
Energie, Ökologie und Unvernunft

Jochem Unger · Antonio Hurtado

Energie, Ökologie und Unvernunft

 Springer Spektrum

Jochem Unger
Darmstadt, Deutschland

Antonio Hurtado
TU Dresden
Dresden, Deutschland

ISBN 978-3-658-01502-2
DOI 10.1007/978-3-658-01503-9

ISBN 978-3-658-01503-9 (eBook)

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

Springer Spektrum

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2013

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Spektrum ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-spektrum.de

Vorwort

Dieses Buch ist wie die deutsche Energiewende ein Folgeprodukt der Naturkatastrophe in Japan, die in der Kombination von einem starken Erdbeben und einem gewaltigen Tsunami zum Kernschmelzunfall in Fukushima geführt hat.

Nach dem Kernschmelzunfall in Three Mile Island (USA) und selbst nach der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl (UdSSR) wurden in Deutschland die realen Sicherheitsdefizite sowohl von der Politik als auch von den Herstellern und Betreibern wie zuvor immer wieder gebetsmühlenartig mit dem Begriff "Restrisiko" als hypothetischer Störfall abgetan. Dieses Restrisiko wurde als nicht real existierend dargestellt, wenngleich es sich dabei um das Kernproblem der bisherigen Kernenergienutzung schlechthin handelt.

Durch die Untätigkeit und Verharmlosung der für jedermann in Three Mile Island und Tschernobyl sichtbar gewordenen Ereignisse wurde die Antiatombewegung auch in Verbindung mit der militärischen Bedrohung durch Atomwaffen gestärkt, deren Entstehung außerordentlich stark mit der deutschen Geschichte um Hitler in Verbindung steht. Die Nicht-Einflussnahme der Politik zum Erreichen einer inhärent sicheren Kerntechnik führte nach der Ära Kohl in Deutschland schließlich zu einem generellen Neubauverbot von Kernreaktoren gleich welcher Bauart.

Die Bürger wurden mit ihren Ängsten und Befürchtungen allein gelassen. Obwohl gerade in Deutschland die Weiterentwicklung von kerntechnischen Anlagen zu einer inhärent sicheren Technik von verantwortungsbewussten Ingenieuren vorangetrieben und von Siemens-Interatom sogar zur kommerziellen Reife gebracht wurde, ist es bedauerlicherweise nicht zu einem Neuanfang mit modularen Kleinreaktoren gekommen. Die physikalische Auslegung derartiger Anlagen schließt eine nukleare Leistungsexplosion aus. Das Entstehen einer Kernschmelze infolge der auch nach Abschalten der nuklearen Kettenreaktion entstehenden Nachzerfallswärme ist bei dieser Auslegung nicht nur unwahrscheinlich sondern unmöglich.

Die sich im Nachkriegsdeutschland entwickelnde Situation im Bereich der Stromerzeugung wird in der ersten Hälfte des vorliegenden Buches gesamtheitlich in einem Zeitspiegel skizziert und zeigt die Wechselwirkung zwischen dem industriellen mit dem gesellschaftlichen Prozess. Reale und irrealen Ängste der Menschen spielen hier eine gewichtige Rolle, die bewusst medial in apokalyptische Sphären gehoben werden, ohne dass ein kausaler Zusammenhang mit der Realität besteht. Öko-Schockerlebnisse wie das Waldsterben und die derzeit diskutierte Klimakatastrophe sind hier ebenso symptomatisch wie vermeintlich apokalyptische Nuklearereignisse. In Anlehnung an die ausgeklügelte kirchliche Höllenlehre des Mittelalters werden Ängste bei den Menschen instrumentalisiert und zu Pseudoängsten aufgebaut. Diese werden für rein populistisch-ideologische Mehrheitsbeschaffungen ohne Objektivität und Ethik im Widerspruch zum elementaren Demokratieverständnis missbraucht. Gerade in diesem Kontext erinnert das deutsche Verhalten nach dem Reaktorunfall in Fukushima an die Chaostheorie. Der beschlossene Ausstieg aus der Kernenergienutzung, ausgelöst durch eine Naturkatastrophe am anderen Ende der Welt, entfaltet eine geradezu telepathische Ausstrahlung allein auf Deutschland.

