

## Aufzeichnung von stationären und transienten Signalen

Sowohl in der Energieversorgung als auch in der Industrie kann es notwendig sein, Signale aufzuzeichnen, um das Verhalten von Anlagen und Prozessen zu analysieren. Im Hinblick auf die Energieversorgung werden hauptsächlich analoge Signale (Ströme und Spannungen aufgezeichnet). Je nach Anwendung kann auch notwendig sein, weitere analoge oder auch digitale Signale (z.B. Drehzahl einer Maschine, Feuchte, Temperatur, Sonneneinstrahlung, etc.) mitaufzuzeichnen, um das komplette Verhalten eines Systems zu überprüfen. Bei der Auszeichnung gilt zu unterscheiden zwischen folgenden Arten von Aufzeichnungen:

- Aufzeichnung stationärer Signale. Bei dieser Art von Aufzeichnungen werden in der Regel Abtastraten im Bereich von 0,0167 Hz (60 s) bis 100 Hz (10 ms) verwendet.
- Aufzeichnung transienter Signale. Je nach transientem Vorgang, werden hierfür Abtastraten im Bereich von 10 kHz bis 1 MHz verwendet.

Bei beiden Arten von Aufzeichnungen soll zwischen einer *Einzelmessstellen-Aufzeichnung* und einer *Mehrfachmessstellen-Aufzeichnung* unterschieden werden. Bei einer *Einzelmessstellen-Aufzeichnung* wird nur eine einzelne Messstelle betrachtet, während bei einer *Mehrfachmessstellen-Aufzeichnung* mehrere Messstellen gleichzeitig betrachtet werden. Eine *Mehrfachmessstellen-Aufzeichnung* kann in zwei Gruppen unterteilt werden: Nicht-zeitsynchrone Aufzeichnung und zeitsynchrone Aufzeichnung. Der Hauptunterschied dieser beiden Aufzeichnungsarten liegt darin, dass bei einer nicht-zeitsynchronen Aufzeichnung nicht die Notwendigkeit besteht, dass die Zeitstempel an allen Messstellen übereinstimmen. Im Gegensatz dazu, gibt es Anwendungsfälle, bei denen eine zeitliche Synchronisation aller Aufzeichnungen für die Vergleichbarkeit extrem wichtig ist. Ein Beispiel dafür ist die Aufzeichnung transienter Vorgänge im Netz, bei der ein nicht-stationäres Verhalten in einem kurzen Zeitabschnitt untersucht wird. Für die spätere Vergleichbarkeit dieser Aufzeichnungen an den verschiedenen Messstellen ist eine zeitliche Synchronität, bspw. mittels GPS-Signal, zwingend erforderlich. Typische Anlässe für eine Aufzeichnung von stationären und transienten Signalen sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1. Typische Anlässe für die Aufzeichnung von Signalen

Anlass	Art der Aufzeichnung	Zeitsynchronität
Beurteilung der transienten Beanspruchung von Betriebsmitteln	Einzelmessstellen-Aufzeichnung	I.d.R. nicht erforderlich
Verifikation des transienten Verhaltens eines Netzes bei Schalthandlungen zur Verifikation von Simulationsmodellen oder zur Bestimmung des Übertragungsverhaltens von Betriebsmitteln	Mehrfachmessstellen-Aufzeichnung	I.d.R. erforderlich
Verifikation des dynamischen Verhalten von leistungselektronischen Anlagen (Verifikation der Einhaltung von Grid Codes)	Einzelmessstellen-Aufzeichnung	I.d.R. nicht erforderlich
Ausbreitungsverhalten von Oberschwingungen in einem Netz	Mehrfachmessstellen-Aufzeichnung	I.d.R. erforderlich
Messung von eingekoppelten Signalen an Hochspannungskabeln (z.B. Schirmströme an Hochspannungskabeln)	Mehrfachmessstellen-Aufzeichnung	I.d.R. erforderlich
Analyse von Lastspitzen im Energieverbrauch	Mehrfachmessstellen-Aufzeichnung	I.d.R. nicht erforderlich

## Unser Dienstleistungskonzept

Bei der Aufzeichnung von Signalen handelt es sich in der Regel um sehr kundenspezifischen Bedürfnisse. Dafür entwerfen wir maßgeschneiderte Messkonzepte, die diese Bedürfnisse erfüllen. Es wird grundsätzlich zur Erstellung des Angebots folgenden Fragen mit den Kunden geklärt:

- Art von Signalen, die aufgezeichnet werden sollen (z.B. Strom, Spannung, Druck, Temperatur, etc.).
- Art und Anzahl von Sensoren (z.B. Stromzangen), die erforderlich sind
- Notwendige Abtastrate (einstellbar von Stunden hin bis zu 1  $\mu$ s). Somit können sogar transiente Vorgänge bis zu 500 kHz aufgezeichnet werden.
- Anzahl von Messstellen (bzw. Anzahl von Standorten)
- Entfernung zwischen Messstellen
- Notwendigkeit einer zeitsynchronen Aufzeichnung
- Möglichkeit der Vernetzung der Messstellen über eine Ethernet-Verbindung

Anschließend entwerfen wir unverbindlich ein passendes Messkonzept, die den Anforderungen des Kunden entspricht.

Die Abbildung 1 zeigt beispielhaft ein mögliches Messkonzept. Bei diesem Beispiel handelt es sich um eine *Mehrfachmessstellen-Aufzeichnung* bestehend aus vier Messstellen an drei Standorten. Unter der Annahme, dass bei diesem Beispiel eine zeitsynchrone Aufzeichnung für den Kunden wichtig ist, wurde pro Messstelle eine GPS-Uhr vorgesehen.

Bei unseren Messgeräten sind wir in der Lage diese untereinander über Netzwerk mittels PTP oder über GPS zu verbinden, wodurch eine Synchronisation mit Zeitfehlern unter 1 ms ermöglicht wird. Speziell bei schneller Vorgängen mit einer höheren Frequenz ist ein möglichst geringer Zeitfehler relevant.

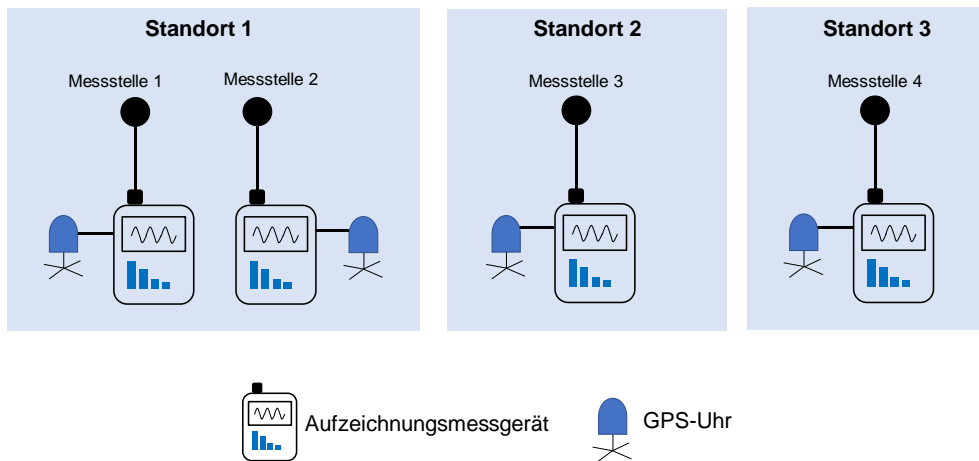


Abbildung 1. Beispielhafte Darstellung eines Messkonzeptes

## Anwendungsbeispiel 1: Aufzeichnung von transienten Vorgängen oder Netzresonanzen

Transiente Vorgänge treten im elektrischen Energieversorgungsnetz bei Ausgleichsvorgängen auf, die durch Ein- und Abschaltvorgänge, Kurzschlüsse und atmosphärische Überspannungen auftreten können. Wie der letzte Punkt verrät, können dabei Überspannungen auftreten und somit Betriebsmittel beschädigt werden. Je nach Ursache des elektromagnetischen Transienten (EMT) treten Spannungen und Ströme mit Frequenzen zwischen 0,1 Hz und 50 MHz auf. Um sehr hochfrequente Vorgänge korrekt bzw. überhaupt zu erfassen, bedarf es eines ausgefeilten Messkonzepts. Aus diesem Grund kann es empfehlenswert das Messkonzept auf den jeweiligen Transienten anzupassen. Das in der Abbildung 2 dargestellte Beispiel zeigt, wie anhand einer *Einzelmessstellen-Aufzeichnung* die Resonanz zwischen einer 400 kV Drosselspule und einer Kondensatorbank beurteilt werden konnte. Aus der Aufzeichnung konnte dem Kunden gezeigt werden, dass trotz der klaren Anregung einer Resonanz, diese keine Gefährdung für die Betriebsmittel darstellt.

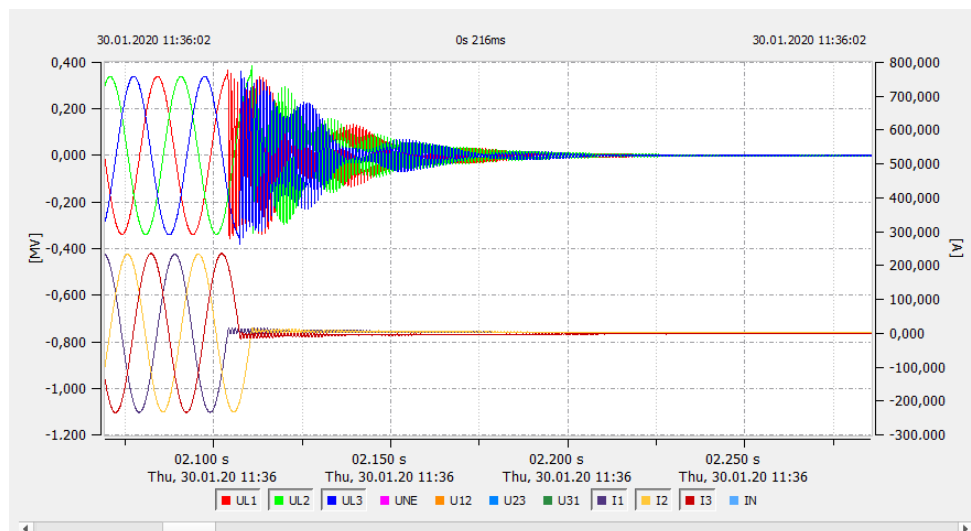


Abbildung 2. Zeitverläufe von Spannung und Strom beim Abschalten einer 400 kV Drosselspule

## Anwendungsbeispiel 2: Analyse von Lastspitzen im Energieverbrauch

Dieses Beispiel zeigt, wie anhand von einer Mehrfachmessstellen-Aufzeichnung die Hauptursache von Lastspitzen im Energieverbrauch einer Industrieanlage bewertet werden konnte. Es bestand die Vermutung, dass die Luftdruckerzeugung für Lastspitzen verantwortlich waren. Daher wurde von unserem Kunden eine Aufzeichnung in Auftrag gegeben, um diese Vermutung messtechnisch zu überprüfen. Dafür wurde einerseits die Wirkleistung an der Haupteinspeisung des Kunden sowie die gesamte Luftdruckmenge der Industrieanlage gemessen. Als Abtastrate für Aufzeichnung wurde eine Minute eingestellt. Da für diese Anwendung kein hochgenauer Zeitstempel erforderlich ist, wurde auf eine gesonderte Zeitsynchronisierung mit GPS-Uhren verzichtet. Die Ergebnisse der Aufzeichnung sind in der Abbildung 3 dargestellt. Aus der Aufzeichnung wurden Erkenntnisse gewonnen, aus denen der Kunden Abhilfemaßnahmen zur Lastspitzenreduktion ableiten konnte.

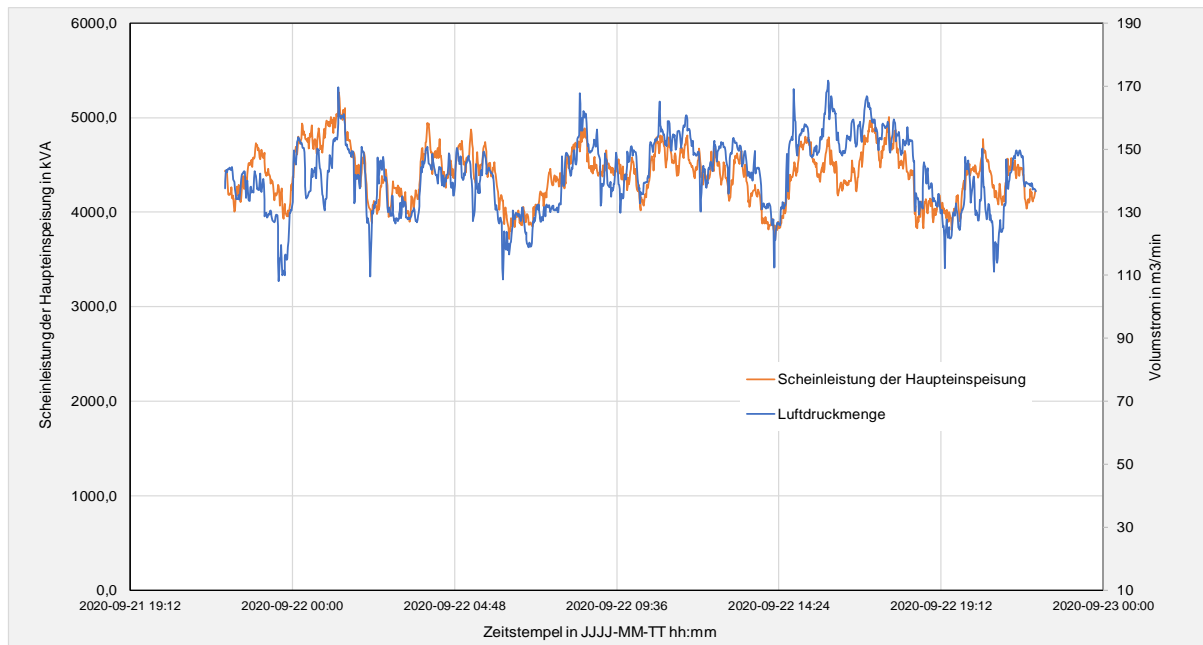


Abbildung 3. Zeitverlauf der Scheinleistung der Haupteinspeisung gegenüber dem Zeitverlauf der Luftdruckmenge



## Ihre Vorteile

- ✓ Individuell angepasstes Messkonzept aus einer Hand
- ✓ Breites Spektrum an Messgeräten (Signalgeneratoren, Aufzeichnungsmessgeräte bis 1 MHz, Breitbandige Stromzangen, u.v.m.)
- ✓ Zeitsynchrone Aufzeichnung von Vorgängen an unterschiedlichen Standorten
- ✓ Beratung unserer Kunden hinsichtlich der messtechnischen Umsetzung bei individuellen Fragestellungen

Haben Sie ein konkretes Problem bzw. eine konkrete Fragestellung und sind sich bei der messtechnischen Umsetzung unsicher? Nehmen Sie einfach Kontakt mit uns auf!

## Ansprechpartner

Alexander Lübke

Tel. +49 2383 6189 698

Mobil +49 175 7616 547

a.luebke@hgmes.de

Hubert Göbel GmbH

Siemensstraße 42

D-59199 Bönen

[www.hgmes.de](http://www.hgmes.de)

[LinkedIn / Xing](#)

