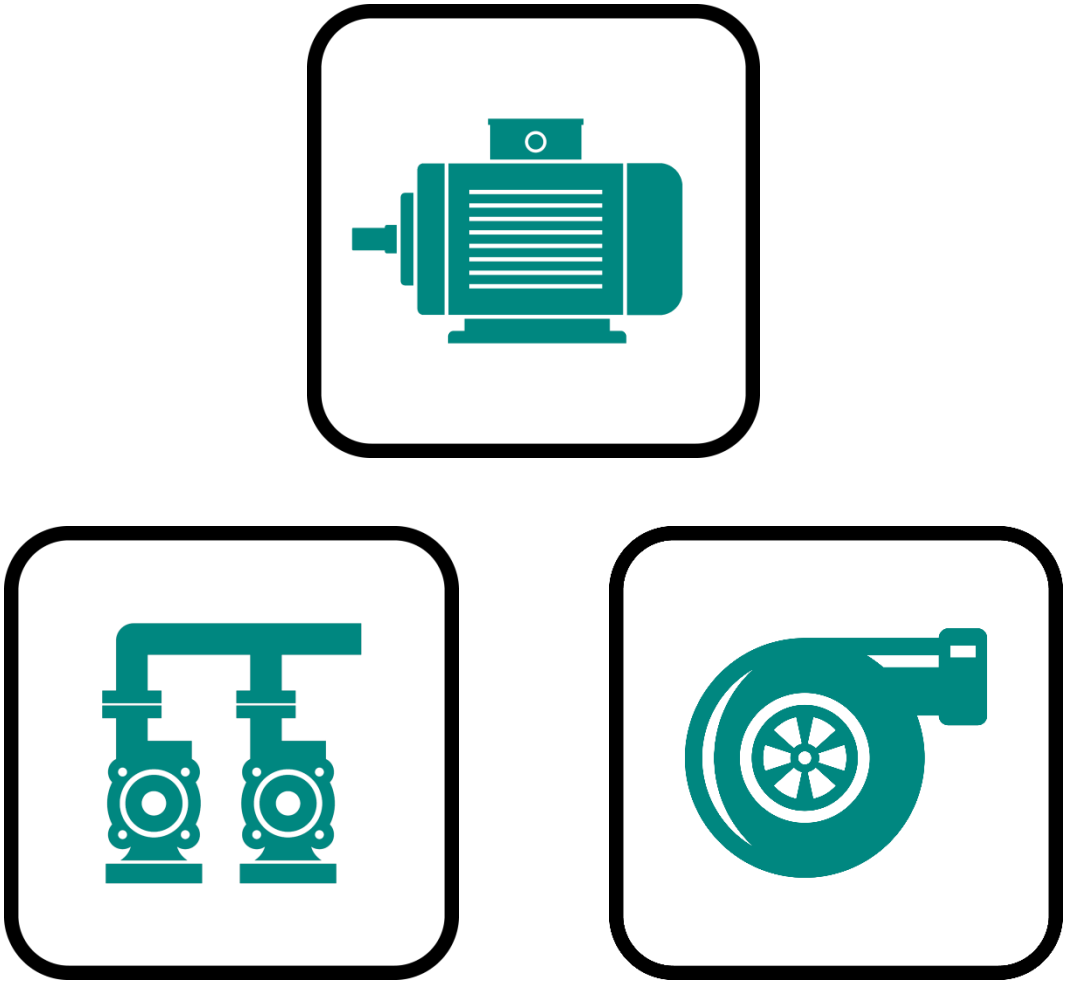
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE
Sektion Geräte und Wettbewerbliche Ausschreibugen

Bericht vom Dezember 2020

Topmotors Market Report Schweiz 2020



TOPMOTORS

TM-MR20-DE

Datum: Dezember 2020 (2. Revidierte Auflage)
Ort: Bern

Auftraggeber:
Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:
Impact Energy
Gessnerallee 38a, 8001 Zürich
www.impact-energy.ch

Unterauftragnehmer:
Omdia
Third Floor, Blue Fin Building
110 Southwark Street, London, SE1 0TA, UK
www.omdia.com

Autor:
Rita Werle, Impact Energy, rita.werle@impact-energy.ch
Viktor Hangartner, Impact Energy, viktor.hangartner@impact-energy.ch

Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern erarbeitet.
BFE-Vertragsnummer: SI/402854.02

Für den Inhalt und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen sind die Autoren/Autorinnen dieses Berichts verantwortlich. Die Datenerhebung erfolgte durch Omdia.

Abbildungen Titelseite:
© Anthonycz - stock.adobe.com
© DifferR - stock.adobe.com
© Janis Abolins - stock.adobe.com

Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: CH-3003 Bern
Telefon +41 58 462 56 11 · Telefax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung 5
1.1 Zielsetzung 5
1.2 Anteil von Elektromotoren am Schweizer Stromverbrauch 5
1.3 Zentrale Erkenntnisse 6
MOTOREN Schweiz 6
MOTOREN Europäische Union 7
UMWÄLZPUMPEN 7
WASSERPUMPEN 8
VENTILATOREN 8
2 Ausgangslage 9
3 Zielsetzung 9
4 Gesetzliche Grundlagen und Verordnungen 10
5 Methodik 11
6 ELEKTROMOTOREN und FREQUENZUMRICHTER 12
6.1 Verkaufszahlen für Motoren 12
Erfüllung der Mindesteffizienzanforderungen nach EnEV 12
Energieverbrauch der verkauften Motoren 13
Verkaufszahlen nach Effizienzklassen 16
Verkaufszahlen nach Polzahl 19
Verkaufszahlen für Motoren der Schweiz im Vergleich zur Europäischen Union 20
6.3 Verfügbarkeit der Motoren 21
6.4 Motorenpreise 22
6.5 Wirkungsgrad der Motoren 24
6.6 Wirtschaftlichkeit hocheffizienter Motoren 24
6.7 Verkaufszahlen für Frequenzumrichter 26
6.8 Frequenzumrichter Preise 27
7 PUMPEN und VENTILATOREN 27
7.1 Pumpen 28
Umwälzpumpen 28
Wasserpumpen 29
7.2 Ventilatoren 33
Verkaufszahlen für die Schweiz und die EU 33
Erfüllung der Mindesteffizienzanforderungen 33
8 Beobachtungen und Empfehlungen 36
9 Kontakt 36
10 Quellen 37
11 Anhang 38

Abkürzungen

BFE	Bundesamt für Energie
EEI	Energieeffizienzindex für Umwälzpumpen
EnG	Energiegesetz
EnEV	Verordnung über die Anforderungen an die Energieeffizienz serienmässig hergestellter Anlagen, Fahrzeuge und Geräte
FU	Frequenzumrichter
IE1/IE2/IE3/IE4	IE-code der Motoreneffizienzklassen gemäss IEC 60034-30-1
MEI	Mindesteffizienzindex für Wasserpumpen
OEM	Original Equipment Manufacturer (Maschinenbauer)

1 Zusammenfassung

1.1 Zielsetzung

Dieser Topmotors Market Report gibt Aufschluss über den Stand des Schweizer Marktes für Elektromotoren, Pumpen und Ventilatoren des Jahres 2019. Diese zum vierten Mal durchgeführte Untersuchung dient dazu, das Bundesamt für Energie (BFE) sowie sämtliche Interessensgruppen über Anzahl und Erfüllung der energetischen Mindestanforderungen der verkauften Elektromotoren zu informieren. Zudem wurde die Verfügbarkeit der Motoren nach Effizienzklasse und die Verkaufspreise von Motoren und Frequenzumrichter (FU) untersucht. Wie in den Jahren 2017 und 2018 wurden wieder Daten über Umwälzpumpen, Wasserpumpen und Ventilatoren erhoben. Es wurden zu Vergleichszwecken wiederum auch Marktdaten für die Europäische Union (EU) untersucht.

1.2 Anteil von Elektromotoren am Schweizer Stromverbrauch

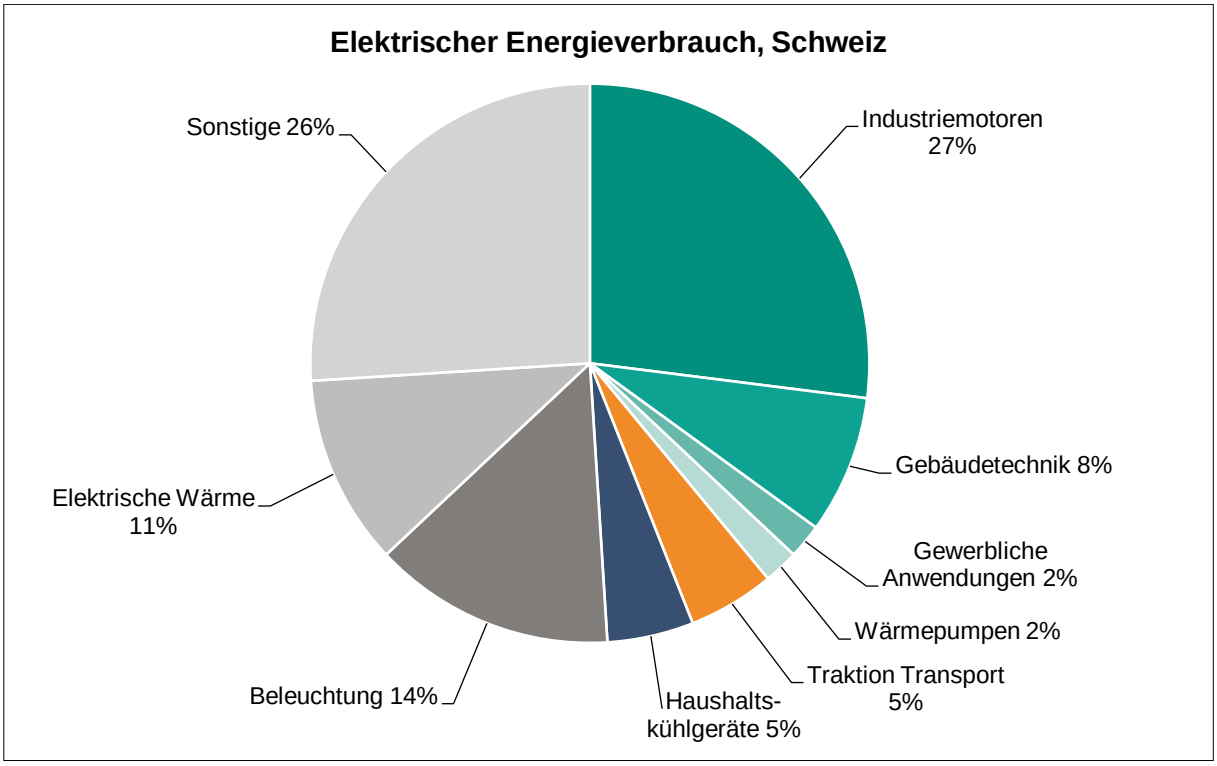


Abbildung 1: **Anteil von Antriebssystemen am elektrischen Energieverbrauch der Schweiz (S.A.F.E. / J. Nipkow 2013).** Elektrische Antriebssysteme sind in den Kategorien Industriemotoren, Gebäudetechnik, Gewerbliche Anwendungen, Wärmepumpen, Traktion Transport und Haushaltsgeräte enthalten; diese umfassen 49% des Verbrauches.

Industriemotoren verbrauchen in der Schweiz 27% der elektrischen Energie, wie Abbildung 1 zeigt. Für das Jahr 2019 kann in der Schweiz gemäss der Erhebung der Verkaufszahlen für Niederspannungsmotoren durch Omdia von 185 401 verkauften Elektromotoren im Leistungsbereich von 0.12–1 000 kW ausgegangen werden. Diese Motoren haben insgesamt

- eine Leistung von 1 165 MW (mechanisch) und
- einen theoretischen jährlichen Energieverbrauch von 3 982 GWh/a, wie Tabelle 5 aufzeigt und in Kapitel 5 weiter beschrieben wird.

Der theoretische jährliche Energieverbrauch der 2019 verkauften Elektromotoren entspricht rund 7% der 2019 in der Schweiz verbrauchten elektrischen Energie[1]. Die verkauften neuen Motoren tragen zur Verjüngung des Motorenbestandes in der Industrie[2] und der Verbesserung der allgemeinen Effizienz der installierten Elektromotoren bei, indem sie ältere, ineffiziente Motoren ersetzen.

1.3 Zentrale Erkenntnisse

Die Erkenntnisse der Erhebung zum Markt der Elektromotoren, Pumpen und Ventilatoren im Niederspannungsbereich des Jahres 2019 lassen sich - im Vergleich zu den Vorjahren[3] - wie folgt zusammenfassen:

MOTOREN Schweiz

- Von den im Jahr 2019 insgesamt in der Schweiz verkauften Elektromotoren lagen 81 486 Stück (Anteil: 44%) im Geltungsbereich EnEV der gesetzlichen Mindesteffizienzanforderungen (d.h. 2-, 4- und 6-Pol Motoren mit einer Nennleistung von 0.75–375 kW. Vorjahr 2018: 73 935 Stück, Anteil: 41%).

- Erfüllungsgrad der gesetzlichen Mindestanforderungen im Geltungsbereich EnEV:
  - 73% sind IE3 und IE4-Motoren und erfüllen die Mindestanforderungen (Vorjahr 67%).
  - Für die IE2-Motoren mit einem Anteil von 27% (Vorjahr 33%), kann keine genaue Aussage betreffend die tatsächliche Einhaltung der Mindestanforderungen gemacht werden; es wird geschätzt, dass etwa die Hälfte dieser Motoren mit einem Frequenzumrichter zusammen verkauft wurden und dadurch die Mindestanforderungen erfüllen.
  - Alle verkauften IE1 Motoren (< 1%, im Vorjahr ebenso < 1%) entsprechen nicht den gesetzlichen Mindestanforderungen und dürfen nur ausserhalb des Geltungsbereiches EnEV (z.B. als ungekühlte, kurzzeitig verwendete Motoren) eingesetzt werden.

- IE4-Motoren kosten 2019 rund 16% mehr als IE3-Motoren (2018: 17%). Die Preise für Motoren der Premium-Effizienzklasse IE3 liegen 16% über denen der weniger effizienten Klasse IE2 (2018: 15%). Die Mehrkosten der effizienteren Motoren bleiben also auf gleichem Niveau.

- Unter heutigen Marktbedingungen in der Schweiz (Motorpreis und Stromkosten) sind normal belastete elektrische Motoren in industriellen Anwendungen von 0.5–500 kW mit Effizienzklasse IE4 wirtschaftlicher als IE2- oder IE3-Motoren. Dies wird im Abschnitt 6.6 Wirtschaftlichkeit hocheffizienter Motoren beschrieben.

- Der theoretische jährliche Energieverbrauch der 2019 in der Schweiz verkauften Motoren hat bezüglich des Vorjahrs mit 10.4% erheblich zugenommen. Es wurden 1.7% mehr und um 8.8% leistungsstärkere Motoren als im Vorjahr verkauft.

- Durch den Verkauf neuer, effizienterer Motoren werden jedes Jahr 120–200 GWh elektrische Energie eingespart. Dies entspricht 3–5% des theoretischen jährlichen Energieverbrauches der 2019 verkauften Motoren.

- 3% der verkauften Motoren haben eine Nennleistung von 37–1 000 kW und verursachen rund 50% des theoretischen jährlichen Energieverbrauches der 2019 verkauften Motoren.

---

[1] Gesamtverbrauch elektrischer Energie der Schweiz 2019: 57.2 TWh, [14].
[2] Der Motorenbestand in der schweizerischen Industrie wurde 2006 auf 2.2 Millionen Stück geschätzt. Siehe [13], Tabelle 3-1.
[3] Siehe Topmotors Market Report der Jahre 2017–2019, [1] [2].

- Motoren der höheren Effizienzklassen IE3 und IE4 sind im Handel leicht erhältlich und können von mehreren Lieferanten in den verschiedenen Ausführungen (Nennleistung und Anzahl der Pole) in der Regel innerhalb von maximal 4–6 Wochen geliefert werden. Die Verkaufszahlen für diese Effizienzklassen nehmen weiterhin zu.

- Der Trend zu effizienteren Motoren setzt sich fort, siehe **Abbildung 2**.

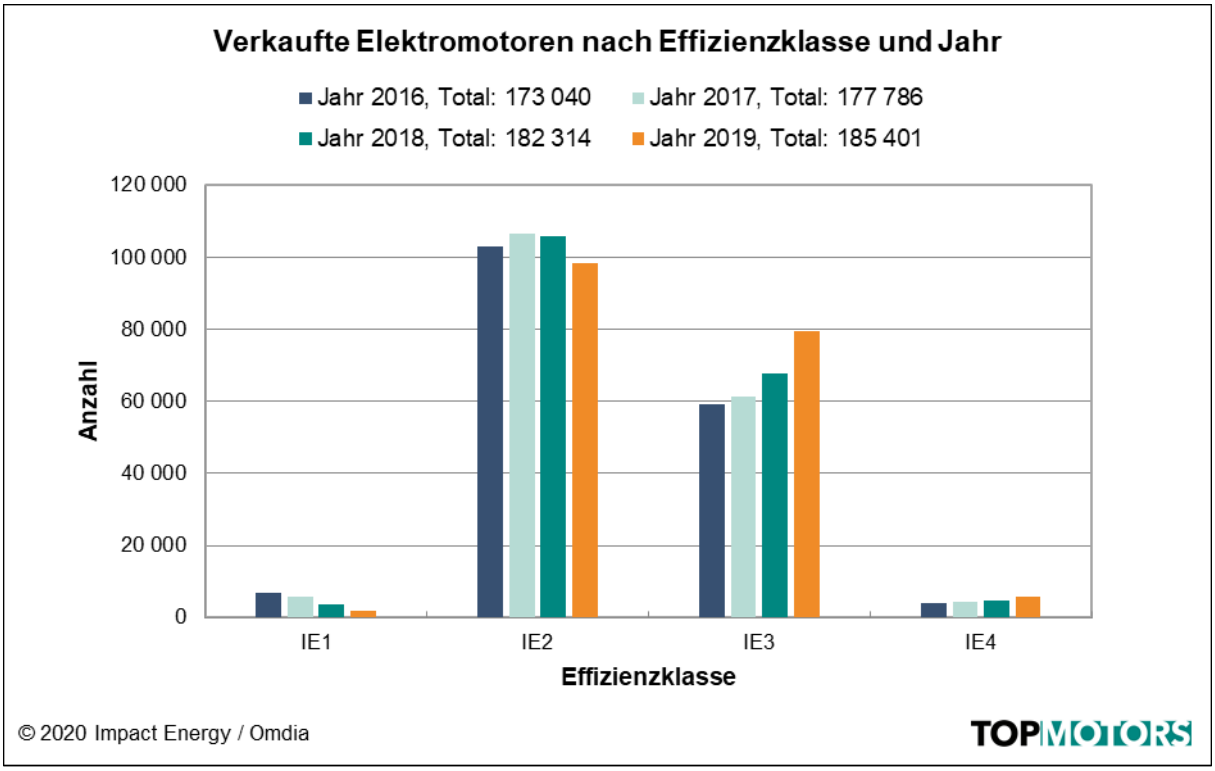


Abbildung 2: Anzahl verkaufter Elektromotoren nach Effizienzklasse für die Schweiz in den Jahren 2016–2019. In der Legende wird zudem das Jahrestotal ausgewiesen.

