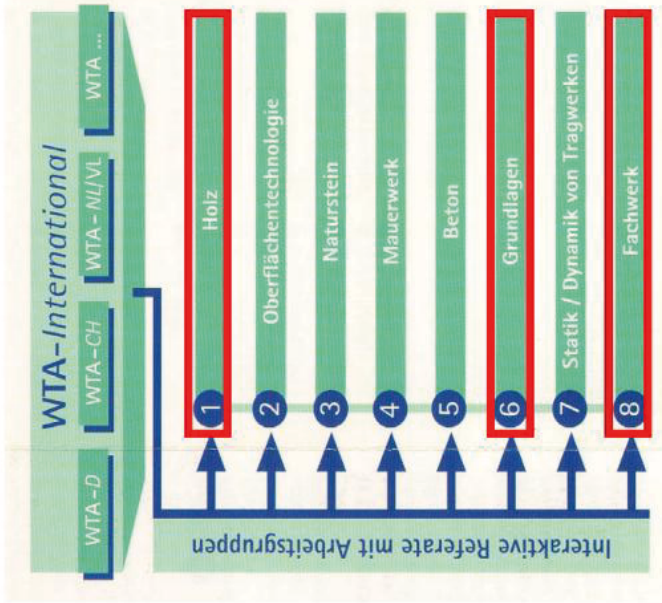
Der Vortrag ist in folgende Themen gegliedert:

- 1. Einleitung – Struktur WTA**
- 2. Stand der Merkblattbearbeitung**
- 3. Merkblätter zum Holzschutz**
- 4. Fachwerkinstandsetzung nach WTA**
- 5. Planungsleitfaden Innendämmung**

---


1 Vortrag zur 21. Holzschutztagung 2012 des Sächsischen Holzschutzverbandes e. V. am 24. März 2012 in Dresden.

## Struktur der WTA



Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

© Dr.-Ing. Gerd Geburting, Weimar 2012



## Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

### Ausgewählte WTA-Merkblätter

<input type="checkbox"/> 1-1 (2008) <input type="checkbox"/> 1-2 (2005) <input type="checkbox"/> E-1-6 (2011)  <input type="checkbox"/> E-1-7 (2011)	<p><b>Heißluftverfahren zur Bekämpfung tierischer Holzzerstörer</b></p> <p><b>Der Echte Hausschwamm</b></p> <p><b>Probeentnahme am Holz – Untersuchungen hinsichtlich Pilze, Insekten, Holzschutzmittel, Holzalter und Holzarten</b></p> <p><b>Holzergänzungen</b></p>
<input type="checkbox"/> 6-1 (2001) <input type="checkbox"/> 6-2 (2001) <input type="checkbox"/> 6-4 (2009)	<p><b>Leitfaden für hygrotherm. Simulationsberechnungen</b></p> <p><b>Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse</b></p> <p><b>Innendämmung im Bestand: Planungseinfaden</b></p>
<input type="checkbox"/> 8-1 (2003)  <input type="checkbox"/> 8-5 (2003) <input type="checkbox"/> 8-5 (2008)	<p><b>Fachwerkinstandsetzung nach WTA I:</b></p> <p><b>Bauphysikalische Anforderungen</b></p> <p><b>Fachwerkinstandsetzung nach WTA IV: Außenbekleidungen</b></p> <p><b>Fachwerkinstandsetzung nach WTA V:</b></p> <p><b>Innendämmungen</b></p>
<input type="checkbox"/> 8-10 (2002)  <input type="checkbox"/> 8-12 (2012)	<p><b>Fachwerkinstandsetzung nach WTA X:</b></p> <p><b>EnEV – Möglichkeiten und Grenzen</b></p> <p><b>Fachwerkinstandsetzung nach WTA: XII</b></p> <p><b>Brandschutz bei Fachwerkgebäuden und Holzbauteilen</b></p>

4

(Anfrage und Bestellung: WTA Publications, Ingolstädter Strasse 102, D-85276 Pfaffenhofen  
 Tel.: +49(0)89 57 86 97 27, Fax: +49(0)89 57 86 97 29, email: wta@wta.de, Internet: www.wta.de)

© Dr.-Ing. Gerd Geburttig, Weimar 2012



## Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

### Holzschutz – Bekämpfung tierischer Holzzerstörer

#### Heißluftverfahren zur Bekämpfung

##### WTA-Merkblatt 1-1

- ☐ Untersuchung und Planung der Maßnahme
- ☐ Anforderungen an:
  - die Heißluftgeräte, die Heißluftzuführung und Strömungssteuerung
- ☐ Erforderliche Vorsichtsmaßnahmen wie:
  - Geräteaufbau und zum Behandlungsraum
- ☐ Anzuwendende Temperaturen und temperaturempfindliche Materialien (z. B. Möbel, Kunststoffe, Fenster, Türen, Bahnen ...)
- ☐ Temperaturmessungen, Luftströmung und Wärmeverteilung
  - Auswahl der Messstellen, Messtechnik
  - Wärmeverteilung, Durchströmung und Strömungsverhalten
- ☐ Überwachung der Maßnahme
- ☐ Feuchtgeregeltes Warmluftverfahren (Behandlung in geschlossenen Systemen)

© Dr.-Ing. Gerd Geburtig, Weimar 2012

Holzschutz – Echten Hausschwamm bekämpfen

## Hausschwambekämpfung und -beseitigung

WTA-Merkblatt 1-2

### Arbeitsweise

- ☐ Untersuchung des Befallsumfanges
- ☐ Bestimmung der Pilzart
- ☐ Untersuchung der Feuchtigkeitsursache
- ☐ Ausbau des befallenen Holzes
- ☐ Freilegen der befallenen Wände
- ☐ Abflammen des Mauerwerkes
- ☐ Bohrlochimprägnierung der Wand
- ☐ Oberflächenbehandlung der Wand
- ☐ Feuchtereduzierung der Wand
- ☐ Fertigstellung der Räume



Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

© Dr.-Ing. Gerd Geburigt, Weimar 2012





Probeentnahmen: MB E-1-6

## Regelungen zur Probeentnahme und zum Analysebericht

WTA-Merkblatt E-1-6

### Notwendigkeit von Probenanalysen:

- Denkmalpflegerische Behandlungen
- Unbestimmbarkeit vor Ort
- Kontamination (Schadstoffe)
- Vitalitätsnachweis (Schadorganismen)
- Qualitätsnachweis (Wirkstoffgehalt)
- Sanierungsplanung (Identifikation/Eingrenzung)
- Kaufentscheidung (zur Überprüfung des Zustandes vor der Investitionsentscheidung)
- Streitfälle (Bestätigung des Befundes)

**Es sind auch Aussagen zur notwendigen Qualifikation und zur erforderlichen Weiterbildung des Probenehmers enthalten!**

© Dr.-Ing. Gerd Geburttig, Weimar 2012

## Regelungen zur Durchführung von Holzergänzungen

WTA-Merkblatt E-1-7

### Es sind Regelungen zu folgenden Themen enthalten:

- ☐ Anwendungsbereiche
- ☐ Anforderungen an die Untergründe
- ☐ Beta-Verfahren (Kunstharzprothese, Holzprothese, Querschnittsergänzung, Fachwerk)
- ☐ Tragfähigkeitserhöhung
- ☐ Holzverfestigung und Rissverfüllung
- ☐ Reprofilierung und Modellierung
- ☐ Holzergänzung und Verfüllung
- ☐ Behandlung von Holzfenster und -türen und von
- ☐ Holzobjekten in der Restaurierung bzw. beim Baudenkmal

**Das Merkblatt möge auch dazu dienen, Vorbehalte bei der institutionalisierten Denkmalpflege abzubauen ...**

© Dr.-Ing. Gerd Geburtig, Weimar 2012

## Fachwerkinstandsetzung nach WTA: Überblick

### Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

WTA	Fachwerkinstandsetzung nach WTA X EnEV: Möglichkeiten und Grenzen	Marktlist 8-10-020
8-1	Bauphysik von Fachwerkgebäuden	
8-2	Checkliste	
8-3	Ausfachungen	
8-4	Außenbekleidungen	
8-5	Innendämmsysteme	
8-6	Beschichtungen auf Ausfachungen/ Putz	
8-7	Beschichtungen auf Holz	
8-8	Tragverhalten	
8-9	Gebrauchsanleitung	
8-10	EnEV und Fachwerk	
8-11	Schallschutz	
8-12	Brandschutz	
8-13	Holzbalkendecken	
8-14	Holzbalkenköpfe (in Bearbeitung)	

WTA	Fachwerkinstandsetzung nach WTA: Bauphysikalische Anforderungen an Fachwerkgebäude	Marktlist 8-1-030 Einrichtung in WTA X
8-1	Bauphysik von Fachwerkgebäuden	
8-2	Checkliste	
8-3	Ausfachungen	
8-4	Außenbekleidungen	
8-5	Innendämmsysteme	
8-6	Beschichtungen auf Ausfachungen/ Putz	
8-7	Beschichtungen auf Holz	
8-8	Tragverhalten	
8-9	Gebrauchsanleitung	
8-10	EnEV und Fachwerk	
8-11	Schallschutz	
8-12	Brandschutz	
8-13	Holzbalkendecken	
8-14	Holzbalkenköpfe (in Bearbeitung)	

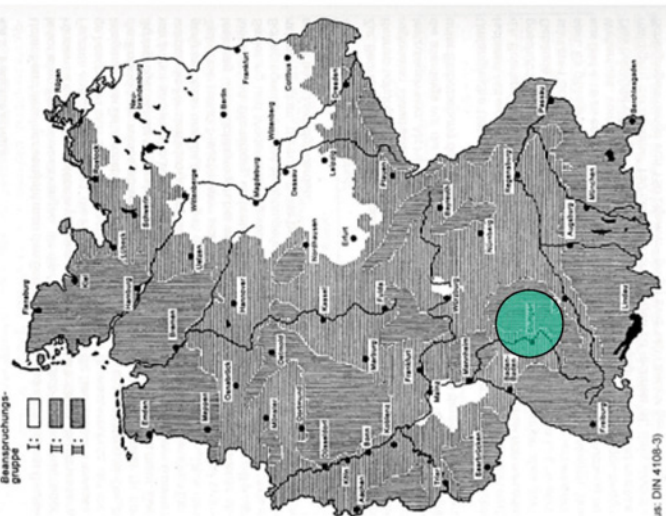
© Dr.-Ing. Gerd Geburtig, Weimar 2012

# Innendämmung: Berücksichtigung der Schlagregenbelastung

## Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

Basisschutzgruppe

I  
II  
III



(aus DIN 4105-3)

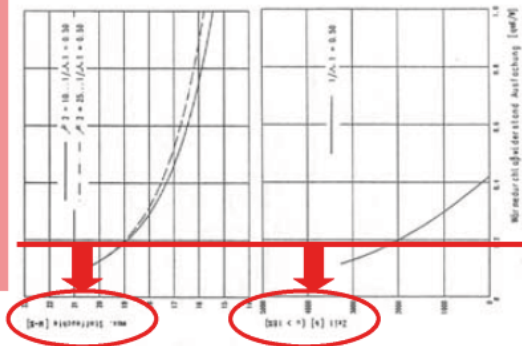
**Standort-Einstufung**  
und  
**Fassaden-Betrachtung**  
(Hauptwindrichtung +  
örtliche Lage)  
**erforderlich!**

WTA-Merkblatt 8-1 (2003)

© Dr.-Ing. Gerd Geburtig, Weimar 2012

## Definition Instandsetzungsgrenzen (WTA MB 8-1 und 8-10)

### Einfluss des Wandmaterials



Dauerhafte energetische Instandsetzung von Fachwerk-Außenwänden bedeutet:

Sinnvolle Bemessung der Ausfachungen

Beschränkung der Innendämmung

Praktisch bewährt:  $R_{\text{innen}} < 0,8 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Maximale Dicke = 0,8 x WLF**

Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

Bild 115 Maximale Effektivität und Berechnungsdauer

Wandmaterial	Wandstärke d.	(m, s)
Lehm, Gips, Ziegel, Vollziegel	(1/λ) s = 0,50 m²K/W	(m, s)
Kalksandstein, Ziegel	(m, s)	(m, s)

## Innendämmungen bei Sichtfachwerk

### Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

#### WTA-Merkblatt 8-5

#### □ Tauwasser im Inneren von Bauteilen

##### Anforderungen nach WTA:

##### Innen:

- $\Delta R_i \leq 0,8 \text{ m}^2\text{K/W}$
- $0,5 \text{ m} \leq s_{di} \leq 2,0 \text{ m}$

##### Außen:

- $s_{de} \leq 0,5 \text{ m}; w \leq 0,1 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0.5} \text{ (Holz)}$
- $s_{de} \leq 0,1 \text{ m}; 0,3 \leq w \leq 1,0 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0.5} \text{ (Anstrich/Putz)}$
- Keine Hydrophobierungen



## Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

### Innendämmungen bei Sichtfachwerk

- ☐ Kapillar leitfähige Dämmstoffe
- ☐ Innendämmung begrenzen
- ☐ Ohne Nachweis:  $R_f \leq 0,8$  m<sup>2</sup>K/W
- ☐ Max. Dicke =  $0,8 \times WLF$
- ☐ Mehr Dämmung ☐ Nachweis!
- ☐ Schlagregen berücksichtigen

		Bewertungskriterium <sup>1)</sup>					
		1	2	3	4	5	6
		Erforderliche Systemdicke					
		Feuchteschutz (Diffusion)					
		Feuchteschutz (Kapillarität)					
		Verminderung von Feuchtekonvektion					
		Schallschutz					
		Brandschutz					
1.	Putze/Mörtel						
	1.1 Wärmedämmputz	•	•	•	•	•	•
	1.2 Leichtlehm	•	•	•	•	•	•
	1.3 Wärmedämmlehm	•	•	•	•	•	•
	1.4 Verfüllmörtel	•	•	•	•	•	•
	1.5 Zelluloseputz	•	•	•	•	•	•
2.	Vorsatzschalen						
	2.1 Gemauerte Vorsatzschalen	•	•	•	•	•	•
	2.2 Ständerwerk mit Dämmstoff	•	•	•	•	•	•
3.	Dämmplatten						
	3.1 HWL-Platte	•	•	•	•	•	•
	3.2 Calcium-Silikat-Platte	•	•	•	•	•	•
	3.3 Leichtdämmplatte	•	•	•	•	•	•
*): • mit feuchteadaptiver Dampfbremse o. Ä.							
**): •/• in Abhängigkeit vom gewählten Dämm- oder Zuschlagstoff							

• weniger geeignet • bedingt geeignet • geeignet

<sup>1)</sup> Für die Bewertungskriterien werden im Merkblatt Einstufungen zur Systembezeichnung benannt.

© Un.-ing. Vera Oberburg, Weinmar 2012



# Holzbalkenköpfe

## Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

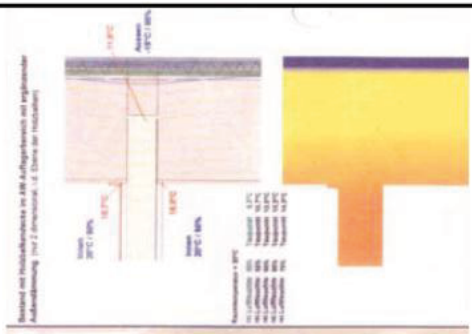
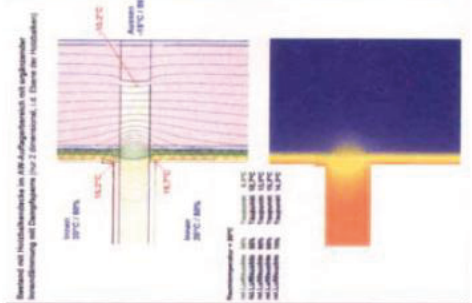
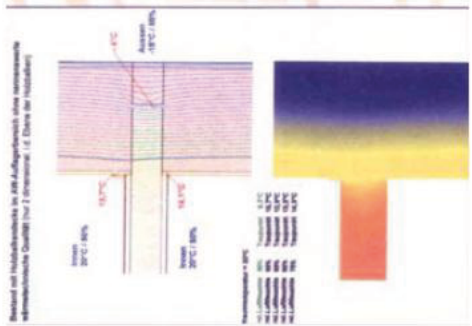
### Nachträgliche Wärmedämmung

In Bearbeitung:  
WTA-Merkblatt 8-14

#### Alternativen:

#### Innendämmung

#### Außendämmung



#### Probleme:

#### Wärmebrücken

#### Grenzbebauung

#### Tauwasser

#### Äußere Gestalt

© Dr.-Ing. Gerd Geburtig, Weimar 2012





## Brandschutz von Holzbauteilen

### Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

#### Feuerwiderstand von Holzbauteilen

Für die Einschätzung des Feuerwiderstandes sind folgende Kriterien von wesentlicher Bedeutung:

- ☐ Holzart und Schadenszustand
- ☐ Einbausituation (freiliegend, vollständig oder teilweise bekleidet)
- ☐ Tatsächliche Tragfähigkeitsauslastung der vorhandenen Vollholzquerschnitte
- ☐ Verbindungsmittel
- ☐ Vorhandene oder mögliche Auflagersituationen oder Einspannungen von Trägern, Stützen oder Wänden

© Dr.-Ing. Gerd Geburtig, Weimar 2012

## Brandschutz - Fachwerkwände

### Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

WTA-Merkblatt 8-12

Innenbekleidung Brandseite	Ausfachung	Außenbekleidung Kaltseite	Rauchaustritt Holz/Gefach [min]	Möglicher Feuerwider- stand [min]
Ohne	Ziegel	Ohne	3	30
Ohne	Ziegel	Geputzt im Gefach	3	30
Vollflächig geputzt	Ziegel	Geputzt im Gefach	9	30
Vollflächig geputzt	Ziegel	Vollflächig geputzt	12	90
Vollflächig geputzt	Lehm	Vollflächig geputzt	36	60
Vollflächig geputzt	Strohlehm	Vollflächig geputzt	k.A.	60 – 90
Vollflächig geputzt	Naturstein	Vollflächig geputzt	k.A.	60 – 90
Vollflächig geputzt	Porenbeton	Vollflächig geputzt	k.A.	90 – 120

© Dr.-Ing. Gerd Geburtig, Weimar 2012

## Brandschutz - Holzbalkendecken

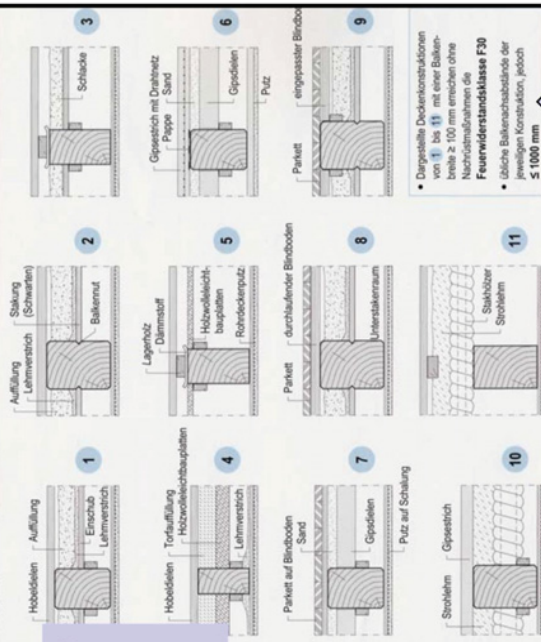
Diese Holzbalkendecken bestehen aus:

- Vollholzbalken
- oberer Abschluss aus Holzwerkstoffen, Parkett auf Bindboden, Estrich auf Schüttung o. ä.
- Deckeneinschub mit Lehm, Sand oder Schlickerfüllung auf Stalung oder Einschubbettem bzw. auf Gipsdehlen Holzwerkstoffbauplatten
- untere Bekleidung auf Putzträger mit Lehm, Sand oder Schlickerfüllung auf Stalung oder Einschubbettem bzw. auf Gipsdehlen Holzwerkstoffbauplatten
- untere Bekleidung auf Putzträger mit Lehm, Sand oder Schlickerfüllung auf Stalung oder Einschubbettem bzw. auf Gipsdehlen Holzwerkstoffbauplatten

Typische Deckensysteme sind in den nachfolgenden Zeichnungen (1-11) wiedergegeben.

### Historische Holzbalkendecken

- ☐ Insbesondere der Raumabschluss ist zu beachten!



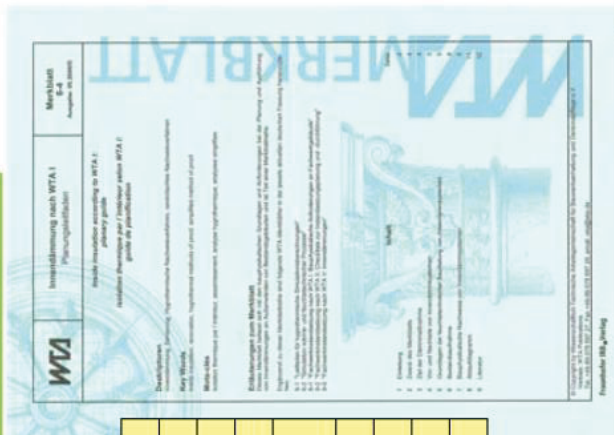
- Dargestellte Deckenkonstruktionen von 1 bis 11 mit einer Balkenbreite  $\geq 100$  mm erreichen ohne Nachstrichmaßnahmen die **Feuerwiderstandsklasse F30**
- Übliche Balkenabstände der jeweiligen Konstruktion, jedoch  $\leq 1000$  mm

Quelle: Knauf

© Dr.-Ing. Gerd Geburttig, Weimar 2012

## Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

1	Einleitung
2	Zweck des Merkblatts
3	Ziel der Dämmmaßnahme
4	Vor- und Nachteile von Innendämmsystemen
5	Grundlagen der feuchtetechnischen Beurteilung von Innendämmsystemen
6	Bestandsaufnahme
7	Bauphysikalische Nachweise von Innendämmsystemen
8	Ablaufdiagramm
9	Literatur



WTA-Merkblatt 6-4: 05.2009/D



## WTA-Merkblatt 6-4: Vereinfachtes Nachweisverfahren

- ☐ Vereinfachter Nachweis der Schlagregenbeanspruchung.
- ☐ Vereinfachter Nachweis der Tauwasserbildung im Bauteil.

### Voraussetzungen:

- Ebenes Bauteil.
- Normale Feuchtelast innen.
- Keine Durchfeuchtung der Wand.
- Keine Konvektion zwischen Außenwand und Innendämmung.

## WTA-Merkblatt 6-4: Instandsetzungsmöglichkeiten/-grenzen

- Vereinfachter Nachweis der Tauwasserbildung im Bauteil.

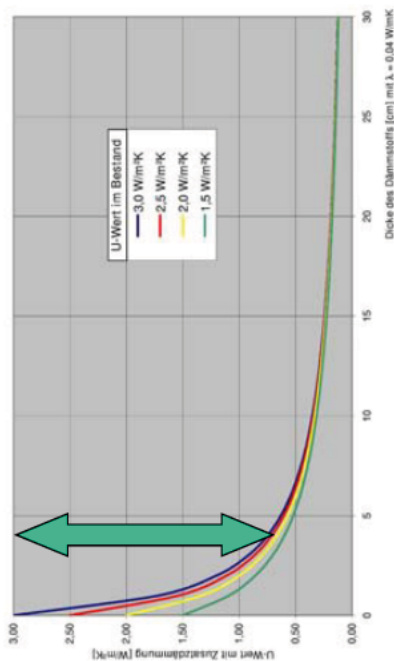
Ausreichend, wenn Konstruktion nach DIN 4108-3, Abschn 4.3. □  $\Delta R_i \leq 1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$  (Fachwerk  $\leq 0,8 \text{ m}^2\text{K/W}$ )

Dicke

$$R_i = \frac{\text{Dicke}}{\text{WLF}}$$

WLF

Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz



Kein spezieller bauphysikalischer Nachweis erforderlich bei:

Innendämmung	$\lambda$ [W/mK]	$d_{\max}$ (mm)
Üblicher Dämmstoff	0,035	35
Mineralische Dämmplatte	0,042	40
Wärmedämmputz	0,065	65

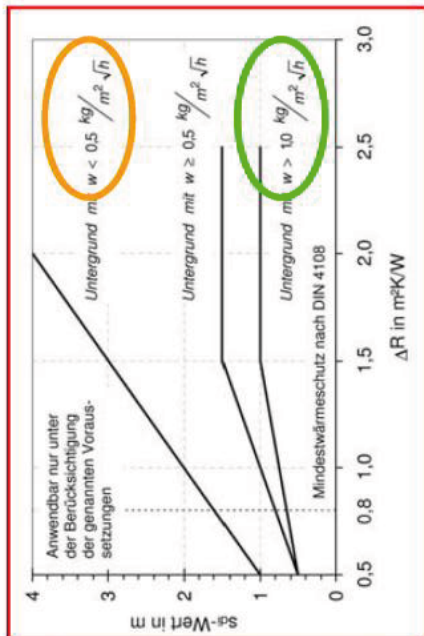
Schlagregenschutz beachten !  
Untergrund (Innenoberfläche) prüfen !

$\Delta R_i \leq$   
0,8...1,0  
m<sup>2</sup>KW:  
nachweis-  
frei



### □ Vereinfachter Nachweis nach WTA-Merkblatt 6-4

- Ausreichend, wenn Konstruktion nach DIN 4108-3, Abschn 4.3. □  $\Delta R_i \leq 1,0 \text{ m}^2\text{KW}$
- Darüber hinaus:

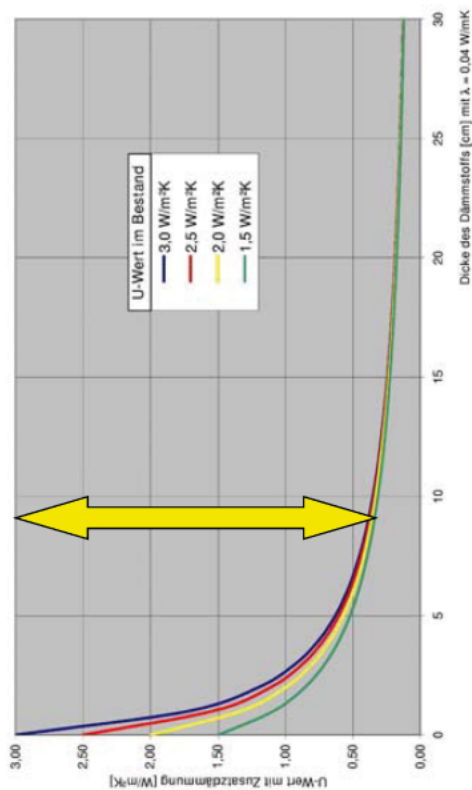


Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

## WTA-Merkblatt 6-4: Instandsetzungsmöglichkeiten/-grenzen

### □ Vereinfachter Nachweis nach WTA-Merkblatt 6-4.

## Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz





Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

Planung und Bemessung nach WTA-MB 6-4 erforderlich:

Innendämmung	$\lambda$ [W/mK]	$d_{\max}$ (mm)
Üblicher Dämmstoff	0,035	70
Mineralische Dämmplatte	0,042	84
Wärmedämmputz	0,065	130

$1,0 < \Delta R_i$   
 $\leq 2,0 \dots 2,5$   
 $m^2K/W$ :  
nach WTA  
MB 6-4

Schlagregenschutz beachten !  
Untergrund (Innenoberfläche) prüfen !  
Feuchtebelastung innen wichtig !  
Einfluss der Außentemperatur !

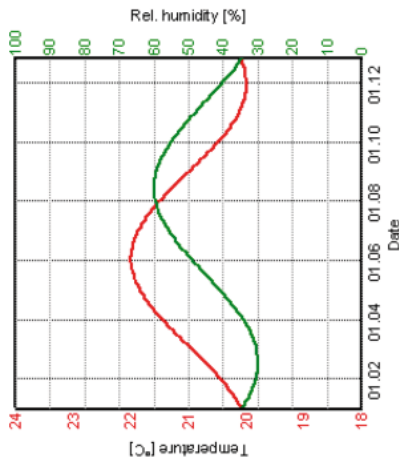
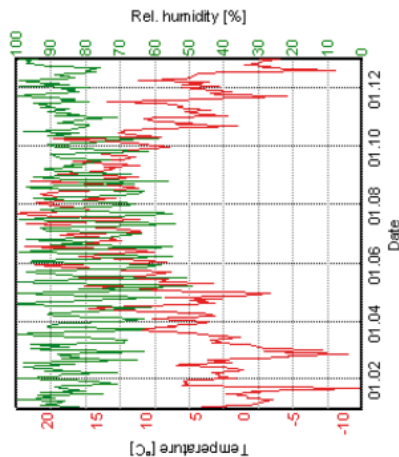
## Ansonsten: Hygrothermische Bauteilsimulation

Positiv bewährt haben sich:

- ☐ Diffusionsoffene bzw. -bremsende Systeme
- ☐ Kapillarleitende Systeme
- ☐ Homogene Systeme (keine Hohlräume)
- ☐ Wenn Konvektion ausgeschlossen werden kann:  
Feuchteadaptive Dampfbremsen

## Hygrothermische Bauteilsimulation

- Instationäre Berechnungen (realitätsnahes Klima).



hier nach WTA 6-2-01/D:

$\theta = 20\text{ °C} \pm 1\text{K}$ ;  $\phi = 45\% \pm 15\%$

© Dr.-Ing. Gerd Geburtig, Weimar 2012

29

Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

## Rechnerische Bemessung nach WTA 6-4

### Hygrothermische Bauteilsimulation

- ☐ Instationäre Berechnungen (realitätsnahes Klima).
- ☐ Mit Strahlungseinfluss (Dach, Nord, Süd, ...).
- ☐ Mit Kapillarität, Sorption, Diffusion.
- ☐ Hygrothermische Kennwerte der Baustoffe erforderlich!
- ☐ Basierend auf WTA-MB 6-1-01/D sowie 6-2-01/D

Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz



## Aktuelle WTA-Merkblätter Fachwerk / Holzschutz

31

### WTA-Merkblatt 6-4: Instandsetzungsmöglichkeiten/-grenzen

$\Delta R_i > 2,0 \dots 2,5$   
m<sup>2</sup>/KW:  
hygrotherm.  
Simulation

KfW-Energieeffizienz /  
Passivhaus-Standard:  
nur mit **Bauphysiker!**

$1,0 < \Delta R_i \leq 2,0 \dots 2,5$   
m<sup>2</sup>/KW:  
nach WTA  
MB 6-4

WTA-Merkblatt 6-4:  
Energetische Sanierung  
nach EnEV 2009 möglich;  
**Planung** erforderlich

$\Delta R_i \leq 0,8 \dots 1,0$   
m<sup>2</sup>/KW:  
nachweis-  
frei

Deutliche Reduzierung  
Wärmeverluste + Schimmel-  
pilzrisiko, Verbesserung der  
Behaglichkeit,

© Dr.-Ing. Gerd Weimar 2012

31



**Gerd Geburtig**  
Dr.-Ing. Architekt

- seit 1993: Inhaber der Planungsgruppe Geburtig, Architekten & Ingenieure  
Gastvorlesungen an der Bauhaus-Universität; Dozent bei EIPOS, Bauhaus Akademie Schloss Ettersburg gGmbH, Deutsche Stiftung Denkmalschutz, Architekten- und Ingenieurkammer Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt  
Fachbuchautor. Zahlreiche Veröffentlichungen in Fachzeitschriften
- seit 2001: Referatsleiters Fachwerk in der Wissenschaftlich-Technischen Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V. und seit 2006 1. Vorsitzender der regionalen Gruppe der WTA in Deutschland
- seit 2003: Mitglied im Deutschen Nationalkomitee von ICOMOS  
Dozent beim EIPOS, Dresden
- seit 2006: Nachweisberechtigter für vorbeugenden Brandschutz in Thüringen und Hessen, Brandschutzplaner Mecklenburg-Vorpommern und Sachverständiger für Energieeffizienz von Gebäuden (EIPOS)
- seit 2007: Mitglied im NA 005-52-21 AA (Arbeitsausschuss Brandschutzingenieurverfahren) beim DIN
- 2008: Promotion zum Dr.-Ing.
- seit 2009: „Prüfingenieur für Brandschutz“, Mecklenburg-Vorpommern
-



# Stand der Umsetzung der Biozid-Richtlinie in Bezug auf den Arbeitsschutz in Deutschland<sup>1</sup>

Urs Schlüter

## 1 Rechtliche Grundlagen für Biozide, EU-Richtlinie und nationale Umsetzung

Die Biozid-Produkte-Richtlinie (98/8/EG) soll den Europäischen Markt für Biozid-Produkte harmonisieren [1]. Am 21. Juni 2002 trat das deutsche Biozid-Gesetz in Kraft, das im Wesentlichen die zur Umsetzung der Richtlinie erforderlichen Regelungen in das Chemikaliengesetz integriert hat [2]. Außerdem wurden durch die Biozid-Verordnung die Biozid-Zulassungsverordnung [3] erlassen und die Gefahrstoffverordnung und die Gif tinfor mationsverordnung [4] geändert.

Kern der Neuregelung des Chemikaliengesetzes und damit auch der Biozid-Produkte-Richtlinie ist das Zulassungsverfahren für Biozid-Produkte. Biozid-Produkte sind biozide Wirkstoffe und Zubereitungen, die dazu bestimmt sind, auf chemischem oder biologischem Wege Schadorganismen zu zerstören, abzuschrecken, unschädlich zu machen, Schädigungen durch sie zu verhindern oder sie in anderer Weise zu bekämpfen, und die einer Produktart angehören, die in Anhang V der Richtlinie aufgeführt ist. Darunter fallen z. B. Desinfektionsmittel für die menschliche Hygiene, Trinkwasserdesinfektionsmittel, Holzschutzmittel und Insektizide aber auch Produkte zur Bekämpfung von Bewuchs an Schiffen oder Wasserbauten, sog. Antifouling-Produkte.

Biozid-Produkte und damit auch Holzschutzmittel dürfen gemäß der Regelungen im Chemikaliengesetz und der Biozid-Produkte-Richtlinie nur dann vermarktet und verwendet werden, wenn sie vorher zugelassen worden sind. Für bereits vor dem in Kraft treten auf dem Markt befindliche Biozid-Produkte gibt es Übergangsregelungen, sodass diese auch weiterhin ohne Zulassung vermarktet werden können. Erste Zulassungen für Holzschutzmittel und Produkte zur Nagerbekämpfung sind allerdings bereits ausgesprochen worden.

Zulassungsstelle ist die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Fachbereich 5 „Bundesstelle Chemikalien / Zulassung Biozide“. Zuständiges Ressort ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).

