

Elektronische Publikation EP 2800

60 Jahre Katalog-Getriebemotoren



Diese Druckschrift der Fa. Danfoss Bauer GmbH darf ohne vorherige Genehmigung des Herausgebers weder auszugsweise noch vollständig nachgedruckt werden. Alle Rechte vorbehalten.

Die Angaben wurden nach dem derzeitigen Stand der Normen und Vorschriften sorgfältig zusammengestellt und geprüft. Verbindlich ist der jeweilige Stand der technischen und gesetzlichen Regeln sowie der Stand der Konstruktion und Fertigung bei Danfoss Bauer.

Für Schäden, die sich aus der Verwendung dieser Angaben ergeben könnten, wird keine Haftung übernommen.



60 Jahre Katalog- Getriebemotoren

EP 2800

Obering. H. Greiner

Inhaltsverzeichnis

- 1 Titelgraphik
- 2 Technische Beschreibung
- 3 Leistungsbereich
- 4 Drehzahlbereich
- 5 Zahl der Getriebegrößen
- 6 Zahl der Motorgrößen
- 7 Gewichte
- 8 Ausnutzungskennziffer
- 9 Wellendurchmesser
- 10 Hüllmaße des Getriebemotors
- 11 Preise
- 12 Computergestützte Auswahl

60 Jahre Katalog-Getriebemotoren

Obering. H. Greiner

Die Präsentation der Getriebemotoren-Generation »BAUER 2000« gab Veranlassung, die Entwicklung des Produkts über 60 Jahre anhand des ersten Kataloges für Drehstrom-Getriebemotoren aus dem Jahr 1940 zu verfolgen. Zwar hatte das Unternehmen schon bald nach 1927 mit der handwerklichen Herstellung von Getriebemotoren begonnen, doch wurde die Auslegung der Zahnräder zunächst nach den individuellen Wünschen der Abnehmer "maßgeschneidert".

Mit dem ersten Katalog wurde der erfolgreiche Versuch unternommen, eine auf die Bedarfsschwerpunkte abgestimmte, relativ enge Stufung von Leistung und Drehzahl zur Wahl zu stellen. Das Katalog-Angebot hatte viele Vorteile:

- Optimierung der Getriebeberechnung
- Vorfertigung von Zahnrädern
- Umfassende, klare Darstellung des Herstellungsprogramms
- Erweiterung des Kundenkreises
- Übersichtliches Angebot der Preise.

Der neue Katalog machte rasch Schule – im eigenen Haus und beim damals noch recht engen Kreis der Wettbewerber. Inzwischen hat dieser Hersteller die 30. Generation seiner Kataloge aufgelegt – wahlweise als CD mit EDV-gerechten Auswahlhilfen und Suchprogrammen.

Es erscheint nicht nur firmengeschichtlich interessant, die Entwicklung der katalogmäßigen Darstellung eines Serienproduktes über 60 Jahre unter verschiedenen Gesichtspunkten zu vergleichen.

1 Titelgraphik

Als Blickfang diente von Anfang an das Produkt – zunächst in der Einzeldarstellung, dann in verschiedenen Versuchen, den Seriencharakter der Fertigung deutlich zu machen. Mit der heutigen Titelseite soll das Baukastenprinzip und die daraus resultierende Variationsmöglichkeit gezeigt werden.

