

Entscheidungsgrundlage

Wirtschaftlichkeit

- Lastfaktor häufig unter 60 %
- Systemoptimierung bietet grosses Potenzial
- Ersatz von Motoren oft mit kurzem Payback möglich

Jede Investition in energieeffiziente Technologie muss sich wirtschaftlich rechnen, d.h., die während der Nutzungsdauer eingesparten Energiekosten sollen die erforderlichen Investitionen kompensieren. Elektrische Antriebssysteme haben durchwegs einen sehr hohen Anteil an den gesamten Lebenszykluskosten bei den Energiekosten während des Betriebs. Bei einer Systemoptimierung ist es leicht, Payback-Zeiten unterhalb von drei Jahren zu erzielen.

Massnahmen zur Energieeinsparung

Eine Massnahme zur Energieeinsparung bei industriellen Antriebssystemen umfasst die Planung, die Demontage der alten und den Kauf der neuen

Maschine, die Montage und die Einregulierung inkl. der Systemintegration.

Investitionskosten

Die Kosten der einzelnen Massnahmen werden aufgrund von Erfahrungswerten oder Richtpreisen (siehe Topmotors Merkblatt 10 «Motorpreise», Merkblatt 11 «FU-Preise») geschätzt oder durch konkrete Unternehmerofferten ermittelt. In einer späteren Phase sollen dazu für grössere Massnahmen (über 10 000 Fr.) Konkurrenzausschreibungen (siehe Merkblatt 4 «Aus-schreibung») mit einem detailliertem Pflichtenheft gemacht werden und die Angebote auf Grund ihrer Qualität, Energieeffizienz und Preis verglichen werden.

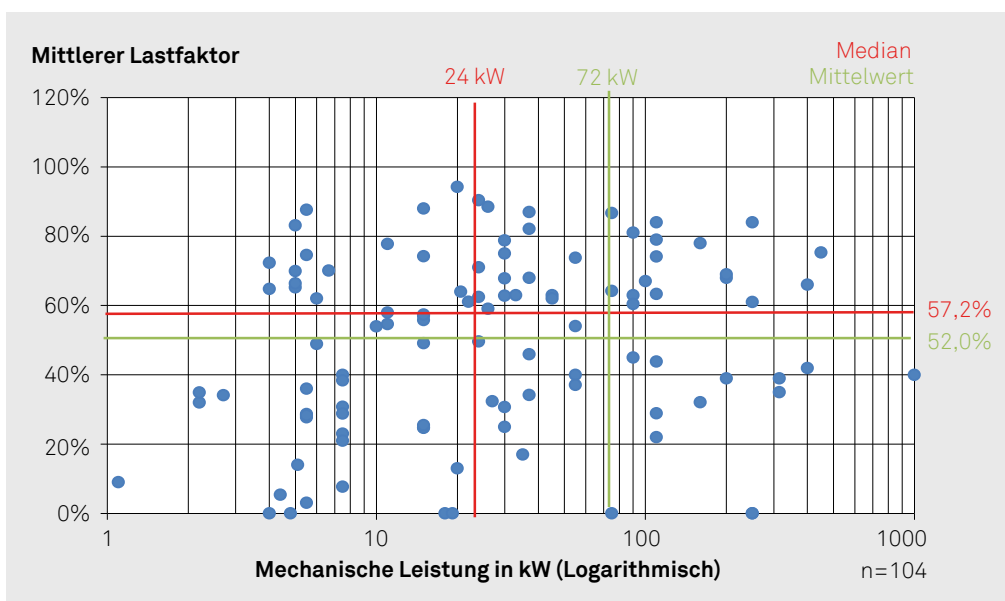


Abbildung 1: Viele Anlagen sind überdimensioniert. Messungen an 104 Motoren im Rahmen des Förderprogramms Easy zeigen: 68 % der Motoren haben einen Lastfaktor unter 60%. Quelle: S.A.F.E., 2014.

Bei allen Verbesserungsmaßnahmen ist die richtige Auslegung der Komponenten (Motor, Frequenzumrichter, Anwendung, etc.) von grosser Bedeutung. In der Praxis stösst man oft auf überdimensionierte Anlagen (siehe Abbildung 1), die einen schlechten Wirkungsgrad im Teillastbereich aufzeigen. Beim Ersatz kann durch richtig (kleiner) dimensionierte Anlagen eine grosse Kosteneinsparung erzielt und die Betriebssicherheit der Anlage erhöht werden.

In einer genaueren Untersuchung bei grösseren Anlagen mit unterschiedlichem Wartungs- und Betriebsaufwand müssen auch die Betriebskosten im Ist- und Soll-Zustand ermittelt werden.

Energieeinsparung

Die Energieeinsparung jeder einzelnen Massnahme muss untersucht werden. Durch die Beschreibung der Komponenten (Motor, Anwendung), deren gemessenen Lastfaktoren und elektrischen Leistungen, lassen sich der Ist-Zustand des alten Antriebssystems ermitteln. Durch die Bestimmung der einzelnen verbesserten Komponenten für den Soll-Zustand des energie-

effizienten Antriebssystems lassen sich die einzelnen Wirkungsgrade abschätzen (siehe Merkblatt 12 «Standard-Test-Report» (STR)).

In Fällen ohne Detailabklärung und Messungen sowie bei standardisierten Verbesserungen kann auch eine pauschale Grobabschätzung dienlich sein, die allerdings später überprüft werden muss. Erfahrungswerte zeigen, dass man bei einer kompletten Systemoptimierung von Einsparungen zwischen 20 % bis 30 % ausgehen kann (siehe Abbildung 2).

Beim Ersatz von bestehenden Anlagen muss untersucht werden, ob deren technische Nutzungsdauer bereits abgelaufen ist. Topmotors geht von den in Abbildung 3 festgelegten technischen Nutzungsdauern nach Grösse aus.

■ Falls die Maschine älter als ihre erwartete Nutzungsdauer ist, ist sie abgeschrieben, d.h. ihr Ersatz mit einer gleichartigen Maschine sollte Teil der regelmässigen Erneuerung des Maschinenparks sein. Nur die Zusatzkosten für eine höherwertige Maschine (IE3) und zusätzliche Komponenten (z.B. Frequenzumrichter)

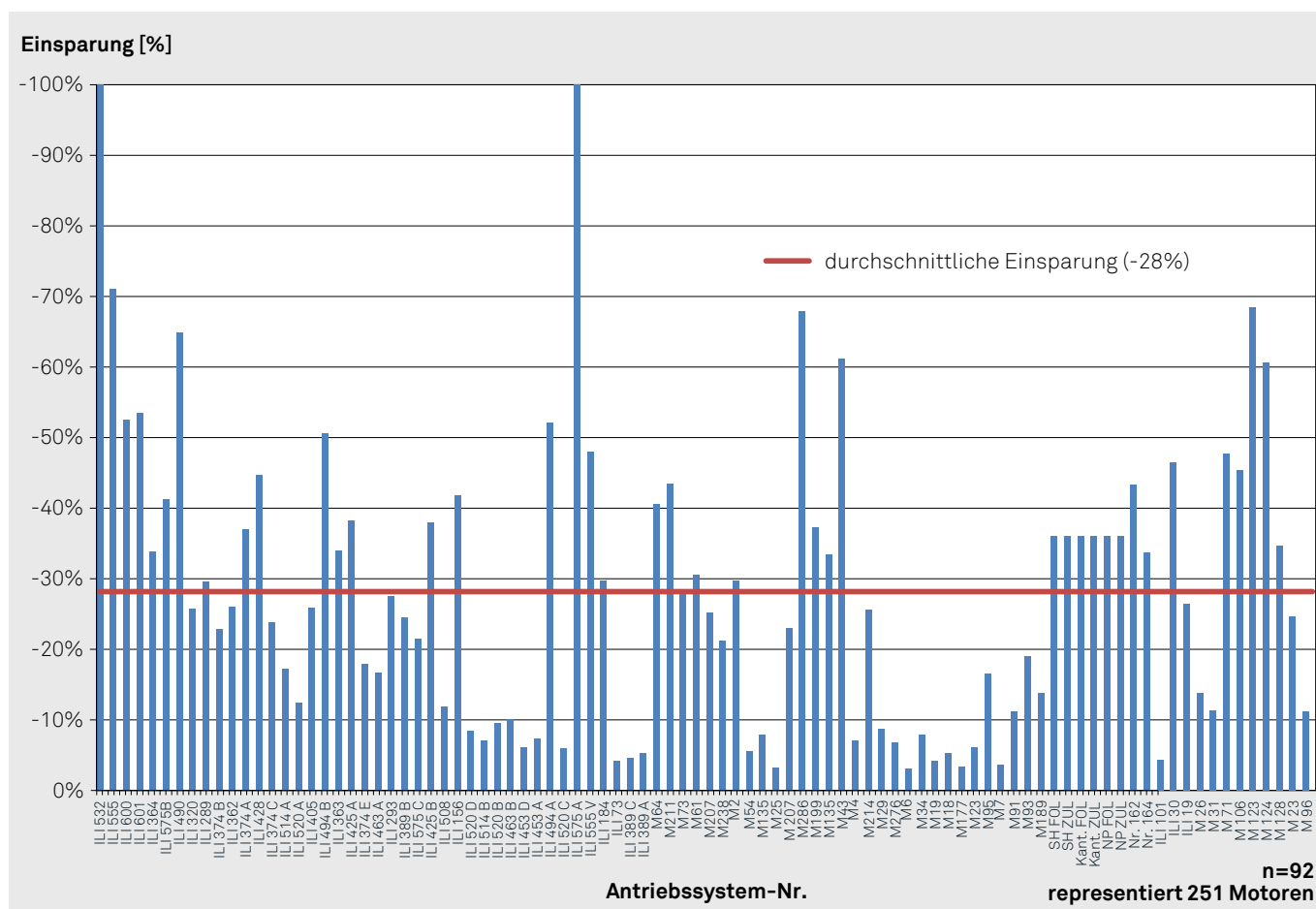


Abbildung 2: Erfahrungswerte aus dem Förderprogramm Easy zeigen durchschnittliche Einsparungen von 28% bei 251 elektrischen Antriebssystemen. Quelle: S.A.F.E., 2014.

müssen in die Kosten-Nutzen-Untersuchung einbezogen werden.

■ Falls die Maschine ihre technische Nutzungsdauer noch nicht vollständig erreicht hat und trotzdem mit einer energetisch verbesserten Anlage ersetzt werden soll, muss der Restwert der alten Anlage ermittelt werden und in die Kosten-Nutzen-Untersuchung einbezogen werden. Vereinfacht kann der Restwert (R) wie folgt berechnet werden: $R = [\text{anfängliche Investition der alten Anlage}] \times [\text{Anteil der noch verbleibenden Jahre / gesamte Nutzungsdauer}]$.

Energiekosten

Mit den Angaben der jährlichen Betriebsstunden aus der intelligenten Motorenliste ILI+ (Merkblatt 3) sowie der Berechnung im Standard-Test-Report (Merkblatt 12) lassen sich der Jahresverbrauch im Ist- und Sollzustand sowie die Einsparung ermitteln.

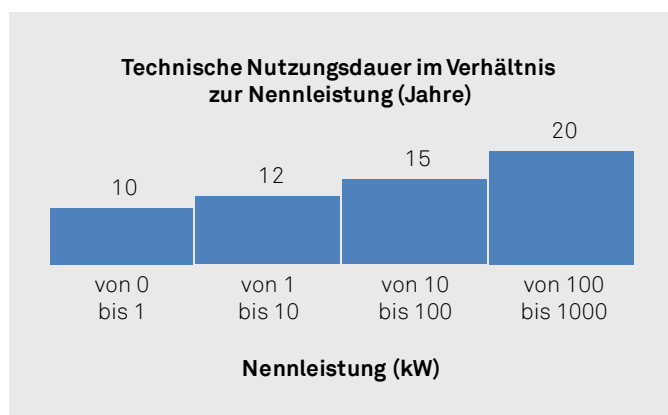


Abbildung 3: Technische Nutzungsdauer von Maschinen nach Leistung. Quelle: EUP Lot 11 Motors, de Almeida et al, 2008.

Der Elektrizitätspreis kann aus den gesamten Jahreskosten für elektrische Energie ermittelt werden. Für eine genauere Analyse und bei grösseren Beträgen können die Kosten nach Tarifkategorien (Arbeit und Leistung, Tag/Nacht und Sommer/Winter) differenziert, sowie eine künftige Preisentwicklung (KEV-Zuschlag, Energiekostenteuerung, etc.) berücksichtigt werden.

Payback

Der Kosten-Nutzen-Vergleich ist einfach möglich nach der Payback-Methode. Dabei werden die nötigen Ersatzinvestitionen (zu heutigen Preisen) mit den jährlichen Energiekosteneinsparungen (zu heutigen Tarifen) verglichen. Mit diesem einfachen statischen Vergleich können die Massnahmen nach ihrer Wirtschaftlichkeit geordnet werden.

Die Methode hat auch Grenzen: Für längerfristige Investitionen, bei denen Verzinsung und Teuerung berücksichtigt werden müssen, ist eine dynamische Methode besser geeignet. Siehe dazu Norm SIA 480.2004: «Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau» mit dem zugehörigen Leitfaden D 0199.

Massnahmenpaket

Ein wichtiger Schritt ist die Bildung eines Massnahmenpaketes aus den untersuchten Einzelmassnahmen. Die Einzelmassnahmen werden zusammen mit den analogen Massnahmen bei baugleichen Maschinen nach Payback und Energieeinsparung geordnet (siehe Abbildung 2). Der kumulierte Payback und die kumulierte Einsparung zeigen deutlich, bis zu welchem Punkt eine Anzahl von Massnahmen ein gutes Paket für die Umsetzung bildet.

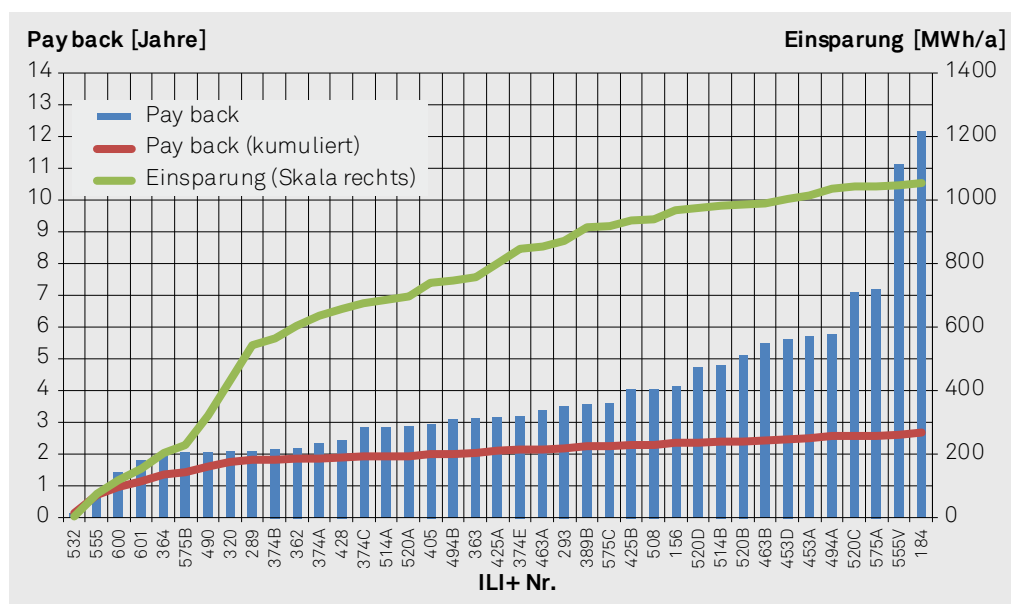


Abbildung 4. Bildung eines Massnahmenpaketes: Ordnung der einzelnen Massnahmen nach Payback und energetischem Einsparbeitrag. Payback Gesamtpaket: 2.4 Jahre. Quelle: S.A.F.E., Förderprogramm Easy, 2014.

Die Erfahrungen zeigen, dass damit unterhalb einer kritischen Schwelle mit einem Payback von 3 Jahren des gesamten Massnahmenpaketes rund 80% aller untersuchten Massnahmen realisiert werden können. Massnahmen mit sehr kurzem Payback (unterhalb von 1 Jahr) tragen dabei auch wichtige Massnahmen mit 5 und mehr Jahren Payback mit.

Lebenszykluskosten (Life Cycle Cost)

■ Für einen vertieften Variantenvergleich ist eine vollständige Lebenszykluskosten-Analyse sinnvoll (siehe Abbildung 5). Hier werden alle investiven und betrieblichen Massnahmen einer Veränderung quantifiziert. Bei einer Neuanlage heisst das:

- Planung und Kauf der Anlage respektive der Komponenten
- Installation und Inbetriebsetzung
- Betriebskosten (Energiekosten, Wartung & Unterhalt, Reparaturen) während der gesamten Nutzungsdauer von 10 bis 20 Jahren (siehe Abbildung 1)
- Demontage und Entsorgung.

Bei einer bestehenden Anlage wird zusätzlich der Restwert berücksichtigt, falls diese ihre technische Lebensdauer noch nicht erreicht hat.

Untersuchungen anhand der Lebenszykluskosten sind wenig verbreitet, da sie einen längeren Planungshorizont in Betracht ziehen.



Abbildung 5: Lebenszykluskosten eines 11-kW-IE3-Elektromotors.
Quelle: de Almeida, 2008