

**TECHNOLOGIEN DER PROJEKTIERUNG
STATIK**



BETONBAU

**NACHWEISFÜHRUNG
BESONDERHEITEN BEI
MONTAGEKONSTRUKTIONEN**

KATALOG



B A U A K A D E M I E
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
INSTITUT FÜR INDUSTRIEBAU

Katalogwerk Bauwesen

Katalogmitteilungen/Aktualisierungsdienst

Informationen über das Katalogwerk Bauwesen enthält die Veröffentlichung
KATALOGWERK BAUWESEN, MITTEILUNGEN

Dort informiert das Organisationszentrum für das Katalogwerk Bauwesen über Kataloge,
die in das Katalogwerk Bauwesen eingeordnet sind und über Änderungsmitteilungen.

Erscheinungsvermerke über Kataloge und Änderungsmitteilungen werden in der
BAUINFORMATION WISSENSCHAFT UND TECHNIK im Teil KATALOGWERK BAUWESEN
veröffentlicht.

Dem Aktualisierungsdienst sind alle Kataloge angeschlossen, die über Abonnementgruppen
bezogen werden. Für einzeln bestellte Kataloge müssen die Änderungsmitteilungen gesondert
bestellt werden.

Aktualisierungsdienst

Nummer der Änderungsmitteilung	1	2	3	4	5
angekündigt wo Datum · Unterschrift					
eingearbeitet Datum Unterschrift					



Dieser Katalog ist Bestandteil des KATALOGWERKES BAUWESEN.
Seine Herausgabe wurde mit dem Organisationszentrum im Institut für Projektierung und
Standardisierung der Bauakademie der DDR,
1125 Berlin, Plauener Straße, abgestimmt.



Zuschriften und Anfragen sind zu richten an
Bauakademie der DDR, Institut für Industriebau, Bereich Dresden
8020 Dresden, Weberplatz 1



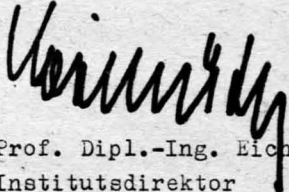
Drucklegung und Vertrieb erfolgen auf der Grundlage der Informationsordnung des Bauwesens
durch die Bauakademie der DDR, Bauinformation,
1020 Berlin, Wallstraße 27.

VORWORT

Der vorliegende Katalog I 8247 RSB (Besonderheiten bei Montagekonstruktionen - Nachweisführung) ist Bestandteil der Kataloggruppe "Betonbau" im Teilsystem "Technologie der Projektierung" des Katalogwerkes Bauwesen.

Die einzelnen Arbeitsmittel des Kataloges enthalten Detaillösungen zur Berechnung und Konstruktion für bestimmte Teilbereiche von Montagebauwerken.

Die Bearbeitung erfolgte im wesentlichen auf der Basis des Vorschriftenwerkes ETV Beton.


Prof. Dipl.-Ing. Eichstädt
Institutsdirektor

BESTÄTIGUNGSBLATT

Vorliegender Katalog I 8247 RSB
Nachweisführung, Besonderheiten bei Montagekonstruktionen
wird bestätigt

Dieser Katalog ist vom Okt. 1983 bis auf Widerruf gültig.

Bauakademie der DDR
Institut für Industriebau
Berlin, Dezember 1983

Heinrich
Prof. Dipl.-Ing. Eichardt
Institutsdirektor

KATALOGISIERUNGSVERANTWORTLICHER: Bauakademie der DDR
Institut für Industriebau
1125 Berlin
Plauener Straße

BEARBEITER: VEB BMK Kohle und Energie
KB Forschung und Projektierung Dresden
8060 Dresden
Straße der Einheit 1

GEPRÜFT: Ministerium für Bauwesen
Staatliche Bauaufsicht
Einzelprüfung siehe Prüfbescheid
zum jeweiligen Arbeitsmittel

HERAUSGEBER: Im Auftrage des Ministeriums für Bauwesen
Bauakademie der DDR
Institut für Projektierung und Standardisierung
Organisationszentrum für das Katalogwerk Bauwesen
1125 Berlin, Plauener Straße

DRUCKLEGUNG UND VERTRIEB: Bauakademie der DDR
Bauinformation
1020 Berlin, Wallstraße 27

DRUCKGENEHMIGUNG: (204) Ag 513/307/84

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Vorwort
 Bestätigungsblatt

Blatt	Seite	
1		I n f o r m a t i o n s b l a t t
	1	Inhaltsverzeichnis
	1	Vorbemerkungen
	1	Katalogaufbau
	1	Arbeitsmittelverzeichnis
2		D a r s t e l l u n g s b l a t t
		Sammlung der Arbeitsmittel (AM)

Vorbemerkung

Der vorliegende Katalog enthält Arbeitsmittel zur Nachweisführung in Teilbereichen von Montagekonstruktionen. Die technischen Angaben der einzelnen Arbeitsmittel stützen sich auf die einschlägigen Vorschriften (ETV Beton) und Veröffentlichungen in der Fachliteratur.

Katalogaufbau

Die Sammlung der zu diesem Katalog gehörenden AM ist formal dem Blatt 2 - Darstellungsblatt - zugeordnet. Jedes Arbeitsmittel bildet eine in sich geschlossene Einheit. Ergänzungen zu diesem Katalog müssen themenbezogen, unter Beachtung der AM-Nr., den vorhandenen Arbeitsmitteln zugeordnet werden.

Arbeitsmittelverzeichnis

<u>AM-Nr.</u>	<u>AM-Titel</u>	<u>Bearb.-stand</u>
7.3/01	Fugen zwischen Deckenelementen	Okt. 1982
7.3/02	Gedrückte Fugen	Okt. 1982

1. Inhaltsverzeichnis

Seite

1	1. Inhaltsverzeichnis
1	2. Bestätigungsvermerk
1	3. Vorbemerkung
1	4. Anwendungsvorschriften
2	5. Querkrafttragfähigkeitsnachweis nach TGL 33405/01

2. Bestätigungsvermerk:

Bearbeiter:

VEB BMK Kohle und Energie
Betrieb für Forschung und
Projektierung Dresden

8060 Dresden

Straße der Einheit 1

Prüfung des AM:

Ministerium für Bauwesen
Staatliche Bauaufsicht
Prüfgruppe Kraftwerksbau, Dresden

8060 Dresden

Straße der Einheit 1

PF 982

Prüfbescheid Nr. 396/82/032

vom 16.12.1982

3. Vorbemerkung

In diesem Arbeitsmittel wird die Nachweisführung der Querkrafttragfähigkeit der Fugen zwischen Deckenelementen nach Bild 48 und 49 TGL 33405/01 behandelt. Es wird hier darauf hingewiesen, daß die wirksame Fugenlänge nach TGL 33404/02, (s. Katalog I 8237 RSB, AM-Nr. 7.3/01) bei Fugenausbildung nach Bild 49 der TGL 33405/01 um die im Übertragungsbereich vorhandene Längsübellänge zu verringern ist.

4. Anwendungsvorschriften

1) TGL 33405/01, Abs. 6.2.

5. Querkrafttragfähigkeit der Fugen zwischen Deckenelementen

$$q_u \leq Q_{fi} (R)$$

$$Q_{fi} (R) = 0,1 R_{bt}^0 \cdot l_{fi} \cdot h_{fi}$$

q_u = Die mit Lastfaktoren behaftete vorhandene Querkraft in einer Fuge je Längeneinheit (gemäß Katalog I 8237 RSB, AM-Nr. 7.3/01)

R_{bt}^0 : Grundwert der Rechenzugfestigkeit des Fugenbetons grundsätzlich nicht größer als $2/3$ der Rechenzugfestigkeit des Betons der Deckenelemente bei Fugenausbildung nach Bild 48 oder 49, TGL 33405/01

l_{fi} : Zur Kraftübertragung mitwirkende Fugenlänge

$l_{fi} = 1,0$ m bei Fugenausbildung nach Bild 48, TGL 33405/01

$l_{fi} = 1,0$ m, abzüglich der Länge der vorhandenen Längsdübel je m bei Fugenausbildung nach Bild 49, TGL 33405/01

h_{fi} : Verdüblungshöhe $0,45$ h (siehe Bild 48 TGL 33405/01)

1. Inhaltsverzeichnis

Seite	
1	1. Inhaltsverzeichnis
1	2. Bestätigungsvermerk
1	3. Allgemeines
1	4. Anwendungsvorschriften
2	5. Gedrückte Fugen
2	5.1. Schnittkräfte
2	5.2. Anpassungsfaktoren
2	5.3. Effektive gedrückte Fläche
2	5.4. Grundwert der Rechenfestigkeit des Fugenbetons
2	5.5. Fugenfestigkeitsnachweis
2	5.6. Definition der Begriffe und Symbole
3	5.7. Zahlentafeln
3	Tabelle 1 für $6 (1 - 0,8 R_{b1}^0 / R_{b2}^0)$
4	Tabelle 2 für $(t_j / h_{ef})^2 \cdot 1000$

2. Bestätigungsvermerk:

Bearbeiter:

VEB BMK Kohle und Energie
 Betrieb für Forschung und
 Projektierung Dresden

8060 Dresden

Straße der Einheit 1

Prüfung des AM:

Ministerium für Bauwesen
 Staatliche Bauaufsicht
 Prüfgruppe Kraftwerksbau, Dresden

8060 Dresden

Straße der Einheit 1

PF 982

Prüfbescheid Nr. 396/82/032
 vom 16.12.1982

3. Allgemeines

In diesem Katalogteil enthaltene zwei neue Zahlentafeln ermöglichen eine rasche Ermittlung der Festigkeit der gedrückten Fugen. Die Tafel 2 enthält den 1000 fachen Wert von $(t_j / h_{ef})^2$.

