

Elektromotoren im Vergleich

J. Fankhauser

Die Preise von Elektromotoren verschiedener Hersteller weichen sehr stark voneinander ab. Der Hauptgrund dafür sind nicht Qualitätsunterschiede, sondern unterschiedliche Lohnkosten und Wechselkurse in den Herstellerländern. Der Wirkungsgrad des antreibenden Elektromotors wirkt sich direkt auf den Gesamtwirkungsgrad einer Maschine, zum Beispiel eines Heulüfters, aus. Die Wirkungsgradunterschiede von Elektromotoren sind bei den jährlichen Einsatzzeiten in der Landwirtschaft jedoch von geringer wirtschaftlicher Bedeutung.

Sind die grossen Preisunterschiede von Elektromotoren mit einem Qualitätsunterschied verbunden? Diese Frage stellt sich oft vor der Wahl eines Elektromotors oder einer Maschine, die mit einem Elektromotor ausgerüstet ist.

In Prospekten sehen sich die technischen Daten von Elektromotoren sehr ähnlich. Ein Grund dafür ist die sehr weitgehende Normung elektrischer Maschinen. Gespräche über die Konkurrenzsituation mit verschiedenen Herstellern und Importeuren von Elektromotoren gaben denn auch keinen Anlass, an den Herstellerangaben zu zweifeln. Die unvergleichlich tieferen Preise von Motoren aus Ostblockländern sind offensichtlich eine handelspolitische Angelegenheit.

In letzter Zeit wurde jedoch die Frage nach der Motorqualität, das heisst nach dem Wirkungsgrad des Elektromotors, im Zusammenhang mit Ventilatormessungen erneut aktuell. Als Folge unserer Vergleichsprüfungen waren die Firmen erfreulicherweise bestrebt, ihre Produkte zu verbessern. Da-

durch haben einzelne Heulüftertypen einen so hohen Stand erreicht, dass sich selbst kleine Wirkungsgradunterschiede des Elektromotors auf das Prüferesultat auswirken. Zur Verhinderung praxisferner, das heisst mit ausgesuchten Motoren erzielter Resultate wurden wir aufgefordert, für die Heulüftermessungen eigene Prüfmotoren zu verwenden, oder den Wirkungsgrad der Elektromotoren zusätzlich zu bestimmen.

Um die Auswirkungen des Motorenfabrikats oder der Abweichung einzelner Typen auf die Prüferesultate abzuschätzen, wurden in der Folge je vier Motoren mit 7,5 kW Nennleistung und 1450 U/min Nenndrehzahl von den vier für den Heulüfterantrieb meistverwendeten Marken durch Daniel Zehnder, Assistent an der HTL-Windisch, geprüft.

Prüfstandmessungen

Auf einem Bremsprüfstand wurden bei verschiedenen Belastungszuständen die abgegebene mechanische Leistung an der Motorwelle, die aufgenommene elektrische Leistung an den Klemmen sowie die Drehzahl gemessen und daraus der Motorwirkungsgrad berechnet. Bei der Nennbelastung von 7,5 kW abgegebener Leistung wurden zudem die Oberflächentemperatur des Lagerschilds am Schluss des Testprogramms und der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ gemessen.

Der Wirkungsgrad einer Maschine ist als das Verhältnis der aufgenommenen zur abgegebenen Leistung definiert. Er kann als Verhältniszahl ausgedrückt werden; häufiger ist jedoch die Angabe in Prozenten.

