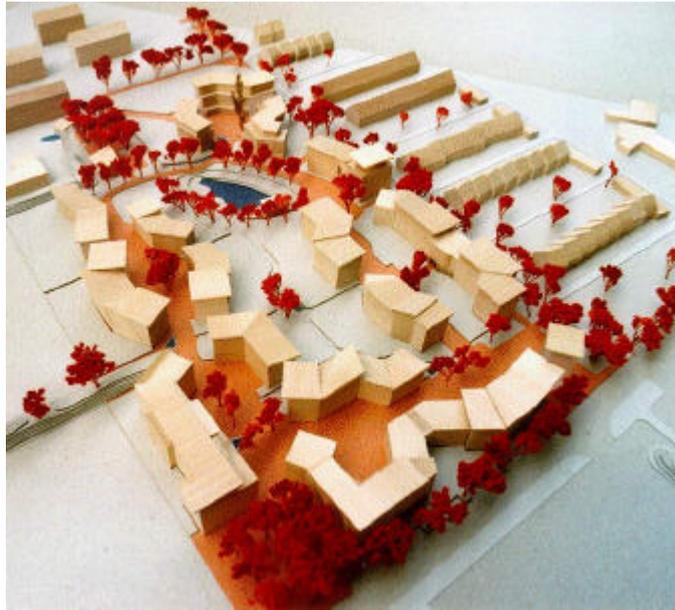


Ökobilanzierung von Siedlungen

unter Berücksichtigung von Lebensstilaspekten am Beispiel einer
Gartenstadt- und Wohnhöfesiedlung in Karlsruhe



Diplomarbeit von Holger Wolpensinger

Erstprüfer:
Prof. Dr. Niklaus Kohler
Ifib - Institut für Industrielle Bauproduktion
Fakultät für Architektur
Universität Karlsruhe

25. Oktober 2001 - 17. Januar 2002
Überarbeitete Fassung vom 20.12.2002

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis	4
Dank	4
Themenstellung	5
1 Einleitung.....	7
1.1 Hintergrund.....	7
1.2 Politische Rahmenbedingungen	8
1.3 Veränderungen im Planungsalltag des Architekten	11
2 Stand der Ökobilanzierung im Siedlungsbau.....	13
2.1 Regionale Stoffhaushaltsanalyse.....	14
2.2 Regionale Ökobilanzen.....	15
2.3 Ökologische Siedlung "Flintenbreite", Hannover.....	16
2.4 Stoffflussanalyse Altershausen.....	17
2.5 CO ₂ -Bilanz Hannover-Kronsberg	17
2.6 Freiburg-Vauban	17
2.7 Bewertungsmethode ÖÖB	18
2.8 HeimWERT.....	18
2.9 Solarsiedlung Gelsenkirchen Bismarck	18
3 Methode und Materialien	19
3.1 Systemgrenzen.....	19
3.2 Datengrundlage	21
3.3 Primärenergie und CO ₂ als Indikatoren.....	22
3.4 Funktionelle Einheit	23
3.5 Tools	23
4 Siedlungsentwurf als Berechnungsgrundlage	25
4.1 Pläne des Siedlungsentwurfs	26
4.2 Siedlungskennwerte	27
4.3 Musterhaus	28
4.4 Worst-Case-Variante.....	33
4.5 Standard-Variante	36
4.6 Best-Case-Variante	38
5 Ergebnisse und Diskussion	43
Themenzuordnung/Organigramm	43
Gesamtergebnis.....	46
PEI-Ergebnisse Themenbereiche	50
<i>Diskussion der These 3:</i>	51
<i>Diskussion der These 2:</i>	55
5.1.1 Gebäude	56

<i>Diskussion der These 1</i>	57
5.1.2 Ver- und Entsorgung	60
5.1.3 Mobilität	62
5.2 Lebensstil	64
5.2.1 Reisen.....	65
5.2.2 Ernährung.....	66
5.2.3 Sonstiger privater Konsum	68
5.3 Verwaltung.....	68
6 Baukosten	69
6.1 Ökonomisch-ökologisch Wohnen.....	69
6.2 Stellplatzkosten	70
6.3 Gebäudeinvestitionskosten	72
6.4 Einsparungen autofreier Haushalte.....	73
6.5 Mehr Geld fürs Auto als fürs Wohnen?.....	73
6.6 Stadtmobil in Karlsruhe.....	74
6.7 Schwellenhaushalte.....	76
6.8 Nutzenaspekte kommunizieren.....	76
6.9 Fazit.....	77
7 Akteure auf Siedlungsebene.....	78
8 Zusammenfassung und Ausblick.....	81
Glossar.....	85
Übersicht Klima- und Umweltkonferenzen	93
Abkürzungsverzeichnis.....	93
Literaturverzeichnis	94
Linkverzeichnis verwendeter Bilanzierungs-Tools.....	101
Impressum.....	103

Themenstellung

Ökobilanzierung von Siedlungen

mit Sirados-LEGOE® und WinMobil

Holger Wolpensinger, Universität Karlsruhe

Gegenstand der Arbeit

Anhand eines Siedlungsentwurfs sollen die unter ökologischen Gesichtspunkten relevanten Themenfelder herausgearbeitet, mit Hilfe von Bilanzierungstools berechnet und in einem Zielraum abgebildet werden.