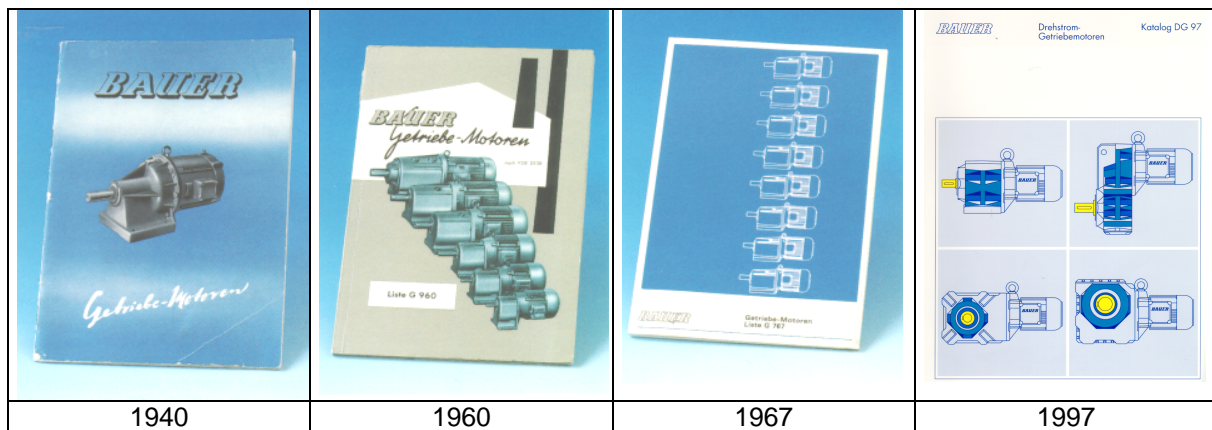


Bild 1.1 Titelgraphik der Kataloge für Getriebemotoren 1940 ... 1997

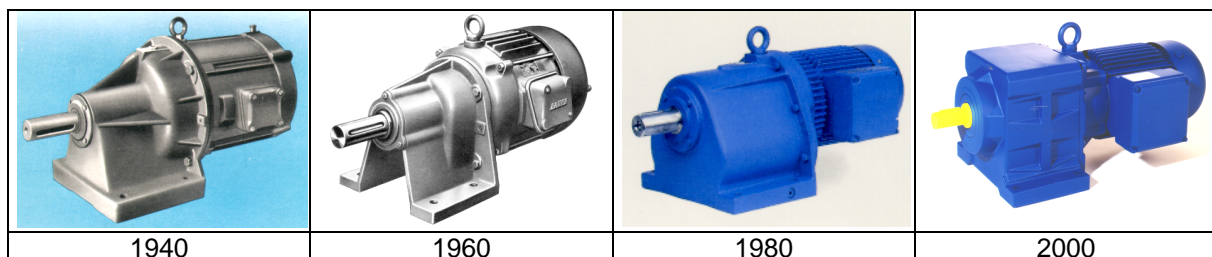


Bild 1.2 Funktion, Fertigung und Baukasten bestimmen das Design

2 Technische Beschreibung

Wenn sich auch die technische Ausführung und die Einsatzmöglichkeiten des Getriebemotors in den sechs Jahrzehnten seiner katalogmäßigen Darstellung geändert haben: Der Grundgedanke und die Vorteile dieses Antriebsmittels sind die gleichen geblieben.

Daher wirkt die entsprechende Textpassage im ersten Katalog zwar in Stil und Wortwahl antiquiert – die Zielrichtung ist nach wie vor modern:

Technische Erläuterungen

Der Getriebemotor findet in der gesamten Industrie immer mehr Eingang und ist in vielen Fällen infolge seiner bekannten Vorzüge bereits zu einem unentbehrlichen Konstruktionselement geworden. An besonderen Anforderungen werden an denselben folgende gestellt:

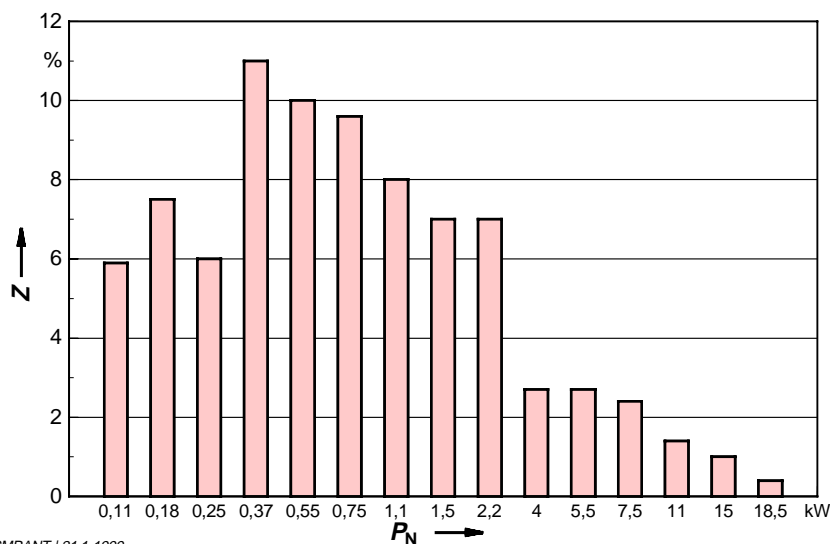
Gedrängte und demzufolge raumsparende Bauart,
Unempfindlichkeit gegen Feuchtigkeit, insbesondere
Witterungseinflüsse,
absolute Betriebssicherheit und damit reichliche Auslegung
sämtlicher Konstruktionsteile,
möglichst geräuscharmer Lauf.

Diese Anforderungen erfüllt in höchstem Maße der in mehr als 10 Jahren auf Grund der gesammelten Erfahrungen entwickelte BAUER-Getriebemotor.

Bild 1
Textpassage aus dem
ersten Katalog 1940

3 Leistungsbereich

Die angebotenen Motor-Nennleistungen zwischen 0,18 ... 22 kW (0,25 ... 30 PS) waren nach DIN 42971 (zuvor DIN VDE 2650) gestuft. Der Bereich war zwar wesentlich kleiner als in den heute gültigen Katalogen, deckte aber den praktischen Bedarf recht gut ab.