In den technischen Prospekten werden die Wirkungsgrade der verglichenen Motoren

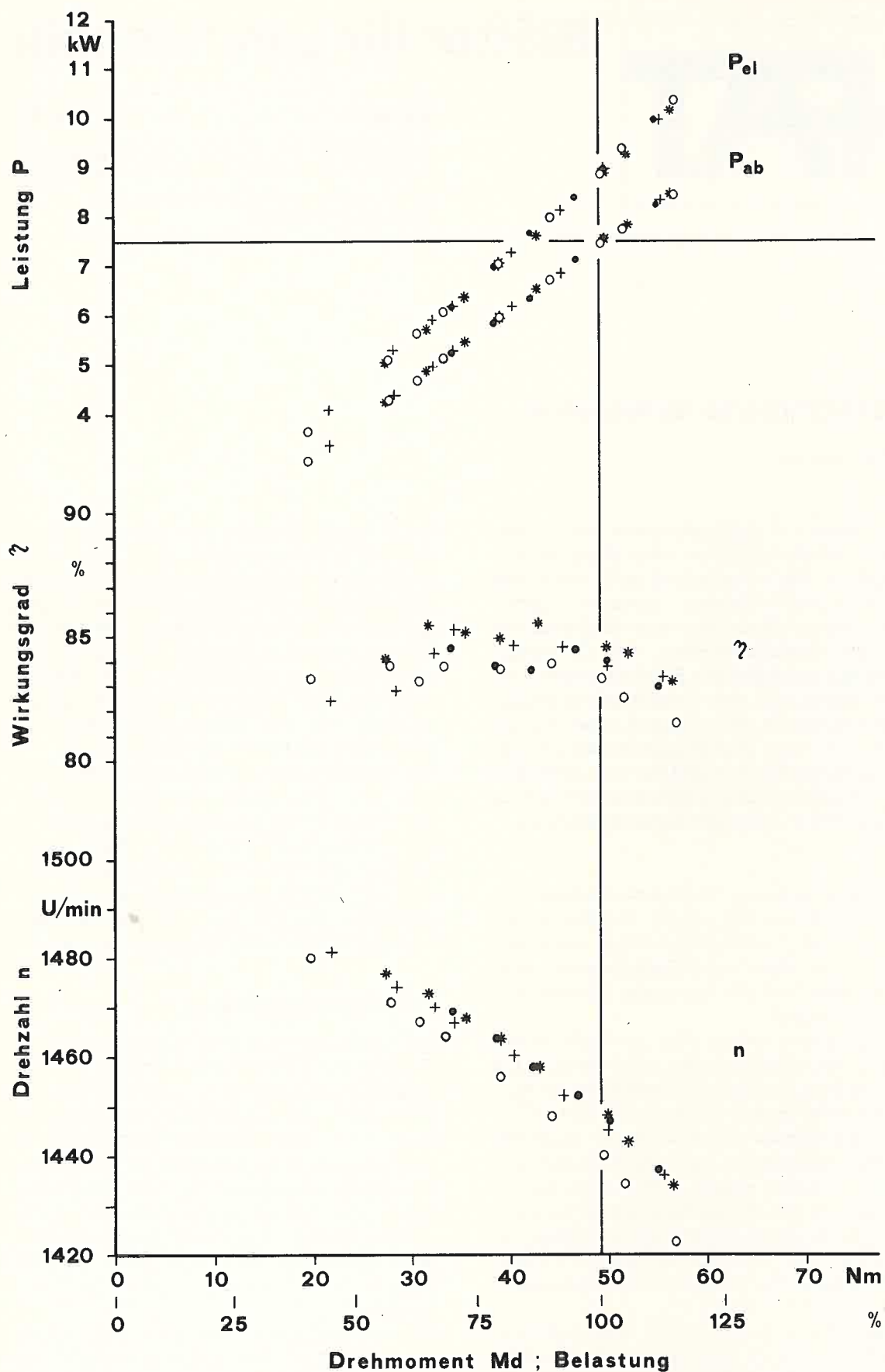


Abb. 1: Aufgenommene elektrische Leistung P_{el} , abgegebene mechanische Leistung P_{ab} , Wirkungsgrad η und Drehzahl n in Abhängigkeit der Motorbelastung (Elektromotor Fabrikat A, gemäss Tab. 1; * + $\circ$ ● Messwerte der vier gemessenen Motoren).

Tabelle 1: Vergleich gemessener Daten verschiedener Elektromotor-Fabrikate mit Prospektangaben.

