

## Temperatur-Regelsysteme ohne Hilfsenergie

Sicherheits-Schaltungen (Fail-Safe-Schaltungen) Anwendungen, Vorschriften, Empfehlungen

### Einführung

Temperatur-Regelsysteme ohne Hilfsenergie gelten als einfach, wartungsfrei und besonders robust. Trotzdem sind, wie bei allen technischen Einrichtungen, schadenverursachende Störungen möglich. Deshalb sollten bereits bei der Anlagen-Planung Gedanken über die Sicherheitsrelevanz einfließen. Durch unterschiedliche Instrumentierungen lassen sich je nach Sicherheitsrelevanz abgestufte Sicherheits-Schaltungen, auch Fail-Safe-Schaltungen genannt, erreichen.

### Voraussetzung:

Das Schließorgan in Stellventilen kann nur zuverlässig schließen oder öffnen, wenn es nicht durch Schmutz blockiert oder schwergängig wird. Deshalb ist Stand der Technik, jedem Stellventil einen Schmutzfänger mit Feinsieb vorzuschalten. Andernfalls kann jede Sicherheits-Schaltung unwirksam werden.

### 1. Im Regler integrierte Sicherheits-Schaltung

Die nach dem Flüssigkeitsausdehnungsprinzip arbeitenden Regler sind durch eine eingebaute Übertemperatursicherung – bestehend aus einem mit Inertgas gefüllten Metallbalg – bis zu Übertemperaturen am Fühler von 55 K (Typ 122 bis 33 K) über den jeweils eingestellten Sollwert gegen Fehlfunktion geschützt, so dass die Regelfunktion erhalten bleibt. Wird der Fühler jedoch, beispielsweise durch drastische Sollwertverstellung nach unten, mit Istwerten beaufschlagt, die mehr als 55 K über dem eingestellten Sollwert liegen, wird als Sollbruchstelle der mit Inertgas gefüllte Metallbalg zerstört. Hierdurch wird der Regler vor Zerstörung durch inneren Überdruck geschützt, so dass keine Fühlerflüssigkeit austritt und das Stellventil automatisch in eine Sicherheitsstellung gefahren wird. Schließventile für Heizsysteme werden geschlossen, so dass die Heizmittelzufuhr unterbrochen ist. Öffnungsventile für Kühlvorgänge werden geöffnet, so dass die Kühlmittelzufuhr gesichert ist. Die Regelfunktion wird hierbei aufgehoben und kann nur durch den Austausch des Reglers wieder hergestellt werden.

### 2. Sicherheits-Schaltung

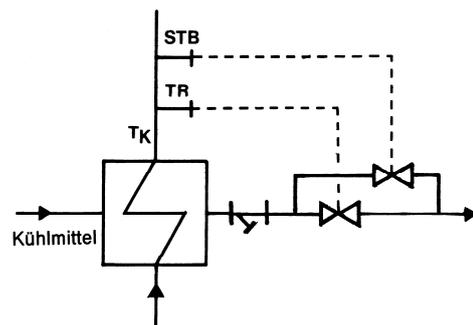
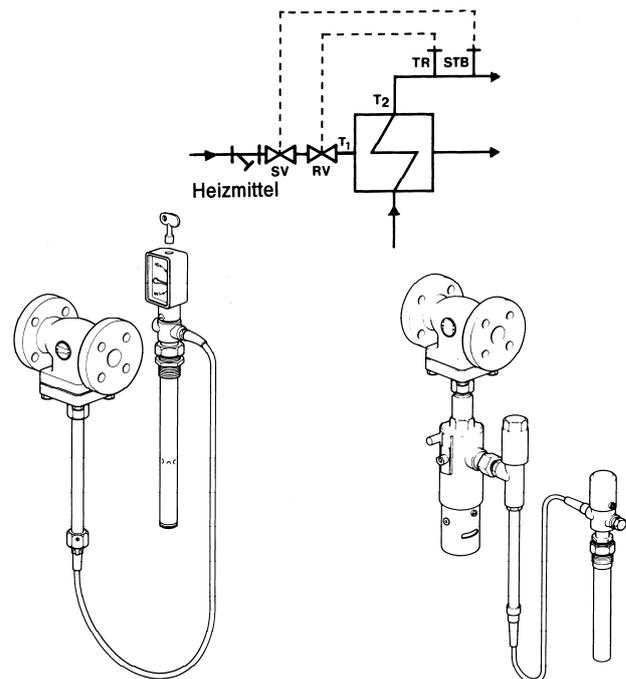
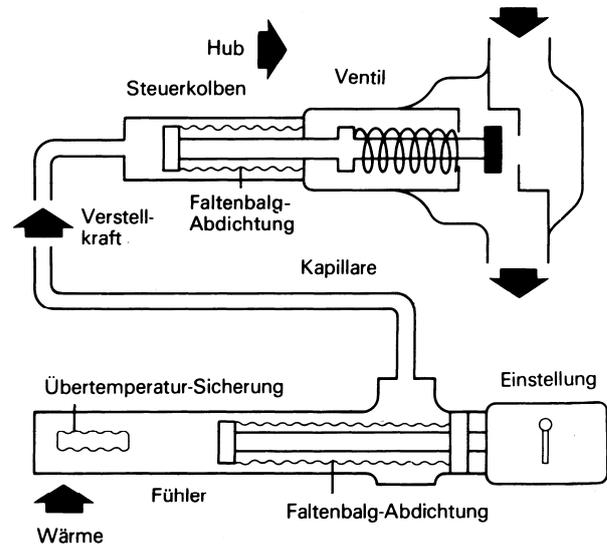
#### mit Sicherheits-Temperaturbegrenzern (STB)

