



universität
wien

1961 -
2004

MFA -INDIEN

Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

Materialflussanalyse Indien

Verfasser

Peter Lanz

angestrebter Akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften

Wien, Dezember 2008

Studienkennzahl: A453

Studienrichtung: Diplomstudium Geographie

Studienzweig: Theoretische / Angewandte Geographie

Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie der Universität Wien

Betreuer: Ao. Univ. Prof. Dr. Fridolin Krausmann, IFF/Institut für Soziale Ökologie

„Wir sind das Muster der Dünen in der Wüste und der Nebel im Wald. Wir sind die Flügel der ziehenden Gänse und der Schrei des Ziegenmelkers. Wir sind die Wolken im März, das Auge der Kobra und das Brüllen der Löwen. Wir sind die klaren Schwingungen aus hölzernen Flöten, der Herzschlag der Trommeln. Wir sind die Federn der rosa Flamingos, die Oberfläche der Felsen an steilen Schluchten und die Vulkane, die so alt sind wie die Erinnerung.

Wir müssen unseren Platz im Gleichgewicht mit den übrigen Kreaturen wiederfinden, mit denen wir den Planeten teilen. Unsere menschliche Dimension muss uns wieder bewusst werden, und wir müssen die tiefe Verbindung zu unserem Planeten wiederherstellen: das Band, das alle Dinge vereint und die gemeinsame Quelle allen Lebens ist.“

Kuki Gallmann

VORWORT

Ursprünglich vom Institut für Geographie und Regionalforschung kommend, wo ich mich während des ersten Teils meines Studium vorwiegend mit Sozialgeographie und Kartographie beschäftigte, beschloss ich meinen sozialgeografischen Schwerpunkt am „Institute for Social Ecology and Centre for Environmental History“ zu vertiefen.

Hier kam ich in Kontakt mit Werkzeugen zur angewandten Modellierung und Analyse menschlichen Wirtschaftens auf diesem Planeten, und mit den Auswirkungen sowie möglichen Folgen auf unsere Ökosysteme und deren tieferen Zusammenhänge. In der Human- und Sozialökologie wurden einige Methoden entwickelt die Ausmaße und Auswirkungen der sozioökonomischen Prozesse zu definieren, zu quantifizieren und im Lichte ihrer möglichen und real existierenden Folgen zu bewerten.

Die Untersuchung bestehender und vergangener Muster im vom Menschen gesteuerten Ressourcenverbrauchs und der Zerstörung der natürlichen Lebensgrundlage nimmt eine gewichtige Position im voranschreitenden sozioökonomischen Diskurs ein.

Die Materialflussanalyse (MFA) ist ein kohärentes und gut entwickeltes Werkzeug um den Ressourcenverbrauch von Sozioökonomien über einen längeren Zeitraum hinweg zu messen und vergleichbar, sowie bewertbar zu machen. Aus den gewonnen Ergebnissen kann unter Einbeziehung von Entwicklungstheorien und historischer Daten ein möglicher „Szenarientrichter“ geschaffen werden, um damit Licht auf die nähere Zukunft der natürlichen, wie auch auf die Zukunft der anthropogenen Systeme zu werfen. In Anbetracht der enormen Dimension des Untersuchungsraumes dieser Studie erlangen einige der Ergebnisse Qualität von globalem Ausmaß.

DANKSAGUNG!

Als erstes möchte ich mich bei Fridolin Krausmann, meinen Diplomarbeit Betreuer, bedanken, der mir die Bearbeitung meines Diplomarbeitsthemas ermöglichte, mich immer unterstützte und auch in schwierigen Situationen zur Hilfe stand.

Ebenso danken möchte ich dem Team und den Studenten der Sozialen Ökologie am Wiener IFF, die mich bei Bedarf mit Literatur, Daten und allerlei Hilfestellungen zusätzlichen versorgt haben.

Natürlich gilt mein Dank auch Herrn Univ.-Prof. Dr. Peter Weichhart, der dem Thema zustimmte und mir das Institut für Soziale Ökologie empfahl und mich dorthin verwies.

Die Bewältigung des Studiums hätte sich wohl ohne die Unterstützung meiner Familie, vor allem die meiner Eltern und meiner Schwester schwierig gestaltet. Deshalb bedanke ich mich bei ihnen ganz besonders, dass sie mir immer zur Seite gestanden sind und mich bei meinem Studium gefördert haben.

Zusätzlich bedanke ich mich noch bei all meinen Freunden, die mir stets moralische Unterstützungen boten.

Auch das ganzen Team der Kartographie am Institut für Geographie und Regionalforschung, besonders Herrn Ass.-Prof. Mag. Dr. Andreas Riedl, und meine Studienkollegen dort sollen hier dankend genannt werden, mit ihnen konnte ich die erste Zeit meines Studiums und meinen fachlichen Nebenschwerpunkt realisieren.

Ich möchte allen für ihre Unterstützung und ihre Hilfe danken – keinen einzigen von ihnen hätte ich entbehren können, wobei sich manche nicht einmal bewusst sind, wie sehr sie geholfen haben!

INHALT

VORWORT	3
DANKSAGUNG!	4
INHALT	5
ABKÜRZUNGEN	7
DIAGRAMME	8
TABELLEN UND ABBILDUNGEN	9
1. EINLEITUNG	10
2. METHODEN UND DATENQUELLEN	14
2.0 Einführung in die MFA	16
2.1 Biomasse	23
2.1.1 Haupternteprodukte & Erntenebenprodukte	23
2.1.2 Geweidete Biomasse	28
2.1.3 Holz	40
2.1.4 Fisch	42
2.2 Fossile Energieträger	43
2.3 Mineralien und Erze	44
2.3.1 Nichtmetallische Mineralien	46
2.3.2 Metallische Mineralien und Erze	51
2.4 Handel	53
3. ERGEBNISSE	57
3.1 Inländische Entnahme IE	57
3.1.1 IE Biomasse	59
3.1.2 IE Fossile Energieträger	60
3.1.3 IE Mineralien und Erze	61
3.4 Aussenhandel	64
3.4.1 Importe	64
3.4.2 Exporte	65
3.4.3 Die Physische Handelsbilanz (PHB): Vergleich von Import & Export	68
4. DISKUSSION	72

4.1 IE und Aussenhandel: Vergleich und Gegenüberstellung	72
4.2 Inländischer Materialverbrauch (IMV)	75
4.3 Materialintensität (MI)	78
4.4 Indien in sozio-ökonomischer Transition	80
4.5 Internationaler Vergleich	83
4.5.1 Der Inländische Materialverbrauch (IMV) im internat. Vergleich	84
4.5.2 Die Inländische Entnahme (IE) im internationalen Vergleich	86
4.5.3 Die Physische Handelsbilanz (PHB) im internationalen Vergleich	88
4.5.4 Die Materialintensität (MI) im internationalen Vergleich	90
5. RESÜMEE	98
6. LIST OF LITERATURE	102
7. ANNEX	106
8. ABSTRACT	109
9. LEBENSLAUF	111

ABKÜRZUNGEN

BIP = Bruttoinlandsprodukt	10
Btu = British thermal unit (1 btu = 1 055.05585 joules)	12
CN = combined Nomenclature	53
CUM = solid volume units	39
DE = Domestic Extraction	17
Fm = Festmeter $\hat{=}$ einem Kubikmeter fester Holzmasse (ohne Zwischenräume)	40
GH = Globaler Hektar	94
HDI = Human Development Index	79
HS = Harmonised System	53
IE = Inländische Entnahme	13
IEA = International Energy Agency	42
IMV = Inländischer Materialverbrauch	20
KKP = Kaufkraftparität	10
mT = metrische Tonnen	11
Pg = Petagram (= 10^{15} g = 10^9 mT = 1 Gigatonne)	11
PHB = Physische Handelsbilanz	21
SITC = Standard International Trade Statistic	53
TJ = Terajoule = 10^{12} Joule	43
Tm = Trockenmasse	29
Wg = Wassergehalt	40

DIAGRAMME

DIAGRAMM 1: ERNTEERTRAG VON FUTTERPFLANZEN IN TROCKENMASSE (VOR UND NACH DER WASSERGEHALTSKORREKTUR DER BASISDATEN), UND VON WEIZEN (IN „FRISCHEGEWICHT“) IN INDIEN ZWISCHEN 1961 UND 2004.....	27
DIAGRAMM 2: FUTTERPRODUKTION IN INDIEN, ORIGINAL FAO DATEN UND KORRIGIERT 1961 BIS 2004.....	28
DIAGRAMM 3: VERSORGUNG MIT FUTTERMITTEL DER INDISCHEN NUTZTIERE VON 1961 BIS 2004.....	32
DIAGRAMM 4: RESULTATE DER FUTTERBEDARFSSCHÄTZUNGEN FÜR RINDER UND BÜFFEL 1961-2004.....	34
DIAGRAMM 5: FUTTERBEDARF INDISCHER NUTZTIERE 1961 - 2004.....	37
DIAGRAMM 6: DAS ERGEBNIS DER FUTTERBILANZ INDIEN 1961 BIS 2004. QUELLE: EIGENE BERECHNUNG AUF BASIS VON FAO-STAT 2006.....	38
DIAGRAMM 8: DAS ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG ZUR SAND- UND KIESENTNAHME, ABSOLUT 1952 – 2005.....	50
DIAGRAMM 7: DAS ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG ZUR SAND- UND KIESENTNAHME PER CAPITA 1952 – 2005.....	51
DIAGRAMM 9: GESCHÄTZTES EXPORTAUFKOMMEN IN MT DER UN-COMTRADE KATEGORIE „FLOOR COVERINGS, TAPESTRIES, ETC“ 1975 - 2004.....	55
DIAGRAMM 10: DIE IE DER HAUPTMATERIALKATEGORIEN ABSOLUT (OBEN) UND PRO KOPF (UNTEN) 1961 BIS 2004.....	57
DIAGRAMM 11: IE BIOMASSE UND IHRE HAUPTKATEGORIEN VON 1961 BIS 2004. QUELLEN: FAO-STAT 2006.....	59
DIAGRAMM 12: IE DER FOSSILEN ENERGIETRÄGER NACH HAUPTGRUPPEN VON 1961 BIS 2004.....	60
DIAGRAMM 13: IE DER MINERALIEN NACH HAUPTGRUPPEN VON 1961 BIS 2004.....	61
DIAGRAMM 14: IE DER NICHTMETALLISCHEN MINERALIEN NACH UNTERGRUPPEN VON 1961 BIS 2004.....	62
DIAGRAMM 15: IE DER METALLISCHEN MINERALIEN NACH UNTERGRUPPEN VON 1961 BIS 2004.....	63
DIAGRAMM 16: IMPORTE NACH MFA HAUPTMATERIALKATEGORIEN VON 1961 BIS 2004.....	64
DIAGRAMM 17: VERHÄLTNISS DES IMPORTAUFKOMMENS DER UNTERKATEGORIEN DER MATERIALGRUPPE „FOSSILE ENERGIETRÄGER“ 1961 BIS 2004.....	65
DIAGRAMM 18: EXPORTE NACH MFA HAUPTMATERIALKATEGORIEN VON 1961 BIS 2004.....	66
DIAGRAMM 19: EXPORT DER UNTERKATEGORIEN (AUSWAHL) DER MFA HAUPTKATEGORIE „METALLERZE UND KONZENTRATE, VERARBEITETE METALLE“ 1961 - 2004.....	67
DIAGRAMM 20: IMPORT- UND EXPORTAUFKOMMEN, SOWIE DIE PHYSISCHE HANDELSBILANZ (=IMPORTE – EXPORTE IN ABSOLUTEN ZAHLEN) 1961 BIS 2004.....	68
DIAGRAMM 21: DIE PHYSISCHEN HANDELSBILANZEN DER MFA-HAUPTMATERIALKATEGORIEN VON 1961 BIS 2004.....	69
DIAGRAMM 22: DIE PHYSISCHE HANDELSBILANZEN DER UNTERKATEGORIEN DER MFA-HAUPTMATERIALKATEGORIE „BIOMASSE“ ZWISCHEN 1961 UND 2004.....	70
DIAGRAMM 23: IE, IMPORTE UND EXPORTE IM VERGLEICH 1961 - 2004.....	72
DIAGRAMM 24: VERHÄLTNISS ZWISCHEN IE, IMPORT UND EXPORT DER METALLERZE 1961 - 2004.....	73
DIAGRAMM 25: VERHÄLTNISS ZWISCHEN IE, IMPORT UND EXPORT FOSSILER ENERGIETRÄGER 1961 - 2004.....	73
DIAGRAMM 26: IE UND IMV AUSGEWÄHLTER FOSSILER ENERGIETRÄGER 1961 BIS 2004.....	74
DIAGRAMM 27: IMV NACH MFA HAUPTKATEGORIEN 1961 – 2004.....	75
DIAGRAMM 28: IMV PER CAPITA NACH MFA HAUPTKATEGORIEN 1961 – 2004.....	76
DIAGRAMM 29: IMV DER UNTERKATEGORIEN DER „FOSSILE ENERGIETRÄGER“ 1961-2004.....	77
DIAGRAMM 30: BIP, BEVÖLKERUNG, IMV, IMV DER FOSSILEN ENERGIETRÄGER, MI TOTAL UND MI DER FOSSILEN ENERGIETRÄGER 1961 BIS 2004.....	78
DIAGRAMM 31: HDI, IMV GESAMT UND MI „HUMANITÄR“ 1961 BIS 2004.....	80
DIAGRAMM 32: IMV NACH MFA HAUPTKATEGORIEN IN INDIEN, DEN EU-15 UND DEN USA 2000, ABSOLUT. DAZU EU-15 UND USA IM/CAP.-RATEN PROJIZIERT AUF INDIENS BEVÖLKERUNG.....	84
DIAGRAMM 33: IMV PRO KOPF NACH MFA HAUPTKATEGORIEN IN INDIEN, DEN EU-15 UND DEN USA IN 2000.....	84
DIAGRAMM 34: IMV PRO HEKTAR NACH MFA HAUPTKATEGORIEN IN INDIEN, DEN EU-15 UND DEN USA 2000.....	85
DIAGRAMM 35: IE VON INDIEN, DEN EU-15 UND DEN USA NACH HAUPTMATERIALKATEGORIEN IN 2000, ABS.....	86
DIAGRAMM 36: IE VON INDIEN, DEN EU-15 UND DEN USA NACH HAUPTMATERIALKATEGORIEN IN 2000, PER CAPITA.....	86
DIAGRAMM 37: IE PRO HEKTAR NACH HAUPTMATERIALGRUPPEN IN INDIEN, DEN EU-15 STAATEN, UND IN DEN USA IN 2000.....	87
DIAGRAMM 38: DIE PHBS NACH HAUPTMATERIALGRUPPEN IN INDIEN, DEN EU-15 STAATEN, UND IN DEN USA IN 2000.....	88
DIAGRAMM 39: DIE PHBS PRO PERSON NACH HAUPTMATERIALGRUPPEN IN INDIEN, DEN EU-15 STAATEN, UND IN DEN USA IN 2000.....	89

TABELLEN UND ABBILDUNGEN

TABELLE 1: AUSGEWÄHLTE DEMOGRAFISCHE UND ÖKONOMISCHE INDIKATOREN INDIENS FÜR DAS JAHR 2000 IM GLOBALEN VERGLEICH.	11
TABELLE 2: AUSGEWÄHLTE DEMOGRAFISCHE UND ÖKONOMISCHE INDIKATOREN FÜR INDIEN 1980 - 2000.	12
TABELLE 3: MFA STANDARD-DATENGLIEDERUNG FÜR DEN HANDEL (IMPORT (B) UND EXPORT (C)).	14
TABELLE 4: MFA STANDARD-DATENGLIEDERUNG FÜR DIE INLÄNDISCHE ENTNAHME(IE).	15
TABELLE 5: WASSERGEHALT, ERNTEINDEX UND AUSBEUTEINDEX WICHTIGSTER NUTZPFLANZEN IN INDIEN.	25
TABELLE 6: DIE BERECHNUNG DES ERNTEFAKTORS AM BEISPIEL MAIS.	26
TABELLE 7: WASSERGEHALT VON MARKTFUTTERSORTEN TIERISCHER, SOWIE PFLANZLICHER HERKUNFT.	31
TABELLE 8: GESCHÄTZTER FUTTERBEDARF UND FUTTERKONVERTIERUNGSRATEN FÜR INDISCHE NUTZTIERE.	33
TABELLE 9: MILCHERTRAG PRO NUTZVIEH IN INDIEN 2002.	34
TABELLE 10: NATÜRLICHE UND KULTIVIERTE FLÄCHEN UND DEREN ERTRÄGE WEIDEBARER BIOMASSE IN INDIEN 2004.	39
TABELLE 11: FAKTOREN FÜR DIE KONVERSION VON NADEL- UND LAUBHOLZVOLUMINA IN MASSE MIT 15% WG.	40
TABELLE 12: SCHÄTZUNGEN ZUM BRENNHOLZVERBRAUCH IN INDIEN 1988 - 2000.	42
TABELLE 13: DURCHSCHNITTICHE BRENNWERTE VON ERDGAS PRO GEWICHTSEINHEIT.	44
TABELLE 14: MFA KLASSEIFIKATION FÜR BEWEGTES MATERIAL BEI DER FÖRDERUNG VON BODENSCHÄTZEN.	45
TABELLE 15: FÜR DAS SCHÄTZMODELL ZUM SAND- UND KIESVERBRAUCH VERWENDETE FAKTOREN.	49
TABELLE 16: MINERALANTEILSFAKTOREN DER BRUTTOPRODUKTION WICHTIGSTER INDISCHER ERZE.	52
TABELLE 17: METABOLISCHES PROFIL INDIENS ZWISCHEN 1961 UND 2004.	81
TABELLE 18: AUSGEWÄHLTE INDIZES DER EU-15 STAATEN, VON INDIEN UND DEN USA FÜR 2000.	83
TABELLE 19: MATERIALINTENSITÄT INDIENS, DER EU-15 STAATEN UND DER USA 1980 UND 2000, ABSOLUT UND INDEXIERT.	90
TABELLE 20: UMRECHNUNGSTABELLE ZWISCHEN SITCRev1, SITCRev3 UND MFA STANDARD TABELLEN.	106
TABELLE 21: KONVERSIONSFAKTOREN VON DIVERSEN MAßEINHEITEN IN MASSE FÜR DIE HANDELSSTATISTIKEN DER UNO UND DER IEA.	107
TABELLE 22: ÜBERBLICK ÜBER VERWENDETE KONVERSIONSFAKTOREN.	108

ABBILDUNG 1: BETRACHTUNGSRAUM EINER VOLLSTÄNDIGEN MFA.	16
ABBILDUNG 2: SPEICHER DES ÖKOSYSTEMS UND DES SOZIO-ÖKONOMISCHEN SYSTEMS.	17
ABBILDUNG 3: BEOBACHTETE MATERIALFLÜSSE EINER NATIONALEN MFA. WEIßE PFEILE: IN DIESER STUDIE BEOBACHTETE FLÜSSE; GRAUE PFEILE: NICHT BERÜCKSICHTIGTE MATERIALFLÜSSE.	20
ABBILDUNG 4: SCHÄTZMODELL ZUR INLÄNDISCHEN ENTNAHME VON SAND UND KIES. EIGENE ABBILDUNG.	48
ABBILDUNG 5: ÖKOLOGISCHER FUßABDRUCK PER CAPITA NACH STAATEN, 2001.	94
ABBILDUNG 6: ÖKOLOGISCHER FUßABDRUCK PRO FLÄCHE NACH STAATEN 2001.	95
ABBILDUNG 7: HANPP (% OF NPP) WELTKARTE, 2000.	96

1. EINLEITUNG

Indien ist in vielerlei Hinsicht ein Staat der extremen Dimensionen dessen Sozioökonomie im Jahre 2000 (gemessen am BIP) im globalen Vergleich auf Platz 13 rangierte. Bis 2007 sorgte das seit längerer Zeit anhaltende rasante Wirtschaftswachstum für den Platz als sechstgrößte Wirtschaftsmacht der Erde. Im Gegensatz dazu ist nimmt sich das pro-Kopf Bruttoinlandsprodukt immer noch als sehr niedrig aus und erreichte im Jahre 2000 nur ein Drittel des Weltdurchschnitts, oder 2254US\$ (Tabelle 1).

Indien ist der zweit-bevölkerungsreichste Staat der Erde, Schätzungen zufolge lebt 2008 jeder sechste Mensch, oder 1,32 Milliarden im Land südlich des Himalayas. Die Landesfläche erscheint im Vergleich dazu mit 3,2 Millionen km² relative klein, die Bevölkerungsdichte ist mit 309 Einwohnern pro Quadratkilometer eine der höchsten der Welt, und etwa dreimal so hoch als jenes, der EU-28 Staaten.

Wie Tabelle 1 ebenfalls zeigt, nehmen sich die Nettoprimärproduktion der terrestrischen Ökosysteme (NPP in mT/km²; entspricht der Bioproduktivität) als vergleichsweise wenig produktiv aus, wofür hauptsächlich die vorherrschenden klimatischen Bedingungen wie die lange Trockenzeit von Oktober bis Juni verantwortlich sind (Krausmann et al. 2008). Zusätzlich wirken anthropogene Faktoren wie die Ausweitung von Kulturlandschaftsflächen für Land- und Viehwirtschaft teilweise negativ auf die „Nettoproduktion“ der Biosphäre.

Der Kohlenstoffausstoß der Einwohnerschaft Indiens, welche ungefähr 17% der Weltbevölkerung repräsentiert, erreichte in 2004 lediglich einen Anteil von 4,12 Prozent der weltweiten Emissionen. Schadstoffausstoß und Umweltbelastung einer so niedrigen Stufe zeugen von ressourcenschonender Wirtschafts- und Lebensweise. Sie sind vor allem das Resultat eines geringen materiellen Lebensstandards. Weite Teile der Bevölkerung haben unzureichenden Zugang zu Wasser, elektrischer Energie und infrastruktureller Grundversorgung. Auch der Verbrauch an Primärenergie erreichte in 2000 nur ungefähr 3,4 Prozent des globalen Bedarfs an Energie. Dem deutschen statistischen Bundesamt zufolge kommen in Indien nur 8 Autos (Deutschland: 550) und 59 Mobiltelefone auf 1000 Einwohner (Deutschland: 958). Der Gesamtverbrauch an Primärenergie Indiens ist

vergleichbar mit jenem der viel kleineren Ökonomie von Deutschland, er übersteigt diesen in 2000 um gerade 16% (DESTATIS 2006).

Tabelle 1: Ausgewählte demografische und ökonomische Indikatoren Indiens für das Jahr 2000 im globalen Vergleich.

Quellen: CIA 2008, IEA 2005, Krausmann et al. 2008, UNSD 2007, Haberl et al. 2007., FAO 2005.

	Indien	Rang	Welt	Globaler Anteil Indiens [%]
Population [Mil.]	1.016	2	6.046	16,8
Fläche [Mil. ha]	328	7	13.360	2,46
Bevölkerungsdichte [Cap./km ²]	309	18	45	-
BIP  in KKP]	2254	131	6,665	-
BIP [Mrd. 1990 US\$]	552	13	29.066	1,9
Nettoprimärproduktion (Pg)	1.729	-	118.434	1.46
Kohlenstoffemission [Mil. mT, 2004]	304	146*	7376	4.12
Energieverbrauch, primär [10 ¹⁵ Btu]	13,46	-	398	3,4

* verglichen wurden hier die pro Kopf Werte

Was den Ressourcenverbrauch Indiens und dessen ökologische Auswirkungen dieses zu steigender globaler Relevanz verhilft, ist die Geschwindigkeit mit der sich demografische und wirtschaftliche Entwicklungen während der letzten Jahrzehnte vollzogen. Indien ist ein schnell wachsender Gigant. Neueste nationale Studien (CSO 2007) quantifizierten das indische Wirtschaftswachstum 2006/07 auf 9,2%. Ein Wert, der die globalen (4,1% 2008) und europäischen (1,6% 2008) Prognosen des Internationalen Währungsfonds (IWF 2008) bei weitem übertrifft. Dieses Wachstum wurde 1991 mit der Öffnung der indischen Märkte für ausländische Investoren weiter verstärkt.

Indiens städtische Zentren vollzogen bereits erfolgreich den Wandel hin zu einem entwickelten Land mit konkurrenzfähigem Dienstleistungssektor, welche bereits den Großteil (55%) der dynamischen Entwicklung der indischen Wirtschaftsleistung verantworten. Dem vorausgegangen sind weitreichende Umbrüche die gesellschaftliche und soziale Ordnung betreffend. Seit dem frühen 20. Jahrhundert beginnt sich das Varna-Kasten-System aufzuweichen, welchen jeden Hindi von Geburt an unveränderlich einen bestimmten Sozialstatus auferlegte. Mit zunehmender Chancengleichheit und zunehmender Hoffnung, die soziale und berufliche Stellung verbessern zu können, war ein Teil des Weges hin zu den beobachteten wirtschaftlichen Entwicklungen des Subkontinents geebnet.

Wie in Tabelle 2 erschlossen verzeichnete das BIP zwischen 1980 und 2000 einen

Anstieg von insgesamt 300%, was ein durchschnittliches Wachstum von 15% pro Jahr bedeutet. Diese Entwicklung ließ im selben Zeitraum den Verbrauch an Primärenergie um mehr als 400% in die Höhe schnellen.

Analysen der Altersstruktur der indischen Bevölkerung lassen weiteres dynamisches Wachstum erwarten: 37 Prozent aller Inder waren 1991 jünger als 15 Jahre (CSO 2003). Eine Studie im Auftrag der Netherlands Environmental Assessment Agency (*Vries HJM et al., 2007*) sieht auf Indien eine weitere dynamische Perioden zukommen, geprägt durch rasante Entwicklungen in Punkto Lebensstandards, Wirtschaftsleistung, sowie Ressourcenverbrauch.

Weitreichende Veränderungen und ein sprunghaftes Wachstum zeichneten sich während der letzten Jahrzehnte auch im Bereich der Demografie ab. Das aktuelle Bevölkerungswachstum liegt bei 1,606% was ein jährliches Plus von 18,15 Millionen Einwohnern ergibt (UN 2007). Neueste Prognosen sehen Indien auf dem Weg China – zurzeit das bevölkerungsreichste Land der Erde – bis 2025 zu überholen um dann zirka 1,65 Milliarden Menschen zu beheimaten. (Le Monde diplomatique 2007).

Tabelle 2: Ausgewählte demografische und ökonomische Indikatoren für Indien 1980 - 2000.
Quellen: FAO 2005, UN 2007 and IEA 2005.

	1980	1990	2000
Verbrauch von Primärenergie [10^{15} Btu]	4.04	7.88	13.46
BIP [Mrd. 1990 \$US]	184	324	552
Population [Millionen]	688	846	1,017

Das beschriebene schnell vonstatten gehende Wachstum der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts in Indien bringt weitreichende ernst zu nehmende soziale und ökologische Probleme mit sich. Aktuelle ökologische Problemfelder sind unter Anderem Entwaldung, Oberflächenerosion, verschiedene Arten von Übernutzung, Desertifikation und die Vergiftung von Böden, Gewässer und der Luft verursacht durch Industrieabfälle, Emissionen des Verkehrs, der Landwirtschaft (Düngemittel) sowie von Produktionsstätten. 5 der 20 Städte, die weltweit unter schlimmsten Luftwerten leiden, befinden sich in Indien (CIA Factbook 2008).

Die Bevölkerung lässt sich grob in zwei Fraktionen unterteilen, konzentriert man sich auf Faktoren wie den Verbrauch von Ressourcen und den Grad des Entwicklungsstandes. Geschätzte ein Viertel der Gesamtbevölkerung lebt und

arbeitet offiziell im „modernen Indien“ der städtischen Ballungsräume mit seinem vergleichsweise guten Bildungsgrad und hohen städtischen Lebensstandards inklusive guter Versorgung mit medizinischen infrastrukturellen Einrichtungen (FAO-STAT 2006). Das Leben der übrigen 75% (fast 1 Milliarde Menschen) ist geprägt von ärmlicheren ländlichen Bedingungen (oder städtischen Slums), unzureichendem Zugang zu Einrichtungen des Bildungssystems, und unzureichender Versorgung mit Wasser, Nahrungsmitteln, basismedizinischen Gütern, und elektrischem Strom, bis hin zu einer verkürzten Lebenserwartung. Dem CIA-Factbook zufolge fielen nach aktuellen Schätzungen 25% aller Inder unter die Armutsgrenze.

Nach immer wieder auftretenden Hungersnöten und Engpässen der Grundversorgung bis ins 20. Jahrhundert hinein konnte die Basislebensmittelversorgung für die Bevölkerung in den vergangenen beiden Dekaden flächendeckend hergestellt werden. Hungersnöte scheinen damit gebannt zu sein. Dass zufriedenstellende humanitäre Standards noch nicht erreicht wurden belegt die relativ hohe Säuglingssterblichkeit, 2007 erlebten durchschnittlich 35,6 von 1000 Kindern in Indien ihren ersten Geburtstag nicht (zum Vergleich Österreich: 2.4; WHO 2005);

Das Ausmaß und die Geschwindigkeit der vor sich gehenden Entwicklungen in Indien verwandeln dieses Land in einem gewichtigen Faktor globaler politischer, ökonomischer und ökologischer Situationen. Vorliegende Studie verwendet den sozio-metabolischen Ansatz einer MFA um die Größe und die Struktur der physischen Ökonomie Indiens zu analysieren. Materialflüsse wie die „Inländische Entnahme“ (IE; engl.: Domestic Extraction (DE)) und der Handel (Importe und Exporte) werden im Zeitraum zwischen 1961 und 2004 quantifiziert, analysiert und diskutiert. Die angestrebten Berechnungen zielen auf eine detaillierte Untersuchung und Diskussion des Verbrauchs und der Versorgung des sozio-ökonomische Systems Indien mit Ressourcen ab. Detaillierte Analysen dieser Materialflüsse sollen Einblicke in den steigenden Druck geben, dem das indische Ökosystem ausgesetzt ist. Die Ergebnisse ermöglichen im Weiteren Aussagen über die Entwicklung des Verbrauchs verschiedener Materialkategorien pro Einwohner und pro Flächeneinheit. Um eine höhere Aussagekraft der Ergebnisse zu erreichen sollen diese im internationalen Vergleich diskutiert werden.

2. METHODEN UND DATENQUELLEN

Dieses Kapitel nennt verwendete nationale und internationale Datenquellen, beschreibt die Modellierung fehlender, und den Umgang mit fragwürdiger und ungenauer Daten und stellt verwendete Vorgangsweisen zur Datenvalidierung, sowie der Identifikation fehlerhafter Quellen dar.

Die wichtigsten Arbeitsschritte zur Datenaufbereitung und Gliederung direkter Materialströme nach Materialkategorien folgen dem MFA Compilation Guide (Eurostat 2001) und den MFA Standardtabellen (Weisz et al. 2007; Tabelle 3 und Tabelle 4). Diese Methodik, die in ihrer ursprünglichen Intention zur Erfassung der Materialflüsse hoch entwickelter Staaten der westlichen Welt entwickelt wurde, musste in vielerlei Hinsicht an die wirtschaftlichen, klimatischen und sozialen Verhältnisse in Indien angepasst werden.

Schätzverfahren zur Modellierung fehlender Daten wurden dementsprechenden Adaptierungen unterzogen, oder mussten – je nach Datenverfügbarkeit - neu entworfen werden, denn die Verfügbarkeit und Qualität statistischer Daten, die indischen Materialflüsse abbildend, liegen unter europäischen Niveaus. Der Modellierung fehlender Zeitreihen wurden regional-spezifische Schätzmethoden zugrundegelegt, wie beispielsweise im Falle der von Nutztieren geweideten Biomasse, der Verwendung von Erntenebenprodukten oder bei der Quantifizierung des Sand- und Kiesverbrauchs. Alle drei repräsentieren gewichtige Kategorien im Gesamtergebnis des indischen Materialumschlags, was die Notwendigkeit genauer und nachvollziehbarer Schätzmethoden an prominente Stelle rücken ließ.

Tabelle 3: MFA Standard-Datengliederung für den Handel (Import (B) und Export (C)).
Quelle: Weisz et al., 2007.

1digit-level	2digit-level	3digit-level
B/C.1. Biomasse und Biomasseprodukte	Die 2- und 3digit-level Unterkategorien für die Gruppen 1 bis 4 sind die gleichen wie in Tabelle 4.	
B/C.2. Metallerze und Konzentrate, verarbeitete Metalle		
B/C.3. Nichtmetallische Mineralien, ursprünglich und verarbeitet		
B/C.4. Fossile Energieträger, ursprünglich und verarbeitet		
B/C.5. Andere Produkte		
B/C.6. Abfall importiert zur endgültigen Behandlung und Entsorgung		

Tabelle 4: MFA Standard-Datengliederung für die Inländische Entnahme(IE).

Quellen: Weisz et al., 2007, teilweise modifiziert.

1digit-level	2digit-level	3digit-level
A.1. Biomasse	A.1.1. Feldfrüchte	A.1.1.1. Getreide A.1.1.2. Knollen- und Wurzelfrüchte A.1.1.3. Zuckerrüben A.1.1.4. Hülsenfrüchte A.1.1.5. Nüsse A.1.1.6. Ölfrüchte A.1.1.7. Gemüse A.1.1.8. Früchte A.1.1.9. Faserpflanzen A.1.1.10. Andere Feldfrüchte (z.B. Kräuter, Kaffee, Tabak, Gummi, etc.)
	A.1.2. Erntenebenprodukte (genutzte)	A.1.2.1. Stroh A.1.2.2. Andere Erntenebenprodukte (Rübenblätter etc.)
	A.1.3. Futterpflanzen incl. Ernte von Wiesen und Weiden	A.1.3.1. Futterpflanzen
A.1.4. Biomasse, direkt geweidet	A.1.5. Holz	A.1.5.1. Industrieholz A.1.5.2. Brennholz und andere Entnahme
	A.1.6. Fisch und andere Meeresfrüchte A.1.7. Jagd und Sammeln	
A.2. Metallerze (Roherze)	A.2.1. Eisenerze A.2.2. Nicht-Eisen Metallerze	A.2.2.1. Kupfererze A.2.2.2. Nickelerze A.2.2.3. Bleierze A.2.2.4. Zinkerze A.2.2.5. Zinnerze A.2.2.6. Gold, Silber, Platin und andere wertvolle Metallerze A.2.2.7. Bauxit und andere Aluminiumerze A.2.2.8. Uran und Thoriumerze A.2.2.9. Andere Metallerze
A.3. Nichtmetallische Mineralien	A.3.1. Zier- und Mauersteine A.3.2. Kalkstein, Gips, Kreide und Dolomit A.3.3. Schiefer	
A.3.4. Kies und Sand	A.3.5. Ton und Kaolin (Porzellanerde) A.3.6. Chemische Mineralien und Düngeminerale A.3.7. Salz A.3.8. Andere Bergbauprodukte A.3.9. Bodenaushub, nur wenn genutzt (z.B. für Bauarbeiten)	
A.4. Fossile Energieträger	A.4.1. Braunkohle, inkl. Ölschiefer und Teersande A.4.2. Steinkohle A.4.3. Erdöl A.4.4. Erdgas A.4.5. Torf	

2.0 EINFÜHRUNG IN DIE MFA

Die ersten Materialflussanalysen für Nationalökonomien (nMFA) der heutigen Machart, entstammen den frühen 1990er Jahren und beschäftigten sich mit Österreich (Steurer 1992), Japan (Ministry of the Environment, Government of Japan

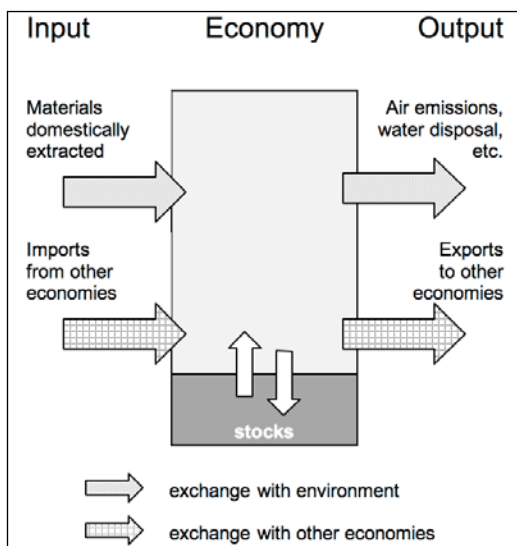


Abbildung 1: Betrachtungsraum einer vollständigen MFA.

Quelle: Weisz et al. 2007.

1992) und Deutschland (Schütz und Bringezu 1993) 2001 entwickelte dann Eurostat das erste Methodenhandbuch für eine nMFA. Ein Jahr später präsentierte man darauf aufbauend die erste vollständige offizielle MFA für die EU, profunde Schätz- und Gliederungsmethoden enthaltend. Zwischen 2004 und 2006, die Eurostat intensivierte mit der Gründung der „Eurostat MFA Task Force“ ihre Anstrengungen, schritt eine kontinuierliche Verbesserung rund um die Methoden der Stoffstromanalyse voran, welche 2007 in einem überarbeiteten Methodenhandbuch von Eurostat gipfelte (Weisz et al. 2007). Diese neue Version der

MFA-Methodik liegt dieser MFA von Indien zugrunde.

Das steigende Bewusstsein der Politik im Bereich eines nachhaltigen Ressourcenverbrauchs gewährte dem Konzept der MFA Einlass in diverse nationale und EU-weite statistische Programme. Die in ihr vereinigten konsistenten Methoden zur Quantifizierung der physischen Dimension sämtlicher sozio-ökonomischer Prozesse eines Systems oder Staates, gewann während der letzten Jahre zunehmend an Bedeutung.

Die MFA bietet einen Überblick über alle Materialien, eine nationale Ökonomie hineingehend, beziehungsweise aus ihr herausfließend (Abbildung 1). Zudem werden Veränderungen der Bestände („Speicher“; engl.: „stocks“) an diversen Materialien registriert. Sie basiert konzeptuell auf einem simplen systematischen Modell eines Staates, eingebettet in seine natürlich-physische Umwelt und begrenzt durch andere nationale Ökonomien. Dieses sozio-ökonomische System ist materiell

und energetisch offen, es kommt zum Austausch von Energie und Materialien mit der natürlichen Umwelt und anderen Wirtschaftssystemen.

Die Masse (in metrischen Tonnen (mT)) aller observierten Materialflüsse werden an der Stelle in Raum und Zeit gemessen, an der sie eine Grenze dieses Systems einer nationalen Ökonomie überschreiten, weshalb präzise Definitionen dieser Grenzen eine essentielle Voraussetzung darstellt (Weisz et al. 2007):

1. Administrative Grenzen zu benachbarten Nationen:

Materialflüsse (sämtliche Handelsströme: Import, Export), diese real existierenden Grenzen überschreitend, besitzen Relevanz im Sinne einer MFA. Sie repräsentieren materiellen Austausch zwischen nationalen Ökonomien.

2. Definierte Grenze zur natürlichen Umwelt:

Diese physisch-real nicht existierende Grenze muss durch MFA

Konventionen eine präzise Definition erfahren. Alle Materialien, die diese Grenze überschreiten, werden dem Hauptmaterialfluss der Inländischen Entnahme(IE) zugeordnet. Für eine eindeutige Festlegung dieser Grenze

muss zuvor Klarheit im Bezug auf die Systemzugehörigkeit existierender Bestände, zwischen denen sie verläuft, herrschen. Abbildung 2 bildet diese Grenze zwischen ökologischem und sozioökonomischen System – die wichtigsten MFA-relevanten Bestände dieser beiden System trennend – ab (Weisz et al. 2007). Alle Materialien die diese Grenzen überschreiten stellen den materiellen Austausch zwischen Gesellschaft (nationaler Ökonomie) und der natürlichen Umwelt (Ökosystem) dar.

