



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 411 361 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 119/2002
(22) Anmeldetag: 24.01.2002
(42) Beginn der Patentdauer: 15.05.2003
(45) Ausgabetag: 29.12.2003

(51) Int. Cl.⁷: **C04B 28/00**

(56) Entgegenhaltungen:

"BETON", FACHZEITSCHRIFT FÜR BAU-TECHNIK
NR. 11/1998
"VDB-INFORMATION", NR. 85/00
DD 204908A JP 7305511A

(73) Patentinhaber:

PITTEL+BRAUSEWETTER GESELLSCHAFT
M.B.H.
A-1040 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

PERTL WALTER DIPL.ING.
WIEN (AT).
ZAND MICHAEL ING.
WIEN (AT).

(54) VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN DES ERHÄRTUNGSVORGANGES VON BETON UND
VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON OBERBETON AN VERKEHRSFLÄCHEN

(57) Beim Herstellen von Fahrbahnbeton, insbesondere beim Reparieren von bestehenden Verkehrsflächen, wird der Beton werksseitig oder vor Ort gemischt und mit oder ohne Zugabe von Verzögerer, jedoch mit Beigabe von Fließmittel, mit oder ohne Zugabe von Beschleuniger verwendet. Durch Überwachen (Prüfen) des Erhärtungsvorganges von Beton, an Hand der gewichteten Reife des Betons wird festgestellt, wann die für die Verkehrsfreigabe erforderliche Festigkeit, beispielsweise eine Festigkeit von 50% der Endfestigkeit nach 28 Tagen, z.B. 20 N/mm², erreicht ist.

Die Festigkeit des Betons wird mittels einer Eichkurve ermittelt, in der die gewichtete Reife gegen die Druckfestigkeit eines Prüfkörpers aufgetragen ist, indem aus der vor Ort ermittelten, gewichteten Reife des eingebrachten Betons der Zeitpunkt ermittelt wird, zu welchem der Erhärtungsvorgang des Betons so weit fortgeschritten ist, daß der Beton für die Benützung freigegeben werden kann.

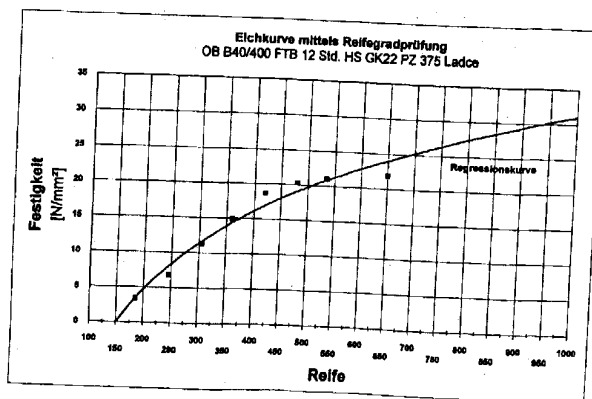


Fig. 9

AT 411 361 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Fahrbahnbeton von Verkehrsflächen, insbesondere im Zuge des Reparierens von bestehenden Verkehrsflächen. Ein solches Verfahren dient zum Überwachen (Prüfen) des Erhärtungsvorganges von Beton, wobei dieses Verfahren insbesondere dazu bestimmt ist festzustellen, wann Verkehrsflächen, deren Fahrbahnbeton hergestellt oder erneuert worden ist (Reparatur), für den Verkehr freigegeben werden kann. In diesem Zusammenhang ist es wünschenswert, die Verkehrsfläche möglichst frühzeitig für den Verkehr freigegeben zu können, ohne daß der frisch hergestellte Fahrbahnbeton beschädigt wird.

Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren zum Herstellen von Fahrbahnbeton von Verkehrsflächen, wobei auch das Reparieren von bestehenden Verkehrsflächen, also das Erneuern von Teilen des Fahrbahnbetons in Betracht gezogen ist.

Die Erfindung geht davon aus, daß die Verkehrsfreigabe von Verkehrsflächen nach dem Herstellen des Fahrbahnbetons erst möglich ist, wenn der Fahrbahnbeton eine Druckfestigkeit von wenigstens 50% der Endfestigkeit nach 28 Tagen erreicht hat. Aus Gründen der Sicherheit wird derzeit etwa ein bis drei Tage zugewartet, bis die Verkehrsfläche freigegeben werden kann, da erst dann sicher ist, daß die erwähnte Festigkeit des Betons erreicht worden ist.

Dabei ist zu beachten, daß das Bestimmen der Festigkeit von Beton anhand sogenannter Probewürfel mit einer Kantenlänge von 15 x 15 x 15 cm oder 20 x 20 x 20 cm für das Bestimmen der Reife des Betons (Bestimmen des Verlaufs der Festigkeitsentwicklung des Betons) mit der tatsächlichen Reifeentwicklung, beispielsweise an einer Verkehrsfläche, nicht reproduzierbar ist.

Zum Bestimmen der Reife von Beton ist auch das Bestimmen der gewichteten Reife des Betons mit Hilfe entsprechender Meßgeräte (Hersteller VERBOOM BETONTECHNIK) bekannt. Auf den Aufsatz "Gewichtete Reife des Betons" in: BETON 48/1988, Heft 11, Seiten 674-678, wird verwiesen. Insbesondere wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung die Bestimmung des sogenannten C-Wertes in Betracht gezogen. Die Bestimmung des C-Wertes basiert auf der Messung der Festigkeitsentwicklung eines Betons. Dabei werden ein Teil der Prüfkörper in einem Wasserbad bei 20°C und ein Teil der Prüfkörper bei 65°C gelagert. Zu unterschiedlichen Zeiten wird die Druckfestigkeit festgestellt, wie dies in dem erwähnten Aufsatz "Gewichtete Reife des Betons" u.a. beschrieben ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zum Bestimmen der Festigkeitsentwicklung (Reife) von Beton zur Verfügung zu stellen, indem die anhand von Prüfkörpern ermittelte Festigkeitsentwicklung auf die von Betonkörpern, z.B. Fahrbahnbeton von Verkehrsflächen, schlüssig übertragen werden kann.

Des weiteren liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zum Herstellen von Betonkörpern, insbesondere von Fahrbahnbeton von Verkehrsflächen, zur Verfügung zu stellen, bei dem die Verkehrsfreigabe möglichst frühzeitig möglich ist.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit den in den unabhängigen Verfahrensansprüchen genannten Merkmalen.

Bei dem Verfahren zum Bestimmen der Festigkeitsentwicklung von Beton wird im wesentlichen so vorgegangen, daß zunächst anhand von Würfeln, die, beispielsweise durch eine Styroporummantelung, an allen Flächen thermisch isoliert sind die Festigkeitsentwicklung durch Bestimmen der C-Werte ermittelt wird, und daß aus den so ermittelten der Entwicklung der Reife des Betons (Festigkeit des Betons) entsprechenden C-Werte eine Eichkurve erstellt wird. Die Maßnahme, die C-Werte anhand den Prüfkörpern (Würfel mit 15/15/15 cm Kantenlänge oder Würfel mit 20/20/20 cm Kantenlänge) in isolierten Formen gibt unmittelbar auf die Festigkeit von Beton in großen Feldern übertragbare Beziehungen zwischen Zeit und Festigkeit des Betons. Unter Festigkeit wird hier in erster Linie die Druckfestigkeit des Betons verstanden, der als Indikator für die Biegezugfestigkeit des Betons herangezogen werden kann.

Dadurch, daß bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der sogenannte C-Wert des Betons bestimmt wird - der C-Wert gibt die Reife des Betons an - ist es möglich, durch Bestimmen des C-Wertes an dem hergestellten Betonkörper, z.B. dem Fahrbahnbeton einer Verkehrsfläche, festzustellen, wann die für das Ausschalen des Betonkörpers bzw. die Freigabe eines Fahrbahnbetons einer Verkehrsfläche für den Verkehr erforderlichen Festigkeit des Betons erreicht wird. Von Vorteil ist dabei, daß das erfindungsgemäße Verfahren in einer Ausführungsform durch Bestimmen des C-Wertes die Festigkeitsentwicklung unabhängig von der Temperaturempfindlichkeit des im Beton verwendeten Zements reproduzierbare Werte für die Festigkeit des vor Ort eingebrachten

Betons ergibt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen von Betonkörpern, insbesondere des Fahrbahnbetons von Verkehrsflächen, wird ein werkseitig oder vor Ort gemischter Straßenbeton mit oder ohne Verzögerer und Beigabe von Fließmittel mit oder ohne Zugabe von Beschleuniger auf der Baustelle verwendet und durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Bestimmen der Festigkeit (Reife) festgestellt, wann die für die Verkehrsfreigabe erforderliche Festigkeit von 50% der Endfestigkeit nach 28 Tagen erreicht ist. So kann gewährleistet sein, daß die Verkehrsfläche noch weniger als 6, nach 6, nach 8, nach 10 bzw. nach 12 Stunden freigegeben werden kann. Dies ist erheblich kürzer als die bisher übliche Freigabe von Verkehrsfläche nach ein bis drei Tagen.

Beim Herstellen von Fahrbahnbeton für Verkehrsflächen kann im Rahmen der Erfindung wie folgt gearbeitet werden.

Schritt 1:

Anliefern der mit dem für das Erreichen des gewünschten Wasser-/Zementwertes erforderlichen Anmachwassers und mit der erforderlichen Menge an Verzögerer versetzten Betonmischung an die Baustelle.

Schritt 2:

Auf der Baustelle: Versetzen des angelieferten Betongemisches mit einem Fließmittel und mit einem Beschleuniger.

Schritt 3:

Durchmischen der so erhaltenen Betonmischung auf der Baustelle.

Schritt 4:

Aufbringen des so erhaltenen Straßenfließbetons, beispielsweise zum Reparieren von Fahrbahndecken (Fahrbahnbeton).

Die Überprüfung der Festigkeitsentwicklung, also der Reife von Beton, kann auch anhand der Bestimmung des Hydratationswärmeverlaufs erfolgen.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von Bestimmungen des Verlaufs der Reifeentwicklung und anhand der Ausführungsbeispiele.

Vorversuche

Vorab wurden Zementversuche mit Verzögerer und Beschleunigerkombinationen durchgeführt.

Die Auswertung der Hydratationswärmeverläufe sind in Fig. 1 in Form einer Kurve wiedergegeben. In dem Diagramm der Fig. 1 ist der Verlauf der sich durch die Hydratationswärme gegebenen Temperatur wiedergegeben. Diese wird wie folgt erläutert.

1 Temperaturmaximum

Die Höhe des Temperaturmaximums ist ein Maß für Reaktivität (Feinheit des Zementes). Auch der Zeitpunkt des Temperaturmaximums ist entscheidend, ein höher aufgemahlener Zement (CEM II / A-S 42.5 R WT 42 (PZ 375), CEM I 52,5 R (PZ 475) hat das Temperaturmaximum früher als ein wenig gemahlener (CEM II / A-S 42.5 N (DZ) (PZ 275 HDZ).

2 Fläche unter der Kurve

Die Fläche unter der Kurve ist ein Maß für die Reaktivität des Zementes. Aus dieser Fläche kann die Festigkeit des Zementes (Betons) bei entsprechender Kenntnis der Eigenschaften des Zementes abgeschätzt werden. Aus der Fläche und der Geometrie der Kurve kann auch die Festigkeitsentwicklung abgeschätzt werden. Je spitzer die Kuve ist, desto schneller ist die Festigkeitsentwicklung.

3 Zeitpunkt des Temperaturanstiegs

Der Zeitpunkt des Temperaturanstiegs ist wesentlich für unsere Untersuchungen, da daraus das Ende der Verarbeitbarkeit ersichtlich ist.

4 Anfangstemperatur

Die Anfangstemperatur zeigt die Reaktion des Zementes und des Zusatzmittelgemisches direkt nach Wasserzugabe. Bei Beschleuniger / Verzögererkombinationen zeigt sich eine sehr hohe Anfangstemperatur (Heftige Reaktion im Zementleim), die jedoch nach ein paar Minuten wieder "einschläft". Nach Ende dieser Phase beginnt der Beschleuniger zu wirken (Punkt 3) ist erreicht -> rasanter Temperaturanstieg (Wirkung des Beschleunigers setzt voll ein).

5 Festigkeitsentwicklung

Parallel zu der Thermokurve muß auch die Festigkeitsentwicklung festgestellt werden. Am besten würden sich hierfür die Thermowürfel eignen. Aus diesen Daten kann dann die Thermokurve geeicht werden und aus dem Temperaturverlauf die Festigkeit abgeschätzt werden.

Fig. 2 zeigt den Verlauf der Temperatur auf Grund der Hydratationswärme für unterschiedliche
5 Betonzusatzmittel-Kombinationen,

Fig. 3 zeigt den Hydratationswärmeverlauf bei einem Beschleunigerversuch mit verschiedenen Zementsorten,

Fig. 4 zeigt den Hydratationswärmeverlauf bei einem Verzögererversuch mit WZ 375 (Hersteller Ladce) und Beschleuniger,

10 Fig. 5 zeigt den Hydratationswärmeverlauf mit verschiedenen Verzögerergehalten und Beschleuniger,

Fig. 6 zeigt den Hydratationswärmeverlauf einer Zementmischung mit einem Fließmittel (Mapefluid X414),

15 Fig. 7 zeigt den Hydratationswärmeverlauf eines mit einem Polycarboxylat als Fließmittel und einem Langzeitverzögerer versetzten Betons und

die Fig. 8 bis 22 den Verlauf der Entwicklung der Festigkeit von in den Beispielen genannten Betonen.

20 Durch die in den Fig. 3 bis 7 in Diagrammform erhaltenen Versuchsergebnisse wurde festgestellt, daß ein Beschleuniger die Wirkung des Verzögerers aufhebt. Dies erlaubt es, mit dem Beton auch auf weiter entfernte Baustellen zu fahren (siehe Fig. 5).

Labor und Baustellenversuche

Nach diesen Vorversuchen wurden im Labor und auf der Baustelle Betonversuche durchgeführt.

25 Zunächst wurde der sogenannte C-Wert des Zements bestimmt. Mit diesem Wert wird erreicht, daß das zur Bestimmung des C-Wertes verwendete Gerät (Verboom Betonreifecomputer) unabhängig von der Temperaturempfindlichkeit des im Beton verwendeten Zements arbeitet.

Die Versuche bzw. Beispiele 1 bis 13 betreffen Folgendes:

1. Es wurden die Festigkeiten mit den Reifewerten in eine "Eichkurve eingetragen.
 2. Die Festigkeiten wurden in Abhängigkeit von den Würfelformen eingetragen. Man sieht,
30 daß die einzelnen Formen eine große Rolle bei frühfesten Betonen spielt. Die beiden in den Thermoformen erhärteten Betonwürfel entsprechen annähernd der Deckenfestigkeit.
 - 3.,4.,6. Verschiedene Varianten eines 12 Std. Betons mit und ohne Verzögerer in Verbindung mit Beschleuniger.
 - 5.,7.-10. Verschiedene Varianten eines 6 Std. Betons mit und ohne Verzögerer in Verbindung mit
35 Beschleuniger.
 11. Trockenmischung im Werk eines 6 Std. Betons, die Zusatzmittel und das Wasser wurden vor Ort beigegeben, dadurch erspart man sich die Verzögerung.
 - 12.,13. 6 Std. Beton mit Zusatzstoffen mit und ohne künstliche Luftporen.
- Im Einzelnen wurde bei den Versuchen bzw. Beispielen Folgendes ausgeführt.
- 40 1. 17.04 Bestimmung der Eichkurve mittels Festigkeitsverlauf und Reifegradverfahren.
 2. 27.04 OB 12 Std. Vergleich der einzelnen Würfelformen im Vergleich zu der Reife in der Betondecke.
 3. 14.05 OB 12 Std. Mit Verzögerer 0,5 M% bezogen auf Zementgewicht und Fließmittel + Beschleuniger auf der Baustelle.
 - 45 4. 14.05 OB 12 Std. mit Verzögerer 0,5 M% bezogen auf Zementgewicht + Fasern und Fließmittel + Beschleuniger auf der Baustelle.
 5. 06.06 OB 6 Std. ohne Verzögerer
 6. 06.06 OB 12 Std. ohne Verzögerer Fließmittel + Beschleuniger auf der Baustelle.
 7. 07.06 OB 6 Std. mit Verzögerer Fließmittel + Beschleuniger auf der Baustelle.
 - 50 8. 07.06 OB 6 Std. ohne Verzögerer Fließmittel + Beschleuniger auf der Baustelle.
 9. 20.06 OB 6 Std. mit Zementmischung mit Verzögerer Fließmittel + Beschleuniger auf der Baustelle.
 10. 20.06 OB 6 Std. mit Zementmischung mit Verzögerer mit Fasern Fließmittel + Beschleuniger auf der Baustelle.
 - 55 11. 04.07 OB 6 Std. mit PZ 475 Trockenmischung

- Wasser, Luftporenmittel, Fließmittel und Beschleuniger auf der Baustelle.
12. 18.07 OB 6 Std. mit Zementmischung mit einem Zusatzstoff (z.B. Silikafume), Luft, Verzögerer, Fließmittel und Beschleuniger auf der Baustelle.
13. 18.07 OB 6 Std. mit Zementmischung mit einem Zusatzstoff (z.B. Silikafume), ohne Luft, Verzögerer, Fließmittel und Beschleuniger auf der Baustelle.

5

In den nachstehend aufgeführten Beispielen werden folgende Abkürzungen verwendet:

	OB	= Oberbeton
	M%	= Masseprozent
	BST	= Baustelle
10	B400	= die gewünschte Festigkeit des Betons
	FTB	= Frost- und Tausalzbeständigkeit
	HS	= Hartsplitt
	PZ 375 Ladce	= Portlandzement 375 des Herstellers Ladce
	RKI 0/8	= Rundkorn mit einer Körnung von 0 bis 8 mm
15	EBK 11/22	= Edelbrechkorn mit einer Körnung von 11 bis 22 mm
	Luftporen	= Luftporenbildner
	FM	= Fließmittel
	FB	= Frischbeton
	LP-Topf	= Prüfgerät für die Bestimmung der künstlich eingebrachten Luft am Frischbeton, laut Norm
20	w/z-Wert	= Wasser-Zement-Wert
	20 er S	= Stahlform für einen Probewürfel mit 20 cm Kantenlänge
	15 er K	= Kunststoffform für einen Würfel mit 15 cm Kantenlänge
	W + B	= Prüfkörper Würfel/Balken

25

30

35

40

45

50

55

Beispiel 1 (Fig. 8, 9 und 10)

Festigkeitsverlauf + Eichkurvenbestimmung

5	Sorte:	OB B400 FTB 12 Std HS PZ 375 Ladce				Lab.Nr.:	F0417-1/01
	Datum:	17.04.01		Mischzeit	13.00	Uhr	
10		450	kg	PZ 375 Ladce	Baustelle	14.15	Uhr
			kg		eingemisch	14.30	Uhr
		738	kg	RK I 0/8	W+B	14.45	Uhr
		978	kg	EBK 11/22			
15		165,0	kg	Wasser		0,0	kg
		1,5	lt	Luftporen		0,0	kg
		0,0	lt	Verzögerer		0,0	kg
		0,0	kg	Beschleuniger		0,0	kg Fasern
20		6,0	lt	Fließmittel		0,0	kg
	FB-Einwaage	2.339		kg			
25	Temperatur	9,5	°Grad	Luft			
		16	°Grad	Betontemperatur			
	Ausbreitmaß			Frischbetongewicht			
30		ohne FM	mit FM	Würfel FB-Gewicht	2348 kg/m ³		
	cm	31	47	LP-Topf FB-Gewicht	2313 kg/m ³		
	w/z-Wert						
35	tatsächl. PZ	445	kg	tatsächl. Wassergeh.	172 lt		
	w/z Wert	0,39		Luftporen	5,8 %		
	Festigkeit:	S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo					
40		Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²
		Freien		Freien		Thermo	
45							
50		Würfel	Würfel	Würfel	Würfel		
	Reife-Nr.:	1	4	2	3		
	wie	15 er	15 er	20 er	20 er		

Fig. 10 zeigt den Festigkeitsverlauf für einen Beton mit der Zusammensetzung lt. Beispiel 1, jedoch nicht 20,0 kg Beschleuniger.

Beispiel 2 (Fig. 11)

Festigkeitsverlauf

5 rte: **OB B400 FTB 12 Std HS PZ 375 Ladce** Lab.Nr.: **F0427-1/01**

um: **27.04.01** Mischzeit **11.45** Uhr

10 **450** kg PZ 375 Ladce Baustelle **11.45** Uhr
 kg eingemisch **12.00** Uhr
 728 kg RK I 0/8 W+B **12.00** Uhr
 950 kg EBK 11/22

15 **170,0** kg Wasser **0,0** kg
 1,5 lt Luftporen **0,0** kg
 1,0 lt Verzögerer **0,0** kg

20 **0,0** kg Beschleuniger **0,0** kg Fasern
 5,0 lt Fließmittel **0,0** kg

FB-Einwaage **2.306** kg

25 Temperatur **22** °Grad Luft
 28 °Grad Betontemperatur

sbreitmaß Frischbetongewicht

30 ohne FM mit FM Würfel FB-Gewicht **2312** kg/m³
 cm **48** LP-Topf FB-Gewicht **2298** kg/m³

z-Wert

35 tatsächl.PZ **449** kg tatsächl.Wassergeh. **175** lt
 z Wert **0,39** Luftporen **5,0** %

40 tigkeit: S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo

Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²
Freien		Kiste		Thermo	
20 er S		15 er K			

50 Reife-Nr.: Luft Decke Würfel Würfel

Reife-Nr.:	1	2		
wie				

55

Beispiel 3 (Fig. 12)

Festigkeitsverlauf

5	rte:	OB B400 FTB 12 Std HS PZ 375 Ladce Verzögerer und Beschleuniger		Lab.Nr.:	F0514-1/01
10	um:	14.05.01	Mischzeit	08.00	Uhr
		450 kg	PZ 375 Ladce	Baustelle	08.30 Uhr
		kg		eingemisch	08.45 Uhr
		702 kg	RK I 0/8	W+B	09.00 Uhr
15		935 kg	EBK 11/22		
		170,0 kg	Wasser	0,0	kg
		1,5 lt	Luftporen	0,0	kg
		2,0 lt	Verzögerer	0,0	kg
20		25,0 kg	Beschleuniger	0,0	kg Fasern
		9,0 lt	Fließmittel	0,0	kg
	FB-Einwaage	2.295 kg			
25	temperatur	22	°Grad	Luft	
		22	°Grad	Betontemperatur	
	sbreitmaß			Frischbetongewicht	
30		ohne FM	mit FM	Würfel FB-Gewicht	2322 kg/m ³
	cm		49	LP-Topf FB-Gewicht	2301 kg/m ³
	z-Wert				
35	atsächl.PZ	451	kg	tatsächl.Wassergeh.	182 lt
	z Wert	0,40		Luftporen	5,0 %
40	tigkeit:	S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo			
		Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²
45		Freien		Freien	
50					
		Würfel	Decke	Würfel	Würfel
	Reife-Nr.:				
55	wie				

Beispiel 4 (Fig. 13)

Festigkeitsverlauf

5 rte: **OB B400 FTB 12 Std HS PZ 375 Ladce** Lab.Nr.: **F0514-2/01**
 mit Faser, Verzögerer und Beschleuniger

um: **14.05.01** Mischzeit **09.15** Uhr
 10 **450** kg PZ 375 Ladce Baustelle **09.45** Uhr
 kg eingemisch **10.00** Uhr
 703 kg RK I 0/8 W+B **10.15** Uhr
 15 **936** kg EBK 11/22
 170,0 kg Wasser **0,0** kg
 1,5 lt Luftporen **0,0** kg
 2,0 lt Verzögerer **0,0** kg
 20 **25,0** kg Beschleuniger **1,0** kg Fasern
 8,0 lt Fließmittel **0,0** kg

FB-Einwaage **2.297** kg

25 temperatur **22** °Grad Luft
 22 °Grad Betontemperatur

sbreitmaß Frischbetongewicht

30 ohne FM mit FM Würfel FB-Gewicht **2312** kg/m³
 cm **50** LP-Topf FB-Gewicht **2298** kg/m³

z-Wert

35 tatsächl.PZ **450** kg tatsächl.Wassergeh. **185** lt
 z Wert **0,41** Luftporen **5,1** %

40 tigkeit: S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo

Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²

	Würfel	Decke	Würfel	Würfel
Reife-Nr.:				
wie				

Beispiel 5 (Fig. 14)

