

## Inhalt

1	Einleitung	10
2	Der Bindungsvorgang	14
2.1	Bindungskräfte	14
2.2	Physikalische Phänomene	15
2.2.1	Die Molekularkräfte	15
2.2.2	Randwinkel und Benetzung	17
2.2.3	Die Grenzfläche fest/fest	19
2.3	Chemische Phänomene	22
2.3.1	Chemosorption	22
2.3.2	Bildung von Makromolekülen	24
2.3.3	Klebstoffe auf der Basis von Epoxidharzen	26
2.4	Folgerungen	28
3	Stand der Kenntnisse	29
3.1	Allgemeines	29
3.2	Spannungen in einer geklebten Überlappung bei Kurzzeitbelastung	30
3.2.1	Spannungsverteilung bei linearem Kraft-Verformungs- verhalten	31
3.2.1.1	Die Theorie von Volkersen	31
3.2.1.2	Spannungsverteilung nach Goland/Reissner	33
3.2.1.3	Spannungsverteilung nach Hart-Smith	36
3.2.2	Nichtlineares Spannungs-Verformungsverhalten	37
3.2.2.1	Ansatz mit quadratischem Kraft-Verformungs- gesetz	37
3.2.2.2	Ansatz mit bilinearem Spannungs-Verformungs- gesetz	38
3.2.2.3	Iterationsverfahren für beliebige Schubspan- nungs-Gleitungsverhalten des Klebstoffes	39
3.2.3	Ergebnisse der bisherigen Theorien	42
3.2.3.1	Einfluß der Überlappungslänge	44
3.2.3.2	Einfluß der Klebschichtdicke	46

3.2.3.3	Einfluß der Elastizitätsmoduln	47
3.2.3.4	Einfluß der Fügeteildicke	49
3.2.3.5	Einfluß der Nichtlinearität des Klebers	49
3.3	Bisherige Versuche zur Klebbarkeit von Beton	50
3.3.1	Einfluß der Fügeteilgeometrie	53
3.3.2	Einfluß der Betonfestigkeit	58
3.3.3	Einfluß der Temperatur	58
3.3.4	Einfluß der Feuchtigkeit	62
3.3.4.1	Einfluß der Betonoberflächenfeuchte	63
3.3.4.2	Wasserbeständigkeit von Klebungen	64
3.3.5	Einfluß einer Temperaturwechselbeanspruchung	65
3.3.6	Einfluß der Belastungsart	66
3.3.6.1	Langzeitverhalten	66
3.3.6.2	Dynamisches Verhalten	68
3.3.7	Schlußfolgerungen aus den bisherigen Verbundversuchen	69
3.4	Bisherige Bauteilversuche mit geklebter Bewehrung	69
3.4.1	Laborversuche in Frankreich	70
3.4.2	Laborversuche in Großbritannien	72
3.4.2.1	Kurzzeitversuche	72
3.4.2.2	Langzeitversuche	77
3.4.3	Laborversuche in der Schweiz	78
3.4.3.1	Kurzzeitversuche	78
3.4.3.2	Langzeitversuche	81
3.4.4	Schlußfolgerungen aus den Bauteilversuchen	84
3.4.4.1	Kurzzeitverhalten	84
3.4.4.2	Langzeitverhalten	85
3.5	Erste Baustellenerfahrungen im Ausland mit geklebter Bewehrung	86
3.5.1	Vorbemerkung	86
3.5.2	Verstärkung der Brücke PICD 126 in Frankreich	86
3.5.3	Verstärkung des Telefongebäudes Füsslistraße	88

3.5.4	Verstärkung von Brücken am Autobahnanschluß Quinton/Großbritannien	90
3.5.5	Schlußfolgerungen aus den genannten Anwendungs- beispielen	92
4	Eigene Versuche zum Verbundverhalten von Klebungen von Stahl auf Beton	94
4.1	Vorbemerkung	94
4.2	Der Versuchskörper	95
4.3	Versuchsergebnisse	99
4.3.1	Das Bruchverhalten	99
4.3.2	Die Verbundspannungsverteilung	105
4.3.3	Relativverschiebungen	111
4.3.4	Einflußgrößen der Verbundfestigkeit	113
4.3.4.1	Laschengeometrie	113
4.3.4.2	Betonfestigkeit	115
4.3.4.3	Betonoberflächenfeuchte	116
4.3.4.4	Betonunebenheiten	117
4.3.4.5	Klebstoffart	118
4.3.4.6	Klebschichtdicke	119
4.3.5	Das Verhalten unter dynamischer Last	120
4.3.6	Das Verhalten unter Dauerlast	121
5	Rechnerische Ermittlung der Verbundspannungsverteilung	122
5.1	Problemstellung	122
5.2	Wahl des Klebschichtverformungsgesetzes	123
5.3	Formulierung des Verformungsgesetzes	126
5.4	Aufstellen der Verteilungsfunktion	127
5.5	Ergebnisse der Rechnung	132
5.5.1	Materialkennwerte	132
5.5.2	Die Verbundspannungsverteilung	133
5.5.3	Einfluß der Verbundlänge auf die Bruchlast	134
5.5.4	Einfluß der Laschenbreite auf die Bruchlast	135
5.5.5	Einfluß der Laschendicke auf die Bruchlast	136
5.5.6	Einfluß des Laschenquerschnitts auf die Bruchlast	137
5.5.7	Einfluß des Laschenbewehrungsgrades auf die Bruchlast	142

5.5.8	Verschiebungsverhalten	142
5.5.9	Einfluß von Rissen im Verankerungsbereich auf die Verbundspannungen	143
5.6	Vereinfachter Ansatz zur Berechnung der Bruchlast bei großen Verbundlängen	146
5.6.1	Näherungslösung für die Bruchlast	146
5.6.2	Grenzwert der Bruchlast	148
5.7	Folgerungen	149
5.7.1	Bemessung der Laschen	149
5.7.2	Einfluß des Laschenmaterials	150
5.7.3	Einfluß des Klebers	150
5.7.4	Einfluß des Betons	150
6	Das Verhalten von Stahlbetonzuggliedern mit zusätzlicher angeklebter Bewehrung - Eigene Bauteilversuche -	152
6.1	Allgemeines	152
6.2	Versuchsergebnisse	154
6.2.1	Verformungsverhalten	154
6.2.2	Dehnsteifigkeit	156
6.2.3	Wirkungsgrad der Laschenverstärkung	157
6.2.4	Rißverhalten	159
6.3	Folgerungen aus den eigenen Bauteilversuchen	162
7	Offene Probleme	163
8	Zusammenfassung	166
9	Literaturverzeichnis	169