Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 75 (1984)

Heft: 22

Artikel: Die wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten der Erdölsubstitution

Autor: Trottmann, K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904511

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten der Erdölsubstitution

K. Trottmann

Am Beispiel der Cellulose Attisholz AG wird dargelegt, dass die Industrie den Schlagworten Energiesparen, Erdölsubstitution und Ökologie im Rahmen der technischen Möglichkeiten weit mehr Beachtung schenkt, als gewisse Kreise wahrhaben wollen. Durch Sparmassnahmen, Verwendung von Dicklauge als Brennstoff sowie Dampfbezug von einer Kehrichtverbrennungsanlage konnte dort der Erdölverbrauch um 86% verringert werden. Gleichzeitig sanken die Rauchgas-Emissionen um rund 36%.

L'exemple de la Cellulose Attisholz SA montre que l'industrie, dans le cadre des possibilités techniques, attache beaucoup plus d'importance que certains milieux veulent bien l'admettre aux objectifs que sont économiser l'énergie, remplacer le pétrole et protéger l'environnement. Grâce à des mesures d'économie, à l'utilisation de lessive bisulfitique concentrée comme combustible et de vapeur provenant d'une usine d'incinération des ordures, la société en question est parvenue à réduire sa consommation de pétrole de 86%. Parallèlement, les émissions de fumées gazeuses ont baissé de 36% environ.

Vortrag, gehalten anlässlich der «Energiewoche» des Energieforums Schweiz am 28. August 1984 in Zürich.

Adresse des Autors

Kurt Trottmann, techn. Direktor, Cellulose Attisholz AG, 4708 Luterbach

1. Einleitung

Der Zwang zum *Energiesparen* braucht durch keine neuen Gesetze untermauert zu werden. Er ist einerseits durch die freie Marktwirtschaft voll wirksam und wird anderseits infolge der stetig steigenden Energiepreise weiter verstärkt.

Bei der *Erdölsubstitution* stösst man nebst den wirtschaftlichen Randbedingungen auf die Probleme

- Versorgungssicherheit beim Gas
- Ökologie bei Kohle und anderen Brennstoffen
- Elektrizitätsversorgung im Zusammenhang mit den Diskussionen um die Kernenergie

Die *Ökologie* schliesslich erfordert laufend neue Technologien, die zum Teil noch entwickelt werden müssen und die den Energiebedarf, insbesondere den Bedarf an Strom, wiederum anheben. Die Sensibilisierung der Bevölkerung und der Druck der Umweltschutzorganisationen zwingen die Behörden, immer einschneidendere Emissionsbegrenzungen festzulegen, deren Einhaltung enorme Investitionen erfordern. In wirtschaftlicher Hinsicht können sie sich für ein Unternehmen insbesondere dann verheerend auswirken, wenn ausländische Konkurrenten ohne oder mit weniger rigorosen Auflagen weiterproduzieren dürfen oder wenn deren Umweltschutzanlagen vom Staat grosszügig subventioniert werden.

2. Erdölsubstitution als Folge der Abwassersanierung

Unter Marktverzerrungen leidet die Cellulose Attisholz seit Jahren, insbesondere seit der Abwassersanierung. Dies hat sie gezwungen, den Rohstoff Holz optimal zu nutzen und den gesamten Energiehaushalt laufend zu optimieren. Figur 1 zeigt die Ausnützung des Rohstoffes Holz. Für den chemischen Aufschluss zur Cellulosegewinnung wird eine Lösung Calciumbisulfit (= Kochsäure) mit überschüssigem SO_2 verwendet. Diese Säure löst in einem Kochprozess die Kittsubstanz des Holzes, das Lignin, heraus und legt so die Cellulosefasern frei. Die dabei anfallende Ablauge enthält nebst dem Lignin auch die Holzzukker- und organischen Säureanteile, die bei der Alkohol- und Hefeherstellung abgebaut werden. Der verbleibende Rückstand, zur Hauptsache Ligninsulfonat, wird nach einer Eindampfung auf 52% Trockengehalt grösstenteils als Substitutionsprodukt für fossile Brennstoffe im Kesselhaus verbrannt. Ein kleiner Anteil davon kann in eingedickter oder pulverisierter Form der chemischen Industrie verkauft werden. Beachtlich ist die hohe Holzausnützung von 98,4%. Die Verwendung von 165 000 t/a Dicklauge zum Verbrennen entspricht zur Zeit einem Heizöläquivalent von 30 000 t/a, wobei allerdings zu beachten ist, dass davon ein erheblicher Anteil für die Ab-

