

Interdisziplinäres Fernstudium Umweltwissenschaften - **infernum**

Analyse von Energieerzeugungsanlagen

Interdisziplinäres Fernstudium Umweltwissenschaften - **infernum**

Analyse von Energieerzeugungsanlagen

von

Wilhelm Althaus, Carsten Beier und Aline Schnur



Impressum

Titel: Analyse von Energieerzeugungsanlagen

von: Wilhelm Althaus, Carsten Beier und Aline Schnur

© 2011 FernUniversität in Hagen, 58084 Hagen
Alle Rechte vorbehalten.

Kursnummer: 71359

Studienangebot: Interdisziplinäres Fernstudium Umweltwissenschaften (infernum)

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung und des Nachdrucks, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der FernUniversität in Hagen reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Inhalt

1	Einführung	9
1.1	Lehrziele	9
1.2	Hemmnisse.....	11
1.3	Vorteile	14
1.4	Vorgehen	16
2	Energetische Grundlagen	20
2.1	Energiearten	20
2.2	Energieerhaltung	21
2.3	Energiequalität und Reaktionsrichtung.....	23
2.4	Bilanzierung.....	23
2.5	Wirkungs- und Nutzungsgrad	26
2.6	Betriebsverhalten.....	27
3	Erfassung des Ist-Zustands	30
3.1	Grunddaten.....	30
3.2	Energieverbrauch und -kosten.....	32
3.3	Energiebezugsbedingungen	34
3.4	Begehung	35
4	Messen in der Energieanalyse	36
4.1	Messkonzept.....	36
4.2	Messgeräte.....	38
4.2.1	Elektrische Messgrößen	40
4.2.2	Druck	41

4.2.3	Temperatur	43
4.2.4	Volumenstrom	45
4.3	Messfehler	47
4.3.1	Repräsentativität	48
4.3.2	Systematische und zufällige Fehler	48
4.3.3	Fehlergrenzen	49
4.3.4	Fehler bei der Auswertung.....	49
4.3.5	Fehlerabschätzung	50
5	Analyse	56
5.1	Aufgaben der Analyse	56
5.1.1	Prognose und Strategiebewertung	57
5.1.2	Zieldefinition und Erfolgskontrolle	58
5.1.3	Monitoring und Benchmarking.....	59
5.2	Kennzahlen	60
5.2.1	Nutzen	60
5.2.2	Auswahl Bezugswert	60
5.2.3	Aufbau	61
5.2.4	Anforderungen	62
5.2.5	Wichtige Kennzahlen und Begriffe in der Energieanalyse.....	63
5.3	Diagramme.....	66
5.3.1	Punktdiagramm	66
5.3.2	Liniendiagramm	67
5.3.3	Säulendiagramm	68
5.3.4	Flächendiagramm	69

5.3.5	Kuchendiagramm	70
5.3.6	Sankey-Diagramm	71
5.3.7	Boxplot	72
5.3.8	Bezugswerte	73
5.3.9	Skalierung	74
5.3.10	Randbedingung	76
6	Optimierung der Energienutzung	78
6.1	Mathematische Methoden	79
6.2	Optimierungsansätze in der Energietechnik	80
6.2.1	Unnötiger Verbrauch.....	80
6.2.2	Nutzenergiebedarf	80
6.2.3	Wirkungsgrad	81
6.2.4	Bedarfsanpassung	81
6.2.5	Energieverluste und Rückgewinnung	81
6.2.6	Regenerative Energien	82
6.3	Maßnahmenempfehlung.....	82
7	Wirtschaftlichkeit.....	85
7.1	Statische Verfahren	85
7.1.1	Kostenvergleich	86
7.1.2	Gewinnvergleich	87
7.1.3	Rentabilitätsvergleich.....	88
7.1.4	Amortisationsvergleich	88
7.2	Dynamische Verfahren.....	89
7.2.1	Kapitalwertmethode	90

7.2.2	Interner Zinsfuß	91
7.2.3	Annuitätenmethode	91
8	Abbildungsverzeichnis.....	94
9	Tabellenverzeichnis	96
10	Weiterführende Informationen	97
10.1	Literatur	97
10.2	Links	100
11	Beantwortete Kontrollfragen.....	101
	Kapitel 1: Einführung	101
	Kapitel 2: Energetische Grundlagen.....	103
	Kapitel 3: Erfassung des Ist-Zustands	104
	Kapitel 4: Messen in der Energieanalyse	105
	Kapitel 5: Analyse	107
	Kapitel 6: Optimierung der Energienutzung	109
	Kapitel 7: Wirtschaftlichkeit	112
12	Glossar	114

1 Einführung

1.1 Lehrziele

Die Verknappung der fossilen Primärenergieträger und die zunehmende Umweltbeeinträchtigung durch Energieumwandlungsprozesse sind existenzielle Probleme, die von unserer Gesellschaft in naher Zukunft gelöst werden müssen. Dabei spielt die Energieeffizienz eine entscheidende Rolle, da durch Energieeinsparmaßnahmen ohne Verlust an Komfort, Qualität und Funktionalität der Primärenergiebedarf gesenkt und Emissionen vermieden werden können. Während der Wirkungsgrad von Kraftwerken nur mit hohem technischem und finanziellem Aufwand um wenige Prozent gesteigert werden kann, lässt sich der Energiebedarf im Bereich der Energieverteilung und –nutzung durch vorhandene Technik und organisatorische Maßnahmen um bis zu 40 % reduzieren. Wie hoch die ungefähren Einsparungspotenziale für die einzelnen Branchen sind kann der Abbildung 1.1 entnommen werden.

Verknappung der Rohstoffe

Energieeffizienz

Hohes Einsparpotenzial im Bereich der Energieverteilung und –nutzung

Branche \ Prozess	Beleuchtungsanlagen	Heizungsinfrastruktur	Wasseranlagen	Prozesswärme	Kälteanlagen	Lüftungsanlagen	Druckluftanlagen	Produktionsmaschinen	Diverse
Autogaragen	25%	15%	15%	1%		15%	15%	5%	9%
Bäckereibetriebe	5%	2%	10%	45%	30%	5%		2%	1%
Bürogebäude	35%	2%	3%		5%	15%			40%
Gastronomiebetriebe	10%	2%	17%	40%	20%	7%		1%	3%
Giessereien	1%	1%	1%	75%		5%	10%	5%	2%
Lackierbetriebe	5%	8%	2%	2%		50%	10%	20%	3%
Landwirtschaftbetriebe	5%		15%	5%		65%		5%	5%
Metzgereibetriebe	5%	2%	25%	10%	50%	4%	1%	2%	1%
Natursteinwerke	1%		10%			1%	10%	70%	8%
Sägewerke	2%	10%				50%	5%	25%	8%
Schreinerbetriebe	8%	10%	2%	5%		40%	5%	20%	10%
Verkaufsladen	20%	2%	1%		65%	10%			2%
Wäschereibetriebe	10%	10%	5%	5%		30%	5%	30%	5%

Abbildung 1.1: Energieeinsparpotenziale nach Branchen

Eine wichtige Methode, die Energieeffizienz in Industrie, Handel und Gewerbe sowie in kommunalen Einrichtungen zu verbessern, ist die Energieanalyse. Darunter wird die Erfassung und Bewertung der grundlegenden Energieverbrauchswerte sowie die Beurteilung des Energiebezugs und der Energieumwandlung verstanden. Ziel ist es, mit Hilfe einer Energieanalyse Maßnahmen zu entwickeln, die den Energiebedarf und die damit verbundenen Kosten senken. In diesem Modul werden die Grundlagen beschrieben, die notwendig sind eine Energieanalyse durchzuführen. Hierzu werden im 2. Kapitel zunächst die wichtigsten Gesetze und Kennzahlen erläutert. Aufbauend auf diesen Daten erfolgt daraufhin im anschlie-

ßenden Kapitel die Beschreibung des ersten Schritts einer Energieanalyse, die Erfassung des Ist-Zustands. In dieser Phase werden technische und ökonomische Verbrauchsdaten erfasst. Falls die erhobenen Daten nicht ausreichend sind, muss durch eine Messung der Energieströme die Datenbasis ergänzt werden. Welche Messgeräte eingesetzt werden können, welche Randbedingungen zu beachten sind und wie die Messergebnisse bewertet werden können, wird im vierten Kapitel beschrieben. Nach der Vervollständigung der Daten müssen diese analysiert werden. Hierfür können Kennzahlen gebildet und Diagramme gezeichnet werden. Die verschiedenen Möglichkeiten der Darstellung werden im fünften Kapitel erläutert. Das wichtigste Ziel der Energieanalyse ist die Einsparung von Energie durch Optimierung. Durch welche Maßnahmen eine Energieeinsparung erfolgen kann wird im Kapitel 6 beschrieben. Ob diese Optionen (beispielsweise einer Neuinvestition) durchgeführt werden können wird ausschlaggebend durch die Wirtschaftlichkeit bestimmt. Diese kann je nach Fragestellung nach unterschiedlichen Berechnungsmethoden ermittelt werden. Das Vorgehen und die Unterschiede der einzelnen Wirtschaftlichkeitsberechnungen werden im letzten Kapitel erläutert.