



Morton Extrusionstechnik

Qualitätsmerkmale Faser und
Füllmaterial

Jürgen Morton
Oktober 2016



Morton Extrusionstechnik



- **1988 Gründung der Fa. motech, Automatisierung für Faser Extrusionsanlagen**
 - Auslieferung von über 1000 Automatisierungen für Faseranlagen
 - Auslieferung von über 200 Automatisierungen für Monofilamentanlagen Marktanteil > 70 %
 - Verkauft 2010 an die Fa. Reifenhäuser

- **2000 Gründung der Fa. Reimotec, Monofilament Extrusionsanlagen**
 - Auslieferung von über 130 Monofilament Extrusionsanlagen, weltweiter Marktanteil > 80 % (2010)
 - Über 70 % der Kunstrasen Fasern werden heute weltweit auf Reimotec Anlagen produziert.
 - Ein Großteil der weltweit produzierten Kunstrasen Fasern wurden Abtsteinach entwickelt
 - Verkauft 2010 an die Fa. Reifenhäuser

Morton Extrusionstechnik

□ 2008 Gründung der Fa. Morton Extrusionstechnik, Herstellung von Monofilamenten

- Hochfeste Faser für Faserverbundwerkstoffe
- Betonfaser für Tunnelbau
- Kunstrasen Faser
- Medizinische Faser (Implantate)
- Produktionskapazität für technische Monofilamente 3000 Tonnen pa.

□ 2010 JV mit Fieldturf Tarkett

- 2010 Erweiterung der Produktionskapazität auf 15 000 Tonnen Faser pro Jahr
- 2015 Erweiterung der Produktionskapazität auf 17.000 Tonnen Faser pro Jahr
- 2017 Erweiterung der Produktionskapazität auf 20.000 Tonnen Faser pro Jahr
- 2015 Start der PE Infill Produktion
- 2017 Erweiterung der PE Infill Produktionskapazität auf 4000 Tonnen pro Jahr
- Gesamt Investition zwischen 2000 und 2016 über 50 Millionen Euro
- Umsatz 2016 ca. 55 Millionen € / 230 Mitarbeiter / 15 Ingenieure in F&E

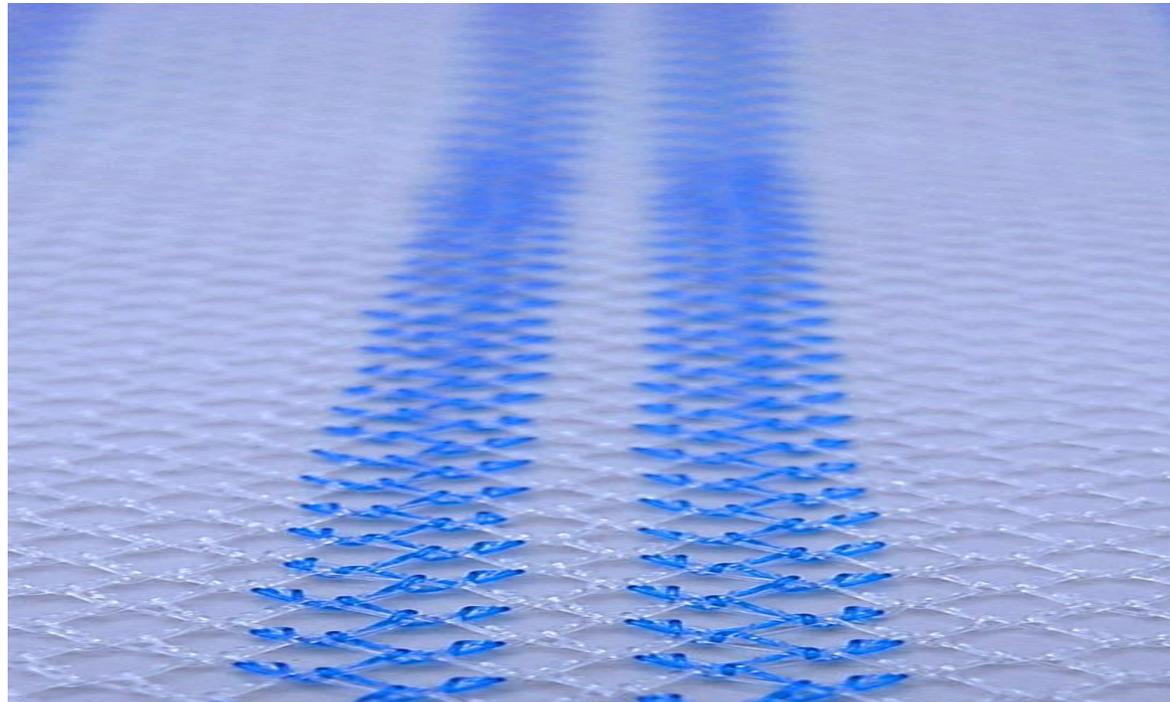
□ Über 40 Patentanmeldungen (motech, Reimotech und Morton Extrusionstechnik)

Technische Fasern



Anwendung : Faserverbundwerkstoff

Brawn GP Team gewinnt die Formel 1 Weltmeisterschaft 2009 mit einer Faser hergestellt von Morton Extrusionstechnik (Patent erteilt)

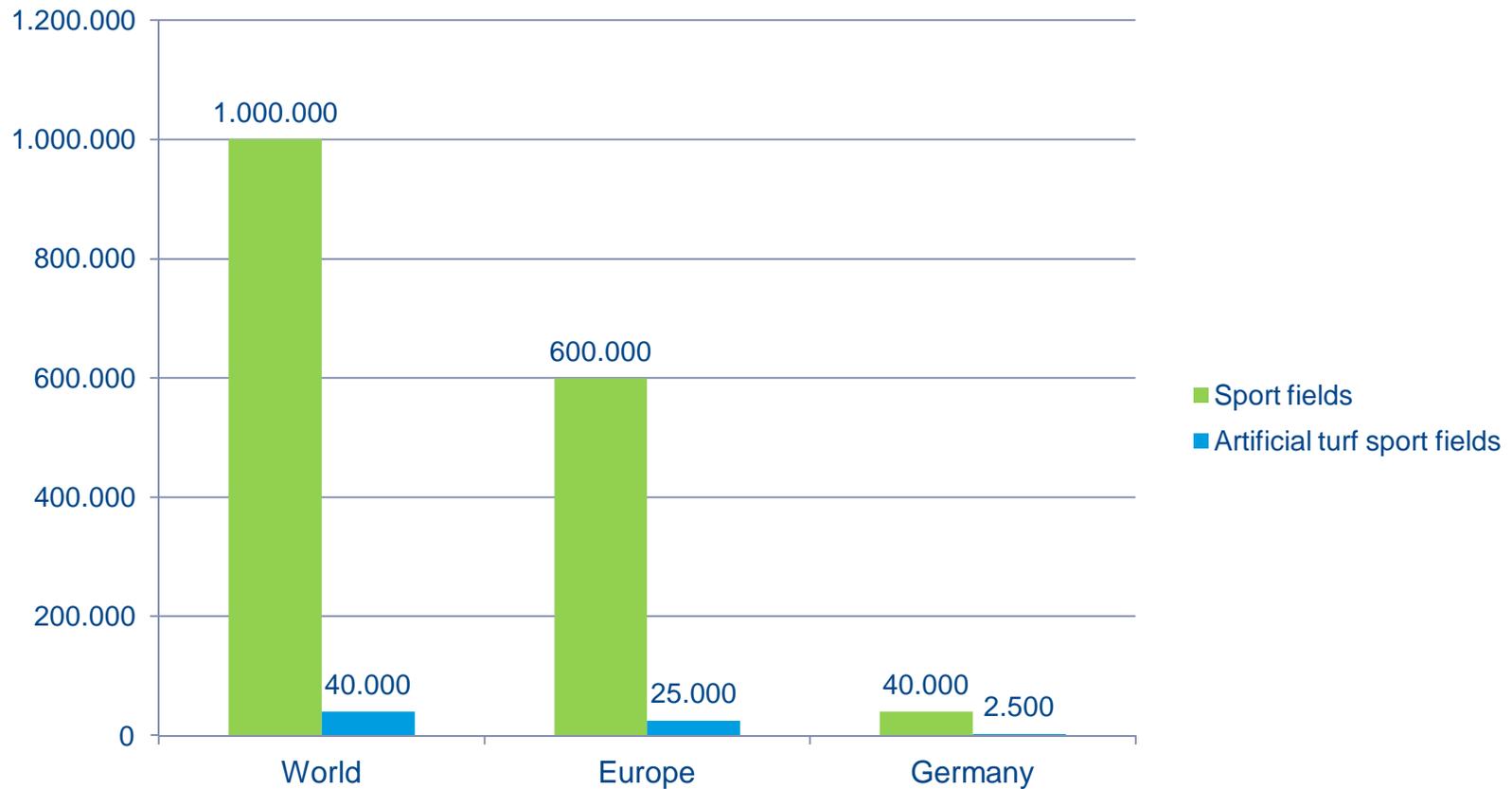


Anwendung : Medizinische Implantate

FDA Zulassung 0,05 – 0,5 mm

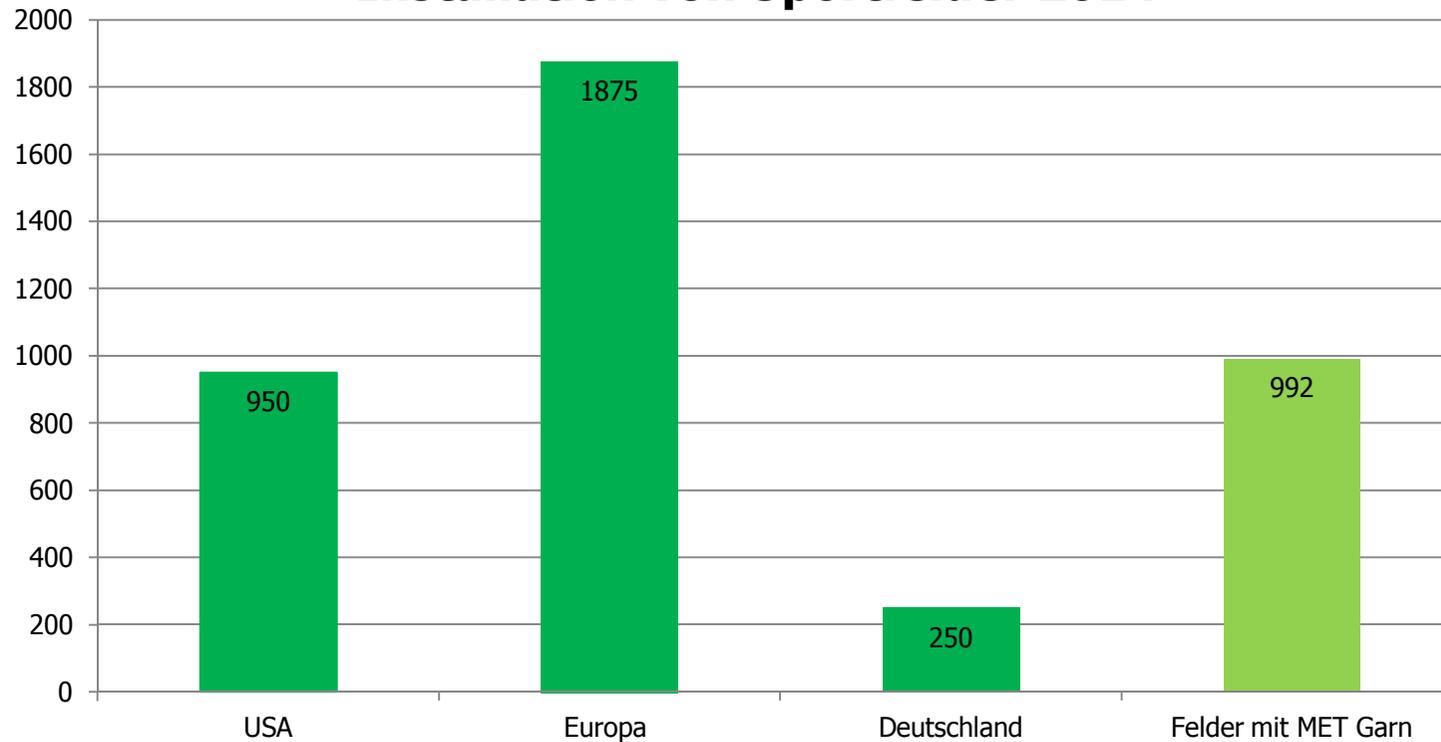


Markt Anteil der Kunstrasenfelder (2012)



Anzahl der Kunstrasen Installationen

Installation von Sportfelder 2014



In Europa und USA wurden in 2014 ca. 2825 Sportfelder installiert, 992 davon wurden mit MET Fasern ausgerüstet.

Seit 2008 hat MET über 65.000 Tonnen Fasern für Kunstrasen produziert.

Damit wurden weltweit über 5000 Sportfelder ausgerüstet.



Ausschreibungskriterien

EN 15-330-1

- **In Deutschland müssen Investitionen, die mit öffentlichen Geldern mit finanziert werden, öffentlich ausgeschrieben werden.**
- **In der Regel wird in diesen Ausschreibungen die EN 15-330-1 als Qualitätskriterium angegeben**
- **Nach unsere Qualitätsverständnis sind die Kriterien, die in der EN 15-330-1 definiert wurden zu niedrig.**
- **Prinzipiell besteht fast jede Faser (auch die schlechten) die in der Norm beschriebenen Tests**

Empfehlung

- **Lassen Sie sich von Ihrem Architekten beraten.**
- **Hochwertige Lieferanten bieten zusätzliche Zertifikate an, die einen erheblich höheren Qualitätsstandard sicherstellen.**

Faser Verschleißtest Simulation



Lisport Tester zur Simulation der Belastung des Kunstrasens durch den Sportler

EN 15-330-1 Zertifizierung 30.000 Zyklen



**Die Norm schreibt
20.200 Zyklen vor**

Wettbewerbsprodukt nach 30 000 Doppelhübe im Lisport
(Simulation von 5 Jahren mittlere Belastung).
Produktionsstandort mittlerer Osten

EN 15-330-1 Zertifizierung 30.000 Zyklen



**Die Norm schreibt
20.200 Zyklen vor**

Wettbewerbsprodukt nach 30 000 Doppelhübe im Lisport
(Simulation von 5 Jahre mittlere Belastung) .
Produktionsstandort mittlerer Osten

EN 15-330-1 Zertifizierung 30.000 Zyklen



**Die Norm schreibt
20.200 Zyklen vor**

Wettbewerbsprodukt nach 30 000 Doppelhübe im Lisport
(Simulation 5 Jahre mittlere Belastung).
Produktionsstandort Europa

MET Faser nach 200 000 Lisport Zyklen

**Die Norm schreibt
20.200 Zyklen vor**



Fieldturf BiCo Faser (Core) nach 200 000 Doppelhübe im Lisport (Simulation 15 Jahre extreme Belastung / oder 20 Jahre mittlere Belastung)

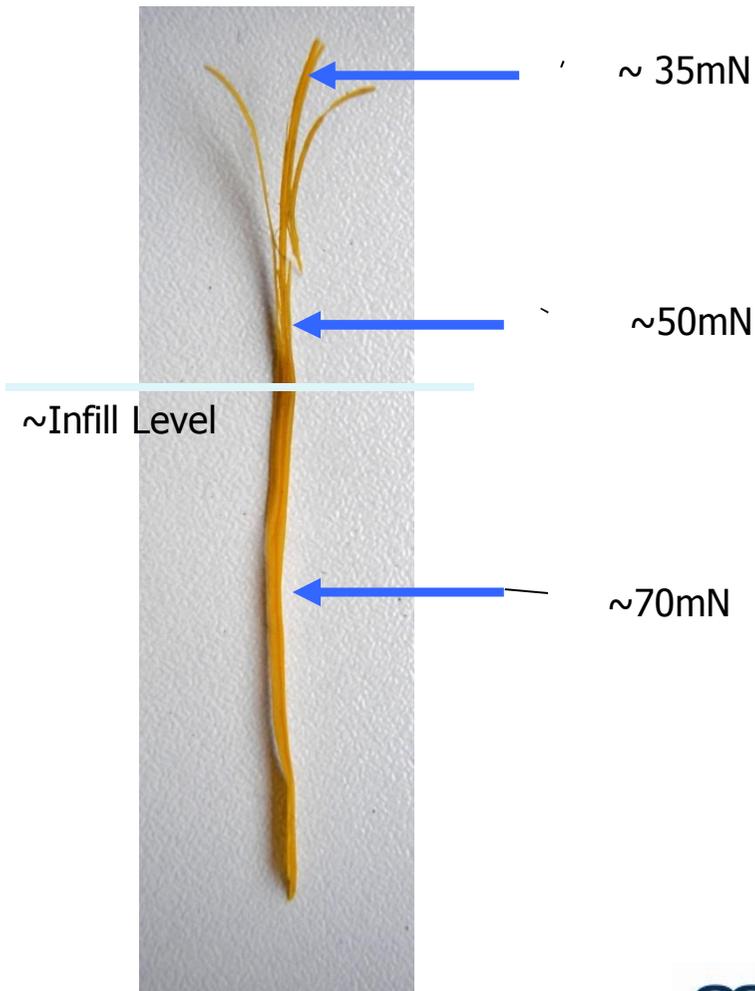


UV Stabilisierung

□ Polyethylen ist nicht UV Stabil

- Zur Stabilisierung von PE werden UV Stabilisatoren eingesetzt
- Diese Stabilisatoren sind sehr teuer, ca. 25% der Rohstoffkosten
- Bestandteil der aktuellen EN 15 330-1 ist eine UV Prüfung nach EN 13 864
- Mit dieser Prüfung soll sichergestellt werden, dass die Faser über einen ausreichenden UV Schutz verfügt.
- Bei dieser Prüfung wird die Faser 3000 Stunden mit UVA Strahlung ausgesetzt und darf nach dieser Bestrahlung einen Festigkeitsverlust von 50 % aufweisen
- Nach unserem technischen Verständnis bedeutet ein Festigkeitsverlust von 50 %, dass die Faser nicht mehr funktionstüchtig ist.
- Somit halten wir diesen Test für nicht ausreichend.

Schadensfall durch Sonnenlicht



□ Faser „made in mittlerer Osten“

- Biegesteifigkeit der Faser oberhalb des Granulats, in dem Bereich in der die Faser dem Sonnenlicht ausgesetzt ist ~ 35 mN. Die Faser verliert die Festigkeit und wird brüchig
- Biegesteifigkeit der Faser in dem Bereich in dem die Faser vor dem Sonnenlicht durch das Granulat geschützt wird 70 mN
- Diese Faser hat den von den EN 15 330-1 vorgeschriebenen UV Test (EN 13 864) bestanden



UV Stabilisierung

□ MET Standard

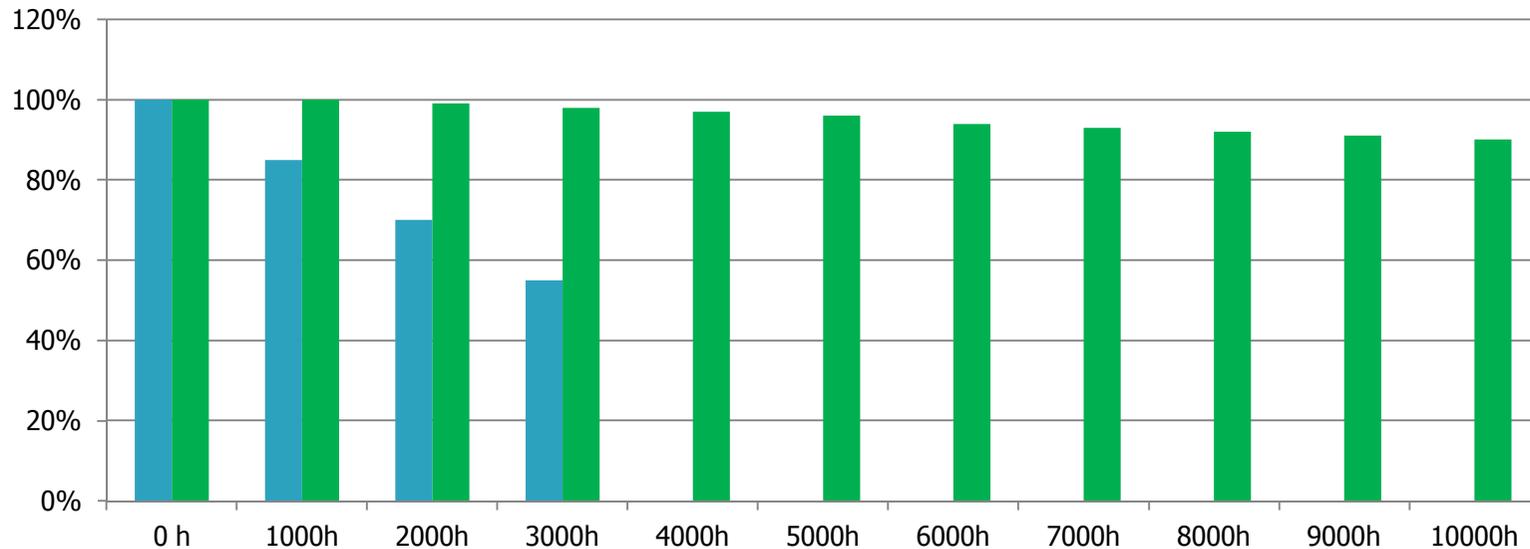
- Anstatt der EN 15 330-1 / EN 13 864, bevorzugen wir den ISO 4892-2A Test
- Dies ISO 4892 wurde speziell für die Automobilindustrie zur Bewetterung der Fahrzeuge entwickelt.
- Bei der ISO 4892 wird mit Xenon Strahler, der Wellenlängenbereich von Ultraviolett bis Infrarot erzeugt. Somit wird das gesamte Spektrum des Sonnenlicht simuliert
- Wir prüfen unsere Faser nach ISO 4892, mit einer Bewetterungszeit von 10.000 h, dies entspricht ca. 10 Jahre Freiland Einsatz
- Nach dieser Bewetterung darf der maximale Festigkeitsverlust 15 % nicht überschreiten
- <..\..\..\F&E\Gras\Monofil\UV\360XL\DIN 4892 A 360XL ENG.pdf>



UV Stabilisierung

☐ Test Methoden

■ EN 15-330-1, mindestens 50% verbleiben Festigkeit nach 3000 Stunden UV Test (Kunstrasen Industrie Standard) => noch unserer Meinung unzureichend

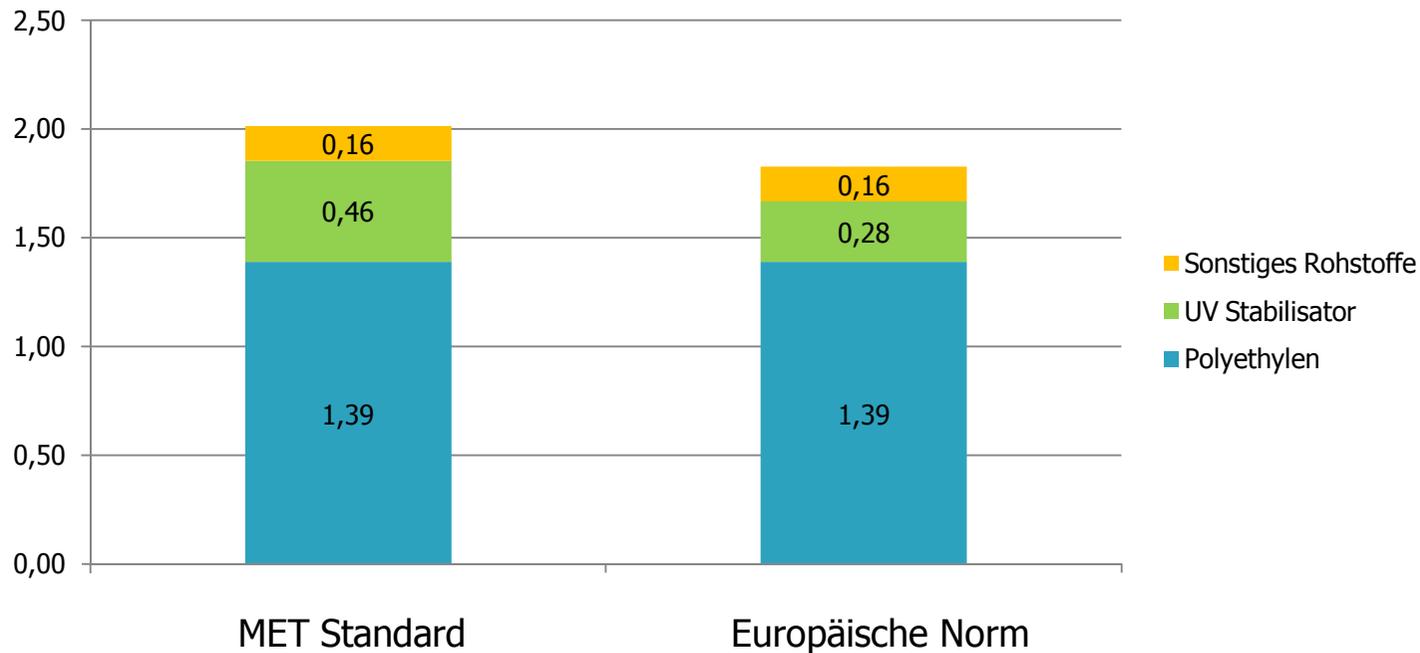


■ ISO 4892-2A mindestens 85 % verbleibende Festigkeit nach 10.000 Stunden UV Test (MET Standard)



UV Stabilität

- Um die EN 15 330-1 Norm zu erfüllen, würde ein Anteil des UV Stabilisators von 6 000 ppm ausreichen (ca. 28 Cent pro m²).
- Wir haben in unserem Garn einen UV Stabilisator Anteil von 10 000 ppm (ca. 46 Cent pro m²).

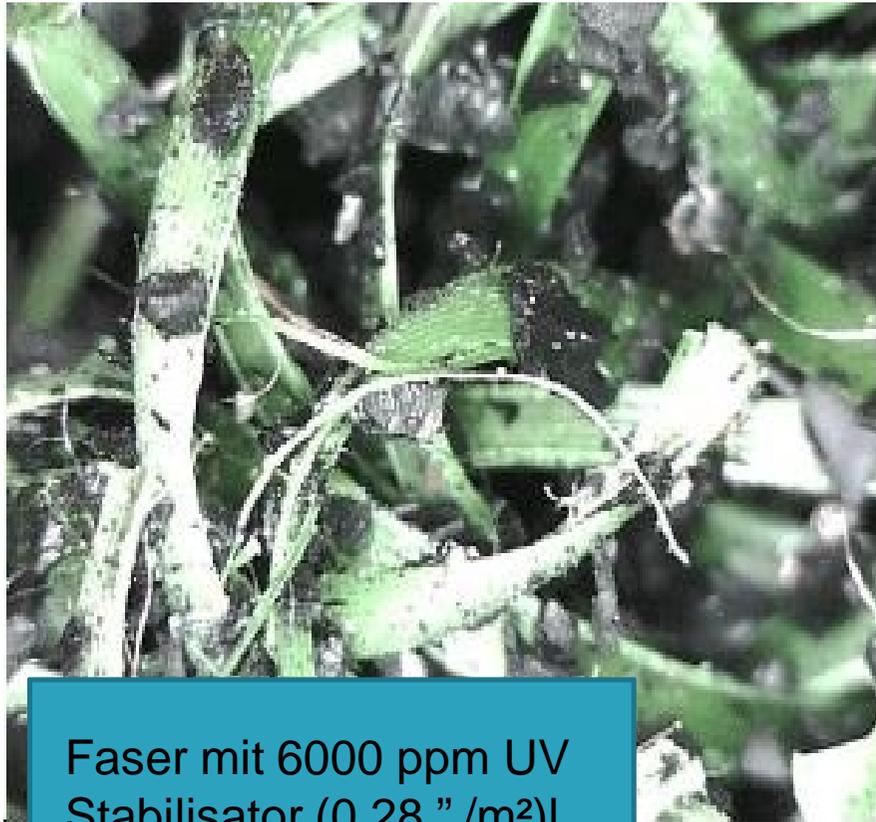




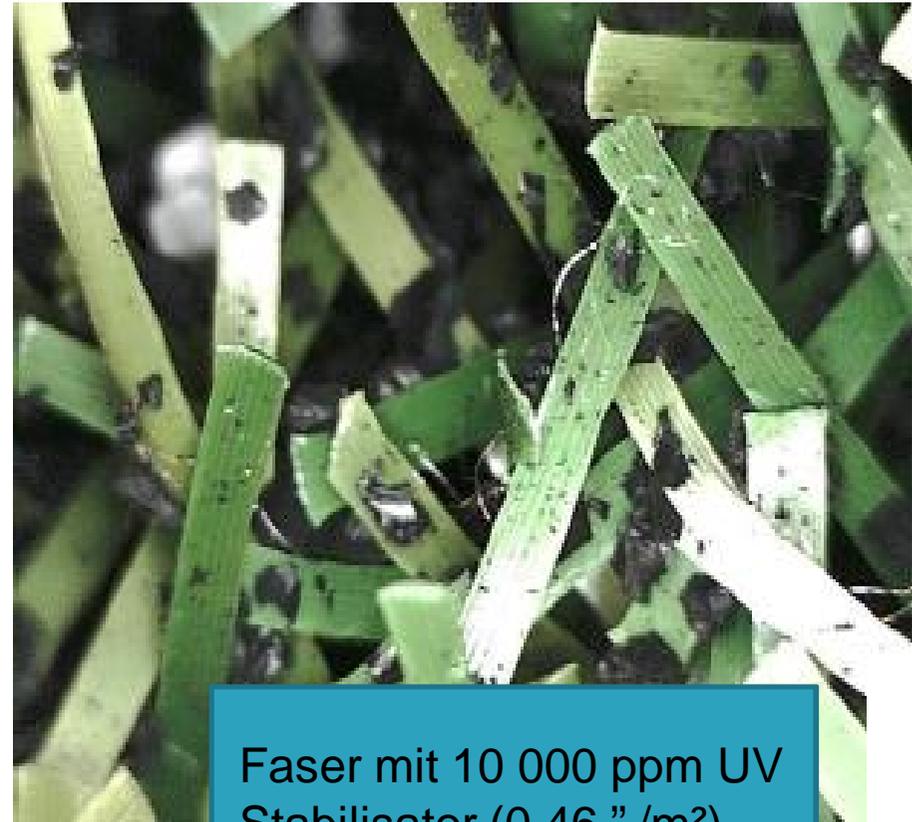
UV Stabilisator

Linke Seite 6000 ppm UV Stabilisator 5000 h Xenon Test und 150 000 Zyklen im Lisport <->

Rechte Seite 10 000 ppm UV Stabilisator 5000 h Xenon Test und 150 000 Zyklen im Lisport



Faser mit 6000 ppm UV Stabilisator (0,28 "/m²)

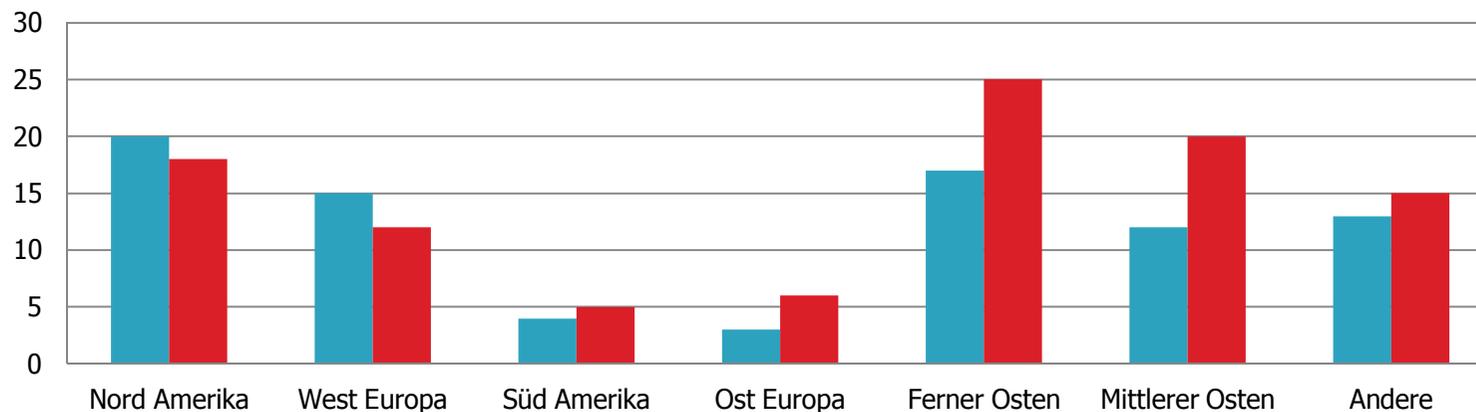


Faser mit 10 000 ppm UV Stabilisator (0,46 "/m²)



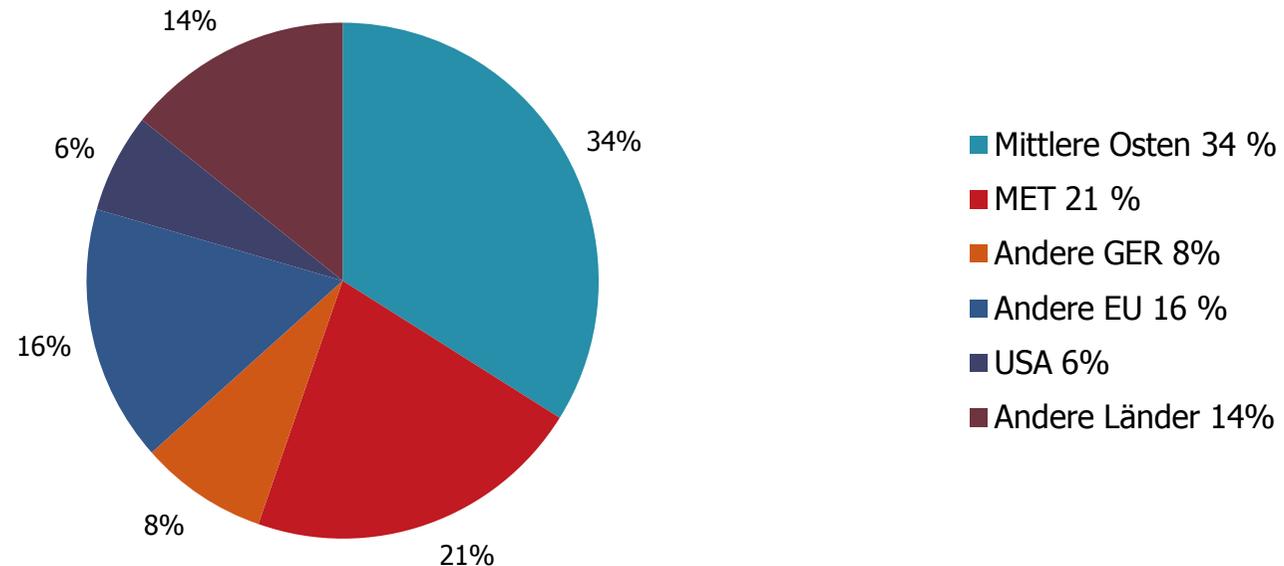
Qualität

PE Produktionskapazität in Millionen Tonnen 2011 - 2016



- **Weltweite Produktionskapazität für PE über 84 Million Tonnen (größter Markt Plastik Tüten)**
- **Starker Kapazitätsausbau in Asien und mittlerer Osten, Konsolidierung in EU und USA**
- **Bedarf Kunstrasen für Sport ca. 0,05 Mill Tonnen = 0.01 % der weltweit installierten Produktionskapazität, zu klein um ein spezielles Polymer ausschließlich für Kunstrasen zu entwickeln**

Verteilung der Produktionskapazität



- Über 30 % der Fasern werden im mittleren Osten hergestellt
- Lohnkosten in Saudi Arabien / VAE / Dubai 200 US \$ / Monat
- Energiekosten für 5 Jahre = 0
- Verfügbare Rohmaterialien PE zur Herstellung von Plastiktüten

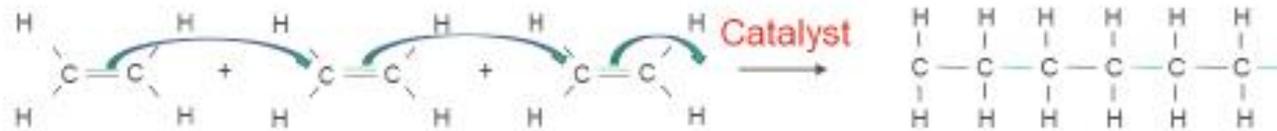


Qualität

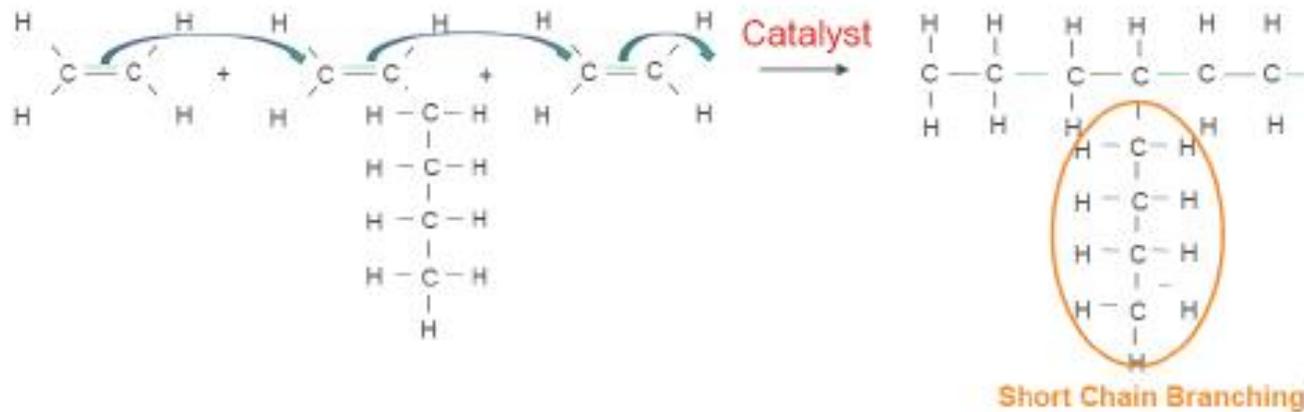
- Die Verlagerung der Produktionskapazitäten nach Asien und den mittleren Osten, hat zu einem Umdenken der europäischen PE Hersteller geführt**
- Um die relative kleinen, aber flexiblen Polymerisationen in Europa weiterhin zu nutzen, sind die PE Hersteller inzwischen bereit, auch für kleinere Bedarfsmengen (ab 10.000 Tonnen pro Jahr) maßgeschneiderte Materialtypen anzubieten**
- MET produziert aktuell über 17.000 Tonnen Fasern pro Jahr, mit diesem Bedarf konnte ein international führender PE Hersteller überzeugt werden, ein speziell für Kunstrasen optimiertes Polymer zu entwickeln**
- Normalerweise wird die Kunstrasen Faser aus Polymeren hergestellt, die zur Herstellung von Plastiktüten oder anderen Folienverpackungen, entwickelt wurden**
- MET ist der erste Faser Produzent der Kunstrasen Faser aus einem Polymer produziert, welches gezielt für die Anforderungen an Sport Kunstrasen entwickelt wurde**

Das Resultat → ein neues Polymer -> entwickelt für Kunstrasen

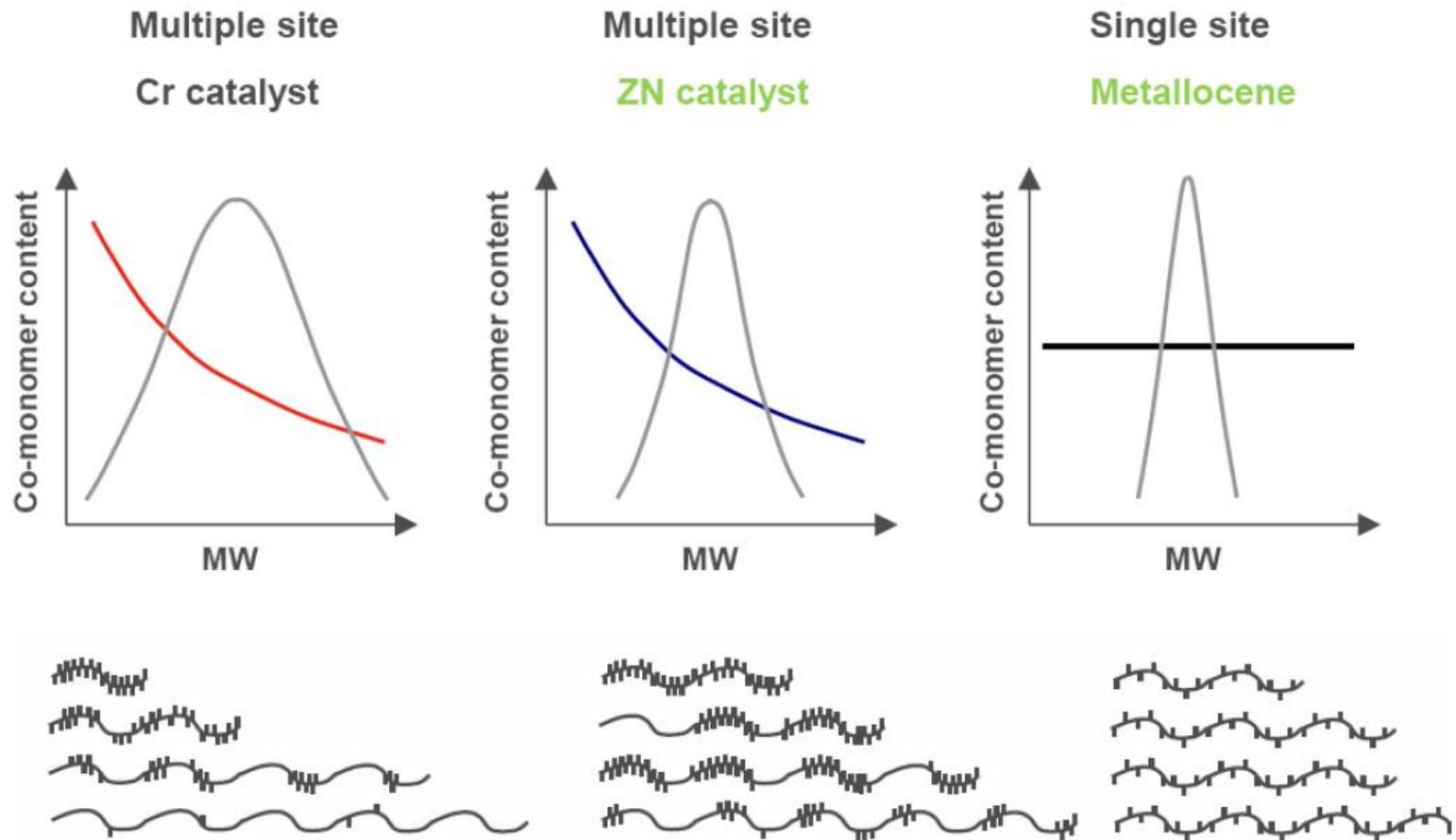
Formation of ethylene homopolymer (HDPE)



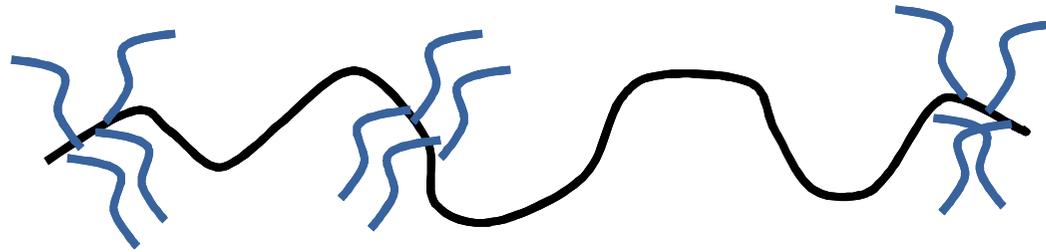
Formation of ethylene copolymers and short chain branching (MDPE, LLDPE)



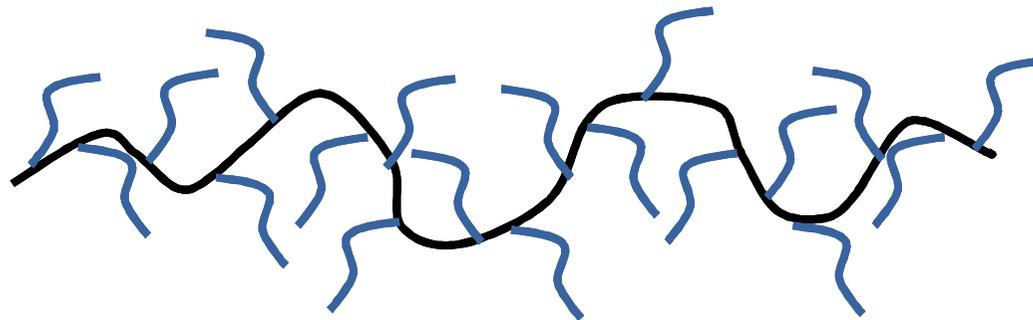
Das Resultat → ein neues Polymer -> entwickelt für Kunstrasen



Das Resultat → ein neues Polymer -> entwickelt für Kunstrasen

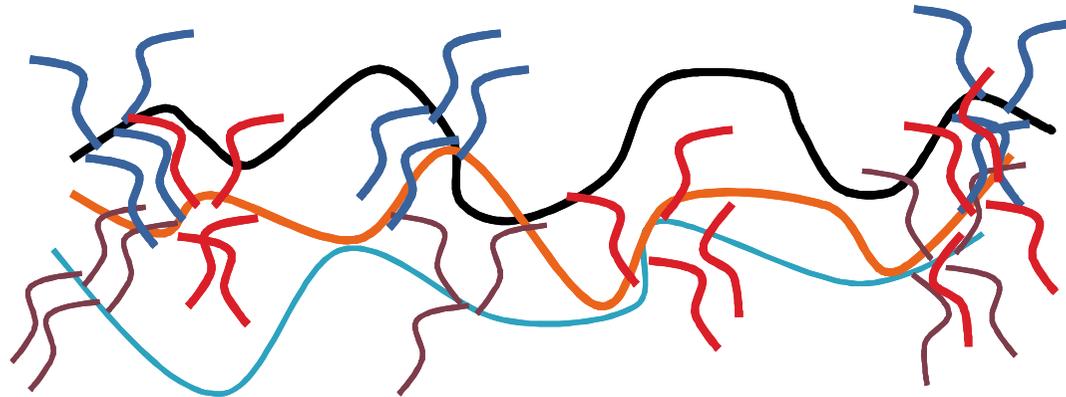


Molekularstruktur mit ungleichmäßiger Verteilung der Seitenarme (Standard Folien Polymer)



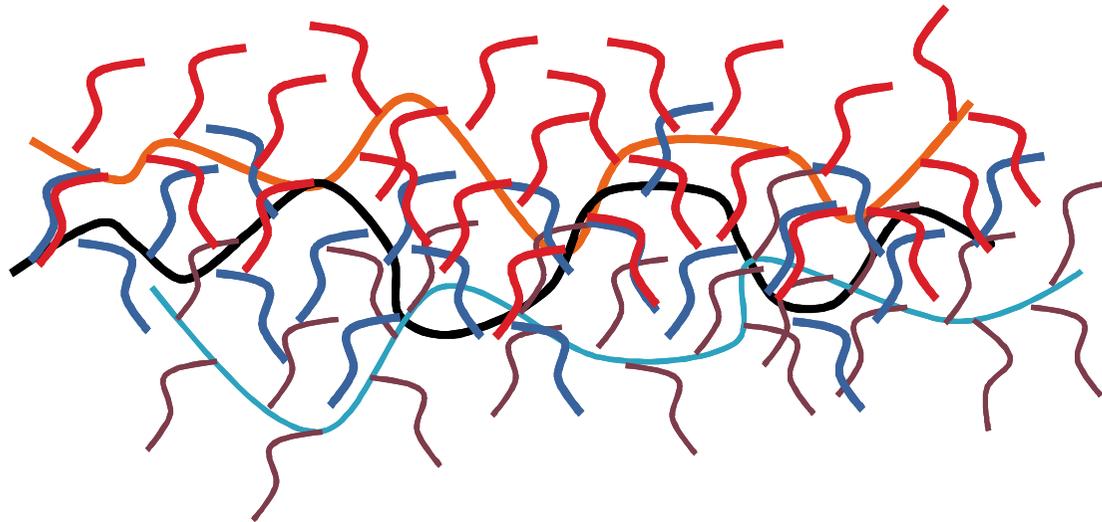
Molekularstruktur mit gleichmäßiger Verteilung Seitenarmen, speziell entwickelt für Fieldurf (MET)

Das Resultat → ein neues Polymer -> entwickelt für Kunstrasen



Molekularstruktur Polymer für Plastikfolie

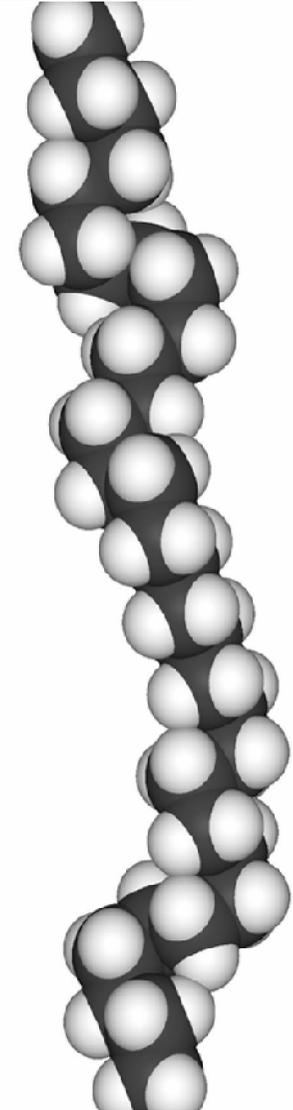
Das Resultat → ein neues Polymer -> entwickelt für Kunstrasen



Molekularstruktur Polymer speziell entwickelt für Fieldturf (Exklusive für MET)

Das Resultat → ein neues Polymer -> entwickelt für Kunstrasen

- Weich aber extrem haltbar
- Erhöhung des Temperaturbereiches um 8 oC
- 16% Reduzierung der Hautreibung
- 60 % geringerer Verschleiß
- Hohes Wiederaufrichtverhalten

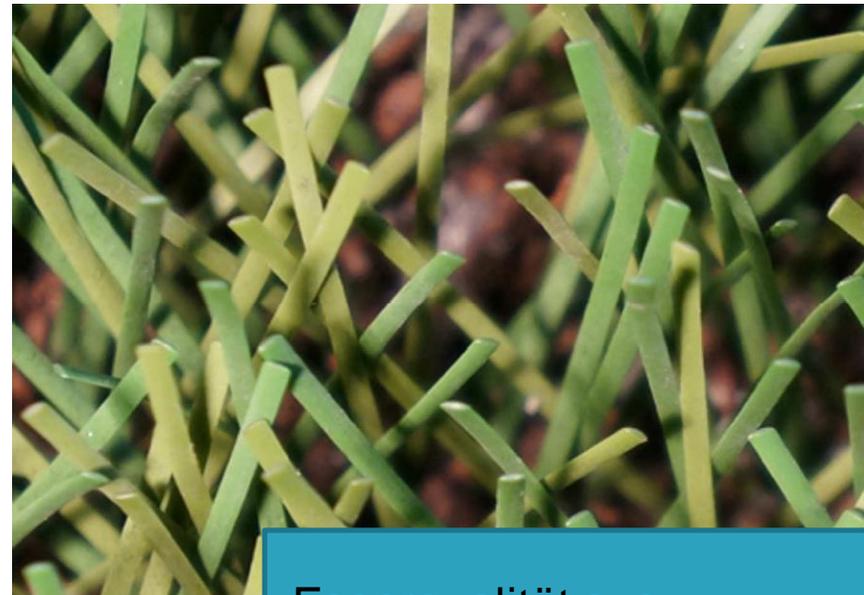


Low budget Faser <-> hig end Faser

Linke Seite 30 000 Zyklen im Lisport <-> Rechte Seite 150 000 Zyklen im Lisport



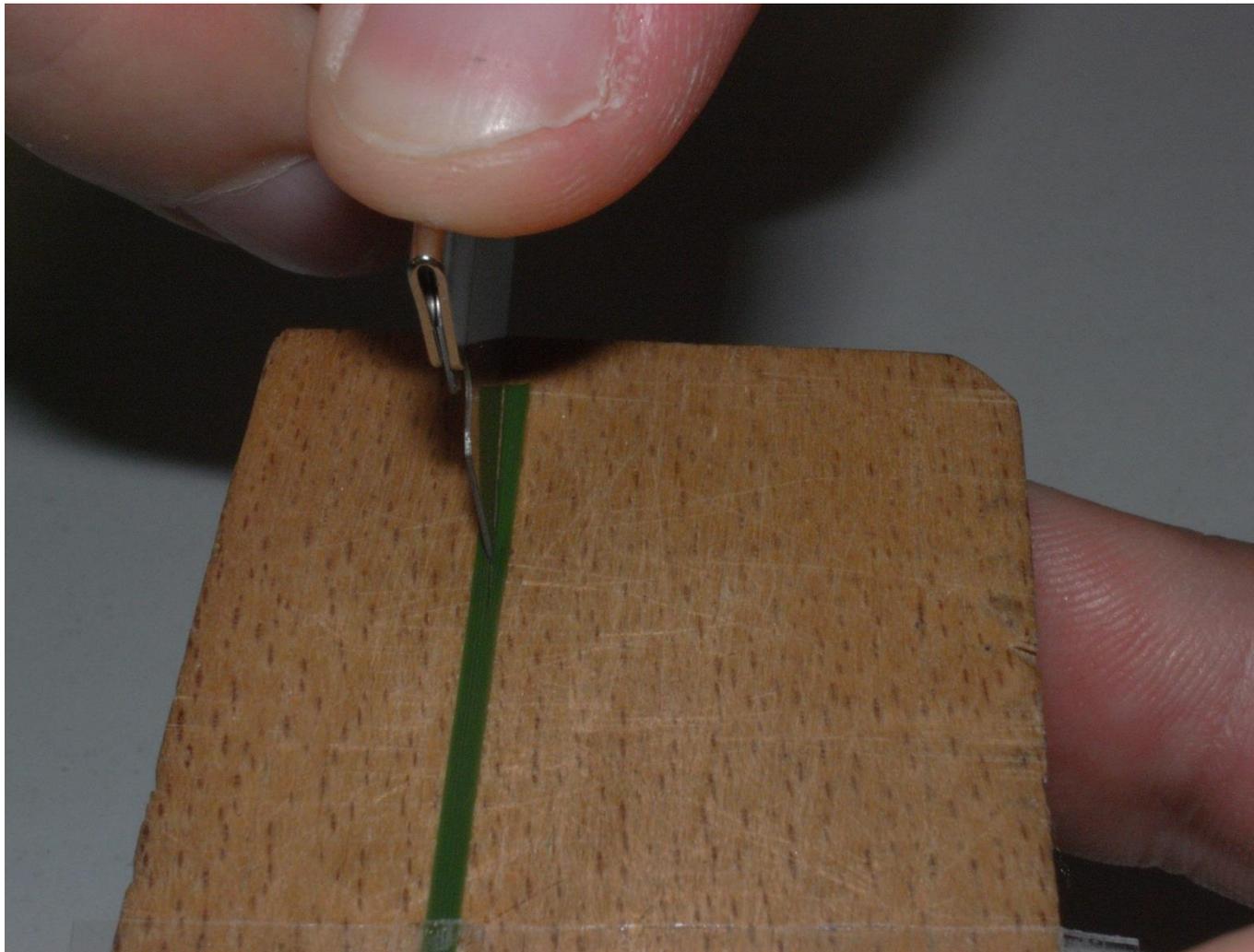
Faserqualität aus
Plastiktüten Material



Faserqualität aus
optimierten Rohmaterial

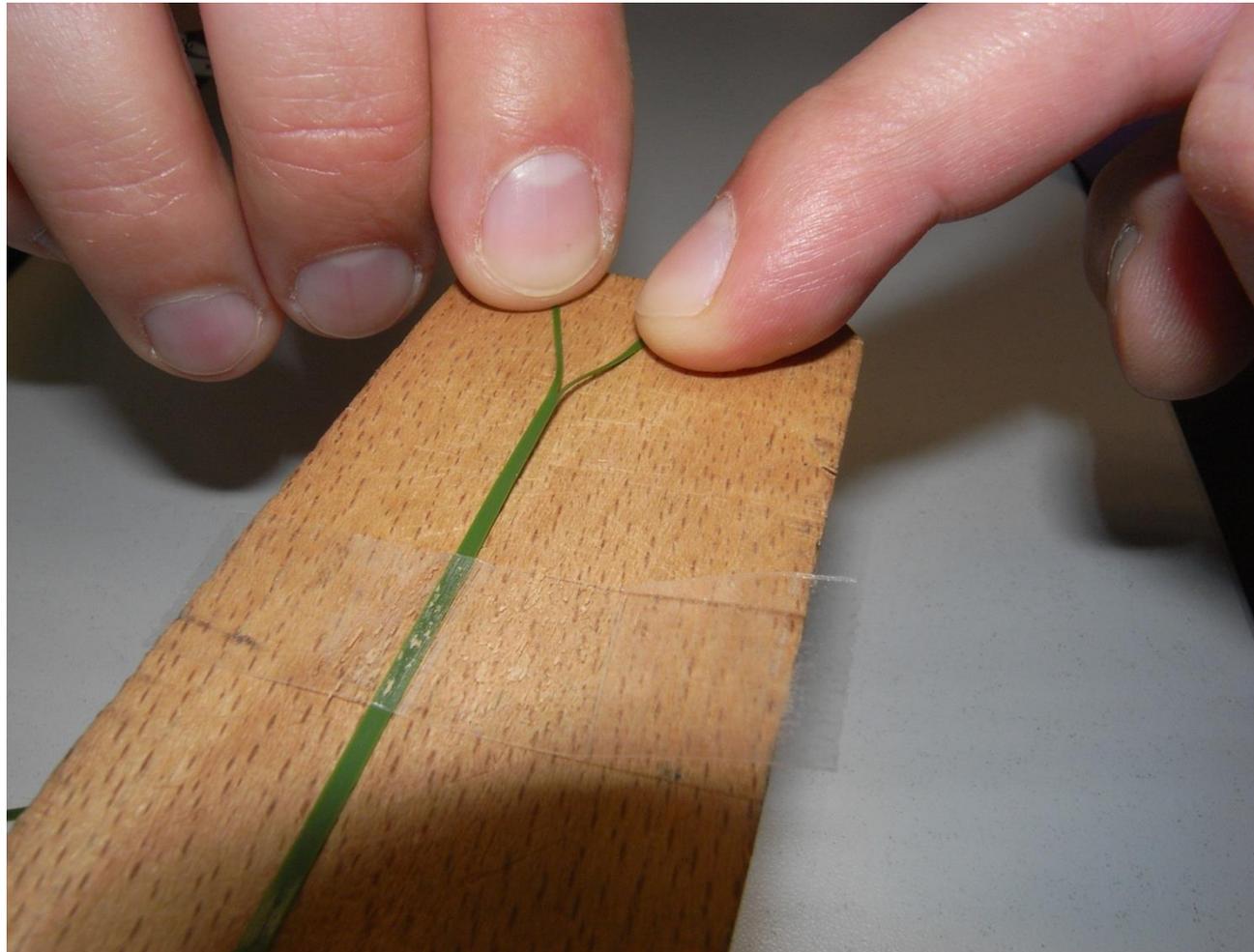


Geometrie – Quer Festigkeit - Haltbarkeit



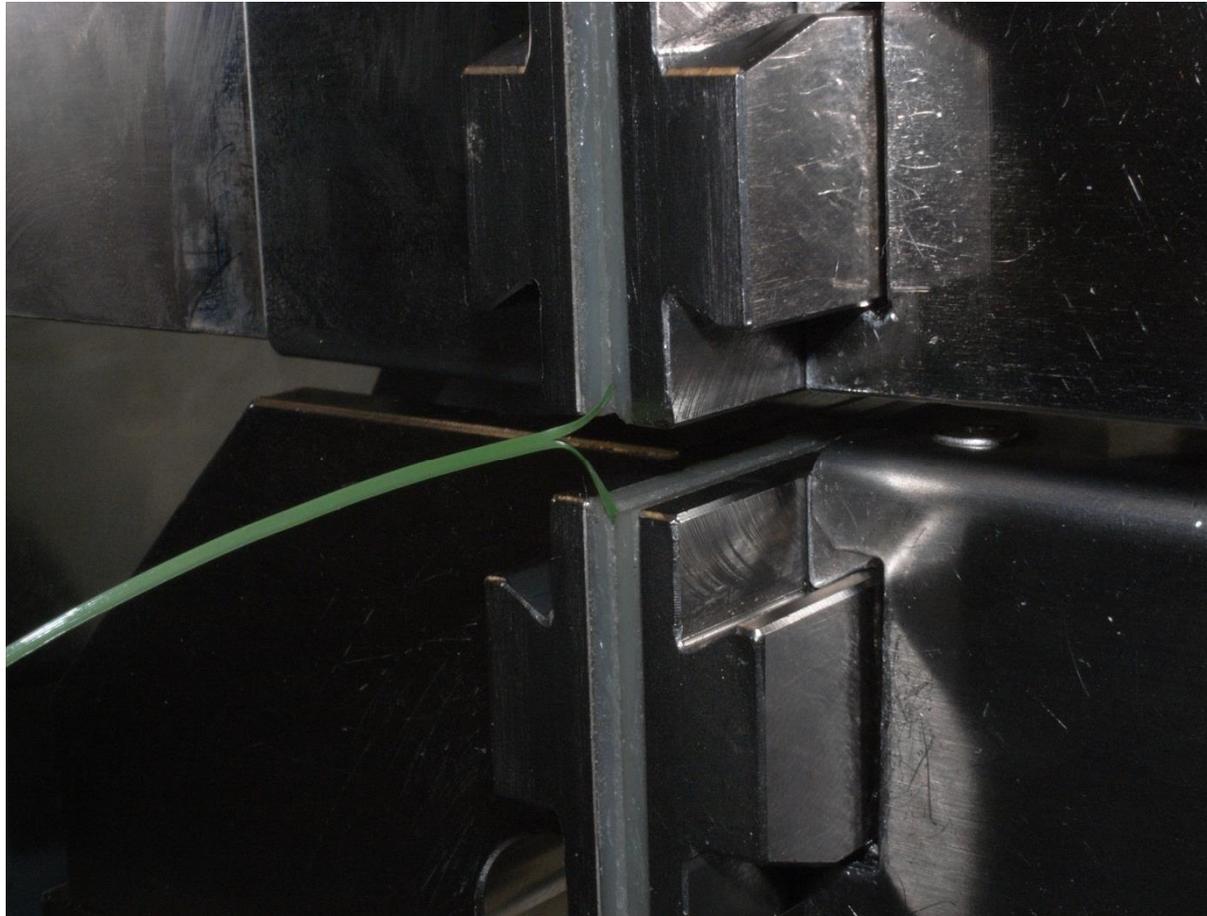


Geometrie – Quer Festigkeit - Haltbarkeit



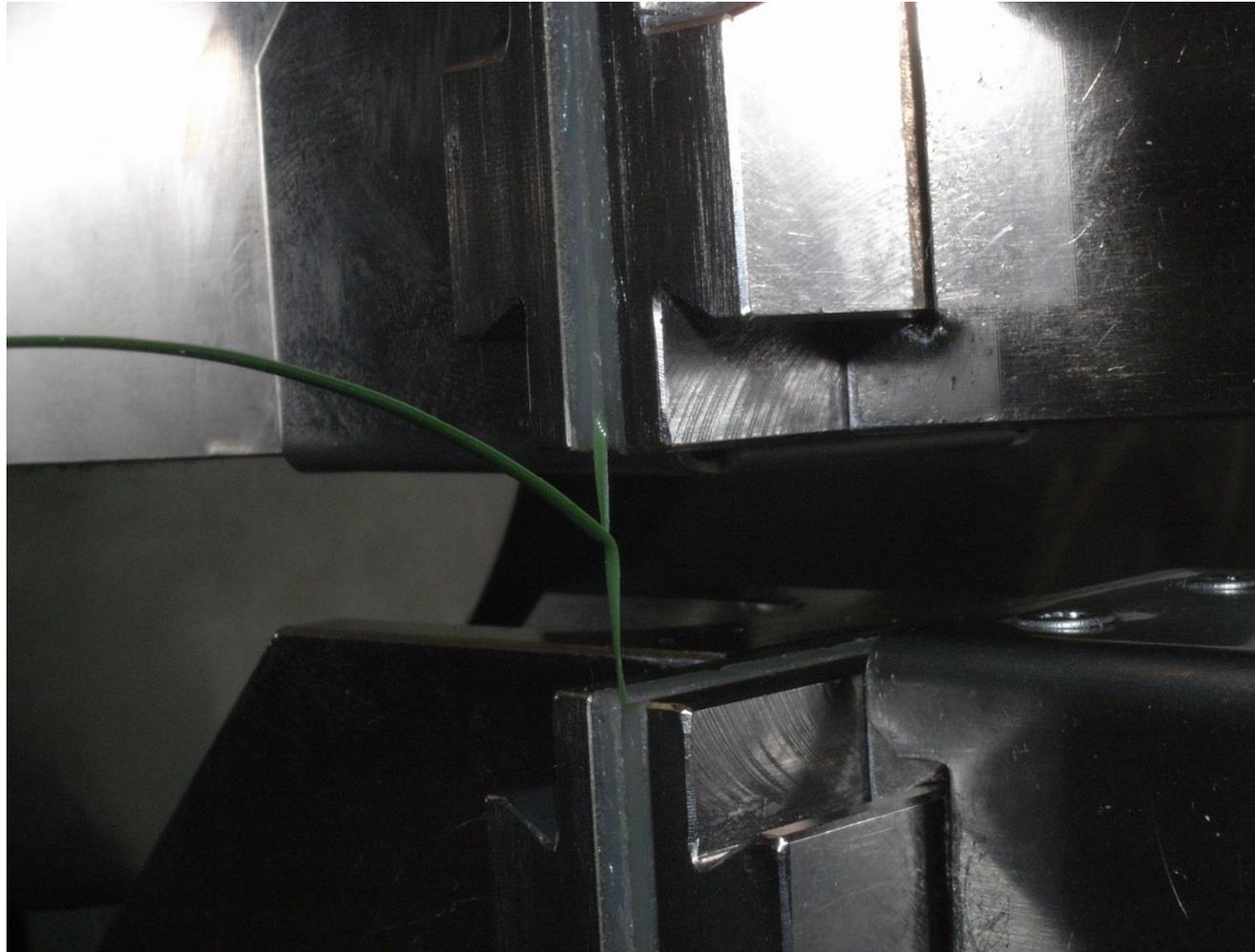


Geometrie – Quer Festigkeit - Haltbarkeit



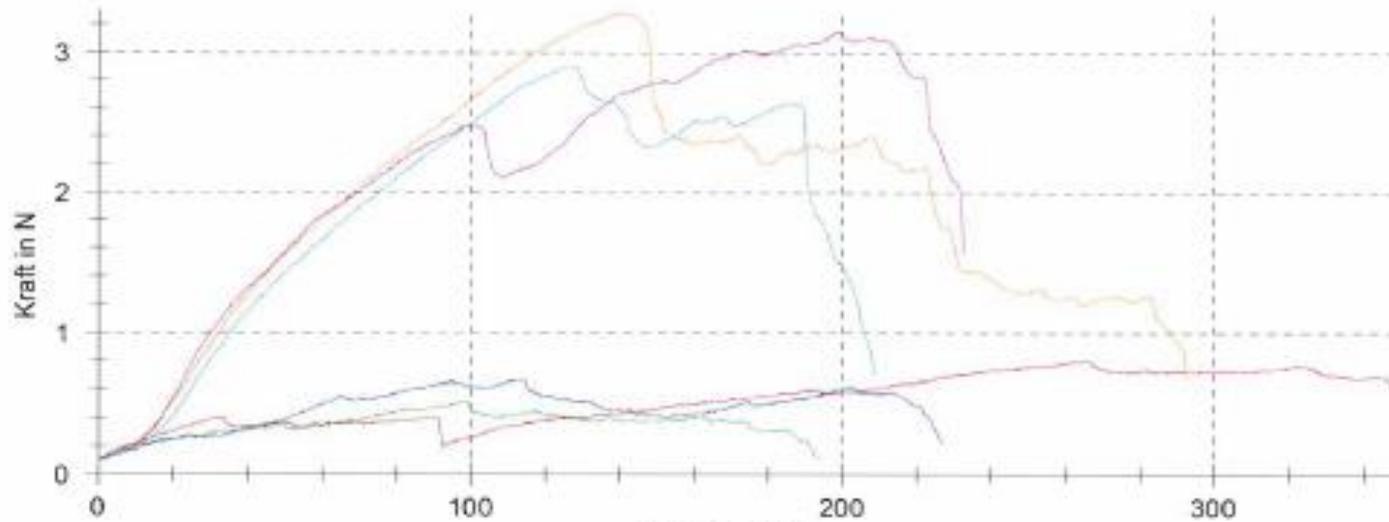


Geometrie – Quer Festigkeit - Haltbarkeit





Geometrie – Spleiss Festigkeit - Haltbarkeit



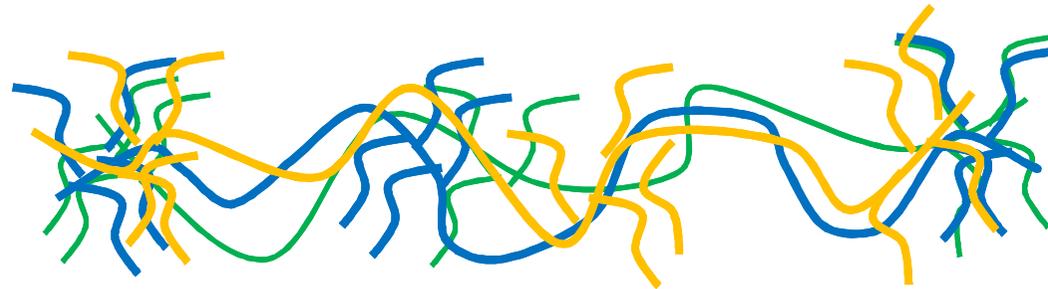
Legende	Unterserie 1	Probenkennung	F _{max} N	N/mm ² N/mm ²	dL bei F _{max} %	L ₀ mm	Datum	Uhrzeit
■	1.1	Top Faser	0,792	0,79	266,0	5,30	15.08.2014	09:01:01
■	1.2	mittlerer	0,511	0,51	97,9	7,33	15.08.2014	09:02:49
■	1.3	Osten	0,669	0,67	113,0	6,97	15.08.2014	09:05:43

Legende	Unterserie 2	Probenkennung	F _{max} N	N/mm ² N/mm ²	dL bei F _{max} %	L ₀ mm	Datum	Uhrzeit
■	2.1	360 XL	3,27	3,27	139,8	7,72	15.08.2014	09:15:49
■	2.2	360 XL	3,14	3,14	198,7	9,78	15.08.2014	09:17:50
■	2.3	360 XL	2,90	2,90	126,9	7,78	15.08.2014	09:20:40

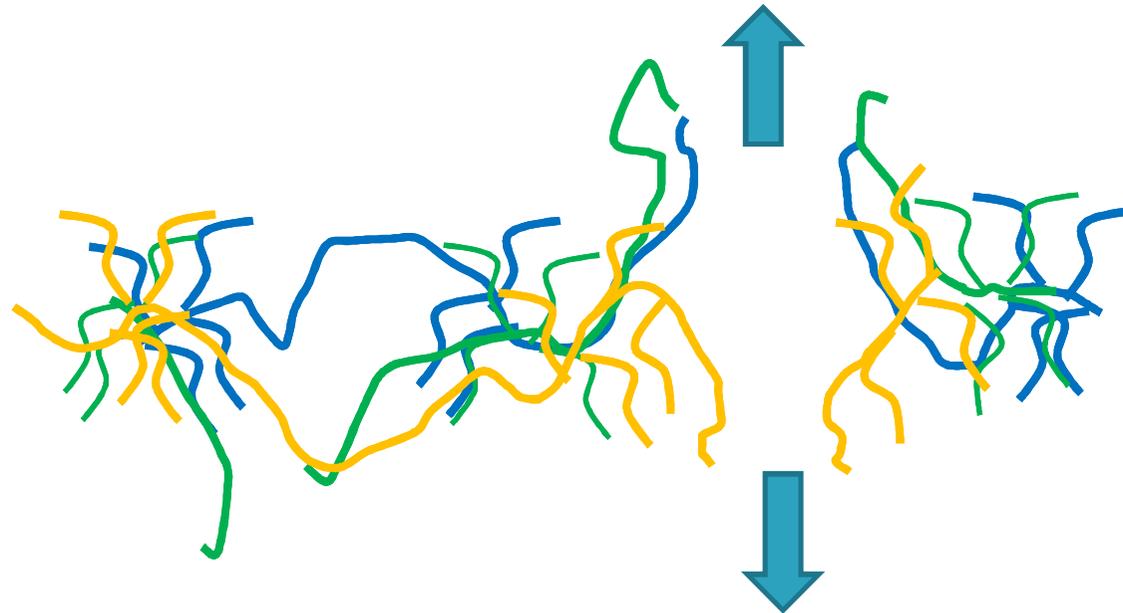


Querfestigkeit

Molekular Struktur
Plastik Tüten Polymer
Ohne Querbelastung



Molekular Struktur
Plastik Tüten Polymer
mit Querbelastung



Resilienz der Faser => Langzeit Komfort

□ Stand der Technik

- Direkt nach der Installation sehen fast alle Kunstrasenfelder sehr gut aus
- Je nach Qualität der Faser und der Pflege des Feldes, legen sich die Faser relative schnell flach. Bei einigen Systemen findet dieser Prozess schon im ersten halben Jahr statt
- Wenn die Faser flach liegt, verändert sich das Ballrollverhalten, der Ball wird schneller und das Ballrollverhalten entfernt sich mehr und mehr vom Naturrasen.
- Polyethylen, das Standard Material für Kunstrasen, hat den großen Vorteil eine sehr gut Hautreibung aufzuweisen, so dass beim „rutschen“ über den Rasen die Haut nicht verbrennt, hat aber nur eine begrenztes Wiederaufrichtverhalten.
- Es gibt technische Kunststoffe die speziell für Einsatzgebiete entwickelt wurde, in denen eine Hohe „Zähigkeit“ wie zum Beispiel für Zahnräder oder Lager benötigt werden (zum Beispiel Polyamid bekannt unter dem Namen Nylon). Allerdings habe diese Kunststoffe ein sehr schlechte Hautreibungskoeffizient.
- Zähigkeit und Wiederaufrichtverhalten stehen in einem direkten Zusammenhang

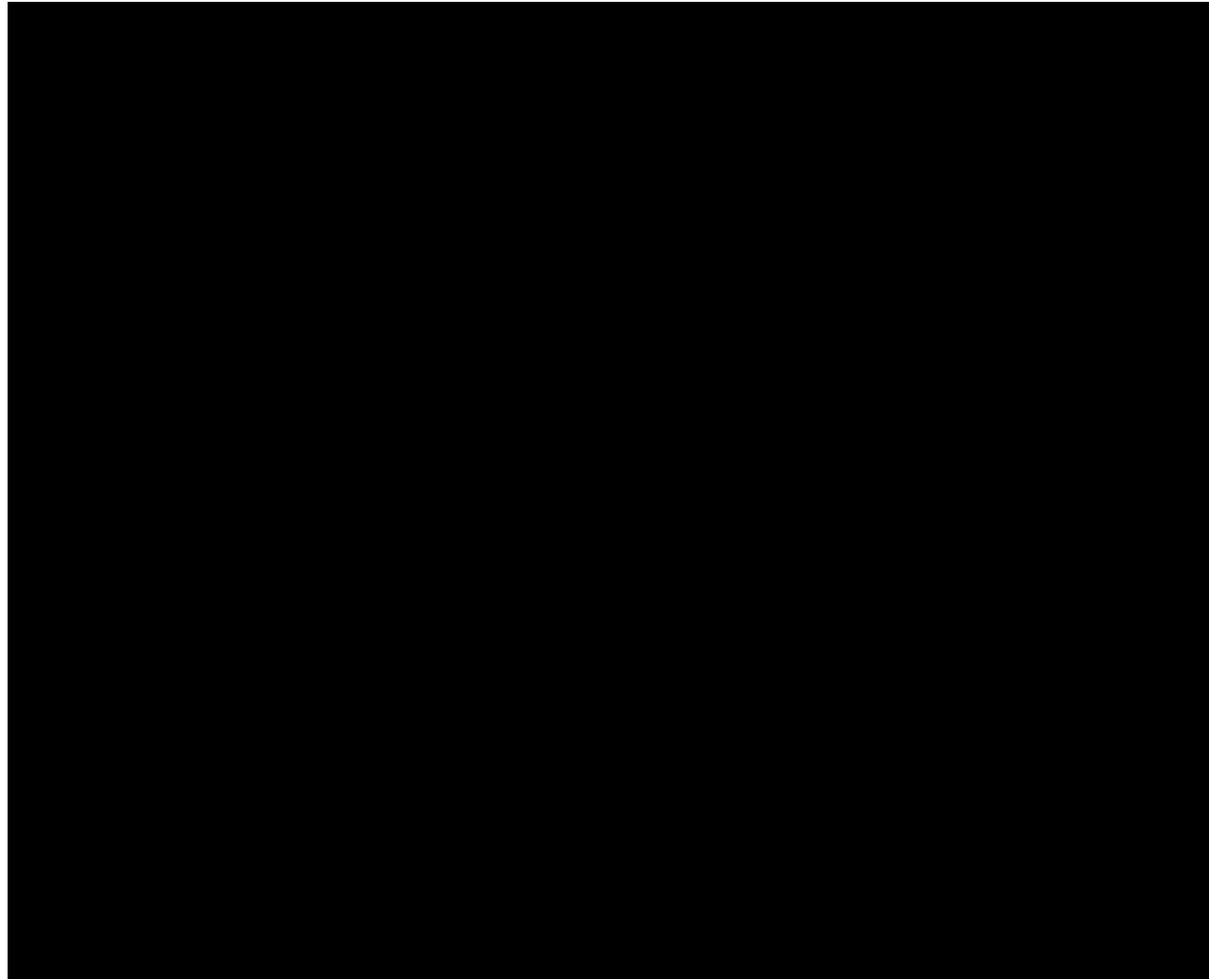
Resilienz der Faser => Langzeit Komfort

□ Möglichkeiten die Resilienz zu verbessern

- Die Dicke der Faser hat einen direkten Einfluss auf die Resilienz.
- Um so dicker die Faser, um so besser die Resilienz
- Um so dicker die Faser, um so höher die Steifigkeit der Faser.
- Zu Dicke Fasern führen zu dem „Borsten Effekt“ die Faser ist so steif dass der Spieler beim „sliden“ sich verletzen kann
- Andere Materialien wie Polyamid wären ideal für die Resilienz, sind aber sehr steif und haben einen sehr schlechten Hautreibungskoeffizient.
- Wir haben eine Methode entwickelt die Steifigkeit der Faser zu messen.
- Um die maximal akzeptable Steifigkeit zu ermitteln, wurden Sportfelder mit unterschiedlicher Steifigkeit (Einsatz unterschiedlicher Fasern) installiert
- Interessant ist dass der akzeptable Grenzwert abhängig von der Region ist.
- Im Süden Europas und in den USA ist der Grenzwert viel niedriger wie in Zentral und Nord Europa.

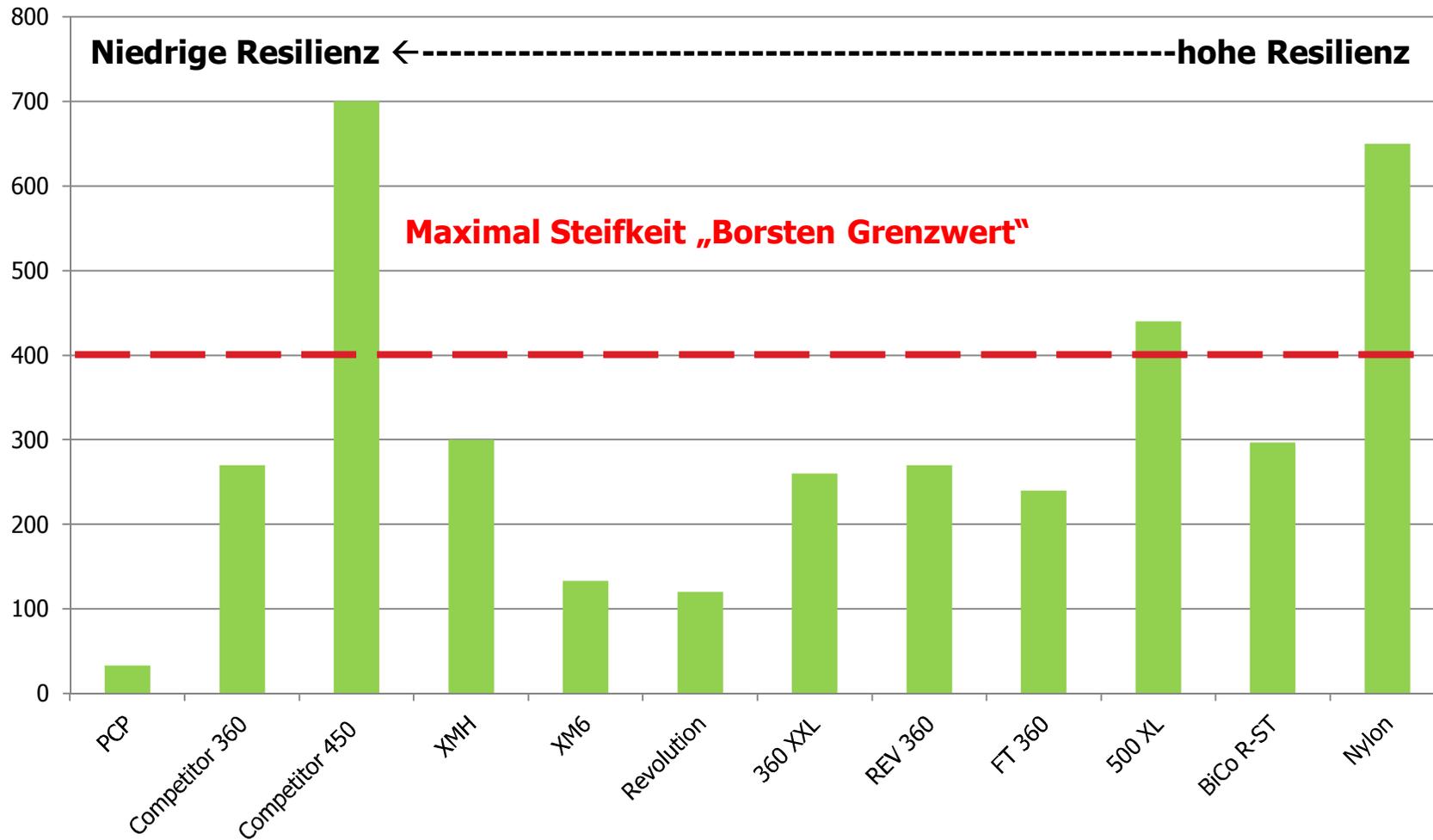


Messung der Steifigkeit





Grenzwerte Resilienz

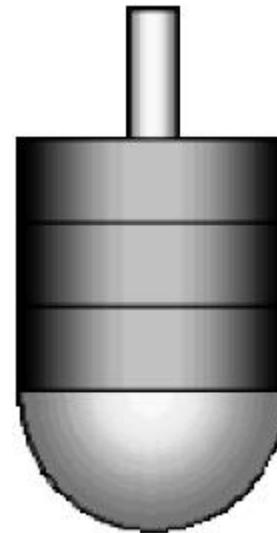


Tarkett – All rights reserved

Dart-drop-test => Messung der Zähigkeit



Messeinrichtung für
die Zähigkeit von
Folien



„Dart“ Gewicht'

„Dart“ Spitze

Standard Test um die Energie Aufnahme von Folie zu messen ASTM D 1709-75

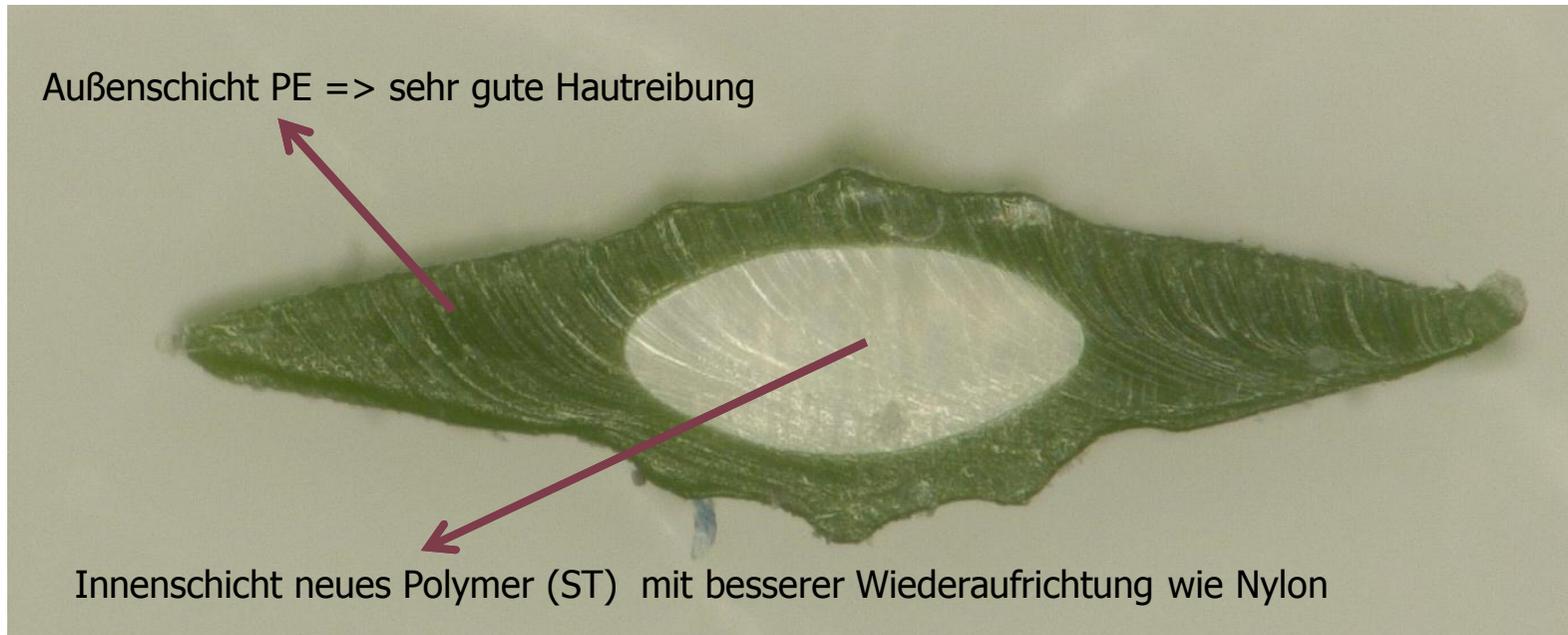


Dart drop test => Zähigkeit

Film Dart drop Gramm / Mikrometer



Die nächste Generation => Bi-Komponente



Hervorragende Resilienz, sehr gute Hautreibung und geringe Biegesteifigkeit

Bi-Komponenten (Zwei Materialien) Faser (Patent angemeldet)

Befüllung des Kunstrasen Systems

□ Funktion des Infills

- Die Faser hat in Deutschland in der Regel eine Polhöhe von 40 – 45 mm
- Um den Teppich zu beschweren, wird pro Quadratmeter ca. 25 kg Sand aufgefüllt
- Auf den Sand kommen dann je nach Schüttgewicht ca. 3-6 kg Infill zum Einsatz
- Das Infill hat verschiedene Funktionen,
 1. Es soll eine optimale Elastizität gewährleisten, um den Kraftabbau sicher zustellen (die Norm schreibt hier einen Kraftabbau von ca. 55 – 70% vor).
 2. Es soll sicherstellen dass der Sportler nicht über den Rasen rutscht, auch dafür gibt es eine Vorgabe der Norm, der Drehwiderstand des Sportschuhs soll zwischen 25 und 50 Nm liegen.
 3. Das Infill ist außerdem für das Ballreflexion Verhalten zuständig, gemäß der Norm soll dieser Wert zwischen 45 – 75 % liegen
 4. Weiterhin hat das Infill eine wichtige Funktion als „Stützmaterial „ für die Faser.

Verschiedene Infill Arten

□ SBR schwarz bzw. Ummanteltes SBR

- SBR wird aus alten LKW Reifen hergestellt. Der Anteil des natürlichen Kautschuks liegt bei ca. 20 %
- Vorteil : das Material ist sehr preiswert und kostet ca. 1,25 €/m²
- Nachteil : Im Sommer bei extrem hohen Temperaturen heizt sich das Material auf.
- Die Zink Emission im Grundwasser der SBR Systeme liegt sehr nahe an den aktuellen Grenzwerten, die zukünftigen Grenzwerte werden um den Faktor 10 reduziert. Es ist fraglich ob die SBR Systeme diese neuen Grenzwerte einhalten werden.
- Aktuell finden umfangreiche Untersuchungen zur PAK Belastung von SBR statt, PAK steht im Verdacht Krebs zu verursachen.
- In der bisherigen Bundesbodenschutzverordnung sind keinerlei Grenzwerte für die PAK Belastung im Grundwasser enthalten.
In dem Entwurf der neuen Bundesbodenschutzverordnung werden erstmals Grenzwerte für die PAK Emission des Grundwassers definiert.
Der Entwurf sieht einen Grenzwerte von 0,2 Micro Gramm pro Liter vor.

Verschiedene Infill Arten

□ EPDM

- EPDM ist ein synthetisch hergestelltes Gummi. Aufgrund des Kostendrucks wurde inzwischen der Anteil im Füllmaterial von ursprünglich ca. 50% EPDM auf 20% reduziert, der Rest ist mineralischer Füllstoff
- Aufgrund des Herstellungsprozess beinhaltet EPDM signifikante Feinstaubanteile
- EPDM kann nicht gemeinsam mit dem Kunstrasen recycelt werden
- In den letzten Jahren hat es über 150 Schadensfälle durch Verklumpung alleine In Deutschland mit EPDM gegeben, teilweise mussten die Sportfelder komplett ausgetauscht werden.
- Die Industrie hat für diese Schadensfälle an der sogenannten „Peroxid“ Vernetzung als Ursache ermittelt. Inzwischen werden nur noch Schwefel Vernetzte EPDM Typen angeboten, bei den das Material nicht verklumpen soll.
- Allerdings gibt auch mit Schwefel vernetztem Material inzwischen die ersten Schadensfälle.
- EPDM ist relative teuer, die kosten liegen bei ca. 6.75 € / m²

Verschiedene Infill Arten

□ TPE

- TPE ist ein Thermoplastisches Elastomere
- Bekannt ist dieses Material durch den Einsatz in Schuhsohlen.
- TPE wird erst seit jüngerer Zeit eingesetzt, trotzdem gibt es auch nach ca. 5 Jahren die ersten Schadensfälle durch Verklumpung
- TPE ist relative teuer, die Kosten liegen bei ca. 6.50 € / m²
- Der Vorteil von TPE ist die gute Wärmeabstrahlung, TPE Felder werden im Sommer nicht so warm wie zum Beispiel SBR Felder.
- TPE kann nicht mit dem Kunstrasen gemeinsam recycelt werden

Verschiedene Infill Arten

□ **Natürlicher Rohstoff Kork**

- Kork ist ein nachwachsender Rohstoff der aus der Rinde der Kork Eiche hergestellt wird. Hochwertige Korks Systeme werden aus dem gleichen Material hergestellt, aus denen auch die Wein Korke produziert werden.
- Die ersten Kork verfüllten System sind seit 2007 im Einsatz, bisher sind keine Schadensfälle aufgetreten. In Deutschland sind inzwischen über 100 Sportfelder mit Kork ausgerüstet worden.
- Kork ist aufgrund seines geringen Schüttgewicht im Vergleich zu EPDM und TPE günstiger, die Kosten liegen bei ca. 3,60 €/m²
- Der große Vorteil von Kork liegt darin dass es ein natürlicher Rohstoff ist, der nachwächst. Kork bietet außerdem den Vorteil dass es nur sehr wenig Wärme speichert, und daher die geringsten Wärme Aufnahme aller bekannten Infill Systeme hat.
- Der Nachteil von Kork liegt in seinem geringen Dichte, bei extremen Regen besteht die Gefahr das der Kork weggeschwemmt wird.

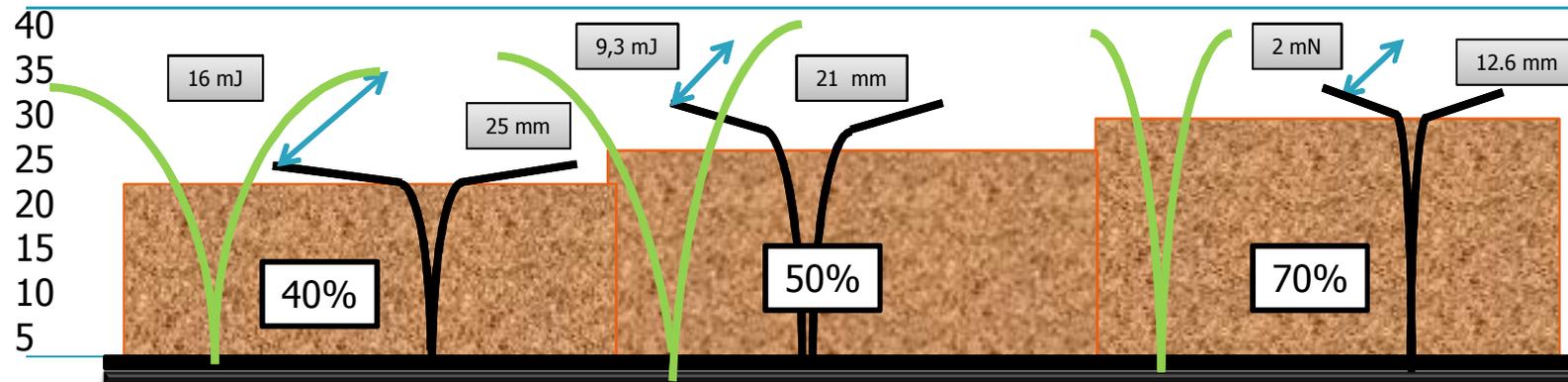
Verschiedene Infill Arten

□ Polyethylen Promax

- Promax wurde von der MET als alternative Material zu EPDM und TPE entwickelt
Es wird aus Polyethylen, dem gleichen Polymere wie die Faser hergestellt
- Aufgrund seiner chemischen Struktur kann dieses Material nicht agglomerieren, MET bietet daher eine Garantie gegen Agglomerieren an.
- Das Material hat ein spezifisches Gewicht von über 1 kg/dm^3 , es ist somit schwerer wie Wasser und wird bei starken Regen nicht weggeschwemmt
- Aufgrund der Korngrößen Gestaltung hat Promax eine niedrige Schüttdichte.
- Die Kosten für Promax liegen bei ca. $4,80 \text{ €/m}^2$
- Promax ist PAK frei und erfüllt die vom TÜV (GS Zeichen) definierten Grenzwerte für Spielzeuge der Klasse 1 die für karzinogen PAK`s bei $< 0,2 \text{ mg/kg}$ liegen
- Aufgrund des Herstellungsprozess enthält Promax keinen Feinstaub, es ist geruchneutral. Auch die Wärmeaufnahme ist sehr gering, so dass sich das Sportfeld im Sommer nicht so stark aufheizt wie bei SBR. Promax kann mit dem Kunstrasen recycelt werden

Wiederaufrichtverhalten / Einfluss Füllhöhe Granulat

Pool Höhe (42 mm)				
Füllstand Infill (%)	40%	50%	60%	70%
Freistehende Faser (mm)	25,2	21	16,8	12,6
Gewicht der freistehenden Faser (Milli g)	5.04	4,2	3,35	2,52
Wiederaufrichtkraft (Mikro N)	635	441	282	158
Wiederaufrichtarbeit der Faser (Mikro Joule)	16	9,3	4,7	2,0



Bei einer Füll Höhe von 70 % (unsere Empfehlung) muss die Faser für jeden Aufrichtvorgang eine Arbeit von 2 Mikro Joule leisten, bei einer Füll Höhe von 40% beträgt die Arbeit 16 Mikro Joule. Eine gute Faser die bei 70% Füll Höhe 4 Jahre ein gutes Wiederaufrichtverhalten leistet, verliert diese Performance bei 40% Füll Höhe schon nach 6 Monaten



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit.**

**Morton
Extrusionstechnik**

**The New Age of
Artificial Turf.**