Fabrikat	Wirkungsgrad η		Leistungsfaktor $\cos \varphi$		Drehzahl		Oberflächen- Temperatur °C	Preis Fr.
	Messung %	Prospekt %	Messung	Prospekt	Messung U/min	Prospekt U/min		
A	83,9	87	0,83	0,86	1445	1440	50	670.-
B	84,3	86	0,86	0,85	1450	1450	49	730.-
C	85,8	87	0,84	0,85	1452	1450	48	920.-
D	86,7	87	0,79	0,85	1457	1445	50	880.-

mit 86 bis 87 % angegeben. Bei der Überprüfung lagen die Durchschnittswerte der jeweils vier gemessenen Motoren zwischen 83,9 und 86,7 %. Die Werte der einzelnen Motoren streuten dabei zwischen $\pm 0,5\%$ und $\pm 1\%$, worin allerdings auch die Mess-toleranz des Bremsprüfstandes eingeschlossen ist. (Abb. 1; Tab. 1).

Die Maximalwerte der Wirkungsgrade von Asynchronmotoren sind um zirka 1 % höher als diejenigen bei Nennleistung und liegen im Bereich von 70 bis 80 % Last. Auch bei einer Belastung von 50 % betragen die Wirkungsgrade allgemein noch über 80 %; Elektromotoren arbeiten bei Teillast unvergleichlich besser als Verbrennungsmotoren. Der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ beeinflusst die Belastung des Stromnetzes. Je kleiner der Leistungsfaktor, umso grösser ist der sogenannte Blindstromanteil, der im Netz fliesst, ohne Arbeit zu verrichten.

Die gemessenen Werte weichen von den Prospektangaben etwas mehr ab als die Wirkungsgrade, stimmen aber mit den Eintragungen auf dem Motorentypenschild mit einer Ausnahme – vermutlich ein Versehen – bei allen 16 erfassten Motoren gut überein. Die Drehzahlen bei Nennlast sind bei Motoren mit besserem Wirkungsgrad höher als bei Motoren mit tieferem Wirkungsgrad. Die Abweichungen liegen jedoch unter einem Prozent.

Die Unterschiede der Durchschnittstemperaturen am Lagerschild waren klein. Die tiefste gemessene Temperatur der 16 Motoren lag bei 46° C, die höchste bei 55° C.

Praktische Auswirkungen

Der Wirkungsgrad des antreibenden Elektromotors wirkt sich direkt auf den Gesamtwirkungsgrad einer Maschine aus. Wenn für den Kauf eines Heulüfters wenige Wirkungsgradprozente Unterschied entscheidend sind, ist die Forderung berechtigt, bei Lüfterprüfungen den Elektromotorwirkungsgrad zu berücksichtigen. Welchen Einfluss hat nun aber ein solcher Unterschied in der Praxis?

Für die aufgenommene Leistung P_{el} gilt:

$$P_{el} = \frac{P_{ab} \cdot 100}{\eta}$$

P_{el} = aufgenommene elektrische Leistung in kW

P_{ab} = abgegebene mechanische Leistung in kW

η = Wirkungsgrad in %

Ein Motor, der an der Welle mit 7,5 kW belastet wird, nimmt bei einem Wirkungsgrad von 87 % eine elektrische Leistung von 8,26 kW auf. Während einer mittleren jährlichen Belüftungszeit von 750 Stunden bezieht der Heulüfter somit 6465 kWh aus dem Netz. Bei einem Strompreis von 18 Rp. pro kWh belaufen sich die jährlichen Stromkosten auf Fr. 1164.-.

Weist der Motor nun entgegen der Prospektangabe oder im Vergleich zu einem anderen Fabrikat nur einen Wirkungsgrad von 84 % auf, wird seine aufgenommene Leistung bei gleicher Belastung 8,93 kW. Damit wird der jährliche Stromverbrauch um 231 kWh grösser, was eine um zirka Fr. 42.- grössere Stromrechnung zur Folge hat.

Verglichen mit dem Anschaffungspreis und den jährlichen Stromkosten ist diese Differenz gering. Schon unterschiedlich gespannte Keilriemen können grössere Differenzen zur Folge haben. Die Verluste fallen zudem noch als Wärme an und sind bei der Heutrocknung nicht ganz nutzlos.

Der Leistungsfaktor ist in der Regel für den Landwirt von kleinerer Bedeutung als der Wirkungsgrad, weil der Stromtarif nur bei Grossverbrauchern vom Blindstromanteil abhängig gemacht wird.

Schlussfolgerung

Der Wirkungsgrad von Elektromotoren und Heulüftern soll nicht überbewertet werden. Für den Landwirt wichtiger ist die Zuverlässigkeit der Maschine – was in grossem Masse von der Lagerqualität abhängt. Und noch entscheidender ist die Zuverlässigkeit der Lieferfirma bei der Beratung, der Planung, der Ausführung, und auch wenn im

Betrieb mit dem Motor oder der Maschine Probleme auftreten sollten. Eine falsch dimensionierte oder nicht optimal bediente Heubelüftungsanlage hat ungleich grösseren Einfluss auf die Stromrechnung und die Futterqualität als ein um wenige Wirkungsgradprozente schlechterer Lüfter.

Allfällige Anfragen über das behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (8355 Tänikon) angefordert werden (Tel. 052 - 47 20 25 Bibliothek).

ZH	Schwarzer Otto, Landw. Schule Weinland, 8408 Wülflingen Tel. 052 - 25 31 21
BE	Brunner Samuel, Bergbauernschule Hondrich, 3702 Hondrich Tel. 033 - 54 11 67 Herrenschwand Willy, Landw. Schule Seeland, 3232 Ins Tel. 032 - 83 32 32 Hofmann Hans Ueli, Landw. Schule Waldhof, 4900 Langenthal Tel. 063 - 22 30 33 Marthaler Hansueli, Landw. Schule Langnau, 3552 Bärau Tel. 035 - 2 42 66 Marti Fritz, Landw. Schule Rütli, 3052 Zollikofen Tel. 031 - 57 31 41 Mumenthaler Rudolf, 3752 Wimmis, Tel. 033 - 57 11 16
LU	Moser Anton, Landw. Schule Schüpfheim, 6170 Schüpfheim Tel. 041 - 76 15 91 Schäli Ueli, Landw. Schule Willisau, 6130 Willisau Tel. 045 - 81 33 18 Wandeler Erwin, Bülstrasse, 6207 Nottwil, Tel. 045 - 54 14 03 Widmer Norbert, Landw. Schule Hohenrain, 6276 Hohenrain Tel. 041 - 88 20 22
UR	Zurfluh Hans, Hochweg, 6468 Attinghausen, Tel. 044 - 2 15 36
SZ	Fuchs Albin, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon Tel. 055 - 48 33 45
OW	Müller Erwin, Landw. Schule Obwalden, 6074 Giswil Tel. 041 - 68 16 16
NW	Muri Josef, Breitenhaus, 6370 Stans, Tel. 041 - 63 11 22
ZG	Müller Alfons, Landw. Schule Schluchthof, 6330 Cham Tel. 042 - 36 46 46
FR	Krebs Hans, Landw. Schule Grangeneuve, 1725 Posieux Tel. 037 - 82 11 61
SO	Tschumi Fredi, Landw. Schule Wallierhof, 4533 Riedholz Tel. 065 - 22 93 42
BL	Langel Fritz, Feldhof, 4302 Augst, Tel. 061 - 83 28 88
SH	Speiser Rudolf, Aeschbrunnhof, 4461 Anwil, Tel. 061 - 99 05 10 Hauser Peter, Landw. Schule Charlottenfels, 8212 Neuhausen a. Rhf., Tel. 053 - 2 33 21
AI	Hörler Hansjürg, Loretto, 9108 Gonten, Tel. 071 - 89 14 52
AR	Klee Anton, Werdweg 10, 9053 Teufen, Tel. 071 - 33 26 33
SG	Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof, 9465 Salez Tel. 085 - 7 58 88 Pfister Theophil, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil Tel. 071 - 83 16 70 Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil Tel. 071 - 83 16 70
GR	Stoffel Werner, 7430 Thusis, Tel. 081 - 81 17 39
AG	Müri Paul, Landw. Schule Liebegg, 5722 Gränichen Tel. 064 - 31 52 52
TG	Monhart Viktor, Landw. Schule Arenenberg, 8268 Mannenbach Tel. 072 - 64 22 44
TI	Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona, Tel. 092 - 24 35 53

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Maschinenberatung,
Telefon 052 - 33 19 21, 8307 Lindau.

Die «Blätter für Landtechnik» erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 30.-, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520. In beschränkter Anzahl können ferner Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.