

## Ingenieur-Abschlußarbeit

Fachrichtung:           Stahlbau

Vertiefungsrichtung:

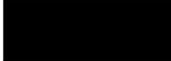
Thema:                   "Systematische Darstellung und Dokumentation  
                              der Befestigungstechnik im Metallbau"

Bearbeitet von:        Herrn Björnstjerne Z i n d l e r

# Aufgabenstellung zur Ingenieur-Abschlußarbeit Nr. St 29-14/94-D

---

Kandidat: Herr Björnstjerne Z i n d l e r

Mentor: Herr Dr. 

Ausgabe der Arbeit: 28.3.1994

Abgabe der Arbeit: 17.5.1994

Betrieb, der das Thema der Abschlußarbeit gibt:



Betreuer des Betriebes:

Kurzthema der Arbeit:

"Systematische Darstellung und Dokumentation der Befestigungs-  
technik im Metallbau"

Geforderte Schwerpunkte:

1. Darstellung der Anwendungsbereiche und Systematisierung der speziellen Aufgaben
2. Darstellung und Systematisierung der Techniken, Baugruppen und Elemente für Befestigung und Verbindung
3. Beschreibung der Montage unter Berücksichtigung spezieller Hinweise für die wichtigsten Techniken
4. Beanspruchung und statische Nachweise (Beispiele sollten enthalten sein)

Pflichtkonsultationen:

2 Pflichtkonsultationen, darüber nach Bedarf

Rosßwein, den 21.3.1994

  
Abteilungsleiter

Björnstjerne Zindler

"Systematische Darstellung und Dokumentation der  
Befestigungstechnik im Metallbau"

Ingenieurschule für Metallbau  
Döbelner Straße 58  
Postfach 41  
04741 Roßwein  
Fachrichtung Stahlbau  
Abschlußarbeit Nr. St 29-14/94-D

**1994 - Roßwein**

*Als Dokumentation zur Unterstützung der Lehrtätigkeit an einer Fachhochschule und Sammelwerk von Technologien der modernen Befestigungstechnik, soll es Grundlagen und Techniken, wie auch Statik und spezielle Montagehinweise der einzelnen Bereiche der Befestigung im Metallbau darstellen. Zwecks Begrenzung des Umfanges dieser Arbeit ist die Auswahl und Festlegung der Schwerpunkte an der Nutzungshäufigkeit der einzelnen Technologien im heutigen Bauwesen gerichtet worden. Der Fortschritt und die Vielzahl der Neuzulassungen von Befestigungsmitteln machen es notwendig, sich ständig über diese zu informieren. Die Grundlagen soll dazu diese Dokumentation liefern. Beispiele innerhalb des Abschnittes eingegliedert oder angehängt, sollen das Verständnis erleichtern, die vorangegangene Theorie auflockern und eine "Erfahrung" für die Auswahl des richtigen Befestigungsmittels fördern. Das Gewicht, das dieses Fachgebiet innerhalb des Bauwesens einnimmt, zeigt sich daran, daß Bauunternehmen immer häufiger speziell für diese Technik Arbeitsplätze schaffen, nicht zuletzt der Tatsache gerecht werdend, daß die Skelettbauweise führend im Bauwesen ist.*

