



Vorgehensweise für eine Energiedatenerfassung zu Ableitung von Einsparpotenzialen in der Produktion

Nanno Peters
Dipl.-Ing. (FH)

05.10.2017

Salzgitter

Suderburg

Wolfenbüttel

Wolfsburg



- Vorstellung – Ostfalia & NiFaR
- Einführung Energiedatenerfassung
- Kontinuierliche Messung
- Mobile Messung
- Diverse Beispiele
- Weitere Möglichkeiten und Ausblick
- Zusammenfassung



- 4 Standorte
 - Wolfenbüttel, Salzgitter, Wolfsburg und Suderburg
- 13000 Studierende im Studienjahr 2016/17
- 107,7 Millionen Euro Haushalt 2016
- ~ 1000 Beschäftigte
- 12 Fakultäten
 - Fakultät Maschinenbau
 - Institut für Produktionstechnik (IPT)
 - 8 Professoren und 16 Mitarbeiter
 - Zwei angegliederte Vereine
 - NiFar - Niedersächsische Lernfabrik für Ressourceneffizienz
 - Digifab - Netzwerk Digitale Fabrik e.V.

Vorstellung – NiFaR e.V.

Wolfenbüttel

- Förderung durch EFRE 10/2011-10/2014
- Kompetenzzentrum für Ressourceneffizienz in der Produktion
- Industrie- und Studienprojekte im Bereich der Energieeffizienz
- Ziel: Weiterbildung von Mitarbeitern aus Unternehmen zu den Themen Energie- und Materialeffizienz
- Training in einer realen Fabrikumgebung



- Philosophie: **Einsparpotenziale erleben!**

Schulungsangebot:

- Energieeffizienz in der Produktion - Grundlagen
- Energieeffizienz in Produktion
- Energieeffiziente Prozessoptimierung – Energiewertstrom
- Energieeffiziente Roboterprogrammierung

Bis Juli 2017 über 300 Teilnehmer aus Unternehmen in den Schulungen.



Einführung Energiedatenerfassung



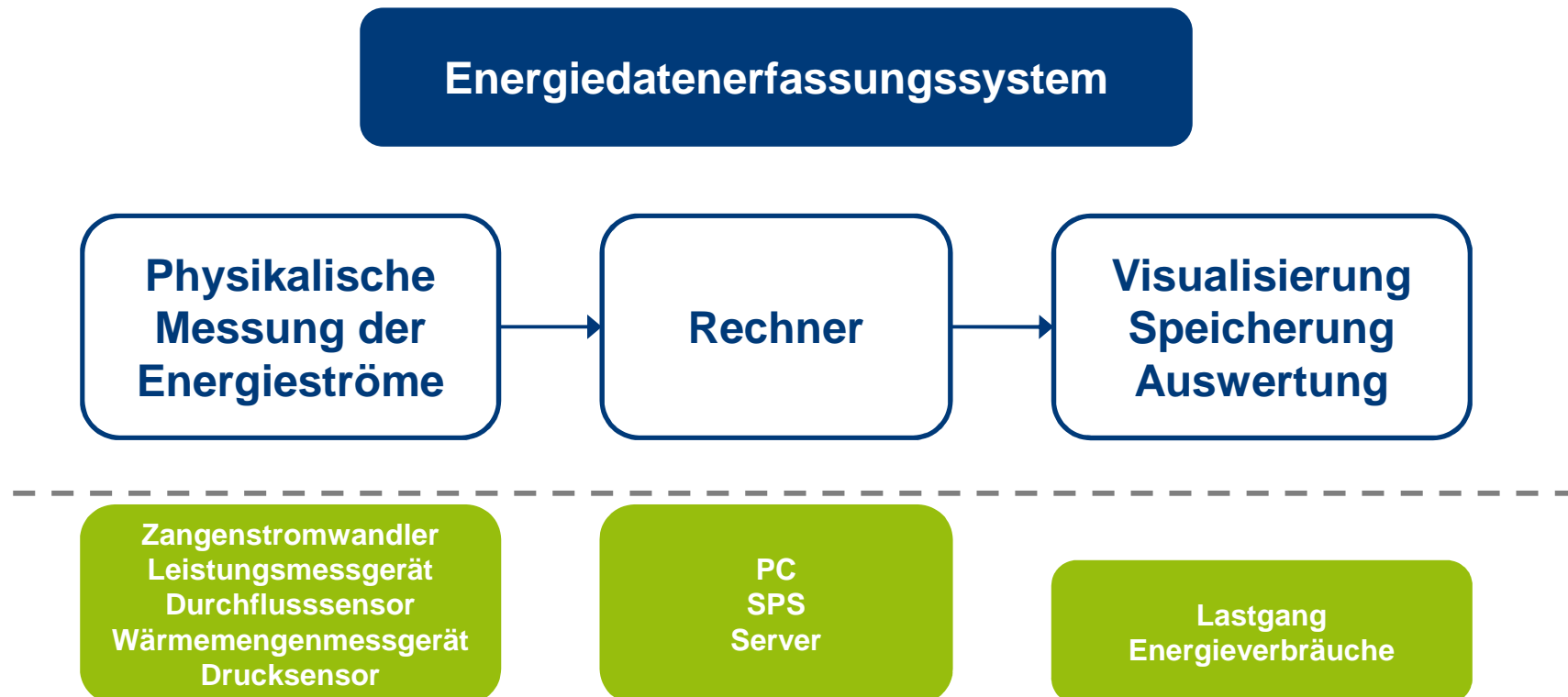
- Ein Energiedatenerfassungssystem
 - beschreibt die Aufnahme, Verarbeitung und Darstellung von verschiedenen Energiedaten
 - ist ein fester Bestandteil und Voraussetzung für ein Energiemanagementsystem

- Energiemanagementsystem
 - „Gesamtheit miteinander zusammenhängender oder interagierender Elemente zur Einführung einer Energiepolitik und strategischer Energieziele, sowie Prozess und Verfahren zur Erreichung dieser strategischen Ziele.“ DIN EN ISO 50001

- Zur kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz



Was ist ein Energiedatenerfassungssystem?





■ Top Down

- Feste Zählerstruktur
- Produktionsbereiche / Hallen / Fertigungsbereiche
- Nachhaltig und strukturiert
- Zuordnung von Energiekosten zu Abteilungen
- Voraussetzung für Energiemanagement
- Grobe Abtastrate >1min

■ Bottom Up

- Mobile Messgeräte
- Anlagen / Maschinen / Fertigungsbereiche
- System- und Prozessorientiert (Systemanalyse, Input / Output)
- Bewertung einzelner Maßnahmen
- Feine Abtastrate <50msek



Kontinuierliche Messung

Energiedatenerfassung - kontinuierlich

- Die kontinuierliche Energiedatenerfassung ist sinnvoll...
 - zur Zuordnung von Energieverbräuchen nach Bereichen oder Produkten
 - bei Hauptenergieverbrauchern
 - bei Verbrauchern mit hohem Einfluss auf Lastspitzen
- Die kontinuierliche Energiedatenerfassung muss die Ziele des Energiemanagementsystems unterstützen
- Die Energiedatenerfassung kann die Basis für eine zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie darstellen
- Bietet die Möglichkeit der Zustandsüberwachung
- Teilweise verpflichtend (DIN EN 16247-1)

Energiedatenerfassung - kontinuierlich

Wolfenbüttel

- Zählertechnik am Beispiel von Drehstromzählern

Drehstromzähler



- Energieverbrauch
- Geeicht (MID) ja/nein

120-300 €

Leistungsmesszähler



- Energie, Leistung etc.

~500 €

SPS - Steuerung



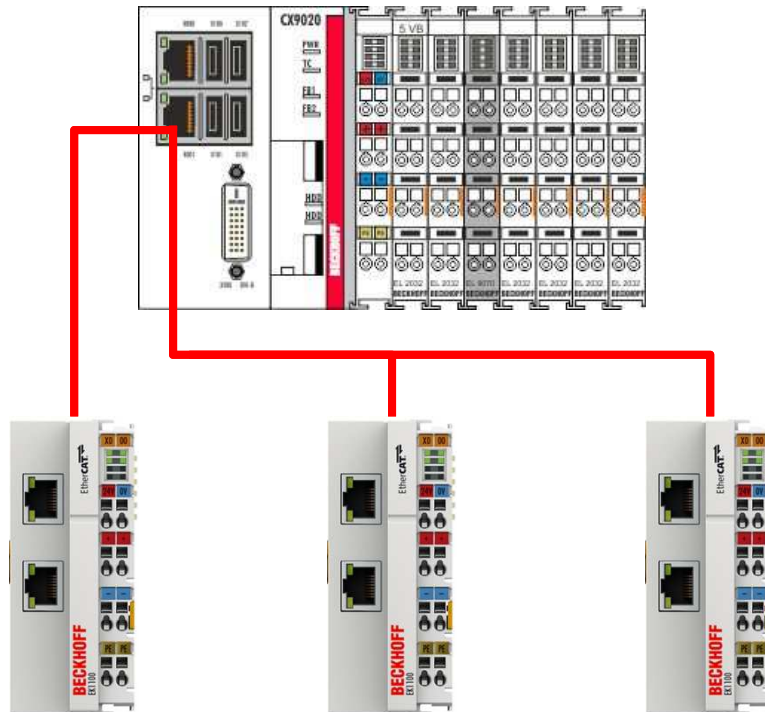
- Energie, Leistung etc.
- Steuerung, Netzwerk

CPU: ~550 € +
EL3403: 170 €

- Einbau von Smart-Metern teilweise schon vorgeschrieben (Digitalisierung der Energiewende)

Energiedatenerfassung - IPT

Wolfenbüttel



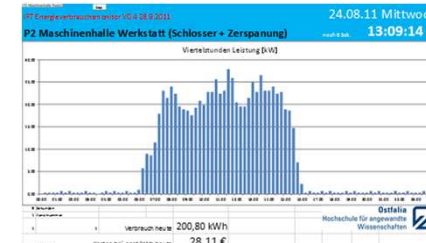
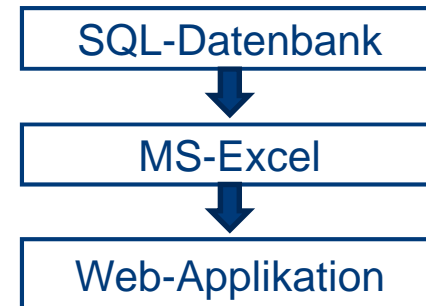
Beleuchtung

Energiedaten

Kompressor



Visualisierung

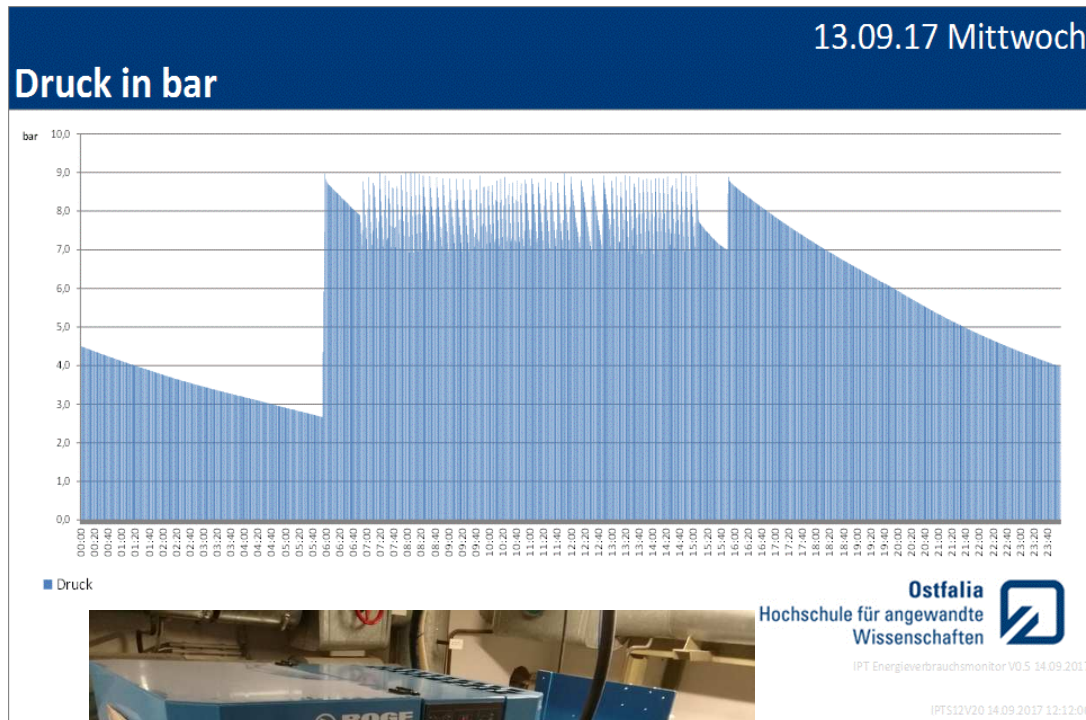


www.iptem.de

- Einbindung vorhandener Schaltschrank-Stromwandler mit Impulsausgang (S0 Schnittstelle)

Beispiel 1– Druckluft am IPT

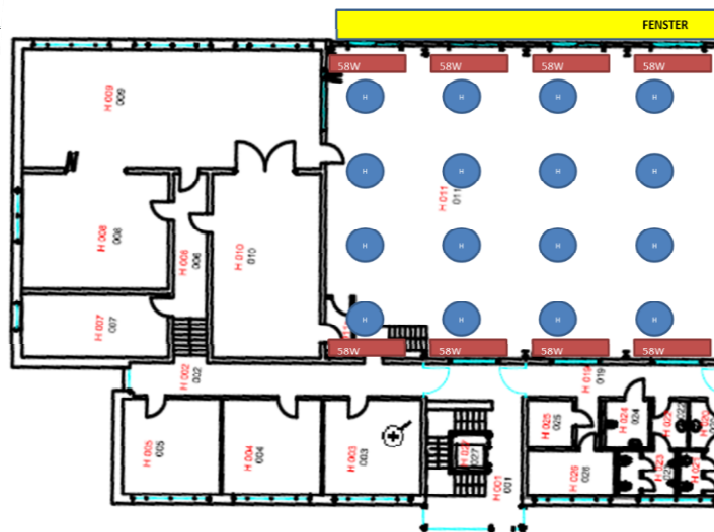
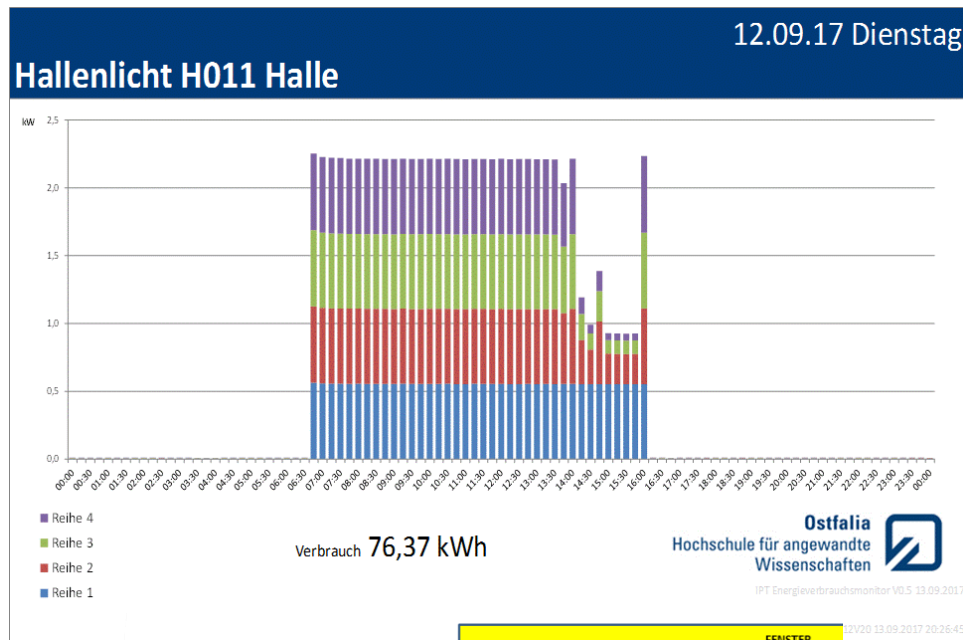
Wolfenbüttel



- Leckage Monitoring
- Notabschaltung
- Druckluftenergiemonitoring
- Mit Durchflusssensor
- Kompressorzustand
- Temperaturüberwachung
- Automatische Wochenend- und Feiertagsabschaltung
- Not-Handbetrieb

Beispiel 2– Hallenlicht am IPT

Wolfenbüttel

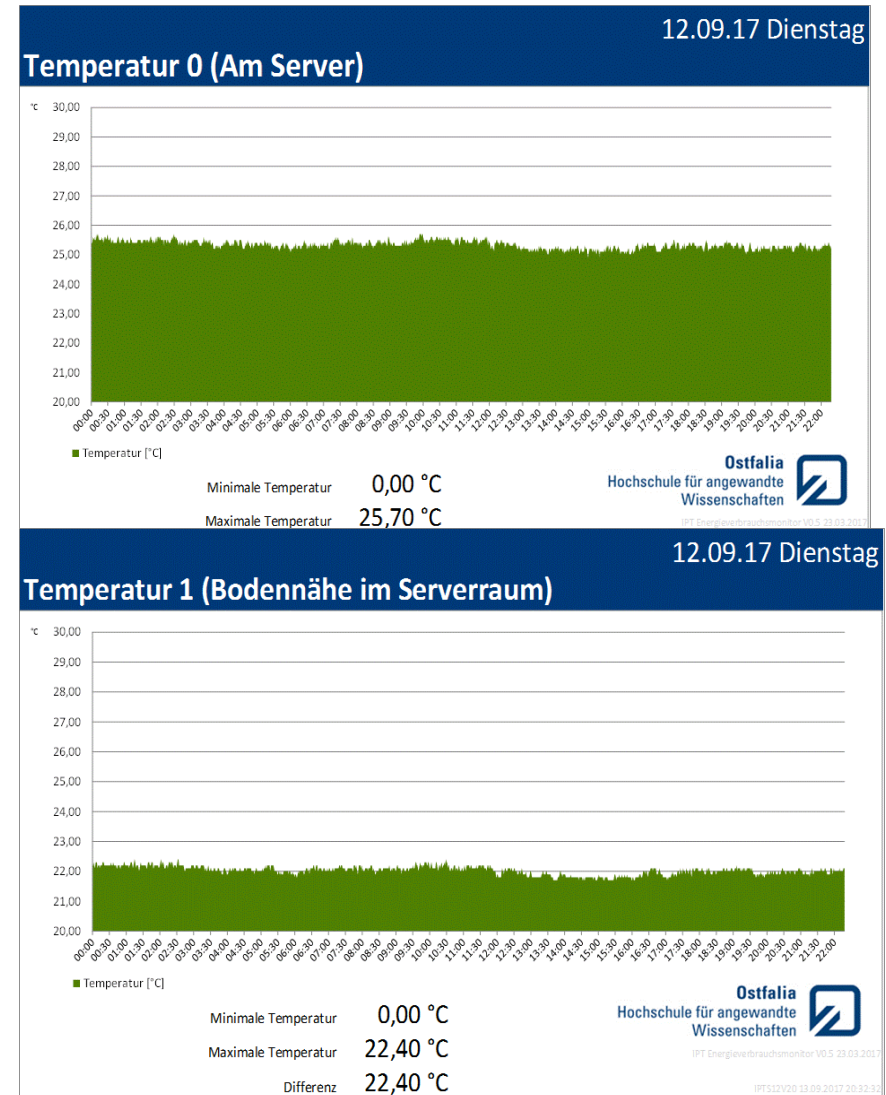


- Erneuerung des Hallenlicht am IPT mit LED-Dali-Leuchten
- Zustandsüberwachung
 - Vergleich Soll/Ist Energie
- Lichtregelung an der SPS
 - Dimmen bei Sonnenschein
 - Automatisches Abschalten
 - Notbeleuchtung
- Anwesenheit von Personen in der Nacht?

Beispiel 3– Serverraum

Wolfenbüttel

- Monitoring von
 - Klimageräteleistung
 - Serverleistung
 - Temperaturen
- Serverleistung reduziert von 5kW auf 3,2kW
- Klimageräteleistung an Bedarf angepasst
- Temperaturüberwachung
 - Meldung an Administratoren





Mobile Messung



Vorgehensweise für eine Energiedatenerfassung zu Ableitung von Einsparpotenzialen in der Produktion

1

Systemanalyse

- Prozess und Systemgrenzen definieren
- Stoff- und Energieströme festlegen (Input-/Outputmodell)
- Randbedingungen und Prozessparameter wählen

2

Messstrategie

- Wahl eines Messkonzeptes (was? wann? wie? wo?)
- Festlegen von Randparametern (Messintervall, Auflösung)
- Auswahl geeigneter Mess- und Hilfsmittel

3

Quantifizierung

- Durchführung der Messungen vor Ort
- Kontrolle und Beobachtung der Messeinrichtung

4

Analyse & Bewertung

- Definition von geeigneten Kennzahlen
- Visualisierung der Messergebnisse
- Bewertung der Ergebnisse und Kennzahlen



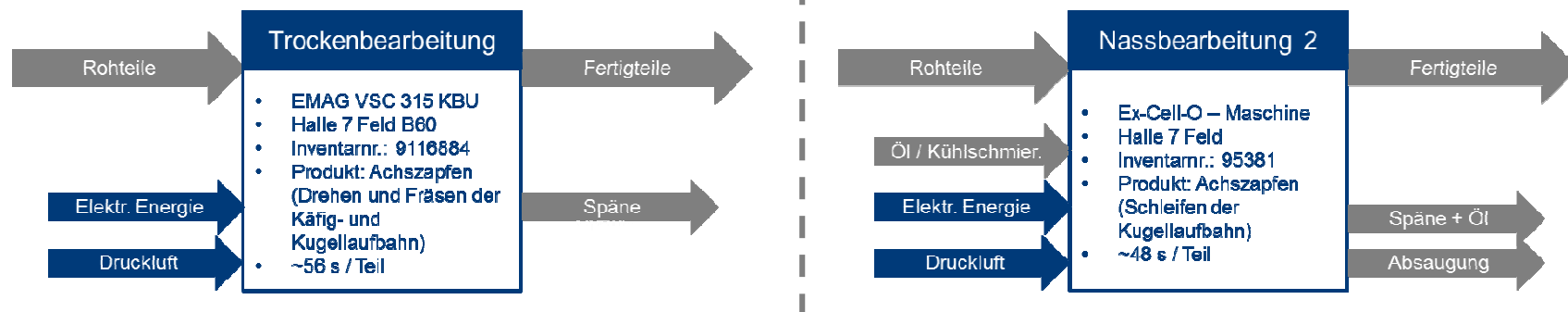
1

Systemanalyse

- Prozess und Systemgrenzen definieren
- Stoff- und Energieströme festlegen (Input-/Output-Modell)
- Randbedingungen und Prozessparameter wählen

- Berücksichtigung von peripheren Energieverbräuchen (zusätzliche Bestückung, Zusatz- und Hilfsstoffe)

Input- /Output-Modell



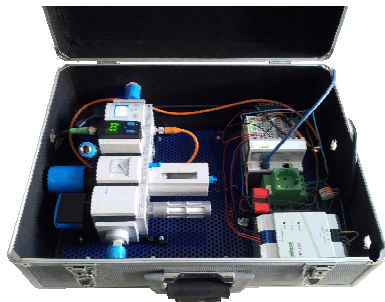
2

Messstrategie

- Wahl eines Messkonzeptes (was? wann? wie? wo?)
- Festlegen von Randparametern (Messintervall, Auflösung)
- Auswahl geeigneter Mess- und Hilfsmittel

mobiler Energiekoffer

Ostfalia / NiFar Entwicklung



- Beckhoff als CPU (SPS)
- Druckluft, Temperaturen
- Wechsel- /Drehstrom
- MS Excel Steuerung und Auswertung

Leistungsmessgerät ZES Zimmer





3

Quantifizierung

- Durchführung der Messungen vor Ort
- Kontrolle und Beobachtung der Messeinrichtung

- Anschluss der Messgeräte
 - Benötigtes Personal (z.B. Elektriker)
 - Zeitliche Planung (Abschalten notwendig?)
- Plausibilität der Messung kontrollieren nach dem Anschluss der Messleitungen
- Zustandsänderungen im Prozess dokumentieren (Ausfälle, Störungen etc.)

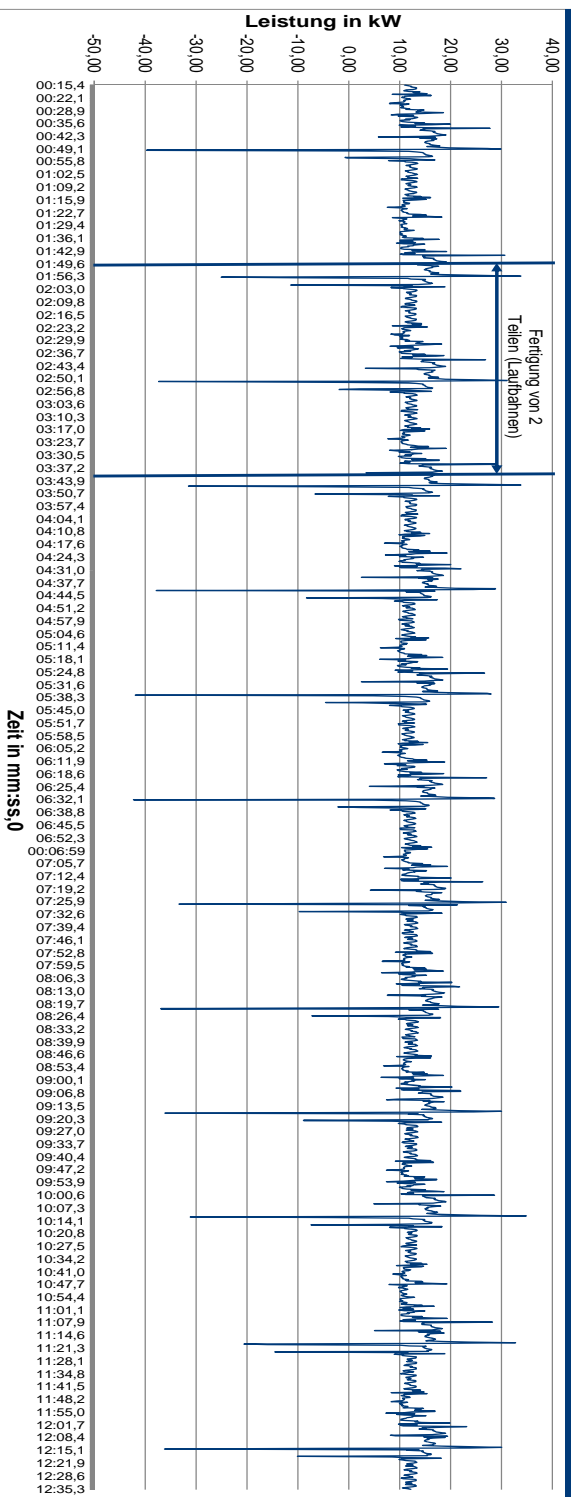
Beispiel 4:

4

Analyse & Bewertung

- Definition von geeigneten Kennzahlen
- Visualisierung der Messergebnisse
- Bewertung der Ergebnisse und Kennzahlen

Leistungsaufnahme





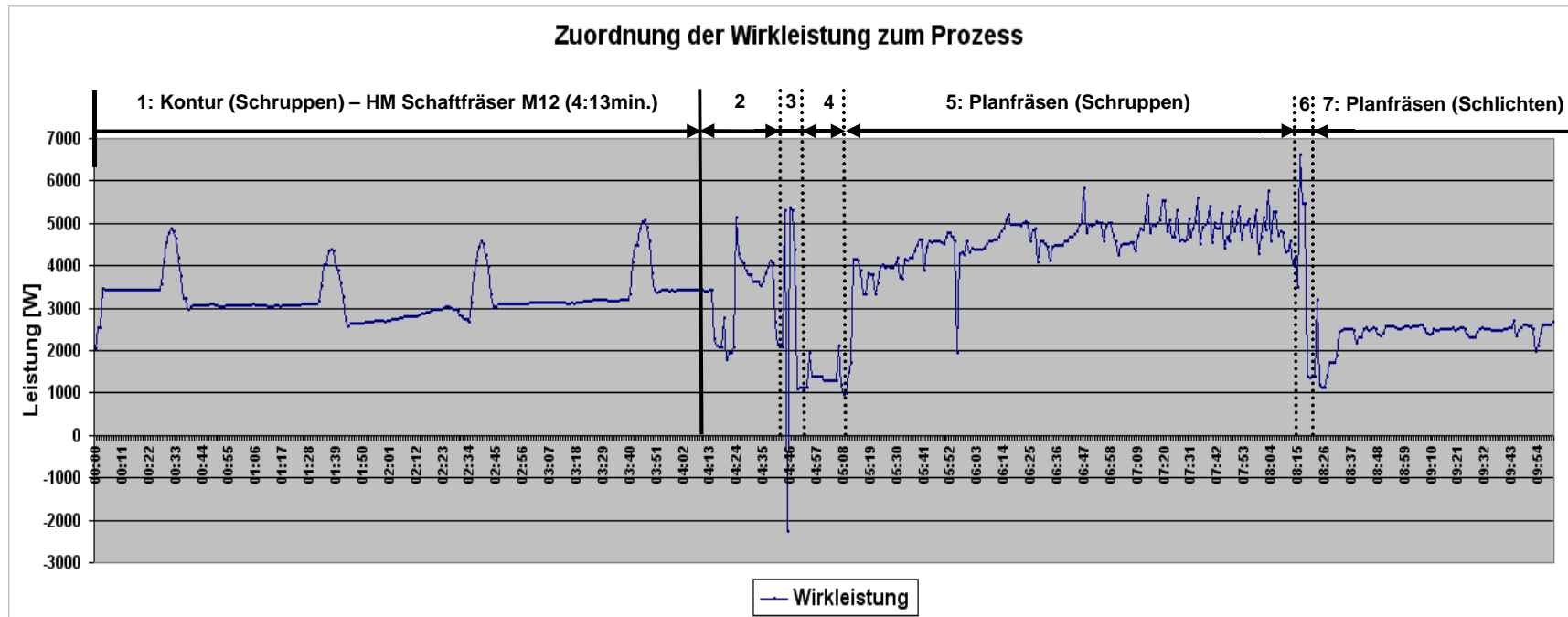
Wolfenbüttel

Beispiel 4:

4

Analyse &
Bewertung

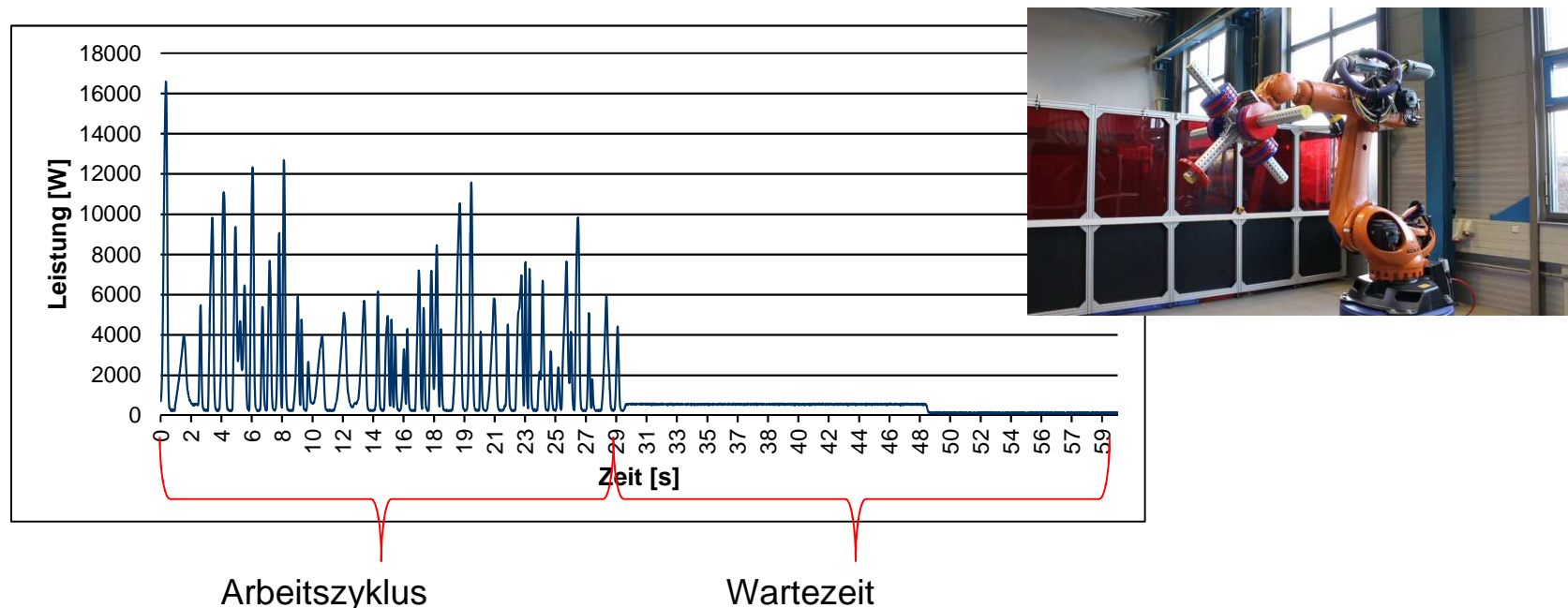
- Definition von geeigneten Kennzahlen
- Visualisierung der Messergebnisse
- Bewertung der Ergebnisse und Kennzahlen



Beispiel 5: Energiedaten bei Industrierobotern

Wolfenbüttel

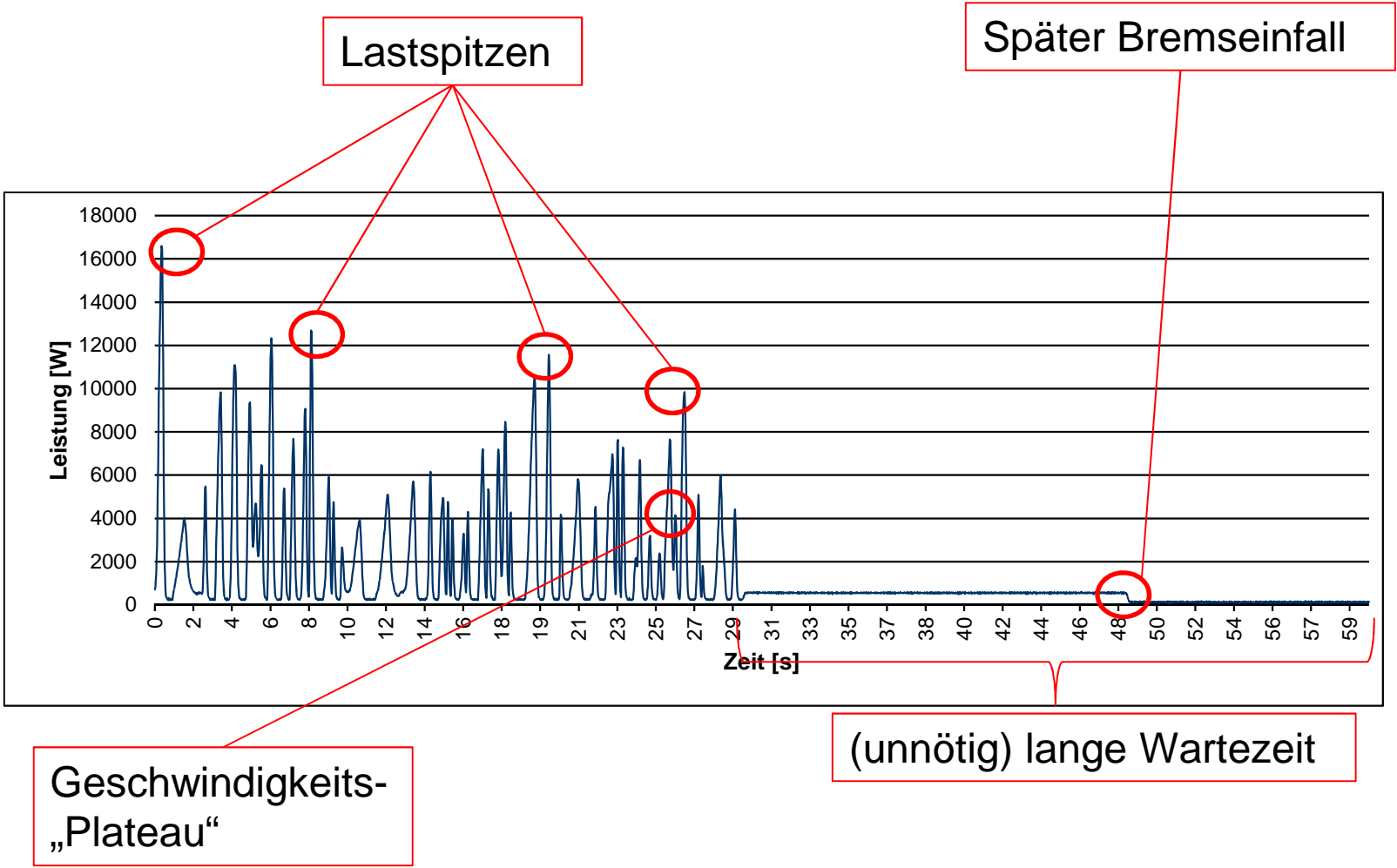
- Bei Industrierobotern wird generell der (Arbeits-)Zyklus und die nach folgende Wartezeit betrachtet
- Eine Wartezeit entsteht, wenn der betrachtete Roboter schneller als der langsamste Roboter im untersuchten Verbund/ der untersuchten Zelle arbeitet
- Eine Wartezeit kann in unterschiedlichen Längen vorhanden sein
- Als Ergebnis der Energiedatenaufnahme wird ein Lastprofil generiert, in diesem Fall von insgesamt 60 s (siehe unten)



Beispiel 5: Identifikation von Einsparpotenzialen



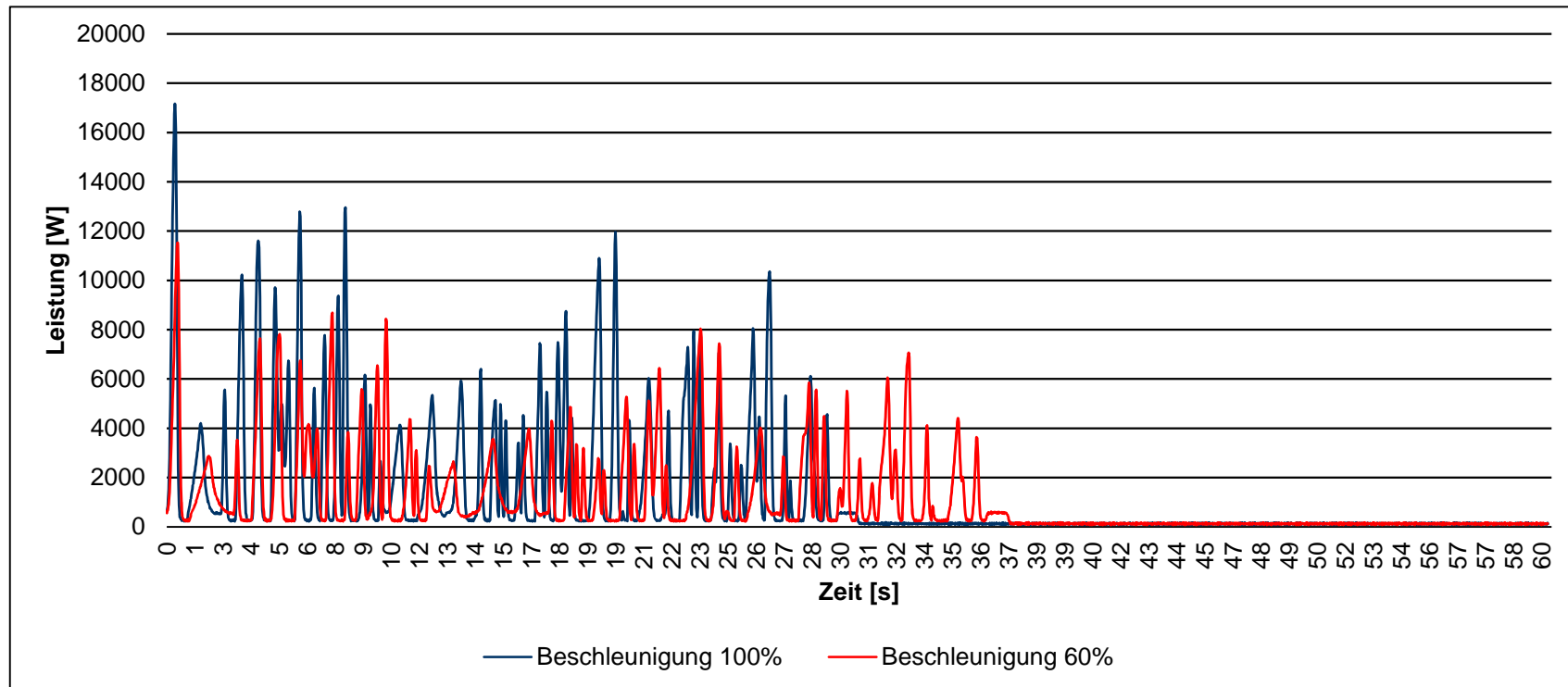
Wolfenbüttel



Beispiel 5: Gegenüberstellung vom optimierten und ursprünglichen Lastprofil



Wolfenbüttel

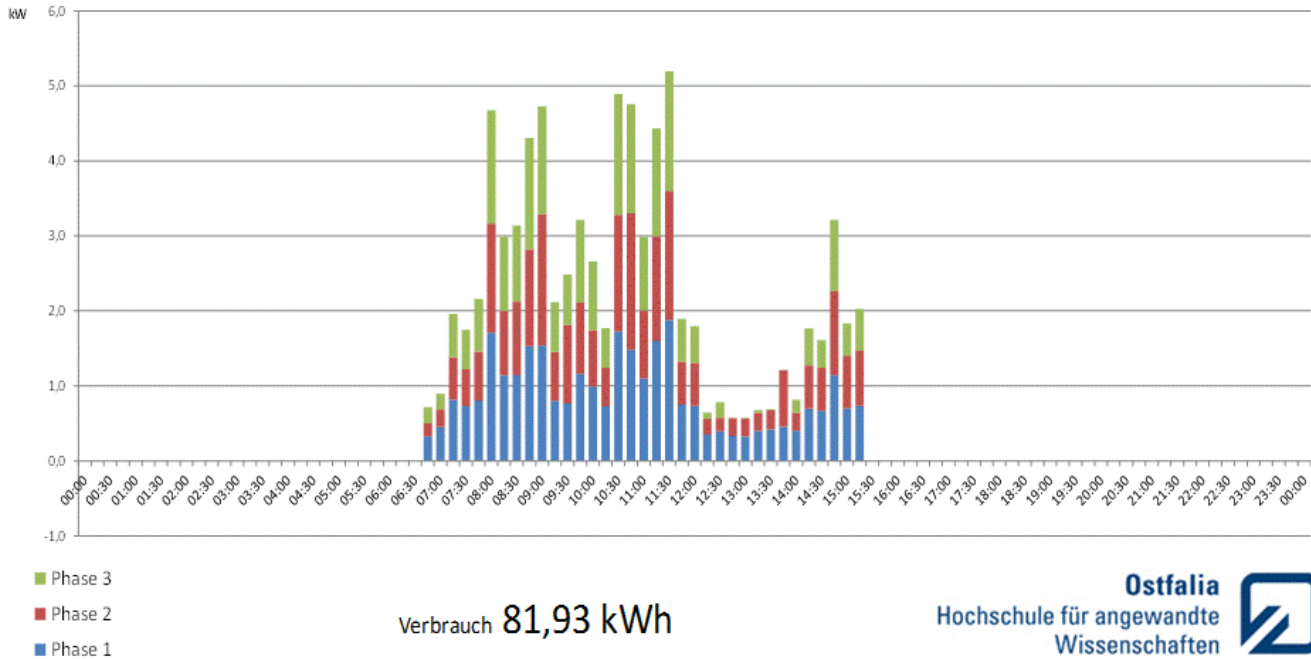


- Reduzierte Beschleunigung
 - Reduzierte Lastspitzen
 - Längere Zykluszeit
- Vorgezogener Bremseneinfall
 - 1 s nach Zyklusende fällt die Leistung schon ab, da die Motoren entlastet werden

Beispiel 6: 5Achs Fräse

Wolfenbüttel

DMU60evo 12.09.17 Dienstag



 Informationsgehalt?



- Condition Monitoring
 - Permanente Messung von physikalischen Größen (Vibrationen, Temperatur, Leistung,...)

- Predictive Maintenance
 - Terminierung einer condition-base (prädiktiven) anstelle einer periodischen (vorbeugenden) Instandhaltung
 - Keine intakten Bauteile wechseln

- Energie dem Auftrag zuordnen (Graue Energie)
 - Sensibilisierung der Kunden (Studenten)

- Live Energie- und Fertigungsdaten in Augmented Reality

- (Cloud, IoT, Industrie 4.0)



- Stationäre Energiedatenerfassung
 - zuerst Hauptenergieverbraucher, später einzelne Anlagen
 - vorhandene Messtechnik nutzen
 - Energiespitzen Verbrauch / Prozessen zuordnen
 - Prozesse können auch kurzzeitig (mobil) analysiert werden
 - kein dauerhafter Einbau von Hardware
 - direkte Überprüfung, statt stumpfen Datensammeln
 - Die Energiedatenerfassung kann die Basis für eine zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie darstellen.
- **Bedeutung von Energiedatenerfassungssystemen steigt!**
- **Energiedatenerfassung bringt noch keine Einsparung!**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

Dipl.-Ing. (FH) Nanno Peters
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften Maschinenbau
Institut für Produktionstechnik

Salzdahlumer Straße 46/48
38302 Wolfenbüttel
Phone: +49 (0) 5331/939-45840
Email: n.peters@ostfalia.de
Internet: www.Ostfalia.de



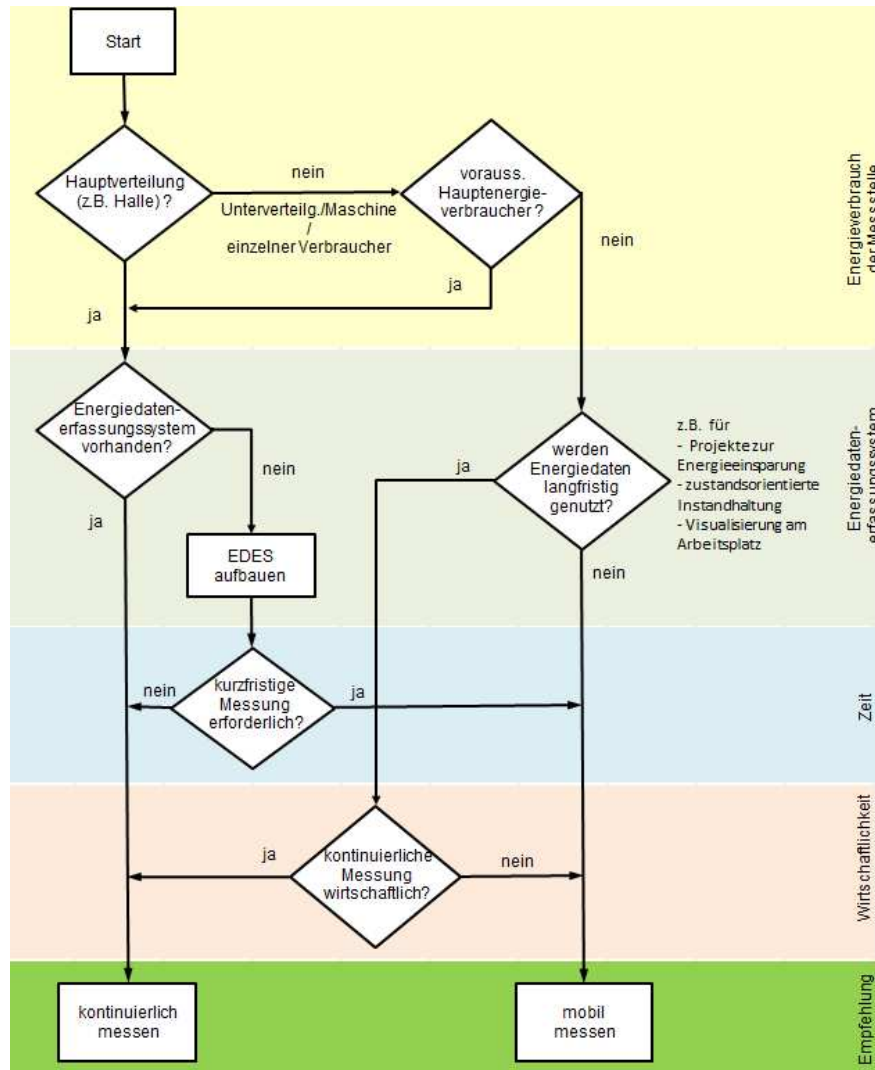
Beispielhafte All-In-One Anbieter

- Wago
 - Klemmen, Software, Datenbank
 - Infos: wago.com/energiemanagement/de/

- Janitza
 - Systemanbieter
 - Infos: janitza.de

- Siemens
 - SIMATEC Energy Manager Pro
 - Infos: Siemens.de/Energymanager

Entscheidungsdiagramm



- Energieverbrauch der Messung
- Hauptenergieverbraucher
- Energiedatenerfassungssystem
- Vorhandenes EDES
- Langfristige Nutzung
- Zeit
- Kurzfristige Messung
- Wirtschaftlichkeit

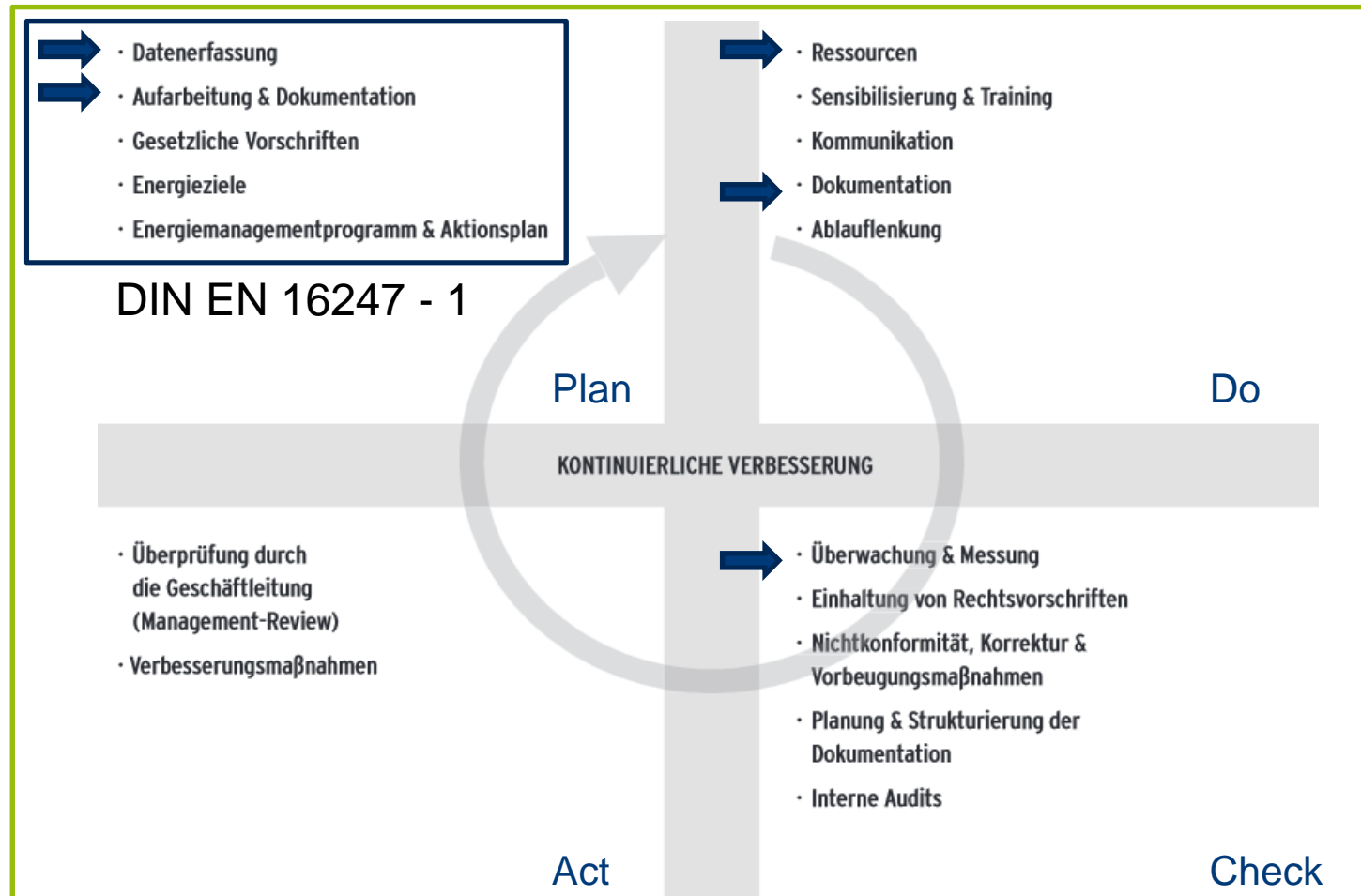


- Verpflichtende Durchführung von Energieaudits
- Nicht-KMU
 - > 250 Personen beschäftigt oder
 - < 250 Personen beschäftigt, aber > 50 Mio. EUR Jahresumsatz und > 43 Mio. EUR Jahresbilanzsumme
- Partnerunternehmen und verbundene Unternehmen
 - Anteil zwischen 25 % und < 50 % an einem anderen Unternehmen
 - ein anderes Unternehmen hält einen Anteil zwischen 25 % und < 50 % an dem Unternehmen
- Anforderungen an das Audit und den Auditor
- inhaltliche Anforderungen an einen Auditbericht
- keine Managementsystemnorm

PDCA-Kreislauf

Wolfenbüttel

DIN EN ISO 50001



Vergleich DIN EN 16247-1 / DIN EN ISO 50001

	DIN EN 16247-1	DIN EN ISO 50001
Vorteile	<ul style="list-style-type: none">• Geringerer Aufwand als ISO 50001• Fokus liegt auf Datenerhebung und Potentialanalyse• Keine externen Zertifizierungskosten	<ul style="list-style-type: none">• Aufbau eines internen Energiecontrollings; Energieverschwendungen werden aufgedeckt• Bewusstseinsbildung durch alle Ebenen• Schulung und Motivation der Mitarbeiter• Rückerstattungen/Ermäßigungen (EEG-Zulage, Ökosteuer)
Nachteile	<ul style="list-style-type: none">• Kaum nachhaltige Effekte durch fehlende Festlegung von Arbeitsabläufen• Mitarbeiter werden nicht sonderlich einbezogen	<ul style="list-style-type: none">• Zeitintensiver• Jährliche Überwachungskosten durch Dritte