



**Eine Gruppe**

**4 x beste**  
**Performance**



**BERGER**

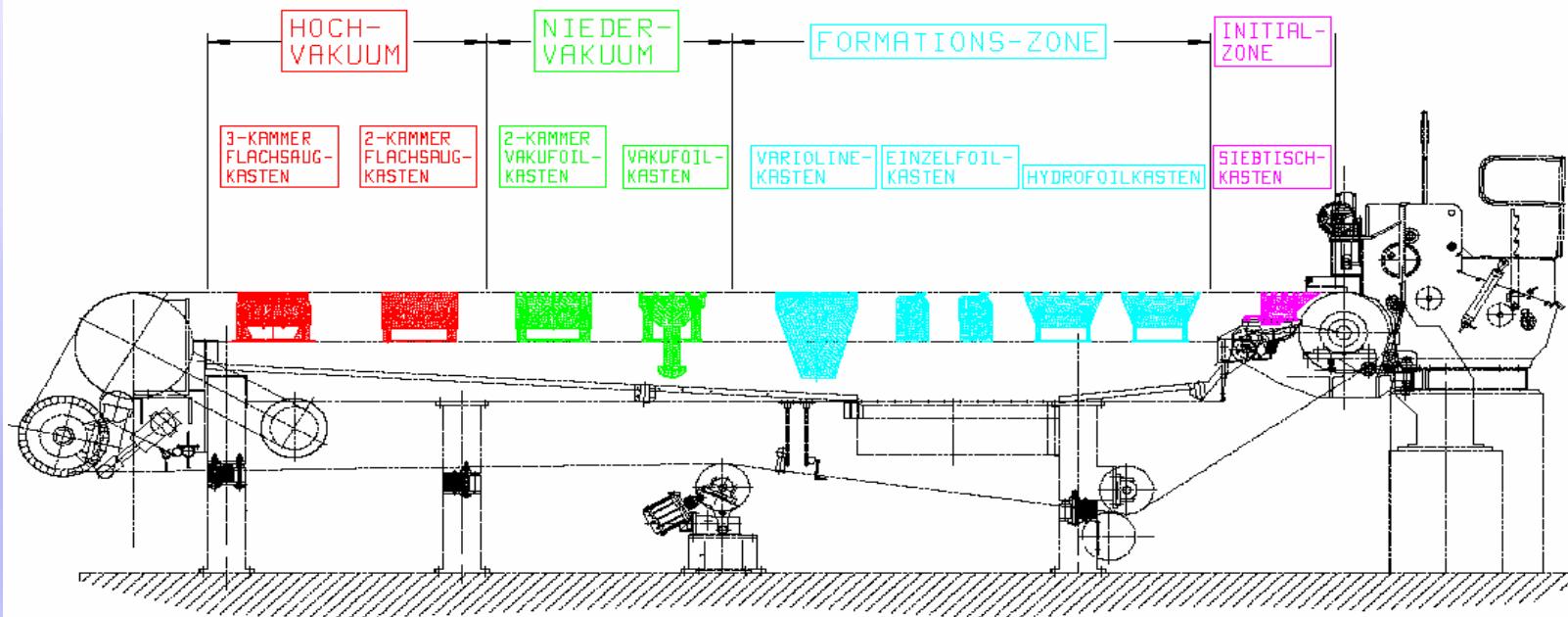
**IBS**



# Eigenschaften und Einsatz von Entwässerungselementen

Auswahlkriterien von Belagsmaterial

# Die Entwässerungszone einer Langsieb- Papiermaschine



## Die Initialzone – die 1. Entwässerungszone

durch Siebtischkasten 15 – 35% der Gesamtstoffbelastung abgeführt

Siebtischkasten:

- Breite Vorderleiste (150-250mm)
- 3-6 Hinterleisten (Breite: 35-90mm)

# Siebtischkasten

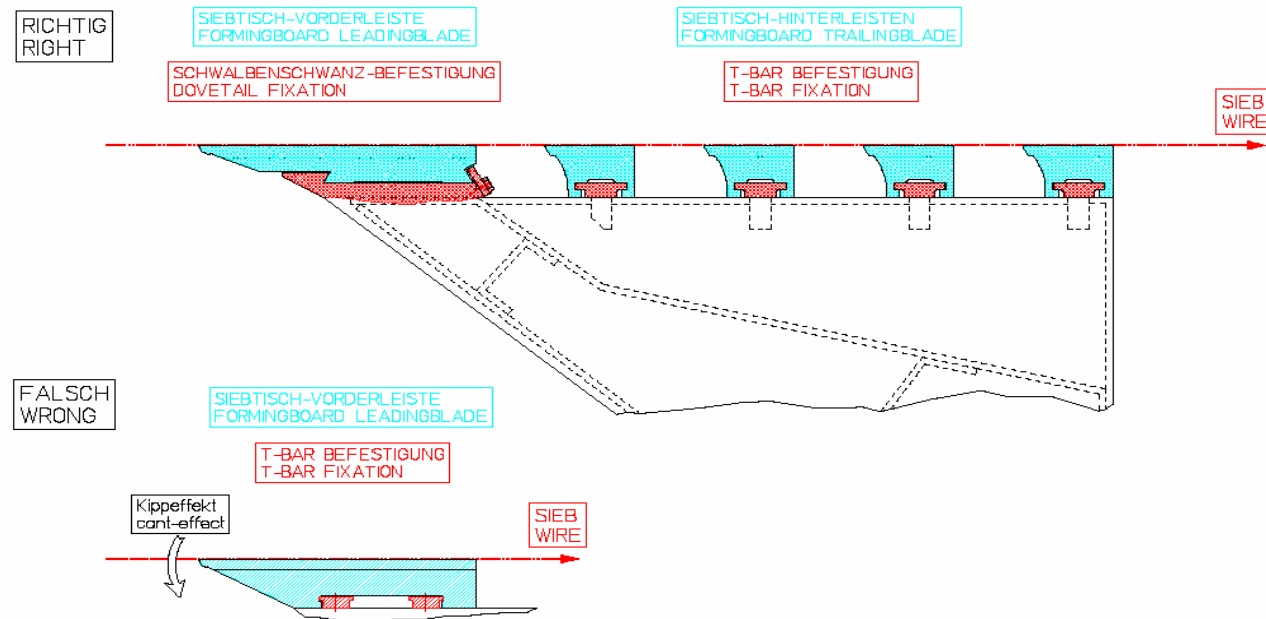
Konstruktive Ausführung des Kastens abhängig von:

- Siebbreite
- Stuhlungsmöglichkeiten und Abschwenkeinrichtung
- Notwendigkeit der technologischen Anpassung an nachfolgende Entwässerungselemente
- Papiersorte
- verwendetem Rohstoff
- Stoffkonsistenz

# Siebtischvorderleiste

Dieser kommt eine besondere Bedeutung zu, da an dieser exponierten Stelle eine absolute Planlage gewährleistet sein muss.

