

Kostenbetrachtungen zur Herstellung verschiedener dicker Fasern

Ilka Ziemann

Olaf Ziemann

Hans Poisel

POF-AC Nürnberg

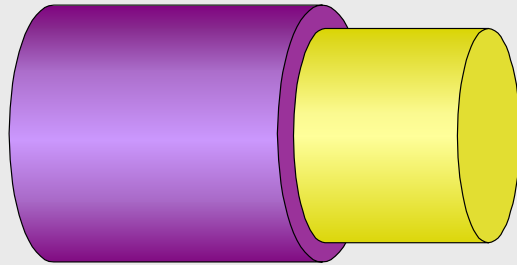
Ziel der Untersuchungen

- Vergleich des Herstellungsaufwandes verschiedener Fasern unter gleichen Randbedingungen
- Einfluß von Methoden und Produktionsmengen
- Berücksichtigung von Materialkosten und Anlagenkosten
- **keine Preiskalkulation** (viele Faktoren werden nicht berücksichtigt)
- Abschätzung zukünftiger Preisrelationen zwischen verschiedenen Fasern

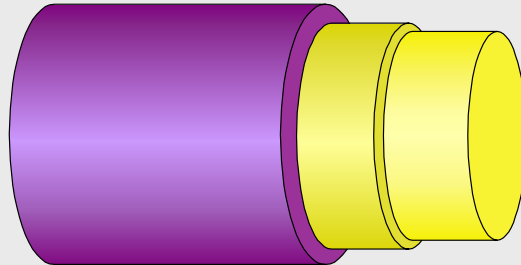
Datenerfassung zur Bestimmung der Kosten

- Befragung von Experten
- Daten aus bisherigen Veröffentlichungen (POF-Konferenzbände usw.)
- Angebote (teilweise mengenabhängig)
- Mittelwerte bei abweichenden Zahlen verschiedener Quellen
- Abschätzungen auf Basis von vergleichbaren Technologien
- Schätzungen und Annahmen für unbekannte Größen

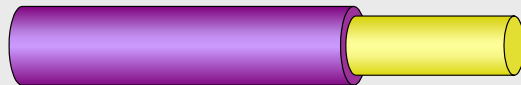
Fasern in der Betrachtung



PMMA-SI-POF
980/1000 μm



PMMA-DSI-POF
960/1000 μm



SI-PCS
200/230 μm

berücksichtigte Kosten der Faserherstellung

- Materialkosten (Preise für Rohmaterial oder Vorformen)
- Kosten für Anlagen (8% Abschreibung pro Jahr vom Anschaffungspreis),
- Miete für die Produktionshallen
- Personalkosten (Betreuung der Produktionsanlagen).

nicht berücksichtigte Kosten der Faserherstellung

- Qualitätskontrolle
- Materialreste bei Vorform und Extrusion
- Reparaturen und Wartung
- Schutzmäntel der Fasern
- Energiekosten
- Marketing, Verwaltung, Vertrieb, Gewinnausschüttungen
- Ausbildung der Techniker, Anlaufkosten, Forschung
- Versicherungen, Umweltauflagen, Steuern...

Herstellung von POF durch Ziehen aus der Vorform

- Ausgangsmaterial ist eine PMMA-Vorform (150 cm lang, 7 cm Durchmesser)
- Extrusion des Mantels (10 μm dick) nach dem Ziehen
- Fasermenge aus einer Vorform: ca. 7,5 km (komplette Ausnutzung)
- Platzbedarf 50 m^2
- 1 Techniker kann 2 Ziehanlagen betreuen
- 3-Schicht-Betrieb an 300 Tagen im Jahr

Herstellung von POF durch Extrusion

- Ausgangsmaterial ist MMA
- Polymerisation und Extrusion des Kern und des Mantels (10 μm dick, 20 μm für DSI)
- Menge für Mantelpolymer aus der Dicke berechnet
- Platzbedarf der Halle: 18 \times 36 m^2
- 1,5 Techniker für die Betreuung der Anlage
- 3-Schicht-Betrieb an 300 Tagen im Jahr

Annahmen für die Anlagen- und Materialkosten

- Extrusionsanlage (10 Fasern): 5.000.000 €
- Ziehturm: 350.000 €
- Vorform PMMA (für 7,5 km): 300 €
- PMMA (1 t): 1.070 €
- Mantelpolymer (1 t): 80.000 €
- Miete für Werkhallen (je Monat·m²): 30 €
- Miete für Ziehturm (je Monat ·m²): 60 €
- Techniker pro Monat: 2.500 €