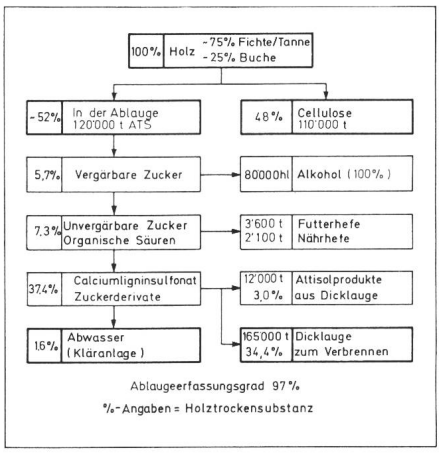

Fig. 1 Ausnützung des Rohstoffes Holz
Produzierte Mengen/Jahr

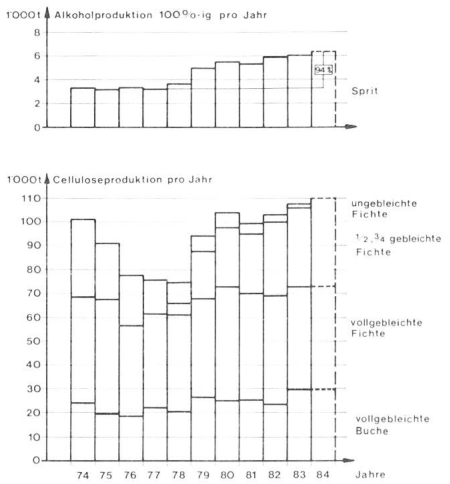

Fig. 2 Produktionsentwicklung Cellulose/Sprit

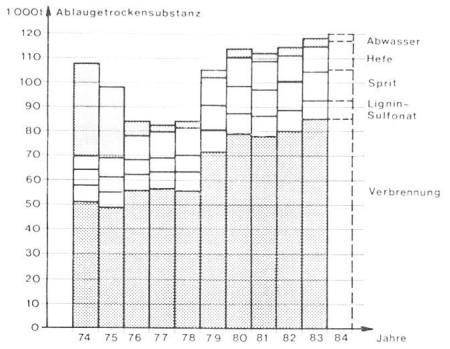

Fig. 3 Entwicklung Ablaugeverwertung
Zunahme Verbrennungsanteil
= 12 800 t/a Öläquivalent

laugeeindampfung verwendet werden muss.

Der Makel, der dieser Substitutionsmethode anhaftet, ist leider in der höheren Emissionsrate von SO_2 zu sehen. Die Entwicklung der Produktionszahlen von Cellulose und Ablaugetrokkensubstanz der letzten zehn Jahre (Fig. 2 und 3) lassen das Ausmass dieser Zunahme erkennen. Es sind aber auch die Einflüsse der Massnahmen bezüglich Gewässerschutz mit der Erfassung der Ablaugetrockensubstanz auf 97% sowie derjenigen zur Verminderung des Verbrennungsanteiles durch Anhebung der Sprit- und Hefeproduktionen ersichtlich. In Figur 4 ist der Heizwert der Dicklauge über dem Bedarf an fossilen Brennstoffen in Schweröläquivalenten aufgetragen.

Im Verlaufe der Abwassersanierung (bis 1977), die 70 Mio Franken kostete und Betriebskosten von 5,3 Mio Franken pro Jahr verursacht, brachte die Rezession einen derartigen Produktionseinbruch, dass sich die zunehmende Ablaugeerfassung bezüglich SO_2-Emissionen nicht auswirkte. Dagegen stieg der spezifische Wärmeverbrauch wegen der zusätzlichen Ablaugeeindampfung und brachte bis 1979 einen erhöhten Brennstoffbedarf.

Die Brennstoffmehrkosten für die Zeit von 1975 bis 1978 betrugen 3,25 Mio Franken, die zusätzlich wegen der Abwassersanierung aufgebracht werden mussten und die in den vorgenannten Betriebskosten nicht enthalten sind.

Erst die Anhebung der Produktion im Jahre 1979, verbunden mit einer verbesserten Nutzung der Abwärme der Eindampfungsanlage, brachte einen ersten, wenn auch bescheidenen wirtschaftlichen Erfolg. Sie verursachte aber auch neue Sorgen wegen der 30%igen Zunahme der Dicklaugenverbrennung mit entsprechendem Anstieg der SO_2-Emissionen. Die Suche nach einem geeigneten Entschwefelungsverfahren führte Anfang 1982, nach Überprüfung von 22 Verfahren und einem unbefriedigenden Pilotversuch, zu einer Eigenentwicklung zusammen mit der Firma Sulzer, die das SO_2 im Recycling zur Kochsäureherstellung verwenden und den Schwefelbedarf auf die Hälfte reduzieren lässt. Dieses Verfahren wurde in der Zwischenzeit in drei Pilotversuchen bis zur Prozessreife getestet, ist in Auftrag gegeben und wird Anfang Herbst 1985 mit einem Entschwefelungsgrad von 90–95% in Betrieb genommen. Leider ist es speziell auf die Verhältnisse von Attisholz zugeschnitten. Es lässt sich zum Beispiel für Heizkraftwerke nicht anwenden.

3. Erfolgreiche Energiesparmassnahmen

Parallel zu dieser Entwicklungsarbeit wurden ab 1979 gezielte Energiesparmassnahmen eingeleitet, um die Rauchgasemissionen bereits in einer Vorphase deutlich reduzieren zu können. Die wichtigsten davon waren:

- Wärmetechnische Koppelung der verschiedenen Fabrikationsbetriebe untereinander
- Verwendung von Warmwasser für die Vollentsalzungsanlage der Dampfbereitung
- Verbesserung der Dampfkondensat-Erfassung
- Kombination Alkoholaustreibung mit einer Ablaugevoreindampfung
- Prozessleitsystem für Kocherei

Trotz zunehmenden Produktionszahlen gelang es, von 1980 bis 1983 den Heizölbedarf um 44% zu senken,

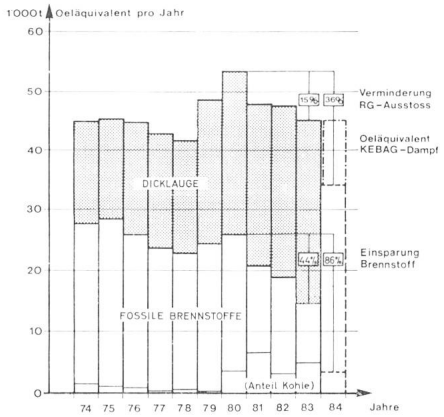

Fig. 4 Entwicklung Brennstoffbedarf

wobei ein Substitutionsanteil infolge Anstieg der Dicklaugemenge von 11% mitberücksichtigt ist.

4. Dampfverbund mit Kehrichtbeseitigungsanlage

Der entscheidendste Schritt zur fast vollständigen Erdölsubstitution wurde mit den 1980 begonnenen Studien zur Erstellung eines Dampfverbundes zwischen der Kehrichtbeseitigungsanlage Zuchwil (KEBAG) und Attisholz getan. Die vielfältigen und aufwendigen Abklärungen liessen ein Projekt heranreifen, das oppositionslos realisiert werden konnte. Im Oktober 1983 wurde der Dampfverbund problemlos in Betrieb genommen. Seither wird der Dampfbedarf von Attisholz wie folgt abgedeckt:

65% aus Dicklauge
25% von KEBAG
10% aus Abhitzekesseln (Rinde-/Schlammverbrennung, Schwefel- und Wasserstoffverbrennung)

Der Einsatz von Heizöl wird dieses Jahr noch 3500 t betragen, vorwiegend für Zerstäubungstrockner und als Stützfeuer bei der Rinde-/Schlammverbrennung. Verglichen mit dem Heizölbedarf von 26 000 t im Jahre 1980 ist dies eine Reduktion von 86% (Fig. 4). Die KEBAG arbeitet ohne Zusatz-Brennstoffe, so dass hier von einer echten Substitutionsleistung gesprochen werden kann.

Alle Massnahmen zusammen führten seit 1980 zu einer Reduktion der Rauchgasemissionen von 36%, wobei sich der SO_2-Anteil wegen der Dominanz der Dicklauge nur um 15% verringern liess. Diesbezüglich kann die Situation leider erst nach Inbetriebnahme der Rauchgasentschwefelungs-Anlage voll befriedigen.

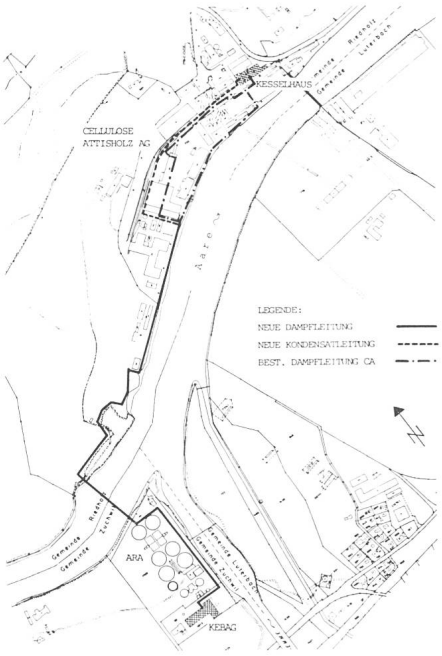

Fig. 5 Übersichtsplan

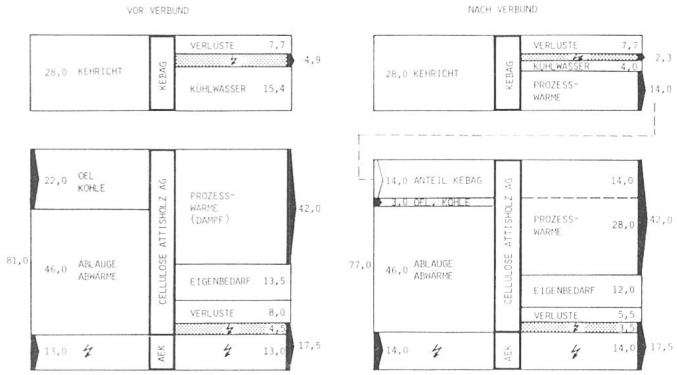

Fig. 6 Energieflussdiagramme
Mittelwerte, in MW

Aus Figur 5 ist die geographische Situation des Dampfverbundes ersichtlich, und Tabelle I vermittelt die wichtigsten Daten. Figur 6 zeigt die Energieflussdiagramme der beiden Partner vor und nach dem Verbund. Für den Verbundbetrieb wurde in der KEBAG parallel zur vorhandenen Kondensations-Turbine eine Gegendruckturbine mit einer Durchsatzleistung von 30 t Dampf/h installiert. Der Dampf von der KEBAG wird zu Öläquivalenzpreisen übernommen.

Diese Darlegungen wären ohne einen Hinweis auf die Veränderungen auf dem elektrischen Energiesektor unvollständig. Durch den Dampfverbund mit der KEBAG und die Energiesparmassnahmen vermindert sich die Eigenstromerzeugung von Attisholz mittels Wärmekraftkopplung um 14 Mio kWh/Jahr und diejenige der KEBAG um 20 Mio kWh/Jahr. Zudem wird die Rauchgasreinigung einen zusätzlichen Strombedarf von 3 Mio kWh/Jahr erfordern. Zusammen mit demjenigen der Abwasserreinigung von 12 Mio kWh/Jahr wird der Stromverbrauch für Umweltschutzanlagen bei 10% des Gesamtbedarfes von Attisholz liegen. Damit soll aufgezeigt werden, dass Substitution von fossilen Brennstoffen und Umweltschutzmassnahmen ohne ausreichende Elektrizitätsversorgung weitgehend in Frage gestellt wären.

Der Investitionsaufwand für die Energiesparmassnahmen und den Dampfverbund (Anteil Attisholz) lag bei 11 Mio Franken; derjenige für die Rauchgasentschwefelung wird inkl. der bisherigen Entwicklungskosten 12,5 Mio Franken betragen.

5. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die technischen Möglichkeiten innovativ ausgeschöpft wurden. Die hohen Investitionskosten von insgesamt 23,5 Mio Franken liegen indessen trotz der grossartigen Substitutionsleistung, die Attisholz praktisch unabhängig vom fossilen Brennstoff macht, an der Grenze der wirtschaftlichen Möglichkeiten. Es darf nicht ausser acht gelassen werden, dass der Substitutionsanteil der KEBAG zu Heizöläquivalenzpreisen übernommen werden muss und dass das während dieser

Technische Daten des Dampfverbundes — Tabelle I

Dampfleitung DN 350 8 bar 230 °C

Betriebsdruck	4,7–6,0 bar
Betriebstemperaturen	180–212 °C
Rohrabmessungen	355,6×5,6 mm
Material	Stahl (37–2)
Isolationsstärke	120 mm
Aussendurchmesser total	595 mm
Leitungslänge	1300 m
Leitungsdehnung (Betriebstemperaturen)	3,2 m
Totalgewicht inkl. Isolation	105 t

Daten für verschiedene Betriebszustände		Dampfdurchsatz 10 t/h	20 t/h	30 t/h
Dampfdruck KEBAG	bar	4,86	5,30	6,00
Dampftemperatur KEBAG	°C	212	196	191
Dampfdruck Cellulose Attisholz	bar	4,70	4,70	4,70
Dampftemperatur Cellulose Attisholz	°C	180	180	180
Mittlere Dampfgeschwindigkeit	m/s	11	21	32
Theoretische Stromeinbusse	kW	12	81	387
Wärmeverlust	kW	190	175	145

Speisewasserleitung DN 100 7 bar 50°C

Rohrabmessungen	114,3×3,6 mm
Material	NIRO-Stahl (V_2A)
Isolationsstärke	40 mm
Aussendurchmesser total	195 mm
Leitungslänge	1900 m
Leitungsdehnung (Betriebstemperaturen)	1,4 m
Totalgewicht inkl. Isolation	27 t

Phase beanspruchte Kapital für andere, produktionsfördernde Projekte nicht mehr zur Verfügung stand bzw. steht. Im Gegensatz zur Abwassersanierung darf dieser Phase attestiert werden, dass eine gewisse Koppelung von Ökologie und Ökonomie erreicht werden wird. Die zeitlichen Abläufe wurden mit Absicht immer wieder dargelegt, um klar zu machen, dass Innovationen viel Zeit beanspruchen. Wenn keine angemessenen Fristen zur Erfüllung von Umweltschutzforderungen gewährt werden, besteht die Gefahr, dass zu wenig ausgereifte Verfahren zur Anwendung gelangen, die sich wirtschaftlich nachteilig auswirken können. In dieser Hinsicht wurde der von Attisholz beschrittene Weg mit der stufenweisen Reduktion des Schadstoffausstosses von den eidgenössischen und kantonalen Behörden akzeptiert und die bisherigen Erfolge auch anerkannt.

