

Berichte aus der Energietechnik

**Werner Litzow**

**... und was bleibt übrig?**

**Das Geheimnis der Wirkungsgrade**

Shaker Verlag  
Aachen 2014

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2014

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2762-4

ISSN 0945-0726

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

---

**.....und was bleibt übrig ?**  
**Das Geheimnis der Wirkungsgrade**

**Werner Litzow**

---



	Seite
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	5
<b>.....und was bleibt übrig ?</b>	
<b>Das Geheimnis der Wirkungsgrade</b>	7
<b>Einleitung</b>	7
<b>Erzeugung und Umwandlung der Nutzenergie: Elektrischer Strom</b>	9
<b>Wirkungsgrade von Kraftwerken</b>	9
Kernkraftwerk	9
Kohlekraftwerk	11
Gaskraftwerk	13
Windkraftwerk	14
Wasserkraftwerk	16
Geothermiekraftwerk	20
Heizkraftwerk	21
<b>Wirkungsgrade von Einzelanlagen</b>	23
Solarzelle	23
Brennstoffzelle	27
Dieselstromgenerator	31
Thermoelektrischer Generator	32
<b>Wirkungsgrade von Umwandlungsanlagen</b>	34
Transformator	34
Wechselrichter	37
<b>Erzeugung der Nutzenergie: Mechanische Energie</b>	39
<b>Wirkungsgrade von Motoren und Maschinen</b>	39
Ottomotor	39
Dieselmotor	42
Luftstrahltriebwerk	45
Stirlingmaschine	47
Dampfmaschine	50

	Seite
<b>Erzeugung der Nutzenergie: Wärme</b>	54
<b>Wirkungsgrade von Wärmekraftwerken</b>	54
Solarturmkraftwerk	54
Parabolrinnen-Solarkraftwerk	56
<b>Wirkungsgrade von Einzelanlagen</b>	57
Sonnen-Paraboloidreflektor	57
Sonnen-Flachkollektor	57
Wärmepumpen	60
-Kompressionswärmepumpe	60
-Absorptionswärmepumpe	62
-Wärmetransformator	64
Ölheizung	66
Gasheizung	68
<b>Wirkungsgrade von Haushaltsgeräten</b>	69
Gas- und Elektroherde	69
<b>Carnot-Prozess und weitere Nutzungsgrade</b>	71
<b>Carnot-Prozess</b>	71
Thermischer Wirkungsgrad	72
Erhöhung des Wirkungsgrades ?	72
<b>Beschränkte Umwandlung der Energie</b>	74
Exergie und Anergie	74
Umwandlung von Wärme in Nutzarbeit	75
<b>Exergetische Wirkungsgrade</b>	77
Energetische und exergetische Wirkungsgrade	78
<b>Erntefaktoren</b>	79
Energetische Wirkungsgrade und Erntefaktoren	80
<b>Literaturverzeichnis</b>	81
<b>Sachverzeichnis</b>	84