



Entwicklung und Aufbau eines Prüffelds für die experimentelle Untersuchung von Dampfverdichtern

T. Klette^{a)}, T. Voß^{b)}, A. Kratzsch^{a)}

a) Hochschule Zittau/Görlitz, Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik (IPM), Theodor-Körner-Allee 16, 02763 Zittau
b) Spilling Project Partner GmbH & Co. KG, Werftstraße 5, 20457 Hamburg

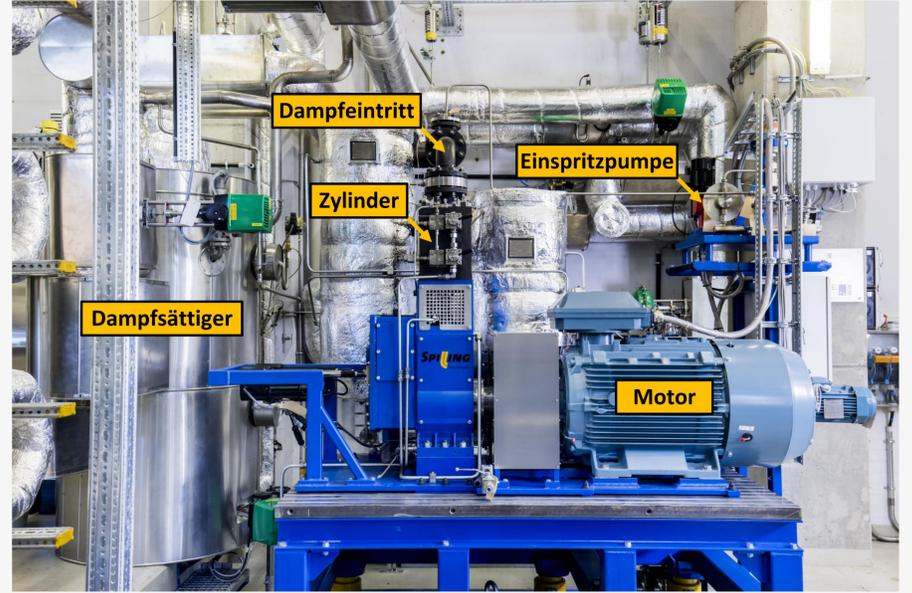
Motivation

Die **Transformation** der **Wirtschaft** und **Gesellschaft** zur Erreichung der **CO₂-Neutralität** und **Nachhaltigkeit** ist mit vielen offenen Fragen verbunden. Aktuell stammt ein großer Teil der ausgestoßenen Treibhausgase in Deutschland aus industriellen Produktionsprozessen, welche meist durch fossile Brennstoffe erzeugte **Prozesswärme** benötigen. Zudem besitzt Deutschland kaum nennenswerte Speicherkapazitäten für die **Speicherung regenerativer Energie**, welche jedoch für die Erreichung der CO₂-Neutrallität zwingend notwendig sind.

Eine mögliche, auf regenerativer Energie basierende und effiziente, Alternative für die Bereitstellung der Prozesswärme sind **Hochtemperaturwärmepumpen (HTWP)**, die mit dem nachhaltigen und umweltfreundlichen Arbeitsmedium Wasserdampf arbeiten. Zudem sind HTWP ein wichtiger Teilprozess von Strom-Wärme-Strom Speichern, den sogenannten **Carnot-Batterien** [1, 2]. HTWP können weitestgehend auf Technologien der Kraftwerkstechnik aufbauen. Dies gilt jedoch nicht für den Teilprozess der **Wasserdampfverdichtung**, für den es bisher keine großtechnische Anwendung gibt.

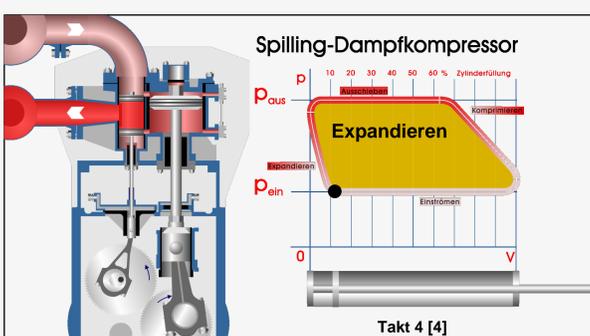
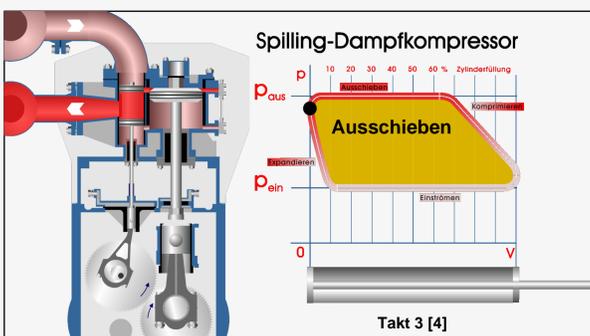
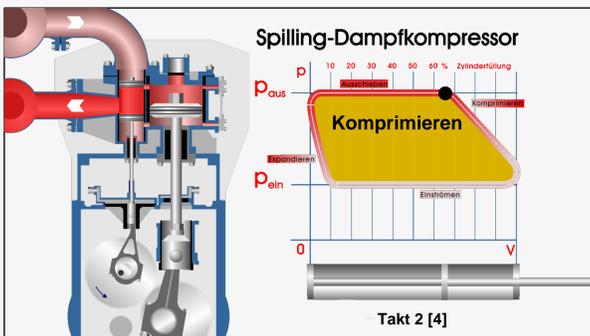
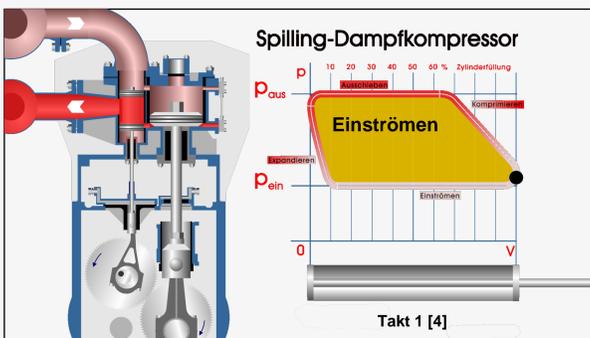
Die Wasserdampfverdichtung ist ein entscheidender Teilprozess der HTWP sowie Carnot-Batterie und ist somit eine Schlüsseltechnologie für die effiziente Nutzung und Speicherung von regenerativer Energie, welche eine **mittel- bis langfristige Forschung und Technologieentwicklung** erfordert. Das an der Hochschule Zittau/Görlitz ansässige Forschungsinstitut IPM (Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik) hat daher für die experimentellen Untersuchungen ein Verdichter-Prüffeld (SCTF - Steam Compressor Test Field) errichtet [3].

Dampfverdichterprüffeld mit installierten Kolbenverdichter



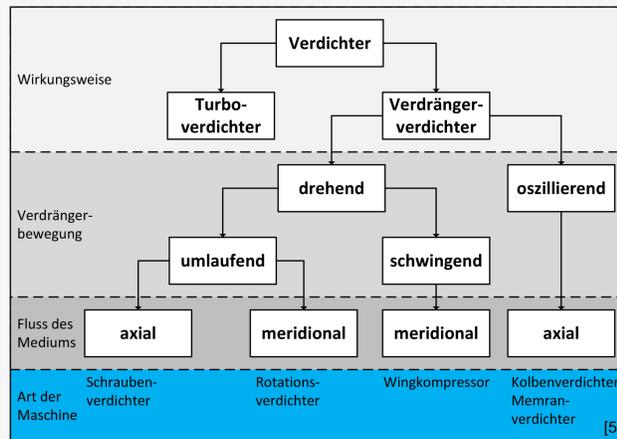
[Foto: Carla Schmidt]

Funktionsweise Kolbenverdichter



Einteilung der Verdrängerverdichter

Verdichter lassen sich nach ihrer Wirkungsweise in Turbo- und Verdrängerverdichter unterteilen. Die Verdrängerverdichter wiederum lassen sich nach deren Bewegungsart und der Flussrichtung des Mediums einteilen.



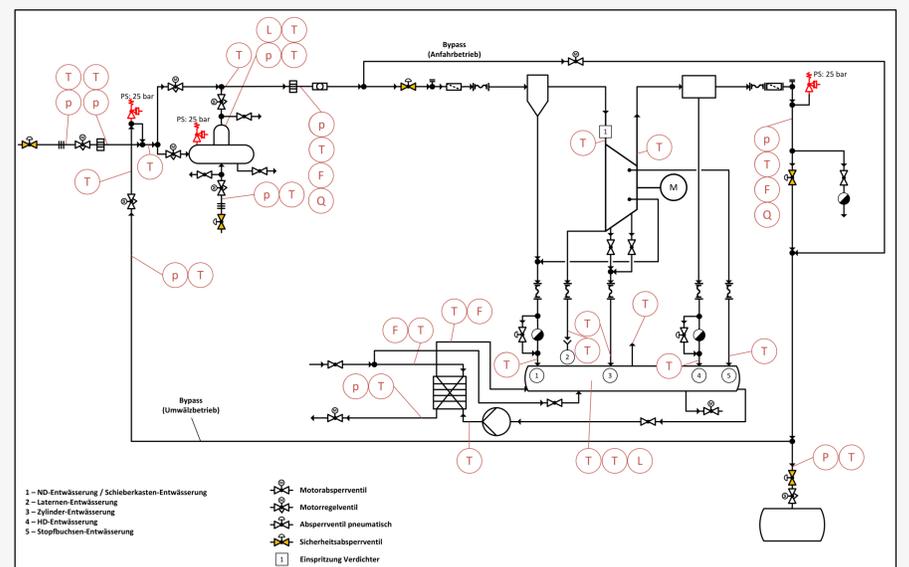
Spezifikation

Der prototypische Kolbenverdichter der Firma Spilling zeichnet sich durch einen großen Arbeitsbereich und der Verträglichkeit gegenüber Nassdampf aus. Der Betriebsdruck ist auf der Eintrittsseite 2 - 11 bara und auf der Austrittsseite sind maximal 21 bara möglich. Der anliegende Eintrittsdruck bestimmt den maximal erreichbaren Massenstrom über den Einzylinder. Mit steigenden Eintrittsdruck erhöht sich dieser bis auf 850 kg/h [6].

Parameter	Wert (Einheit)
Nennzahl Kompressor/Motor	1500 1/min
Drehzahlregelbereich	300 – 1500 U/min
Eintrittsdruck Verdichter variabel (p_1)	2 - 11 bara
Austrittsdruck Verdichter variabel (p_2)	4 – 21 bara
max. Druckdifferenz ($p_2 - p_1$)	10 bar
max. zulässiger Druck (PS)	25 barü
max. zulässige Temperatur (TS)	350 °C (275 °C)
Regelbereich Dampfdurchsatz	25 % - 100%
max. elektrische Leistungsaufnahme	56 kW
max. mechanische Leistungsaufnahme	50 kW

Betriebsinstrumentierung Verdichter-Prüffeld (SCTF)

Das Prüffeld verfügt über eine Sicherheits- und Betriebsinstrumentierung. Die Instrumentierung dient dem sicheren Betrieb, der Realisierung der definierten Fahrweisen im Prüffeld und der genauen Bilanzierung des Kolbenverdichters. Dafür sind unter anderem auf der Eintritts- und Austrittsseite eine Druck-, Temperatur-, Massenstrom- und Nassdampfmessung installiert. Weiterhin steht eine Zylinderdruckindizierung zur Erfassung des Innendrucks der Arbeitsräume zur Verfügung.



[1] Dumont, O.; Frate, G. F.; Pillai, A.; Lecompte, S.; De paepe, M.; Lemort, V. Carnot battery technology: A state-of-the-art review, Journal of Energy Storage 32 (2020), pp. 101756/1-16.
[2] Novotny, V.; Basta, V.; Smola, P.; Spale, J. Review of Carnot Battery Technology Commercial Development, energies 15 647 (2022), pp. 1-33.
[3] Hochschule Zittau/Görlitz, „SCTF - Steam Compressor Test Field - Dampfverdichter-Prüffeld.“ 2021. [Online]. Available: <https://theresa.hszg.de/projects/sctf/>. [Zugriff März 2024]
[4] Spilling Technologies GmbH, Dampfkompressor Flash-Animation.
[5] K.-H. Küttner, Kolbenverdichter, Berlin: Springer-Verlag, 1991.
[6] Spilling Technologies GmbH, Leistungsverzeichnis Lieferung und Inbetriebnahme Kolbenverdichter, 12.11.2021.

