



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 699 24 637 T2 2006.06.22

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 137 350 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 699 24 637.7

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/FR99/03035

(96) Europäisches Aktenzeichen: 99 958 257.0

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 00/33689

(86) PCT-Anmeldetag: 07.12.1999

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 15.06.2000

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 04.10.2001

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 06.04.2005

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 22.06.2006

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: A42B 3/06 (2006.01)

A42B 3/12 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

9815393	07.12.1998	FR
9908536	02.07.1999	FR
9912345	04.10.1999	FR

(73) Patentinhaber:

Obreja, Catalin, Vorges, FR

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE

(72) Erfinder:

Obreja, Catalin, 02860 Vorges, FR

(54) Bezeichnung: SCHUTZHELM

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft die Herstellung eines Schädel-Gehirn-Schutzhelms, der an die Anatomie des Kopfs und an die neurochirurgischen Kenntnisse angepasst ist.

**[0002]** Der Schädel umfasst zwei Segmente: das Neurocranium, das das Gehirn enthält, und das Viscerocranium, das das Skelett des Gesichts bildet. Die vorliegende Erfindung betrifft im Wesentlichen die Kalotte des das Neurocranium umgebenden Schutzhelms.

**[0003]** Schutzhelme haben:

- zwei Bauteile, die biomechanischen Sicherheitsauflagen entsprechen müssen:
  1. Eine äußere Schale – im Folgenden „die Schale“ genannt, die bei einem Aufprall das Verteilen der abgegebenen Energie auf eine größere Oberfläche als die vom externen Stoß betroffene gewährleistet. Sie gewährleistet auch einen gesteigerten Widerstand gegen das Durchstoßen der Kalotte und das Rutschen des Schutzhelms auf verschiedenen Oberflächen bei einem Unfall;
  2. Eine Zwischenhaube – im Folgenden „die Haube“ genannt, die dazu bestimmt ist, bei einem Aufprall die Energie durch ihr Zerdrücken zu absorbieren;
- eine interne Komponente, auch Komfortpolsterung genannt, die dazu bestimmt ist, den Komfort des Benutzers zu verbessern.

**[0004]** Bestimmte Schutzhelme haben auch Zwischenschalen. Der Begriff der Schale, wie er in dieser Beschreibung verwendet wird, deckt sowohl die externe Schale als auch jede andere Zwischenschale.

**[0005]** Im Fall der Schutzhelme für Motorradfahrer (oder Ähnliche) verteilt die Schale durch den Einsatz von immer widerstandsfähigeren Werkstoffen die empfangene Energie auf die Oberfläche und gibt diese so gut wie ganz an die Zwischenhaube weiter, auch wenn es sich um einen Aufprall mit hohem neurologischen Risiko (IRN) handelt. Bei den Schutzhelmen für Fahrradfahrer (oder Ähnliche), gewährleistet die Schale durch den Einsatz sehr biegsamer Werkstoffe keine oder so gut wie keine biomechanische Funktion. Auf jeden Fall wird die restliche kinematische Energie nach der teilweisen Absorption der Energie durch die Zwischenhaube auf den Schädel und schließlich auf das Gehirn übertragen. Die unmittelbaren neurologischen Beschwerden, die sich daraus ergeben können, sind umso schwerwiegender als die auf das Gehirn übertragene Energie groß ist. Unter IRN versteht man Aufpralle, die das Subjekt dem Eintreten (vorübergehender oder anhaltender) neurologischer Beschwerden trotz des Tragens eines Schutzhelms, der gemäß dem Stand der Technik konzipiert ist, aussetzen.

**[0006]** Aus dem Dokument EP-A-0183588 ist ein Schutzhelm bekannt, der aus Teilen besteht, die untereinander durch Nähte verbunden sind, die im Wesentlichen die Schädelnähte nachvollziehen. Ein solcher Schutzhelm zielt darauf ab, die Effekte von Schwingungen in Richtung der Nervenzentren zu verringern und umfasst keine Haube.

**[0007]** Das Dokument FR-A-2557437 beschreibt eine innere Haube eines Schutzhelms, die von einer Zone zur anderen unterschiedliche Dichten aufweist, um die Stoßenergie gleichmäßig zu verteilen. Bei einem solchen Schutzhelm entspricht die Anordnung der Zonen der Haube weder den widerstandsfähigen Schädelzonen noch den zerbrechlichen Schädelzonen und er umfasst keine Schale.

**[0008]** Die Konzeption der derzeitigen Schutzhelme stößt auf mehrere Probleme:

1. Wie kann man ihre Effizienz steigern, ohne ihre Stärke und ihr Volumen über akzeptable Limits hinaus zu erhöhen? Diese Steigerung kann abgesehen vom Komfortmangel und der Ermüdung der Halsmuskeln selbst Unfälle durch Verringern der Wahrnehmung (visuell und akustisch) der Umgebung begünstigen. Gleichzeitig kann die übertriebene Erhöhung des Volumens und/oder des Gewichts des Schutzhelms leicht seine Verwendung bremsen.
2. Wann soll man den Kopf besser schützen: bei brutalen Aufprallen (selten) oder bei mäßigen (häufigen) Aufprallen? Die von Corner (1987), Mills (1991), Smith (1993) veröffentlichten Arbeiten zeigen, dass, wenn die derzeitigen Schutzhelme auch besser konzipiert sind, um brutale Stöße zu dämpfen, sie bei einem Aufprall mit mittlerer Energie hart und weniger effizient sind.
3. Ein weiterer Nachteil der derzeitigen Schutzhelme hängt mit der Tatsache zusammen, dass die Härte ihrer Haube nicht an die Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Regionen des Schädelns angepasst ist. Aufgrund der Stärkenunterschiede des Schädelns (weniger als 2 Millimeter in der vorderen Schläfenregion, fast 10 Millimeter in der parietalen Region), der verschiedenen Krümmungsradien der Schädelwölbung sowie der Anwesenheit der Schädelnähte variiert die Widerstandsfähigkeit des Schädelns von einer Region zur anderen stark.