<b>1</b>	<b>Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Hinführung zum Thema.....</b>	<b>8</b>
2. 1	Von der Höhle zum Komplettbau.....	8
2. 1. 1	Das Bauwesen als Produkt der menschl. Entwicklung....	8
2. 1. 2	Das Bauwesen von den Anfängen bis zur Gegenwart.....	9
2. 2	Materialien für das Bauwesen.....	12
2. 2. 1	Holz.....	12
2. 2. 2	Schwerbetonelemente.....	12
2. 2. 3	Leichtbetonplatten.....	13
2. 2. 4	Metallkonstruktionen.....	13
2. 3	Die Stellung der Fassade am Beispiel "Hochhaus".....	14
2. 3. 1	Die Konstruktion.....	14
2. 3. 2	Die Fassade.....	14
2. 4	Das Fügen unter der Sicht der Elemente.....	15
2. 4. 1	Das Verbinden.....	16
2. 4. 2	Das Befestigen.....	16
<b>3</b>	<b>Das Element.....</b>	<b>17</b>
3. 1	Bauphysikalische Anforderungen.....	17
3. 1. 1	Der Wärmeschutz.....	17
3. 1. 2	Der Schallschutz.....	18
3. 1. 3	Der Sonnenschutz.....	18
3. 2	Belastungen der Elementbefestigungen (Elementtyp 1).....	19
3. 2. 1	Querkraft.....	20
3. 2. 2	Normalkraft.....	22
3. 2. 3	Temperatur.....	24
3. 3	Belastungen der Elementbefestigungen (Elementtyp 2).....	28
3. 3. 1	Querkraft.....	29
3. 3. 2	Normalkraft.....	31
3. 3. 3	Temperatur.....	33
3. 4	Abschließendes.....	34
<b>4</b>	<b>Befestigungstechniken im Metallbau.....</b>	<b>35</b>
4. 1	Schraubverbindungen.....	35
4. 1. 1	Maschinenschrauben.....	35
4. 1. 2	Selbstfurchende Schrauben/ Bohrschrauben.....	38
4. 1. 3	Nachweise .....	41
4. 1. 4	Zulassungen von Schrauben.....	53
4. 1. 5	Beispiele.....	54
4. 2	Nietverbindungen.....	60
4. 3	Schweißverbindungen.....	64
4. 4	Klebeverbindungen.....	64
4. 5	Nagelverbindungen.....	64
4. 6	Verbunddübelverbindungen.....	66
4. 7	Dübelverbindungen.....	72
4. 8	Montagesysteme.....	138
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>140</b>
5. 1	Bücher.....	140
5. 2	Periodika und Zeitschriften.....	142
5. 3	Andere Literatur.....	142
5. 4	Bildquellennachweis.....	144
<b>6</b>	<b>Anlage.....</b>	<b>145</b>
<b>7</b>	<b>Selbstständigkeitserklärung.....</b>	<b>162</b>

## Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen

Ausdruck	F.-zeichen	Einheit	Verbalbezeichnung - Bemerkung
1;1	$Z_{(v)}$	bit	Informationsmenge zur Zeit $t_n$
1;1	$Z_{(o)}$	bit	Informationsmenge zur Zeit $t_o$
1;1	a	-	Korrekturfaktor siehe Text
1;1	b	-	Korrekturfaktor siehe Text
1;1	c	-	Korrekturfaktor siehe Text
1;1	t	a	betrachtetes Zeitintervall
1;3	F	KN	Belastungskraft des Elementes
1;3	$F_y$	KN	Y- Komponente von F
1;3	$F_z$	KN	Z- Komponente von F
1;3	M	KN	Moment durch $F_y$ ; $F_z$ ; $e_y$ ; $e_z$
1;3	$F_{tmax}$	KN	maximale Querkraft
1;3	a	m	Breite des Elementes
1;3	b	m	Höhe des Elementes
1;3	$e_y$	m	Außermittigkeit in Richtung Y
1;3	$e_z$	m	Außermittigkeit in Richtung Z
1;3	$\alpha$	°	Angriffswinkel von F
1;4	F	KN	Belastungskraft des Elementes
1;4	n	-	Laufindex; Verbindungsnummer
1;4	$F_{\sigma n}$	KN	Zugkraft an der Verbindung "n"
1;4	a	m	Breite des Elementes
1;4	b	m	Höhe des Elementes
1;4	$e_y$	m	Außermittigkeit in Richtung Y
1;4	$e_z$	m	Außermittigkeit in Richtung Z
1;5	$F_{t n}$	KN	Schubkraft an der Verbindung "n"
1;5	E	$Nmm^{-2}$	Elastizitätsmodul
1;5	$\alpha_t$	$K^{-1}$	Linearer Ausdehnungskoeffizient
1;5	dT	K	Temperaturänderung
1;5	t	mm	Tiefe des Elementes
1;5	a	mm	Breite des Elementes
1;5	b	mm	Höhe des Elementes
1;6	$F_{\sigma n}$	KN	Zugkraft an der Verbindung "n"
1;6	$\alpha_{t1}$	$K^{-1}$	lin.Ausd.-kof. Elementmaterial
1;6	$\alpha_{t2}$	$K^{-1}$	lin.Ausd.-kof. Befest.material
1;6	dT	K	Temperaturänderung
1;6	E	$Nmm^{-2}$	Elastizitätsmodul
1;6	$A_s$	$mm^2$	Spannungsquerschnitt
1;7	$t_{min}$	mm	minimalste Werkstückdicke
1;8	s	mm	Klemmlänge
1;8	d	mm	Nietdurchmesser
1;9	$R_n$	KN/m	Auflagerkraft an der Stelle "n"
1;9	k	-	Koeffizient aus Tabelle
1;9	$l_n$	m	Stützweite des Feldes "n"
1;9	p	$KN/m^2$	Flächenlast
1;10	$R_n$	KN/m	Auflagerkraft "alt" Stelle "n"
1;10	$R_s$	KN/m	Auflagerkraft aus Querkraft
1;10	$R_n^*$	KN/m	Auflagerkraft "neu" Stelle "n"
1;11	$R_s$	KN/m	Auflagerkraft aus Querkraft
1;11	$K_3$	-	Koeffizient aus Zulassung
1;11	T	KN/m	Vorhandener Schubfluß

