Neue Mindestanforderungen für Motoren und Frequenzumrichter

TOPMOTORS

- Physikstudium an der Universität Zürich
- Process Engineer im Maschinenbau für die Solarindustrie und im Bereich Mikrotechnologie
- unterrichtete Physik und Mathematik an einem kantonalen Gymnasium
- Seit Juni 2020 ist er als Projektleiter bei Impact Energy für den Einsatz von energieeffizienten elektrischen Antriebssystemen zuständig. Er ist verantwortlicher Autor des Topmotors Market Report 2020.

Viktor Hangartner

IMPACT ENERGY

TOPMOTORS

Neue Mindestanforderungen und Motorenmarkt

Viktor Hangartner

Topmotors

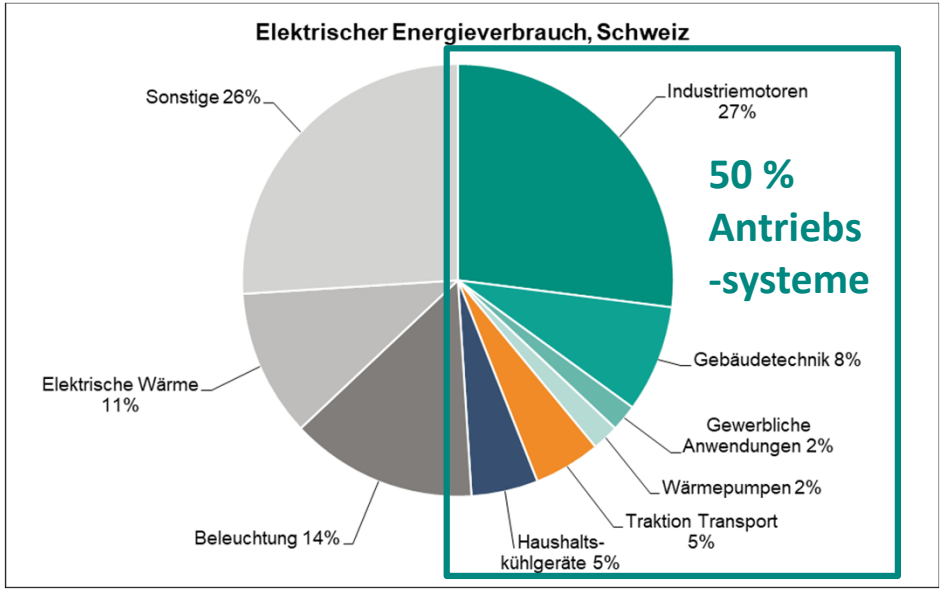
TOPMOTORS

Inhalt

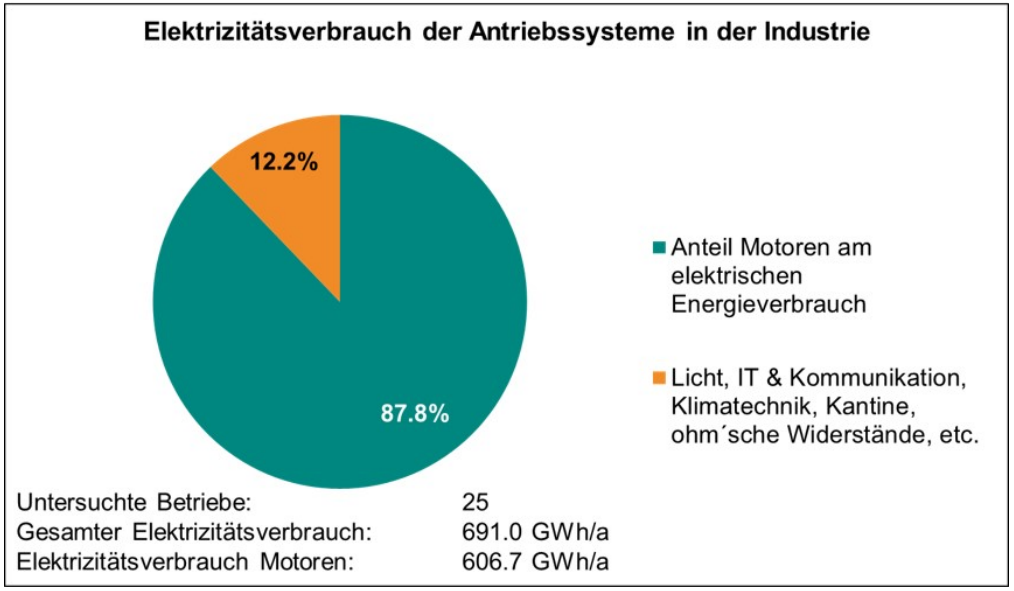
- Energieeffizienz – neue Mindestanforderungen
  - Hintergrund
  - Motoren
  - Die neuen Mindestanforderungen
  - Erwartete Auswirkungen der Mindestanforderungen auf den Motorenmarkt
  - Frequenzumrichter
  - Die Neue IE-Klassifizierung für Frequenzumrichter
  - Die neuen Mindestanforderungen für Frequenzumrichter
- Energieeffizienzoptimierung – ein Beispiel

Mindestanforderungen in der Schweiz

Hintergrund (1) Strom für Antriebssysteme



Anteil von Antriebssystemen am elektrischen Energieverbrauch der Schweiz (S.A.F.E. / J. Nipkow 2013)



Mindestanforderungen in der Schweiz

Hintergrund (2) – Energieeffizienzverordnung

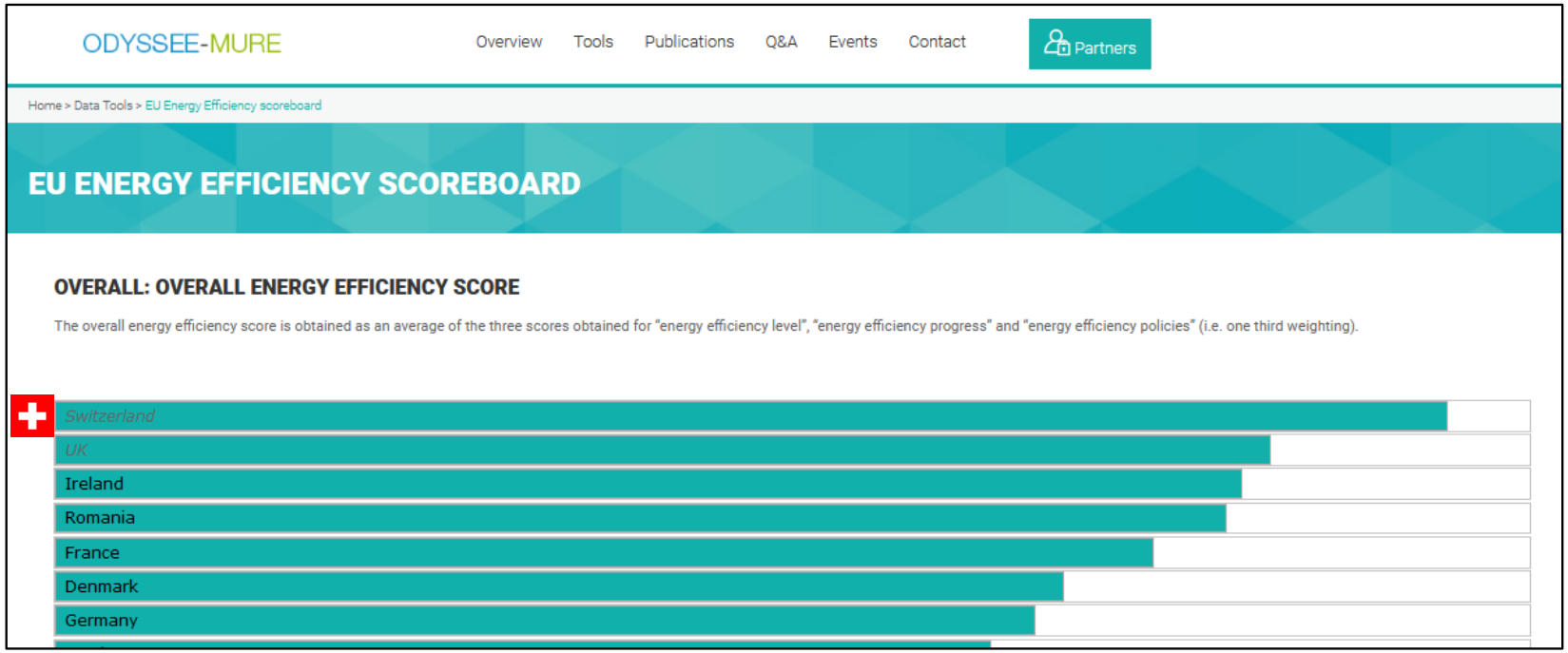
- Energieeffizienz serienmässig hergestellter Anlagen, Fahrzeuge und Geräte, zu welchen u.a. **Motoren, Frequenzumrichter, Pumpen und Ventilatoren** zählen, sind in der **Energieeffizienzverordnung (EnEV)** vom 01. November 2017 festgehalten.
- In der Schweiz und in der Europäischen Union gelten ab dem 1. Juli 2021 einheitliche Vorschriften betreffend Energieeffizienz von Elektromotoren und Frequenzumrichtern.

  Durch den Beschluss des Bundesrates vom 22. April 2020 die Bestimmungen der Verordnung (EU) 2019/1781 in die Energieeffizienzverordnung (EnEV, vgl. Anhang 2.7) aufgenommen wurden.

  Hinweis: Die **Verordnung (EU) 2021/341** vom 23 Februar 2021 präzisiert die Verordnung (EI) 2019/1781 und gilt daher auch für die Schweiz.

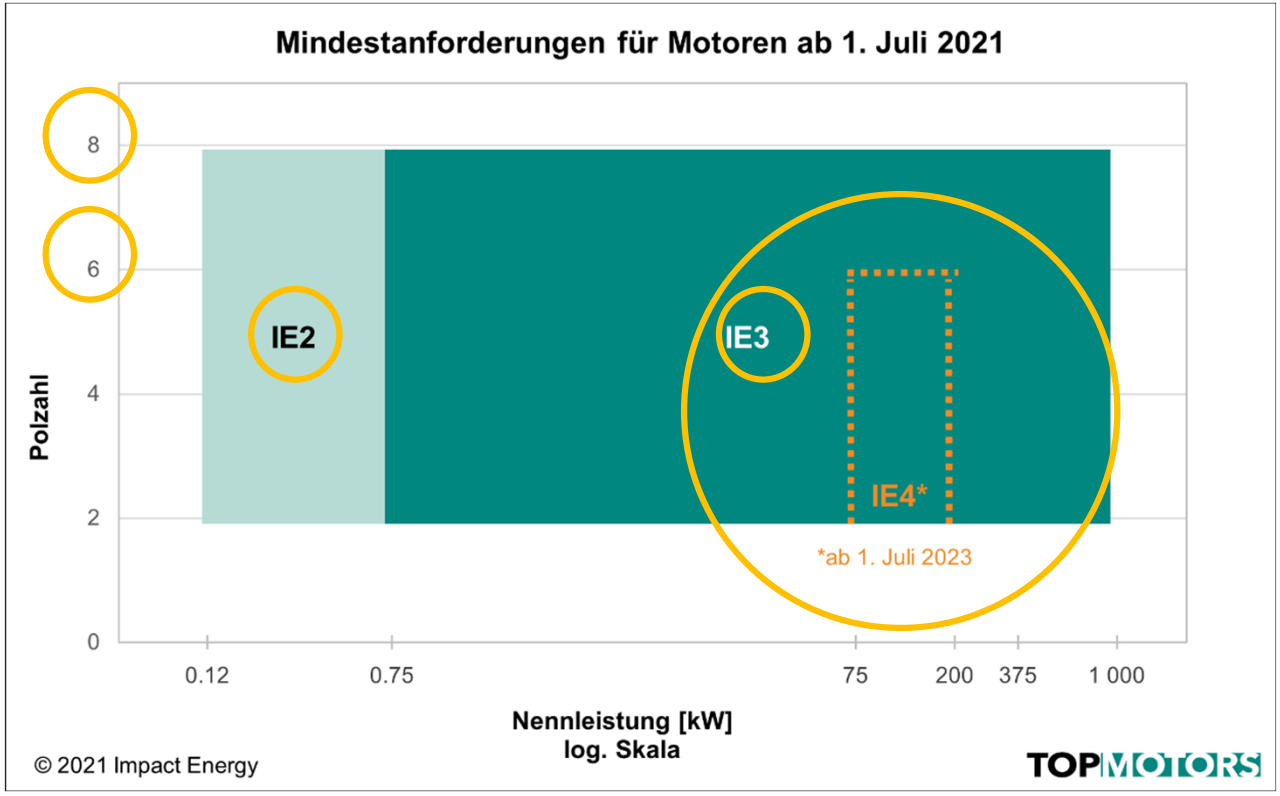
Mindestanforderungen in der Schweiz

Hintergrund (3) – Die Schweiz ist Europas Energieeffizenz Champion 2021



https://www.odyssee-mure.eu/data-tools/scoring-efficiency-countries.html

Mindestanforderungen – Motoren (1)



Für Inverkehrbringen und Abgabe von Motoren zugelassen sind:

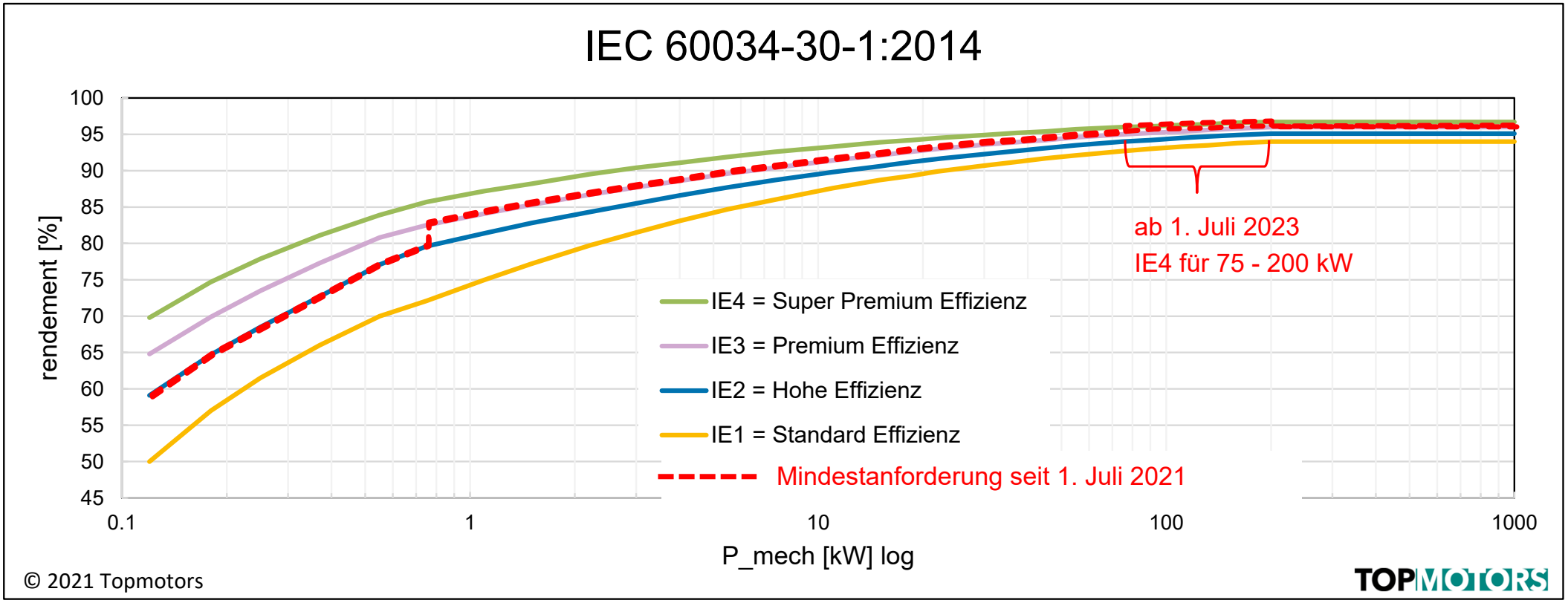
Seit dem **1. Juli 2021**:

- Von 0.12 kW bis 0.75 kW: **IE2** (oder besser)
- Von 0.75 kW bis 1000 kW: **IE3** (oder besser)
- Neu: 2- bis 8-Pol Motoren im Geltungsbereich

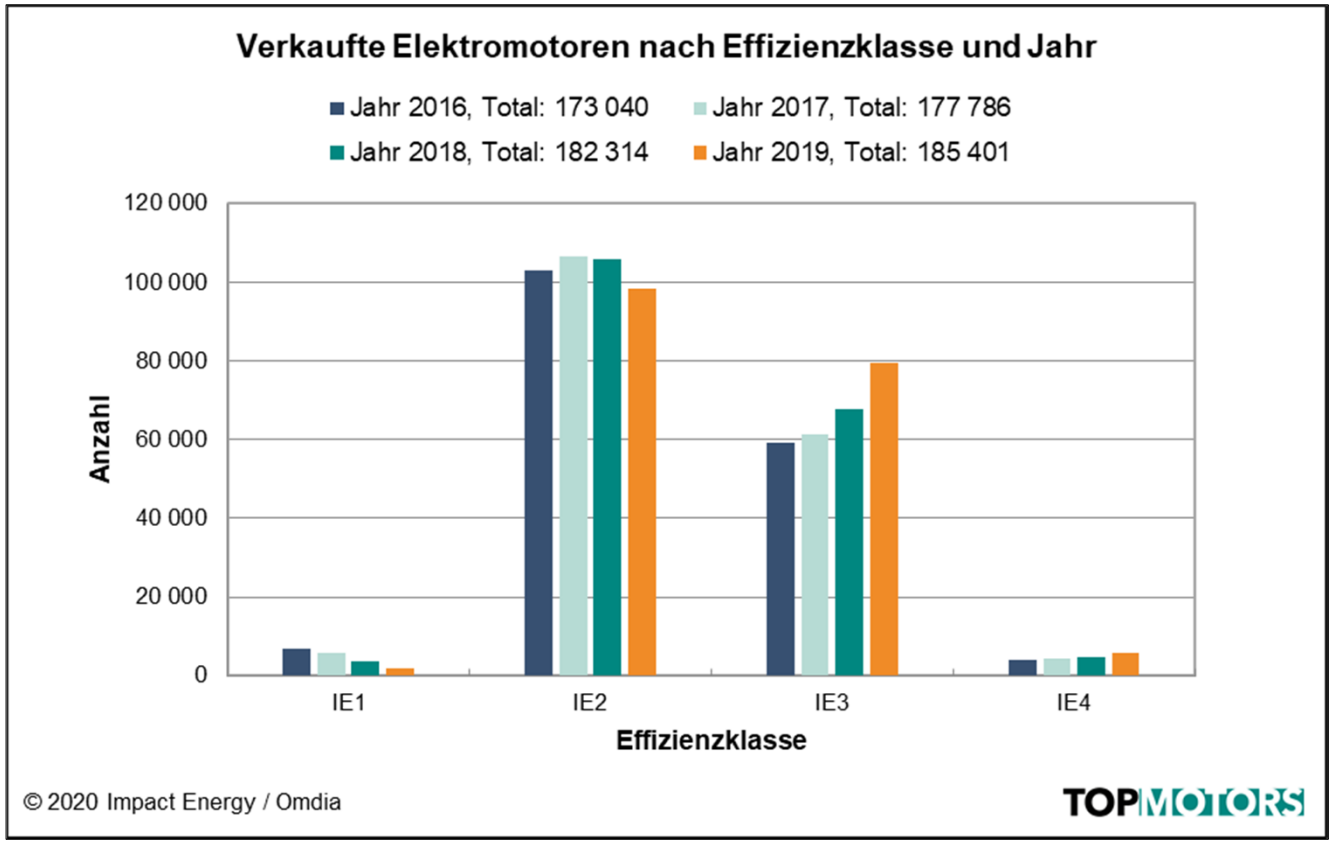
Ab dem 1. Juli 2023:

- **IE4** (oder besser)
  - Von 75 kW bis 200 kW
  - 2- bis 6-Pol Motoren

Mindestanforderungen – Motoren (2)



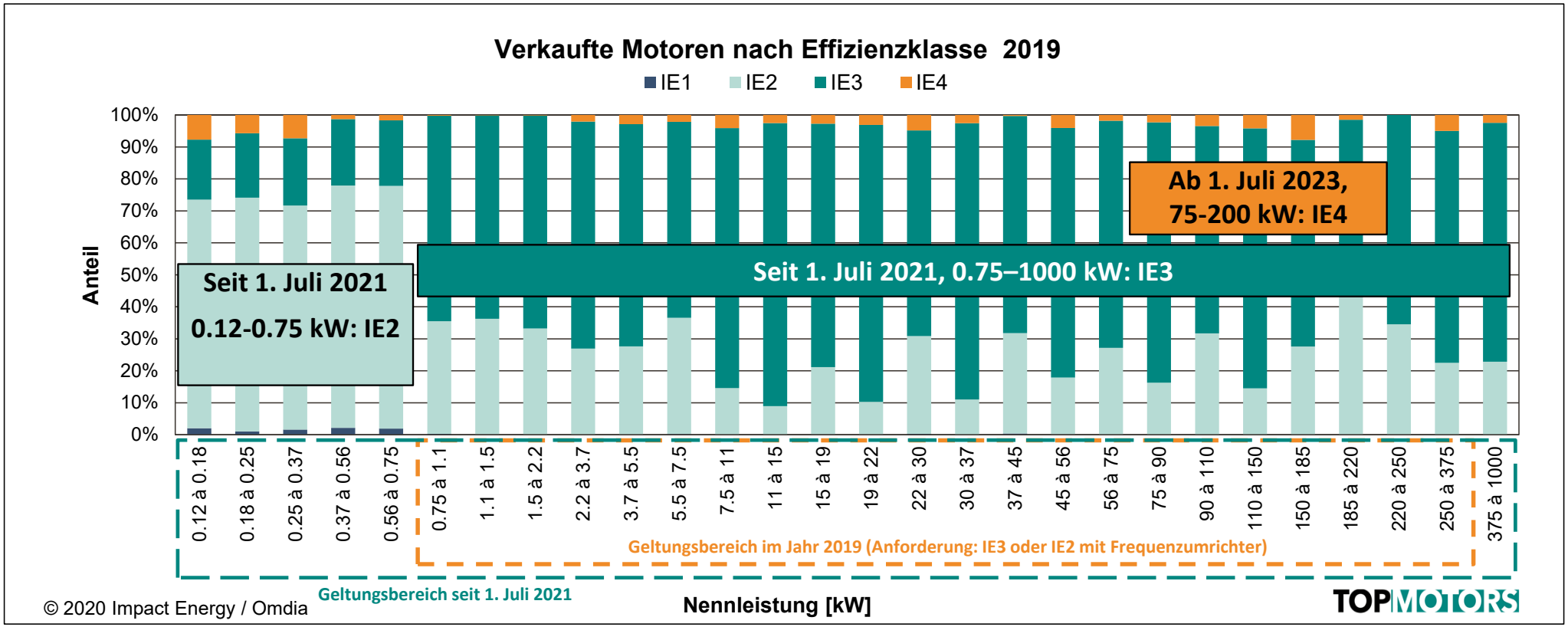
Mindestanforderungen – IE-Klassen



- IE3: langsamer Zuwachs

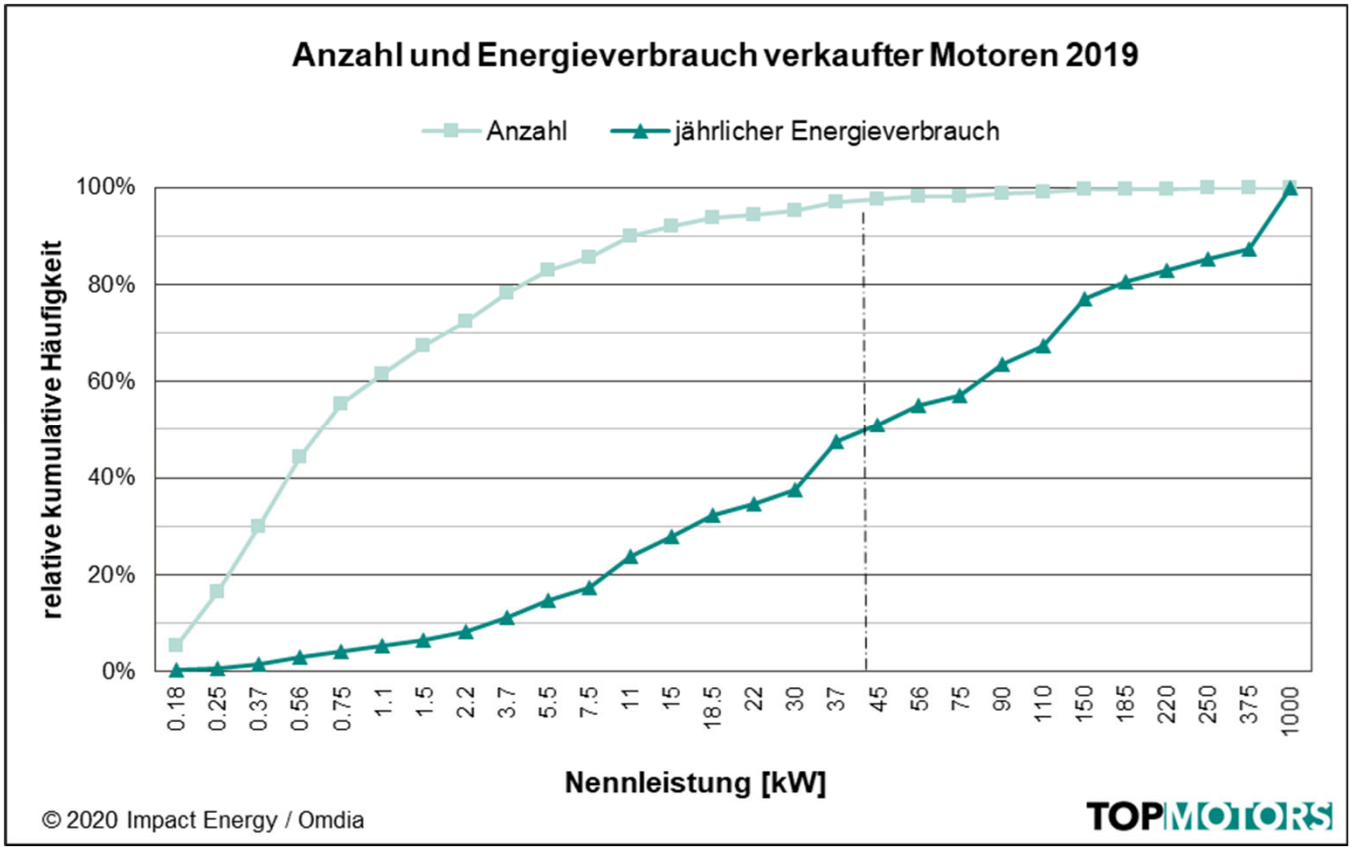
Source: Topmotors Market Report 2020

MEPS – erwartete Auswirkungen (1)



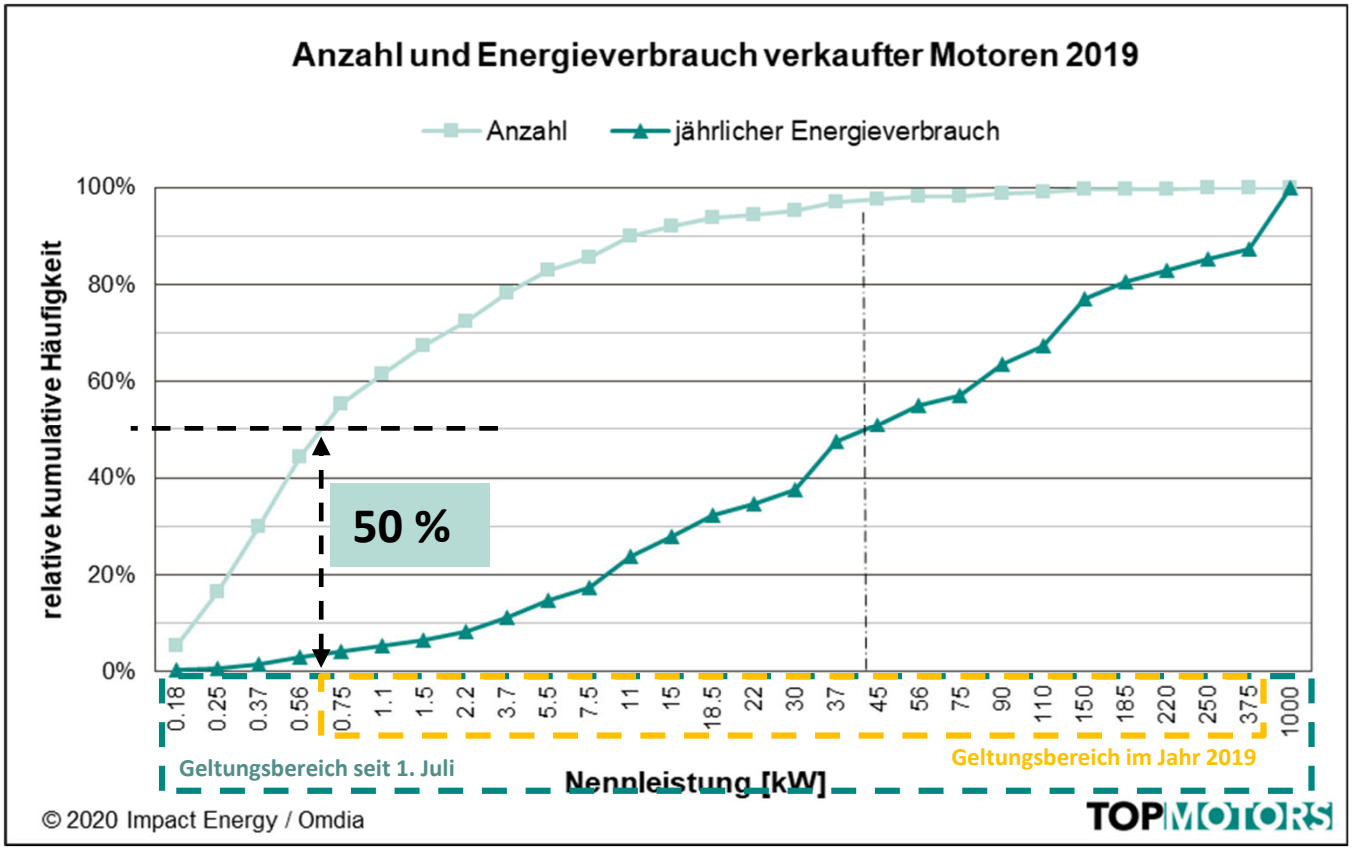
Source: Topmotors Market Report 2020

MEPS – erwartete Auswirkungen(2)



Source: Topmotors Market Report 2020

MEPS – erwartete Auswirkungen (3)



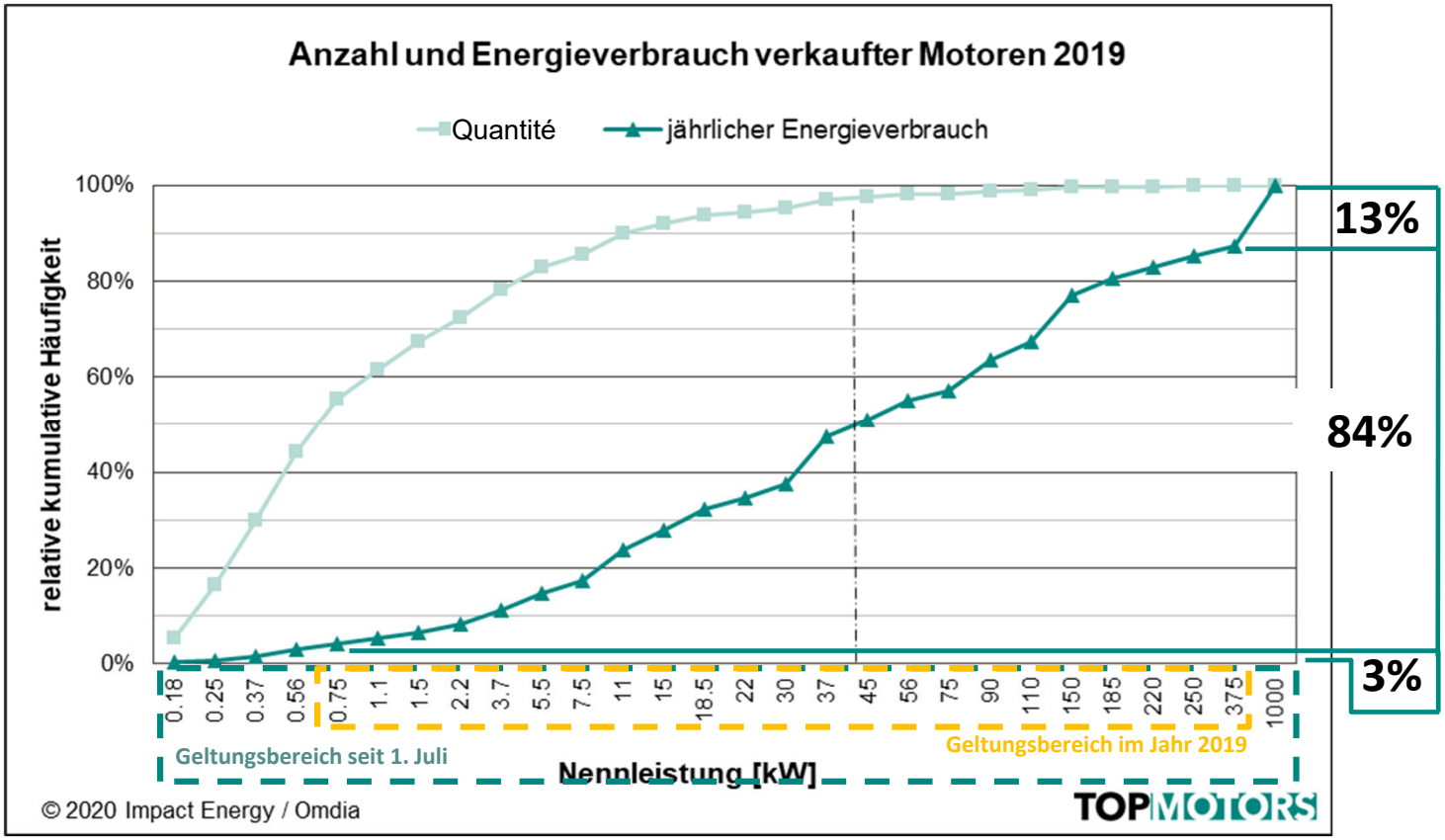
Source: Topmotors Market Report 2020

- Mit der Vergrösserung des Geltungsbereiches seit dem 1. Juli 2021 wird erwartet, dass in Zukunft

  2x mehr Motoren

  die geltenden Mindestanforderungen erfüllen müssen.

MEPS – erwartete Auswirkungen (4)



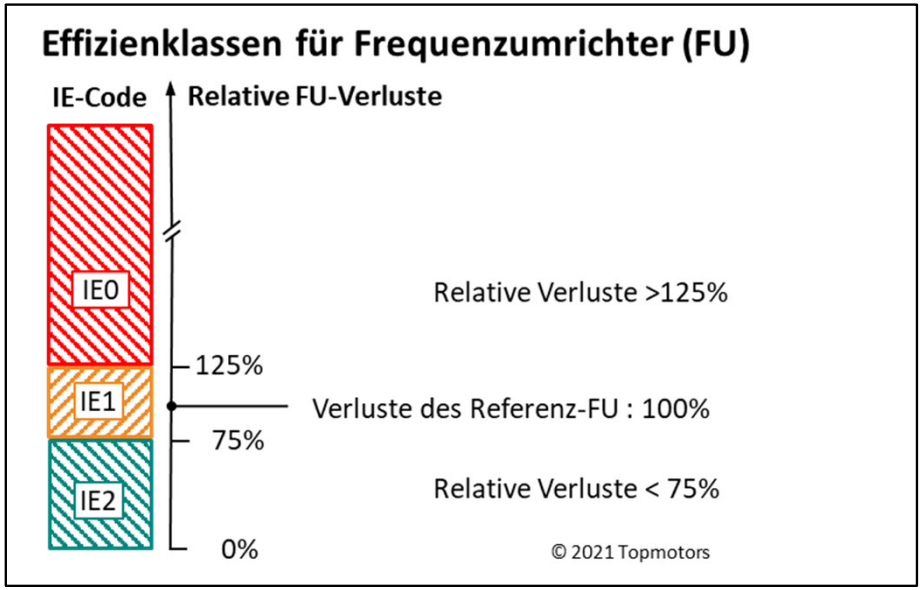
Source: Topmotors Market Report 2020

- **Geltungsbereich 2019:** Die damals geltenden Mindestanfoderungen betreffen **84%** des geschätzen jährlichen Energieverbrauches.
- Der **Geltungsbereich 2021** umfasst alle Motoren im Leistungsbereich von 0.12 bis1000 kW

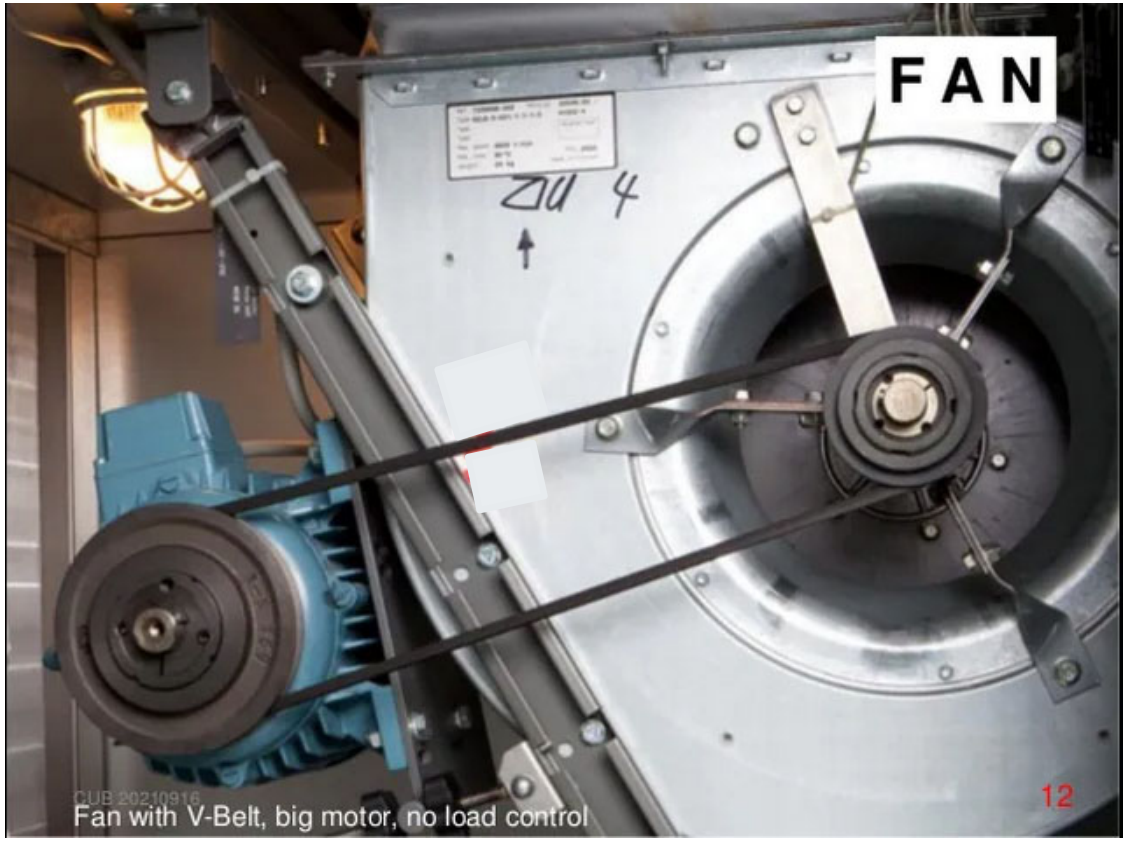
Mindestanforderungen für Frequenzumrichter

- Seit dem **1. Juli 2021** müssen Frequenzumrichter (FU) die Anforderungen der **Klasse IE2** erfüllen
- IE-Klassen für FU definiert durch IEC 61800-9-2:2017

- 4E EMSA ROUND ROBIN OF CONVERTER LOSSES
  - Ziel : Analyse der Referenzverluste und der Effizienzklassen für FU
  - Resultate Phase 1: Link
  - Resultate Phase 2: 2022



Effizienzoptimierung – ein Beispiel (1)



- 10 kW Maschine (Ventilator, Pumpe, …)
  - überdimensioniert
  - Konstante Drehzahl (DOL)
  - Transmission mit Keilriemen
  - Standardkomponenten
- Stromverbrauch
  - 89 062 kWh/a
  - Kosten in 10 Jahren: 133 593 CHF

Effizienzoptimierung – ein Beispiel (2)

Effiziente Zukunft

- **Neue Maschine**
  - Gut dimensioniert – bis zu 50% weniger Verluste
  - Drehzahlregelung – bis zu 50% weniger Verluste
  - Direktantrieb – keine Verluste in der Transmission
  - Effiziente Komponenten für einen maximalen Gsamtwirkungsgrad

$$\eta_{\text{total}} = \eta_{\text{CF}} \times \eta_{\text{moteur}} \times \eta_{\text{transmission}} \times \eta_{\text{pompe}}$$

- **Mögliche Einsparungen**
  - Strom: **82%**
  - **CHF 109 000 in 10 Jahren**

Effizienzoptimierung – ein Beispiel (3)

Was es dazu braucht

▪ **Neuer Motor 5 kW IE4**	**CHF 1000**	
▪ **Neuer FU 5 kW ***	**CHF 1000**	
▪ **Neuer Ventilator / neue Pumpe**	**CHF 2000**	**CHF 8000** → **Pay-back: etwa 1 Jahr**
▪ **Installation und Anpassung****	**CHF 4000**	

* Relative Verluste < 56% (IE2: Relative Verluste < 75%)

** 2 Mechaniker an 4 Tagen: 32 * CHF 100

Quelle: Beispiel durch Conrad U. Brunner erarbeitet, «Efficient motor systems for a Net Zero world», 10th International Electric Motors Workshop, European Copper Institute, Copper Alliance, September 2021.

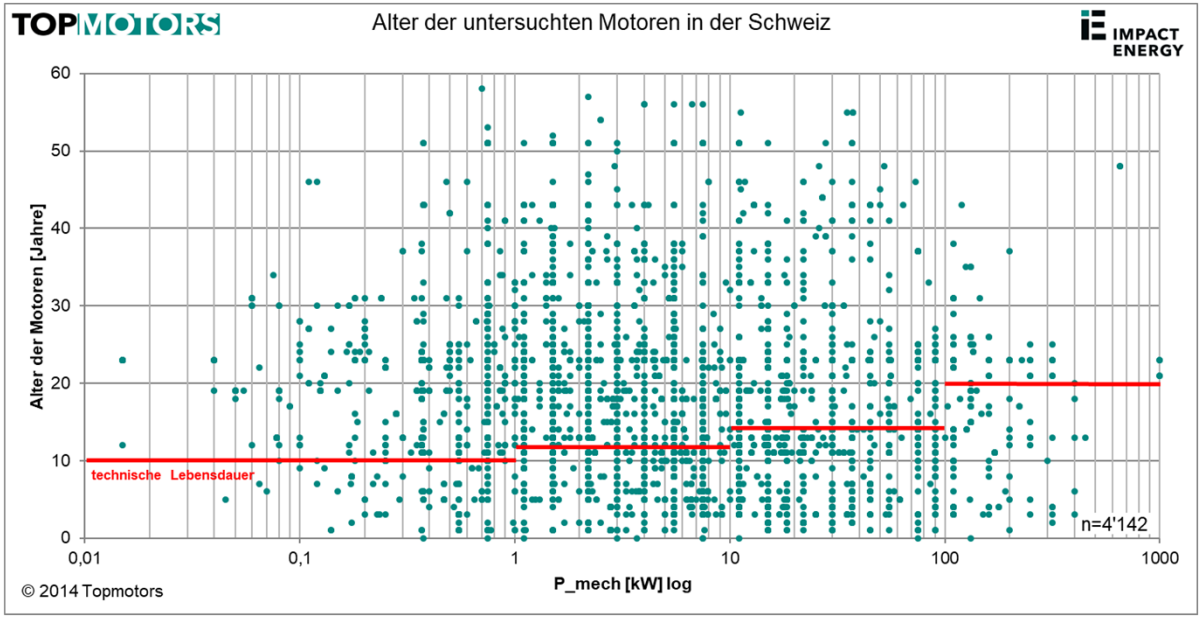
Effizienzoptimierung – ein Beispiel (4)

- **Die neue Maschine**
  - Läuft ruhiger
  - Funktioniert besser
  - braucht weniger Wartung
  - Macht weniger Sorgen – geringeres Risiko von unerwarteten Ausfällen
- Unterstützt durch reduzierten Energieverbrauch das Ziel **Netto Null 2050**
- Hilft als freiwillige Massnahme Stromlücken entgegenzuwirken
- **Kurze Amortisationszeiten der Investition**
- Ermöglicht langfristig beträchtliche Einsparungen, vorallem mit Blick auf die Lebenszykluskosten

Effizienzoptimierung – Potential (1)

Elektrische Antriebe – sind zu alt

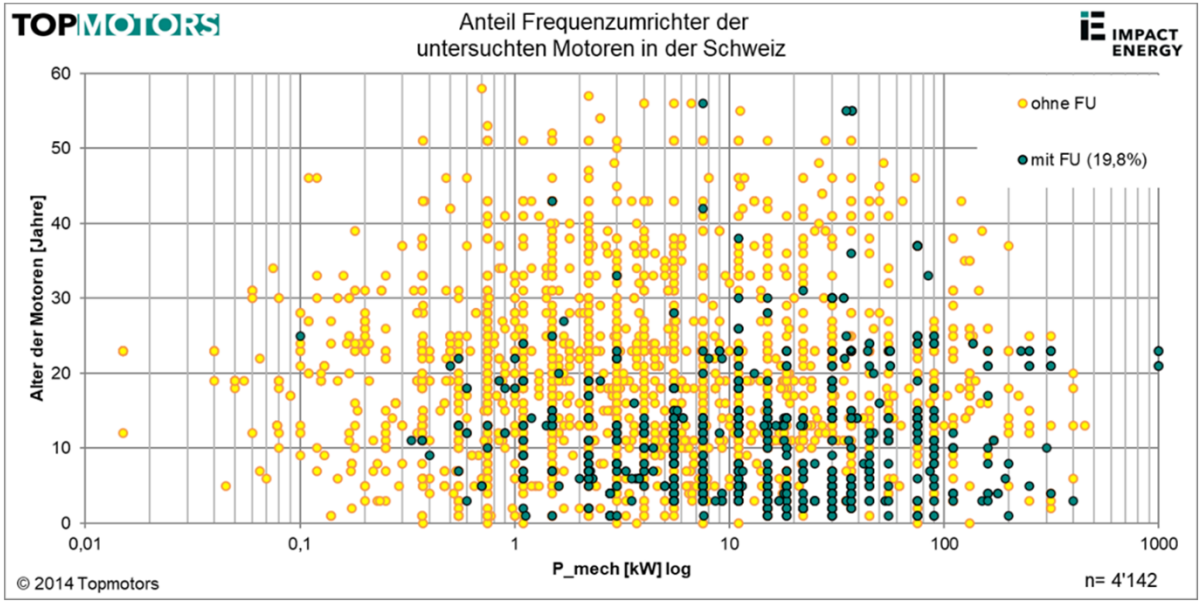
- 2.2 Millionen installierte Motoren in der Schweiz (Baumgartner, 2016)
- Motoren sind zu alt (2014)
  - 56,4 % der erfassten 4142 Motoren sind älter als ihre technische Lebensdauer
  - durchschnittlich 99% zu alt



Effizienzoptimierung – Potential (2)

Elektrische Antriebe – laufen ungeregelt am Netz

- Motoren mit Drehzahlregelung
  - 19.8% werden mit FU betrieben (2014)
  - Topmotors geht davon aus, dass 50% - 60% der Antriebssyteme sinnvoll mit einem FU + Regelung betrieben werden können.



Effizienzoptimierung – Zusammenfassung

Elektrische Antriebe – es kann noch viel gemacht werden

- Mindestanforderungen betreffen neue Motoren
- Installierte Motoren sind zu alt
- Viele Motoren laufen ungeregelt direkt am Netz
- Sparpotential
  - oft bei 20% - 30%
  - Kann im Einzelfall auch deutlich höher sein

Installieren Sie hocheffiziente Antriebssysteme und profitieren Sie langfristig davon!

Anforderungen Antriebssysteme

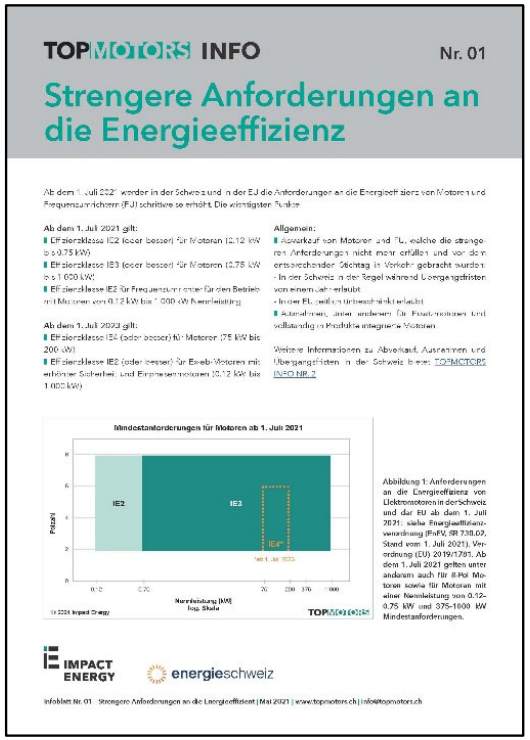
	Europa: Ecodesign	Schweiz: EnEV
Motoren & FU	1781/2019	Anhang 2.7
Wasserpumpen	547/2012	Anhang 2.9
Umwälzpumpen	641/2009	Anhang 2.8
Ventilatoren	327/2011	Anhang 2.6

Sie finden alle Präsentationen im Anschluss an die Messe unter:

www.topmotors.ch/workshops

Weitere Informationen: www.Topmotors.ch

TOPMOTORS INFO No. 01



TOPMOTORS INFO Nr. 01

Strengere Anforderungen an die Energieeffizienz

Ab dem 1. Juli 2021 gilt:
- Effizienzklasse IE2 (oder besser) für Motoren (0.12 kW bis 0.75 kW)
- Effizienzklasse IE3 (oder besser) für Motoren (0.75 kW bis 1 000 kW)
- Effizienzklasse IE2 für Frequenzumrichter für den Betrieb mit Motoren von 0.12 kW bis 1 000 kW Nennleistung

Ab dem 1. Juli 2023 gilt:
- Effizienzklasse IE4 (oder besser) für Motoren (75 kW bis 200 kW)
- Effizienzklasse IE2 (oder besser) für Ex-eb-Motoren mit erhöhter Sicherheit und Einphasenmotoren (0.12 kW bis 1 000 kW)

Allgemein:
- Abverkauf von Motoren und FU, welche die strengeren Anforderungen nicht mehr erfüllen und vor dem entsprechenden Stichtag in Verkehr gebracht wurden.
- In der Schweiz in der Regel während Übergangsfristen von einem Jahr erlaubt
- In der EU, wo es unbeschränkt erlaubt
- Ausnahmen, unter anderem für Fischmotoren und vollständig in Produkte integrierte Motoren

Weitere Informationen zu Abverkauf, Ausnahmen und Übergangsfristen in der Schweiz in der TOPMOTORS INFO Nr. 2

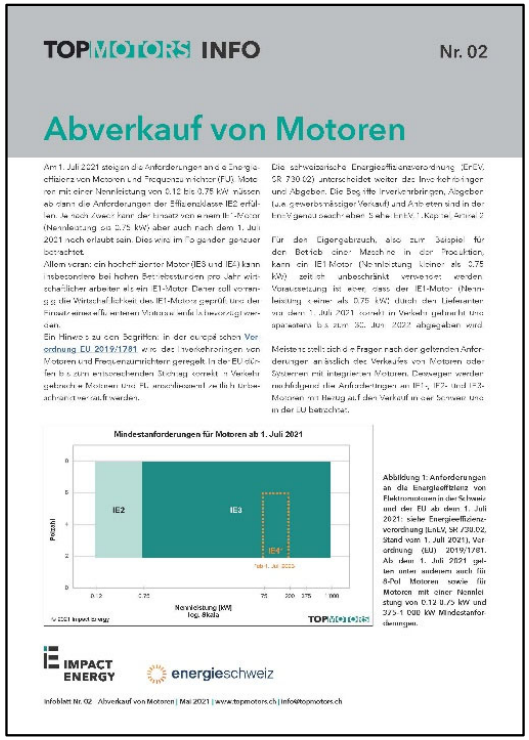
Mindestanforderungen für Motoren ab 1. Juli 2021

Abbildung 1: Anforderungen an die Energieeffizienz von Elektromotoren in der Schweiz und der EU ab dem 1. Juli 2021: siehe Energieeffizienzverordnung (EnEV, SR 730.02, Stand vom 1. Juli 2021), Verordnung (EU) 2019/1781. Ab dem 1. Juli 2021 gelten unter anderem auch für 8-Pol Motoren sowie für Motoren mit einer Nennleistung von 0.12–0.75 kW und 375–1000 kW Mindestanforderungen.

IMPACT ENERGY | energieschweiz

Infoblatt Nr. 01 Strengere Anforderungen an die Energieeffizienz | Mai 2021 | www.topmotors.ch | info@topmotors.ch

TOPMOTORS INFO No. 02



TOPMOTORS INFO Nr. 02

Abverkauf von Motoren

Am 1. Juli 2021 steigen die Anforderungen an die Energieeffizienz von Motoren und Frequenzumrichtern (FU). Motoren mit einer Nennleistung von 0.12 bis 0.75 kW müssen ab dann die Anforderungen der Effizienzklasse IE2 erfüllen. Je nach Zweck kann der Einsatz von einem IE1-Motor (Nennleistung bis 0.75 kW) aber auch nach dem 1. Juli 2021 noch erlaubt sein. Dies wird im Folgenden genauer betrachtet.

Allgemeiner: ein hocheffizienter Motor (IE3 und IE4) kann insbesondere bei hohen Betriebsstunden pro Jahr wirtschaftlicher arbeiten als ein IE1-Motor. Dieser soll vorrangig die Wirtschaftlichkeit des IE1-Motors geprüft und der Einsatz eines effizienteren Motors wirtschaftlich vorzuziehen.

Ein Hinweis zu den Begriffen: in der europäischen Verordnung EU 2019/1781 wird der Inverkehrbringer von Motoren und Frequenzumrichtern geregelt. In der EU dürfen bis zum entscheidenden Stichtag erzeugte Vorräte gebraucht, Motoren und FU ungeschränkt noch bis zur Verbrauch verkauft werden.

Die schweizerische Energieeffizienzverordnung (EnEV, SR 730.02) unterscheidet weiter das Inverkehrbringen und Abgeben. Die Begriffe Inverkehrbringen, Abgeben (u.a. gewerbsmässiger Verkauf) und Anbieten sind in der Energieverordnung (siehe Seite 1, Kapitel Anhang 2

Für den Eigengebrauch, also zum Beispiel für den Betrieb einer Maschine in der Produktion, kann ein IE1 Motor (Nennleistung kleiner als 0.75 kW) zeitlich unbeschränkt verwendet werden. Voraussetzung ist aber, dass der IE1-Motor (Nennleistung kleiner als 0.75 kW) durch den Lieferanten vor dem 1. Juli 2021 bereits in Verkehr gebracht und spätestens bis zum 30. Juni 2022 abgegeben wird.

Meistens stellt sich die Frage nach den geltenden Anforderungen anlässlich des Verkaufes von Motoren oder Systemen mit integrierten Motoren. Demzufolge werden nachfolgend die Anforderungen an IE1-, IE2- und IE3-Motoren mit Bezug auf den Verkauf in der Schweiz und in der EU betrachtet.

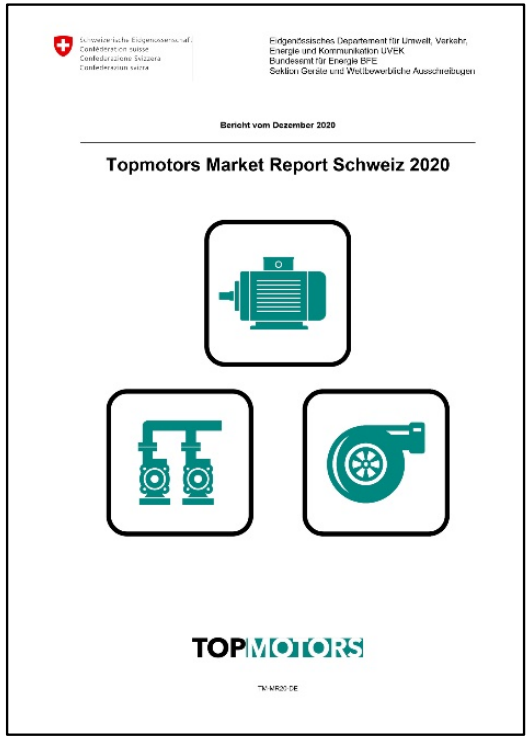
Mindestanforderungen für Motoren ab 1. Juli 2021

Abbildung 1: Anforderungen an die Energieeffizienz von Elektromotoren in der Schweiz und der EU ab dem 1. Juli 2021: siehe Energieeffizienzverordnung (EnEV, SR 730.02, Stand vom 1. Juli 2021), Verordnung (EU) 2019/1781. Ab dem 1. Juli 2021 gelten unter anderem auch für 8-Pol Motoren sowie für Motoren mit einer Nennleistung von 0.12 0.75 kW und 375-1 000 kW Mindestanforderungen.

IMPACT ENERGY | energieschweiz

Infoblatt Nr. 02 Abverkauf von Motoren | Mai 2021 | www.topmotors.ch | info@topmotors.ch

TOPMOTORS Market Report 2020



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 Ausschreibungen

Bericht vom Dezember 2020

Topmotors Market Report Schweiz 2020

TOPMOTORS

TM-MR20-DE

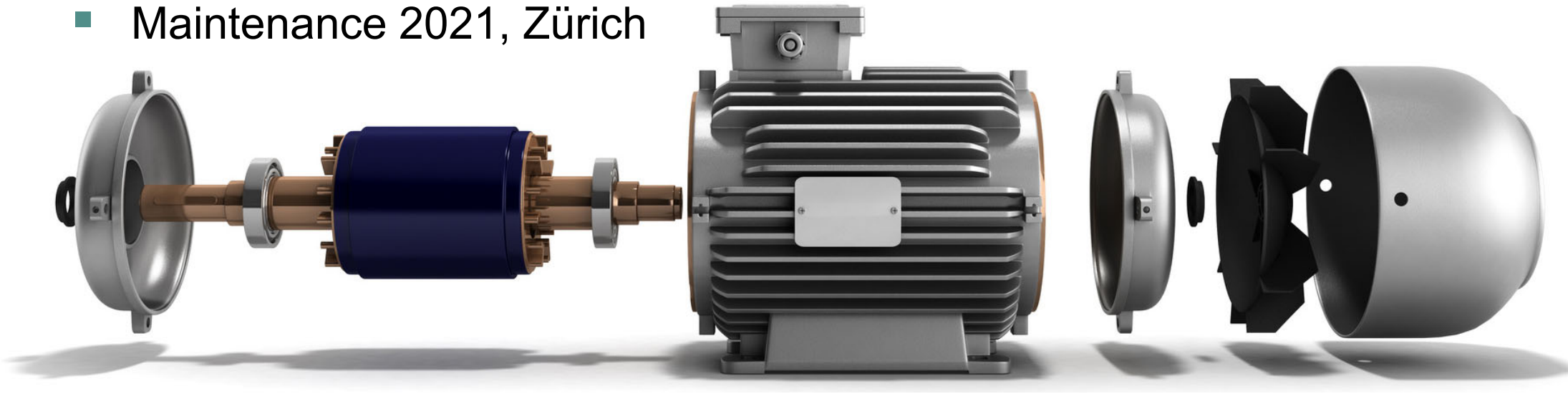
TOPMOTORS

Normen für effiziente Antriebssysteme

Vortrag am 18. November 2021, 14:00 Uhr

- Conrad U. Brunner
- Topmotors, Zürich

- Maintenance 2021, Zürich



FRAGEN?

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Viktor Hangartner
Gessnerallee 38a
8001 Zürich
+41 (0)44 226 20 10
viktor.hangartner@impact-energy.ch