

**FORSCHUNGSBERICHTE
DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN**

Herausgegeben durch das Kultusministerium

Nr. 870

Forschungsinstitut für Internationale Technische Zusammenarbeit
an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
(F. I. Z.)

Dipl.-Phys. Manfred Siebker

**Die Möglichkeiten der Atomkerntechnik
für die beschleunigte wirtschaftliche Entfaltung
von Entwicklungsländern**

Als Manuskript gedruckt



WESTDEUTSCHER VERLAG / KÖLN UND OPLADEN

1960

ISBN 978-3-663-03467-4 ISBN 978-3-663-04656-1 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-663-04656-1

G l i e d e r u n g

Vorwort	S. 5
Einleitung	S. 7
1. Der Begriff des Entwicklungslandes	S. 8
1.1 Schwierigkeiten der Definition	S. 8
1.2 Nationaleinkommen, Sozialprodukt und Energieerzeugung	S. 9
1.3 Entwicklungsstand und Bevölkerungspotential der Großräume	S. 10
2. Die Beurteilungskategorien für Entwicklungsländer	S. 15
2.1 Vorbemerkungen und Aufzählung der Kategorien	S. 15
2.2 Bemerkungen zu den einzelnen Kategorien	S. 16
3. Die Arten der Kernenergienutzung	S. 22
3.1 Der Gesamtaspekt der Nuklearindustrie	S. 22
3.2 Kernreaktornutzung am Reaktorstandort	S. 23
3.21 Anwendungen der Wärme	S. 23
3.22 Anwendung zum Erzeugen mechanischer Energie	S. 28
3.221 Fahrzeugantrieb	S. 28
3.222 Nukleare Pumpstationen	S. 31
3.23 Anwendung zum Erzeugen elektrischer Energie	S. 32
3.231 Die Kraftwerksreaktoren	S. 32
3.232 Die Stromerzeugungskosten und ihre Einflußgrößen	S. 40
3.2321 Feste Kosten	S. 40
3.2322 Brennstoffkosten	S. 48
3.2323 Die Gesamtkosten der kWh	S. 54
3.24 Direkte Nutzung der Spaltungsenergie und der Strahlung am und im Reaktor	S. 57
3.241 Chemie-Kernreaktoren mit Benutzung der kinetischen Kernfragmentgesamtenergie	S. 57
3.242 Kernreaktoren als Strahlenquelle	S. 59
3.243 Anwendungsmöglichkeiten starker Strahlen- quellen	S. 60
3.3 Indirekte Anwendungen der Kernreaktoren	S. 69
3.31 Anwendungen von durch Neutroneneinfang erzeugten Radio-Isotopen	S. 69
3.32 Anwendungen von Spaltprodukten	S. 71
3.4 Friedliche Anwendungen von Kernexplosionen	S. 73

3.41 Ausschachtungsarbeiten	S. 74
3.42 UntergrundaufschlieÙung	S. 76
3.43 Wärmeanwendungen	S. 78
4. Die Anwendungsmöglichkeiten der beschriebenen Kern- energienutzungsarten auf Entwicklungsländer	S. 81
4.1 Der Gesamtaspekt der Nuklearindustrie	S. 82
4.2 Kernreaktornutzung am Reaktorstandort	S. 84
4.21 Anwendungen der Wärme	S. 84
4.22 Anwendung zum Erzeugen mechanischer Energie	S. 86
4.23 Anwendung zum Erzeugen elektrischer Energie	S. 87
4.3 Indirekte Anwendungen der Kernreaktoren	S. 97
4.4 Friedliche Anwendungen von Kernexplosionen	S. 97
5. Bisherige Tätigkeit und Planung bzw. Aussichten auf dem Gebiet der Atomkerntechnik in einigen Entwicklungs- ländern	S. 98
6. Die Stellung der hochindustrialisierten Länder zu den Bestrebungen der Entwicklungsländer auf dem Gebiet der Atomtechnik	S. 110
6.1 Die Aufgaben und die Tätigkeit internationaler Organisationen	S. 111
6.11 Das Technische Hilfsprogramm der Vereinten Nationen	S. 111
6.12 Die Internationale Atomenergie-Agentur (IAEA)	S. 111
6.13 Die Internationale Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (IBRD)	S. 113
6.14 Die Interamerikanische Kernenergiekommission	S. 114
6.15 Das Asiatische Kernzentrum	S. 114
6.2 Die allgemeine Haltung einzelner Industriestaaten	S. 115
6.21 USA	S. 115
6.22 Vereinigtes Königreich (UK)	S. 116
6.23 UdSSR	S. 116
7. Folgerungen für die deutsche Industrie	S. 117
Literaturverzeichnis	S. 124
Anhang	S. 133

Vorwort

Auf der ersten IAEA-(Internationale Atomenergie-Behörde) Konferenz im Oktober 1957 in Wien wurden zehn neue Mitgliedsnationen des Rates der Gouverneure gewählt. Diese neuen Ratsmitglieder wurden nahezu ausschließlich von Repräsentanten der Entwicklungsländer gestellt. Nichts demonstriert so sehr das Interesse der Entwicklungsländer an den Problemen der Atomkerntechnik wie diese Wahl. Die Gouverneure der IAEA haben am 17. April 1959 beschlossen, technische Missionen nach den Entwicklungsländern, u.a. der VAR, Burma, Brasilien usw., zu senden. Jedoch ist die zunächst sehr optimistische Beurteilung der Möglichkeiten der Kerntechnik für die Entwicklungsländer einer wesentlich skeptischeren Haltung gewichen.

Das Forschungsinstitut für internationale technische Zusammenarbeit an der Technischen Hochschule Aachen hat deshalb Herrn Dipl.-Physiker Manfred SIEBKER beauftragt, die verschiedenartigen Anwendungsmöglichkeiten der Atomkerntechnik aufzuzeigen und auf ihre Bedeutung für die wirtschaftliche Entfaltung der Entwicklungsländer hinzuweisen.

D.H. SCHWENCKE
Institutsleiter

Einleitung

Diese Arbeit hat das Ziel, die verschiedenartigen Nutzungsmöglichkeiten der Atomkerntechnik aufzuzeigen und im Hinblick auf ihr wirtschaftliches Potential in Entwicklungsländern zu analysieren. Weiterhin soll in großen Zügen ein Überblick über den jetzigen Ausbaustand dieser Gebiete gegeben werden, verbunden mit einer Kritik an den von Land zu Land unterschiedlichen ökonomischen Einflußgrößen.

Obwohl sich das Schlußkapitel speziell mit Folgerungen für die deutsche Industrie befaßt, ist im übrigen Teil der Arbeit Wert darauf gelegt worden, daß auch interessierten Kreisen der Entwicklungsländer selbst eine möglichst umfassende und objektive Übersicht über die realen Fundamente der oft weitgespannten Hoffnungen auf die Kerntechnik gegeben wird. Daß das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung in vielen Fällen diese Hoffnungen für die nächste Zukunft dämpft, liegt in der Natur der Sache und ist als Erkenntnis genauso von Wert, wie eine positive Beurteilung es wäre.

Die Besprechung der grundsätzlichen Einsatzmöglichkeiten der Atomkerntechnik (Hauptabschnitt 3) ist im übrigen nicht nur für Entwicklungsländer, sondern auch für hochentwickelte Industrieländer gültig.

Aachen, August 1959.

1. Der Begriff des Entwicklungslandes

1.1 Schwierigkeiten der Definition

Die Frage, "Was ist ein 'entwicklungsfähiges Land?', beantwortete der indische Wissenschaftler Dr. BHABHA anlässlich der 2. Genfer Atomkonferenz so:

"Ein Land wird entwicklungsfähig genannt, wenn der Lebensstandard eines Volkes niedrig ist verglichen mit demjenigen, der durch eine Produktion erhalten werden kann, die dem gegenwärtigen Stand von Wissenschaft und Technik entspricht. Eine quantitative Angabe des Lebensstandards ist das Einkommen pro Kopf der Bevölkerung¹⁾."

Diese Definition ist vager, als man zunächst annehmen sollte. Bereits die Frage nach dem Einkommen pro Kopf ist nicht exakt zu beantworten. Zahlen sind zwar zu erhalten, ihre wirkliche Bedeutung ist aber aus mehreren Gründen schwer zu bestimmen:

- a) die Währungen sind zumeist nicht frei konvertierbar;
- b) die Dinge, die sich der Einzelne für sein Geld kaufen möchte, sind (auch nach dem statistischen Mittel) von Volk zu Volk sehr verschieden;
- c) die Preise für Ernährung, Industrieerzeugnisse und kulturelle Güter sind von Land zu Land anders, außerdem teilweise künstlich erhöht oder erniedrigt;
- d) die Aufwendungen des jeweiligen Staates für Dinge, die nicht den Lebensstandard betreffen (z.B. Rüstung), machen in manchen Ländern einen entscheidenden Unterschied zwischen dem Volkseinkommen pro Kopf und den wirklich für den Einzelnen verfügbaren Mitteln aus.

Man erkennt, daß auch scheinbar wohldefinierte Dinge wie Lebensstandard und mittleres Einkommen pro Kopf der Bevölkerung in Wahrheit unscharfe Begriffe bleiben. Richtet sich die Fragestellung aber nach dem technischen Entwicklungsstand eines Landes, so ist eine eindeutige Verknüpfung mit dem Lebensstandard nicht notwendigerweise immer gegeben. Es gibt Länder, die infolge ihres Reichtums an Bodenschätzen, auch ohne technisch entwickelt zu sein, einen relativ hohen Lebensstandard haben (z.B. Venezuela) oder doch haben könnten (z.B. Irak). Ferner kann

1. H. BHABHA: "The Role of Nuclear Power in Underdeveloped Countries", öffentlicher Vortrag am 5. September 1958 in Genf.

eine einseitige Wirtschaftsentwicklung - z.B. eine technisch vervollkommnete Landwirtschaft mit Hilfsindustrien, Handels- und Versand-Organisationen - ein bedeutendes Nationaleinkommen ohne den Aufbau eines wesentlichen schwerindustriellen Potentials ermöglichen (z.B. Dänemark).

Immerhin zeigt sich aber im großen und ganzen eine Gesetzmäßigkeit derart, daß das Nationaleinkommen, umgerechnet auf den Kopf der Bevölkerung, mit dem Energie-Verbrauch pro Kopf wächst, und zwar zunächst steil, dann flacher und fast linear (Abb. 1). Die der Abbildung 1 zugrunde liegenden Zahlenwerte wurden nach Angaben aus den unter den Fußnoten 2), 3), 4) erwähnten Literaturstellen errechnet.

1.2 Nationaleinkommen, Sozialprodukt und Energieerzeugung

Bei der Betrachtung des Schaubildes 1 hat man sich natürlich die Einschränkungen vor Augen zu halten, die zu Anfang ausgesprochen wurden. Ergänzend sei bemerkt, daß sich erfahrungsgemäß bei einer Erhöhung der Bevölkerungszahl um 1 v.H. das Sozialprodukt um mindestens 3 v.H. erhöhen muß, um den Lebensstandard zu erhalten. Das bedeutet wiederum, daß die Energieverbrauchszunahme pro Kopf mindestens 7 bis 9 v.H. beträgt⁵⁾. Daraus errechnet sich ein Verlauf des Jahres-Sozialproduktes pro Kopf (SP) als Funktion des Energieverbrauchs pro Kopf und Jahr (E) von

$$SP = \text{const} \cdot E^n \quad (1)$$

wobei n zwischen 0,33 und 0,43 liegt. Nimmt man ferner an, daß das Verhältnis von Sozialprodukt zum Volkseinkommen in erster Näherung bei allen Staaten gleich ist (es liegt etwa zwischen 1,2 und 1,5), so gilt der gleiche Kurventyp für das Volkseinkommen (VE):

$$VE \approx \text{const} \cdot E^n \quad (2)$$

Damit wird der Verlauf der Mittelkurve nach Abbildung 1 qualitativ verständlich.

2. Statistical Yearbook 1957, United Nations, New York 1958.

3. Jahrbuch "India 1957", Government of India, Delhi (1958).

4. Internationale Wirtschaftszahlen, G. Westermann-Verlag, 1956, S. 57 - 60 und 72 - 120.

5. J. BÖHM: "Zur industriellen Erschließung unterentwickelter Geoiete", Energie 10 (1958), Nr. 12, S. 507 - 509.

Vergleicht man nun nicht den gesamten Energieverbrauch der Länder, sondern nur die erzeugte elektrische Energie bzw. die installierte elektrische Leistung (Abb. 2 und 3), so wird der funktionelle Zusammenhang zum Volkseinkommen undeutlicher. Es fallen mehr Punkte von der (aber immer noch erkennbaren) mittleren Tendenz ab.

Die Abbildungen 1 und 3 erlauben die empirische Feststellung: bessere Energieversorgung steigert das mittlere Pro-Kopf-Einkommen in einem Land, wobei der spezielle Einfluß der Energie-Qualität (Elektrizität) von zweitrangiger und differenzierterer Bedeutung ist. Die Kernenergie ist aber, technisch gesehen, primär Wärmeenergie, d.h., wirtschaftlich am vielseitigsten einsetzbar - dies zum Unterschied von der Wasserkraft, welche einer modernen Großindustrie die notwendige Wärme nur sehr teuer über den Umweg des elektrischen Stromes liefern kann. Norwegen ist dafür das klassische Beispiel⁶⁾. Hydro-elektrischer Strom kostet dort teilweise unter 2 Dpf/kWh. Der für die Zellulose-, Papier- und Fischindustrie notwendige Dampf würde bei 2 Dpf/kWh, in Elektrokesseln erzeugt, ca. DM 15,--/t kosten. Es ist also selbst bei teureren Brennstoff-Importen immer noch billiger, diese in Kauf zu nehmen. Lediglich der Wunsch nach Unabhängigkeit steht dem entgegen. Er ist in vielen Ländern, nicht zuletzt in den sogenannten Entwicklungsländern, ein starker Antrieb für die Anwendung von Kernenergie unter teilweiser Hintansetzung der rein kaufmännischen Gesichtspunkte.

1.3 Entwicklungsstand und Bevölkerungspotential der Großräume

Um einen vorläufigen Überblick über den Entwicklungsstand der Länder der Welt zu erhalten, sei die Einteilung benutzt, die Dr. BHABHA auf der 2. Genfer Atomkonferenz angab⁷⁾:

Dr. BHABHA teilt die Welt in neun Ländergruppen ein:

- 1) Afrika ohne Ägypten
- 2) Nordamerika, bestehend aus USA und Kanada
- 3) Lateinamerika, bestehend aus Mexiko und allen südlich davon liegenden Ländern
- 4) der Nahe Osten einschließlich der arabischen Länder, Ägypten, Iran und Türkei

6. M. SIEBKER: "Kernenergie in Skandinavien", Energie 9 (1957), Nr. 10, S. 367 - 373.

7. H. BHABHA: "The Role of Nuclear Power in Underdeveloped Countries". Öffentlicher Vortrag am 5. September 1958 in Genf.

- 5) Südasien und Ferner Osten ohne China
- 6) China einschließlich Formosa
- 7) Westeuropa
- 8) Osteuropa
- 9) Ozeanien (Australien, Neuseeland und die südlich von Asien liegenden Inselgruppen)

Von diesen neun Gebieten sind fünf entwicklungsfähig (Pos. 1, 3, 4, 5 und 6 in obiger Aufstellung).

Sie besitzen eine Bevölkerung von über 1800 Millionen, entsprechend fast 70 v.H. der Weltbevölkerung. Von diesen fünf Gebieten hat Afrika soviel konventionelle Energiequellen in relativ günstiger Lage, daß es einen recht hohen Entwicklungsstand erreichen kann, bevor Atomenergie wirklich notwendig wird. Das gleiche gilt praktisch für den Nahen Osten.

Am ungünstigsten sind die Länder Südasiens und der Ferne Osten daran. Diese Gebiete haben große Brennstoffimporte bzw. Kernenergie nötig. Etwas besser geht es den lateinamerikanischen Ländern, jedoch noch schlechter als den drei übrigen Gebieten der entwicklungsfähigen Welt. Bei ihnen kommt hinzu, daß das Bevölkerungswachstum dort rund 50 v.H. größer ist als selbst in Asien (Tab. 1).

T a b e l l e 1

Vorausschätzung der Weltbevölkerung bis 1975⁸⁾

Großraum	1955 (in Mill.)	1965 (in Mill.)	1965* (in v.H.)	1975 (in Mill.)	1975* (in v.H.)
Europa	409	437,5	107,0	467	114,0
Sowjetunion	197	232	118,2	270,5	137,2
Asien	1490	1750	117,4	2075	139,2
Ozeanien	14,7	17,75	120,8	20,75	141,2
Afrika	216	256	118,6	303	140
Nordamerika	182	209,5	115,1	236	129,9
Lateinamerika	182,8	230,4	126,0	293	161,1
Welt	2690	3180	118,2	3830	142,5

*) die v.H.-Zahlen beziehen sich auf die Werte von 1955.

8. Statistical Yearbook 1957, United Nations, New York 1958, S. 69 - 75.

Die auffallende Tatsache, daß die lateinamerikanischen Länder, vor allem die tropischen, eine wesentlich höhere Vermehrungsrate als alle anderen Gebiete der Welt aufweisen, bedeutet im Zusammenhang mit der weiter oben angegebenen Beziehung zwischen Bevölkerungszunahme, Sozialprodukt und Energiebedarf, daß die notwendige Steigerung der Energieerzeugung wesentlich höher als in anderen Teilen der Welt ist.

Auch innerhalb der Zonen obiger Einteilung in neun Großräume gibt es natürlich große Unterschiede. Zum Beispiel sind die Reserven an festen und flüssigen Brennstoffen in Mexiko sechsmal so groß wie die Brasiliens, dessen Bevölkerung das Doppelte ausmacht. Auf der anderen Seite sind die unausgeschöpften Wasserkräfte Brasiliens doppelt so groß wie die Mexikos.

Als weitere Angaben zur Kennzeichnung der Regionen unserer Erde dienen nachstehend die Tabellen 2, 3 und 4.

T a b e l l e 2

Bevölkerung und Arbeitspotential der Welt 1950⁹⁾

Gebiet	Einwohner (in Mill.)	Erwerbs- personen (in v.H.)	Tätigkeitsgebiet (v.H.)		
			Landwirt- schaft	Industrie	Dienste
Nordamerika, Nordwesteuropa u. Ozeanien	377	43	17	40	43
Sowjetunion u. Osteuropa	283	46	45	30	25
Lateinamerika u. Südeuropa	290	41	58	19	23
Afrika u. Asien	1566	40	73	10	17
Welt	2515	41	59	18	23

Bei Tabelle 2 umfaßt "Landwirtschaft" Land- und Forst-, Jagd- und Fischwirtschaft.

"Industrie" umfaßt Bergbau, verarbeitende Industrie, Bau- und Energiewirtschaft.

"Dienste" umfaßt Handel, Verkehr, Lagerhaltung, Nachrichtendienst sowie private und öffentliche Dienstleistungen.

9. Internationale Wirtschaftszahlen, G. Westermann-Verlag, 1956, S. 20.

Hinsichtlich der in Tabelle 2 genannten Gebiete gelten folgende Begriffsbestimmungen:

- Nordamerika : USA und Kanada;
 Osteuropa : sowjetische Besatzungszone Deutschlands, Polen, Ungarn, Rumänien, Albanien;
 Südeuropa : Iberische und Apenninenhalbinsel, Jugoslawien, Griechenland, Türkei.

Nach Tabelle 2 ergibt sich eine natürliche Einteilung der bewohnten Landgebiete der Erde in vier recht gut voneinander unterschiedene Kategorien. Die Reihenfolge von oben nach unten ist gleichzeitig die Reihenfolge abnehmender Entwicklungsstufe.

T a b e l l e 3

Erzeugung von Energie vor und nach dem 2. Weltkrieg¹⁰⁾
 (Kohle, Erdöl, Naturgas und Wasserkraft, zusammen in Mio. to SKE)

Gebiet	1937	1949	1954	Zunahme 1949-1954 in v.H.
Entwickelte Länder	1479	1722	2037	18
Kanada, USA	848	1083	1280	18
Westeuropa	538	531	628	18
andere Länder	93	108	129	19
Unterentwickelte Länder	144	288	459	60
Lateinamerika	68	134	195	46
Venezuela	36	90	135	50
Asien u. Ferner Osten	51	53	72	36
Mittlerer Osten, Afrika	25	101	192	90
Welt insgesamt	1623	2010	2496	24

Tabelle 3 zeigt, daß die Entwicklungsländer zwar prozentual den größten Zuwachs haben, jedoch absolut gesehen noch in den Anfängen sind. Im übrigen täuschen die Angaben insofern, als z.B. Venezuela und der Vordere Orient den überwiegenden Energieanteil in Form von Öl exportieren, also nicht selbst verwenden. Das gleiche ist selbstverständlich auch bei Tabelle 4 zu beachten.

10. Internationale Wirtschaftszahlen, G. Westermann-Verlag, 1956, S. 24.

T a b e l l e 4

Erdöl-Förderung 1955 und Erdöl-Reserven Anfang 1956 in Mill. t¹¹⁾

Länder, Erdteile	Förderung 1955	Reserven (1) 1.1.1956	Anteil (1) [v.H.]	Vorrat (2) Jahre
Vereinigte Staaten v. Amerika	332,8	4200	16,08	12,6
Kanada	17,0	340	1,30	20,0
Nordamerika	349,0	4540	17,38	13,0
Venezuela	111,0	1750	6,70	15,8
Mexiko	12,8	270	1,03	21,0
Kolumbien	5,6	80	0,31	14,2
Trinidad	3,5	40	0,15	11,4
Argentinien	4,4	60	0,23	13,6
Peru	2,3	30	0,11	13,0
Sonstige Länder	1,4	20	0,09	14,2
Lateinamerika	141,0	2250	8,62	16,0
Kuweit	55,0	5500	21,06	100,0
Saudi-Arabien	46,8	5000	19,14	106,8
Iran	16,0	3600	13,79	225,0
Irak	33,6	2700	10,34	80,3
Quatar	5,4	200	0,76	37,0
Sonstige Länder	4,8	100	0,38	20,8
Mittlerer Osten	161,6	17100	65,47	106,1
Indonesien	11,1	310	1,19	27,9
Britisch-Borneo	5,3	70	0,27	13,2
Sonstige Länder	1,8	50	0,19	27,7
Ferner Osten, Afrika	18,2	430	1,65	23,6
Westdeutschland	3,1	65	0,26	20,9
Österreich	3,7	60	0,23	16,2
Frankreich	0,9	30	0,11	33,3
Niederlande	1,0	15	0,06	15,0
Sonstige Länder	0,5	15	0,05	30,0
Westeuropa	9,2	185	0,71	20,1
Sowjetunion	70,0	1500	5,57	21,4
Rumänien	10,6	80	0,31	7,5
Sonstige Länder	2,7	30	0,11	11,1
Ostblock	83,3	1610	6,17	19,3
Welt	763,1	26115	100,00	34,2

(1) Nachgewiesene Reserven.

(2) Anzahl der Jahre, für die - beim Förderungsniveau von 1955 - die Reserven reichen.

Zur Weltsituation auf dem Erdölsektor sagt Tabelle 4 aus, daß in etwa 15 Jahren praktisch der gesamte Erdölbedarf aus dem Vorderen Orient

11. Erdölnachrichten, Deutsche Shell-AG Hamburg, Nr. 100, vom 15.6.1956.

gedeckt werden muß, wenn nicht neue Vorkommen entdeckt werden oder Autarkiebestrebungen zu einer wesentlichen Verstärkung der synthetischen Kraftstoffgewinnung führen. Die Umstellung aller Energiebedarfs-träger, bei denen flüssiger Kraftstoff nicht zwingend erforderlich ist, auf feste Abfallbrennstoffe bzw. auf Kernenergie scheint in absehbarer Zeit dringend notwendig zu sein. Nicht berücksichtigt ist in Tabelle 4, daß in der Sahara vor kurzer Zeit beträchtliche Erdöl- und Erdgasvor-kommen entdeckt worden sein sollen, die in ihrer Mächtigkeit angeblich die Größenordnung der Vorkommen im Vorderen Orient erreichen.

2. Die Beurteilungskategorien für Entwicklungsländer

2.1 Vorbemerkungen und Aufzählung der Kategorien

Bei der Betrachtung der Abbildungen 1 bis 3 beweist die Abweichung einzelner Punkte von dem Mittelrend, daß eine allgemeine Behandlung, z.B. der sogenannten Entwicklungsländer, für den Fall eines speziellen Landes große Fehler ergeben kann. Für jedes Staatsgebiet gilt ein Bündel von Bestimmungsdaten, das in seiner Gesamtheit etwas darstellt, das eben nur für dieses Land charakteristisch ist. Hierzu ein Schulbeispiel aus dem europäischen Raum: der Vergleich Schweiz - Norwegen. Die Schweiz hebt sich aus der Zahl der Staaten mit überwiegendem Gebirgs-character dadurch heraus, daß sie inmitten des dichtest besiedelten und wirtschaftlich intensiviertesten Kontinents liegt und dadurch, geographisch bedingt, zu einem auf Spezialgebieten hochindustrialisierten Gemeinwesen wurde, um überhaupt unabhängig bestehen zu können. Dabei ist die Schnittpunkt-lage wichtiger Interessen-Richtungen vorteilhaft gewesen. Norwegen dagegen befindet sich in ungünstiger Randlage und ist ferner klimatisch schlechter daran. Dafür besitzt es eine günstige Ausgangsposition für Schifffahrt und Fischerei. Es ist also nicht verwunderlich, wenn die volkswirtschaftliche Entwicklung bei in beiden Fällen günstigen Möglichkeiten der Elektrizitätserzeugung (Wasserkraft) sehr unterschiedlich war und ist. Norwegen ist zwar auf der Welt das Land mit der größten Elektrizitätserzeugung je Einwohner (1956 ca. 7.300 kWh/Jahr), hatte aber im gleichen Zeitraum nur ein Nationaleinkommen von ca. 3 670,-- DM pro Jahr und Kopf der Bevölkerung, die Schweiz dagegen bei rund 3 000 kWh je Einwohner und Jahr einen Vergleichswert von 4 700,-- DM. Man versteht, daß beide Länder bei der Beurteilung gemäß Abbildung 1 von der Mittelkurve in entgegengesetzter Richtung stark abweichen.

Unterhalb des mittleren Verlaufs liegen ferner außer den naturgemäß durch die Kriegsfolgen besonders stark betroffenen Staaten Deutschland, Österreich, Japan und England praktisch alle Agrarländer, bei denen ein großer Teil der Bevölkerung auf einer durchweg primitiven zivilisatorischen Stufe lebt: China, Pakistan, Indien, Argentinien, Südafrika usw.

Man kann das obenerwähnte "Bündel von Bestimmungsdaten" für jedes Land auffassen wie einen vieldimensionalen Vektor, bei dem die Abweichung bereits einer Komponente einen anderen Punkt im Koordinatensystem ergibt. Die Koordinaten für den Vektor "Wirtschaft" oder speziell "Energiewirtschaft" eines Landes sind:

- 1) Bevölkerungszahl
- 2) Bildungs- und Ausbildungsstand der Bevölkerung
- 3) Verteilung der Bevölkerung
- 4) Ausdehnung des Landes
- 5) Internationale verkehrstechnische Lage
- 6) Innere verkehrstechnische Situation (Stand und Möglichkeiten)
- 7) Klima und landwirtschaftliches Potential
- 8) Bodenschätze und industrielle Produktionskapazität
- 9) Ausbaustand der Handelsschifffahrt
- 10) Regierungsform und politische Situation.

2.2 Bemerkungen zu den einzelnen Kategorien

Zu 1) und 2) - Bevölkerungszahl, Bildungs- und Ausbildungsstand der Bevölkerung

Zahl und Bildungsniveau der Bevölkerung sind sowohl für die Produktionsmöglichkeiten eines Landes von Bedeutung als auch für den Binnenmarkt und das Marktpotential in der Weltwirtschaft.

Bei fast allen entwicklungsfähigen Ländern ist ferner zu berücksichtigen, daß es selbst bei rigorosen Maßnahmen mindestens eine Generation dauert, um ein Volk auf den Bildungsstand eines hochentwickelten Landes zu heben, wie man am besten am Beispiel Rußlands erkennen kann. Die Amerikaner sind daher sehr skeptisch hinsichtlich der breiten Anwendung einer so komplizierten Technik wie der Kernenergienutzung in einem entwicklungsfähigen Land. So schreibt Ashton O'DONNELL vom Stanford Research Institute: