

BUNDESGERICHTSHOF
IM NAMEN DES VOLKES

URTEIL

X ZR 35/91

Verkündet am:
7. November 1995
Karst
Justizangestellte
als Urkundsbeamter
der Geschäftsstelle

in der Patentnichtigkeitssache

S [REDACTED] B.V., [REDACTED] G [REDACTED] (Niederlande), gesetzlich
vertreten durch ihren geschäftsführenden Direktor
W. J. van A [REDACTED], P [REDACTED] V [REDACTED] straat [REDACTED],
[REDACTED] RB S [REDACTED] (Niederlande),

Beklagte und Berufungsklägerin,

- Prozeßbevollmächtigte: Rechtsanwälte Dr. v. [REDACTED] und
Partner, [REDACTED],
[REDACTED];

Patentanwälte Dr. rer. nat. [REDACTED]
und Partner, [REDACTED],
[REDACTED] -

gegen

M [REDACTED] P [REDACTED] chemical Industries, Ltd., K [REDACTED] Bldg.,
[REDACTED] K [REDACTED] 3-chome, C [REDACTED]-ku, T [REDACTED] [REDACTED] (Japan),
gesetzlich vertreten durch ihren Präsidenten Shogo
T [REDACTED], ebenda,

Klägerin und Berufungsbeklagte,

- Prozeßbevollmächtigte: Patentanwälte Dipl.-Ing. [REDACTED]
und Partner, [REDACTED],
[REDACTED] -

Der X. Zivilsenat des Bundesgerichtshofes hat auf die mündliche Verhandlung vom 7. November 1995 durch den Vorsitzenden Richter Rogge und die Richter Dr. Jestaedt, Dipl.-Ing. Frhr. v. Maltzahn, Dr. Broß und Dr. Greiner

für Recht erkannt:

Die Berufung gegen das Urteil des 2. Senats (Nichtigkeitssenats II) des Bundespatentgerichts vom 24. Oktober 1990 wird auf Kosten der Beklagten zurückgewiesen.

Von Rechts wegen

56

- 3 -

Tatbestand:

Die Beklagte ist eingetragene Inhaberin des deutschen Patents 30 23 726 (Streitpatents), das am 25. Juni 1980 unter Inanspruchnahme einer Unionspriorität vom 27. Juni 1979 angemeldet worden ist und das die Bezeichnung "Verfahren zur Herstellung von Filamenten" trägt.

Patentanspruch 1 in der erteilten Fassung hat folgenden Wortlaut:

- "1. Verfahren zur Herstellung von Filamenten mit hohem Modul und hoher Zugfestigkeit durch Verspinnen einer Lösung eines hochmolekularen linearen Polymerisats, insbesondere Polyethylen, mit einem gewichtsmittleren Molgewicht von $M_w \geq 4 \times 10^5$ und durch Strecken der Filamente,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Filamente mit einem Streckungsverhältnis von zumindest $(12 \times 10^6 / M_w) + 1$ gestreckt werden, und zwar bei einer solchen Strecktemperatur, daß der Modul der Filamente beim gewählten Streckungsverhältnis zumindest 20 GPa beträgt."

Wegen der Unteransprüche 2 bis 5 wird auf die Streitpatentschrift verwiesen.

Die Klägerin hat gegen das Streitpatent Nichtigkeitsklage erhoben. Die Lehre sei gegenüber der prioritätsälteren, jedoch nachveröffentlichten deutschen Patentanmeldung



[JLaw – Gesetze und Urteile](#)
Kostenlos
Über 200 Gesetze
Über 100.000 Urteile
[\(mobile App\)](#)



30 04 699 nicht mehr neu. Außerdem beruhe die Lehre im Hinblick auf den vorgelegten Stand der Technik nicht auf erfinderischer Tätigkeit.

Die Beklagte hat das Streitpatent nur eingeschränkt verteidigt.

Das Bundespatentgericht hat das Streitpatent für nichtig erklärt.

Dagegen wendet sich die Beklagte mit der Berufung, mit der sie beantragt,

das angefochtene Urteil abzuändern und unter Abweisung der weitergehenden Nichtigkeitsklage das Streitpatent in der nachfolgend wiedergegebenen Fassung der Ansprüche 1 bis 7 aufrechtzuerhalten:

1. Verfahren zur Herstellung von Filamenten mit hohem Modul und hoher Zugfestigkeit durch Verspinnen einer Lösung eines hochmolekularen linearen Polyethylens, mit einem gewichtsmittleren Molgewicht von $(M_w) \geq 6 \times 10^5$, die 1 bis 30 Gew.-% Polyethylen enthält, durch eine Spinn Düse und durch Strecken der Filamente,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die aus der Spinn Düse austretenden Filamente, ohne merkliche Verdampfung des Lösungsmittels, unter Bildung eines gelförmigen Filaments gekühlt und mit einem Streckungsverhältnis von zumindest $(12 \times 10^6 / M_w) + 1$ gestreckt werden, und zwar bei ei-

