

Prüfbericht

Auftraggeber

Ingenieurbüro Eligehausen
Herrn Dr.-Ing. Thomas Sippel
An der Betteleiche 6

70569 Stuttgart

Auftrags-Nr.:

A 9607b/97

Projekt : BGW-Transportanker
Auftrag : Durchführung von Ausziehversuchen mit
Doppelwellenankern (kurz) der BGW-Bohr GmbH
Prüfungsdurchführung : BAUTEST GmbH, Augsburg
Herr Hartz, Herr Florutz
Prüfzeitraum : April bis August 1997

Augsburg, 15. Dezember 1997
so

Abteilungsleiter



Dr.-Ing. Massimo Sosoro



Prüfstellenleiter



Dipl.-Ing. (FH) Hendrik Zaus

BAUTEST GmbH
Mühlmahdweg 25 a
86167 Augsburg
Tel. 0821/7 20 24 - 0, Fax 7 20 24 - 40

Der Prüfbericht umfaßt 16 Seiten und 17 Anlagen. Das Probenmaterial ist aufgebraucht.
Eine auszugsweise Vervielfältigung und Veröffentlichung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung zulässig.

er Abbildungen	3
er Tabellen.....	4
er Anlagen	5
eines	6
dingungen und Durchführung der Prüfungen.....	6
ystem.....	6
örper.....	9
ogramm	10
gsdurchführung/Versuchsparameter.....	13
gebnisse	15



Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1. Doppelwellenanker.....	7
Abbildung 2. Seilschleife.....	7
Abbildung 3. Anschlagwirbel.....	8
Abbildung 4. Zentrischer Zug (links) und Schrägzug unter 45 ° aus der Fläche heraus (rechts). Die Flächen auf dem Betonkörper, gegen die sich die Belastungsvorrichtung abstützt, sind schraffiert dargestellt.	11
Abbildung 5. Betonkörper mit vier Ankern.....	11
Abbildung 6. Betonkörper mit einem Anker.....	12
Abbildung 7. Versuchsaufbau zentrischer Zug.....	14
Abbildung 8. Versuchsaufbau Schrägzug.....	14
Abbildung 9. Versagensart Spalten.....	15
Abbildung 10. Stahlversagen des Ankers.....	16
Abbildung 11. Versagen der Seilschleife.....	16



Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1. Abmessungen der verwendeten Doppelwellenanker.....	8
Tabelle 2. Abmessungen der verwendeten Seilschlaufen.....	9
Tabelle 3. Abmessungen des verwendeten Anschlagwirbels für Dimension Rd36.....	9
Tabelle 4. Betonzusammensetzung.....	10
Tabelle 5. Versuchsprogramm: Zentrische Zugversuche.....	12
Tabelle 6. Versuchsprogramm: Schrägzugversuche.....	13
Tabelle 7. Ergebnisse der Versuchsserie BGW05: Zentrischer Zug, Ankerdimension Rd12, Setztiefe 120 mm, Randabstand 180 mm.....	17
Tabelle 8. Ergebnisse der Versuchsserie BGW06: Zentrischer Zug, Ankerdimension Rd18, Setztiefe 200 mm, Randabstand 300 mm.....	17
Tabelle 9. Ergebnisse der Versuchsserie BGW11: Zentrischer Zug, Ankerdimension Rd30, Setztiefe 410 mm, Randabstand 570 mm.....	17
Tabelle 10. Ergebnisse der Versuchsserie BGW27: Zentrischer Zug, Ankerdimension Rd42, Setztiefe 455 mm, Randabstand 680 mm.....	17
Tabelle 11. Ergebnisse der Versuchsserie BGW16: Schrägzug, Ankerdimension Rd14, Setztiefe 160 mm, Randabstand 220 mm.....	18
Tabelle 12. Ergebnisse der Versuchsserie BGW13: Schrägzug, Ankerdimension Rd20, Setztiefe 200 mm, Randabstand 300 mm.....	18
Tabelle 13. Ergebnisse der Versuchsserie BGW19-01/02: Schrägzug, Ankerdimension Rd36, Setztiefe 430 mm, Randabstand 650 mm, Anschlagmittel: Seilschlaufe.....	18



Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1 - 9: Festigkeitsentwicklung des Betons

Anlage 10 - 13: Last-Verschiebungs-Diagramme, zentrischer Zug

Anlage 14 - 17: Last-Verschiebungs-Diagramme, Schrägzug



1 Allgemeines

Vom Ingenieurbüro Eligehausen erhielt die BAUTEST GmbH den Auftrag zur Durchführung von Ausziehversuchen mit Doppelwellenankern (kurz) der BGW-Bohr GmbH.

Dazu sollten bei der Herstellung von Betonkörpern die Doppelwellenanker mit einbetoniert und am Folgetag ausgezogen werden. Zum Zeitpunkt der Ausziehversuche sollte die Druckfestigkeit des Betons $15 \text{ N/mm}^2 \pm 3 \text{ N/mm}^2$ betragen.

2 Prüfbedingungen und Durchführung der Prüfungen

2.1 Ankersystem

Das Ankersystem besteht dem Doppelwellenanker - einem gewellten gerippten Stahlstab mit einer aufgepreßten Gewindehülse (siehe Abbildung 1) - und einer Seilschlaufe mit entsprechendem Gewindeteil (siehe Abbildung 2). Bei Schrägzugversuchen mit der Dimension Rd36 wurde teilweise mit einem Anschlagwirbel (Abbildung 3) anstelle der Seilschlaufe geprüft.

Auf der Gewindehülse des Ankers ist die Bezeichnung BGW und entweder die Tragfähigkeit des Ankers oder die Ankerdimension (z.B. Rd 12) eingeprägt.

Die Tragfähigkeit der Seilschlaufe ist auf einem daran befestigten farbigen Ring eingeprägt.

Die Abmessungen der verwendeten Doppelwellenanker, der Seilschlaufen und des Anschlagwirbels sind in den Tabellen 1 bis 3 angegeben.



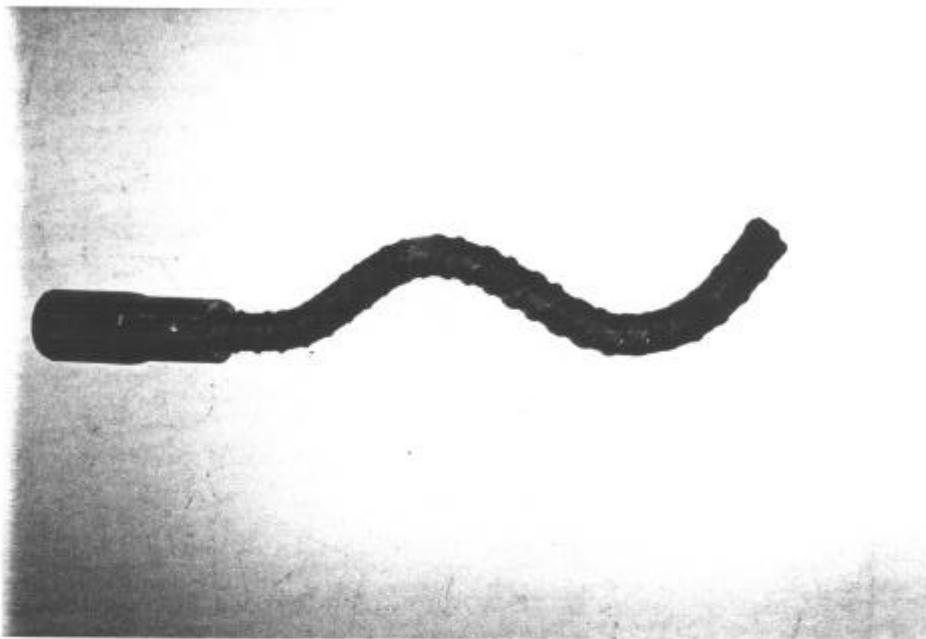


Abbildung 1. Doppelwellenanker.

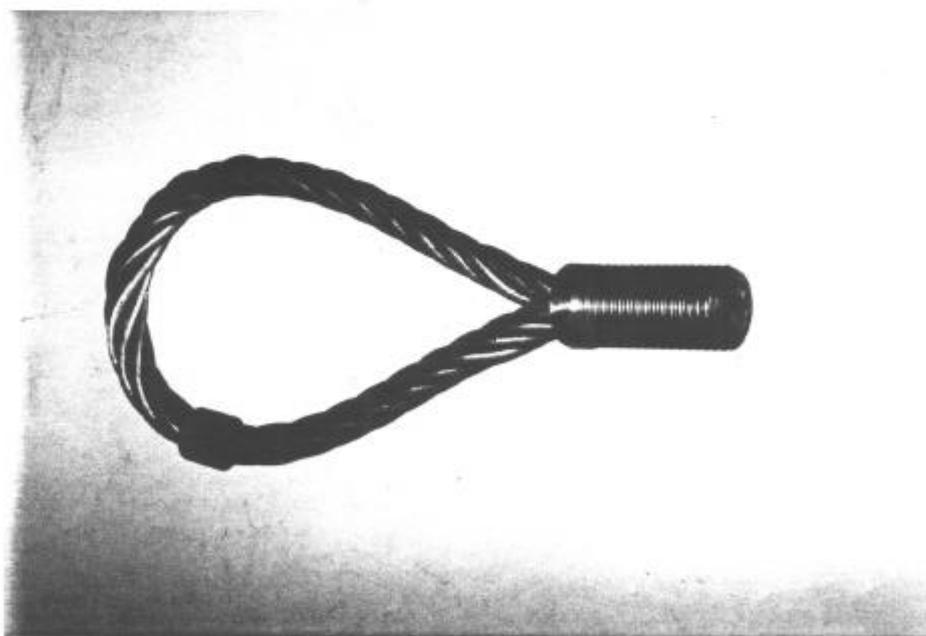


Abbildung 2. Seilschlaufe.



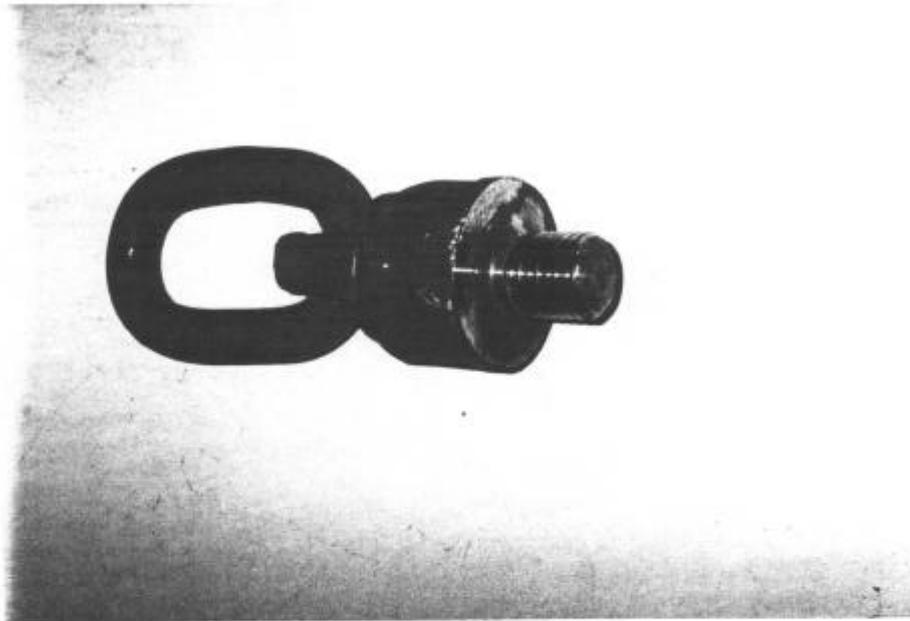


Abbildung 3. Anschlagwirbel.

Tabelle 1. Abmessungen der verwendeten Doppelwellenanker.

Dimension	Rd12	Rd14	Rd18	Rd20	Rd30	Rd36	Rd42
Außendurchmesser der Hülse [mm]	16	21,5	24	27	38	48,4	54
Höhe der Hülse [mm]	44	60	68	73	105	117	147
Gewindetiefe in der Hülse [mm]	23	26	35	36	55	62	75
Durchmesser des Ankers [mm]	8	10	12	14	20	26	28
Gesamtlänge [mm]	115	155	195	195	410	430	440



Tabelle 2. Abmessungen der verwendeten Seilschlaufen.

für Dimension	Rd12	Rd14	Rd18	Rd20	Rd30	Rd36	Rd42
Schlaufenstärke [mm]	6	7	9	11,5	16,5	17	19,5
Gewindelänge [mm]	23	23	30	37	56	67	78
Höhe des Gewindeteils [mm]	31	30	42	46	70	79	92,5

Tabelle 3. Abmessungen des verwendeten Anschlagwirbels für Dimension Rd36.

mögliche Einschraubtiefe	50 mm
Höhe des Lasteinleitungspunktes bei Schrägzug über der Betonoberfläche (vollständig eingeschraubt)	76 mm

2.2 Betonkörper

Die Abmessungen der Betonkörper waren abhängig von der Größe und der Anzahl der Doppelwellenanker in einem Betonkörper und vom gewählten Randabstand. Es wurden entweder vier oder ein einzelner Anker in einen Betonkörper eingesetzt. Oben und unten waren die Betonkörper jeweils mit einer Betonstahlmatte Q 188 bewehrt. Die Anker wurden in die Betonieroberseite eingesetzt. Die Maße der Betonkörper sind im Abschnitt 2.3 angegeben und den jeweiligen Versuchsserien zugeordnet.

Zur Prüfung der Druckfestigkeit wurden aus jeder Betonmischung Würfel mit 150 mm Kantenlänge hergestellt, die bis zur Prüfung zusammen mit den zugehörigen Betonkörpern gelagert wurden. Die Druckfestigkeit wurde vor, während und/oder nach den Ausziehversuchen geprüft. Aus den gemessenen Druckfestigkeiten in Abhängigkeit von der Zeit wurde eine Ausgleichsgerade nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate berechnet. Daraus wiederum wurden die Druckfestigkeiten zum Zeitpunkt der Ausziehversuche berechnet, wobei hierfür noch auf die Druckfestigkeit von Würfeln mit 200 mm Kantenlänge entsprechend Gleichung 1 umgerechnet wurde.

$$\beta_{W200} (t) = 0,95 \cdot \beta_{W150} (t) \quad (1)$$

Die Druckfestigkeitsentwicklung für die verschiedenen Betonmischungen (je Betoniertag eine Mischung) ist in den Anlagen 1 bis 9 dargestellt. Die Einzelwerte der berechneten Druckfestigkeiten nach Gleichung 1 sind in Abschnitt 3 den entsprechenden Ausziehversuchen zugeordnet.

In Tabelle 4 ist die Zusammensetzung des verwendeten Betons angegeben.

Tabelle 4. Betonzusammensetzung.

Zuschlag	Sand/Kies, Dichte 2,76 kg/dm ³ , Sieblinie A/B 16	1930 kg/m ³
Zement	CEM I 42,5 R (Heidelberger Zement)	340 kg/m ³
Zusatzmittel	FM	0,70 % v.Z.
Wasser		180 kg/m ³
w/z		0,53
Konsistenz		KR

2.3 Prüfprogramm

Es wurden zentrische Zugversuche und Schrägzugversuche unter 45° durchgeführt (siehe Abbildung 4).

In die Betonkörper für die zentrischen Zugversuche wurden die Anker so eingesetzt, daß sie in einer Ecke zu beiden Seiten den selben Randabstand *c* hatten. Der Abstand zu den beiden anderen Seiten war immer größer als *c*, unabhängig davon ob sich einer oder vier Anker in einem Betonkörper befanden. In die Betonkörper für die Schrägzugversuche wurden die Anker so eingesetzt, daß sie zu einer Seite den Randabstand *c* hatten (siehe Abbildungen 5 und 6).



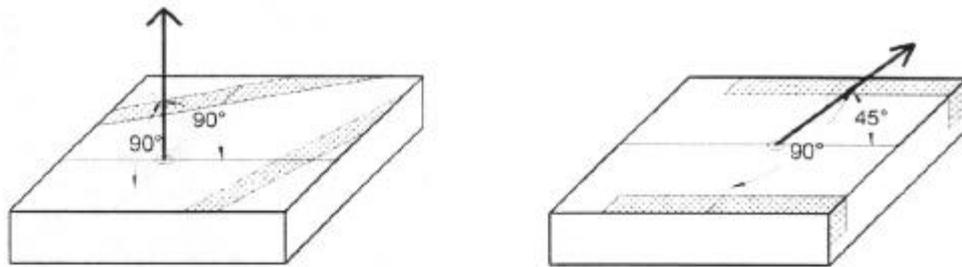
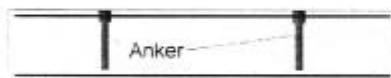
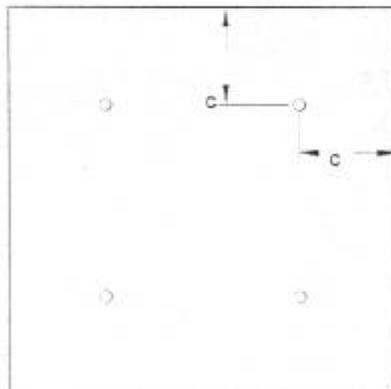


Abbildung 4. Zentrischer Zug (links) und Schrägzug unter 45° aus der Fläche heraus (rechts). Die Flächen auf dem Betonkörper, gegen die sich die Belastungsvorrichtung abstützt, sind schraffiert dargestellt.

Betonkörper für zentrische Zugversuche



Q 188



Betonkörper für Schrägzugversuche

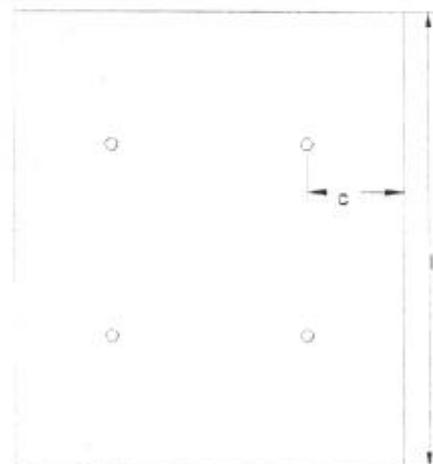
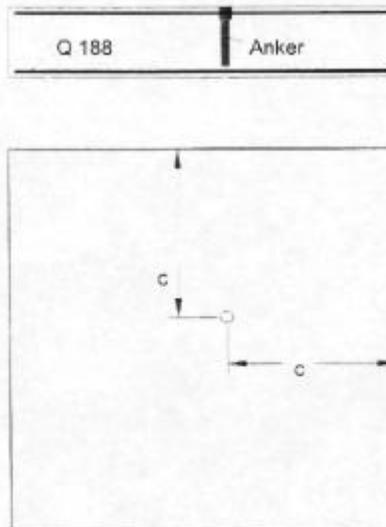


Abbildung 5. Betonkörper mit vier Ankern.



Betonkörper für zentrische Zugversuche



Betonkörper für Schrägzugversuche



Abbildung 6. Betonkörper mit einem Anker.

Das Versuchsprogramm ist in den Tabellen 5 und 6 zusammengestellt.

Tabelle 5. Versuchsprogramm: Zentrische Zugversuche.

Versuchsserie	BGW05	BGW06	BGW11	BGW27
Ankerdimension	Rd12	Rd18	Rd30	Rd42
Anzahl Versuche	4	4	4	4
Anker je Betonkörper	4	4	1	1
Setztiefe [mm]	120	200	410	455
Randabstand c [mm]	180	300	570	680
Betonkörper- Abmessungen [mm]	l *	800	1250	1200
	b *	800	1250	1200
	h *	140	220	415
Stützweite [mm]	400	600	1100	1300

* l, b, h entsprechend Abbildungen 5 und 6



Tabelle 6. Versuchsprogramm: Schrägzugversuche.

Versuchsserie	BGW16	BGW13	BGW19-01/02	BGW19-03/04
Anschlagmittel	Schlaufe	Schlaufe	Schlaufe	Anschlagwirbel
Ankerdimension	Rd14	Rd20	Rd36	Rd36
Anzahl Versuche	4	4	2	2
Anker je Betonkörper	4	4	1	1
Setztiefe [mm]	160	200	430	430
Randabstand c [mm]	220	300	650	650
Betonkörper- Abmessungen [mm]	l *	1100	1400	1400
	b *	900	1200	1300
	h *	170	220	450
Stützweite [mm]	520	720	1120	1120

* l, b, h entsprechend Abbildungen 5 und 6

$c_2 = \begin{matrix} 20 \\ 20 \end{matrix}$ 400 700 700

2.4 Prüfungsdurchführung/Versuchsparameter

Der Versuchsaufbau für die zentrischen Zugversuche ist in Abbildung 7 dargestellt, der für die Schrägzugversuche in Abbildung 8.

Die Belastung der Anker erfolgte bei den zentrischen Zugversuchen mit den Dimension Rd12 und Rd18 über eine servohydraulische Prüfmaschine weggesteuert mit einer Belastungsgeschwindigkeit von 3 mm pro Minute. Bei den anderen Versuchen wurde die Last über einen handgesteuerten Hydraulik-Kolben aufgebracht. Die Höchstlast wurde dabei nach ca. 2 bis 3 Minuten erreicht.

Mit zwei an der Zugstange befestigten sich gegenüberliegenden induktiven Wegaufnehmern wurde die Verschiebung relativ zur Abstützung gemessen. Bei den zentrischen Zugversuchen waren die induktiven Wegaufnehmer ca. 400 mm vom Ankerkopf entfernt an der Zugstange befestigt, bei den Schrägzugversuchen ca. 800 mm.



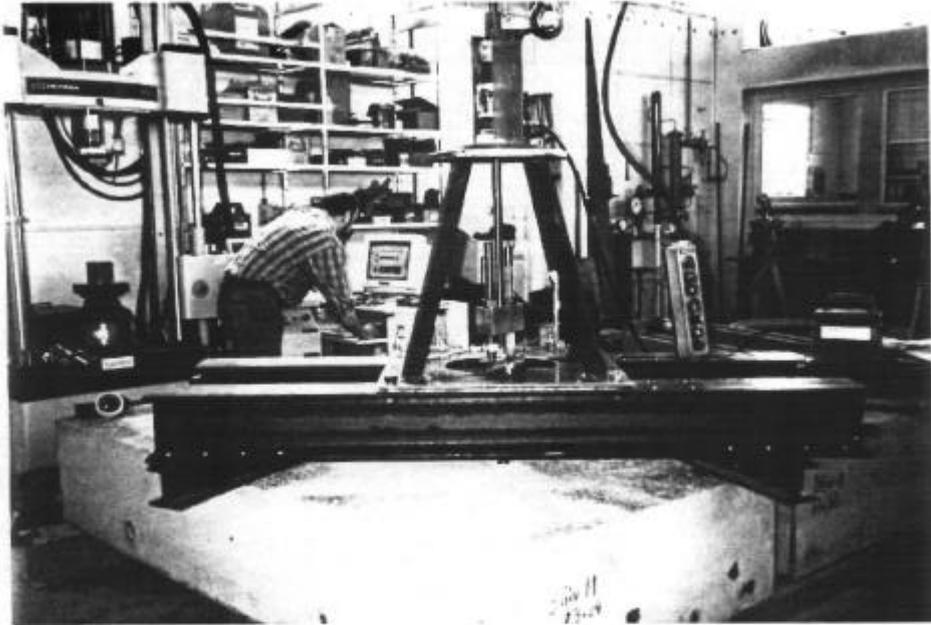


Abbildung 7. Versuchsaufbau zentrischer Zug.

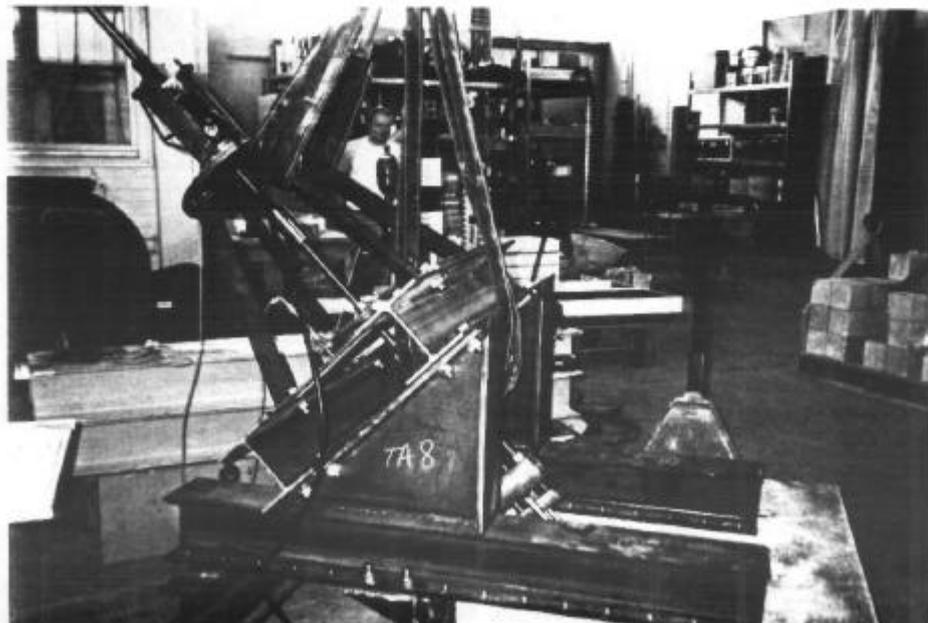


Abbildung 8. Versuchsaufbau Schrägzug.

3 Prüfergebnisse

Bei den zentrischen Zugversuchen mit der Dimension Rd42 ergab sich als Versagensart Spalten des Betons (Abbildung 9). Bei allen anderen Versuchen versagte entweder der Ankerstab (Abbildung 10), die Gewindehülse - Längsriß bei zentrischen Zug oder seitliches Einreißen bei Schrägzug - oder das Anschlagmittel - Abreißen (Abbildung 11) oder Herausziehen der Schlaufe aus dem Gewingeteil der Schlaufe.

Die Ergebnisse der Ausziehversuche sind in den Tabellen 7 bis 14 zusammengefaßt.

In den Anlagen 10 bis 17 sind die Last-Verschiebungs-Diagramme dargestellt.



Abbildung 9. Versagensart Spalten.





Abbildung 10. Stahlversagen des Ankers.



Abbildung 11. Versagen der Seilschleufe.

Tabelle 7. Ergebnisse der Versuchsserie BGW05: Zentrischer Zug, Ankerdimension Rd12, Setztiefe 120 mm, Randabstand 180 mm.

Versuchs-Nr.	Höchstlast	Versagensart *	Betondruckfestigkeit	Festigkeitsentwicklung
BGW05-01	28,56 kN	St	12,8 N/mm ²	Anlage 1
BGW05-02	23,55 kN	St	13,0 N/mm ²	Anlage 1
BGW05-03	29,51 kN	St/G	13,1 N/mm ²	Anlage 1
BGW05-04	28,32 kN	St	13,4 N/mm ²	Anlage 1

Tabelle 8. Ergebnisse der Versuchsserie BGW06: Zentrischer Zug, Ankerdimension Rd18, Setztiefe 200 mm, Randabstand 300 mm.

Versuchs-Nr.	Höchstlast	Versagensart *	Betondruckfestigkeit	Festigkeitsentwicklung
BGW06-01	74,31 kN	St	14,0 N/mm ²	Anlage 1
BGW06-02	75,71 kN	St	14,3 N/mm ²	Anlage 1
BGW06-03	78,66 kN	St	14,4 N/mm ²	Anlage 1
BGW06-04	83,39 kN	Sch-r	14,6 N/mm ²	Anlage 1

Tabelle 9. Ergebnisse der Versuchsserie BGW11: Zentrischer Zug, Ankerdimension Rd30, Setztiefe 410 mm, Randabstand 570 mm.

Versuchs-Nr.	Höchstlast	Versagensart *	Betondruckfestigkeit	Festigkeitsentwicklung
BGW11-01	191,1 kN	G	12,1 N/mm ²	Anlage 2
BGW11-02	183,1 kN	G	12,6 N/mm ²	Anlage 2
BGW11-03	181,0 kN	G	13,1 N/mm ²	Anlage 2
BGW11-04	178,5 kN	G	13,4 N/mm ²	Anlage 2

Tabelle 10. Ergebnisse der Versuchsserie BGW27: Zentrischer Zug, Ankerdimension Rd42, Setztiefe 455 mm, Randabstand 680 mm.

Versuchs-Nr.	Höchstlast	Versagensart *	Betondruckfestigkeit	Festigkeitsentwicklung
BGW27-01	309,1 kN	Sp	14,7 N/mm ²	Anlage 3
BGW27-02	281,2 kN	Sp	15,1 N/mm ²	Anlage 3
BGW27-03	316,9 kN	Sp	14,3 N/mm ²	Anlage 4
BGW27-04	309,1 kN	Sp	14,6 N/mm ²	Anlage 4

Tabelle 11. Ergebnisse der Versuchsserie BGW16: Schrägzug, Ankerdimension Rd14, Setztiefe 160 mm, Randabstand 220 mm.

Versuchs-Nr.	Höchstlast	Versagensart *	Betondruckfestigkeit	Festigkeitsentwicklung
BGW16-01	27,90 kN	Sch-a	17,7 N/mm ²	Anlage 6
BGW16-02	32,70 kN	Sch-a	17,8 N/mm ²	Anlage 6
BGW16-03	35,71 kN	Sch-a	18,0 N/mm ²	Anlage 6
BGW16-04	26,35 kN	Sch-a	18,1 N/mm ²	Anlage 6

Tabelle 12. Ergebnisse der Versuchsserie BGW13: Schrägzug, Ankerdimension Rd20, Setztiefe 200 mm, Randabstand 300 mm.

Versuchs-Nr.	Höchstlast	Versagensart *	Betondruckfestigkeit	Festigkeitsentwicklung
BGW13-01	72,89 kN	G	14,6 N/mm ²	Anlage 5
BGW13-02	78,22 kN	G	14,8 N/mm ²	Anlage 5
BGW13-03	63,03 kN	G	15,0 N/mm ²	Anlage 5
BGW13-04	67,32 kN	G	15,1 N/mm ²	Anlage 5

Tabelle 13. Ergebnisse der Versuchsserie BGW19-01/02: Schrägzug, Ankerdimension Rd36, Setztiefe 430 mm, Randabstand 650 mm, Anschlagmittel: Seilschlaufe.

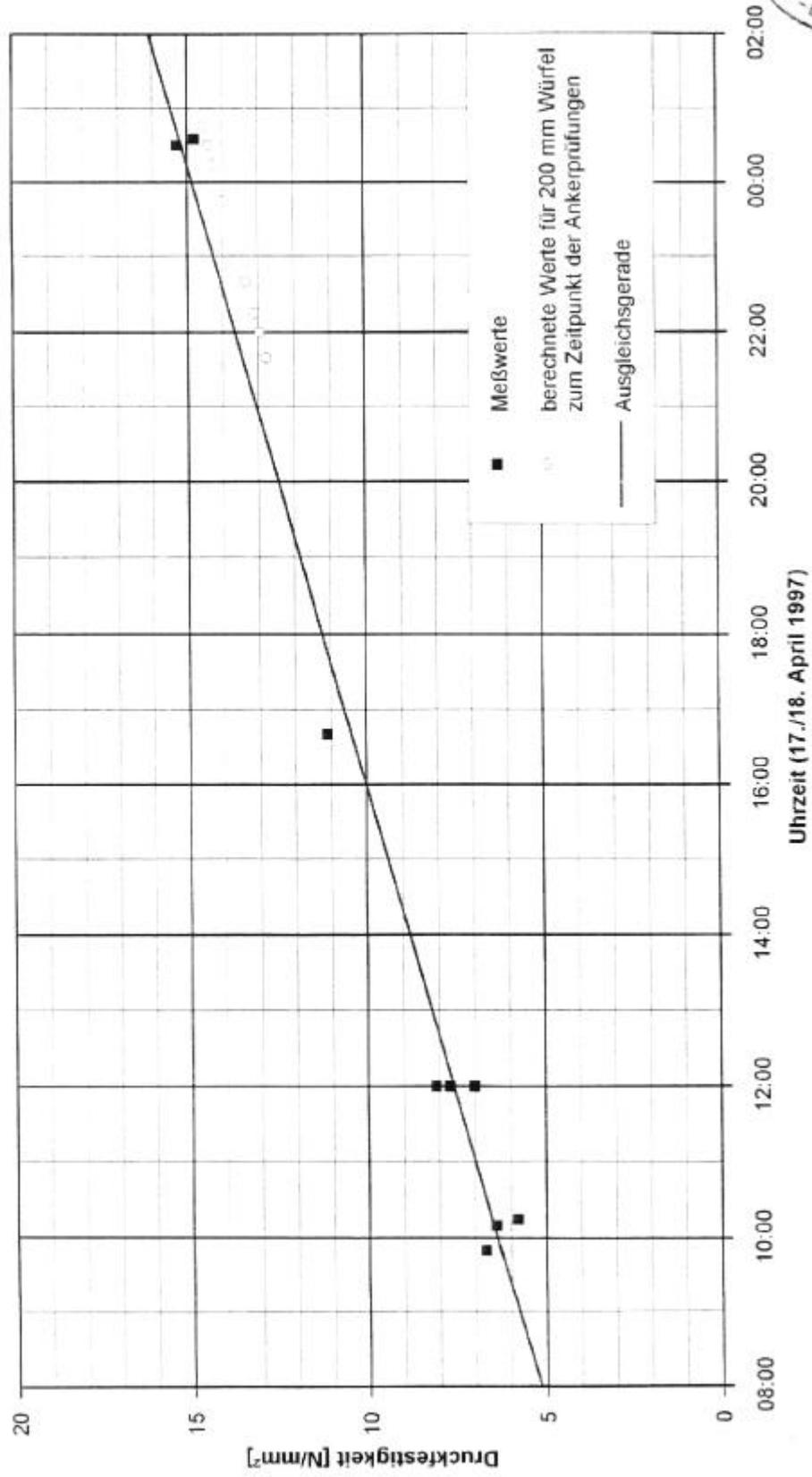
Versuchs-Nr.	Höchstlast	Versagensart *	Betondruckfestigkeit	Festigkeitsentwicklung
BGW19-01	200,0 kN	Sch-r	17,8 N/mm ²	Anlage 7
BGW19-02	197,4 kN	Sch-r	18,0 N/mm ²	Anlage 7

* Sp: Spalten des Betons, St: Stahlversagen, G: Gewindehülse, gerissen, Sch-r: Seilschlaufe gerissen, Sch-a: Seilschlaufe herausgezogen

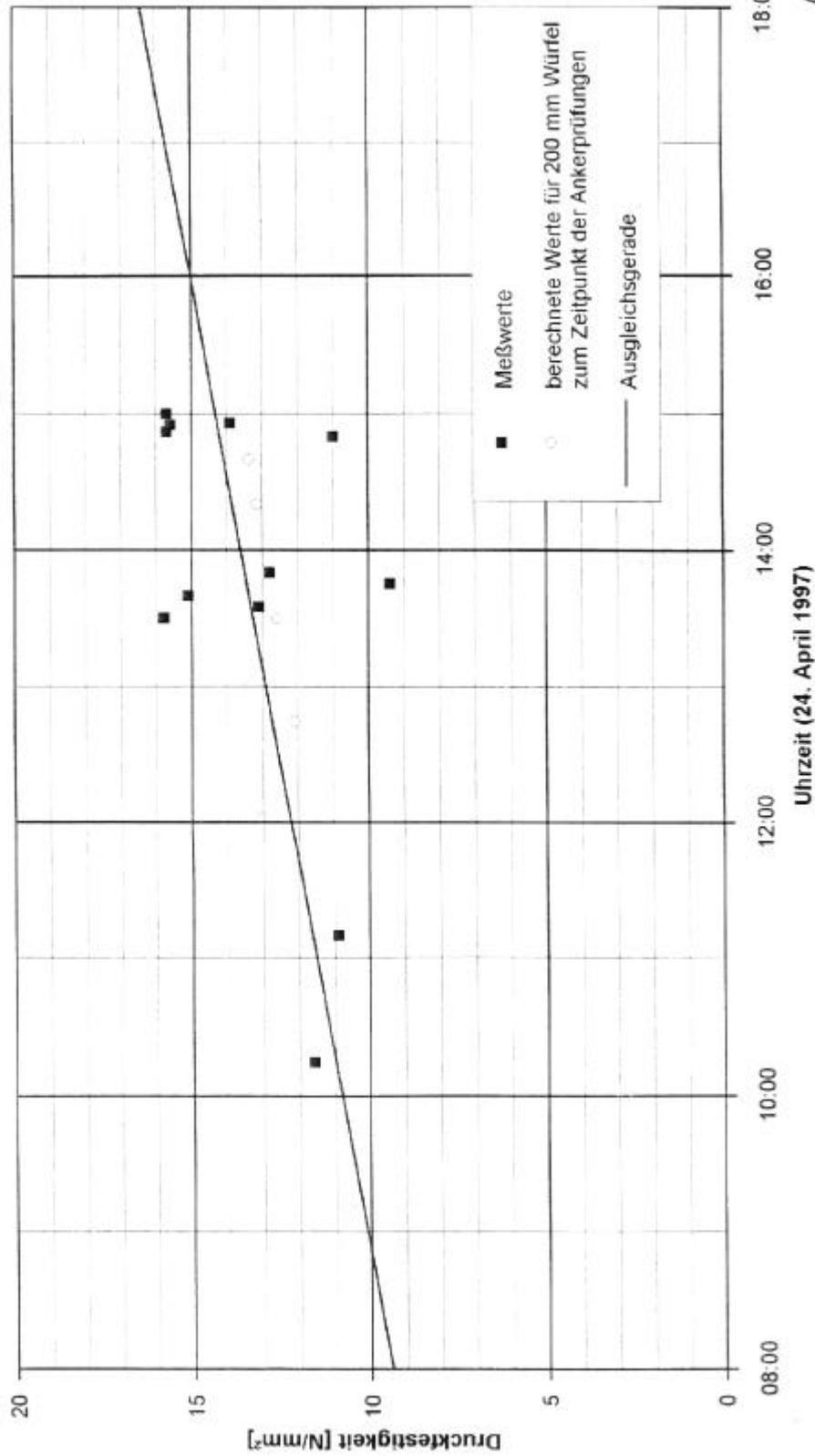
Augsburg, 15. Dezember 1997



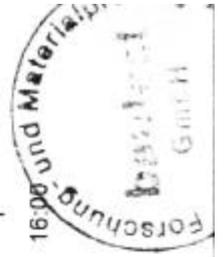
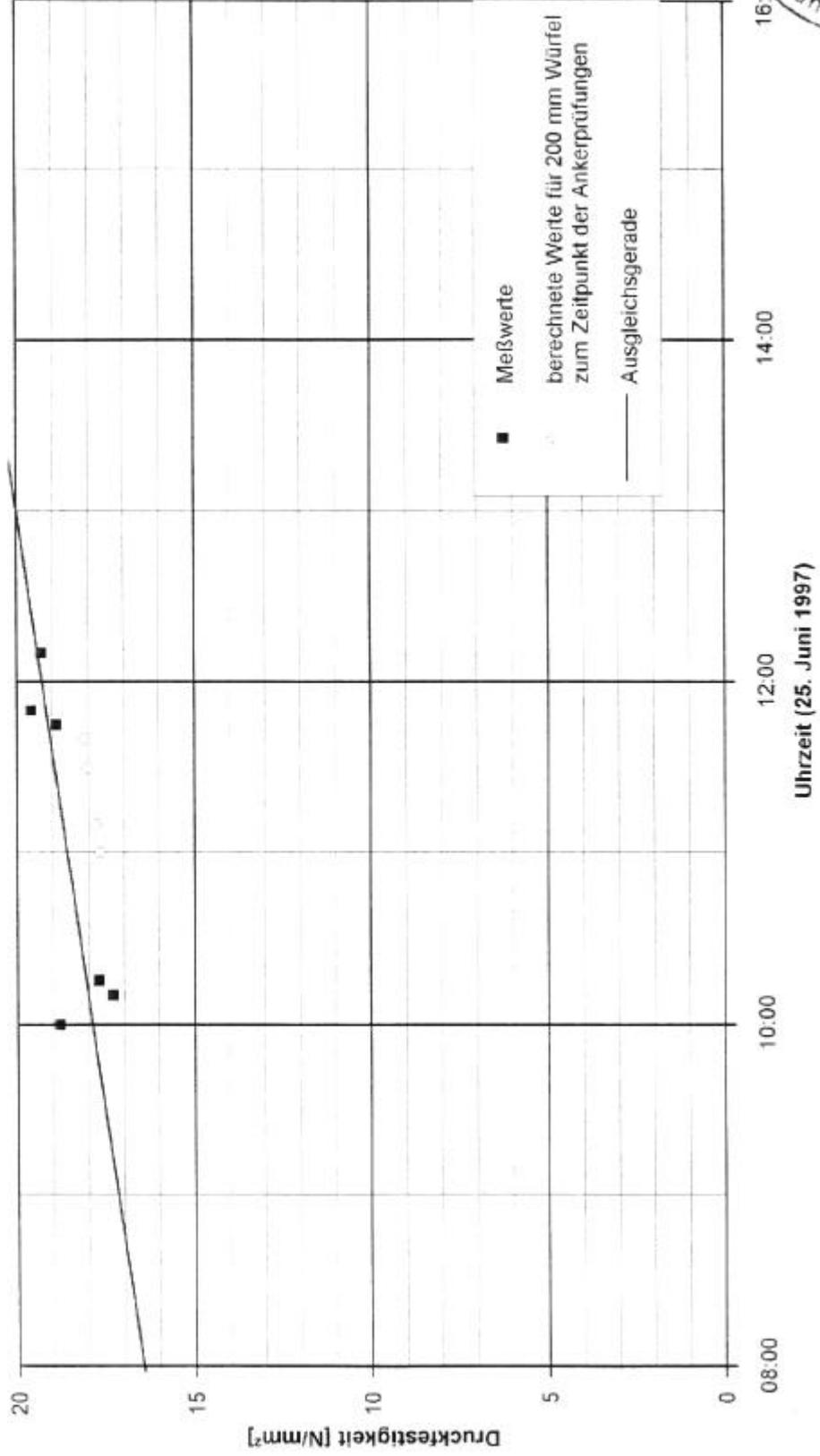
Betondruckfestigkeit: Herstellung 16. April 1997, 10:00



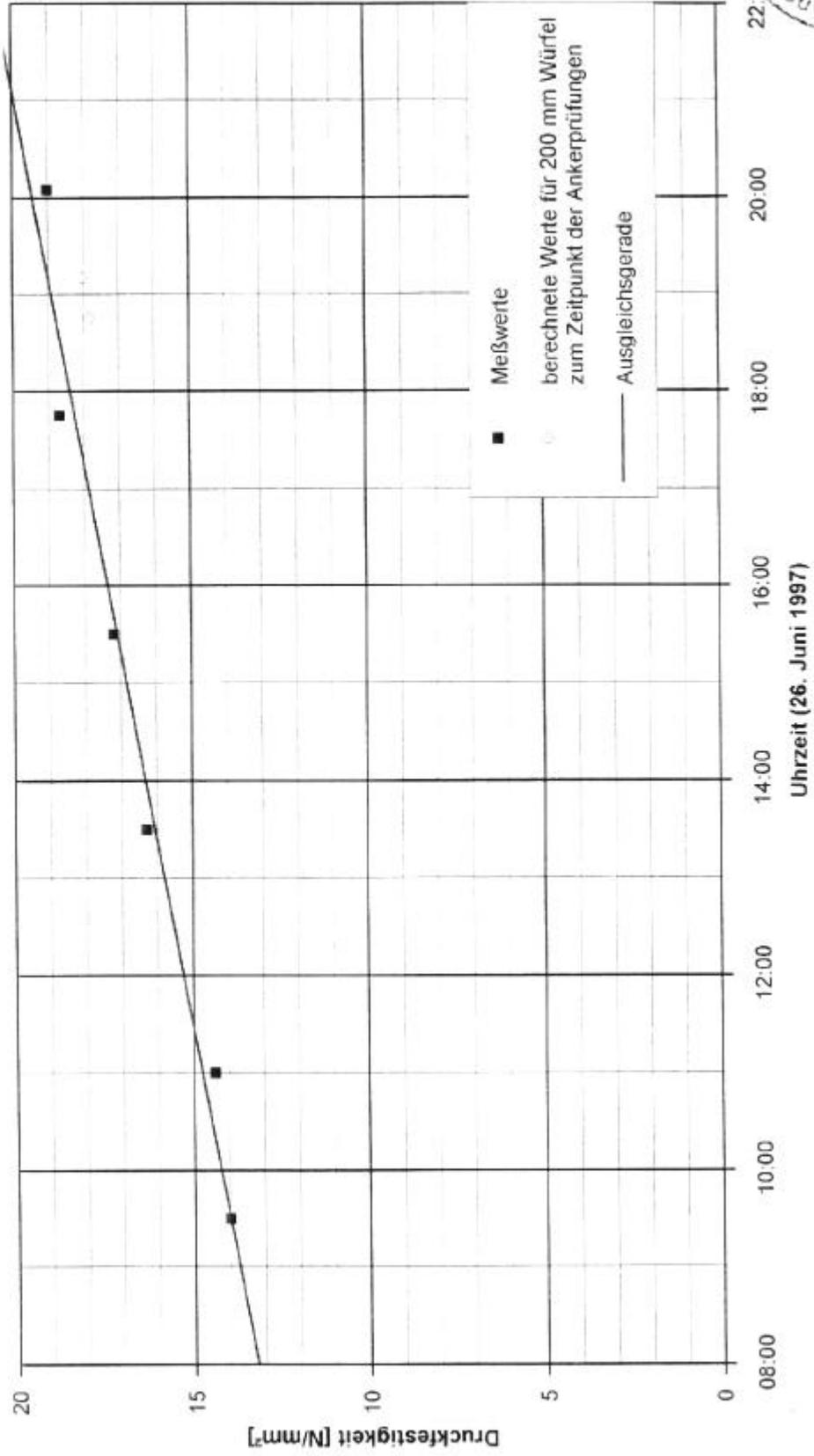
Betondruckfestigkeit: Herstellung 23. April 1997, 13:00



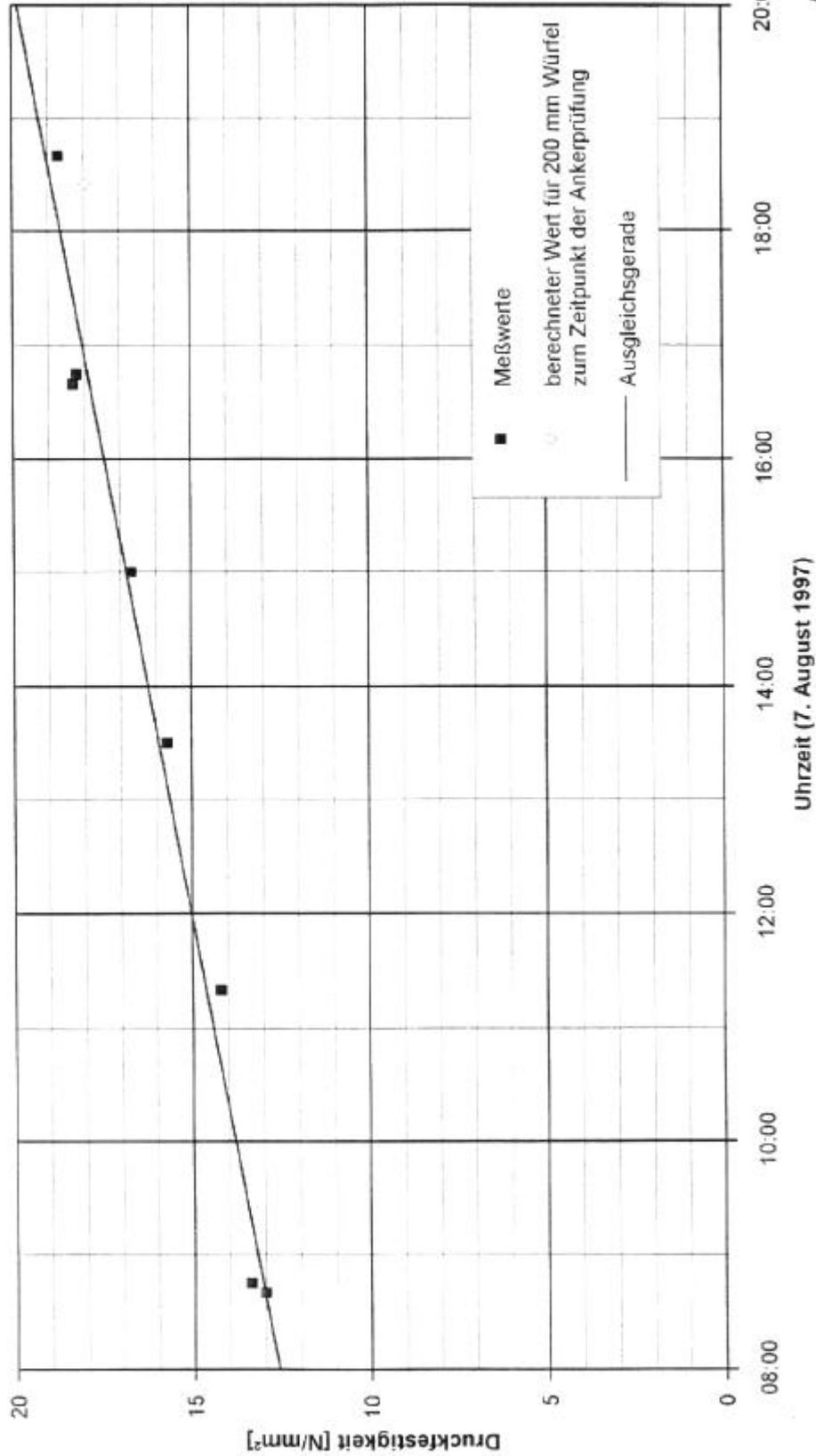
Betondruckfestigkeit: Herstellung 24. Juni 1997, 8:30



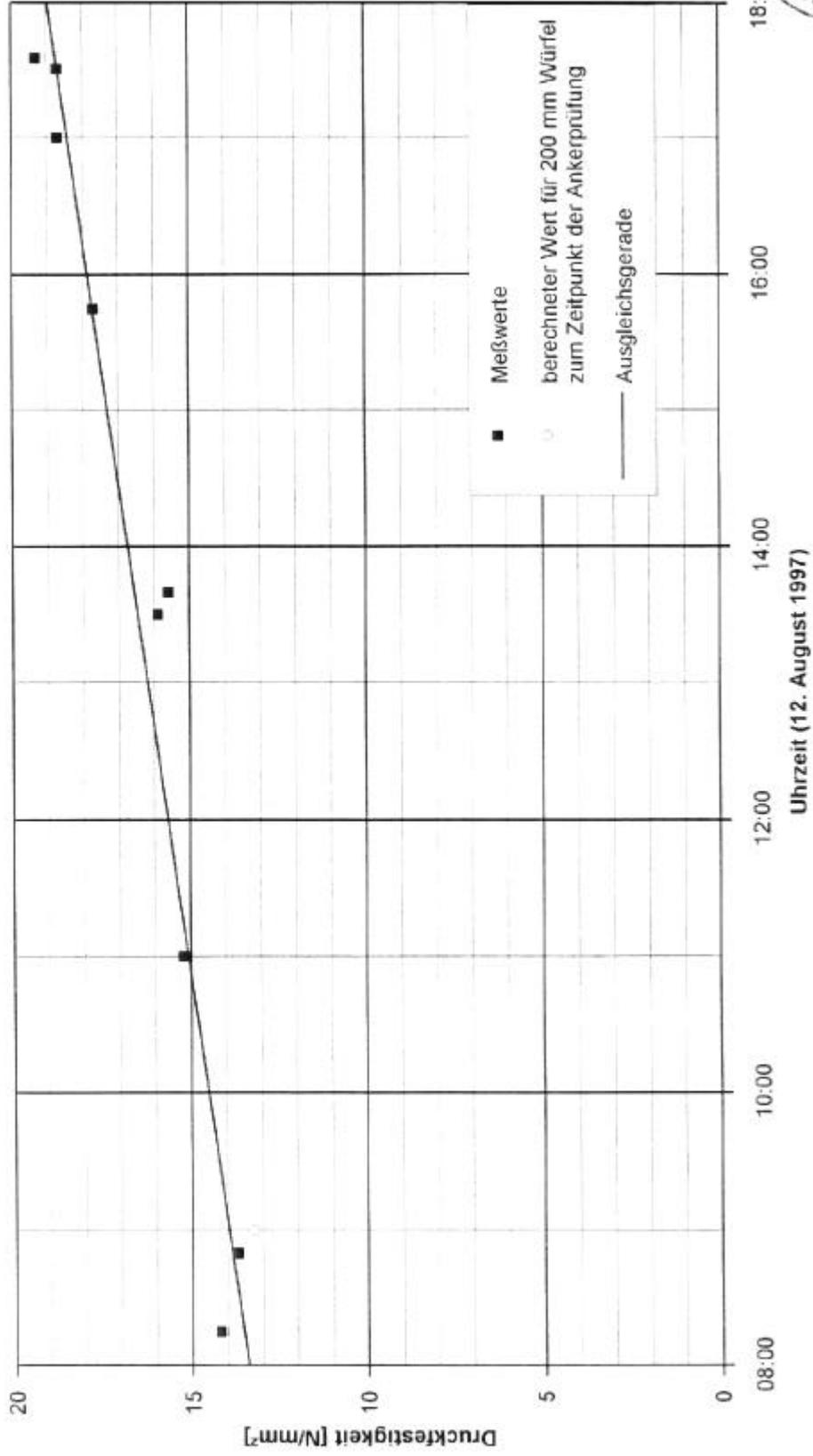
Betondruckfestigkeit: Herstellung 25. Juni 1997, 8:30



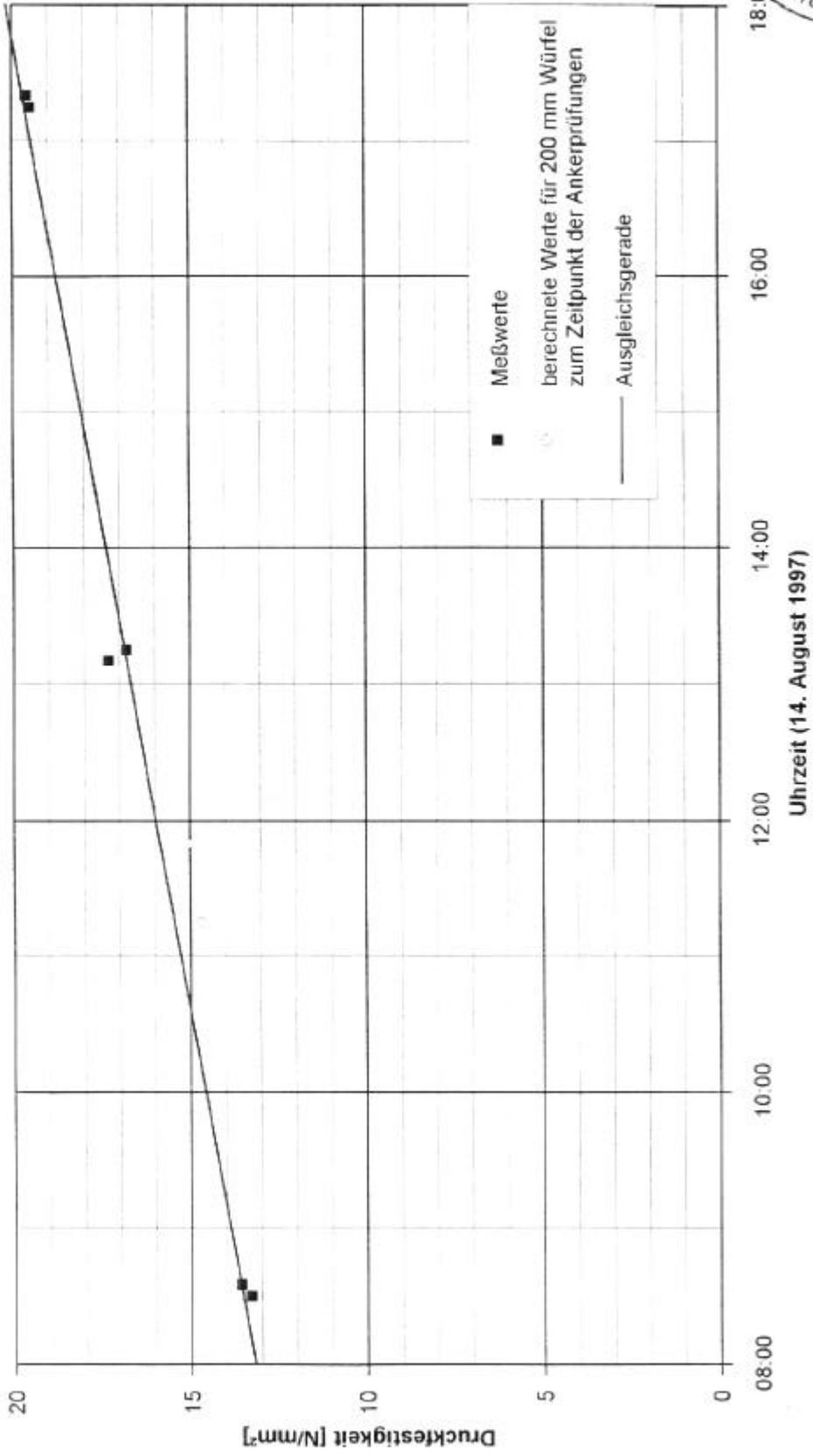
Betondruckfestigkeit: Herstellung 6. August 1997, 15:00



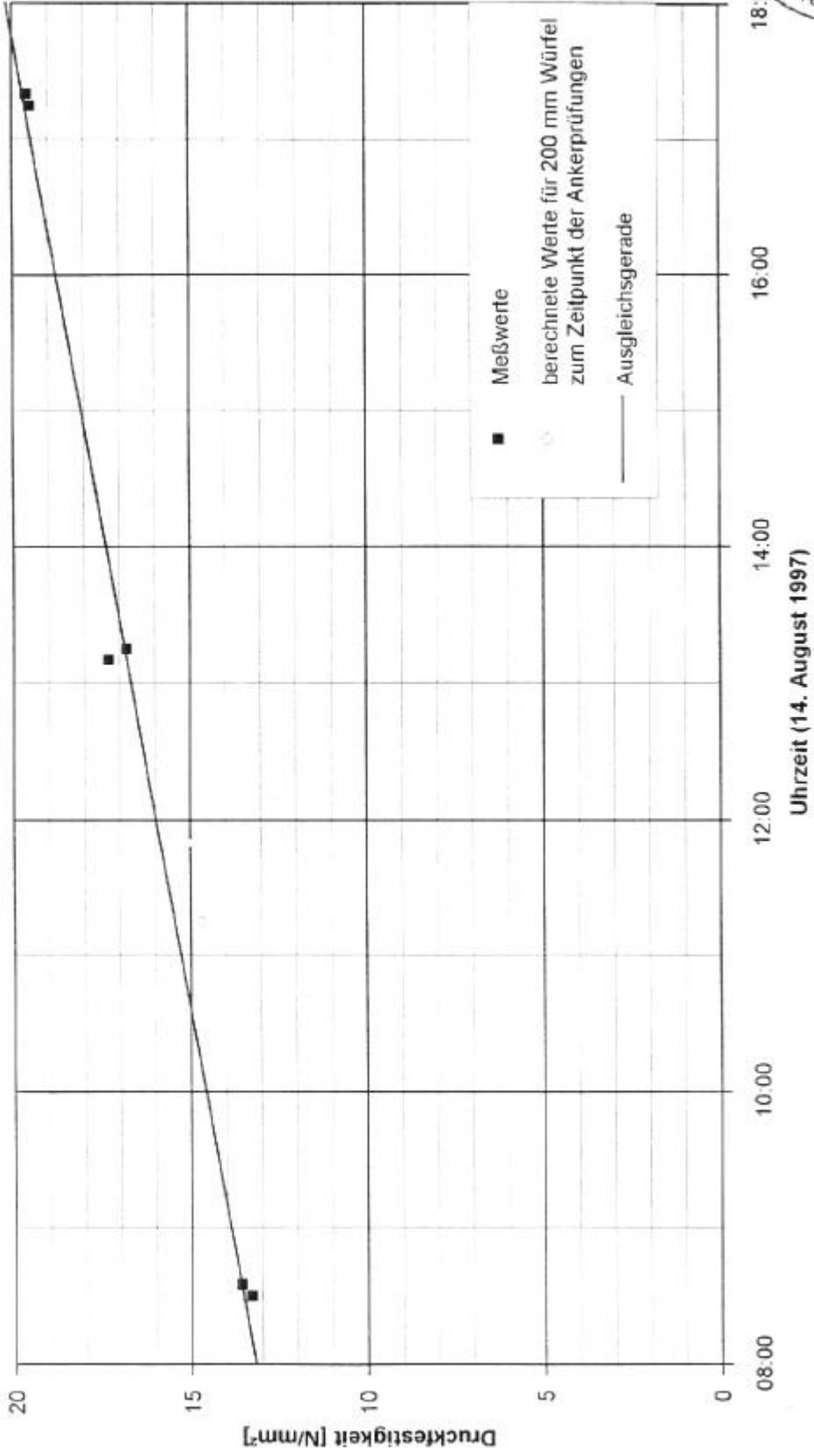
Betondruckfestigkeit: Herstellung 11. August 1997, 15:00



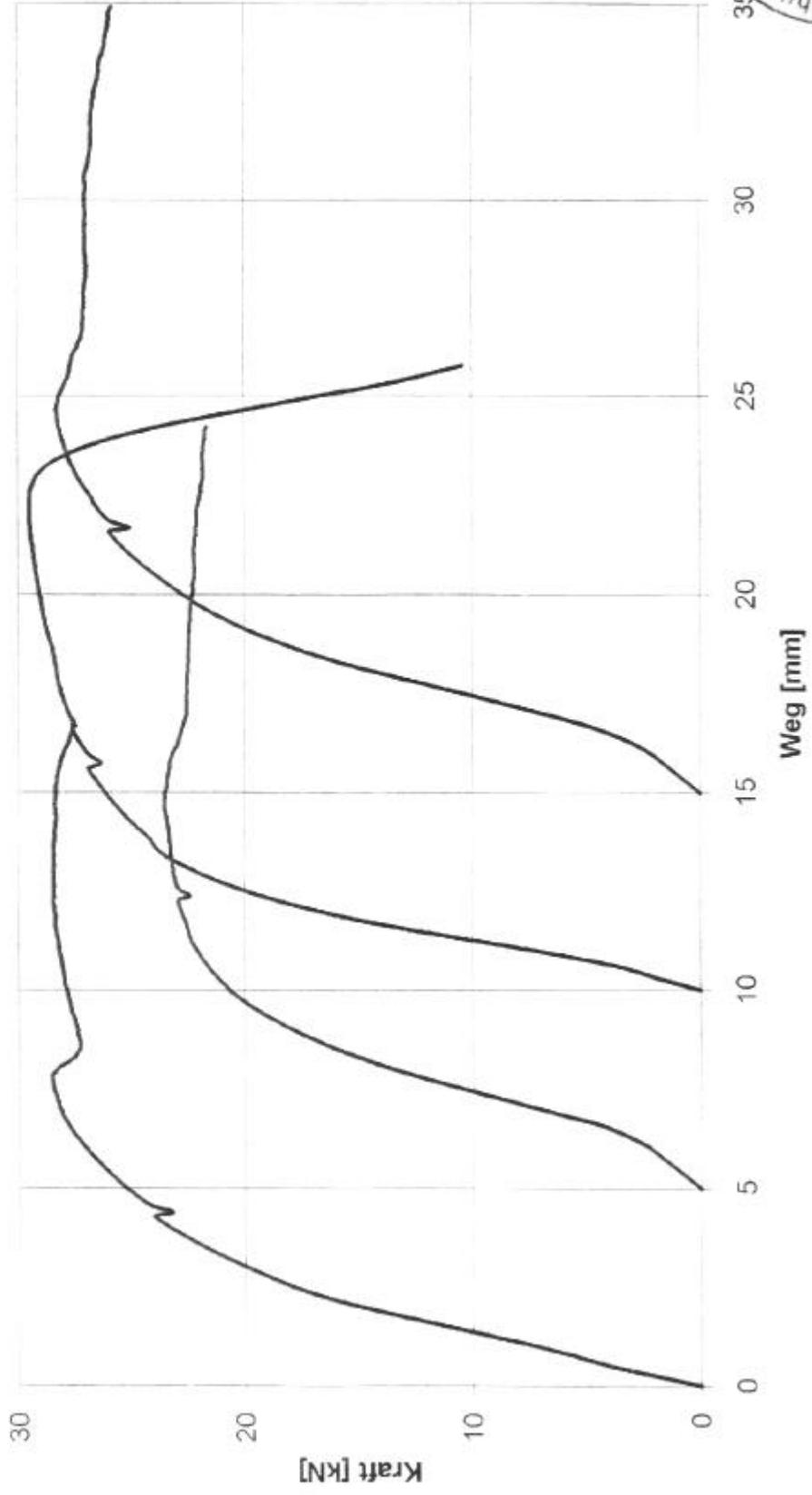
Betondruckfestigkeit: Herstellung 13. August 1997, 15:00



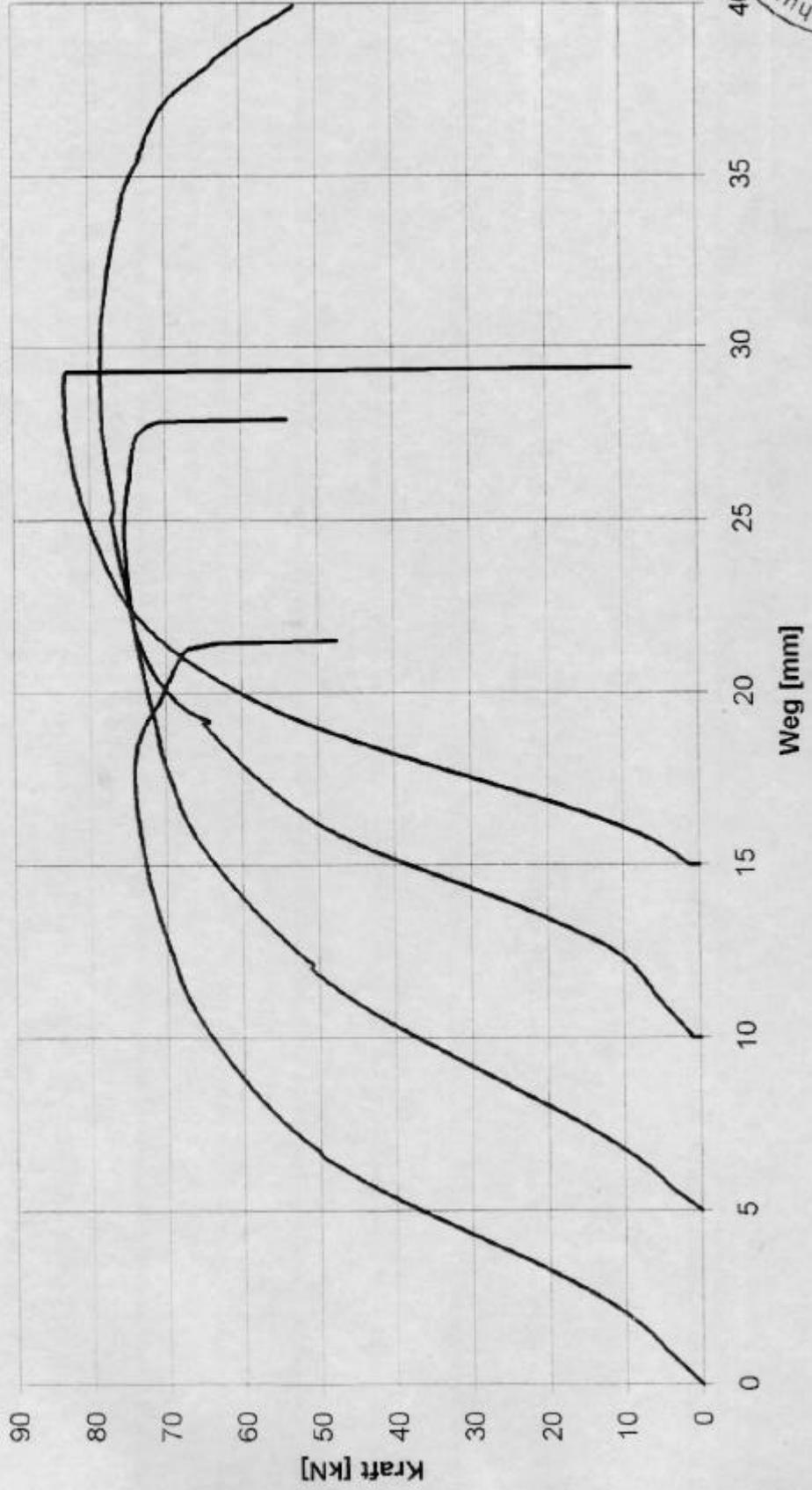
Betondruckfestigkeit: Herstellung 13. August 1997, 15:00



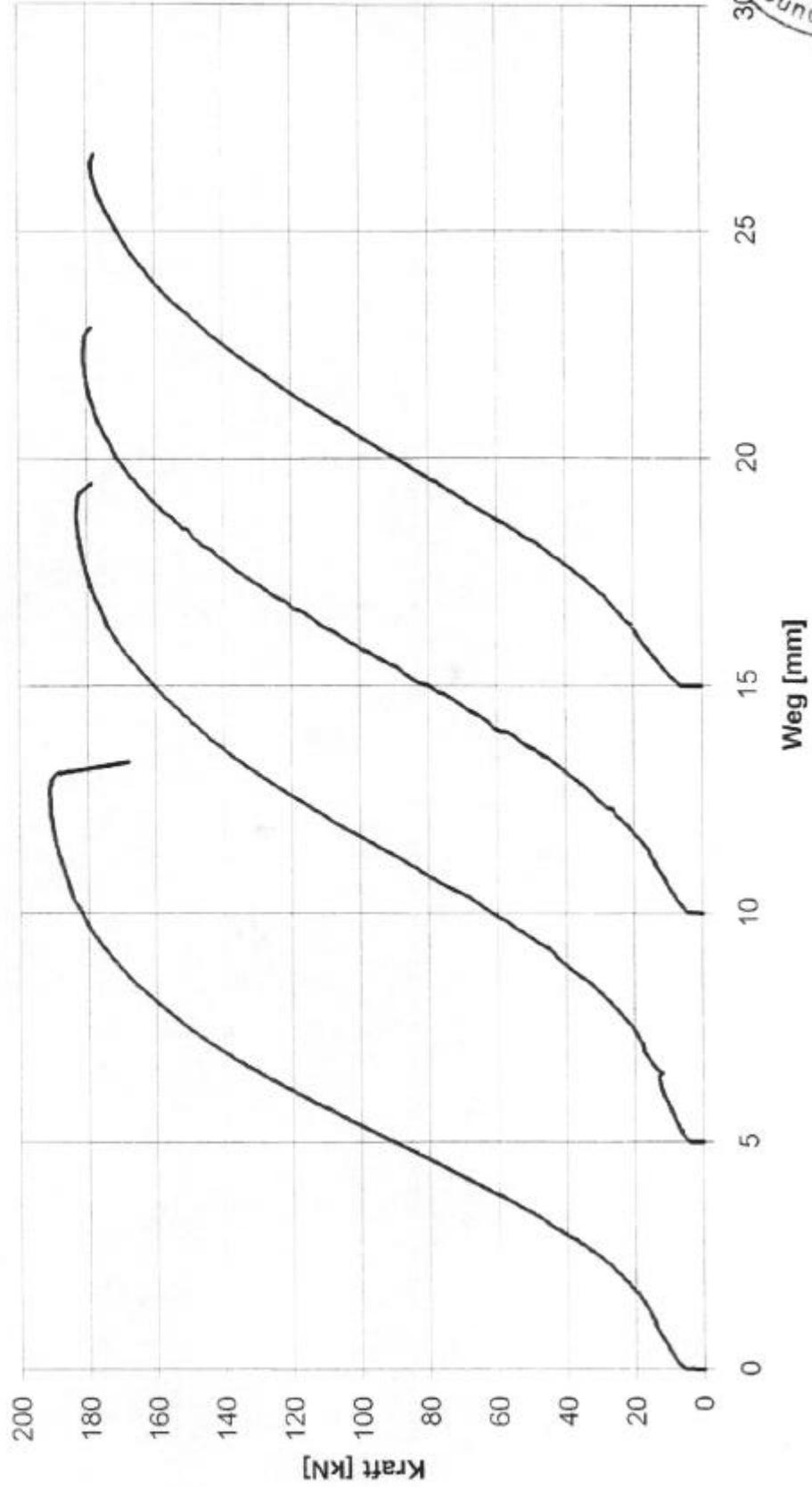
Doppelwellenanker kurz Rd12 - zentrischer Zug - BGW05



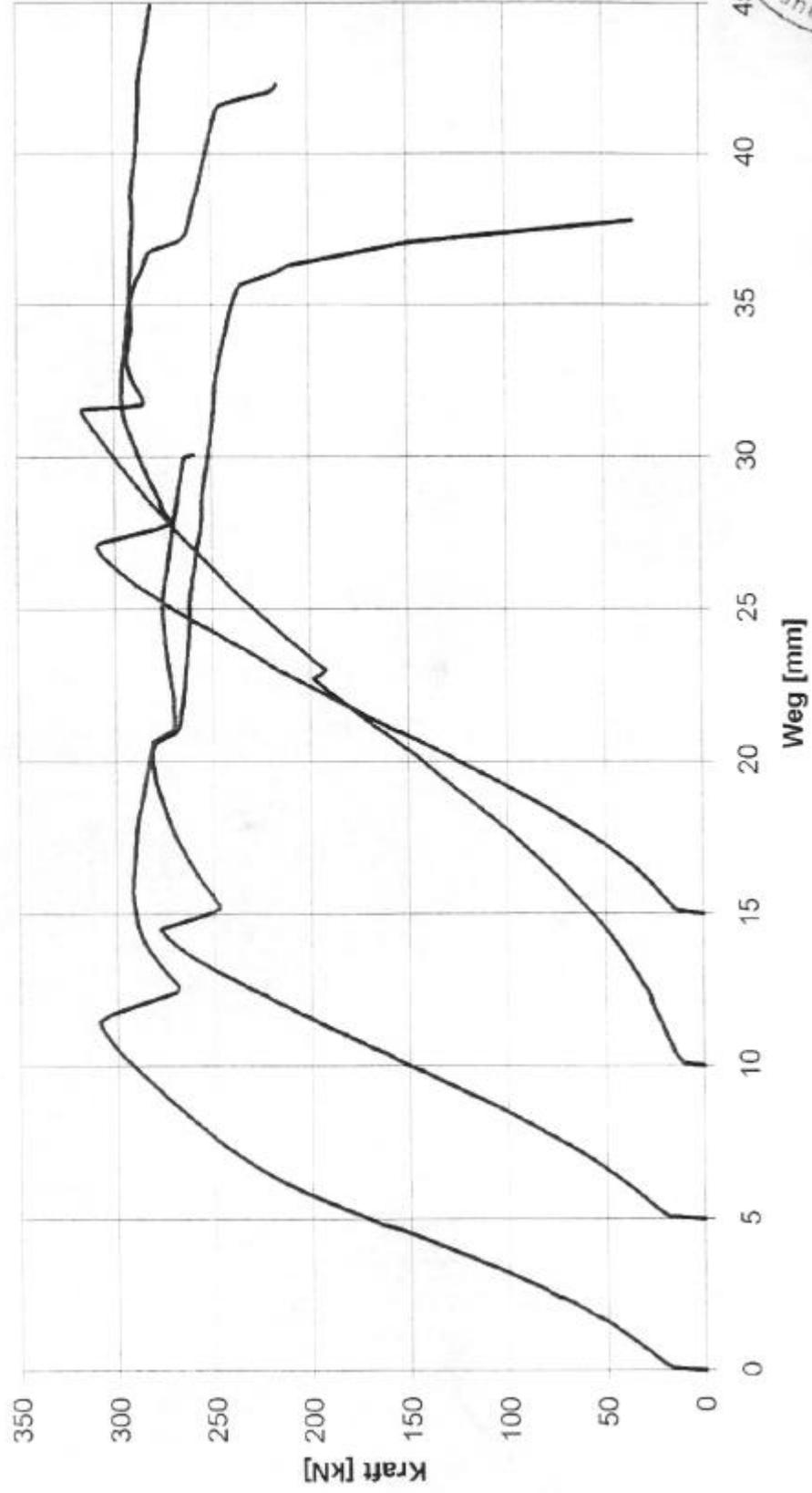
Doppelwellenanker kurz Rd18 - zentrischer Zug - BGW06



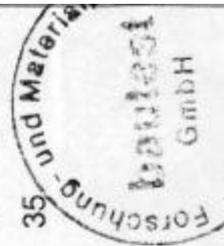
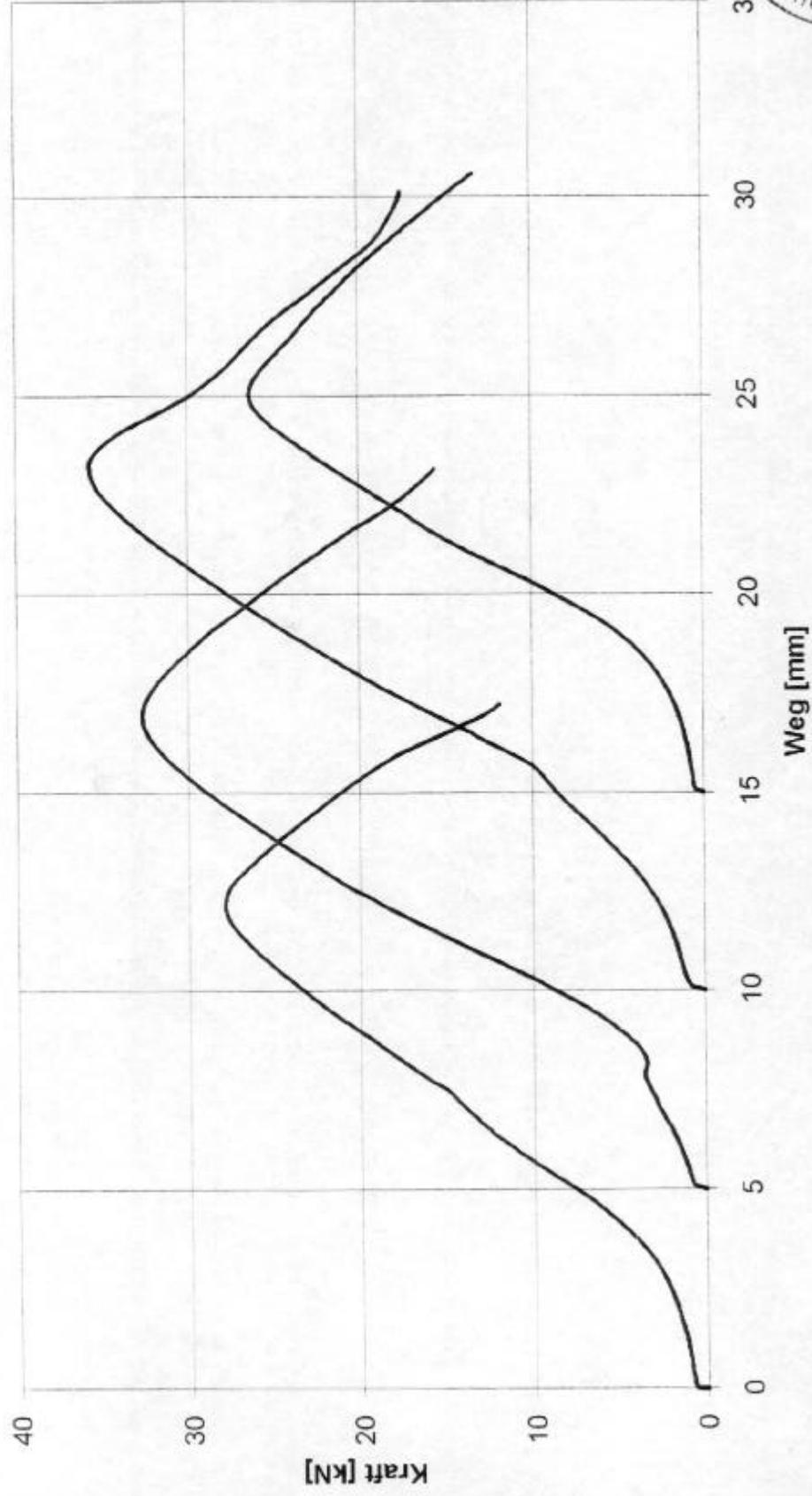
Doppelwellenanker kurz Rd30 - zentrischer Zug - BGW11



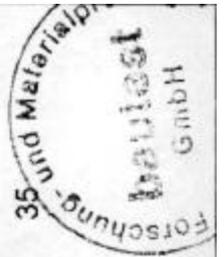
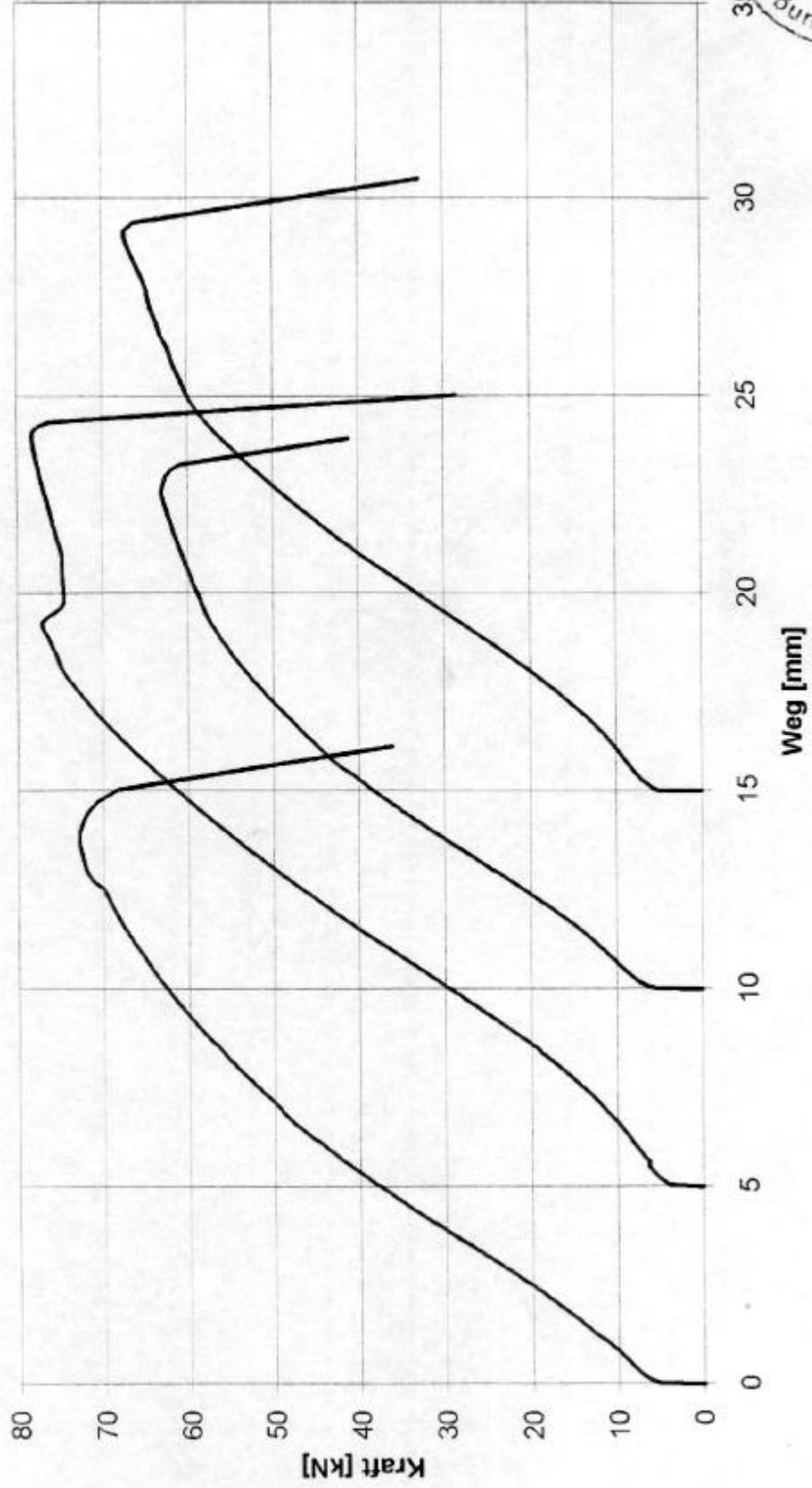
Doppelwellenanker kurz Rd42 - zentrischer Zug - BGW27



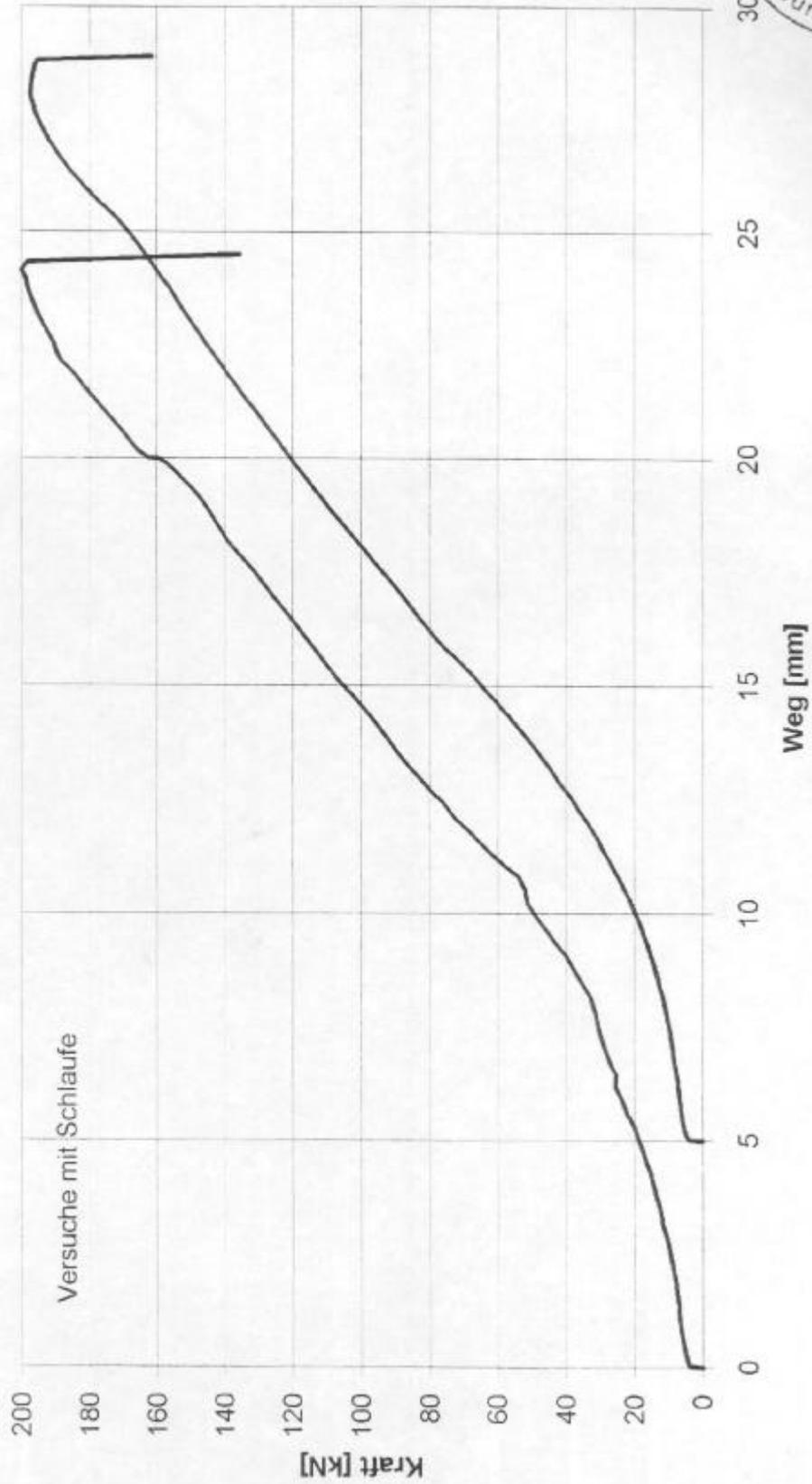
Doppelwellenanker kurz Rd14 - Schrägzug - BGW16



Doppelwellenanker kurz Rd20 - Schrägzug - BGW13



Doppelwellenanker kurz Rd36 - Schrägzug - BGW19-01/02



Doppelwellenanker kurz Rd36 - Schrägzug - BGW19-03/04

