

<b>Version P1.5</b>
<b>12.04.2010</b>

# **Wirtschaftlichkeitsvergleich Elektromotoren verschiedener Effizienzklassen**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vorbemerkung</b> .....	<b>3</b>
1.1 Alte Effizienzklassen (EFF1, EFF2, EFF3), 1998-2009.....	3
1.2 Neue Effizienzklassen (IE1, IE2, IE3, IE4), ab 2008.....	4
<b>2. Vergleich</b> .....	<b>5</b>
2.1 Grundlage.....	5
2.2 Vorgehen.....	5
2.3 Ermittlung Motorauslastung.....	5
2.4 Ermittlung des Wirkungsgrades.....	7
2.5 Berechnung der bezogenen Leistung.....	7
2.6 Berechnung des Energieverbrauches.....	8
2.7 Kostenberechnung, Ermittlung der Amortisationszeit.....	8
<b>3. Wirkungsgradvorschriften, Gesetzliche Mindest-Wirkungsgrade</b> .....	<b>9</b>
3.1 Schweiz.....	9
3.2 Europa.....	9
3.3 Weitere Länder.....	9
<b>4. Anhang</b> .....	<b>10</b>
4.1 Literaturverzeichnis.....	10
4.2 verwendete Abkürzungen.....	11
4.3 Weiterführende themenbezogene Webseiten und Links:.....	12
4.4 Verteiler.....	13

### Autor

Markus Dolder, Dipl. HLK Ing. FH  
Ingenieurbüro Dolder  
Energie- und Gebäudetechnik  
CH - 6033 Buchrain  
[www.dolder-ing.ch](http://www.dolder-ing.ch)

# 1. Vorbemerkung

Es muss unterschieden werden zwischen den

"neuen" Effizienzklassen IE1, IE2, IE3, IE4 (gemäss [4])

und den "alten" Effizienzklassen EFF1, EFF2, EFF3

Die neue IE 1 entspricht in etwa der alten EFF 2.

Die neue IE 2 entspricht in etwa der alten EFF 1.

Die genauen Werte sind auf der Webseite [9] aufgelistet.

## 1.1 Alte Effizienzklassen (EFF1, EFF2, EFF3), 1998-2009

Ab **1998** gab es in Europa eine freiwillige Vereinbarung, welche Elektromotoren in Effizienzklassen einteilte [3, Seite 30]. Der europäische Herstellerverband CEMEP <sup>1)</sup> verständigte sich mit der zuständigen Generaldirektion Energie der europäischen Kommission, eine Klassifizierung von Elektromotoren einzuführen. Danach wurden Drehstrommotoren im Leistungsbereich zwischen 1,1 und 90 kW (ausschliesslich 2- und 4-polige Motoren) in drei sogenannte Effizienzklassen ("eff-Klassen" eff = efficiency) eingeteilt. Zur Klassifizierung wurden drei Grenzkurven festgelegt. Die Hersteller bescheinigen durch Herstellererklärungen die Einhaltung der geforderten Grenzwerte. Um Transparenz zu erreichen, wurden zahlreiche Randbedingungen wie z.B. das Messverfahren zur Wirkungsgradbestimmung gemäss DIN EN 60034-2 (IEC 34-2) definiert. Die Freiwillige Vereinbarung ist 1998 in Kraft getreten und wurde 2006 bis Ende 2009 verlängert.

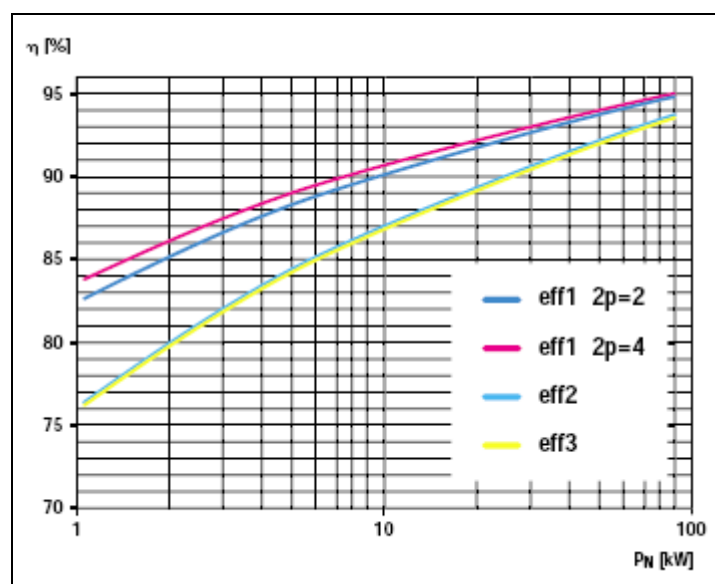


Abbildung 1.1: Diagramm mit den Grenzwerten der alten Effizienzklassen [1, Seite 2].

<sup>1)</sup> European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics (weitere Informationen siehe auch Kapitel "verwendete Abkürzungen")

Die CEMEP eff-Klassifizierung erfolgte durch geschützte, lizenzierte Logos:



EFF 3  
Entspricht den 1998 auf dem Markt befindlichen üblichen Wirkungsgraden (hauptsächlich < AH100)



EFF 2  
Im Wirkungsgrad verbesserte Motoren



EFF 1  
„Hocheffiziente“ Motoren,  $\eta$  lag 1998 z.T. über den nordamerikanischen Anforderungen.

