

Aktoren

Motorkennlinie messen

von

Roland Steffen
3387259

Aufgabenstellung:

Von einer Elektromotor-Getriebe-Einheit ist eine vollständige Motorkennlinienschar zu messen und graphisch, als Funktion des Drehmoments, darzustellen.

Dazu gehören:

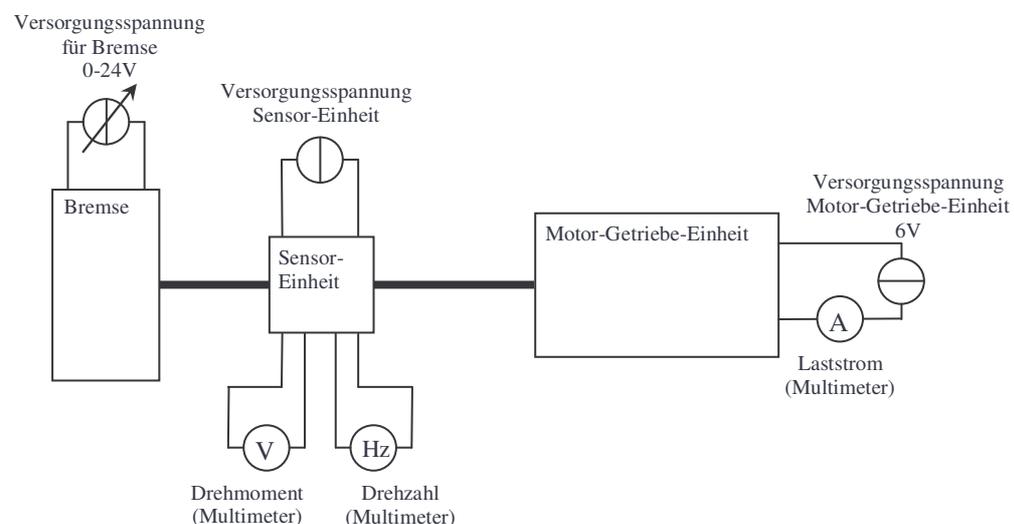
- Drehzahl
- Stromaufnahme
- Wirkungsgrad
- mechanische Leistung

Die Daten sind während des Hochlaufs und des Rücklaufs zu messen.

Zusätzlich sind zu bestimmen:

- Die Leerlaufdrehzahl der Einheit und die des Motors
- Die maximale Ausgangsleistung (bei welchem Moment tritt sie auf? Bei welcher Eingangsleistung tritt sie auf?)
- Den maximalen Wirkungsgrad η_{\max} (Bei welchem Moment tritt η_{\max} auf?)
- Bitte fertigen Sie auch eine Skizze des Versuchsaufbaus mit der elektrischen Verschaltung sowie den Messgeräten an.

Versuchsaufbau:



Versuchsdurchführung:

Der Motor wurde mit einer konstanten Versorgungsspannung von 6V betrieben. Mit einer Untersetzung von 28:1 wurde die Drehbewegung des Motors auf die Bremse übertragen. Die Bremsspannung wurde in 1V-Schritten bis zum Stillstand des Motors erhöht. Im Anschluss daran wurde die Bremsspannung mit der gleichen Schrittweite wieder bis auf Null verringert.

Während der Versuchsdurchführung stieg die geschätzte Motortemperatur von 40°C auf ca. 70-80°C.

Das Drehmoment wurde mit einem Multimeter als Spannungssignal am Drehmomentsensor abgegriffen. Dabei entsprechen 10V einem Drehmoment von 2Nm. Außer dem Drehmoment lieferte der Sensor auch noch die Drehzahl als Frequenz. Diese wurde auch mit einem Multimeter gemessen. Bei dem Frequenzsignal entspricht eine Umdrehung 360 Impulsen.