Im Verfahren sind verschiedene nationale Fachbehörden beteiligt. Hierbei ist der Fachbereich 4 der BAuA „Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe“ zuständig für den Schutz von Arbeitnehmern, die Tätigkeiten mit Biozid-Produkten ausüben. Die Zulassung eines Biozid-Produktes kann an bestimmte Auflagen und Bedingungen

---

1 Vortrag zur 21. Holzschutztagung 2012 des Sächsischen Holzschutzverbandes e. V. am 24. März 2012 in Dresden.

geknüpft werden. Somit werden von den Behörden Bestimmungen für die sichere Anwendung von Holzschutzmitteln festgelegt. Im Rahmen des Zulassungsantrags muss der Antragsteller ausführliche Unterlagen über das Biozid-Produkt und über jeden in dem Produkt enthaltenen Wirkstoff und bedenklichen Beistoff (z. B. Lösungsmittel, Emulgatoren) vorlegen. Nach der Prüfung und Bewertung der Daten durch die zuständigen Behörden trifft die Zulassungsstelle eine Entscheidung über die Zulassung, d. h. für oder gegen das Inverkehrbringen eines Biozid-Produktes. [5]

Da es bereits vor Inkrafttreten der europäischen Regelungen für Biozide solche Produkte auf dem Markt gab, gibt es für alte Biozide Übergangsregelungen. Hierbei ist die Unterscheidung zwischen bioziden Wirkstoffen und Biozid-Produkten entscheidend. Alte biozide Wirkstoffe – das sind solche, die nachweislich bereits vor dem 14. Mai 2000 in einem Biozid-Produkt vermarktet wurden – werden nach und nach durch die Europäische Union bewertet. Hierfür läuft bereits seit einigen Jahren ein 14-jähriges Arbeitsprogramm (bis 14. Mai 2014) [6, 7]. Dieses Arbeitsprogramm – das sogenannte Review-Programm – wird geregelt durch die Review-Verordnungen und hat Auswirkungen auf die Vermarktungsfähigkeit von Biozid-Produkten, die alte biozide Wirkstoffe enthalten. Die wesentlichen bisherigen Auswirkungen sind:

- Wirkstoffe, die nicht im Review-Programm aufgenommen wurden, dürfen seit dem 14. Dezember 2003 nicht mehr in einem Biozid-Produkt vermarktet werden.
- Biozid-Produkte mit Wirkstoffen, die nicht durch die Industrie „verteidigt“ werden (d. h. für diese Wirkstoffe werden keine vollständigen Unterlagen für die Prüfung im Review-Programm vorgelegt), dürfen seit dem 1. September 2006 nicht mehr vermarktet werden. Das gilt auch für Wirkstoffe bezüglich „nicht-notifizierter“ Produktarten. D. h., ein Wirkstoff, der als Holzschutzmittel im Review-Programm bewertet wird, aber nicht als Mauerschutzmittel, darf in Holzschutzmitteln nicht aber in Mauerschutzmitteln vermarktet werden.
- Biozid-Produkte mit Wirkstoffen, die auch weiterhin vermarktet werden sollen und für die daher durch die Industrie ein vollständiges Dossier vorgelegt wird, dürfen bis zur abschließenden europäischen Bewertung vermarktet werden.

Nach dieser abschließenden Bewertung wird ein biozider Wirkstoff durch eine sogenannte Aufnahme-Richtlinie in die Anhänge I oder IA der Biozid-Produkte-Richtlinie aufgenommen, wenn die Bewertung keine unannehmbaren Risiken ergeben hat. Für solche Biozid-Produkte muss nach einer Übergangsfrist ein Antrag auf Zulassung gestellt werden. Sollten bei der Wirkstoffbewertung unannehmbare Risiken identifiziert worden sein oder die Bewertung nicht zum Abschluss gebracht werden können, dann erfolgt durch die Europäische Kommission eine sogenannte Nicht-Aufnahme-Entscheidung. Biozid-Produkte mit Wirkstoffen, für die eine Nicht-Aufnahme-Entscheidung getroffen wurde, dürfen nach einer Übergangsfrist nicht mehr vermarktet werden.

Sowohl die Liste der in Anhang I oder IA aufgenommenen bioziden Wirkstoffe als auch die Entscheidungen zur Nicht-Aufnahme können auf der Homepage der Europäischen Kommission eingesehen werden [8, 9].

Im Laufe des Altwirkstoff-Programms wurden immer mehr ursprünglich notifizierte Wirkstoffe „zurückgezogen“ und haben dadurch ihre Verkehrsfähigkeit in Biozid-Produkten verloren. Für einen großen Teil der Holzschutzmittel ist die Bewertung mittlerweile abgeschlossen, sodass das Zulassungsverfahren für Holzschutzmittel in allen Mitgliedstaaten der Europäischen Union allmählich an Tempo gewinnt.

Für die Übergangsphase bis zur abschließenden Bewertung der bioziden Wirkstoffe und der Zulassung von Biozid-Produkten wurde ein Instrument geschaffen, dass es den Überwachungsbehörden der Bundesländer erlaubt, die Vermarktungsfähigkeit von Biozid-Produkten zu überprüfen. Diesem Zweck dient die Biozid-Meldeverordnung [10]. Für die Umsetzung der Meldeverordnung ist die Zulassungsstelle zuständig.

Biozid-Produkte, die bereits am Tag des Inkrafttretens dieser Verordnung, dem 28. Mai 2005, vermarktet wurden, mussten spätestens bis zum 28. Februar 2006 mit einer von der Zulassungsstelle vergebenen Registriernummer versehen werden. Alle anderen Biozid-Produkte müssen vor der ersten Vermarktung mit dieser Registriernummer versehen werden. Nummern beginnend mit einem N gefolgt von einer fünfstelligen Zahlenkombination (z. B. N-99999) werden für Produkte mit Wirkstoffen vergeben, die auch weiterhin vermarktet werden sollen und für die daher durch die Industrie ein vollständiges Dossier vorgelegt wird. Diese Produkte dürfen bis zur abschließenden Bewertung durch die EU vermarktet werden. Danach muss ein Zulassungsantrag gestellt werden.

Die Zulassungsstelle hat Informationen über die registrierten Produkte veröffentlicht. Folgende Informationen stehen auf der Homepage der BAuA zur Verfügung: Firmenname und Anschrift, Handelsname des Biozid-Produktes, Registriernummer, Produktart und Wirkstoffe. Die Liste der gemeldeten Biozid-Produkte steht auf der BAuA-Homepage zur Verfügung [11].

## 2 Zulassung von Biozid-Produkten

Im Chemikaliengesetz ist für die Zulassung von Biozid-Produkten ein Verfahren vorgesehen, in dem ein Antrag auf Zulassung eines Biozid-Produktes begleitet von einem Dossier über dieses Biozid-Produkt spätestens 2 Jahre nach Entscheidung über die Aufnahme in Anhang I oder IA vom Inverkehrbringer bei der Zulassungsstelle vorgelegt werden muss. Innerhalb von 12 Monaten (evtl. zuzüglich einer Zeitspanne für die Nachreichung von Unterlagen) führen die beteiligten Behörden eine Bewertung nach gemeinsamen Grundsätzen in Anhang VI der Biozid-Produkte-Richtlinie durch und erstellen über das Biozid-Produkt einen Bewertungsbericht.

Anhand dieses Berichts trifft die Zulassungsstelle im Einvernehmen mit den Einvernehmensstellen eine Entscheidung über Zulassung oder Nicht-Zulassung des Biozid-Produktes.

Die Zulassungsstelle ist der Fachbereich 5 „Bundesstelle Chemikalien / Zulassung Biozide“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Die Zulassungsstelle entscheidet über das Vorliegen der Zulassungsvoraussetzungen im Einvernehmen mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR, verantwortlich für den

Verbraucherschutz), dem Fachbereich 4 „Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe“ der BAuA (verantwortlich für den Schutz der Beschäftigten) und dem Umweltbundesamt (UBA, verantwortlich für den Umweltschutz).

Für die Bewertung der Wirksamkeit von Biozid-Produkten kann die Zulassungsstelle neben den o. g. Einvernehmensstellen auch noch folgenden Behörden zu einer Stellungnahme auffordern:

- Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI),
- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM),
- Robert Koch-Institut (RKI).

Die BAM wird beispielsweise regelmäßig bei der Beurteilung der Wirksamkeit von Holzschutzmitteln an der Bewertung beteiligt.

Um eine Zulassung auszusprechen müssen verschiedene Voraussetzungen und Bedingungen erfüllt sein. Alle Wirkstoffe, die in dem Biozid-Produkt enthalten sind, müssen in den Anhängen I oder IA der Biozid-Produkte-Richtlinie gelistet sein und die dort genannten Anforderungen müssen für das Biozid-Produkt erfüllt sein. Die Daten gemäß der Anhänge II B bzw. III B der Richtlinie müssen vollständig im Zulassungsdossier enthalten sein. Es sei denn, die Erhebung dieser Daten ist technisch nicht möglich oder wissenschaftlich nicht erforderlich. Eine solche Nicht-Vorlage ist nachvollziehbar zu begründen. Innerhalb des Zulassungsantrags bzw. des -dossiers müssen die Eigenschaften (toxikologisch, ökotoxikologisch, physikalisch, chemisch ...) des Biozid-Produktes nachvollziehbar beschrieben sein und es muss belegt sein, dass das Biozid-Produkt hinreichend wirksam ist. Durch die Anwendung darf es zu keinen unannehmbaren Wirkungen auf Mensch (Verbraucher und Arbeitnehmer), Tier und Umwelt kommen. Aufgrund der Bewertung kann die Zulassungsstelle Auflagen und Bedingungen für die Zulassung des Biozid-Produktes bezüglich des Inverkehrbringens und der Verwendung festlegen.

Ein Biozid-Produkt, das als giftig, sehr giftig, krebserzeugend, erbgutverändernd oder fortpflanzungsgefährdend eingestuft wurde, darf nicht zugelassen werden, um für den privaten Endverbraucher in den Verkehr gebracht oder von diesem verwendet zu werden.

Eine Zulassung kann für höchstens 10 Jahre ausgesprochen werden (eine Verlängerung dieser Zulassung ist aber möglich) und gilt nur für den Mitgliedstaat, in dem der Antrag gestellt wurde. Soll ein Biozid-Produkt auch in einem anderen Mitgliedstaat der EU in den Verkehr gebracht werden, so kann der Inhaber der Zulassung einen Antrag auf gegenseitige Anerkennung stellen, bei dem ein deutlich reduziertes Datenpaket vorgelegt werden muss. In einem vereinfachten Verfahren wird dann innerhalb von 120 Tagen durch die Zulassungsstelle über die Anerkennung von Zulassungen entschieden. In Fällen von ökologischen Besonderheiten, anderen klimatischen Verhältnissen oder dem Fehlen der Schadorganismen wird keine gegenseitige Anerkennung von Zulassungen ausgesprochen. Zulassungen können aufgrund nationaler Besonderheiten im Rahmen der gegenseitigen Anerkennung geändert werden. Im Bereich des Arbeitsschutzes kann dies z.B. aufgrund von in Deutschland geltenden Arbeitsplatzgrenzwerten oder Technischen Regeln für Gefahrstoffe erfolgen. Davon abgesehen steht eine gegenseitige Anerkennung einer nationalen Zulassung aber gleich.

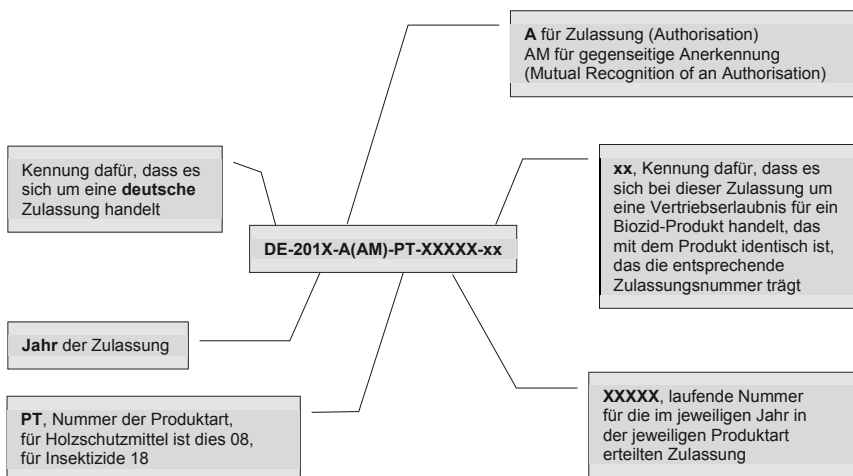
### 3 Beispiele für zugelassene Biozid-Produkte

Bereits jetzt sind verschieden Biozid-Produkte in Deutschland zugelassen. Die Zulassungsstelle veröffentlicht auf ihrer Homepage Hintergrundinformationen zu allen in Deutschland gemäß der Richtlinie 98/8/EG zugelassenen oder registrierten Biozid-Produkten [12]. Da das Zulassungsverfahren für Biozid-Produkte erst begonnen hat, sind zum jetzigen Zeitpunkt jedoch erst einige Biozid-Produkte zugelassen oder registriert worden (die Registrierung darf dabei nicht mit einer Meldung gemäß Meldeverordnung verwechselt werden). Die vollständige Liste ist nach Produktarten sortiert und enthält bisher (Stand November 2012<sup>2</sup>) nur Holzschutzmittel, Rodentizide und Insektizide.

In der Produktdatenbank stehen folgende Informationen zur Verfügung:

- Name des Biozid-Produktes,
- Zulassungsnummer,
- Wirkstoff oder Wirkstoffe,
- Produktart,
- Ende der Zulassung,
- Verwendung und Einstufung.

Die meisten Punkte sind selbstverständlich selbsterklärend, für andere Punkte wie z. B. Zulassungsnummer, Verwendung und Einstufung sind einige Erläuterungen erforderlich. Die Zulassungsnummer setzt sich wie in der folgenden Abbildung zusammen:



2 Aktualisierungsdatum entsprechend Manuskriptabgabe zum Druck des Tagungsbandes.

In der Spalte „Verwendung“ der weiter oben erwähnten Produktdatenbank finden sich verschiedene Angaben, die Informationen zur Formulierung (z. B. Gel, Köder, Gas, lösungsmittelbasiert), dem zugelassenen Anwender (berufsmäßige Anwender und Verbraucher), der Gebrauchsklasse oder dem Anwendungsziel (vorbeugend, bekämpfend) liefern. Außerdem werden in der Spalte Verwendung Angaben zu den Zielorganismen gemacht.

In der Spalte „Einstufung“ der Produktdatenbank sind wesentliche Bestandteile der Einstufung des Biozid-Produktes dargestellt. Es sind entweder Hinweise auf besondere Gefahren (z. B. R43: Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.) oder Gefahrenhinweise (z. B. H330: Lebensgefahr beim Einatmen.) angegeben.

Im Zuge der Bewertung des Zulassungsantrags werden durch die Behörden – gemäß ihrer Zuständigkeit – Auflagen und Bestimmungen festgelegt, die eine sichere Anwendung gewährleisten sollen. Abhängig von der vorgesehenen Verwendung können dies ganz unterschiedliche Bestimmungen sein. So sind z. B. für die sichere Anwendung von Begasungsmitteln sehr viel mehr Bedingungen zu erfüllen als für eine vergleichsweise einfache Streichanwendung eines Holzschutzmittels. Einige Beispiele sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Die Anwendungsbestimmungen werden dem Antragsteller durch den Zulassungsbescheid mitgeteilt, und dieser wird dadurch verpflichtet, diese Anwendungsbestimmungen beim Inverkehrbringen umzusetzen. Dies kann z. B. dadurch geschehen, dass die Biozid-Produkte mit den notwendigen Informationen versehen werden oder dass Hinweise auf das Etikett aufgebracht werden.

Anwendungsbestimmungen	
Begasungsmittel für den Holzschutz	Streichen eines Holzschutzmittels im Außenbereich
Bei der Anwendung des Produktes sind die besonderen Vorschriften der Gefahrstoffverordnung § 8 Abs. 8 (siehe auch Anhang I Nr. 4) zu beachten.	Das Produkt darf nur verwendet werden, wenn geeignete Schutzhandschuhe getragen werden. Geeignetes Material, Dicke und Schutzlevel sind anzugeben.
Vor der Durchführung von Begasungen ist durch den sachkundigen Verwender zu prüfen, ob geeignete Emissionsminderungsmaßnahmen zur Verfügung stehen. Dazu zählen z.B. gasreduzierende Maßnahmen zur Beschränkung des zu begasenden Volumens.	Hinweis: „Beim Streichen der Innenseiten Fenster und Türen offenhalten (Querlüftung, Luftwechsel mind. 6/h). Der Aufenthalt im zu streichenden Bereich sollte 30 Minuten nicht überschreiten.“
und viele weitere ...	und viele weitere ...

## 4 Allgemeine Vorschriften zur Verwendung von Biozid-Produkten nach Gefahrstoffverordnung

Neben den o. g. speziellen Auflagen und Anwendungsbestimmungen, die oben beschrieben sind, kennt die Gefahrstoffverordnung und das untergesetzliche Regelwerk noch allgemeine Vorschriften zur Verwendung von Biozid-Produkten. In § 16 Abs. 3 Gefahrstoffverordnung ist vorgeschrieben, dass Biozid-Produkte ordnungsgemäß verwendet werden müssen [13]. Dies bedeutet, dass auch Holzschutzmittel für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sind und in geeigneter Weise ausgebracht werden, die Verwendung gemäß den in der Zulassung festgelegten Bedingungen und der Kennzeichnung erfolgt und eine sachgerechte Berücksichtigung von Alternativen erfolgt. Unter einer ordnungsgemäßen Verwendung von Biozid-Produkten versteht man, dass von der Verwendung keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen, Nicht-Zielorganismen oder auf die Umwelt zu erwarten sind.

