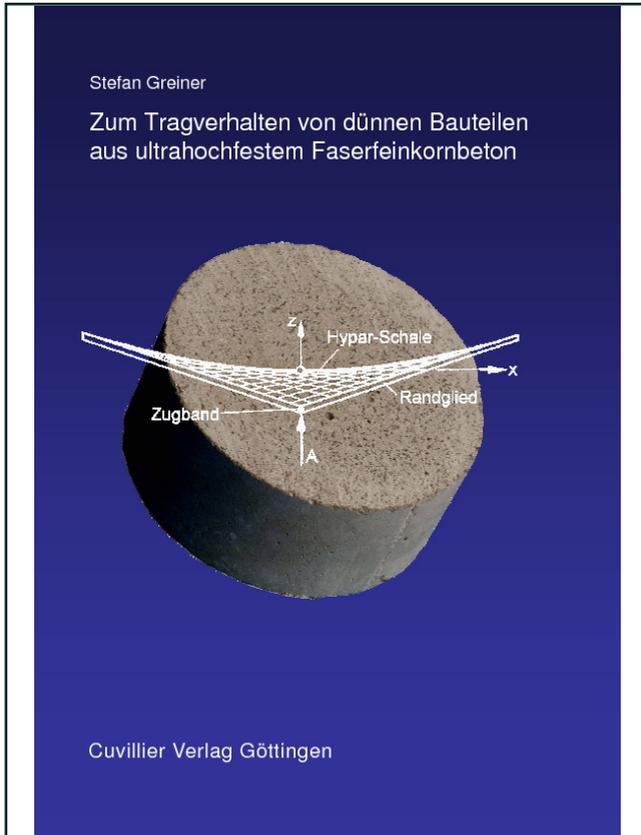




Stefan Greiner (Autor)
**Zum Tragverhalten von dünnen Bauteilen aus
ultrahochfestem Faserfeinkornbeton**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2059>

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Entwicklung von Normalbeton über hochfesten Beton zu ultrahochfestem Beton	4
1.3 Gliederung der Arbeit	13
2 Tragverhalten von UHFFB	15
2.1 Materialfestigkeiten und weitere Kennwerte	15
2.1.1 Einleitende Bemerkungen	15
2.1.2 Eigenschaften des UHFFB Ductal®	16
2.1.3 Eigene Versuche zur Festigkeitsermittlung	16
2.2 Faserorientierung	21
2.3 Beschreibung des Zugtragverhaltens von UHFFB	25
2.3.1 Spannungs-Rissbreiten- und Spannungs-Dehnungs-Beziehungen für UHFFB	25
2.3.2 Anwendung der Materialgesetze auf Biegeprismen	28
2.4 Besonderheiten bei der Faserausrichtung	31
2.5 Lastwechsel unter kombinierter Momenten- und Normalkraftbeanspruchung	33
2.5.1 Versuchsbeschreibung und –durchführung	33
2.5.2 Versuchsergebnisse	37
3 Bemessung von UHFFB auf Querschnittsebene	39
3.1 Versuchskörper zur Bestimmung des Materialverhaltens unter Druck- und Zugbelastung	39
3.1.1 Druckfestigkeit und E-Modul	39
3.1.2 Zugfestigkeit	39
3.1.3 Besondere Randbedingungen	42
3.2 Bemessung auf Querschnittsebene	46
3.2.1 Allgemeines	46
3.2.2 Bemessungswert der Druckfestigkeit	47
3.2.3 Bemessungswert der Zugfestigkeit	49
3.2.4 Elastische Verformungseigenschaften	50
3.2.5 Kriechen und Schwinden	51
3.2.6 Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	51
3.2.6.1 Materialgesetz	51
3.2.6.2 Rissbreitenbegrenzung	51

3.2.7 Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit	52
3.2.7.1 Materialgesetze	52
3.2.7.2 Grundlagen zur Bemessung von Biegung mit Längskraft	53
4 Fugenausbildung bei UHFFB-Bauwerken	55
4.1 Mögliche Fugenausbildungen	55
4.2 Ausziehversuche	60
4.2.1 Ausziehen von Fasern bzw. Drähten	60
4.2.2 Ausziehen von Bewehrungsstäben	63
4.3 Kraftschlüssige Verbindung mittels Übergreifungsstoß	68
5 Theoretische Ansätze und Untersuchungen zur Moment-Normalkraft-Interaktion	73
5.1 Probabilistische Bruchmechanik	73
5.1.1 Allgemeines	73
5.1.2 Versagenswahrscheinlichkeit der Matrix mittels Weibull-Theorie	74
5.1.2.1 Einleitende Bemerkungen	74
5.1.2.2 Zentrische Zugbeanspruchung	74
5.1.2.3 Betrachtung der Zugzone von Biegeprismen	76
5.1.3 Versagenswahrscheinlichkeit der Fasern	77
5.1.4 Verhalten des UHFFB unter Zugbeanspruchung	78
5.2 Ansätze für das Zugtragverhalten von Stahlfaserbeton	80
5.2.1 Einleitende Bemerkungen	80
5.2.2 Regelungen für das Zugtragverhalten von Stahlfaserbeton nach DBV u. DAfStb	80
5.2.3 Bewertung der Ansätze von DBV und DAfStb hinsichtlich einer Anwendung für UHFFB	84
5.3 Materialgesetze für UHFFB unter Druck- und Zugbeanspruchung	88
5.3.1 Materialgesetze aufgrund von Versuchen und theoretischen Ansätzen	88
5.3.1.1 Materialgesetze für einaxiale Druckbeanspruchung	88
5.3.1.2 Materialgesetze für einaxiale Zugbeanspruchung	89
5.3.1.3 Mehraxiale Materialgesetze für Druck- und Zugbeanspruchung	91
5.3.2 Überführung der Materialgesetze in FE-Modelle	92
5.3.3 FE-Modell zur Berechnung von Balken und Platten unter kombinierter Momenten-Normalkraft-Beanspruchung	95
5.4 Querschnittsversagen von Balken und einachsiger gespannten Platten	96
5.4.1 Nachrechnung der Biegeversuche an 70 mm und 150 mm Prismen	96
5.4.2 M+N-Interaktion an einachsiger gespannten, gelenkig gelagerten Platten	98

5.5 Örtlich begrenzte Fehlstellen und Prozesszonenlänge	102
5.5.1 Einleitung und Anmerkungen zur Wahl der Prozesszonenlänge	102
5.5.2 Zentrische Zugversuche an Flachproben mit Kerbung und Öffnung	104
5.6 Momenten-Normalkraft-Interaktionsdiagramm für Platte und Prisma	106
6 Fließlinientheorie und materiell nichtlineare FE-Untersuchungen für Flächentragwerke aus UHFFB	115
6.1 Fließlinientheorie für Platten – Vergleich mit nichtlinearer FE-Rechnung	115
6.1.1 Einleitung und Berechnungsannahmen	115
6.1.2 Einachsig gespannte, beidseitig eingespannte Platte	116
6.1.3 Eingespannte Rechteckplatte	117
6.1.4 Gelenkig gelagerte Quadratplatte	119
6.1.5 Allseitig eingespannte Quadratplatte	120
6.2 Auswirkung von Temperatureinwirkungen	123
6.2.1 Stahlbetontragwerke	123
6.2.2 Tragwerke aus UHFFB	125
6.2.3 Vergleich des Tragverhaltens von Stahlbeton und UHFFB	126
6.3 Randbedingungen beim Entwurf von Wärmespeichern	128
6.3.1 Allgemeine Randbedingungen	128
6.3.2 Wärmespeicher in Friedrichshafen-Wiggenhausen	129
6.3.3 Belastungen	131
6.3.4 Optimierung von Material, Form und Kosten	132
6.3.4.1 Entwicklung von Normalbeton über HFB zu UHFFB	132
6.3.4.2 Formoptimierung	133
6.3.4.3 Kostenoptimierung	140
6.4 Nichtlineare Berechnungsverfahren in Anlehnung an DIN 1045-1	145
6.5 Nichtlineares Tragverhalten unter Gebrauchslasten und Traglast	148
6.5.1 FE-Modell für einen UHFFB-Wärmespeicher mit den Abmessungen des Speichers in Friedrichshafen	148
6.5.2 Spannungsverteilung und Rissbildung unter Gebrauchslasten	149
6.5.3 Traglastuntersuchungen für den UHFFB-Wärmespeicher	151
6.5.3.1 Steigerung der Last auf der oberen Kegelstumpfschale	151
6.5.3.2 Erhöhung des Temperatursprungs über 1 m Wandhöhe	155
6.5.3.3 Erhöhung des Wasserdrucks	156
6.6 Traglastuntersuchungen in Anlehnung an DIN 1045-1 (2001-07)	159

7 Ausblick und mögliche Anwendungen für Schalentragwerke aus UHFFB	165
7.1 Einleitende Bemerkungen	165
7.2 Hyparschalen	167
7.3 Kuppeln bzw. Kugelschalen	170
7.4 Kegelschalen	175
7.5 Zylinder- bzw. Tonnenschale	176
7.6 Anwendungsbeispiele und Herstellung	178
8 Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Ausblick	181
Schrifttum	185
Lebenslauf	195