Berechnungen:

Die folgenden Formeln wurden zur Berechnung der benötigten Werte benutzt.

$$\text{Drehmoment: } M_{Motor} = \frac{1}{28} \cdot 0,2 \frac{Nm}{V} \cdot U_{Drehm.} \quad [M_{Motor}] = Nm$$

$$\text{Drehzahl: } n_{Motor} = 28 \cdot \frac{f_{mess.}}{360} \quad [n_{Motor}] = 1/s$$

$$\text{mechanische Leistung: } P_{mech} = M \cdot \omega = 2\pi \cdot n_{Motor} \cdot M_{Motor} \quad [P_{mech}] = W$$

$$\text{elektrische Leistung: } P_{el} = U \cdot I \quad [P_{el}] = W$$

$$\text{Wirkungsgrad: } \eta = \frac{P_{mech}}{P_{el}}$$

($f_{mess.}$ = gemessenen Frequenz, U_{Drehm} = Drehmoment-Spannung, 28 = Untersetzung, 360 = Impulse pro Umdrehung, 0,2 = Faktor für Umrechnung des Drehmoments)

Außerdem wurde beim Drehmoment der Nullpunkt korrigiert. Dazu wurde zu allen Messwerten der niedrigste Messwert hinzuaddiert.

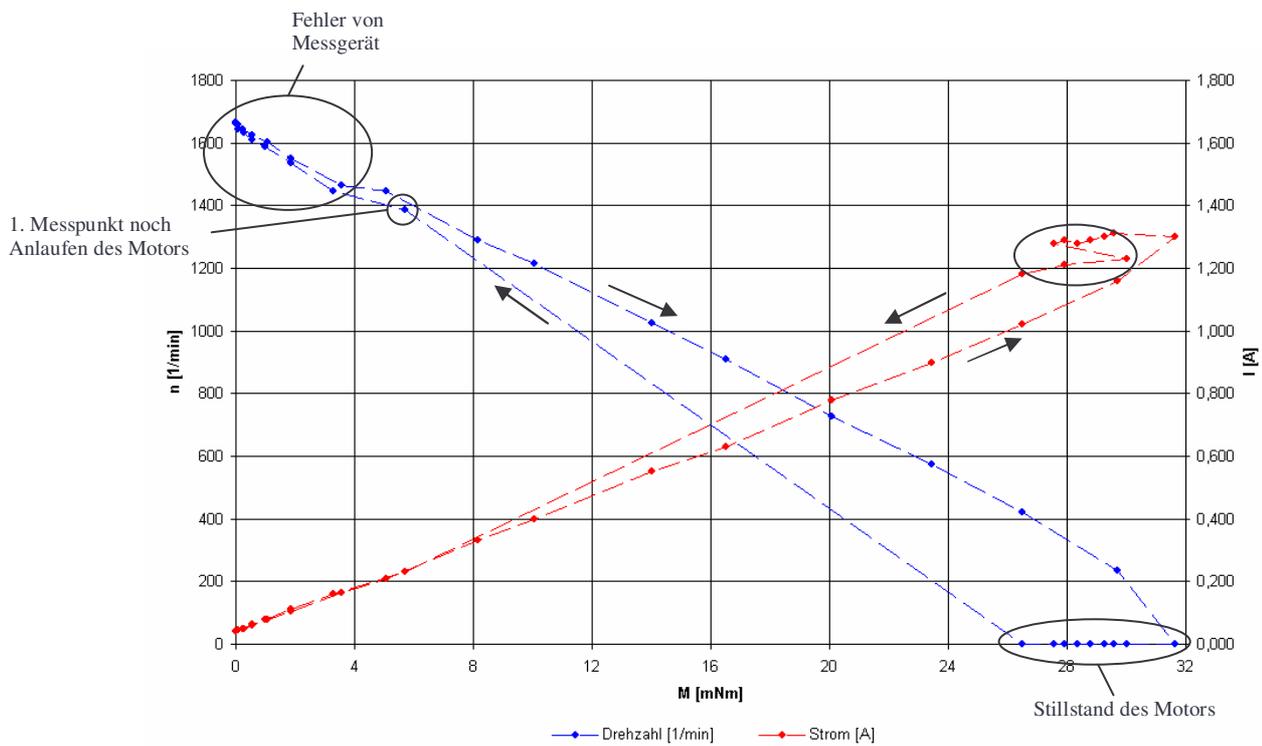
Auswertung:

Das folgende Diagramm zeigt Drehzahl und Strom über dem Drehmoment. Bei der maximalen gemessenen Drehzahl von 1666rpm leistet der Motor kein Drehmoment. Die maximale Gesamtdrehzahl von Motor und Getriebe beträgt somit 60rpm.

Mit steigendem Drehmoment sinkt die Drehzahl annähernd linear ab. Schließlich kommt der Motor bei einem maximalen gemessenen Drehmoment von 31,57mNm zum stehen. Auf dem Rückweg, beim verringern der Bremsspannung, tritt ein plötzlicher Sprung in den Messwerten auf. Dieser Sprung entstand durch das Anlaufen des Motors nach unterschreiten der Bremsspannung von 8V, als die Bremsspannung von ihrem maximalen Wert von 17V verringert wurde.

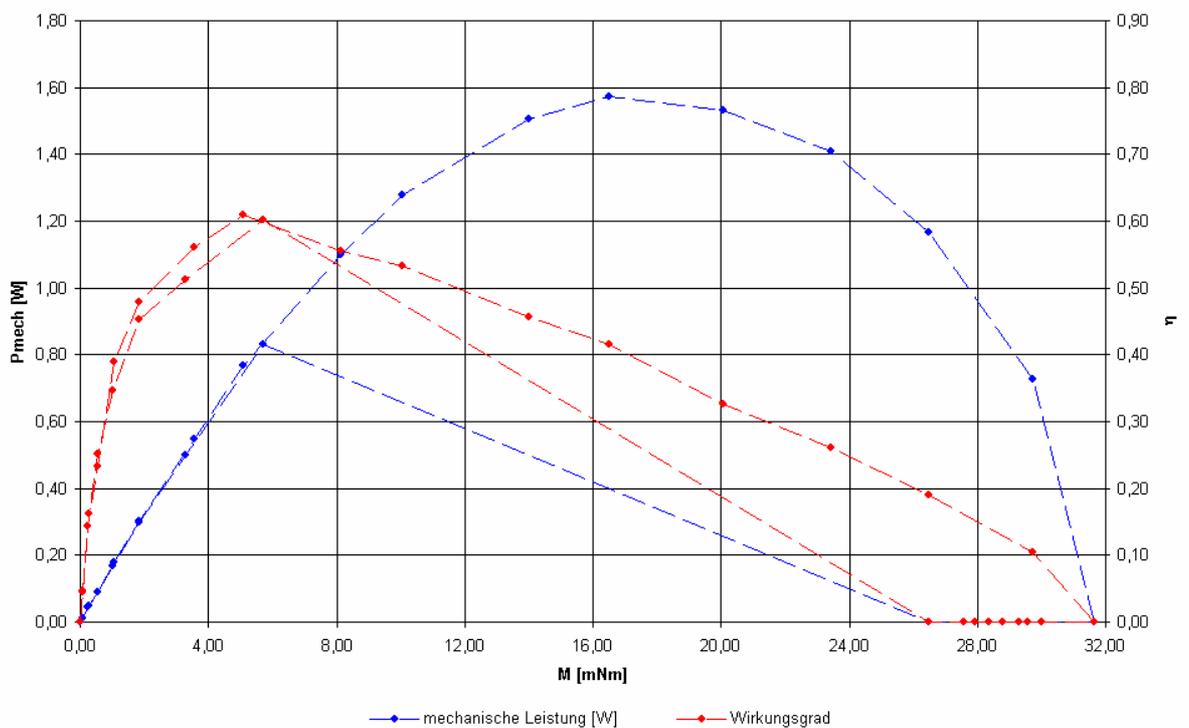
Die Versetzung der Messwerte bis zu einem Drehmoment von 4mNm entstand durch das umschalten des Messgeräts in einen anderen Messbereich. Außerdem ist eine Hysterese zu erkennen. Die Hysterese kann verschiedene Ursachen haben. Die wahrscheinlichste ist aber eine Hysterese in der elektromagnetischen Bremse.

Die Stromkurve zeigt die gleichen Eigenschaften wie die Drehmomentkurve, allerdings ist diese linear ansteigend.



Das folgende Diagramm zeigt den Wirkungsgrad und die abgegebene mechanische Leistung. Die maximale mechanische Leistung ($P_{\text{mech,max}}$) von 1,57W gibt der Motor bei einem Drehmoment von 16,5mNm ab. Eine Eingangsleistung von 3,78W wird dabei benötigt.

Seinen maximalen Wirkungsgrad (η_{max}) von 0,61 erreicht der Motor jedoch bei einem Drehmoment von 5,07mNm.



Aufgenommene und berechnete Werte:

Drehmoment [V]	korrigiertes Drehmoment [V]	korrigiertes Drehmoment [mNm]	Drehzahl [Hz]	Drehzahl [1/min]	Strom [A]	Bremsspannung [V]	mechanische Leistung [W]	elektrische Leistung [W]	Wirkungsgrad
-0,01	0,00	0,00	357	1666	0,040	0	0,00	0,24	0,00
-0,01	0,00	0,00	356	1661	0,040	1	0,00	0,24	0,00
0,00	0,01	0,07	352	1643	0,045	2	0,01	0,27	0,05
0,03	0,04	0,25	352	1643	0,050	3	0,04	0,30	0,14
0,07	0,08	0,54	348	1624	0,065	4	0,09	0,39	0,23
0,14	0,15	1,07	343	1601	0,077	5	0,18	0,46	0,39
0,25	0,26	1,86	332	1549	0,105	6	0,30	0,63	0,48
0,49	0,50	3,57	314	1465	0,163	7	0,55	0,98	0,56
0,70	0,71	5,07	310	1447	0,210	8	0,77	1,26	0,61
1,13	1,14	8,14	276	1288	0,330	9	1,10	1,98	0,55
1,40	1,41	10,07	260	1213	0,400	10	1,28	2,40	0,53
1,95	1,96	14,00	220	1027	0,550	11	1,51	3,30	0,46
2,30	2,31	16,50	195	910	0,630	12	1,57	3,78	0,42
2,80	2,81	20,07	156	728	0,780	13	1,53	4,68	0,33
3,27	3,28	23,43	123	574	0,900	14	1,41	5,40	0,26
3,70	3,71	26,50	90	420	1,020	15	1,17	6,12	0,19
4,15	4,16	29,71	50	233	1,160	16	0,73	6,96	0,10
4,42	4,43	31,64	0	0	1,300	17	0,00	7,80	0,00
4,13	4,14	29,57	0	0	1,310	16	0,00	7,86	0,00
4,09	4,10	29,29	0	0	1,300	15	0,00	7,80	0,00
4,02	4,03	28,79	0	0	1,290	14	0,00	7,74	0,00
3,96	3,97	28,36	0	0	1,280	13	0,00	7,68	0,00
3,90	3,91	27,93	0	0	1,290	12	0,00	7,74	0,00
3,85	3,86	27,57	0	0	1,280	11	0,00	7,68	0,00
4,19	4,20	30,00	0	0	1,230	10	0,00	7,38	0,00
3,90	3,91	27,93	0	0	1,210	9	0,00	7,26	0,00
3,70	3,71	26,50	0	0	1,180	8	0,00	7,08	0,00
0,79	0,80	5,71	297	1386	0,230	7	0,83	1,38	0,60
0,45	0,46	3,29	310	1447	0,162	6	0,50	0,97	0,51
0,25	0,26	1,86	329	1535	0,110	5	0,30	0,66	0,45
0,13	0,14	1,00	340	1587	0,080	4	0,17	0,48	0,35
0,07	0,08	0,54	345	1610	0,060	3	0,09	0,36	0,25
0,03	0,04	0,29	350	1633	0,050	2	0,05	0,30	0,16
0,00	0,01	0,07	355	1657	0,045	1	0,01	0,27	0,05
-0,01	0,00	0,00	356	1661	0,040	0	0,00	0,24	0,00