



**Ausschliessungspatent**

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11) **208 819**

Int.Cl.<sup>3</sup> 3(51) C 10 M 7/26  
C 10 M 7/02

**AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP C 10 M/ 2460 542  
(31) P-234346

(22) 15.12.82  
(32) 18.12.81

(44) 11.04.84  
(33) PL

- (71) siehe (73)  
(72) PLATKIEWICZ, LEONARD, DIPL. D. WARENKUNDE; DEBSKI, WLODZIMIERZ, PROF. DR.-ING.-MECH.;  
GLOWACKI, JERZY, DIPL.-ING.-CHEM.: PL;  
(73) OSRODEK BADAWCZO-ROZWOJOWY STOSOWANIA I OBROBKI TWORZYW SZTUCZNYCH PROPLAST, POZNAN, PL  
(74) IPB (INTERNATIONALES PATENTBUERO BERLIN) 61744/25/37 1020 BERLIN WALLSTR. 23/24

(54) **GLEITELEMENT UND VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG DES GLEITELEMENTES**

(57) Die Erfindung betrifft Gleitelemente und -flächen von Maschinen und Einrichtungen mit dem Ziel, den Verschleiß von Maschinenelementen zu verringern. Die Aufgabe der Erfindung ist es, an den Flächen der Maschinenelemente einen niedrigen statischen Reibungskoeffizienten zu erzielen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß 100 Gew.-Teile niedermolekularen, auf Epichlorhydrin und Dian basierenden, mit 3... 15 Gew.-Teilen mit Furfurylalkohol modifizierten Phenolformaldehydharz kondensierten Epoxyharzes, aus 2... 15 Gew.-Teilen eines organischen Verdünnungsmittels, 15... 100 Gew.-Teilen bekannter anorganischer Füllstoffe, und/oder aus 2... 20 Gew.-Teilen Polymerstoff mit Schmiereigenschaften in Form von Pulver zusammengegeben werden. Das Element wird im Ergebnis der Kondensation von Harzen bei einer Temperatur von 150... 170°C und der Einführung in die Reaktionsmischung bei einer Temperatur von etwa 100°C von organischen Verdünnungsmitteln und anorganischen Füllstoffen und etwaigerweise bei einer Temperatur von 50°C eines Polymerstoffes erhalten.

## Gleitelemente und Verfahren zur Erzeugung der Gleitelemente

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft Gleitelemente und -flächen von Maschinen und Vorrichtungen sowie deren Anordnung und ein Verfahren für deren Erzeugung.

### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind Verfahren zur Erzeugung von Gleitflächen von Maschinen und Vorrichtungen bekannt, die in Anwendung von Stoffen mit Reibungskoeffizienten günstiger sind, als jene des am häufigsten gebrauchten Stahles oder Gußeisens.

Die dazu bekannterweise benutzten Stoffe sind: Bronze, Lagerweißmetalle, verschiedenartige Lamine oder Sonderausführungen aus Kunststoffen. Davon werden ganze Vorrichtungsteile gefertigt oder daran befestigte Sonderlaschen, wobei diese die angemessenen Gleitflächen der mitarbeitenden Teile verdecken. Die Flächen aus Kunststoffen werden meistens auf die Gleitflächen in Form von Belägen aufgetragen und unter Anwendung solcher Techniken wie Ausbildung, Anklebung, Anschrauben oder Aufspritzen. Mit Rücksicht auf eine geringe Arbeitsaufwändigkeit und hohe Qualität der erzielten Gleitflächen erweitert sich allmählich der Anwendungsbereich dieser Stoffe.

Darüber hinaus sind die wesentlichen Vorteile der Beläge und Systeme aus Kunststoffen in den umfangreichen Möglichkeiten der Modifikationen zu sehen.

Die aus der PL-PS 59 170 bekannte Fläche besteht aus 100 Gewichtsteilen Epoxyharz, 8 ... 15 Gew.-Teilen Dibutylphthalat, 15...50 Gew.-Teilen Lamellengraphit und 5...15 Gew.-Teilen Pulverbronze. Diese Masse wird vor dem Gebrauch mit 8...12 Gew.-Teilen Triäthylentetraamin vermischt, wobei das letztgenannte die Rolle eines Härtungsmittels spielt und auf die mitarbeitende Gleitfläche aufgelegt wird.

