



## PM Synchron- motoren

Technische

Daten

S..09



 **Bauer**<sup>®</sup>  
Gear Motor

An Altra Industrial Motion Company



## Bauer Gear Motor

Rund 70 Prozent des Energiebedarfs der Industrie werden durch Elektromotoren verursacht. Dies entspricht einer CO<sub>2</sub>-Emission von rund 427 Millionen Tonnen. Die Europäische Kommission hat ermittelt, daß mit entsprechenden Maßnahmen eine Einsparungen möglich ist, die dem Stromverbrauch Schwedens entspricht.

### Bauer Gear Motor begrüßt die EU-Direktive

Die EU-Direktive ErP 2009/125/EG (Öko-Design-Anforderungen für energiebetriebene Produkte) definiert die Voraussetzungen dazu. Die EU-Mitgliedstaaten haben bereits 2009 im Rahmen des Ökodesign-Regelungsausschusses die neuen Regeln zur Verringerung des Energiebedarfs von Industriemotoren verabschiedet.

### Die Verordnung sieht zur Zeit drei Stufen vor:

Ab 16. Juni 2011 müssen die Motoren mindestens dem Standard (MEPS - Minimum Efficiency Performance Standards) der Energieeffizienzklasse IE2 (High Efficiency, vorher eff1) entsprechen. Ab Janu-

ar 2015 gilt für die Leistungsklasse 7,5 – 375 kW und ab Januar 2017 für Motoren mit 0,75 – 375 kW die Energieeffizienzklasse IE3 (Premium Efficiency). Ausnahme sind Motoren, die von einem Frequenzumrichter gesteuert werden. Für sie genügt IE2.

### Unternehmenspolitik

Darüber hinaus sehen wir im Öko-Design eine Bestätigung unserer Anstrengungen. Bauer Gear Motor verfolgt seine Ziele mit einem Minimum an Rohstoff- und Energieverbrauch, einer geringstmöglichen Beeinflussung der Umwelt und einer effizienten Nutzung der Ressourcen. Bauer Gear Motor unterstützt die Direktive voll, zumal sich die meisten unserer Entwicklungen der Energieeinsparung verschrieben haben.

### Welche Bedeutung hat die EU-Richtlinie?

IEC 60034-30 ist eine weltweit gültige Norm für Energiesparmotoren. Die Norm IEC 60034-30 wird in den nächsten Jahren weltweite Verwendung im Bereich der Energiesparmotoren finden. Elektromotoren sorgen für ca. 1.07 Billionen kWh des Ge-

samtenergiebedarfs in der EU. Der Einsatz von Energiesparmotoren würde 20 - 30 % Energieeinsparung zur Folge haben, den Anwendern TCO-Vorteile (Total Cost of Ownership), also einen Mehrwert verschaffen und gleichzeitig den CO<sub>2</sub>-Ausstoss verringern.

Bauer Gear Motor PMSM-Antriebe erfüllen bereits heute die zukünftigen Anforderungen von IE4, die in dem neuen Normenentwurf der IEC 60034-30 Edition 2 beschrieben sind, welcher in absehbarer Zeit verabschiedet wird.

