

# Fossile und erneuerbare Systeme vereinen – Dekarbonisierung erreichen

## *Combining Fossil and Renewable Systems – Achieving Decarbonisation*



4<sup>th</sup> Edition 2019/20

## Dampf machen für mehr Effizienz

### *Make some (steam) pressure for greater efficiency*

Dampf, genau genommen Wasserdampf, ist eines der wichtigsten industriellen Arbeitsmedien. Seine Stoffeigenschaften – beispielsweise eine hohe Wärmekapazität, eine hohe Verdampfungswärme und ein hoher Wärmeübergangskoeffizient – machen ihn zu einem idealen Wärmeträger. Ob zur Wärmeversorgung, Stromerzeugung in thermischen Kraftwerken oder als Treibmittel und Reinigungs- und Befeuchtungsmedium – Dampf treibt im wahrsten Sinne des Wortes verschiedenste industrielle Prozesse an. Seine Ausgangsform Wasser ist praktisch überall und günstig verfügbar. Wasserdampf ist zudem nicht brennbar und ungiftig. Technologien zur Dampfnutzung sind sehr ausgereift und bereits seit Jahrzehnten und – teilweise – seit über 100 Jahren im Einsatz.

*Steam, or to be more precise water vapour, is one of the most important industrial work materials. Its material properties – high thermal capacity, high heat of vaporisation and high heat transfer coefficient for example – make it an ideal heat transfer medium. Whether it is used for heat supply, power generation in thermal power plants or as propellant and cleaning and moistening agent – steam powers, in the fullest sense of the word, various industrial processes. Its original form water is available almost everywhere and at a low cost. Moreover, water vapour is not flammable and is not toxic. Steam-based technologies are very mature and have already been used for decades and in some cases even for more than 100 years.*

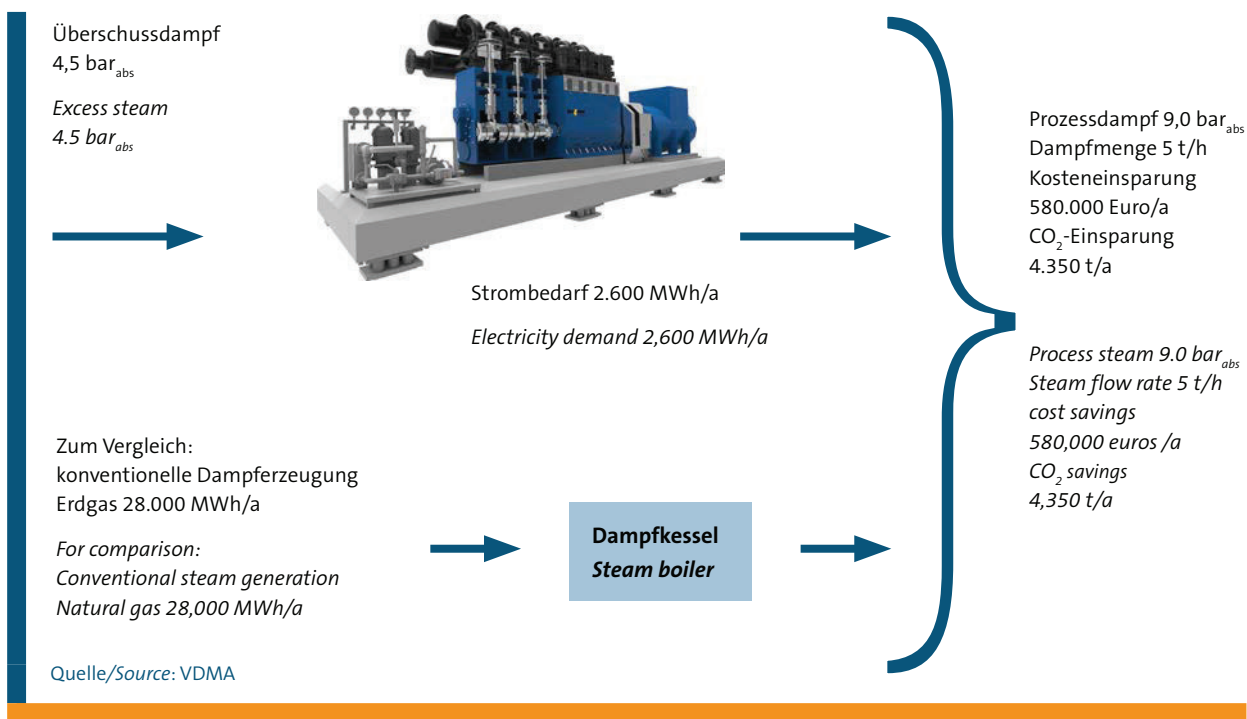


Bild 1: Beispiel für das Dampfrecycling mit Überschussdampf  
Figure 1: Example of steam recycling with excess steam

### Dampfrecycling sorgt für Hochdruck

Die meisten Dampfanwendungen benötigen Dampf mit hohen Drücken und Temperaturen. Durch den Einsatz von Hochdruckdampf lassen sich beispielsweise gewünschte hohe Reaktionsgeschwindigkeiten und Stoffumsätze bei chemischen Prozessen oder hohe Trocknungsgeschwindigkeiten erzielen. Überschüssiger Niederdruckdampf entsteht häufig als Abfallprodukt anderer Produktionsprozesse, z.B. bei der Produktkühlung oder -trocknung, bei exothermen Reaktionen (bei denen Wärme freigesetzt wird) und bei der Verbrennung von Reststoffen. Da man Niederdruckdampf energetisch häufig nur schwer nutzen kann, wird er meist mit luftgekühlten Kondensatoren oder Kühltürmen rückgekühlt und verflüssigt. Die im Dampf enthaltene Wärme wird an die Atmosphäre abgegeben und geht damit für den Prozess verloren.

An diesem Punkt setzt das sogenannte Dampfrecycling an. Mit einem verhältnismäßig geringen Aufwand lässt sich nicht nutzbarer Niederdruckdampf durch Dampfkompensation wieder nutzbar machen. Dazu wird Niederdruckdampf in einen Kolbenkompressor geleitet und auf das gewünschte Druckniveau verdichtet. Auf diese Weise ist es möglich, eine im Vergleich zur für den Kompressorantrieb erforderlichen elektrischen Energie bis zu 15-mal höhere Hochdruckdampfleistung zu generieren. Um Dampf gleicher Qualität mithilfe einer konventionellen Verbrennung zu erzeugen, ist ein erheblich höherer Energieaufwand erforderlich. Deshalb lassen sich durch das Dampfrecycling – im Vergleich zur konventionellen Dampferzeugung – in der Praxis Kosteneinsparungen von bis zu 50% oder mehr realisieren.

### Geringere Kosten und geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen

Das in Bild 1 dargestellte Beispiel veranschaulicht diese erzielbaren Einsparungen. Im Beispiel wird der Druck des Überschussdampfes (sein Massenstrom beträgt fünf Tonnen pro Stunde) um den Faktor 2 (von 4,5 auf 9,0 bar Absolutdruck bzw. 3,5 auf 8,0 bar Überdruck – jeweils plus 1 bar Luftdruck) angehoben. Dafür sorgt der Kolbenkompressor, der 2.600 Megawattstunden Strom im Jahr verbraucht. Würde man diesen Dampf durch die Verbrennung mit Erdgas erzeugen, bräuchte man dafür 28.000 Megawattstunden

### Steam recycling ensures high pressure

*Most steam applications require steam with high temperatures and high pressures. By using high-pressure steam, for example, desired high reaction times and substance conversions in chemical processes or high drying rates can be realised. Excess low-pressure steam often results as a by-product of other production processes, for example, during product cooling or drying, in exothermal reactions (where heat is released) and in the combustion of residual material. Since it is often difficult to use low-pressure steam energetically, it is usually re-cooled and liquified using air-cooled condensers or cooling towers. The heat contained in the steam is emitted into the atmosphere and thus lost to the process.*

*At this point so-called steam recycling begins. At a relatively low cost, unusable low-pressure steam can be reused by vapour compression. Low-pressure steam is directed into a piston compressor and compressed to the desired pressure level. In this way, it is possible to generate up to 15 times higher pressure steam power compared to the electrical energy required for the compressor drive. Generating steam of the same quality with conventional combustion requires considerable higher energy input. That is why steam recycling, compared to conventional steam generation, can achieve cost savings of up to 50% or more in practice.*

### Lower costs and lower CO<sub>2</sub> emissions

*The example shown in figure 1 illustrates these achievable savings. In the example, the pressure of the excess steam (its steam flow rate is five tons per hour) is raised by a factor of 2 (from 4.5 to 9.0 bar absolute pressure or 3.5 to 8.0 bar gauge pressure – plus 1 bar air pressure). This is done by the piston compressor, which consumes 2,600 megawatt hours of electricity annually. If one were to generate this steam by burning natural gas, one would need 28,000 megawatt hours of natural gas. All things considered, steam recycling enables savings of 580,000 euros and 4,350 tons of carbon dioxide every year.*

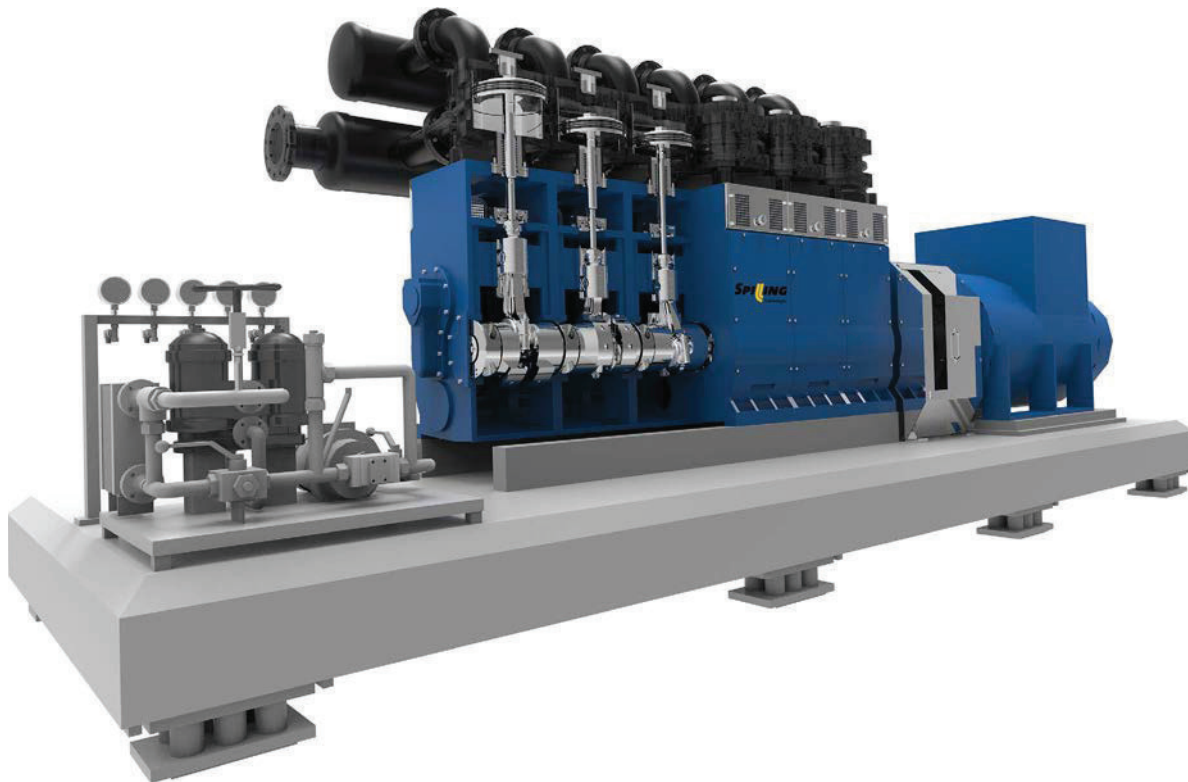


Bild 2: Beim Dampfreycling kommen Kolbenkompressoren zum Einsatz.  
Figure 2: Piston compressors are used for steam recycling.

Quelle/Source: Spilling Technologies GmbH

Erdgas. Unter dem Strich ermöglicht das Dampfreycling, pro Jahr 580.000 Euro Kosten und 4.350 Tonnen Kohlendioxid einzusparen.

Überschussdampf fällt in den unterschiedlichsten Industriezweigen an: in der chemischen Industrie, Petrochemie, Papierindustrie, Getränke- und Lebensmittelproduktion, pharmazeutischen Industrie und Textilindustrie. Hier kann das Dampfreycling einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz der Prozesse leisten. Damit es seine optimale Wirkung entfalten kann, sollten folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Der Niederdruckdampf sollte mindestens 1 bar Überdruck bzw. 2 bar Absolutdruck aufweisen.
- Das Druckverhältnis – Verhältnis von Austritts- zu Eintrittsdruck – sollte maximal 5 betragen (bezogen auf den Absolutdruck).

*Excess steam can be found in a wide range of industries: in the chemicals, petrochemicals, paper, food and beverage, pharmaceuticals and textiles industries. Here, steam recycling can make an important contribution to increasing the energy efficiency of the processes. In order for it to be effective, the following conditions should be met:*

- *The low-pressure steam should have at least 1 barg (gauge pressure) or 2 bar<sub>abs</sub> (absolute pressure).*
- *The pressure ratio – ratio of outlet pressure to inlet pressure – should be a maximum of 5 (relative to the absolute pressure figures).*

- Der erforderliche Austrittsdruck sollte nicht höher als 35 bar (Überdruck) sein.
- Der Niederdruckdampf sollte relativ kontinuierlich – mindestens für einige Stunden – zur Verfügung stehen.
- *The necessary discharge pressure should not be higher than 35 barg*
- *The low-pressure steam should be available on a relatively continuous basis – for at least a few hours.*

**Kolbenkompressoren:  
die Technik hinter dem Dampfrecycling**

Grundsätzlich gilt: Je geringer das benötigte Druckverhältnis, desto wirtschaftlich attraktiver ist das Dampfrecycling. Das Druckverhältnis ist auch entscheidend dafür, wie viele Stufen der Dampfkompressor haben sollte. Bis zu einem Druckverhältnis von 2,5 reicht i.d.R. eine einstufige Ausführung aus. Höhere Druckverhältnisse erfordern einen mehrstufigen Kompressor.

**Piston compressors:  
The technology behind steam recycling**

*Basically, the lower the required pressure ratio, the more economically attractive steam recycling is. The pressure ratio is also crucial for how many stages the steam compressor should have. Generally, with a pressure ratio of 2.5, a single-staged design is sufficient. Higher pressure ratios require a multi-staged compressor. In steam recycling, the use of reciprocating compressors has proven itself.*

Advertisement



**PSG**  
Perfect Sample Gas



## Continuous Extractive Gas Analysis With Electropolished Analysis Line. Innovative Overall Solution Made in Germany.

### Advantages of Extractive Gas Analysis Lines

- | Up to 300 meter on one stretch
- | Temperature range from freeze protection to 300 °C
- | Unique patented extruded ATEX lines with high flexibility

### Advantages of Electropolished Stainless Steel Coiled Tubing for Transport of Samples

- | Microsmooth product-contact surface
- | Metallic pure and chemically passive surface
- | Avoidance of memory effects
- | Improved corrosion resistance

agt-psg.de  
henkel-epol.com

Beim Dampfreycling hat sich der Einsatz von Kolbenkompressoren bewährt. Diese zeichnen sich vor allem durch folgende Eigenschaften aus:

- sehr gute Wirkungsgrade, auch in Teillastfahrweise
- Fähigkeit, Dampfmassenströme von 1 bis 20 Tonnen pro Stunde zu verarbeiten
- gute Regelbarkeit, auch bei schnell wechselnden Lasten – der Regelbereich liegt zwischen 35 und 100% des Dampfmassenstroms
- hohes Gesamtkompressionsverhältnis
- hohe Austrittsdrücke – bis zu 65 bar (Absolutdruck)

#### **Baustein für die Energiewende**

Wird für den Betrieb des Dampfkompessors regenerativer Strom – Strom aus erneuerbaren Energien – eingesetzt, lässt sich der Hochdruckdampf sogar völlig CO<sub>2</sub>-frei erzeugen. Auf diese Weise ist das Dampfreycling ein Enabler der Sektorkopplung und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Energiewende. Von Sektorkopplung spricht man, wenn regenerativer Strom genutzt wird, um in anderen Sektoren den Einsatz fossiler Energieträger zu reduzieren – genau das ist beim Dampfreycling der Fall.

#### **Autor:**

Christof Fleischmann  
Vertriebsingenieur  
Spilling Technologies GmbH  
Hamburg

*These are distinguished by the following characteristics:*

- *Very good efficiencies, also in partial load mode*
- *Capability of processing steam mass flow rates of 1 to 20 tons hourly*
- *Good controllability, also with quickly changing loads – the control range lies between 35 and 100% of the steam flow rate*
- *High total compression ratio*
- *High discharge pressure – up to 65 bar*

#### **Building block for the energy transition**

*In the case that regenerative electricity – electricity from renewable energy sources – is used for operating the steam compressor, high-pressure steam can even be generated completely CO<sub>2</sub>-free. In this way, steam recycling is an enabler of sector coupling and thus contributes significantly to the energy transition. Sector coupling is the term used when regenerative electricity is used to reduce the use of fossil fuels in other sectors – and this is precisely what occurs with steam recycling.*

#### **Author:**

Christof Fleischmann  
Sales Engineer  
Spilling Technologies GmbH  
Hamburg