

Inhalt

Verzeichnis der verwendeten Bezeichnungen	IV
1 Einführung	1
1.1 Allgemeines	1
1.2 Zur Problemstellung	2
1.2.1 Tragfähigkeit von Rahmeninnenknoten	3
1.2.2 Verformungsfähigkeit der Konstruktion	4
1.2.3 Konkurrierende Anforderungen an die Konstruktion	5
1.3 Zielsetzung der Arbeit	5
2 Stand der Forschung und Normung	6
2.1 Allgemeines	6
2.2 Verhalten von Stahlbeton unter Druck und Querdruk	6
2.2.1 Allgemeines	6
2.2.2 Stand der Normung	7
2.2.3 Untersuchungen an Stahlbetonscheiben	8
2.2.4 Fazit der Scheibenversuche	27
2.2.5 Untersuchungen am Knoten "Stütze-Decke-Stütze"	29
2.2.6 Untersuchungen am Knoten "Stütze-Konsole"	41
2.2.7 Fazit der Bauteilversuche	43
2.3 Verformungsverhalten von Rahmenknoten aus Stahlbeton	47
2.3.1 Allgemeines	47
2.3.2 Modelle zur Beschreibung des Verformungsverhaltens	48
2.3.3 Stand der Normung	51
2.3.4 Bauteiluntersuchungen an Rahmeninnenknoten	53
2.3.5 Verbundverhalten unter Querdruk	56
2.3.6 Fazit des Verformungsverhaltens von Rahmeninnenknoten	58
3 Eigene experimentelle Untersuchungen	60
3.1 Allgemeines	60
3.2 Versuchsaufbau und Vorbemerkungen	60
3.3 Versuchsprogramm und Versuchsziele	65

3.4	Versuchsreihe 0	65
3.4.1	Versuch 0.1: Stützentraglast mit Kragarmbelastung	65
3.4.2	Versuch 0.2: Stützentraglast	67
3.5	Versuchsreihe 1	71
3.5.1	Versuch 1.1: Stützentraglast (Vergleichsversuch)	71
3.5.2	Versuch 1.2: Kragarmtraglast ohne Stützenbelastung	74
3.5.3	Versuch 1.3: Kragarmtraglast mit Stützenbelastung	77
3.5.4	Versuch 1.4: Stützentraglast mit Kragarmbelastung	79
3.6	Versuchsreihe 2	81
3.6.1	Versuch 2.1: Stützentraglast (Vergleichsversuch)	82
3.6.2	Versuch 2.2: Kragarmtraglast ohne Stützenbelastung	84
3.6.3	Versuch 2.3: Stützentraglast nach Kragarmbelastung	87
3.6.4	Versuch 2.4: Kragarmtraglast nach Stützenbelastung	89
3.6.5	Versuch 2.5: Stützen- und Kragarmbelastung	91
3.7	Versuchsreihe 3	93
3.7.1	Versuch 3.1: Stützentraglast (Vergleichsversuch)	93
3.7.2	Versuch 3.2: Kragarmtraglast ohne Stützenbelastung	96
3.7.3	Versuch 3.3: Stützentraglast nach Kragarmbelastung	98
3.7.4	Versuch 3.4: Kragarmtraglast nach Stützenbelastung	100
3.7.5	Versuch 3.5: Stützen- und Kragarmbelastung	102
3.8	Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	104
3.8.1	Tragverhalten der Stützen und Knoten	104
3.8.2	Tragverhalten der Kragarme	112
3.8.3	Verformungsverhalten des Knotenbereichs	113
3.8.4	Verformungsverhalten der Kragarme	117
3.8.5	Schlußfolgerungen aus den Versuchen	123
4	Rechnerische Untersuchungen mit Hilfe der Finite-Element-Methode	125
4.1	Allgemeines	125
4.2	Anforderungen an das FE-Modell	125
4.3	Konstitutive Beziehungen für den Beton	126
4.3.1	Einaxiales Bruchverhalten	126
4.3.2	Mehraxiales Betonverhalten	132
4.4	Konstitutive Beziehungen für den Betonstahl	133
4.5	Abbildung des Verbundverhaltens	133
4.6	Modellbildung mit dem Programmsystem ATENA	134
4.6.1	Verwendete konstitutive Werkstoffgesetze in ATENA	134

4.6.2	Kontrolle des Rechenmodells	138
4.7	Nachrechnung der eigenen Versuche	143
4.7.1	Allgemeines	143
4.7.2	Stützenverhalten ohne Kragarmbelastung	144
4.7.3	Kragarmverhalten ohne Stützenbelastung	147
4.7.4	Kombinierte Stützen- und Kragarmbelastungen	150
4.7.5	Vergleich zwischen Versuch und Nachrechnung	157
5	Parameterstudie mit ATENA	165
5.1	Variation der Betonfestigkeiten	165
5.2	Variation der Knotenabmessungen	166
5.3	Variation der oberen Bewehrungsanordnung	172
5.4	Variation in der zusätzlich angeordneten Knotenbewehrung	177
5.5	Fazit der Parameterstudie	182
6	Entwicklung eines Ingenieurmodells	183
6.1	Allgemeines	183
6.2	Zum Tragverhalten	183
6.3	Zum Verformungsverhalten	186
6.4	Zur Modellbildung	186
6.5	Kompakter Bemessungsansatz	191
7	Hinweise zur Ausführung und konstruktiven Durchbildung	193
8	Zusammenfassung und Ausblick	195
9	Literaturverzeichnis	197

Anhang: Materialeigenschaften