



Fachaufsatz

Zum Beitrag "Wirtschaftlichkeit von Regelantrieben"
im Rahmen des Business Workshop Potsdam im Mai 1992

Autor: Heinrich Otterpohl, Berlin Member of the Thermie Workshop,
tätig bei

AEG IBO GmbH
Hohenzollerndamm 152
14199 Berlin

Top: Zu dem Thema Energiesparen mit drehzahlgeregelten Drehstrom-
Motoren gibt es umfangreiche Veröffentlichungen. Hier wird das
Thema aufgegriffen und um weitere Systemvorteile bei Gebläsen und
Ventilatoren ergänzt und die Wirtschaftlichkeit der Investition skizziert.
Die tatsächlichen Einsparungen wurden über 2 Jahre gemessen

Spätestens seit der sogenannten Energiekrise, hervorgerufen durch die Ölpreis-
erhöhung in den 70er und 80er Jahren, wurden in Westeuropa Arbeitsmaschinen mit
quadratisch verlaufendem Drehmoment über der Drehzahl nach Energiespar-
potential untersucht. Mit Hilfe einer Drehzahlverstellung ist gegenüber einem
Drosselventil zur Mengenanpassung ein erhebliches Einsparpotential vorhanden.

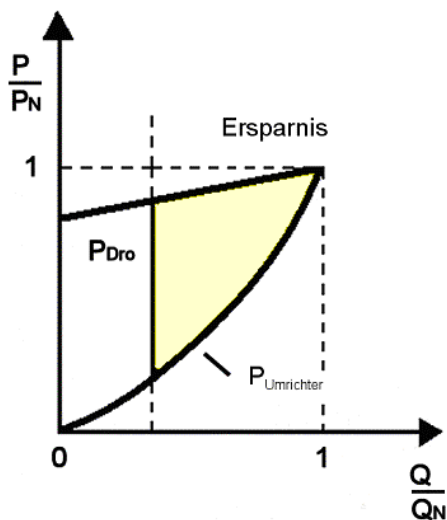


Bild 1
Einsparpotential an Arbeitsmaschinen mit über der Drehzahl quadratisch verlaufendem Drehmoment

Wenn das Drehmoment eine quadratische Funktion der Drehzahl ist, geht die Leistung an der Motorwelle bei zurückgestellter Menge und Drehzahl sogar kubisch zurück. Entsprechend groß ist das Feld der Energieeinsparmöglichkeit.

Dies wird inzwischen bei Pumpen und bei Gebläseantrieben mit umrichter gespeisten Drehstrommotoren mehr und mehr ausgenutzt.

Nachfolgend werden die Leistungsbedarfskurven von Gebläseantrieben für drei verschiedene Prinzipien der Luftmengenverstellung konkret gegenübergestellt.

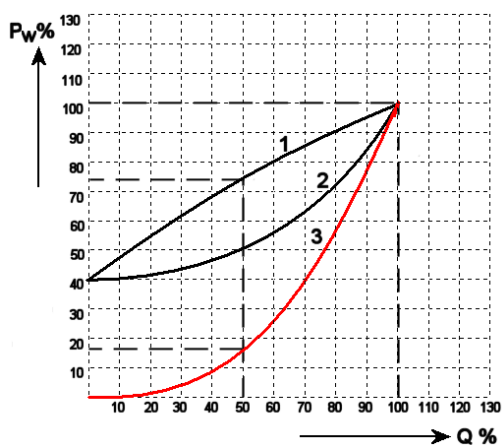


Bild 2
1 Drosselregelung
2 Drallregelung
3 Drehzahlregelung

Bild 2 zeigt für eine Luftmenge von 50 % der maximalen Auslegungsmenge, einen Leistungsbedarf bei Drosselung von 73 % und bei Drallregelung von nur 50 %. Für die Drehzahlverstellung ergibt sich sogar nur 14 %!

Bei der Beurteilung der Zahlen sollte bedacht werden, dass die 100% Auslegung des Gebläses einem etwa 115 %igem Kessellastpunkt entspricht. Die mittlere Jahresluftmenge liegt deutlich tiefer. Sie ist noch um Auslegungsreserven zu reduzieren und dann entsprechend der Betriebsweise als Fernheizwerk oder als Grundlastkraft festzustellen. Der angenommene 50% Punkt ist oftmals ein realistischer Mittelwert.

Für große Gebläse ist das Energiesparpotential beträchtlich. In der Industrie und in Kraftwerken sind Gebläse mit Leistungen bis zu einigen MW anzutreffen. Untersucht man einen Frischlüfter für den Kessel eines Kraftwerkes mit z.B. 1500 kW Antriebsleistung und setzt man eine betrieblich durchschnittliche Luftmenge von 65 % an, ergibt sich eine zu sparende Leistung von 500 kW! Oftmals sind in Großkraftwerken viele solcher Gebläse vorhanden. Bei 24stündigem Betrieb und Eigenbedarfskosten von 0,20 DM/kWh sind bei z.B. 24 Gebläsen in jedem Jahr 20 Mio DM einzusparen.

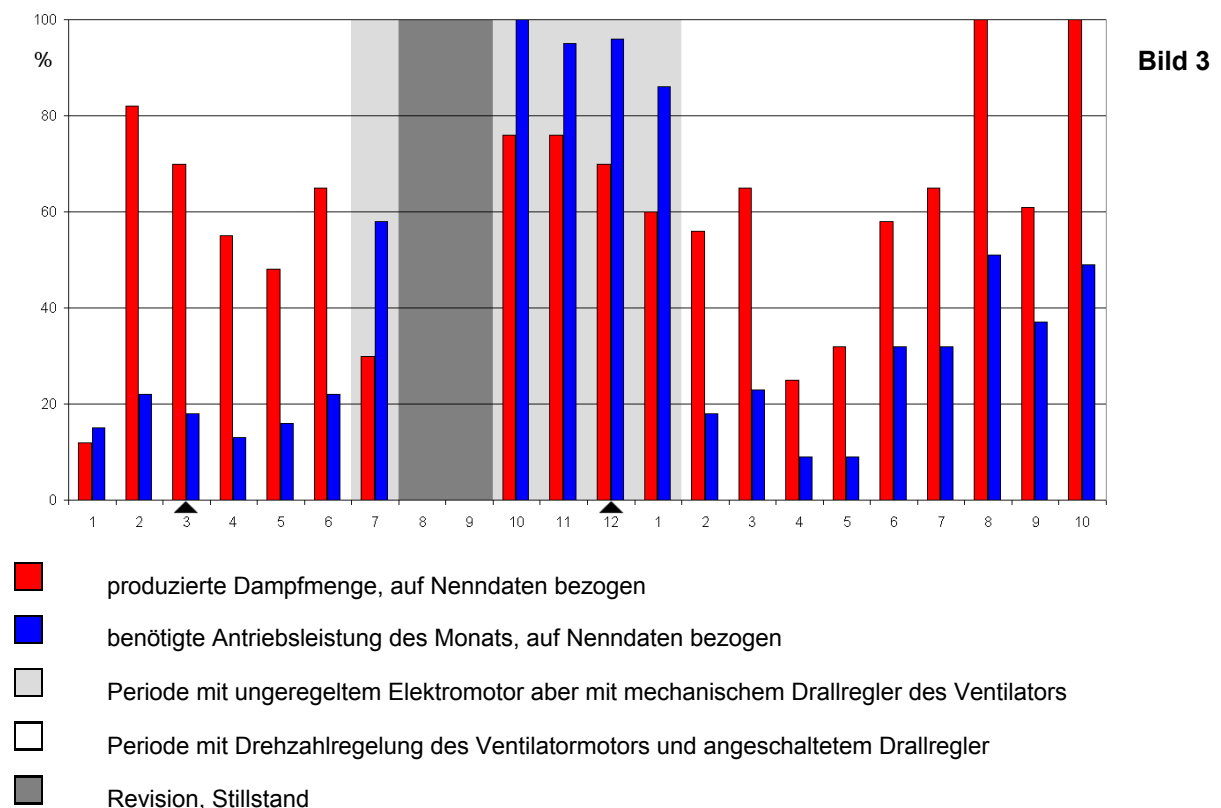


Bild 3 zeigt einen sehr schönen Vergleich zwischen einem mechanischen System (mit Drallregler) und der elektrischen Drehzahlverstellung über Umrichter. Als Sonderfall wurden beide Einrichtungen am gleichen 720 kW-Frischlüfter installiert.

Aufgezeichnet sind die monatlichen Mengen für die Dampfmenge eines 160 t Dampfkessels und die aufgenommene elektrische Antriebsenergie über nahezu zwei Jahre. In den meisten Monaten des Zeitraumes wurde mit Drehzahlregelung gefahren. Man vergleiche z.B. den Dezember mit dem März des Folgejahres.

Im Monat Dezember wurde im Durchschnitt 70% der maximalen Dampfkapazität erzeugt und der Motor im Netzbetrieb mit Luftverstellung über Drallregler gefahren. Zwei Monate herrschte wegen der Kraftwerksrevision ein Stillstand des Frischlüfters. In den verbleibenden Monaten wurde der Motor am Netz betrieben und die Frischluftregelung über Drallregler vorgenommen. Im Monat März erreichte die Anlage mit Drehzahlregelung die gleiche Dampfmenge, hier 70 %. Die aufgenommene und zu bezahlende elektrische Antriebsleistung geht auf 18 % der Nennleistung zurück!

Der Preis für die elektrische Ausrüstung der Drehzahlregelung ist deshalb oft bereits innerhalb des ersten Betriebsjahres erwirtschaftet. Die Senkung des Eigenbedarfs im Kraftwerk ist ein wichtiger Faktor.

Die Wirtschaftlichkeit wird aber nicht nur von den Energiekosten bestimmt, sondern es muß auch die Schallemission und die Regelbarkeit der Systeme berücksichtigt werden.

Bild 4 zeigt die prinzipielle *Schalldruckpegeländerung* bei Mengenverstellung mit drei verschiedenen Systemen. Ausgehend vom Nennpunkt ist der Anstieg des Schalldrucks für die beiden mechanischen Systeme deutlich zu sehen, insbesondere bei häufigen Betriebspunkten von 40-80 % der projektierten Maximalmenge. Bei elektrischer Drehzahlverstellung fällt der Schalldruckpegel um bis zu 20 dB(A) für dieses Beispiel.

Der Gewinn gegenüber dem mechanischen System beträgt 20-30 dB(A), wodurch die Kosten für Schalldämmmaßnahmen kostengünstig entfallen.

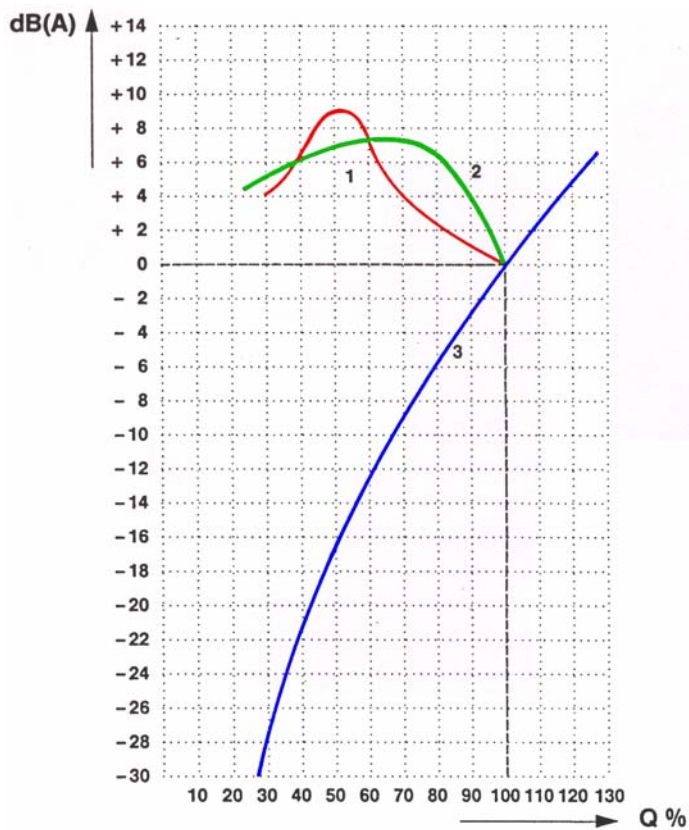


Bild 4
Schalldruckpegel von Ventilatoren
1 Drosselregelung
2 Drallregelung
3 Drehzahlregelung

Moderne Produktionsprozesse und rauchgasgereinigte Kraftwerke verlangen eine feinfühligere Regelung. Lineare Regelkreisglieder vereinfachen und erleichtern diese Aufgabe. Bild 5 zeigt die *Regelcharakteristik* von Ventilatoren mit den verschiedenen Regelsystemen.

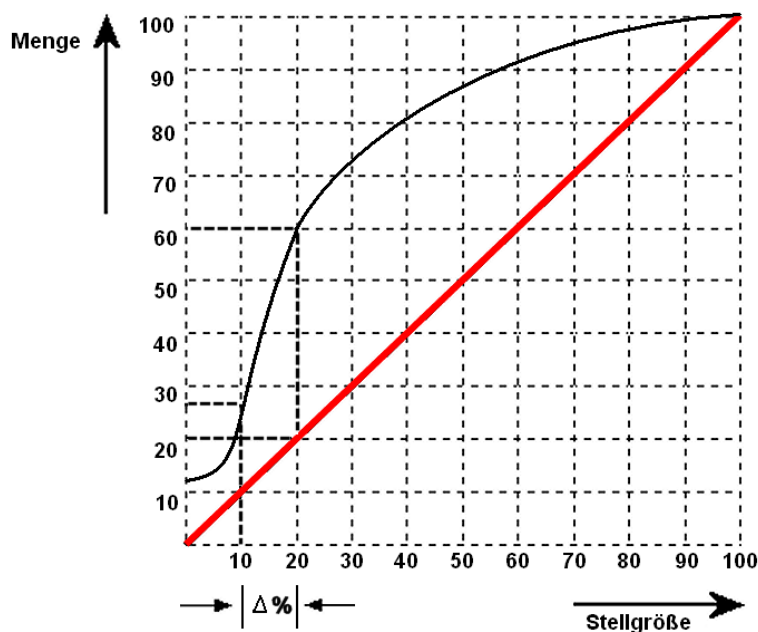


Bild 5
1 Drossel / Drallregelung
2 Elektr. Drehzahlregelung

Bei der linearen Charakteristik gemäß Kennlinie 2 in Bild 5 verläuft die Mengenänderung linear mit der Stellgrößenänderung. Die mechanischen Systeme reagieren je nach Betriebspunkt verschieden stark. Die Drehzahlregelung hat mit ihrer linearen Kennlinie ein ideales Verhalten. Dies gilt übrigens auch für das Zeitverhalten.

Die Verfügbarkeit der modernen umrichter gespeisten Synchron- und Asynchron-Motoren ist sehr hoch. Die Systeme sind praktisch wartungsfrei.

Ein über Umrichter gespeister Drehstrommotor beschleunigt die große träge Masse des Gebläses mit Nennmoment aus dem Stillstand heraus bis zur gewünschten Drehzahl und benötigt dabei nur Nennstrom. Die am Netz direkt betriebenen Motore der mech. Systeme erfordern das Vielfache des Nennstromes bei nur Teilmoment. Die elektrischen Netze werden geringer belastet.

Zusammenfassung:

Die elektrische Drehzahlregelung an Pumpen und Gebläsen in Produktionsbetrieben der Industrie und in Kraftwerken bringt bedeutende Vorteile. Neben dem Energie-sparpotential, das anhand von 2 Beispielen an Gebläsen mit 720 kW und 1500 kW Antriebsleistung aufgezeigt wurde, gibt es weitere Systemvorteile, die die Wirtschaftlichkeit sicherstellen.

Gerade in den Staaten Osteuropas und Übersee wird diese Tatsache besonders wirtschaftlich zu nutzen sein.

Literatur Nachweis:

- 1 Horst Benderoth, Gebr. Schmidt, Wenden
- 2 Manfred Baresel/Hans-Joachim Becker/Klaus Dieter Konrad, Hoechst AG
Werk Ruhrchemie, Oberhausen

 **We take care of your Power Quality**