

nisse und die Hinweise sollen Unterstützung bei der Entscheidungsfindung geben. Bei Gülle mit hohem TS-Gehalt und einem hohen Besatz an grob- und langfaserigen Bestandteilen sind die Kreiselpumpen, besonders die KRCLV80/325 mit Zusatzausrüstungen, den Doppelschöpfkolbenpumpen überlegen.

Für den Einsatz in Geflügelgülle bis 15 % TS-Gehalt ist die Pumpe KRCLV80/325 mit Zusatzausrüstungen geeignet. Das Fördern von Geflügelkadavern ist dabei gewährleistet. Die Pumpenindustrie sollte die Produktions-

aufnahme der Pumpe KRCLV80/325 mit Zusatzausrüstungen und ihre Überführung in die Praxis beschleunigen.

Zusammenfassung

Für die Auswahl von in der DDR verfügbaren Güllepumpen wird unter Beachtung von hohen TS-Gehalten der Gülle eine Wertung der einzelnen Pumpen vorgenommen. Dabei werden der Energieverbrauch sowie die materiellen und finanziellen Aufwendungen berücksichtigt. Die dargelegten Ergebnisse und Hinweise sollen die Entscheidungsfindung

erleichtern. Von den z. Z. zur Verfügung stehenden Pumpen weisen die Kreiselpumpen und mit zunehmendem TS-Gehalt der Gülle besonders die vertikale Kreiselpumpe KRCLV80/325 mit Zusatzausrüstungen Vorteile auf.

Literatur

- [1] Schwabe, M.; Krüger, W.-P.: Fördern von trockensubstanzreicher Gülle mit Pumpen. agrartechnik, Berlin 36 (1986) 11, S. 505–506. A 4693

Untersuchungen zum Einfluß von Druck und Volumenstrom auf das Ablösen von Schmutzschichten

Dipl.-Ing. J. Sobzig/Dr. agr. W. Wirsching/Dr. sc. techn. G. Hörnig, KDT
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Problem- und Zielstellung

In der sozialistischen Landwirtschaft entstanden im Zuge des planmäßigen Übergangs zu industriemäßigen Methoden auf dem Sektor der Tierproduktion Anlagen mit hoher Tierkonzentration. Zur Sicherung einer stabilen Produktion mit gesunden Tierbeständen ist die Durchsetzung eines Reinigungs- und Desinfektionsregimes unumgänglich. Die Reinigung der Ställe hat dabei nicht nur tierhygienische Bedeutung, sondern ist eine Maßnahme, die die Arbeitsfreude der Werktätigen nachweislich positiv stimuliert. Das betrifft nicht nur industriemäßige Tierproduktionsanlagen, sondern gilt auch für die herkömmliche Produktionsweise in der sozialistischen Landwirtschaft der DDR. Zur Oberflächenreinigung in Stallanlagen kamen in den letzten Jahren überwiegend Warmwasserdruckreinigungsgeräte zum Einsatz. Die Geräte M805 und M805A vom Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda, arbeiten mit einem Arbeitsdruck von maximal 2,5 MPa und einem Volumenstrom von 1200 l/h. Eine Erwärmung des Wassers auf rd. 65°C verbessert zwar die Reinigungswirkung, verteuert allerdings erheblich das Verfahren.

Aufgrund der Notwendigkeit, Energieträger petrochemischer Herkunft sparsam einzusetzen, wurden andere Möglichkeiten untersucht. Muß der Einfluß der Wärmeenergiewirkung entfallen, ergibt sich bei konstanten anderen Einflußfaktoren eine Erhöhung der Reinigungszeit. International sehr verbreitet und auch national zunehmend in der Anwendung sind mobile Kaltwasserhochdruckreinigungsgeräte. Diese Geräte arbeiten in einem Druckbereich von 5 bis 20 MPa und mit einem Wasservolumenstrom von 600 bis 1500 l/h. Durch die Erhöhung der mechanischen Energiewirkung kann der Verlust der Wärmeenergiewirkung ausgeglichen und sogar eine Steigerung der Gesamtreinigungsleistung erzielt werden. Aus der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Kaltwasserhochdruckreinigungsgeräte ist aus der Zuordnung von Volumenstrom zum Arbeitsdruck keine begründete Abhängigkeit ersichtlich. Deshalb bestand die Aufgabe in der Ermittlung des Einflusses von Druck und Volumenstrom auf das Ablösen von Schmutzschich-