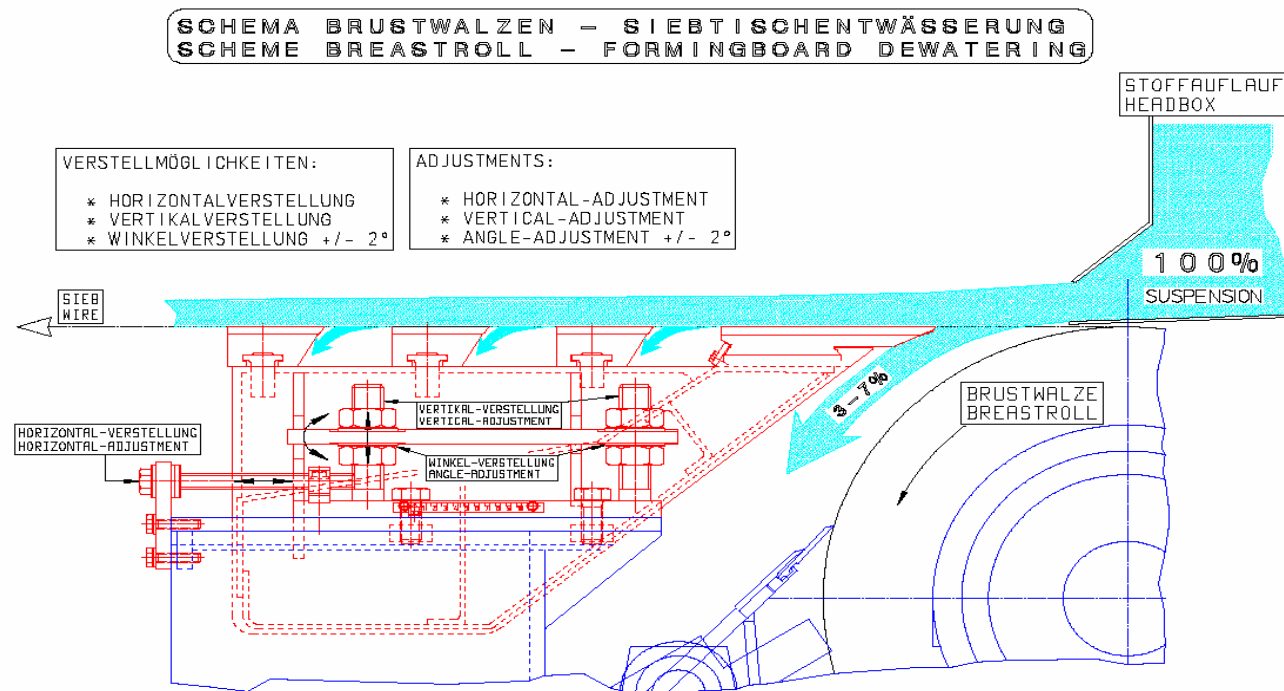
## LEISTENBEFESTIGUNG AM SIEBTISCHKASTEN BLADES-FIXATION ON A FORMINGBOARD



=> deshalb: Leiste wird mit Schwalbenschwanzklemmung an Stahlkonstruktion befestigt.

## Horizontale und vertikale Verstellmöglichkeit

=> dadurch ist optimale Positionierung und Winkelverstellung von +/- 2° des Kasten möglich



Der horizontale Verstellbereich muss so ausgeführt sein, dass eine Brustwalzenentwässerung möglich ist – so können Luftblasen abgeführt werden.

## Siebtischkasten

Offene Fläche des Kastens muss auf die jeweiligen Maschinenparameter abgestimmt sein um:

- gute First-Pass-Retentionswerte zu erreichen
- &
- Sheet-sealing zu vermeiden.

Eine zu starke Entwässerung in diesem Bereich wirkt negativ auf die Blattbindung.

## Die Formationszone

Hier erfolgt die Blattbindung (Faserfixierung = Formation)

Trockengehalt: 2,5 – 3%

Für gute Formation:

=> Einbringung von Mikroturbulenzen

### Mögliche Elemente der Zone:

- Registerwalzen
- Einzelfoilkästen
- Hydrofoilkästen
- Flexible Entwässerungssysteme

## Registerwalzen

- Durch mitgeführtes Wasser wird vor dem Scheitelpunkt eine Zone mit erhöhtem Druck & danach eine Zone mit Unterdruck erzeugt.
  - Durch Pulsationswirkung – Auswaschung von Fein- und Füllstoffen an Papierunterseite möglich
  - Bei höherer Geschwindigkeit der Walze kann kein Wasser mehr abgeführt werden – Wasserring
- => Deshalb werden Registerwalzen an modernen Papiermaschinen nicht mehr eingesetzt

## Einzelfoilkästen

wurden vor allem im Bereich der graphischen Papiere eingesetzt

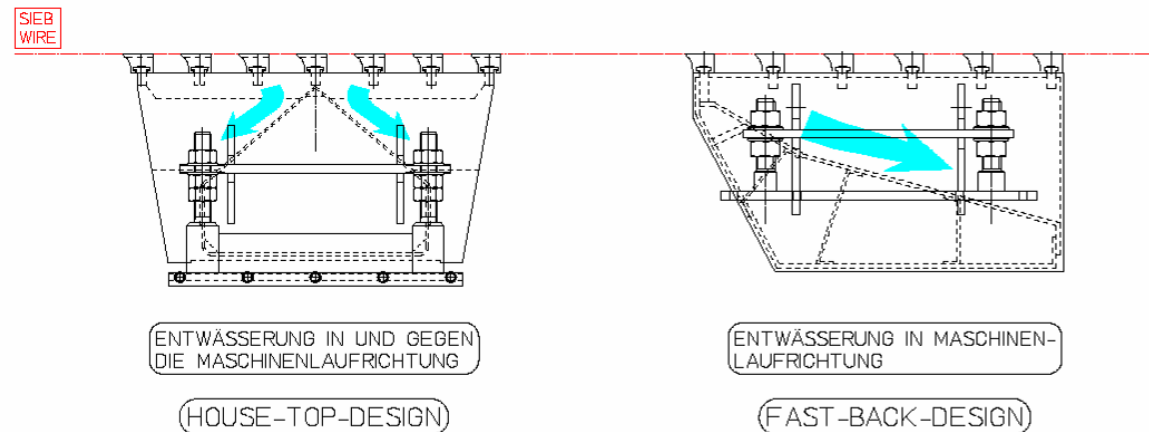
Nachteile der aufwendigen Konstruktion:

- Schwere Einstellbarkeit der Entwässerungswinkel führer- und triebseitig
- Große Bauweise – hoher Platzbedarf und Kosten
- Hohe Vibrationsanfälligkeit

=> Kommen heute nur mehr bei Spezialmaschinen zum Einsatz

# Hydrofoilkästen

Bestückung: 4-7 Einzelleisten (Breite: 50-75mm)

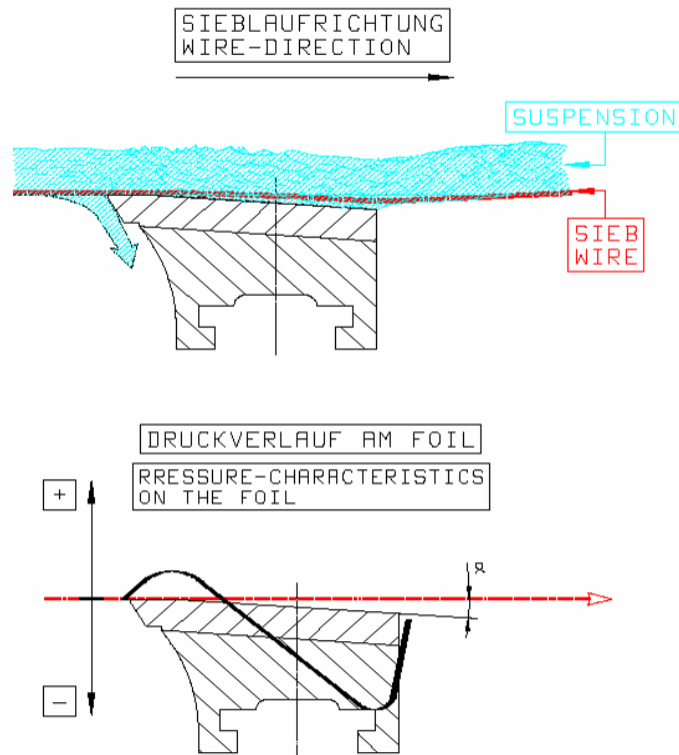


Variante 1: Stahlkonstruktion im Dachdesign – Wasser wird in 2 Richtungen abgeführt

Variante 2: Siebtischbauweise – Abfuhr des Wassers nur in Maschinenrichtung

Befestigung der Leisten durch T-Bars – dadurch Wechsel der Leisten während Lauf möglich

# Druckverlauf an Hydrofoil



Vorderkante des Foils streift Wasser von Siebunterseite ab.

Im Keil entsteht Unterdruck, der Wasser entzieht – das Wasser, das zwischen Sieb und Foil eingezogen wird, führt zu Druckimpuls – Bildung von Mikroturbulenzen

Großer Einfluss der Foilwinkel und -breite auf Entwässerung

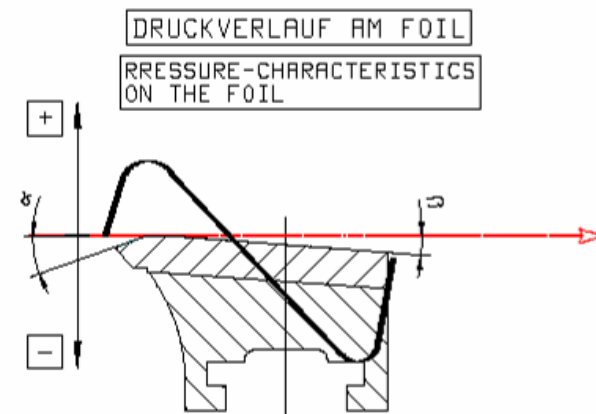
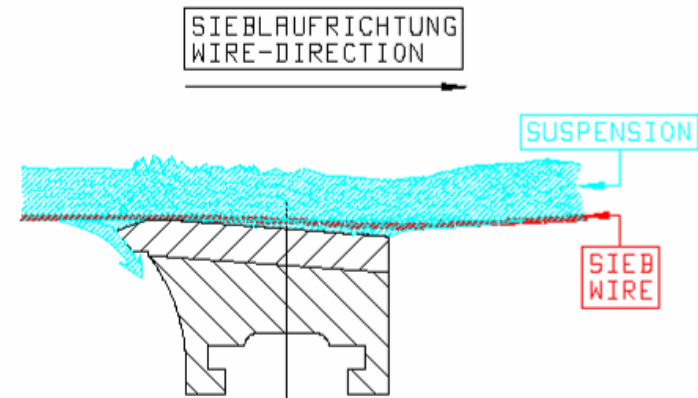
# Sonderleisten der Hydrofoilkästen

## Turbo Hydrofoil

Auflaufkante – mit negativem Winkel ausgeführt

führt zu:

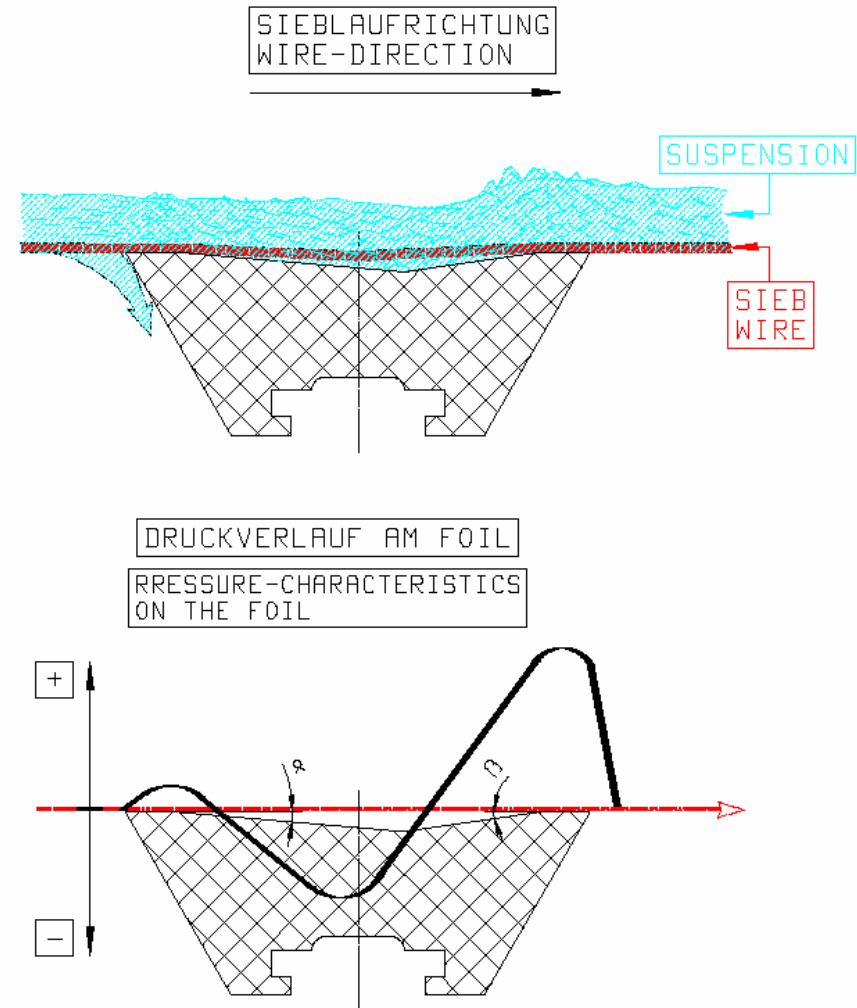
- verringerter Entwässerungsleistung
- höheren Turbulenzen



# Sonderleisten der Hydrofoilkästen

## MTR-Foil

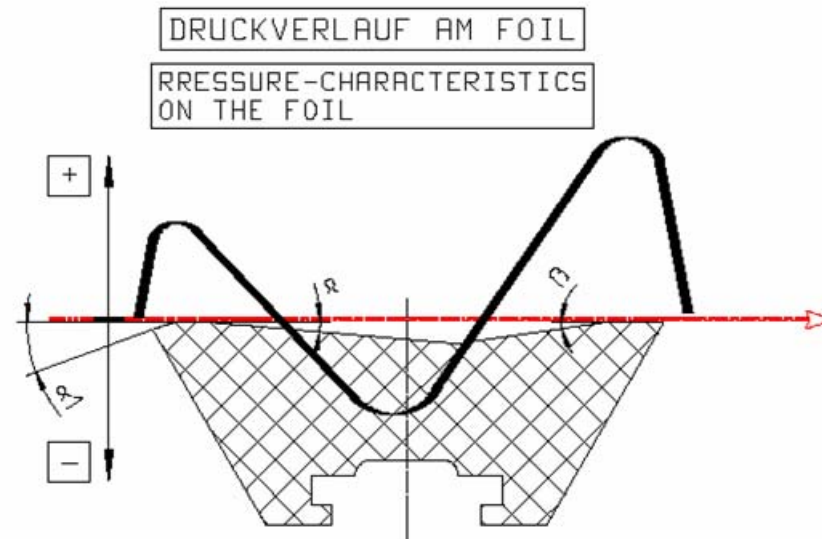
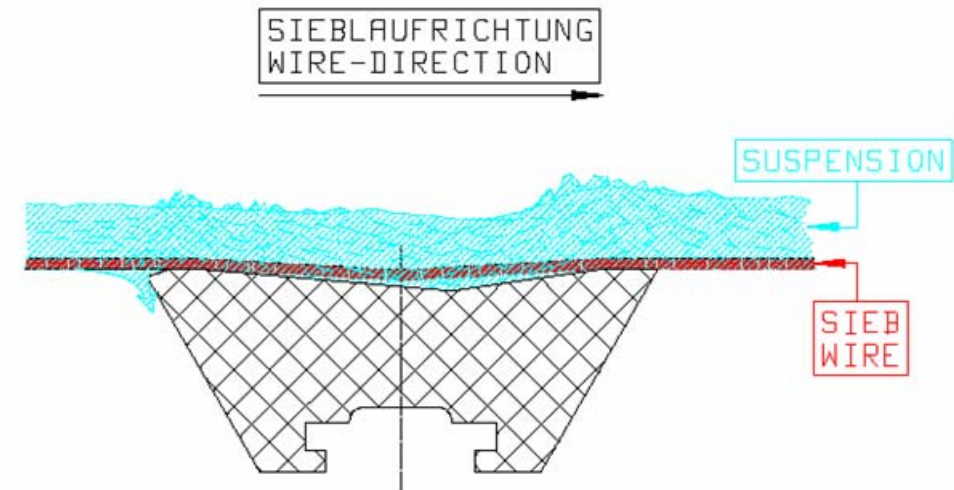
Durch Unterdruck wird Wasser abgesaugt - durch ansteigenden Winkel ein Pulsations-effekt erzeugt



# Sonderleisten der Hydrofoilkästen

## Turbo-MTR-Foil

Kombination beider  
Sonderleisten -  
vereint Vorzüge  
beider



# Hydrofoilkästen

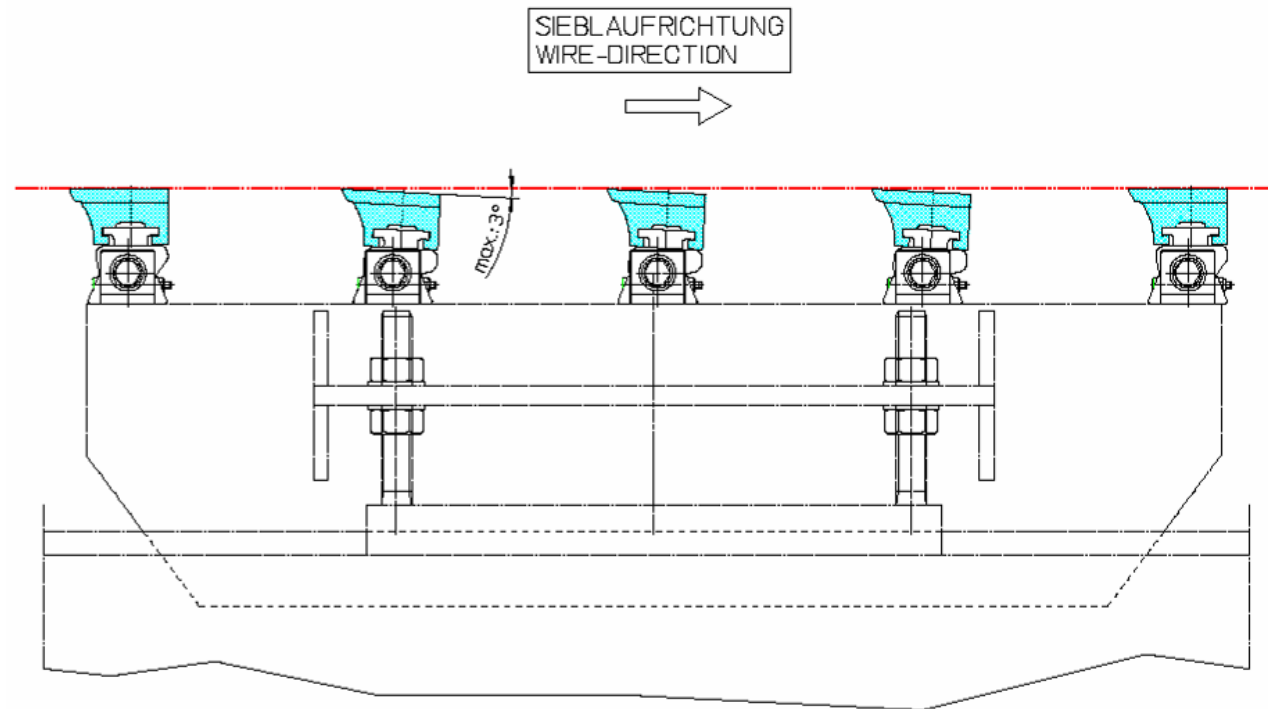
Nachteil des Standard Hydrofoilkonzeptes:  
=>geringe Flexibilität

Vor allem bei großer Produktionsvielfalt muss  
Papiermacher bei Bestückung variieren!

=> Deshalb: Entwicklung von flexiblen Entwässerungs-  
systemen

# Flexible Entwässerungssysteme

## Winkelverstellbare T-bar



Anpassung des Entwässerungsverhaltens an jeweilige Papiersorte möglich

- Winkelverstellung von 0-3° manuell
- automatische Einstellung durch Anbindung an das Prozessleitsystem möglich

# Flexible Entwässerungssysteme

## Varioline-Prinzip

Geringes Vakuum (0,2-0,6 mWS)

Vorteil:

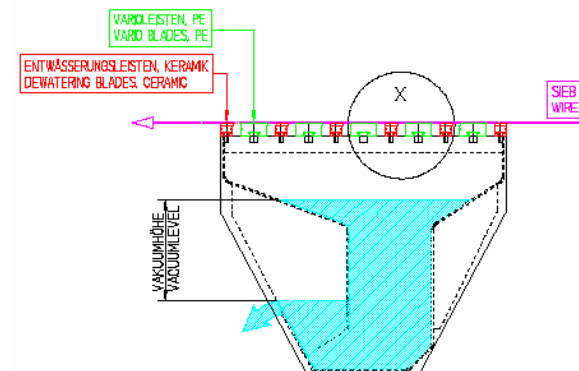
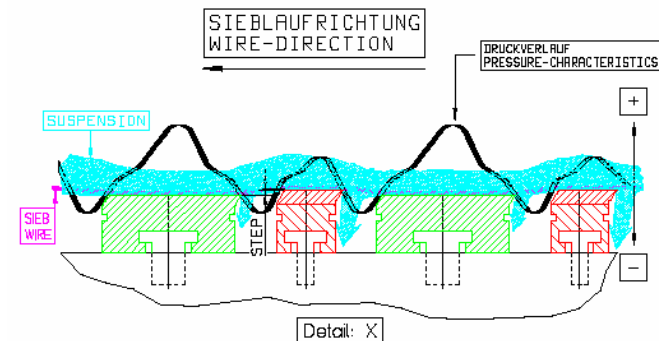
- Hohe Wassermengen in Wasserfall- oder Syphonauslauf
- Durch Variation des Vakuums kann man Formationszone anpassen

Besteht aus:

6 Keramik Entwässerungsleisten  
& 5 PE Varioleisten

Keramikleisten sind im direkten Siebkontakt – Varioleisten sind auf tieferem Niveau (Steps) – wellenförmige Bewegung des Siebes – führt zu Mikroturbulenzen – besseren Faserverteilung

