

# Evonik-Magazin

2|2009



## Kosmos eines Kunststoffes

Was ist VESTAMID?  
Der erste  
Hochleistungs-  
kunststoff,  
der alles kann



# Verwandlungskünstler aus dem Chemiebaukasten

Sportschuhe, Unterwasser-Ölleitungen, Medizingerät, Ski-Oberflächen und die Borsten der Zahnbürste –



Ski-Dekorfolie

Lichtwellenleiter

jeder hatte schon mal mit VESTAMID zu tun, dem Multitalent unter den Hochleistungskunststoffen



TEXT KLAUS JOPP

**WAS HABEN** winzige Zahnräder, Förderrohre für Erdöl oder moderne Carving-Skier miteinander zu tun? All diese Produkte bestehen zumindest zum Teil aus VESTAMID der Evonik Industries AG. Der Kunststoff gehört zur Klasse der Polyamide – dazu zählen auch die bekannten Fasern Nylon und Perlon, die in den Zeiten des Wirtschaftswunders Modegeschichte geschrieben haben. Heute ist Evonik der weltweit größte Hersteller von Polyamid 12, das in der Welt der chemischen Kürzel auch als PA 12 bezeichnet wird. Die Zwölf steht für die Anzahl der Kohlenstoffatome, die im Ausgangsbaustein, im sogenannten Monomer, enthalten sind. Im Falle von PA 12 handelt es sich um eine Verbindung mit dem schwierigen Namen Laurinlactam, die Evonik im Chemiepark Marl in einem mehrstufigen Prozess selbst herstellt. „Wir profitieren hier von unserer rückwärts integrierten Produktion“, erklärt Michael Beyer, Abteilungsleiter Market Development High Performance Polymers (HP) bei Evonik.

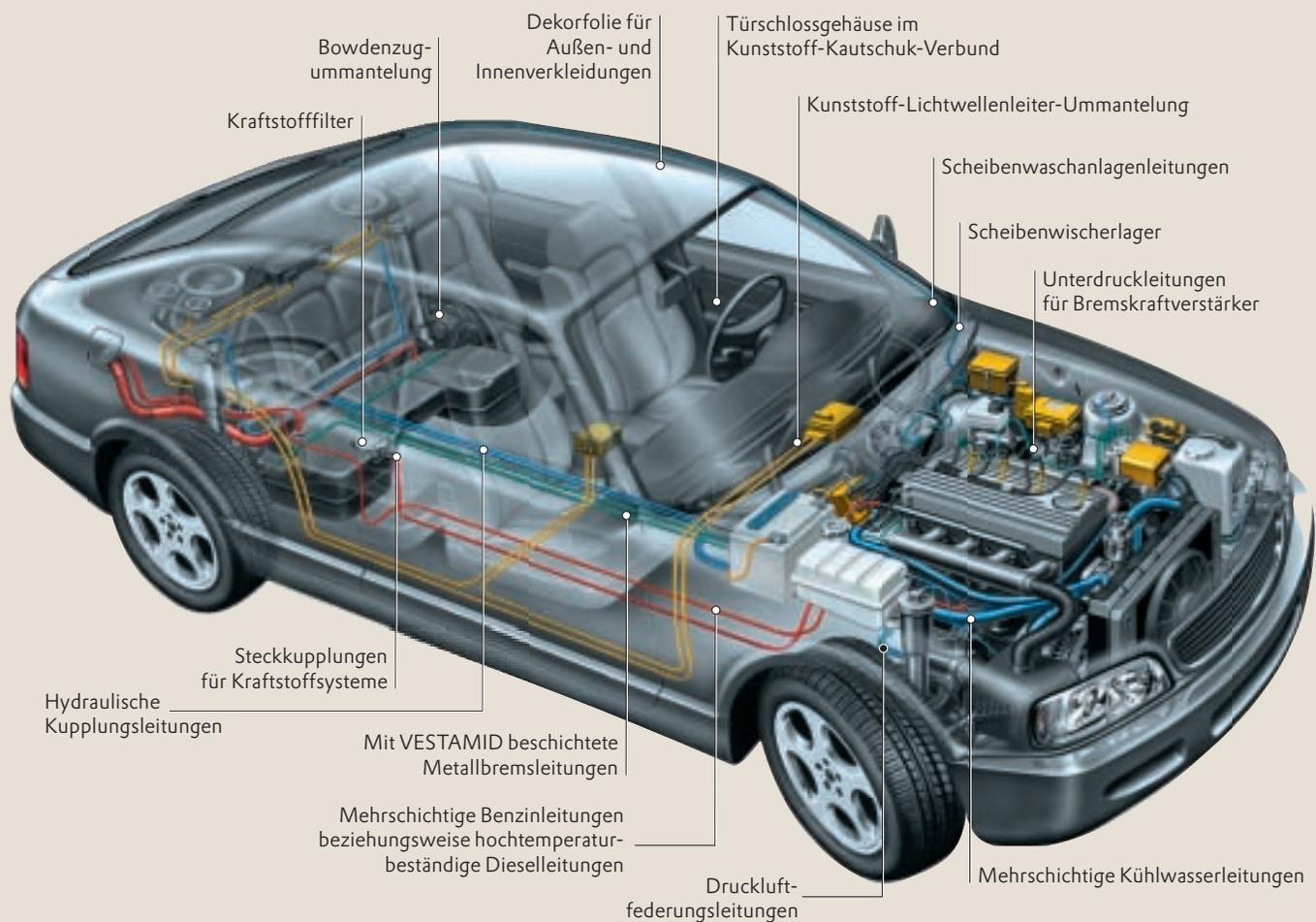
Chemie mit ihrer besonderen Nomenklatur, mit Formeln und Zeichen ist für viele eine ungewohnte, für manche sogar eine verschlossene Welt. Und doch spielt sie in unserem Alltag eine dominierende Rolle, denn wir sind zu Hause und im Auto, bei >

FOTOS: EVONIK INDUSTRIES; FOTOMONTAGE: PICFOUR

**Michael Beyer** ist  
Abteilungsleiter  
Market Development  
High Performance  
Polymers bei Evonik



## Wie viel VESTAMID steckt im Auto?



FOTOS/INFOGRAFIK: EVONIK INDUSTRIES; FOTOMONTAGE: PICFOUR

**GROSSEINSATZ IM KRAFTFAHRZEUG:** Vor allem ein- und mehrschichtige Leitungssysteme wie Kraftstoffleitungen, aber auch Dekorfolien und Spritzgussprodukte wie Scheibenwaschanlagen-Lager sind aus VESTAMID. Dieser und weitere Kunststoffe aus der gleichen Polyamid-Familie stattdessen das Innenleben des Autos zu großen Teilen aus. So kommt zum Beispiel VESTAMELT in der Textil- und Sitzheizungsverklebung zum Einsatz, das Beschichtungspulver VESTOSINT sorgt für Sicherheit bei den Gurthalterungen, während TROGAMID für mechanisch und thermisch belastete Spritzgussteile verwendet wird, zum Beispiel für den roten Schalter der Warnblinkanlage

