



**MAZURCZAK**  
Heizen Kühlen Regeln

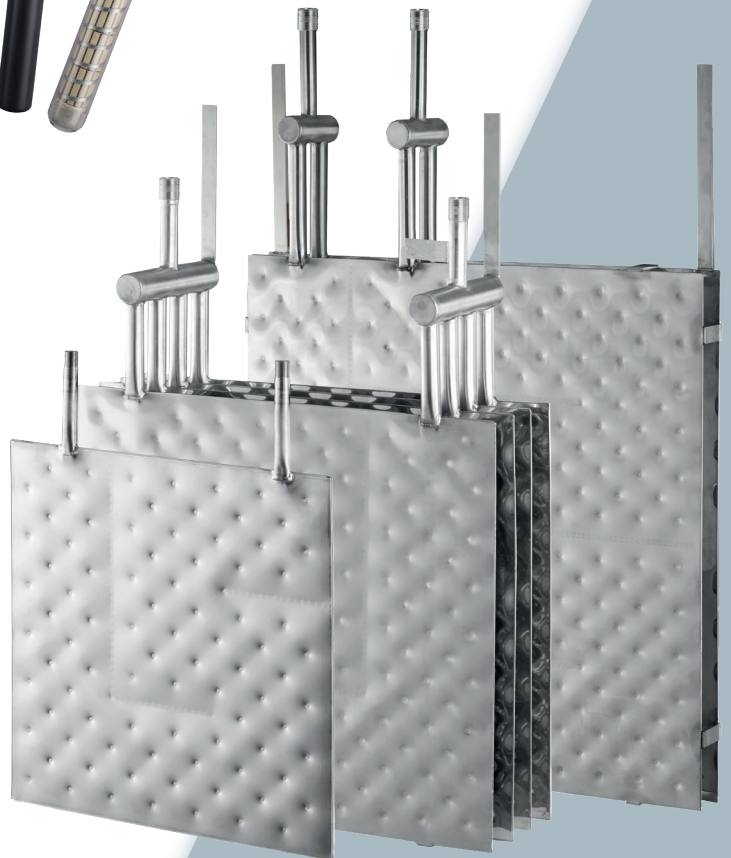
# Beständigkeitsliste

## Einsatzempfehlungen für Werkstoffe in Prozessflüssigkeiten

Elektrische  
Beheizung



Sensoren für Temperatur-  
und Füllstandmessung



Wärmetauscher  
SYNOTHERM®

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

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

## Legende

- Bei Verwendung metallischer Werkstoffe (KB, TI) sollte eine FI-Schutzschaltung mit Kondensator in der Erdleitung vorgesehen werden, um das Abfließen 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 HNO<sub>3</sub>) 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/cm<sup>2</sup> betragen.
- Klemmgehäuse aus PVDF empfohlen (BC/LC 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/Galmatherm

- 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 Galmatherm				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)	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	○	-	+	+	+	+
<b>Elektrolyte</b>	PS	TG	QS	KB	TI	FC	FP	FEP	PFA	F	L	B	G	M	F	L	B	B	K	T
Bleibad (Fluorborat)	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+
Chrombad (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) <sup>1)</sup>	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	○
Chrombad (mischsauer, fluoridhaltig) <sup>3)</sup>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-
Eisenbad (FeCl <sub>2</sub> · 4 H <sub>2</sub> O) <sup>1)</sup>	+	+	+	-	○	+	+	+	+	+	+	-	+	+	○	○	-	-	-	+
Eisenbad (FeSO <sub>4</sub> or Fe(BF <sub>4</sub> )) <sup>1)</sup>	○	○	○	-	-	+	+	+	+	+	○	+	+	+	○	○	-	-	-	-
Goldbad, cyanidisch <sup>1)</sup>	○	○	○	+	○	+	+	+	+	+	○	+	+	+	+	○	+	+	+	○
Goldbad, sauer	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Kupferbad, cyanidisch <sup>1)</sup>	○	○	○	+	○	+	+	+	+	+	-	+	+	+	○	-	+	+	+	○
Kupferbad, sauer	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	○
Kupferbad (Fluorborat)	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	○	○	-	-	-	-
Messingbad, cyanidisch <sup>1)</sup>	○	○	○	+	○	+	+	+	+	+	-	+	+	+	○	-	+	+	+	○
Nickelbad (Fluorborat) <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	○	○	-	-	-	-
Nickelbad (Nickelchlorid / Nickelsulfat) <sup>1)</sup>	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	○	○	-	-	-	○
Platinbad / Palladium, sauer	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	○
Rhodiumbad (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Silberbad, cyanidisch <sup>1)</sup>	○	○	○	+	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○	+	+	+	+
Zinkbad, alkalisch, cyanidisch <sup>1)</sup>	○	○	○	○	○	+	+	+	+	+	-	+	+	+	○	○	+	+	+	○
Zinkbad, sauer	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	○	○	-	-	-	-
Zinnbad, alkalisch <sup>1)</sup>	-	-	-	+	○	+	+	+	+	+	-	+	+	+	○	○	+	+	+	+
Zinnbad (Fluorborat)	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	○	○	-	-	-	-
Zinnbad (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	○	○	-	-	-	○
<b>Elektrolyte autokatalytisch<sup>2)</sup></b>	PS	TG	QS	KB	TI	FC	FP	FEP	PFA	F	L	B	G	M	F	L	B	B	K	T
Kupferbad (stromlos), alkalisch <sup>1)</sup>	○	-	-	+	○	+	+	+	+	○	○	-	+	+	○	+	+	○	+	○
Kupferbad (stromlos), sauer	+	+	+	-	-	+	+	+	+	○	+	-	+	+	○	+	-	○	+	○
Nickelbad (stromlos), alkalisch <sup>1)</sup>	○	-	-	+	○	+	+	+	+	○	○	-	+	+	○	+	+	○	+	○
Nickelbad (stromlos), sauer <sup>1)</sup>	+	+	+	+	○	+	+	+	+	○	+	-	+	+	○	+	+	○	+	○

# Weitere Prozessflüssigkeiten

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



Bei stark oxydierenden Säuren (z.B. HNO<sub>3</sub>, CrO<sub>3</sub>) 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.

# Wärmetauscher SYNOTHERM®

Die Auswahl des geeigneten Werkstoffes der Wärmetauscher wird von folgenden Faktoren bestimmt:

- Vorlauftemperatur des Wärmeträgermediums
- Chemische Zusammensetzung der Prozessflüssigkeit
- Konzentration der Bestandteile der Prozessflüssigkeit
- pH-Wert
- Inkrustationsneigung des Prozesses

Aufgrund dieser Faktoren ist keine generelle Freigabe der chemischen Beständigkeit von Werkstoffen in Prozessflüssigkeiten bei Wärmetauschern möglich.

Einige Einsatzempfehlungen von Wärmetauschern in Prozessflüssigkeiten möchten wir Ihnen trotzdem geben.

- **Die Edelstähle (1.4301, 1.4404 und Edelstahl 1.4571)** eignen sich zum Temperieren von alkalischen Entfettungen, alkalischen Zink-Nickel-Elektrolyten und cyanidischen Kupferelektrolyten.
- **Titan 3.7035** kann in sauren Zinkbädern (fluoridfrei), Nickelbädern (Nickelsulfat / Nickelchlorid), Salpetersäure und fluoridfreien Chrom-Elektrolyten eingesetzt werden.

- **Der Edelstahl 1.4539** ist besonders geeignet für den Einsatz in schwefelsäurehaltigen Lösungen. Zum Beispiel für die Kühlung von Eloxalbädern auf Schwefelsäure-Basis, hochkonzentrierter Phosphorsäure, hochkonzentrierter Natronlauge, Mischsäuren (Schwefelsäure und Salpetersäure) und zur Kühlung bestimmter Elektropolierbäder (Schwefelsäure und Phosphorsäure).

Trotz der Vielfalt an metallischen Werkstoffen und deren Legierungen sind in einigen Prozessen keine metallischen Werkstoffe chemisch beständig.

In halogenhaltigen und stark sauren Prozessflüssigkeiten können die beschichteten Plattenwärmetauscher und Kunststoffwärmetauscher SYNOTHERM® eingesetzt werden.

In Prozessflüssigkeiten wie Zink- oder Mangan-Phosphatierungen entstehen Verkrustungen an der Oberfläche der Heizungen. Die antiadhäsive Fluorpolymerbeschichtung der beschichteten Wärmetauscher reduziert die Inkrustationsneigung und den Reinigungsaufwand. Durch die Antihafwirkung ist eine einfache Entfernung und Reinigung der Wärmetauscher möglich.

Die Angabe der Beständigkeit der einzelnen Werkstoffe gegen aggressive Prozessflüssigkeiten ist als eine Empfehlung anzusehen und bezieht sich nur auf wässrige Lösungen in einem Temperaturbereich von 0°C bis 100°C.

**Wir machen darauf aufmerksam, dass alle genannten Angaben ohne Gewähr erfolgen.**



**MAZURCZAK**  
Heizen Kühlen Regeln

Mazurczak GmbH  
Schlachthofstraße 3  
91126 Schwabach  
Deutschland

Telefon +49 / 9122 / 98 55 - 0  
[rotkappe.de](http://rotkappe.de) [synotherm.de](http://synotherm.de)  
[kontakt@mazurczak.de](mailto:kontakt@mazurczak.de)