Anzahl der notwendigen Anlagen für unterschiedliche Jahresmengen

Zugeschwindigkeit [m/min]	Jahreskapazität einer Anlage (1 POF/Anl.)	Anzahl der Anlagen bei Jahresbedarf von					
		10 Tkm	30 Tkm	100 Tkm	300 Tkm	1Mio km	10Mio km
30	12.960 km	1	3	8	24	78	772
60	25.920 km	1	2	4	12	39	386
120	51.840 km	1	1	2	6	20	193
180	77.760 km	1	1	2	4	13	129

für weitere Berechnungen wurde bei Ziehen eine Faser/Anlage angenommen, bei Extrusion 10 Fasern

Beispiel für Materialberechnung

Kosten für 1 km PMMA-Kern (\varnothing : 980 μm)

$$V = l \cdot \pi/4 \cdot d^2 = 10.000 \text{ dm} \cdot \pi/4 \cdot 0,0098^2 = 0,754 \text{ dm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Preis} &= V \cdot \rho \cdot 1,07 \text{ €/kg} = 0,754 \cdot 1 \text{ kg/dm}^3 \cdot 1,07 \text{ €/kg} \\ &= 0,81 \text{ €/km} = 0,081 \text{ ct/m} \end{aligned}$$

Kosten für 1 km Mantel (Δ : 10 μm)

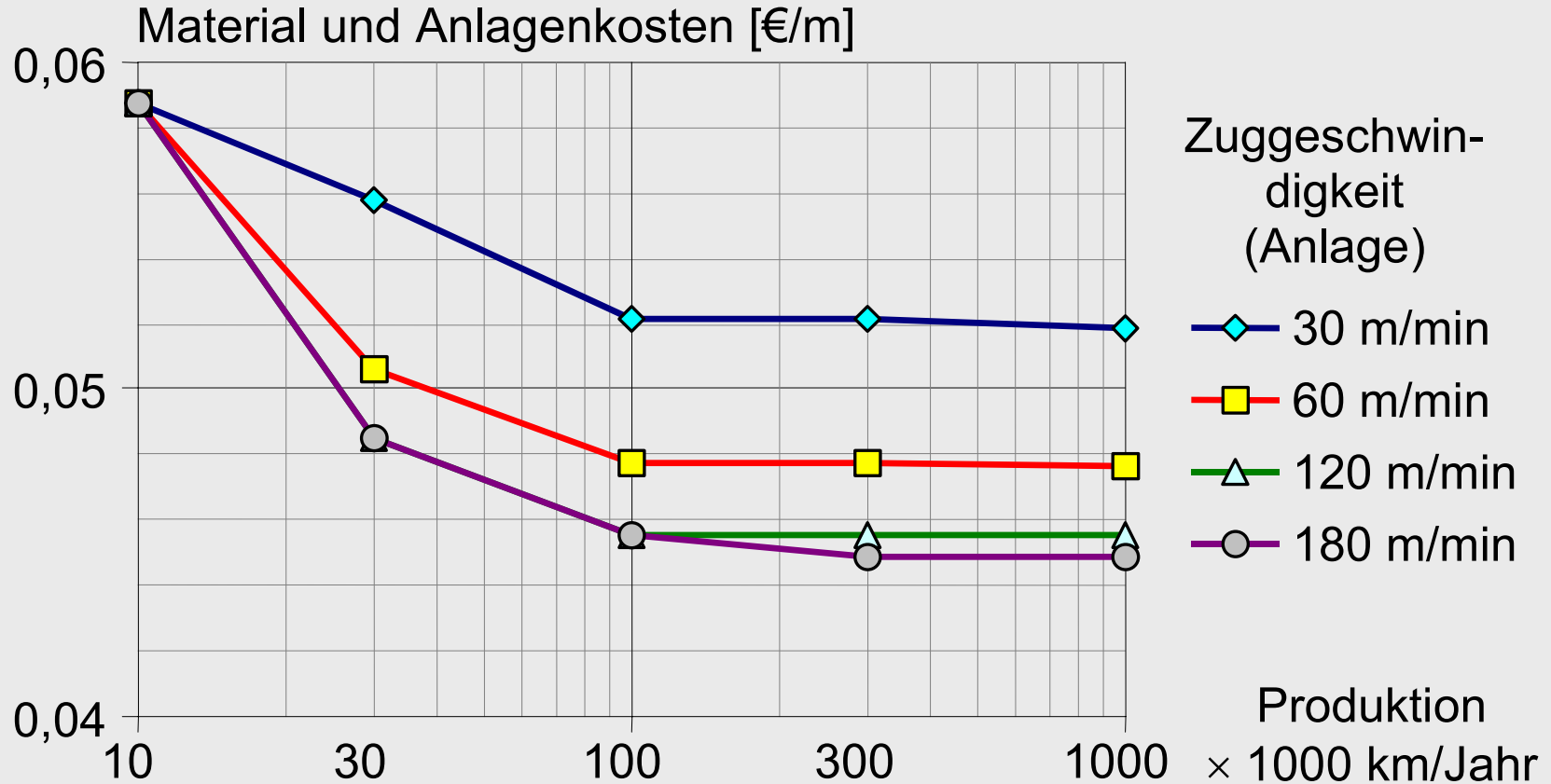
$$\begin{aligned} V &= l \cdot \pi \cdot d \cdot \Delta = 10.000 \text{ dm} \cdot \pi \cdot 0,0098 \cdot 0,0001 \\ &= 0,031 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Preis} &= V \cdot \rho \cdot 80 \text{ €/kg} = 0,031 \cdot 1 \text{ kg/dm}^3 \cdot 80 \text{ €/kg} \\ &= 2,46 \text{ €/km} = 0,246 \text{ ct/m} \end{aligned}$$

