

AXIALE BESCHICHTUNGS – UND TROCKNUNGSANLAGEN ZUR HOMOGENEN VEREDELUNG VON FASERN, GARNEN UND ZWIRNEN

von

M. KRAFT

**FMP TECHNOLOGY GMBH
AM WEICHSELGARTEN 34, 91058 ERLANGEN**

Verbesserung von Effizienz, Qualität & Flexibilität

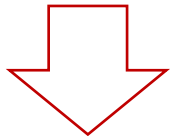
ONE FOR ALL
one die for all liquids



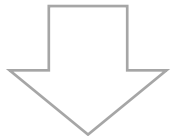
mit
Massenstrom und Viskositätsunabhängigen
Breitschlitzdüsen

EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS

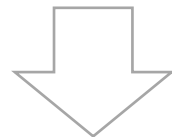
INHALT DES VORTRAGES



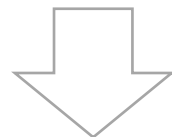
- **FMP TECHNOLOGY GMBH**
Vorstellung des Unternehmens



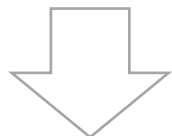
- **PROZESSVERGLEICHE**
etablierte Prozesse VS. Ringschlitzdüsenteknik



- **DIE FMP RINGSCHLITZDÜSENTECHNIK**
Physikalische Prinzipien, Chancen & Grenzen



- **ANWENDUNGSBEISPIELE**
Materialien, Durchmesser & Prozesse



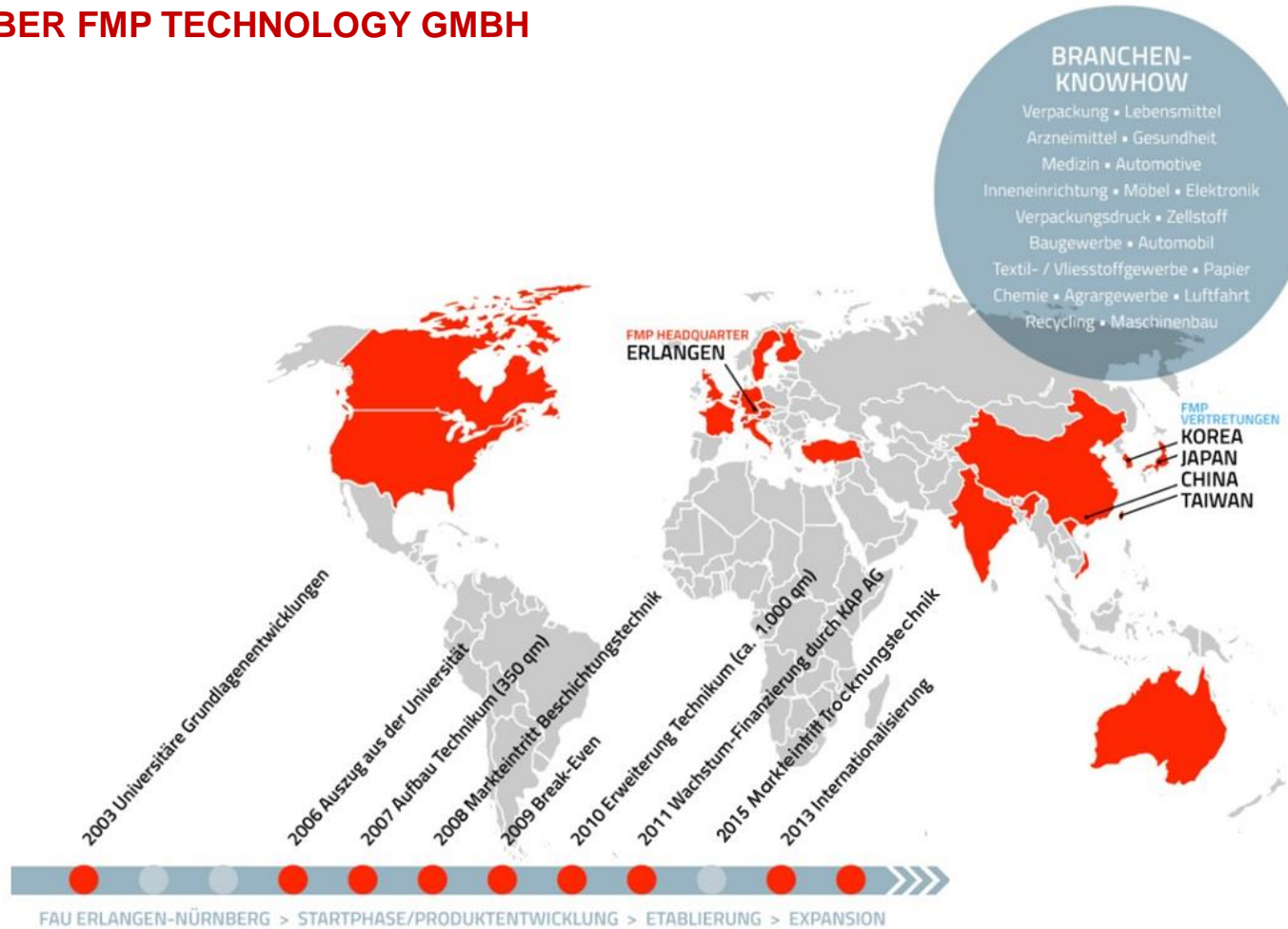
- **ANDERE PRODUKTE & SYSTEME DER FMP**
Beschichtung, Trocknung, Spray & Injection



EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS

FMP TECHNOLOGY GMBH

ÜBER FMP TECHNOLOGY GMBH



EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS

FMP TECHNOLOGY GMBH

HARD FACTS

- Weltweit aktiv
- Zielgruppen: Textil-, Elektronik-, Metalverarbeitungs- und Papierindustrie
- Stetige Weiterentwicklung der Produkte sowie R&D-Arbeiten zur Prozessentwicklung
- Derzeit >100 Patente weltweit
- Jahresumsatz ca. EUR 4 Mio.
- Derzeit ca. 30 Mitarbeiter

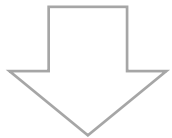
→ **Es gibt nicht um das Produkt, sondern um den Prozess**

Überblicksinformationen

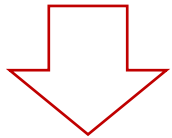


Multi award honored

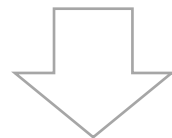
EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS



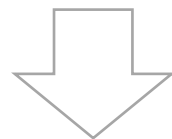
▪ **FMP TECHNOLOGY GMBH**
Vorstellung des Unternehmens



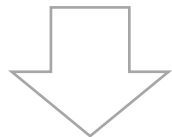
▪ **PROZESSVERGLEICHE**
etablierte Prozesse VS. Ringschlitzdüsenteknik



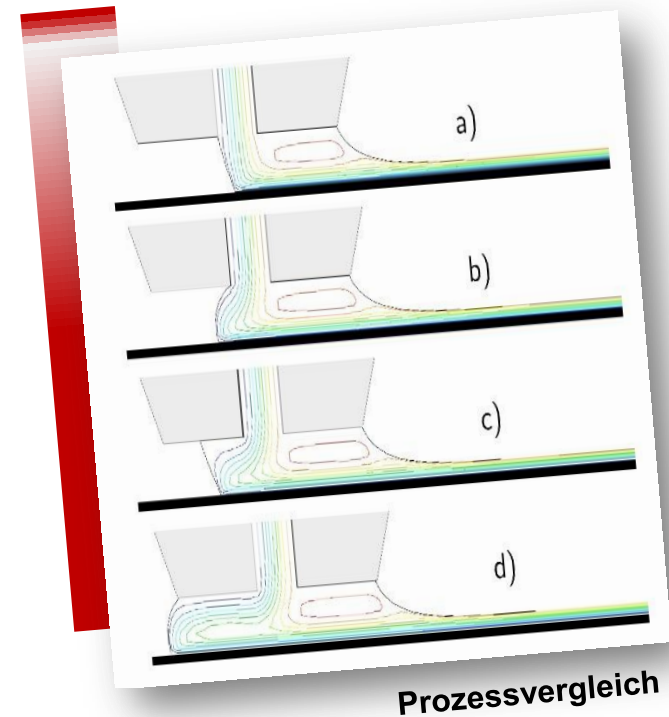
▪ **DIE FMP RINGSCHLITZDÜSENTECHNIK**
Physikalische Prinzipien, Chancen & Grenzen



▪ **ANWENDUNGSBEISPIELE**
Materialien, Durchmesser & Prozesse



▪ **ANDERE PRODUKTE & SYSTEME DER FMP**
Beschichtung, Trocknung, Spray & Injection



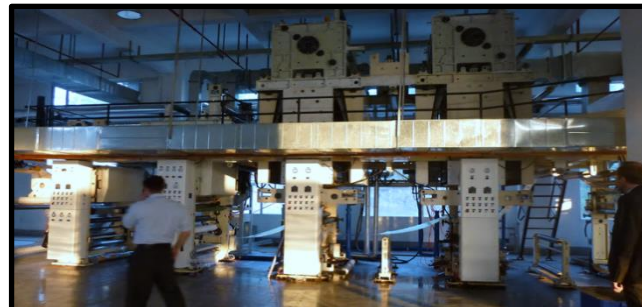
PROZESSVERGLEICH: ÜBERBLICK

DEUTSCHLAND IST FÜHREND IM MASCHINENBAU

- ✓ Maschinen zur Herstellung von Papier, Folie, technischen Textilien, etc, setzen weltweit Maßstäbe bei Leistung, Qualität und Flexibilität

PROBLEMSTELLUNG

- ✓ (Funktions-)Schichten & Textilveredelungen werden mit **unterschiedlichsten Auftragsverfahren** (Walzen, Blade/Rakel, Foulard, Tauchen, Filmpresse,) hergestellt
- ✓ **Hohe Diversifizierung** führt zu einer komplexen Produktion & erfordert weitreichendes Fachwissen
- ✓ Neuartige **Funktionen** benötigen Schichtgenauigkeiten besser als $\pm 1\%$
- ✓ Produktionsgeschwindigkeiten **meist limitiert** und **kaum skalierbar**



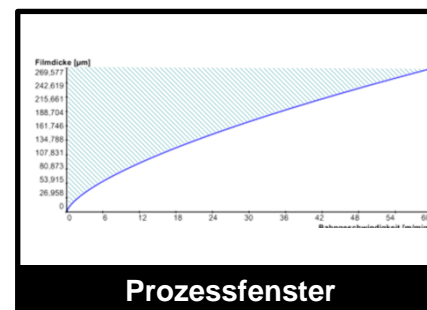
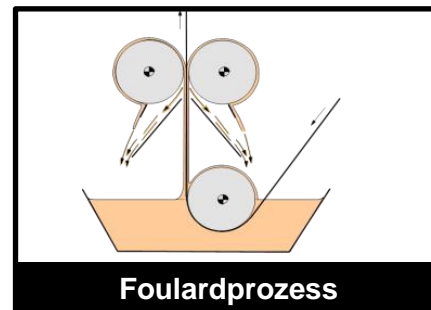
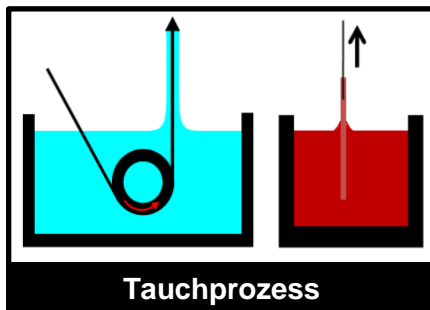
EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS

PROZESSVERGLEICH: ÜBLICHE FERTIGUNGSVERFAHREN

DAS FOULARD- & TAUCHVERFAHREN

- ✓ Etabliertes System mit einfacher Handhabung
- ✓ Ausreichend für die meisten Prozesse
- ✗ Prozessparameter definieren Schichtdicke
- ✗ Erfordert zusätzliche Systeme (Luftmesser, Raket, Walzen) zur Schichtdickenregulierung
- ✗ Hohe Fluidausschüsse (Überschuss, Alterung, Verunreinigung)
- ✗ Ungleichmäßige Schichtdicken aufgrund ungleichmäßiger Trägermaterialien

Vor- und Nachteile



$$h = c \left(\frac{\mu U_w}{\sigma} \right)^{\frac{2}{3}} \sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}}$$

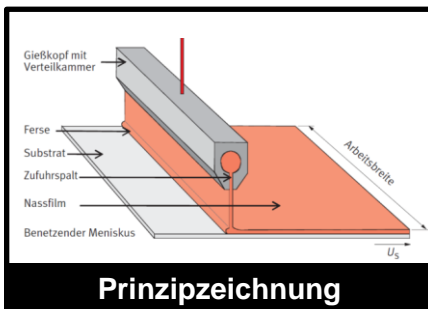
Physikalische Korrelation

PROZESSVERGLEICH: SCHLITZDÜSEN

DER SCHLITZDÜSENPROZESS

- ✓ Schichtdickenkontrolle anhand Massendurchfluss und Geschwindigkeit
- ✓ Definierung der Schichtdickentoleranz anhand Fertigungspräzision
- ✓ Großes Anwendungspotential
 - Geschwindigkeit ~ 0 - 2500 m/min
 - Schichtdicken ~ 0 gr/m² - mehrere 100 gr/m²
- ✓ Ein- und Zweiseitige Beschichtungen möglich
- ✓ Geringe Fluidausschüsse durch geschlossene Prozesse und Vordosierung
- ✗ Neuartiger Industrieprozess (Textil-, Papier- und Metalindustrie)

Vor- & Nachteile



$$\dot{m} = U_w \cdot h \cdot B \cdot \rho$$

Physikalische Korrelation

EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS

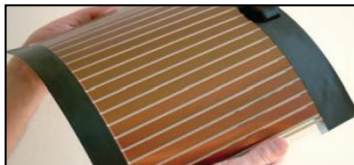
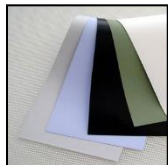
PROZESSVERGLEICH: SCHLITZDÜSENANWENDUNGSFELDER

SCHLITZDÜSEN: ANWENDUNGSGEBIETE

✓ Von Low-tech- bis High-tech-Produkte



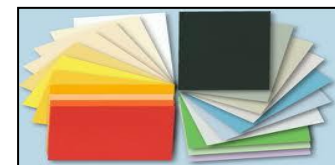
Metal,
Glas,
Verpackungen



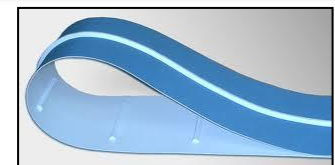
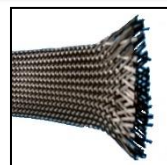
OLED,
Photovoltaic,
ITO,
Batterie



ONE FOR ALL
one die for all liquids

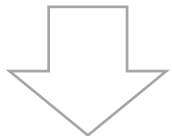


Papier,
Folie,
Druck

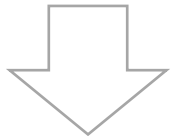


Textil,
Vlies,
Tissue

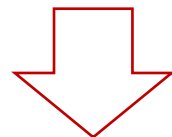
EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS



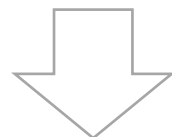
- **FMP TECHNOLOGY GMBH**
Vorstellung des Unternehmens



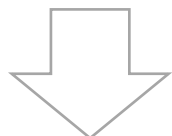
- **PROZESSVERGLEICHE**
etablierte Prozesse VS. Ringschlitzdüsenteknik



- **DIE FMP RINGSCHLITZDÜSENTECHNIK**
Physikalische Prinzipien, Chancen & Grenzen



