

BUNDESGERICHTSHOF

IM NAMEN DES VOLKES

URTEIL

X ZR 34/91

Verkündet am:
7. November 1995
Welte
Justizhauptsekretärin
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] [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] (Japan),
gesetzlich vertreten durch ihren Präsidenten
Shogo T [REDACTED], ebenda,

Klägerin und Berufungsbeklagte,

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

55

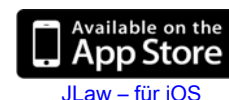
- 3 -

Tatbestand:

Die Beklagte ist eingetragene Inhaberin des deutschen Patents 30 04 699 (Streitpatent), das am 8. Februar 1980 unter Inanspruchnahme einer Unionspriorität vom 8. Februar 1979 angemeldet worden ist. Das Streitpatent betrifft ein "Verfahren zur Herstellung von Polyolefinfilamenten mit großer Zugfestigkeit und großem Modul".

Das Streitpatent hat zwei Patentansprüche, die folgenden Wortlaut haben:

- "1. Verfahren zum Herstellen von Polyolefinfilamenten mit großer Zugfestigkeit und großem Modul, dadurch gekennzeichnet, daß man eine 1- bis 30-gew.-%ige Lösung eines Polyolefins durch eine Spinnöffnung zu einem Filament verspinnt bei einer Temperatur oberhalb der Lösungstemperatur des Polyolefins im Lösungsmittel, dieses Filament bis unter die Lösungstemperatur abkühlt, ohne die Verdampfung des Lösungsmittels zu fördern, das dabei entstehende Filament eines Polyolefingels auf eine Temperatur zwischen dem Quellpunkt des Polyolefins im Lösungsmittel und dem Schmelzpunkt des Polyolefins bringt und in diesem Temperaturbereich mindestens um das Zehnfache dehnt unter mindestens teilweiser Entfernung des Lösungsmittels, wobei das zu dehnende Filament mindestens 25 Gew.-% Lösungsmittel, berechnet auf das Polyolefin, enthält.



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 man ein Filament dehnt, das mindestens die
gleiche Gewichtsmenge an Lösungsmittel, berechnet
auf das Polyolefin enthält."

Die Klägerin hat gegen das Streitpatent Nichtigkeitsklage erhoben, die Beklagte hat das Streitpatent nur eingeschränkt verteidigt. Die Klägerin hat geltend gemacht, der Gegenstand des Streitpatents sei weder in der erteilten noch in der verteidigten Fassung patentfähig. Die Lehre sei gegenüber dem Stand der Technik nicht mehr neu, jedenfalls beruhe sie nicht auf erfinderischer Tätigkeit.

Das Bundespatentgericht hat das Streitpatent in vollem Umfang für nichtig erklärt. Dagegen wendet sich die Beklagte mit der Berufung.

Die Beklagte beantragt, das angefochtene Urteil abzuändern und unter Abweisung der weitergehenden Nichtigkeitsklage das Streitpatent mit folgenden Patentansprüchen 1 und 2 aufrechtzuerhalten:

- "1. Verfahren zum Herstellen von Polyethylenfilamenten mit einer Zugfestigkeit von mindestens 1,32 GPa und einem Modul von mindestens 23,9 GPa,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß man eine 1- bis 5-gew.-%ige Lösung eines hochmolekularen Polyethylens durch eine Spinnöffnung zu einem Filament verspinnt bei einer Temperatur oberhalb der Lösungstemperatur des Polyethylens im Lö-

sungsmittel, dieses Filament bis unter die Lösungstemperatur abkühlt, ohne die Verdampfung des Lösungsmittels zu fördern, das dabei entstehende Filament eines Polyethylengels auf eine Temperatur zwischen dem Quellpunkt des Polyethylens im Lösungsmittel- und dem Schmelzpunkt des Polyethylens bringt und in diesem Temperaturbereich mindestens um das Zehnfache dehnt unter mindestens teilweiser Entfernung des Lösungsmittels, wobei das zu dehnende Filament 25 Gew.-% Lösungsmittel, berechnet auf das Polyethylen, enthält.

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 man ein Filament dehnt, das mindestens die gleiche Gewichtsmenge an Lösungsmittel berechnet auf das Polyethylen enthält."

Hilfsweise verteidigt die Beklagte Patentanspruch 1 in der Fassung, daß zu Beginn des kennzeichnenden Teils im Anschluß an die Worte "hochmolekularen Polyethylens" eingefügt wird: "mit einem $M_w \geq 600.000$."

Außerst hilfsweise verteidigt die Beklagte Patentanspruch 1 in der Fassung, daß die Einfügung wie folgt lautet: "mit einem M_w in der Größenordnung von $1,5 \times 10^6$."

Die Klägerin beantragt,

die Berufung zurückzuweisen.

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

Entscheidungsgründe:

Die Berufung der Beklagten hat keinen Erfolg. Auch die verteidigte Fassung der Patentansprüche erweist sich als nicht patentfähig, weil die darin enthaltene Lehre vom Durchschnittsfachmann des Prioritätstages ohne erfinderische Tätigkeit aufgefunden werden konnte. Als Durchschnittsfachmann ist dabei ein wissenschaftlich ausgebildeter, mit den chemischen und physikalischen Eigenschaften von polymeren Fasern vertrauter Chemiker mit mehrjähriger einschlägiger Berufserfahrung anzusehen, der über verfahrenstechnische Kenntnisse verfügt oder der sich der Mithilfe eines Verfahrens- oder Textilingenieurs bedient, dessen Fachwissen seinem Kenntnisstand deshalb zuzurechnen ist. Dieser Durchschnittsfachmann konnte die von der Beklagten im Berufungsrechtszug eingeschränkt verteidigte Lehre des Streitpatents aus dem Stand der Technik des Prioritätstages und seinem allgemeinen Fachwissen ohne weiteres auffinden.

I. Der Gegenstand des Streitpatents betrifft - soweit das Patent von der Beklagten verteidigt wird - ein Verfahren zur Herstellung von Polyethylenfilamenten mit einer Zugfestigkeit von mindestens 1,32 GPa und einem Modul von mindestens 23,9 GPa.

In der Streitpatentschrift ist zum allgemein üblichen Verfahrensgang bei der Herstellung von Filamenten angegeben, daß das (bevorzugt lineare) Polymerisat in eine Flüssigform (Schmelze, Lösung) gebracht und sodann versponnen werde. Die im gebildeten Filament willkürlich orientierten Molekülketten müßten sodann in Längsrichtung des Filaments durch Dehnen gerichtet werden. Dadurch würden die kettenförmigen Makromoleküle in Längsrichtung orientiert, wobei die Festigkeit der Filamente zunehme. Aus der US-Patentschrift 4 137 394 sei bereits ein Verfahren zur Herstellung von Polyethylenfilamenten bekannt, mit dem hohe Zugfestigkeiten und Modulwerte erreicht werden könnten. Das Verfahren nach der US-Patentschrift 4 137 394 habe (bedingt durch das langsame Kristallwachstum) den Nachteil einer sehr niedrigen Produktionsgeschwindigkeit, so daß es nicht wirtschaftlich eingesetzt werden könne.

Nach der Beschreibung soll die Lehre des Streitpatents das Problem lösen, das aus der US-Patentschrift 4 137 394 bekannte Verfahren zur Herstellung der eingangs genannten Filamente mit wirtschaftlicher Produktionsgeschwindigkeit durchzuführen.

Zur Lösung dieses Problems ist gemäß Patentanspruch 1 in der in erster Linie verteidigten Fassung folgendes Verfahren vorgesehen:

Verfahren zum Herstellen von Polyethylenfilamenten

mit einer Zugfestigkeit von mindestens 1,32 GPa und einem Modul von mindestens 23,9 GPa gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte

1.0 Verspinnen

- 1.1 einer 1- bis 5-gew.-%igen Lösung eines hochmolekularen Polyethylens
- 1.2 bei einer Spinntemperatur oberhalb der Lösungstemperatur des Polyethylens im Lösungsmittel
- 1.3 durch eine Spinnöffnung, wobei die Spinndüse einen unter Berücksichtigung der Polymerisatkonzentration und der erstrebten Dehnverhältnisse ausreichend groß bemessenen Lochdurchmesser $\geq 0,5$ mm aufweist,
- 1.4 zu einem Filament.

2.0 Abkühlen

- 2.1 dieses Filaments
- 2.2 bis unter die Lösungstemperatur,
- 2.3 ohne die Verdampfung des Lösungsmittels zu fördern,
- 2.4 wobei das Filament eines Polyethylengels entsteht.

3.0 Erwärmen

3.1 dieses Filaments eines Polyethylengels

3.2 auf eine Temperatur zwischen dem Quellpunkt des Polyethylens im Lösungsmittel und dem Schmelzpunkt des Polyethylens.

4.0 (und zugleich) Dehnen bzw. Strecken

4.1 des Filaments, das mindestens 25 Gew.-% Lösungsmittel, berechnet auf das Polyethylen, enthält,

4.2 in dem unter 3.2 angegebenen Temperaturbereich

4.3 mindestens um das Zehnfache

4.4 unter mindestens teilweiser Entfernung des Lösungsmittels.

Nach der Beschreibung des Streitpatents (Sp. 2 Z. 18 f.) soll das Verdampfen des Lösungsmittels aus dem soeben gesponnenen Filament während der Kühlphase nicht gefördert werden (Merkmal 2.3), so daß die Menge des Lösungsmittels beim Beginn des Dehnens bzw. Streckens nicht unter einen Wert von 25 Gew.-%, bezogen auf das Polyethylen, absinkt (Merkmal 4.1). Das erfindungsgemäße Verfahren unterscheidet sich gegenüber den bisher üblichen Verfahren dadurch, daß das zu dehnende Filament zu Beginn der Dehnung noch eine beträchtliche Menge an Lösungsmittel enthalte und dieses weit-

gehend erst beim Dehnen in dem angegebenen Temperaturbereich (d.h. zwischen dem Quellpunkt des Polyethylens im Lösungsmittel und dem Schmelzpunkt des Polyethylens, vgl. Merkmale 3.2 und 4.2) entfernt werde, während üblicherweise lösungsmittelfreie Filamente gedehnt würden (vgl. Sp. 3 Z. 20-28). Erfindungsgemäß soll also vor dem Dehnen des Filaments keine besondere Förderung der Verdampfung oder Extraktion des Lösungsmittels erfolgen. Da das Wiedererwärmen (Merkmalsgruppe 3.0) des abgekühlten (Merkmalsgruppe 2.0) Filaments des Polyethylengels die Verdampfung des Lösungsmittels fördert, soll das Wiedererwärmen gleichzeitig mit dem Dehnen des Filaments (Merkmalsgruppe 4.0) erfolgen, damit die erforderliche Menge an Lösungsmittel (Merkmal 4.1) beim Beginn des Dehnungsvorgangs noch im Filament enthalten ist. Das Lösungsmittel verdampft erst beim Dehnen des Filaments, so daß am Ende der Dehnzone nur noch eine geringe Menge oder kein Lösungsmittel mehr im Filament enthalten ist (vgl. Sp. 2 Z. 59 - Sp. 3 Z. 7).

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 Spinn-

strahls nach dem Austritt aus der Spinndüse kein Lösungsmittel aus dem Spinnstrahl entfernt werden solle. Bereits durch das Abziehen des Fadens beim Verspinnen gehe jedoch 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 (Merkmalsgruppe 4.0) unterbleiben soll. Eine Förderung der Verdampfung des Lösungsmittels soll bereits während der Abkühlphase (- die bereits nach dem Austritt des Spinnstrahls aus der Spinndüse einsetzt -) unterbleiben und damit auch 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). Dieser unvermeidliche Austritt von Lösungsmittel aus dem Filament während der Dehnung ist jedoch keine "Förderung" der Verdampfung des Lösungsmittels, die nach der Lehre des Streitpatents unterbleiben soll (Merkmal 2.3). 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. Dies folgt eindeutig aus der Beschreibung des Streitpatents (Sp. 2 Z. 21 ff.). Es heißt dort, daß eine aktive Förderung der Verdampfung des Lösungsmittels unterbleiben soll, indem durch den Spinnschacht keine oder nahezu keine Luft geblasen wird. Und es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß eine geringe Verdampfung des Lösungsmittels aus dem Filament oft von selbst stattfinden werde und nicht vermieden werden könne. Dies schade "nicht im geringsten, solange man die Verdampfung nicht aktiv fördert ...". Wichtig sei nur, daß die Menge des Lösungsmittels nicht über einen bestimmten Wert hinaus verringert werde (vgl. Merkmal 4.1).

Aus den genannten Gründen 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 aufwickelt und dehnt (verzieht), wodurch gleich nach dem Austritt des Spinnstrahls zwangsläufig Lösungsmittel entfernt wird. Das Streitpatent sagt zu dieser Verfahrensvariante nichts, sondern läßt dies offen. Es stellt allein darauf ab, daß gezielte (aktive), auf den Entzug von Lösungsmittel nach dem Austritt des Spinnstrahls aus der Düse gerichtete Maßnahmen unterlassen werden.

2. Das im Streitpatent unter Schutz gestellte Verfahren ist nicht patentfähig.

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 Verfestigung 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) erreicht. Auch beim Lösungsspinnen tritt eine Verfestigung

des Spinnfadens durch Abkühlung ein. Im Prioritätszeitpunkt bekannt war auch eine als "Trocken-Naßspinnverfahren" bezeichnete Kombination, bei der die Spinnndüse 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 werden. 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 Polymer 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 Synthefasern mit den geschilderten klassischen Prozeßschritten (Herstellung der Lösung, Verspinnen der Lösung und Verstrecken des Spinnngutes) 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 ferner 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 C/S, das für das Handelsgericht des Kantons B 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 Lösungstem-

peratur abgekühlt, ohne die Verdampfung des Lösungsmittels zu fördern, wobei das Filament eines Polyethylengels entsteht.

Im einzelnen: Das eingesetzte "hochmolekulare" Polymere, unter anderem Polyethylen, soll ein hohes Molekulargewicht von beispielsweise 150.000 oder 500.000 haben. Die Spinnlösungskonzentration soll zwischen 10 und 18 % eingestellt werden. Die Spinn temperatur liegt oberhalb der Lösungstemperatur des Polyethylens im Lösungsmittel. Dies 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 allerdings aus dem Filament (teilweise) extrahiert. Bei dem bekannten Verfahren erfolgt sodann in Übereinstimmung mit der Lehre des Streitpatents ein Erwärmen und gleichzeitiges Verstrecken gemäß den Merkmalsgruppen 3.0 und 4.0, wobei derselbe Temperaturbereich wie nach der Lehre des Streitpatents (vgl. Merkmale 4.2 u. 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. Die einzige verfahrensmäßige Abwandlung der Lehre des Streitpatents besteht darin, die Verfahrensschritte der Entfernung des Lösungsmittels und des Verstreckens des Filaments zusammenzulegen. Diese verfahrensmäßige 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 (vgl. 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 u. 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" (US-Patentschrift 3 048 465, Übers. S. 7 Z. 31-36). In diesem Zusammenhang wird in der US-Patentschrift weiter ausgeführt, daß das Lösungsmittel infolge der Durchmessererringerung 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 ersten 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 vorgesehene Verfahren nach der US-Patentschrift 3 048 465 für die Herstellung von Polyethylenfilamenten aus "hochmolekularem" Polyethylen im Sinne der Lehre des Streitpatents zu nutzen. Aus der gegenüber dem Streitpatent knapp zwei Jahre älteren US-Patentschrift 4 137 394 war dem Fachmann bekannt, daß aus "hochmolekula-

rem" Polyethylen mit einem den Angaben des Streitpatents 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. Diese Zugfestigkeiten und Modulwerte liegen über den Werten, die im Streitpatent angegeben sind. Das in der US-Patentschrift 4 137 394 beschriebene sogenannte Couette-Verfahren ist für eine großtechnische Produktion ungeeignet. Da - wie der gerichtliche Sachverständige dargelegt hat - erst ab Mitte der 70er Jahre ein Marktbedarf für Hochleistungsfilamente aus Polyethylen 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 von $M_w \approx 1,5 \times 10^6$ und darüber zugänglich wurden, lag es für den Fachmann nahe, zu erproben, ob mit dem aus der US-Patentschrift 3 048 465 bekannten, zur Herstellung von (textilen) Polyethylenfasern geeigneten technischen Verfahren auch Hochleistungsfilamente aus "hochmolekularem" Polyethylen 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 Verfahrensparameter und 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 dem Bundespatentgericht.

In der US-Patentschrift 4 137 394 ist 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), obwohl auch höhere Konzentrationen verwendet werden könnten. Dies entspricht der Bemessungsregel in Merkmal 1.1 der verteidigten Fassung des Patentanspruchs 1 des Streitpatents, wobei darauf hinzuweisen ist, daß in der US-Patentschrift 4 137 394 (Übers. S. 6) als Lösungsmittel unter anderem auch das im Streitpatent als Lösungsmittel genannte Decalin angeführt ist.

Daß die Spinn-temperatur oberhalb der Lösungstemperatur des Polyethylens im Lösungsmittel liegen muß (Merkmal 1.2), ist nach den Angaben des gerichtlichen Sachverständigen eine Selbstverständlichkeit und allgemein üblich, denn die Spinn-temperatur muß so gewählt werden, daß keine Gelbildung der Lösung den Spinnvorgang stört. Soweit die Beklagte geltend gemacht hat, es sei eine Besonderheit des patentgemäßen Verfahrens, daß in der Abkühlphase das Filament eines Polyethylengels entstehe (Merkmal 2.4), hat der gerichtliche Sachverständige ausgeführt, daß beim Lösungsspinnen die Verfestigung des Spinnstrahls zu einem Filament während der Abkühlphase stets über die Gelphase erfolge.

Das Verspinnen über eine Spinndüse war Stand der Technik, die Bemessung des Lochdurchmessers ($\geq 0,5$ mm, vgl. Merkmal 1.3) ist lediglich ein Problem der Optimierung. Auf die von der Beklagten in der mündlichen Verhandlung vorgebrachten theoretischen Erwägungen für die Wahl des Lochdurchmessers kommt es nicht an. Wie der gerichtliche Sachverständige dargelegt hat, wird der Fachmann nicht aufgrund theoretischer Überlegungen, sondern durch praktische Versuche feststellen, welcher Lochdurchmesser unter Berücksichtigung der Polymerisationskonzentration der Spinnlösung, der Spinn temperatur, der Viskosität der Spinnlösung, der erstrebten Dehnverhältnisse des Filaments usw. vorteilhaft ist. Dabei liegt auf der Hand, daß die Größe des Lochdurchmessers vom angestrebten Verstreckungsverhältnis und dem angestrebten Filamentdurchmesser nach der Verstreckung abhängt.

Auch die Bemessungsregel, das Dehnen des Filaments bei einem Restgehalt des Lösungsmittels von mehr als 25 Gew.-% durchzuführen (Merkmal 4.1), war naheliegend. Bereits in der US-Patentschrift 3 048 465 ist beschrieben, die Verstreckung von Polyethylen bei einem Lösungsmittelgehalt von etwa 55 Gew.-% durchzuführen, der sich bei der Verstreckung auf 48 bis 50 Gew.-% des Fadens reduziert (Übers. S. 10). Wie der gerichtliche Sachverständige ausgeführt hat, war dem Fachmann des Prioritätstages bekannt, bei der großtechnischen Faserproduktion den Restlösungsmittelgehalt zur Verstreckung zu optimieren.

Auch in der nach Merkmal 4.3 vorgesehenen Verstreckung um mindestens das Zehnfache ist ein erfinderischer Beitrag nicht zu finden. Der Fachmann wird durch Ausprobieren (nämlich durch Streckversuche, die nach Angaben des gerichtlichen Sachverständigen für den Fachmann tägliche Routine sind) ermitteln, welches Verstreckungsverhältnis sich beim Einsatz des jeweiligen "hochmolekularen" Polyethylens erreichen läßt, bevor das Filament reißt.

Die Hilfsanträge enthalten gegenüber dem Hauptantrag lediglich nähere Angaben, welche mittleren Molekulargewichte des Polyethylens als "hochmolekular" definiert sein sollen; sie haben daher ebensowenig Bestand wie der Hauptantrag.

Der Unteranspruch 2 fällt mit dem Hauptanspruch. Ein eigenständiger erfinderischer Gehalt wird von der Beklagten insoweit auch nicht geltend gemacht.

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

Rogge

Jestaedt

Maltzahn

Broß

Greiner