



Teil III:

Praxishandbuch Industriefußböden

2013

Kapitel A	rechtliche Fragen
Kapitel B	Planung
Kapitel C	Erdbau, Trennlage Abdichtung, Dämmung
Kapitel D	Beton
Kapitel E	Bemessung
Kapitel F	Oberflächenanforderungen
Kapitel G	Oberflächenausbildung
Kapitel H	Prüfungen
Kapitel I	Abnahme
Kapitel J	Anhang

1.2 Erdbau

Der Erdbau umfasst alle Baumaßnahmen, bei denen Boden in seiner Lage, in seiner Form und in seiner Lagerungsbeschaffenheit verändert wird. Man unterscheidet im Erdbau die Grundprozesse Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten. Weiterhin kann zwischen den Vorgängen Abtrag und Auftrag von Boden unterschieden werden.

Dazu gehören: Bodenabtrag, Erdmengenbewegung, Bodenverfüllungen, Auffüllungen und Aufschüttungen, Baustraßenbau, Bodenaushub für Gräben, Baggern über und unter Wasser, Fundamentaushub, Herstellung von Baugruben für Gebäude usw. Erdarbeiten sind Bestandteil der Rohbauarbeiten.

Erdbauarbeiten werden benötigt für Verkehrswege wie Kanäle, Straßen, Eisenbahnen, auch für Stauanlagen und Deponien. Auch das Planieren und Verdichten großer Flächen zum Beispiel für Flughäfen zählt zum Erdbau. Ein weiterer Zweck kann die Anlieferung von Sand, Kies oder Mutterboden sein oder die Entsorgung von Bodenmassen.

Erdarbeiten führt man mit Erdbaumaschinen wie Baggern, Scrapern, Gradern, Raupen (Planierraupen) und Ladern aus, teilweise auch in Handarbeit mit Pickeln, Schaufeln, Schubkarren und Spaten.

Die für Erdbauwerke nötigen Berechnungen (Stand sicherheitsnachweise) gehören zu den geotechnischen Fachdisziplinen Erdstatik, Grundbau und Bodenmechanik, Materialprüfungen für konkrete Bauvorhaben werden in Erdbaulaboratorien durchgeführt. Grundlagenforschung betreiben auch die Geowissenschaften, insbesondere Ingenieurgeologie und Bodenkunde. Die Planung von Erdbaumaßnahmen und der Baumaschineneinsatz sind Aufgabe der Bauverfahrenstechnik (Baubetrieb).

Im Bauvertragsrecht werden bei Aufträgen der öffentlichen Hand in Deutschland die Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen ZTV, hier die ZTV-E vereinbart. Sie regeln zum einen Definitionen, sowie Mindestanforderungen an die Bearbeitung der Erdstoffe im Bauvertrag. Zur Ermittlung der theoretischen Grundlagen der Bodeneigenschaften, sowie der Kontrolle der Bauausführung dienen Baugrundlabore und Erdbaulabore.

Allgemeingültige DIN Regelungen zum Erdbau im Bereich des Industriefußbodens sind nicht vorhanden. Allgemeine Gültigkeit hat die ZTVE-StB 09. [R2]

1.2.1 Tragschichten

Tragschichten werden im Straßenbau als Teil der Straßenbefestigung mit Oberbau bezeichnet. Der Oberbau wird direkt auf dem zuvor angelegten Unterbau oder auf dem gewachsenen Untergrund aufgebracht, wobei sich zwischen Unter- und Oberbau das Planum befindet.

Bei der Herstellung des Oberbaus kann je nach Belastungen auf verschiedene Baustoffe und auf verschiedene Schichtenfolgen zurückgegriffen werden.

Grundsätzlich ist ein frostsicherer Oberbau (so genannte Frostschutzbauweise) auszuführen. Deshalb kann es in Abhängigkeit von den Boden- und

1.1.1 Einführung in die Problematik der Dauerhaftigkeit [1]

„Der Beton wurde als ein Baustoff dargestellt, der zwangsläufig "altere", also überhaupt nicht dauerhaft sein könne. Um diese Ansicht zu widerlegen, ist es nicht erforderlich, soweit ins Detail zu gehen wie der Baustoff-Forscher. Einige wesentliche Grundsätze und Prinzipien reichen hin zum Grundlagenverständnis der dauerhaftigkeitsbestimmenden Vorgänge im Betongefüge.“

1.1.2 Probabilistische Lebensdauerbetrachtung [2]

„Der Tragwerksplaner hat die Verpflichtung, Bauwerke unter Berücksichtigung der Belange der Standsicherheit, der Gebrauchstauglichkeit und der Wirtschaftlichkeit zu entwerfen. Diese Verpflichtung reicht von der Planungsvorbereitung bis hin zur Ausführungsplanung.

Von einer gebrauchstauglichen Konstruktion wird erwartet, dass sie die ihr zugeordnete Funktion während einer festgelegten Zeitdauer mit vorgegebener Wahrscheinlichkeit erfüllt. Zuverlässigkeitsprobleme werden fast ausschließlich mit wirtschaftlichen Überlegungen verknüpft.

Das Bemessungskonzept soll, ähnlich der Bemessungsphilosophie beim Entwurf einer Tragkonstruktion gegenüber statischer und dynamischer Beanspruchung, auf probabilistischer Basis stehen und ein Sicherheitskonzept beinhalten, mit dessen Hilfe eine grenzzustandsbezogene Lebensdauer projiziert werden kann.“ [2]

1.2 Mögliche Schäden bei der Beachtung der zum Zeitpunkt der Herstellung geltenden anerkannten Regeln der Technik bei der Herstellung eines Betonindustriefußbodens [3]

Hohl liegenden Oberschichten in monolithisch bearbeiteten Betonböden

- Untersuchung und Analyse der Ursache und Hinweise zur Vermeidung

Doc.: Stufib Stutech Zelle 9 – Report Version: 9 Juni 2006



7.1 Betonindustriefußboden Grundlagen

Gemäß Festlegungen in Kapitel B wird der Oberbau ergänzend zum Unterbau wie folgt definiert:

Der Oberbau für Industriefußböden aus Beton besteht aus:

- Sauberkeitsschicht
- Betonschicht = Betonindustriefußboden
- Nutzschicht

Die Nutzschicht wird in Kapitel G Oberflächenausbildung weiter im Detail behandelt.

Der Betonindustriefußboden muss dabei den werkvertraglichen Vereinbarungen und/oder den allgemein anerkannten Regeln der Technik, DIN- Normen, entsprechen und die Eignung der vertraglich geschuldete Leistung für den Verwendungszweck nachweisen.

Normenkonzept aus DIN EN 1360:2001-03

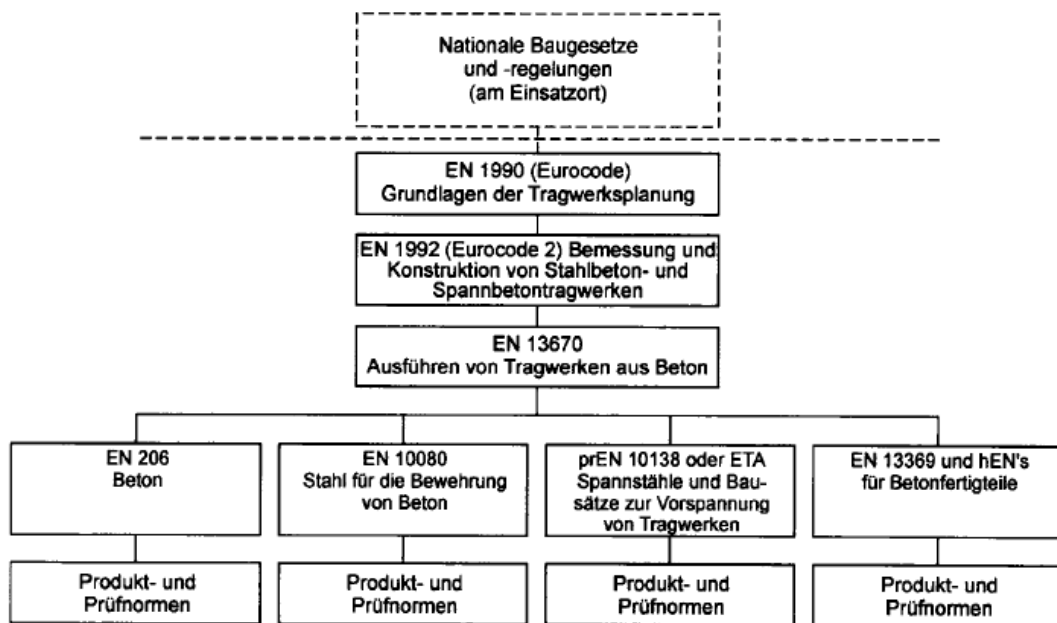


Bild 1 — System Europäischer Normen als Grundlage für Bemessung, Ausführung und Baustoffwahl für Betonbauwerke (nur Hauptmodule)

Kapitel E1 Bemessung**1 Bemessung Grundlagen**

Vor der Durchführung der Berechnung ist zu klären, ob die Betonbodenplatte als Tragwerk im Sinne der Eurocodes EC0 bis EC2 wirkt oder ob die Betonbodenplatte nichttragend und nichtaussteifend für das Gebäude ist, denn danach unterscheiden sich die erforderlichen rechnerischen Nachweise:

DIN EN 1990:2010-12 Eurocode EC0: Grundlagen der Tragwerksplanung [N1.0]

DIN EN 1990/NA:2010-12 Nationaler Anhang zum Eurocode EC0 [N1.1]

DIN EN 1991:2010-12 Eurocode EC1: Einwirkungen auf Tragwerke Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau [N2.0]

DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang zum Eurocode EC1 [N2.1]

DIN EN 1992:2011-01 Eurocode EC2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau (Hinweis: 01 N EN 1992-1-1 Eurocode 2 ersetzt DIN 1045-1) [N3.0]

DIN EN 1992-1-1/NA :2011-01 Nationaler Anhang zum Eurocode EC2 [N3.1]

- tragende Bauteile und aussteifende Bauteile mit dem Nachweis vorrangig der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit
 - Bemessung nach EC0, EC1 und EC2
 - Ausführung nach DIN 1045-2 und 3

- Ausführung nach den Forderung des Wasserhaushaltsgesetz mit dem Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit nach Zeile 1 und rechnerischer Nachweis der Dichtheit
 - Bemessung nach EC0, EC1 und EC2
 - Bemessung nach Zeile 1 und nach DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffe [N4]
 - Ausführung nach DIN 1045-2 und 3

- Hochregallager mit Oberkante der Einlagerung je nach LBO >7,50 bzw. >12,50m mit den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit nach Zeile 1 und behördlichen Anordnungen
 - Bemessung nach EC0, EC1 und EC2
 - Hochregallager gelten nach der Musterbauordnung als genehmigungs- und abnahmepflichtige Sonderbauten [N5]
 - Ausführung nach DIN 1045-2 und 3

Für die Berechnung erfolgen keine nachvollziehbaren Angaben, da die Bearbeitung dieser Aufgaben durch den Tragwerksplaner erfolgen muss.

Zur Abschätzung für einen Nichttragwerksplaner kann eine Vorbemessung über ein Downloadprogramm der Fa. IPB Industriefussboden Planung Beratung GmbH unter

<http://www.industryfloor.de>

durchgeführt werden.

Eine prüffähige statische Dimensionierung wird auf der Grundlage dieser Programmdatei angeboten, wenn die detaillierten Objektdaten vorliegen.

2. Statische Berechnung					
Belastungshalbkreis	a (mm)	85,000	67,800	56,500	
Bettungsmodul	k (N/mm ²)	0,150	0,150	0,150	
Ersatzhöhe	hII (mm)	120,000	120,000	120,000	
Ersatzradius	bII (mm)	80,121	66,496	58,670	
elast. Länge	l (mm)	416,193	416,193	416,193	
Faktor Nachbarlast	J	0,099	0,114	0,008	
Wirksamkeitsgr. Fuge	ψ	90,000	90,000	90,000	
Querkraft Qers	kN	47,378	92,629	50,769	
Querkraft Qr	kN	26,058	50,946	27,923	
3. Spannungsnachweis					
Biegez. Plattenmitte	N/mm ²	8,091			
Biegez. Plattenrand	N/mm ²	8,311			
Biegez. Plattenecke	N/mm ²	8,753			

maßgebende Spannung	N/mm ²	8,753			
Wölbspannung	N/mm ²	0,810			
Zul. Spannung	N/mm ²	B25	1,086	B35	1,450
Bemessung					
	max Mfe =	11,817	kNm/m		
	kh =	2,618	ks =	3,800	
	As =	4,989	cm ² /m		

3.1.2 Tragschichtbemessung Fa. IPB GmbH [2]

Auf der Grundlage der DIN EN 1992-1-1 kann über den Durchstanznachweis eine nachvollziehbare Bemessung des Untergrundes bzw. Tragschichten durchgeführt werden.

Von der Fa. IPB GmbH kann ein Bemessungsprogramm abgefordert werden.

..\Anlage\E Bemessung\E3.1 Tragschicht V1.1.xlsx

Bemessung Tragschicht über Duchstanzen nach DIN EN 1992-1-1 Abschnitt 12.6.3[N2]

7.55 Lastausbreitung < elastische Länge	$bs + 2x \cdot ac \leq Le$		0,8 m
Lastverteilungswinkel	βT		60°
Dicke der Tragschicht	hat		30 cm
DIN Bemessungsangaben			
Beiwert	Duchstanzen	α_{ct}	0,70
Betonzugfestigkeit	f (Betongüte)	$f_{ctk;0,05}$	2,00 N/mm ²
Teilsicherheitsbeiwert Beton	Tragfähigkeit Duchstanzen	γ_c	1,80
		γ_a	1,50
Objektdaten			
Betonhöhe		h_c	0,24 m
Beton		C30/37	
Last		Q_k	62,00 kN
Fußplatten		b_s	0,12 m
		c_s	0,12 m
Bodenpressung DIN 1045-1. 2010 Abschnitt 10.2 (2)	f (Bodenklasse)	$p_{g,d} \leq 250 \text{ kN/m}^2$	0,25 MN/m ²
		$h_{c/ac}$	1,00
Beton			
7.581 Betonfestigkeit	$f_{cv,d} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk;0,05} / \gamma_c$	$f_{cv,d}$	0,78 MN/m ²
		$h_{c/ac}$	1,16
	h_c / E_{30}	a_c	0,21
Lt < Le	$bs + 2 \cdot ac$	L_T	0,54 < 0,80
Tragschicht			
zusätzliche Lastverteilungsbreite Tragschicht	hat/tan βT	a_T	17,32 cm
Lastverteilungsfläche auf Baugrund	$dg^2 \cdot \pi / 4 = (LT + 2 \cdot x \cdot aT)^2 \cdot \pi / 4$	A_g	0,611 m ²
Kontaktpressung unter Stützenfuß			
	$\gamma_Q \cdot x \cdot Q_k$	$V_{E,d}$	93 kN
Sohlpressung auf dem Baugrund			
	$VE,d / A_g$	p_g	152,33 kN/m ²
		$p_g / p_{g,d}$	0,61 < 1,00

3.3.3 tatsächliche Belastungen [2]

Europalette von unten mit herausstehenden Nägeln



Staplerrad mit Bremsplatten



1.2 Diese BG-Regel findet keine Anwendung auf Fußböden in Arbeitsräumen, Arbeitsbereichen und betrieblichen Verkehrswegen, die trocken genutzt werden, und wo die Gefahr des Ausrutschens auf Grund gleitfördernder Stoffe nicht besteht.

2.1 Rutschhemmende Fußböden

Die allgemein gehaltene Forderung der Arbeitsstättenverordnung nach rutschhemmender Ausführung der Fußböden bedarf für die Anwendung in den Einzelfällen der Praxis der Konkretisierung. Aus den Betriebs- und Unfallereignissen der Unfallversicherungsträger werden bestimmte Arbeitsräume und -bereiche ersichtlich, auf deren Fußböden sich Unfälle durch Ausrutschen häufig ereignen. Diese Arbeitsbereiche sind in einer Übersicht als Anhang 1 zusammengestellt.

2.2 Bewertung der Rutschgefahr

Auf Grund der Bewertung der unterschiedlichen Rutschgefahren sind Bewertungsgruppen für Fußböden in verschiedenen Arbeitsräumen und -bereichen in Anhang 1 aufgeführt.

3.2 Prüfung und Beurteilung der Rutschhemmung

3.2.1 Das Verfahren zur Prüfung der Rutschhemmung ist in DIN 51130 "Prüfung von Bodenbelägen; Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft; Arbeitsräume und Arbeitsbereiche mit erhöhter Rutschgefahr; Begehungsverfahren; Schiefe Ebene" geregelt.

Es wird darauf hingewiesen, dass das eingesetzte Zwischenmedium Öl beim Prüfverfahren nach DIN 51130 nicht dazu dient, einen besonders ungünstigen Betriebszustand auf den Versuch zu übertragen. Die Verwendung eines bestimmten, definierten Öles dient als konstanter Versuchsparameter, mit dem nachgewiesenermaßen eine bessere Differenzierung der Prüfergebnisse erzielt wird.

Dieses Verfahren beruht auf der Begehung des zu prüfenden Bodenbelages auf einer schiefen Ebene durch Prüfpersonen. Es dient als Entscheidungshilfe, ob der jeweilige Bodenbelag zur Verlegung in bestimmten Arbeitsräumen und -bereichen geeignet ist.

Der aus einer Messwertreihe ermittelte mittlere Neigungswinkel ist für die Einordnung des Bodenbelages in eine von fünf Bewertungsgruppen maßgebend. Die Bewertungsgruppe dient als Maßstab für den Grad der Rutschhemmung, wobei Beläge mit der Bewertungsgruppe R 9 den geringsten und mit der Bewertungsgruppe R 13 den höchsten Anforderungen an die

Tabelle 4 Umrechnungsfaktoren für Lastverteilung

Schichtdicke der Beschichtung (D) mm	Umrechnungsfaktor für die Lastverteilung (F _D) (F _K)	Korrektur für Belastung
2	1,96	Vollgummirad 1,0
3	2,56	
4	3,24	Vulkolanrad 1,2
5	4,00	
6	4,84	Polyamid 1,5
7	5,76	
8	6,76	Stahlgitterbox 1,5
9	7,84	
10	9,00	

Berechnungsbeispiele

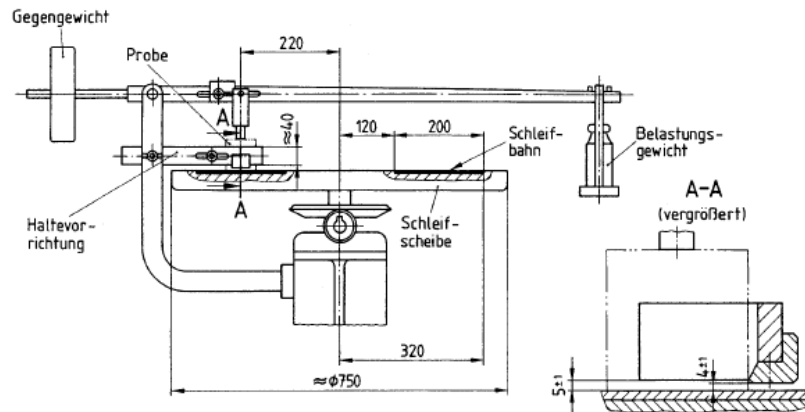
R _w Betonfestigkeit		25N/mm ²			35N/mm ²			50N/mm ²		
R _p Radpressdruck N/mm ²		100	50	40	100	50	40	100	50	40
D	F _K	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Vollgummi	1,0	5,0	2,0	1,6	4,0	2,0	1,1	2,0	1,0	0,8
Vulkolan	1,2	6,0	3,0	1,9	4,5	2,0	1,4	2,4	1,2	1,0
Polyamid	1,5	7,0	4,0	2,4	5,0	2,0	1,7	3,0	1,5	1,2

Bei einem angenommenen Radpressdruck gemäß den Vorgaben der DIN 18560 von 40N/mm² ergeben sich für die unterschiedlichen Beanspruchungsgruppen folgende Mindestschichtstärken:

R _w Betonfestigkeit		25N/mm ²	35N/mm ²	50N/mm ²
D		mm	mm	mm
Vollgummi F _K	1,0	1,6	1,1	0,8
Vulkolan F _K	1,2	1,9	1,4	1,0
Polyamid F _K	1,5	2,4	1,7	1,2

Gemäß den Angaben der Reaktionsharzhersteller ist der Beton im Zustand II „gerissene Zugzone“ mit einer angenommenen Rissbreitenbeschränkung auf w_r < 0,2 mm bzw. 0,3 mm zu berücksichtigen. Aufgrund dieser Forderung werden die angebotenen Reaktionsharze zur Aufnahme dieser Rissbreiten nicht starr, sondern

Maße in Millimeter



Die Gestaltung braucht der bildlichen Darstellung nicht zu entsprechen; nur die angegebenen Maße sind einzuhalten.

Bild 1 — Verschleiß-Prüfgerät

5.2.2 Schleifscheibe

Die Schleifscheibe hat einen Durchmesser von etwa 750 mm; sie muss eben und waagrecht angeordnet sein. Die Achse der Schleifscheibe ist senkrecht zu lagern.

Im Belastungszustand muss die Drehzahl $(30 \pm 1) \text{ min}^{-1}$ betragen.

Die Schleifscheibe muss einen Umdrehungszähler und eine Einrichtung haben, die die Drehbewegung nach 22 Umdrehungen selbsttätig ausschaltet.

5.2.3 Schleifbahn

Die Schleifbahn ist die 200 mm breite Ringfläche auf der Schleifscheibe im Abstand von 120 mm bis 320 mm vom Mittelpunkt der Schleifscheibe. Die Schleifbahn darf auswechselbar sein.

Die Schleifbahn wird durch den Gebrauch abgenutzt. Die dadurch entstehende Vertiefung in der Schleifbahn darf höchstens 0,3 mm und die Tiefe einzelner Riefen höchstens 0,2 mm erreichen. Werden diese Maße überschritten, so ist die Schleifbahn auszuwechseln bzw. nachzuarbeiten. Nach dreimaligem Nacharbeiten der Schleifbahn ist ihre Brinellhärte erneut zu bestimmen.

5.2.4 Haltevorrichtung

Die Haltevorrichtung für die Probe besteht aus einem nach einer Seite offenen Rahmen von etwa 40 mm Höhe, der mit seiner unteren Kante $(5,0 \pm 1,0) \text{ mm}$ über der Schleifscheibe liegt und so angeordnet ist, dass die Probenmitte 220 mm von der Schleifscheibenmitte entfernt ist. Die Leiste an der Haltevorrichtung stützt die Probe (siehe 5.2.5) $(4,0 \pm 1,0) \text{ mm}$ oberhalb der Schleifscheibe ab. Die Haltevorrichtung muss so befestigt sein, dass Vibrationen nicht eintreten können.

Anhang 2 Gerichtsurteile**1 Vertragsbestandteile im konkreten Fall****BGH, Urteil vom 14. Mai 1998, Az. VII ZR 184/97, Volltext.****Tatbestand:**

- I. Die Kläger verlangen von der Beklagten Mangelbeseitigung und Ersatz von Gutachterkosten wegen behaupteter Luftschallmängel.
- II. Die Kläger erwarben von der Beklagten Eigentumswohnungen, die von dieser errichtet worden sind. Planung und Herstellung der Wohnungen erfolgte in den Jahren 1988 und 1989. Das Gemeinschaftseigentum wurde am 1. Februar 1990 abgenommen. Die Kläger sehen einen Mangel darin, dass Gespräche aus den umliegenden Wohnungen als störendes Gemurmel zu hören seien. Bei den Wohnungstrennwänden und Wohnungstrenndecken sei der Mindestschallschutz bei der Luftschalldämmung nicht eingehalten. Die Beklagte hält die Wohnungen für ausreichend schallisoliert. Sie entsprächen den Anforderungen der hier anzuwendenden DIN 4109 Ausgabe 1984. III. Das Landgericht hat der Klage stattgegeben, das Berufungsgericht hat sie abgewiesen. Mit der hiergegen gerichteten Revision verfolgen die Kläger ihre Ansprüche weiter. Entscheidungsgründe:

Die Revision hat Erfolg. Sie führt zur Aufhebung des angefochtenen Urteils und zur Zurückverweisung der Sache an das Berufungsgericht.

- I. Das Berufungsgericht ist der Ansicht, die Schallisolierung sei nicht mangelhaft. Die Parteien hätten eine Vereinbarung über die Ausführung eines erhöhten Schallschutzes nicht vorgetragen. Für das Bauvorhaben "gelte die DIN 4109/1984 und nicht die DIN 4109/1989". Nach den zutreffenden Ausführungen des Sachverständigen könne nicht davon ausgegangen werden, dass die DIN 4109/1989 nur eine Anpassung an den längst gängigen Stand der Technik gewesen sei, der von den Baubeteiligten bereits bei Planung und Erstellung des Bauwerkes hätte einkalkuliert und beachtet werden müssen.

In der Fachwelt sei nicht absehbar gewesen, dass die Werte des Normentwurfes aus dem Jahre 1984 erhöht würden. Aus technischer Sicht sei bei der Beurteilung der schalltechnischen Messergebnisse die DIN 4109/1984 zugrunde zu legen.

Gemäß dem Einführungserlass des Bayerischen Staatsministeriums des Inneren vom 23. Februar 1991 sei der Nachweis des Schallschutzes nach der DIN 4109 Ausgabe November 1989 erst bei Bauanträgen ab dem 15. Mai 1991 zu fordern.