



Berichtigt durch Beschluss
vom 19. Juni 2018
Anderer
Justizangestellte
als Urkundsbeamtin
der Geschäftsstelle

BUNDESGERICHTSHOF

IM NAMEN DES VOLKES

URTEIL

X ZR 143/15

Verkündet am:
27. März 2018
Anderer
Justizangestellte
als Urkundsbeamtin
der Geschäftsstelle

in der Patentnichtigkeitssache

Der X. Zivilsenat des Bundesgerichtshofs hat auf die mündliche Verhandlung vom 20. Februar 2018 durch den Vorsitzenden Richter Prof. Dr. Meier-Beck, die Richter Dr. Grabinski und Dr. Bacher sowie die Richterinnen Dr. Kober-Dehm und Dr. Marx

für Recht erkannt:

Die Berufung gegen das Urteil des 6. Senats (Nichtigkeitssenats) des Bundespatentgerichts vom 1. Oktober 2015 wird auf Kosten der Beklagten zurückgewiesen.

Von Rechts wegen

Tatbestand:

1 Die Beklagte ist Inhaberin des mit Wirkung für die Bundesrepublik Deutschland erteilten europäischen Patents 754 103, das am 29. März 1995 unter Inanspruchnahme einer Priorität vom 8. April 1994 angemeldet worden ist und ein Verfahren zum Steuern der Konfiguration für laserinduziertes Zerstören und Abtragen betrifft. Patentanspruch 1, auf den 27 weitere Patentansprüche zurückbezogen sind, lautet in der Verfahrenssprache:

A method for laser induced breakdown (LIB) of a material with a pulsed laser beam, the material being characterized by a relationship of fluence breakdown threshold versus laser pulse width that exhibits a rapid and distinct change in slope at a characteristic laser pulse width, said method comprising the steps of:

- a) generating a beam of one or more laser pulses in which each pulse has a pulse width equal to or less than said characteristic laser pulse width; and
- b) focusing said beam to a point at or beneath the surface of the material.

2 Die Klägerin, die von der Beklagten wegen Verletzung des Streitpatents gerichtlich in Anspruch genommen wird, hat geltend gemacht, das Streitpatent offenbare die Erfindung nicht so, dass der Fachmann sie ausführen könne. Sein Gegenstand gehe ferner über den Inhalt der ursprünglich eingereichten Unterlagen hinaus und sei nicht patentfähig. Die Beklagte hat das Schutzrecht in der erteilten Fassung und hilfsweise in sechs geänderten Fassungen verteidigt.

3 Das Patentgericht hat das Streitpatent für nichtig erklärt. Dagegen wendet sich die Berufung der Beklagten, die ihre erstinstanzlichen Anträge weiterverfolgt und sechs zusätzliche Hilfsanträge stellt. Die Klägerin tritt dem Rechtsmittel entgegen.

Entscheidungsgründe:

- 4 Die zulässige Berufung ist unbegründet.
- 5 I. Das Streitpatent betrifft ein Verfahren zur laserinduzierten Zerstörung von Material.
- 6 1. Nach den Ausführungen im Streitpatent waren im Stand der Technik Verfahren bekannt, um Material mit Hilfe von gepulsten Laserstrahlen zu zerstören. Diese Verfahren hätten den Nachteil, dass die Wirkung des Strahls über den fokussierten Bereich oder Punkt hinausreiche, wobei der betroffene Bereich mitunter mehrfach größer sei als der fokussierte Punkt.
- 7 Das Streitpatent betrifft das technische Problem, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, bei dem der von der Zerstörung betroffene Bereich besser eingegrenzt werden kann.
- 8 2. Zur Lösung dieses Problems schlägt die erteilte Fassung des Streitpatents ein Verfahren vor, dessen Merkmale sich wie folgt gliedern lassen:
- a) Das Verfahren dient der laserinduzierten Zerstörung (laser induced breakdown, LIB) von Material mit einem gepulsten Laserstrahl.
 - b) Das Material wird charakterisiert durch eine Beziehung zwischen dem für eine Zerstörung zu erreichenden Schwellenwert für die Fluenz (fluence breakdown threshold) und der Pulsbreite des Lasers (laser pulse width), deren Steigung bei einer charakteristischen Pulsbreite eine rasche und ausgeprägte Änderung zeigt.

- c) Zur Zerstörung wird ein Strahl mit einem oder mehreren Laserimpulsen erzeugt, deren Pulsbreite gleich oder geringer ist als die für das Material charakteristische Pulsbreite.
- d) Der Strahl wird auf einen Punkt an oder unter der Oberfläche des Materials fokussiert.

9 3. Einige Merkmale bedürfen näherer Betrachtung.

10 a) Laserinduzierte Zerstörung von Material im Sinne von Merkmal a ist, wie das Patentgericht zu Recht ausgeführt hat, jede irreversible Veränderung eines Materials durch Einwirkung eines Laserstrahls.

11 Nach den Ausführungen in der Beschreibung kann die Zerstörung unterschiedliche Ursachen haben, die kumulativ auftreten können. Patentanspruch 1 enthält keine Festlegung auf eine dieser Ursachen.

12 Entgegen der Auffassung der Beklagten führen die Ausführungen in der Beschreibung, laserinduzierte optische Zerstörung von Dielektrika bestehe hauptsächlich aus drei Schritten, nämlich Erzeugung und Multiplikation freier Elektronen, Plasmaerhitzung und Deformation oder Zerstörung des Materials (S. 6 Z. 49-51), nicht zu einer abweichenden Beurteilung. Diese Ausführungen beziehen sich nur auf Dielektrika und damit nicht auf die in Ausführungsbeispiel 1 eingesetzten Metalle wie Gold (S. 4 Z. 8, S. 5 Z. 3 f.), Silber (S. 5 Z. 17-19) und Aluminium (S. 5 Z. 19). Darüber hinaus werden an anderen Stellen der Beschreibung sowohl im Zusammenhang mit dem Stand der Technik (S. 2 Z. 16) als auch im Zusammenhang mit der Erfindung (S. 8 Z. 5-9) andere Zustandsveränderungen wie Schmelzen und Verdampfen angeführt.

13 Ebenfalls nicht zu einer abweichenden Beurteilung führt der Umstand, dass bei den in der Streitpatentschrift geschilderten Ausführungsbeispielen die

durch Plasma emittierte Energie als Indikator dafür herangezogen wird, ob es zu einer Materialzerstörung gekommen ist. Diesem Umstand ist zwar zu entnehmen, dass es bei den betreffenden Versuchen zu einer Plasmabildung gekommen ist. Die genannte Messmethode wurde nach der Beschreibung aber nur bei den Versuchen mit nicht lichtdurchlässigem Material eingesetzt. Bei Versuchen mit lichtdurchlässigem Material wurde demgegenüber die Veränderung der durch die Probe hindurchtretenden Energie gemessen (S. 2 Z. 43). Ob die Bildung von Plasma in der Probe auch hierfür von Bedeutung ist, lässt sich der Beschreibung nicht entnehmen.

- 14 b) Ein gepulster Laserstrahl besteht gemäß Merkmal c aus einem oder mehreren Laserimpulsen. Die Dauer eines einzelnen Impulses wird in der Streitpatentschrift in Einklang mit dem gängigen wissenschaftlichen Sprachgebrauch als Pulsbreite (pulse width) bezeichnet. Der in der deutschen Übersetzung verwendete Ausdruck "Impulsbreite" ist, wie das Patentgericht in seinem gemäß § 83 PatG erteilten Hinweis unangegriffen ausgeführt hat, hingegen eher missverständlich.
- 15 Als typische Pulsbreiten für die geschilderten Ausführungsbeispiele werden in der Beschreibung des Streitpatents beispielhaft Pulsbreiten im Bereich von einigen Hundert Picosekunden ($1 \text{ ps} = 10^{-12} \text{ s}$) und weniger bei einer Frequenz im Bereich von einem Kilohertz genannt (S. 4 Z. 20-22). Bei diesen Werten werden in einer Sekunde rund 1000 Impulse erzeugt, die insgesamt aber nur einige Hundert Nanosekunden ($1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ s}$) andauern.
- 16 c) Die Fluenz (fluence) bezeichnet die Energiedichte, also das Maß an Energie, das mit dem Laserstrahl auf einer bestimmten Fläche des Materials aufgebracht wird. In der Beschreibung des Streitpatents werden Werte zwischen 0,1 und 100 Joule pro Quadratcentimeter (J/cm^2) als vorzugswürdig bezeichnet (S. 3 Z. 17-19).

17 d) Von besonderer Bedeutung ist die in Merkmal b definierte charakteristische Pulsbreite.

18 aa) Maßgeblich für diesen Wert ist die Beziehung zwischen dem Mindestmaß an Fluenz, das erreicht werden muss, um eine Zerstörung des Materials zu erzielen, und der Pulsbreite des hierzu eingesetzten Strahls.

19 Bei relativ großen Pulsbreiten (etwa im Bereich von Nanometern) stehen die beiden genannten Größen in einer festen Beziehung. Der Schwellenwert der Fluenz ändert sich entsprechend der Quadratwurzel der Pulsbreite. Er wird folglich umso kleiner, je geringer die Pulsbreite ist.

20 Von einem bestimmten Wert an ist dieser Zusammenhang aufgehoben (S. 2 Z. 47-49). Eine weitere Verringerung der Pulsbreite führt dann nur noch zu einer relativ geringfügigen oder zu keiner Absenkung des Schwellenwerts mehr. In mathematischer Terminologie kann dies dahin ausgedrückt werden, dass die Beziehung zwischen Schwellenwert und Pulsbreite eine rasche und ausgeprägte Änderung ihrer Steigung erfährt. Der Wert, bei dem diese Änderung eintritt, bezeichnet die charakteristische Pulsbreite im Sinne von Merkmal b.

21 bb) Der Wert der charakteristischen Pulsbreite hängt nach der Beschreibung des Streitpatents von dem Material ab, das zerstört werden soll.

22 In der Streitpatentschrift wird der charakteristische Wert für Gold bei einer Wellenlänge von 800 Nanometer mit rund 7 Picosekunden angegeben. Bei diesem Wert sei die thermische Diffusionslänge gleich groß wie die Absorptionstiefe. Dies wird als unerwartet bezeichnet (S. 4 Z. 51-57 mit Figur 3).

23 Für Siliziumdioxid (Glas) wird der charakteristische Wert mit rund 10 Picosekunden angegeben. Wenn die Pulsbreite auf Werte unter einigen Pico-

sekunden sinke, steige der Schwellenwert sogar wieder an (S. 6 Z. 19-23 mit Figur 8).

24 Für (Augen-)Hornhaut wird ebenfalls angegeben, der feste Zusammenhang zwischen Schwellenwert und Pulsbreite bestehe bis zu einer Pulsbreite von etwa 10 Picosekunden, während bei Werten von einigen wenigen Picosekunden kaum noch eine Veränderung auftritt (S. 6 Z. 37-39 mit Figur 9).

25 cc) Die charakteristische Pulsbreite stellt gemäß Merkmal b nicht einen Verfahrensschritt dar, sondern eine für das jeweilige Material charakteristische Eigenschaft. Diese ist erforderlich zur Verwirklichung von Merkmal c.

26 Die Beschaffung von Informationen darüber, ob ein bestimmtes Material diese Eigenschaft hat und wie groß seine charakteristische Pulsbreite ist, bildet keinen Bestandteil des geschützten Verfahrens. Dieses erfordert lediglich, dass ein Material eingesetzt wird, das diese Eigenschaft aufweist. Auf welche Weise die dafür erforderlichen Informationen erlangt werden, überlässt das Streitpatent dem Fachmann.

27 e) Nach Merkmal c muss zur Zerstörung des Materials eine Pulsbreite eingesetzt werden, die nicht größer ist als die für dieses Material charakteristische Pulsbreite.

28 Hierzu muss die charakteristische Pulsbreite nicht exakt bekannt sein. Es genügt, wenn der eingesetzte Laserstrahl eine Pulsbreite hat, bei der mit hinreichender Sicherheit davon ausgegangen werden kann, dass sie die charakteristische Pulsbreite nicht übersteigt.

29 Unterhalb dieser Grenze bleibt die Auswahl der eingesetzten Pulsbreite dem Fachmann überlassen. So wird in der Beschreibung des Streitpatents im Zusammenhang mit der Bestrahlung von Gold ausgeführt, um die Zerstörungs-

wirkung auf einen kleineren Punkt zu beschränken, müsse anstelle der charakteristischen Pulsbreite von rund 7 Picosekunden ein deutlich kleinerer Wert gewählt werden, etwa in der Größenordnung von 100 Femtosekunden ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) oder kürzer (S. 4 Z. 54 f.).

30 f) Entgegen der Auffassung der Beklagten ergibt sich aus den Merkmalen b und c nicht die implizite Festlegung, dass der Laserstrahl eine Wellenlänge aufweist, bei der eine charakteristische Pulsbreite im Sinne von Merkmal b auftritt.

31 Dabei kann dahingestellt bleiben, ob es Materialien gibt, die nicht bei allen zur Materialzerstörung geeigneten Wellenlängen eine charakteristische Pulsbreite in diesem Sinne aufweisen. Selbst wenn dies zu bejahen wäre, könnten Patentanspruch 1 keine Festlegungen bezüglich der Wellenlänge entnommen werden. Aus dem Umstand, dass die Merkmale b und c Festlegungen nur hinsichtlich der Pulsbreite treffen, ergibt sich vielmehr, dass in Bezug auf die Wellenlänge keine zusätzlichen Anforderungen bestehen.

32 Hinweise auf eine weitergehende Festlegung lassen sich auch der Beschreibung des Streitpatents nicht entnehmen. Dort wird zwar ausgeführt, bei den geschilderten Ausführungsbeispielen seien Laserstrahlen mit Wellenlängen von 800 Nanometer (S. 3 Z. 36 f.; S. 4 Z. 47; S. 5 Z. 14), 770 Nanometer (S. 6 Z. 39 f.) und 780 Nanometer (S. 7 Z. 51) eingesetzt worden. Ferner wird dargelegt, die beschriebenen Probleme im Stand der Technik träten vor allem bei nicht absorbierbaren Wellenlängen auf (S. 2 Z. 25 f.) und für das erfindungsgemäße Verfahren seien Wellenlängen im Bereich zwischen 200 Nanometer und 1 Mikrometer vorzugswürdig (S. 3 Z. 18 f.). Dem lässt sich aber nicht entnehmen, dass ein Zusammenhang zwischen der eingesetzten Wellenlänge und dem Auftreten einer charakteristischen Pulsbreite im Sinne von Merkmal b besteht und dass deshalb nicht nur die Pulsbreite, sondern auch die Wellenlänge insoweit an das zu bearbeitende Material angepasst werden müssen.

- 33 g) Wie viele Pulse auf eine bestimmte Stelle des Materials gelenkt werden, um die angestrebte Zerstörungswirkung zu erzielen, ist in Patentanspruch 1 nicht festgelegt.
- 34 aa) Aus dem Umstand, dass der Laserstrahl gemäß Merkmal c auch mehrere Pulse umfassen darf, folgt zwar nicht zwingend, dass mehrere Pulse auf dieselbe Stelle gelenkt werden. Patentanspruch 1 schließt diese Verfahrensweise aber auch nicht ausdrücklich aus. Damit bleibt die konkrete Ausgestaltung des Verfahrens insoweit dem Fachmann überlassen.
- 35 Aus der Schilderung von Ausführungsbeispiel 2 ergibt sich keine abweichende Beurteilung. Dort wird zwar ausgeführt, jede Stelle auf der Probe sei nur einmal durch den Laser beleuchtet worden (S. 5 Z. 57 f.). Dies bezieht sich aber nur auf eines von drei Ausführungsbeispielen. Für die Beispiele 1 und 3 finden sich weder entsprechende Angaben noch sonstige Hinweise darauf, dass die nur einmalige Bestrahlung von entscheidender Bedeutung ist.
- 36 bb) Entgegen der Auffassung der Beklagten ist den Merkmalen a und d auch nicht zu entnehmen, dass ein einzelner Laserimpuls jedenfalls geeignet sein muss, eine Materialzerstörung zu bewirken.
- 37 Dabei kann dahingestellt bleiben, ob sich aus den in den Figuren 2 und 3 dargestellten Messwerten ergibt, dass in den Ausführungsbeispielen, mit denen diese Werte ermittelt wurden, jeder einzelne Laserimpuls mit einer Pulsbreite gemäß den Merkmalen b und c zu einer Materialzerstörung geführt hat. Selbst wenn dies zu bejahen wäre, hätte dies in der erteilten Fassung von Patentanspruch 1 jedenfalls keinen Niederschlag gefunden. Als Kriterium für die Eignung eines Laserstrahls zur Materialzerstörung sieht Merkmal c lediglich vor, dass die charakteristische Pulsbreite im Sinne von Merkmal b nicht überschritten wird, nicht aber, dass die Pulsbreite oder ein sonstiger Parameter darüber hin-

aus so festgelegt ist, dass bereits ein einzelner Laserimpuls zu einer Materialzerstörung führt.

38 II. Das Patentgericht hat seine Entscheidung im Wesentlichen wie folgt begründet:

39 Der Gegenstand des Streitpatents gehe nicht über den Inhalt der ursprünglich eingereichten Unterlagen hinaus. In der Anmeldung werde der Begriff "characteristic" zwar nicht in direktem Zusammenhang mit der Pulsbreite verwendet. Aus dem Gesamtzusammenhang ergebe sich jedoch, dass sich für bestimmte Materialien wie Gold, Hornhaut und Siliziumdioxid-Glas charakteristische Kurven ergäben.

40 Die Erfindung sei auch so offenbart, dass der Fachmann, ein Diplom-Physiker mit Erfahrung auf dem Gebiet laserinduzierter Materialabtragung, sie ausführen könne. Im Zusammenhang mit den Figuren 3 und 8 sei deutlich und vollständig offenbart, wie eine rasche und ausgeprägte Steigungsänderung definiert bzw. feststellbar sei. Vor diesem Hintergrund lasse sich aus dem Verlauf der in Figur 9 dargestellten Kurve eine erkennbare Steigungsänderung entnehmen.

41 Der Gegenstand des Streitpatents sei aber in der Veröffentlichung von Sherman et al (K3) vollständig offenbart. Dort würden in den Figuren 1a und 1b für Kupfer und Molybdän Beziehungen zwischen dem für eine Zerstörung zu erreichenden Schwellenwert für die Fluenz und der Pulsbreite dargestellt. Diese zeigten eine rasche und ausgeprägte Steigungsänderung unterhalb von 1000 Picosekunden. Ferner sei das Erzeugen eines Strahls mit einem oder mehreren Laserpulsen beschrieben, deren Pulsbreite gleich oder geringer sei als die für das Material charakteristische Pulsbreite. Der von der Beklagten erhobene Einwand, die in K3 veröffentlichten Daten seien unzuverlässig und zweifelhaft, sei

unerheblich, weil in K3 alle vom Streitpatent beanspruchten Merkmale offenbart seien.

42 Der mit Hilfsantrag 1 verteidigte Gegenstand sei durch die Veröffentlichung von Soileau et al (K4) und die US-Patentschrift 5 223 692 (K14) nahegelegt. In K4 werde die laserinduzierte Zerstörung und Bearbeitung von Siliziumdioxid-Quarzglas mit einem gepulsten Laserstrahl offenbart. Dieses Material weise zwangsläufig dieselben charakteristischen Eigenschaften in Bezug auf Pulsbreite und Schwellenwert auf wie das in einem der Ausführungsbeispiele der Streitpatentschrift eingesetzte Material. Die in K4 eingesetzte Pulsbreite liege im einstelligen Picosekundenbereich, was der charakteristischen Pulsbreite entspreche. K4 offenbare auch, dass der Laserstrahl auf einen Punkt unterhalb der Oberfläche fokussiert werde. Das in K4 nicht offenbarte Merkmal, wonach das Material entlang eines vorbestimmten Pfades bearbeitet werde, sei durch K14 nahegelegt.

43 Der mit Hilfsantrag 1a verteidigte Gegenstand gehe über den Inhalt der ursprünglich eingereichten Unterlagen hinaus. In der Anmeldung seien als metallische Materialien lediglich Gold, Aluminium sowie eine Silberschicht auf Glas offenbart, und zwar in Zusammenhang mit bestimmten Pulsbreiten und Energiewerten. Dem sei nicht zu entnehmen, dass das Verfahren für jedes Metall ohne nähere Angaben zu Pulsbreite und Energie beansprucht würden.

44 Der mit Hilfsantrag 2 verteidigte Gegenstand sei ebenfalls durch K4 und K14 nahegelegt. In K4 sei die Steuerung der Laserpulse mit einem Mikroprozessor offenbart. Der in der ersten Zeile von Tabelle VI angegebene Leistungswert P_B weise eine Toleranz knapp unterhalb von 10 % auf und liege damit im beanspruchten Bereich. Dass es sich hierbei nur um einen Messwert und nicht um die tatsächlich vom Laser bereitgestellte Leistung handle, sei unerheblich, weil der Fachmann generell das Ziel habe, Schwankungen der Laserleistung zu begrenzen.

45 Hilfsantrag 3 sei unzulässig, weil er wie Hilfsantrag 1a auf Schutz für ein Material aus nicht näher spezifiziertem Metall gerichtet sei.

46 Der mit Hilfsantrag 4 verteidigte Gegenstand sei durch K3 und K14 nahegelegt. Aus K3 sei bereits bekannt gewesen, dass die charakteristischen Pulsbreiten der bearbeiteten Materialien nicht nur auf Basis von Berechnungen, sondern auch auf Grundlage experimenteller Daten bestimmt worden seien.

47 Der mit Hilfsantrag 5 verteidigte Gegenstand sei durch K4 und die Veröffentlichung von Deckman et al (K9) nahegelegt. Der Fachmann entnehme K4, dass der Laserstrahl auf einen Punkt in der Nähe bzw. an der Oberfläche des Materials fokussiert werde und dass er ein räumliches Gaußprofil aufweise. Hierbei lese er mit, dass es sich um eine in Bezug auf die Ausbreitungsrichtung laterale Verteilung handle und die Strahlung in der Mitte am intensivsten sei. Da K4 lediglich Grundlagen der Wechselwirkung eines Laserstrahls mit Siliziumdioxid-Glas behandle, habe der anwendungsorientierte Fachmann ferner Veranlassung gehabt, Veröffentlichungen wie K9 heranzuziehen, die sich mit der Anwendung von Picosekunden-Laserpulsen in Bezug auf das genannte Material bezögen. Aus K9 ergebe sich für den Fachmann, dass der Radius des durch Materialabtragung bzw. Ablation entstandenen Lochs weniger als 60 % des Radius des Laserstrahls betrage.

48 III. Diese Beurteilung hält der Überprüfung im Berufungsverfahren stand.

49 1. Zu Recht ist das Patentgericht zu dem Ergebnis gelangt, dass in der Veröffentlichung von Sherman et al (Transient response of metals to ultrashort pulse excitation, Optical Engineering 1989, 1114-1120, K3) alle in der erteilten Fassung von Patentanspruch 1 vorgesehenen Merkmale offenbart sind.

50 a) In K3 wird über Versuche zur Zerstörung von Metallspiegeln durch Laserpulsstrahlung berichtet.

51 In den Versuchen wurden Spiegel aus Kupfer, Molybdän und mit Gold beschichtetem Edelstahl mit Laserstrahlen bestrahlt, die eine Wellenlänge von 9,3 Mikrometer und vier unterschiedliche Pulsbreiten (2,5 und 50 Picosekunden sowie 15 und 80 Nanosekunden) aufwiesen. Um festzustellen, ob die Bestrahlung zu einer Beschädigung geführt hat, wurden unter anderem Änderungen der Reflexionseigenschaften in Abhängigkeit von der Anzahl der Impulse beobachtet und die Oberfläche der Spiegel nach mehr als 100 Impulsen unter einem Mikroskop auf sichtbare Beschädigungen untersucht.

52 Anhand der gewonnenen Messwerte, die mit Messwerten aus einer früheren Veröffentlichung von Figueira et al (Damage threshold of metal surfaces for short pulse IR lasers, IEEE J. Quantum Electron. 1982, 1381-1386, B2) kombiniert werden, wird in K3 ausgeführt, bei Molybdän und Kupfer sei der Schwellenwert für eine Beschädigung bei kurzen Pulsen (mit einer Pulsbreite von weniger als 500 Picosekunden) unabhängig von der Pulsbreite, während er bei längeren Pulsen (mit einer Pulsbreite von mehr als einer Nanosekunde) entsprechend den Beobachtungen in vielen früheren Veröffentlichungen mit der Quadratwurzel der Pulsbreite ansteige. In Figur 1 a wird die kritische Pulsbreite für Kupfer mit 640 Picosekunden und für Molybdän mit 380 Picosekunden angegeben. Für Spiegel aus mit Gold beschichtetem Edelstahl wird hingegen berichtet, der Schwellenwert sei bei allen eingesetzten Pulsbreiten unabhängig von der Pulsbreite gewesen.

53 Zur Erklärung wird in K3 die Hypothese aufgestellt, unterhalb einer bestimmten Pulsbreite werde die Energie des Laserstrahls nur noch von den Elektronen aufgenommen, nicht mehr vom Atomgitter (lattice). Ausgehend davon wird ein Zwei-Temperaturen-Modell entwickelt, das als einzigen freien Parameter eine Elektron-Phonon-Kopplungskonstante g aufweist. Die bei Spiegeln

aus mit Gold beschichtetem Edelstahl beobachtete Besonderheit wird auf die Stärke der Goldschicht und die geringe Wärmeleitfähigkeit des Edelstahls zurückgeführt.

54 b) Damit sind, wie das Patentgericht im Einzelnen zutreffend dargelegt hat, nicht nur die Merkmale a und d, sondern auch die Merkmale b und c offenbart.

55 aa) Dass sich K3 vor allem mit der Bestrahlung derselben Stelle mit mehreren Impulsen (multi-shot) befasst, steht der Offenbarung der Merkmale a und d nicht entgegen, weil diese aus den oben dargelegten Gründen keine Beschränkung auf einen einzigen Impuls pro Stelle (single-shot) vorsehen.

56 bb) Der in K3 für Molybdän und Kupfer beschriebene Übergang zwischen einem Bereich, in dem der Schwellenwert für die zur Zerstörung erforderliche Fluenz mit der Quadratwurzel der Pulsbreite ansteigt, und einem darunter liegenden Bereich, in dem er weitgehend konstant ist, stellt einen Bereich dar, in dem die Funktion des Schwellenwerts eine charakteristische Änderung der Steigung aufweist. Die Pulsbreite, bei der diese Änderung auftritt, ist die charakteristische Pulsbreite im Sinne von Merkmal b.

57 cc) Dass die in K3 für Kupfer und Molybdän als charakteristisch angegebenen Werte von 640 und 380 Picosekunden deutlich über dem in der Streitpatentschrift für Gold angegebenen Wert von 7 Picosekunden liegt und dass der charakteristische Wert für unedle Metalle nach dem von der Klägerin im Verletzungsrechtsstreit eingereichten Privatgutachten (B4) sogar unterhalb von 3 Picosekunden liegen soll, führt nicht zu einer abweichenden Beurteilung.

58 Dabei kann dahingestellt bleiben, welcher Wert zutreffend ist. Der in K3 eingesetzte, zu einer Materialzerstörung führende Impuls von 2,5 Picosekunden

weist eine Pulsbreite auf, die nach allen vertretenen Auffassungen unterhalb des charakteristischen Werts liegt. Damit ist Merkmal c offenbart.

59 c) Dass die in K3 eingesetzte Wellenlänge von 9,3 Mikrometer um mehr als den Faktor 10 größer ist als die in den Ausführungsbeispielen des Streitpatents eingesetzten Wellenlängen, ist unerheblich.

60 Wie bereits oben dargelegt wurde, ergibt sich aus den Merkmalen b und c keine Festlegung hinsichtlich der eingesetzten Wellenlänge. Deshalb kann offenbleiben, ob die in K3 eingesetzten Metalle auch bei einer Wellenlänge von 9,3 Mikrometer eine charakteristische Pulsbreite aufweisen. Für eine Offenbarung dieser Merkmale ist ausreichend, dass sie diese Eigenschaft jedenfalls bei den in der Streitpatentschrift genannten Wellenlängen aufweisen und dass die in K3 eingesetzte Impulsbreite von 2,5 Picosekunden unterhalb des charakteristischen Werts liegt.

61 d) Dass die in K3 geschilderten Untersuchungen eher darauf gerichtet sind, eine Materialzerstörung an zur Umlenkung von Laserstrahlen eingesetzten Spiegeln zu vermeiden, führt ebenfalls nicht zu einer abweichenden Beurteilung.

62 Dieser Gesichtspunkt mag dazu führen, dass ein Fachmann, der Laserstrahlen zur Zerstörung von Material einsetzen will, aus K3 nur in begrenztem Umfang Anregungen zur Weiterentwicklung des Stands der Technik entnehmen kann. Für die Frage der Neuheit ist indes allein ausschlaggebend, ob alle in Patentanspruch 1 vorgesehenen Merkmale in K3 offenbart sind. Dies hat das Patentgericht aus den oben dargelegten Gründen zu Recht bejaht.

63 Dem steht nicht entgegen, dass der Fachmann ausgehend von K3 auch eine Pulsbreite von deutlich über 7 Picosekunden als zur Anwendung des geschützten Verfahrens geeignet ansehen konnte. Entscheidend ist, dass alle

Merkmale verwirklicht sind, wenn das in K3 geschilderte Verfahren mit einer Pulsbreite von 2,5 Picometer durchgeführt wird. Einer korrekten Darstellung der hierfür ausschlaggebenden wissenschaftlichen Zusammenhänge bedarf es hierbei nicht.

64 Ungeachtet des mit den Versuchen angestrebten Ziels, eine Beschädigung der zur Umlenkung von Laserstrahlen eingesetzten Spiegel zu vermeiden, ist das in K3 geschilderte Verfahren jedenfalls auch als Verfahren zur Materialzerstörung anzusehen. Zur Erreichung des angestrebten Ziels werden die untersuchten Materialien in K3 einer Strahlung ausgesetzt, die zu einer Zerstörung führt. Dies reicht für eine zur Verneinung der Neuheit führende Offenbarung aus. Dass die Zerstörung einem weitergehenden Zweck dient, ist insoweit unerheblich.

65 e) Vor diesem Hintergrund führen die von der Beklagten erhobenen Einwände gegen die in K3 angewendete wissenschaftliche Methodik ebenfalls nicht zu einer abweichenden Beurteilung.

66 Dabei kann dahingestellt bleiben, ob es aus fachmännischer Sicht zutreffend oder zumindest vertretbar war, die bei den in K3 geschilderten Versuchen gewonnenen Messwerte mit Messwerten einer früheren Veröffentlichung zu kombinieren, und ob die in K3 in Figur 1 dargestellten Messwerte auch eine abweichende Interpretation im Sinne einer durchgängigen Abhängigkeit zwischen dem Schwellenwert der für die Zerstörung erforderlichen Fluenz und der Pulsbreite zulassen. Für die Verneinung der Neuheit ist ausreichend, dass in K3 eine Auflösung dieses Zusammenhangs von einem bestimmten Wert an aufgezeigt wird und dass jedenfalls die eingesetzte Pulsbreite von 2,5 Picometer objektiv unterhalb der charakteristischen Pulsbreite im Sinne der Merkmale b und c liegt.

67 Der Stellungnahme von Elsayed-Ali (Physical Review Letters 1990, 1846, B3), in der Kritik an den in K3 aufgestellten Hypothesen geäußert wird, kommt angesichts dessen ebenfalls keine Bedeutung zu. Unabhängig davon wendet sich diese Kritik nicht gegen die Annahme, dass ein fester Zusammenhang zwischen Schwellenwert und Pulsbreite von einem bestimmten Wert an nicht mehr besteht, sondern gegen die konkrete Bestimmung der Konstante g.

68 2. Hinsichtlich des erstmals in zweiter Instanz gestellten Hilfsantrags 0a ergibt sich keine abweichende Beurteilung.

69 a) Nach Hilfsantrag 0a soll in Patentanspruch 1 vor "said method comprising" eingefügt werden:

wherein said relationship and the characteristic pulse width refer to the scenario which applies when illuminating a location of the material only once

70 b) Die damit vorgesehene Beschränkung auf die einmalige Bestrahlung jeder einzelnen Fläche (single-shot) betrifft allein die in Merkmal b vorgesehenen Festlegungen zur Beschaffenheit des zu zerstörenden Materials, nicht aber die das Bestahlungsverfahren betreffenden Merkmale a und d.

71 Ebenso wie mit der erteilten Fassung wird mit dieser Fassung folglich auch Schutz beansprucht für Verfahren, bei denen eine bestimmte Stelle des Materials mit mehreren Laserimpulsen bestrahlt wird oder bei denen nicht jeder einzelne Laserimpuls geeignet ist, eine Materialzerstörung herbeizuführen. Mit dem zusätzlichen Merkmal wird lediglich die Pulsbreite des Laserstrahls näher spezifiziert, nicht aber ein sonstiger Parameter wie dessen Wellenlänge oder dessen Eignung zur Materialzerstörung durch einen einzigen Impuls.

72 c) Damit sind die mit dieser Fassung beanspruchten Merkmale ebenfalls vollständig in K3 offenbart.

73 Wie bereits oben dargelegt wurde, liegt die in K3 eingesetzte Pulsbreite von 2,5 Picosekunden unterhalb der charakteristischen Pulsbreite, die sich nach dem Streitpatent und den Ausführungen in B4 für Kupfer und Molybdän ergibt. Dieser Wert bezieht sich auch nach dem Vortrag der Beklagten auf eine Einzelbestrahlung. Folglich sind die Merkmale b und c auch in der mit Hilfsantrag 0a verteidigten Fassung in K3 offenbart.

74 3. Zu Recht hat das Patentgericht den mit Hilfsantrag 1 verteidigten Gegenstand als durch den Stand der Technik nahegelegt angesehen.

75 a) Nach Hilfsantrag 1 sind folgende Änderungen vorgesehen:

- An die Stelle von Patentanspruch 1 sollen zwei nebengeordnete Patentansprüche 1 und 23 treten, die beide ein Verfahren zur Materialbearbeitung (machining) mittels laserinduzierter Zerstörung betreffen. Nach Patentanspruch 1 soll transparentes, nicht aus biologischem Gewebe bestehendes Material unterhalb der Oberfläche bestrahlt werden, nach Patentanspruch 23 Metall auf der Oberfläche.
- Der Laserstrahl soll eine Wellenlänge im Bereich von 800 Nanometer bis 2 Mikrometer aufweisen.
- der Laserstrahl soll entlang eines vorbestimmten Pfads in einer transversalen Richtung bewegt werden (scanning), so dass die Zerstörung in einem vorbestimmten Muster im bzw. auf dem Material bewirkt wird.

- 76 b) Entgegen den Ausführungen des Patentgerichts zu dem insoweit inhaltsgleichen Hilfsantrag 1a geht der damit beanspruchte Gegenstand auch hinsichtlich Patentanspruch 23 nicht über den Inhalt der ursprünglich eingereichten Unterlagen hinaus.
- 77 Dabei kann dahingestellt bleiben, ob sich bereits den Ausführungen in der Beschreibung entnehmen lässt, dass die in den geschilderten Beispielen eingesetzten Metalle nur als Beispiele ausgewählt werden. Dass ein Verfahren mit den in der Anmeldung beschriebenen Merkmalen grundsätzlich für alle Metalle beansprucht wird, ergibt sich jedenfalls aus dem in der Anmeldung formulierten Anspruch 2, dessen Wortlaut mit der erteilten Fassung von Patentanspruch 7 übereinstimmt und der ausdrücklich vorsieht, dass das Material ein Metall ist.
- 78 Der beanspruchte Gegenstand geht auch nicht deshalb über den Inhalt der ursprünglich eingereichten Unterlagen hinaus, weil der genannte Unteranspruch zusätzlich eine Pulsweite von 10 bis 10000 Femtosekunden und eine Energie von 1 Nanojoule bis 1 Mikrojoule vorsieht. Den ursprünglich eingereichten Unterlagen lässt sich nicht entnehmen, dass diese beiden zusätzlichen Merkmale bei der Bestrahlung von Metallen zwingend verwirklicht sein müssen, um die erfindungsgemäße Wirkung zu erzielen. Die Klägerin zieht dies nicht in Zweifel. Sie macht im Zusammenhang mit Hilfsantrag 1' - der die beiden zusätzlichen Merkmale vorsieht - vielmehr geltend, in den genannten Bereichen für Pulsbreite und Energie stecke nichts Besonderes.
- 79 c) Der Gegenstand der Patentansprüche 1 und 23 in der mit Hilfsantrag 1 verteidigten Fassung ist aber durch die Veröffentlichung von Soileau et al (Picosecond damage studies at 0.5 and 1 μm , Optical Engineering 1983, 424-430, K4) und den Umstand nahegelegt, dass die darin geschilderten Wirkungen von kurzen Pulsbreiten vor dem Prioritätstag in einer Vielzahl von Veröffentlichungen für zahlreiche Einsatzzwecke als vielversprechend bezeichnet wurden.

- 80 aa) In K4 werden die Ergebnisse einer Versuchsreihe vorgestellt, bei der Siliziumdioxid und monokristallines Natriumchlorid mit Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge und Pulsbreite bestrahlt wurden, und zwar jeder Punkt nur einmal (K4 S. 425 links letzter Absatz).
- 81 Zum Stand der Technik wird ausgeführt, die Wirkungsweise von laserinduzierter Zerstörung von Material unter der Oberfläche (bulk laser-induced damage) werde auch nach fünfzehn Jahren der Erforschung nicht vollständig verstanden. Die Interpretation von einzelnen Datenpunkten sei schwierig, weil von Probe zu Probe Unterschiede auftreten könnten und weil eine komplexe Wechselwirkung zwischen den Schwellenwerten und der Frequenz, der Pulsbreite und der Fokussierung bestehe.
- 82 Aus den Tabellen mit den ermittelten Messwerten geht unter anderem hervor, dass Siliziumdioxid mit Pulsbreiten zwischen 3,5 und 175 Picosekunden bestrahlt wurde (K4 Tabellen V und VI). Bei der Bewertung der Ergebnisse wird ausgeführt, der Schwellenwert des für eine Materialzerstörung erforderlichen elektrischen Feldes (threshold field, E_B) sei bei Natriumchlorid im Nanosekundenbereich weitgehend unabhängig von der Pulsbreite, während sich im Bereich von einigen Picosekunden eine Abhängigkeit einstelle, die sich dem Verhältnis zur inversen Quadratwurzel der Pulsbreite annähere. Dies führe dazu, dass der Schwellenwert für die Fluenz bei Pulsbreiten unter 10 Picosekunden fast konstant sei (K4 S. 428 links unten). Für Siliziumdioxid sei ein ähnlicher, aber weniger ausgeprägter Trend in der Beziehung zwischen der Pulsbreite und dem Schwellenwert des elektrischen Feldes festgestellt worden (K4 S. 428 rechts unten).
- 83 bb) Ob hieraus, wie das Patentgericht angenommen hat, zu entnehmen ist, dass Siliziumdioxid mit einer Pulsbreite bestrahlt wurde, die unterhalb der für dieses Material charakteristischen Pulsbreite im Sinne der Merkmale b und c liegt, kann dahingestellt bleiben. Aus den aufgezeigten Ausführungen ergab

sich jedenfalls die Anregung, eine Pulsbreite in diesem Bereich in Betracht zu ziehen.

84 Die charakteristische Pulsbreite von Siliziumdioxid wird in der Streitpatentschrift mit rund 10 Picosekunden angegeben. Die in K4 offenbarten Messwerte stehen damit zwar nicht vollständig in Einklang, weil der Schwellenwert für die Fluenz bei einigen Versuchsreihen auch bei Werten unterhalb von 10 Picosekunden noch in gewissem Umfang abgesunken ist. Selbst wenn zugunsten der Beklagten unterstellt wird, dass diese Abweichungen auf Besonderheiten des in K4 eingesetzten Materials beruht, ergaben sich für den Fachmann aus dem Umstand, dass in K4 für Natriumchlorid eine vollständige Aufhebung des Zusammenhangs zwischen dem Schwellenwert der Fluenz und der Pulsbreite unterhalb von 10 Picosekunden und für Siliziumdioxid ein in dieselbe Richtung deutender Trend aufgezeigt wurden, aber deutliche Hinweise darauf, dass es auch für Siliziumdioxid eine Pulsbreite gibt, von der an der Schwellenwert der Fluenz weitgehend gleich bleibt. Dies gilt umso mehr, als bei einer der Versuchsreihen der Schwellenwert für die Fluenz bei einer Verringerung der Pulsbreite unter einen Wert von 9,5 Picosekunden sogar angestiegen ist (K4 Tabelle VI Z. 1-4).

85 Entgegen der Auffassung der Beklagten führt der Umstand, dass die in K4 dargestellten Schwellenwerte für die Fluenz auch von der Breite des fokussierten Strahls abhängen, nicht zu einer abweichenden Beurteilung. Der von der Beklagten angeführte Umstand, dass die Strahlbreite insoweit nicht von unmittelbarer Bedeutung ist, wird in K4 ausdrücklich angesprochen. Hierbei wird die Vermutung geäußert, die beobachteten Schäden könnten durch extrinsische Eigenschaften verursacht worden sein (K4 S. 430 links). Vor diesem Hintergrund hatte der Fachmann keinen Grund zu der Annahme, die in K4 berichteten Ergebnisse könnten auf einem grundlegenden Fehler beruhen und deshalb von vornherein als Grundlage für weitere Versuche ungeeignet sein. Die in K4 nach Abwägung aller relevanten Gesichtspunkte gezogenen Schlussfolge-

rungen deuteten vielmehr darauf hin, dass Pulsbreiten im Bereich von wenigen Picosekunden besondere Vorteile bieten können.

86 cc) Ob sich, wie das Patentgericht des Weiteren angenommen hat, bereits hieraus eine hinreichende Anregung ergab, Pulsbreiten in einem Bereich, in dem der Schwellenwert der Fluenz nicht mehr absinkt, als Alternative für alle bekannten Einsatzzwecke von Laserstrahlen in Betracht zu ziehen, bedarf keiner Entscheidung. Aus mehreren im Zeitraum zwischen der Veröffentlichung von K4 und dem Prioritätstag erschienenen Abhandlungen ergaben sich für den Fachmann nämlich Hinweise darauf, dass der Einsatz von solchen Pulsbreiten für den Abtrag von Material mittels Laserstrahlen von Vorteil sein kann. Jedenfalls diese - jeweils in dieselbe Richtung deutenden - Hinweise gaben dem Fachmann hinreichenden Anlass, den Einsatz solcher Pulsbreiten auch für den Materialabtrag bei transparenten, nicht aus biologischem Gewebe bestehenden Materialien und bei Metallen in Betracht zu ziehen.

87 (1) Zu diesen Veröffentlichungen gehört die Veröffentlichung von Stern et al (Cornea Ablation by Nanosecond, Picosecond, and Femtosecond Lasers at 532 and 625 nm, Archives of Ophthalmology 1989, 587-592, K6).

88 (a) In K6 wird über Versuche zur Entfernung von (Augen-)Hornhaut (corneal excisions) mit Laserimpulsen mit Pulsbreiten zwischen 65 Femtosekunden und 8 Nanosekunden berichtet.

89 Als Ergebnis wird unter anderem mitgeteilt, bei Pico- und Femtosekundenimpulsen (K6 S. 588 mitte) sei die Exzisionsmorphologie stark verbessert. Bei 30 Picosekunden sei das Ausmaß der Gewebeschädigung so geringfügig, dass sich keine zusätzlichen Verbesserungen durch noch kürzere Impulse ergäben. Eine lichtmikroskopische Aufnahme zeige sogar, dass Impulse im Bereich von Femtosekunden oder einer Picosekunde eine neue Art der Gewebe-

schädigung verursachten, die möglicherweise durch Schockwellen hervorgerufen werde (K6 S. 590 rechts oben).

90 Bei der Bewertung der Ergebnisse wird in K6 die Vermutung geäußert, die gesteigerte Abtragungseffizienz bei Pulsbreiten von einer Picosekunde und darunter könne auf einem nicht linearen optischen Prozess beruhen. Als besonders vielversprechend wird die Anwendung von Picosekundenlasern bei der nicht invasiven Glaskörperchirurgie bezeichnet. Hierbei wird die Erwartung geäußert, dass bei Picosekundenlasern mit Impulsenergien knapp über dem Abtragschwellenwert weniger Schäden eintreten als bei Nanosekundenlasern.

91 (b) Dies steht in Einklang mit den bereits in K4 angestellten Erwägungen und bestätigt diese im Hinblick auf einen konkreten Anwendungsfall.

92 Zwar ergeben sich aus K6 keine ausdrücklichen Hinweise darauf, dass bestimmte oder alle Materialien eine charakteristische Pulsbreite im Sinne von Merkmal b aufweisen. In der in K6 wiedergegebenen Tabelle 2 nimmt der zur Ablation erforderliche Schwellenwert vielmehr auch für Pulsbreiten unter einer Picosekunde mit abnehmender Pulsbreite weiter ab. Im darauf bezogenen Text wird es zudem als interessant und für die Entwicklung eines theoretischen Modells möglicherweise nützlich bezeichnet, dass die beobachteten Schwellenwerte annähernd zur Quadratwurzel der Pulsbreite in Beziehung stehen. Im gleichen Zusammenhang wird aber der Vorbehalt geäußert, die ermittelten Werte seien möglicherweise nicht zuverlässig, weil die eingesetzten Laser unterschiedliche Betriebsparameter aufgewiesen hätten (K6 S. 588 rechts). Darüber hinaus wird die generelle Einschätzung geäußert, Picosekundenlaser seien gegenüber Nanosekundenlasern überlegen (K6 S. 591 links).

93 (c) Hieraus ergab sich für den Fachmann die Anregung, Pulsbreiten von einigen wenigen Picosekunden auch für andere Materialien in Betracht zu ziehen.

- 94 Zwar betrifft K6 einen relativ speziellen Anwendungsfall und die dafür präsentierten Ergebnisse geben keinen sicheren Aufschluss darüber, welche Auswirkungen der Einsatz solch kleiner Pulsbreiten bei anderen Materialien zeitigen wird. Der Umstand, dass sich diese Pulsbreiten für ein bereits etabliertes Anwendungsgebiet mit eher hohen Anforderungen an die Präzision als vielversprechend erwiesen, gab dennoch Veranlassung, sie auch für den Materialabtrag bei anderen Materialien in Betracht zu ziehen.
- 95 Dem steht nicht entgegen, dass in K6 eine Pulsbreite von 30 Picosekunden als besonders vorteilhaft bezeichnet und ergänzend berichtet wird, bei geringeren Pulsbreiten sei eine neue Art der Gewebeschädigung beobachtet worden. Aus diesen Darlegungen ergab sich für den Fachmann zwar, dass weiterer Aufklärungsbedarf bestand. Die in K6 geäußerten positiven Einschätzungen gaben aber Anlass, diesbezüglich weiter fortzuschreiten und hierbei näher zu untersuchen, ob und bei welchen Pulsbreiten die in K6 offenbarte neue Art der Gewebeschädigung auch bei anderen Materialien auftritt.
- 96 (2) Anregungen in dieselbe Richtung ergaben sich aus der Veröffentlichung von Frederickson et al (Precise Ablation of Skin With Reduced Collateral Damage Using the Femtosecond-Pulsed, Terawatt Titanium-Sapphire Laser, Archives of Dermatology 1993, 989-993, K5).
- 97 (a) K5 befasst sich mit dem Einsatz von Lasern zur Behandlung von Hautleiden.
- 98 In K5 wird ausgeführt, der therapeutische Einsatz von Lasern für den genannten Zweck sei weitgehend von Wärmeenergie abhängig. Die unbeabsichtigte Schädigung von umliegendem Gewebe könne durch adäquate Auswahl von Wellenlänge, Pulsbreite und Intensität verbessert werden. Systematische Studien hätten gezeigt, dass sich die Zone thermisch veränderten Materials mit abnehmenden Impulsdauern verkleinere. Dennoch stelle die kollaterale Schädigung

gung infolge des thermischen Mechanismus zur Gewebeerstörung häufig immer noch ein Problem dar (K5 S. 989).

99 Als alternative Möglichkeit werden in K5 Verfahren aufgezeigt, bei denen die Abtragung durch einen von einem Schwellenwert abhängigen Mechanismus erfolge. Hierbei würden molekulare Bindungen durch hochenergetische ultraviolette Photonen unmittelbar aufgebrochen und so die thermische Schädigung minimiert. Diesen Vorteilen werden gravierende Nachteile gegenübergestellt, die der Einsatz von UV-Licht mit sich bringe (K5 S. 989 f.).

100 Als weitere Alternative wird in K5 ein Titan-Saphir-Laser mit einer Wellenlänge von 800 Nanometer und einer Pulsbreite von rund 100 Femtosekunden vorgestellt. Diese kurzen Impulse seien geeignet, um Elektronen aus ihren Atomen zu entfernen, wodurch bei Erreichen eines bestimmten Schwellenwerts ein Hochtemperaturplasma entstehe. Diese Art der Abtragung sei in den Bereichen der Cornea- und Intraokularchirurgie erfolgreich experimentell untersucht worden. Die damit erzielbare Genauigkeit der Gewebeentfernung und Eingrenzung der Schädigung sei vergleichbar mit jener in der ophthalmologischen Mikrochirurgie mittels Excimerlaser. Hierzu wird unter anderem auf K6 Bezug genommen. Die bei diesen Experimenten gewonnenen Ergebnisse deuteten darauf hin, dass die genannte Methode auch für Präzisionshautchirurgie geeignet sei (K5 S. 990 rechts).

101 Bei den in K5 beschriebenen Versuchen wurde Rattenhaut mit der zuletzt beschriebenen Methode bestrahlt. Als Ergebnis wird berichtet, bei Intensitäten knapp über dem Schwellenwert trete praktisch keine und bei höheren Intensitäten nur eine minimale kollaterale Schädigung ein.

102 (b) Daraus ergaben sich für den Fachmann zusätzliche Hinweise darauf, dass die in K6 geäußerte optimistische Einschätzung berechtigt ist und dass die dort offenbarten Erkenntnisse den Einsatz für andere Materialien nahelegen.

Die in K5 und K6 offenbarten Verfahren weisen zwar relativ weitreichende Gemeinsamkeiten auf, weil es sich um biologisches Gewebe handelt und weil der letztendlich angestrebte Einsatzzweck im Bereich medizinischer Behandlungen liegt. Dennoch ergab sich daraus auch für andere Materialien und Einsatzzwecke die Anregung, Pulsbreiten von einigen wenigen Picosekunden in Betracht zu ziehen, zumal die in K6 geäußerte Einschätzung zu den zu Grunde liegenden Mechanismen keinen Zusammenhang mit Besonderheiten von biologischem Gewebe erkennen lässt.

103 (c) Eine zusätzliche Anregung, den Einsatz von besonders geringen Pulsbreiten auch für nicht aus biologischem Gewebe bestehende Materialien und für Metalle in Betracht zu ziehen, ergab sich aus der abschließend in K5 geäußerten Einschätzung, es sei zu hoffen, dass Lasersysteme mit ultrakurzen Impulsen und hoher Intensität bald aus dem Bereich des Labors in den Bereich der kommerziell verfügbaren Ausrüstung überwechseln und dazu beitragen, bestehende Probleme mit den damals verfügbaren Geräten zu verringern.

104 Aus dieser allgemein gehaltenen Einschätzung ergaben sich zwar keine sicheren Anhaltspunkte dafür, dass solche Lasersysteme auch in anderen bekannten Anwendungsgebieten Vorteile gegenüber bekannten Systemen bieten könnten. Die in K5 und K6 geschilderten positiven Zwischenergebnisse gaben aber hinreichende Aussicht darauf, dass entsprechende Versuche Erfolg zeitigen könnten.

105 (3) In dieselbe Richtung wies die Veröffentlichung von Ihlemann et al (Nanosecond and Femtosecond Excimer Laser Ablation of Fused Silica, Applied Physics 1992, 363-368, K7).

106 (a) In K7 wird über Versuche zur Bestrahlung von Quarzglas (fused silica) mit Impulsdauern von 20 bis 30 Nanosekunden und von 500 Femtosekunden berichtet.

- 107 Als Ergebnis wird mitgeteilt, bei Femtosekundenimpulsen seien während der ersten Impulse glatt geformte Löcher ausgebildet worden; bei hohen Impulszahlen sei hingegen eine Wellenstruktur in den Abtragskratern entstanden. Als mögliche Ursache wird eine starke Zwei-Photonen-Absorption im Glasinneren benannt, die zunächst zur Abtragung von Material an der Vorderseite und dadurch zur Bildung scharf strukturierter Löcher führe. Durch weitere Abtragung in einem vorhandenen Loch werde die Plasmaexpansion behindert, so dass es durch Erhitzen, Schmelzen und Wiederverfestigen zur der beobachteten Wellenstruktur kommen könne (K7 S. 367 rechts).
- 108 (b) Diesen Ausführungen konnte der Fachmann zwar ebenfalls nicht mit Sicherheit entnehmen, dass die Bestrahlung mit einer Pulsbreite im Bereich von 500 Femtosekunden für die Bearbeitung von nicht aus biologischem Gewebe bestehenden Materialien oder Metallen entlang eines vorbestimmten Musters besondere Vorteile bieten würde. Sie bildeten aber eine weitere Bestätigung für die in K5 und K6 geäußerten positiven Einschätzungen und gaben deshalb in der Gesamtschau Anlass, den damit vorgezeichneten Weg weiter zu beschreiben.
- 109 dd) Vor dem aufgezeigten Hintergrund erweist sich der mit Hilfsantrag 1 verteidigte Gegenstand auch nicht deshalb als patentfähig, weil er die Orientierung an der charakteristischen Pulsbreite als maßgeblichen Faktor identifiziert.
- 110 Die Bedeutung dieses Parameters für den Eintritt der angestrebten Wirkung geht aus den Entgegenhaltungen K4 bis K7 zwar nicht in derselben Deutlichkeit hervor. Damit zeigt das Streitpatent jedoch lediglich die Wirkungszusammenhänge auf, die den mit diesen Entgegenhaltungen offenbarten oder nahegelegten Verfahren zugrunde liegen, nicht aber eine darüber hinausgehende Anweisung zum technischen Handeln. Die Erklärung von Wirkungsursachen und die theoretische Begründung einer bereits bekannten oder nahegelegten Lehre zum technischen Handeln können auch dann nicht zur Beurteilung

der Patentfähigkeit herangezogen werden, wenn sie sich aus wissenschaftlicher Sicht als überaus verdienstvoll darstellen (BGH, Urteil vom 9. Juni 2011 - X ZR 68/08, GRUR 2011, 999 Rn. 44 - Memantin).

111 4. Hinsichtlich der Hilfsanträge 1a, 1' und 1b ergibt sich keine abweichende Beurteilung.

112 a) Nach Hilfsantrag 1a soll das Streitpatent lediglich Patentanspruch 23 und die darauf bezogenen Unteransprüche aus der Fassung von Hilfsantrag 1 umfassen. Dass dieser Gegenstand durch den Stand der Technik nahegelegt ist, ergibt sich bereits aus den Ausführungen zu Hilfsantrag 1.

113 b) Der mit den Hilfsanträgen 1' und 1b verteidigte Gegenstand entspricht dem Gegenstand der Hilfsanträge 1 bzw. 1a mit der Maßgabe, dass zusätzlich eine Pulsweite von 10 Femtosekunden bis 10 Picosekunden und eine Energie von 1 Nanojoule bis 1 Mikrojoule vorgesehen sind.

114 Diese Änderung ist lediglich geeignet, etwaigen Bedenken im Hinblick auf den Inhalt der ursprünglichen Unterlagen zu begegnen, die in Anspruch 2 die Beschränkung auf die Zerstörung von Metall zusammen mit den beiden zusätzlichen Merkmalen vorsehen. Hinsichtlich der erfinderischen Tätigkeit ergibt sich hingegen, wie auch die Beklagte nicht in Zweifel zieht, keine abweichende Beurteilung.

115 5. Der mit Hilfsantrag 2 verteidigte Gegenstand ist ebenfalls durch den Stand der Technik nahegelegt.

116 a) Nach Hilfsantrag 2 sollen die Patentansprüche 1 und 23 in der Fassung von Hilfsantrag 1 dahin ergänzt werden, dass die Fluktuationen der Laserintensität so gesteuert werden, dass sie kleiner als 10 % sind.

117 b) Entgegen der Auffassung der Klägerin geht der damit verteidigte Gegenstand nicht über den Inhalt der ursprünglich eingereichten Unterlagen hinaus.

118 Wie die Beklagte zu Recht geltend macht, wird bereits in der Anmeldung (K2a S. 26 Z. 12 ff.) ausgeführt, eine exakte Steuerung der Fluktuation sei sehr wichtig. Als Beispiel wird hierfür eine Beschränkung auf 10 % angeführt. Damit ist eine solche Ausgestaltung als zur Erfindung gehörend offenbart.

119 c) Dieses zusätzliche Merkmal führt indes ebenfalls nicht zur Bejahung der Patentfähigkeit.

120 Dabei kann dahingestellt bleiben, ob in K4 eine Steuerung offenbart ist, mit der die Fluktuation der Laserintensität auf weniger als 10 % begrenzt wird. Nach den Feststellungen des Patentgerichts hatte der Fachmann unabhängig davon Veranlassung, die Fluktuation durch geeignete Mittel möglichst gering zu halten und hierzu Obergrenzen anzustreben, die in K4 im Ergebnis bereits erreicht wurden. Konkrete Umstände, die Zweifel an der Vollständigkeit oder Richtigkeit dieser Feststellungen begründen, zeigt die Berufung nicht auf.

121 6. Der mit den Hilfsanträgen 3 und 3a verteidigte Gegenstand ist ebenfalls durch den Stand der Technik nahegelegt.

122 a) Nach Hilfsantrag 3 soll Patentanspruch 1 in der Fassung von Hilfsantrag 1a dahin geändert werden, dass das Material ein Metallfilm auf einem Substrat ist.

123 Diese Änderung führt nicht zu einer abweichenden Beurteilung hinsichtlich der erfinderischen Tätigkeit. Die Entgegenhaltungen, die das beanspruchte Verfahren für Metalle nahelegen, geben dem Fachmann auch Veranlassung, es für einen Metallfilm auf einem Substrat heranzuziehen.

- 124 Dem steht nicht entgegen, dass in K3 für einen Spiegel aus mit Gold beschichtetem Edelstahl keine Änderung des Verhältnisses zwischen Schwellenwert und Pulsbreite ermittelt werden konnte. In K3 wird dieses Ergebnis auf die Stärke der Goldbeschichtung und auf die geringe Wärmeleitfähigkeit von Edelstahl zurückgeführt. Dies gab dem Fachmann vor dem Hintergrund des oben zu 3 c erörterten Standes der Technik Anlass zu der Erwartung, dass sich mit einer anderen Beschichtungsstärke oder einem anderen Substrat ähnliche Ergebnisse zeigen wie mit Kupfer und Molybdän.
- 125 b) Hilfsantrag 3a sieht ergänzend eine Pulsweite von 10 Femtosekunden bis 10 Picosekunden und eine Energie von 1 Nanojoule bis 1 Mikrojoule vor. Diese Ergänzung vermag aus den bereits im Zusammenhang mit den Hilfsanträgen 1' und 1b genannten Gründen eine abweichende Beurteilung nicht zu rechtfertigen.
- 126 7. Ebenfalls nicht patentfähig ist der mit den Hilfsanträgen 4, 4a und 4b verteidigte Gegenstand.
- 127 a) Nach Hilfsantrag 4 soll die erteilte Fassung von Patentanspruch 1 wie folgt ergänzt werden:
- Wie bei den vorangegangenen Hilfsanträgen wird ein Verfahren zur Materialbearbeitung (machining) mittels laserinduzierter Zerstörung beansprucht.
 - Wie bei den vorangegangenen Hilfsanträgen soll der Laserstrahl entlang eines vorbestimmten Pfads in einer transversalen Richtung bewegt werden (scanning), so dass die Zerstörung in einem vorbestimmten Muster im bzw. auf dem Material bewirkt wird.

- Ferner soll das Verfahren die Bestimmung der charakteristischen Pulsbreite des Materials umfassen.

128 Diese Ergänzung führt im Vergleich zu Hilfsantrag 1 nicht zu einer abweichenden Beurteilung.

129 Die in Zusammenhang mit Hilfsantrag 1 erörterten Entgegenhaltungen gaben dem Fachmann Anlass, eine Pulsbreite einzusetzen, bei der der Schwellenwert der Fluenz nicht weiter abnimmt. Damit hatte der Fachmann Veranlassung, die charakteristische Pulsbreite des Materials im Sinne von Merkmal b zu bestimmen.

130 b) Nach Hilfsantrag 4a soll Patentanspruch 1 in der Fassung von Hilfsantrag 4 um das zusätzliche Merkmal aus Hilfsantrag 0a ergänzt werden, wonach sich die Beziehung zwischen Schwellenwert und Pulsbreite und die charakteristische Pulsbreite auf ein Szenario mit einmaliger Bestrahlung beziehen.

131 Diese Ergänzung vermag die erfinderische Tätigkeit aus bereits genannten Gründen auch im Zusammenhang mit Hilfsantrag 4 nicht zu begründen.

132 c) Nach Hilfsantrag 4b soll Patentanspruch 1 in der Fassung von Hilfsantrag 4a dahin ergänzt werden, dass transparentes, nicht aus biologischem Gewebe bestehendes Material unterhalb der Oberfläche bestrahlt wird.

133 Diese Ergänzung führt aus den zu Hilfsantrag 1 dargelegten Gründen auch im vorliegenden Zusammenhang nicht zu einer abweichenden Beurteilung.

134 8. Der mit Hilfsantrag 5 verteidigte Gegenstand ist ebenfalls durch den Stand der Technik nahegelegt.

135 a) Nach Hilfsantrag 5 soll Patentanspruch 1 in der erteilten Fassung wie folgt ergänzt werden:

- Wie bei den vorangegangenen Hilfsanträgen wird ein Verfahren zur Materialbearbeitung (machining) mittels laserinduzierter Zerstörung beansprucht.
- Wie bei Hilfsantrag 2 sollen die Fluktuationen der Laserintensität so gesteuert werden, dass sie kleiner als 10 % sind.
- Ergänzend soll der Laserstrahl einen Halbwertsbreiten-(FWHM-)Strahlfleck definieren und ein laterales Gaußprofil aufweisen, bei dem die Fluenz den für eine Zerstörung des Materials erforderlichen Schwellenwert nur im oder nahe dem Zentrum erreicht oder überschritten wird, so dass der Radius eines abgetragenen Lochs kleiner ist als 60 % des FWHM-Strahlradius.

136 b) Dieses zusätzliche Merkmal ist, wie das Patentgericht zutreffend entschieden hat, durch die Veröffentlichung von Deckman et al (A drill, fill, and plug technique for fabricating laser fusion targets, Journal of Vacuum Science & Technology 1981, 1258-1261, K9) nahegelegt.

137 aa) K9 befasst sich mit der Fertigung von Mikrobällons aus Glas zur Aufnahme von Gasen für die Röntgenspektroskopie.

138 Zur Befüllung der Ballons wird mit Laserimpulsen von 80 Picosekunden ein Loch in das Glas gebohrt. Hierzu wird ausgeführt, es sei herausgefunden worden, dass Löcher mit einem Durchmesser gefertigt werden könnten, der deutlich kleiner sei als die Größe des fokussierten Laserpunkts. Als Ursache hierfür wird angeführt, dass das Profil der Strahlintensität eine Gauß'sche Form aufweise und nur der intensivste Mittelteil für das Bohrphänomen verantwortlich sei (K9 S. 1259). In Tabelle 1 ist unter anderem aufgeführt, dass mit einer Strahlbreite von 2,4 Mikrometer ein Loch mit einem Durchmesser von 1,0 Mikrometer gebohrt worden sei.

139 Hieraus ergab sich für den Fachmann, wie das Patentgericht zutreffend dargelegt hat, dass die Größe des Bereichs, in dem es zu einer Materialzerstörung kommt, auch dadurch beeinflusst werden kann, dass der Laserstrahl nur im Bereich des Zentrums eine Fluenz oberhalb des für die Materialzerstörung erforderlichen Schwellenwerts aufweist. Dies gab dem Fachmann entgegen der Auffassung der Beklagten Veranlassung, denselben Effekt auch für Laserstrahlen mit kürzerer Pulsbreite in Erwägung zu ziehen, zumal diese schon von Haus aus eine größere Präzision ermöglichen.

140 IV. Die Kostenentscheidung beruht auf § 121 Abs. 2 PatG und § 97 Abs. 1 ZPO.

Meier-Beck

Grabinski

Bacher

Kober-Dehm

Marx

Vorinstanz:

Bundespatentgericht, Entscheidung vom 01.10.2015 - 6 Ni 3/15 (EP) -



BUNDESGERICHTSHOF

BESCHLUSS

X ZR 143/15

vom

19. Juni 2018

in der Patentnichtigkeitssache

hier: Urteilsberichtigung gemäß § 319 Abs. 1 ZPO

ECLI:DE:BGH:2018:190618BXZR143.15.0

Der X. Zivilsenat des Bundesgerichtshofs hat am 19. Juni 2018 durch den Vorsitzenden Richter Prof. Dr. Meier-Beck, die Richter Gröning und Hoffmann sowie die Richterinnen Dr. Kober-Dehm und Dr. Marx

beschlossen:

Das Urteil vom 27. März 2018 wird wie folgt berichtigt:

In Randnummer 12 wird die Angabe "S. 4 Z. 8" ersetzt durch "S. 4 Z. 58".

In Randnummer 13 wird die Angabe "S. 2 Z. 43" ersetzt durch "S. 4 Z. 43".

Gründe:

- 1 Zu Recht macht die Beklagte geltend, dass die beiden von der Änderung betroffenen Angaben unrichtig sind. Die in Bezug genommenen Stellen in der Streitpatentschrift befassen sich nicht mit den Aspekten, die an den betreffenden Stellen der Entscheidungsgründe behandelt werden.
- 2 Aus dem Zusammenhang lässt sich entnehmen, dass diese Unrichtigkeiten auf offensichtlichen Schreibversehen beruhen und dass Stellen gemeint sind, deren Bezeichnung sich jeweils nur durch eine Ziffer von den Angaben im Urteil unterscheidet.

Meier-Beck

Gröning

Hoffmann

Kober-Dehm

Marx

Vorinstanz:

Bundespatentgericht, Entscheidung vom 01.10.2015 - 6 Ni 3/15 (EP) -