- **ANWENDUNGSBEISPIELE**
Materialien, Durchmesser & Prozesse



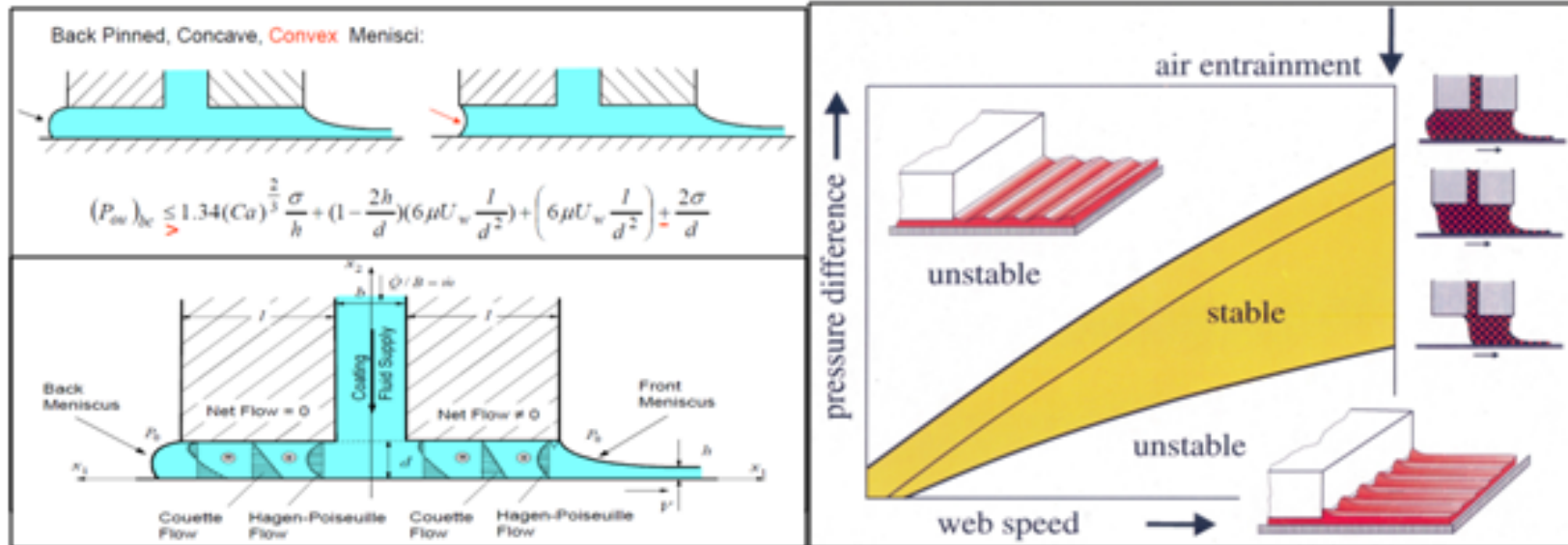
- **ANDERE PRODUKTE & SYSTEME DER FMP**
Beschichtung, Trocknung, Spray & Injection



Die FMP Ringschlitzdüsenteknik

EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS

FMP RINGSCHLITZDÜSENTECHNIK: GRUNDLAGEN



- ✓ Die Strömung unter der Düsenlippe ist eine **Überlagerung** einer **druck**-getriebenen Strömung und einer **sherraten**-getriebenen Strömung
- ✓ Wenn das Strömungsmuster der zu verarbeitenden Flüssigkeit bekannt ist, ermöglicht dies die Berechnung der **Druckdifferenz** zwischen **Vorder**- und **Hinterlippe** der Breitschlitzdüse
- ✓ Anhand der resultierenden Druckdifferenz können **Beschichtungsfenster** erarbeitet werden, welche die Grundlage für eine **Vorhersage** des **Beschichtungsprozesses** bilden

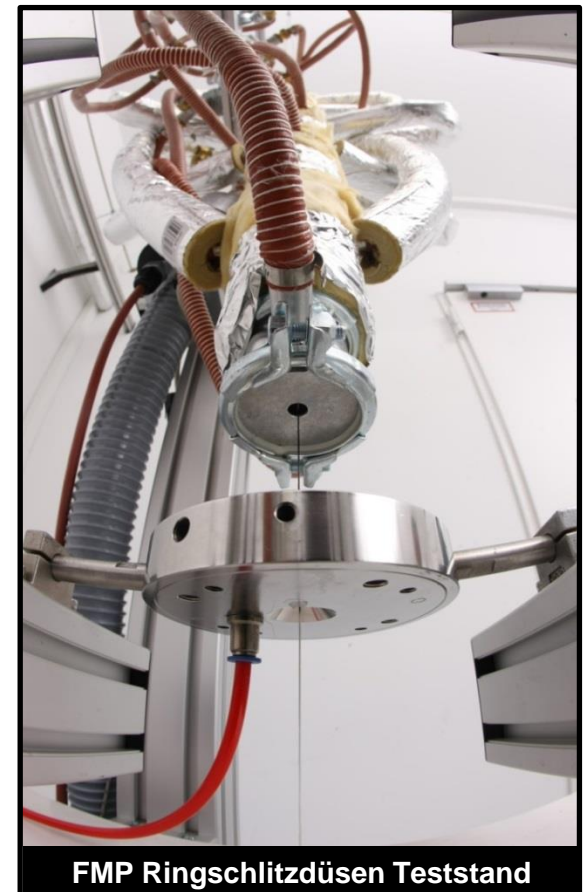
EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS

FMP RINGSCHLITZDÜSENTECHNIK: FLIEßVERHALTEN



FMP RINGSCHLITZDÜSENTECHNIK: ÜBERBLICK

- ✓ Beschichtungen von Garnen, Fasern und Zwirnen werden heutzutage üblicherweise durch ein **Tauchbad** (und teilweise anschließendes **Abquetschen** der überschüssigen Flüssigkeit) realisiert
- ✓ Dieses Beschichtungsverfahren ist aufgrund von etwaigen **Lufteinschlüssen** beim Tauchvorgang sehr **Geschwindigkeitslimitiert**, sodass derzeit maximal 120 m/min realisiert werden können
- ✓ Die Übertragung der **Schlitzdüsenteknik** auf axiale Beschichtungsverfahren ermöglichen Geschwindigkeiten bis zu **400 m/min** bei sehr guten Beschichtungsergebnissen
- ✓ Unter diesen Aspekten zeigt die Ringschlitzdüsenteknik ihr **Anwendungspotential** für axiale Trägermaterialien und ihre **zukunftsfähige** Ausrichtung.



FMP Ringschlitzdüsen Teststand

EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS

FMP RINGSCHLITZDÜSENTECHNIK: ANWENDUNGSFELDER



Flexible Ringschlitzdüse für
Laboranwendungen

- ✓ Ringschlitzdüsen erlauben einen **gleichförmigen** Auftrag von **Flüssigkeitsfilmen** um **zylindrische Substrate** (Fasern, Garne, Zwirne)
- ✓ Einzelne Ringschlitzdüsen lassen sich in „Batterien“ anordnen, um **Mehrfadenbeschichtungen** zu erreichen



Industrieanwendung der Ringschlitzdüse

FMP RINGSCHLITZDÜSENTECHNIK: WECHSELBARE EINSÄTZE

Zur Anpassung des **Durchmessers** der Ringschlitzdüse sind lediglich nachfolgende Schritte auszuführen

1. Stellen Sie sicher, dass keine **Restflüssigkeit** in der Düse verblieben ist – nicht erforderlich, wird aber empfohlen
2. Lösen Sie die **inneren Schrauben** (roter Kreis)
3. **Wechseln** Sie den installierten **Düseneinsatz** mit Ihrem neuen Wunschkessereinsatz
4. Ziehen Sie die Schrauben wieder **fest**
5. Fertig



EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS

FMP RINGSCHLITZDÜSENTECHNIK: DEMONSTRATION



- ✓ Beschichtungsgeschwindigkeit: 200 m/min
- ✓ Foulard hatte Lufteinträge

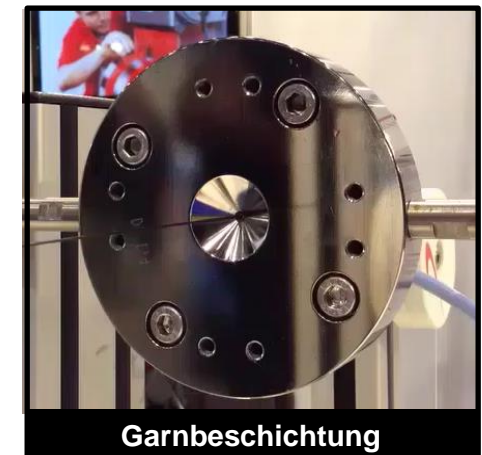
FMP RINGSCHLITZDÜSENTECHNIK: ZUSAMMENFASSUNG

AXIALE BESCHICHTUNGSDÜSEN

- ✓ Anwendungen Fasern, Garne und Zwirne
- ✓ Material Textil, Karbon, Kunstfasern, Drähte, ...
- ✓ Gleichverteilung bis zu $\pm 1\%$
- ✓ Geschwindigkeit 0 bis 400 m/min
- ✓ Beheizbarkeit bis zu 300° C
- ✓ Vorteile Flüssigkeits- & Trocknungsenergieeinsparung



Karbonfaserbeschichtung

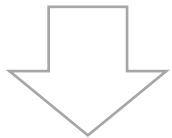


Garnbeschichtung

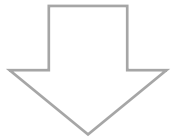


Mehrfadenbeschichtung

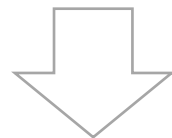
EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS



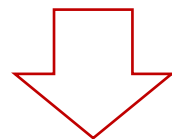
- **FMP TECHNOLOGY GMBH**
Vorstellung des Unternehmens



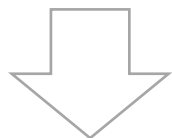
- **PROZESSVERGLEICHE**
etablierte Prozesse VS. Ringschlitzdüsenteknik



- **DIE FMP RINGSCHLITZDÜSENTECHNIK**
Physikalische Prinzipien, Chancen & Grenzen



- **ANWENDUNGSBEISPIELE**
Materialien, Durchmesser & Prozesse



- **ANDERE PRODUKTE & SYSTEME DER FMP**
Beschichtung, Trocknung, Spray & Injection



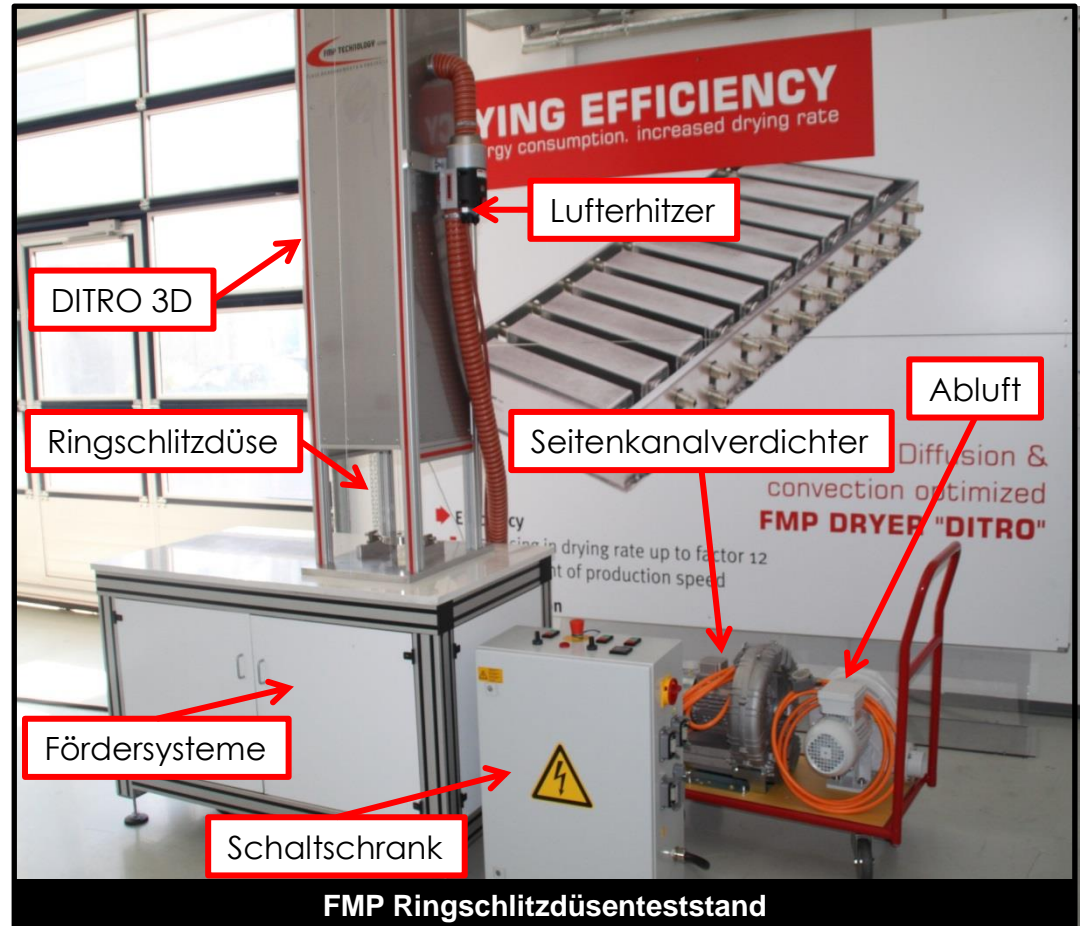
Anwendungsbeispiele

EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS

ANWENDUNGSBEISPIELE: TESTSTAND

UMFANG

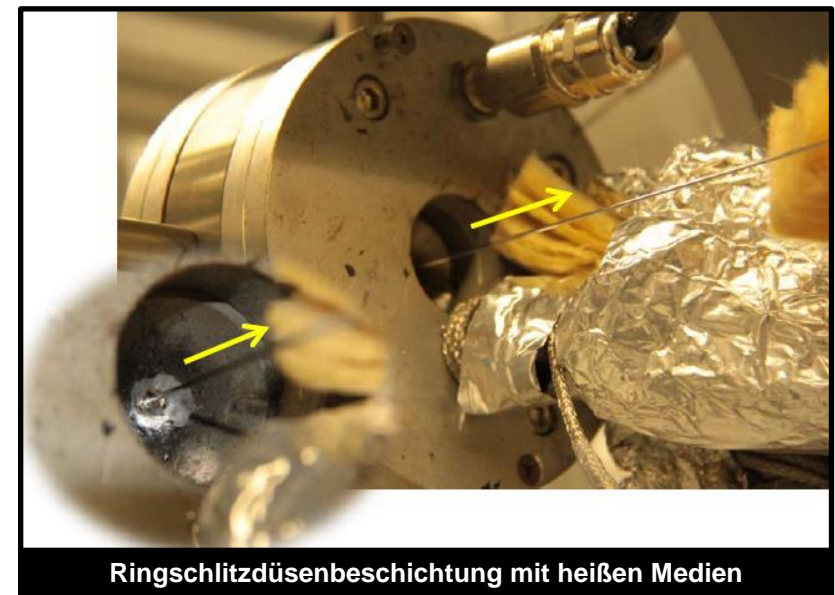
- ✓ Ringschlitzdüse inkl. Positioniereinheit
- ✓ Fördersysteme
 - ✓ Auf- & Abwicklung
 - ✓ Flüssigkeitsförderung
- ✓ Systemumgebung
 - ✓ Fadenführung & Arbeitstisch
 - ✓ Schaltschrank
- ✓ Trockner
 - ✓ DITRO 3D
 - ✓ Luffterhitzer
 - ✓ Seitenkanalverdichter
 - ✓ Zu- & Abluft



ANWENDUNGSBEISPIELE: SYSTEMANFORDERUNGEN

UNTERSCHIEDLICHE SYSTEMANFORDERUNGEN

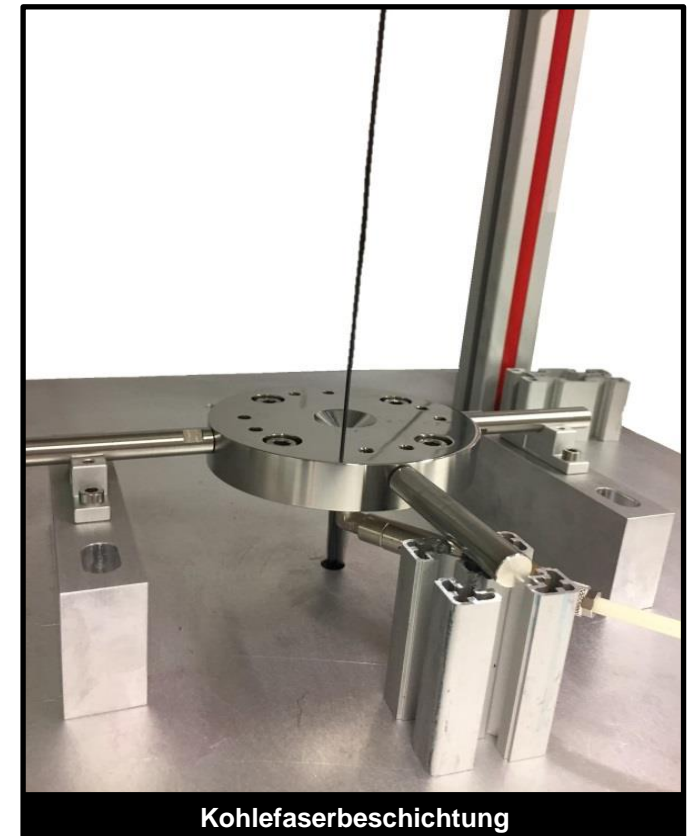
- ✓ Axiale Beschichtungen, sowie deren Systemumgebung, können sowohl für **heiße**, **kalte** als auch **Spezialmedien** angeboten werden
- ✓ Verarbeitbare Flüssigkeiten:
 - ✓ Wasserbasierend
 - ✓ Lösemittelbasierend
 - ✓ Hotmelts