Spezielle Vorschriften für spezielle Biozid-Produkte sind in Anhang I der Gefahrstoffverordnung beschrieben. In Anhang I Nr. 3 sind Vorgaben für Schädlingsbekämpfungen und in Anhang I Nr. 4 zu Begasungen enthalten. Noch speziellere Regelungen sind im untergesetzlichen Regelwerk in Form von Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) getroffen worden. Die folgende Tabelle enthält die TRGS, die für Biozid-Anwendungen – solche TRGS, die insbesondere für Holzschutzmittel-Anwendungen von Bedeutung sind, sind fett formatiert – von besonderer Relevanz sind:

Titel	TRGS Nr.
<b>Begasungen</b>	TRGS 512
Begasungen mit Ethylenoxid und Formaldehyd in Sterilisations- und Desinfektionsanlagen	TRGS 513
Raumdesinfektion mit Formaldehyd	TRGS 522
<b>Schädlingsbekämpfung mit sehr giftigen, giftigen und gesundheitsschädlichen Stoffen und Zubereitungen</b>	TRGS 523
Umgang mit Gefahrstoffen in Einrichtungen zur humanmedizinischen Versorgung	TRGS 525
<b>Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material</b>	TRGS 551
Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können	TRGS 611
<b>Ersatzstoffe und Verwendungsbeschränkungen für Chrom(VI)-haltige Holzschutzmittel</b>	TRGS 618

Eine vollständige Liste der TRGS ist auf der BAuA-Homepage zu finden [14].

Neben den oben benannten staatlichen, bieten auch verschiedene Organisationen Handlungsanleitungen für die sichere Verwendung von Holzschutzmitteln an. Die folgende Tabelle besitzt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern listet nur einige wichtige Veröffentlichungen auf.

Branchenregelungen und -informationen	Internet-Link
BGI 736 „Holzschutzmittel – Handhabung und sicheres Arbeiten“	z. B. <a href="http://www.gisbau.de/service/brosch/Holzschutzmittel.pdf">http://www.gisbau.de/service/brosch/Holzschutzmittel.pdf</a>
GISBAU Produkt-Codes für Holzschutzmittel	<a href="http://www.gisbau.de/giscodes/Liste/GRUPPE_11.htm">http://www.gisbau.de/giscodes/Liste/GRUPPE_11.htm</a>
Deutsche Bauchemie e. V., z. B. Merkblatt für den Umgang mit Holzschutzmitteln	<a href="http://www.deutsche-bauchemie.de/fileadmin/sites/dbc/publikationen/dokumente/153-MB-D-2012.pdf">http://www.deutsche-bauchemie.de/fileadmin/sites/dbc/publikationen/dokumente/153-MB-D-2012.pdf</a>

## 5 BAuA-Aktivitäten zur Bewertung des Arbeitsschutzes im Zulassungsverfahren

Als Vorbereitung auf das Zulassungsverfahren für Biozid-Produkte wurden und werden durch die BAuA verschiedene Forschungsprojekte durchgeführt. Für spezielle Produktarten (z. B. Antifoulingprodukte, Holzschutzmittel), die besondere Relevanz für berufsmäßige Verwender haben oder spezielle Anwendungen wie Sprühen, die ein hohes Belastungspotenzial besitzen oder spezielle Formulierungen (z. B. Konzentrate), die besondere Risiken bergen, wurden Forschungsprojekte durchgeführt.

Im Rahmen dieser Forschungsprojekte wurden Bestandsaufnahmen erstellt. Diese Bestandsaufnahmen behandeln Themen wie ordnungsgemäße Verwendung, Einhaltung der guten fachlichen Praxis, geeignete Schutzmaßnahmen, Ausbildung der Anwender, Regelwerk, das den „Stand der Technik“ beschreibt, und Vorschläge zur Verbesserung der guten fachlichen Praxis. Einen Überblick über die bisher veröffentlichten Ergebnisse liefert die folgende Auflistung (Projekte, die für die Anwendung von Holzschutzmitteln besonders relevant sind, sind fett formatiert):

- **Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von Biozid-Produkten – Teil 1, Inhalative und dermale Expositionsdaten für das Versprühen von flüssigen Biozid-Produkten (F1702)** [15, 16];
- **Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von bioziden Produkten – Teil 2, Sicherer Umgang mit Konzentraten (F1703)** [17, 18];
- Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von bioziden Produkten – Teil 3, Expositionsszenarien und Arbeitsschutzmaßnahmen bei der Anwendung von Molluskiziden, Insektiziden, Repellentien und Lockmitteln (F1922) [19];
- **Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von bioziden Produkten Teil 4: Holzschutzmittel (F1809)** [20, 21];
- Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von bioziden Produkten – Teil 5, Expositionsszenarien und Arbeitsschutzmaßnahmen bei der Anwendung von Antifouling-Produkten (F2136) [22, 23].

Ausgehend von diesen Projekten und unter Hinzuziehung weiterer Informationen (z. B. Handlungsanleitungen für Biozid-Produkte aus dem internationalen Raum, europäische Bewertungen von bioziden Wirkstoffen) entwickelt die BAuA zurzeit standardisierte Good-practice-Dokumente, so genannte Schutzleitfäden, für Tätigkeiten mit bestimmten Biozid-Produkten (Rodentizide, Insektizide, Holzschutzmittel). Hierzu



wird derzeit das Projekt „Entwicklung von spezifischen Schutzleitfäden für Tätigkeiten mit Biozid-Produkten (Holzschutzmittel, Rodentizide, Insektizide)“ durchgeführt.

Diese 2- bis maximal 4-seitigen Dokumente dienen dem Arbeitgeber (bzw. seiner Sicherheitsfachkraft) als u. a. Checkliste zur Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben und zum Stand der Technik. Außerdem sollen sie im Biozid-Zulassungsverfahren zur Verständigung über die notwendigen Arbeitsschutzmaßnahmen dienen. Vorgesehen ist, die Schutzleitfäden für Biozid-Produkte zu einem Bestandteil der Zulassung für die genannten Produkte zu machen. Mit diesem Vorgehen wird die Kommunikation der erforderlichen Schutzmaßnahmen im Zulassungsverfahren vereinfacht. Aber es werden auch Festlegungen über die ordnungsgemäße Anwendung von Biozid-Produkten gemacht, die für alle Anwender verbindlich einzuhalten sind.

Das Projekt ist noch nicht abgeschlossen (Stand: November 2012<sup>3</sup>). Der derzeitige Stand ist auf der BAuA-Homepage abgebildet [24].

## Fazit

Vor dem Inkrafttreten der Biozid-Produkte-Richtlinie hat es in Deutschland keine umfassenden Vorschriften, bezüglich der Produktqualität oder der Sicherheit und Gesundheit der Verwender, für die Vermarktung von oder Tätigkeiten mit Holzschutzmitteln gegeben. Nur einige Tätigkeiten, wie z. B. Begasungen oder Schädlingsbekämpfungen, waren in der Gefahrstoffverordnung geregelt.

Das Zulassungsverfahren für alle Biozid-Produkte ist mittlerweile angelaufen – betrifft bisher aber nur wenige Produktarten, wie Produkte zur Nagerbekämpfung und Holzschutzmittel. Für alle anderen Produkte, die noch nicht der Zulassungspflicht unterliegen, gilt die Biozid-Meldeverordnung, die allerdings nicht die hohen Ansprüche eines Zulassungsverfahrens für Biozid-Produkte erfüllen kann und soll. Mit der Meldeverordnung ist ein Instrument zur Überwachung des Marktes geschaffen worden.

Für die Biozid-Produkte, die bereits zugelassen sind (siehe Produktdatenbank auf der Homepage der BAuA), ist selbstverständlich eine umfangreiche Prüfung durch die beteiligten Behörden erfolgt. Der Verwender darf daher davon ausgehen, dass eine ordnungsgemäße Anwendung – wie in der Gefahrstoffverordnung beschrieben – keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen, Nicht-Zielorganismen oder auf die Umwelt hat. Für die Biozid-Produkte, die noch nicht der Zulassungspflicht unterliegen, muss der Anwender in besonderem Maße die Regelungen der Gefahrstoffverordnung und des einschlägigen untergesetzlichen Regelwerks beachten.

---

3 Aktualisierungsdatum entsprechend Manuskriptabgabe zum Druck des Tagungsbandes.

## Quellen/Literatur

### Literaturangaben

- [1] Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten, ABl. EG Nr. L 123 vom 24. 04. 1998, S. 1–63.
- [2] Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie 98/8 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten (Biozidgesetz) vom 20. Juni 2002, BGBl. I S. 2076.
- [3] Verordnung über die Zulassung von Biozidprodukten und sonstige chemikalienrechtliche Verfahren zu Biozidprodukten und Biozid-Wirkstoffen (Biozid-Zulassungsverordnung – ChemBioZidZuV) vom 04. 07. 2002 (BGBl. I, S. 2514).
- [4] Verordnung über die Mitteilungspflichten nach § 16e des Chemikaliengesetzes zur Vorbeugung und Information bei Vergiftungen (Giftinformationsverordnung – ChemGiftInfoV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31.07.1996 (BGBl. I, S. 1198).
- [5] <http://www.baua.de/de/Chemikaliengesetz-Biozidverfahren/Biozide/Zulassungsstelle-Biozide.html>.
- [6] Verordnung (EG) Nr. 1896/2000 der Kommission vom 07.09.2000 über die erste Phase des Programms gemäß Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Biozidprodukte (Amtsblatt der EG Nr. L 228, S. 6–17).
- [7] Verordnung (EG) Nr. 1451/2007 der Kommission vom 04.12.2007 über die zweite Phase des Zehn-Jahres-Arbeitsprogramms gemäß Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten (Amtsblatt der EU Nr. L 325, S. 3–65).
- [8] Wirkstoffe in Anhang I oder IA: [http://ec.europa.eu/environment/biocides/annexi\\_and\\_ia.htm](http://ec.europa.eu/environment/biocides/annexi_and_ia.htm).
- [9] Nicht-Aufnahme-Entscheidungen: [http://ec.europa.eu/environment/biocides/non\\_inclusions.htm](http://ec.europa.eu/environment/biocides/non_inclusions.htm).
- [10] Verordnung über die Meldung von Biozid-Produkten nach dem Chemikaliengesetz (Biozid-Meldeverordnung – ChemBioZidMeldeV) 14. Juni 2011 (BGBl. I S. 1085).
- [11] <http://www.baua.de/de/Chemikaliengesetz-Biozidverfahren/Biozide/Produkt/Meldeverordnung.html>.
- [12] <http://www.baua.de/de/Chemikaliengesetz-Biozidverfahren/Biozide/Produkt/Produktdatenbank.html>.
- [13] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. November 2010 (BGBl. I S 1643).
- [14] <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS.html>.

- [15] [http://www.baua.de/cln\\_094/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd35.html?nn=878506](http://www.baua.de/cln_094/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd35.html?nn=878506),  
[http://www.baua.de/cln\\_094/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd11.html?nn=878506](http://www.baua.de/cln_094/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd11.html?nn=878506).
- [16] BERGER-PREIß, E.; BOEHNCKE, A.; KÖNNECKER, G.; MANGELSDORF, I.; HOLTHENRICH, D.; KOCH, W.: „Inhalational and dermal exposures during spray application of biocides“, International Journal of Hygiene and Environmental Health 208 (2005) 357–372.
- [17] [http://www.baua.de/cln\\_094/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1703.html?nn=878506](http://www.baua.de/cln_094/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1703.html?nn=878506).
- [18] Müller, A.; Bleck, D.; Holthenrich, D.; Schlüter, U.: „Safe use of biocidal products as concentrates“, Gefahrstoffe- Reinhaltung der Luft 69 (2009), Nr. 6 Seite 251–257.
- [19] [http://www.baua.de/cln\\_094/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1922.html?nn=878506](http://www.baua.de/cln_094/de/Publikationen/Fachbeitraege/F1922.html?nn=878506).
- [20] <http://www.baua.de/cae/servlet/contentblob/668730/publicationFile/47135/F1809.pdf>.
- [21] HEBISCH, R.; HOLTHENRICH, D.; KARMANN, J.: „Gefahrstoffbelastungen in Holzimprägnierbetrieben – Aufschlussreiche Arbeitsplatzmessungen, Projekt F 1809“, Sicherheitsingenieur, 40(2009) Heft 11, 18–24.
- [22] [http://www.baua.de/cln\\_094/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2136.html?nn=878506](http://www.baua.de/cln_094/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2136.html?nn=878506).
- [23] BLECK, D.; MÜLLER, A.; HOLTHENRICH, D.; SCHLÜTER, U.: „Exposure and protective measures during the application of antifouling paints“, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 69 (2009), Nr. 5, Seite 215–221.
- [24] <http://www.baua.de/de/Forschung/Forschungsprojekte/f2308.html>.



**Schlüter, Urs**  
 Dr., Diplomchemiker

Studium der Chemie an den Universitäten in Dortmund, Münster und Raleigh (North Carolina, USA)

seit 2002: bei der BAuA als Wissenschaftlicher Mitarbeiter, wesentliche Themen:

- Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, Schwerpunkt Biozid-Produkte,
- Schutzmaßnahmen bei dermalen Belastung gegenüber Gefahrstoffen,
- europäisches Verfahren zur Bewertung von bioziden Wirkstoffen.

seit 2009: Leiter der Gruppe 4.1 „Expositionsszenarien“ der BAuA

seit 2011: Mitglied des Ausschusses für Risikobewertung (RAC) der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) in Helsinki

# Fallbeispiel zur Anwendung von Regelwerken: Arbeiten im kontaminierten Bereich und Dekontamination von Holzschutzmittelaltlasten am Beispiel des Augustinermuseums Freiburg

Holger Schmidt-Schuchardt

## 1 Einleitung

Im Frühjahr 2007 erhielt die Firma Bennert im Ergebnis einer europaweiten Ausschreibung den Auftrag zur Ausführung der Zimmererarbeiten am 1. Bauabschnitt des Augustinermuseums in Freiburg im Breisgau. Aus einem anspruchsvollen Zimmererauftrag mit einem Gesamtvolumen von 655.350 € in einer geplanten Bauzeit von 13 Monaten entwickelte sich eine sowohl bauliche als auch planerische und gutachterliche Herausforderung. In einer Bauzeit von dann 37 Monaten konnten mit einem realisierten Auftragsvolumen von 1.749.300 € die Zimmererarbeiten erfolgreich abgeschlossen werden. Die Umsetzung der Bauaufgabe und die Entwicklung von Sonderlösungen unter Maßgabe des Arbeitens im kontaminierten Bereich sollen Gegenstand der nachfolgenden Darstellungen sein.



*Foto 1: Langhaus der gotischen Hallenkirche vor den Umbaumaßnahmen, die Aussteifungsebene wurde im Zuge der Fundamentertüchtigung als bauzeitliche Sicherung eingebaut.*



*Foto 2: Dachgeschoss über dem Langhaus, vor Beginn der Sanierungsarbeiten.*



*Foto 3: Die historische Holzkonstruktion wurde im Verlauf ihrer Baugeschichte mit gesundheits-schädlichen Holzschutzmitteln behandelt. Es wurden im Zuge der Begutachtung und Planung PCP, Lindan und Chlornaphtalin als Schadstoffe festgestellt.*

## 2 Geschichte

Das Augustinermuseum in Freiburg im Breisgau ist das größte Museum Südbadens und gehört zu den bedeutenden Museen am Oberrhein mit einer renommierten, umfangreichen Sammlung der Kunst vom Mittelalter bis zum Barock sowie Malerei des 19. Jahrhunderts. Ursprünglich als Kloster der Augustinereremiten als Vierflügelanlage mit gotischem Kreuzgang auf städtischen Vorgängerbauten errichtet, erfuhr der Gebäudekomplex im Laufe der Jahrhunderte diverse Nutzungsänderungen.

Im 17. und 18. Jahrhundert war die große Hallenkirche städtisches Theater. Nachdem um 1880 die städtischen Sammlungen gegründet worden waren, wurde ab 1909 der Umbau der Klosteranlage zum Augustinermuseum geplant. Ab 1914 erfolgte mit kriegsbedingter Unterbrechung der Umbau zum städtischen Museum, der 1923 seinen Abschluss fand. Gegenüber den ursprünglichen Planungen für einen zentralen Freiburger Museumsbau war die Ausführung in den bestehenden Gebäudestrukturen der Klosteranlage jedoch stark eingeschränkt. Auch die Bauausführung erfolgte zum Teil sehr provisorisch, da nach dem 1. Weltkrieg die finanziellen Mittel der Stadtverwaltung sehr bescheiden waren. Die baulich, räumlichen Provisorien und Einschränkungen beeinträchtigten die Präsentation der Exponate und eine moderne Museumsarbeit bis 2010 zunehmend.

Ab 2004 wurde deshalb mit der Planung einer Generalsanierung der Gebäudeanlage zur Neugestaltung des Augustinermuseums begonnen. Mit der Planung wurde der Frankfurter Architekt Christoph Mäckler beauftragt. Die Dauer der Arbeiten war auf 5 bis 8 Jahre angesetzt. Bis zur Eröffnung des 1. Bauabschnittes im März 2010 war der Nordflügel der Klosteranlage mit Kirchenschiff und Chor eine städtische Großbaustelle inmitten der historischen Altstadt.

Nach archäologischen Grabungen und ersten baulichen Maßnahmen zur Stabilisierung der Fundamente und des Mauerwerks begannen 2007 die Rohbauarbeiten.



*Foto 4: Erfassung und Dokumentation aller Holzbauteile vor dem Rückbau der historischen Konstruktion – auch diese Arbeiten erfolgten aufgrund der Gesundheitsgefährdung als Arbeiten im kontaminierten Bereichen unter Verwendung entsprechen der persönlicher Schutzausrüstung.*

Zunächst wurde der mit Holzschutzmitteln kontaminierte Dachstuhl über dem Kirchenschiff mit der Maßgabe der späteren Wiedererrichtung abgetragen und in einer Fabrikhalle zur weiteren Bearbeitung eingelagert. Die mit chlororganischen Holzschutzmitteln belasteten Holzbauteile wurden fachgerecht dekontaminiert, beschädigte Teile ergänzt bzw. restauriert.

In der Hallenkirche wurde durch den Einbau von mehrgeschossigen Emporen in Sichtbeton zusätzliche Ausstellungs- und Präsentationsflächen geschaffen. Nach Abschluss der Rohbauarbeiten im Kirchenschiff wurde der historische Dachstuhl im Sommer 2009 dann wieder aufgerichtet.



*Foto 5: Langhaus der gotischen Hallenkirche, nachdem die Dachkonstruktion abgenommen worden war, konnte die Rohbaufirma mit den Einbauten beginnen.*



*Foto 6: Langhaus nach Einbau der neuen emporenartigen Ausstellungsebenen in Sichtbetonqualität.*



Die Westfassade des Kirchenschiffs erhielt einen neuen Eingang und öffnet sich nun zum Augustinerplatz hin mit einem großzügigen Foyer. Weitere Ausstellungsflächen wurden im Untergeschoss für Sonderausstellungen und im Dachgeschoss für die Gemäldegalerie geschaffen. Im Erdgeschoss wurde ein Café eingerichtet.



*Foto 7: Der Westgiebel wurde geöffnet und erhielt einen erkerartigen Anbau, der nunmehr zur Haupteingangsöffnung genutzt wird.*

Am 23. März 2010 wurde das Museum mit Abschluss des 1. Bauabschnitts wieder eröffnet. Aus räumlichen und konservatorischen Gründen können auch nach Ende des 1. Bauabschnitts viele Exponate noch nicht gezeigt werden. Erst nach Fertigstellung der Bauabschnitte 2 und 3, voraussichtlich im Jahr 2017, wird sich der Gesamtkomplex als modernes Museum im historischen Kontext präsentieren.

### 3 Ausgangssituation

Gleich zu Beginn der Planungsarbeiten wurde vom Auftraggeber in Erfüllung seiner Ermittlungspflicht (GfStV § 17 Abs. 1 und § 2 Abs. 1 und 3) diverse Gutachten zur Bestimmung von Schadstoffen in Auftrag gegeben.

Im Ergebnis der Begutachtung wurden im Dachstuhl Belastungen von PCP (zwischen 300 bis 3.000 mg/kg Holzmasse; 21 mg/kg Liegestaub) und Lindan (bis 700 mg/kg Holzmasse; bis 5 mg/kg Liegestaub) aus früheren Holzschutzmittelbehandlungen festgestellt. Die Belastung der Hölzer mit Chlornaphtalinen (bis zu 10 mg/kg Holzmasse) wurde zu diesem Zeitpunkt noch als Sekundärbelastung eingestuft. Auf Grundlage der Gutachten wurden unter Zugrundelegung der künftigen Nutzung als öffentliche Museumsräume Richtwert II (Eingreifwert) und Richtwert I (Sanierungszielwert) festgelegt.

Nach diesem Erkenntnisstand wurden die daraus resultierenden Planungsansätzen in der Planung, der Ausschreibung und im Bauvertrag auch als besondere Leistungen manifestiert. Die notwendigen Schutzmaßnahmen während der Bauzeit waren ausführlich beschrieben und konnten dementsprechend auch kalkuliert werden.

#### **4 Hinweise zu Zielstellung, Aufgabenstellung, Verantwortlichkeiten im Zuge der Umsetzung**

Der Auftraggeber (z. B. Eigentümer, Bauherr) der Sanierungsarbeiten plant und durchführen lässt, sowie der Arbeitgeber der ausführenden Gewerke haben Erkundungs- und Informationspflichten zu erfüllen. Die gesetzliche Basis ist das Arbeitsschutzgesetz. Darüber hinaus enthalten eine Reihe von Verordnungen und deren Regelwerke sowie Vorschriften der Unfallversicherungsträger spezielle Festlegungen. In der Gefahrstoffverordnung werden die Gefährdungsbeurteilung und deren Dokumentation als eine Grundpflicht definiert.

Ein Arbeitgeber darf eine Tätigkeit mit Gefahrstoffen erst aufnehmen, nachdem eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und die erforderlichen Schutzmaßnahmen ergriffen worden sind (GefStoffV § 7). Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) konkretisieren im Rahmen ihres Anwendungsbereichs Anforderungen der Gefahrstoffverordnung. Bei Einhaltung der TRGS kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der GefStoffV erfüllt sind.

Zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung werden Informationen und Unterlagen des Auftraggebers benötigt. Der Auftraggeber ist verpflichtet, den Auftragnehmer bei der Gefährdungsbeurteilung zu unterstützen (§ 17 Abs.3 GefStoffV). Dazu sind nach der TRGS 524, die in ihrer Neufassung auf der berufsgenossenschaftlichen Regel „Kontaminierte Bereiche“ (BGR 128) beruht, im Vorfeld der Arbeiten in kontaminierten Bereichen eine Erkundung und Beurteilung der zu bearbeitenden Materialien im Hinblick auf die entsprechend der Bau- und Nutzungsgeschichte zu vermutenden oder bereits als vorhanden festgestellten Gefahrstoffe vorzunehmen.

Die für die Gefährdungsbeurteilung relevanten Eigenschaften der Gefahrstoffe sind zu beschreiben, und die davon ausgehende Gefährdung zu ermitteln. Auf Basis dieser Ermittlung, ist in der Planungsphase ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept sowie ein Arbeits- und Sicherheitsplan zu erarbeiten. Darüber hinausgehende Informations-, Schutz- und Überwachungspflichten ergeben sich für den Auftraggeber aus anderen Rechtsgrundlagen, z. B. dem BGB § 645, der Baustellenverordnung, der Landesbauordnung und dem Vertragsrecht gemäß VOB und VOL.

Der Arbeits- und Sicherheitsplan muss von einer fachkundigen Person erstellt werden und fasst diejenigen Daten und Beurteilungen zusammen, die der Arbeitgeber (Auftragnehmer) zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung in Bezug auf Gefährdungen durch Gefahrstoffe benötigt. Da gemäß der Berufsgenossenschaftlichen Regeln „Kontaminierte Bereiche“ (BGR 128) die Schutzmaßnahmen schon in der Planungsphase festzulegen sind, ergibt sich eine notwendige Gefährdungsbeurteilung schon für den Auftraggeber oder den beauftragten Fachkundigen nach TRGS 524.



Die gemäß den Festlegungen des Arbeits- und Sicherheitsplanes zu treffenden Maßnahmen sind in der Ausschreibung des Auftraggebers entweder im Einzelnen zu beschreiben, oder der Arbeits- und Sicherheitsplan ist Bestandteil der Ausschreibung. Branchen- oder tätigkeitsspezifische Lösungen, wie sie z. B. Regeln und Handlungsanleitungen der Unfallversicherungsträger, Richtlinien der Schadenversicherer, LASI (Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik)-Leitfäden und anderen Schriftenreihen von Landesbehörden (HSM-Handlungsanleitung von LAGetSi) und Fachverbänden enthalten, sind als konkrete Hilfestellung zu betrachten, soweit sie sich auf die TRGS 524 als Grundlage beziehen.

Für eine Bewertung der Gefährdungssituation für die Nutzer der holzschutzmittelbelasteten Bereiche sowie eine Bewertung der Sanierungsnotwendigkeit wird in der TRGS 524 auf die „Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorophenol (PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCP-Richtlinie)“ verwiesen.

Der Auftraggeber ist in Freiburg diesen Verpflichtungen nachgekommen und hat den Ausführungsbetrieben die Möglichkeit gegeben, ihre Verpflichtungen ebenfalls zu erfüllen. Das Sanierungskonzept berücksichtigte in seiner Gesamtheit sowohl die Gefährdungen während des Bauens als auch die nach einer erfolgreichen Sanierung weiterhin notwendigen begleitenden Maßnahmen zum Schutz des Museumspersonals und der Besucher.

## 5 Durchführung/Technologie

Entsprechend des vorliegenden Sicherheits- und Gesundheitsplanes wurde in Zusammenarbeit mit dem bauseitigen Sicherheits- und Gesundheitskoordinator (Si-GeKo) das Sicherheitskonzept für die beteiligten Firmen mit konkreter Gefährdungsbeurteilung und den daraus resultierenden Betriebsanweisungen erstellt.

Zunächst erfolgte eine Schwarz-Weiß-Trennung des Dachbereiches von den übrigen Räumlichkeiten. Danach wurden alle Holzoberflächen (ca. 7.800 qm) mit Industriestaubsaugern Verwendungskategorie K1 – Staubklasse H+ unter entsprechender persönlicher Schutzausrüstung (PSA) fachgerecht entstaubt. Anschließend erfolgte der Rückbau der historischen Dachkonstruktion, die in einer Werkhalle zur weiteren Bearbeitung eingelagert wurden.

Ausgeschrieben war eine Oberflächendekontamination durch Sandstrahlen mit einer Abrassung von bis zu 4 mm. Da die Denkmalpflege diese Oberflächenqualität für die zukünftig sichtbare Holzkonstruktion nicht akzeptieren konnte, wurde nach Alternativen gesucht. Letztendlich wurden alle Hölzer im Strahlverfahren mit Trockeneis gereinigt. Die Abrassung hielt sich hier sehr in Grenzen. Obwohl zunächst mehrfach am Erfolg dieser Technologie gezweifelt wurde, konnte durch Erfolgsmessungen nachgewiesen werden, daß sowohl PCP als auch Lindan bis an die Nachweisgrenze abgereichert werden konnten.



Foto 8: Die historische Holzkonstruktion wurde vor dem Rückbau einer gründlichen Dekontaminationsmaßnahme durch Absaugen aller Oberflächen unterzogen.



Foto 9: Mittels Seilzugangstechnik wurden vor dem Rückbau des Dachstuhls zunächst Absturznetze unterhalb der Holzbalkendecke über dem Langhaus montiert.



Foto 10: In Abstimmung mit der BG konnten die Schutzmaßnahmen beim Rückbau auf Handschuhe reduziert werden, da die Liegestäube bereits entfernt worden waren, keine staubenden Tätigkeiten stattfanden und hier in freier Außenluft gearbeitet werden konnte.



Foto 11: Alle Holzbauteile wurden beginnend mit der Sparrenlage zimmermannsmäßig einzeln und in umgekehrter Reihenfolge zum historischen Aufschlagen der Dachkonstruktion wiederzurückgebaut.



*Foto 12: Nach Demontage der Sparrenlage wurde die liegende Stuhlkonstruktion abschnittsweise ebenfalls rückgebaut, zum Erdboden transportiert und von dort in eine Montagehalle am Rande der Stadt verbracht.*



*Foto 13: In der angemieteten Montagehalle wurden die Hölzer eingelagert und bearbeitet, wobei die Arbeiten bis zur Dekontamination anfangs grundsätzlich als Arbeiten im kontaminierten Bereich ausgeführt werden mussten.*



*Foto 14: Reinigung der holzschutzmittelbelasteten Hölzer im Trockeneisstrahlverfahren.*



*Foto 15: Strahlkabine mit Absaugung.*

Die Erfolgsmessung wurde sowohl an der Holzsubstanz durchgeführt als auch die Ausgasung in die Raumluft durch Einlagerung in hermetisch abgeschlossene Räumlichkeiten gemessen. Dabei traten jetzt die Chlornaphtaline in den Vordergrund, die bisher als Sekundärbelastung nicht wirklich berücksichtigt worden waren. Bei den Chlornaphtalinen war zu erwarten, dass der Sanierungszielwert bei der künftigen Nutzung nicht erreicht werden könnte. Nach der Trockeneisbehandlung wurden im Prüfraum noch 90.000 ng/cbm Raumluft abgegeben. Aus diesem Grund wurden

mehrere Maskierungsverfahren getestet und bemustert. Aus gestalterischen Gründen wurde eine PU-Harz-Beschichtung mit einem Folgeanstrich auf Acrylatbasis gewählt, da diese der gewünschten Oberflächenoptik am nächsten kam. Das System war bei verschiedenen Anwendungsfällen bereits getestet worden, besaß aber keine bauaufsichtliche Zulassung.



*Foto 16: Maskierung der gestrahlten Hölzer mit einem PU-Harz und abschließendem Acrylatanstrich.*



*Foto 17: In einem vollständig raumluftechnisch abgeschotteten Bereich wurde ca. 1/3 der dekontaminierten und maskierten Hölzer über mehrere Wochen eingelagert und die Abgabe der Schadstoffe an die Raumluft überprüft.*

Deshalb wurden die beschichteten Holzbauteile einer weiteren Erfolgsmessung im hermetisch abgeschlossenen Prüfraum unterzogen – mit dem Ergebnis der Reduzierung der Schadstoffabgabe auf 17.500 ng/cbm Raumluft. So wurde durch eine permanente unabhängige Begutachtung der Erfolg der Dekontaminierungsmaßnahmen am Holz bestätigt.



*Foto 18: Die dekontaminierten und maskierten Hölzer wurden wieder zur Baustelle transportiert und klassisch zimmermannsmäßig aufgerichtet, hier steht schon der liegende Stuhl der ersten Dachebene.*



*Foto 19: Nach dem Aufschlagen der Sparrenlage war die zimmermannsmäßige Instandsetzung des Langhauses im Wesentlichen abgeschlossen.*

Für die Nutzung des Dachraumes wurde des Weiteren die Klimaanlage mit entsprechendem Aktivkohlefilter ausgerüstet, um eine Anreicherung der Restschadstoffe zu unterbinden.



## 6 Ergebnis

Die Kombination verschiedener Verfahren und die Summe aller Einzelmaßnahmen führte hier letztendlich zum gewünschten Erfolg und zur Sicherstellung des Sanierungszielwertes. Jedes Objekt bedarf einer individuellen Bewertung und Herangehensweise, wobei eine dauerhafte gutachterliche Begleitung mehr als vorteilhaft ist, wie dieses Beispiel dokumentiert.



Foto 20: Neuer Ausstellungsraum im Langschiff der gotischen Hallenkirche mit Präsentation der originalen Figuren vom Freiburger Münster.



Foto 21: Chorbereich mit der restaurierten Orgel, die ebenfalls mit Holzschutzmitteln belastet war.



Foto 22: Im Dachgeschoss konnten zusätzliche Ausstellungsflächen geschaffen, die historische Holzkonstruktion sichtbar belassen und die Schadstoffbelastung entsprechend der Sanierungszielstellung minimiert werden.

## 7 Bemessung der Erschwernis bei Arbeiten im kontaminierten Bereich – Hinweise zur Kalkulation

Die Ermittlung eines Vergütungs- bzw. Mehrvergütungsanspruchs bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen aufgrund der notwendigen Schutzmaßnahmen gemäß BGR 128, und der damit verbundenen Produktivitätsverluste infolge erschwelter Arbeitsbedingungen, ist nur unter Berücksichtigung der tatsächlichen Entwicklung des Zeitaufwandes für die Arbeiten im kontaminierten Bereich zutreffend möglich.

Auf der Basis der sonst üblichen Kalkulationsansätze ohne Kontamination können für alle betreffenden Leistungspositionen unter Berücksichtigung des Arbeitens im kontaminierten Bereich neue Preise transparent abgeleitet, und sowohl als neuer Einheitspreis oder auch als Zulage zu einer ursprünglichen Kalkulation dargestellt werden.

Bei der Kalkulation für Arbeiten im kontaminierten Bereich kann dabei wie folgt vorgegangen werden:

- Ansatz und Darstellung des kalkulierten Mittel- und Verrechnungslohnes *ohne Kontamination* z. B. im Formblatt 221 (VHB-Bund).
- Urkalkulation der Leistungspositionen zunächst *ohne Kontamination* mit Darstellung z. B. nach Formblatt 223 (VHB-Bund).
- Neuermittlung der Preise für Leistungen im kontaminierten Bereich unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf den Lohnanteil der betroffenen Positionen.
- Ermittlung eines *neuen Mittellohnes* bei Arbeiten *im kontaminierten Bereich* unter Berücksichtigung des geänderten Personaleinsatzes von ausschließlich qualifiziertem und unterwiesenem Fachpersonal. Ausgehend von diesem neuen Mittellohn wird dieser dann mit einem Zuschlag angepasst, der den Arbeitszeit- und Produktivitätsverlust infolge der Zwangspausen und der Arbeitszeitbegrenzung durch Tragen der persönlichen Schutzausrüstung, unter den erschwerten Bedingungen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen Rechnung trägt. Die Darstellung erfolgt sinnvollerweise vergleichbar, z. B. wieder im Formblatt 221 (VHB-Bund).
- Aus diesem neuen Mittellohn lässt sich dann über die betrieblichen Zuschläge der *neue (höhere) Verrechnungslohn* für Arbeiten *in kontaminierten Bereichen* berechnen. Für tarifvertraglich gebundene Unternehmen ist hier ggfs. auch zu berücksichtigen, dass tarifliche Erschwerniszuschläge für das Tragen der PSA an die Mitarbeiter zu zahlen sind. Diese müssen dann hier bei der Berechnung des Verrechnungslohnes mit einfließen.
- Die Einheitspreise für das Arbeiten in kontaminierten Bereichen lassen sich dann, ausgehend von der Urkalkulation ohne Kontamination, berechnen, in dem die ursprünglichen Lohnanteile über den neuen, höheren Verrechnungslohn neu ermittelt werden. Mit dem neuen, höheren Lohnanteil finden die einzuhaltenden zusätzlichen Pausenzeiten und die Minderleistung infolge Tragen der PSA Berücksichtigung.

Die (Neu-)Ermittlung der Einheitspreise für Leistungen im kontaminierten Bereich lassen sich folgendermaßen darstellen:

## 7.1 Anspruchsgrundlage

Bei Feststellung einer Kontamination ist ein Auftragnehmer gezwungen, umfangreiche Schutzmaßnahmen beim Durchführen der Sanierungsarbeiten in den betroffenen Bereichen sicherzustellen. Die maßgeblichen technischen und berufsgenossenschaftlichen Regelungen sind die PCP-Richtlinie, die Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung, die TRGS 524 und die BGR 128.

Insbesondere in der BGR 128 „Kontaminierte Bereiche“ sind diejenigen Maßnahmen beschrieben, die im Zusammenhang mit der festgestellten Kontamination zu ergreifen sind, um u. a. das Schadstoffquellvolumen zu reduzieren, Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren zu vermeiden.

Diese notwendigen Schutzmaßnahmen gemäß BGR 128 führen zu Änderungen der Ausführungstechnologie, die Ansprüche auf Anpassung der Vergütung nach VOB/B § 2.5 begründen.

## 7.2 Anspruch der Höhe nach, Erläuterung der Kalkulation

Für die Kalkulation von Einheitspreisen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen wird als Ausgangsgrundlage zunächst von den Lohnanteilen der Position ohne Kontamination ausgegangen. Diese Lohnanteile sind entweder in einer vorhandenen Urkalkulation oder als Stammdaten im Kalkulationsprogramm hinterlegt.

Der Lohnanteil wird dann mit den aus der Leistungsänderung herrührenden Zuschlägen bzw. Erschwernissen in einem transparenten Ermittlungsverfahren beaufschlagt. Mit dieser Beaufschlagung als Vergleichsberechnung, ausgehend von den Kalkulationsansätzen ohne Kontamination, werden zunächst die leistungsabhängigen Mehrkosten, die bei der Kalkulation ohne Kontamination nicht berücksichtigt sein können, erfasst.

Ein geänderter Arbeitskräfteeinsatz und ein ggfs. zusätzlich zu vergütenden Zuschlag auf den Mittellohn manifestieren sich dann kalkulatorisch in einem geänderten Verrechnungslohn.

Der Mittellohn stellt dabei den rechnerischen Wert dar, der sich aus der vom Unternehmer ursprünglich oder üblicherweise für diese Baustelle zugrunde gelegten Baustellenbesetzung ergibt. Der Mittellohn errechnet sich insofern aus der „Qualifikation“ und der Anzahl der eingesetzten Mitarbeiter und ergibt somit einen rechnerischen Mittelwert für den Einsatz von Vorarbeitern (z. B. 15,00 €/Std.), Gesellen/Facharbeitern (z. B. 14,00 €/Std.) Bauhelfern (z. B. 13,40 €/Std.) und Lehrlingen über den vertraglich geschuldeten Zeitraum der Leistungen.

Bei Baustellen in denen eine Kontamination erst im Nachgang festgestellt wird, kann der ursprünglich kalkulierte Mittellohn dann aber nicht mehr zum Ansatz kommen, da der für die Baustelle kalkulierte „Mix“ an Mitarbeitern beim „Arbeiten in kontaminierten Bereichen“ schon aus gesetzlichen Gründen nicht mehr eingehalten werden kann! Für die Arbeiten an statisch tragenden Bauteilen kommen zwar grundsätzlich nur qualifizierte Facharbeiter und die zugehörigen Vorarbeiter zum Einsatz, aber selbst für Abbruch- und Transportarbeiten, die sogenannten Nebenarbeiten oder

-leistungen, dürfen in kontaminierten Bereichen nur gesundheitlich geprüfte, volljährige Mitarbeiter eingesetzt werden, da hier für den Umgang mit gesundheitsgefährdenden Stoffen nur sachkundiges und unterwiesenes Fachpersonal zum Einsatz kommen darf.

Bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen sind Betriebe, die dem Bauhauptgewerbe zuzuordnen sind, bezüglich des an ihre Mitarbeiter zu zahlenden Erschwerniszuschlages mindestens verpflichtet, den Bundesrahmentarifvertrag des Baugewerbes einzuhalten. Darüber hinaus sind, sofern gesetzlich verankert, die entsprechenden Mindestlöhne zu berücksichtigen. Dieser Ansatz spiegelt sich dann auch in der Ermittlung des neuen Verrechnungslohnes für Arbeiten in kontaminierten Bereichen wider.

### 7.2.1 Ermittlung des Mittellohnes

Beispielhaft soll hier für die Ausführung von Zimmerarbeiten an einem fiktiven Bauvorhaben ursprünglich von einer Baustellenbesetzung mit einem Vorarbeiter, einem Altgesellen und einem Lehrling im 2. Lehrjahr ausgegangen werden.

Aufgrund der Komplexität der Anforderungen bei der Sanierung in kontaminierten Bereichen können grundsätzlich nur ausgebildete, erfahrene Facharbeiter/Zimmerergesellen bzw. Vorarbeiter/Poliere eingesetzt werden. Der Einsatz von Lehrlingen scheidet aus gesetzlichen Gründen aus.

Nach BGR 190 Anhang 2 Tabelle 31 Nummer 5.1.4 ist für Arbeiten mit Schutzmaske und Schutzanzug das Arbeiten im kontaminierten Bereich auf 3 Schichten pro Mann und Tag an maximal 5 Werktagen/Woche begrenzt. Um eine Personalstärke sicherzustellen, die Leer- und Stillstandzeiten im gegenseitigen Interesse weitgehend minimiert, sollte daher mindestens von folgender Baustellenbesetzung und den daraus abzuleitenden Mittellohn ausgegangen werden.

Baufachwerker	13,40 €/Std.
Baufacharbeiter 1	14,12 €/Std.
Baufacharbeiter 2	14,12 €/Std.
<u>Vorarbeiter</u>	<u>15,06 €/Std.</u>
<b>Ergibt einen Mittellohn von</b>	<b>14,18 €/Std.</b>

In die Kalkulation der neuen Einheitspreise müssen nun noch die arbeitsschutztechnisch bedingten Unterbrechungen in Form von gesetzlich definierten Pausenzeiten einfließen, da bei einem Bauablauf ohne Kontamination solche zusätzlichen Pausen nicht vorgesehen oder kalkuliert sind.



### 7.2.2 Zuschlag infolge Pausenregelung und Tragezeitenbegrenzung nach BGR 190

Die Tragezeitbegrenzung für die Schutzmaske nach BGR 190 Anhang 2 Tabelle 31 Nummer 5.1.4 beträgt 120 Minuten mit einer anschließenden Pause von 30 Minuten. Diese 120 Minuten sind aber bei Tragen eines Schutzanzuges nach Anhang 2 Tabelle 31 Nummer 1.2 um den Faktor 0,8 zu reduzieren, so dass sich eine reine Arbeitszeit von 96 Minuten und 30 Minuten Pause ergibt.

Nach BGR 190 Anhang 2 Tabelle 32 ist die Tragedauer und damit der Einsatz im kontaminierten Bereich aufgrund hoher körperlicher Belastungen durch die Arbeitsschwere weiter zu reduzieren. Für klassische Zimmerarbeiten ist lt. BG von einer Arbeitsschwere Kategorie A3 auszugehen, so dass die verbleibende Arbeitszeit im kontaminierten Bereich nochmals um den Faktor 0,7 zu reduzieren ist, so dass sich eine reine Arbeitszeit von 67 Minuten und 30 Minuten Pause ergibt.

Kalkulativ darf aber auch das mehrfache Umkleiden bzw. An- und Ablegen der Schutzbekleidung nicht den Erholungs- oder Pausenzeiten zugerechnet werden. Bei einer Annahme von jeweils 3,5 Minuten pro An- bzw. Auskleiden ergibt sich so eine reine Arbeitszeit von 60 Minuten bei 30 Minuten Erholungspause und 2 x 3,5 Minuten Ankleiden und Auskleiden.

Die Herleitung des daraus resultierenden Zuschlags zeigt die nachfolgende Tabelle auf, indem den kalkulierten Ausgangsbedingungen ohne Kontamination der tatsächlich mögliche Arbeitsablauf im kontaminierten Bereich gegenübergestellt wird:

Bauablauf ohne Kontamination (Kalkulation mit 3 AK/Montagewoche)					ø 3 Mitarbeiter mit
Arbeitszeit	Pause	Arbeitszeit	Pause	Arbeitszeit	
7:00 – 9:00	0,5	9:30 – 12:00	1,0	13:00 – 16:30	Arbeitszeit/Tag  = 8.0 Std./Tag = 100 %
2.0 Std.	Std.	2.5 Std.	Std.	3.5 Std.	

Bauablauf mit Kontamination (Kalkulation mit 4 AK/Montagewoche)											ø 4 Mitarbeiter mit	
Arbeitszeit	Pause	BGR	Frühstück	Arbeitszeit	Pause	BGR	Arbeitszeit	Pause	BGR	Mittag	Arbeitszeit	Arbeitszeit/Tag
7:30 - 8:30	0,5		0,5	9:30 - 10:30	0,5		11:00 - 12:00	0,5		0,5	13:00 - 14:00	
1.0 Std	Std.		Std.	1.0 Std	Std.		1.0 Std	Std.		Std.	1.0 Std	= 4 Std./Tag

Bei diesem Kalkulationsansatz wurde das Personal schon so strukturiert, dass jeweils 1 Mitarbeiter pro Tag rollierend über die Arbeitszeit eine Arbeitseinheit im nicht kontaminierten Bereich arbeitet, und so sichergestellt werden kann, dass für jeden Mitarbeiter 3 Arbeitseinheiten im kontaminierten Bereich und eine Arbeitseinheit im nicht kontaminierten Bereich anfallen.

	Arbeitszeit	Pause	Arbeitszeit	Pause	Arbeitszeit	Pause	Arbeitszeit
Fachwerker							
Facharbeiter 1							
Facharbeiter 2							
Vorarbeiter							

	Arbeitszeit im kontaminierten Bereich
	Arbeitszeit im nicht kontaminierten Bereich

Bei Zugrundelegung vorgenannter Betrachtungen ergibt sich für einen normalen Bauablauf ohne Kontamination bei 3 Mitarbeitern eine wöchentliche Leistungszeit von 120 Produktivstunden.

### **3 AK x 8,0 Produktivstunden X 5 Wochentage = 120 Produktivstunden/Woche**

Unter kontaminierten Bedingungen können 4 Mitarbeiter in der Woche lediglich 80 Leistungsstunden am Bauwerk erbringen.

### **4 AK x 4,0 Produktivstunden X 5 Wochentage = 80 Produktivstunden/Woche**

Es fehlen bei diesem Beispiel somit pro Woche 40 erlöswirksame Produktivstunden. Die zur Verfügung stehenden 80 Produktivstunden müssen mithin zusätzlich im Gegenwert der 40 fehlenden Produktivstunden beaufschlagt und zusätzlich vergütet werden, damit dem Auftragnehmer hier kein Verlust entsteht. In diesem Beispiel wären die 80 möglichen Produktivstunden mit 50 % = 40 Std. zu beaufschlagen, um die Differenz zu den Produktivstunden ohne Kontamination auszugleichen.

Die einfachste Möglichkeit dies kalkulatorisch zu berücksichtigen, ist hier die entsprechende Beaufschlagung des oben ermittelten neuen Mittellohnes in Höhe der ermittelten 50 %. Damit ergibt sich unter Berücksichtigung der betrieblichen Zuschläge ein neuer Verrechnungslohn. Aus der Multiplikation von Zeiteinsatz für Arbeiten ohne Kontamination mit dem neu ermittelten Verrechnungslohn ergibt sich der neue Lohnansatz und somit für die Leistungen im kontaminierten Bereich neue, zutreffende Einheitspreise. Unberücksichtigt hierbei bleibt allerdings, dass durch die Erhöhung der Mitarbeiteranzahl bereits eine „Beschleunigungsmaßnahme“ vorliegt, die ggfs. auch zusätzlich zu vergüten wäre.

Die für das Arbeiten im kontaminierten Bereich vorzusehende persönliche Schutzausrüstung stellt ebenfalls eine zusätzliche Leistung dar. Da sich der „Verbrauch“ der PSA in Abhängigkeit der auszuführenden Arbeiten und dem damit einhergehenden Verschleiß im Vorfeld nur sehr schwer abschätzen lässt, sollte die verbrauchte PSA hier zum Nachweis erfasst und abgerechnet werden.

Obwohl durch die beschriebene Methodik von einer hinreichenden Genauigkeit der Preisermittlung ausgegangen werden kann, sollte sich die neuerliche Anpassung von Preisen für leistungsabhängige Mehrkosten bei Erkennen von weiteren Bauablaufstörungen, verursacht durch die Kontamination, ausdrücklich vorbehalten werden.

Dem Verfasser ist dabei bewusst, dass die Preisbildung für Leistungen im kontaminierten Bereich im öffentlichen Wettbewerb (Ausschreibung) größtenteils nicht diesen kalkulatorischen Ansätzen folgt. Wie auch immer hier die Einheitspreise „ermittelt“ werden, so soll doch mit den hier vorgestellten Kalkulationsansätzen zumindest darauf hingewiesen werden, welche Leistung und damit Vergütung eigentlich für das Arbeiten in kontaminierten Bereichen verbunden und welche Einheitspreise für den Auftragnehmer hier eigentlich wirtschaftlich angemessen sind.



**Schmidt-Schuchardt, Holger**

Dipl.-Ing. Architekt

- 1988–1990: Spezialprojektant Holz, Werkstattleiter im VEB Denkmalpflege Erfurt, Holzrestaurierungswerkstatt Wohlsborn
- 1990–1991: Bauleiter in Augsburg bei der Hampel-Zöllner-Gesellschaft für klassisches Fensterdesign mbH
- seit 1991: Freier Sachverständiger für Holzschutz mit staatlicher Zulassung mit diversen Bestellungen u. a. durch das Amtsgericht Weimar, das Landgericht Gera und das Oberlandesgericht Jena
- 1993–1996: Mitgesellschafter der Architektur- und Ingenieurgesellschaft mbH Dr. Janorschke & Partner
- seit 1996: Mitinhaber der Planungsgemeinschaft Schmidt & Partner
- seit 2006: Technischer Betriebsleiter der Zimmerei bei der Firma Bennert GmbH – Betrieb für Bauwerkssicherung, Weimar
- seit 1991: diverse Fachvorträge auf Fachtagungen für Holzschutz-Fachverbände und Denkmalpflege, Lehrtätigkeit an der Berufsschule Weimar
- seit 2001: Dozenten- und Ausbildertätigkeit am ABW/BIW Weimar
- seit 2011: Dozent bei EIPOS
-

# Aktuelles zur DIN 68 800 „Holzschutz“<sup>1</sup>

Harald Urban

## 1 DIN 68 800-1 „Allgemeines“

Der Teil 1 „Allgemeines“ ist im Oktober 2011 erschienen. Er gilt, das sagt schon der Titel, als richtungsweisender Teil des Holzschutzes für Planer und Ausführende gleichermaßen. Bereits in diesem Teil ist festgelegt, dass bauliche Maßnahmen berücksichtigt werden müssen. Ein Schutz des Holzes vor Feuer ist in der DIN 68800 nicht berücksichtigt. Ebenso wird der temporäre Schutz von Rund- und Schnittholz gegen Holz verfärbende Pilze in dieser Norm nicht behandelt.

Zum besseren Verständnis werden im ersten Teil 23 Begriffe erklärt. Eindeutig ist mit der Erläuterung des Begriffes „Holzschutz“ geklärt, dass nicht nur chemische Maßnahmen darunter zu verstehen sind, sondern die *„... Anwendung von Maßnahmen, die eine Wertminderung oder Zerstörung von Holz und Holzwerkstoffen besonders durch Pilze, Insekten oder Meerestiere verhüten sollen und damit eine lange Gebrauchsdauer sicherstellen.“*

Die Gefährdung von Holz und Holzwerkstoffen bezieht sich auf Holz zerstörende und Holz verfärbende Pilz sowie auf Holz zerstörende Insekten und Holzschädlinge im Meerwasser. Unter 4.1.3 wird Folgendes erklärt: *„Für Bauteile aus Brettschichtholz und Brettsperrholz ist in den Gebrauchsklassen 1 und 2 erfahrungsgemäß die Gefahr eines Bauschadens durch Holz zerstörende Insekten nicht zu erwarten, bei anderen bei Temperaturen  $\geq 55^\circ\text{C}$  technisch getrockneten Hölzern als unbedeutend einzustufen.“*

Eine zentrale Stellung nehmen im Teil 1 der DIN 68 800 die Erläuterungen zu den Gebrauchsklassen ein. Interessant ist, dass die Gebrauchsklasse 0 im Prinzip Holzbauteile in der Gebrauchsklasse 1 beschreibt, bei denen das Risiko eines Bauschadens durch Insekten vermieden wird. Hier muss deutlich zwischen „Befall“ und „Bauschaden“ unterschieden werden. Die Vermeidung eines Bauschadens ist nicht mit einem fehlenden Befall gleichzusetzen!

**GK 0:** Holz oder Holzprodukt unter Dach, nicht der Bewitterung und keiner Befechtung ausgesetzt, die Gefahr von Bauschäden durch Insekten kann entsprechend 5.2.1 ausgeschlossen werden.

(„5.2.1 GK 0

Holzbauteile in GK 1, bei denen das Risiko von Bauschäden durch Insekten vermieden wird, indem Holz in Räumen mit üblichem Wohnklima oder vergleichbaren Räumen verbaut ist oder die Bauteile in entsprechender Weise beansprucht werden.

---

1 Vortrag zur 21. Holzschutztagung 2012 des Sächsischen Holzschutzverbandes e. V. am 24. März 2012 in Dresden.

(Anmerkung: In Räumen mit üblichem Wohnklima ist nur für das Splintholz von stärkeichen Laubhölzern (z. B. Abachi, Limba, Eichensplintholz) eine Gefahr von Schäden durch Lyctusbefall (Splintholzkäfer) gegeben.) oder  
– indem unter den in DIN 68800-2 festgelegten Bedingungen das Holz gegen Insektenbefall allseitig durch eine geschlossene Bekleidung abgedeckt ist oder Holz, z. B. in begehbaren, unbeheizten Dachstühlen, zum Raum hin so offen angeordnet ist, dass es kontrollierbar bleibt und an sichtbar bleibender Stelle dauerhaft ein Hinweis auf die Notwendigkeit einer regelmäßigen Kontrolle angebracht wird.“)

- GK 1:** Holz oder Holzprodukt unter Dach, nicht der Bewitterung und keiner Befechtung ausgesetzt.
- GK 2:** Holz oder Holzprodukt unter Dach, nicht der Bewitterung ausgesetzt, eine hohe Umgebungsfuchte kann zu gelegentlicher, aber nicht dauernder Befechtung führen.
- GK 3.1:** Holz oder Holzprodukt nicht unter Dach, mit Bewitterung, aber ohne ständigen Erd- und/oder Wasserkontakt; Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, ist aufgrund von rascher Rücktrocknung nicht zu erwarten.
- GK 3.2:** Holz oder Holzprodukt nicht unter Dach, mit Bewitterung, aber ohne ständigen Erd- und/oder Wasserkontakt; Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten.
- GK 4:** Holz oder Holzprodukt in Kontakt mit Erde oder Süßwasser und so bei mäßiger bis starker Beanspruchung vorwiegend bis ständig einer Befechtung ausgesetzt.
- GK 5:** Holz oder Holzprodukt ständig Meerwasser ausgesetzt.

Als Maßnahmen zum Schutz des Holzes gegen Organismen gelten bauliche Maßnahmen, Anwendung von Holzschutzmitteln, physikalische Maßnahmen, Beschichtungen (mit Einschränkung) sowie die Verwendung von dauerhaften Holzarten. Unter baulichen Maßnahmen sind alle planerischen, konstruktiven, bauphysikalischen und organisatorischen Maßnahmen zum Schutz des Holzes nach Teil 2 dieser Norm zu verstehen.

Natürliche Dauerhaftigkeiten verschiedener Holzarten sind in EN 350-2 aufgeführt. Der Teil 1 der DIN 68 800 enthält 2 Tabellen zur Dauerhaftigkeit von Holzarten, die nicht in EN 350-2 aufgeführt sind. Die Dauerhaftigkeit der Holzarten bezieht sich immer auf das Kernholz. Farbkernhölzer mit einem Splintanteil bis 5 % können wie reines Kernholz verwendet werden. Die Errichtung von tragenden Konstruktionen ohne zusätzlichen chemischen Schutz kann mit den nachfolgend aufgeführten Holzarten in den genannten Gebrauchsklassen erfolgen:

Fichte:	GK 0
Kiefer:	GK 0; 1; 2
Lärche:	GK 0; 1; 2; 3.1
Douglasie:	GK 0; 1; 2; 3.1
Eiche:	GK 0; 1; 2; 3.1; 3.2

Bei einer Rohdichte > 700 kg/m<sup>3</sup> darf Sibirische Lärche auch in Gebrauchsklasse 3.2 eingesetzt werden.

Bezüglich der Notwendigkeit von Maßnahmen zum Schutz des Holzes bei tragenden Hölzern *müssen* die Forderungen der Norm erfüllt werden, bei nicht tragenden Hölzern *sollten* sie erfüllt werden. Maßnahmen zum Schutz des Holzes sind so auszuwählen, dass die erwartete Nutzungsdauer erreicht wird. Holzschutzmaßnahmen, gleich welcher Art, sind sorgfältig zu planen!

Bauliche Maßnahmen genießen Vorrang vor den vorbeugenden chemischen Maßnahmen. Kann aber trotz baulicher Maßnahmen ein Erfolg nicht sichergestellt werden, so sind zur Ergänzung chemische Maßnahmen nach Teil 3 dieser Norm durchzuführen. In Aufenthaltsräumen ist auf Holzschutzmittel (direkt eingebracht oder als vorbeugend geschütztes Holz) zu verzichten.

Bezüglich der Anforderungen an den Ausführenden wird unter 10.3 „Ausführung von Holzschutzmaßnahmen“ auf „Fachbetriebe/qualifizierte Fachleute“ verwiesen. Genauere Erläuterungen sollten im Kommentar zu erwarten sein.

Fünf Anhänge behandeln folgende Themen:

- Anhang A** (informativ): Thermische oder chemische Modifizierung zum Schutz des Holzes,
- Anhang B** (informativ): Fasersättigungsfeuchte gebräuchlicher einheimischer Bauholzarten,
- Anhang C** (normativ): Gebrauchsklassen für Holzwerkstoffe,
- Anhang D** (informativ): Beispiele für die Zuordnung von Holzbauteilen zu einer Gebrauchsklasse,
- Anhang E** (informativ): Hinweise für die Planung von Holzschutzmaßnahmen für nicht tragende Bauteile.

## 2 DIN 68 800-2 „Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau“

Der Teil 2 der DIN 68 800 gilt in Verbindung mit dem Teil 1 dieser Norm für Neubauten, Modernisierung, Renovierung und Instandhaltung. Dieser Normteil gilt für tragende Bauteile, für nicht tragende Bauteile ist er Empfehlung.

Die Verwirklichung der beschriebenen baulichen Maßnahmen sind Voraussetzung für die angestrebte Standzeit der Konstruktionen.

Unter Punkt 4 Allgemeines ist ausgeführt: *„Sofern festgestellt wird, dass für tragende Holzbauteile die Dauerhaftigkeit nicht mit den folgenden Maßnahmen dieser Norm gesichert werden kann, ist DIN 68800-3 ergänzend anzuwenden.“*

Die baulichen Maßnahmen unterteilen sich in grundsätzliche bauliche Maßnahmen und besondere (zusätzliche) bauliche Maßnahmen. Die grundsätzlichen baulichen Maßnahmen sind unabdingbar in jedem Fall anzuwenden, auch wenn dadurch keine Herabsetzung der Gebrauchsklasse erzielt werden kann. Besondere bauliche Maßnahmen werden in den Abschnitten 6 bis 9 dieser Norm beschrieben. Mit der Umsetzung dieser Beschreibung kann eine Gebrauchsklasse 0 erreicht werden.

Im Abschnitt 10 werden Anwendungsbereiche für Holzwerkstoffe beschrieben.

Nach Aussage dieser Norm (6.3 b) reicht der Einsatz von Brettschichtholz, Brettsperrholz, technisch getrocknetem Bauholz oder Holzwerkstoffen aus, um einen Bauschaden durch Insekten zu vermeiden, wenn diese Bauteile im Gebrauchszustand eine Holzfeuchte < 20 % aufweisen. Ein möglicher Befall durch Insekten wird aber nicht ausgeschlossen. Der Unterschied zwischen „Bauschaden“ und „Befall“ ist zu beachten.

Im Anhang A werden Beispiele aufgeführt, wie durch bauliche Maßnahmen eine niedrigere Gebrauchsklasse erreicht werden kann.

### **3 DIN 68 800-3 „Vorbeugender Schutz von Holz mit Holzschutzmitteln“**

Dieser Teil der Norm regelt in Verbindung mit dem Teil 1 den vorbeugenden Schutz von Holz und Holzwerkstoffen mit Holzschutzmitteln sowie die Verwendung von vorbeugend geschütztem Holz und Holzwerkstoffen mit CE-Kennzeichnung.

*Die Regelungen dieses Normteiles, welche die Maßnahmen zum vorbeugenden Schutz mit Holzschutzmitteln betreffen, brauchen bei der Herstellung von vorbeugend geschützten Holz- und Holzwerkstoffprodukten nach harmonisierten Normen nicht berücksichtigt zu werden.*

Nach der Erläuterung von 21 Begriffen unter Abschnitt 3 werden in Abschnitt 4 die Planung von Holzschutzmaßnahmen und die Anforderungen an den Ausführenden beschrieben. Für die Planung gilt uneingeschränkt der Teil 1 dieser Norm. Für die Anwendungsplanung von Holzschutzmitteln werden zusätzliche Forderungen aufgeführt.

Bezüglich der Anforderungen an den Ausführenden werden ausreichende Kenntnisse zum Baustoff Holz, zu den einzusetzenden Holzschutzmitteln, zum Tränkverhalten des Holzes, zum angestrebten Schutzziel sowie zur Notwendigkeit und Ausführung von Nachbehandlungsmaßnahmen gefordert. Die Norm legt eindeutig fest, dass Holzschutzmaßnahmen für tragende Teile nur von Fachbetrieben vorgenommen werden dürfen. Für die Behandlung nicht tragender Teile wird die Übertragung an Fachbetriebe empfohlen.

Bezüglich der Vorbedingungen für die Schutzbehandlung werden Forderungen an die Bearbeitung des Holzes, die voraussetzende Holzfeuchte bei der Verwendung verschiedener Holzschutzmitteltypen, eine eventuelle Perforation sowie Festlegung der Schutzbedingungen durch den Anwender der Holzschutzmittel aufgeführt.

Unter Auswahl und Anwendung von Holzschutzmitteln ist zu beachten, dass in Anmerkung 1 folgendes ausgesagt wird: „Die Zulassung oder Registrierung nach Biozidrecht erfolgt derzeit bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und schließt eine Bewertung der Wirksamkeit sowie der umwelt- und gesundheitsbezogenen Risiken bei bestimmungsgemäßem Gebrauch ein.“

Allerdings ist nach wie vor zu beachten, dass für tragende Bauteile nur Holzschutzmittel mit einem bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis eingesetzt werden dürfen.

Die bekannten Prüfprädikate Iv, P, W und E werden durch B (gegen Verblauung an verarbeitetem Holz wirksam) ergänzt.

Bei der Verarbeitung der Holzschutzmittel gelten die Eindringtiefenklassen NP 1 bis NP 6:

Eindringtiefenklasse	Anforderungen an Eindringtiefe
<b>NP1</b>	keine
<b>NP2</b>	mindestens 3 mm seitlich im Splintholz
<b>NP3</b>	mindestens 6 mm seitlich im Splintholz
<b>NP4*</b>	mindestens 25 mm seitlich
<b>NP5</b>	gesamtes Splintholz
<b>NP6</b>	gesamtes Splintholz und mindestens 6 mm im freiliegenden Kernholz
* Gilt nur für Rundholz.	

Welche Eindringtiefe bei welcher Gebrauchsklasse gefordert ist, kann aus der folgenden Tabelle entnommen werden:

Gebrauchsklasse (GK)	Eindringtiefeklasse			
	Schnittholz		Rundholz	
	schwer tränkbar	gut tränkbar	schwer tränkbar	gut tränkbar
1	NP 1			
2	NP 2			
3.1	NP 3 <sup>a</sup>	NP 5	NP 3 <sup>a</sup>	NP 5
3.2				
4	NP 6 <sup>a</sup>	NP 6	NP 4 <sup>a</sup>	NP 5
5	siehe 8.2.6.4			

<sup>a</sup> für schwer tränkbare Holzarten in den Gebrauchsklassen 3 und 4 ist ein bauaufsichtlicher Verwendungsnachweis erforderlich.

(Quelle: DIN 68800-3:2012-2)

Der chemische Schutz von nicht ausreichend dauerhaften Holzarten bei direkt bewitterten Bauteilen richtet sich nach der Gebrauchsklasse 3.2, auch wenn die Konstruktion in Gebrauchsklasse 3.1 erstellt wurde. Eine Ausnahme bilden aber bestimmte Konstruktionen aus Brettschichtholz und kerngetrenntem gehobeltem Schnittholz. Hierzu wird Folgendes in der Norm ausgeführt:



## „8.2.4 Anforderungen im Bereich der GK 3

*8.2.4.1 Es sind Holzschutzmittel einzusetzen, die mindestens die Prüfprädikate Iv, P und W besitzen (siehe 5.3.3.1).*

*8.2.4.2 Als Anwendungsverfahren sind bevorzugt Druckverfahren einzusetzen. Die Angaben der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung und des Schutzmittelherstellers sind zu beachten. Andere Verfahren sind zulässig, wenn die Anforderungen nach Tabelle 3 oder 8.2.4.4 bzw. 8.2.4.5 nachweislich erfüllt werden.*

*8.2.4.3 Alternativ zur Anwendung von Holzschutzmitteln entsprechend 8.2.4.1 und 8.2.4.2 dürfen vorbeugend geschützte Holzprodukte mit CE-Kennzeichnung eingesetzt werden, für die die Verwendbarkeit in GK 3 nach 5.8.1 nachgewiesen ist.*

*8.2.4.4 Für Brettschichtholz ist die Eindringtiefe Klasse NP 1 in der GK 3.1 zulässig, wenn*

- es sich um Bauteile für Bauwerke der Gebäudeklassen 1, 2 und 3 nach Musterbauordnung (MBO) handelt;
- Brettschichtholz aus Fichte oder Tanne mit einer Breite  $\leq 20$  cm und einer Höhe  $\leq 50$  cm bei einer Lamellendicke  $\leq 35$  mm eingesetzt wird;
- stauwasserfreie Anschlusausbildung sichergestellt ist;
- eine regelmäßige Kontrolle der Oberfläche einschließlich der nachträglich gebildeten Schwindrisse vorgenommen wird;
- falls erforderlich eine Nachbehandlung erfolgt.

*8.2.4.5 Für Kern getrenntes, gehobeltes Schnittholz ist die Eindringtiefe Klasse NP 1 in der GK 3.1 zulässig, wenn*

- eine Querschnittsfläche  $\leq 256$  cm<sup>2</sup> vorhanden ist;
- eine Einbaufeuchte  $\leq 20\%$  vorliegt;
- es sich um Einzelbauteile für Bauwerke der Gebäudeklasse 1, 2 und 3 nach Musterbauordnung (MBO) handelt;
- stauwasserfreie Anschlusausbildung sichergestellt ist;
- eine regelmäßige Kontrolle der Oberfläche einschließlich der nachträglich gebildeten Schwindrisse vorgenommen wird;
- falls erforderlich eine Nachbehandlung erfolgt.“

Bezüglich der Einsetzbarkeit von Holzschutzmitteln mit den Prüfprädikaten Iv, P und W liegt leider vom DIBt noch keine Zulassung vor, so dass die bekannten Unklarheiten bestehen bleiben.

Die Anhänge dieses Normteils sind:

- Anhang A** (normativ): Anwendung von Holzschutzmitteln bei Holzwerkstoffen,
- Anhang B** (normativ): Werkseigene Produktionskontrolle,
- Anhang C** (informativ): Hinweise zur Anwendung von Holzschutzmitteln bei nicht tragenden Holzbauteilen, welche anschließend beschichtet werden sollen.

## 4 DIN 68 800-4 „Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten“

Der Teil 4 legt in Verbindung mit den Teilen 1 und 3 Maßnahmen zur Bekämpfung eines Befalls durch Holz zerstörende Pilze und Insekten fest. Die Behandlung des Mauerwerks gegen Echten Hausschwamm ist ebenso Bestandteil dieser Norm. Der Abschnitt 3 „Begriffe“ wurde in die Norm aufgenommen. Die Bekämpfungsmaßnahmen werden unterschieden in Regelsanierung und andere Verfahren.

Der Begriff Regelsanierung bedeutet: *„Bekämpfungsmethode, die sich als anerkannte Regel der Technik bei sachgemäßer Anwendung durch Fachbetriebe seit Jahrzehnten in der Praxis bewährt hat und von weitgehender Allgemeingültigkeit in ihrer Anwendungstechnik ist, ohne dass sie durch zusätzliche Maßnahmen jeweils auf den speziellen Einzelfall abgestimmt werden muss.“*

Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen bei Befall durch Holz zerstörende Pilze (Regelsanierung) werden im Abschnitt 8 behandelt. Dieser beinhaltet Maßnahmen bei einem Befall durch Echten Hausschwamm und Maßnahmen bei einem Befall durch andere Holz zerstörende Pilze (Nassfäulepilze). Bezüglich der Maßnahmen bei Befall durch Echten Hausschwamm steht unter 8.2.2.1 Behandlung des Holzes im Sanierungsbereich: *„8.2.2.1.1 Die im Sanierungsbereich verbliebenen nicht befallenen Hölzer sollten an besonders gefährdeten Stellen (z. B. Balkenköpfe, Fußpfetten, Streichbalken) mit einem vorbeugend wirksamen Holzschutzmittel (z. B. durch Bohrlochtränkung oder Bohrlochdrucktränkung mit Holzinjektoren (Packer)) behandelt werden.“*

*Diese Aussage ist nicht konform mit den gegenwärtigen Zulassungen des DIBt. Vorbeugende Holzschutzmittel sind nicht für die Bohrlochdrucktränkung zugelassen.*

Die Regelsanierung bei Befall durch Holz zerstörende Insekten ist in Abschnitt 9 aufgeführt. Dazu zählen die Behandlung mit Holzschutzmitteln, das Heißluftverfahren sowie das Begasungsverfahren. Neu aufgenommen wurden Begasungsverfahren mit erstickenden Gasen. Elektrophysikalische Verfahren wurden außerhalb der Regelsanierung in die Norm integriert.

Bei der Beurteilung von Bekämpfungsmaßnahmen ist bei Maßnahmen mit Holzschutzmitteln zu beachten, dass deren Überprüfung durch eine Beurteilung der durchgeführten Arbeiten erfolgen kann oder es wird ein qualitativer oder gar quantitativer Nachweis der verwendeten Holzschutzmittel vorgenommen. Diese Maßnahmen sind selbstverständlich vor Beginn der Arbeiten zu vereinbaren und zu kalkulieren. Für orientierende quantitative Untersuchungen können 3 repräsentative Proben unterschiedlicher Bauteile entnommen und geprüft werden.

Eine Kennzeichnung nach einer Behandlung ist nach Behandlung mit Holzschutzmitteln, nach Heißluftverfahren, nach Begasung und nach elektrophysikalischen Verfahren vorzunehmen.

Dem Teil 4 sind folgende Anhänge angegliedert:

- Anhang A** (informativ): Beispiel für eine dauerhafte Kennzeichnung einer Behandlung von verbaute Holz mit Holzschutzmitteln,
- Anhang B** (informativ): Beispiel für eine dauerhafte Kennzeichnung einer Behandlung von Mauerwerk mit einem Schwammsperrmittel,
- Anhang C** (informativ): Beispiel für eine dauerhafte Kennzeichnung einer Heißluftbehandlung von verbaute Holz zur Bekämpfung Holz zerstörender Insekten,
- Anhang D** (informativ): Beispiel für eine dauerhafte Kennzeichnung einer Begasung von verbaute Holz,
- Anhang E** (informativ): Heißluftverfahren zur Bekämpfung des Echten Hausschwamms.

Bezüglich des Anhangs E ist darauf zu verweisen, dass das Heißluftverfahren zur Bekämpfung des Echten Hausschwamms als eine Maßnahme betrachtet wird, die in die Regelsanierung nach 8.2 (Maßnahmen bei einem Befall durch Echten Hausschwamm) integriert werden kann.

## Quellen/Literatur

DIN 68 800 Holzschutz, Teile 1 bis 4.



**Urban, Harald**  
Dipl.-Ing.

Fachliche Schwerpunkte: Fachberatung und Anwendungstechnik Holzschutz und Oberflächenbeschichtung

bis 1988: Fachschullehrer an der Ingenieurschule für Holztechnik Dresden

bis 1990: Leiter TKO im Kombinat Schnittholz und Holzwaren Dresden

seit 1994: Anwendungstechniker/Fachberater bei Remmers Baustofftechnik GmbH, Geschäftsbereich Holzhandwerk

Mitglied im Sächsischen Holzschutzverband e. V.

Holzfenster und -türen / Band II (Mitautor); Verlagsgesellschaft Rudolf Müller; Köln; 2012

---

## Autorenverzeichnis

**Dreger, Ingo** *Dipl.-Ing. (FH)*

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. (FH) Ingo Dreger, Kleinmachnow

**Fülle, Claudia** *Dr.-Ing.*

MFPA Leipzig GmbH, Geschäftsbereich IV Bauphysik

**Geburtig, Gerd** *Dr.-Ing. Architekt*

Planungsgruppe Geburtig, Weimar

**Kehl, Daniel** *Dipl.-Ing. (FH)*

Büro für Holzbau und Bauphysik, Leipzig

**Sachse, Michael** *Dr. rer. silv. / Diplomforstingenieur*

FORESTRIS AG, Tirpersdorf

**Schlüter, Urs** *Dr., Dipl.-Chem.*

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund

**Schmidt-Schuchardt, Holger** *Dipl.-Ing. Architekt*

Bennert GmbH – Betrieb für Bauwerkssicherung, Klettbach

**Urban, Harald** *Dipl.-Ing.*

Remmers Baustofftechnik GmbH, Lönningen

**Willeitner, Hubert** *Prof. Dr. rer. nat.*

Reinbek

# Publikationsverzeichnis

## 2012

EIPOS GmbH (Hrsg.) und 12 Autoren  
**Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Brandschutz 2012**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
240 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, 2012,  
ISBN 978-3-9814551-1-3

EIPOS GmbH (Hrsg.) und 11 Autoren  
**Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Bauschadensbewertung und Immobilienbewertung 2012**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
182 Seiten, IRB-Verlag, 2012,  
ISBN 978-3-8167-8693-1

## 2011

MANKEL, W. (Hrsg.) und 11 Autoren  
**Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages Holzschutz 2011**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
145 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, 2011,  
ISBN 978-3-9814551-0-6

MANKEL, W. (Hrsg.) und 12 Autoren  
**Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Brandschutz 2011**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
196 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, 2011,  
ISBN 978-3-9809371-9-1

MANKEL, W. (Hrsg.) und 11 Autoren  
**Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Bauschadensbewertung und Immobilienbewertung 2011**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
170 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, 2011,  
ISBN 978-3-9809371-8-4

LEHMANN, G.  
**Wissenschaftliche Arbeiten**  
Zielwirksam verfassen und präsentieren  
3., völl. neu bearb. Aufl. 2011, ca. 260 S. Forum  
EIPOS, Band 13, expert verlag, Renningen,  
2011  
ISBN-13: 978-3-8169-3093-8

## 2010

MANKEL, W.  
**Brandschutz III**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
Unt. Mitarb. v. 12 Aut. 2010, 261 S., FORUM  
EIPOS, Band 22, expert verlag, Renningen,  
2010, ISBN-13: 978-3-8169-3034-1

MANKEL, W.  
**Schutz des Holzes IV**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
Unt. Mitarb. v. 13 Aut. 2010, 174 S. FORUM  
EIPOS, Band 23, expert verlag, Renningen,  
ISBN-13: 978-3-8169-3035-8

HERTEL, G. H.; LEHMANN, G.; OPPITZ, V. (Hrsg.)  
**Wissenschaftliche Zeitschrift EIPOS, Jahrgang 3 (2010) Heft 1**  
Wissenschaftliche Originalbeiträge zu Regionalmanagement sowie Wirtschaft, Finanzen, Führung; Rezensionen  
285 Seiten, expert verlag, Renningen, 2010,  
ISBN 978-3-8169-3018-1, ISSN 1868-3517

HERTEL, G. H.; LEHMANN, G.; OPPITZ, V. (Hrsg.)  
**Wissenschaftliche Zeitschrift EIPOS, Jahrgang 3 (2010) Heft 2**  
Sonderausgabe „20 Jahre EIPOS“  
EIPOS-Chronologie, Grußworte und Grußadressen, EIPOS-Weiterbildungs-Lehrpreis, Würdigungen, EIPOS-Alumni  
205 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, 2010,  
ISBN 3-9809371-7-8

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 11 Autoren  
**Immobilien- und Bauschadensbewertung III**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
165 Seiten, FORUM EIPOS, Band 21, expert verlag, Renningen, 2010,  
ISBN 978-3-8169-3019-8

## 2009

HERTEL, G. H.; LEHMANN, G.; OPPITZ, V. (Hrsg.)  
**Wissenschaftliche Zeitschrift EIPOS, Jahrgang 2 (2009) Heft 1**  
Originalbeiträge und Beiträge aus Dissertationen und Master-Thesen, Rezensionen und Würdigungen, EIPOS-Alumni  
365 Seiten, expert verlag, Renningen, 2009,  
ISBN 978-3-8169-2949-9, ISSN 1868-3517

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 11 Autoren  
**Immobilien- und Bauschadensbewertung II**  
Beiträge aus Forschung, Praxis und Weiterbildung.  
270 Seiten mit CD, FORUM EIPOS, Band 18,  
expert verlag, Renningen, 2009,  
ISBN 978-3-8169-2948-2

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 13 Autoren  
**Brandschutz II**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
DIN A5, ca. 200 Seiten, mit CD, FORUM EIPOS,  
Band 19, expert verlag, Renningen, 2009,  
ISBN 978-3-8169-2950-5

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 10 Autoren  
**Schutz des Holzes III**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
DIN A5, ca. 120 Seiten, mit CD, FORUM EIPOS,  
Band 20, expert verlag, Renningen, 2009,  
ISBN 978-3-8169-2951-2

## 2008

HERTEL, G. H.; LEHMANN, G.; OPPITZ, V. (Hrsg.)  
**Wissenschaftliche Zeitschrift EIPOS, Jahrgang 1 (2008) Heft 1**  
Originalbeiträge und Beiträge aus Dissertationen und Master-Thesen, Rezensionen und Würdigungen, EIPOS-Alumni  
333 Seiten, expert verlag, Renningen, 2008,  
ISBN 978-3-8169-2857-7, ISSN 1868-3517

Wissenschaftliche Beiträge aus Wirtschaftswissenschaft, Geisteswissenschaften, Bau- und Immobilienwirtschaft  
**Wissenschaftliche Schriftenreihe Immobilienwirtschaft, Heft 2008,**  
DIN A4, 104 Seiten, Broschur, EIPOS-Eigenverlag, 2008, ISBN 3-9809371-5-1

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 10 Autoren  
**Schutz des Holzes II**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
DIN A5, 108 Seiten, mit CD, FORUM EIPOS,  
Band 17, expert verlag, Renningen, 2008,  
ISBN 978-3-8169-2882-9

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 13 Autoren  
**Brandschutz I**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
DIN A5, 190 Seiten, mit CD, FORUM EIPOS,  
Band 16, expert verlag, Renningen, 2008,  
ISBN 978-3-8169-2881-2

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 15 Autoren  
**Immobilien- und Bauschadensbewertung**  
Beiträge aus Forschung, Praxis und Weiterbildung.  
DIN A5, 194 Seiten mit CD, FORUM EIPOS,  
Band 15, expert verlag, Renningen, 2008,  
ISBN 978-3-8169-2833-1

FIEDLER, H.-J.  
**Bodenwissenschaften und Landschaftsökologie Böden, Standorte, Ökosysteme**  
Soil Sciences and Landscape Ecology Soils, Sites, Ecosystems  
Wörterbuch – Dictionary  
DIN A5, 270 Seiten, 2. Auflage, FORUM EIPOS, Band 9, expert verlag, Renningen, 2008, ISBN 978-3-8169-2756-3

## 2007

Wissenschaftliche Beiträge aus Wirtschaftswissenschaft, Geisteswissenschaften, Bau- und Immobilienwirtschaft  
**Wissenschaftliche Schriftenreihe Management, Heft 2007**

DIN A4, 182 Seiten, Broschur, EIPOS-Eigenverlag, 2007, ISBN 3-9809371-6-X

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 12 Autoren  
**Schutz des Holzes I**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
DIN A5, 180 Seiten, FORUM EIPOS, Band 14, expert verlag, Renningen, 2007,  
ISBN 978-3-8169-2808-9

LEHMANN, G.  
**Wissenschaftliches Arbeiten**  
Zielwirksam verfassen und präsentieren  
DIN A5, 220 Seiten, 2., durchges. Auflage, mit Layout-Vorschlägen auf CD-ROM,  
FORUM EIPOS, Band 13, expert verlag, Renningen, 2007, ISBN 978-3-8169-2656-6

## 2006

Wissenschaftliche Beiträge aus Wirtschaftswissenschaft, Geisteswissenschaften, Bau- und Immobilienwirtschaft  
**Wissenschaftliche Schriftenreihe Immobilienwirtschaft, Heft 1/2006**  
DIN A4, 94 Seiten, Broschur, EIPOS-Eigenverlag, 2006, ISBN 3-9809371-3-5

Wissenschaftliche Beiträge aus Wirtschafts-  
wissenschaft, Geisteswissenschaften, Bau- und  
Immobilienwirtschaft

**Wissenschaftliche Schriftenreihe Management, Heft 1/2006**

DIN A4, 104 Seiten, Broschur, EIPOS-  
Eigenverlag, 2006, ISBN 3-9809371-4-3

BRÄKLING, E.; OIDTMANN, K.

**Kundenorientiertes Prozessmanagement –  
So funktioniert ein erfolgreiches Unternehmen**

DIN A5, 208 Seiten, FORUM EIPOS, Band 12,  
expert verlag, Renningen, 2006,  
ISBN 978-3-8169-2528-6

**2005**

Wissenschaftliche Beiträge aus Wirtschafts-  
wissenschaft, Geisteswissenschaften, Bau- und  
Immobilienwirtschaft

**Wissenschaftliche Schriftenreihe Immobilienwirtschaft, Heft 1/2005**

DIN A4, 92 Seiten, Broschur, EIPOS-  
Eigenverlag, 2005, ISBN 3-9809371-1-9

LEHMANN, G.

**Reden – aber wie?**

Empfehlungen für das wirkungsvolle Übermit-  
teln von Gedanken  
DIN A5, 146 Seiten  
FORUM EIPOS, Band 11, expert verlag,  
Renningen, 2005

FIEDLER, H.-J.

**Böden und Landschaft – Soil and Land-  
scape**

Wörterbuch – Dictionary  
DIN A5, 190 Seiten, 1. Auflage, FORUM  
EIPOS, Band 9, expert verlag, Renningen,  
2005, ISBN 978-3-8169-2367-1

**2004**

**Akademisches Europa-Seminar**

Sammlung von Aufsätzen, Teil III, Januar 2004,  
DIN A4, 110 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, ISBN  
3-9809371-0-0

REESE, U.

**Verständliche Textgestaltung**

Kleiner Leitfaden für Schreiber, die gelesen  
werden wollen  
DIN A5, 138 Seiten, FORUM EIPOS, Band 10,  
expert verlag, Renningen, 2004,  
ISBN 978-3-8169-2368-8

**2003**

HÄGLER, D.

**Baupraktische Methoden zur Untersuchung  
von Rissen an Fassaden**

DIN A4, 42 Seiten, Broschur, EIPOS-Eigen-  
verlag, 2003

**Akademisches Europa-Seminar AES**

**Wissenschaftliche Beiträge II**

Nr. 34 der EIPOS-Schriftenreihe zur wissen-  
schaftlichen Weiterbildung  
Wissenschaftliche Beiträge der Teilnehmer des  
von EIPOS in Kooperation mit europäischen  
Universitäten und Hochschulen ausgerichteten  
Akademischen Europa-Seminar  
DIN A4, 94 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, 2003

LEHMANN, G.

**Zielwirksam akquirieren**

Von der Kontaktaufnahme bis zur Angebots-  
präsentation  
DIN A5, 148 Seiten, FORUM EIPOS, Band 5,  
expert verlag, Renningen, 2003,  
ISBN 978-3-8169-2130-1

**2001**

LEHMANN, G.

**Führungs- und Entscheidungstechniken für  
das Team**

Der Teamführer als Moderator  
DIN A5, 128 Seiten, FORUM EIPOS, Band 8,  
expert verlag, Renningen, 2001,  
ISBN 978-3-8169-1996-4

FIEDLER, H.-J.

**Böden und Bodenfunktionen**

in Ökosystemen, Landschaften und Ballungs-  
gebieten  
DIN A5, 598 Seiten, FORUM EIPOS, Band 7,  
expert verlag, Renningen, 2001,  
ISBN 978-3-8169-1875-2

LEHMANN, G.

**Das Interview**

Erheben von Fakten und Meinungen im Unter-  
nehmen  
DIN A5, 82 Seiten, FORUM EIPOS, Band 6,  
expert verlag, Renningen, 2001,  
ISBN 978-3-8169-2418-0

2000

LEHMANN, G.

**Sachgerecht verhandeln**

Der Weg zum Interessenausgleich

DIN A5, 116 Seiten, FORUM EIPOS, Band 4,

expert verlag, Renningen, 2000,

ISBN 978-3-8169-1849-3

LEHMANN, G.

**Präsentation von Leistungsangeboten**

Gute Leistungen gut verkaufen

DIN A5, 93 Seiten, FORUM EIPOS, Band 3,

expert verlag, Renningen, 2000,

ISBN 978-3-8169-1771-7

GROßE, H.

**Umweltmanagement in der Bauwirtschaft**

Methodik und Arbeitshilfen

DIN A5, 105 Seiten, FORUM EIPOS, Band 2,

expert verlag, Renningen, 2000,

ISBN 978-3-8169-1773-1

GROßE, H.; EHRIG, S.; LEHMANN, G.

**Umweltschutz und Umweltmanagement in der gewerblichen Wirtschaft**

EMAS und ISO 14001 in Praxis und Entwicklung – ein Leitfaden

DIN A5, 191 Seiten, FORUM EIPOS, Band 1,

expert verlag, Renningen, 2000,

ISBN 978-3-8169-1772-4



Qualifikation  
schafft Zukunft!



**Europäisches Institut für  
postgraduale Bildung GmbH**  
Ein Unternehmen der TUDAG  
Technische Universität Dresden AG

D-01309 Dresden, Goetheallee 24  
Telefon: +49 351 44072-10  
Telefax: +49 351 44072-20  
E-Mail: [eipos@eipos.de](mailto:eipos@eipos.de)

ISBN 978-3-8167-8839-3

Herausgeber:  
EIPOS GmbH

Das Europäische Institut für postgraduale Bildung hat sich seit 1990 als Kompetenzzentrum für berufsbegleitende Bildung von Fach- und Führungskräften im deutschsprachigen Raum positioniert.

Als ein Unternehmen der TUDAG Technische Universität Dresden Aktiengesellschaft bietet die EIPOS GmbH als Ihr anerkannter Partner praxisorientierte Weiterbildung auf Hochschulniveau:

in den Bereichen:

- Bauwesen, Immobilienwirtschaft, Brandschutz und Unternehmensführung

in Form von:

- berufsbegleitenden Studiengängen in Kooperation mit staatlich anerkannten Hochschulen und Universitäten, insbesondere mit der Dresden International University,
- Lehrgängen für Fach- und Führungskräfte wie z. B. Sachverständige und Fachplaner,
- Seminaren, Tagungen und Inhouseschulungen,
- Publikationen von Fachbeiträgen und Tagungsreferaten sowie von Ergebnissen wissenschaftlicher Arbeiten.

ISBN 978-3-8167-8839-3

