

Norman Gasser

## Sapere aude - Anerkannte Regel der Technik oder Normengläubigkeit?

Als mangelfrei gelten Werkleistungen in der Regel dann, wenn sie die vertraglich vereinbarte Beschaffenheit aufweisen und den anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

In „Kompendium des Baurechts“<sup>1</sup> werden im 6. Teil unter Rand Nr. 34 die anerkannten Regeln der Technik wie folgt definiert:

*„Anerkannte Regeln der Technik sind diejenigen technischen Regeln für den Entwurf und die Ausführung baulicher Anlagen, die in der technischen Wissenschaft als theoretisch richtig erkannt sind und feststehen sowie insbesondere in dem Kreise der für die Anwendung der betreffenden Regeln maßgeblichen, nach dem neuesten Erkenntnisstand vorgebildeten Techniker durchweg bekannt und aufgrund fortdauernder praktischer Erfahrung als technisch geeignet, angemessen und notwendig anerkannt sind.“*

Weiter heißt es unter Rand Nr. 35 „Ermittlung der anerkannten Regeln der Technik“:

*„In der Praxis erweist es sich als schwierig im Einzelfall die für die Bauausführung maßgeblichen anerkannten Regeln der Technik zu bestimmen. Die genannten Regelwerke sind allerdings ein erster Anhaltspunkt. Bereits deren Auslegung kann erhebliche Probleme bereiten, die ohne Hilfe von Sachverständigen kaum zu bewältigen sind.“*

*Das Gericht muss die Auslegung selbstständig nachvollziehen. Bei dem Verständnis von Regelwerken, wie z. B. von DIN-Normen, ist maßgeblich auf die betroffenen Verkehrskreise abzustellen. Notfalls muss dieses Verständnis durch aufwendige Befragungen, die auch von einem Sachverständigen durchgeführt werden können, vorgenommen werden. Die subjektive, nicht auf ausreichende Erfahrung gestützte Sicht eines Sachverständigen ist nicht maßgebend.“*

Soweit so gut. Und wie sieht es in der Praxis aus?

Viele, wenn nicht sogar die meisten Sachverständige wenden technische Schriften kritiklos an und würden diese im Zweifel als anerkannte Regeln der Technik bezeichnen.

Beispielhaft verhält es sich mit der DIN 18560 „Estriche im Bauwesen“. Die in der Norm beschriebene Bestätigungsprüfung soll dem Besteller – wie der Name schon sagt – die Bestätigung liefern, ob die vertraglich geschuldete Festigkeit erreicht wurde oder nicht.

Selbst der Technik-Laie kennt die simple wie auch zutreffende Aussage: „Eine Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied.“ Umso verwunderter darf man sein, wenn ausgerechnet eine Norm das unterschlägt.

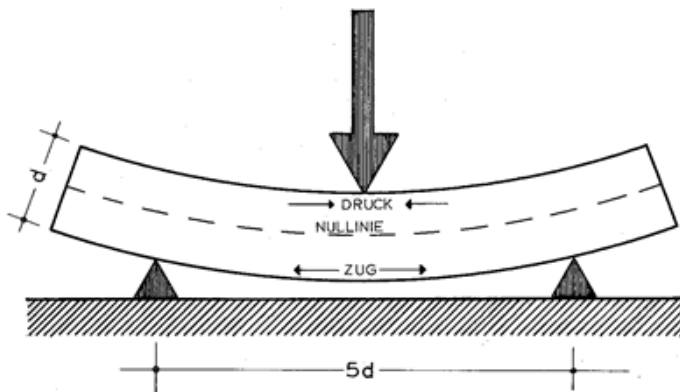
---

<sup>1</sup> Richter am Bundesgerichtshof a.D., Prof. Dr. Kniffka, Rolf / Dr. Koeble, Wolfgang: Kompendium des Baurechts; Verlag: C.H. Beck, München, 2008, 3. Auflage

### Hintergrund der Bestätigungsprüfung:

Die Biegezugfestigkeit beschreibt die maximal aufnehmbare Spannung (Kraft pro Fläche) eines Probekörpers bei der Beanspruchung auf Biegung. Die Ermittlung erfolgt auf der Basis der Balkentheorie. Diese beschreibt das Verhalten von Balken unter Belastung und ist Bestandteil der Technischen Mechanik.

Zunächst wird aus einem eingebauten Estrich eine Platte herausgesägt, die danach in mehrere Streifen von etwa 60mm Breite und einer Länge von ca. der sechsfachen Dicke zurechtgeschnitten wird. Ein so hergestellter Prüfbalken wird gemäß **Skizze 1** auf zwei Lager (Stützweite: fünffache Dicke) aufgelegt und durch Einleiten einer Kraft in Feldmitte bis zum Bruch belastet. Die Bruchkraft wird dokumentiert.

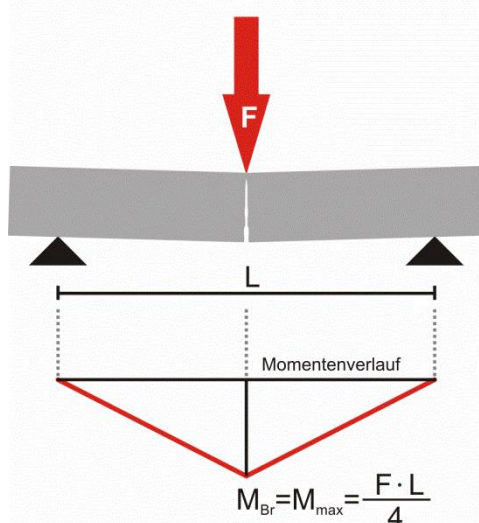


Skizze 1

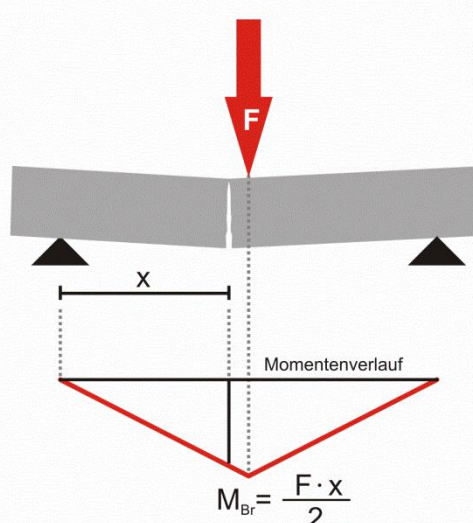
Durch die Krafteinwirkung wird ein sog. inneres Biegemoment ( $M$ ) erzeugt, dem in Abhängigkeit des Prüfbalkenquerschnittes (Breite und Dicke) ein mehr oder weniger großes Widerstandsmoment ( $W$ ) entgegenwirkt. Das Verhältnis von  $M$  zu  $W$  ist als Biegezugspannung definiert.

Der innere Momentenverlauf eines Balkens auf zwei Stützen verläuft bei mittiger Belastung durch eine Einzellast gem. **Skizze 2**.

#### a) Mittiger Bruch



#### b) Außermittiger Bruch



Skizze 2

Erkennbar ist, dass das Moment von null beginnend an den Auflagern jeweils bis zur Feldmitte hin linear ansteigt, wo es maximal ist. Überträgt man das auf das Bild mit den Kettengliedern, bedeutet das, dass ein Kettenglied in Feldmitte maximal auf Biegung belastet wird, während das jeweilige Kettenglied unmittelbar am Auflager keine Biegespannung erfährt. Je weiter folglich von der Feldmitte entfernt der Biegebruch eintritt, desto geringer war dort, aufgrund des kleineren Momentes an der Bruchstelle, die erreichte Biegezugspannung. Zur Erinnerung: Gesucht wird nicht das stärkste, sondern das schwächste Kettenglied!

Dass in der Prüfpraxis der Bruch nur selten in Feldmitte entsteht, sollen die **Bilder 1 und 2** beispielhaft zeigen.

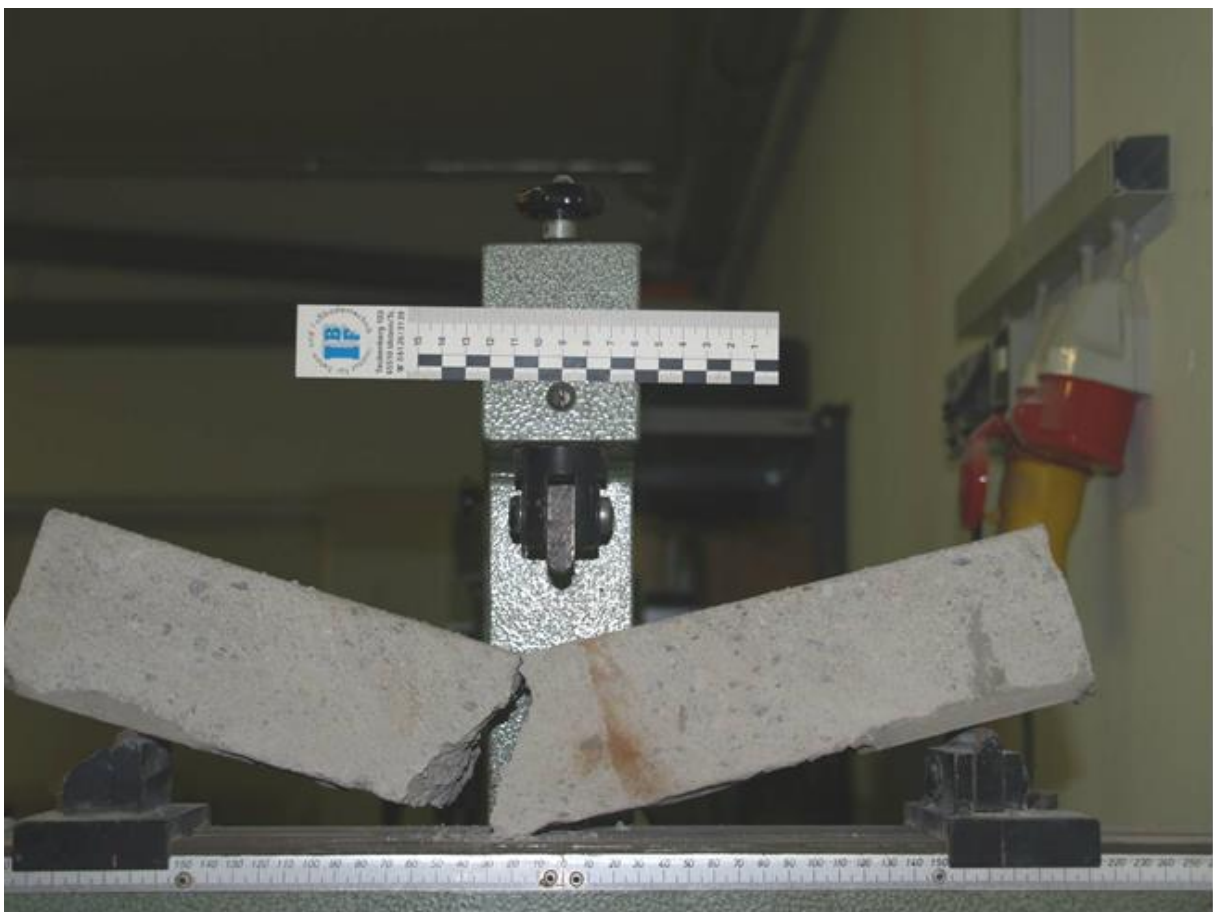


Bild 1



Bild 2

Die Norm stellt den Sachverhalt aufgrund der vorgegebenen Auswerteformel jedoch so dar, als würde der Bruch **immer** in Feldmitte – also dort, wo das maximale Moment auftritt – entstehen. Die tatsächliche Lage der Bruchstelle bleibt bei der Auswertung nach DIN 18560 unberücksichtigt, was das Ergebnis nicht selten einseitig, zugunsten des ausführenden Unternehmens verfälscht.

Auswertung nach Norm:

$$\beta_{\text{BZ,Mitte}} = \frac{1,5 \cdot F \cdot l}{b \cdot d^2}$$

(Formel 1)

Korrekte Auswertung der Biegezugfestigkeit an der Bruchstelle:

$$\beta_{\text{BZ,Bruch}} = \frac{3 \cdot F \cdot x}{b \cdot d^2}$$

(Formel 2)

Formelzeichen:

- l = Stützweite
- x = Kürzeste Entfernung der Bruchstelle zum nächsten Auflager
- F = Bruchkraft
- d = Dicke an der Bruchstelle
- b = Breite an der Bruchstelle
- $\beta_{\text{BZ}}$  = Biegezugfestigkeit

Angenommen, der Architekt plant im Auftrag des Bauherrn den konventionellen Einbau eines auf Dämmschicht verlegten (schwimmenden) Zement- oder Calciumsulfatestrichs der Festigkeitsklasse F4. Dies entspricht nach DIN 13813 „Estrichmörtel und Estrichmassen“ einer Biegezugfestigkeit von 4 N/mm<sup>2</sup>.

Die DIN 18560-2 legt in Abhängigkeit der Estrichart die in **Tabelle 1** wiedergegebenen Mindestwerte für die im Rahmen der Bestätigungsprüfung (?) ermittelten Biegezugfestigkeiten fest, bei deren Einhaltung die jeweilige Festigkeitsklasse (noch) erreicht wird. Das bedeutet, dass nach Norm die vertraglich festgelegte Festigkeit bereits um bis zu 37,5% im Mittel und 50% maximal unterschritten werden darf. Das alleine ist schon fragwürdig! Weshalb wird in der Norm nicht als Deklaration, so wie sie als vereinbarte Beschaffenheit in den Leistungsbeschreibungen steht, der mindestens erforderliche Biegezugwert im eingebauten Zustand zugrunde gelegt, bspw. einen Estrich der Biegezugfestigkeit F2,5 für den Wohnungsbau? Den Verbraucher interessiert es beim Auto schließlich auch nicht, welche Abgas- oder Leistungskennwerte ein Fahrzeug unter theoretischen Laborbedingungen hat, sondern welche es in der zu erwartenden Nutzung tatsächlich aufweist.

**Tabelle 1 — Nenndicken und Biegezugfestigkeit bzw. Härte unbeheizter Estriche auf Dämmschichten<sup>1)</sup> für lotrechte Nutzlasten  $\leq 2 \text{ kN/m}^2$**

Estrichart	Biegezugfestigkeitsklasse bzw. Härteklasse nach DIN EN 13813	Estrichnenndicke <sup>a</sup> in mm bei einer Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht c <sup>d</sup> $\leq 5 \text{ mm}^b$	Bestätigungsprüfung			
			Biegezugfestigkeit $f_{bz}$ N/mm <sup>2</sup>		Eindringtiefe mm	
			kleinster Einzelwert	Mittelwert	bei (22 ± 1) °C	bei (40 ± 1) °C
Calciumsulfat-Fließestrich CAF	F4	$\geq 35$	$\geq 3,5$	$\geq 4,0$	–	–
	F5	$\geq 30$	$\geq 4,5$	$\geq 5,0$	–	–
	F7	$\geq 30$	$\geq 6,5$	$\geq 7,0$	–	–
Calciumsulfatestrich CA	F 4	$\geq 45$	$\geq 2,0$	$\geq 2,5$	–	–
	F5	$\geq 40$	$\geq 2,5$	$\geq 3,5$	–	–
	F7	$\geq 35$	$\geq 3,5$	$\geq 4,5$	–	–
Gussasphaltestrich AS	IC10	$\geq 25$	–	–	$\leq 1,0$	$\leq 4,0$
Kunstharzestrich SR	F7	$\geq 35$	$\geq 4,5$	$\geq 5,5$	–	–
	F10	$\geq 30$	$\geq 6,5$	$\geq 7,0$	–	–
Magnesiaestrich MA	F4 <sup>c</sup>	$\geq 45$	$\geq 2,0$	$\geq 2,5$	–	–
	F5	$\geq 40$	$\geq 2,5$	$\geq 3,5$	–	–
	F7	$\geq 35$	$\geq 3,5$	$\geq 4,5$	–	–
Zementestrich CT	F4	$\geq 45$	$\geq 2,0$	$\geq 2,5$	–	–
	F5	$\geq 40$	$\geq 2,5$	$\geq 3,5$	–	–

Tabelle 1 Auszug aus DIN 18560-2



Doch das ist noch nicht der eigentliche Hauptkritikpunkt. Zurückkommend auf die Frage, wieviel das schwächste Kettenglied „verkräftet“, müsste die Auswertung der Biegezugfestigkeit an der Bruchstelle erfolgen.

In den **Tabellen 2 und 3** werden Prüfergebnisse dargestellt, die von der Materialprüfanstalt für Bauwesen in Wiesbaden ermittelt wurden. Neben dem Auftrag, die Prüfung nach Normenvorgabe durchzuführen, sollte ergänzend die Lage des Bruches dokumentiert werden. Die tatsächliche Biegezugfestigkeit an der Bruchstelle wurde von mir aufgrund dieser Angaben nach **Formel 2** berechnet und zusätzlich – zur Verdeutlichung – die prozentuale Abweichung von der Normenauswertung angegeben.

Probe	Stützweite [mm]	Lage des Bruchs vom Auflager [mm]	norm. Biegezugfestigkeit in Feldmitte [N/mm <sup>2</sup> ]	Biegezugfestigkeit an der Bruchstelle [N/mm <sup>2</sup> ]	Abweichung von der norm. Auswertung [%]
O/E.1	442,00	196,00	2,68	2,38	-11,3
O/E.2	442,00	216,00	2,72	2,66	-2,3
O/E.3	442,00	176,00	2,40	1,91	-20,4
O/E.4	442,00	191,00	2,39	2,07	-13,6
O/E.5	442,00	196,00	2,42	2,15	-11,3
Mittelwert:			2,52	2,23	-11,5

Probe	Stützweite [mm]	Lage des Bruchs vom Auflager [mm]	norm. Biegezugfestigkeit in Feldmitte [N/mm <sup>2</sup> ]	Biegezugfestigkeit an der Bruchstelle [N/mm <sup>2</sup> ]	Abweichung von der norm. Auswertung [%]
1/1A.1	264,00	122,00	2,02	1,87	-7,6
1/1A.2	240,00	120,00	0,88	0,88	0,0
1/1A.3	282,00	76,00	2,81	1,51	-46,1
1/1A.4	282,00	101,00	3,47	2,49	-28,4
1/1A.5	282,00	136,00	2,95	2,85	-3,5
Mittelwert:			2,43	1,92	-20,9

Probe	Stützweite [mm]	Lage des Bruchs vom Auflager [mm]	norm. Biegezugfestigkeit in Feldmitte [N/mm <sup>2</sup> ]	Biegezugfestigkeit an der Bruchstelle [N/mm <sup>2</sup> ]	Abweichung von der norm. Auswertung [%]
1/2.1	282,00	126,00	1,79	1,60	-10,6
1/2.2	282,00	141,00	2,07	2,07	0,0
1/2.3	282,00	141,00	2,82	2,82	0,0
1/2.4	282,00	126,00	2,64	2,36	-10,6
1/2.5	282,00	141,00	2,67	2,67	0,0
Mittelwert:			2,40	2,30	-3,9

Tabelle 2

Probe	Stützweite [mm]	Lage des Bruchs vom Auflager [mm]	norm. Biegezugfestigkeit in Feldmitte [N/mm <sup>2</sup> ]	Biegezugfestigkeit an der Bruchstelle [N/mm <sup>2</sup> ]	Abweichung von der norm. Auswertung [%]
1/3.1	300,00	150,00	4,03	4,03	0,0
1/3.2	282,00	141,00	3,99	3,99	0,0
1/3.3	282,00	131,00	4,15	3,86	-7,1
1/3.4	264,00	107,00	3,30	2,68	-18,9
1/3.5	282,00	136,00	3,46	3,34	-3,5
Mittelwert:			3,79	3,58	-5,5

Probe	Stützweite [mm]	Lage des Bruchs vom Auflager [mm]	norm. Biegezugfestigkeit in Feldmitte [N/mm <sup>2</sup> ]	Biegezugfestigkeit an der Bruchstelle [N/mm <sup>2</sup> ]	Abweichung von der norm. Auswertung [%]
2/2.1	300,00	120,00	3,05	2,44	-20,0
2/2.2	300,00	120,00	2,37	1,90	-20,0
2/2.3	300,00	130,00	2,96	2,57	-13,3
2/2.4	300,00	140,00	2,81	2,62	-6,7
2/2.5	300,00	135,00	2,87	2,58	-10,0
Mittelwert:			2,81	2,42	-13,9

Tabelle 3

Bei nur ca.25% der durchgeführten Prüfungen ist der Biegebruch tatsächlich in Feldmitte eingetreten, hingegen bei 75% außermittig! Die wirklichen Biegezugwerte sind zum Teil erheblich geringer, als es die normative Auswertung „vorgaukelt“.

In den Beispielen aus den **Tabellen 2 und 3** wird der nach Norm bestimmte Wert um bis zu 28% unterschritten! Die mittlere Abweichung der Proben 1/1A.1 bis 1/1A.5 liegt bei 20,9%.

Die 4 N/mm<sup>2</sup> muss ein erhärteter Estrichmörtel der Biegezugfestigkeitsklasse F4 nur unter Laborbedingungen, geprüft am Prisma (Abmessungen 4 x 4 x 16 cm), mit sehr guter Verdichtung erfüllen. Unter Berücksichtigung, dass eine handwerkliche Leistung nicht unter Laborbedingungen erbracht werden kann, ist es nachvollziehbar, dass im eingebauten Zustand weniger zu erwarten ist. Dass aber ein Estrich im eingebauten Zustand nur 62,5% (im Mittel) bzw. 50% (als kl. Einzelwert) der Laborwerte erbringen muss, ist schon beachtlich. Berücksichtigt man zusätzlich die fehlerhafte normative Auswertung, so könnte die Biegezugfestigkeit sogar um weitere 20% unterschritten werden, was im Ergebnis eine Gesamtunterschreitung von 50% im Mittel und 60% beim kleinsten Einzelwert bedeutet (**Tabelle 4**).

Leistungstext	Biegezugfestigkeit nach DIN 13813 (Laborwert, geprüft am Prisma)	Bestätigungsprüfung nach DIN 18560		Tatsächlich erreichte Biegezugfestigkeit bei zusätzlich 20% Unterschreitung der Normenwerte	
	$\beta_{BZ}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\beta_{BZ}$ [N/mm <sup>2</sup> ] im Mittel	$\beta_{BZ}$ [N/mm <sup>2</sup> ] kleinster Einzelwert	$\beta_{BZ}$ , Bruchstelle [N/mm <sup>2</sup> ] im Mittel	$\beta_{BZ}$ , Bruchstelle [N/mm <sup>2</sup> ] kleinster Einzelwert
Zementestrich DIN 18560 CT-F4-S50	≥ 4	≥ 2,5	≥ 2,0	≥ 2,0	≥ 1,6

Tabelle 4

Ist das noch vereinbarte Beschaffenheit oder Täuschung des Verbrauchers?

Faktisch findet aufgrund der fehlerhaften Auswertung eine normativ gesteuerte Manipulation der Ergebnisse zu Ungunsten des Bauherrn (Bestellers) statt! Müsste dieser nicht mindestens darüber aufgeklärt werden? Wie kann es sein, dass eine solche Norm als anerkannte Regel der Technik in Fachkreisen durchgeht?

**Autor:**

Dipl.-Ing. Norman Gasser M.Sc.

Bauingenieur | Handwerksmeister | Master of Science Technisches Management | Betriebswirt

Sachverständiger für Bauphysik und Schäden an Gebäuden.

Von der Handwerkskammer Wiesbaden als Sachverständiger öffentlich bestellt und vereidigt für das Maurer- und Betonbauerhandwerk, das Estrichlegerhandwerk, das Fliesen-, Platten- und Mosaiklegerhandwerk, das Parkettlegerhandwerk, das Bodenleger- sowie Holz- und Bautenschutzgewerbe.

Richard-Klinger-Str. 6

65510 Idstein

[www.Baulabor.de](http://www.Baulabor.de)