ANWENDUNGSBEISPIELE: FASERBÜNDEL

FASERBÜNDELBSCHICHTUNG

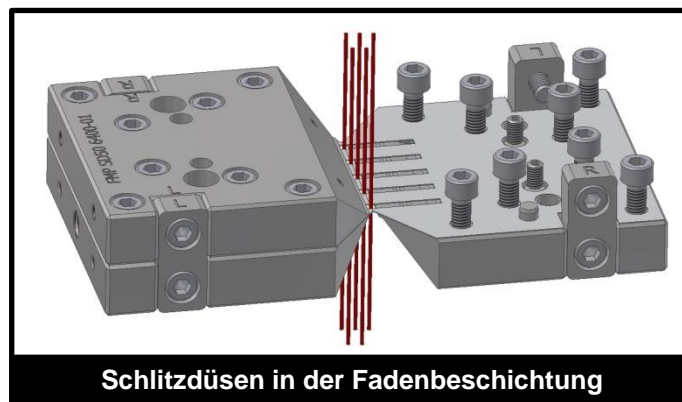
- ✓ Durch die **Ummantelung** ganzer Faserbündel, werden diese zusammen und in Form gehalten
- ✓ Diese Art der Beschichtung gewinnt vor allem bei der Herstellung von technischen Textilien und Verbundstoffen stetig an **Bedeutung**



ANWENDUNGSBEISPIELE: MULTIFADENVEREDELUNG

MULTIFADENBESCHICHTUNG

- ✓ Für die Herstellung von Mustern ist der Einzelfadenteststand der FMP Technology **bestens ausgerüstet**
- ✓ Aufgrund des modularen Aufbaus, kann der FMP Einzelfadenteststand jederzeit erweitert werden
- Viele Fäden langsam beschichten, oder wenige Fäden schnell?

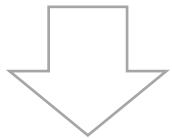


Schlitzdüsen in der Fadenbeschichtung

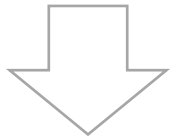


Multifadenbeschichtung

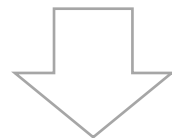
EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS



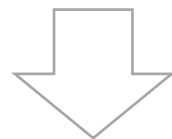
- **FMP TECHNOLOGY GMBH**
Vorstellung des Unternehmens



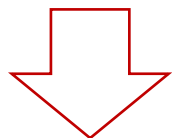
- **PROZESSVERGLEICHE**
etablierte Prozesse VS. Ringschlitzdüsenteknik



- **DIE FMP RINGSCHLITZDÜSENTECHNIK**
Physikalische Prinzipien, Chancen & Grenzen



- **ANWENDUNGSBEISPIELE**
Materialien, Durchmesser & Prozesse



- **ANDERE PRODUKTE & SYSTEME DER FMP**
Beschichtung, Trocknung, Spray & Injection



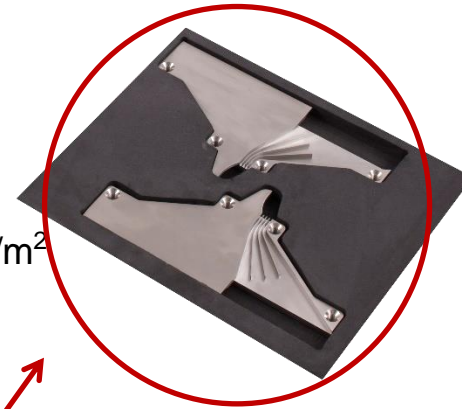
Andere Produkte & Systeme der FMP

EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS

ANDERE PRODUKTE & SYSTEME: BREITSCHLITZDÜSEN

FMP BREITSCHLITZDÜSEN

- ✓ Garantierte, stufenlose Gleichverteilung bis zu $\pm < 1\%$
- ✓ Produktionsgeschwindigkeit 1 bis 2.000 m/min
- ✓ Erzielbare Schichtdicken 0 gr/m² bis mehrere 100 gr/m²
- ✓ Range of fluid viscosity 1-100.000 mPas



ANWENDUNGSGEBIETE

- ✓ Kontinuierlich & intermitierend sowie vollflächig & gestreift



FMP Breitschlitzdüse mit wechselbaren Einsätzen

ONE FOR ALL
one die for all liquids

- PVC Beschichtung
- Wasser- & Lösemittelbasierend
- Hotmelts
- UV-Systeme, ...

EFFICIENCY BY PRE-METERED APPLICATION SYSTEMS

ANDERE PRODUKTE & SYSTEME: DIFFUSIONSOPTIMIERTE KONVEKTIONSTROCKNUNG

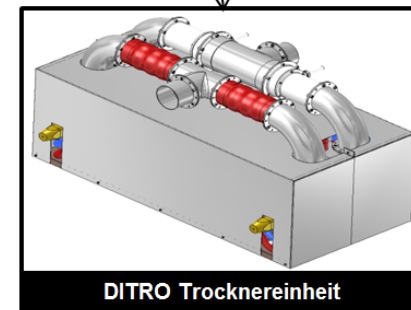
TROCKNUNGS - ANWENDUNGEN

- | | | | |
|----------------|---------------------------|--------------------|------------------------------------|
| ✓ Anwendungen | Heiß- & Kaltlufttrocknung | ✓ Gleichverteilung | sehr hoch (poröses Medium) |
| ✓ Trocknung | Konvektionell | ✓ Beheizbarkeit | bis 250° C |
| ✓ Besonderheit | Diffusionsanregung | ✓ Branchen | Papier, Metal, Textil, Folien, ... |

Ein Modul besteht aus sequenziell kombiniert angeordneten Elementen



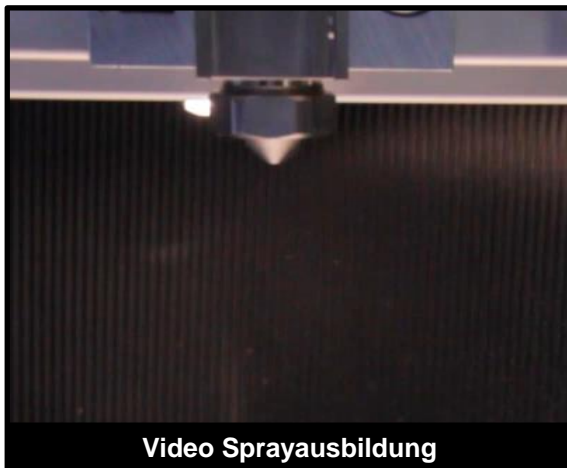
FMP erweitert DITRO-Module ebenfalls zu kompletten Trocknern



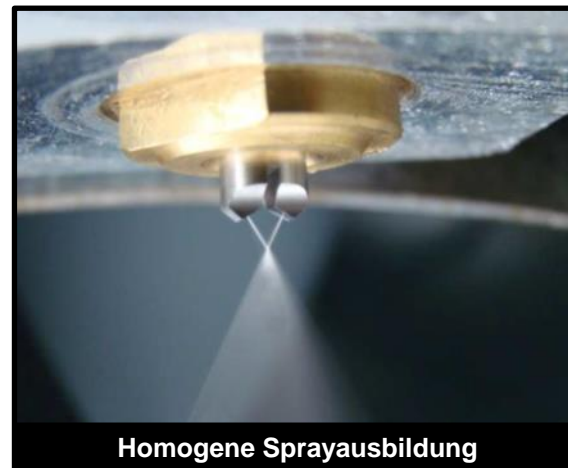
ANDERE PRODUKTE & SYSTEME: DOPPELSTRAHLSPRAY

SPRAY - ANWENDUNGEN

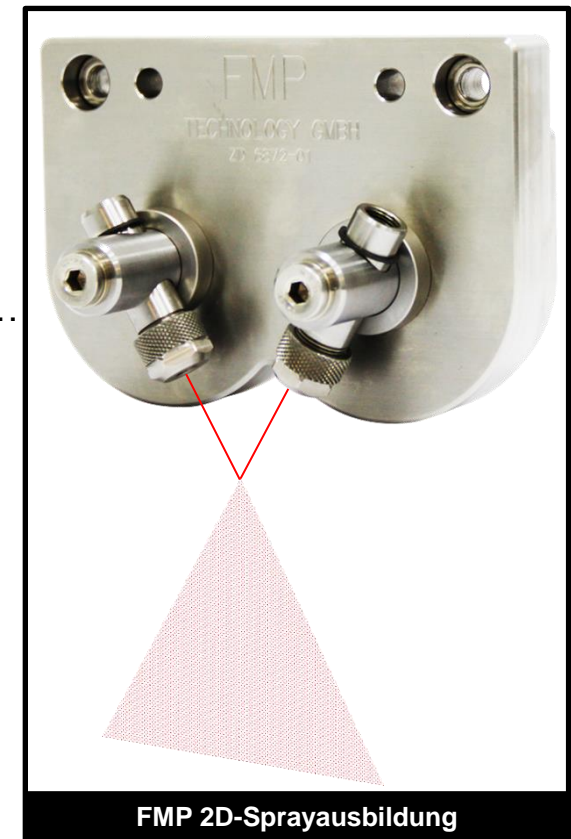
- ✓ Zerstäubung ohne Luft / Gas ➤ Energie-Einsparung (!)
- ✓ Gleichverteilung bis zu $\pm 5\%$
- ✓ Tröpfchengröße 50 μm – 100 μm
- ✓ Beheizbarkeit bis 300° C
- ✓ Viskosität 1 mPas – 5.000 mPas
- ✓ Anwendungen Befeuchtung, Lackierung, Appretieren, Schlichten, ...



Video Sprayausbildung



Homogene Sprayausbildung



FMP 2D-Sprayausbildung

ANDERE PRODUKTE & SYSTEME: TROPFENGENERATOR

TROPFENKETTEN

- ✓ Zerstäubung Piezo-Antrieb
- ✓ Gleichverteilung monodisperse Tröpfchen bis zu $\pm 1\%$
- ✓ Tröpfchengröße 40 μm – 1 mm
- ✓ Beheizbarkeit bis 80° C
- ✓ Viskosität max. 150 mPas