MOTOREN Europäische Union

- IE1-Motoren haben in der EU immer noch einen signifikanten Marktanteil (EU: 20%; CH: < 1%). Diese werden auf dem europäischen Markt voraussichtlich noch länger in grösserer Stückzahl als in der Schweiz verkauft werden.

- In der EU werden IE2-Motoren mit 63% Marktanteil am häufigsten verkauft. In der Schweiz hinwerden die effizienteren Motoren der Klasse Premium Effizienz IE3 mit 71% am häufigsten verkauft, vergleiche Abbildung 10.

- Nach wie vor werden IE4-Motoren nur zu einem kleinen Anteil verkauft. In der EU beträgt der Anteil 4% und in der Schweiz CH 2%.

UMWÄLZPUMPEN

- Im Jahr 2019 wurden in der Schweiz 404 361 Umwälzpumpen (integrierte & nicht-integrierte) verkauft (2018: 399 585 Stück), von denen 99.98% einen Energieeffizienzindex (EEI) von ≤ 0.23 aufwiesen (2018: 99.94%), also den geltenden Mindestanforderungen der Verordnung über die Anforderungen an die Energieeffizienz serienmässig hergestellter Anlagen, Fahrzeuge

und Geräte (EnEV), Anhang 2.8, genügen. Wie im Vorjahr erfüllen nahezu alle verkauften Umwälzpumpen die Mindestanforderungen.

- 16 527 046 Umwälzpumpen wurden im Jahr 2019 in der EU verkauft (integrierte & nicht-integrierte), von denen 94% einen EEI von ≤0.23 aufwiesen und somit den geltenden Mindestanforderungen der europäischen Ökodesign-Verordnung 641/2009 entsprechen (die mit den Schweizer Mindestanforderungen identisch sind).
- Das Verkaufstotal für Umwälzpumpen der Schweiz entspricht 2.4% des Totals in der EU.

WASSERPUMPEN

- Im Jahr 2019 wurden in der Schweiz 53 452 (2018: 56 274) Wasserpumpen verkauft. Davon haben 64% eine Nennleistung unter 7.5 kW, vergleiche Tabelle 20.
- 2019 sind in der Schweiz wiederum mehrstufige Tauch-Wasserpumpen (MSS) mit einem Anteil von 38% die meistverkauften Wasserpumpen (2018: 41%).
- Das Verkaufstotal für Wasserpumpen der Schweiz entspricht 2.0% des Totals in der EU, wie Tabelle 20 zeigt.
- 2019 wurden in der EU rund 2.7 Millionen (2018: rund 3.0 Millionen) Wasserpumpen verkauft. Davon haben 64% eine Nennleistung unter 7.5 kW, vergleiche Tabelle 20.
- Erfüllungsgrad der Mindestanforderungen 2019:
  - Erneut haben nahezu alle in der Schweiz verkauften Wasserpumpen die Mindestanforderungen gemäss EnEV Anhang 2.9 erfüllt (Mindesteffizienzindex MEI ≥ 0.4, siehe Tabelle 21).
  - In der EU erfüllten 92% der verkauften Wasserpumpen die Mindestanforderungen gemäss der europäischen Ökodesign-Verordnung Nr. 547/2012, welche identisch zu den Schweizer Mindestanforderungen sind.

VENTILATOREN

- Im Jahr 2019 wurden in der Schweiz 121 016 Ventilatoren verkauft (2018: 90 791), wovon 76% der Stückzahl eine Leistung unter 7.5 kW, 23% eine Leistung von 7.5–37 kW und 1% über 37 kW aufwiesen.
- Im Jahr 2019 wurden in der EU 12 564 284 Ventilatoren verkauft (2018: 12 372 398), wovon 75% der Stückzahl eine Leistung unter 7.5 kW, 23% eine Leistung von 7.5–37 kW und 2% über 37 kW aufwiesen.
- Axialventilatoren haben mit 56% in der Schweiz, und mit 53% in der EU, weitaus den grössten Marktanteil.
- Von den in der Schweiz verkauften Ventilatoren erfüllen 98% die Mindestanforderungen gemäss EnEV Anhang 2.6. In der EU sind es 91% der verkauften Ventilatoren, welche die Mindestanforderungen der europäischen Ökodesign-Verordnung Nr. 327/2011 erfüllen. Diese sind identisch zu den Schweizer Mindestanforderungen.
- Das Verkaufstotal für Ventilatoren in der Schweiz entspricht 1.0% des Totals in der EU.

2 Ausgangslage

Das Topmotors Programm, geleitet von Impact Energy und unterstützt vom BFE, befasst sich seit 2007 mit effizienten Antriebssystemen, Pumpen, Ventilatoren, Kompressoren sowie Transport- und Prozessanlagen.

Antriebssysteme sind für einen Grossteil des elektrischen Energieverbrauchs in der Schweiz verantwortlich und umfassen einen Anteil von 49%, vergleiche Abbildung 1. Mit einem Anteil von rund 37% ist mehr als die Hälfte davon auf industrielle und gewerbliche Anwendungen sowie Gebäudetechnik im Dienstleistungssektor (einschliesslich Infrastrukturanlagen, usw.) zurückzuführen

Durch Systemoptimierungen sind bei Antriebssystemen Energieersparnisse von 20–30% möglich [1] [6] [9] und durch viele gute Beispiele belegt (siehe www.topmotors.ch/gute-beispiele).

Ausdrückliches Ziel der durch eine Volksabstimmung im Mai 2017 beschlossenen Schweizer Energiestrategie 2050 ist die Einführung von Energieeffizienzmassnahmen im die Verbrauchsstatistik anführenden Segment der Industriemotoren (Anteil von 27%, siehe Abbildung 1), um das hohe Einsparpotenzial bestmöglich auszuschöpfen.

3 Zielsetzung

Das BFE, das innerhalb der Schweiz für die Umsetzung gesetzlicher Massnahmen im Bereich Energie verantwortlich ist, beobachtet die Marktentwicklung sämtlicher Produkte, die Energie verbrauchen. Besondere Beachtung gilt dabei Produkten, die gemäss Energiegesetz (EnG) und der Verordnung über die Anforderungen an die Energieeffizienz serienmässig hergestellter Anlagen, Fahrzeuge und Geräte (EnEV) Mindestanforderungen unterliegen, wie beispielsweise Motoren, Umwälzpumpen, Wasserpumpen und Ventilatoren. Dabei geht es um die Überprüfung der Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen und die Planung von zukünftigen Anforderungen. Dabei ist es wichtig, die Marktveränderung hin zu energieeffizienten Produkten und Anlagen zu beobachten und vor allem die Auswirkung von Mindestanforderungen, d.h. Erfolg und Wirksamkeit von politischen Massnahmen, zu verifizieren und deren Umfang entsprechend anzupassen.

2017 wurden die Analysen für den Topmotors Market Report erstmals in Auftrag gegeben, um den Verkauf, die Effizienz (Erfüllung der Mindestanforderungen), die Verfügbarkeit und den spezifischen Preis (CHF/kW) von Elektromotoren sowie den spezifischen Preis von FU zu untersuchen. Ziel war es, mindestens 50% des Marktes mit der Untersuchung abzudecken.

Der Topmotors Market Report wird herausgegeben, um das BFE sowie sämtliche Interessensgruppen über den aktuellen Stand des Marktes zu informieren. Die Analysen beziehen sich auf Verkaufsdaten des jeweiligen Vorjahres. Der Topmotors Market Report 2020 ist der vierte Bericht und bezieht sich auf die Verkaufsdaten des Jahres 2019. Neben Motoren und Frequenzumrichter enthält dieser wie 2019 Marktdaten über den Verkauf von Umwälzpumpen, Wasserpumpen und Ventilatoren in der Schweiz und in der EU.

4 Gesetzliche Grundlagen und Verordnungen

In der Schweiz gelten gemäss EnG und EnEV Mindestanforderungen für Motoren, Umwälzpumpen und Wasserpumpen. Diese Mindestanforderungen entsprechen der europäischen Ökodesign Richtlinie, wie Tabelle 1 zeigt.

Produkt	Europäische Union: Ökodesign Richtlinie, Verordnung Nr.	Schweiz: Effizienzverordnung (EnEV), Anhang Nr.
Motoren	640/2009	2.7
Umwälzpumpen	641/2009	2.8
Wasserpumpen	547/2012	2.9
Ventilatoren	327/2011	2.6

Tabelle 1: Mindestanforderungen in der EU und der Schweiz

Die Europäische Kommission hat am 25.10.2019 die revidierte Verordnung (EU) 2019/1781 für Motoren publiziert. Demnach treten strengere Anforderungen für einen umfassenderen Geltungsbereich bei Motoren sowie neu für FU, stufenweise ab 2021 und 2023 in Kraft. Die Übernahme dieser strengeren Anforderungen in der Schweiz ist per 22.4.2020 durch die Änderung der EnEV erfolgt. Die im Anhang 2.7 formulierten höheren Mindestanforderungen an Motoren werden per 1.7.2021 in Kraft treten. Weitere Informationen sind auf der Topmotors Website verfügbar: http://www.topmotors.ch/de/news-events[4].

Gemäss Anhang 2.7 der EnEV umfasst der Geltungsbereich im Jahr 2019 (nachfolgend Geltungsbereich EnEV genannt) netzbetriebene elektrische eintourige Dreiphasen 50 Hz oder 50/60 Hz Käfigläufer Induktionsmotoren (Asynchronmotoren), die:

- für Dauerbetrieb ausgelegt sind;
- eine Nennspannung ≤ 1 000 V aufweisen;
- eine Nennleistung zwischen 0.75 kW und 375 kW aufweisen; und
- über 2, 4 oder 6 Pole verfügen.

Ausgenommen sind Elektromotoren nach Artikel 1 Absatz 2 der Verordnung (EG) Nr. 640/2009. Dazu gehören beispielsweise Motoren, die für den Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen oder in Höhen über 1 000 Meter über dem Meeresspiegel ausgelegt sind.

Die Energieeffizienz der Elektromotoren wird gemäss IEC 60034-30 wie folgt bezeichnet und gilt seit 2014 nach IEC 60034-30-1 von 0.12–1 000 kW für 2-, 4-, 6- und 8-Pol Motoren.

IE-Code	Bezeichnung
IE1	Standard Effizienz
IE2	Hohe Effizienz
IE3	Premium Effizienz
IE4	Super Premium Effizienz

Tabelle 2: Effizienzklassen (IE-code)

[4] Mitteilungen vom 25.05.2020 und 29.10.2019:
http://www.topmotors.ch/de/news/bundesrat-synchronisiert-energieeffizienzanforderungen
http://www.topmotors.ch/de/news/verschaerfte-mindestanforderungen-fuer-elektromotoren

Im Berichtsjahr 2019 gelten in der Schweiz für Elektromotoren im Geltungsbereich EnEV die folgenden Mindestanforderungen:

- Effizienzklasse IE3
- oder Effizienzklasse IE2 zusammen mit Drehzahlregelung durch einen Frequenzumrichter (FU)

5 Methodik

Für den Topmotors Market Report 2020 erfolgte die Erhebung nach derselben Methode wie bereits in den Jahren 2017, 2018 und 2019 (siehe [1] [2] [3]). Die wichtigsten Schweizer Unternehmen, die Motoren, Umwälzpumpen, Wasserpumpen, Ventilatoren und FU liefern, wurden befragt. Ausserdem wurden telefonische Interviews oder persönliche Interviews (z.B. auf Messen) geführt und diese Erkenntnisse genutzt. Insgesamt waren 14 Unternehmen an der Erhebung beteiligt.

Das BFE beauftragte das unabhängige Energieberatungsbüro Impact Energy mit der Durchführung einer Marktuntersuchung. Impact Energy hat mit Omdia (ehemals IHS Markit), einer der führenden Marktforschungsagenturen mit globalem Know-how, Kompetenz und Erfahrung im Bereich Industrieprodukte, zusammengearbeitet. Omdia wurde als neutrale Stelle mit der Beschaffung und Anonymisierung der Marktdaten beauftragt. Aufgabe von Omdia bestand vor allem darin, die Befragung von Industrieunternehmen durchzuführen, die solche Produkte herstellen, importieren oder an grosse Endverbraucher, Maschinenbauer und Grosshändler verkaufen.

Alle an der Umfrage beteiligten Unternehmen wurden über den Hintergrund und Zweck der Untersuchung unterrichtet und darüber aufgeklärt, dass sämtliche erhobenen Daten vertraulich behandelt, anonymisiert und aggregiert werden.

Die Daten und Ergebnisse der Umfrage decken mehr als 50% des Marktvolumens ab. Sämtliche Daten wurden von Omdia gesammelt und anonymisiert. Diese anonymisierten Dateien dienten anschliessend als Grundlage für die Datenauswertung durch Impact Energy.

Nach wie vor ist ein kritischer Umgang mit den Daten notwendig, weil die Angaben auf Selbstauskünften der Hersteller und Schätzwerten, welche Omdia aus umfassenderen internationalen Datensätzen abgeleitet hat, basieren. Diese Datenbasis spiegelt nur einen Teil des gesamten Schweizer Marktes wider. Die vorliegenden Daten wurden daher durch Omdia auf das gesamte Volumen des Schweizer Marktes hochgerechnet. Die Ergebnisse für Motoren und FU, welche 2020 zum vierten Mal erhoben wurden, scheinen plausibel und konsistent.

Die Ergebnisse für Pumpen und Ventilatoren, die 2020 zum dritten Mal erhoben wurden, scheinen auch ebenfalls plausibel und konsistent.

Weiterhin besteht in den kommenden Jahren das Ziel, die Qualität und Zuverlässigkeit der Daten durch eine zahlreichere Beteiligung von Firmen an der Umfrage weiter zu erhöhen.

Der theoretische jährliche Energieverbrauch bei Dauerbetrieb der Motoren wird nach derselben Methode und mit den gleichen Annahmen wie im Topmotors Market Report 2019 berechnet:

- durchschnittliche Anlage mit 4 500 Betriebsstunden pro Jahr
- durchschnittlicher jährlicher Lastfaktor von 0.7
- dem entsprechenden Wirkungsgrad jeder Effizienzklasse

Für die Pumpen und Ventilatoren liegen die Daten in weniger Leistungsklassen als für Motoren vor. Deswegen wird für diese Verbraucher von einer Abschätzung des jährlichen Energieverbrauches abgesehen.

6 ELEKTROMOTOREN und FREQUENZUMRICHTER

6.1 Verkaufszahlen für Motoren

2019 wurden in der Schweiz gemäss der durchgeführten Erhebung 185 401 Elektromotoren verkauft. Der Markt hat bezüglich des Vorjahrs um 1.7% zugelegt, vergleiche Tabelle 8.

Für Motoren im Geltungsbereich EnEV werden für den Wirkungsgrad Mindestwerte vorgeschrieben. 2019 wurden in Geltungsbereich EnEV 81 486 Motoren (2018: 73 935) verkauft. Dies entspricht 44% (2018: 41%) der insgesamt verkauften Motoren (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4).

Motoren Verkaufszahlen 2019	**Polzahl**			
Nennleistung [kW]	**2**	**4**	**6**	**8**
0.12–0.75	102 622 Stück			
0.75–375	**Geltungsbereich EnEV 81 486 Stück**			1 041 Stück
375–1 000	252 Stück			

Tabelle 3: **Stückzahlen in der Schweiz verkaufter Elektromotoren nach Nennleistung und Polzahl, 2019.** Insgesamt wurden 185 401 Motoren verkauft, 55% davon haben eine Nennleistung kleiner als 0.75 kW. Der Geltungsbereich EnEV der Mindestanforderungen für Motoren ist grün eingefärbt, darin wurden 81 486 Motoren (44%) verkauft.

Erfüllung der Mindesteffizienzanforderungen nach EnEV

Von den 2019 im Geltungsbereich EnEV verkauften Motoren wird davon ausgegangen, dass 70 278 Stück beziehungsweise 86% (2018: 60 534 Stück, 83%) die Anforderungen der EnEV erfüllen. In Hinsicht auf die im Jahr 2019 verkauften Motoren (siehe Tabelle 4 und Abbildung 5) lauten die Ergebnisse wie folgt:

- 73% der Motoren (Effizienzklassen IE3 und IE4) erfüllten die Mindestanforderungen (2018: 67%).
- Für 27% (2018: 33%) der Motoren (Effizienzklasse IE2) kann keine genaue Aussage darüber gemacht werden, zu welchem Anteil die Mindestanforderungen tatsächlich eingehalten wurden, weil zusammen mit einem FU eingesetzte IE2-Motoren erlaubt sind. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die Mindestanforderungen zum Grossteil erfüllt werden. In diesem Zusammenhang wird konservativ abgeschätzt, dass 50% der IE2-Motoren zusammen mit einem FU verkauft wurden und dadurch die Mindestanforderungen erfüllen.
- Nur noch wenige der Motoren (Effizienzklasse IE1) erfüllten nicht die Mindestanforderungen (2019: 94 Stück beziehungsweise 0.1%, 2018: 0.4%).

Motoren Verkaufszahlen 2019	Total	IE1	IE2	IE3	IE4
Alle verkauften Motoren	**185 401**	1 925	98 159	79 354	5 963
Anteil	**100%**	1%	53%	43%	3%
Im Geltungsbereich EnEV verkaufte Motoren	**81 486**	94	22 227	57 701	1 464
Anteil	**100%**	< 1%	27%	71%	2%
Anzahl Motoren im Geltungsbereich EnEV, Anforderungen erfüllt	**70 278**	0	11 113*)	57 701	1 464
Anzahl Motoren im Geltungsbereich EnEV, Anforderungen nicht erfüllt	**11 208**	94	11 114*)	0	0
Erfüllungsgrad im Geltungsbereich EnEV	**86%*)**				

Tabelle 4: **Verkaufszahlen für Motoren 2019 und Erfüllungsgrad der Anforderungen an Motoren gemäss EnEV.** *) Annahme: die Hälfte der IE2-Motoren wurde zusammen mit einem FU verkauft und erfüllen dadurch die Anforderungen gemäss EnEV**.**

Energieverbrauch der verkauften Motoren

Der theoretische jährliche Energieverbrauch bei Dauerbetrieb der 2019 in der Schweiz verkauften 185 401 Motoren wird mit 3 982 GWh/a abgeschätzt und hat gegenüber dem Vorjahr (3 608 GWh/a) um 10.4% zugenommen. Diese erhebliche Zunahme kann anhand folgender Beobachtungen erklärt werden. Bezüglich des Vorjahres hat

- die mittlere mechanische Leistung um 8.82% zugenommen,
- das Verkaufstotal hat sich um 1.7% vergrössert,
- der mittlere Wirkungsgrad hat sich um 0.16% verbessert.