Nach der Härtung bei einer Umgebungstemperatur wird sie durch Schleifen oder Schaben zur Anpassung an die Oberfläche des mitarbeitenden Teils geebnet.

In PL-PS 88 856 ist ein weiteres, auf der Basis von Epoxyharzen erzeugtes System offenbart, das aus zwei Schichten besteht, wobei die obere von beiden mit 15...30 Gew.-% Polytetrafluoräthylen im Verhältnis zum Epoxyharzgehalt modifiziert wird und die andere, auf die metallische Oberfläche aufgelegt, enthält 20...80 Gew.-% des Füllstoffes in Form von Aluminiumwolle oder -fasern.

Es sind noch andere, auf Epoxyharzen basierende Verfahren bekannt, die außer dem Grundharz verschiedenartige Substanzen und Füllstoffe, wie Porzellanmehl, Graphit, Talk, Molybdändisulfid, Bronze, Zinn und eine Reihe von anderen anorganischen Stoffen verwenden.

In Abhängigkeit von der Wahl der Menge und Art von Füllstoffen wird eine Reihe von Systemen mit verschiedenen Eigenschaften erhalten. Nichtsdestoweniger stellen sich alle diese Systeme durch verhältnismäßig hohe Diffusionsadhäsion dar, was sich durch eine beträchtliche Steigerung des statischen Reibungskoeffizienten offenbart.

#### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist es, Gleitelemente und -flächen von Maschinen und Vorrichtungen sowie deren Anordnung und

ein Verfahren zur Erzeugung der Gleitflächen zur Anwendung zu bringen, mit denen die Reibbreiwerte verbessert werden können und der Verschleiß der reibenden Flächen verringert wird.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Gleitelemente und -flächen von Maschinen und Vorrichtungen sowie deren Anordnung und ein Verfahren für deren Erzeugung zu schaffen, mit denen zwischen Flächen von Maschinenelementen ein niedriger statischer Reibungskoeffizient erzielt werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zur Erzeugung der Gleitelemente und -flächen von Maschinen und Einrichtungen 100 Gew.-Teile niedermolekularen, auf Epichlorhydrin und Dian basierten, mit 3...15 Gew.-Teilen des mit Furfuryalkohol modifizierten Phenolformaldehydharzes kondensierten Epoxyharzes, aus 2...15 Gew.-Teilen eines organischen Verdünnungsmittels und aus 15...100 Gew.-Teilen der bekannten Füllstoffe anorganischer Herkunft Verwendung finden.

Darüber hinaus können der Zusammensetzung der Elemente 2...20 Gew.-Teile eines Polymerstoffes mit Schmiereigenschaften, z. B. Polyäthylen mit sehr großem Molekulargewicht /über 1 Mln./, in Form eines Pulvers, das eine zusätzliche Herabsetzung des Reibungskoeffizienten zwischen den mitwirkenden Teilen der Vorrichtung bewirkt, zugegeben werden.

Als organische Verdünnungsmittel können die bekannten Lösungsmittel von Epoxy- und Phenolformaldehydharzen und Produkten deren gegenseitigen Kondensation, wie zum Beispiel Dibutylphthalat, dienen. Vorzüglicher ist jedoch die sogenannten aktiven Verdünnungsmittel anzuwenden, worunter Verdünnungsmittel zu verstehen sind, welche die auch in dem

Ausgangs-Epoxyharz auftretenden Funktionsgruppen, wie Butylglycidäther oder Phenolglycidäther enthalten, was eine dauerhafte Verbindung des Verdünnungsmittels mit dem System auf der Etappe dessen Härtung gestattet.

