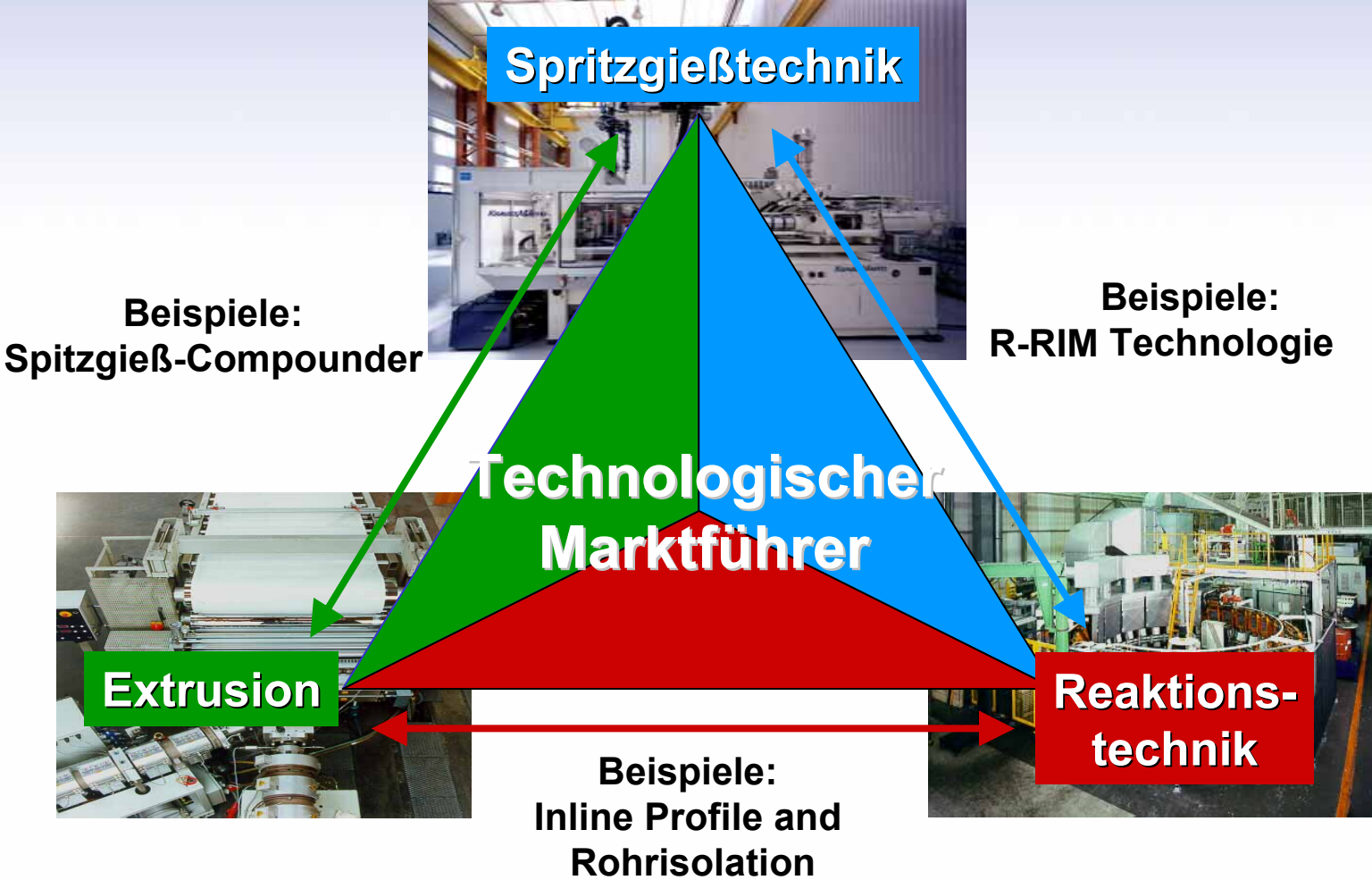


***LFI- und NFI-PUR-Prozess
Maschinen- und Anlagentechnik***

***13. November 2003
Wolfgang Frehsdorf***

Krauss-Maffei - Kompetenz in Kunststoff



Krauss-Maffei Kunststofftechnik



Spritzgießtechnik



Reaktionstechnik



Advanced Systems



Extrusion

Historie (Entstehung LFI-(long fiber injection) Prozess)



