

## GESTRA Steam Systems

# GESTRA Information C 1.3

## Wärmerückgewinnung aus Kessellauge

Energie ist nicht mehr unbegrenzt verfügbar. Energiekosten sind merkbar gestiegen und werden weiter steigen. Deshalb muß Energie gespart werden, wo immer dies möglich ist.

Nachfolgend ist aufgezeigt, wie auch im Dampfkesselbetrieb Energie durch Wärmerückgewinnung aus Kessellauge gespart werden kann.

Durch den ständigen Verdampfungsvorgang im Dampfkessel erhöht sich der Salzgehalt des Kesselwassers (Kessellauge). Er muß in zulässigen Grenzen bleiben, um Ablagerungen bzw. Versalzungsgefahr für die nachgeschalteten Anlagenteile durch „Schäumen und Spucken“ des Kessels zu vermeiden. Das erreicht man in einfacher Weise durch kontinuierliches und (oder) periodisches Abführen einer angemessenen Kessellaugenmenge (A). Diese läßt sich rechnerisch ermitteln, wenn der Salzgehalt des Speisewassers (S in mg/l) und die vom Kesseltyp abhängige zulässige Kesselwasserdichte (K in mg/l) sowie die Kesselleistung (Q in kg/h) bekannt sind:

$$A = \frac{S \cdot Q}{K - S} \text{ kg/h}$$

Bei Industriekesseln, zum Beispiel Dreizugkesseln mit normal aufbereitetem Speisewasser, beträgt die abzuführende Kessellauge zirka 3 – 5 % von der Kesselleistung. Diese siedende Kessellauge enthält eine beträchtliche Wärmemenge, die es auszunutzen gilt. Das Wasser selbst ist normalerweise für weiteren Gebrauch ungeeignet. Ein gewisser Prozentsatz des Wassers läßt sich aber durch entsprechende Maßnahmen ebenfalls wiedergewinnen.

Zum Abführen der Kessellauge gibt es manuell beziehungsweise automatisch betriebene Spezialventile:

GESTRA Reaktomat® BA, BAE für das kontinuierliche Absalzen.

GESTRA Abschlammschnellschlußventile PA, MPA für das periodische Abschlammen und Absalzen.

Bei nur geringer abzulassender Kessellauge (< 50 kg/h) ist das periodische Absalzen in Verbindung mit dem periodischen Abschlammen noch vertretbar. Wärme und Wasser lassen sich aufgrund des periodischen Anfalls jedoch kaum nutzen.

Bei größeren abzulassenden Mengen ist das kontinuierliche Absalzen zu empfehlen, unabhängig vom trotzdem notwendigen periodischen Abschlammen. Der Wärme- und Wasserverlust beim Abschlammen kann dann aber klein gehalten werden.

Nur beim kontinuierlichen Abführen der Lauge ist es möglich, beträchtliche Wärmemengen zu nutzen und auch Wasser wiederzugewinnen. Beides geht sonst verloren.

Für den Betrieb bedeutet das, es wird weniger Dampf benötigt, der Brennstoffverbrauch wird vermindert.

Drei Abbildungen sollen zeigen, wie dies durch entsprechende Schaltung realisierbar ist. Natürlich sind andere Varianten möglich. Welche den günstigsten Effekt erzielt, hängt von den Betriebsverhältnissen sowie von der Art und Größe der vorhandenen Wärmeverbraucher ab.

Wenn unter Druck stehendes siedendes Wasser auf einen niedrigeren Druck entspannt, entsteht hinter der Drossel, in diesem Falle hinter dem Absalzventil, Entspannungsdampf.

Die sich bildende Entspannungsdampfmenge hängt ab vom Kesseldruck und vom Druck hinter dem Absalzventil. Hinter dem Absalzventil befindet sich also Entspannungsdampf und Lauge, da diese nicht völlig ausdampft.

**Fig. 1**

Das Entspannungsdampf-Laugengemisch strömt durch einen ungeregelten Vorwärmer (zum Beispiel Öl- oder Wasservorwärmer). In diesem wird die Wärme des Entspannungsdampfes und ein Teil der Flüssigkeitswärme des Lauges genutzt.

**Fig. 2**

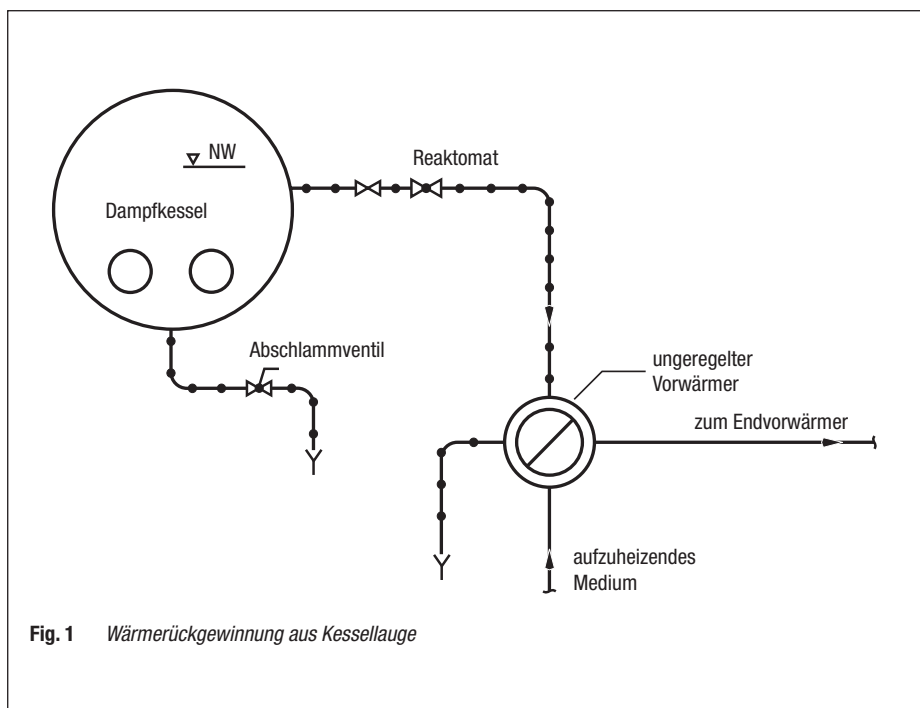
Dem Absalzventil ist ein Laugenentspanner nachgeschaltet. In diesem wird der Entspannungsdampf von der Lauge getrennt und in ein Niederdruckdampfnetz eingespeist. Die nicht ausgedampfte Lauge strömt durch einen ungeregelten Vorwärmer (Laugenkühler), in dem noch Flüssigkeitswärme ausgenutzt wird. Die Einspeisung des Entspannungsdampfes in das Dampfnetz bedeutet gleichzeitig Wasserrückgewinnung.

**Fig. 3**

Hier wird der Entspannungsdampf und ein Teil der Laugenwärme zum Aufheizen und Entgasen des Speisewassers verwendet. Es wird Wärme und Wasser zurückgewonnen.

Bevor man solche Umbauten in einer Anlage vornimmt beziehungsweise bei Neuanlagen einplant, ist es sinnvoll zu wissen, welchen Nutzen diese Investitionen bringen und in welcher Zeit sie sich amortisieren.

Beachten Sie bitte dazu die Tabelle auf Seite 3.



**Fig. 1** Wärmerückgewinnung aus Kessellauge

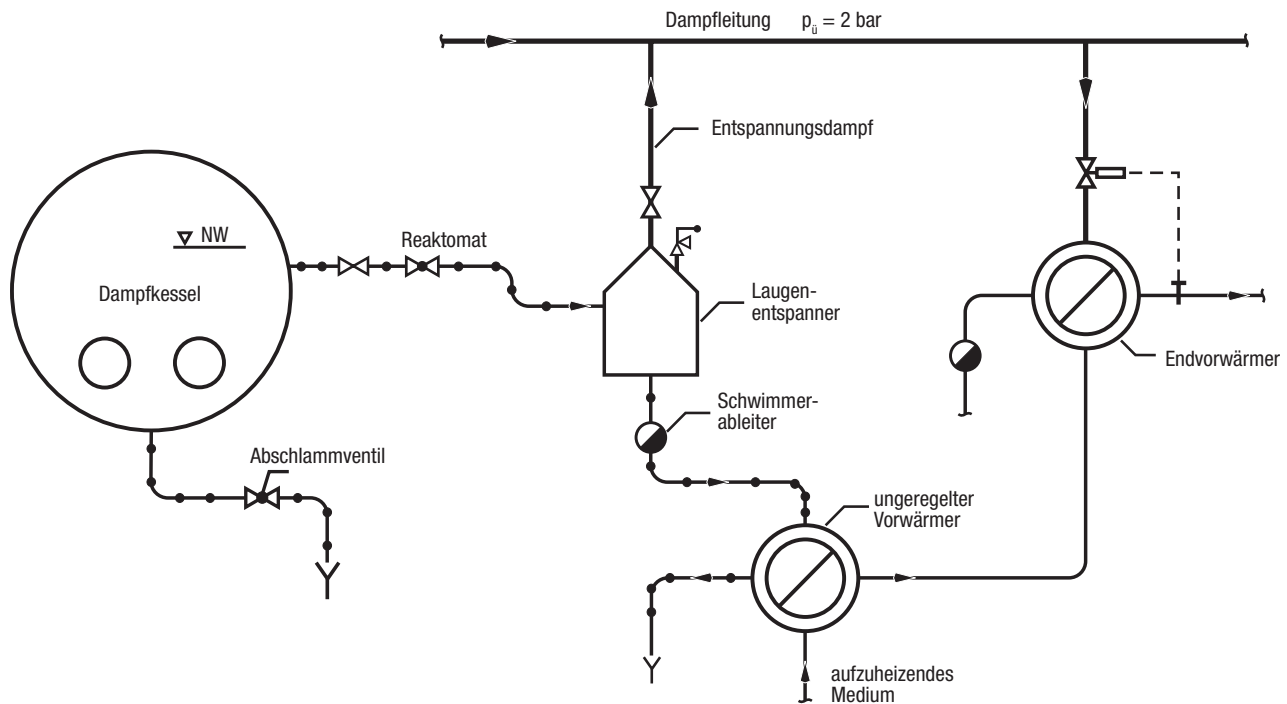


Fig. 2 Wärme- und Wasserrückgewinnung aus Kessellauge

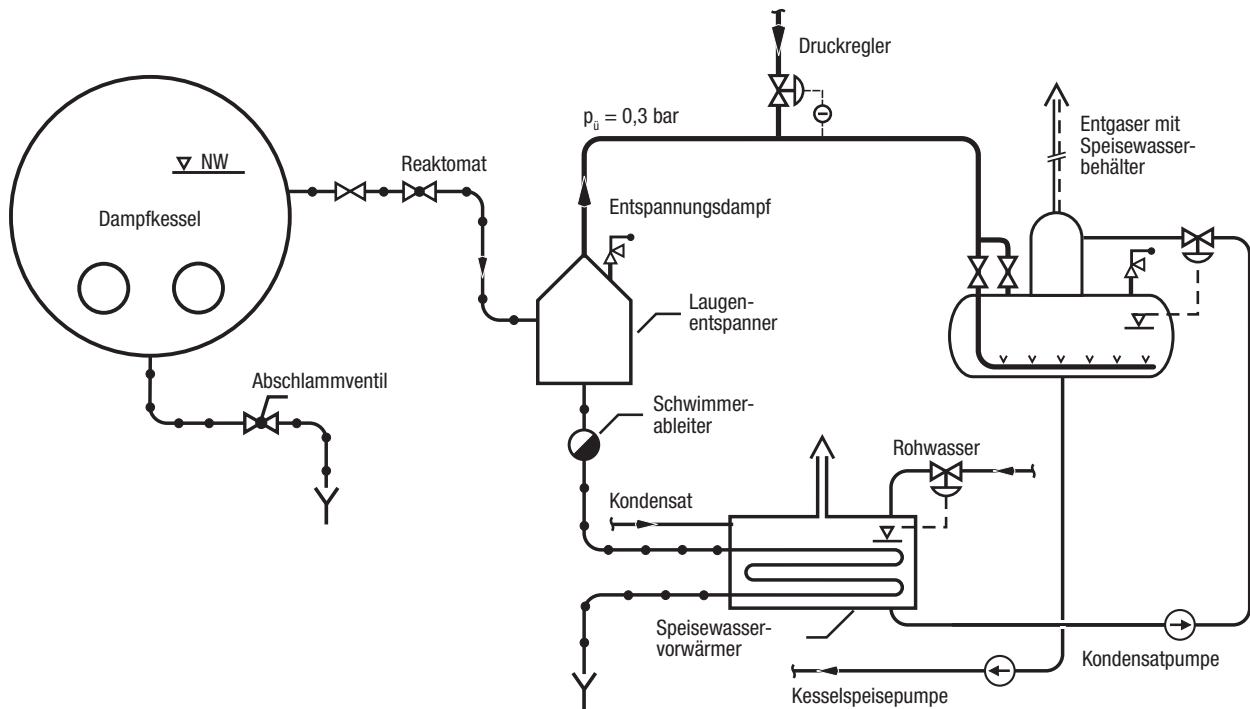


Fig. 3 Wärme- und Wasserrückgewinnung aus Kessellauge

In der Tabelle auf Seite 3 sind die Werte nach den Schaltungen Fig. 1 bis 3 für Kesselüberdrücke 8, 16 und 32 bar eingetragen. Als Annahme wurde eine Laugenaustrittstemperatur von  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  zugrunde gelegt. Es ist anzustreben und in den meisten Fällen auch möglich, diese Temperatur noch weiter abzusenken, um damit noch mehr Wärmeenergie zu nutzen. Die Ablaugenmengen von 300, 500 und  $1000 \text{ kg/h}$  sind ebenfalls Annahmen.

Der Heizwert des Brennstoffes Heizöl EL wurde mit  $41868 \text{ kJ/kg}$  angenommen. Der Kesselwirkungsgrad wurde mit  $85 \%$  geschätzt. Der zur Zeit mittlere Wärmepreis für die Erzeugung von einer Tonne Dampf bei Verwendung in einem mittelgroßen Betrieb dürfte bei zirka  $\text{€ } 19,42$  liegen. Abweichende Werte können interpoliert werden.

Wenn man sich in der Tabelle die jährlichen Kosteneinsparungen betrachtet, dazu die relativ geringe Amortisationszeit, so kommt man doch wohl nicht umhin, sofort zu prüfen, wie bis jetzt abgesalzt wird und was mit der Kessellauge geschieht. Die Kosteneinsparungen durch verminderten Verbrauch an Wasser und Wasseraufbereitungsmitteln wurden in der Tabelle noch nicht einmal berücksichtigt. Wird die Lauge ungenutzt abgelassen, so sollten unverzügliche Maßnahmen zu deren Nutzung eingeleitet werden. Das kommt nicht nur dem Betrieb zugute, es ist auch volkswirtschaftlich nicht zu verantworten, Energie zu vergeuden.

Da wir langjährige Erfahrungen besitzen, können wir helfen, die für den Betrieb optimalen Verhältnisse zu schaffen. Neben dem Know-how können wir auch die eventuell notwendigen Apparate liefern.

Einsparungen/ Amortisation			Nach Schaltung Fig.1			Nach Schaltung Fig. 2			Nach Schaltung Fig. 3		
Kesselüberdruck (p <sub>k</sub> )	[bar]		8	16	32	8	16	32	8	16	32
Wärmeeinheit pro Kilogramm Kessellaue	[kJ/kg]		742,6	871,8	1033,7	742,6	871,8	1033,7	742,6	871,8	1033,7
Überdruck im Laugenentspanner (p <sub>g</sub> )	[bar]		0	0	0	2	2	2	0,3	0,3	0,3
Entpannungsdampf pro Kilogramm Kessellaue bei Entspannung von p <sub>k</sub> nach p <sub>g</sub>	[kg/kg]		0,141	0,198	0,261	0,083	0,142	0,216	0,13	0,169	0,259
	[%]		14,1	19,8	26,1	8,3	14,2	21,6	13,0	16,9	25,9
Ablauftemperatur der Lauge	[°C]		80	80	80	80	80	80	80	80	80
Wärmerückgewinnung in [%] aus der abzulassenden Lauge	[%]		54	61	67	58,4	66,85	74,45	60,53	64,89	75,69
Wasserückgewinnung in [%] aus der abzulassenden Lauge	[%]		÷	÷	÷	8,3	14,2	21,6	13,0	16,9	25,9
Öl- bzw. Dampfersparnis in kg/h bei Ablaugenmengen von 300, 500 und 1000 kg/h	300 [kg/h]	kg/h Öl	3,3	4,4	5,7	3,5	4,8	6,3	3,7	4,9	6,5
		kg/h Dampf	43	56	73	46	62	81	48	63	83
	500 [kg/h]	kg/h Öl	4,7	7,4	9,6	6,0	8,0	10,7	6,2	8,2	10,8
		kg/h Dampf	71	94	122	77	103	136	80	105	138
	1000 [kg/h]	kg/h Öl	9,4	14,8	19,2	12,0	16,2	21,4	12,5	16,4	21,8
		kg/h Dampf	143	189	245	155	207	272	161	210	277
Jährliche Kosteneinsparung bei 250 Tagen im 24-Stunden- Betrieb und einem DampfpPreis von € 53,00 bei Ablaugenmengen von	300 [kg/h]	€	13.674	17.808	23.214	14.628	19.716	25.758	15.264	20.034	26.394
	500 [kg/h]	€	22.578	29.892	38.796	24.486	32.754	43.248	25.440	33.390	43.884
	1000 [kg/h]	€	45.474	60.102	77.910	49.290	65.826	86.496	51.198	66.780	88.086
Zirkakosten. Für Investition und Montage bei Ablaugenmengen von	300 [kg/h]	€	6.000	6.800	7.800	9.000	9.000	9.000	8.500	8.500	8.500
	500 [kg/h]	€	6.000	6.800	7.800	9.800	9.800	9.800	9.300	9.300	9.300
	1000 [kg/h]	€	6.000	6.800	7.800	11.500	11.500	11.500	11.100	11.100	11.100
Amortisation in Monaten bei Ablaugenmengen von	300 [kg/h]	Monate	5,3	4,6	4,0	7,4	5,5	4,2	6,7	5,1	3,9
	500 [kg/h]	Monate	3,2	2,7	2,4	4,8	3,6	2,7	4,4	3,3	2,5
	1000 [kg/h]	Monate	1,6	1,4	1,2	2,8	2,1	1,6	2,6	2,0	1,5

---

## **GESTRA AG**

Postfach 10 54 60, D-28054 Bremen  
Münchener Str. 77, D-28215 Bremen

Telefon +49 (0) 421 35 03 - 0, Telefax +49 (0) 421 35 03-393

E-Mail [gestra.ag@flowserve.com](mailto:gestra.ag@flowserve.com), Internet [www.gestra.de](http://www.gestra.de)



**GESTRA**