

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **89113620.2**

51 Int. Cl.4: **F23Q 7/00**

22 Anmeldetag: **24.07.89**

30 Priorität: **22.07.88 DE 3825013**  
**17.07.89 DE 3923582**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**24.01.90 Patentblatt 90/04**

64 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE DE ES FR GB IT NL SE**

71 Anmelder: **BERU Ruprecht GmbH & Co. KG**  
**Wernerstrasse 35**  
**D-7140 Ludwigsburg(DE)**

72 Erfinder: **Dupuis, Bertram, Dipl.-Ing.**  
**Lichtenbergstrasse 31/2**  
**D-7140 Ludwigsburg(DE)**  
Erfinder: **Bauer, Paul**  
**Richard-Wagner-Strasse 4**  
**D-7141 Steinheim/Murr(DE)**  
Erfinder: **Endler, Max, Dipl.-Ing. (FH)**  
**Schäferstrasse 5**  
**D-7140 Ludwigsburg(DE)**

74 Vertreter: **WILHELMS, KILIAN & PARTNER**  
**Patentanwälte et al**  
**Eduard-Schmid-Strasse 2**  
**D-8000 München 90(DE)**

54 **Glühkerze.**

57 Eine Glühkerze zur Anordnung im Brennraum einer luftverdichtenden Brennkraftmaschine, die als sogenannte Glühstiftkerze ausgebildet ist, weist im Glühstab, in Reihe verbunden, mindestens eine Regelwendel und mindestens eine Heizwendel in der Spitze des Glühstifts auf, wobei das Regelwendelmaterial ein Widerstandsverhältnis, bezogen auf ein Temperaturverhältnis von  $20^{\circ} / 1000^{\circ} \text{C}$ , von größer als etwa 7,5 aufweist.

**EP 0 351 883 A2**

Die Erfindung betrifft eine Glühkerze, wie sie im Oberbegriff des Hauptanspruchs beschrieben ist.

Bei kaltem, unterhalb der Selbststarttemperatur liegendem Motor müssen luftverdichtende Brennkraftmaschinen mit Hilfe von Glühkerzen angelassen werden.

Die genannten Glühkerzen benötigen eine gewisse Zeit, um sich auf ihre Arbeitstemperatur zu erhitzen. Erst dann kann die Brennkraftmaschine angelassen werden. Diese Zeitdauer, auch Vorglühzeit genannt, ist bei der genannten Kerze schon recht kurz. Dennoch ist sie gegenüber dem Benzinmotor noch relativ lang, der sofort anlaßbereit ist.

Man ist deshalb bemüht, die Vorglühzeit möglichst noch weiter zu verkürzen.

Bei den bekannten Glühstiftkerzen ist die Regelwendel üblicher Weise aus reinem Nickel gefertigt, wobei sich ein Widerstandsverhältnis von etwa 7, bezogen auf ein Temperaturverhältnis  $20^{\circ}/1000^{\circ}\text{C}$  ergibt, d. h., daß der Widerstand bei  $1000^{\circ}\text{C}$  etwa 7 mal so groß wie bei  $20^{\circ}\text{C}$  ist. Auf diese Weise lassen sich Glühstiftkerzen herstellen, deren Aufheizzeit im Bereich von etwa 5 bis 6 Sekunden liegt; an der Glührohrspitze beträgt die Temperatur dann etwa  $850^{\circ}\text{C}$ , während sich nach etwa 10 Sekunden eine Beharrungstemperatur von etwa  $1140^{\circ}\text{C}$  bei Nennspannung einstellt.

Wie die Praxis gezeigt hat, ist bei dieser Temperatur die Belastbarkeit der Wendeln erreicht, so daß bei weiterer theoretisch möglicher Verkürzung der Aufheizzeit durch Veränderungen beispielsweise der Wendelgeometrie oder durch konstruktive Gestaltung des Glührohres die Lebensdauer der Glühkerze erheblich beeinträchtigt wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, unter Vermeidung der aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile Glühstiftkerzen zur Verfügung zu stellen, deren Aufheizzeit gegenüber der der vorbekannten Glühstiftkerzen deutlich verringert ist, wobei gleichzeitig eine ausreichende Lebensdauer der Glühkerzen gewährleistet ist. Gleichzeitig sollen solche Glühstiftkerzen einfach herstellbar sein und den Einsatz von Steuergeräten zur Lösung der gestellten Aufgabe entbehrlich machen. Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung solcher Glühstiftkerzen.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs gelöst. Weitere wesentliche und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Ansprüchen 2 bis 14.

Die Erfindung wird anhand der folgenden Figuren näher erläutert:

Fig. 1 ist die graphische Wiedergabe des Widerstandsverhältnisses verschiedener Wendeldrahtmaterialien in Abhängigkeit von der Temperatur.

Fig. 2 ist die graphische Darstellung der Temperatur der Heizstab-Oberfläche in Abhängigkeit von der Zeit.

Fig. 3 ist eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Glühstiftkerze.

Fig. 4 ist eine andere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Glühstiftkerze.

