

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. April 2008 (17.04.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/043656 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

C10M 169/04 (2006.01) **C10N 50/02** (2006.01)
C10N 40/24 (2006.01) **C10N 50/08** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/060034

(22) Internationales Anmeldedatum:

21. September 2007 (21.09.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2006 047 621.2 9. Oktober 2006 (09.10.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CHEMISCHE FABRIK BUDENHEIM KG** [DE/DE]; Rheinstrasse 27, 55257 Budenheim (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BUGNER, Stefan** [DE/DE]; Im Gehren 40, 55257 Budenheim (DE). **SCHNEIDER, Bernd** [DE/DE]; Gronastr. 10, 65205 Wiesbaden (DE). **GISKOW, Ralf** [DE/DE]; Hauptstrasse 187, 55120 Mainz (DE). **FUTTERER, Thomas** [DE/DE]; An der Griesmühle 35, 55218 Ingelheim (DE).

(74) Anwälte: **SEIFFERT, Klaus** usw.; Patentanwälte Weber, Seiffert, Lieke, Postfach 61 45, 65051 Wiesbaden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(54) Title: GRAPHITE-CONTAINING HIGH-TEMPERATURE LUBRICANT FOR HIGH-GRADE STEELS AND CARBON STEELS

(54) Bezeichnung: GRAPHITHALTIGER HOCHTEMPERATURSCHMIERSTOFF FÜR EDEL- UND KOHLENSTOFFSTÄHLE

(57) Abstract: The invention relates to a high-temperature lubricant for use in the hot-forming of high-grade steels and carbon steels, said lubricant containing graphite, organic aerating agents and inorganic parting agents. The invention also relates to the use of such a lubricant. The aim of the invention is to provide a high-temperature lubricant that can be used for a wide range of steel qualities for various wall thicknesses and extensions to be obtained by rolling and that is temperature-stable, allows uniform rolling results with varying wall thicknesses and/or steel qualities and does not lead to the undesired carburization of the rolling stock. For this purpose, the high-temperature lubricant according to the invention comprises at least the following components in weight percent, based on the solids content: (a) 40 to 90% by weight of graphite, (b) 2 to 50% by weight of organic aerating agents, (c) 5 to 50% by weight of inorganic parting agents, the organic aerating agent (b) being selected from the group consisting of melamine, melam, melem, melon, phosphate salts and polyphosphate salts of the aforementioned compounds having phosphate chain lengths in the range of n = 1 to 1000, reaction products and addition products of the aforementioned compounds with cyanuric acid or isocyanuric acid and mixtures thereof, and the inorganic parting agent (c) being a layered silicate or a mixture of layered silicates.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Hochtemperaturschmierstoff für die Heißumformung von Edelmetall- und Kohlenstoffstählen, der einen Gehalt an Graphit, organischem Treibmittel und anorganischem Trennmittel aufweist, sowie dessen Verwendung. Um einen für ein breites Spektrum an Stahlqualitäten für verschiedene zu walzende Wandstärken und Streckungen einsetzbaren Hochtemperaturschmierstoff bereitzustellen, der zudem temperaturstabil ist, gleichbleibende Walzergebnisse bei Änderung der Wandstärke und/oder der Stahlqualität liefert und nicht zu unerwünschten Aufkohlungen des Walzgutes führt, enthält der erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierstoff wenigstens folgende Bestandteile in Gew.-%, bezogen auf den Feststoffgehalt: (a) 40 bis 90 Gew.-% Graphit, (b) 2 bis 50 Gew.-% organisches Treibmittel, (c) 5 bis 50 Gew.-% anorganisches Trennmittel, wobei das organische Treibmittel (b) aus der Gruppe ausgewählt ist, bestehend aus Melamin, Melam, Meiern, Melon, Phosphatsalzen und Polyphosphatsalzen der vorgenannten Verbindungen mit Phosphatkettenlängen im Bereich von n = 1 bis 1000, Umsetzungsprodukten und Addukten der vorgenannten Verbindungen mit Cyanursäure oder Isocyanursäure und Gemischen der vorgenannten, und das anorganische Trennmittel (c) ein Schichtsilikat oder ein Gemisch von Schichtsilikaten ist.



WO 2008/043656 A2

Graphithaltiger Hochtemperaturschmierstoff für Edel- und Kohlenstoffstähle

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Hochtemperaturschmierstoff für die Heißumformung von Edel- und Kohlenstoffstählen, der einen Gehalt an Graphit, organischem Treibmittel und anorganischem Trennmittel aufweist. Die Erfindung betrifft weiterhin die Verwendung des erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierstoffs.

Technisches Gebiet der Erfindung

Bei der Herstellung von nahtlosen Rohren wird ein massiver Stahlblock auf eine bestimmte Umformungstemperatur erhitzt und zu einem dickwandigen Hohlblock gelocht. Dieser Hohlblock wird über ein Werkzeug, die Dornstange, gesteckt und ohne zusätzliche Wärmezuführung über der Dornstange mittels außen anliegender Walzen ausgewalzt bzw. gestreckt. Dabei treten teilweise erhebliche Drücke und Reibungskräfte auf den Oberflächen des zu verarbeitenden Metalls und des Bearbeitungswerkzeugs auf, die maßgeblich die Haltbarkeit der verarbeitenden Werkzeuge beeinflussen. Darüber hinaus bestimmen die Reibungsverhältnisse letztlich die Oberflächenqualität der produzierten Erzeugnisse.

