

[ NEUE MATERIALIEN ]

# STAHLTROCKENZYLINDER SCHLÄGT GUSSSTAHL

VON PETER KAYSER, HERIBERT STRAUCH, WOLFGANG RÖMER\*

Der Stahlrockenzylinder setzt sich im zunehmenden Maße in der Papiertrocknung durch. Wie begründet sich dieser Erfolg, und wie sieht die Zukunft in der Papiertrocknung aus?

Stahlrockenzylinder werden bereits seit den 1970er Jahren in der Papierindustrie eingesetzt. In den letzten Jahren geht die Entwicklung hin zur Nutzung dieses Werkstoffs, und der Gusszylinder wird mehr oder weniger vollständig abgelöst werden. Neue Papiermaschinen werden die von den Herstellern und Betreibern hoch gesteckten Nachhaltigkeitsziele nur noch mit Stahlzylinder erreichen können.

„... Krafft hat bereits in den 1970er Jahren die Entwicklung der Stahlrockenzylinder mit gestaltet. Der heutige #KSD, wie er z.B. in der PM6 bei der Papierfabrik Palm in Würth eingesetzt wird, ist die Spitze dieser Entwicklung ...“, so Heribert Strauch, Technischer Leiter bei der Carl Krafft & Söhne GmbH & Co. KG, Düren.

## Trocknungsleistung

Als Kernaussage kann gelten, dass die Trocknungsleistung des Stahlrockenzylinders grundsätzlich höher ist als bei einem Gusszylinder. Das hängt zum einen vom konstruktiven Aufbau auf Basis der Berechnungsvorschriften (hier: eur. Druckgeräterichtlinie >DGRL< 2014/68/EU) ab, zum anderen aber auch von den fertigungsbedingten Möglichkeiten in der Herstellung und -Verarbeitung von Stahl gegenüber Grauguss. Zitiert man die DGRL und führt eine Musterberechnung für die Wanddicke eines Trockenzylinders mit 1800 mm Durchmesser und einem Betriebsdruck von 8 bar durch, so ergibt sich unter Beachtung der Sicherheitsfaktoren und Zuschläge eine minimale Wanddicke für den Gusszylinder von 23,6 mm und für den Stahlrockenzylinder von 5 bis 7 mm. In den Normen wird lediglich auf die Sicherheit gegen Versagen aufgrund des Innendrucks abgehoben. Der Maschinenbauer, der Papierfabriken beliefert, muss

\*Peter Kayser ist geschäftsführender Gesellschafter bei der Carl Krafft & Söhne GmbH & Co. KG, Düren, Heribert Strauch ist technischer Leiter, und Wolfgang Römer ist Leiter Engineering

Abbildung 1: Berechnungsschema

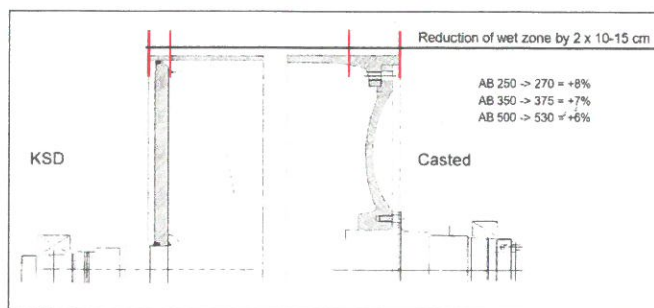
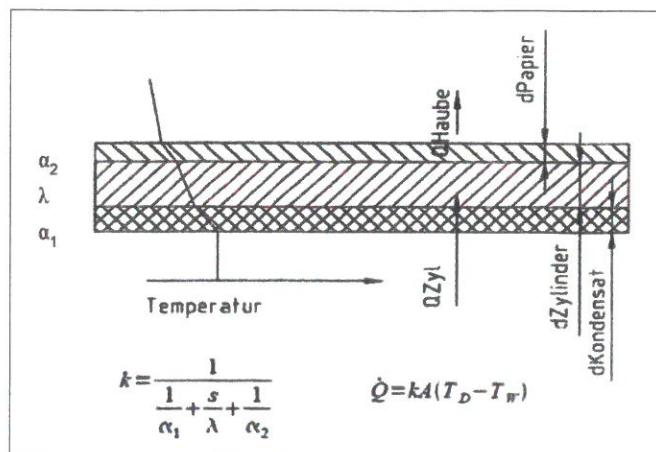


Abbildung 2: Schnitt durch den Randbereich von Trockenzylindern Krafft Abb. 2.png

jedoch von anderen verfahrenstechnischen Randbedingungen ausgehen: Der Kunde will ein mechanisch stabiles und nicht schwingendes Bauteil mit Reserven der Wanddicke für spätere Schleifarbeiten oder Revisionen. Als marktgerechte Wanddicke werden daher Werte angesetzt, die den mechanischen und thermischen Lasten in der Produktion Rechnung tragen.

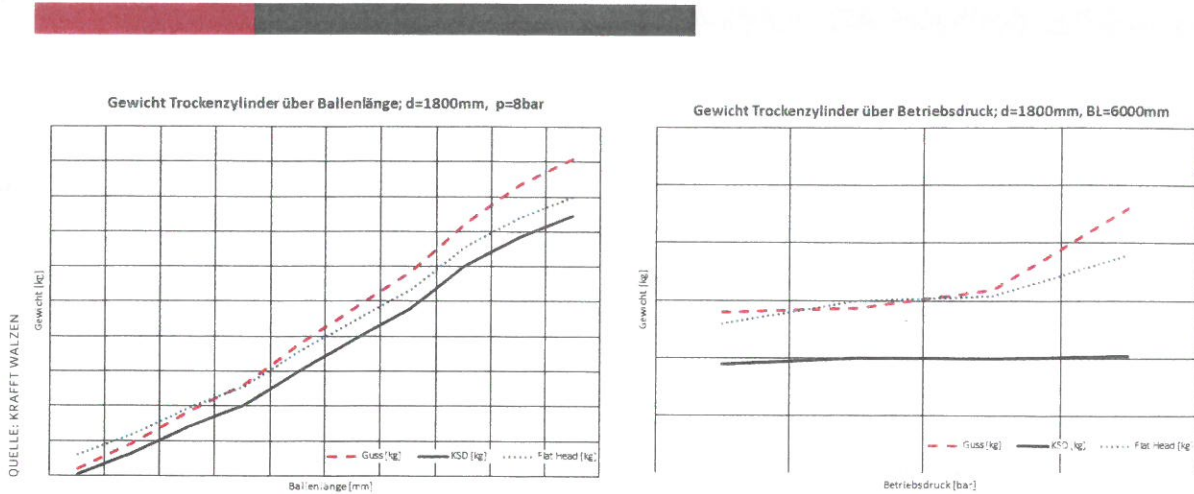
Mit der Wanddicke ist gleichzeitig der wichtigste Leistungswert definiert: Die dünne Wand ist gleichbedeutend mit einem hohen Wärmedurchgang. In die Formel (Abb. 1) geht die Wanddicke mit ein. Dekliniert man alle Variablen durch ( $\alpha$  = Wärmeübergangskoeffizienten,  $\lambda$  = Wärmeleitfähigkeit) durch, erhöht sich die Oberflächentemperatur des Stahlrockenzylinders im Vergleich zum Gusszylinder um bis zu 7°C. Damit lässt sich eine Erhöhung der Trocknungsleistung zwischen 5% und theoretischen 19% erzielen.

In der weiteren Betrachtung gehen wir von einer Erhöhung der Trocknungsleistung um ca. 8% aus.

## Der „nasse Rand“

Das Design des Gusszylinders mit geschraubten Böden (Abb. 2) bedingt eine Aufdickung der Zylinderwand zu den Rändern hin. Mit dieser Wanddickenerhöhung geht der Verlust des Wärmedurchgangs unmittelbar einher, gleichbedeutend mit dem Verlust an lokaler Trocknungsleistung. Der Stahlzylinder hat einen konstruktionsbedingt anderen Übergang vom Mantel zum Boden. Die Schweißkonstruktion ermöglicht eine konstante Wanddicke des Mantels bis in die Randzonen. Die Schweißung vermeidet zudem Leckagen zwischen Mantel und Boden.

Der Zugewinn an Trocknungsbreite ist von der Ballenlänge unabhängig und wirkt sich daher im Verhältnis besonders bei kleinen Maschinenbreiten aus.



Das Argument, bei notwendigen Ersatzanschaffungen von Zylindern weiter auf einzelne Gusszylinder zu setzen, bewerten wir wie den Verzicht auf Energiesparlampen im Gebäude, wenn denn eine Lampe ausgetauscht werden muss. Er ist nur kurzfristig richtig. Nachvollziehbarer Weise ist eine Energiesparlampe in der gesamten Energiebilanz des Unternehmens nicht messbar, aber sie braucht definitiv weniger Energie. Und irgendwann muss die zweite und die dritte Lampe ausgetauscht werden, und schon werden die Effekte messbar.

**Gewicht**

Wanddicke ist Masse, und die Norm erlaubt es, den Stahlzylinder deutlich leichter zu bauen. Diese Masse muss beheizt und angetrieben werden. Sie muss aber auch den statischen und dynamischen Gegebenheiten standhalten.

Der Stahlzylinder zeigt in seiner realen Auslegung der Wanddicken des Mantelrohres keine Abhängigkeit vom Betriebsdruck. Die Manteldicke ist im Wesentlichen abhängig vom Durchmesser und der Ballenlänge. Ausschlaggebend ist ausschließlich die mechanisch zuverlässige Auslegung in Abhängigkeit zur Ballenlänge. Der Gusszylinder kann so nicht ausgelegt werden.

Die **Abbildung 3** zeigt typische Zylindergewichte in Abhängigkeit zur Ballenlänge (hier: d=1.800 mm, p=8 bar). Für den Stahlrockenzylinder werden an dieser Stelle die beiden gebräuchlichsten Bauformen aufgenommen: Die sogenannten Flatheads (FH) haben eine flache Bodenscheibe, die je nach Innendruck in ihrer Dicke angepasst wird. Der verrippte Boden (KSD) ist ein strukturstifes Bauteil, das kaum Abhängigkeit vom Innendruck zeigt.

Die **Abbildung 4** zeigt für Zylinder mit 1800 mm Durchmesser und einer

Ballenlänge von 6000 mm die Gewichte als Funktion des Betriebsdrucks.

Aber auch hier ist die Bodendicke nicht an die Ballenlänge gekoppelt, und bei großen Zylinderdurchmessern mit hohem Betriebsdruck zeigt der Zylinder mit Rippenboden sein ganzes Potenzial.

In der TCO-Betrachtung (Total-Costs-of-Ownership) werden häufig die Soft-Skills des leichteren Zylinders ignoriert. Das geringere Gewicht reduziert die Lagerbelastung. Es wird weniger Antriebsenergie benötigt und dadurch die Siebzusatzbelastung bei geschleppten Zylindern verringert. Zudem spart der Kunde Dampf bei der Aufheizung der Zylinder und reduziert die Belastung von Stuhl und Fundamenten.

**Gesamtsystem**

Haben wir zuvor einzelne Aspekte behandelt, betrachten wir jetzt den Trockenzylinder als Teilsystem des übergeordneten Systems der Trockenpartie und ordnen der erhöhten Trocknungsleistung von 8 % eine um diesen Betrag verkürzte Trockenpartie zu. Eine Trockenpartie, die für den Einsatz von 50 Gusszylindern ausgelegt ist, kann in dieser Betrachtung mit der identischen Trocknungsleistung um vier Zylinder gekürzt werden. Bei einer einreihigen Konzeption entfallen damit auch:

- der jeweilige Trockenzylinder mit Dichtkopf und den Spoiler-Bars,
- eine Vakuum-Walze mit dem Saugkasten,
- die dazugehörigen Leitwalzen,
- die Lagerungen mit dem Schmiersystem für die Walzen,
- die Stuhlung.
- Die Bespannungen werden kürzer.
- Die Haube und die Lufttechnik werden kompakter.
- Die Installierte Antriebsleistung verringert sich.

• Die Maschinenhalle wird kürzer, die Kubertur kleiner.

Das Gesamtsystem wird verschlankt, die Papiermaschine wird kürzer, die Investitions- und Betriebskosten sinken.

„... auch wenn der Preis des Stahlrockenzylinders höher sein sollte als beim Gusszylinder, ist der Stahlzylinder in der Gesamtbetrachtung schon von der Investition aus betrachtet deutlich günstiger, weil das Gesamtsystem verschlankt wird. Es gibt kein Bauteil mit einem besseren ROI ...“ so die Meinung von Peter Kayser.

**Abschließende Betrachtung**

In der Gesamtbetrachtung sollte die Trockenpartie mit Stahlrockenzylindern auf möglichst hohe Siebzüge und Betriebsdrücke ausgelegt werden. Ein Denkansatz, den auch verschiedene Papierkonzerne verfolgen, lautet salopp formuliert: „... vorne so hoch wie möglich zu heizen ...“. Weiterentwickelte Schaberkonzepte werden es erlauben, Zylindermaterialien mit sehr hohen Wärmeleitfähigkeiten einzusetzen. Das Zylindergewicht ist in einer TCO-Betrachtung als Soft-Skill von Bedeutung.

Zu der Eingangsfrage gibt es somit eine eindeutige Antwort: Der Stahlzylinder ist die Zukunft der Papiertrocknung und hat durch die Ausnutzung seiner thermodynamischen und mechanischen Eigenschaften ein enormes Potenzial. Moderne Berechnungsverfahren und Fertigungsmethoden werden helfen, seine Verbreitung zu beschleunigen. |

**Wolfgang Römer, Leiter Engineering:**

„... die physikalischen Eigenschaften des Stahlrockenzylinders erlauben es den Fokus auf die Optimierung der Trocknungsleistung zu legen...“