

„MicroPunch“ Intensivvernadelung - Nachhaltige Produktionstechnik für Leichtvliesstoffe

Johann Philipp Dilo

Dilo Group

Vergleich: Vernadelung und Wasserstrahlverfestigung

Bedeutendste Herstellverfahren für Stapelfaservliesstoff

Edana Statistik für Produktionsanteile von Stapelfaservliesstoffen
Europa:

1. **Wasserstrahlverfestigt 43 %**
2. **Vernadelt 31 %**

Wasserstrahlverfestigt :

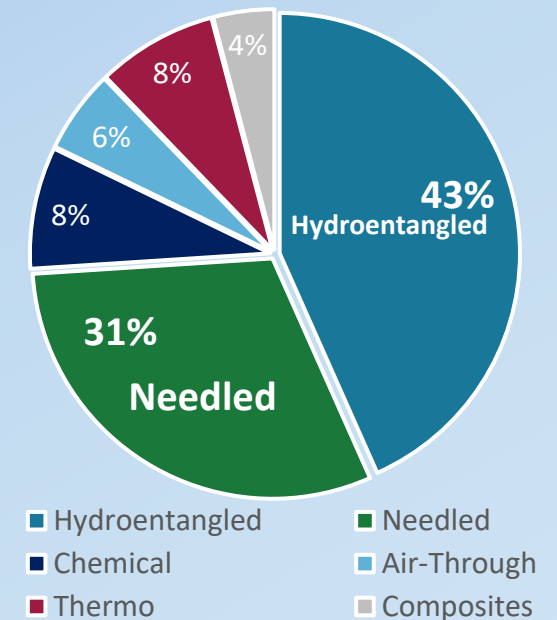
Überwiegend Leichtvliesstoffe unter **100 g/m²**

für **Wischtücher** (Einmalgebrauch für Hygiene, Haushalt und Industrie)

Wischtücher: Anteil Gesamtproduktion von **ca. 30 %**

85% sind **wasserstrahlverfestigt**

Nonwovens production by weight
2021



DILO : Spezialist für Vernadelungsanlagen und Spezial-Krempelsysteme

- **DiloSpinnbau Hochgeschwindigkeits-Krempelsysteme** für Wasserstrahlverfestigungslinien:
Arbeitsbreite bis zu **5,1 m**,
Florgeschwindigkeit bis ca. **280-330 m/min**
- **DiloGroup** als Lieferant für Hochgeschwindigkeits-Krempelanlagen hat **bedeutenden Lieferanteil bei Wasserstrahlverfestigungslinien.**
Vorteile und Nachteile und das zukünftige **Potential** von **Vernadelung** und **Wasserstrahlverfestigung** sind **objektiviert bewertbar**



5,10 m wide card for hydroentangling line



Vernadelung: Universelle Verfestigungstechnologie!

Für jede Faserart:

- kurz oder lang: 15 bis 150 mm
 - fein oder grob: 1 bis 300 dtex
 - als Kunst- oder Naturfaser
- Flächengewichtsbereich von ca. **30 g** bis ca. **3 kg/m²** bei mittlere Geschwindigkeiten bis ca. **150 m/min (HyperPunch, CycloPunch)**

Wasserstrahlverfestigung: Spezielle Verfestigungstechnologie

- Hohe Geschwindigkeiten bis ca. **300 m/min**,
- Faserfeinheiten unter **6,7 dtex**,
- Flächengewichte normalerweise unter **100 g/m²**

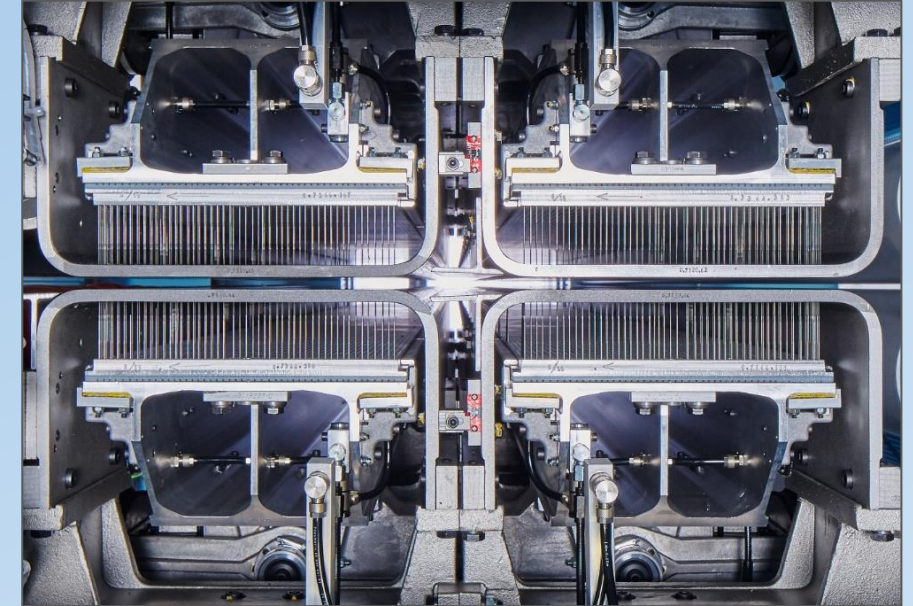
Wasserstrahl und Vernadelung erzeugen bisher **unterschiedliche Produktgruppen mit wenig Überschneidungen**