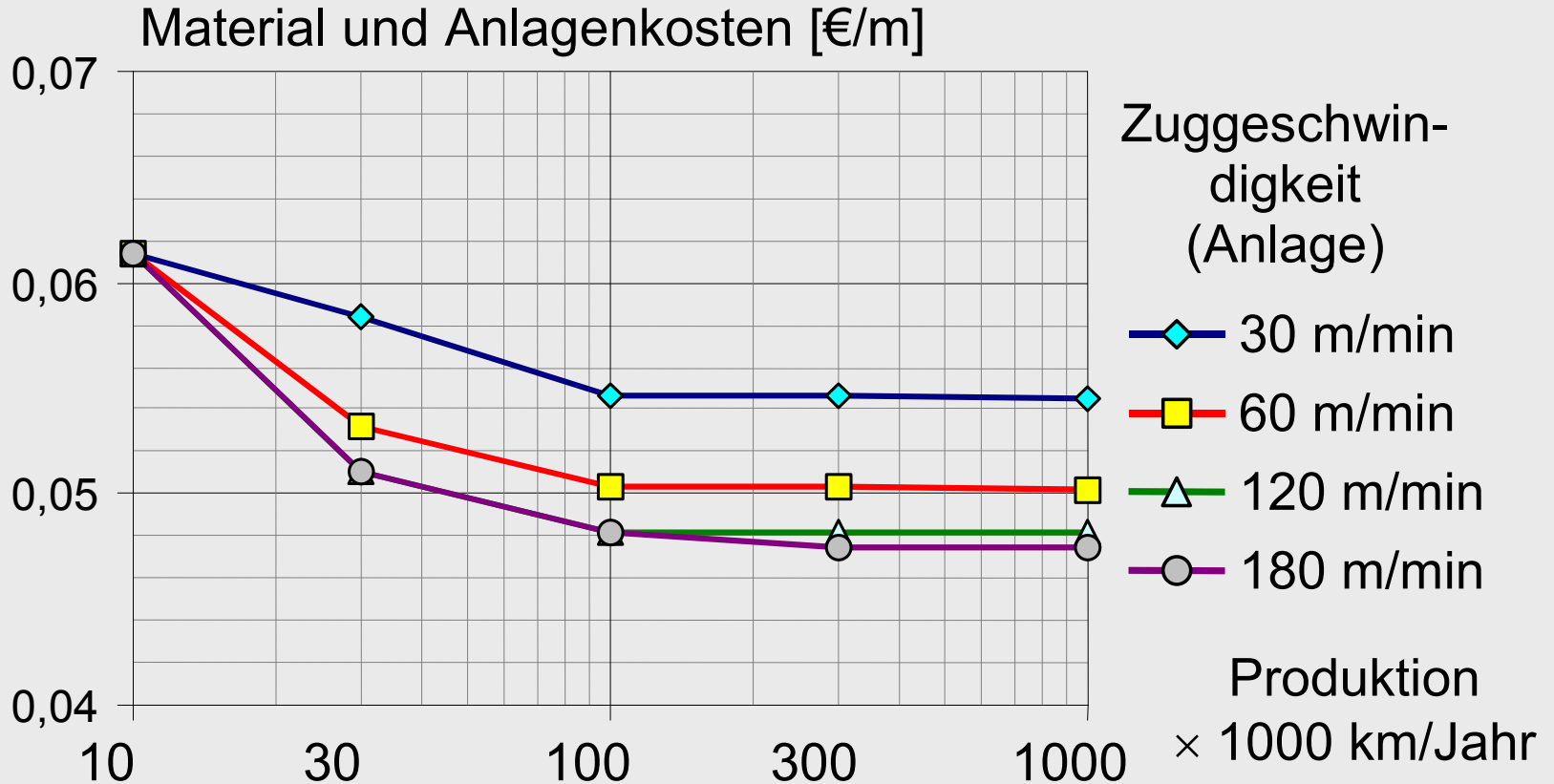
Kosten für 200 μm PCS

- Ausgangsmaterial ist eine Glas-Vorform (100 cm lang, 3 cm Durchmesser)
- Extrusion des Mantels (15 μm dick) nach dem Ziehen
- Fasermenge aus einer Vorform: ca. 22,5 km (komplette Ausnutzung)
- 750 € je kg (Vorform wiegt 1,56 kg)
- Mantelmaterial für 1.500 €/kg
- Zuanlage für 600.000 €

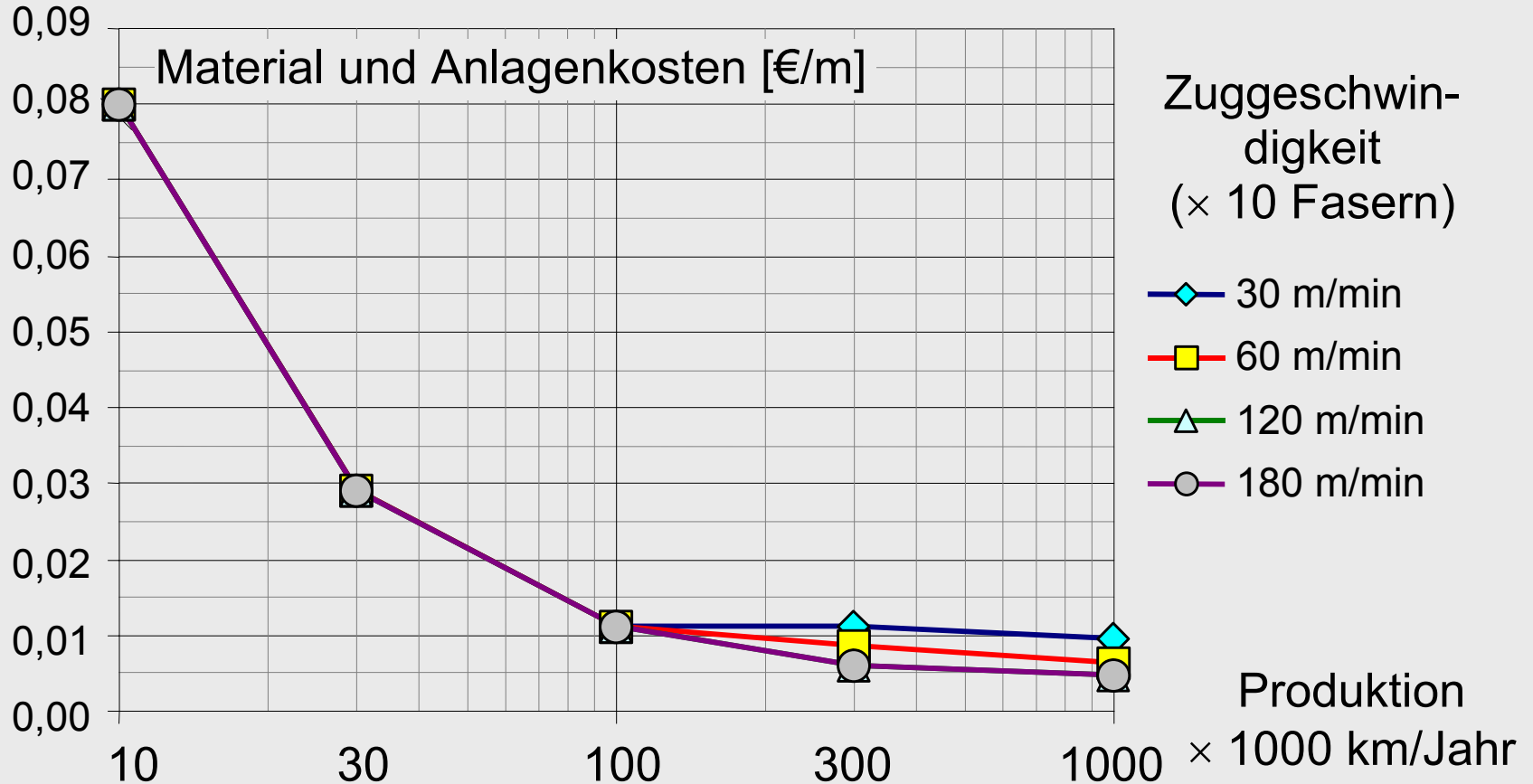
Ziehen von SI-POF



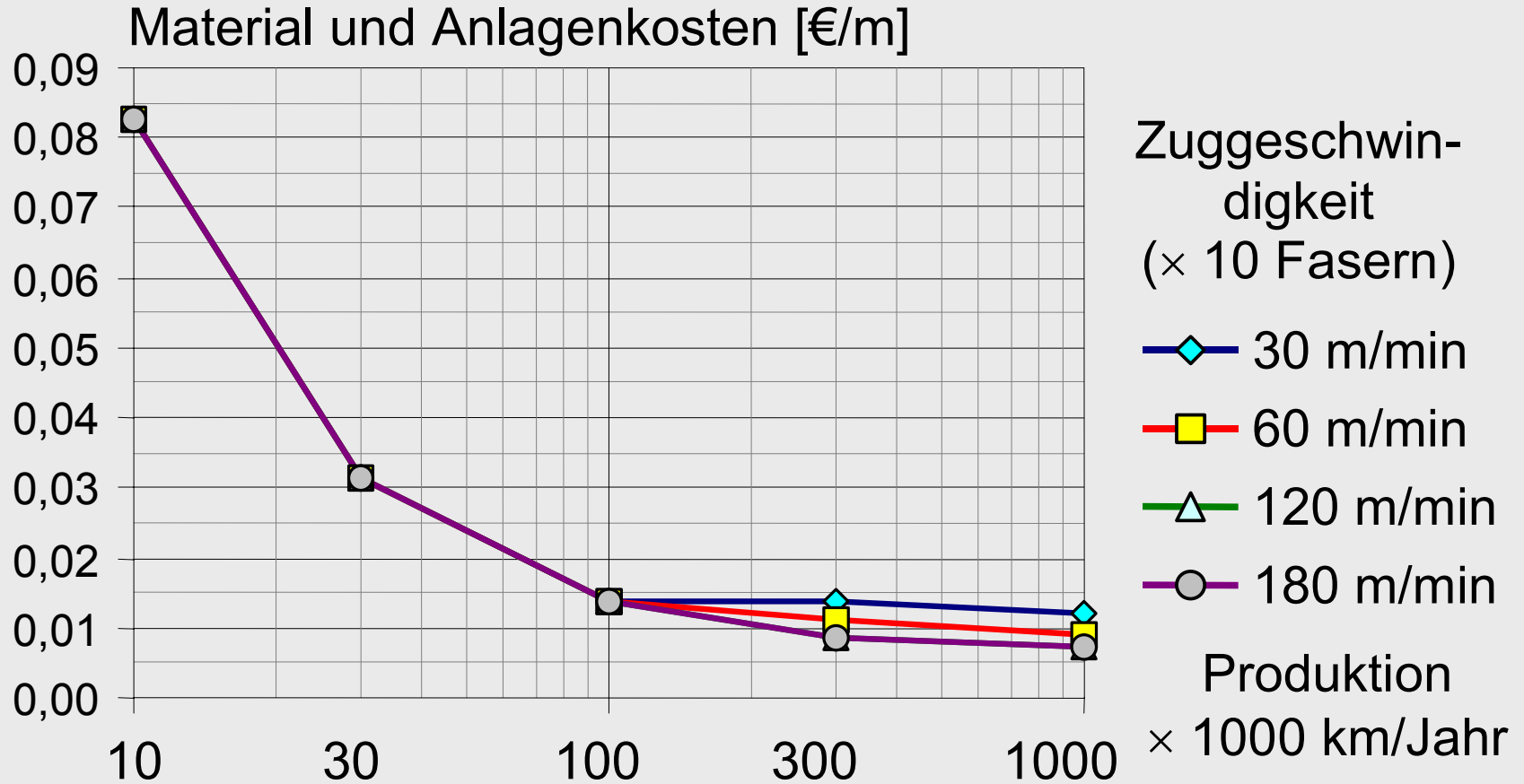
Ziehen von DSI-POF



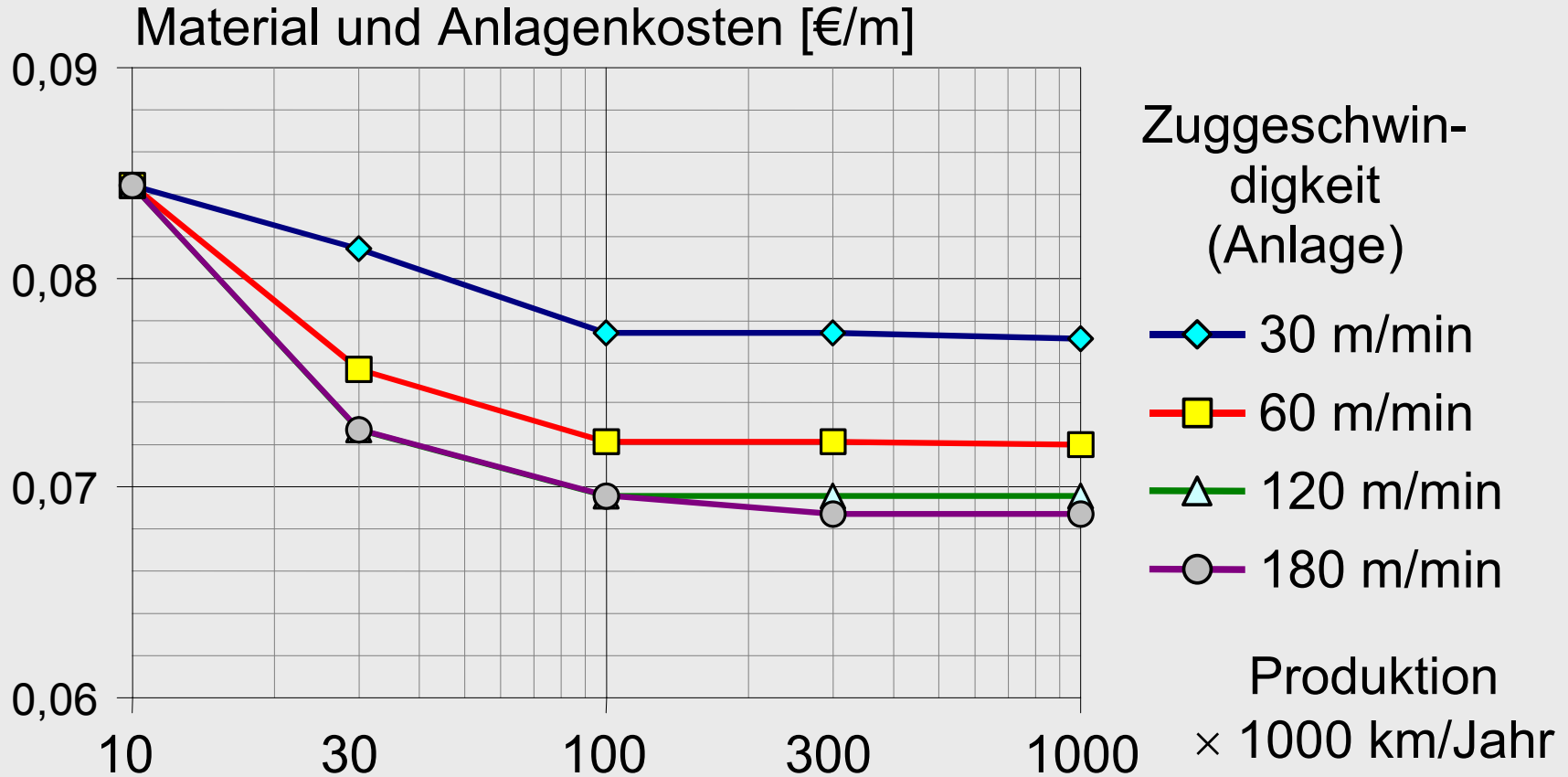
Extrusion von SI-POF