Druckluftbremsleitung

## Kunststoff für 2.000 Meter unter Wasser gezüchtet

> Freizeit und Sport, in Medizin und Technik von Werkstoffen und Lösungen umgeben, die auf dem Erfindungsreichtum der Chemiker beruhen. Das gilt insbesondere auch für das PA 12 von Evonik, einen Kunststoff, der sich mit seinen vielfältigen Eigenschaften für verschiedenste Verwendungen anbietet. Bestimmt werden die Merkmale der Polyamide insbesondere durch die Konzentration der Amidgruppen im Makromolekül. Diese Amidgruppe, eine spezielle Konstellation aus Atomen der Elemente Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, ist die Verknüpfungsstelle, an der die Monomeren zu einer langen Kette geknüpft werden. In dieser Struktur liegt das Geheimnis der Polyamide, denn die Ketten werden durch spezielle Bindungen – Chemiker sprechen hierbei von Wasserstoffbrücken – untereinander verknüpft. Dadurch erklären sich die erwünschten Charakteristika wie beispielsweise Festigkeit, Chemikalienbeständigkeit und hoher Schmelzpunkt.

Beim PA 12 ist von allen kommerziell erhältlichen Polyamiden die Konzentration der Amidgruppen am geringsten – diese Besonderheit verleiht dem Kunststoff von Evonik ein ganz eigenes Eigenschaftsprofil. „Dazu zählt ganz sicher die sehr gute Beständigkeit gegenüber Fetten und Ölen, Kraftstoffen und Hydraulikflüssigkeiten, Lösemiteln und sogar Salzlösungen wie Zinkchlorid,

die bei anderen Kunststoffen Spannungsrisse auslösen können“, betont Beyer. Deshalb ist Evonik auch Weltmarktführer bei Kunststoffsystemen für mehrschichtige Kraftstoffleitungen, bei denen die Außenschicht immer aus dem bewährten VESTAMID besteht. Für die Innenschicht und die Barriere zwischen den Schichten gibt es verschiedene Lösungen – inzwischen auch für Biokraftstoffe, die als besonders anspruchsvoll gelten. Die neuartigen Leitungssysteme werden unter härtesten Bedingungen getestet: 5.000 Stunden lang wird 80 °C (Celsius) heißer Sprit durch sie hindurchgepumpt, der bis zu 85 Prozent aus aggressivem Äthanol besteht. Im direkten Vergleich zeigten die belasteten Rohre keine Veränderungen gegenüber neuen Leitungen.

### ÖL- UND SALZWASSER-IMMUN

Extreme Bedingungen herrschen auch bei der Offshore-Rohölförderung: Das Salzwasser ist so korrosiv wie das Öl selbst, dazu kommen Faktoren wie Druck und Temperatur, die bei Wassertiefen von 2.000 Metern und mehr eine gravierende Rolle



**VESTAMID als Werkstoff für Leitungen in der Offshore-Rohölförderung – Festigkeit und Flexibilität sind gleichermaßen notwendig**

spielen. Das berühmte Lloyd's Register hat dem modifizierten Werkstoff (VESTAMID LX 9020) seinen Segen erteilt, damit ist das Material für die Herstellung von flexiblen Öltransportleitungen zugelassen. „Mehrere Jahre Forschungs- und Entwicklungsarbeit waren erforderlich, um dieses große Ziel zu erreichen. Die Basis dafür waren unsere Typen für Kraftstoff- und Bremsflüssigkeitsleitungen, die im Automobilssektor außerordentlich erfolgreich sind“, erklärt Dr. Christian Baron, Abteilungsleiter Strategic Projects bei HP. Diese Werkstoffe werden bei 250 °C im Extruder verarbeitet, doch ihre Viskosität war bisher nicht hoch genug für den neuen Einsatzzweck. Bei der Extrusion wird der Kunststoff durch Wärmezufuhr aufgeschmolzen und zur Formgebung durch eine Düse gepresst. Um Rohre mit größeren Durchmessern zu fertigen, wird deshalb eine wesentlich höhere Schmelzesteifigkeit benötigt. Schließlich gelang es, eine neuartige Formmasse „zu züchten“, die VESTAMID die maßgeschneiderte Schmelzesteifigkeit ohne Verlust der mechanischen Festigkeit verleiht. Die Festigkeit ist unbedingt notwendig: Nur so ist es möglich, die Leitungen in einem Stück von den Produktionsplattformen auf der Wasseroberfläche bis zum Bohrloch in 2.000 Metern Tiefe zu verlegen. Dabei gefordert ist ein Balanceakt zwischen mechanischer >

## Immer neue Designs aus dem Chemielabor

> Stabilität, genügend Flexibilität und einer langen Lebensdauer. So wird im Offshore-Bereich eine Gebrauchshaltbarkeit von über 20 Jahren gefordert. Und noch ein Trumpf, mit dem VESTAMID LX 9020 punktet: Das Material ist besonders verarbeitungsstabil und lässt sich ohne weitere Vorbehandlung und ohne Vortrocknung direkt aus der Verpackung extrudieren.

Ebenfalls möglich ist der Einsatz von PA 12 für Gasrohre, wie sie in städtischen Verteilernetzen im Druckbereich zwischen 10 und 20 Bar verwendet werden. Bisher bestehen derartige Rohre ausschließlich aus Stahl. Inzwischen konnte Evonik in Zusammenarbeit mit Netzbetreibern die Eignung in Langzeittests nachweisen. Die Rohre für diese Zwecke haben einen Außendurchmesser von 110 Millimetern und eine Wandstärke von zehn Millimetern. „Da die Rohre aus VESTAMID sich gleichermaßen durch Stabilität und Flexibilität auszeichnen, sind sie auch sehr gut für das sogenannte Relining geeignet, also die Rohrsanierung von innen“, so Baron.

Hohe Anforderungen herrschen auch auf der Skipiste – besonders in der drangvollen Enge beim Liftfahren. Damit die „Bretter“ und Snowboards ihr gutes Aussehen behalten, besteht ihre oberste Schicht aus strapazierfähigen Dekorfolien aus VESTAMID. Ebenso sportlich zeigt sich das Material im

Sportschuh – hier muss insbesondere das Sohlenmaterial Höchstleistungen vollbringen.

Für den geforderten Spagat aus Festigkeit und Dämpfung haben sich PA-12-Elastomere als ideal erwiesen – die PA-Bausteine erzeugen die richtige Härte, weiche Polyether-Elemente absorbieren Stöße und schonen so die Gelenke. Um das optimale Rückstellverhalten geht es auch bei Zahnbürstenborsten, die aus VESTAMID D bestehen (ein Polyamid 612, das aus anderen Ausgangsverbindungen als PA 12 hergestellt wird). Im Fahrzeugbau wird ein ganz ähnliches Material für Hydraulikleitungen sowie Steckverbindungen (Quick Connector) für derartige Systeme verwendet. Diese Produktbeispiele zeigen, welche Bandbreite die Polyamide abdecken.

### SO STEIGT DER SCHMELZPUNKT

Dafür nutzen die kreativen „Designer“ von Evonik zwei Stellschrauben, mit deren Hilfe sie ihren Kunststoffen die optimalen Eigenschaften für die jeweilige Aufgabe einhauchen. Auf chemischem Weg können sie in die Polyamid-Ketten, die ja aus immer glei-

chen Gliedern bestehen, andere Bausteine einfügen. So bestehen Katheter für die Medizintechnik aus einem PA 12, in das kurzkettige Polymere eingebaut sind. „Beim Einführen müssen Katheter hinreichend steif sein, im Körper dann aber sehr flexibel und eher weich, damit die Blutgefäße nicht verletzt werden“, erläutert Beyer. Diesen Spagat schafft eine sogenannte Glasübergangstemperatur von etwa 38 °C, das heißt: Die Eigenschaftsänderung wird durch die Körperwärme erreicht. Für manche Aufgaben müssen Kunststoffe temperaturstabiler gemacht werden. Auch hier hilft der chemische Baukasten – so steigt der Schmelzpunkt, sobald Aromaten oder kurzkettige Amide in die Kette eingefügt werden.

Auf diese Weise wurde VESTAMID HTplus kreiert, das erst oberhalb von 300 °C schmilzt. Deshalb kann es zum Beispiel für höher temperaturbelastete Bauteile im Motorraum von Kraftfahrzeugen Verwendung finden. In den letzten Jahren ist der Fußgängerschutz verbessert worden, dabei sollte der Luftwiderstandswert nicht steigen. Die Verkleinerung des Bau-raums unter der Haube ließ die Temperaturbelastung rund um den Motor deutlich steigen. „Diesem Trend müssen wir mit unseren Werkstoffen folgen“, argumentiert Beyer. Doch VESTAMID HTplus eignet sich auch für Anwendungen, bei denen >

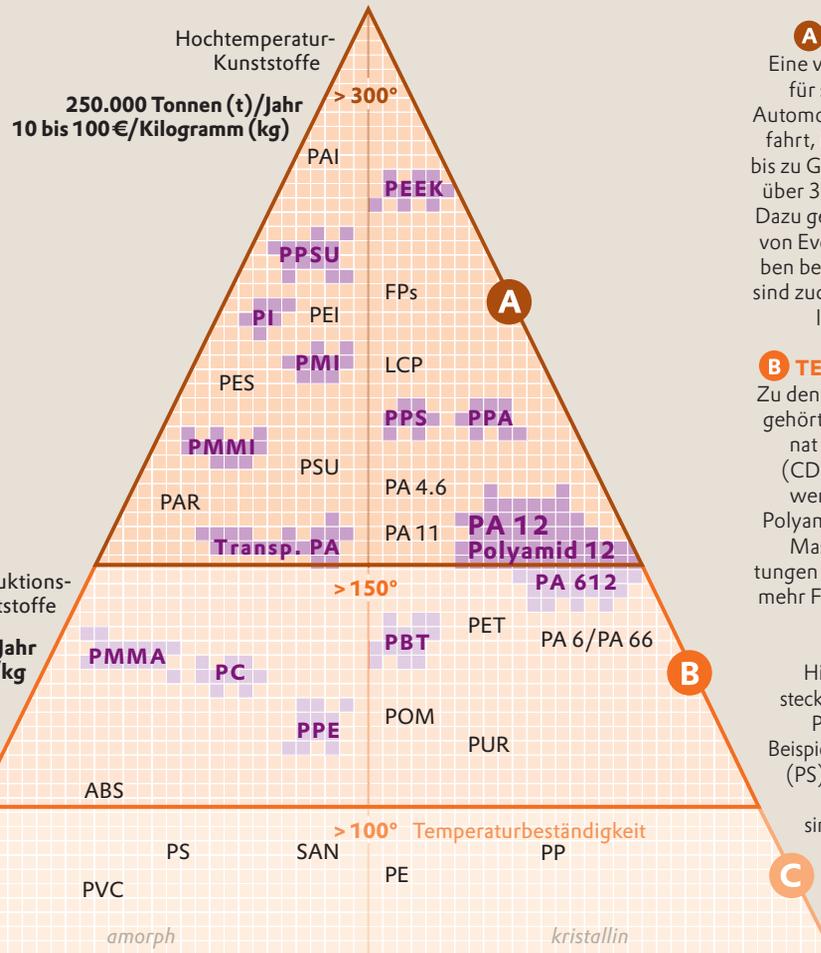


Bisher bestanden Gasleitungen aus Stahl, jetzt können flexible, aber nicht weniger stabile Rohre aus VESTAMID verlegt werden

# Der Kunststoffmarkt

## KÜRZEL UND FORMELN:

Für die komplexe Welt der Moleküle hat die Chemie eine eigene Sprache entwickelt, die von der International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) festgelegt wird. PVC zum Beispiel steht für Polyvinylchlorid, PET für Polyethylenterephthalat. Weil diese Begriffe kompliziert sind, werden häufig nur die Abkürzungen verwendet. Parallel dazu werden auch Markennamen wie PLEXIGLAS (für Polymethylmethacrylat, PMMA) gebraucht.



## A HÖCHSTLEISTUNGEN

Eine vielfältige Kunststoffgruppe für spezielle Anwendungen im Automobilbau, in Luft- und Raumfahrt, in Medizin und Haushalt ist bis zu Gebrauchstemperaturen von über 300 °C (Celsius) einsetzbar. Dazu gehören auch PEEK und PPA von Evonik. Diese Kunststoffe haben besondere Eigenschaften und sind zudem häufig leichter und billiger als andere Werkstoffe.

## B TECHNISCHE LÖSUNGEN

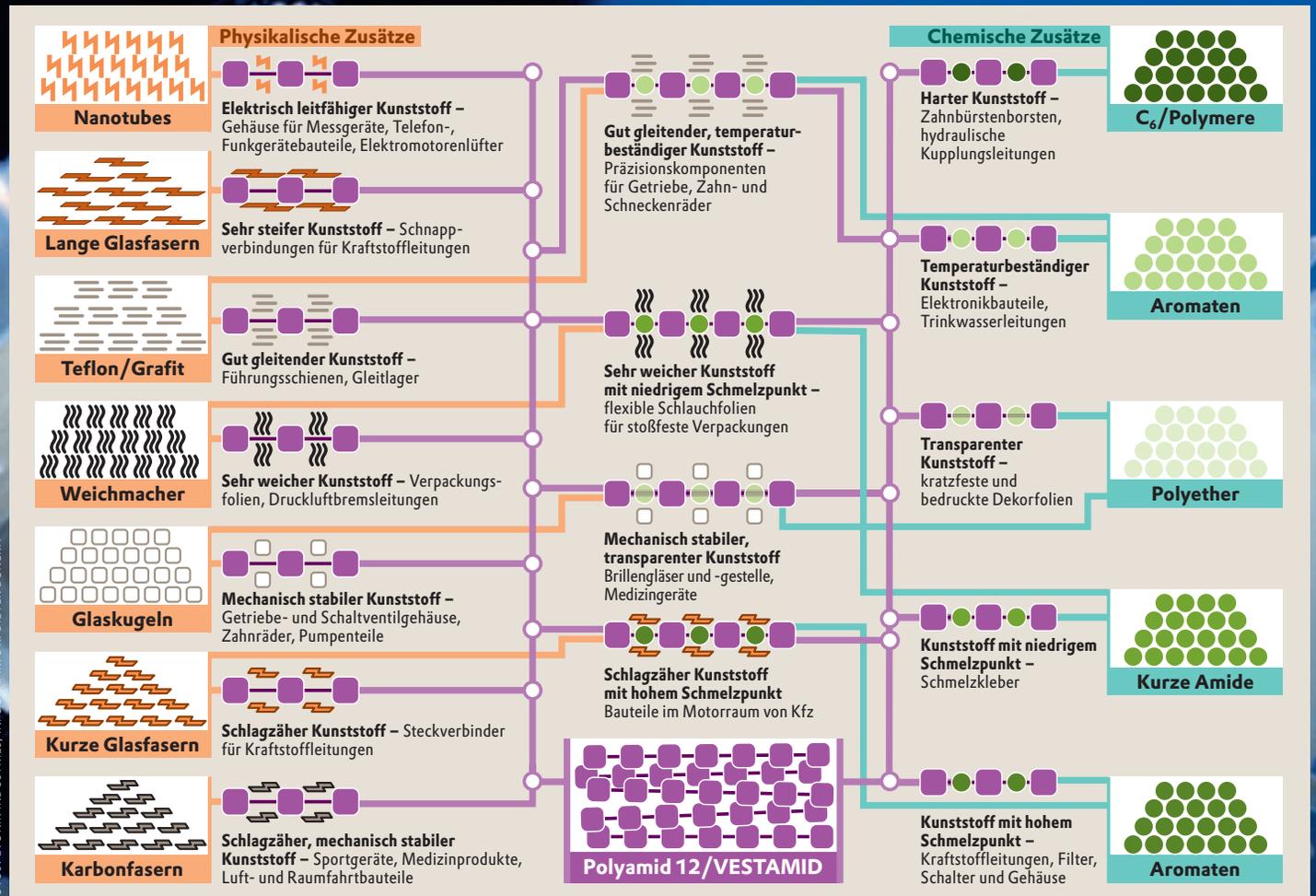
Zu den Konstruktionskunststoffen gehört unter anderem Polycarbonat (PC), aus dem Datenträger (CDs) und Scheiben hergestellt werden. Die große Familie der Polyamide (PA) wird vor allem im Maschinenbau, für Rohre, Leitungen und Fasern genutzt. Immer mehr Flaschen entstehen aus PET.

## C MASSENWARE

Hinter vielen Alltagsprodukten stecken günstige Kunststoffe. Aus Polyäthylen (PE) werden zum Beispiel Plastiktüten, aus Polystyrol (PS) Schaumstoffe oder Joghurtbecher produziert. Vielfältig sind auch Polyurethane (PUR), aus denen sich Lacke ebenso wie Matratzen und Schuhsohlen fertigen lassen.

**DIE KUNSTSTOFF-PYRAMIDE:** „Plastik“ gibt es in vielen Variationen. Ordnung bringt die Einteilung nach Leistungsfähigkeit, Preis pro Kilogramm oder innerer Ordnung. Die Moleküle amorpher Kunststoffe (linke Seite) sind ineinander verknäuelte wie gekochte Spaghetti. Im Gegensatz dazu können Kettenmoleküle aber auch streckenweise in Parallelordnung liegen – wie Spaghetti in der Packung. Diese Kunststoffe sind kristallin (rechte Seite). Massenkunststoffe wie das Polyäthylen für die Plastiktüte beherrschen über 95 Prozent des Markts. Konstruktionskunststoffe wie Polyamide kommen auf circa vier Prozent. Die extrem hitzebeständigen Kunststoffe in der Pyramiden-Spitze bleiben unter einem Prozent der Gesamtproduktion, aber erzielen die mit Abstand besten Preise

# Der Kunststoff-Baukasten



FOTOS: EVONIK INDUSTRIES, INFOGRAFIK: DR. DIETER DÜNEKA

**EIN GRUNDSTOFF MIT VIELEN VARIANTEN:** Chemiker von Evonik haben auf Basis des Polyamids 12 mit dem Markennamen VESTAMID eine ganze Palette von Kunststoffen mit maßgeschneiderten Eigenschaften entwickelt. Dafür stehen grundsätzlich zwei Wege zur Verfügung: Einerseits lassen sich in den Basiskunststoff weitere Polymere chemisch einbauen (rechte Spalte). Andererseits können auch durch physikalische Modifikationen – zum Beispiel die Beimischung von Glasfasern, Teflon oder Grafit – die gewünschten Merkmale der Werkstoffe erreicht werden (linke Spalte). Für spezielle Anforderungen ist auch die Anwendung beider Vorgehensweisen (Verbindungen in der Mitte) möglich. Auf diese Weise kann Evonik nahezu sämtliche Kundenwünsche mit verschiedensten Typen von VESTAMID erfüllen

Geräuscharme Zahnräder

## Eine Prise Teflon kann schon genügen

> direkter Kontakt zu Trinkwasser und Nahrungsmitteln besteht. Wegen seiner hohen Formbeständigkeit und Verschleißfestigkeit ist es zudem erste Wahl in der Elektronikindustrie, wo der anhaltende Trend zur Miniaturisierung immer höhere Anforderungen an die Einsatzstoffe nach sich zieht.

Der Griff in den Polymerbaukasten ist eine Möglichkeit, die andere Option ist die physikalische Beeinflussung der Eigenschaften. Auch hier verfügt Evonik über ein großes Spektrum: Glas- und Karbonfasern in unterschiedlichen Längen, Glaskugeln, Füllstoffe wie Teflon, Grafit oder Glimmer, Spezialruße, auch als Carbon Black bezeichnet, Weichmacher und Brandschutzmittel tragen dazu bei, die mechanische Stabilität, die Steifigkeit oder Zähigkeit zu verbessern. Lager und Schnecken zum Beispiel sollen möglichst ohne Reibung funktionieren – eine „Prise“ Teflon oder Grafit sorgt für hervorragende Gleiteigenschaften. Gehäuse von Schaltern, Lampen oder anderen Geräten müssen elektrisch leitfähig sein, damit sich keine statischen Aufladungen bilden. Derartige Potenzialunterschiede können Funken und damit in chemischen Anlagen sogar Explosionen auslösen – deshalb ist die antistatische Ausrüstung so wichtig.

Grundlage für die verschiedenen Typen VESTAMID ist bisher der Einsatz von Butadien, einer Kohlenwasserstoffverbindung,

die aus Erdöl erzeugt wird. Für eine nachhaltige Entwicklung hat Evonik seine Polyamid-Familie unter der Bezeichnung Terra um eine neue Gruppe ergänzt, die ganz oder teilweise auf nachwachsenden Rohstoffen basiert. Die dafür notwendigen Ausgangsverbindungen werden aus Rizinusöl hergestellt. Dieses Öl wird aus den Samen der gleichnamigen Staude gewonnen, die überwiegend in tropischen und subtropischen Ländern beheimatet ist. Wichtigste Anbauländer sind Indien, Brasilien und China.

### DAS SPIEL GEHT WEITER

Auf der anderen Seite stärkt Evonik auch seine Produktionskapazität für Laurinlactam. Erst 2006 waren die Anlagen am Standort Marl auf 26.000 Jahrestonnen erweitert worden. Nun läuft der zusätzliche Ausbau, der bis Mitte 2009 abgeschlossen sein soll. Evonik investiert dafür einen zweistelligen Millionen-Euro-Betrag.

„Wir schaffen die Voraussetzungen, um unsere weltweit führende Marktposition bei PA 12 weiter zu stärken“, erklärt Dr. Klaus Engel, Vorstandsvorsitzender von Evonik.



„Große Ziele erreichen“: Dr. Christian Baron ist Abteilungsleiter Strategic Projects im Geschäftsgebiet High Performance Polymers

Bei der gewaltigen Palette an Möglichkeiten, die die Welt der Polyamide aufspannt, unterstützt Evonik seine Kunden vom ersten Konzept bis zur Fertigstellung des Produkts in der Serienfabrikation durch einen umfassenden Service. „Dazu zählen Anlagen auf dem neuesten Stand für Spritzguss, Extrusion, Kunststoff-Kautschuk-Verbunde und Faserherstellung“, erläutert Beyer. Auch die Analytiklabors von Evonik stehen den Anwendern offen. Die enge Zusammenarbeit zwischen den Materialspezialisten auf der einen und den Produzenten auf der anderen Seite ist heute unabdingbar, hier werden neue Ideen für Lösungen geboren. Denn eines ist klar: Das Spektrum von VESTAMID ist längst noch nicht ausgeschöpft. Das „Spiel“ mit dem Chemiebaukasten geht weiter. <

### SUMMARY

- Evonik ist der größte Hersteller des „Polyamids 12“ VESTAMID, das in Marl in einem mehrstufigen Prozess hergestellt wird.
- VESTAMID wird mit seinem breiten Eigenschaftsspektrum vom Sportschuh bis zur Offshore-Ölleitung eingesetzt.
- Die Vielzahl von zweckgebundenen Eigenschaften können im Labor auf chemischem und auf physikalischem Weg erreicht werden – der Kunststoff wird so nach dem jeweiligen Bedarf designt.

# Höchstleistung durch Hightech

Sportlicher Erfolg braucht ein perfektes Zusammenspiel von körperlicher Fitness, sportlicher Technik und optimaler Ausrüstung – bei der Herstellung von Sportschuhen spielen Kunststoffe eine herausragende Rolle

**TEXT** ANDREAS BRANNASCH

**SPORT IST** Laufen, Springen, Werfen, Tore schießen. Und Sport ist Hightech: Hunderte von Biomechanikern, Sportmedizinern und Technikern tüfteln für Sportschuster wie Adidas, Asics, Nike oder Puma in deren Forschungslabors. In Zusammenarbeit mit Sportlern und Trainern analysieren sie Druckverteilungen und Abrollbewegungen, erproben neue Materialien und vermessen Tausende von Füßen. Unterstützt wird diese Arbeit von Universitäten und von der Industrie. Das Ziel: ein Equipment zu entwickeln, das Profi- und Freizeitsportlern in aller Welt immer

wieder die Möglichkeit gibt, mehr zu erreichen und in „ihrem“ Sport erfolgreich zu sein.

Sportschuhe müssen das hochkomplexe Zusammenspiel von 26 Knochen, 13 Gelenken, zahlreichen Muskeln, Sehnen, Bändern und einem dichten Nervengeflecht optimal unterstützen – außerdem wollen ungefähr 600 Schweißdrüsen pro Quadratzentimeter berücksichtigt sein. Ein erstklassiger Sportschuh kann harte Stöße absorbieren, den Fuß stabilisieren und führen sowie hohe Trittbelastungen ohne Schaden überstehen. Die Entwicklung eines funktionellen Sportschuhs ist ein diffiziles Gesamtkunstwerk, bei dem die Kunst darin besteht, die vielen Kom-

ponenten perfekt auf den jeweiligen Einsatzbereich abzustimmen.

Besonders die Verwendung hochwertiger Kunststoffe und ausgefeilter Technologien hat immer wieder für Entwicklungssprünge gesorgt. Was früher nur Vision war, ist heute technisch machbar. Scheinbare Gegensätze wie geringes Gewicht bei gleichzeitig möglichst hoher Stabilität lassen sich durch moderne Werkstoffe plötzlich auflösen. Während sich zum Beispiel Ledersohlen auf regennassem Untergrund mit Wasser vollzusaugen pflegten, konnte mit der Verwendung von Polyamiden eine dauerhaft leichte Schuhsohle realisiert werden. Besonders viel Aufwand betreiben Hersteller bei der Entwicklung von Lauf- und Fußballschuhen – in diesen Massenmärkten winken die größten Umsätze.

Eine entscheidende Rolle spielt das Sohlenmaterial eines Sportschuhs. Beim Laufschuh gelten gute Dämpfungs- und Abrolleigenschaften als wichtigstes Qualitätsmerkmal. Beim Fußballschuh ist die Sohle mit ihrer unterschiedlichen Anzahl von Stollen, Nocken oder Noppen sogar die augenfälligste Besonderheit, denn der Grip ist auf dem Fußballfeld spielentscheidend: Spieler in dieser typischen Stop-and-go-Sportart müssen jeden Richtungswechsel und Sprint explosiv antreten können und beim Torschuss einen sicheren Stand finden. Torwartschuhe hingegen verfügen über eine größere



FOTOS: EVONIK INDUSTRIES

Optimales Dämpfungsverhalten des Laufschuhs durch Formmassen auf Basis von Polyamid 12



Schuhkörper, Sohle und Fersenteil werden in einer Wärmekammer auf Klebetemperatur gebracht, bevor sie auf einem Leisten vereinigt werden

Anzahl von Stollen im äußeren Bereich der Sohle, um eine höhere Standfestigkeit beim Absprung zu gewährleisten.

Kein Wunder, dass ein Kunststoff wie VESTAMID – chemische Bezeichnung: Polyamid-12-Elastomer – aus der Produktion der Evonik Industries AG bei der Sportschuhindustrie ausgesprochen begehrt ist. Marc Knebel, als Key-Account-Manager im Geschäftsgebiet High Performance Polymers von Evonik unter anderem für Kunden aus der Sportindustrie tätig und selbst Läufer, beschreibt die Vorzüge: „VESTAMID vereinbart scheinbar gegensätzliche Eigenschaften wie Flexibilität, geringes Gewicht und Stabilität und ist weitgehend unabhängig von Temperaturschwankungen.“ Diese Produkteigenschaften sorgen zum Beispiel bei einem High-End-Fußballschuh wie dem Adidas Predator TRX FG für eine außergewöhnlich hohe Stabilität. In anderen Sportschuhen wird eine veränderte Mischung von VESTAMID eingesetzt, was andere Eigenschaften des vielseitigen Kunststoffs betont: Jetzt sorgt die hohe Elastizität dafür, dass die Zwischensohle auch nach starken Belastungen immer wieder in ihre Ursprungsform zurückkehrt.

Zusammen mit der Framas Kunststofftechnik GmbH aus Pirmasens sorgte Evonik vor einigen Jahren für einen Quantensprung bei Fußballschuhen und entwickelte die federelastische Clip-

halterung für Stollen. Das Pfälzer Unternehmen Framas ist Weltmarktführer und fertigt im Jahr 5 bis 6 Millionen Paar Sohlen für den Bereich Funktionssportschuhe. Für die Schnapphalterungen des Predator fand eine besonders steife, glasfaserverstärkte Kunststoffmischung Verwendung. Die Stollen konnten auf diese Weise nicht mehr nach innen gegen die Fußsohle drücken. Die hohe Festigkeit des Materials verhindert, dass die Halterungen ausbrechen. Die Idee für bequem austauschbare Steck- und Klick-Verbindungen statt Schraubstollen gab es schon länger. Aber erst durch die Entwicklung entsprechender Kunststoffe mit der nötigen Stabilität konnte sie in die Praxis umgesetzt werden. Das Zusammenspiel zwischen Rohstoffhersteller, Verarbeiter und Sportartikler hatte perfekt funktioniert.

### AUFPRALLSCHOCK VIELER TAUSEND SCHRITTE

Neben all den funktionellen Eigenschaften ist nicht ganz unwichtig: „VESTAMID ist farbneutral und leicht einzufärben, auch das Lackieren und Bedrucken ist möglich“, so Marc Knebel. Und Adidas-Sprecher Oliver Brüggen ergänzt: „Für unseren Predator Powerschuh TRX FG ist das Material unentbehrlich, da es durch seine unvergleichliche Stabilität und Robustheit ein unersetzlicher Bestandteil des Schuhs ist.“

Im Runningbereich findet man verschiedene Typen VESTAMID in gelenkschonenden Sohlenkonstruktionen. Denn Laufschuhe sollen einerseits Leichtigkeit vermitteln, andererseits den Aufprallschock vieler Tausend Schritte dämpfen, bei denen je nach Tempo und Gelände das Zwei- bis Dreifache des Körpergewichts auf dem Fuß lastet – Eigenschaften, denen die verschiedenen Typen VESTAMID bei Verwendung in Mittel- oder Untersohle gerecht werden. Das Material nimmt beim Verformen Energie auf, die zum Teil über eine Federwirkung als Impuls wieder an den Läufer abgegeben wird. Auch bei der Produktion von Radsport- oder Fechtchuhen kommen Hochleistungskunststoffe von Evonik zum Einsatz.

Übrigens: Im Jahr 1950 verzichteten die ohne ein einziges Spiel qualifizierten Inder auf ihre Teilnahme an der Fußball-WM in Brasilien, nachdem es ihnen nicht gestattet worden war, barfuß zu ihren Spielen anzutreten. Dagegen sorgte die Südafrikanerin Zola Budd 1984 im Alter von 17 Jahren weltweit für Furore, als sie den Weltrekord im 5000-Meter-Lauf verbesserte – barfuß. Genau wie der Äthiopier Abebe Bikila, der bei den Olympischen Spielen 1960 in Rom in Weltrekordzeit den Marathonlauf gewann – manchmal ist Sport halt doch einfach nur Laufen. Aber eben nur manchmal. <

## Meilensteine in der Entwicklung des Sportschuhs

# Vom Sicherheitstiefel zum High-End-Fußballschuh

Früher war vielleicht vieles besser – Sportschuhe allerdings nicht. Der Weg von den ersten Fußball-Lederstiefeln hin zum aktuellen „Predator“ des Sportschuhherstellers Adidas war lang.

Früher verdoppelten schwere Lederstiefel ihr Gewicht bei Regen, heute sind

die Schuheigenschaften vom Wetter völlig unabhängig. Was zu Beginn des letzten Jahrhunderts als Fußballstiefel noch in Handarbeit gefertigt wurde und eher als Schutzschuh gedacht war – mit Stahlkappe –, ist heute das Ergebnis jahrelanger Entwicklungsarbeit. Auch bei Laufschuhen

ist der Forschungsaufwand hoch: Genau wie im anderen Massensport Fußball locken hohe Verkaufszahlen. Bis zur Joggingwelle Anfang der 70er-Jahre lief man in den gleichen Tretern durch den Wald, die man auch zum Handball schnürte. Seit der Einführung von Lauf-

schuhen wurde besonderer Wert auf die Funktionen Dämpfen, Stützen und Führen gelegt. In den letzten Jahren wurden die zeitweise extrem hohen Fersenkeile aus orthopädischen Gründen wieder flacher gelegt – womit sich fast der Kreis zu den Modellen aus den 70er-Jahren schließt.



**1925**  
Adolf („Adi“) Dassler meldet Fußballstiefel beim Patentamt an. Die Firma, die er gemeinsam mit seinem Bruder Rudolf führt, entwickelt Fußballschuhe mit Stollen und Rennschuhe mit Spikes.

**1930**  
Der Fußballstiefel zur ersten Fußball-Weltmeisterschaft in Uruguay aus deutscher Produktion der Gemeinschaftsfirma der Dassler-Brüder. Genagelte Lederstollen sorgen für festen Stand, der hohe Schaft schützt die Knöchel.



**1949**  
Der erste Adidas-Fußballschuh mit einer Sohle aus vielen Gummi-Nocken statt einzelner Stollen oder Lederstreifen. Besonders auf harten Sandplätzen kann man angenehmer spielen.

**1952/53**  
Serienmäßige Auslieferung von Schraubstollenschuhen durch Rudolf Dassler, den Bruder Adolf Dasslers. 1954 gewinnt Hannover 96 damit die deutsche Meisterschaft. 1948 hatten sich die Wege der Brüder getrennt. Aus der gemeinsamen Firma wurden Puma (Rudolf) und Adidas (Adolf).

**1958**  
Der Puma-Formstreifen hat bei der Fußball-Weltmeisterschaft in Schweden seine Premiere als markantes Markenzeichen. Brasilien wird in Puma-Schuhen Weltmeister – mit einem damals 17-jährigen Pelé.



**1961**  
Der „New Balance Trackster“ ist weltweit der erste Laufschuh, der auf einer Rillensohle aufbaut und in verschiedenen Weiten erhältlich ist. Der Trackster wird zum meistgelaufenen Schuh an Colleges und innerhalb der YMCA-Fitness-Programme in den USA.



**1964**  
Adidas präsentiert den leichtesten Laufschuh aller Zeiten. 135 Gramm wiegt „Tokio 64“.

**1970**  
Einer der ersten Laufschuhe ist der „Brütting Roadrunner“ mit dämpfender Schicht in der Zwischensohle, Vor- und Rückfuß befinden sich auf einer Ebene. Brütting-Handmade-Sportschuhe werden noch immer anhand der Originalleisten in Deutschland gefertigt.



**1980**  
„Adidas Marathon Trainer“: Gute Dämpfung, griffiges Sohlenprofil, angenehmer Sitz und Mesh-Obermaterial für eine gute Belüftung machen dieses Modell zu einer Erfolgsgeschichte für den Hersteller.

**1987**  
„Asics GT II“: Der erste Laufschuh mit Gel-Dämpfung. Diese Flüssigkeit ersetzt feste Stoffe in der Zwischensohle und begründet eine neue Generation von Laufschuhen.



## Der intelligente Schuh

Der „Adidas 1“ aus dem Jahr 2004 passt sich über ein magnetisches Sensorsystem automatisch unterschiedlichen Anforderungen an. Ein Mikroprozessor berechnet, ob die Dämpfung zu weich oder zu hart ist. Pro Sekunde werden circa 1.000 Messungen vorgenommen und an den Mini-Computer im Schuh weitergeleitet. Die Anpassung erfolgt über ein motorbetriebenes Kabelsystem, das während des Laufens stets die optimale Dämpfung gewährleistet.



## Keine Nägel

In der Regel Nummer 14, welche die englische Football Association 1863 veröffentlichte, hieß es: „Das Tragen von hervorstehenden Nägeln, Eisenplatten oder Guttaperchastückchen (kautschukähnliches Material aus dem Saft des Gummibaumes) auf Schuhsohlen oder Absätzen ist verboten.“

**1928**  
Der Allround-Sportschuh „Bahn“ der Gebrüder Dassler feiert Premiere bei den Olympischen Spielen in Amsterdam (Niederlande) und wird von den Athleten gleichermaßen für Wettkämpfe auf Gras, Sand und Asche eingesetzt.



**1948**  
Schuhmacher Albert Bunn meldet „eindrehbare Fußballstollen“ beim Patentamt an, kann sie aber nicht vermarkten.



**1952**  
Bei den Olympischen Spielen in Helsinki (Finnland) gewinnt Emil Zátopek im „Adidas Marathon“ Gold über 5.000 Meter, 10.000 Meter und im Marathon. Neben Neuigkeiten wie einer saugfähigen Innensohle und der gepolsterten Zunge sorgte der Fersenriemen für einen festen Sitz.



## Das Wunder von Bern



Es war eine Revolution, als die deutsche Fußballelf bei der Weltmeisterschaft (WM) in der Schweiz mit auswechselbaren schlanken Nylonstollen auflief. Das Herberger-Team schaffte es 1954 im WM-Endspiel, auf durchgeweichtem Rasen den Favoriten Ungarn mit 3 : 2 zu schlagen. Die Schuhe der deutschen Fußballer beim Endspiel in Bern wogen 360

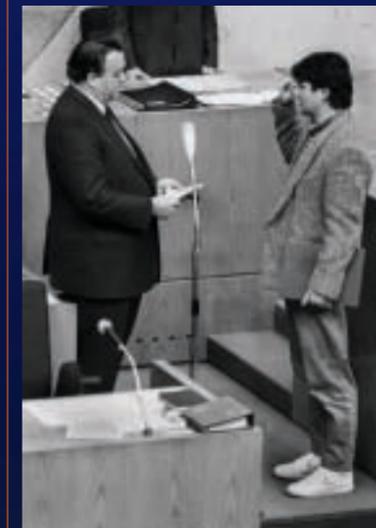
Gramm – fast halb so viel wie die der ungarischen Gegner (Top-Schuhe wiegen heute weniger als 250 Gramm). Die von Adolf Dassler entwickelten Schraubstollen brachten den deutschen Kickern entscheidende Vorteile: einen besseren Antritt und eine höhere Standfestigkeit. Der überraschende Sieg gegen die mit altmodischen Leisten-schuhen ausgerüsteten Ungarn gilt als Geburtsstunde des modernen Fußballschuhs.



**1968**  
„Adidas Achill“: Lange vor der ersten Joggingwelle der erste in Deutschland speziell fürs Laufen entwickelte Schuh mit gedämpfter Zwischensohle und später auch Fersenkeil, vorher waren Läufer in normalen Sportschuhen unterwegs gewesen.

## Der Sportschuh macht Karriere

Aus den USA kommt im Jahr 1979 mit dem „Nike Tailwind“ der erste Laufschuh mit einer Dämpfung aus einem Gasmisch in der Zwischensohle – eine bahnbrechende Entwicklung. Die ersten Air-Modelle sind eher für Straßenläufe auf hartem Asphalt konstruiert und dem durchschnittlichen mittlereuropäischen Wald- und Parkläufer zu weich, was Hersteller Nike später für den europäischen Markt korrigiert.



Joschka Fischer 1985 bei seiner Vereidigung als hessischer Umweltminister – in Nike-Basketballschuhen

# Zwischenstopp auf der Reise in die Zukunft

Der Fußballschuh ist heute ein Hightech-Produkt – in dem Kunststoffe wie VESTAMID eine größere Rolle spielen als je zuvor

**Weltmeisterschaft 1994:** In den USA kickt Jürgen Klinsmann im ersten Predator-Modell – und gewinnt 3 : 2 gegen Belgien



**1991**  
„Puma Disc“:  
Das Disc-System ermöglicht es Sportlern, ihre Sportschuhe ohne Schnürung zu schließen.



**1994**  
„Adidas Predator“:  
Das schuppige Obermaterial aus einer speziellen Gummimischung soll die Ballkontrolle verbessern. Später wird sogar Haifischhaut als Material vorgeschlagen, aber nicht in der Massenproduktion eingesetzt. Die Idee schuppenartiger Rippen auf der Schuhoberfläche wird jedoch unter Verwendung künstlicher Materialien weiterverfolgt.

**1997**  
„Puma Cellerator“:  
Der erste gedämpfte Fußballschuh im Puma-Sortiment. Die Honigwabenform der Sohle gleicht stumpfe Stöße auf unebenem Untergrund aus.



**2006**  
„Nike Air Max 360“:  
Der erste Laufschuh, der ohne konventionelles Dämpfungsmaterial in der Zwischensohle auskommt. Stattdessen besteht die Sohle aus einem komplett durchsichtigen Air-Element.

**1989**  
„Adidas Torsion“:  
Die Teilung der Sohle ermöglicht beim Aufsetzen eine natürliche Drehung zwischen Hinter- und Vorfuß von der Ferse hin zum Ballen und bietet eine leichte Stütze für das Fußgewölbe.



**1993**  
„Nike Air Fuego M“:  
Der erste Fußballschuh mit Luftdämpfung. Nike überträgt hier die bei Laufschuhen bereits seit über zehn Jahren bewährte Dämpfungstechnologie erstmals auf den Bereich Fußball.



**1996**  
„Puma Cell“:  
Die Cell-Dämpfungstechnologie basiert auf Luftkammern in der Sohle, in denen Luft durch dünne Strömungskanäle hin und her fließen kann. Durch diesen Luftaustausch wird der Fuß abgefedert und stabilisiert.



**2002**  
„Adidas Predator Mania“:  
Schnapphaken als Stollenhalterungen statt Schraubstollen sind eine revolutionäre Entwicklung und brauchen Material höchster Bruchfestigkeit. Der Evonik-Kunststoff VESTAMID erfüllt dieses Kriterium.



Finale gegen Brasilien: Zur Weltmeisterschaft 2002 in Südkorea/Japan tragen die Deutschen den neuen „Predator Mania“

**2008**  
„Adidas Predator Powerswerve“:  
State of the art – weiterhin wird VESTAMID für die Stollen-Schnapphaken eingesetzt.

**SCHNAPPHAKEN-STOLLENSYSTEM:**  
Die Stollen des „Adidas Predator“ haben den geringsten Stollendruck auf den Fuß, sorgen für optimale Griffbarkeit auf Rasen und lassen sich bei Bedarf leicht auswechseln. Möglich ist diese Technologie durch die Nutzung eines besonders steifen Polyamid-12-Elastomers VESTAMID mit einem Anteil von 23 Prozent Glasfasern.

**DIE FERSENKAPPE** besteht aus einer Kunststoffschale: innen aus weichem Kunststoff für Komfort, außen aus einem harten Teil für Stabilität. Der verstärkte Schaft stützt zusätzlich. Der Druck auf die Achillessehne wird deutlich reduziert.

**IN DER SWERVE-ZONE** des „Adidas Predator“ auf der Innenseite des Schuhs sorgen feine Rillen aus Gummi und Silikon dafür, dass der Effekt beim Schuss verbessert wird und der Ball – im Profibereich ebenfalls aus Kunststoff – wie bei einem Antirutschsystem möglichst lange am Fuß „klebt“.



**ASYMMETRISCHE SCHNÜRUNG** an der Schuhaußenseite. Vorteil: Der Kontakt zwischen Fuß und Ball beim Schuss ist unmittelbarer und wird nicht von den Schnürsenkeln behindert.

**KUNSTSTOFF IN PROFIFUSSBALLSCHUHEN** ist in diesen Teilen nahezu immer zu finden: Sohlensystem, Dämpfungselemente, Brandsohle, aufgespritzte Schaftteile, Stollen. Es gibt auch Modelle aus 100 Prozent Kunststoff. Dämpfungselemente aus Kunststoff spielen anders als beim Laufschuh eine geringere Rolle, weil sie Raum benötigen. Ein höherer Stand verschlechtert aber das Ballgefühl. Die mechanischen Eigenschaften der Kunststoff-Sohlen bleiben von Kälte, Wärme und Nässe unbeeinflusst, ihre Elastizität sorgt für gelenkschonende Dämpfung.

**DIE GETEILTE KUNSTSTOFF-AUSSENSOLE** des „Adidas Predator“ verringert das Gewicht erheblich und ermöglicht ein natürliches Auftreten und Abrollen. Der Schuh hat außerdem in einer Einlegesohlen-Variante ein mit zehn Gramm Wolframpulver gefülltes Power-Pulse-Element. Das Pulver wird in einer Kunststoffröhre beim Schuss zur „Vollbremsung“ gebracht – Energie für den Abschuss.