1;12	$Q_2$	KN	Vorhandene Querkraft
1;12	$Q_1$	KN	Vorhandene Querkraft
1;12	$L_s$	m	Schubfeldlänge
1;12	$a_s$	m	Feldlänge
1;13	$F_t$	KN	Schub am Befestigungselement
1;13	$L_s$	m	Schubfeldlänge
1;13	$a_s$	m	Feldlänge
1;14	$F_{\sigma; \text{vorh}}$	KN	vorhandene Normalkraft
1;14	$F_{\sigma; \text{zul}}$	KN	zulässige Normalkraft
1;14	$F_{t; \text{vorh}}$	KN	vorhandene Querkraft
1;14	$F_{t; \text{zul}}$	KN	zulässige Querkraft
1;15	$D_{d\ddot{u}; \text{max}}$	KN	maximale Dübeltragkraft
1;15	$\alpha$	-	Korrekturwert; siehe (1;16)
1;15	$d_1$	mm	siehe Bild 1;16
1;15	$\beta_{WN}$	$Nmm^{-2}$	Nennfestigkeit Beton
1;15	$E_b$	$Nmm^{-2}$	E- Modul Beton
1;16	$h$	mm	Länge Verbunddübel
1;16	$\alpha$	-	Korrekturwert für (1;15)
1;16	$d_1$	mm	siehe Bild 1;16
1;17	$\beta_s$	$Nmm^{-2}$	Streckgrenze Stahl
1;17	$D_{d\ddot{u}; \text{max}}$	KN	maximale Dübeltragkraft
1;17	$d_1$	mm	siehe Bild 1;16
1;18	$D^*_{d\ddot{u}; \text{max}}$	KN	abgemindertes $D_{d\ddot{u}; \text{max}}$
1;18	$D_{d\ddot{u}; \text{max}}$	KN	maximales $D_{d\ddot{u}; \text{max}}$ aus (1;15;17)
1;18	$\Phi$	-	Korrekturfaktor aus (1;19)
1;19	$\Phi$	-	Korrekturfaktor für (1;18)
1;19	$b_w$	mm	siehe Bild 1;17
1;19	$h_R$	mm	siehe Bild 1,17
1;19	$h$	mm	Betonplattenhöhe; Bild 1;17
1;20	$\Sigma D^*_{d\ddot{u}; \text{max}}$	KN	Gesamttragfähigkeit
1;20	$n$	-	anrechnungsfähige Dübelanzahl
1;20	$D^*_{d\ddot{u}; \text{max}}$	KN	nach (1;18)
1;21	$\Sigma D_{d\ddot{u}; \text{max}}$	KN	Gesamttragfähigkeit
1;21	$n$	-	anrechnungsfähige Dübelanzahl
1;21	$D_{d\ddot{u}; \text{max}}$	KN	nach (1;15) (1;17)
1;22	$D_{d\ddot{u}; \text{vorh}}$	KN	vorhandene Dübelbelastung
1;22	$D_{B; \text{vorh}}$	KN	vorh. Druckkraft im Beton
1;22	$\Sigma D^{(*)}_{d\ddot{u}; \text{max}}$	KN	nach (1;15) oder (1;17)
1;22	$M_{\text{vorh}}$	KNm	vorhandenes maximales Moment
1;22	$M_{pl; \text{zul}}$	KNm	zulässiges plastisches Moment
1;23	$D_{B; \text{vorh}}$	KN	vorh. Druckkraft im Beton
1;23	$D_{B; \text{zul}}$	KN	zul. Druckkraft im Beton
1;24	$N_{\parallel Fa; \text{vorh}}$	N	vorh. Querkraft in Faserrichtung
1;24	$N_{\parallel Fa; \text{zul}}$	N	zul. Querkraft in Faserrichtung
1;25	$N_{< Fa; \text{vorh}}$	N	vorh. Querkr. winklig in Faserr.
1;25	$N_{< Fa; \text{zul}}$	N	zul. Querkr. winklig in Faserr.
1;26	$N_{z; \text{vorh}}$	N	vorhandene Zugkraft
1;26	$N_{z; \text{zul}}$	N	zulässige Zugkraft
1;27	$N_{\parallel Fa; \text{vorh}}$	N	wie 1;24
1;27	$N_{\parallel Fa; \text{zul}}$	N	wie 1;24
1;27	$N_{z; \text{vorh}}$	N	wie 1;26
1;27	$N_{z; \text{zul}}$	N	wie 1;26
1;28	$N_{\parallel Fa; \text{zul}}$	N	wie 1;24
1;28	$a_1$	mm	Elementdicke
1;28	$d_s$	mm	Schaftdurchmesser
1;29	$N_{\parallel Fa; \text{zul}}$	N	wie 1;24
1;29	$d_s$	mm	Schaftdurchmesser
1;30	$N_{< Fa; \text{zul}}$	N	wie 1;25

