

Zeitschrift: Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung von Textildachleuten

Band: 87 (1980)

Heft: 2

Rubrik: Elektrostatik

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Elektrostatik

Metallfasern zur Kontrolle der Elektrostatik in Textilien

Bedeutung der Leitfähigkeit

Diese Veröffentlichung hat nicht zum Zweck, das Phänomen der Elektrostatik zu behandeln, denn über dieses Thema wurden schon viele grundsätzliche Artikel publiziert.

Seit mehr als zwölf Jahren sind Metallfasern mit grossem Erfolg zur Lösung von Problemen der elektrostatischen Aufladungen in Textilien verwendet worden: in Fussbodenbelägen, Schutzkleidung, Filterstoffen, Bekleidungsstoffen.

Eigenschaften und Verarbeitung der Metallfasern

Bekinox® Fasern

Im Gegensatz zu metallisierten synthetischen Fasern, die nur eine sehr dünne metallische Schicht haben (100 bis 2000 Ångström) ist Bekinox® aus massivem, nichtrostendem Stahl hergestellt.

Ausser den textilartigen Eigenschaften haben diese Fasern alle Charakteristiken des Metalls, z. B. elektrische und Wärmeleitfähigkeit, hohe Bruchfestigkeit. (Tabelle 1)

Tabelle 1
Eigenschaften rostfreier Stahlfasern im Vergleich zu Polyamid

	Bekinox®	Polyamid
Elektrischer Widerstand Ωcm	$72 \cdot 10^{-6}$	10^{-19}
Wärmeleitfähigkeit $\text{Cal/cm}^\circ\text{C/sec}$	$3.9 \cdot 10^{-2}$	$3.8 \cdot 10^{-4}$
Mechanische Stärke N/mm^2	$1.8 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^3$
Magnetische Durchlässigkeit G/Oe	50—750	1

Die antistatischen Eigenschaften von Textilien sind von der Struktur des Stoffes und von der relativen Luftfeuchtigkeit der Umgebung abhängig, aber vor allem von der Leitfähigkeit und besonders auch von der Stahlfaserzahl, durch den Einfluss des Korona-Effekts. Da sich die Stahlfaserzahl sehr stark mit der Durchmesserabnahme steigert, ist man bestrebt, möglichst feine Fasern zu verwenden.

Tabelle 2 zeigt spezifische Angaben, wobei der Faktor a) ein vergleichender Indikator der Faserzahl für einen bestimmten Prozentsatz ist, z. B. für einen selben Prozentsatz gibt es sechzehnmal mehr $8\text{ }\mu\text{m}$ als $32\text{ }\mu\text{m}$ Fasern.
Tabelle 2

Faserdurchmesser	Dtex	m/g Faser	Faktor a
Bekinox® $8\text{ }\mu\text{m}$	4	2530	16
Bekinox® $12\text{ }\mu\text{m}$	9	1130	7,2
Bekinox® $22\text{ }\mu\text{m}$	30	355	2,2
$32\text{ }\mu\text{m}$ Draht	63	158	1

Bekinox® und Bekitex® sind eingetragene Warenzeichen der N.V. Bekaert SA, zu Zwevegem (Belgien) für Rostfreimetallfasern und antistatische Garne.

Bekinox® kann allen Textilfasern in jedem Spinnverfahren beigemischt werden. Eine gleichmässige Verteilung der Fasern im Garn oder im Filz ist besonders wichtig. Daher ist das Produkt unter verschiedenen Aufmachungen lieferbar:

- Bekinox® VS Kammzug, mit einem vorgebrochenen Stapel mit angepasster Länge, je nach dem Spinnprozess, in dem die Beimischung stattfinden soll (Kurz- oder Langstapel). Das Bandgewicht wird den Verhältnissen angepasst: 1000 bis 7000 dtex.
- Seit kurzem ist es auch möglich, Bekinox® $8\text{ }\mu\text{m}$ Fasern optimal in Teppichgarnen beizumischen. Daher wird jetzt ein Bekinox® LT Mischband geliefert: ein Stapelbändchen aus 75 % Polyamid und 25 % Bekinox® $8\text{ }\mu\text{m}$ Fasern.

Bekitex® Garne

In Fällen, wo die Beimischung von Bekinox® nicht möglich ist, z. B. bei der Verwendung endlosen Garnes, oder wo ein bestimmtes leitfähiges Garn oder ein leitfähiges Fadengelege notwendig bzw. erwünscht ist, sind verschiedene Bekitex® Garne verfügbar. (Tabelle 3)

Tabelle 3

Bekitex® L 80	Polyamid/ Bekinox® 95/5	125	2900 mN	—
Bekitex® H 80	Polyamid/ Bekinox® 85/15	125	2700 mN	276 Ω/cm
Bekitex® BK	Polyester/ Bekinox® 80/20	200	6000 mN	40 Ω/cm

* auf 5 cm gemessen

Eigenschaften der Bekitex® Garne

Neuentwicklungen im Bereich der Teppichböden

Wirksame und wirtschaftliche Lösung mit $8\text{ }\mu\text{m}$ Fasern
Durch das Einsetzen von $8\text{ }\mu\text{m}$ Fasern in Teppichgarnen sollte es möglich sein, aus obenerwähnten Gründen den Stahlfaseranteil erheblich herabzusetzen; also auch eine wirtschaftliche Anwendung auf den Markt zu bringen. Daher hatte Bekaert zwei Fragen zu lösen:

- Welchen Prozentsatz $8\text{ }\mu\text{m}$ Fasern muss man verwenden, um den herkömmlich guten antistatischen Wert zu gewährleisten?
- Wie kann man eine solche feine Faser im Spinnprozess ohne Noppenbildungsgefahr optimal beimischen?

Aus einem umfangreichen Versuchsprogramm hat sich eindeutig erwiesen, dass eine Zumischung von 0,075 % Bekinox® $8\text{ }\mu\text{m}$ im Teppichpol, die statische Aufladung beim Begehtest nach DIN 54345 unter 500 Volt herunterbringt. Diese Ergebnisse sind durch Prüfungen in namhaften Forschungsinstituten bestätigt worden. Dies bedeutet eine Kostenherabsetzung um etwa 50 %. Für viele Spinner aber bestand das grosse Problem darin, die feinen Stahlfasern so gut zu verteilen, dass sie nicht als kleine Anhäufungen oder wahrnehmbare Stellen auftraten. Gelöst wurde dieses Problem, als Bekaert selbst eine Polyamid/Bekinox®-Vormischung auf den Markt brachte: die Bekinox®-LT-Mischlunte.

Das Bandgewicht ist $0,6\text{ g/m}$ - und Pakete von 5 kg, über den Drehkopf gelegt, gewährleisten daher eine sehr lange Laufzeit auf der Streckmaschine.

Wichtigkeit des niedrigen elektrischen Widerstands

In letzter Zeit ziehen viele Fachleute es vor, für den Objektbereich, Teppichböden mit einem bestimmten Durch-

Tabelle 4 Oberflächenwiderstand verschiedener Gewebe für Arbeitskleidung

Art des Gewebes	Faser	Bekinox® Beimischung in %	Mittlerer Oberflächenwiderstand bei 25 % RF und 22°C	
			Seite 1 $\Omega/\square$	Seite 2 $\Omega/\square$
Leinwand	Baumwolle	0	$\leq 10^{12}$	$\geq 10^{12}$
		0,25	$2,69 \cdot 10^9$	$4,77 \cdot 10^9$
		0,50	$1,13 \cdot 10^9$	$7,02 \cdot 10^8$
		1	$9,93 \cdot 10^7$	$3,66 \cdot 10^8$
	Polyester/Baumwolle	0	$\geq 10^{12}$	$\geq 10^{12}$
		0,25	$2,73 \cdot 10^{10}$	$2,73 \cdot 10^{10}$
		0,50	$6,68 \cdot 10^9$	$5,34 \cdot 10^9$
		1	$3,08 \cdot 10^9$	$8,59 \cdot 10^7$
Köper	Nomex®	2	$2,09 \cdot 10^4$	$2,26 \cdot 10^4$
		1	$1,08 \cdot 10^8$	$7,60 \cdot 10^7$
		0	$\geq 10^{12}$	$\geq 10^{12}$
		0,25	$1,96 \cdot 10^{10}$	$1,40 \cdot 10^{10}$
	Polyester/Baumwolle	1	$1,41 \cdot 10^8$	$1,02 \cdot 10^8$
		0	$\geq 10^{12}$	$\geq 10^{12}$
		1	$8,38 \cdot 10^6$	$1,68 \cdot 10^7$
		1	$8,38 \cdot 10^6$	$1,68 \cdot 10^7$