ten. Dabei waren die Aufwendungen für Elektroenergie und Reinigungswasser zu minimieren.

2. Untersuchungsmethoden

2.1. Volumenstrombestimmung

Zur Realisierung unterschiedlicher Durchsätze bei gleichen Düsendrücken war es erforderlich, Düsen mit abgestuften Düsenaustrittsquerschnitten zu fertigen. Zur Komplettierung des Düsenortiments wurde eine Reihe von Seriidüsen des VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda in die Untersuchungen mit einbezogen. Die Bestimmung des Volumenstroms wurde bei verschiedenen Druckstufen durch Auffangen eines bestimmten Wasservolumens je Zeiteinheit und nachfolgende Wägung auf einer Rapido-Schnellwaage realisiert.

2.2. Strahlkraftmessung

Die Strahlkraftmessung erfolgte auf einem Kraftmeßstand. Eine auf Rollen befestigte Prallplatte ist mit einem Seil über eine Rolle an einer Druckmeßdose befestigt, die mit einem Universalmeßgerät verbunden ist. Trifft der Wasserstrahl auf die Prallplatte, wird ein Meßwert angezeigt, der ein Maß für die Strahlkraft darstellt. Richtet man den Wasserstrahl auf den in der Mitte befindlichen 1 mm breiten Schlitz, wird ein kleinerer Meßwert angezeigt, der der Strahlkraft der Flüssigkeitsmenge entspricht, die nicht durch den Schlitz tritt. Die Differenz dieser Meßwerte bildet bei Umrechnung auf die Fläche von 1 mm² den entsprechenden Aufpralldruck. Der Abstand der Düse von der Prallplatte wurde in Abständen von 10 mm verändert.

2.3. Strahlwinkelbestimmung

Zur Bestimmung der Strahlwinkel der Düsen wurde das Strahlbild jeder Düse bei einem Düsendruck von 10 MPa fotografiert. Da sich der Strahlwinkel der Düse, bedingt durch die Krümmung des Strahls, verändert, wurde festgelegt, den Strahlwinkel im Abstand von 100 mm auszumessen.

2.4. Testschmutzbestimmung

Bei der Auswahl eines geeigneten Test-

schmutzes ging es darum, reproduzierbare relative Werte zu erreichen, also nicht absolute Zeiten für die Schmutzablösung zu ermitteln. Durch Versuche wurde ein Testschmutz als geeignet herausgefunden, der aus handelsüblichem „Kämil“ und Schweinemastfutter im Verhältnis 1:2,05 bestand. Zu diesen Komponenten wurden 2,5 Teile Wasser gegeben und durch Rühren vermischt. Nach einer Standzeit von 6 Stunden erfolgte dann das Auftragen dieses Gemisches auf die Beton-Prüfplatten in einer Schichtdicke von durchschnittlich 3,5 mm. Die so beschichteten Prüfplatten wurden anschließend im Trockenschrank bei einer Temperatur von konstant 80°C über eine Zeit von 16 Stunden getrocknet, wobei ein durchschnittlicher Austrocknungsgrad von 85% erreicht worden ist. Die Schichthöhe nach dem Trocknen betrug im Durchschnitt 2,4 mm.

