



# BUNDESPATENTGERICHT

23 W (pat) 21/16

---

(Aktenzeichen)

Verkündet am  
14. März 2017

...

## BESCHLUSS

In der Einspruchsbeschwerdesache

...

...

**betreffend das Patent 198 28 154**

hat der 23. Senat (Techn. Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 14. März 2017 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dipl.-Phys. Dr. Strößner sowie der Richter Dipl.-Phys. Dr. Friedrich, Dipl.-Phys. Dr. Zebisch und Dr. Himmelmann

beschlossen:

1. Der Beschluss der Patentabteilung 54 des Deutschen Patent- und Markenamts vom 15. Juli 2014 wird aufgehoben.
2. Das Patent Nr. 198 28 154 mit der Bezeichnung „Auf Multimodefasern basierende Einzelmodenverstärker“ dem Anmeldetag 24. Juni 1998 unter Inanspruchnahme der Priorität US 882349 vom 25. Juni 1997 wird in beschränktem Umfang aufrechterhalten nach Maßgabe folgender Unterlagen:
  - Patentansprüche 1 bis 10 gemäß Hilfsantrag VII, überreicht in der mündlichen Verhandlung am 14. März 2017;
  - Beschreibung Absätze [0001] bis [0088] gemäß Patentschrift;

- 12 Blatt Zeichnungen (Seiten 16/27 bis 27/27) mit Figuren 1 bis 12 gemäß Patentschrift.

3. Im Übrigen werden die Beschwerden zurückgewiesen.

## **Gründe**

### **I.**

Die Prüfungsstelle für Klasse H01S des Deutschen Patent- und Markenamts hat die am 24. Juni 1998 unter Inanspruchnahme der US-amerikanischen Priorität 882349 vom 25. Juni 1997 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereichte und mit der DE 198 28 154 A1 am 7. Januar 1999 offengelegte Patentanmeldung 198 28 154.4 durch Beschluss vom 7. Januar 2013 erteilt. Das Patent wurde am 8. Mai 2013 mit der DE 198 28 154 B4 (Streitpatent) veröffentlicht und trägt die Bezeichnung „Auf Multimodefasern basierende Einzelmodenverstärker“.

Im Prüfungsverfahren hat die Prüfungsstelle den Stand der Technik gemäß den folgenden Druckschriften zitiert:

- D1 U.Griebner et al.: „Efficient laser operation with nearly diffraction-limited output from a diode-pumped heavily Nd-doped multimode fiber“; in: Optics Letters, Vol. 21, No. 4, 1996, S. 266 bis 268;
- D2 US 5 187 759 A;
- D3 US 3 808 549;
- D4 G.Nykolak et al.: „An Erbium-Doped Multimode Optical Fiber Amplifier“; in: IEEE Transactions Photonics Technology Letters, Vol. 3, No. 12, 1991, S. 1079 bis 1081;
- D5 B.Desthieux, R.I.Laming and D.N.Payne: „111 kW (0.5 mJ) pulse amplification at 1.5  $\mu\text{m}$  using a gated cascade of three erbium-doped

- fiber amplifiers”; in: Applied Physics Letters 63 (5) 1993, S. 586 bis 588;
- D6 US 5 121 460 A;
- D7 D.Taverner et al.: „158- $\mu$ J pulses from a single-transverse-mode, large-mode-area erbium-doped fiber amplifier“; in: Optics Letters, Vol. 22, No. 6, 15. März 1997, S. 378 bis 380;
- D8 US 5 058 976;
- D9 US 5 074 633;
- D10 V.P.Gapontsev et al.: „25 kW peak power, wide-tunable-repetition-rate and pulse duration eye-safe MOPFA laser“; in: Proceedings of CLEO'96, S. 209 bis 210;
- D11 US 5 499 134 A;
- D12 US 5 036 220; und
- D13 M.E.Fermann: „Single-mode excitation of multimode fibers with ultra-short pulses“: in: Optics Letters, Vol. 23, No. 1, 1. Januar 1998, S. 52 bis 54 (im Prioritätsintervall veröffentlicht).

Gegen das Patent haben die I... GmbH mit Schriftsatz vom 2. August 2013, beim Deutschen Patent- und Markenamt am selben Tag eingegangen und die J... GmbH mit Schriftsatz vom 6. August 2013, beim Deutschen Patent- und Markenamt am selben Tag über Fax eingegangen, Einspruch erhoben und in ihren Schriftsätzen jeweils den vollständigen Widerruf des Patents beantragt. Die Einsprechenden haben sich dabei auf den Widerrufsgrund der fehlenden Patentfähigkeit (§ 21 Abs. 1 Nr. 1 PatG) berufen. Sie haben sich bei ihrer Begründung in ihren Einspruchsschriftsätzen auf folgende Dokumente gestützt:

- E5 M.J.F. Dignonet, Dissertation: „Passive and Active Fiber Optic Components“, Stanford University, September 1983;

- E6 L.-M. Yang, Dissertation: „Generation and Amplification of Ultrashort Pulses in Erbium, Neodymium, and Thulium Fibers“, University of Michigan, 1996;
- E7 US 5 187 759 A;
- E8 US 4 546 476;
- E9 J.D.Minelly et al.: „Cladding-pumped fiber laser/amplifier system generating 100  $\mu$ J energy picosecond pulses“; in: CLEO'97, May 18-23, 1997 OSA Technical Digest Series Vol. 11, ISBN 1-55752-485-8, S. 475 bis 476;
- E10 US 5 627 848 A;
- E11 E.-G.Neumann: „Single-Mode Fibers; Fundamentals“, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN 3-540-18745-6, S. IX bis XIV, 210 bis 220, 281 bis 319;
- E12 S.B.Poole, D.N.Payne und M.E.Fermann: „Fabrication of Low-Loss Optical Fibres Containing Rare-Earth Ions“; in: Electronics Letters, Vol 21, No. 17, 1985, S. 737 bis 738;
- E14 US 3 808 549;
- E15 L.-M.Yang et al.: „Chirped-pulse amplification of ultrashort pulses with a multimode Tm:ZBLAN fiber upconversion amplifier“; in: Optics Letters, Vol. 20, No. 9, 1995, S. 1044 bis 1046;
- E16 B.Desthieux, R.I.Laming and D.N.Payne: „111 kW (0.5 mJ) pulse amplification at 1.5  $\mu$ m using a gated cascade of three erbium-doped fiber amplifiers“; in: Applied Physics Letters 63 (5) 1993, S. 586 bis 588;
- E17 US 5 074 633;
- E18 D.J.Harter, J.Squier and G.Mourou: „Alexandrite-laser-pumped Cr<sup>3+</sup>:LiSrAlF<sub>6</sub>“; in: Optics Letters, Vol. 17, No. 21, 1992, S. 1512 bis 1514;
- E21 Prospekt der Fa. Coherent, Mira 900, Modelocked Ti-Sapphire Lasers, 2002 (nachveröffentlicht);
- E22 Newport, Datenblatt, „Microscope Objective Lenses, 2014 (nachveröffentlicht);

- E23 M.Saruwatari and K.Nawata: „Semiconductor laser to single-mode fiber coupler“; in: Applied Optics, Vol. 18, No. 11, 1979, S. 1847 bis 1856; und
- E24 D.J.Stolarski, G.D.Noojin und C.P.Cain: „Operating Manual for Ultra-short Pulse Laser System-II (1060 nm Operation)“; United States Air Force Armstrong Laboratory, December 1997 (im Prioritätsintervall veröffentlicht).

Die Einsprechende 1 hat in einem weiteren Schriftsatz ihre Ansichten nochmals ausgeführt und zu einer Antwort der Patentinhaberin Stellung genommen.

Auf die Einsprüche hin hat die Patentinhaberin mit Schriftsatz vom 11. Februar 2014 den Ansichten der Einsprechenden in allen Punkten widersprochen und insbesondere ausgeführt, dass die Gegenstände der erteilten Ansprüche sowohl neu seien als auch auf einer erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns beruhten. Mit einem weiteren Schriftsatz vom 1. Juli 2014 hat die Patentinhaberin nach der Ladung zur Anhörung vor der Patentabteilung vier neue Sätze Patentansprüche als Hilfsanträge 1 bis 4 eingereicht und begründet, warum zumindest deren Gegenstände patentfähig seien. Zur Unterstützung ihrer Ansichten hat sie das Dokument

B4 US 4 829 529

eingereicht.

In der darauf folgenden Anhörung vor der Patentabteilung 54 am 15. Juli 2014, an der die Einsprechende 2, wie vorher angekündigt, nicht teilgenommen hat, hat die Patentinhaberin noch die Dokumente

- E19 T.B.Norris: „Femtosecond pulse amplification at 250 kHz with Ti:sapphire regenerative amplifier and application to continuum genera-

tion“; in: Optics Letters, Vol. 17, No. 14, 1992, S. 1009 bis 1011  
und

E20 Prospekt der Fa. Coherent, Verstärker RegA 9000/9050 aus dem Jahr  
2000 (nachveröffentlicht),

sowie einen Satz Patentansprüche als Hilfsantrag 3 eingereicht und beantragt,  
das Patent in vollem Umfang oder hilfsweise beschränkt auf Grundlage einer der  
Hilfsanträge 1 bis 4 aufrechtzuerhalten.

Die Einsprechende 1, die noch das Dokument

E13 S.Shaklan: „Measurement of intermodal coupling in weakly multimode  
fibre optics“; in: Electronics Letters Vol. 26, No. 24, 1990, S. 2022 bis  
2024

eingereicht und die Zulässigkeit des Anspruchs 1 des Hilfsantrags 3 in Frage ge-  
stellt hat, hat beantragt, das Patent zu widerrufen.

Als Ergebnis der Anhörung wurde das Streitpatent durch Beschluss der Patent-  
abteilung 54 des Deutschen Patent- und Markenamts in der Anhörung gemäß  
§ 61 Abs. 1 Satz 1 PatG mit den Unterlagen des Hilfsantrags 3 beschränkt auf-  
rechterhalten.

Die Patentabteilung hat in ihrer Beschlussbegründung ausgeführt, dass die Lehren  
der zulässigen Ansprüche nach dem Hauptantrag und den Hilfsanträgen 1 und 2  
nicht patentfähig seien. Zum Hilfsantrag 3 hat sie ausgeführt, dass die Patentan-  
sprüche zulässig seien und deren Gegenstände auch auf einer erfinderischen Tä-  
tigkeit des Fachmanns beruhten. Der Beschluss wurde der Einsprechenden 1 am  
17. Oktober 2014 und der Patentinhaberin am 20. Oktober 2014 zugestellt.

Gegen diesen Beschluss der Patentabteilung 54 haben die Einsprechende 1 mit Schriftsatz vom 12. November 2014, am selben Tag beim Deutschen Patent- und Markenamt eingegangen, und die Patentinhaberin mit Schriftsatz vom 19. November 2014, am selben Tag beim Deutschen Patent- und Markenamt eingegangen, jeweils Beschwerde eingelegt. Die Einsprechende 1 hat ihre Beschwerde mit Schriftsatz vom 2. Juli 2015 begründet, die Patentinhaberin mit Schriftsatz vom 12. September 2016. Sie hat mit diesem Schriftsatz auch sieben Sätze Patentansprüche als Hilfsanträge I bis VII eingereicht. In jeweils einem weiteren Schriftsatz haben die Einsprechende 1 und die Patentinhaberin ihren Standpunkt nochmals dargestellt. Dabei wurden insgesamt die folgenden weiteren Schriften eingereicht:

- E25 M J.F. Digonnet (Ed.): „Rare Earth Doped Fiber Lasers and Amplifiers“, Marcel Dekker, Inc., New York, 1993, ISBN 0-8247-8785-4, S. i-xv,1-18;
- E26 G.Nykolak et al.: „An Erbium-Doped Multimode Optical Fiber Amplifier“; in: IEEE Transactions Photonics Technology Letters, Vol. 3, No. 12, 1991, S. 1079-1081;
- E27 M.E.Ferman et al.: „Fiber-lasers for ultrafast optics“; in: Applied Physics B 65, 1997, S. 259-275;
- E28 US 4 815 079;
- E29 J.A.Buck: „Fundamentals of Optical Fibers“, second edition, John Wiley & Sons, Inc., 2004, S.vii-xi, 92-124 (nachveröffentlicht);
- E30 T.F.Johnston Jr.: „M<sup>2</sup> concept characterizes beam quality“; in: Laser Focus World, 1990, S.173-183;
- E31 RP Photonics Consulting GmbH: Tutorial "Passive Fiber Optics", Part 4: Multimode Fibers. [www.rp-photonics.com/passive\\_fiber\\_optics4.html](http://www.rp-photonics.com/passive_fiber_optics4.html) vom 24.9.2015“ (nachveröffentlicht);
- E32 G.Grau, W-Freude: „Optische Nachrichtentechnik, eine Einführung“, 3. Auflage, Springer-Verlag Berlin, 1991, ISBN 978-3-540-53872-1, S.I-XI,128-131, 220-223, 264-269;

- E33 D.Guillot, J.Didierjean und P.Beaure d'Augères: „Single-crystal fibers amplify power in ultrashort-pulse lasers“; in: Laser Focus World, 2017, S.26-29 (nachveröffentlicht);
- E34 Firmenschrift: Olympus Microscopy Resource Center: „Laser Systems for Optical Microscopy“, [www.olympusmicro.com/primer/techniques/microscopylasers.html](http://www.olympusmicro.com/primer/techniques/microscopylasers.html), 9.2.2017 (nachveröffentlicht);
- E35 Firmenschrift: Newport: „Fiber Optics: How to Choose an Optic for Free Space Fiber Coupling“, BS-10041 11/04 (nachveröffentlicht);
- E36 Linköpings Universitet, IFM-The Department of Physics, Chemistry and Biology Lab 71 in TFFM08, Fiber Optics, Rev Aug 10, Beyer (nachveröffentlicht);
- E37 M.J.Weber (Ed.), „CRC Handbook of Laser Science and Technology, Supplement 2: Optical Materials“, CRC-Press Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo, 1995, ISBN 0-8493-3507-8, S. 638-640 und
- B24 IMRA Press Release: „Carl Zeiss Meditec and IMRA America Cooperate in New Technology for Laser Vision Correction“, 2007 (nachveröffentlicht).

In der mündlichen Verhandlung am 14. März 2017, zu der, wie vorab mit Schriftsatz vom 22. Februar 2017 angekündigt, kein Vertreter der Einsprechenden 2 erschienen ist, hat die Einsprechende 1 die weitere Druckschrift

E38 B.J.Ainslie: „A Review of the Fabrication and Properties of Erbium-Doped Fibers for Optical Amplifiers“; in: „Journal of Lightwave Technology, Vol. 9, No. 2, 1991, S. 220 bis 227

zur Unterstützung ihres Vortrags eingereicht. Sie hat beantragt,

den Beschluss der Patentabteilung 54 des Deutschen Patent- und Markenamts vom 15. Juli 2014 aufzuheben und das Patent Nr. 198 28 154 in vollem Umfang zu widerrufen.

Die Patentinhaberin hat in der mündlichen Verhandlung acht neue Sätze Ansprüche eingereicht, welche gegenüber den bis zu diesem Zeitpunkt gültigen Anspruchssätzen geringfügig verändert sind und diese ersetzen. Sie hat beantragt:

1. Hauptantrag

Den Beschluss der Patentabteilung 54 des Deutschen Patent- und Markenamts vom 15. Juli 2014 aufzuheben, die Einsprüche gegen das Patent Nr. 198 28 154 zurückzuweisen und das Patent Nr. 198 28 154 mit der Bezeichnung „Auf Multimodefasern basierende Einzelmodenverstärker“ dem Anmeldetag 24. Juni 1998 unter Inanspruchnahme der Priorität US 882349 vom 25. Juni 1997 in beschränktem Umfang aufrecht zu erhalten nach Maßgabe folgender Unterlagen:

- Patentansprüche 1 bis 13 gemäß Hauptantrag, überreicht in der mündlichen Verhandlung am 14. März 2017;
- Beschreibung Absätze [0001] bis [0088] gemäß Patentschrift;
- 12 Blatt Zeichnungen (Seiten 16/27 bis 27/27) mit Figuren 1 bis 12 gemäß Patentschrift.

2a. Hilfsantrag I

Hilfsweise das unter 1. genannte Patent in beschränktem Umfang aufrecht zu erhalten nach Maßgabe folgender Unterlagen:

- Patentansprüche 1 bis 12 gemäß Hilfsantrag I, überreicht in der mündlichen Verhandlung am 14. März 2017;
- die unter 1. genannten Beschreibungen und Zeichnungen.

2b. Hilfsantrag II

Weiter hilfsweise das unter 1. genannte Patent in beschränktem Umfang aufrecht zu erhalten nach Maßgabe folgender Unterlagen:

- Patentansprüche 1 bis 12 gemäß Hilfsantrag II, überreicht in der mündlichen Verhandlung am 14. März 2017;
- die unter 1. genannten Beschreibungen und Zeichnungen.

2c. Hilfsantrag III

Weiter hilfsweise das unter 1. genannte Patent in beschränktem Umfang aufrecht zu erhalten nach Maßgabe folgender Unterlagen:

- Patentansprüche 1 bis 11 gemäß Hilfsantrag III, überreicht in der mündlichen Verhandlung am 14. März 2017;
- die unter 1. genannten Beschreibungen und Zeichnungen.

2d. Hilfsantrag IV

Weiter hilfsweise das unter 1. genannte Patent in beschränktem Umfang aufrecht zu erhalten nach Maßgabe folgender Unterlagen:

- Patentansprüche 1 bis 11 gemäß Hilfsantrag IV, überreicht in der mündlichen Verhandlung am 14. März 2017;
- die unter 1. genannten Beschreibungen und Zeichnungen.

2e. Hilfsantrag V

Weiter hilfsweise das unter 1. genannte Patent in beschränktem Umfang aufrecht zu erhalten nach Maßgabe folgender Unterlagen:

- Patentansprüche 1 bis 10 gemäß Hilfsantrag V, überreicht in der mündlichen Verhandlung am 14. März 2017;
- die unter 1. genannten Beschreibungen und Zeichnungen.

2f. Hilfsantrag VI

Weiter hilfsweise das unter 1. genannte Patent in beschränktem Umfang aufrecht zu erhalten nach Maßgabe folgender Unterlagen:

- Patentansprüche 1 bis 9 gemäß Hilfsantrag VI, überreicht in der mündlichen Verhandlung am 14. März 2017;
- die unter 1. genannten Beschreibungen und Zeichnungen.

2g. Hilfsantrag VII

Weiter hilfsweise das unter 1. genannte Patent in beschränktem Umfang aufrecht zu erhalten nach Maßgabe folgender Unterlagen:

- Patentansprüche 1 bis 10 gemäß Hilfsantrag VII, überreicht in der mündlichen Verhandlung am 14. März 2017;
- die unter 1. genannten Beschreibungen und Zeichnungen.

Der geltende, in der mündlichen Verhandlung am 14. März 2017 eingereichte Anspruch 1 nach **Hauptantrag** lautet (mit bei unverändertem Wortlaut eingefügter, an die Gliederung im Einspruchsverfahren angelehnter Gliederung):

„1. Optisches Verstärkungssystem mit:

- a) einer Laserquelle (10) zum Erzeugen eines Eingangsstrahls mit einem nahezu beugungsbegrenzten Modus;
- b) einem Multimodefaserverstärker (12);
- c) einem Modenwandler (14) zum Empfangen des Eingangsstrahls und zum Umwandeln des Modus des Eingangsstrahls zur Anpassung an einen Grundmodus des Multimodefaserverstärkers (12), und zum Bereitstellen eines modengewandelten Eingangsstrahls in den Multimodefaserverstärker (12), und
- d) eine an den Multimodefaserverstärker (12) angekoppelte Pumpquelle (20),
- e) wobei die Pumpquelle (20) den Multimodefaserverstärker (12) optisch pumpt, und
- f) wobei der Multimodefaserverstärker (12) an dessen Ausgang einen verstärkten Strahl im Wesentlichen im Grundmodus mit einem  $M^2$ -Wert kleiner 2 bereitstellt.“

Anspruch 1 des **Hilfsantrags I** enthält zusätzlich das an das Ende des Anspruchs 1 gestellte weitere Merkmal

- h) „wobei der Multimodefaserverstärker mit MCVD-, OVD-, PCVD- oder VAD-Faserherstelltechniken hergestellt ist.“

Anspruch 1 nach **Hilfsantrag II** weist zusätzlich zum Merkmal h) noch das weitere Merkmal

b2) „wobei der Multimodefaserverstärker gebogen ist mit einem Krümmungsdurchmesser von maximal 50 cm;“

auf, das nach dem Merkmal b in den Anspruch 1 eingefügt ist.

Beim Anspruch 1 nach **Hilfsantrag III** sind nach dem Merkmal b das Merkmal

b1) „wobei der Multimodefaserverstärker einen Doppelmantelaufbau aufweist;“

und nach dem Merkmal e) das Merkmal

e1) „wobei der Multimodefaserverstärker mantelgepumpt wird;“

in den Anspruch 1 nach dem Hauptantrag eingefügt

Im Anspruch 1 des **Hilfsantrags IV** ist gegenüber Anspruch 1 nach Hilfsantrag III das Merkmal b1) durch das Merkmal

b1') „wobei der Multimodefaserverstärker einen Faserkern und einen Doppelmantelaufbau aufweist;“

ersetzt und zusätzlich vor dem Merkmal e1) das Merkmal

e2) „und einer Koppeloptik zum Koppeln von Pumplicht der Pumpquelle in den Multimodefaserverstärker, wobei die Koppeloptik so ausgestaltet ist, dass sie das Pumplicht in einer im Wesentlichen zum Faserkern parallel verlaufenden Richtung in einen inneren Mantel des Doppelmantelaufbaus koppelt;“

eingefügt.

Anspruch 1 des **Hilfsantrags V** enthält neben den Merkmalen a) bis f) die Merkmale b1), b2), e1) und h) an den jeweils zu den vorhergehenden Anträgen angegebenen Stellen.

An das Ende des Anspruchs 1 nach **Hilfsantrag VI** ist ausgehend vom Anspruch 1 nach Hilfsantrag III noch das Merkmal

- j) „wobei der Modenwandler einen Abschnitt aus einer konischen Faser umfasst.“

gestellt.

Anspruch 1 des **Hilfsantrags VII** umfasst neben den Merkmalen a) bis f) genau wie Anspruch 1 nach Hilfsantrag III die Merkmale b1) und e1) sowie das zusätzliche Merkmal

- b3) „wobei der Multimodefaserverstärker (12) einen Faserkern aufweist, wobei das aktive Dotiermittel des Multimodefaserverstärkers (12) in einer Querschnittsfläche begrenzt ist, die wesentlich kleiner als die Faserkern-Fläche ist;“,

das nach dem Merkmal b1) in den Anspruch 1 eingefügt ist.

Zu den Unteransprüchen aller Anträge sowie zu den weiteren Einzelheiten wird auf den Akteninhalt verwiesen.

## II.

Die fristgerecht eingegangenen Beschwerden sind zulässig, und insoweit erfolgreich, als das Patent im Umfang des Hilfsantrags VII beschränkt aufrechterhalten wird. Im Übrigen erweisen sich die Beschwerden als unbegründet. So erweisen sich die Gegenstände der Ansprüche 1 des Hauptantrags und der Hilfsanträge I bis VI gegenüber dem Stand der Technik als nicht patentfähig (§ 21 Abs. 1 Nr. 1 PatG i. V. m. § 4 PatG). Der ursprünglich offenbarte, gewerblich anwendbare (§ 5 PatG) Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag VII erweist sich dagegen als sowohl neu (§ 3 PatG) als auch auf einer erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns (§ 4 PatG) beruhend, so dass er patentfähig ist (§ 1 Abs. 1 PatG) und somit das Patent im Umfang dieses Anspruches beschränkt aufrechtzuerhalten war.

1. Die Zulässigkeit der Einsprüche ist von Amts wegen in jedem Verfahrensstadium, auch im Beschwerdeverfahren, zu prüfen (*vgl. Schulte PatG, 9. Auflage, § 59 Rdn. 51 und 150 bis 152, BGH GRUR 1972, 592 – „Sortiergerät“*). Vorliegend sind die form- und fristgerecht erhobenen Einsprüche zulässig, weil zu dem geltend gemachten Einspruchsgrund der mangelnden Patentfähigkeit auf Grund fehlender Neuheit und fehlender erfinderischer Tätigkeit (§ 21 Abs. 1 Nr. 1 PatG i. V. m. §§ 3, 4 PatG) substantiiert Stellung genommen wurde. So haben beide Einsprechende genau angegeben, wo welche Merkmale des Gegenstands des unabhängigen Anspruchs 1 in den einzelnen Druckschriften offenbart seien, oder wie sie sich in naheliegender Weise aus dem Stand der Technik ergäben. Die Einsprechenden haben zudem noch ausführlich angegeben, wie sich die Gegenstände der Unteransprüche aus den genannten Druckschriften in naheliegender Weise ergäben. Insgesamt sind somit die Tatsachen, die den Einspruch rechtfertigen, im Einzelnen aufgeführt (§ 59 Abs. 1 Satz 4 PatG). Die Patentabteilung des Deutschen Patent- und Markenamts und auch die Patentinhaberin wurden demnach in die Lage versetzt, ohne eigene Nachforschungen festzustellen, ob die behaupteten Einspruchsgründe vorliegen (*vgl. hierzu BGH BIPMZ 1988,*

250, Leitsatz 2, 251, liSp, Abs. 1 - „Epoxidation“; Schulte, PatG, 9. Auflage, § 59 Rdn. 84 bis 88).

2. Das Streitpatent betrifft die Verwendung von Multimodefasern zur Verstärkung eines Laserlichts in einem Einzelmodenverstärkersystem.

Mit seltenen Erden dotierte Lichtwellenleiter werden seit langem zur Verwendung als Quellen für kohärentes Licht in Betracht gezogen, da deren Lichtführungseigenschaften den Aufbau charakteristisch einfacher Laser ermöglichen. Den frühen Arbeiten über Lichtwellenleiter wurde allerdings wenig Interesse geschenkt, da keine Verfahren zum Erzeugen eines beugungsbegrenzten kohärenten Lichts bekannt waren. Viele aktuelle Laseranwendungen profitieren in hohem Maße vom Vorhandensein des beugungsbegrenzten Lichts (*vgl. Abs. [0001] und [0002] der Streitpatentschrift*).

Erst als die Herstellung von mit seltenen Erden dotierten Einzelmodenfasern (SM) möglich wurde, wurde die Technologie mit durch seltene Erden dotierten Lichtwellenleitern ins Leben gerufen. Bei dieser Technik wird lediglich der Grundmodus des Lichtwellenleiters mit der Laserwellenlänge geführt, wodurch ein beugungsbegrenztes Ausgangssignal sichergestellt wird (*vgl. Abs. [0003] der Streitpatentschrift*).

Angetrieben durch die Bedürfnisse nach einer Lichtwellenleitertelekkommunikation für SM-Lichtwellenleiterverstärker, wurden für mehr als ein Jahrzehnt alle weiteren Entwicklungen auf diesem Gebiet auf die Perfektion der SM-Faserverstärker gerichtet. Die Motivation zur Entwicklung von SM-Faserverstärkern resultierte insbesondere aus der Tatsache, dass SM-Faserverstärker den geringsten Störgrad erzeugen und mit optischen SM-Faserübertragungsleitungen direkt kompatibel sind. Darüber hinaus weisen SM-Faserverstärker die größten optischen Übertragungsbreiten auf, da die Modendispersion aufgrund der Abwesenheit von Moden höherer Ordnung vollständig eliminiert ist. Im Allgemeinen ist die Modendispersion

der schädlichste, die Übertragungsbandbreite von Multimode-Lichtwellenleitern (MM) begrenzende Effekt, da die Moden höherer Ordnung im Allgemeinen verschiedene Ausbreitungskonstanten aufweisen (*vgl. Abs. [0004] der Streitpatentschrift*).

Allerdings ist die Verwendung von SM-Lichtwellenleitern bei der Verstärkung kurzer optischer Impulse nachteilig, da die Sättigungsenergie des Lichtwellenleiters und damit die verfügbare Impulsenergie durch die begrenzte Kernfläche beschränkt werden. Die Sättigungsenergie eines Laserverstärkers kann ausgedrückt werden als  $E_{\text{sat}} = hvA/\sigma$ , wobei  $h$  die Plancksche Konstante kennzeichnet,  $v$  die optische Frequenz,  $\sigma$  den Querschnitt der stimulierten Emission und  $A$  die Kernfläche. Die bis zum Prioritätszeitpunkt größte durch einen SM-Lichtwellenleiter erzeugte Impulsenergie beträgt ungefähr 160  $\mu\text{J}$  und wurde durch eine Erbium-dotierte SM-Faser mit einem Kerndurchmesser von 15  $\mu\text{m}$  erzielt, was ungefähr den größten mit der SM-Ausbreitung bei 1,55  $\mu\text{m}$  verträglichen Kerndurchmesser darstellt. Dieses Ergebnis wurde bei einer numerischen Faserapertur  $NA \approx 0,07$  erhalten. Jede weitere Erhöhung des Kerndurchmessers erfordert eine weitere Verringerung der NA der Faser und führt zu einer inakzeptabel höheren Empfindlichkeit gegenüber Krümmungsverlusten (*vgl. Abs. [0005] der Streitpatentschrift*).

Als Alternative zu SM-Verstärkern wurde eine Verstärkung in Multimode-(MM)-Lichtwellenleitern in Betracht gezogen. Im Allgemeinen führten jedoch Verstärkungsexperimente in MM-Lichtwellenleitern zu nichtbeugungsbegrenzten Ausgangssignalen und auch zu einer inakzeptablen Impulsverbreiterung aufgrund der Modendispersion, da die Einkopplungsbedingungen in den MM-Lichtwellenleiter und die Modenkopplung in der MM-Faser nicht gesteuert wurden (*vgl. Abs. [0006] der Streitpatentschrift*).

Kurz vor dem Prioritätstag wurde vorgeschlagen, dass ein nahezu beugungsbegrenzter Ausgangsstrahl eines MM-Faserlasers erhalten werden kann, wenn eine Faserlänge von weniger als 15 mm beibehalten und ein maximaler Rückkopp-

lungsgrad für den Grundmodus des Lichtwellenleiters selektiv bereitgestellt wird. Bei dieser Technik stellt allerdings die starke Modenkopplung ein Problem dar, da die eingesetzten MM-Fasern einige 10000 Moden unterstützten. Darüber hinaus wurde zur Modenselektion lediglich ein Luftspalt zwischen der Endfläche der MM-Faser und einem Laserspiegel vorgeschlagen. Dadurch ergab sich lediglich eine sehr schwache Modendiskriminierung, was zu einer schlechten Strahlqualität führte (*vgl. Abs. [0007] der Streitpatentschrift*).

Zusätzlich zur Bereitstellung hoher Impulsenergien können MM-Lichtwellenleiterverstärker aufgrund ihres im Vergleich zu SM-Faserverstärkern erhöhten Faserquerschnitts auch zur Verstärkung von Impulsen mit sehr hoher Spitzenleistung herangezogen werden. Undotierte MM-Fasern und MM-Verstärkerfasern können auch zur Impulskompression verwendet werden, wie kurz vor dem Prioritätszeitpunkt offenbart wurde. Dies war jedoch auf die Verwendung von MM-Fasern als Solitonen-Raman-Kompressoren in Verbindung mit einem nichtlinearen Spektralfilterungsvorgang zum Reinigen des Spektralprofils beschränkt, was zu einer Beschränkung des Gesamtwirkungsgrads des Systems führen kann (*vgl. Abs. [0011] der Streitpatentschrift*).

Im Vergleich zu einer Impulskompression in SM-Fasern sind in MM-Fasern aufgrund der erhöhten Modengröße der Faser höhere Impulsenergien erzielbar. Insbesondere V-Werte größer als 2,5 und relativ hohe Indexunterschiede zwischen Kern und Mantel (d. h. ein  $\Delta n > 0,3\%$ ) können wirksam eingesetzt werden. Auch wurde die Verwendung von Hohlkernfasern zur Impulskompression vorgeschlagen, da Hohlkernfasern eine Erhöhung der Modengröße des Grundmodus ermöglichen. Hohlkernfasern weisen jedoch einen Eigenübertragungsverlust auf, müssen mit einem Gas gefüllt werden, und müssen geradlinig beibehalten werden, um Übertragungsverluste zu minimieren, wodurch sie zu einem hohen Maße unpraktisch werden (*vgl. Abs. [0012] der Streitpatentschrift*).

Als Alternative zum Erhalten von Hochleistungsimpulsen kann eine gechirpte Impulsverstärkung mit gechirpten Faser-Bragg-Gittern eingesetzt werden. Eine der Beschränkungen dieser Technik liegt darin, dass bei dem Kompressionsgitter eine SM-Faser mit einer beschränkten Kernfläche eingesetzt wird. Höhere Impulsenergien konnten durch Verwendung von gechirpten Faser-Bragg-Gittern in MM-Fasern mit verringerter Modenkopplung zur Impulskompression erzielt werden. In der Tat wurden ungechirpte Faser-Bragg-Gitter in Doppelmodenfasern kurz vor dem Prioritätszeitpunkt demonstriert. Diese Gitter waren jedoch markiert, um deren Verwendung als Modenwandler zu ermöglichen, d. h. den Grundmodus an einen Modus höherer Ordnung zu koppeln. Die Verwendung von Bragg-Gittern bei der Impulskompression erfordert ein unmarkiertes Gitter, um die Anregung von Moden höherer Ordnung bei der Reflexion zu minimieren (*vgl. Abs. [0013] der Streitpatentschrift*).

Es ist bekannt, dass ein SM-Signal in eine MM-Faserstruktur eingekoppelt und für Ausbreitungslängen von Hunderten von Metern beibehalten werden kann. Allerdings konnten niedrige Modenkopplungsgrade lediglich in Flüssigkernfasern festgestellt werden. Dagegen wurde in MM-Festkernfasern eine starke Modenkopplung festgestellt, was eine Ausbreitung eines Grundmodus lediglich in Millimeterfaserlängen ermöglicht. Tatsächlich unterstützen gebräuchliche Festkernlichtwellenleiter ungefähr 10000 oder mehr Moden, aber auch die Verwendung von MM-Fasern, die lediglich 700 Moden unterstützen, wobei die Modenkopplung ausreichend verringert wurde, um eine SM-Ausbreitung über Faserlängen von 10 cm zu ermöglichen, ist bekannt. Dabei wurde jedoch nicht gezeigt, dass die Modenkopplung durch Betreiben der MM-Fasern mit langen Wellenlängen (1,55  $\mu\text{m}$ ) und durch Verringern der Gesamtmodenzahl auf weniger als 700 verringert werden kann. Auch die Verwendung von MM-Fasern als Verstärker und die Verwendung der nichtlinearen Eigenschaften von MM-Fasern wurden dabei nicht berücksichtigt. (*vgl. Abs. [0014] bis [0016] der Streitpatentschrift*).

Vor diesem Hintergrund liegt dem Streitpatent als technisches Problem die Aufgabe zugrunde, das Energiespeicherpotential in einem Lichtwellenleiterverstärker zu erhöhen und Spitzenleistungen und Impulsenergien zu erzeugen, die höher sind als die in Einzelmodenfasern (SM) vor dem Einsetzen unerwünschter Nichtlinearitäten und einer Verstärkungssättigung erreichbaren. Daneben soll eine Verstärkung des Grundmodus innerhalb einer Multimodefaser unter Verringerung der verstärkten spontanen Emission erzielt werden und eine Gewinnführung innerhalb einer Multimodefaser zur Verbesserung der Stabilität des Grundmodus verwendet werden. Außerdem soll eine nahezu beugungsbegrenzte Ausgabe trotz Kompression von Hochspitzenleistungsimpulsen in den Bereich von wenigen Picosekunden bis zu einer Femtosekunde beibehalten werden (*vgl. Abs. [0022] bis [0025] der Streitpatentschrift*).

Diese Aufgabe wird durch die optischen Verstärkungssysteme nach den selbständigen Ansprüchen des Hauptantrags und der sieben gestellten Hilfsanträge gelöst.

Das beanspruchte optische Verstärkungssystem weist vier wesentliche Bestandteile auf, nämlich eine Laserquelle, einen Multimodefaserverstärker, einen Modenwandler und eine Pumpquelle. Die Laserquelle erzeugt dabei einen Eingangsstrahl mit einem nahezu beugungsbegrenzten Modus für den Multimodefaserverstärker. Der Eingangsstrahl wird nicht direkt in den Multimodefaserverstärker eingekoppelt, sondern durchläuft vorher den Modenwandler, der den Modus des Eingangsstrahls zur Anpassung an einen Grundmodus des Multimodefaserverstärkers umwandelt und den modengewandelten Eingangsstrahl an den Multimodefaserverstärker weitergibt. Dieser stellt dann an seinem Ausgang einen verstärkten Strahl im Wesentlichen im Grundmodus, dies bedeutet mit einem  $M^2$ -Wert kleiner als 2, bereit.  $M^2$  ist dabei das Verhältnis des Divergenzwinkels des Strahls zum Divergenzwinkel eines idealen Gaußstrahls und stellt somit ein Maß für die Qualität eines Lichtstrahls dar.

In den Hilfsanträgen werden weitere, das optische Verstärkungssystem näher charakterisierende Merkmale hinzugefügt. So wird gemäß Anspruch 1 der Hilfsanträge I, II und V der Multimodefaserverstärker durch eine der folgenden Faserherstellungstechniken hergestellt: MCVD (Modified Chemical Vapor Deposition), OVD (Outside Vapor Deposition), PCVD (Plasma Chemical Vapor Deposition) oder VAD (Vapor phase Axial Deposition) und gemäß Anspruch 1 der Hilfsanträge II und V der Multimodefaserverstärker mit einem Krümmungsdurchmesser von maximal 50 cm gebogen.

Die Multimodefaserverstärker gemäß den Ansprüchen 1 der Hilfsanträge III bis VII weisen zudem einen Doppelmantelaufbau auf, was bedeutet, dass sie neben dem Kern mindestens zwei Mäntel besitzen. Dieser Aufbau wird zum Mantelpumpen benutzt. Gemäß Anspruch 1 des Hilfsantrags IV wird das Mantelpumpen dadurch erläutert, dass eine Koppeloptik zum Koppeln von Pumplicht der Pumpquelle in den Multimodefaserverstärker vorhanden ist, die so ausgestaltet ist, dass sie das Pumplicht in einer im Wesentlichen zum Faserkern parallel verlaufenden Richtung in den inneren Mantel des Doppelmantelaufbaus koppelt.

Nach Anspruch 1 des Hilfsantrags VII weist der Multimodefaserverstärker ein besonderes Dotierprofil des aktiven Dotierstoffes auf, derart, dass die Dotierung auf eine Querschnittsfläche im Faserkern beschränkt ist, die deutlich kleiner ist als die gesamte Querschnittsfläche des Faserkerns.

Gemäß Anspruch 1 nach Hilfsantrag VI wird der Modenwandler näher charakterisiert. Er umfasst einen Abschnitt aus einer konischen Faser.

**3.** Die Gegenstände der Ansprüche 1 des Hauptantrags und der Hilfsanträge I bis VI beruhen gegenüber dem ermittelten Stand der Technik auf keiner erfindnerischen Tätigkeit des Fachmanns (§ 4 PatG), so dass sie nicht patentfähig sind. Bei dieser Sachlage kann die Zulässigkeit dieser Ansprüche dahingestellt bleiben (*vgl. BGH GRUR 1991, 120, 121, II.1 – „Elastische Bandage“*).

Als zuständiger Fachmann ist hier ein berufserfahrener Diplom-Ingenieur der Fachrichtung Elektrotechnik oder ein Physiker mit Hochschul- oder Fachhochschulabschluss sowie speziellen Kenntnissen auf dem Gebiet der Lasertechnik zu definieren, der über fundierte Kenntnisse der Optik, insbesondere von Glasfasern und Glasfaserverstärkern verfügt.

**3.1.** Der Gegenstand des Anspruchs 1 nach **Hauptantrag** ist durch die Druckschrift E5, eine Dissertation, die fast 14 Jahre vor dem Prioritätsdatum des Streitpatents veröffentlicht wurde und sich mit passiven und aktiven optischen Faserkomponenten, darunter auch Faserverstärkern (*vgl. Chapter VIII bis X*), befasst, nahegelegt, so dass er mangels erfinderischer Tätigkeit (§ 4 PatG) nicht patentfähig ist. So ist aus der Druckschrift E5 in Übereinstimmung mit dem Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hauptantrag ein

optisches Verstärkungssystem (*vgl. S. 125, 1. Abs.: „This chapter is concerned with the design and testing of optical amplifiers in a fiber form specifically for applications in single mode fiber systems. The fiber amplifier is to be inserted somewhere along the length of the optical fiber and coupled to it at both its input and output ports by some optical interface (or possibly butt-coupled to it).“*) bekannt.

b) Es weist einen Multimodefaserverstärker auf. Druckschrift E5 gibt zwar an, dass ein Einzelmodenverstärker wünschenswert wäre, der nahezu ohne Verluste Licht in die Einzelmodenfaser einkoppeln könnte, wenn die Enden der beiden Bestandteile miteinander verbunden wären, doch waren solche zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Druckschrift E5 noch nicht entwickelt (*vgl. S. 128, 129 seitenübergreifender Abs.: „For completeness we shall mention here the important issue of interfacing a fiber amplifier to a single-mode fiber, which is the ultimate goal of this work. An ideal situation would involve a single-mode amplifier fiber whose guided mode is tailored to that of the single-mode fiber, which would allow one to directly butt-couple the amplifier and carrier fibers with little coupling loss. Unfortunately, for multimoded amplifier fibers some interfacing optics will be required to*

*match the fiber modes. Bulk optic components being undesirable in some fiber optic systems for stability reasons, the development of active single-mode fibers appears as a necessary step in future amplifier work.*“). Der Nachteil von Multimodefasern bestünde darin, dass ein optisches System zur Anpassung der Moden der Fasern benötigt würde. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Druckschrift E5 davon ausgegangen wurde, dass der Verstärker ein Multimodefaserverstärker ist. Mit seiner Angabe offenbart der Autor somit beide Möglichkeiten, nämlich die Verwendung einer Einzelmodenfaser, welche er bevorzugt, die er aber wegen der Nichtverfügbarkeit einer solchen Faser für noch nicht verwirklichtbar erachtet, und die Verwendung einer Multimodefaser, was er für möglich erachtet, auch wenn ihm später die Verwirklichung nicht im befriedigenden Maß gelingt.

c) Das optische Verstärkungssystem weist einen Modenwandler zum Empfangen des Eingangsstrahls und zum Umwandeln des Modus des Eingangsstrahls zur Anpassung an einen Grundmodus des Multimodefaserverstärkers und zum Bereitstellen eines modengewandelten Eingangsstrahls in den Multimodefaserverstärker auf. So weist Druckschrift E5 darauf hin, dass es wesentlich sei, dass in einem Multimodefaserverstärker der Grundmodus am Eingang angeregt wird. Deshalb ist es notwendig, Optiken zur Modenanpassung zwischen Träger – das ist die Einzelmodenfaser – und Faserverstärker einzufügen (vgl. S. 129, *erster vollständiger Abs.*: *„Related to this issue is the problem of mode conversion in an active fiber. In a multimode amplifier fiber waveguide imperfections couple the signal mode (presumably  $HE_{11}$ ) to radiation (or cladding) modes, and also to high-order guided modes which will essentially not be coupled back to the single-mode carrier. This second loss mechanism points out that in multimode amplifier fibers it is essential first to excite the fiber fundamental mode at the input port, and second to preserve the signal energy in this mode through the fiber to its output port. Experimental simulation in commercial glass multimode fibers 10 to 30 cm in length showed that launching and preservation of the fundamental mode can be a relatively straightforward operation although it requires some care in practice. Similar*

*tests in unclad crystal fibers revealed significant mode conversion and scattering (coupling to radiation modes) which attested of the relatively high level of waveguide imperfection, as hinted in Chapter VII. These considerations emphasize again the importance of waveguide quality, and the necessity of designing adequate mode-matching optics to optically interface carrier and amplifier fibers.”)*

d) Das optische Verstärkungssystem weist eine an den Multimodefaserverstärker angekoppelte Pumpquelle auf (vgl. den Abschnitt „2. Pump sources“ auf S. 127, insbesondere den ersten Satz dieses Abschnitts: „Most of the above amplifier approaches rely on optical pumping to generate population inversion and gain.”).

e) Dabei pumpt die Pumpquelle den Multimodefaserverstärker optisch (vgl. die bereits zitierte Stelle auf S. 127).

f) Der Multimodefaserverstärker stellt an seinem Ausgang einen verstärkten Strahl im Wesentlichen im Grundmodus bereit. Dies geht aus den bereits zitierten Stellen des Abschnittes „3. Interfacing to single-mode fibers“ hervor (vgl. S. 128, 129), denn dort wird ausgeführt, dass in Multimodefaserverstärkern durch Mängel am Wellenleiter die Grundmode an nicht geführte und andere geführte Moden gekoppelt wird. Diese koppeln aber nicht mehr in die Einzelmodenfaser ein, was zu Verlusten führt. Aus diesem Grund muss die Grundmode bis zum Ausgang des Verstärkers erhalten bleiben. Damit befindet sich der Ausgangsstrahl ebenfalls im Wesentlichen im Grundmodus. Dieser Grundmodus, der annähernd ein Gaußsches Strahlprofil aufweist, hat einen  $M^2$ -Wert nahe bei 1 und damit kleiner als 2. Dass der Strahl gegenüber dem Eingangsstrahl verstärkt ist, ergibt sich bereits aus der Tatsache, dass es sich um einen Verstärker handelt.

Druckschrift E5 gibt nicht explizit an, wie der Eingangsstrahl in den Verstärker erzeugt wird, doch soll der Faserverstärker in ein Einzelmodenfasersystem eingebaut sein (vgl. die bereits zitierte Stelle auf S. 125), woraus sich das Merkmal a),

dass das optische Verstärkungssystem eine Laserquelle zum Erzeugen eines Eingangsstrahls mit einem nahezu beugungsbegrenzten Modus aufweist, in naheliegender Weise für den Fachmann ergibt. Denn in Einzelmodenfasern kann sich nur eine Mode, nämlich die Grundmode der Einzelmodenfaser ausbreiten. Diese Mode ist nahezu beugungsbegrenzt. Wird der Verstärker in ein solches Einzelmodenfasersystem hineingesetzt, so ergibt sich ein Eingangsstrahl, der der Grundmode der Einzelmodenfaser entspricht und damit im Wesentlichen beugungsbegrenzt ist. Wie dem Fachmann bekannt ist, ist es nur mittels eines Lasers möglich, eine nennenswerte Energiemenge und damit Strahlung mit nennenswerter Intensität in eine Einzelmodenfaser einzukoppeln. Der Fachmann wird deshalb einen Laser als Lichtquelle für die Einzelmodenfaser verwenden, zumal ihm geeignete Laser in der Druckschrift E5 offenbart werden (*vgl. S. 152 bis 158 und auch Fig. 9.4*).

Damit ergibt sich in naheliegender Weise ein Gegenstand mit allen Merkmalen des Anspruchs 1 nach Hauptantrag, der deshalb nicht patentfähig ist.

Entgegen der Ansicht der Patentinhaberin führt die Tatsache, dass der Autor der Druckschrift E5 eigentlich eine andere Lösung bevorzugt, und dass es ihm nicht gelungen ist, die nicht bevorzugte Lösung zu realisieren, zu keiner anderen Beurteilung. Wie bereits angegeben, offenbart der Fachmann mit der Aussage, dass eine Lösung gegenüber einer anderen Lösung bevorzugt ist, beide Lösungen, denn sie sind dem Fachmann fortan als Alternativen bekannt. Die Tatsache, dass der Fachmann nach eigenen Angaben bei der Realisierung einer Alternative scheitert (*vgl. S. 135: „In this work no particular effort was made to preferentially launch the fundamental fiber mode at either the pump or signal frequency (which would be essential for efficient interfacing to a single mode fiber system). This choice was dictated by the crystal fiber surface defects, which precluded preferential excitation and propagation of a single mode. Since these fiber amplifiers were operated in a multimode regime, the use of less than optimum flatness fiber ends was of no consequence.*“) ändert daran ebenfalls nichts. Das Scheitern zeigt

höchstens, dass ein oder mehrere für die Lösung der gestellten Aufgabe notwendige Merkmale noch nicht gegeben oder zumindest beim Versuch der Realisierung der Lehre nicht vorhanden waren. Bei einer späteren Patentanmeldung können es aber nur die noch nicht vorbekannten Merkmale sein, die ausgehend von den bereits vorbekannten Merkmalen, die für einen Erfolg nicht ausreichend waren, eine erfinderische Tätigkeit begründen könnten. Sie müssen deshalb im Anspruch, der die wesentlichen Merkmale einer Erfindung enthält, enthalten sein.

Da die Merkmale des Anspruchs 1 nach Hauptantrag, wie bereits dargelegt, nicht über die in Druckschrift E5 bereits offenbarten oder durch diese nahegelegten Merkmale hinausgehen, sind im vorliegenden Fall keine Merkmale enthalten, die eine erfinderische Tätigkeit begründen könnten. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass dem Autor der Druckschrift E5 durchaus bekannt war, warum er bei dem Versuch, die Lehre seiner Druckschrift E5 auszuführen, gescheitert ist, nämlich deshalb, weil die von ihm verwendete Kristallfaser zu viele Oberflächendefekte aufwies (*vgl. die zitierte Stelle auf S. 135*). Es war demnach zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Druckschrift E5 dem Autor nicht einmal unbekannt, wie die Verwirklichung der Lehre der Druckschrift zum Erfolg gebracht werden kann. Damit liegt die von der Patentinhaberin behauptete Situation, die ihrer Meinung nach ein Naheliegen des beanspruchten Gegenstandes verhindern soll, nicht einmal vor.

**3.2.** Der Gegenstand des Anspruchs 1 nach **Hilfsantrag I** liegt für den Fachmann ausgehend von der Lehre der Druckschrift E5 ebenfalls nahe, so dass er nicht patentfähig ist.

Der Autor benutzte für sein Verstärkungssystem eine Nd:YAG-Einkristallfaser mit einer Länge von ca. 0,5 bis 11,8 mm (*vgl. Tabelle auf S. 152*). Als Alternative für die verwendete Einkristallfaser gibt der Autor mit seltenen Erden dotierte Glasfasern an. Diese hätten zwar eine geringere Lasereffizienz, könnten aber deutlich länger gemacht werden, was die geringere Effizienz mehr als wettmache. Als Bei-

spiel wird eine 1 m lange Faser genannt, die schon 20 Jahre früher von einer Forschungsgruppe hergestellt worden war. Zum Zeitpunkt der Experimentdurchführung sei jedoch kein Glasfaserhersteller davon zu überzeugen gewesen, solche Fasern herzustellen (vgl. S. 126, 2. Abs.: *„Rare-earth-doped glass fibers are an interesting alternative to crystal fibers as they can readily be fabricated by standard glass fiber pulling techniques. Glasses can also be heavily doped with rare-earth without introducing significant fluorescence quenching.<sup>11</sup> The somewhat lower laser efficiency of this class of materials is easily offset by the great fiber lengths that can be pulled and their potentially low loss. Nearly 20 years ago Koester and Snitzer observed gains as large as 47 dB in a pulse amplifier made of 1 meter of neodymium-doped glass coiled around a flashlamp.<sup>12</sup> This work demonstrated the tremendous potential of fiber amplifiers, and was surprisingly and unfortunately never extensively followed to a production scale. We have actually found it quite difficult to convince any glass fiber manufacturers to engage in fiber amplifier research despite the potential market at stake.“*). Damit offenbart Druckschrift E5 auch die Verwendung einer Glasfaser an Stelle der Nd:YAG-Einkristallfaser in einem Faserverstärker.

Bei den im zusätzlichen Merkmal h) des Anspruchs 1 angegebenen Herstellungsmethoden MCVD, OVD, PCVD und VAD handelt es sich, wie bereits das Vorhandensein von Abkürzungen für diese Verfahren zum Prioritätszeitpunkt zeigt, um dem Fachmann wohlbekannte Verfahren zur Herstellung von Glasfasern. Druckschrift E12 zeigt nun, dass zumindest eines dieser Verfahren, nämlich MCVD, auch zur Herstellung von mit laseraktiven seltenen Erden dotierten Glasfasern verwendet werden kann (vgl. insbesondere S. 737, linke Sp., 3. Abs.: *„We report here a novel extension of the MCVD fabrication process which allows the fabrication of both mono- and multimode optical fibres containing rare-earth ions at concentrations of up to 0.25 wt% in the core region.“*). Es liegt deshalb für den Fachmann nahe, eine dotierte Glasfaser, die nach einem der beanspruchten Verfahren hergestellt wurde, als Multimodefaserverstärker zu verwenden. Damit ist auch der Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag I nicht patentfähig.

**3.3.** Der Gegenstand des Anspruchs 1 nach **Hilfsantrag II** beruht ausgehend von der Lehre der Druckschrift E5 ebenfalls auf keiner erfinderischen Tätigkeit, so dass er ebenfalls nicht patentfähig ist.

Druckschrift E5 gibt bereits an, dass Glasfasern eine geringere Lasereffizienz aufweisen als (Ein-)Kristallfasern, dies aber durch größere Längen bei weitem wettgemacht werden kann. Dabei wird von einer Länge im Meterbereich ausgegangen (*vgl. den bereits zitierten Absatz auf S. 126*). Es ist aber unpraktisch, eine lange Glasfaser von beispielsweise einem Meter Länge oder mehr gestreckt zu verwenden. Aus diesem Grund werden, wie auch eine Vielzahl von Druckschriften, so die E7 oder die E10, zeigt, die Fasern aufgewickelt, also gebogen. Diese Biegung kann im Falle der vorgeschlagenen Multimodeverstärkerfaser nicht beliebig eng gemacht werden, da ansonsten eine Kopplung der Grundmode, welche ihrer Natur nach eine sich geradlinig ausbreitende Mode ist, an andere Moden erfolgt. Druckschrift E13 gibt für eine undotierte Multimodeglasfaser einen Wert für eine solche Biegung an, bei dem noch nahezu keine Kopplung der Moden erfolgt. Dabei beträgt der Biegedurchmesser 30 cm (*vgl. S. 2022, rechte Sp., Introduction: „It is well known that light can propagate in multimode (MM) fibre optics for long distances (typically of the order of a kilometre) before intermodal coupling results in modal equilibrium. For certain applications, however, such as broad band interferometry<sup>1</sup> and MM sensors,<sup>2,3</sup> it is important to know the fraction of light that has coupled from a given mode to any other mode. We have developed a relatively simple technique for measuring intermodal coupling that allows mode selection and separation with less than - 26dB cross-talk from other modes. The surprising result is that for the first few modes of a MM fibre, mode coupling remained less than 1% even after propagating 500 m in a fibre wound under some tension on a 30 cm diameter bobbin.*“). Der Fachmann wird somit zumindest versuchsweise auch eine dotierte Glasfaser mit einem derartigen Biegedurchmesser aufwickeln, zumal er auf Grund der Dotieratome an sich keine erhöhte Modenkopplung erwarten wird. Denn im Falle einer idealen gleichmäßigen Dotierung führt diese gemäß der Theorie zu keiner Modenkopplung, da die Lichtwelle auf Grund der

Größe von Einzelatomen im Vergleich zur Lichtwellenlänge auf diese nicht reagiert, sondern lediglich durch die durch die Dotierung als Gesamtheit verursachte Brechungsindexänderung beeinflusst wird. Er kommt demnach auch in naheliegender Weise zum Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag II, der deshalb nicht patentfähig ist.

**3.4.** Auch der Gegenstand des Anspruchs 1 nach **Hilfsantrag III** beruht ausgehend von der Lehre der Druckschrift E5 auf keiner erfinderischen Tätigkeit, so dass er ebenfalls nicht patentfähig ist.

Wie bereits dargelegt, wird der Faserverstärker der Druckschrift E5 optisch gepumpt. Dies wird der Fachmann auch für den Fall eines Glasfaserverstärkers beibehalten. Als Pumpquellen gibt Druckschrift E5 die zum damaligen Zeitpunkt üblichen Laborlaserquellen an, so beispielsweise einen Argonionenlaser oder einen Kryptonionenlaser (vgl. S. 127, vorletzter Abs.: *„Most of the above amplifier approaches rely on optical pumping to generate population inversion and gain. A variety of high-power lasers ranging from doubled Nd:YAG pulsed lasers to argon-ion and krypton-ion lasers can be used for laboratory demonstration of these amplifiers (or lasers) in a breadboard form. These sources are particularly attractive for neodymium materials, which show strong absorption lines in the visible and near infra-red.“*). In seinem Experiment verwendet der Autor selbst einen Argonionenlaser (siehe S. 134, Fig. 9.4). Druckschrift E5 gibt aber bereits an, dass für spätere Anwendungen eine Miniaturisierung der Pumpquelle erreicht werden sollte, was beispielsweise durch den Einsatz von Laserdioden geschehen könnte (vgl. S. 127, vorletzter Abs.: *„However, for device applications the use of miniature pump sources is clearly preferable. The only small and relatively high-power sources available from the current technology are laser diodes (LD) and light-emitting diodes (LED).“*). Auch wenn zum damaligen Zeitpunkt Laserdioden als Pumplichtquellen bereits bekannt waren, so war die Entwicklung dieser Lichtquellen erst am Anfang. Zum Prioritätszeitpunkt des vorliegenden Patents, der fast vierzehn

Jahre nach der Veröffentlichung der E5 liegt, hatte der Fachmann somit Anlass, nach möglichen Pumpanordnungen mit Laserdioden Ausschau zu halten.

Dabei wird er u. a. auch auf die Druckschrift E9 stoßen, die ihm angibt, dass die Einkopplung von Pumplicht in einen Glasfaserverstärker besonders effizient mit Hilfe einer Faser mit Doppelmantelaufbau und einem damit verbundenen Mantelpumpen erfolgen kann (vgl. S. 475, 1. Abs. des Artikels: *„The dual techniques of cladding pumping<sup>1</sup> and chirped pulse amplification (CPA)<sup>2</sup> have provided the means by which fiber lasers can be scaled in average power and pulse energy to levels rivaling other solid-state laser systems.<sup>3,4</sup> In cladding-pumped fiber lasers the incompatibility of high power broad stripe diodes and diode arrays with small core fibers is overcome by the use of special double-clad fibers that allow for coupling into appropriate multimode waveguides.*“). Der Fachmann wird diese Art des Pumpens auch auf den Faserlaser aus Druckschrift E5 übertragen, zumal auch dort bereits eine einfache Form des Mantelpumpens als Möglichkeit gezeigt wird (siehe Fig. 9.3).

Damit kommt der Fachmann auch zum Gegenstand des Anspruchs 1 des Hilfsantrags III ohne erfinderisch tätig werden zu müssen, so dass auch dieser nicht patentfähig ist.

**3.5.** Anspruch 1 des **Hilfsantrags IV** enthält gegenüber Anspruch 1 des Hilfsantrags III lediglich eine Verdeutlichung des Verständnisses der Patentinhaberin von Mantelpumpen. Da sich dieses Verständnis mit dem aus Druckschrift E9 deckt, ist auch der Gegenstand des Anspruchs 1 des Hilfsantrags IV mangels erfinderischer Tätigkeit nicht patentfähig.

So regt ein Einkoppeln der Pumpstrahlung in einen Multimodewellenleiter in diesem Moden an, die entlang einer im Wesentlichen zum Faserkern parallel verlaufenden Richtung geführt werden. Druckschrift E9 beschreibt zwar keine Koppeloptik, doch ist eine solche für den Fachmann selbstverständlich, denn es wird nicht

Strahlung von einem einzelnen Diodenlaser, sondern von einem breiten Streifen oder sogar einem Array, bestehend aus einer Vielzahl von Einzeldiodenlasern, eingekoppelt (*vgl. die bereits zitierte Stelle der E9*). Dies ist nur dann möglich, wenn die Laser der Anordnung mittels einer Optik auf den Durchmesser des ersten Mantels fokussiert werden. Der Fachmann wird deshalb davon ausgehen, dass auch im Falle der E9 eine solche Koppeloptik vorhanden ist. Er kommt somit in naheliegender Weise auch zum Gegenstand nach Anspruch 1 des Hilfsantrags IV.

**3.6.** Im Anspruch 1 des **Hilfsantrags V** sind die Merkmale der Ansprüche 1 der Hilfsanträge I bis III zu einem Anspruch vereint. Es ist nicht erkennbar, dass ein Zusammenwirken der gegenüber Anspruch 1 des Hauptantrags eingefügten Merkmale zu einem unerwarteten Effekt führen, denn sie betreffen alle unterschiedliche Aspekte des optischen Verstärkungssystems, die sich gegenseitig nicht oder nur wenig beeinflussen. Damit ist Anspruch 1 des Hilfsantrags V so zu beurteilen wie die Ansprüche 1 der Hilfsanträge I bis III. Die Gegenstände dieser Ansprüche sind alle mangels erfinderischer Tätigkeit des Fachmanns nicht patentfähig, weshalb auch der Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag V auf keiner erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns beruht und damit nicht patentfähig ist.

**3.7.** Der Gegenstand des Anspruchs 1 nach **Hilfsantrag VI** beruht ebenfalls auf keiner erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns, weshalb auch er nicht patentfähig ist.

Neben den Merkmalen b1) und e1), die, wie zu Anspruch 1 des Hilfsantrags III bereits dargelegt, eine erfinderische Tätigkeit nicht begründen können, umfasst Anspruch 1 des Hilfsantrags VI gegenüber Anspruch 1 des Hauptantrags noch das Merkmal j), dass der Modenwandler einen Abschnitt aus einer konischen Faser umfasst. Abschnitte einer konischen Faser waren aber zum Prioritätszeitpunkt und auch lange davor bereits dem Fachmann bekannte Möglichkeiten, einen Mo-

denwandler zu realisieren. Dies zeigt das Lehrbuch E11, das konische Faserstücke als Möglichkeit des Übergangs zwischen zwei Fasern beschreibt, bei der die Grundmode erhalten bleibt (vgl. S. 284, letzter Abs. *„In the first scheme, a single-mode fiber is tapered gradually so as to enlarge its cross section by about one order of magnitude. When the taper expands gradually, the power remains in the fundamental mode even if the taper is a multimode waveguide.“*). Entgegen der Ansicht der Patentinhaberin beschreibt diese Stelle auch den Übergang von einer Einzelmodenfaser auf eine Multimodenfaser, wie die Angabe zeigt, dass die konische Faser ein Multimodenwellenleiter sein kann. Dies steht nicht im Widerspruch zum Titel des Lehrbuches „Single-Mode Fibers“, denn auf einer Seite des Übergangs befindet sich eine Einzelmodenfaser.

Ausgehend von der Druckschrift E5 wird der Fachmann somit einen Abschnitt einer konischen Faser als eine Möglichkeit der Realisierung des dort offenbarten Modenwandlers ansehen und kommt damit insgesamt auch zum Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag VI, ohne erfinderisch tätig werden zu müssen.

**4.** Die Ansprüche nach **Hilfsantrag VII** sind zulässig. Ihre gewerblich anwendbaren (§ 5 PatG) Gegenstände sind neu (§ 3 PatG) und beruhen gegenüber dem Stand der Technik auf einer erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns (§ 4 PatG), so dass sie auch patentfähig sind (§ 1 Abs. 1 PatG).

**4.1.** Die Gegenstände der Ansprüche des Hilfsantrags VII sind ursprünglich offenbart (§ 21 Abs. 1 Nr. 4 PatG) und der Schutzbereich der Ansprüche geht nicht über den des erteilten Patents hinaus (§ 22 PatG).

Der beschränkt aufrechterhaltene Anspruch 1 nach Hilfsantrag VII geht aus dem ursprünglichen Anspruch 1 (Merkmale a, b, c, d, e und f) durch Aufnahme von Merkmalen aus dem ursprünglichen Anspruch 12 (Merkmal b1) und der Beschreibung hervor. Dort ist auf S. 9, Z. 28 bis 30 das Mantelpumpen (Merkmal e1) erwähnt, welches auf S. 25, Z. 8 bis 26 in Zusammenhang mit einer Doppelmantel-

faser nochmals erläutert wird. Anschließend an diese Stelle ist dann auf S. 25, Z. 29 bis S. 26, Z. 2 auch das weitere Merkmal b3) in Zusammenhang mit Fig. 8 ursprünglich offenbart. Die ins Merkmal f) aufgenommene Präzisierung des Begriffs „im Wesentlichen im Grundmodus“ als „mit einem  $M^2$ -Wert kleiner 2“ findet sich als besonders bevorzugte Möglichkeit auf S. 14, Z. 6 bis 9 der ursprünglichen Beschreibung. Damit ist ein optisches Verstärkungssystem mit allen Merkmalen des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag VII ursprünglich offenbart.

Die angegebenen Stellen sind auch in der Beschreibung der Patentschrift noch vorhanden, in der der ursprüngliche Anspruch 12 als Anspruch 4 weiterhin existiert. Da zudem Anspruch 1 des Hilfsantrags VII gegenüber dem erteilten Anspruch 1 durch die weiteren Merkmale b1), e1), b3) und die Präzisierung im Merkmal f) eingeschränkt ist, wurde der Schutzbereich gegenüber dem erteilten Patent auch nicht erweitert, weshalb Anspruch 1 nach Hilfsantrag VII zulässig ist.

Die Ansprüche 2 bis 6 und 8 bis 10 gehen aus den ursprünglichen Ansprüchen 2, 13, 16, 17, 18, 24, 25 und 32 hervor. Die Merkmale des Anspruchs 7 können der S. 22, Z. 4 bis 9 entnommen werden. Damit sind auch die Gegenstände der Unteransprüche ursprünglich offenbart und ebenfalls zulässig.

**4.2.** Der Gegenstand des Anspruchs 1 des Hilfsantrags VII wird durch den Stand der Technik weder vorweggenommen noch wird er durch ihn nahegelegt.

So ist die Druckschrift E7 die einzige im Verfahren befindliche Druckschrift, die das Merkmal b3), dass der Multimodefaserverstärker einen Faserkern aufweist, wobei das aktive Dotiermittel des Multimodefaserverstärkers in einer Querschnittsfläche begrenzt ist, die wesentlich kleiner als die Faserkern-Fläche ist, offenbart (*siehe Fig. 4 i. V. m. dem Text Sp. 4, Z. 32 bis 33: „In a further embodiment, the multi-mode fiber core is doped in its center region only, as shown in FIG. 4.“*). Jedoch hatte der Fachmann keinen Anlass dazu, die Lehre der Druckschrift E7 mit der der Druckschrift E5 zu kombinieren. So dient nach Aussage der

Druckschrift D7 die selektive Dotierung der Mittenregion des Kerns dazu, die Moden auf die zu reduzieren, die sich in dem dermaßen begrenzten Kern ausbreiten können (vgl. Sp. 4, Z. 33 bis 37: *„By limiting the active region of a multi-mode fiber to a subsection of the core, the number of propagating modes is limited to those modes which propagate in the reduced active core.“*). Dabei offenbart Druckschrift E7 keineswegs die Reduktion auf eine einzelne Grundmode, sondern auf wenige Moden, so beispielsweise auf eine Anzahl von 125 (vgl. Sp. 5, Z. 31 bis 32: *„Thus, the number of modes for the example for which there is this 20 dB of gain, has to be less than 125.“*). Sinn der begrenzten Dotierung ist es, Rauschen zu verringern, das durch das Anregen weiterer Moden entsteht (vgl. Sp. 4, Z. 59 bis 64: *„With increasing overlap, a larger number of excited modes can propagate; and, as a consequence, the generation of noise also increases. To optimize amplification without at the same time overwhelming the system with noise presents a problem to which the present invention provides a solution.“*).

Ausgehend von Druckschrift E5 hat der Fachmann jedoch nicht das Problem, das durch weitere Moden verursachte Rauschen zu unterdrücken, denn diese werden durch die nachfolgende Einzelmodenfaser im Einzelmodensystem ohnehin unterdrückt, da sie sich in den Einzelmodenfasern nicht ausbreiten können. Auch wird der Fachmann keinen Sinn darin sehen, die Möglichkeit der Verstärkung auf bis zu 125 Moden zu begrenzen, wenn er eine Verstärkung ausschließlich in einer einzigen, nämlich der Grundmode wünscht. Denn dies verhindert die Ankopplung an andere Moden nicht. Die seiner Ansicht nach geringfügige Verbesserung würde er sich aber durch eine Verringerung der Verstärkung auf Grund fehlender Dotierung in Bereichen, die er zur Verstärkung nutzen könnte, erkaufen, was zu einer Verlängerung der zu verwendenden Faser bei gleichbleibender Leistung führen würde. Diesen Nachteil wird der Fachmann auf Grund der nach Druckschrift E7 nur geringen zu erwartenden Verbesserungen nicht eingehen. Eine Kombination der Lehre der Druckschrift E7 mit der der Druckschrift E5 hat deshalb zum Prioritätszeitpunkt nicht nahegelegen, weshalb der Gegenstand des Anspruchs 1 des Hilfsantrags VII patentfähig ist.

**4.3.** An den selbständigen Patentanspruch 1 des Hilfsantrags VII können sich die Unteransprüche 2 bis 10 anschließen, da sie vorteilhafte Weiterbildungen des beanspruchten Gegenstands angeben, welche nicht platt selbstverständlich sind.

**4.4.** In der Beschreibung ist der Stand der Technik, von dem die Erfindung ausgeht, angegeben und die Erfindung anhand der Zeichnung ausreichend erläutert.

**5.** Bei dieser Sachlage war das Streitpatent im Umfang des Hilfsantrags VII beschränkt aufrecht zu erhalten und die Beschwerden sowohl der Patentinhaberin als auch der Einsprechenden 1 im Übrigen zurückzuweisen.

### 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 den am Verfahren Beteiligten - vorbehaltlich des Vorliegens der weiteren Rechtsmittelvoraussetzungen, insbesondere einer Beschwerde - das Rechtsmittel der **Rechtsbeschwerde** zu. Da der Senat die Rechtsbeschwerde nicht zugelassen hat, ist sie nur statthaft, wenn einer der nachfolgenden Verfahrensmängel gerügt wird, nämlich

1. dass das beschließende Gericht nicht vorschriftsmäßig besetzt war,
2. dass 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. dass einem Beteiligten das rechtliche Gehör versagt war,
4. dass ein Beteiligter im Verfahren nicht nach Vorschrift des Gesetzes vertreten war, sofern er nicht der Führung des Verfahrens ausdrücklich oder stillschweigend zugestimmt hat,

5. dass der Beschluss aufgrund einer mündlichen Verhandlung ergangen ist, bei der die Vorschriften über die Öffentlichkeit des Verfahrens verletzt worden sind, oder
6. dass der Beschluss nicht mit Gründen versehen ist.

Die Rechtsbeschwerde ist **innerhalb eines Monats** nach Zustellung des Beschlusses

schriftlich durch einen beim Bundesgerichtshof zugelassenen Rechtsanwalt als Bevollmächtigten beim Bundesgerichtshof, Herrenstr. 45 a, 76133 Karlsruhe, einzureichen oder

durch einen beim Bundesgerichtshof zugelassenen Rechtsanwalt als Bevollmächtigten in elektronischer Form bei der elektronischen Poststelle des BGH, [www.bundesgerichtshof.de/erv.html](http://www.bundesgerichtshof.de/erv.html). Das elektronische Dokument ist mit einer prüfbaren qualifizierten elektronischen Signatur nach dem Signaturgesetz oder mit einer prüfbaren fortgeschrittenen elektronischen Signatur zu versehen. Die Eignungsvoraussetzungen für eine Prüfung und für die Formate des elektronischen Dokuments werden auf der Internetseite des Bundesgerichtshofs [www.bundesgerichtshof.de/erv.html](http://www.bundesgerichtshof.de/erv.html) bekannt gegeben.

Dr. Strößner

Dr. Friedrich

Dr. Zebisch

Dr. Himmelmann

prä