AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

SCHRIFTEN DER GESELLSCHAFT FÜR WIRTSCHAFTS- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN DES LANDBAUES E.V.

Weber, A.: Gegenwärtige und künftige Probleme der Welternährung. In: Buchholz, H. E., v. Urff, W.: Agrarpolitik im Spannungsfeld der internationalen Entwicklungspolitik. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 11, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1974), S. 9-37.

GEGENWÄRTIGE UND KÜNFTIGE PROBLEME DER WELTERNÄHRUNG

von

Prof. Dr. Adolf Weber, Kiel 1)

1	Einleitung	9
2	Strukturen des Welternährungsproblems	10
2.1	Bevölkerungswachstum und Bodennutzung	10
2.2	Wirkung und Beurteilung der Unter- und Mangelernährung	14
2.3	Flächenerträge und Einkommen als Bestimmungsfaktoren der Struktur des Eiweißverbrauchs	14
2.4	Geographische und historische Unterschiede im Eiweißverbrauch	19
2.5	Konventionelle und unkonventionelle Eiweißstrategien	22
2.6	Ausdehnung der Meeresfischerei	23
3	Grenzen, Gefahren und Probleme der Ausdehnung der Nahrungsmittelproduktion	26
3.1	Zur wachsenden Abhängigkeit moderner Nahrungsmittelproduktion von der Energieproduktion	26
3.2	Gefahren und Probleme der Ausdehnung der Nahrungsmittelproduktion	29

1 Einleitung

Beunruhigende Tagesnachrichten wirken nach den großen Hoffnungen, die die Grüne Revolution am Ende der 60er Jahre entfacht hatte, gegenwärtig auf die Öffentlichkeit ein. In den Savannenstaaten südlich der Sahara zerstörte eine jahrelange Dürre die Ernährungsgrundlage der Nomaden. Die Getreidelager in den wichtigsten Exportländern sind weniger gefüllt als je zuvor, weil infolge schlechter Ernten in verschiedenen Teilen der Welt neue Großkäufer auf dem Weltmarkt auftraten. Die Welt hängt nunmehr viel stärker als in früheren Jahren vom unmittelbaren Ausfall der Ernte ab. Der Generaldirektor der FAO weist auf die damit verbundenen Gefahren hin und

1) Ich danke folgenden Gesprächspartnern für Rat und Unterstützung bei der Vorbereitung des Vortrages: Dr. GERD ANDRES, stud. agr. ANDREA BELTER, Prof. Dr. PETER VON BLANCKENBURG (Berlin), cand.agr. ANDREAS FALK, Diplom-Volkswirt CARSTEN THOROE, STEVEN YODER, M. S. - Ebenso danke ich Prof. Dr. ERNST WEBER, Lehrfach Variationsstatistik der Universität Kiel, für Zusammenarbeit und Erstellung des Rechenprogramms im Forschungsvorhaben (39).

schlägt ein Mindestprogramm der Lagerhaltung für Getreide vor (8). Die Preise für Eiweißfuttermittel sind in jüngster Zeit gleichzeitig sprunghaft gestiegen. Einige Staaten setzen sogar Exportbeschränkungen für Sojabohnen, Fischmehl und Rindfleisch fest.

Noch schlimmere Kunde kommt aus dem weltberühmten Massachusetts Institute of Technology. Sie beherrscht Schlagzeilen und Konferenzen seit einem Jahr. Nach der Autorengruppe um MEADOWS soll in dreißig Jahren, wenn die Weltbevölkerung auf über 6 Mrd. angestiegen ist, "eine hoffnungslose Landknappheit auftreten" (MEADOWS et al., 26, S. 41). Selbst bei Vervierfachung der gegenwärtigen Hektarerträge ereile das Schicksal der Landverknappung und des Hungers die Menschheit dann doch in 60 Jahren 1).

Der Neomalthusianismus erlebt mit der Prophezeiung einer drohenden Landverknappung einen neuen Aufschwung. Dabei hatte COLIN CLARK (10, S. 181) noch 1970 errechnet, die Erde könne selbst bei amerikanischem Lebensstandard 35,1 Mrd. Menschen ernähren und kleiden. Man müsse nur die jetzt bekannten Produktionsmethoden der fortgeschrittenen Länder in allen Klimazonen anwenden.

Versuchen wir zunächst, den gegenwärtig um sich greifenden Neomalthusianismus an die 1949 von BENNET (4) gegebene Einteilung der Englisch sprechenden Welt anzuschließen. Wir erleben dann seit dem 1798 erschienenen Werk von Malthus gegenwärtig die fünfte Welle. Die erste postmalthusianische Welle wurde kurz vor der Jahrhundertwende eingeleitet von der Äußerung des britischen Wissenschaftlers Sir WILLIAM CROOKES, der als Folge der Erschöpfung der südamerikanischen Guanolager eine weltweite Nahrungsmittelknappheit voraussagte. Die Stickstoffsynthese im Haber-Bosch-Verfahren entzog der Befürchtung ihre Grundlage. Die zweite und dritte postmalthusianische Welle ereignete sich jeweils als Folge der Lebensmittelknappheit nach den beiden Kriegen. Die vierte läßt sich für die frühen sechziger Jahre datieren, als Trockenheit wachsende Getreideimporte nach dem indischen Subkontinent verursachte. Die Getreidelieferungen führten zur Einsetzung einer Kommission beim Präsidenten der Vereinigten Staaten, die die bisher umfangreichste Untersuchung zum Welternährungsproblem vorlegte.

Es ist die bisherige Erfahrung gewesen, daß alle Neomalthusianer die Fähigkeit des Menschen unterschätzten, die Knappheit einzelner Faktoren durch neue Technologien zu überwinden. Nach diesem einleitenden Versuch, den gegenwärtigen, globalen Neomalthusianismus in seiner sich verkürzenden Wellenbewegung einzuordnen, beschränken wir unsere weitere Aussage auf eine detaillierte 2) Analyse der Ernährungssituation in 130 Ländern. Wir verzichten damit gleichzeitig darauf, zu aktuellen Ereignissen unmittelbar Stellung zu nehmen. Auf einige künftige Probleme, die mit der Ausdehnung der Nahrungsmittelproduktion verbunden sind, kommen wir am Schluß unseres Beitrages zurück.

2 Strukturen des Welternährungsproblems

2.1 Bevölkerungswachstum und Bodennutzung

Die Ursachen der gegenwärtigen Probleme der Welternährung sind oft beschrieben worden. Die Weltbevölkerung wächst gegenwärtig um 2 % pro Jahr. In einigen lateinamerikanischen und

---

1) Einen Einblick in den bisher nicht veröffentlichten technischen Bericht gewährte die Gruppe um MEADOWS einer Reihe von Wissenschaftlern in Oxford, England. MARSTRAND und PAVITT (25) haben Annahmen, empirische Daten und Schlußfolgerungen des Berichts im Hinblick auf den landwirtschaftlichen Teil kritisch untersucht.

2) Um infolge des begrenzten Referatumfanges ein Höchstmaß an Information über die Situation in einzelnen Ländern zu geben, sei auf die zwölf Schaubilder des Beitrages verwiesen.

arabischen Ländern erreicht das Wachstum mehr als 3,5 % p.a.. Das kommt einer Verdoppelung der Bevölkerung in 20 Jahren gleich. Niemals in der Geschichte europäischer Völker, deren Überschuß dazu noch nach Übersee oder östlich des Urals abwandern konnte, sind derartige Zuwachsraten beobachtet worden. Dennoch gibt es einige schwache Hoffnungen. Das Wachstum der Weltbevölkerung scheint sich in jüngster Zeit nicht mehr zu erhöhen. In 42 Entwicklungsländern sind die relativen Geburtenziffern am Ende der 60er Jahre geringer als zu Beginn der Dekade. Am Ende des Jahrhunderts, wenn die Programme zur Geburtenregelung überall wirken, können die Geburtenziffern sogar schneller als seinerzeit in den europäischen Ländern sinken (KIRK, 23, S. 9 f).

Die erste Frage lautet: was geschieht mit der Bodennutzung, wenn die "Landknappheit" 1) zunimmt. Schaubild 1 zeigt für 38 Länder, die 50 % der Landwirtschaftlichen Nutzfläche der Welt ausmachen, daß mit wachsender Bevölkerung oder zunehmender "Landknappheit" die als Ackerland genutzte Fläche der Tendenz nach zunimmt (vgl. Taiwan und Japan mit Australien und Argentinien). Abweichungen von der Grundrichtung zeigen sich besonders in einigen graswüchsigen Ländern Mittel- und Nordwesteuropas, die Ackerland indirekt durch Importe von Getreide usw. gewinnen. Die sehr unterschiedliche Bevölkerungsdichte für die dargestellten Länder weist daraufhin, daß die Landknappheit gegenwärtig keine globale Erscheinung ist. Bei anhaltendem Bevölkerungswachstum müßte sie dort zuerst spürbar werden, wo das Ackerland bereits jetzt auf alle kultivierungsfähigen Flächen ausgedehnt ist sowie keine Importe und keine Ertragssteigerung möglich sind.

Die Ursache des zunehmenden Anteils von Ackerflächen bei wachsender Bevölkerung liegt in den betrachteten Ländern in den höheren Erträgen des Ackerlandes (vgl. Schaubild 2). Die von oben links nach unten rechts zur Bestimmung des Versorgungsniveaus eingezeichneten Schräglinien stellen die Agrarproduktion je Kopf der Gesamtbevölkerung dar 2). Jedes Land ist nunmehr mit der vorhandenen LN in m^2 je Kopf, dem Ertrag je ha LN und dem allein aus eigener Agrarproduktion erreichten Versorgungsniveau charakterisiert. Wie HAYAMI und RUTTAN (21) gezeigt haben, lassen sich die Produktivitätsunterschiede in der Weltlandwirtschaft auf unterschiedliche Einsatz-

---

1) In diesem Beitrag bedeutet Bevölkerungsdichte = Bevölkerung pro Hektar Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) und umgekehrt bedeutet "Landknappheit" = m^2 LN pro Kopf. Bei der Bevölkerungsdichte wird die Zahl der Personen variiert und bei der "Landknappheit" ändert sich die pro Person zur Verfügung stehende Fläche. Beide Begriffe drücken deshalb den gleichen Sachverhalt aus. Der logarithmische Maßstab gestattet es, große Unterschiede in der Bevölkerungsdichte und der Flächenleistung für viele Länder in einem einzigen Schaubild zu erfassen. In den Schaubildern sind die Nettoimporte ebenso unberücksichtigt geblieben wie die unterschiedliche photosynthetische Leistung einzelner Standorte. Für den exakten internationalen Vergleich wäre deshalb die Einführung eines Standardhektars notwendig, der Sonneneinstrahlung, Vegetationsdauer, Niederschlagsmenge und -verteilung, Bodenqualität usw. berücksichtigt. Dafür stehen auf Länderbasis nicht genügend Daten zur Verfügung. Eine Orientierung über die zunehmende Flächenleistung bei zunehmender Bevölkerungsdichte sowie die unterschiedliche Entwicklungsstufe einzelner Länder scheint uns aber möglich.

2) Die Agrarproduktion ist in Internationalen Weizeneinheiten (ohne Saatgut, Futter, Importe) gemessen. Indien (IND), die Philippinen (PHI), Großbritannien (GRB), die Schweiz (SWZ) hatten beispielsweise um 1965 mit 3 500 m^2 LN pro Kopf eine gleiche Bevölkerungsdichte. Die Flächenproduktivität war jedoch sehr unterschiedlich. Sie war vergleichsweise in der Schweiz dreimal höher als in Indien. Bedenkt man weiter, daß in Indien 65 %, in den Philippinen 68 %, in Großbritannien 4 % und in der Schweiz 12 % in der Landwirtschaft beschäftigt waren, errechnen sich daraus auch entsprechend niedrige partielle Arbeitsproduktivitäten für Indien und die Philippinen.

Schaubild 1: Landknappheit (1965) und Ackerlandanteil (1960) 38 Länder

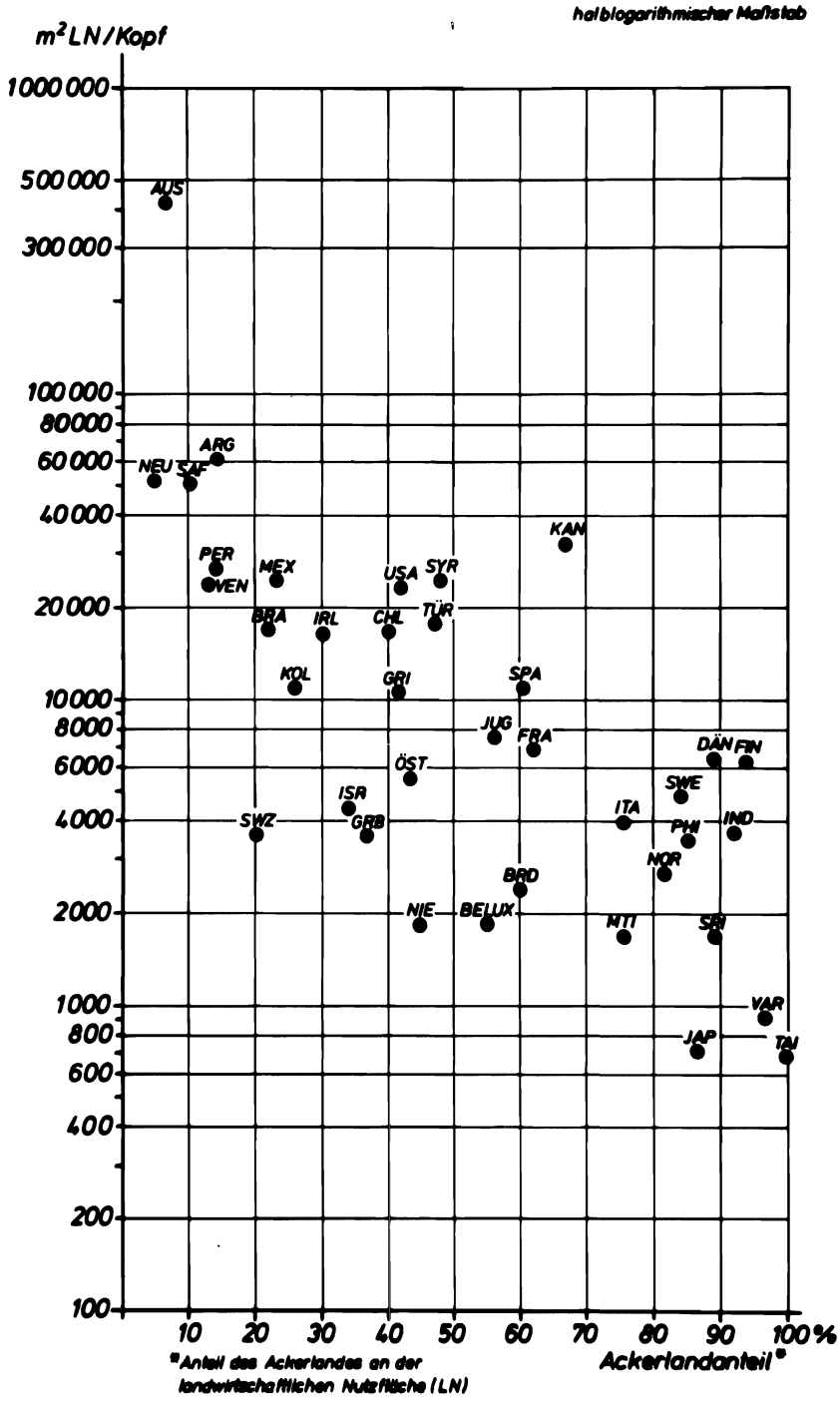
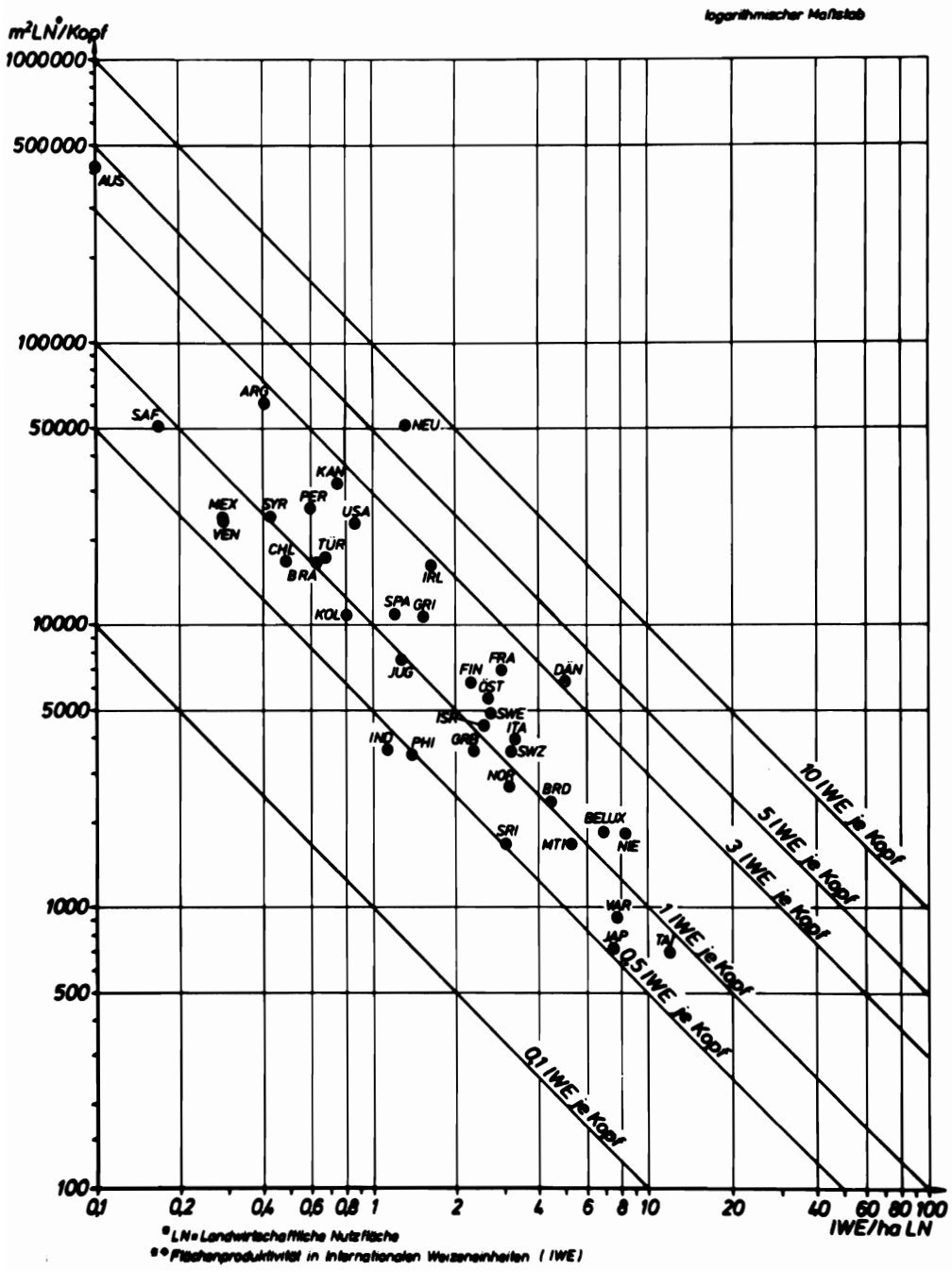


Schaubild 2: Landknappheit und Flächenproduktivität 38 Länder (1965)



mengen von Boden, Arbeit, industriellen Vorleistungen und Humankapital zurückführen. Daraus läßt sich für die Beurteilung der befürchteten Landknappheit folgern, daß bei zunehmender Bevölkerungsdichte die Bodenfruchtbarkeit keine Konstante darstellt, sondern sie ist über weite Strecken eine Variable.

2.2 Wirkung und Beurteilung der Unterernährung und Mangelernährung

Die unheilvolle Wirkung von Unterernährung (Kalorienmangel) und Mangelernährung (Fehlen ausreichender Mengen an einzelnen Nährstoffen, insbesondere an vollwertigem Eiweiß) auf die Aktivität des Menschen ist gleichfalls häufig dargestellt worden (VON BLANCKENBURG, 5; S. 1 ff). Eiweißmangel wirkt vielleicht noch schlimmer als wir bisher schon annahmen. Das Wachstum des Gehirns und die Ausbildung des zentralen Nervensystems erfordert hochwertiges Eiweiß. Ein Kind, das im Mutterleib oder während der ersten sechs Lebensmonate unzureichende Eiweißmengen erhält, bleibt in seinen geistigen Fähigkeiten vermutlich ein Leben lang beschränkt (BELLI, 3, S. 1 ff).

Ungleiche Einkommensverteilung in einem Land und unüberlegte Nahrungsmittelzuteilung innerhalb der Familie an Schwangere, Säuglinge und Heranwachsende aus mangelndem Wissen oder überkommenen soziokulturellen Vorstellungen erschweren eine genaue Beschreibung des Ernährungsstandes anhand von Pro-Kopf-Verbrauchsangaben. Die Daten des Nahrungsmittelverbrauchs, die wir im folgenden in ihrer Abhängigkeit von anderen Faktoren behandeln, haben viele Mängel. Sie wurden in der deutschen Literatur ausführlich dargestellt (VON BLANCKENBURG und G. LORENZL, 6), so daß wir darauf verweisen können. Trotz vieler Mängel gestatten die von der FAO veröffentlichten Nahrungsmittelbilanzen einen guten Überblick über die Höhe und Struktur des Nahrungsmittelverbrauchs in den Weltregionen.

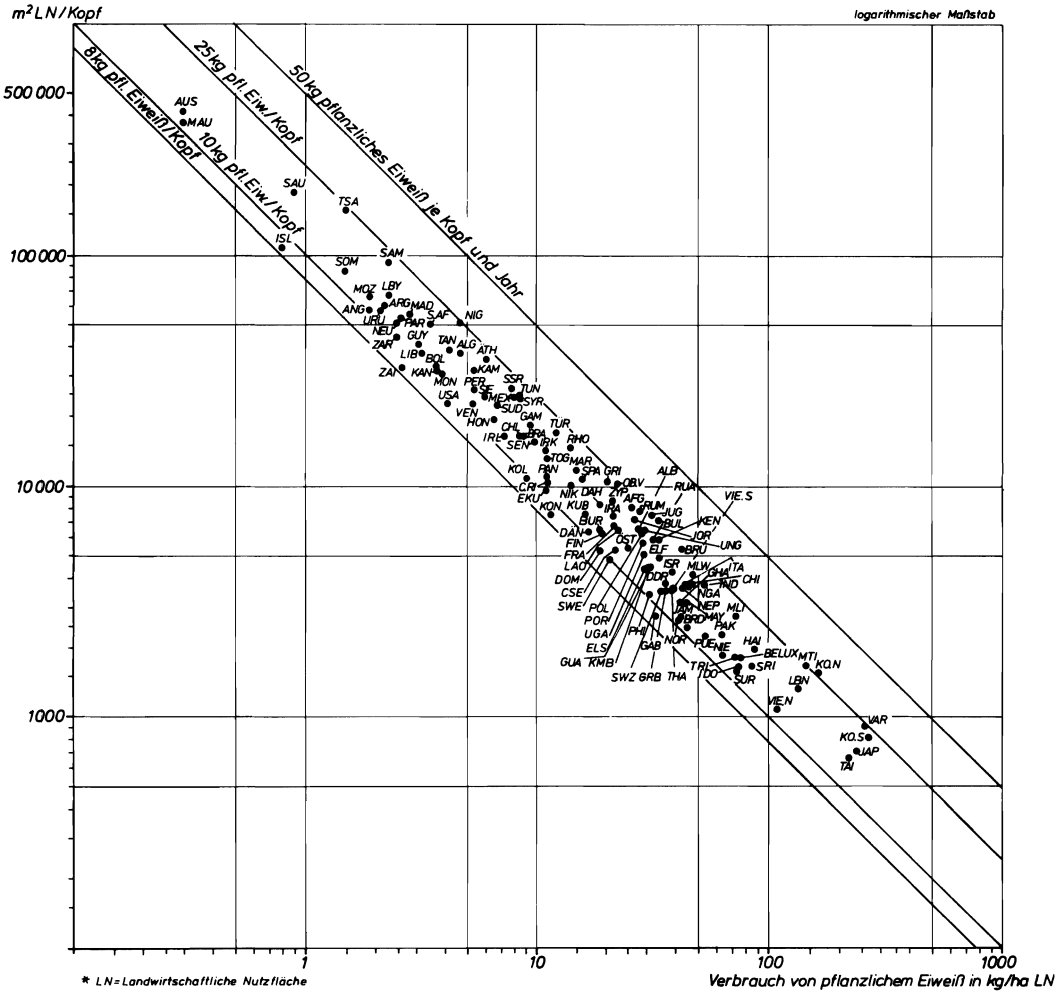
Der Weltleitplan der FAO (16) und einzelne Autoren (VON BLANCKENBURG, 5; ABBOTT, 1) sehen eine bessere Versorgung mit vollwertigem Eiweiß besonders in Afrika und Teilen Asiens als ein dauerhafteres und schwierigeres Problem als die Erhöhung der Kalorienversorgung. Während die FAO vor einigen Jahren die Mindestmenge an tierischem Eiweiß für eine vollwertige Ernährung noch sehr hoch ansetzte, wird die Gesamtmenge an Eiweiß und essentiellen Aminosäuren heute mehr betont. Damit ist der 1963 im dritten "World Food Survey" geäußerten Ansicht (FAO, 17, S. 7) die einstmals sichere Beurteilungsgrundlage entzogen, daß 60 % der Bevölkerung in den Entwicklungsländern mangelernährt seien.

Mit dem Blick auf die Welt wissen wir deshalb nicht mehr genau, warum im europäischen Verbrauchsmuster soviel tierisches Eiweiß verzehrt wird. WIRTHS (44, S. 135) argumentiert, wir benötigen vor allen Dingen Fleisch zur physiologischen Sättigung, weil damit die Zahl der Mahlzeiten eingeschränkt werden kann. CLARK (10, S. 28 ff) vertritt dagegen die Auffassung, wir leisten uns eben den von der Umwelt anerzogenen Geschmack von Fleisch, Fisch, Milch und Eiern. Fest steht nur, daß wegen der ausgewogenen Mischung an essentiellen Aminosäuren eine gewisse Menge an tierischem Eiweiß die Gewähr bietet, die Kost einer Bevölkerung aufzuwerten.

2.3 Flächenerträge und Einkommen als Bestimmungsfaktoren der Struktur des Eiweißverbrauchs

In den Schaubildern 3 und 4 kennzeichnen die eingezeichneten Schräglinien den jährlichen Je-Kopf-Verbrauch an pflanzlichem und tierischem Eiweiß. Beim Verzehr von pflanzlichem Eiweiß erreichen unabhängig von der Bevölkerungsdichte alle Länder ein Niveau, das zwischen 10 und 15 kg Verbrauch je Kopf und Jahr liegt. Die Unterschiede werden jedoch deutlich größer im Verbrauch von tierischem Eiweiß. Europäische oder von Europäern besiedelte Länder liegen knapp unter der 10-kg oder zwischen der 10- und 25-kg-Verbrauchslinie. Einige asiatische und westafrikanische Länder haben einen extrem niedrigen Verbrauch von tierischem Eiweiß. Sie scharen sich um die 1-kg-Verbrauchslinie. Das sind (ohne Fisch) nicht mehr als 3 g je Kopf und Tag.

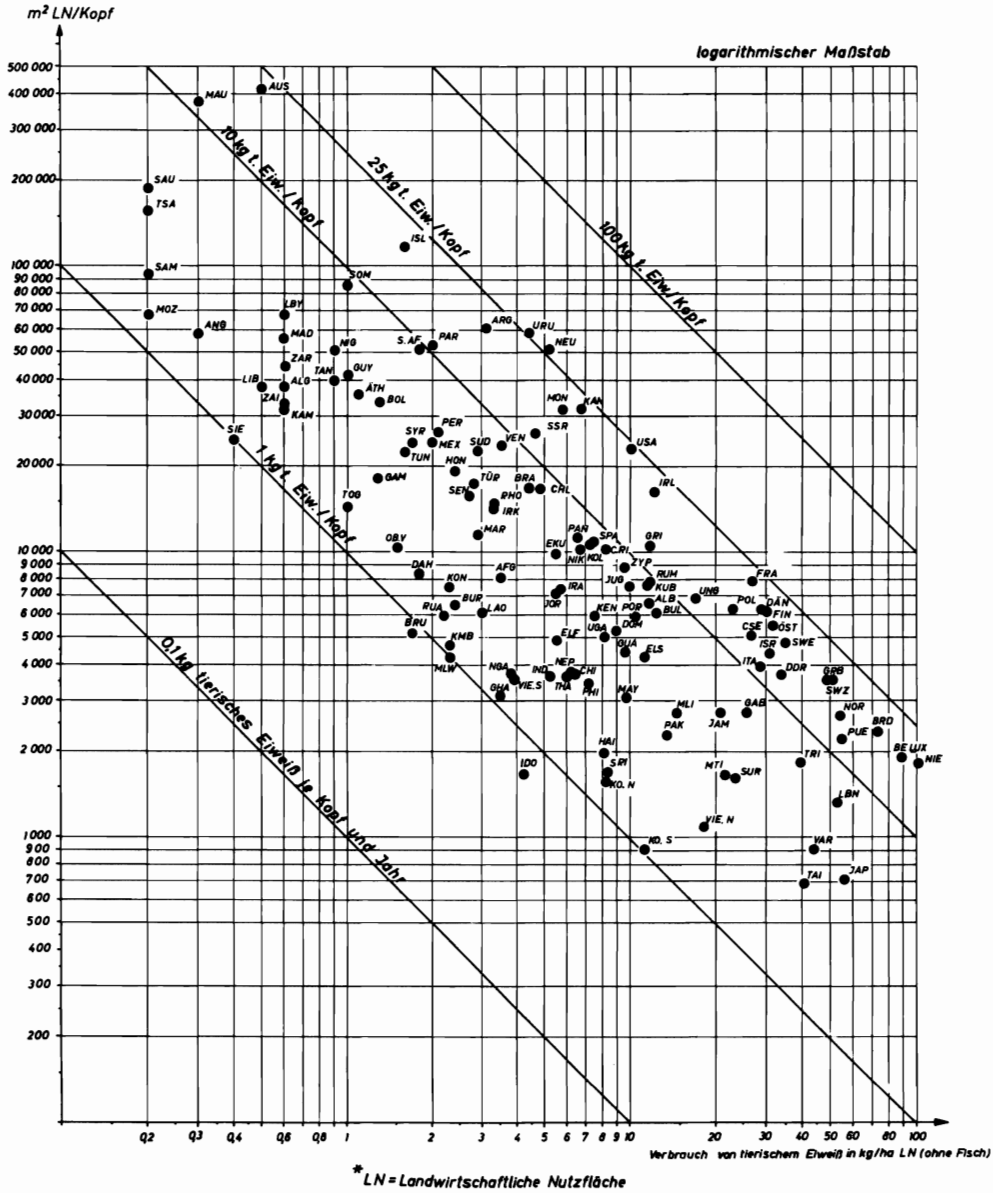
Schaubild 3: Zusammenhang zwischen Landwirtschaftlicher Nutzfläche je Kopf und dem Verbrauch von pflanzlichem Eiweiß pro ha LN 124 Länder 1964 - 66



Wenn wir in einer gewissen Vereinfachung den Je-Kopf-Verbrauch der Je-Kopf-Produktion gleichsetzen 1), ergibt sich, daß jene Länder den bei der tierischen Veredlung auftretenden Nährstoffverlust am ehesten in Kauf nehmen können, die entweder über große Flächen oder ein hohes Einkommen pro Kopf verfügen, um über Importe ihre genutzten Flächen auszudehnen. Untersucht man die Wirkung eines höheren Einkommens, dann zeigt sich der Je-Kopf-Verbrauch an pflanzlichem Eiweiß bis zu 500 US-$ je Kopf fast unabhängig vom Einkommen (vgl. Schaubild 5). Erst ein im Weltmaßstab höheres Einkommen als 500 US-$ je Kopf verwandelt sich unmit-

1) Die Ausschaltung der über den Außenhandel bezogenen oder abgegebenen Mengen würde kein Land aus der ihm geographisch und entwicklungsgeschichtlich zuzuordnenden Produktivitätszone (Schräglinie) wesentlich entfernen. Nur wenige Länder haben einen so niedrigen Selbstversorgungsgrad wie beispielsweise England (50 %) oder die BRD (60 %) oder die DDR (75 - 80 %). Außerdem exportieren netto nur wenige Länder soviel Agrarprodukte wie beispielsweise Australien oder Neuseeland.

Schaubild 4: Zusammenhang zwischen Landwirtschaftlicher Nutzfläche je Kopf und dem Verbrauch von tierischem Eiweiß (ohne Fisch) pro ha LN
124 Länder 1964 - 1966



*LN = Landwirtschaftliche Nutzfläche

Schaubild 5: Einkommen und Verbrauch von pflanzlichem Eiweiß je Kopf 130 Länder (1964 - 66)

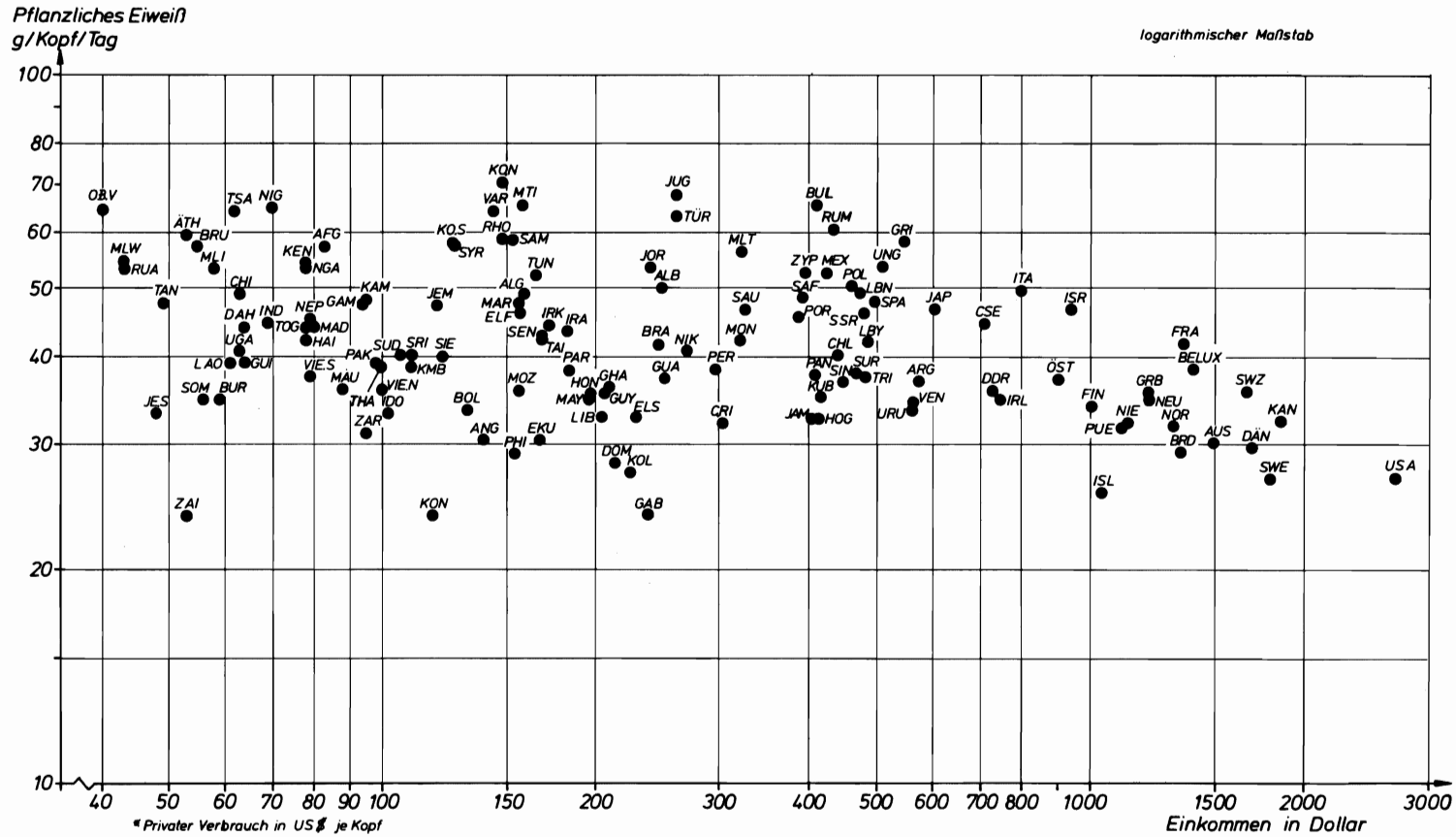
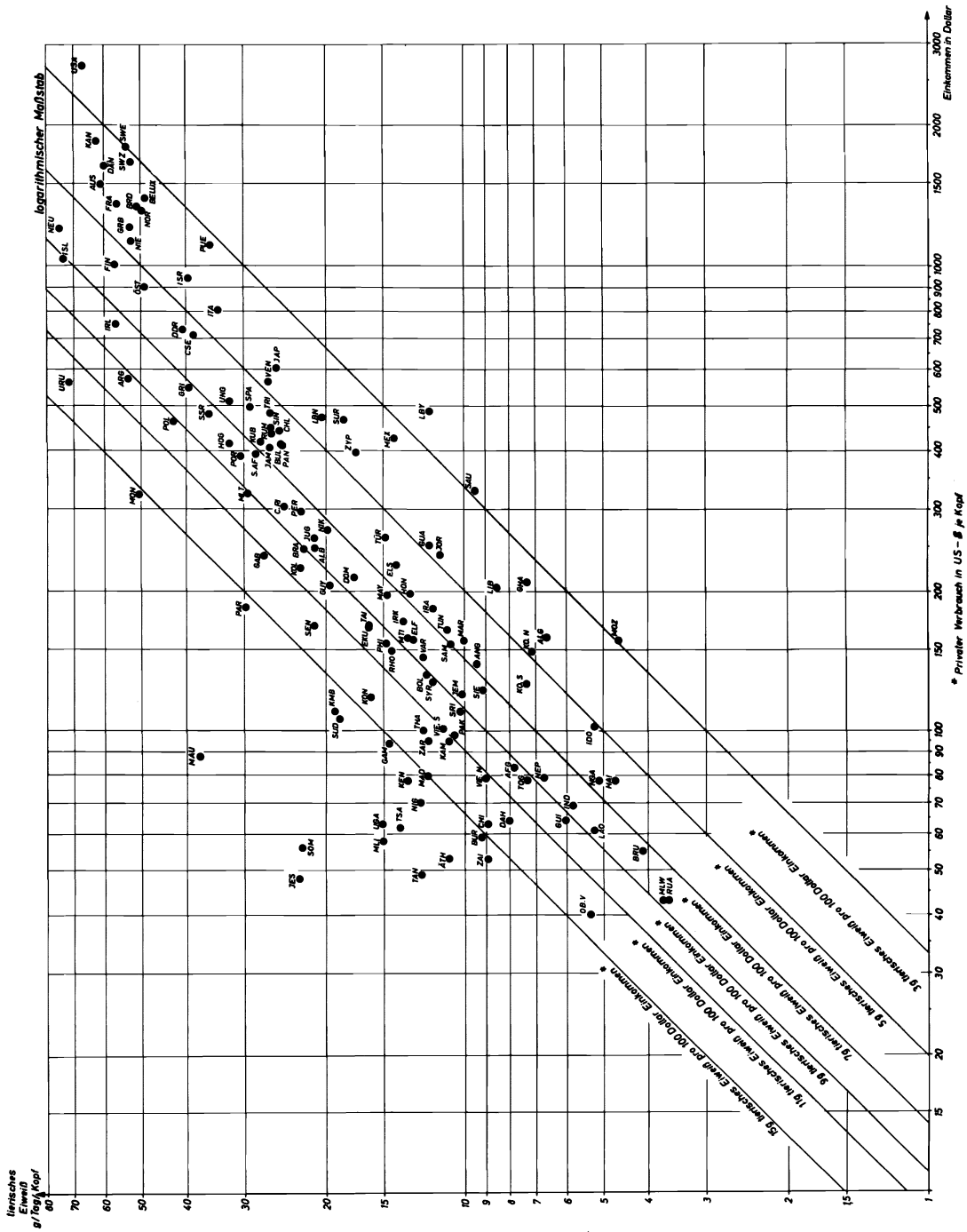


Schaubild 6: Einkommen und Verbrauch von tierischem Eiweiß je Kopf 130 Länder 1964 - 1966



telbar in steigende Nachfrage nach tierischem Eiweiß (vgl. Schaubild 6). Bei niedrigem Je-Kopf-Einkommen lassen sich allerdings schon große Unterschiede im Verbrauch von tierischem Eiweiß erkennen. Sie beruhen auf ungleicher ökologischer Ausstattung mit Flächen (oder genutzten Fischbeständen). So haben bei gleichem Einkommen die flächenreicheren ostafrikanischen Länder oder die Mongolei einen viel höheren Verbrauch an tierischem Eiweiß als die dichter besiedelten asiatischen Länder.

2.4 Geographische und historische Unterschiede im Eiweißverbrauch

Sehr verschiedene Pflanzen- und Tierarten tragen in den einzelnen Ländern zur Eiweißversorgung bei. Die Unterschiede sind sowohl ökologisch als auch ökonomisch bestimmt. Sie erschließen sich voll im Querschnitt- und Zeitvergleich. Mit einem von K. R. GABRIEL (19) beschriebenen Verfahren 1) läßt sich die Bedeutung von neun Eiweißarten in einem einzigen Bild für 130 Länder erfassen. Dabei zeigt sich, daß die meisten afrikanischen und asiatischen Länder mit den Vektoren für Eiweiß aus Wurzel- und Knollenfrüchten, Gemüse, Eiern, Ölsaaten, Nüssen, Hülsenfrüchten positiv korreliert sind. Auch Fisch spielt im Verbrauchsmuster armer Völker eine besondere Rolle. Eng mit dem Getreideeiweiß korreliert sind die fortgeschrittenen Länder Südeuropas oder des Nahen Ostens. Die an Einkommen oder Ausstattung je Kopf reicheren Länder liegen erwartungsgemäß zwischen den Vektoren für Fleisch aus Rauhfutterfressern oder für Milch. Die Darstellung verdeutlicht noch einmal eine alte europäische Erfahrung. Es ist leichter auf dem Ackerland Kalorien durch Kohlenhydrate als konzentrierte Nahrung in Form von Eiweiß zu produzieren. In abgegrenzten Gebieten Äquatorialafrikas, in denen die Bevölkerung bei unveränderter Technologie schneller als die Nahrungsmittelproduktion wuchs, mußten zum Überleben deshalb kalorienreiche Wurzel- und Knollenfrüchte an Stelle der eiweißhaltigeren Getreidearten angebaut werden (RUTHENBERG, 32, S. 124) (Schaubild 7).

Einen Rückblick über die allmähliche Herausbildung des gegenwärtigen Verbrauchsmusters in wichtigen Industrieländern gestatten die Schaubilder 8 und 9. Sie behandeln 20 % der Weltbevölkerung, die 65 % des Bruttosozialproduktes der Welt erstellen. Die Schaubilder geben eine Vorstellung davon, welchen Druck die reichen Länder auf die Eiweißressourcen der Welt ausüben.

Am Vorabend der französischen Revolution 2), der bekanntlich große Mißernten vorausgingen, hatte nach den Berechnungen von TOUTAIN (37, S. 1982) die französische Bevölkerung einen Verbrauch von 14,4 g tierischem Eiweiß pro Kopf und Tag. In den Bezugsjahren 1964 - 1966 hatten nach unseren Berechnungen 66,3 % der Menschheit einen noch geringeren Verbrauch an tierischem Eiweiß. Der Kalorienverbrauch der französischen Bevölkerung betrug damals 1 753 kcal pro Kopf und Tag. Er wird heute fast in allen Ländern übertroffen.

---

1) Das von K.R. GABRIEL beschriebene Biplot-Verfahren gestattet über eine kanonische Dekomposition $Y = P \Lambda Q'$ die Darstellung der Zeilen- und Spalteneffekte einer Datenmatrix durch Vektoren. Die Zeilen der vorliegenden Matrix enthalten 130 Länder und die Spalten neun verschiedene Eiweißarten je Kopf der Gesamtbevölkerung. Sofern die ersten zwei Eigenwerte (λ_1 und λ_2) den größten Teil der Variabilität erklären, gibt das Biplot eine annähernd gute Darstellung der Datenmatrix wieder. Die Länge der Vektoren entspricht dann annähernd der Variabilität der Zeilen (Länder) und Spalten (Eiweißarten). Die Winkel zwischen den Vektoren geben die Größe der Korrelation wieder: a) zwischen den Ländern, b) zwischen den Eiweißarten und c) zwischen Ländern und Eiweißarten. Orthogonal aufeinander stehende Vektoren weisen auf Unabhängigkeit hin. Je kleiner der Winkel zwischen zwei Vektoren ist, desto größer ist der korrelative Zusammenhang. In entgegengesetzter Richtung verlaufende Vektoren weisen auf negative Zusammenhänge hin.

2) Bekanntlich sind sehr weit zurückliegende Daten für einzelne Länder nie sehr genau. Die beispielsweise im Schaubild 8 oder 9 gezeigte Differenz im Kalorien- und Eiweißverbrauch zwischen Deutschland und Frankreich stellt sicherlich eine quantité négligeable dar. Dennoch ist die parallele Grundrichtung erkennbar. Vgl. hierzu CLARK (11, S. 369).

Schaubild 7: Höhe und Struktur des Eiweißverbrauches je Kopf in 130 Ländern der Welt (vektorielle Darstellung)

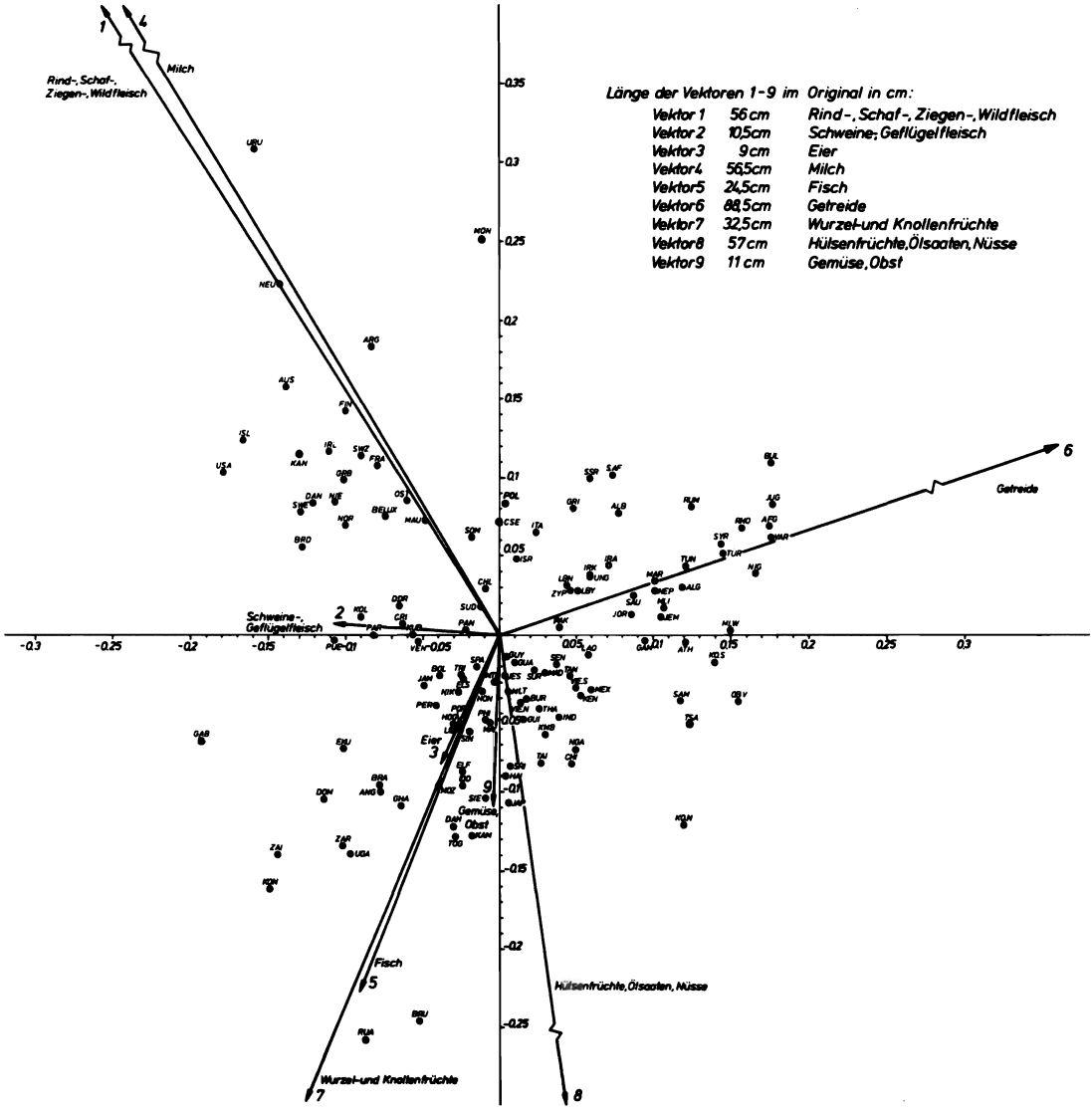
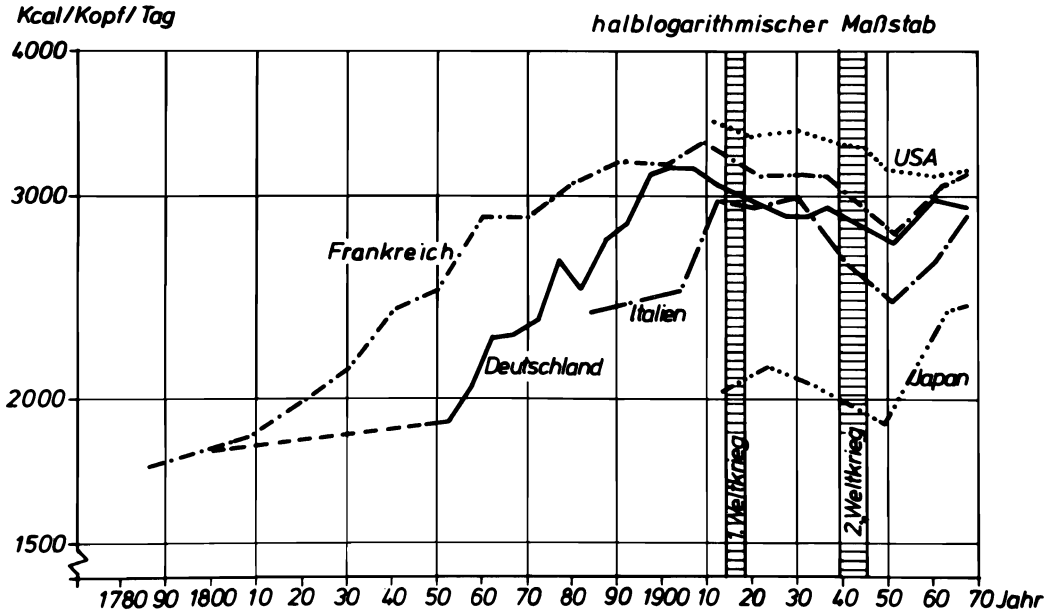


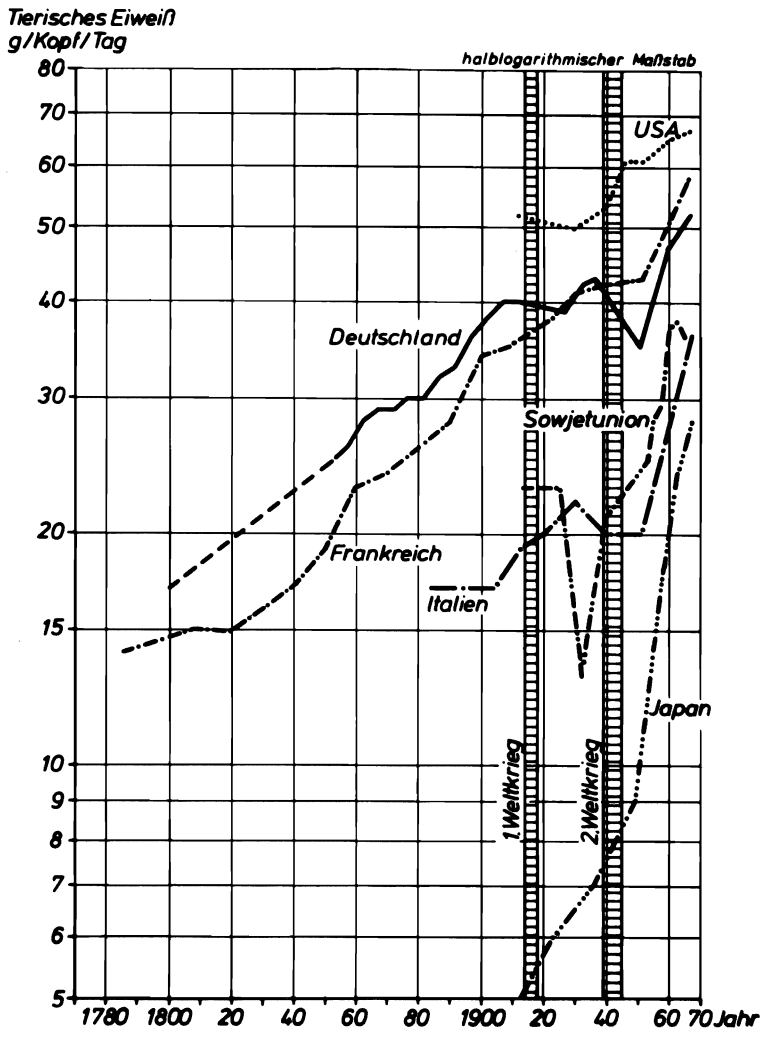
Schaubild 8: Langfristige Entwicklung des Je-Kopf-Verbrauchs an Kalorien Deutschland, Frankreich, Italien, Japan, Vereinigte Staaten von Amerika 1785 bis 1964/66



Erst nachdem die landwirtschaftliche Produktion je Kopf eine Sättigung mit Sekundärkalorien ermöglicht, kann der Verbrauch an tierischem Eiweiß beträchtlich zunehmen. In Deutschland und Frankreich setzte die Verbrauchserhöhung von tierischem Eiweiß mit dem Anstieg des Volkseinkommens schon im 19. Jahrhundert ein. In Italien begann der Aufschwung kurz vor der Jahrhundertwende. Für die Vereinigten Staaten von Amerika und für Rußland läßt sich der Zeitpunkt des Aufschwungs aus Datenmangel nicht genau isolieren. Nicht nur die Vereinigten Staaten mit Sicherheit, sondern auch das alte Rußland hatte mit großer Wahrscheinlichkeit schon vor dem Ersten Weltkrieg die schnelle Zunahme im Verbrauch von tierischem Eiweiß erreicht. In Japan setzte die Ausdehnung der Nachfrage nach tierischem Eiweiß vehement nach dem Zweiten Weltkrieg ein. Diese Entwicklung gibt eine Vorstellung von der Nachfrageexplosion für tierisches Eiweiß, die in der Welt künftig zu erwarten ist, wenn sich mehr Länder dem japanischen Einkommensniveau nähern.

Bis jetzt konnten die Industrieländer des Westens ihren hohen zusätzlichen Bedarf an Produkten der Rinder- und Schafhaltung aus der dünn besiedelten Peripherie der Weltwirtschaft fast allein decken. Bei steigendem Einkommen treten neuerdings neben Japan, Süd- und Osteuropa zunehmend fortgeschrittene arabische, asiatische und auch lateinamerikanische Länder als neue Nachfrager auf dem Weltmarkt auf. Der Preisanstieg für Rindfleisch und für die bevorzugten Meerestierarten (Thunfisch, Lachs, Langusten) wird sich deshalb mit großer Wahrscheinlichkeit auch in Zukunft fortsetzen.

Schaubild 9: Langfristige Entwicklung des Je-Kopf-Verbrauchs an tierischem Eiweiß Deutschland, Frankreich, Italien, Japan, Sowjetunion, Vereinigte Staaten von Amerika 1785 bis 1964/66



2.5 Konventionelle und unkonventionelle Eiweißstrategien

Jede Strategie zur Erhöhung der konventionellen Eiweißerzeugung über Pflanzen und Tiere muß die Kaufkraft der Bevölkerung und die Steigerungsfähigkeit der Haupteiweißquellen in ihrer ernährungswissenschaftlichen und ökonomischen Eignung abwägen. Hülsenfrüchte und Getreide liefern fast überall in der Welt das billigste und die flächenbeanspruchende Rinder- und Schaffleischerzeugung in den alt besiedelten Ländern 1) das teuerste Eiweiß (ABBOTT, 1, S. 2;

1) Absolut und relativ billig ist Rindfleisch in den dünnbesiedelten Ländern, während Milcheiweiß auch in den Tropen Westafrikas, Asiens und Lateinamerikas ausgesprochen teuer ist.

FALK, 14, S. 79). Ein Bewohner Indiens, der durchschnittlich nur 10 US-Cents für Ernährung täglich ausgeben kann, kann sich nur eine Kost, die im wesentlichen aus Getreide und Hülsenfrüchten besteht, leisten. Jede Kaufkraftsteigerung wirkt sich wegen des ungedeckten Bedarfs bei den breiten Massen stärker bei pflanzlichen als bei tierischen Produkten aus. Als ein Indiz für die ungedeckte Nachfrage nach billigem pflanzlichem Eiweiß kann gelten, daß in Indien die realen Preise für Hülsenfrüchte während der 60er Jahre stärker als die Getreidepreise stiegen (WILLIAMS, 43, S. 3).

Die Leistungen der Tierhaltung lassen sich bekanntlich weniger gut statistisch erfassen als Ernteerträge. Der Leistungsrückstand der Tierhaltung in vielen Entwicklungsländern ist vielleicht noch größer als im Ackerbau. Die sich über Jahrhunderte erstreckende Selektion der Haustiere geschah nicht nach der Leistung, sondern nach der Bedürfnislosigkeit (SCHEPER, 33, S. 17), um Perioden extremen Futtermangels zu überstehen. Jede Eiweißstrategie darf deshalb auch dort, wo pflanzliches Eiweiß noch lange die vornehmliche Eiweißquelle der menschlichen Ernährung sein wird, die Tierhaltung wegen des hier besonders langfristigen Charakters der Produktivitätserhöhung nicht vernachlässigen.

Die sich auf die Ernährungsindustrie stützende unkonventionelle Eiweißstrategie versucht einmal, die vielfach ungenutzten Eiweiße im Fisch durch Verarbeitung der menschlichen Ernährung unmittelbar zuzuführen. Zum anderen laufen Großexperimente, um Eiweiß aus Algen und Hefen von Erdöl für Futterzwecke zu gewinnen. Die technologischen Schwierigkeiten, toxikologisch und geschmacklich einwandfreies Eiweiß zu wettbewerbsfähigen Preisen zu produzieren, konnten bisher in beiden Fällen nicht überwunden werden (WAGENITZ, 38; SOEDER, 34). Als kommerziell einsatzfähig haben sich bisher nur Produkte auf der Basis von Ölsaateneiweiß erwiesen. Ein sicheres Urteil über den sozialen und ökonomischen Nutzen der auf Ölsaateneiweiß beruhenden Produkte scheint nach den Ergebnissen der Studie von KRACHT (24, S. 270) noch nicht möglich.

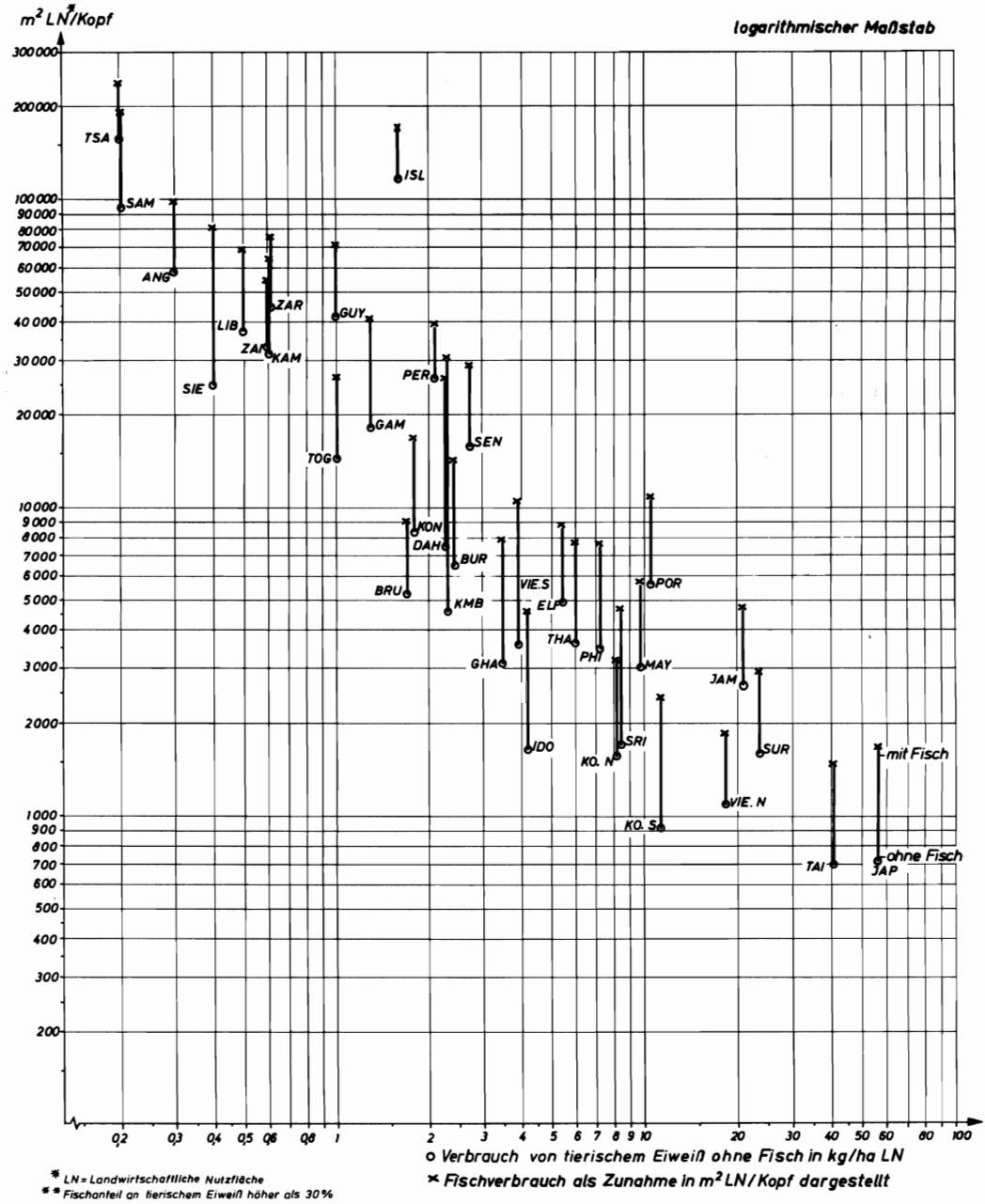
Die Anreicherung von Getreide mit der industriell hergestellten essentiellen Aminosäure Lysin galt lange Zeit als besonders effektives ökonomisches Mittel (ALTSCHUL, 2, S. 18), die Eiweißversorgung einkommensschwacher Bevölkerungsgruppen in einer "Stillen Revolution" (ALTSCHUL) zu verbessern. Neuerdings bezweifelt SUKHATME (35, S. 22) aufgrund indischer Untersuchungen die Zweckmäßigkeit der Eiweißanreicherung von Getreide durch Aminosäuren. Aus physiologischen Gründen könne die Deckung des Eiweißbedarfs nicht vor der ausreichenden Versorgung mit Kalorien geschehen, da eine energiearme Kost die Nährstoffaufnahme begrenzt. Erst wenn energiereiche Produkte wie Hülsenfrüchte und besonders Milch in ausreichender Menge angeboten werden, kann Eiweiß seine spezifische Wirkung voll entfalten. Für die These von SUKHATME spricht die allmähliche Herausbildung des europäischen Verbrauchsmusters. Dieser Überblick mag deutlich machen, daß auch künftig die konventionelle Eiweißerzeugung durch die bekannten Kulturpflanzen und Tiere die ausschlaggebende Rolle bei einer Verbesserung der Ernährung spielt.

2.6 Ausdehnung der Meeresfischerei

Seit dem Jahrzehnt 1900 bis 1910 bis heute ist der Weltfischfang auf das Siebzehnfache gestiegen, während sich die Weltbevölkerung nur verdoppelte (MESECK, 27, S. 519). Der zunehmende Beitrag, den das Meer seit der Jahrhundertwende zur Eiweißversorgung der Menschheit leistet, wird dennoch in agrarwirtschaftlichen Abhandlungen selten gewürdigt. Der Bericht für den Klub von Rom folgt dieser Tradition, wenn er das Meer als Nahrungsquelle nur erwähnt (MEADOWS, 26, S. 45). Dabei kamen allein 1965 schon 15 % des unmittelbar vom Menschen verzehrten tierischen Eiweißes aus dem Meer 1). In Ländern mit kurzer Vegetationsdauer und geringer Flä-

1) Folgende Berechnungsweise wurde gewählt: Der Je-Kopf-Verbrauch an tierischem Eiweiß betrug 1965 für die Weltbevölkerung 20 g/Tag, der Verbrauch an Fisch betrug 11 kg/Jahr/Kopf oder 3 g/Tag/Kopf Fischeiweiß (FAO, 16, II, S. 129).

Schaubild 10: Fischverbrauch als Flächengewinn dargestellt 35 Länder 1964 - 1966



* LN = Landwirtschaftliche Nutzfläche

** Fischanteil an tierischem Eiweiß höher als 30%

chenleistung (z.B. Island), niedriger Technologiestufe (z.B. Afrika) oder großer Bevölkerungsdichte (z.B. Taiwan und Japan) verdoppelt die Fischerei oft indirekt die landwirtschaftliche Nutzfläche 1) (vgl. Schaubild 10).

Aber auch für die Welt als Ganzes bleibt die Flächenersparnis durch die Meeresfischerei vielfach unterschätzt. Die LN der Welt betrug 1965 insgesamt 4,4 Mrd. ha. Der Ertrag der Meeresfischerei kam einer Flächenersparnis für die Weltlandwirtschaft von rund 700 Millionen ha gleich. Die Flächenersparnis durch die Meeresfischerei in den einzelnen Ländern ist jedoch sehr unterschiedlich.

Welchen künftigen Beitrag kann die Meeresfischerei zur Erhöhung der Eiweißversorgung leisten? Der bekannte Ernährungswissenschaftler ZIEGELMAYER (45, S. 308) hatte 1947 das Meer noch als eine unerschöpfliche Eiweißquelle bezeichnet. Heute kann man etwas genauer sein. Bestandsaufnahmen der fischbaren Meerestiere in allen Weltmeeren nach verschiedenen Methoden, die Fischereibiologen in Zusammenarbeit mit der FAO durchgeführt haben (GULLAND, 20, S. 251), lassen ein vorsichtiges Abschätzen des möglichen Potentials zu. Allein die bisher genutzten Meerestiere ermöglichen eine Ausdehnung der Fischereiproduktion von gegenwärtig jährlich 62 Mill. t (1968) um 43 Mill. auf 105 Mill. t. Davon entfallen allein 29 Mill. t auf die tropischen Meere des Indischen Ozeans und des Südwest-Pazifik.

Bei weiter steigenden Preisen für tierisches Eiweiß, die neben verbesserter Fischereitechnologie die ökonomische Voraussetzung einer weiteren Expansion der Meeresfischerei sind, kann durch zusätzlichen Fang von bisher wenig oder nicht genutzten Meerestieren (Tintenfisch, Krill, Squid für Ernährungs- oder Futterzwecke usw.) bis zum Jahre 2000 der jährliche Ertrag auf 400 Mill. t steigen (vgl. Schaubild 11). Das erfordert ein verstärktes Fischen außerhalb der Schelfgebiete. Fischen im offenen Meer oder in der Antarktis erzwingt unzweifelhaft sehr hohe Investitionen pro Fangeinheit.

Eine regelrechte Bewirtschaftung des Meeres durch Düngung und Fütterung, wie es oft vorgeschlagen wird, ist außerhalb abgeschlossener Meeresbuchten jedoch in absehbarer Zukunft nicht möglich (HEMPEL, 22, S. 293). Die Fangausdehnung auf die niederen Trophiestufen (Planktonfresser) der Nahrungskette kann dem Menschen helfen, weiterhin zusätzliche Eiweißquellen im Meer zu erschließen (NELLEN, 29). Die großen Probleme für jedes Land und die gesamte Menschheit bestehen darin, daß wir Biologie, Technologie und Ökonomik der Nahrungsketten auf dem Land besser beherrschen als die der Nahrungsketten des Meeres.

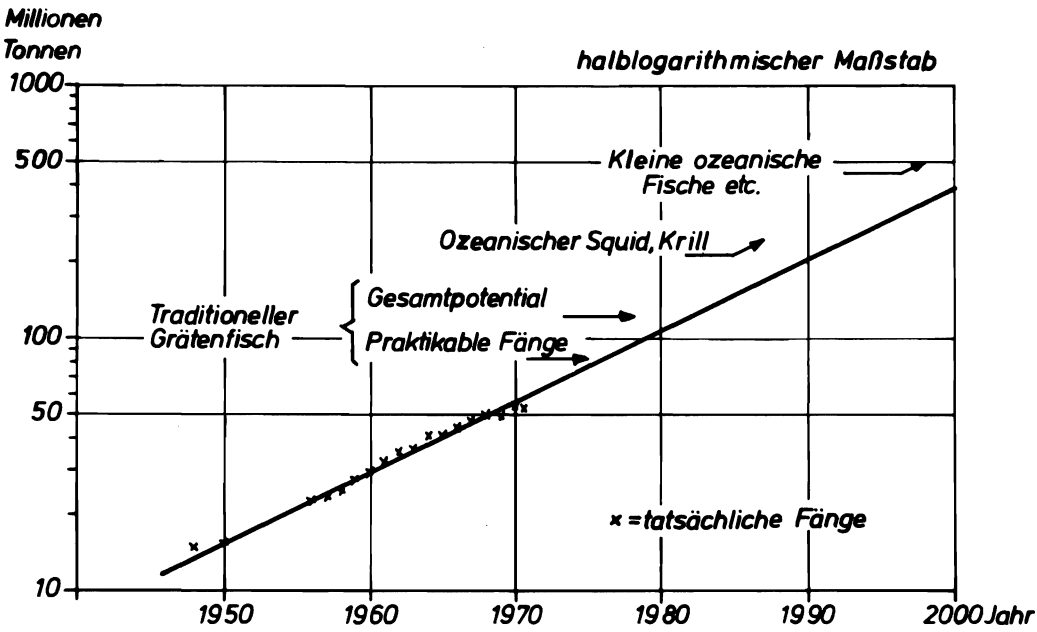
Unzureichende Preisanreize durch mangelnde Kaufkraft, unbefriedigender Stand der Fischereitechnologie oder fehlender Zugang zum Meer behindern gerade die ärmeren Nationen, die Eiweißreserven des Meeres für sich zu erschließen.

Einzelne reiche Länder mögen sich am "Abweiden" des Meeres nicht zuletzt in Erwartung einer billigen "Landnahme" beteiligen. Sie wissen, daß ohne Zuteilung von Fangrechten sich eines Tages die noch freien Eiweißreserven des Meeres erschöpfen müßten. Sie genießen nach der Zuteilung dann Kontingentsrenten, denn nicht im Fanggebiet fischende Nationen sind bei Fischereiabkommen bisher stets ausgeschlossen worden.

---

1) Der im Schaubild 10 aus semantischen Gründen benutzte Begriff "Flächengewinn" ist natürlich nicht reale Fläche, um darauf Häuser, Straßen usw. bauen zu können. Der nur über das verzehrte Fischeiweiß errechnete Flächengewinn für die Versorgung mit tierischem Eiweiß ist bei Hinzurechnung der Primärproteine aus Fischmehl noch etwas größer als im Schaubild dargestellt. - Der Anteil der Süßwasserfänge am Weltfischertrag beträgt etwa 15 %. Nur ein verschwindend kleiner Prozentsatz der Süßwasserfänge wird heute mit Produkten gefüttert, die unmittelbar mit der Viehhaltung konkurrieren.

Schaubild 11: Möglicher Ertrag der Meeresfischerei bis zum Jahr 2000



Quelle: J. A. Gulland (Hrsg.): The Fish Resources of the Ocean. London a. J. (1972) S. 246

Es stellt sich in jedem Land deshalb die Frage, ob und in welchem Umfang die Beschaffung tierischer Proteine durch Intensivierung der Land- oder der Meeresnutzung erfolgen soll. Langfristige Versorgungsgesichtspunkte und kurzfristige Rentabilitätsüberlegungen deuten die Konfliktsituation an. Eine vorausschauende Ernährungspolitik kann deshalb niemals nur Agrarpolitik sein, sondern sie muß die künftige Fischereipolitik ausreichend berücksichtigen. Eine stärkere Nutzung des Meeres wirft bei freiem Zugang komplizierte und weitreichende ökonomische und politische Probleme auf, denn das Meer läßt sich bei wandernden Fischschwärmen nicht einfach aufteilen wie ehemals die Allmende an die Gemeindeglieder.

3 Grenzen, Gefahren und Probleme der Ausdehnung der Nahrungsmittelproduktion

3.1 Zur wachsenden Abhängigkeit moderner Nahrungsmittelproduktion von der Energieproduktion

Die Verbesserung der Ernährung für eine vorläufig noch wachsende Weltbevölkerung wird in dem von MEADOWS angegebenen Zeitraum von 30 oder 60 Jahren mit ziemlicher Sicherheit nicht von der vorhandenen Landfläche begrenzt. Der flexible Teil der Anpassung ist die Technologie, die stets auf einer energetischen Basis beruht. WILKINSON (42, S. 4) bringt ein einfaches, aber recht überzeugendes Beispiel über die Wirkung einer wachsenden Bevölkerung bei gegebener Fläche. Der dabei notwendig werdende Wechsel der Technologie verlangt einen zunehmenden Energieeinsatz.

Bei geringer Bevölkerungsdichte konnte der Mensch sich noch mit Fellen, Häuten und Haaren der Tiere ausreichenden Wärmeschutz verschaffen. Zunehmende Bevölkerungsdichte überbeanspruchte diese Quelle. Sie zwang zum zusätzlichen Anbau von Faserpflanzen. Später mußte man Bergwerke

und Bohrlöcher in die Erde treiben, um synthetische Fasern aus Kohle und Öl herzustellen. Jeder Schritt in dieser Kette brachte ein höheres Versorgungsniveau, da knapper oder teurer werdende gegen reichlicher vorhandene Ressourcen eingetauscht wurden. Der Substitutionsprozeß bedingte pro Einheit Wärmeschutz höhere Energiemengen in der Hand des Menschen. Gleiches gilt für die Nahrungsmittelproduktion. Wir können pro Fläche nur dann mehr produzieren, wenn wir mehr Energie zur Verfügung haben.

Im traditionellen Hackbau der Brandwechselwirtschaft, als der Mensch - neben dem Feuer - nur seine eigene Arbeitsenergie zur Erzeugung von Nahrungsmitteln einsetzte, genügten 100 Kalorien an Arbeit, um 1000 Kalorien an Nahrungsmitteln zu produzieren 1). Mit zunehmender Bevölkerungsdichte reichten die Erträge der Brandwechselwirtschaft nicht mehr aus.

Der Mensch mußte zu untensiveren Bodennutzungen übergehen. Die Arbeit, die die Natur seit Jahrmillionen im Mineralkreislauf, der Erhaltung der Bodenstruktur, der Verbreitung der Samen und der Regulierung von Krankheiten und Schädlingen durch Bereitstellung einer Vielzahl von Arten für den Jäger und Sammler kostenlos verrichtete, muß bei der Zerstörung der natürlichen Vegetation vom Landwirt durch höheren Einsatz an Arbeit und Hilfsmitteln laufend ergänzt werden. Maschinen und alle ertragssteigernden Hilfsmittel, die der Mensch einsetzt, sind bei der Produktion organischer Masse aber nicht effizienter als die Natur. Der Mensch kann nur nicht von Gras, Zweigen oder Blättern der natürlichen Vegetation leben. Maschinen und alle Hilfsmittel erhalten ihre Überlegenheit für den Menschen dadurch, daß sie ihm eine artgemäße Nahrung beschaffen helfen (ODUM, 30, S. 125 ff; DUCKHAM, 12, S. 15 ff, 13).

Berechnungen von TAYLER (36) für England zeigen, daß sich bei einem Weizenertrag von 4,15 t/ha das Verhältnis von aufgewandten Energiemengen zur gewonnenen Nahrungsenergie im Vergleich zur Brandwechselwirtschaft verändert hat 2). In der Brandwechselwirtschaft beruhte der Energieeinsatz allein auf der jährlich zugestrahlten Sonnenenergie, der davon im Wind und Wasserkreislauf bedingten Umweltenergie und der Arbeitsenergie des Menschen. Die moderne Nahrungsmittelproduktion nutzt seit der Industrialisierung zusätzlich zur zugestrahlten Sonnenenergie und Arbeitsenergie der Menschen und Tiere zunehmend die in Maschinen und Hilfsmittel verwandelten Energiemengen fossiler Brennstoffe. Die Energieproduktion bestimmt damit im wesentlichen die auf der Fläche mögliche Produktion. Die seit der Industrialisierung einsetzende gewaltige Steigerung der Weltenergieerzeugung (Kohle, Öl, Gas, Wasserkraft, aber ohne Holz, Torf) war die Voraussetzung des Wachstums der Weltbevölkerung. Dieser Zusammenhang ist in der oberen Hälfte des Schaubildes 12 dargestellt. Die untere Hälfte zeigt den engen Zusammenhang zwischen der Zunahme der Je-Kopf-Einkommen 3) und der Je-Kopf-Energieerzeugung für die Weltbevölkerung

---

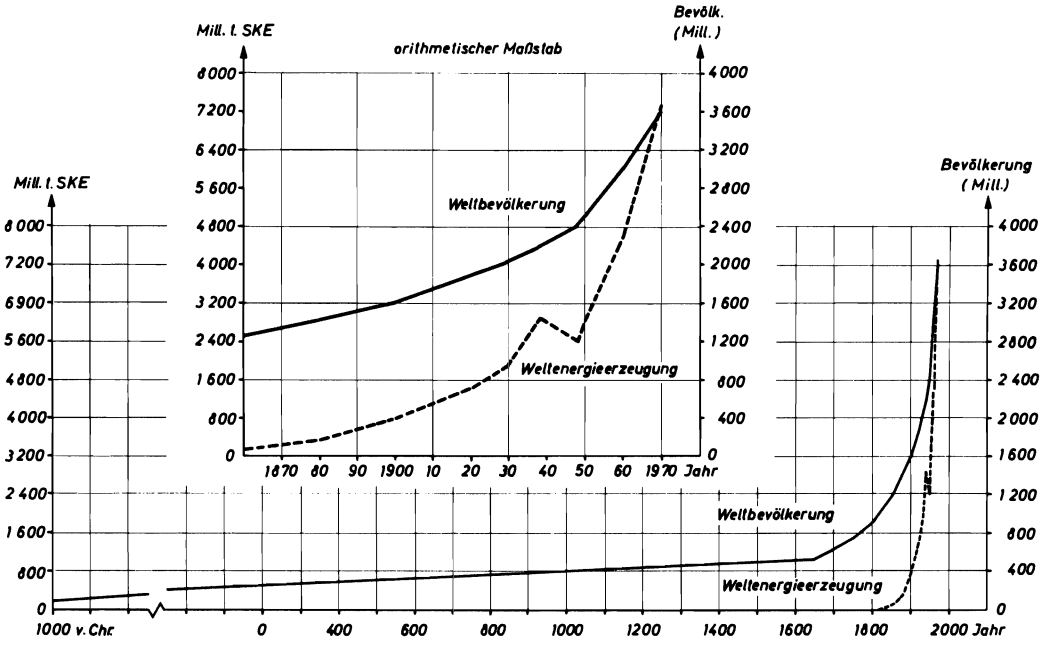
1) Nach Abzug der Verluste und ohne Berechnung der Energieverwendung im Rodungsfeuer. Beispiel nach TAYLER (36).

2) Zur Herstellung von 1 kg Stickstoff sind beispielsweise 22 000 kcal oder 25,5 kWh erforderlich (TAYLER). Einer männlichen Arbeitskraft waren im Bundesgebiet 1970 allein durch die im Stickstoffverbrauch der Landwirtschaft enthaltenen Energiemengen rund 25 400 kWh zugeordnet. Man denke nur einmal nach, welche Energiemengen außerdem notwendig sind, um Eisenerze in einsatzfähige Landmaschinen umzuwandeln oder um Produktionsmittel und Agrarprodukte vom und zum Hof zu transportieren. Der Landwirt setzt im Bundesgebiet deshalb nicht nur 10 000 kWh pro Jahr in Form von Treibstoff und Elektrizität ein, sondern ein Vielfaches des industriellen Systems ist für den modernen Landwirt notwendig, um Nahrungsmittel produzieren zu können.

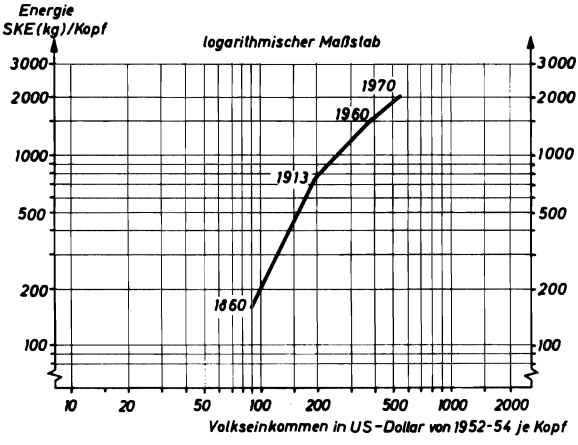
3) Absolut hat das durchschnittliche Je-Kopf-Einkommen der Weltbevölkerung seit 1860 zugenommen. Relativ ist die Einkommensverteilung zwischen den Ländern jedoch immer ungünstiger geworden. Kein Staat könnte sicherlich diese Zunahme der Ungleichheit ohne Revolution überstehen (ZIMMERMAN, 46, S. 39 ff).

Schaubild 12:

Wachstum der Weltbevölkerung und der Weltenergieerzeugung
(Energie in Steinkohleneinheiten SKE)



Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und Einkommen je Kopf der Weltbevölkerung
1860, 1913, 1960, 1970



von 1860 bis 1970. Die Entwicklung in den Weltregionen ist jedoch nicht einheitlich verlaufen. In den heutigen Industrieländern nahm die Energieverwendung und das dazu erforderliche ingenieurmäßige Wissen im Vergleich zu den Agrarländern überproportional zu.

Auch in der Landwirtschaft hängt die Produktivität pro Fläche und pro Arbeitskraft vom Wissen und den eingesetzten Energiemengen ab. Ein Mensch, der nur seine Arbeitskraft einsetzt, erreicht eine jährliche Arbeitsleistung von 150 kWh. Einem Landwirt stehen im Bundesgebiet auf dem Hof - ohne die Energie der technischen Hilfsmittel - etwa 10 000 kWh oder das Siebzigfache seiner eigenen Arbeitskraft zur Verfügung.

Mit zunehmendem Einsatz von Hilfsmitteln sind alle Landwirte in der Welt bei der Ausdehnung der Nahrungsmittelproduktion von den Energiepreisen viel stärker abhängig, als sie es in Bewirtschaftungsformen ohne Energiezufuhr des industriellen Systems waren. Steigen die Energiepreise, wie wir es in den letzten Jahren beobachteten, wird bei Andauer der relativen Energieknappheit die Substitution von Boden und Arbeit durch steigende Kapitalpreise begrenzt. Mensch und Zugtiere müßten dann mehr arbeiten, wenn sie die Nahrungsmittelproduktion bei teurer gewordenen Hilfsmitteln zur Verbesserung der Ernährung zügig ausdehnen wollen. Investitionen zur Steigerung der Energieerzeugung und zur Verbesserung des Wirkungsgrades der Energieverwendung bestimmen damit wesentlich stärker als früher die Nahrungsgrundlage und den Ernährungsstand.

3.2 Gefahren und Probleme der Ausdehnung der Nahrungsmittelproduktion

Es kann wenig Zweifel bestehen, sieht man von lokalen oder kurzfristigen Engpässen ab, daß es uns langfristig bei entsprechenden Investitionen zur Erschließung neuer Energiequellen gelingt, die Energieproduktion und damit auch die Nahrungsmittelproduktion je Kopf auszudehnen.

Neuerdings werden unter anderem die in ferner Zukunft liegenden Gefahren industrieller Aktivität und damit steigender Energieverwendung auf die Stabilität des Klimas betont. Da es aber keine Technologie gibt und geben kann, die die bei jeder Energieverwendung entstehende Wärme in das Weltall bringt, stellt die zulässige Energieverwendung die eigentliche malthusianische Grenze der Welt dar. MEYER-ABICH (28, S. 649) definiert diese Grenze mit der 2 200-fachen Energieverwendung im Vergleich zu der des Jahres 1970. Aus dem Stand der Forschung über die Rückwirkung der Energieverwendung auf das Klima läßt sich noch kein klares Bild gewinnen 1), um daraus schon jetzt eine entsprechende Politik der Energiezuteilung für Wirtschaftszweige, Standorte oder Produktionsverfahren abzuleiten.

Theoretisch kann es dennoch von Bedeutung sein, die Effizienz von Nahrungsketten nicht nur monetär, sondern in den Einheiten verbrauchter Energie pro Fläche oder pro erzeugte Einheit zu messen (DUCKHAM, 13). Nahrungsketten, die wenig industrielle Energie verbrauchen und sich über große Flächen verteilen, wären deshalb jenen vorzuziehen, die ein schon fragiles klimatisches Gleichgewicht mit großen Energiemengen an bestimmten Orten belasten. Außerdem ist ein besseres Verständnis des direkten und indirekten Gesamtbedarfs an industrieller Energie in neuen Nahrungsketten (Algen, Hefen usw.) gerade für Entwicklungsländer mit normalerweise hohen

---

1) Weniger Gefahren infolge Abschwächen des Energiezuwachses in den höher entwickelten Volkswirtschaften sehen WEINBERG (40, S. 70) und FELIX (18, S. 174). Die Grenzen des Wirtschaftswachstums, soweit das Wachstum an den Einsatz von Energie gekoppelt ist, sieht MEYER-ABICH (28, S. 649) unter Fortschreibung wichtiger Faktoren (Bevölkerungswachstum von 1,5 bis 2 % p.a., Weltbevölkerung von 36 Mrd. Personen, Versechsfachung des amerikanischen Energieverbrauchs und Übertragung auf die Weltbevölkerung, doppelte Rohstoffbearbeitungskosten) in 115 bis 160 Jahren, in den Ballungsgebieten in 75 Jahren erreicht. Eine frühzeitigere Stabilisierung der Weltbevölkerung bei einer geringeren Zahl von Menschen bietet sich deshalb auch von der Energieseite an.

Energiepreisen notwendig. Wir haben zum Beispiel unzureichende Einsicht in den energetischen Zusammenhang, wenn wir den oft beschriebenen Verlust an Kalorien in der Tierhaltung mit dem Energiebedarf vergleichen, der bei industriell hergestellten Substitutionsprodukten aus dem Eiweiß der Sojabohne (WEISS, 41) entsteht.

Andere mögliche Gefahren und Probleme, die eine Ausdehnung der Nahrungsmittelproduktion begleiten (BOERMA, 7, S. 5; BROWN und FINSTERBUSCH, 9, S. 128 ff), können wir hier nur streifen. Nach diesen Autoren erhöht eine Ausdehnung des Ackerlandes auf marginale Böden in den dichtbesiedelten Ländern die Erosionsgefahr. Verschiedene Rückstände der industriellen und landwirtschaftlichen Aktivität, die im Meer oder im Grundwasser als schädliche Stoffe verbleiben, vernichten möglicherweise zunehmend Teile der Flora und Fauna (31). Diese Rückstände bedrohen schließlich, wenn keine effektiven Gegenmaßnahmen getroffen werden könnten, den Menschen selbst. Biologen, Chemiker und Physiker, die die lebenserhaltenden Zusammenhänge der makro- und mikroökologischen Systeme der Erde erforschen, finden deshalb zunehmend Gehör und Unterstützung in der Öffentlichkeit. Politiker und auch Ökonomen werden auf der anderen Seite in der Auseinandersetzung die Prüfung naturwissenschaftlicher Beweisketten für bestimmte Erscheinungen besser deuten lernen.

Alle wesentlichen und möglichen Gefahren, die sich aus der Ausdehnung der Nahrungsmittelproduktion in den nächsten Jahrzehnten ergeben, kann niemand in zuverlässigen Größenordnungen abschätzen. Wir sind darauf eingegangen, weil angesichts der einleitend erwähnten, ansteigenden neomalthusianischen Welle ein Übergehen dieses Problembereiches leichtfertig wäre. Der Mensch wird sich bewußt, daß nicht nur Krieg und Seuchen die Existenz der Menschheit bedrohen können. Es ist die friedliche industrielle Aktivität des Menschen selbst, die den Kreislauf der Natur verändert.

Dennoch, wir müssen von berufenen und unberufenen Deutern einer drohenden Umweltkatastrophe nicht nur Beweise verlangen, sondern ganz sicherlich der Entwicklung umweltschonender Technologien größere Beachtung schenken. Auf der anderen Seite verlangt das Heute sein Recht. Ein Grundrecht des Menschen stellt eine ausreichende Ernährung dar. Um es überall auf der Erde zu verwirklichen, bedarf es weiterhin fortgesetzter wissenschaftlicher, politischer, moralischer und wirtschaftlicher Anstrengungen. Es werden bei der verstärkten Nutzung der Ressourcen zu Wasser, zu Lande und in der Luft Konfliktzonen heute sichtbar, die früher undenkbar waren.

Die künftigen Probleme der Welternährung werden weiterhin in den folgenden Bereichen liegen:

1. Herabsetzung des Bevölkerungswachstums;
2. Erhöhung der Je-Kopf-Erzeugung an Nahrungsmitteln in den weniger gut versorgten Teilen der Welt und
3. Ideen, Institutionen und wohl fundierte Maßnahmen, die die Ungleichheit im Zugang zum Wissen und zu den Ressourcen beseitigen und damit die Ernährung für die bedürftigsten Teile der Weltbevölkerung verbessern.

Quellen

Berechnungsmethodik und Länderkennzeichnung für Schaubilder 1 - 12

SCHAUBILD 1 und 2: HAYAMI, Yujiro in Verbindung mit Barbara MILLER, William W. WADE, Sachiko YAMASHITA: An International Comparison of Agricultural Production and Productivities. University of Minnesota, Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin 277. St. Paul 1971.

SCHAUBILD 3, 4, 5, 6, 7, 10:

EINKOMMEN: FAO, Agricultural Commodity Projections, 1970 - 1980. Vol. II, Part II, Statistical Appendix. Rome 1971.

LANDWIRTSCHAFTLICHE NUTZFLÄCHE: FAO, Production Yearbook. 1966.

VERBRAUCH: FAO, Food Balance Sheets 1964 - 66. Rome 1971.

SCHAUBILD 8, 9: Der Je-Kopf-Verbrauch an Kalorien und tierischem Eiweiß wurde den folgenden Quellen entnommen oder aus dem Verbrauch der Produkte umgerechnet nach FAO, Agricultural Commodity Projections 1970 - 1980. Vol. II. Rome 1971. S. 32.

DEUTSCHLAND:

1800: Angaben nach BITTERMANN, E.: Die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland 1800 - 1950. "Kühn-Archiv", 10. Band, Heft 2, Halle 1956, S. 127.
1850 - 1913, 1925 - 1938 (Fünf- bzw. Vierjahresdurchschnitte): Je-Kopf-Verbrauch an Kalorien und tierischem Eiweiß errechnet nach W. HOFFMANN, Das Wachstum der deutschen Volkswirtschaft seit der Mitte des 19. Jahrhunderts. Berlin 1965, S. 630 - 633, 659. Da HOFFMANN, um zum Verbrauch zu kommen, zwar die Nettoimporte der Produktion hinzuzählt, aber Verfütterung von Milch, Bruteier und Verluste nicht abzieht, ergibt sich ein zu hoher Je-Kopf-Verbrauch an Kalorien und tierischem Eweiß. Die aus HOFFMANN erhaltenen Je-Kopf-Angaben wurden deshalb als Index benutzt, um sie mit dem von H. v. d. DECKEN errechneten Verbrauchsniveau an Kalorien für 1930/34 und an tierischem Eiweiß für 1934/36 zu verketten: v. d. DECKEN, Hans: Entwicklung der Selbstversorgung Deutschlands mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen. (Berichte über Landwirtschaft, 138. Sonderheft), Berlin 1938, S. 56 - 61.
1947 - 1968 (Mehrjahresdurchschnitte): Organisation for European Economic Cooperation (OEEC): Basic Statistics of Food and Agriculture, 1954, Paris 1954, S. 92 f. - Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD): Agricultural and Food Statistics, 1952 - 1963. Paris 1965, S. 122 f. - Dieselbe, Food Consumption Statistics, 1960 - 1968. Paris 1970, S. 272 (diese Quellen weiter zitiert als OEEC/OECD).

FRANKREICH:

1781 - 1938: TOUTAIN, Jean-Claude: La consommation alimentaire en France de 1789 à 1964. In: Cahiers de L' I. S. E. A. (Economies et Sociétiés), Tome V-No 11. Paris, November 1971, S. 1909 - 2049.
1947 - 1968: OEEC/OECD.

ITALIEN:

1874 - 1947: BARBERI, Benedetto: I Consumi Nel Primo Secolo Dell' Unita D' Italia 1861 - 1960. Milano 1961, S. 46. - Istituto Centrale di Statistica: Compendio Statistico Italiano, 1957. Roma 1957, S. 371.
1947 - 1968: OEEC/OECD.

JAPAN:

1911 - 1959: KANEDA, Hiromitsu: Long-Term Changes in Food Consumption Pattern in Japan. In: Agriculture and Economic Growth: Japan's Experience. Edited by Kazushi OHKAWA, Bruce F. JOHNSTON, Hiromitsu KANEDA. Tokyo 1970, S. 409 ff. - Die Angaben von KANEDA verkettet mit M. KAMIYA, Some Aspects of Food Consumption in Japan with Special Reference to Livestock Products. FAO, "Monthly Bulletin of Agricultural Economics and Statistics", Vol. 12, (1963), Nov. 11, S. 1 - 5.
1960 - 1968: OEEC/OECD.

RUSSLAND, UNION DER SOZIALISTISCHEN SOWJETREPUBLIKEN (nur tierisches Eiweiß):

1913: KHACHATUROV, Tigran S., Consumption and Accumulation as Economic Objectives of Socialist Production. In: Planning and Market Relations. Edited M. KASER and R. PORTES. London 1971, S. 8. Hier werden für 1913 als Je-Kopf-Verbrauch schon 29 kg Fleisch, 154 kg Milch, 48 Eier und 6,7 kg Fisch je Kopf und Jahr angegeben. Die Umrechnung ergibt 34 g tierisches Eiweiß. Vermutlich ist wie im Fall Deutschlands bei HOFFMANN der Verbrauch unmittelbar aus der Produktionsstatistik abgeleitet, ohne die verfütterten Mengen an Milch, Bruteier, Verluste, Nettoexporte abzuziehen. Der Wert für 1913 wäre damit zu hoch. Diese Schlußfolgerung ergibt sich auch, wenn man die Verbrauchszahlen für 1965 von KHACHATUROV mit denen der FAO für 1964 - 66 vergleicht. Es wurde deshalb die FAO-Angabe für 1964/66 als Niveau zugrunde gelegt und ein Index der Je-Kopf-Produktion an Fleisch, Milch, Fisch, Eiern aus den Angaben von HANSON gebildet, um die Veränderungen dieses Niveaus seit 1913 sowie für die Zwischen- und Nachkriegszeit zu bestimmen. Die Je-Kopf-Angaben von KHACHATUROV und HANSON stimmen für 1913 gut überein.
1913 - 1964: HANSON, Philip: The Consumer in the Soviet Economy. London 1968, S. 84.
1964 - 66: FAO, Food Balance Sheets 1964 - 66, Rome 1971, S. 665.

VEREINIGTE STAATEN VON AMERIKA:

1909 - 1947: UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, BUREAU OF AGRICULTURAL ECONOMICS: Consumption of Food in the United States 1909 - 52, Agricultural Handbook No. 62. Washington, D. C., USDA, 1953, S. 162, 170 f.
1947 - 1968: OEEC/OECD.

SCHAUBILD 11: GULLAND, J.A., (FAO) The Fish Resources of the Ocean. Rome 1972, S.246.

SCHAUBILD 12:

BEVÖLKERUNG: Jahr 1000 vor der Zeitrechnung - 1650, BAADE, F.: Welternährungswirtschaft. Hamburg 1956, S. 10.
1650 - 1948: WOYTINSKY, W.S. und E.S. WOYTINSKY: World Population and Production; Trends and Outlook. New York 1953, S. 34.

ENERGIE (KOHLE, GAS, ÖL, WASSERKRAFT, KERNENERGIE):

1820 - 1948: WOYTINSKY, W. S. ...., ebenda, S. 930.
1950 - 1960: DARMSTADTER, J.: Energy Consumption: Trends and Patterns. Appendix. In: Energy, Economic Growth, and the Environment. Edited by SCHURR, Sam H., Baltimore and London 1972. S. 177.
1970: ESSO, Gegenwärtige und künftige Probleme der Energieversorgung. Studie 7. Hamburg 1973, S. 13. - Die Volksrepublik China ist ab 1950 in der hier benutzten Statistik

der Weltenergieerzeugung nicht mehr enthalten. 1969 wurden in China 330 Mill. t Steinkohle erzeugt, das sind etwa 100 kg oder 5 % mehr pro Kopf der Weltbevölkerung als in der unteren Hälfte des Schaubildes 12 für 1960 und 1970 dargestellt sind. Die seit 1913 zu beobachtende Abflachung der Zunahme des Energieangebotes je Kopf der Weltbevölkerung würde damit bei einer entsprechenden Korrektur nicht beseitigt. Vgl. für China Statistisches Jahrbuch der Deutschen Demokratischen Republik, 1972, S. 44 (Internationaler Teil).

EINKOMMEN: 1860 - 1960 ZIMMERMAN, L.J.: Poor Lands, Rich Lands: The Widening Gap. Studies in Economics. New York 1965. - Zuwachsrate des Welteinkommens je Kopf von 3,5 % verlängert bis 1970 nach UN, Yearbook of National Accounts Statistics 1970, Vol. 1, New York 1972, S. 82.

Literatur

1 ABBOTT, John C.: The Efficient Use of World Protein Supplies. "Monthly Bulletin of Agricultural Economics and Statistics", Vol. 21 (1972), No. 6, S. 1 - 8.

2 ALTSCHUL, Aaron M.: Proposals for Activating the Interface between Governments & Technology. "Food Technology", Vol. 47 (1970), S. 18 - 26.

3 BELLI, Pedro: The Economic Implications of Malnutrition. The Dismal Science Revisited. "Economic Development and Cultural Change", Vol. 20 (1971), S. 1 - 23.

4 BENNETT, Merrill K.: Population and Food Supply: The Current Scare. "The Scientific Monthly", Vol. LXVIII, January, No. 1 (1949), S. 17 - 26.

5 BLANCKENBURG, Peter von: Die Eiweißversorgung als Kern des Welternährungsproblems. Möglichkeiten einer Proteinstrategie. "Zeitschrift für ausländische Landwirtschaft", Jg. 9, Heft 1 (1970), S. 1 - 22.

6 BLANCKENBURG, Peter von, und G. LORENZL: Zur Problematik der Ermittlung der Welternährungslage. "Agrarwirtschaft", Jg. 16 (1967), S. 313 - 322.

7 BOERMA, Addeke H.: Adress to the Royal Society Discussion Meeting on Agricultural Productivity in the 1980s. London, 22 March 1973. (Sonderdruck, 13 S.)

8 DERS.: Statement by the Director-General to the FAO Council introducing his Proposal on International Action to Assure Adequate Basic Food Stocks. Rome, 13 June 1973.

9 BROWN, Lester R. und Gail W. FINSTERBUSCH: Man and his Environment: Food. New York, Evanston, San Francisco, London 1972.

10 CLARK, Colin: Die Menschheit wird nicht hungern. Programm zur Ernährung der Weltbevölkerung. Bergisch-Gladbach 1970.

11 DERS.: Besprechung von J. C. TOUTAIN, La Consommation alimentaire en France de 1789 à 1964. "The Economic History Review", Vol. XXVI, 1973 (No. 2), S. 369 f.

12 DUCKHAM, A.N.: Farming Systems of the World. London 1971.

13 DERS.: Human Food Supply and Support Energy. Department of Agriculture. University of Reading. Februar 1973. AND/73/1 (Manuskript).

14 FALK, Andreas: Struktur und Bestimmungsgründe des Verbrauchs an tierischem Eiweiß in der Welt. Diplomarbeit. Kiel 1973.

15 FAO: Agricultural Commodity Projections 1970 - 1980. Vol. II. Rome 1971.

16 FAO: Provisional Indicative World Plan for Agricultural Development. Volume 1 u. 2, Rome 1969.

17 FAO: The World Food Situation. "Monthly Bulletin of Agricultural Economics and Statistics", Vol. 12 (1963), No. 4, S. 1 - 10.

18 FELIX, Fremont: World Markets of Tomorrow. Economic Growth, Population Trends, Energy & Electricity. Quality of Life. London, New York, Evanston, San Francisco 1972.

19 GABRIEL, K.R.: Canonical Decomposition and Factorization of Matrices and its Application to Multivariate Statistical Methods. Jerusalem und Dortmund 1972 (Manuskript, 58 S.).

20 GULLAND, J.A.: (FAO) The Fish Resources of the Ocean. Rome 1972.

21 HAYAMI, Yujiro und Vernon W. RUTTAN: Agricultural Development: An International Perspective. Baltimore 1971.

22 HEMPEL, Gotthilf: Nahrung aus dem Meer: Grenzen und Möglichkeiten. In: Menschen im Jahr 2000. Hrsg. R. JUNGK. Frankfurt am Main 1969, S. 277 - 294.

23 KIRK, Dudley: Prospects for Reducing Birth Rates in Developing Countries: The Interplay of Population and Agricultural Policies. "Food Research Institute Studies in Agricultural Economics, Trade, and Development", Vol. XI, 1971, No. 1, S. 1 - 10.

24 KRACHT, Uwe: Ökonomische Aspekte einer Verbesserung der Eiweißversorgung in Entwicklungsländern durch neuartige eiweißreiche Nahrungsmittel. Landwirtschaftliche Dissertation. Berlin 1972.

25 MARSTRAND, Pauline K. und K.L.R. PAVITT: The Agricultural Sub-System. "Futures. The Journal of Forecasting and Planning", Volume 5, Number 1, February 1973, (Special Issue. The Limits to Growth Controversy.) With a response by Dennis MEADOWS, S. 56 - 65.

26 MEADOWS, Dennis; Donella MEADOWS; Erich ZAHN; Peter MILLING: Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart 1972.

27 MESECK, Gerhard: Die ernährungswirtschaftliche Bedeutung der Fischerei unter weltweiten Aspekten. "Berichte über Landwirtschaft", Bd. 44 (1966), S. 518 - 526.

28 MEYER-ABICH, Klaus: Die ökologische Grenze des Wirtschaftswachstums. "Umschau", Jg. 72 (1972), S. 645 - 649.

29 NELLEN, W.: Umweltstrukturen und ihr Einfluß auf Fischereierträge. Kiel 1973 (Manuskr.)

30 ODUM, Howard T.: Environment, Power, and Society. New York, London, Sydney, Toronto 1971.

31 Report of the FAO Technical Conference on Marine Pollution and its Effects on Living Resources and Fishing. FAO-Fisheries Reports, No. 99, Supplement 1 und No. 102. Rome 1971.

32 RUTHENBERG, Hans: Farming Systems in the Tropics. Oxford 1971.

33 SCHEPER, Wilhelm: Untersuchungen über die Rentabilität der Milchviehhaltung in Indien. Kiel 1973 (Manuskript, 172 S.)

34 SOEDER, C.J.: Verwendung von Mikroalgen für die menschliche Ernährung. Kurzfassung eines Vortrages der DLG-Wintertagung. Wiesbaden 1973.

35 SUKHATME, P.V.: Presidential Adress. Protein Strategy and Agricultural Development. "Indian Journal of Agricultural Economics", Vol. XXVII (1972) No. 1, S. 1 - 23.

36 TAYLER, R.S.: Some Aspects of Energy Use in Crop Production. Department of Agriculture. University of Reading. July 1973 (Manuskript).

37 TOUTAIN, Claude: La consommation alimentaire en France de 1789 à 1964. In: Cahiers de L I. S. E. A. (Economies et Sociétiés), Tome V-No 11. Paris, November 1971, S. 1909 - 2049.

38 WAGENITZ, E.: Fisch-Protein-Konzentrat. Kurzfassung eines Vortrages der DLG-Wintertagung. Wiesbaden 1973.

39 WEBER, A. und E. WEBER: Darstellung der Ernährungssituation in 130 Ländern mit Hilfe des biplot-Verfahrens über eine kanonische Dekomposition (Forschungsvorhaben).

40 WEINBERG, Alvin M.: Nuclear Energy and the Malthusian Dilemma. Zitiert nach: SPORN, PHILIP, Possible Impacts of Environmental Standards on Electric Power, Availability and Costs. In: Energy, Economic Growth, and the Environment. Hrsg.: Sam SCHURR. Washington 1971, S. 69 - 88.

41 WEISS, H.: Sojabohnenerzeugnisse für die menschliche Ernährung. Kurzfassung eines Vortrages der DLG-Wintertagung. Wiesbaden 1973.

42 WILKINSON, Richard G.: Poverty and Progress. London 1973.

43 WILLIAMS, S.W.: Potential of Soybeans as Food in India. "Illinois Agricultural Economics", Vol. 13, (1973), No. 1, S. 1 - 7.

44 WIRTHS, Willi: Über den ernährungsphysiologischen Wert des Fleisches. "Berichte über Landwirtschaft", Bd. 44 (1966) S. 135 - 149.

45 ZIEGELMAYER, W.: Die Ernährung des deutschen Volkes, Dresden und Leipzig 1947.

46 ZIMMERMANN, Louis J.: Poor Lands, Rich Lands: the Widening Gap. Studies in Economics. New York 1965.

Länderkennzeichnung

1. ÄTH = Äthiopien
2. AFG = Afghanistan
3. ALB = Albanien
4. ALG = Algerien
5. ANG = Angola
6. ARG = Argentinien
7. AUS = Australien
8. BELUX = Belgien-Luxemburg
9. BOL = Bolivien
10. BRA = Brasilien
11. BUL = Bulgarien
12. BUR = Burma
13. BRU = Burundi
14. CHL = Chile
15. CHI = China
16. C.RI = Costa Rica
17. DÄN = Dänemark
18. DAH = Dahomey
19. BRD = Bundesrepublik Deutschland
20. DDR = Deutsche Demokratische Republik
21. DOM = Dominikanische Republik
22. EKU = Ekuador
23. ELF = Elfenbeinküste
24. ELS = El Salvador
25. FIN = Finnland
26. FRA = Frankreich
27. GAB = Gabun
28. GAM = Gambia
29. GHA = Ghana
30. GRI = Griechenland
31. GRB = Großbritannien
32. GUA = Guatemala
33. GUI = Guinea
34. GUY = Guyana
35. HAI = Haiti
36. HON = Honduras
37. HOG = Hongkong
38. IND = Indien
39. IDO = Indonesien
40. IRK = Irak
41. IRA = Iran
42. IRL = Irland
43. ISL = Island
44. ISR = Israel
45. ITA = Italien
46. JAM = Jamaica
47. JAP = Japan
48. JEM = Jemen
49. JES = Südjemen
50. JOR = Jordanien
51. JUG = Jugoslawien
52. KMB = Kambodscha
53. KAM = Kamerun
54. KAN = Kanada
55. KEN = Kenia
56. KOL = Kolumbien
57. KON = Kongo
58. KO.N = Nordkorea
59. KO.S = Südkorea
60. KUB = Kuba
61. LAO = Laos
62. LBN = Libanon
63. LIB = Liberia
64. LBY = Libyen
65. MAD = Madagaskar
66. MLW = Malawi
67. MAY = Malaysien
68. MLI = Mali
69. MLT = Malta
70. MAR = Marokko
71. MAU = Mauretanien
72. MTI = Mauritius
73. MEX = Mexiko
74. MON = Mongolei
75. MOZ = Mozambique
76. NEP = Nepal
77. NEU = Neuseeland
78. NIE = Niederlande
79. NIG = Niger
80. NGA = Nigeria
81. NIK = Nikaragua
82. NOR = Norwegen
83. OB.V = Ober Volta
84. ÖST = Österreich
85. PAK = Pakistan
86. PAN = Panama
87. PAR = Paraguay
88. PER = Peru
89. PHI = Philippinen
90. POL = Polen
91. POR = Portugal
92. PUE = Puerto Rico
93. RHO = Rhodesien
94. RUM = Rumänien
95. RUA = Ruanda
96. SAM = Sambia
97. SAU = Saudi Arabien
98. SWE = Schweden
99. SWZ = Schweiz
100. SEN = Senegal
101. SIE = Sierra Leone
102. SIN = Singapur
103. SOM = Somalia
104. SPA = Spanien
105. SRI = Sri Lanka
106. SUD = Sudan
107. S.AF = Südafrika
108. SUR = Surinam
109. SYR = Syrien
110. TAI = Taiwan
111. TAN = Tansania
112. THA = Thailand
113. TOG = Togo
114. TRI = Trinidad und Tobago
115. TSA = Tschad
116. CSE = Tschechoslowakei
117. TÜR = Türkei
118. TUN = Tunesien
119. SSR = Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken
120. UGA = Uganda
121. UNG = Ungarn
122. URU = Uruguay
123. VEN = Venezuela
124. VAR = Vereinigte Arabische Republik
125. USA = Vereinigte Staaten von Amerika
126. VIE.N = Nordvietnam
127. VIE.S = Südvietnam
128. ZAI = Zaire
129. ZAR = Zentralafrikanische Republik
130. ZYP = Zypern