2.5. Ermittlung der Reinigungsleistung

Vergleichende Untersuchungen der Düsen hinsichtlich erreichbarer Reinigungsleistungen wurden auf einem Reinigungsprüfstand durchgeführt. Ein in zwei Richtungen beweglicher Wagen, auf dem Prüfplatten mit Testschmutz befestigt waren, wurde so lange mit einer Geschwindigkeit von 0,37 m/s unter einer Strahlanzug hin- und herbewegt, bis die Oberfläche der Testplatten vom Schmutz befreit war. Die Anzahl der notwendigen Bewegungen ist ein Maß für die Reinigungsleistung der Düse. Der Abstand der Düse vom Reinigungsobjekt wurde so gewählt, daß annähernd Strahlbreiten von 25 bzw. 50 mm erreicht wurden. Mit Hilfe von Gl. (1) läßt sich die Flächenleistung der Düse berechnen:

$$R_L = \frac{3600 B v}{x} \quad (1)$$

R_L Reinigungsleistung in m²/h
 B Breite der gereinigten Fläche in m
 v Geschwindigkeit des Wagens in m/s
 x Anzahl der Bewegungen.

Um eine Differenzierung in der Reinigungsleistung auch bei hohen Volumenströmen und Arbeitsdrücken vornehmen zu können, wurde mit extrem trockenem und festem Schmutz gearbeitet. Da sich die so gewonne-

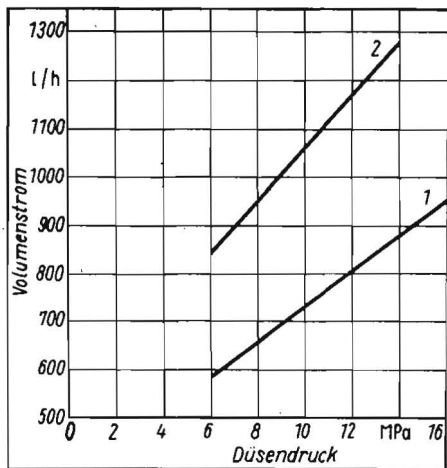


Bild 1. Volumenstrom der Düsen in Abhängigkeit vom Düsendruck; 1 (Gruppe 1) Durchmesser der Düsen D 12, D 14, D 6, A 11; 2 (Gruppe 2) Durchmesser der Düsen A 8, D 16, A 9, A 7

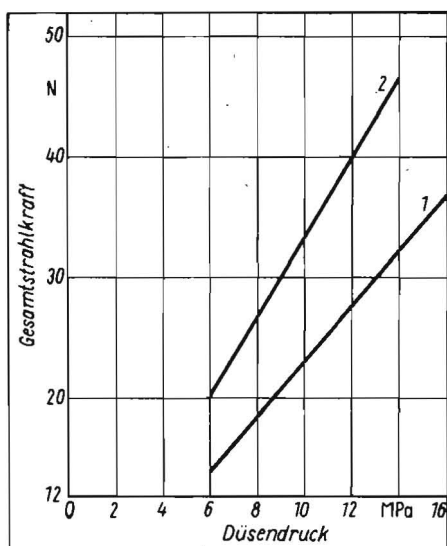


Bild 2. Gesamtstrahlkraft der Freistrahlen der Düsen in Abhängigkeit vom Düsendruck; Legende s. Bild 1

nen Werte nicht mit Reinigungsleistungen für real vorkommenden Schmutz vergleichen lassen, wurden Versuche mit Milchviehkot durchgeführt und der Faktor 100 als Korrekturfaktor in die Berechnungsformel eingesetzt. Somit lautet die Beziehung für die korrigierte Reinigungsleistung:

$$R_{L \text{ kor.}} = \frac{3,6 \cdot 10^5 B v}{x} \quad (2)$$

Grundlage für die Ermittlung der korrigierten Reinigungsleistung bildeten die Anzahl der notwendigen Bewegungen bis zur völligen Reinigung und die tatsächliche Strahlbreite auf den Prüfplatten.

3. Ergebnisse

Aus einem gefertigten Düsensortiment ergaben sich zwei Gruppen von Düsen, die sich im Volumenstrom wesentlich voneinander unterscheiden (Bild 1). Im Ergebnis der Bestimmung der Gesamtstrahlkräfte für beide Gruppen wird ersichtlich, daß der Anstieg der Geraden für die Gruppe 2 mit höherem Volumenstrom steiler ist als der für die Gruppe 1 mit zunehmendem Düsendruck (Bild 2). Eine Proportionalität zu den Geraden

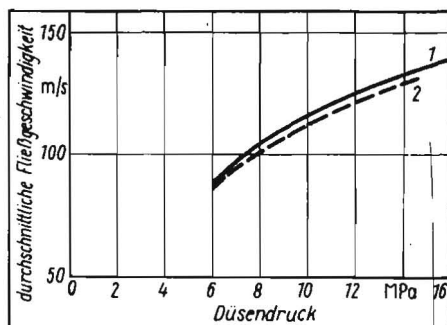


Bild 3. Durchschnittliche Fließgeschwindigkeit im Freistrah der Düsen in Abhängigkeit vom Düsendruck; Legende s. Bild 1

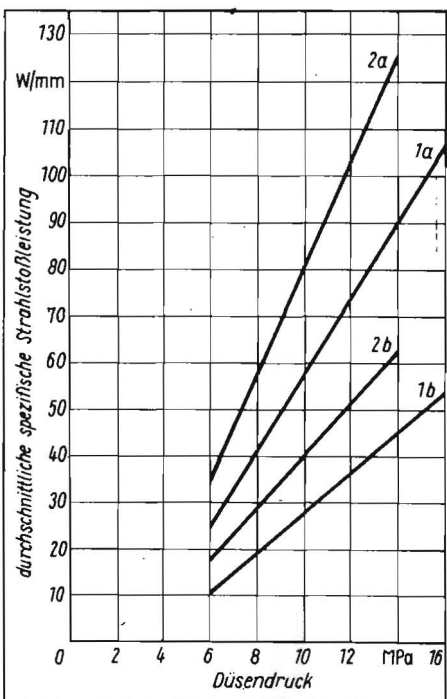


Bild 4. Durchschnittliche Strahlstoßleistung der Freistrahlen in Abhängigkeit von der Strahlbreite der Düsen und dem Düsendruck; Legende s. Bild 1
a Strahlbreite 25 mm, b Strahlbreite 50 mm

für den Volumenstrom ist erkennbar. Das Schmutzablösevermögen des Freistrahls hängt wesentlich von dem auf die jeweilige Strahlbreite bezogenen Leistungsangebot, d. h. von der spezifischen Strahlstoßleistung, ab. Zur Berechnung der Strahlstoßleistung ist die Ermittlung der durchschnittlichen Fließgeschwindigkeit im Freistrah erforderlich. Sie liegt für den untersuchten Druckbereich zwischen 90 und 130 m/s und ist für beide Gruppen nahezu identisch (Bild 3). Die durchschnittliche spezifische Strahlstoßleistung der Freistrahlen in Abhängigkeit von der Strahlbreite der Düsen und dem Düsendruck zeigt Bild 4. Es ist ersichtlich, daß beide Gruppen bei einer Strahlbreite von 25 mm mit steigendem Düsendruck höhere Strahlstoßleistungen erreichen als bei einer Strahlbreite von 50 mm. Dabei wird das Verhältnis für beide Gruppen mit einer Strahlbreite von 50 mm mit zunehmendem Düsendruck immer ungünstiger im Vergleich zu den Geraden mit der Strahlbreite von 25 mm. Die statistische Auswertung der Versuchsergebnisse zur Bestimmung der Reinigungsleistung weist aus, daß zwischen der durchschnittlichen korrigierten Reinigungs-