Min. Siebgeschwindigkeit für Einsatz: 300 m/min



# Flexible Entwässerungssysteme

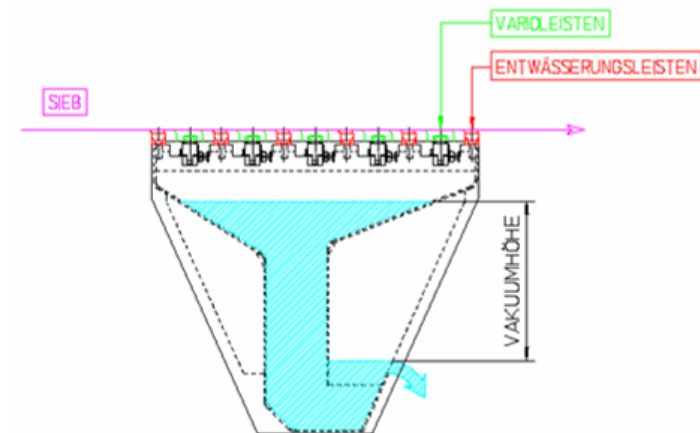
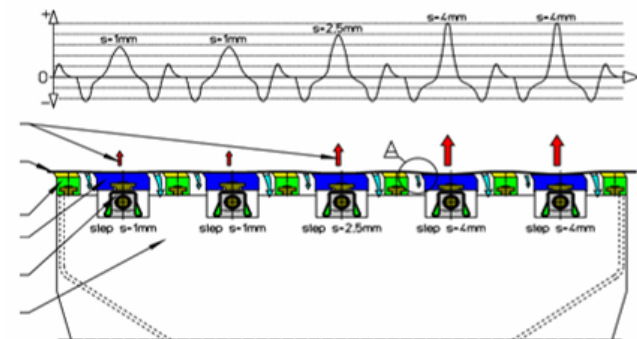
## Varioline-Plus-Prinzip

Funktion: wie bei Varioline;  
allerdings können Steps  
manuell & automatisch  
verändert werden

=>dadurch: Papiermacher  
kann auf Formation und  
Qualität Einfluss nehmen

Voraussetzung auch hier: stabiles Vakuum

VARIOLINE – PLUS – KASTEN



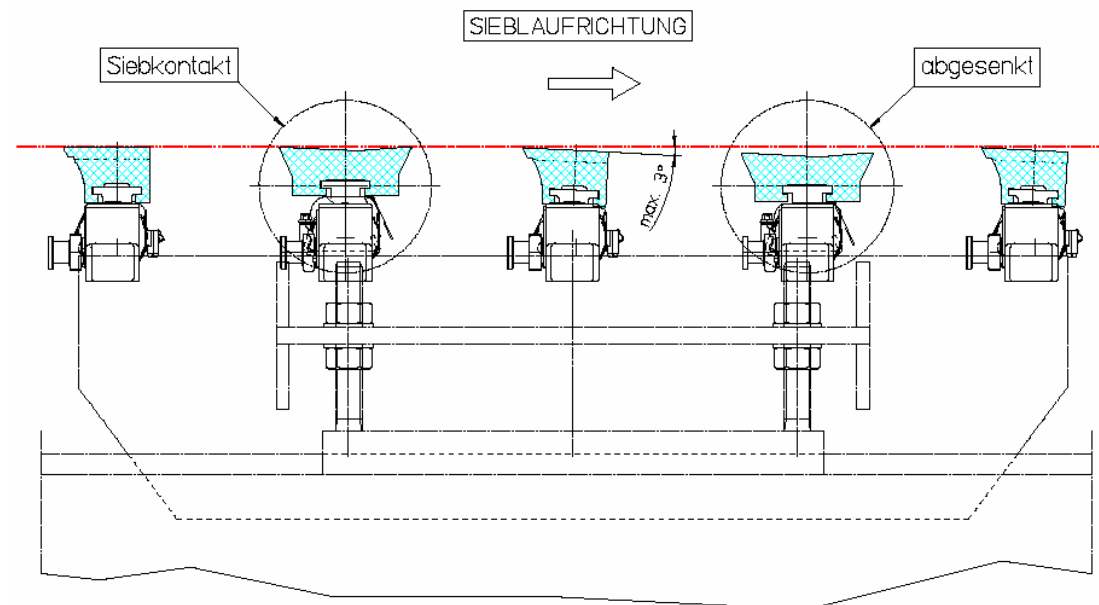
# Flexible Entwässerungssysteme

**S-W Aktivitätskasten** = Hydro-Entwässerungselement

Kombination von Winkel- und Höhenverstellung

Winkelverstellbare T-Bars mit Hydrofoils – zur Anpassung der Entwässerungsleiste

Höhenverstellbare T-Bars – je nach Siebgeschwindigkeit justiert  
– Stoffabhub verhindern & Impulsfrequenz kontrollieren



## Der Niedervakuum-Bereich

Vakuumhöhen bis 1,8 mWS  
Trockengehalt 8-9%

In diesem Bereich wird auch die Wasserlinie gefahren.

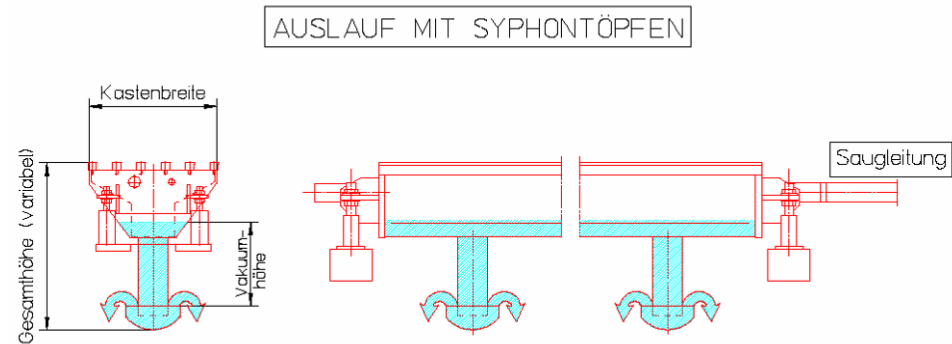
=> Dieser Bereich birgt oft großes  
Verbesserungspotential

## Auslaufformen:

- **Syphontöpfe:**  
Siebwasser wird ins Siebschiff abgeführt

*Vorteil:* kostengünstig; leicht an bauliche Gegebenheiten adaptierbar

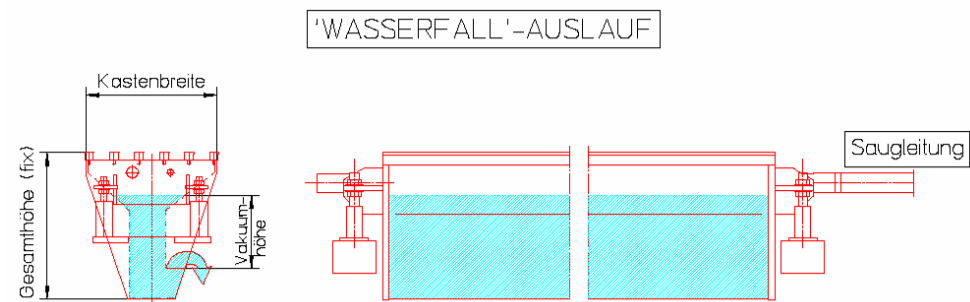
*Nachteil:* Länge der Auslaufrohre begrenzt; Vakuumhöhe eingeschränkt



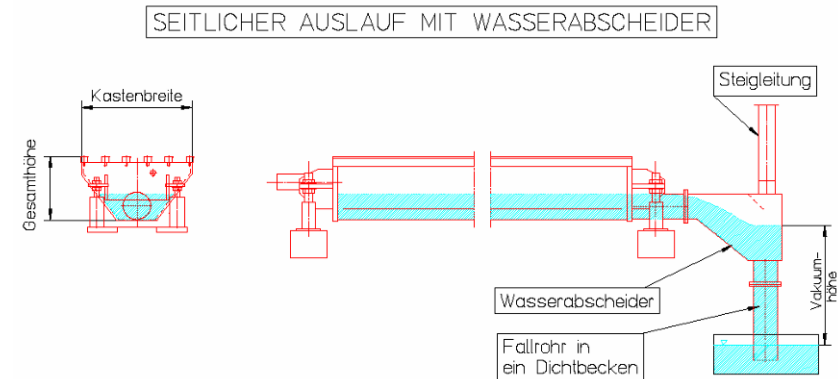
- **Wasserfallauslauf:**  
Entwässerung über gesamte Maschinenbreite

*Vorteil:* Abfuhr größerer Mengen möglich; stabile Konstruktion

*Nachteil:* höheren Anschaffungskosten; Umbau nur beschränkt möglich; Vakuumhöhe auch hier mit 0,7 mWS begrenzt



# Auslaufformen



- **Seitlicher Auslauf:**

Wasser wird seitlich aus Kasten über Wasserabscheider und Fallrohr in den Keller abgeführt

*Vorteil:* geringe Bauhöhe des Kasten, größeres Vakuum möglich

*Nachteil:* Notwendigkeit eines Wasserabscheiders

## Kastenbauformen

- **Einkammersystem:**

mit 5-11 Leisten bestückt (Breite 40-75 mm)

Schlitzbreite: 40-100 mm

- **Doppelkammerkasten:**

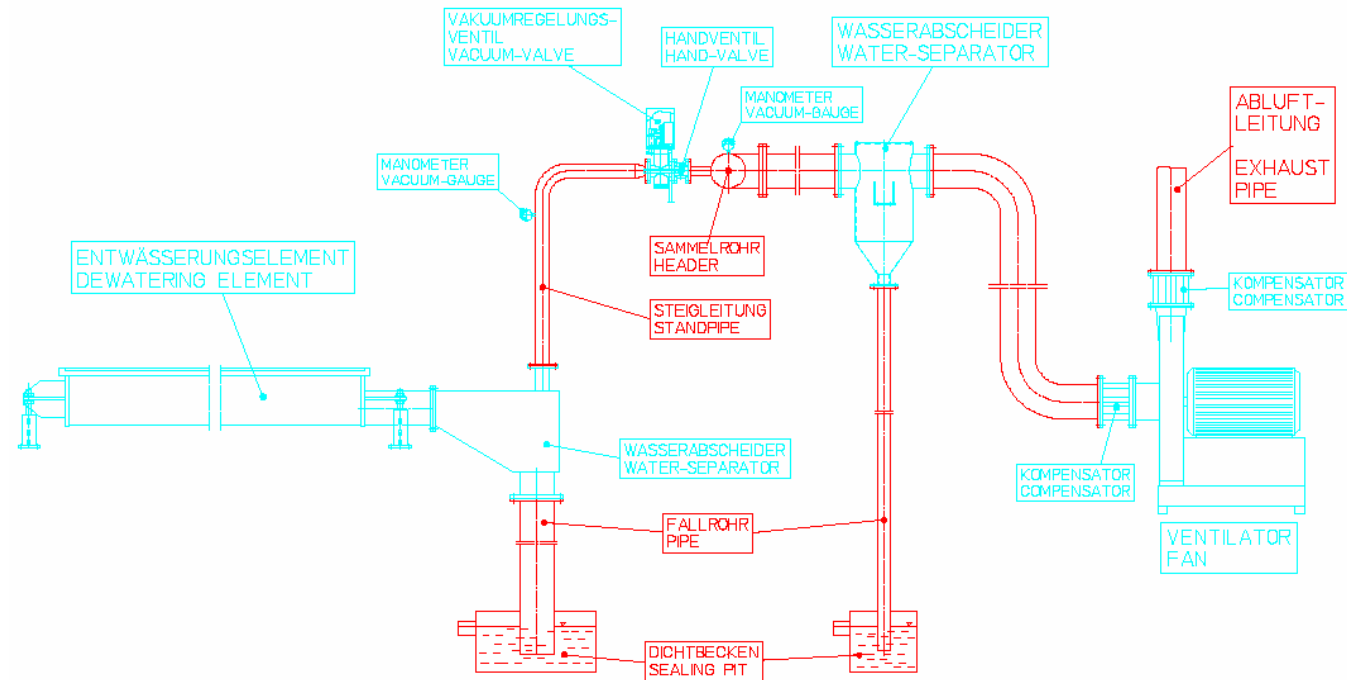
ideale Element für Übergang zum Hochvakuumbereich – fast ausschließlich mit seitlichem Auslauf

mit 9-19 Leisten bestückt (Breite 30-50mm)

Vakuum kann von Kammer zu Kammer gesteigert werden – höchste Entwässerungseffizienz

**Grundbedingung für beide Systeme:** Vakuum muss von Element zu Element gesteigert werden!

# Vakuumsystem für Niedervakuum-Bereich



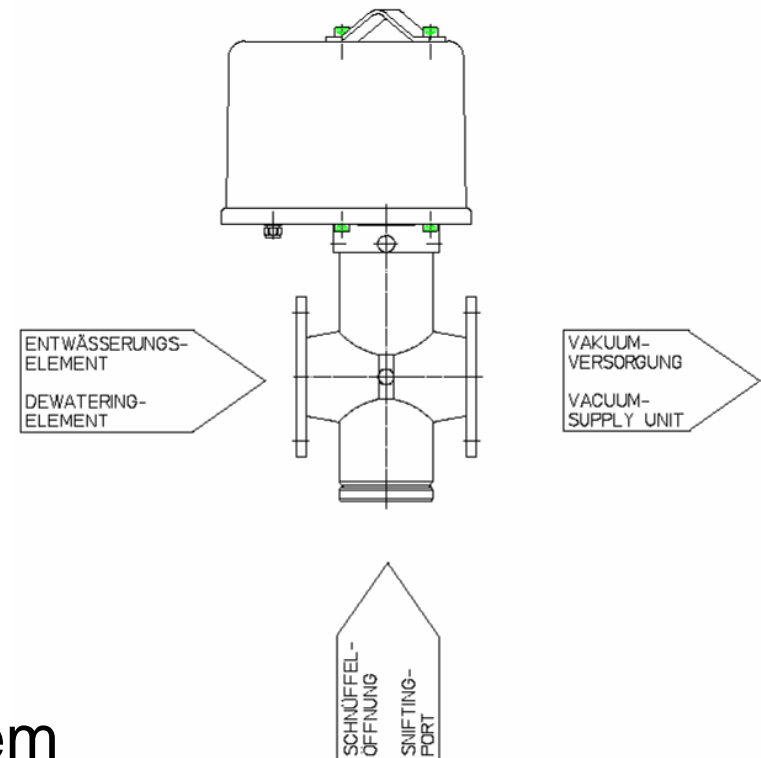
Zu beachten:

- Korrekte Dimensionierung der Steigleitung und des Sammelrohres
- Ausreichende Dimensionierung der Fallrohre
- Bei seitlichen Ausläufen: richtige Auslegung des Wasserabscheider

## Vakuumsystem für Niedervakuum-Bereich

Weiters zu beachten:

- Einsatz einer feinfühligem Vakuum-Regeleinrichtung
- Einbau eines zusätzlichen Wasserabscheiders vor dem Radialventilator – um Wassertröpfchen vor Gebläse abzuscheiden
- Richtige Auslegung des Ventilators



## Der Hochvakuum-Bereich

Vakuum auf max. 6 mWS angehoben

Trockengehalt von 17-19%

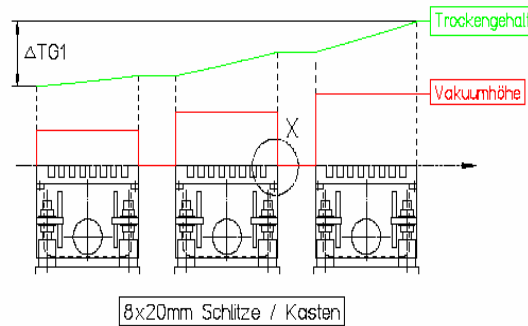
Der Trockengehalt am Ende der Siebpartie hat wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einer Papiermaschine.

# Kastenkonstruktion

Einkammertechnik: einzelne Kästen (Breite 250-500mm) werden aneinander gereiht

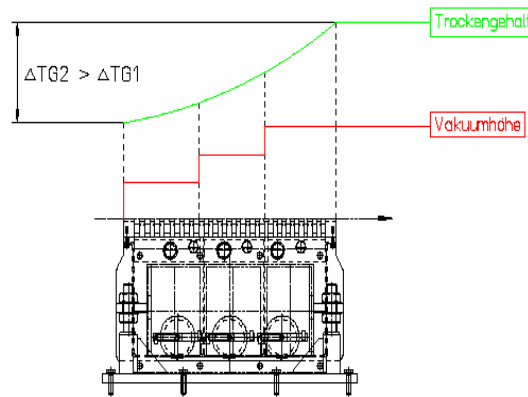
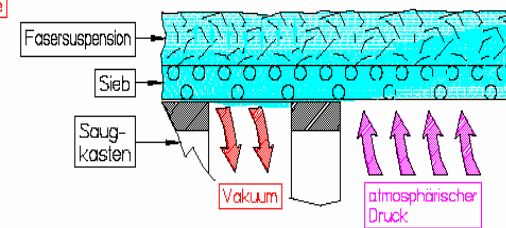
Mehrkammertechnik: Breite 500-1200m

Vergleich: Einkammer -> Mehrkammersystem



## SCHEMA DER 'RÜCKBEFEUCHTUNG'

Detail X



Vorteile vom Mehrkammersystem:

- \* ansteigendes Vakuum ohne Unterbrechung  
-> keine Rückbefeuchtung  
-> Entwässerungsleistung (Trockengehalt) steigt
- \* geringere Baubreite  
-> weniger Siebkontaktfläche  
-> Siebverschleiß wird geringer  
-> Antriebsleistung sinkt  
-> geringere Anschaffungskosten
- \* höhere Stabilität  
-> höhere Vakuumbeaufschlagung möglich

## Belagskonstruktionen

Stand der modernen Entwässerungstechnik:  
Flachsauger mit Schlitzdesign

Vorteile gegenüber Lochplattendesign:

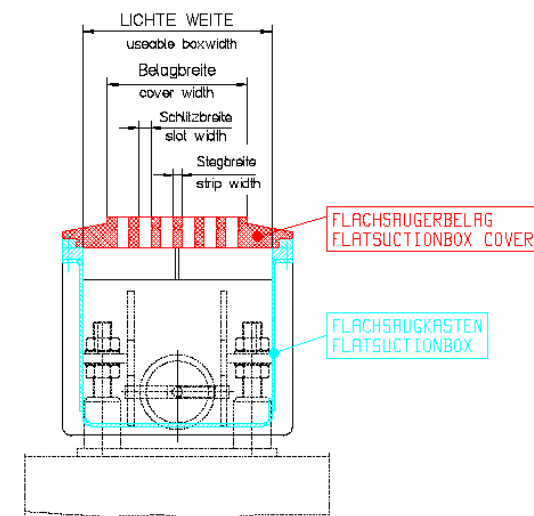
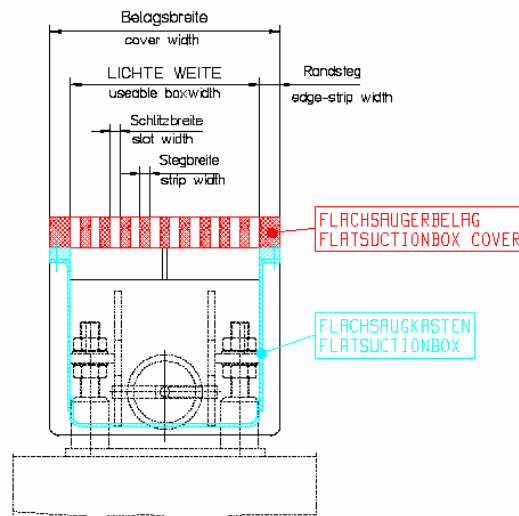
- Größere offene Fläche
- Ein gleichmäßiges Entwässerungsprofil über gesamte Maschinenbreite
- Keine Verstopfungsgefahr durch Stoffablagerungen
- In kurzer Zeit in allen Belagsqualitäten verfügbar
- Leichtes Austauschen der Elemente

# Belagskonstruktion

- Schlitzbreite (12-25mm) von Einsatz in Siebpartie abhängig
- Schlitzbreiten müssen in Maschinenrichtung abnehmen
- Vakuum muss in Maschinenrichtung zunehmen
- Bei Konstruktion des Belags muss lichte Weite des Kastens ausgenutzt werden

LICHTE WEITE OPTIMAL AUSGENUTZT  
USEABLE BOXWIDTH OPTIMAL USED

LICHTE WEITE NICHT OPTIMAL AUSGENUTZT  
USEABLE BOXWIDTH NOT OPTIMAL USED



## Vakuumsystem für Hochvakuum-Bereich

Hier gelten die gleichen Gesetzmäßigkeiten wie für den Niedervakuumbereich.

Einsatz von automatischen Regelventilen ist auch hier von Vorteil – dadurch kann Vakuum dosiert angelegt werden.



# Werkstoffe für Leisten und Beläge

## Werkstoffe

Durch höhere Geschwindigkeiten und  
Qualitätsanforderungen – Trend zur Keramik

Vorteile der Keramik gegenüber Polyethylen:

- Exakte Entwässerungskanten über gesamte Maschinenbreite
- Geringerer Verschleiß – stabile Entwässerungsbedingungen
- Durch Nachschleifen kann Entwässerungskante wieder in Originalzustand gebracht werden

## Werkstoffe

Vorteile der Hochvakuumbeläge:

- Wesentlich verringerter Verschleiß
- Geringerer Reibungskoeffizient – Einsparung von Antriebsenergie
- Geringerer Reibwert bringt Erhöhung der Siebstandzeit
- Mehrmaliges Nachschleifen möglich


## Keramik Qualitäten

Den Stand der Technik stellen derzeit fünf Keramik Qualitäten dar:

- Aluminium-Oxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- Feinkornstabilisiertes Aluminium-Oxid, d.h. mit Zirkon-Oxid versetzt
- Zirkon-Oxid  $\text{ZrO}_2$
- Silizium-Nitrid  $\text{Si}_3\text{N}_4$
- Silizium-Karbid  $\text{SiC}$

# Keramik Qualitäten Datenblatt

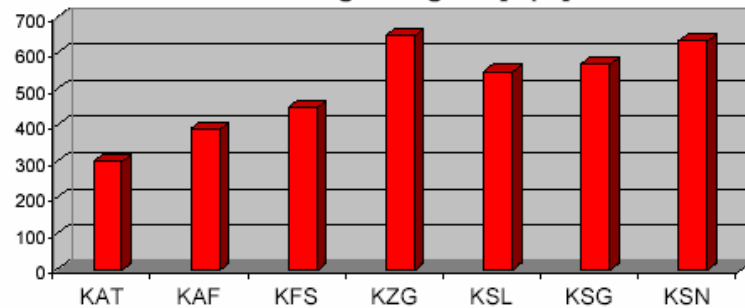
## IBS - KERAMIK - TECHNISCHES - DATENBLATT

		IBS-ALOX 96,0 %	IBS-AL-OXID 99,7 %	IBS-ZTA	IBS-ZR-OXID	IBS-SiC ADVANCED (liquid-phase-sintered)	IBS SiC GSH (liquid-phase-sintered)	IBS-Si-NITRID
		KAT	KAF	KFS	KZG	KSL	KSG	KSN
Dichte $\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]	3780	3930	4070	5730	3210	3210	3240
Mittlere Biegefestigkeit $\sigma_m$ ( 4-Punkt)	[MPa]	300	390	450	650	550	570	635
Kantenfestigkeit	[N/mm]	666	699	589	877	650	750	872
Weibullmodul m	[ ]	16	14	15	18	16	12	11
E-Modul	[GPa]	324	379	360	200	429	427	314
Querkontraktionszahl $\nu$	[ ]	0,25	0,24	0,25	0,32	0,15	0,16	0,24
Vickershärte (49N)*	[GPa]	16,8	16,7	16,2	9,8	25	27,5	15
Bruchzähigkeit $K_{Ic}$	[Mpa.m <sup>1/2</sup> ]	3,8	5,1	5,3	7	4,12	3,8	6,25
Thermoschockbeständigkeit $\Delta T_{max}$	[ K ]	120	130	170	230	250	250	600
Therm. Ausdehnungskoeffizient $\alpha$	[1/K]	7,80E-06	7,60E-06	8,00E-06	1,00E-05	4,50E-06	4,50E-06	2,60E-06
Thermoschock-Parameter R	[ K ]	89	103	117	221	242	249	591
Oberflächengüte	[ $\mu$ m]	0,5	0,5	0,3	0,3	0,25	0,25	0,25
Oberflächengüte spezial	[ $\mu$ m]	0,4	0,4	0,2	0,2	0,15	0,15	0,15
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	[W/mK]	30	30	25	2,5	100	100	35
Mittlerer Korngrößenschwerpunkt	[ $\mu$ m]	2 - 5	10	7	50	1	1	1 - 20

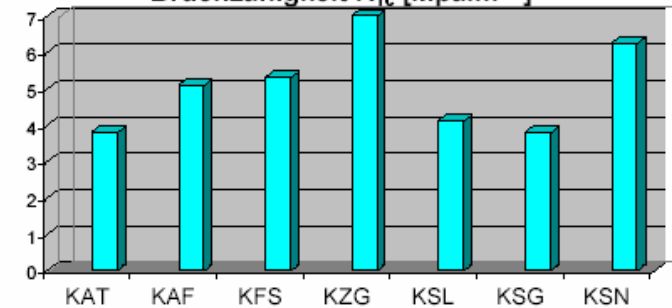
\* KSG = HV3

# Keramik Qualitäten Grafiken

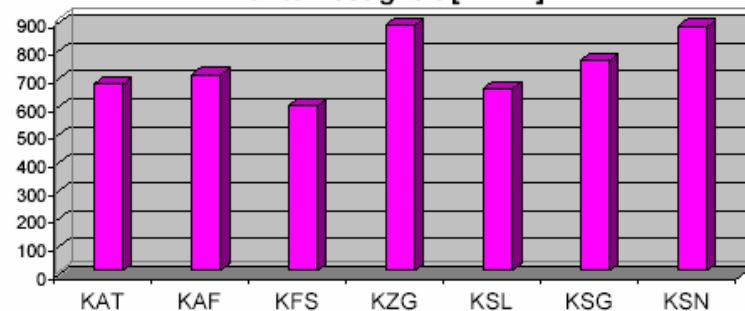
Mittlere Biegefestigkeit [Mpa]



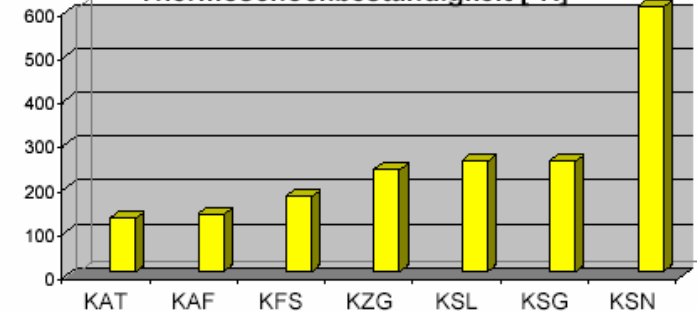
Bruchzähigkeit  $K_{1c}$  [Mpa.m<sup>1/2</sup>]



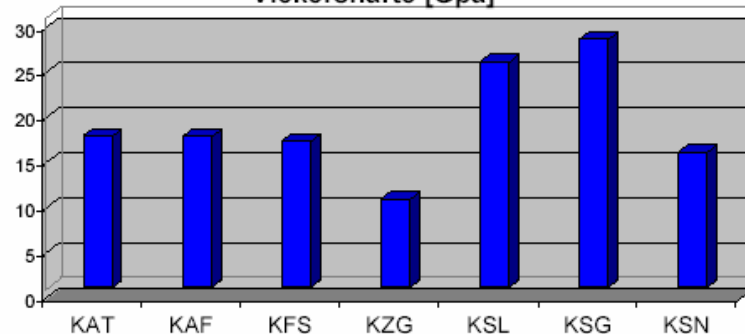
Kantenfestigkeit [N/mm]



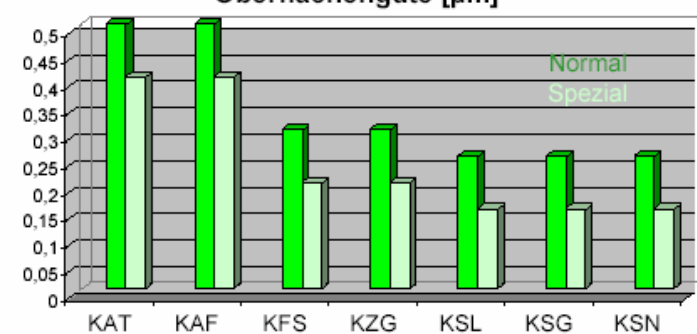
Thermoschockbeständigkeit [°K]



Vickershärte [Gpa]



Oberflächengüte [µm]



# Auswahl des richtigen Werkstoffes

Kriterien zur Auswahl:

- Position des Elementes in Siebpartie
- Maschinengeschwindigkeit
- Eingesetzter Rohstoff
- Qualität und Quantität der zugesetzten Füllstoffe
- Bauliche Besonderheiten an der Maschine
- Besonderheiten in der Fahrweise der Anlage

**4 times best**  
**Performance**

**Danke für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