**[0009]** Die Aufgabe dieser Erfindung besteht in der Verringerung von Schädel-Gehirn-Läsionen und posttraumatischen neurologischen Beschwerden dank einer starken Energieabsorption bei einem brutalen Aufprall durch die Verformung oder das Brechen der Schale des Schutzhelms gegenüber von Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des Schädelns und durch einen besseren Schutz des Schädelns dank einer Zwischenhaube, die ein Härte, ja sogar eine unterschiedliche und an die Wider-

standsfähigkeit der verschiedenen Regionen der Schädelwölbung angepasste Dichte hat.

**[0010]** Sowohl die Schale als auch die Haube des erfindungsgemäßen Schutzhelms erlauben es, diese Probleme zu lösen. Daher hat die Schale des erfindungsgemäßen Schutzhelms die Fähigkeit, Verformungen oder Brüche vorzugsweise gegenüber von Regionen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des menschlichen Schädels bei IRM zu erfahren. Die so absorbierte oder aufgenommene Energie gewährleistet das Verringern der auf den Kopf und auch auf die Halswirbelsäule übertragenen Energie. Die Gefahren von posttraumatischer Quadriplegie im Anschluss an einen Bruch der Halswirbelsäule werden daher ebenfalls verringert.

**[0011]** Die Verformungen oder Brüche treten in Regionen der Schale auf, die niedrig feste Schichten (CBR) oder Zonen mit niedriger mechanischer Festigkeit (ZBR) enthalten. Bei einem Aufprall mit geringer Energie funktioniert der erfindungsgemäße Schutzhelm nach dem gleichen Konzept wie die Schale der derzeitigen Motorradschutzhelme. Von diesem Gesichtspunkt her gesehen funktionieren die ZBR und CBR nach dem gleichen Konzept wie „Sicherheitsventile“ von Druckgefäßien.

**[0012]** Um den auf den Schädel bei einem Aufprall ausgeübten Druck differenziert zu verteilen, hat die Haube des erfindungsgemäßen Schutzhelms eine Dichte, ja sogar eine Härte, die veränderlich und an die Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Regionen der Gehirnwölbung angepasst sind. Der erfindungsgemäße Schutzhelm weist daher eine Haube mit Zonen mit niedriger Druckfestigkeit, also weiche Zonen gegenüber den zerbrechlichen Zonen des menschlichen Schädels auf, und hoch druckfeste Zonen, also harte, gegenüber den Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des menschlichen Schädels.

**[0013]** Durch die angemessene Verteilung der harten und weichen Zonen der Haube erzielt man bei ähnlichem Volumen und ähnlichem Gewicht einen viel effizienteren Schutzhelm als die derzeitigen.

**[0014]** Die Verformung oder das Brechen der Schale hat wichtige biomechanische Konsequenzen:

1. die Dauer ( $t$ ) des Aufpralls steigt.
2. die kinetische Energie ( $E_e = mV^2/2$ ) die der Kopf ( $E_{c3}$ ) empfängt, sinkt, denn die von dem Schutzhelm absorbierte Energie ( $\Delta E1 + \Delta E2$ ) steigt.

$E_{c1}$  = kinetische Energie der Einheit vor dem Aufprall

$\Delta E1$  = von der Schale aufgenommene Energie

$\Delta E2$  = von der Haube aufgenommene Energie

$$E_{c3} = E_{c1} - (\Delta E1 + \Delta E2)$$

**[0015]** Die mittlere Beschleunigung ( $a$ ) sinkt, denn  $E_{c3}$  sinkt und  $t$  steigt.

$$(a = V/t = (2E_{c3}/m)^{1/2}/t)$$

**[0016]** Das „Head Injury Criterion“ (HIC), das zum Bewerten des Dämpfens maßgeblicher Stöße verwendet wird, wird in seiner vereinfachten Form ausgedrückt:

$$HIC = dV^{2.5}/dt^{1/5} = (dV/dt)(dV/dt)^{1/2}$$

**[0017]** Es ist zur kinetischen Energie ( $dV$ ) proportional und zur Dauer der Energieübertragung während des Aufpralls ( $dt$ ) umgekehrt proportional. Aus bereits dargelegten Gründen sinkt es, was daher ein besseres Dämpfen der Stöße bezeugt.

**[0018]** Die weiter unten präsentierten praktischen Ausführungsbedingungen werden beispielhaft und nicht einschränkend gegeben. Verschiedene Kombinationen der präsentierten Lösungen und ihrer Varianten werden ebenfalls in Betracht gezogen.

**[0019]** Was die Schutzhelmschale betrifft, werden zwei Gruppen praktischer Lösungen und einige Beispiele präsentiert:

- A. Der Bruch tritt durch Zerreißen der Zonen mit niedriger Festigkeit (ZBR) vorzugsweise vom Aufprallpunkt entfernt ein.
- B. Die Verformung tritt durch Zusammendrücken der niedrig festen Schichten (CBR) vorzugsweise gegenüber dem Aufprallpunkt auf

**[0020]** Die ZBR sind in der Stärke der Schale angeordnet. Die CBR sind außerhalb der Stärke der Schale platziert. Die CBR können auf einer oder den zwei (inneren und äußeren) Flächen der Schale angeordnet sein.

**[0021]** Vorzugsweise werden die ZBR oder CBR gegenüber mindestens von zwei oder vier der Zonen mit maximaler mechanischer Festigkeit des menschlichen Schädels konzentriert. Die Regionen der Mittellinie und vorderen Schläfenzonen enthalten vorzugsweise keine, um die Verletzungsgefahr des oberen Sinus longitudinalis und jeweils der Arteria meningea media zu verringern. Diese anatomischen Strukturen sind insbesondere durch ihre Position einer hohen Blutungsgefahr beim Schädelbruch in ihrer Nähe ausgesetzt und gleichzeitig sind diese Regionen des Schädels zerbrechlich.

**[0022]** [Fig. 1](#) stellt beispielhaft und nicht einschränkend eine linke Seitenansicht des Abschnitts dar, der der Schädelwölbung einer Variante eines Schutz-

helms entspricht. Die zerbrechlichen Zonen des Schädels sind die vorderen Schlafenregionen (1), die Mittellinie und die Paramedianregionen (2), insbesondere stirnseitig (3) und hinterkopfseitig (4).

**[0023]** Die Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des Schädels sind ihrerseits durch die zwei frontolateralen Strukturen (5), die zwei Retroaurikulärarbeiten (6) und die zwei parietalen Regionen (7) dargestellt.

**[0024]** Die Zonen oder Schichten mit niedriger Festigkeit können weniger als 20 % der Gesamtfläche der Schale decken.

**[0025]** Mehrere ZBR oder CBR können in Berührung oder weniger als 10 mm voneinander beabstandet sein, oder mit jeder Kontinuitätslücke, wie zum Beispiel die Belüftungs-, Befestigungsöffnungen (Kinnband, Schirm usw.), und daher eine räumliche Gruppe mit niedriger Festigkeit (GSBR) bilden. Die ZBR oder die CBR können daher mit dem Rand der Schale – stirnseitig (BFC), seitlich (BLC) oder rückseitig (BPC) – in Berührung oder um weniger als 5 mm beabstandet sein.

**[0026]** Die höchste Stelle der Schale stellt bei einem auf dem Kopf positionierten Schutzhelm die Mitte der Schale (CC) dar.

**[0027]** Der große Umfang der Schale, der die Schadelwölbung bedeckt, wird im Folgenden „großer Umfang der Schale“ (GCC) genannt. Seine Richtung ist ungefähr horizontal. Sie fällt vorn mit dem Stirnrand der Schale (BFC) sowohl bei Integralschutzhelmen als auch bei anderen Schutzhelmtypen zusammen und wird durch das Kreuzen zwischen der Ebene, die den BFC enthält, und der äußeren Fläche der Schale definiert.

Die Zonen mit niedriger Festigkeit (ZBR)

**[0028]** Jede ZBR kann einen Punkt mit einer minimalen Reiß- oder Scherfestigkeit aufweisen. Dieser Punkt wird in der Folge „Punkt mit minimaler Festigkeit“ (PRM) der ZBR genannt.

**[0029]** Der PRM jeder ZBR befindet sich vorzugsweise auf der Ebene des Drittels der am weitesten von der CC entfernten ZBR:

Jede ZBR hat dank ihrer Ausbildung eine Richtung der minimalen Festigkeit, die der Richtung des Brechens der Schale entspricht, die bei einem IRN auftritt. Diese Richtung wird in der Folge „Richtung der minimalen Festigkeit“ (DRM) der ZBR genannt.

**[0030]** Der Winkel, der zwischen der DRM und dem GCC definiert ist, beträgt vorzugsweise zwischen 60° und 120°.

**[0031]** Die Maße auf der Oberfläche der ZBR sind veränderlich. Der maximale Durchmesser auf der Oberfläche – die Länge – kann mindestens zwanzigmal größer sein als der Mindestdurchmesser – Breite. Die DRM einer ZBR entspricht oft ihrer Länge.

**[0032]** Der zwischen der Länge der ZBR und dem GCC definierte Winkel beträgt daher vorzugsweise zwischen 60° und 120°.

**[0033]** Die ZBR können bei einer Variante durch die Verringerung der Stärke der Schale und das Herstellen von Vertiefungen oder Furchen auf mindestens einer der zwei Flächen nämlich der äußeren oder inneren der Schale hergestellt werden.

**[0034]** Ihre Tiefe und ihre Fläche können veränderlich oder allmählich veränderlich sein. Die Maße der Vertiefungen oder Furchen können, auf der Fläche auf parallelen Schnitten zum Rand der Schale gemessen allmählich variieren. Die Tiefe kann zumindest stellenweise 50 % der Stärke der Schale gemessen in der Nähe der ZBR auf einem parallelen Schnitt zum Rand des Schutzhelms überschreiten.

**[0035]** Sie kann zumindest stellenweise 100 % der Stärke der Schale darstellen und daher Kontinuitätslücken (SC) bilden. Die Länge der SC kann mindestens zwanzigmal größer sein als ihre Breite. Ihre Länge kann größer sein als 70 mm. Die Länge der SC, gemessen in jede Richtung, die durch die Mitte der Schale verläuft, kann kleiner sein als 7 mm, insbesondere für die SC, die sich in Berührung mit oder weniger als 5 mm vom Rand der Schale (BFC, BLC oder BPC) oder weniger als 10 mm von anderen Kontinuitätslücken der Schale (wie zum Beispiel die Belüftungs- oder Befestigungsöffnungen) oder anderer Zonen oder Schichten mit niedriger Festigkeit befinden. Mindestens ein Durchmesser der SC kann kleiner sein als 3 mm.

**[0036]** Bei einer anderen Ausführungsform können die ZBR durch Einschließen von Gasblasen oder anderer Strukturen in die Stärke der Schale, die aus einem unterschiedlichen oder mit dem Rest der Schale ähnlichen Werkstoff hergestellt werden, erzielt werden. Bei einem festen Werkstoff kann die Einschließung auch auf mindestens einer der Flächen der Schale erfolgen. Diese Situation entspricht einer Furche oder einer Vertiefung, ja sogar einer SC, die mit dem betreffenden Werkstoff gefüllt ist. Daher kann der Mangel an Substanz in der Stärke der Schale zumindest teilweise durch metallische Einschlüsse belegt werden, deren Zonen eine Stärke kleiner als 80 % der Stärke der Schale haben, die zumindest teilweise zu den zwei Flächen der Schale durch den Hauptbauteil der Schale gedeckt sind.

**[0037]** Eine dieser Varianten ist durch Einschließen in der Stärke der Schale von Strukturen gebildet, die

abgeflacht oder in veränderlicher Form sind, die eine große Starrheit, Härte und mechanische Festigkeit haben. Sie können unter Einsatz metallischer Strukturen oder anderer Werkstoffe, wie zum Beispiel Harze, anderer Polymere oder Verbundwerkstoffe hergestellt werden. Anders als bei den Verbundwerkstoffen, ergibt der Einsatz solider Strukturen, die hier beschrieben sind, ein Sinken der Reißfestigkeit, wenn widerstandsfähige Fasern, deren Fall weiter unten beschrieben ist, zum Verstärken der Reißfestigkeit der Schale verwendet werden, was daher bei einem brutalen Aufprall das Auftreten von Brüchen in Entfernung von der Aufprallstelle und mit einer optimalen Dichtung begünstigt. Gleichzeitig steigern sie die Festigkeit dieser Zonen gegenüber direktem Aufprall.

**[0038]** Die Stärke einer solchen Struktur ist veränderlich und misst vorzugsweise zwischen 0,5 mm und 3 mm. Sie kann zumindest stellenweise auch gleich der Stärke der Schale sein, vorzugsweise überschreitet sie jedoch nicht. Die Fläche der Schale, die einer solchen Struktur entspricht, ist veränderlich und beträgt vorzugsweise zwischen 0,3 und 0,5 cm<sup>2</sup>. Die Fläche der Schalensegmente, die derartige Strukturen enthalten, kann mindestens 10 % der Gesamtfläche der Schale darstellen.

**[0039]** Die Strukturen können auf mindestens zwei Schnitten senkrecht zu ihrem maximalen Maß und voneinander mehr als 10 mm entfernt zwischen 1 und 3 mm<sup>2</sup> messen. Sie können im Querschnitt eine ovale oder vieleckige Form haben. Vorzugsweise werden sie aus Metall hergestellt und haben auf der Oberfläche eine Form eines gleichschenkeligen Dreiecks, wobei die Basis im Querschnitt dicker und parallel zum maximalen Umfang der Schale ist, ja sogar in Berührung oder weniger als 5 mm Entfernung vom Rand der Schale liegt.

**[0040]** Bei einer weiteren Variante für Schalen, die aus Verbundwerkstoffen hergestellt werden, können die ZBR auch durch Modifizieren der Dichte oder der Orientierung der verwendeten Fasern (Glas-, Kohlenstoff-, Aramid-, Metallfasern) vor dem Einspritzen des Harzes oder des Polymers in die Form erzielt werden. Die Zonen mit niedriger Festigkeit können durch Verringern um mindestens 50 % der Dichte der Fasen im Vergleich zu den Regionen in der Nähe der Zonen mit niedriger Festigkeit erzielt werden. Bei einer anderen Variante werden die Zonen mit niedriger Festigkeit durch das Verringern um mindestens 30 % oder 50 % der Dichte der nicht radialen und langen Fasern im Vergleich zur Dichte der mit ihren Richtungen parallelen Fasern und in Regionen in der Nähe der Zonen mit niedriger Festigkeit liegend erzielt.

**[0041]** Die nicht radialen Fasern werden als die Fasern definiert, deren Richtung den GCC gemäß einem Winkel kleiner als 70° oder größer als 110° schneidet.

**[0042]** Die langen Fasern werden als die Fasern definiert, die die Limits der ZBR um mindestens 10 mm überschreiten.

**[0043]** Eine weitere Variante besteht in der Unterbrechung von mehr als 50 % der langen Fasern, die die Richtung der minimalen Festigkeit unter irgendeinem Winkel oder vorzugsweise unter einem Winkel zwischen 30° und 150° kreuzen. Die Verringerung der Dichte der langen Fasern kann im Vergleich zu den parallelen Fasern mindestens 50 % betragen oder mit ihren Richtungen Winkel kleiner als 10° und in den Zonen in der Nähe der ZBR liegend bilden.

**[0044]** In diesen ZBR können die langen Fasern, die die Richtung des minimalen Widerstands mit irgendeinem Winkel kreuzen, fehlen oder durch Schneiden unterbrochen sein. Bei einer anderen Variante werden zusätzliche Faserschichten, deren Richtung die Richtung der minimalen Festigkeit der ZBR kreuzt, in den Zonen in der Nähe der ZBR hinzugefügt, bevor das Polymer oder das Harz eingespritzt wird. Eine weitere Variante ist die, die darin besteht, in die Zonen in der Nähe der ZBR zusätzliche Bündel von Fasern einzuschließen, die Winkel von 30° bis 150° zur Länge der ZBR bilden. Eine weitere Variante zum Erzielen der ZBR ist das Anordnen von mehr als 75 % der Fasern, die in der den ZBR entsprechenden Fläche enthalten sind, gemäß Richtungen parallel zur Richtung der minimalen Festigkeit oder zur Länge der ZBR.

**[0045]** Die Zonen mit niedriger Festigkeit können auch aus mehreren Öffnungen bestehen, die untereinander um weniger als 10 mm beabstandet sind.

**[0046]** Bei einer anderen Variante kann die Schale abschnittsweise hergestellt werden. Die Abschnitte können untereinander zur Mitte der Schale hin einen gemeinsamen Körper bilden und daher von Anfang an ein einziges vieleckiges Teil bilden.

**[0047]** Die Anzahl der zumindest teilweise zusammenzufügenden Abschnitte ist veränderlich und beträgt vorzugsweise zwischen 2 und 5. Die Abschnitte werden zusammengefügt und bilden ZBR gegenüber diesen Verbindungen. Die Reißfestigkeit der Verbindungen kann variieren und stellt vorzugsweise zwischen 30 % und 70 % der Reißfestigkeit der benachbarten Schalensegmente dar. Das Tiefziehen, das Warmkleben, das Verwenden klebender Substanzen oder das Verhaken der Strukturen mit Haken, die zumindest teilweise abnehmbar und verstellbar sind, können in Betracht gezogen werden. Die Strukturen mit Haken können teilweise abnehmbar, fest mit einem der zusammenzufügenden Segmente verbunden, einstellbar sein und bilden daher „Armbandstrukturen“. Sie können gleichzeitig mit dem Fest der Schale hergestellt oder später durch jedes technische Verfahren (Tiefziehen, Kleben, Durchqueren

der Schale über einen Teil oder über die ganze Stärke) hinzugefügt werden. Die Strukturen mit Haken können von den zwei zusammenzufügenden Segmenten abnehmbar sein und daher „Brückenstrukturen“ bilden. Die Strukturen mit Haken können auf einer einzigen Fläche der Schale angeordnet sein, vorzugsweise auf der inneren Fläche. Diese Variante ist besonders für die Situation geeignet, bei der die Abschnitte untereinander zur Mitte der Schale einen gemeinsamen Körper bilden. Bei einer anderen Variante können die Strukturen mit Haken auf den zwei Flächen der Schale angeordnet sein. Durch ihr abwechselndes Einhaken (außen – innen im Abschnitt, rechts – links auf der Oberfläche) gewährleisten sie die Solidität der Einheit.

**[0048]** Andere Varianten der Zonen mit niedriger Festigkeit in Bezug auf die Schale werden durch das Verstärken der Zonen der Schale erzielt, die sich gegenüber den zerbrechlichen Zonen des Schädels befinden.

**[0049]** Das Verstärken der Schale gegenüber den zerbrechlichen Zonen des Schädels kann durch Verwenden starrer und widerstandsfähiger Strukturen aus Metall, Kunststoff, Verbundwerkstoffen oder anderen Werkstoffen erzielt werden.

**[0050]** Das Verstärken der Schale gegenüber den zerbrechlichen Zonen des Schädels kann durch das allmähliche oder nicht allmähliche Verringern des Krümmungsradius der Schale zu jeder Kontinuitätslücke, die sich in den verstärkten Zonen der Schale befindet und zu der Peripherie der verstärkten Zonen erzielt werden, und das Erzielen der Vertiefungen der Schale gegenüber den widerstandsfähigen Zonen des Schädels konzentriert, und die mehr als 5 mm messen können.

**[0051]** Die Schale des Schutzhelms kann daher Kontinuitätslücken umfassen, deren Länge mindestens zwanzigmal größer ist als ihre Breite.

#### Die Schichten mit niedriger Festigkeit (CBR)

**[0052]** Die CBR können eine kompakte oder zellförmige Struktur haben. Die CBR können gleichzeitig wie der Rest der Schale hergestellt oder anschließend auf der Fläche einer Schale, die gemäß dem Stand der Technik hergestellt wurde, angewandt werden. Bei dieser zweiten Variante kann die niedrig feste Schicht direkt in Berührung mit der Schale oder mit mindestens einer Energie absorzierenden eingefügten Zwischenstruktur angewandt werden.

**[0053]** Die CBR können durch das Herstellen von in „U“ und „M“ gefalteten Strukturen erzielt werden, die im Querschnitt gesehen, jeweils mehrere Kontakte mit der Schale haben können, oder in „T“, in „L“, wobei jede im Querschnitt gesehen eine einzige Berühr-

ung mit der Schale hat. Die Stärke der verwendeten Werkstoffe ist veränderlich und kann geringer sein als 75 % der Stärke der gegenüberliegenden Schale. Die Stärke der CBR kann 5 mm oder sogar 10 mm überschreiten. Die von jeder CBR bedeckte Fläche der Schale kann zwischen 0,5 cm<sup>2</sup> und 30 cm<sup>2</sup> schwanken. Mindestens zwei Drittel der CBR können auf der Fläche zwischen 3 cm<sup>2</sup> und 15 cm<sup>2</sup> messen.

**[0054]** Identische, ähnliche oder andere Werkstoffe als der Rest der Schale können zu ihrer Herstellung verwendet werden.

**[0055]** Sie sind vorzugsweise identisch mit dem Polymer oder dem Harz, das für den Rest der Schale verwendet wird. Die CBR können daher gleichzeitig mit dem Rest der Schale durch Modifizieren der Einspritzform hergestellt werden. Bei einer anderen Variante können sie getrennt hergestellt werden.

**[0056]** Die CBR können auch Haken aufweisen, die in die Schale eingehakt sind.

**[0057]** Die CBR können in Berührung mit der äußeren oder inneren Seite der Schale oder von der Schale entfernt in der Stärke der Zwischenhaube liegen. Bei der letzten dargelegten Variante treten die CBR mit der Schale im Augenblick eines brutalen Aufpralls in Berührung, nachdem die Zwischenhaube zwischen der Schale und dem Kopf zerdrückt wurde.

**[0058]** Die CBR der Schale, die in der Stärke der Haube inbegriffen sind, steigern die Druckfestigkeit in diesen Regionen der Haube, weil sie eine Härte ja sogar eine Dichte haben, die größer ist als die Härte, ja sogar die Dichte der Haube.

**[0059]** Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung, können die Funktionen der CBR der Schale, die in der Stärke der Haube inbegriffen sind, durch die Haube selbst sichergestellt werden, die Zonen mit hoher Druckfestigkeit also harte Zone gegenüber den Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des Schädels und Zonen mit niedriger Druckfestigkeit also weiche Zonen gegenüber zerbrechlichen Zonen des menschlichen Schädels aufweist.

**[0060]** Eine erste Kategorie technischer Lösungen betrifft die Steigerung der Härte oder der Dichte der Haube gegenüber den Zonen maximaler Widerstandsfähigkeit des Schädels und den Einsatz verschiedener Strukturen mit einer Härte, die größer ist als die Härte des Basiswerkstoffs der Haube, welche sich in der Stärke der Haube oder außerhalb ihrer Stärke, auf ihrer äußeren Fläche und in der Nähe der Schale des Schutzhelms oder auf ihrer Innenseite und in der Nähe des Schädels befinden, ja sogar fest mit der Schale verbunden oder fester Bestandteil der Schale oder der Komfortpolsterung sind. Diese harten Strukturen können durch ihr Zusammendrücken

mehr Energie aufnehmen als der Basiswerkstoff der Haube. Der Begriff Haube, der in dieser Beschreibung verwendet wird, entspricht daher der Einheit der Strukturen des Schutzhelms, die zur Energieabsorption durch ihr Zusammendrücken beim Aufprall bestimmt sind, und nicht nur der Zwischenhaube im herkömmlichen Sinn des Begriffs.

**[0061]** Beispielsweise aber nicht einschränkend kann die Steigerung der Druckfestigkeit gegenüber den Zonen maximaler Widerstandsfähigkeit des Schädels erzielt werden durch: Die Änderung der Dichte des gleichen Werkstoffs oder das Verwenden von Schaumwerkstoffen mit verschiedener Härte.

– Daher kann die Haube, die sich gegenüber den Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des menschlichen Schädels befindet, auf mindestens dem äußeren Viertel ihrer Stärke eine Dichte ja sogar eine Härte haben, die um mindestens 40 % größer ist als die lichte ja sogar die Härte des Rests der Haube.

– Bei einer anderen Variante hat die Haube gegenüber den Zonen maximaler Widerstandsfähigkeit des menschlichen Schädels auf mindestens dem äußeren Viertel ihrer Stärke eine Dichte ja sogar eine Härte, die um mindestens 60 % größer ist als die lichte, ja sogar die Härte des inneren Teils der Haube, der sich gegenüber den zerbrechlichen Zonen des Schädels befindet.

– Bei einer weiteren Variante hat die Haube gegenüber den Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des menschlichen Schädels auf mindestens der äußeren Hälfte ihrer Stärke ein Dichte ja sogar eine Härte, die um mindestens 100 % größer ist als die Dichte oder sogar die Härte des inneren Teils der Haube, der sich gegenüber den zerbrechlichen Zonen des menschlichen Schädels befindet.

**[0062]** Wenn die Haube aus Segmenten besteht, die aus einem gleichen Werkstoff mit einer unterschiedlichen Dichte hergestellt sind, kann der Begriff der Härte mit dem Begriff der Dichte überlagert werden. Andernfalls oder beim Einsatz von Einschlüssen, wie zum Beispiel weiter unten beschrieben, entspricht der Begriff der Härte besser als der Begriff der Dichte den von dieser Erfindung angestrebten Ergebnissen.

**[0063]** Der Einschluss von Strukturen, die bei einem brutalen Aufprall verformbar sind, die aus einem Kunststoff, (Glas, Metall oder Sonstigem bestehen, der eine Härte hat, die größer ist als die Härte des Basiswerkstoffs der Haube, sind zumindest teilweise in der Stärke der Haube eingeschlossen. Diese Strukturen können unterschiedliche Formen haben (kugelförmig, domförmig, U-, T-, M-förmig) und können mindestens ein Maß größer als 5 mm haben. Die Härte dieser Strukturen liegt vorzugsweise mindestens 50 % über der Härte des Basiswerkstoffs der Haube.

Diese Strukturen sind gegenüber den Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des menschlichen Körpers konzentriert.

– Bei einer Variante ist die Dichte der Einschlüsse, die in der äußeren Hälfte der Haube gegenüber den Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des menschlichen Schädels liegen, mindestens zweimal größer als die Dichte der Einschlüsse, die in der inneren Hälfte der Haube gegenüber den zerbrechlichen Zonen des menschlichen Schädels liegen.

**[0064]** Bei einer zweiten Kategorie technischer Lösungen betrifft die vorliegende Erfindung die Verringerung des Druckwiderstands der Haube gegenüber den zerbrechlichen Zonen des Schädels. Beispielhaft aber nicht einschränkend kann die Verringerung des Druckwiderstands gegenüber den zerbrechlichen Zonen des Schädels erzielt werden durch:

– Die entsprechende Verteilung der Furchen, die auf mindestens einer der Flächen der Haube hergestellt werden oder der Vertiefungen, die sich in der Stärke der Haube befinden. Daher weist die Haube gegenüber zerbrechlichen Zonen des menschlichen Schädels Furchen auf mindestens einer ihrer Flächen auf, ja sogar Hohlräume in ihrer Stärke, und diese Furchen oder Hohlräume sind kleiner, gegenüber den Zonen maximaler Widerstandsfähigkeit des menschlichen Schädels sogar abwesend. Die Ausbildung kann ein welliges Aussehen der Haube auf mindestens einem Schnitt im rechten Winkel zum Schädel bilden.

– Bei einer Variante stellt das Volumen der Furchen, ja sogar der Hohlräume mehr als 20 % des Volumens dar, das zwischen dem Kopf und der äußeren Schale des Schutzhelms gegenüber den zerbrechlichen Zonen des menschlichen Schädels abgegrenzt ist, und weniger als 20 % des Volumens dar, das zwischen dem Kopf und der äußeren Schale des Schutzhelms gegenüber den Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des menschlichen Schädels abgegrenzt ist.

– Bei einer Variante stellt das Volumen der Furchen, ja sogar der Hohlräume der Haube gegenüber den zerbrechlichen Zonen des Schädels zwischen 50 und 100 % des Volumens dar, das zwischen dem Kopf und der äußeren Schale des Schutzhelms abgegrenzt ist.

**[0065]** Die Haube des erfindungsgemäßen Schutzhelms kann beispielhaft aber nicht einschränkend auf der Grundlage von Polystyrol-, Polyethylen-, Polypropylenschaum, Polyurethanschaumstoff oder anderen Produkten und jeder Kombination dieser Werkstoffe hergestellt werden.

**[0066]** Der erfindungsgemäße Schutzhelm kann integral oder nicht integral sein und ist insbesondere für zivile Bereiche bestimmt (Motorrad – Tests, Rennen und Benutzer; Automobil-Tests, Rennen, Fahrrad –

Rennen, Benutzer; andere Sportarten – Inline-Roller, Skateboard, Wintersport; Industrieumgebung).

### Patentansprüche

1. Schädel-Gehirn-Schutzhelm mit einer Schale und einer Haube, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schutzhelm Folgendes umfasst, um einen besseren Schutz des Schädels durch eine unterschiedliche Verteilung des bei einem Aufprall auf den Schädel ausgeübten Drucks so sicherzustellen, dass er von einer Zone zur anderen unterschiedlich ist, nämlich jeweils auf den widerstandsfähigen Schädelzonen (**5-7**) und auf den zerbrechlichen Schädelzonen (**1-4**), und um beim brutalen Aufprall eine stärkere Absorption der Energie durch Verformen oder Brechen der Schale gegenüber den Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des Schädels sicherzustellen: auf der Ebene der Haube:

- gegenüber den zerbrechlichen Zonen des Schädels Zonen mit niedriger Druckfestigkeit, die durch Furchen auf mindestens einer ihrer Flächen, Hohlräume in ihrer Stärke und/oder weiche Zonen ausgebildet sind;
- gegenüber Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des Schädels Zonen mit hoher Druckfestigkeit, die durch weniger starke Furchen, weniger starke Hohlräume und/oder härtere Zonen ausgebildet sind; auf der Ebene der Schale
- gegenüber mindestens zwei Schädelzonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit,
- Zonen mit niedriger Festigkeit, die in der Stärke der Schale liegen, die durch Vertiefungen, Furchen ausgebildet sind, die auf mindestens einer der Flächen der Schale liegen, ausgebildet durch Änderung der Dichte oder Orientierung der Fasern im Fall von Verbundwerkstoffen, durch Öffnungen und/oder Verbindungen zwischen Abschnitten der Schale; und/oder
- Schichten mit niedriger Festigkeit, die außerhalb der Stärke der Schale liegen, ausgebildet durch kompakte und/oder Zellstrukturen; und/oder
- gegenüber zerbrechlichen Schädelzonen verstärkte Zonen, die durch den Einsatz starrer und widerstandsfähiger Strukturen und/oder durch Verringern des Krümmungsradius der Schale zum Rand dieser Zonen hin ausgebildet sind.

2. Schutzhelm nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Volumen der Furchen oder der Hohlräume der Haube gegenüber den zerbrechlichen Zonen des Schädels mehr als 20 % des Volumens darstellt, das zwischen dem Kopf und der äußeren Schale des Schutzhelms abgegrenzt ist, und gegenüber Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des Schädels mindestens 20 % des Volumens, das zwischen dem Kopf und der äußeren Schale des Schutzhelms abgegrenzt ist.

3. Schutzhelm nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Volumen der Furchen

oder der Hohlräume der Haube gegenüber den zerbrechlichen Zonen des Schädels mehr als 50 % des zwischen dem Kopf und der äußeren Schale des Schutzhelms abgegrenzten Volumens darstellt.

4. Schutzhelm nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausbildung der Furchen der Haube einen welligen Aspekt auf mindestens einem Schnitt im rechten Winkel zu dem Schädel bildet.

5. Schutzhelm nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Haube gegenüber den Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des Schädels auf mindestens dem äußeren Viertel ihrer Stärke eine Richte oder eine Härte hat, die um mindestens 40 % größer ist als die Dichte oder die Härte des Rests der Haube.

6. Schutzhelm nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Haube gegenüber den Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des Schädels auf mindestens dem äußeren Viertel ihrer Stärke eine Richte oder eine Härte hat, die um mindestens 60 % größer ist als die Dichte oder die Härte des inneren Teils der Haube gegenüber den zerbrechlichen Schädelzonen.

7. Schutzhelm nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Haube gegenüber den Zonen mit maximaler Widerstandsfähigkeit des Schädels auf mindestens der äußeren Hälfte ihrer Stärke eine Richte oder eine Härte hat, die um mindestens 100 % größer ist als die Dichte oder die Härte des inneren Teils der Haube gegenüber den zerbrechlichen Schädelzonen.

8. Schutzhelm nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die harten Zonen der Haube durch Einschließen von Strukturen erzielt werden, die bei einem brutalen Aufprall verformbar sind, unterschiedliche Formen und eine Härte haben, die um mindestens 50 % größer ist als die Härte des Basiswerkstoffs der Haube.

9. Schutzhelm nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Tiefe und/oder die Fläche der Vertiefungen oder Furchen der Schale veränderlich ist (sind).

10. Schutzhelm nach Anspruch 1 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Tiefe der Vertiefungen oder Furchen der Schale stellenweise 100 % der Stärke der Schale aufweist, so dass Kontinuitätslücken gebildet werden.

11. Schutzhelm nach Anspruch 1, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Furchen oder Vertiefungen der Schale durch Strukturen gefüllt sind, die mit einem anderen Werkstoff als dem hergestellt

sind, als der für den Rest der Schale verwendete.

12. Schutzhelm nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass seine Schale aus Verbundwerkstoffen besteht, und dass die Zonen mit niedriger Festigkeit durch Verringern um mindestens 50 % der Dichte der Fasern im Vergleich zu den Regionen in der Nähe der Zonen mit niedriger Festigkeit der Schale erzielt werden.

13. Schutzhelm nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass seine Schale aus Verbundwerkstoffen hergestellt ist, und dass die Zonen mit niedriger Festigkeit durch Verringern um mindestens 30 % der Dichte der Fasern erzielt werden, die nicht radial sind, und die im Vergleich zur Dichte der parallelen Fasern, die sich in Regionen in der Nähe von Zonen mit niedriger Festigkeit der Schale befinden, lang sind.

14. Schutzhelm nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten mit niedriger Festigkeit der Schale durch Strukturen dargestellt sind, die in U, M, T, L gefaltet sind.

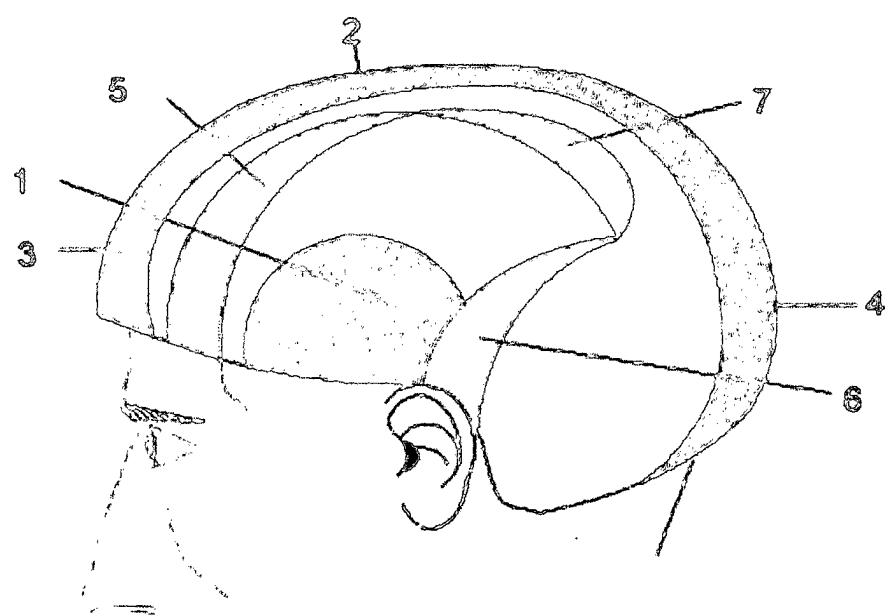
15. Schutzhelm nach einem der Ansprüche 1 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten mit niedriger Festigkeit der Schale Haken aufweisen, die in die Schale eingehakt sind.

16. Schutzhelm nach einem der Ansprüche 1, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten mit niedriger Festigkeit der Schale in der Stärke der Haube eingeschlossen sind.

17. Schutzhelm nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zonen oder Schichten mit niedriger Festigkeit in Berührung mit oder in weniger als 5 mm Entfernung vom Rand der Schale liegen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Figur 1