

## Verlässliche Daten durch Messungen

# Antriebe messen

■ Entscheidung sind häufig nur auf Grund von Messungen möglich. Notwendig sind: Konzept, Messungen, Auswertung.

### Wozu sind Messungen erforderlich?

Messungen vor Ort liefern Infos über die Betriebsweise von elektrischen Antrieben. Aufgrund der Grobanalyse (SOTEA, ILI+) zeigt sich, welche Motoren bzw. Antriebssysteme genauer untersucht werden sollen.

Messungen elektrischer Werte (elektrische Wirkleistungsaufnahme) sind einfach zu bewerkstelligen und auszuwerten.

Messungen mechanischer Werte dagegen (Volumenstrom, Druck, Mediengeschwindigkeiten, Drehzahlen etc.) bedingen aufwändige Einrichtungen, vor allem wenn Flüssigkeits- oder Luftkreisläufe geöffnet werden müssen. Mittels Ultraschall lässt sich auch der Durchfluss aussen an Rohren messen. Drehzahlen sind einfach zu messen, Drehmomente sehr aufwändig. Bei Messaufträgen ist sorgfältig zu definieren, was genau (und wann, wie lange) zu messen ist und was der Nutzen und das Ziel der Messung ist. Oft genügen einfache (elektrische) Messungen zur Beurteilung z. B. des Arbeitspunktes einer Pumpe oder eines Ventilators.

### 1. Schritt: Messkonzept

#### Was soll aus den Messungen resultieren?

Aus der Grobanalyse und der Auswertung der Intelligenten Motorenliste (ILI+) geht hervor, welche Motoren respektive Maschinen auszumessen sind und über in welchem Zeitraum. Für jede zu messende Maschine ist festzuhalten, was die Messung zeigen soll:

■ **Momentan-Leistungsaufnahme**

■ **Kurzzeit-Verhalten (Minuten, Stunden)**

→ Damit kann der momentane Lastfaktor bestimmt werden und allenfalls auf eine kleinere Motorengrösse hingewiesen werden.

■ **Lastgang, Teillast-Faktor, ggf. Start/Anlauf**

Über welche Zeitdauer? Erforderliche zeitliche Auflösung?

→ Damit kann die Regelung überprüft und gegebenenfalls der Einsatz eines Frequenzumformers empfohlen werden. Wichtig ist, den Betriebspunkt der Anlage zur Zeit der Messung festzuhalten (z. B. voll oder halb).

■ **Welche weiteren Grössen müssen neben der elektrischen Leistung gemessen werden?**

Gibt es einfach messbare oder verfügbare Hilfsgrössen: Betriebsstunden, Produktionswerte, etc.

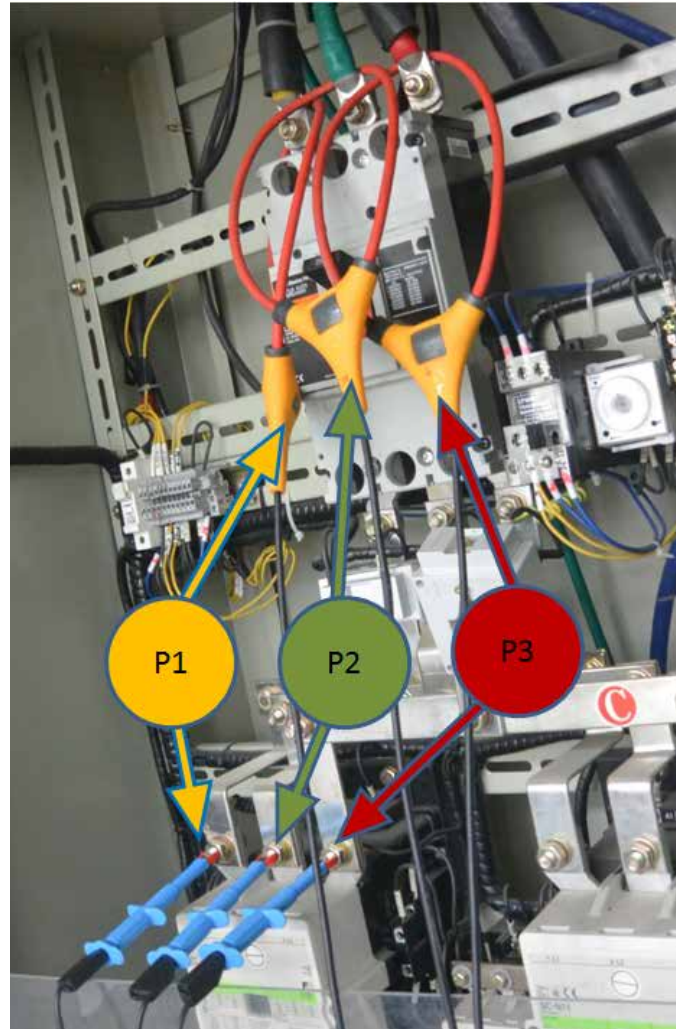
→ Damit kann die Momentanmessung auf einen typischen oder maximalen Jahreszustand zurückgeführt werden.