4. Anwendungsvorschriften

- 1) TGL 30403, Tabellen 4, 6 und 11
- 2) TGL 33405/01, Abs. 6.2.

5. Gedrückte Fugen

5.1. Schnittkräfte

Die gesamte Druckkraft N_u und deren Daueranteil N_{ud} werden für die Nachweisführung aus den statischen Unterlagen benötigt.

5.2. Anpassungsfaktoren

Bei Druckgliedern werden m_{b1} , m_{b2} , m_{b4} und m_{b5} nach Tabelle 6 TGL 33403 für die Berechnung der Rechenfestigkeiten herangezogen. Für den Stahl gilt ggf. m_{s1} nach Tabelle 11 der TGL 33403.

5.3. Effektive gedrückte Fläche A_{ef}

Bei Fugendicken $t > 25$ mm und Einbringung des Fugenbetons ohne Schalung gilt

$$h_{ef} = h - t \quad \text{bzw.} \quad b_{ef} = b - t; \quad A_{ef} = h_{ef} \cdot b_{ef}$$

h : die kleinere Fugenbreite

b : die größere Fugenbreite

t : die tatsächliche vorhandene Fugendicke

Die Flächenreduzierung erfolgt nicht, wenn ein engmaschiges Bewehrungsnetz in Abständen von 15 mm in den Fugen vorgesehen wird.

5.4. Grundwert der Rechenfestigkeit des Fugenbetons R_{b1}^0 (Bild 1)

$$R_{b1}^0 = \text{Grundwert der Rechenfestigkeit des Fugenbetons} \geq 0,4 R_{b2}^0$$

$$R_{b2}^0 = \text{Grundwert der Rechenfestigkeit des betrachteten Betonfertigteiles}$$

5.5. Fugenfestigkeitsnachweis nach TGL 33405/01

$$\frac{N_u}{A_{ef}} = \sigma'_b \leq \left[1 - 6 \left(1 - 0,8 \frac{R_{b1}^0}{R_{b2}^0} \right) \left(\frac{t}{h_{ef}} \right)^2 \right] R_{b2}$$

σ'_b : vorhandene Druckspannung unter Berücksichtigung der effektiven gedrückten Fugenfläche

$$R_{b2} = R_{b2}^0 \cdot m_{b1} \cdot m_{b3} \cdot m_{b4} \cdot m_{b5}$$

5.6. Definition der Begriffe und Symbole

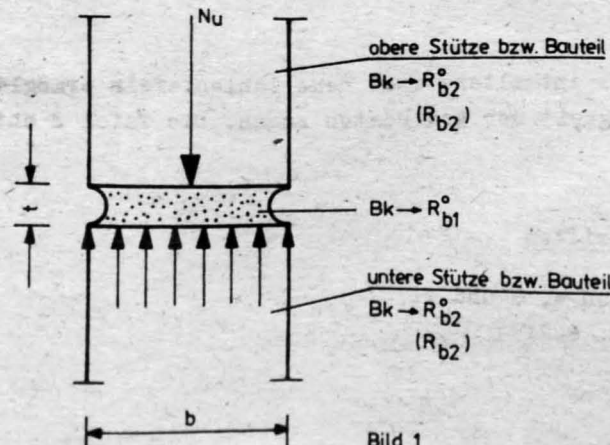


Bild 1

5.7. Zahlentafeln

Tabelle 1 und 2 enthalten die zahlenmäßige Auswertung der beiden Ausdrücke $6(1-0,8 \frac{R_{b1}^0}{R_{b2}^0})$ und $(t/h_{ef})^2 \cdot 1000$ für die in der Praxis vorkommenden Fälle von Fertigteilstützenabmessungen und Fugendicken.

Tabelle 1 Betonklasse des Fugenbetons

	Bk 12,5		Bk 15		Bk 20		Bk 25	
	$\frac{R_{b1}^0}{R_{b2}^0}$	$6(1-0,8 \frac{R_{b1}^0}{R_{b2}^0})$	$\frac{R_{b1}^0}{R_{b2}^0}$	$6(1-0,8 \frac{R_{b1}^0}{R_{b2}^0})$	$\frac{R_{b1}^0}{R_{b2}^0}$	$6(1-0,8 \frac{R_{b1}^0}{R_{b2}^0})$	$\frac{R_{b1}^0}{R_{b2}^0}$	$6(1-0,8 \frac{R_{b1}^0}{R_{b2}^0})$
Bk 20	0,625	3,000	0,750	2,400	1,000	1,200	1,250	0
Bk 25	0,500	3,600	0,600	3,120	0,800	2,160	1,000	1,200
BK 35	0,357	maßgebend 4,08	0,429	3,943	0,571	3,257	0,714	2,571
Bk 40	0,313	4,08	0,375	maßgebend 4,08	0,500	3,600	0,625	3,000
Bk 45	0,278	4,08	0,333	4,08	0,444	3,867	0,556	3,333
Bk 50	0,25	4,08	0,300	4,08	0,400	4,080	0,500	3,600
BK 55	0,240	4,08	0,288	4,08	0,384	maßgebend 4,08	0,480	3,695

Bei $R_{b1}^0 < 0,4 R_{b2}^0$ wird $6(1-0,8 \frac{R_{b1}^0}{R_{b2}^0}) = 4,08$

Betonklasse des Stahlbetonteiles

- x) $R_b^0 = 0,56 R^n$ für $Bk \leq Bk 50$
 $R_b^0 = 0,53 R^n$ für $Bk \geq Bk 55$
 R_{b1}^0 : Grundwert der Rechenfestigkeit des Fugenbetons
 R_{b2}^0 : Grundwert der Rechenfestigkeit des Stahlbetonteiles

Tabelle 2

x) t _j (mm)	10		15		20		25		30		35		40	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
200	2,5	2,77	5,625	6,574	10	12,346	15,625	20,408	22,5	31,142	30,625	44,995	40	62,5
300	1,111	1,189	2,5	2,77	4,444	5,102	6,944	8,264	10	12,346	13,611	17,444	17,778	23,669
400	0,625	0,657	1,406	1,518	2,5	2,770	3,906	4,444	5,625	6,574	7,656	9,195	10	12,346
600	0,278	0,287	0,625	0,657	1,111	1,189	1,736	1,89	2,5	2,77	3,403	3,837	4,444	5,102
800	0,156	0,160	0,352	0,365	0,625	0,657	0,977	1,041	1,406	1,518	1,914	2,093	2,5	2,77

x) t_j = jeweilige Fugendicke in mm

xx) h₁ = entsprechende effektive kürzere Fugenbreiten in mm

$$a = \left(\frac{t_j}{h_1} \right)^2 \cdot 1000$$

$$b = \left(\frac{t_j}{h_1 - t_j} \right)^2 \cdot 1000$$

154



KATALOGWERK BAUWESEN

Aktualisierungsdienst

1

1. Änderungsmitteilung zum Katalog I 8247 RSB

Nachweisführung - Besonderheiten bei Montagekonstruktionen

Die Änderungsmitteilung betrifft:

- Veränderungen
- Berichtigungen
- Ergänzungen
- Erlöschen der Gültigkeit
- Einschränkungen
-

Neuaufnahme eines Arbeitsmittels

Die Änderungsmitteilung besteht aus:

- Deckblatt
- einschl. Änderungsanweisungen
- 14 Seiten Anlagen (Katalogseiten)

Diese Änderungsmitteilung ist gültig ab: **Erscheinen**

- Das Deckblatt der Änderungsmitteilung sowie die Änderungsanweisungen sind in den oben genannten Katalog vorn einzuheften.
- Bei Eintragungen von Hand sind auf der betreffenden Seite die Nr. der Änderungsmitteilung, das Datum der Eintragung und das Signum des Eintragenden zu vermerken.

Änderungsanweisungen

Folgende Eintragungen sind von Hand durchzuführen:

Blatt	Seite	Bearbeitungsstand	Kurzbeschreibung der Eintragung
1	1	Dez. 83	- Im Arbeitsmittelverzeichnis ist folgendes AM nachzutragen: 7.4/03 Angespannte Stahlbetonkonsole März 85 VEB BMK Ost, Betrieb P,P,T FS Brandenburg



Bauakademie der DDR
 Institut für Industriebau
 Boregäh Dresden
 Dresden, Juni 1985

i.V. Fessig
 Prof. Dipl.-Ing. Eichstädt
 Institutsdirektor

Katalogwerk Bauwesen

Katalogmitteilungen/Aktualisierungsdienst

Informationen über das Katalogwerk Bauwesen enthält die Veröffentlichung
KATALOGWERK BAUWESEN, MITTEILUNGEN

Dort informiert das Organisationszentrum für das Katalogwerk Bauwesen über Kataloge,
die in das Katalogwerk Bauwesen eingeordnet sind und über Änderungsmitteilungen.

Erscheinungsvermerke über Kataloge und Änderungsmitteilungen werden in der
BAUNFORMATION WISSENSCHAFT UND TECHNIK im Teil **KATALOGWERK BAUWESEN**
veröffentlicht.

Dem Aktualisierungsdienst sind alle Kataloge angeschlossen, die über Abonnementgruppen
bezogen werden. Für einzeln bestellte Kataloge müssen die Änderungsmitteilungen gesondert
bestellt werden.



Diese Änderungsmitteilung ist Bestandteil des **KATALOGWERKES BAUWESEN**.
Ihre Herausgabe wurde mit dem Organisationszentrum im Institut für Projektierung und
Standardisierung der Bauakademie der DDR,
1092 Berlin, Plauener Straße, abgestimmt.



Zuschriften und Anfragen sind zu richten an
Bauakademie der DDR, Institut für Industriebau, Bereich Dresden,
8020 Dresden, Weberplatz 1.



Drucklegung und Vertrieb erfolgen auf der Grundlage der Informationsordnung des Bauwesens
durch die Bauakademie der DDR, Bauinformation,
1020 Berlin, Wallstraße 27.

1. Inhaltsverzeichnis

Seite	
1	1. Inhaltsverzeichnis
1	2. Bestätigungsvermerk
1	3. Vorbemerkung
2	4. Anwendungsbedingungen
2	5. Konstruktive Forderungen
3	6. Tragfähigkeit und Bemessung
6	7. Ausführung
7	8. Brandschutz
8	9. Qualitätskontrolle
8	10. Hinweise
	Rechenbeispiele
8...10	Beispiel 1
11...14	Beispiel 2

2. Bestätigungsvermerk

Bearbeiter: VEB Bau- und Montagekombinat Ost
Betrieb Forschung, Projektierung, Technologie
Forschungsstelle Brandenburg
1800 Brandenburg
Wilhelmsdorfer Landstraße 43

Prüfung des ÄM: Ministerium für Bauwesen
Staatliche Bauaufsicht
Bezirk Potsdam
1500 Potsdam
Heinrich-Mann-Allee 107

Prüfbescheid Nr. 149/85
vom 23. 4. 1985

3. Vorbemerkung

Dieser Katalog ist aus der Zulassung Nr. 19/66 der Staatlichen Bauaufsicht hervorgegangen. Es erfolgte eine Umstellung auf SI-Einheiten und die Berechnungsgrundsätze des ETV-Beton. Durch die Verbindlichkeit der Vorschrift 164/85 "Einsatz von Spannstahl St 60/90 im Beton- und Stahlbau" für die Zulassung Nr. 162 wurde das Sortiment der Spannglieder um M 20 und M 33 erweitert.

Spezielle Anwendungsbeispiele für Rekonstruktionsmaßnahmen sind im Katalog I 8501 RKY "Richtlinie Rekonstruktion von Deckentragwerken" Blatt 2.4.1. enthalten.

Die Tragfähigkeit der Verbindung "Angespannte Betonkonsole" wurde durch experimentelle Erprobung nachgewiesen.

4. Anwendungsbedingungen

Die angespannten Stahlbetonkonsolen sind für ruhende und dynamische Belastung zugelassen. Bei dynamischer Belastung sind injizierte Spannglieder anzuwenden.

Die Berechnungsgrundsätze gelten nur für rechteckige und annähernd rechteckige Fugenflächen.

Für die angespannten Stahlbetonkonsolen sind Spannglieder aus Spannstahl St 60/90 nach Vorschrift 164/85 der Staatlichen Bauaufsicht zu verwenden.

Für die Konsolen und Bauteile, an denen Konsolen angespannt werden, ist als Betonklasse mindestens Bk 25 zu projektieren.

Werden Konsolen an Altbetonkonstruktionen angespannt, müssen diese mindestens eine Betongüte B 225 oder Betonklasse Bk 20 aufweisen.

Bei dynamischer Belastung muß die Betongüte B 300 vorhanden sein.

Als Ausgleichs- und Kraftübertragungsschicht ist eine Feinkornbetonfuge aus Bk 25 anzuordnen.

5. Konstruktive Forderungen

5.1. Abmessungen

Die Abmessungen der Konsole werden von den Abmessungen der daraufliegenden und anzuschließenden Bauteile, von der Anzahl der erforderlichen Spannglieder und vom Nachweis der Tragfähigkeit bestimmt.

Zusätzlich sind bei der Wahl der Geometrie der Konsole folgende Bedingungen einzuhalten:

- Verhältnis Konsollänge l : Konsolhöhe h $0,5 \leq l/h \leq 1,2$
- Der Abstand der Ankerplatten vom Rand (Konsole oder Bauteil) und untereinander muß mindestens 30 mm betragen.
- Bei gemeinsamen Ankerplatten für mehrere Spannglieder ist als Mindestachsabstand die Breite der Ankerplatte für ein Einzelspannglied anzunehmen oder es ist ein besonderer Nachweis für die Ankerplatte zu führen.
- Um eine gleichmäßige Verteilung der Vorspannung zu gewährleisten, wird für n senkrechte Spanngliedreihen die Konsolbreite begrenzt auf $b \leq n \cdot 1,5 h_1$.

5.2. Lage der Spannglieder

Die resultierende Vorspannkraft muß im Bereich $0,5 h_1 \leq h_p \leq 0,75 h_1$ eingeleitet werden. Im Regelfall wird $h_1 = h$ gewählt. Zur Erhöhung der Exzentrizität der Vorspannkraft darf die Fugenhöhe gegenüber der Konsolhöhe von h auf h_1 verringert werden (siehe Bild 1).

5.3. Spanngliedverankerung

Die Verankerung der Spannglieder erfolgt mit Ankerplatten und mit Verankerungsmuttern nach Vorschrift 164/85 Anlage 1 für die jeweiligen Spannstahldurchmesser. Die Verankerungsplatten für das injizierbare Spannglied sind mit einer Bohrung für das Einpressen des Mörtels bzw. Entlüften zu versehen.

Für die Konsolen sind die Ankerplatten grundsätzlich einzubetonieren, wobei auch eine versenkte Anordnung zulässig ist. Bei neu zu errichtenden Anschlußbauteilen ist ebenso zu verfahren. Für ruhende Belastung dürfen bei bestehenden Bauteilen die Ankerplatten trocken aufgelegt werden, wenn eine glatte und ebene Oberfläche vorhanden ist. Andernfalls ist eine Ausgleichfuge von 10 mm Dicke aus dem Feinkornbeton nach Abschn. 7.3. vorzusehen.

5.4. Spannkannäle

Für das injizierbare Spannglied darf der Spanngliedkanal durch gefaltete Blechhülsen mit 32, 35, 45, 60 mm Innendurchmesser gebildet werden, so daß ringsum das Spannglied im Durchmesser gerechnet mindestens 6 mm Durchflußbreite für den Einpreßmörtel verbleiben. Die Hülsen sind durch Riffelung profiliert, um die Verbindung zwischen Einpreßmörtel und Hülse sowie Hülse und Bauwerksbeton zu verbessern.

Für das nicht injizierbare Spannglied sind die Aussparungen unter Berücksichtigung der möglichen Toleranzen in der Größenordnung der Hüllrohre auszuführen.

In vorhandenen Konstruktionen sind die Aussparungen durch Bohrungen herzustellen, dabei ist vorhandene Bewehrung zu beachten.

Zur Abdichtung der Spannkannäle im Fugenbereich müssen Gummiringeingelegt werden.

5.5. Spanngliedstöße

Das Stoßen der Spannglieder ist mit Gewindemuffen nach Anlage 2 der Vorschrift 164/85 zulässig. Eine Einschraubtiefe von mindestens 12 Gewindegängen ist zu garantieren. Im Bereich der Spanngliedstöße müssen die Hüllrohre bzw. Aussparungen entsprechend erweitert werden. Die Erweiterung ist so auszubilden, daß beim Vorspannen keine Behinderung erfolgt.

6. Tragfähigkeit und Bemessung

6.1. Begriffsbestimmungen

Abmessungen

- b = Breite der Konsole und vorgespannten Fuge
- h = Höhe der angespannten Konsole
- h_1 = Höhe der vorgespannten Fuge
- l = Tiefe der Konsole
- l_f = Fugendicke = 20 ± 5 mm
- a = Ankerplattenbreite für ein Spannglied
- t = Dicke der Ankerplatte

Belastungsgrößen

- F_v = vertikale Auflast
- F_{hx} = Horizontalkraft parallel zur Spanngliedachse
- F_{hy} = Horizontalkraft senkrecht zur Spanngliedachse
- $P_h(t_0)$ = Gesamtvorspannkraft; Zeitpunkt der Eintragung
- $P_h(t)$ = Gesamtvorspannkraft; Zeitpunkt t
- $P_h(t_\infty)$ = Gesamtvorspannkraft; nach Abschluß von Schwinden und Kriechen
- i = Anzahl der Spannglieder

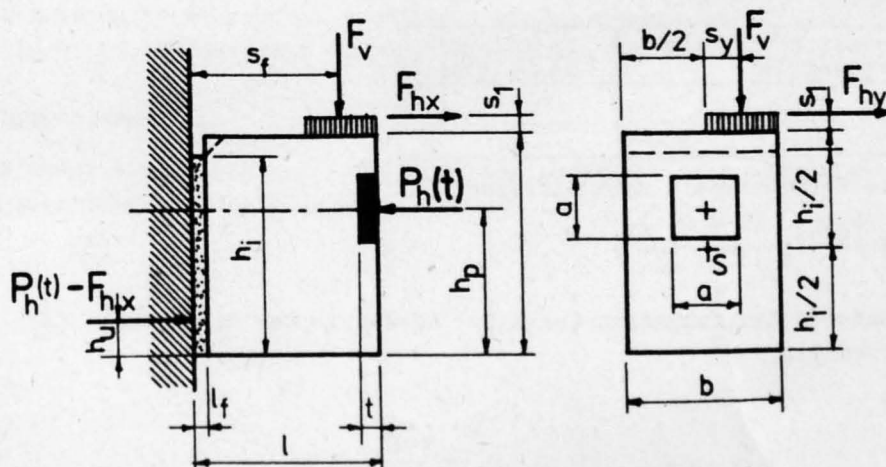


Bild 1

6.2. Anschlußkonstruktion

Bei bestehenden Konstruktionen ist die Eignung dieser Bauteile durch Untersuchungen zu überprüfen und die Betonklasse nach TGL 33451/01 zu bestimmen.

Für die Bauteile, an die Konsolen angespannt werden, sind Nachweise der Trag- und Nutzungsfähigkeit unter Berücksichtigung der zusätzlichen Beanspruchung durch die Konsolbelastung und der Querschnittsminderung durch die Bohrlöcher zu führen. Der Nachweis der örtlichen Beanspruchung ist nach TGL 33405/01 Abschn. 2.4.2. und TGL 33404 Abschn. 7. und Bild 15 zu führen, wenn die vorhandene Betonklasse < Bk 25 ist. Da bei vorhandenen Unterkonstruktionen keine zusätzliche Spaltzugbewehrung mehr angeordnet werden kann, sind bei Betonklassen < Bk 25 eventuell größere Ankerplatten als nach Vorschrift 164/85, Anlage 1 zu verwenden.

6.3. Konsolfuge

Die Tragfähigkeit der vorgespannten Konsolfuge ist nachgewiesen, wenn die nach Gleichung (4) errechnete Querkraft $Q(R)$ gleich oder größer $Q_{u,res}$ nach Gleichung (2) ist.

$$Q(R) \geq Q_{u,res} \quad (1)$$

$$Q_{u,res} = \sqrt{F_{u,v}^2 + F_{u,hy}^2} + 0,8 k_t \frac{|M_{u,t}|}{h_1} \quad (2)$$

$$|M_{u,t}| = F_{u,v} \cdot s_y + F_{u,hy} (h + s_1 - h_1/2) \quad (3)$$

k_t = Querschnittsbeiwert für Torsion

b/h_1	1	1,5	2	3	∞
k_t	4,81	4,33	4,07	3,74	3

Gilt für $h_1 < b$, sonst in Gleichung (2) für h_1 b einsetzen und für k_t - Wert Quotient h_1/b verwenden.

Tragfähigkeit der vorgespannten Konsolfuge nach Gleichung (4) für den Zeitpunkt der Nachweisführung (t):

$$Q(R) = k_b (P_{h,np}(t) - F_{u,hx} \frac{h + s_1}{h_p}) \quad (4)$$

Grenzbedingungen für Gleichung (4):

$$\text{wenn } P_{h,np}(t \rightarrow \infty) - F_{u,hx} \frac{h + s_1}{h_p} < 2 b h_1 \rightarrow Q(R) = 0 \text{ setzen} \quad (n_p = 0,9)$$

$$\text{wenn } P_{h,np}(t) - F_{u,hx} \frac{h + s_1}{h_p} \geq 6 b h_1 \rightarrow Q(R) = 6 k_b b h_1 \text{ setzen} \quad (n_p = 1,1)$$

Kräfte in N, Abmessungen in mm einsetzen.

k_b - Wert

	nicht injiziertes Spannglied	injiziertes Spannglied
ruhende Belastung	0,45	0,67
dynamische Belastung	-	0,50

Für die Vorbemessung wird die Vorspannkraft nach Gleichung (5) ermittelt.

$$P_{h,erf.} = \frac{1,5}{k_b} \left(F_{u,v} + \frac{F_{u,hx} (h + s_1)}{h_p} \right) \quad (5)$$

Horizontalkräfte (F_{hx}) mit anderem Richtungssinn (negativ) dürfen in den Gleichungen (4) und (5) nicht berücksichtigt werden.

Nach der Wahl des Spannstahldurchmessers und der Gewindegröße wird die Anzahl der Spannglieder nach Gleichung (6) berechnet:

$$i = P_{h, \text{erf.}} / P_h \quad (6)$$

i ist auf ganze Zahlen aufzurunden,

Für die Tragfähigkeitsnachweise ist die Vorspannkraft nach Gleichung (7) zu bestimmen.

$$P_{h, \text{np}}(t_0) = i(1 \pm k_p) P_h = i \cdot n_p \cdot P_h \leq 9 b h_1 \quad (7)$$

P in N; b und h_1 in mm; $k_p = 0,1$

P_h nach Vorschrift 164/85, Tabelle 3

$P_h = P_{\sqrt{1}}$ bei Eintragung der Vorspannkraft mit Drehmomentenschlüssel

$P_h = P_{\sqrt{2}}$ bei Eintragung der Vorspannkraft mit Zugvorrichtung (hydraulische Spannpressen)

Falls kein genauer Nachweis der Kriech- und Schwindverluste erfolgt, darf die Endvorspannkraft näherungsweise nach Gleichung (8) berechnet werden:

$$P_{h, \text{np}}(t_\infty) = 0,75 P_{h, \text{np}}(t_0) \quad (8)$$

Der zeitabhängige Spannkraftverlauf ist nach TGL 33403 Abschn. 2.3.1.3. zu ermitteln.

6.4. Konsole

Tragfähigkeit für Lastfall Vorspannung ohne Auflast nach Gleichung (9):

$$P_{h, \text{np}}(t_0) \leq 2 (h_1 - h_p) b \cdot R_b \quad \text{mit } n_p = 1,1$$

Tragfähigkeit für Lastfall minimale Vorspannung und maximale Auflast nach Gleichung (10):

$$P_{h, \text{np}}(t_\infty) - F_{u, \text{hx}} \leq 2 h_u b R_b \quad \text{mit } n_p = 0,9 \quad (10)$$

$$h_u = \frac{P_{h, \text{np}}(t_\infty) \cdot h_p - F_{u, \text{v}} \cdot s_f - F_{u, \text{hx}} (h + s_1)}{P_{h, \text{np}}(t_\infty) - F_{u, \text{hx}}} \quad (11)$$

gilt für: $\frac{h_p}{3} \leq h_u \leq \frac{h_1}{2}$

Für $h_u > 0,5 h_1$ entfällt der Nachweis nach Gleichung (10).

Spanngliedverankerung:

Wenn Ankerplatten nach Vorschrift 164/85, Anlage 1, verwendet werden, sind für die Konsolen keine Nachweise für die örtliche Beanspruchung und keine Spaltzugbewehrung erforderlich. Werden bei Betonklassen $> Bk 25$ kleinere Ankerplatten verwendet, sind für die Auflagerbedingungen Nachweise nach TGL 33405/01, 2.4.2. und TGL 33404/02, Abschnitt 7 und Bild 15 zu führen.

Die Konsolbewehrung ist konstruktiv aus kreuzweis angeordneten geschlossenen Bügeln vorzunehmen. Es sind Bügel in allen 3 Ebenen anzuordnen.

Der Mindestquerschnitt A_v muß, bezogen auf den betrachteten Querschnitt, 0,6 % betragen.

6.5. Spannstahl

Mit der Einhaltung der zulässigen Vorspannkraft nach Vorschrift 164/85 ist der Spannstahlnachweis abgeboten.

7. Ausführung

7.1. Konsole

Es ist eine sichere Abdichtung zwischen Verankerungsplatte und Hüllrohr zu gewährleisten, z. B. durch Verwendung von Isolierband. Der Beton muß im Bereich der Verankerung besonders sorgfältig eingebracht werden.

7.2. Vorbereitung der Berührungsflächen der Fuge

Die Berührungsflächen der Verbindungsfuge von Stahlbetonkonstruktionen und Stahlbetonkonsolen müssen vor dem Zusammenbau zwecks Erreichung guter Haftung vorbehandelt werden. Sie sind von Verunreinigungen wie Öl, Schmutz, Ölpapier vom Betonieren u.a. zu säubern. Mit einer Drahtbürste sind die Berührungsflächen aufzurauen und lose Teilchen zu entfernen. Die Betonoberflächen dürfen keine Schalenbildungen oder Ausbesserungen aufweisen. Das Herstellen von Verbindungen auf geputzten Anschlußflächen ist nicht zulässig.

7.3. Fugenausbildung

Für die Ausgleichsfuge ist ein Feinkornbeton Bk 25 mit nachfolgendem Mischungsverhältnis zu verwenden:

Portlandzement: Betonsand 0/4 : W/Z
TGL 28401/01 TGL 22963
1 : 1 : 0,35 Masseteile

Die Fugendicke wird mit $l_f = 20 \pm 5$ mm festgelegt. Nach Vorbereitung der Berührungsflächen wird eine Fugenschalung hergestellt. Die Betonoberflächen müssen vor dem Einbringen des Fugenbetons angehäßt werden. Die Fuge selbst ist als Stopffuge auszuführen. Die Spanngliedaussparungen sind im Fugenbereich durch Gummiringe abzudichten. Ein Abreißen der Fuge ist durch handfestes Anziehen der Spanngliedmutter zu verhindern.

7.4. Korrosionsschutz der Spannglieder

Der Korrosionsschutz der Spannglieder erfolgt unter Beachtung der Vorschrift 164/85 durch Injektionsmörtel oder Anstrichsysteme.

7.5. Spanngliedverlegung

Die Einhaltung der Rechtwinkligkeit der Spanngliedachsen zu den Fertigteilflächen ist unbedingt zu gewährleisten. Einwandfrei ausgeführte Bohrungen und genau verlegte Hüllrohre sind herzustellen. Schweißen an Muffenstößen, Spannstählen und Muttern ist nicht zulässig.

7.6. Anspannen der Konsolen

Das Anspannen der Konsolen hat nach einer Spannanweisung (TGL 33419/01) zu erfolgen, dabei sind die Forderungen der Vorschrift 164/85 zu berücksichtigen.

Bei mehreren Spanngliedern ist grundsätzlich mit dem Spannglied zu beginnen, das die geringste Exzentrizität in Bezug auf den Flächenschwerpunkt der Fugenfläche aufweist. Das Vorspannen der Spannglieder kann mit Spannpresse oder mit Drehmomentenschlüssel erfolgen. Beim Spannen mit Spannpresse sind Absetzverluste von 0,1 mm je Spannglied zu berücksichtigen. Durch Nachspannen oder zulässiges Überspannen können Spannkraftverluste abgemindert werden. Ein Nachspannen der Spannglieder bei nicht injizierten Spanngliedkanälen ist zulässig.

Beim Vorspannen muß der Fugenbeton einen Normwert der Erhärungs- Würfeldruckfestigkeit von $R_B^d = 17,5 \text{ N/mm}^2$ besitzen.

Nach dem Injizieren der Spannglieder sind 1 bis 2 Tage Erschütterungen zu vermeiden.

7.7. Belastbarkeit der angespannten Konsolen

Bis zu 50 % der Normlasten dürfen direkt nach dem Vorspannen aufgebracht werden. Die volle Tragfähigkeit darf erst nach Erreichen der geforderten Norm-Würfeldruckfestigkeit des Konsolbetons, der Betonfuge, des Bauteilbetons und des Injektionsmörtels beansprucht werden.

8. Brandschutz

Für Konsolen, die nachträglich an bestehende Bauteile angespannt werden, gelten die Forderungen an den Feuerwiderstand wie für die Gesamtkonstruktion.

Folgende Mindestmaße der Betondeckungen für die Spanngliedverankerungen sind einzuhalten.

f_w	15/30	45	60	90	120	150	180	
min a_s	-	20	25	35		40		mm

Für die schlaaffe Bewehrung in der Konsole gelten die Forderungen nach TGL 33405/01 Abschn. 7. Beim Aufbringen eines Schutzbetons nach Bild 2a ist darauf zu achten, daß ein Abplatzen der Schutzschicht durch geeignete Anschlußbewehrung verhindert wird. An die Ankerplatte durch Heftschweißung angeschlossene engmaschige Matten oder Bügel sind zweckmäßig.

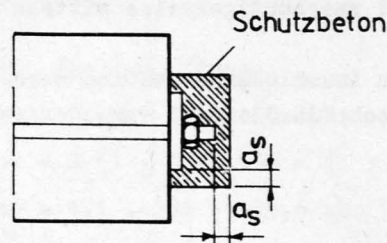


Bild 2a

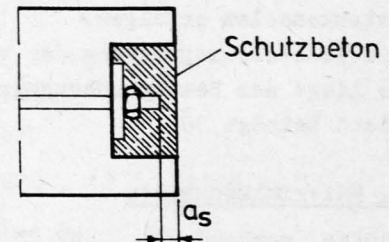


Bild 2b

9. Qualitätssicherung

Vor der Montage der Konsolen sind Bohrlöcher in bestehenden Anschlußkonstruktionen durch die betriebliche Qualitätskontrolle abzunehmen.

Der Spannvorgang ist mit den durchgeführten Messungen und deren Auswertung in einem Spannprotokoll zu belgen.

Es muß enthalten:

- Tag der Vorspannung
- Art und Bezeichnung des Spanngerätes und letztes Eichdatum
- erforderliche Vorspannkraft
- eingetragene Vorspannkraft
- Prüfergebnisse vom Fugenbeton und Konsolenbeton
- Unterschrift des Verantwortlichen

Folgende Güteprüfungen müssen nach TGL 33411/01 durchgeführt werden:

- Fugenbeton: 3 Würfel, 150 mm Kantenlänge zum Nachweis der geforderten Norm-Würfeldruckfestigkeit
 3 Würfel, 150 mm Kantenlänge zum Nachweis der Einhaltung der Norm-Vorspannfestigkeit $R_E^N = 17,5 \text{ N/mm}^2$
- Konsolenbeton: 3 Würfel, 150 mm Kantenlänge zum Nachweis der geforderten Norm-Würfeldruckfestigkeit

Diese Prüfkörper sind je Objekt bzw. mindestens einmal in der Woche herzustellen.

10. Hinweise

Vorschrift 164/85 "Einsatz von Spannstahl St 60/90 im Beton- und Stahlbau",
 Staatliche Bauaufsicht, Berlin 9 (1985), 7, S. 49 - 55, ISSN 0323-8547

/1/ Eibl, J. HV-Schraubenschlüsse für Stahlbetonkonsolen,
 Schürmann, U. Bauingenieur 57 (1982), S. 61 - 68

/2/ Dahl, H. Bohrerker, Teil 1
 Entwicklung, Projektierung,
 Grundsatzmaterial
 VEB BMK Ost, Forschungsstelle Brandenburg, 1977

Anwendungsbeispiele

Beispiel 1

1. Aufgabenstellung

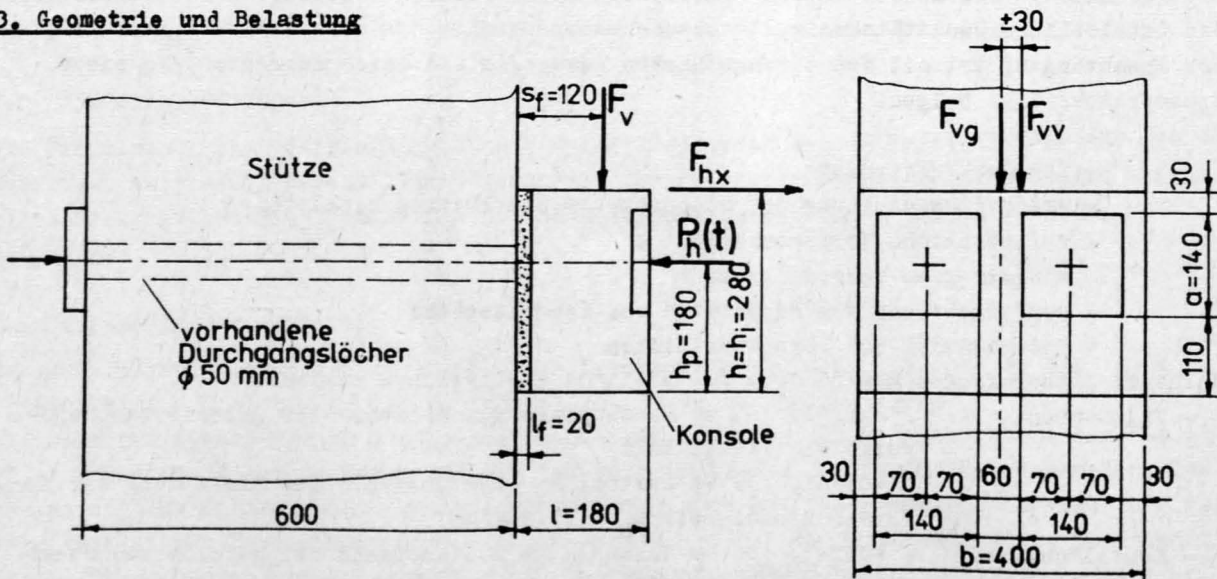
Eine eingeschossige Werkhalle soll als Lagerhalle umfunktioniert werden. Dazu ist eine Geschoßdecke in halber Hallenhöhe einzubauen. Der Anschluß der Decke aus Fertigteil-elementen an die Stahlbetonstützen soll zweckmäßigerweise mittels angespannter Stahlbetonkonsolen erfolgen.

Die Zusatzbeanspruchung der vorhandenen Anschlußkonstruktion wurde nachgewiesen. Es liegt der Beanspruchungsgrad BG I nach TGL 33408/01 vor. Der geforderte Feuerwiderstand beträgt 30.

2. Materialkennwerte

Stütze (vorhanden):	Bk 25	
Konsole: Beton	Bk 25	$R_b = 14 \text{ N/mm}^2$
Spannstahl	St 60/90	$R_p = 520 \text{ N/mm}^2$
Bewehrung	St A-I	$R_s = 210 \text{ N/mm}^2$

3. Geometrie und Belastung



	Normlast kN	Lastfaktor	Rechenlast kN
Eigenlasten	$F_{vg} = 50$	1,1	$F_{u,vg} = 55$
Nutzlasten	$F_{vv} = 30$	1,3	$F_{u,vv} = 39$
	$F_{hx} = 5$	1,3	$F_{u,hx} = 6,5$
Gesamtlasten	$F_v = 80$	-	$F_{u,v} = 94$

Vorbemessung nach Gleichung (5):

Spannglied nicht injiziert, ruhende Belastung $\rightarrow k_b = 0,45$

$$P_{h,erf} = \frac{1,5}{0,45} \left(94 + \frac{6,5(280 + 0)}{180} \right) = 347,0 \text{ kN}$$

Nach Vorschrift 164/85 Tabelle 3 gewählt: Spannglied M 27

Vorspannung mittels Drehmomentenschlüssel:

$$P_{\sigma 1} = 193 \text{ kN}$$

$$i = 347/193 = 1,8 \rightarrow 2 \text{ Spannglieder}$$

Ankerplatten nach Anlage 1, Vorschrift 164/85: 140 X 140 X 30 mm

Nachweis der Abmessungsforderungen:

$$l/h = 180/280 = 0,64 \begin{matrix} > 0,5 \\ < 1,2 \end{matrix}$$

$$b = 400 < 2 \cdot 1,5 \cdot 280 = 840 \quad (n = 2)$$

$$h_p = 180 = 0,64 \cdot h \begin{matrix} > 0,50 h \\ < 0,75 h \end{matrix}$$

Randabstand der Spannglieder

$$a/2 + 30 = 100 = \text{vorhanden}$$

4. Tragfähigkeitsnachweis der Konsolfuge

Gesamtvorspannkraft zum Zeitpunkt der Eintragung (t_0)

$$\text{Gl. (7): } P_{h,np}(t_0) = 2 (1 \pm 0,1) 193 = (1 \pm 0,1) 386 \text{ kN}$$

$$n_p = 1,1: P_{h,np}(t_0) = 1,1 \cdot 386 = 424,6 \text{ kN} < 9 \cdot 400 \cdot 280 \cdot 10^{-3} = 1008 \text{ kN}$$

Gesamtvorspannkraft nach Abschluß von Schwinden und Kriechen

$$\text{Gl. (8): } P_{h,np}(t_\infty) = 0,75 \cdot 0,9 \cdot 386 = 260,6 \text{ kN}$$

Beanspruchung der Konsolfuge

$$\text{Gl. (3): } b/h = 400/280 = 1,43 \rightarrow k_t = 4,33 + 0,48 \cdot 0,07/05 = 4,4$$

$$|M_{u,t}| = 39 \cdot 30 = 1170 \text{ kN mm}$$

$$Q_{u,res} = 94 + 0,8 \cdot 4,4 \cdot 1170/280 = 108,7 \text{ kN}$$

Tragfähigkeit der Konsolfuge zum Zeitpunkt (t_∞)

$$\text{Gl. (4): } Q(R) = 0,45 (260,6 - 6,5 \frac{280}{180}) = 112,7 \text{ kN} > 108,7 \text{ kN}$$

Grenzbedingungen

$$2 b h \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 400 \cdot 280 \cdot 10^{-3} = 224 \text{ kN}$$

$$6 b h \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 224$$

$$P_{h,np}(t_\infty) - F_{u,hx} \frac{h}{h_p} = 112,7/0,45 = 250,4 \text{ kN} \begin{matrix} > 224 \text{ kN} \\ < 672 \text{ kN} \end{matrix}$$

5. Tragfähigkeitsnachweis der Konsole

$$\text{Gl. (9): } 424,6 < 2 (280 - 180) 400 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 1120 \text{ kN}$$

$$\text{Gl. (11): } h_u = \frac{260,6 \cdot 180 - 94 \cdot 120 - 6,5 \cdot 280}{260,6 - 6,5} = 133 \text{ mm} \begin{matrix} > 60 \text{ mm} = h/3 \\ < 140 \text{ mm} = h_p/2 \end{matrix}$$

$$\text{Gl. (10): } 260,6 - 6,5 = 254,1 \leq 2 \cdot 133 \cdot 400 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 1490 \text{ kN}$$

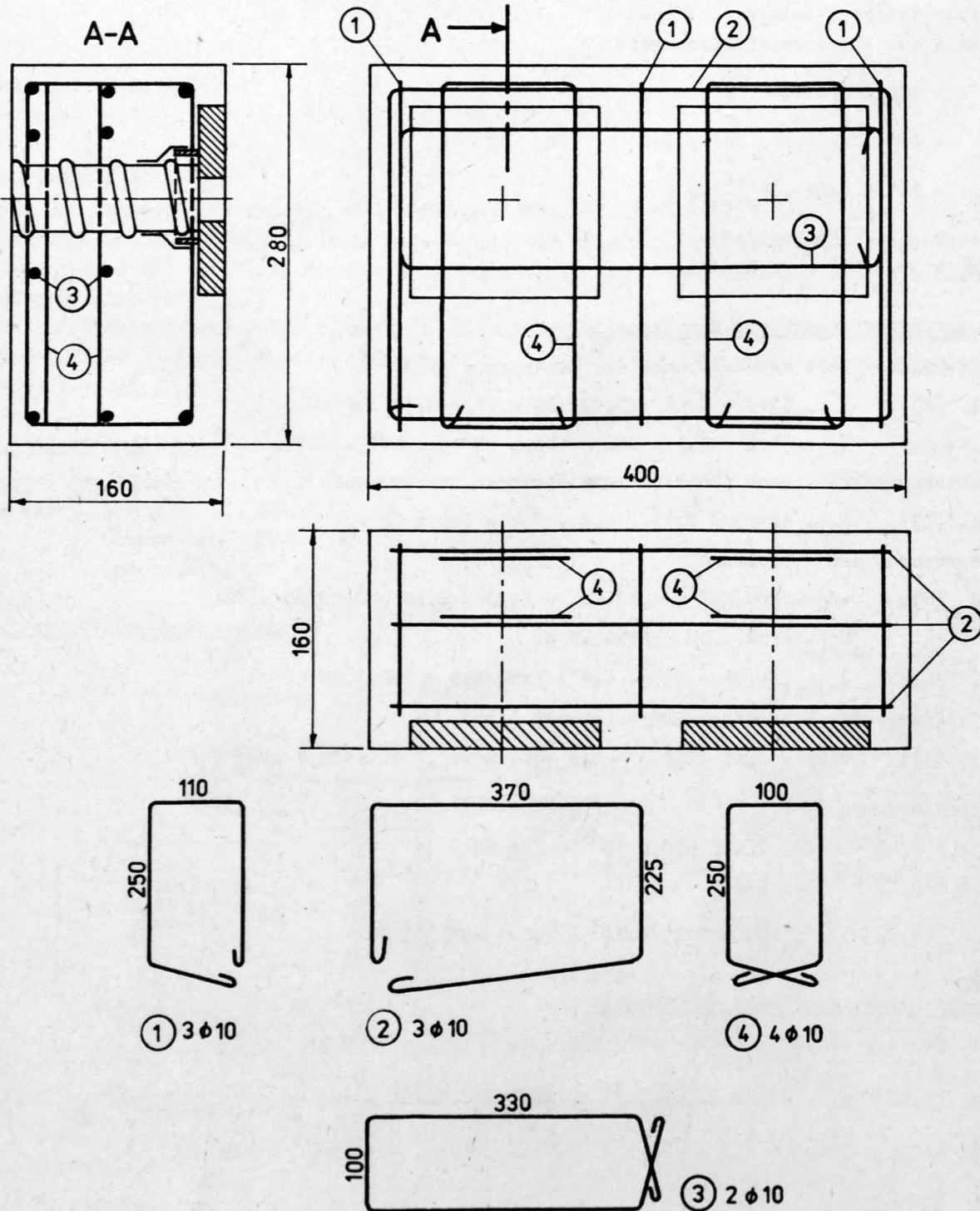
6. Konsolbewehrung

Je Konsolquerschnitt 0,6 ‰

$$A_{vh} = 0,006 \cdot 18 \cdot 40 = 4,32 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \text{ Bügel } \varnothing 10 \text{ (6,28 cm}^2\text{)}$$

$$A_{vs} = 0,006 \cdot 28 \cdot 40 = 6,72 \text{ cm}^2 \rightarrow 5 \text{ Bügel } \varnothing 10 \text{ (7,85 cm}^2\text{)}$$

$$A_{vq} = 0,006 \cdot 28 \cdot 18 = 3,02 \text{ cm}^2 \rightarrow 3 \text{ Bügel } \varnothing 10 \text{ (4,71 cm}^2\text{)}$$



Beispiel 2

1. Aufgabenstellung

Für die Erweiterung einer Freikranbahnanlage sollen Stahlbetonkonsolen an vorhandene Stahlbetonstützen angespannt werden.

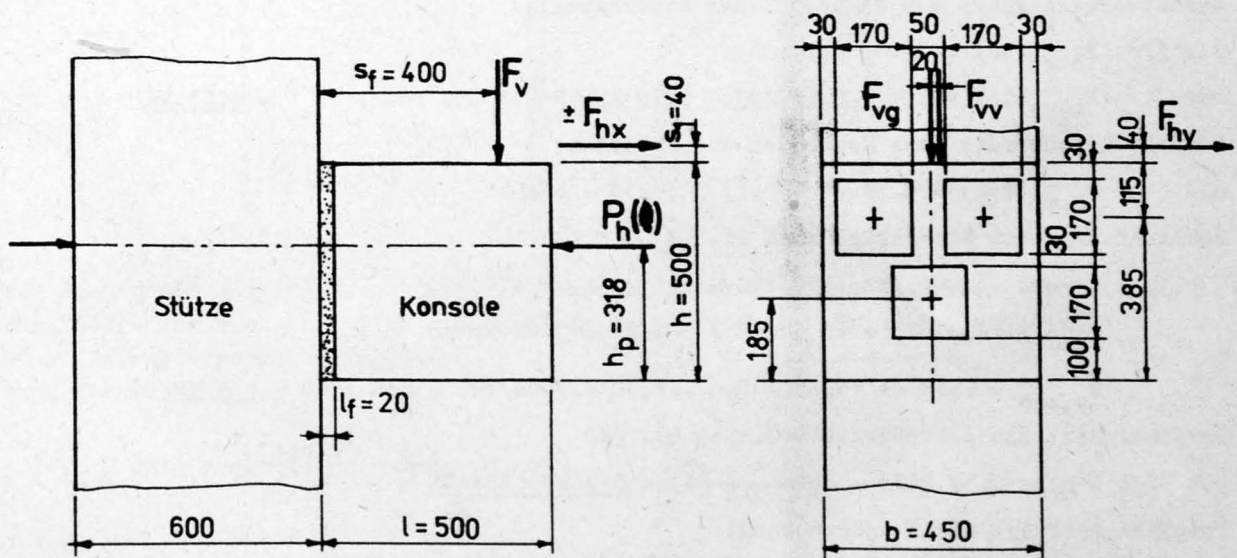
Die Aussparungen für die Spannglieder sind durch Bohrungen herzustellen.

Der Beanspruchungsgrad nach TGL 33408/01 ist BG II. Brandschutzforderungen werden nicht gestellt.

2. Materialkennwerte

Stütze (vorhanden):	B 300 (Bk 25)	$E_b^n = 30\ 900\ \text{N/mm}^2$
Konsole: Beton	Bk 25	$R_b = 14\ \text{N/mm}^2$
		$E_b^n = 30\ 900\ \text{N/mm}^2$
Betonstahl	St A-I	$R_s = 210\ \text{N/mm}^2$
Spannstahl	St 60/90	$R_p = 520\ \text{N/mm}^2; E_p^n = 210\ 000\ \text{N/mm}^2$
Fuge:	Beton Bk 25	

3. Geometrie und Belastung



Belastungsgrößen

Lastfall	Normlast kN	Lastfaktor	Rechenlast kN
Ständige Lasten	$F_{vg} = 90$	1,1	$F_{u,vg} = 99$
Nutzlasten	$F_{vv} = 130$	1,3	$F_{u,vv} = 169$
	$F_{hx} = 20$	1,3	$F_{u,hx} = 26$
	$F_{hy} = 12$	1,3	$F_{u,hg} = 15,6$
Gesamtlast	$F_v = 220$	-	$F_{u,v} = 268$

Vorbemessung nach Gl. (5):

Spannglied injiziert, dynamische Belastung $\rightarrow k_b = 0,50$

$$h_p = (185 + 2 \cdot 385) / 3 = 318 \text{ mm} \begin{matrix} > 250 = 0,50 h_1 \\ < 375 = 0,75 h_1 \end{matrix}$$

$$P_{h,erf} = \frac{1,5}{0,5} \left(268 + \frac{26(500 + 40)}{318} \right) = 936 \text{ kN}$$

Nach Vorschrift 164/85 Tabelle 3 gewählt: Spannglied M 33 mit Spannpresser vorgespannt.

$$P_{v2} = 333 \text{ kN}$$

$$i = 936 / 333 = 2,81 \rightarrow n = 3 \text{ Spannglieder}$$

Ankerplatten nach Anlage 1: 170 x 170 x 40 mm

Nachweis der Abmessungsforderungen

$$l/h = 500/500 = 1,00 \begin{matrix} > 0,5 \\ < 1,2 \end{matrix}$$

$$b = 450 < 2 \cdot 1,5 \cdot 500 = 1500 \text{ mm} \quad (n = 2)$$

Randabstand der Spannglieder

$$a/2 + 30 = 85 + 30 = 115 \text{ mm} \quad (\text{vorhanden})$$

4. Tragfähigkeitsnachweis für die Konsolfuge

Gesamtvorspannkraft zum Zeitpunkt der Eintragung:

$$\text{Gl. (7): } P_{h,np}(t_0) = 3(1 \pm 0,1) 333$$

$$\text{max.: } P_{h,np}(t_0) = 3(1 + 0,1) 333 = 1099 \text{ kN} < 9 \cdot 450 \cdot 500 \cdot 10^{-3} = \underline{2025 \text{ kN}}$$

Gesamtvorspannkraft nach Schwinden und Kriechen:

$$\text{Gl. (8): } P_{h,np}(t_\infty) = 0,75 (1 - 0,1) 3 \cdot 333 = 674 \text{ kN}$$

Beanspruchung der Konsolfuge nach Gl. (2) und (3)

$$h_1 = h > b \rightarrow h_1/b = 500/450 = 1,11 \rightarrow k_t = 470$$

$$|M_{u,t}| = 169 \cdot 20 + 15,6 (40 + 500/2) = 7904 \text{ kN mm}$$

$$Q_{u,res} = \sqrt{268^2 + 15,6^2} + 0,8 \cdot 4,70 \cdot 7904/450 = 268 + 66 = \underline{334 \text{ kN}}$$

Tragfähigkeit zum Zeitpunkt (t_∞) nach Gl. (4)

$$Q(R) = 0,50 \left(674 - 26 \frac{500 + 40}{318} \right) = \underline{315 \text{ kN} < 334 \text{ kN}}$$

Tragfähigkeit ist nicht ausreichend!

Es erfolgt eine genauere Erfassung der Schwind und Kriechinflüsse.

Die Kriechbedingungen werden für Konsole, Fuge und Stütze konstant angesetzt.

Schwinden wird nur für die Fuge berücksichtigt, da es für die anderen Bauteile als abgeschlossen angesehen werden kann.

Nach TGL 33403 Abschn. 2.3.1.3.

$$k_1 = 1 \text{ (allgemein im Freien)}$$

$$2 A_{bo}/U_b = 2 \cdot 500 \cdot 450/2 (500 + 450) = 237 \rightarrow k_2 = 0,9$$

$$k_3 = 1 \quad (R_E^n/R^n = 1)$$

$$\varphi_\infty^n = 2,0 \text{ (Normalerhärtung)}$$

$$\varepsilon_{sh}^n = 30 \cdot 10^{-5} \text{ (Normalerhärtung)} \approx \varepsilon_{sh}$$

$$\varphi_\infty = 2 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,8$$

Für die Fuge wird ein kleinerer E-Modul angesetzt mit $E_{bFuge}^n = \frac{1}{5} E_{bKonsole}$ (aus Versuchen gewonnen). Dadurch wird auch der veränderte Belastungsbeginn bzw. Erhärungsgrad (in k_3) berücksichtigt.

Da die größten Spannkraftverluste zu berechnen sind, ist mit $n_p = 1 - 0,1 = 0,9$ zu rechnen.

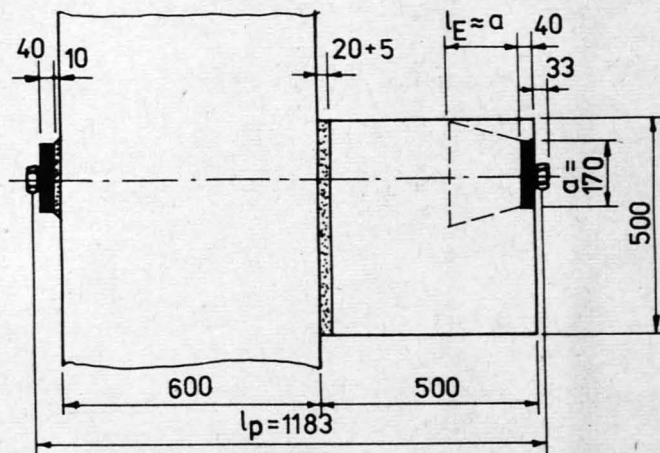
Elastische Stahldehnung infolge
 Vorspannung.

Wirksame Stahllänge (Mitte Mutter bis Mitte Mutter)

$$l_p = 33 + 40 + 10 + 600 + 500 = 1183 \text{ mm}$$

$$A_{p1} = 804 \text{ mm}^2 \text{ (Vorschrift 164/85, Tab. 1)}$$

$$l_p = n_p \cdot P_h(t_0) \cdot l_p / E_p \cdot A_{p1} = 0,9 \cdot 333 \cdot 10^3 \cdot 1183 / 210\,000 \cdot 804 = 2,10 \text{ mm}$$



Die Spannkraftverluste werden für die Faser der Spanngliedresultierenden ermittelt. Als Entlastung wird lediglich die ständige Last berücksichtigt. Die elastische Rückfederung wird nicht angesetzt.

Betonspannung in der Faser "p"

$$\sigma_{bp,np}(t_0) = \frac{P_{h,np}(t_0)}{b \cdot h_1} + \frac{M}{I} y_p$$

$$y_p = h_p - h/2 = 318 - 250 = 68 \text{ mm}$$

$$M = 0,9 \cdot 999 \cdot 68 - 90 \cdot 400 = 25139 \text{ kN mm}$$

$$\sigma_{bp,np}(t_0) = \frac{0,9 \cdot 999 \cdot 10^3}{450 \cdot 500} + \frac{25139 \cdot 12 \cdot 68}{450 \cdot 500^3} \cdot 10^3 = 4,00 + 0,36 = 4,36 \text{ N/mm}^2$$

Betonspannung unter der Ankerplatte:

$$\sigma_{bp,A} = 0,9 \cdot 333 \cdot 10^3 / 170 \cdot 170 = 10,37 \text{ N/mm}^2$$

Unter jeder Ankerplatte gibt es einen Eintragungsbereich (Länge l_E), in dem die Betonpressung von 10,37 auf 4,36 N/mm^2 abnimmt. Dieser Bereich wird mit $l_E = a$ (Ankerplattenbreite) angenommen.

Die plastische Betonverkürzung aus Schwinden (Fugen) und Kriechen beträgt bei Annahme konstanter Vorspannkraft:

$$\Delta l_b = \Delta l_{b\text{Fuge}} + 2 \Delta l_{bE} + \Delta l_{b\text{Stütze}} + \Delta l_{b\text{Konsole}}$$

$$\begin{aligned} \Delta l_b &= \frac{10,37 \cdot 10 \cdot 1,8}{0,2 \cdot 30 \cdot 900} + \frac{4,36 \cdot 25 \cdot 1,8}{0,2 \cdot 30 \cdot 900} + 30 \cdot 10^{-5} (10 + 25) \\ &+ \frac{2(10,37 + 4,36) \cdot 170 \cdot 1,8}{2 \cdot 30 \cdot 900} + \frac{4,36 (600 + 500 - 2 \cdot 170 - 25 - 40) \cdot 1,8}{30 \cdot 900} \\ &= 0,03 + 0,03 + 0,01 + 0,15 + 0,18 = 0,40 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{h,np}(t_\infty) &= P_{h,np}(t_0) \left(1 - \frac{l_b}{l_p}\right) \\ &= 0,9 \cdot 999 \left(1 - \frac{0,40}{2,10}\right) = 899,1 (1 - 0,19) = \underline{728 \text{ kN}} \end{aligned}$$

Gegenüber Gl. (8) mit 25 % Spannkraftverlusten beträgt der Abfall jetzt 19 %. Tragfähigkeit nach Gl. (4):

$$P_{h,np}(t_\infty) = 0,50 \left(728 - 26 \frac{500 + 40}{318}\right) = 0,50 (728 - 44) = 0,50 \cdot 684 = \underline{342 \text{ kN} > 334 \text{ kN}}$$

Einhaltung der Grenzbedingungen für Gl. (4):

$$P_{h,np}(t_\infty) - F_{u,hx} \frac{h + s_1}{h_p} = 684 \text{ kN} > 2 \cdot b \cdot h_1 = 2 \cdot 450 \cdot 500 \cdot 10^{-3} = \underline{450 \text{ kN}}$$

$$P_{h,np}(t_0) - F_{u,hx} \frac{h + s_1}{h_p} = 1099 - 44 = \underline{1053 \text{ kN}} < 3 \cdot 450 = \underline{1350 \text{ kN}}$$

5. Konsolnachweise

$$\text{Gl. (9): } 1099 \text{ kN} \leq 2 (500 - 318) 450 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 2293 \text{ kN}$$

$$\text{Gl. (11): } h_u = \frac{728 \cdot 318 - 268 \cdot 400 - 26 (500 + 40)}{728 - 26} = 157 \text{ mm} \begin{matrix} > 106 = h/3 \\ < 250 = h_1/2 \end{matrix}$$

$$\text{Gl. (10): } 728 - 26 = \underline{702 \text{ kN}} < 2 \cdot 157 \cdot 450 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = \underline{1978 \text{ kN}}$$

Die Berechnung der Bewehrung und deren Anordnung erfolgt analog zu Beispiel 1.