Energieeinsparungen mit drehzahlgeregelten Pumpen- und Ventilatorantrieben

W. Willi

Wird bei Pumpen oder Ventilatoren eine Reduktion des Durchflusses mittels Drosseleinrichtungen vorgenommen, so steigt die Leistungsaufnahme des Antriebsmotors und damit der Energieverbrauch; durch Drehzahlregelung des Motors kann dagegen eine Senkung der Leistungsaufnahme erreicht werden. Wie Beispiele aus den Bereichen Klimaanlagen und Wasserversorgung zeigen, sind damit beträchtliche Energieeinsparungen möglich.

En ce qui concerne les pompes et les ventilateurs, si l'on réduit le débit au moyen de systèmes d'étranglement, alors la puissance absorbée du moteur augmente, et par là la consommation d'énergie; par contre, en réglant la vitesse de rotation du moteur on peut atteindre une baisse de la puissance absorbée. Comme le montrent plusieurs exemples dans le domaine des systèmes de climatisation et de l'alimentation en eau, d'importantes économies d'énergie ont pu ainsi être atteintes.

Adresse des Autors
Wilfried Willi, Reliance Electric AG, 8036 Dierikon-Luzern

1. Einleitung

Pumpen und Ventilatoren werden üblicherweise von mit konstanter Drehzahl arbeitenden Asynchronmotoren angetrieben. Die Anpassung der Volumenströme an den jeweiligen Prozess wird mittels Drosseleinrichtungen (Klappen, Ventilen) vorgenommen. Erfolgt dagegen die Volumenstromverstellung durch Verändern der Antriebsdrehzahl, kann der Wirkungsgrad einer solchen Anlage ganz erheblich gesteigert werden. Typischerweise sinkt der Stromverbrauch von drehzahlgeregelten Pumpen und Ventilatoren um 20–40%. Würde diese Technik konsequent in allen Fällen angewendet, so liessen sich in der Schweiz Einsparungen von etwa 1000 Mio kWh pro Jahr erzielen. Dies entspricht in etwa der Jahresproduktion von drei mittleren Flusskraftwerken. Bei den heutigen Kosten für Frequenzumformer, die vorzugsweise zur Drehzahlregelung solcher Anlagen eingesetzt werden, lassen sich die Zusatzkosten in vielen Fällen in weniger als drei Jahren amortisieren.

2. Warum kann Energie eingespart werden?

Im folgenden soll anhand der wichtigsten Pumpenkennlinien erklärt werden, wie die Einsparungen zustande kommen. Die Überlegungen gelten für Ventilatoren in analoger Weise, sind doch die Kennlinien ähnlich.

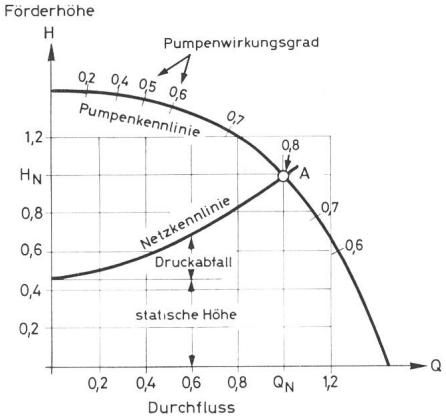

Fig. 1 Pumpenkennlinie für konstante Pumpendrehzahl

Figur 1 zeigt eine Pumpen- und Netzkennlinie.

Die Pumpenkennlinie beschreibt den Zusammenhang zwischen Durchfluss und Förderhöhe. Der Aufbau der Pumpe sowie deren Drehzahl bestimmen diese Kurve.

Die Netzkennlinie gibt Aufschluss darüber, welcher Druck notwendig ist, um eine gewünschte Menge durch ein System zu fördern.

Der Arbeitspunkt A liegt im Schnittpunkt der beiden Kurven. Im Bereich des Arbeitspunktes soll der Wirkungsgrad der Pumpe möglichst hoch sein. Eine zunehmende Verschiebung des Arbeitspunktes auf der Pumpenkennlinie bewirkt eine Wirkungsgradverschlechterung. Die Leistungsaufnahme der Pumpe kann gemäss folgender Formel berechnet werden: