

DURATEC

Analysentechnik GmbH

Pumpen, Dosieren und das ganze Drumherum

Dr. Gerald Degenhardt

Agenda

1. Grundlagen
2. Förderarten
3. Anschluss- & Verbindungskomponenten
4. Sensorik zur Überwachung
5. Anwendungen
6. Zusammenfassung
7. Kontaktdaten

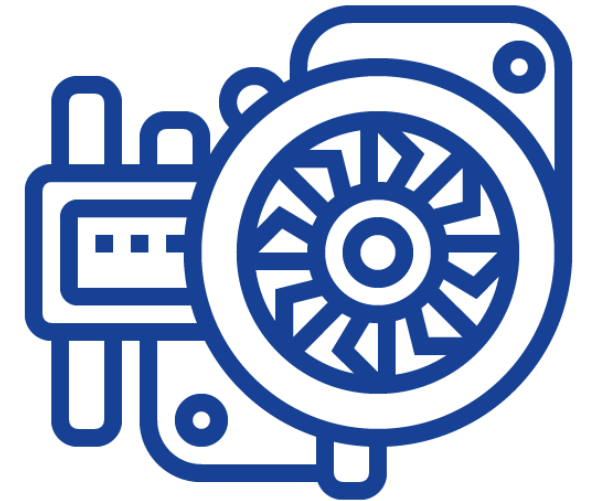
Grundlagen

- Begrifflichkeiten Pumpen/Dosieren
- Verdrängersystem
- Volumenstrom
- Druck
- Viskosität
- Fördermedien
- Beständigkeit/eingesetzte Materialien

Grundlagen - Begriffe

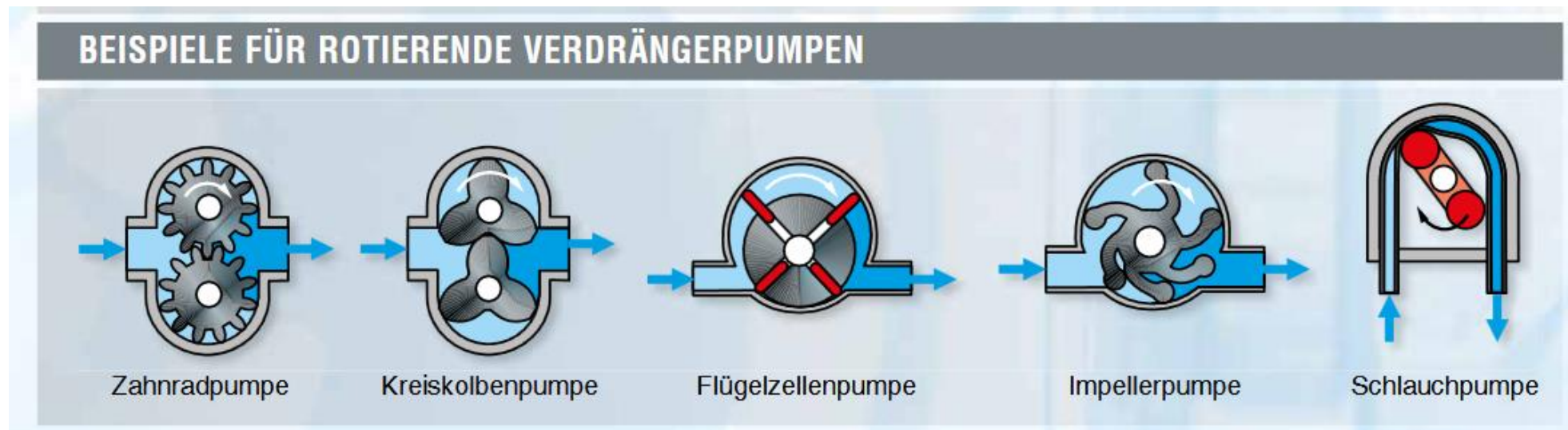
- **Pumpen** = kontinuierliches Fördern einer Flüssigkeit

- **Dosieren** = diskontinuierliches Fördern einer Flüssigkeit
(bestimmt durch Volumen, Masse, Zeit)



Grundlagen - Verdrängersystem

Verdrängerprinzip heißt, dass sich der für die Erzeugung eines Volumenstromes erforderliche Raum während eines Funktionszeitraumes geometrisch verkleinert (Druckperiode) und wieder vergrößert (Saugperiode). Der dabei aufzubringende Druck wird durch den Widerstand bestimmt, den das Antriebsglied (Zylinder, Motor) überwinden muss.



Quelle: © Gunt

Grundlagen - Volumenstrom

$$Q = \frac{dV}{dt}$$

$$Q = v_A \cdot A$$

$$Q = v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2$$

$$m = \rho \cdot Q$$

Q: Volumen pro Zeit= Flussrate [m³/s]

V: Volumen [m³]

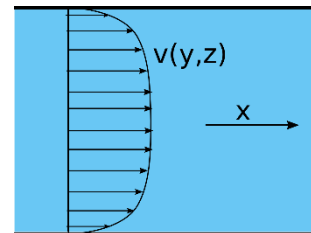
t: Zeit [s]

v_A : Strömungsgeschwindigkeit [m/s]

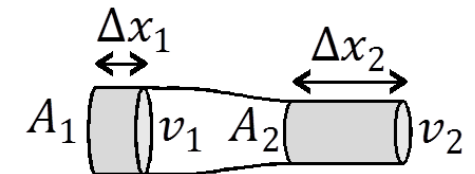
A: Querschnittfläche (Rohr) [m²]

m: Massenstrom [kg/s]

ρ : spezifische Dichte [kg/m³]



Von Svebert - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=39261524>



Von Guy vandegrift - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=29981950>

Grundlagen - Druck

Gerades Rohr - laminare stationäre Strömung - homogen Newton'sches Fluid

$$Q = \frac{\pi \cdot r^4 \Delta p}{8 \cdot \eta \cdot l} \quad \text{Gesetz von Hagen-Poiseuille}$$

$$\Delta p = \frac{8 \cdot \eta \cdot l \cdot Q}{\pi \cdot r^4}$$

Q: Volumenstrom = Flussrate [m³/s]

Δp : Druckdifferenz [Pa]

r: Innenradius Rohr [m]

l: Länge des Rohrs [m]

η : dynamische Viskosität [Pa·s]

Beispiel 1: Wasser 20°C

Q: 10ml/min

r: 0,5mm

l: 300cm

Δp : 0,20bar

Beispiel 2: Wasser 20°C

Q: 10ml/min

r: 0,25mm

l: 300cm

Δp : 3,20bar

Beispiel 3: Wasser 20°C

Q: 10ml/min

r: 0,5mm

l: 600cm

Δp : 0,40bar

Grundlagen - Viskosität

Die **Viskosität** bezeichnet die **Zähflüssigkeit** oder Zähigkeit von Flüssigkeiten und Gasen. Je höher die Viskosität ist, desto dickflüssiger (weniger fließfähig) ist das Fluid; je niedriger die Viskosität, desto dünnflüssiger (fließfähiger) ist es. Die *dynamische* Viskosität ist das Verhältnis von Schubspannung und Geschwindigkeitsgradient.

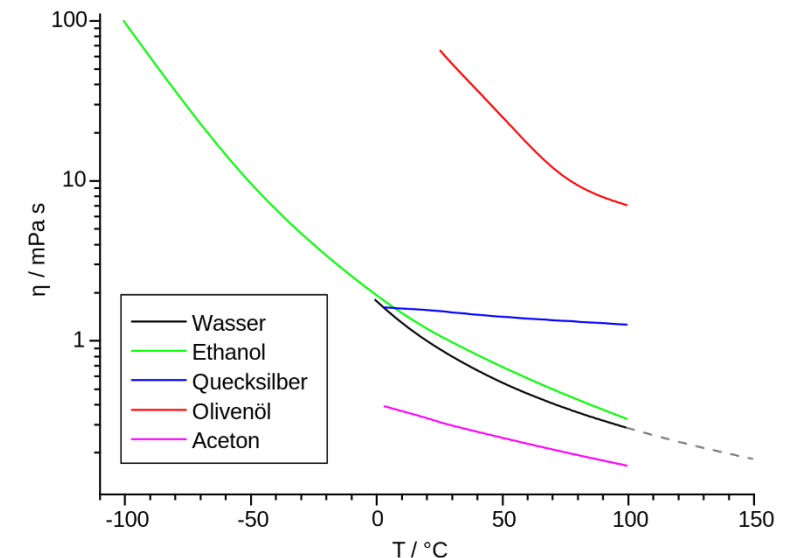
η : dynamische Viskosität [Pa·s]

$$\Delta p = \frac{8 \cdot \eta \cdot l \cdot Q}{\pi \cdot r^4}$$

Bespiel 1:	Wasser 20°C
η :	1 mPa·s
Q:	5ml/min
r:	0,5mm
l:	300cm
Δp :	0,10bar

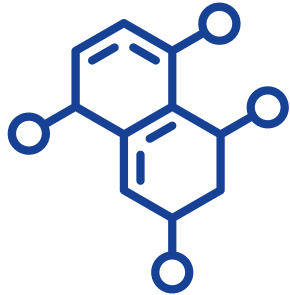
Bespiel 2:	Wasser 25°C
η :	0,89 mPa·s
Q:	5ml/min
r:	0,5mm
l:	300cm
Δp :	0,09bar

Bespiel 3:	Olivenöl 20°C
η :	100 mPa·s
Q:	5ml/min
r:	0,5mm
l:	300cm
Δp :	10,32bar



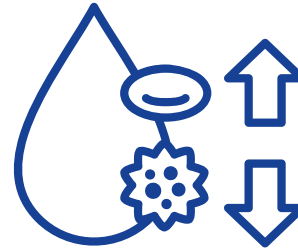
Von Prolineserver - self made, values mainly taken from Kaye & Laby and Handbook of Physics, Walter Beneson et al., Springer, New York, 2002, CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1486199>

Grundlagen - Fördermedien



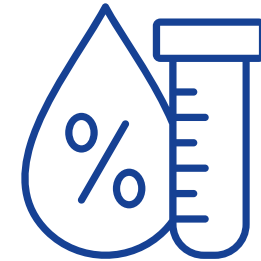
Chemische Eigenschaften

- Stoffgruppe (wässrig, organisch, ...)
- Reaktive Gruppen
- pH-Wert



Physikalische Eigenschaften

- Viskosität
- Dampfdruck
- Kompressibilität



Zusammensetzung

- Reines Medium
- Lösung
- Gemisch
- Suspension
- Emulsion

Auswahl Pump- / Dosiersystem

Grundlagen - Beständigkeit



Mechanische Beständigkeit

- Druck
- Abrieb / Verschleiß

Chemische Beständigkeit

- Korrosion
- Auflösen
- Quellen

Fluidführende Komponenten

- Metalle (SS, Titan, Hastelloy, ...)
- Glas (Borosilikat,...)
- Keramik & überharte Werkstoffe (Zirkonoxid, Saphir, Rubin,..)
- Kunststoffe (PTFE, PCTFE, Silikon, Viton,..)