Unterschiedliche Handlungs- und Themenfelder sollen miteinander verglichen werden, so dass man in künftigen Planungen an den relevanten Stellen ansetzen kann. Als Vergleichsgröße soll der Primärenergie-Input (PEI) dienen, da 87% der Treibhausgase in Deutschland energiebedingte Emissionen sind [UBA 2000 a]. In Varianten sollen einzelne Maßnahmen und ihre Umweltwirkungen anhand der CO₂-Emissionen untersucht werden:

1. **Standard-Variante:** Die Standard-Variante beschreibt eine durchschnittliche Siedlung, realisiert nach heutiger Gesetzgebung.
2. **Best-Case-Variante:** Der Entwurf soll nach dem neuesten technischen Stand ökologisch optimiert werden, um einen unteren Grenzbereich zu definieren.
3. **Worst-Case-Variante:** Um einen oberen Orientierungswert zu finden, soll eine ökologisch ungünstige Variante berechnet werden. D.h. mit ressourcen- und energieintensiven Baustoffen, energieintensiver Mobilität, hohem Wasserverbrauch usw. Sie dient zur Veranschaulichung, wohin die Entwicklungen führen können, wenn ökologisch ungünstige Technologien und nachteiliges Verhalten sich durchsetzen.

Sind die **Orientierungswerte** gefunden, kann der maximal erreichbare Umweltentlastungseffekt einer Siedlung berechnet werden. Ist es ein Faktor 4 [WEIZSÄCKER 1997] oder Faktor 10 wie es SCHMIDT-BLEEK propagiert?

Mit Hilfe der Referenzwerte kann in Entwurfsphasen neuer Siedlungen abgeschätzt werden, an welchen Stellen weiter ökologisch optimiert werden kann.

Schwerpunkt "Bauen, Wohnen und Mobilität"

Der Schwerpunkt der Siedlungsbilanz liegt im Bereich der Gebäude und der Mobilität. Es sollen alle Primärenergieflüsse betrachtet werden, die durch den Bau und Betrieb der Gebäude und der Fahrzeuge, aber auch durch den Lebensstil der Bewohner verursacht werden. Drei Thesen zu den Kapiteln Gebäude, Mobilität und Lebensstil sollen speziell behandelt werden.

Teil A: Bilanzierung der Gebäude

These 1: Vor allem die Baustoffwahl ist für eine gute Ökobilanz eines Gebäudes entscheidend. Die Gebäudeform ist hingegen weniger ausschlaggebend, so dass keine explizit ökologische Ästhetik daraus folgt.

Der erste Teil der Arbeit erfolgt vorwiegend mit Sirados-LEGOE.

Teil B: Mobilitätsbilanz

These 2: Die größten Energieverbräuche einer Siedlung liegen nach einer Optimierung auf Gebäudeebene im Verkehrs-Sektor. Dabei handelt es sich um Größenordnungen in der Höhe des Heizenergiebedarfs.

Da es im Bereich der Mobilität von Siedlungen nur wenige Ökobilanzierungen gibt, soll der Aspekt der Mobilität vertieft bearbeitet werden. Die Bilanzierung der Mobilität erfolgt mit der Software "WinMobil" des Heidelberger Umwelt- und Prognose-Instituts UPI.

Teil C: Vergleich mit Lebensstilfaktoren

These 3: Rein technische Maßnahmen werden kaum zu relevanten Ressourceneinsparungen führen, sind allerdings Grundlage dafür. Erst durch Kombination technischer und lebensstilverändernden Maßnahmen können die gesetzten Ziele der Umweltabkommen von Rio de Janeiro und Kyoto kostensparend und in absehbarer Zeit erreicht werden.

Sofern Daten verfügbar oder berechenbar sind, soll der Gebäude- und Mobilitätsbereich mit Lebensstilaspekten verglichen werden. Es kann dabei zwischen Aspekten unterschieden werden, die durch den Planer (z.B. den Architekten) beeinflussbar sind und solchen, die vom Lebensstil der Bewohner abhängen.

Teil D: Bewertung der einzelnen Maßnahmen

Im letzten Teil werden die einzelnen Berechnungen miteinander verglichen und bewertet. Ziel ist ein Prioritätenkatalog für Entscheidungsträger (Baugruppen, Bauträger, Kommunalpolitiker), also eine Gewichtung einzelner ökologischer Aspekte nach ihrer Wirksamkeit.

Arbeitsgrundlage

Als Arbeitsgrundlage dient ein Siedlungsentwurf der Autofreien Solarsiedlung Karlsruhe ASKA e.V.

Beginn: 25. Oktober 2001

Abgabe: 17. Januar 2002

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine weiteren als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet zu haben. Des Weiteren erkläre ich mich damit einverstanden, dass meine Diplomarbeit in der Bibliothek des Instituts für industrielle Bauproduktion und des Stiftungslehrstuhl Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus eingestellt und vervielfältigt werden darf.



Karlsruhe, den 15. Januar 2002

1 Einleitung

In vielen Städten und Gemeinden wurden in den vergangenen 20 Jahren mit zum Teil großem Engagement eine stattliche Anzahl sog. "ökologischer Siedlungen" gebaut. Davon wurden in einer Studienarbeit am Institut für industrielle Bauproduktion (ifib) an der Universität Karlsruhe rund 140 Siedlungen dokumentiert [WOLPENSINGER 2001 b]. Bisher fehlen jedoch detailliertere Erkenntnisse darüber, welche Umweltentlastungen tatsächlich erreicht werden konnten bzw. in Neubausiedlungen können.

Anhand einer Mustersiedlung mit 137 Wohneinheiten (WE) in 4geschossiger Bebauung sollen die unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit relevanten Themenfelder herausgearbeitet, ihr Primärenergiebedarf berechnet und in einem sog. Zielraum mit ihrem jeweiligen Optimierungspotenzial dargestellt werden. Am konkreten Beispiel werden verschiedene Ökobilanzierungs-Tools (LEGOE, WinMobil, "Reisen und Umwelt", u.a.) auf ihre Anwendbarkeit im Planungsalltag getestet.

Die Arbeit richtet sich in erster Linie an Architekten, Stadtplaner, Kommunalpolitiker, Umweltverbände, Baugemeinschaften, Wohnprojekte und interessierte Bauherren.

1.1 Hintergrund

Die Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Gebäuden hat große Stoff- und Energieflüsse zur Folge, die mit einer Vielzahl von Umweltproblemen einhergehen (Ressourcenverbrauch, Energieverbrauch, Luftbelastungen, Bodenverbrauch und -versiegelung, usw.). Aus ökologischer Sicht zählen die Gebiete Bauen und Wohnen neben Ernährung und Mobilität zu den wichtigsten Problemfeldern in Deutschland [BUND/MISEREOR 1996, S. 102-109].

Im Zusammenhang mit einer von UNO-Experten prognosti-

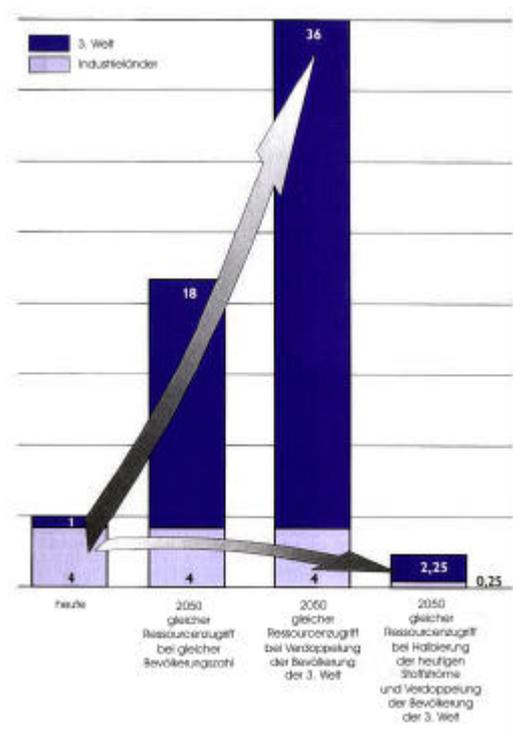


Abb. 1: Prognostizierter Ressourcenverbrauch bis 2050 [SCHMID-BLEEK 1993]

zierten Anstieg der Weltbevölkerung von derzeit 6,3 Milliarden Menschen im Jahr 2001 auf 9,3 Milliarden im Jahr 2050¹, dem "Kopieren" unseres ressourcen- und energieintensiven Wohlstandsmodells und der damit einhergehenden Industrialisierung vieler Länder wird seit etwas mehr als 10 Jahren an Weltumweltkonferenzen der UNO u.a. in Rio de Janeiro, Kyoto und Berlin beraten, wie mit den weltweit begrenzten Ressourcen sparsam umgegangen werden kann. Eine Liste aller Weltumweltkonferenzen befindet sich im Anhang auf Seite 93. Zwei Strategien werden hierbei unterschieden: die der "Effizienz" und die der sog. "Suffizienz". Letztere meint den Wandel der Lebensstile.

In der vorliegenden Arbeit werden Aussagen in beiden Bereichen angestrebt, wobei der Schwerpunkt der Berechnungen in der Optimierung, also Effizienzsteigerung der Gebäude, Ver- und Entsorgung und im Mobilitätsbereich liegt und Lebensstilaspekte (Suffizienz) zur Anschaulichkeit und als Vergleichsgrößen zusätzlich berechnet werden. In der Kombination beider Strategien liegen große Potenziale, womit eine Effizienzsteigerung um den Faktor 10 (s. Abb.1) erreicht werden kann. Die in den Studien von BUND/MISERIOR und SCHMIDT-BLEEK ermittelten Ressourcenverbrauchswerte lassen sich für die Mustersiedlung „herunterbrechen“, wodurch sich die in der Diplomarbeit berechneten Werte in ihrer Dimension kontrollieren lassen. Generell sind die globalen Studien jedoch zu ungenau, um für Projekte, wie eine Siedlung, verwertbare Aussagen herleiten zu können. Dies gilt besonders für die Ermittlung von Optimierungspotenzialen.

Sollen für Siedlungen Energie- oder Ökobilanzen erstellt werden, benötigt man geeignete Modelle in einer für sie angemessenen Genauigkeit. Um den Aufwand für die Berechnung von Varianten zu reduzieren, haben sich Computer-Tools als sehr effizient herausgestellt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Excel-Tool angedacht und teilweise realisiert, womit weitere Siedlungen mit geringerem Aufwand bilanziert werden könnten. Das Siedlungsbilanzierungstool kann zur ökologischen Bewertung von Entwurfsalternativen oder existierender Siedlungen verwendet werden. Die Eingabeoberfläche ist im Anhang der Diplomarbeit abgebildet.

1.2 Politische Rahmenbedingungen

Die Bundesregierung hat sich im Kyoto-Protokoll international zu folgenden Minderungszielen verpflichtet:

¹ Stuttgarter Nachrichten vom 25.08.2001 "Auf dem Raumschiff Erde wird's eng"

25% Minderung der CO₂- Emissionen bis 2005 gegenüber 1990

- Minderung der Emissionen der sechs im Kyoto-Protokoll genannten Treibhausgase für den Zeitraum 2008 – 2012 im Rahmen der EU-Lastenverteilung um 21 %. Die Basisjahre sind für CO₂, CH₄, N₂O 1990 und für H-FKW, FKW und SF₆ 1995.

Die sektorale Aufteilung der zu deckenden Minderungslücke sind:

- Private Haushalte und Gebäudebereich: 18-25 Mio. t CO₂-Minderung bis 2005
- Energiewirtschaft/Industrie: 20-25 Mio. t CO₂-Minderung bis 2005
- Verkehr: 15-20 Mio. t CO₂-Minderung bis 2005

Bis 1999 konnten die CO₂-Emissionen gegenüber 1990 um 15,3 % und die der sechs Kyoto-Gase (CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, H-FKW und FKW) um rund 18,5 % reduziert werden. Dabei verliefen die Emissionstrends im zurückliegenden Jahrzehnt allerdings in den einzelnen Sektoren asymmetrisch. Während die CO₂-Emissionen in der Industrie zwischen 1990 und 1998 um 31 % und in der Energiewirtschaft um 16,1 % ganz massiv zurückgingen, nahm der Ausstoß von Kohlendioxid aus den privaten Haushalten im genannten Zeitraum um 6 % und im Verkehr um 11,1 % deutlich zu.

*Tab.1: Gesamtübersicht CO₂-Minderungsbeiträge
(zu einem Teil CO₂-Äquivalente aufgrund vermiedener CH₄-Emissionen)
[DT BUNDESTAG 1998]*

Handlungsbereich	Durch das neue Klimaschutzprogramm der Bundesregierung erschlossene Minderungsbeiträge in Mio. t CO ₂ bis zum Jahr 2005	Durch das neue Klimaschutzprogramm der Bundesregierung erschlossene Minderungsbeiträge in Mio. t CO ₂ bis zum Jahr 2010
Ökologische Steuerreform	10 Mio. t (Minderungsbeitrag als Summe aller Sektoren)	20 Mio. t (Minderungsbeitrag als Summe aller Sektoren)
Gebäudebereich (Heizung/ Brauchwasser)	13 – 20 Mio. t	
Private Haushalte außer Gebäudebereich (Strom und ähnliches)	5 Mio. t	
Industrie	15 – 20 Mio. t	
Verkehr	15 – 20 Mio. t	
Energiewirtschaft	20 Mio. t	
Erneuerbare Energien	13 – 15 Mio. t	etwa 20 Mio. t
Abfallwirtschaft	15 Mio. t	20 Mio. t
Landwirtschaft	nicht quantifizierbar	
Gesamteffekte unter Berücksichtigung von Doppelzählungen	90 – 95 Mio. t	
nachrichtlich: Senkenfunktion des deutschen Waldes	30 Mio. t	30 Mio. t

Vor allem der Verkehrsbereich bereitet umweltpolitisch große Sorgen, da der Emissionstrend hier seit Beginn der neunziger Jahre kontinuierlich gestiegen ist und sich erst zwischen 1999 und 2002 eine Trendwende eingestellt hat. Im Verkehrssektor zeigen hohe Benzinpreise und politische Neuregelungen der rot-grünen Bundesregierung (z.B. Ökosteuern und Entfernungspauschale) erste Erfolge: Von 1999 bis 2001 hat sich eine Trendwende eingestellt. Der Benzin- und Dieserverbrauch verringerte sich – entgegen aller Prognosen – um 6% [Artikel von Albert Schmidt, verkehrspolitischer Sprecher der GRÜNEN im Bundestag; BUNDmagazin 1/2002, S. 4].

Auf Siedlungsebene gibt es für Planer Einflussmöglichkeiten auf einen Großteil der Stoffflüsse im Bereich Bauen/Wohnen und über das Angebot professioneller Mobilitätsdienstleistungen auf die Verkehrsmittelwahl. Erfahrungen bereits realisierter "autofreier" Siedlungen [SCHEURER 1998] und in CarSharing-Organisationen [BMU 2001] dokumentieren dies. Für Gebäude treten wichtige Neuerungen mit der Energie-Einspar-Verordnung EnEV 2002 in Kraft. Mit ihr nähert man sich der Niedrigenergiebauweise deutlich an. Der festgelegte Primärenergiekennwert kann entweder durch eine gutgedämmte Außenhülle des Gebäudes oder durch eine effiziente Heizungsanlage erreicht werden. Die PEI sollen sich durch das neue Gesetz jedoch um ca. 30% gegenüber der WsVO 95 verringern.

Generell hat ein international zunehmender Handlungsdruck den Umweltschutz zu einem dynamischen Wachstumsmarkt werden lassen, der im Export für die Bundesrepublik von eminenter Bedeutung ist: 21 Prozent des Weltmarktanteils an Umweltschutzgütern kamen 1992 aus Deutschland. Damit ist Deutschland weltweit führend in diesem Bereich [UBA 2000 a]. So wurden im Bereich der erneuerbaren Energien in den letzten Jahren massive Markteinführungsprogramme, wie z.B. das 100.000-Dächer-Programm für Photovoltaikanlagen realisiert und ein neues Einspeisegesetz für Erneuerbare Energien eingeführt, was unter anderem den Boom in der Windkraftbranche ausgelöst hat. Im Baugewerbe könnten ähnlich ambitionierte Programme zu vergleichbaren Durchbrüchen für das nachhaltige Bauen bewirken.

1.3 Veränderungen im Planungsalltag des Architekten

In einer repräsentativen Marktbefragung der Hypo Vereinsbank AG wurden private Immobilienkunden nach ihren entscheidenden Qualitätskriterien für Immobilien befragt. Die Ergebnisse waren eindeutig: Neben der Lage und den Kosten einer Immobilie sind die Eigenschaften "Gesundes Wohnen, Energieeinsparung, gute Qualität der Bauausführung und eine umweltgerechte Bauweise" wichtig.

Die überwiegende Mehrheit der befragten Bauträger bestätigten, nach dieser Studie, dass energieoptimiertes, qualitativ hochwertiges, gesundheits- und umweltverträgliches Bauen zu den wachstumsstärksten und zukunftsträchtigsten Segmenten des Immobilienmarktes zählen. Vergleicht man dies mit Studien aus dem Baustoffhandel, so kann man in den nächsten Jahren von Wachstumsraten von jährlich 25-30 % bei einem derzeitigen Marktanteil von über 10 % dieses Marktsegmentes ausgehen.

Analog zu den privaten Immobilienkunden besteht auch bei vielen Bauträgergesellschaften ein Informations- und Beratungsbedarf zur Erfüllung der gewünschten Qualitätseigenschaften. Hier werden Zertifikate auf der Grundlage von Ökobilanzen als wichtiges, vertrauensschaffendes und damit verkaufsförderndes Instrument angesehen [ImmoPass 2000].

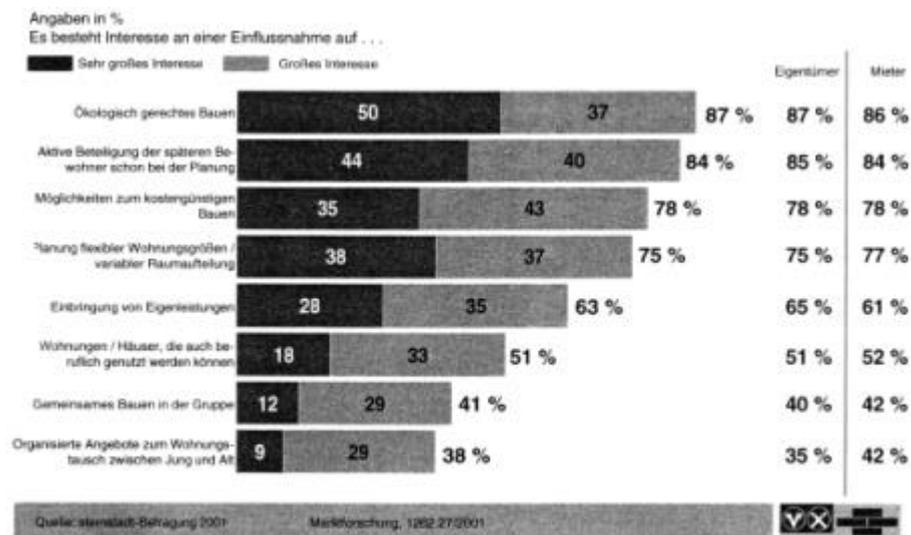


Abb.2: Interesse am ökologischen Bauen [SCHWÄBISCH HALL 2001]

Die Ergebnisse (Abb.2) der Befragung von 70.000 Mosaik- und Stern-Lesern bekräftigen die Untersuchung der Hypo Vereinsbank AG: 87 % der Leserinnen und Leser zeigten großes bis sehr großes Interesse am ökologischen Bauen [SCHWÄBISCH HALL 2001].

Themenzuordnung



Abb.22: Organigramm

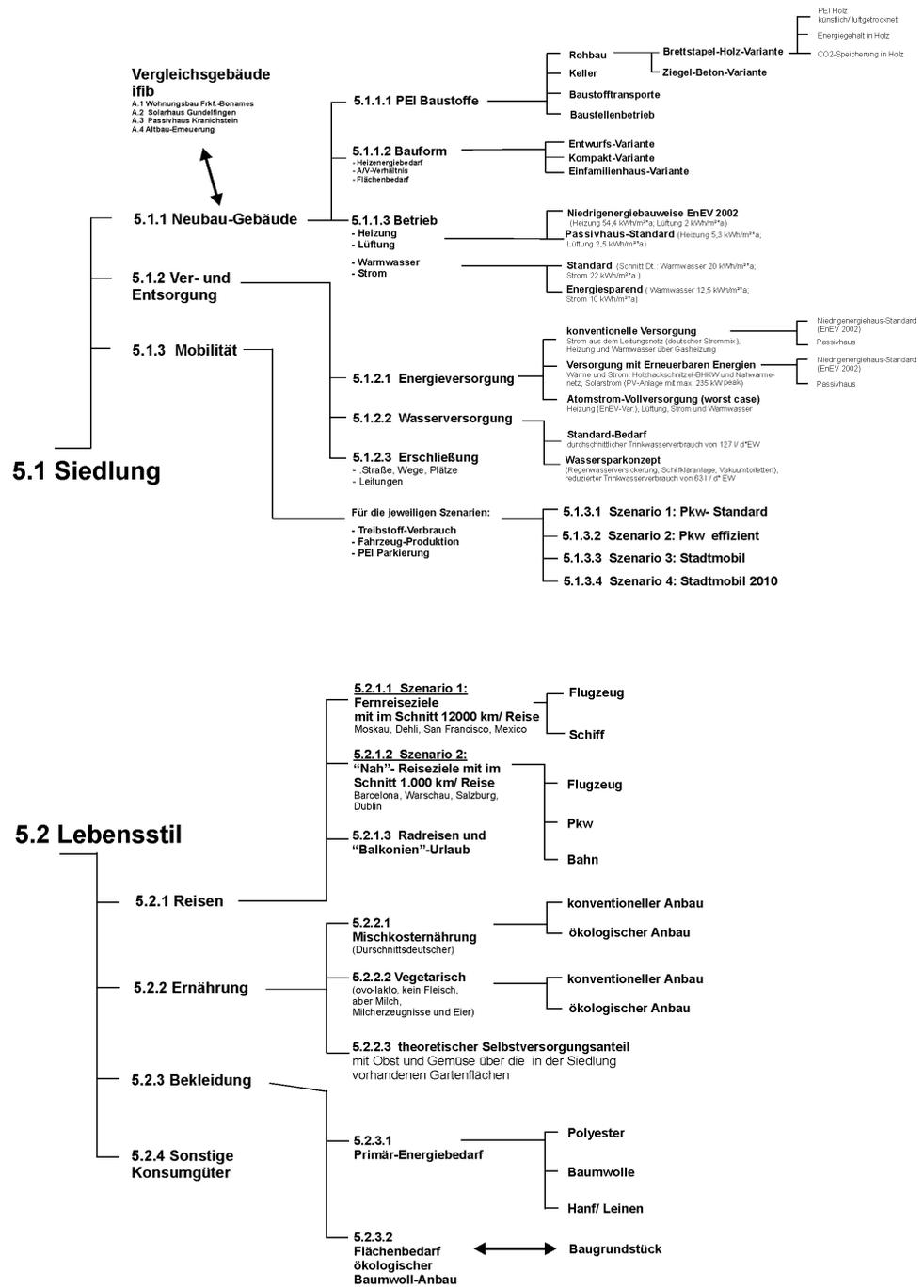


Abb.23: Organigramm-Details

Zusammenfassung und Ausblick

Die Ökobilanzierung ist eine Methodik, die in Untersuchungen von Siedlungen bisher nicht angewandt wurde. In der 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. extremer Zeitgenossen) wieder zu spiegeln.

Im folgenden wird am Beispiel eines Neubautwurfs 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 gebauter ökologischer Siedlungen (s. u.a. www.oekosiedlungen.de) und Erkenntnissen aus den Umweltwissenschaften orientiert. Schließlich gibt es ein Worst-Case-Szenario, in dem energieaufwendige Aspekte des Lebensstils bilanziert werden.

In allen Berechnungen werden die sog. 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.

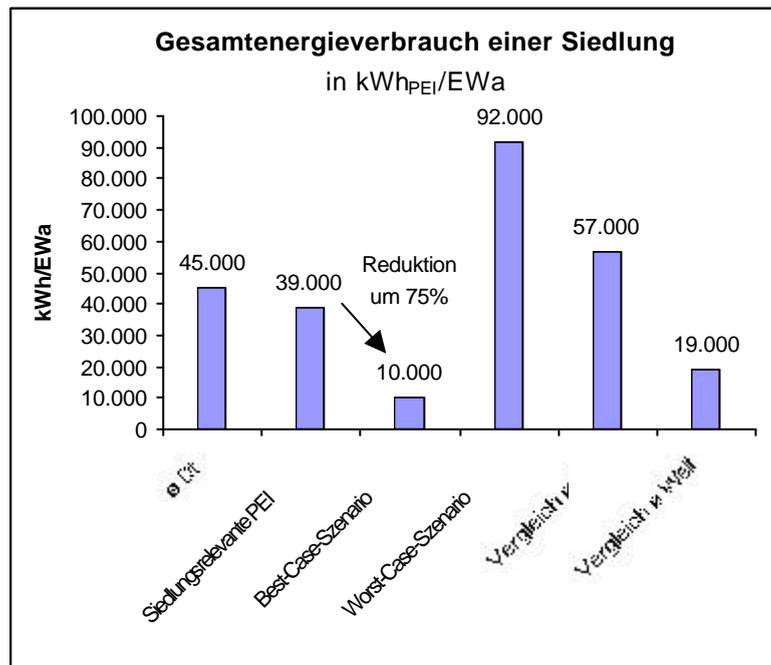


Abb. 1

75% PEI-Einsparungen auf Siedlungsebene möglich

Insgesamt verbraucht jeder Deutsche im Schnitt 45.000 kWh PEI pro Jahr (s. Abb.1). 39.000 kWh 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 Bauwerke

Mit dem Ökobilanzierungs-Tool sirados-LEGOE wurden sowohl die Kosten als auch die Ökologie der Gebäude ermittelt. Der größte Teil der PEI der Baumaterialien 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

Die wichtigsten Ergebnisse sind in Abb.2 dargestellt.

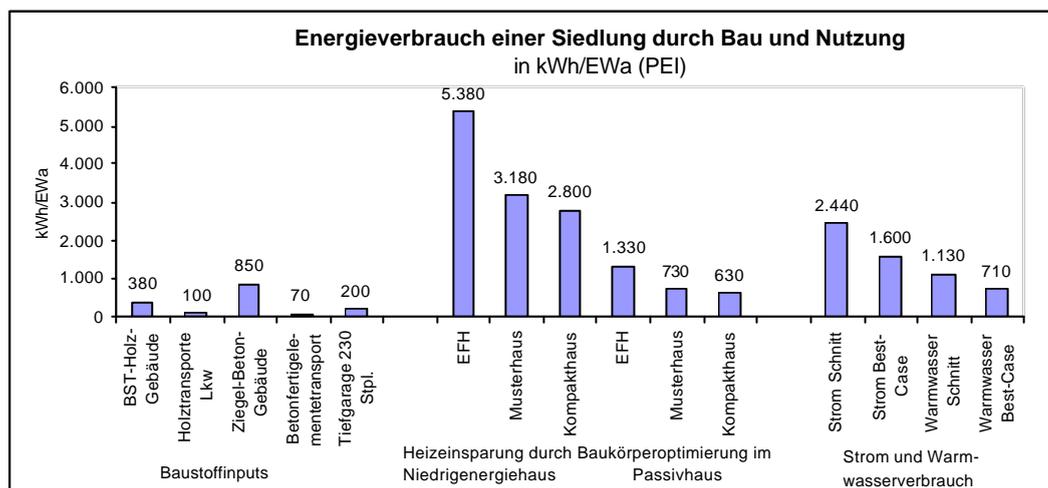
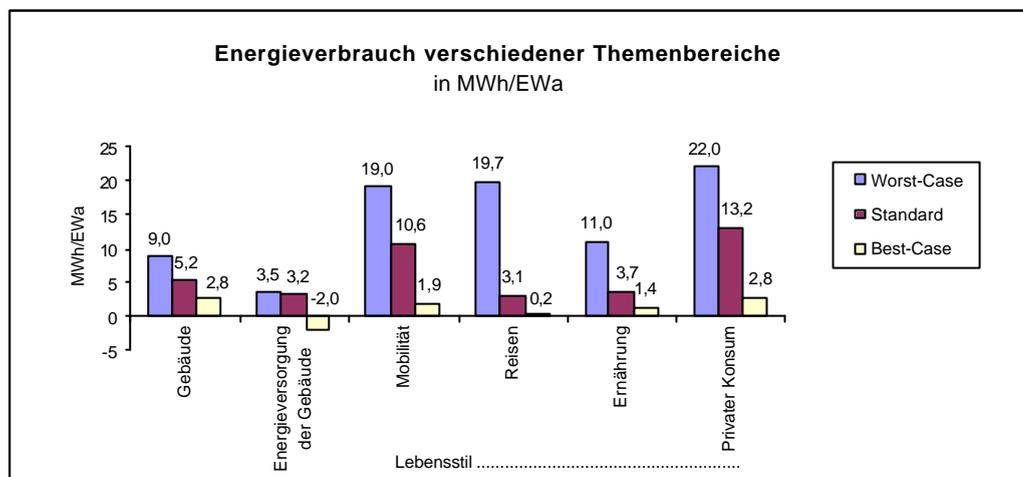


Abb.2

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.2).

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 einer ZERO-Emission-Village schon sehr nahe kommen. Eine ökologische Optimierung einer Siedlung bleibt jedoch unvollständig, wenn man sich nur auf die Energieeinsparung bei den Gebäude beschränkt. Entscheidend ist darüber hinaus ein anderes Mobilitätskonzept und ein veränderter Lebensstil, wie im Folgenden gezeigt wird.



bb.3

Allein im Bereich der Mobilität sind PEI-Einsparungen wie in den Gebäuden zu erreichen (vgl. Abb.3). Im Best-Case wurden Modal-Split-Kennwerte sog. „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 in gleicher Höhe wie durch ein Umzug vom Niedrigenergie- ins Passivhaus erreicht werden kann. Eine der großen offenen Fragen ist, wie sich die vom Verhalten der Siedlungsbewohner abhängigen Potenziale mobilisieren lassen.

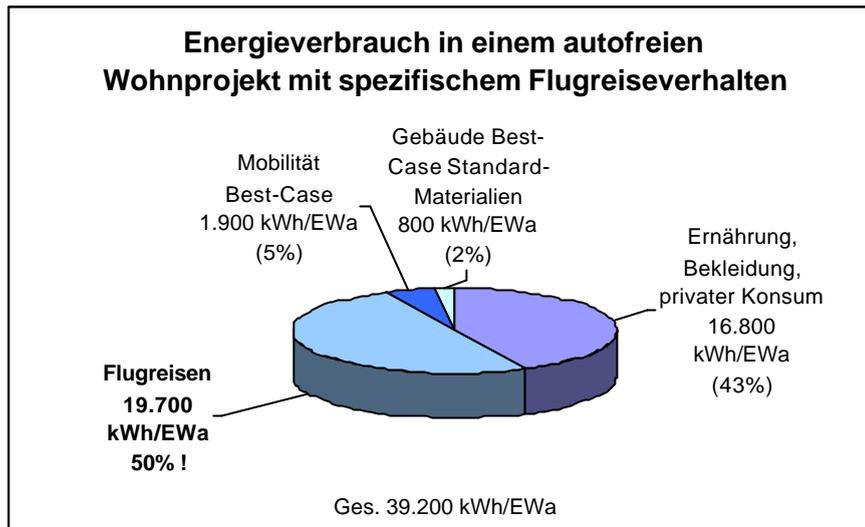


Abb.4

Allerdings verdeutlichen die vorliegenden Daten die Auswirkungen bestimmter Lebensstile, bestimmter Mobilitätskonzepte und Siedlungsbauweisen. In Abb.4 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 Energieversorgungsanlage, die mehr Energie aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt als die Gebäude brauchen. Mit der überschüssigen Energie werden die wenig gefahrenen Pkws versorgt. Im Alltag sind die Bewohner zwar das ganze Jahr ökologisch Mobil, unternehmen jedoch überdurchschnittlich häufige Flugreisen in ferne Länder (nach Angaben aus der Diss. Von Jan Scheurer 1998). Obwohl die Gebäude technisch hocheffizient optimiert sind, steigen die PEI dadurch sogar leicht über das Niveau eines Bundesbürgers.

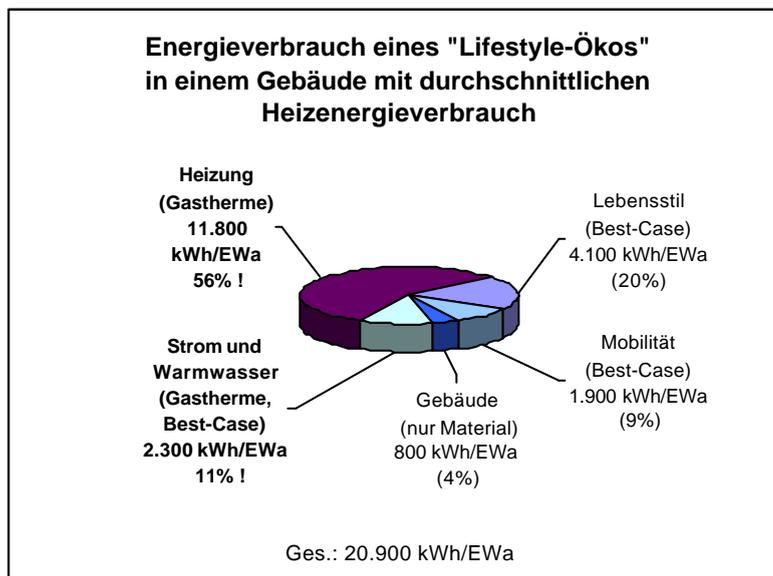


Abb.5

Etwas anders stellt sich die Situation eines „Lifestyle-Ökologen“ dar, dessen Ergebnisse in Abb. 5 dargestellt ist. Dieser wohnt in einem schlecht gedämmten Gebäude und heizt mit einer konventionellen Gastherme. Durch seinen ausgesprochen ökologischen Lebensstil reduziert er seine PEI 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: 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 erzielt werden. 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.

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