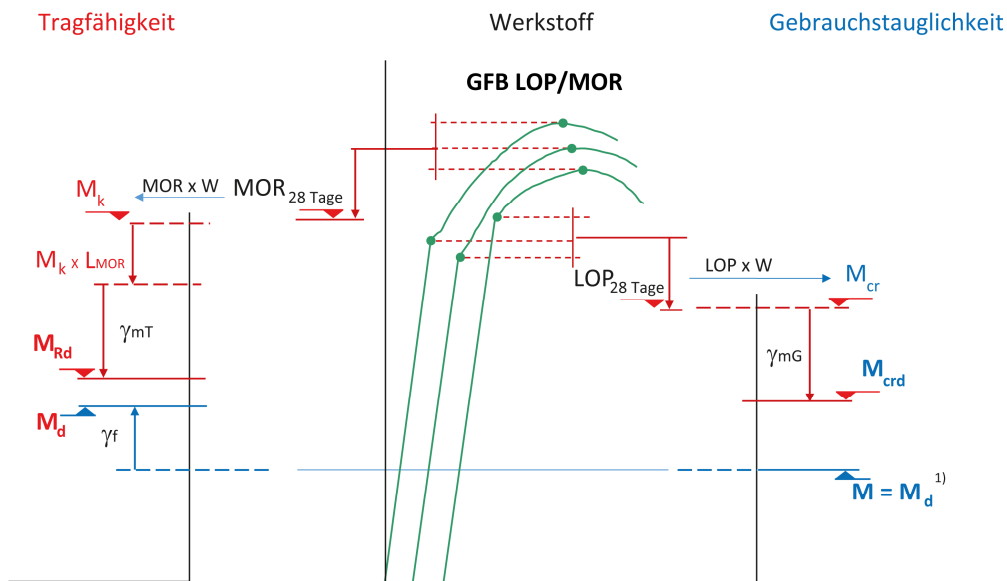


dipl. Bauing. (ETH) Peter Curiger

# Bemessung von Glasfaserbeton-Bauteilen



dipl. Bauing.(ETH) Peter Curiger

## Bemessung von Bauteilen aus Glasfaserbeton

### Zusammenfassung

Glasfaserbeton (GFB) ist ein Faserverbundwerkstoff, der insbesondere für dünnwandige Bauteile wie beispielsweise Fassadenelemente zum Einsatz kommt. Diese Fassadenbauteile werden grundsätzlich statisch bestimmt gelagert um Zwängungsspannungen zu vermeiden und sind daher nebst spezifischen Beanspruchungen bei der Montage im Endzustand in erster Linie Biegebeanspruchungen aus Wind ausgesetzt. Die werkstoffspezifischen Parameter für die Bemessung von Bauteilen aus Glasfaserbeton sind daher die Biegezugfestigkeit (MOR) und die Proportionalitätsgrenze (LOP) bei Biegebeanspruchung.

### 1. Glasfaserbetonspezifische Bemessungsparameter

#### 1.1 Kennwerte aus der Biegeprüfung

Im Unterschied zum herkömmlichen Beton wird Glasfaserbeton nicht anhand seiner Druckfestigkeit klassifiziert, sondern anhand der Proportionalitätsgrenze LOP (Limit of Proportionality) und der Biegezugfestigkeit MOR (Modulus of Rupture), die gemäß [1] an Plattenstreifen im Vierpunkt- Biegeversuch ermittelt werden.

