



(10) **DE 10 2014 113 889 A1** 2016.03.31

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 113 889.9**
(22) Anmeldetag: **25.09.2014**
(43) Offenlegungstag: **31.03.2016**

(51) Int Cl.: **A42B 3/06 (2006.01)**
B29C 67/00 (2006.01)
C04B 35/622 (2006.01)

(71) Anmelder:
Züll, Stefan, 53879 Euskirchen, DE

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Fritz & Brandenburg, 50933 Köln,
DE**

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

(56) Ermittelter Stand der Technik:

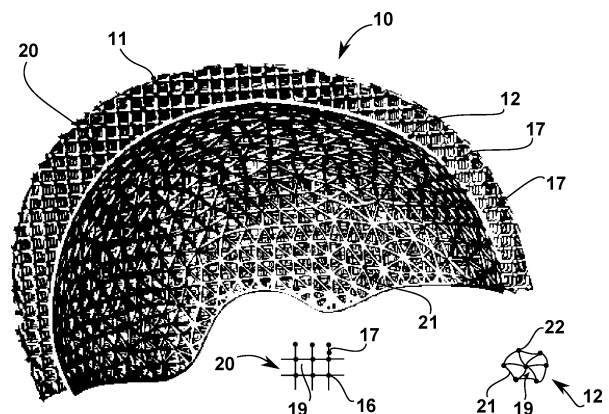
DE	10 2010 026 238	B4
DE	43 29 297	A1
DE	198 45 916	A1
DE	10 2007 040 945	A1
DE	84 09 316	U1
WO	2004/ 006 706	A1
WO	2009/ 047 377	A1
WO	2009/ 055 451	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Schutzhelm**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schutzhelm umfassend eine im Raum gekrümmte Außenkontur (11) und eine ebenfalls im Raum gekrümmte Innenkontur (12) sowie zwischen der Außenkontur und der Innenkontur verlaufende, den Schutzhelm aussteifende stegartige Elemente, bei dem erfindungsgemäß sowohl die Außenkontur und die Innenkontur selbst als auch der gesamte Raum zwischen der Außenkontur und der Innenkontur aus einer Vielzahl in unterschiedliche Raumrichtungen orientierter und über Knotenpunkte (16, 22) miteinander verbundener Strebenelemente (17, 21) besteht, die eine dreidimensionale Netzwerkstruktur mit jeweils Durchbrechungen (19) zwischen den Strebenelementen bilden. Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Schutzhelms, bei dem zunächst von der Helmstruktur Stereolithografiedaten erstellt werden und anhand dieser Daten ein schichtweiser Aufbau des Helms in einem 3D-Druck-Verfahren erfolgt, beispielsweise in einem Laser-Sinter-Verfahren.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schutzhelm umfassend eine im Raum gekrümmte Außenkontur und eine ebenfalls im Raum gekrümmte Innenkontur sowie zwischen der Außenkontur und der Innenkontur verlaufende, den Schutzhelm aussteifende stegartige Elemente.

[0002] Schutzhelme gemäß der vorliegenden Erfindung können beispielsweise Fahrradhelme oder Motorradhelme oder Helme sein, die bei anderen Sportarten getragen werden wie z.B. Schutzhelme für Skater, Skifahrer, Reiter oder Bergsteiger. Die Erfindung bezieht sich aber auch auf Schutzhelme allgemein, wie sie im Arbeitsschutz verwendet werden, beispielsweise von Bauarbeitern, Bergleuten oder dergleichen. Diese Schutzhelme können entsprechend dem jeweiligen Anwendungszweck die unterschiedlichsten Formen aufweisen, wobei diesen aber gemein ist, dass sie dem Kopfschutz der den Helm tragenden Person dienen und daher möglichst effektiv gegen von außen einwirkende Schläge, Stöße und sonstige Erschütterungen durch Aufprall bei Unfällen, durch herabfallende Gegenstände etc. schützen müssen. Dazu wurden Normen entwickelt, nach denen der Schutzhelm geprüft wird, bei denen darauf abgestellt wird, dass nur eine maximale Stoß- oder Krafteinwirkung auf den Kopf zulässig ist, die bei einer Einwirkung auf den Schutzhelm von außen an der Innenseite des Helms an den Kopf der diesen tragenden Person weitergegeben wird. Hier ist die Norm EN 1078 einschlägig, bei der Prüfköpfe mit einer vorgegebenen Masse aus einer vorgegebenen Fallhöhe und mit somit definierter Aufschlaggeschwindigkeit auf eine Ebene bzw. auf ein dachförmiges Fallziel fallen und über einen im Prüfkopf eingebauten Sensor eine maximal zulässige Beschleunigung von 250 g gemessen wird.

[0003] Die herkömmlichen Schutzhelme für Fahrradfahre oder Motorradfahrer sind in der Regel immer so aufgebaut, dass sie eine Außenschale aus einem härteren, schlagfesten Kunststoff aufweisen und einen Kern aus einem Schaumstoffmaterial wie zum Beispiel Polystyrol oder expandiertes Polystyrol (EPS). Das Material des Kerns, welches den Kopf umgibt, soll also nachgiebig sein, während das Material der Außenschale den Schlag- oder Stößeinwirkungen einen möglichst hohen Widerstand entgegengesetzt. Für die Herstellung eines solchen Schutzhelms werden somit immer zwei unterschiedliche Materialien verwendet, wobei Außenschale und Kern in separaten Verfahren hergestellt und anschließend miteinander verbunden werden müssen. Daraus resultiert ein vergleichsweise aufwändiger Herstellungsprozess. Beispielsweise wird die Außenschale tiefgezogen, gegebenenfalls danach noch mechanisch bearbeitet, beispielsweise durch Fräsen zur Erzielung einer gewünschten Endform und da-

nach wird der Kern aus Schaumstoff in die Außenschale eingeklebt. Es gibt auch so genannte „inmold“-Verfahren, bei denen eine tiefgezogene Schale aus z.B. ABS in einem Schäumwerkzeug mit einem EPS verpresst wird. Bei Schutzhelmen kann die Außenschale auch im Spritzguss hergestellt werden, jedoch sind danach weitere Arbeitsgänge notwendig, um den vollständigen Helm zu erhalten. Wenn der Schutzhelm eine komplexe Außenkontur und/oder Innenkontur mit Hinterschnitten aufweist, ist oft das Spritzgießen werkzeugtechnisch nicht oder nur mit unvertretbar großem Aufwand möglich.

[0004] Bei Motorradschutzhelmen ist meistens eine durchgehende Außenschale vorhanden, das heißt die Außenkontur ist von einer durchgehenden Fläche gebildet. Bei Fahrradschutzhelmen, die meistens eine eher längliche Grundform aufweisen, weist die Außenkontur zumeist Durchbrechungen auf, die zur Belüftung dienen. Wenn in der vorliegenden Anmeldung von einer im Raum gekrümmten Außenkontur die Rede ist, so ist damit nicht gemeint, dass es sich um eine durchgehend flächige gekrümmte Kontur handelt, sondern der Begriff „Außenkontur“ meint die meist komplexe äußere Grundform, die sich aus mehr oder weniger großen flächigen Abschnitten und Durchbrechungen zwischen diesen ergibt. Die Krümmungen, Erhebungen und Vertiefungen aufweisende Außenkontur ist somit als gedachte Fläche im Raum zu verstehen, die sich ergibt, wenn man alle die äußere Kontur des Schutzhelms bestimmenden flächigen Bereiche miteinander verbindet. Gleiche Überlegungen gelten für den hierin verwendeten Begriff der im Raum gekrümmten Innenkontur des Schutzhelms.