Für das sozio-ökonomische System sind dies die Artefakte, die Nutztiere und der Mensch:

Artefakte sind primär künstlich verarbeitete und von Menschenhand hergestellte, fix

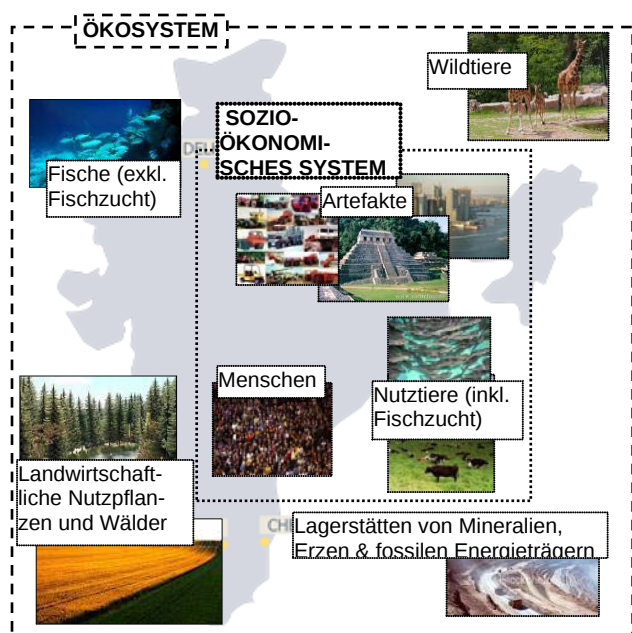


Abbildung 2: Speicher des Ökosystems und des sozio-ökonomischen Systems.
Quelle: Weisz et al. 2007 bzw. eigene Illustration.

installierte Anlagen wie zum Beispiel die gebaute Infrastruktur, Maschinen, Gebrauchsgüter, Rückstände verbrauchter Produkte etc.. Zu dieser Kategorie zu zählen sind außerdem lang haltbare Waren, welche für den Endverbrauch bestimmt sind (z.B. Haushaltsgeräte).

Die Entscheidung, Menschen und Nutztiere als physische Speicher, innerhalb des sozio-ökonomischen Systems beheimatet und damit als Teil dieses anzusehen, bringt Konsequenzen für die MFA mit sich. Denn all jene Materialflüsse, notwendig für die Produktion, Reproduktion und Versorgung der Menschen und Nutztiere, werden dadurch für eine MFA zu-relevanten Stoffströmen und werden der Inländischen Entnahme zugeordnet.

Jene Speicher dagegen, die als Quellen für die primäre Entnahme von Rohmaterialien aus der Natur fungieren werden als Teile des Ökosystems, und damit außerhalb des sozio-ökonomischen Systems stehend, angesehen. Dazu zählen Lagerstätten von Mineralien, Erzen, fossiler Energieträger etc., landwirtschaftliche Nutzpflanzen oder Wälder.

Materialentnahmen aus diesen natürlichen Speichern werden als IE deklariert, genauso wie das Jagen von Wildtieren oder der Fischfang, sofern er außerhalb der Aquakulturen stattfindet. Fische in Aquakulturen werden als Nutztiere angesehen, sie leben vor allem nur von der Futtergabe des Menschen. Die „colonization intensity“ von Ökosystemen (siehe Fischer-Kowalski und Weisz, 2005), also der Grad der Einflussnahme des Menschen auf solche Monokulturen, bestimmt die Klassifizierung als entweder natürliches, oder schon sozio-ökonomisches Subsystem.

Parallel zu dieser Konzeption beeinflussten auch praktische Gründe die Systemzuteilung einzelner bestimmter physischer Bestände. Eine Zuteilung der Nutzpflanzen zum System der national Ökonomie beispielsweise würde den Arbeitsaufwand erheblich steigern, da in diesem Falle der vollständige Metabolismus dieser Pflanzen abgebildet hätte werden müssen (Aufnahme von CO₂ und Nährstoffen usw.). Eine Systemgrenze auf anorganischer Ebene gezogen wäre schwer zu erfassen gewesen.

BESONDERHEITEN UND ADAPTIONEN DER MFA FÜR INDIEN

In einer vollständigen MFA werden Materialflüsse fester, flüssiger und gasförmiger Aggregatzustände einbezogen (Abbildung 1). Ausgenommen vom Beobachtungsspektrum sind lediglich Abwässer und Luft.

Vorliegende MFA konzentriert sich ausschließlich auf die Erfassung der Hauptmaterialflüsse Inländische Entnahme (IE) und Handel (Import, Export) (Abbildung 3). Nicht einbezogen wurden ungenutzt entnommenes Rohmaterial, indirekte Materialflüsse, sektorale Desaggregation von Stoffströmen, Emissionen und Abfälle in fester, flüssiger und gasartiger Form, ausgestoßen vom sozio-ökonomischen System und im Ökosystem abgelagert. Den Berechnungen dieser MFA ebenfalls ausgeschlossen sind natürliche Ströme (z.B. Gewässer, Wind) sowie Materialflüsse, innerhalb des sozio-ökonomischen Systems verlaufend.

Den beiden genannten Hauptmaterialflüssen IE und Handel liegt ein fundamentales Unterscheidungsmerkmal zugrunde: gemäß den MFA Konventionen sind Materialien der IE immer primäre, dem natürlichem System direkt entnommene Rohmaterialien. Die IE beinhaltet demnach durch Menschenhand, durch Menschen kontrollierte technische Hilfsmittel oder mithilfe von Nutztieren gezielt und willentlich entnommenes Rohmaterial. Handelsströme dagegen beinhalten keine Rohmaterialien sondern Produkte, welche bereits mehr oder weniger intensive Umwandlungs- und Transformationsprozesse erfuhren, bevor sie sozio-ökonomische Systemgrenzen überschritten.

Nicht für ökonomische Prozesse zweckbestimmt entnommenes oder bewegtes Material wird dem Stoffstrom „ungenutzte Entnahme“, auch „versteckte Materialflüsse“ genannt, zugerechnet (Abbildung 3). Diese sind schwer zu quantifizieren und dieser MFA nicht einbezogen, Beispiele dafür sind das Abraumgestein über Minen, die ungenutzten Teile gefällter Bäume oder ungenutzte, am Feld verbleibende Erntenebenprodukte.

Eine weitere Kategorie in dieser MFA nicht beobachteter Stoffströme stellen die „indirekten Flüsse“ dar. Es handelt sich dabei um materielle Vorleistungen importierter oder exportierter Güter. Die Entnahme des ursprünglichen Rohmaterials

muss in diesem Fall einem anderen sozio-ökonomischen System angehören
Ökosystem stattgefunden haben.

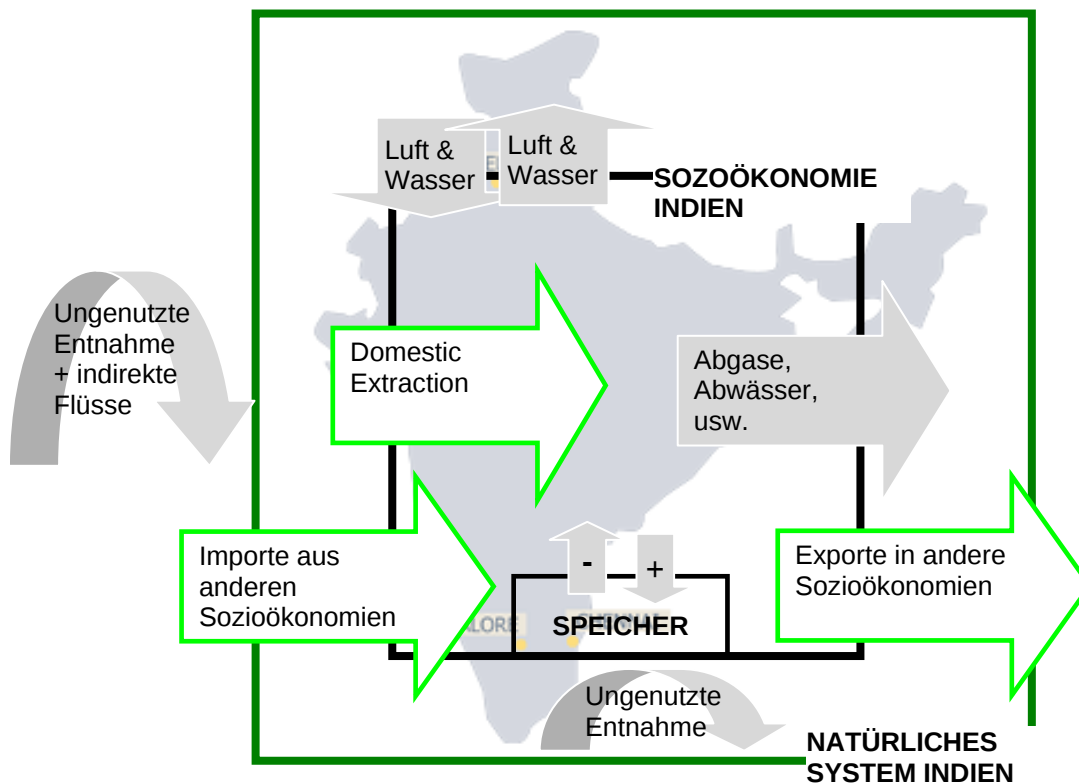


Abbildung 3: Beobachtete Materialflüsse einer nationalen MFA. Weiße Pfeile: in dieser Studie beobachtete Flüsse; graue Pfeile: nicht berücksichtigte Materialflüsse.
Quelle: Eigene Abbildung, Weisz et al 2007.

AUSWERTUNG

Diese Studie quantifiziert die inländische Entnahme (IE) und die Handelsströme (Import & Export) um die so gewonnenen Daten zu aussagekräftigen Überblicksindikatoren zu aggregieren.

Primär wird sich die Auswertung der Ergebnisse um zwei Hauptindikatoren bewegen:

Der Inländische Materialverbrauch (IMV; engl.: Domestic Material Consumption (DMC))

$$\text{Inländischer Materialverbrauch} = IE + \text{Importe} - \text{Exporte}$$

steht, aufgrund seiner hohen Aussagekraft den Ressourcenverbrauch betreffend, im Vordergrund. Dieser Indikator gibt die Menge an verbrauchten Ressourcen an, die während bestimmter ökonomischer Prozesse, sowie von Verbrauchern durch Endnutzung umgesetzt werden. Er repräsentiert außerdem die theoretische Summe an Materialien, die ein sozioökonomisches System speichern oder in Abfälle und

Emissionen umwandeln könnte. Demzufolge kann dieser Indikator auch als „Nationales Abfallpotential“ betitelt werden (Weisz et al. 2005b).

Der zweite Hauptindikator, die Physische Handelsbilanz (PHB; engl.: Physical Trade Balance: PTB)

Physische Handelsbilanz = Importe – Exporte

bildet das (Un-)Gleichgewicht der Handelsströme ab. Je nach Ausformung dieses Indikators lässt sich die betreffende Ökonomie als Netto Importeur oder -Exporteur von unterschiedlichen Materialgruppen titulieren. Dieser physischen Handelsbilanz können Hinweise in Punkto der Abhängigkeit von anderen Nationen, bestimmte Produktgruppen betreffend, abgeleitet werden. Genauso lassen sich jene Materialkategorien ausfindig machen, welche primär exportiert werden und womit also die nationale Selbstversorgung gewährleistet werden kann.

Zusätzlich werden die Analyseergebnisse zum IMV, der den Input in das sozio-ökonomische System repräsentiert, mit Output-Indikatoren dieses Systems verglichen. Solche Indikatoren, die „Leistung“ des Systems messend, sind zum Beispiel in wirtschaftlicher Hinsicht das Bruttoinlandsprodukt (BIP). In sozialer und humanitärer Blickweise kann der Human Development Index (HDI) als ungefähres Leistungsmaß eines Staates herangezogen werden. Es handelt sich hierbei um eine „Maßzahl der menschlichen Entwicklung bestimmter Regionen“, 1990 von der UNO eingeführt (UNDP 2008). Verglichen werden das Einkommen (BIP/Cap.) in Kaufkraftparitäten, die Lebenserwartung und der Bildungsgrad (mit Hilfe der Alphabetisierungs- und der Einschulungsrate) der Bevölkerung. In beiden Fällen ist das Ergebnis ein Materialintensitätsindikator der angibt, wie viel Materialumsatz mit einer bestimmten Wirtschaftsleistung oder Lebensstandard verbunden ist. Mathematisch löst sich diese Rechnung wie folgt:

$$\text{Materialintensität} = \frac{\text{IMV}}{\text{BIP}} \quad \text{beziehungsweise} \quad \text{Materialintensität}_{\text{SOZIAL}} = \frac{\text{IMV}}{\text{HDI}}$$

DATENQUELLEN

Diese MFA von Indien fußt größtenteils auf internationalen statistischen Datenbanken und Berichten. Als wichtigste Quellen fungierten das US Geological Survey (USGS Mineral Statistics 2007), das “Industrial Commodity Production Statistics Dataset” der Vereinten Nationen (UN 2007), die statistischen Datenbanken der Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen (FAOSTAT 2005-2008), und die Energiestatistiken der internationale Energiebehörde (IEA 2005, 2007). Um diese Datengrundlage einer Validierung zuzuführen, wurden neben relevanten Fallstudien und Berichten eine Auswahl der periodischen Berichte der Central Statistical Organization of India (CSO 1965, 1975, 1985, 2003, 2005, 2006) herangezogen. Erkenntnisse aus anderen nicht-periodischen Studien und Erhebungen konnten zusätzlich zur Verbesserung der Datenqualität und der Modell- und Schätzannahmen beitragen. Im Falle fehlender Datengrundlagen musste, zur Minimierung des Risikos von Schätzfehlern, in den jeweiligen Modellrechnungen auf konservative Annahmen zurückgegriffen werden.

Um diese Zeitreihen von Materialflüssen, dem Basisergebnis einer jeden MFA, in einem analytischen Licht vor dem Hintergrund gleichzeitiger ökonomischer, ökologischer, sozialer und demographischer Entwicklungen und Veränderungen einer nationalen Ökonomie erscheinen zu lassen und interpretieren zu können, wurden folgende Parameter und Quellen herangezogen:

- Art und Größe vorherrschender Landnutzungsarten: FAO Datenbanken enthalten Zeitreihen zur Landnutzung bis 1960 zurückreichend und das Territorium Indiens in Hauptkategorien wie „fruchtbares Land“, „aktiv bewirtschaftetes Land“, „Wälder“ oder „andere Flächen“ einteilend. Solche Indikatoren lassen Berechnungen die Produktivität bestimmter Flächen betreffend zu.
- Viehbestand: Diese landwirtschaftlichen Bestandsgrößen können ebenfalls den FAO Datenbanken, nach Hauptgattungen getrennt, entnommen werden. Sie dienen als Ausgangsindikatoren für die Futterbedarfsschätzung und die Futterbilanz.
- Bevölkerungszahlen: Um von den absoluten Materialflüssen die Relation zur Gesamtbevölkerung (oder zu Ausschnitten dieser z.B. ländliche Bevölkerung)

und zur Bevölkerungsentwicklung herzustellen, wurden der FAO Datenbank die offiziellen Bevölkerungsstatistiken Indiens 1960 bis 2004 entnommen.

- Bruttoinlandsprodukt (BIP): Das BIP (in konstanten Preisen von 1990 in US\$) aus Berechnungen der Vereinten Nationen (UN 2007) wurde als Repräsentant für das wirtschaftliche Output verwendet und für die Darstellung der Effizienz der Ressourcennutzung (oder: Grad der wirtschaftlichen Dematerialisierung) einbezogen.
- Human Development Index (HDI) (UNDP 2007/2008): Der Human Development Index ist ein Index, dem soziale, humanitäre und wirtschaftliche Aspekte einfließen und die Lebensstandards von Staaten vergleicht. In dieser MFA wird die Entwicklung der Lebensstandards in Indien mit dem Ressourcenverbrauch nach Materialkategorien verglichen, um zusätzliche Interpretationsmöglichkeiten zu erschließen.

2.1 BIOMASSE

Als primäre Datenquelle zur IE von Biomasse aus dem Ökosystem, in das die indische Ökonomie eingebettet ist, fungierte die FAOSTAT, die statistische Datenbank der Food and Agriculture Organization (FAO 2006). Diese Datenbank beinhaltet lange Zeitreihen die land- und forstwirtschaftliche Produktion betreffend. Des Weiteren wurden Daten zur Fischproduktion und dem Fischbestand in Indien aus der Fischerei Datenbank der FAO (FISHSTAT 2005) entnommen.

Wichtige Materialflüsse aus Biomasse, welche nicht in oben genannten Quellen abgedeckt werden, wie beispielsweise gegraste Biomasse, Feuerholz, oder vom Menschen verwendete Erntenebenprodukte, mussten mittels Schätzverfahren modelliert werden. Um die Qualität der verwendeten Daten zu kontrollieren, wurden periodisch nationale Jahrbücher und Statistiken zur Gegenprobe zitiert.

2.1.1 HAUPTERNTEPRODUKTE & ERNTENEHENPRODUKTE

HAUPTERNTEPRODUKTE (engl.: PRIMARY CROPS)

Die Entnahme von primär geernteter Biomasse stellt eine gewichtige Materialkategorie dar. Landwirtschaftliche Nutzflächen stellen 6% der Gesamtfläche

Indiens. Die Food and Agriculture Organization (FAO 2005) bietet verlässliche Daten zur landwirtschaftlichen Produktion und zu Ertrag und Größe bewirtschafteter Flächen seit 1960, die Datensammlung für Indien deckt 83 verschiedene Nutzpflanzen ab. Den größten Anteil an der indischen Primärernte machen hier Zuckerrüben und Getreide aus, zuletzt in 2004 zusammen über zwei Drittel. Nach einem Gegencheck mit nationalen Statistiken zur landwirtschaftlichen Produktion (CSO 1965, 1975, 1985, 2003, DESTATIS 2006) wurden die Ernteprodukte den Kategorien der MFA Standardtabellen (siehe Tabelle 4 und Tabelle 3) folgend zugeordnet.

ERNTENEHENPRODUKTE

Die landwirtschaftliche Produktion bringt ein großes Aufkommen von Erntenebenprodukten mit sich (zirka zwei Drittel der Feldfruchternte), welches nach der Haupternte größtenteils ebenfalls dem Ökosystem entnommen, und einer sozio-ökonomischen Nutzung zugeführt wird.

Diesem Materialfluss sind alle, nach der Ernte am Feld zurückbleibenden und brauchbaren Biomassen zugeordnet, wie zum Beispiel Blätter und Halme abgeernteter Nutzpflanzen. In Indien wird ein Großteil dieser Nebenprodukte genutzt, sie stellen einen essentiellen Anteil in der Futterversorgung indischer Nutztiere dar, werden auch als Baumaterial eingesetzt und als Energieträger verfeuert. Jener, vom Menschen genutzte Teil der Erntenebenprodukte, wird der Inländischen Entnahme (IE) zugeordnet.

Aufgrund fehlender Daten zur Produktion und Verwendung dieser Ernterückstände musste dieser Materialfluss geschätzt werden. Tabelle 5 bietet eine Übersicht der Erntefaktoren, mit welchen das Gewicht der Erntenebenprodukte indischer Nutzpflanzen errechnet wurde. Als Ausgangswert dient die Masse der geernteten landwirtschaftlichen Haupternteprodukte, welche mittels Multiplikation mit den jeweiligen Erntefaktoren die Gesamtbiomasse der Nutzpflanzen ergeben.

Diese Erntefaktoren können stark variieren – je nach klimatischen Bedingungen, Kulturtechniken und Jahreszeit. Trotzdem konnten generalisierende Annahmen getroffen werden. Für diese MFA wurden Faktoren für die wichtigsten Nutzpflanzen in Indien bei Krausmann (et al. 2008) gefunden, welche auf Ernteindizes, erhoben in

Fallstudien in den wichtigsten Weltregionen, basiert (Wirsenius 2000). Aus diesen Ernteindizes folgern sich die in Tabelle 5 aufgelisteten Erntefaktoren:

$$\text{Erntefaktor}_{\text{GATTUNG}} = \frac{1 - \text{Ernteindex}}{\text{Ernteindex}}$$

Aus der gleichen Quelle stammen die „Ausbeutefaktoren“ (Tabelle 5), welche den Anteil der vom Menschen genutzten Erntenebenprodukte quantifiziert. Praktisch gesprochen wird niemals die Gesamtheit aller, nach der Ernte am Feld zurückbleibenden Nebenprodukte verwendet. Um den Anteil der tatsächlich verwendeten Ernterückstände, die in Indien vom Ökosystem in das sozio-ökonomische System überführt werden und damit Teil der Inländischen Entnahme sind, berechnen zu können, wurden diese Ausbeutefaktoren implementiert. Sie schwanken in Indien zwischen 50% und 90%, und wurden den Berechnungen der verwendeten Erntenebenprodukte wie folgt appliziert:

$$\text{Verwendete Erntenebenprodukte} = \text{Primäre Ernte} \times \text{Erntefaktor} \times \text{Ausbeutefaktor}$$

Tabelle 5: Wassergehalt, Ernteindex und Ausbeuteindex wichtigster Nutzpflanzen in Indien. Quelle: Krausmann et al. 2008.

Wassergehalt (in %)	Gattung	Erntefaktor	Ausbeutefaktor
14	Weizen, anderes Getreide	1.7	0.9
14	Reis, roh	1.5	0.9
14	Gerste	1.7	0.9
14	Mais	3.5	0.9
12	Hirse	3.5	0.9
11	Sorghumhirse	3.5	0.9
10	Bohnen, trocken	0.7	0.5
11	Erbsen, trocken	0.7	0.5
11	Straucherbse	0.7	0.5
11	Linsen	0.7	0.5
10	Hülsenfrüchte	0.4	0.5
10	Sojabohnen	1.5	0.5
6	Erdnüsse inkl. Schalen	1.5	0.5
83	Zuckerrübe	0.7	0.9
70	Tomaten	1	0.75
70	Süßtomaten	1	0.75
70	Cassava	0.8	0.75
65 – 80*	Futterpflanzen	1.3	0.9

* FAO-STAT Datenbanken verzeichneten bis 1984 die Futterpflanzenernte mit 80% Wassergehalt, 1985 änderten sich die Konventionen, Massen werden seither mit 65% Wassergehalt angegeben.

Die angenommenen Erntefaktoren basieren auf regionalen Fallstudien, die lokalen Konditionen des Pflanzenwachstums berücksichtigend. Für einen Gegenvergleich dieser Faktoren wurden Berechnungen des International Crop Science Congress herangezogen (ICSC 2004). Tabelle 6 zeigt beispielhaft die Berechnung eines solchen Faktors auf der Grundlage von in Indien durchgeführten Fallstudien. In aktuellem Beispiel wurde der nicht gewichtete Durchschnitt als bester Wert angenommen welcher mit 1,7 deutlich unter jenem, für diese MFA angenommenen Faktor von 3,5 (Tabelle 5), liegt.

Tabelle 6: Die Berechnung des Erntefaktors am Beispiel Mais.
Quelle: ICSC 2004.

Fall	Ernteindex
F1	0.51
F2	0.50
F3	0.43
F4	0.28
F5	0.12
F6	0.03

$$\bar{\text{Ernteindex}} = \sum \text{Fälle} \div \text{Anzahl der Fälle} = 1,87 \div 6 = 0,37$$

$$\text{Ernteindex [0.37]} \triangleq \text{Erntefaktor [1,7]} \quad \left(\text{Erntefaktor} = \frac{1 - \text{Ernteindex}}{\text{Ernteindex}} \right)$$

FUTTERPFLANZEN

Die statistischen Angaben die Futterpflanzen betreffend verlangen aufgrund der Datenlage besondere Aufmerksamkeit:

Im Falle Indiens listet die FAO nur die Überkategorie („Fodder crops nes.“) Es ist unklar, was diese Kategorie enthält, aufgrund ihrer Ausmaße allerdings kann angenommen werden, dass sich sämtliche in Indien kultivierte

Futterpflanzengattungen von Gräsern über Kleearten bis Mais in dieser Kategorie vereint wissen. Dazu kommt ein augenscheinlicher Datensprung von -40% dieser Zeitreihe bei 100 Millionen Tonnen 1984 auf nur mehr knapp über 60 Millionen Tonnen in 1985. Der Grund dafür liegt in Veränderungen der Erhebungsmethoden der FAO: bis zu jenem Zeitpunkt wurden Futterpflanzen mit ihrem „Frischegewicht“ bei 80% Wassergehalt angegeben, danach änderte die FAO ihre Konventionen und listete die Futterpflanzen mit 65% Wassergehalt.

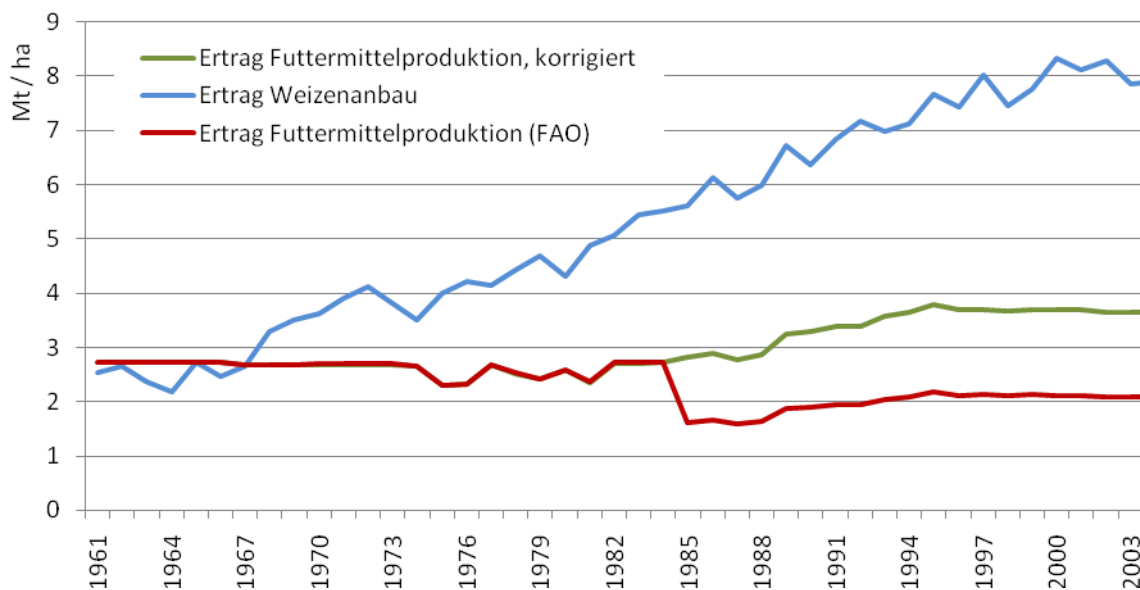


Diagramm 1: Ernteertrag von Futterpflanzen in Trockenmasse (vor und nach der Wassergehaltskorrektur der Basisdaten), und von Weizen (in „Frischegewicht“) in Indien zwischen 1961 und 2004.
Quelle: FAO-STAT 2005.

Bei der Reduzierung des Wassergehaltes laut MFA Konventionen auf einheitliche 15% musste diese Änderung der FAO Konventionen durch Adaption der unten abgebildeten Formel ausgeglichen werden. Diagramm 1 zeigt den Ertrag der Trockenmasse beider Zeitreihen – vor und nach der Vereinheitlichung des Wassergehaltes – und zeichnet ein sehr plausibles Bild der regulierten Datenreihe. Die originale, nicht regulierte FAO-Zeitreihe dagegen bildet im Jahre 1984 einen nicht zu erklärenden Ertragseinbruch von fast drei Tonnen pro Hektar auf knapp über zwei mT/ha in 1985 ab. Auch neben der, zum Vergleich abgebildeten Ernteertrag indischen Weizens, scheint dieser plötzliche Ertragsabfall unwahrscheinlich.

Diagramm 2 zeichnet die Zeitreihen der Futterproduktion in absoluten Werten der originalen FAO Daten, sowie der korrigierten, auf einheitlichen Wassergehalt reduzierten Zeitreihe. Korrigierte Werte konnten anschließend mit einheitlichen 15% Wassergehalt in die MFA Standard Tabellen unter korrespondierender Kategorie eingetragen werden. Die Vereinheitlichung der unterschiedlichen Wassergehalte geernteter Nutzpflanzen (Tabelle 5) auf „luftgetrocknet“ ($\approx 15\%$ laut MFA Guide; siehe Weisz et al. 2007) wurde konform folgender Formel kalkuliert:

$$Masse_{\text{LUFTGETROCKNET}} = Masse_{\text{FRISCH}} \times \left(\frac{1 - \text{Wassergehalt "frisch"}}{1 - \text{Wassergehalt "luftgetrocknet"}} \right)$$

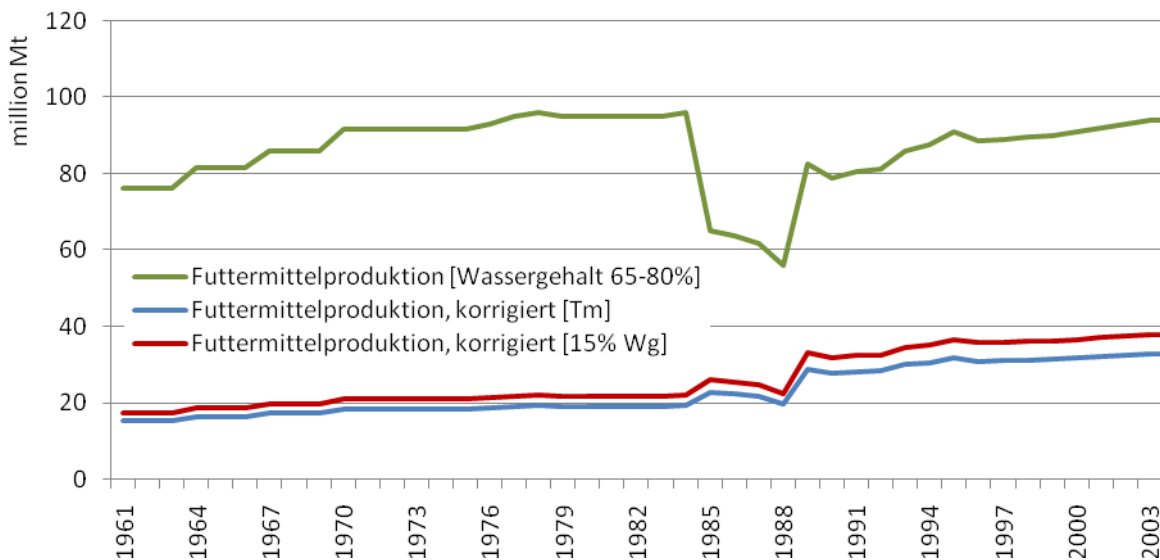


Diagramm 2: Futterproduktion in Indien, original FAO Daten und korrigiert 1961 bis 2004.
Quelle: FAO-STAT 2005.

2.1.2 GEWEIDETE BIOMASSE

Wiederkäuer nahmen in Indiens Landwirtschaft seit jeher eine prominente Stellung ein, sei es wirtschaftlicher, sei es kultureller Natur. Sie tragen als Arbeitstiere einen wichtigen Anteil zur landwirtschaftlichen Leistungserbringung bei, versorgen die Bevölkerung mit Fleisch¹ und Milch und ihre Ausscheidungen werden als natürlicher Dung zur Nährstoffversorgung landwirtschaftlicher Böden, sowie als Heizmaterial verwendet.

Rinder repräsentieren in Indien den größten Teil des Nutztviehbestandes, hauptsächlich konzentrieren sich die Rinderfarmen im nordwestlichen Bundesstaat Rajasthan. 2003 verfügte Indien über 97 Millionen Büffel und 187 Million Kühe, was 14% vom weltweiten Rinderbestand ausmachte (FAO 2006). Diese traditionell starke Abhängigkeit vom Rind in Indien manifestiert sich auch in Indiens wichtigster Religion. Die „heiligen Kühe“ prägen das tägliche Leben und sind ein zentrales Symbol des Hinduismus.

Zu einem großen Teil ernähren sich Indiens Nutztiere auf natürliche Art: sie grasen

¹ Dem indischen Zensus (CSO 2001) zufolge sind ~20% der indischen Bevölkerung keine Angehörigen des Hinduismus und sind damit potentielle Rindfleischkonsumenten.

Alle denkbaren Arten von fruchtbaren Flächen bieten hierzu die Grundlage: Landwirtschaftliche Anbaubereiche, abgeerntete Flächen, Wälder und Parks, aber auch städtische Gebiete und Ödland dienen den Tieren als Futterquelle. Beim grasen vollzieht sich Entnahme von Biomasse aus dem natürlichen System in das sozio-ökonomische System, weshalb diese Materialien zur direkten Entnahme (IE) zählen.

Aufgrund fehlender statistischer Daten zu diesem Materialfluss musste ein Schätzmodell entworfen werden: eine Futterbilanz auf Trockengewichtsbasis stellt Schätzungen zu Futterbedarf und Futterbestand indischer grasender Nutztiere. Das Grundprinzip gestaltet sich wie folgt:

$$\text{Geweidete Biomasse} = \text{Futterbedarf grasender Tiere} - (\text{bekanntes})\text{Futterangebot}$$

(alle Werte in Trockenmasse (Tm))

Für die beiden Seiten der Futterbilanz wurden jeweils der gesamte Futterbedarf sämtlicher indischer Nutztiergattungen, sowie die Summe verfügbarer Futtermittel mit Hilfe statistischer Datenbanken möglichst genau berechnet, beziehungsweise geschätzt. Die Differenz zwischen Futterbedarf und Futterangebot wird als "gegraste Biomasse" angesehen, und der Inländischen Entnahme (IE) von Biomasse zugeordnet.

VERFÜGBARE FUTTERMITTEL

Die Summe der, für Nutztiere verfügbaren Futtermittel in Indien setzt sich aus den drei Hauptkategorien Futterpflanzen, Marktfutter und als Futter verwendeter Erntenebenprodukte zusammen:

$$\text{Futtermittelangebot} = \text{Futterpflanzen} + (\text{Marktfutter} \times 1,5) + \text{verfütterte Erntenebenprodukte}$$

(alle Werte in Tm)

- Futterpflanzen sind all jene Pflanzen, die exklusiv für die Futtermittelproduktion angebaut wurden. Relevante statistische Daten wurden aus den statischen

Datenbanken der FAO (2006) entnommen, und mit jährlichen Aufzeichnungen nationaler Statistiken validiert (CSO 1965, 1975, 1985, 2003).

Unter Verwendung der Faktoren aus Tabelle 3 wurden die Feuchtegehalte der Pflanzen auf einheitliche 0% reduziert, und damit auf das theoretische Gewicht der Trockenmasse reduziert. Futterpflanzen repräsentieren eine vergleichsweise kleine, aber trotzdem signifikante Kategorie der gesamten Futterversorgung obwohl die Daten der FAO und des statistischen Zentralamts in Indien nur eine einzige Untergruppe zu dieser Überschrift enthalten („Fodder crops nes.“).

- Die Kategorie Marktfutter enthält alle handelbaren (und aktuell am indischen Markt angebotenen) Futterarten. Typische Beispiele sind diverse Getreidearten, Erntenebenprodukte wie Bagassen, oder auch Tiermehl und anderes Futter auf Tierbasis (Tabelle 5). Als primäre Datenquelle wurden die FAO Commodity balance sheets (FAO 2006) verwendet, die Angaben zur Menge der verwendeten Marktfutter bereithält. Die zentrale statistische Organisation von Indien fungierte zusätzlich als Datenlieferant, deren Aufzeichnungen beim Validieren der FAO Daten Verwendung fanden (CSO 1965, 1975, 1985, 2003).

Im Vergleich mit Futterpflanzen und Erntenebenprodukten zeichnet sich Marktfutter durch einen höheren Nährwertgehalt (= Energiegehalt) aus. Aufgrund der Tatsache, dass die Futterbilanz auf den Mengen jener Energie basiert, welche von den Nutztieren mit dem Futter aufgenommen, und in Nahrungsmittel umgewandelt wird, muss dem höheren Energiegehalt des Marktfutters Rechnung getragen werden. Hierfür wurde ein Multiplikationsfaktor von 1,5 nach Krausmann et al. 2008 verwendet.

Die FAO führen ihre Futtermittelstatistik inklusive des Wassergehalts der Pflanzen bei der Ernte (Frischgewicht), genauso verfahren auch die nationalen statistischen Behörden in Indien. Um die Daten für diese Futterbilanz verwendbar und vergleichbar zu machen, musste das theoretische Trockengewicht kalkuliert werden. Hierfür wurden Schätzungen des Wassergehalts der wichtigsten indischen Nutzpflanzen unmittelbar nach der Ernte (=Frischwassergehalt) von Löhr (1990; Tabelle 7) verwendet.

Tabelle 7: Wassergehalt von Marktfuttersorten tierischer, sowie pflanzlicher Herkunft.
Quelle: Löhr L., 1990.

Art	Wassergehalt [%]	Art	Wassergehalt [%]
Gerste	14	Sonstige Hülsenfrüchte	10
Bohnen	80	Raps und Senf Nebenprod.	10
Kleie	10	Reis (Flächen-Äquivalent)	14
Kokosnuss-Nebenprodukte	10	Sesam Nebenprodukte	10
Baumwolle	10	Hirse	11
Baumwolle-Nebenprodukte	10	Sojabohnen Nebenprodukte	10
Erdnuss-Nebenprodukte	10	Zucker und Süßungsmittel	1
Erdnuss (mit Schale)	10	Zuckerrübe	83
Mais	14	Sonnenblumen Nebenprod.	10
Hirse	12	Weizen	14
Melasse (Zuckersirup)	32	Fischöl	0
Hafer	10	Fischmehl	10
Sonstige Ölpflanzen	10	Sonstige Fischprodukte	75
Sonstige Ölsaaten-Nebenprod.	10	Milch, abgeschöpft	90
Erbsen	78	Fisch, pelagial	75
		Molke	93

- Erntenebenprodukte, welche als Futter verwendet werden, stellen die dritte Kategorie in der Futtermittelversorgung Indiens. Weite Teile jener Biomasse, die nach der Ernte am Feld verbleiben oder bei der Weiterverarbeitung zu Lebensmitteln ausgeschieden werden, finden als Futtermittel Verwendung. Genaue statistische Angaben hierzu existieren nicht, darum musste zur Rekonstruktion jener Massen ein Schätzverfahren angewendet werden.

Die Basis bildete hierzu eine extensive Literaturanalyse (Saxena 1997, Ravindranath und Hall 1995, FAO 1998, FSI 1998, UNDP 2007) betreffend der Verwendungsarten von Erntenebenprodukten in Indien. UN-Schätzungen kommen beispielsweise zu dem Schluss, dass 85% aller Erntenebenprodukte in Indien verfüttert werden, Ravindranath und Hall dagegen definieren diesen Futteranteil mit 66% - gleichzeitig der geringste Wert aller zitierten Schätzmodelle. Die Mehrzahl aller herangezogenen Modelle bewegt sich um einen Anteil von 73% aller Erntenebenprodukte die als Futter Verwendung finden, weshalb dieser Faktor schlussendlich ausgewählt wurde. Unter Verwendung der in Tabelle 3 aufgelisteten Standard-Feuchtegehalte wurden Feuchtegehalte der Nebenprodukte reduziert um das Trockengewicht zu bestimmen.

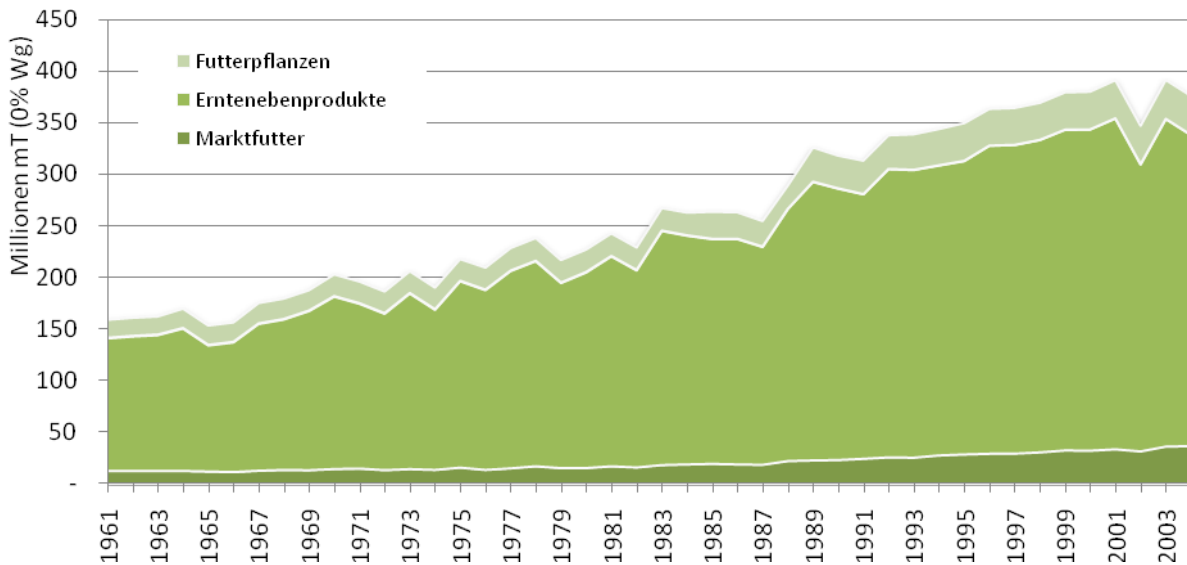


Diagramm 3: Versorgung mit Futtermittel der indischen Nutztiere von 1961 bis 2004.
Quellen: siehe Text.

Diagramm 3 bietet einen Überblick über die Futterversorgungssituation in Indien. Es ist allgemein ein stark ansteigender Trend zu beobachten, wobei die Kategorie der Erntenebenprodukte seit 1961 konstant mehr als 80% ausmachte. Die dynamischste Entwicklung erfuhr die Gruppe Marktfutter, welche sich seit 1961 verdreifachte. Die Futterpflanzenproduktion konnte sich im selben Zeitraum verdoppeln, Ähnliches gilt für die Erntenebenprodukte. Insgesamt verfügbare Massen an Futtermittel steigerten sich von 150 Millionen Tonnen in 1961 auf fast 400 Millionen Tonnen in 2004. Ein sich, in diesem Zeitraum demografisch und ökonomisch rasant entwickelndes Indien mit schnell wachsender Nachfrage nach Nahrungs- und Futtermittel zeichnet verantwortlich für diese Entwicklung. Dazu kommen verbesserte, sowie intensivierte landwirtschaftliche Produktionsstandards mit ständig steigenden Ertragsraten, größtenteils getragen vom Einsatz fossiler Brennstoffe.

FUTTERBEDARF

FAO Statistiken enthalten Informationen zu Produktion und Bestand der 12 wichtigsten Nutztierarten in Indien. Diese Daten bilden die Basis für die Berechnungen des Futterbedarfs indischer Nutztiere. Für die Gattungen wurden, abhängig von der Verfügbarkeit relevanter Daten, verschiedene Schätzverfahren angewandt. In Tabelle 8 sind die hierbei kalkulierten und verwendeten

gattungsspezifischen Futterkonvertierungsraten und die artspezifisch geschätzten Futterbedarfe zusammengefasst.

Tabelle 8: Geschätzter Futterbedarf und Futterkonvertierungsraten für indische Nutztiere.

Quellen: Krausmann et al. 2008, FAO FISHSTAT 2005.

Gattung	Geschätzter Futterbedarf [kg(Tm)/Cap./Tag]	Futterkonvertierungsraten
Rinder & Büffel	(5.6 – 6.3)*	Milchertrag × 0.002 + 4.84
Rinder & Büffel	(5.4 – 6.0)*	Schlachtgewicht × 0.036 + 1.7
Schweine	(0.65 – 0.76)*	Fleisch × 8.0
Geflügel	(0.03 – 0.1)*	Eier × 3.8
Geflügel	(0.03 – 0.1)*	Fleisch × 5.1
Schafe	1.0	
Ziegen	1.0	
Pferde	10.0	
Esel	6.0	
Maultiere	6.0	
Kamele	10.0	
Garnelen		Fischfleisch × 1.5
Karpfen		Fischfleisch × 2.5

* aus Futterkonvertierungsraten berechnet

Um den Futterbedarf von Rindern und Büffel über die Zeit zu errechnen wurden zwei Schätzmodelle kombiniert (Krausmann et al. 2008). Eines der Modelle basiert auf der Verbindung zwischen dem Milchertrag und verbrauchter Futtermittel (Methode1), das andere fußt auf dem Verhältnis zwischen verbrauchter Futtermittel und dem Schlachtgewicht der Tiere. Daten zur Quantifizierung aufgewendeter Futtermittel wurden einer, sich über 190 Ländern erstreckenden Studie über Biomasseverwertung entnommen. Produktionsstatistiken landwirtschaftlicher Güter wie Milch und Fleisch konnten FAO Statistiken entnommen werden. Auf diesem Wege kalkulierte Futterbedarfsschätzungen sind in Diagramm 4 dargestellt. Beide Methoden ergaben sehr ähnliche Resultate für den Futterbedarf von Rindern und Büffeln, für die tatsächliche Schätzung wurde der Durchschnitt beider Ergebnisse berechnet, und mit Zahlen der FAO zum Nutztierbestand multipliziert:

$$Futterbedarf_{Rinder\&Büffel} = \emptyset [Methode1, Methode2] \times Viehbestand$$

Wobei gilt:

$$Methode\ 1: Futterbedarf_{Rinder\&Büffel} = Milchproduktion \times Futterkonvertierungsrate_{Milch}$$

$$Methode\ 2: Futterbedarf_{Rinder\&Büffel} = Schlachtgewicht \times Futterkonvertierungsrate_{Fleisch}$$

Dieses Schätzverfahren berücksichtigt die Altersstruktur des Viehbestands, die Struktur des Produktionssystems und die Säugungsperioden weiblicher Rinder, welche sich in den Produktionsstatistiken landwirtschaftlicher Güter widerspiegeln.

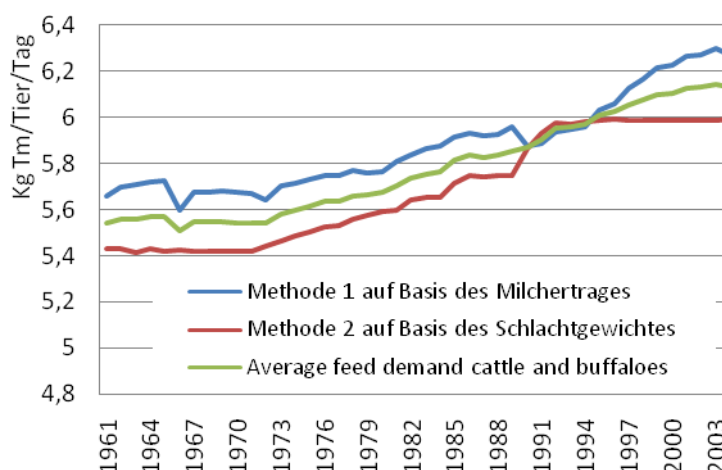


Diagramm 4: Resultate der Futterbedarfsschätzungen für Rinder und Büffel 1961-2004.
Quelle: eigene Berechnung auf Basis von Weisz et al. 2007, Krausmann et al. 2008.

Einer Studie über die Milchproduktion in Indien (Sharma et al. 2003; Tabelle 9) entnommenen Werte zum Milchertrag indischer Rinder und Büffel wurden zur Validierung der verwendeten Milchertragsdaten herangezogen. Diese liegen um fast ein Dreifaches höher. Trotzdem wurden für diese Arbeit die konservativeren Ergebnisse der Modellrechnung von Krausmann verwendet um dem Faktum Rechnung zu tragen, dass in Indien ein großer Teil des Nutzviehs unter mangelhaften Bedingungen gehalten wird. Nicht ausreichende Futterversorgung führt zu herabgesetzten Milcherträgen, sich weit unter kommerziellen Produktionsstandards einpendelnd. Thematisiert wird damit nicht kommerziell gehaltenes Nutzvieh, welches in Tabelle 9 zugrundeliegenden Berechnungen nur teilweise (Klein- und Mittelbtriebe) berücksichtigt wurde.

Wie bei den Rindern und Büffel beruht die Schätzung des Futterbedarfes von Geflügel auf Futterkonversionsraten, die den Futterbedarf mit dem Aufkommen produzierter Eier und Geflügelfleisch miteinander in Beziehung setzen. Die dafür notwendigen

Tabelle 9: Milchertrag pro Nutzvieh in Indien 2002.
Quelle: Sharma, V.P., et al. Annex III, 2003.

	Büffelmilchertrag [Liter/Tag]	Kuhmilchertrag [Liter/Tag]
<i>Farmen der nördlichen Zonen</i>		
Klein & Mittel	5.8 – 6.1	8.4 – 8,7
Groß	6.7	11.7
Kommerziell	8.2	13.1
Durchschnitt	6.9	12.3
<i>Farmen der westlichen Zonen</i>		
Klein & Mittel	5.6 - 5.7	8.8 - 8.9
Groß	5.9	9.5
Kommerziell	6.7	10.7
Durchschnitt	6.1	9.8

Konversionsfaktoren wurden aus Krausmann (et al. 2008) entnommen, und basieren auf Studien von Wirsenius (2000). Die Daten bezüglich der Produktion von Eiern und Geflügelfleisch entstammen wiederum von der FAO (2006). Die Resultate dieser beiden Futterbedarfsrechnungen für Eier und für Schlachtfleisch wurden wie folgt addiert:

$$\text{Futterbedarf}_{\text{Geflügel}} = \text{Futterbedarf}_{\text{Eier}} + \text{Futterbedarf}_{\text{Geflügelfleisch}}$$

wobei:

$$\text{Produzierte Eier} \times \text{Futterkonversionsrate}_{\text{Eier}} = \text{Futterbedarf}_{\text{Eier}}$$

$$\text{Geflügelfleisch} \times \text{Futterkonversionsrate}_{\text{Geflügelfleisch}} = \text{Futterbedarf}_{\text{Geflügelfleisch}}$$

(alle Werte in Tm)

Um den Futterbedarf der Schweine in Indien zu berechnen wurden, genauso wie im Falle des Geflügels, Futterkonversionsraten von Krausmann et al. (2008) verwendet, um sie mit den FAO Daten (2006) zur Schweinefleischproduktion zu multiplizieren.

$$\text{Futterbedarf}_{\text{Schweine}} = \text{Schweinefleisch} \times \text{Futterkonversionsrate}_{\text{Schweinefleisch}}$$

(alle Werte in Tm)

Bevor der Aufwand an Futtermittel für indischen Fisch berechnet werden kann, musste eine signifikante Zweiteilung in den FAO FISHSTAT Daten (2005) getroffen werden. Nicht domestizierter, und am offenen Ozean gefangener Fisch wird in der Futterbilanz nicht berücksichtigt, sein Futterbedarf wurde außer acht gelassen. All jener Fisch dagegen, gezüchtet in Süß- oder Salzwasserkulturen und versorgt mit Marktfutter, ist Teil der Futterbilanz und sein Futterbedarf musste modelliert werden.

Eine Analyse der FAO-Daten zur indischen Aquakultur-Fischproduktion kristallisierte die beiden Kategorien „Karpfen“ und „Garnelen“ als die mit Abstand größten heraus. Futterkonversionsraten für Garnelen wurden aus einer FAO getragenen Studie von Sastradiwirja (1986) zitiert. Die Dissertation von Renard (2005) definiert Futterkonversionsraten für Karpfen zwischen 1,5 und 4,0, bei einem in vorliegender

Arbeit verwendeten „best guess“ von 2,5. Um diese Faktoren zu validiert wurden zusätzlich Studien von Kongeo (1990), der FAO (2006) und von Molyneaux (2006) herangezogen. Diese Futterkonversionsraten wurden mit Daten zur Fischproduktion der FAO (FISHSTAT 2005) multipliziert:

$$\text{Futterbedarf}_{\text{Fisch}} = \text{Fischfleisch} \times \text{Futterkonversionsrate}_{\text{Fisch}}$$

(alle Werte in Tm)

Die Futterbedarfsmodelle aller übrigen Gattungen, wie zum Beispiel derer der Pferde oder der Schafe (Tabelle 8), funktionieren mit vereinfachten Annahmen. Hierzu wurden Daten zum Viehbestand von der FAO (2006) mit Faktoren zum pro-Kopf und pro-Jahr Futterbedarf multipliziert. Krausmann (et al. 2008) stellt eine Sammlung solcher Faktoren bereit, basierend auf Hohenecker (1981) und Wirsenius (2000).

$$\text{Futterbedarf}_{\text{sonstige Gattungen}} = \text{Viehbestand} \times \text{Futterbedarf (pro Kopf)}$$

(alle Werte in Tm)

Diagramm 5 zeigt das Resultat der Futterbedarfskalkulation, die Entwicklungen seit 1961 umfassend. Augenfällig ist die Dominanz des Bedarfes an Futtermittel für Kühe und Büffel, welcher sich von ungefähr 500 Millionen Tonnen in 1961, auf 700 Millionen Tonnen 2004 entwickelte, und die Triebfeder einer ständig steigenden Nachfrage nach Futter darstellte. Als zweit- und dritt wichtigste Kategorien dieser Thematik sind zudem die Ziegen und die Schafe separat abgebildet, sie präsentieren sich verschwindend klein.

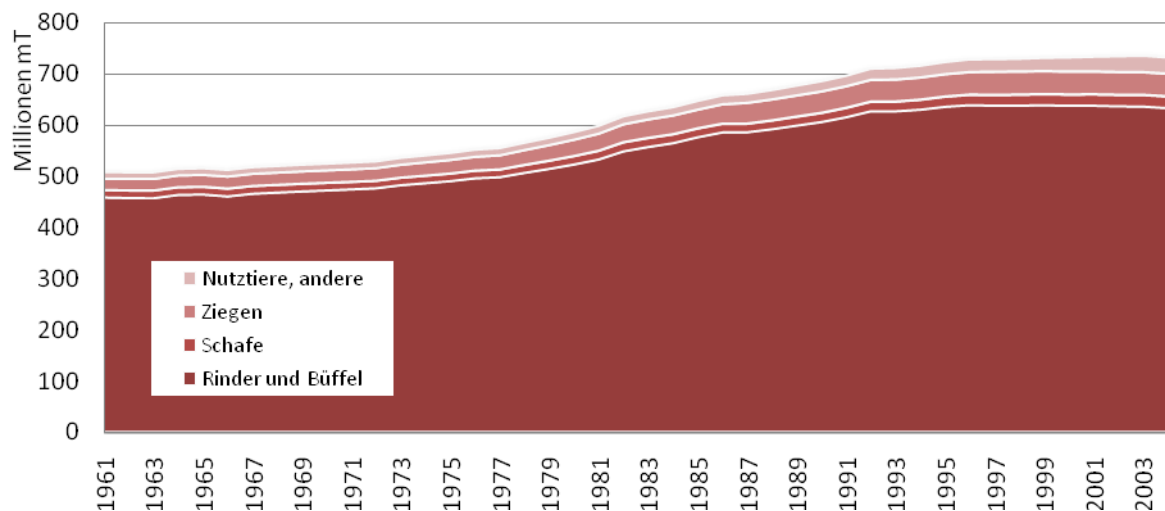


Diagramm 5: Futterbedarf indischer Nutztier 1961 - 2004.

Quellen: siehe Text.

Gründe für den allgemeinen Anstieg sind der steigende Bedarf an Nutztieren und intensivierte landwirtschaftliche Produktionsabläufe (welche den Futterbedarf pro Nutztier ansteigen lassen). Die dadurch explodierende Nachfrage nach Lebensmittel und Nutztieren verlangt eine immer umfangreichere Futtermittelversorgung.

Verglichen mit dem Wachstum indischer Bevölkerungszahlen ist dieser Anstieg als moderat zu bewerten.

FUTTERBILANZ

Diagramm 6 stellt mit dem Futterbedarf indischer Nutztier und dem verfügbaren Futterangebot die beiden Seiten der Futterbilanz in Trockenmasse gegenüber. Die Differenz dieser beiden Positionen wird als direkt geweidete Biomasse angesehen (=„Weidelücke“), und in den MFA Standard Tabellen der gleichlautenden Kategorie zugerechnet.

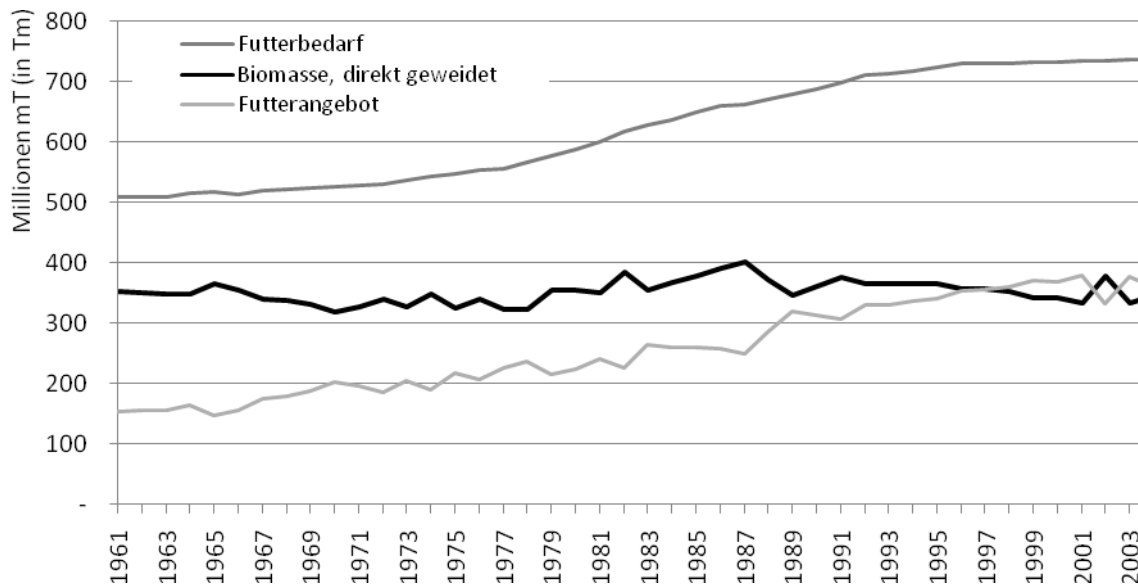


Diagramm 6: Das Ergebnis der Futterbilanz Indien 1961 bis 2004.
 Quelle: eigene Berechnung auf Basis von FAO-STAT 2006.

Diese, im Gesamtaufkommen der Inländischen Entnahme von Biomasse sehr prominente Kategorie (zirka ein Fünftel), verbleibt seit 1961 auf konstant hohem Niveau von zirka 350 Millionen Tonnen (in Tm). Futterangebot und -nachfrage stiegen gleichförmig um zirka 200 Millionen Tonnen, was eine Steigerung des Futtermittelangebots von mehr als 140% seit 1961 ergibt. Dadurch überstieg die Versorgung der Nutztiere in Indien mit Futtermitteln erstmals 1996 jene Menge Biomasse, welche vom Vieh selbst direkt auf fruchtbaren Flächen gegrazt wurde. Die Verbesserung des Futterangebots ist primär auf gesteigerte Erträge der Landwirtschaft zur Versorgung der schnell wachsenden indischen Bevölkerung zurückzuführen. Dies bewirkte ein erhöhtes Anfallen landwirtschaftlicher Erntenebenprodukte (von 128 Millionen Tonnen auf 320 Millionen Tonnen Tm), welche den wichtigsten Teil der Futtermittelversorgung abdecken.

Mit der Schätzung des Weidepotentials soll für das errechnete Kontingent an geweideter Biomasse eine theoretische Basis geschaffen werden. Sie Plausibilität der errechneten "Weidelücke" (=grazing gap) ist dann gegeben, wenn es das Weidepotential indischer Flächen nicht übersteigt.

WEIDEPOTENTIAL

Das Weidepotential kann nur grob abgeschätzt werden, verlässliche Angaben zu den Flächen die tatsächlich beweidet werden und den entsprechenden Erträgen fehlen.

Es wird davon ausgegangen, dass in Indien nicht nur die in der Statistik als Weideflächen ausgewiesenen Flächen beweidet werden, sondern auch abgeerntete Ackerflächen, Wälder, sowie „Andere Flächen“ beweidet werden.

$$\text{Weidepotential} = \text{Weideland}(\text{ha}) \times \text{Ertrag}_{\text{Weideland}} + \text{Ackerland}(\text{ha}) \times \text{Ertrag}_{\text{Ackerland}} + \text{Wälder}(\text{ha}) \times \text{Ertrag}_{\text{Wälder}} + \text{Andere Flächen}(\text{ha}) \times \text{Ertrag}_{\text{Andere Flächen}}$$

(Alle Werte in Tm)

Das Weidepotential wird aus der Summe, auf allen fruchtbaren Flächen Indiens maximal weidebarer Biomasse berechnet, obige Formel bildet den Rechengang dazu ab. Die Schätzungen der Erträge pro Flächeneinheit basieren auf Angaben der FAO und ICRISAT.

Die FAO weist weidebare Flächen als Weideland mit 11 Millionen Hektar, sowie Wälder mit 68 Millionen Hektar aus. Dazu kommen nach ICRISAT(2008) noch 49 Millionen Hektar „Andere Flächen“ (Brachen, Siedlungsflächen) für die ICRISAT einen Ertrag von nur 0,5 mT (in Tm) annimmt. Der restliche Bedarf muss sich daher als Nachweide auf Ackerland gedeckt wissen.

Tabelle 10: Natürliche und kultivierte Flächen und deren Erträge weidebarer Biomasse in Indien 2004. Quellen: FAO 2005, ICRISAT 2008.

	Fläche [Mill. ha]	Min. Ertrag [mT/ha Tm]	Max. Ertrag [mT/ha Tm]	Min. Futter [Mill. mT in Tm]	Max. Futter [Mill. mT in Tm]	Futter [Mill. mT in Tm]
Wälder	68	1,0	3,0	68	203	136
Weideland	11	3,0	5,0	33	55	44
Andere Flächen	49	1,0	3,0	49	147	98
Ackerland	169	0,5	1,0	85	169	127
Weide- potential				234	574	405

Tabelle 10 zeigt das Ergebnis dieser Schätzung für das Jahr 2004 in Trockenmasse. Die Weidelücke betrug in diesem Jahr 346 Millionen Tonnen, abhängig von den verwendeten Ertragsfaktoren (Ø-Schätzung 405 Millionen Tonnen weidebare

Biomasse) kann das Weidepotential indischer fruchtbarer Flächen die geschätzte Weidelücke (siehe Diagramm 6) schließen.

2.1.3 HOLZ

Holz stellt nach wie vor in weiten Teilen Indien, vor allem für die Einwohner ländlicher Gebiete, die wichtigste Energiequelle dar. Neben den offiziellen Statistiken zur industriellen Holzernte müssen daher ebenso die privaten, nicht verzeichneten Holzentnahmen, sowie die Entnahme und Nutzung von Holz-Nebenprodukten berücksichtigt werden.

Die Inländische Entnahme von Holz wurde auf Basis der FAO Forestry Statistics erschlossen (FAO-STAT 2005), welche die offiziellen Erträge der industriellen Rundholzwirtschaft, die Entnahme von Brennholz und Holz aus Kurzumtriebsplantagen enthält. Ebenso von der FAO berücksichtigt sind Hölzer, gewonnen im Zuge offizieller Landgewinnung und Rodung durch Bauern, sowie die Entnahme von Bäume und Sträucher aus vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Flächen. Den FAO Datenbanken ausgenommen sind sämtliche, bei der Holzernte anfallenden Verluste und Nebenprodukte, die im natürlichen System verbleiben und den Wäldern nicht entnommen werden, wie zum Beispiel Baumrinden. Sämtliche korrespondierenden statistischen Aufzeichnungen sind in Festmeter Holz (solid volume units "CUM") angegeben und mussten mit Hilfe der Dichtewerte in Tabelle 11 in Massewerte konvertiert werden. Den unterschiedlichen Durchschnitts-Dichtewerten von Nadel und Laubbäumen, sowie die Einberechnung eines Wassergehalt von 15% laut MFA Konventionen des Compilation Guides (Weisz et al. 2007) wurde ebenfalls Rechnung getragen.

Tabelle 11: Faktoren für die Konversion von Nadel- und Laubholzvolumina in Masse (15% Wg).
Quellen: Krausmann et al. 2008, basierend auf Faktoren verwendet in IPCC Greenhouse Gas Inventories (Penman et al. 2004).

	Dichte $\left[\frac{\text{mT in Fm}}{\text{Fm}} \right]$	Dichte $\left[\frac{\text{mT bei 15\% Wg}^*}{\text{Fm}} \right]$
Nadelholz	0,44	0,55
Laubholz	0,58	0,73

*Wg = Wassergehalt

Eine Untergruppe der FAO Daten zur Inländischen Entnahme von Holz genannt „Woodfuel“², welche sich am besten mit „Holz verwendet als Energieträger“ übersetzen lässt, muss als unvollständig weil zu gering eingeschätzt werden. Auf weite Strecken basiert diese Sammlung der Daten zu dieser Kategorie lediglich auf Schätzmodellen – nur 10% bis 15% der Zeitreihen sind, laut einer Revision von Whiteman (et al. 2002), mit empirisch erhobenen Primärdaten abgedeckt. Darüberhinaus bestätigen die Ergebnisse einzelner Fallstudien (siehe nächster Absatz und Tabelle 12) zum Brennholzverbrauch in Indien die Annahme der Unterschätzung dieser Werte durch die FAO. Der Versuch, die Datenqualität mittels eines Gegenvergleich mit nationalen statistischen Jahrbüchern (CSO 1965, 1975, 1985, 2003) zu verbessern, schlug fehl. Die dort verzeichneten Daten beschreiben noch niedrigeren Brennholzverbrauch in Indien als jene der FAO, und mussten daher ebenfalls als unvollständig in Frage gestellt werden.

Dem natürlichen System Indien entnommenes Brennholz wird der hohe Stellenwert zugerechnet, den hauptsächlichen Bedarf ländlicher Haushalte, und jener der Subsistenz- und Kleinlandwirtschaft zu decken. Darüberhinaus stellt Holz, das zu Holzkohle weiterverarbeitet wird, einen Teil der Energieversorgung des indischen Industriekomplexes dar. Die von der FAO aufgelisteten offiziellen Werte zur inländischen Holzförderung könnten theoretisch nicht einmal den Bedarf indischer Haushalte an Brennholz decken. Folglich findet die indische Bevölkerung andere Wege ihre Nachfrage nach Brennholz zu decken, unter Anderem durch schlichtes Sammeln von Holz auf privaten Flächen, in Buschland und in Wäldern (siehe Veld et al. 2006). Tabelle 12 listet die Ergebnisse verschiedener Schätzungen von Studien über den indischen Brennholzverbrauch, die nicht kommerzielle oder nicht erfasste Entnahme von Holz aus dem Ökosystem in Indien enthaltend. Für diese MFA von Indien wurde schließlich die Median-Estimation von Ravindranath und Hall für 1988 gewählt, welche den Wert der FAO desselben Jahres um einen Faktor von 2,02 übersteigt. Aufgrund fehlender zeitlicher Ausdehnung dieser Schätzung wurde die FAO „Woodfuel“-Zeitreihe zwischen 1961 und 2004 linear um diesen Faktor erweitert.

² Die FAO Kategorie „Woodfuel“ deckt Brennholz (= holzartige Biomasse, direkt verfeuert) und Holz, verwendet zur Herstellung von Holzkohle, ab.

Tabelle 12: Schätzungen zum Brennholzverbrauch in Indien 1988 - 2000.

Quellen: FAO, Ravindranath und Hall 1995, Saxena 1997 und ABE 2000.

	FAO est. Für 1988	Ravindranath und Hall		Saxena est. est. für 1992	ABE est. für 2000
		niedrige est. 1988	Median est. 1988		
Brennholz*	147	227	298	284	300 - 330
Faktor (relativ zur FAO est.)	-	1.54	2.02	1.93	2.04 - 2.25

*Alle Werte in mT

Die FAO-Statistiken zur Holzentnahme berücksichtigen die Trennung von Rinde und Holz bei der Ernte, und exkludieren daher im Wald zurückgelassene Rinden. Diese Rinden werden in Indien so wie andere Nebenprodukte der Holzernte größtenteils eingesammelt und einer sozioökonomischen Nutzung zugeführt – im Normalfall als Brennmaterial (Ravindranath und Hall 1995, Saxena 1997). Nach Krausmann (et al. 2008) machen diese Nebenprodukte der Holzernte ungefähr 10% des Gewichts der Baumstämme aus:

Holzernte inkl. Nebenprodukten, Rinden = offizielle Holzernte laut FAO × 1,1

(Alle Werte bei 15% Wg)

Dementsprechend wurden die FAO-Daten zur offiziellen Holzentnahme um diese 10% erweitert und der Kategorie „Holz“ der MFA Standard Tabellen beigefügt.

2.1.4 FISCH

Die Fischwirtschaft stellt in Indien einen sehr schnell wachsenden Sektor dar. Produktion und Bestandszahlen indischer Fischkulturen stiegen im Beobachtungszeitraum seit 1961 um ein Vielfaches. Zusammen mit dem Fischfang am offenen Ozean konnte dieser Sektor, den UN-Comtrade Statistiken (UN-Comtrade 2007) zufolge, in den letzten Jahren konstante nationale Überschüsse generieren und mit zirka einer halben Million Tonnen zum Export beitragen.

Für Daten zum Fischbestand und Fischfang der indischen Fischwirtschaft wurde eine von der FAO bereitgestellte Applikation konsultiert. Das FISHSTAT Plus (2008) bietet zusammenhängende Zeitreihen seit 1950. MFA Konventionen folgend (Weisz et al. 2007) werden Süß- und Brackwasserkulturen als Teil des sozio-ökonomischen

Systems angesehen, ihr Output (Kaviar, Fischfleisch) stellt daher keinen relevanten Bestandteil an der Inländischen Entnahme dar, sondern ist Teil systeminterner Materialflüsse (Abbildung 2). Im Gegensatz dazu sind Fischfang „freien“ Fisches und Fisch aus Marikulturen (z.B. Netzgehege auf offener See) eine primäre Entnahme von Biomasse, und wurden den MFA Tabellen zur „inländischen Entnahme von Biomasse“ unter korrespondierender Kategorie „Fisch“ hinzugezählt.

2.2 FOSSILE ENERGIETRÄGER

Fossile Energieträger besitzen auch für die indische Wirtschaft einen grundlegenden Stellenwert. Indien ist reich an allen Arten dieser Bodenschätze, besonders im Bereich Steinkohle, wo die inländische Entnahme die Nachfrage auch decken kann.

Die Inländische Entnahme von fossilen Energieträgern in Indien konnte mithilfe von zwei internationalen Datenquellen aufgezeichnet werden:

Die Energiestatistiken der Internationalen Energiebehörde (IEA) in Zusammenarbeit mit der OECD und dem Statistischen Amt der Europäischen Gemeinschaft EUROSTAT (2006) liefert Zeitreihen von hoher Qualität zur Produktion von fossilen Energieträgern in Indien von 1971 bis 2005 einschließlich hilfreicher Metadaten und Kommentaren.

Die zweite Quelle stellen die Industrial Commodity Statistics (UNSTAT 2007) der United Nations Statistics Division (UNSD) dar, wo Daten zur inländischen Förderung fossiler Energieträger von Indien zwischen 1950 und 2002 verfügbar waren. Für den Überlappszeitraum dieser Datensammlungen (zwischen 1971 und 2002), in dem Zeitreihen beider Quellen Ergebnisse vergleichbarer Qualität bereithalten, wurden IEA-Daten, welche eine höhere Vollständigkeit der Unterkategorien aufweisen, verwendet (die Kategorie „peat“ (=Torf) fehlt bei UNSD als immanente Klasse)). Nationale statistische Jahrbücher (CSO 1965, 1975, 1985, 2003, DESTATIS 2006) dienten als Gegenvergleich zur Validierung der verwendeten Quellen.

Fossile Energieträger werden internationalen Konventionen zufolge in diese fünf Hauptkategorien unterteilt (nach: IEA 2008 und UNSD 2008):

- Steinkohle (sämtliche Anthracite mit hohem Brennwert),
- Braunkohle (Bitumen und Sub-bituminöse Kohle mit niedrigem Brennwert, Koks)

- Mineralöle (Rohöl inkl. Additive und raffinierte Anteile und flüssige Erdgasbestandteile (NGLs),
- Erdgas, flüssig und gasförmig, und
- Torf (brennbar; weich, porös oder verdichtet).

Die aus den beiden angeführten internationalen Datenbanken entnommenen Daten folgen einer leicht abweichenden Ordnung, und mussten an jene der MFA Standard Tabellen angepasst werden. Die Gasproduktion wird nach internationalem Standard in Energieeinheiten (Terajoule TJ) angegeben. In einer MFA ist die Masse der jeweiligen Materialströme das beobachtete Attribut, weshalb eine Konversion in Masseneinheiten mithilfe Konversionsfaktoren, dem MFA Compilation Guide entnommen (Weisz et al. 2007), nötig war (Tabelle 13).

Tabelle 13: Durchschnittliche Brennwerte von Erdgas pro Gewichtseinheit.

Quelle: Weisz et al. 2007.

	Brennwert 
Erdgas (Spannweite)	36 - 55
Erdgas (Durchschnitt)	50

MFA Konventionen folgend werden inertes Material, Schlacke und taubes Gestein, sowie Abraummateriale, also all jene Massen, die während der Gewinnung von Bodenschätzen bewegt, dem natürlichen System aber nicht entnommen werden, nicht als Teil der IE angesehen (siehe nächster Abschnitt Tabelle 14). Das Gewicht geförderten Rohöls und jenes der Erdgase wird den MFA Standard Tabellen nach der Ausfilterung von Salz- und Schwefelverunreinigungen und ohne wiedereingefügte oder abgepackelte Fraktionen eingetragen.

2.3 MINERALIEN UND ERZE

Die Erfassung der inländischen Entnahme von Mineralien und Erzen unterteilt sich – den MFA Standard Tabellen folgend – in die zwei Hauptgruppen der nichtmetallischen Mineralien und der metallischen Erze. Indien verfügt über bedeutende Lagerstätten von metallischen Erzen, deren Gewinnung, Weiterverarbeitung, und Export eine wichtige Rolle während des rasanten

Wirtschaftsaufschwungs der letzten Jahrzehnte spielte.

Benötigte Daten zu den Materialflüssen der IE von Mineralien und Erzen wurden den Mining Statistics der Vereinten Nationen, (UNSTAT 2007) und den Datenbanken des United States Geological Survey (USGS 2007) entnommen. Wobei die statistischen Zeitreihen der Vereinten Nationen, verfügbar von 1971 bis 2002, die Basis der Analysen zur Mineralien- und Erzentnahme dieser MFA bildeten. Zur Validierung und zur Verlängerung der UN Zeitreihen über das Jahr 2002 hinaus, und zurück bis ins Jahr 1960, wurden USGS-Daten und nationale Jahrbücher (CSO 2003; DESTATIS 2006) herangezogen. Dieser Prozess gestaltete sich aufgrund abweichender Klassifikationssysteme schwierig. Beigefügte Metadaten und Kommentare zu Unterkategorien jener Statistiken ermöglichten am Ende eine eindeutige Zuweisung und Verschmelzung aller rezipierten Datenquellen.

In weiterer Folge mussten die so entstandenen langen Zeitreihen in die MFA Standard Tabellen aufgenommen werden. Die Inländische Entnahme wird in diesem System, wie bereits erwähnt, nach Metallischen und Nichtmetallischen unterschieden. Eine weitere Möglichkeit der Grobeinteilung, jene nach "Bau-" und "Industriemineralien", wurde in früheren MFAs oft verwendet (z.B. Weisz et al. 2005a), lässt aber keine eindeutige Gruppenzuweisung vielseitig verwendbarer Mineralien zu. Deshalb wurde in vorliegender MFA von dieser Methode abgesehen. Die Förderung von Bodenschätzen wie Mineralien und Erzen macht die Bewegung großer Mengen von unbrauchbarem, totem Gestein und Materialien notwendig, welche am Ende im natürlichen System zurückgelassen werden. Dazu zählen Abraummateriale und Zwischenschichten mit totem Gestein. MFA Konventionen definieren nur tatsächlich geförderte Massen, also Gesteine, die Erze enthalten, sowie die Erze und Metalle selbst, als Teile der IE (siehe Tabelle 14). Diese, in den MFA Standard Tabellen zur Inländischen Entnahme zählenden Materialien erfahren im sozio-ökonomischen System weitere Behandlung und Verarbeitung (Metallurgische Extraktionsverfahren, Verhüttung, etc.)

Tabelle 14: MFA Klassifikation für bewegtes Material bei der Förderung von Bodenschätzen
Quelle: Weisz et al. 2007.

Materialbeschreibung	Fach-Terminologie	MFA-Terminologie
Abgeräumtes Material um	Abraum, Zwischenmittel	"Unbenutzte Entnahme"

sich Zugang zu Lagerstätten zu verschaffen		
Erzhaltiges Material	Erzgestein	„Verwendete Entnahme“ für weitere Verarbeitung im sozio-ökonomischen System bestimmt. Teil der IE.
Das pure Erz/Mineral	Netto Erz-/Metallgehalt	Metallischer/mineralischer Anteil der verwendeten Entnahme (in den MFA Indikatoren nicht speziell ausgewiesen, aber eigene Kategorie der MFA Standard Tabellen).

Der Wassergehalt dieser „Verwendeten Entnahme“ im Rahmen der Gewinnung von Mineralien und Erzen kann aufgrund des verschwindend geringen Gewichtsanteils ignoriert bleiben. Genauso wird mit Gasen verfahren, die bei der Weiterverarbeitung und Veredelung zum Einsatz kommen. Gase üben die Funktion eines Ausgleichsparameters einer Massenbilanz aus, sie werden auch zur Schätzung von Schwankungen der sozio-ökonomischen Speicher, wie sie in einer vollständigen MFA kalkuliert werden, herangezogen. Wie eingangs festgehalten werden Gas- und Wasserflüsse in dieser MFA nicht mit einbezogen.

2.3.1 NICHTMETALLISCHE MINERALIEN

Zu den geförderten nichtmetallischen Mineralien zählen in Indien vorwiegend Kalkstein, Dolomit, Salz, Düngemittel und Baumaterialien wie Mauerstein, Ziergestein, sowie Sand und Kies. Letztere zwei nehmen mit 87% (2000) den größten Anteil der Nichtmetallischen ein.

Nach einem Quervergleich mit Aufzeichnungen des nationalen Statistischen Amtes von Indien (CSO 1975, 1985, 2003; DESTATIS 2006) wurden die Zeitreihen der UN Industrial Commodity Production Statistics Database (UN-STAT 2007) und des USGS, insgesamt verfügbar zwischen 1970 und 2004, übernommen. Mit Hilfe älterer nationaler Jahrbücher (CSO 1960, 1965) konnten die Aufzeichnungen der bis 1960 zurückverlängert werden.

Dabei musste für manche Kategorien aufgrund fehlender Daten abweichende Schätzverfahren gefunden werden:

— Marmor: Aufzeichnungen zu dieser Unterkategorie von ‘Ornamental and building stone’ der MFA Standard Tabellen sind fragmentarisch und reißen, in den Statistiken der FAO genauso wie in jenen der indischen Behörden, im Jahre 1998 ab. Aus diesem Grunde verblieb hier nur die Möglichkeit diese Zeitreihe gemäß den letzten Entwicklungen linear ansteigend bis 2004 zu extrapolieren.

— Sand und Kies: Die Zeitreihen der UN-STAT (2007) zur Sand und Kies Entnahme in Indien zeigen auffällig niedrige Werte im Bereich von sechs Kilo pro Jahr und Einwohner in der Kategorie ‘Gravel and sand’. Dem MFA Guide zufolge (Weisz et al. 2007), sollten die jährlichen Verbrauchswerte dieser Kategorie nicht signifikant unter einer Tonne pro Einwohner liegen, um nicht als unglaubwürdig eingestuft zu werden. Quervergleiche mit den Datenbanken der USGS (2007), und mit Jahrbüchern der nationalen statistischen Behörde (CSO 2003) lieferten ebenfalls keine befriedigenden Daten.

Die Tatsache, dass nationale wie internationale Aufzeichnungen ähnlich niedrige Werte zur Inländischen Entnahme von Sand und Kies in Indien verzeichnen, bestärkt die Annahme dass nur jene Massen einer bestimmten Verwendungsgruppe (z.B. Industrie: Glasproduktion oder große staatliche Baufirmen) statistisch erfasst wurden. Sand und Kies dient aber als Hauptkomponente für die meisten großen Bauvorhaben, für Straßen und die gebaute Infrastruktur und in der Produktion von Beton.

Die zur Verfügung stehenden Daten zum Sand- und Kiesverbrauch wurden mit dem Ergebnis eines Schätzmodells gemäß

Abbildung 4 erweitert. Dieses fußt auf der Annahme, dass offizielle Aufzeichnungen den Verbrauch von Sand und Kies für den Erhalt und den Ausbau des Straßennetzes und der gebauten Infrastruktur, sowie den Verbrauch der Landbevölkerung an diesen Rohstoffen nicht berücksichtigen.

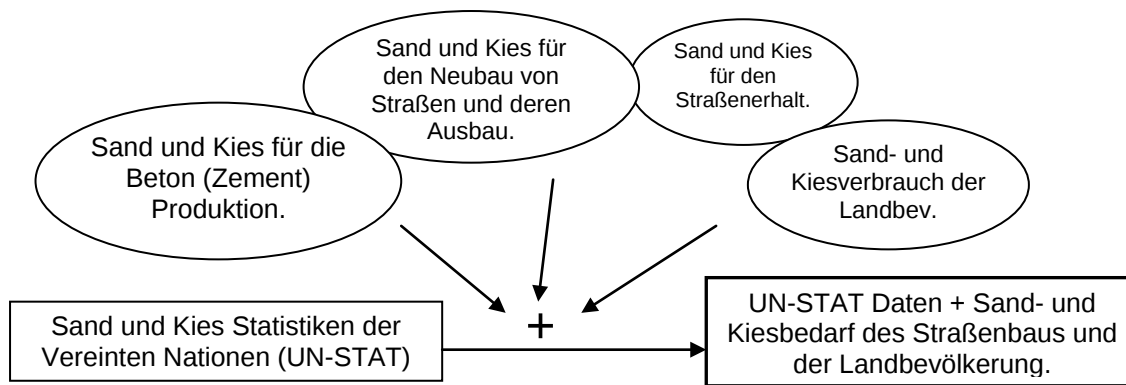


Abbildung 4: Schätzmodell zur Inländischen Entnahme von Sand und Kies.

Eigene Abbildung.

Der Anteil von Sand und Kies an Beton ist üblicherweise sechs- bis siebenmal größer als jener von Zement (PCA 2007). Auf diesem Verhältnis aufbauend wurde der Verbrauch von Sand und Kies für die Herstellung von Beton geschätzt, und ein dementsprechend Faktor („Sand und Kies_{Beton}“) von 7 dem Schätzmodell implementiert (vollständige Faktorenübersicht siehe Tabelle 15). Anschließend wurde dieser Faktor mit Daten über Inländischen Materialverbrauch (IMV) von Zement (USGS 2005, UN Comtrade 2007, CO 1965) multipliziert:

$$\text{Sand- und Schotterverbrauch}_{\text{ZEMENT}} = \text{IMV}_{\text{ZEMENT}} \times \text{Faktor Sand und Schotter}_{\text{Beton}}$$

Für die Schätzung der Massen an Sand und Kies, die in Indien für das Straßennetz aufgewendet wurden, mussten zuvor Größe und Beschaffenheit des indischen Straßennetzes ermittelt werden. Präzise Angaben zu Qualität und Länge der einzelnen Straßengattungen konnten nicht eruiert werden, Indiens Ministry of Statistics and Programme Implementation (CSO 2005), das Ministry of Shipping and Transport (formerly Ministry of Transport, in: CSO 1965; nationale statistische Jahrbücher (CSO 1975; 1985) und das Statistische Bundesamt Deutschland (DESTATIS 2006) bieten allerdings ausreichend Informationen um die Gesamtstraßenlänge in Indien seit 1950 abschätzen zu können.

Diesen Quellen zufolge erstreckte sich das indische Straßennetzwerk in 2003 über 1,4 Millionen befestigte Kilometer. Die Analyse älterer Angaben bis 1950 zurückgehend ergab ein geschätztes lineares Wachstum von 1,39% pro Jahr. Vergleichsweise wurde eine zweite Quelle gefunden (International Road Federation 2008), welche mit zirka 3,3 Millionen Kilometer (bei einem jährlichem Wachstum von

~1%) bedeutend höher schätzt. Vermutlich wird in dieser Quelle das Straßennetz weiter gefasst, einschließlich nicht befestigte und einspurige Fahrwege, deren Bau und Instandhaltung so gut wie keine Sand und Kies benötigen, weshalb diese Schätzung zugunsten jener in den nationalen Statistiken verworfen wurde. Die Länge der jährlich ausgebauten Transportwege („upgrading“) mussten aufgrund fehlender Quellen geschätzt werden. Sie wurden auf das Doppelte der neu gebauten Straßenkilometer geschätzt.

$$\text{Sand- und Schotterverbrauch}_{\text{erhalt}} = \text{Strassennetzwerk (km)} \times \text{Faktor Sand und Schotter}_{\text{erhalt}}$$

$$\text{Sand- und Schotterverbrauch}_{\text{neubau}} = \text{Strassenneubau (km)} \times \text{Faktor Sand und Schotter}_{\text{neubau}}$$

$$\text{Sand- und Schotterverbrauch}_{\text{ausbau}} = \text{Strassenausbau/Upgrade (km)} \times \text{Faktor Sand und Schotter}_{\text{ausbau}}$$

Die Schätzungen der Längen neu gebauter, ausgebauter und zu erhaltender Fahrwege wurden im nächsten Schritt per-Kilometer Aufwandsfaktoren zugewiesen (Tabelle 15). Diese wurden wie bereits erläutert auf Basis von Angaben des MFA Guides (Weisz et al. 2007) geschätzt. Das Ergebnis dieses Modells stellt einen relevanten Anteil der gesamten IE, darum wurden vergleichsmäßig konservative Parameter ausgewählt.

Tabelle 15: Für das Schätzmodell zum Sand- und Kiesverbrauch verwendete Faktoren.
Quellen: FAO (2005), Weisz et al. 2007, IRF 2008, PCA 2007, Stiller 1996.

	Low est.	Best est.	High est.
Pro-Kopf Verbrauch der ländlichen Bevölkerung	0.25	0.25	0.5
Anteile des Sand- und Kies : Zement im Beton	6.1 : 1	7 : 1	12.2 : 1
Sand und Kies für den Straßenerhalt pro km (mT)	100	100	200
Sand und Kies für den Straßenneubau pro km (mT)	5500	10000	10000
Sand und Kies für den Straßenausbau pro km (mT)	2800	3000	5100

Zur Entscheidungsfindung nach der am besten passenden Faktorenkombination wie sie Tabelle 15 zeigt, wurde zusätzlich auf eine Studie von Stiller (1996) zurückgegriffen, welche den Materialaufwand der Erhaltung diverser Straßengattungen in Deutschland beziffert. Diese Werte wurden für die „Maximalschätzung“ (Tabelle 15) verwendet, unter der Annahme eines im Allgemeinen, und auch im Straßenbausektor höheren Ressourcenverbrauchs verglichen mit Indien. Um jenen Mengen Sand und Kies Rechnung zu tragen, die von der ländlichen Bevölkerung inoffiziell und ohne wirtschaftlichen Umsatz entnommen werden, wurden für jeden Einwohner ländlicher Räume (FAO 2006) 0,25 Tonnen jährlich an Verbrauch dieser Ressourcen berechnet.

In der Darstellung der absoluten Zahlen (Diagramm 7) wird ein deutlich beschleunigter Anstieg des Verbrauchs von Sand und Kies für die Zementproduktion ab den frühen 1980er Jahren sichtbar. Der Aufwand an Sand und Kies für den Straßenerhalt, für den Straßenausbau und den -neubau steigt mit dem kontinuierlichen Ausbau des Straßennetzes, der Verbrauch der Landbevölkerung steigt ebenfalls langsam, und parallel zum Bevölkerungswachstum.

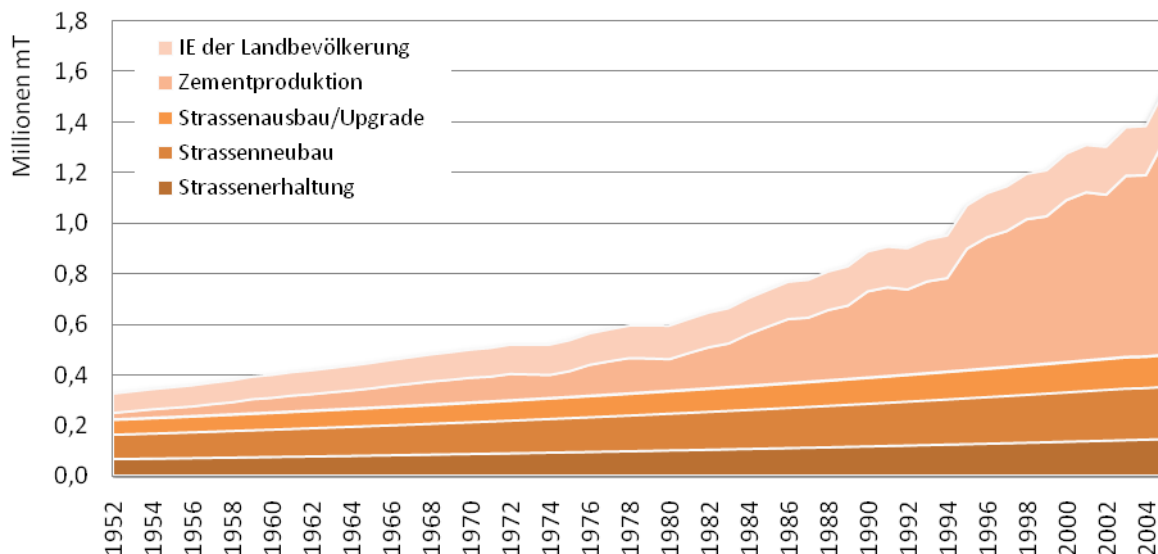


Diagramm 7: Das Ergebnis der Schätzung zur Sand- und Kiesentnahme, absolut 1952 – 2005.
Quellen: eigene Berechnung auf Basis von FAO (2005), Weisz et al. 2007, IRF 2008, PCA 2007, Stiller 1996, CSO (1965).

Die pro-Kopf-IE der ländlichen Bevölkerung verläuft, gebunden an die Modellannahmen, relativ stabil (Diagramm 8). Der pro-Kopf-Verbrauch an Sand und Kies, in die Zementproduktion gehend, entwickelte sich dagegen sprunghaft, was ein Abbild der dynamischen Wirtschaftsentwicklung seit den frühen 1980er Jahren darstellt. Diese forderte einen rasanten Ausbau der gebauten Infrastruktur, in welchen große Mengen an Ressourcen gebunden sind. Das Straßennetz bindet seit 1952 abnehmend Ressourcen pro Kopf. Der Materialverbrauch pro Kilometer wurde auf gleichbleibendem Niveau angenommen. Eine schnell wachsende Bevölkerungszahl verringerte so den Ressourcenverbrauch pro Kopf für aus- und neugebaute Straßenkilometer.

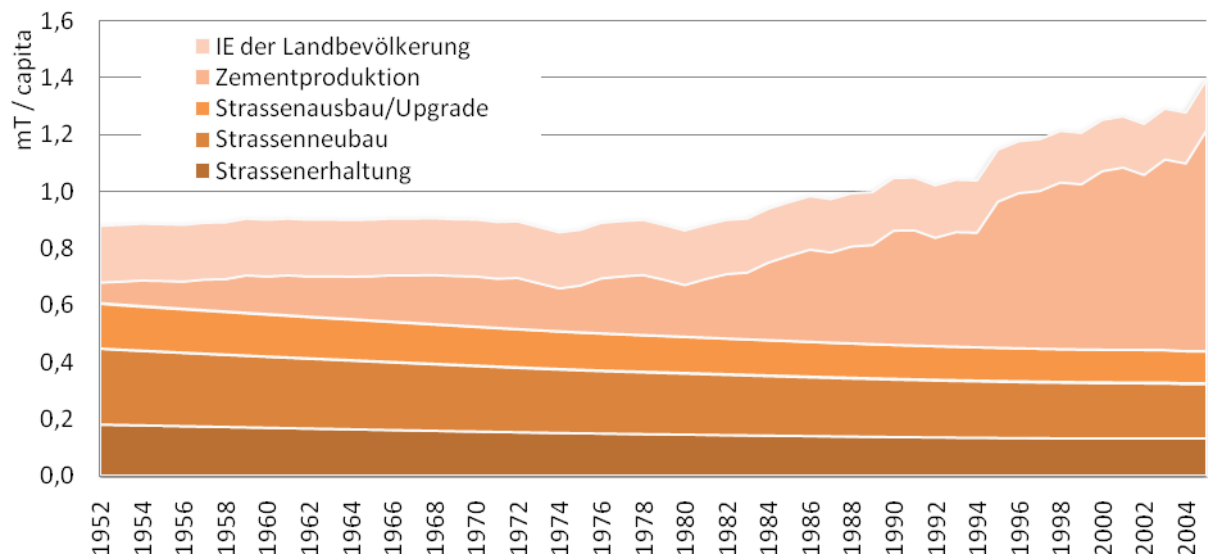


Diagramm 8: Das Ergebnis der Schätzung zur Sand- und Kiesentnahme per Capita 1952 – 2005. Quelle: eigene Berechnung auf Basis von FAO (2005), Weisz et al. 2007, IRF 2008, PCA 2007, Stiller 1996, CSO (1965).

Wie eben erläutert wurde, gestützt auf Bestandsdaten nationaler Statistiken, eine lineare Wachstumsrate für das indische Straßennetzes hergeleitet. Ein anderer Versuch, der später allerdings verworfen wurde, bestand darin, das Wachstum des Straßennetzes an die dynamischen Wachstumsraten des indischen BIPs anzulehnen. Die Ergebnisse lieferten allerdings schlechte Übereinstimmung mit den Bestandsdaten indischer Behörden.

2.3.2 METALLISCHE MINERALIEN UND ERZE

Die Materialkategorie der metallischen Mineralien und Erze umfasst eisenhaltige Erze und nicht eisenhaltige Erze wie Kupfer, Blei, Nickel und Zink, aber auch Edelmetalle und Uran. Die Inländische Entnahme Indiens dieser Agglomeration ist klar dominiert von Eisen und Bauxiten (z.B. Aluminium), auch die Kupferproduktion erreicht ansehnliche Förderraten. Die Förderung dieser Erze, besonders jene des Eisens, hatte als Grundbaustoff großen Anteil am indischen Wirtschaftsaufschwung, und leistete als Exportgut einen positiven Beitrag zum Budgethaushalt.

Die statistischen Datenbanken der UN (UN-STAT 2007) und des USGS (2007) lieferten Daten zur indischen Förderung metallischer Mineralien (Nettoproduktion) und mineralhaltiger Erze (Bruttoproduktion) in den Jahren 1971 bis 2002 (UN) und 1994 bis 2005 (USGS). Von dieser Datenverfügbarkeit ausgenommen sind gold- und

silberhaltige Erze. Im Falle dieser Edelmetalle verzeichneten internationale Statistiken nur die Nettoproduktionen; für die Berechnung der Bruttoproduktion wurden die jeweiligen „Mineralanteilsfaktoren“ (siehe Tabelle 16) mit der jeweiligen Bruttoproduktion appliziert. Verwendete Faktoren entstammen teilweise aus Metadaten der USGS Datenbanken, teilweise aus Kommentaren zu den UN Industrial Commodity Statistics.

Zu Vergleichszwecken wurden überdies der Bulletin 692 des US Bureau of Mines des amerikanischen Innenministeriums (1987), und Crowsons Mineral Handbook (Crowson P. 2001) herangezogen. Um die Angaben dieser internationalen

Tabelle 16: Mineralanteilsfaktoren der Bruttoproduktion wichtigster indischer Erze.

Quellen: USGS 2005, UN 2008, USBM 1987, Crowson 2001.

	Mineralanteilsfaktoren [%]	
	USGS (2005)	UN (2001)
Silber	0.03	-
Gold	0.0001	-
Eisen	-	64
Kupfer	-	1.12
Blei	-	80.37
Zink	-	71.58
Magnesium	-	38.69
Chrom (CR Anteil)	-	31.38
Chrom (Cr ₂ O ₃ Anteil)	-	45.80
Wolfram (W Anteil)	-	51.43
Wolfram (WO ₃ Anteil)	-	65.71

Datensammlungen zu verifizieren zu, dienten nationale statistische Jahrbücher (CSO 1965, 1975, 1985 und 2006) als Vergleichsquelle und wurden überdies verwendet, die fehlenden Abschnitte zwischen 1960 und 1970 zu rekonstruieren. Für die MFA Standard Tabellen wurden hauptsächlich Zeitreihen der UN verwendet. Diese sind nur bis

2002 verfügbar, enden aber teilweise, wie im Falle der Kategorie „Eisen“ schon früher. Um die Zeitreihen bis 2004 zu komplettierten wurden auch hier Angaben der nationalen Statistiken, sowie des USGS verwendet.

Im Bezug auf die Gewinnung von Bodenschätzen kann es bei günstigem Erzgehalt der Gesteine zu verbundener Förderung (coupled production) in Minen kommen. Solchen Spezialfälle muss Rechnung getragen werden, um einer Doppelzählung der erzhaltigen Gestein (d.h. der Minen-Bruttoproduktion) vorzubeugen. In Indien kommt gekoppelte Produktion von Mineralien bei Blei und Zink vor, welche aus metamorphologisch-geologischen Gründen oft gemeinsame Lagerstätten bilden. Metadaten der USGS Datenbank zufolge enthalten zirka 80% der Gesteine, gefördert in indischen Zinkminen, einen förderbaren Anteil an Blei; es kommt zu gekoppelter Produktion. Die vermeintlichen Doppelzählungen wurden mit

anteilmäßigen Reduktionen der Bruttoproduktionen jener beiden Mineralien ausgeglichen. Konform MFA Konventionen wurden alle Massen der Bruttoproduktionen der IE in den MFA Standard Tabellen hinzugefügt.

2.4 HANDEL

In den vorangegangenen Abschnitten, welche die Materialflüsse der Inländischen Entnahme (IE) thematisierten, waren es funktionale Grenzen die zwischen natürlichem und sozio-ökonomischem System trennten, und für die Berechnung der Materialflüsse und deren Relevanz als entscheidend waren.

Für den zwischenstaatlichen Handel, also Importe und Exporte, fungieren die real existierenden, administrativen Staatsgrenzen Indiens als Systemgrenzen.

Entsprechend werden importierte und exportierte Güter nach der Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), der UNO, und gemäß der International Merchandise Trade Statistics task force als Materialien, welche „die Grenze eines Landes überqueren“, definiert.

Die gültigen MFA Konventionen (laut Weisz et al. 2007) fügen sich hier nahtlos ein:

“All masses moved in the frame of import flows and export flows across this border, are accounted for in MFA – and that by the weights at the point in time they cross the administrative borders”.

Ausgenommen sind Transitgüter und Güter, die zur zeitlich begrenzten Zwischenlagerung ein- oder ausgeführt werden (ausgen. aktive und passive Veredelungen), welche auch den internationalen Handelsstatistiken exkludiert sind und demzufolge den MFA Handelstabellen nicht hinzugefügt werden.

Die für diese Studie verwendeten internationalen Handelsaufzeichnungen verwenden ein, den MFA Standard Tabellen abweichendes Klassifikationssystem. Sie unterscheiden nach verschiedenen Gütern, während für MFA Kategorien das Material, aus dem diese Güter vorwiegend bestehen, das Hauptklassifikationsmerkmal darstellt. Weil Güter zumeist eine Mischung verschiedenster Materialarten sind, wurden jene, bei denen kein Material als dominierender Bestandteil identifiziert werden konnte, der MFA Kategorie „Sonstige

Produkte“ zugeordnet. Dies gilt vor allem für hochverarbeitete Geräte, wie zum Beispiel elektronische Geräte aus dem Bereich der Medizin und der Pharmazie.

Zwei Datenquellen bilden das Fundament dieser Materialflussaufstellung des indischen Handels:

- die Commodity Trade Statistics database Vereinten Nationen (UN-Comtrade 2007), und
- die Handelsstatistiken der International Energy Agency (IEA 2007).

Beide Quellen bieten Handelsstatistiken für die Jahre 1971 bis 2004. Jährliche Berichte des nationalen statistischen Amtes in Indien (CSO 1960, 1965, 1975) dienten zur Verlängerung der Zeitreihen zurück bis in das Jahr 1960.

Die Verwendung dieser unterschiedlichen Datenquellen wird durch differenzierte Nomenklatorsysteme erschwert. Die Klassifikationssysteme, welche in der UN-Comtrade Datenbank sowie in den IEA Statistiken zur Anwendung kommen sind:

- das Harmonised System (HS),
- die Combined Nomenclature (CN), und
- die Standard International Trade Statistic (SITC).

Jede dieser Nomenklaturen weisen spezielle Handelsgüterdefinitionen und Gliederungen auf. Für diese MFA wurden die verfügbaren Handelsdaten gemäß den MFA Standard Tabellen Vorlagen (siehe Tabelle 3 & Tabelle 4 der Einleitung) auf Basis der SITC Klassifikation dritter Revision („third revision“: Rev3) zu Materialkategorien zugeordnet. Unglücklicherweise enthalten UN Comtrade Datenbanken nur Daten der ersten Revision („first revision“: Rev1) bis ins Jahre 1971 zurück, was eine Transformation von SITC Rev1 in SITC Rev3 nötig machte.

Metadaten zu der Kodierung dieser Klassifikationssysteme werden von der UN-Comtrade veröffentlicht (Tabelle 20 im Annex). Die UN-Comtrade Datenbank enthält neben dem Gewicht der Güter (in kg) auch den Wert der Handelsware (in US\$). Die monetären Werte sind von höherer Vollständigkeit, was sie zu einer primären Referenz für die Schätzung von fehlenden Daten, sowie für Gegenvergleiche macht. Die Energy Trade Statistics der IEA (2007) und nationale statistische Jahrbücher (CSO 1975, 1985, 2000, 2006) boten ebenfalls eine wichtige Referenz für Datenvergleiche und zur Komplettierung (beide internationalen Datenquellen sind

nicht 100% vollständig).

Zudem mussten Waren, die in Stückzahlen (z.B. Fahrzeuge), in Fläche (z.B. Teppiche) oder in Volumen (z.B. Erdgas) verzeichnet wurden, mittels Konversionsfaktoren (Tabelle 21) in Masseinheiten transferiert werden.

Als Beispiel dient hier die UN-Comtrade Kategorie „Floor coverings, tapestries, etc“, welche in Fläche (m²) angeführt. Mit mehr als 90% nimmt die Sub-Kategorie „Indian carpets“ den größten Teil dieser Gruppe aus, weshalb sich der gewählte Konversionsfaktor (2,5kg/m²) primär auf diese Untergruppe ausgerichtet wurde. Angaben hierzu wurden in einem Artikel der Businessweek (www.businessweek.com 2008) gefunden. Die Plausibilitätsprüfung unter Einbeziehung der sich daraus ergebenden Preise ergab zufriedenstellende Ergebnisse (siehe Tabelle 8).

In Bezug auf ihre Masse offensichtlich sehr kleine Kategorien, wie ‘Pearls and precious stone’ und ‘Silver and platinum group metals’, die in der Statistik nicht mit ihrer Masse erfasst werden, konnten vernachlässigt werden.

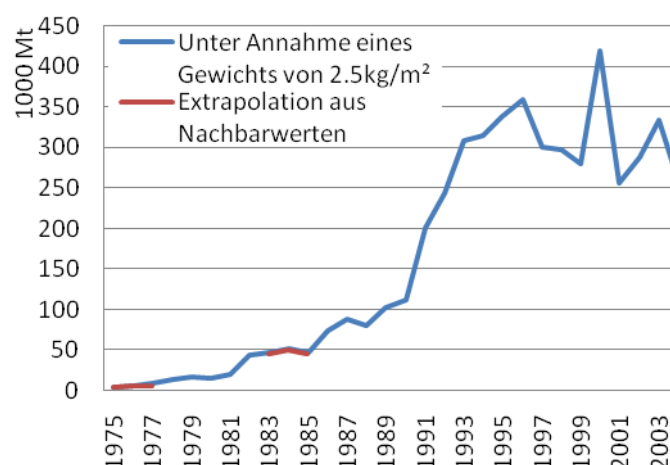


Diagramm 9: Geschätztes Exportaufkommen in mT der UN-Comtrade Kategorie „Floor coverings, tapestries, etc“ 1975 - 2004.

Quellen: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, www.businessweek.com 2008.

Fehlende Datenpunkte in den Zeitreihen der UN-Comtrade wurden vorrangig mit den – zumeist vollständig vorhandenen

– monetären Angaben über errechnete Preise ermittelt.

Der oben bereits erwähnten Kategorie “Floor coverings, tapestries, etc.” beispielsweise fehlen die Gewichtsangaben der Jahre 1983, 1984, 1985, 1975, 1976 und 1977. Sie wurden extrapoliert, indem der jeweilig errechnete Preis pro Tonne angrenzender Jahre für die sowohl monetäre wie physische Daten bereitstanden, mit den verfügbaren monetären Werten multipliziert wurde. Rote Abschnitte der Zeitlinie in Diagramm 9 zeigen das Ergebnis einer solchen Schätzung.

INDIENS HANDEL MIT MÜLL

Der Handel mit Müll wird für Entwicklungsländer, die sich als Endlagerstätten zur Verfügung stellen, ein zunehmend größerer Wirtschaftsfaktor. Die MFA Standard Tabellen für Importe und Exporte tragen diesem Phänomen mit der Hauptkategorie „Abfall – exportiert/importiert – zur endgültigen Behandlung oder Lagerung“ Rechnung. Unglücklicherweise konnten für diese Kategorie keine zufriedenstellenden Aufzeichnungen gefunden werden, weder in nationalen Aufzeichnungen, noch in internationalen Berichten oder Datenbanken. Es scheint als wachse dieser ungeliebte Wirtschaftszweig an jeglicher offiziellen Berichterstattung oder statistischen Erfassung vorbei. Einem in den „Basel Action News“ (1998) veröffentlichten Bericht von Ravi Agarwal, des Direktors einer in Delhi ansässigen Naturschutzbewegung „Toxics Link“ zufolge, ist Indien auf dem besten Weg, der Müllplatz für die „erste Welt“ zu werden. Agarwal zufolge sind hierfür in Indien alle Voraussetzungen, wie billige Arbeitskraft, niedrige ökologische Standards, durchlässige Handelskontrollen und wachsende Nachfrage nach billigen Rohmaterialien gegeben.

Dadurch ergibt sich das Hauptproblem an glaubwürdige Daten den Handel mit Abfall betreffend zu gelangen. Agarwals Bericht identifiziert blei- und zinkhaltige Asche, Akkumulatoren, Altöl sowie Schiffwracks beladen mit PCBs (= polychlorierte Biphenyle, giftige krebserzeugende chemische Chlorverbindungen) und Schadstoffen wie Asbest, welche hauptsächlich auf dem Seeweg transportiert werden, und größtenteils in kleineren Häfen illegal gelöscht werden. Alleine die offiziell gemeldeten zink- und bleihaltigen Abfälle betrugen 1998 120000 Tonnen ($\approx$ 0,07% des gesamten Importaufkommens).

Aufgrund der Unvollständigkeit der Quellen zu diesem Belang wurde die betreffende Materialkategorie in dieser MFA leer gelassen, was das Gesamtergebnis nicht nachhaltig verfälscht: trotz der steigenden Wichtigkeit dieses Themas nehmen Materialflüsse dieser Art (noch) einen verschwindend geringen Anteil des indischen Außenhandels ein.

3. ERGEBNISSE

3.1 INLÄNDISCHE ENTNAHME IE

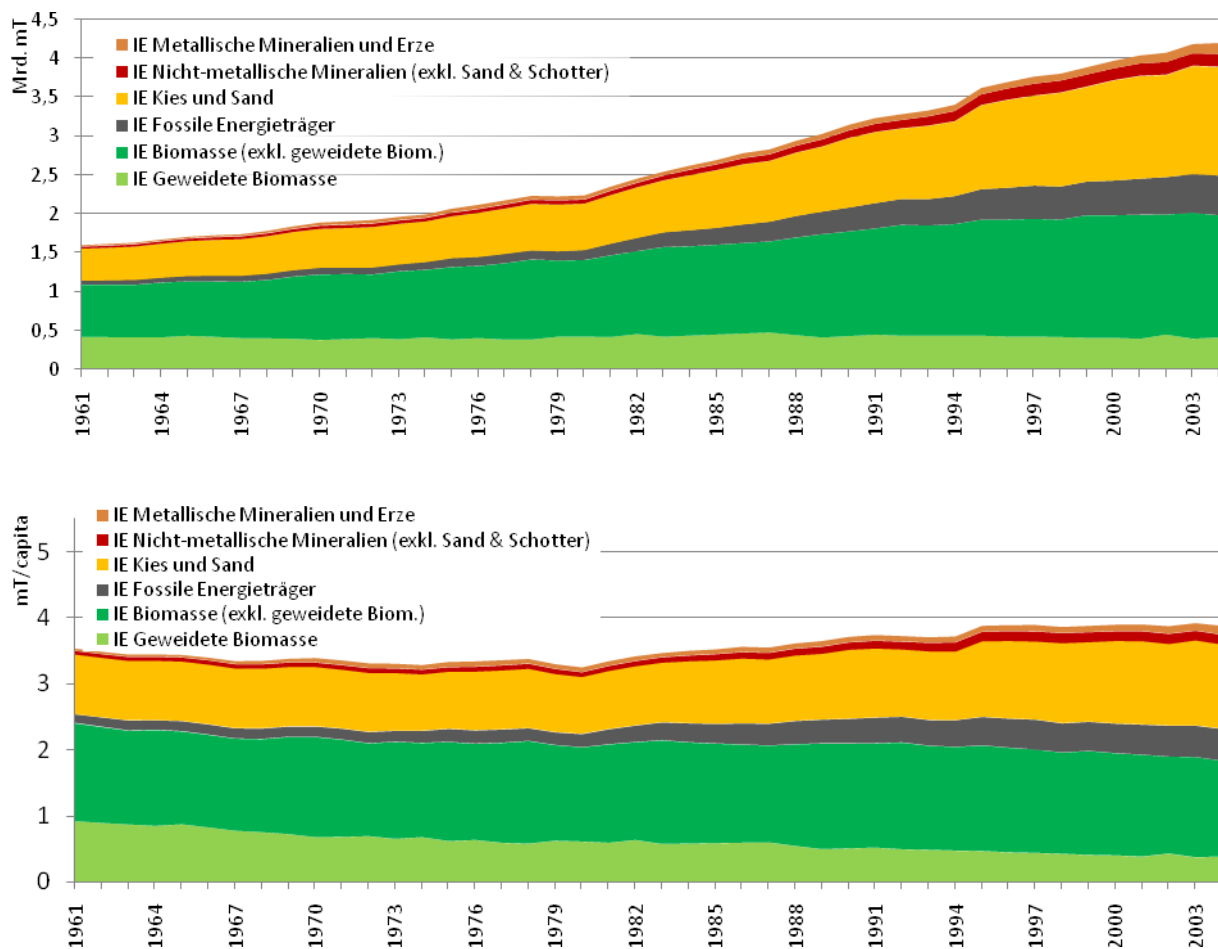


Diagramm 10: Die IE der Hauptmaterialkategorien absolut (oben) und pro Kopf (unten) 1961 bis 2004.
Quelle: eigene Berechnung auf Basis von IEA 2007, FAOSTAT 2006, UN-STAT 2007, USGS 2007, CSO 2003 & 2006.

Diagramm 10 bildet die Inländische Entnahme Indiens zwischen 1961 und 2004 nach den MFA Hauptkategorien in absoluten und in pro-Kopf Werten ab. Zusätzlich wurden, aufgrund ihrer gewichtsspezifischer Bedeutung, die Unterkategorien „Geweidete Biomasse“ (der Biomasse zugehörig) und „Kies und Sand“ (den Nichtmetallischen Mineralien zugeordnet) alleinstehend dargestellt.

Absolut stieg die IE seit 1961 von 1,5 Mrd. Tonnen auf über 4 Mrd. was einen

Zuwachs von 133% bedeutet. Das Wachstum vollzog sich gleichmäßig, nur ab 1980 zeigen alle Untergruppen eine Beschleunigung des Wachstums. Für diesen starken Anstieg ist vor allem die steigende Entnahme von Sand und Kies, sowie von fossilen Energieträgern verantwortlich. Auch die Biomasse (exkl. geweidete Biomasse) verzeichnet ein Wachstum, wenngleich sich dieser nicht so steil gestaltete.

Relativ gesehen die höchsten Steigerungsraten weisen die Gruppen der metallischen Mineralien und der nichtmetallischen Mineralien (exkl. Sand und Kies) auf. Die IE dieser Materialien verzehnfachte sich annähernd seit 1961, was allerdings aufgrund ihres geringen Ausmaßes keinen großen Effekt auf das Gesamtbild hat. Die geweidete Biomasse verblieb seit 1961 auf annähernd konstantem Niveau. Die IE dominierenden Gruppen sind die Biomasse (exkl. Geweidete Biom.) und Sand und Kies, absolut machten sie in 2004 zusammen über 70% aus.

Diese Dominanz besteht seit 1961, zu einer Verschiebung kam es nur im Falle der fossilen Energieträger, welche sich seit damals von einer verschwindend geringen Kategorie zur drittgrößten Gruppe steigerten und aktuell 12,5% der IE ausmachen.

Projiziert man diese Entwicklung nun auf Indiens Bevölkerung (siehe Diagramm 10 untere Abbildung), ergibt sich ein anderes Bild:

die gesamt pro-Kopf Entnahme nimmt bis 1980 sogar leicht ab, von da an steigt sie langsam aber stetig an um 2004 bei einem Plus von 9,4% zum Wert von 1961 anzukommen. Es wird deutlich sichtbar, die Entnahme welcher Materialien schneller Anstieg als das Bevölkerungswachstum. Die Kategorie der gegrasten Biomasse ist die einzige mit fallender pro-Kopf Entnahme. Biomasse verbleibt seit 1961 auf sehr konstantem Niveau, alle übrigen Materialkategorien verzeichnen leicht steigende pro-Kopf Werte.

Die fossilen Energieträger stechen hier mit dem stärksten Wachstum hervor. 1961 wurden pro indischem Einwohner 125kg dieser Gruppe gefördert, 2004 waren es 476kg, ein Zuwachs von 280%.

3.1.1 IE BIOMASSE

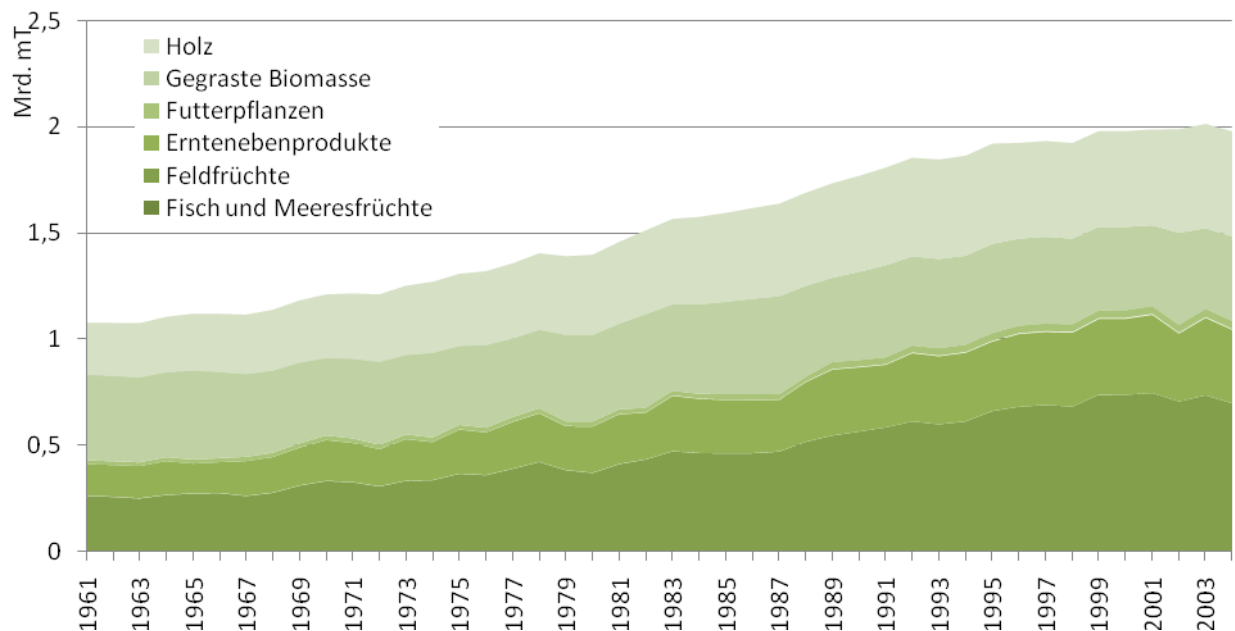


Diagramm 11: IE Biomasse und ihre Hauptkategorien von 1961 bis 2004.
Quellen: FAO-STAT 2006.

Diagramm 11 zeigt die Inländische Entnahme von Biomasse in ihren sechs Hauptkategorien (gemäß MFA Standard Tabellen, erweitert um „Geweidete Biomasse“) in absoluten Werten, welche sich seit 1961 annähernd verdoppelte. Hauptverantwortlich für diese Progression zeichnet, mit einem Zuwachs von 160%, die Gruppe der Feldfrüchte. Das ist wenig überraschend, bedenkt man dass dies die Kategorie der Grundnahrungsmittel wie Getreide, Reis oder Mais ist und daraus die Versorgung der schnell wachsenden indischen Bevölkerung gewährleisten muss. Dementsprechend stellen die Gruppen „Getreide“ und „Zuckerrohr & Zuckerrübe“ mit über 70% seit 1961 den Hauptanteil dieser Agglomeration, genauso wie sie für ihre Dynamik verantwortlich sind.

Gekoppelt an die Produktionsmengen der Feldfrüchte sind jene, der Erntenebenprodukte, die sich seit 1961 mehr als verdoppelten. Ebenso verdoppelt hat sich die Entnahme von Holz, welche als Basis der wirtschaftlichen Entwicklung des Landes, und als Hauptenergiequellen der ständig steigenden ländlichen Bevölkerung dient. Die drei Kategorien Holz, Erntenebenprodukte und die gegraste Biomasse nehmen mit der größten Gruppe der Feldfrüchte annähernd gleichwertig den Hauptteil der IE von Biomasse ein. Futterpflanzen, sowie Fische und

Meeresfrüchte sind mengenmäßig von untergeordneter Bedeutung.

Das sehr gleichförmig verlaufende Wachstum der Feldfruchtentnahme (weitgehend parallel zum Bevölkerungswachstum), trifft in den frühen 1970er Jahren auf beschleunigtes Anwachsen der IE von Holz und von Erntenebenprodukten. Die dadurch bewirkte leichte Beschleunigung der Gesamtbiomasseaneignung entschleunigte sich ab dem Jahrtausendwechsel wieder zunehmend.

3.1.2 IE FOSSILE ENERGIETRÄGER

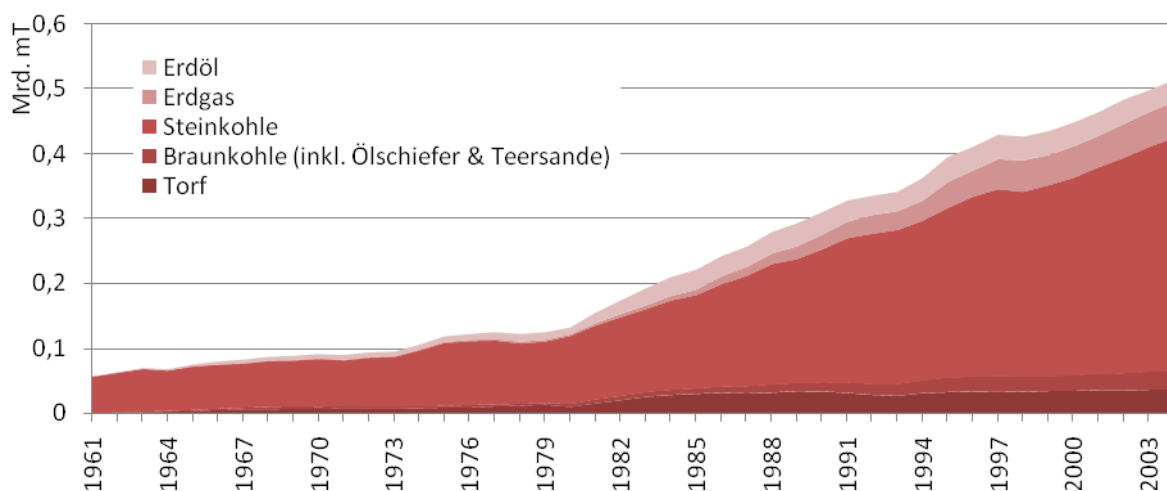


Diagramm 12: IE der fossilen Energieträger nach Hauptgruppen von 1961 bis 2004.
Quelle: eigene Berechnung auf Basis von IEA 2007, UNSTAT 2007.

Die Kategorie der fossilen Energieträger zeigt die dynamischste Entwicklung aller, in Indien entnommenen Materialien. Dieser rasante Anstieg auf das beinahe Zehnfache seit 1961 ist, wie Diagramm 12 zeigt, primär auf den stark forcierten Steinkohleabbau zurückzuführen, welcher sich von 56 Millionen Tonnen in 1961 auf 360 Millionen Tonnen in 2004 erhöhte. Diese Unterkategorie verkörperte zwischen den Jahren 1960 und 1980 fast die gänzliche IE der fossilen Brennstoffe, und war damit auch für die Verdopplung der Fördermengen verantwortlich. Daneben etablierten sich langsam die Fördermengen aus Erdöl-, Erdgas- und Torfförderstätten, im Jahre 1980 erst knapp unter 15% aller fossilen Energieträger ausmachend.

Von 1981 an allerdings kam es in Indien zu einer raschen Steigerung der Förderrate von Steinkohle, daneben entwickelten sich ebenfalls rasant Erdöl-, Erdgas-,

Braunkohle- und Torfgewinnung. In den 24 Jahren Bis 2004 sollten sich die Fördermengen nochmal verfünffachen. Prominentester Träger dieser Entwicklung war abermals die Steinkohleförderung, deren Leistung 2004 70% der IE ausmachte. Die Erdölproduktion erfuhr während der frühen 1980er Jahren eine immense Entwicklung, konnte dann aber nicht weiter ausgebaut werden und repräsentiert in 2004 einen Anteil von nur 6,4%. Die Erdgasförderung erlebte von 1980 an bis in die Mitte der 90er Jahre starke Wachstumsraten, davor war sie so gut wie inexistent, danach hält sie sich auf etwa konstantem Niveau (10,8% in 2004). Torf repräsentiert, gemeinsam mit Braunkohle, die kleinste Kategorie (zusammen 12,6%) in der IE fossiler Brennstoffe. Zweitgenannte verzeichnete ein langsames, aber stetes Wachstum von unter 1% auf 5,6% in 2004.

3.1.3 IE MINERALIEN UND ERZE

Die Förderung von Bodenschätzen ist für Indien ein überaus wichtiges Segment der Wirtschaft. Große Vorkommen an Eisen und Steinkohle stellen Teile der Rohstoff-

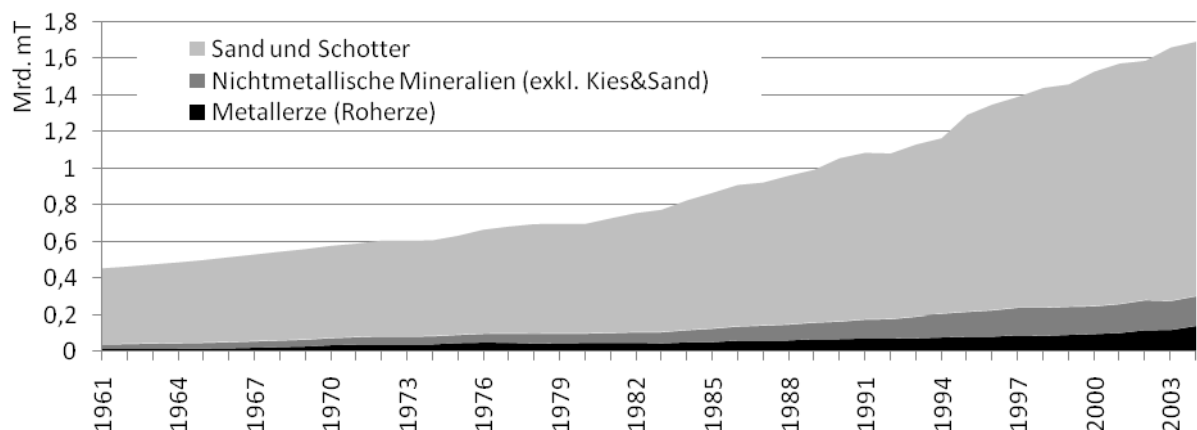


Diagramm 13: IE der Mineralien nach Hauptgruppen von 1961 bis 2004.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-STAT 2007, USGS 2007, CSO 2003 & 2006.

und Energieversorgung sicher und verhelfen zur Verbesserung der Handelsbilanz. Kies und Sand stellen die Basis für jegliches infrastrukturelles Bauvorhaben. Die Produktion umfasst aktuell 89 verschiedene Mineralien und Erze, von denen 4 zur Gruppe der fossilen Energieträger zu zählen sind, 11 sind Metalle und 52 sind nichtmetallische Mineralien. Die restlichen 22 werden im Fachjargon als „minderwertige“ Mineralien bezeichnet.

Die IE aller Erze und Mineralien zusammengenommen stieg seit 1961 um 400%, wobei ab den frühen 1980er Jahren eine Beschleunigung des Anstiegs sichtbar wird (Diagramm 13). Den überwältigenden Hauptanteil repräsentieren die Grundbaustoffe „Sand und Kies“ welcher von 90% in 1961 auf 80% in 2004 sank. Immer größere Anteile an der Gesamtentnahme stellen damit die metallischen, sowie die nichtmetallischen Mineralien (ohne Sand & Kies). Die Förderleistung dieser beiden Materialkategorien zusammen konnte in Indien seit 1961 gleichförmig gesteigert und insgesamt verzehnfacht werden, wobei die Gruppe der metallischen Mineralien konstant leicht geringe Werte aufwies (in 2004: ~140 Millionen Tonnen im Vergleich zu ~160 Millionen Tonnen nichtmetallische).

NICHT METALLISCHE MINERALIEN (exkl. Sand und Kies)

Diagramm 14 bildet die IE der nichtmetallischen Mineralien (exkl. Sand & Kies) den wichtigsten Untergruppen nach ab, und macht die Dominanz der Agglomeration rund um Kalkstein sichtbar, welche seit 1961 durchgehend zirka 70% einnimmt. Sämtliche

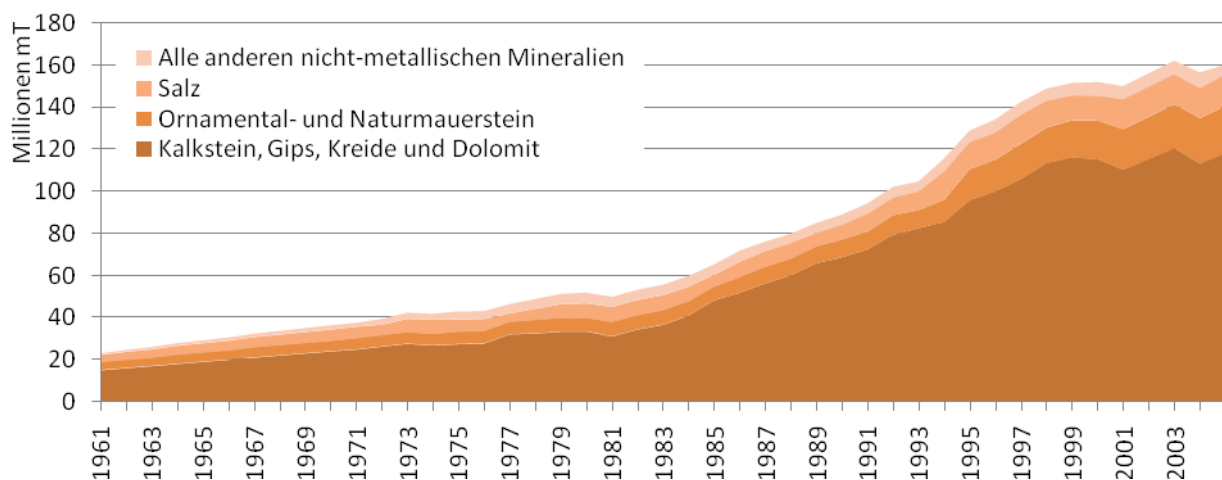


Diagramm 14: IE der nichtmetallischen Mineralien nach Untergruppen von 1961 bis 2004.
Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-STAT 2007, USGS 2007, CSO 2003 & 2006.

Untergruppen verzeichnen stetiges Wachstum das bis 1981 langsam, von da an dynamischer verläuft, und die IE dieser Hauptkategorie im Beobachtungszeitraum von 23 auf 160 Millionen Tonnen anwachsen lies.

Als mengenmäßig nennenswerte Materialgruppen stellen sich darüberhinaus Granite und Marmor heraus, welche sich in „Ornamental- und Naturmauerstein“ zur

zweitgrößten Gruppe vereinen, sowie Salz. Die summierte IE aller anderen nichtmetallischen Mineralien aus indischen Minen und Steinbrüchen bleibt in Diagramm 14 durchgehend unter 5%. Sie enthält unter Anderem Chemische Mineralien und Düngemineralien, Lehm, Schiefer und Kaolin, sowie ausgehobenes, und für bauliche Tätigkeiten weiterverwendetes Bodenmaterial.

METALLISCHE MINERALIEN UND ERZE

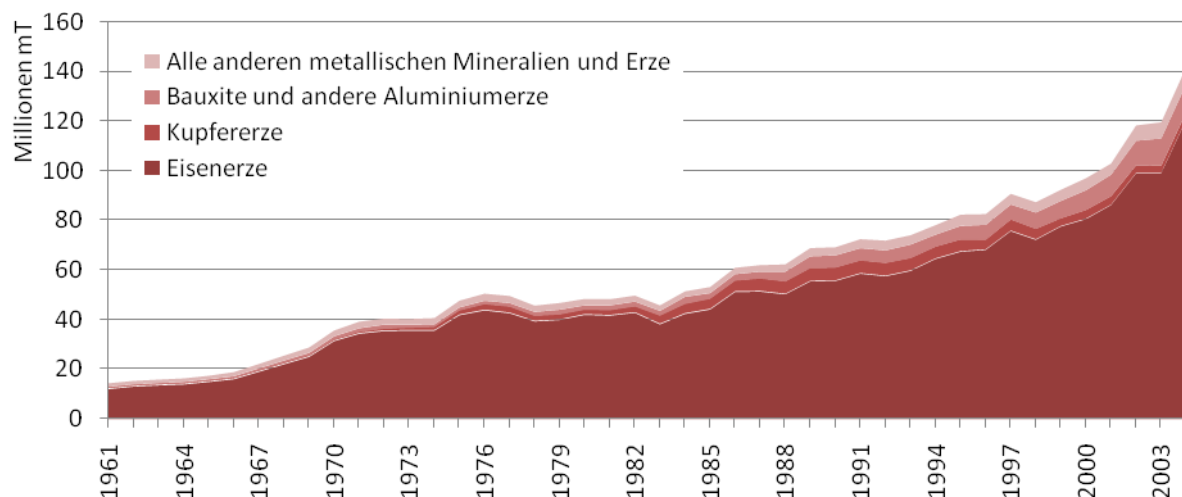


Diagramm 15: IE der metallischen Mineralien nach Untergruppen von 1961 bis 2004.
Quellen: UN-STAT 2007, USGS 2007, CSO 2003 & 2006.

Die Förderung von Eisenerzen dominiert im gesamten Beobachtungszeitraum hindurch klar die IE der metallischen Mineralien und Erze. Die Gesamtentnahme dieser Materialkategorie steigerte sich zwischen 1961 und 2004 von 13 auf 141 Millionen Tonnen, wobei der Anteil der Eisenerze 85% nie unterschritt und diese Gruppe sich damit auf die Dynamik nachhaltig auswirkte. Der Anstieg der Förderraten vollzog sich gleichförmig, mit beschleunigtem Wachstum während der späten 1960er Jahren und nach dem Jahrtausendwechsel. Neben den Eisenerzen sind außerdem die Bauxite / Aluminiumerze, sowie die Kupfererze nennenswerte Größen. Sie nehmen zusammengenommen 2004 nicht mehr als 10,5% der Förderung metallischer Mineralien und Erze ein. Die Förderung der Aluminiumerze weist den gesamten Beobachtungszeitraum hindurch steigende Werte auf. Anders die Entnahme der Kupfererze, welche ab 1991 kontinuierlich abnimmt. Die Agglomeration „Alle anderen metallische Mineralien und Erze“, Erze von Mineralien wie Nickel, Blei und Zink, aber auch von Edelmetallen und Uran umfassend, beansprucht in Diagramm 15 nie mehr als fünf Prozent.

3.4 AUSSENHANDEL

3.4.1 IMPORTE

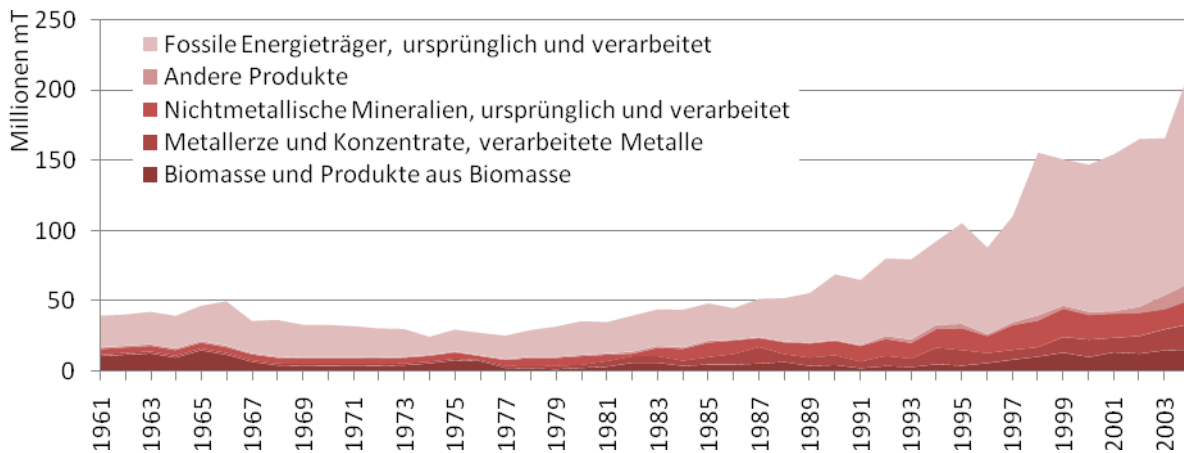


Diagramm 16: Importe nach MFA Hauptmaterialkategorien von 1961 bis 2004.
Quellen: UN-Comtrade 2007, IEA 2007, CSO 1960-2003.

Das Importaufkommen Indiens ist klar von der Kategorie „Fossile Energieträger, ursprünglich und verarbeitet“ dominiert, ihr Anteil stieg kontinuierlich von 60% in 1980 auf über 70% des Gesamtimportgewichtes in 2004. Diese Gruppe ist es auch, welche für die starke Dynamik verantwortlich zeichnet: nach sinkenden Importaufkommen zwischen 1966 und 1977 um zirka 50% zeichnet sich eine Trendumkehr zu einem Anstieg mit hohen jährlichen Wachstumsraten auf ein Vielfaches früherer Importleistungen ab. Die beiden Gruppen der Nichtmetallischen und Metallischen Mineralien und Erze verzeichnen beide einen langsamen, kontinuierlichen Anstieg bis in die Mitte der 1980er Jahre. Danach ist ein dynamischere Wachstum zu beobachten, welches sich 2004 bei jeweils zwischen 5 und 8% einpendelt.

Biomasse - und Biomasseprodukte Importe weisen auffällige Schwankungen auf. Während der 1960er Jahre stellen sie mit über zehn Millionen Tonnen pro Jahr die, neben den Energieimporten, massenmäßig größte Importfraktion. Zwischen 1968 und 1995 pendeln sich Indiens Biomasseimporte – mit wenigen Ausnahmen – auf unter fünf Millionen Tonnen ein, um von 1996 an wieder kontinuierlich auf bis über 15 Millionen Tonnen in 2004 anzusteigen.

Der Import anderer Produkte, welche keiner Materialkategorie eindeutig zugewiesen werden konnten, blieb bis zur Jahrhundertwende verschwindend gering, stieg aber in

den letzten Jahren bis 2004 sehr stark auf 12 Millionen Tonnen an.

Eine weitere Aufteilung der größten Materialgruppe der fossilen Energieträger in Unterkategorien ergab, dass Erdöl und Erdölprodukte den größten Teil einnehmen. Indiens Importaufkommen war in den letzten 20 Jahren mehr und mehr von dieser

Ressource bestimmt worden, Diagramm 17 bildet diese Dominanz ab, und zeigt dass der Anteil von Erdöl hier durchgehend zwischen 80

und 95% lag. Diese Fraktion prägt das Gesamtimportaufkommen Indiens nachhaltig, der Anteil des Erdöls lag seit 1961 immer konstant zwischen 40 und 60%, 2004 erreichte er mit 64% einen neuen Höchststand. Diese Entwicklung deutet eine immanent steigende indische Abhängigkeit nach Erdölimporten an, welche im Diskussionsteil näher erläutert werden wird.

Einzig die Fraktion Steinkohle nimmt in Indiens Energieimporten zwischen 1985 und 2000 eine nennenswerte Position von bis zu 20% oder 23 Millionen Tonnen (2002) ein.

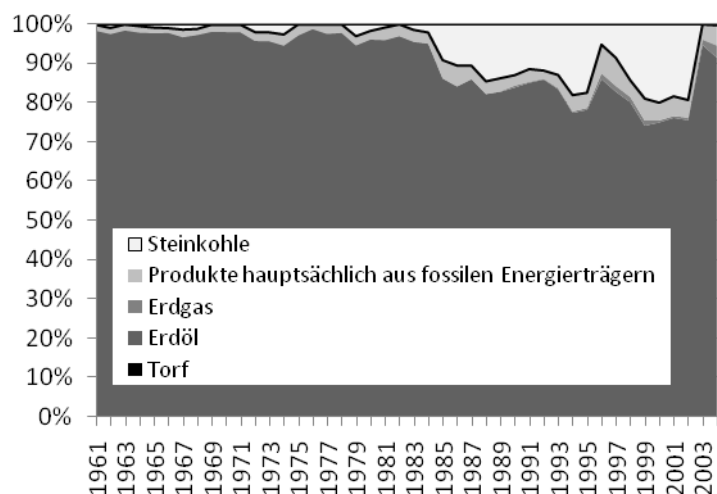


Diagramm 17: Verhältnis des Importaufkommens der Unterkategorien der Materialgruppe „Fossile Energieträger“ 1961 bis 2004.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, IEA 2007, CSO 1960-2003.

3.4.2 EXPORTE

Die Quantifizierung des Exportaufkommens Indiens produzierte das in Diagramm 18 abgebildete Ergebnis. Wie zu sehen ist steigerte Indien seine Exporte kontinuierlich von knapp 20 Millionen Tonnen 1961 auf über 100 Millionen Tonnen 2004. Ab dem Jahre 1999 wird dynamischeres Wachstum auffällig, im Ausschnitt zwischen 1999 und 2002 steigt das Exportaufkommen um knapp 150%.

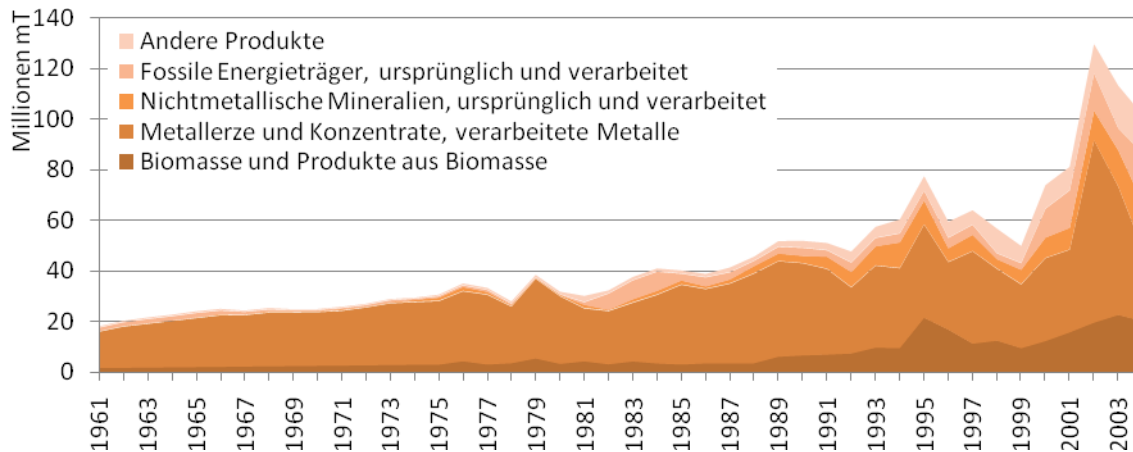


Diagramm 18: Exporte nach MFA Hauptmaterialkategorien von 1961 bis 2004.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, IEA 2007, CSO 1960-2003.

Hauptexportgruppe sind die Metallerze inklusive weiterverarbeiteter Produkte, welche bis 1980 beinahe die gesamte Handelsausfuhr repräsentieren. Mit der Zunahme des Exports von Biomasse, von Nichtmetallischen Mineralien und fossilen Energieträgern ab dem Jahre 1980 reduziert sich dieser Anteil merklich auf nur mehr 28% in 2004.

Zweitgrößte Fraktion stellt seit den frühen 1990er Jahren bereits die Gruppe „Biomasse und Produkte aus Biomasse“, hauptsächlich bestimmt durch Exporte von Grundnahrungsmitteln und Erntenebenprodukte.

Der Export von fossilen Energieträgern hat sich seit 1999 zu einer nicht zu vernachlässigenden Größe entwickelt und erreichte 2004 19 Millionen Tonnen. Neben den „Produkte aus fossilen Energieträgern“, die in demselben Jahr drei Millionen Tonnen dieser Hauptgruppe ausmachte, exportierte Indien als einzigen fossilen Energieträger fast ausschließlich Erdöl.

Die Fraktion „Andere Produkte“, 2004 15% des Exportvolumens einnehmend, entwickelte sich während der letzten 30 Jahre kontinuierlich und vereint vor allem Textilien, Chemikalien, sowie wissenschaftliche, medizinische und optische Gerätschaften.

Eine detaillierte Aufspaltung der gewichtigsten Kategorie „Metallerze und Konzentrate, verarbeitete Metalle“, welche 2002 einen Exportgipfel von über 70 Millionen Tonnen verzeichnete, offenbart eine sehr dominante Unterfraktion (Diagramm 19): im

gesamten Beobachtungszeitraum betrug der Export von Eisenerz, Eisen und Stahl über 90% der MFA Hauptkategorie der Metallerze. Der Anteil am indischen Gesamtexportvolumina ist ein abnehmender: von knapp 80% in den frühen 1960er Jahren sinkt er auf 30% nach dem Jahrtausendwechsel, 2004 erreichte er den bisherigen Tiefstand von 18%. Die Exportwirtschaft in Indien diversifizierte sich zunehmend, anstatt vom Export von nur einer Ressource abhängig zu sein.

Das plötzliche Abfallen dieser Untergruppe nach 2002 lässt sich anhand der vorliegenden Daten nicht erklären. Sehr wahrscheinlich scheint ein Fehler,

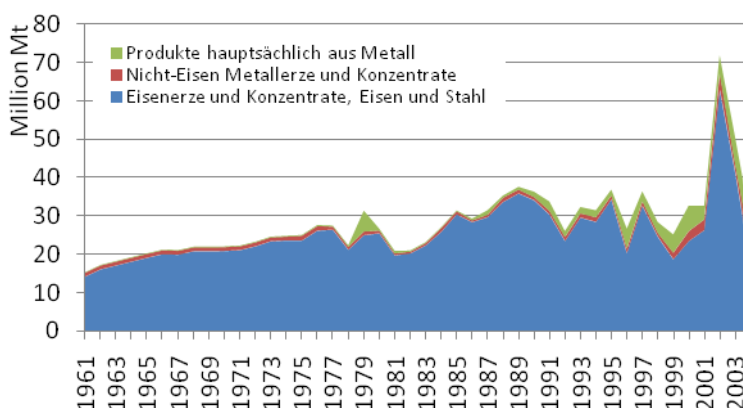


Diagramm 19: Export der Unterkategorien (Auswahl) der MFA Hauptkategorie "Metallerze und Konzentrate, verarbeitete Metalle" 1961 - 2004.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, CSO 1960-2003.

beziehungsweise eine Unvollständigkeit in den Aufzeichnungen der physischen Primärdaten, da die monetären Werte im Gegensatz dazu in den Jahren 2002 (860 Mill. US\$), 2003 (1,1 Mrd. US\$) und 2004 (3,1 Mrd. US\$) weiterhin steil ansteigen. Damit konform geht ein ähnlich dynamischer Anstieg der weltweiten Eisenproduktion und des Handelsaufkommens

dieses Guts in den Jahren seit 2002, wie sie das Mineral Police Institute von Australien (MPI 2007) verzeichnete.

Die IE von Eisenerz stieg im selben Zeitraum nicht augenfällig von zirka 88 Millionen Tonnen in 2001 auf 99 Millionen Tonnen in 2002. Bis 2004 ist ein weiteres relativ gleichförmiges Anwachsen bis 120 Millionen Tonnen verzeichnet (siehe auch Diagramm 24 weiter unten). Trotz dem, zu den monetären Werten vergleichsweise langsamen Anstieg diese Förderraten, lassen sie die Spitze im Exportaufkommen von knapp 60 Millionen Tonnen in 2002 nicht ausschließen.

Interessanterweise zeigt sich diese Vormachtstellung nur in Hinblick auf die exportierte Masse, monetär kann Eisen keine so gewichtige Stellung in der Handelsbilanz einnehmen. Aufgrund niedrigem Lohnniveaus und vergleichsweise

niedriger Energiepreise ist indischer Stahl günstig zu haben und zeigt sich am Weltmarkt äußerst konkurrenzfähig. Die Nachfrage ist steigend, speziell China importiert große Mengen dieses wichtigen Rohstoffs.

Dem International Iron and Steel Institute (IISI) zufolge ist Indien der siebent größte Stahlproduzent der Welt. Aufgrund reicher Erzvorkommen sagen Experten diesem Wirtschaftszweig in Indien eine prosperierende Zukunft voraus.

3.4.3 DIE PHYSISCHE HANDELSBILANZ (PHB): VERGLEICH VON IMPORT & EXPORT

Diagramm 20 gibt einen Überblick auf jene Materialien, welche seit 1961 die indischen Außengrenzen im Zuge von Import- oder Exportaktivitäten überschritten.

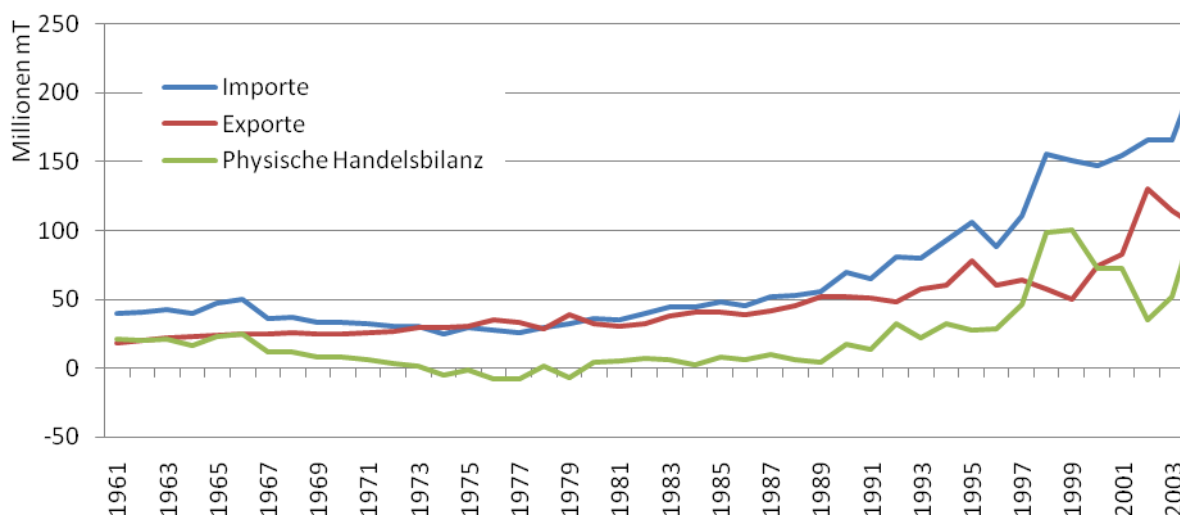


Diagramm 20: Import- und Exportaufkommen, sowie die Physische Handelsbilanz (=Importe – Exporte in absoluten Zahlen) 1961 bis 2004.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, IEA 2007, CSO 1960-2003.

Dieser Vergleich ermöglicht die Berechnung der Physischen Handelsbilanzen (PHB) jedes einzelnen Jahres. Da die PHB das Ergebnis der Subtraktion der Exporte von den Importen darstellt, bedeuten negative PHB-Werte Nettoexporte, positive Faktoren sind als Nettoimporte anzusehen (Diagramm 20).

Dabei zeigt sich, dass die PHB Indiens zwischen 1961 und 1973 weit im positiven Bereich (Maxima bei etwa 40 Millionen Tonnen) liegt, der Außenhandel Indiens zeigte starke Importüberschüsse.

Darauf folgten Jahre mit annähernd ausgeglichener Handelsbilanz bis 1980. Ab dann

beginnt sich Indiens Außenhandel in beide Richtung zu beschleunigen, die Exporte mit einer Verdreifachung auf über 100 Millionen Tonnen langsamer als die Importe, welche sich auf über 200 Millionen Tonnen zwischen 1989 und 2004 mehr als versechsfachten. Die dadurch anwachsende PHB erreichte 2004 ihren bisherigen Höchststand von knapp über 100 Millionen Tonnen. Das beschleunigte Wirtschaftswachstum und der einsetzende wirtschaftliche Übergang Indien ab den frühen 1980er Jahren zeigt sich verzögert mit beschleunigtem Ansteigen der Handelsströme und der PHB ab den frühen 1990er Jahren.

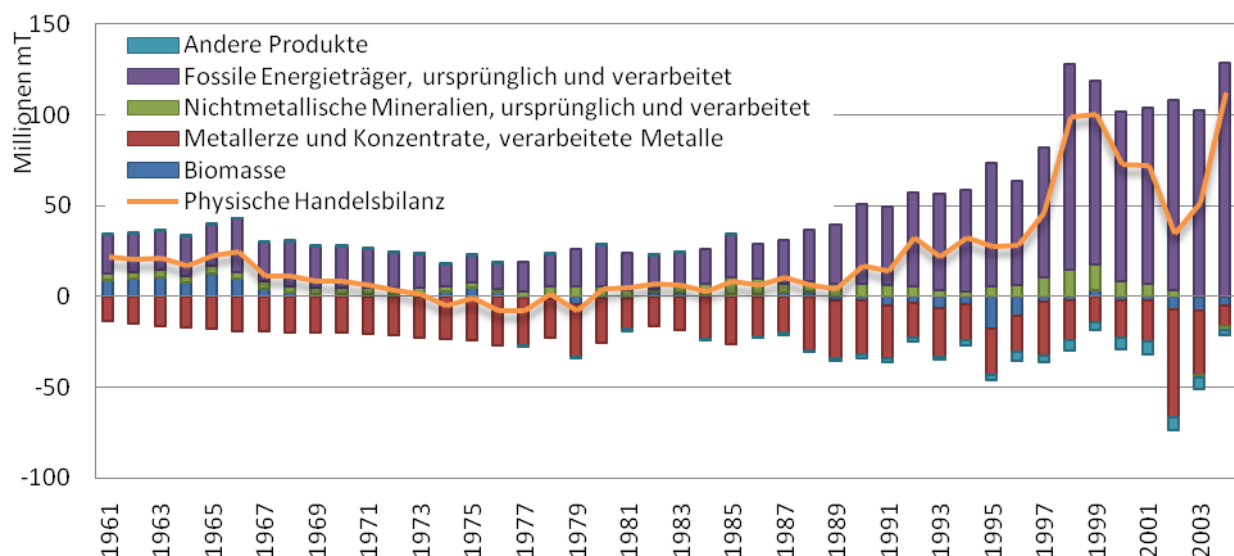


Diagramm 21: Die Physischen Handelsbilanzen der MFA-Hauptmaterialkategorien von 1961 bis 2004. Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, IEA 2007, CSO 1960-2003, siehe Methodenteil.

Die Analyse der Handelsbilanzen getrennt nach den MFA-Hauptmaterialkategorien (Diagramm 21) zeigt, dass die starken Einfuhrüberschüsse sich durchgehend nahezu zur Gänze auf fossile Energieträger beschränkten. Diese Kategorie weist zudem anhaltend starkes Wachstum seit den frühen 1980er Jahren auf. In der Entwicklung dieser Fraktion liegt auch hauptsächlich der Grund des Anstiegs der Gesamthandelsbilanz während der letzten 15 Jahre. Den größten Teil dieser Fraktion repräsentiert das Erdöl (Diagramm 17 im nächsten Abschnitt). Sämtliche andere Untergruppen der Gruppe „Fossile Energieträger, ursprünglich und verarbeitet“ weisen seit 1961 ebenfalls steigende Importüberschüsse auf.

Demgegenüber stehen die metallischen Mineralien, welche im Beobachtungszeitraum das indische Exportaufkommen ausmachen. Die mit Abstand größte Untergruppe dieser Exportkategorie stellt das Eisenerz. Alle übrigen metallischen Mineralien sowie Produkte, welche sich hauptsächlich aus dieser

Materialkategorie zusammensetzen, zählen ebenso zu den „Exportgütern“ der indischen Wirtschaft.

Durchwegs ausgeglichene Handelsbilanzen Im Beobachtungszeitraum weisen die Gruppen der metallischen und nichtmetallischen Mineralien, sowie die Kategorie „Andere Produkte“ auf.

Bei der Biomasse zeigte sich in den letzten Jahren ein Trend zu leichten Exportüberschüssen, was auf eine zufriedenstellende Versorgungssituation mit Grundnahrungsmitteln schließen lässt. Diagramm 22 visualisiert, dass dies nicht immer der Fall war, denn bis ins Jahr 1976 sind für Biomasse eindeutige Importüberschüsse angeführt, was vor allem auf die Einfuhr von Grundnahrungsmitteln zurückzuführen war (Kategorie „Feldfrüchte, ursprünglich und verarbeitet“). Eine Studie des International Food Policy Research Institute (Bhalla G. S. et al. 1999) bestätigt diese Deutung der Daten. Auch wenn darin die Grundnahrungsmittelversorgung vieler Länder noch immer als mangelhaft bezeichnet wird, sieht man die Situation doch als stark verbessert im Vergleich zu 1970. Ebenfalls gut entwickelt hat sich die Handelsbilanz der Kategorie der Erntenebenprodukte, welche vorwiegend Futtermittel umfasst und sich ab den frühen 1990er Jahren konstant bei 4 Millionen Tonnen Exportüberschuss liegt. Nach dem Abflachen der Grundnahrungsmittelfinfuhren ab 1975 kam es mit steigender Tendenz zum Import von aus Biomasse gefertigten Produkten wie Getränke, Zellstoff und Papier, Öle und Fette und Gummi.

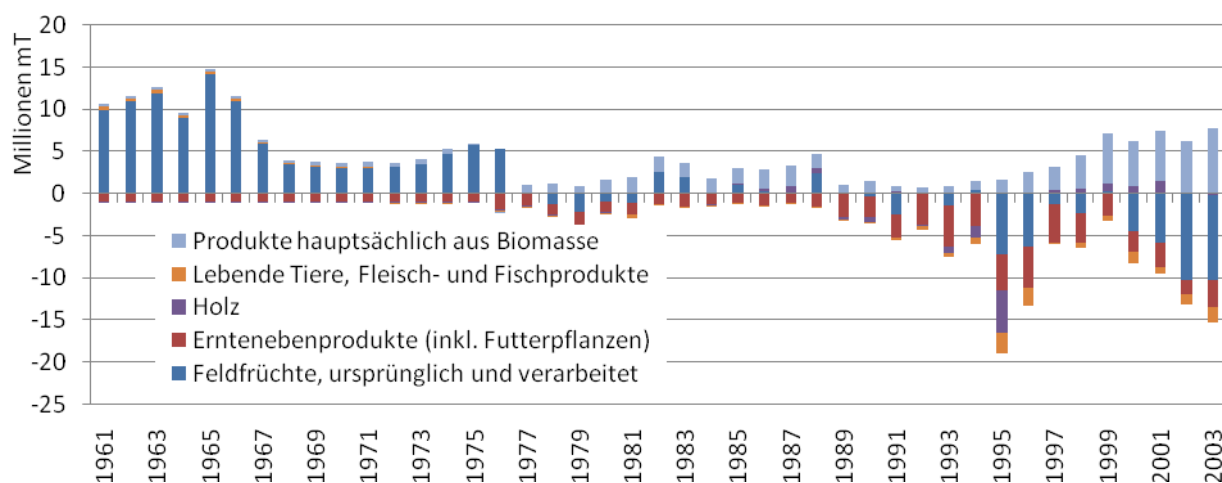


Diagramm 22: Die Physische Handelsbilanzen der Unterkategorien der MFA-Hauptmaterialkategorie „Biomasse“ zwischen 1961 und 2004.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, IEA 2007, CSO 1960-2003, siehe Methodenteil.

Seit 1961 zeichneten sich in Indiens Außenhandel mit Biomasse zwei dominierende Trends ab. Importüberschüsse wurden anfangs von Grundnahrungsmittel bestimmt, welche dann zwischen 1975 und 1995 stark abflachten. Seit dem stiegen die Einfuhren von höher verarbeiteten Biomasseprodukten. Mit dem Rückgang der Importdominanz bei Grundnahrungsmittel ab 1975 begann sich langsam der Exportmarkt von Futtermitteln (in der Kategorie Erntenebenprodukte) zu entwickeln, der ab 1995 für positive Biomasse - Handelsbilanzen sorgt. Während den letzten Jahren kamen zudem Exportüberschüsse bei Grundnahrungsmitteln („Feldfrüchte, ursprünglich und verarbeitet“), sowie Nutztiere inklusive deren Produkte hinzu.

4. DISKUSSION

4.1 IE UND AUSSENHANDEL: VERGLEICH UND GEGENÜBERSTELLUNG

Dieser Abschnitt vergleicht den Außenhandel und die Inländische Entnahme von Indien mit dem Ziel, eine Übersicht über deren Relationen zu bieten.

Im Falle einer großen Mehrheit der MFA Materialkategorien übertrifft die IE bei weitem die entsprechenden Handelsvolumina. Der Handel mit Biomasse und Produkten aus Biomasse beispielsweise erreicht 2004 nur 1,8% jener direkt entnommenen Massen, die der IE zugerechnet wurden. Ähnlich niedrig ist der Anteil des Außenhandels in der Kategorie Nichtmetallischen Mineralien (2,3% in 2004).

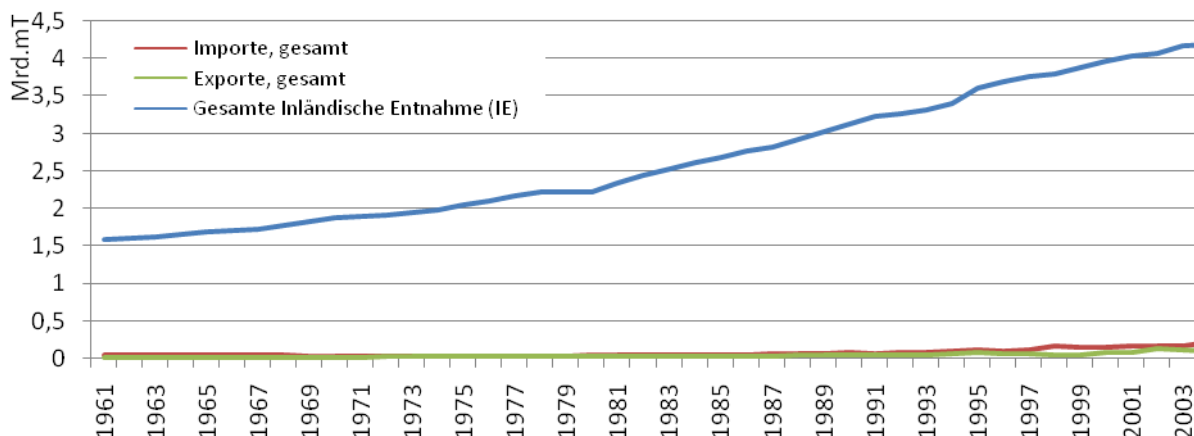


Diagramm 23: IE, Importe und Exporte im Vergleich 1961 - 2004.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von IEA 2007, FAOSTAT 2006, UN-STAT 2007, USGS 2007, CSO 1960 - 2006, UN Comtrade 2007.

Diagramm 23 zeigt dieses Verhältnis von Handelsvolumina zu IE, wobei seit der Mitte der 1980er Jahre ein Anstieg des Außenhandelsaufkommens (Importe + Exporte) auch im Verhältnis zur IE zu bemerken ist, und 2004 den bisher größten Anteil von über 6% erreicht.

Verantwortlich für diese 6% zeichnen vorwiegend der Import von fossilen Energieträgern sowie der Export von Metallerzen. Beiden Fraktionen nehmen im Verhältnis zur direkt im Inland entnommenen Massen dieser Materialien relativ große

Anteile ein (Diagramm 25, beziehungsweise Diagramm 24).

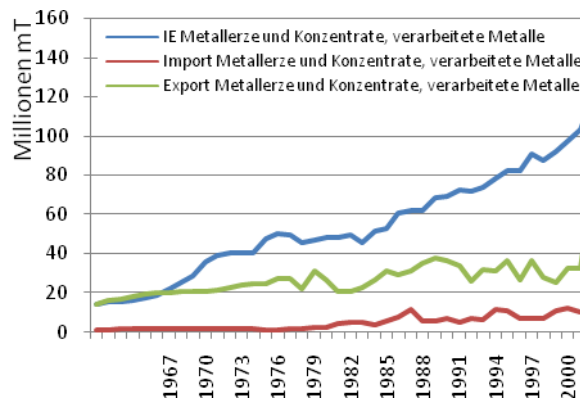


Diagramm 24: Verhältnis zwischen IE, Import und Export der Metallerze 1961 - 2004.
Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, USGS 2007, CSO 1960-2006.

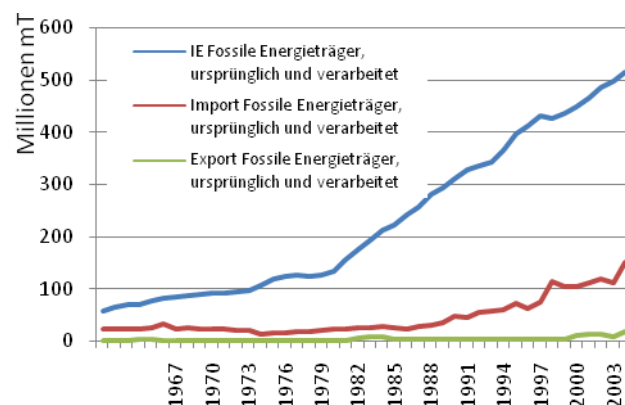


Diagramm 25: Verhältnis zwischen IE, Import und Export fossiler Energieträger 1961 - 2004.
Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, IEA 2007, CSO 1960-2006.

Die letzten 30 Jahre hindurch nahmen die metallischen Erze einen überdurchschnittlich großen Teil an der indischen IE ein, 2004 betrug dieser Anteil 3,4%. Es ist eine Materialgruppe, die hauptsächlich von Eisenerz (mit sehr hohem Erzgehalt im internationalen Vergleich) repräsentiert wird, das in Indien als Schlüsselexportgut gilt. In den EU-15 erreicht diese Fraktion vergleichsweise nur knapp 1% der IE. Das bisherige Produktionsmaximum wurde in Indien 2003 mit fast 120 Millionen Tonnen IE dieser metallischen Erze erreicht, knapp 100 Millionen Tonnen davon Eisenerz (FAO 2006). Indien erreichte damit Platz drei in der weltweiten Liste der Eisenerzproduzenten. Ein USGS-Report von 2005 führte China (zwei Drittel), Europa Japan und die Republik Südkorea als Hauptimporteure indischen Eisenerzes auf.

Die indische Wirtschaft wächst – und benötigt seit 1961 ständig steigende Mengen an Energie. Wie in Diagramm 25 ersichtlich, führte dies, um Versorgungsengpässe zu verhindern und die Energieversorgung zu gewährleisten zum Ansteigen der IE dieser Materialklassen. Ab Ende der 1980er Jahre müssen zusätzlich die Importe der Energieträger kontinuierlich gesteigert werden um der Nachfrage gerecht zu werden. Bis 2004 ist ein Anstieg der Importe der fossilen Brennstoffe am gesamten Inländischen Materialverbrauch (IMV) auf über 30% zu beobachten, die Exporte bleiben daneben auf sehr niedrigem Niveau.

Diagramm 26 zeigt den Anteil der IE am IMV ausgewählter Energieträger (= Subkategorien der Hauptaggregation „fossilen Energieträger, ursprünglich und verarbeitet“). Es wird deutlich, dass seit 1961 annähernd 100% der geförderten Kohle im Inland verbraucht wurde. Das gleiche Bild zeigt sich im Falle des Erdgases. In Indien stellt dieser Rohstoff einen bedeutenden Anteil an der gesamt IE, in den letzten Jahren erreichte er fast 80%. Die EU-15 fördern vergleichsweise nur knapp 50% Steinkohle, die Fraktionen Erdöl und Erdgas sind im IE der fossilen Energieträger viel stärker vertreten.

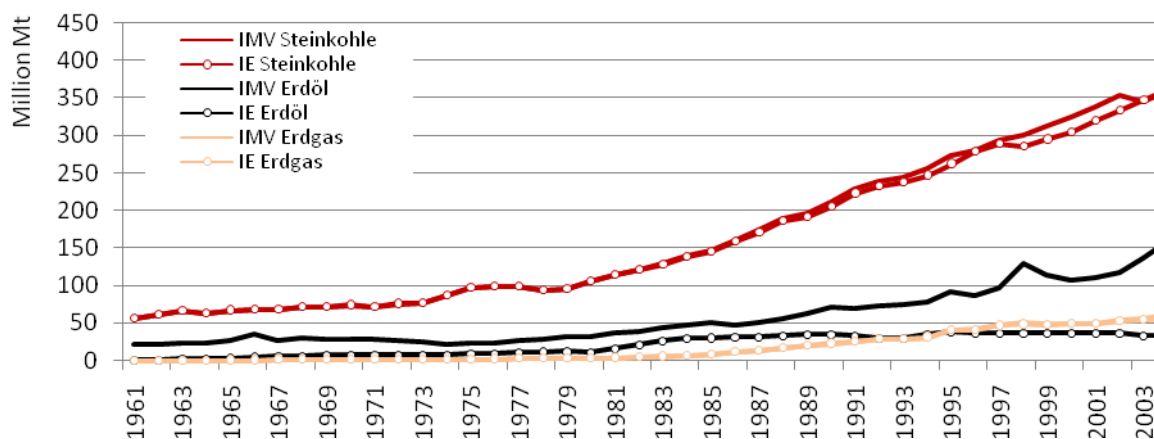


Diagramm 26: IE und IMV ausgewählter fossiler Energieträger 1961 bis 2004.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, USGS 2007, CSO 1960-2006.

Indien ist der drittgrößte Kohleproduzent der Welt und verfügt über die viertgrößten Kohlevorkommen. Die Kohleförderleistung erreichte 2001 fast 400 Millionen Tonnen, fast 70% dieser Mengen wurden in Indien zur Produktion elektrischen Stromes verfeuert (UNSD 2007, CIA Factbook 2008). Die Erdölförderung dagegen kann von Anfang den heimischen Verbrauch nicht decken, von 1990 an werden zunehmend größere Mengen importiert.

Erdgas (61 Millionen mT), Holzkohle (28,5 Mil. mT) und Torf (36 Mil. mT; alle Werte von 2004) verzeichneten kontinuierlich langsam ansteigende Trends, wobei IE und IMV jeweils auf annähernd gleichem Niveau lagen, die inländische Produktion bediente über den Beobachtungszeitraum hinweg die heimische Nachfrage.

4.2 INLÄNDISCHER MATERIALVERBRAUCH (IMV)

Die Visualisierung des indischen Inländischen Materialverbrauchs ergibt eine quer durch die meisten Hauptmaterialgruppen durchgehend ansteigende Kurve (Diagramm 27). In den ersten 20 Jahren des Beobachtungszeitraums ist dieser Anstieg noch gemäßigter, der IMV steigt um knapp 30% auf 2,24 Mrd. Tonnen. In den darauffolgenden 24 Jahren bis 2004 ereignete sich eine Dynamisierung des Wachstums, was beinahe eine Verdopplung des Materialverbrauchs bedeutete. 2004 wurden insgesamt 4,3 Mrd. Tonnen an Material irgendeiner sozio-ökonomischen Verwendung zugeführt. Die Fraktionen „Kies und Sand“, sowie „Biomasse exkl. gegrase Biomasse“ repräsentieren zusammen einen gewichtigen Anteil von 68%. Das zeigt, dass für die Nahrungsmittelversorgung der Bevölkerung (und den Nutztieren) und für den Ausbau der Infrastruktur mit Abstand die meisten Ressourcen verbraucht werden.

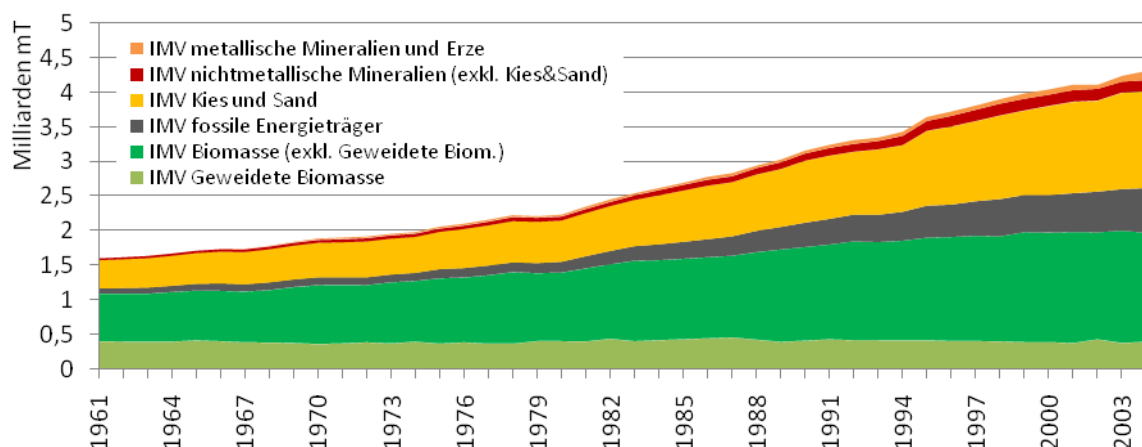


Diagramm 27: IMV nach MFA Hauptkategorien 1961 – 2004.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von IEA 2007, FAOSTAT 2006, UN-STAT 2007, USGS 2007, CSO 1960 - 2006, UN-Comtrade 2007.

Addiert man die Biomasse mit ihrer in Diagramm 27 separat abgebildeten Unterkategorie „Geweidete Biomasse“, ergibt sich 2004 ein Anteil von 46%. Der Agrarsektor ist in Indien in Hinblick auf den Ressourcenverbrauch der dominante Sektor, Biomasse fungiert als wichtigster Rohstoff und zeigt damit die Dominanz der Landwirtschaft in der indischen Ökonomie. Allerdings zeichnete sich seit 1960 ein signifikanter Bedeutungsrückgang ab: damals betrug der Anteil der Biomassen noch 68% und nimmt seitdem zugunsten zu Baustoffen wie Kies und Sand und zu fossilen Energieträgern ab, welche Schlüsselmaterialien für die Industrialisierung Indiens

und die wachsende Wirtschaftskraft darstellen.

Den größten Anstieg verzeichnete der Verbrauch von fossilen Energieträgern, der sich von 4,8% 1960 auf 15% 2004 entwickelte, wobei sich ein Großteil jenes Zuwachses erst ab den frühen 1980er Jahren einstellte. Eher verschwindend nimmt sich der Verbrauch der übrigen nichtmetallischen Mineralien (exklusive Kies und Sand) aus, ebenso gering präsentiert sich die Kategorie der metallischen Mineralien und Erze. Zusammen wurden in Indien 2004 290 Millionen Tonnen (entspricht 6,7% des gesamten IMV) dieser beiden Fraktionen verbraucht, was aber das Zehnfache des Verbrauchs von 1960 darstellt.

Relativ konstant bei zirka 400 Millionen Tonnen hält sich der Verbrauch geweideter Biomasse. Die Kapazitätsgrenzen der Nutzflächen und Ökosysteme in Indien wurden schon sehr bald (vor 1960) erreicht, wodurch höhere Verbrauchsraten geweideter Biomasse natürliche Grenzen besitzen (siehe Weidepotential in Tabelle 10, Methodenteil).

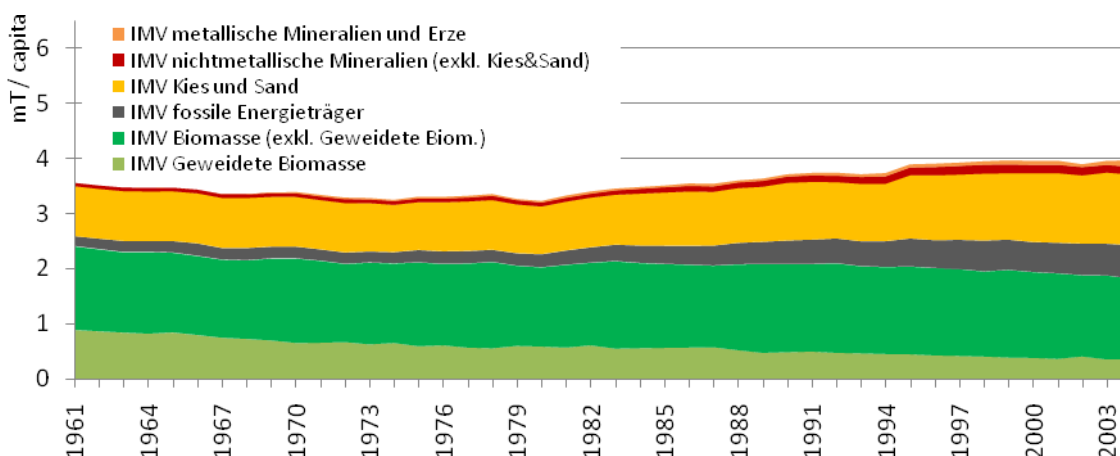


Diagramm 28: IMV per Capita nach MFA Hauptkategorien 1961 – 2004.

Quellen: IEA 2007, FAOSTAT 2006, UN-STAT 2007, USGS 2007, CSO 1960 - 2006, UN Comtrade 2007.

Projiziert man den IMV auf die Bevölkerung Indiens, erhält man ein gänzlich anderes Bild. In den ersten 20 Jahren des Beobachtungszeitraumes verringert sich der pro-Kopf-IMV von 3,6 mT in 1961 auf 3,2 mT in 1980, wobei für diesen Rückgang vor allem der sinkende pro-Kopf Verbrauch von Biomasse verantwortlich ist (von ca. 1,5 auf 1,47 mT/Cap./Jahr). In dieser Periode ist Indien auch Nettoimporteur von Biomasse und zur Versorgung der Bevölkerung auf Nahrungsimporte angewiesen. Die anderen Materialkategorien bleiben während dieser 20 Jahre konstant,

beziehungsweise steigen leicht an.

1981 erlebt die indische Sozioökonomie den Beginn eines bis heute anhaltenden Wachstumsschubs, der ab diesem Zeitpunkt zu steigenden IMV per Capita führt. Der Gesamtmaterialverbrauch pro Einwohner bleibt trotzdem bis 2004 unter 4 Tonnen pro Einwohner, was im internationalen Vergleich sehr niedriger erscheint. Die Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs wird nachhaltig von der von 1961 an rückläufigen Materialgruppe „Gegraste Biomasse“ gebremst. Eine Analyse des IMV pro Kopf, diese Fraktion ausgenommen, ergibt zwischen 1960 und 1980 einen konstanten Trend ohne nennenswerte Zu- oder Abnahme. In den darauffolgenden Jahren bis 2004 verzeichnete der IMV dieser Gruppen allerdings ein starkes relatives Wachstum um mehr als 36%.

Der Pro Kopf Verbrauch aller Biomassen zusammen fiel im Beobachtungszeitraum von 2,4 auf 1,8 Tonnen pro Person, was vor allem mit der Abnahme im Bereich gegraster Biomasse zu begründen ist, aber auch der IMV der übrigen Biomasse ging von 1,5 auf 1,45 Tonnen per Capita leicht zurück.

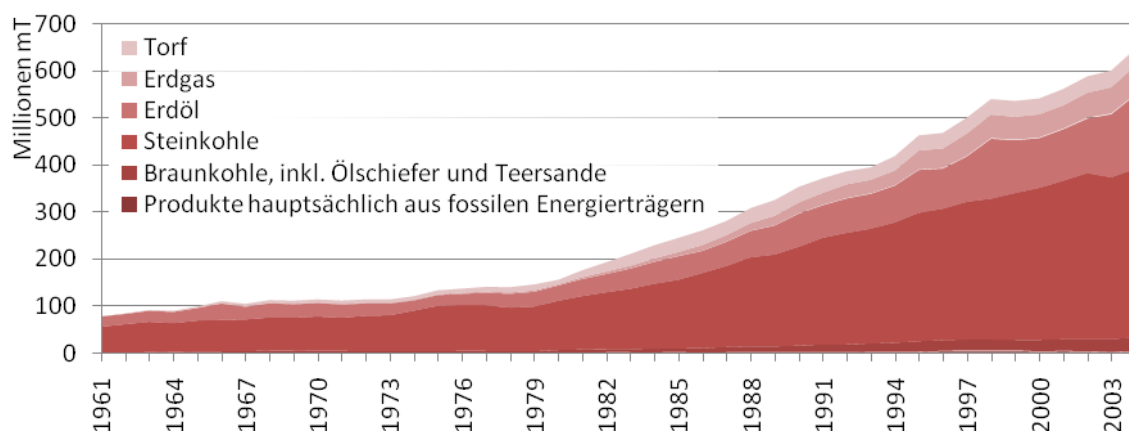


Diagramm 29: IMV der Unterkategorien der „fossilen Energieträger“ 1961-2004.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von IEA 2007, FAOSTAT 2006, UN-STAT 2007, USGS 2007, CSO 1960 - 2006, UN Comtrade 2007.

Die Unterkategorien dieser sehr schnell expandierenden Gruppe der inländisch verbrauchten fossilen Energieträger sind in Diagramm 29 einzeln aufgegliedert dargestellt. Dadurch wird sichtbar, dass der Verbrauch von Steinkohle eine treibende Kraft dieser Gesamtentwicklung war, die indische Wirtschaft greift zunehmend auf eigene reich vorhandene Steinkohlevorkommen zu, anstatt Erdöl und Erdgas zu verbrauchen, das Großteils importiert werden müsste. 56% des Verbrauchs an

fossilen Energieträgern wird 2004 durch diese Ressource gedeckt, Erdöl und Erdgas zusammen nehmen dagegen nur 34% ein.

Besonders in diesem Diagramm 29, welches den Verbrauch jener Schlüsselressourcen visualisiert, die als Triebfeder des wirtschaftlichen Aufschwungs in Indien angesehen werden, wird die neue Dynamik ab dem Jahre 1981 deutlich. Diese Ergebnisse zeigen anhand vielerlei übereinstimmender Parameter dass sich Indien seit den frühen 1980er Jahren auf einem neuen Entwicklungspfad befindet. Das Einsetzen der Transition von einem Agrarstaat hin zu einer entwickelten Industrienation spiegelt sich in einer Veränderung der metabolischen Verbrauchsmuster wider (siehe Kapitel 4.4).

4.3 MATERIALINTENSITÄT (MI)

Diagramm 30 zeigt die Entwicklung der Materialintensität der indischen Wirtschaft in indexierter Form seit 1961.

Damals lag der IMV bei 1,6 Mrd. Tonnen (davon 78 Millionen Tonnen fossile Energieträger), es konnte ein BIP von 88,2 Millionen US\$ erwirtschaftet werden und die Bevölkerung lag fast genau bei 450.000 Einwohnern.

Mit Diagramm 30 wird versucht die Relationen zwischen Materialeinsatz (= Inländischen Materialverbrauch (IMV)), und BIP zu zeigen.

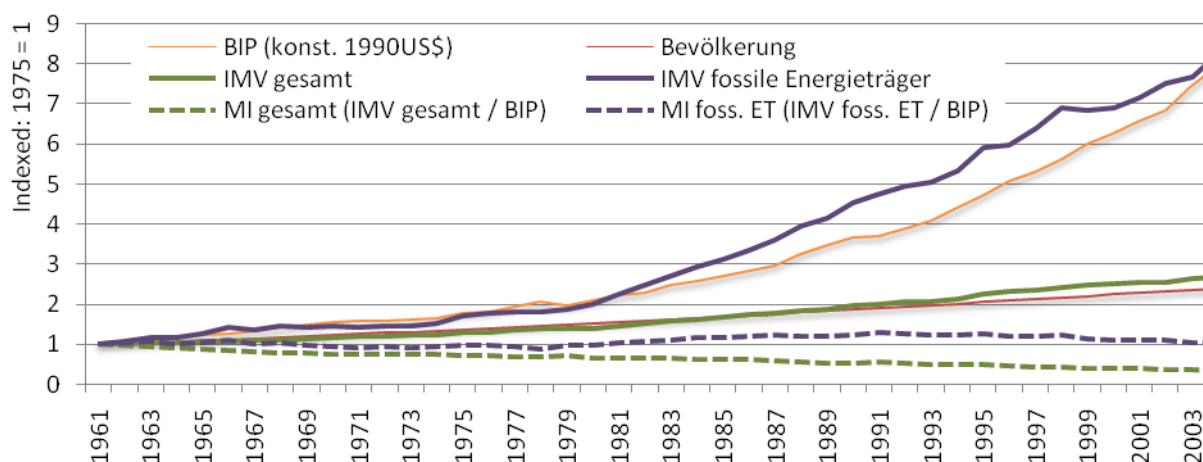


Diagramm 30: BIP, Bevölkerung, IMV, IMV der fossilen Energieträger, MI total und MI der fossilen Energieträger 1961 bis 2004.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, FAO-STAT 2006, USGS 2007, CSO 1960-2006 und IEA 2007.

Wie sich zeigt durchläuft das indische BIP eine ähnliche Entwicklung wie der IMV einer der wichtigsten Materialgruppen: bis 1980 erlebt die Sozioökonomie des Subkontinents moderate Steigerungsraten und verdoppelt sich in diesen 20 Jahren. Ab diesem Zeitpunkt beginnt sich das Wachstum zu beschleunigen und erreicht mit konstant steilen Steigerungsraten 2004 das 8-fache des BIP von 1961. Ähnlich verhält es sich mit dem IMV der fossilen Energieträger, er steigt zwischen 1981 und 1998 sogar schneller als das BIP, um 2004 aufgrund gebremster Wachstumsraten vom BIP wieder fast eingeholt zu werden. Die MI der fossilen Energieträger bleibt damit, im Rahmen einer gewissen Schwankungsbreite, zwischen 1960 und 2004 auf konstantem Niveau. Eine signifikante Kopplung der wirtschaftlichen Leistung Indiens und des Verbrauchs an fossilen Energieträgern wird damit deutlich. Sollte diese proportionale Kopplung halten, wird Indien wie auch China bald einen wesentlichen Beitrag zum weltweiten CO₂ Ausstoß beitragen.

Im Gegensatz dazu stieg der gesamt-IMV im gleichen Zeitraum um lediglich 50% des Anfangswertes, was sich in einer sinkenden Materialintensität der indischen Wirtschaft niederschlägt. 1980 war die MI um genau ein Drittel gefallen, bis 2004 gab sie um ein weiteres Drittel nach und lag damit bei nur mehr 33% des Anfangswertes von 1961.

Im Rahmen des wirtschaftlichen Transformationsprozesses und steigenden Anteilen des Industrie- und Dienstleistungssektors, ist eine sinkende MI – und damit eine relative Dematerialisation – ein zu erwartender Prozess. Die Wirtschaft wächst in diesem Stadium des Übergangs immer schneller als der IMV.

Gut zu erkennen ist ebenfalls das anfängliche Zurückbleiben der IMV hinter dem Bevölkerungswachstum, was einen sinkenden Ressourcenverbrauch pro Person bedeutete. Erst Anfang der 1980er Jahre beginnt in Indien der Materialverbrauch pro Kopf wieder zu steigen um 2004 bei einem leichten Plus von 11% zu enden.

Dividiert man den IMV durch den Human Development Index, ergibt sich eine Materialintensität "sozial-humanitärer" Art. Gemessen wird hier der Zusammenhang zwischen Ressourceneinsatz in der indischen Sozialökonomie, und die Entwicklung des Human Development Index (HDI). Der HDI von Indien startet 1961 bei 0,34³ und war seitdem im Steigen begriffen (2007: 0,62) (UNDP 2007/2008).

³ Zum Vergleich: Der HDI der OSZE Staaten liegt 2007 bei 0,93 (UNDP 2007/2008).

Diagramm 31 enthält das Ergebnis dieser Gegenüberstellung, welche zwischen 1961 und 1980 eine weitestgehend parallele Entwicklung dieser beiden Indizes veranschaulicht. Ab den frühen 1980er Jahren allerdings beginnt der weiterhin gleichförmig ansteigende HDI der beschleunigten Entwicklung des IMV zunehmend hinterherzuhinken. Das wiederum bewirkt eine Zunahme der Materialintensität, es werden mehr und mehr Ressourcen verbraucht, um eine gleichförmige Steigerung des HDIs gewährleisten zu können. Zwischen 1980 und 2004 sinkt damit die Effizienz beim Ressourcenverbrauch, bezogen auf Lebensstandards und auf die soziale sowie humanitäre Entwicklung der Gesellschaft in Indien. Die „humanitäre“ Materialintensität steigt in diesem Zeitraum um 76%.

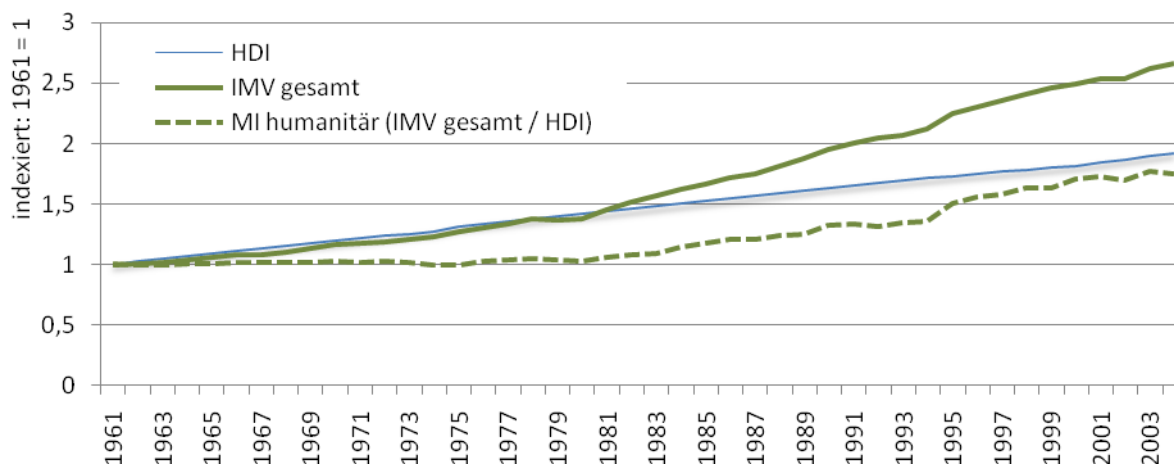


Diagramm 31: HDI, IMV gesamt und MI „humanitär“ 1961 bis 2004.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, FAO-STAT 2006, USGS 2007, CSO 1960-2006, IEA 2007 und UNDP 2007/2008.

4.4 INDIEN IN SOZIO-ÖKONOMISCHER TRANSITION

Der Übergang eines Staates vom landwirtschaftlich dominierten Entwicklungsland hin zu einer entwickelten Industrienation bedeutet auch einen Übergang vom agrarisch dominierten zum industriellen soziometabolischen Regime. Diese soziometabolischen Regime sind geprägt von typischen Mustern in der Zusammensetzung und Dimension der sozioökonomischen Material- und Energieflüsse (Krausmann et al. 2008). Dabei wird davon ausgegangen, dass das Energiesystem auf dem eine Sozioökonomie basiert, einen Haupteinflussfaktor auf

das Aussehen und die Entwicklung des Stoffwechsels dieses Systems darstellt (Fischer-Kowalski & Weisz 1999). Demnach teilen soziometabolische Regime, welche ähnliche Energiequellen und Techniken zur Energiekonvertierung verwenden, auch andere wichtige physische und ökonomische Eigenschaften. Sie ähneln sich in demographischen Mustern als auch im Muster und Level des Arbeitszeiteinsatzes, im organisatorischen Aufbau, oder auch in ihren kommunikativen Systemen.

Betrachtet man die Materialnutzung Indiens im Lichte dieser Theorie, eröffnet sich ein neuer Blickwinkel. Grundsätzlich lässt sich Indien über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg in die Gruppe der „High-Density Developing Countries“ (HDD) (nach Krausmann 2008) einordnen, was einer Sozioökonomie in frühem Entwicklungsstadium bei hoher Bevölkerungsdichte entspricht.

Der sich abzeichnende wirtschaftliche Transformationsprozess in Indien seit 1961 kann als die Entwicklung von einem „Least Developed Country“ (LD) hin zu einem „Developing Country“ (DC) gesehen werden. Wichtige Maßzahlen, mit denen das

Tabelle 17: Metabolisches Profil Indiens zwischen 1961 und 2004.

Quellen: Eigene Berechnungen auf Basis von UN-Comtrade 2007, FAO-STAT 2006, USGS 2007, CSO 1960-2006 und IEA 2007; Fischer-Kowalski & Haberl 2007.

	Least Deve- loping Coun- tries (2000)	Developing Countries (2000)	Indien 1961	Indien 1980	Indien 2004	Veränderung Indien 1961- 1980 [%]	Veränderung Indien 1980- 2004 [%]
IMV/ha [t/ha/Jahr]	1,3	4,7	4,9	6,8	13,1	+38,4	+92,6
IMV/capita [t/Cap./Jahr]	4,1	6,1	3,6	3,2	4,0	-9,1	+22,7
IMV Biomasse [%]	58,3	37,7	67,6	62,6	45,9	-7,4	-26,7
IMV Mineralien [%]	40,3	53,8	27,5	30,4	39,1	+10,5	+28,8
IMV Fossile Energieträger [%]	1,3	8,5	4,9	7,0	15,1	+44,3	+114,7
BIP (konst. 1990US\$/Cap.)	325,4*	807,3*	195,1	266,5	649,9	+36,6	+143,9
Bevölkerungsdichte	32,4	77,2	137,6	209,6	328,8	+52,2	+56,9
Beschäftigte im Agrarsektor [%]	-	-	70,3	64,1	52,0	-8,7	-18,9
Rurale Bevölkerung [%]	69,3	45,7	81,8	76,9	71,7	-6,0	-6,8

*BIP konst. 1995US\$/Cap.

metabolische Profil Indiens sind in

Tabelle 17 aufgelistet. Vergleicht man diese mit jenen von Fischer-Kowalski & Haberl (2007; ebenfalls

Tabelle 17), die allgemein gültige metabolische Profile der „Least Developing

Countries“, sowie der „Developing Countries“ für das Jahr 2000 erstellten, so werden klare Parallelen erkennbar.

LDCs werden dort als Länder mit sehr niedrigem IMV pro Kopf (4,2 mT/Cap./Jahr) gesehen. Darüberhinaus steht ein sehr hoher Biomasseanteil (92%) einem überaus niedrigem Verbrauch an fossilen Energieträgern (8%) gegenüber. Diese charakteristische Zusammensetzung relevanter sozioökonomischer Faktoren prägte das Bild von Indien bis Anfang der 1980er Jahre; in diesem Abschnitt langsamen ökonomischem Wachstums bei dynamischem Bevölkerungswachstum befand sich der pro-Kopf Materialverbrauch auf niedrigem Niveau und nahm von 3,6 in 1961 auf 3,2 Tonnen in 1980 ab. Der Anteil der Biomasse am IMV lag klar über 60% und verringerte sich kontinuierlich, gleichzeitig war ein langsames Ansteigen des IMVs der fossilen Energieträger (von 4,9 auf 7%) beobachtbar.

In Indien vollzog sich die wirtschaftliche Entwicklung nicht kontinuierlich, die Dynamik der soziometabolischen Prozesse verändert sich ab den frühen 1980er Jahren signifikant, es kommt zu einer starken Beschleunigung des Wirtschaftswachstums das pro-Kopf BIP wächst zwischen 1980 und 2004 um 144%, zwischen 1961 und 1980 wuchs dieser Indikator nur um zirka 37%. Der Einsatz fossiler Energieträger steigt in diesem Abschnitt annähernd parallel zum BIP Wachstum um 114% (zwischen 1961 und 1980 verzeichnete man ein Plus von 44%). 2004 machte der Anteil dieser Materialgruppe am gesamt-IMV schon 15,1% aus, mehr als das Doppelte als im Jahre 1980 (7,0%). Die ähnlichen Steigerungsraten des Verbrauches an fossilen Energieträgern und des BIPs deutet auf eine signifikante Koppelung dieser beiden Indikatoren hin. Die Entwicklung und die Transition der indischen Sozialökonomie sind an steigenden Einsatz fossiler Energieträger gebunden und davon abhängig. Der Anteil der Biomasse am IMV nahm gleichzeitig immer schneller (-26% seit 1980) auf knapp 46% ab. Ab den frühen 1980er Jahren zeichnet sich eine Trendwende in Entwicklung des pro-Kopf IMVs ab, der ab diesem Zeitpunkt von 3,2 mT/Cap. in 1980 auf 4 mT/Cap. in 2004 kontinuierlich anstieg. Zudem nahm der Anteil der im Agrarsektor beschäftigten Bevölkerung seit 1980 rapide ab, die Beschäftigtenzahlen dieses Sektors verringerten sich um 19% (im Vergleich zwischen 1961 und 1980: -9%).

Diese Entwicklung der soziometabolischen Indikatoren Indiens deuten darauf hin,

das sich Indien in einem Industrialisierungsprozess befindet, der sich ab 1980 zu beschleunigen beginnt. Das metabolische Profil entwickelt sich danach rasch von dem eines „Least Developing Country“, zu dem eines „Developing Country“. Hauptmerkmal dieses Übergangs ist der steigende gesellschaftliche Metabolismus, vor allem hinsichtlich der Schlüsselressourcen der fossilen Energieträger und der mineralischen Rohstoffe. Es besteht eine enge Koppelung zwischen dem Verbrauch fossiler Energieträger und ökonomischem Wachstums.

4.5 INTERNATIONALER VERGLEICH

Um den Ergebnissen zusätzliche Aussagekraft zu verleihen werden sie im Folgenden im Lichte internationaler Vergleichsdaten dargestellt. Die große Zahl bestehender Materialflussanalysen von Staaten und Weltregionen liefert eine immense Auswahl verfügbarer Daten.

Für diese MFA fiel die Wahl aufgrund ähnlicher Dimensionen in der Wirtschaft, der Bevölkerung und der Landesfläche auf einen Vergleich mit den USA und mit den EU-15 Ländern im Jahre 2000, wofür die Ergebnisse aus „Materialflüsse in den USA, Saudi Arabien und der Schweiz“ (Eisenmenger et al. 2005), sowie aus „Development of Material Use in the European Union 1970-2001“ (Weisz et al. 2005b) herangezogen wurden. Da sich in diesen MFAs die Mineralien in „Baumineralien“ und „Industriemineralien“ unterteilt finden, wurden in diesem Kapitel sämtliche Mineralien in einer Gruppe zusammengefasst. Tabelle 18 beinhaltet ausgewählte Indizes der drei verglichenen Staaten, beziehungsweise Staatengemeinschaften.

Tabelle 18: Ausgewählte Indizes der EU-15 Staaten, von Indien und den USA für 2000.
Quellen: UNDP 2007/2008, UNSTAT 2007, FAO-STAT 2006, Weisz et al. 2005b, Eisenmenger et al. 2005.

	Bevölkerung	Fläche [ha]	Bevölkerungsdichte [Ew./km ²]	BIP [konst.1990 Mrd. US\$]	HDI
Indien	1.000.161.000	328.726	336	552	0,58
EU-15	376.000.000	324.002	112	7.049	0,79-0,93
USA	278.408.000	962.909	31	7.969	0,93

4.5.1 DER INLÄNDISCHE MATERIALVERBRAUCH (IMV) IM INTERNAT. VERGLEICH

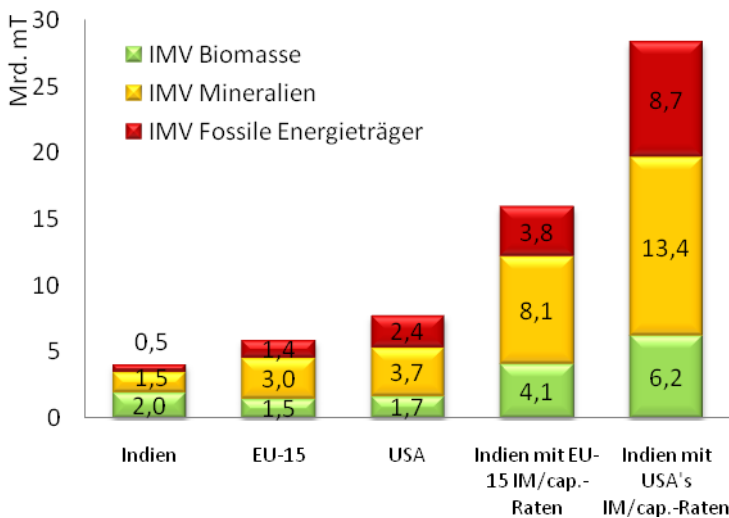


Diagramm 32: IMV nach MFA Hauptkategorien in Indien, den EU-15 und den USA 2000, absolut. Dazu EU-15 und USA IM/Cap.-Raten projiziert auf Indiens Bevölkerung. Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, FAO-STAT 2006, USGS 2007, CSO 1960-2006 und IEA 2007, Weisz et al. 2005b, Eisenmenger et al. 2005.

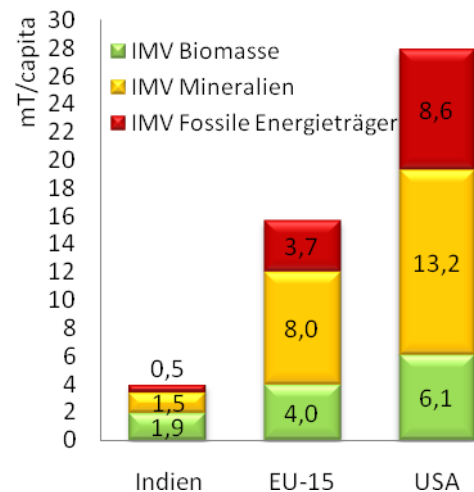


Diagramm 33: IMV pro Kopf nach MFA Hauptkategorien in Indien, den EU-15 und den USA in 2000. Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, FAO-STAT 2006, USGS 2007, CSO 1960-2006 und IEA 2007, Weisz et al. 2005b, Eisenmenger et al. 2005.

Der Vergleich des IMV Indiens mit jener der EU-15 und USA verdeutlicht zweierlei Gegebenheiten. Zunächst wird deutlich, wie niedrig der Materialverbrauch in Indien ist, er erreicht trotz deutlich höherer Bevölkerung in 2000 nur 68% des Ressourcenverbrauchs der EU-15, und nur 52% jenes der USA (Diagramm 32). Besonders deutlich zeigen diese Diskrepanz daher die IMV pro-Kopf Werte in Diagramm 33. Insgesamt verbrauchte ein EU-15 Bürger knapp 4-mal so viel Ressourcen wie ein durchschnittlicher Inder, der Verbrauch eines US-Bürgers lag 7-mal höher. Vor allem der Verbrauch von Mineralien (Faktor 5-9) und von fossilen Energieträgern (Faktor 7-17) ist um ein Vielfaches höher, Biomasse wird nur 2 bis 3mal so viel verbraucht.

Die Zonen der wirtschaftlich hochentwickelten Staaten USA und EU-15 weisen einen verhältnismäßig geringen Anteil an Biomasse auf, der Verbrauch von fossilen Energieträgern und Mineralien weist sich gewichtiger aus. Anders in Indien, welches klar die Verbrauchsstruktur eines Staates aufweist, dessen wirtschaftliche Transformation zur Industriegesellschaft gerade erst begonnen hat. Der Anteil der Biomasse stellt 2000 mit zirka 50% klar die größte Fraktion dar. Gleichzeitig ist sie

die einzige Materialgruppe deren absoluter IMV in Indien jene der EU-15 und der USA übersteigt.

Die Zeitreihenanalysen ergeben für Indien einen klaren Trend weg von der Biomasse als primäre Ressource hin zu verstärkter Nutzung von fossilen Energieträgern und

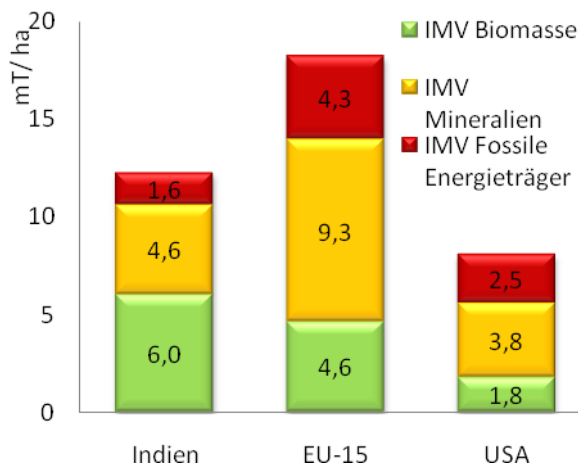


Diagramm 34: IMV pro Hektar nach MFA Hauptkategorien in Indien, den EU-15 und den USA 2000.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, FAO-STAT 2006, USGS 2007, CSO 1960-2006 und IEA 2007, Weisz et al. 2005b, Eisenmenger et al. 2005.

Mineralien, und weisen Indien als ein sich am Anfang des wirtschaftlichen

Transformationsprozess stehenden Landes aus.

Projiziert man die IMV-Raten

USA auf die Bevölkerung

Indiens (Diagramm 32),

bekommt man einen Eindruck

der hypothetischen Ausmaße

des Ressourcenverbrauchs

eines Staates Indien mit

westlichen Lebensstandards.

Dieses Level könnte vom aktuellen globalen Wirtschaftssystem nicht

aufrechterhalten werden, alleine der Bedarf an fossilen Energieträgern würde mit 8,7 Mrd. Tonnen fast die Hälfte des globalen Energieverbrauchs ausmachen (EIA 2000).

Der Bedarf an Mineralien könnte ebenfalls nur schwer zu decken sein, benötigte

Indien in diesem Falle mit 13,4 Mrd. Tonnen doch ungefähr das Doppelte als die EU-15 Staaten und die USA zusammen.

Diagramm 34 stellt die Verbindung zwischen Ressourcenverbrauch und

Landesfläche her. Indien Trotz sehr geringem pro-Kopf Verbrauch ist der

Materialumsatz pro Flächeneinheit aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte Indiens

bereits jetzt mit 13 mT/ha sehr hoch und über dem Wert der USA (7 mT/ha). Mit

seinen 336 Einwohnern/km² wird beinahe die Hälfte (6 mT/ha) des Indischen

Verbrauches von Biomasse repräsentiert, deutlich mehr als in den Staaten der EU-

15 (4,6 mT/ha bei 112 Ew./km²) und als in den USA (1,8 mT/ha bei 31 Ew./km²). Der

Druck auf das Ökosystem aufgrund hoher Bevölkerungsdichte ist in Indien groß.

Der Verbrauch von Mineralien und fossile Energieträger ist innerhalb der drei

Vergleichsräume in den EU-15 Staaten am höchsten. Diese sind bedingt durch die

Kombination von relativ hoher Bevölkerungsdichte und sehr hohem Ressourcenverbrauch. Im Vergleich zu den USA (6,3 mT/ha) liegt der Materialverbrauch dieser beiden Materialkategorien in Indien mit 6,2 mT/ha auf sehr ähnlichem Niveau. Die sehr niedrige Einwohnerdichte gleicht den exzessiven absoluten Ressourceneinsatz der USA annähernd aus.

4.5.2 DIE INLÄNDISCHE ENTNAHME (IE) IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

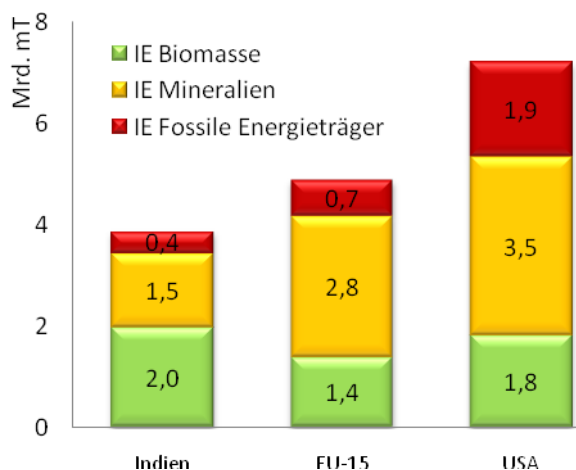


Diagramm 35: IE von Indien, den EU-15 und den USA nach Hauptmaterialkategorien in 2000, abs. Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, FAO-STAT 2006, USGS 2007, CSO 1960-2006 und IEA 2007, Weisz et al. 2005b, Eisenmenger et al. 2005.

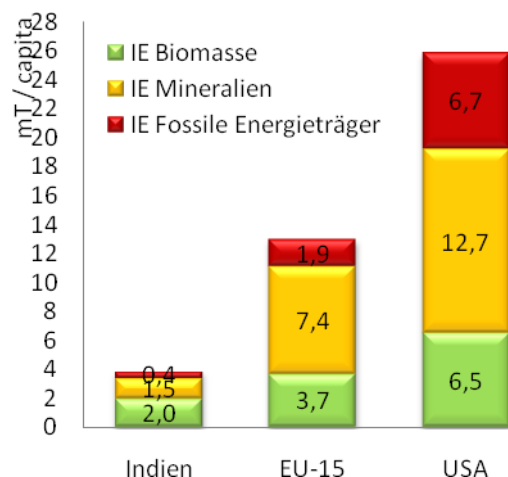


Diagramm 36: IE von Indien, den EU-15 und den USA nach Hauptmaterialkategorien in 2000, per Capita.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, FAO-STAT 2006, USGS 2007, CSO 1960-2006 und IEA 2007, Weisz et al. 2005b, Eisenmenger et al. 2005.

Die Summe, aller in Indien entnommenen Materialien, kann 2000 mit zirka 3,9 Mrd. Tonnen beziffert werden, was, wie im Falle des IMV, einen vergleichsweise sehr geringer Wert darstellt (Diagramm 35). Die Materialentnahmen der EU-15 (4,9 Mrd. Tonnen), sowie jene der USA (7,2 Mrd. Tonnen) des Jahres 2000 fielen deutlich höher aus. Vergleichsweise außerordentlich niedrig liegt in Indien die IE der fossilen Energieträger. Umgekehrt wird bedeutend mehr Biomasse entnommen als in den Vergleichsstaaten, es komplettiert sich das Bild eines Staates, der sich am Beginn der wirtschaftlichen Transition befindet und einen dominanten Agrarsektor, bei zunehmender Bedeutung des Industriesektors, beheimatet.

Diagramm 36 stellt die IE pro Kopf der drei Vergleichsräume gegenüber. Indien verzeichnet dabei ähnliche Werte wie beim IMV auf extrem niedrigem Niveau auf.

In den EU-15 Nationen wurden im Jahr 2000 pro Bürger 13 Tonnen an Materialien entnommen, mit klarem Schwerpunkt auf der Kategorie der Mineralien. In den USA

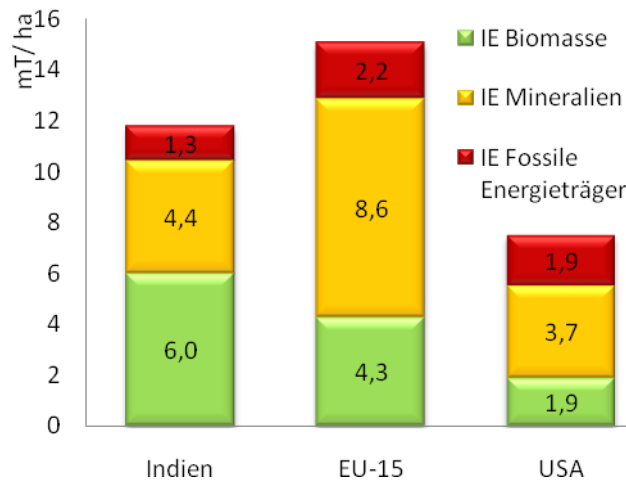


Diagramm 37: IE pro Hektar nach Hauptmaterialgruppen in Indien, den EU-15 Staaten, und in den USA in 2000. Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, FAO-STAT 2006, USGS 2007, CSO 1960-2006 und IEA 2007, Weisz et al. 2005b, Eisenmenger et al. 2005.

waren es sogar 25,9 Tonnen, wobei die Mineralien ebenfalls den Großteil darstellen, allerdings gefolgt von fossilen Energieträgern mit 6,7 Tonnen. In den USA stellt die IE der Biomasse (6,1 Tonnen) in 2000 den kleinsten Anteil, obwohl sie einen Netto Exporteur dieser Materialgruppe darstellt. Beide Kategorien übersteigen die Gesamt-IE in Indien pro Person, welche im Jahr 2000 3,9 Tonnen erreicht. Knapp mehr als die

Hälfte davon war Biomasse, zirka 10% machen die fossilen Energieträger aus. Ein Vergleichsweise hoher Anteil den reiche Kohlevorkommen möglich machen, in Europa nehmen die Energieträger nur 7% der IE ein, in den USA sind es 26%.

Der Vergleich der IE pro Flächeneinheit (Hektar) offenbart den vergleichsweise hohen Druck, der auf indischen Ökosystemen lastet. Die Extraktionsrate lag 2000 mit zirka 6 Tonnen Biomasse pro Hektar fast ein Drittel über jener der EU-15, und zwei Drittel über der in den USA vorherrschenden Rate von 1,9 Tonnen/Hektar. Diese Werte verdeutlichen die Konsequenzen der hohen indischen Bevölkerungsdichte, welche die IE pro Flächeneinheit ansteigen lässt, um die Versorgung mit Ressourcen zu ermöglichen. Europa der 15 und Indien erstreckten sich annähernd über dieselbe Fläche. Obwohl Europa im Jahre 2000 nur zirka ein Viertel der Bevölkerung beheimatete, wurden dennoch um 20% mehr Materialien pro Hektar entnommen. Vergleichsweise viele Mineralien pro Hektar werden in den EU-15 Staaten (8,6 mT/ha) entnommen, hier reihen sich die USA (3,7 mT/ha), auch aufgrund ihrer großen Fläche und geringen Bevölkerungsdichte, noch hinter Indien (4,4 mT/ha) ein.

4.5.3 DIE PHYSISCHE HANDELSBILANZ (PHB) IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

Die Analyse der Physischen Handelsbilanzen stellt eine wichtige Relation her, es ist klar zu sehen von welcher geringen Dimension sich die indischen Bilanzen neben jenen der EU-15 und der USA ausmachen (Diagramm 38). Dargestellt werden hier die jeweiligen Handelsbilanzen (=Importe-Exporte) getrennt nach den drei Hauptmaterialkategorien fossile Energieträger, Mineralien und Biomasse. Eine „Positive Handelsbilanz“ bedeutet in dieser Form der Darstellung damit Importüberschüsse.

Alle drei Wirtschaftsräume sind Nettoimporteure, Indien aber in deutlich kleinerem Umfang; das Gesamthandelsaufkommen im Jahre 2000 erreicht nur 12% von jenem der EU-15 Staaten, und nur 15,8% von jenem der USA.

Im Einfuhrüberschuss von fossilen Energieträgern gleichen sich alle drei Wirtschaftsräume im Vergleich, keiner kann sich aus eigenen Ressourcen vollständig mit Energie versorgen.

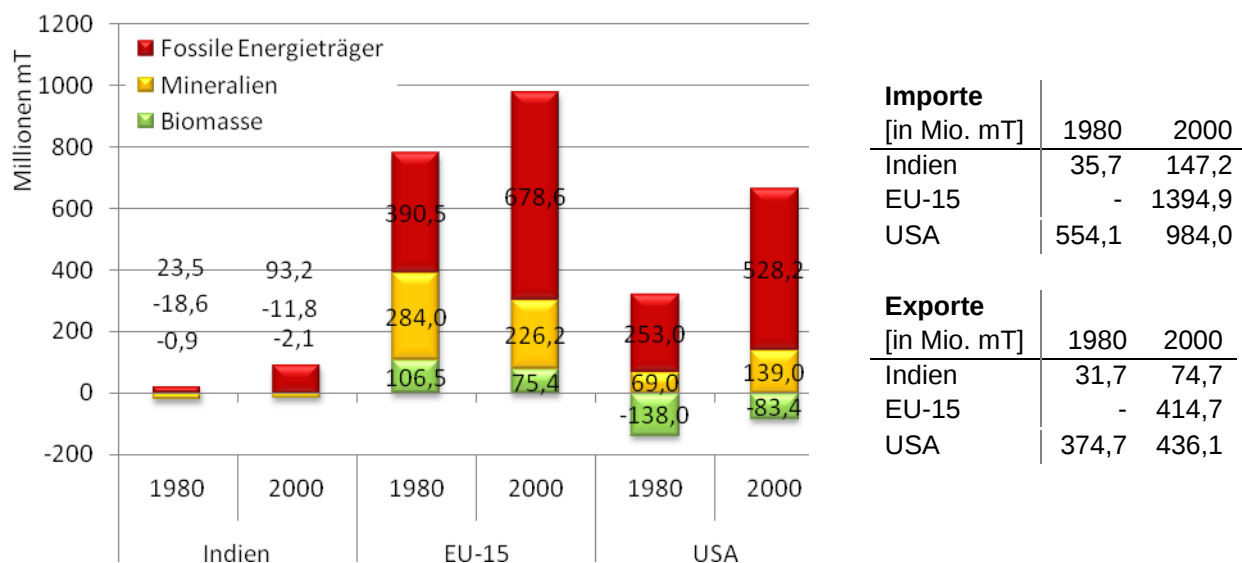


Diagramm 38: Die PHBs nach Hauptmaterialgruppen in Indien, den EU-15 Staaten, und in den USA in 2000.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, FAO-STAT 2006, USGS 2007, CSO 1960-2006 und IEA 2007, Weisz et al. 2005b, Eisenmenger et al. 2005.

Indien kann sich aufgrund seiner allgemein sehr sparsamen pro-Kopf-Verbrauchsstrukturen durch vergleichsweise sehr niedrige Energieimporte auszeichnen, die EU-15 Staaten mussten 1980 fast als das 17-fache an fossilen

Brennstoffen importieren, die korrespondierende PHB der USA war mit 253 Millionen Tonnen 11mal höher. Allerdings wuchsen die indischen Nettoimporte fossiler Energieträger außerordentlich schnell: die PHB dieser Materialgruppe schnellte um 400% in die Höhe, auch der Export nahm zu, wenngleich viel langsamer.

Das Gesamthandelsaufkommen verschwindet 1980 mit 67,4 Millionen Tonnen neben jenen der Vergleichsräume – der Außenhandel in Indien war in diesem Jahr überaus ausgeglichen während die EU-15 Staaten 1,4 Mrd. Tonnen das 2100-fache an Materialdurchlauf im Außenhandel verzeichneten und insgesamt 781 Millionen mT an Einfuhrüberschüssen aufwiesen.

Indien exportierte überdies 1980 und auch 2000 mehr Mineralien als es importierte, die jeweiligen PHBs liegen knapp im negativen Bereich. Dieses Faktum gewinnt zusätzlich an Stellenwert, sieht man die enormen Einfuhrüberschüsse von EU-15 Staaten und der USA dieser Fraktion.

Auch die Biomasse zählt in Indien zu den Exportgütern, die Bilanz ist zwar verschwindend (0,9 bis 2,1 Millionen Tonnen) gering, aber doch negativ. Hier kann die USA ebenfalls mit Exportüberschüssen aufwarten, der Maßstab ist allerdings ein ganz anderer (~138, beziehungsweise ~83 Millionen Tonnen).

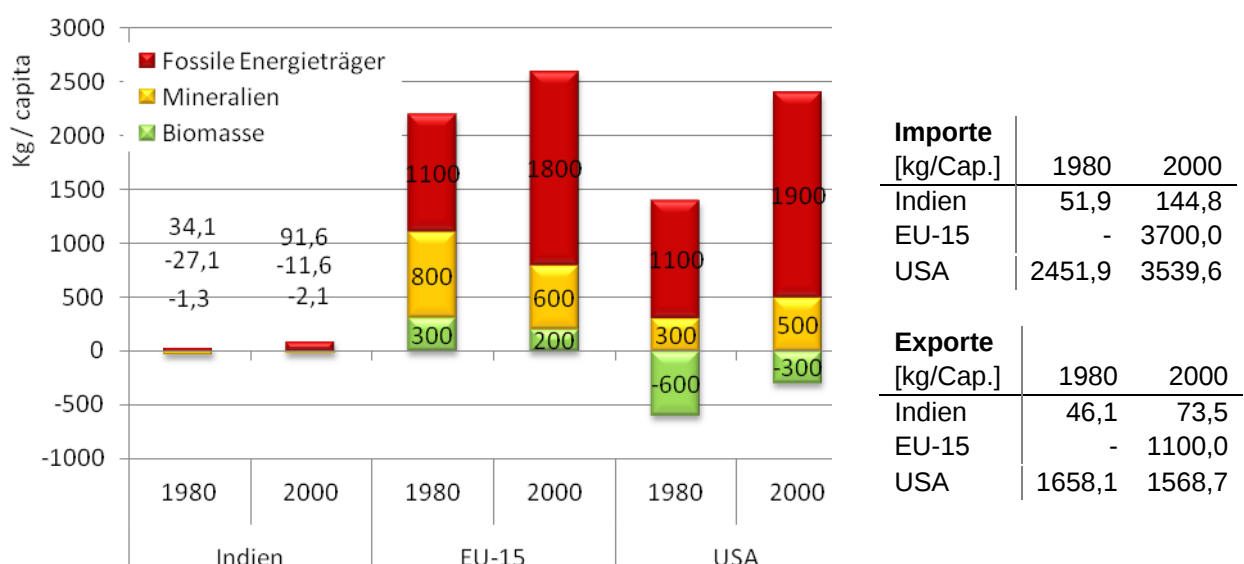


Diagramm 39: Die PHBs pro Person nach Hauptmaterialgruppen in Indien, den EU-15 Staaten, und in den USA in 2000.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von UN-Comtrade 2007, FAO-STAT 2006, USGS 2007, CSO 1960-2006 und IEA 2007, Weisz et al. 2005b, Eisenmenger et al. 2005.

Noch augenfälliger zeigen sich die Unterschiede in den pro-Kopf- Handelsbilanzen (Diagramm 39). An der Spitze dieser Gegensätze stehen die fossilen Energieträger, die in den USA jene von Indien um das 20-fache, oder 1,8 Mrd. Tonnen übersteigen. Ähnlich hoch die Importüberschüsse dieser Fraktion für die EU-15. Auch wenn eine Steigerung der indischen Handelsströme seit 1980 zu beobachten war, so zeigen sich die trotzdem noch überaus geringen Ausmaße in diesem Vergleich deutlich.

Die Ergebnisse verdeutlichen dass Indien im Hinblick auf seinen Außenhandel noch sehr weit entfernt vom metabolischen Profil eines Industriestaates ist, gemeinsam ist allen dreien die signifikante Abhängigkeit vom Import fossiler Energieträger.

Die gesamt-PHB der EU-15 Staaten (zirka 2,6 Mrd. Tonnen) übersteigt jene Indiens (~80 Millionen mT) um ein 32-faches.

4.5.4 DIE MATERIALINTENSITÄT (MI) IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

Alle drei Ökonomien haben gemein, dass sich deren Wirtschaftsleistung zwischen 1980 und 2004 schneller entwickelte als deren Materialeinsatz, und es dadurch zu einer relativen Dematerialisierung kam.

Der Vergleich der Gesamtmaterialintensität in Tabelle 19 ergibt, dass sich zwischen 1980 und 2000 die Dematerialisation sich in Indien am stärksten entwickelt hat. 2000 mussten dort für den gleichen sozio-ökonomischen Output gemessen am BIP nur mehr 61% der Ressourcen aufgewendet werden, die noch 1980 dafür notwendig gewesen sind. In den EU-15 beträgt die Materialintensität noch 68% des Wertes von 1980, in den USA konnte der Ressourceneinsatz pro erwirtschafteten BIP auf 73% des 1980er Wertes gesenkt werden.

Tabelle 19: Materialintensität Indiens, der EU-15 Staaten und der USA 1980 und 2000, absolut und indexiert.

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von UN-Comtrade 2007, FAO-STAT 2006, USGS 2007, CSO 1960-2006 und IEA 2007, Weisz et al. 2005b, Eisenmenger et al. 2005.

	Indien		EU-15		USA	
	1980	2000	1980	2000	1980	2000
MI (mT IMV/1000 US\$ BIP)	12,15	7,3	1,26	0,86	1,12	0,81
MI (indexiert 1980=1)	1	0,61	1	0,68	1	0,73

Aus einem Vergleich der MI in absoluten Zahlen, in obiger Tabelle als erwirtschaftetes BIP pro dafür eingesetzte Tonne errechnet, lassen sich weitere

Schlussfolgerungen ziehen.

Im Indien von 1980 war eine zirka 10 mal so große Materialmenge nötig um dieselbe BIP-Wertschöpfung zu erreichen, als in den EU-15 Staaten (12,15 Tonnen zu 1,26 Tonnen für 1000US\$). Ein ähnliches Verhältnis ergibt sich beim Vergleich mit den USA, es musste 10,8-mal mehr Material aufgewendet werden.

Im Lauf der Industrialisierung wächst das GDP immer schneller als der Verbrauch von Material und Energie, dieses Phänomen ist von allgemeiner Natur. Als Konsequenz sinkt die MI – obwohl der IMV steigt. Daraus ergibt sich auch der Unterschied in der Materialintensität zwischen Indien, einem Land am Beginn der industriellen Entwicklung, und ausgereiften industriellen Ökonomien wie der USA oder der EU-15. Das Kräfteverhältnis der Wirtschaftssektoren ist in den industrialisierten USA und den EU-15 eine andere als im noch mehrheitlich agrarisch dominierten Indien, zusätzlich kamen und kommen in der „westlichen Welt“ aktuellere und effizientere Technologien und Produktionssysteme zum Einsatz.

Darüber hinaus wird in den USA und der EU in größerem Ausmaß auf höherwertige Energieträger zurückgegriffen (Erdöl, Erdgas, Kohle), die pro Gewichtseinheit einen bedeutend höheren Brennwert erzielen als die in Indien zur Energiegewinnung frequentiert verwendeten Biomassen.

Der Materialeinsatz in Indien pro erwirtschaftetes BIP hat sich zwischen 1980 und 2000 an jenen von Europa angenähert: die indische Sozialökonomie benötigte nur mehr 8,4-mal soviel Material (statt 9,6-mal in 1980) im Vergleich zu den EU-15. Auch gegenüber den USA konnte Indien aufholen, man benötigte in 2000 nur mehr das 9 fache an Ressourcen (statt das 10,8fache in 1980).

4.6 RESSOURCENVERBRAUCH, HANPP UND ÖKOLOGISCHER FUßABDRUCK

Die für Indien extrem niedrigen pro-Kopf Verbrauchswerte beim Materialverbrauch sind mit dem Zusammenspiel mehrerer Faktoren zu begründen. Der wichtigste lässt sich mit den vorherrschenden sehr niedrigen Lebensstandards weiter Teile der indischen Bevölkerung – besonders in ruralen Räumen – betreffend, festmachen. Niedrige Löhne bremsen den Konsum von teuren, material- und energieintensiven Gütern und Lebensweisen, und frieren den Grad der Motorisierung auf niedrigem Niveau ein. Indien steht am Beginn des wirtschaftlichen Übergangs und weitgehend agrarisch geprägt.

In den kommenden Jahrzehnten wird das in Indien anhaltende Bevölkerungswachstum unweigerlich eine Steigerung der Nachfrage nach Ressourcen mit sich führen. Dazu kommt, dass die rasante wirtschaftliche Entwicklung Indiens hin zu einem voll entwickelten Land den Lebensstandard, und damit den Materialverbrauch pro Kopf antreibt. Besonders der in den Ergebnissen zu beobachtende Trend hin zu steigender Nachfrage nach fossilen Energieträgern, Eisen und Baumineralien wird sich sehr wahrscheinlich fortsetzen und weiter beschleunigen.

Die steigende Abhängigkeit von Importen und zukünftige Versorgungsengpässe werden dadurch für Indien große Herausforderungen darstellen.

Als Beispiel sei hier der Konsum und die Produktion von Fleisch eingebracht: steigende Lebensstandards und wirtschaftliche Entwicklung brachten bisher in den meisten Ländern dahingehend Veränderungen der Ernährungsweise mit sich, dass der Fleischkonsum anstieg. Für Indien zeigten sich während des gesamten Beobachtungszeitraumes Zuwächse in der Fleischproduktion und im Fleischkonsum, auch wenn letzterer im internationalen Vergleich noch immer auf sehr niedrigem Niveau liegt. Daten der FAO zufolge (FAO 2006) konsumierte man 2000 in den EU-15 14mal mehr Fleisch als in Indien. Im selben Jahr überstieg die Menge an produziertem Fleisch pro Kopf in der EU jene von Indien um das 23fache. Würde Indien theoretisch den europäischen Level in diesem ressourcenintensiven Wirtschaftszweig erreichen, der Ressourcenverbrauch an Biomasse und fossilen Energieträgern würde jegliche Grenzen sprengen.

Aktuell kann sich Indien mit Nahrungs- und Futtermittel weitestgehend selbst versorgen und tritt sogar als Nettoexporteur landwirtschaftlich erzeugter Produkte auf. Dies kann allerdings nur mit einem landwirtschaftlichen System gewährleistet werden, das von sehr intensiver Nutzung der Böden, sowie von Produktionssystemen, welche sich zunehmend auf direkten und indirekten Einsatz von fossilen Energieträgern stützen, geprägt ist. Wie eingangs bereits erwähnt ist der Druck, den eine hohen Bevölkerungszahl und -dichte auf begrenzte fruchtbare Flächen ausübt, beträchtlich hoch: es sind Indiens Anbaugelände, Weiden und Wälder die unter Übernutzung, und daraus ausgelöste Degradation und Bodenerosion leiden (Ravindranath und Hall 1995, FAO 2006, CIA Factbook 2008).

DER ÖKOLOGISCHE FUSSABDRUCK (ÖF; engl.: Ecological Footprint (EF))

Der Druck, ausgeübt vonseiten der indischen Sozialökonomie auf die natürlichen Systeme des Subkontinents, kann mit einer sozialökologischen Methode, nämlich dem Ökologischen Fußabdruck, untersucht werden.

Ähnlich der MFA ist auf der ÖF eine Methode, welche auf der Zählung verbrauchter Ressourcenmengen aufbaut.

Der ÖF quantifiziert jene Fläche, die eine bestimmte Bevölkerung (oder ein bestimmtes sozio-ökonomisches System) benötigt, um die von ihr verbrauchten Ressourcen herzustellen, sowie die ausgestoßenen Emissionen aufzunehmen.

Dieser Fußabdruck wird der sogenannten Biokapazität aller fruchtbaren Flächen wie Anbaugelände, Weideland, Wälder und Fischgründe gegenübergestellt, wo Nahrungsmittel, Textilien und Holz hergestellt, und emittierter Kohlenstoff absorbiert werden kann. Daraus ergibt sich ein Defizit oder ein Überschuss.

Der ÖF hat sich zu einem wichtigen Indikator zur Bestimmung der Nachhaltigkeit sozioökonomischer Systeme (Produkte, Lebensstile, etc.) entwickelt, und wird regelmäßig vom WWF im „Living Planet Report“ veröffentlicht (Abbildung 5).

Die Mehrzahl der Inder wirtschaftet mit sehr geringem Einsatz von Ressourcen, andere Teile der Bevölkerung verbrauchen dagegen immens viel. Indiens Ökologischer Fußabdruck verringerte sich im Zeitraum seit 1961 geringfügig und lag

2003 bei 0,75 globalen Hektar⁴ (GH) pro Kopf. Ein Wert, signifikant unter dem Weltdurchschnitt von 2,2 GH/Cap.

Dem gegenüber stieg der pro-Kopf IMV im selben Zeitraum von 3,56 auf 3,97 mT/Cap. Der ÖF fokussiert auf Biomasse und fossile Energieträger und operiert dabei mit komplexen Gewichtungsverfahren, mineralische Ressourcen werden praktisch nicht berücksichtigt. Die Ergebnisse der MFA zeigen dass der ÖF im Fall von Indien den Ressourcenverbrauch vermutlich unterschätzt.

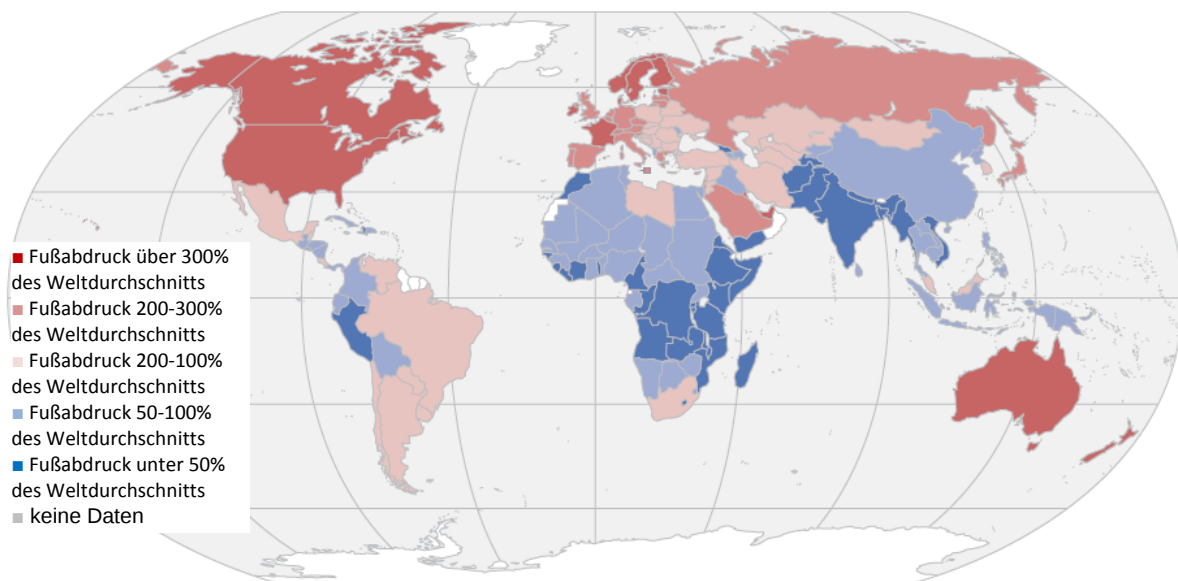


Abbildung 5: Ökologischer Fußabdruck per Capita nach Staaten, 2001.
Quelle: Asia pacific report (WWF 2005).

Einer aktuellen Studie des Global Footprint Network (2008), die ich hier im Weiteren zitieren möchte zufolge, nimmt Indien damit Rang 125 von 152 Nationen (deren Daten zur Berechnung des Fußabdrucks vollständig verfügbar waren) ein. Wie in Abbildung 5 zu sehen, ist Indien in der Gruppe jener wenigen Staaten, deren ökologischer Fußabdruck pro Kopf unter 50% des weltweiten Durchschnitts ausmacht. Pro Kopf Werte der USA liegen vergleichsweise bei 9.5 GH, im UK bei 5.4, in Brasilien am Weltdurchschnitt von 2.2, die Russische Föderation trägt sich mit 4.4 GH ein, und für die Staaten der EU wurde ein Fußabdruck von 4.8 GH pro Kopf berechnet (WWF 2006).

⁴ Ein globaler Hektar ist ein Hektar dem Weltdurchschnittswerte in Ressourcenproduktion und Emissionsaufnahme eingeschrieben sind.

Da die Biokapazität indischer Flächen mit 0,4 GH berechnet wurde, verbraucht Indien ungefähr das Doppelte der ökologischen Ressourcen, das ihre Flächen bereitstellen. Das bedeutet, Indien ist, gemessen am Ressourcenverbrauch und Emissionsausstoß seiner Einwohner, „zu klein“, trotz einem ausgesprochen niedrigen per-Capita-ÖF Wert.

Drei Faktoren ermöglichen Indien, den ÖF über die errechnete Biokapazitätsgrenzen hinweg auszudehnen: der Import von Materialien, die langsame Ausbeutung inländischer ökologischer Reserven (z.B. durch Übernutzung), und die Nutzung der Atmosphäre als Senke für Kohlendioxidemissionen. Alle drei Faktoren werden den in dieser Arbeit sichtbaren Trend im Ressourcenverbrauch in Indien in Zukunft an Bedeutung gewinnen.

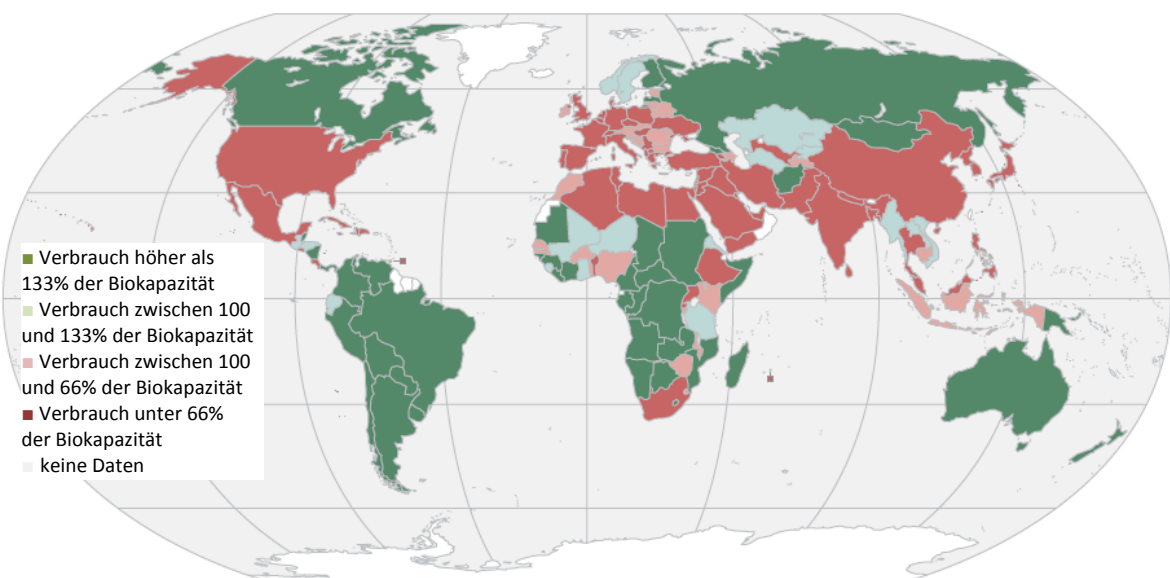


Abbildung 6: Ökologischer Fußabdruck pro Fläche nach Staaten 2001.
Quelle: Asia pacific report (WWF 2005).

Global gesehen ist Indien trotz eines geringen Pro-Kopf-ÖFs, begründet durch seine hohe Bevölkerungsdichte, bereits mit 25% weit über dem weltweiten Durchschnitt (Abbildung 6). Mit 6% des weltweiten ökologischen Fußabdrucks rangiert Indien an dritter Stelle hinter China und den USA.

Die anhaltend wachsende indische Wirtschaft, durch steigenden Ressourceneinsatz angetrieben, sowie die weiter rasant wachsende Bevölkerung üben zunehmenden Druck auf die sie umgebenden Ökosysteme aus. Das Global Footprint Network sieht die indische Biokapazität seit 1961 im Abnehmen begriffen. Sie sank von knapp über

0,7 GH auf 0,4 GH, was den Abstand zum Ökologischen Fußabdruck pro Kopf vergrößerte, und damit auch das ökologische Defizit – Tendenz weiter leicht steigend.

HUMAN APPROPRIATION OF NET PRIMARY PRODUCTION (HANPP)

Der HANPP ist eine weitere etablierte Methode, die Ressourcennutzung des Menschen zu quantifizieren und deren Auswirkungen und mögliche Folgen abzuleiten.

Dieser aggregierte Indikator gibt Auskunft über den Grad der vom Menschen genutzten natürlichen Flächen, und über die Intensität dieser Nutzung. Die „Net Primary Production“ (NPP) quantifiziert die Produktionsleistung Photosynthese betreibender Pflanzen pro Flächeneinheit, und ist unter Anderem ein wichtiger Indikator für Energieflüsse in Ökosystemen. Mittels HANPP versucht man ebenfalls die Intensität der Nutzung von Ökosystemen durch Landnutzung und durch die Entnahme von Biomasse durch den Menschen zu dimensionieren. Weil Biomasseentnahme (= Ernte) eine zentrale Komponente in der Berechnung des HANPP darstellt, besteht eine enge Verbindung zwischen HANPP und dem sozioökonomischen Metabolismus und den Ergebnissen dieser MFA (Haberl et al. 2007).

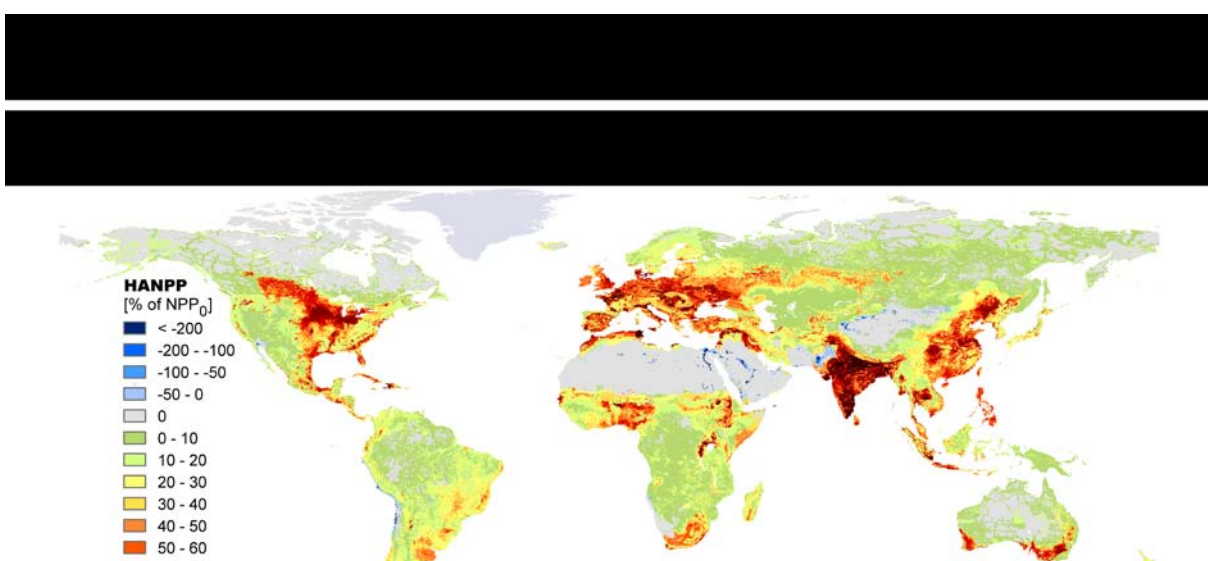


Abbildung 7: HANPP (% of NPP) Weltkarte, 2000.
Quelle: Haberl et al. 2007.

Abbildung 7 zeigt das Ergebnis der HANPP-Berechnung für alle Flächen weltweit auf kleinmaßstäbigem Niveau. Indien sticht dabei mit einem Großteil an Flächen sehr hohen HANPPs heraus. Zwischen 70 und 90% der gesamten NPP wurde im Jahr 2000 in Indien vom Menschen angeeignet. Ein Ergebnis, das mit den Resultaten dieser MFA konform geht.

Haberl (et al. 2007) berechnet den HANPP Indiens für das Jahr 2000 auf 0,93PgC (=Petagram Kohlenstoff), was fast 10% der globalen HANPP ausmacht (11.45PgC). Imhoff et al. (2004) beziffern die totale HANPP für Indien mit 1.06Pg auf einen ähnlichen Wert. Der Anteil am globalen HANPP von zirka 10% macht erscheint sehr groß, besonders verglichen dem Anteil des indischen Subkontinents an der globalen Landmasse (~2,2%), dem Anteil indischer Ökosysteme an der weltweiten Nettoprimärproduktion (~1,5 – ~4%), oder im Vergleich zum globalen Anteil fruchtbarer Flächen (~4%) (Haberl et al. 2007 & Imhoff et al. 2004).

5. RESÜMEE

Diese MFA von Indien fußt hauptsächlich auf internationalen statistischen Datensammlungen, deren Inhalt mithilfe von internationalen und nationalen Quellen, Berichten und Fallstudien validiert und aufgewertet wurden. Die Ergebnisse bilden vermutlich sehr gut den Durchschnittswert und vorherrschende gesamtindische Trends ab, allerdings existieren regional enorme Unterschiede.

Diese begründen sich einerseits in der Heterogenität indischer Naturräume, der unterschiedlichen kulturellen Prägung der Bevölkerung, und der enormen Einkommensunterschiede, welche zwischen Regionen, beziehungsweise den sozialen Schichten vorherrschen.

Hinzu kommen Unsicherheiten bezüglich der Datengenauigkeit. Vor allem der Materialverbrauch im ländlichen Raum ist vielfach nur schlecht dokumentiert. Das rurale Leben und die damit verbunden Ressourceneinsätze sind in durch die amtliche Statistik nur mangelhaft erfasst und verlässliche Durchschnittswerte für einen Staat dieser Ausmaße nur schwer zu definieren.

Diese Problematik wirkte sich insbesondere auf die Schätzungen zur geweideten Biomasse, bei Berechnungen der verwendeten Erntenebenprodukte, und für bei der Materialgruppe „Kies und Schotter“ aus. Ebenfalls schwierig zu rekonstruieren waren Biomasse-Materialströme, die vorwiegend zur Energieerzeugung eingesetzt werden. Mit den verwendeten Modellrechnungen wurde tendenziell eher unterschätzt und auf konservative Annahmen aufgebaut; insgesamt dürften die Ergebnisse die Entwicklung, Struktur und Höhe des Materialverbrauchs aber recht gut abbilden.

Sehr interessant zeigen sich die Ergebnisse dieser MFA vor dem Hintergrund der Bevölkerungszahl, und im Lichte der Landesfläche. Der Pro-Kopf-Verbrauch liegt, sämtliche Materialkategorien übergreifend, im Vergleich mit Industrienationen auf sehr niedrigen Niveaus. Die überaus hohe Bevölkerungsdichte lässt die Materialeinsatz bezogen auf die Fläche besonders gegen Ende des Beobachtungszeitraumes (12,3 mT/ha in 2000) jedoch als sehr hoch erscheinen. Der sozio-ökonomische Druck auf fruchtbare Flächen und die Ökosysteme wiegt schwer,

der Ökologische Fußabdruck ist annähernd doppelt so groß wie die berechnete Biokapazität verfügbarer Flächen in Indien.

Die drängende Nachfrage an Biomasse, sei es Nahrung, Futter oder Energie mündet vielfach in Übernutzung und in weiterer Folge in Verarmung und Degradation fruchtbarer Böden, sowie in sinken der Biokapazitäten und der Biodiversität.

Trotzdem kann sich Indien mit Biomasse selbst versorgen und ist seit den späten 1970er Jahren sogar Biomasse-Nettoexporteur. Auch der Energiebedarf kann, primär durch die Ausbeutung enormer Steinkohlevorkommen, zu Beginn des Beobachtungszeitraumes noch weitgehend aus eigenen Ressourcen gedeckt werden. Seit den beginnenden 1980er Jahren allerdings treibt Indiens wachsender Energiebedarf die Abhängigkeit von Energieimporten an, die einen stark steigenden Trend aufweisen, wobei das Erdöl ist hier an erster Stelle zu nennen. Der Anteil der Importe am DMC der fossilen Energieträger stieg von 11,5% im Jahre 1975 auf 23,5% in 2000.

Die Analysen kristallisierten einen allgemeinen, die meisten Materialklassen übergreifenden Trend heraus:

Zwischen 1961 und 1980 war Indien von schnellem Bevölkerungswachstum geprägt, der langsamer anwachsende Materialverbrauch bleibt dahinter zurück wodurch es zu sinkendem pro-Kopf-IMV kommt, der von 3,6 mT/Cap. in 1960 auf 3,2 mT/Cap. in 1980 fiel. Die Struktur des Materialverbrauchs ändert sich kaum, Indien weist das typische Profil eines Entwicklungslandes frühen Stadiums auf.

Ab den frühen 1980er Jahren setzt eine Dynamisierung dieses Wachstums ein, das in sich im metabolischen Muster Indien und in allen wichtigen Wirtschaftsindikatoren niederschlägt, und bis zum Ende des Beobachtungszeitraums anhält. Dies deutet auf den Beginn eines tiefgreifenden Transformationsprozesses hin. Seit den frühen 1980er Jahren, eine Zeit wo sich Indien zunehmend ausländischen Investoren öffnete, stiegen verbrauchswerte von Schlüsselressourcen wie fossile Energieträger und Stahl rapide an. Darüberhinaus beginnt der pro-Kopf Materialverbrauch zu steigen, und verzeichnet bis 2004 einen Zuwachs von 20%. Der Verbrauch von 4mT/Cap. ist allerdings ein noch immer sehr niedriger Wert und entspricht dem eines typischen Entwicklungslandes (zum Vergleich: IMV der USA in 2004: 25,9 mT/Cap.).

Indien kann somit sich am Beginn des sozioökonomischen Übergangs befindlich angesehen werden, wobei vor 1980 das soziometabolische Muster auf eines von der Landwirtschaft geprägten Entwicklungslands hindeutete. Ab den frühen 1980er Jahren allerdings beginnt der Übergang einzusetzen, die Daten zeigen eine beinahe-Vervierfachung des Verbrauch fossiler Energieträger und des BIPs (jeweils +~380%). In den 20 Jahren davor verdoppelten sich diese beiden Schlüssel-Indizes lediglich. Das dynamische Bevölkerungswachstum, welches am Beginn der wirtschaftlichen Transition steht und Indien im 20. Jahrhundert prägte, beginnt sich seit den 1990er Jahren langsam zu verlangsamen.

Dass Indien ab den frühen 1980er Jahren als Land in einem dynamischen Entwicklungsprozess befindlich gesehen werden kann, darauf weist auch die Zusammensetzung des IMVs hin: Biomasse beträgt 2004 nur mehr knapp 46%, und fossile Energieträger machten 15% aus. Diese Werte korrespondieren, genauso wie der gesamte IMV von 4 mT/Cap./Jahr mit von Fischer-Kowalski und Haberl geschätzten Durchschnittswerten für „Developing Countries“ (Fischer-Kowalski & Haberl 2007). Darüberhinaus nahm der Anteil der im Agrarsektor Beschäftigten besonders seit 1980 zusehends schneller ab, und betrug 2004 nur mehr 52% (1961: 70%).

Dasselbe Bild einer Dynamisierung ab den frühen 1980er Jahren durchlief auch die Entwicklung des Außenhandelsaufkommens. Zwischen 1961 und 1980 steigerte sich Indiens Exportleistung um 75%, Importe verringerten sich um 10%. Während der darauffolgenden Periode bis 2004 verzeichnete man einen Anstieg der Exporte um 320%, und einen der Importe um gar 600%. Die indische Ökonomie öffnet sich zunehmend dem Prozess der globalen Arbeitsteilung, parallel steigt auch die Abhängigkeit von Rohstoffimporten.

Die beschriebenen Entwicklungen korrelieren mit beschleunigtem Wirtschaftswachstum seit 1980, teilweise mit jährlichen Wachstumsraten von über 10%. Auch der Human Development Index war stark im Ansteigen begriffen, interessanterweise auch – wenngleich langsamer – während der Jahre eines sinkenden IMVs zwischen 1961 und 1980.

Ein Teil der indischen Bevölkerung schaffte den Sprung zu Lebensstandards vergleichbar mit jenen einer Industrienation: zirka ein Viertel der Bevölkerung lebt in städtischen Ballungszentren und hebt den durchschnittlichen Materialverbrauch

aufgrund hoher, durchaus mit dem Westen vergleichbarer Lebensstandards, an. Daher kann Indien räumlich nach zwei, in ihrer Geschwindigkeit divergierenden Entwicklungsprozesse unterteilt werden: in die Zone der traditionellen (meist rural geprägten) Gebiete mit extrem niedrigem Verbrauchsniveaus, und in jene der Ballungszentren, wo sich der Wirtschaftswandel hin zur Dominanz des sekundären, sowie des tertiären Sektors rasant vollzog und vollzieht.

Zukunftsforscher sagen Indien eine Fortführung der hohen Wachstumsraten für die nächsten Jahre voraus, mit steigendem ökonomischen Output und verbesserten Lebensstandards in den Ballungszentren. Diese Entwicklung wird vermutlich zum Ansteigen des Motorisierungsgrades (derzeit 11Kfz/1000Ew) (CSO 2006) bewirken, der Konsum und der Verbrauch von Elektrizität werden ebenfalls weiter steigen. Allerdings setzt solch eine Entwicklung eine ausreichende Verfügbarkeit fossiler Energieträger auf ähnlich niedrigem Preisniveau wie bisher voraus (Fischer Kowalski & Haberl 2007). Engpässe oder Preissteigerungen würden auf lange Sicht die sozio-ökonomische Entwicklung Indiens bremsen oder gar zum Erliegen bringen, mit unvorhersehbaren politischen und sozialen Folgen für Indien, und über die Grenzen Indiens hinaus.

Das Bevölkerungswachstum sieht einer Verlangsamung entgegen, mit stabilen Bevölkerungszahlen kann aber trotzdem in den nächsten 50 Jahren nicht kalkuliert werden. Dies wird den Druck auf das indische Ökosystem weiter erhöhen und die Versorgung mit Nahrungsmittel und anderer Biomasse zusätzlich erschweren.

Mit steigendem Ressourcendruck stellt sich verstärkt die Frage ob, und in welchem Grad auch die rurale Bevölkerung ein „Stück des Kuchens“ des Wirtschaftsaufschwungs bekommen wird. Indien sieht einer Zukunft mit brennenden Fragen zu politischen und sozialen Konflikten aufgrund seiner Ressourcen und deren Verteilung entgegen.

Ein Versorgungsengpass bei fossilen Energieträgern würde eine Verlangsamung bis hin zu einem Stillstand der wirtschaftlichen Entwicklung erwartbar machen mit unvorhersehbaren politischen und sozialen Folgen für Indien und über seine Grenzen hinaus.

6. LIST OF LITERATURE

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um MELDUNG BEI MIR.

Advisory Board on Energy, Government of India (1984): A perspective on energy demand for energy in India up to 2004–05. New Delhi.

Bhalla, G. S., Hazell P., Kerr J. (1999): Prospects for India's supply and demand to 2020. Food, Agriculture and Environment Discussion Paper 29, IFPRI, Washington.

CIA (2008): The World Factbook.

Verfügbar unter: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>.

Aufgerufen 02/2008.

Crowson P. (2000-2001): Minerals Handbook. Statistics & Analyses of the World's Minerals Industry. Mining Journal Books Ltd., Kent.

Central Statistical Organization, Department of Statistics, Government of India (1966): Statistical Abstract of the Indian Union, New Delhi.

Central Statistical Organization, Department of Statistics, Government of India (1976): Statistical Abstract India 1975, New Delhi.

Central Statistical Organization, Department of Statistics, Government of India (1986): Statistical Abstract India 1985, New Delhi.

Central Statistical Organization, Department of Statistics, Government of India (2004): Statistical Abstract India 2003, New Delhi.

Central Statistical Organization, Ministry of Statistics and Programme Implementation, Government of India (2006): India in Figures 2005, New Delhi.

Central Statistical Organization, Ministry of Statistics and Programme Implementation, Government of India (2004): India in Figures 2003, New Delhi.

EIA - Energy Information Administration. Database.

Verfügbar unter: <http://www.eia.doe.gov>. Aufgerufen 04/2007.

Energy Statistics of OECD Countries (CD-ROM, 2006 Edition),

see http://www.iea.org/Textbase/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=1075.

Eurostat (2001): Economy-wide Material Flow Accounts and Derived Indicators. A methodological guide. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Farre I. und Faci J. M. (2006): Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. In: Agricultural water management 2006, Ausgabe. 83, n 1-2, Seite. 135-143. Elsevier Science, Amsterdam.

FISHSTAT Plus – FAO Fishery Statistics Programme.

Verfügbar unter: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat>. Aufgerufen 03/2007.

GLiPHA – Global Livestock Production and Health Atlas, FAO.

Verfügbar unter: <http://www.fao.org/ag/aga/glipha/index.jsp>. Aufgerufen 06/2007.

FAOSTAT – Statistical Databases of the Food and Agricultural Organization of the United Nations.

Available at: <http://faostat.fao.org>.

Fischer-Kowalski, M., und H. Weisz, 1999, Society as Hybrid Between Material and Symbolic Realms. Toward a Theoretical Framework of Society-Nature Interaction: Advances in Human Ecology, v. 8, p. 215-251.

Fischer-Kowalski, M. und Haberl H., (2007): Socioecological transitions and global change: Trajectories of Social Metabolism and Land Use: Cheltenham, UK, Northampton, USA, Edward Elgar.

Fischer-Kowalski, M. und Weisz H. (1999): Society as Hybrid Between Material and Symbolic Realms. Toward a Theoretical Framework of Society-Nature Interaction: Advances in Human Ecology, v. 8, p. 215-251.

Forest Survey of India, Ministry of Environment and Forests, Government of India (1988): Forest Survey of India – An Overview. New Delhi.

Global Footprint Network (2008): India's Ecological Footprint – A Business Perspective.

Verfügbar unter: <http://www.footprintnetwork.org/download.php?id=504>. Aufgerufen 09/2008

Haberl H., Erb K.-H., Krausmann F., Gaube V., Bondeau A., Plutzer C., Gingrich S., Lucht W., Fischer-Kowalski M. (2007a): Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems. Proceedings of the National Academy of Science 104, 12942–12947.

Hohenecker, J. (1981): Entwicklungstendenzen bei der Futterversorgung Österreichs, dargestellt am Beispiel ausgewählter Jahre: Die Bodenkultur. Austrian Journal of Agricultural Research, v. 32, p. 163-187.

ICRISAT – International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (2007).

Verfügbar unter: <http://www.icrisat.org>. Aufgerufen: 07/2007.

IEA - Energy Statistics of the International Energy Agency.

Verfügbar unter <http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp>. Aufgerufen 03/2008.

IEA – International Energy Agency: International Energy Annual.

Verfügbar unter: http://www.eia.doe.gov/pub/international/iea2005/iea_2005.zip. Aufgerufen: 2/2008.

IISI – International Iron and Steel Institute (2008): World Steel In Figures 2007.

Verfügbar unter: <http://www.worldsteel.org/pictures/programfiles/WSIF07web%20v7.pdf>. Aufgerufen: 10/2008.

Imhoff, M. L., Bounoua L., Ricketts T., Loucks C., Harriss R., und Lawrence W.T. (2004): HANPP Collection: Human Appropriation of Net Primary Productivity as a Percentage of Net Primary Productivity. Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), Columbia University, Palisades New York.

IRF- International Road Federation (2008): The IRF World Road Statistics 2007 Welt-Strassen-Statistik, IRF data 2000-2005. Ausgabe 2007 CD-ROM. Geneva.

IWF – Internationaler Währungsfonds (2008). Wirtschaftsstatistische Datenbank.

Verfügbar unter: <http://www.imf.org/external/data.htm>. Aufgerufen 06/2008.

- Kongkeo H. (1990): Fish feed technologist's (consultant) report. FAO Project: Fish Nutrition and Aquaculture Diets. FAO, Bangkok.
- Krausmann F, Erb K.H., Gingrich S., Lauk C. Haberl H: Global patterns of socioeconomic biomass flows in the year 2000: A comprehensive assessment of supply, consumption and constraints, Österreich, 2008.
- Krausmann F., Fischer-Kowalski M., Eisenmenger N. in press (2008): The Global Sociometabolic Transition: Past and Present Metabolic Profiles and Their Future Trajectories. In: Journal of Industrial Ecology.
- Kuki Gallmann (2000): Ich träumte von Afrika. Knaur, Laikipia.
- Le Monde diplomatique (2007): Atlas der Globalisierung, Die neuen Daten und Fakten zur Lage der Welt. Taz Verlag.
- Löhr, L. (1990): Faustzahlen für den Landwirt. Leopold Stocker Verlag, Graz, Stuttgart.
- Ministry of the Environment, Government of Japan (1992): Quality of the the Environment in Japan.
Verfügbar unter: <http://www.env.go.jp/en/wpaper/1992/index.html>. Aufgerufen: 04/2007.
- Molyneaux P. (2006): Economic Efficiency in Fishery and Aquaculture. In: The International Journal of Transdisciplinary Research Ausgabe 1, Nr. 1 Seite 100 - 113. Maine.
- MPI – Mineral Policy Institute Australia (2007). Statistische Datenbank.
Verfügbar unter <http://www.mpi.org.au/>. Aufgerufen 05/2007.
- OECD/IEA/Eurostat (2005): Energy Statistics Manual. IEA, Paris.
- PCA - The Portland Cement Association (2007). Verfügbar unter: <http://www.cement.org>. Aufgerufen 05/2007.
- Penman J., Gytarsky M., Hiraishi T., Krug T., Kruger D., Pipatti R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., und Wagner F. (2003): Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, IGES-IPCC. Hayama, Kanagawa, Japan.
- Ravindranath, N. H., & Hall, D. O. (1995): Biomass energy and environment: A developing country perspective from India. Oxford University Press, Oxford.
- Renard B. (2005): Seltene Erden als Leistungsförderer in der Fischzucht Untersuchungen an Regenbogenforellen und Karpfen. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Sastradiwirja F. (1986): Production, yield characteristics and economics of polyculture of *Macrobrachium rosenbergii* and various fish species under pond condition. FAO Project Establishment of Network of Aquaculture Centres in Asia Bangkok.
- Schütz H. und Bringezu S. (1993): Major Material Flows in Germany. In: Fresenius Environmental Bulletin 2, Seite 443-448.
- Sharma, V.P., Staal S., Delgado C. und Singh R.V. (2003): Policy, Technical, and Environmental Determinants and Implications of the Scaling-Up of Milk Production in India Annex III, Research Report of IFPRI-FAO Livestock Industrialization Project: Phase II. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.
- Steurer, A. (1992): Stoffstrombilanz Österreich 1988. In: Social Ecology Working Paper, IFF Social Ecology, Wien.

- Stiller H. (1996): Materialintensitätsanalysen von Transporten - Neue Prioritäten für Instrumente?. In: J. Köhn und M.J. Welfens (eds.), Neue Ansätze in der Umweltökonomie Seite 253-284. Marburg.
- U.S. Bureau of Mines (BM) (1987): Bulletin 692: An Appraisal of Minerals Availability of 34 Commodities. Department of the Interior, Washington.
- United Nations: International Merchandise Trade Statistics, Statistics Division.
Verfügbar unter: <http://imts.wto.org/index.htm>. Aufgerufen 05/2007.
- UNDP – United Nation Development Programme (2008): Human Development Report 2007/2008. The United Nations Development Programme, New York.
Verfügbar unter: http://hdr.undp.org/en/media/HDR_20072008_EN_Complete.pdf.
Aufgerufen: 10/2007.
- UNSTAT – United Nation Statistic Office: United Nations Industrial Commodity Production Statistics Database.
Verfügbar unter: <http://unstats.un.org/unsd/industry/default>. Aufgerufen: 02/2007.
- USGS – United States Geological Survey International Mineral Statistics and Information.
Verfügbar unter: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/myb.html>. Aufgerufen 05/2007.
- Veld K., Narain U., Gupta S., Chopra N., Singh S. (2006): India's Firewood Crisis Re-examined, RFF Discussion Paper No. 06-25.
Verfügbar unter: SSRN: <http://ssrn.com/abstract=901625>. Aufgerufen: 11/2008.
- Vries H.J.M., Revi A., Bhat G.K., Hilderink H., Lucas P., Petersen A.C. (2007): India 2050: Scenarios For An Uncertain Future. Netherlands Environmental Assessment Agency, Bilthoven, Niederlande.
Verfügbar unter: <http://www.mnp.nl/bibliotheek/rapporten/550033002.pdf>. Aufgerufen: 11/2008.
- Weisz H, Krausmann F, Eisenmenger N, Schütz H, Haas W, Schaffartzik A. (2007): Economy-wide Material Flow Accounting: A compilation guide. . Eurostat, Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.
- Weisz H., Krausmann F., Eisenmenger N., Amann C., und Hubacek K. (2005): The physical economy of the European Union: Cross-country comparison and determinants of material consumption. Eurostat, Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.
- WHO - The World Health Organisation (2005): World Health Report 2005. Geneva.
Verfügbar unter: http://www.who.int/entity/whr/2005/whr2005_en.pdf. Aufgerufen: 10/2008.
- Wirsenius, S. (2000): Human Use of Land and Organic Materials. Modeling the Turnover of Biomass in the Global Food System. Chalmers University of Technology, Göteborg.
Verfügbar unter: <http://publications.lib.chalmers.se/cpl/record/print-record/index.xsql?pubid=827>. Aufgerufen: 03/2007.
- WWF – World Wide Fund for Nature (2005): Asia Pacific Report 2005, Gland, Schweiz.
Verfügbar unter: <http://assets.panda.org/downloads/asialpr2005.pdf>.
- WWF – World Wide Fund for Nature (2006): Living Planet Report 2006, Gland, Schweiz.
Verfügbar unter: http://assets.panda.org/downloads/living_planet_report.pdf.

7. ANNEX

Tabelle 20: Umrechnungstabelle zwischen SITCRev1, SITCRev3 und MFA Standard Tabellen.

Quellen: UN-Comtrade 2007, Weisz et al. 2007.

REV 3	REV 1	MFA aggr.	Commodity Name
272.1	2711	1.9	Animal or vegetable fertilizers, whether or not mixed together or chemically treated; fertilizers produced by the mixing or chemical treatment of animal or vegetable products
272.2	2712	3.8	Sodium nitrate
272.3	13	3.6	Natural calcium phosphates, natural aluminium calcium phosphates and phosphatic chalk
272.4	2714	3.6	Carnallite, sylvite and other crude natural potassium salts
287.4	2834	2.2.3	Lead ores and concentrates
287.5	2835	2.2.4	Zinc ores and concentrates
287.6	2836	2.2.5	Tin ores and concentrates
287.7	2837	2.2.9	Manganese ores and concentrates (including manganiferous iron ores and concentrates with a manganese content of 20% or more calculated on the dry weight)
287.8	2839(1), 2839(2), 2839(3)	2.2.9	Ores and concentrates of molybdenum, niobium, tantalum, titanium, vanadium and zirconium
287.9	2839(9)	2.2.9	Ores and concentrates of other non-ferrous base metals
278.22	27622	3.8	Graphite, natural
278.24	27624	3.8	Natural magnesium carbonate (magnesite)
278.25	27621	3.8	Fused magnesia; dead-burned (sintered) magnesia; other magnesium oxide, whether or not pure
278.4	2764	3.8	Asbestos
278.51	2765(1)	3.8	Quartz (other than natural sands); quartzite, whether or not roughly trimmed or merely cut, by sawing or otherwise, into blocks or slabs of a rectangular (including square) shape
278.52	2765(2)	3.8	Mica (including splittings); mica waste
278.53	2765(4)	3.8	Feldspar; leucite; nepheline and nepheline syenite
278.55	2765(3)	3.8	Natural cryolite; natural chiolite
278.61	2766(8), 2766(9)	3.8	Granulated slag (slag sand) from the manufacture of iron or steel
278.62	2766(1)	3.8	Slag, dross (other than granulated slag), scalings and other waste from the manufacture of iron or steel
278.69	2766(2)	3.8	Slag and ash, nes., including seaweed ash (kelp)
278.93	27695	3.8	Steatite, natural, whether or not roughly trimmed or merely cut, by sawing or otherwise, into blocks or slabs of a rectangular (including square) shape; talc
278.95	27692	3.8	Siliceous fossil meals (e.g., kieselguhr, tripolite and diatomite) and similar siliceous earths, whether or not calcined, of an apparent specific gravity of 1 or less
278.97	2761	3.8	Bitumen and asphalt, natural; asphaltites and asphaltic rocks

Tabelle 21: Konversionsfaktoren von diversen Maßeinheiten in Masse für die Handelsstatistiken der UNO und der IEA.

Quelle: eigene Schätzungen, siehe Text.

Quantity Unit Description	SITC Rev1-Code	Commodity Description	Conversion factor from item to kg (rough estimate)
Number of items	001	Live animals	250
Number of items	025	Eggs	1
Number of items	211	Hides & skins, exc. fur skins undressed	1
Number of items	613	Fur skins, tanned or dressed, including dyed	1
Number of items	629	Articles of rubber nes.	10
Number of items	662	Clay and refractory construction materials	10
Number of items	665	Glassware	10
Number of items	692	Metal containers for storage and transport	50
Number of items	695	Tools for use in the hand or in machines	10
Number of items	695	Tools for use in the hand or in machines	10
Number of items	696	Cutlery	1
Number of items	697	Household equipment of base metals	10
Number of items	711	Power generating machinery, other than electric	500
Number of items	712	Agricultural machinery and implements	500
Number of items	714	Office machines	50
Number of items	715	Metalworking machinery	500
Number of items	717	Textile and leather machinery	500
Number of items	718	Machines for special industries	500
Number of items	719	Machinery and appliances non electrical parts	10
Number of items	722	Electric power machinery and switchgear	10
Number of items	724	Telecommunications apparatus	10
Number of items	725	Domestic electrical equipment	10
Number of items	726	Elec. apparatus for medic. purp. radiological ap.	50
Number of items	729	Other electrical machinery and apparatus	0.75
Number of items	731	Railway vehicles	25000
Number of items	732	Road motor vehicles	1000
Number of items	733	Road vehicles other than motor vehicles	1000
Number of items	734	Aircraft	100000
Number of items	735	Ships and boats	100000
Number of items	812	Sanitary, plumbing, heating & lighting fixtures	10
Number of items	831	Travel goods, handbags and similar articles	1
Number of items	841	Clothing except fur clothing	1
Number of items	842	Fur clothing and articles of artificial fur	1
Number of pairs	851	Footwear	1
Number of items	861	Scientific, medical, optical, meas./contr. instrum.	10
Number of items	891	Musical instruments, sound recorders and parts	10
Number of items	892	Printed matter	1
Number of items	894	Perambulators, toys, games and sporting goods	10
Number of items	895	Office and stationery supplies, nes.	0.05
Number of items	941	Animals, nes. incl. zoo animals, dogs and cats	25
Number of items	951	Firearms of war and ammunition therefore	1
Area in square metres	657	Floor coverings, tapestries, etc.	2.5 kg/m ²
Length in metres	-	-	not considered
No quantity (all quantities zero)	-	-	cannot be considered
Electrical energy in 1000 kilowatt-hours	-	-	no weight
Volume in litres	-	-	If not reported in kg, 1 litre = 1 kg

Tabelle 22: Überblick über verwendete Konversionsfaktoren.

Quelle: siehe Text.

Description	Value	Source
Biomass		
Multiplication factor for FAO's 'Used biomass as fuel' data	2.02	Own est.
% Share of crop residues in 'Used biomass as fuel'	20	Ravindranath and Hall 1995
% Share of dun cake in 'Used biomass as fuel'	27	Ravindranath and Hall 1995
% Share of crop residues used for feed	73	UN 1990, Ravindranath & Hall 1992
% Water content primary crops 'dry matter'	15	Weisz et al. 2007
% Water content primary crops 'fresh'	6 - 83	Weisz et al. 2007
% Share of residues in harvested masses (Harvest Index)	35 - 70	Weisz et al. 2007 & Wirsenius 2000
% Share of used residues in crop residues (Fraction Used Index)	50 - 90	Weisz et al. 2007
% Water contents of vegetable market feed	0 - 93	Löhr L. 1990
Higher nutrition value of market feeds in comp. to crop residues	1.5	Weisz et al. 2007
Kg milk yield (y) of cattle & buffaloes per kg feed intake (x)	$x=0,00155 \cdot y+4,8375$	Weisz et al. 2007
Kg meat yield (y) of cattle & buffaloes per kg feed intake (x)	$x=0,036361 \cdot y+1,702006$	Weisz et al. 2007
Kg feed per kg gained pig meat (Pig Efficiency Factor)	8.0	Wirsenius 2000
Feed intake per egg production (Egg Efficiency Factor)	3.8	Wirsenius 2000
Feed intake per produced poultry meat (Poultry Meat Efficiency)	5.1	Wirsenius 2000
Feed intake per prawn meat in freshwater aquacultures (FCR p.)	1.5	FAO
Feed intake per carp meat in freshwater aquacultures (FCR c.)	2.5	Renard B, 2005
Feed intake per fish in brakishwater aquacultures (FCR b.a.)	2.5	Own est.
Feed intake estimations in kg/head/day of 'other useful' animals	1 – 10	Weisz et al. 2007
Multiplication factor for underestimated FAO wood data	2	Based on Ravindr. and Hall 1995
Density (t at 20% mc/scm) of coniferous wood	0.55	Weisz et al. 2007
Density (t at 20% mc/scm) of non - coniferous wood	0.73	Weisz et al. 2007
% Share of bark in total stem wood weight	10	Weisz et al. 2007
Other		
Share of sand and gravel in concrete compared to cement share	7	PCA 2007
Expansion of road network per year in %	1.39	CSO 1965, 1975 and 1985; DESTATIS 2006
Tons of gravel and sand for the maintenance of every km road	100	Own est.
Tons of gravel and sand for the upgrading of every km road	3000	Own est.
Tons of gravel and sand for every newly built km road	10000	Own est.
Tons demand of gravel and sand / Cap. / yr. of rural population	0.25	Own est.
% Share of zinc in coupled zinc - lead - production	80	USGS
% Share of coupled production in whole lead & zinc production	100	Own est.
% Share of silver in crude silver ore (Mineral Content Factor)	0.03	USGS 2005
% Share of gold in won crude gold ore (Mineral Content Factor)	0.0001	USGS 2005
Average weight of Indian carpets in kg / m ²	2.5	Own est.

Ich versichere:

- dass ich die Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/ einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.
- dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

27.12.2008

Datum



Peter Lanz

8. ABSTRACT

Diese Materialflussanalyse (MFA) quantifiziert und analysiert die wichtigsten Materialflüsse der indischen Sozioökonomie, nämlich die „Inländische Entnahme“ (IE), den Import und den Export zwischen 1961 und 2004. Dabei werden alle Arten von Materialien einbezogen, und einem vorgegebenen, international anerkannten Klassifikationssystem untergeordnet. Die MFA ist ein kohärentes und gut entwickeltes Werkzeug welches im aktualisierten MFA Compilation Guide (Weisz et al. 2007) zusammengefasst beschrieben ist. Die vorliegende MFA baut auf diesem, vorrangig für hoch entwickelte Industriestaaten verfassten Guide auf, weshalb viele der Schätzmodelle und Faktoren für Indien, das ein Entwicklungsland darstellt, adaptiert werden mussten.

Die Ergebnisse kristallisieren eine klare Zweiteilung in der Entwicklung der indischen Sozioökonomie während des Beobachtungszeitraums heraus.

In der ersten Hälfte bis in die frühen 1980er Jahre ist ein Rückgang des Inländischen Materialverbrauchs (IMV) pro Kopf zu beobachten. Die Zusammensetzung des IMVs ist in diesem ersten Abschnitt von Biomasse dominiert, auch wenn diese langsam zugunsten der Mineralien (hauptsächlich Baumineralien) und der fossilen Energieträger abnimmt.

Von 1981 an dynamisiert sich die Wirtschaftsleistung, zudem zeigen BIP, Inländische Entnahme (IE) und der gesamt-IMV beschleunigtes Wachstum. Auch der pro-Kopf IMV beginnt zu steigen und erreicht 2004 fast 4mT/Cap. Darüberhinaus verändert sich die Zusammensetzung des IMVs seit den frühen 1980er Jahren signifikant. Der Anteil der Biomasse verringert sich schneller, dafür steigt der Verbrauch an fossilen Energieträger immer schneller. Die Materialkategorie der fossilen Energieträger bildet die Schlüsselressource der ökonomischen Entwicklung in Indien.

Der durchschnittliche Lebensstandard, sowie der Human Development Index (HDI) steigen während des gesamten Beobachtungszeitraumes, wobei Wachstumsraten annähernd parallele zum steigenden gesamt-Ressourcenverbrauch verzeichnet sind.

Die beschriebene Zweiteilung der sozioökonomischen Entwicklung Indiens spiegelt sich nicht nur in den Ergebnissen der MFA wider, sondern genauso in den

wichtigsten gesamtwirtschaftlichen, sozialen, demografischen und humanitären Indikatoren wider. Die Gesamtheit dieser Indikatoren macht sichtbar, dass Indien während des Beobachtungszeitraumes seit 1961 eine Transformation von einem Entwicklungsland am Beginn des wirtschaftlichen Übergangs in den 1960er und 1970er Jahren, hin zu einem sich mitten im wirtschaftlichen Transformationsprozess befindenden Entwicklungsland durchlebt.

Die Zukunft der sozioökonomischen Entwicklung in Indien wird in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit der Schlüsselressource der fossilen Energieträger gesehen (Fischer-Kowalski und Haberl 2007). Sollte die Nachfrage auf ähnlich niedrigem Preisniveau wie in der Vergangenheit gestillt werden, ist auch für die kommenden Jahrzehnte ein dynamisches Wachstum zu erwarten, auch das Bevölkerungswachstum wird bis 2050 nicht gestoppt werden können, wenngleich eine Verlangsamung bereits einsetzte.

Ein Versorgungsengpass bei fossilen Energieträgern würde eine Verlangsamung bis hin zu einem Stillstand der wirtschaftlichen Entwicklung erwartbar machen, mit unvorhersehbaren politischen und sozialen Folgen für Indien, und über die Grenzen Indiens hinaus.

9. LEBENSLAUF

Peter Lanz

Adambergg-2, 5-8 1020 Wien
 Contact: +43/650/2244441; peterlanz@yahoo.com
 Web: www.flasherei.net

Born 11.08.1980 in Steyr, Upper Austria
 Driving Licenses: A, B (1999)
 Civil Service at the Red Cross Steyr in 2000/01



Education / Qualifications

Study of Geography – Social Ecology (Univ. of Vienna, Univ. of Klagenfurt)
 and Cartography (Univ. of Vienna), since 2001

Study of Spanish (Univ. of Vienna), since 2005

Languages:

German (mother tongue), English (good), Spanish (fair)

Software:

Cartography: GIS Packages: ArcInfo, ArcMap, Arcview
 Design: Macromedia Freehand, Adobe Suite CS3; VR Worx;
 Programming & graphics: Director, Flash CS3; Swift 3D, Cinema 4D

Working Experiences

Appointments

Tutor, Univ. of Vienna, Department for Cartography; 2-semester term 2004/05

Research assistant, Programmer, Univ. of Vienna, Department of Cartography: Visualizing
 of flood scenarios for Townsville (Australia) in an interactive web-
 application, 2005

Research assistant, Univ. of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna (BOKU):
 empirical data assessment, 2005

Research assistant, ACE-group (Vienna): compilation and organisation of scientific project
 proposals (for 7th EU-FP and for IEE-call 2007) on the subject of the
 implementation of solar cooling technologies, 2007

Computer programmer (Flash), ECM-Consulting, ARAG, Allianz, ACE Group (all Vienna);
 interactive web applications and web design, 2006 - 2008

Project assistant, Club of Rome (Vienna), Monitoring biodiversity in the EU and associated
 networks, 2008 - 2009

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lanz'.

Vienna, 26th of December 2008