

Energiewende

stellt den Kugelbett-Reaktor aus der Jülicher KFA in den Mittelpunkt: den Anspruch, die Entwicklung, sein vorschnelles Ende bei uns und den Erfolg im Ausland

Die 1. Auflage: „Energiewende – der Kugelbettofen“ - 196 S., ISBN 978-3-639-46144-2 beschreibt die einzigartige Technik ohne GAU und Endlager – Euro 34,90

Die 2. Auflage: „Energiewende – nun aber richtig!“ - 285 S., ISBN 978-620-2-22575-5 zeigt auch **die Hintergründe, die zum Abbruch** dieser Technik in Deutschland führten.

Hier haben Sie die Auswahl für die 2. Auflage:

1. kurze Vorschau zum Blättern – kostenlos
2. lange Vorschau, 50 % des Inhaltes auf ca. 140 Seiten, als pdf: Euro 10,-
3. Vollversion als pdf: Kosten der langen Vorschau werden angerechnet Euro 30,-
4. Vollversion als gedrucktes Buch (ISBN 978-620-2-22575-5) : Euro 39,90,

zu kaufen on demand bei www.morebooks.de
oder in jeder Buchhandlung und im online Buchhandel)

5. Vollversionen in Englisch, Französisch, Spanisch, Italienisch, Niederländisch, Polnisch, Russisch: bei Morebooks.de zu Preisen um Euro 45,-
Versand der el. Versionen erfolgt per per mail nach Eingang des Betrages auf dem
Konto Jochen Michels Postbank IBAN DE76 3701 0050 0000 3105 09

Die 3. Auflage ist nun erhältlich. ISBN 978-3-7319-1340-5
Stark verbessert, ergänzt und aktualisiert. Zu bestellen beim Michael Imhof Verlag GmbH & Co. KG, Petersberg, Tel.: 0661 2919166-0,
www.imhof-verlag.de € 32,-

oder beim Autor. jochen.michels@jomi1.com

Jochen K. Michels

Energiewende - nun aber richtig!

wie der Kugelbett-Ofen die
Energiewende
doch noch zum Erfolg machen kann

3. Auflage, Stand April 2025

Die Ereignisse überschlagen sich fast. 2021 ging in China der erste Kugelbett-Hochtemperaturreaktor ans Netz – weltweit einzigartig! 2023 nahm er die kommerzielle Produktion auf. 2024 schaltete man die Kühlung ab. Es gab keinen GAU. Der HTR-PM mit 200 elektrischen Megawatt ging still und leise in den „Schlaf“. Man lässt die Strahlung abklingen und recycelt die Abfälle. Ein echter „Demo“-Reaktor.

Und nun baut man seit einem Jahr am zweiten Exemplar, diesmal mit der sechsfachen Leistung: mit 1,2 Gigawatt größer als das stärkste deutsche Kohlekraftwerk. Weitere neun derartige HTR-PMs à 1,2 GWel sind in Vorbereitung oder Planung. In den USA haben sich neben dem Verteidigungsministerium auch DOW und Amazon mit den Entwicklern von x-Energy zusammengetan, um die TRISO-Technik zu nutzen. Selbst herkömmliche Leichtwasser-Reaktoren sollen mit diesen Brennkügelchen ausgestattet werden. Es scheint, dass man in diesen Ländern die weitsichtige Entwicklung von Prof. Schulden in Jülich erkannt hat und an die Umsetzung im großen Stil geht.

In Deutschland hat die Energiewende bisher fast 1 Billion Euro gekostet. Grünlinks will diese Pseudo-„Investition“ noch weiter treiben. Wind und Sonne liefern bei Dunkelflaute keinen Strom. Im Ausland gelten die Deutschen als Träumer. Finanziell ist hingegen Deutschland bei den höchsten Strompreisen der Erde. Hunderttausenden wird der Strom gesperrt, weil sie ihn nicht bezahlen können. Unternehmen verlegen Werke in andere Länder oder bauen erst gar keine mehr.

Doch gibt es einen neuen Weg: 40 Jahre haben wir die grüne Atomenergie verschlafen. Jetzt sollten wir auch hier aufwachen.

Jochen K. Michels, Dipl.-Ing., Wi.-Ing., hat sich als freier Autor mit allen Aspekten dieser speziellen Technik zur Nutzung der Kernenergie vertraut gemacht. Den wenigen noch lebenden Kennern verdankt er viele inhaltsreiche Gespräche. Auf der HT24 in Peking konnte er die Wirtschaftlichkeit darlegen. Herrn Dr. Johannes Hammer schuldet er grossen Dank für die kompetenten Ergänzungen. Auf www.gaufrei.de verfolgt er die Fortschritte beim Umsetzen dieser Lösung.

ISBN 978-3-7319-1340-5



9 783731 913405

Jochen K.
MichelsEnergiewende
Nun aber richtig!

IMHOF

Jochen K. Michels

Energie- wende

Nun aber richtig!

Wie der Kugelbett-Ofen
die Energiewende
zum Erfolg machen kann

MICHAEL IMHOF VERLAG

Die ersten 20 Seiten

Kernenergie ohne GAU? ohne Endlager? wie es geht!

Zusammengestellt und erläutert durch:

Jochen Michels

Dipl.-Wi.-Ing, Unternehmensberatung

Konrad-Adenauer-Ring 74, D-41464 Neuss

jochen.michels@jomil.com

www.gaufrei.de

www.BioKernSprit.org

Kommentiert und korrigiert durch Dr. J. Hammer, Stein AG, Schweiz.

Verschiedentlich wird auf die 1. Auflage des Buches BioKernSprit, ISBN 978-3-8381-2248-9, verwiesen, in der viele hier zitierte Dokumente und Quellen ausführlicher enthalten sind.

In der Natur dieser Technik liegt es, dass die aktuellen Ereignisse weltweit viel schneller eintreten, als es mit einem Buch zu erfassen ist. Dem Leser wird daher empfohlen, aktuelle Entwicklungen, politische Entscheidungen und internationale Ereignisse laufend zu verfolgen

Inhaltsverzeichnis

und dazu alle seriösen Medien zu nutzen. Vieles finden Sie auf www.gaufrei.de.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	5
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	9
GRUNDGEDANKEN	11
1 ANLASS UND AUFGABE	14
1.1 Die Energiewende im Jahr 2012.....	15
1.2 Die Energiewende im Jahr 2024.....	16
1.3 Vorurteile.....	
1.4 Spurensicherung.....	16
1.4.1 Prof. Dr. Rudolf Schulten	18
1.4.2 Alte und neue Wege der Kerntechnik	
1.4.3 Einige Begriffe	
1.5 Typen und Generationen der Reaktoren.....	
1.5.1 Einordnung laufender Reaktortypen	
1.5.2 Andere Reaktor-Typen	
2 PHYSIK UND BRENNELEMENTE	
2.1 Besonderheiten der Kugelbett-Technik.....	
2.1.1 Gezähmte Ketten-Reaktion	
2.1.2 Bereitstellen von Wärme	
2.1.3 Industrielle und dezentrale Wärme	
2.1.4 Hochtemperaturwärme – nicht primär Strom	
2.2 Reaktor und Brennelemente.....	
2.2.1 Brenn-Elemente (Kugeln und Körner)	
2.2.2 Anordnung im Reaktor	
2.2.3 Brennstoff-Körner (coated particles)	
2.2.4 Prof. Dr. Bonnenberg im Energie-Dialog 2007	

Inhaltsverzeichnis

2.2.5	Dr. Cleve über den Kugelbett-Ofen - KBO
2.3	Wirtschaftliche und betriebliche Vorteile
2.4	Pro und Contra aus Sicht des MIT.....
3	TECHNIK – KONSTRUKTION - BAU
3.1	Modul-Reaktoren.....
3.2	Criticisms of the reactor design.....
3.3	Daten zum Jülicher Versuchsreaktor.....
3.4	HT – Wärmetauscher, FZ Jülich.....
3.5	Hochtemperatur- Wärmeübertrager
3.6	Atom-Müll-Lagerung am Beispiel Ahaus.....
3.7	Nutzung statt Endlagerung.....
4	SICHERHEIT
4.1	Nuklear-physikalisch inhärent sicher.....
4.1.1	Inhärente Sicherheit
4.1.2	Unterschiede zwischen LWR und HTR
4.2	Baulich-betriebliche Sicherheit
4.2.1	Bauform und -Ausführung
4.2.2	Lagerung der Abfälle
4.3	Versorgungs-Sicherheit
4.3.1	Uran und Thorium
4.3.2	Uranvorräte und Preis
4.3.3	Thoriumvorräte und Preis
4.3.4	Rohstoffe gewinnen - mit Hochtemperatur
4.4	Proliferation – ungewollte Verbreitung.....
4.5	Risiko-Versicherung
4.6	Beiträge von Experten
4.6.1	Werner von Lensa, HTR-Projekte
4.6.2	Prof. A. Hurtado, Sichere Kernkraftwerke
4.6.3	P.-W. Phlippen, Sicherheitseigenschaften

Inhaltsverzeichnis

4.7	Umwelt-Bezüge
4.7.1	Ulli Kulke, Atomkraft in grün
4.7.2	Stellungnahme von Greenpeace
4.7.3	BDI Manifest für Wachstum und Beschäftigung
5	POLITIK UND GESELLSCHAFT
5.1	Deutsche Regierungen zur Kernenergie.....
5.2	Umfeld und Anfänge.....
5.3	Nordrhein-Westfalen als Energie-Gebiet
5.4	Stadtwerke für dezentrale Produktion.....
5.5	Wettbewerb der Konzepte und Konzerne.....
5.6	Geschichtliche Entwicklung, Chronologie.....
5.6.1	ab 1945 bis 1967
5.6.2	von 1968 bis 1979
5.6.3	von 1980 bis 2000
5.6.4	von 2000 bis 2020
6	KUGELBETT-TECHNIK IM AUSLAND
6.1	Einzelne Länder.....
6.1.1	China
6.1.2	Süd-Afrika
6.1.3	USA
6.2	Niederlande.....
7	ANHANG
7.1	Wirtschaftlichkeit
7.1.1	Investitions-Kosten
7.1.2	Kraftwerksliste
7.1.3	Brennstoff
7.1.4	Kosten und Wirtschaftlichkeit
7.1.5	Sicherheits-Einrichtungen
7.1.6	Laufender Betrieb
7.1.7	Gesamte Kosten
7.1.8	Sinkende Kosten für das Stromnetz
7.1.9	Störfall-Kosten für die Kilowattstunde

Inhaltsverzeichnis

7.2	Anwendungen der HTR-Technologie.....
7.2.1	Treibstoff-Hydrierung
7.2.2	Wasserstoff aus Wasser
7.3	„Angst vor China“
7.4	Einheiten, Dimensionen, Umrechnung.....
7.4.1	Umrechnungsfaktoren, SI-Vorsätze
7.4.2	Heizwerte von Biomasse und fossilen Brennstoffen
7.4.3	Stoff- und Energie-Umsatz (Prof. Hopp)
7.4.4	Welt-Energiebedarf pro Tag (Prof. Hopp):
7.4.5	Einheiten zur Radioaktivität
7.4.6	Einheiten zu Energie und Leistung
7.5	Bewertung aktueller Reaktor-Typen.....
8	LITERATUR UND QUELLEN

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Farrington Daniels, 1889 –1972, Chemiker, USA	17
Abb. 2 Prof. Dr. R. Schulten (1923 bis 1996).....	18
Abb. 3 Titelzeile der Zeitschrift FUSION	
Abb. 4 Der AVR (Bild aus der Zeitschrift FUSION, siehe Abb. 3).....	
Abb. 5 Generationen Kernreaktoren zur Energieerzeugung	
Abb. 6 Eckdaten wichtiger Reaktoren	
Abb. 7 Konzept eines modularen HTR-Prozesswärmereaktors	
Abb. 8 Entwicklung der maximalen Brennstofftemperatur.....	
Abb. 9 Freisetzung von Spaltprodukten aus TRISO-BE	
Abb. 10 Rückhaltung von Radioaktivität im schweren Störfall	
Abb. 11 AVR -Längsschnitt vertikal	
Abb. 12 Spannbetonbehälter des THTR in Hamm.....	
Abb. 13 Konstruktive Grundbegriffe	
Abb. 14 TRISO Brennelemente (von Lensa, siehe auch 4.6.1)	
Abb. 15 Grundüberlegungen zum Kugelbett-Ofen (KBO).....	
Abb. 16 Brennelemente und Coated Particles.....	
Abb. 17 Kühlmittelverlust (LCA) im AVR.....	
Abb. 18 Einbauten aus Grafit und Kohlenstoff	
Abb. 19 Kraftwerk THTR in Hamm-Uentrop	
Abb. 20 Core design des THTR 300	
Abb. 21 Betriebserfahrungen mit dem THTR 300	
Abb. 22 mögliche Weiterentwicklungen	
Abb. 23 Zwischen- und Endlagerung.....	
Abb. 24 Zusammenfassung.....	
Abb. 25 Das MIT zum 100 MW Modulreaktor	
Abb. 26 Umwandlung von Kohle in Benzin.....	
Abb. 27 Prinzip von He/He – Zwischen-Wärmeübertragern	
Abb. 28 Heliumbeheizter Steam-Reformer (Prinzipschema).....	
Abb. 29 Zwischenkreislauf-Wärmetauscher nach Kugeler et alii.....	
Abb. 30 Steam-Reformer für die H ₂ -Produktion	
Abb. 31 CASTOR-Behälter für abgebrannte LWR BE	

Abbildungsverzeichnis

Abb. 32 Luftbild Zwischenlager Ahaus	
Abb. 33 Aspekte des Ausstiegs in Deutschland.....	
Abb. 34 Neue Sicherheitsanforderungen	
Abb. 35 Störfallverhalten des modularen HTR, Annahmen.....	
Abb. 36 Störfallverhalten des modularen HTR, Anforderungen	
Abb. 37 Störfallverhalten des modularen HTR, Nachwärmeabfuhr.....	
Abb. 38 Störfallverhalten des modularen HTR, Berstsicherheit	
Abb. 39 Störfallverhalten , Spaltprodukte-Freisetzung	
Abb. 40 Gesamtbewertung schwerer Störfälle im Vergleich.....	
Abb. 41 Gesamtbewertung, Sicherheitsverhalten	
Abb. 42 Uranpreisverlauf – Quelle Finanzen.net	
Abb. 43 HTR-Projekte weltweit (2003).....	
Abb. 44 Eigenkapitalquoten im Mittelstand.....	
Abb. 45 National Geographic November 2011	
Abb. 46 Kraftwerks-Investitionen	
Abb. 47 Sicherheits-Einrichtungen.....	
Abb. 48 Vorsätze für Si-Einheiten	
Abb. 49 Energieträger	
Abb. 50 Heizwerte, Energiedichten nach Hopp	
Abb. 51 Einheiten zur Radioaktivität.....	
Abb. 52 Auswahl von gebräuchlichen Leistungseinheiten	
Abb. 53 Auswahl von gebräuchlichen Energieeinheiten	
Abb. 54 Bewertung grundsätzlich verschiedener Reaktor-Konzepte.....	

Grundgedanken

Wenn man die folgende Geschichte mit einigem Abstand auf sich wirken lässt, wird manchem klar werden, dass es sich um Gegensätze und Kämpfe handelt, die die Menschheit seit ihrem Beginn begleiten. Einerseits Stolz, Macht und Größenwahn, andererseits Dienen, Demut und Maßhalten. Noch weitere Begriffspaare entsprechen diesem Gedanken:

- Besonnenheit statt Starrheit
- Ideen statt Mainstream
- Tatkraft statt Schläffheit
- Beweglichkeit statt Sturheit
- Weisheit statt Angst
- Optimismus statt Pessimismus
- und noch einige mehr ...

In diesem Bericht ist Energie die Plattform für diese Gegensätze. Ein Lebelement, das die Menschen seit Entdeckung des Feuers begleitet. Energie in der Form von Holz, Kohle, Gas und Öl ermöglicht Wärme, Licht und Mobilität seit dem 19. Jh. für die damals neu entstehende Industrie bis heute. In ihrer edelsten Form als Elektrizität wurde sie in den letzten Jahrzehnten immer mehr zu einem Element der Daseinsvorsorge. „Strom kommt sowieso ins Haus – Nutz das aus!“ warb die Berliner BEWAG in den 1960er Jahren. Als Vehikel für die Informations- und Wissensgesellschaft (KI) gewinnt sie im 21. Jh. noch eine zusätzliche - unverzichtbare - Dimension.

Doch die molekulare Verbrennungs-Energie wird absehbar in einigen Jahrzehnten zu Ende sein. Unabhängig von Umwelt-Rücksichten werden die Jahrillionen alten Ressourcen aufgebraucht sein. Neben unsteter Sonneneinstrahlung und wechselhaftem Wind wird eine verlässliche Quelle benötigt. Dies kann aus heutiger Sicht nur die Atomkraft (Fission und Fusion) sein. Nach aktuellem Wissensstand ist sie für Jahrhunderte unerschöpflich.

Wie bei Kohle und Öl stehen sich die oben genannten Gegensätze auch bei der Kernenergie ganz konkret gegenüber:

- hier zentrale Großversorger mit hierarchisch verästelten Netzen und abhängigen Verbrauchern
- dort regionale, örtliche und individuelle Versorger, nah an Bürgern und Industrie, subsidiär vernetzt und kontrolliert.

In den 1920er Jahren erkannte AEG-Direktor Dipl.-Ing. Franz Ferrari in Berlin-Wedding dieses Problem und schlug die Universal-Blockstation für das Umland vor. Er hatte die engen Hinterhöfe der Berliner Arbeiterviertel gesehen. Die Abhängigkeit von zentraler Energieversorgung behinderte das Aussiedeln nach Brandenburg. Zur gleichen Zeit fragte Konrad Adenauer als Kölner Oberbürgermeister „Warum soll der Großstädter ein Höhlenbewohner sein, in dessen Mauern Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, der weite Horizont des Himmels, das Sternenmeer, das Wachsen, Blühen und Welken der Natur, der Erdgeruch nicht mehr zu sehen, zu spüren ist!“. Er vollendete den Grüngürtel und entzerrte damit die enge Innenstadt.

Diese Schrift zeigt Personen, die die bestehenden Strukturen der Energieversorgung „demokratisieren“ wollten. Durch zukunftsweisende Technik soll Strom und Wärme an vielen Stellen erzeugt werden. Die zentrale Großversorgung kann dann auf die ganz schwere Industrie begrenzt bleiben. Das ganze Netz wird leichter und weniger anfällig. Ausfälle von Erzeugern können von Nachbarn ausgeglichen werden. Blackouts sind leichter zu begrenzen. Dass dies mit Verlust an Einfluss und Macht einhergeht bildete nicht den einzigen Widerstand gegen diese Sicht. Vordergründig rechnet sich eine Großanlage eher als im Land verteilte kleine Anlagen. Es bedarf sorgfältiger End-to-End Berechnungen, um hier zu optimalen Ergebnissen zu kommen.

Beim Autor festigte sich die Überzeugung: Kernenergie ist eine Facette der uns anvertrauten Schöpfung, die es nutzbar zu machen gilt, um den Wohlstand der Menschen zu mehren, besonders auch in armen Ländern.

Grundgedanken

Dass bei allen großen Technik-Fortschritten immer auch Missbrauch, Hybris, Gigantomanie, Machtstreben und Größenwahn hineinwirken, steht dem nicht entgegen. Unfälle sowie absichtlich oder fahrlässig herbeigeführte Katastrophen markieren die Geschichte der Technik seit Beginn ihrer Nutzung: der Turm zu Babel, der Höhenflug des Ikarus, Homunculus, der Untergang der Titanic, der Absturz in Lakehurst und die Explosion der Deepwater Horizon im Golf von Mexiko stehen für solche Ereignisse. Menschen erkannten ihre Grenzen nicht oder übertraten diese bewusst unter Missachtung der Gesetze von Schöpfung, Naturwissenschaft, Technik und Gesellschaft. Die Atomkatastrophen von Tschernobyl und Fukushima reihen sich in diese Kategorie menschlicher Hybris ein.

Ist dies ein Grund, die Kernenergie abzulehnen? Nein, ebenso wenig wie man trotz anfänglicher Explosionen die Dampfmaschine nicht aufgegeben hat. Auch Talsperren legt man weiter an, wegen bruchgeneigter Staumauern aber besser mit sanften Dämmen. Auf Kernenergie muss man nicht verzichten, wenn man die Signale der Natur beachtet, ihr nachspürt. Wenn man *mit* ihr statt *gegen* sie arbeitet.

Kugelbett-Ofen (KBO) ist nicht nur ein Name, sondern ein ganzes Konzept für eine veränderte Energiewirtschaft, nicht nur in unserem Land. Nicht nur Strom-Erzeugung und hohe Prozesswärme sondern auch verteilte, dezentrale, subsidiäre Strukturen für die Stromnetze, Wohngebiete und Industrieparks spielen mit hinein. Damit in vollem Gleichklang zu Photovoltaik und Windenergie – als Ergänzung in den Dunkelflauten. Zusätzlich sind Kernphysik und Strahlenschutz zu beachten. Energie- und Nuklearpolitik haben ebenfalls gewichtige Interessen, die mitspielen.

Moderne Energiegewinnung in mittelständischer Struktur ist das Grundprinzip, dem der Kugelbett-Ofen dienen kann wie keine andere Energie-Quelle. Für viele industrielle Prozesse braucht man heiße Prozesswärme. Die war bisher nicht verfügbar oder zu teuer. Das ändert die „katastrophenfreie Kernwärme“. Es gilt auch, die bisherigen Meiler abzulösen – umzusteigen, nicht auszusteigen – denn: „es ist nicht richtig, wenn gesagt wird, es gäbe überall Restrisiken. Für Atomkraftwerke sind große Restrisiken nicht mehr hinzunehmen, auch nicht bei geringster Wahrscheinlichkeit.“ sagt hierzu Hermann Josef Werhahn aus Neuss. Ihm danke ich für viele Anregungen.

Im Text begegnen dem Leser mehrfach Wiederholungen gleicher und ähnlicher Fakten. Das ist verursacht durch die verschiedenen Quellenzitate und auch mehrere Aspekte zur Errichtung und Nutzung eines Energiesystems auf Basis des Kugelhaufen-Reaktors.

Durch das Fortschreiten – oder auch das Aufgeben – mancher Form der Energiegewinnung sowie durch neue Erfahrungen ergeben sich Einflüsse, denen ein Buch nie gerecht werden kann. Auf dem Gebiet der TRISO-Kugelbett-Technik versuche ich, dieser Geschwindigkeit mit der Website www.gaufrei.de¹ einigermaßen nachzukommen.

Geleitwort

Die wirtschaftliche Entwicklung ist ohne Energie nicht denkbar. Die Energieversorgung der Zukunft muss jedoch folgende Probleme gleichzeitig lösen:

Die Weltbevölkerung und ihre wirtschaftliche Entwicklung steigen und damit der Energiebedarf, gleichzeitig soll die Versorgung mit Energie jedoch zuverlässig, umweltschonend, nachhaltig und effizient sein und natürlich in ausreichenden Mengen preisgünstig zur Verfügung stehen.

Dies zu verwirklichen, entspricht einer wirtschaftlichen Revolution und beeinflusst alle Bereiche des Lebens. Wir müssen alle umdenken, sparsamer mit Energie umgehen und die F&E Arbeiten erheblich intensivieren, um schnelle Fortschritte zu erzielen. Der Kugelbett-Ofen gewährt die Möglichkeit, kostengünstig und umweltfreundlich Prozesswärme mit hohen Temperaturen zur Verfügung zu stellen, die ein breites Spektrum von Anwendungen eröffnet, u.a. die Erzeugung von Wasserstoff. Wasserstoff wird – aus heutiger Sicht – eine ganz wesentliche Rolle bei der zukünftigen Energieversorgung spielen;

¹ Frei vom «Größten Anzunehmenden Unfall» (GAU) bedeutet hier, dass bei einem Störfall alle austretende Radioaktivität auf das Anlagenareal begrenzt bleibt, im engeren Sinne sogar, dass eine Kernschmelze gar nicht erst eintreten kann.

Grundgedanken

eine Energiewende, die die Nutzung des Wasserstoffes als einen wesentlichen Bestandteil einschließt, kann Aussichten auf Erfolg haben. Eine sichere zukünftige Energieversorgung kann nur gelingen, wenn man nicht ideologisch verbohrt, sondern technikfreundlich und sachlich an die Probleme herangeht.

Dieses Buch ist ein Beitrag in diese Richtung und ich wünsche dem Verfasser ein großes Interesse an dem Buch.

Prof. Dr. Peter Kausch²

Zum Geleit

Vor ca. 50 Jahren war es das Genie von Professor Dr. Rudolf Schulten und die Einsicht von 15 Stadtwerken, die den GAU vorausschauend eindämmen wollten. Er ließ für die Konstruktion der Kugelbett-Öfen ausschließlich keramische Einbauten zu. Sie werden im Gegensatz zu den Meilern (herkömmliche Leichtwasserreaktoren) kontinuierlich von oben beladen und ebenso kontinuierlich nach unten entsorgt. Und sie können (nach einem Startprozess mit Uran, Anm. des Autors) vor allem mit Thorium beschickt werden. Auch für die Endlagerung wurden keramisch verkapselte Panzerkörner mit einer Haltbarkeit für Millionen Jahre vorgesehen. Seit 1960 haben wir in Aachen und Jülich mit größten Erfolgen an den Kernreaktoren der vierten Generation geplant und gearbeitet.

In Deutschland kam es dann zu der Meinung, die in Amerika entwickelten Leichtwasserreaktoren seien sicher genug. Das aber hat sich im Laufe der Jahrzehnte als Irrtum erwiesen. Denn die Menschheit kann es sich nicht länger leisten, die Kernreaktoren mit großen Restrisiken beliebig zu vermehren.

Die Errungenschaften von Jülich sind bei uns von Anfang an verdrängt worden. Derzeit herrscht dazu bei uns noch immer eine Schweigespirale. Die chinesischen Erfolge mit dem HT-Kugelbett-Ofen haben nun auch in Amerika eine Wende in der Erkenntnis gefördert. Wir brauchen in der Zukunft große Wasserstoffindustrien, um hocheffiziente mobile Energiespeicher zu bekommen. Mit Hilfe von Kugelbettöfen, am besten mit Thorium befeuert, geht das am sichersten und schnellsten. Und eine Fülle von Wasserstoff kommt auch den nachwachsenden Brennstoffen und anderen erneuerbaren Energiequellen zugute. Durch Wasserstoffträger wie Ethanol, Methanol und Butanol können schon mittelfristig die notwendigen Energiespeicher entstehen. Der Weg für eine wachsende Menschheit ist frei.

Hermann Josef Werhahn³

² Dr. P. Kausch hat in Bergbautechnik promoviert und einen Master of Science-Abschluss. Er hat mehr als 40 Jahre Erfahrung im Rohstoffsektor. Er war unter anderem als Berater für den Meeresbodenausschuss der Vereinten Nationen tätig und stieg über verschiedene Posten an die Spitze der Rheinbraun AG (nun RWE Power AG). Er lebt heute im Ruhestand (Wikipedia).

³ H. J. Werhahn war Unternehmer und hat in enger Verbindung mit Prof. Schulten die TRISO Kugelbett-Technik gefördert. Konrad Adenauer war sein Schwiegervater. So konnte er Kenntnisse dieser Technik bis in höchste politische Kreise vermitteln. Ihm lag die besonders menschenfreundliche Charakteristik des KBO am Herzen.

Anlass und Aufgabe

Danksagung

Diese Schrift will Fachleute und Entscheider motivieren, das Nötige zu tun, damit unsere Energieversorgung sicherer wird. Danken möchte ich den vielen Personen, die am Kugelbett-Verfahren mitgearbeitet haben und mir bereitwillig Informationen mitgeteilt und Zusammenhänge gedeutet haben. Zur Hilfe kam auch das Internet, Wikipedia und viele einschlägige Websites – sowie Verbände und Institutionen wie Greenpeace, Atomforum, Kerntechnische Gesellschaft, halbstaatliche oder freie Agenturen. Auch Unternehmen, wissenschaftliche und europäische Institute, Professoren, Wissenschaftler und Ingenieure ließen mir freigiebig ihre Erkenntnisse zukommen. Folgende dürfen genannt werden:

Thomas M. Adam †	Dr. Ludwig Lindner †
Dipl.-Ing. Hartmut Bode	Prof. Dr. Günter Lohnert
Dr. Helmut Böttiger	Prof. Dr. Herbert Mataré †
Dr.-Ing. Urban Cleve	Prof. Dr. Georg Menges
Dr.-Ing. Günther Dietrich	Dipl.-Ing. Thomas Michels
Prof. Dr. Yujie Dong	Markus Mirgeler
Dipl.-Ing. Franz Ferrari †	Prof. Dr. Wolfgang Ockenfels OP
Dr. Michael Fütterer	Frank Umbach
Dipl.-Kfm. Gregor Gielen	Dr. Stefan Schaffner
Dr. Johannes Hammer	Prof. Dr. Eduard Schmäing †
Dr. Ing. Klaus J. Hoss	Hans-Friedrich Schmeding
Prof. Dr. Ing. Vollrath Hopp †	Dr. Sigurd Schulien
Dr. Albert Kerber	Dipl.-Ing. Michael Wefers
Prof. Dr. Jürgen Knorr	Mr. Zhang Jiagiang

sowie Mitarbeiter der folgenden Institutionen:

- AKEN, Aktionskreis Energie und Naturschutz,
- www.buerger-fuer-technik.de - www.energie-fakten.de
- Informationskreis Kern-Energie – Kerntechnische Gesellschaft
- Braunkohle-Forum

Darüber hinaus haben zahlreiche weitere Personen und Institutionen geholfen, möchten aber nicht namentlich genannt werden. Ihnen allen gebührt mein aufrichtiger Dank!

Jochen Michels

Die Nummern für Abbildungen und [Zitate] aus Quellen wurden meist unverändert im Zitat mit übernommen. Sie sind nicht mit unseren Abb.-Nummern zu verwechseln.

1 Anlass und Aufgabe

Anfang 2020 trat die „Energiewende“ zwar hinter der Corona Pandemie etwas zurück. Doch die Klimaschützer meldeten sich wieder und forderten den Schutz des Planeten. Besondere Aufmerksamkeit erringt die „Letzte Generation“ mit ihren Klimakleber-Aktionen. Die Skeptiker eines anthropogenen Klimawandels gewinnen seit 2024 mehr Beachtung. Sie glauben, dass der Mensch zwar stellenweise die Luft stark schädigt. Das gesamte Klima sei aber doch stärker von natürlichen Einflüssen (z.B. der Sonnenflecken) beeinflusst. Manche schätzen den Anspruch des Menschen, das Schöpfungswerk „retten“ zu können, als überheblich ein. Plausibler ist, dass Klimaschützer von einer gemeinsamen Angst, Profit-Interessen und DeGrowth Betreibern motiviert sind. Konkret:

- hat die Energiewende trotz Billionenaufwand die versprochene CO₂ Minderung nicht erbracht;

Anlass und Aufgabe

- hat Kohleverstromung zugenommen, weil Kernkraft abgeschaltet wurde;
- denkt man dennoch, die wirkungsschwache Technik der erneuerbaren Energiequellen müsse mit noch mehr Geld verstärkt werden;
- meinen manche, Deutschland müsse seine Zukunft eher im Verzicht, denn als Industrieland sehen – DeGrowth;
- bereiten Nachbarländer vor, uns mit Atomstrom zu beliefern;
- sollen Öl und Gas aus menschenrechts-schwachen Ländern uns in noch größere Abhängigkeit nehmen;
- verlängern viele Ländern (u.a. USA, Schweiz, Großbritannien) die Laufzeiten bestehender KKW;
- baut man fast nur Leichtwasser-Reaktoren mit beachtlichen „Rest“-Risiken;
- setzen China mit dem HTR-PM und die USA mit Aufträgen von DOE, DOD und DOW für TRISO (Mini-)Reaktoren auf inhärente Sicherheit.

In diesem ungleichen Interessen-Szenarium soll hier die 3. Auflage dieses Buches den Mittelweg aufzeigen. Kernenergie wird als willkommene Kraft für die Weiterentwicklung der Menschheit anerkannt. Übertreibungen und Fehlleitungen werden durch Mäßigung vermieden. Statt altius, citius, fortius steht naturgegebene Sicherheit ganz oben an. Sie ist zu erreichen, indem man feiner hinhört auf die Naturgesetze, sich mit ihnen verbündet, statt sie schlagen zu wollen. Auch die Kernenergie kann man bedacht dosieren.

Hier stellen wir mitgeteiltes Wissen zusammen. Es ergibt sich ein Überblick über die Chancen von Hochtemperatur mit Kern-Wärme bei Vermeidung der bekannten Nachteile unter folgenden Aspekten:

- Physikalische Grundlagen
- Grundsätzliche Eigenschaften
 - bei konventionellen Kern-Reaktoren
 - bei Hochtemperatur-Reaktoren (Prozesswärme)
 - bei Kugelbett-HT-Reaktoren
- technische Voraussetzungen
- kaufmännische Aspekte
- ingenieurmäßige Umsetzung
- Erfahrungen bisheriger Anlagen
- Stand in anderen Ländern.

Außerdem können wir aufgrund von Unterlagen und Gesprächs-Notizen die wechselvolle politisch-gesellschaftliche Geschichte dieser Technik in Deutschland darstellen. Damit wird auch eine Antwort auf die häufig gestellte Frage gegeben: „wieso ist eine derart gute Technik nicht längst verbreitet worden?“

Wo genaue Angaben nicht zu beschaffen waren, wird mit einer Mini-Max-Abschätzung versucht, Plausibilität und Machbarkeit belastbar einzugrenzen. Technische Experten waren z. B. nicht bereit, die Kosten eines Kugelbett-Ofens in Kapital-, Betriebs-Kosten und Erträgen zu beziffern. Die Wirtschaftlichkeit wurde daher mit Analogschätzungen umrissen. Die Verfügbarkeit und Organisation von Rohstoffen, Produktionsmitteln und Menschen wurde auf ähnliche Weise quantifiziert.

Ob die erste Realisierung dieses Vorschlages bei uns oder im Ausland (China, USA) stattfindet, ist nicht entscheidend. Schon oft wurden große deutsche Erfindungen zuerst im Ausland umgesetzt.

Da für die meisten Details auf frei verfügbares Material zurückgegriffen wird, liegt unser Schwerpunkt auf der Recherche, Ordnung und Deutung dieses Materials. Die finanziellen und wirtschaftlichen Berechnungen entspringen eigener Überlegung.

Weiterhin begrüßen wir jeden Beitrag in Form von Korrekturen, Ergänzungen und Richtigstellungen bitte per E-Mail an: jochen.michels@jomil.com.

2 Die Energiewende im Jahr 2012

Am 8. Oktober 2012 fand in Düsseldorf die Regionalkonferenz der CDU mit der Bundeskanzlerin Frau Dr. Angela Merkel statt. Vor rund 2.000 Anwesenden konnte der Autor vortragen:

Anlass und Aufgabe

„Sehr verehrte Frau Bundeskanzlerin, sehr geehrte Damen und Herren, Konrad Adenauer benannte zwei Monate vor seinem Tode die Kernenergie als unverzichtbar für Deutschland (siehe A. Poppinga: „Adenauers letzte Tage“, Seiten 50 ff.) Er setzte sich für die friedliche Nutzung ein. Er sah unsere Energieversorgung in der Sandwich-Position zwischen Russland und amerikanischer Monopolstellung. Herr Oettinger hat hier vor zwei Wochen ganz ähnlich argumentiert.

Wir alle kennen die Gefahr der in der Welt überall laufenden Wasser-Reaktoren. Als Physikerin müssten Sie aber auch wissen, dass die in Jülich entwickelte Hochtemperatur-Technik diese Gefahren nicht kennt. Dabei gibt es keinen GAU und auch kein Endlager. Deutsche Wissenschaftler und Ingenieure haben es erdacht und erforscht. Techniker haben es erprobt und bewiesen.

Halten Sie es nicht für geboten, unserem Volk endlich diese Wahrheit zu erklären? Sie könnten uns die Angst nehmen.

Wann werden Sie sich dafür einsetzen, unsere Fähigkeiten im Sinne Konrad Adenauers zu nutzen – ohne Angst, mit Zuversicht und Tüchtigkeit – für Europa! Damit unsere Energie bezahlbar bleibt.“

Es gab reichlich Beifall. In ihren Antworten legte Frau Merkel aber nur dar, dass zwar Konrad Adenauer damals so gedacht habe, dass aber in Deutschland seitdem der Trend klar in Richtung „Erneuerbare Energie“ gehe, mit einem kurz dauernden Einhalten im Herbst 2010, dann aber einer Beschleunigung nach Fukushima. Sie habe nun so entschieden.

Die Chancen der Jülicher Hochtemperatur (Kugelbett) Technik wurden mit keiner Silbe erwähnt. Offenbar wollte die Kanzlerin andere Erkenntnisse nicht aufnehmen, selbst wenn diese ihre Richtung unterstützt hätten. Man kann nur rätseln, weshalb sie das tat. Die Wahl in Stuttgart ging trotzdem zu Lasten der CDU aus.

3 Die Energiewende im Jahr 2024

Was folgt daraus: erst wenn die Energie richtig teuer wird, kann man auf Einsicht und Druck von unten hoffen. Diese Zeit gilt es zu überbrücken. Nun, 12 Jahre später, ist die elektrische Energie in Deutschland doppelt so teuer als damals.

Ende 2024 geht die Ampelregierung zu Ende und die Wähler werden Anfang 2025 entscheiden, wie es weiter geht. Unabhängig davon wird Energie ohne Kernkraft und ohne Fossil jedenfalls teuer und unstetig bleiben. Ein Industrieland in unserer geographischen Lage bekommt nicht genug stetige Sonnenenergie um seinen Bedarf zu decken.

Die bisher in Opposition zur Ampelkoalition stehende CDU, die AfD und die FDP rufen – teils laut und klar, teil verhalten - nach Kernenergie. Dieses Buch soll zu diesem Ruf einen Beitrag leisten, in dem die wichtigsten Zusammenhänge und Fakten dargestellt werden. Es soll die erprobte Technik des katastrophensicheren⁴ Kugelbett-Ofens als erfolgversprechende deutsche Entwicklung wieder ins Gespräch bringen.

Dass in China der HTR-PM läuft, in USA die TRISO-Technik durch mehrere Firmen im privaten und staatlichen Auftrag wieder aufgegriffen wurde, gibt Hoffnung auf weltweite Anerkennung und konkrete Nutzung. Nun baut man schon den zweiten HTR-PM mit 1.200 MW und 10 weitere dieser Größe sind in Planung und Vorbereitung.

Spurensicherung

Am Anfang war es Prof. Rudolf Schulten, der die Idee von Herrn Farrington Daniels (USA), Abb. 1, in Jülich zum Kugelbett-Reaktor (besser -Ofen) umsetzte. In der KFA (Kernforschungsanlage) Jülich baute und forschte er an dem betriebsfähigen Forschungsreaktor AVR. Der Verfasser ist ihm nicht persönlich

⁴ Bezeichnung, gewählt von Prof. Dr. Kurt Kugeler

Anlass und Aufgabe

begegnet, hat aber mit vielen seiner Schüler und Studenten, Freunde und Bewunderer Kontakt und Austausch gepflegt.

Er war der Erfinder der Coated-Particle-Brennstoffe. Jetzt wo die meisten dieser Personen verstorben und die wenigen lebenden meist in den 90-ern sind, erscheint es angebracht, auch seinem Werk diese Dokumentation zu widmen, um kommenden Generationen den Zugang zur HTR-Technologie erleichtern.



Farrington Daniels

Abb. 1 Farrington Daniels, 1889 –1972, Chemiker, USA

Anlass und Aufgabe

Prof. Dr. Rudolf Schulten

Prof. Schulten verband nach dem Zeugnis aller seiner Schüler und Freunde, denen wir begegneten, menschliche Größe mit einer Visionsstärke, die bis heute nachwirkt. Er war die geistige Triebkraft für die Entwicklung des Kugelbett-Ofens und wird von seinen Studenten und weit darüber hinaus als



Abb. 2 Prof. Dr. R. Schulten (1923 bis 1996)

Vorbild weiterhin hochgeachtet und geschätzt. Das gilt nicht nur, weil sein Forschergeist bahnbrechend für die Zukunft sein sollte.

Insgesamt ca. 230 Seiten