Mit Rücksicht auf die höheren Kosten und schwerere Markterhältlichkeit der aktiven Verdünnungsmittel dürfen diese in kleineren Absolutmengen, aber in Gemischen mit bekannten Verdünnungsmitteln der anzuwendenden Harze, wie zum Beispiel im Gemisch mit Dibutylphthalat, verwendet werden. Als Füllstoffe wird eine Reihe von Substanzen anorganischer Herkunft, wie Titanweiß, Talk, Lithopon, Graphit, Molybdänsulfid, Aluminiumhydroxid und Porzellanmehl, oder Mischungen dieser Substanzen verwendet, Die endgültige Wahl der Zusammensetzung von Füllstoffen hängt von der Bestimmung des Systems ab. Die Systeme mit oben angeführter Zusammensetzung werden in bekannten Verfahren unter Anwendung von führenden Härtern der Epoxyharze erzeugt. Die Bedingungen des Vernetzungsprozesses hängen von der Art des angewandten Härters ab. Das meistens angewandte Vernetzungsmittel ist Triäthylentetraamin, in einer Menge von 10...12 Gew.-Teilen je 100 Gew.-Teile des in der Systemmasse enthaltenen Epoxyharzes angewandt. Der Vernetzungsprozeß des Elementes wird dann bei einer Raumtemperatur geführt. Möglich ist auch andere, bekannte Vernetzungsmittel der Epoxyharze in dem System in proportionaler Menge zu verwenden. Die Wahl des Vernetzungsmittels entscheidet über die Härtungstemperatur und -geschwindigkeit des Erzeugnisses.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Erzeugung des Gleitelementes, bestehend darin, daß 100 Gew.-Teile von niedermolekularem, auf der Basis von Epichlorhydrin und Dian vorbereitetem Epoxyharz bei einer Temperatur von 150...170° C mit 3...15 Gew.-Teilen des mit Furfurylalkohol modifizierten Phenolformaldehydharzes kompensiert wird,

wonach, nach Beendigung des Prozesses in die auf die Temperatur von etwa  $100^{\circ}$  C abgekühlte Reaktionsmischung 2...15 Gew.-Teile der organischen Verdünnungsmittel und 15...100 Gew.-Teile von bekannten anorganischen Füllstoffen oder deren Gemisch und, etwaigerweise bei einer Temperatur von etwa  $50^{\circ}$  C, ein Polymerstoff in Form eines Pulvers mit Schmiereigenschaften, zum Beispiel Polyäthylen mit sehr hohem Molekulargewicht, eingeführt werden.

Das solcherweise vorbereitete Element eignet sich zur Lagerung. Unmittelbar vor dem Gebrauch ist dazu ein Härtungsmittel einzuführen, in einer zum Gehalt von Epoxyharz in dem Erzeugnis angemessen den vorausgesetzten Bedingungen und technologischen Bedürfnissen der Systemvernetzung proportionalen Menge.

Das erfindungsgemäße Element weist eine Reihe von günstigen technischen Gebrauchsmerkmalen auf. Die mit dessen Anwendung gefertigten Gleitflächen kennzeichnen sich durch sehr hohe Betriebsverschleißbeständigkeit und sehr niedrige Adhäsion zur zweiten Fläche des Gleitflächenpaares. Die Einführung in dessen Zusammensetzung der Polymersubstanzen mit Schmiereigenschaften gibt den Gleitflächen selbstschmierende Eigenschaften an.

Ein unerwarteter Effekt der Verwendung des erfindungsgemäßen Systems besteht in beträchtlicher Herabsetzung des statischen Gleitkoeffizienten im Verhältnis zu bekannten Systemen, was die Gleitschwingungen / stick-slip / der mitwirkenden Teile praktisch beseitigt.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

Zur besseren Darstellung der Erfindung ist das Ergebnis von Untersuchungen des Effektes der erfindungsgemäßen Lösung anhand von Schaubildern dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1: die Mittelwerte des tribologischen Verschleißes von PDG und Diamant-Moglice-Belägen;

Fig. 2: die Verschiebungskraft des Längssupportes.

Fig. 1 zeigt auf der Abszisse den Verschleißweg in  $[m \cdot 10^3]$  und auf der Ordinate den Verschleiß in  $[\mu m]$ .

Die Pressung liegt bei 2,8 M Pa bei einer Bewegungsgeschwindigkeit von  $0,25 s^{-1}$ . Die Gegenprobe wurde mit gehärtetem Stahl Ra - 0,63  $\mu m$  bei technischer Trockenreibung vorgenommen.