Nomex®: Warenmerk der Firma Du Pont

Tabelle 5 Eigenschaften der Filtertücher

Bezeichnung	Gewebeart	Textil- material	Gewicht	Bekinox® Anteil	Oberflächenwiderstand		Durchgangs- widerstand DIN 54345 $\varnothing$ t
					DIN 54345 Roc Seite 1 $\Omega/\square$	Seite 2 $\Omega/\square$	
Pol 0	Nadelfilz	Polyester	600 g/m ²	—	$\geq 10^{12}$	$\geq 10^{12}$	$\geq 10^{12}$
Pol 1.79	Nadelfilz	Polyester	600 g/m ²	1,79 %	$7,85 \cdot 10^3$	$7,99 \cdot 10^3$	$2,02 \cdot 10^3$
Pol 4.48	Nadelfilz	Polyester	600 g/m ²	4,48 %	$5,43 \cdot 10^3$	$4,37 \cdot 10^3$	$1,49 \cdot 10^3$
Wolle 0	Nadelfilz	Wolle	600 g/m ²	—	$\geq 10^{12}$	$\geq 10^{12}$	$\geq 10^{12}$
Wolle 2.98	Nadelfilz	Wolle	600 g/m ²	2,98 %	$9,51 \cdot 10^3$	$9,13 \cdot 10^3$	$1,57 \cdot 10^3$

Tabelle 6 Testergebnisse

Bezeich- nung	Pulverart	Tem- peratur	Relative Feuchtig- keit	Pulverspitz			Potential auf Filterkuche	
				V —kV	I μA	Menge g/mm	Minimum V	Maximum V
Pol 0	Polyester	21,7°C	61 %	56	32	24	11 000	19 000
Pol 1.79	Polyester	19,5°C	45 %	18	35	24	4 500	6 200
Pol 4.48	Polyester	20,9°C	59 %	57	34	24	650	1 000
Pol 0	Kernmehl	24,0°C	56 %	62	24	25	21 000	26 000
Pol 1.79	Kernmehl	24,6°C	59 %	67	23	25	80	170
Pol 4.48	Kernmehl	23,6°C	57 %	68	23	25	10	80
Pol 0	Zucker	25,2°C	59 %	64	25	41	20 000	25 000
Pol 1.79	Zucker	22,4°C	53 %	62	25	41	40	120
Pol 4.48	Zucker	23,7°C	52 %	62	27	41	—	50
Wolle 0	Polyester	21,8°C	54 %	64	24	25	8 000	16 000
Wolle 2.98	Polyester	22,9°C	52 %	65	23	25	120	500

gangswiderstand zu empfehlen. Eine Vergleichung der verschiedenen nationalen Normen (England, USA, Frankreich, Deutschland u.a.) weist eindeutig darauf hin, dass ein Durchgangswiderstand von mindestens 10^4 ohm bis höchstens 10^8 ohm bevorzugt wird. Diese Werte sind leicht zu erreichen mit Stahlfasern, die mit einem guten leitfähigen Vorstrich (z.B. Zusatz von Kohlen schwarz) und einem leitfähigen Verkleber kombiniert sind.

Leitfähige Trägergewebe

Seit zwei Jahren wurde die Bekitex® Garnpalette mit einem weiteren Garn bereichert: Bekitex® BK. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, handelt es sich um ein Garn mit hoher Beimischung und sehr niedrigen Widerstandswerten. Das Garn ist mit gutem Erfolg in gewebten Erstrücken eingesetzt worden. Trägergewebe mit 60 m pro Quadratmeter Bekitex® BK in parallel, d.h. in der Kette, sind schon auf dem Markt. Praxisprüfungen haben jetzt erwiesen, dass mit 40 m/Qm im Viereck, d.h. 20 m in der Kette und 20 m im Schuss, sogar bessere Werte zu erreichen sind, was einen sehr niedrigen und wirtschaftlichen Aufpreis ermöglicht.

Arbeitsschutzkleidung

In einer bestimmten Umgebung kann ein elektrostatischer Funke äusserst gefährlich sein, z.B. in Operationssälen, in Fabrikationsräumen mit explosiver Atmosphäre, in Farbspritzanlagen, in der pharmazeutischen Industrie, in der Sprengstoff-, Lösungsmittel- und Brennstoffindustrie.

Auch können empfindliche elektronische Geräte durch Funken gestört und sogar beschädigt oder zerstört werden, z.B. Computerkomponenten. Besonders bei der Montage soll darauf geachtet werden.

Wichtig ist dabei zu betonen, dass nicht nur Textilien aus Kunststoffasern eine erhebliche Aufladung erzeugen, sondern auch natürliche Fasern, z.B. Baumwolle, in Atmosphären mit relativer Feuchtigkeit unterhalb 50 %. Die Beimischung von 1% Bekinox® Stahlfasern ermöglicht eine Ableitung der Aufladungen in die umgebende Luft durch Spritzenionisation (Büschelentladungen). Diese Lösung ist wirksam und permanent. An der Staatlichen Universität

Gent (Belgien) sind verschiedene Gewebe mit Stahlfaserbeimischung hundertmal nach der NBN-Nord gewaschen worden. Nachher stellte sich deren Oberflächenwiderstand noch als gut heraus.

Das einzige z.Z. zuverlässige Messverfahren ist die Oberflächenwiderstandsmessung (z.B. nach DIN 54345).

Eingehende Versuche haben erwiesen, dass sonstige einfache Kontrollverfahren keine wirklich reproduzierbaren Ergebnisse gewährleisten. In Tabelle 4 werden wichtige Messdaten für verschiedene Gewebe angegeben. Die «Richtlinien zur Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen» der Deutschen Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie erwähnen: «Ist der Oberflächenwiderstand — gemessen im Normalklima 23/50, d.h. mit 23°C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit — kleiner oder gleich $10^9 \Omega$, sind Gefahren durch elektrostatische Aufladungsvorgänge nicht zu erwarten.»

Weil in vielen Fällen die relative Luftfeuchtigkeit unterhalb 50 % sinkt, empfiehlt es sich u.E. aus Sicherheitsgründen, besonders für Baumwollgewebe, die Messungen bei 25 % RF durchzuführen.

Eine neue wichtige Entwicklung im Bereich des Arbeitsschutzes, die sich auch auf die elektrische Leitfähigkeit der Bekinox® Fasern stützt, sind die Faradayschen Anzüge, die von Personal auf Hochspannungsmasten und in Kraftwerken getragen werden. Solche Anzüge enthalten einen grossen Stahlfaseranteil (z.B. bis 25 %), und gewähren einen sehr niedrigen Oberflächenwiderstand von Kopf bis Fuss.

Vermeidung von Explosionsgefahr in Filteranlagen

Berichte aus den USA erwähnen, dass in den letzten vier Jahren wenigstens 30 grössere Explosionen in der Getreideindustrie durch Entzündung von in der Luft schwebenden Staubteilchen stattfanden.

Dieselben Quellen melden ebenfalls, dass in Getreideverarbeitungsanlagen pro Jahr 2500 Brände auftreten, und dass auch die chemische, pharmazeutische und Nahrungsmittelindustrie regelmässig durch Unfälle mehr oder weniger grossen Schaden erleiden.