Bei der vorgenannten Herstellung nahtloser Rohre werden unterschiedlichste Stahlqualitäten umgeformt, z. B. legierte und hochlegierte Stähle und Kohlenstoffstähle. Für diese unterschiedlichen Stahlqualitäten und für verschiedene zu walzende Wandstärken und Streckungen werden unterschiedliche Anforderungen an eingesetzte Dornstangenschmierstoffe und Trennmittel gestellt.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Materialeigenschaften der verschiedenen Stahlwerkstoffgruppen während des Umformprozesses im erhitzten Zustand, wird bei der Umformung von Kohlenstoffstählen hauptsächlich eine möglichst gute Schmierwirkung des Schmierstoffes und bei legierten und hochlegierten Stählen zusätzlich eine möglichst gute Trennwirkung des Schmierstoffes benötigt. Darüber hinaus werden an einen Hochtemperaturschmierstoff hohe Anforderungen in Bezug auf Temperaturstabilität und gleichbleibende Walzergebnisse bei Änderung der Wandstärke und/oder der Stahlqualität gestellt.

Ein Anhaften von Walzgut an die Werkzeugoberflächen ist zu vermeiden, da es hierdurch zu erheblichen Qualitätseinbußen auf den Innenoberflächen der Fertigprodukte kommt. Wichtig in

Bezug auf die nach der Beschichtung der Werkzeuge mit dem Schmierstoff erfolgende Umformung ist auch die möglichst gute Haftung des Schmierstoffs auf dem Werkzeug, ein schnelles Antrocknen und eine gleichmäßige Ausbildung der Schicht aus aufgebrachtem Schmierstoff.

5 Bei kohlenstoffhaltigen Schmierstoffen, wie z.B. graphithaltigen Schmierstoffen, kann es im Bereich der Korngrenzen des Walzgutes bei Kontakt mit dem Schmierstoff bei Umformtemperaturen in der Größenordnung von 1100 bis 1300 °C zu sogenannten Aufkohlungen des Walzgutes kommen, wobei Kohlenstoff in die Metalloberfläche eindiffundiert und es zu einer partiellen Versprödung des Metalls und zu Lochbildungen mit Eindringtiefen bis zu etwa 300 µm kommen
10 kann. Die Versprödung des Metalls führt bei der Weiterverarbeitung des Werkstückes dazu, daß der versprödete Werkstoff aufreißt und das Werkstück unbrauchbar wird. Lochbildungen werden beim anschließenden Elongierprozeß zu Längsriefen ausgewalzt. Diese Riefen stellen eine erhebliche, nicht akzeptable Qualitätsminderung des fertigen Walzgutes dar, die vermieden werden muß.

15

Je nach Stahlqualität und Walzverfahren wurden bereits unterschiedliche, speziell abgestimmte Schmierstoffrezepturen entwickelt. Dies hat zur Folge, daß bei Änderungen in der Produktion, wie beispielsweise einem Wechsel von legierten und hochlegierten Stahlqualitäten zu Kohlenstoffstählen, neben den für den Walzwerk-Betreiber durchzuführenden Änderungen der Prozeß-
20 ßeinstellungen und Walzparameter auch der Schmierstoff ausgetauscht werden muß. Dies ist mit kostenintensiven Nachteilen verbunden, wie beispielsweise längeren Produktionsunterbrechungen, erhöhtem Arbeitsaufwand durch die Umstellung, der Notwendigkeit, verschiedenste an den Werkstoff und den Walzprozeß angepaßte Schmierstoffe an Lager zu halten, der Bereitstellung von zusätzlichen Anrühr- und Vorratsbehältern und der Bereitstellung einer weiteren,
25 separaten Einrichtung zur Aufbringung des alternativen, auf die speziellen Anforderungen abgestimmten Schmierstoffs.

Schmierstoffe für den Anwendungsbereich der Edelstahl-Umformung sind z.B. in der EP-A-0 357 508 beschrieben. Diese sind jedoch für diesen Anwendungsbereich optimiert und daher für
30 die Umformung von Kohlenstoffstählen in Bezug auf Werkzeugstandzeiten und Stromaufnahmen der Walzen nicht optimal.

Schmierstoffe für den Bereich der Kohlenstoffstahl-Umformung sind z.B. in den Patenten EP-A-0 164 637, EP-A-0 554 822 und EP 0 909 309 beschrieben. Mit diesen Schmierstoffen können
35 unter vergleichbaren Bedingungen nur dann höher legierte Werkstoffe umgeformt werden, wenn zusätzlich ein pulverförmiges Desoxidationsmittel die Schmierwirkung unterstützt.

Die EP 0 745 661 offenbart ein graphithaltiges Schmiermittel, das einen Anteil an einem oder mehreren Tonmineralen aus der Klasse der Smektite aufweist. Zusätzlich weisen diese Schmiermittel entweder einen Gehalt an Kieselsäuresol oder Kalium-Aluminium-Silikat auf. Laut

5 EP 0 745 661 können solche Schmiermittel den Nachteil der Aufkohlung von graphithaltigen Schmiermitteln bei relativ hohen Arbeitstemperaturen weitestgehend überwinden. Zwar können solche Schmiermittel mit Gehalten an Graphit und Schichtsilikat eine geringere Aufkohlung bei der Metallbearbeitung aufweisen, sie sind allerdings bezüglich der Reibungsverhältnisse zwischen den Metalloberflächen häufig verbesserungsbedürftig, um die Haltbarkeit der bearbeitenden

10 Werkzeuge, z.B. der Dornstangen, zu verlängern.

Aufgabe

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand daher darin, einen für ein breites Spektrum an

15 Stahlqualitäten für verschiedene zu walzende Wandstärken und Streckungen einsetzbaren Hochtemperaturschmierstoff bereitzustellen, der zudem temperaturstabil ist, gleichbleibende Walzergebnisse bei Änderung der Wandstärke und/oder der Stahlqualität liefert und nicht zu unerwünschten Aufkohlungen des Walzgutes führt. Ein Hochtemperaturschmierstoff dieser Art wurde bislang nicht beschrieben.

Lösung

Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Hochtemperaturschmierstoff für die Heißumformung von Edel- und Kohlenstoffstählen, welcher wenigstens folgende Bestandteile in Gew.-%, bezogen

25 auf den Feststoffgehalt, enthält:

- (a) 40 bis 90 Gew.-% Graphit,
- (b) 2 bis 50 Gew.-% organisches Treibmittel,
- (c) 5 bis 50 Gew.-% anorganisches Trennmittel,

30 wobei das organische Treibmittel (b) aus der Gruppe ausgewählt ist, bestehend aus Melamin, Melam, Melem, Melon,

Phosphatsalzen und Polyphosphatsalzen der vorgenannten Verbindungen mit Phosphatkettenlängen im Bereich von $n = 1$ bis 1000,

Umsetzungsprodukten und Addukten der vorgenannten Verbindungen mit Cyanursäure

35 oder Isocyanursäure und

Gemischen der vorgenannten,

und das anorganische Trennmittel (c) ein Schichtsilikat oder ein Gemisch von Schichtsilikaten ist.

- 5 Die erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierstoff-Zusammensetzung zeigt überraschenderweise hervorragende Schmier- und Trenneigenschaften als ein bei verschiedensten Stahlqualitäten universell einsetzbarer Schmierstoff bei der Heißumformung, insbesondere bei Walzprozessen zur Herstellung nahtloser Rohre. Der erfindungsgemäße Schmierstoff ist bei hohen Temperaturen stabil, liefert bei verschiedensten Stahlqualitäten und bei sich ändernden Wandstärken gleichbleibende Walzergebnisse und führt trotz des hohen Kohlenstoff- bzw. Graphitgehalts nicht zu Aufkohlungen in höherem Maße, die das Walzgut schädigen.
- 10

Der erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierstoff hat gegenüber bislang bekannten Schmierstoffen für die Heißumformung von Metallen den wesentlichen Vorteil, daß für verschiedene Stahlqualitäten nur eine einzige Schmierstoffrezeptur in einem Walzwerk eingesetzt zu werden braucht. Dadurch werden bei einem Wechsel der Stahlsorte in dem Bearbeitungsprozeß längere Produktionsunterbrechungen, erhöhter Arbeitsaufwand für den Austausch des Schmierstoffs und die Vorhaltung verschiedener Schmierstoffe an Lager vermieden. Des weiteren ist es aufgrund des universell einsetzbaren Schmierstoffes der vorliegenden Erfindung nicht erforderlich, daß in einem Walzwerk separate Einrichtungen zur Herstellung, Bevorratung und zum Aufbringen weiterer Schmierstoffe bereitgestellt werden. Dadurch können in erheblichem Umfang Kosten eingespart werden.

15

20

Der Graphit mit seinen hervorragenden Schmiereigenschaften ist in dem erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierstoff, bezogen auf den Feststoffgehalt, in einer Menge von 40 bis 90 Gew.-% enthalten. Bei einer Menge von weniger als 40 Gew.-% Graphit sind die Schmiereigenschaften des erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierstoffs ungenügend, die Antriebskräfte der Außenwerkzeuge erhöhen sich und das umzuformende Material "fließt" zu wenig. Bei einer Menge von mehr als 90 Gew.-% Graphit kann keine ausreichende Trennwirkung zwischen Walzgut und Dornstange gewährleistet werden. Insbesondere Edelstähle neigen dazu, an den Werkzeugen zu haften.

25

30

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält der Hochtemperaturschmierstoff 50 bis 80 Gew.-% Graphit, bezogen auf den Feststoffgehalt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der in dem Hochtemperaturschmierstoff eingesetzte Graphit kristalliner oder makrokristalliner Graphit, vorzugsweise kristalliner oder makrokristalliner Naturgraphit. Die Verwendung von amorphem Graphit hat sich als ungeeignet erwiesen, da die Schmiereigenschaften des Hochtemperaturschmierstoffs bei Verwendung von amorphem Graphit schlechter werden und sich dies direkt nachteilig auf die Standzeit des Werkzeugs auswirkt. Die Verwendung von Kugelgraphit hat sich als völlig ungeeignet erwiesen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierstoffs weist der Graphit eine Reinheit $> 90\%$, vorzugsweise $> 95\%$, bezogen auf den Kohlenstoffgehalt des Graphits, auf. Die Verwendung von Graphit mit einer Reinheit von weniger als 90% hat sich als ungeeignet erwiesen, da die Begleitstoffe und Verunreinigungen die Bildung von Aufkohlungen begünstigen bei gleichzeitiger Herabsetzung der Schmierwirkung aufgrund des geringeren Graphitgehalts in der Zusammensetzung. Ein erfindungsgemäß geeigneter kristalliner Naturgraphit weist üblicherweise eine Reinheit von etwa 96% auf.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierstoffs weist der Graphit eine mittlere Teilchengröße (d_{50}) von 5 bis $40\text{ }\mu\text{m}$, vorzugsweise 10 bis $25\text{ }\mu\text{m}$ auf. Die Verwendung von Graphit mit einer mittleren Teilchengröße von weniger als $5\text{ }\mu\text{m}$ ist ungeeignet, da keine ausreichende Plättchenstruktur mehr vorliegt und dies eine geringere Schmierwirkung zur Folge hat. Die Verwendung von Graphit mit einer mittleren Teilchengröße von mehr als $40\text{ }\mu\text{m}$ ist ungeeignet, da dies Plättchengrößen mit sich bringt, bei denen Nachteile in der Handhabung aufgrund starker Sedimentationsneigung auftreten.

Naturgraphit der vorgenannten Reinheit enthält weitere Bestandteile als Verunreinigungen oder Beimengungen, wie u.a. Silizium in der Form von Siliziumcarbid (SiC) oder Siliziumoxid (SiO_2). Da Siliziumcarbid und Siliziumoxid stark abrasiv wirken, führt ein zu hoher Siliziumgehalt in dem erfindungsgemäß eingesetzten Graphit zu einem unerwünscht hohen Abrieb des Werkzeugs und/oder des Werkstücks. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierstoffs enthält der eingesetzte Graphit daher Silizium als Verunreinigung oder Beimengung in einer Menge von nicht mehr als $2,0\text{ Gew.}\%$, vorzugsweise nicht mehr als $1,5\text{ Gew.}\%$, besonders bevorzugt nicht mehr als $0,2\text{ Gew.}\%$.

Der erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierstoff enthält organisches Treibmittel in einer Menge von 2 bis $50\text{ Gew.}\%$. Das organische Treibmittel ist unter Stickstoffverbindungen der oben genannten Definition ausgewählt. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung

enthält das organische Treibmittel mehr als 70 Gew.-%, vorzugsweise mehr als 80 Gew.-%, besonders bevorzugt mehr als 90 Gew.-% Melaminisocyanurat. Ganz besonders bevorzugt besteht das organische Treibmittel zu 100 Gew.-% aus Melaminisocyanurat. Das in dem erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierstoff eingesetzte organische Treibmittel setzt bei erhöhten Temperaturen, vorzugsweise Temperaturen > 350 °C, Gas frei und bildet damit ein Gaspolster zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück während der Umformung des Werkstückes bei den üblichen Umformtemperaturen. Die Gasbildung erfolgt entweder durch Zersetzung des organischen Treibmittels, durch Sublimation oder beidem. Eine Menge von weniger als 2 Gew.-% an organischem Treibmittel führt zu einer ungenügenden Gasbildung bzw. Gasfreisetzung, so daß kein ausreichendes Gaspolster zwischen Werkzeug und Werkstück ausgebildet werden kann. Eine Menge von mehr als 50 Gew.-% an organischem Treibmittel ist unvorteilhaft, da es zu unkontrolliert hoher Gasbildung und damit verbundener Störung des Walzprozesses durch Gasexpansion kommen kann. Melaminisocyanurat ist für diesen Zweck ganz besonders geeignet.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält der Hochtemperaturschmierstoff organisches Treibmittel in einer Menge von 3 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 4 bis 6 Gew.-%. Als besonders geeignet hat sich eine Menge von etwa 5 Gew.-% an organischem Treibmittel erwiesen.

Der erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierstoff enthält weiterhin ein Schichtsilikat oder ein Gemisch von Schichtsilikaten als anorganisches Trennmittel in einer Menge von 5 bis 50 Gew.-%. Ein Anteil des anorganischen Trennmittels in einer Menge von weniger als 5 Gew.-% ist ungeeignet, da keine ausreichende Trennwirkung erzielt wird. Eine Menge von mehr als 50 Gew.-% an organischem Trennmittel führt zu reduzierter Schmierwirkung.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält der Hochtemperaturschmierstoff das anorganische Trennmittel in einer Menge von 10 bis 40 Gew.-%, vorzugsweise 15 bis 30 Gew.-%.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierstoffs ist das anorganische Trennmittel unter Kaolinit, Antigorit, Hydrohalloysit, Serpentin, Greenalith, Pyrophyllit, Talk, Margarit, Vermiculit, Sudoit und Chlorit ausgewählt. Besonders bevorzugt sind Kaolinit und Antigorit alleine oder im Gemisch. In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierstoffs ist das anorganische Trennmittel aus der Gruppe der alkalifreien wasserhaltigen Schichtsilikate mit Zwei-

er-Einfach-Schicht ausgewählt, wie beispielsweise Kaolinit, Antigorit und Halloysit. Ganz besonders bevorzugt ist unter den Schichtsilikaten das Tonmineral Kaolinit, ein Aluminiumhydro-silikat der allgemeinen Formel $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4]$.

5 Kaolinit wird entweder durch Schlämmung des Tongesteins Kaolin oder synthetisch aus Polykieselsäure und Aluminiumhydroxid gewonnen. Da Kaoline überwiegend aus dem Mineral Kaolinit bestehen (etwa 88 %), kann bei speziellen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anstelle von reinem Kaolinit auch Kaolin verwendet werden. Der Vorteil der Verwendung des
10 Tongesteins Kaolin liegt in den geringeren Kosten für das Rohmaterial gegenüber der Verwendung von reinem oder beispielsweise synthetisch hergestelltem Kaolinit. Erfindungsgemäß wird daher vorzugsweise Kaolin eingesetzt. Dem gegenüber kann aber auch die höhere Reinheit des Minerals Kaolinit bzw. die höchstmögliche Reinheit des synthetisch hergestellten Kaolinit zum Zwecke einer exakteren Reproduzierbarkeit von Erzeugnissen einheitlicher Qualität gewünscht sein.

15 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierstoffs weist das anorganische Trennmittel eine mittlere Teilchengröße (d_{50}) von 0,5 bis 15 μm , vorzugsweise 1 bis 10 μm , besonders bevorzugt 1 bis 7 μm auf. Geringere Teilchengrößen als 0,5 μm haben den Nachteil, daß es zu Agglomeratbildung des Rohstoffs kommt und
20 diese nicht ausreichend gut in der Pulvermischung homogenisiert werden kann. Teilchengrößen von mehr als 15 μm haben den Nachteil, daß dadurch die Trennwirkung des Trennmittels teilweise durch eine sich nachteilig auswirkende Abrasionswirkung überlagert wird und sich darüber hinaus bei stark unterschiedlichen Teilchengrößen keine homogene Mischung herstellen läßt.

25 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält der Hochtemperaturschmierstoff 1 bis 20 Gew.-% organisches Haftmittel, das unter Alkylenhomopolymeren und -copolymeren ausgewählt ist. Das Haftmittel ist in Wasser suspendierbar und bildet auf dem Substrat (Werkzeug und/oder Werkstück) einen Film, der dazu beiträgt, daß die übrigen
30 Bestandteile der Zusammensetzung des Schmiermittels gehalten werden. Eine Menge von weniger als 1 Gew.-% des organischen Haftmittels ist ungenügend, da sich dadurch die Schichtdicken des eingesetzten Schmierstoffs auf ein ungenügendes Maß reduzieren. Eine Menge von mehr als 20 Gew.-% organisches Haftmittel hat den Nachteil, daß die Schmierwirkung aufgrund des fehlenden Graphitanteils herabgesetzt wird und sich somit die Werkzeugstandzeiten verringern.
35

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält der Hochtemperaturschmierstoff das organische Haftmittel in einer Menge von 2 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 2 bis 5 Gew.-%.

5 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierstoffs ist das organische Haftmittel unter Homo- und Copolymeren von Arylalkenen, α,β -ungesättigten Säuren und Estern, β,γ -ungesättigten Säuren und Estern, Alkenen, Vinylestern, Vinylalkoholen, ungesättigten dibasischen Säuren und Estern, Alkylestern und acyclischen Säuren und Estern ausgewählt. Ganz besonders bevorzugt ist das organische Haftmittel unter Polyethylen, Polymethylmethacrylat, Polystyrol, Polybutadien, Polyvinylacetat, Polyvinylpropionat,
10 Copolymer aus Methylmethacrylat und Styrol, Copolymer aus Methylenmethacrylat und Alpha-methylstyrol, Polydiallylphthalat, Polypropylen, Copolymer aus Styrol und Butadien, Polymethylmethacrylat, Copolymer aus Vinylacetat und Dibutylmaleinat, Copolymer aus Vinylacetat und Ethylen und Polyisobutylen ausgewählt.

15 In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält der Hochtemperaturschmierstoff weiterhin 2 bis 15 Gew.-% an anorganischem oder organischem Stabilisator, wobei der Stabilisator unter Polysacchariden, Alkylzellulosen, Hydroxycellulosen und Tonmineralien ausgewählt ist. Der erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierstoff wird in der Anwendung häufig bzw. üblicherweise als eine Suspension oder Dispersion in einer
20 Flüssigkeit, vorzugsweise in Wasser, eingesetzt. Der anorganische Stabilisator erhöht in dieser Suspension oder Dispersion die Viskosität und dient somit als Verdicker und verhindert bzw. vermindert die Sedimentation und damit die Trennung der übrigen Bestandteile des Hochtemperaturschmierstoffs. Eine Menge von weniger als 2 Gew.-% des Stabilisators ist unerwünscht, da dann die Viskositätserhöhung nicht ausreicht, um eine Sedimentation der Bestandteile des
25 Hochtemperaturschmierstoffs in ausreichendem Maße zu verhindern und die Homogenität des Schmierstoffs zu gewährleisten. Eine Menge von mehr als 15 Gew.-% des Stabilisators führt zu einer Viskositätserhöhung der Suspension oder Dispersion, so daß diese nur noch schlecht im Sprühverfahren auf das Werkzeug aufgebracht werden kann. Darüber hinaus kann eine zu hohe Viskosität die Ausbildung eines ausreichend zusammenhängenden und gleichmäßig dicken
30 Schmiermittelfilms beeinträchtigen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält der Hochtemperaturschmierstoff den Stabilisator in einer Menge von 3 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 4 bis 6 Gew.-%. Besonders bevorzugt ist der Stabilisator ein anorganisches Material, das unter Tonmineralien auf Silikatbasis oder Gemischen davon, vorzugsweise unter Bentoniten und organisch modifizierten Bentoniten ausgewählt ist. Ganz besonders bevorzugt ist der Stabilisator unter Ton-

35

mineralien aus der Klasse der Smektite, vorzugsweise der Klasse der Montmorillonite ausgewählt.

Smektite bestehen im wesentlichen aus Schichtsilikaten und zeichnen sich strukturell durch ein hohes Kationenaustauschvermögen und durch hohe Quellbarkeit in Wasser aus. Aus der Klasse der Smektite werden besonders bevorzugt Montmorillonite eingesetzt, die ein Quellvermögen (1 g Montmorillonit in destilliertem Wasser) von 3 bis 50 aufweisen. Aufgrund des vorgenannten Kationenaustauschvermögens können die Smektite bzw. Montmorillonite mit anorganischen oder organischen Kationen „modifiziert“ werden. Die in dem erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierstoff mit Vorteil eingesetzten Tonminerale zeichnen sich durch ausgezeichnete Bindeeigenschaften aus und haben zudem den Vorteil, daß sie im Gegensatz zu organischen Stabilisatoren nicht der Pyrolyse unterliegen. Des weiteren führt die Verwendung der genannten Tonminerale zu einer überraschend schnellen Trocknungszeit des Schmiermittelfilms auf dem Werkstück und/oder dem Werkzeug innerhalb von wenigen Sekunden. Durch die Verwendung dieser Stabilisatoren gelingt es, mit dem erfindungsgemäßen Schmiermittel auf dem Werkzeug und/oder dem Werkstück innerhalb kürzester Zeit einen gleichmäßigen und trockenen Schmierfilm zu erzeugen, noch bevor das Werkzeug und das Werkstück in Kontakt gebracht werden.

Als Handelsprodukt wird der erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierstoff zweckmäßigerweise als pulverförmiger, trockener Feststoff bereitgestellt. Er kann auch als solcher Feststoff direkt angewendet werden, jedoch ist es vorteilhaft, ihn in der Anwendung als Suspension oder Dispersion in einer Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser, mit einem Feststoffgehalt von 5 bis 50 Gew.-%, vorzugsweise 15 bis 40 Gew.-%, besonders bevorzugt 25 bis 30 Gew.-%, einzusetzen. Der Hochtemperaturschmierstoff kann so auf das Werkzeug und/oder das Werkstück gleichmäßig aufgesprüht werden. Aufgrund der erhöhten Temperatur des Werkzeugs und/oder des Werkstücks verdampft die Flüssigkeit und läßt eine gleichmäßige feste Beschichtung des Schmierstoffs zurück. Selbstverständlich kann der erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierstoff auch als eine solche Suspension oder Dispersion in den Handel gebracht werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weisen die festen Bestandteile des Hochtemperaturschmierstoffs eine mittlere Teilchengröße $< 200 \mu\text{m}$, vorzugsweise $< 150 \mu\text{m}$, besonders bevorzugt $< 100 \mu\text{m}$ auf. Haben die festen Bestandteile des Hochtemperaturschmierstoffs eine höhere mittlere Teilchengröße, so hat dies den Nachteil einer erhöhten Sedimentationsneigung in suspendierter Applikationsform.

Weitere Vorteile, Merkmale und Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beispiele erläutert.

Beispiele

5

Beispiel 1

Es wurden 4 verschiedene Schmierstoffrezepturen in Längswalzverfahren getestet. Die Rezepturen wurden jeweils als 30 %-ige wäßrige Suspensionen eingesetzt. Alle Gewichtsprozentangaben beziehen sich jeweils auf den Feststoffgehalt. In den Längswalzverfahren wurden Rohre mit dünnen Wänden (Wandstärke = 4,1 mm) bei Dornstangentemperaturen von 80 – 100 °C hergestellt. Es wurden ca. 90 g Schmiermittelsuspension pro m² aufgetragen. Die Auslaufzeit der Suspensionen nach EN-ISO 2431 (6 mm) betrug etwa 50 sek. Die Walzlose umfaßten jeweils etwa 500 bis 2000 Rohre. Als Werkstoffe wurden ein Kohlenstoffstahl der Qualität P110 und ein legierter Stahl der Qualität P91 eingesetzt.

Die durch Mischen der Bestandteile hergestellten Rezepturen der pulverförmigen, trockenen Schmierstoffe und die Walzergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 1 angegeben. Da dünne Wandstärken aufgrund der höheren Streckung eine bessere Schmierung benötigen als dicke Wandstärken, sind die Ergebnisse der Schmierwirkung auch auf den Dickwandbereich übertragbar.

Tabelle 1

Rezeptur	Komponenten	Zusammensetzung (Gew.-%)	Walzergebnisse ¹⁾	
			C-Stahl P100	leg. Stahl P91
1 (Erfindung)	(a) Graphit (b) organisches Treibmittel (c) anorganisches Trennmittel (d) organisches Haftmittel (e) anorganischer Stabilisator (f) Bakterizid	66,2 5,0 21,0 3,0 4,3 0,5	+++	+++
2 (Vergleichsrezeptur)	(a) Graphit (x) organisches Treibmittel (c) anorganisches Trennmittel (d) organisches Haftmittel (e) anorganischer Stabilisator (f) Bakterizid	66,2 5,0 21,0 3,0 4,3 0,5	+++	---
3	(a) Graphit	66,2	+++	---

- 11 -

(Vergleichs- rezeptur)	(y)	organisches Treibmittel	5,0		
	(c)	anorganisches Trennmittel	21,0		
	(d)	organisches Haftmittel	3,0		
	(e)	anorganischer Stabilisator	4,3		
	(f)	Bakterizid	0,5		
4 (Vergleichs- rezeptur gemäß EP 0 909 309)	(a)	Graphit	85,0	+++	+/-
		Bentonit	3,0		
		Na-Silikat	2,5		
		Silikophosphat	0,8		
		Phosphatgemisch	8,7		

¹⁾ Walzergebnisse:

"+++" sehr gute Walzbarkeit, niedrige Stromaufnahme, gute Maßhaltigkeit des Fertigrohres

5 " +/- " schwierige Walzbarkeit, hohe Stromaufnahme, teilweise Rohrrinnenfehler, Rückstände an der Werkzeugoberfläche

" - - " schlechte Walzbarkeit, Schmierstoff nicht zufriedenstellend einsetzbar

10 Die in den Rezepturen eingesetzten Komponenten (a) bis (f) und (x) und (y) sind nachfolgend näher charakterisiert.

- 12 -

- | | | |
|-----|----------------------------|--|
| (a) | Graphit | makrokristalliner Naturgraphit,
Reinheit: 94-96 %,
C-Gehalt: 94 – 97 %
mittlere Teilchengröße d50 (Cilas): etwa 15 µm,
Si-Gehalt: etwa 0,2 Gew.-% SiO ₂
Feuchtegehalt: < 0,2 % |
| (b) | organisches Treibmittel | Melaminisocyanurat, Budit 315 [®] ,
Chemische Fabrik Budenheim KG, Deutschland;
N-Gehalt: 48 %,
freies Melamin: < 0,5 %,
freie Isocyanursäure: < 0,2 % |
| (c) | anorganisches Trennmittel | Kaolin,
mittlere Teilchengröße d50 (Cilas): 2 – 10 µm,
Si-Gehalt: > 50 Gew.-% SiO ₂ ,
Al-Gehalt: etwa 30 Gew.-% Al ₂ O ₃ , |
| (d) | organisches Haftmittel | Styrol-Acrylsäureester-Copolymer in Pulverform
Schüttdichte: 400 – 600 g/l
Korngröße (Siebung über 315 µm nach DIN 66165): < 3 µm
Glasübergangstemperatur (T _g nach DIN 53765-A-10): 15 °C |
| (e) | anorganischer Stabilisator | organisch modifizierter Smektit in Pulverform
Viskosität (3 %-ig, Haake): 40000 - -50000 mPas
Korngröße (Siebung über 90 µm): max. 25 % |
| (f) | Bakterizid | Isothiazolinon-Zubereitung,
Acticide MBP [®] , Thor-Chemie GmbH, Deutschland |
| (x) | Treibmittel | Asphalt,
Zeco 11A, Ziegler Chemicals & Minerals Corp, USA |
| (y) | Treibmittel | Ligninsulfonat,
Borresphere NA220, Borregaad Ligno-Tech, Deutschland |

Beispiel 2 - Herstellung eines nahtlosen Edelstahlrohres

- 5 In einer Nahtlosrohr-Fertigungslinie, in welcher nach der Lochung des Vormaterials auf einem Schrägwalzwerk das Elongieren der so erzeugten Hohlblöcke mittels kontinuierlich arbeitender, jeweils separat angetriebener Walzgerüste auf einem frei beweglichen Werkzeug (Dornstange) erfolgt, wurde die Dornstange bei einer Temperatur von ca. 110 bis 130 °C mittels einer Airless-Sprühanlage (4 x 0,7/0,9 mm Düsen/40-80 bar) vor dem Elongieren der Hohlblöcke mit der ge-
- 10 mäß Rezeptur 1 aus Beispiel 1 hergestellten Schmierstoffsuspension beschichtet. Der verwendete Werkstoff war ferritischer Stahl mit 9 bzw. 13 % Cr, und die Hohlblöcke hatten ein Gewicht von 250 bis 270 kg und eine Länge von 6 bis 8 m. Die Umformtemperatur betrug 1150 bis 1200

°C. Die Wandstärken der Fertigrohre betrugen 2,7 bis 7,3 mm, vorwiegend jedoch 4,1 mm, und der Außendurchmesser der Fertigrohre betrug maximal 152 mm.

Beispiel 3 – Herstellung von nahtlosen Kohlenstoffstahlrohren

5

Auf der gleichen Fertigungslinie wie in Beispiel 2 wurden unter Beibehaltung der justierten anlagentechnischen Walzeinstellungen nahtlose Rohre aus Kohlenstoffstahl hergestellt. Die Beschichtung der Dornstangen erfolgte mit dem Schmiermittel gemäß Rezeptur 1 aus Beispiel 1 und in der in Beispiel 2 beschriebenen Art und Weise. Der Werkstoff war Stahl der Qualität P110 bzw. P91, und die Hohlblöcke hatten ein Gewicht von 250 bis 300 kg und eine Länge von 6,5 bis 8 m. Die Umformtemperatur betrug 1250 bis 1280 °C. Die Wandstärken der hergestellten nahtlosen Rohre lagen im Bereich von 2,7 bis 4,1 mm, und die Fertigrohre hatten einen Außendurchmesser von maximal 152 mm.

10

15

PATENTANSPRÜCHE

1. Hochtemperaturschmierstoff für die Heißumformung von Edel- und Kohlenstoffstählen, welcher wenigstens folgende Bestandteile in Gew.-%, bezogen auf den Feststoffgehalt, enthält:

- (a) 40 bis 90 Gew.-% Graphit,
- (b) 2 bis 50 Gew.-% organisches Treibmittel,
- (c) 5 bis 50 Gew.-% anorganisches Trennmittel,

wobei das organische Treibmittel (b) aus der Gruppe ausgewählt ist, bestehend aus Melamin, Melam, Melem, Melon,

Phosphatsalzen und Polyphosphatsalzen der vorgenannten Verbindungen mit Phosphatkettenlängen im Bereich von $n = 1$ bis 1000,

Umsetzungsprodukten und Addukten der vorgenannten Verbindungen mit Cyanursäure oder Isocyanursäure und

Gemischen der vorgenannten,

und das anorganische Trennmittel (c) ein Schichtsilikat oder ein Gemisch von Schichtsilikaten ist.

2. Hochtemperaturschmierstoff nach Anspruch 1, welcher weiterhin (d) 1 bis 20 Gew.-% organisches Haftmittel enthält, wobei das organische Haftmittel (d) unter Alkylenhomopolymeren und -copolymeren ausgewählt ist.

3. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der Ansprüche 1 oder 2, welcher weiterhin (e) 2 bis 15 Gew.-% anorganischen oder organischen Stabilisator enthält, wobei der Stabilisator unter Polysacchariden, Alkylcellulosen, Hydroxycellulosen und Tonmineralien ausgewählt ist.

4. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochtemperaturschmierstoff Graphit (a) in einer Menge von 50 bis 80 Gew.-% enthält.

5. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Graphit (a) kristalliner oder makrokristalliner Graphit, vorzugsweise kristalliner oder makrokristalliner Naturgraphit ist.
- 5 6. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Graphit (a) eine Reinheit > 90 %, vorzugsweise > 95, bezogen auf den Kohlenstoffgehalt des Graphits, aufweist.
- 10 7. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Graphit (a) eine mittlere Teilchengröße (d50) von 5 bis 40 µm, vorzugsweise 10 bis 25 µm aufweist.
- 15 8. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Graphit (a) Silizium als Verunreinigung oder Beimengung in einer Menge von nicht mehr als 2,0 Gew.-%, vorzugsweise nicht mehr als 1,5 Gew.-%, besonders bevorzugt nicht mehr als 0,2 Gew.-% enthält.
- 20 9. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochtemperaturschmierstoff organisches Treibmittel (b) in einer Menge von 3 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 4 bis 6 Gew.-% enthält.
- 25 10. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das organische Treibmittel (b) mehr als 70 Gew.-%, vorzugsweise mehr als 80 Gew.-%, besonders bevorzugt mehr als 90 Gew.-% Melaminisocyanurat enthält und ganz besonders bevorzugt zu 100 Gew.-% aus Melaminisocyanurat besteht.
- 30 11. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochtemperaturschmierstoff anorganisches Trennmittel (c) in einer Menge von 10 bis 40 Gew.-%, vorzugsweise 15 bis 30 Gew.-% enthält.
12. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das anorganische Trennmittel (c) unter alkalifreien wasserhaltigen Schichtsilikaten ausgewählt ist.
- 35 13. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das anorganische Trennmittel (c) unter Kaolinit, Antigorit, Hydrohal-

loysit, Serpentin, Greenalith, Pyrophyllit, Talk, Margarit, Vermiculit, Sudoit und Chlorit, vorzugsweise Kaolinit und/oder Antigorit ausgewählt ist.

- 5 14. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das anorganische Trennmittel (c) aus der Gruppe der alkalifreien wasserhaltigen Schichtsilikate mit Zweier-Einfachschicht ausgewählt ist.
- 10 15. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das anorganische Trennmittel (c) eine mittlere Teilchengröße (d50) von 0,5 bis 15 µm, vorzugsweise 1 bis 10 µm, besonders bevorzugt von 1 bis 7 µm aufweist.
- 15 16. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der Ansprüche 2 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochtemperaturschmierstoff Haftmittel (d) in einer Menge von 2 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 2 bis 5 Gew.-% enthält.
- 20 17. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das organische Haftmittel (d) unter Homo- und Copolymeren von Arylalkenen, α,β-ungesättigten Säuren und Estern, β,γ-ungesättigten Säuren und Estern, Alkenen, Vinylestern, Vinylalkoholen, ungesättigten dibasischen Säuren und Estern, Alkylestern und acyclischen Säuren und Estern ausgewählt ist.
- 25 18. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das organische Haftmittel (d) unter Polyethylen, Polymethylmethacrylat, Polystyrol, Polybutadien, Polyvinylacetat, Polyvinylpropionat, Copolymer aus Methylmethacrylat und Styrol, Copolymer aus Methylenmethacrylat und Alphamethylstyrol, Polydiallylphthalat, Polypropylen, Copolymer aus Styrol und Butadien, Polymethylmethacrylat, Copolymer aus Vinylacetat und Dibutylmaleinat, Copolymer aus Vinylacetat und Ethylen und Polyisobutylen ausgewählt ist.
- 30 19. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der Ansprüche 3 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochtemperaturschmierstoff Stabilisator (e) in einer Menge von 3 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 4 bis 6 Gew.-% enthält.
- 35 20. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Stabilisator (e) unter Tonmineralien auf Silikatbasis oder Gemi-

schen davon, vorzugsweise unter Bentoniten und organisch modifizierten Bentoniten ausgewählt ist.

21. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Stabilisator (e) unter Tonmineralien aus der Klasse der Smektite, vorzugsweise der Klasse der Montmorillonite ausgewählt ist.
22. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochtemperaturschmierstoff als pulverförmiger, trockener Feststoff vorliegt.
23. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochtemperaturschmierstoff als Suspension oder Dispersion in einer Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser, mit einem Feststoffgehalt von 5 bis 50 Gew.-%, vorzugsweise 15 bis 40 Gew.-%, besonders bevorzugt 25 bis 30 Gew.-% vorliegt.
24. Hochtemperaturschmierstoff nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die festen Bestandteile des Hochtemperaturschmierstoffs eine mittlere Teilchengröße $< 200 \mu\text{m}$, vorzugsweise $< 150 \mu\text{m}$, besonders bevorzugt $< 100 \mu\text{m}$ aufweisen.
25. Verwendung des Hochtemperaturschmierstoffs nach einem der vorausgehenden Ansprüche bei der Heißverformung von Edel- und/oder Kohlenstoffstählen, vorzugsweise bei der Herstellung von nahtlosen Rohren.