

Günther Valtinat

Aluminium im Konstruktiven Ingenieurbau

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Allgemeines	1
1.2	Aluminium im Ingenieurbau	2
1.3	Überblick über Werkstoffe und Bezeichnungen	4
1.4	Wärmeeinflußzonen	4
1.5	Korrosionsfestigkeit	5
2	Werkstoffe	7
2.1	Aluminium-Legierungen	7
2.2	Werkstoff-Gesetze	12
2.3	Aluminium-Gußlegierungen	19
2.4	Werkstoffe für Verbindungsmittel	19
2.4.1	Schrauben, Muttern, Scheiben und Niete	19
2.4.2	Schweißzusatzwerkstoffe	22
2.4.3	Werkstoffgesetze der Wärmeeinflußzone (WEZ) und der Schweißnähte	22
2.4.4	Kleben	27
3	Grundlagen der Berechnung und Bemessung	29
3.1	Vorbemerkungen	29
3.2	Das moderne Bemessungskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten und Kombinationsfaktoren	30
3.2.1	Nachweis der Tragsicherheit	30
3.2.2	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit, Teilsicherheitsbeiwerte, Kombinationsbeiwerte	32
4	Bauteile	35
4.1	Zugstäbe	35
4.2	Druckstäbe ohne Knickgefahr	38
4.3	Biegestäbe	38
4.3.1	Vorbemerkungen	38
4.3.2	Klasseneinteilung der Querschnitte	41
4.3.3	Elastische Grenzlast	42
4.3.4	Plastische Grenzlast	43
4.3.5	Dünnwandige Querschnitte mit lokaler Beulgefahr	44
4.3.6	Biegemoment und Querkraft	45
4.3.7	Versagen durch lokales Ausbeulen oder durch Instabilität	45
4.4	Die Völligkeitsmethode: Ein direktes Verfahren zur Ermittlung der Momenten-Krümmungs-Beziehung und des Tragemomentes eines symmetrischen Aluminiumquerschnittes	46
4.4.1	Einleitung	46
4.4.2	Biegemoment am Rechteckquerschnitt	46

4.4.3	Vereinfachte Berechnung von I-Querschnitten	48
4.4.4	Gültigkeit für andere symmetrische Querschnitte	51
4.4.5	Geschweißte Querschnitte	54
4.4.6	Zusammenfassung	58
4.5	Stabilitätsnachweise für Druckstäbe nach DIN 4113 Teil 1 und Teil 2	59
4.5.1	Einführung und Grundlagen.	59
4.5.2	Spannungs-Dehnungs-Gesetz der DIN 4113 als dreiteiliger Sekantenzug.	59
4.5.3	Tragmodell für die nichtlineare Spannungsverteilung in einem Querschnitt und Ermittlung des Widerstandes.	61
4.5.4	Übergang auf den steglosen Querschnitt (Sandwich-Querschnitt) . .	64
4.5.5	Interaktionsformeln für den Knicknachweis nach DIN 4113 Teil 1, Rechnungsgang I.	69
4.5.6	Biegedrillknicken	70
4.6	Druckstäbe	73
4.6.1	Allgemeines	73
4.6.2	Allgemeine Nachweisformel für das Stabilitätsversagen des planmäßig mittig gedrückten Stabes nach ENV 1999-1-1	75
4.6.3	Biege-Knicknachweis für den planmäßig mittig gedrückten Stab nach ENV 1999-1-1	75
4.6.4	Biege-Knicknachweis für den planmäßig außermittig gedrückten Stab nach ENV 1999-1-1	76
4.6.5	Biegedrillknicknachweis für den planmäßig mittig gedrückten Stab nach ENV 1999-1-1	79
4.6.6	Biegedrillknicknachweis für den planmäßig außermittig gedrückten Stab nach ENV 1999-1-1	79
5	Lokales Beulen und Plattenbeulen	81
5.1	Schlankheitsparameter β und Grenzwerte für die Einstufung in Querschnittsklassen	81
5.2	Nachweis einer dünnwandigen Stütze aus einem Rechteckhohlprofil unter Normalkraft- und Biegebeanspruchung nach DIN V ENV 1999-1-1: 1998	82
5.2.1	System, Querschnitt, Belastung und Nachweisformate.	82
5.2.2	Zuordnung der Querschnitte zur Querschnittsklasse.	84
5.2.3	Bemessungswiderstand auf Knicken um die y-y-Achse (starke Achse) für die reine Normalkraft N_{Ed}	87
5.2.4	Bemessungswiderstand auf Knicken um die y-y-Achse (starke Achse) für die kombinierte Einwirkung von Normalkraft N_{Ed} und Biegemoment $M_{y,Ed}$	88
5.2.5	Bemessungswiderstand auf Knicken um die z-z-Achse (schwache Achse) für die Einwirkung einer reinen Normalkraft N_{Ed}	89
5.2.6	Nachweis der Tragsicherheit des Stützenquerschnitts im Bereich der Schweißnähte an der Kopf- und Fußplatte.	90

Inhaltsverzeichnis		XI
6	Verbindungen	91
6.1	Allgemeines	91
6.2	Geschraubte und genietete Verbindungen	93
6.2.1	Einführung und Wirkungsweise	93
6.2.2	Loch- und Randabstände	94
6.2.3	Scherverbindungen mit Kraftübertragung senkrecht zur Schraubenachse bzw. zur Nietachse	95
6.2.4	Zugverbindungen mit Kraftübertragung in Richtung der Schraubenachse bzw. der Nietachse	97
6.2.5	Kombinierte Beanspruchung von Schraubenverbindungen	98
6.2.6	Gleitfeste vorgespannte Verbindungen (GV-Verbindungen mit HV-Schrauben)	98
6.2.7	Kombinierte Beanspruchung vorgespannter Schraubenverbindungen durch Zug- und Scherkräfte	99
6.2.8	Kontaktkräfte	100
6.2.9	Lange Schraubenanschlüsse	101
6.2.10	Anschlüsse mit kombinierter Abscher- und Längskraftwirkung	102
6.2.11	Einschnittige Schraubenverbindungen	103
6.3	Augenstäbe und Bolzenverbindungen	104
6.4	Schweißverbindungen	106
6.4.1	Allgemeines	106
6.4.2	Schweißverfahren und Schweißnahtvorbereitungen für Verbindungen in Aluminium-Konstruktionen	106
6.4.3	Die Wärmeeinflußzone WEZ bei Schweißungen von Aluminium	108
6.4.4	Bemessungsformeln für Schweißverbindungen	111
6.4.4.1	Stumpfnähte	111
6.4.4.2	Kehlnähte	112
6.4.4.3	Tragsicherheitsnachweise in der WEZ bei Zugbeanspruchung	115
6.4.4.4	Tragsicherheitsnachweise in der WEZ bei Schubbeanspruchung	116
6.4.4.5	Kombinierte Scher- und Zugbeanspruchungen	118
7	Konstruktive Hinweise	119
7.1	Gewichtvergleich zwischen Aluminium- und Stahlquerschnitten	119
7.2	Aluminiumkonstruktionen	125
7.2.1	Konstruktionen mit Schrauben- und Steckverbindungen	125
7.2.2	Aluminiumkonstruktionen mit Schweißverbindungen	132
Anhang	Nichtlineare Momenten-Krümmungs-Beziehungen und plastische Momente von nicht geschweißten und geschweißten Aluminium-Profilen	145
A.1	Einführung	145
A.2	Spannungs-Dehnungs-Diagramme für nicht geschweißten und geschweißten Aluminium-Werkstoff AlMgSi 1 (6062)	146
A.3	Momenten-Krümmungs-Beziehungen von nichtgeschweißten und geschweißten Aluminium-Querschnitten	152

A.4	Einfaches plastisches Moment M_{pl} , elastisches Moment M_{el} und Momente, die sich infolge Durchbiegungsbeschränkungen und Dehnungsbegrenzungen ergeben	155
A.5	Schlußfolgerungen	161
	Literaturverzeichnis	163
	Stichwortverzeichnis	167