Festigkeitsverlauf					
5	rte:	OB B400 FTB 6 Std HS PZ 375 Ladce			Lab.Nr.: F0606-1/01
	um:	06.06.01		Mischzeit	13.00
10		500 kg	PZ 375 Ladce	Baustelle	14.15
				eingemisch	14.30
		699 kg	RK I 0/8	W+B	14.45
15		915 kg	EBK 11/22		
		175,0 kg	Wasser		0,0
		1,9 lt	Luftporen		0,0
		0,0 lt	Verzögerer		0,0
20		0,0 kg	Beschleuniger		0,0
		9,0 lt	Fließmittel		0,0
		FB-Einwaage		2.300 kg	
25	temperatur	27	°Grad	Luft	
		26	°Grad	Betontemperatur	
	sbreitmaß			Frischbetongewicht	
30		ohne FM	mit FM	Würfel FB-Gewicht	2322 kg/m ³
	cm		49	LP-Topf FB-Gewicht	2301 kg/m ³
	z-Wert				
35	tsächl.PZ	500	kg	tatsächl.Wassergeh.	197
	z Wert	0,39		Luftporen	4,9
40	igkeit:	S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo			
		Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²
45		Freien		Freien	
				Thermo	
50					
55		Reife-Nr.:		Würfel	
		wie		Würfel	

Beispiel 6 (Fig. 15)

Festigkeitsverlauf

5 rte: **OB B400 FTB 12 Std HS PZ 375 Ladce** Lab.Nr.: **F0606-2/01**
 mit Beschleuniger, ohne Verzögerer

10 um: **06.06.01** Mischzeit **08.30** Uhr
 450 kg PZ 375 Ladce Baustelle **09.00** Uhr
 kg eingemisch **09.15** Uhr
 703 kg RK I 0/8 W+B **09.30** Uhr
 936 kg EBK 11/22
 170,0 kg Wasser **0,0** kg
 1,5 lt Luftporen **0,0** kg
 0,0 lt Verzögerer **0,0** kg
 25,0 kg Beschleuniger **0,0** kg Fasern
 7,0 lt Fließmittel **0,0** kg

FB-Einwaage **2.293** kg

25 temperatur **24** °Grad Luft
 23 °Grad Betontemperatur

30 sbreitmaß Frischbetongewicht

ohne FM mit FM Würfel FB-Gewicht **2318** kg/m³
 cm **51** LP-Topf FB-Gewicht **2290** kg/m³

z-Wert

35 tsächl.PZ **450** kg tsächl.Wassergeh. **181** lt
 z Wert **0,40** Luftporen **5,1** %

40 igkeit: S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo

Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²

	Würfel	Decke	Würfel	Würfel
Reife-Nr.:				
wie				

5 rte:

10 um:

15

20

25

30

35

40

45

50

55

**OB B400 FTB 6 Std HS PZ 375 Ladce
mit Beschleuniger und Verzögerer**

07.06.01

500 kg PZ 375 Ladce

685 kg RK I 0/8

903 kg EBK 11/22

185,0 kg Wasser

1,9 lt Luftporen

2,0 lt Verzögerer

25,0 kg Beschleuniger

10,0 lt Fließmittel

Mischzeit 07.00 Uhr

Baustelle 08.00 Uhr

eingemisch 08.30 Uhr

W+B 08.45 Uhr

	0,0	kg			
	0,0	kg			
	0,0	kg			
	0,0	kg			
	0,0	kg			Fasern

FB-Einwaage

temperatur 23 °Grad Luft

 22 °Grad Betontemperatur

sbreitmaß

2.312 kg

Frishbetongewicht

ohne FM mit FM

cm 51

Würfel FB-Gewicht 2329 kg/m³

LP-Topf FB-Gewicht 2307 kg/m³

z-Wert

täschl.PZ 499 kg

z Wert 0,40

tatsächl.Wassergeh. 200 lt

Luftporen 4,8 %

igkeit: S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo

Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²
Freien		Freien		Thermo	

	Würfel	Decke	Würfel	Würfel
Reife-Nr.:				
wie				

Lab.Nr.: **F0607-1/01**

Beispiel 8 (Fig. 17)

Festigkeitsverlauf

5 re: **OB B400 FTB 6 Std HS PZ 375 Ladce** Lab.Nr.: **F0607-2/01**
 ohne Verzögerer, mit Beschleuniger

10 um: **07.06.01** Mischzeit **10.00** Uhr
 500 kg PZ 375 Ladce Baustelle **10.30** Uhr
 kg eingemisch **10.45** Uhr
 685 kg RK I 0/8 W+B **11.00** Uhr
 905 kg EBK 11/22
 183,0 kg Wasser **0,0** kg
 1,9 lt Luftporen **0,0** kg
 0,0 lt Verzögerer **0,0** kg
 25,0 kg Beschleuniger **0,0** kg Fasern
 10,0 lt Fließmittel **0,0** kg

FB-Einwaage **2.310** kg

25 emperatur **26** °Grad Luft
 25 °Grad Betontemperatur

sbreitmaß Frischbetongewicht

30 ohne FM mit FM Würfel FB-Gewicht **2325** kg/m³
 cm **52** LP-Topf FB-Gewicht **2305** kg/m³

z-Wert

35 tsächl.PZ **499** kg tatsächl.Wassergeh. **199** lt
 z Wert **0,40** Luftporen **5,2** %

40 igkeit: S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo

Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²
Freien		Freien		Thermo	

	Würfel	Decke	Würfel	Würfel
Reife-Nr.:				
wie				

Beispiel 9 (Fig. 18)

Festigkeitsverlauf

5 rte: **OB B400 FTB 6 Std HS PZ 375/475
mit Verzögerer, mit Beschleuniger** Lab.Nr.: **F0620-1/01**

um: **20.06.01** Mischzeit **08.00** Uhr

10 **300** kg PZ 375 Baustelle **08.30** Uhr
200 kg PZ 475 eingemisch **08.30** Uhr
685 kg RK I 0/8 W+B **08.45** Uhr

15 **905** kg EBK 11/22
190,0 kg Wasser **0,0** kg
2,0 lt Luftporen **0,0** kg
2,0 lt Verzögerer **0,0** kg
20 **20,0** kg Beschleuniger **0,0** kg Fasern
10,0 lt Fließmittel **0,0** kg

FB-Einwaage **2.314** kg

25 temperatur **23** °Grad Luft
24 °Grad Betontemperatur

sbreitmaß Frischbetongewicht

30 ohne FM mit FM Würfel FB-Gewicht **2330** kg/m³
cm **51** LP-Topf FB-Gewicht **2312** kg/m³

z-Wert

35 tsächl.PZ **500** kg tsächl.Wassergeh. **202** lt
z Wert **0,40** Luftporen **5,0** %

40 igkeit: S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo

Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²
Freien		Freien		Thermo	

50

	Würfel	Decke	Würfel	Würfel
Reife-Nr.:				
wie				

55

Beispiel 10 (Fig. 19)

Festigkeitsverlauf

5	re:	OB B400 FTB 12 Std HS PZ 375 Ladce mit Beschleuniger, ohne Verzögerer		Lab.Nr.:	F0606-2/01
10	um:	06.06.01	Mischzeit	08.30	Uhr
		450 kg	PZ 375 Ladce	Baustelle	09.00 Uhr
		kg		eingemisch	09.15 Uhr
		703 kg	RK I 0/8	W+B	09.30 Uhr
15		936 kg	EBK 11/22		
		170,0 kg	Wasser	0,0	kg
		1,5 lt	Luftporen	0,0	kg
		0,0 lt	Verzögerer	0,0	kg
20		25,0 kg	Beschleuniger	0,0	kg Fasern
		7,0 lt	Fließmittel	0,0	kg
	FB-Einwaage	2.293 kg			
25	temperatur	24 °Grad	Luft		
		23 °Grad	Betontemperatur		
	sbreitmaß		Frishbetongewicht		
30		ohne FM	mit FM	Würfel FB-Gewicht	2318 kg/m ³
	cm		51	LP-Topf FB-Gewicht	2290 kg/m ³
	z-Wert				
35	tächl.PZ	450 kg	tächl.Wassergeh.	181	lt
	z Wert	0,40	Luftporen	5,1	%
40	igkeit:	S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo			
		Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²
45					
50					
		Würfel	Decke	Würfel	Würfel
	Reife-Nr.:				
55	wie				

Beispiel 11 (Fig. 20)

Festigkeitsverlauf

5 rte: **OB B400 FTB 6 Std HS PZ 475 trocken** Lab.Nr.: **F0704-1/01**
Wasser, Fließmittel und Beschleuniger auf Bst.

um: **04.07.01** Mischzeit **08.00** Uhr

10

	kg	PZ 375	Baustelle	09.00	Uhr
500	kg	PZ 475	eingemisch	09.30	Uhr
685	kg	RK I 0/8	W+B	09.45	Uhr

15

905	kg	EBK 11/22			
195,0	kg	Wasser		0,0	kg
2,4	lt	Luftporen		0,0	kg
0,0	lt	Verzögerer		0,0	kg

20

20,0	kg	Beschleuniger		0,0	kg	Fasern
8,0	lt	Fließmittel		0,0	kg	

FB-Einwaage **2.315 kg**

25 temperatur **24** °Grad Luft
 21 °Grad Betontemperatur

sbreitmaß Frischbetongewicht

30

	ohne FM	mit FM	Würfel FB-Gewicht	2322 kg/m ³
cm		48	LP-Topf FB-Gewicht	2312 kg/m ³

z-Wert

35 tsächl.PZ **499** kg tatsächl.Wassergeh. **200** lt

z Wert **0,40** Luftporen **4,9** %

40 igkeit: S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo

Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²
Freien		Freien		Thermo	

50

	Würfel	Decke	Würfel	Würfel
Reife-Nr.:				
wie				

55

Beispiel 12 (Fig. 21)

Festigkeitsverlauf

5 rte: **OB B400 FTB 6 Std HS PZ 375/475** Lab.Nr.: **F0718-1/01**
 mit Silikafume, Luft, Verzögerer und Beschleuniger

um: **18.07.01** Mischzeit **08.30** Uhr

10 **250** kg PZ 375 Ladce Baustelle **09.30** Uhr
 250 kg PZ 475 eingemisch **09.45** Uhr
 678 kg RK I 0/8 W+B **10.00** Uhr

15 **897** kg EBK 11/22

175,0 kg Wasser **0,0** kg
 2,0 lt Luftporen **0,0** kg
 2,0 lt Verzögerer **25,0** kg Microsilica
 20 **25,0** kg Beschleuniger **0,0** kg Fasern
 9,0 lt Fließmittel **0,0** kg

FB-Einwaage **2.313** kg

25 temperatur **25** °Grad Luft
 25 °Grad Betontemperatur

sbreitmaß Frischbetongewicht

30 ohne FM mit FM Würfel FB-Gewicht **2325** kg/m³
 cm **51** LP-Topf FB-Gewicht **2315** kg/m³

z-Wert

35 tsächl.PZ **500** kg tsächl.Wassergeh. **202** lt
 z Wert **0,40** Luftporen **5,2** %

40 igkeit: S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo

Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²
Freien		Freien		Thermo	

45

	Würfel	Decke	Würfel	Würfel
Reife-Nr.:				
wie				

50

55

Beispiel 13 (Fig. 22)

Festigkeitsverlauf

5	re:	OB B400 FTB 6 Std HS PZ 375/475 mit Silikafume, Verzögerer und Beschleuniger				Lab.Nr.:	F0718-2/01
10	um:	18.07.01		Mischzeit	11.00	Uhr	
		250	kg	PZ 375 Ladce	Baustelle	12.00	Uhr
		250	kg	PZ 475	eingemisch	12.15	Uhr
		684	kg	RK I 0/8	W+B	12.30	Uhr
15		908	kg	EBK 11/22			
		170,0	kg	Wasser		0,0	kg
		0,0	lt	Luftporen		0,0	kg
		2,0	lt	Verzögerer		35,0	kg
20		25,0	kg	Beschleuniger		0,0	kg
		9,0	lt	Fließmittel		0,0	kg
		FB-Einwaage		2.333		kg	
25	emperatur	27	°Grad	Luft			
		26	°Grad	Betontemperatur			
	sbreitmaß			Frischbetongewicht			
30		ohne FM	mit FM	Würfel FB-Gewicht	2340	kg/m ³	
	cm		50	LP-Topf FB-Gewicht	2328	kg/m ³	
	z-Wert						
35	tsächl.PZ	499	kg	tatsächl.Wassergeh.	200	lt	
	z Wert	0,40		Luftporen	5,2	%	
40	igkeit:	S=Stahl, K=Kunststoff, T=Thermo					
		Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²	Std	Festigkeit N/mm ²
45		Freien		Freien		Thermo	
50							
55							

Zusammenfassend kann ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wie folgt dargestellt werden:

Beim Herstellen von Fahrbahnbeton, insbesondere beim Reparieren von bestehenden Verkehrsflächen, wird der Beton werksseitig oder vor Ort gemischt und mit oder ohne Zugabe von Verzögerer, jedoch mit Beigabe von Fließmittel, mit oder ohne Zugabe von Beschleuniger verwendet. Durch Überwachen (Prüfen) des Erhärtungsvorganges von Beton, an Hand der gewichteten Reife des Betons wird festgestellt, wann die für die Verkehrsfreigabe erforderliche Festigkeit, beispielsweise eine Festigkeit von 50% der Endfestigkeit nach 28 Tagen, z.B. 20 N/mm², erreicht ist.