Tabelle 7

Gewebeart	Textil- material	Gewicht	Bekinox® Anteil	Oberflächenwiderstand		Durchgangs- widerstand DIN 54345 ∅ t
				DIN 54345 Roc		
				Seite 1 Ω/□	Seite 2 Ω/□	Ωcm
	Polyester	600 g/m²	1,79 ‰	7.85.10³	7.99.10³	2.02.10³
Nadelfilz	Polyester	500 g/m²	2,03 ‰	3.56.10⁴	3.07.10⁴	5.88.10⁴
Nadelfilz	Wolle	400 g/m²	2,32 ‰	7.63.10³	7.81.10³	1.55.10³
Nadelfilz	Polyester	520 g/m²	2,68 ‰	1.62.10⁴	1.61.10⁴	1.25.10³
Nadelfilz	Polyester	480 g/m²	2,79 ‰	2.31.10³	1.98.10³	2.68.10³
Nadelfilz	Wolle	600 g/m²	2,98 ‰	9.51.10³	9.13.10³	1.17.10³
Nadelfilz	Polyester	400 g/m²	3,45 ‰	6.23.10³	5.56.10³	1.96.10³
Nadelfilz	Polyester	460 g/m²	3,88 ‰	3.93.10³	4.39.10³	4.37.10³
Nadelfilz	Polyester	600 g/m²	4,48 ‰	5.43.10³	5.56.10³	1.49.10³
Gewebe	Polyester	—	2,00 ‰	2.06.10³	1.91.10³	1.26.10⁵
Gewebe	Polyester	—	2,28 ‰	1.34.10³	0.99.10³	1.02.10³
Gewebe	Polyester	—	4,50 ‰	4.02.10²	4.97.10²	1.89.10⁴

In Filteranlagen, die zur Kontrolle der Luftreinhaltung oder zur Produktrückgewinnung verwendet werden, entstehen oft hohe elektrostatische Aufladungen, die zu schweren Unfällen führen können.

Seit verschiedenen Jahren sind Bekinox® Fasern angewendet worden, um die entstehenden Potentiale und daher auch die latenten Gefahren in bedeutendem Masse zu ermässigen oder völlig zu beseitigen. Vor kurzem wurden im Forschungszentrum von Bekaert eingehende Versuche durchgeführt, um den Einfluss der Bekinox® Fasern in Filtertüchern zu überprüfen. In einer Filterversuchsanlage wurden verschiedenartige elektrostatisch aufgeladene Pulverteilchen mit einem Luftstrom auf mehrere Filtertücher angebracht. Mit einem Feldstärkemessapparat mass man das Aufladungspotential auf die Tücher unter normalen Filterumständen von Druckabfall und Reinigung durch Rückspulluft.

In Tabelle 5 werden die Eigenschaften verschiedener verwendeter Filtertücher erwähnt, und Tabelle 6 gibt eine Übersicht der wichtigsten Testergebnisse.

Die elektrostatisch aufgeladenen Stäubchen, die auf ein Filtertuch mit Bekinox® geraten, werden durch die Berührung mit der Metallfaser entladen. Dadurch wird schliesslich die ganze Staubschicht (Filterkuchen) auf dem Tuch neutral.

Es gibt aber mehr: die Bekinox® Fasern können auch elektrostatische Aufladungen durch Fernwirkung neutralisieren: ein hohes elektrostatisches Feld erzeugt um die Metallfaser ionisierte Luftmoleküle, die eine sanfte Entladung ohne Funkenbildung (durch den Büscheleffekt) veranlassen. Bei praktischen Versuchen im Hochspannungslabor der Universität Lüttich wurde eine aufgeladene Sphäre (Kugel) in einer Entfernung von 4 cm von einem Filtertuch aufgestellt. Die Sphäre wurde durch einen Kondensator von 0,01 µF gespeist und bis 30 000 Volt aufgeladen. Die aufgespeicherte Energie betrug 4500 m.Joule, d.h. fünfzigmal die erforderliche Energie zur Entzündung z.B. eines explosiblen Gemisches von Kernmehl in Luft. Mit einer Geschwindigkeit von 1 cm/sec wurde die Sphäre in die Richtung des Filtertuchs bewegt.

