

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*

# Ecodesign Energieeffizienz intelligenter kombinieren

## EN 50598

definiert Wirkungs-  
grad-Klassen für Ihre  
Frequenzumrichter  
sowie Umrichter-  
Motor-Kombination.

# Ecodesign auf den Punkt gebracht Motoren sind die Basis – Umrichter machen den Unterschied

Wirkungsgradklassen ermöglichen den energetischen Vergleich von Elektromotoren, Frequenzumrichtern und deren Kombination. Auf Basis der definierten Wirkungsgradklassen wurden in der ganzen Welt gesetzliche Vorgaben geschaffen um die Verwendung von energieeffizienten Produkten sicherzustellen. In Europa wird dieser gesetzliche Rahmen als Ecodesign bezeichnet. Diese Broschüre beschreibt die wichtigsten Merkmale der für die elektrische Antriebstechnik relevanten Wirkungsgradklassen und ihre gesetzliche Relevanz. Bei der optimalen Zusammenstellung eines Antriebssystems ist dessen Effizienz selbstverständlich ein wichtiger Faktor. Für ein effektives und wirtschaftliches Gesamtsystem muss der Anwender aber mehr berücksichtigen als die Wirkungsgradklassen: Das Zusammenspiel aller Komponenten als Systemlösung entscheidet über die Effizienz der Anwendung.



# Die Danfoss-Bausteine

## Effizient

Am Markt angebotene vorkonfigurierte Pakete aus Motor und Umrichter sind für einen bestimmten Bereich optimiert. Danfoss Frequenzumrichter ermöglichen den optimalen Betrieb aller Motorarten – unabhängig vom Motorhersteller – mit einem Umrichter für alle Ihre Anwendungen. Einfach, flexibel und unabhängig:

- Hoher Umrichterwirkungsgrad
- Effizienter Betrieb aller gängigen Motortechnologien inklusive Synchron-Reluktanzmotoren.
- Abgestimmter Betrieb der Anlage
- AEO – Automatische Energie Optimierung und somit optimale Energiekosten
- AMA – Anpassung der Regelung an die reale Installation
- ecoSmart – Bestimmung IES-Klasse des Systems

## Betriebsicher

Ungeplante Stillstände einer Maschine sind kritisch für jede Produktion und sollten deswegen vermieden werden.

- Optimierung des Antriebs an die Anwendung
- Weltweite Verfügbarkeit Umrichter/ Motor durch regionale Präsenz
- Optimierte Lagerhaltung aufgrund reduzierte Anzahl der Motor- und Umrichter-Varianten
- Reparatur- und Inbetriebnahme Know-how für wenige Komponenten notwendig
- Schutzart passend zur Anwendung
- Extra beschichtete Platinen
- Lange Lebensdauer
- Zukunftssicher da alle gängigen Motortechnologien unterstützt werden
- Sollte eine Motortechnologie lokal nicht verfügbar sein, wählen Sie einfach eine andere

## Unkompliziert

Jedes Antriebssystem muss geplant und in Betrieb genommen werden. Übersichtliche Auswahl und einfache Bedienung stellen ein optimales Ergebnis sicher.

- Intuitives HMI
- Inbetriebnahme-Assistent führt durch die Einstellungen
- Übersichtliche Inbetriebnahme-Software
- Passende EMV-Filter für Ihre Anwendung
- Gleiche Bedienung & Parameterstruktur
- Lokale Sprachpakete
- Kein Einfluss auf Motorlebensdauer oder Garantie

## Wirtschaftlich

Faktoren wie Anschaffungs-, Energie-, Instandhaltung- und Entsorgungskosten beeinflussen die Wirtschaftlichkeit einer Anlage und müssen bei einer ganzheitlichen Betrachtung berücksichtigt werden:

- Preise für Motoren sind abhängig von Technologie und IE-Klasse
- Rohstoffzuschläge (z.B. Kupfer) beeinflussen Kosten
- Herstellungskosten neuer Motortechnologien sind oft höher
- Transportkosten (Gewicht & Strecke)
- Anzahl verfügbarer Hersteller bestimmt Preisniveau
- Herstellerabhängigkeit durch Sonderausführungen
- Einsparungen durch Energieeffizienz
- Danfoss ermöglicht die optimale Antriebskonfiguration für Ihre Anforderungen



### Motortechnologie

Hohe Wirkungsgrade lassen sich mit den unterschiedlichsten Technologien erreichen. Die Danfoss-Broschüre beschreibt die gängigsten Motortechnologien inklusive ihrer Vor- und Nachteile.

[Lesen Sie mehr >](#)



### EcoSmart

Das webbasierte Tool ermöglicht die unkomplizierte Bestimmung der IES-Klasse von Danfoss-Umrichtern mit einem Motor.

[Lesen Sie mehr >](#)



### Motorunabhängig

Sehen Sie wie einfach die Inbetriebnahme von ASM-, PM- und SynRM-Motoren an Danfoss Umrichtern ist.

[Lesen Sie mehr >](#)



# Definitionen und Geltungsbereich der EN 50598

Der Standard EN 50598 definiert Wirkungsgradklassen für Motorsysteme. Die Beschreibung der Klassen verwendet Begriffe, die häufig noch nicht allgemein bekannt sind.

## CDM (Vollständiges Antriebssystem)

Beschreibt den Frequenzumrichter bestehend aus der Leistungselektronik (Gleich- und Wechselrichter) zwischen Netz und Motor, inklusive aller benötigten Hilfskomponenten wie enthaltenen Schutzgeräten, Steuertransformatoren, Kühllüftern und Hilfseinrichtungen. CDM steht dabei für Complete Drive

Module. Zu beachten ist für den Anwender: Komponenten wie EMV-Filter können, müssen aber nicht in dem CDM integriert sein.

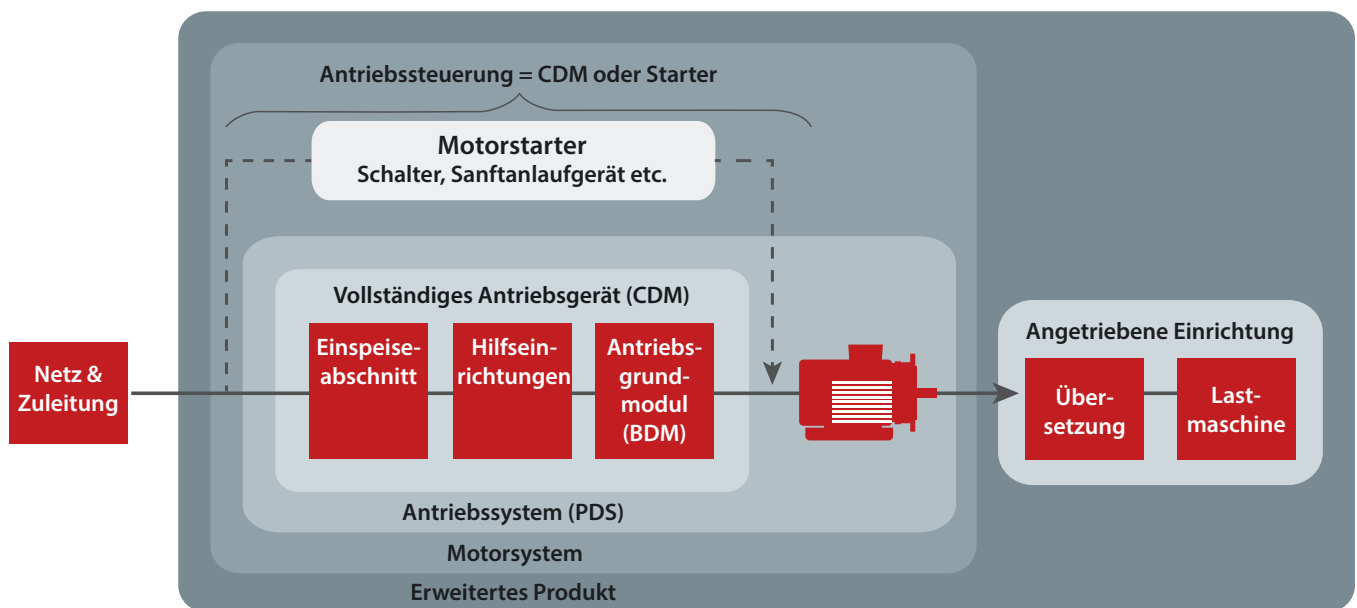
## PDS

Die Kombination aus Umrichter und Motor wird als PDS (Power Drive System) bezeichnet. Es besteht aus dem Complete Drive Module, dem Motor-

kabel und dem Motor. Es wird nicht unterschieden, um welche Motortechnologie es sich handelt.

## Driven Equipment (Angetriebene Einrichtung)

Die eigentliche Lastmaschine, inklusive eines mechanischen Übertragungsglieds wie Riemen oder Getriebe, bezeichnet der Standard als Driven Equipment.



## Extended Product (Erweitertes Produkt)

Nicht Komponenten sparen Energie, sondern Systeme in ihrer tatsächlichen Anwendung. Aus diesem Grund betrachtet der erweiterte Produktansatz das Zusammenspiel des Motorsystems und der angetriebenen Lastmaschine. Die Beurteilung des Systems soll dann nach einem Last-/Zeitprofil der tatsächlichen Anwendung erfolgen und sich

in einem Energieeffizienzindex (EEI) widerspiegeln.

Die Last-/Zeitprofile und auch die konkrete Definition eines EEI für ein bestimmtes Produkt werden durch deren Normgremien festgelegt werden. Ein erster Standard, der dieses Prinzip nutzen wird, ist für Pumpen in Vorbereitung und wird wahrscheinlich 2016 veröffentlicht werden.

## Motor Drive System (Motorsystem)

Ein elektrischer Motor benötigt immer eine Ansteuerung, um ihn mit Spannung zu versorgen. Im einfachsten Fall wird hierfür ein Schalter verwendet, der direkt die Netzspannung auf den Motor schaltet. Das PDS ist eine Untergruppe des Motorsystems.



# Wir erfüllen die Ecodesign-Anforderungen

Getrieben von der Ecodesign-Richtlinie, steigen die Anforderungen an die Energieeffizienz in der Antriebstechnik immer weiter. So führte die EU beispielsweise seit 2011 Mindestanforderungen an die Wirkungsgrade für Drehstrommotoren ein und verschärfte sie schrittweise.



Analog zum IE-Klassifizierungssystem der Elektromotoren wurde in den vergangenen Jahren die europäische Norm EN 50598 entwickelt, die IE-Wirkungsgradklassen für Umrichter und IES-Klassen für die Kombination Umrichter mit Motor definiert.

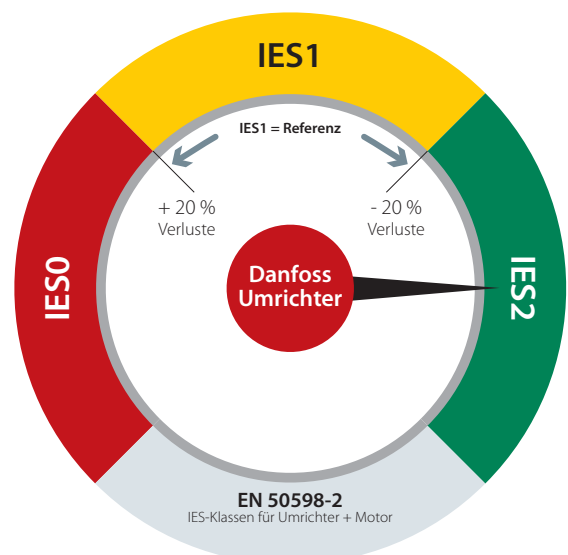
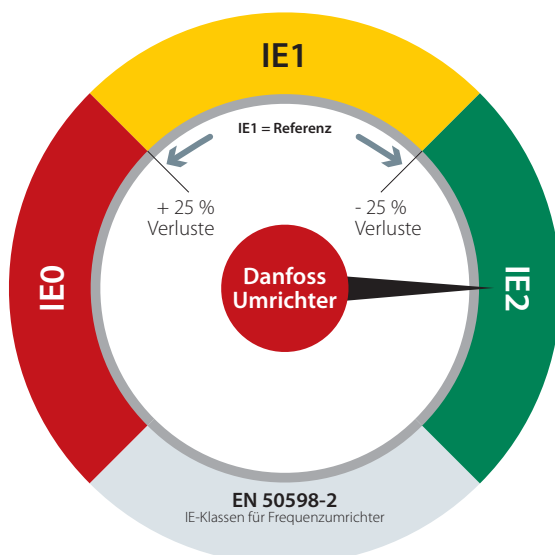
Für Danfoss-Umrichter gilt, dass sie die höchste Klasse IE2 einhalten! Selbstverständlich halten sie diese auch ein, wenn EMV-Filter im Gerät enthalten sind. Treibt ein VLT® oder VACON® Frequenzumrichter einen guten IE2-Motor oder

Motoren der Klasse IE3 oder IE4 an, so wird auch die Kombination in der Regel die höchste „Kombinationsklasse“ IES2 einhalten.

Danfoss veröffentlicht alle notwendigen Informationen zu den IE/IES-Klassen schrittweise in den Handbüchern und auf der Homepage [www.danfoss.com/ecosmart](http://www.danfoss.com/ecosmart).

Zusätzlich werden dort auch Wirkungsgrade bei Teillast gemäß der EN 50598-2 schrittweise online eingestellt.

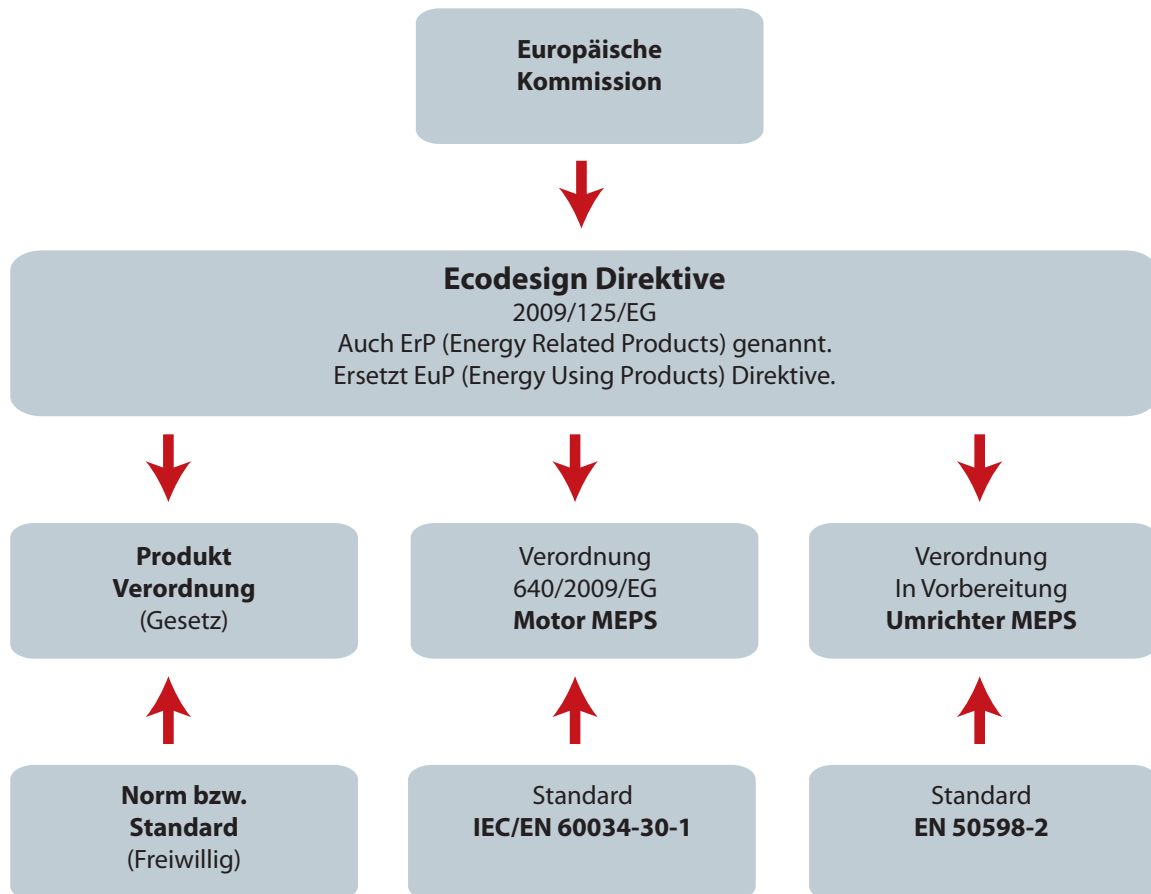
Darüber hinaus können Sie auf den folgenden Seiten mehr über die unterschiedlichen Effizienzklassen lesen. Neben der Definition erfahren Sie, in wie weit diese neue Kennzeichnung eine Vergleichbarkeit verschiedener Produkte, Systeme und Lösungen gewährleistet und worauf zu achten ist, sowie wie die gesetzlichen Verpflichtungen zur Einhaltung aussehen.



# Die Ecodesign-Richtlinie

„Ziel der Ökodesign-Richtlinie ist, die Umweltwirkungen von energieverbrauchsrelevanten Produkten unter Berücksichtigung des gesamten Lebenswegs zu mindern. Dazu legt sie Anforderungen an das Produktdesign fest.“

Zitat Bundesumweltamt (<http://www.umweltbundesamt.de/>)



**Hinweis: Nicht alle Elemente eines Standards werden in eine Verordnung übernommen.**

Bei der Ökodesign- bzw. Ecodesign-Richtlinie handelt es sich konkret um die Richtlinie 2009/125/EG. Sie ist auch unter dem Namen ErP (Energy Related Products)-Richtlinie bekannt, da alle energieverbrauchsrelevanten Produkte mit einem gewissen Einsparpotential unter diese Richtlinie fallen.

Die vorhergehende Richtlinie 2005/32/EG hat lediglich den Energieverbrauch von Geräten betrachtet (EuP = Energy Using Products). Die ErP hat die EuP abgelöst.

Konkrete energetische Anforderungen an die jeweiligen Produkte schreiben Verordnungen fest, die sich auf die Ecodesign-Richtlinie beziehen. Sie definieren z. B. die jeweiligen Mindestanforderungen, die auch unter dem Namen MEPS (Minimum Efficiency Performance Standards) bekannt sind.

### Prinzip und Gültigkeit

Weltweit basieren die rechtlich verbindlichen Richtlinien und Verordnungen für mehr Energieeffizienz meist auf den gleichen, international

gültigen technischen Standards. Allerdings unterscheiden sich von Region zu Region oder Land zu Land die festgelegten Grenzwerte für Effizienz, sowie der Zeitraum für die lokale Einführung.

Daraus ergibt sich aber, dass die Ecodesign-Vorgaben, die natürlich erst einmal nur für Europa gesetzlich bindend sind, leicht mit den Anforderungen beispielsweise in Nordamerika oder Australien zu vergleichen sind.

# Ecodesign-Anforderungen für Motoren

Die EU-Verordnung 640/2009 definierte Mindestwirkungsgradklassen für Motoren. Anfang 2014 verschärfte die Union diese Verordnung mit der Änderung EG 4/2014, um weitere Motoren mit einzuschließen.

## Wirkungsgradklassen

Die verwendeten Wirkungsgradklassen basieren auf dem Standard IEC/EN 60034-30-1, der die Klassen IE0 bis IE4 für Elektromotoren definiert. In der Verordnung finden nur die Klassen IE1-IE3 Anwendung.

## Geltungsbereich der gesetzlichen Anforderungen

Die Einhaltung der Mindestwirkungsgradklassen für Motoren sind für die meisten Elektromotoren festgeschrieben:

- Betriebsart S1 (Dauerbetrieb) bzw. S3 (Aussetzbetrieb) mit ED > 80%
- Polzahl 2 bis 6
- Leistungsbereich 0,75 – 375 kW
- Bemessungsspannung bis 1000 V

## Vergleichbarkeit: Gut

Auf Basis der MEPS ist für Motoren eine gute Vergleichbarkeit gegeben. Bei den einzelnen Klassen ist aber zu beachten, dass die jeweiligen Wirkungsgrade einer gewissen Bandbreite unterliegen.



Motoren für „IE3-Alternative“ müssen entsprechend gekennzeichnet sein

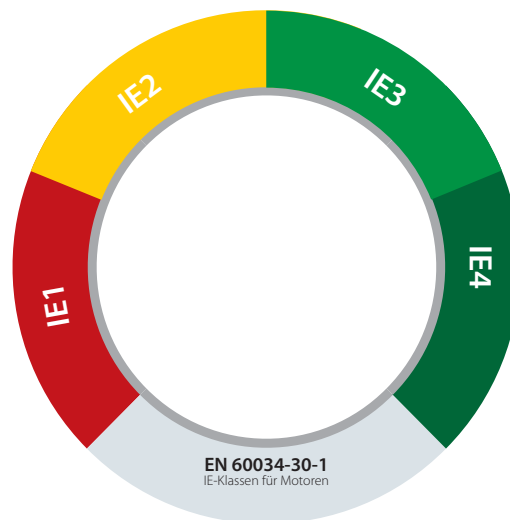
Ausgenommen sind beispielsweise Bremsmotoren oder Motoren, die vollständig in ein Produkt (z. B. ein Getriebe oder Pumpe) eingebaut sind

und deren Energieeffizienz nicht unabhängig von diesem Produkt erfasst werden kann.

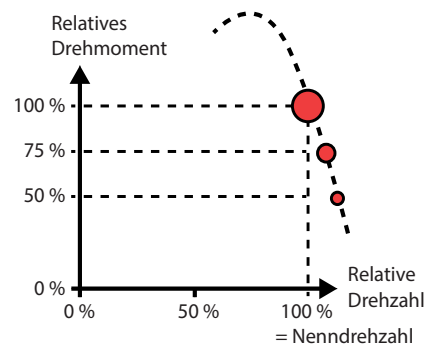
## Schrittweise Erhöhung der Anforderungen

Beginn	Leistungsbereich	MEPS	MEPS Alternative
16.06.2011	0,75 – 375 kW	IE2	–
01.01.2015	0,75 – 7,5 kW	IE2	–
	7,5 – 375 kW	IE3	IE2 + Umrichter
01.01.2017	0,75 – 375 kW	IE3	IE2 + Umrichter

*Hinweis: Eine Revision der Anforderungen ist in Arbeit. Eine weitere Verschärfung ab 2018 ist absehbar.*



## IE-Klassen für Motoren nach EN 60034-30-1



- = Referenzpunkt, an dem die IE-Klasse definiert ist
- = Teillastpunkte gemäß Standard

- IE-Klassen sind auf den Nennpunkt des Motors bezogen
- Wirkungsgrade für 50 % und 75 % Teillast bei Netzfrequenz müssen in der Dokumentation angegeben werden
- Die Klassen gelten für netzbetriebene Motoren ohne Unterscheidung der Technologie
- Asynchronmotoren mit höherem Wirkungsgrad haben typischerweise eine höhere Drehzahl. Dies ist beim Austausch zu beachten.
- Anschlussmaße der Motoren können sich je nach Technologie und IE-Klasse unterscheiden

# Ecodesign-Anforderungen für Umrichter

Die Grenzwerte für die Beurteilung der energetischen Effizienz von Frequenzumrichtern liefert der Standard EN 50598-2. Der Standard gliedert sich in drei Teile:

## EN 50598-1:

Einbindung von Umrichter und Motor in erweiterte Produkte (z.B. Motor + Umrichter + Pumpe)

## EN 50598-2:

Definiert Wirkungsgradklassen IE (Umrichter) und IES (Umrichter + Motor)

## EN 50598-3:

Beschreibt Umweltaspekte und Life Cycle-Betrachtung

## Wirkungsgradklassen

Der Standard EN 50598-2 definiert die Wirkungsgradklassen IE0 bis IE2 für Frequenzumrichter. Hat ein Gerät 25 % mehr Verluste als der Mittelwert der Klasse IE1, fällt es in die Klasse IE0, 25 % weniger Verluste führen zur Einstufung in die Klasse IE2. In der Praxis bedeutet die Toleranz von  $\pm 25\%$ , dass ein 7,5 kW Umrichter einen Wirkungsgrad von 95 % haben muss in der Klasse IE2 zu erreichen. Ist sein Wirkungsgrad schlechter als 91%, erreicht er nicht einmal IE1.

## Geltungsbereich

Der Standard EN 50598-2 gilt für Frequenzumrichter, die folgende Bedingungen erfüllen:

- Leistungsbereich 0,12 kW – 1000 kW
- Spannungsbereich 100 V bis 1000 V
- einachsige AC/AC-Antriebssysteme

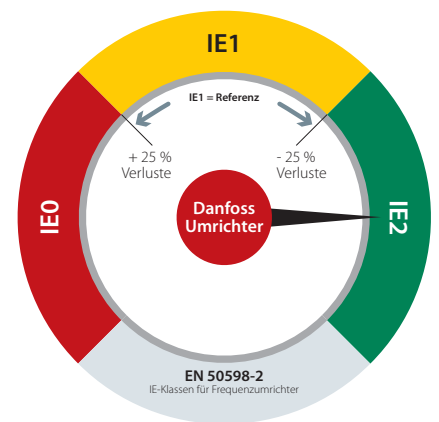
Rückspeisefähige Umrichter können aufgrund ihrer oft höheren Verluste von der Einstufung ausgenommen werden.

## Gesetzliche Anforderungen

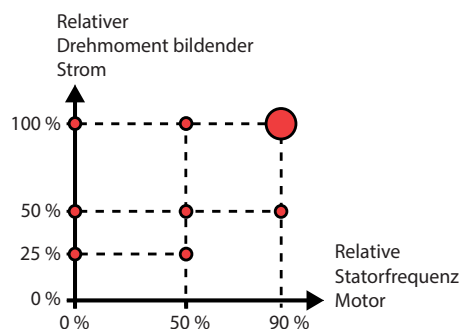
In Europa wird die EU voraussichtlich 2018 die Klasse IE1 als Mindestwirkungsgrad festschreiben.

## Vergleichbarkeit: Gut

Da die IE-Klassifizierung bei einer definierten Last aus  $\cos \phi$  und Strom erfolgt, lassen sich die Geräte anhand der Klassen gut vergleichen. Beachtet werden muss allerdings, ob die Ausführung der Geräte identisch und somit vergleichbar ist.



## IE-Klassen für Frequenzumrichter gemäß EN 50598-2



- = Referenzpunkt, an dem die IE-Klasse definiert ist
- = Teillastpunkte gemäß Standard

- Die IE-Klasse ist bei 90 % Frequenz und 100 % des Drehmoment bildenden Stroms definiert
- Spezielle Testmodi sind nicht erlaubt
- Die Klasse umfasst das gelieferte Gerät inklusive aller eingebauten Optionen. Für nicht eingebaute Optionen (EMV-Filter, Netzdrosseln,...) müssen Verluste in der Dokumentation angegeben werden, wenn sie folgende Werte überschreiten:
  - $> 0,1\%$  der Umrichterleistung und
  - 5 W total
- Verluste bei Teillast können, müssen aber nicht dokumentiert werden



# Ecodesign-Anforderungen für Umrichter-Motor-Kombinationen

Mit der Klasse IES definiert der Standard EN 50598-2 Wirkungsgradklassen für Kombinationen aus Frequenzumrichter und Motor.

Dabei fallen alle Kombination unter diesen Standard, egal ob der Anwender

- Umrichter und Motor als einzelne Komponenten kauft
- Umrichter und Motor als „Paket“ erwirbt oder
- eine Kompakteinheit einsetzt.

## Wirkungsgradklassen

Der Standard EN 50598-2 definiert die Wirkungsgradklassen IES0 bis IES2 für Frequenzumrichter zusammen mit dem Motor. Die Bandbreite der Referenzklasse IES1 beträgt nur +/- 20% im Gegensatz zu den +/- 25% der IE-Klasse für Umrichter.



## Geltungsbereich

Der Geltungsbereich ist identisch zu den IE-Klassen für Umrichter:

- Leistungsbereich 0,12 kW – 1000 kW
- Spannungsbereich 100 V bis 1000 V
- einachsige AC/AC-Antriebssysteme

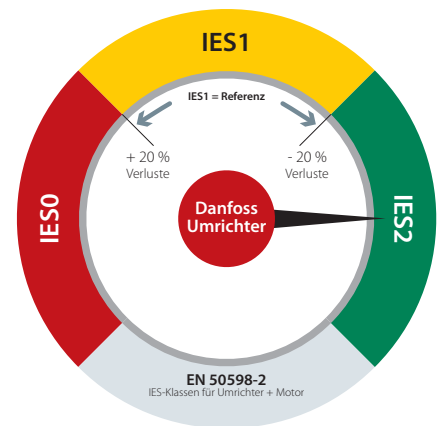
## Vergleichbarkeit: Eingeschränkt

Der Standard definiert zwar Rahmenbedingungen für die Messung der Gerätekombination, lässt aber Abwei-

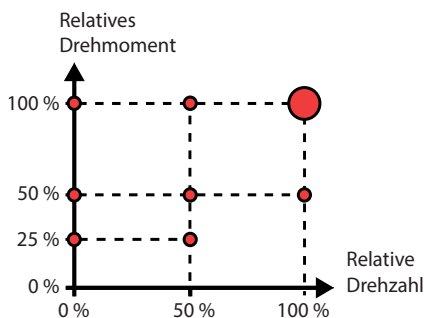
chungen von diesen Vorgaben zu, solange der Hersteller sie dokumentiert. So können sich z. B. Kabellängen, verwendete Filter und Motortypen unterscheiden. Eine detaillierte Prüfung ist somit für einen objektiven Vergleich unerlässlich.

## Gesetzliche Anforderungen

Gesetzliche Regelungen sind in vor dem Jahr 2022 nicht absehbar.



## IES-Klassen für Frequenzumrichter und Motor gemäß EN 50598-2



- = Referenzpunkt, an dem die IES-Klasse definiert ist
- = Teillastpunkte gemäß Standard

- Die IES-Klasse gilt für die Kombination aus Umrichter und dem Motor
- Die IES-Klasse ist bei 100% Drehzahl und 100% Drehmoment definiert
- Kabellänge zwischen Motor und Umrichter ist im Standard definiert
- Änderungen der Kabellängen, Taktfrequenz, etc. sind zulässig, müssen aber dokumentiert werden
- Verluste bei Teillast können, müssen aber nicht dokumentiert werden

# Herstellerunabhängige Bestimmung der IES-Klasse

Für viele Anwendungen besteht die optimale Lösung darin, Umrichter und Motoren unterschiedlicher Hersteller zu kombinieren. Sind die Verluste eines Umrichters und eines Umrichter betriebenen Motors im Nennpunkt bekannt,

müssen sie lediglich angeglichen und addiert werden, um die Verluste des Systems zu erhalten. Mit Hilfe dieser Systemverluste lässt sich dann die IES-Klasse bestimmen. Analog lassen sich auch die Verluste in verschiedenen

Teillastpunkten, die für die jeweilige Anwendung relevant sind, berechnen.

## Referenzmotor und -umrichter

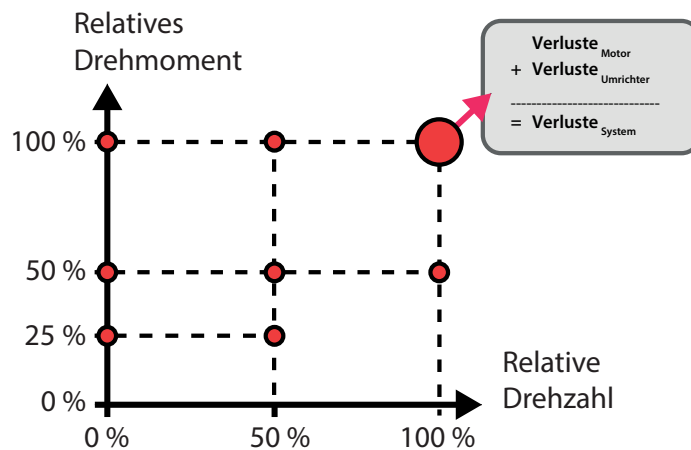
In dem Standard EN 50598 sind Verlustwerte für Referenzmotoren und -umrichter definiert. Diese Referenzdaten können alternativ zu realen Daten zur Abschätzung von IES-Klassen verwendet werden.

### Berechnungsbeispiel:

7,5 kW Umrichter (IE1) und Motor (IE2)

Verluste Umrichter:	675 W
Verluste Motor:	1032 W
-----	
Verluste System:	1707 W

Die IES-Klasse lässt sich aus unten stehender Tabelle ablesen, einem Ausschnitt aus der gesamten Tabelle des Standards.



Das Beispielsystem erreicht mit 1707 W Verlusten die Wirkungsgradklasse IES1.



## Danfoss ecoSmart rechnet für Sie

Mit dem Danfoss ecoSmart-Tool können Sie die IE-Klasse und den Wirkungsgrad von Danfoss-Umrichtern in verschiedenen Lastpunkten bestimmen. Zusätzlich lässt sich der Wirkungsgrad und die IES-Klasse eines Motorsystems, das durch einen Danfoss-Umrichter geregelt wird, bestimmen.

<http://ecosmart.danfoss.com>

# Was bedeutet Ecodesign für meine Antriebe?



## Reduzierte Energiekosten

Ziel der Anforderungen und Standards, die unter den Begriff Ecodesign fallen, ist es, den Energieverbrauch auch in Ihrer Anlage zu senken.



## Erhöhte Transparenz

Der Energiebedarf der einzelnen Komponenten wird transparenter. Dadurch werden ineffiziente Antriebe nach und nach vom Markt verschwinden. Die Einordnung in Effizienzklassen hilft dem Anwender in der Beurteilung.



## Was muss ich einhalten

Oft stehen Anwender vor der Frage, was sie technisch zwingend einhalten müssen, weil es gesetzlich vorgegeben ist und was sie sozusagen „freiwillig“ einhalten können. Im Einzelfall muss diese Frage ein Anwalt beantworten. Unabhängig davon können sich Anwender und Hersteller natürlich darauf einigen, Normen wie die EN 50598-2 zu berücksichtigen, auch wenn sie nicht gesetzlich vorgeschrieben sind.



## Weltweite Entwicklung

Der Standard EN 50598 hat nur in Europa Gültigkeit. Arbeiten, um die Norm in eine weltweit anerkannte IEC-Norm zu überführen, sind bereits weit fortgeschritten. Die Veröffentlichung wird unter der Bezeichnung EC 61800-9 erfolgen. Sie wird voraussichtlich in weiten Teilen auf der Europäischen Norm beruhen. Anpassungen z. B. für 60 Hz-Netze werden natürlich ergänzt.



## Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit

Die Kombination, der für Ihre Anwendung besten Komponenten und die Dokumentation von deren Effizienz öffnet vielfältige Möglichkeiten zur Differenzierung auf dem Markt. Vordefinierte bzw. von Herstellern angebotene Komplettpakete bieten dagegen nur geringes Differenzierungspotential im regionalen und globalen Wettbewerb, sowohl unter technischen als auch kommerziellen Aspekten.

## Einflussfaktoren für Auswahl Motor und Umrichter bzw. der Kombination

Technische Vorgaben	Logistische Gründe	Wirtschaftliche Gründe	Service und Instandhaltung
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Einhaltung der geforderten Wirkungsgradklasse</li> <li>■ Platzverhältnisse und Baugröße des Motors</li> <li>■ Betriebsverhalten (Anlauf, Last, Netzspannung)</li> <li>■ Kundenvorschriften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lagerhaltung Motor und Umrichter</li> <li>■ Baugröße von Motoren (nicht IE1 kompatibel)</li> <li>■ Regionale Verfügbarkeit</li> <li>■ Lieferzeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lebenszykluskosten</li> <li>■ Preise für Motoren</li> <li>■ Rohstoffzuschläge (z.B. Kupfer)</li> <li>■ Transportkosten</li> <li>■ Einsparungen durch Energieeffizienz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Regionale/Weltweite Verfügbarkeit</li> <li>■ Anzahl der Motor- und Umrichter-Varianten</li> <li>■ Reparatur- und Inbetriebnahme Know-how</li> <li>■ Schulungsaufwand</li> </ul>



## Danfoss Drives

Danfoss Drives ist ein weltweit führender Hersteller für Lösungen zur Drehzahlregelung von Elektromotoren. Seit 1968 sind Frequenzumrichter unser Kerngeschäft, auf das wir uns konzentrieren. Im Jahr 2014 haben Vacon und Danfoss fusioniert und bilden so eines der branchenweit größten Unternehmen. Auch gemeinsam treibt uns weiterhin die Leidenschaft an, die vielseitigsten Frequenzumrichter der Welt zu entwickeln, herzustellen und zu vertreiben. Wir können uns an jede Motortechnologie anpassen und liefern Produkte im Leistungsbereich von 0,18 kW bis 5,3 MW.

Unser umfassendes Produktangebot ergänzt sich durch eine große Bandbreite an Dienstleistungen über die gesamte Lebensdauer des Produkts. Von der Lieferung von Einzelkomponenten bis zur Planung und Lieferung kompletter Umrichtersysteme stehen unsere Experten bereit, um unsere Kunden umfassend zu unterstützen. Unsere Beratungsleistung beruht auf jahrelanger Erfahrung in verschiedenen

Branchen, darunter: Chemie, Krane und Hebevorrichtungen, Lebensmittel, HLK, Aufzüge und Rolltreppen, Schifffahrt und Offshore, Material Handling, Bergbau, Öl und Gas, Verpackungen, Papierherstellung, Kühlung, Textil, Wasser und Abwasser sowie Windenergie.

Mit unserem Know-how können wir passgenau zuverlässige und benutzerfreundliche Produkte und Dienstleis-

tungen anbieten, die alle Anforderungen unserer Kunden erfüllen und die Gesamtbetriebskosten senken.

Unsere Produktions- und F&E-Zentren befinden sich in Deutschland, China, Dänemark, Finnland, Indien, Italien und den USA. Durch unsere Verkaufs- und Servicezentren in mehr als 50 Ländern sind unsere Produkte und Dienstleistungen stets leicht erreichbar.

**VLT® | VAGON®**

Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss-Mitarbeitern ableiten, es sei denn, daß diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen des Angemessenen und Zumutbaren Änderungen an ihren Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss-Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.