- ⇒ Eine Entwicklung der Krauss-Maffei Kunststofftechnik
- ⇒ Erstmals auf der K' 95 vorgestellt
- ⇒ Inzwischen mehr als 40 LFI-PUR-Anlagen am Markt
- ⇒ Serienanwendung seit 1997/98

Gegenüberstellung LFI - SRIM



Foto: Fa. BMW

- **Preiswerter Roving**
- **Einstufiger Prozess**
- **Minimaler Glasabfall**



Foto: Fa. BMW

- **Kostenintensive Glasmatte**
- **Manuelles Glashandling**
- **Preform notwendig**
- **Bis zu 50% Glasabfall durch Randbeschnitt**

Verfahrenstechnische Vorteile beim LFI-Verfahren



Foto: Fa. BMW

- **Benetzung der Fasern beim Gemischeintrag**
- **Geringe Wandstärken möglich**
- **Keine Faserorientierung**
- **Hohe Festigkeitswerte**
- **Geringer thermischer Verzug**
- **Fasermenge und -länge lokal einstellbar**
- **Direkte Kaschierung in einem Arbeitsgang**

Instrumententafel-Träger 5er BMW



Glasanteil : 20 %

Dichte : 1,0 g/cm³

Wandstärke : 2-3 mm

Gewicht : 3150 g

Fertigungsbeispiel für LFI Türseitenverkleidung Mercedes CLK



Glasanteil : 25 %

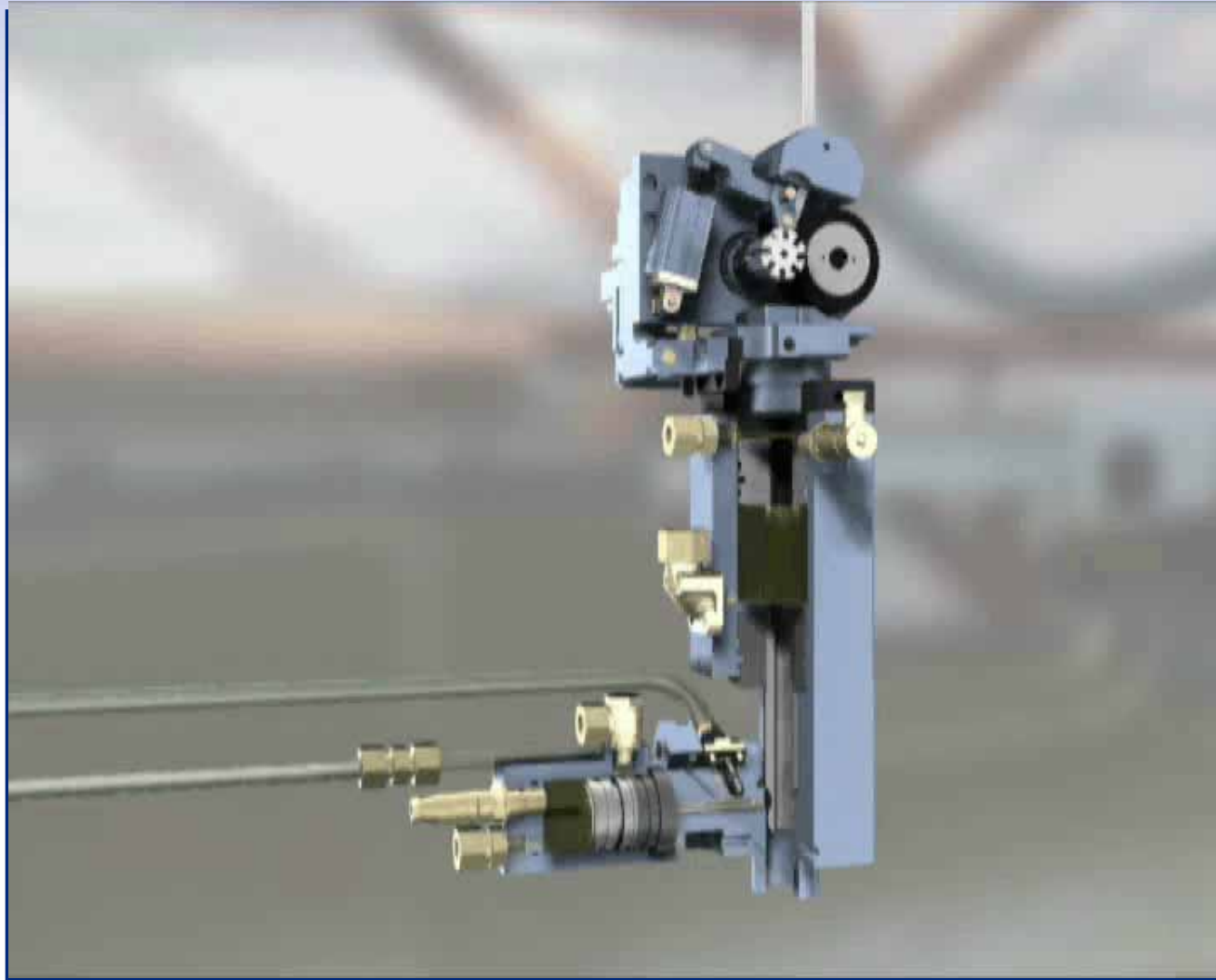
Dichte : 0,6 g/cm³

Wandstärke : 3 mm

Dachmodul Smart Viertürer



Vermischen und benetzen



Sprühstrahlerweiterung durch Oszillieren

Ohne Oszillieren →



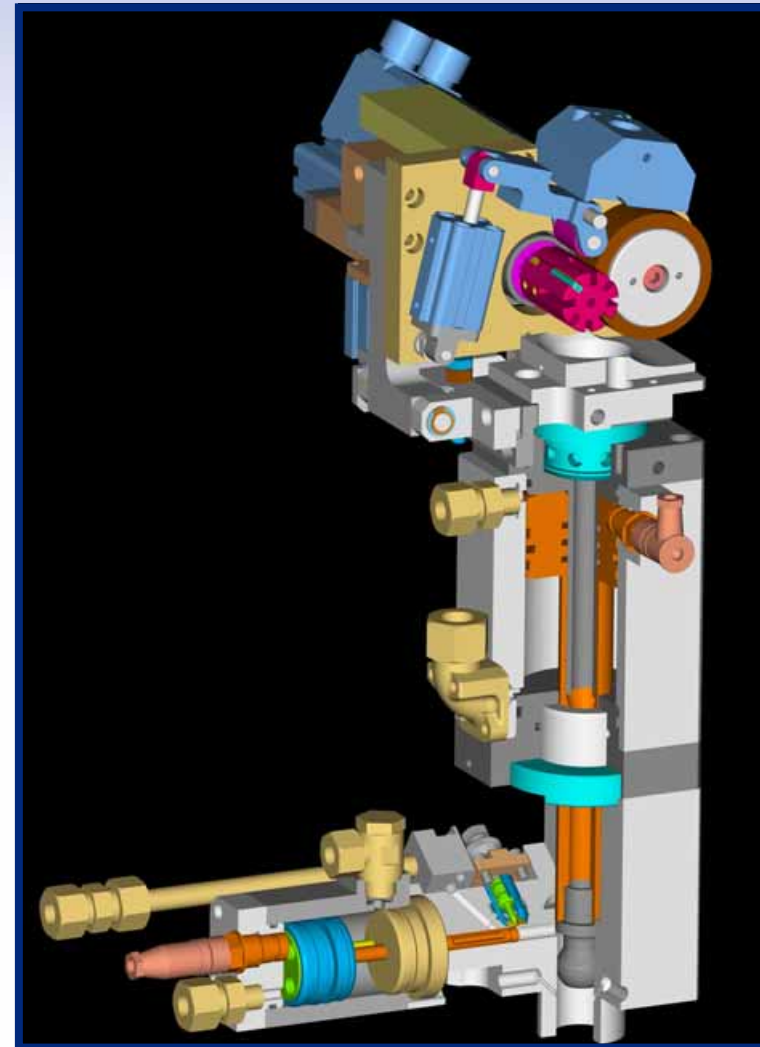
← Mit Oszillieren

Die Rovingführung (gültig für LFI und NFI)

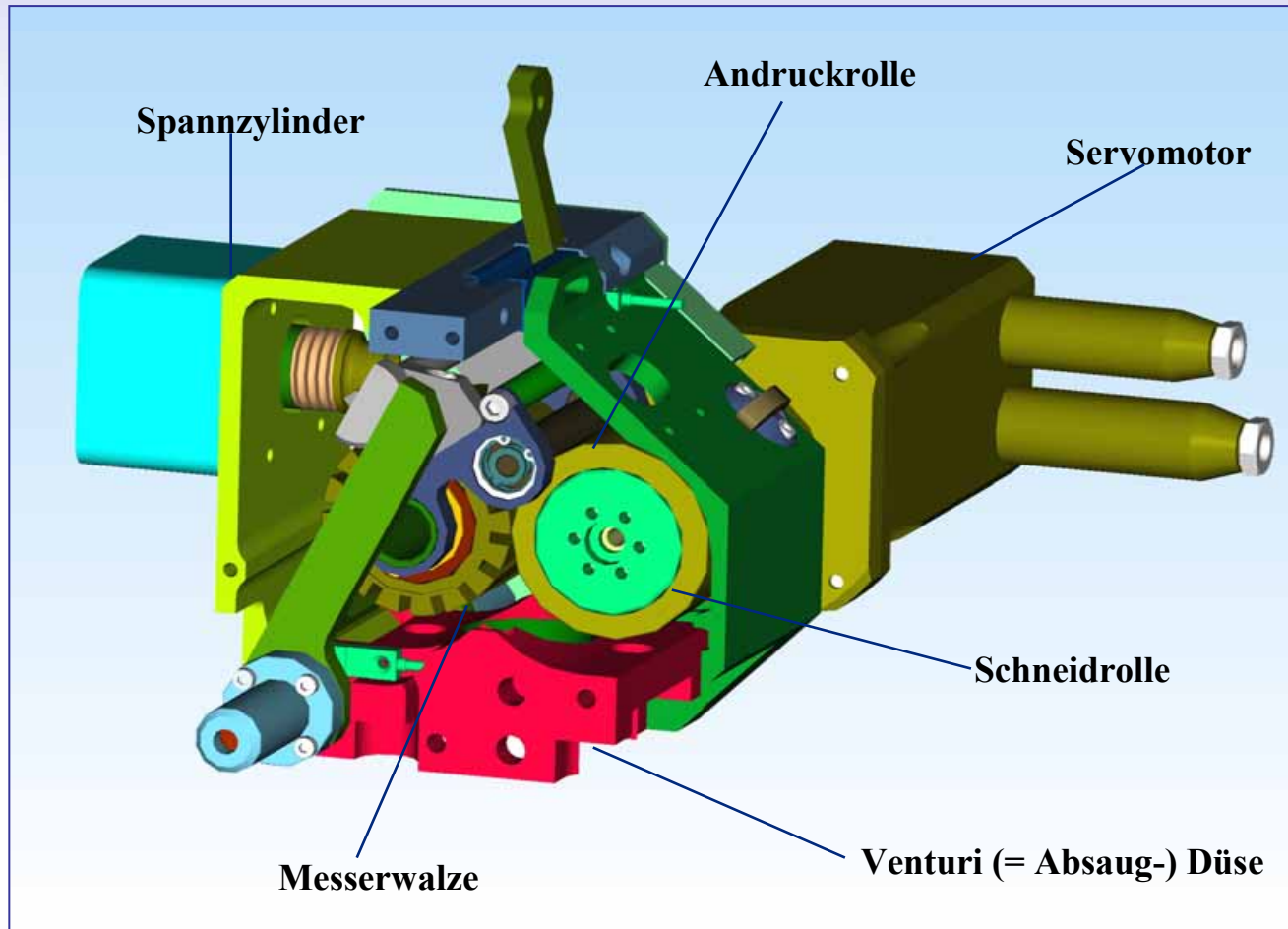


Funktion der LFI-Prozesseinheit

- **Glasroving schneiden**
- **Komponenten vermischen**
- **Glasfasern benetzen**



Prinzipdarstellung LFI-Schneidwerk



Vorteile:

- größere Austragsmengen (160g/s)
- Schnittlängenverstellung während des Schusses
- höhere Standzeit - niedrigerer Verschleiß durch zweifache Messerzahl
- Schnittlängen zwischen 12, 5 und 200 mm

NFI Innovativer Prozess für Natur PUR



NFI-PUR-Prozess - Maschinen- und Anlagentechnik Fasermaterialien für technische Anwendungen



- **Hanf**
- **Jute**
- **Kenaf**
- **Kokos**
- **Leinen**
- **Ramie**
- **Sisal**
- **Sisal/Hanf-Gemische**

Kennzeichen des NFI-Verfahrens

- **Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe**
- **mit dem Ergebnis vergleichbarer Werte hinsichtlich**
 - **Festigkeit**
 - **thermischen Verhaltens**
 - **Haltbarkeit**



**Sisal-Rovingspule
„Paketschnur“**

Prinzipdarstellung Prototyp neues NFI-Schneidwerk

Die Länge der Fasern ergibt sich aus dem Abstand der Messer

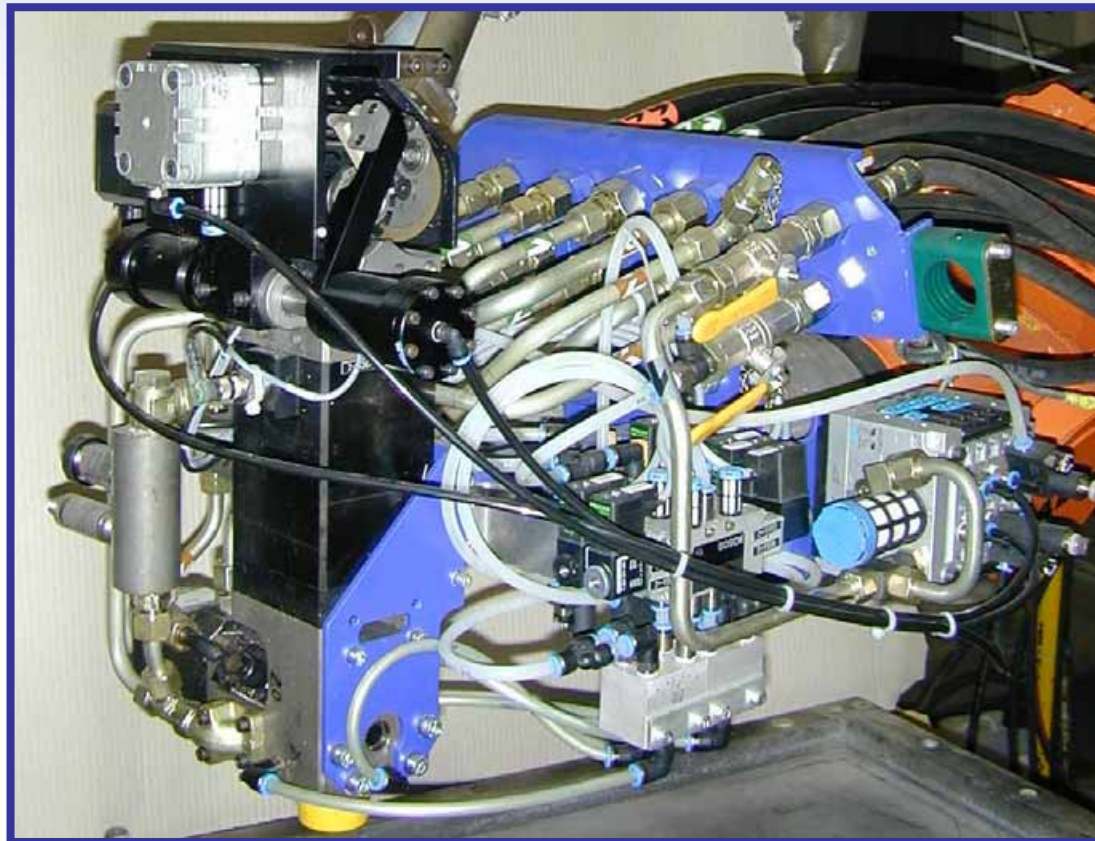
Die Menge der Fasern ergibt sich aus der Drehzahl der Messerwalzen.



**Unterschied zu
Glasfaser-
Schneidwerk:**

**Naturfaser wird
geschnitten und
nicht gebrochen**

NFI-PUR-Prozess - Maschinen- und Anlagentechnik
NFI-Anlagenkomponenten
Prozesseinheit

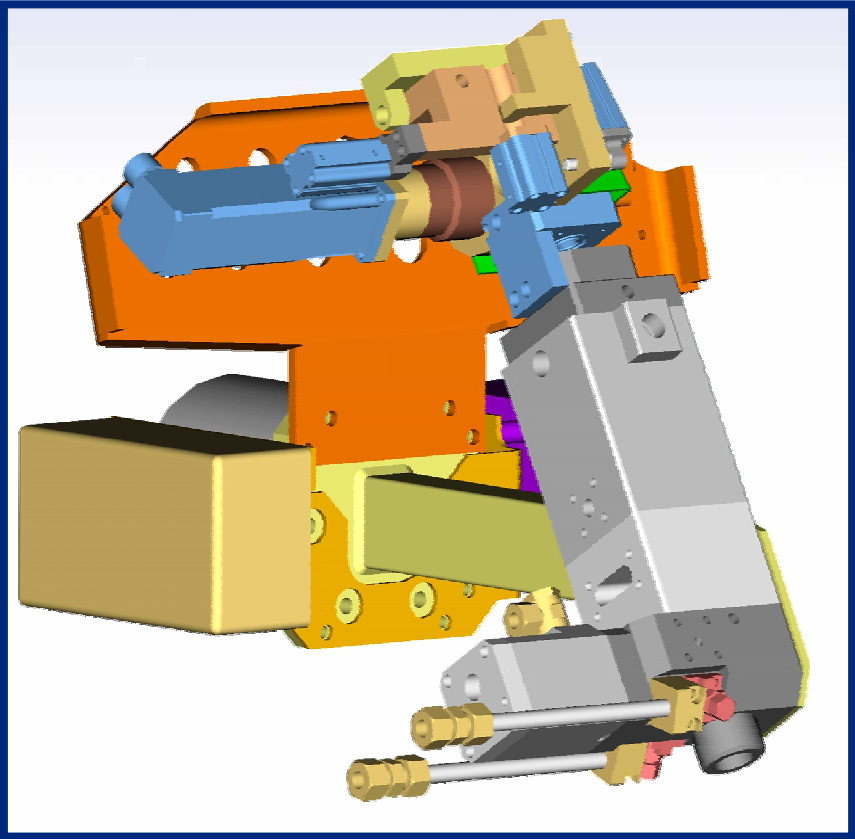


LFI-NFI-PUR-Prozess - Maschinen- und Anlagentechnik

Anlagenkomponenten

Prozesseinheit : Leistungsdaten

Austragsleistung	
LFI/NFI 22/28-MK8	80 – 300 [g/s]
LFI/NFI 30/36-MK12	250 – 500 [g/s]
NFI- Schneidwerk	~ 10 – 100 [g/s]
LFI: Schneidwerk	~ 10 - 160 [g/s]



NFI-PUR-Prozess - Maschinen- und Anlagentechnik

Weitere Vorteile

Prinzipielle Ersetzbarkeit von LFI durch NFI:

- **Geringere Dichtewerte ==> Gewichtseinsparung**
- **Recyclingfähigkeit**
- **Umweltverträglichkeit**
- **Einbeziehung nachwachsender Rohstoffe (im Polyol) in den Herstellungsprozess**

LFI/NFI-PUR-Prozeß ***Eigenschaften verschiedenster Fasern***

Kennwerte von Faserwerkstoffen nach BOBETH (Auswahl)

Faser		Dichte [g/cm ³]	Einzelfaserfestigkeit [cN/tex]	Höchstzugkraftdehnung [%]	E-Modul [kN/mm ²]	Kosten [€/kg]
Baumwolle	1,52	55	10	11,0		
Flachs*		1,48	60	4,0	40	5,00
Hanf*		1,47	62	4,0	30	4,00
Ramie*		1,55	70	2,5	7	1,50
Jute*		1,49	40	1,5	10	
Sisal*		1,39	45	2,5	38	2,00
Kokos*		1,46	18	27,0	6	
Polyester		1,39	60	50,0	50	
Poliamid 6		1,14	63	70,0	70	
Aramid (Kevlar 49)		1,45	270	3,0	150	9,00
Glasfaser		2,54	138	4,0	77	1,60
Kohlenstoff (hochfest)		1,80	167	1,0	250	7,00
Stahldraht (150 m m)		7,80	27	2,0	210	

*Elementarfaser

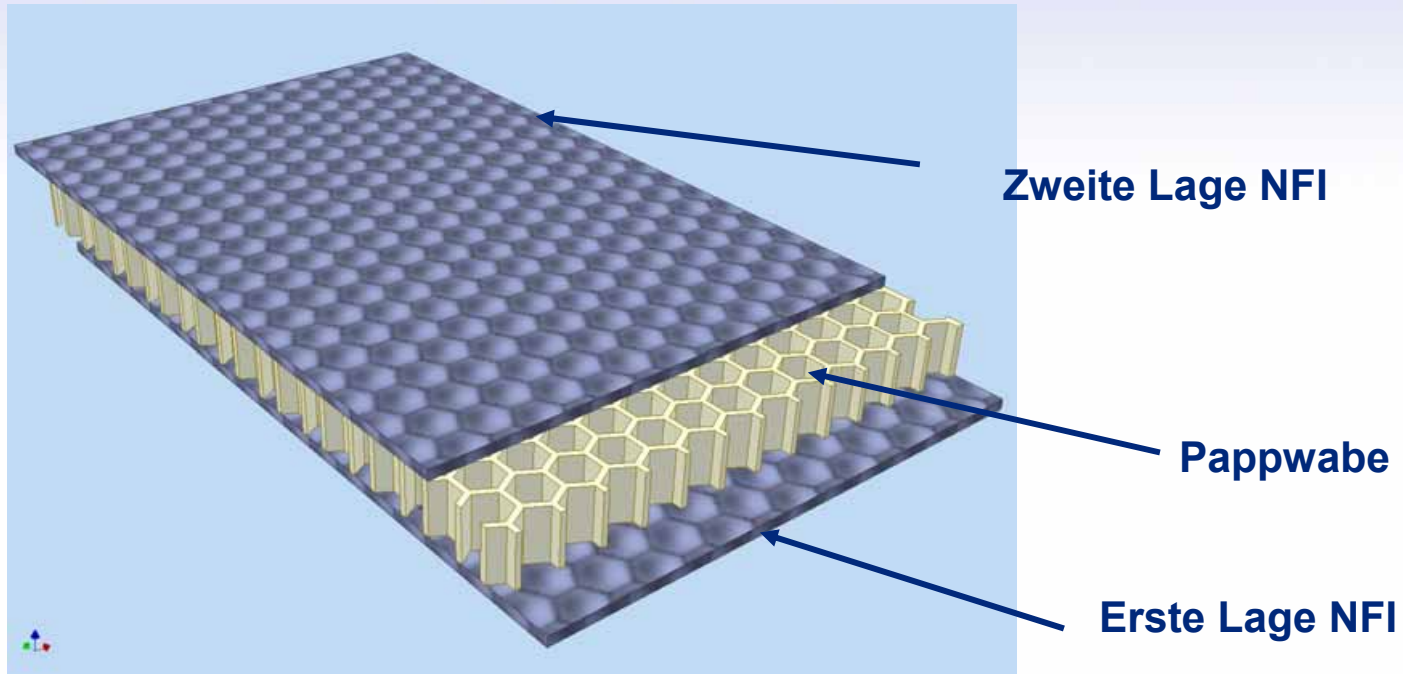
Quelle: Harig, H. u. Müssig, J. (FIBRE Faserinstitut Bremen) (1998) /

NFI-PUR-Prozeß - Maschinen- und Anlagentechnik
NFI - LFI: Mechanische Eigenschaften im Vergleich

Plattendicke mm	Rohdichte kg/m ³	Flächengewicht kg/m ²	Fasergehalt %	Faserlänge mm	E-Modul N/mm ²		Biegefestigkeit N/mm ²		Zugfestigkeit N/mm ²		Reißdehnung %		Schlagzähigkeit kJ/m ²	
					längs	quer	längs	quer	längs	quer	längs	quer	längs	quer
3,7	1078	3,99	40 Sisal	10	4241	4019	81,50	81,80	38,30	42,20	2,96	2,37	28,50	33,80
2,5 *	1001 *	2,50 *	20 Glasfaser *	12,5 *	3147 *	- *	97,10 *	- *	33 *	- *	1,4 *	- *	13 *	- *

*** = LFI**

Struktur - eines NFI Sandwich



Fertigungsbeispiel NFI



Hutablage Audi A3

Querschnitt durch ein Sandwich-Bauteil



NFI-PUR-Prozess - Maschinen- und Anlagentechnik

erzielbare Eigenschaften der NFI-Bauteile

z. B. Hutablage

- **Bauteildicke** **3 mm**
- **Dichte** **1100 kg/m³**
- **Zugfestigkeit** **38 N/mm²**
- **E-Modul** **4500 N/mm²**
- **Kerbschlagzähigkeit** **30 kJ/m²**

NFI-PUR-Prozess - Maschinen- und Anlagentechnik

Typische Leistungsdaten bei der Verarbeitung z. B. Hutablage

Austragsmenge Polyurethan	120	g/s
Austragsmenge Faser bei 4800 tex	80	g/s
Mischungsverhältnis PU/Faser	60 / 40	%
Faserlängen	10	mm
Typische Austragszeit	20	s
Charakteristische Bauteilmasse	max. 4000 g	
Zykluszeit pro Werkzeug	2 - 4	min

Naturfaserverstärktes Polyurethan - PURe Natur