[0005] Aus der DE 43 29 297 A1 ist ein Fahrradsturzhelm bekannt, bei dem der Helm aus geblasenem Kunststoff doppelwandig hergestellt wird. Also hat auch hier der Schutzhelm im Prinzip einen zweischaligen Aufbau mit einer Außenwand und einer zu der Außenwand beabstandeten Innenwand, wobei zwischen diesen beiden ein Hohlraum besteht. Zwar können hier Außenkontur und Innenkontur ein einstückiges Teil bilden, aber der Hohlraum zwischen diesen führt zu einer Verringerung der Stabilität der Außenschale bei Krafteinwirkung aus diese von außen. Die Außenschale hat Luftdurchtrittsöffnungen, die den Hohlraum belüften und es wird bewußt davon ausgegangen, dass sich bei einem Sturz die Außenschale verformt und das Volumen des Hohlraums zusammengedrückt wird, wobei Luft aus dem Hohlraum über die Öffnungen nach außen entweicht. Bei einer Variante dieses bekannten Schutzhelms können zwischen der Außenschale und der Innenschale stegartige Versteifungen verlaufen, die aber entweder nur mit einer der Schalen einstückig ausgebildet sind und dann vor der anderen Schale enden, oder die separat hergestellt werden müssen, um danach mit einer der Wände verklebt zu werden. Auch dies bedingt wiederum einen erheblichen Aufwand bei der Herstel-

lung des Schutzhelms. Zudem verlaufen die zur Aussteifung verwendeten Stege zwischen den beiden Schalen jeweils nur in einer Raumrichtung, d.h. längs und zueinander etwa parallel und etwa senkrecht zur Ebene der Schalen. Die Stege selbst sind hingegen in Querrichtung nicht miteinander verbunden, so dass in dieser Richtung keine Aussteifung erreicht wird. In der DE 43 29 297 A1 wird auch eine Variante eines Schutzhelms beschrieben, bei der die beiden Wände aus einem Schlauch im Blasformverfahren hergestellt werden, wobei vor dem Entformen Außenwand und Innenwand bereichsweise verformt und aneinander gedrückt werden, so dass sie abschnittsweise aufeinander liegen, wodurch sich auch eine Versteifung der Struktur ergibt. Dabei verblieben jedoch vergleichsweise große Hohlräume zwischen den aufeinander liegenden Abschnitten. Außerdem ist hier die Aussteifung nur parallel zur Außenwand und etwa senkrecht dazu gegeben, es gibt keine dreidimensionale Vernetzung. Die Außenkontur besteht aus vergleichsweise großen flächigen Bereichen der Außenschale, in denen diese geschlossen ist und hohl liegt und daher anfällig für Verformungen ist. Zwischen den flächigen Bereichen sind einzelne Vertiefungen gebildet, in deren Bereich Außenschale und Innenschale aufeinander liegen. Vertiefte Bereiche können nach dem Blasformvorgang aus der Außenschale herausgeschnitten werden, was wiederum einen zusätzlichen Arbeitsgang erfordert.

[0006] Die DE 10 2010 026 238 B4 beschreibt einen Tragkorb in Form einer stoßdämpfenden Innenausstattung für einen Schutzhelm. Der Tragkorb hat eine Kalottenform und weist zahlreiche Hohnoppen auf, die sich jeweils etwa radial nach außen ragend außen auf Bändern befinden, wobei die Bänder eine innere im Raum gekrümmte Kontur aufspannen und zwischen den Bändern größere Durchbrüche bestehen. Der Schutzhelm hat weiterhin eine harte Kalotte, die dessen Außenschale bildet, in welche der vorgenannte Tragkorb eingesetzt wird. Die Hohnoppen der Kalotte des inneren Tragkorbs sollen sich bei Schlagbelastung in Höhenrichtung plastisch verformen und so stoßdämpfend wirken, so dass sie aus einem verformbaren Material bestehen müssen. Die harte Kalotte, die die Außenschale bildet, soll aus einem beschussfesten Material bestehen, so dass es sich um Stahl oder einen anderen geeigneten Werkstoff handeln muss, der extremen Belastungen standhält, da dieser Schutzhelm für militärische Anwendungen vorgesehen ist. Da die harte Außenschale und der im Kunststoff-Spritzguss gefertigte innere Tragkorb aus völlig unterschiedlichen Werkstoffen bestehen, müssen sie zunächst separat gefertigt und danach in einem weiteren Arbeitsgang miteinander verbunden werden. Auch hier ist die Außenschale wie bei den üblichen Schutzhelmen flächig durchgehend.

[0007] Ein weiterer Sturzhelm ist aus der DE 10 2005 006 083 B4 bekannt. Hier handelt es sich

um einen typischen Motorradhelm mit einer über weite Bereiche flächig durchgehend schlagfesten äußeren Helmkalotte, die sich über den Oberkopfbereich bis zu dem Nacken und mit Seitenbereichen über die Ohren erstreckt. Die Helmkalotte weist einen Visierausschnitt auf. Diese für Motorradhelme typische Form, die auch als Integralhelm bezeichnet wird, unterscheidet sich wesentlich von Helmen für Radfahrer oder Skater, die nur geringere Kopfbereiche abdecken. Bei diesem Schutzhelm ist der typische zweischalige Aufbau vorhanden, bei dem die Schläge und Stöße von der äußeren Helmkalotte aufgenommen werden, während in diese ein inneres Polsterteil eingesetzt ist, das aus einem weichen Material besteht und am Kopf des Helmträgers anliegt. Äußere Helmkalotte und Polsterteil müssen nach der getrennten Fertigung miteinander verbunden werden. Das Polsterteil besteht aus einem Schaumstoff wie EPS-Material oder Styropor, wobei innenseitig zusätzlich noch ein Bezug aufgebracht sein kann. Außerdem muss das Visier aus einem durchsichtigen Kunststoff gefertigt und an der Helmkalotte angebracht werden. Für die Herstellung eines solchen Helms ist somit eine größere Anzahl von Fertigungsschritten notwendig.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Schutzhelm der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, der eine einfachere Fertigung ermöglicht und dabei dennoch den Normen entspricht, was die Anforderungen an die Kompensation von bei außen einwirkenden Stößen und Schlägen betrifft.

[0009] Die Lösung dieser Aufgabe liefert ein Schutzhelm der eingangs genannten Gattung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs.

[0010] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass sowohl die Außenkontur und die Innenkontur selbst als auch der gesamte Raum zwischen der Außenkontur und der Innenkontur aus einer Vielzahl in unterschiedliche Raumrichtungen orientierter und über Knotenpunkte miteinander verbundener Strebenelemente bestehen, die eine dreidimensionale Netzwerkstruktur mit jeweils Durchbrechungen zwischen den Strebenelementen bilden. Die Erfindung verlässt somit das bekannte Prinzip des zweischaligen Aufbaus aus äußerer harter Helmkalotte und innerer weicher Polsterschicht. Stattdessen wird sowohl der äußere schlagabsorbierende Bereich als auch der am Kopf des Helmträgers anliegende innere Bereich aus einer einheitlichen Netzwerkstruktur hergestellt. Dadurch wird es möglich, einen erfindungsgemäßen Helm in nur einem Fertigungsschritt und gegebenenfalls werkstoffhomogen aus nur einem Werkstoff herzustellen. Dies bringt eine erhebliche Zeitersparnis mit sich und macht es möglich, einen ausgemusterten Helm kostengünstig zu recyceln ohne vorherige Materialtrennung. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass im Herstellungsprozess nur vergleichsweise wenig Ma-

terial verarbeitet wird, im Wesentlichen nur so viel wie für das gewünschte Produkt benötigt wird. Dadurch ergibt sich sehr wenig Abfall bei der Produktion.

[0011] Die für den Helm verwendete dreidimensionale Netzwerkstruktur umfasst Strebenelemente in sich in verschiedenste Raumrichtungen erstrecken und jeweils über Knotenpunkte untereinander verbunden sind (und nicht nur jeweils parallel in radialer Richtung, X-Richtung oder Y-Richtung verlaufen wie im Stand der Technik) wodurch man erreicht, dass von außen einwirkende Kräfte durch Schläge und Stöße über die Netzwerkstruktur in alle Raumrichtungen verteilt und nicht mehr einseitig in nur einer Richtung nach innen zum Kopf des Helmträgers weitergeleitet werden. Dadurch wird es möglich, diese Netzwerkstruktur nach innen bis zur Innenkontur durchlaufen zu lassen und die weiche nachgiebige Polsterstruktur der Innenschale erübrigt sich.

[0012] Eine flächig durchgehende Außenschale ist im Prinzip bei einem erfindungsgemäßen Schutzhelm nicht mehr erforderlich. Der Verlauf der radial am weitesten außen liegenden Strebenelemente bildet die Außenkontur ab. Diese radial äußersten Strebenelemente erstrecken sich mindestens teilweise auch radial einwärts, verlaufen zu dort liegenden Knotenpunkten, von wo aus wiederum weitere Strebenelemente in alle möglichen Raumrichtungen und wiederum auch weiter nach radial einwärts verlaufen, so dass sich letztlich eine dreidimensional vernetzte Netzwerkstruktur aus zahlreichen Strebenelementen bis hin zur Innenkontur des Schutzhelms erstreckt. Zwischen den Strebenelementen liegen jeweils Durchbrechungen, so dass nicht nur eine im Bereich der Außenkontur nach außen hin offene Netzwerkstruktur vorhanden ist, die gleichzeitig für die bei Fahrradhelmen übliche Belüftung sorgt. Das Netzwerk ist jedoch mit den Verzweigungen und Knotenpunkten so aufgebaut, dass sich eine nach außen hin offene Durchbrechung nicht in gleichbleibender Richtung bis zur Innenkontur des Helms erstreckt, sondern dazwischen liegen Knotenpunkte, von denen aus weitere Strebenelemente sich in andere Richtungen erstrecken, zwischen denen dann wiederum aufgrund von Durchbrechungen Abstände gegeben sind.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung kann die Netzwerkstruktur einen regelmäßigeren Aufbau aufweisen, wobei die Strebenelemente eine fachwerkartige Struktur bilden mit einer ersten Anzahl in X-Richtung ausgerichteter Strebenelemente, einer zweiten Anzahl in Y-Richtung ausgerichteter, zu den ersten Strebenelementen in etwa senkrecht verlaufender und mit diesen verbundener Strebenelemente sowie einer dritten Anzahl in Z-Richtung ausgerichteter, zu den ersten und den zweiten Strebenelementen jeweils etwa senk-

recht verlaufender und mit diesen jeweils verbundener Strebenelemente.

[0014] Auch andere regelmäßige Netzwerkstrukturen sind möglich, wobei zum Beispiel die Strebenelemente in einer Schnittebene durch die Netzwerkstruktur gesehen kreisförmige sich an den Kreisumfängen berührende Strukturen bilden, welche untereinander in Richtung etwa senkrecht zur Schnittebene durch weitere Strebenelemente vernetzt sind. Oder die Strebenelemente bilden beispielsweise in einer Schnittebene durch die Netzwerkstruktur gesehen wabenförmige Strukturen, welche untereinander in Richtung etwa senkrecht zur Schnittebene durch weitere Strebenelemente vernetzt sind.

[0015] Die Netzwerkstruktur kann aber ebenso gut weitgehend unregelmäßig aufgebaut sein, wobei sich Strebenelemente unregelmäßig in quasi statistischer Verteilung in alle möglichen Raumrichtungen erstrecken, so dass von außen einwirkende Stöße auch hier nach radial innen hin wiederum weitgehend in alle möglichen Richtungen abgeleitet werden und nicht wie bei einer flächig durchgehenden Schale vektorartig in nur einer Richtung nach radial innen weitergegeben werden, was zu einer punktuellen Belastung in einem engen Bereich der Innenschale führen würde. Daher eignet sich die erfindungsgemäße Netzwerkstruktur gut dazu, außen einwirkende punktuelle Belastungen zu kompensieren, ohne dass der Helmaufbau eine innere Schale aus einem nachgiebig elastischen Werkstoff erfordert.

[0016] Gemäß einer alternativen Variante kann die Netzwerkstruktur auch beispielsweise wellenförmige in sich federnde Strebenelemente umfassen. Diese Strebenelemente werden aber anders als im Stand der Technik nicht dadurch federnd, dass das Material elastisch nachgibt und axial einfedert wie ein Schaumstoff, sondern es kann ein härterer Kunststoff verwendet werden und der genannte Federeffekt ergibt sich nur dadurch, dass die Strebenelemente vergleichsweise dünn sind und sich aufgrund der Wellenform verformen können, ähnlich wie beispielsweise bei einer Spiralfeder aus Stahl, bei der der Werkstoff selbst ja nicht kompressibel ist.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung weist die Netzwerkstruktur aus Strebenelementen zahlreiche Verzweigungen auf, so dass sich Verzweigungsstellen bilden, an denen bevorzugt mehr als zwei in verschiedene Richtungen ausgerichtete Strebenelemente aufeinander treffen, wobei hierin derartige Verzweigungsstellen auch als Knotenpunkte bezeichnet werden. An solchen Knotenpunkten können je nach Netzwerkstruktur beispielsweise drei oder vier Strebenelemente in einer Schnittebene durch die Netzwerkstruktur aufeinander treffen sowie weitere Strebenelemente, die in einem Winkel, insbesondere etwa senkrecht zu

dieser Schnittebene verlaufen. Somit können von einem Knotenpunkt beispielsweise insgesamt fünf oder sechs Strebenelemente ausgehen. Die Jeweiligen Winkel an den Knotenpunkten müssen aber keineswegs regelmäßig sein wie etwa 120 ° Winkel oder 90 ° Winkel, da das Netzwerk insgesamt auch einen unregelmäßigen Aufbau aufweisen kann, bei dem sich aber dann in der Summe statistisch in etwa eine gleichmäßige Verteilung der Ausrichtung der Strebenelemente in alle Raumrichtungen ergeben kann.

[0018] Eine beispielhafte bevorzugte Variante sieht vor, dass auf die Außenkontur zulaufende Strebenelemente in ihren jeweiligen radial äußeren Endbereichen jeweils in Richtung einer Normalen zur Tangente an die im Raum gekrümmte Fläche der Außenkontur im Endbereich des jeweiligen Strebenelements ausgerichtet sind. Dies hat den Vorteil, dass dann zunächst die von außen einwirkenden Kräfte vom Auftreffpunkt über ein Strebenelement etwa radial einwärts in die Netzwerkstruktur eingeleitet werden, bis zum nächsten Knotenpunkt, wo dann eine Verteilung der Kräfte über die von dort ausgehenden Strebenelemente in verschiedene Raumrichtungen erfolgt, so dass verhindert wird, dass eine von einem Schlag oder Stoß auf die Außenkontur ausgehende Kraft unmittelbar radial zur Krümmung der Außenkontur einwärts ohne Richtungswechsel bis zur Innenkontur weitergeleitet wird. Letzteres würde zu einer zu hohen punktförmigen Belastung für den Helmträger führen.

[0019] Die Strebenelemente, aus denen die Netzwerkstruktur bei einem erfindungsgemäßen Schutzhelm aufgebaut ist, schaffen eine Struktur aus Streben und Durchbrechungen, die in der Regel wesentlich feiner dimensioniert ist, verglichen mit herkömmlichen Strukturen bei Schutzhelmen, die auch Streben und Durchbrechungen in Form von Lüftungsöffnungen aufweisen können. Bei herkömmlichen Schutzhelmen haben die Streben jedoch zumeist Abmessungen mit Breiten von 1 cm oder mehr und als Lüftungsöffnungen dienende Durchbrechungen in der Helmschale haben Durchmesser und Längen von mehreren Zentimetern. Es sind zudem nur wenige Durchbrechungen vorhanden, die Belüftungszwecken dienen, jedoch nicht mit der mechanischen Belastbarkeit der Helmstruktur im Zusammenhang stehen.

[0020] Verglichen damit handelt es sich bei der erfindungsgemäßen Netzwerkstruktur um eine durchgehende Mikrostruktur, d.h. die Strebenelemente und Durchbrechungen durchziehen die gesamte dreidimensionale Helmstruktur und die Differenzierung in Außenkalotte und Innenkalotte (Polsterung) entfällt. Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Strebenelemente jeweils eine Stärke oder einen Durchmesser von etwa 1 mm bis etwa 2 mm aufweisen und/oder die lichten Abstände zwi-

schen je zwei benachbarten Strebenelementen jeweils zwischen etwa 2 mm und etwa 6 mm liegen, vorzugsweise bei etwa 3 mm bis etwa 5 mm.

[0021] Somit handelt es sich bevorzugt gemäß der vorliegenden Erfindung um einen Schutzhelm der in seiner Gesamtheit eine einheitliche einstückige dreidimensionale Netzwerkstruktur aus gleichartigen miteinander verbundenen beabstandeten Strebenelementen und Durchbrechungen zwischen diesen Strebenelementen aufweist, umfassend die Außenkontur, die Innenkontur und den gesamten Bereich zwischen Außenkontur und Innenkontur des Schutzhelms.

[0022] Für die Herstellung der erfindungsgemäßen Schutzhelme eignen sich bevorzugt Kunststoffe wie zum Beispiel Polyamide, thermoplastische Polyurethan-Polymere (TPU) auf Esterbasis oder andere Kunststoffe, die spezifisch für die Verwendung in Laser-Sinter-Verfahren geeignet sind.

[0023] Aufgrund der Tatsache, dass die erfindungsgemäßen Schutzhelme eine einheitliche durchgehende einstückige gleichförmige dreidimensionale Netzwerkstruktur aufweisen, eignen sich Verfahren, die die Herstellung des Schutzhelms quasi in nur einem Arbeitsgang ermöglichen. Dies sind insbesondere Verfahren wie sie sonst beim „rapid prototyping“ eingesetzt werden. Soweit man derartige Verfahren nach dem Stand der Technik eingesetzt hat, um Prototypen für Schutzhelme herzustellen, sind diese bekannten Verfahren jedoch mit der vorliegenden Erfindung nicht vergleichbar, denn sie führen zu Prototypen, die lediglich Modellcharakter hatten, d.h. die dazu dienten, eine neue Gestaltungsform eines Schutzhelms zu verdeutlichen. Derartige Prototypen sind jedoch in keiner Weise mechanisch belastbar, d.h. sie sind nicht in der Praxis verwendbar, da sie den Anforderungen an die Stoßbelastbarkeit von Schutzhelmen in keiner Weise genügen. Es handelt sich hier um reine Anschauungsmodelle.

[0024] Ein mögliches erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines Schutzhelms schlägt vor, dass zunächst von der Helmstruktur Stereolithografiedaten oder 3D-CAD-Daten erstellt werden und anhand dieser Daten ein schichtweiser Aufbau des Helms in einem 3D-Druck-Verfahren erfolgt.

[0025] Ein beispielhaftes bevorzugtes 3D-Druck-Verfahren ist das Laser-Sinter-Verfahren.

[0026] Die in den Unteransprüchen genannten Merkmale betreffen bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Aufgabenlösung. Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Detailbeschreibung.

[0027] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher beschrieben.

[0028] Dabei zeigen:

[0029] Fig. 1 eine Ansicht eines beispielhaften erfindungsgemäßen Schutzhelms von vorn;

[0030] Fig. 2 eine Ansicht eines beispielhaften erfindungsgemäßen Schutzhelms von der Seite her gesehen;

[0031] Fig. 3 eine Ansicht eines beispielhaften erfindungsgemäßen Schutzhelms von unten her gesehen;

[0032] Fig. 4 eine vergrößerte Schnittansicht eines Detailausschnitts durch die dreidimensionale Netzwerkstruktur eines erfindungsgemäßen Schutzhelms gemäß einer beispielhaften Variante der Erfindung;

[0033] Fig. 5 eine vergrößerte Schnittansicht eines Detailausschnitts durch die dreidimensionale Netzwerkstruktur eines erfindungsgemäßen Schutzhelms gemäß einer anderen beispielhaften Variante der Erfindung;

[0034] Fig. 6 eine vergrößerte Schnittansicht eines Detailausschnitts durch die dreidimensionale Netzwerkstruktur eines erfindungsgemäßen Schutzhelms gemäß einer anderen beispielhaften Variante der Erfindung;

[0035] Fig. 7 eine vergrößerte Schnittansicht eines Detailausschnitts durch die dreidimensionale Netzwerkstruktur eines erfindungsgemäßen Schutzhelms gemäß einer anderen beispielhaften Variante der Erfindung;

[0036] Fig. 8 eine vergrößerte Schnittansicht eines Detailausschnitts durch die dreidimensionale Netzwerkstruktur eines erfindungsgemäßen Schutzhelms gemäß einer weiteren beispielhaften Variante der Erfindung;

[0037] Fig. 9 eine Längsschnittansicht durch einen Schutzhelm gemäß der beispielhaften Ausführungsvariante nach den Fig. 1 bis Fig. 3;

[0038] Fig. 10 eine Querschnittsansicht durch einen Schutzhelm gemäß der beispielhaften Ausführungsvariante nach den Fig. 1 bis Fig. 3;

[0039] Fig. 11 eine schematisch vereinfachte Längsschnittansicht durch einen Schutzhelm gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung, ähnlich der Ansicht gemäß Fig. 9;

[0040] Fig. 12 eine schematisch vereinfachte Querschnittsansicht durch einen Schutzhelm gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung, ähnlich der Ansicht gemäß Fig. 10.

[0041] Zunächst wird auf die Fig. 1 bis Fig. 3 Bezug genommen. Die Darstellung von Fig. 1 zeigt eine Ansicht eines beispielhaften erfindungsgemäßen Schutzhelms von vorn her gesehen. Die entsprechende Seitenansicht ist in Fig. 2 dargestellt, die Ansicht von unten, bei der man in den Helm hinein schaut, ist in Fig. 3 dargestellt. Das Ausführungsbeispiel zeigt einen Fahrradhelm, der insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet ist. Der erfindungsgemäße Schutzhelm 10 zeichnet sich dadurch aus, dass er anders als herkömmliche Schutzhelme anstelle einer Außenschale und einer Innenschale aus unterschiedlichen Materialien eine einheitliche Netzwerkstruktur aus zahlreichen miteinander verbundenen Strebenelementen aufweist, die sich von der Außenkontur 11 über die Materialstärke des Schutzhelms bis zur Innenkontur hin erstreckt und sowohl Außenkontur 11 als auch Innenkontur 12 und den dazwischen liegenden Bereich 20 umfasst (siehe Fig. 3.) Dabei handelt es sich um eine von innen nach außen hin offene Netzwerkstruktur mit zahlreichen Durchbrechungen zwischen den Strebenelementen, so dass für eine Belüftung keine zusätzlichen Belüftungsöffnungen notwendig sind. Luft kann durch nach außen hin offene Durchbrechungen in der Außenkontur 11 eintreten und an der Innenseite der Netzwerkstruktur befinden sich ebenfalls nach innen hin offene Durchbrechungen, wobei jedoch die innenseitigen Durchbrechungen aufgrund des im vorliegenden Beispiel zumindest teilweise unregelmäßigen Aufbaus des Netzwerks in der Regel nicht in geometrisch einfach geformten Kanälen von innen nach außen laufen, sondern ein komplexes Hohlräumssystem in der Netzwerkstruktur besteht. Besser ist diese Netzwerkstruktur in den vergrößerten Schnittdarstellungen gemäß den Fig. 9 und Fig. 10 erkennbar, auf die nachfolgend Bezug genommen wird.

[0042] Fig. 9 zeigt einen Längsschnitt durch einen Schutzhelm 10 der in den Fig. 1 bis Fig. 3 gezeigten Art. Man erkennt die durch zahlreiche Durchbrechungen 19 zwischen den Strebenelementen nach außen hin offene Netzwerkstruktur, deren Außenkontur mit dem Bezugszeichen 11 benannt ist. In dem Bereich 20 zwischen dieser Außenkontur 11 und der Innenkontur 12, also in Richtung der Tiefe der Netzwerkstruktur bzw. in radialer Richtung befindet sich eine regelmäßige fachwerkartige Anordnung von Strebenelementen 17, die ähnlich wie bei der Variante gemäß Fig. 7 jeweils zueinander etwa rechtwinklig stehen und sich in den drei Raumrichtungen erstrecken, d.h. in X-Richtung, Y-Richtung und Z-Richtung. Dadurch ergibt sich hier eine vergleichsweise regelmäßige Netzwerkstruktur mit Knotenpunkten 16 dort, wo jeweils sechs Strebenelemente 17 (siehe auch Fig. 7)

aufeinander treffen, wobei von den Knotenpunkten **16** in der Zeichenebene jeweils vier Strebenelemente ausgehen und jeweils zwei Strebenelemente senkrecht zur Zeichenebene verlaufen.

[0043] Hingegen ist bei der Variante gemäß den **Fig. 9** und **Fig. 10** in der gekrümmten Ebene der Innenkontur **12** eine unregelmäßige Netzwerkstruktur vorhanden, deren zahlreiche Strebenelemente **21** unregelmäßig in verschiedenste Richtungen verlaufen und annähernd dreieckige Strukturen bilden mit dreieckigen Durchbrechungen **19** zwischen den Strebenelementen **21**. Hier verlaufen von den Knotenpunkten **22** ausgehend in der Ebene der Innenkontur **12** teilweise jeweils sechs Strebenelemente **21**, teilweise aber auch nur jeweils fünf Strebenelemente **21**. Auch verlaufen die Strebenelemente **21**, die jeweils die Seiten von Dreiecken bilden teilweise nicht geradlinig sondern in leicht gekrümmten Linien, wodurch auch die Unregelmäßigkeiten entstehen. In der Gesamtheit gesehen erstrecken sich jedoch diese Strebenelemente **21** in der gekrümmten Ebene der Innenkontur **12** von den Knotenpunkten **22** ausgehend in alle Richtungen. Von dieser gekrümmten Ebene der Innenkontur **12** ausgehend verlaufen dann in zur dieser gekrümmten Ebene etwa senkrechten Winkeln (also etwa radial bezogen auf die Tiefe der Netzwerkstruktur von der Innenkontur **12** nach außen hin der Außenkontur **11**) und auch in unterschiedlichen spitzen Winkeln zu dieser gekrümmten Ebene nach außen hin in Tiefenrichtung der Netzwerkstruktur zur Außenebene. Dies resultiert daraus, dass in dem Zwischenbereich **20** zwischen Innenkontur **12** und Außenkontur **11** eine regelmäßige fachwerkartige Struktur aus zueinander etwa senkrechten Strebenelementen **17** vorhanden ist, die Innenkontur **12** aber eine gekrümmte Ebene bildet, so dass sich der Winkel zwischen den Strebenelementen **17** des Zwischenbereichs **20** und der gekrümmten Ebene der Innenkontur **12** immer ändert. Es sind somit von der Innenkontur etwa tangential ausgehende Strebenelemente **17** vorhanden, von dieser spitzwinklig in flacheren und steileren Winkeln ausgehende Strebenelemente **17** sowie auch solche Strebenelemente **17**, die von der gekrümmten Ebene der Innenkontur **12** ausgehend zu dieser in einem etwa rechten Winkel, also in Richtung der Normalen, verlaufen. Durch diesen Aufbau der Netzwerkstruktur ergibt sich eine Verteilung der bei einem von außen lokal auf den Schutzhelm **10** einwirkenden Schlag oder Stoß einwirkenden Kräfte in allen Richtungen innerhalb der Netzwerkstruktur mit den Strebenelementen, so dass die Stoßkraft nicht punktuell auf den Kopf des Helmträgers einwirkt.

[0044] In **Fig. 9** wurden jeweils kleine Ausschnitte der Netzwerkstruktur in der gekrümmten Ebene der Innenkontur **12** und in dem Zwischenbereich **20** zwischen Innenkontur **11** und Außenkontur **12** zum besseren Verständnis noch einmal separat dargestellt.

Fig. 10 zeigt den Querschnitt durch den Schutzhelm **10** und auch hier kann man die Struktur mit unregelmäßige Dreiecke bildenden Strebenelementen **21** in der gekrümmten Ebene der Innenkontur **12** einerseits und fachwerkartig verknüpften, regelmäßig etwa rechtwinklig zueinander verlaufenden Strebenelementen **17** in dem Zwischenbereich gut erkennen.

[0045] In den **Fig. 11** und **Fig. 12** sind jeweils Schnittansichten eines Längsschnitts sowie eines Querschnitts durch einen Schutzhelm gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung noch einmal in schematisch vereinfachter Form dargestellt. Diese schematischen Darstellungen sind übersichtlicher und verdeutlichen daher den Aufbau der Netzwerkstruktur des Schutzhelms in einer besser verständlichen Form. Es ist jeweils der Aufbau des Netzwerks im Zwischenbereich **20** erkennbar und die Struktur mit den Strebenelementen **21** im Bereich der gekrümmten Ebene der Innenkontur **12** ist jeweils für nur einen kleinen Teilausschnitt der Innenkontur noch einmal separat eingezeichnet.

[0046] Nachfolgend wird auf die **Fig. 4** Bezug genommen und anhand dieser wird eine weitere mögliche beispielhafte Variante für einen möglichen Aufbau einer dreidimensionalen Netzwerkstruktur eines erfindungsgemäßen Schutzhelms näher erläutert. Die Darstellung gemäß **Fig. 4** zeigt einen Schnitt durch einen Teilausschnitt eines Schutzhelms in Längsrichtung. Man erkennt die gekrümmte Außenkontur **11** und die ebenfalls gekrümmte Innenkontur **12** des Schutzhelms, wobei letztere mit einem Abstand entsprechend der Materialstärke der Netzwerkstruktur zur Außenkontur verläuft und dabei auch einen von der Außenkontur abweichenden Krümmungsradius aufweisen kann. Zwischen Außenkontur **11** und Innenkontur **12** bilden die Strebenelemente der Netzwerkstruktur in diesem Beispiel in der Schnittebene kreisförmige Strukturen **13a**, **13b**, wobei sich jeweils benachbarte kreisförmige Strukturen **13a**, **13b** jeweils an ihrem Umfang jeweils punktförmig berühren. Auf diese Weise kann bei dichtester Anordnung derartiger kreisförmiger Strukturen mit einheitlichen Durchmesser in der Schnittebene eine einzelne kreisförmige Struktur **13** von insgesamt sechs weiteren kreisförmigen Strukturen benachbart sein. Wie man in **Fig. 4** sieht, können die kreisförmigen Strukturen auch teilweise angeschnitten sein, beispielsweise wenn sie wie hier so dimensioniert sind, dass die Entfernung von der Außenkontur **11** zur Innenkontur **12** in radialer Richtung kein ganzes Vielfaches des Durchmessers einer einzelnen kreisförmigen Struktur **13** ergibt. Es können mehrere Reihen vollständiger kreisförmiger Strukturen **13a**, **13b** in einer Schnittebene vorhanden sein, wie das Ausführungsbeispiel zeigt. Es können auch kugelförmige Strukturen vorgesehen sein, die in **Fig. 4** in der Schnittebene etwa mittig und somit kreisförmig geschnitten sind oder es handelt sich alternativ um

kreisförmige Strebenelemente **13a**, **13b**, die senkrecht zur Schnittebene durch weitere Streben untereinander verbunden sind.

[0047] Fig. 5 zeigt eine weitere alternative Variante, wobei auch hier nur ein kleiner segmentförmiger Detailausschnitt der dreidimensionalen Netzwerkstruktur im Längsschnitt dargestellt ist. Hier bilden die Strebenelemente in der Schnittebene etwa sechseckige Strukturen **14a**, **14b** zwischen der Außenkontur **11** und der Innenkontur **12**. Dabei sind beispielsweise radial innenseitig etwas kleinere sechseckige Strukturen **14a** vorgesehen und radial außenseitig etwas größere sechseckige Strukturen **14b**. Weiterhin können in den Zwischenräumen zwischen mehreren benachbarten sechseckigen Strukturen **14a**, **14b** etwa rautenförmige Strukturen **15** vorhanden sein. Bei einer solchen Netzwerkstruktur ergeben sich zum einen erste Knotenpunkte **16a**, von denen in der Schnittebene vier Strebenelemente in verschiedene Richtungen ausgehen und zweite Knotenpunkte **16b**, von denen in der Schnittebene nur drei Strebenelemente in drei Richtungen ausgehen, die miteinander beispielsweise Winkel von etwa 120° einnehmen. Senkrecht zu der in Fig. 5 gezeigten Schnittebene (oder auch in anderen Winkeln) gehen in der Regel zu beiden Seiten hin weitere Strebenelemente aus, die hier nicht erkennbar sind, beispielsweise jeweils von den Knotenpunkten **16a**, **16b** ausgehend, so dass insgesamt von einem Knotenpunkt dreidimensional betrachtet fünf oder sechs Strebenelemente ausgehen.

[0048] Fig. 6 zeigt eine weitere alternative Variante, wobei auch hier nur ein kleiner segmentförmiger Detailausschnitt der dreidimensionalen Netzwerkstruktur im Längsschnitt dargestellt ist. Hier bilden die Strebenelemente in der Schnittebene jeweils etwa sechseckige Strukturen **14a**, **14b** zwischen der Außenkontur **11** und der Innenkontur **12**, die jeweils weitgehend einheitlich sind in der Größe. Insgesamt ergibt sich so im Schnitt eine wabenförmige Struktur. Bei einer solchen Netzwerkstruktur ergeben sich Knotenpunkte **16b**, von denen drei Strebenelemente in drei Richtungen ausgehen, die miteinander beispielsweise Winkel von etwa 120° einnehmen. Senkrecht zu der in Fig. 6 gezeigten Schnittebene (oder auch in anderen Winkeln) gehen in der Regel zu beiden Seiten hin weitere Strebenelemente aus, die hier nicht erkennbar sind, beispielsweise jeweils von den Knotenpunkten **16b** ausgehend, so dass insgesamt von einem Knotenpunkt dreidimensional betrachtet fünf Strebenelemente ausgehen.

[0049] Fig. 7 zeigt eine weitere alternative Variante, wobei auch hier nur ein kleiner segmentförmiger Detailausschnitt der dreidimensionalen Netzwerkstruktur im Längsschnitt dargestellt ist. Hier bilden die Strebenelemente in der Schnittebene etwa rechteckige Strukturen **17a**, **17b** zwischen der Außenkontur

11 und der Innenkontur **12**. Dabei sind hier die rechteckigen Strukturen **17a**, **17b** in ihrer Größe jeweils gleichbleibend, so dass sich eine regelmäßige fächerartige Struktur ergibt, in der Strebenelemente in den Knotenpunkten jeweils in etwa rechten Winkeln aufeinander treffen. Diese regelmäßige Struktur ist jedoch nur beispielhaft zu verstehen. Die Längen der Strebenelemente müssen nicht jeweils gleich sein und auch die Winkel an den Knotenpunkten **16a** können vom rechten Winkel abweichen. Bei einer solchen Netzwerkstruktur ergeben sich Knotenpunkte **16a**, von denen in der Schnittebene jeweils vier Strebenelemente in vier verschiedene Richtungen ausgehen, wobei diese Strebenelemente jeweils miteinander beispielsweise Winkel von etwa 90° einnehmen. Vorzugsweise senkrecht zu der in Fig. 7 gezeigten Schnittebene (oder auch in anderen Winkeln) gehen in der Regel zu beiden Seiten hin weitere Strebenelemente aus, die hier nicht erkennbar sind, beispielsweise jeweils von den Knotenpunkten **16a** ausgehend, so dass insgesamt von einem Knotenpunkt dreidimensional betrachtet sechs Strebenelemente ausgehen.

[0050] Fig. 8 zeigt eine weitere alternative Variante, wobei auch hier nur ein kleiner segmentförmiger Detailausschnitt der dreidimensionalen Netzwerkstruktur im Längsschnitt dargestellt ist. Hier bilden die Strebenelemente in der Schnittebene etwa wellenförmige Strukturen **18a**, **18b**, die zwischen der Außenkontur **11** und der Innenkontur **12** jeweils in etwa radialen Richtungen verlaufen. Diese wellenförmige Strebenelemente **18a**, **18b** können etwa parallel und mit Abstand zueinander von der Innenkontur **11** zur Außenkontur verlaufen. Wenn ein Schlag oder Stoß punktuell an einer Stelle auf die Außenkontur **11** antrifft, von der ein wellenförmiges Strebenelement **18a**, **18b** ausgeht, dann führt dies zu einer Krafteinleitung in das wellenförmige Strebenelement und eine geringfügige Verformung des in dem Bereich entlang der Außenkontur verlaufenden Strebenelements kann zu einer Verformung eines wellenförmigen Strebenelements führen. Letzteres besteht bevorzugt aus einem an sich harten formstabilen Kunststoff, aber durch die Wellenform kann sich das wellenförmige Strebenelement in radialer Richtung etwas verformen, so dass dies zu einer Dämpfung des auf die Außenkontur **11** auftreffenden Schlages oder Stoßes führt der dadurch nur mit reduzierter Intensität an der Innenkontur **12** auf den Kopf des Helmträgers weitergegeben wird.

Bezugszeichenliste

10	Schutzhelm
11	Außenkontur
12	Innenkontur
13a, b	kreisförmige oder kugelförmige Strebenelemente
14a, b	sechseckige Strebenelemente

- 15** rautenförmiges Strebenelement
- 16a, b** Knotenpunkte
- 17a, b** Strebenelemente in rechteckigen
Strukturen
- 18a, b** wellenförmige Strebenelemente
- 19** Durchbrechungen
- 20** Bereich zwischen Außenkontur und In-
nenkontur
- 21** Strebenelemente unregelmäßig
- 22** Knotenpunkte

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 4329297 A1 [0005, 0005]
- DE 102010026238 B4 [0006]
- DE 102005006083 B4 [0007]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Norm EN 1078 [0002]

Patentansprüche

1. Schutzhelm umfassend eine im Raum gekrümmte Außenkontur (11) und eine ebenfalls im Raum gekrümmte Innenkontur (12) sowie zwischen der Außenkontur und der Innenkontur verlaufende, den Schutzhelm aussteifende stegartige Elemente (13, 14, 15, 17, 18, 21), **dadurch gekennzeichnet**, dass sowohl die Außenkontur und die Innenkontur selbst als auch der gesamte Raum (20) zwischen der Außenkontur (11) und der Innenkontur (12) aus einer Vielzahl in unterschiedliche Raumrichtungen orientierter und über Knotenpunkte (16, 22) miteinander verbundener Strebenelemente (17, 21) bestehen, die eine dreidimensionale Netzwerkstruktur mit jeweils Durchbrechungen (19) zwischen den Strebenelementen (17, 21) bilden.

2. Schutzhelm nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenkontur (11) und/oder die Innenkontur (12) im Raum gekrümmte Flächen mit jeweils zahlreichen Durchbrechungen (19) sind, wobei diese Flächen durch die Strebenelemente (21) aufgespannt werden.

3. Schutzhelm nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strebenelemente (17) eine fachwerkartige Struktur bilden mit einer ersten Anzahl in X-Richtung ausgerichteter Strebenelemente, einer zweiten Anzahl in Y-Richtung ausgerichteter, zu den ersten Strebenelementen in etwa senkrecht verlaufender und mit diesen verbundener Strebenelemente sowie einer dritten Anzahl in Z-Richtung ausgerichteter, zu den ersten und den zweiten Strebenelementen jeweils etwa senkrecht verlaufender und mit diesen jeweils verbundener Strebenelemente.

4. Schutzhelm nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strebenelemente in einer Schnittebene durch die Netzwerkstruktur gesehen wabenförmige Strukturen (14a, 14b, 15) bilden, welche untereinander in Richtung etwa senkrecht zur Schnittebene durch weitere Strebenelemente vernetzt sind.

5. Schutzhelm nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strebenelemente in einer Schnittebene durch die Netzwerkstruktur gesehen kreisförmige sich an den Kreisumfängen berührende Strukturen (13a, 13b) bilden, welche untereinander in Richtung etwa senkrecht zur Schnittebene durch weitere Strebenelemente vernetzt sind.

6. Schutzhelm nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Netzwerkstruktur wellenförmige in sich federnde Strebenelemente (18a, 18b) umfasst.

7. Schutzhelm nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf die Außen-

kontur zulaufende Strebenelemente (17) mindestens teilweise in ihren jeweiligen radial äußeren Endbereichen jeweils in Richtung einer Normalen zur Tangente an die im Raum gekrümmte Fläche der Außenkontur (11) im Endbereich des jeweiligen Strebenelements ausgerichtet sind.

8. Schutzhelm nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strebenelemente (13, 14, 15, 17, 18, 21) jeweils eine Stärke oder einen Durchmesser von etwa 1 mm bis etwa 2 mm aufweisen und/oder die lichten Abstände zwischen je zwei benachbarten Strebenelementen jeweils zwischen etwa 2 mm und etwa 6 mm liegen, vorzugsweise bei etwa 3 mm bis etwa 5 mm.

9. Schutzhelm nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieser werkstoffhomogen ist und durchgehend aus nur einem gleichen Kunststoff besteht.

10. Schutzhelm nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Zwischenbereich (20) des Schutzhelms zwischen Außenkontur (11) und Innenkontur (12) eine einstückige dreidimensionale Netzwerkstruktur aus gleichartigen miteinander verbundenen beabstandeten Strebenelementen (17) und Durchbrechungen (19) zwischen diesen Strebenelementen aufweist und/oder in der gekrümmten Fläche der Außenkontur (11) oder der gekrümmten Fläche der Innenkontur (12) eine Netzwerkstruktur aus Strebenelementen (21) vorgesehen ist, die von derjenigen in der Außenkontur (11) oder der Innenkontur (12) abweicht.

11. Schutzhelm nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieser aus einem Polyamid, einem thermoplastischen Polyurethan-Polymeren (TPU) oder einem anderen spezifisch für das Lasersintern geeigneten Kunststoff besteht.

12. Verfahren zur Herstellung eines Schutzhelms nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zunächst von der Helmstruktur Stereolithografiedaten erstellt werden und anhand dieser Daten ein schichtweiser Aufbau des Helms in einem 3D-Druck-Verfahren erfolgt.

13. Verfahren zur Herstellung eines Schutzhelms nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das 3D-Druck-Verfahren ein Laser-Sinter-Verfahren ist.

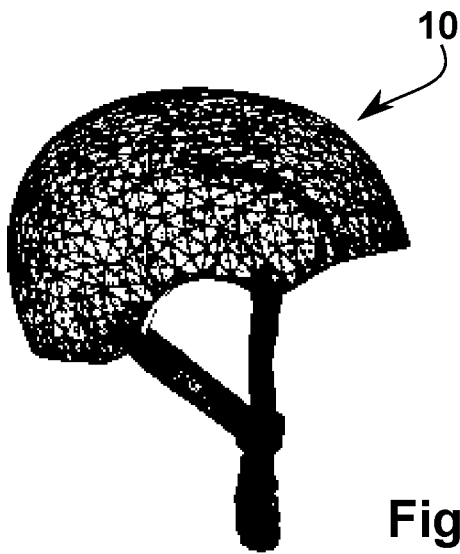
14. Verfahren zur Herstellung eines Schutzhelms nach einem der Ansprüche 12 oder 13 oder eines Schutzhelms mit den Merkmalen wenigstens eines der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die individuelle Kopfform einer Person, für die der Schutzhelm bestimmt ist, vermessen und/oder di-

gitalisiert wird und auf Grundlage dieser Daten ein an diese Kopfform angepasster Schutzhelm hergestellt wird.

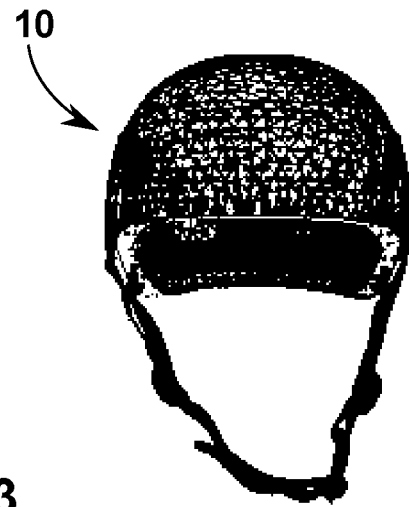
Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

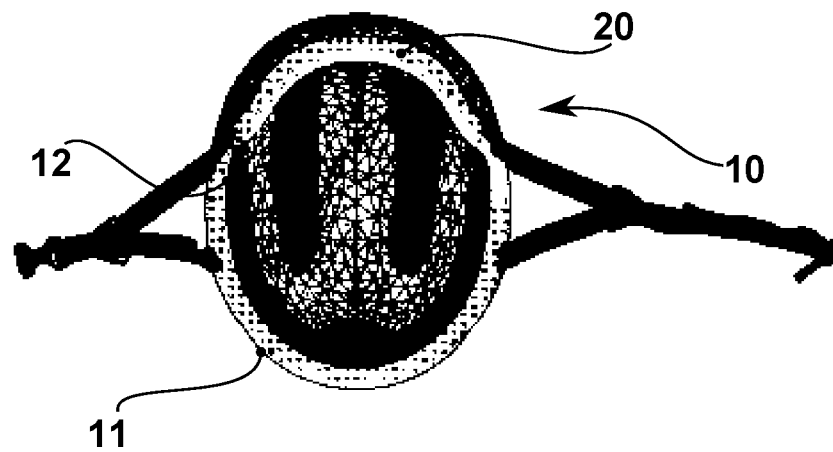
Figur 2



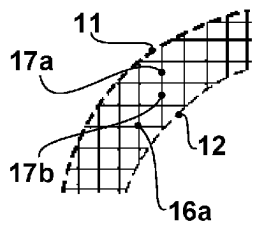
Figur 1



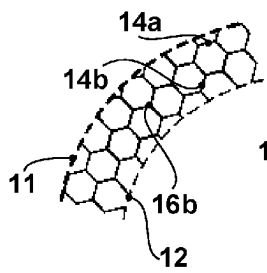
Figur 3



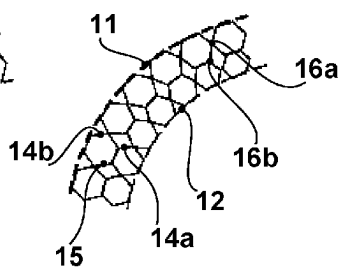
Figur 7



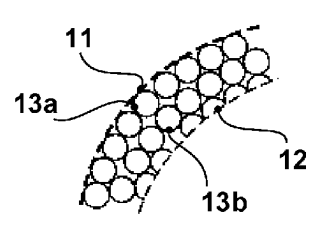
Figur 6



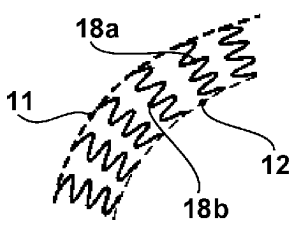
Figur 5



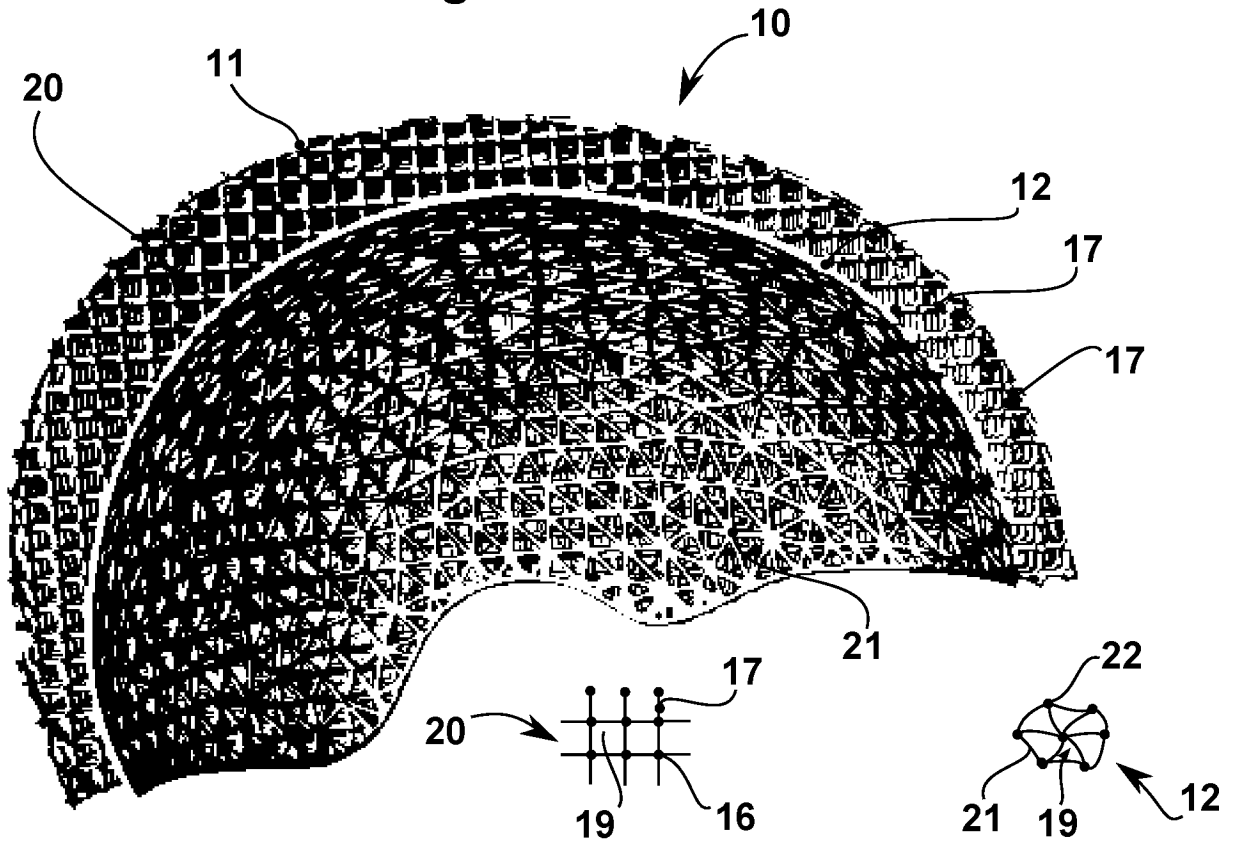
Figur 4



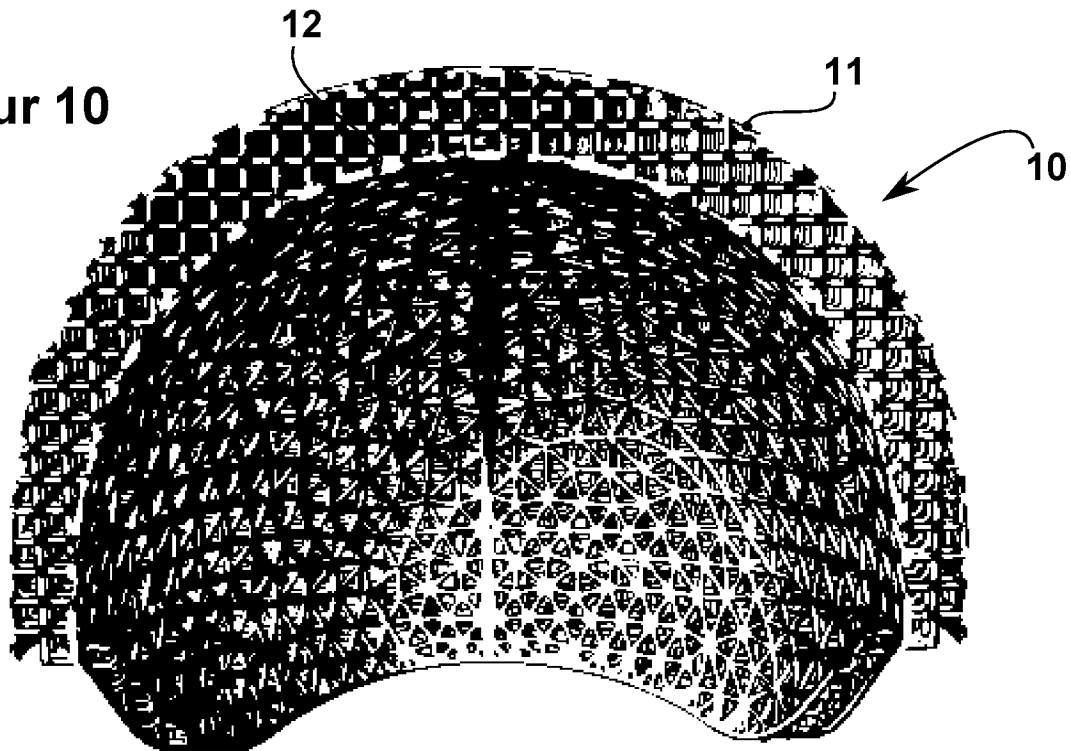
Figur 8



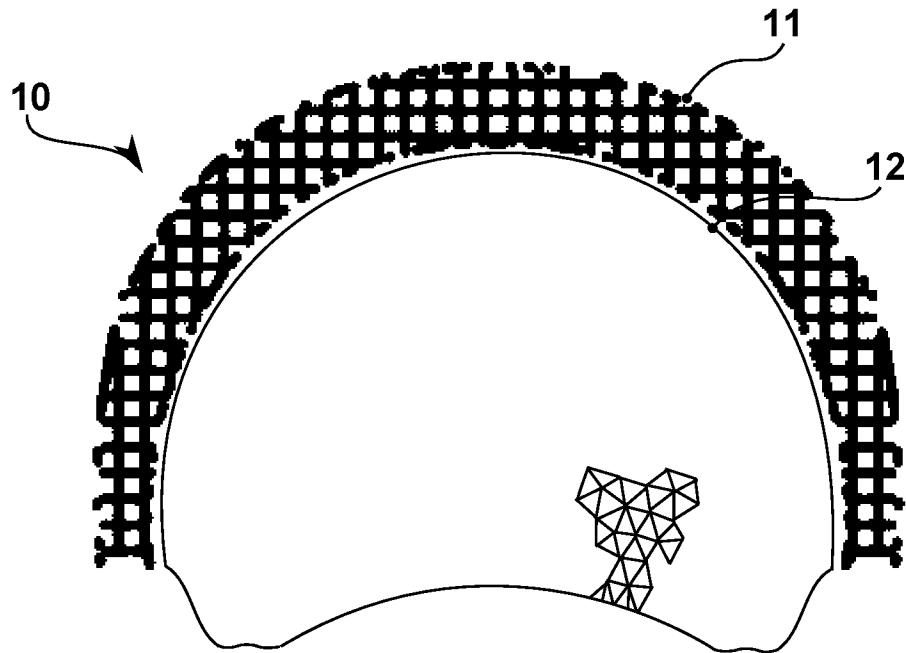
Figur 9



Figur 10



Figur 12



Figur 11