Needle barb
filled with fibres

Generelle Vorteile des Vernadelns

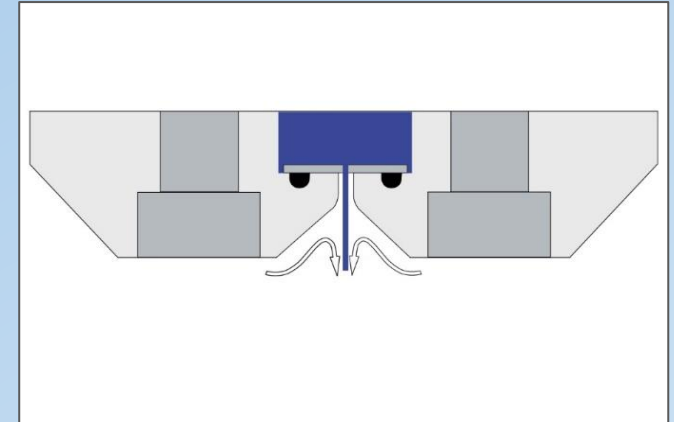
- Immens **große Produktvielfalt** durch extensiven Bereich unterschiedlichster **Stapelfasermaterialien** und **Produktionsparameter**
- Rein **mechanisches** Prinzip von hoher **Energieeffizienz**
- **Lebensdauer Nadel:** Einsatzfähig für hunderte von **Millionen von Hüben**



Nadelzone mit 4 Nadelbrettern

Merkmale der Wasserstrahlverfestigung

- **Sehr erfolgreich für Leichtvliesprodukte** überwiegend in **Hygiene-** und **Medizinanwendungen**
- Ausnahmen: Beschichtungsträger und Bedachungsmaterialien
- Sehr hoher **Energieverbrauch** (Elektrizität und Gas)
Wasserstrahl benötigt sehr hohen **Wasserdruck** und **Strahlgeschwindigkeit**
- **Kinetische Energie** geht nach Vliesdurchdringung komplett verloren
- Hoher **Gasverbrauch** zur Trocknung
- **Fasermaterialverluste** durch Randbeschnitt und Filterkuchen



Water beam, cross section (Courtesy: Trützschler)



Water jet between beam and drum (Courtesy: Trützschler)

Vorläufiges technologisches Fazit:

Bisher:

- **Wasserstrahlverfestigung: Spezialist** für **Leichtvliese** bei **hohen Geschwindigkeiten**, mit **exzessivem Energieverbrauch** und hohen Kosten
- **Vernadelung: Generalist** im **höheren Flächengewichtsbereich** bei **geringeren Geschwindigkeiten**

Gründe:

- **Vernadelungstechnik** konnte **wirtschaftliche Nachteile (Geschwindigkeit)** bei der Herstellung des **unteren Flächengewichtsbereichs** nicht kompensieren
- **Wasserstrahlverfestigung** konnte **technologische (Flächengewicht) und wirtschaftliche Nachteile (Energie)** im **höheren Flächengewichtsbereich** nicht beseitigen

Lösung: „MicroPunch“ als neueste Intensivvernadelungstechnik

Nach Jahren intensiver Forschungs- und Entwicklungstätigkeit:

„MicroPunch“ ist wirtschaftliche Alternative für Leichtvliesstoffherstellung

„MicroPunch“: Alternative mit großem Potential!

- **Umweltkriterien fordern:**
geringen Energie- und Wasserverbrauch,
wenig Faserabfall,
biologisch abbaubares Fasermaterial (**Viscose**) für
Disposables

Trends:

-Anstieg Energiekosten, zunehmende **Trinkwasserverknappung**

-Neuere Anforderungen an **Vliesstoffqualität im Hygienesektor:**

MD : CD = 1 : 1, deshalb Einsatz von **Krempel-Kreuzleger-Linien**
mit **geringeren Produktionsgeschwindigkeiten**

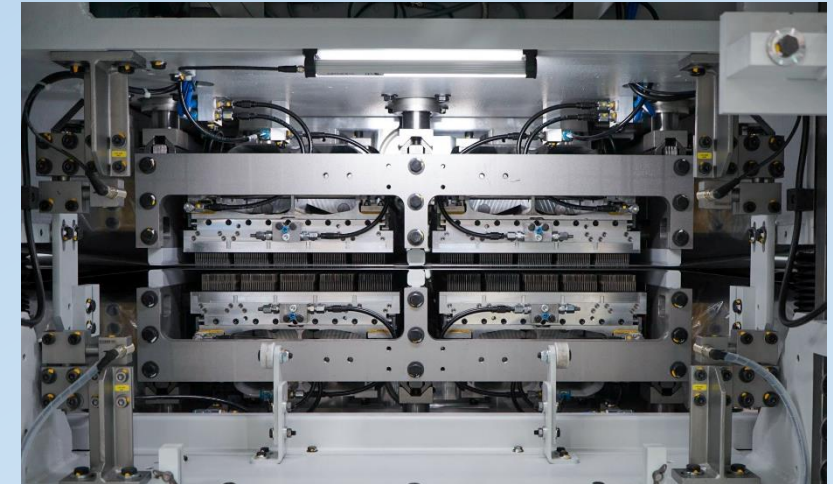
-Einsatz von **100% Viscose in Hygienematerialien?**

Folge: Höherer Gasverbrauch bei Hydro-Anlagen

- **MicroPunch** reduziert elektrische **Energiekosten**
- **Vermeidet: Verbrauch von Gas und Wasser und Faserverluste**