Es wurde gefunden, daß theoretisch durch Veränderung der Wendelgeometrie des Wendeldrahtes sowie der Ausbildung des Glühstiftes Aufheizzeiten unter 5 Sekunden erhältlich sind, wobei deren Lebensdauer jedoch für den gewünschten Zweck völlig unzureichend ist. Es wurde gefunden, daß dieses vor allem daran liegt, daß die schnelle Aufheizperiode nicht zu "bremsen" ist, so daß sich der Heizstab auf eine Beharrungstemperatur von mehr als  $1130^{\circ}$  bei üblicher Batteriespannung nach etwa 10 Sekunden einstellt, wobei nach diesseitiger Erkenntnis diese Temperatur die Lebensdauer solcher Glühstiftkerzen entscheidend beeinträchtigt.

Verwendet man demgegenüber als Regelwendel eine Widerstandswendel mit höherem Widerstand ist es nicht möglich, die gewünschte Verkürzung der Aufheizzeit zu erzielen, wenn man auf eine Beharrungstemperatur von etwa  $1000^{\circ}\text{C}$  abzielt.

Überraschenderweise wurde gefunden, daß sowohl die Aufheizzeit verringert wie auch die funktionsgemäße Lebensdauer erzielbar ist, wenn man für die Regelwendel ein Material verwendet, das ein Widerstandsverhältnis von größer als etwa 7,5, vorzugsweise größer als 12 und insbesondere von etwa 14 aufweist.

Geeignete Materialien sind nicht, wie aus dem Stand der Technik bekannt, Reinnickel sondern beispielsweise Legierungen aus Nickel/Eisen und Kobalt/Eisen, insbesondere Kobalt/Eisen, vorzugsweise Legierungen gemäß Ansprüchen 7 und 8.

Als ganz besonders geeignet haben sich solche Materialien herausgestellt, die nicht nur das genannte Widerstandsverhältnis aufweisen, sondern bei denen sich die Widerstandsänderung in einem bestimmten Temperaturbereich "sprunghaft" ändert, d. h., daß er sich nicht etwa linear wie bei rein Nickel sondern wie den genannten Legierungen im Bereich von  $600$  bis  $900^{\circ}$  sehr schnell, bezogen auf den übrigen Kurvenverlauf, verändert. Dieses wird durch die Kurven gemäß Figur 1 aufgezeigt, in der der Verlauf des Widerstandsverhältnisses in Abhängigkeit von der Temperatur für die genannten Materialien schematisch wiedergegeben wird.

Entsprechend erfindungsgemäß ausgebildete Glühstiftkerzen zeigen bezüglich ihrer Oberflächentemperatur als Funktion der Zeit ein Verhalten gemäß Figur 2. Während bei diesem gezeigten Beispiel die Glühstiftkerze aus dem Stand der Technik die Glühstiftspitzentemperatur von 850° nach etwa 8 Sekunden erreicht hat, erreicht die erfindungsgemäße Glühstiftkerze diese Temperatur nach etwa 3 bis 4 Sekunden.  
 5 Darüber hinaus ergibt sich aus der Darstellung, daß die erfindungsgemäße Glühstiftkerze bezüglich der Oberflächentemperatur sehr stark "gebremst" wird und sich auf eine Beharrungstemperatur gemäß Figur 2 von etwa 1000° einstellt, während die Glühstiftkerze aus dem Stand der Technik sich auf eine Beharrungstemperatur von etwa über 1150° einstellt.

Die niedrige Beharrungstemperatur der erfindungsgemäßen Glühkerze verbessert jedoch nicht nur die Lebensdauer der Glühstiftkerze entscheidend; sie ermöglicht vor allem auch, daß mit dieser Kerze in den laufenden Motor mit höherer Generatorspannung (bis zu 13 Volt an der Kerze) nachgeglüht werden kann, ohne Heiz- und Regelwendel zu zerstören; dieser Möglichkeit des Nachglühens kommt wesentliche Bedeutung zur Verminderung der Schadstoffe im Abgas von Dieselmotoren zu. Auf diese Weise entfallen beim Nachglühen die sonst vorzusehenden aufwendigen elektrischen oder elektronischen Steuerungen.

15 Eine typische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Glühstiftkerze ist in Figur 3 wiedergegeben.

Der Glühstift 1, als verschlossenes Glührohr ausgebildet, besteht üblicherweise aus korrosionsbeständigem Werkstoff, vorzugsweise Inconel 600 oder 601.

In diesem Schutzrohr ist eine Wendelkombination 2/3 in einem gut wärmeleitenden Isolierstoff 4 (beispielsweise Magnesiumoxid) eingebettet.

20 Der vordere Abschnitt 2 der hintereinander angeordneten Wendeln wird als Heizwendel bezeichnet und besteht aus einem Drahtmaterial mit geringem positiven oder negativem Temperaturkoeffizienten, vorzugsweise aus einem Chrom/Aluminium-/Eisendraht. Der Durchmesser des Drahtes beträgt üblicherweise 0,3 bis 0,5 mm.

Die Heizwendel 2 ist mit der Regelwendel 3 üblicherweise durch Verschweißen verbunden. Die Regelwendel besteht in diesem Fall aus einer Legierung Kobalt/Eisen, wobei der Kobaltanteil in der Legierung etwa 75 % beträgt und der Rest Eisen ist; auf diese Weise wird erfindungsgemäß ein Material verwendet, dessen Widerstandskennlinie der Anwendung einer Glühkerze angepaßt ist. Diese Regelwendel 3 weist erfindungsgemäß zunächst einen niedrigeren Anstieg des Widerstands auf, während der Widerstand im Bereich der Wendeldrahttemperatur von etwa 400 bis etwa 900° steil ansteigt.