Die Festigkeit des Betons wird mittels einer Eichkurve ermittelt, in der die gewichtete Reife gegen die Druckfestigkeit eines Prüfkörpers aufgetragen ist, indem aus der vor Ort ermittelten, gewichteten Reife des eingebrachten Betons der Zeitpunkt ermittelt wird, zu welchem der Erhärtungsvorgang des Betons so weit fortgeschritten ist, daß der Beton für die Benützung freigegeben werden kann.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum Herstellen von Fahrbahnbeton von Verkehrsflächen, insbesondere im Zuge des Reparierens von bestehenden Verkehrsflächen, dadurch gekennzeichnet, daß der Straßenbeton werksseitig oder vor Ort gemischt wird, daß der Straßenbeton mit oder ohne Zugabe von Verzögerer, jedoch mit Beigabe von Fließmittel, mit oder ohne Zugabe von Beschleuniger verwendet wird, daß zum Überwachen (Prüfen) des Erhärtungsvorganges des Straßenbetons die gewichtete Reife, insbesondere der C-Wert, des Straßenbetons anhand von Prüfkörpern (Würfeln), die in einer thermisch isolierten Form enthalten sind, ermittelt wird, daß anhand der an den Prüfkörpern ermittelten, gewichteten Reife eine Eichkurve, in der die gewichtete Reife gegen die Würfeldruckfestigkeit aufgetragen ist, erstellt wird, daß vor Ort die gewichtete Reife des eingebrachten Straßenbetons ermittelt wird, und daß unter Verwendung der Eichkurve der Zeitpunkt ermittelt wird, zu welchem der Erhärtungsvorgang des Straßenbetons so weit fortgeschritten ist, daß die für die Verkehrsfreigabe erforderliche Festigkeit, beispielsweise eine Festigkeit von 50% der Endfestigkeit nach 28 Tagen, z.B. 20 N/mm², erreicht ist.
2. Verfahren zum Herstellen von Fahrbahnbeton für Verkehrsflächen, gekennzeichnet durch folgende Schritte
 - Anliefern der gegebenenfalls mit Anmachwasser entsprechend dem gewünschten Wasser/Zement-Wert und mit Verzögerer versetzten Betonmischung an die Baustelle,
 - Versetzen des angelieferten Betongemisches auf der Baustelle mit einem Fließmittel und gegebenenfalls mit einem Beschleuniger,
 - Durchmischen der so erhaltenen Betonmischung auf der Baustelle,
 - Aufbringen des so erhaltenen Straßenfließbetons auf der Baustelle, beispielsweise zum Reparieren von Verkehrsflächen, z.B. von Fahrbahndecken.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Betonmischung mit Anmachwasser und Verzögerer versetzt an die Baustelle geliefert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Betonmischung ohne Anmachwasser und ohne Verzögerer an die Baustelle geliefert wird, und daß die angelieferte Betonmischung auf der Baustelle mit Anmachwasser versetzt und gemischt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Betonmischung mit Anmachwasser, Verzögerer und Zusatzstoffen, z.B. Silcafume, versetzt an die Baustelle geliefert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Betonmischung mit Zusatzstoffen, z.B. Silcafume, aber ohne Anmachwasser und ohne Verzögerer an die Baustelle geliefert wird, und daß die angelieferte Betonmischung auf der Baustelle mit Anmachwasser versetzt und gemischt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Beton-

mischung mit Beschleuniger versetzt und gemischt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ohne Beschleuniger gemischt wird.

5

HIEZU 16 BLATT ZEICHNUNGEN

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

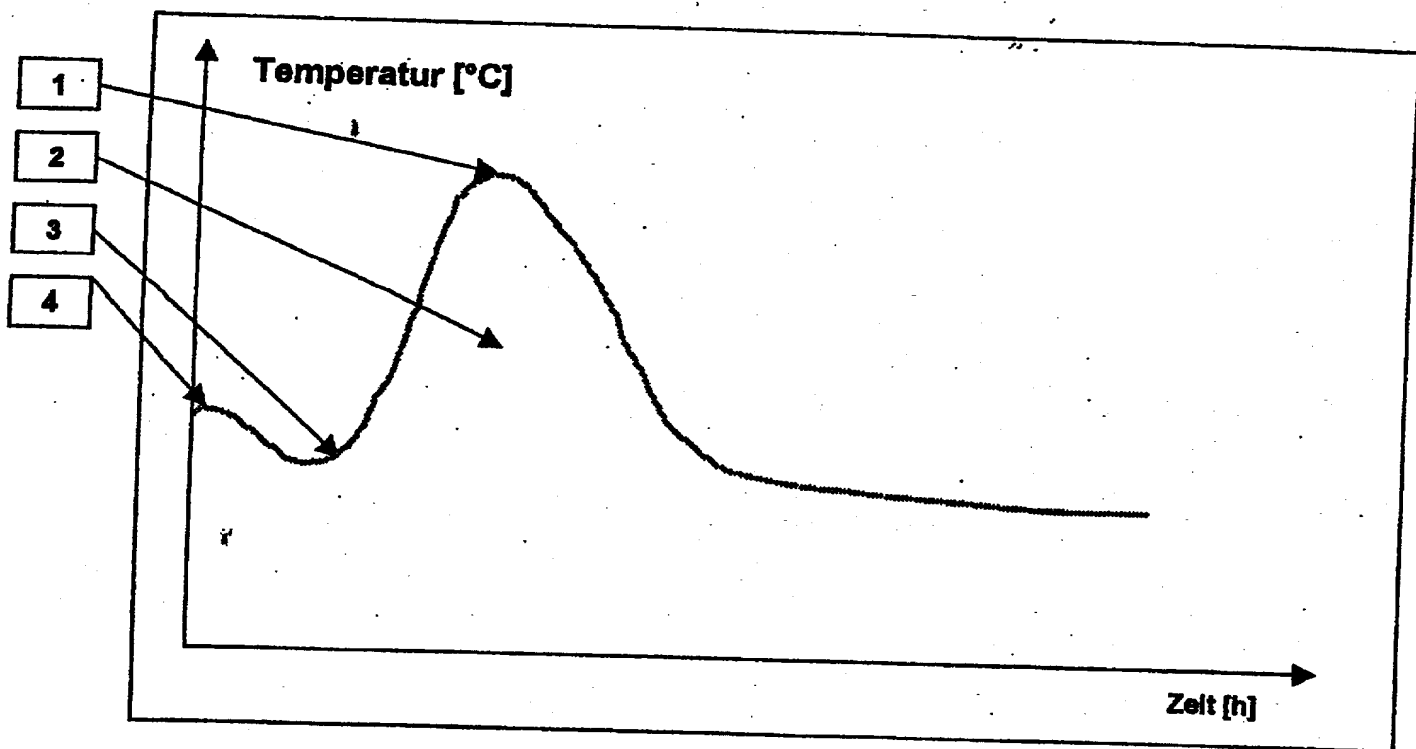


Fig. 1

Hydratationswärmeverläufe für unterschiedliche Zusatzmittelkombinationen

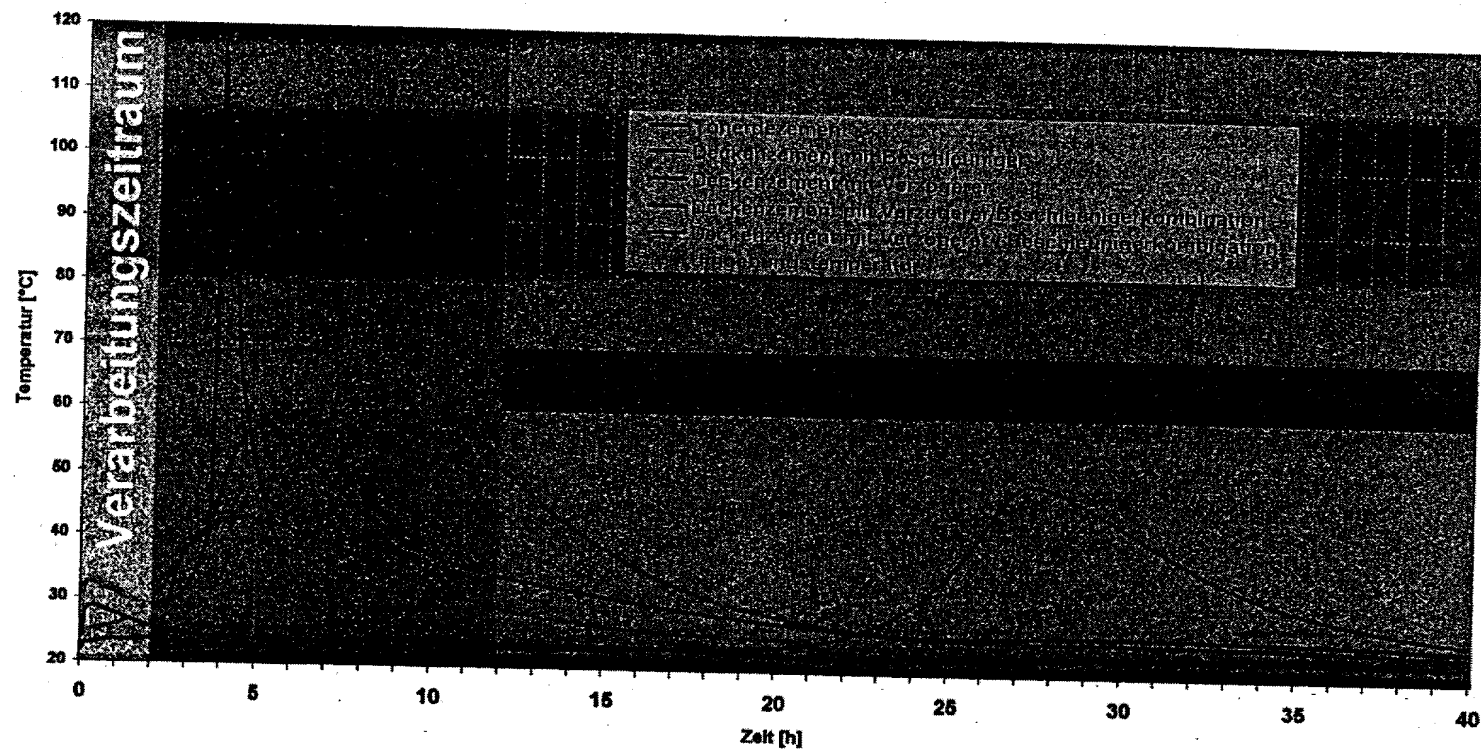


Fig. 2

Beschleunigerversuche

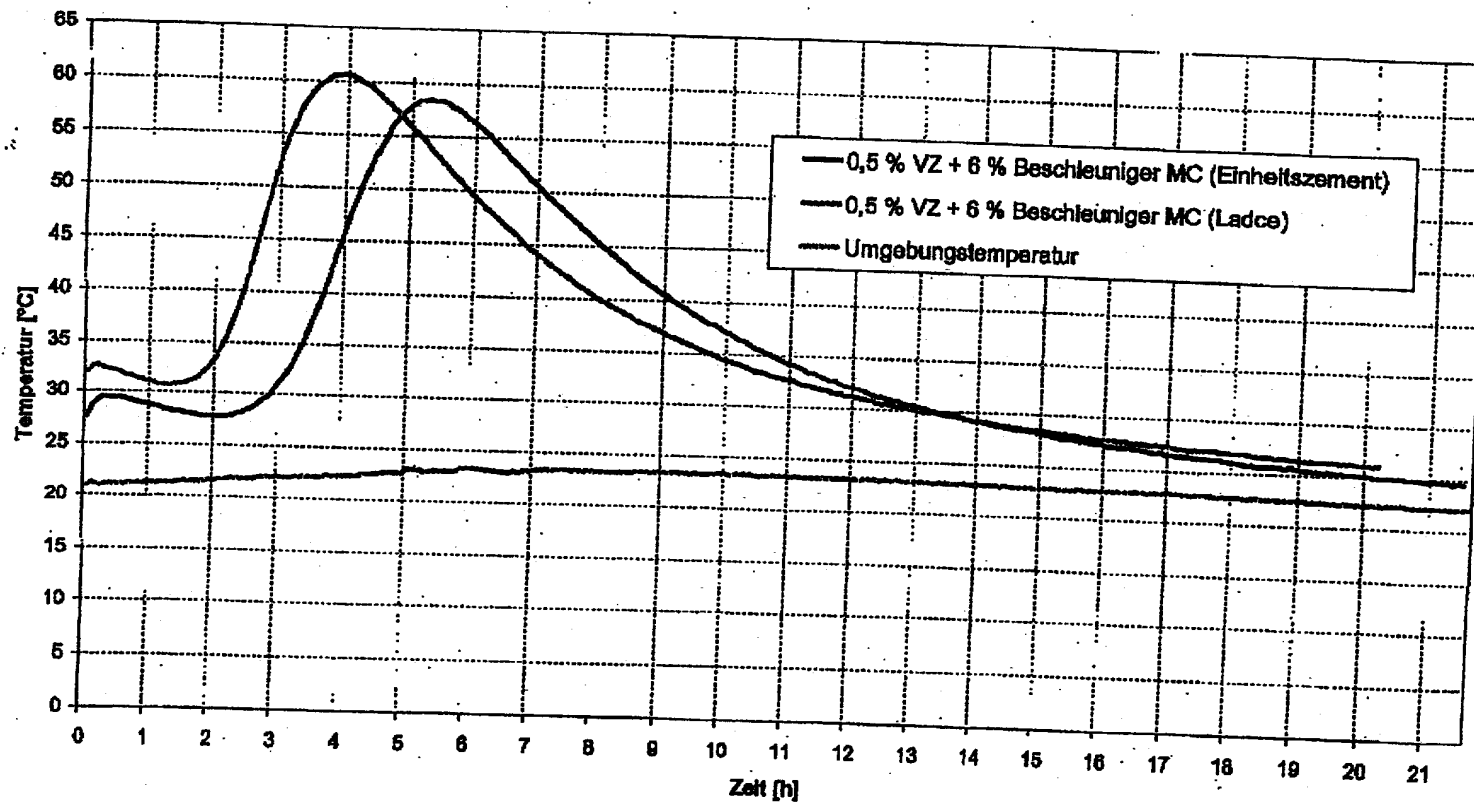


Fig. 3

Verzögererversuche

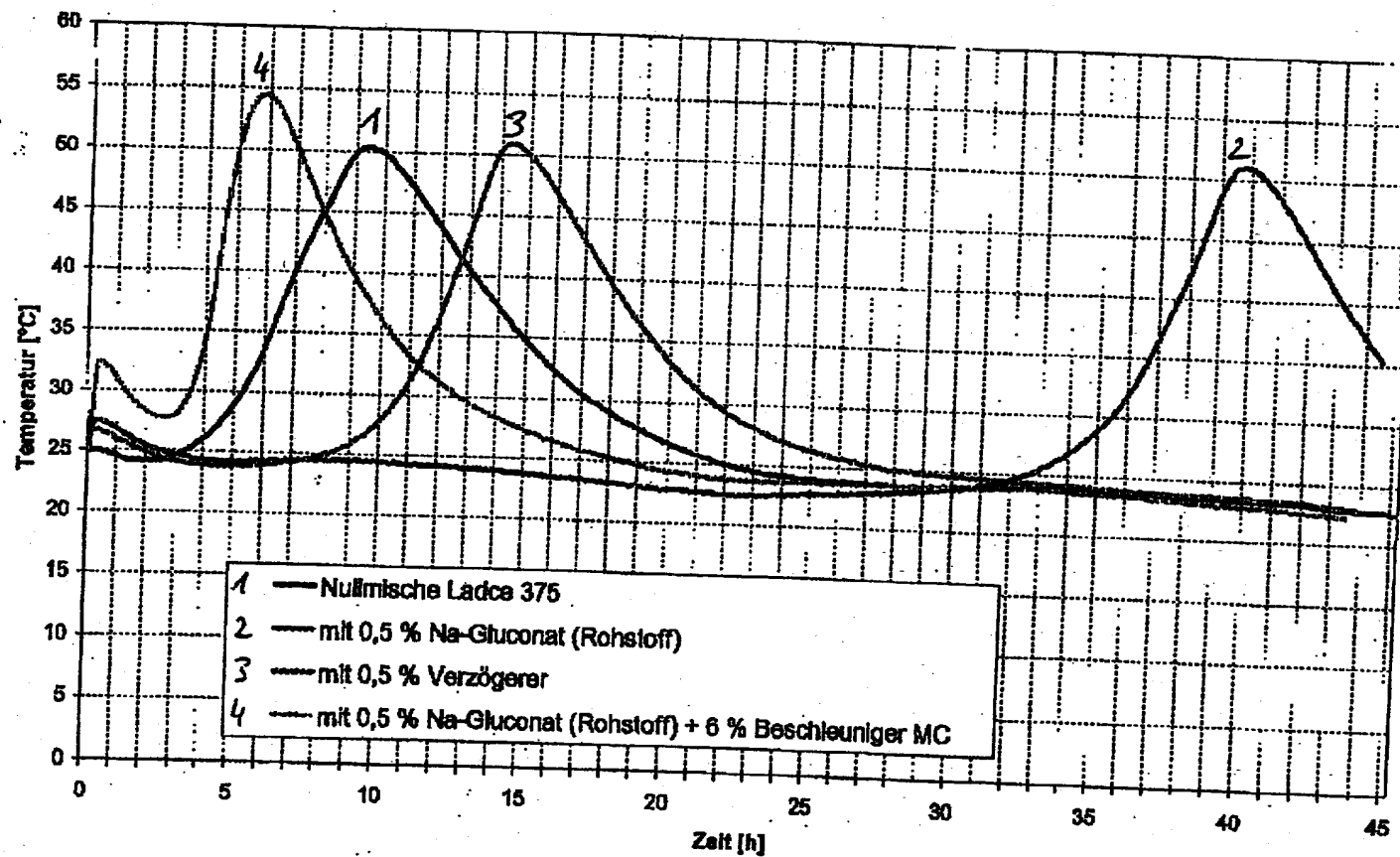


Fig. 4

Verzöger- / Beschleunigerversuche

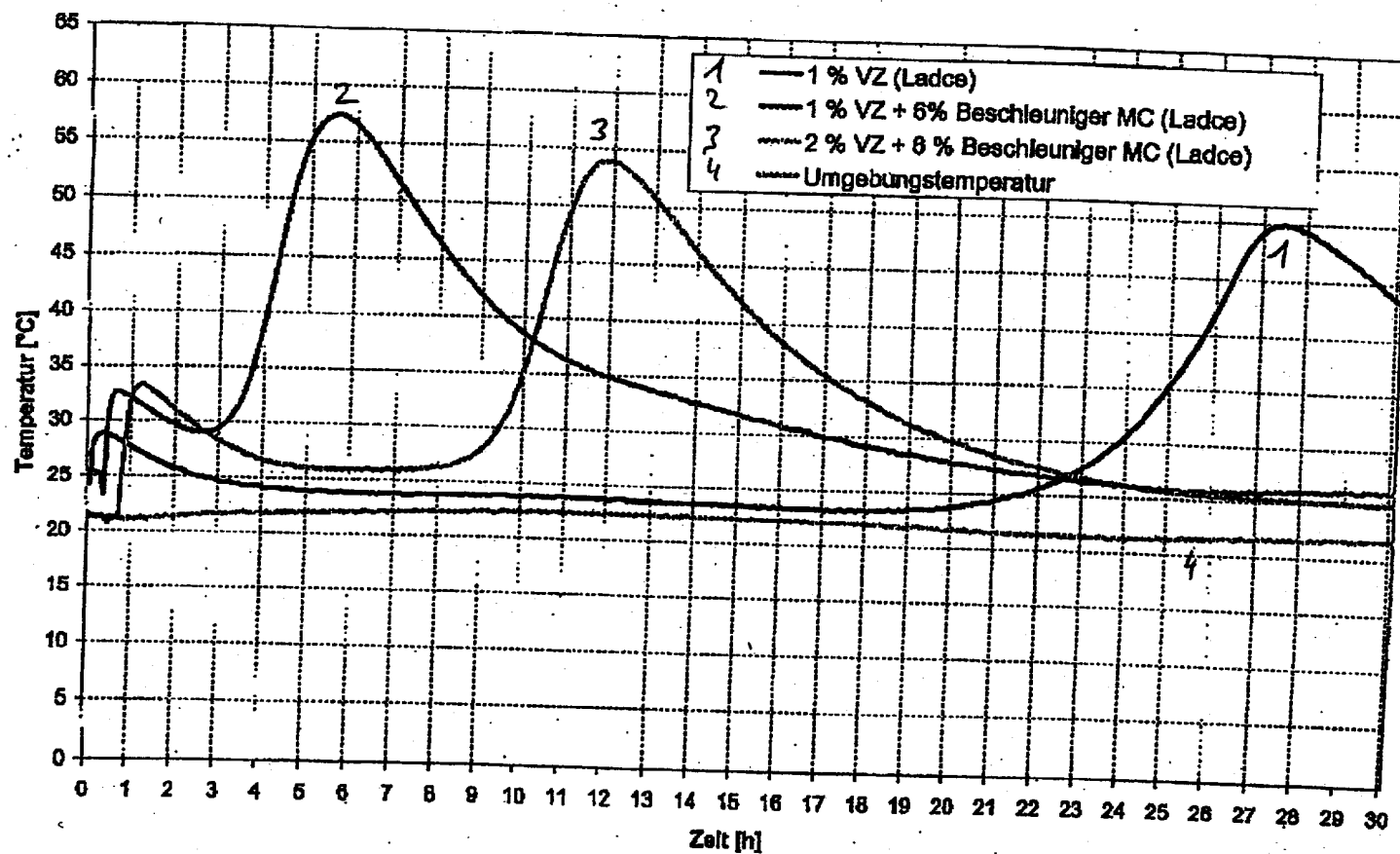


Fig. 5

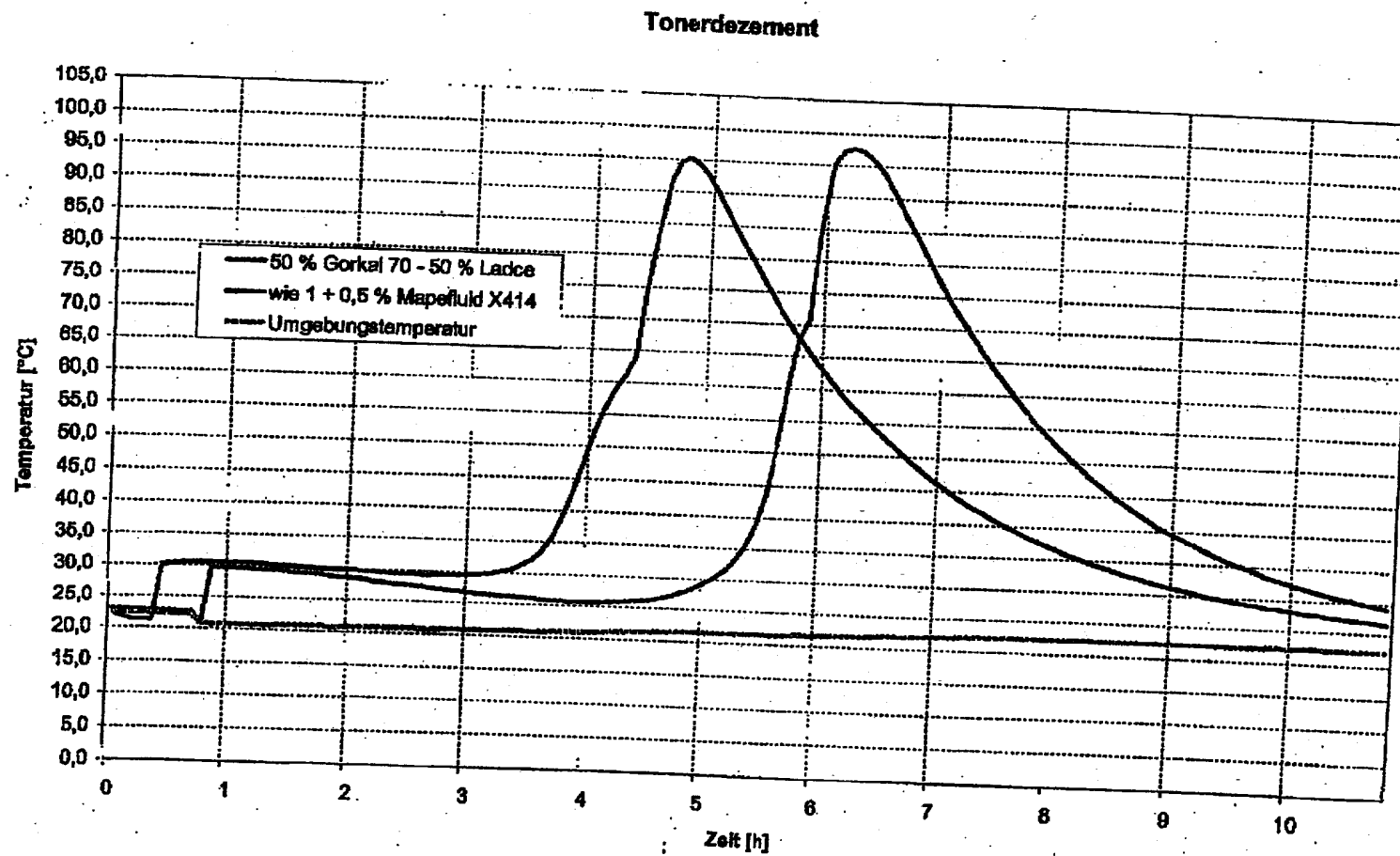


Fig. 6

Polycarboxylatversuche

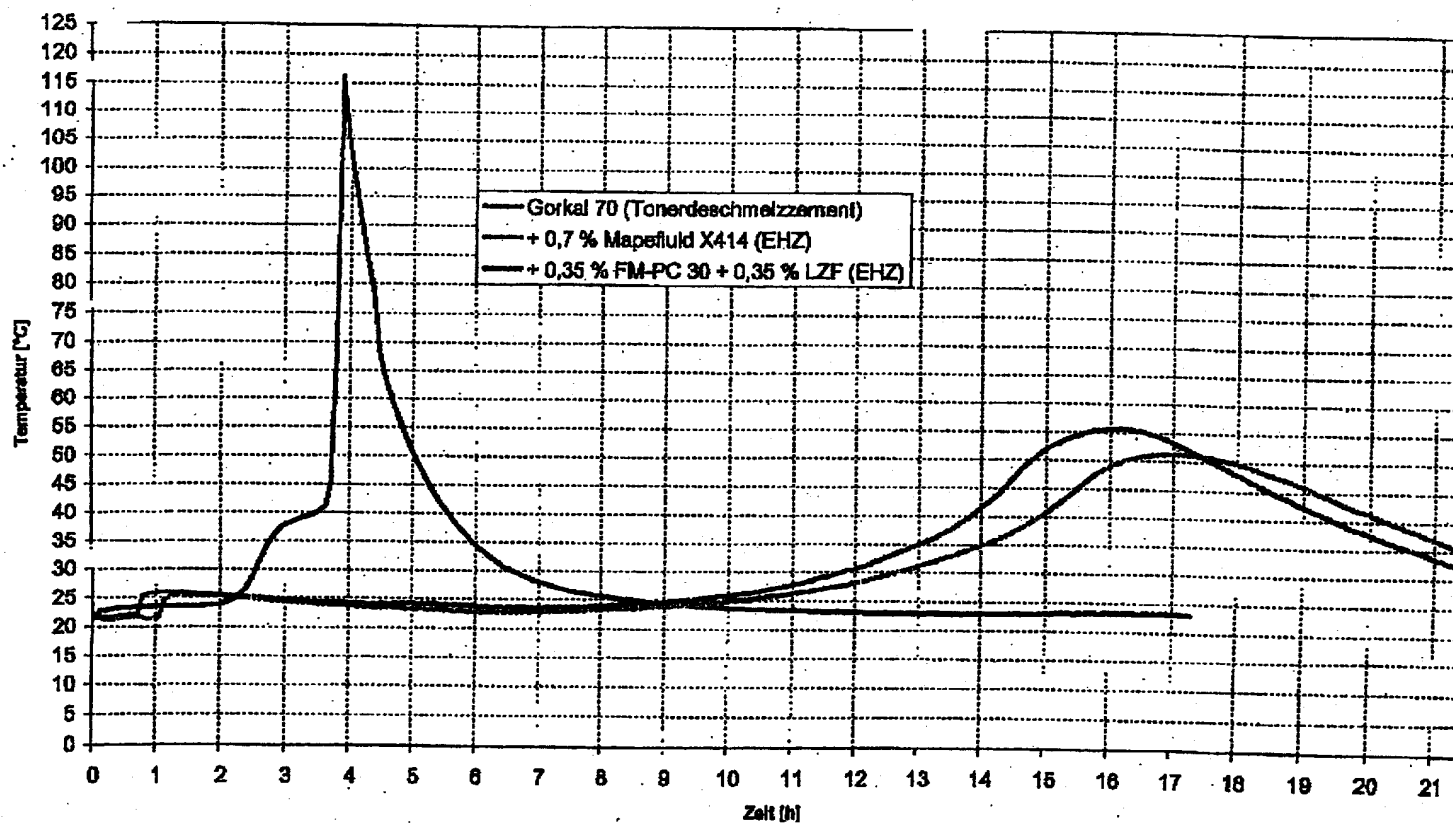
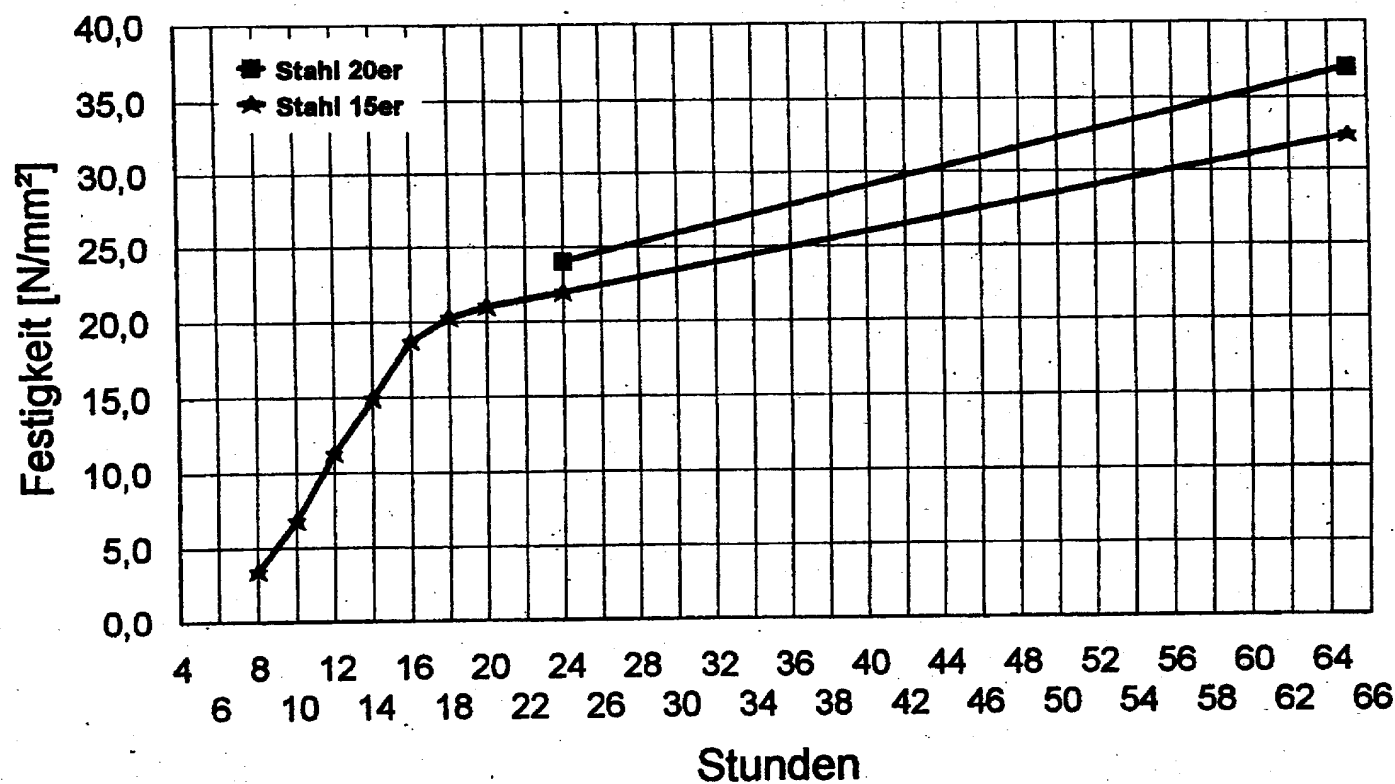


Fig. 7

Fig. 8

Festigkeitsverlauf + Eichkurvenbestimmung



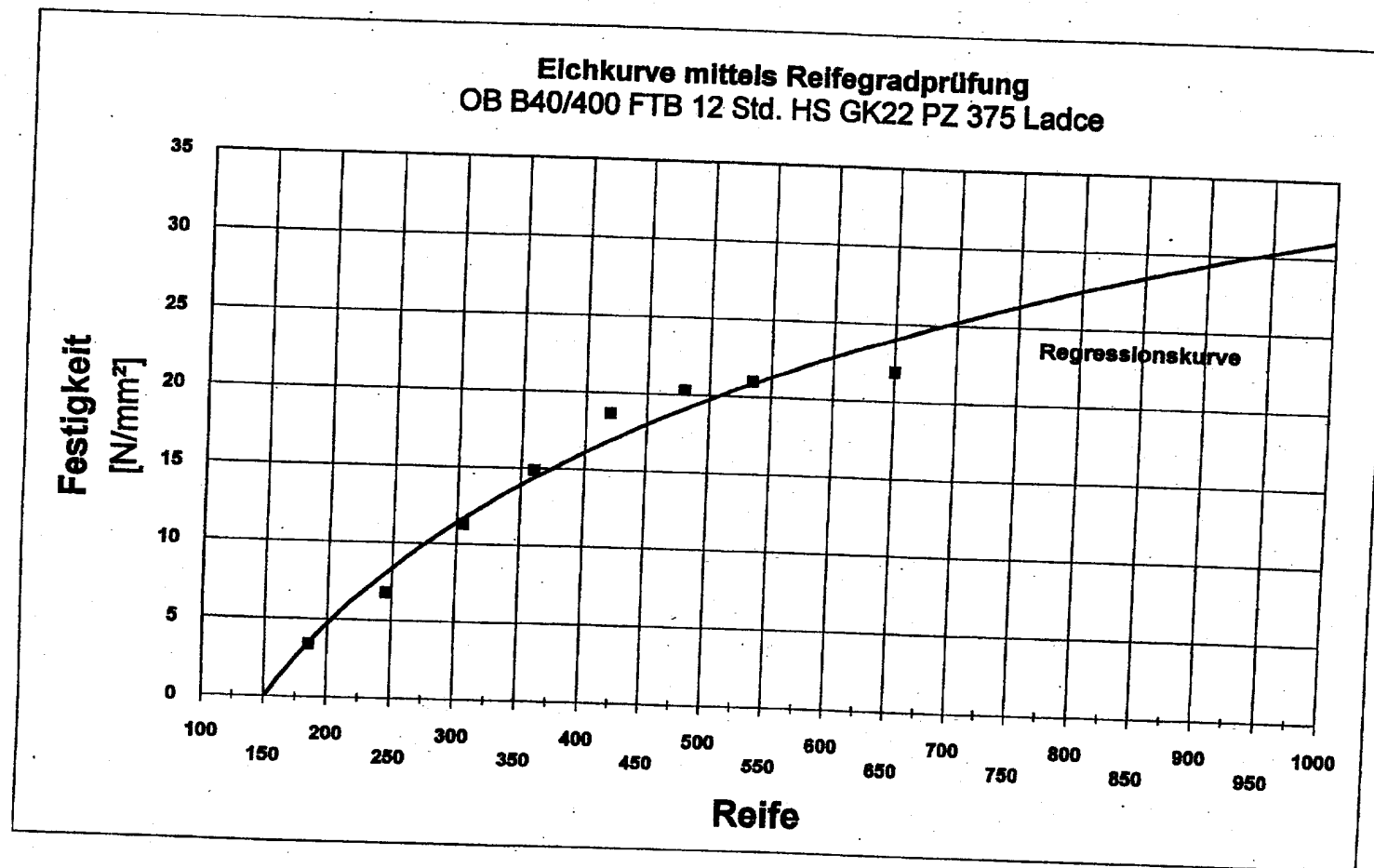


Fig. 9

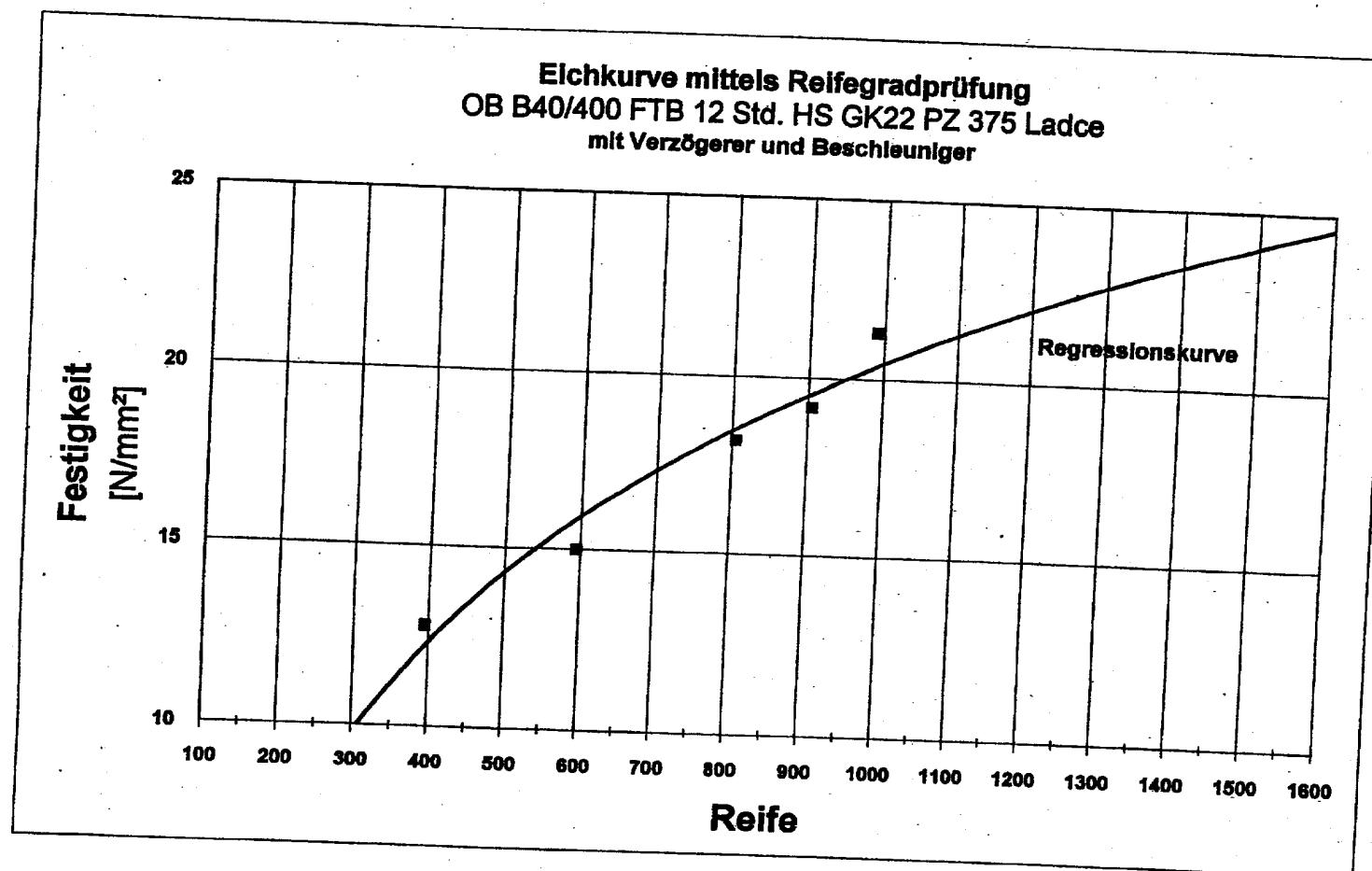
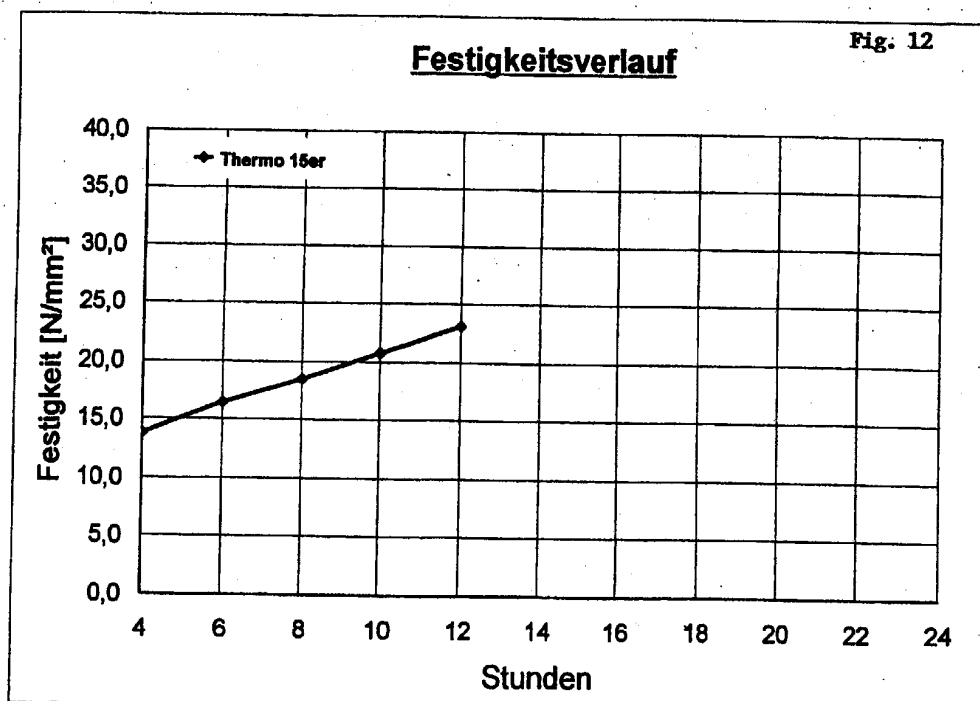
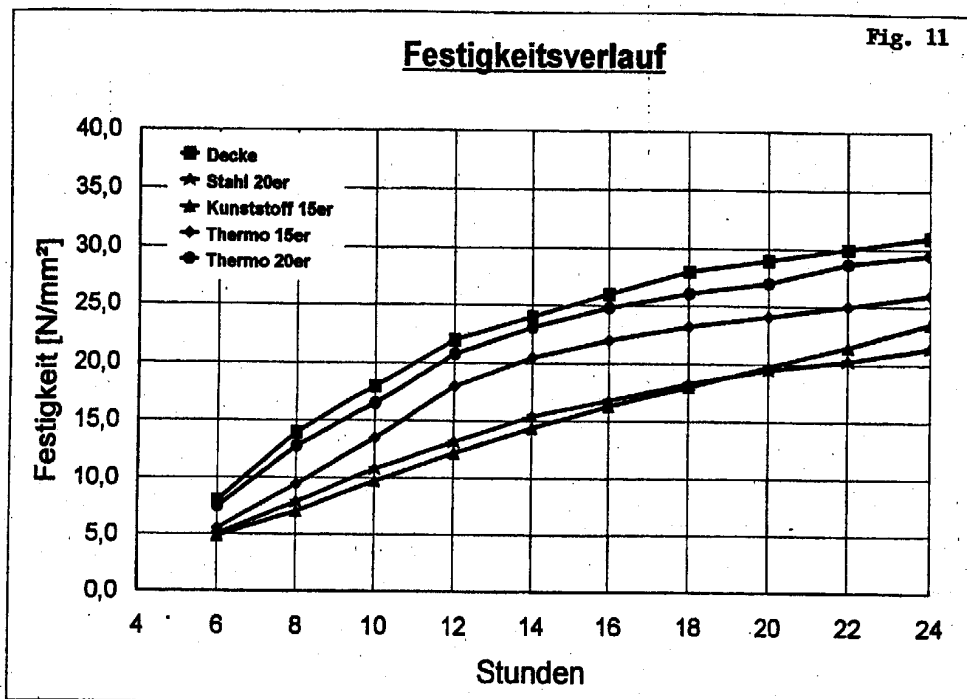
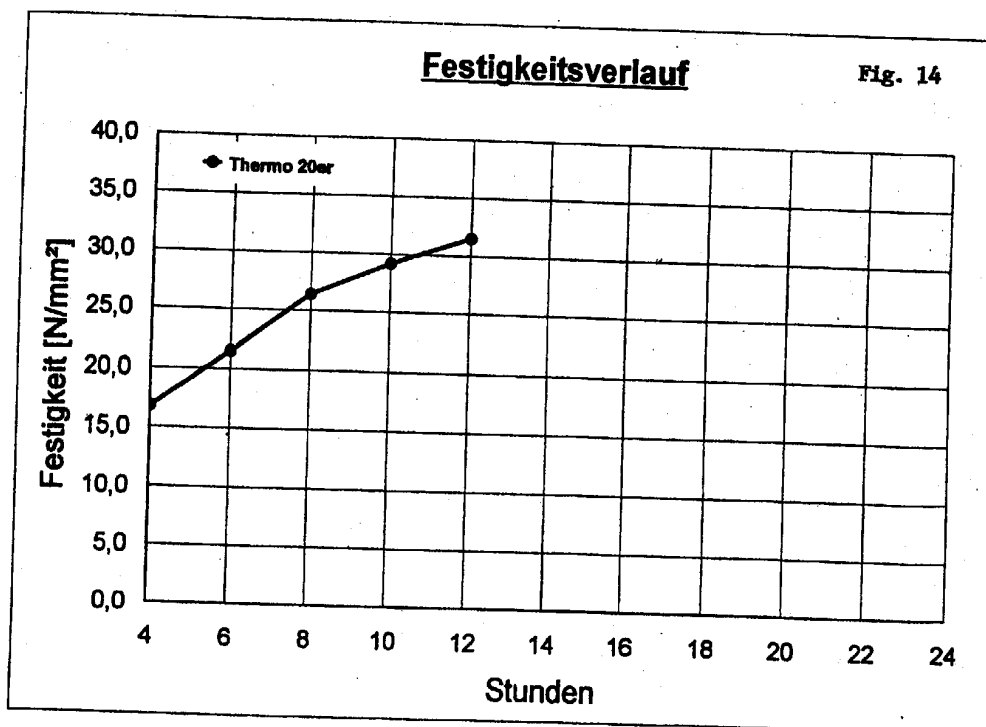
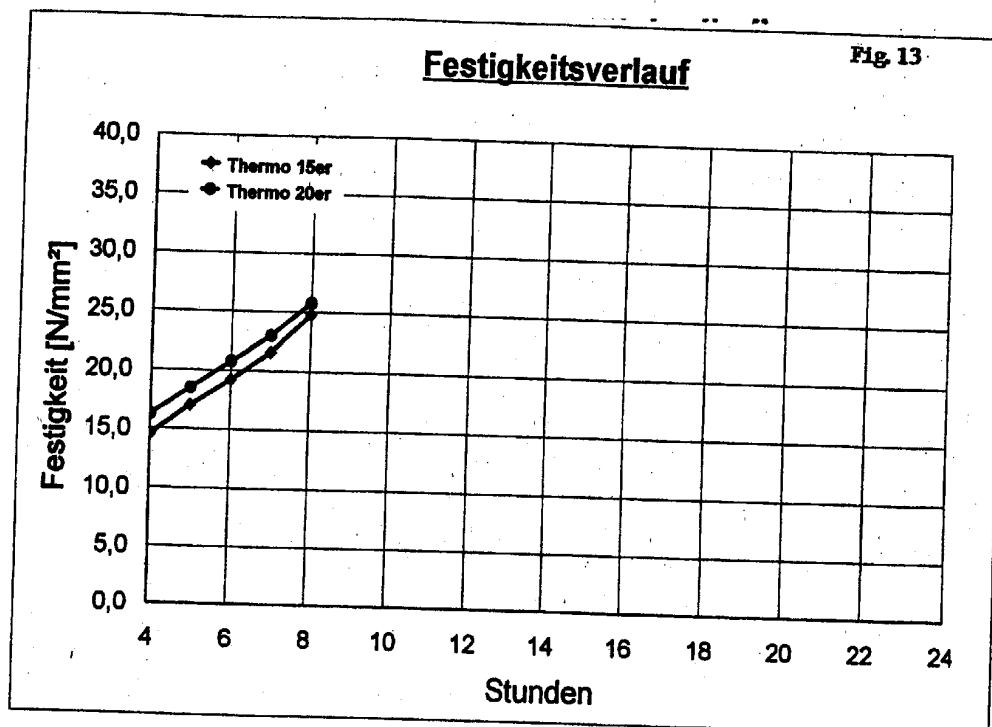
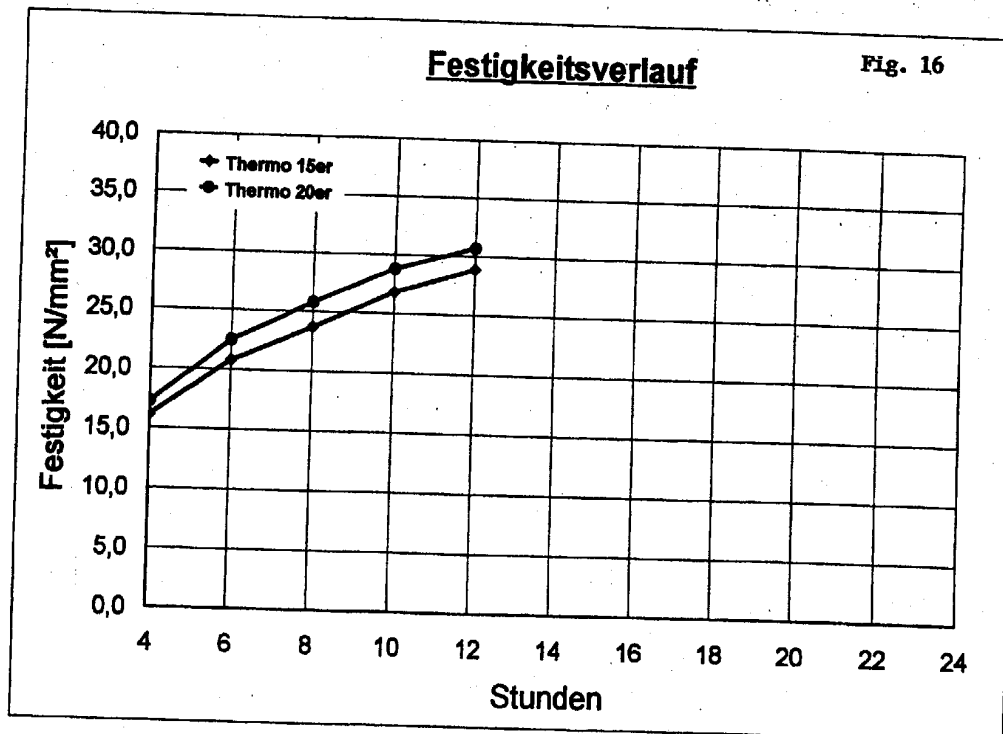
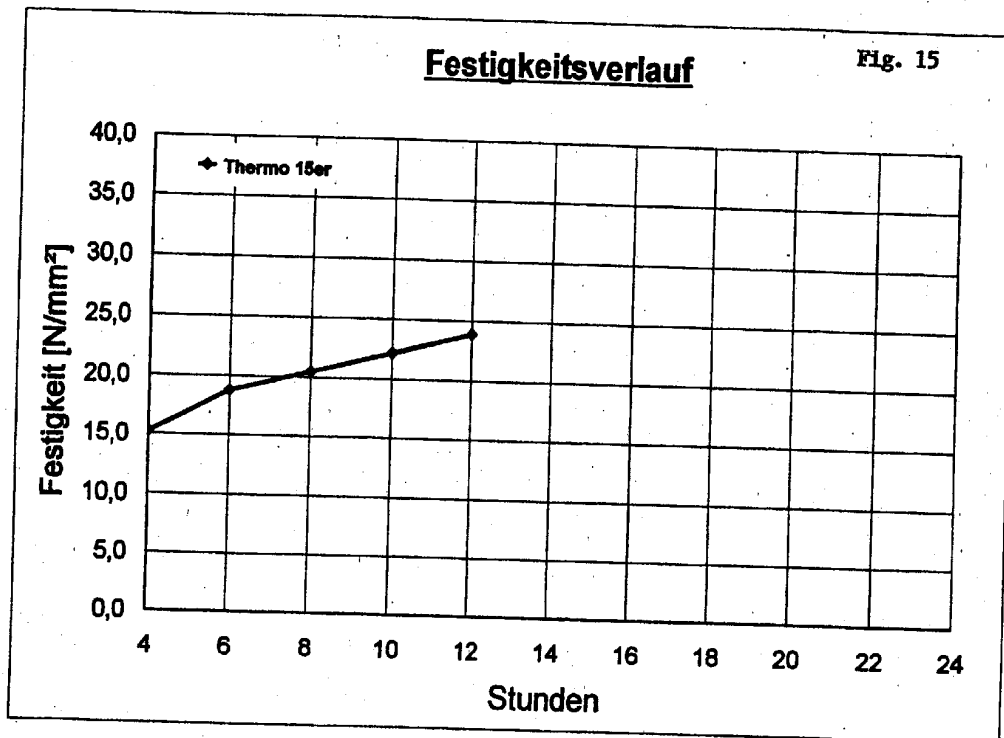
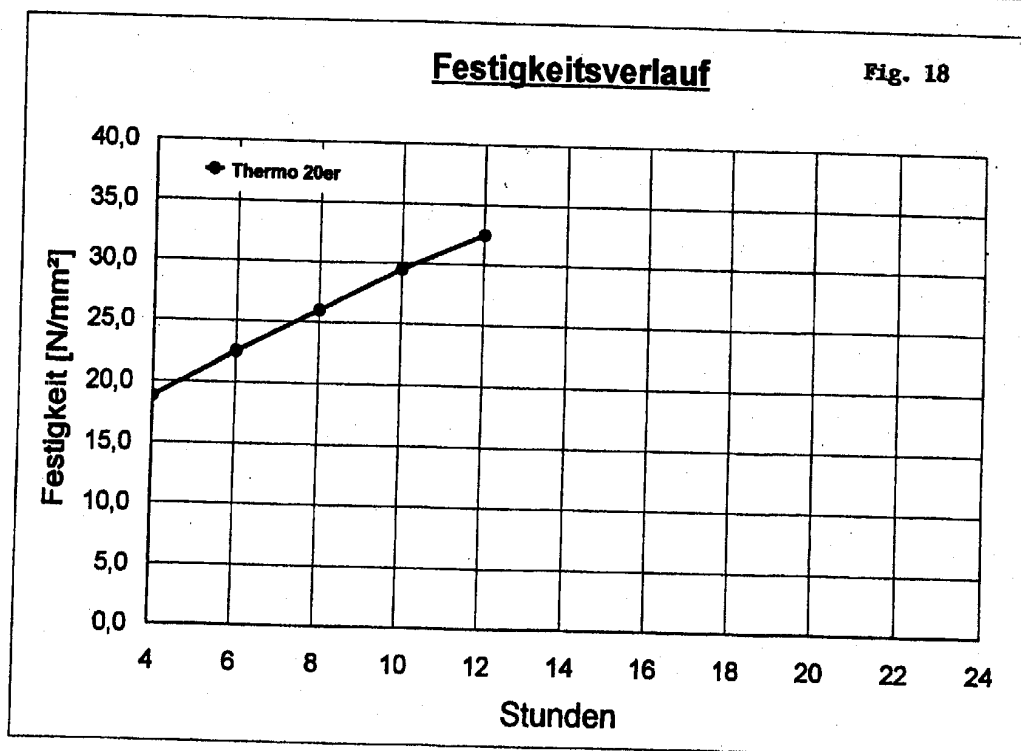
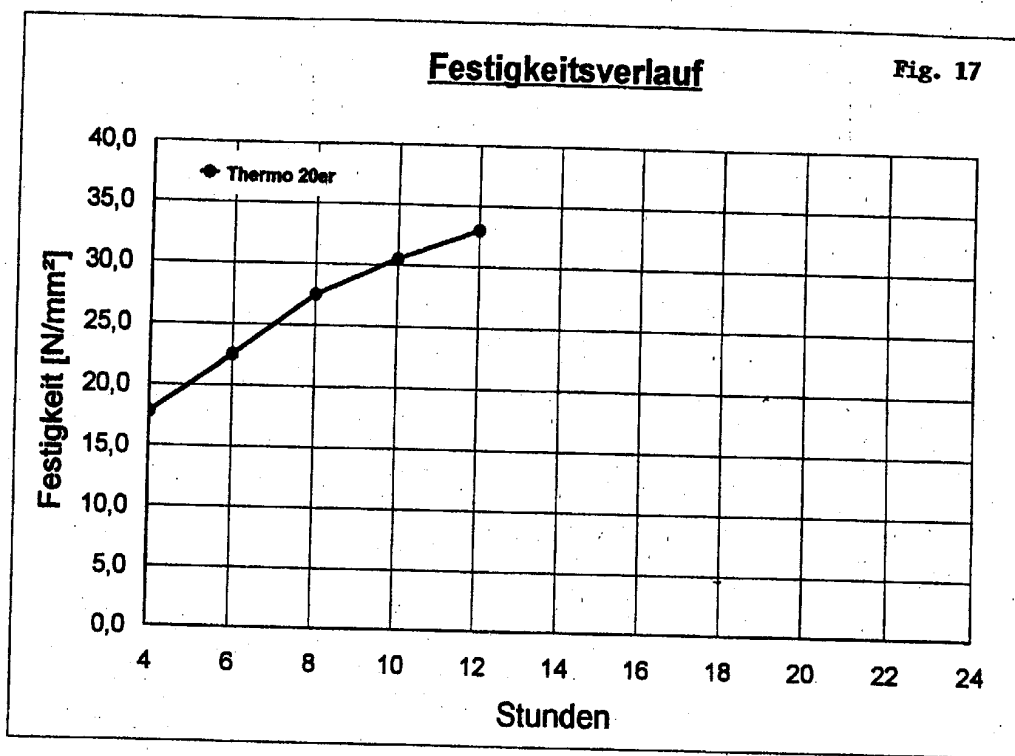


Fig. 10









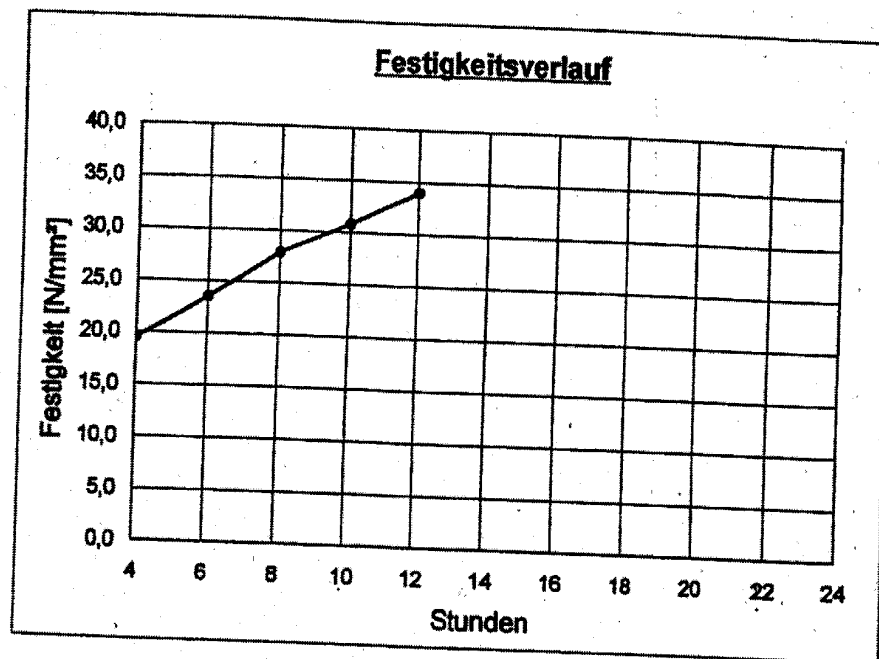


Fig. 19

