



MAZURCZAK

Heizen Kühlen Regeln

REPRESENTANT
VERTEGENWOORDIGER

electrolyse belge elpewe

Chaussée de Ninove 62 Ninoofsesteenweg
BRUXELLES 1080 BRUSSEL
Tel. +32(0)2 4104242 Fax +32(0)2 4106125
electrolyse@skynet.be

Beständigkeitsliste

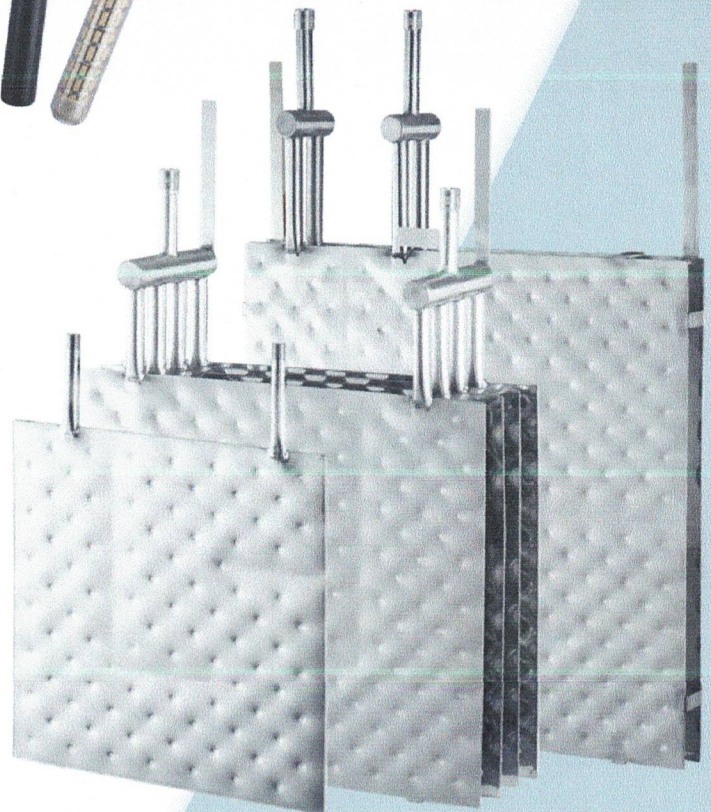
Einsatzempfehlungen für Werkstoffe in Prozessflüssigkeiten



Elektrische
Beheizung



Sensoren für Temperatur-
und Füllstandmessung



Wärmetauscher
SYNOTHERM®

Heizen mit Sicherheit und Qualität!



Die Chemikalien in Ihren Prozessflüssigkeiten stellen die unterschiedlichsten Anforderungen an die chemische Beständigkeit der eingesetzten Werkstoffe. Bei der Auswahl sind aber genauso physikalische Prozesse (mögliche Verkrustungen)

und thermische Grenzwerte (Oberflächenbelastung) zu beachten. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Werkstoffe werden differenziert in der Beständigkeitsliste dargestellt. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die verfügbaren

Standardtypen. Entsprechend der Mindesteintauchtiefe und Nennleistung, ist für die Tauchrohre die spezifische Oberflächenbelastung in W/cm^2 angegeben.

Spezifikation der Standardwerkstoffe

Kennbuchstabe		Rohrdurchmesser [mm]	
PS	54	Spezial-Hartporzellan, glasiert	
TG	50	Technisches Glas (Hydrolyseklasse 1, Säureklasse 1, Laugenklasse 2 nach DIN 12111, 12116 und 52322)	
QS	52	Quarzglas (Hydrolyseklasse 1, Säureklasse 1, Laugenklasse 1 nach DIN 12111, 12116 und 52322)	
FC	46,5	Fluorpolymer (PFA)-Compound	
KB	45	Edelstahl (Werkstoff-Nr. 1.4571)	
TI	45	Titan (Werkstoff-Nr. 3.7035)	

Tauchrohrübersicht Badwärmer ROTKAPPE

Nennlänge [mm]	Nennleistung	Mindesteintauchtiefe [mm]		Oberflächenbelastung [W/cm^2]						
		230 V~	400 V3~	PS	TG	QS	FC	KB	TI	
315	0,40	225	x	-	1,6	-	-	-	1,9	1,9
315	0,63	225	x	-	2,5	-	-	-	3,0	3,0
400	0,63	275	x	x	1,9	2,0	-	2,2	2,3	2,3
400	1,00	275	x	x	3,0	3,2	-	-	3,6	3,6
500	0,80	360	x	x	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9
500	1,00	360	x	x	2,0	2,2	2,1	2,3	2,4	2,4
500	1,40	360	x	x	2,8	3,0	2,9	-	3,4	3,4
630	1,25	460	x	x	1,9	2,0	2,0	2,2	2,3	2,3
630	1,60	460	x	x	2,4	2,6	2,5	-	2,9	2,9
630	2,00	460	x	x	3,0	3,2	3,1	-	3,6	3,6
800	1,00	560	x	x	1,2	1,3	1,2	1,4	1,4	1,4
800	1,60	560	x	x	1,9	2,1	2,0	2,2	2,3	2,3
800	2,00	560	x	x	2,4	2,6	2,5	-	2,9	2,9
800	2,50	560	x	x	3,0	3,2	3,1	-	3,6	3,6
1000	1,25	725	x	x	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4
1000	1,60	725	x	x	1,5	1,6	1,5	1,7	1,8	1,8
1000	2,00	725	x	x	1,9	2,0	1,9	2,1	2,2	2,2
1000	2,50	725	x	x	2,3	2,5	2,4	-	2,8	2,8
1000	3,15	725	x	x	2,9	3,1	3,0	-	3,5	3,5
1000	3,50	725	x	x	3,2	3,5	3,4	-	3,9	3,9
1250	1,00	875	x	x	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
1250	1,60	875	x	x	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4
1250	2,00	875	x	x	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8
1250	2,50	875	x	x	1,9	2,0	2,0	2,2	2,3	2,3
1250	2,80	875	x	x	2,1	2,3	2,2	-	2,6	2,6
1250	3,50	875	x	x	2,6	2,8	2,7	-	3,2	3,2
1250	4,00	875	-	x	3,0	3,2	3,1	-	3,6	3,6
1600	2,00	1125	x	x	-	1,3	-	1,3	1,4	1,4
1600	3,15	1125	x	x	-	2,0	-	2,1	2,3	2,3
1600	3,50	1125	x	x	-	2,3	-	2,3	2,5	2,5
1600	4,00	1125	-	x	-	2,6	-	-	2,9	2,9
1600	4,50	1125	-	x	-	2,9	-	-	3,2	3,2
1600	6,00	1125	-	x	-	3,9	-	-	4,3	4,3
2000	4,00	1400	-	x	-	-	-	2,1	2,2	2,2
2000	4,50	1400	-	x	-	-	-	-	2,5	2,5
2000	5,00	1400	-	x	-	-	-	-	2,8	2,8
2000	6,00	1400	-	x	-	-	-	-	3,3	3,3
2500	4,50	1750	-	x	-	-	-	1,9	2,0	2,0
2500	6,30	1750	-	x	-	-	-	-	2,8	2,8
3150	5,00	2200	-	x	-	-	-	-	1,7	1,7
3150	7,00	2200	-	x	-	-	-	-	2,4	2,4

Einsatzempfehlungen

Die Chemikalien in Ihren Prozessflüssigkeiten stellen die unterschiedlichsten Anforderungen an die chemische Beständigkeit der von uns eingesetzten Werkstoffe. Bei der Auswahl des geeigneten Werkstoffes sind sowohl physikalische Prozesse, wie z.B. mögliche Verkrustungen und thermische Grenzwerte, als auch die maximal zulässige Oberflächenbelastung zu beachten. Die von uns aufgeführten Vor- und Nachteile der einzelnen Werkstoffe sowie die Beständigkeitstabellen sollen Ihnen die Auswahl erleichtern. Wir stehen Ihnen aber auch gerne beratend zur Seite und helfen bei Ihrer Projektierung.

	Säurebeständigkeit	Laugenbeständigkeit	Thermische Beständigkeit	Bruchfestigkeit	Vorteil	Nachteil
Edelstahl	mäßig gut	gut	hoch	sehr hoch	individuell verarbeitbar	/
Titan	gut	gut	hoch	sehr hoch	individuell verarbeitbar	/
Porzellan	sehr gut	mäßig	gut	mäßig	gute Wärmeleitfähigkeit	/
Technisches Glas	sehr gut	mäßig	gut	niedrig	/	bruchempfindlich
Quarzglas	sehr gut	mäßig	gut	niedrig	thermoschockbeständig	thermischer Strahler
PTFE, reinweiß	sehr gut	sehr gut	niedrig	niedrig	Reinraumeinsatz	geringe Oberflächenbelastung
PFA-Compound	sehr gut	sehr gut	niedrig	niedrig	höchste chemische Beständigkeit	geringe Oberflächenbelastung
PFA	sehr gut	sehr gut	niedrig	niedrig	höchste chemische Beständigkeit	geringe Oberflächenbelastung
FEP	sehr gut	sehr gut	niedrig	niedrig	höchste chemische Beständigkeit	geringe Oberflächenbelastung
PVDF	sehr gut	mäßig	bis 140°C	hoch	/	/
PP	gut	sehr gut	bis 90°C	hoch	/	/

Säuren, Laugen und Wasser

	Badwärmer				Heizstäbe / Galmathern				Temperaturfühler					Schwimmerschalter			Niveausonden			
	PS	TG	QS	KB	TI	FC	FP	FEP	PFA	F	L	B	G	M	F	L	B	B	K	T
Behandlungslösung Alkalien																				
Ammoniumhydroxyd (NH ₄ OH)	✗	✗	✗	+	+	+	+	+	+	+	✗	+	+	+	+	✗	+	+	+	+
Kalilauge, wässrig (KOH)	✗	✗	✗	+	+	+	+	+	+	+	✗	+	+	+	+	✗	+	+	+	+
Natronlauge, wässrig (NaOH)	✗	✗	✗	+	+	+	+	+	+	+	✗	+	+	+	+	✗	+	+	+	+
Anorganische Säuren																				
Fluorwasserstoffsäure = Flußsäure (HF)	✗	✗	✗	✗	✗	+	+	+	+	✗	+	✗	+	+	✗	+	✗	✗	+	✗
Königswasser (3HCl + HNO ₃) ³⁾	+	+	+	✗	⊖	⊖	⊖	+	+	✗	⊖	✗	+	+	✗	⊖	✗	✗	⊖	⊖
Mischsäure (HNO ₃ /H ₂ SO ₄ /H ₂ O)	+	+	+	✗	✗	+	+	+	+	✗	⊖	✗	+	+	✗	⊖	✗	✗	+	⊖
Oleum (rauchende Schwefelsäure) ³⁾	⊖	+	+	✗	✗	⊖	⊖	⊖	⊖	✗	⊖	✗	+	+	✗	⊖	✗	✗	+	✗
Phosphorsäure (H ₃ PO ₄)	✗	✗	+	⊖	✗	+	+	+	+	+	+	⊖	+	+	+	+	⊖	⊖	+	✗
Salpetersäure (HNO ₃) ³⁾	✗	+	+	⊖	+	+	+	+	+	✗	+	⊖	+	+	✗	+	⊖	⊖	+	+
Salzsäure (HCl); <10%	+	+	+	✗	✗	+	+	+	+	+	+	✗	+	+	+	+	✗	✗	+	✗
Salzsäure (HCl); >10%	+	+	+	✗	✗	⊖	⊖	⊖	⊖	✗	+	✗	⊖	⊖	✗	+	✗	✗	+	✗
Schwefelsäure (H ₂ SO ₄)	+	+	+	✗	✗	+	+	+	+	✗	+	✗	+	+	✗	+	✗	✗	⊖	✗
Organische Säuren																				
Ameisensäure	+	⊖	+	✗	✗	+	+	+	+	✗	+	✗	+	+	✗	+	✗	✗	+	✗
Benzoesäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Essigsäure = Eisessig	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Milchsäure	+	+	+	⊖	+	+	+	+	+	+	⊖	⊖	+	+	+	⊖	⊖	⊖	+	+
Oxalsäure	+	+	+	✗	✗	+	+	+	+	+	⊖	✗	+	+	+	⊖	✗	✗	+	✗
Weinsäure	+	+	+	⊖	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	⊖	⊖	+	+
Zitronensäure	+	+	+	+	⊖	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	⊖
Wasser																				
Leitungswasser	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Meerwasser	+	+	+	✗	+	+	+	+	+	+	+	✗	+	+	+	+	✗	✗	+	+
Destilliert, entionisiert (H ₂ O)	+	+	+	⊖	+	+	+	+	+	+	+	⊖	+	+	+	+	⊖	⊖	⊖	⊖