MicroPunch needling line – ITMA 2023



Needling zone - MicroPunch

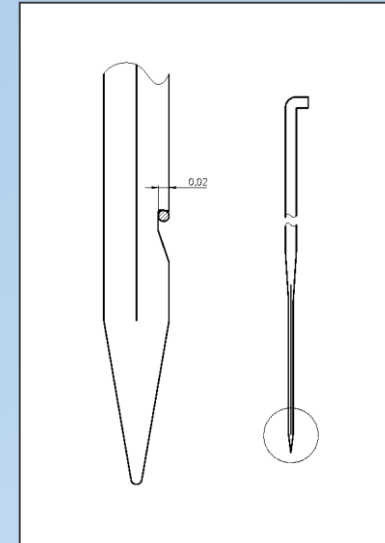
All data approximate and estimated only, without obligation. To be verified for actual cases.

No warranties of any kind with respect to data, information, figures or graphics.

„Intensivvernadelung“ – Basis von „MicroPunch“

Eingeführt bei ITMA 2007:

- Nadeldichte bis ca. **20.000 Nadeln/m/Brett**
- Sehr **feine Nadeln** mit Kerbtiefe 0,02 mm
- **Einzelfasertransport**
- **Reduktion der Oberflächenmarkierungen mit Längs-, Quer-, Diagonalstreifen und Bilderungen**
 - Einstichlöcher kleiner
 - **gleichmäßigere Oberflächenqualität!**



Needle barb with 1 fibre



Needled product, homogeneous surface

„Intensivvernadelung“: Merkmale und Nachteile

- **Geringe Vernadelungseffizienz** durch **Einzelfasertransport**
- **Kerbtiefe 0.02 mm**
- **Hohe Einstichdichte (800 – 1000 Einstiche/cm²)**
- **Nadeldichte: 20.000 Nadeln/m/Brett bei 6 Nadelmaschinen mit jeweils 4 Brettern**
- **Einzelnadelbestückung: Umständlich, zeitraubend und teuer**
- **Produktionsgeschwindigkeit bei 40 g/m² bleibt unterhalb der Wasserstrahlverfestigung**
- **Geschlitzte Stichplatten**



Intensive Needling Line, needling zone

„Intensivvernadelung“: Ergebnisse 2007

Produktqualität:

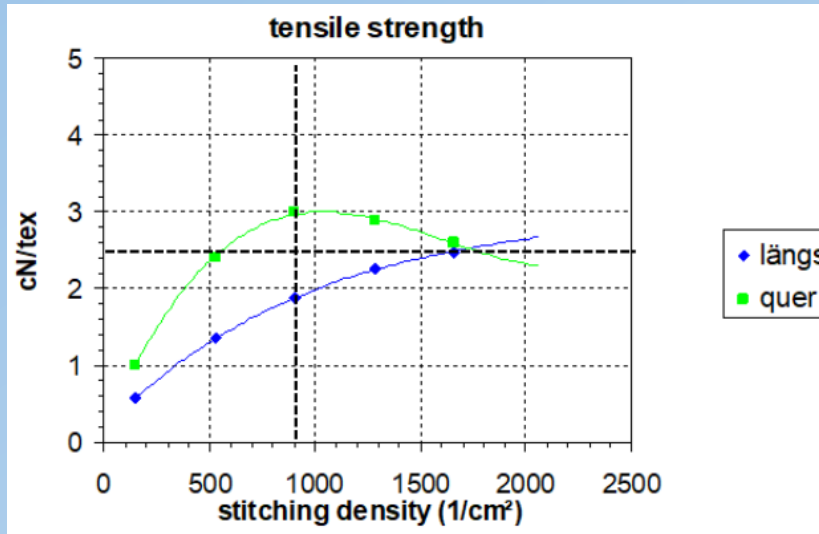
- Hohe **Gleichmäßigkeit** in der Oberfläche
- Guter **Abriebwiderstand**
- **Weicher Griff**
- Einzelfasertransport: **geringere Festigkeit, höheres Volumen bzw. größere Dicke**
- **Eignung für Medizin, Hygiene und Kosmetikanwendungen**

Wirtschaftlichkeit der Produktion:

- **Große Anzahl** von Nadelmaschinen verursacht **hohes Investitionsvolumen**

Zugfestigkeit von Wischtuchmaterial

Vernadelt

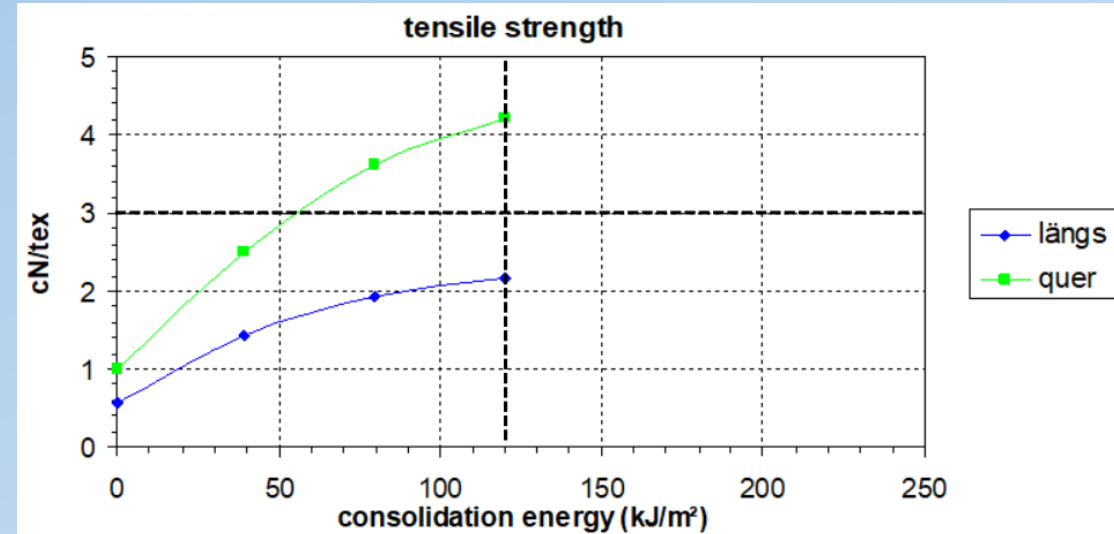


Tensile strength / stitching density
(blue: MD, green: CD)

Durchschnittliche Zugfestigkeit ca.
2,5 cN/tex bei ca. 900 Einstichen

Längsverzug beeinflusst
Querfestigkeit

Wasserstrahlverfestigt

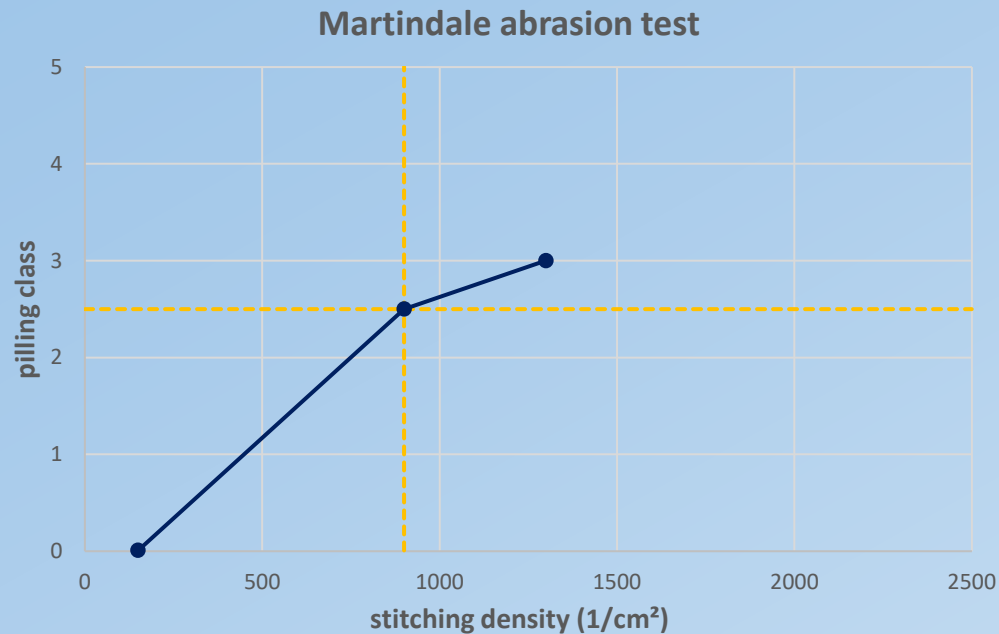


Tensile strength / consolidation energy
(blue: MD, green: CD)

Zugfestigkeitsdurchschnitt im
Maximum ca. **3 cN/tex**

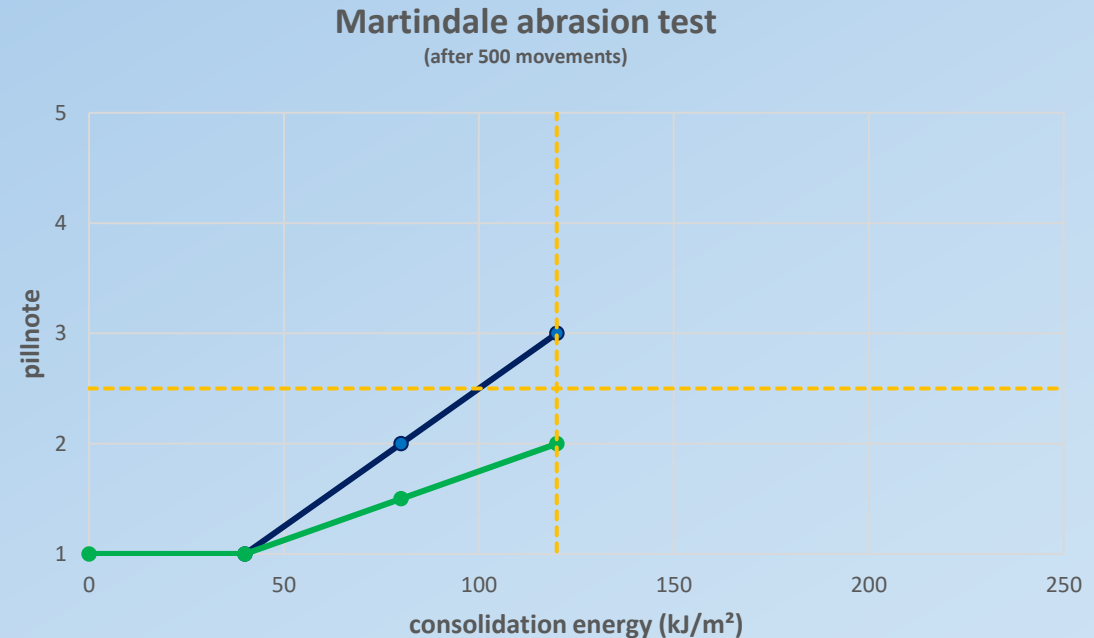
Martindale-Abriebtest: Ähnliches Pilling-Verhalten

Vernadelt



Pillingklasse / Funktion der Einstichdichte bei 500 UpM ,
Für beide Seiten Pillingklasse 2,5 bei ca. 900 stitches

Wasserstrahlverfestigt



Pillingklasse / Funktion der Verfestigungsenergie
blau: **Oberseite 3**, grün: **Unterseite 2**
Durchschnittliche Pillingklasse: 2,5

Oberflächenvergleich Leichtvliesstoffe:



The needled product shows a homogeneous surface:
intensely needled



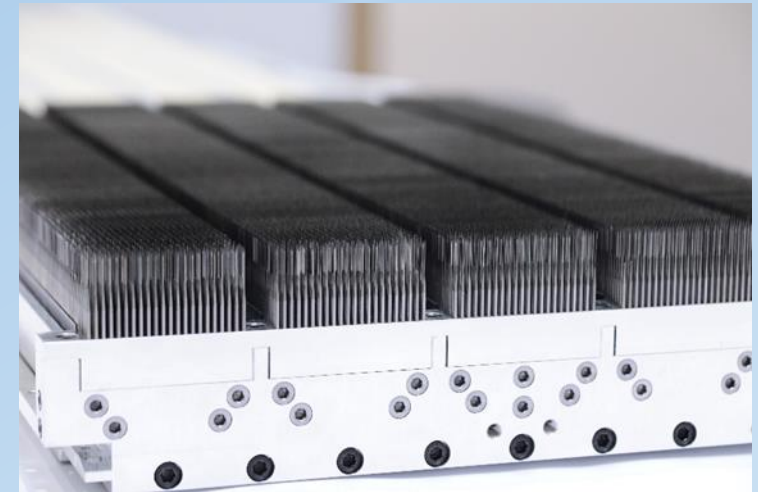
The hydroentangled product shows a homogeneous surface
including the typical MD lines

ITMA 2023: Vorstellung „MicroPunch“,

Intensivvernadelung 2.0

Merkmale:

- **Exzessive** Nadeldichte **45.000** Nadeln/m/Brett, 8-12 Bretter
- **3** Vernadelungsmaschinen **statt 6**
- **Nadelmodul X22** mit 22 Spezialnadeln
- „**Containerbrett**“ zur Aufnahme Nadelmodule. **Schnelles Laden der Module und Austausch (15 Min. pro 1 m Brettlänge versus ca.75 h)**
- **Nadelmodulanordnung: Seite an Seite, Teilung 2,4 mm**
- **Kerbtiefe 20 bis 40 Micron** abhängig von Faserfeinheit (inkl. **Microfaser ≤ 1 dtex**)
- **Drahtplatten für „Einstich- und Abstreiffunktion“**
- **Durchbruch für geringen Energieverbrauch und geringe Produktionskosten pro Kilogramm!**



MicroPunch – container board



MicroPunch – needle module X22

„MicroPunch“ Einstichmuster: „MicroLines“



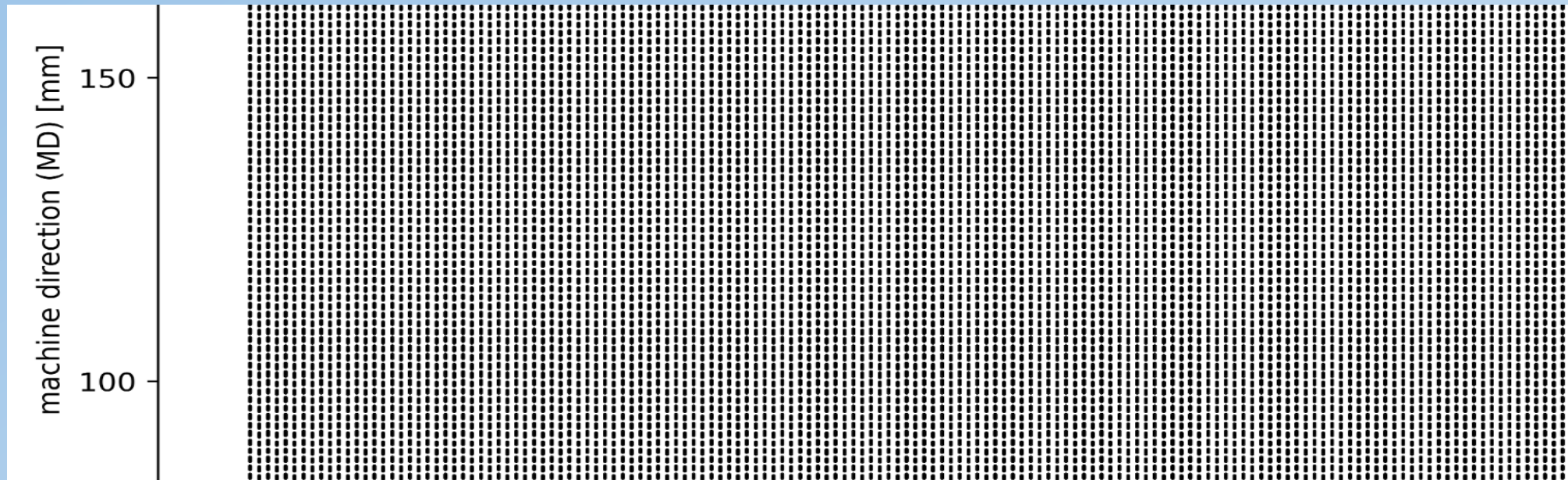
Flow of Production

Benachbarte Module:

- **Linien aneinander gereihter Einstiche**
- **„MicroLines“, simulieren Effekt kontinuierlicher Wasserstrahlen**

“MicroPunch”: Einstichmuster (Computersimulation)

Ultra hohe Nadeldichte trägt zu verbesserten Einstichmustern bei



Einstichdichte ca. 450 1/cm²

- **4 Bretter in 1 Vornadelmaschine / 8 Container-Bretter in 2 Finish-Nadelmaschinen** (4 von oben, 4 von unten)
45.000 Nadeln/m/Brett ergeben nominell bis zu ca. **900 Einstiche/cm²** (Gesamteinstichdichte von beiden Seiten)
 Durchlaufgeschwindigkeiten bis zu ca. **170 m/min** bei ca. **2.500 Hüben/min**

All data approximate and estimated only, without obligation. To be verified for actual cases.

No warranties of any kind with respect to data, information, figures or graphics.

Produktionskapazität P für Produktionsberechnungen und Simulationen

Doppelabnehmer, Wirrwalzen, Stauchwalzen, 1 Krempel, 2 Krempeln, 1,7 dtex:

$$P = m v \quad 60/1000 = \text{constant} \quad [\text{kg/m/h}]$$

Hyperbolische Kurve ist Funktion des Krempelsystems, der Walzenkonfiguration und der Faserfeinheit

m Florgewicht $[\text{g/m}^2]$ abhängig von Faserfeinheit und Florgeschwindigkeit

v Florgeschwindigkeit $[\text{m/min}]$ hängt ab von Flormasse

$$m_{min} = 5 \sqrt{T_{tF}} ; m \text{ Funktion der Faserfeinheit (Titer)}$$

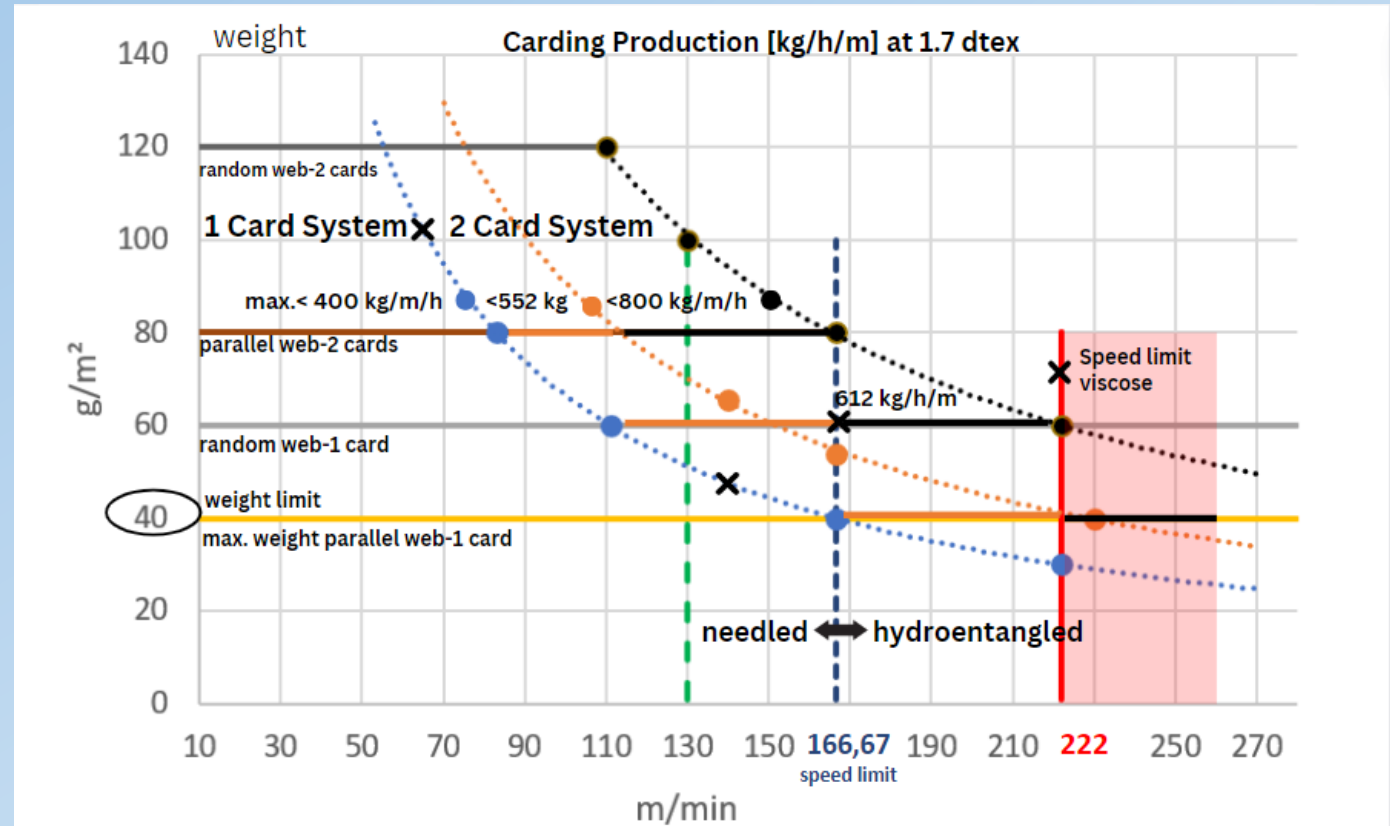
$$m_{max} = 3 m_{min}$$

Max. Flormasse = 40 g/m^2 (1,7 dtex) Parallelfloer, 1Kr.