Die Kurve 1 zeigt das Ergebnis der PDG-Komposition und die Kurve 2 das Vergleichsergebnis des Gleitelementes nach Diamant-Moglice.

Es ist deutlich sichtbar, daß der Verschleiß bei Kurve 2 bedeutend höher liegt.

Fig. 2 zeigt auf der Abszisse die Zeit in  $[h]$  und auf der Ordinate die Kraft in  $[dan N]$ . Dabei zeigen die Kurven 1 und 2 die Inbetriebsetzungskraft und die Gerade 2' die Größe der Verschiebungskraft nach 16<sup>h</sup> Stillstand.

Die Kurven 3; 4 fixieren die Ziehkraft zwischen den Maschinenelementen.

Die Abstände der Kurven 1 und 3 sowie 2 und 4 auf der Ordinate zeigen die Größen der Reibungskraft der Epoxy-Komposition (Kurven 1 und 3) und der PDG-Komposition (Kurven 2 und 4).

## Beispiel 1

In einem mit Rührwerk versehenen Autoklaven werden 50 kg niedermolekulares, auf Epichlorhydrin und Dian /Epidian 5/ basiertes Epoxyharz und 3,5 kg mit Furfurylalkohol modifiziertes Phenolformaldehydharz untergebracht, wonach der Reaktorinhalt bei einer Temperatur von 160° C erwärmt wird, bis zum Zeitpunkt der Erreichung der dynamischen Viskosität der Reaktionsmischung von 87180 cP, mit einem Rotationsviskosimeter des Typs Rheotest-2, mit Kegel-Platten-Einrichtung ausgestattet, bei einer Temperatur von 30° C und bei einer Schubgeschwindigkeit von 100 s<sup>-1</sup> gemessen. Nach Beendigung der Kondensation und Abkühlung der Reaktionsmischung auf die Temperatur von 90° C werden 5 kg Di-n-Butylphthalat, 12,5 kg Molybdänsulfid, 7,5 kg Graphit und 2,5 kg Titanweiß eingeführt, beim jeweiligen Verteilen der einzelnen Stoffe in dem Harz. Nachher, bei der Temperatur von 50° C werden in der Mischung 5 kg Polyäthylen mit sehr großem Molekulargewicht in Form eines Pulvers verteilt und fertiges System wird in Behälter abgefüllt. Das erhaltene Element eignet sich als Gleitstoff für die Führungen der Maschinenschlitten, der in bekannter Abbildungstechniken aufgetragen wird. Vor Auftragung der Masse wird dazu der Härter zugegeben, und zwar durch Anwendung von 0,4 kg Triäthylentetraamin je 10 kg des Elementes.

## Beispiel 2

In einem Autoklaven nach Beispiel 1 wird eine Kondensation von 50 kg Epoxyharz Epidian-5 mit 7,5 kg des mit Furfurylalkohol modifizierten Phenolformaldehydharzes durchgeführt, unter Erwärmung der Mischung bei der Temperatur von 170° C bis zum Erreichen deren wie im Beispiel 1 bei der Temperatur von 70° C ermittelter Viskosität von 48340 cP.

Nachher, bei der Temperatur von  $100^{\circ}$  C werden 5 kg Butyl-Glyzidäther und 2,5 kg Di-n-Butylphthalat und 50 kg Molybdänsulfid zugegeben und bei der Temperatur von  $50^{\circ}$  C - 10 kg Polyäthylen mit sehr großem Molekulargewicht in Form eines Pulvers.

Das erhaltene Element ist zum Formen von stark belasteten Gleitflächen geeignet. Vor dem Auftragen ist der Masse ein Epoxyharzhärter, wie zum Beispiel 0,4 kg Triäthylentetraamin je 10 kg vom System zuzugeben.

