



# Kleben von Parkett und Holzpflaster

Stand: März 2022  
(ersetzt die Fassung von März 2017)

Erstellt von der Technischen Kommission Bauklebstoffe (TKB) im  
Industrieverband Klebstoffe e. V., Düsseldorf

unter Mitwirkung von

- Bundesverband Parkett- und Fußbodentechnik (BVPF)
- Verband der deutschen Parkettindustrie e.V. (VdP)

## Zusammenfassung

Parkett, Holzpflaster und „Bambus-Fußbodenbeläge“ basieren alle im Wesentlichen auf lignifizierten, d. h. Holz und holzähnlichen, Werkstoffen. Sie haben daher ähnliche Eigenschaften und lassen sich auch mit ähnlichen Klebstoffen legen. Allerdings gibt es im Detail Unterschiede, die zu Problemen führen können.

Dieses Merkblatt beschreibt wesentliche Eigenschaften der Werkstoffe, der Parkettarten, der geeigneten Klebstoffe und deren Verwendung.

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung .....	3
1.1	Vorteile von geklebtem Parkett .....	3
2.	Parkett, Holzpflaster und Bodenbeläge aus Bambus .....	3
2.1	Werkstoffe .....	3
2.1.1	Holz - ein Werkstoff mit besonderen Eigenschaften .....	3
2.1.2	Behandelte Hölzer und Thermoholz .....	4
2.1.3	Bambus .....	4
2.1.4	Werkstoffeigenschaften in Tabellen .....	4
2.2	Arten von Parkett, Holzpflaster und Bodenbelägen aus Bambus .....	6
2.2.1	Parkett .....	6
2.2.2	Bodenbeläge aus Bambus .....	6
2.2.3	Holzpflaster .....	6
2.2.4	Einbaufeuchten .....	6
2.2.4.1	Parkett .....	6
2.2.4.2	Bambus .....	7
3.	Klebstoffe .....	8
3.1	Harte Klebstoffe für Parkett .....	8
3.1.1	Dispersionsklebstoffe .....	8
3.1.2	Reaktionsharzklebstoffe auf PUR- und SMP-Basis .....	8
3.1.2.1	Polyurethanklebstoffe (PUR) .....	9
3.1.2.2	Reaktionsharzklebstoffe auf Silanbasis (SMP) .....	9
3.2	Hartelastische und elastische Klebstoffe für Parkett .....	9
3.2.1	(Hart)-Elastische Reaktionharzklebstoffe auf Polyurethanbasis (PUR) .....	9
3.2.2	(Hart)-Elastische Reaktionharzklebstoffe auf Silanbasis (SMP) .....	9
3.3	Weichplastische Dispersionsklebstoffe für Holzpflaster .....	9
3.4	Welcher Klebstoff für welchen Fußboden? ....	10
4.	Einbau des Fußbodens .....	12
4.1	Prüfung und Vorbereitung der Untergründe ...	12
4.1.1	Grundieren und Spachteln .....	12
4.1.2	Grundieren vor dem Auftrag des Parkettklebstoffs .....	12
4.1.3	Besonderheiten bei Untergründen mit integrierter Fußbodenheizung- bzw. -kühlung .....	12
4.2	Prüfung und Vorbereitung des Parketts, Holzpflasters, Belages .....	12
4.2.1	Besonderheiten bei Holzpflaster .....	13
4.3	Klimatische Voraussetzungen für die Klebung .....	13
4.4	Kleben .....	13
4.5	Abbinde- / Wartezeiten .....	14
5.	Relevante Normen, Merkblätter und Literatur .....	15
5.1	Arbeitsschutz und Verbraucherschutz .....	15
5.2	Technische Merkblätter der TKB .....	15
5.3	Normen für Bodenbeläge / Normen für Holzfußböden .....	15
5.4	Normen für Verlegewerkstoffe .....	16
5.5	Normen für Bodenbelagsarbeiten / Normen für Parkettarbeiten .....	16
5.6	Sonstige Normen .....	16
5.7	Kommentare zu Normen .....	16
5.8	Sonstige Merkblätter .....	16
5.9	Fachbücher .....	16

## 1. Einleitung

Dieses Merkblatt gibt Hinweise für Handwerker zur Auswahl von Verlegewerkstoffen und zur Ausführung von Parkett- und Holzpfasterarbeiten. Es enthält Informationen zu den verschiedenen Parkett- und Holzpfasterarten, soweit möglich klassifiziert nach Normen. „Parkett“ aus Bambus wird inzwischen durch eine europäische Norm als „Bodenbelag“ klassifiziert, da aber die Verlegung und Klebung identisch mit der von Parkett ist und auch die Materialeigenschaften holzähnlich sind, wird es hier mit behandelt und nur gesondert erwähnt, soweit es notwendig ist.

Die Klebstofftypen werden bezüglich ihrer Zusammensetzung, ihrer Verarbeitungsweise, ihres Abbindeverhaltens, ihrer Anforderungen an den Untergrund und ihrer Auswirkungen auf das Parkett charakterisiert.

Das Merkblatt beschränkt sich auf allgemeine fachliche Angaben. Sie entsprechen dem Stand der Technik und dem allgemeinen Kenntnisstand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung.

Dieses Merkblatt existiert in verschiedenen Fassungen seit 1997. Ursprünglich war das primäre Ziel, das Arbeitsschutz-Niveau beim Parkettlegen zu erhöhen. Dazu wurde im Merkblatt beschrieben, wie auch mit lösemittelfreien Klebstoffen Parkett sicher gelegt werden kann. Letztendlich waren die Anstrengungen erfolgreich, stark lösemittelhaltige Parkettklebstoffe werden heute im deutschsprachigen Europa nicht mehr verarbeitet. Trotzdem bleibt Arbeitsschutz weiter ein Thema, da es im chemikalienrechtlichen Sinne kaum noch Rohstoffe gibt, die nicht in der einen oder anderen Art als „gefährlich“ klassifiziert werden.

Für den Endverbraucher ist inzwischen der Emissionsschutz sehr wichtig geworden. Hier existiert mit der EMICODE®-Klassifizierung der GEV eine sichere Bewertungsgrundlage, die sich seit 25 Jahren am Markt bewährt hat.

### 1.1 Vorteile von geklebtem Parkett

Parkett kann grundsätzlich auf verschiedene Arten gelegt werden, z. B. geklebt, genagelt, lose („schwimmend“) u. a. m. Bestimmte Parkettarten und Holzpfaster müssen aber grundsätzlich zur Stabilisierung auf einen festliegenden Untergrund geklebt werden.

Geklebtes Parkett hat u. a. folgende Vorteile:

- a) Auf einen festliegenden Untergrund geklebte Parkettelemente weisen eine höhere Maßstabilität als lose liegende auf. Hierdurch ist eine längere Nutzungsdauer gewährleistet, da ein geklebter Boden mehrfach renoviert werden kann. Holz ist ein natürlicher, nachwachsender Rohstoff; womit geklebtes Parkett ein sehr nachhaltiger Fußboden ist.

- b) Durch eine schubfeste Klebung wird die Ausbildung von Fugen minimiert, das Parkett liegt ruhiger und wirkt ebener, es quillt und schwindet weniger. Querkrümmungen des Holzes bzw. Schüsselungen einzelner Elemente werden hierdurch vermindert.

- c) Auf einem Untergrund mit Fußbodenheizung bzw. -kühlung weist geklebtes Parkett einen um ca. 0,02 K<sup>m²</sup>/W geringeren Wärmedurchlasswiderstand auf als lose liegendes bzw. schwimmendes Parkett. Bspw. kann daher im Heizbetrieb die Heizung mit einer um 2 bis 3 °C niedrigeren Vorlauftemperatur betrieben werden (TKB Bericht 9, Der Einfluss des Bodenbelagklebstoffs auf die Leistung eines Fußbodenheizungssystems, 2021-11-25).

- d) Geklebtes Parkett erzeugt beim Begehen, im Vergleich zu einem schwimmenden Boden, einen deutlich geringeren Raumschall.

## 2. Parkett, Holzpfaster und Bodenbeläge aus Bambus

### 2.1 Werkstoffe

Die wichtigsten Werkstoffe für Parkett und Holzpfaster sind Holz und Holzwerkstoffe. Dazu gehören auch chemisch oder physikalisch behandeltes Holz, z. B. Thermoholz, und Teile der verholzten bzw. lignifizierten Halme bestimmter Bambusarten.

#### 2.1.1 Holz - ein Werkstoff mit besonderen Eigenschaften

Holz ist ein natürlicher Werkstoff. Da jede Pflanze unter anderen Bedingungen wächst, ist jedes Stück Holz ein Unikat mit individuellen Eigenschaften. Für die einzelnen Holzarten können jedoch jeweils charakteristische "mittlere" Eigenschaften bestimmt werden.

Eine für die Verlegung von Parkett wichtige Eigenschaft ist das sogenannte Arbeiten des Holzes. Unter dem Begriff "Arbeiten" fasst man Quell- und Schwindvorgänge des Holzes zusammen, die durch die Aufnahme bzw. Abgabe von Wasser, aber auch durch organische Lösemittel verursacht werden. Die Quell- bzw. Schwindmaße sind je nach Faserichtung und Holzart unterschiedlich.

Der Tabelle 1 sind charakteristische Werte einiger üblicher Holzarten, der Tabelle 2 Werte für deren Ausgleichsfeuchten zu entnehmen. Es ist besonders darauf zu achten, dass die Holzarten ein unterschiedliches Quell- und Schwindverhalten sowie unterschiedliche Feuchtwechselzeiten aufweisen. Die Feuchtwechselzeiten beziehen sich auf die übliche Orientierung des Parketts, d. h. das Holz nimmt Feuchte über die Flader- oder Rift-Seite des Holzes auf. Bei Holzpfaster findet dagegen auf-

grund der anderen Orientierung der Feuchte-austausch über die Stirnseite statt, der bis zu vier-mal so schnell erfolgt als über die Flader-/Rift-Seite.

### 2.1.2 Behandelte Hölzer und Thermoholz

Zur Veränderung der physikalischen (z. B. des Schwind- und Quellverhaltens, der Härte, der Farbe) und chemischen Eigenschaften (Widerstandsfähigkeit gegen biologischen Abbau) kann Holz chemisch oder physikalisch behandelt werden. Generell ist bei derart behandeltem Holz damit zu rechnen, dass nicht nur eine Eigenschaft, sondern mehrere deutlich verändert werden. Räuchereiche ist ein mit Ammoniak chemisch modifiziertes Holz, es soll nur geklebt und nachbehandelt werden, wenn überschüssiges Ammoniak komplett ent-wichen ist und geruchlich nicht mehr wahrge-nommen werden kann. Bei Thermoholz ist mit einem erheblich reduzierten Ausgleichsfeuchte-gehalt, einer längeren Feuchtwchselzeit, einem geringeren Schwind- und Quellmaß und einer erhöhten Härte und Brüchigkeit zu rechnen. Da die Änderungen je nach Behandlung sehr unter-schiedlich sind, müssen konkrete Werte beim Hersteller erfragt werden.

### 2.1.3 Bambus

Teilweise wird „Parkett“ auch aus Bambus, einem Süßgras, hergestellt. Seit 2019 sind Bodenbeläge aus Bambus in der DIN EN 17009 als „Bodenbelag aus lignifizierten Materialien, die kein Holz sind“ genormt.

Nach der Norm ist bei Bambus für „einfache Berechnungen“ von einem Quell- und Schwindmaß bei Dicke und Breite von 0,25 % / 1 Masse-% Feuchteänderung auszugehen. Im konkreten Ein-zelfall soll jedoch der Wert durch eine Labor-messung ermittelt werden.

Verglichen mit normalem Holz hat Bambus relativ geringe Schwind- und Quellmaße in Querrichtung, aber um den Faktor 2 bis 5 größere in Längs-richtung. Anders als bei Holz ist daher das Arbeiten in Längsrichtung bedeutend. Durch seine große Härte kann Bambus hohe Spannungen aufbauen. Für Bambus gilt nicht die „normale“ Sorptionsiso-therme nach Keylwerth. Weitere Eigenschaften findet man in den nachfolgenden Tabellen des Kapitels 2.1.4 bzw. der oben genannten Norm. Wenn im Folgenden generisch der Begriff „Holz“ benutzt wird, sind damit auch „lignifizierte“ (deutsch: „verholzte“, von lateinisch lign- = Holz, und -ficatio = -machung) Materialien gemeint. Klebtechnisch liegen keine wesentlichen Unterschiede zu Parkett aus Holz vor, sofern dehäsive Teile des Bambus abgetrennt wurden, so wie es in Kap. 5.7.4. der DIN EN 17009 beschrieben ist.

### 2.1.4 Werkstoffeigenschaften in Tabellen

In Tabelle 1 „Physikalische Kenngrößen einiger Holzarten und Bambus“ und Tabelle 2 „Ausgleichsfeuchten“ findet man die genannten Daten.

**Tabelle 1: Physikalische Kenngrößen einiger Holzarten und Bambus**

in Anlehnung an: J. Sell, Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten, 3. Aufl., Baufachverlag AG Zürich 1989

Holzart	Dichte (lufttrocken) in g/cm <sup>3</sup>	Diff. Schwindmaß in % je 1 % Feuchteänderung		Dimensions- und Formstabilität	Angleich- geschwindigkeit der Holzfeuchte
		radial	tangential		
Ahorn	0,61 ... 0,66	0,10 ... 0,20	0,22 ... 0,30	mittel	mittel bis hoch
Birke	0,65 ... 0,73	0,18 ... 0,24	0,26 ... 0,31	mittel	mittel
Birnbaum	0,68 ... 0,76	0,15 ... 0,16	0,30 ... 0,36	je nach Trocknung	sehr gering
(Rot-)Buche	0,70 ... 0,79	0,19 ... 0,22	0,38 ... 0,44	gering	mittel bis hoch
Eiche	0,65 ... 0,76	0,18 ... 0,22	0,28 ... 0,35	mittel	gering
Esche	0,68 ... 0,76	0,17 ... 0,21	0,27 ... 0,38	mittel	gering bis mittel
Kirsche	0,56 ... 0,66	0,16 ... 0,18	0,26 ... 0,30	hoch	mittel
Ulme (Rüster)	0,60 ... 0,68	0,17 ... 0,20	0,27 ... 0,29	mittel	gering bis mittel
Afrormosia	0,70 ... 0,80	0,16 ... 0,18	0,30 ... 0,35	hoch	gering bis sehr gering
Wenge	0,81 ... 0,89	0,20 ... 0,23	0,35 ... 0,43	mittel	sehr gering
Bambus, hell	0,6 ... 0,75	0,15		hoch	
Bambus, dunkel	0,72 ... 0,80	0,15		hoch	

**Tabelle 2: Gleichgewichtsholzfeuchtigkeit in %**

<b>Holz</b> (2021 aufgrund eines Hinweises von B. Sudhoff neu erstellt. Nach R. Keylwerth und Angaben des U.S. Forest Products Laboratory, Madison 1951)							<b>Bambus</b> (Quelle: E. Schwab, E. Kupstor, BWD 10/01)	
							hell (natur)	dunkel
<b>% relative Luftfeuchte</b>	<b>80</b>	16,2	16,1	15,9	15,7	15,5		
	<b>75</b>	14,6	14,5	14,3	14,2	14,0	11,5	10,4
	<b>70</b>	13,3	13,2	13,0	12,8	12,6		
	<b>65</b>	12,1	12,0	11,9	11,7	11,5	10,6	9,5
	<b>60</b>	11,1	<b>11,0</b>	<b>10,9</b>	<b>10,8</b>	10,6		
	<b>55</b>	10,2	<b>10,1</b>	<b>10,0</b>	<b>9,9</b>	9,7		
	<b>50</b>	9,4	<b>9,3</b>	<b>9,2</b>	<b>9,1</b>	8,9	8,4	7,4
	<b>45</b>	8,7	<b>8,6</b>	<b>8,5</b>	<b>8,3</b>	8,2		
	<b>40</b>	7,9	7,8	7,7	7,6	7,4		
	<b>35</b>	7,1	7,1	7,0	6,9	6,7	6,4	5,8
	<b>30</b>	6,3	6,3	6,2	6,1	5,9		
<b>25</b>	5,5	5,4	5,3	5,3	5,2			
		<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	20	20
<b>Temperatur in °C</b>								

Beispiel: 60 % rel. Luftfeuchte, 15 °C => 11,0 % Holzgleichsfeuchte

Anmerkung: Thermoholz hat eine im Extremfall bis zu 50 % niedrigere Ausgleichsfeuchte als das unbehandelte Holz. Die Werte sind jedoch sehr stark von der Art der Behandlung abhängig. Konkrete Werte sind beim Hersteller zu erfragen.

**Tabelle 3a: Feuchte genormter Parkettarten sowie von Bambus-Bodenbeläge bei Erstausslieferung**

<b>Standard</b>	<b>Titel</b>	<b>Ohne Oberflächenbehandlung</b>		<b>Mit Oberflächenbehandlung</b>	
		<b>Erlaubte Feuchte in Gewichts-%</b>		<b>Erlaubte Feuchte in Gewichts-%</b>	
		<b>von</b>	<b>bis</b>	<b>von</b>	<b>bis</b>
DIN EN 13226:2009-09	Massivholz-Parkettstäbe mit Nut und/oder Feder	7	11 Kastanie und Seekiefer: 13	7	11 Kastanie und Seekiefer: 13
DIN EN 13227:2017-12	Massivholz-Lamparkettprodukte	7	11 Kastanie: 13	Norm gilt nur für Produkte ohne Oberflächenbehandlung Die Produkte können auch mit Oberflächenbehandlung geliefert werden.	
DIN EN 13228:2011-08	Massivholz-Overlay-Parkettstäbe einschließlich Parkettblöcke mit einem Verbindungssystem	7	11 Kastanie: 13	Die Norm gilt nur für Elemente ohne Oberflächenbehandlung.	
DIN EN 13488:2003-05	Mosaikparkettelemente	7	11	6	10
DIN EN 13489:2017-12	Mehrschichtparkettelemente	5 Nutzschicht	9 Nutzschicht	5 Nutzschicht	9 Nutzschicht
DIN EN 13629:2020-05	Massive Laubholzdielen	6	12	6	12
DIN EN 13990:2004-04	Massive Nadelholz-Fußbodendielen	für geheizte Innenräume: 9+/-2 für andere DIN EN Anwendungen: 17+/-2		für geheizte Innenräume: 9+/-2 für andere Anwendungen: 17+/-2	
DIN EN 14761:2008-09	Vollholzparkett; Hochkantlamelle, Breitlamelle und Modulklotz	9+/-2 bezogen auf die Darrmasse		Norm gilt nur für Produkte ohne Oberflächenbehandlung.	
DIN EN 17009:2019-06	Bodenbelag aus lignifizierten Materialien, die kein Holz sind – Eigenschaften, Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit und Kennzeichnung;	siehe Text			

**Anmerkung:** Zur Messung der Holzfeuchte eignen sich die Methoden nach DIN EN 13183-1 "Bestimmung durch Darrverfahren" und DIN EN 13183-2 "Schätzung durch elektrisches Verfahren". In Zweifelsfällen muss das Darrverfahren angewendet werden.

## 2.2 Arten von Parkett, Holzpfaster und Bodenbelägen aus Bambus

### 2.2.1 Parkett

Es gibt eine große Anzahl unterschiedlicher Parkettarten. Technisch lassen sich diese Parkettarten nach den Parametern Holzart, Konstruktion, Abmessungen und Oberflächenbehandlung unterteilen. Eine entsprechende Einteilung existiert in den europäischen Parkettnormen, die in den deutschsprachigen Ländern als nationale Normen übernommen worden sind. Häufig verwendete Parkettarten sind z. B. Mosaikparkett, Lamparkett, Stabparkett, oder Mehrschichtparkett, siehe Tabelle 3a.

### 2.2.2 Bodenbeläge aus Bambus

Bodenbeläge aus Bambus sind in der DIN EN 17009 genormt.

Die Norm unterscheidet zwischen folgenden Typen:

- Mehrschichtige Bambus-Bodenelemente
- Verbund-Bambus-Bodenbelag
- Bambusfurnier-Bodenelemente
- Verbund-Bambusfurnier-Bodenbelag
- massive stabverleimte Bambus-Bodenelemente
- Hochkant- oder Breitlamellen-Verlegeeinheiten aus Bambus

Anders als „Parkett“ im eigentlichen Sinne, sind einige der genormten Bambusbodenbeläge nur furniert, die Deckschicht ist also dünner als 2,5 mm. Diese Böden sind in der Regel nicht oder nur sehr eingeschränkt renovierbar.

### 2.2.3 Holzpfaster

Holzpfaster ist in der DIN 68702 genormt und wird dabei entsprechend der späteren Nutzung in 3 Kategorien eingeteilt:

- RE (Repräsentativ)
- WE (Werkräume)
- GE (Gewerbe- und Industriebereich)

#### Tabelle 3b: Holzpfaster – Abmessungen und Feuchtegehalt

Holzpfaster soll mit einer für das Objekt passenden Feuchte bestellt werden. Nur wenn dies nicht geschieht, gelten die genannten Bereiche!

Holzpfasterart	Länge / mm	Breite / mm	Höhe / mm	Feuchtegehalt / Darr-%
RE	22 - 80	40 - 80	40 - 120	8 - 12
WE	22 - 80	40 - 80	40 - 140	8 - 13
GE	50 - 100	60 - 80	60 - 140	10 - 14

Der wichtigste Unterschied zwischen Parkett und Holzpfaster ist die Orientierung des Holzes im Verhältnis zur Verlegefläche. Während bei Parkett in der Fläche das Holz in Längsrichtung und/oder radial/tangential orientiert ist und wirkt, ist bei Holzpfaster die radiale und tangential Richtung in der Fläche wirkend. Im Mittel ist bei Holzpfaster daher das Quellen und Schwinden in der Fläche zwei- bis viermal größer als bei Parkett! Zusammen mit der deutlich schnelleren Feuchtwechselzeit hat dies massive Auswirkungen auf die Verlegung und auch auf die Eigenschaften in der Nutzungsphase.

### 2.2.4 Einbaufeuchten

Die Einbaufeuchte hat massive Auswirkungen auf die Verlegung und das Verhalten des Fußbodens in der Nutzungsphase.

#### 2.2.4.1 Parkett

Grundsätzlich geben die europäischen Normen einen Lieferfeuchtebereich („Feuchtegehalt bei Erstausslieferung“) an, der die weiter gefassten europäischen Gegebenheiten widerspiegelt. Die Einhaltung dieser Werte erlaubt dem Hersteller, das Parkett innerhalb der EU zu handeln und in Verkehr zu bringen; die entsprechenden Werte werden in Tabelle 3a aufgeführt.

Der „Feuchtegehalt bei Erstausslieferung“ ist grundsätzlich von der benötigten Einbaufeuchte zu unterscheiden. Für die Festlegung der geeigneten Einbaufeuchte ist eine Betrachtung des zu erwartenden Raumklimas während der Nutzung maßgeblich. Das zu erwartende Raumklima ergibt sich im Wesentlichen aus den Parametern Außenklima, passive Lüftung, Temperierung (Heizung und ggf. Kühlung) und der Nutzung des Raumes mit aktiver Lüftung und Wassereintrag. Dabei ist weiter zu berücksichtigen, dass die Nutzer die beiden letzten Parametergruppen gewöhnlich so einstellen, dass man ein als „behaglich“ empfundenen Klima erhält. Danach ist mit einer mittleren Innenraumtemperatur von ca. 21 °C und einer mittleren relativen Luftfeuchte von 50 % zu rechnen. Die typischen Schwankungen um die Mittelwerte liegen bei +/- 1 °C für die Temperatur und +/- 20 % relative Luftfeuchte.

Die zu diesen Werten passende Holzfeuchte ist nach den „konventionellen“ Daten (siehe Tabelle 2) 9 % Holzfeuchte (im folgenden HF), mit Schwankungen von +/- 2 bis 3 % HF im Jahreslauf ist zu rechnen. Je nach Dicke des Parketts, Feuchtwechselzeit der Holzart, Dicke und Art der Oberflächenbehandlung kann eine Dämpfung und Phasenverschiebung beim Feuchteangleich im Verhältnis zum Raumklima beobachtet werden. Zu beachten sind weiter folgende Besonderheiten:

- Die „konventionellen“ Werte wurden für Sitka-Fichte bestimmt und passen gut zu den Werten vieler, insbesondere europäischer, Hölzer. Es

gibt jedoch auch starke Abweichungen (z. B. bei Sipo, Missanda, Can. Ahorn).

- Bei Mehrschichtparkett und Fertigparkett hat sich eine etwas geringere Einbaufeuchte von im Mittel 8 % HF bewährt.
- Bei Parkett auf Fußbodenheizung ist während der Heizperiode mit Temperaturen im Parkett um 25 bis 29 °C zu rechnen, während die Raumluft den o. g. Wert von ca. 21 °C hat. Damit sinkt die korrespondierende relative Luftfeuchte im Parkett in Relation zur Raumluftfeuchte um ca. 10 % rel. Luftfeuchte, welches zu einer entsprechenden Absenkung der Holzfeuchte um ca. 3 % HF führt. Auf eine Einbaufeuchte von 9 % HF (Massivparkett) bzw. 8 % HF (Mehrschichtparkett) ist dennoch zu achten, da sich diese Werte im Jahresmittel einstellen.
- Bei Massivdielen ist die Einhaltung der Einbaufeuchte von im Mittel 9 % besonders wichtig, da das Material aufgrund der Abmessungen bei Holzfeuchteerhöhung sehr hohe Scherspannungen aufbauen kann bzw. bei Holzfeuchterniedrigung große Fugen auftreten können. Eine (weich-)elastische Klebung bietet hier bei großen Holzfeuchtedifferenzen den Vorteil einer geringeren Untergrundbelastung, lässt aber u. U. auch größere Maßänderungen der Dielen zu.

Wird Parkett mit einer Holzfeuchte verlegt, die deutlich von den o. g. Werten abweicht, ist mit Mängeln oder Schäden zu rechnen.

- a) Bei zu feuchtem Einbau ergeben sich eine deutlich vergrößerte bleibende Fugenbreite und, je nach Klebstoff, starke Spannungsspitzen an den Parkettkanten, die zu Ablösungen führen können.
- b) Bei zu trockenem Einbau treten nach Auffeuchtung erhebliche Schubspannungen auf, die bis zum Zerreißen des Estrichs gehen können. Plastische Deformationen treten im Holz bei Stauchungen von mehr als ca. 1 % auf. Diese ca. 1 % Stauchung wird ab ca. 3 % Holzfeuchteerhöhung bei gleichzeitiger Quellungsbehinderung, z. B. durch eine schubfeste Klebung, erreicht. Bei größeren Holzfeuchtedifferenzen, die z. B. durch Einbau des untergetrockneten Parketts entstehen, ist mit nachträglicher überproportionaler Fugenbildung zu rechnen.

Auch wenn nach europäischer Norm die o. g. hohen Feuchtebandbreiten möglich sind, ist in Deutschland eine Klebung des Parketts mit einer Holzfeuchte von im Mittel 9 % HF (Massivparkett ohne Oberflächenbehandlung) bzw. 8 % HF (Mehrschichtparkett und Parkett mit Oberflächenbehandlung) notwendig. Dabei hat sich ein Toleranzbereich von +/- 2 % bewährt.

Bei der Verlegung von Parkett in Räumen, bei denen ein anhaltend erheblich von den üblichen Wohnverhältnissen abweichendes Klima herrscht, z. B. in Kirchen oder Werkhallen, kann der Einbau eines durch den Parkethersteller entsprechend feuchteangepassten Parketts erforderlich sein.

#### 2.2.4.2 Bambus

Im Anhang D der DIN EN 17009 wird aufgeführt: „Der Feuchtegehalt der oberen Schicht muss zum Zeitpunkt der ersten Lieferung des Produkts folgende Werte aufweisen:

- für laminierten Bambus: zwischen 6 % und 10 %;
- für Strandwoven-Bambus: zwischen 5 % und 9 %;
- für abgeflachten Bambus: zwischen 6 % und 10 %.

Es sei denn, bei der Bestellung wurde andersartiges zwischen Käufer und Vertreiber vereinbart.“

Grundsätzlich sind die in Kapitel 2.2.4.1 gemachten Betrachtungen auch für Bambus gültig.

Erwartungswerte für die Feuchte können der Tabelle 2 entnommen werden.

#### 2.2.4.3 Holzpfaster

Nach DIN 68702 **muss der mittlere Feuchtegehalt der Klötze vom Besteller nach dem erwarteten Raumklima festgelegt werden.**

**Andernfalls** müssen Holzpfasterklötze mit einem Feuchtegehalt in % wie in Tabelle 3b angeliefert werden.

Grundsätzlich sind die in Kapitel 2.2.4.1 gemachten Betrachtungen auch für Holzpfaster gültig. Es gibt jedoch wichtige Unterschiede, die auf die Ausrichtung des Holzes zurückzuführen sind:

- Holz arbeitet im Wesentlichen in tangentialer und radialer Richtung, in Längsrichtung sind die spezifischen Dimensionsänderungen um den Faktor 20 kleiner. Holzpfaster arbeitet in der Fläche also deutlich stärker als Parkett.
- Die Feuchtwechselzeiten sind in Längsrichtung deutlich kürzer (d. h. der Feuchtewechsel ist sehr schnell!) als in den beiden anderen Richtungen. Ein dünnes (22 mm) Holzpfaster ohne Oberflächenschutz oder -behandlung kann sich innerhalb einer Nacht an ein geändertes Klima anpassen.

Holzpfaster arbeitet deutlich stärker und schneller als Parkett. In vielen Fällen ist es daher angeraten, das Holzpfaster entsprechend dem erwarteten Raumklima, und zwar nahe dem Maximum der erwarteten Raumluftfeuchte, zu bestellen. Damit wird ein starker, schnell wirkender Quelldruck in der Fläche meistens vermieden, und aufgrund der

vergleichsweise kleinen Einzelemente bleiben auch Fugen tolerabel klein, sofern die Klötze als Einzelement gelegt werden bzw. Verlegestreifen bzw. Verlegeeinheiten aus seitlich durch Klebeband verbundenen Klötzen „vorgedehnt“ werden. Dementsprechend gibt es auch spezielle weichplastische Holzpfasterklebstoffe, die nicht schubfest sind.

### 3. Klebstoffe

Nach DIN EN ISO 17178 werden 3 Arten von Klebstoffen unterschieden:

- **Harte Klebstoffe**  
Klebstoffe, die eine Scherfestigkeit von 3,0 N/mm<sup>2</sup> oder mehr aufweisen (Messung ohne definierten Klebstoffspalt)
- **Hartelastische Klebstoffe**  
Klebstoffe, die eine Scherfestigkeit von 2,0 N/mm<sup>2</sup> oder mehr und eine Gleitung von 0,5 oder mehr aufweisen (Messung mit 1 mm Klebstoffspalt)
- **Elastische Klebstoffe**  
Klebstoffe, die eine Scherfestigkeit von 1,0 N/mm<sup>2</sup> oder mehr und eine Gleitung von 1,0 oder mehr aufweisen. (Messung mit 1 mm Klebstoffspalt)

Daneben werden in diesem Merkblatt zur Unterteilung der Klebstoffe der chemische Aufbau und die mechanischen Eigenschaften benutzt.

Parkettklebstoffe werden auch für Holzpfaster und Bodenbeläge aus Bambus eingesetzt. Zusätzlich werden bei Holzpfaster auch weichplastische Dispersionsklebstoffe bei hohen Verkehrslasten eingesetzt (siehe Kapitel 3.3).

Die nachfolgend aufgeführten Klebstoffe sind teilweise kennzeichnungspflichtig nach Gefahrstoffverordnung (CLP-Verordnung); besondere Arbeitsschutzmaßnahmen sind teilweise erforderlich.

#### 3.1 Harte Klebstoffe für Parkett

Harte Klebstoffe für Parkett zeigen im ausgehärteten Zustand ein sogenanntes hartplastisches Verhalten. Bei geringen Spannungen verhalten sie sich zunächst elastisch, um dann bei höherer Spannung in eine plastische Deformation über zu gehen. Dadurch sind diese Klebstoffe bei Quellung des Parketts schubfest, beim Schwinden werden aber Spannungsspitzen an den Kanten der Parkettelemente vermieden.

##### 3.1.1 Dispersionsklebstoffe

Gebrauchsfertige Dispersionsklebstoffe bestehen aus in Wasser dispergierten organischen Bindemitteln, mineralischen Füllstoffen und Additiven. Die

Abbindung erfolgt rein physikalisch durch Diffusion und Verdunstung des Wassers.

Dieser Klebstofftyp erfordert in der Regel einen saugfähigen Untergrund. Das Abbinde- und Filmbildevverhalten hängt u. a. von der Saugfähigkeit des Untergrundes ab.

Das Wasser aus Dispersionsklebstoffen bringt Parkethölzer/-elemente zum Quellen, die Verwendung ist daher auf Parkettarten beschränkt, die aufgrund ihrer Holzart, Konstruktion und Abmessungen quellunempfindlich sind. Das Ausmaß der Quellung ist abhängig von:

- der Parkett- bzw. Holzart
- der Holzfeuchte
- dem Wassergehalt des Klebstoffs
- der Abbindecharakteristik des Klebstoffs
- der Saugfähigkeit des Untergrundes
- den klimatischen Bedingungen während und nach der Verlegung.

Entsprechend unterschiedlich sind die Wartezeiten, bis ein Schleifen und eine Oberflächenbehandlung möglich sind.

Dispersionsklebstoffe für Parkett setzen einen besonders ebenen Untergrund voraus. Daher empfiehlt sich eine sorgfältige Untergrundvorbereitung. Dies umfasst ggf. auch eine zusätzliche Spachtelung als „Besondere Leistung“. Speziell bei großformatigen Elementen kann ein gleichmäßiges Beschweren unmittelbar nach dem Verlegen erforderlich sein. Zu beachten ist weiter eine gewisse Empfindlichkeit der Dispersionsklebstoffe gegen mechanische Störungen in der Abbindephase (siehe auch Kap. 4.4).

##### 3.1.2 Reaktionsharzklebstoffe auf PUR- und SMP-Basis

Reaktionsharzklebstoffe bestehen aus chemisch reaktionsfähigen, organischen Bindemitteln, mineralischen Füllstoffen und Additiven. Sie sind in der Regel wasser- und lösemittelfrei und können je nach chemischer Basis ein- oder zweikomponentig sein.

Die Aushärtungsgeschwindigkeit aller Reaktionsharzklebstoffe wird wesentlich durch die Materialtemperaturen (Klebstoff, Untergrund und Parkett) beeinflusst.

Harte 1K-Reaktionsharzklebstoffe binden durch chemische Reaktion des Bindemittels mit Umgebungsfeuchtigkeit (Wasser) ab. Dieser Vorgang beginnt unmittelbar nach dem Öffnen des Gebindes und setzt sich nach dem Auftrag bis zur vollständigen Erhärtung fort. Das Abbindeverhalten hängt deshalb maßgeblich vom Wassergehalt bzw. der Feuchte des Untergrundes und des Holzes sowie den klimatischen Bedingungen im Raum ab.

Reaktionsharzklebstoffe beinhalten in der Regel keine Bestandteile, die auf Parkettthölzer quellend wirken.

### 3.1.2.1 Polyurethanklebstoffe (PUR)

Reaktionsharzklebstoffe auf Polyurethanbasis gibt es als Zweikomponenten- (2K-) und Einkomponenten- (1K-) Systeme. Alle enthalten Isocyanate, die die wesentliche Ursache für deren Gefahrenpotenzial sind.

2K-Polyurethanklebstoffe binden durch chemische Reaktion der gemischten Komponenten unter kontinuierlicher Verfestigung ab. Dieser Vorgang beginnt unmittelbar nach dem Mischen und setzt sich rasch bis zur vollständigen Erhärtung fort. Derartige Klebstoffe weisen daher eine begrenzte Topf- bzw. Verarbeitungszeit auf, die in der Regel zwischen 30 und 60 Minuten liegt.

2K-Polyurethanklebstoffe erfordern eine genaue Einhaltung des vorgeschriebenen Mischungsverhältnisses und ein sehr sorgfältiges Anmischen. Unvollständiges Mischen oder falsche Mischungsverhältnisse führen unweigerlich zu mangelhafter Aushärtung und damit zu mangelhafter Klebung. Aufgrund ihrer begrenzten Topfzeit ist eine besonders gute Arbeitsvorbereitung, z. B. hinsichtlich der Parkettzuschnitte, notwendig. Ab August 2023 müssen Verwender von Polyurethanklebstoffen (insb. 2K-PUR) besonders geschult sein, wenn sich ein entsprechender Hinweis auf dem Gebinde befindet.

### 3.1.2.2 Reaktionsharzklebstoffe auf Silanbasis (SMP)

Harte Reaktionsharzklebstoffe auf Basis silanterminierter Polymere bestehen aus einem chemisch reaktionsfähigen organischen Bindemittel, mineralischen Füllstoffen und Additiven. Die Klebstoffe binden durch chemische Reaktion des Bindemittels mit Umgebungsfeuchtigkeit (Wasser) ab.

## 3.2 Hartelastische und elastische Klebstoffe für Parkett

Klebstoffe, die nach DIN EN ISO 17178 als hartelastisch oder elastisch klassifiziert werden, sind z. Z. nur als reaktive Klebstoffe erhältlich.

Diese Reaktionsharzklebstoffe zeigen im ausgehärteten Zustand ein weitgehend elastisches Verhalten. Der elastische Klebstoff überträgt dabei vergleichsweise nur geringe Spannungen vom arbeitenden Parkett an den Untergrund und lässt gleichzeitig größere Maßänderungen am Parkettelement zu, was z. B. in Verbindung mit stark seitenverleimenden Oberflächenbehandlungsmitteln zu Blockabrissfugen führen kann. Bei einer harten Einstellung des Klebstoffes ist es umgekehrt: der Untergrund wird stärker belastet, die Maßänderungen am Parkettelement sind geringer.

Diese Produkte werden im gebrauchsfertigen Zustand (1-komponentig) angeboten und binden durch chemische Reaktion des Bindemittels mit Umgebungsfeuchtigkeit (Wasser) ab. Dieser Vorgang beginnt unmittelbar nach dem Öffnen des Gebindes und setzt sich nach dem Auftrag bis zum vollständigen Abbinden fort. Das Abbindeverhalten hängt deshalb maßgeblich vom Wassergehalt bzw. der Feuchte des Untergrundes und Holzes sowie den klimatischen Bedingungen im Raum ab. Weiter wird die Aushärtungsgeschwindigkeit aller Reaktionsharzklebstoffe wesentlich durch die Materialtemperaturen (Klebstoff, Untergrund, Parkett) beeinflusst.

Hartelastische und elastische Reaktionsharzklebstoffe beinhalten in der Regel keine Bestandteile, die auf Parkett quellend wirken.

Viele dieser Klebstoffe enthalten Bestandteile (z. B. Weichmacher), die in angrenzende Materialien einwandern und diese erweichen können. Anfällig sind insbesondere organische, thermoplastische Materialien, wie z. B. Gussasphalt, Dispersionsgrundierungen, alte Klebstoffreste. Durch unsachgemäße Verarbeitung kann in Fugen hoch gedrückter Klebstoff bei direktem Kontakt bestimmte Lacke erweichen. Alle diese Wirkungen können durch die Auswahl aufeinander abgestimmter Produktsysteme vermieden werden.

### 3.2.1 (Hart)-Elastische Reaktionsharzklebstoffe auf Polyurethanbasis (PUR)

Hartelastische und elastische Reaktionsharzklebstoffe auf PUR-Basis sind grundsätzlich sehr ähnlich aufgebaut wie die oben erwähnten harten 1K-PUR-Klebstoffe (Kap. 3.1.2.1) und binden auch in der gleichen Art und Weise ab.

### 3.2.2 (Hart)-Elastische Reaktionsharzklebstoffe auf Silanbasis (SMP)

Hartelastische und elastische Reaktionsharzklebstoffe auf Basis silanterminierter Polymere sind grundsätzlich ähnlich aufgebaut, wie die oben erwähnten harten Reaktionsharzklebstoffe auf Basis silanterminierter Polymere (Kap. 3.1.2.2.) und binden auch in der gleichen Art und Weise ab.

## 3.3 Weichplastische Dispersionsklebstoffe für Holzpfaster

Die DIN 68702 weist darauf hin, dass sich bei „... Stapler- und Fahrzeugverkehr weichplastische Klebstoffe bewährt“ haben.

Damit sind „weichplastische Klebstoffe auf Dispersionsbasis“ gemeint. Diese Klebstoffe ermöglichen daher nicht die sogenannte „schubfeste“ Klebung, die bei Holzpfasterklötzen mit einer Dicke von mehr als 22 mm technisch ohnehin nicht möglich ist. Diese Klebstoffe sind nicht genormt.

### 3.4 Welcher Klebstoff für welchen Fußboden?

Bei der Auswahl eines geeigneten Fußboden- und Parkettklebstoffs für eine bestimmte Verlegung sind technische und rechtliche Aspekte zu berücksichtigen.

Die technische Eignung eines Klebstoffs ist bestimmt durch die Eigenschaften des Parketts bzw. Holzpflasters (Konstruktion/Aufbau, Maße und Oberflächenbehandlung, Holzart (Holzfeuchte-wechselzeit und differentielles Quell- und Schwindmaß, Inhaltsstoffe)), die Art des Untergrundes und das langfristige Raumklima während der Nutzung.

Aus klebtechnischer Sicht sind folgende Parameter der Parkettarten bedeutsam:

- Die Dimensionen des Parkettelements, insbesondere das Verhältnis von Dicke zu Breite, beeinflussen die Verformung des Parkettelements (Querkrümmung) bei Aufnahme von Wasser bzw. Lösemitteln sowie die langfristige Maßstabilität bei Holzfeuchteänderung infolge Raumluftfeuchteänderung.
- Die Konstruktion des Parkettelements, massiv oder mehrschichtig, beeinflusst ebenfalls die Verformbarkeit und Maßstabilität.
- Die Holzfeuchtwechselzeiten und die differentiellen Quell- und Schwindmaße bestimmen die Geschwindigkeit und die Größe von Maßänderungen, die das Holz, insbesondere bei Massivparkett, zeigt.
- Die Art der Oberflächenbehandlung beeinflusst den Grad, bis zu dem Maßänderungen des Parkettelements infolge der Aufnahme von Wasser bzw. Lösemitteln akzeptiert werden. Nicht oberflächenbehandeltes Parkett wird in der Regel noch geschliffen, wobei insbesondere geringe Querkrümmungen (sog. „Schüsselungen“) beseitigt werden. Oberflächenbehandeltes Parkett darf keine bzw. nur wenig wahrnehmbare Maßänderungen infolge der Klebung zeigen; hierbei sind glänzende Parkettelemente optisch empfindlicher als matte oder solche mit gefasteten Kanten.
- Bei „neuen“ Parkettarten, die insbesondere durch eine nicht genormte Konstruktion, ungewöhnliche oder auch nicht genormte Abmessungen, neue Werkstoffe (z. B. neue oder neu nachbehandelte Holzarten) gekennzeichnet sind, können keine generellen Klebstoffempfehlungen gegeben werden. Die Klebstoffhersteller sollen in diesen Fällen um eine spezifische Empfehlung gebeten werden.
- Für Prüfungen nach DIN EN ISO 17178 ist Eichenholz als Substrat vorgeschrieben. Erfahrungsgemäß ist bei einer guten Klebstoffhaftung an Eichenholz auch mit einer guten Haftung an anderen nordischen Laub- und Nadelholzarten zu rechnen. Bei stark öl- oder

wachshaltigen Hölzern oder auch rückseitig beschichteten Parkettelementen kann die Haftung vermindert sein. In solchen Fällen kann eine besonders hohe Benetzung (höherer Klebstoffeinsatz) oder die Verwendung eines speziellen Klebstofftyps notwendig sein; in seltenen Fällen ist sogar eine Klebung nicht möglich. Im Zweifel muss eine spezifische Empfehlung beim Klebstoffhersteller erfragt werden.

Bei Holzpflaster müssen weiter folgende Dinge beachtet werden:

- a) Eine „schubfeste“ Klebung ist bei Holzpflaster mit Dicken oberhalb 22 mm technisch nicht möglich, die auftretenden Kräfte würden den Estrich zerreißen und ggf. auch Wände verschieben. Daher muss das Holzpflaster mit der maximal zu erwartenden Feuchte eingebaut werden, „Schub“ kann dann nur in geringem Umfang beim Schwinden der Klötze entstehen und auch der Einsatz von formal „schubfesten“ Klebstoffen ist dann möglich.
- b) Holzpflaster folgt Änderungen des Raumklimas schnell und bei Behinderung mit hoher Kraftentwicklung. Zusammen mit den vergleichsweise geringen Abmessungen erzwingt dies einen – im Vergleich zum Parkett – deutlich höheren Klebstoffverbrauch.
- c) Holzpflaster wird über die sogenannte „Stirnseite“ geklebt. Insbesondere bei Holz mit geringer Dichte (Nadelhölzer) ist die Stirnseite vergleichsweise „offenporig“ (Wasser kann schneller ins Holz einziehen) und häufig auch mit (teils geknickten) Cellulosefasern behaftet. Eine gute Klebung setzt also einen maximal offenen Klebstoff voraus. Angaben zur Offenen Zeit von Parkettklebstoffen für Parkett sind für Holzpflaster beim gleichen Klebstoff um die Hälfte zu reduzieren.

