



# DÜNNSCHICHTAPPARATE

ENGINEERING · VERSUCHE · APPARATE · KOMPLETTANLAGEN

## DÜNNSCHICHT-VERDAMPFER

Starrflügel  
Wischerflügel  
Radialwischer

## DÜNNSCHICHT-TROCKNER

Pendelflügel

## THERMISCHE VERFAHRENSTECHNIK

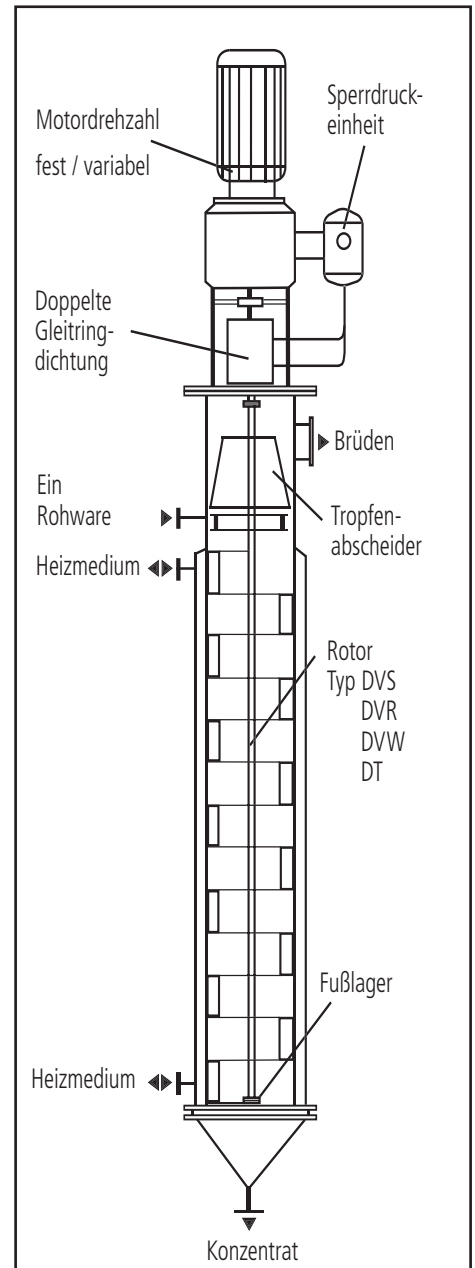
# GRUNDLAGEN

## SYSTEM

Die Dünnschichtverdampfungstechnik umfasst alle thermischen Behandlungsmethoden im mechanisch erzeugten, dünnen Flüssigkeitsfilm. Je nach Anwendungszweck wurden spezifische Ausführungsformen entwickelt. Der typische Dünnschichtapparat besteht aus einer rohrförmigen, mechanisch präzise bearbeiteten Heizfläche mit außenliegendem Heizmantel sowie einem innenliegenden Rotor mit beweglichen oder starren Wischerelementen. Die Drehzahl des Rotors wird an die jeweilige Ausführung und Aufgabenstellung angepasst.

## ENTSCHEIDENDE VORTEILE

- Guter Wärmeübergang (k-Wert) auch bei höher viskosen und stark verschmutzten Produkten
- Minimale thermische Belastung dank kleinem Betriebsinhalt und damit kurzer Verweilzeit (10-20 s mittlere Verweilzeit)
- Keine Totzonen, dadurch garantiert keine Überhitzung und so eine gleichbleibend hohe Erzeugnisqualität
- Ständige mechanische Reinigung der Heizfläche verhindert Ablagerungen



Schema Dünnschichtverdampfer

Einsatzgrenzen

	Betriebsdruck mbar								Produktviskosität mPa s							Eindampfungsrate %					
	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>		10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>		70	75	80	85	90	95
<b>Dünnschichtverdampfer</b> Typ DVS Starrflügelrotor	■								■								■				
<b>Dünnschichtverdampfer</b> Typ DVR Radialwischerrotor	■								■								■				
<b>Dünnschichtverdampfer</b> Typ DVW Wischerflügelrotor	■								■								■				
<b>Kurzwegverdampfer</b> Typ DVK				■					■							■					
<b>Dünnschichttrockner</b> Typ DT	■								■							■					
<b>Dünnschichtkombitrockner</b> Typ DTK mit Horizontaltrockner	■								■							■					

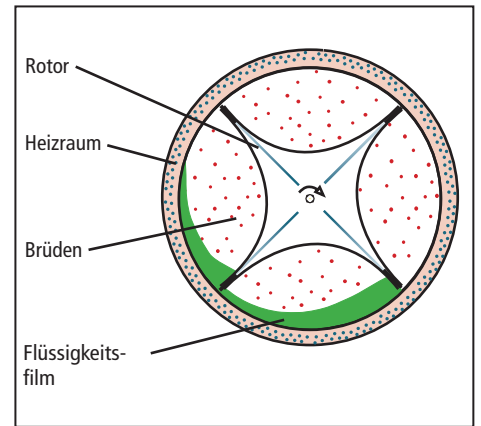
## ANWENDUNGEN · EINSATZBEREICHE

Dünnschichtapparate werden vorwiegend für komplexe Verdampfungs- und Wärmeaustausch-Vorgänge eingesetzt. Vor allem bei erhöhter Produktviskosität stoßen konventionelle Apparate wegen des stark verminderten Wärmeübergangs an ihre Leistungsgrenze. Durch den auf der Heizfläche mechanisch erzeugten Flüssigkeitsfilm erzielen Dünnschichtapparate auch bei sehr viskosen Produkten, selbst mit Feststoffanteilen, gute Wärmeübertragungsverhältnisse.

Typische Anwendungen für Dünnschichtapparate sind

- Aufkonzentration höher viskoser oder verschmutzter Flüssigkeiten, Salzlösungen, Öle, Harze etc.
- Sumpfordampfer für Vakuum-Rektifizierkolonnen (minimaler Druckabfall)
- Schlamm-Entwässerung
- Kontinuierliche Trocknung mit pulverförmigem Rückstands-Austrag
- Reindestillation (Kurzwegdestillation) von Hochsiedern unter hohem Vakuum
- Entgasung, Entfernung flüchtiger Restbestandteile (Monomere) aus höher viskosen Produkten, Schmelzen und Pasten
- Erwärmung oder Kühlung viskoser Medien

Je nach Aufgabe und Produktbeschaffenheit werden unterschiedliche Rortypen eingesetzt.

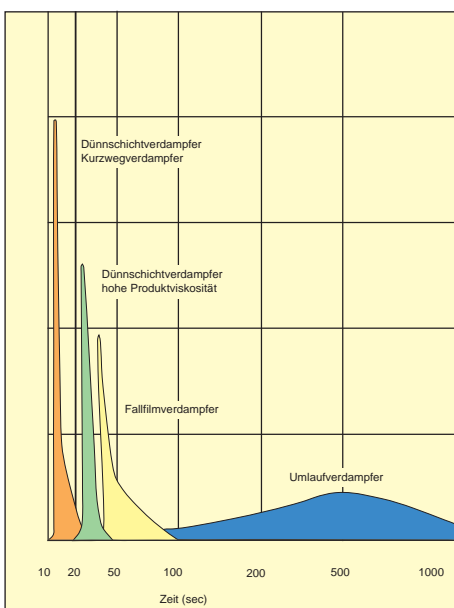


Dünnschicht-Prinzip

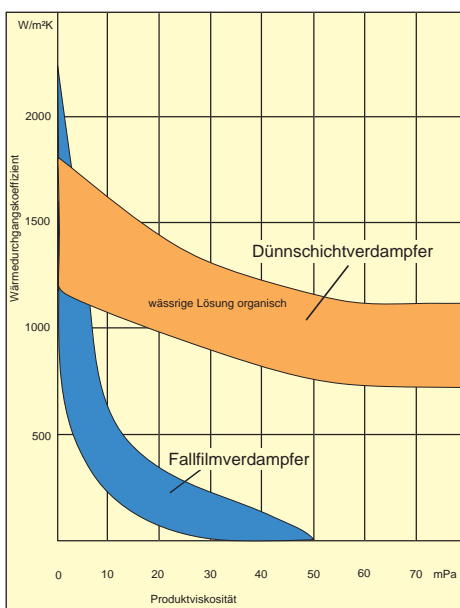


Dünnschichtverdampfer Typ DVW 6.3

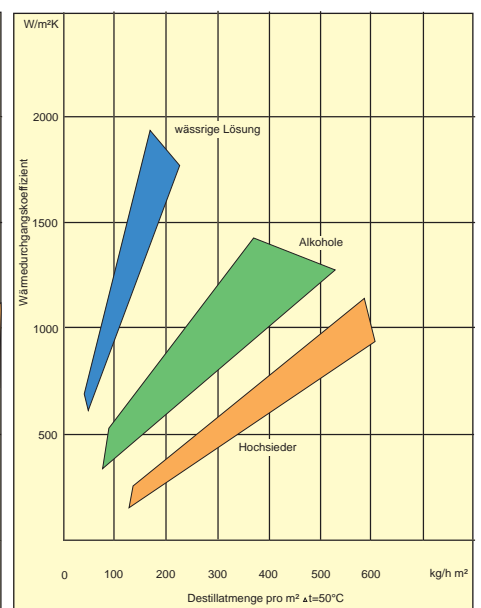
Vergleich Verweilzeiten diverser Apparate



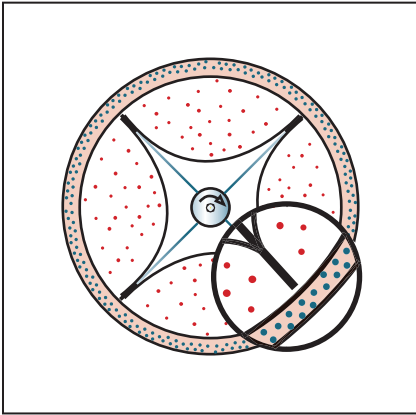
Vergleich Dünnschicht-/ Fallfilmverdampfer



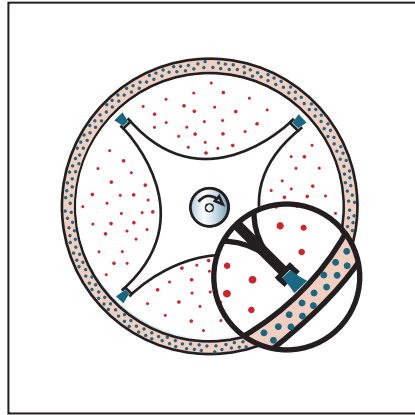
Vergleich Destillatleistung



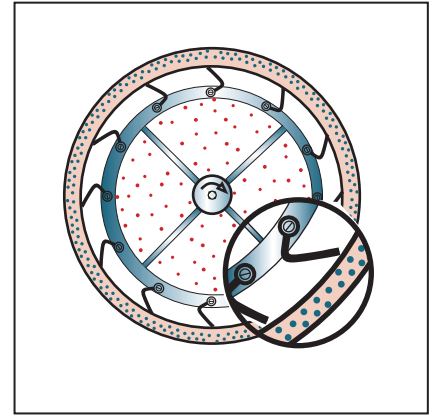
# ROTORBAUARTEN



STARRFLÜGEL-ROTOR  
TYP DVS



RADIALWISCHER-ROTOR  
TYP DVR



WISCHERFLÜGEL-ROTOR  
TYP DVW

DVS
hoch
nein
ja
max. 300°C
>100 kPa
max. 40'000 mPa s
max. 80 Vol. %
keiner
keine

DVR
niedrig
ja
nein
max. 250°C
>100 kPa
max. 20'000 mPa s
max. 98 Vol. %
geringer
keine

DVW
niedrig
ja
nein
max. 400°C
>100 kPa
max. 20'000 mPa s
max. 95 Vol. %
geringer
geringe

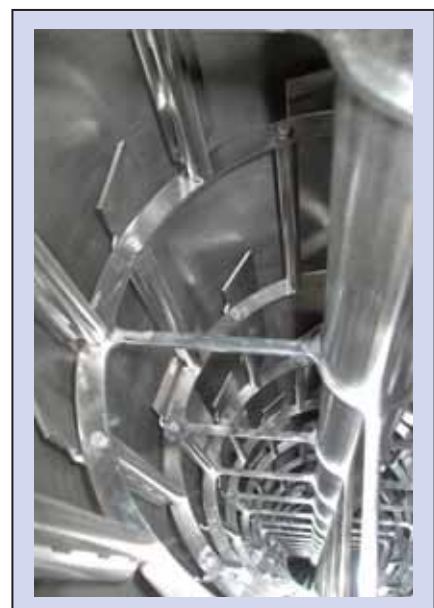
Starrflügel-Rotor Typ DVS

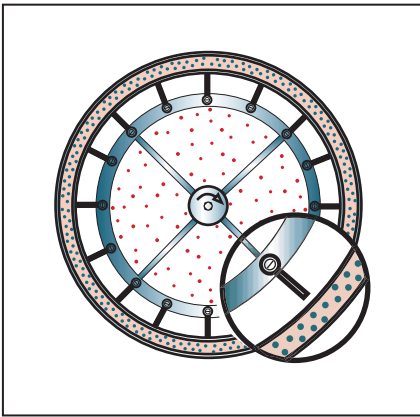


Radialwischer-Rotor Typ DVR



Wischerflügel-Rotor Typ DVW





**PENDELFLÜGEL-ROTOR  
TYP DT**

DT
hoch
nein
nein
max. 400°C
>1000 kPa
max. 15'000 mPa s
max. (95)Vol.%
hoher
hohe

## ■ DÜNNSCHICHT-TROCKNER

Die kontinuierliche Trocknung im Dünnschichttrockner liefert üblicherweise ein pulvriges Produkt, das absolut trocken aussieht, tatsächlich aber eine Restfeuchte von wenigen Prozenten aufweist. Der Transport dieser Restfeuchte aus dem Innern der Pulverpartikel an die Oberfläche beruht auf sehr langsamen Diffusionsvorgängen. Daraus ergibt sich physikalisch bedingt eine längere Verweilzeit, die im Dünnschichttrockner nicht annähernd erreicht werden kann. Beim Kombitrockner wird deshalb dem normalen Dünnschichttrockner

ein ebenfalls kontinuierlich arbeitender, horizontaler Kontakttrockner nachgeschaltet. Die zusätzliche Verweilzeit in diesem Horizontaltrockner (typisch 30 min.) ermöglicht die Erzeugung eines absolut trockenem (maximal erreichbar trockenem) Endproduktes.

CAD-Modell Typ DVW

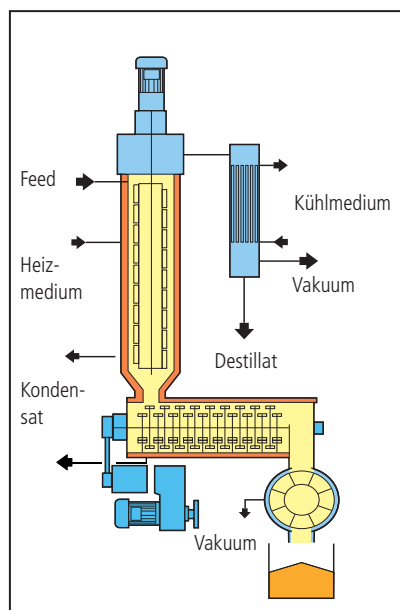
Typ
Rotordrehzahl
Wandberührung
Lagerschmierung erforderlich
Temperaturbereich
Druck - Vakuum
Viskosität
Eindampfgrad
Feststoffanteil (Suspension)
Auskristallisation