Der Ausstieg Deutschlands aus der Kerntechnik ist ein isolierter Ausstieg. Es wird nicht zu einem Verzicht auf die Kerntechnik in der Welt und auch nicht in den unmittelbar an

Deutschland angrenzenden Nachbarländern kommen. Die Weiterentwicklung kerntechnischer Anlagen ist deshalb geradezu Pflicht, um in Zukunft nukleare Unfälle verhindern zu können.

Um die Sicherheitsdefizite der aktuellen Kerntechnik verstehen und beurteilen zu können, wird die Entstehung der Kerntechnik, deren Aufbau in Deutschland, deren aktuelle Situation einschließlich der Kernfusion und mögliche Wege in der nuklearen Entsorgung hin zum Erreichen einer insgesamt inhärent sicheren Kerntechnik dargestellt. Dabei steht insbesondere die Wechselwirkung der Radioaktivität mit der Umwelt im Vordergrund, welche oftmals die Ursache für panikartige Ängste darstellt.

Eine weitere, insbesondere politisch geprägte Angst ist verknüpft mit der "Klimakatastrophe". Eine Reduktion der atmosphärischen Belastung z. B. durch CO₂-Emissionen erfordert den Ausstieg aus den fossilen Energietechniken und ist aus heutiger Sicht nur mit dem Ausbau Erneuerbarer Energien sowie der weiteren Nutzung der Kerntechnik zu realisieren.

Durch die im vorliegenden Buch gewählte einfache energiehierarchische Darstellung kann der ökologische Vorteil des industriellen Prozesses solarer Prägung (Abschöpfung ohne Umweltbelastung) gegenüber dem mit thermodynamischer Prägung (Veredelung mit starken Verlusten und Umweltbelastungen) ohne Detailkenntnisse verstanden und insbesondere die photovoltaische Abschöpfung aus der Energie der Umgebung ganz ohne bewegliche Teile als Protagonist für zukünftige Entwicklungen erkannt werden.

Die zweite Hälfte des vorliegenden Buches ist weitgehend der deutschen Energiewende und damit den Erneuerbaren Energien gewidmet, deren dezentrale Systemeigenschaften ganz zwangsläufig hin zu einer dezentralen Energiewirtschaft führen. Eine in einem Land mit Industrie und urbanen Zentren dennoch politisch-ideologisch gewollte zentralistische Nutzung insbesondere der Windenergie kann zu einer umweltzerstörenden Übernutzung verbunden mit einer Verletzlichkeit der Gesellschaft durch Naturkatastrophen und mögliche terroristische Anschläge führen. Zur Verhinderung der Übernutzung der Natur sind ergänzende dezentrale Versorgungseinheiten mit höherer Leistungsdichte unerlässlich. Dieses Ziel kann mit einem Energiemix von CO₂-armen regenerativen und inhärent sicheren kerntechnischen Energietechnologien erreicht werden.

Beim Ausbau Erneuerbarer Energien in großem Maßstab ist unbedingt auf die Energieautarkie dieser Systeme zu achten. Es wird gezeigt, dass eine nachhaltige Nutzung nur dann gelingt, wenn der Konsum dirigistisch so eingeschränkt wird, dass zu jedem Zeitpunkt eine hinreichende Restenergie zur Reproduktion bereitsteht. Die zur gesamtheitlichen Beschreibung erforderliche Größe ist der Globalwirkungsgrad, der sowohl vom Wirkungsgrad als auch vom Erntefaktor des betrachteten Systems abhängig ist. Ideale Erneuerbare Energien von höchster Energiekultur sind Systeme mit verschwindendem Infrastrukturaufwand.

Im Rahmen der Energiewende werden auch die Aktivitäten und Nichtaktivitäten der in Deutschland anerkannten Naturschutz- und Umweltverbände BUND und NABU kritisch beleuchtet. Es wird gezeigt, dass diese Verbände ebenso wie Teile der Politik ideologisch erstarrt sind und die in den 70er Jahren praktizierte positive Umweltbewusstseinsbildung verloren gegangen ist. Darüber hinaus bestehen Verstrickungen mit Geschäftemachern, die durch den Austritt namhafter Mitbegründer öffentlich sichtbar geworden sind.

Auch in der Geschichte der Stromerzeugung treten in gewissen Zeitabständen immer wieder Energiekonzepte mit gleicher Zielrichtung in Erscheinung. Wie die Idee der Zeppeline immer wieder Gestalt annimmt und in der Realität untergeht, werden futuristische Energiekonzepte

geboren, die sich um das Mittelmeer ranken. Diese geradezu aus der Energiegeschichte singular herausragenden utopischen Konzepte werden im vorliegenden Buch vorgestellt. Im Vordergrund stehen die Konzepte ATLANTROPA und EUMENA, die den sich geologisch langfristig bildenden Superkontinent bestehend aus Europa und Afrika im Sinn haben. EUMENA in Anlehnung an ATLANTROPA ist dabei die philosophische Umschreibung von Desertec. Es wird gezeigt, dass auch das Desertec-Konzept die Sonne immer noch prähistorisch als Ersatzfeuer für eine Stromerzeugung mit einem thermodynamischen Prozess zu nutzen versucht. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Idee bei einer sich weiterentwickelnden Photovoltaik-Technologie ohne aufwendige Infrastruktur nicht durchsetzen und somit eine Illusion bleiben wird.

Die deutsche Gesellschaft ist geprägt durch Ängste um ihre Zukunft. Die Ängste der Deutschen vor Atomwaffen und deren Projektion auf Kernkraftwerke, die wie im Fall Fukushima auch durch mediale Attacken bewusst geschürt werden, sind Ursache für die massive Ablehnung der Kerntechnik. Dabei werden tatsächliche Gefahren weitgehend verdrängt. Deshalb wird im vorliegenden Buch auch auf Gefahren hingewiesen, die nicht ursächlich mit der Stromerzeugung verquickt sind. Insbesondere im simultan mit dem industriellen Prozess ablaufenden urbanen Prozess und dem Prozess in der industriellen Landwirtschaft kommt es zu gravierenden Rückwirkungen, die über die Nahrungskette und die Trinkwasserversorgung die Menschen erreichen. Versäumnisse in diesem Bereich sind Ursachen der fortschreitenden Resistenzentwicklung von Bakterien und Viren und ebenso von eskalierenden lebensbedrohenden zellularen Veränderungen, die mit der Mächtigkeit der menschlichen Population immer mehr anwachsen. Allein in Deutschland erkranken jährlich etwa eine halbe Million Menschen an Krankenhausinfektionen und etwa 40.000 sterben daran. Demgegenüber sind selbst übertriebene Klimaszenarien und tägliche Naturkatastrophen nahezu Randerscheinungen.

Das vorliegende Buch schließt mit einer gesamtheitlichen Zusammenfassung. Die Energiewende, die vor dem Reaktorunfall in Fukushima durch die postulierte hochstilisierte Klimakatastrophe motiviert war, hatte zum Ziel, CO₂-intensive fossile Energieträger zu ersetzen. Es zeigt sich aber, dass mit dem Ausstieg aus der gegenwärtigen Kerntechnik bis 2022 eine Versorgungslücke entsteht, die in zunehmendem Maß mit fossilen Energieträgern geschlossen wird. Der wegfallende Anteil der CO₂-armen Kerntechnik kann mit Erneuerbaren Energien nicht versorgungssicher, ökonomisch vertretbar und ohne große Naturzerstörungen im politisch vorgegebenen Zeitrahmen bewerkstelligt werden. Der zwanghafte rein populistisch ideologische Rückfall in die verstärkte Nutzung fossiler Energieträger ist unverantwortlich, da damit ein Anstieg schwerer Erkrankungen und Todesfälle in der Gesellschaft durch eine vermehrte Luftverschmutzung zu erwarten sind. Der Energiewende widerspricht darüber hinaus, dass es infolge der weiteren Nutzung der sich verknappenden Vorkommen fossiler Energieträger zu weltweit immer ökologisch riskanteren Methoden bei der Förderung dieser Energieträger kommt.

Trotz aller zu beobachtenden Fehlentwicklungen, welche die Folgen politisch ausgesetzter Marktmechanismen im Rahmen des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) und das damit verknüpfte Entstehen eines schmarotzenden öko-industriellen Komplexes sind, kann die Energiewende eine Entwicklung hin zu einem tatsächlich neuen Verständnis für die Energieversorgung werden. Absoluter Vorreiter ist hier die Photovoltaik, mit der bereits gezeigt wurde, dass es in der Tat möglich ist, ohne den Umweg über thermodynamische Prozesse die hochwertige Energieform Strom erzeugen zu können. Allein durch den Einsatz geeigneter

Materialien und ohne jegliche bewegliche Teile gelingt diese Art der Stromerzeugung, die zugleich den Blick auf sinnvolle zukünftige Energietechniken lenkt.

Die infrastrukturellen Anforderungen für Erneuerbare Energien sind die Ursache für zukünftig signifikant steigende Strompreise und werden auch nach 2022 Anlass für öffentliche Diskussionen sein. Deshalb muss zukünftig ein gesellschaftlicher Konsens der Vernunft gefunden werden, mit dem der Industriestandort Deutschland gesichert werden kann. Weiterhin sollte der Ausstieg aus der "Kerntechnik amerikanischer Herkunft" mit dem Geburtsfehler Kernschmelze gleichzeitig als Einstiegsmöglichkeit in eine weiterentwickelte inhärent sichere Kerntechnik gesehen werden, die auch öffentliche Akzeptanz erlangen kann.

Wie im Fall des "Waldsterbens" die Nachrüstung der fossilen Kraftwerke zur Beseitigung des "Sauern Regens" auf der Basis objektiver Aussagen von unabhängigen Naturwissenschaftlern und Ingenieuren sowie der verantwortungsvollen Umsetzung durch die Politik hätte realisiert werden können, ohne ein ganzes Volk in Todesangst zu versetzen, hätte auch eine auf inhärente Sicherheitsprinzipien fußende Kerntechnik rechtzeitig aufgebaut werden können. Wenngleich es primäre Pflicht der Politik ist, ökologische Notwendigkeiten und deren Konsequenzen für die Gesellschaft zu antizipieren und glaubwürdig zu erklären, wird dies nur zu oft versäumt. Deshalb bedarf es erst eines öffentlichen Drucks, um derartige Maßnahmen dann zeitverzögert dennoch einleiten und umsetzen zu können.

Zum tieferen Verständnis der eingesetzten Instrumente zur gezielten medialen Aufputschung der Öffentlichkeit wird ein Vergleich mit der in den USA im Zusammenhang mit der Mondlandung medial betriebenen Krebskampagne und der Berichterstattung zum Reaktorunfall in Fukushima vorgenommen.

Diese medialen Aufputschungen sind für den industriellen Prozess nicht förderlich und führen zur Technikfeindlichkeit. Die Menschen müssen an der Entwicklung des industriellen Prozesses teilhaben und diese auch verstehen können. Voraussetzung hierfür ist ein klarer gesellschaftlicher Diskurs auf naturwissenschaftlicher Basis. Dieser Diskurs hat weiterhin die Aufgabe eines objektiven Filters, um überlebenswichtige von unbedeutenden oder sinnlosen Technologien klar trennen zu können. Dies ist nur möglich, wenn die sich auf dem Weg befindliche selbstorganisierende Gesellschaft über eine hinreichende geistige Selbständigkeit und nicht nur angeleitetes Wissen verfügt. Ein weltweiter Wettbewerb um die besten Lösungen muss dabei objektiv und ohne Ängste geführt werden können.

Die Findung eines dauerhaften industriellen Prozesses setzt schon heute die Weiterentwicklung zu einem neuen extraterrestrischen Lebensraum für die Menschen nach Ablauf der endlichen Lebenszeit der Erde voraus, die bereits mit den Marsmissionen begonnen wurde. In diesem Zusammenhang werden sowohl die mögliche Versorgung der Erde mit extraterrestrischen spaltbaren Brennstoffen als auch die noch nicht erprobte Kernfusion mit irdischen Brennstoffen im Vergleich mit der Möglichkeit einer Kernfusion mit extraterrestrischen Brennstoffen diskutiert.

Welchen Weg die Energiewende als Teil des industriellen Prozesses langfristig nehmen wird, hängt unter anderem von heute noch nicht bekannten technologischen Möglichkeiten ab, die uns unerwartet überraschen können.

Bahnbrechende Erfindungen sind der Antrieb des industriellen Prozesses und dürfen nicht mit politisch geprägten Tabuisierungen per Dekret verhindert werden. Zur Gestaltung der Zukunft sind eine reine und zudem beschränkte Wissensvermittlung und deren schulisches

Abfragen nicht ausreichend. In unserer Zeit, in der sich das Faktenwissen einerseits geradezu explosionsartig vermehrt und andererseits auch in einem nie dagewesenen Tempo veraltet, müssen Arbeitsmethoden und Denkweisen wieder Priorität gewinnen, mit denen die individuelle Kreativität des Menschen gefordert und gefördert wird. Diese sind die Voraussetzung für die gesamtheitliche Betrachtung und Beurteilung auch energetischer Probleme. Die erforderlichen Arbeitsmethoden und Denkweisen müssen naturwissenschaftlicher Prägung sein, damit diese nicht Moden unterworfen und somit zeitunabhängig sind. Damit verknüpft ist auch eine immer mehr um sich greifende fachliche Sprachen- und Begriffsverwirrung, der nur durch eine konsequente Anwendung allein naturwissenschaftlichen Gedankenguts Einhalt geboten werden kann. Nur zeitresistente Erkenntnisse können Grundlagen für dauerhafte und zukunftsfähige technologische Weiterentwicklungen sein. Dies setzt eine hinreichende geistige Selbständigkeit und die uneingeschränkte Freiheit von Forschung und Lehre voraus.

Mit ins Kalkül der gesamtheitlichen Betrachtungen einbezogen ist die Entwicklung hin zu einer sich selbstorganisierenden neuen Weltordnung verknüpft mit erforderlichen globalen juristischen Institutionen, die erforderlich sein werden, um den sich derzeit weltweit ausbildenden öko-industriellen Komplex dauerhaft von großräumigen Umweltzerstörungen abhalten zu können, die auch durch den unsachgemäßen nicht-ökologischen Einsatz von Erneuerbaren Energien entstehen können. Ziel jeder sinnvollen energetischen Weiterentwicklung kann nur das Erreichen einer höheren Energiekultur zum Wohl aller Menschen sein.

Für die hilfreiche Unterstützung bei der Erstellung des Manuskripts und die vielen Diskussionen um eine angemessen einfache Darstellung, die zum Erreichen des energetischen Konsenses in unserer Gesellschaft förderlich sein dürfte, danken wir Frau Jutta Unger ganz herzlich.

Darmstadt/Mantenay-Montlin, Februar 2013

Dresden/Berlin, Februar 2013

Jochem Unger

Antonio Hurtado

Inhalt

1 Einführung	1
2 Die Nutzung der Energie in Deutschland.....	7
2.1 Kerntechnik und Antiatomkraftbewegung	7
2.2 Die Reaktion der Politik auf die Antiatomkraftbewegung	12
2.3 Industrielle Belastungen der Atmosphäre	20
2.3.1 Industrieller Prozess mit thermodynamischer Prägung.....	21
2.3.2 Industrieller Prozess mit solarer Prägung	24
2.4 Rückwirkungen des gesellschaftlichen Prozesses auf die Entwicklung neuer Technologien.....	26
2.5 Klimakatastrophe als politischer Vorwand.....	28
2.6 Das Erneuerbare-Energien-Gesetz	31
3 Die Entstehung der Kerntechnik	33
4 Der Aufbau der Kernreaktoren in Deutschland.....	39
4.1 Reaktoren in Lizenz von Westinghouse und General Electric	40
4.2 Reaktoren mit inhärenter Sicherheit.....	43
4.3 Weiterentwicklung inhärent sicherer Reaktoren	50
5 Aktueller Stand der Reaktortechnik.....	55
5.1 Das EPR-Konzept	55
5.2 Reaktorkonzepte mit passiven Sicherheitseinrichtungen	57
5.3 Reaktorkonzept ohne Kernschmelze.....	60

6 Nukleare Entsorgung	65
6.1 Verwahrung der nuklearen Abfälle.....	69
6.2 Reduzierung des Abklingverhaltens der nuklearen Abfälle.....	72
6.2.1 Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen.....	73
6.2.2 Transmutation von Kernbrennstoffen.....	77
6.3 Rückbau kerntechnischer Anlagen.....	79
7 Zukünftige Kernreaktoren	83
7.1 Kernreaktoren der IV. Generation.....	84
7.2 Salzschnmelzereaktor.....	85
7.3 Rubbia-Reaktor.....	85
8 Kernfusion	87
8.1 Bereitstellung des Brennstoffs aus Deuterium und Tritium.....	93
8.2 Radioaktive Abfälle.....	93
8.3 Stellenwert der Kernfusion in der Politik.....	93
9 Radioaktivität und Umwelt	97
9.1 Rückkehr des Lebens in radioaktiv stark verseuchte Areale.....	99
9.1.1 Bikini-Atoll.....	100
9.1.2 Hiroshima und Nagasaki.....	102
9.2 Tschernobyl.....	107
9.2.1 Die Sperrzone um Tschernobyl als Naturschutzgebiet.....	110
9.2.2 Rückkehr der Menschen in die Sperrzonen um Tschernobyl.....	112
9.2.3 Die Kernreaktoren in Tschernobyl, der Sarkophag und Neubaupläne in der Ukraine.....	114
9.3 Reaktorunfälle Three Mile Island und Fukushima.....	116
9.3.1 Reaktorunfall Three Mile Island.....	116
9.3.2 Durch Naturkatastrophen ausgelöste Reaktorunfallserie Fukushima.....	117

10 Energiewende	127
10.1 Ökonomische und ökologische Gefahren des EEG	128
10.2 Beitrag der regenerativen Energien zur Stromerzeugung	129
10.3 Die Infrastruktur als Achillesferse der Erneuerbaren Energien.....	136
11 Erneuerbare Energien zur Stromerzeugung.....	139
11.1 Windenergie	139
11.2 Photovoltaik	145
11.3 Wasser	150
11.4 Biomasse	151
11.5 Geothermie	155
12 Infrastrukturen für die Erneuerbaren Energien	161
12.1 Speicherung.....	161
12.2 Schattenkraftwerke.....	162
12.3 Spitzenlast und Energiemanagement.....	163
12.4 Verteilung	163
13 Energiewende aus objektiver Sicht.....	167
13.1 Energieautarkie	169
13.2 Verletzlichkeit der Gesellschaft.....	169
13.3 Anfang vom Ende der zentralen Windenergietechnik.....	172
13.4 Inhärent sichere Kerntechnik	173
13.5 Weiterentwicklung der Erneuerbaren Energien.....	176
13.6 Natur- und Umweltschutz	180
14 Futuristische Großenergiekonzepte	187

15 Sonstige die Zivilisation bedrohende Gefahren.....	195
15.1 Extraterrestrische Gefahren.....	195
15.2 Terrestrische Gefahren.....	197
15.3 Mächtigkeit menschlicher Populationen.....	200
15.4 Industrialisierte Landwirtschaft.....	202
15.5 German Angst.....	205
16 Schlussfolgerungen und Hoffnungen.....	211
Deutsche Regierungen nach 1949.....	236
Ergänzende und weiterführende Literatur.....	237
Sachverzeichnis.....	243

Symbole, Maßeinheiten und SI-Präfixe

A	Fläche	t	Zeit
c	Lichtgeschwindigkeit	V	Verfügbarkeit
D	Dosis	V	Volumen
E	Energie	W	Wahrscheinlichkeit, Wirkung
GP	Gefahrenpotential		
$H = c^2$	Heizwert der Kerntechnik		
m	Masse	δ	Globalwirkungsgrad
N	Anzahl	ε	Energie-Erntefaktor
O	Oberfläche	η	Wirkungsgrad
O/V	Oberflächen/Volumen- Verhältnis		
\dot{Q}	Wärmeleistung	s	Sekunde
\dot{Q}_N	Nachzerfallswärmeleistung	h	Stunde
$\dot{Q}/A, \dot{Q}/V$	Leistungsdichten	a	Jahr
R	Radiotoxizität	m	Meter
S	Strukturgrad, Entropie	W	Leistung, Watt
Sv	Sievert, Strahlungsbelastung	Sv	Sievert
T	Temperatur		

n	Nano	10^{-9}
m	Milli	10^{-3}
k	Kilo	10^3
M	Mega	10^6
G	Giga	10^9
T	Tera	10^{12}