30 Ebenfalls erfindungsgemäß stellt sich die gewünschte Beharrungstemperatur nach etwa 8 Sekunden ein. Die Glühtemperatur von etwa 850° C wird bereits nach zwei bis fünf Sekunden erreicht. Der Durchmesser der Regelwendel beträgt bei diesem Ausführungsbeispiel etwa 0,3 bis 0,4 mm.

Beispiele für erfindungsgemäß verwendbare Legierungen ergeben sich aus der folgenden Tabelle:

35

	Zusammensetzung						spez. Widerstand/ $\mu\Omega\text{cm}$		TF
	Co	Fe	Ni	Mn	Si	Tl/°C	bei 20° C	bei 1000° C	
a)	79	21	-	-	-	750	6,4	98	15
b)	77	23	-	-	-	780	5,8	98	16
40 c)	75	25	-	-	-	825	5,7	100	17,5
d)	R	25	-	0,2	0,1	825	6,7	103	15
e)	71	29	-	-	-	900	5,5	108	20
f)	R	25	5	0,2	0,1	810	5,8	98	17
45 g)	R	30	10	0,2	0,1	850	5,8	96	16,5

Eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform wird in Figur 4 wiedergegeben. Bei dieser Ausführungsform ist die Regelwendel in die beiden Abschnitte 3 und 6 unterteilt, wobei der Abschnitt 3 aus einem Material mit dem genannten steilen Widerstandsanstieg im genannten Temperaturbereich besteht, während Abschnitt 6 aus einer ansich bekannten Wendel aus z. B. reinem Nickel besteht. Auf diese Weise kann die Widerstandskennlinie bezüglich der Anwendung der Glühkerze erfindungsgemäß angepaßt werden.

Überraschenderweise wurde nunmehr gefunden, daß die erfindungsgemäße Glühkerze besonders wirkungsvoll funktioniert, wenn die Regelwendel aus einer Kobalt-/Eisenlegierung besteht, wobei diese Legierung 23-25 Gew.-% Eisen, Rest Kobalt enthält. Dieses gilt insbesondere, wenn der Eisengehalt etwa 25 Gew.-%, Rest Kobalt ist.

Die Ergebnisse werden noch weiter deutlich verbessert, wenn die Regelwendellegierung durch Sintern hergestellt ist. Dieses gilt, obwohl bisher nicht geklärt werden konnte, warum die Ergebnisse für den

vorliegenden Zweck deutlich besser sind, wenn die Legierungen bei gleichem Reinheitsgrad im Sinter- und nicht im Schmelzverfahren hergestellt wurden.

Der Vorteil der Verwendung der reinen Legierungen Co Fe 23 bis Co Fe 25 liegt in der relativ geringen Widerstandszunahme bis 800 °C, wodurch sich rasches Aufheizen ergibt sowie die bei etwa 825 °C ausgeprägt auftretende Sprungcharakteristik des Temperaturkoeffizienten, wodurch sich ein wirkungsvolles Abregeln ergibt. Es wurde herausgefunden, daß als obere Grenztemperatur der Heizwendeln 1060 °C anzusehen sind; durch die erfindungsgemäß eigentümliche Regelcharakteristik der erfindungsgemäßen Regelwendel sind keine weiteren Bauelemente mehr nötig, um die Überschreitung dieser oberen Grenztemperatur zu verhindern.

Besonders vorteilhafte Glühkerzen der erfindungsgemäßen Art ergeben sich, wenn die Regelwendel in zwei Abschnitte unterteilt ist, wobei der der Heizwendel benachbarte Abschnitt aus dem beschriebenen Regelwendelmaterial besteht, und der andere Abschnitt eine an sich eine bekannte Wendel aus reinem Nickel ist, und wenn Regel- und Heizwendel praktisch vollständig in dem Teil des Rohrs angeordnet sind, der als Glühstift dient und frei von anliegenden, wärmeabziehenden Bauteilen ist.

Die Erfindung wird anhand der folgenden Figuren näher erläutert:

Fig. 1 ist die graphische Wiedergabe des Widerstandsverhältnisses verschiedener Wendeldrahtmaterialien in Abhängigkeit von der Temperatur.

Fig. 2 ist die graphische Darstellung der Temperatur der Heizstab-Oberfläche in Abhängigkeit von der Zeit.

Fig. 3 ist eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Glühstiftkerze.

Fig. 4 ist eine andere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Glühstiftkerze.

Es wurde gefunden, daß theoretisch durch Veränderung der Wendelgeometrie des Wendeldrahtes sowie der Ausbildung des Glühstiftes Aufheizzeiten unter 5 Sekunden erhältlich sind, wobei deren Lebensdauer jedoch für den gewünschten Zweck völlig unzureichend ist. Es wurde gefunden, daß dieses vor allem daran liegt, daß die schnelle Aufheizperiode nicht zu "bremsen" ist, so daß sich der Heizstab auf eine Beharrungstemperatur von mehr als 1130 ° bei üblicher Batteriespannung nach etwa 10 Sekunden einstellt, wobei nach diesseitiger Erkenntnis diese Temperatur die Lebensdauer solcher Glühstiftkerzen entscheidend beeinträchtigt.