GMPANT | 21.1.1999

Bild 3 Typische Häufigkeitsverteilung der nach Bemessungsleistungen P_N geordneten relativen Stückzahlen Z

4 Drehzahlbereich

Auch beim Bereich der listenmäßig angebotenen Drehzahlen ist eine deutliche Ausweitung zu beobachten, wobei der Bedarf an den Rändern des Angebots, also vor allem unter ca. 10 r/min doch relativ recht niedrig liegt.

In diesem Zusammenhang stellt sich die interessante Frage, ob die Parole "Immer höher, immer weiter, immer schneller" auch auf die Drehzahlen von Getriebemotoren übertragbar ist? Leider liegen entsprechende Statistiken über den hier betrachteten Zeitraum von 60 Jahren nicht vor. Ein Vergleich zwischen 1970 und 1998, also über fast 30 Jahre zeigt jedoch, dass hier keine bemerkenswerte Verschiebung eingetreten ist und dass eine typische, häufig verlangte Drehzahl eines Getriebemotors etwa bei 50 r/min liegt.

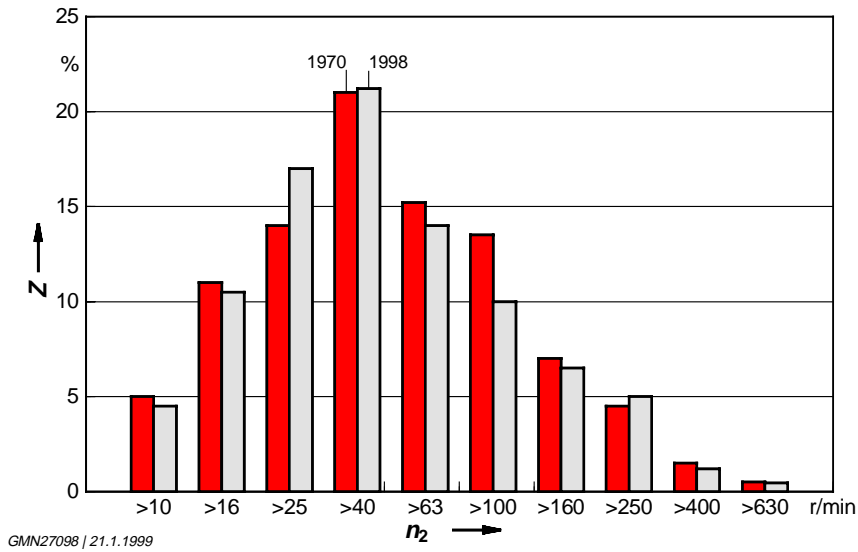


Bild 4 Trend der Drehzahl-Struktur zwischen 1970 und 1998

5 Zahl der Getriebegrößen

Der Bereich des angebotenen Nenndrehmomentes von ca. 175 bis ca. 4600 Nm wurde mit 9 Getriebegrößen bestrichen; dies entspricht einem theoretischen Stufensprung von etwa 1,45. Für den heute angebotenen Drehmomentbereich einer Getriebefamilie von etwa 20 bis 8400 Nm werden 12 Getriebegrößen eingesetzt; dies entspricht einem theoretischen Stufensprung von etwa 1,65.

Dies ist eine recht gute Übereinstimmung, wenn man bedenkt, welche komplexen Zusammenhänge – resultierend aus Materialaufwand, Wettbewerbsangebot, Mehrfachverwendung von Komponenten im Baukasten, wirtschaftlichen Losgrößen, Bevorratung – die Festlegung der Größenabstufung eines Getriebes beeinflussen.

6 Zahl der Motorgrößen

Für den Bereich von 0,18 ... 22 kW wurden 27 Motorgrößen eingesetzt; der theoretische Leistungssprung war etwa 1,2.

Heute werden von 0,12 bis 75 kW 22 Normgrößen verwendet; theoretischer Leistungssprung etwa 1,34.

7 Gewichte

Werkstoffe, Gestaltung der Zahnform, Bearbeitungsverfahren und Schmiertechnik haben in den vergangenen sechs Jahrzehnten so deutliche Verbesserungen durchlaufen, dass die spezifische Ausnutzungskennziffer eines Getriebes ohne Einbuße an Lebensdauer und Zuverlässigkeit erheblich gesteigert werden konnte. Bei den Elektromotoren wurde der magnetische Kreis optimiert, die Belüftung verbessert und die Wärmebeständigkeit der Isolierstoffe gesteigert.