ner solchen unterhalb der Schmelztemperatur des Polyethylens liegenden Strecktemperatur, daß der Modul der Filamente beim gewählten Streckungsverhältnis mindestens 20 GPa beträgt, und daß die Spinnndüse einen unter Berücksichtigung der Polymerisationskonzentration und der erstrebten Dehnverhältnisse ausreichend groß bemessenen Lochdurchmesser ≥ 5 mm aufweist, mit Ausnahme der Verstreckung von solchen Filamenten, die zu Beginn der Verstreckung des gelförmigen Filaments eine Lösungsmittelmenge von 25 Gew.-% oder mehr, bezogen auf das Polyethylen, enthalten.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Filamente in lösungsmittelhaltigem Zustand gestreckt werden und das Lösungsmittel während oder nach dem Streckvorgang aus den Filamenten entfernt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das Lösungsmittel aus den Filamenten vor dem Strecken ganz oder teilweise ausgewaschen oder verdampft wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das Streckungsverhältnis mindestens
 $(14 \times 10^6 / M_w) + 1$ beträgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das Streckungsverhältnis mindestens
($18 \times 10^6 / Mw$) + 1 beträgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Streckgeschwindigkeit minimal $0,5 \text{ sec}^{-1}$ be-
trägt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Filamente bei Temperaturen von 75 bis 135° C
gestreckt werden.

Die Klägerin beantragt die Zurückweisung der Berufung.

Als gerichtlicher Sachverständiger hat Herr Dr. Bela
v. Falkai ein schriftliches Gutachten erstattet, das er in
der mündlichen Verhandlung erläutert, ergänzt und vertieft
hat.

Entscheidungsgründe:

Die Berufung der Beklagten hat keinen Erfolg. Auch in
der verteidigten Fassung erweist sich das Streitpatent als
nicht patentfähig, da der Durchschnittsfachmann die Lehre
aus dem Stand der Technik auffinden konnte, ohne erfinde-
risch tätig zu sein. Als Durchschnittsfachmann ist dabei ein
wissenschaftlich ausgebildeter, mit den chemischen und phy-
sikalischen Eigenschaften von polymeren Fasern vertrauter
Chemiker mit mehrjähriger Berufserfahrung anzusehen, der

über verfahrenstechnische Kenntnisse verfügt oder sich der Mithilfe eines Verfahrens- oder Textilingenieurs bedient, dessen Fachwissen seinem Kenntnisstand deshalb zuzurechnen ist. Dieser Fachmann konnte die von der Beklagten im Berufungsrechtszug eingeschränkt verteidigte Lehre des Streitpatents aus dem Stand der Technik des Prioritätstages und seinem allgemeinen Fachwissen ohne erfinderisches Bemühen auffinden.

I. Der Gegenstand des Streitpatents betrifft - soweit das Patent von der Beklagten im Berufungsrechtszug verteidigt wird - ein Verfahren zur Herstellung von Polyethylenfilamenten mit hohem Modul und hoher Zugfestigkeit durch Verspinnen einer Lösung eines hochmolekularen linearen Polyethylens mit einem gewichtsmittleren Molekulargewicht von $(M_w) \geq 6 \times 10^5$, die 1 bis 30 Gew.-% Polyethylen enthält, durch eine Spinn Düse und durch Strecken der Filamente.

In der Beschreibungseinleitung des Streitpatents wird die allgemeine Verfahrenstechnik des Verspinnens von Polymerisaten in ihren Grundzügen kurz beschrieben. Ein für das Verspinnen geeignetes Polymerisat, bevorzugt ein lineares Polymerisat aus kettenförmigen Makromolekülen, wird dazu in eine flüssige Form (Schmelze oder Lösung) gebracht, sodann versponnen und anschließend durch Verstrecken des Filaments in Längsrichtung gerichtet. Die gebräuchlichste Methode sei das Schmelzspinnen, das aber voraussetze, daß das zu verspinnende Material schmelzbar und im geschmolzenen Zustand stabil sei. Polymerisate, die oberhalb der Zersetzungstemperatur oder im geschmolzenen Zustand eine nur geringe Stabilität aufweisen, würden meistens in Form einer Lösung ver-

sponnen. Beim sogenannten Trockenspinnen werde das Lösungsmittel in den Filamenten meistens in einem Spinnshacht durch Einblasen von Warmluft verdampft, beim sogenannten Naßspinnen würden die Filamente in ein Fäll- oder Spinnbad geführt, wobei das Lösungsmittel im Fällbad ausgewaschen werden könne. Nach dem Spinnvorgang sei die mechanische Festigkeit der Filamente noch sehr gering, sie vergrößere sich durch das anschließende Strecken. In ungestrecktem Zustand zeigten Filamente eine starke Verformbarkeit, d.h. einen niedrigen Modul. Durch das Strecken würden die Makromoleküle in Längsrichtung orientiert, wobei Festigkeit und Modul zunähmen. Die gesponnenen Filamente seien im allgemeinen oberhalb der Glasübergangstemperatur des Polymerisats zu strecken, andererseits solle die Verstreckung vorzugsweise unter dem Schmelzpunkt des Polymerisats stattfinden, weil oberhalb dieser Temperatur die Beweglichkeit der Makromoleküle stark ansteige und die gewünschte Orientierung nicht oder nur in unzureichendem Maße bewerkstelligt werden könne. Meistens empfehle es sich, den Streckvorgang zumindest 10°C unterhalb der Schmelztemperatur durchzuführen, wobei die intermolekulare Wärmeentwicklung infolge der auf die Filamente wirkenden Streckungsenergie einzukalkulieren sei. Es müsse verhindert werden, daß bei der Streckung die Temperatur im Filament sich der Schmelztemperatur zu stark nähere oder sogar über diese Temperatur hinaus ansteige.

In der Beschreibung wird sodann auf das Problem hingewiesen, daß die Festigkeit der gestreckten Filamente in vielen Fällen weit hinter den theoretisch zu erwartenden Werten zurückbleibe, und es werden Versuche und Verfahren zur Herstellung von Filamenten beschrieben, um die Zugfestigkeit

und den Modul den theoretisch ermittelten Werten besser anzupassen, die jedoch sämtlich nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt hätten. Unter anderem wird auf die niederländische Offenlegungsschrift 76 05 370 hingewiesen. Mit dem dort beschriebenen Verfahren könnten zwar Polyethylenfilamente mit ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften, insbesondere mit hohem Modul und hoher Zugfestigkeit hergestellt werden, die Produktionsgeschwindigkeit liege aber unter 1 m/min, so daß eine wirtschaftlich vertretbare Produktion mit diesem Verfahren nicht zu verwirklichen sei.

Davon ausgehend soll die Lehre des Streitpatents das Problem lösen, ein wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung von Filamenten mit hohem Modul und großer Zugfestigkeit aus einem linearen Polymerisat, insbesondere aus Polyethylen, anzugeben. Gelöst werden soll dieses Problem nach dem von der Beklagten verteidigten Patentanspruch 1 durch folgendes Verfahren:

Verfahren zur Herstellung von Filamenten mit hohem Modul und hoher Zugfestigkeit mit folgenden Verfahrensschritten:

1.0 Verspinnen einer Lösung

1.1 eines hochmolekularen linearen Polyethylens

1.2 mit einem gewichtsmittleren Molgewicht

$M_w \geq 6 \times 10^5$,

1.3 die zwischen 1 und 30 Gew.-% Polyethylen enthält,

1.4 durch eine Spinnöse mit einer unter Berücksichtigung der Polymerisatkonzentration und der erstrebten Dehnverhältnisse ausreichend groß bemessenen Spinnöse $\geq 0,5$ mm;

2.0 Abkühlen der aus der Spinnöse austretenden Filamente

2.1 ohne merkliche Verdampfung des Lösungsmittels und

2.2 unter Bildung eines gelförmigen Filaments;

3.0 Strecken der Filamente

3.1 mit einem Streckungsverhältnis von zumindest $(12 \times 10^6 / M_w) + 1$

3.2 bei einer solchen unterhalb der Schmelztemperatur des Polyethylens liegenden Strecktemperatur, daß der Modul der Filamente beim gewählten Streckungsverhältnis zumindest 20 GPa beträgt,

3.3 mit Ausnahme der Verstreckung von solchen Filamenten, die zu Beginn der Verstreckung des gelförmigen Filaments eine Lösungsmittelmenge von 25 Gew.-% oder mehr, bezogen auf das Polyethylen, enthalten.

Dem Hauptantrag folgen die auf diesen zurückbezogenen Unteransprüche 2 bis 7, die im Tatbestand wiedergegeben sind.

II. 1. Zum Verständnis des Streitpatents ist auf der Grundlage der Diskussion des Streitstoffs mit den Parteien in der mündlichen Verhandlung und der Erläuterungen und Erklärungen des gerichtlichen Sachverständigen vorab folgendes auszuführen:

Die Beklagte macht geltend, ein wesentliches Merkmal der Lehre des Streitpatents sei, daß die Verdampfung des Lösungsmittels vor dem Dehnen nicht gefördert werde. Das besage nicht nur, daß die Verdampfung des Lösungsmittels vor dem eigentlichen Verstrecken des Filaments nicht gefördert werden solle, sondern auch, daß bei der Dehnung des Spinnstrahls nach dem Austritt aus der Spinn Düse kein Lösungsmittel aus dem Spinnstrahl entfernt werden solle. Bereits durch das Abziehen des Fadens beim Verspinnen gehe Lösungsmittel im Filament verloren. Schon dies stelle eine besondere Förderung der Verdampfung des Lösungsmittels dar, die nach der Lehre des Streitpatents vermieden werden solle.

Dem kann nicht zugestimmt werden. Richtig ist, daß nach der Lehre des Streitpatents eine Förderung der Verdampfung des Lösungsmittels nicht nur unmittelbar vor der Verfahrensstufe des eigentlichen Verstreckens des Filaments unterbleiben soll. Eine Förderung der Verdampfung des Lösungsmittels soll schon während der Abkühlphase (- die nach dem Austritt des Spinnstrahls aus der Spinn Düse einsetzt -) unterbleiben und damit auch bereits in der Verfahrensstufe des Abziehens

des Fadens aus der Spinnöffnung, welches bereits eine - gemessen an der eigentlichen Verstreckung des Filaments geringfügige - Dehnung des Spinnstrahls bewirkt. Der Beklagten kann auch eingeräumt werden, daß schon bei dieser geringfügigen Fadendehnung beim Abziehen des Spinnstrahls aus der Düse zwangsläufig Lösungsmittel aus dem Filament austritt (vgl. US-Patentschrift 3 048 465, Übers. S. 7, 8 oben). Das ist jedoch keine "Förderung" der Verdampfung des Lösungsmittels, die nach der Lehre des Streitpatents unterbleiben soll (Merkmal 2.1). Ausgeschlossen werden sollen nach der Lehre des Streitpatents nur Maßnahmen, die gezielt eingesetzt werden, um Lösungsmittel zu verdampfen. Nicht gemeint sind Maßnahmen wie das Abziehen des Fadens aus der Spinnöffnung, die zwangsläufig zur Verminderung des Lösungsmittels im Filament führen. Die zwangsläufig eintretende geringfügige Verringerung des Lösungsmittels im Filament durch das Abziehen des Spinnstrahls ist keine aktive Förderung der Verdampfung des Lösungsmittels.

Deshalb ist es auch unerheblich, ob man, wie Zwick vorgeschlagen hat (vgl. Moshe M. Zwick, Applied Polymer Symposia Nr. 6 (1967) S. 112 ff.), gleich nach dem Austritt des Spinnstrahls aus der Spinnöffnung, d.h. im oberen Teil des Spinnschachts, den Faden mit dem Lösungsmittel darauf aufwickelt und dehnt (verzieht), wodurch gleich nach dem Austritt des Spinnstrahls zwangsläufig Lösungsmittel entfernt wird. Das Streitpatent läßt auch diese Verfahrensvariante offen.

2. Das im Streitpatent unter Schutz gestellte Verfahren ist nicht patentfähig. Dabei kann offenbleiben, ob der Lehre gegenüber dem prioritätsälteren, jedoch nachveröffentlichten deutschen Patent 30 04 699 bereits die Neuheit fehlt, denn die verteidigte Lehre des Streitpatents beruht jedenfalls nicht auf erfinderischer Tätigkeit.

Das Grundlagenwissen des maßgeblichen Durchschnittsfachmanns ist durch die vom gerichtlichen Sachverständigen vorgelegte Standardliteratur vor dem Prioritätszeitpunkt des Streitpatents belegt, die der Gerichtsgutachter im schriftlichen Gutachten und vertieft in der mündlichen Verhandlung erläutert hat.

Der allgemeine Kenntnisstand und das Basiswissen des Fachmanns ist beispielsweise in der 1976 erschienenen 4. Aufl. von Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie (Bd. 11 S. 249 ff.) beschrieben, wo die am Prioritätstag üblichen Verfahren zur Herstellung synthetischer Fasern erläutert sind. Zum Grundwissen des Fachmanns gehörte, daß synthetische Fasern in Form dünner endloser Fäden durch physikalische und chemische Umwandlung von (bevorzugt linearen) Polymeren mit hohem Molekulargewicht entstehen. Dazu wird das Polymere, im Streitpatent ein bestimmtes Polyethylen, in eine fließfähige Form gebracht und in diesem Zustand durch engporige Öffnungen (Düsen) in ein verfestigendes Medium ausgepreßt. Je nach den Eigenschaften des Polymeren kann der zum Spinnen notwendige Fließzustand durch Aufschmelzen oder durch Lösen erzielt werden. Manche Polymere können mit beiden Verfahren verarbeitet werden, in der Regel sind sie aber nur entweder dem einen oder dem anderen zugänglich. Die Ver-

festigung des Spinnfadens wird beim sogenannten Schmelzspinnen durch Abkühlung erreicht. Beim sogenannten Lösungsspinnen, um das es vorliegend geht, wird die Verfestigung des Spinnfadens durch Verdampfen des Lösungsmittels (sogenanntes Trockenspinnen) oder durch Koagulation mit Hilfe von Fällbädern bzw. durch chemische Reaktion (sogenanntes Naßspinnen) in der Abkühlphase nach dem Austritt des Spinnstrahls aus der Spinndüse erreicht. Im Prioritätszeitpunkt bekannt war auch eine als "Trocken-Naßspinnverfahren" bezeichnete Kombination, bei der die Spinndüse nicht unmittelbar in das Koagulations- oder Fällbad eintaucht, sondern der Spinnstrahl zunächst durch eine Luft- oder Gasschicht geleitet wird.

Für das Lösungsspinnen muß das Polymere in einem geeigneten und bei industrieller Produktion in einem wirtschaftlich vertretbaren Lösungsmittel gelöst sein. Weitere, dem Fachmann geläufige Parameter für das Verspinnen sind vor allem das Molekulargewicht des Polymeren, die Viskosität und die Temperatur der Spinnlösung. Der Fachmann wußte, daß diese Parameter für das jeweilige Polymere aufeinander abgestimmt und optimiert werden müssen. Nach dem Spinnen erreicht der Faden erst durch Verstrecken (Dehnung), d.h. durch eine Ausrichtung der Kettenmoleküle, die notwendige Festigkeit und wird so zu einem brauchbaren Faserstoff. Der grundsätzliche Ablauf der skizzierten Lösungsspinnverfahren zur Herstellung von Synthesefasern mit den geschilderten klassischen Prozeßschritten (Herstellung der Lösung, Verspinnen der Lösung und Verstrecken des Spinnsgutes) gehörte im Zeitpunkt der Priorität des Streitpatents in zahlreichen, auf das jeweilige Ausgangspolymere abgestimmten Varianten zum Basiswissen des Durchschnittsfachmanns.

Aus der US-Patentschrift 3 048 465 war dem Fachmann ein (technisches) Verfahren zur Herstellung von Polyolefinfilamenten, insbesondere von hochfesten Polyethylenfilamenten mit folgendem Verfahrensablauf bekannt. Eine Lösung eines Polyethylens wird zu einem Filament versponnen, das Filament wird abgekühlt und verfestigt, sodann wird das Lösungsmittel extrahiert und schließlich das Filament in einem bestimmten Temperaturbereich gedehnt bzw. verstreckt, wobei sich dem zuletzt genannten Verfahrensschritt gegebenenfalls ein weiteres Extrahieren des Lösungsmittels und ein nochmaliges Verstrecken des Filaments anschließen kann. Schon aus dieser Schrift allein konnte der Fachmann die wesentlichen Hinweise zur Entwicklung des patentgemäßen Herstellungsverfahrens entnehmen. Denn die US-Patentschrift 3 048 465 beschreibt ein Lösungsspinnverfahren (Naßspinnverfahren) zur Herstellung von Polyethylenfilamenten hoher Festigkeiten, das bis auf noch darzustellende konkrete Bemessungsangaben im Grundsatz alle Verfahrensschritte des verteidigten Patentanspruchs 1 des Streitpatents enthält. In dieser Bewertung stimmt der Senat nicht nur mit dem Bundespatentgericht und dem gerichtlichen Sachverständigen überein, sondern auch mit dem von der Beklagten vorgelegten Gutachten Comte/Suter, das für das Handelsgericht des Kantons Bern in einem Parallelverfahren erstattet worden ist.

Die Verfahrensschritte des Verspinnens der Polyethylenlösung zu einem Filament (Merkmalsgruppe 1.0) und das anschließende Abkühlen des Filaments (Merkmalsgruppe 2.0) erfolgen nach der Lehre des US-Patents in gleicher Weise wie beim Streitpatent. Es handelt sich um ein Lösungsspinnverfahren (Trocken-Naßspinnmethode), bei dem eine Lösung eines

hochmolekularen Polyethylens bei einer Spinn-temperatur oberhalb der Lösungstemperatur des Polyethylens im Lösungsmittel durch eine Spinnöffnung zu einem Filament versponnen wird. Dieses Filament wird sodann bis unter die Lösungstemperatur abgekühlt, ohne die Verdampfung des Lösungsmittels zu fördern, wobei das Filament eines Polyethylengels entsteht.

Im einzelnen: Das eingesetzte Polymere, unter anderem Polyethylen, soll ein hohes Molekulargewicht von beispielsweise 150.000 oder 500.000 haben. Die Spinnlösungskonzentration soll zwischen 10 und 18 % gewählt werden. Die Spinn-temperatur liegt oberhalb der Lösungstemperatur des Polyethylens im Lösungsmittel. Das ist allgemein üblich, denn die Spinn-temperatur muß generell so gewählt werden, daß keine Gelbildung der Lösung den Spinnvorgang stört, d.h. oberhalb der Lösungstemperatur des Polyethylens in dem eingesetzten Lösungsmittel. Das Verspinnen erfolgt, wie ebenfalls allgemein üblich, durch eine Düse, wobei ein Filament (Faden) entsteht. Das Abkühlen des versponnenen Filaments geschieht, indem dieses über einen Luftraum in ein Kühlbad eingeführt und dort bis unter die Lösungstemperatur abgekühlt wird. Wie bei jedem Lösungsspinnprozeß erfolgt die Verfestigung durch Abkühlung des Fadens über die Gelphase. Da die Kühlflüssigkeit (z.B. Wasser) sowohl gegenüber dem Polyethylen als auch gegenüber dessen Lösungsmittel inert und mit diesen im wesentlichen nicht mischbar ist, bleibt das Lösungsmittel im wesentlichen vollständig im Filament erhalten.

In der Beschreibung der US-Patentschrift 3 048 465 (vgl. Übers. S. 3 Z. 31 f.) ist hervorgehoben, daß der abgekühlte und verfestigte Faden leicht verarbeitet werden kann, obwohl

aus ihm im wesentlichen kein Lösungsmittel extrahiert wurde und daß der Faden sogar etwas ausgezogen oder verstreckt werden kann, wenn dies gewünscht werde. Anders als nach der Lehre des Streitpatents wird beim Verfahren nach der US-Patentschrift 3 048 465 das Lösungsmittel vor der Erwärmung und der eigentlichen Verstreckung aus dem Filament (teilweise) extrahiert. Bei dem bekannten Verfahren erfolgt sodann in Übereinstimmung mit der Lehre des Streitpatents ein Verstrecken gemäß der Merkmalsgruppe 3.0, wobei derselbe Temperaturbereich wie nach der Lehre des Streitpatents (Merkmal 3.2) eingehalten wird. Für den Fachmann ist es selbstverständlich, daß der obere Temperaturbereich der Verstreckung nicht höher als der Schmelzpunkt des Polymeren liegen soll und daß unterhalb der Quelltemperatur ein Gelfilament kaum zu handhaben ist. Dem entspricht es, daß in der US-Patentschrift 3 048 465 alle angegebenen Strecktemperaturen oberhalb des Quellpunkts von Polyethylen liegen; die Obergrenze (der Schmelzpunkt) ist sogar ausdrücklich angegeben (vgl. Übers. S. 7 Z. 20 f.).

Betrachtet man die einzelnen Verfahrensschritte (unter Vernachlässigung der noch zu erörternden Bemessungsangaben), besteht der einzige verfahrensmäßige Unterschied zur Lehre des Streitpatents darin, daß bei dem Verfahren nach der US-Patentschrift 3 048 465 ein besonderer Verfahrensschritt zur Extraktion des Lösungsmittels vor der eigentlichen Verstreckung vorgesehen ist.

Der Unterschied zur Lehre des Streitpatents besteht nur darin, daß dort die Verfahrensschritte der Entfernung des Lösungsmittels und des Verstreckens des Filaments zusammen-

gelegt sind. Diese Abwandlung war naheliegend. Der Fachmann wurde dazu bereits durch die Ausführungen in der Patentbeschreibung der US-Patentschrift 3 048 465 angeregt. Dort ist mitgeteilt, daß dem Verfahrensschritt der Extraktion des Lösungsmittels besondere Aufmerksamkeit zu widmen sei, weil die Extraktion in einem einzigen Extraktionsbad die Realisierung einer optimalen Produktionsgeschwindigkeit verhindere. Deshalb sei es vorteilhaft, stufenweise vorzugehen und bereits nach der ersten Teilextraktion des Lösungsmittels "die Fäden ... auf den anderthalb- bis dreifachen Betrag der ursprünglichen Länge der Spinnfäden" zu verstrecken (US-Patentschrift 3 048 465, Übers. S. 7 Z. 11-13) und den beschriebenen Vorgang sodann in einer weiteren Extraktionsstufe zu wiederholen und die Spinnfäden "dann nochmals ... um zwei- bis sechsmal die Fadenlänge" zu verstrecken (vgl. dazu Fig. 2 d. US-Patentschrift 3 048 465, Übers. S. 7 Z. 18-24).

Dem Fachmann wird ferner mitgeteilt, daß der Lösungsmittelgehalt bei der ersten Extraktion und damit vor der ersten Verstreckung des Filaments bis auf den dreifachen Betrag der ursprünglichen Länge "von etwa 80 % oder höher bis auf höchstens 70 %, und üblicherweise bis auf ungefähr 50 % verringert" wird (US-Patentschrift 3 048 465, Übers. S. 8 Z. 6-10). Schon durch die US-Patentschrift 3 048 465 ist mithin belegt, daß für den Fachmann ein Vorurteil gegen die Verstreckung eines lösungsmittelhaltigen Fadens nicht bestand. Darüber hinaus wußte der Fachmann - wie der gerichtliche Sachverständige ausgeführt hat -, daß den Makromolekülen für die Verstreckung des Filaments eine erhöhte Beweglichkeit gegeben werden muß und daß nicht nur die Erwärmung des Filaments diese Beweglichkeit fördert, sondern im Fila-

ment zum Zeitpunkt der Verstreckung noch vorhandene Anteile des Lösungsmittels als "innere Weichmacher" die Beweglichkeit der Makromoleküle erhöhen und begünstigen (vgl. Ullmanns Encyklopädie der Technischen Chemie, aaO, S. 263 r. Sp. u. S. 275 r. Sp.). Schließlich erfuhr der Fachmann aus der US-Patentschrift 3 048 465, daß die Extraktion des Lösungsmittels in einem einzigen Extraktionsbad der Realisierung einer optimalen Produktionsgeschwindigkeit deshalb entgegensteht, weil "das Lösungsmittel zunächst in Oberflächennähe des Fadens extrahiert wird und die zur Entfernung des Lösungsmittels erforderliche Zeit unverhältnismäßig zunimmt, da die Entfernung des Lösungsmittels in der Nähe des zentralen Teils oder der Achse des Fadens schwieriger wird" (vgl. US-Patentschrift 3 048 465, Übers. S. 7 Z. 31-36). In diesem Zusammenhang wird weiter ausgeführt, daß das Lösungsmittel infolge der Durchmesser verringering während der Verstreckung "ausgeschwitzt oder zur Oberfläche des Fadens hin verteilt" werde (vgl. Übers. S. 8 Z. 3-6). Der Fachmann wurde mithin darauf hingewiesen, daß die Entfernung des Lösungsmittels durch die Verstreckung des Filaments erleichtert und begünstigt wird.

Zusammengefaßt ergibt sich damit folgendes Bild: Durch die US-Patentschrift 3 048 465 wurde der Fachmann angeleitet, mit der Verstreckung schon vor der (vollständigen) Extraktion des Lösungsmittels im Filament zu beginnen. Aus seinem allgemeinen Fachwissen war ihm bekannt, daß im Zeitpunkt der Verstreckung im Filament noch vorhandene Lösungsmittelanteile die Verstreckung von Makromolekülen als "innere Weichmacher" begünstigen. Dem entspricht es, daß bei dem Verfahren nach der US-Patentschrift 3 048 465 in der ersten

Stufe ein Faden mit erheblichem Lösungsmittelanteil verstreckt wird. Schließlich erfuhr der Fachmann aus der US-Patentschrift 3 048 465, daß der Extrahiervorgang die Produktionsgeschwindigkeit nachteilig beeinflußt und daß beim Dehnen (Verstrecken) des Filaments Lösungsmittel aus dem Faden austritt und folglich leicht abgeführt werden kann.

Nimmt man diese Hinweise zusammen, so mußte sich dem stets um eine Verfahrensvereinfachung bemühten Fachmann der Gedanke aufdrängen, auf die bei dem Verfahren nach der US-Patentschrift 3 048 465 vorgesehene Teilextraktion des Lösungsmittels vor der Verstreckung zu verzichten und die in jedem Fall - sowohl aus Wirtschaftlichkeitsgründen als auch aus Gründen des Umweltschutzes - erforderliche Rückgewinnung des Lösungsmittels beim Verstrecken des Filaments durchzuführen, also die beiden bisher getrennt durchgeführten Verfahrensschritte zusammenzufassen. Der Senat tritt insoweit der weitgehend druckschriftlich belegten, widerspruchsfreien und überzeugenden Deduktion des gerichtlichen Sachverständigen bei. Das mit fachkundigen Richtern besetzte Bundespatentgericht hat dieselbe Auffassung vertreten.

Es war naheliegend, das (auch) für die Herstellung von Polyethylenfilamenten aus Polyethylen mit einem relativ niedrigen Molekulargewicht von 150.000 bis 500.000 vorgesehene Verfahren nach der US-Patentschrift 3 048 465 für die Herstellung von Polyethylenfilamenten aus "hochmolekularem" Polyethylen mit einem mittleren Molekulargewicht von $M_w \cdot 6 \times 10^5$ zu nutzen. Aus der gegenüber dem Streitpatent etwa zwei Jahre älteren US-Patentschrift 4 137 394 erfuhr der Fachmann, daß aus "hochmolekularem" Polyethylen mit einem

den Angaben des Streitpatents etwa entsprechenden Molekulargewicht von $M_w \approx 1,5 \times 10^6$ in einer Couette-Apparatur Filamente mit Zugfestigkeiten über 1,32 GPa und Modulwerten über 23,9 GPa hergestellt werden können. Gemäß Beispiel 5 der US-Patentschrift 4 137 394 wurden Polyethylenfilamente mit einer Zugfestigkeit von 295 kg/mm^2 und einem Modul von 10.200 kg/mm^2 erreicht. Das dort beschriebene Couette-Verfahren ist für eine großtechnische Produktion ungeeignet, wie der gerichtliche Sachverständige dargelegt hat. Da erst ab Mitte der 70er Jahre ein Marktbedarf für Hochleistungsfilamente entstand und der Fachwelt auch erst um diese Zeit die Grundlagen und Erkenntnisse für die Herstellung von Hochleistungsfilamenten aus hochmolekularem Polyethylen mit einem mittleren Molekulargewicht im Bereich von 10^6 zugänglich wurden, lag es für den Fachmann nahe, zu erproben, ob mit dem aus der US-Patentschrift 3 048 465 bekannten technischen Verfahren zur Herstellung von (textilen) Polyethylenfasern aus "hochmolekularem" Polyethylen Hochleistungsfilamente mit den in der US-Patentschrift 4 137 394 beschriebenen Zugfestigkeiten und Modulwerten hergestellt werden können.

Bei dieser Sachlage stellt sich nur noch die Frage, ob in der Auffindung der in den verteidigten Ansprüchen des Streitpatents enthaltenen Bemessungsregeln eine erfinderische Leistung gesehen werden kann. Das ist jedoch nicht der Fall; auch insoweit folgt der Senat den überzeugend begründeten Ausführungen des gerichtlichen Sachverständigen und der Auffassung des mit fachkundigen Richtern besetzten Bundespatentgerichts.

Es war zunächst naheliegend, als Ausgangsstoff für das Verfahren nach der US-Patentschrift 3 048 465 "hochmolekulares" Polyethylen mit einem gewichtsmittleren Molekulargewicht von $M_w \geq 6 \times 10^5$ (Merkmale 1.1 und 1.2) einzusetzen. In der US-Patentschrift 4 137 394 ist ein Verfahren zur Herstellung von Filamenten aus "hochmolekularem" Polyethylen beschrieben und auf die außergewöhnlich gute Reißfestigkeit dieser Hochleistungsfilamente hingewiesen. Da das dort beschriebene sogenannte Couette-Verfahren für eine großtechnische Herstellung von Polyethylen-Hochleistungsfilamenten ungeeignet ist, drängte sich ein Rückgriff auf das bekannte Verfahren nach der US-Patentschrift 3 048 456 auf.

Aus der US-Patentschrift 3 048 456 wurde der Fachmann belehrt, mit Spinnlösungskonzentrationen zwischen 10 und 18% zu arbeiten (Merkmal 1.3). Außerdem war dem Fachmann geläufig, die Spinnlösungskonzentration im Hinblick auf das mittlere Molekulargewicht des jeweiligen Ausgangspolymeren und die sonstigen Verfahrensparameter zu optimieren. Demgemäß ist in der US-Patentschrift 4 137 394 angegeben, daß die Lösungsmittelkonzentration im allgemeinen nicht über 5 Gew.-% gewählt werden solle, weil die Viskosität mit steigender Konzentration zunehme (vgl. Übers. S. 6 unten, 7 oben).

Das Verspinnen über eine Spinndüse war Stand der Technik, die Bemessung des Lochdurchmessers $\geq 0,5$ mm (vgl. Merkmal 1.4) ist lediglich ein Problem der Optimierung. Einflußgrößen bei der Optimierung sind unter anderem die Polymerisationskonzentration und die erstrebten Dehnverhältnisse. Auf die von der Beklagten in der mündlichen Verhandlung vorgebrachten theoretischen Erwägungen für die Wahl des Loch-

durchmessers kommt es für die Optimierung nicht an. Der Fachmann wird - wie der gerichtliche Sachverständige ausgeführt hat - nicht aufgrund theoretischer Überlegungen, sondern durch praktische Versuche im Einzelfall feststellen, welcher Lochdurchmesser unter Berücksichtigung des mittleren Molekulargewichts des Ausgangspolymeren, der Polymerisationskonzentration der Spinnlösung, der Spinn temperatur, der Viskosität der Spinnlösung, der erstrebten Dehnverhältnisse des Filaments usw. jeweils am vorteilhaftesten ist. Dies gehört - wie der gerichtliche Sachverständige dargelegt hat - zur Routinearbeit des Fachmanns; erfinderischer Überlegungen bedarf es dazu nicht.

Daß es naheliegend war, auf einen gezielten Entzug des Lösungsmittels zu verzichten und ein lösungsmittelhaltiges Filament zu verstrecken, ist bereits dargelegt worden. Wie der gerichtliche Sachverständige ausgeführt hat, erfolgt beim Lösungsspinnen die Verfestigung des Spinnstrahls zu einem Filament durch Abkühlen bei steigender Viskosität der Lösung stets über die Gelphase (Merkmal 2.2; vgl. auch Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie aaO S. 261 r. Sp., 263).

Das Strecken der Filamente zur Erzeugung hoher Festigkeiten war Stand der Technik. Dem Fachmann war der Zusammenhang zwischen dem mittleren Molekulargewicht von Polyethylen, der Verstreckbarkeit und der Festigkeit (Zugfestigkeit und Elastizitätsmodul) der daraus ersponnenen Filamente bekannt. Er wußte insbesondere, daß Reißfestigkeit und Modul mit zunehmender Verstreckung des Filaments ansteigen. Deshalb war es für den Fachmann selbstverständlich, das Fila-

ment so weit wie möglich zu verstrecken. Die in Merkmal 3.1 enthaltene Formel ist als solche dem Patentschutz nicht zugänglich, Gegenstand des Patentschutzes können nur die durch die Formel beschriebenen und erzielten Werte des Streckungsverhältnisses sein. Diese waren durch Routineversuche zu ermitteln, wie der gerichtliche Sachverständige ausgeführt hat.

Es gehörte zum Basiswissen des Fachmanns, daß die Verstreckung des Polymeren im allgemeinen nur oberhalb der Glasstemperatur ausgeführt werden kann, da die Makromolekülketten in diesem Zustand die notwendige Beweglichkeit besitzen. Zum Basiswissen des Fachmanns gehörte ferner, daß während des Verstreckungsprozesses durch die Streckarbeit intramolekulare Wärme im Filament auftritt, die an der Streckstelle zu einer Annäherung oder zum Überschreiten der Schmelztemperatur führen kann (vgl. Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie aaO S. 275 r. Sp.). Wegen der durch Wärme erhöhten Beweglichkeit der Makromolekülketten wird der Fachmann bemüht sein, die Verstreckungstemperatur einerseits zuverlässig unterhalb der Schmelztemperatur zu halten, andererseits aber möglichst nahe an diese heranzukommen. Zur Ermittlung der optimalen Strecktemperatur, bei der das Streckgut einen Modul von wenigstens 20 GPa erreicht (Merkmal 3.2) mußte der Fachmann - wie der gerichtliche Sachverständige ausgeführt hat - lediglich übliche Streckversuchsreihen durchführen, die für einen Faserspezialisten Tagesroutine und keine erfinderische Tätigkeit sind.

Das Merkmal 3.3, wonach bestimmte Filamente vom Patentschutz ausgenommen werden sollen, ändert an der vorstehenden Beurteilung nichts, wobei die Zulässigkeit dieser Anspruchsfassung unterstellt werden kann.

Ein eigenständiger erfinderischer Gehalt der Unteransprüche 2 bis 7 wird von der Beklagten nicht geltend gemacht. Auch der gerichtliche Sachverständige vermochte darin nichts zu erblicken, was auf eine erfinderische Tätigkeit hindeuten könnte. Bei der großtechnischen Produktion von Spinnfasern wurden und werden Filamente sowohl in lösungsmittelhaltigem Zustand verstreckt (Unteranspruch 2) als auch nach dem Auswaschen des Lösungsmittels (Unteranspruch 3). Die Unteransprüche 4 und 5 geben etwas höhergesetzte Werte für das Mindeststreckverhältnis des Spinnngutes an als der Hauptanspruch. Das beruht ebensowenig auf erfinderischer Tätigkeit wie die Angabe des Mindeststreckverhältnisses in Merkmal 3.1 des Hauptanspruchs. Die Unteransprüche 6 und 7 enthalten lediglich die üblichen Grenzwerte für die Streckgeschwindigkeit (Unteranspruch 6) und die Strecktemperatur (Unteranspruch 7).

III. Die Kostenentscheidung beruht auf § 97 Abs. 1 ZPO,
§ 110 Abs. 3 PatG.

Rogge

Jestaedt

Maltzahn

Broß

Greiner