Betonwerk Steinbach GmbH & Co. KG
Flemminger Weg 09322 Penig, OT Niedersteinbach

Betonwerk / Baustoffe
Tel. 034497/7310

S T A T I S C H E B E R E C H N U N G

AUFTRAGGEBER :
BAUSTELLE : MUSTERSTATIK
FIRMA :
AUFTRAGSNUMMER :

VORSCHRIFTEN:

DIN 1055	Blatt 1 Lastannahmen für Bauten
	Blatt 2 Bodenkenngrössen
	Blatt 3 Verkehrslasten
DIN 1072	Straßen- und Wegbrücken
DIN EN1295-1	Statische Berechnung von erdverlegten Rohrleitungen unter verschiedenen Belastungsbedingungen
ATV-DVWK A 127	Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen
DIN EN 1610	Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen u. Kanälen
DIN EN 1916	Rohre u. Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton u. Stahlbeton
ATV-DVWK-A 139	Einbau u. Prüfung von Abwasserleitungen u. -kanälen
DIN V 1201	Rohre u. Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton u. Stahlbeton f. Abwasserleitungen u. -kanäle
DIN V 1202	Rohrleitungen und Schachtbauwerke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton für die Ableitung von Abwasser
DIN EN 206-1	Beton, Teil 1: Festlegungen, Eigenschaften, Herstellungen und Konformität
DIN 1045-1	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton
DIN 1045-2	Deutsche Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1 Festlegungen, Eigenschaften, Herstellungen u. Konformität
ATV-DVWK A 161	Statische Berechnung von Vortriebsrohren

MATERIALGÜTEN : C 35/45 bzw. C 40/50 (angesetzt B 45)
(cal beta = 27 MN/m 2)
Bewehrungsstahl BSt 500/550

LITERATUR :
- Hornung, K. und Kittel, D. : Statische Berechnung von Rohren aus Beton und Stahlbeton
- Handbuch für Rohre aus Beton, Stahlbeton, Spannbeton
- Netzer, W. : Statische Berechnung erdverlegter Rohrleitungen mit genormten Querschnitten

BERECHNUNG : Die Berechnung wurde auf einem PC unter MS-DOS erstellt.

AUFGESTELLT : **Niedersteinbach, den 18.05.09**

Vorbemerkungen :

- Verlegung der Rohre gemäß DIN EN 1610, ATV-DVWK A 139 und den FBS-Verlegevorschriften.

- In Gebieten sehr enger Bebauung (z.B. Altstadt) können zu den Lasten aus Verkehr und Überdeckung zusätzliche Belastungen aus der angrenzenden Bebauung (Fundamente) auf den Kanal einwirken. Diese sind gesondert zu berücksichtigen.
  Ausserdem wird empfohlen, die Baugrube zur Vermeidung von Gebäudeschäden durch Setzungen bis Oberkante Baugrube zwischen den Spundwänden mit Magerbeton zu verfüllen und die Spundung nicht zu ziehen.

- Bei Einsatz von Verdichtungsgeräten sind die erforderlichen Mindestüberdeckungen zu beachten.(Siehe ATV-DVWK A 139 Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, Tabelle 4).

- Der nachfolgende Strassenbau ist über die Lage der Kanäle genau zu informieren.

- Bei Sonderausführungen ist die DIN EN 1610, Abschn.7.3 zu beachten.

- Bei Grundwasser im Rohrgraben sind besondere Massnahmen zu treffen. Dies gilt besonders für das Rohrauflager (Rücksprache mit zuständiger Bauleitung).
  Während der Verlegearbeiten ist der Graben frei von Wasser zu halten.

- Die in der statischen Berechnung getroffenen Annahmen sind bauseits an Ort und Stelle mit den tatsächlichen Verhältnissen zu vergleichen. Bei Abweichung ist eine Rücksprache mit dem Ersteller der Statik zu empfehlen.
  Änderungen an Einbau- oder Lastbedingungen können eine neue statische Berechnung erforderlich machen.

- Die Rohrstatik betrifft nur die Beanspruchung quer zu Rohrachse. Eine fachgerechte gleichmäßige Auflagerung in Rohrlängsrichtung muß bauseits sichergestellt werden.
  Die statische Berechnung nach ATV-DVWK A 127 setzt einen tragfähigen Baugrund voraus.

- Wird bei Betonauflager nichts anderes angegeben, so ist als Auflagerbeton mindestens ein C 16/20 zu verwenden.

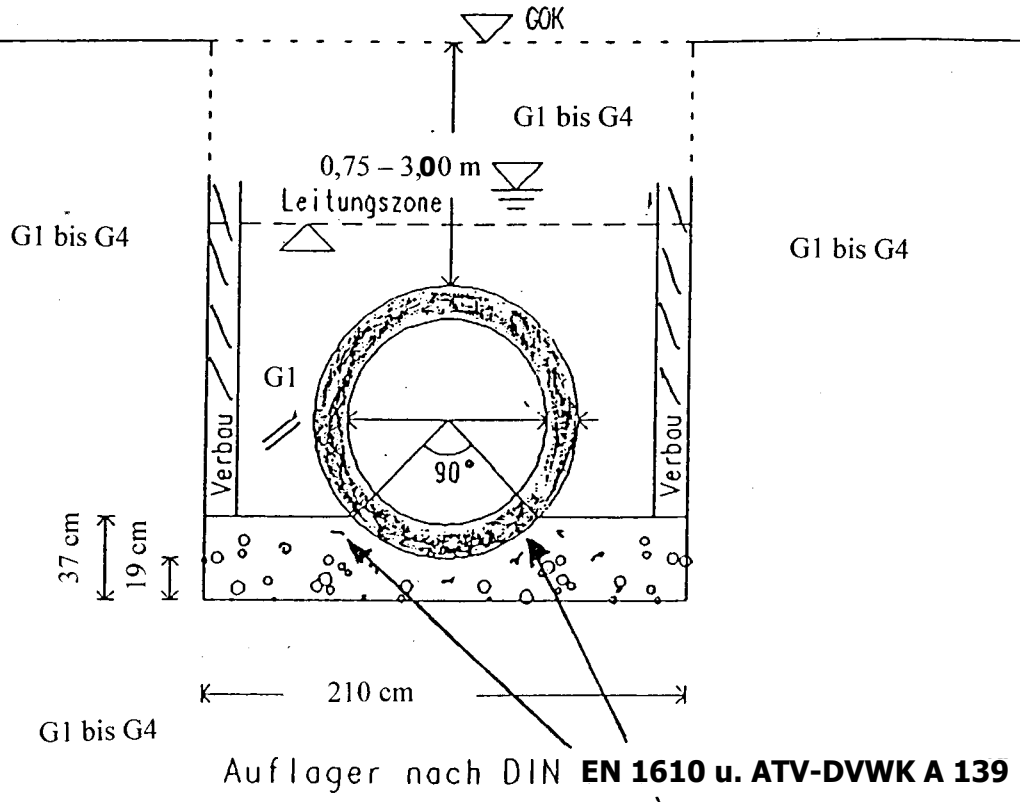
- Bauseitige Angaben :

Musterstatik für Rohre der Fa. **Betonwerk Steinbach GmbH & Co. KG**

DN 900

Rückbau schrittweise beim Verfüllen und Verdichtung nach dem Ziehen sicherstellen; !

Verkehrslast SLW 60



Die Bodengruppen bedeuten :
- Gruppe G1: Nichtbindige Sande und Kiese
- Gruppe G2: Schwachbindige Sande und Kiese
- Gruppe G3: Bindige Mischböden und Schluff
- Gruppe G4: Bindige Böden (Ton und Lehm)

Zwickel besonders verdichten !

Sand- Kies- auflager 90

Verfüllung lagenweise einbringen + verdichten auf Proctordichte in %:
Überschüttung = 90
Einbettung = 90

Annahmen:

- Einzelgraben mit Verbauplatten. Rückbau schrittweise beim Verfüllen und Verdichtung gegen das gewachsene Erdreich nach dem Ziehen sicherstellen.
- Einzelgraben auch alternativ ohne Verbau mit Böschungswinkel 60° möglich!
- Bodenarten: Überschüttung: G1 bis G4
  Leitungszone: G1
  Anstehender Boden: G1 bis G4
- Die vorliegende **Musterstatik** ist eine typisierte Berechnung. Grabenbedingungen mit Verbau können auch ungünstige Einbau- und Überschüttungsbedingungen aufweisen (z.B. Stufengraben, Spundwand, usw.). Es ist vor Anwendung kundenseits genau zu prüfen, ob die getroffenen Annahmen mit den tatsächlichen Bedingungen vor Ort übereinstimmen. Bei Abweichungen ist eine an die örtlichen Verhältnisse angepasste Berechnung erforderlich.

Position 1: DN 900 Stahlbeton DIN EN 1916 / DIN V 1201 2.3/09/93

Die Berechnung erfolgt nach dem ATV Arbeitsblatt A 127 Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen

Vor Baubeginn und während der Bauausführung ist die Übereinstimmung aller Annahmen dieser Berechnung mit den örtlich vorliegenden Verhältnissen zu prüfen !

Systemgrössen :

di (m)	da (m)	s (m)	dm (m)	rm (m)
0.9000	1.1200	0.1100	1.0100	0.5050

Grabenbreiten:	b (m)	beta (Grad)
	2.100	90.000

Lastannahmen : H = 0,75 - 3,00 m

maßg. H (m)	Verkehrslast	pz (kN/m 2)	pi (Bar)	G.wasser ü. Achse
3.00	SLW 60	0.00	0.00	2.00

Der horizontale Erddruck wird mit 50.00 % berücksichtigt.
Der Grundwassereinfluß wird nur durch den Faktor f berücksichtigt.

Werkstoffkennwerte :

Er (N/mm 2)	sig vr (N/mm 2)	2 * sig a (N/mm 2)
30000.00	6.00	80.00

Einbaubedingungen nach DIN 4033 : 2 * Alpha' = 90.00 (Grad)

Lagerungsfall I
Sand-, Kiessand Auflager oder gewachsener Boden (Bild 3 oder 4)

Einbettungsbedingung : B 2

Senkrechter Verbau innerhalb der Leitungszone mit Kanaldielen oder Leichtspundprofilen (bis zu einer Profilhöhe von 80 mm), die erst nach dem Verfüllen gezogen werden
Verbauplatten und -geräte, unter der Voraussetzung, daß die Verdichtung des Bodens nach dem Ziehen des Verbaues sichergestellt ist

Überschüttungsbedingung : A 2

Senkrechter Verbau des Rohrgrabens mit Kanaldielen oder Leichtspundprofilen (bis zu einer Profilhöhe von 80 mm), die erst nach dem Verfüllen gezogen werden.
Verbauplatten oder -geräte, die bei der Verfüllung des Grabens schrittweise entfernt werden
unverdichtete Grabenverfüllung
Einspülen der Verfüllung (nur bei Böden der Gruppe G1)

Bodenaustausch

In der Leitungszone ist ein Bodenaustausch bis 0,30 m über den Rohrscheitel, im Graben über die gesamte Grabenbreite, im Damm über eine Mindestbreite von 4.48 m (4 * da) vorzunehmen.
Als Austauschmaterial ist nichtbindiger Boden der Gruppe 1 lagenweise einzubauen und auf mindestens 90.00 Proctordichte zu verdichten. Der Bodenaustausch ist unwirksam, wenn der Boden seitlich der Leitungszone nur locker gelagert oder weich ist.

Bodengruppen :

Gruppe 1: Nichtbindige Böden (GE, GW, GI, SE, SW, SI)
Gruppe 2: Schwachbindige Böden (GU, GT, SU, ST)
Gruppe 3: Bindige Mischböden, Schluff (GU', GT', SU' ST',UL, UM)
Gruppe 4: Bindige Böden (TL, TM, TA, OU, OT, OH, OK)

Bodenzonen :

Zone 1 : Überschüttung über dem Rohrscheitel
Zone 2 : Leitungszone seitlich des Rohres
Zone 3 : anstehender Boden neben dem Graben bzw.
: eingebauter Boden neben der Leitungszone
Zone 4 : Boden unter dem Rohr (Baugrund)

Bodenkenngrößen :

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
Einbaubedingung :	A 2	B 2		
Bodenart :	G 1	G 1	G 4	G 4
Proctordichte Dpr (%):	90.00	90.00	90.01	109.62
Verformungsmodul (N/mm 2):	6.11	6.11	1.53	61.10
Phi' (Grad):	35.00			
Delta (Grad):	11.67			
Gamma (kN/m 3):	20.00			
Erddruckverhältnis k 1,2 :	0.50	0.50		
Abminderungsfaktor f :		0.75		
Abminderungsfaktor alpha b:		0.53		
wirksam E (N/mm 2):	6.11	2.42	1.53	61.10

Belastungsermittlung :

a	a'	kappa	kappa 0	kappa b	kappa 0b
1.000	2.526	1.000	1.000	1.000	1.000

Steifigkeiten :

Sr (N/mm 2)	Zeta	Sbh (N/mm 2)	Sbv (N/mm 2)	Vrb	Vs
25.837	0.740	1.073	2.419	24.072	110.589

Konzentrationsfaktoren :

max.lambda	lambda r	lambda rg	lambda b
2.151	2.130	1.330	0.623

lambda fu	lambda fo
0.768	3.550

Belastung :

Ev (kN/m 2)	Eh (kN/m 2)	Phi	P (kN/m 2)	Pv (kN/m 2)	Pv dyn (kN/m 2)	alpha
79.77	12.15	1.20	17.35	20.83	9.38	0.50

Schnittkräfte nach Marquardt :

	Scheitel		Kämpfer		Sohle	
	M (kNm/m)	N (kN/m)	M (kNm/m)	N (kN/m)	M (kNm/m)	N (kN/m)
G	0.29	0.46	-0.34	-2.18	0.45	-0.46
W	0.27	1.70	-0.31	0.55	0.41	3.40
EV	5.57	2.14	-5.68	-40.28	6.39	-2.14
EH	-0.77	-6.14	0.77	-0.00	-0.77	-6.14
SU G	5.36	-1.84	-5.56	-41.92	6.48	-5.34
P St	1.45	0.56	-1.48	-10.52	1.67	-0.56
SU Q	6.81	-1.28	-7.05	-52.44	8.14	-5.89
P Dy	0.65	0.25	-0.67	-4.74	0.75	-0.25

Bemessung : B 45 BSt 500 S

Nachweis der Sicherheit gegen Versagen durch Dauerschwingverhalten nach DIN 1045 17.8 durch Beschränkung der Stahlspannung bei nicht vorwiegend ruhender Belastung auf zul. 2*sig.A = 80 MN/m2. Die Berechnung erfolgt für die auf den Schwerpunkt der Betondruckzone bezogenen Momente (MS') bzw. für den Momentenanteil delta M

		Scheitel	Kämpfer	Sohle
d	(cm)	11.00	11.00	11.00
h	(cm)	5.50	5.50	5.50
zul. sig s	(N/mm 2)	285.71	285.71	285.71
MS	(kNm/m)	6.81	7.05	8.14
kz		0.90	0.90	0.89
z'	(cm)	4.97	4.96	4.90
MS'	(KNm/m)	6.75	4.44	7.85
MS-Dyn	(KNm/m)	0.67	0.43	0.74
DELTA - M	(%)	9.89	9.75	9.40
Delta-M < 30 %, kein Nachweis erforderlich				
erf. as	(cm 2/m)	4.75	3.14	5.61

BEWEHRUNG GEWÄHLT :

erf. as mittig = 5.61 cm 2/m gew.: DU 8.0 mm a = 8.60 cm (5.84)
VE mittig 12 DU 6.0 mm (1.07)

Spannungsnachweise :

Rohrvergleichsspannung :		**Scheitel**	**Kämpfer**	**Sohle**
Ai	(cm 2)	1187.67	1187.67	1187.67
Wi	(cm 3)	2016.67	2016.67	2016.67
sig N	(N/mm 2)	-0.01	-0.44	-0.05
sig M	(N/mm 2)	3.38	3.49	4.04
sig N/M		-0.00	-0.13	-0.01
fr		1.02	0.90	1.01
sig Vr	(N/mm 2)	3.42	2.75	4.02
zul. sig Vr	(N/mm 2)	6.00	6.00	6.00

Das Rohr verhält sich biegesteif.
Stabilitäts- und Verformungsnachweise sind nicht erforderlich.

aufgestellt: Niedersteinbach, den 18.05.09

Norbert Stock
Dipl. Ing. (FH)