Bei Zerstörung des Reglers durch äußere Gewaltanwendung (z.B. Kapillarrohrbruch) tritt Fühlerflüssigkeit aus, so dass der Druck im Regler abfällt und das Stellventil nicht mehr gesteuert werden kann. Auch die im Regler integrierte Übertemperatursicherung kann nicht mehr ansprechen. In diesem Fall ist eine Sicherheits-Schaltung nur durch den zusätzlichen Einsatz eines STB möglich. Der STB arbeitet, genau wie der Regler, nach dem Flüssigkeitsausdehnungsprinzip. Bei Auslösen des STB durch Erreichen der eingestellten Grenztemperatur am Fühler des STB-Systems wird das Stellventil schlagartig in die Sicherheits-Stellung gefahren. Auch bei Zerstörung des dem STB zugehörigen Fühler-Systems (z.B. Kapillarrohrbruch) wird das Stellventil automatisch in die jeweilige Sicherheits-Stellung gefahren. Die Regelfunktion des Regelsystems wird unterbrochen. Das Auslöseelement des STB ist verriegelt, kann aber durch manuellen Eingriff mit einem Werkzeug wieder entriegelt werden, sobald der defekte Regler bzw. Fühler ausgetauscht wurde.

Die unter 2. aufgeführte Art der Sicherheits-Schaltung kann in zwei Abstufungen vorgenommen werden:

#### 2.1 Regler (TR) und STB wirken auf zwei getrennte Ventile

Regel- und STB-System sind hierbei unabhängig voneinander und stellen deshalb die höchste Stufe der Sicherheits-Schaltungen dar. Die Anordnung sollte so vorgenommen werden, dass das Regelventil (RV) dem durch den STB gesteuerten Ventil (SV) nachgeschaltet ist. Das SV wird in der Regel die Anschluss-Nennweite der zugehörigen Rohrleitung aufweisen können, sofern diese richtig dimensioniert ist. Das Regelventil muss entsprechend der herrschenden Betriebsbedingungen ausgelegt werden unter Berücksichtigung dessen, dass je nach Betriebsverhältnissen bereits am vorgeschalteten SV ein Druckabfall entstehen kann.



**Notwendige Sicherheitstechnik nach AGFW (Arbeitsgemeinschaft Fernwärme)-Regelwerk, Arbeitsblatt FW519**

Entspricht den Forderungen der DIN EN 12828 (=> Nachfolgenorm DIN 4751T2)

Für Anlagen zur Wasserbeheizung sind u. a. bezüglich Einrichtungen gegen Überschreiten der zulässigen Temperaturen DIN-Normen zu beachten. Eine Übersicht gibt Tabelle 1, welche sich auf durch Wasser oder Dampf indirekt beheizte Wärmeerzeuger bezieht.

**Tabelle 1**

Anlage	Leistung pro Wärmeübertrager	Temperaturverhältnis	Option	Sicherheitstechnische Ausrüstung <sup>5)</sup>										
				TR	STW	STB	SV <sub>V</sub>	SV <sub>R</sub>	DB	ET	DSS <sub>NF</sub>	KSS <sub>NF</sub>	AD	
Raumheizung Lüftung / Klima	Q ≤ 300 kW	$T_{Dmax} \leq T_{Hzul}$		X					X				X	
		$T_{Dmax} > T_{Hzul}$		X	X		X		X <sup>1)</sup>		X <sup>4)</sup>	X <sup>4)</sup>	X	
	Q > 300 kW	$T_{Dmax} \leq T_{Hzul}$			X			X						X
		$T_{Dmax} > T_{Hzul}$	I		X	X		X		X	X	X <sup>4)</sup>	X <sup>4)</sup>	X
			II		X	X	X	X		XX <sup>6)</sup>		X <sup>4)</sup>	X <sup>4)</sup>	X
	$T_{Dmax} \leq T_{HSDD}$			X	X						X <sup>4)</sup>	X <sup>4)</sup>	X	
Wassererwärmung	Heizmittelvorlauf ≤ 110°C			X										
	Heizmittelvorlauf > 110°C			X			X max. 95°C 2)3)							

