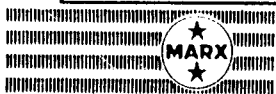


MARX GT 300 Typ	4	5	6	7	8	9	10	12	14	17	20
Für die Hobby-Version Bestell-Nummer: KG	17040	17050	17060	17070	17080	17090	17100	17120	17140	17170	17200
a Nenn Drehzahl, alle Typen U/min	6 000 bis 16 000 U/min (je nach Spannung)										
b Spezifische Drehzahl, leer pro Volt	1800	1500	1250	1100	1000	900	800	700	600	500	400
c Drehzahlminderung pro Ncm U/min	180	160	150	144	141	140	140	140	140	140	140
d Arbeitsbereich, belastet Volt	4-10	5-12	6-14	7-16	8-18	9-20	10-24	12-30	14-35	17-38	20-40
e NC-Zellenzahl üblich	7	7/8	10	10/11	10/12	14	16	20	24	28	32
f Leerstrom bei 10.000 U/min Amp	4,2	3,1	2,6	2,2	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2
g Laststrom pro Ncm Amp/Ncm	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
h Dauerstrom = Nenn-Strom Amp	21	18	16	14	13	12	11	9,5	8,0	6,5	5,5
i KB 15 min-Strom (Start kalt) Amp	28	24	21	18	16	14	13	11	9,5	8	7
k KB 5 min-Strom (Start kalt) Amp	36	30	25	22	20	18	16	14	12	10	8
l KB 1 min-Strom (Start kalt) Amp	40	36	30	26	23	21	19	17	15	12	10
m KB 30 sec-Strom (Start kalt) Amp	60	54	45	39	34	31	28	25	22	18	15
n Innenwiderstand Milli-Ohm	50	60	70	80	90	105	120	150	200	230	260
o Wirkungsgrad η max Prozent	72	74	76	78	79	80	80	80	80	80	81
p η höher als 70% von / bis Ncm	5-15	5-17	5-18	5-20	4-23	4-25	4-26	4-26	4-27	4-28	4-29

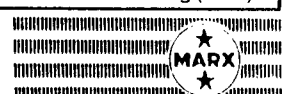
**b) Spezifische Drehzahl** (Zahlen leicht gerundet, max ±20 U/min): Diese Dreh-Kennzahl befreit den Modellbauer bei der Motorenauswahl von dem üblichen Glühbirnen-Latein: 6 Volt, 12 Volt etc; oder anschaulich gemacht: Die Volt-Angabe beschreibt den Bauplatz, sagt aber wenig über das zu bauende Haus! Jeder Permanentmagnet-Motor ist ein Multivolt-Motor ohne feste Spannung. Seine Drehzahl folgt der Spannung, bis der Motor durch Funken oder Fliehkräfte gekillt wird. Die Spezifische Drehzahl ist für jeden Motor eine feste Zahl. Wird diese konstante Zahl mit der geplanten Spannung multipliziert, erhält man eine echte Leerlauf-Drehzahl. Mit dieser Rechnung kann vor dem Einkauf problemlos eine gute Vorwahl getroffen werden - um dann einen Motor ohne fremde Hilfe gezielt aussuchen zu können. Technisches Nichtwissen erzeugt viele Widersprüche um die Motore, befruchtet die bekannte Legendenbildung - und fördert damit den Umsatz. Deswegen bleibt die Spezifische Drehzahl oft ungenannt. Moderne Motore haben durch Neodym-Magnete automatisch beachtliche Leistungsgipfel erreicht. Sie unterscheiden sich viel stärker durch alpine Preisdifferenzen als durch meßbare Qualitätseigenschaften - ein idealer Nährboden für Meinungen statt Fakten.

**c) Drehzahlminderung pro Ncm:** Mit diesem Minderdrehzahl-Faktor wird die bekannte Verringerung der Drehzahl bei Belastung in eine für jedermann verständliche exakte Form gebracht. Wird dieser "Minderdrehzahl-Faktor" mit der Belastung (Ncm) multipliziert und die erhaltene Zahl von der Leerlauf-Drehzahl abgezogen, erhält man die für die Praxis einzig wichtige Last-Drehzahl. Wird ein Motor nicht nach der optimalen Last-Drehzahl ausgewählt, verheizt er in jedem Falle unnötig viele Watt, wird unschuldig verdammt und opfert oft sein Leben!

**g) Belastung (Ncm):** Wird der gemessene Laststrom (Amp) durch den "Laststrom pro Ncm" geteilt (Zeile "g"), erhält man die Belastung (Ncm).



Schritte zur Typwahl



Vorwort

Wie eine Medaille hat ein Elektromotor 2 Seiten: Die mechanische: "Drehzahl x Drehkraft" und die elektrische: "Volt x Ampere". Die 4 Werte haben eines gemeinsam: Wir können sie nicht sehen nur messen. Wer den Elektromotor verstehen will, muß mindestens wissen was diese vier Worte für den Motor bedeuten, wenn er nicht blind Motore für die Schublade kaufen will. Die folgenden Zeilen wollen dabei helfen. Ihr Motor wird es Ihnen später danken. Ran ans Werk!

Der Dauermagnet-Elektromotor (DC-Motor)  
- Ein bekannter Kraftspender mit meist unbekanntem Wesen -  
A) Spannung - Drehzahl

- 1.) Die "12-Volt-Glühbirne 15 Watt" ist bekannt. Die Benennung "12V/15W" ist eindeutig und technisch einwandfrei. Spannung (Volt), Strom (Ampere), Widerstand (Ohm) und Leistung (Watt) sind über das Ohm'sche Gesetz unverrückbar verkettet.
- 2.) Einen ebenso "eindeutigen" 12 Volt-DC-Motor gibt es nicht. Man kann einen Dauermagnet-Motor mit 12 Volt betreiben - aber genauso auch mit 15 Volt: Dann läuft er 25% schneller, er brennt aber deswegen nicht durch. Er funktioniert aber auch mit 8 Volt oder weniger: Dann läuft er eben 30% oder mehr langsamer!

Ein Dauermagnetmotor ist ein Multivoltmotor ohne feste Spannung! Mit der Spannung wird seine Drehzahl verändert und nicht eine Grenze bestimmt, die Durchbrennen verhindert. Die Drehzahl folgt der Spannung, bis der Anker durch Funken oder Fliehkräfte gekillt wird. Die Grenzdrehzahlen (U/min) sind:

Industrie 1.500-3.000 Kleinmotoren 6.000 - 8.000  
Labormotoren 6.000-8.000 Neodymotoren 6.000 - 20.000

- 3.) Die "Spezifische Drehzahl" ist die einzige Kennzahl, die es ermöglicht DC-Motoren einfach voneinander unterscheiden zu können. Man kann damit beim Einkauf eine sichere Vorwahl treffen. Andere Werte verwirren oft mehr als sie nützen und sind daher beliebte Spielbälle von "Experten". Man erhält die "Spezifische Drehzahl" wenn die gemessene Leerlaufdrehzahl durch die zugehörige Voltzahl geteilt wird. Das Ergebnis gibt an, wieviel Umdrehungen pro Volt ein Anker macht. Es wird im Motor durch die Windungszahl pro Ankerspule festgelegt: Viel Windungen = langsam / wenig Windungen = schnell. Zur leichten Erkennbarkeit benennt MARX die einzelnen Typen einer Motorgröße nach der Spulenwindungszahl GT.../5, GT.../7, GT.../20. Typ/20 ist langsam, Typ/5 ist schnell (spezifisch pro Volt).

- 4.) Die "Leerlaufdrehzahl" zu jeder Spannung erhält man für jeden Motor, wenn umgekehrt die Spezifische Drehzahl mit der von Ihnen bestimmten Voltzahl multipliziert wird. Man erkennt jetzt, welch Riesenvorteil die Spezifische Drehzahl bietet: Mit ihr können wir für jeden Motor und jede Spannung die Leerlaufdrehzahl leicht berechnen. Einzige Ausnahme von der einfachen Faust-Formel sind die Spannungen von 1 Volt bis 4 Volt. Bei den niedrigen Spannungen wirken sich die Anlaufverluste des DC-Motors so stark aus, daß die Rechnung unzuverlässig würde.
- 5.) Die "Lastdrehzahl" ist die Drehzahl im praktisch "belasteten" Betrieb. Sie ist immer niedriger (5%-30%) als die Leerlaufdrehzahl. Für überschlagsrechnungen sind "minus 20%" ein guter Mittelwert.
- 6.) Das "Drehmoment" (Drehkraft) ist eine Kraft, die in einem Abstand (z.B. Hebelarm) zur Drehachse angreift. Sie wird errechnet mit dem Produkt: Kraft (Newton) mal Abstand (cm) = Ncm. Das Drehmoment bestimmt - abhängig von der Belastung - direkt den Stromverbrauch eines DC-Motors. Es ist damit auch die Ursache für alle durchgebrannten DC-Motoren. Das maximale Drehmoment wird von dem Ankerdurchmesser, der Ankerlänge und der Magnetstärke begrenzt.

B) Schnellschritte zur Typenwahl

- 1.) Man entscheide sich für eine Spannung.
- 2.) Man schätze die gewünschte Dauerleistung in Watt (V x A).
- 3.) Man wähle mit dieser Dauerleistung die Motorgröße (bei MARX GT 300 = 300 Watt, GT 500 = 500 Watt). Die Kurzzeitleistung ist bedeutend höher.
- 4.) Man lege die gewünschte Lastdrehzahl fest (schätzen, erfragen, praktisch ermitteln).
- 5.) Man multipliziere die Lastdrehzahl pauschal mit Faktor 1,25.
- 6.) Man teile die so erhaltene Leerlaufdrehzahl durch die Voltzahl (wie unter Punkt 1 festgelegt).
- 7.) Man suche mit der erhaltenen "Spezifischen Drehzahl" in der MARX-Motorentabelle in Zeile "b" den nächstgelegenen Drehzahlwert und lese oben den dafür empfohlenen Typ ab.
- 8.) Zum Vergleich mit Fremdmotoren ermittle man mit aus den Katalog- oder sonstige bekannten Daten (Drehzahl/Volt) die spezifische Drehzahl und suche damit in der MARX-Motoren-Tabelle Zeile "b" den nächstgelegenen Drehzahltyp. Die Auswahl unter verschiedenen Fabrikaten wird über die spezifische Drehzahl sehr einfach.

Eine genauere Typberechnung finden Sie auf der Rückseite