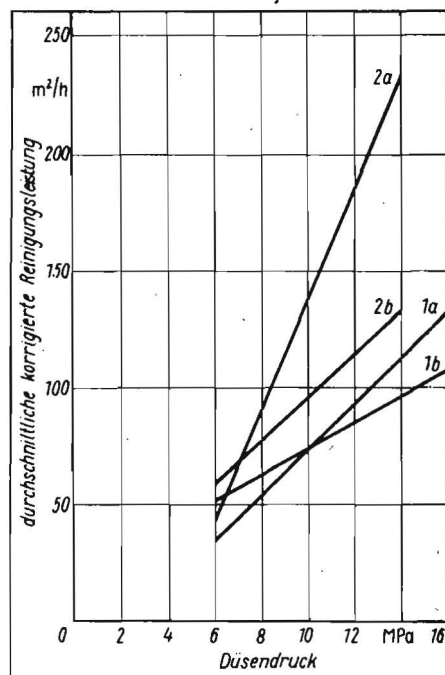


Bild 5. Durchschnittliche korrigierte Reinigungsleistung in Abhängigkeit vom Düsendruck; Legende s. Bild 1
a Strahlbreite 25 mm, b Strahlbreite 50 mm

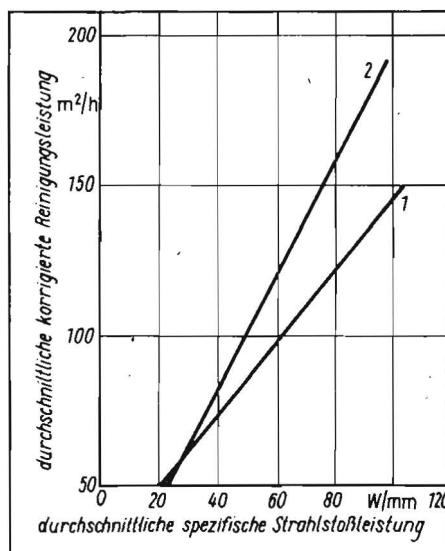


Bild 6. Korrelation zwischen durchschnittlicher korrigierter Reinigungsleistung $R_{L \text{ kor.}}$ und durchschnittlicher spezifischer Strahlstoßleistung Y_{pb} – dargestellt durch Regressionsgeraden:
1 (Düsengruppe 1)
 $Y_{pb} = -19,64 + 0,83 R_{L \text{ kor.}}$; $B = 0,70$
2 (Düsengruppe 2)
 $Y_{pb} = -3,24 + 0,53 R_{L \text{ kor.}}$; $B = 0,89$

leistung und dem Düsendruck ein linearer Zusammenhang besteht (Bild 5). Wie schon bei der Bestimmung der Strahlstoßleistung ersichtlich, erzielen beide Gruppen mit der geringeren Strahlbreite bessere Reinigungsleistungen als mit einer Strahlbreite von 50 mm. Dabei erreicht die Gruppe 2 (hoher Volumenstrom) bei einem Düsendruck von 10 MPa fast die doppelte Reinigungsleistung der Gruppe 1. Mit zunehmendem Druck gestaltet sich das Verhältnis für die Gruppe 2 immer günstiger. Um eine Aussage über die Effektivität der Reinigung bei unterschiedlichen Volumenströmen und Drücken zu erhalten, ist es notwendig, die aufgewendete

durchschnittliche spezifische Strahlstoßleistung zur erzielten durchschnittlichen korrigierten Reinigungsleistung in das Verhältnis zu setzen (Bild 6). Die Korrelation zwischen der Strahlstoßleistung und der Reinigungsleistung zeigt, daß z. B. zum Erzielen einer Reinigungsleistung von 150 m²/h eine um rd. 25% größere spezifische Strahlstoßleistung bei der Düsendruppe 1 erforderlich ist.

Die Untersuchungsergebnisse weisen nach, daß das Verhältnis von Druck und Volumenstrom einen bedeutenden Einfluß auf die zu erreichende Reinigungsleistung hat. Niedrige Volumenströme und höhere Düsendrücke erzielen bei den gegenwärtig verwendeten Flachstrahl Düsen geringere Reinigungsleistungen und erreichen eine schlech-

tere Ausnutzung der spezifischen Strahlstoßleistung als höhere Volumenströme im mittleren Druckbereich. Dabei gestaltet sich das Verhältnis mit zunehmendem Druck immer ungünstiger. Anhand der Ergebnisse wird ein wirtschaftliches Verhältnis von Druck (bar) zu Volumenstrom (l/h) von annähernd 1:10 für den Druckbereich bis 12 MPa vorgeschlagen. Bei einem mittleren Verschmutzungsgrad der Stalloberfläche sind folgende Betriebsparameter als ausreichend einzuschätzen:

- Volumenstrom 800 l/h
- Düsendruck 8 MPa.

Bei starker Verschmutzung und hohem An-trocknungsgrad der Schmutzschicht sollten

nachgenannte Betriebsparameter Verwendung finden:

- Volumenstrom 1200 l/h
- Düsendruck 12 MPa.

4. Zusammenfassung

In Versuchen wurde der Einfluß von Druck und Volumenstrom auf das Ablösen von Schmutzschichten untersucht. Mit Hilfe von zwei Düsendruppen, die sich im Volumenstrom wesentlich voneinander unterscheiden, wurden Untersuchungen zur Bestimmung der Reinigungsleistung im Druckbereich von 6 bis 12 MPa vorgenommen. Im Ergebnis wird ein wirtschaftliches Verhältnis von 1 (Druck in bar) zu 10 (Volumenstrom in l/h) für den untersuchten Bereich vorgeschlagen.

A 4552

Tendenzen der Hochdruckspritztechnik

Dr.-Ing. J. Spillecke, KDT, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda
Dipl.-Ing. U. Arold, KDT, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Weimar-Werk

1. Einleitung

Der verstärkte Einsatz moderner und leistungsfähiger, dabei Energie und Wasser sparender Geräte zur Hochdruckreinigung und die zukünftig noch umfassender zur Verfügung zu stellenden Zusatzausrüstungen zur Einsatzenerweiterung dienen u. a. auch dazu, die Aufgaben der Reinigung und Desinfektion attraktiver zu gestalten. Der Umgang mit diesen Geräten erhöht das Verantwortungsgefühl im täglichen Einsatz und kann zu einer wesentlichen Qualitätsverbesserung führen. Gerade darauf kommt es z. B. in der Tierproduktion im Interesse einer hohen Tiergesundheit bei gleichzeitig rationellem Wasser-, Chemikalien- und Energieeinsatz an.

Auf einige Fragen der spezifischen technikhistorischen Entwicklung, auf erreichbare Effekte, auf Einsatzhinweise und auf die reinigungsgerechte Gestaltung von Gebäuden und Ausrüstungen wird deshalb näher eingegangen, um dieses moderne, relativ junge Rationalisierungsmittel, das für viele Anwendungsgebiete Bedeutung hat, ausreichend vorzustellen.

2. Entwicklung der Hochdruckspritztechnik

Die Neuartigkeit der Hochdruckspritztechnik

zeigt sich in folgenden, international typischen Entwicklungsetappen:

- Entwicklung der Grundtechnik in den Jahren von 1910 bis 1955 mit der Anwendung von Kolbenpumpen zur Druckerhöhung und der Produktionsaufnahme von Dampfstrahlreinigern mit Drücken bis 2 MPa
- Produktionsausweitung und Weiterentwicklung von 1955 bis 1965 mit dem Übergang zu höheren Drücken für Kalt- und Warmwasserspritzgeräte sowie dem Einsatz von chemischen Zusatzmitteln zur Hochdruckreinigung
- erweiterter Breitereinsatz von 1965 bis 1975 mit Entwicklung von Zusatzbaugruppen; spezielle sicherheitstechnische Anforderungen werden erarbeitet, selbsttätig schließende Spritzpistolen damit eingeführt; keilriemengetriebene Hochdruckpumpen in Reihen- oder Boxerausführung gelangen zur Anwendung
- verstärkte Modernisierung von 1975 bis 1982 mit dem Übergang zu direktgeflanschten Pumpen am Elektromotor; Axial- und Radialkolbenpumpen bei Kompaktbauweise der Geräte dominieren insgesamt; stationäre Leitungssysteme mit Fernbedienung werden aufgebaut

- Detailverbesserungen, erhöhter Automatisierungsgrad seit ungefähr 1983.

Welche Entwicklung sich bei speziellen Parametern von mobilen, elektrisch betriebenen Hochdruckspritzgeräten dabei vollzog, ist in den Bildern 1 bis 3 dargestellt [1]. Seit 1970 verminderte sich die spezifische Gerätemasse, bezogen auf das Leistungsprodukt, kontinuierlich und annähernd geradlinig. Dabei besteht in der Senkungsrate zwischen Warm- und Kaltwassergeräten ein geringer Unterschied. Bei Warmwasserhochdruckgeräten sank die spezifische Masse über 13 Jahre durchschnittlich jährlich um $1,77 \cdot 10^3$ kg/l/h · MPa und bei Kaltwasserhochdruckgeräten innerhalb der letzten 9 Jahre jährlich um $1,44 \cdot 10^3$ kg/l/h · MPa. In den nächsten Jahren ist infolge objektiver physikalischer Grenzen vermutlich eine Verlangsamung dieses Prozesses zu erwarten, auch deshalb, weil mit den spezifischen Hochdrucktechnikbaugruppen dieser Fortschritt nicht mehr zu realisieren ist, sondern

Bild 1. Entwicklung der spezifischen Masse bei Geräten mit einem Durchsatz von 500 bis 2000 l/h;
a Fa. Kärcher, b Fa. Gerni, c Fa. Friedrichs

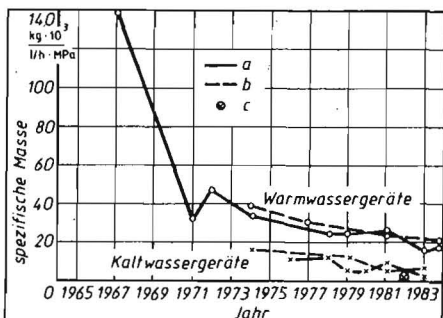


Bild 2. Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs bei Hochdruckreinigungsgeräten mit einem Durchsatz von 700 bis 1000 l/h bei Motorleistungen von 3,2 bis 6,9 kW (nach [2]);
a keilriemengetriebene Pumpen, b direkt am Motor angeflanschte Pumpen, c Axialkolbenpumpen, d Radialkolbenpumpen

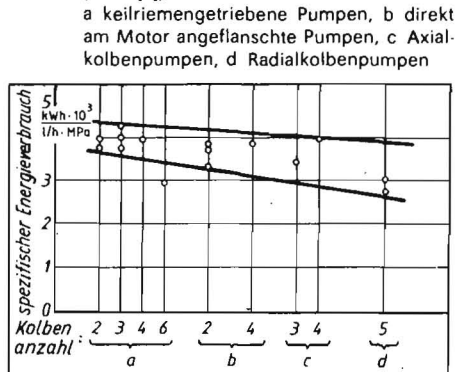


Bild 3. Größenvergleich von Kaltwasserhochreinigungsgeräten in verschiedenen Jahren; a 1976 (Fa. Kärcher), b 1982 (Fa. Friedrichs, tragbar), c 1983 (Fa. Kärcher), d 1982 (VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen)

