

Lebensstil dominiert Ökobilanz von Neubausiedlungen

Im Folgenden wird über Erfahrungen berichtet, die die Autoren mit der Anwendung ökologischer Bilanzierungsmodelle zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von Siedlungen gesammelt haben. In die Untersuchungen sind sowohl planerisch-technische Aspekte (z.B. Niedrigenergiehausstandard, Energieversorgungskonzept u.ä.) als auch das Bewohnerverhalten (Konsumgewohnheiten, Mobilitätsverhalten etc.) eingegangen. Zunächst werden Ergebnisse aus der Diplomarbeit von Holger Wolpensinger zur Ökobilanzierung von Siedlungen vorgestellt. Anschließend berichtet Carsten Sperling über Ergebnisse eines Forschungsprojektes zur Anwendung der Stoffstromanalyse als Bewertungsinstrument für Stadtquartiere.

Die Ökobilanzierung ist eine Methodik, die in Untersuchungen von Siedlungen bisher nicht angewandt wurde. In der an der Universität Karlsruhe am ifib – Institut und am Stiftungslehrstuhl Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus durchgeführten Diplomarbeit sollte geklärt werden, ob sie aussagekräftige und richtungssichere Ergebnisse liefern kann. Konkret wird dies am Energieverbrauch einer Beispielsiedlung für die Themenschwerpunkte Gebäude, Mobilität und dem allgemeinen Lebensstil der Bewohner untersucht. Als Forschungsgegenstand wurde die Siedlung gewählt, weil an ihr globalpolitische Ziele auf einen überschaubaren Maßstab heruntergebrochen werden können und weil sie komplex und vielfältig genug ist, um den Alltag vieler Menschen (und nicht nur einzelner evtl. besonders engagierter Zeitgenossen) wieder zu spiegeln.

Im Folgenden wird am Beispiel eines Neubauentwurfs einer Wohnsiedlung mit 140 WE für 416 Bewohner und 18.100 m² Wohnfläche dieses Analyseverfahren vorgestellt. Dabei handelt es sich um eine sog. bottom-up-Modellierung. In diesem Verfahren werden drei Szenarien entwickelt. Im Standard-Szenario wird von einer durchschnittlichen Bebauung, einer durchschnittlichen Mobilität und einem durchschnittlichen Lebensstil der Bewohner ausgegangen. Die Annahmen hierzu wurden aus entsprechenden Veröffentlichungen des statistischen Bundesamtes entnommen. Zudem wurde ein Best-Case-Szenario modelliert, das sich an Werten von rund 140 gebauten ökologischen Siedlungen (s. www.oekosiedlungen.de) und Erkenntnissen aus den Umweltwissenschaften orientiert. Schließlich gibt es ein Worst-Case-Szenario, in dem energieaufwendige Aspekte des Lebensstils bilanziert werden.



Abb. 1: Modell des Siedlungsentwurfs, für den die Ökobilanz erstellt wurde

In allen Berechnungen werden die so genannte Vorketten, also die Primärenergieinputs für den Rohstoffabbau, die Materialienproduktion und für die Baustofftransporte, berücksichtigt. Als Umweltindikator wurden der Primärenergieinput (PEI) und das Global Warming Potenzial (GWP 100 = Treibhauswirkung der CO₂ und CO₂-Äquivalente in 100 Jahren) gewählt, wie dies in Screening-LCAs gängig ist.

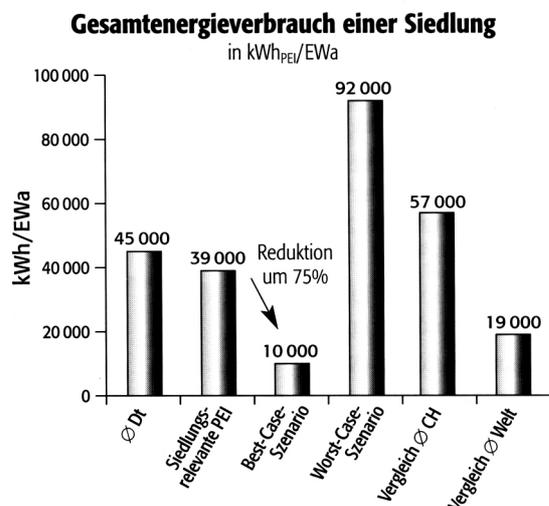


Abb.2: Gesamtenergieverbrauch einer Siedlung

Insgesamt verbraucht jeder Deutsche im Schnitt 45.000 kWh PEI pro Jahr (s. Abb.2). 39.000 kWh bzw. 90% davon werden nach den vorliegenden Berechnungen direkt beeinflusst durch die Siedlungsgestaltung bzw. durch den Lebensstil der Bewohner. **Im Best-Case-Szenario sind die PEI gegenüber dem Standard-Szenario um 75% reduziert.** Auch die Berechnungen der GWP 100 ergeben ein Einsparpotenzial von rund 80%. **Das zentrale Ergebnis der Diplomarbeit ist, dass die von der Enquete-Kommission der Bundesregierung empfohlene Reduktion von CO₂ für das Jahr 2050 mit heutigem Know-how auf Siedlungsebene annähernd erreicht werden kann.**

Einzelergebnisse der Bauwerksbilanzierung

Mit dem Ökobilanzierungs-Tool sirados-LEGOE wurden sowohl die Kosten als auch die Ökologie der Gebäude ermittelt. Der größte Teil der PEI der Gebäudematerialien fällt bei der Herstellung des Gebäudes an. Teilt man diese durch eine angenommene Lebensdauer von 80 Jahren, erhält man den PEI-Aufwand pro Jahr, der auf diesem Wege mit den Aufwendungen der anderen Bereiche, wie z.B. der Mobilität oder der Ernährung, vergleichbar wird. Die einzelnen untersuchten Parameter auf Gebäudeebene sind:

- Auswirkung der Baustoffwahl (Rohbau in Ziegel-Beton-Bauweise im Vergleich mit einer Holzbauweise)
- PEI für die Errichtung der Tiefgarage
- Baustofftransporte
- die Bauform (Einfamilienhaus => viergeschossiger Wohnungsbau mit freiem Grundriss bzw. in Kompaktbauweise)
- der Anteil von Heizung, Warmwasser und Strom
- Dämmstandard (Niedrigenergie- oder Passivhaus)
- Energie- und Wasserversorgung

Modellbilder, Grundrisse und weitergehende Informationen über den bilanzierten Entwurf befinden sich unter www.nancystrasse.oekosiedlungen.de

Die wichtigsten Ergebnisse der Gebäudebilanz sind in Abb.3 dargestellt:



Abb.3: Energieverbrauch einer Siedlung durch Bau und Nutzung

Die Holzbauvariante (Best-Case) verbraucht nur die Hälfte der PEI wie die Ziegel-Beton-Konstruktion. Die für den Transport von Aushub oder Baustoffen nötigen Energiemengen sind im Normalfall vernachlässigbar. Lediglich der Lkw-Transport der Baustoffe über lange Distanzen kann zur relevanten Größe werden. Im Beispiel waren dies eine Betonfertigelemente-Lieferung mit einem Gesamtgewicht von knapp 16.000 t über eine Entfernung von 500 km von Hannover nach Karlsruhe bzw. der Holzelementetransport aus dem 2.000 km entfernten Skandinavien (s. Abb.3).

Was die Gebäude betrifft sind die größten PEI-Einsparungen eindeutig im Heizenergiebereich (Niedrigenergie- oder Passivhausbauweise) und der Energieversorgung (im Best-Case: BHKW und erneuerbare Energien) zu erreichen. An dritter und vierter Stelle fällt der Strom- und Warmwasserverbrauch ins Gewicht. Erst bei Passivhäusern werden die PEI in den Baustoffen in einer Größenordnung von bis zu 2/3 der Lebenszyklus-PEI relevant. Hier kann es sich lohnen, auf energiesparend produzierte Baustoffe wie Holz, Gasbeton und Lehm zurückzugreifen. Damit kann man dem Ziel eines „ZERO-Emission-Village“ schon sehr nahe kommen.

Lebensstilbetrachtung

Eine ökologische Optimierung einer Siedlung bleibt jedoch unvollständig, wenn man sich nur auf die Energieeinsparung bei den Gebäuden beschränkt. Entscheidend sind darüber hinaus ein anderes Mobilitätskonzept und ein veränderter Lebensstil, wie im Folgenden gezeigt wird.

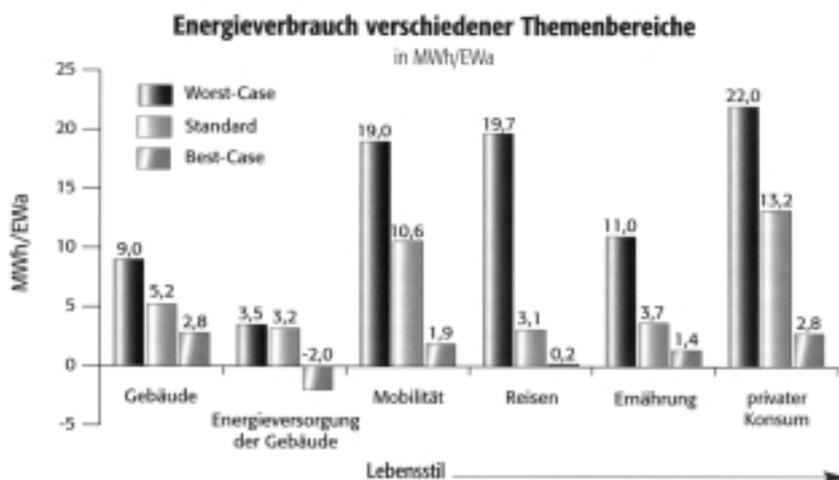


Abb.4. Energieverbrauch verschiedener Themenbereiche

Allein im Bereich der Mobilität sind PEI-Einsparungen wie bei den Gebäuden zu erreichen (vgl. Abb.4). Im Best-Case wurden Modal-Split-Kennwerte so genannter „autofreier“ Siedlungen und auf dem Markt erhältliche 1-Liter-Pkws zugrunde gelegt. Durch ein Mobilitätskonzept, das auf kurze Wege, Fahrrad, ÖPNV und CarSharing ausgerichtet ist, würde die sonst nötige Tiefgarage mit 230 Stellplätzen überflüssig. Mit den finanziellen Einsparungen können nach der Kostenberechnungs-Software sirados die erhöhten Aufwendungen für ökologische Baustoffe ausgeglichen werden.

Darüber hinaus kann durch einen veränderten Lebensstil der Bewohner, beispielsweise durch eine andere Ernährungsweise, der Energieverbrauch beträchtlich gesenkt werden. Angenommen, die Bewohner stellen ihre Ernährung auf saisonale und regionale Kost aus ökologisch zertifiziertem Anbau mit einem geringeren Anteil von Fleisch- und Milchprodukten um, so entspricht dies einer PEI-Reduktion, die in gleicher Höhe durch einen Umzug vom Niedrigenergie- ins Passivhaus erreicht werden kann. Entscheidend ist hierbei die Frage, wie sich die vom Verhalten der Siedlungsbewohner abhängigen Potenziale mobilisieren lassen. Welche Motivationen – neben dem Wunsch, die Umwelt zu schützen – können zudem angesprochen werden, um eine Verhaltensänderung in Richtung eines nachhaltigen Lebensstils zu bewirken? Neben Architekten und Siedlungsplanern ist hier vor allem das Know How von Umweltpsychologen und Soziologen gefragt.



Abb.5: Energieverbrauch in einem autofreien Wohnprojekt mit spezifischem Flugreiseverhalten

Die vorliegenden Daten verdeutlichen die Auswirkungen bestimmter Lebensstile, Mobilitätskonzepte und Siedlungsbauweisen. In Abb.5 ist die Energiebilanz eines autofreien Wohnprojektes in Deutschland dargestellt. Die Bewohner pflegen in diesem Szenario einen gewöhnlichen Lebensstil, wohnen jedoch in effizienten Passivhäusern und nutzen eine Ener-

gieversorgungsanlage, die mehr Energie aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt als die Gebäude brauchen. Mit der überschüssigen Energie werden in diesem Zukunftsszenario „technisch optimiert“ ökologisch vorbildlich die weniger gefahrenen Pkws (anstelle der üblichen 15.000 Pkm/a in Autofreien Siedlungen durchschnittliche 9.000 Pkm/a) versorgt. Im Alltag sind die Bewohner zwar das ganze Jahr ökologisch Mobil, unternehmen jedoch überdurchschnittlich häufige Flugreisen in ferne Länder (nach Angaben aus der Dissertation von Jan Scheurer, vgl. <http://www.wistp.murdoch.edu.au/publications/projects/carfree/carfree.html>). Obwohl die Gebäude technisch hocheffizient optimiert sind, steigen die PEI dadurch sogar leicht über das Niveau eines Bundesbürgers.

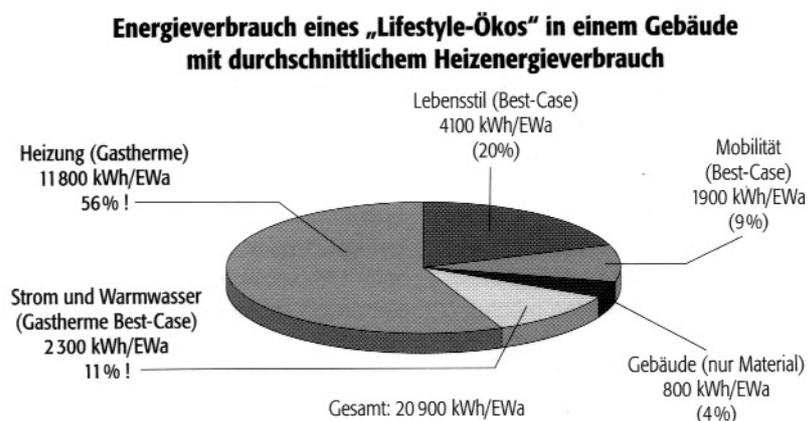


Abb.6: Energieverbrauch eines „Lifestyle-Ökos“ in einem Gebäude mit durchschnittlichem Heizenergieverbrauch

Anders stellt sich die Situation eines „Lifestyle-Ökologen“ dar, die im Ergebnis in Abb. 6 dargestellt ist. Der „Lifestyle-Öko“ wohnt in einem schlecht gedämmten Gebäude, das mit einer konventionellen Gastherme beheizt wird. Durch seinen ausgesprochen ökologischen Lebensstil reduziert er seine PEI jedoch immerhin auf etwa die Hälfte des Bundesschnitts. Dennoch sind größere Einsparungen möglich. Denn immerhin werden in diesem Szenario nun knapp 70% der PEI durch das Wohnen in einem schlecht isolierten Gebäude verursacht.

Fazit der Diplomarbeit: Um das theoretische Einsparpotenzial von insgesamt 80% auszuschöpfen, ist eine ausgewogene ökologische Entwicklung in möglichst vielen Themenbereichen anzustreben. Durch einseitige Maßnahmen auf rein technischer Ebene oder rein auf den Lebensstil orientierte Ansätze können diese Einsparungen nicht in Gänze ausgeschöpft werden. Für Psychologen und Soziologen bietet die Forschung zur Mobilisierung der ermittelten großen Einsparpotenziale im Lebensstilbereich, also im Bereich der so genannten „weichen Faktoren“, ein zukunftsträchtiges Forschungs- und Arbeitsfeld. Die Ankündigung des Rates zur nachhaltigen Entwicklung der Bundesregierung, ein **Zehnjahres-Rahmenprogramm für nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster** (Ökoeffizienz, Kreislaufwirtschaft, Ökolabels u.ä.) zu starten, ist vor dem Hintergrund der Ergebnisse dieser Diplomarbeit als absolut dringlich und überfällig zu bewerten.

Methodisch eignet sich die Ökobilanz zur Analyse von Optimierungspotenzialen und zur Quantifizierung einzelner ökologischer Aspekte, wodurch deren Relevanz ermittelt werden kann. Mit Hilfe mittlerweile verfügbarer Ökobilanzierungs-Tools können daraus gewonnene Erkenntnisse in die Planungsentscheidungen von Gebäude- und Siedlungsplanern einfließen.

Anwendung der Stoffstromanalyse als Bewertungsinstrument für Stadtquartiere

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt „Nachhaltige Stadtteile auf innerstädtischen Konversionsflächen – Stoffstromanalyse als Bewertungsinstrument“ wurde zwischen 1999 und 2002 unter Federführung des Instituts für angewandte Ökologie (Öko-Institut), Geschäftsstelle Darmstadt, durchgeführt. Der Autor wirkte als Praxispartner für das Forum Vauban e.V., Freiburg, an dem Forschungsvorhaben mit. Das übergeordnete Projektziel war, Stadtteile in ihrer Einbettung in Region, Land und Welt so zu analysieren, dass

- lokale Akteure die Auswirkungen ihrer bisherigen und künftig möglichen Handlungen
- in möglichst allen Bedürfnisfeldern
- vor dem Hintergrund ihrer jeweiligen Nachhaltigkeitsziele

messen und beurteilen können. Hierzu wurden exemplarisch zwei konkrete Konversionsflächen betrachtet, auf denen neue städtische Quartiere entstehen:

- die Vorstadt Nord im brandenburgischen Neuruppin sowie
- das Quartier Vauban in Freiburg (Breisgau).

In diesem kurzen Beitrag können nur einige wenige Aspekte der Untersuchung vorgestellt werden. Es werden ausschließlich Ergebnisse zu den ökologischen Wirkungen des Quartier Vauban betrachtet. Der komplette Endbericht inklusive Akteursanalyse, Indikatorenentwicklung und Stoffstromökonomie ist im Internet unter www.oeko.de/service/cities zu beziehen.

Freiburg-Vauban wirbt offensiv mit dem Image des nachhaltigen (Modell-) Stadtteils. Das Quartier ist nur zum Teil das Ergebnis städtischer Planungen. In einem mehrjährigen Prozess einer erweiterten Bürgerbeteiligung setzten BewohnerInnen und Interessierte umfangreiche Planänderungen durch und nahmen während der Realisierungsphase die Gestaltung ihrer Nachbarschaft zu erheblichen Teilen selbst in die Hand. Die Geschichte des Bürgerbeteiligungsprozesses kann im Internet nachgelesen werden unter www.forum-vauban.de/geschichte.shtml. Außerdem sind umfangreiche ökologische Standards realisiert worden (Niedrigenergie- und Passivhausbauweise, Nahwärme- und Stromversorgung durch ein Holzhackschnitzel-BHKW, ökologisches Mobilitätskonzept, etc., weitere Informationen über Vauban sind im Internet zu finden unter www.vauban.de sowie www.forum-vauban.de). Daher wurden die Ergebnisse der Stoffstromanalysen mit Spannung erwartet: „Wie nachhaltig ist der Modellstadtteil denn nun wirklich?“

Die Ergebnisse sind vielschichtig und der Bericht bleibt eine klare Antwort nach dem „wie gut“ letztendlich schuldig. Zwar können – bezogen auf konkrete Maßnahmen – im Vergleich zu einem definierten „Referenzstadtteil“ (angenommener identischer Stadtteil in gleicher Lage ohne spezifische, in der folgenden Abbildung gelistete Maßnahmen) erhebliche Umweltentlastungseffekte konstatiert werden – zumindest dort, wo aufgrund der guten Datenlage aussagekräftige Ergebnisse produziert werden.

Die folgende Abbildung zeigt, dass vor allem im Bereich „Energiestandard“ große Erfolge erzielt. Positiv wirken – bei geringeren absoluten Emissionen – auch die Maßnahmen im Baubereich. Der Einsatz von Photovoltaik bewirkt weitere CO₂-Gutschriften. Erstaunlich gering fällt dem gegenüber die CO₂-Minderung im Maßnahmenbereich „Verkehrskonzept“ aus. Hier wurden größere Erfolge erwartet, da in Vauban mit 150 Kfz pro 1000 Einwohner nur halb so viele Kraftfahrzeuge zugelassen sind wie in einem vergleichbaren Freiburger Neubauviertel (und nur ein Drittel so viele wie im Freiburger Durchschnitt).

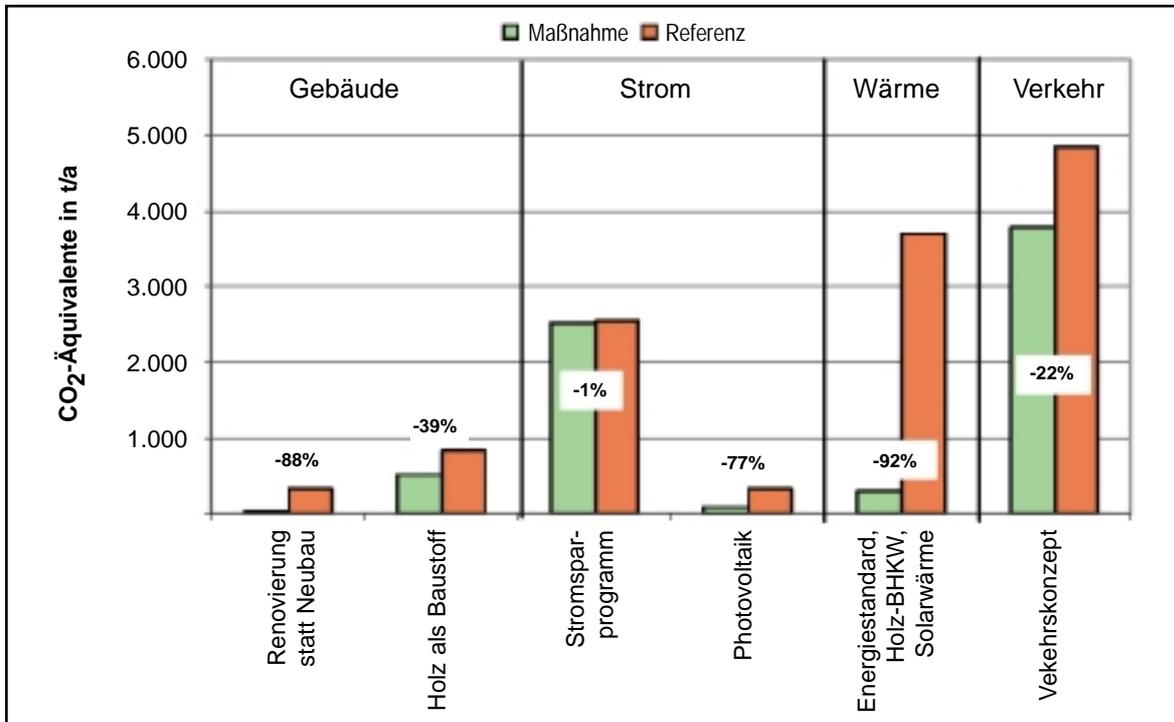


Abb.7: CO₂-Äquivalente für Vauban – Vergleich Maßnahmen- / Referenz-Szenario

Quelle: Öko-Institut

Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass auch die Benutzung des ÖPNV Emissionen verursacht und dass aufgrund fehlender Detailerhebungen den autofreien Vauban-BewohnerInnen (die Ergebnisse des Projektes „Umsetzungsbegleitung des Verkehrskonzeptes Vauban wurden nicht mehr berücksichtigt) kurzerhand ein am Nutzerverhalten von Car-Sharing-Kunden orientiertes durchschnittliches Mobilitätsverhalten unterstellt wurde. Dies zeigt bereits die Problematik der Anwendung von Ökobilanzen in stark vom Nutzerverhalten abhängigen Bereichen, die in der folgenden Grafik noch deutlicher zum Ausdruck kommt.

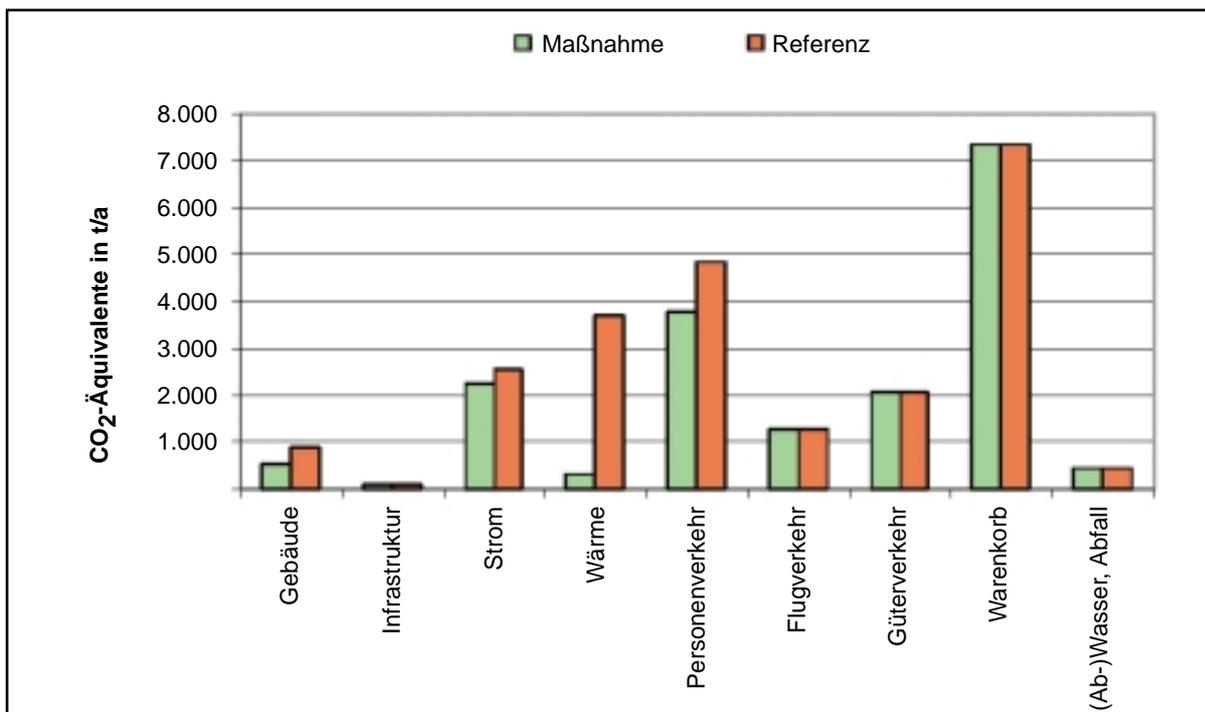


Abb.8: Treibhausgasemissionen für das Gesamt-Szenario Freiburg-Vauban (incl. Maßnahmen) im Vergleich zum Referenz-Szenario

Quelle: Öko-Institut

Hier fällt sofort die Dominanz des Warenkorbes (Konsumverhalten der Bewohnerinnen und Bewohner) ins Auge. Die Relevanz von Lebensstilaspekten auf die Ökobilanz von Siedlungen, die bereits im ersten Teil des Artikels hervorgehoben wurde, zeigt sich hier erneut. Im konkreten Anwendungsfall bestand das Hauptproblem darin, dass keine spezifischen Konsumdaten der BewohnerInnen vorlagen bzw. erhoben wurden. Deshalb wurden sowohl für Vauban als auch für den Referenzstadtteil bundesdurchschnittliche Konsumwerte angenommen, was dem konkreten Fall zwar überhaupt nicht gerecht wird, aber zumindest die Anwendung des Software-Tools GEMIS zur Stoffstromanalyse für das Gesamt-Szenario ermöglicht. Gleiches gilt für die Bereiche Flugverkehr, Güterverkehr, Abwasser und Abfall.

Neben der Treibhauswirkung wurde auch nach den Kriterien Versauerung, Primärenergie und Rohstoffe bilanziert. Bis auf den Bereich Primärenergie geht vom Warenkorb in allen Fällen die größte Umweltbelastung aus.

Die Studie gibt keinen Aufschluss darüber, wie die in Vauban ebenfalls angewendeten „weichen Maßnahmen“ sich auf die Ökobilanz des Quartiers auswirken. Zu den „weichen Maßnahmen“ gehören u.a. die allgemeine Informationsarbeit, die Beteiligung der BewohnerInnen an Planungs- und Gestaltungsprozessen, die Förderung von Bewohnerinitiativen für einen nachhaltigen Konsum (Quartiers-Bioladen, Bauernmarkt, Second-Hand-Shops, etc.) sowie die Quartiersarbeit zur Stärkung der sozialen Bezüge. In einer Dissertation sollen diese Zusammenhänge herausgearbeitet und in die aktuelle Diskussion zu Strategien und Indikatoren nachhaltiger Stadtentwicklung eingespeist werden (vgl. hierzu das Forschungsfeld „Städte der Zukunft“ beim Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, ansteuerbar über www.exwost.de).

Fazit: Die Ergebnisse der oben vorgestellten Diplomarbeit werden in der Praxis bestätigt. Erst mit der Ausprägung nachhaltiger Lebensstile kann von einem insgesamt nachhaltigen Siedlungsquartier gesprochen werden.

Über die Autoren:

Im Vorfeld der Diplomarbeit erstellte Holger Wolpensinger eine Studienarbeit über Ökobilanzierungs-Tools im Baubereich (s. www.oekosiedlungen.de/tools). Nach seinem Studium war er an der Erstellung der Studie CO₂-Bilanz 2001 für den Stadtteil Hannover-Kronsberg am ifeu-Institut Heidelberg beteiligt. Seit Dezember 2002 arbeitet er am Forschungszentrum Karlsruhe im Netzwerk Lebenszyklusdaten im Bereich Bau. www.netzwerk-lebenszyklusdaten.de

Carsten Sperling studierte Umwelttechnik an der TU Berlin und ist seit 1984 im Umweltschutz aktiv. Nach dem Engagement in verschiedenen Umweltverbänden baute er das Projekt „Nachhaltiger Stadtteil Freiburg-Vauban“ mit auf und war 8 Jahre für die erweiterte Bürgerbeteiligung tätig. Seit 1997 ist er selbstständiger Publizist (www.vauban.de/sperling). Zur Zeit arbeitet er an seiner Dissertation „Nachhaltige Stadtteilentwicklung – Indikatoren für Prozess und Produkt“

Ehrenamtlich sind beide im Doktoranden-Netzwerk nachhaltige Stadtentwicklung tätig. www.nse-netz.de

Kontakt: Holger Wolpensinger, Tel. 0721 - 384 4848 wolpensinger@nse-netz.de
Carsten Sperling, Tel. 0441 – 570 2448, sperling@nse-netz.de

Titel der Diplomarbeit: Ökobilanzierung von Siedlungen unter Berücksichtigung von Lebensstilaspekten. Diplomarbeit am ifib/Prof. Kohler und Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus/Prof. Lützkendorf. Universität Karlsruhe, 2002