### Beispiel 3

In einem Autoklaven nach Beispiel 1 wird bei der Temperatur von  $160^{\circ}$  C die Kondensation von 50 kg Epoxyharz Epidian 5 und 1,5 kg mit Furfurylalkohol modifiziertes Phenolformaldehydharz bis zur Erhaltung einer Reaktionsmischung mit dynamischer, bei der Temperatur von  $30^{\circ}$  C in dem im Beispiel 1 dargestellten Verfahren ermittelter Viskosität von 24220 cP durchgeführt, danach werden bei der Temperatur von  $95^{\circ}$  C nacheinander folgend 1 kg Phenyl-Glyzidäther und 20 kg einer Mischung von anorganischen Füllstoffen, aus 5 kg Graphit, 10 kg Talk und 5 kg Lithopon bestehend, eingeführt. Am Ende des Prozesses bei der Temperatur von  $50^{\circ}$  C wird 1 kg Polyäthylen mit sehr großem Molekulargewicht in Form von Pulver zugegeben.

Das erhaltene Element ist zur Erzeugung der Oberflächen von schwach belasteten Lagern bestimmt. Für deren Härtung ist es notwendig, unmittelbar vor dem Gebrauch 0,8 kg Triäthylentetraamin je 10 kg der Produktmasse einzuführen.

### Beispiel 4

In einem Autoklaven nach Beispiel 1 werden bei der Temperatur von  $170^{\circ}$  C 50 kg Epoxyharz Epidian-5 und 5 kg Phenolfor-

246054 2 - 9 -

AP C 10 M/246 054/2

61 744/24 li

maldehydharz mit Furfurylalkohol modifiziert, kondensiert bis zum Erhalten einer Reaktionsmischung mit dynamischer, bei einer Temperatur von  $30^{\circ}$  C im im Beispiel 1 dargestellten Verfahren ermittelter Viskosität von 290500 cP, wonach bei der Temperatur von etwa  $100^{\circ}$  C 4 kg Butyl-Glyzidäther und 2,5 kg Di-n-Butylphthalat und 20 kg Porzellanmehl sowie 15 kg Glaskugeln und 5 kg Aluminiumhydroxid eingeführt werden.

Das erhaltene Element ist zur Feststellung der Lage des Maschinentisches gegenüber dem Maschinenbett bestimmt. Unmittelbar vor der Anwendung ist 0,5 kg Triäthylentetraamin je 10 kg des Systems einzuführen.

## Erfindungsanspruch

1. Gleitelement zur Erzeugung von Gleitflächen von Maschinen und Einrichtungen, das Epoxyharz und Füllstoffe enthält und mittels bekannter Vernetzungsmittel von Epoxyharzen gehärtet wird, gekennzeichnet dadurch, daß das Gleitelement aus 100 Gew.-Teilen eines niedermolekularen, auf Epichlorhydrin und Dian basierten Epoxyharzes, kondensiert mit 3...15 Gew.-Teilen eines mit Furfurylalkohol modifizierten Phenolformaldehydharzes, aus 2...15 Gew.-Teilen eines organischen Verdünnungsmittels und aus 15...100 Gew.-Teilen bekannter Füllstoffe anorganischer Herkunft, vorzugsweise Titanweiß, Talk, Lithopon, Graphit, Molybdänsulfid, Aluminiumhydroxid, Porzellanmehl oder deren Gemisch, besteht.
2. Gleitelement nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß es 2...20 Gew.-Teile Polymerstoff mit Schmiereigenschaften, vorzugsweise Polyäthylen mit sehr großem Molekulargewicht in Form von Pulver enthält.
3. Gleitelement nach Punkt 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß es als organisches Verdünnungsmittel Dibutylphthalat und/oder Phenyl-Glyzidäther enthält.
4. Verfahren zur Erzeugung von Gleitelementen und -flächen von Maschinen und Einrichtungen nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß 100 Gew.-Teile niedermolekularen, auf Epichlorhydrin und Dian basierten Epoxyharzes bei einer Temperatur von 150...170° C mit 3...15 Gew.-Teilen mit Furfurylalkohol modifizierten Phenolformaldehydharzes kondensiert werden, wonach zu dem Kondensationsprodukt

246054 2 - 11 -

AP C 10 M/246 054/2

61 744/24 li

bei einer Temperatur von etwa  $100^{\circ}$  C 2...20 Gew.-Teile bekannter anorganischer Füllstoffe oder deren Gemisch und wahlweise bei einer Temperatur von etwa  $50^{\circ}$  C Polymerstoff mit Schmiereigenschaften in einer Menge von 2...20 Gew.-Teilen und unmittelbar vor der Verwendung der Elemente bekannte Härter von Epoxyharzen in proportionaler Menge des enthaltenen Epoxyharzes zugegeben werden.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

246054 2

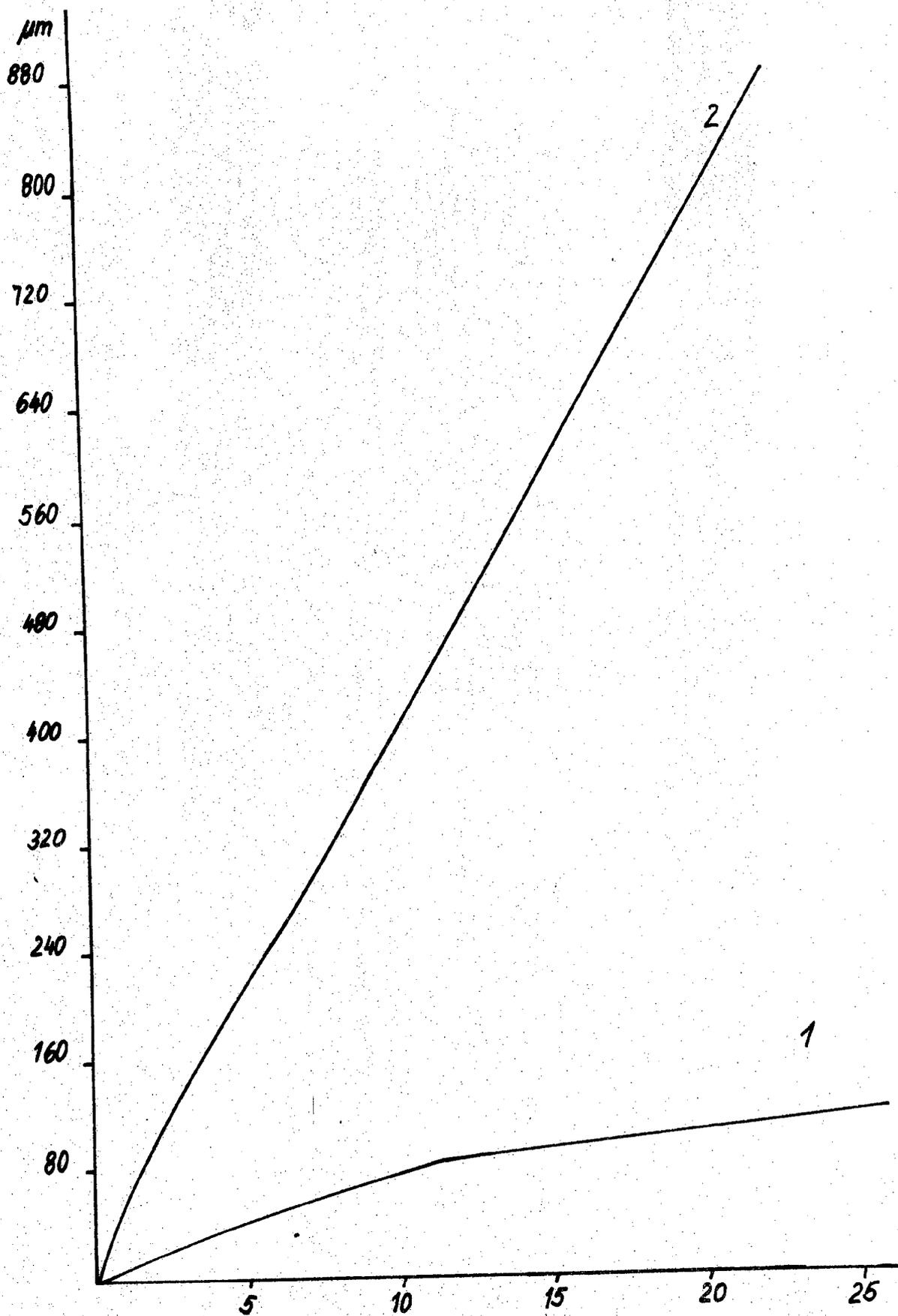


Fig. 1

28 JUN 1989 \* 080888

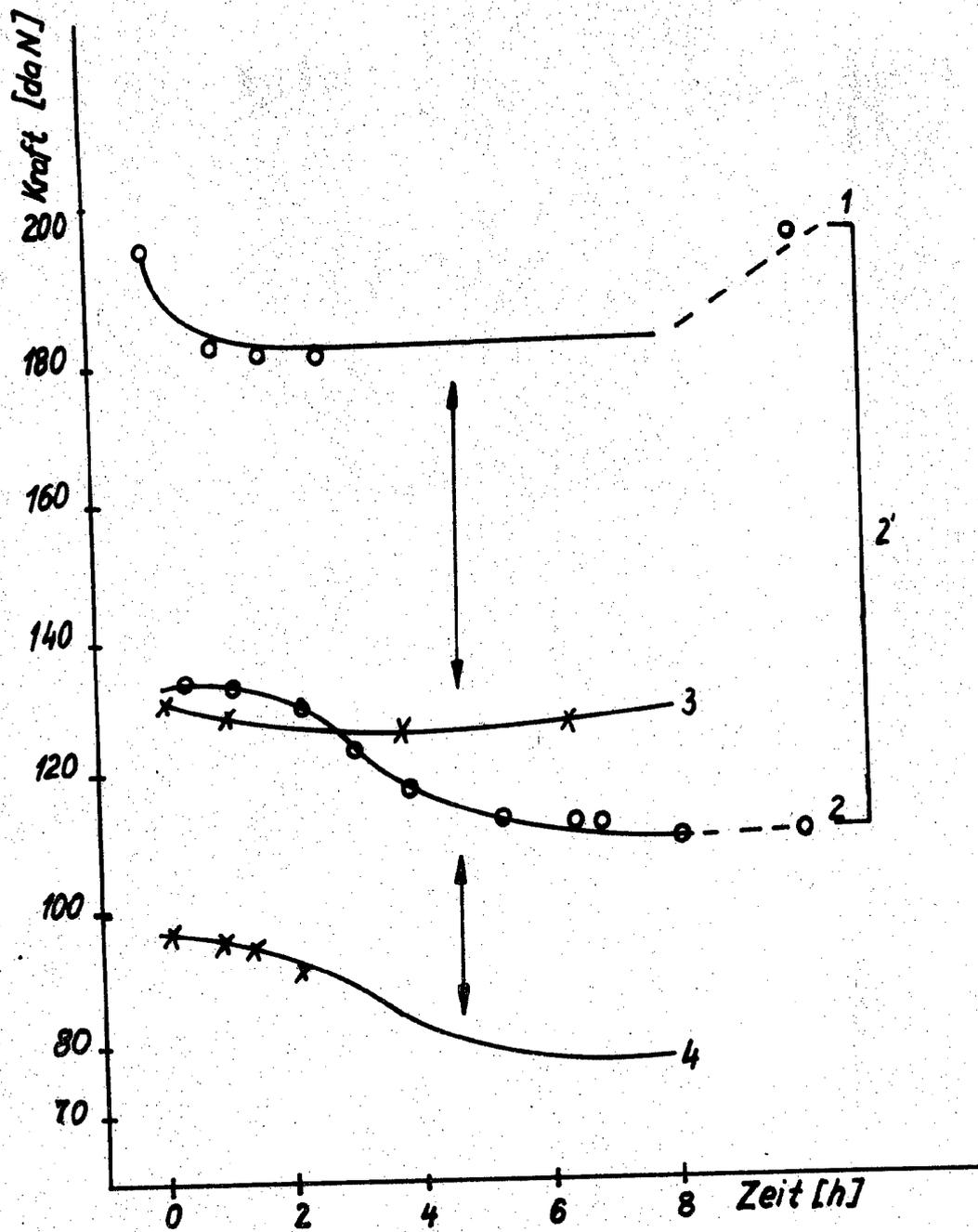


Fig. 2