Legende

- Bei Verwendung metallischer Werkstoffe (KB, TI) sollte eine FI-Schutzschaltung mit Kondensator in der Erdleitung vorgesehen werden, um das Aufblitzen von Gleichstrom über die Erdleitung zu verhindern.
- Bei Verwendung metallischer Werkstoffe (KB, TI) muss ein Schutzpotential auf das Tauchrohr aufgebracht werden oder eine Passivierung der metallischen Oberfläche (z. B. durch HNO₃) erfolgen. Autokatalytisch arbeitende Elektrolyte (stromlos) neigen dazu, bei hoher Energiedichte eine Metallabscheidung auf der heißen Tauchrohroberfläche zu bewirken. Daher darf die spezifische Oberflächenbelastung nicht mehr als 2,5 W/cm² betragen.
- Klemmgehäuse aus PVDF empfohlen (BC/L und LC/L)

Zeichenerklärung der Werkstoffe

Badwärmer

- PS** Spezial-Hartporzellan, glasiert
TG Technisches Glas (Hydrolyseklasse 1, Säureklasse 1, Laugenklasse 2 nach DIN 12111, 12116 und 52322)
QS Quarzglas (Hydrolyseklasse 1, Säureklasse 1, Laugenklasse 1 nach DIN 12111, 12116 und 52322)
KB Edelstahl (Werkstoff-Nr. 1.4571)
TI Titan (Werkstoff-Nr. 3.7035)
FC Fluorpolymer (PFA-Compound)

Heizstäbe/Galmathern

- FP** Fluorpolymer (PFA-Compound)
FEP Perfluorethylenpropylen
PFA Perfluoralkoxy

Temperaturfühler

- F** Polypropylen (PP)
L Polyvinylidenfluorid (PVDF)
B Edelstahl (Werkstoff-Nr. 1.4571)
G Polytetrafluorethylen (PTFE)
M Perfluoralkoxy (PFA)

Schwimmerschalter und Niveausonden

- F** Polypropylen (PP)
L Polyvinylidenfluorid (PVDF)
B Edelstahl (Werkstoff-Nr. 1.4571)
K Polytetrafluorethylen (PTFE) - Compound
T Titan (Werkstoff Nr. 3.7035, PTFE)

Bewertungssymbole

- + empfehlenswert
- + beständig
- ⊖ bedingt einsetzbar
- ✗ unbeständig
- ⊖ keine generelle Bewertung möglich, bitte anfragen

Entfettungen und Elektrolyte

Behandlungslösung Entfettungen	Badwärmer					Heizstäbe				Galmathern					Temperaturfühler					Schwimmerschalter			Niveausonden		
	PS	TG	QS	KB	TI	FC	FP	FEP	PFA	F	L	B	G	M	F	L	B	B	K	T					
sauer (fluoridfrei)	+	+	+	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	+					
alkalisch (halogenfrei)	×	×	×	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Elektrolyte	PS	TG	QS	KB	TI	FC	FP	FEP	PFA	F	L	B	G	M	F	L	B	B	K	T					
Bleibad (Fluorborat)	×	×	×	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	×					
Chrombad (H ₂ SO ₄) ³⁾	+	+	+	×	+	+	+	+	+	×	+	×	+	+	×	+	×	×	+	+					
Chrombad (mischsauer, fluoridhaltig) ³⁾	×	×	×	×	×	+	+	+	+	×	+	×	+	+	×	+	×	×	+	×					
Eisenbad (FeCl ₂ · 4 H ₂ O) ¹⁾	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Eisenbad (FeSO ₄ or Fe(BF ₄)) ¹⁾	+	+	+	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Goldbad, cyanidisch ¹⁾	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Goldbad, sauer	+	+	+	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	×					
Kupferbad, cyanidisch ¹⁾	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Kupferbad, sauer	+	+	+	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Kupferbad (Fluorborat)	+	×	×	×	×	+	+	+	+	×	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Messingbad, cyanidisch ¹⁾	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Nickelbad (Fluorborat) ¹⁾	×	×	×	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	×					
Nickelbad (Nickelchlorid / Nickelsulfat) ¹⁾	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Platinbad / Palladium, sauer	+	+	+	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Rhodiumbad (H ₂ SO ₄)	+	+	+	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Silberbad, cyanidisch ¹⁾	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Zinkbad, alkalisch, cyanidisch ¹⁾	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Zinkbad, sauer	+	+	+	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	×					
Zinnbad, alkalisch ¹⁾	×	×	×	+	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	+					
Zinnbad (Fluorborat)	×	×	×	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Zinnbad (H ₂ SO ₄)	+	+	+	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Elektrolyte autokatalytisch²⁾	PS	TG	QS	KB	TI	FC	FP	FEP	PFA	F	L	B	G	M	F	L	B	B	K	T					
Kupferbad (stromlos), alkalisch ¹⁾	+	×	×	+	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	+					
Kupferbad (stromlos), sauer	+	+	+	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	+	+	+					
Nickelbad (stromlos), alkalisch ¹⁾	+	×	×	+	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	+					
Nickelbad (stromlos), sauer ¹⁾	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	+					

Weitere Prozessflüssigkeiten

Prozessflüssigkeiten	Badwärmer					Heizstäbe				Galmathern					Temperaturfühler					Schwimmerschalter			Niveausonden		
	PS	TG	QS	KB	TI	FC	FP	FEP	PFA	F	L	B	G	M	F	L	B	B	K	T					
ABS-Beize (CrO ₂ / H ₂ SO ₄) ³⁾	+	+	+	×	×	+	+	+	+	×	+	×	+	+	×	+	×	×	+	×					
Aluminiumglanzbad, fluoridhaltig	×	×	×	×	×	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Ammoniumfluorid (NH ₄ F)	×	×	×	×	×	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Fluxbad (NH ₄ Cl + ZnCl ₂)	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	×					
Boraxbad (Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Chromatierbad (H ₃ PO ₄ / CrO ₃ / H ₂ SO ₄), fluoridfrei	+	+	+	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	×					
Dekapierbad (HCl / or H ₂ SO ₄), fluoridfrei	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	×					
Eisen-III-Chlorid-Lösung (FeCl ₃)	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Glanzbad, chemisch (H ₃ PO ₄ + HNO ₃)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Kaliumpermanganat, (KMnO ₄)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Kochsalzlösung = Sole (NaCl-haltig)	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Lötwasser, sauer (HCl-haltig)	+	+	+	×	×	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Natriumhypochlorit (NaClO)	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Glaubersalz (Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O)	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Phosphatierbad (Eisen-, Zinkphosphat)	+	×	×	+	×	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Schwarzfärbebad (HNO ₃ + FeCl ₃) ³⁾	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	×	×	+	+					
Sealingbad = Wasser, entsalzt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Wasserstoffperoxid (H ₂ O ₂) ³⁾	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					



Bei stark oxydierenden Säuren (z.B. HNO₃, CrO₃) ist PP nicht ausreichend chemisch beständig. Hierfür bietet sich das weiße PVDF Klemmgehäuse mit seiner ausgezeichneten Säurebeständigkeit und seiner erhöhten thermischen Beständigkeit an. Bei Alkalien kann PVDF nicht verwendet werden.



Das rote Klemmgehäuse aus Polypropylen (PP) weist eine hohe chemische Beständigkeit auf und kann bei vielen Säuren und fast allen Alkalien verwendet werden.