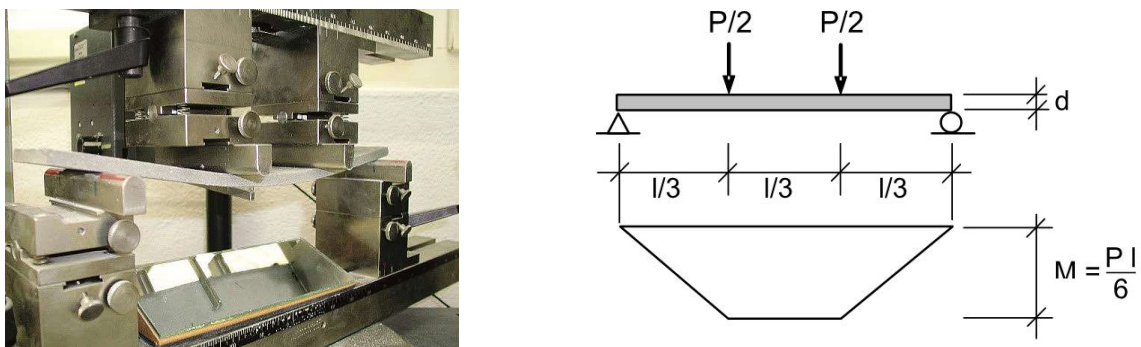


Bild 1: Vierpunkt-Biegeprüfung nach EN 1170-5

Glasfaserbeton weist ein elastisch-plastisches Verhalten unter Biegebeanspruchung auf. Bei der Proportionalitätsgrenze setzt analog wie beim Stahlbeton die Rissbildung der Feinbetonmatrix ein, ab dem sich der Werkstoff nicht mehr elastisch verhält. Der MOR-Wert ist die am homogenen Querschnitt berechnete theoretische Randspannung bei Bruchlast.

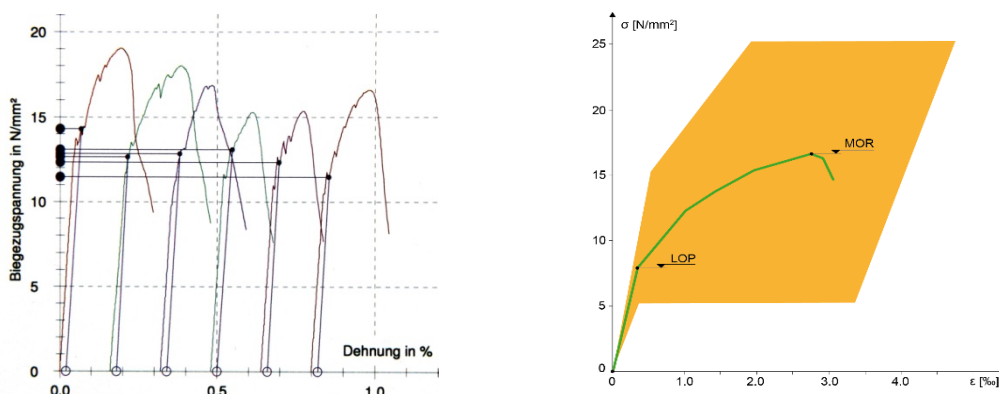


Bild 2: Spannungs-Dehnungs-Diagramm

### 1.2 Berücksichtigung der Zeitabhängigkeit von Kennwerten

Während beim Glasfaserbeton die Proportionalitätsgrenze LOP analog der Druckfestigkeit des Betons mit dem Alter tendenziell zunimmt, nimmt die Biegezugfestigkeit MOR über die Lebensdauer bei Bauteilen, die der Bewitterung ausgesetzt sind, auf einen Endwert ab. Dies wird durch den entsprechenden Anwendungsbeiwert  $L_{MOR}$  berücksichtigt, der entweder als Langzeitwert durch entsprechende Beobachtung bekannt ist oder mittels Klimazyklustest [2] rezepturspezifisch bestimmt wird. Da bei der Betonmatrix keine Festigkeitsabnahme durch Bewitterung auftritt, ist der untere Grenzwert dieses Bemessungswertes die Proportionalitätsgrenze. Damit gilt:

$$\frac{LOP}{MOR} \leq L_{MOR} \leq 1.0$$

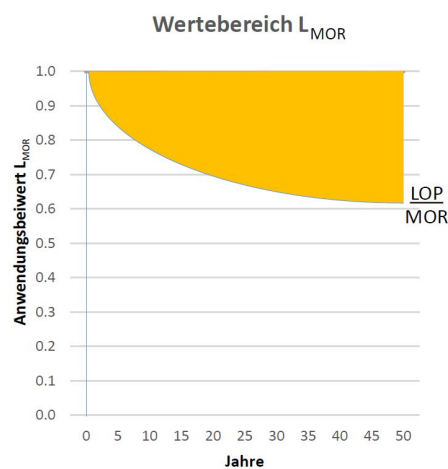


Bild 3: Wertebereich für den Anwendungsbeiwert  $L_{MOR}$

### 1.3 Tragfähigkeit von Befestigungspunkten

Die Tragfähigkeit von Befestigungspunkten ist abhängig vom vorgesehenen Befestigungssystem (z.B. Hinterschnittanker oder eingelegte Hülse). Die Tragfähigkeit von Befestigungsmittel wird stets durch Prüfungen mit den vorgesehenen Produkten festgelegt.

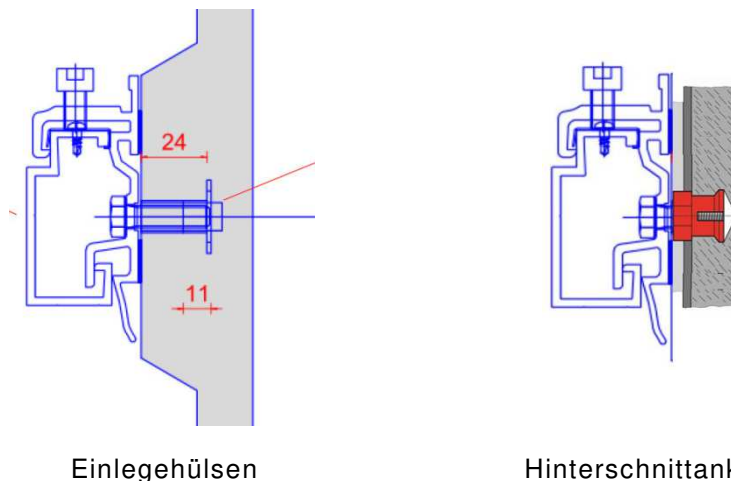


Bild 4: Beispiele für die Ausführung von Befestigungspunkten

## 2. Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit

Bei Bauteilen aus Glasfaserbeton wird bei der Bemessung auf Tragfähigkeit von der Biegezugfestigkeit ausgegangen. Der Bemessungswert ergibt sich unter Berücksichtigung des Anwendungsbeiwertes  $L_{MOR}$ . Bei Bauteilen, die nur kurzzeitig einer Beanspruchung (z.B. integrierte Schalungen) oder nicht der Bewitterung ausgesetzt sind (Innenanwendungen), wird dieser Anwendungsbeiwert zu 1.0 gesetzt.

Bei der Gebrauchstauglichkeit steht in der Regel die Rissfreiheit des Produktes im Vordergrund. Daher ist die Bemessungsgröße in diesem Fall die Proportionalitätsgrenze, bei der die Rissbildung bekanntlich einsetzt.

In der nachfolgenden Grafik sind die Zusammenhänge für einen Glasfaserbeton der Klassifizierung 7/10 nach [3] mit einem LOP von 7 N/mm<sup>2</sup> und MOR von 10 N/mm<sup>2</sup> dargestellt.

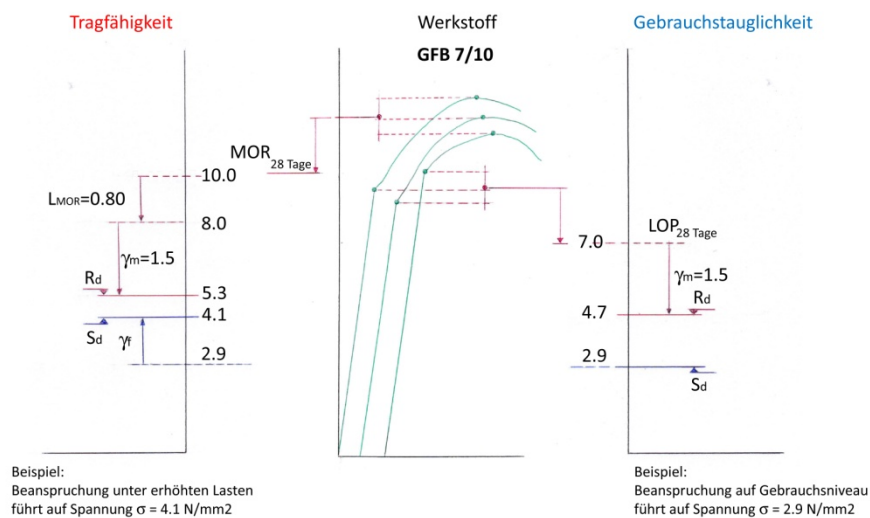
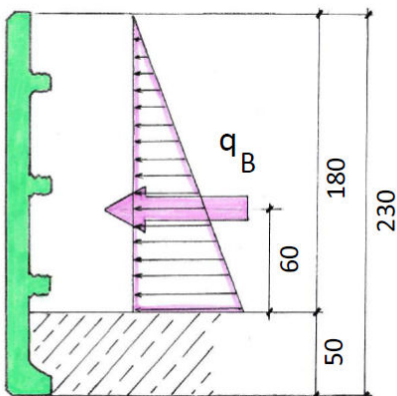


Bild 5: Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit

Wird für den Anwendungsfaktor  $L_{MOR}$  der Grenzwert  $LOP/MOR$  eingesetzt, bedeutet dies, dass de facto auch für die Tragfähigkeit der Wert der Proportionalitätsgrenze berücksichtigt wird.

### Beispiel: Nachweis der Tragfähigkeit – Betondruck auf integriertes Schalungselement



Kennwerte Werkstoff und Bauteil:

GFB (LOP/MOR in N/mm <sup>2</sup> )	8/12
Anwendungsbeiwert $L_{MOR}$	1.0
Sicherheitsfaktor Werkstoff $\gamma_m$	1.6
Sicherheitsfaktor Einwirkung $\gamma_{FT}$	1.5
Betondruck $q_B$	2.25 kN/m
Bauteildicke	14 mm
Widerstandsmoment Bauteil	32667 mm <sup>3</sup>

Bild 6: Schalungselement

Der Tragfähigkeitsnachweis ist erbracht, wenn  $M_{Rd} \geq M_d$  ist.

Schnittkräfte

auf Bemessungsniveau:

$$M_d = \gamma_{fT} \times q_B \times y$$

$$1.5 \times 2.25 \times 0.06 = 0.203 \text{ kNm/m}$$

Bauteilwiderstand

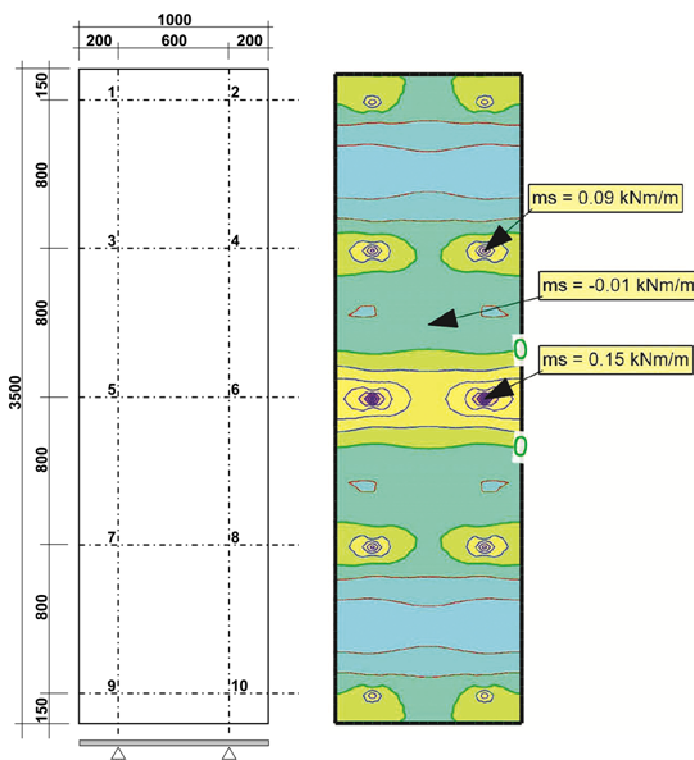
auf Bemessungsniveau:

$$M_{Rd} = W \times MOR \times L_{MOR} / \gamma_m$$

$$32667 \times 12 \times 1.0 / 1.6 \times 10^{-6} = 0.245 \text{ kNm/m}$$

$M_{Rd} = 0.245 \text{ kNm/m} > M_d = 0.203 \text{ kNm/m} \Rightarrow$  Tragfähigkeit nachgewiesen

Beispiel: Nachweis der Gebrauchstauglichkeit – punktgestützte Fassadenplatte



Werkstoff: GFB 8/12

$q_{Wind} = 0.80 \text{ kN/m}^2$

Statisches System:

Weiche Auflager in Punkten 3,4,7,8

Plattendicke:  $20 \pm 2 \text{ mm}$

$\gamma_{mG} = 1.8$

$\gamma_{fG} = 1.0$

Risswiderstand der Platte:

$$W = b \times h^2 / 6$$

$$1000 \times 18^2 / 6 = 54000 \text{ mm}^3$$

$$M_{Rcr} = LOP \times W$$

$$8 \times 54000 \times 10^{-6} = 0.432 \text{ kNm/m}$$

Bild 7: Punktgestützte Fassadenplatte

Der Gebrauchstauglichkeitsnachweis ist erbracht, wenn  $M_{Rcr} \geq M_d$  ist.

$$M_d = ms \times \gamma_{fG} = 0.15 \times 1.0 = 0.15 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Rcr} = M_{Rcr} / \gamma_{mG} = 0.432 / 1.8 = 0.24 \text{ kNm/m}$$

$M_{Rcr} = 0.24 \text{ kNm/m} > M_d = 0.15 \text{ kNm/m} \Rightarrow$  Rissefreiheit der Platte nachgewiesen

### 5. Aktueller Stand der Normung

Zur Zeit (Stand 06/2024) werden die europäischen Normen EN 1169 (Herstellungsüberwachung von Glasfaserbeton) und die Prüfnormen der Reihe EN 1170 durch die CEN-Arbeitsgruppe TC 229 WG3 TG2 überarbeitet. Die Fachvereinigung Faserbeton, die in dieser Arbeitsgruppe vertreten ist, vertritt dabei insbesondere die Berücksichtigung von heute üblichen Verarbeitungstechniken, bei der auch Glasfasern in Form von gerichteter Bewehrung eingesetzt werden.

### 6. Literatur

- [1] EN 1170-5 vorgefertigte Betonerzeugnisse - Prüfverfahren für Glasfaserbeton - Bestimmung der Biegezugfestigkeit - vollständige Biegeprüfung, Ausgabe 1998
- [2] EN 1170-8 vorgefertigte Betonerzeugnisse – Prüfverfahren für Glasfaserbeton – Prüfung der Dauerhaftigkeit im Klimazyklustest, Ausgabe 2009
- [3] EN 15191 Klassifizierung der Leistungseigenschaften von Glasfaserbeton, Ausgabe 2010
- [4] Curiger, P.: Glasfaserbeton – Konstruieren und Bemessen, 2. überarbeitete Auflage, Fachvereinigung Faserbeton e.V., Rheinstetten, 2020
- [5] FVF-Merkblatt Glasfasermodifizierter Beton, Fachvereinigung Faserbeton e.V.; Ausgabe 2000; [www.fvf-faserbeton.de](http://www.fvf-faserbeton.de) - Downloads

Peter Curiger, dipl. Bauing. (ETH) befasst sich seit 1986 mit Glasfaserbeton. Er war über 30 Jahre in der Glasfaserbetonindustrie tätig im Bereich Werkstoff- und Produktentwicklung. Er ist Obmann des technischen Ausschusses der Fachvereinigung Faserbeton und Mitglied der Arbeitsgruppe CEN TC 229 WG3 TG2.