All diese technologischen Fortschritte müssen sich in einer deutlichen Abnahme des Gewichtes eines Getriebemotors dokumentieren, wie Bild 7 zeigt:

Das Durchschnittsgewicht eines modernen Getriebemotors liegt gegenüber dem Jahr 1940 etwa bei 55 %.

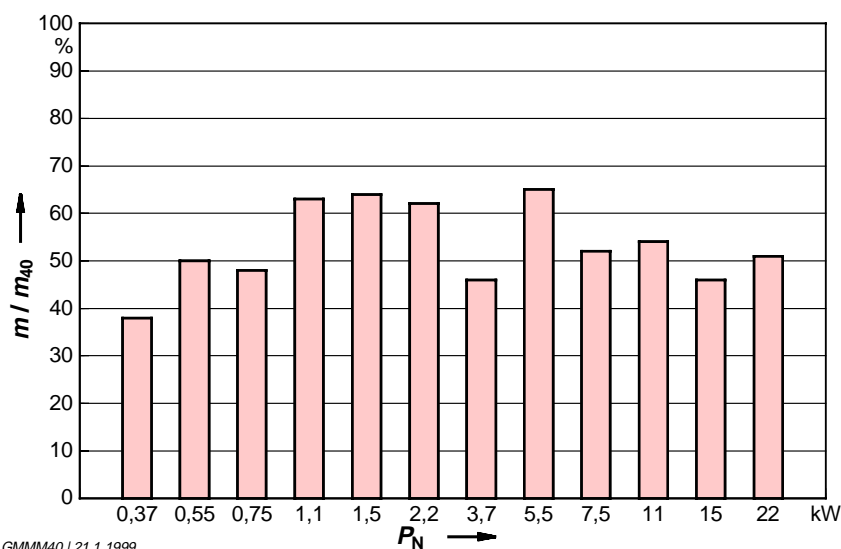


Bild 7 Relative Gewichte m/m_{40} von Getriebemotoren mit Bemessungsleistungen P_N und Ausgangsdrehzahlen ca. 100 r/min; Katalogwerte 1940 sind als 100 % gesetzt

8 Ausnutzungskennziffer

Die Entwicklung der auf das Gewicht bezogenen Leistung von Drehstrom-Motoren mit einer Nennleistung von 15 kW ist in Bild 8.1 dargestellt (nach H. D. Sprang, "Digitaltechnik gibt Motoren neuen Schwung", ETZ Bd. 110(1989), Heft 11).

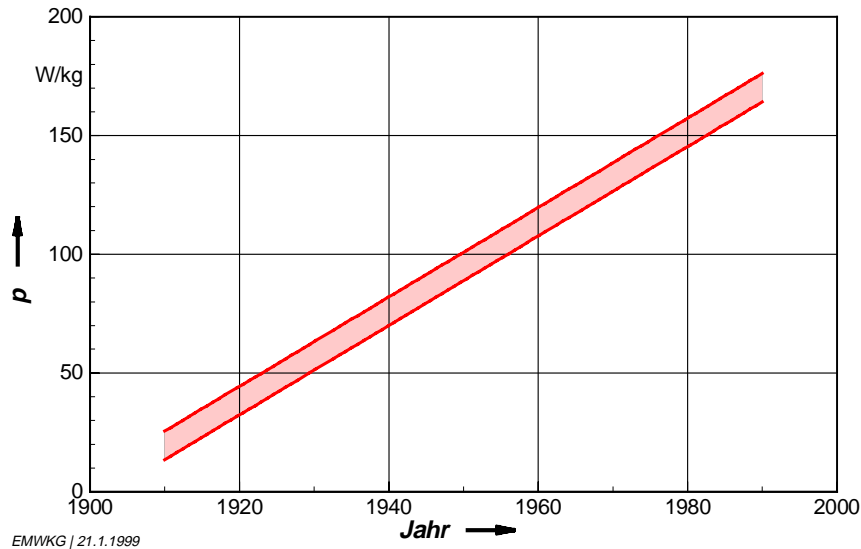


Bild 8.1 Entwicklung der bezogenen Leistung p (in W/kg) von Drehstrom-Motoren 15 kW (nach H. D. Sprang, ETZ Bd. 110 (1989), Heft 11)

Bild 8.2 zeigt, dass Drehstrom-Motoren der Generation »2000« etwa 40 % wiegen, d.h. das in Abschnitt 7 gefundene Gesamtgewicht von Getriebemotoren liegt mit etwa 55 % noch deutlich über dem Trend der Elektromotoren. Um den Bezug zum vorliegenden Vergleich herzustellen, wurde das Gewicht eines Drehstrom-Motors Jahrgang 1940 gleich 1 gesetzt.

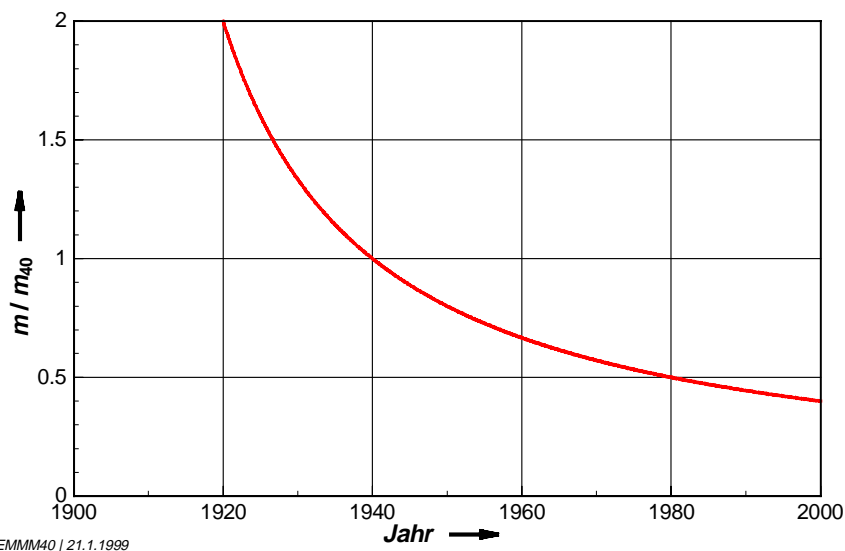


Bild 8.2 Entwicklung des relativen Gewichtes m / m_{40} von Drehstrom-Motoren 15 kW, umgewertet aus Bild 8.1 und bezogen auf das Jahr 1940

9 Wellendurchmesser

Das im letzten Abschnitt beschriebene Zusammenwirken von verschiedenen Einflüssen auf die Belastbarkeit eines Getriebes kann auf ein einzelnes Maschinenelement wie die Arbeitswelle nicht übertragen werden.

Die Belastbarkeit einer Welle auf Biegung und Torsion hängt eben entscheidend von den Materialeigenschaften und vom Querschnitt ab. Typische Wellenstähle der 40er Jahre (z.B. St 60.11) hatten eine Zugfestigkeit von etwa 600 N/mm², der heute meist verwendete C45 hat eine Zugfestigkeit von etwa 580 bis 770 N/mm².

Dementsprechend konnten die Wellendurchmesser für bestimmte Drehmomente nur relativ wenig verringert werden.

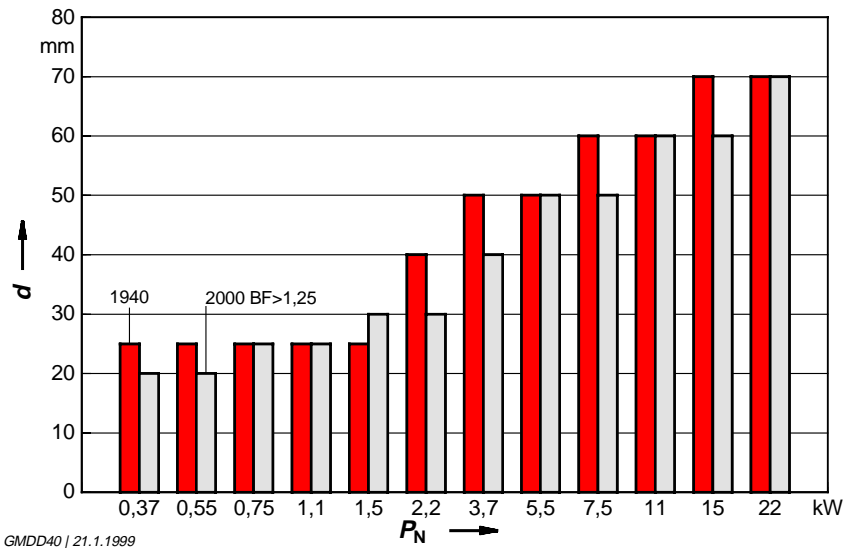


Bild 9 Vergleich der Arbeitswellen-Durchmesser d von Getriebemotoren etwa 100 r/min in den Katalogen 1940 und 1997 (Getriebe der Generation B2000 mit Betriebsfaktor 1,25)

10 Hüllmaße des Getriebemotors

Auch der Gesamt-Raumbedarf der Antriebseinheit "Getriebemotor" – dargestellt am Beispiel 100 r/min – ist um etwa 40 % gesunken.

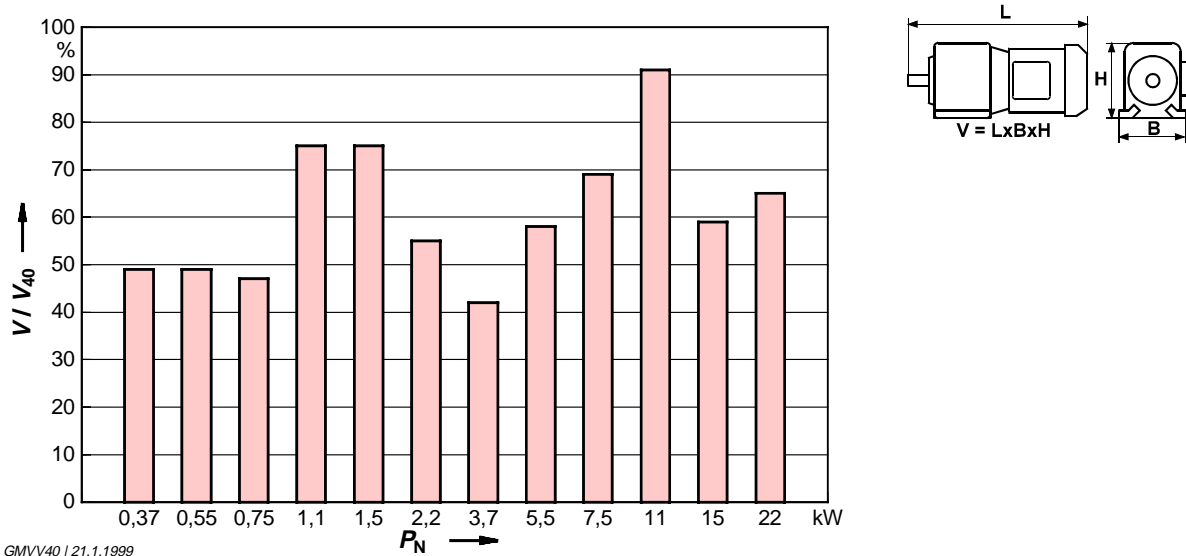


Bild 10 Hüllmaße von Drehstrom-Getriebemotoren mit etwa 100 r/min der »Generation 2000« oder Raumbedarf V ; Katalogwerte 1940 sind als 100 % gesetzt

11 Preise

Obwohl eine Gegenüberstellung von Preisen für Industrieprodukte der Jahre 1940 und 1997 äußerst problematisch ist, soll diese Betrachtung nicht ohne den Versuch eines Preisvergleichs abgeschlossen werden.

In Bild 11 sind zunächst die unbewerteten Katalog-Bruttopreise gegenübergestellt; sie zeigen im Mittel eine Relation von etwa 1 : 4,2 zwischen 1940 und 1998. Diese Relation entspricht etwa der Kaufkraft einer DM (1998) gegenüber der RM (1940).

Da die Rabatte im Jahr 1940 deutlich niedriger lagen als heute, kann festgestellt werden, dass Getriebemotoren in den 60 Jahren ihrer katalogmäßigen Erfassung keinesfalls teurer, sondern eher billiger geworden sind.

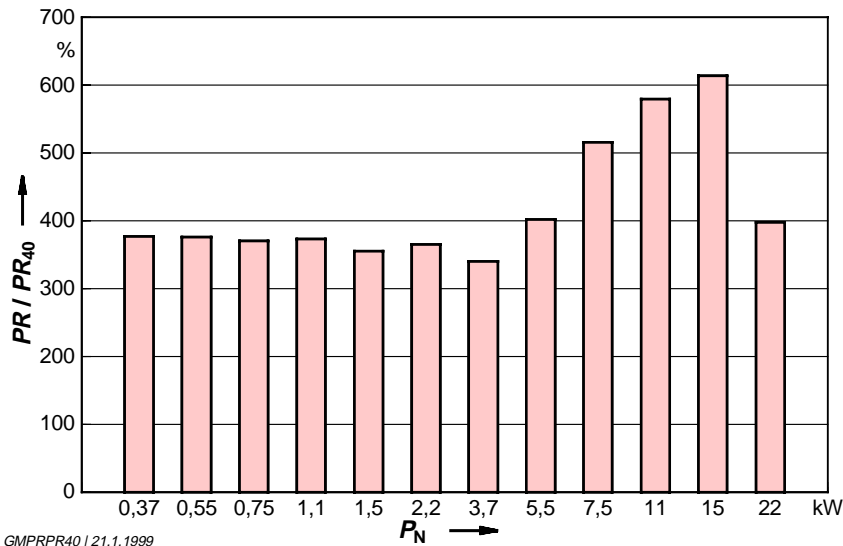


Bild 11 Relation der Brutto-Preise PR 1998/1940 von Getriebemotoren mit etwa 100 r/min

12 Computergestützte Antriebswahl

Mit der Einführung der Antriebsgeneration »B2000« wurde der Katalog völlig neu gestaltet; er enthält alle vier Getriebebauarten, also die Reihen

- BG Stirnradgetriebe
- BF Flachgetriebe
- BK Kegelradgetriebe
- BS Schneckengetriebe

Bei der Antriebsauswahl mit dem PC und einer vom Hersteller erhältlichen CD wird von den Möglichkeiten einer komfortablen und raschen Suche sowie von einer Plausibilitätsprüfung für die Kombination der vielen Module des Baukastensystems Gebrauch gemacht.

Als Beispiel wird die Gegenüberstellung der vier Getriebebauarten gezeigt – mit dem konventionellen Katalog eine aufwendige Prozedur.

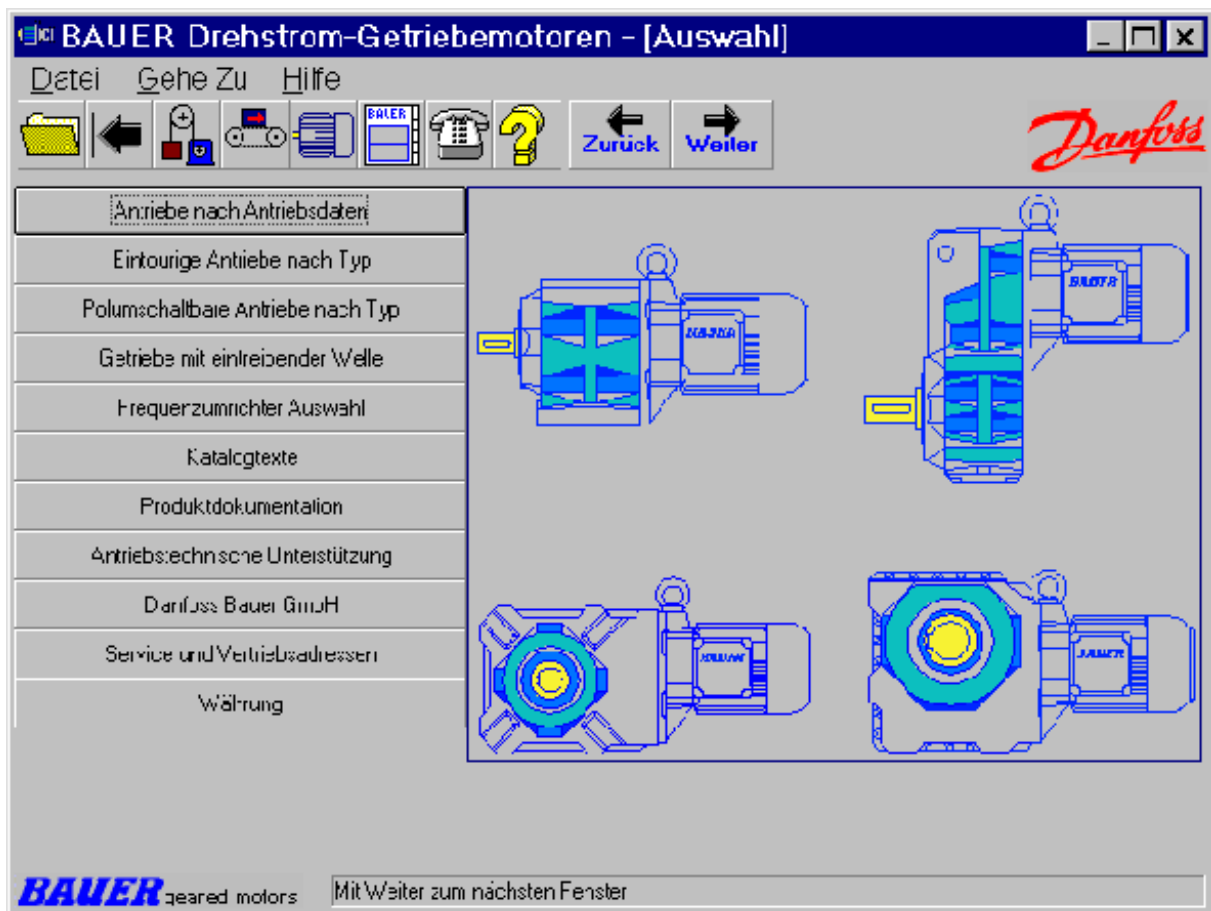


Bild 12.1 Eingangsfenster der Katalog-CD

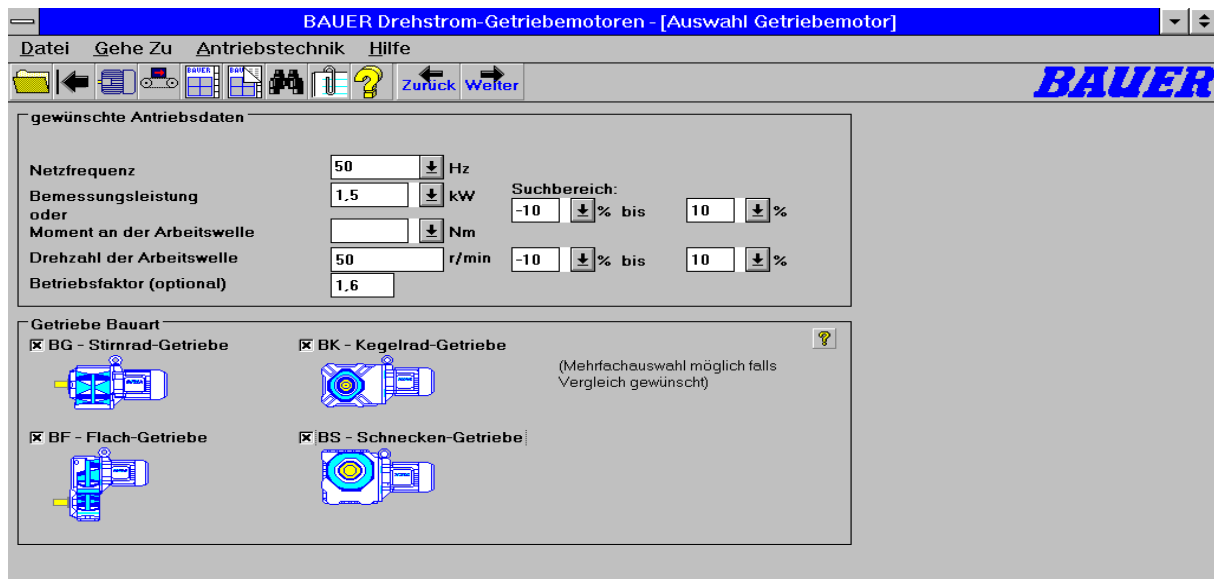


Bild 12.2 Eingabe der gewünschten Antriebsdaten; hier mit der Option, nach Lösungen mit allen vier Getriebebauarten zu suchen

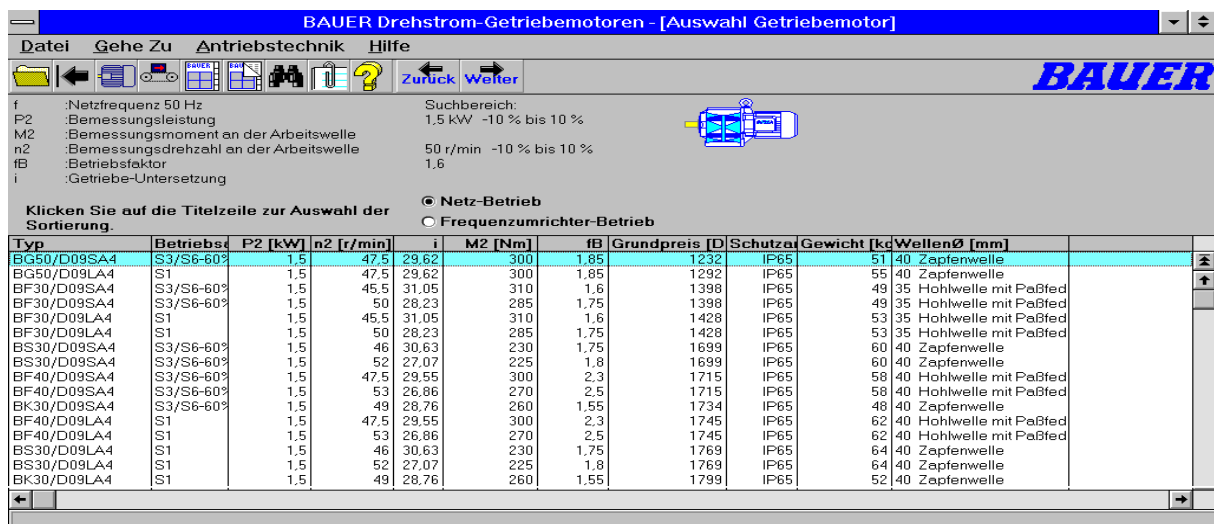


Bild 12.3 Ergebnisfenster mit 16 Lösungen, die den gewünschten Daten entsprechen. Durch Klick auf den Kopf der Spalte kann nach verschiedenen Kriterien geordnet werden: Hier nach "Grundpreis"