### Betriebliche Randbedingungen

Je nach Art der Anlagen sind für die Messungen Maschinen oder Anlagen anzuhalten, stillzulegen oder bei besonderen Parametern zu betreiben, was Einschränkungen des Betriebs zur Folge haben kann. Die Zugänglichkeit zum Messobjekt ist zu klären (Motor? Elektrotabelleau?) und Sicherheitsaspekte (Stromschlag, Explosionsbereich, Blockierung von Fluchtwegen) sind zu berücksichtigen.

### Messausrüstung

Viele Industriebetriebe verfügen über eigene Messausrüstungen zur Erfassung der Drehstrom-Wirkleistung mit Stromzangen, oft sogar mit Datalogger, um zeitliche Abläufe zu erfassen. Mit Stromzangen kann durch eine äussere Umfassung der Kabel (ohne Demontage von elektrischen Leitungen) der Strom gemessen werden. Falls die Messausrüstung ungenügend ist oder wenn komplexere Messungen und Auswertungen vorgesehen sind, kann die Motorenservice-Firma des Betriebes oder der Motorenlieferant damit beauftragt werden. Für rasche Messungen ohne hohe Genauigkeitsansprüche lässt sich die Leistungsaufnahme mit einem einphasigen Leistungsmessgerät mit Stromzange ermitteln (Annahme einer symmetrischen Drehstromversorgung). In speziellen Fällen können mit Drehzahlmessungen zusätzliche Hinweise zum Arbeitspunkt eines Motors gewonnen werden.



## 2. Schritt: Messungen durchführen

### Vorbereitung, Auftrag

Um Störungen des Betriebes und falsche oder nicht aussagekräftige Messungen zu vermeiden, ist der Ablauf einer Messung sorgfältig zu planen und betroffenes Personal zu informieren. Bei komplexen Messreihen kann ein «Drehbuch» hilfreich sein. Wichtig ist auch, dass die Messanordnung und der Ablauf im Nachhinein genau dokumentiert werden können, z.B. mittels Fotos. Deshalb soll für jedes Messprojekt ein Auftrag definiert werden, ob es intern oder extern zu vergeben sei. Im Messauftrag sind, neben Kosten und Terminen, Ziel, zu messende Grössen, Genauigkeit, Randbedingungen und Art der Berichterstattung festzuhalten.

### Vorsichtsmassnahmen gegen Stromschlag

Das Manipulieren an elektrischen Anlagen unter Spannung ist nur ausgebildeten Fachleuten erlaubt. Auch die Feststellung und Gewährleistung von Spannungsfreiheit erfordert Fachkenntnisse. Fehler hierbei sind Ursache der meisten Elektrounfälle. Messungen sollen



**Oben: 3-phasiges Messgerät mit Stromzangen und Loggerfunktion.**

**Unten: Messkoffer mit 1-phasigem Messgerät.**

deshalb durch Betriebselektriker mit eigener oder gut bekannter Messausrüstung vorgenommen werden.

### Anschlüsse und Fühler auf Richtigkeit prüfen

Bei allen Messungen müssen die Anschlüsse und Fühlerpositionen sorgfältig geprüft werden; vertauschte Phasen oder Stromflussrichtungen sind im Nachhinein schwierig zu deuten. Oft lohnt es sich, eine Pilotmessung auszuwerten, bevor eine längere Messreihe gestartet wird oder bevor die Einrichtung abgebaut wird.

## 3. Schritt: Auswertung

### Berichterstattung

Aus den gewonnenen Messdaten sind die gemäss Zielsetzung bzw. Messkonzept gewünschten Resultate zu ermitteln. Die Rechenmethoden und Berechnungsschritte sind zu dokumentieren. Die Ergebnisse des Messprojekts sollen zusammen mit den Messprotokollen (Anhang) in einem Bericht zusammengefasst werden.

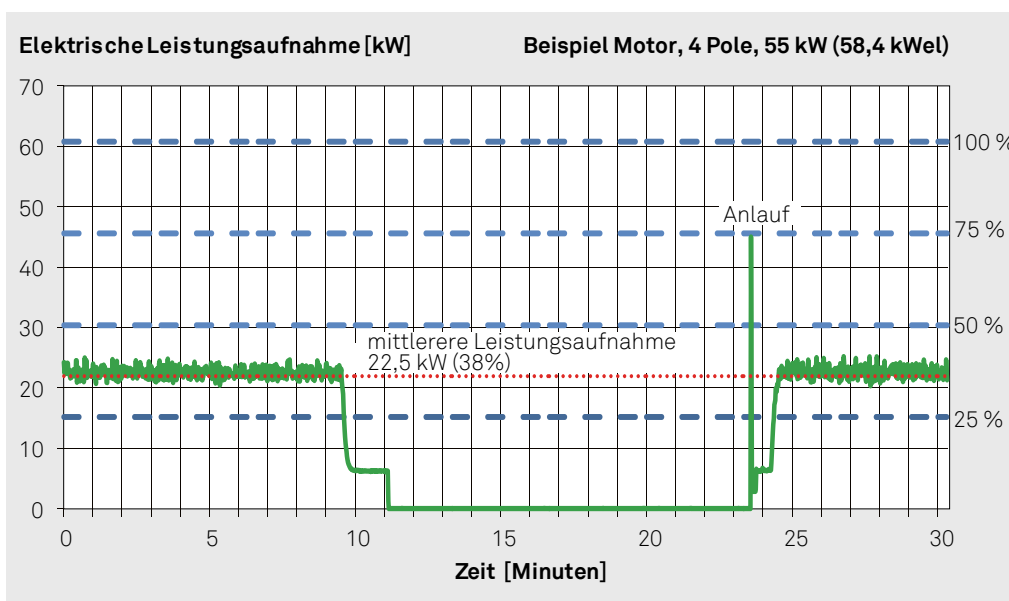
### Teillast-Faktor aus Leistungsmessung

Da sich die Leistungsaufnahme im Nennbetrieb aus den Typenschild- oder Datenblatt-Daten ermitteln lässt, kann mit einer Messung der momentane Teillastfaktor bestimmt werden. Der Quotient der elektrischen Grössen ergibt die elektrische Teillast; zur Bestimmung der mechanischen Teillast müssen zusätzlich die Wirkungsgrade eingerechnet werden.

Die Leistungsangabe auf dem Typenschild (vgl. Merkblatt Typenschild) und dem Datenblatt von Elektromotoren ist die vom Motor abgegebene mechanische Wellenleistung P2. Die vom Motor aufgenommene elektrische Leistung wird mit P1 bezeichnet.

### Standard Test Report (STR)

Auf der Webseite [www.topmotors.ch](http://www.topmotors.ch) ist im Download-Bereich der kostenlose Standard Test Report (STR) hinterlegt. Dieses Excel-Messprotokoll hilft bei der Auswertung der Messergebnisse und liefert weitere Details zu Lastfaktoren und Wirkungsgraden. Es berechnet den aktuellen Ist-Verbrauch und kalkuliert die Auswirkung einzelner Verbesserungen. STR bestimmt für jeden Antrieb eine potenzielle Einsparung, ermittelt den zu erwartenden Soll-Zustand und berechnet anhand der erwarteten Investitionskosten eine Payback-Zeit.



**Abbildung 3: Beispiel eines Messdiagramms. Es zeigt die elektrische Leistungsaufnahme mit Lastschwankungen während des Betriebs, eine Pause sowie den Anlauf/Start des Motors. Auffällig ist die sehr niedrige mittlere Leistungsaufnahme (38%) – Überdimensionierung!**