Max. Florgeschwindigkeit bei 40 g/m^2 ca. $166,7 \text{ m/min}$ (400 kg/m/h)

Geschwindigkeit Nadelmaschine:

$v_{max} = \text{ca. } 170 \text{ m/min}$ (2500 1/min)



All data approximate and estimated only, without obligation. To be verified for actual cases.

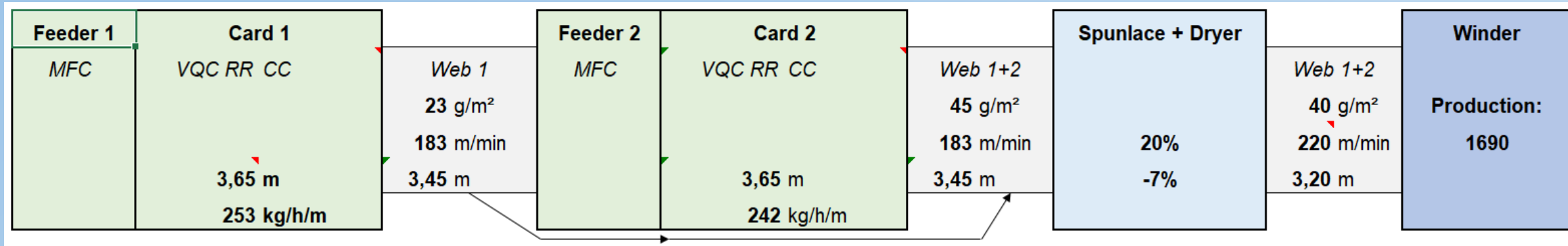
No warranties of any kind with respect to data, information, figures or graphics.

Flächengewicht, Produktivität, Wirtschaftlichkeit

- **Flächengewichtsbereich $> 80 \text{ g/m}^2$: Bei 2 Krempeln $v = \text{ca. } 170 \text{ m/min}$ Maximum gleiche Maximalgeschwindigkeit Micro/Hydro, gleiche Produktivität kg/h, aber Kostenvorteil von Micropunch ergibt größere Wirtschaftlichkeit.**
- **Flächengewichtsbereich $< 80 \text{ g/m}^2$: Produktivitätsvorteil Hydro, durch höhere Geschwindigkeit, trotzdem höhere Kosten/kg als bei Micropunch**
- **„MicroPunch“ vs. Wasserstrahlverfestigung: Bei weiter zunehmenden Energie-, Wasser- und Materialkosten \rightarrow wachsender Kostenvorteil**
- **Selbst bei erheblichem Kostenrückgang für Energie bleibt „MicroPunch“ wirtschaftlicher.**
- **Hohes CO₂ Reduktionspotential: Klimaschutz!**

Produktionssimulationen:

Produkt 1.1: Wasserstrahlverfestigt: "Leichtgewicht" 40 g/m²



Production calculation for product 1.1

2 "Direkt"-Krempeln mit Wirrvliestechnik, Arbeitsbreite 3,65 m 6 Düsenbalken

- Faser: **Viscose fibre 1.7 dtex**
- Flächengewicht: **40 g/m²**
- Produktion: **1690 kg/h at 220 m/min.**
- Gasverbrauch: **ca. 2,3 Mwh**

All data approximate and estimated only, without obligation. To be verified for actual cases.
No warranties of any kind with respect to data, information, figures or graphics.

Produktionssimulationen:

Produkt 1.2: "MicroPunch"-genadelt: "Leichtgewicht" 40 g/m²

Feeder 1	Card 1		CBF	Needleloom	OUG-II		Needleloom	OUG-II	Needleloom	OUG-II	VE-2		Winder
MFC	VQC RR CC		10% draft	20.000 N/m/board			45.000 N/m/board		45.000 N/m/board				
		Web				Web						Web	
		73 g/m ²		15% draft		60 g/m ²	15% draft	20% draft	20% draft	20% draft	40 g/m ²		Production:
	3,90 m	79 m/min		5% shrink.		100 m/min	3% shrink.	3% shrink.	3% shrink.	3% shrink.	165 m/min		1267 kg/h
	1289 kg/h	3,73 m		65 mm advance/stroke		3,54 m	56 mm advance/stroke	58 mm advance/stroke	58 mm advance/stroke		3,20 m		
				1377 strokes/min			2054 strokes/min	2379 strokes/min	2379 strokes/min				
				123 stitches/cm ²			321 stitches/cm ²	310 stitches/cm ²	310 stitches/cm ²				

Production calculation for product 1.2

1 "Direkt"-Krempel Wirrvliestechnik

1 Vornadelmaschine (mit 4 Brettern à 20.000 Nadeln/m/Brett)

2 Finish-Nadelmaschinen (mit 8 Brettern à 45.000 Nadeln/m/Brett)

- ca. 750 Einstiche cm² total von beiden Seiten einschl. Vorvernadelung; (bis zu ca. 900 Einstiche/cm² bei 12 Containerbrettern)
- Produktbreite am Wickler: 3,20 m
- Fasern: **Viscose 1.7 dtex**
- Flächengewicht: **40 g/m²**
- Produktion: **1267 kg/h bei ca. 165 m/min. 2.400 Hübe/min**

All data approximate and estimated only, without obligation. To be verified for actual cases.

