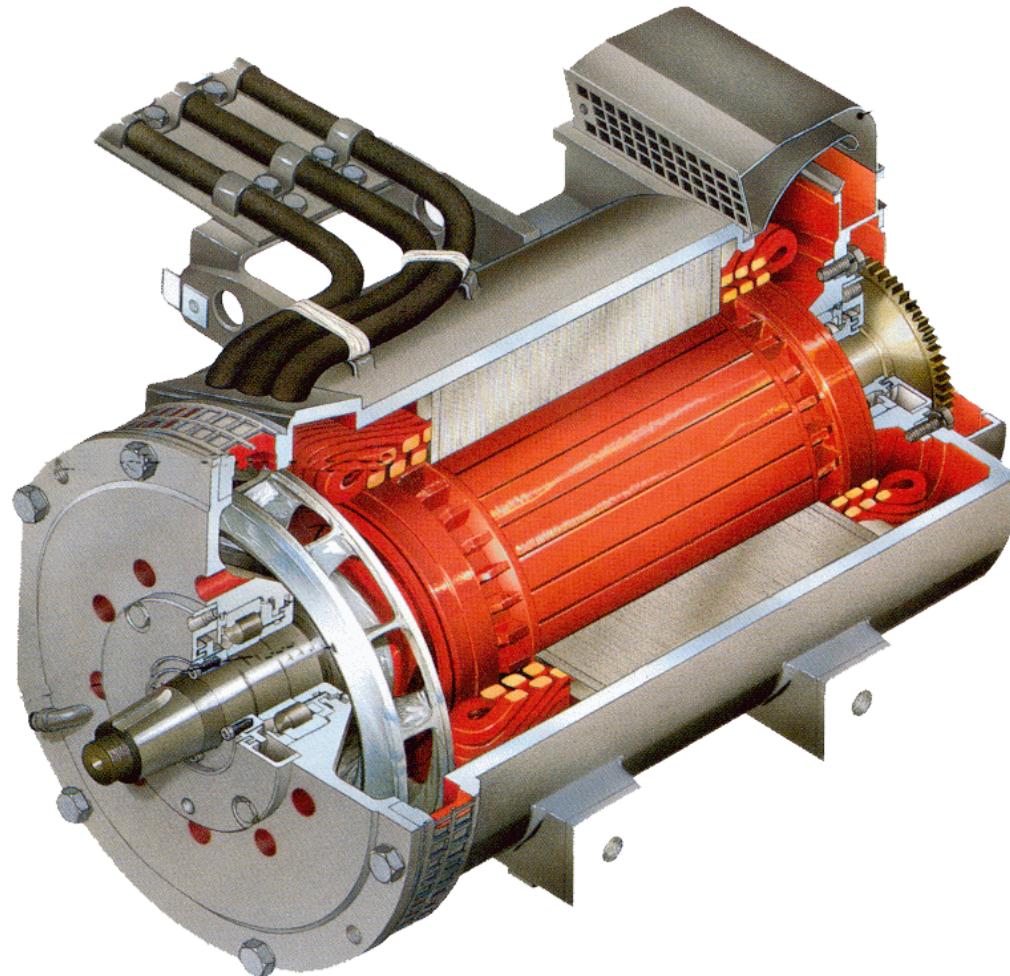


Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE
LUZERN**

Technik & Architektur

Motoreneffizienz



Übersicht

- Motivation und Lernziele
- Asynchronmotoren
- Effizienzklassen
- Effizienzverbesserung
- Lernkontrolle

Motivation und Lernziele

- **Motivation und Lernziele**
 - Asynchronmotoren
 - Effizienzklassen
 - Effizienzverbesserung
 - Lernkontrolle
- **Motivation**
 - Lernen wie man die Effizienz steigern kann
 - Wie man durch höhere Anschaffungskosten langfristig Geld sparen kann
 - Wissen wie man jeden Motor optimal dimensionieren sollte, damit er weniger Verluste hat