Verwendet man demgegenüber als Regelwendel eine Widerstandswendel mit höherem Widerstand ist es nicht möglich, die gewünschte Verkürzung der Aufheizzeit zu erzielen, wenn man auf eine Beharrungstemperatur von etwa maximal 1060 °C abzielt.

Überraschenderweise wurde gefunden, daß sowohl die Aufheizzeit verringert wie auch die funktionsgemäße Lebensdauer erzielbar ist, wenn man für die Regelwendel ein Material verwendet, das ein Widerstandsverhältnis von größer als etwa 7,5, vorzugsweise größer als 12 und insbesondere von etwa 14 aufweist.

Geeignete Materialien sind nicht, wie aus dem Stand der Technik bekannt, Reinnickel sondern beispielsweise Legierungen aus Nickel/Eisen und Kobalt/Eisen, insbesondere Kobalt/Eisen gemäß Anspruch 1 und Anspruch 2.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß die erfindungsgemäße Glühkerze dann besonders wirkungsvoll arbeitet, wenn die Regelwendellegierung (bei gleicher Zusammensetzung, bzw. gleichem Reinheitsgrad) nicht durch Schmelzverfahren, sondern durch Sintern hergestellt wurde.

Als ganz besonders geeignet haben sich solche Materialien herausgestellt, die nicht nur das genannte Widerstandsverhältnis aufweisen, sondern bei denen sich die Widerstandsänderung in einem bestimmten Temperaturbereich "sprunghaft" ändert, d. h., daß er sich nicht etwa linear wie bei rein Nickel sondern wie den genannten Legierungen im Bereich von 600 bis 900 ° sehr schnell, bezogen auf den übrigen Kurvenverlauf, verändert. Dieses wird durch die Kurven gemäß Figur 1 aufgezeigt, in der der Verlauf des Widerstandsverhältnisses in Abhängigkeit von der Temperatur für die genannten Materialien schematisch wiedergegeben wird.

Entsprechend erfindungsgemäß ausgebildete Glühstiftkerzen zeigen bezüglich ihrer Oberflächentemperatur als Funktion der Zeit ein Verhalten gemäß der Figur 2. Während bei diesem gezeigten Beispiel die Glühstiftkerze aus dem Stand der Technik die Glühstiftspitzentemperatur von 850 °C nach etwa 8 Sekunden erreicht hat, erreicht die erfindungsgemäße Glühstiftkerze diese Temperatur nach etwa 3 bis 4 Sekunden. Darüber hinaus ergibt sich aus der Darstellung qualitativ, daß die erfindungsgemäße Glühstiftkerze bezüglich der Oberflächentemperatur sehr stark "gebremst" wird und sich auf eine Beharrungstemperatur gemäß Figur 2 von etwa 1000 °C einstellt, während die Glühstiftkerze aus dem Stand der Technik sich auf eine Beharrungstemperatur von etwa über 1150 °C einstellt.

Die niedrige Beharrungstemperatur der erfindungsgemäßen Glühkerze verbessert jedoch nicht nur die Lebensdauer der Glühstiftkerze entscheidend; sie ermöglicht vor allem auch, daß mit dieser Kerze in den

laufenden Motor mit höherer Generatorspannung (bis zu 13 Volt an der Kerze) nachgeglüht werden kann, ohne Heiz- und Regelwendel zu zerstören; dieser Möglichkeit des Nachglühens kommt wesentliche Bedeutung zur Verminderung der Schadstoffe im Abgas von Dieselmotoren zu. Aus diese Weise entfallen beim Nachglühen die sonst vorzusehenden aufwendigen elektrischen oder elektronischen Steuerungen.

5 Eine typische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Glühstiftkerze ist in Figur 3 wiedergegeben.

Der Glühstift 1, als verschlossenes Glührohr ausgebildet, besteht üblicherweise aus korrosionsbeständigem Werkstoff, vorzugsweise Inconel 600 oder 601.

In diesem Schutzrohr ist eine Wendelkombination 2/3 in einem gut wärmeleitenden Isolierstoff 4 (beispielsweise Magnesiumoxid) eingebettet.

10 Der vordere Abschnitt 2 der hintereinander angeordneten Wendeln wird als Heizwendel bezeichnet und besteht aus einem Drahtmaterial mit geringem positiven oder negativem Temperaturkoeffizienten, vorzugsweise aus einem Chrom/Aluminium-/Eisendraht. Der Durchmesser des Drahtes beträgt üblicherweise 0,3 bis 0,5 mm.

Die Heizwendel 2 ist mit der Regelwendel 3 üblicherweise durch Verschweißen verbunden. Die 15 Regelwendel besteht in diesem Fall aus einer Legierung Kobalt/Eisen, wobei der Kobaltanteil in der Legierung etwa 75 % beträgt und der Rest Eisen ist; auf diese Weise wird erfindungsgemäß ein Material verwendet, dessen Widerstandskennlinie der Anwendung einer Glühkerze angepaßt ist. Diese Regelwendel 3 weist erfindungsgemäß zunächst einen niedrigeren Anstieg des Widerstands auf, während der Widerstand im Bereich der Wendeldrahttemperatur von etwa 400 bis etwa 900 ° steil ansteigt.

20 Ebenfalls erfindungsgemäß stellt sich die gewünschte Beharrungstemperatur nach etwa 8 Sekunden ein. Die Glühtemperatur von etwa 850 ° C wird bereits nach zwei bis fünf Sekunden erreicht. Der Durchmesser der Regelwendel beträgt bei diesem Ausführungsbeispiel etwa 0,3 bis 0,4 mm.

Beispiele für erfindungsgemäß verwendbare Legierungen ergeben sich aus der folgenden Tabelle:

25

	Zusammensetzung						spez. Widerstand/ $\mu\Omega\text{cm}$		TF
	Co	Fe	Ni	Mn	Si	TI/°C	bei 20 ° C	bei 1000 ° C	
a)	79	21	-	-	-	750	6,4	98	15
b)	77	23	-	-	-	780	5,8	98	16
30 c)	75	25	-	-	-	825	5,7	100	17,5
d)	R	25	-	0,2	0,1	825	6,7	103	15
e)	71	29	-	-	-	900	5,5	108	20
f)	R	25	5	0,2	0,1	810	5,8	98	17
35 g)	R	30	10	0,2	0,1	850	5,8	96	16,5

Eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform wird in Figur 4 wiedergegeben. Bei dieser Ausführungsform ist die Regelwendel in die beiden Abschnitte 3 und 6 unterteilt, wobei der Abschnitt 3 aus einem 40 Material mit dem genannten steilen Widerstandsanstieg im genannten Temperaturbereich besteht, während Abschnitt 6 aus einer ansich bekannten Wendel aus z. B. reinem Nickel besteht. Auf diese Weise kann die Widerstandskennlinie bezüglich der Anwendung der Glühkerze erfindungsgemäß angepaßt werden.

#### 45 Ansprüche

1. Glühkerze zur Anordnung im Brennraum einer luftverdichtenden Brennkraftmaschine, mit einem Kerzengehäuse, mit einer Anschlußvorrichtung für den Glühstrom und mit einem an dem Kerzengehäuse befestigten Rohr, das an seinem vom Kerzengehäuse abgewandten Ende verschlossen ist, wobei in dem 50 Rohr ein drahtwendelförmiges Widerstandselement in einem Isolierstoff angeordnet ist, wobei das Widerstandselement aus zwei in Reihe verbundenen Widerstandswendeln besteht, von denen die hintere als Regelwendel dienende Widerstandswendel einen höheren positiven Temperatur-Widerstandskoeffizienten als die vordere, als Heizwendel dienende Widerstandswendel aufweist, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Regelwendelmaterial ein Widerstandsverhältnis, bezogen auf ein Temperaturverhältnis von 20 ° /1000 ° C, 55 von größer als etwa 7,5 aufweist.

2. Glühkerze nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Widerstandsverhältnis größer als 12 ist.

3. Glühkerze nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Widerstandsverhältnis etwa 14 ist.

4. Glühkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Regelwendelmaterial im Bereich der Regelwendeldrahttemperatur von etwa 400 bis etwa 900 °C eine sprunghafte Widerstandsänderung aufweist.
5. Glühkerze nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß sich der Bereich der sprunghaften Widerstandsänderung des Regelwendeldrahts von etwa 600 bis etwa 900 °C erstreckt.
6. Glühkerze nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendel aus einer Nickel/Eisenlegierung besteht.
7. Glühkerze nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendel aus einer Kobalt/Eisenlegierung besteht, die aus 20 - 35 Gew.% Fe, anderen Elementen als Verarbeitungszusätze bis etwa 1 Gew.%, Rest Co und wahlweise Ni besteht.
8. Glühkerze nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Legierung der Regelwendel einen Nickelgehalt aufweist, der mit steigendem Eisengehalt ansteigt, wobei der maximale Nickelgehalt durch annähernd lineare Interpolation zwischen den Werten 0 Gew.% Nickel bei einem Eisengehalt von 20 Gew.% und 15 Gew.% Nickel bei einem Eisengehalt von 35 Gew.% ermittelt werden kann.
9. Glühkerze nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendel ein- oder mehrstückig aus einem Material oder Materialien ausgebildet ist, dessen/deren Widerstandsverhältnis(se) (20/1000 °C) im Bereich von etwa 100 bis etwa 400 °, vorzugsweise bis etwa 600 °, etwa 7,5 oder kleiner und im Bereich von 400 °, vorzugsweise 600 ° bis etwa 900 ° steil auf Werte oberhalb etwa 7,5 bis auf größer als 12 ansteigt(en).
10. Glühkerze nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß Regelwendel und Heizwendel praktisch vollständig in dem Teil des Rohres angeordnet sind, der als Glühstift dient und frei in den Raum ragt.
11. Verfahren zur Herstellung von Glühstiftkerzen nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß man die Regelwendel ein- oder mehrstückig derart ausbildet, daß das Widerstandsverhältnis im Bereich von etwa 100 bis etwa 400 °, vorzugsweise bis etwa 600 °, etwa 7,5 oder kleiner ist und im Bereich von 400, vorzugsweise von 600 ° bis etwa 900 °, steil auf Werte oberhalb etwa 7,5 bis auf etwa 14 ansteigt.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß man die Regelwendel mehrstückig derart ausbildet, daß das Widerstandsverhältnis im Bereich von etwa 100 bis etwa 400 °, vorzugsweise bis etwa 600 ° etwa 7,5 oder kleiner ist und im Bereich von 400, vorzugsweise von 600 ° bis etwa 900 °, steil auf Werte oberhalb 12 ansteigt.
13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß man als Material für die Regelwendel eine Kobalt/Eisenlegierung verwendet, die aus 20 - 35 Gew.% Fe, anderen Elementen als Verarbeitungszusätze bis etwa 1 Gew.%, Rest Co und wahlweise Ni besteht.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Legierung der Regelwendel einen Nickelgehalt aufweist, der mit steigendem Eisengehalt ansteigt, wobei der maximale Nickelgehalt durch annähernd lineare Interpolation zwischen den Werten 0 Gew.% Nickel bei einem Eisengehalt von 20 Gew.% und 15 Gew.% Nickel bei einem Eisengehalt von 35 Gew.% ermittelt werden kann.
15. Glühkerze zur Anordnung im Brennraum einer luftverdichtenden Brennkraftmaschine, mit einem Kerzengehäuse, mit einer Anschlußvorrichtung für den Glühstrom, mit einem an dem Kerzengehäuse befestigten Rohr, das an seinem vom Kerzengehäuse abgewandten Ende verschlossen ist, wobei in dem Rohr ein drahtwendelförmiges Widerstandselement in einem Isolierstoff angeordnet ist, wobei das Widerstandselement aus zwei in Reihe verbundenen Widerstandswendeln besteht, von denen die hintere als Regelwendel dienende Widerstandswendel einen höheren positiven Temperatur-Widerstandskoeffizienten als die vordere, als Heizwendel dienende Widerstandswendel aufweist, wobei das Regelwendelmaterial ein Widerstandsverhältnis, bezogen auf ein Temperaturverhältnis von 20 °/1000 °C von größer als etwa 7,5 aufweist nach Patentanmeldung P 38 25 013.6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendel aus einer Kobalt-/Eisenlegierung mit einem Eisengehalt von 23-25 Gew.-%, Rest Kobalt, besteht.
16. Glühkerze nach Anspruch 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendel aus einer Kobalt-/Eisenlegierung mit einem Eisengehalt von 25 Gew.-%, Rest Kobalt, besteht.
17. Glühkerze nach Anspruch 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendellegierung durch Sintern hergestellt ist.
18. Glühkerze nach Anspruch 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Legierung durch Sintern hergestellt ist.
19. Regelwendel nach Anspruch 17, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendel in zwei Abschnitte unterteilt ist, wobei der der Heizwendel benachbarte Abschnitt aus dem beschriebenen Regelwendelmaterial besteht, und der andere Abschnitt eine an sich bekannte Wendel aus reinem Nickel ist.
20. Glühkerze nach Anspruch 18, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendel in zwei Abschnitte

unterteilt ist, wobei der der Heizwendel benachbarte Abschnitt aus dem beschriebenen Regelwendelmaterial besteht, und der andere Abschnitt eine an sich bekannte Wendel aus reinem Nickel ist.

21. Glühkerze nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß Regel- und Heizwendel praktisch vollständig in dem Teil des Rohres angeordnet sind, der als Glühstift dient  
5 und frei von anliegenden, wärmeabziehenden Bauteilen ist.

10

15

20

25

30

35

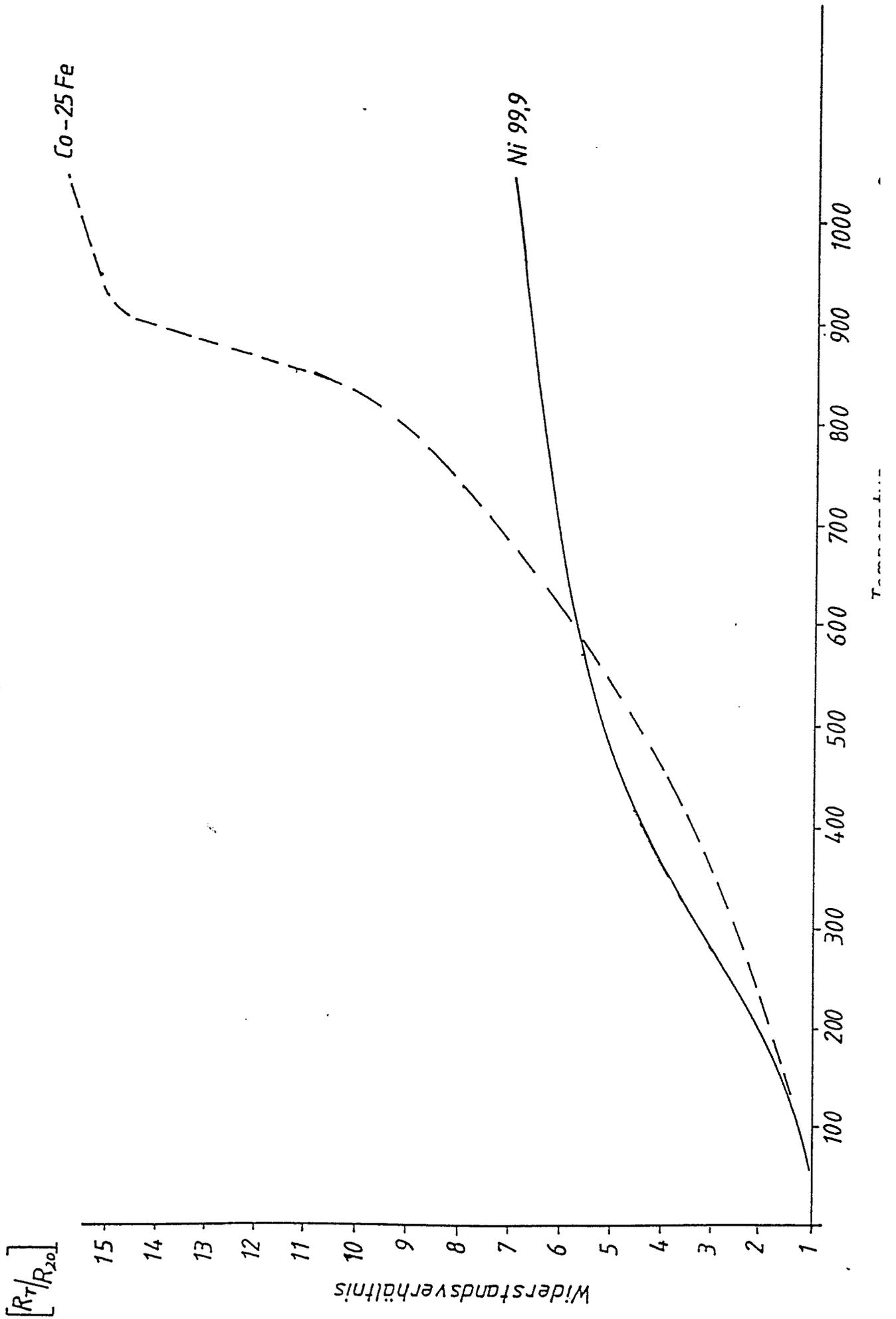
40

45

50

55

Fig. 1



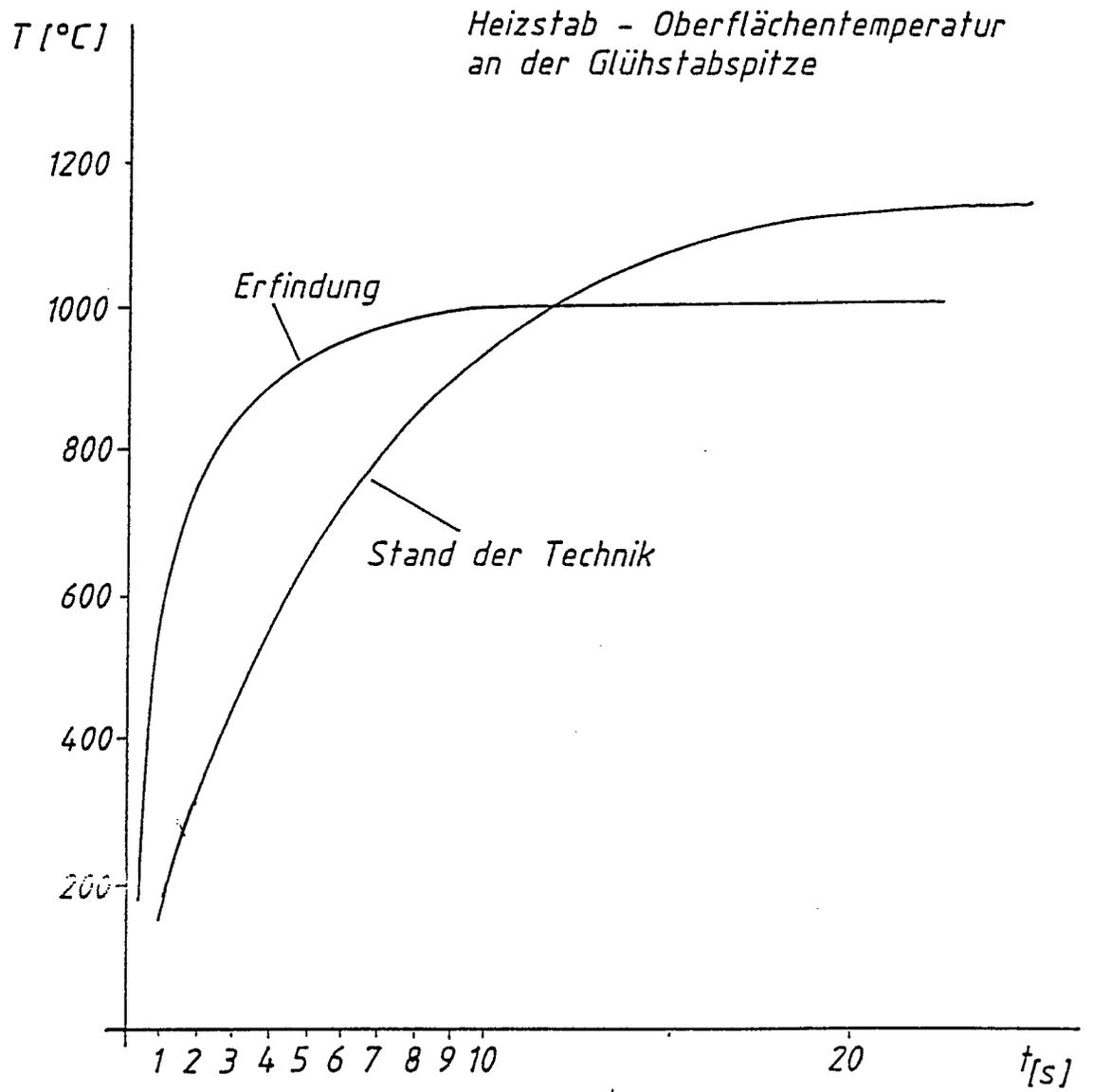


Fig. 2

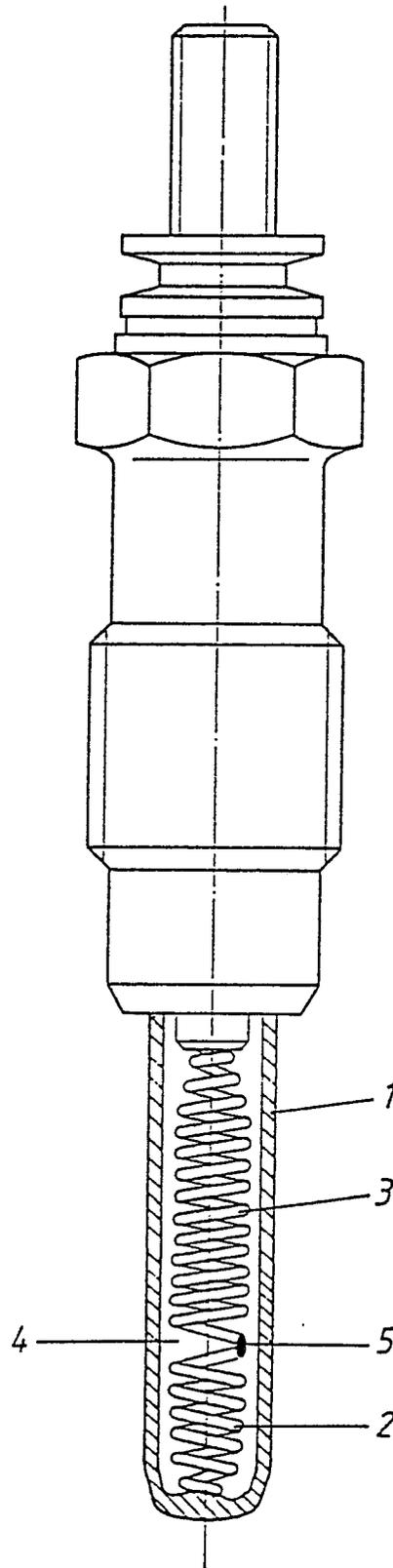


Fig. 3

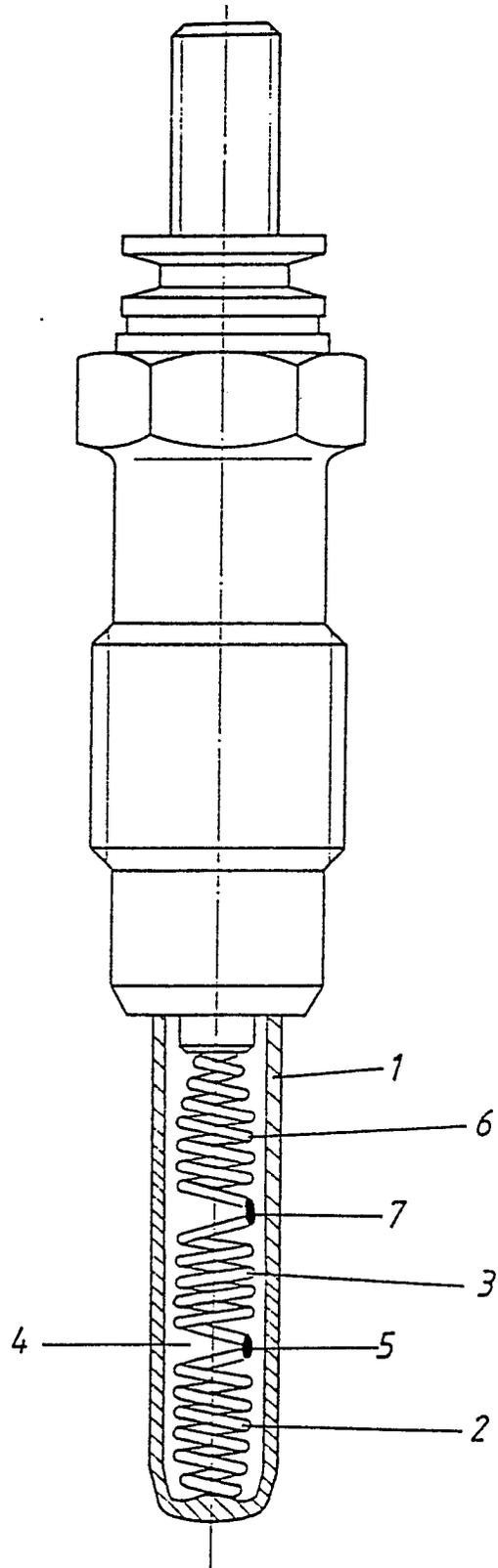


Fig. 4