Das EFF-Logo wurde von CEMEP zurückgezogen. Ab 10. Februar 2010 ist es nicht erlaubt, für neue Motoren die Marken EFF1, EFF2 und EFF3 zu benutzen. Stattdessen empfiehlt CEMEP die neuen Effizienzklassen der IEC 60034-30 (IE-Richtlinie) anzuwenden.

## 1.2 Neue Effizienzklassen (IE1, IE2, IE3, IE4), ab 2008

In der Norm "IEC 60034-30:2008" [4] sind ab **2008** die Effizienzklassen für Elektromotoren mit IE1, IE2, IE3, IE4 bezeichnet.

Diese Norm soll die unterschiedlichen Effizienzklassen-Standards in der Welt harmonisieren und so für die Hersteller eine Vereinfachung bringen.

- IE4 – Super Premium (under consideration)
- IE3 – Premium efficiency (equivalent to NEMA Premium)
- IE2 – High efficiency (equivalent to EPAAct/EFF1)
- IE1 – Standard efficiency (equivalent to EFF2)
- No designation – below standard efficiency – (equivalent to EFF3)

(Quelle: [3, Seite 42])

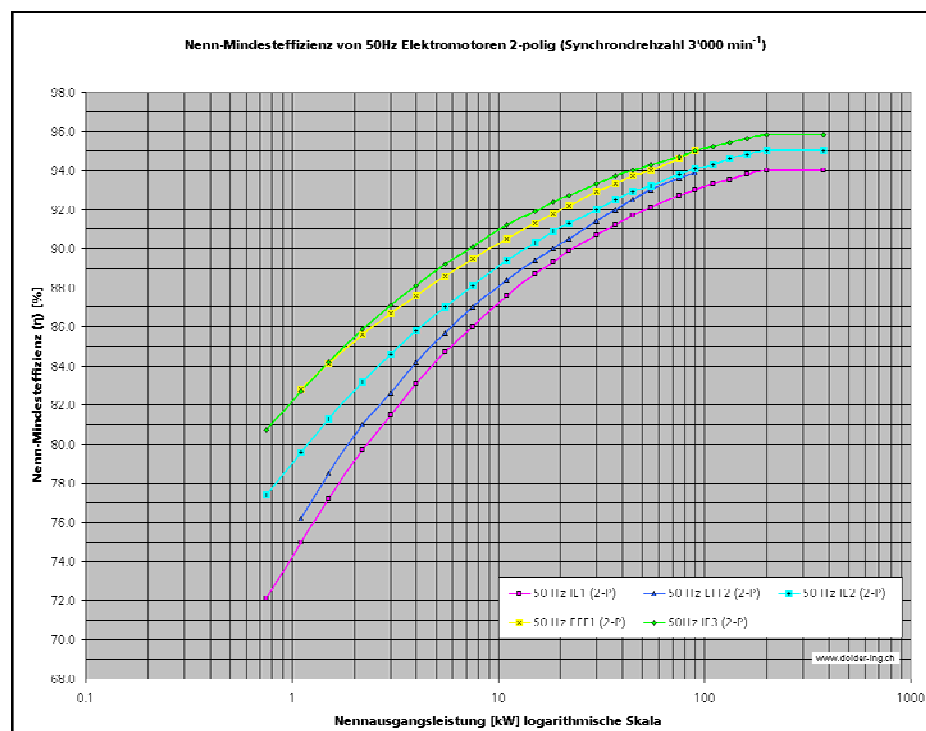


Abbildung 1.2: Diagramm mit den Grenzwerten der alten und neuen Effizienzklasse für 2-polige Motoren.

## 2. Vergleich

In den meisten Fällen lohnt es sich, Motoren mit der aktuell besten erhältlichen Effizienzkategorie (früher EFF 1, heute IE 3) einzusetzen. Dies, auch wenn diese nicht oder noch nicht gesetzlich vorgeschrieben sind. Der Mehrpreis für einen Elektromotor mit einer höheren Effizienzkategorie ist meist in kurzer Zeit amortisiert. Dazu ein kurzer Vergleich an Hand eines konkreten Beispiels:

### 2.1 Grundlage

Verwendung	Motor für den Antrieb eines Ventilators, Fussmotor
benötigte Antriebsleistung	$P_{\text{mech}} = 19 \text{ kW}$
Nennleistung des Elektromotors	$P_N = 22 \text{ kW}$
Nenn-Motorendrehzahl	$n_s = 1'500 \text{ min}^{-1}$
Betriebszeit	07:00 bis 12:00 und 13:00 bis 18:00 Uhr, Montag bis Freitag
Betriebsdauer	50 Wochen 10h pro Tag 50 h pro Woche 2'500 h pro Jahr
Elektrizitätskosten	Energie: 0.15 Fr. / kWh Leistung: 63.60 Fr./ kW und Jahr

Bemerkung: Bei bestehenden (grösseren) Motoren lohnt es sich, die aufgenommene Wirkleistung zu messen. Die Wirkleistung kann oft von der Nennleistung abweichen (siehe auch [8], Kap. 3.2, Seite 37+38).

### 2.2 Vorgehen

1. Motorauswahl, Ermitteln der Motorauslastung
2. Beschaffen der Motordaten
3. Ermitteln des Wirkungsgrades bei der verwendeten Motorauslastung
4. Berechnung der bezogenen Leistung
5. Berechnung des Energieverbrauches
6. Kostenberechnung, Ermittlung der Amortisationszeit

Die Berechnung kann mit einer [Excel-Datei](#) ausgeführt werden. Das Vorgehen bleibt gleich.

### 2.3 Ermittlung Motorauslastung

MA	=	Motorauslastung [-]
$P_{\text{mech}}$	=	benötigte Antriebsleistung [kW]
$P_N$	=	Nennleistung des Elektromotors [kW]

$$MA = \frac{P_{\text{mech}}}{P_N}$$

$$MA = \frac{19 \text{ kW}}{22 \text{ kW}} = \underline{\underline{0.86}}$$

(Bemerkung: Die Motorauslastung wird benötigt, damit bei den Hersteller Angaben der Wirkungsgrad bei der entsprechenden Auslastung [50%, 75%, 100%] gewählt werden kann.)

Variante A: Daten des Motors Effizienzklasse 2

Item	Type	Rated output		Rated speed n <sub>N</sub>	Rated torque T <sub>N</sub>	Efficiency			Power factor cos φ <sub>N</sub>	Full load current			Locked rotor torque T <sub>L</sub> /T <sub>N</sub>	Locked rotor current I <sub>L</sub> /I <sub>N</sub>	Breakdown torque T <sub>B</sub> /T <sub>N</sub>	Moment of inertia J	Sound power level L <sub>WA</sub>	Sound pressure level L <sub>PA</sub>	Weight (IMB3) m
		P <sub>N</sub>	[kW]			[HP]	η <sub>N</sub> [%]	at % of full load		I <sub>N</sub> at rated voltage	[A] <sub>230V</sub>	[A] <sub>380V</sub>							
		[kW]	[HP]	[rpm]	[Nm]	50%	75%	100%	[A] <sub>230V</sub>	[A] <sub>380V</sub>	[A] <sub>400V</sub>								
2p=4 n <sub>s</sub> =1500 rpm																			
36.	Sg56-4A	0,06	0,08	1400	0,409	44,0	52,0	55,0	0,66	0,43	0,25	0,25	1,8	3,3	2,0	0,00015	56	49	2,7
37.	Sg56-4B	0,09	0,12	1380	0,614	54,0	58,0	61,0	0,65	0,59	0,34	0,34	2,0	3,2	1,9	0,00019	56	49	2,9
38.	Sg63-4A	0,12	0,17	1380	0,830	56,0	60,0	64,0	0,72	0,70	0,40	0,40	2,0	3,2	2,0	0,00024	58	51	3,6
39.	Sg63-4B	0,18	0,25	1380	1,245	60,0	62,0	64,0	0,70	1,10	0,65	0,65	2,0	3,2	2,0	0,00031	58	51	4,2
40.	Sh71-4A	0,25	0,33	1380	1,730	60,0	63,0	66,0	0,68	1,50	0,85	0,85	2,0	3,0	2,0	0,00061	58	51	4,8
41.	Sh71-4B	0,37	0,50	1370	2,579	62,0	65,0	68,0	0,68	2,20	1,25	1,25	2,1	3,1	2,1	0,00077	63	56	5,9
42.	Sh80-4A	0,55	0,75	1400	3,750	62,0	68,0	70,0	0,72	2,80	1,60	1,60	2,1	3,6	2,1	0,00158	65	58	7,5
43.	Sh80-4B	0,75	1,00	1390	5,150	67,0	73,0	75,0	0,73	3,50	2,00	2,00	2,1	4,0	2,1	0,0019	65	58	8,8
44.	Sh90S-4	1,10	1,50	1405	7,480	75,5	77,8	76,7	0,80	4,50	2,70	2,60	2,2	4,9	2,8	0,0023	71	60	14,0
45.	Sh90L-4	1,50	2,00	1410	10,16	78,1	80,0	79,0	0,78	6,10	3,70	3,50	2,5	5,3	2,8	0,0028	71	60	16,5
46.	Sg100L-4A	2,20	3,00	1425	14,74	80,2	82,3	82,0	0,80	8,30	5,10	4,80	2,5	6,1	2,8	0,0058	71	65	25,0
47.	Sg100L-4B	3,00	4,00	1415	20,25	79,9	81,9	82,7	0,81	11,4	6,90	6,60	2,6	6,1	2,7	0,0065	76	65	26,0
48.	Sg112M-4	4,00	5,50	1435	26,62	84,0	85,6	85,1	0,82	14,4	8,70	8,30	2,6	6,3	3,0	0,0118	76	65	34,0
49.	Sg132S-4	5,50	7,50	1450	36,22	83,9	85,7	85,9	0,84	19,1	11,6	11,0	2,2	6,9	3,1	0,029	76	65	62,0
50.	Sg132M-4	7,50	10,0	1450	49,40	87,0	87,8	87,0	0,85	25,3	15,4	14,6	2,4	6,7	3,1	0,035	81	65	73,0
51.	Sg160M-4	11,0	15,0	1460	71,95	88,2	89,3	89,0	0,85	36,2	22,0	20,9	2,3	7,0	3,1	0,061	81	65	105
52.	Sg160L-4	15,0	20,0	1460	98,0	89,1	89,9	89,5	0,87	48,0	29,2	27,7	2,4	7,3	3,2	0,075	88	65	125
53.	Sg180M-4	18,5	25,0	1470	120	90,0	90,9	90,5	0,90	56,8	34,5	32,8	2,4	6,8	2,9	0,135	88	73	165
54.	<b>Sg180L-4</b>	<b>22,0</b>	<b>30,0</b>	<b>1465</b>	<b>143</b>	<b>90,4</b>	<b>91,3</b>	<b>91,0</b>	<b>0,90</b>	<b>67,2</b>	<b>40,8</b>	<b>38,8</b>	<b>2,7</b>	<b>7,3</b>	<b>2,8</b>	<b>0,155</b>	<b>88</b>	<b>73</b>	<b>175</b>
55.	Sg200L4	30,0	40,0	1472	195	91,7	92,5	92,5	0,88	91,8	56,0	53,0	2,9	7,1	2,5	0,310	84	69	265
56.	Sg225S4	37,0	50,0	1475	240	92,0	93,0	92,6	0,88	114	69,0	66,0	2,1	6,3	2,2	0,440	85	73	320
57.	Sg225M4	45,0	60,0	1480	291	93,9	94,3	94,0	0,88	137	83,0	79,0	2,4	7,0	2,3	0,530	85	73	345

Abbildung 2.1: Technische Daten Motor Effizienzklasse 2, Werte der Firma Unitec AG, Kloten [2].

Kosten des Motors Sg180L-4: Fr. 1'951.- (Endverbrauchspreis inkl. MWST)

Variante B: Daten des Motors Effizienzklasse 1

Item	Type of motor	Rated output		Rated speed n <sub>N</sub>	Rated torque T <sub>N</sub>	Rated efficiency			Power factor cos φ <sub>N</sub>	Full load current		Locked rotor torque T <sub>L</sub> /T <sub>N</sub>	Locked rotor current I <sub>L</sub> /I <sub>N</sub>	Breakdown torque T <sub>B</sub> /T <sub>N</sub>	Moment of inertia J	Weight (IMB3) m
		P <sub>N</sub>	[kW]			η <sub>N</sub> [%]	at % of full load			I <sub>N</sub>	[A] <sub>380V</sub>					
		[kW]	[HP]	[rpm]	[Nm]	50%	75%	100%	[A] <sub>380V</sub>	[A] <sub>400V</sub>						
2p=4 n <sub>s</sub> =1500 rpm																
24	SEE 80-4A	0,55	1430	3,67	78,0	81,0	81,0	0,66	1,5	1,5	2,9	5,2	3,2	0,00208	9,8	
25	SEE 80-4B	0,75	1430	5,00	80,0	83,2	83,9	0,62	2,1	2,1	3,4	5,8	3,6	0,00265	12	
26	SEE 90 S-4	1,1	1440	7,32	81,0	83,4	83,8	0,74	2,7	2,6	2,7	6,4	3,2	0,0031	16,3	
27	SEE 90 L-4	1,5	1435	9,99	82,7	84,9	85,0	0,75	3,6	3,4	2,9	6,7	3,6	0,0036	18,2	
28	SEE 100 L-4A	2,2	1460	14,4	83,2	86,1	86,4	0,70	5,6	5,3	3,2	7,1	3,75	0,0066	31,5	
29	SEE 100 L-4B	3,0	1450	19,8	83,3	85,7	87,4	0,70	7,6	7,2	2,75	6,8	3,35	0,0073	32,7	
30	SEE 112 M-4	4,0	1460	26,2	86,4	88,1	88,3	0,81	8,5	8,1	2,5	7,6	3,4	0,0115	40,2	
31	SEE 132 S-4	5,5	1465	35,9	87,3	89,0	89,2	0,83	11,3	10,7	2,4	7,7	3,3	0,024	69	
32	SEE 132 M-4	7,5	1450	49,4	90,0	90,7	90,1	0,85	14,9	14,2	2,4	7,2	3,15	0,027	74	
33	SEE 160 M-4	11	1470	71,5	90,2	91,2	91,0	0,81	22,6	21,5	2,3	7,2	3,0	0,057	109	
34	SEE 160 L-4	15	1465	97,8	91,4	92,1	91,8	0,81	30,6	29,1	2,6	7,4	3,25	0,076	124	
35	SEE 180 M-4	18,5	1475	119,8	91,3	92,6	92,2	0,86	35,3	33,5	3,3	8,9	3,3	0,139	175	
36	<b>SEE 180 L-4</b>	<b>22</b>	<b>1470</b>	<b>142,9</b>	<b>91,8</b>	<b>92,7</b>	<b>92,6</b>	<b>0,87</b>	<b>41,3</b>	<b>39,2</b>	<b>3,0</b>	<b>8,0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,144</b>	<b>180</b>	
37	SEE 200 L4	30	1477	194,0	92,4	93,5	93,5	0,84	58,0	55,0	3,0	7,1	2,8	0,356	315	
38	SEE 225 S4	37	1483	238,0	93,6	94,4	94,3	0,87	69,0	65,0	2,6	7,5	2,6	0,461	395	
39	SEE 225 M4	45	1484	290,0	93,5	94,4	94,5	0,85	85,0	81,0	3,0	7,6	2,8	0,54	415	
40	SEE 250 M4	55	1484	354,0	94,7	95,0	95,0	0,90	98,0	93,0	2,8	7,5	2,6	0,87	500	
41	SEE 280 S4	75	1490	481,0	94,2	95,1	95,2	0,88	136,0	129,0	2,0	7,9	2,4	1,348	855	
42	SEE 280 M4	90	1489	577,0	94,6	95,1	95,2	0,88	163,0	155,0	2,2	8,4	2,4	1,537	900	
43	SEE 315 S4	110	1488	706,0	94,6	95,4	95,5	0,89	197,0	187,0	2,1	7,7	2,8	1,695	830	

Abbildung 2.2: Technische Daten Motor Effizienzklasse 1, Werte der Firma Unitec AG, Kloten [2].

Kosten des Motors SEE180L-4: Fr. 2'240.- (Endverbrauchspreis inkl. MWST)

Kostendifferenz: Fr. 2'240.00 - Fr. 1'951.00 = Fr. 289.-

(Bemerkung: Dieser Preisvergleich wurde auch mit anderen Motorenfabrikaten gemacht. Das Resultat war für diese Beispielrechnung (22kW Fussmotor) immer ähnlich: ca. Fr. 300.- Differenz. Stand Jan.2005)

## 2.4 Ermittlung des Wirkungsgrades

Wirkungsgrad Variante A (Effizienzklasse 2)	91.0% ( $\eta_N$ gemäss Tabelle Hersteller bei der ermittelten Auslastung)
Wirkungsgrad Variante B (Effizienzklasse 1)	92.6% ( $\eta_N$ gemäss Tabelle Hersteller bei der ermittelten Auslastung)

Sind keine Herstellerdaten in Tabellenform vorhanden, so können für eine Abschätzung das untenstehende Diagramm oder die Tabellen auf der Webseite [9] verwendet werden.

Mit Vorteil wird jedoch mit Herstellerangaben gearbeitet, da innerhalb der Effizienzklassen von Hersteller zu Hersteller auch noch grosse Unterschiede vorhanden sein können.

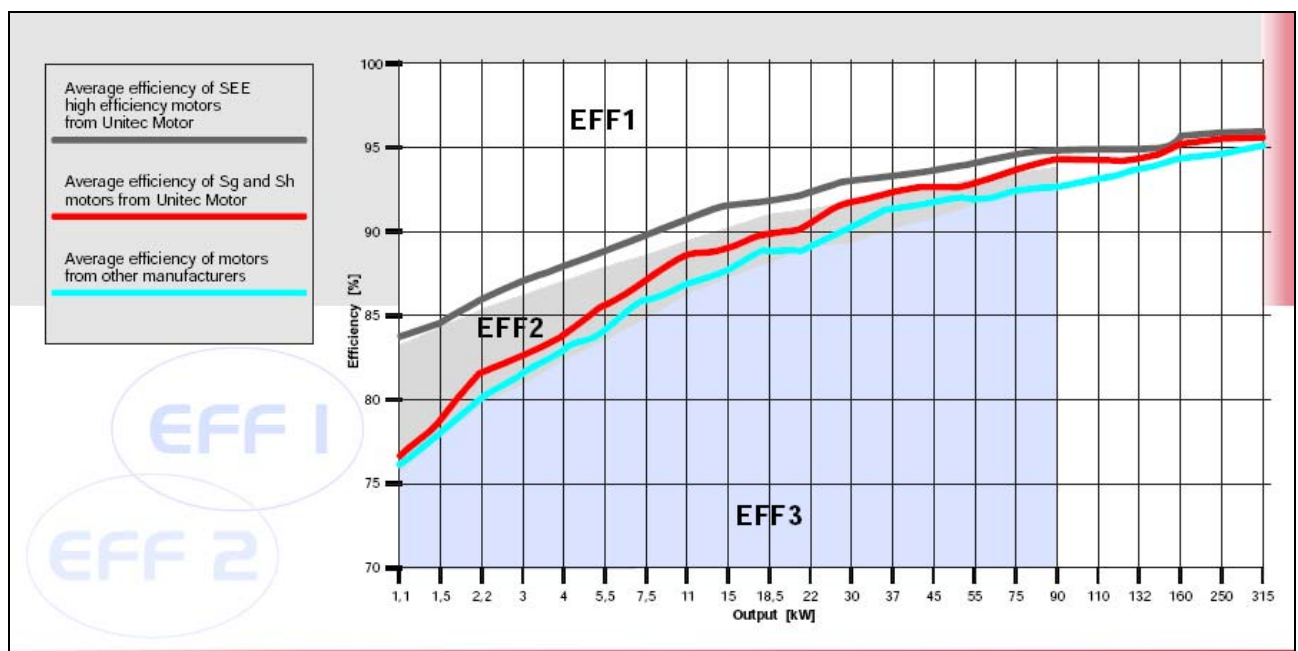


Abbildung 2.3: Diagramm mit den Effizienzklassen (EFF-Bereiche blau, grau und weiss) und Kurvenverläufe von am Markt erhältlichen Motoren. Quelle: Firma Unitec AG, Kloten [2].

## 2.5 Berechnung der bezogenen Leistung

$P_{el}$	=	elektrische Leistungsaufnahme [kW]
$P_{mech}$	=	benötigte Antriebsleistung [kW]
$\eta_n$	=	Motorwirkungsgrad bei der ermittelten Auslastung [-]

$$P_{el} = \frac{P_{mech}}{\eta_n}$$

$$P_{el(A)} = \frac{19kW}{0.91} = \underline{\underline{20.88kW}}$$

$$P_{el(B)} = \frac{19kW}{0.926} = \underline{\underline{20.52kW}}$$

## 2.6 Berechnung des Energieverbrauches

$E_{el}$  = elektrischer Energieverbrauch [kWh]  
 $P_{el}$  = elektrische Leistungsaufnahme [kW]  
 $t$  = Betriebsdauer [h]

$$E_{el} = P_{el} \cdot t$$

$$E_{el(A)} = 20.88kW \cdot 2'500h = \underline{\underline{52'200kWh}}$$

$$E_{el(B)} = 20.52kW \cdot 2'500h = \underline{\underline{51'300kWh}}$$

Differenz:  $52'200 \text{ kWh} - 51'300 \text{ kWh} = \underline{\underline{900 \text{ kWh}}}$

## 2.7 Kostenberechnung, Ermittlung der Amortisationszeit

Mehrkosten Energie:  $900 \text{ kWh} \times \text{Fr. } 0.15 = \text{Fr. } 135.00 / \text{p.a.}$

Mehrkosten Leistung  $0.36 \text{ kW} \times \text{Fr. } 63.60 = \text{Fr. } 22.90 / \text{p.a.}$

Total Kosteneinsparungen pro Jahr = Fr. 157.90

Mehrkosten Motor Effizienzklasse 1 = Fr. 289.00

Amortisationszeit (als einfaches Verhältnis) = **1.83 Jahre**

$$\text{Amortisation} = \frac{\text{Fr. } 289.00}{\text{Fr. } 157.90} = \underline{\underline{1.83 \text{ Jahre}}}$$

Bei einer angenommen Lebensdauer des Motors von 10 Jahren ergeben sich Einsparungen von gesamthaft Fr. 1'290.-. Diese Einsparung ergibt einen jährlichen "Zinsertrag" für diese Investition von ca. 45% <sup>\*1</sup>.

<sup>\*1</sup> Wenn Fr.100.- auf der Bank zu 5% verzinst werden, erhält man Ende Jahr Fr. 5.- als Zinsbetrag. Wird eine Stromsparmassnahme realisiert, welche pro Jahr Fr. 100.- kostet (eine Lebensdauer von einem Jahr hat) und Einsparungen pro Jahr von Fr. 120.- ergibt, so erhält man die investierten Fr. 100.- zurück und dazu noch Fr. 20.-, was einem Zins von 20% entsprechen würde.

(Als Berechnung einfache Verhältnisbildung: (((Lebensdauer der Massnahmen \* Einsparungen)- Investitionskosten) / Investitionskosten) / Lebensdauer [%] pro Jahr, ohne Berücksichtigung von Zinseszinsen.)

$$\text{Zinsertrag} = \frac{(\text{Fr. } 157.90 \cdot 10 \text{ Jahre}) - \text{Fr. } 289.00}{\text{Fr. } 289.00 \cdot 10 \text{ Jahre}} \cdot 100\% = \underline{\underline{44.6\%}}$$

**Verlangen Sie von Ihren Lieferanten und Maschinenherstellern Motoren mit der höchsten Effizienzklasse. Die Mehrkosten sind bei normaler Auslastung in den meisten Fällen innert kurzer Zeit (max. 3 Jahre) amortisiert!**

Die Berechnung kann auch mit einer [Excel-Datei](#) ausgeführt werden.



## 3. Wirkungsgradvorschriften, Gesetzliche Mindest-Wirkungsgrade

### 3.1 Schweiz

Der Bundesrat hat am 24. Juni 2009 für Geräte, Motoren und Lampen gesetzliche, energetische Anforderungen erlassen. Die Anforderungen sind in einem "Faktenblatt: Revision der Energieverordnung" zusammengefasst [5].

Bezüglich Elektrischer Normmotoren zwischen 0.75 bis 375 kW gelten folgende Vorschriften:

- Die Normmotoren müssen ab dem **1. Januar 2010** mindestens die Anforderungen der Energieeffizienzklasse **IE1**
- und ab dem **1. Juli 2011** jene der Energieeffizienzklasse **IE2** erfüllen.

Der genaue Geltungsbereich (Spannung, Anzahl Pole, Spezialmotoren, usw.) kann im Papier "Energieverordnung (EnV) Änderungen vom 24. Juni 2009" [6] auf der Seite 28 nachgelesen werden.

Zur Übernahme der weiteren Verschärfungen in den Jahren 2015 und 2017 wird die schweizerische Energieverordnung [7] rechtzeitig revidiert.

(Grundlage der Energieverordnung ist das Energiegesetz [10].)

### 3.2 Europa

Der Ökodesign-Regelungsausschuss für Elektromotoren der EU-Mitgliedstaaten veröffentlichte am 23. Juli 2009 die Mindestanforderungen für Energieeffizienz von Asynchron-Drehstrommotoren im Amtsblatt der EU (640/2009).

Bezüglich Elektrischer Normmotoren zwischen 0.75 bis 375 kW gelten folgende Vorschriften:

- Ab 16. Juni 2011: Energieeffizienzklasse IE2
- Ab Januar 2015: Energieeffizienzklasse IE3 für grosse Motoren (= 7.5 kW) oder IE2 mit variabler Motorsteuerung
- Ab Januar 2017: Energieeffizienzklasse IE3 für alle Motoren oder IE2 mit variabler Motorsteuerung

Der genaue Geltungsbereich und die Ausnahmen sind in der "[VERORDNUNG \(EG\) Nr. 640/2009 DER KOMMISSION vom 22. Juli 2009](#)" in deutscher Sprache und auf Englisch im Dokument "[COMMISSION REGULATION \(EC\) No 640/2009 of 22 July 2009](#)" nachzulesen.

Die Verordnungen basieren auf der [RICHTLINIE 2005/32/EG](#) ("Ecodesign Directive for Energy-using Products EuP directive 2005/32/EC")

### 3.3 Weitere Länder

USA	in EPAct definiert
Kanada	in CSA C 390 definiert
Brasilien	in NBR 17094 definiert
Australien, Neuseeland	in MEPS definiert

Weitere in China, Korea und Japan. Informationen hierzu können bei Elektromotoren-Hersteller (z.B. [SEW Eurodrive](#)) erfragt werden.

## 4. Anhang

### 4.1 Literaturverzeichnis

- [1] Firmeninformation über Energiesparmotoren der Firma Schorch. Lieferant für die Schweiz: Elektron AG, CH- 8804 Au/Zürich. (<http://www.schorch.de/>)
- [2] Produkteunterlagen der Firma Unitec AG, Elemente der Antriebstechnik, CH - 8302 Kloten, (<http://www.unitec-ag.ch>)
- [3] Technischer Bericht innerhalb des europäischen "Ecodesign Program for Energy-using Products Lot 11" zum Thema Elektromotoren. Originaltitel: EUP Lot 11 Motors Final; Coimbra, 18th February 2008, als Download einsehbar: [http://www.ecomotors.org/files/Lot11\\_Motors\\_1-8\\_280408\\_final.pdf](http://www.ecomotors.org/files/Lot11_Motors_1-8_280408_final.pdf)
- [4] DIN EN 60034-30; VDE 0530-30:2009-08  
Drehende elektrische Maschinen - Teil 30: Wirkungsgrad-Klassifizierung von Drehstrommotoren mit Käfigläufern, ausgenommen polumschaltbare Motoren (IE-Code) (IEC 60034-30:2008); Deutsche Fassung EN 60034-30:2009
- [5] Faktenblatt: Revision der Energieverordnung. Übersicht über die Änderungen in der Energieverordnung vom Bundesamt für Energie BFE, 8. Juli 2009, als Download einsehbar: <http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/16298.pdf>
- [6] Energieverordnung (EnV); Änderungen vom 24. Juni 2009 als Download einsehbar: [http://www.topmotors.ch/\\_data/EnV\\_2009\\_16119.pdf](http://www.topmotors.ch/_data/EnV_2009_16119.pdf)
- [7] Energieverordnung (EnV); 730.01, als Download einsehbar: <http://www.admin.ch/ch/d/sr/7/730.01.de.pdf>
- [8] Wyrch Iso und Dolder Markus: Einsparung von elektrischer Energie in einem Sägereibetrieb, Stromeinsparungen in den Bereichen Holzbearbeitung, Fördertechnik, Holz Trocknung, Absauganlagen, Druckluft, Beleuchtung; Forschungsarbeit im Auftrag des Bundesamtes für Energie; DIS-Projekt Nr. 47 114; DIS-Vertrags Nr. 87 234; erhältlich als Download unter [www.electricity-research.ch](http://www.electricity-research.ch) (pdf-Version) oder [www.dolder-ing.ch](http://www.dolder-ing.ch) (htm- und pdf-Version); Dezember 2004
- [9] Webseite zum Thema "Nennmindesteffizienz + Effizienzklassen von Elektromotoren" mit Tabellen und Grafiken.  
Link: [http://www.dolder-ing.ch/wissen/Elektro/elektromotor\\_wirkungsgrad\\_effizienz.htm](http://www.dolder-ing.ch/wissen/Elektro/elektromotor_wirkungsgrad_effizienz.htm)
- [10] Energiegesetz (EnG); 730.0, als Download einsehbar: <http://www.admin.ch/ch/d/sr/7/730.0.de.pdf>

## 4.2 verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Erklärung	Bemerkungen
Amp.	Ampere (A): Einheit für die elektrische Stromgröße	
CEMEP	Comité Européen de Constructeurs de Machines Electriques et d'Electronique de Puissance European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics	Europäischer Herstellerverband von elektrischen Maschinen und Leistungs- Elektronik. In diesem Verband sind z.B. auch Hersteller von Elektromotoren vertreten.
et al	et al. Abkürzung für:  et alii (lat.: "und andere")  zudem auch für: et alia (lat.: "und auf andere Weise") et alia/et aliud (lat.: "und anderes") et alias (lat.: "und ein andermal") et alibi (lat.: "und anderswo")	Quelle: Duden - Wörterbuch der Abkürzungen. Von Josef Werlin. 4., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: Dudenverlag 1999.
FU	Frequenzumformer	Erklärung des Begriffes siehe "Verwendete Begriffe und Fachausdrücke"
z.B.	zum Beispiel	
z.T.	zum Teil	

### 4.3 Weiterführende themenbezogene Webseiten und Links:

Link	Beschreibung, Bemerkungen
<a href="http://www.dolder-ing.ch">Excel Datei auf www.dolder-ing.ch</a>	Amortisationsrechner, welcher mit dem effektive Leistungsbedarf rechnet (in Form einer Excel-Datei).
<a href="http://www.topmotors.ch">www.topmotors.ch</a>	Viele nützliche Informationen, Merkblätter und Tools zum Thema Effizienz im Antrieb.
<a href="http://www.motorchallenge.ch">www.motorchallenge.ch</a>	Das "Motor Challenge Programm" ist ein internationales Projekt im Rahmen des europäischen SAVE II - Programms. Es hat die Verbesserung der Energieeffizienz elektrischer Antriebe zum Ziel.
<a href="http://www.energieeffizienz.ch">www.energieeffizienz.ch</a>	Schweizerische Agentur für Energieeffizienz (S.A.F.E.). Ein Verein mit Sitz in Zürich, welcher bezweckt, die Energieeffizienz in der Schweiz zu fördern.
<a href="http://www.motorsummit.ch">www.motorsummit.ch</a>	Webseite zum Anlass "Motor Summit". Mit den Tagungsunterlagen, Präsentationen und Fachvorträgen.
<a href="#">Antriebstechnik</a>	Webseite von <a href="http://www.energie.ch">www.energie.ch</a> zum Thema Auslegung von Elektromotoren.
<a href="http://www.ecomotors.org">www.ecomotors.org</a>	Auf dieser Webseite sind die Ergebnisse und Empfehlungen aus dem europäischen Programm "Ecodesign Program for Energy-using Products (EuP) Lot 11" für Motoren, Pumpen, Umwälzpumpen und Ventilatoren verfügbar.
<a href="http://www.ecomotors.org/files/Lot11_Motors_1-8_280408_final.pdf">http://www.ecomotors.org/files/Lot11_Motors_1-8_280408_final.pdf</a>	Technischer Berichte innerhalb des europäischen "Ecodesign Program for Energy-using Products Lot 11" zum Thema Elektromotoren.  pdf-Dokument, 2.98 MB
<a href="http://www.sew-eurodrive.de/s_drmotor_amortisation/">www.sew-eurodrive.de/s_drmotor_amortisation/</a>	Amortisationsrechner für Energiesparmotoren (Firma SEW). <b>Bemerkung:</b> Der Rechner rechnet mit der Nennleistung und nicht mit dem effektiven Leistungsbedarf.
<a href="http://www.vem-group.com/eigenes/energiespar.php?rechner">www.vem-group.com/eigenes/energiespar.php?rechner</a>	Amortisationsrechner für Energiesparmotoren (Firma VEM). <b>Bemerkung:</b> Auch dieser Rechner rechnet der Einfachheit halber mit der Nennleistung sowie mit dem Wirkungsgrad bei Nennlast (und nicht mit dem effektiven Leistungsbedarf und dem effektiven Wirkungsgrad bei der benötigten Leistung).
<a href="http://www.dolder-ing.ch/wissen/Elektro/elektromotor_wirkungsgrad_effizienz.htm">www.dolder-ing.ch/wissen/Elektro/elektromotor_wirkungsgrad_effizienz.htm</a>	Seite, in der Tabellen und Grafiken zu den Mindestwirkungsgraden von Elektromotoren aufgeführt sind.

## 4.4 Verteiler

Version P1.5	Datum: 12.04.2010	Buchstabe bei Version gibt den Projektstand an: E: Entwurf F: gültig für Offerte A: gültig für Ausführung P: Gültige Protokoll / Projektpapier B: Revisionsunterlagen, Anlage dem Betrieb übergeben
--------------	-------------------	--

### Bemerkungen zu den Versionen und Änderungen:

Version P1.1	vom 21.01.2005	Papier als Arbeitspapier erstellt.
Version P1.2	vom 05.12.2009	Folgende Korrekturen + Ergänzungen wurden ausgeführt: - Kap. 1 Vorbemerkungen: Ergänzung der alten und der neuen Effizienzklassen. - Abb. 1.2 neu eingefügt - Kap. 3 Vorschriften: ganzes Kap. neu - Literaturverzeichnis ergänzt - Kapitel Webseiten eingefügt - verschiedene kleine Anpassungen
Version P1.3	vom 18.01.2010	- Kap. 2.4: neu $\eta_n$ an Stelle $\eta_n$ - Kap. 2.7: bei Berechnung Zinsertrag neu Betrag Fr. 157.90 an Stelle Fr. 159.90 - Kap. 4.3 und weitere Stellen: Link zu Excel-Berechnungs-Tool eingefügt.
Version P1.4	vom 08.02.2010	Kap. 1.1: Ergänzung Gültigkeit und Verwendung EFF-Logo; Kap. 3.1: Ergänzung Energiegesetz; Kap. 4.1: Ergänzung [10]
Version P1.5	vom 12.04.2010	Kap. 4.3: Ergänzung von Links

### Verteiler:

Name	Abt.	Firma	Version P1.1	Version P1.2	Version P1.3	Version P1.4	Version P1.5
Veröffentlichung	auf	<a href="http://www.dolder-ing.ch">www.dolder-ing.ch</a>	A	A	A	A	A

A	hat Dokument im Dateiformat pdf erhalten
W	hat Dokument im Dateiformat doc erhalten
F	hat ganzes Dokument als Fax erhalten
P	hat ganzes Dokument in Papierform erhalten
(P)	hat Auszug aus Dokument erhalten
K	hat Korrekturen erhalten

### Erstellung, Korrekturen, Ergänzungen durch:

Name	Abt.	Firma	Version P1.1	Version P1.2	Version P1.3	Version P1.4	Version P1.5
Markus DOLDER		Ing. Büro Dolder	ER / O	KE / O	KE / O	KE / O	KE / O

C:\Daten\DATWORD\0000\1000\Webseite\Vergl-Mot\_Eff\_P1-5\_2010-04-12.doc

ER	Ersteller des Dokumentes
KE	hat Korrekturen und Ergänzungen gemacht
O	hat Original resp. Datei für Änderungen / Ergänzungen