Motivation und Lernziele

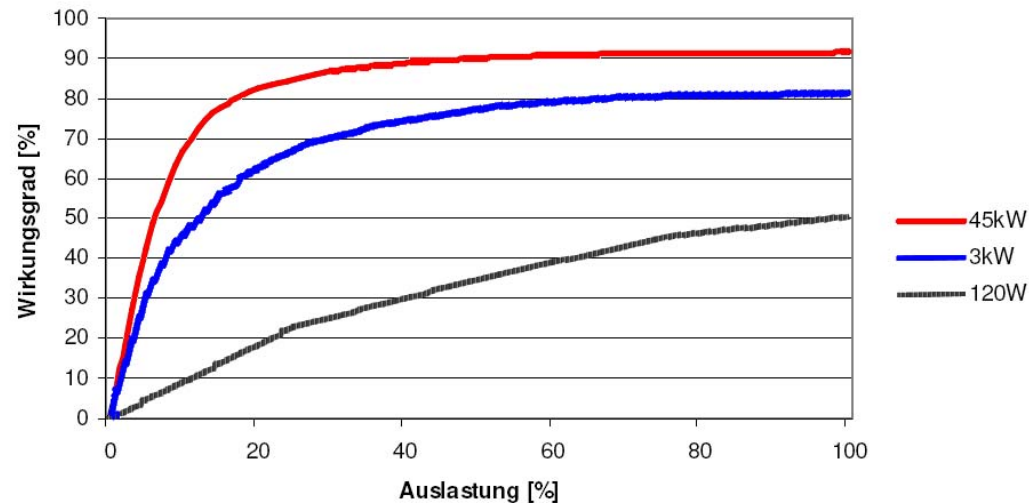
- **Motivation und Lernziele**
 - Asynchronmotoren
 - Effizienzklassen
 - Effizienzverbesserung
 - Lernkontrolle
- **Lernziele**
 - Die Teilnehmer/ -Innen kennen die IEC Effizienzklassen
 - Wissen die positiven Auswirkungen kleinerer Motorenerwärmung
 - Kennen Ursachen für Effizientverluste und wissen, wie man diesen entgegenwirken kann
 - Sie kennen verschiedene Möglichkeiten um bei elektrischen Antrieben Energie einzusparen
 - Wissen, in welchem Bereich der maximale Wirkungsgrad liegen sollte
 - Kennen die Wichtigkeit eines richtig dimensionierten Motors

Überblick Asynchronmotoren

- Motivation und Lernziele
 - **Asynchronmotoren**
 - Effizienzklassen
 - Effizienzverbesserung
 - Lernkontrolle
- Asynchronmotoren
 - Auslastung
 - Dimensionierung
 - Richtige Dimensionierung
 - Überdimensionierung
 - Gesamtsystem beachten

Auslastung von Asynchronmotoren

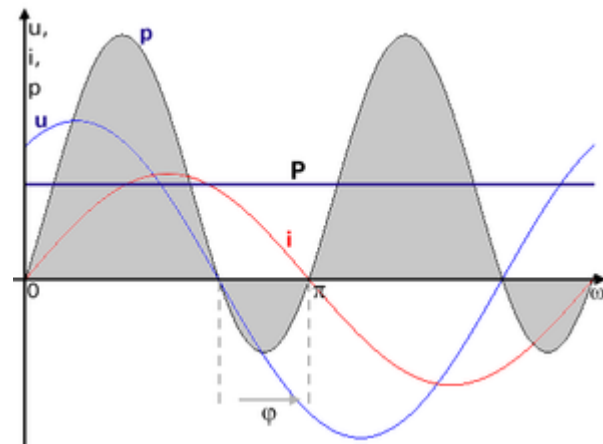
- Motivation und Lernziele
- **Asynchronmotoren**
- Effizienzklassen
- Effizienzverbesserung
- Lernkontrolle



- Gute Auslastung von Motoren liegt bei ca. 75% der Nennlast.
- Falls Motor zu gross → schlechter Wirkungsgrad
- Falls Motor zu klein → grosse Erwärmung und somit kleinere Lebensdauer

Auslastung von Asynchronmotoren

- Motivation und Lernziele
- **Asynchronmotoren**
- Effizienzklassen
- Effizienzverbesserung
- Lernkontrolle



- Nennbetrieb: Produkt von Wirkungsgrad und Leistungsfaktor ist möglichst gross
- Leistungsfaktor = Wirkleistung / Scheinleistung
- Unterbelastete Motoren haben einen schlechten Wirkungsgrad und einen schlechten Leistungsfaktor

Dimensionierung von Asynchronmotoren (1)

- Motivation und Lernziele
 - **Asynchronmotoren**
 - Effizienzklassen
 - Effizienzverbesserung
 - Lernkontrolle
- Motor unter Vollast einsetzen:
 - Drehzahl des Motors bleibt auch ohne Regelung stabil (Läuft bereits mit der vollen Drehzahl)
 - Überdimensionierte ASM:
 - Leistungsreserven als Sicherheit
 - Im Zweifelsfall auf der sicheren Seite
 - Mehrkosten für den Strom lassen sich rechtfertigen, falls grosser Schaden bei einem Ausfall entsteht.

Dimensionierung von Asynchronmotoren (2)

- Motivation und Lernziele
 - **Asynchronmotoren**
 - Effizienzklassen
 - Effizienzverbesserung
 - Lernkontrolle
- Richtige Dimensionierung
 - Motoren überprüfen ob:
Erforderliche Leistung = mechanische Leistung
 - Einteilung der Motoren in drei Kategorien:
 - Stark überdimensionierte Motoren
 - Leicht überdimensionierte Motoren
 - Richtig dimensionierte Motoren

Überblick Effizienzklassen

- Motivation und Lernziele
 - Asynchronmotoren
 - **Effizienzklassen**
 - Effizienzverbesserung
 - Lernkontrolle
- Effizienzklassen von normierten ASM
 - Die IEC Normierung
 - Effizienzverluste
 - Ursache von Effizienzverlusten
 - Möglichkeiten zur Reduktion

Die Effizienzklassen

- Motivation und Lernziele
- Asynchronmotoren
- **Effizienzklassen**
- Effizienzverbesserung
- Lernkontrolle

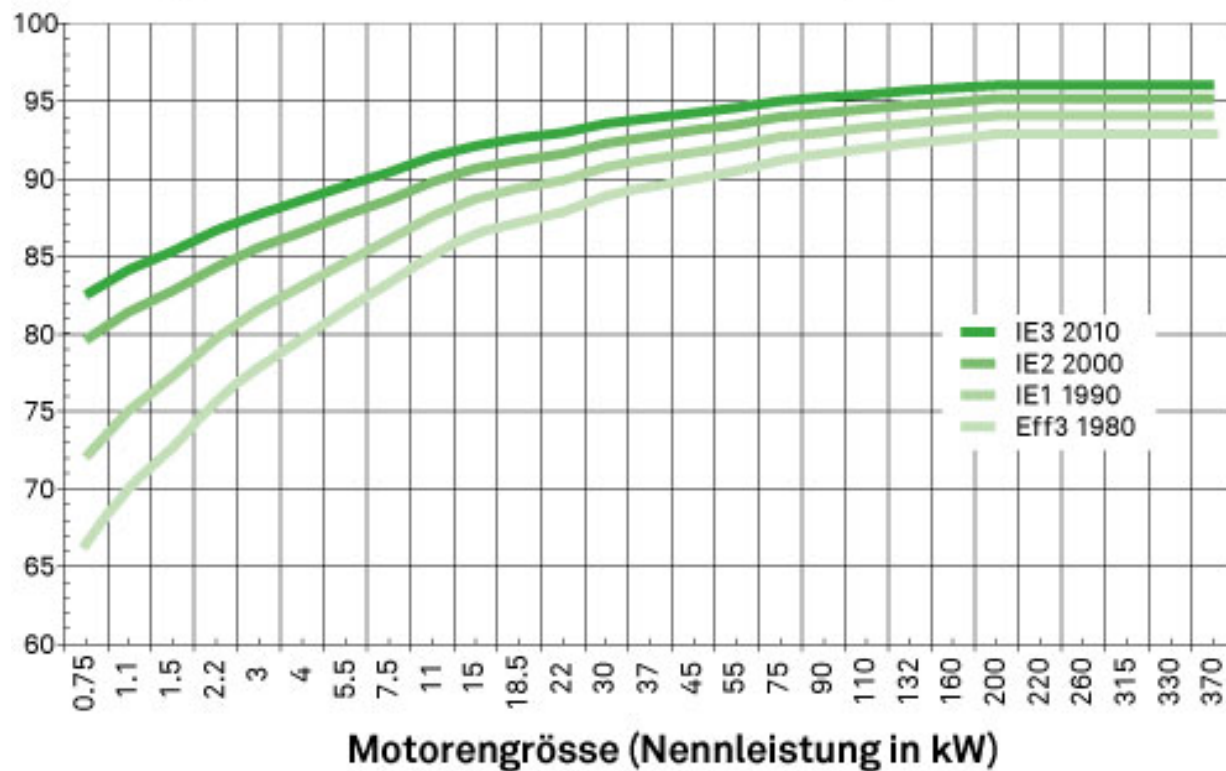
- EFF Code bezeichnen die alten Effizienzklassen
- IE Code bezeichnen die neuen Effizienzklassen
- NEMA ist der amerikanische Standard

IEC Energieklasse	IEC Code	EFF Code	NEMA
Super Premium Efficiency	IE4		
Premium Efficiency	IE3		NEMA Premium
High Efficiency	IE2	EFF1	EPAct
Standard Efficiency	IE1	EFF2	
Below Standard Efficiency	- -	EFF3	

Die Effizienzklassen

- Motivation und Lernziele
- Asynchronmotoren
- **Effizienzklassen**
- Effizienzverbesserung
- Lernkontrolle

Wirkungsgrad von Elektromotoren mit 4 Polen (%)

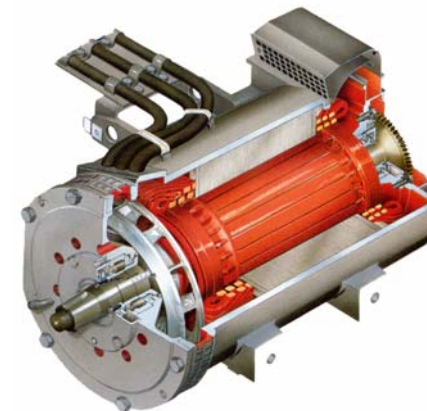


Effizienzverluste

- Motivation und Lernziele
 - Asynchronmotoren
 - **Effizienzklassen**
 - Effizienzverbesserung
 - Lernkontrolle
- Ziel: möglichst kleine Effizienzverluste
 - kleinere Temperatur = höhere Lebensdauer
 - Zuverlässigkeit wird erhöht
 - Ausfallzeit und Wartungskosten verringern sich
 - Höhere Toleranz gegen Wärmebelastung
 - Höhere Toleranz gegen Überlast
 - Leistungsfaktor wird verbessert
 - Kleinerer Geräuschpegel

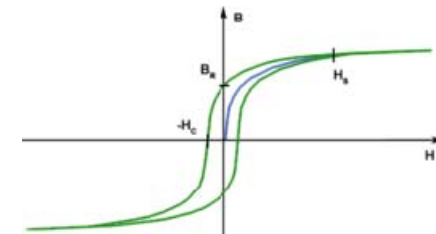
Ursachen für Effizienzverluste

- Motivation und Lernziele
 - Asynchronmotoren
 - **Effizienzklassen**
 - Effizienzverbesserung
 - Lernkontrolle
- Reibung
→ Ursache ist der Lüfter, effizientere Motoren haben kleinere Lüfter
 - Leiterverluste
→ Einsatz von Kupferläufermotoren
 - Luftspalt
→ konstruktive Massnahmen



Ursachen für Effizienzverluste

- Motivation und Lernziele
 - Asynchronmotoren
 - **Effizienzklassen**
 - Effizienzverbesserung
 - Lernkontrolle
- Zuleitungsverluste
→ haben nichts direkt mit dem Motor zu tun. Jedoch höhere Motoreffizienz = weniger Verluste → kleinere Zuleitung
 - Eisenverluste
→ Bessere Blechqualität



Überblick Effizienzverbesserung

- Motivation und Lernziele
 - Asynchronmotoren
 - Effizienzklassen
 - **Effizienzverbesserung**
 - Lernkontrolle
- Übersicht schweizerischer Stromverbrauch
 - Massnahmen zum Energiesparen
 - Potenzial der Massnahmen
 - Checkliste für das Energiesparen bei elektrischen Antrieben

Übersicht der Stromverbraucher

- Motivation und Lernziele
- Asynchronmotoren
- Effizienzklassen
- **Effizienzverbesserung**
- Lernkontrolle

Kundengruppen	Anteil am Gesamtenergieverbrauch der Schweiz 2007	Anteil elektrische Antriebe	Maschinentypen
Industrie	33.1%	68.5%	Pumpen, Ventilatoren, Kompressoren, Förderantriebe, Rührer, u.s.w.
Haushalt	30.4%	11% 8% 7%	Kühlschrank, Gefriertruhe, Umwälz- und Wärmepumpe
Gewerbe	26.5%		Lüftung, Kühlen
Verkehr	8.3%		Schienenverkehr, Tunnelbelüftung
Landwirtschaft	1.7%		Mechanische Antriebe Heubelüftung

- Elektrische Antriebe machen ca. 45% des gesamten Stromverbrauchen in der Schweiz aus
- Einsparpotential liegt bei 10% bis 20%

Massnahmen fürs Energiesparen

- Motivation und Lernziele
 - Asynchronmotoren
 - Effizienzklassen
 - **Effizienzverbesserung**
 - Lernkontrolle
- Energiesparen bei elektrischen Antrieben:
 - Energiesparmotoren 10%
 - Elektronische Drehzahlregelung 30%
 - Mech. Systemoptimierung 60%
 - Höhere Anschaffungskosten für energieeffiziente Motoren zahlen sich schnell aus
 - Hauptkosten fallen beim Betrieb an (Strom), nicht beim Kauf

Checkliste für das Energiesparen

- Motivation und Lernziele
 - Asynchronmotoren
 - Effizienzklassen
 - **Effizienzverbesserung**
 - Lernkontrolle
- Wird eine Anlage noch gebraucht?
 - Haben geänderte Anforderungen die Anlage überflüssig gemacht?
 - Den Motor ausschalten, wenn er nicht gebraucht wird.
 - Fixe Schaltzeiten
 - Überprüfung der Systembedingungen
 - Motorenlast reduzieren, Systembetrachtung
 - Wirkungsgrad optimieren
 - Gesamtsystem betrachten

Lernkontrolle

- Motivation und Lernziele
- Asynchronmotoren
- Effizienzklassen
- Effizienzverbesserung
- **Lernkontrolle**

- 1) Wie ist der Wirkungsgrad definiert, und wo liegt dieser üblicherweise bei einem Asynchronmotor?
- 2) Was kann man generell über das Verhalten des Wirkungsgrads aussagen?
- 3) Wie ist der Leistungsfaktor definiert?
- 4) Beim richtigen Dimensionieren von Motoren, können diese in welche drei Kategorien eingeteilt werden, in welche drei?
- 5) Kann es sinnvoll sein Motoren zu gross zu dimensionieren? Falls ja, wann?

Lernkontrolle

- Motivation und Lernziele
 - Asynchronmotoren
 - Effizienzklassen
 - Effizienzverbesserung
 - **Lernkontrolle**
- 6) Welchem IEC-Code entspricht die alte Bezeichnung EFF1?
 - 7) Nennen Sie mindesten drei positive Folgen, wenn die Leistungsverluste reduziert werden.
 - 8) Nenne Sie mindestens drei Ursachen für Effizientverluste.

Lernkontrolle

- Motivation und Lernziele
- Asynchronmotoren
- Effizienzklassen
- Effizienzverbesserung
- **Lernkontrolle**

- 11) Wie können Sie die in Aufgabe 10 erwähnten Ursachen verringern?
- 12) Wer verbraucht den grössten Teil der Energie in der Schweiz?
- 13) Zählen Sie die Hauptpunkte der „Checkliste für das Energiesparen bei elektrischen Antrieben“ auf.