

Martin Kurth

**Zum Querkrafttragverhalten
von Betonbauteilen mit
Faserverbundkunststoff-
Bewehrung**

INHALTSVERZEICHNIS

Einheiten und Bezeichnungen

1 EINLEITUNG	1
1.1 Veranlassung	1
1.2 Zielsetzung und Inhalt der Arbeit.....	2
2 STAND DER KENNTNISSE.....	3
2.1 Allgemeines.....	3
2.2 Bewehrung aus Faserverbundkunststoffen	3
2.2.1 Allgemeines	3
2.2.2 Verstärkungsfasern.....	5
2.2.3 Matrixsysteme.....	10
2.2.4 Füllstoffe und Additive	13
2.2.5 Faser-Matrix-Haftung	13
2.2.6 Herstellung und Zusammensetzung von FVK- Bewehrungselementen	13
2.2.7 Materialeigenschaften von FVK-Bewehrung.....	16
2.3 Beständigkeit von FVK-Bewehrung.....	29
2.3.1 Allgemeines	29
2.3.2 Mechanisches Langzeitverhalten der FVK-Bewehrung	30
2.3.3 Dauerhaftigkeit der FVK-Bewehrung im Beton	32
2.3.4 Zusammenfassung	43
2.4 Querkraft – Tragverhalten und Bemessung von FVK-bewehrten Betonbauteilen	45
2.4.1 Allgemeines	45
2.4.2 Bauteile ohne Querkraftbewehrung	45
2.4.3 Bauteile mit Querkraftbewehrung	50
2.4.4 Bemessungsgleichungen.....	60
2.5 Zusammenfassung zum Stand der Kenntnisse und offene Fragen	68
3 EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN.....	70
3.1 Allgemeines.....	70
3.2 Verwendete Werkstoffe	70
3.2.1 Allgemeines	70
3.2.2 GFK-Längsbewehrung.....	71
3.2.3 FVK-Querkraftbewehrung	73
3.3 Zugversuche an FVK-Querkraftbewehrungselementen	76
3.3.1 Allgemeines	76
3.3.2 Prüfkörper	76
3.3.3 Versuchsmatrix	77
3.3.4 Messtechnik.....	78
3.3.5 Versuchsdurchführung.....	79

3.3.6	Versuchsergebnisse	79
3.3.7	Zusammenfassung	87
3.4	Querkraftversuche	88
3.4.1	Allgemeines	88
3.4.2	Prüfkörper	88
3.4.3	Versuchsmatrix	90
3.4.4	Messtechnik	91
3.4.5	Versuchsdurchführung	94
3.4.6	Tragverhalten im Versuch	94
3.4.7	Zusammenfassung	107
4	ANALYSEN ZUM QUERKRAFTTRAGVERHALTEN VON FVK- BEWEHRTEN BETONBAUTEILEN.....	109
4.1	Allgemeines	109
4.2	Bauteile ohne Querkraftbewehrung	109
4.2.1	Allgemeines	109
4.2.2	Querkraftanteil der Betondruckzone	109
4.2.3	Querkrafttraganteil aus Rissreibung	110
4.2.4	Querkraftanteil aus Dübelwirkung	110
4.2.5	Tragmodell zur Beschreibung der Querkrafttragfähigkeit von FVK-bewehrten Bauteilen ohne Querkraftbewehrung	113
4.3	Bauteile mit Querkraftbewehrung	117
4.3.1	Allgemeines	117
4.3.2	Rissentwicklung im Versuch	119
4.3.3	Numerische Untersuchungen zum Tragverhalten einer GFK- Querkraftbewehrung im Riss	121
4.3.4	Tragmodell zur Beschreibung der Querkrafttragfähigkeit von FVK-bewehrten Bauteilen mit Querkraftbewehrung	131
5	ENTWICKLUNG EINES INGENIEURMÄßIGEN BEMESSUNGSKONZEPTEES	140
5.1	Allgemeines	140
5.2	Querkrafttragfähigkeit von Bauteilen ohne Querkraftbewehrung	141
5.2.1	Allgemeines	141
5.2.2	Berechnungsansatz in Anlehnung an EC2 /DIN11/	141
5.2.3	Bemessungsgleichung für Bauteile ohne Querkraftbewehrung	143
5.2.4	Bewertung des Berechnungsansatzes und Vergleich mit internationalen Regelungen	144
5.3	Querkrafttragfähigkeit von Bauteilen mit Querkraftbewehrung	146
5.3.1	Allgemeines	146
5.3.2	Druckstrebenwinkel	147
5.3.3	Beanspruchbarkeit der FVK-Querkraftbewehrung	150
5.3.4	Druckstrebentragfähigkeit	152
5.3.5	Bemessung für Bauteile mit Querkraftbewehrung	154

5.3.6	Mindestquerkraftbewehrung	156
5.3.7	Bewertung des Berechnungsansatzes und Vergleich mit internationalen Regelungen	156
6	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	160
6.1	Zusammenfassung	160
6.2	Ausblick	162
7	LITERATUR.....	163

ANHANG

A	FLUSSDIAGRAMM ZUR MODIFIED COMPRESSION-FIELD THEORY.....	A-1
B	ABLAUFSHEMA DER MODIFIED COMPRESSION-FIELD THEORY.....	B-1
C	UNTERSUCHUNGEN MIT QUERKRAFTBEWEHRUNGSELEMENT TYP A.....	C-1
D	UNTERSUCHUNGEN MIT QUERKRAFTBEWEHRUNGSELEMENT TYP B.....	D-1
E	UNTERSUCHUNGEN MIT QUERKRAFTBEWEHRUNGSELEMENT TYP C.....	E-1
F	BÜGELZUGVERSUCHE AM QUERKRAFTBEWEHRUNGSELEMENT TYP D.....	F-1
G	QUERKRAFTDATENBANK.....	G-1
H	DATENBANK MIT BÜGELZUGVERSUCHEN.....	H-1