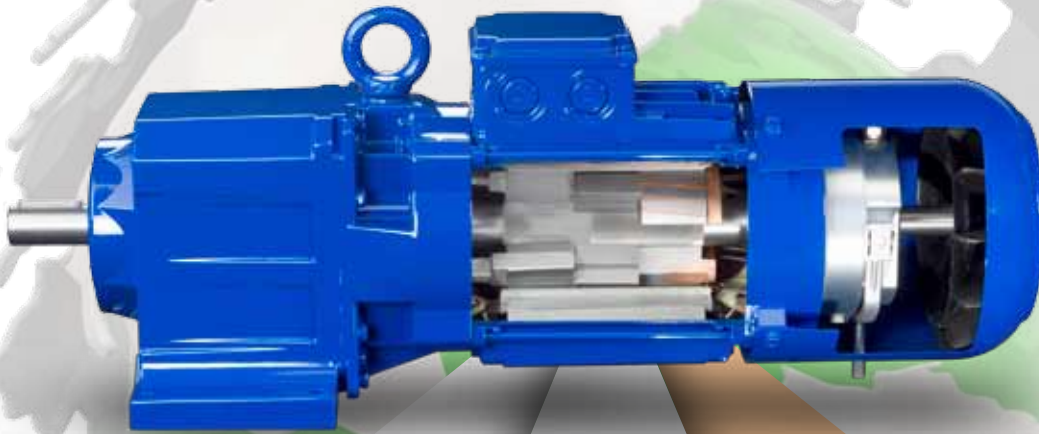
### Der Stand heute

Seit Anfang 2009 gibt es neue IE (International Energy Efficiency) – Wirkungsgradklassifizierungen:

- IE1 = Standard Wirkungsgrad (~EFF2)
- IE2 = Hoher Wirkungsgrad (~EFF1)
- IE3 = Premium Wirkungsgrad (10 - 15% höhere Wirkungsgrade als IE2)
- IE4 = Super Premium Wirkungsgrad

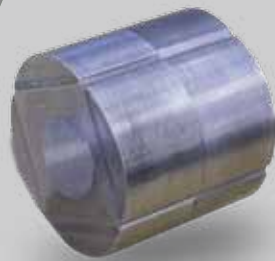


## Vergleich der Motortechnologien



### Aluminium

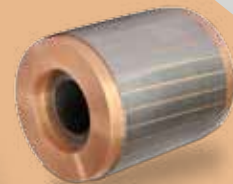
**Verluste 100%**



### Permanentmagnet

**keine Spannungsinduktion im Läufer**

- keine Wärmeverluste im Rotor
- Rotorverluste um 100% reduziert
- Gesamtverluste etwa um 25% reduziert
- Gesamtwirkungsgrad  $\geq 10\%$  erhöht



### Kupfer

**höhere elektrische Leitfähigkeit von Kupfer**

- Läuferwiderstand um 40% reduziert
- Wärmeverluste im Rotor um 40% reduziert
- Gesamtverluste etwa 10..15% reduziert
- Gesamtwirkungsgrad etwa 1...2% erhöht



## Permanentmagneterregte Synchronmotoren PMSM

Die permanentmagneterregte Synchronmaschine ist im Stator identisch aufgebaut wie eine Drehstrom-Asynchronmaschine (ASM) mit 3-phasiger verteilter Wicklung. Im Gegensatz zur Asynchronmaschine wird anstatt des Käfigläufers ein Rotor mit eingebetteten Permanentmagneten, bestehend aus Seltene-Erden-Material, eingesetzt.

Durch den Einsatz von Permanentmagneten und des daraus resultierenden konstant vorhandenen Magnetfeldes ist zur Drehmomentenerzeugung eine Spannungsinduktion in den Läufer, eine Drehzahldifferenz (Schlupf) zwischen Rotor und Ständerdrehfeld wie bei der ASM nicht mehr erforderlich. Der Läufer dreht synchron mit der Drehfelddrehzahl des Ständers.

Der Synchronmotor kann am Netz nicht selbst anlaufen. Gründe dafür sind die Trägheit des Rotors und die hohe Geschwindigkeit des Drehfeldes im Ständer. Dadurch ist eine magnetische Kopplung der beiden Komponenten nicht möglich. Aus diesem Grund ist der Rotor auf die Geschwindigkeit des Drehfeldes zu bringen. Dies wird mit einem Fre-

quenzrichter ermöglicht, der die Drehfelddrehzahl unter Beibehaltung der magnetischen Kopplung zwischen Ständer- und Läuferfeld geregelt erhöht.