Dünnschichttrockner (Rotor mit Pendel)



Dünnschicht-Kombitrockner





# AUSFÜHRUNGEN

## OPTIONEN

- Antriebseinheit:  
Feste Drehzahl - Drehzahl frequenzgesteuert  
Explosionsschutzte Ausführung (gem. Anforderungen ATEX, FM oder NEPSI)
- Wellenabdichtung:  
Doppelte Gleitringdichtung (Standard) mit Sperrdruck-Einheit oder  
Wellenlippendichtung
- Fußlager:  
Gleitlager Hartmetall oder Hartkohle mit und ohne externe Schmierung  
Nadellager in Gehäuse mit doppelter GLRD/Sperrdruckeinheit  
mit Umwälzpumpe
- Tropfenabscheider in diversen Ausführungen
- GMP-/ FDA-konform

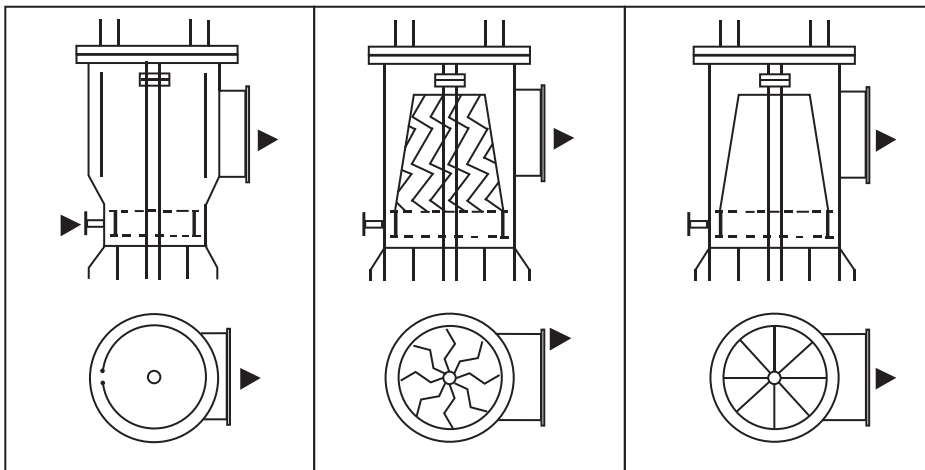


Antriebseinheit Dünnschichtverdampfer

STATISCHER  
UMLAUFABSCHIEDER

DYNAMISCHER  
ZENTRIFUGALABSCHIEDER

DYNAMISCHER  
PRALLABSCHIEDER



Zentrifugalabscheider

Baugrößen Typ DVS / DVR / DVW

Heizfläche m <sup>2</sup>	Abmessungen		
	ØD <sub>i</sub> - mm	H - mm	L - mm
0,16	100	600	1800
0,4	150	900	2300
1,0	250	1300	3400
1,6	300	1800	4100
2,5	350	2400	4900
4,0	420	3000	5800
6,3	500	4000	7200
10	700	4600	7900
16	1000	5000	8700
25	1400	5800	9900
40	1700	8100	12800

Dünnschichttrockner 10 m<sup>2</sup> für  
Sickerwasser



## VERSUCHE

Dünnschichtverdampfer /-trockner sind oft schwierig auszulegen. Das Verhalten des Produktes ist durch Faktoren wie die spezifische Zusammensetzung oder einen hohen Feststoffanteil nicht eindeutig vorhersehbar. Bei der Durchführung von Versuchen in einer Pilotanlage werden die spezifischen Stoffdaten ermittelt. So wird die exakte Auslegung des Industriearrates ohne unnötige Überdimensionierung möglich.

Verfügbare Versuchsanlagen im S+P-Technikum:

- 1 Typ DVS 0,25 m<sup>2</sup> Starrflügel-Rotor
- 1 Typ DVR 0,25 m<sup>2</sup> Radialwischer-Rotor, PTFE-/ GFK-Einsätze
- 1 Typ DVW 0,25 m<sup>2</sup> Wischerflügel-Rotor
- 1 Typ DVT 0,25 m<sup>2</sup> Pendelflügel-Rotor

## ENGINEERING

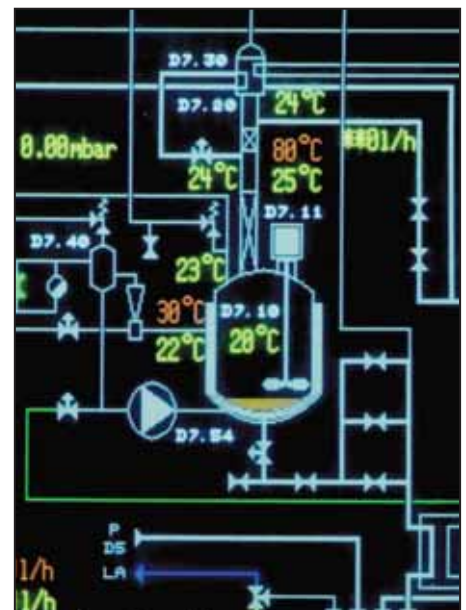
Schulz+Partner erbringt sämtliche Planungs- und Abwicklungsarbeiten für den Bau von Chemie- und Industrieanlagen.

- Vorprojekte, Problemlösungen, Beratung
- Verfahrensauslegung, Berechnungen, Prozesssimulation
- Laborversuche, Pilotierung
- Basic- und Detailengineering
- Materialbeschaffung
- Bauleitung
- Inbetriebsetzung, Personalinstruktion

## ANLAGEN

Schulz+Partner liefert Anlagen aus dem Kernbereich der thermischen Verfahrenstechnik.

- Schlüsselfertige Anlagen und Prozessstufen mit Verfahrensgarantie
- Vormontierte und transportable Skid-Einheiten
- Anlagenwartung, After Sales Service



# TÄTIGKEITSGEBIETE

## ENGINEERING

Problemlösung, Beratung  
Labor-/ Pilotversuche  
Verfahrensauslegung  
Prozesssimulation  
Projektentwicklung  
Basic- und Detail Engineering  
Installationsplanung 3D  
Mess- und Regeltechnik  
Automatisierung, Materialbeschaffung  
Montage, Bauleitung  
Personalinstruktion

## ANLAGENBAU

Schlüsselfertige Anlagen  
Prozessstufen  
Vormontierte Skid-Anlagen  
Einzelkomponenten

## ANLAGENWARTUNG

Wartungsverträge für alle gelieferten  
Anlagen und Fremdanlagen,  
speziell für Wärmepumpenverdampfer

## VERDAMPFUNG

Wärmepumpenverdampfer  
Zwangs-/Naturumlaufverdampfer  
Fallfilmverdampfer  
Verdampfer mit Brüdenverdichtung  
Dünnschichtverdampfer  
Kurzwegdestillation

## KRISTALLISATION

Verdampfungskristallisatoren  
Kühlkristallisatoren

## TROCKNUNG

Dünnschichttrockner, Kombitrockner  
Wärmepumpentrockner (batch-modus)

## REKTIFIKATION - ABSORPTION

Rektifikationskolonnen  
Böden, Füllkörper, strukturierte Packungen  
Absorptionskolonnen

## FLÜSSIG-FLÜSSIG-EXTRAKTION

Gerührte und gepulste Extraktionskolonnen  
Mixer-Settler  
Mehrstufen-Reaktionskolonnen

*- CONCENTRATED ON SOLUTIONS -*

SCHULZ+PARTNER GMBH  
VERFAHRENSTECHNIK  
CARL-ZEISS-STR. 11  
D-79331 TENINGEN

TEL + 49 (0)7641 95 95 700  
FAX + 49 (0)7641 95 95 701  
INFO@SCHULZPARTNER.COM

WWW.SCHULZPARTNER.COM