1;30	$N_{\parallel Fa;zul}$	N	wie 1;24
1;31	$N_{<Fa;zul}$	N	wie 1;25
1;31	$N_{\parallel Fa;zul}$	N	wie 1;24
1;31	$\alpha_{Fa}$	°	Faserwinkel
1;32	$N_{z;zul}$	N	wie 1;26
1;32	$S_g$	mm	effektive Gewindelänge
1;32	$d_s$	mm	Schaftdurchmesser
1;33	$N_{z;zul}$	N	wie 1;26
1;34	$Q_c$	N	charakt. Querkraft; ertragbar
1;34	$R_m$	$Nmm^{-2}$	Zugfestigkeit; kleinste
1;34	$t_I$	mm	Nenndicke Bauteil I
1;34	$d_g$	mm	Gewindeaußendurchmesser
1;35	$Q_c$	N	charakt. Querkraft; ertragbar
1;35	$R_m$	$Nmm^{-2}$	Zugfestigkeit; kleinste
1;35	$t_I$	mm	Nenndicke Bauteil I
1;35	$d_g$	mm	Gewindeaußendurchmesser
1;36	$Q_c$	N	charakt. Querkraft; ertragbar
1;36	$R_m$	$Nmm^{-2}$	Zugfestigkeit; kleinste
1;36	$t_I$	mm	Nenndicke Bauteil I
1;36	$t_{II}$	mm	Nenndicke Bauteil II
1;36	$d_g$	mm	Gewindeaußendurchmesser
1;37	$Q_c$	N	charakt. Querkraft; ertragbar
1;37	$R_m$	$Nmm^{-2}$	Zugfestigkeit; kleinste
1;37	$t_I$	mm	Nenndicke Bauteil I
1;37	$d_g$	mm	Gewindeaußendurchmesser
1;38	$Q_c$	N	charakt. Querkraft; ertragbar
1;38	$s$	mm	gesamte Einschraubtiefe
1;38	$d_s$	mm	Schaftdurchmesser Schraube
1;38	$d_k$	mm	Kerndurchmesser Schraube
1;39	$Z_c$	N	charakt. Zugkraft; ertragbar
1;39	$R_m$	$Nmm^{-2}$	Zugfestigkeit; kleinste
1;39	$t_{II}$	mm	Nenndicke Bauteil II
1;39	$d_g$	mm	Gewindeaußendurchmesser
1;40	$Z_c$	N	charakt. Zugkraft; ertragbar
1;40	$S_g$	mm	effektive Einschraubtiefe
1;40	$d_g$	mm	Gewindeaußendurchmesser
1;41	$Z_c$	N	charakt. Zugkraft; ertragbar
1;41	$\alpha_L$	-	Korrekturfaktor; siehe Text
1;41	$\alpha_E$	-	Korrekturfaktor; siehe Text
1;41	$t_I$	mm	Nenndicke Bauteil I
1;41	$R_m$	$Nmm^{-2}$	Zugfestigkeit; kleinste
1;41	$d_D$	mm	Durchmesser Dichtscheibe
1;42	$Z_s$	KN	charakt. Zugkraft; ertragbar
1;42	$A_k$	$mm^2$	Kernquerschnitt Schraube
1;43	$Q_s$	KN	charakt. Scherkraft; ertragbar
1;43	$A_k$	$mm^2$	Kernquerschnitt Schraube

Abkürzungen nach den Regeln des "Duden", Indizes und Formelzeichen nach /08/ bzw. den vorgeschriebenen aus DIN und Standard!