



BUNDESPATENTGERICHT

8 W (pat) 2/19

(Aktenzeichen)

Verkündet am
4. Juni 2019

...

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

betreffend das Patent 10 2011 121 546

...

...

hat der 8. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 4. Juni 2019 durch den Vorsitzenden Richter Dipl.-Phys. Dr. phil. nat. Zehendner sowie den Richter Dipl.-Ing. Rippel, die Richterin Uhlmann und den Richter Dipl.-Ing. Brunn

beschlossen:

Die Beschwerde wird zurückgewiesen.

Gründe

I.

Auf die am 20. Dezember 2011 durch die Beschwerdeführerin (damals firmierend unter ... GmbH) beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereichte Patentanmeldung ist das Streitpatent 10 2011 121 546 mit der Bezeich-

nung „Verfahren zur Strukturierung einer Oberfläche eines Werkstücks“ erteilt und die Erteilung am 11. Juli 2013 veröffentlicht worden.

Gegen die Patenterteilung haben die Beschwerdegegnerinnen mit Schriftsätzen vom 10. Oktober 2013, die Beschwerdegegnerin zu 1) am 10. Oktober 2013 und die Beschwerdegegnerin zu 2) am 11. Oktober 2013 jeweils Einspruch erhoben. Sie haben vorgetragen, der Gegenstand des Patents sei nicht ausführbar offenbart, er sei nicht patentfähig und beruhe nicht auf erfinderischer Tätigkeit.

Die Einsprechenden verweisen dazu unter anderem auf die folgenden Entgegenhaltungen:

- D20 Balchev, I. [u.a.]: Composition and structure characterization of aluminum after laser ablation. Science & Engineering B, Vol. 135, 2006, S. 108-112.
- D18 US 5 473 138 A
- D2 E. György, A. Perez del Pino, P. Serra, J.L. Morenza, „Influence of the ambient gas in laser structuring of the titanium surface“, Surface & Coatings Technology 187 (May 2004) 245-249

Die Patentinhaberin hat das Patent mit einem gegenüber der erteilten Fassung geänderten Hauptantrag vom 24. Juli 2014 und zwei Hilfsanträgen vom 24. Juli 2014 verteidigt.

Mit Beschluss vom 24. Juli 2014 hat die Patentabteilung 34 des Deutschen Patent- und Markenamtes das Streitpatent im vollen Umfang widerrufen.

Zur Begründung hat sie ausgeführt, dass die Lehre des erteilten Patentanspruchs 1 nach Hauptantrag sowie nach Hilfsantrag 1 und 2 gegenüber dem Stand der Technik nach der D20 nicht neu sei. Das Verfahren gemäß der erteilten Fassung unterscheide sich von den der D20 entnehmbaren Merkmalen nur durch die For-

mel, mittels derer der Wert ε als eine von 11 Parametern abhängige Größe berechnet werde. Allerdings handele es sich bei dieser Formel um eine reine Berechnungsvorschrift für ε , die jedoch für das Verfahren selbst nicht von Belang sei. Nicht die im Patentanspruch 1 angegebene Formel selbst, sondern der unter Zuhilfenahme der Berechnungsvorschrift berechenbare Wertebereich für ε , wirke auf das Verfahren beschränkend. Die Formel stelle lediglich einen gedanklichen Zusammenhang zwischen den real für das Verfahren verwendeten Parametern und dem beanspruchten Wertebereich für die daraus berechnete Größe her. Ihr falle damit der Charakter eines nicht-technischen Merkmals zu. Diese seien aber für die Prüfung der Neuheit und der erfinderischen Tätigkeit außer Acht zu lassen. Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 1 und 2 sei jeweils wegen eines nicht offenbaren Disclaimers nicht zulässig.

Gegen diesen Beschluss richtet sich die Beschwerde der Patentinhaberin und Beschwerdeführerin vom 28. August 2014. Sie hat einen geänderten Hauptantrag sowie 10 Hilfsanträge mit jeweils angepassten Beschreibungsseiten vorgelegt, wegen deren Inhalts im Einzelnen auf die Anlagen zu den Schriftsätzen vom 23. Oktober 2017 (Bl. 44 – 463 d. A.) und 29. Mai 2019 (Bl. 610 – 714R d. A.) verwiesen wird. Sie trägt vor, die Gegenstände von Haupt- und Hilfsansprüchen seien zulässig und enthielten keine unzulässige Erweiterung, da der beanspruchte Bereich bereits ursprungsoffenbart sei. Nach der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs (BGH GRUR 2000, 591-597 - Inkrustierungsinhibitoren) stelle die Nennung eines Wertebereichs eine vereinfachte Schreibweise der zahlreichen möglichen, zwischen dem unteren und dem oberen Grenzwert liegenden Zwischenwerte dar, sodass mit der Offenbarung der Grenzen des Wertebereichs für den Fachmann auch sämtliche Individuen des Wertebereichs mitoffenbart seien. Die Formel für ε stelle nach der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs ein technisches Merkmal dar, das bei der Beurteilung der Patentfähigkeit zu berücksichtigen sei, da durch sie die Konfiguration des verwendeten Lasers beeinflusst werde, um den erfindungsgemäßen Erfolg, nämlich die Erzeugung einer Metallfläche mit ei-

ner bestimmten Oberflächenstruktur, zu erzielen. Der Gegenstand des Hauptantrags sei neu und beruhe auch auf erfinderischer Tätigkeit.

Die D1 gehöre nicht zum Stand der Technik, da nicht feststehe, dass sie der Öffentlichkeit zugänglich gemacht worden sei. Ungeachtet dessen offenbare sie nicht die Anspruchsmerkmale M 10 und M 11. Die Lehre der D1 gebe nach dem Verständnis des Fachmanns zu erkennen, dass eine Verfahrensgeschwindigkeit von 1715 mm/s bzw. 3000 mm/s gewählt werden solle. Demgegenüber seien mit dem streitpatentgemäßen Verfahren – für den Fachmann von vorn herein nicht erwartbar - deutlich anders ausgestaltete Oberflächenstrukturen erzeugbar. Ähnlich verhalte es sich mit der Lehre gemäß der D20. Der Fachmann habe auch keine Veranlassung, eine Zusammenschau der D1 und D20 in Betracht zu ziehen. Die Gegenstände der Hilfsansprüche seien neu und beruhten auf erfinderischer Tätigkeit. Keine der Druckschriften zum Stand der Technik offenbare irgendeine der beanspruchten Parameterkombinationen. Auch die beanspruchten Nanostrukturen seien aus dem Stand der Technik nicht bekannt.

Die Patentinhaberin und Beschwerdeführerin stellt die Anträge,

den angefochtenen Beschluss der Patentabteilung 34 des Deutschen Patent- und Markenamtes vom 24. Juli 2014 aufzuheben und das Patent 10 2011 121 546 mit Ansprüchen 1 bis 11 gemäß Hauptantrag vom 20. Oktober 2017, eingereicht am 23. Oktober 2017, beschränkt aufrechtzuerhalten;

hilfsweise, das Patent 10 2011 121 546 gemäß Hilfsanträgen 1 bis 6 vom 20. Oktober 2017, eingereicht am 23. Oktober 2017 beschränkt aufrechtzuerhalten;

hilfsweise das Patent 10 2011 121 546 gemäß Hilfsanträgen 7 bis 10, eingereicht am 29. Mai 2019, beschränkt aufrechtzuerhalten.

Die Einsprechenden und Beschwerdegegnerinnen stellen den Antrag,

die Beschwerde zurückzuweisen.

Sie tragen vor, die Beschwerde sei schon deshalb zurückzuweisen, weil der Gegenstand der Ansprüche nach Hauptantrag und Hilfsanträgen unzulässig erweitert sei. Die Einschränkung der Merkmale M10 betreffend die Abtastgeschwindigkeit auf 30 bis 19.000 mm und M11 betreffend den Durchmesser auf 20 bis 4.500 μm stellten eine Auswahl in Unterbereichen im Prozentbereich der ursprünglichen Bereiche dar. Letztere seien geradezu allumfassend gewesen. Denn der zentrale Parameter ε erstreckte sich ursprünglich über fünf Größenordnungen und auch die meisten zu seiner Berechnung herangezogenen Größen hätten ursprünglich keine Beschränkung enthalten. Selbst die ursprünglich vereinzelt genannten Grenzwerte etwa hinsichtlich der Wellenlänge und der Impulswelle stellten keine praktisch relevante Beschränkung dar, da sie jede denkbare und technisch sinnvolle Wellenlänge und Impulswelle umfassten. Die nun vorgenommenen Beschränkungen seien für den Fachmann daher in dieser Kombination ursprünglich nicht als zur Erfindung gehörend erkennbar gewesen. Auch aus dem Urteil des Bundesgerichtshofs „Inkrustierungsinhibitoren“ ergebe sich zum Offenbarungsgehalt eines Mengenbereichs nur, dass „im Regelfall“ sämtliche Zwischenwerte als offenbart anzusehen seien, mithin, dass sich die Offenbarung nicht von selbst ergebe, sondern vom Einzelfall abhängig sei. Zudem sei diese Rechtsprechung durch die Entscheidung des Bundesgerichtshofs BGHZ 179, 168-186 - Olanzapin überholt. Die dortigen Ausführungen, wonach mit der Offenbarung einer chemischen Strukturformel die darunter fallenden Einzelverbindungen grundsätzlich noch nicht offenbart seien, seien auf den vorliegenden Fall übertragbar. Die mit dem Gegenstand des Patentanspruchs 1 des Hauptantrags beanspruchte Erfindung sei zudem nicht ausführbar offenbart. Der angebliche technische Effekt der Oberflächenstrukturierung sei nicht im gesamten Bereich erzielbar und dem Fachmann keine technische Anleitung an die Hand gegeben, wie er im gesamten Bereich zum Erfolg komme. Dem Gegenstand der Erfindung fehle die Neuheit gegenüber der Entge-

genhaltung D20, oder jedenfalls beruhe die gewählte Abtastgeschwindigkeit gegenüber dieser Entgegenhaltung nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit. Entsprechendes gelte für die Gegenstände der Ansprüche 1 nach den Hilfsanträgen. Beschwerdeführerin und Beschwerdegegnerinnen regen die Zulassung der Rechtsbeschwerde zum Bundesgerichtshof an.

Zum weiteren Vorbringen der Beteiligten wird auf die gewechselten Schriftsätze nebst Anlagen verwiesen.

Der geltende Patentanspruch 1 nach Hauptantrag lautet (Gliederung entsprechend der Beschwerdebegründung der Beschwerdeführerin, Änderungen ggü. dem erteilten Anspruch 1 markiert):

- M1 Verfahren zur Strukturierung einer Oberfläche eines Werkstücks,
- M2 bei dem Oberflächenstrukturen mit Abmessungen im Sub-Mikrometerbereich erzeugt werden,
- M3 wobei die Oberfläche des Werkstücks ein Metall oder eine Metalllegierung oder eine auf einer Metall- oder Metalllegierungsoberfläche befindliche Metalloxid- oder Metalllegierungsoxidschicht umfasst,
- M4 und bei dem die gesamte Oberfläche des Metalls oder der Metalllegierung oder der Metall- oder der Metalllegierungsoxidschicht auf dem Metall oder der Metalllegierung, die für eine Laserbestrahlung zugänglich ist und auf der die Strukturen zu erzeugen sind, mit einem gepulsten Laserstrahl ein- oder mehrmals auf solche Weise abgetastet wird, dass benachbarte Lichtflecke des Laserstrahls lückenlos aneinander stoßen oder sich überlappen,
- M5.1 wobei die folgenden Bedingungen eingehalten werden:
 $\text{etwa } 0,07 \leq \lambda \leq \text{etwa } 2300$
- M5.2 mit

$$\varepsilon = \frac{P_p^2 \cdot \sqrt{P_m} \cdot f \cdot \alpha \cdot \sqrt{t} \cdot \sqrt{\kappa}}{d^2 \cdot \sqrt{v} \cdot \sqrt{T_v} \cdot \sqrt{c_p} \cdot \sqrt{\lambda}} \cdot 10^3$$

worin:

- M6 P_p : Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung [kW]
- M7 P_m : Mittlere Leistung der austretenden Laserstrahlung [W]
- M8 t : Impulslänge der Laserimpulse [ns], wobei t etwa 0,1 ns bis etwa 2000 ns ist,
- M9 f : Repetitionsrate der Laserimpulse [kHz]
- M10 v : Abtastgeschwindigkeit an der Werkstückoberfläche [mm/s], wobei die Abtastgeschwindigkeit an der Werkstückoberfläche v 400 mm/s bis 1600 mm/s beträgt.
- M11 d : Durchmesser des Laserstrahls am Werkstück [μm], wobei der Durchmesser des Laserstrahls am Werkstück d 50 μm bis 200 μm beträgt,
- M12 α : Absorption der Laserstrahlung des bestrahlten Material [%] bei Normalbedingungen
- M13 λ : Wellenlänge der Laserstrahlung [nm], wobei $\lambda =$ etwa 100 nm bis etwa 11000 nm beträgt,
- M14 T_v : Siedepunkt des Materials [K] bei Normaldruck
- M15 C_p : Spezifische Wärmekapazität [J/kg K] bei Normalbedingungen
- M16 K : Spezifische Wärmeleitfähigkeit [W/m K] bei Normalbedingungen,
- M17 wobei das Verfahren in einer Atmosphäre durchgeführt wird und wobei die Atmosphäre Vakuum, Umgebungsatmosphäre oder ein Inertgas oder -gasgemisch ist.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 1 unterscheidet sich vom Patentanspruch 1 nach Hauptantrag durch die zusätzlich konkretisierten Merkmale 6 und 7:

- M6 P_p : Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung [kW],
wobei die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 20 kW bis 200 kW beträgt,
- M7 P_m : Mittlere Leistung der austretenden Laserstrahlung [W], wobei die mittlere Leistung der austretenden Laserstrahlung P_m 5 W bis 50 W beträgt,

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 2 unterscheidet sich vom Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 1 durch das zusätzlich nach Merkmal 2 eingefügte Merkmal 2.1:

- M2.1 so dass die Oberfläche des Werkstücks dendritische, offenporige, zerklüftete und/oder fraktalartige Berg- und Tal-Strukturen und/oder hinterschnittene und/oder blumenkohlartige oder knollenartige Strukturen aufweist, bei denen mindestens 80% der Erhebungen eine Größe von 10 nm bis 200 nm aufweisen und bei denen mindestens 80% der Zwischenräume Breiten von 10 nm bis 50 nm aufweisen,

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 3 unterscheidet sich vom Patentanspruch 1 nach Hauptantrag durch das Merkmal

- M8 t : Impulslänge der Laserimpulse [ns], ~~wobei t 0,1 ns bis 2000 ns ist,~~

und sieben zusätzliche nach Merkmal 17 angefügte Merkmale

- M18.1 wobei 0,1 ns bis 5 ns ist und die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 120 kW bis 150 kW beträgt; oder

- M18.2 wobei t 5 ns bis 10 ns ist und die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 80 kW bis 120 kW beträgt; oder
- M18.3 wobei t 10 ns bis 15 ns ist und die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 60 kW bis 120 kW beträgt; oder
- M18.4 wobei t 15 ns bis 20 ns ist und die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 55 kW bis 90 kW beträgt; oder
- M18.5 wobei t 20 ns bis 25 ns ist und die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 50 kW bis 85 kW beträgt; oder
- M18.6 wobei t 25 ns bis 30 ns ist und die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 45 kW bis 75 kW beträgt; oder
- M18.7 wobei t 80 ns bis 120 ns ist und die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 15 kW bis 20 kW beträgt.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 4 unterscheidet sich von Patentanspruch 1 nach Hauptantrag durch das Merkmal M2.1 nach Hilfsantrag 2 sowie die Hinzufügung der Merkmale M18.1 bis M18.7 entsprechend Hilfsantrag 3.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 5 unterscheidet sich von Patentanspruch 1 nach Hauptantrag durch die Streichung der Angabe „von $0,07 \leq \varepsilon \leq 2300$ “ in Merkmal M5.1 und durch Streichung der Angabe „wobei t 0,1 ns bis 2000 ns ist“ in Merkmal M8 (entsprechend Hilfsantrag 3) sowie sieben zusätzliche an Merkmal 17 anschließende Merkmale

- M19.1 - wobei $0,07 \leq \varepsilon \leq 600$ ist, die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 30 kW bis 45 kW beträgt, die mittlere Leistung der austretenden Laserstrahlung P_m 5 W bis 7 W beträgt, t 15 ns bis 25 ns ist, die Repetitionsrate der Laserimpulse f 10 kHz bis 12 kHz beträgt, die Abtastgeschwindigkeit an der Werkstückoberfläche v 700 mm/s bis 900 mm/s beträgt und der Durchmesser des Laserstrahls am Werkstück d 70 μm bis 90 μm beträgt; oder

- M19.2 - wobei $1,63 \leq \varepsilon \leq 2300$ ist, die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 10 kW bis 25 kW beträgt, die mittlere Leistung der austretenden Laserstrahlung P_m 80 W bis 100 W beträgt, t 120 ns bis 160 ns ist, die Repetitionsrate der Laserimpulse f 30 kHz bis 50 kHz beträgt, die Abtastgeschwindigkeit an der Werkstückoberfläche v 150 mm/s bis 250 mm/s beträgt und der Durchmesser des Laserstrahls am Werkstück d 40 μm bis 50 μm beträgt; oder
- M19.3 - wobei $0,07 \leq \varepsilon \leq 2300$ ist, die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 55 kW bis 80 kW beträgt, die mittlere Leistung der austretenden Laserstrahlung P_m 65 W bis 90 W beträgt, t 40 ns bis 70 ns ist, die Repetitionsrate der Laserimpulse f 10 kHz bis 30 kHz beträgt, die Abtastgeschwindigkeit an der Werkstückoberfläche v 80 mm/s bis 120 mm/s beträgt und der Durchmesser des Laserstrahls am Werkstück d 70 μm bis 90 μm beträgt; oder
- M19.4 - wobei $0,90 \leq \varepsilon \leq 2300$ ist, die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 25 kW bis 35 kW beträgt, die mittlere Leistung der austretenden Laserstrahlung P_m 170 W bis 225 W beträgt, t 50 ns bis 80 ns ist, die Repetitionsrate der Laserimpulse f 90 kHz bis 110 kHz beträgt, die Abtastgeschwindigkeit an der Werkstückoberfläche v 1000 mm/s bis 1500 mm/s beträgt und der Durchmesser des Laserstrahls am Werkstück d 140 μm bis 180 μm beträgt; oder
- M19.5 - wobei $0,32 \leq \varepsilon \leq 2300$ ist, die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 100 kW bis 130 kW beträgt, die mittlere Leistung der austretenden Laserstrahlung P_m 10 W bis 20 W beträgt, t 10 ns bis 25 ns ist, die Repetitionsrate der Laserimpulse f 10 kHz bis 20 kHz beträgt, die Abtastgeschwindigkeit an der Werkstückoberfläche v 700 mm/s bis 900 mm/s beträgt und der Durchmesser des Laserstrahls am Werkstück d 100 μm bis 150 μm beträgt; oder
- M19.6 - wobei $0,12 \leq \varepsilon \leq 2027,27$ ist, die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 60 kW bis 80 kW beträgt, die mittlere Leistung der austretenden Laserstrahlung P_m 10 W bis 12 W beträgt, t 10 ns bis 25 ns ist,

die Repetitionsrate der Laserimpulse f 10 kHz bis 20 kHz beträgt, die Abtastgeschwindigkeit an der Werkstückoberfläche v 700 mm/s bis 900 mm/s beträgt und der Durchmesser des Laserstrahls am Werkstück d 100 μm bis 150 μm beträgt; oder

M19.7 - wobei $0,07 \leq \varepsilon \leq 641,44$ ist, die Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p 30 kW bis 45 kW beträgt, die mittlere Leistung der austretenden Laserstrahlung P_m 5 W bis 7 W beträgt, t 10 ns bis 25 ns ist, die Repetitionsrate der Laserimpulse f 10 kHz bis 12 kHz beträgt, die Abtastgeschwindigkeit an der Werkstückoberfläche v 700 mm/s bis 900 mm/s beträgt und der Durchmesser des Laserstrahls am Werkstück d 70 μm bis 90 μm beträgt.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 6 weist gegenüber dem Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 5 noch das Merkmal M2.1 gemäß Hilfsantrag 2 auf.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 7 weist gegenüber dem Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 6 noch das nach Merkmal 3 eingefügte Merkmal 3.1 auf:

M3.1 wobei die Metalloberfläche vor dem Bestrahlen mit dem Laserstrahl nicht vorbehandelt oder gereinigt wird,

Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 8 unterscheidet sich von Hilfsantrag 7 durch die Beschränkung auf ein einmaliges Abtasten des Werkstücks durch die Streichung der Worte „oder mehrmals“ in M4:

M4 und bei dem die gesamte Oberfläche des Metalls oder der Metalllegierung oder der Metall- oder der Metalllegierungsoxidschicht auf dem Metall oder der Metalllegierung, die für eine Laserbestrahlung zugänglich ist und auf der die Strukturen zu erzeugen sind, mit einem gepulsten Laserstrahl ~~einmal- oder mehrmals~~ auf solche Weise abgetastet wird, dass

benachbarte Lichtflecke des Laserstrahls lückenlos aneinander stoßen oder sich überlappen,

In Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 9 ist Merkmal M3 abweichend von Hilfsantrag 8 wie folgt formuliert:

M3A wobei die Oberfläche des Werkstücks Titan oder eine Titanlegierung oder eine auf der Titan- oder Titanlegierungsoberfläche befindliche Titanoxid- oder Titanlegierungsoxidschicht umfasst,

Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 10 unterscheidet sich von den Hilfsanträgen 8 bzw. 9 durch die Umformulierung der Merkmale M3 bzw. M3A sowie M4:

M3B wobei die Oberfläche des Werkstücks Titan oder eine auf der Titanoberfläche befindliche Titanoxidschicht umfasst,

M4A und bei dem die gesamte Oberfläche des Titans, die für eine Laserbestrahlung zugänglich ist und auf der die Strukturen zu erzeugen sind, mit einem gepulsten Laserstrahl einmal auf solche Weise abgetastet wird, dass benachbarte Lichtflecke des Laserstrahls lückenlos aneinander stoßen oder sich überlappen,

Wegen des Wortlautes der Unteransprüche und der weiteren Einzelheiten wird auf den Inhalt der Akten verwiesen.

II.

1. Die Beschwerde ist zulässig, in der Sache jedoch unbegründet, denn die Gegenstände des jeweiligen Anspruchs 1 nach Hauptantrag sowie nach den Hilfsanträgen 1 bis 10 stellen keine patentfähige Erfindung im Sinne der §§ 1 bis 5 PatG dar.

Das Streitpatent betrifft gemäß der Patentschrift ein Verfahren zur Erzeugung einer Metall- oder Metalllegierungsoberfläche oder Metalloxid- oder Metalllegierungsoxidoberfläche, die Oberflächenstrukturen mit Abmessungen im Sub-Mikrometerbereich aufweist.

Nach Angaben der Streitpatentschrift hängt die Benetzbarkeit mit und Haftung von flüssigen, halbfesten und festen Substanzen auf Metallen und Metalloxiden stark von der Oberflächenbeschaffenheit ab. Entfettung und anderweitige weitere Reinigung sowie Beizen erhöhen die Benetzbarkeit und Haftung bis zu einem gewissen Grad. Mit zunehmender Rauigkeit der Oberfläche, d. h. größerer und strukturierter Oberfläche und dadurch erhöhter chemischer/mechanischer Verankerung aufzubringender Materialien, verbessern sich diese Eigenschaften aber noch wesentlich.

Aus dem Stand der Technik sind Anodisierprozesse bekannt, mit denen eine zufriedenstellende Rauigkeit der Oberfläche erreicht werden kann, jedoch sind die Verfahren technisch relativ aufwändig und beinhalten teilweise gesundheitsgefährdende Chemikalien und müssen auf ein bestimmtes Metall abgestimmt werden. Anodisierprozesse bestehen auch aus mehreren einzelnen Prozessschritten wie einem vorherigen Reinigen und Beizen vor dem eigentlichen Anodisierprozess.

Weiterhin ist aus dem Stand der Technik die chemische Modifikation von Metall- oder Metalloxidoberflächen durch Einbau von Atomen oder Molekülen, die in der Ausgangsoberfläche nicht vorhanden waren, oder durch Entfernung von Atomen oder Molekülen, die in der Ausgangsoberfläche vorhanden waren, bekannt. Die chemische Modifikation kann vielfältigen Zwecken dienen, z. B. der Aktivierung oder Passivierung, der Reibungsverringerung oder der Hydrophobierung der Oberfläche, wodurch z. B. ein erhöhter Korrosionsschutz und Verschleißschutz, eine erhöhte Benetzbarkeit beim Kleben oder eine Vereisungsverhütung erreicht werden kann.

Entsprechend der Streitpatentschrift liegt der vorliegenden Erfindung die Problemstellung zugrunde, ein einfaches Verfahren zur Erzeugung einer guten Rauigkeit auf einer Metall(legierungs-)oberfläche mit den Merkmalen des Anspruchs 1 möglichst ohne Notwendigkeit des Einsatzes von Chemikalien bereitzustellen.

Als Fachmann ist in Übereinstimmung mit der Patentabteilung ein Diplomingenieur der Materialwissenschaften oder ein Diplom-Physiker mit mehrjähriger praktischer Erfahrung auf dem Gebiet der Laserbearbeitung von Metalloberflächen anzusehen.

Einige Merkmale bedürfen einer Auslegung.

Nach Merkmal M2 werden durch das beanspruchte Verfahren Oberflächenstrukturen mit Abmessungen im Sub-Mikrometerbereich erzeugt. Der Begriff „Sub-Mikrometerbereich“ kann dabei auch mit dem Begriff „Nanobereich“ gleichgesetzt werden.

Nach Merkmal M4 wird dabei die gesamte Oberfläche des Werkstücks, die für eine Laserbestrahlung zugänglich ist und auf der die Strukturen zu erzeugen sind, mit einem gepulsten Laserstrahl ein- oder mehrmals auf solche Weise abgetastet, dass benachbarte Lichtflecke des Laserstrahls lückenlos aneinander stoßen oder sich überlappen. Dementsprechend werden alle praktisch denkbaren Varianten einer Oberflächenbearbeitung mittels eines gepulsten Lasers (ein- oder mehrmals, aneinander stoßen oder überlappen) beansprucht.

Der Wertebereich für ε nach Merkmal M5.1 soll den Bereich für ε angeben, der sich aus den Parametern der im Merkmal M5.2 angegebenen Gleichung ergeben muss, damit die erfindungsgemäß angestrebte Oberflächenstrukturierung erzeugt wird (vgl. Absatz [0026]). Entsprechend den Ausführungsbeispielen ist der Wert ε dimensionslos und stellt demnach keine physikalische Größe mit einer Maßeinheit dar, sondern wird nur als eine von 11 Parametern abhängige Größe durch Einset-

zen der 11 verschiedenen Parameter in den in den Merkmalen 6 bis 16 definierten Maßeinheiten bzw. Dimensionen berechnet. Die Formel nach M5.2 stellt dabei nur eine reine Berechnungsvorschrift für ϵ dar, die jedoch für den Verfahrensablauf selbst nicht von Belang ist, da sie keinen Verfahrensschritt beschreibt. Nur der unter Zuhilfenahme dieser Berechnungsvorschrift berechenbare Wertebereich für ϵ wirkt beschränkend für das beanspruchte Verfahren, nicht jedoch die in Patentanspruch 1 angegebene Formel selbst. Entsprechend Absatz [0027] des Streitpatents können alle Parameter unabhängig voneinander variiert werden. Es gibt somit keine Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Parametern, die eine irgendwie geartete verfahrenstechnische Besonderheit darstellen könnten. Damit ist die Formel ausschließlich dafür geeignet, den Schutzbereich des Streitpatents zu beschränken, weil mit ihrer Hilfe ermittelt werden kann, welche Parameterkombinationen unter den Schutzbereich des Patents fallen und welche nicht. Bei der Beurteilung der Patentfähigkeit des beanspruchten Verfahrens ist die Formel für sich daher nicht zu berücksichtigen.

Von den 11 Parametern sind vier Parameter materialabhängig (M12, M14, M15, M16). Die Wellenlänge des Lasers (M13) ist abhängig vom verwendeten Gerät, wobei mit dem Bereich von 100 – 11.000 nm ein Bereich beansprucht wird, der sich von UV im Vakuum (100 nm) bis zu mittleren Infrarot (11.000 nm) erstreckt und somit alle für den Fachmann vorstellbaren Laseranwendungen umfasst.

Nach Merkmal M17 wird das Verfahren in einer Atmosphäre durchgeführt, wobei die Atmosphäre Vakuum, Umgebungsatmosphäre oder ein Inertgas oder -gasgemisch ist.

Damit betrifft der Anspruch sowohl Verfahren, in denen es zwischen der Atmosphäre mit dem zu bearbeitenden Metall, Metalllegierung oder Metalllegierungsoxidschicht zu chemischen Reaktionen kommen kann (Umgebungsluft), als auch Verfahren, in denen es zwischen der Atmosphäre mit dem zu bearbeitenden Me-

tall, Metalllegierung oder Metalllegierungsoxidschicht zu keinen chemischen Reaktionen kommt (Inertgas, Vakuum).

2. Die Frage, ob die Gegenstände des Patentanspruchs 1 nach Hauptantrag sowie nach den Hilfsanträgen 1 bis 10, wie von den Einsprechenden vorgetragen, wegen unzulässiger Erweiterung gemäß § 21 Abs. 1 Nr. 4 PatG oder wegen fehlender Ausführbarkeit gemäß § 21 Abs. 1 Nr. 2 PatG unzulässig sind, kann dahingestellt bleiben, weil sie nicht auf erfinderischer Tätigkeit beruhen und das Patent deshalb gemäß §§ 21 Abs. 1 Nr. 1, 4 Satz 1 PatG nicht patentfähig ist.

2.1. Der Patentanspruch 1 nach Hauptantrag beruht nicht auf erfinderischer Tätigkeit.

Den nächstliegenden Stand der Technik und einen geeigneten Ausgangspunkt bildet die im Jahr 2006 veröffentlichte D20. Sie offenbart ein Verfahren zur Strukturierung einer Oberfläche eines Werkstücks aus Aluminium (abstract – Merkmale M1, M3), bei dem Oberflächenstrukturen mit Abmessungen im Sub-Mikrometerbereich erzeugt werden (Fig. 3e und 3f; S.112, Abschnitt 3.2, Absatz 4 – M2). Bei dem im Abschnitt 2 „Experimental details“ beschriebenen Verfahren wird die gesamte Oberfläche des Metalls, die für eine Laserbestrahlung zugänglich ist und auf der die Strukturen zu erzeugen sind, mit einem gepulsten Laserstrahl (S.109, Abschnitt 2, Satz 1) auf solche Weise abgetastet, dass benachbarte Lichtflecke des Laserstrahls lückenlos aneinander stoßen oder sich überlappen (S.110, linke Spalte, vorletzter Absatz – M4). Die Impulslänge beträgt 30 ns, die Repetitionsrate der Laserimpulse 19 kHz und die Wellenlänge der Laserstrahlung 511 bis 578 nm (S.110, linke Spalte – M8, M9, M13). Die Materialparameter M12 sowie M14 bis M16 werden durch die Materialangabe Aluminium implizit offenbart. Das offenbarte Verfahren wird sowohl in Luft als auch in einer Argonatmosphäre durchgeführt (S.110, linke Spalte, Absatz 6), womit Argon als Atmosphäre ein Inertgas darstellt (M17). In Abweichung von den Parametern des Verfahrens nach Anspruch 1 werden bei dem in der D20 offenbarten Verfahren für die Abtastge-

schwindigkeit an der Werkstückoberfläche die Werte 20, 50 und 100 mm/s und für den Durchmesser des Laserstrahls am Werkstück 40 µm angegeben (M10, M11).

In der D20 und im Patentanspruch werden unterschiedliche Parameter zur Beschreibung der Leistung des eingesetzten Lasers benutzt:

Im Patentanspruch werden die Parameter Impulsspitzenleistung P_p und mittlere Leistung P_m der austretenden Laserstrahlung entsprechend den Merkmalen M6 und M7 verwendet. In der D20 wird dagegen die auf die Oberfläche auftreffende Impulsspitzenleistung je cm^2 („maximum output average power“ 10W, „laser fluence“ von 5,3, 8,1 und 11,1 J/cm^2 „laser intensite“ von $2 \cdot 10^8$ bis $4 \cdot 10^8$ W/cm^2) angegeben.

Um das Verfahren nach dem Patentanspruch gegenüber der D20 beurteilen zu können, müssen die Parameterwerte daher umgerechnet und vergleichbar gemacht werden.

Bei der Herstellung von Mikrostrukturen auf einer Metalloberfläche mittels Laserstrahlung sind die relevanten, den Energieeintrag in die Oberfläche beschreibenden Parameter die Intensität der Laserstrahlung, mit der ein bestimmter Flächenbereich der Oberfläche bestrahlt wird ($I_p = 4 \cdot P_p / (\pi \cdot d^2)$ - Impulsspitzenleistung je Flächeneinheit und $I_m = 4 \cdot P_m / (\pi \cdot d^2)$ - mittlere Laserleistung je Flächeneinheit in W/cm^2) sowie die Anzahl N der Laserpulse, von denen der Flächenbereich getroffen wird ($N = f \cdot d/v$). Dies gehört zum Fachwissen des Fachmanns und entspricht im Übrigen auch der Darstellung des Streitpatents in Absatz [0025], wonach das Verdampfen des Metalls an jeder einzelnen Stelle der Oberfläche letztlich von der Intensität des auftreffenden Lichtes abhängt.

In der D20 sind diese für die Strukturierung der Oberfläche relevanten Parameter angegeben bzw. lassen sich einfach berechnen. Die D20 beschreibt auf Seite 110

die Durchführung eines entsprechenden Verfahrens mit u.a. folgenden Parametern

Intensität I_p :	$2,0 \cdot 10^8$ bis $4,0 \cdot 10^8$ W/cm ²
Repetitionsrate f :	19 kHz
Impulslänge t :	30 ns
Durchmesser Laserstrahl d :	40 μ m,
Abtastgeschwindigkeit v :	20, 50, 100 mm/s

Damit ergibt sich für den Fachmann unter der Berücksichtigung der Zusammenhänge $I_m = I_p \cdot f \cdot t$ und $N_{\min} = d_{\min} \cdot f_{\min} / v_{\max}$ bzw. $N_{\max} = d_{\max} \cdot f_{\max} / v_{\min}$ aus der D20 ein Verfahren mit folgenden Parametern:

Intensität I_p :	$2,0 \cdot 10^8$ bis $4,0 \cdot 10^8$ W/cm ²
Intensität I_m :	$1,14 \cdot 10^5$ bis $2,28 \cdot 10^5$ W/cm ²
Anzahl der Laserpulse N :	7,6 bis 38

Für das Verfahren nach Patentanspruch 1 lassen sich die entsprechenden Werte nicht unmittelbar aus den Angaben in Anspruch 1 berechnen, da im geltenden Anspruch gemäß Hauptantrag die Parameter P_p , P_m und f der austretenden Laserstrahlung nicht zahlenmäßig angegeben sind und daher beliebige Werte annehmen können, solange der aus allen Parametern errechnete Wert für ε innerhalb der angegebenen weiten Grenzen liegt.

Die in der Streitpatentschrift entsprechend Absatz [0029] bis [0031] als bevorzugte Bereiche genannten Werte

Impulsspitzenleistung P_p	1 bis 1800 kW
Mittlere Leistung P_m	5 bis 28000 W
Repetitionsrate f :	10 bis 3000 kW

stellen eine Ausgestaltung des Patentanspruchs 1 gemäß Hauptantrag dar und fallen daher unter den Anspruch 1, in dem für diese Parameter keine Werte ausdrücklich genannt sind. Mit diesen Werten und den weiteren im Patentanspruch 1 angegebenen Werten:

Impulslänge t: 0,1 bis 2000 ns
Durchmesser Laserstrahl d: 50 bis 200 μm
Abtastgeschwindigkeit v: 40 bis 1600 mm/s

errechnet sich anhand der Zusammenhänge $I_p=4 \cdot P_p / (\pi \cdot d^2)$; $I_m=4 \cdot P_m / (\pi \cdot d^2)$ und $N=f \cdot d/v$ somit ein Verfahren mit folgenden Parametern:

I_p zwischen $3,18 \cdot 10^6$ und $9,17 \cdot 10^{10}$
 I_m zwischen $1,59 \cdot 10^4$ und $1,43 \cdot 10^9$
N zwischen 0,3125 und 1500

Die Werte aus der D20 liegen somit sogar unter Berücksichtigung der nur bevorzugten Parametergrenzen in den im Patentanspruch 1 angegebenen Bereichen. Die Größe des Energieeintrags in die Werkstoffoberfläche entsprechend dem Gegenstand des Patentanspruchs 1 ist also aus D20 bekannt.

Es ist für den Fachmann ausgehend von der D20 auch naheliegend, in Abhängigkeit von dem gewünschten Energieeintrag in die Werkstoffoberfläche und den Parametern des Lasers (P_p , P_m , d) die weiteren Parameter t , f und v nach Bedarf festzulegen. Der Fachmann weiß, wie die Parameter Impulsspitzenleistung, mittlere Laserleistung und Anzahl N der Laserpulse von den anderen Verfahrensparametern wie Impulsspitzenleistung P_p , mittlere Leistung der Laserstrahlung P_m , Impulslänge der Laserimpulse t , Durchmesser des Laserstrahls auf der Oberfläche d , Repetitionsrate der Laserpulse f , Scangeschwindigkeit v abhängen. Daher können diese verfahrenstechnischen Parameter durch den Fachmann im Rahmen einer fachmännisch Tätigkeit unter Berücksichtigung der physikalischen Abhän-

gigkeiten - z.B. ermöglicht bei gleicher Laserintensität eine höhere Repetitionsrate auch eine höhere Abtastgeschwindigkeit, während ein kleiner Spotdurchmesser eine hohe Repetitionsrate oder eine langsame Abtastgeschwindigkeit erfordert - festgelegt werden, um den gewünschten Energieeintrag in die Werkstückoberfläche sicherzustellen. Es gehört zur standardmäßigen Vorgehensweise eines Durchschnittsfachmanns, Versuchsreihen durchzuführen und dabei die Werte der relevanten Verfahrensparameter systematisch mit dem Ziel zu variieren, diejenigen Werte von d und v zu bestimmen, die zum Herstellen der gewünschten Oberflächenstrukturierung optimal sind.

Um den Scanprozess möglichst zeitsparend durchzuführen, ist der Fachmann bestrebt, die in der D20 offenbarten Werte von $d=40\ \mu\text{m}$ und von $v_{(\text{max})}=100\ \text{mm/s}$ jeweils zu erhöhen. Er verwendet dabei auf diese Weise zwangsläufig auch solche Werte von d und v , die in den Schutzbereich des Anspruchs 1 gemäß Hauptantrag fallen. Und zwar umso mehr, als in D20 bereits offenbart ist, dass bei Laserbearbeitungsverfahren der vorliegend beanspruchten Art allgemein Spotdurchmesser d mit Werten im Bereich von $10\ \mu\text{m}$ bis $10^5\ \mu\text{m}$ verwendet werden (siehe D20, S. 108, Spalte 2, Absatz 1).

Daher gelangt der Fachmann, ausgehend von der D20 unter Berücksichtigung seines Fachwissens und Fachkönnens in naheliegender Weise zum Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hauptantrag.

2.2. Auch der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 1 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 1 unterscheidet sich vom Patentanspruch 1 nach Hauptantrag durch die zusätzlich konkretisierten Merkmale 1.6 und 1.7, wonach für den Parameter Impulsspitzenleistung der austretenden Laserstrahlung P_p ein Bereich von 20 kW bis 200 kW und für den Parameter mittlere Leistung der austretenden Laserstrahlung P_m ein Bereich von 5 W bis 50 W beansprucht wird.

Entsprechend den Ausführungen zum Hauptantrag wird im Anspruch 1 nach Hilfsantrag 1 nun ein Verfahren beansprucht, bei dem die drei relevanten Parameter Intensität I_p bzw. I_m der Laserstrahlung sowie die Anzahl N der Laserpulse in folgenden Bereichen liegen:

Intensität I_p :	$6,4 \cdot 10^7$ bis $1,0 \cdot 10^{10}$ W/cm ²
Intensität I_m :	$1,6 \cdot 10^4$ bis $2,6 \cdot 10^6$ W/cm ²
Anzahl der Laserpulse N :	0,3 bis 1.500

Damit liegen die sich für den Fachmann aus der D20 ergebenden Parameter:

Intensität I_p :	$2,0 \cdot 10^8$ bis $4,0 \cdot 10^{08}$ W/cm ²
Intensität I_m :	$1,1 \cdot 10^5$ bis $2,5 \cdot 10^5$ W/cm ²
Anzahl der Laserpulse N :	7,6 bis 38

auch in den jeweils im Anspruch 1 nach Hilfsantrag 1 beanspruchten Bereichen.

Daher gelangt der Fachmann, ausgehend von der D20 unter Berücksichtigung seines Fachwissens und Fachkönnens, in naheliegender Weise auch zum Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag 1.

2.3. Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 2 beruht nicht auf einer erfinderschen Tätigkeit.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 2 unterscheidet sich vom Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 1 durch das zusätzlich nach Merkmal 2 eingefügte Merkmal 2.1, wonach durch das Verfahren auf der Oberfläche des Werkstücks „dendritische offenporige, zerklüftete und/oder fraktalartige Berg- und Tal-Strukturen und/oder hinterschnittene und/oder blumenkohlartige oder knollenartige Strukturen“ erzeugt werden, „bei denen mindestens 80% der Erhebungen eine Größe von

10 nm bis 200 nm aufweisen und bei denen mindestens 80% der Zwischenräume Breiten von 10 nm bis 50 nm aufweisen.“

Der D20 ist zu entnehmen, dass das bekannte Verfahren ähnliche Strukturen erzeugt. Dort wird in Abschnitt 3.2 auf Seite 112 ausgeführt, dass mit dem beschriebenen Verfahren eine poröse Oberfläche erzeugt wird, deren Poren in den Figuren 3(c) und 3(d) als dunkle Flecken erscheinen. Die gebildete Struktur unter Luft ist körnig (Korngröße von ca. μm 5-10, Fig. 3(c), unter Argon-Atmosphäre noch kleiner (1-5 μm , Fig. 3d). In den Fig. 3(e) und 3(f) sind bei höherer Vergrößerung viele nanoskalige Partikel (200-500 nm) sichtbar. Damit offenbart die D20 Oberflächen mit einer kornartigen bzw. blumenkohlartigen oder knollenartigen Struktur, deren Größe laut der Beschreibung im Bereich von 200 bis 10.000 nm und damit zumindest teilweise im Bereich der im Merkmal 2.1 beanspruchten Strukturen liegt.

Über die Maße der Erhebungen und Zwischenräume ist der Beschreibung der D20 explizit nichts zu entnehmen. Allerdings zeigen die Figuren 3(e) und 3(f) mit ihrem Maßstab von 10 μm (10.000 nm) Strukturen, deren knollenartige Ausbildung darauf schließen lässt, dass sich sowohl die Erhebungen als auch die dunklen Zwischenräume ebenfalls zumindest teilweise im Bereich der im Merkmal 2.1 beanspruchten Strukturen liegen.

Dem Fachmann ist aufgrund seines Fachwissens bekannt, dass die genaue Beschaffenheit der Oberfläche von den Materialparametern und den den Energieeintrag auf die Oberfläche beschreibenden Parametern abhängt. Wenn für bestimmte Anwendungen Oberflächen benötigt werden, bei denen ein bestimmter Anteil der Nanostrukturen hinsichtlich ihrer Erhebungen und Zwischenräume innerhalb vorgegebener Grenzen liegen soll, liegt es für den Fachmann daher nahe, die Verfahrensparameter entsprechend anzupassen. Gegebenenfalls führt er hierzu in fachüblicher Weise Versuchsreihen durch, bei denen er auf einfache Weise am Steuergerät des Lasers andere Strahlungswerte einstellt und ggfs. auch das Material für die Werkstückoberfläche modifiziert.

Daher gelangt der Fachmann, ausgehend von der D20 unter Berücksichtigung seines Fachwissens und Fachkönnens, in naheliegender Weise auch zum Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag 2.

2.4. Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 3 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 3 unterscheidet sich vom Patentanspruch 1 nach Hauptantrag durch sieben zusätzliche Merkmale M18.1 bis M18.7, in denen alternativ sieben beschränkte Bereiche des Parameters Repetitionsrate t jeweils mit sieben ebenfalls beschränkten Bereichen des Parameters Impulsspitzenleistung P_p kombiniert werden.

Entsprechend den Ausführungen zum Hauptantrag werden im Anspruch 1 nach Hilfsantrag 3 damit unter Berücksichtigung der Bereichsangaben der Merkmale 18.1 bis 18.7 sieben alternative Verfahren beansprucht, bei denen bezüglich des Energieeintrags in die Werkstückoberfläche die drei berechneten relevanten Parameter Intensität I_p bzw. I_m der Laserstrahlung sowie die Anzahl N der Laserpulse in folgenden Bereichen liegen:

	Intensität I_p W/cm ²	Intensität I_m W/cm ²	Anzahl Pulse N
M 18.1	$3,8 \cdot 10^8 - 7,6 \cdot 10^{09}$	$1,6 \cdot 10^4 - 1,4 \cdot 10^{09}$	0,3 - 1.500
M 18.2	$2,6 \cdot 10^8 - 6,1 \cdot 10^{09}$	$1,6 \cdot 10^4 - 1,4 \cdot 10^{09}$	0,3 - 1.500
M 18.3	$1,9 \cdot 10^8 - 6,1 \cdot 10^{09}$	$1,6 \cdot 10^4 - 1,4 \cdot 10^{09}$	0,3 - 1.500
M 18.4	$1,8 \cdot 10^8 - 4,6 \cdot 10^{09}$	$1,6 \cdot 10^4 - 1,4 \cdot 10^{09}$	0,3 - 1.500
M 18.5	$1,6 \cdot 10^8 - 4,3 \cdot 10^{09}$	$1,6 \cdot 10^4 - 1,4 \cdot 10^{09}$	0,3 - 1.500
M 18.6	$1,4 \cdot 10^8 - 3,8 \cdot 10^{09}$	$1,6 \cdot 10^4 - 1,4 \cdot 10^{09}$	0,3 - 1.500
M 18.7	$4,8 \cdot 10^7 - 1,0 \cdot 10^{09}$	$1,6 \cdot 10^4 - 1,4 \cdot 10^{09}$	0,3 - 1.500

Damit liegen die sich für den Fachmann aus der D20 für den Energieeintrag in die Werkstückoberfläche ergebenden wesentlichen Parameter:

Intensität I_p :	$2,0 \cdot 10^8$ bis $4,0 \cdot 10^8$ W/cm ²
Intensität I_m :	$1,1 \cdot 10^5$ bis $2,5 \cdot 10^5$ W/cm ²
Anzahl der Laserpulse N:	7,6 bis 38

auch in dem jeweils im Anspruch 1 nach Hilfsantrag 3 beanspruchten Bereichen.

Dem Fachmann ist bekannt, wie die Parameter Impulsspitzenleistung, mittlere Laserleistung und Anzahl N der Laserpulse neben der Impulsspitzenleistung P_p und der mittleren Leistung der Laserstrahlung P_m von den anderen Verfahrensparametern t, d, f und v abhängen. Daher können diese verfahrenstechnischen Parameter durch den Fachmann im Rahmen einer fachmännischen Tätigkeit unter Berücksichtigung der physikalischen Abhängigkeiten festgelegt werden, um den gewünschten Energieeintrag in die Werkstückoberfläche sicherzustellen. Es gehört zur standardmäßigen Vorgehensweise eines Durchschnittsfachmanns, Versuchsreihen durchzuführen und dabei die Werte der relevanten Verfahrensparameter systematisch mit dem Ziel zu variieren, diejenigen Werte von t, d, f, und v zu bestimmen, die zum Herstellen der gewünschten Oberflächenstrukturierung optimal sind.

Daher gelangt der Fachmann, ausgehend von der D20 unter Berücksichtigung seines Fachwissens und Fachkönnens, in naheliegender Weise auch zum Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag 3.

2.5. Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 4 beruht nicht auf einer erfindnerischen Tätigkeit.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 4 unterscheidet sich vom Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 3 nur durch das zusätzlich nach Merkmal 2 eingefügte Merkmal 2.1 bezüglich der zu erzielenden Oberflächenstruktur, nachdem durch das Verfahren auf der Oberfläche des Werkstücks „dendritische, offenporige, zerklüftete

und/oder fraktalartige Berg- und Tal-Strukturen und/oder hinterschnittene und/oder blumenkohlartige oder knollenartige Strukturen“ erzeugt werden, „bei denen mindestens 80% der Erhebungen eine Größe von 10 nm bis 200 nm aufweisen und bei denen mindestens 80% der Zwischenräume Breiten von 10 nm bis 50 nm aufweisen.“

Daher wird hinsichtlich der Patentfähigkeit des Patentanspruchs 1 nach Hilfsantrag 4 auf die Ausführungen zu den Hilfsanträgen 2 und 3 verwiesen. Dementsprechend gelangt der Fachmann, ausgehend von der D20 unter Berücksichtigung seines Fachwissens und Fachkönnens, in naheliegender Weise auch zum Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag 4.

2.6. Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 5 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 5 unterscheidet sich von Patentanspruch 1 nach Hauptantrag durch die Streichung der Angabe „von $0,07 < \epsilon < 2300$ “ in Merkmal M5.1, durch Streichung der Angabe „wobei t 0,1 ns bis 2000 ns ist“ in Merkmal M8 sowie die zusätzlichen, sich an Merkmal 17 anschließenden Merkmale M19.1 bis M19.7 mit sieben durch den Begriff „oder“ verknüpften, alternativen Bereichsangaben für die Bedingung ϵ , die jede für sich durch die Kombination von jeweils willkürlich festgelegten Bereichen der sechs Parameter P_p , P_m , t , f , v , und d erreicht werden sollen.

Im Anspruch 1 nach Hilfsantrag 5 werden nun sieben alternative Verfahren beansprucht, bei denen die drei entsprechend den Ausführungen zum Hauptantrag und Hilfsantrag 3 relevanten Parameter Intensität I_p bzw. I_m der Laserstrahlung sowie die Anzahl N der Laserpulse in folgenden Bereichen liegen:

	Intensität I_p W/cm ²	Intensität I_m W/cm ²	Anzahl Pulse N
HiA 5.1	$5,5 \cdot 10^8 - 1,2 \cdot 10^{09}$	$7,9 \cdot 10^4 - 1,8 \cdot 10^{05}$	0,8 – 1,5
HiA 5.2	$5,1 \cdot 10^8 - 2,0 \cdot 10^{09}$	$4,1 \cdot 10^6 - 8,0 \cdot 10^{06}$	4,8 – 16,7
HiA 5.3	$8,7 \cdot 10^8 - 2,1 \cdot 10^{09}$	$1,0 \cdot 10^6 - 2,3 \cdot 10^{06}$	5,8 – 33,8
HiA 5.4	$9,8 \cdot 10^7 - 2,3 \cdot 10^{08}$	$6,7 \cdot 10^5 - 1,5 \cdot 10^{06}$	8,4 – 19,8
HiA 5.5	$5,7 \cdot 10^8 - 1,7 \cdot 10^{09}$	$5,7 \cdot 10^4 - 1,6 \cdot 10^{05}$	1,1 – 4,3
HiA 5.6	$3,4 \cdot 10^8 - 1,1 \cdot 10^{09}$	$5,7 \cdot 10^4 - 1,5 \cdot 10^{05}$	1,1 – 4,3
HiA 5.7	$4,7 \cdot 10^8 - 1,2 \cdot 10^{09}$	$7,9 \cdot 10^4 - 1,8 \cdot 10^{05}$	0,8 – 1,5

Bei allen Verfahren nach Hilfsantrag 5 überschneiden sich die drei sich für den Fachmann aus der D20 ergebenden Parameterbereiche für I_p , I_m bzw. N

Intensität I_p : $2,0 \cdot 10^8$ bis $4,0 \cdot 10^8$ W/cm²

Intensität I_m : $1,1 \cdot 10^5$ bis $2,5 \cdot 10^5$ W/cm²

Anzahl der Laserpulse N: 7,6 bis 38

jeweils in jedem der drei Bereiche mit den relevanten Parametern der im Anspruch 1 nach Hilfsantrag 5 jeweils beanspruchten Verfahren. Nur bei jeweils einem der drei Parameter kommt es bei den Hilfsanträgen 5.2 bis 5.7 zu einer teilweisen Überschneidung der Bereiche für einen der drei Parameter.

Daher ergeben sich die beanspruchten alternativen Verfahren nach Hilfsantrag 5 für den Fachmann nicht direkt aus dem in Abschnitt 2 der D20 offenbarten experimentellen Verfahren.

Die D20 offenbart dem Fachmann jedoch im einleitenden Teil in Abschnitt 1, dass der Einsatz von Laserstrahlung eine Möglichkeit zur Verbesserung der physikalischen und mechanischen Eigenschaften von Metalloberflächen darstellt, da Laserstrahlung einzigartige Eigenschaften für die Erhitzung der Oberflächen aufweist. Danach wird die elektromagnetische Strahlung eines Laserstrahls in den Oberflächenschichten der behandelten Materialien absorbiert, wodurch die Laser-

strahlen auf den Metalloberflächen zu Phasentransformationen und strukturellen Veränderungen als Folge physischer und chemischer Prozesse führen können.

Weiter offenbart die D20 im einleitenden Teil, dass die für die Oberflächenbehandlung benutzten gepulsten Laser Leistungsdichten im Bereich von 10^8 bis 10^9 W/cm^2 , eine Impulslänge im Bereich von 10^{-6} bis 10^{-9} s (1 bis 1.000 ns) und einen Durchmesser des Laserspots im Bereich von 10^{-3} bis 10^0 cm (10 bis 10.000 μm) aufweisen. Das Ergebnis der Oberflächenbearbeitung hänge dabei weiter neben den Laserstrahlparametern wie Leistungsdichte, Intensität – entspricht den Parametern I_p , I_m bzw. N – von weiteren Parametern wie Wellenlänge, Strahldivergenz, Strahldurchmesser, Einfallswinkel und Bearbeitungszeit sowie den material-spezifischen Parametern ab (D20, S. 108).

Damit liegen alle im Hilfsantrag beanspruchten Verfahren mit den relevanten Parametern Laserstrahlintensität I_p Impulslänge t und Spotdurchmesser d im Wesentlichen in dem Bereich, der in der D20 schon als allgemein bekannter Bereich angegeben wird.

Auch wenn dem in der D20 offenbarten experimentellen Verfahren selbst keine Anregung zu entnehmen ist, dieses Verfahren hinsichtlich seiner Parameter abzuändern, bestand für den Fachmann ausgehend von dem einleitenden Teil der D20 der Anlass, das Verfahren zur Oberflächenbehandlung weiter zu optimieren, um unter Berücksichtigung der bekannten Abhängigkeiten der Parameter untereinander eine feiner strukturierte Oberfläche zu erreichen und/oder das Verfahren zu beschleunigen. Daher war der Fachmann ausgehend von der D20 veranlasst, Versuchsreihen durchzuführen und dabei durch eine systematische Variation der Parameter Impulsspitzenleistung, Leistung der Laserstrahlung, Impulslänge, Repetitionsrate, Abtastgeschwindigkeit und Spotdurchmesser die verfahrensrelevanten Parameter Intensität I_p bzw. I_m der Laserstrahlung sowie die Anzahl N der Laserpulse zu optimieren, da es zum Wissen des Fachmanns gehört, dass diese Parameter für die Oberflächenveränderung die Wesentlichen sind.

Daher gelangt der Fachmann, ausgehend von der D20 unter Berücksichtigung seines Fachwissens und Fachkönnens, in naheliegender Weise auch zum Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag 5.

2.7. Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 6 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 6 unterscheidet sich vom Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 5 nur durch das zusätzlich nach Merkmal 2 eingefügte Merkmal 2.1 bezüglich der zu erzielenden Oberflächenstruktur gemäß Hilfsantrag 4.

Daher wird hinsichtlich der Patentfähigkeit des Patentanspruchs 1 nach Hilfsantrag 6 auf die Ausführungen zu den Hilfsanträgen 2 und 5 verwiesen. Dementsprechend gelangt der Fachmann, ausgehend von der D20 unter Berücksichtigung seines Fachwissens und Fachkönnens, in naheliegender Weise auch zum Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag 6.

2.8. Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 7 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 7 unterscheidet sich vom Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 6 nur durch das zusätzlich nach Merkmal 3 eingefügte Merkmal 3.1, wonach „die Metalloberfläche vor dem Bestrahlen mit dem Laserstrahl nicht vorbehandelt oder gereinigt wurde.“

Ein derartiges Vorgehen, Oberflächen von verschiedenen Werkstoffen ohne eine Vorbehandlung mit Laserstrahlen zu strukturieren, gehört jedoch zum Fachwissen des Fachmanns. So offenbart die D18 (US 5 473 138) ein Verfahren zur Vergrößerung der Oberfläche und Rauheit von Metallen, Keramiken und Verbundwerkstoffen mit einem Laserstrahl, wobei Oberflächenstrukturen mit einer Größe im

Nano- und Mikrometerbereich erzielt werden und entsprechend den Ausführungsbeispielen Gegenstände aus verschiedenen Werkstoffen, nach Beispiel 3 in Spalte 4 auch Aluminiumoxid bearbeitet werden. Entsprechend der detaillierten Beschreibung in Spalte 3 der D18 ist dabei keine spezielle Vorbehandlung erforderlich, damit das Material mit der in der D18 offenbarten Technik bestrahlt werden kann (...“ *No specific pre-treatment is required for the material to be irradiated by this technique...*“).

Dementsprechend gelangt der stets um die Beschleunigung und Verbilligung des Verfahrens bemühte Fachmann, ausgehend von der D20 unter Berücksichtigung seines Fachwissens und Fachkönnens, in naheliegender Weise auch zum Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag 7.

2.9. Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 8 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 8 unterscheidet sich vom Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 7 durch die Streichung der Worte „oder mehrmals“ in Merkmal M4, wonach nun die gesamte Oberfläche des Metalls oder der Metallegierung, die für eine Laserbestrahlung zugänglich ist und auf der die Strukturen zu erzeugen sind, mit einem gepulsten Laserstrahl nur noch einmal auf solche Weise abgetastet wird, dass benachbarte Lichtflecke des Laserstrahls lückenlos aneinander stoßen oder sich überlappen,

In der D20 wird diesbezüglich nur ausgeführt, dass der Laserstrahl in Linien mit einem Abstand über die Oberfläche geführt wird, der gleich der Hälfte des der Laserpunktgröße ist, womit sich die benachbarten Lichtflecke des Laserstrahls überlappen würden. Ob bei der D20 die Oberfläche ein- oder mehrfach abgetastet wird, lässt die die D20 dabei offen.

Entsprechend Absatz [0018] des Streitpatents kann das Abtasten der Oberfläche mit dem Laserstrahl einmal oder mehrmals hintereinander durchgeführt werden. Durch mehrmaliges Abtasten könne unter Umständen eine noch feinere Struktur erzeugt werden. Ein einmaliges Abtasten der Oberfläche bedeutet aber nicht, das ein beliebiger Punkt der Oberfläche nur einmal vom Laserstrahl beaufschlagt wird, da auch bei einem nur einmaligen Abtasten der Oberfläche durch den Laser jeder Punkt der Oberfläche in Abhängigkeit der gewählten Parameter Spotdurchmesser, Repetitionsrate, Impulslänge und Abtastgeschwindigkeit in der Regel wie bei der D20 mehrfach vom Laserstrahl beaufschlagt werden kann.

Daher ist in der Maßnahme, die Oberfläche des Werkstücks nur einmal oder mehrfach mit dem Laserstrahl abzutasten, nur eine einfache Auswahlentscheidung des Fachmanns zu sehen. Der Fachmann ist analog zu den Ausführungen zum Hauptantrag immer dazu veranlasst, Versuchsreihen durchzuführen und dabei durch eine systematische Variation aller das Verfahren bestimmenden Parameter die verfahrensrelevanten Parameter Intensität I_p bzw. I_m der Laserstrahlung sowie die Anzahl N der Laserpulse zu optimieren, um gezielt eine strukturierte Oberfläche zu erreichen und/oder das Verfahren zu beschleunigen. Die Entscheidung, die Oberfläche des Werkstücks ein- oder mehrfach abzutasten, stellt ebenso wie die anderen beanspruchten Parameter (Impulsspitzenleistung, Leistung der Laserstrahlung, Impulslänge, Repetitionsrate, Abtastgeschwindigkeit und Spotdurchmesser) eine Einflussgröße dar, die für die Intensität des Energieeintrags in die Oberfläche entscheidend ist. Da ein nur einmaliges Abtasten der Oberfläche dazu geeignet ist, das Verfahren zu beschleunigen bzw. Zeit bei der Bearbeitung der Oberfläche zu sparen, entscheidet sich der Fachmann daher für diese Verfahrensvariante und wählt bei den Versuchsreihen die weiteren Parameter so aus, dass er auch mit einem nur einmaligen Abtasten der Oberfläche die gewünschte strukturierte Oberfläche erzielt.

Daher gelangt der Fachmann, ausgehend von der D20 unter Berücksichtigung seines Fachwissens und Fachkönnens, in naheliegender Weise auch zum Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag 8.

2.10. Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 9 und der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 10 beruhen jeweils nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 9 unterscheidet sich vom Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 8 durch ein präzisiertes Merkmal 3A, indem gegenüber dem Merkmal 3 das Material des zu bearbeitenden Werkstücks auf den Werkstoff Titan, Titanlegierung oder Titanoxid beschränkt wird.

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 10 unterscheidet sich vom Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag 9 durch das weiter präzisiertes Merkmal 3B, indem gegenüber dem Merkmal 3A die Oberfläche des Werkstücks nur noch Titan oder eine auf der Titanoberfläche befindliche Titanoxidschicht umfasst.

Die Bearbeitung von Oberflächen aus Titan, Titanlegierungen oder Titanoxid mit Laserstrahlen gehört jedoch ebenfalls zum Fachwissen des Durchschnittsfachmanns. Diesbezüglich wird z.B. auf die Offenbarung der D20 verwiesen. In der D20 wird Titan zwar explizit nicht erwähnt, die D20 beschäftigt sich jedoch nicht nur mit Aluminium, sondern auch mit der Verbesserung der physikalischen und mechanischen Eigenschaften von Metalloberflächen allgemein. Der Fachmann, der den jeweilig zu verwendenden Werkstoff immer anhand der jeweils spezifischen Anforderungen auswählt und sich die Aufgabe stellt, die Oberfläche eines Werkstücks aus Titan, Titanlegierungen oder Titanoxid mittels eines gepulsten Laserstrahls zu strukturieren, zieht daher auch die D20 zu Rate und überträgt gegebenenfalls bei den durchzuführenden Versuchsreihen die Angaben der D20 zur Bearbeitung von Aluminium auf die Bearbeitung von Titan, um dabei durch eine systematische Variation der Parameter die verfahrensrelevanten Parameter Inten-

sität I_p bzw. I_m der Laserstrahlung sowie die Anzahl N der Laserpulse zu optimieren.

Daher gelangt der Fachmann, ausgehend von der D20 unter Berücksichtigung seines Fachwissens und Fachkönnens, in naheliegender Weise auch zum Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag 9 bzw. nach Hilfsantrag 10.

Mit dem jeweiligen Anspruch 1 nach Hauptantrag und Hilfsantrag 1 bis 10 fallen aufgrund der Antragsbindung auch die antragsgemäß jeweils rückbezogenen Unteransprüche nach Hauptantrag und Hilfsantrag 1 bis 10.

Die Beschwerde der Patentinhaberin war daher zurückzuweisen.

Die Rechtsbeschwerde war nicht wie von den Beteiligten angeregt zuzulassen, da die in diesem Zusammenhang aufgeworfenen Rechtsfragen zur unzulässigen Erweiterung von Patentansprüchen nicht entscheidungsrelevant waren, § 100 Abs. 2 PatG.

III.

R e c h t s m i t t e l b e l e h r u n g

Gegen diesen Beschluss steht dem am Beschwerdeverfahren Beteiligten das Rechtsmittel der Rechtsbeschwerde zu. Da der Senat die Rechtsbeschwerde nicht zugelassen hat, ist sie nur statthaft, wenn gerügt wird, dass

1. das beschließende Gericht nicht vorschriftsmäßig besetzt war,
2. bei dem Beschluss ein Richter mitgewirkt hat, der von der Ausübung des Richteramtes kraft Gesetzes ausgeschlossen oder wegen Besorgnis der Befangenheit mit Erfolg abgelehnt war,

3. einem Beteiligten das rechtliche Gehör versagt war,
4. ein Beteiligter im Verfahren nicht nach Vorschrift des Gesetzes vertreten war, sofern er nicht der Führung des Verfahrens ausdrücklich oder stillschweigend zugestimmt hat,
5. der Beschluss aufgrund einer mündlichen Verhandlung ergangen ist, bei der die Vorschriften über die Öffentlichkeit des Verfahrens verletzt worden sind, oder
6. der Beschluss nicht mit Gründen versehen ist.

Die Rechtsbeschwerde ist innerhalb eines Monats nach Zustellung des Beschlusses beim Bundesgerichtshof, Herrenstraße 45 a, 76133 Karlsruhe, durch eine beim Bundesgerichtshof zugelassene Rechtsanwältin oder einen beim Bundesgerichtshof zugelassenen Rechtsanwalt als Bevollmächtigten schriftlich einzulegen.

Dr. Zehendner

Rippel

Uhlmann

Brunn

prä