- 1) Druckbegrenzer nur erforderlich, wenn  $p_{Hzul} > 3 \text{ barÜ}$
- 2) Nicht erforderlich bei Wassererwärmungsanlagen mit Speicher-Wassererwärmern und Wasserspeichern, bei denen das Produkt aus dem zulässigen Betriebsüberdruck  $p$  in bar und dem Nenninhalt  $V$  der Wasserseite in Litern  $p \times V = 300$  und zugleich die zugeführte Wärmeleistung  $Q$  den Wert 10 kW nicht überschreiten, sowie Wassererwärmungsanlagen mit Durchflusserwärmern, bei denen der Nenninhalt  $V$  der Wasserseite den Wert 15 Liter und die zugeführte Wärmeleistung  $Q$  den Wert 50 kW nicht überschreitet.
- 3) Eigensicherheit im Sinne von DIN 3440 bzw. DIN VDE 0631 und DIN VDE 0631 Teil 1 ist nicht erforderlich bei Anlagen mit einem Speicherinhalt < 5000 Liter und einer Wärmeleistung ≤ 250 kW
- 4) Wird ein schnellschliessendes, Typgeprüftes Stellglied mit Sicherheitsfunktion im Vorlauf eingebaut, kann das typgeprüfte Stellgerät in der Kondensatleitung entfallen
- 5) TR – als geeignet gelten Temperaturregel- und Temperaturbegrenzungseinrichtungen, die nach DIN 3440 gekennzeichnet sind. STW, STB typgeprüft, DB, SV bauteilgeprüft
- 6) Entspannungstöpfe sind nicht erforderlich, wenn je Wärmeübertrager ein Sicherheitstemperaturbegrenzer und ein weiterer Druckbegrenzer eingebaut werden.

**Legende:**

$T_{Dmax}$	=	max. Dampftemperatur
$T_{Hzul}$	=	maximal zulässige Heizwassertemperatur in der Hausanlage
$T_{HSDD}$	=	Sattdampftemperatur des Ansprechüberdrucks des Sicherheitsventils
$p_{Hzul}$	=	maximal zulässiger Druck in der Hausanlage
TR	=	Temperaturregler
STW	=	Sicherheitstemperaturwächter
STB	=	Sicherheitstemperaturbegrenzer
SV <sub>V</sub>	=	Sicherheitsventil, Anordnung im Vorlauf
SV <sub>R</sub>	=	Sicherheitsventil, Anordnung im Rücklauf
DB	=	Druckbegrenzer
ET	=	Entspannungstopf
DSS <sub>NF</sub>	=	Dampfschnellschlussventil mit Notstellfunktion
KSS <sub>NF</sub>	=	Kondensatschnellschlussventil mit Notstellfunktion
AD	=	Ausdehnungsgefäß

**Tabelle 2**

Komponente	Typ	Datenblatt
Temperaturreglern mit Schutzrohren	121 T	TIS 1.900.1
Stellventile aus:	Grauguss, PN16	KA 31
	Grauguss, PN16	KA 33
	Grauguss, PN16	KB 33
	Stahlguss, PN40	KA 43

**Empfehlung zu Heizprozessen**

Obwohl für allgemeine industrielle Heizprozesse keine Vorschriften bestehen, sollten immer dann, wenn durch das Überschreiten einer definierten Grenztemperatur Produkte verderben oder Anlagenteile Schaden nehmen können, Sicherheits-Temperaturbegrenzer zusätzlich zum Temperatur-Regler eingesetzt werden. Einige Beispiele zeigt Tabelle 3.

**Tabelle 3**

Anwendungsfall	Schutz vor
offene Galvanikbäder	Sieden oder Überkochen
Prozeß-Wärmetauscher	Verderben des Produktes
offene Kochkessel	Verderben des Produktes
Trockner	Verderben des Trockengutes
Heizölvorwärmer	Verkoken und Blasenbildung

**Empfehlung zu Kühlvorgängen**

Obwohl für Kühlvorgänge keine Vorschriften bestehen, sollten immer dann, wenn durch Überschreiten einer definierten Grenztemperatur Produkte verderben oder Anlagenteile Schaden nehmen können, Sicherheits-Temperaturbegrenzer zusätzlich zum Temperatur-Regler eingesetzt werden. Zweckmäßigerweise sollte für den STB ein separates Öffnungsventil gleicher Größe und Auslegung wie das Regelventil parallel zum Regelventil in einem Bypass montiert werden. Bei Maschinen-Kühlung und Einsatz als Kühlmittelbegrenzer sind TR und STB im ablaufenden Kühlmittelstrom anzuordnen. Weil eine Typprüfung nicht vorgeschrieben ist, können für diese Anwendungsfälle Systemkomponenten ohne Typprüfung eingesetzt werden.