No warranties of any kind with respect to data, information, figures or graphics.

Wirtschaftlichkeitsberechnung Micro/ Hydro: Kostentabelle für Produkte 1.1/ 1.2

- Product 1.1: Hydro, 2 Card System**

 ca. **40 g/m²**; wet wipes for personal care

100 % biodegradable viscose fibre,

 limitation speed at carding: ca. 180m/min;

 winder ca. **220 m/min**
- Product 1.2.: Needled, 1 Card System, ca. 40 g/m²**,
 speed ca. **170 m/min**
- Energy costs: „high“ (0,20€; 0,12€/kwh)**

Hydro/Micro: 6.082.500 € / 1.530.000 €

H2O: 450.000 € / 0 €

Total costs €/kg: 0,840/ 0,531

	Hydroentangling Product 1.1 2 Card System	MicroPunch Product 1.2 1 Card System
Fixed Costs		
Investment with fibre prep., web-forming, end of line equipment [€]	14.680.000	10.794.254
Capital Costs - interest (5%) and depreciation (8 years) p. a. [€]	2.271.316	1.670.107
Space [m ²]	1.380	670
Space costs p. a. @ 7,50 €/m ² /month	124.200	60.300
Operating personnel (3 persons x 3 shifts x € 50,000 p.a.)	450.000	450.000
Production p. a. [kg]; 220 m/min;170 m/min	12.672.000	9.504.000
Fixed Costs p. a. [€]	2.845.516	2.180.407
Fixed Costs €/kg	0,225	0,229
Variable Costs p. a.		
Fibre Loss 3,6 % of 13.068.000,00 kg p. a. @ 2,-- €/kg	912.384	0
Fibre Loss €/kg	0,072	0
Electr. energy costs p. a. @ 0,20 €/kWh	4.012.500	1.530.000
Electr. energy costs €/kg	0,317	0,161
Gas costs p. a. [€]	2.070.000	0
Gas costs €/kg	0,163	0
Water consumption 15m ³ /h * 7.500h	112.500	0
Water costs p. a. @ 4,0 €/m ³	450.000	0
Water costs €/kg	0,036	0
General maintenance cost: 2 % p.a. (investment)	293.600	215.885
Maintenance costs (needles, needle exchange (needle life: 350 mn strokes), jet strips, filters, excluding chemicals p. a. [€]	63.000	1.118.184
Maintenance costs (2 %/year + auxiliaries) €	356.600	1.334.069
Maintenance costs (2 %/year + auxiliaries) €/kg	0,028	0,140
Variable Costs p. a. [€]	7.801.484	2.864.069
Variable Costs €/kg	0,616	0,301
Total Costs p. a. (€)	10.647.000	5.044.476
Total Costs €/kg	0,840	0,531

All data approximate and estimated only, without obligation. To be verified for actual cases.

No warranties of any kind with respect to data, information, figures or graphics.

MicroPunch: Vliesstoff-Produktentwicklung bei Dilo

Ausstattung anwendungstechnisches Zentrum der Dilo-Gruppe:

- Faservorbereitung **DiloTemafa**
- Vliesbildung: MultiCard, **VQC – Wirrvlieskrepel**, **Hochgeschwindigkeits Vliesleger**
- Verfestigung: HyperPunch Vorvernadelung und **MicroPunch-Vernadelungs Linie**
- **MicroPunch-Prüfstand** für Kleinmengen
- **Testlabor**: Festigkeits- und Dehnungsmessung, Dickenmessung, Flächengewichtsmessung, **Martindale** Abriebtest
- **Produktionskalkulationen** und **Wirtschaftlichkeitsberechnungen**
- **Investitionssicherheit**



MicroPunch needling line – ITMA 2023



Martindale Abriebtester

Vergleich: „MicroPunch“ Anlagen zu Wasserstrahl Linien

- Geringere Investitionshöhe
- Geringerer elektrischer Energieverbrauch
- Kein Gasverbrauch
- Kein Wasserverbrauch
- Kein Faserverlust

→ **„MicroPunch“: Nachhaltigere Produktionstechnik für Leichtvliesstoffe**

Zusammenfassung

“MicroPunch” Vernadelung:

Großes Potential für reduzierte Produktionskosten bei einem **geringeren CO₂ Fußabdruck** für Leichtvliesstoffe zwischen ca. **40 -100 g/m²** oder schwerer.

- **Kosteneinsparungen:** bis zu **ca. 37 % bei 40 g/m²** und **100 % Viskosefasern**
- **Geschwindigkeiten** bis zu ca. **170 m/min**
- **Energieverbrauch (elektrisch)** nur ca. **20-30%** der **Wasserstrahlverfestigung** (Gas und Strom)

Nachhaltigkeit: Energieeinsparungen, kein Gas-und Wasserverbrauch, keine Faserverluste

Anwendungen: Wischtücher, medizinische und technische Vliesstoffe, ggfs. Bekleidung, Polsterbezugsstoffe, Schuhfutter und Syntheseleder

“MicroPunch”- Einzelmaschinen: Vergleichmäßigung von Oberflächen,

Verdichtung der Oberfläche für Filtrationszwecke

„MicroPunch“ - Leichtvliese



„MicroPunch“ und Prägekalander



Faser: PLA

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit