

Probekapitel

*Schallschutz im Wohnungsbau
Gütekriterien, Möglichkeiten, Konstruktionen*

Autoren: Wolfgang Moll, Annika Moll
Copyright © 2011 Ernst & Sohn, Berlin
ISBN: 978-3-433-02936-7



Wilhelm Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und
technische Wissenschaften
GmbH & Co. KG
Rotherstraße 21, 10245 Berlin
Deutschland
www.ernst-und-sohn.de

 **Ernst & Sohn**
A Wiley Company

4.2.3 Empfohlene Anforderungen an den Luftschallschutz

In Anbetracht der gegenwärtig (2011) unbestimmten Normungssituation sollten bei Wohnungsneu- oder Umbauten, wenn nach dem öffentlichen Baurecht der Schallschutz nachzuweisen ist, zumindest die Empfehlungen für erhöhten Schallschutz (es müsste Schalldämmung heißen) nach Beiblatt 2 der DIN 4109:1989 realisiert und nachgewiesen werden, siehe hierzu auch Abschnitt 4.2.1. Es sind dies für Wohnungstrenndecken und -trennwände nach Tabelle 3.3: $R'_w \geq 55$ dB in Mehrfamilienhäusern und $R'_w > 67$ dB für Haustrennwände zwischen Einfamilien-Reihen- und -Doppelhäusern.

Die zurzeit überarbeitete VDI-4100-Richtlinie hat einen Vorschlag der Verfasser aufgegriffen, auf der Grundlage des in Abschnitt 4.2.2 und Anhang 14 beschriebenen Verfahrens die drei Schallschutzstufen dieser Richtlinie neu zu definieren (s. Tabelle 4.2).

Mit den Basiswerten jeder der drei Schallschutzstufen wurden für 50 m^3 große möblierte Räume mit $0,5 \text{ s}$ Nachhallzeit (man könnte einen derartigen Raum als *wohnungsbauakustischen Referenzraum* bezeichnen) nach Gleichung (4.9) die erf. $D_{nT,w}$ -Werte in der rechten Spalte der Tabelle 4.2 berechnet. Bei anderen Basiswerten dürfen die erf. $D_{nT,w}$ -Werte jedoch die berechneten Werte nicht unterschreiten. Dies bedeutet beispielsweise, dass die begründeten Annahmen für einen der drei Basiswerte durch einen anderen Basiswert kompensiert werden können.

Beispiel

Die SSt II gilt bei einem Grundgeräuschpegel von 24 dB(A) auch noch für einen Schall-Leistungspegel bis 83 dB(A) oder der Mindestschallschutz wäre in einer ruhigen Vorortlage mit abendlichen Grundgeräuschpegeln innen von deutlich unter 20 dB(A) nicht erfüllt. Hierzu ist anzumerken, dass der Schall-Leistungspegel der angehobenen Sprache von $L_w = 73$ bis 75 dB(A) *eine jedem Bewohner zuzubilligende Sprechweise ist*, ohne dass dabei die Anonymität des Wohnens in Frage gestellt

Tabelle 4.2 Basiswerte und daraus resultierende erforderliche nachhallzeitbezogene Schallpegeldifferenzen der drei Schallschutz-Qualitätsstufen gemäß der von Moll vorgeschlagenen Berechnung [12a, b] für die Neufassung der VDI 4100 (in Überarbeitung, zurzeit noch Entwurf Frühjahr 2011)

Schallschutz-Stufe	Schallschutz-Qualität	Angenommene Basiswerte der jeweiligen Schallschutzstufe			erf. $D_{nT,w}$	
		L_w	L_{GE}	ΔL	zwischen Wohnungen	zwischen Wohnungen und Treppenträumen bei Treppenraumwand mit Tür
SSt I	Mindestschallschutz	78 dB	20 dB	4 dB	56 dB	45 dB
SSt II	erhöhter Schallschutz	78 dB	20 dB	7 dB	59 dB	50 dB
SSt III	hoher Schallschutz	78 dB	18 dB	10 dB	64 dB	55 dB

wird. Welche Anforderung an die Luftschalldämmung wäre also gegenwärtig zu erfüllen, wenn ein Wohnungsbau das Baugenehmigungsverfahren durchlaufen soll?

- Die Mindestanforderung DIN 4109:1989 kommt nicht in Betracht, weil sie nicht mehr als allgemein anerkannte Regel der Technik gilt, also auch juristisch nicht mehr haltbar ist.
- Der erhöhte Schallschutz nach Beiblatt 2 dieser Norm wäre ein Ausweg, allerdings mit dem Nachteil des nicht logisch begründbaren relativ geringen Abstandes der empfohlenen Dämmwerte zu den Mindestanforderungen. Auch bliebe der Schallschutzgedanke unberücksichtigt.
- Auf die neue DIN 4109 warten (?)
- VDI 4100:2007-08 wäre mit der SSt II ein gangbarer Weg, allerdings auch hier mit dem Nachteil, dass Dämmwerte anstelle der nachhallzeitbezogenen Anforderungen an den Schallschutz Basis der Schallschutzplanung wären.
- Die neue VDI 4100 wird voraussichtlich 2011 erscheinen und wäre die richtige Grundlage für die vertragliche Festlegung der gewünschten Schallschutzstufe.
- Die Planung und der Nachweis nach diesem Kapitel wäre auch ein richtiger Weg.

4.2.4 Empfohlene Anforderungen an den Trittschallschutz

Auch beim Trittschallschutz wird künftig die Anforderung nachhallzeitbezogen sein, ausgedrückt durch den höchstzulässigen *bewerteten Standard-Trittschallpegel* $L'_{nT,w}$, aus dem dann der *bewertete Norm-Trittschallpegel* $L'_{n,w}$ berechnet wird.

Der zurzeit (2011) noch bearbeitete 2. Entwurf der neuen VDI 4100 sieht in Mehrfamilienhäusern folgende Höchstwerte des zulässigen bewerteten Standard-Trittschallpegels $L'_{nT,w}$ gemäß Tabelle 4.3 vor.

Tabelle 4.3 enthält auch die nach Gleichung A 12.3 berechneten Dämmwerte $L'_{n,w}$ für die Planung der Trittschalldämmung und die nach Gleichung A 13.2 berechneten Gehgeräuschpegel unter der Annahme eines Spektrum-Anpassungswertes $C_1 = 2$ dB. Bei Holzbalkendecken mit der bekannt weniger guten Trittschalldämmung bei tiefen Frequenzen ist $C_1 > 0$ dB, d. h. dass der unter der Decke beim Gehen zu hörende Pegel höher ist und Werte erreichen kann, die nicht mehr vom Grundpegel verdeckt werden.

Tabelle 4.3 Anforderungen an den Trittschallschutz nach Entwurf VDI 4100 für die drei Schallschutzstufen und daraus für den „Bauakustik-Referenzraum“ (s. Abschnitt 4.2.3) berechnete zulässige bewertete Norm-Trittschallpegel und ungefähre Gehgeräuschpegel

Schallschutzstufe	Anforderung zul. $L'_{nT,w}$		zul. $L'_{n,w}$ für den „Bauakustik-Referenzraum“		$L_{Geh,max}$ für den „Bauakustik-Referenzraum“	
	MFH	EFH	MFH	EFH	MFH	EFH
SSt I	≤ 51 dB	≤ 46 dB	≤ 53 dB	≤ 48 dB	≈ 33 dB(A)	≈ 28 dB(A)
SSt II	≤ 44 dB	≤ 39 dB	≤ 46 dB	≤ 41 dB	≈ 28 dB(A)	≈ 23 dB(A)
SSt III	≤ 37 dB	≤ 32 dB	≤ 39 dB	≤ 34 dB	≈ 23 dB(A)	≈ 18 dB(A)

4.2.5 Empfohlene Anforderungen an höchstzulässige Schallpegel der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA)

Die Umstellung der Anforderungen auf nachhallzeitbezogene Größen erfolgt in den derzeit noch bearbeiteten Neufassungen der DIN 4109 und VDI-4100-Richtlinie auch für die in Aufenthaltsräume immittierten Schallpegel von Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA), also von haustechnischen Gemeinschaftsanlagen wie Heizung, Aufzüge etc. und Einzelanlagen in benachbarten Wohnungen, z. B. Wasser- und Abwasseranlagen.

Maßgebliche Größe des Schallschutzes bei diesen Anlagen ist der *maximale Standard-Schalldruckpegel* $L_{AFmax,nT}$ in dB(A).

Er ergibt sich aus dem im betroffenen Raum gemessenen A-Schallpegel $L_{AFmax,nT}$ der haustechnischen Anlage zu

$$L_{AFmax,nT} = L_{gemessen} - 10 \lg(T_E/T_0) \quad [\text{dB}] \quad (4.10)$$

mit der Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5$ s.

Die alte Regelung nach DIN 4109:1989 sah einen Bezug des Messwertes auf eine Schallabsorptionsfläche von $A_0 = 10 \text{ m}^2$ (s. Anhang 8) vor, was nicht selten ein praxisfremdes Ergebnis zur Folge hatte, meist zum Nachteil des betroffenen Gewerkes, welchen das in Anhang 8 enthaltene Beispiel zeigt.

Der Entwurf der VDI 4100 sieht für die drei Schallschutzstufen in Mehrfamilienhäusern folgende höchstzulässige Schallpegel nach Tabelle 4.4 vor:

Tabelle 4.4 Höchstzulässige Schalldruckpegel von TGA-Anlagen, die z. B. von Sanitärinstallationen benachbarter Wohnungen und von haustechnischen Gemeinschaftsanlagen wie z. B. Aufzügen, Heizungs- und Lüftungsanlagen etc. in schutzbedürftige Aufenthaltsräume immittiert werden, nach VDI 4100, Entwurf Frühjahr 2011

Stufe	$L_{AFmax,nT}$
SSt I	≤ 30 dB(A)
SSt II	≤ 27 dB(A)
SSt III	≤ 24 dB(A)

Die Werte der SSt II und besonders die der SSt III gewährleisten normalerweise einen ausreichenden Schallschutz. In besonders ruhigen Wohnlagen mit niedrigen Grundgeräuschpegeln sollte jedoch die SSt III erfüllt werden.

4.2.6 Besondere Anforderungen an den Schutz gegen tieffrequenten Lärm

Falls Wohnungen mit hohen Ansprüchen an den Schallschutz in der Nähe von unter- oder oberirdischen Bahnstrecken errichtet werden, empfiehlt es sich, zum Schutz gegen tieffrequente Geräusche in keinem der Wohnräume und sonstigen schutzbedürftigen Räumen der Wohnung die Werte der Tabelle 4.5 aus

Tabelle 4.5 Tieffrequente Störschallpegel, die in Wohnungen mit hohem Schallschutzanspruch nicht überschritten werden sollten. Die Tabellenwerte entsprechen für $f \geq 20$ Hz den Werten der Hörschwellenkurve nach DIN 45630-2 bei den jeweiligen Terzmittenfrequenzen, darunter nach Literaturangaben

Terzfrequenz [Hz]	Hörschwellenpegel L_{HS} [dB]
8	103
10	95
17,5	87
16	79
20	71
25	63
31,5	55
40	48
50	40,5
63	33,5
80	28
100	23,5

DIN 45680:1997 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmissionen in der Nachbarschaft“ zu überschreiten. Hierbei sollten auch Flure, Küchen etc. einbezogen werden, weil sich tieffrequente Störgeräusche leichter ausbreiten als höherfrequente. Die innerbaulich entstehenden tieffrequenten Schallstörungen liegen meist im Frequenzbereich zwischen 50 und 100 Hz. Sie sind häufig konstruktionsbedingt und auf Resonanzen bei zweischaligen Bauteilen zurückzuführen. Typische Beispiele: Barfuss auf schwimmendem Estrich gehende schwergewichtige Personen, leichte Massivwände mit Vorsatzschalen, besonders wenn nebenan der Nachbar laut bassbetonte Musik hört etc.

5 Bauweisen und Schallschutz

5.1 Übliche Massivbauweise

Unter diesem Begriff wird im Bereich der Bauakustik die Bauweise verstanden, deren Einzelheiten der alten DIN 4109 mit den Beiblättern 1 und 2 zugrunde liegen, also neben Vollbetondecken und -wänden auch Systeme mit Hohlräumen oder homogene Materialien geringer Rohdichte, wie Gas- oder Porenbeton. Stahlbetonwände oder gemauerte Wände aus Kalksand- oder Ziegelsteinen hoher Rohdichte ermöglichen horizontal eine ausreichende Luftschalldämmung, ebenso lotrecht Vollbetondecken, die jedoch wegen der erforderlichen Trittschalldämmung meist schwimmende Estriche erhielten, die auch die vertikale Luftschalldämmung verbesserten, aber nur soweit, wie es die Flankenübertragung über die meist leichten biegesteifen Zwischenwände zuließ. Mit dieser in den letzten Jahrzehnten üblichen Massivbauweise lassen sich im Regelfall R'_w -Werte bis 58 dB für Wände und bis 60 dB für Decken erzielen.

5.1.1 Einschalige schwere Massivwände

Einschalige schwere Massivwände sind das statische und bauakustische Rückgrat eines schalltechnisch guten Wohnhauses. Sie bestehen aus Ortbeton bzw. vorgefertigten großformatigen Betontafeln, aus Mauerwerk, nass geputzt oder aus vollfugig gemauertem Sichtmauerwerk mit verstrichenen Fugen. Auch Wände aus Platten oder Steinen aus Leicht- oder Porenbeton, ggf. mit einem porenschließenden Putz bzw. Verstrich, fallen in diese Gruppe, allerdings sind ihrer Eignung für wirklich gut schalldämmende Konstruktionen naturgemäß wegen der geringen Rohdichte und der hohen Biegesteifigkeit Grenzen gesetzt. Genaue Angaben zur Berechnung der $R_{w,R}$ -Werte der verschiedenen Schwer- und Leichtbaustoffe wird der Bauteilkatalog (Blatt 3 der in Arbeit befindlichen neuen DIN 4109) enthalten. Annähernd ergibt sich zwischen m' und $R_{w,R}$ nach Gleichung (5.1) folgender ungefährer Zusammenhang:

$$R_{w,R} \approx 31 \cdot \lg(m') - 22 \quad [\text{dB}] \quad (5.1)$$

Die Tabelle 5.1 enthält beispielhaft danach berechnete $R_{w,R}$ -Werte für drei im Hochbau häufig verwendete Wände.

Tabelle 5.1 Beispiele von Rechenwerten des bewerteten Schalldämm-Maßes $R_{w,R}$, berechnet nach Gleichung (5.1)

Wand	m' [kg/m ²]	$R_{w,R}$ [dB]
20 cm bewehrter Sichtbeton, Rohdichteklasse 2,4	480	≈ 61
24 cm verputzte KSV-Wand, Rohdichteklasse 1,6	410	≈ 59
11,5 cm verputzte Ziegelwand, Rohdichteklasse 1,6	184	≈ 48

Gegenüber den R'_w -Werten der Kurve a in Bild 2.2 sind diese Tabellenwerte höher, weil in den $R_{w,R}$ -Werten der dämmvermindernde Einfluss der Flankenwege noch nicht enthalten ist.

Die Schalldämmung von Massivwänden hängt in gewissen Grenzen auch vom Material ab. So ergeben sich für Leichtbeton, Porenbeton, Lochsteine, Verfüllsteine u. dgl. für $R_{w,R}$ Berechnungsformeln, die von den Berechnungsergebnissen nach Gleichung (5.1) etwas abweichen, sodass für eine genaue Planung die Veröffentlichung des Bauteilkataloges (DIN 4109, Teil 3 neu) abgewartet werden sollte.

Die Spektrum-Anpassungswerte (s. Anhang 13) einschaliger biegesteifer Massivwände betragen in der Regel $C \approx -2$ dB und $C_{tr} \approx -5$ dB.

5.1.2 Zweischalige schwere Massivwände (Haustrennwände)

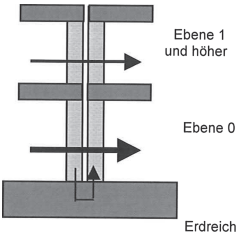
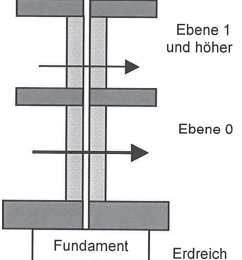
Mit Wänden aus zwei schweren Massivschalen, die bis zur Bodenplatte/Fundament/Erdreich durch eine Fuge voneinander getrennt sind, können wesentlich bessere Schalldämm-Maße erzielt werden, als mit einer gleichschweren Einfachwand. Hauptanwendungsbereich für diese Bauart sind die Trennwände zwischen Einfamilien-Reihen- und -Doppelhäusern. Die verbesserte Schalldämmung wird nicht nur beim Luftschall, sondern auch beim horizontal und diagonal von Haus zu Haus zu dämmenden Tritt- und Installationsschall erreicht.

Die Fuge zwischen beiden Wandschalen muss mindestens 30 mm breit und absolut schallbrückenfrei sein. Sie ist mit ausreichend festen und für diesen Anwendungszweck geeigneten Mineralfaserplatten (z. B. Typ WTH) dichtstoßend auszufüllen. Die Herstellung einer nicht mit Mineralfaserplatten oder gleichwertig ausgefüllten, sondern stattdessen mit Lehren hergestellten Fuge, ist auch bei etwas breiteren Fugen wegen der Gefahr von Schallbrücken durch „Quetschmörtel“ nicht zu empfehlen.

Das bewertete Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ derartiger Wände wird nach dem künftigen Bauteilkatalog in folgenden Schritten berechnet:

- Es wird die Summe der flächenbezogenen Massen beider Schalen $m'_{ges} = m'_1 + m'_2$ einschließlich Putz ermittelt.
- Aus der Gesamtmasse m'_{ges} wird das bewertete Schalldämm-Maß $R_{w,1}$ einer gleichschweren einschaligen Wand berechnet.

Tabelle 5.2 Zur Bestimmung der Schalldämmung zweischaliger Haustrennwände mit durchgehender Trennfuge, in Anlehnung an den zurzeit (2011) erarbeiteten Bauteilkatalog (DIN 4109, Teil 3 neu).

Wandaufbau	Bodenplatte/ Fundament Außenwände	Bauliche Situation	$R'_{w,2}$ der Wand zwischen den Räumen in
zwei biegesteife massive Wandschalen mit den flächenbezogenen Massen m'_1 und m'_2 und ≥ 30 mm schallbrückenfreier Fuge, ausgefüllt mit geeigneten Mineralfaserplatten Typ WTH; flächenbezogene Masse der Gesamtwand $m'_{\text{ges}} \approx m'_1 + m'_2 \text{ kg/m}^2$. Als einschalige Wand ergäbe sich annähernd $R_{w,1} \approx 31 \lg(m'_{\text{ges}}) - 22 \text{ dB}$	durchgehende Bodenplatte mit $m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$, Außenwände getrennt	 <p>Ebene 1 und höher</p> <p>Ebene 0</p> <p>Erdreich</p>	Ebene 1 und höher $R'_{w,2} \approx R_{w,1} + 12 \text{ dB}$
			Ebene 0 $R'_{w,2} \approx R_{w,1} + 6 \text{ dB}$
Bodenplatte mit Fuge, A: ohne Fundament B: mit gemeinsamen Fundament Außenwände getrennt	 <p>Ebene 1 und höher</p> <p>Ebene 0</p> <p>Fundament</p> <p>Erdreich</p>	Ebene 1 und höher $R'_{w,2} \approx R_{w,1} + 12 \text{ dB}$	
		Ebene 0 und höher ohne Fundament $R'_{w,2} \approx R_{w,1} + 9 \text{ dB}$ mit gemeinsamen Fundament $R'_{w,2} \approx R_{w,1} + 6 \text{ dB}$	

- $R_{w,1}$ wird mit zwei Korrektursummanden K_1 und K_2 ergänzt, sodass sich die Dämmung $R_{w,2}$ der zweischaligen Massivwand zu $R_{w,2} = R_{w,1} + \Delta R_{\text{zweischalig}} + \Delta R_{\text{Flanke}}$ ergibt.
- $\Delta R_{\text{zweischalig}}$ berücksichtigt die durch die Fuge bedingte bessere Dämmung. Die Werte betragen je nach der baulichen Situation, d. h. Lage der Räume und der Flankendämmung im Bereich der Bodenplatten bzw. des Fundamentes, etwa 6 bis 12 dB, (s. hierzu Tabelle 5.2).
- ΔR_{Flanke} berücksichtigt den Einfluss der Flankenübertragung, z. B. wenn die Außenwände die Gebäudetrennfuge überbrücken, d. h. nicht auch durch eine Fuge unterbrochen werden. Dies blieb jedoch in den Beispielen der Tabelle 5.2 unberücksichtigt, zumal diese Korrekturen üblicherweise gering sind.

Tabelle 5.2 verdeutlicht, dass zwischen den Räumen der untersten Ebene 0 die Schalldämmung bei durchgehender Bodenplatte oder gemeinsamem Fundament weniger gut ist als in den darüber liegenden Geschossen. Eine weitere Beeinträchtigung der Schalldämmung durch Flankenübertragung tritt ein, wenn die flankierenden Außenwände nicht auch durch eine Fuge in Höhe der Trennwandfuge unterbrochen sind.

Auch bei Einfamilien-Reihen- und Einfamilien-Doppelhäusern stellt sich die Frage nach der angemessenen Höhe des Schallschutzes und der sich daraus ergebenden Schalldämmung. Bislang wurden in DIN 4109 und VDI 4100 deutlich höhere

Wolfgang Moll, Annika Moll

Schallschutz im Wohnungsbau

Gütekriterien, Möglichkeiten, Konstruktionen

2011. 160 Seiten, 62 Abb. Gebunden. € 59,-

Das Buch beantwortet die Fragen: wie viel Schallschutz ist im Einzelfall erwünscht, erforderlich oder geschuldet und wie lässt sich bei verschiedenen Bauweisen des Wohnungsbaus und ihren unterschiedlichen schalltechnischen Qualitäten die jeweils erforderliche Schalldämmung der an der Schallübertragung beteiligten Bauteile bestimmen?



Da die Diskussionen um die Neufassung von DIN 4109 sich schon Jahre hinziehen, sind der Fachwissenstand und die Praxiserfahrungen, also der geronnene bauakustische Sachverstand, nicht selbstverständlicher Bestandteil einer Wohnungsplanung geworden. Diese Lücke schließt das vorliegende Werk mit der kompakten Darstellung bauakustischer Begriffe und Gesetzmäßigkeiten, der Erläuterung von Gütekriterien und konstruktiven Möglichkeiten bei den verschiedenen Bauweisen.

Ein Praxisbuch für Architekten und Ingenieure in der Planung, für die Wohnungswirtschaft, für Mieter und Eigentümer, sowie für Juristen im Baurecht.

Aus dem Inhalt:

- Wohnen und Schallschutz
- Grundsätzliches zur Schalldämmung von Bauteilen
- Technisches Regelwerk
- Schalldämmung und Schallschutz
- Bauweisen und Schallschutz
- Technische Gebäudeanlagen (TGA)
- Schutz gegen Außenlärm
- Empfehlungen für eine Bauweise mit besonders hochwertigem Schallschutz
- Bauen im Bestand
- Merksätze zum Schallschutz in Wohnungen
- Wohnen und Raumakustik

Fax-Antwort an +49 (0) 30 47031 240 - Ernst & Sohn, Berlin

Anzahl	Bestell-Nr.	Titel	Einzelpreis
	978-3-433-02936-7	Schallschutz im Wohnungsbau	€ 59,-
	2094	Probeheft der Zeitschrift Bauphysik	kostenlos
	905765	Gesamtverzeichnis Verlag Ernst & Sohn	kostenlos

Liefer- und Rechnungsanschrift: privat geschäftlich

Firma			
Ansprechpartner		Telefon	
UST-ID Nr./VAT-ID No.		Fax	
Straße//Nr.		E-Mail	
Land	-	PLZ	Ort

Vertrauensgarantie: Dieser Auftrag kann innerhalb von zwei Wochen beim Verlag Ernst & Sohn, Wiley-VCH, Boschstr. 12, D-69469 Weinheim, schriftlich widerrufen werden.

Wilhelm Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und
technische Wissenschaften GmbH & Co. KG
Rotherstraße 21
10245 Berlin
www.ernst-und-sohn.de

Datum / Unterschrift

*€-Preise gelten ausschließlich in Deutschland. Alle Preise enthalten die gesetzliche Mehrwertsteuer. Die Lieferung erfolgt zuzüglich Versandkosten. Es gelten die Lieferungs- und Zahlungsbedingungen des Verlages. Irrtum und Änderungen vorbehalten.
Stand: Juni 2011 (homepage_Probekapitel)

Ernst & Sohn
A Wiley Company