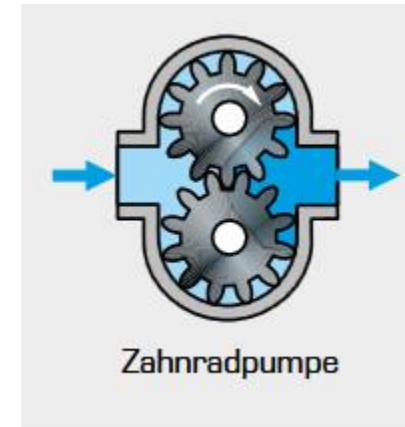
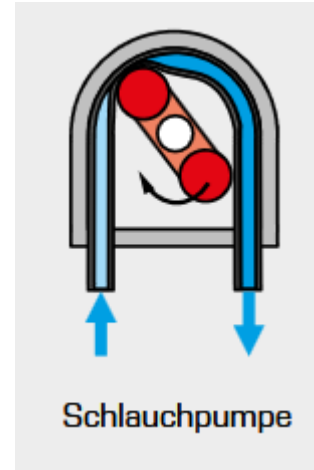
Auswahl Pump- / Dosiersystem

Agenda

1. Grundlagen
- 2. Förderarten**
3. Anschluss- & Verbindungskomponenten
4. Sensorik zur Überwachung
5. Anwendungen
6. Zusammenfassung
7. Kontaktdaten

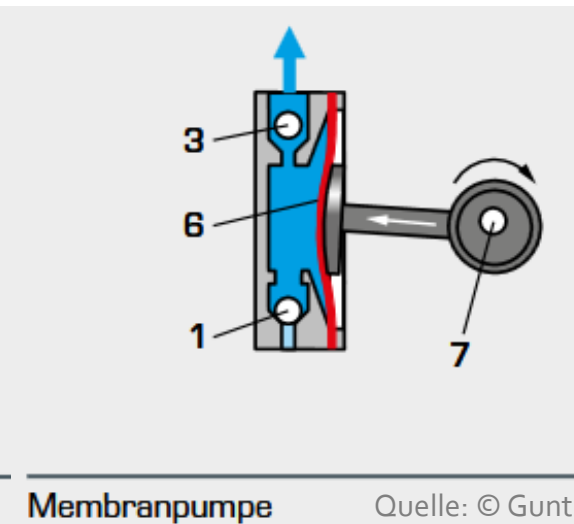
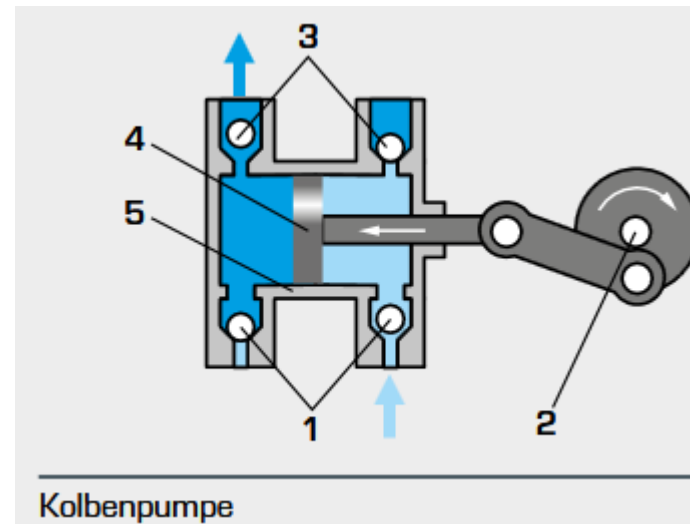
Förderarten

- Membranpumpe
- Schlauchpumpe
- Zahnradpumpe
- Zahnringpumpe
- Exzenter-schneckenpumpe
- Kolbenpumpe
- Spritzenpumpe
- Spezifikationen



Aufbau von oszillierenden Verdränger-pumpen

- 1 Saugventil,
- 2 Kurbeltrieb,
- 3 Druckventil,
- 4 Kolben,
- 5 Zylinder,
- 6 Membrane,
- 7 Exzentertrieb



Quelle: © Gunt

Förderarten - Membranpumpe

Funktionsprinzip/Aufbau:

Auslenkung Membran (hydr./pneum./mech./elektromag.)

Ein- & Auslassventil (aktiv oder passiv)

Trennung Antrieb zu Medium durch Membran

Anwendungsbereich:

Diverse Industriezweige & Anwendungen

Förderung Schlämme und Verunreinigung

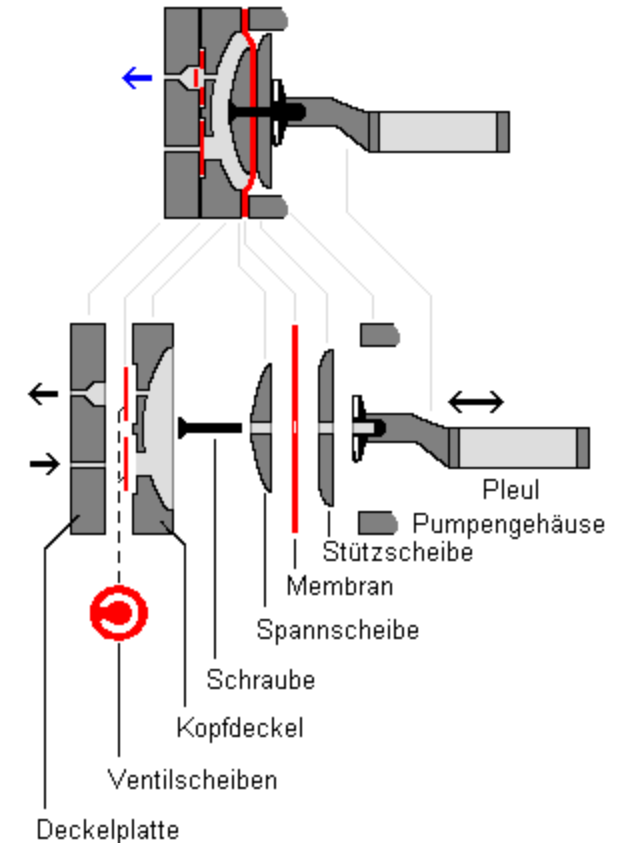
Aggressive Medien (in PTFE Ausführung)

Vorteile:

abrasive Medien

Nachteile:

niedrige Drücke



Quelle: © Freie Universität Berlin

Förderarten - Schlauchpumpe

Funktionsprinzip/Aufbau:

Radiales Wirksystem

Abklemmstelle Schlauch wird bewegt -> Förderung

Entspannung Schlauch -> Ansaugen

Anwendungsbereich:

Pharma , Lebensmittel, Chemie, Medizin, Industrie

Vorteile:

- Medien mit Partikel
- sterilisierbar
- schonende Förderung (z.B) Zellen
- minimaler Wartungsaufwand
- zwei Laufrichtungen

Nachteile:

- niedrige Drücke
- Ermüdung Schlauch -> Flussungenauigkeit
- Pulsation
- empfindlich gegenüber Druckschwankung, da elastischer Schlauch



Quelle: © ROWASOL GmbH

Förderarten - Zahnradpumpe

Funktionsprinzip/Aufbau:

Gehäuse mit Zu- & Ablauf + 2 Zahnräder

Anwendungsbereich:

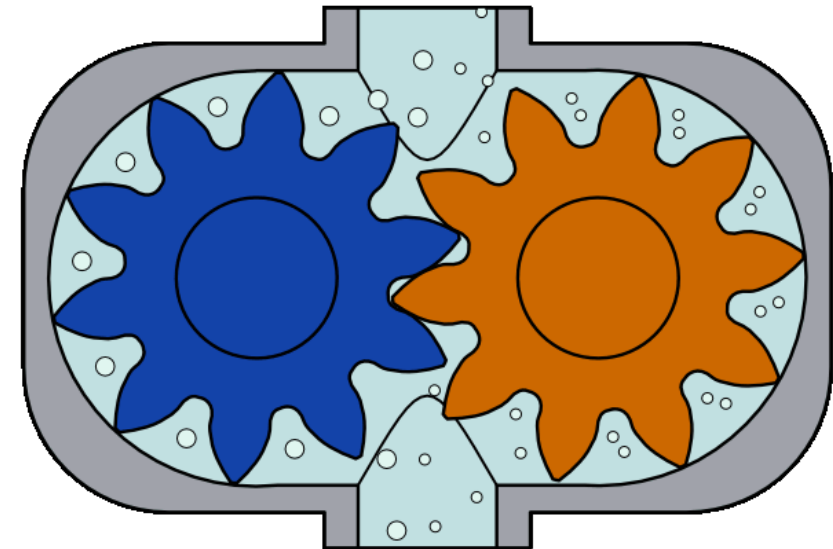
Öl & Kraftstoffe
Dosierprozesse

Vorteile:

- einfach & robust
- pulsationsarm
- hohe Drücke
- viskose Medien

Nachteile:

- Verschleiß



Von Jahobr - Eigenes WerkInspired by File:Pumpa 1.gif from RoboTooth shape adapted from File:Terms involute gears.PNG from Bokai, CCo, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=13281206>

Förderarten - Zahnringpumpe

Funktionsprinzip/Aufbau:

Treibendes Zahnrad läuft exzentrisch
Volumen Verdrängungsraum ändert sich

Anwendungsbereich:

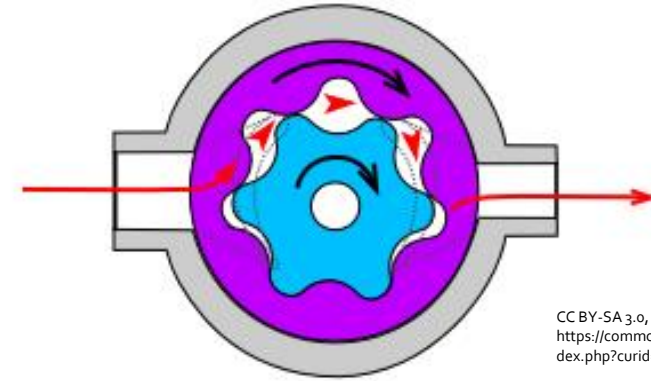
Dosierprozesse unterschiedliche Branchen

Vorteile:

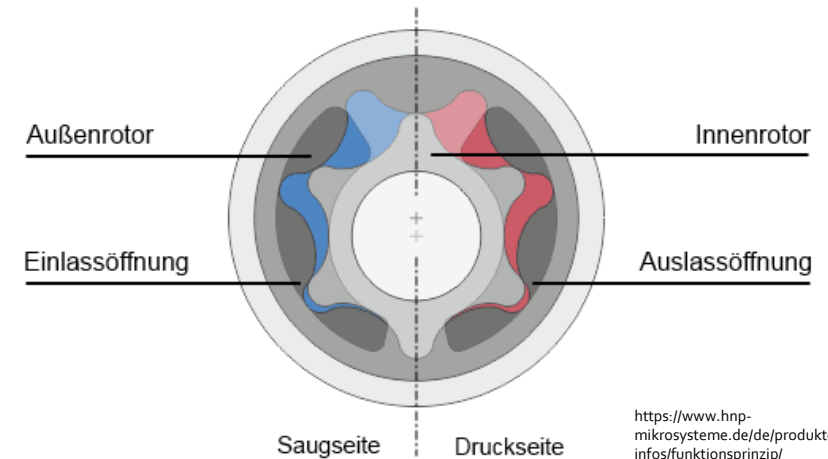
- einfach & robust
- pulsationsarm
- mittlere Drücke
- viskose Medien

Nachteile:

- Verschleiß



CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=38794>



<https://www.hnp-mikrosysteme.de/de/produkte/technische-infos/funktionsprinzip/>

Förderarten - Exzenterpumpe

Funktionsprinzip/Aufbau:

Rotierende Verdrängerpumpe
Rotor & Stator (ein Gewindegang mehr, doppelte Steigungslänge)
Rundgewindeschraube mit großer Steigung

Anwendungsbereich:

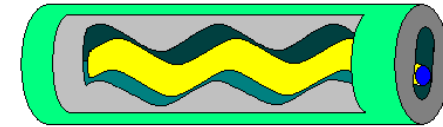
Förderung von dickflüssigen, viskosen und abrasiven Medien,
Feststoffe

Vorteile:

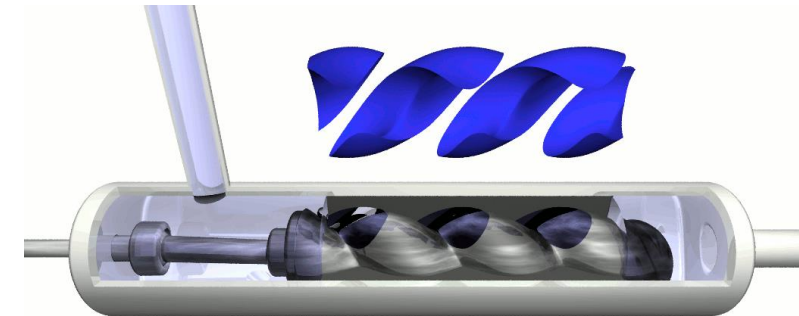
- pulsationsarm
- schonend
- viskose Medien

Nachteile:

- Genauigkeit



Von Shannon, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23860904>



Von Petteri Aimonen - Eigenes Werk, Gemeinfrei,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8112239>

Förderarten - Kolbenpumpe

Funktionsprinzip/Aufbau:

Zylinder/Pumpengehäuse & Kolben mit Zu- & Ablauf
Ein- & Auslassventil (aktiv oder passiv)
1-Kolben (diskonti.) bzw. 2-Kolbensysteme (konti.)

Anwendungsbereich:

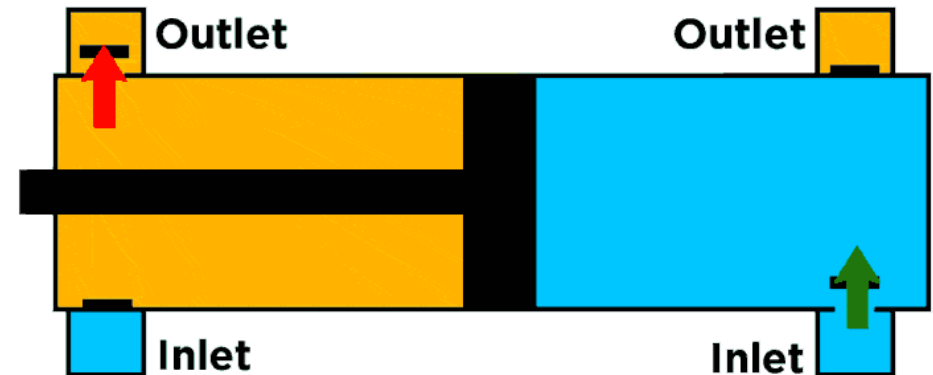
HPLC, Dosierpumpe

Vorteile:

Erhältliche für unterschiedliche Druck- & Volumenbereiche

Nachteile:

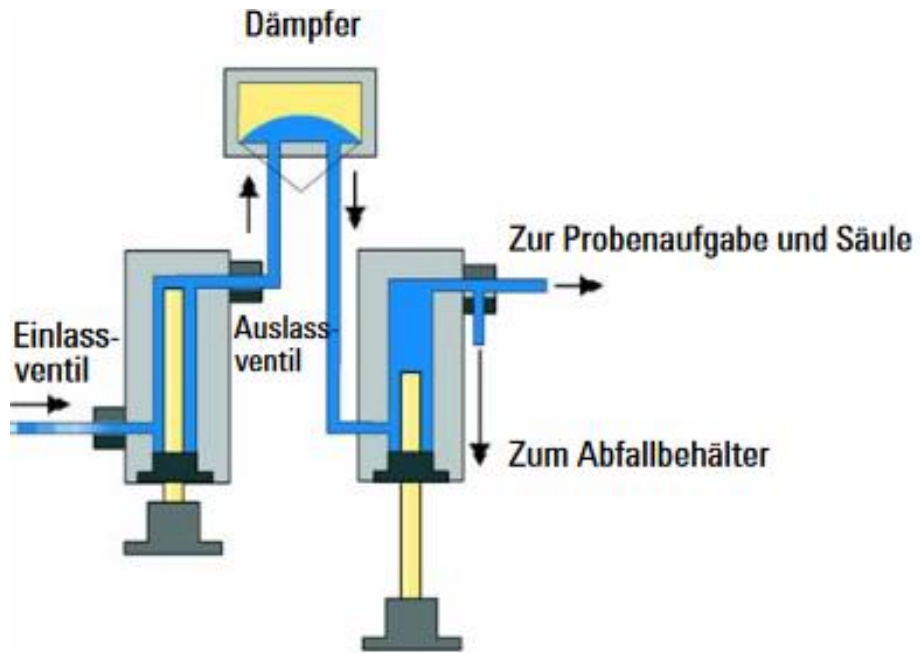
je nach Bauart Pulsation



Quelle: © Colnet

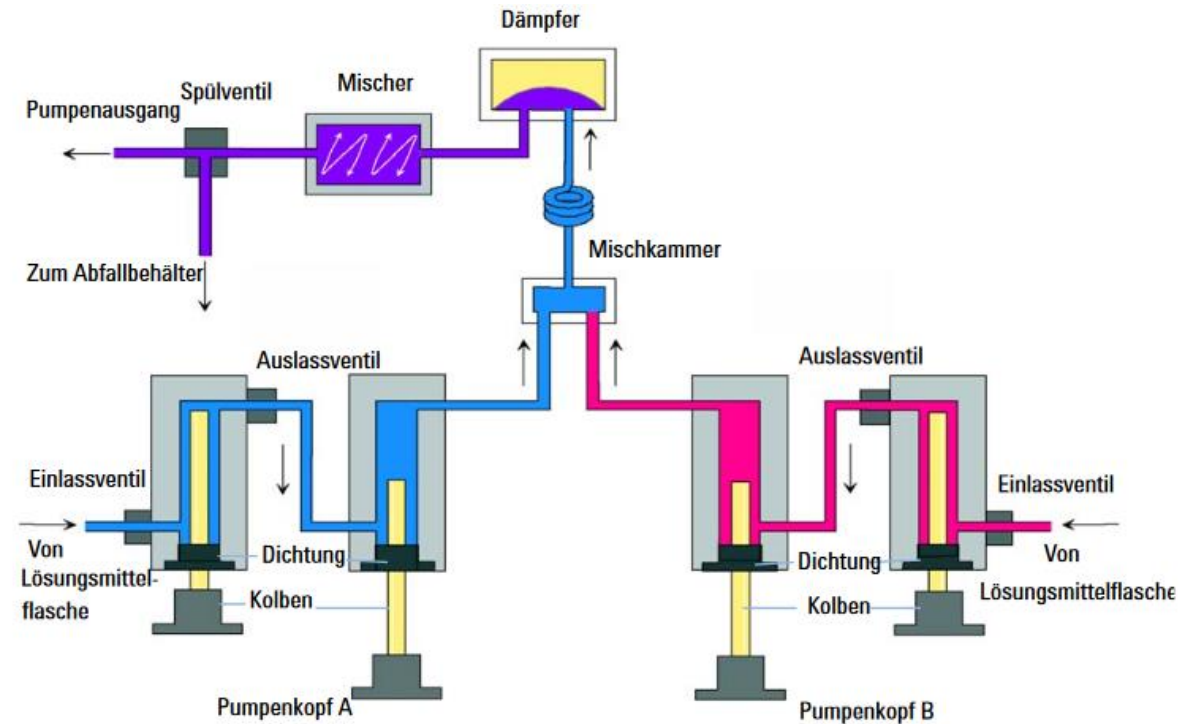
HPLC Pumpe

Doppelkolbenpumpe



Quelle: Agilent

Binär Pumpe



Quelle: Agilent

Förderarten - Spritzenpumpe

Funktionsprinzip/Aufbau:

Sonderform der Kolbenpumpe
zwangsgesteuerte Ventile (aktiv)

1-Spritzensystem (diskonti.)

2-Spritzensystem (konti.)

Anwendungsbereich:

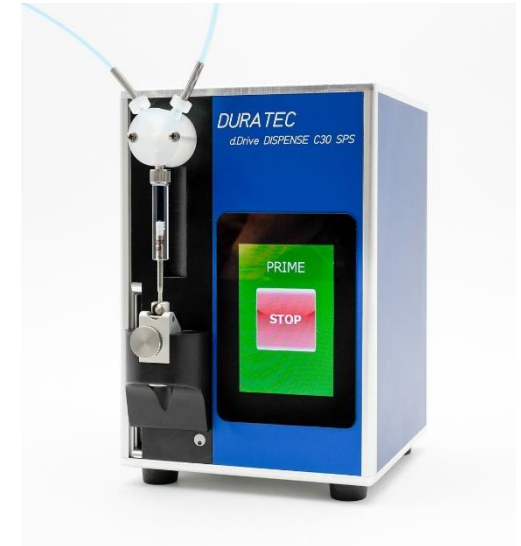
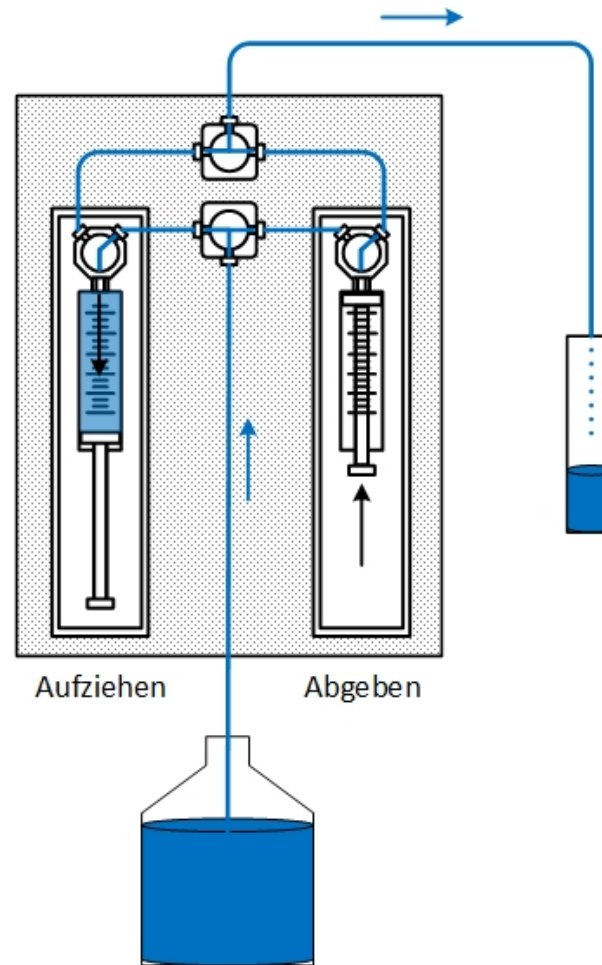
Dosierpumpen

Vorteile:

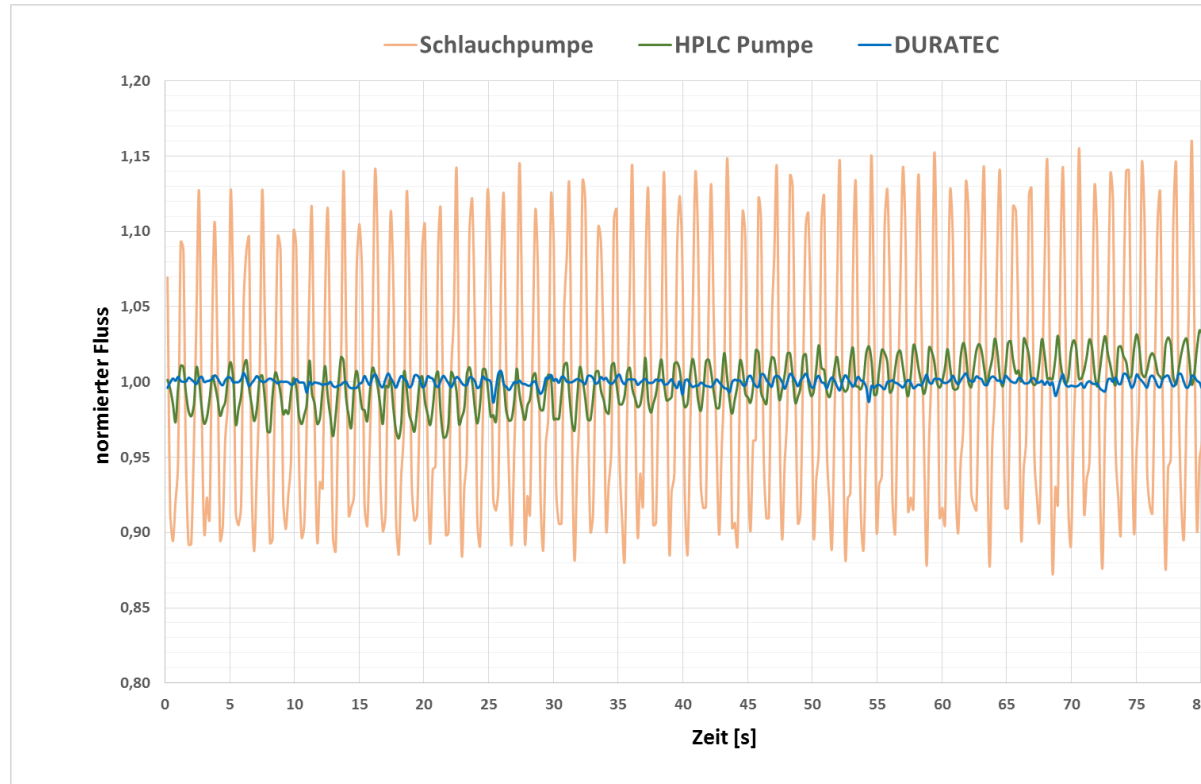
- pulsationsarm
- großer Flussbereich

Nachteile:

- Keine hohen Drücke



Förderarten - Pulsation



Mittlerer Volumenstrom stimmt

Förderarten – Fluss- & Dosiergenauigkeit

Richtigkeit (Absolutgenauigkeit):	Abweichung Soll/Ist-Wert	(Ermittlung über Mittelwert)
Präzision (Wiederholgenauigkeit):	Streuung der Ist-Werte	(Ermittlung über Standardabweichung)

Flussgenauigkeit:	Flussratenmesser (Richtigkeit & Präzision) Waage+ Stoppuhr (Richtigkeit)
Dosiergenauigkeit:	Waage (Richtigkeit & Präzision)

Fluss- & Dosiergenauigkeit ist bedingt durch die Förderart, Förderbedingungen und die technische Ausführung des Systems. Sie kann sich durch Verschleiß ändern und sollte regelmäßig überprüft werden.

Förderarten - Überblick

	Membran	Schlauch	Zahnrad	Zahnring	Exzenter	Kolben	Spritzen
Druck	--	-	+	+	+	+++	-
Flussratenbereich	+++	+	++	+	+	+++	+
Genauigkeit	+	-	+	++	--	+	+++
Partikel	+++	+++	---	---	+++	---	--
Pulsation	--	---	+	++	++	-	+++
Selbstansaugend	ja	ja	ja*	ja*	ja	ja	ja
Trockenlauf	ja	ja	nein	nein	bedingt	nein	bedingt
Unterhaltungsaufwand	o	++	+	+	o	---	+
Unterhaltungskosten	++	++	-	-	o	---	-
Ventil	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja
Verschleiß	+	---	--	--	o	---	-
Viskosität	+	o	++	++	+++	+	++

Agenda

1. Grundlagen
2. Förderarten
- 3. Anschluss- & Verbindungskomponenten**
4. Sensorik zur Überwachung
5. Anwendungen
6. Zusammenfassung
7. Kontaktdaten

Anschluss- & Verbindungskomponenten



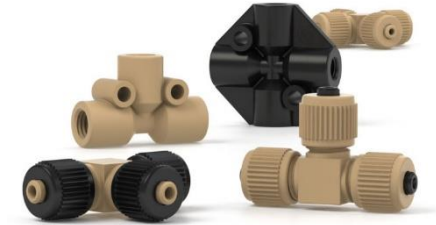
Kapillare, Schläuche



Fittinge



Adapter



Verteiler

Auswahl gemäß:

- Anschlussgeometrie
- Förderraten, Totvolumen
- Druck, Temperatur
- Chemische Beständigkeit

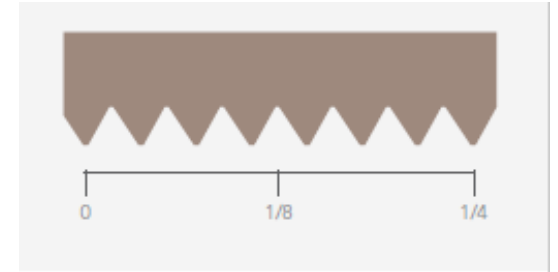
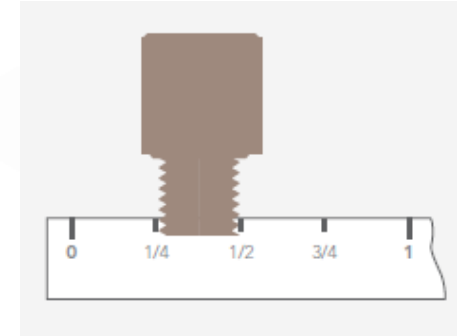
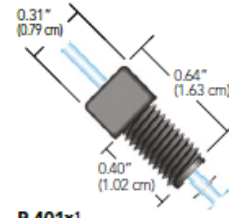
Anschluss- & Verbindungskomponenten



Kapillare, Schläuche

	Druck	Temp.	Beständigkeit	Gasdurchlässigkeit	Formbarkeit
Edelstahl	HD	<400°C	unbeständig für manche Säuren und Chlorverbindungen	nein	gut-mittel
PEEK	HD	< 100°C	inert (außer Methylenchloride, DMSO, THF, hochkonzentrierte Schwefel- & Salpetersäure)	sehr gering	weniger gut
PTFE	ND	< 80°C	inert	ja	gut
FEP	ND	< 50°C	inert	gering	gut
Silikon	ND	< 200°C	stark eingeschränkt	gering	sehr gut

Anschluss- & Verbindungskomponenten



Fittinge

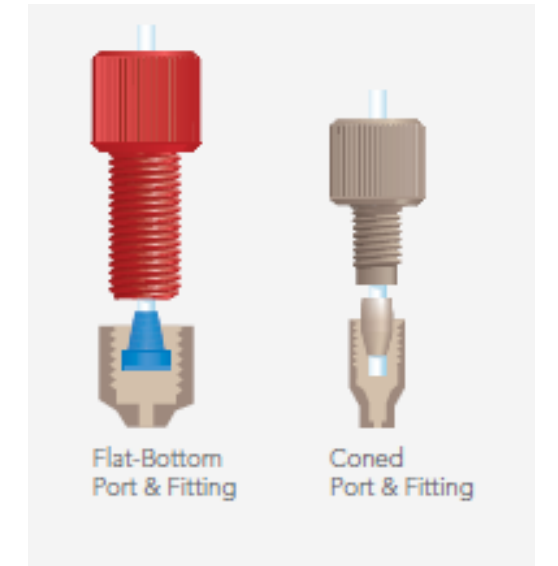
Fitting	Schlauch	Port	Empfohlen
Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff	Ja
Kunststoff	Stahl	Kunststoff	Ja
Kunststoff	Stahl	Stahl	Ja
Kunststoff	Kunststoff	Stahl	Ja
Stahl	Stahl	Stahl	Ja
Stahl	Kunststoff	Stahl	Nein
Stahl	Kunststoff	Kunststoff	Nein
Stahl	Stahl	Kunststoff	Nein

U.S. Standard-Gewinde

6-40	
6-32	
10-32	
1/4-28	
5/16-24	
1/2-20	

Metrische Gewinde

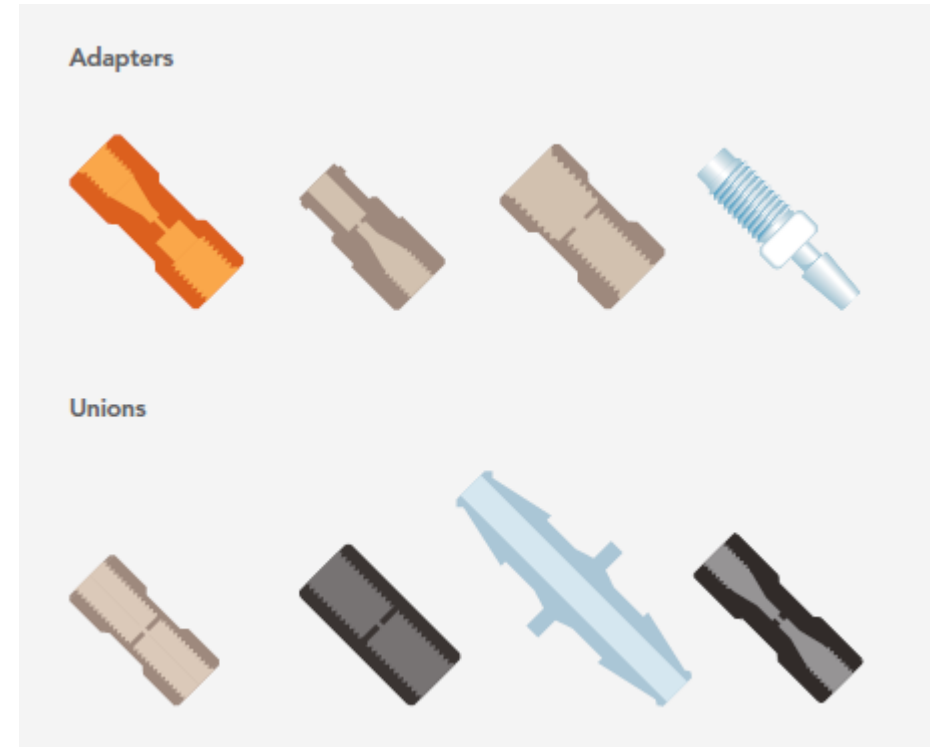
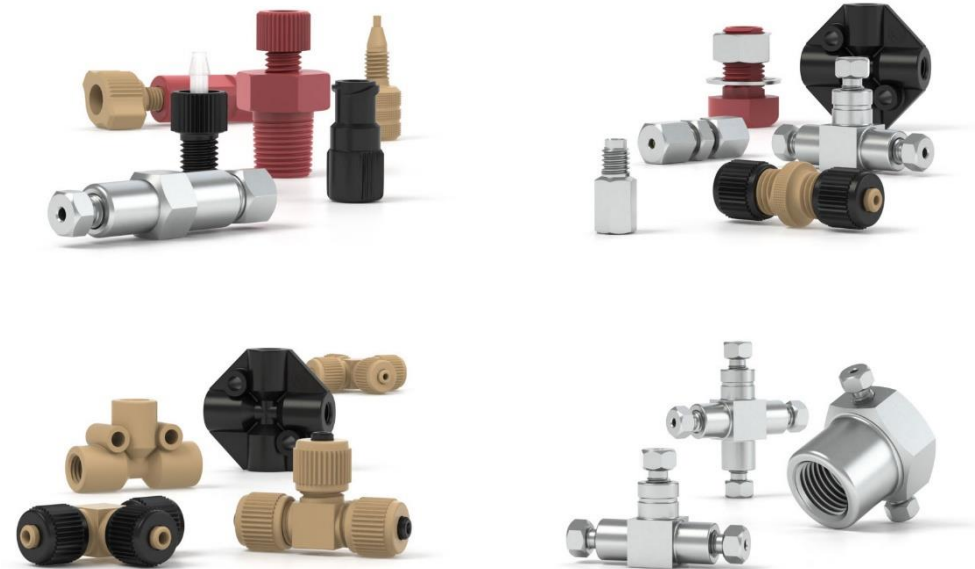
M4 x 0.7	
M6 x 1	



Quelle: IDEX Health & Science

Anschluss- & Verbindungskomponenten

Adapter & Verteiler










Quelle: IDEX Health & Science

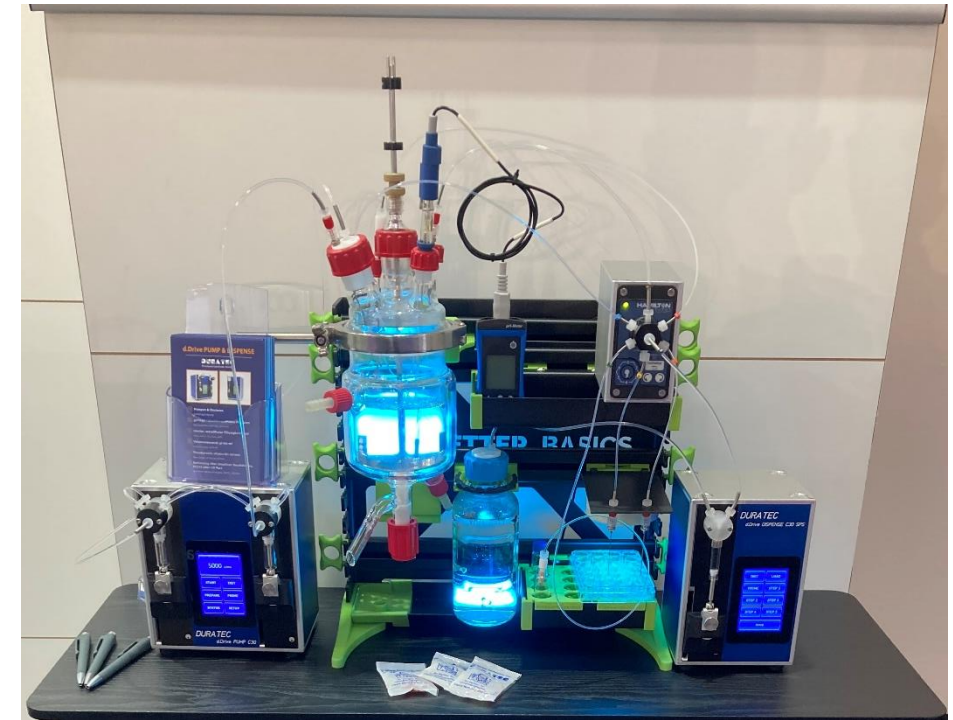
Agenda

1. Grundlagen
2. Förderarten
3. Anschluss- & Verbindungskomponenten
- 4. Sensorik zur Überwachung**
5. Anwendungen
6. Zusammenfassung
7. Kontaktdaten

Sensorik

Parameter	Flussrate	Füllstand	Druck	Leckage	Temperatur	pH	Störung
Beispielfotos							
Gerät	Flowmeter	Level-Sensor	Inline-Druck-Sensor	Leck-Sensor	Digital-thermometer	Elektrochemische Sensoren	Blasensensor
Bereich	0,05-10,0ml/min	leer/voll	Diverse Druckbereiche je nach Ausführung	Konzentration, Undichtigkeit, Leckage	-100 - +1000°C	0-14	ja/nein
Anwendungen Beschreibung	Überprüfung von Pumpen Volumetrische Messung Genauigkeit : <1% Reproduzierbar. : <1% Auflösung: 0.0001ml/min RS-232-Schnittstelle Inkl. Zertifikat	Vorratsgefäße Abfallflaschen Kapazitive-Messzelle Näherungsschwelle einstellbar Akustisches Signal Verzögerungszeit zur Reaktion Relaiskontakte zum Datensystem	Druckaufzeichnung Druckabschaltung	Sensoren für Gase & Lösemitteldämpfe Schwellwert einstellbar Erkennung von Undichtigkeiten und Leckagen	Diverse Sensoren RS232 Schnittstelle Datenlogger Inkl. Zertifikat	Chemie Pharma Lebensmittel Umwelt BNC, DIN, Lemo unterschiedliche Dicken Inkl. Temperaturfühler Puffer	Fluidpfade Pumpen Verdüner justierbar TTL Signal Aufzeichnung Störung Stopp-Signal

Sensorik

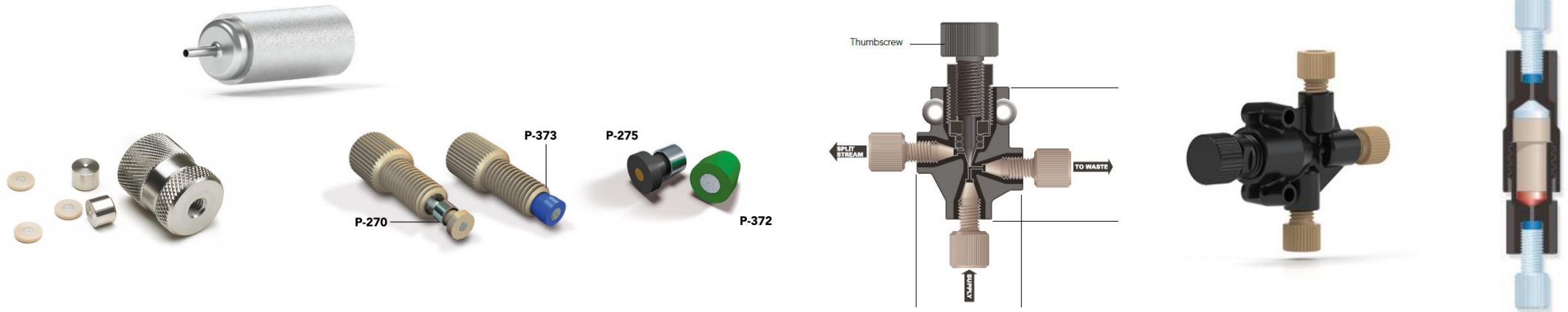


Agenda

1. Grundlagen
2. Förderarten
3. Anschluss- & Verbindungskomponenten
4. Sensorik zur Überwachung
- 5. Anwendungen**
6. Zusammenfassung
7. Kontaktdaten

Anwendungen - Tipps

- **Ansaugen viskose Medien** → Druckbeaufschlagung Vorratsbehälter
- **Ansaugen leichtflüchtige Medien** → Kühlen, Druck, Rückschlagventil
- **störende Partikel** → Ansaug- oder Inlinefilter
- **zu hoher Fluss** → Flowsplit
- **zu hoher Druck** → Überströmventil



Quelle: IDEX Health & Science

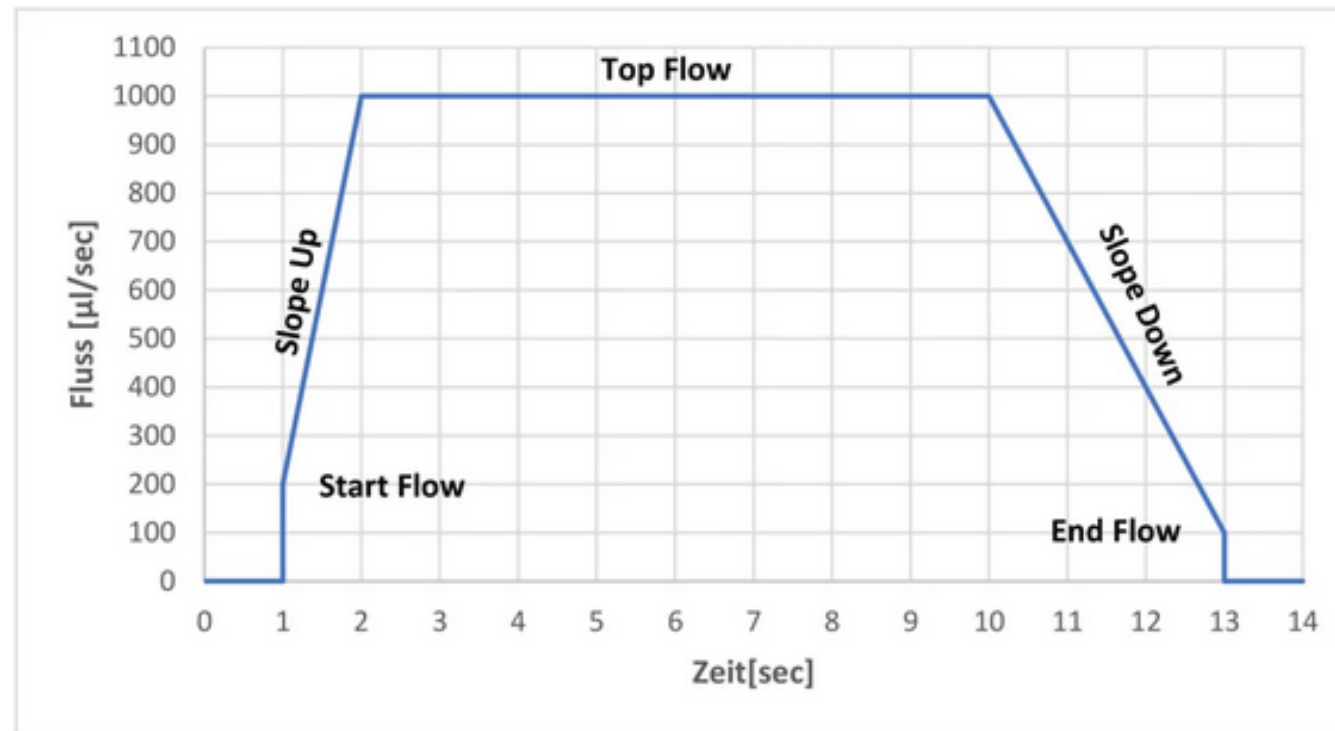
Anwendungen - Tipps

- **Pulsation** → Pulsationsdämpfer
- **Sicherheit** → Sicherheitsbehälter / Sicherheitsverschluss
- **Störende Luftblasen** → Entgasung
- **Dosierung Tropfenabriss** → Geschwindigkeit, Beschichtung

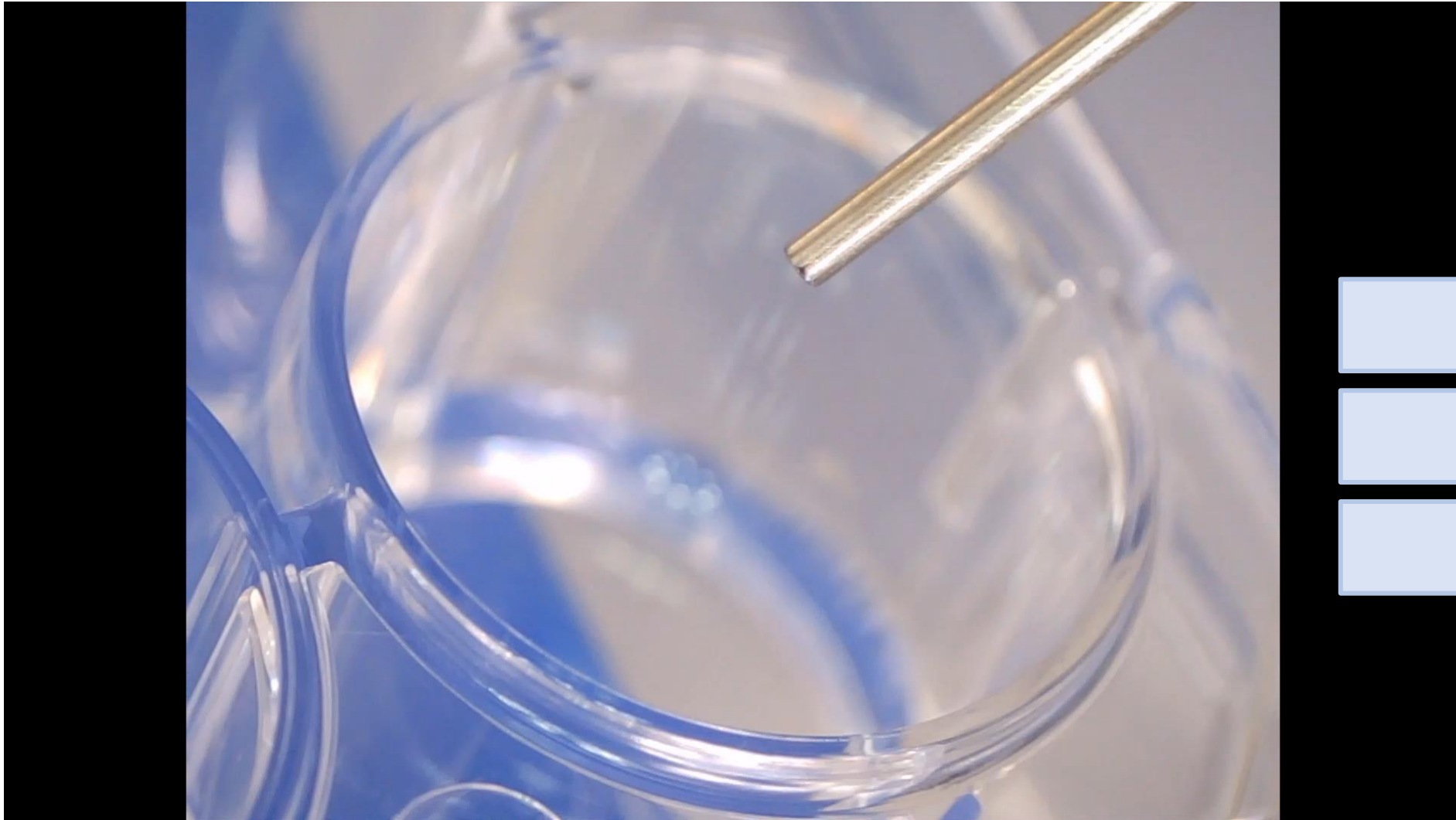


Anwendungen - Tipps

Durch die Änderung dieser Dosierparameter kann auf die Fließ- und Dosiereigenschaften des jeweiligen Mediums für eine optimale Dosierung eingegangen werden, z.B. Ansaug- & Einstrahlverhalten, Tropfenabriss



Anwendungen - Tipps



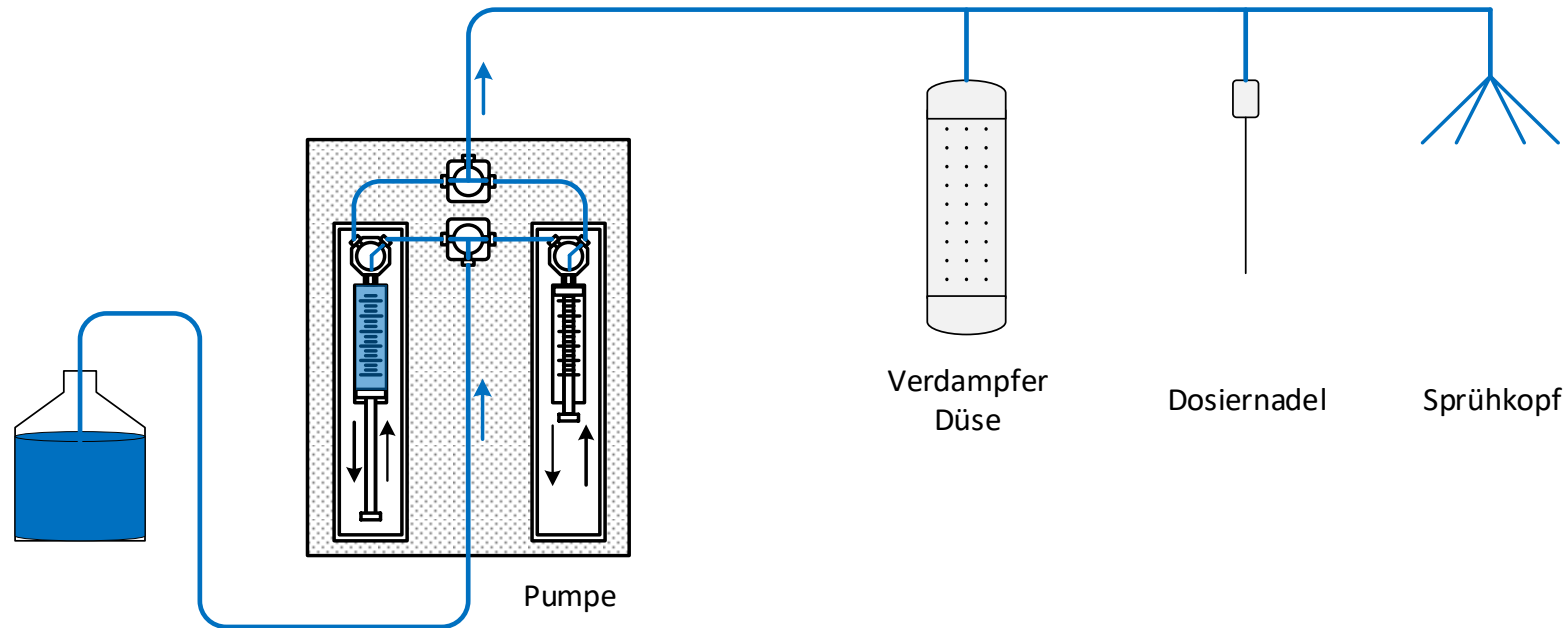
500µl

50µl

5µl

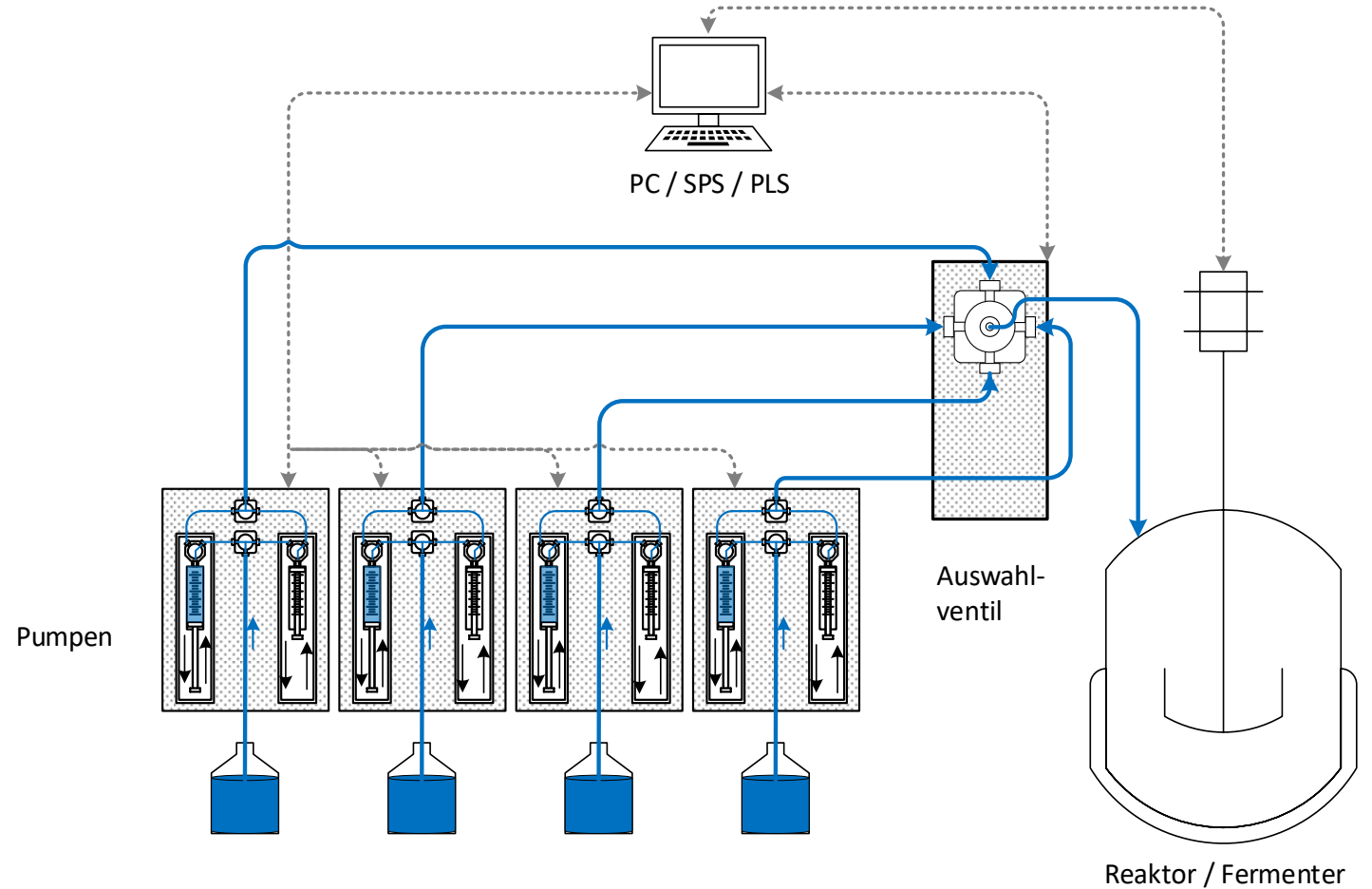
Verdampfen / Dosieren / Sprühen

- Abfüllungen
- Prüfstände
- Wirkstoffaufbringung Medizintechnik und Medizindiagnostik
- Prüfgasherstellung über Verdampfer Systeme
- Reinigungsprozesse Halbleiterindustrie & Automobile
- Klebprozesse



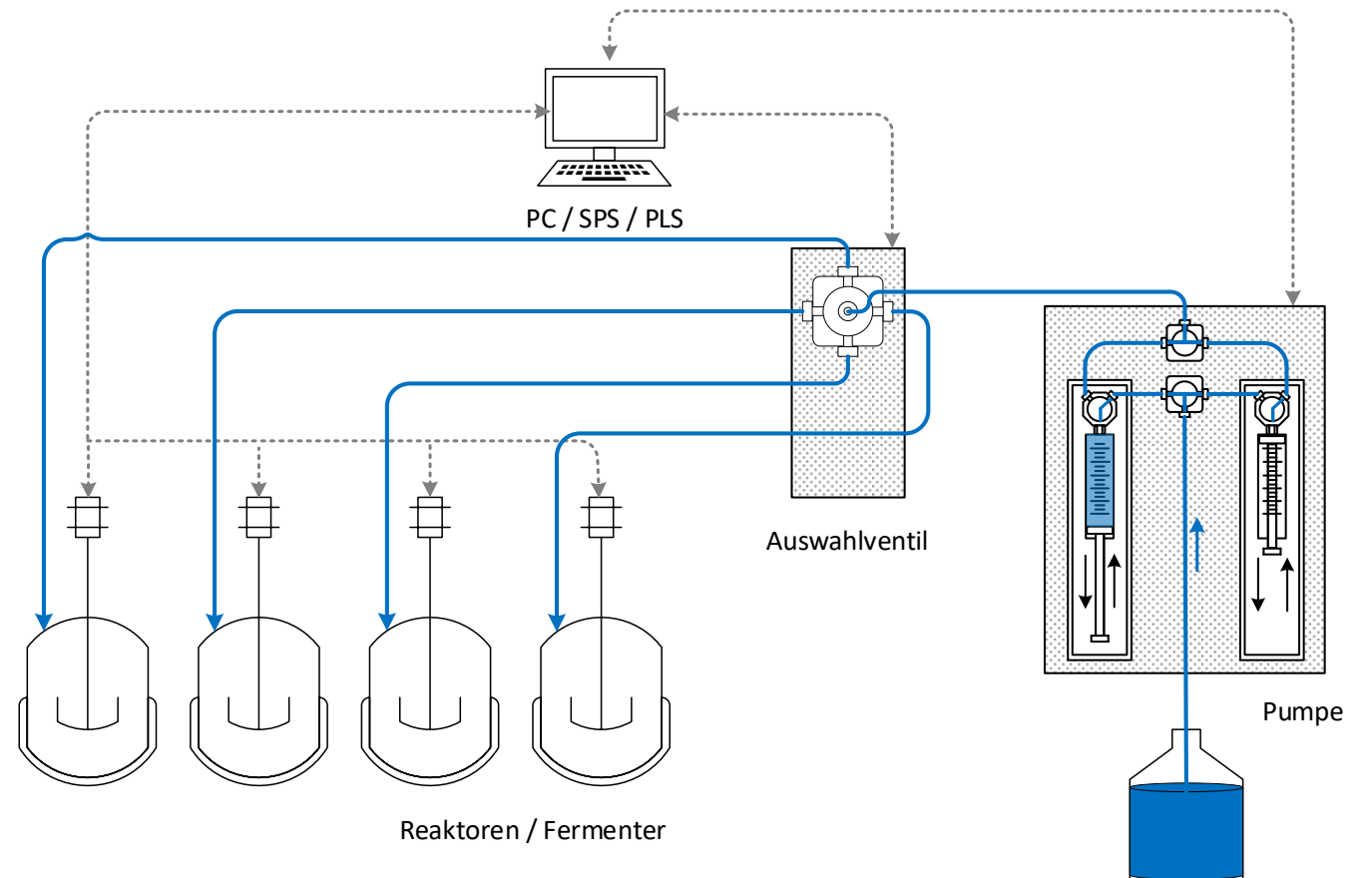
Multi-Medien Dosierung

- Reaktanten, Katalysator
- Säure / Base
- Substrat / Nährlösung
- Detergenzien



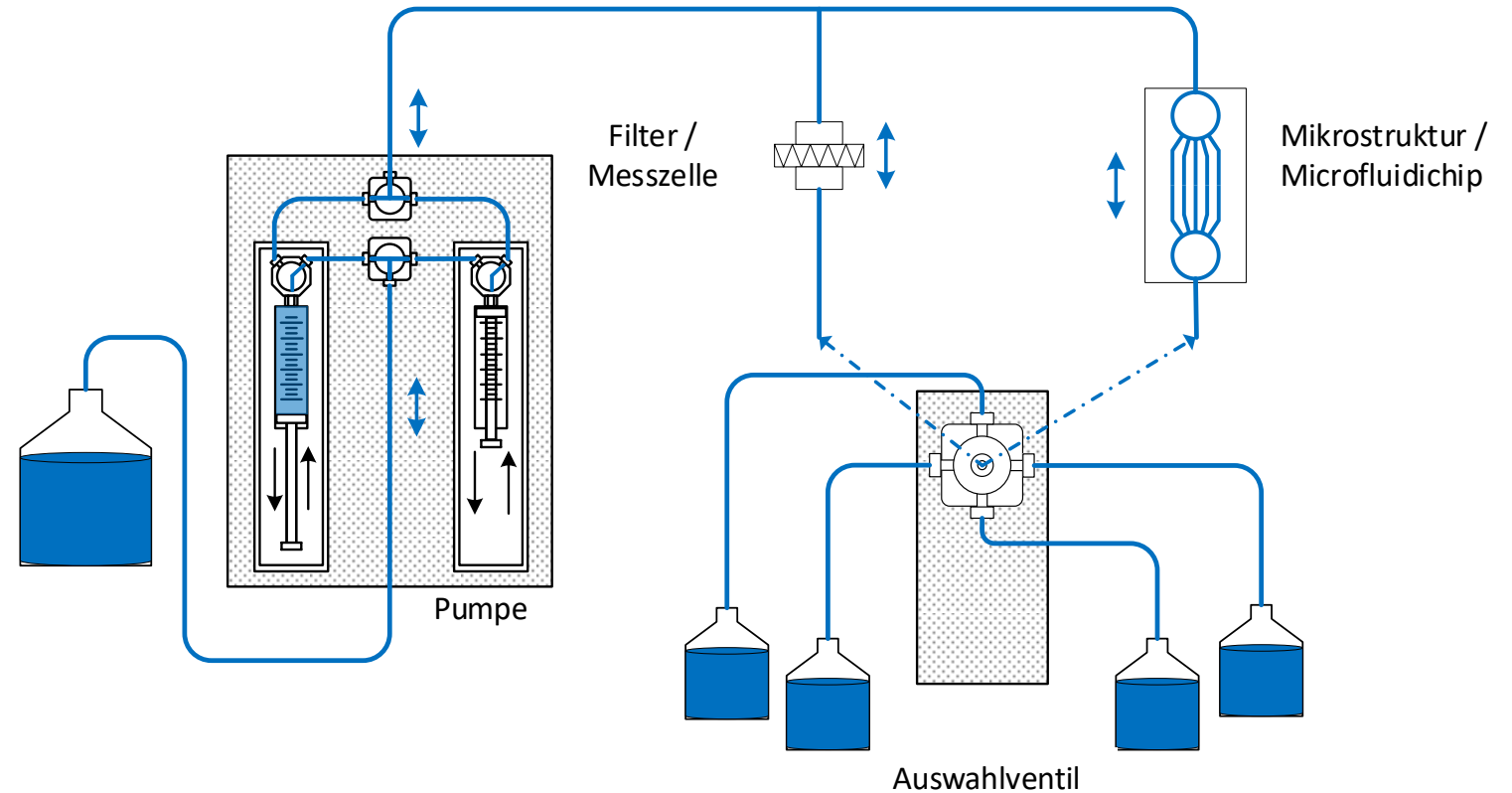
Multi-Reaktor Dosierung

- Reaktanten, Katalysator
- Säure / Base
- Substrat / Nährlösung
- Detergenzien



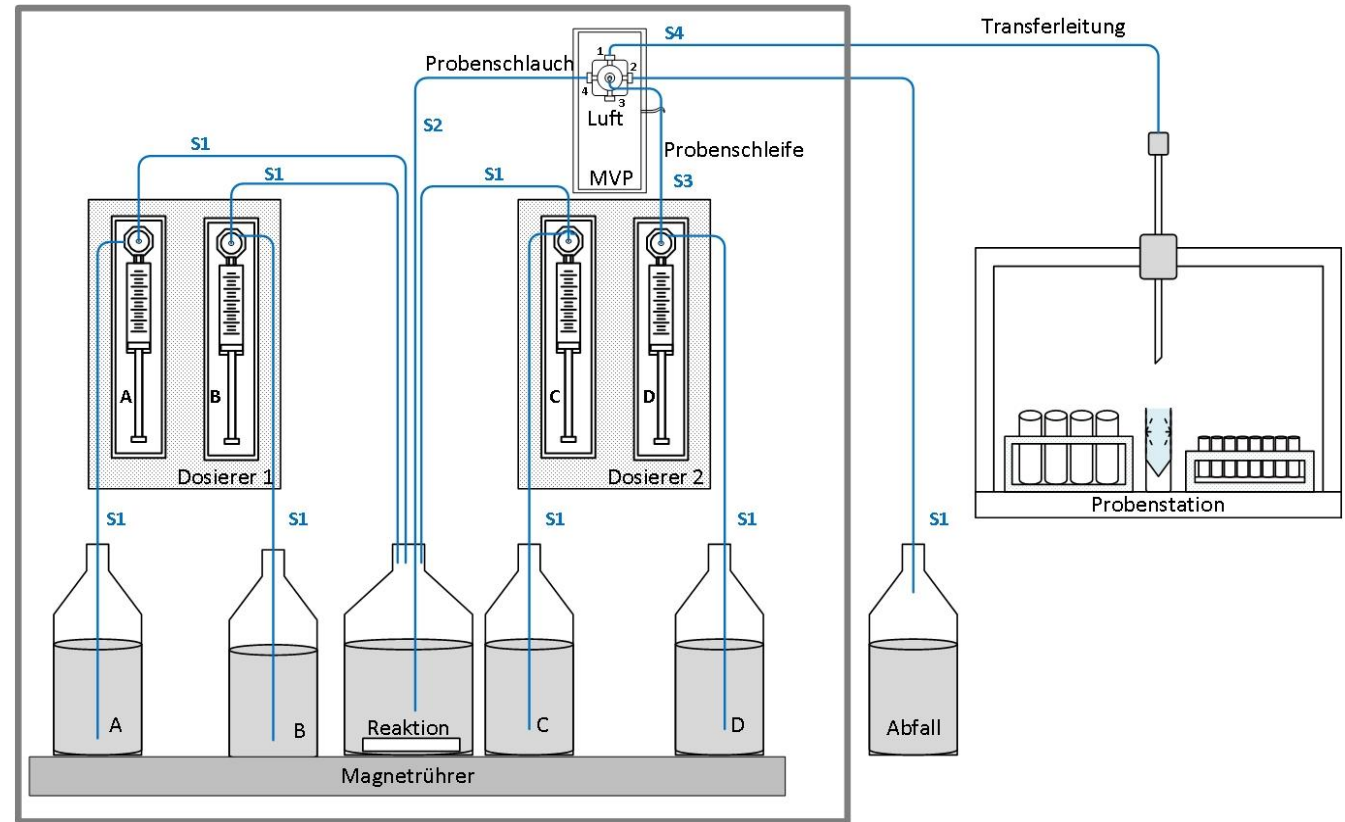
Liquid Handling / Microfluidic

- beidseitiges Pumpen/Dosieren
- unterschiedlicher Medien auch mit kleinen Flüssen/Mengen
- Mikrostrukturen
- Microfluid-Chips
- Messzellen
- Filtrationssysteme

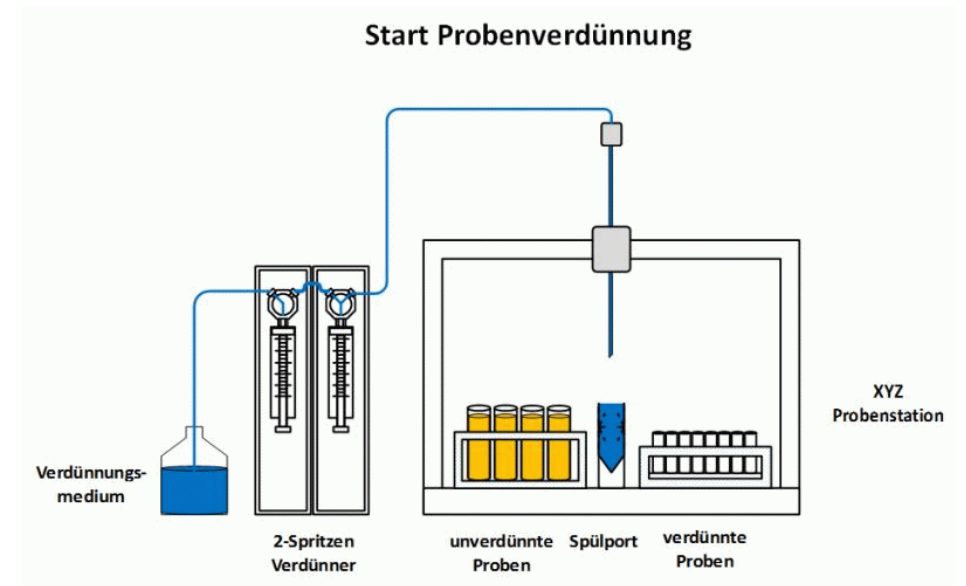


Dosieren & Probenentnahme

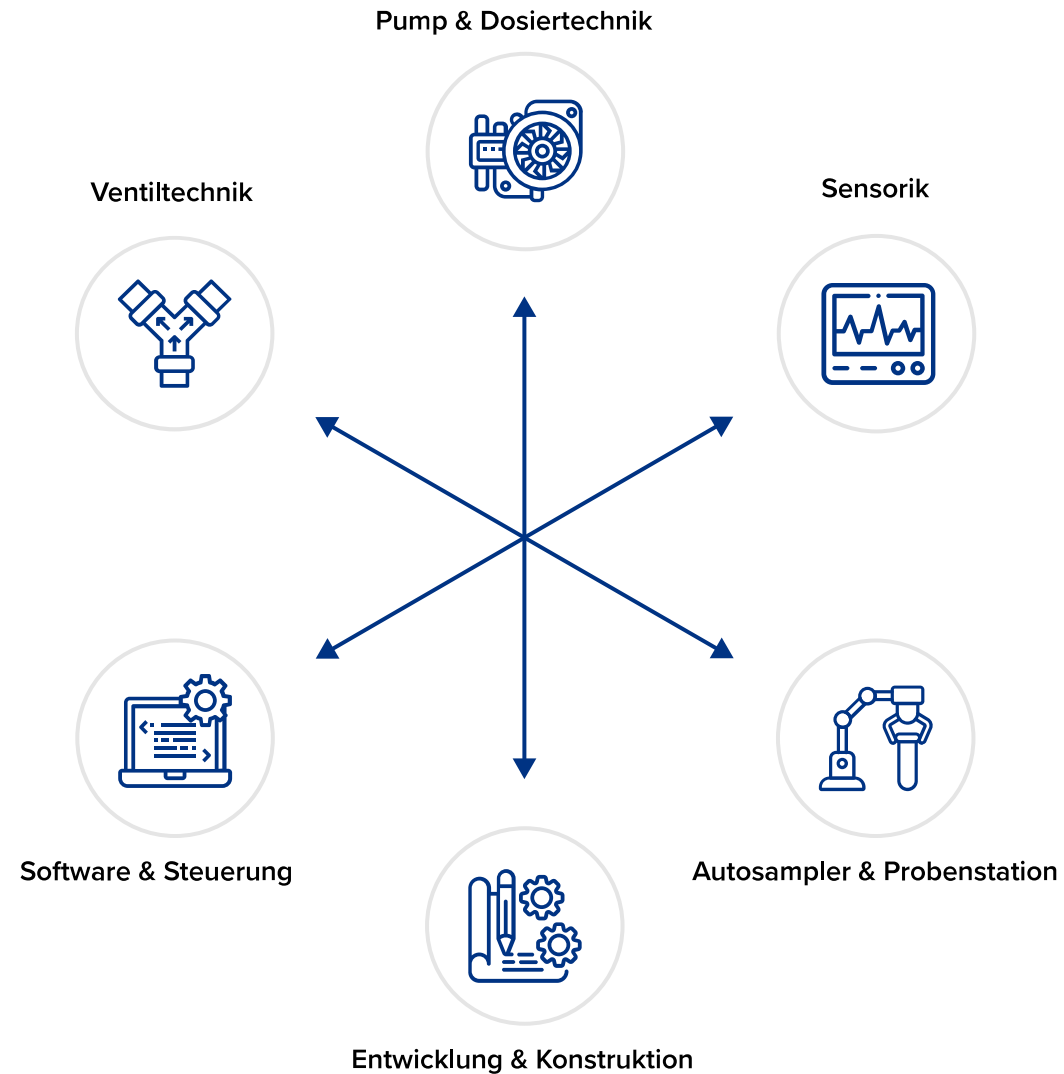
- Reaktionstechnik / Reaktionskinetik
- Zudosierung
- Probenentnahme



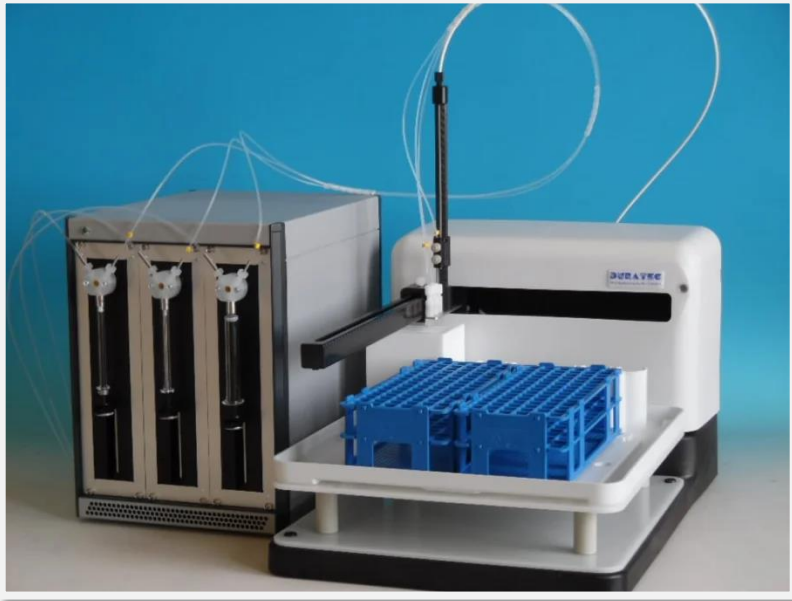
Proben automatisch verdünnen & abfüllen



Sonderlösungen



Anwendungen - Sonderlösungen



3-fach Dosierer für Herstellung von Küvettentest-Reagenzgemisch



Linedispenser Produktion

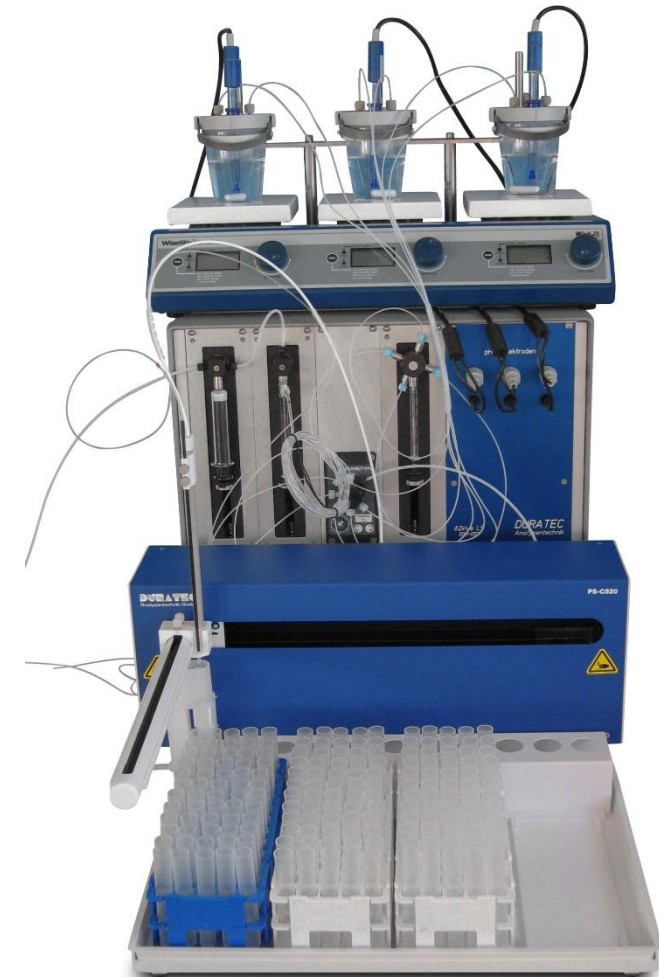


Probenentnahmesystem für Rückstellmuster

Anwendungen - Sonderlösungen



Automatisches Verdünnen / Probenaufnahme / Messen



pH Regulation / Probennahme / Verdünnen

Agenda

1. Grundlagen
2. Förderarten
3. Anschluss- & Verbindungskomponenten
4. Sensorik zur Überwachung
5. Anwendungen
- 6. Zusammenfassung**
7. Kontaktdaten

Zusammenfassung

- Welche Kriterien (Flussrate, Druck, Viskosität, Beständigkeit, ...) sind wichtig für die Auswahl des richtigen Systems
- Funktionsweise & Aufbau der Systeme sind unterschiedlich, daraus resultieren die Stärken und Schwächen
- Auswahl der richtigen Anschluss- & Verbindungskomponenten wichtig
- Sensorik sorgt für Redundanz und Sicherheit im Prozess
- Breiter und vielseitiger Einsatz in diversen Anwendungen, Bereichen und Branchen
- Sonderlösungen für viele Anwendungsbereiche

Vielen Dank!

DURATEC
Analyse-technik GmbH



Jetzt Kontaktdaten speichern!

Kontaktdaten



DURATEC Analyse-technik GmbH
Rheinauer Straße 4
D-68766 Hockenheim



Tel. +49 6205 9450 -0
Fax. +49 6205 9450 -33



gerald.degenhardt@duratec.de

www.duratec.de