Tabelle 4: Klassifizierung der Parkettarten nach Quellvermögen und Klebstoffauftrag

Parkettart	Abmessungen	Dimensions- und Formstabilität	Empfohlene Spachtelzahnung Zahnspachtel aus Gruppe Nr. (vgl. Tabelle 5)				Parkett-Norm
			1	2	3	4	
<b>massiv / roh:</b>							
Mosaikparkett		hoch	x				DIN EN 13488:2003-05
8 mm-Massivparkett – Verband		gering	x				
Hochkantlamellenparkett	t<16 mm	mittel		x	x		DIN EN 14761:2008-09
Hochkantlamellenparkett	t>=16 mm	hoch		x	x		DIN EN 14761:2008-09
Breitlamelle		hoch		x	x		DIN EN 14761:2008-09
Lamparkettelemente 10 mm-Massivparkett	b<=50 mm; l<=300 mm	gering		x			DIN EN 13227:2017-12
Große Lamparkettelemente	b>50 mm; l>300 mm	sehr gering		x	x		
Parquet Tapis		sehr gering durch Nageln stabilisiert	x	x			
Stabparkett	t <= 19 mm, b<=75 mm; l<=600 mm	mittel		x	x		DIN EN 13226:2009-09
Stabparkett	t > 19 mm, b<=75 mm; l<=600 mm	hoch			x		
Stabparkett / Kurzdielen	75 mm<b<=100 mm 600 mm<l<=1200 mm	mittel			x		
Massivdielen		sehr gering			x	x	DIN EN 13226:2009-09 DIN EN 13629:2020-05 DIN EN 13990:2004-04
Tafelparkett		mittel-gering Maßänderungen nicht zulässig		x	x		
<b>massiv / oberflächenbehandelt:</b> <i>Wesentliche Maßänderungen dürfen wegen der fertigen Oberfläche durch die Klebung nicht auftreten!</i>							
8 mm-Massivparkett		gering	x				DIN EN 13488:2003-05
Stabparkett		mittel - gering		x	x	x	DIN EN 13226:2009-09
Massivdielen		sehr gering			x	x	DIN EN 13226:2009-09 DIN EN 13629:2020-05 DIN EN 13990:2004-04
<b>mehrschichtig / roh:</b>							
zweischichtige Stäbe	b<=70 mm; l<=600 mm	hoch	x	x			DIN EN 13489:2017-12
zweischichtige Stäbe	b>70 mm; l>600 mm	mittel		x			
mehrschichtige Tafeln Intarsienparkett		mittel Maßänderungen nicht zulässig		x	x		
dreischichtige Dielen	b<=70 mm; l<=600 mm	hoch		x			DIN EN 13489:2017-12
dreischichtige Dielen	b>70 mm; l>600 mm	mittel			x	x	
<b>mehrschichtig / oberflächenbehandelt:</b> <i>Wesentliche Maßänderungen dürfen wegen der fertigen Oberfläche durch die Klebung nicht auftreten!</i>							
zweischichtige Stäbe	b<=70 mm; l<=600 mm	hoch	x	x			DIN EN 13489:2017-12
zweischichtige Stäbe	b>70 mm; l>600 mm	mittel		x			
dreischichtige Dielen	b<=70 mm; l<=600 mm	hoch		x			
dreischichtige Dielen	b>70 mm; l>600 mm	mittel			x	x	
<b>Anmerkung:</b> Die Einstufung der Parkettarten nach Abmessungen wird zunächst nach der Dicke, dann nach der Breite, zuletzt nach der Länge vorgenommen							

## 4. Einbau des Fußbodens

### 4.1 Prüfung und Vorbereitung der Untergründe

Das TKB Merkblatt 8 "Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen für Bodenbelag- und Parkettarbeiten" enthält detaillierte Hinweise, insbesondere eine Beschreibung der notwendigen Prüfungen und auch Verfahren, wie ggf. vorgefundene Mängel zu beseitigen sind.

Die DIN 68702 enthält Anforderungen an die Festigkeit des Untergrundes für eine Holzpflasterverlegung. Diese sind in der Regel höher als die für Parkett:

- Zementestrich: CT-C35-F5
- Calciumsulfatestriche: CA-C35-F5
- Beton C25/30
- Gussasphaltestriche: Härteklasse IC 10

#### 4.1.1 Grundieren und Spachteln

Spachteln unter Parkett ist stets eine „Besondere Leistung“ (siehe Kapitel 4.2.5 DIN 18356), dies gilt auch beim Einsatz von Dispersionsklebstoffen auf Gussasphalt und Calciumsulfat-basierten Estrichen, obwohl es dort technisch notwendig ist.

Das Technische Hinweisblatt 02 „Qualitätsanforderung an die Ebenheit von Untergründen für Bodenbeläge und Parkett“ des BVPF gibt weitere Informationen zu möglichen, und je nach Anforderung auch notwendigen, Untergrundvorbereitungen. Die dort aufgeführten Ebenheitsklassen sollen zur Definition von Qualitätsanforderungen an die Ebenheit von Untergründen – speziell auch für die Anforderungen in Ausschreibungen/Leistungsverzeichnissen – genutzt werden.

Vor der Spachtelung ist eine entsprechende Systemgrundierung notwendig.

#### 4.1.2 Grundieren vor dem Auftrag des Parkettklebstoffs

Vor dem Auftrag des Parkettklebstoffs ist der Einsatz einer Grundierung („Vorstrich“) in vielen Fällen üblich und notwendig („Haftgrund“), es ist eine „Besondere Leistung“ (Kapitel 4.2.4, DIN 18356). Die Art der Grundierung richtet sich nach dem Klebstofftyp, dem Untergrund und dem Einsatzzweck. Herstellerempfehlungen sind hier immer zu beachten.

#### 4.1.3 Besonderheiten bei Untergründen mit integrierter Fußbodenheizung- bzw. -kühlung

Die Besonderheiten beim Planen und Ausführen von Fußböden auf Fußbodenheizung bzw. -kühlung sind in der „Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen in Neu-

bauten“, im BDH Informationsblatt Nr. 37, „Wärmeübergabe- und Kühlsysteme in Verbindung mit einer Wärmepumpe“ sowie in der BVF Richtlinie 9: „Einsatz von Bodenbelägen auf Flächenheizungen und -kühlungen – Anforderungen und Hinweise“ beschrieben. Eine Wertung der teils widersprechenden Anforderungen aus Handwerks-sicht findet man im Kommentar zur DIN18356.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass insbesondere Folgendes für den Handwerker wichtig ist:

- Prüfpflichten (Prüfung der Untergrundfeuchte, Aufheizprotokoll, Untergrundfestigkeit) einhalten!
- Verlegung von geeignetem Parkett mit einer zulässigen Oberflächentemperatur von 29 °C (insbesondere bei Mehrschichtparkett wichtig!).
- Bei massivem Parkett aus Laub- bzw. Hartholz sind Dicken bis 22 mm möglich. Bei Nadelholz wird ab 22 mm der Wärmedurchlasswiderstand für die Konstruktion überschritten, so dass Dicken ab 22 mm nicht zulässig sind.
- Bei massivem Parkett haben sich „schlanke“ Elemente mit einem Breiten/Dicken-Verhältnis 3 : 1 bewährt.
- Die Breite von Massiv-Dielen soll 130 mm nicht überschreiten.
- Bei Lamparkett sind ebenfalls schlanke Elemente (Verhältnis Breite zu Dicke von 4 : 1) besonders bevorzugt, bei massstabilen Holzarten wird auch ein Verhältnis von 5 : 1 genutzt, und eine Klebung mit harten Klebstoffen (DIN EN ISO 17178) bevorzugt.
- Bei Hochkantlamellen-Parkett ist eine Dicke von 10 mm und eine Klebung mit harten Klebstoffen (DIN EN ISO 17178) bevorzugt.
- Bei Mehrschichtparkett soll die Elementbreite < 200 mm sein.
- Holzpflasterklötze aus Laubholz sind bis 22 mm zulässig, bei Nadelholz sind Sonderanfertigungen bis maximal 20 mm Dicke im Gebrauch.

Klebtechnisch bedeutet die Fußbodenheizung und -kühlung eine erhöhte Belastung. Es ist daher besonders wichtig, dass vom Nutzer auf ein übliches Raumklima (Temperatur 21 +/- 2 °C, relative Luftfeuchte 50 +/- 5 %) eingehalten wird.

### 4.2 Prüfung und Vorbereitung des Parketts, Holzpflasters, Belages

Parkett und Holzpflaster soll grundsätzlich nicht länger als 48 h auf der Baustelle gelagert werden. Bei Parkett ist ein Angleich der Holzfeuchte an die erhöhte Raumluftfeuchte in der Bauphase (Baustellenbedingungen) schädlich und widerspricht auch dem Gebot, dass das Parkett mit der während

der Nutzung zu erwartenden mittleren Feuchte zu verlegen ist. In Folie verpacktes Parkett soll erst unmittelbar vor der Verlegung ausgepackt werden. Bei Holzpfaster ist dies angepasst entsprechend zu berücksichtigen.

Vor der Verlegung ist die Feuchte des angelieferten Parketts bzw. Holzpfasters stichprobenartig zu prüfen, allerdings ist dies bei einigen Mehrschichtparkettarten aufgrund der Konstruktion nicht möglich. Sollte die Verpackung beschädigt sein, ist der Feuchtegehalt des Inhalts dieses Paketes auf jeden Fall zu überprüfen. Durch Feuchteaufnahme geschüsseltes Material, insbesondere solches mit Oberflächenbehandlung, darf nicht verlegt werden.

Die Holzfeuchtemessung erfolgt mit geeigneten elektrischen Holzfeuchtemessgeräten (DIN EN 13183-2), im Zweifels- oder Streitfall durch Darrprüfung (DIN EN 13183-1). Bei Exotenhölzern ist mit von den „Normalwerten“ abweichenden Ausgleichsfeuchten zu rechnen.

#### 4.2.1 Besonderheiten bei Holzpfaster

Holzpfaster soll mit der vom Planer festzulegenden Feuchte angeliefert werden (siehe Kap. 2.2.4.3), der mittlere Feuchtegehalt der Klötze muss dem erwarteten Raumklima entsprechen. Aus klebtechnischer Sicht ist hierbei nicht die mittlere, sondern eher die maximal zu erwartende Feuchte anzusetzen. Dies führt bei Holzpfaster nicht zu breiteren Fugen, da hier die „schubfeste Klebung“ im eigentlichen Sinne bestenfalls bei den dünnsten Klötzen funktioniert.

#### 4.3 Klimatische Voraussetzungen für die Klebung

Folgende raumklimatische Bedingungen müssen vor und während der Verlegung gegeben sein:

- Lufttemperatur: mindestens 18 °C
- Bodentemperatur: mindestens 15 °C
- Bodentemperatur bei Fußbodenheizung: 18 bis 22 °C
- relative Luftfeuchte: vorzugsweise im Bereich von 40 bis 65 %, maximal 75 %

Die Temperatur der verwendeten Materialien (Verlegewerkstoffe, Beläge, Parkett und Holzpfaster) soll der Raumlufttemperatur angeglichen sein. Vorstriche und Spachtelmassen müssen, bevor darauf weiter aufgebaut wird, ausreichend abgebunden bzw. ausgehärtet sein. Bezüglich der Wartezeiten sind die Herstellerangaben zu beachten.

Für Holzpfaster sei nochmal darauf hingewiesen, dass bei deutlichen Abweichungen der Raumluftfeuchte von der korrespondierenden relativen Luftfeuchte (KRL) der Holzpfasterklötze die Aufnahme von Feuchte ins Holz und damit eine Ausdehnung des Holzpfasters innerhalb von Stunden

stattfinden kann. Bei einer Auffeuchtung um 3 % HF sind dies ca. 1 % in Länge und Breite, bei einem 5 m \* 5 m Raum also jeweils 5 cm in jede Richtung.

Weitergehende Ausführungen zu den Auswirkungen des Raumklimas auf die Verlegung und Nutzung enthält das TKB-Merkblatt 17.

#### 4.4 Kleben

Bei der Verarbeitung der Klebstoffe sind die Richtlinien der Hersteller einzuhalten.

Der Klebstoffauftrag erfolgt mit einem Zahnspachtel oder einem Auftragsgerät. Für die verschiedenen Parkettarten sind die in Tabelle 5 angegebenen Zahnspachtel üblich, eine Zuordnung dieser Zahnspachtel zu den Parkettarten findet man in Tabelle 4. Die Auswahl der entsprechenden Zahnspachtel erfolgt nach Herstellerangabe und nach der Zahnspachteltabelle im TKB-Merkblatt 6.

Tabelle 5: Zahnspachtel

Gruppe (vgl. Empfohlene Spachtelzahnung in Tabelle 4)	TKB-Spachtelzahnung	Zahnbreite a in mm	Zahnlückenbreite b in mm	Zahnlückentiefe c in mm	g (Kerbenwinkel in °)
1	B3	3,30	3,70	3,25	55,0
	B6	4,90	4,10	3,60	55,0
	B7	4,40	3,60	3,90	45,0
	B8	3,90	4,10	3,60	55,0
2	B5	14,30	5,70	5,15	55,0
	B9	9,90	6,10	5,00	60,0
	B10	9,90	5,10	5,70	45,0
	B11	7,90	6,10	5,00	60,0
3	B12	4,90	5,10	5,10	50,0
	B13	11,40	7,10	6,50	55,0
4	B14	5,90	6,10	5,55	55,0
	B15	6,90	5,60	6,30	45,0
	B16	11,90	8,10	7,45	55,0

Die mit Klebstoff versehene Fläche muss so bemessen sein, dass sie innerhalb der „Offenen Zeit“ des Klebstoffs belegt werden kann. Die ausreichende Benetzung der Parketrückseiten muss sichergestellt sein. Für Holzpfaster ist bei Parkettklebstoffen die Offene Zeit nur mit der Hälfte anzusetzen.

Parkett wird – je nach Parkettart – mit einer Wand- bzw. Randabstandsfuge (Fugen zu angrenzenden festen Bauteilen) von ca. 1 cm verlegt, bei maßstabem Parkett kann dies auch schmaler sein. Bei Holzpfaster sind 1 bis 2 cm üblich. Bewegungsfugen sind im Parkett oder Holzpfaster zu übernehmen.

Parkett ohne Nut und Feder (z. B. Mosaik-, 10 mm Massiv- und Hochkantlamellenparkett) und auch Holzpfaster (ggf. Holzpfasterlegestränge, die mit Klebstofffilmen verbunden sind, vordehnen) wird in das Klebstoffbett eingelegt und angeklopft/angedrückt.

Bei Parkett mit Nut und Feder (z. B. Stab-, Fertig- und Tafelparkett) ist es sinnvoll, zunächst einen festen Anschlag herzustellen und daran die erste Reihe anzulegen (Kleben einer Richtreihe, Fixieren eines Richtbrettes).

Bei Massivparkett, insbesondere bei Mosaik-, Hochkant- und Lamparkett im parallelen Verband und dem Einsatz von Dispersionsklebstoffen ist es empfehlenswert, die Verlegung von der Raummitte aus zu beginnen und abwechselnd (ca. 1 bis 2 m) in beiden Richtungen der Fläche zu verlegen.

Parkett mit einer sog. „Klick“-Verbindung wird häufig mit einer Kippbewegung direkt eingerastet und braucht selten einen festen Anschlag. Muss das „Klickparkett“ jedoch durch eine horizontale Schiebebewegung, ähnlich wie bei Parkett mit einer konventionellen Nut-Feder-Verbindung, eingerastet werden, ist vorher ein fester Anschlag herzustellen.

Keile müssen unmittelbar nach der Verlegung des Belags entfernt werden, da sonst – insbesondere bei der Verwendung von Dispersionsklebstoffen – mit Aufwölbungen zu rechnen ist.

Das frisch verlegte Parkett soll so wenig wie möglich mechanisch beansprucht, insbesondere nicht begangen werden. Harte Dispersionsklebstoffe sind während des Abbindens besonders empfindlich gegen mechanische Einwirkungen bzw. Störungen.

Verschiedene Parkettelemente erfordern zur Erzielung der notwendigen Unterseitenbenetzung und zur Vermeidung von Hohlstellen eine besonders sorgfältige Vorbereitung des Untergrundes, z. B. mit geeigneten selbstnivellierenden Ausgleichmassen in entsprechender Schichtdicke (Siehe BVPF-Technisches Hinweisblatt 02, Qualitätsanforderung an die Ebenheit von Untergründen für Bodenbeläge und Parkett).

Um ein Herausdrehen oder Abheben des Parketts aus dem Klebstoffbett in der Abbindephase zu vermeiden, kann ein Beschweren des Parketts unmittelbar nach dem Einlegen bis zum Abbinden des Klebstoffs erforderlich sein. Dies gilt besonders für:

- Randbereiche von Zementestrichen,
- Kopfenden von langen Mehrschicht- und Massivelementen,
- Flächen aus Stabparkett und anderen massiven Parkettarten mit Nut- und Feder-Verbindung.

Vollflächig geklebtes Parkett soll normalerweise nicht in Nut und Feder verleimt werden, da die Gefahr der Bildung von Blockabrissfugen besteht. Abweichend hiervon wird bei einigen Mehrschichtparkettarten vom Hersteller eine sogenannte „H-Verleimung“ der „Köpfe“ (Schmalseiten des Elementes) verlangt.

**Tabelle 6: Abbinde- bzw. Wartezeiten in Tagen bis zur Nutzung oder zum Schleifen und Behandeln der Oberfläche**

Saugfähigkeit des Untergrundes	Klebstoff-Typ				
	Dispersion	1K-PUR	2K-PUR	SMP, hart und hartelastisch	SMP, elastisch
Saugfähig	5 - 10	2	1 - 2	1 - 2	1 - 2
Nicht Saugfähig	Nicht geeignet	3	1 - 2	1 - 2	1 - 3

#### 4.5 Abbinde- / Wartezeiten

Bevor das verlegte Parkett weiter behandelt (Schleifen, Versiegeln/Ölen) oder genutzt wird, muss eine hinreichende Abbindung bzw. Verfestigung des Klebstoffs und ggf. der Wiederangleich der Holzfeuchte sichergestellt sein.

Bei Parkett mit unbehandelter Oberfläche ist dazu je nach Klebstoff- und Holzart mit den in Tabelle 6 niedergelegten typischen Wartezeiten zu rechnen.

Bei Fertigparkett mit behandelter Oberfläche sollte unabhängig von der Klebstoffart die Nutzung nicht früher als 24 bis 48 Stunden nach der Klebung erfolgen.

Die konkrete Wartezeit innerhalb dieser Bereiche hängt vom Untergrund, dem Raumklima, sowie der Parkett- und Holzart ab. Die Angaben der Klebstoffhersteller sind zu beachten.

## 5. Relevante Normen, Merkblätter und Literatur

Im Folgenden sind relevante Normen, Merkblätter und Literatur aufgelistet.

### 5.1 Arbeitsschutz und Verbraucherschutz

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV), vom 26.11.2010 (BGBl. I S. 1643). In der aktuellen Fassung vom 21.07.2021 (BGBl. I S. 3115).

TRGS 900, Arbeitsplatzgrenzwerte. Ausgabe: Januar 2006. BArBI Heft 1/2006, S. 41-55. Zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2021, S. 893-894 [Nr. 39-40] (vom 02.07.2021)

TRGS 430, Isocyanate - Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen. Ausgabe: März 2009. Zuletzt geändert und ergänzt: GMBI Nr. 18/19 (04.05.2009) Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS).

GISCODE für Verlegewerkstoffe aktuelle Fassung (<http://www.bgbau.de/gisbau/giscodes>) Gefahrstoff Informationssystem der Berufsgenossenschaften der Bauindustrie; Frankfurt

EMICODE für Verlegewerkstoffe aktuelle Fassung (<http://www.emicode.com/de/>) Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegewerkstoffe, Klebstoffe und Bauprodukte e.V. (GEV)

### 5.2 Technische Merkblätter der TKB

Die TKB ist die Technische Kommission Bauklebstoffe (TKB) im Industrieverband Klebstoffe e.V. (IVK), Düsseldorf. Die Merkblätter sind alle verfügbar unter: [www.klebstoffe.com](http://www.klebstoffe.com)

TKB-Merkblatt 6, Spachtelzahnungen für Bodenbelag-, Parkett- und Fliesenarbeiten. Stand: März 2019

TKB-Merkblatt 8, Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen für Bodenbelag- und Parkettarbeiten. Stand: April 2015.

TKB-Merkblatt 9, Technische Beschreibung und Verarbeitung von Bodenspachtelmassen. Stand: Juli 2019

TKB-Merkblatt 10, Bodenbelags- und Parkettarbeiten auf Fertigteil-estrichen - Holzwerkstoff- und Gipsfaserplatten. Stand: März 2016

TKB-Merkblatt 16, Anerkannte Regeln der Technik bei der CM-Messung. Stand: März 2016

TKB-Merkblatt 17, Raumklima - Auswirkungen des Raumklimas auf Bodenbeläge und Verlegewerkstoffe während der Verlegung und der Nutzung. Stand: März 2018

### 5.3 Normen für Bodenbeläge / Normen für Holzfußböden

DIN EN 13226:2009-09, Holzfußböden – Massivholz-Parkettstäbe mit Nut und/oder Feder. Deutsche Fassung EN 13226:2009. Berlin: Beuth Verlag GmbH. September 2009.

DIN EN 13227:2017-12, Holzfußböden – Massivholz-Lamparkettprodukte. Deutsche Fassung EN 13227:2017. Berlin: Beuth Verlag GmbH. 2017-12.

DIN EN 13228:2011-08, Holzfußböden – Massiv-Overlay-Parkettstäbe einschließlich Parkettblöcke mit einem Verbindungssystem. Deutsche Fassung EN 13228:2011. Berlin: Beuth Verlag GmbH. August 2011.

DIN EN 13488:2003-05, Holzfußböden – Mosaikparkettelemente. Deutsche Fassung EN 13488:2002. Berlin: Beuth Verlag GmbH. Mai 2003.

DIN EN 13489:2017-12, Holzfußböden – Mehrschichtparkettelemente. Deutsche Fassung EN 13489:2017. Berlin: Beuth Verlag GmbH. 2017-12.

DIN EN 13629:2020-05, Holzfußböden - Massive Laubholzdielen und zusammengesetzte massive Laubholzdielen-Elemente; Deutsche Fassung EN 13629:2020. Berlin: Beuth Verlag GmbH. 2020-05

DIN EN 13990:2004-04, Holzfußböden – Massive Nadelholz-Fußbodendielen. Deutsche Fassung EN 13990:2004. Berlin: Beuth Verlag GmbH. April 2004.

DIN EN 14761:2008-09,  
Holzfußböden – Massivholzparkett –  
Hochkantlamelle, Breitlamelle und Modulklotz.  
Deutsche Fassung EN 14761:2006+A1:2008.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH. September 2008.

DIN 68702:2017-06,  
Holzpfaster  
Berlin: Beuth Verlag GmbH. 2017-06.

DIN EN 17009:2019-06,  
Bodenbelag aus lignifizierten Materialien, die kein  
Holz sind - Eigenschaften, Bewertung und  
Überprüfung der Leistungsbeständigkeit und  
Kennzeichnung;  
Deutsche Fassung EN 17009:2019

#### 5.4 Normen für Verlegewerkstoffe

DIN EN ISO 17178:2020-06,  
Klebstoffe - Klebstoffe für das Kleben von Parkett  
auf einen Untergrund - Prüfverfahren und  
Mindestanforderungen (ISO 17178:2013);  
Deutsche Fassung EN ISO 17178:2020  
Berlin: Beuth Verlag GmbH. 2020-06.

#### 5.5 Normen für Bodenbelagsarbeiten / Normen für Parkettarbeiten

DIN 18356:2019-09,  
VOB Vergabe- und Vertragsordnung für  
Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische  
Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) -  
Parkett- und Holzpfasterarbeiten  
Berlin: Beuth Verlag GmbH. 2019-09.

#### 5.6 Sonstige Normen

DIN 68100:2010-07,  
Toleranzsystem für Holzbe- und -verarbeitung -  
Begriffe, Toleranzreihen, Schwind- und  
Quellmaße.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH. Juli 2010.

DIN EN 13183-Teil 1:2002-07,  
Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz -  
Bestimmung durch Darrverfahren.  
Deutsche Fassung EN 13183-1:2002.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH. Juli 2002.  
DIN EN 13183-1 Berichtigung 1:2003-12

DIN EN 13183-Teil 2:2002-07,  
Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz -  
Schätzung durch elektrisches Widerstands-  
Messverfahren.  
Deutsche Fassung EN 13183-2:2002.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH. Juli 2002.  
DIN EN 13183-2 Berichtigung 1:2003-12

DIN 18202:2019-07,  
Toleranzen im Hochbau - Bauwerke.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH. 2019-07.

DIN 18299:2019-09,  
VOB Vergabe- und Vertragsordnung für  
Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische  
Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) -  
Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH. 2019-09.

DIN 1960:2019-09,  
VOB Vergabe- und Vertragsordnung für  
Bauleistungen - Teil A: Allgemeine Bestimmungen  
für die Vergabe von Bauleistungen.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH. September 2019.

DIN 1961:2016-09,  
VOB Vergabe- und Vertragsordnung für  
Bauleistungen - Teil B: Allgemeine  
Vertragsbedingungen für die Ausführung von  
Bauleistungen.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH. September 2016.

#### 5.7 Kommentare zu Normen

Peter F. Fendt, Norbert Strehle, Joachim Barth.  
Kommentar zur DIN 18 356 Parkett- und  
Holzpfasterarbeiten  
Hamburg, SN-Verlag Michael Steinert; Auflage: 1  
(2019)  
ISBN: 978-3-924883-19-5

#### 5.8 Sonstige Merkblätter

BEB-Arbeits- und Hinweisblatt 8.1,  
Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen im  
Alt- und Neubau, Verlegen von elastischen und  
textilen Bodenbelägen, Laminat, mehrschichtig  
modularen Fußbodenbelägen, Holzfußböden und  
Holzpfaster, Beheizte und unbeheizte  
Fußbodenkonstruktionen.  
Stand: März 2014.  
Bundesverband Estrich und Belag e.V., Troisdorf.

BVPF Technisches Hinweisblatt 02,  
Qualitätsanforderung an die Ebenheit von  
Untergründen für Bodenbeläge und Parkett.  
Stand: 2016-07  
Bundesverband Parkett und Fußbodentechnik,  
53842 Troisdorf-Oberlar.

#### 5.9 Fachbücher

Karl Remmert, Josef Heller, Horst Spang, Klaus  
Bauer, Thomas Brehm.  
Fachbuch für Parkettleger.  
4. Auflage 2013.  
Hamburg: SN-Verlag Michael Steiner, 2013.  
ISBN 978-3-924883-15-7

Andreas O. Rapp, Bernhard Sudhoff, Daniel Pittich.  
Schäden an Holzfußböden, 2. Aufl.  
In: Band 29 Schadenfreies Bauen, hrsg. v. R. Ruhnau  
Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag; Auflage: 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. (3. Januar 2011)  
ISBN 978-3816780977

Dirk Lukowsky.  
Schadensanalyse Holz und Holzwerkstoffe  
Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag; Auflage: 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. (3. Januar 2011)  
ISBN 978-3816786306