

## WIRKUNGSGRAD

# Entscheidend ist, was hinten rauskommt



Wer gewinnt den Eta-Vergleich?  
Heizlüfter oder Heizkörper?

Man kann über Helmut Kohl denken, was man will. Aber mit diesem Satz hat er wohl auch eine wichtige Aussage über den Wirkungsgrad technischer Anlagen ungewollt kommentiert.

**F**akt ist, dass eine technische Anlage nach Möglichkeit effizient arbeiten soll. Mit geringem Einsatz sollte möglichst viel erreicht werden. Das gilt für Kraftmaschinen genauso wie für feuerungstechnische Anlagen. Eine Pumpe sollte eben hauptsächlich ein Fluid bewegen und nicht über Reibung und andere Phänomene Wärme erzeugen. Ein Heizkessel sollte aus dem Brennstoff ein Maximum an enthaltener Wärmeenergie gewinnen (besser „umwandeln“) und nicht auf halber Strecke schwächeln und vielleicht auch noch Kohlenmonoxid in die Luft blasen. Ein Maß für die gekonnte Umsetzung ist der Wirkungsgrad, der in diesem Bericht kurz beleuchtet werden soll.

## REIN UND RAUS

Es ist üblich, den Wirkungsgrad mit dem griechischen Buchstaben Eta zu bezeichnen. Ausgeschrieben wird er leicht mit dem Kleinbuchstaben „n“ verwechselt. Aber der Bogen endet kurz unter der Schreiblinie und nicht darauf. Die Formel für

Eta lautet:

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

wobei

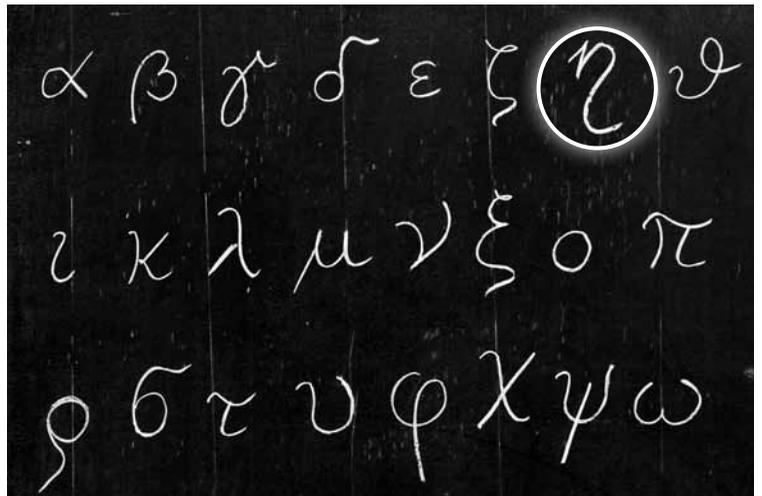
$\eta$  ist gleich der Wirkungsgrad und ist dimensionslos

$P_{ab}$  ist gleich die abgegebene Leistung zum Beispiel in der Einheit Watt

$P_{zu}$  ist gleich die zugeführte Leistung ebenfalls in der Einheit Watt

Diese sehr simple mathematische Beziehung lässt schon mal die ersten Schlüsse zu. Die Zahl für Eta wird solange kleiner der Zahl eins bleiben, wie unter dem Bruchstrich die größere Zahl steht. Wenn also hinten weniger rauskommt, als man vorne reingesteckt hat, ist der Wert kleiner eins. Mehr als eins zu bekommen wäre Zauberei und würde nur durch ein Per-

**Das griechische Alphabet  
mit Kleinbuchstaben und  
hervorgehobenem Eta**



petuum Mobile erreicht oder bei einem Rechenfehler sowie bei Ansatz falscher Bezugsgrößen.

**BEISPIEL FÜR ETA**

Eine Pumpe erzeugt Druck und Volumenstrom, aus dem sich die Leistung von  $P_{ab} = 50$  Watt ergibt (eine kurze Erläuterung hierzu finden Sie im SBZ Monteur 05/2010 im Internet-Archiv). Die Leistungsaufnahme für den elektrischen Strom soll messtechnisch genau erfasst worden sein und betrage im Versuchsaufbau  $P_{zu} = 100$  Watt. So ergibt sich der Wirkungsgrad aus der eben genannten Beziehung:

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{50W}{100W} = 0,5$$

Der Wirkungsgrad beträgt also 0,5. Einem Laien wird man die Dezimalzahl sofort mit 50 % beschreiben. Denn tatsächlich sind ja 50 % der reingesteckten Energie hinten als Antriebsleistung für das Fluid herausgekommen.

**UND INSGESAMT?**

Der elektrische Strom wird in Kraftwerken produziert, das ist kein Geheimnis. Das Kraftwerk, welches den Strom für die eben beschriebene Pumpe liefert, soll einen Wirkungsgrad von 34 % (als Dezimalzahl also 0,34) haben. Wie groß ist dann der Gesamtwirkungsgrad? Die Frage ist wichtig, denn man könnte ja auch theoretisch ohne den Umweg der Verstromung statt eines Generators im Kraftwerk die Pumpe direkt antreiben. Die Verluste des Kraftwerkes ließen sich so einsparen. Aber zurück zur Frage. Der Gesamtwirkungsgrad ergibt sich natürlich aus der Multiplikation der einzelnen Wirkungsgrade. In eine Formel gegossen bedeutet das:

$$\eta_{gesamt} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \dots$$

Wieder kann man schon durch eine logische Betrachtung der Formel etwas erkennen. Wenn man zwei Zahlen miteinander

multipliziert, die kleiner eins sind, so ist das Ergebnis nochmals kleiner als die kleinste der beiden miteinander multiplizierten Zahlen.

Und für das Beispiel von Pumpe und Kraftwerk kann man festhalten:

$$\eta_{gesamt} = \eta_{Pumpe} \cdot \eta_{Kraftwerk}$$

$$\eta_{gesamt} = 0,5 \cdot 0,34 = 0,17$$

Der Gesamtwirkungsgrad ist schon sehr bescheiden. Sagt er doch aus, dass nur noch 17 % der eingesetzten Energie hinten ankommen. Dabei ist übrigens der Pumpenwirkungsgrad sehr optimistisch und ausgesprochen hoch angesetzt worden. Der Kraftwerkswirkungsgrad entspricht in etwa dem Schnitt deutscher Kraftwerke.

**ERFREULICHES**

Wirkungsgrade lassen in der Regel eine optimale Bewertung von Eigenschaften zu. Interessant ist natürlich immer der Gesamtwirkungsgrad der gesamten Umsetzungskette. Ein Heizlüfter setzt beispielsweise über 95 % der eingesetzten elektrischen Energie in Wärmeenergie um. Für die Kraftwerksseite, also zur Erzeugung des Stroms, gilt aber, dass der Wirkungsgrad von gerade mal 34 % die Gesamtbilanz eines solchen Heizers erheblich verschlechtert.

$$\eta_{Heizl.gesamt} = 0,95 \cdot 0,34 = 0,32$$

Eine Umlaufwasserheizung steht da schon deutlich besser da. Real betrachtet werden locker 90 % feuerungstechnischer Wirkungsgrad erzielt (bezogen auf den Brennwert) und inklusive dem Einsatz von Strom für Pumpen und Ähnliches dürfte ein Gesamtwirkungsgrad von 80 % erreichbar sein. Wir stehen also mit unseren Wasserheizungssystemen sehr gut in der Landschaft. ■