Bei einem Filtertuch mit Bekinox® fand die Entladung ohne Funkenbildung statt, aber bei einem neutralen Filtertuch entstanden kräftige Funken in einer Entfernung von 15 mm. Dieser Effekt kann nur mit massiven Metallfasern erreicht werden. Das Bekinox® Filtertuch trägt also auf zwei Weisen zur Vorbeugung von Explosionen in Filteranlagen bei:

- durch die Neutralisierung des Filterkuchens;
- durch die Fernneutralisierung irgendwelcher elektrostatischer Aufladungen, wobei Funken vermieden werden.

Es laufen noch weitere Versuche zur Kontrolle des Einflusses der relativen Luftfeuchtigkeit, und auch um feststellen zu können, ob die Abreinigung durch Ermässigung der Aufladungen eingehend verbessert wird. Eindeutig ist auf jeden Fall jetzt nachgewiesen, dass:

- in normalen Fällen ein zweiprozentiger Zusatz von Metallfasern in einem Filtertuch die Aufladungen merklich herabsetzt.
Der Oberflächenwiderstand dieser Tücher, falls gemessen nach DIN 54345, liegt um 10^4 Ohm pro Quadrat (Tabelle 7);
- es je nach der Pulverart, d.h. wenn die Teilchen mehr oder weniger inert sind (z.B. Polyesterpulver gegenüber Zucker), mehr oder weniger Stahlfasern eingesetzt werden sollen (2 bis 5 %).

Bekleidungsstoffe für Autositze

Viele Personen sind sehr empfindlich für die unangenehmen Entladungen, die beim Aussteigen aus einem Auto entstehen. Die Körperaufladung entsteht nicht so sehr über den Fussbodenbelag, sondern durch die Reibung der Kleidung gegen den Rücken des Autositzes.

Jetzt sind schon Bekleidungsstoffe mit Stahlfasern derartig ausgerüstet, dass die statischen Aufladungen bedeutend unterhalb der erwünschten Spürbarkeitsgrenze herabgesetzt werden.

Bekinox® Metallfasern haben sich in wenigen Jahren in der modernen Textilindustrie einen Platz erobert.

Forschung und Entwicklung werden noch zu weiteren Anwendungsmöglichkeiten in diesem Industriezweig führen.

W. Verplancke,
N.V. Bekaert S.A., B-8550 Zwevegem

Technik

Neuer Kunststoffeinfädler für Webschützen

Wenn im Webschützen-Zubehör neue Einfädler konstruiert und zeitraubende Versuche in Kauf genommen werden, ist anzunehmen, dass in diesem Sektor noch nicht das Optimum erreicht worden ist. Gegossene Einfädler aus Messing sind für die Ansprüche der immer schneller laufenden Schützenwebmaschinen zu schwer geworden. Die Befestigung im Schützen verursacht echte Probleme, da Schraubenbrüche und gespaltene Schützen sehr häufig auftreten. Ermüdungserscheinungen der dünnen Messingteile führen zu Einfädlerbrüchen, Stuhlstillständen durch Massenkettfadenbrüchen und Qualitätseinbussen.

Versucht wurden Ausführungen in gegossener Form aus Aluguss, welche sich etwas besser bewährt haben sollen, weil leichter, aber mit der Zeit dieselben Probleme ergaben wie jene aus Messing. Bekannt wurden auch die Einfädler aus gestanztem Stahlblech, die gewichtsmässig und wegen der Einfachheit ihrer Konstruktion sehr grosse Vorteile brachten. Oft zeigte sich aber auch hier, dass Nachteile mit in Kauf genommen werden müssen, sei es auch durch Materialbrüche und auch Schraubenbrüchen oder mehr oder weniger grossen Anständen betreffs «Ein- und Ausfädeln». Mehrheitlich war aber die nicht genaue Einfärsung und Montage der Einfädler im Schützen schuld an den Brüchen und nicht die Type selbst.

Die Weiterentwicklung rief dem Kunststoffmaterial. Da dieses leicht ist, erkannte man die Möglichkeit in bezug auf die Befestigung und die Erzielung von Vorteilen im Bau. In den ca. 12 Jahren der Verwendung von Kunststoff für Einfädler ist es aber bisher noch nicht einwandfrei gelungen, einen Einfädler herzustellen, welcher den Anforderungen genü-