



Hochschule Niederrhein

University of Applied Sciences

SWK E²

**Institut für Energietechnik und
Energiemanagement**

Institute of Energy Technology and
Energy Management

Entwicklung eines Energiekennzahlensystems Kombination von Top-Down und Bottom-Up-Ansatz

Graz, 14. Februar 2020

Vortragender: Lukas Saars, M.Eng.

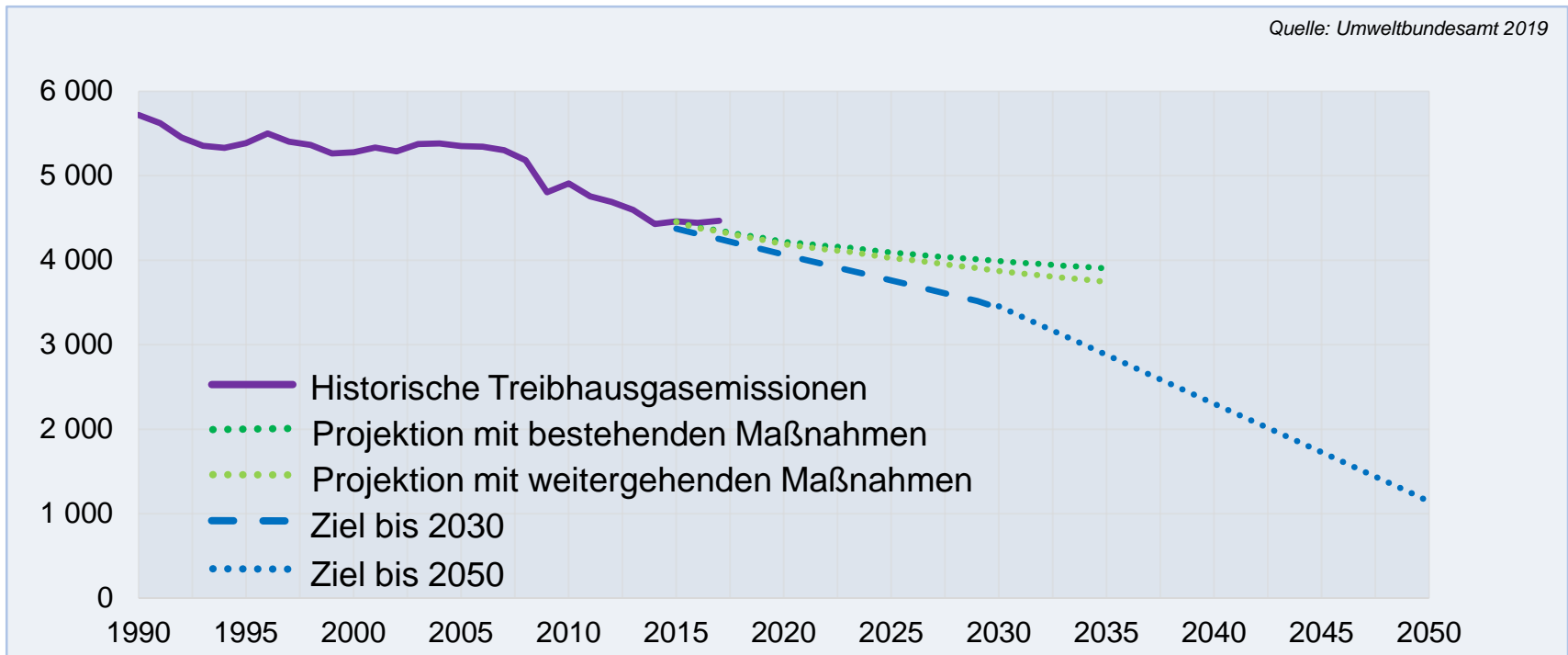
Inhalte

- Einleitung
- Theoretische Grundlagen
- Konzeptionierung eines Kennzahlensystems
- Bewertung des Kennzahlensystems
- Fazit

Inhalte

- Einleitung
- Theoretische Grundlagen
- Konzeptionierung eines Kennzahlensystems
- Bewertung des Kennzahlensystems
- Fazit

Die sehr optimistischen europäischen Klimaziele



- Europäische Union legt optimistische Klimaziele fest

- Dies erfordert weitergehende Maßnahmen

- Industrie wird mit 40% am Gesamtenergieverbrauch eine wesentliche Rolle zugeschrieben [International Energy Agency 2019]

Roadmap der gesetzlichen Rahmenbedingungen

Veröffentlichung der Energieeffizienz-Richtlinie: Verpflichtung zur Durchführung von Energieaudits



2012

Status Quo:

Die Zahl der zertifizierten Energiemanagementsysteme liegt im Jahr 2016 in Deutschland bereits bei 1.800 Erstzertifizierungen und ca. 2.400 Re-Zertifizierungen [BAFA 2018]



2015

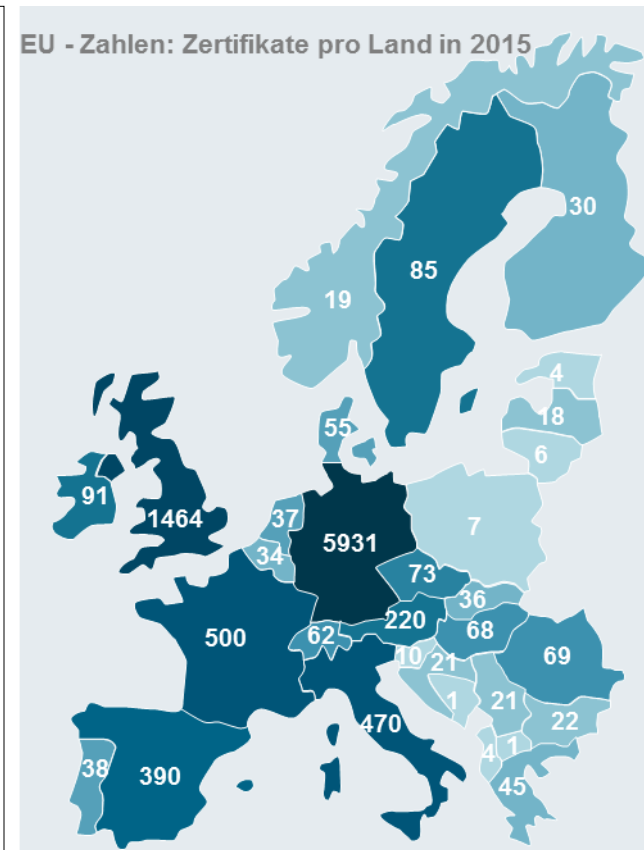
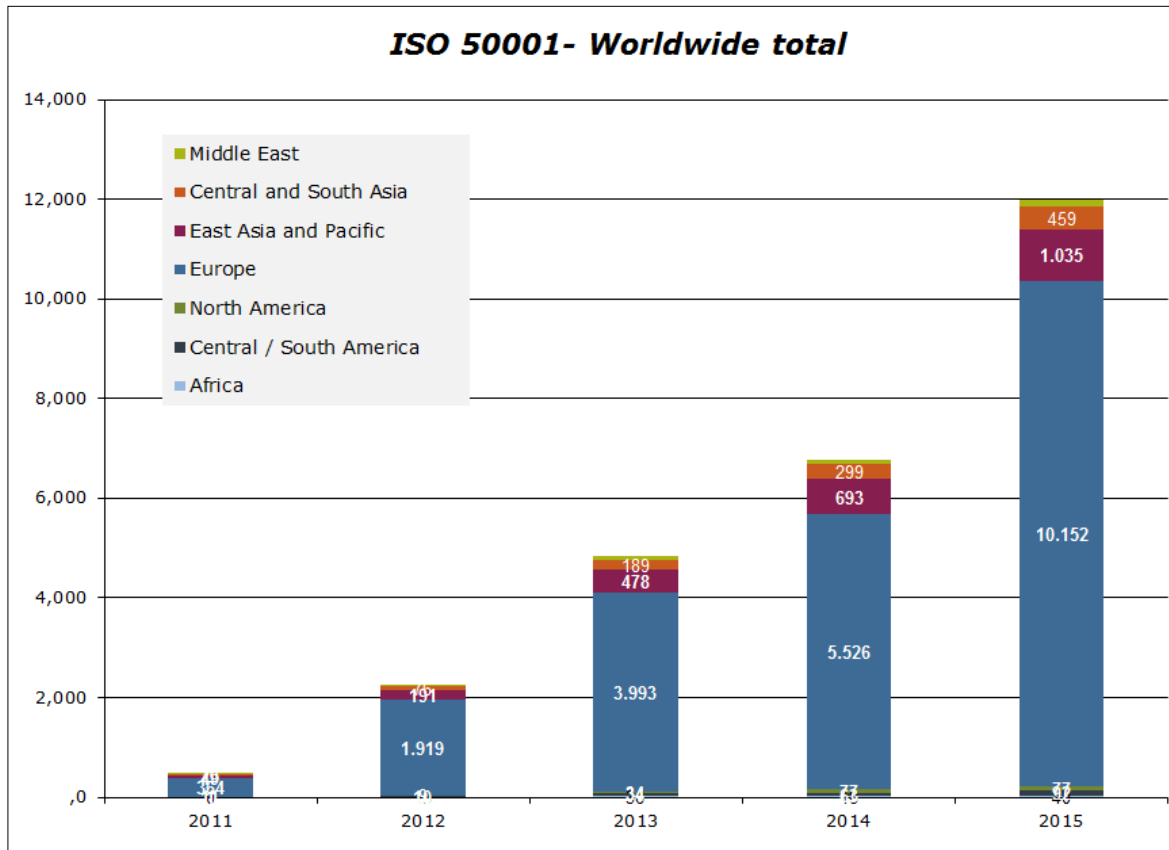
Umsetzung in nationales Recht:

Energiedienstleistungsgesetz
Befreiung von der Energieaudit-Pflicht für Unternehmen, die ein Energiemanagementsystem nach DIN ISO 50001 führen



2016

Auswirkungen der Gesetzgebung eindeutig spürbar



Quelle: ISO Survey 2015, Veröffentlichung September 2016

Inhalte

- Einleitung
- **Theoretische Grundlagen**
- Konzeptionierung eines Kennzahlensystems
- Bewertung des Kennzahlensystems
- Fazit

Die Kennzahlen-Problematik

- Revision DIN ISO 50001 in 2018: Fokus auf Kennzahlen (EnPI) und deren relevanten Variablen [DIN EN ISO 50001:2018-12]
- Identifizierung der relevanten Variablen steht im Vordergrund
- DIN ISO 50006 regelt die Bildung von Energieleistungskennzahlen und verdeutlicht Relevanz von EnPI [DIN EN ISO 50006:2017-04]
- Aufbau eines geeigneten Kennzahlensystems ist für viele Unternehmen eine große Herausforderung

- Nur bedingt zur Verfügung stehende Arbeitszeit

- Unzureichende Methodenkenntnisse

Herausforderung
Kennzahlen-
Bildung

- Unzureichendes Know-How bei statistischen Analysen

- Festhalten an einfachen Katalogkennzahlen ohne Steuerungsfunktion

Formen von Kennzahlen

Kennzahlen lassen sich als „Zusammenfassung von quantitativen, d.h. in Zahlen ausdrückbaren Informationen für den innerbetrieblichen und zwischenbetrieblichen Vergleich“ definieren. [Gabler Wirtschaftslexikon]



Form	Voraussetzung	EnPI-Typ	Beispiel
1	Keine „relevante Variable“ liegt vor	gemessener Energiewert	Jahresenergieverbrauch
2	Nur eine „relevante Variable“ liegt vor	Verhältnis von Messwerten	Spezifischer Energieverbrauch pro Mitarbeiter
3	Mehr als eine „relevante Variable“ liegt vor	Statistisches Modell	Funktionsgleichung einer multiplen Regressionsanalyse
4	Zahlreiche „relevante Variablen“ liegen vor, die interpedent sind	Technisches Modell	Simulationsrechnung über Matlab

Ursprüngliches Verständnis von EnPI-Typen

Erweiterung durch die DIN ISO 50006 stellt Unternehmen vor neue Herausforderungen

Quelle: Nissen et al. 2018

Inhalte

- Einleitung
- Theoretische Grundlagen
- **Konzeptionierung eines Kennzahlensystems**
- Bewertung des Kennzahlensystems
- Fazit

Identifizierung von relevanten Variablen

1. Schritt: SEUs

- Ergebnisse der ABC-Analyse interpretieren
- Betrachtung der SEUs

Beispiel: Anlage 1343
 → Stromverbrauch der Kälteanlage
 Bildung eines EnPI's zwingend notwendig!



2. Schritt: relevanten Variablen

Brainstorming:
 Was sind die relevanten Variablen?

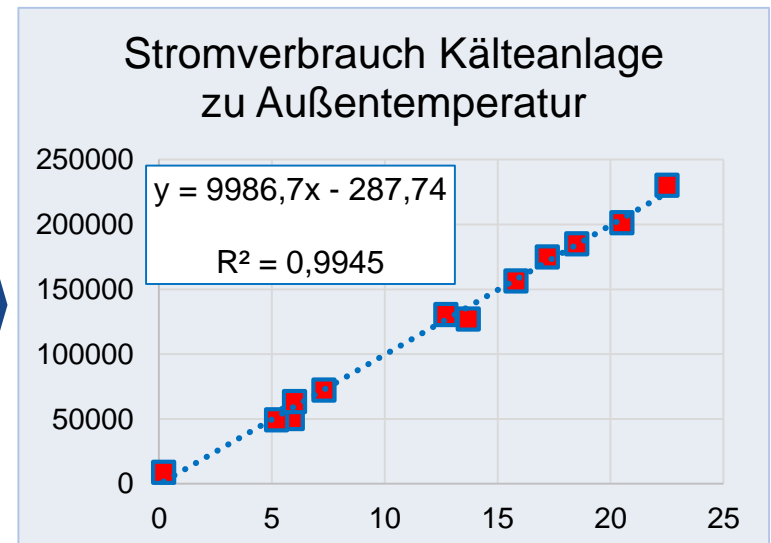


Außentemperatur
 Luftfeuchte
 Mitarbeiter

3. Schritt: Aufnahme einer Datenbasis

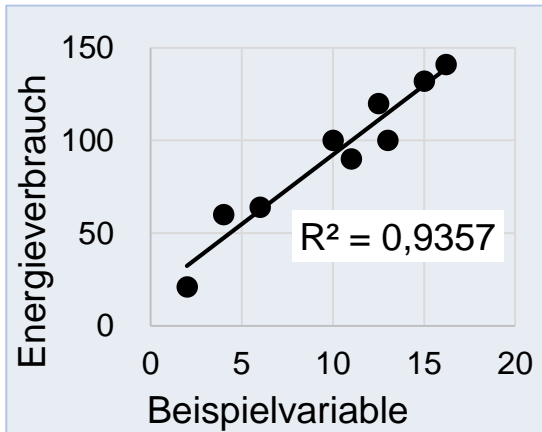
Monat	Stromverbrauch Kälteanlage	Außen-temperatur
Jan 18	50234 kWh	5,9 ° C
Feb 18	8934 kWh	0,2 ° C
März 18	49244 kWh	5,2° C
April 18	127043 kWh	13,7 ° C
.....
Dez 18	63391 kWh	6 ° C

4. Schritt: Regressionsanalyse

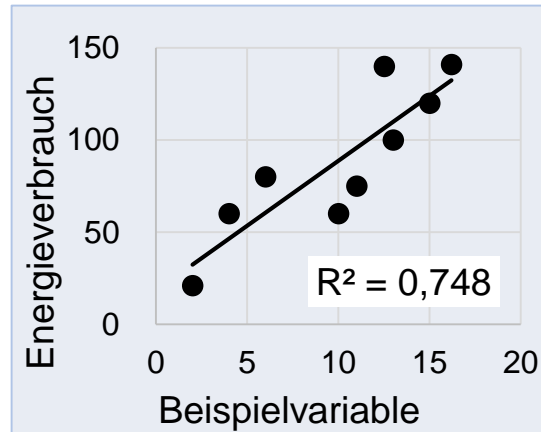


Einstufung des Bestimmtheitsmaßes

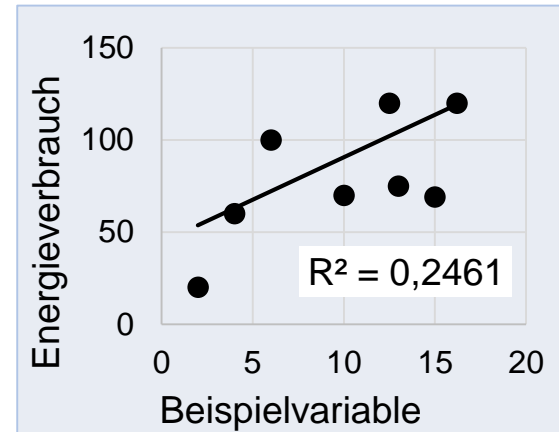
Quelle: DIN ISO 50001:2018-12



a) Relevante Variable



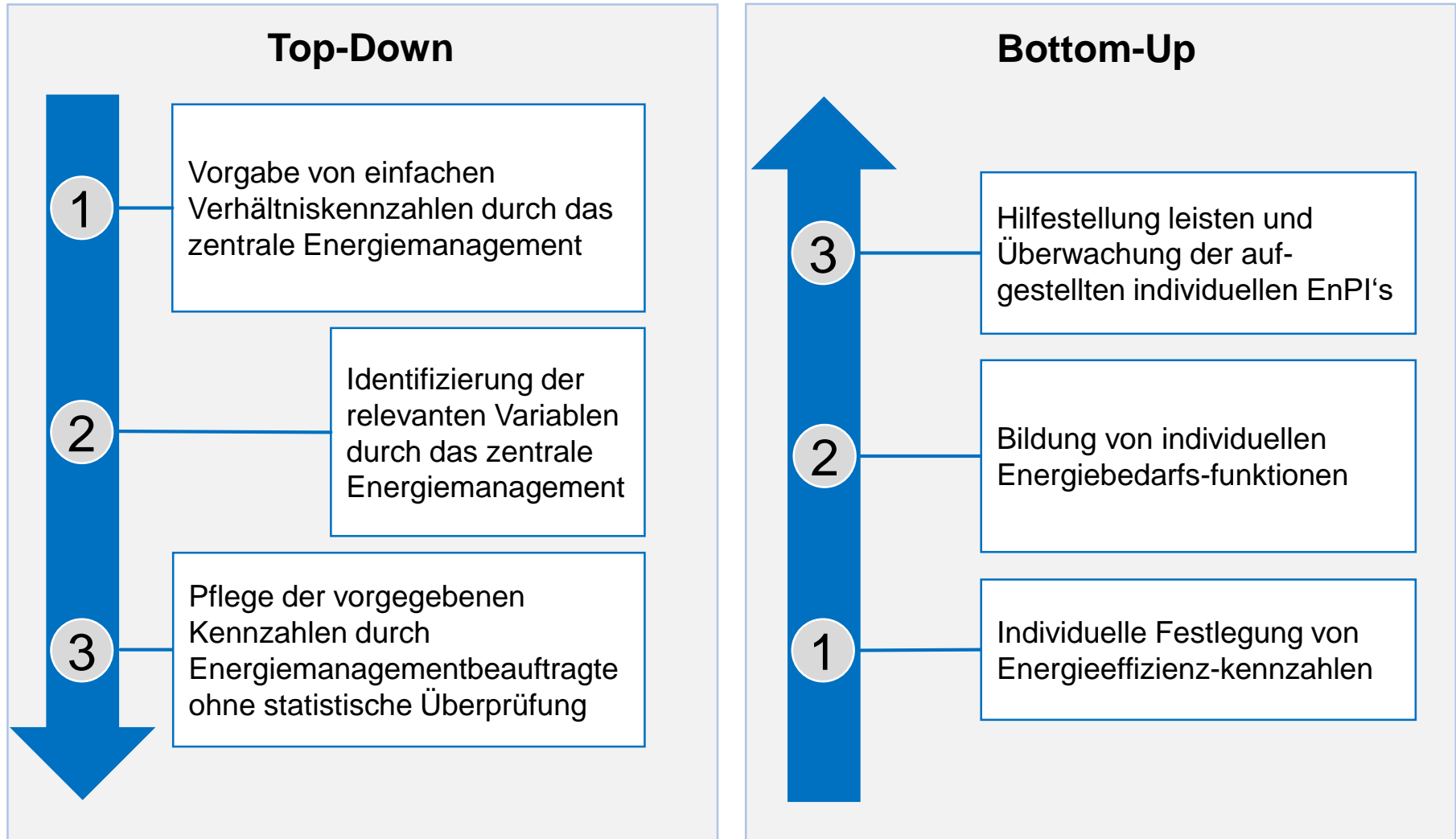
b) Weniger relevante Variable



c) Nicht relevante Variable

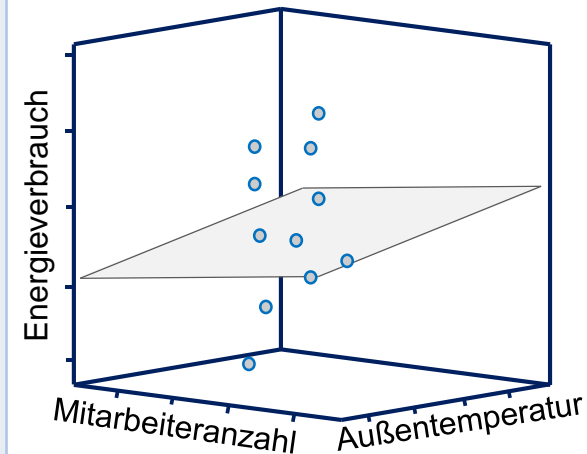
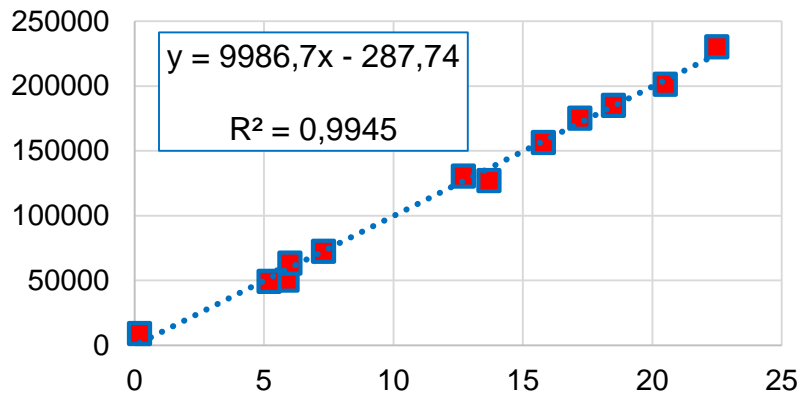
Einordnung Bestimmtheitsmaß	Abgeleiteter Handlungsbedarf
$R^2 > 0,75$	Starker Zusammenhang: Einflussfaktor ist relevant und muss bereinigt werden!
$0,75 > R^2 > 0,25$	Mittlerer Zusammenhang: Einflussfaktor ist weniger relevant, sollte dennoch in einer multiplen Regressionsanalyse berücksichtigt werden
$R^2 < 0,25$	Schwacher Zusammenhang: Einflussfaktor ist nicht relevant und sollte verworfen werden!

Festlegung von Energieeffizienzkennzahlen



Bildung von individuellen Energieverbrauchsfunktionen

Stromverbrauch Kälteanlage zu Außentemperatur



$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$$

- Bestimmung der Funktion der Regressionsgeraden
- Im Sinne der DIN ISO 50006 ist ein EnPI als Rechenregel zu verstehen, sodass die Funktion der Regressionsgeraden ein EnPI darstellt

- Bestimmung der Funktion der Regressionsebene
- Zur Durchführung einer multiplen Regressionsanalyse wird eine Statistik-Software benötigt

Steuerung nach dem Top-Down-Ansatz

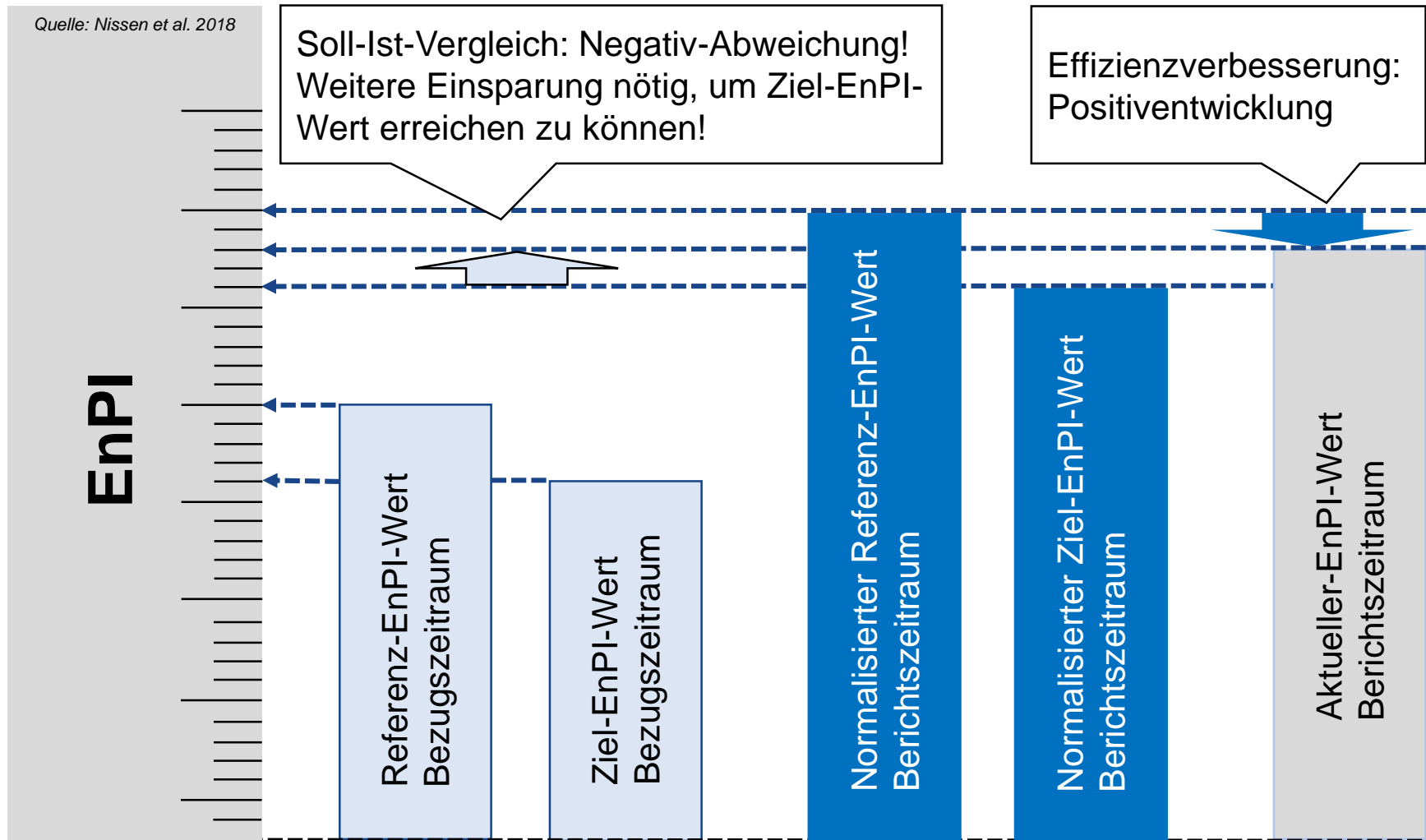
Benchmarking

Quelle: Lässig et al. 2018

- 1.** Zielsetzung und Planung
 - Abgrenzen der Zielstellungen für das Benchmarking, Aufstellen eines Projektplans
- 2.** Datenerhebung und -verifizierung
 - Erhebung der Daten und Aufstellung der Energiekennzahlen, welche betrachtet werden sollen
- 3.** Auswertung und Ergebnisse
 - Beurteilung gegenwärtiger Leistungsgerade anhand der Referenzwerte
- 4.** Berichtswesen
 - Kommunikation der Ergebnisse einschließlich der Schlussfolgerungen, um Budget von der obersten Leitung zu erhalten
- 5.** Überwachung und Einleiten von Maßnahmen
 - Überwachung der Entwicklung und Umsetzung spezifischer Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz

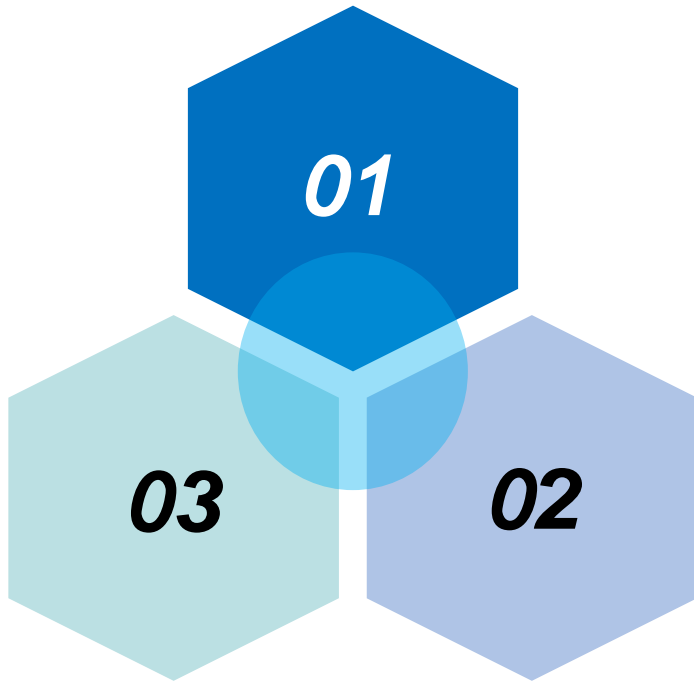
Steuerung nach dem Bottom-Up-Ansatz

Abweichungsanalyse



Ableitung von Energieeffizienzmaßnahmen

Drei potenzielle Wege




- 01: Erstellung eines internen Maßnahmenkatalogs, sodass Unternehmen von den bereits umgesetzten Maßnahmen profitieren können.

- 02: Auf Basis des Benchmarkings Maßnahmen ableiten.

- 03: Überwachung der EnPIs über Abweichungsanalysen und anschließende Ableitung von Maßnahmen.

Wirtschaftliche Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen

Interne-Zinsfuß-Methode	Amortisationszeit	Kapitalwertmethode
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Berechnung kann mehrere Ergebnisse haben 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Irrelevanz von Zahlungsströmen nach Erreichung des Amortisationszeitpunkts 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unsicherheiten bei der Bestimmung der Zahlungsströme und der Anzahl der Perioden
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Berechnung kann kein Ergebnis hervorbringen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Festlegung eines Sollwertes für Amortisationszeiten sehr problematisch 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Berücksichtigung der Rentabilität und nicht der Liquidität
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wiederanlagenprä- 		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die besonderen Eigenschaften von Energieeffizienzmaßnahmen, insbesondere die langen Lebensdauern und die hohen Investitionskosten, machen die Kapitalwertmethode zu einem geeigneten Ansatz ▪ Die Amortisationszeit ist bei Energieeffizienzmaßnahmen klar abzulehnen 	

Inhalte

- Einleitung
- Theoretische Grundlagen
- Konzeptionierung eines Kennzahlensystems
- **Bewertung des Kennzahlensystems**
- Fazit

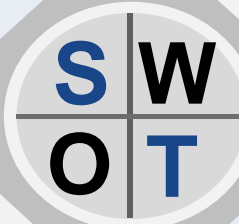
SWOT-Analyse - Kennzahlensysteme

Strength

- Quantifizierung der Entwicklung der energiebezogenen Leistung
- Transparente Berichterstattung
- Nachweisführung von Energieeffizienzmaßnahmen
- Bereinigung der äußeren Einflussfaktoren

Weaknesses

- Nur bedingt zur Verfügung stehende Arbeitszeit
- Fehlendes Verständnis der Energiemanagementbeauftragten
- Häufig keine Unterscheidung zwischen Büro- und Produktionsstandorten



- Steigende Relevanz von Kennzahlensystemen
- Mit steigenden Energiekosten nimmt auch der wirtschaftliche Nutzen von Kennzahlensystemen zu

Opportunities

- Implementierung eines Kennzahlensystems als ewiger Prozess
- Äußere Einflussfaktoren im ständigen Wandel

Threats

Inhalte

- Einleitung
- Theoretische Grundlagen
- Konzeptionierung eines Kennzahlensystems
- Bewertung des Kennzahlensystems
- Fazit

Fazit & Kernaussagen



Bildung von Energiekennzahlensystemen häufig ohne Durchführung von statistischen Analysen zur Aufstellung von EnPI's.



Geeigneten Verhältniskennzahlen sowie die Bildung von individuellen Energieverbrauchsfunktionen weisen großes Potenzial zur Bewertung der energiebezogenen Leistung auf.



Kennzahlensysteme sollten um die Durchführung von Benchmarks und Abweichungsanalysen erweitert werden.



Geeignete Kennzahlensysteme erleichtern die Identifizierung von Energieeffizienzmaßnahmen & Energiekosteneinsparmöglichkeiten.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Für Rückfragen stehen wir gerne zur Verfügung

SWK E²

Institut für Energietechnik und Energiemanagement

Obergath 79, 47805 Krefeld, Gebäude J

Sekretariat: +49 (0)2151 822-6693

Prof. Dr.-Ing Jörg Meyer

joerg.meyer@hs-niederrhein.de

Tel: +49 (0)2151 822-6691

Lukas Saars M.Eng.

Lukas.saars@hs-niederrhein.de

Tel: +49 (0)2151 822-6676



Hochschule Niederrhein

University of Applied Sciences

SWK E²

**Institut für Energietechnik und
Energiemanagement**

Institute of Energy Technology and
Energy Management

Literaturverzeichnis

- Umweltbundesamt 2019 Europäische Energie- und Klimaziele, in:
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/europaeische-energie-klimaziele>
(17.01.2020)
- International Energy Agency 2019 Key World energy statistics, in: <https://webstore.iea.org/key-world-energy-statistics-2019>
(12.12.2019)
- BAFA 2018 Energiedienstleistungsgesetz, in:
https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Energieaudit/energieaudit_node.html
(16.05.2019)
- DIN ISO 50001:2018-12 2018 Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.
- DIN ISO 50006:2017-04 2017 Energiemanagementsysteme - Messung der energiebezogenen Leistung unter Nutzung von energetischen Ausgangsbasen (EnB) und Energieleistungskennzahlen (EnPI) - Allgemeine Grundsätze und Leitlinien.
- Nissen, U.; Harfst, N.; Girbig, P. 2018 Energiekennzahlen auf den Unternehmenserfolg ausrichten. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH, 2018
- Nissen, U. 2014 Energiekostenmanagement. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht, 2014
- Schäfer, T. 2009 Multiple Regression, in: <https://www.tu-chemnitz.de/hsw/psychologie/professuren/method/homepages/ts/methodenlehre/meth9.pdf> (10.07.2019)
- Lässig, J.; Schütte, T.; Riesner, W. 2018 Energieeffizienz-Benchmark Industrie. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2018
- ISO Survey 2015 ISO Survey of certifications to management system standards, in:
<https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1>
(04.02.2020)