Synchronmotoren haben eine konstante, von der Belastung unabhängige Drehzahl. Das Drehmoment ist bei Synchronmotoren proportional zum Strom. Der für das erforderliche Drehmoment einzuprägende Strom wird über die Rotorlageposition und den auf der folgenden Seite aufgeführten Motordaten ermittelt. Hierzu ist ein feldorientierter Frequenzrichter mit entsprechendem Algorithmus zur Regelung von Synchronmotoren zwingend erforderlich.

PM-Synchronmotoren zeichnen sich gegenüber Asynchronmotoren durch eine erheblich höhere Leistungsdichte und massiv verbesserte Wirkungsgrade aus. Für Getriebemotoren ergibt sich ein großer Systemwirkungsgrad bei minimalem Bauvolumen. Bei gleichem Bauvolumen können PMSM-Antriebe höhere Drehmomente erzeugen, oder umgekehrt, ein Motorgrößensprung nach unten ist applikationsabhängig durchaus denkbar.

### Vorteile:

- Geringes Bauvolumen und minimales Gewicht
- Exorbitant hoher Wirkungsgrad im Nennpunkt
- Erheblich besserer Wirkungsgrad auch bei Teillast im Vergleich zur ASM-Technik
- Große Drehmomenten- und Leistungsdichte
- Hohe Überlastfähigkeit
- Reduzierte Life-Cycle costs
- Offensichtliche Betriebskosten-Einsparpotentiale (In der Folge umweltbewusste CO<sub>2</sub> Einsparung)
- Kurze Amortisationszeit
- Zukunftssichere Investition



## Technische Daten

Für alle Motoren gültig: Anschluß-Spannung Umrichter: 380 ... 500 V

Motordatenblatt: Beispiel S09SA4		
Nennleistung $P_n$	1,5	kW
Bemessungsmoment $M_n$	9,55	Nm
Bemessungsstrom $I_n$	2,9	A
Motorpolzahl $2p$	4	
Bemessungsdrehzahl $n_n$	1500	1/min
Bemessungsfrequenz	50	Hz
Motorwirkungsgrad $\eta$	IE4 - 89,2	%
Motorschaltung	Y	
Phasenwiderstand U-V $R_{20}$	9,9	Ohm
Strangwiderstand $R_{s20}$	4,95	Ohm
Induktivität D-Achse $L_d$	79	mH
Induktivität Q-Achse $L_q$	113	mH
Spannungs-Konstante $k_e$	200	V/1000 1/min
Drehmoment-Konstante $k_t$	3,2	Nm/A
Spitzendrehmoment $M_{\max(60s)}$	25	Nm
Spitzenstrom $I_{\max(60s)}$	8,0	A
Trägheitsmoment	0,00245	kgm <sup>2</sup>

### Spannungs-Konstante $k_e$ :

Auch GegenEMK genannt, ist die Spannung, welche durch das magnetische Feld des Läufers in Abhängigkeit von der Drehzahl des Läufers in den Stator induziert wird.

### Drehmoment-Konstante $k_t$ :

Gibt das Drehmoment an, welches der Motor pro Ampere [A] umsetzt.

### Induktivität D-Achse $L_d$ :

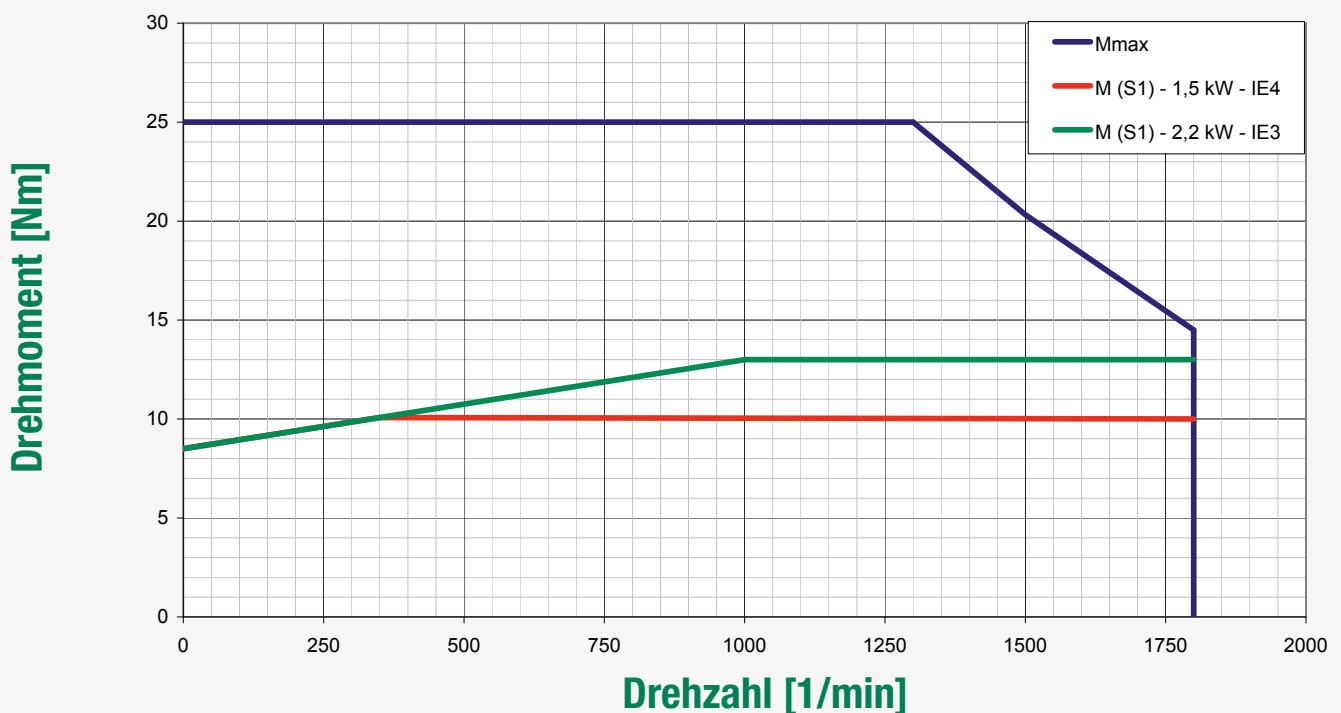
Ist die Induktivität in Richtung der flußbildenden Stromkomponente  $i_d$ .

### Induktivität Q-Achse $L_q$ :

Ist die Induktivität in Richtung der drehmomentbildenden Stromkomponente  $i_q$ .

### Induktivität:

Die Fähigkeit eines elektrischen Leiters, ein Magnetfeld aufzubauen.





## Technische Daten

Motordaten (belüftet)		S09SA4				
Nennleistung $P_n$	kW	1,5	2,2	2,2	3	4
Bemessungsmoment $M_n$	Nm	10	14	10	12,75	12,75
Bemessungsstrom $I_n$	A	3,1	4,3	5	6,8	7,9
Motorpolzahl $2p$		4	4	4	4	4
Bemessungsdrehzahl $n_n$	1/min	1500	1500	2250	2250	3000
Bemessungsfrequenz	Hz	50	50	75	75	100
Motorwirkungsgrad $\eta$	%	IE4 - 89,2	IE3 - 86,7	IE4 - 91,1	IE3 - 89,2	IE4 - 91,5
Motorschaltung		Y	Y	D	D	Y
Phasenwiderstand U-V $R_{20}$	Ohm	9,9	9,9	3,3	3,3	2,46
Strangwiderstand $R_{s20}$	Ohm	4,95	4,95	4,95	4,95	1,23
Induktivität D-Achse $L_d$	mH	79	79	26,3	26,3	19,3
Induktivität Q-Achse $L_q$	mH	113	113	37,5	37,5	27,4
Spannungs-Konstante $k_e$	V/1000 1/min	200	200	115	115	100
Drehmoment-Konstante $k_t$	Nm/A	3,2	3,2	1,8	1,8	1,6
Spitzendrehmoment $M_{\max(60s)}$	Nm	25	25	25	25	25
Spitzenstrom $I_{\max(60s)}$	A	8	8	14	14	17
Trägheitsmoment	kgm <sup>2</sup>	0,00245				
Daten FU-Betrieb						
n1 (von - bis)	1/min	100 bis 350	100 bis 1000	100 bis 350	100 bis 1000	100 bis 1000
M1	Nm	8,5 + 0,0045*n1				
n1 (von - bis)	1/min	350 bis 1800	1000 bis 1800	350 bis 3000	1000 bis 3000	100 bis 3600
M1	Nm	10	13	10	13	13

Motordaten (belüftet)		S09XA4				
Nennleistung $P_n$	kW	2,2	3	4	5,5	7,5
Bemessungsmoment $M_n$	Nm	14	19	17,5	17,5	24
Bemessungsstrom $I_n$	A	4,35	5,9	9,2	10,7	14,8
Motorpolzahl $2p$		4	4	4	4	4
Bemessungsdrehzahl $n_n$	1/min	1500	1500	2250	3000	3000
Bemessungsfrequenz	Hz	50	50	75	100	100
Motorwirkungsgrad $\eta$	%	IE4 - 89,8	IE3 - 87,7	IE4 - 90,8	IE4 - 93,0	IE3 - 91,5
Motorschaltung		Y	Y	D	Y	Y
Phasenwiderstand U-V $R_{20}$	Ohm	5,3	5,3	1,76	1,31	1,31
Strangwiderstand $R_{s20}$	Ohm	2,65	2,65	2,65	0,655	0,655
Induktivität D-Achse $L_d$	mH	50,8	50,8	16,9	12,7	12,7
Induktivität Q-Achse $L_q$	mH	71,3	71,3	23,8	17,9	17,9
Spannungs-Konstante $k_e$	V/1000 1/min	204	204	118	102	102
Drehmoment-Konstante $k_t$	Nm/A	3,2	3,2	1,8	1,6	1,6
Spitzendrehmoment $M_{\max(60s)}$	Nm	35	35	35	40	40
Spitzenstrom $I_{\max(60s)}$	A	11	11	19	27	27
Trägheitsmoment	kgm <sup>2</sup>	0,0038				
Daten FU-Betrieb						
n1 (von - bis)	1/min	100 bis 375	100 bis 1000	100 bis 1000	100 bis 1000	100 bis 1500
M1	Nm	11,5 + 0,0075*n1				
n1 (von - bis)	1/min	375 bis 1800	1000 bis 1800	1000 bis 3000	750 bis 3600	1500 bis 3600
M1	Nm	14	19	19	19	23



Motordaten (unbelüftet)		SU09SA4 / SA09SA4		
Nennleistung $P_n$	kW	1,1	1,65	2,2
Bemessungsmoment $M_n$	Nm	7	7	7
Bemessungsstrom $I_n$	A	2,2	3,9	4,6
Motorpolzahl $2p$		4	4	4
Bemessungsdrehzahl $n_n$	1/min	1500	2250	3000
Bemessungsfrequenz	Hz	50	75	100
Motorwirkungsgrad $\eta$	%	IE4 - 88,5	IE4 - 90,3	IE4 - 91,0
Motorschaltung		Y	D	Y
Phasenwiderstand U-V $R_{20}$	Ohm	9,9	3,3	2,46
Strangwiderstand $R_{s20}$	Ohm	4,95	4,95	1,23
Induktivität D-Achse $L_d$	mH	79	26,3	19,3
Induktivität Q-Achse $L_q$	mH	113	37,5	27,4
Spannungs-Konstante $k_e$	V/1000 1/min	200	115	100
Drehmoment-Konstante $k_t$	Nm/A	3,2	1,8	1,6
Spitzendrehmoment $M_{\max(60s)}$	Nm	20	20	20
Spitzenstrom $I_{\max(60s)}$	A	6,5	11	13
Trägheitsmoment	kgm <sup>2</sup>	0,00245		
Daten FU-Betrieb				
n1 (von - bis)	1/min	100 bis 2000	100 bis 3000	100 bis 3600
M1	Nm	7,5 - 0,0003*n1		

Motordaten (unbelüftet)		SU09XA4 / SA09XA4		
Nennleistung $P_n$	kW	1,5	2,2	3
Bemessungsmoment $M_n$	Nm	10	10	10
Bemessungsstrom $I_n$	A	3,1	5,7	6,5
Motorpolzahl $2p$		4	4	4
Bemessungsdrehzahl $n_n$	1/min	1500	2250	3000
Bemessungsfrequenz	Hz	50	75	100
Motorwirkungsgrad $\eta$	%	IE4 - 90,0	IE4 - 91,2	IE4 - 92,7
Motorschaltung		Y	D	Y
Phasenwiderstand U-V $R_{20}$	Ohm	5,3	1,76	1,31
Strangwiderstand $R_{s20}$	Ohm	2,65	2,65	0,655
Induktivität D-Achse $L_d$	mH	50,8	16,9	12,7
Induktivität Q-Achse $L_q$	mH	71,3	23,8	17,9
Spannungs-Konstante $k_e$	V/1000 1/min	204	118	102
Drehmoment-Konstante $k_t$	Nm/A	3,2	1,8	1,6
Spitzendrehmoment $M_{\max(60s)}$	Nm	25	25	25
Spitzenstrom $I_{\max(60s)}$	A	8	14	15
Trägheitsmoment	kgm <sup>2</sup>	0,0038		
Daten FU-Betrieb				
n1 (von - bis)	1/min	100 bis 2000	100 bis 3000	100 bis 3600
M1	Nm	10,6 - 0,0005*n1		

**Couplings**

**Ameridrives Couplings**

*Mill Spindles, Ameriflex, Ameridisc*

Erie, PA - USA  
1-814-480-5000

*Gear Couplings*

San Marcos, TX - USA  
1-800-458-0887

**Bibby Transmissions**

*Disc, Gear, Grid Couplings, Overload Clutches*

Dewsbury, England  
+44 (0) 1924 460801

Boksburg, South Africa  
+27 11 918 4270

**TB Wood's**

*Elastomeric Couplings*

Chambersburg, PA - USA  
1-888-829-6637 – Press #5

*For application assistance:  
1-888-829-6637 – Press #7*

*General Purpose*

*Disc Couplings*

San Marcos, TX - USA  
1-888-449-9439

**Ameridrives Power Transmission**

*Universal Joints, Drive Shafts, Mill Gear Couplings*

Green Bay, WI - USA  
1-920-593-2444

**Huco Dynatork**

*Precision Couplings and Air Motors*

Hertford, England  
+44 (0) 1992 501900

Charlotte, NC - USA  
1-800-825-6544

**Linear Products**

**Warner Linear**

*Linear Actuators*

Belvidere, IL - USA  
1-800-825-6544

*For application assistance:  
1-800-825-9050*

St Barthelemy d'Anjou, France  
+33 (0) 2 41 21 24 24

**Electromagnetic Clutches and Brakes**

**Warner Electric**

*Electromagnetic Clutches and Brakes*

New Hartford, CT - USA  
1-800-825-6544

*For application assistance:  
1-800-825-9050*

St Barthelemy d'Anjou, France  
+33 (0) 2 41 21 24 24

*Precision Electric Coils and Electromagnetic Clutches and Brakes*

Columbia City, IN - USA  
1-260-244-6183

**Matrix International**

*Electromagnetic Clutches and Brakes, Pressure Operated Clutches and Brakes*

Brechin, Scotland  
+44 (0) 1356 602000

New Hartford, CT - USA  
1-800-825-6544

**Inertia Dynamics**

*Spring Set Brakes; Power On and Wrap Spring Clutch/Brakes*

New Hartford, CT - USA  
1-800-800-6445

**Overrunning Clutches**

**Formsprag Clutch**

*Overrunning Clutches and Holdbacks*

Warren, MI - USA  
1-800-348-0881 – Press #1

*For application assistance:  
1-800-348-0881 – Press #2*

**Marland Clutch**

*Roller Ramp and Sprag Type Overrunning Clutches and Backstops*

South Beloit, IL - USA  
1-800-216-3515

**Stieber Clutch**

*Overrunning Clutches and Holdbacks*

Heidelberg, Germany  
+49 (0) 6221 30 47 0

**Heavy Duty Clutches and Brakes**

**Wichita Clutch**

*Pneumatic Clutches and Brakes*

Wichita Falls, TX - USA  
1-800-964-3262

Bedford, England  
+44 (0) 1234 350311

**Twiflex Limited**

*Caliper Brakes and Thrusters*

Twickenham, England  
+44 (0) 20 8894 1161

**Industrial Clutch**

*Pneumatic and Oil Immersed Clutches and Brakes*

Waukesha, WI - USA  
1-262-547-3357

**Gearing**

**Boston Gear**

*Enclosed and Open Gearing, Electrical and Mechanical P.T. Components*

Charlotte, NC - USA  
1-800-825-6544

*For application assistance:  
1-800-816-5608*

**Bauer Gear Motor**

*Gearred Motors*

Esslingen, Germany  
+49 (711) 3518-0

**Nuttall Gear and Delroyd Worm Gear**

*Worm Gear and Helical Speed Reducers*

Niagara Falls, NY - USA  
1-716-298-4100

**Belted Drives and Sheaves**

**TB Wood's**

*Belted Drives*

Chambersburg, PA - USA  
1-888-829-6637 – Press #5

*For application assistance:  
1-888-829-6637 – Press #7*

**Engineered Bearing Assemblies**

**Kilian Manufacturing**

*Engineered Bearing Assemblies*

Syracuse, NY - USA  
1-315-432-0700

**Bauer Gear Motor**

**Bauer Gear Motor GmbH**

Eberhard-Bauer-Strasse 36-60  
73734 Esslingen - Germany

+49 711 3518 0  
+49 711 3518 381 (Fax)

www.bauergears.com

**Bauer Gear Motor s.r.o**

Tovarenská 49  
953 01 Zlate Moravce - Slovakia

+421 37 6926100  
+421 37 6926181 (Fax)

www.bauergears.com

**Bauer Gear Motor Limited**

Nat Lane Business Park  
Winsford, Cheshire  
CW7 3BS - United Kingdom

+44 1606 868600  
+44 1606 868603 (Fax)

www.bauergears.com

**Bauer Gear Motor Finland Oy Ab**

Yrittäjankuja 3  
01800 Klaukkala - Finland

+358 207 189 700  
+358 207 189 701 (Fax)

www.bauergears.com

**Bauer Gear Motor LLC**

31 Schoolhouse Rd.  
Somerset NJ 08873-1212 - USA

+1 732 469 8770  
+1 732 469 8773 (Fax)

www.bauergears.com

Bauer übernimmt keine Haftung für Irrtümer und Fehler in Katalogen, Prospekten und anderen gedruckten Unterlagen. Bauer behält sich das Recht vor, ohne vorherige Ankündigung Änderungen an ihren Produkten vorzunehmen, auch an Produkten, die bereits in Auftrag genommen wurden, insoweit keine schon vereinbarten technischen Spezifikationen dadurch geändert werden. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind alleiniges und exklusives Eigentum der jeweiligen Firmen. Bauer und das Bauer Logo sind Warenzeichen der Bauer Gear Motor GmbH. Alle Rechte vorbehalten.



www.bauergears.com

Eberhard-Bauer-Strasse 36-60  
73734 Esslingen, Germany  
Tel: +49 711 3518-0  
Fax: +49 711 3518-381