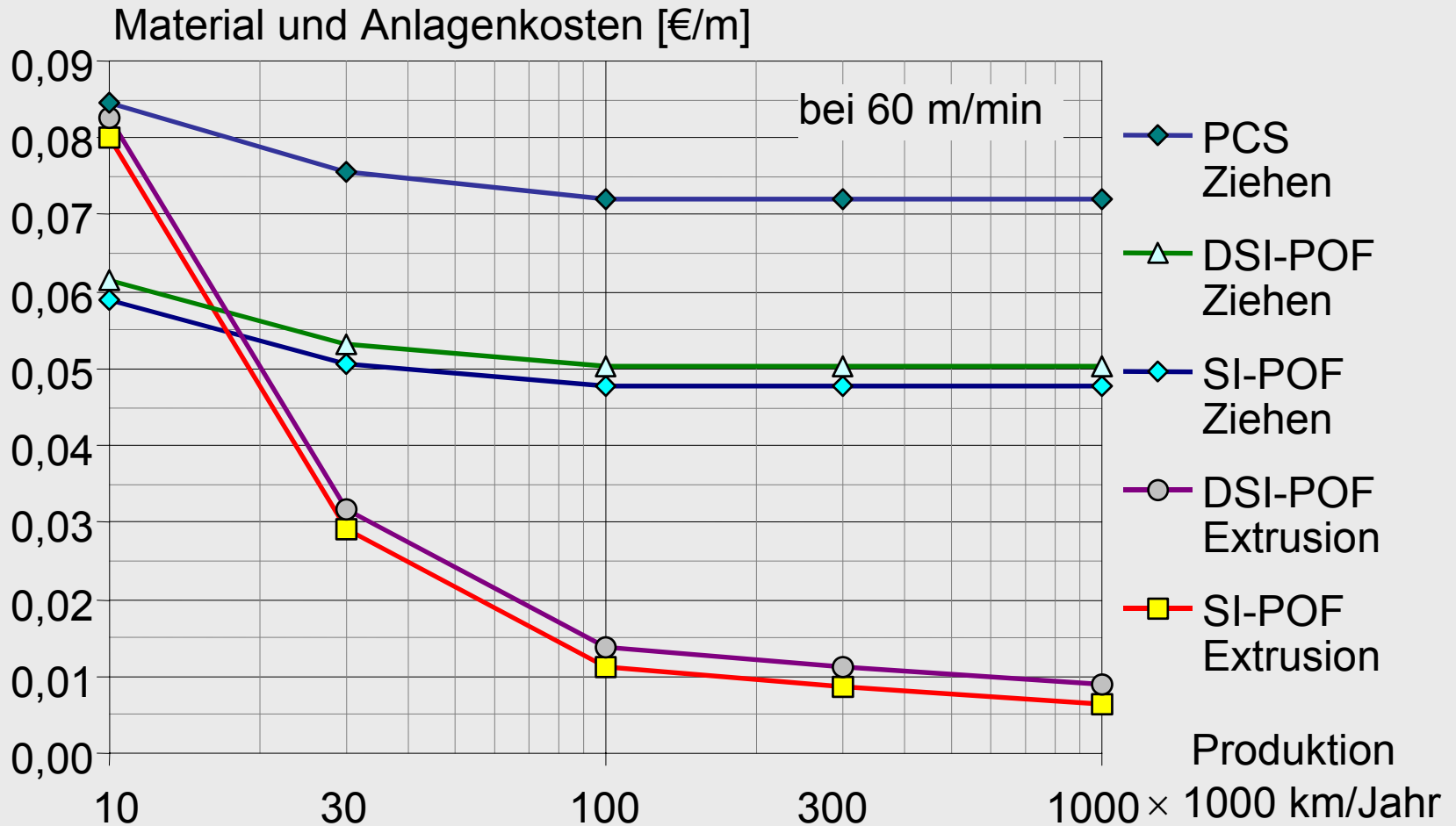
Extrusion von DSI-POF



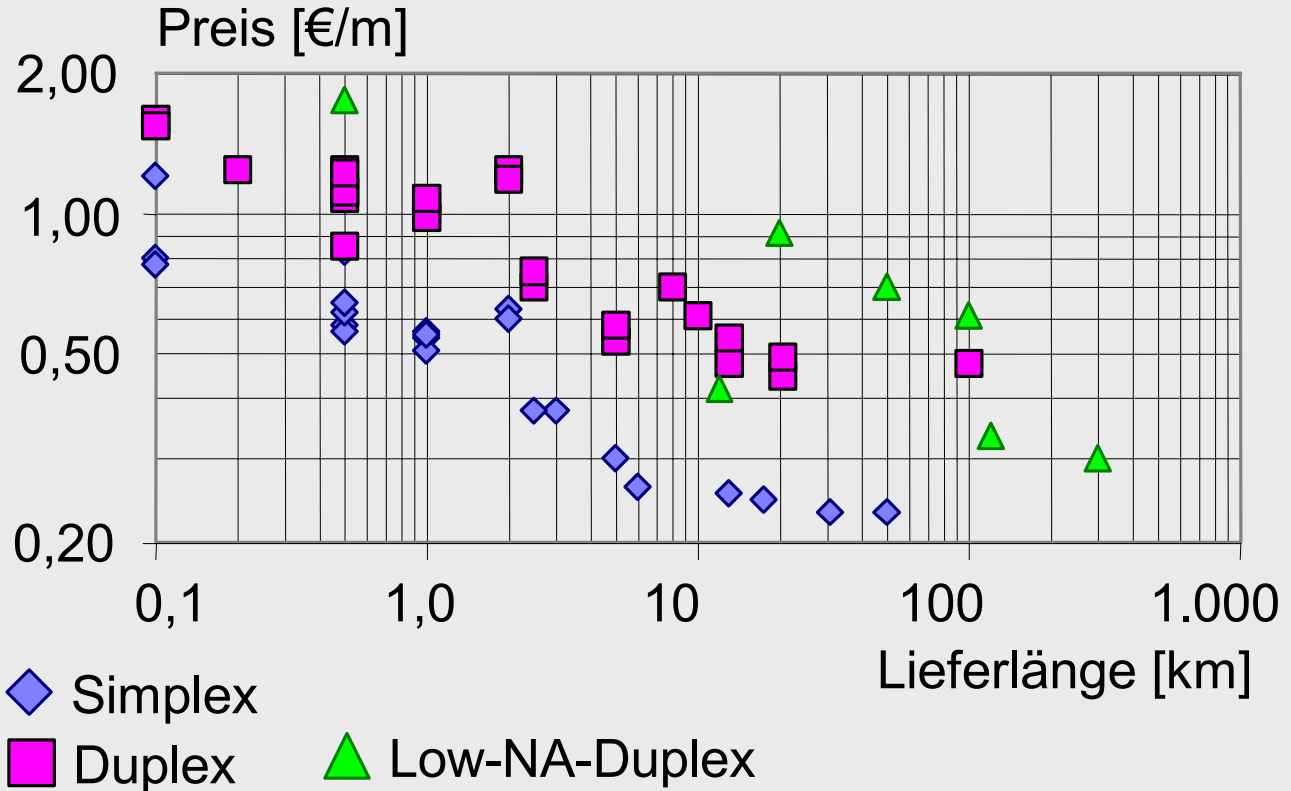
Ziehen von PCS



Vergleich der Fasern



Preise für POF (verschiedene Hersteller)



Ziele weiterer Untersuchungen

- GI-, MSI- und MC-POF
- GI-PCS
- fluorierte Materialien
- bessere Zahlen für Materialkosten und Produktionsgeschwindigkeit

Zusammenfassung

- bei großen Jahresmengen hat die POF noch bedeutendes Potential für sinkende Preise
- der Mantel dominiert die Materialkosten (vor allem bei DSI und MC-POF), macht aber auch nur einige Zehntel Cent/Meter aus
- ab ca. 20.000 km/Jahr lohnt sich Extrusion gegenüber dem Ziehen aus der Vorform
- bei Forderung **Kosten < 10 Cent/Meter** lohnt sich POF/PCS ab ca. 10.000 km/Jahr
- PCS ist durch Materialkosten dominiert (die GI-PCS vermutlich noch viel deutlicher)