

Der ökologische Fußabdruck der Stadt Berlin



Foto: Matthias Schnauss

**Erstellt von Dipl.-Ing. Matthias Schnauss
im Auftrag der Enquetekommission
"Lokale Agenda 21 / Zukunftsfähiges Berlin"
des Abgeordnetenhauses von Berlin,
14. Wahlperiode, Juli 2001
(Veröffentlicht als K Drs 14/105a)**

Der ökologische Fußabdruck der Stadt Berlin

1 Einführung

Die Notwendigkeit einer zukunftsfähigen, nachhaltigen Entwicklung und damit die Ausrichtung unserer stofflichen und energetischen Prozesse auf die dauerhaft zur Verfügung stehenden Ressourcen steht heute kaum mehr Frage und bedarf gegenüber der Enquetekommission "Lokale Agenda 21 / Zukunftsfähiges Berlin" keiner Erläuterung.

Der ökologische Fußabdruck gibt die rechnerisch ermittelte Fläche wieder, die pro Einwohner - in der vorliegenden Studie für Berlin - im Durchschnitt beansprucht wird, um alle benötigten Ressourcen für unseren Konsum und Lebensstandard dauerhaft zur Verfügung zu stellen und ebenso dauerhaft unschädlich zu entsorgen. Der ökologische Fußabdruck soll als einfacher und anschaulicher Indikator dienen, der einen Vergleich zwischen vorhandenen und genutzten Ressourcen in Form eines Flächenvergleiches möglich macht.

Die vorliegende Berechnung lehnt sich in der Methodik an die von Dr. Gösta Jancke¹ für Hamburg an. Für weitere detaillierte Erörterungen zum ökologischen Fußabdruck als Indikator und Instrument der Bewusstseinsbildung sei auf die im Anhang aufgeführte Literatur verwiesen.

Bei der Erarbeitung des Berliner Fußabdruckes hat sich gezeigt, dass dieser Indikator nicht nur für ökologische, sondern durchaus auch für sozioökonomische Betrachtungen von Interesse sein kann. Dies kommt dem Ansatz der lokalen Agenda 21 nahe, bei der der Einklang ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte gefordert ist.

Der ökologische Fußabdruck stellt in jedem Falle eine starke Vereinfachung und eine Momentaufnahme innerhalb eines komplexen dynamischen Prozesses dar. Er stellt einen minimalen Näherungswert dar und kann, ungeachtet der auftretenden Unschärfe, als Instrument für die Kommunikation von Erkenntnissen und Ableitung von Handlungszielen genutzt werden.

2 Datengrundlage

Soweit im vorgegebenen Zeitrahmen möglich, wurden als Grundlage für die Berechnung des Fußabdruckes Berliner Daten ermittelt. In Berlin als Stadt und Bundesland zugleich sind die Bedingungen hierfür relativ günstig. Allerdings zeigt die Recherche, dass längst nicht alle Daten in handhabbarer Form vorliegen.

Als Bezugsjahr wurde - abweichend vom Hamburger ökologischen Fußabdruck - das Jahr 1998 gewählt. Abgesehen von dem Vorteil der größeren Aktualität der jüngeren Untersuchung wäre das Jahr 1993 so kurz nach dem Umbruch der Wende in Berlin ohnehin wenig repräsentativ gewesen. Auch wenn 1998 zwischen Ost- und West-

¹ Jancke 1999

Berlin immer noch erhebliche Unterschiede in Lebensstandard und Konsumverhalten existieren (die in der Statistik deutlich ablesbar sind), so hat doch bereits eine Angleichung stattgefunden.

Die Wahl eines anderen Bezugsjahres hat zur Folge, dass neue und aktuelle Daten erhoben werden mussten, die allerdings nicht gänzlich zur Verfügung standen. Bei den Kategorien mit besonders hoher Relevanz, wie Energie, Nahrung und Verkehr ist dies jedoch weitgehend möglich gewesen. Die Kategorie „Konsumgüter“ ist datenmäßig am schwersten zu erfassen. Hier wurde mit Hilfe der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS)² von der Datengrundlage für Deutschland 1993 auf die Situation in Berlin geschlossen und diese wiederum, bereinigt um die Teuerungsrate³, für das Jahr 1998 hochgerechnet. Erläuterungen im Detail sind jeweils im Rechenweg beschrieben.

Auf Grund der geänderten Datengrundlage ist der Berliner Fußabdruck somit nur bedingt mit dem Hamburger oder dem für Deutschland vergleichbar. Es ist sicherlich auch bereits deutlich geworden, dass die Berechnung an manchen Stellen nicht ohne grobe Abschätzungen auskommt.

3 Rechenweg

Die Berechnung des ökologischen Fußabdruck für Berlin ist in einer **Excel-Tabelle** ausgeführt, die zusätzlich in einigen Feldern Kommentare enthält. In den vorliegenden beschreibenden Text (Kap. 4) ist aus der Tabelle die Matrix mit den Ergebniswerten eingefügt.

Nacheinander werden entsprechend der Konsum-Landnutzungs-Matrix die Flächenkategorien "Energie", "Siedlung", "Acker", "Weide", "Wald" und "Meer" berechnet und zwar in der absteigenden Reihenfolge der Konsumkategorien "Nahrung" (Unterkategorien: pflanzlich, tierisch), "Wohnen", "Verkehr" (Unterkategorien: Straße, Schiene, Luft und Schiff), und "Güter" (Unterkategorien: Papier, Kleidung, Metallwaren, Plastik und anderes). Die jeweiligen Datenquellen und einzelnen Rechenschritte sind im folgenden Text aufgeführt und ggf. kommentiert.

Damit folgt der Rechenweg den außerordentlich gut ausgearbeiteten Beschreibungen des Hamburger Fußabdruckes von Dr. Gösta Jancke⁴, der dankenswerterweise ebenfalls für Rückfragen zur Verfügung stand. Aufgrund des etwas anderen Zuschnitts der Datengrundlage und der teilweise zusätzlichen Rechenschritte gestaltete sich die Eingabe der Daten in das Excel-Datenblatt zur Berechnung der Hamburger Werte als unübersichtlich und aufwändig, so dass ein neues Blatt für Berlin angelegt wurde. Auch hier sind durch den Vorteil der automatischen Rechenoperationen Aktualisierungen und Ergänzungen von Daten möglich.

² Statistisches Bundesamt - Datenbank

³ ebenda

⁴ Jancke 1999

Die Excel-Tabelle ist so angelegt, dass Rechenschritte nachvollziehbar sind. Einzelne Felder enthalten Erläuterungen und Informationen zu Datenquellen.

3.1 Berechnung der Flächenkategorie Fossile Energie

Es wird die für die Bereitstellung (und Entsorgung) der Konsumkategorien Nahrung, Wohnen, Verkehr und Güter eingesetzte Menge an fossiler Energie berechnet und hierfür diejenige Fläche ermittelt, die benötigt würde, um das dabei freigesetzte Kohlendioxid dauerhaft in Form von Biomasse zu binden.

3.1.1 Lebensmittel

Die Datengrundlage zur Ermittlung der in Berlin verbrauchten Lebensmittel bildet die EVS⁵, die alle fünf Jahre vom Statistischen Bundesamt durchgeführt wird. Sie enthält gut aufgeschlüsselte Daten über die wichtigsten Einnahme- und Ausgabesektoren der Haushalte, gegliedert nach Haushaltsgröße, Einkommensschicht, und Bundesland. Die letzten Erhebungen erfolgten 1993 und 1998. Die meisten Angaben sind allerdings als Einnahmen und Ausgaben in DM dargestellt und damit nur als relative Werte brauchbar. Lediglich bei Nahrungsmitteln waren Mengenangaben (in Gramm und Liter) zu ermitteln. Diese lagen jedoch für das Jahr 1998 noch nicht vor (sie werden nach Aussagen des Statistischen Bundesamtes im Herbst 2001 veröffentlicht).

So mußte die Datengrundlage von 1993 auf das Jahr 1998 übertragen werden. Dabei wurde zunächst der Versuch gemacht, mit Hilfe des Preisindex für Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke (Nr. 01 von 12 Abteilungen) die Werte von der Teuerungsrate (5,7%) zu bereinigen und von der Differenz der Ausgaben für Lebensmittel 1993 und 1998 auf Veränderungen im Konsum zu schließen (Rechenhilfe gibt dabei das Statistische Bundesamt im Internet unter dem Stichwort „Index-rechnen“). Die Tatsache, dass in diesem Zeitraum eine Abnahme des Lebensmittelkonsums um 30% stattgefunden haben soll, ist nicht wahrscheinlich. Auch die Ausgaben für Lebensmittel in der gesamten BRD verringerten sich in diesem Zeitraum um ca. 20%. Ähnliche Unterschiede traten beispielsweise auch zwischen den unterschiedlichen Einkommensschichten auf. Es ist grundsätzlich nicht anzunehmen, dass sich die Menge, die von Menschen verzehrt wird, wesentlich verändert. Es wird daher der Schluß gezogen, dass für Lebensmittel ausgegebene Haushaltsgelder nicht für die Quantität, sondern möglicherweise eher für die Qualität als repräsentativ angesehen werden können. Gerade Essgewohnheiten wandeln sich nur sehr langsam. Wenn trotz Preissteigerungen deutlich weniger ausgegeben wird, so mag dies so zu erklären sein, dass billigere Lebensmittel (Discounter, Sonderangebote) erworben werden. Es ist anzunehmen, dass die Nahrungsmenge relativ konstant bleibt und qualitative Unterschiede sowie Auswirkungen auf den Naturverbrauch nicht von der allgemeinen Haushalts-Aufwandsstatistik ablesbar sind. Daher wurden die in der EVS 1993 für die Bundesrepublik ermittelten Werte unverändert zu Grunde gelegt. Diese summieren sich auf zu einer durchschnittlichen täglichen Nahrungsmenge von 1,108 g. Dieser Wert erschien zunächst relativ niedrig und es lag die Vermutung nahe, dass möglicherweise nicht alle Verzehrsmengen im

⁵ Statistisches Bundesamt - Datenbank

Haushalt erfasst wurden. In der Erhebung sind tatsächlich die Mengen aus eigener Erzeugung und die außer Haus verzehrten Nahrungsmittel nicht enthalten.

Zur letzteren Thematik gibt es Untersuchungsergebnisse in der EVS 1998, die von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung⁶ veröffentlicht wurden. Hier sind die mittleren Anteile des Außer-Haus-Verzehrs am gesamten Lebensmittelverzehr (in Prozent) nach Geschlecht, Alter und Lebensmittelgruppen aufgeführt. Durch die Einrechnung der außer Haus verzehrten Prozentanteile erhöht sich die Tagesverzehrsmenge um 100 g pro Person.

Die in der EVS ermittelten Verbrauchsmengen (von 1993) wurden durch die durchschnittliche Anzahl der Personen im Haushalt dividiert und mit dem Faktor der spezifischen Produktionsenergie (graue Energie) der Hamburger Berechnung⁷ multipliziert. Danach wurde durch den Energie-Land-Faktor⁸ für Öl (71) dividiert und mit dem Äquivalenzfaktor⁹ für Energie (1,1) multipliziert.

Getränke wurden zusätzlich ermittelt und dem pflanzlichen Nahrungsanteil zugeschlagen.

3.1.2 Haushalt.

Die Energiebilanz Berlin 1998¹⁰ enthält die wesentlichen Daten über den Energieverbrauch in Berlin.

Unter der Kategorie Haushalt sind auch Gewerbe, Handel, Dienstleistung und öffentliche Einrichtungen subsumiert. Dies entspricht dem Hamburger Ansatz. Die Werte der einzelnen Energieträger wurden durch den jeweiligen Energie-Land-Faktor und die Einwohnerzahl Berlins dividiert.

Strom:

Der Rechenweg für Strom und Fernwärme ist etwas aufwändiger: Den Ausgangswert bilden die verbrauchten Strommengen von Haushalten, Handel und Gewerbe und öffentlichen Einrichtungen¹¹.

Berlin hat die Besonderheit, dass der Strom zu 76,9% im Stadtgebiet selbst erzeugt wird, 22,1% werden bezogen¹². Entsprechend den Verhältnissen der eingesetzten Energieträger¹³ wurden die zugehörigen Energiemengen ermittelt und mit dem jeweiligen Ressourceneffizienzfaktor¹⁴ multipliziert. Aktuellere Daten lagen nicht vor. Für die bezogene Strommenge wurde das Verhältnis der eingesetzten Energieträger der Tabelle „Bruttostromerzeugung nach eingesetzten Energieträgern“¹⁵ (für 1998)

⁶ Deutsche Gesellschaft für Ernährung 2000

⁷ Jancke 1999, mitgelieferte Excel-Tabelle, Teiltabelle „energy intensity - embodied energy“

⁸ ebenda, Teiltabelle "ENERGY BALANCE"

⁹ ebenda, Teiltabelle "SUMMARY / DEMAND"

¹⁰ Senatsverwaltung für Wirtschaft und Technologie, Berlin, 2000: Energiebilanz '98

¹¹ ebenda, Tabelle 1.17 "Strom"

¹² ebenda, Tabelle 3.6.1 "Stromaufkommen"

¹³ ebenda, Tabelle 3.6.3 "Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung"

¹⁴ Jancke 1999, Teiltabelle „Kenndaten zur Stromerzeugung 1993“

¹⁵ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Energiedaten 2000 (CD-ROM)

entnommen und die jeweiligen Werte mit den Ressourceneffizienzfaktoren multipliziert.

Anschließend wurden alle Daten je nach Energieträger durch den Energie-Land-Faktor und die Einwohnerzahl Berlins von 1998¹⁶ dividiert und mit dem Äquivalenzfaktor für Energie multipliziert.

Fernwärme:

Laut Fernwärmebilanz¹⁷ stammen 44,9% der Fernwärme aus der Stromerzeugung in KWK-Anlagen und sind somit bereits bei der Stromerzeugung berücksichtigt worden.

Die restlichen 55,1% wurden in die jeweiligen Anteile nach Brennstoffeinsatz¹⁸ aufgeteilt, (wie oben) durch den spezifischen Energie-Land Faktor und die Einwohnerzahl dividiert und mit dem Äquivalenzfaktor multipliziert.

Jancke¹⁹ wies in der Erläuterung des Hamburger Fußabdruckes darauf hin, dass die Berechnung des Fernwärmeanteils aus „Frischwärme“ im Gegensatz zur „gekoppelten Erzeugung“ (bei der Stromproduktion) sehr kompliziert zu ermitteln sei. Durch Nachfragen konnte nicht genau geklärt werden, wie das Verhältnis 55,1% zu 44,9% ermittelt wurde. Fachleute von BEWAG und SenWiTech sahen diese Werte jedoch als realistisch an, da z.B. auch reine Fernheizwerke existieren, die Großsiedlungen wie das Märkische Viertel und Berlin Hellersdorf versorgen.

3.1.3 Verkehr

Die Berliner Energiebilanz 1998 enthält die im Verkehr eingesetzten Energiemengen und Verhältnisse der jeweiligen Energieträger. Sie wurden (wie oben) durch den spezifischen Energie-Land-Faktor und die Einwohnerzahl dividiert und mit dem Äquivalenzfaktor multipliziert

Der Fahrstrom ist der Tabelle 2.17 der Energiebilanz entnommen und wurde wie Strom (s. o.) berechnet.

Auch für Flugturbinenkraftstoffe ist in der Energiebilanz eine Zahl zu finden²⁰. Dieser Wert ist jedoch nicht für den Verbrauch der Berliner Bevölkerung allein repräsentativ. Daher wurde der Wert für Deutschland von 1993 aus der Hamburger Berechnung zu Grunde gelegt. Der Vergleich in der EVS 1993 ergab Ausgaben von 160% der Berliner Bevölkerung gegenüber dem Bundesdurchschnitt. Daher wurde der Wert aus der Tabelle für Deutschland mit dem Faktor 1,602 multipliziert. Die EVS von 1998 zeigt für Berlin nochmals eine Ausgabensteigerung für Flugreisen. Bereinigt man die Preissteigerung um die laut Preisindex im Sektor Verkehr eingetretene Teuerung von 10,3%, so ergibt sich für Berliner Haushalte immerhin noch ein Faktor von 1,95 für Mehrausgaben in 1998 gegenüber 1993. Diese spiegeln plausibel auch einen höheren Energieverbrauch wider, daher wurde mit diesem Faktor multipliziert.

¹⁶ Statistisches Landesamt Berlin: Internet-Datenbank

¹⁷ Senatsverwaltung für Wirtschaft und Technologie, Berlin 2000: Energiebilanz '98, Kap. 3.7

¹⁸ ebenda

¹⁹ Jancke 1999, Kap. 5.2.1

²⁰ Senatsverwaltung für Wirtschaft und Technologie, Berlin 2000: Energiebilanz '98, Tabelle 2.15

3.1.4 Konsumgüter

Für den Verbrauch der vielfältigen Konsumgüter liegen nur sehr unübersichtliche und unvollständige Statistiken mit Mengenangaben vor. Die EVS enthält die jeweiligen Ausgaben der Haushalte für unterschiedliche Gütergruppen. Hier lassen sich jedoch nur relative Werte ablesen. Es wurde daher auf die Untersuchungen über Abfallmengen zurückgegriffen. Hierfür wurde eine Vielzahl von Abfalldaten ausgewertet. Weitergehende Recherchen können hier die Genauigkeit erhöhen. Die Quellen der verwendeten Zahlen sind jeweils als Kommentare in den Feldern der Excel-Tabelle angefügt.

Die Abfallsituation in Berlin hat sich seit 1993 stark geändert. Auf Grund der Verpackungsverordnung entstand das Duale System Deutschland DSD, das zunehmend neben der BSR Verpackungsabfälle einsammelt. Gleichzeitig ist die Abfallmenge in Berlin zurückgegangen und die Verwertungsquote für Wertstoffe erheblich angestiegen.

Das Statistische Landesamt Berlin veröffentlicht eine Abfallbilanz²¹, der jedoch nur Mengenangaben zu den einzelnen Stofffraktionen aus dem gesamten eingesammelten Abfall zu entnehmen sind. Der eingesammelte Abfall aus Haushalten, Handel und Kleingewerbe ist zwar ermittelt, aber die Anteile der Fraktionen daraus nicht ersichtlich.

1997 wurde in Berlin ein umfangreiches Abfallgutachten²² erstellt. Die darin enthaltene Hausmüllanalyse²³ bietet eine gute Datengrundlage. Andere zeitnahe Untersuchungen in dieser Ausführlichkeit existieren nicht. Die neben dem Hausmüll vom DSD eingesammelten und sortierten Mengen 1998/1999 sind u.a. von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung²⁴ ermittelt worden. Zu zahlenmäßig höheren Werten kommt jedoch die Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung GVM²⁵ in der Mengenstrombilanz für 1997 (wird auf Grund der Änderung der Verpackungsverordnung in der Form in den Folgejahren nicht mehr durchgeführt) für den (für DSD) lizenzierten Verpackungsverbrauch der einzelnen Bundesländer. Da nach (fernmündlichen) Angaben der GVM selbst diese Zahlen noch Minimalwerte sind, die den kaum ermittelbaren Anteil nicht lizenzierter Verpackungen nicht enthalten, wurden diese Zahlen als beste Näherung verwandt.

Die Datenlage zur Ermittlung der Kategorie „Anderes“ reicht nicht zur Berechnung der Kategorie aus. Daher wurde der Wert aus Deutschland 1993 ohne Anpassung an mögliche Veränderungen zum Jahr 1998 übernommen.

Zusätzlich sind die Mengen für Glas und Reifen aus der Abfallstatistik für mögliche spätere Berechnungen in der Excel-Tabelle (in Klammern) aufgeführt.

Der Wert für Papier basiert auf Daten aus dem Gutachten von GAT/Öko-Institut und ARGUS.

²¹ Statistisches Landesamt Berlin - Internet Datenbank (Statistiken/Landwirtschaft, Umwelt)

²² GAT GmbH / Öko-Institut, 1997

²³ ARGUS 1997

²⁴ Abgeordnetenhaus von Berlin, Drs. 14/633

²⁵ GVM 1998

Die spezifische Energie der einzelnen Fraktionen ist in der Tabelle „Energy intensity - embodied energy“ der Hamburger Berechnung²⁶ bzw. der (online-) Datenbank zum „Kumulierten Energie-Aufwand“ KEA, eines Forschungsprojektes von Öko-Institut und Umweltbundesamt²⁷ aufgeführt.

Die erhaltenen Energiewerte wurden durch den Energie-Land-Faktor für Öl (71) und die Einwohnerzahl Berlins dividiert und mit dem Äquivalenzfaktor für Energie multipliziert.

3.2. Berechnung der Flächenkategorie Siedlungsfläche

Hier wird diejenige Fläche berechnet, die durch Wohnbebauung und Verkehrswege (und die Nutzung von Wasserkraft) an biologisch produktiver Fläche verloren gegangen ist.

3.2.1 Wohnen

Die Wohnfläche ist die Summe von Wohn- und Freiflächen sowie von Sportplätzen in Berlin²⁸.

Hinzu kommt die Hälfte des (eingestauten) Flächenbedarfs für Gewinnung von Strom aus Wasserkraft²⁹. Dabei gilt die Annahme, dass durch die Stauhaltung für Wasserkraftnutzung hochgradig biologisch aktive Flächen überschwemmt wurden und nun eine geringere biologische Produktivität aufweisen. Die ermittelte Fläche ist relativ gering, weil Berlin im Stadtgebiet keinen Strom mit Hilfe von Wasserkraftwerken gewinnt und in den 23,1% bezogenem Strom lediglich ein Anteil von 3,8% Wasserkraft enthalten ist.

3.2.2 Verkehr

Die Verkehrsfläche für Berlin ist vom Statistischen Landesamt Berlin aus den Jahrbüchern oder der Internet-Datenbank zu erhalten.

3.2.3 Güter

Hier wurde (wie in der Hamburger Berechnung) lediglich die Hälfte der für Wasserkrafterzeugung benötigten Fläche eingetragen.

3.3 Berechnung der Flächenkategorie Acker

Die Summe der Flächen Nahrung, Verkehr, und Güter stellt diejenige Fläche dar, die für die Versorgung einer Berliner Person mit vegetabilen Gütern (außer Erzeugnissen aus dem Wald) benötigt wird.

²⁶ Jancke 1999, Exceltabelle, Teiltabelle „energy intensity - embodied energy“

²⁷ Öko-Institut : KEA (Internetdatenbank)

²⁸ Statistisches Landesamt Berlin - Datenbank

²⁹ Jancke 1999, Kap 5.2.2 und 5.3.2

3.3.1 Nahrung

Hier wurden die Mengenerhebungen der EVS 1993 für pflanzliche Nahrung (wie bereits bei fossiler Energie) eingesetzt. Zusätzlich sind 10% der Getränkemengen als Zucker berechnet worden, da Fruchtsäfte, Colagetränke und auch Bier Größenordnungen von 10% Kohlenhydraten enthalten³⁰.

Die jeweiligen Mengen wurden durch den Ertragsfaktor aus der „Land and sea area accounting“ -Tabelle der Hamburger Berechnung dividiert und mit dem Äquivalenzfaktor für Ackerland multipliziert. Eine Anpassung an mögliche Veränderungen bis zum Jahr 1998 erfolgte aus oben genannten Gründen nicht. Gegebenenfalls können die Zahlen nach Veröffentlichung der Werte aus der EVS 1998 (für Herbst 2001 angekündigt) aktualisiert werden.

Auch tierische Nahrung wird zu einem nicht unerheblichen Anteil unter Verbrauch von Ackerland erzeugt, da insbesondere bei intensivierter Landwirtschaft mit Hochleistungstieren energiereiche Futtermittel benötigt werden. Über diesen indirekten Konsum der Berliner Bevölkerung an Ackerland liegen keine Daten vor. Daher wurde der Wert für Deutschland übernommen.

3.3.2 Verkehr

Hier wäre diejenige Fläche zu ermitteln, die für die Erzeugung von regenerativen Treibstoffen, also im wesentlichen "Biodiesel", benötigt würde. Für Berlin liegen keine Zahlen über regenerative Treibstoffe vor, so dass hier keine Eintragung erfolgen konnte.

3.3.3 Güter

Güter, die auf dem Acker erzeugt werden, sind z.B. Baumwollkleidung und Bodenbeläge aus pflanzlichen Fasern. Hierüber liegen keine Werte für Berlin vor. In der Hamburger Berechnung sind Werte für "Kleidung" und „Anderes“ eingetragen. Diese wurden mit den ermittelten Faktoren für den Mehrverbrauch in Berlin 1993 (aus der EVS) und den Faktoren für die (preisbereinigte) Verbrauchsentwicklung multipliziert, um auf einen angenommenen Verbrauchswert für Berlin 1998 zu kommen.

3.4 Berechnung der Flächenkategorie Weide

Hier wurde die für die Erzeugung von Nahrung und Gütern tierischen Ursprungs erforderliche Fläche ermittelt.

3.4.1 Nahrung

Hier wurden die Mengen verbrauchter Nahrungsmittel tierischen Ursprungs (außer Fisch) aus der EVS 1993 für Berlin eingesetzt. Eine Aktualisierung kann nach Veröffentlichung von Ergebnissen der EVS 1998 (in Gewichtsangaben) im Herbst 2001 erfolgen.

³⁰ Souci, Fachmann, Kraut 1989/90: Nährwerttabellen

Auch Wildfleisch, das theoretisch dem Wald zugeordnet werden müßte, ist unter diese Zahlen subsumiert. Dies ist für das Ergebnis nicht von Bedeutung. Es erfolgte eine Berechnung der Jahresmenge auf die Person (nicht Haushalt) bezogen, Division der Werte durch den jeweiligen Ertragswert aus der Tabelle „Land and sea area accounting“ der Hamburger Berechnungstabelle und Multiplikation mit dem Äquivalenzfaktor für Weideland (0,5).

Alle Werte gelten für 1993. Der Versuch einer Anpassung an mögliche Veränderungen bis zum Jahr 1998 wurde aus oben beschriebenen Gründen nicht unternommen.

Die Summe der Einzelfächen ergibt den Flächenbedarf für die Erzeugung der verbrauchten tierischen Produkte.

3.4.2 Güter

Über den Verbrauch an Wolle und Leder lagen für Berlin keine direkten Daten vor. Ausgangspunkt war daher der Wert aus der Tabelle für Deutschland, der mit dem Faktor für den Mehrverbrauch in Berlin 1993 (nach EVS) und (preisbereinigt mit dem Preissteigerungsindex für Kleidung und Schuhe) mit dem Faktor für den zurückgegangen Verbrauch (nach EVS 1998) multipliziert wurde.

3.5. Berechnung der Flächenkategorie Wald

Hier erfolgt die Berechnung der Waldflächen, die im Wesentlichen zur Gewinnung von Bau- und Brennholz und für die Zelluloseherstellung benötigt werden.

3.5.1 Wohnen

Die Datenmenge reichte für eine einigermaßen vollständige Erhebung der Holzprodukte nicht aus. Daher wurden die Werte für Deutschland an die Berliner Verbrauchssituation mit Hilfe der EVS angepasst. Berlinerinnen und Berliner gaben 1993 etwa 3% mehr für „Güter für die Haushaltsführung und Instandhaltung“ als Bundesbürger aus. 1998 gaben sie gegenüber 1993 (eine Preissteigerungsrate von 4,6% für Einrichtungsgegenstände und deren Instandhaltung herausgerechnet) 5,6% mehr aus. Die entsprechenden Faktoren wurden zur Berechnung des Berliner Wertes eingesetzt.

Aus dem Energiebericht von SenStadt und dem Gutachten von GAT/Öko-Institut sind in der Excel-Tabelle die Werte für Brennholz und Abfallholz in Klammern aufgeführt, um sie in eine mögliche spätere genauere Berechnung einzubeziehen.

3.5.2 Güter

Aus der Abfallerhebung von ARGUS³¹ stammen recht realistische Werte für die eingesammelten Mengen an Papier und Pappe aus Haushalten, Handel, Dienstleistung und Gewerbe. Sie wurden durch den Ertragswert in der Tabelle „Land and sea area accounting“ der Hamburger Berechnung dividiert und mit dem Äquivalenzfaktor für Wald multipliziert.

³¹ ARGUS 1997

Diese Berechnung berücksichtigt nicht die Papiermengen, die z.B. über die Toilette oder den Kompost entsorgt wurden und auch nicht den Anteil an Recycling-Papier, da hierüber keine Daten vorlagen. Eine Verschiebung der Proportionen durch diese Lücke ist nicht wahrscheinlich, zumal ein gewisser Kompensationseffekt dieser beiden Mengen zu erwarten ist. Die Frage, welche Auswirkungen die stärkere Verwendung von Recycling-Papier auf den ökologischen Fußabdruck hat, wäre möglicherweise für spätere Berechnungen mit der Ableitung von Handlungszielen relevant.

3.6 Berechnung der Flächenkategorie Meer

3.6.1 Nahrung

Die in der EVS 1993 angegebenen Mengen zum Verzehr von Fisch ergaben - im Vergleich zu den für Deutschland und Hamburg ermittelten Flächen - um ein Vielfaches kleinere Werte. Das Datenmaterial ist offensichtlich nicht vollständig und nicht vergleichbar. Daher wurde der Wert des Fußabdruckes für Deutschland zu Grunde gelegt und den in der EVS ermittelten spezifischen Verbrauchsgewohnheiten angepasst.

4 Das Ergebnis

	Energie	Siedlung	Acker	Weide	Wald	Meer	Total
Nahrung	0,21	-	0,28	0,91	-	0,25	1,66
pflanzlich	0,09		0,24				0,34
tierisch	0,12		0,04	0,91		0,25	1,32
Wohnen	1,04	0,06			0,32		1,42
Verkehr	0,66	0,05		-	-	-	0,71
Straße	0,39						0,39
Schiene	0,08						0,08
Luft	0,20						0,20
Schiff	0,00						0,00
Güter	0,46	0,00	0,05	0,04	0,08	-	0,62
Papier	0,02				0,08		0,10
Kleidung	0,00		0,04	0,04			0,08
Metallwaren	0,01						0,01
Plastik	0,01						0,01
Anderes	0,41		0,01				0,42
Total	2,37	0,11	0,33	0,95	0,39	0,25	4,41

Der ökologische Fußabdruck für eine Berlinerinnen oder einen Berliner beträgt nach der berechneten Annäherung **4,41 Hektar**. Das heißt, zur Befriedigung der Konsumbedürfnisse einer in Berlin lebenden Person und Kompensation deren Umwelteinwirkungen ist im Durchschnitt eine Fläche von 4,41 Hektar erforderlich.

Für alle Berlinerinnen und Berliner zusammen würde eine Fläche von 15.040.759,14 ha benötigt, die ca. dem 168-fachen der Stadtfläche von Berlin entspricht. Sie würde

eine Kreisfläche mit einem Radius von 218.806 km einnehmen und (im Uhrzeigersinn) etwa bis an folgende Städte reichen: Bergen (Rügen), Poznan / Posen, Zittau, Zwickau, Weimar, Goslar, Celle, Lüneburg und Wismar.



Die für Berlin errechnete Fläche von 4,41 ha ist erheblich kleiner als die für Deutschland (5,32 ha) und Hamburg (5,49 ha)³³. Dies hat zwei Ursachen:

- 1) Zum einen konnten auf Grund der schwierigen Datenlage und der begrenzten Zeit nicht alle Werte ermittelt werden. Um nicht vertretbare Annahmen zu vermeiden, wurde hier auf den Eintrag verzichtet. Dort, wo die Lücken zu groß geworden wären, hat eine Anpassung der Werte für Deutschland stattgefunden. Auf diese Weise konnte eine Verzerrung der Proportionen und Verhältnisse verhindert und die Aussagefähigkeit erhalten werden.

³² Vgl. Wackernagel / Rees (1997) 113

³³ Jancke 1999

2) Die Situation Berlins ist eine deutlich andere als die Hamburgs, dazu einige Zahlen³⁴ für 1995:

	Berlin	Hamburg	Faktor
Bevölkerung	3.471.418	1.707.901	2,03
Fläche (km ²) ³⁵	890,85	755,20	1,18
Einwohner / km ²	3.896,7	2.261,5	1,72
Arbeitslosenquote (31.12.95)	14,2	11,2	
Kraftfahrzeuge je 1000 Ew. ³⁶	403	471	0,86
Gemeindesteuereinnahmen (netto) je Einwohner (DM)	1.150	2068	0,56

In Berlin leben nicht nur mehr Menschen auf engerem Raum, sondern auch unter etwas bescheideneren Lebensverhältnissen. Letzteres ist in der Statistik besonders deutlich für den Ostteil Berlins erkennbar.

Auf Grund dieser Tatsachen lässt sich eine Reihe Unterschiede erklären:

Der Sektor Heizwärme bietet mit durchschnittlich 75 % Anteil am Gesamt-Energieverbrauch in dem Bereich **Wohnen** auch die bedeutendsten Einsparpotentiale. Die dichtere Bebauung sowie der geringere Bestand an Einfamilienhäusern lässt einen geringeren Heizwärmebedarf erwarten. Ein weiteres Beispiel für relativ hohe Energieeffizienz ist die Menge an **Fernwärme** aus der Stomerzeugung. Drei Viertel des Stroms wird im Stadtgebiet fast ausschließlich in Verbindung mit Wärme-Kraft-Kopplung erzeugt.

Der Bestand an Kraftwagen in Berlin ist deutlich niedriger als in anderen deutschen Großstädten (Frankfurt/M = 501, Köln = 519 und München = 576 / 1000 Ew³⁷). Weniger Fahrzeuge und im Verhältnis kürzere Wege (höhere Wohndichte) erklären den gut ein Drittel niedrigeren Energieverbrauch im **Straßenverkehr**. Hinzu kommt vermutlich, dass die Anzahl der Pendler in Berlin (noch) nicht an die Zahlen anderer deutscher Großstädte heranreicht.

Der personenbezogene Energieverbrauch im **Schieneverkehr** entspricht sich in beiden Städten.

Dagegen basiert der ca. dreifach höhere Wert für den **Luftverkehr** auf theoretischen Berechnungen auf der Basis der EVS. Neben der Tatsache, dass die Berliner im Verhältnis tatsächlich öfter in die Ferne fliegen, muss bedacht werden, dass sich dieser Sektor insgesamt sehr dynamisch entwickelt hat und die Buchung von Flugreisen und damit der Energieeinsatz auch in Hamburg zwischen 1993 und 1998 mit Sicherheit zugenommen hat.

³⁴ Statistisches Landesamt Berlin: Statistisches Jahrbuch Berlin 1996

³⁵ Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 1998

³⁶ Statistisches Landesamt Berlin: Statistisches Jahrbuch 1996

³⁷ ebenda

Der Energieverbrauch für den **Schiffsverkehr** beruht lediglich auf Berliner Zahlen und enthält nicht die Anteile z.B. der Küstenschifffahrt.

Die Werte für **Güter** stammen aus der Abfallstatistik. Dabei gibt es (trotz umfangreicher und genauer Untersuchungen) durchaus Mengenströme, die nicht erfasst werden konnten, insbesondere im Bereich des Gebrauches, der Wiederverwendung und Wiederverwertung (Altkleidersammlung, Transport von ausgedienten Gütern und Materialien ins Ausland etc.).

Während die ermittelten Mengen für **Papier** als relativ realistisch anzusehen sind und der Wert für **Kleidung** auch bei Berücksichtigung aller Mengen das Gesamtergebnis kaum beeinflussen wird, könnte eine genauere Recherche zu den Kategorien **"Metallwaren"**, **"Plastik"** und **"Anderes"** durchaus höhere Werte und eine Beeinflussung des Gesamtergebnisses bedeuten. Unter diesen Kategorien verbirgt sich eine Vielzahl an Geräten, Maschinen und Gegenständen, deren Bestandteile, Herstellungsprozesse, und Anwendungen nur mit erheblichem Aufwand untersucht und dargestellt werden könnten. Einen interessanten Ansatz liefert dafür der Kumulierte-Energie-Aufwand KEA³⁸, der in einem Forschungsprojekt des Umweltbundesamtes und des Öko-Institutes für eine Vielzahl von Prozessen und Produkten ermittelt wird. Die Daten sind teilweise über eine Internet-Datenbank abrufbar und wurden ansatzweise auch für die Berliner Berechnung benutzt.

Die Kategorie **Energie** stellt mit 53,7 % den größten Anteil an der ermittelten Fläche. Sie ist theoretisch zur Neutralisierung (Absorption) des "Klima-Leitstoffes" CO₂ notwendig. Dies unterstreicht die Bedeutung des Klimaschutzes. Da hier auch das größte Einsparpotenzial zu erwarten ist, erscheint es sinnvoll, die Ergebnisse mit ergänzenden Recherchen weiter zu präzisieren und über Rechenbeispiele die Erfolge von Energieeffizienten Maßnahmen deutlich zu machen.

Die Kategorie **Siedlung** zeigt auf, dass die Berlinerinnen und Berliner in den Bereichen Wohnen und Verkehr flächeneffizienter leben als die Hamburger Einwohner. In Hamburg wird die Hälfte und in Berlin nur ein Drittel der durchschnittlichen Siedlungsfläche in Anspruch genommen. Im bundesdeutschen Durchschnitt ist der Flächenbedarf für Siedlung und Verkehr verständlicher Weise auf Grund der Flächenausdehnung höher als in den beiden Großstädten.

Der Wert für pflanzliche Nahrung in der Kategorie **Acker** liegt für Berlin um mehr als die Hälfte niedriger als für Hamburg oder den bundesdeutschen Durchschnitt. Diese Diskrepanz ist nicht plausibel. Die Datengrundlage ist eine andere als für die Bundesrepublik. Sie erscheint relativ schlüssig. Möglicherweise müssten die Unterschiede in den Datengrundlagen im Detail untersucht und abgeglichen werden. Auf Grund der Unsicherheit mit der Stimmigkeit der Daten wird ein Stück weit die Möglichkeit genommen, auf die starken Unterschiede im Flächenbedarf für pflanzliche und tierische Nahrung hinzuweisen. Obwohl die verzehrte Menge an Fleisch gewichtsmäßig nur ein "gutes" Drittel der Menge pflanzlicher Nahrung ausmacht, werden für deren Produktion zwei Drittel der Fläche für feste Nahrung benötigt. Die

³⁸ Öko-Institut - (Internetdatenbank)

für die Erzeugung von tierischen Produkten erforderlichen Veredelungsschritte benötigen nicht nur mehr Fläche, sondern zusätzlich auch mehr Energie.

Für die Kategorie **Wald** ist festzustellen, dass der Sektor Wohnen eine erhebliche Waldfläche in Anspruch nimmt. Dies ist ein Sektor, der sich z.B. durch zunehmende Nutzung von Biomasse (möglicherweise im Ausgleich mit der Kategorie Energie/Wohnen) vergrößern könnte.

Die **Meeresfläche** stellt einen theoretischen Wert dar, der für Berlin auf der Grundlage des bundesdeutschen Wertes errechnet wurde.

Fazit

Durch die höhere Effizienz der Verdichtung und die im Vergleich zum Durchschnitt der Bundesrepublik etwas bescheideneren Lebensverhältnisse fällt der ökologische Fußabdruck für Berlin etwas geringer aus. Der Schwerpunkt im Flächenverbrauch liegt bei der Kategorie fossile Energie. Dies bestätigt die vorhandenen Ansätze zur Verbesserung der Energieeffizienz und des Klimaschutzes.

6 Literatur und Datenquellen:

(Die Angabe von Quellen aus dem Internet bezieht sich auf den Stand vom Juli 2001)

Abgeordnetenhaus von Berlin: Vorlage zur Kenntnisnahme: Prüfung des Mengenstromnachweises für Berlin 1999 der Dualen System Deutschland AG (DSD), 14. Wahlperiode, Drs. 14/633. Erstellt von Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, September 2000

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen AGEB, Königin-Luise Str. 5, 14195 Berlin und Max-Planck-Str. 37, 50858 Köln: Datenbank im Internet, Stand 7/01
<http://www.ag-energiebilanzen.de/>

ARGUS, Arbeitsgruppe Umweltstatistik e.V. an der TU-Berlin 1997:
Gutachten : Abfallerhebung Berlin 1997, durchgeführt im Auftrag der Gesellschaft für Umwelttechniken GAT (s.u.)

BEWAG 1999, Berliner Kraft- und Licht Aktiengesellschaft, Marketing und Dienstleistung, Motzstr. 89, 10779 Berlin: Geschäftsbericht 1998/1999
<http://www.bewag.de/>

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU:
"Umwelt Deutschland", Info- CD-ROM
<http://www.bmu.de/>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Energiedaten 2000 - Nationale und internationale Entwicklung (als Broschüre oder CD-ROM) Bonn 2000.
<http://www.bmwi.de>

Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. DGE Bonn:
So ernährt sich die deutsche Bevölkerung - DGE-Ernährungsbericht 2000, Außer-Haus-Verzehr in: DGE-Intern 18/2000 vom 19.12.2000, S.37 ff
<http://www.dge.de/>

- GAT Gesellschaft für Umwelttechniken mbH Alt Moabit 96c, 10559 Berlin:
Überprüfung und Aktualisierung des Siedlungsabfallmengengerüsts für das Land Berlin, September 1997 - gemeinsam mit Öko-Institut e.V. (s.u)
- GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung, Rheingastr. 85, 65203 Wiesbaden: Verpackungsverbrauch in Deutschland und den Bundesländern 1997, März/April 1998, Recycling-Bilanz für Verpackungen, 7. Ausg. Berichtsjahr 1998, Wiesbaden, Mai 2000
- Jancke, Dr. Gösta (1999): Ansatz zur Berechnung und Vermittlung der Nachhaltigkeit der Stadt Hamburg mit Hilfe eines aggregierenden Indikators - Möglichkeiten der Nutzung im Lokale Agenda 21-Prozess. Projektarbeit im Rahmen des Fernstudiums „Kommunaler Umweltschutz“ an der Universität Lüneburg, Institut für Kommunikation, März 1999
- Öko-Institut e.V. Geschäftsstelle Freiburg, Postf. 6226, 79038 Freiburg:
Überprüfung und Aktualisierung des Siedlungsabfallmengengerüsts für das Land Berlin, September 1997
in Zusammenarbeit mit GAT (s.o).
Der Kumulierte Energie Aufwand KEA Forschungsprojekt in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt (s.u.);
KEA im Internet: <http://www.oeko.de/service/kea/index.htm>
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin:
Energiebericht 1996
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/index.shtml>
- Senatsverwaltung für Wirtschaft und Technologie Berlin:
Energiebilanz 1998, (korrigierte Fassung vom 4.12.2000)
<http://www.berlin.de/home/Land/SenWiTech/>
- Souci, S. W.; Fachmann, W.; Kraut, H. 1989/90: Die Zusammensetzung der Lebensmittel - Nährwerttabellen 1989/90, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart
- Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1999,
Einkommens- und Verbrauchsstichprobe für 1993 und 1998 (Tabellen können direkt per FAX vom Statistischen Bundesamt bezogen werden),
Datenbank im Internet: <http://www.statistik.bund.de>
- Statistisches Landesamt Berlin: Statistisches Jahrbuch Berlin 96,
Datenbank im Internet: <http://www.statistik-berlin.de/home.htm>
- Umweltbundesamt UBA: Ökobilanz für Getränkeverpackungen II - Materialsammlung - Texte 38/00;
KEA Forschungsprojekt siehe Öko-Institut
<http://www.umweltbundesamt.de/>
- Wackernagel, Mathis / Rees, William (1997): Unser ökologischer Fußabdruck - wie ein Mensch Einfluß auf die Umwelt nimmt; Birkhäuser Verlag Basel

Websites zum ökologischen Fußabdruck, Stand 7/01

<http://www.agenda21-netzwerk.de/footprint/index.htm>

<http://www.panda.org/livingplanet/lpr00/ecofoot.cfm>

<http://www.rprogress.org/programs/sustainability/ef/>

http://www.muenchen.de/referat/rgu/frames/servber/ub00/kap_01/lok_agen.htm

http://www.vms.at/3/3_2_4_6.htm

http://www.ufaz.de/hauptseite_d.cfm?goto=http://131.173.27.240/Start/Wegbegleiter/Indikatoren/Indikatoren.shtml

<http://www.oesfo.at/wien/factsheet.htm>

<http://www.ecodesign.at/einfuehr/warum/fakten/>