44% aller Motoren wurden 2019 im Geltungsbereich EnEV verkauft. Diese Motoren haben unverändert einen Anteil von 81% am theoretischen jährlichen Energieverbrauch aller verkauften Motoren (2018: 81%), wie Abbildung 3 und Tabelle 5 zeigen.

In Abbildung 4 ist die relative kumulative Häufigkeit der der Anzahl und des Energieverbrauches der im Jahr 2019 verkauften Motoren dargestellt. Die eingezeichnete vertikale Linie markiert die Hälfte des Energieverbrauches. Die im Leistungsbereich von 0.12–37 kW verkauften Motoren verbrauchen die Hälfte der Energie und machen 97% der Stückzahl aus.

Abbildung 4 und Tabelle 5 veranschaulichen Anzahl und Energieverbrauch der verkauften Motoren und es ist Folgendes ersichtlich:

- 3% der verkauften Motoren haben eine Nennleistung von 37–1 000 kW und verursachen rund 50% des jährlichen Energieverbrauches.

- Rund 13% des jährlichen Energieverbrauches wird durch ganz wenige sehr grosse Motoren (Anteil am Verkaufstotal von 1.4‰; Nennleistung von 375–1 000 kW) verursacht. Ab 2021 gelten neu auch für diese Motoren Mindestanforderungen betreffend die Energieeffizienz.

- In Zukunft wird durch die Ausweitung des Gültigkeitsbereiches EnEV auf Motoren mit einer Nennleistung von 0.12–1 000 kW die Anzahl verkaufter Motoren, welche Mindesteffizienzwerte erfüllen müssen, mehr als verdoppelt werden.

Durch den Verkauf neuer, effizienterer Motoren werden jedes Jahr 120–200 GWh elektrische Energie eingespart. Dies entspricht 3–5% des jährlichen Energieverbrauches aller 2019 verkauften Motoren. Die Bandbreite der Schätzung entsteht durch den nicht genau bekannten Anteil der zum Ersatz von alten Antrieben verkauften neuen Motoren (Annahme von 50–75% der verkauften Motoren) und dem Wirkungsgrad der alten Motoren (Annahme der Effizienzklasse IE0[5]). Zudem werden die neu verkauften Motoren jedes Jahr effizienter, wie im Abschnitt 6.5 Wirkungsgrad der Motoren weiter beschrieben wird. Tabelle 6 und Tabelle 7 zeigen die Entwicklung der Verkaufszahlen, der mechanischen Leistung und den jährlichen Energieverbrauch der verkauften Motoren für die Jahre 2016–2019.

Motoren Verkauf 2019		Verkaufte Motoren		Motorenleistung (mechanisch)		Energieverbrauch	
Nennleistung (kW)	**Polzahl**	**Stück**	**Anteil**	**MW**	**Anteil**	**GWh/a**	**Anteil**
0.12–0.75 kW	**2, 4, 6, 8**	102 622	55%	39	3%	168	4%
> 0.75–375 kW	**2, 4, 6, 8**	82 527	45%	971	83%	3 306	83%
> 375–1 000 kW	**2, 4, 6, 8**	252	< 1%	154	13%	507	13%
Total	**2, 4, 6, 8**	**185 401**	**100%**	**1 165**	**100%**	**3 982**	**100%**
> 0.75–375 kW	**2,4,6**	**81 486**	**44%**	**949**	**81%**	**3 231**	**81%**

Tabelle 5: **Stückzahlen, Motorenleistung (mechanische Nennleistung), theoretischer jährlicher Energieverbrauch bei Dauerbetrieb und deren Anteile nach Nennleistungsklassen und Polzahl für in der Schweiz verkaufte Elektromotoren, 2019.** In der untersten Zeile der Tabelle werden die Werte für im Geltungsbereich EnEV verkaufte Motoren ausgewiesen.

	Motoren Verkaufszahlen		Motorenleistung (mechanisch)		Energieverbrauch	
Jahr	**Anzahl**	**Veränderung**	**MW**	**Veränderung**	**GWh/a**	**Verände-rung**
2016	173 040	–	958	–	3 290	–
2017	177 786	2.7%	1 090	4.4%	3 432	4.3%
2018	182 314	2.5%	1 145	5.2%	3 608	5.1%
2019	185 401	1.7%	1 165	10.7%	3 982	10.4%

Tabelle 6: **Verkaufszahlen, Motorenleistung (mechanisch, Summe der Nennleistung) und theoretischer jährlicher Energieverbrauch bei Dauerbetrieb für in der Schweiz verkaufte Elektromotoren, 2016–2019.**

	Mittlere Motorenleistung (mechanisch)		Mittlerer Energieverbrauch	
Jahr	**kW**	**Veränderung**	**MWh/a**	**Veränderung**
2016	5.54	–	19.01	–
2017	5.62	1.62%	19.30	1.55%
2018	5.77	2.62%	19.79	2.51%
2019	6.28	8.82%	21.48	8.52%

Tabelle 7: **Mittlere Motorenleistung (mechanisch, Mittelwert der Nennleistung) und mittlerer theoretischer jährlicher Energieverbrauch bei Dauerbetrieb für in der Schweiz verkaufte Elektromotoren, 2016–2019.**

[5] Für Motoren der Effizienzklasse IE0 werden um 20% grössere Verluste als diejenigen von IE1-Motoren angenommen.

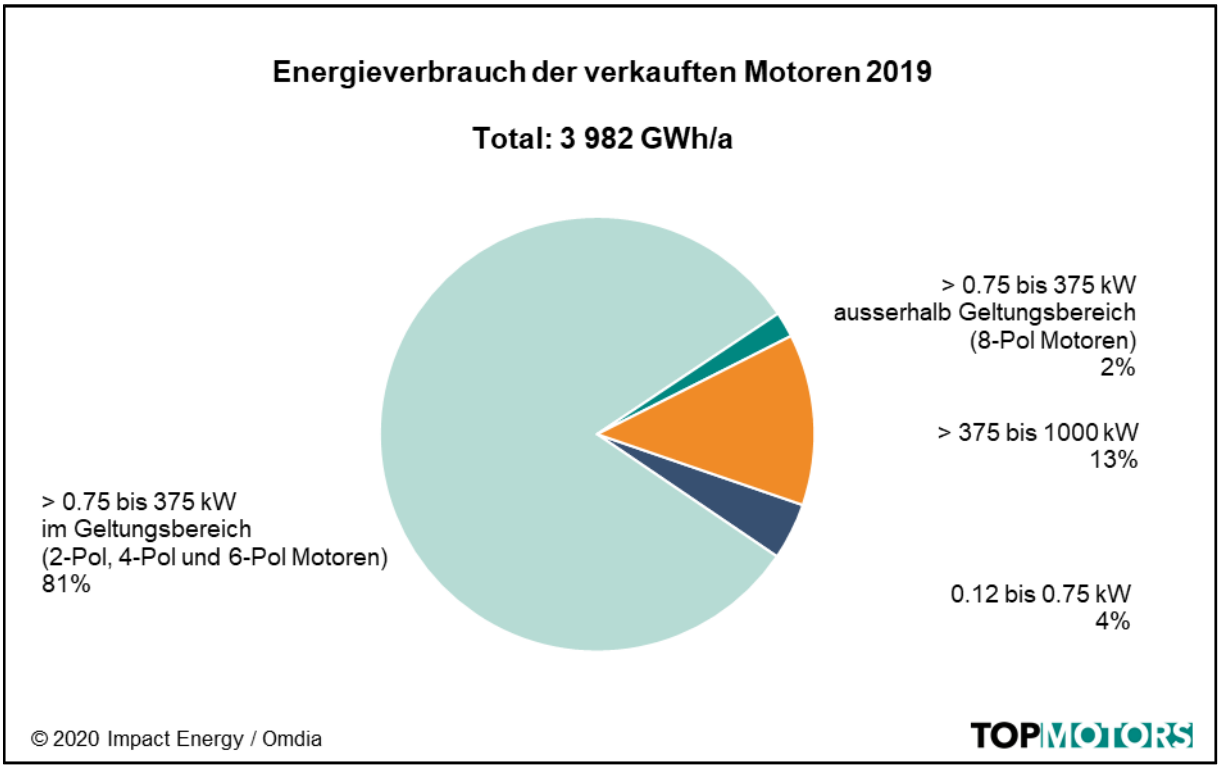


Abbildung 3: **Theoretischer jährlicher Energieverbrauch bei Dauerbetrieb der verkauften Elektromotoren nach Nennleistungsklasse, 2019.** Für den Leistungsbereich > 0.75–375 kW wird zudem der Anteil des Energieverbrauches von Motoren in- und ausserhalb des Geltungsbereiches EnEV ausgewiesen.

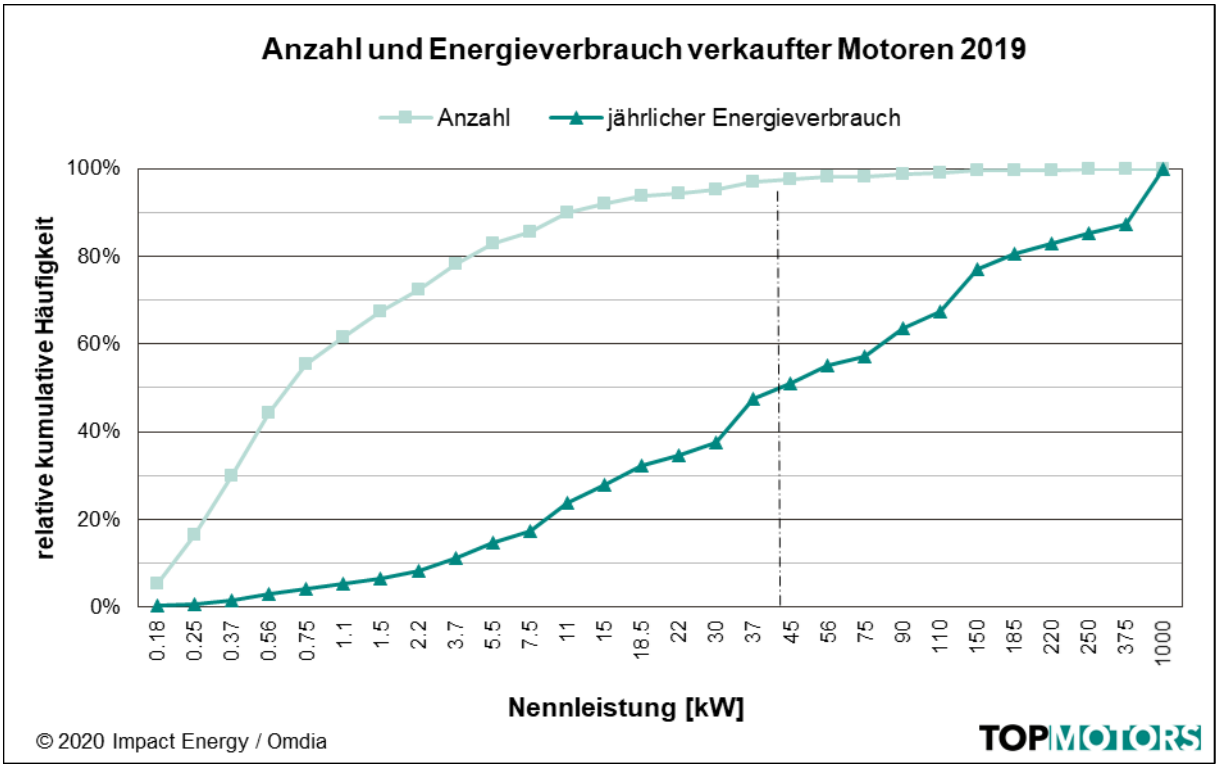


Abbildung 4: **Relative kumulative Häufigkeit der Anzahl und des theoretischen jährlichen Energieverbrauches der verkauften Motoren mit einer Nennleistung von 0.12–1 000 kW, 2019.**

Verkaufszahlen nach Effizienzklassen

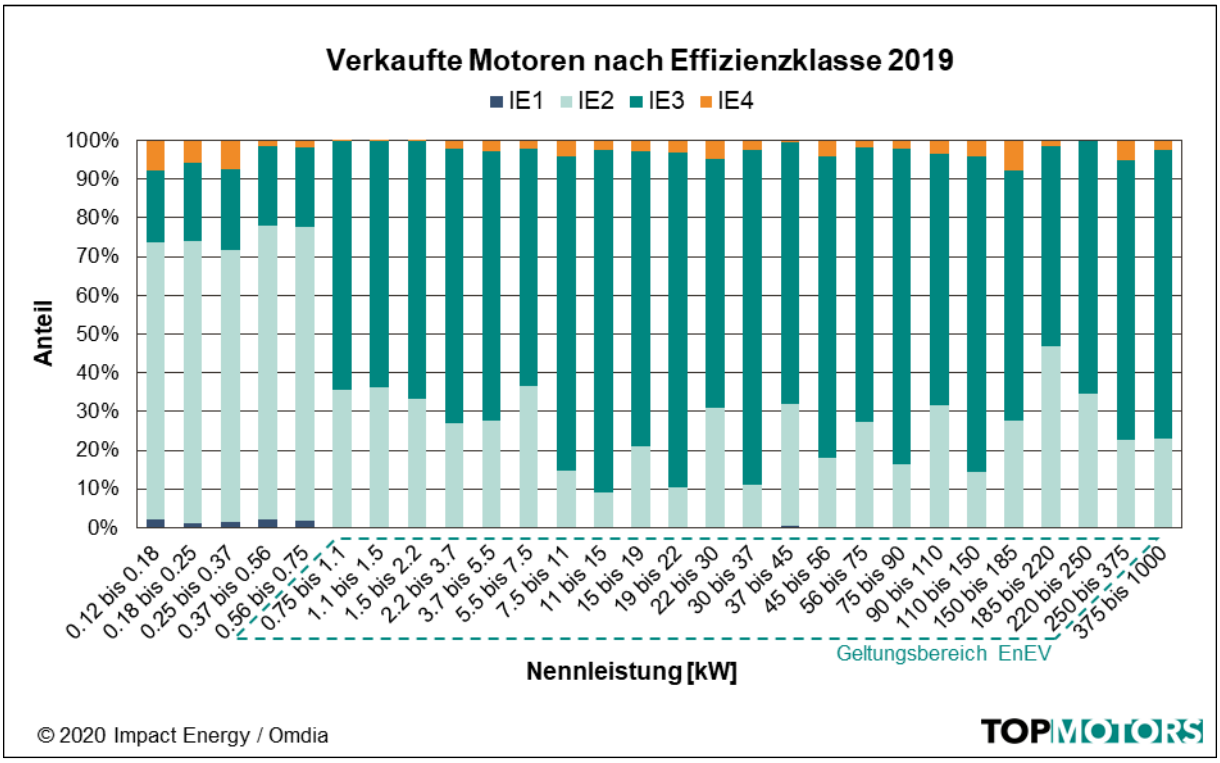


Abbildung 5: Verkaufte Motoren (mit 2, 4 und 6 Polen) nach Effizienzklassen und Nennleistung, 2019. Der Geltungsbereich EnEV umfasst Motoren mit einer Nennleistung von 0.75–375 kW (grüne Umrandung).

Hocheffiziente Motoren der Effizienzklassen IE3 und IE4 werden im Geltungsbereich EnEV deutlich zahlreicher verkauft als im Bereich von Motoren mit einer Nennleistung kleiner als 0.75 kW, wo keine Mindestanforderungen gelten, wie Abbildung 5 zeigt. Im Geltungsbereich EnEV wurden IE1-Motoren kaum verkauft.

Der Verkaufsanteil von hocheffizienten Motoren (Motoren der Effizienzklassen IE3 und IE4) im Geltungsbereich EnEV für die Jahre 2017–2019 ist in Abbildung 7 dargestellt. Der Anteil der hocheffizienten Motoren hat 2019 im Geltungsbereich EnEV, verglichen mit dem Vorjahr um durchschnittlich 9.1%[6] zugenommen (2018: Zunahme um 3.7% bezüglich des Vorjahrs).

Aus den Verkaufszahlen, vergleiche Tabelle 8, resultiert:

- Der Verkauf von IE1-Motoren ist nach wie vor stark rückläufig (Marktanteil 1% mit 72% Abnahme gegenüber 2016). Dies ist durch die Tatsache zu erklären, dass IE1-Motoren mit einer geringen Energieeffizienz nur noch in wenigen Anwendungen erlaubt sind und zeigt die Wirkung der eingeführten Mindesteffizienzanforderungen auf. IE1-Motoren werden hauptsächlich an Maschinenbauer (Original Equipment Manufacturer; OEM) verkauft, welche diese Motoren in Systeme integrieren und in Länder mit weniger strengen Energieeffizienzanforderungen exportieren.

- IE2-Motoren dominieren mit einem Anteil von 53% die Verkaufszahlen nach wie vor. Vermutlich, weil mittels FU gespeiste IE2-Motoren in der Schweiz weiterhin zugelassen sind und hierzulande IE2-Motoren vorwiegend in investitionskostengünstigen HLK-Anwendungen mit Lastregelung eingesetzt werden. Die meisten im Schweizer Markt verkauften IE2-Motoren werden jedoch

[6] Mittelwert der für die Leistungsklassen im Bereich von 0.75–375 kW bestimmten Zunahme.

nach der Integration in ein System durch OEM exportiert. Ähnlich wie IE1-Motoren werden IE2 Motoren nahezu verschwinden, wenn die Sonderregel mit FU entfällt und diese deswegen nicht mehr verkauft werden dürfen.

- IE3-Motoren sind weiterhin auf dem Vormarsch. Sie haben im Vergleich zu 2016 um 34% zugelegt. Ob ein IE2- oder IE3-Motor gekauft wird, hängt vom Käufer ab: OEM wählen vermutlich mit Fokus auf den Gesamtpreis der Anlage eher einen günstigeren IE2-Motor; Endverbraucher wählen unter Einbezug der Lebenszykluskosten vermutlich eher einen effizienteren IE3-Motor. Die Preise für IE3-Motoren sind in den letzten Jahren deutlich gesunken. Die Kosten für einen IE3-Motor sind ohnehin tiefer als für einen IE2-Motor zusammen mit dem erforderlichen FU. Dies begünstigt den Verkauf von IE3-Motoren.

- IE4-Motoren werden weiterhin vermehrt auf dem Schweizer Markt nachgefragt (Zuwachs +46% seit 2016) und weisen einen Marktanteil von 3% auf. Ihre Verwendung ist jedoch aufgrund des höheren Preises auf Anwendungen beschränkt, bei denen grossen Wert auf die Gesamteffizienz gelegt wird. IE4-Motoren kosten im Vergleich zu IE3-Motoren durchschnittlich 16% mehr, ihre Wirtschaftlichkeit ist aber in vielen Fällen gegeben, wie die Kostenrechnungen in den Tabellen Tabelle 13 bis Tabelle 15 aufzeigen.

Motoren Verkaufs-zahlen	2016		2018		2019		Veränderung	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	2016/19	2018/19
IE1	6 883	4%	3 768	2%	1 925	1%	-72.0%	-48.9%
IE2	102 931	59%	105 900	58%	98 159	53%	-4.6%	-7.3%
IE3	59 153	34%	67 832	37%	79 354	43%	34.2%	17.0%
IE4	4 073	2%	4 814	3%	5 963	3%	46.4%	23.9%
Total	173 040	100%	182 314	100%	185 401	100%	7.1%	1.7%

Tabelle 8: Verkaufszahlen nach Effizienzklasse, Schweiz, 2016, 2018 und 2019.

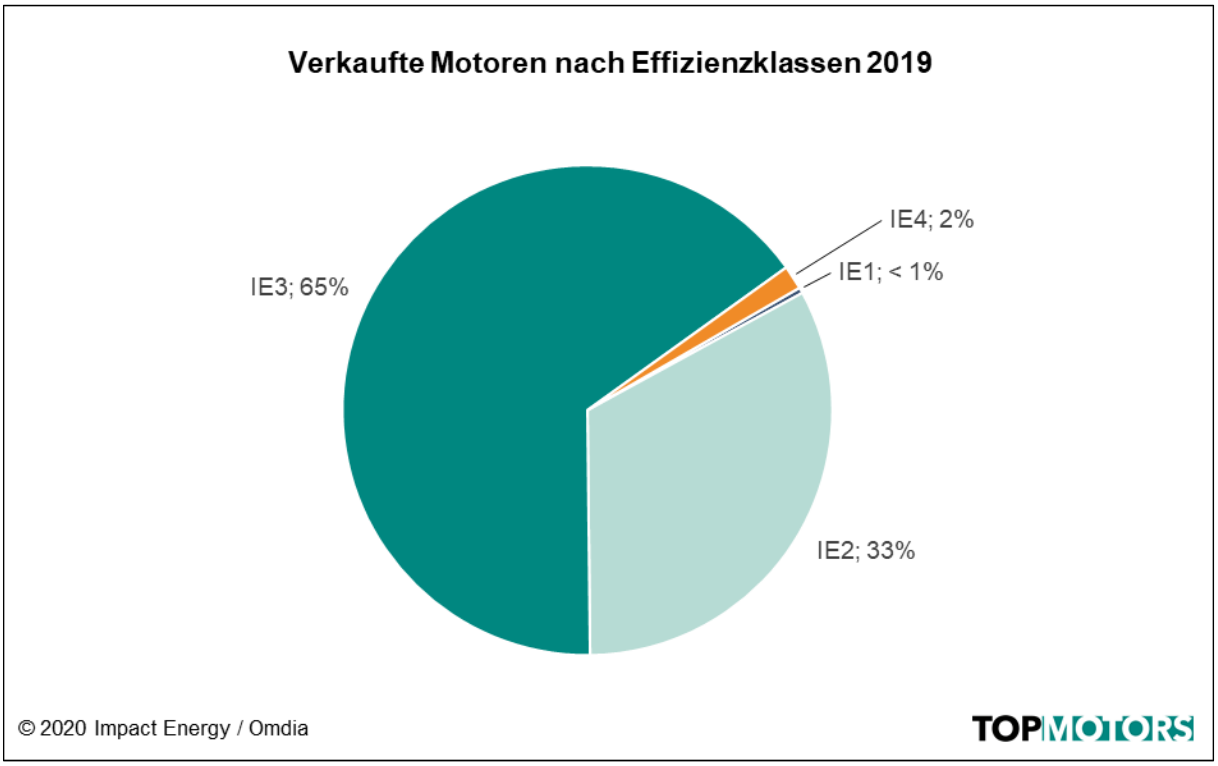


Abbildung 6: Anteil der Effizienzklassen für im Geltungsbereich EnEV verkaufte Motoren, 2019.

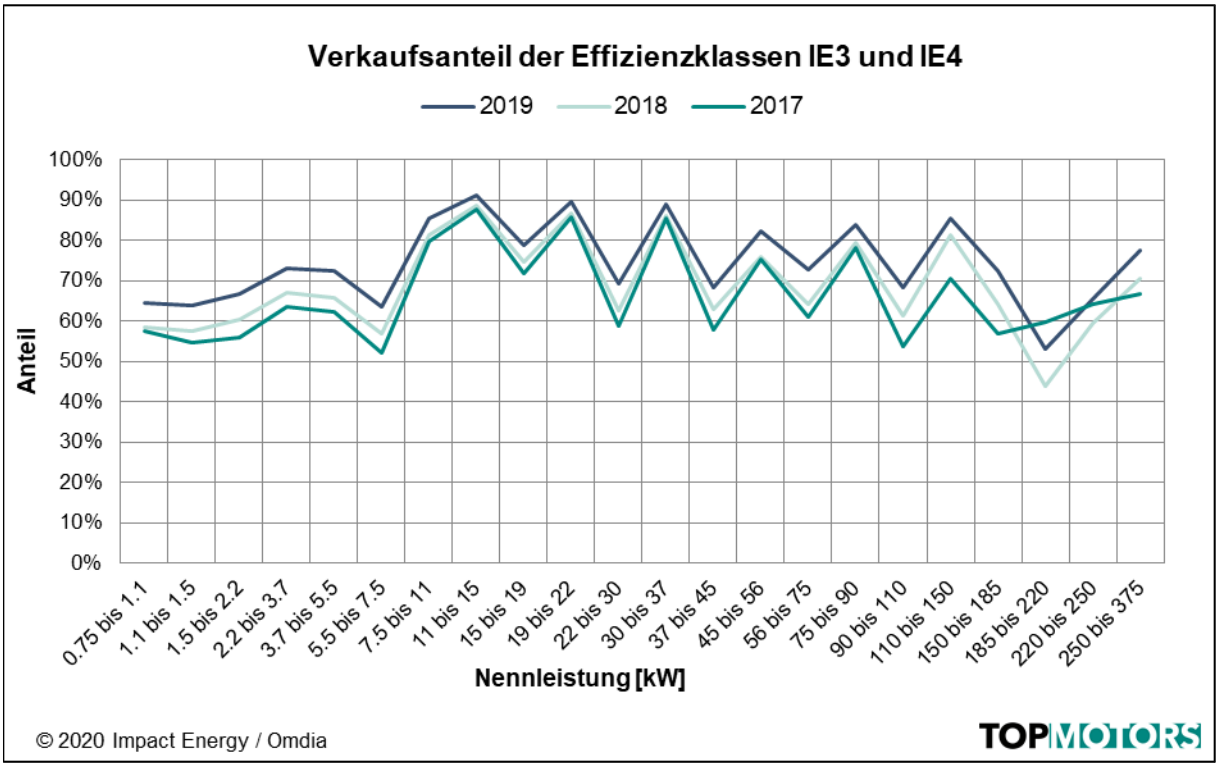


Abbildung 7: Verkaufsanteil hocheffizienter Motoren der Klassen IE3 und IE4 im Geltungsbereich EnEV, 2017–2019.

Verkaufszahlen nach Polzahl

Die Erhebung der verkauften Motoren nach Polzahl wurde weitergeführt. Erneut machen 4-Pol Motoren mit 51% (2017: 51%) rund die Hälfte aller verkauften Motoren aus, siehe Abbildung 8. Der Anteil der 6-Pol Motoren hat mit 9% bezüglich des Vorjahrs um rund drei Prozentpunkte zulasten der 8-Pol und 2-Pol Motoren leicht zugelegt. Abbildung 9 zeigt die Marktanteile in Abhängigkeit der Nennleistung der Motoren.

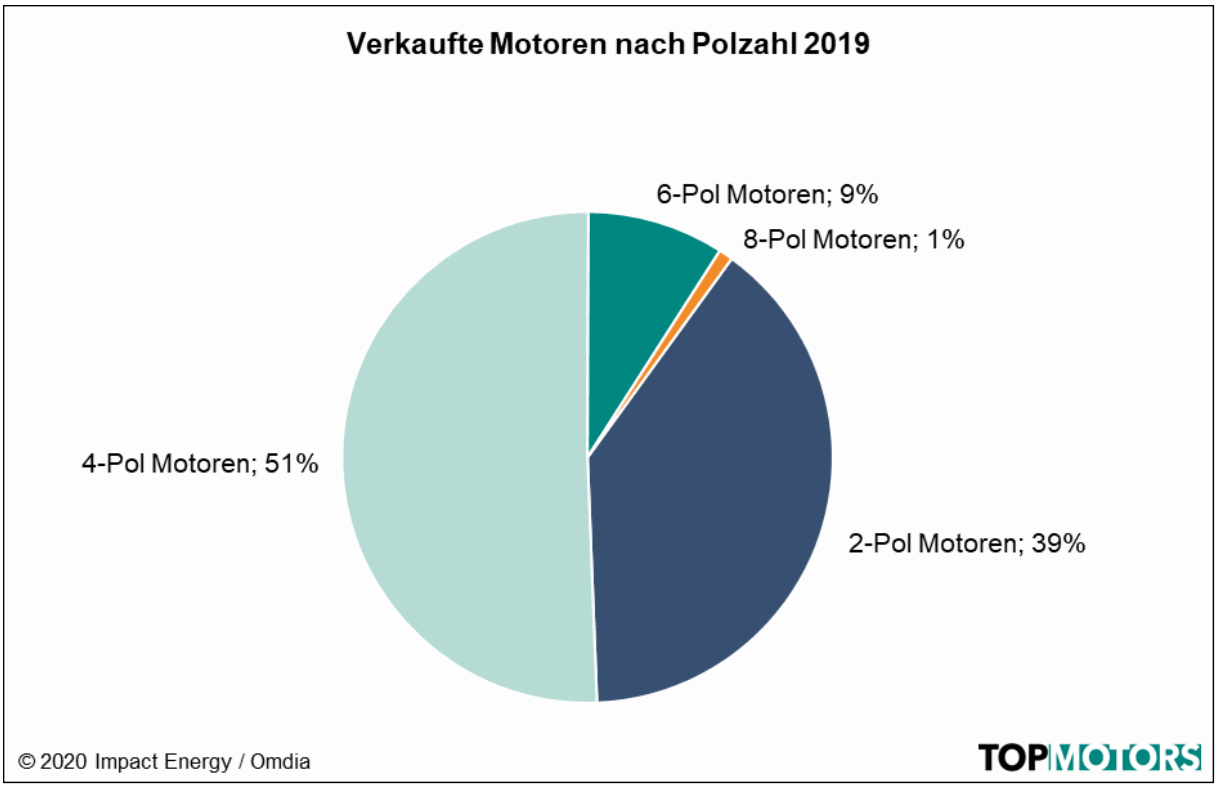


Abbildung 8: Marktanteile nach Polzahl, Schweiz, 2019.

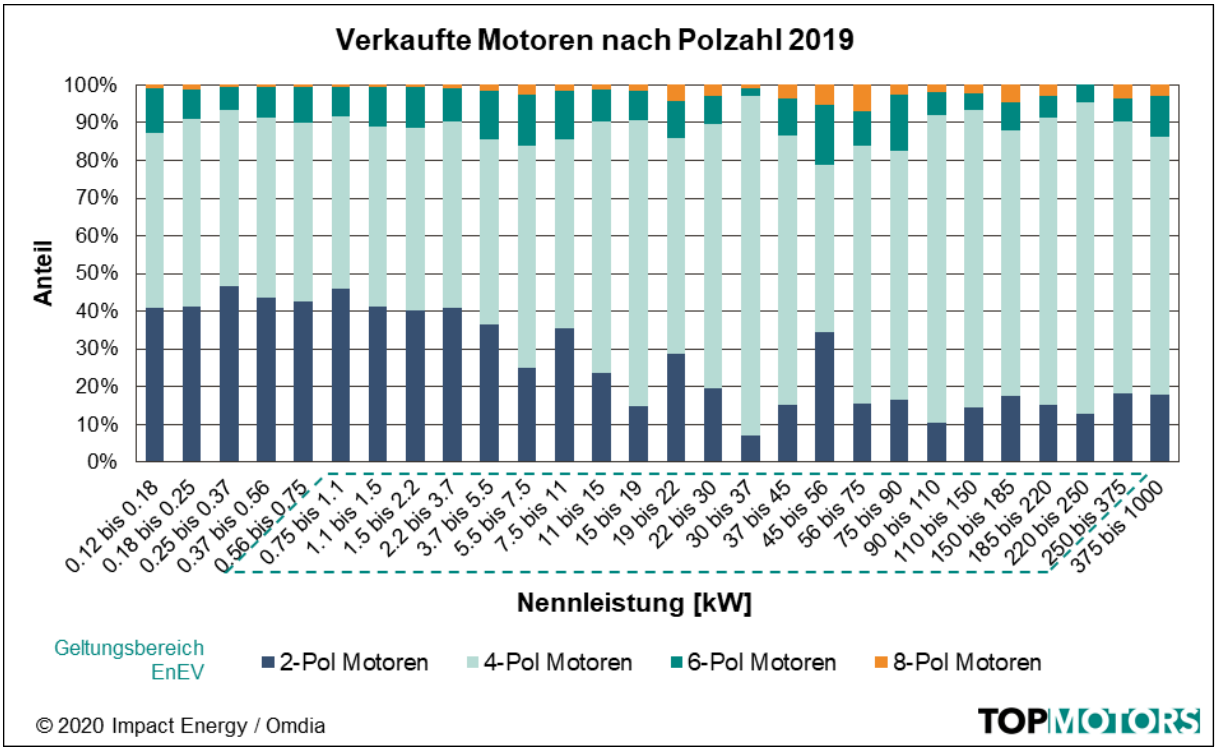


Abbildung 9: Verkaufte Motoren nach Polzahl und Nennleistung, Schweiz, 2019.

Verkaufszahlen für Motoren der Schweiz im Vergleich zur Europäischen Union

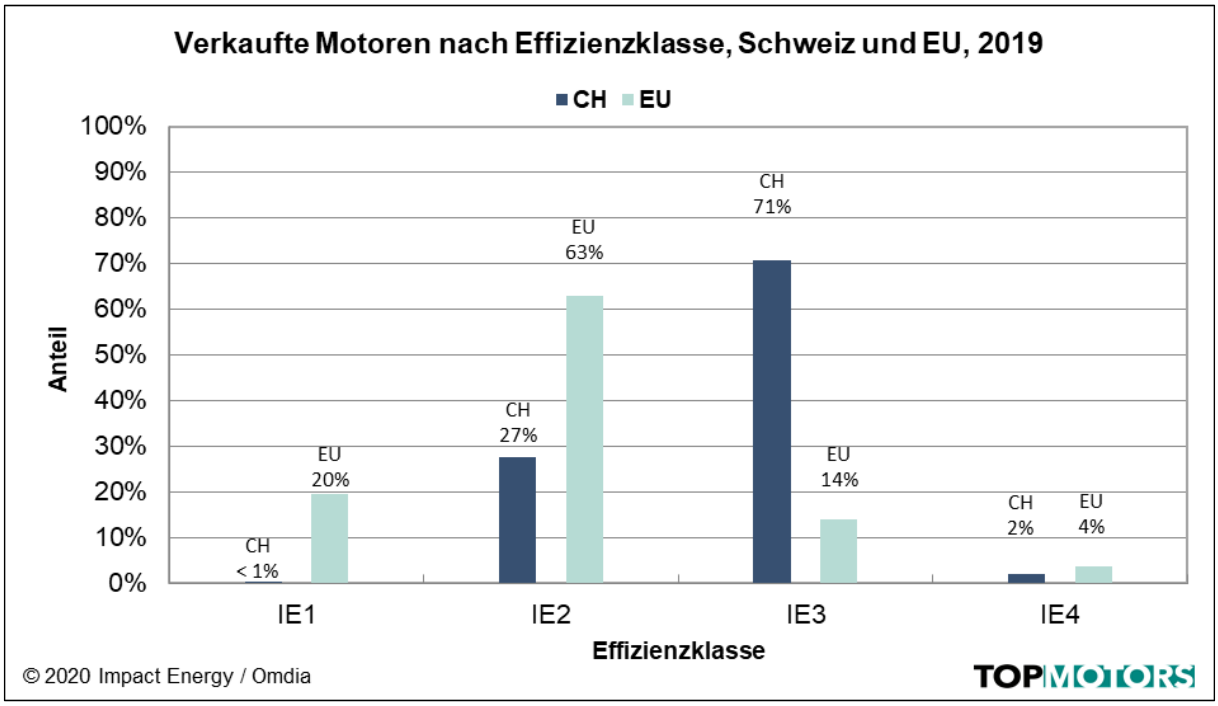


Abbildung 10: **Anteile der Effizienzklassen an den im Leistungsbereich von 0.75 kW bis 1 000 kW verkauften Motoren (2-Pol bis 8-Pol Motoren) für die Schweiz und die EU.**

Motoren Verkaufsanteile 2019	CH	EU
Nennleistung	**Anteil**	**Anteil**
0.75–2.2 kW	38%	44%
2.2–5.5 kW	24%	25%
5.5–11 kW	16%	14%
11–45 kW	17%	15%
45–375 kW	5%	3%

Tabelle 9: **Verkaufsanteile für Elektromotoren nach Nennleistung, Schweiz und EU, 2019.**

- 2019 wurden in der EU ungefähr 7.6 Millionen Elektromotoren verkauft (Nennleistung 0.75–1 000 kW und 2-Pol bis 8-Pol Motoren). Die in der Schweiz verkauften Motoren entsprechen 1.1% des Verkaufstotals der EU.

- Der Anteil von IE1-Motoren am Verkaufs-Mix in der EU ist mit 20% (2018: 20%) immer noch signifikant. In der Schweiz werden Motoren dieser Effizienzklasse mit einem Anteil von 0.1% kaum noch verkauft. Viele dieser Motoren entsprechen nicht den Mindestanforderungen und werden ausserhalb des EU-Marktes weiter gehandelt, z.B. im Mittleren Osten, Afrika oder Osteuropa. Die Verdrängung der IE1-Motoren aus dem EU-Markt wird voraussichtlich länger dauern als in der Schweiz.

- IE2-Motoren werden in der EU mit 63% (2018: 64%) am häufigsten verkauft. IE2-Motoren sind in der EU nach wie vor deutlich günstiger als IE3-Motoren.

- IE3-Motoren werden in der EU mit einem Marktanteil von 14% seltener verkauft und sind weniger etabliert als in der Schweiz (Marktanteil von 71%).

- IE4-Motoren werden in der EU mit 4% zu einem grösseren Anteil als in der Schweiz (2%) verkauft. Auch in der EU ist der hohe Preis ein Hindernis für die vermehrte Nachfrage.

- Bezüglich der Verkaufsanteile nach der Nennleistung von Niederspannungsmotoren werden zwischen der Schweiz und der EU keine erheblichen Unterschiede festgestellt, vergleiche Tabelle 9.

6.3 Verfügbarkeit der Motoren

Die Verfügbarkeit der Motoren nach Effizienzklasse, Polzahl und Grösse ist 2019 (siehe Tabelle 10) ähnlich hoch wie 2018. Der Trend zu einem breiteren Angebot an IE4 Motoren setzt sich fort (vergleiche Verfügbarkeit der Motoren der Vorjahre im Anhang).

Motoren Verfügbarkeit 2019								
Nennleistung [kW]	IE3 gemäss IEC 60034-30-1				IE4 gemäss IEC 60034-30-1			
	Anzahl Pole				Anzahl Pole			
	2	4	6	8	2	4	6	8
0.12 bis < 0.18	2	2	2	2	2	2	2	2
0.18 bis < 0.25	3	2	5	2	2	2	2	2
0.25 bis < 0.37	3	5	5	2	2	2	2	2
0.37 bis < 0.56	5	5	5	2	2	2	2	2
0.56 bis < 0.75	6	4	4	2	2	2	2	2
0.75 bis < 1.1	6	5	5	2	5	5	5	2
1.1 bis < 1.5	6	6	6	2	5	5	5	2
1.5 bis < 2.2	6	6	6	2	5	5	5	2
2.2 bis < 3.7	6	6	6	4	5	5	5	2
3.7 bis < 5.5	6	6	6	4	5	5	5	2
5.5 bis < 7.5	6	6	6	4	5	5	5	2
7.5 bis < 11	6	6	6	4	5	5	5	2
11 bis < 15	6	6	6	4	5	5	5	2
15 bis < 18.5	6	6	6	4	5	5	5	2
18.5 bis < 22	6	6	6	4	5	5	3	2
22 bis < 30	6	6	6	4	5	5	3	2
30 bis < 37	6	6	6	3	5	5	2	1
37 bis < 45	6	6	6	3	4	4	1	1
45 bis < 56	6	6	6	3	4	4	1	1
56 bis < 75	6	6	6	3	3	3	1	1
75 bis < 90	6	6	5	3	4	4	1	1
90 bis < 110	6	6	5	3	5	5	1	1
110 bis < 150	6	6	5	3	5	5	1	1
150 bis < 185	6	6	5	2	5	5	1	1
185 bis < 220	6	6	5	1	5	5	1	1
220 bis < 250	6	6	2	1	2	3	1	1
250 bis < 375	6	6	2	1	2	3	1	1
375 bis < 1 000	6	6	2	1	2	3	1	1

© 2020 Impact Energy / Omdia

Tabelle 10: **Verfügbarkeit Motoren nach Effizienzklasse, Polzahl und Grösse, 2019.** Die Zahlen in den Zellen geben die Anzahl der befragten Hersteller an, die in der Lage sind, die diesbezüglichen Motoren innert 4–6 Wochen zu liefern.

6.4 Motorenpreise

Anhand von Tabelle 11 und Tabelle 12 wird für die Motorenpreise folgendes beobachtet:

- Preise für IE2-Motoren sind 2019 gegenüber dem Vorjahr durchschnittlich um 1% gesunken.
- Preise für IE3-Motoren haben sich 2019 nicht verändert.
- Preisunterschiede zwischen IE4-Motoren und IE3-Motoren bleiben mit aktuell 16% auf dem Niveau der Vorjahre.
- Die mittleren spezifischen Preise der Motoren sind 2019 gegenüber 2018 um ca. 0.7% gesunken.

Mittlerer spezifischer Motorpreis 2017–2019 [CHF/kW]			
Verkaufsjahr	**IE2**	**IE3**	**IE4**
2017	180	204	237
2018	177	202	235
2019	175	202	232
Preisentwicklung 2019 gegenüber Vorjahr	**-1%**	**+0%**	**-1%**

Tabelle 11: **Die Tabelle zeigt den mittleren spezifischen Motorpreis in CHF/kW (Mittelwert der spezifischen Preise der 28 Grössenklassen zwischen 0.12 kW und 1 000 kW) je Effizienzklasse und die relative Preisentwicklung für 2019 in Bezug auf das Vorjahr.**

Mehrpreis für effizientere Motoren 2017–2019			
Verkaufsjahr	**IE3 < > IE2**	**IE4 < > IE3**	**IE4 < > IE2**
2017	14%	17%	33%
2018	15%	17%	35%
2019	16%	16%	34%

Tabelle 12: **Mittlerer relativer Mehrpreis für die Jahre 2017–2019 (Mittelwert der relativen spezifischen Preisunterschiede von in 28 Nennleistungsklassen erhobenen Preise).**

Abbildung 11 zeigt die als «Kamelrücken» bekannte Kurve der spezifischen Preise in Abhängigkeit der Nennleistung. Die spezifischen Preise haben sich gegenüber dem Vorjahr kaum verändert.

Tabelle 12 zeigt die Entwicklung der zusätzlichen Kosten für effizientere Motoren in den Jahren 2017–2019. Für einen Motor der nächsthöheren Effizienzklasse muss mit zusätzlichen Kosten von rund 16% gerechnet werden.

Die Zusatzkosten für effizientere Motoren wurden weiter nach Motorengrösse untersucht. In Abbildung 12 werden die für einen effizienteren Motor zu erwarten zusätzlichen Kosten dargestellt. Die relative Preiszunahme wurde für die folgenden Kombinationen berechnet: Effizienzklasse IE3 gegenüber IE2, IE4 gegenüber IE3 und IE4 gegenüber IE2. Der Aufpreis für den Motor mit dem höheren Wirkungsgrad ist je nach Nennleistung erheblich, hat sich aber im Vergleich zu 2017 nicht wesentlich verändert. Dies zeigen auch die Daten in Tabelle 11 und Tabelle 12 zeigen.

Die Methodik zur Erhebung der Motorenpreise wurde ab dem Jahr 2017 gegenüber 2016 verfeinert (28 Grössenklassen, statt 12), deshalb sind die Ergebnisse nicht direkt mit den Ergebnissen von 2016 (Market Report 2017) vergleichbar.

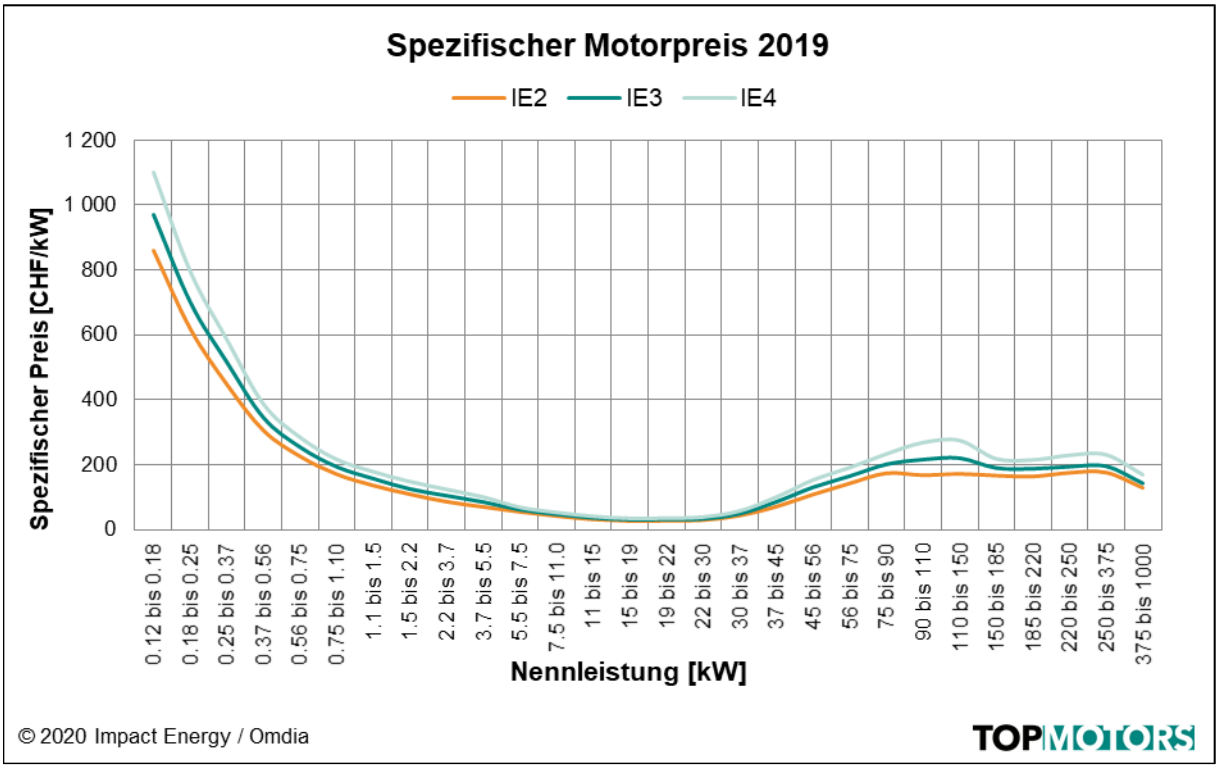


Abbildung 11: Spezifischer Motorpreis in CHF/kW, 2019.

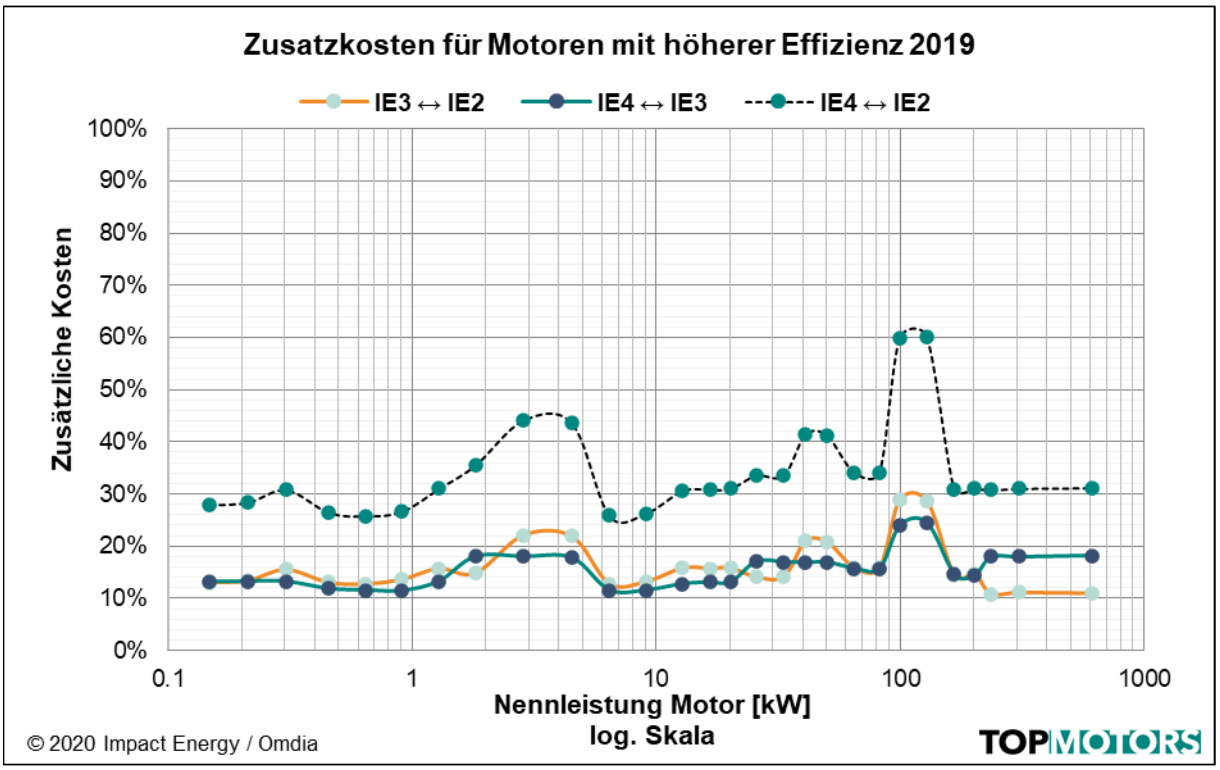


Abbildung 12: Zusatzkosten der Motoren nach Effizienzklassen, 2019.

6.5 Wirkungsgrad der Motoren

Der Anteil von hocheffizienten Motoren hat in den letzten Jahren zugenommen, wie auch Abbildung 7 zeigt. Gesamthaft betrachtet sind die 2019 neu verkauften Motoren also energieeffizienter als die im Jahre 2016 verkauften Motoren. Diese Verbesserung kann anhand der Veränderung des durchschnittlichen Wirkungsgrades der Motoren beschrieben werden.
Abbildung 13 zeigt den durchschnittlichen Wirkungsgrad in Abhängigkeit der Nennleistung für die im Jahr 2019 verkauften Motoren. Seit 2016 hat der mittlere Wirkungsgrad (Median) um 0.175 Prozentpunkte zugelegt. Diese Zunahme ist auf den über die Jahre grösser gewordenen Verkaufsanteil von hocheffizienten Motoren zurückzuführen und wird durch die vorgeschriebenen Mindesteffizienzanforderungen begünstigt.

Bezüglich des Vorjahres hat der mittlere Wirkungsgrad 2019 um 0.16% zugenommen (2018: 0.09%).

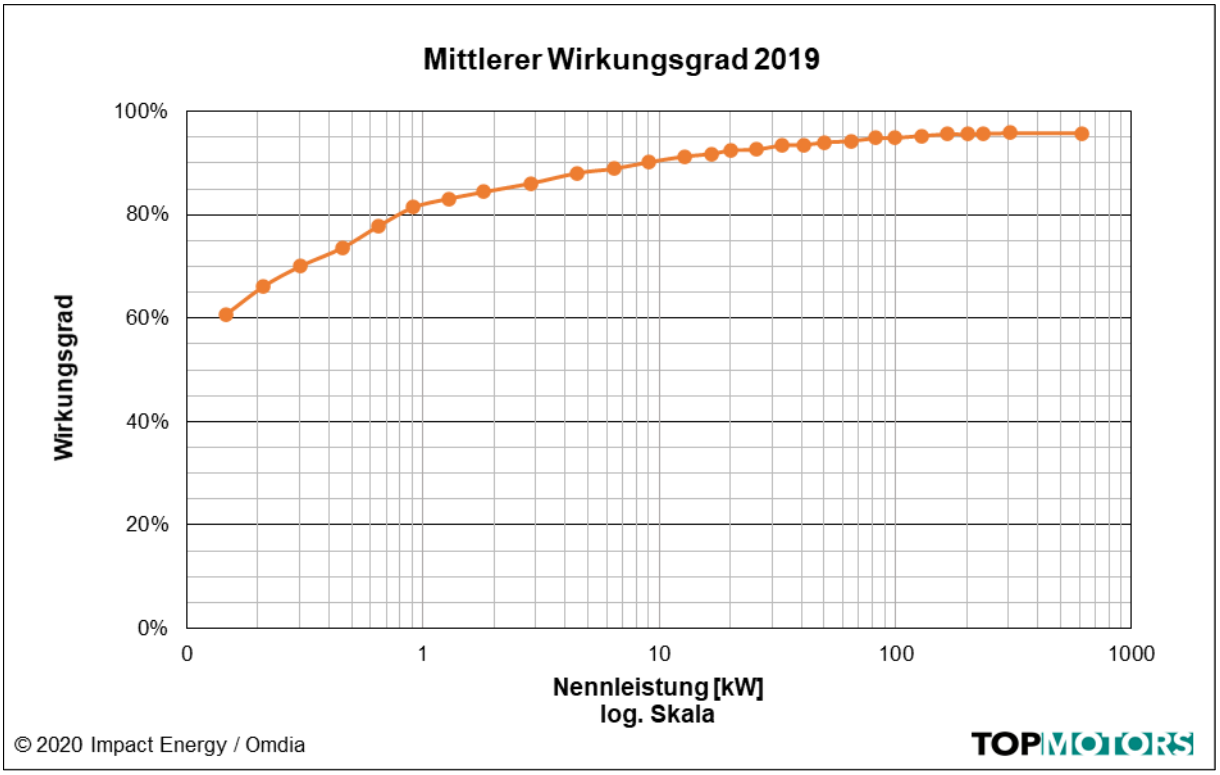


Abbildung 13: Mittlerer Wirkungsgrad in Abhängigkeit der Nennleistung für die verkauften Motoren, 2019.

6.6 Wirtschaftlichkeit hocheffizienter Motoren

Finanziell lohnt sich der Einsatz von hocheffizienten IE3- und IE4-Motoren in industriellen Anwendungen. Dies zeigen die in den Tabellen Tabelle 13 bis Tabelle 15 folgenden Beispiele auf. Der zu erwartende Mehrpreis für den effizienteren Motor wird innert kurzer Frist durch tiefere jährliche Energiekosten amortisiert. Bei Motoren mit einer Nennleistung von weniger als 45 kW wird der Mehrpreis in der Regel in weniger als drei Jahren amortisiert.
Die Beschaffung eines Elektromotors soll unbedingt mit Blick auf dessen Lebenszykluskosten erfolgen. Diese werden durch die Energiekosten dominiert. Für einen 11 kW IE3-Motor machen diese beispielsweise mehr als 95%[7] aus. Weiter ist zu beachten, dass mehr als 50% der bestehenden An-

[7] Quelle: de Almeida, 2008. Siehe auch Topmotors Merkblatt Nr. 5: Wirtschaftlichkeit.

triebseinheiten bereits älter als ihre erwartete technische Nutzungsdauer sind[8]. Motoren werden also oftmals viel länger als die zur Kalkulation verwendete technische Nutzungsdauer von 10–20 Jahren (abhängig von Ihrer Nennleistung) betrieben. Über die tatsächliche Einsatzdauer des Motors können daher insbesondere bei leistungsstarken Motoren beträchtliche Summen an Energiekosten eingespart werden («Golden End»), wie das Beispiel für den 500 kW IE4-Motor mit einem über 20 Jahre kumulierten Sparbetrag von CHF 38 275, siehe Tabelle 14, aufzeigt.

Da der Motorpreis im Einzelfall stark vom in der Kostenrechnung verwendeten mittleren Preis abweichen kann, wird angeraten jeweils mehrere Offerten, insbesondere auch für Antriebe einer höheren Effizienzklasse einzuholen.

Wie anhand der Tabellen Tabelle 13 bis Tabelle 15 ersichtlich ist, sind unter heutigen Marktbedingungen in der Schweiz (Motorpreis und Stromkosten) normal belastete elektrische Motoren in industriellen Anwendungen von 0.5–500 kW mit Effizienzklasse IE4 wirtschaftlicher als ein Motor der Effizienzklasse IE2 oder IE3. Für den Kostenvergleich wurden folgende Annahmen getroffen:

- Die Kosten des Motors werden gemäss den mittleren Verkaufspreisen für das Jahr 2019 (Quelle: Omdia, 2020) ermittelt.
- Die theoretischen Energiekosten während der Nutzungsdauer bei Dauerbetrieb werden für einen 4-Pol Motor mit folgenden Parametern berechnet: Strompreis 0.12 CHF/kWh, 4 500 Betriebsstunden pro Jahr, Lastfaktor 0.7.
- Amortisationsdauer (statisch): Aufpreis des effizienteren und teureren Motors dividiert durch die jährlich eingesparten Energiekosten.
- Sparbetrag: über die Nutzungsdauer eingesparte Energiekosten abzüglich des Aufpreises für den effizienteren Motor.

Kostenvergleich		Effizienzklasse				Vergleich	
Nennleistung	Nutzungsdauer	IE2		IE3		Amortisation	Sparbetrag
		Kosten		Kosten			
		Motor	Energie	Motor	Energie		
kW	Jahre	CHF	CHF	CHF	CHF	Jahre	CHF
0.5	**10**	142	2 600	160	2 445	1.2	136
5	**12**	318	26 189	388	25 598	1.2	521
50	**15**	5 430	304 511	6 557	300 955	3.2	2 429
500	**20**	88 140	3 974 763	97 818	3 937 500	2.6	27 585

Tabelle 13: Motoren der Effizienzklassen IE2 und IE3 im Kostenvergleich.

Kostenvergleich		Effizienzklasse				Vergleich	
Nennleistung	Nutzungsdauer	IE2		IE4		Amortisation	Sparbetrag
		Kosten		Kosten			
		Motor	Energie	Motor	Energie		
kW	Jahre	CHF	CHF	CHF	CHF	Jahre	CHF
0.5	**10**	142	2 600	179	2 330	1.4	232
5	**12**	318	26 189	457	24 896	1.1	1 155
50	**15**	5 430	304 511	7 667	297 170	3.0	5 104
500	**20**	88 140	3 974 763	115 631	3 908 997	4.2	38 275

Tabelle 14: Motoren der Effizienzklassen IE2 und IE4 im Kostenvergleich.

[8] Dies zeigt eine 2014 von Topmotors durchgeführte Untersuchung im Rahmen des Förderprogrammes EASY an mehr als 4200 Motoren in der Schweiz. Siehe auch Topmotors Basics Nr. 3: Alte Antriebssysteme verschwenden Energie, 2017.

Kostenvergleich		Effizienzklasse				Vergleich	
Nenn-leistung	Nut-zungs-dauer	IE3		IE4		Amor-tisation	Spar-betrag
		Kosten		Kosten			
		Motor	Energie	Motor	Energie		
kW	Jahre	CHF	CHF	CHF	CHF	Jahre	CHF
0.5	**10**	160	2 445	179	2 330	1.7	96
5	**12**	388	25 598	457	24 896	1.0	633
50	**15**	6 557	300 955	7 667	297 170	2.9	2 675
500	**20**	97 818	3 937 500	115 631	3 908 997	6.2	10 690

Tabelle 15: Motoren der Effizienzklassen IE3 und IE4 im Kostenvergleich.

6.7 Verkaufszahlen für Frequenzumrichter

Die Verwendung von Frequenzumrichtern (FU) nimmt kontinuierlich zu. Das Wachstum wird durch folgende Faktoren gestützt:

- IE2-Motoren dürfen seit 2015 nur in Kombination mit einem FU eingesetzt werden.
- Mittels FU kann die Drehzahl geregelt und auf die momentan erforderliche Last abgestimmt werden. Dies ermöglicht einen energie- und kosteneffizienten Betrieb des Motors.
- Hocheffiziente Motoren wie z.B. Permanentmagnet-Motoren können aus technischen Gründen nicht ohne FU betrieben werden.

2019 wurden in der Schweiz 146 578 Frequenzumrichter verkauft. 32% davon sind 1-phasig und 68% sind 3-phasig, siehe Tabelle 16.

Frequenzumrichter Verkaufszahlen 2019				
Nennleistung	Phasen	Anzahl	Anteil	Anteil
0.1–0.75 kW	1-phasig	38 648	26%	32%
0.76–2.2 kW	1-phasig	7 445	5%	
> 2.2 kW	1-phasig	615	< 1%	
< 2.2 kW	3-phasig	30 434	21%	68%
2.2–7.4 kW	3-phasig	35 548	24%	
7.5–22 kW	3-phasig	23 012	16%	
23–75 kW	3-phasig	7 454	5%	
76–110 kW	3-phasig	1 245	1%	
111–250 kW	3-phasig	1 530	1%	
251–500 kW	3-phasig	368	< 1%	
> 500 kW	3-phasig	280	< 1%	
Total		**146 579**	**100%**	**100%**

Tabelle 16: Verkaufszahlen für Frequenzumrichter nach Nennleistung, 2019.

6.8 Frequenzumrichter Preise

Die Preise für Frequenzumrichter haben sich im Vergleich zum Vorjahr erneut nur geringfügig verändert, wie Abbildung 14 zeigt. Der mittlere spezifische Preis für FU hat 2019 gegenüber dem Vorjahr um 1.1% abgenommen, siehe Tabelle 17.

Spezifischer Preis für Frequenzumrichter 2016–2019	
Jahr	**CHF/kW**
2016	357
2017	374
2018	373
2019	368

Tabelle 17: Mittlere spezifische FU-Preise (Mittelwert über 12 Grössenklassen), 2016–2019.

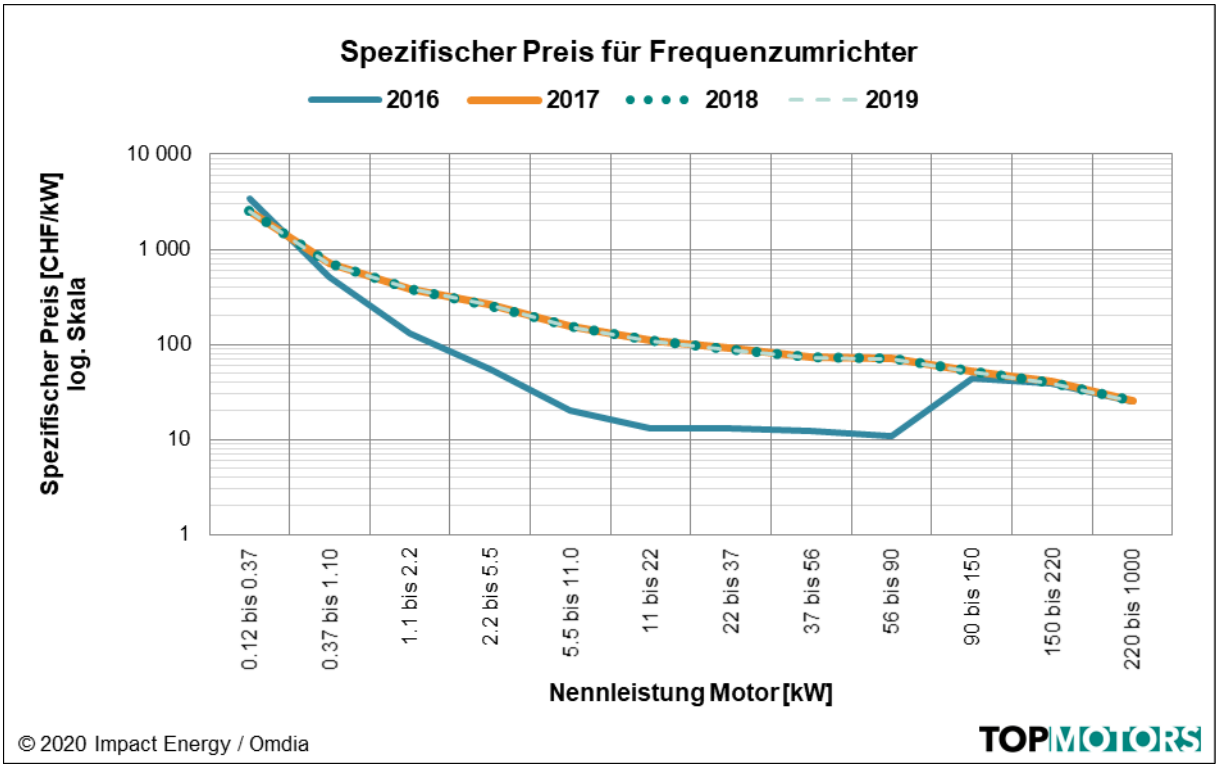


Abbildung 14: Spezifischer Preis für Frequenzumrichter in CHF/kW, 2016–2019.

7 PUMPEN und VENTILATOREN

Die Resultate der Untersuchung beruhen auf Zahlen aus Datenbanken und Befragungen von Omdia. Durch Interviews mit schweizerischen und europäischen Herstellern wurden quantitative und qualitative Erkenntnisse gewonnen.

Die befragten Schweizer Unternehmen geben an, dass die meisten ihrer Produkte den Mindestanforderungen entsprechen, während in der EU der Anteil an konformen Produkten tiefer ist. Die erhobenen Verkaufsdaten bestätigen diese Einschätzung (siehe Tabelle 19 und Abbildung 15).

7.1 Pumpen

Umwälzpumpen

Nassläufer-Umwälzpumpen werden für die Zirkulation von Wasser in einem geschlossenen Kreislauf, vorwiegend bei Heiz-, aber auch bei Kühlanlagen, etc. verwendet. Als Nassläufer-Umwälzpumpe wird, gemäss der im Jahr 2009 beschlossenen europäischen Ökodesign-Verordnung Nr. 641 eine Umwälzpumpe bezeichnet, deren Läufer direkt auf der Motorwelle sitzt und deren Motor in das zu fördernde Medium eingetaucht ist. Weiter werden Nicht-integrierte und Integrierte Pumpen unterschieden. Nicht-integrierte Pumpen werden eigenständig verkauft und sind nicht Teil einer Maschine oder eines Systems. Integrierte Pumpen sind Teil einer Maschine oder eines Systems (z.B. Heizkessel, Wärmetauscher), welches vom Endbenutzer als Ganzes erstanden wird.

Die massgebliche Ökodesign-Verordnung für Umwälzpumpen Nr. 641 gilt zwischen 1 W und 2 500 W hydraulischer Leistung in Europa seit 2013, die Anforderungen wurden 2015 verschärft. Die Mindestanforderung ist nur mit einer integrierten hocheffizienten Pumpe, bestehend aus Frequenzumrichter, Permanentmagnet-Motor (PMM) und effizientem Pumpenrad einzuhalten.

Im Jahr 2019 wurden in der Schweiz 404 361 Umwälzpumpen verkauft (integrierte & nicht-integrierte; 2018: 399 585). Nahezu alle Umwälzpumpen (2019: 99.98%; 2018: 99.94%) wiesen einen Energieeffizienzindex (EEI) von ≤0.23 auf.

In der EU wurden 16 527 046 Umwälzpumpen verkauft (integrierte & nicht-integrierte; 2018: 17 564 476), von denen 94% einen EEI von ≤0.23 aufwiesen (2018: 91%). Die tieferen Verkaufszahlen erklären sich durch die leichte Anpassung des Marktvolumens anlässlich der Marktdatenerhebung für das Jahr 2019.

Die Anzahl der in der Schweiz verkauften Umwälzpumpen entspricht rund 2.4% des Verkaufstotals in der EU (2018: 2.3%).

Umwälzpumpen Verkaufszahlen 2019	Schweiz	EU
Pumpentyp	**Anzahl**	**Anzahl**
nicht-integrierte	183 095	7 356 188
integrierte	221 266	9 170 858
Total	**404 361**	**16 527 046**

Tabelle 18: Verkaufszahlen für Umwälzpumpen nach Typ (integrierte & nicht-integrierte), Schweiz und EU, 2019.

Umwälzpumpen Verkaufszahlen 2019	Schweiz		EU	
Energieeffizienzindex	**Anzahl**	**Anteil**	**Anzahl**	**Anteil**
EEI > 0.23	78	< 1%	975 812	6%
EEI ≤0.23	404 283	100%	15 551 234	94%
Total	**404 361**	**100%**	**16 527 046**	**100%**
CH Anteil EU				2.4%

Tabelle 19: Verkaufszahlen für Umwälzpumpen nach Energieeffizienzindex, Schweiz und EU, 2019.

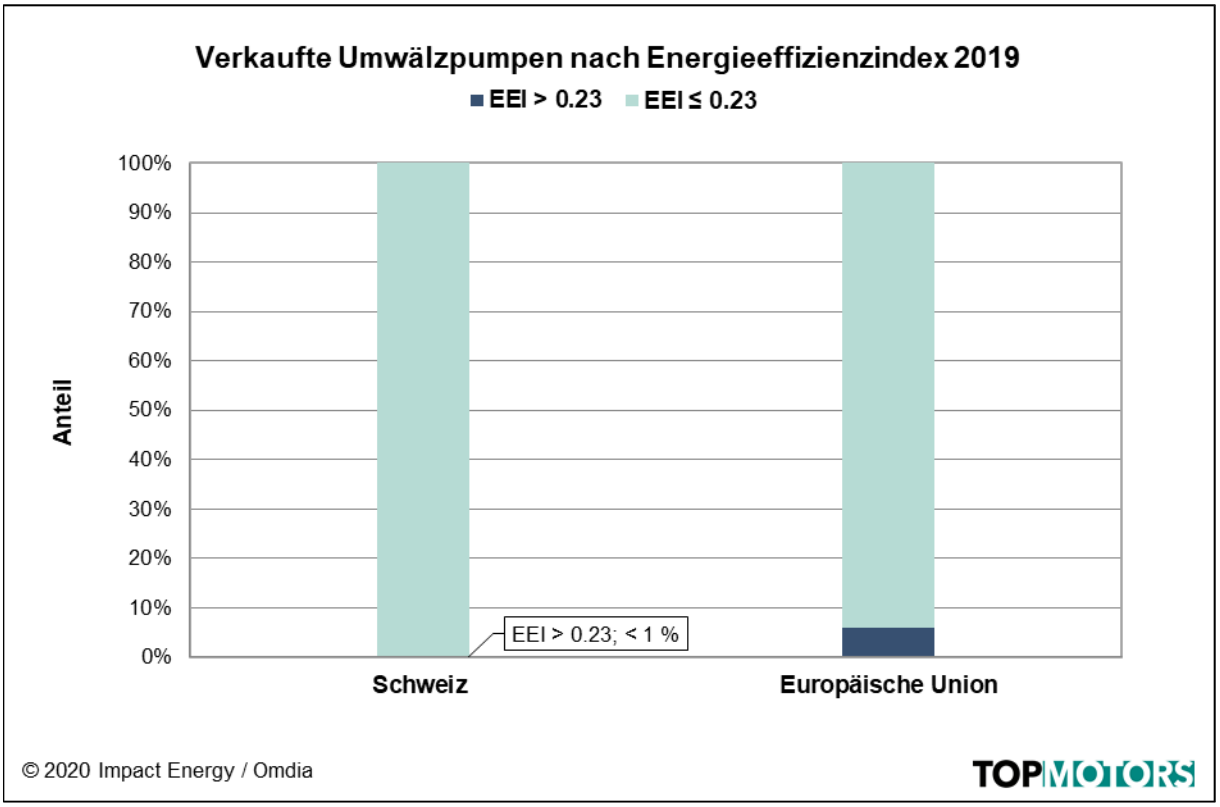


Abbildung 15: Verkaufsanteile von Umwälzpumpen nach Energieeffizienzindex (EEI). EEI ≤ 0.23 ist die Mindestanforderung in der Schweiz und der EU. 2019.

Wie bereits im Vorjahr erfüllen in der Schweiz 2019 nahezu alle verkauften Umwälzpumpen die Mindestanforderungen. In der EU ist dieser Anteil um 3 Prozentpunkte gegenüber dem Vorjahr auf 94% in 2019 gestiegen.

Wasserpumpen

Trockenläufer-Wasserpumpen werden für die verschiedensten Anwendungen von Flüssigkeitstransport verwendet. Im Vordergrund steht die Förderung von sauberem Wasser. Dazu werden in der Regel axiale und mehrstufige Pumpen sowie Tauchpumpen verwendet.

Die fünfteilige Typologie der Wasserpumpen unter 150 kW, wie sie von der europäischen Ökodesign-Verordnung Nr. 547/2012 vorgegeben ist und auch in der EnEV im Anhang 2.9 verwendet wird, ist bei den Herstellern und Händlern von Pumpen (obwohl 2012 beschlossen und seit 2013 in Kraft) immer noch nicht sehr gebräuchlich. Deshalb sind gemäss Omdia die diesbezüglichen Ergebnisse weiterhin teilweise mit Vorbehalt zu betrachten.

Folgende fünf Pumpentypen werden in der Richtlinie unterschieden:

- ESOB Wasserpumpe mit axialem Eintritt, eigene Lagerung
- ESCC Wasserpumpe mit axialem Eintritt, Blockausführung
- ESCCi Block-Wasserpumpe mit axialem Eintritt, Inlineausführung
- MS-V mehrstufige vertikale Wasserpumpe
- MSS mehrstufige Tauch-Wasserpumpe

Im Jahr 2019 wurden in der Schweiz 53 452 (2018: 56 274) Wasserpumpen verkauft. Davon waren 64% unter 7.5 kW, 33% zwischen 7.5 kW und 37 kW und 3% über 37 kW (siehe Tabelle 20).

Nahezu alle in der Schweiz verkauften Wasserpumpen haben mit einem Mindesteffizienzindex (MEI) von ≥ 0.4 die Mindestanforderungen gemäss EnEV Anhang 2.9 erfüllt (siehe Tabelle 21).

2019 sind mehrstufige Tauch-Wasserpumpen (MSS) mit 38% wieder die meistverkauften Wasserpumpen (2018: 41%) in der Schweiz (siehe Tabelle 22 und Abbildung 16). Diese Pumpen werden in vielen Anwendungen wie in der Wasserversorgung, zur Bewässerung u.a. in der Landwirtschaft, am Bau, bei Schwimmbädern, in Aquarien, bei der Feuerwehr und im Katastrophenschutz mit fest installierten und mobilen Pumpen eingesetzt. Dies ist offenbar ein bedeutsames Marktsegment, für das noch keine ISO Standards für die Tauchpumpen und keine IEC Standards für die Elektromotoren in Unterwasser-Anwendungen bestehen.
Für 2019 wurden in der EU mit 2.74 Millionen Stück etwas weniger verkaufte Wasserpumpen als im Vorjahr (ca. 2.95 Millionen Stück) ausgewiesen. Weil davon ausgegangen wird, dass das Segment der mehrstufigen Tauch-Wasserpumpen (MSS) in den Vorjahren leicht überbewertet war, wurde unter anderem die Grösse dieses Segments in der diesjährigen Studie reduziert. Das Verkaufstotal der Schweiz für Wasserpumpen entspricht ungefähr 2.0% des für die EU ausgewiesenen Verkaufstotals (2018: 1.9%), siehe Tabelle 20.

Im diesjährigen Bericht stehen erneut detailliertere Angaben zu Verfügung, wie hoch der Anteil der Pumpen ist, welche die Mindestanforderungen gemäss der europäischen Ökodesign-Verordnung Nr. 547/2012 von einem MEI von ≥ 0.4 erfüllten: Mit 92.4% der in der EU verkauften Wasserpumpen erfüllten ein wenig mehr Wasserpumpen als im Vorjahr (92.0%) die Mindestanforderungen (siehe Tabelle 21).

Wasserpumpen Verkaufszahlen 2019	Schweiz		EU	
Nennleistung	**Anzahl**	**Anteil**	**Anzahl**	**Anteil**
< 7.5 kW	34 262	64%	1 767 033	64%
7.5–37 kW	17 659	33%	891 615	33%
> 37 kW	1 531	3%	81 867	3%
Total	**53 452**	**100%**	**2 740 515**	**100%**
CH Anteil EU				2.0%

Tabelle 20: Verkaufszahlen für Wasserpumpen, Schweiz und EU, 2019.

Wasserpumpen Erfüllungsgrad Mindestanforderungen 2019	Schweiz			EU		
Pumpentyp	**Nennleistung**			**Nennleistung**		
	< 7.5 kW	**7.5–37 kW**	**> 37 kW**	**< 7.5 kW**	**7.5–37 kW**	**> 37 kW**
ESCC	99.5%	99.5%	99.6%	91.0%	91.7%	92.4%
ESCCi	99.4%	99.6%	99.7%	91.5%	92.3%	92.7%
MS-V	99.8%	99.9%	99.9%	92.5%	93.2%	93.7%
MSS	99.8%	99.9%	99.9%	92.5%	93.2%	93.8%
ESOB	99.4%	99.5%	-	91.0%	91.5%	-
Mittlerer Erfüllungsgrad	**99.6%**	**99.7%**	**99.8%**	**91.7%**	**92.4%**	**93.1%**
Mittlerer Erfüllungsgrad	**99.7%**			**92.4%**		

Tabelle 21: Anteil verkaufter Wasserpumpen, welche die Mindestanforderungen bezüglich Energieeffizienz erfüllen, Schweiz und EU, 2019.

Wasserpumpen Verkaufszahlen 2019	Schweiz							
	Nennleistung						Total	
	< 7.5 kW		7.5–37 kW		> 37 kW			
Pumpentyp	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
ESCC	2 072	6%	4 563	26%	689	45%	7 324	14%
ESCCi	4 292	13%	1 934	11%	338	22%	6 564	12%
MS-V	8 875	26%	3 782	21%	25	2%	12 683	24%
MSS	14 553	42%	5 530	31%	478	31%	20 562	38%
ESOB	4 469	13%	1 850	10%	0*)	0%	6 319	12%
Total	**34 262**	**100%**	**17 659**	**100%**	**1 531**	**100%**	**53 452**	**100%**

Tabelle 22: **Wasserpumpenverkauf 2019, Schweiz: Stückzahlen nach Typ.***) In dieser Kategorie wurden keine Pumpenverkäufe registriert.

Wasserpumpen Verkaufszahlen 2019	EU							
	Nennleistung						Total	
	< 7.5 kW		7.5–37 kW		> 37 kW			
Pumpentyp	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
ESCC	102 530	6%	216 180	24%	32 574	40%	351 283	13%
ESCCi	204 339	12%	95 350	11%	16 039	20%	315 728	12%
MS-V	407 670	23%	176 764	20%	7 938	10%	592 372	22%
MSS	830 878	47%	312 098	35%	25 317	31%	1 168 293	43%
ESOB	221 615	13%	91 224	10%	0*)	0%	312 839	11%
Total	**1 767 033**	**100%**	**891 615**	**100%**	**81 867**	**100%**	**2 740 515**	**100%**

Tabelle 23: **Wasserpumpenverkauf 2019, EU: Stückzahlen nach Typ.***) In dieser Kategorie wurden keine Pumpenverkäufe registriert.

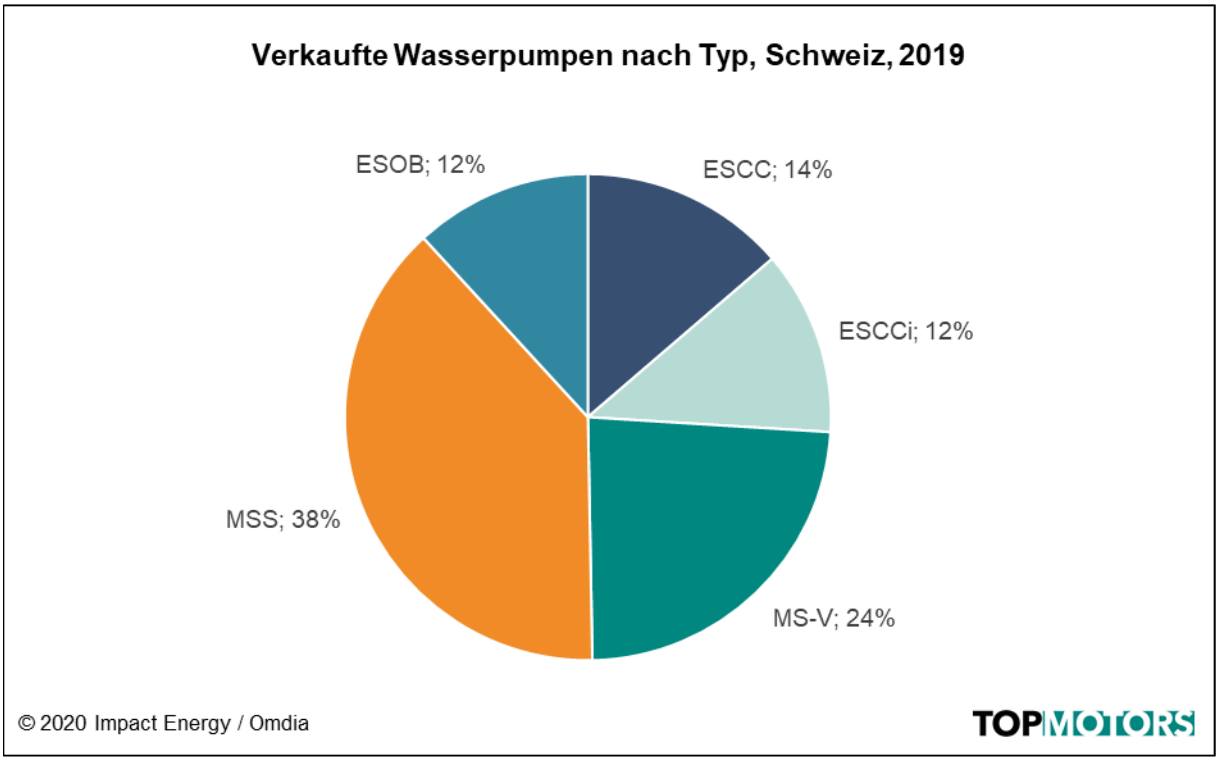


Abbildung 16: **Verkaufte Wasserpumpen, Anteile nach Pumpentyp, Schweiz, 2019.**

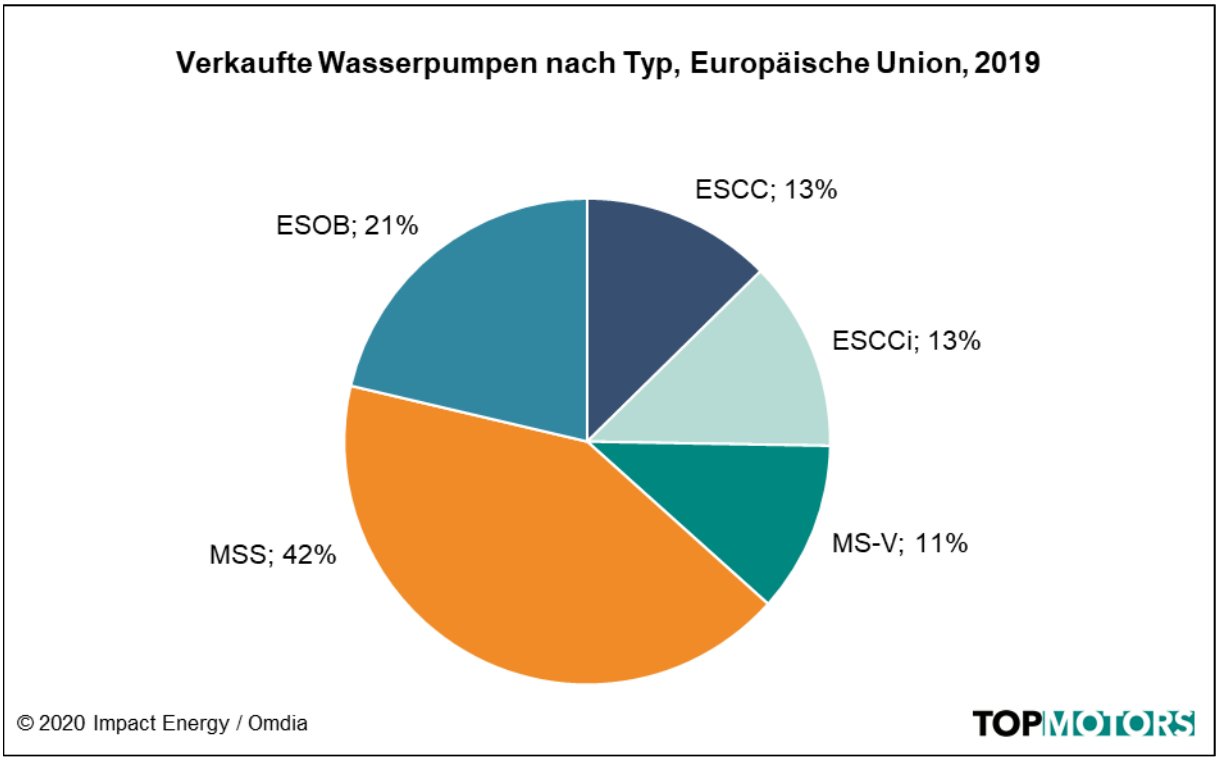


Abbildung 17: Verkaufte Wasserpumpen, Anteile nach Pumpentyp, EU, 2019.

7.2 Ventilatoren

Abbildung 18 illustriert Effizienzwerte von vier Ventilatortypen. In der europäischen Ökodesign-Verordnung Nr. 327/2011 werden folgende sechs Ventilatortypen unterschieden:

- Axialventilator
- Radialventilator mit vorwärts gekrümmten Schaufeln und Radialventilator mit Radialschaufeln
- Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln ohne Gehäuse
- Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln mit Gehäuse
- Diagonalventilator
- Querstromventilator

Verkaufszahlen für die Schweiz und die EU

Im Jahr 2019 wurden in der Schweiz 121 016 Ventilatoren verkauft (2018: 90 791). Die grosse Zunahme gegenüber dem Vorjahr begründet sich laut Omdia durch eine verbesserte Datengrundlage für den nach wie vor schwierig zu beurteilenden Ventilatoren-Markt.

In der EU wurden 12 564 284 Ventilatoren verkauft (2018: 12 372 398). Das Verkaufstotal der Schweiz entspricht 1.0% der in der EU verkauften Ventilatoren. Tabelle 24 informiert über Marktanteile nach Nennleistung in der Schweiz und in der EU. Die verkauften Ventilatoren werden sowohl in der Schweiz wie auch in der EU zu

- 50% im Dienstleistungsbereich,
- zu 31% im Wohnbereich und zu
- 19% im Industriebereich eingesetzt.

Die Verteilung nach Typ der in der Schweiz und in der EU im Jahr 2019 verkauften Ventilatoren, wird in Abbildung 19 und Abbildung 20 sowie in Tabelle 25 gezeigt. Axialventilatoren haben mit 56% in der Schweiz und mit 53% in der EU jeweils mit Abstand den grössten Anteil an den 2019 verkauften Ventilatoren, siehe Tabelle 25.

Erfüllung der Mindesteffizienzanforderungen

- 98% der in der Schweiz verkauften Ventilatoren erfüllen die Mindestanforderungen gemäss EnEV Anhang 2.6.
- 91% der in der EU verkauften Ventilatoren erfüllen die Mindestanforderungen der europäischen Ökodesign-Verordnung Nr. 327/2011.

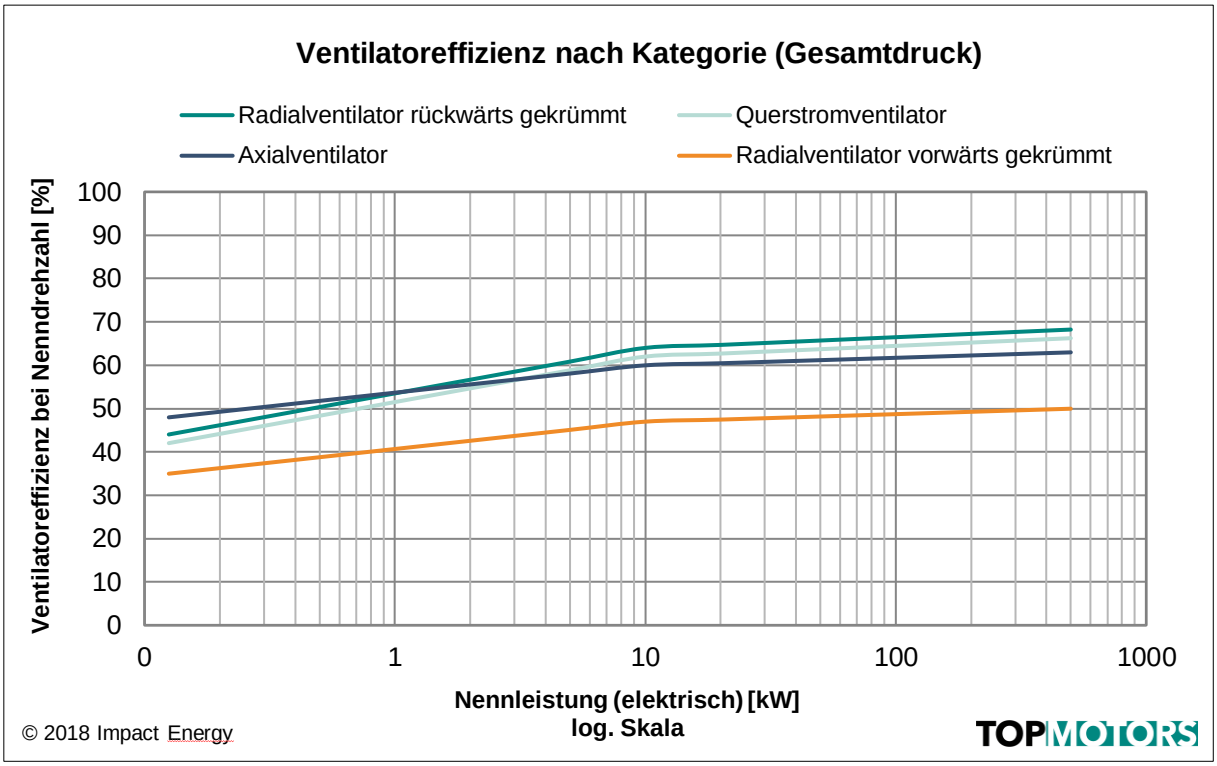


Abbildung 18: **Effizienzwerte für verschiedene Ventilatortypen in Abhängigkeit der Nennleistung (elektrisch), gemäss europäischer Ökodesign-Verordnung Nr. 327/2011.**

Verkaufszahlen Ventilatoren 2019	Schweiz		EU	
Nennleistung	**Anzahl**	**Anteil**	**Anzahl**	**Anteil**
< 7.5 kW	91 741	76%	9 457 388	75%
7.5–37 kW	27 516	23%	2 908 881	23%
> 37 kW	1 760	1%	198 015	2%
Total	**121 016**	**100%**	**12 564 284**	**100%**
CH Anteil EU				1.0%

Tabelle 24: **Verkaufszahlen für Ventilatoren nach Nennleistung 2019, Schweiz und EU.**

Verkaufszahlen Ventilatoren 2019	Schweiz		EU	
Ventilatortyp	**Anzahl**	**Anteil**	**Anzahl**	**Anteil**
Axialventilator	67 190	56%	6 715 610	53%
Radialventilator mit vorwärts gekrümmten Schaufeln und Radialventilator mit Radial-schaufeln	26 260	22%	3 058 147	24%
Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln mit Gehäuse	10 394	9%	1 170 991	9%
Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln ohne Gehäuse	12 379	10%	1 134 555	9%
Diagonalventilator	1 187	1%	139 464	1%
Querstromventilator	3 607	3%	345 518	3%
Total	**121 016**	**100%**	**12 564 284**	**100%**

Tabelle 25: **Verkaufszahlen für Ventilatoren nach Typ, Schweiz und EU, 2019.**

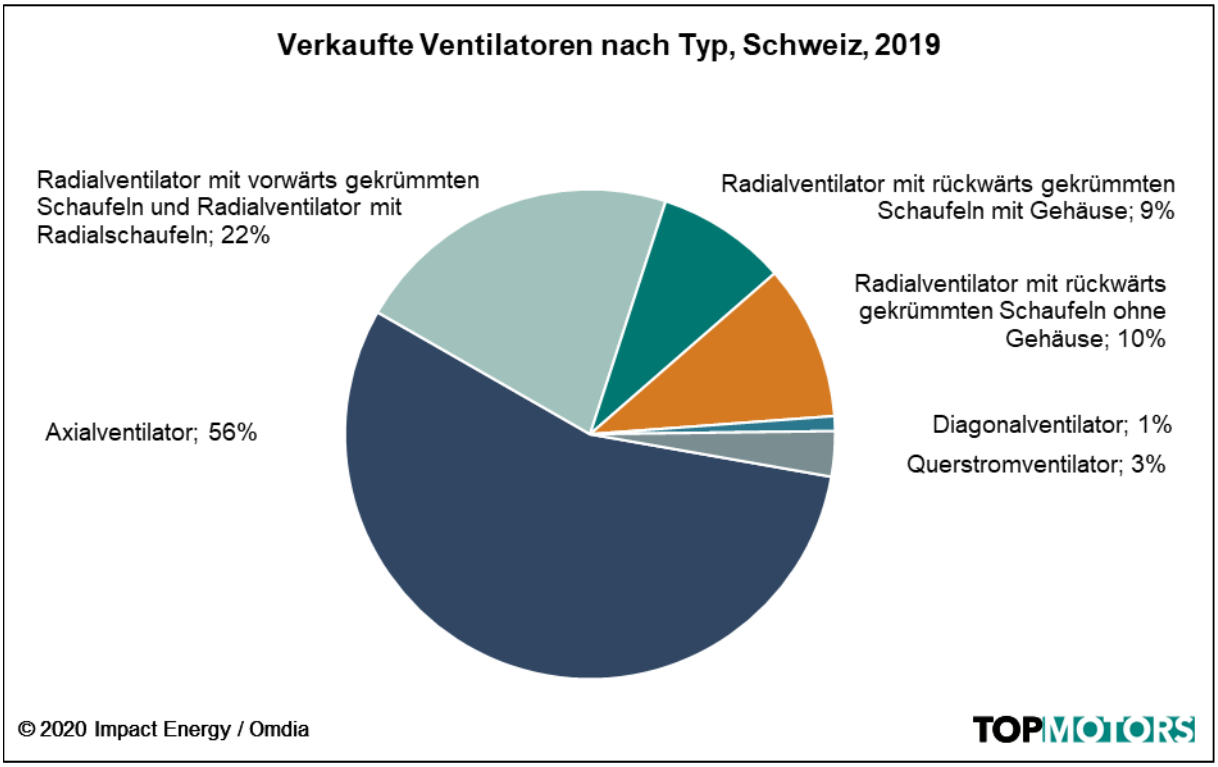


Abbildung 19: Verkaufte Ventilatoren, Anteile nach Ventilatortyp, Schweiz, 2019.

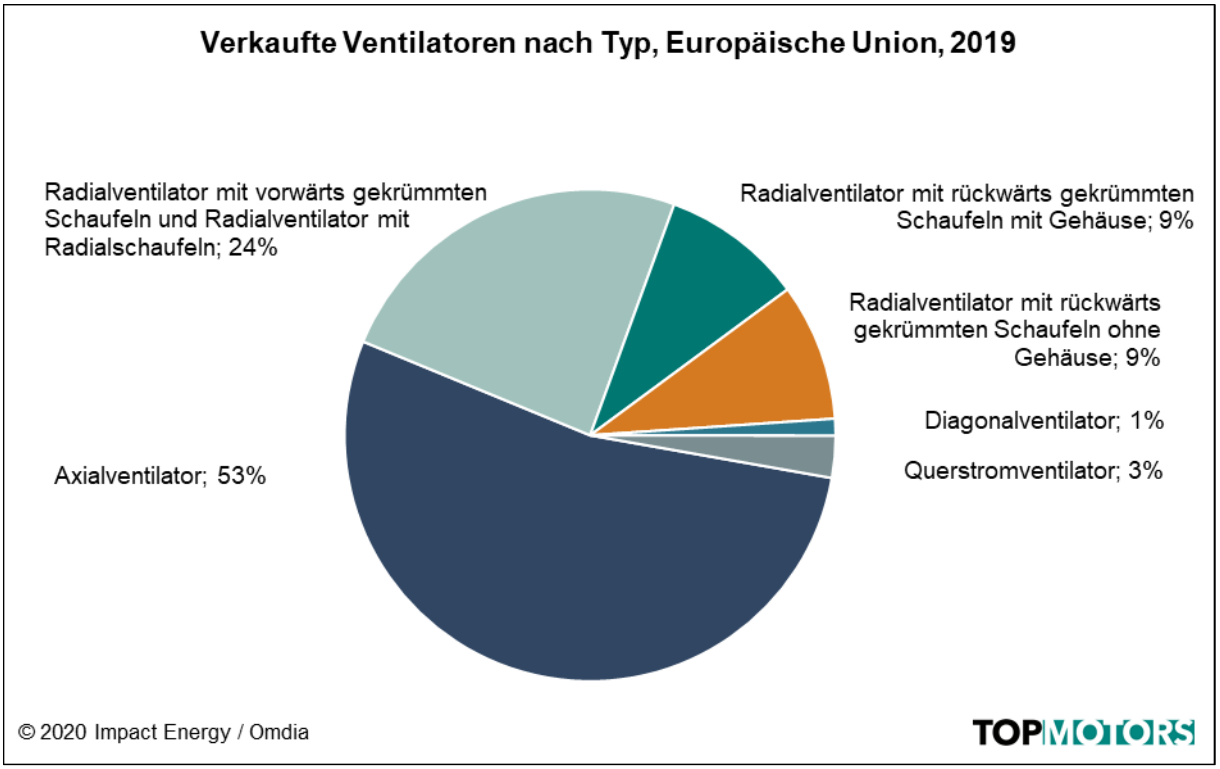


Abbildung 20: Verkaufte Ventilatoren, Anteile nach Ventilatortyp, EU, 2019.

8 Beobachtungen und Empfehlungen

Die vorliegende Untersuchung wurde in dieser Art zum vierten Mal in der Schweiz durchgeführt und enthält wie im Vorjahr auch Daten über den europäischen Markt. Der Motorenteil wurde basierend auf den Berichten und Daten der Vorjahre weiterentwickelt und durch weitere Betrachtungen, wie zum Beispiel die Kostenrechnungen für hocheffiziente Motoren oder die Abschätzung der jährlichen Energieeinsparung durch neu verkaufte effizientere Motoren, ergänzt. Der zweite Teil über Pumpen und Ventilatoren konnte weitergeführt und verbessert werden.

Die Schweiz bleibt bei der Verwendung von energieeffizienten Antriebssystemen im Vergleich zur EU führend. Der Grad der Einhaltung der Vorschriften und Normen gehört zu den höchsten aller Länder innerhalb und ausserhalb der EU. Dies kann auf historische und aktuelle wirtschaftliche Gegebenheiten, und auch auf Lenkungs- und Anreizsysteme zur Förderung der Energieeffizienz zurückgeführt werden.

Die EU hat am 25. Oktober 2019 die Verschärfung der energetischen Mindestanforderungen für Elektromotoren mit der Verordnung (EU) 2019/1781 bekanntgegeben. Diese gelten ab 1. Juli 2021. Dabei werden auch kleinere Motoren (ab 120 Watt) und grosse Motoren (bis 1 000 Kilowatt) einbezogen. In einem zweiten Schritt gilt ab 1. Juli 2023 für die mittelgrossen Motoren (75–200 kW) die noch höhere Effizienzklasse Super Premium IE4. Damit übernimmt die EU zum ersten Mal eine weltweite Spitzenposition der Mindestanforderungen für die Motoreneffizienz.

Nach Schätzungen der EU[9] sind Elektromotoren in Antriebssystemen für rund die Hälfte des gesamten elektrischen Energieverbrauchs in der EU verantwortlich. Mit der neuen Verordnung und den verschärften Anforderungen können bis 2030 pro Jahr geschätzte zusätzliche Kosten von 1.2 Milliarden Euro[10] beziehungsweise zusätzliche 10 TWh elektrische Energie eingespart werden, sowie die Netto-Treibhausgasemissionen um jährlich 3 Millionen Tonnen CO_2-Äquivalent vermindert werden.
Die Übernahme dieser Anforderungen in der Schweiz ist mit der Anpassung der EnEV per 22.4.2020 erfolgt. Damit wird bei den Motoren ein neues Kapitel aufgeschlagen und durch die 2021 und 2023 in Kraft tretenden neuen Bestimmungen sind in naher Zukunft grössere Veränderungen im Motorenmarkt zu erwarten. Um die Wirkung der beschlossenen Massnahmen zu überprüfen ist in den kommenden Jahren eine genaue und regelmässige Beobachtung des Marktes erforderlich. Genauso gilt es bei den Pumpen und Ventilatoren, die Daten weiterhin zu erheben und die Entwicklung des Marktes weiter zu verfolgen.

9 Kontakt

Zur Verbesserung der Erhebung sind alle Hersteller und Vertreter der hier analysierten Produkte im Schweizer Markt eingeladen, ihre Daten (falls sie diese bisher noch nicht zur Verfügung gestellt haben) der Marktforschergruppe Omdia zur Verfügung zu stellen. Kontakt mit Hinweis «Topmotors Market Report» an: Alastair Smith (alastair.smith@omdia.com).

[9] Siehe Verordnung (EU) 2019/1781 vom 1. Oktober 2019.
[10] Berechnung mit Strompreis von 0.12 EUR/kWh.

10 Quellen

[1] Impact Energy: Topmotors Market Report 2017, Zurich Switzerland 2018.

[2] Impact Energy: Topmotors Market Report 2018, Zurich Switzerland 2019.

[3] Impact Energy: Topmotors Market Report 2019, Zurich Switzerland 2020.

[4] Paul Waide, Conrad U. Brunner et al.: Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems, International Energy Agency (IEA), Paris France, 2011.

[5] Konstantin Kulterer, Rita Werle, Petra Lackner, et al., Policy Guidelines for Electric Motor Systems – Part 2: Toolkit for Policy Makers, Zurich Switzerland, October 2014.

[6] 4E Energy efficiency roadmap for electric motors and motor systems, November 2015.

[7] Maarten van Werkhoven, Rita Werle, Conrad U. Brunner: 4E EMSA Policy Guidelines for Motor Driven Units – Part 1: Analysis of standards and regulations for pumps, fans and compressors, Zurich Switzerland, October 2016.

[8] Maarten van Werkhoven, Rita Werle, Conrad U. Brunner: 4E EMSA Policy Guidelines for Motor Driven Units – Part 2: Recommendations for aligning standards and regulations for pumps, fans and compressors, Zurich Switzerland / Aerdenhout the Netherlands, May 2018.

[9] Rolf Tieben, Rita Werle, Conrad U. Brunner: EASY- Lessons learned from four years of the Swiss EASY audit and incentive program. In: Proceedings of the International Conference on Energy Efficiency in Motor Driven Systems, Helsinki, Finland, 15.–17. September 2015.

[10] International Energy Agency: World Energy Outlook 2016; OECD/IEA, Paris France, 2016.

[11] Claus Barthel, Jürg Nipkow, Bernd Schäppi, et al.: Energy+ pumps – Technology procurement for very energy efficient circulation pumps, first results of the current IEE-project, in: eceee Summer Studies, conference proceedings, La Colle sur Loup, Côte d'Azur, France, 2007.

[12] CEMEP (European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics): IE-Class Motor Sales in Europe, 2016

[13] Walter Baumgartner et al., Massnahmen zum Stromsparen bei elektrischen Antrieben, 2006.

[14] Bundesamt für Energie, Schweiz. Gesamtenergiestatistik, Juli 2020, BFS je-d-08.03.02.01.xlsx

11 Anhang

Verfügbarkeit Motoren nach Effizienzklasse, Polzahl und Grösse (2018)
Die Zahlen in den Zellen geben die Anzahl der befragten Hersteller an, die im Jahr 2018 in der Lage waren, die diesbezüglichen Motoren innert 4–6 Wochen zu liefern.

Motoren Verfügbarkeit 2018								
Nennleistung [kW]	IE3 gemäss IEC60034-30-1				IE4 gemäss IEC60034-30-1			
	Anzahl Pole				Anzahl Pole			
	2	4	6	8	2	4	6	8
0.12 bis < 0.18	2	2	2	2	2	2	2	2
0.18 bis < 0.25	3	2	4	2	2	2	2	2
0.25 bis < 0.37	3	5	5	2	2	2	2	2
0.37 bis < 0.56	5	5	5	2	2	2	2	2
0.56 bis < 0.75	6	4	4	2	2	2	2	2
0.75 bis < 1.1	6	6	6	2	3	3	3	2
1.1 bis < 1.5	6	6	6	2	5	5	5	2
1.5 bis < 2.2	6	6	6	2	5	5	5	2
2.2 bis < 3.7	6	6	6	4	5	5	3	2
3.7 bis < 5.5	6	6	6	4	5	5	3	2
5.5 bis < 7.5	6	6	6	4	5	5	3	2
7.5 bis < 11	6	6	6	4	5	5	3	2
11 bis < 15	6	6	6	4	5	5	3	2
15 bis < 18.5	6	6	6	4	5	5	3	2
18.5 bis < 22	6	6	6	4	5	5	3	2
22 bis < 30	6	6	6	4	5	5	3	2
30 bis < 37	6	6	6	3	5	5	2	2
37 bis < 45	6	6	6	3	4	4	1	1
45 bis < 56	6	6	6	3	4	4	1	1
56 bis < 75	4	4	3	3	3	3	1	1
75 bis < 90	6	5	4	3	4	4	1	1
90 bis < 110	6	5	4	3	5	5	1	1
110 bis < 150	6	5	4	3	5	5	1	1
150 bis < 185	6	5	4	2	5	5	1	1
185 bis < 220	6	5	4	1	5	5	1	1
220 bis < 250	6	5	4	1	2	4	1	1
250 bis < 375	6	5	2	1	2	4	1	1
375 bis < 1 000	6	5	2	1	2	4	1	1

© 2019 Impact Energy / Omdia

Verfügbarkeit Motoren nach Effizienzklasse, Polzahl und Grösse (2017)
Die Zahlen in den Zellen geben die Anzahl der befragten Hersteller an, die im Jahr 2017 in der Lage waren, die diesbezüglichen Motoren innert 4–6 Wochen zu liefern.

Motoren Verfügbarkeit 2017								
Nennleistung [kW]	IE3 gemäss IEC60034-30-1				IE4 gemäss IEC60034-30-1			
	Anzahl Pole				Anzahl Pole			
	2	4	6	8	2	4	6	8
0.12 bis < 0.18	2	2	2	2	2	2	2	2
0.18 bis < 0.25	3	2	5	2	2	2	2	2
0.25 bis < 0.37	3	5	5	2	2	2	2	2
0.37 bis < 0.56	5	5	5	2	2	2	2	2
0.56 bis < 0.75	6	4	4	2	2	2	2	2
0.75 bis < 1.1	6	5	5	2	3	3	3	2
1.1 bis < 1.5	6	6	6	2	5	5	5	2
1.5 bis < 2.2	6	6	6	2	5	5	5	2
2.2 bis < 3.7	6	6	6	4	5	5	3	2
3.7 bis < 5.5	6	6	6	4	5	5	3	2
5.5 bis < 7.5	6	6	6	4	5	5	3	2
7.5 bis < 11	6	6	6	4	5	5	3	2
11 bis < 15	6	6	6	4	5	5	3	2
15 bis < 18.5	6	6	6	4	5	5	3	2
18.5 bis < 22	6	6	6	4	5	5	3	2
22 bis < 30	6	6	6	4	5	5	3	2
30 bis < 37	6	6	6	3	5	5	2	1
37 bis < 45	6	6	6	3	4	4	1	1
45 bis < 56	6	6	6	3	4	4	1	1
56 bis < 75	4	4	3	3	3	3	1	1
75 bis < 90	6	5	4	3	4	4	1	1
90 bis < 110	6	5	4	3	5	5	1	1
110 bis < 150	6	5	4	3	5	5	1	1
150 bis < 185	6	5	4	2	5	5	1	1
185 bis < 220	6	5	4	1	5	5	1	1
220 bis < 250	6	5	2	1	2	3	1	1
250 bis < 375	6	5	2	1	2	3	1	1
375 bis < 1 000	6	5	2	1	2	3	1	1

© 2018 Impact Energy / Omdia

Verfügbarkeit Motoren nach Effizienzklasse, Polzahl und Grösse (2016)
Die Zahlen in den Zellen geben die Anzahl der befragten Hersteller an, die im Jahr 2016 in der Lage waren, die diesbezüglichen Motoren innert 4–6 Wochen zu liefern.

Motoren Verfügbarkeit 2016								
Nennleistung [kW]	IE3 gemäss IEC60034-30-1				IE4 gemäss IEC60034-30-1			
	Anzahl Pole				Anzahl Pole			
	2	4	6	8	2	4	6	8
0.12 bis < 0.18	2	2	2	2	1	1	1	1
0.18 bis < 0.25	3	2	5	2	1	1	1	1
0.25 bis < 0.37	5	5	5	2	1	1	1	1
0.37 bis < 0.56	6	5	5	2	1	1	1	1
0.56 bis < 0.75	6	4	4	1	1	1	1	1
0.75 bis < 1.1	6	5	5	2	2	2	2	1
1.1 bis < 1.5	6	6	6	2	4	4	4	1
1.5 bis < 2.2	6	6	6	2	4	4	4	1
2.2 bis < 3.7	6	6	6	4	4	4	3	1
3.7 bis < 5.5	6	6	6	4	4	4	3	1
5.5 bis < 7.5	6	6	6	4	5	5	3	1
7.5 bis < 11	6	6	6	4	5	5	3	1
11 bis < 15	6	6	6	4	5	5	3	1
15 bis < 18.5	6	6	6	4	5	5	3	1
18.5 bis < 22	6	6	6	4	5	5	3	1
22 bis < 30	6	6	6	4	5	5	3	1
30 bis < 37	6	6	6	3	5	5	2	0
37 bis < 45	6	6	6	3	4	4	1	0
45 bis < 56	6	6	6	3	4	4	1	0
56 bis < 75	3	3	2	2	3	3	0	0
75 bis < 90	6	5	4	3	4	4	1	0
90 bis < 110	6	5	4	3	5	5	1	0
110 bis < 150	6	5	4	3	5	5	1	0
150 bis < 185	6	5	4	2	5	5	1	0
185 bis < 220	6	5	4	1	5	5	1	0
220 bis < 250	6	5	2	1	2	2	1	0
250 bis < 375	6	5	2	1	2	2	1	0
375 bis < 1 000	6	5	2	1	2	2	1	0

© 2017 Impact Energy / Omdia