

Klimaneutrale Universität

Studentischer Ergebnisbericht des
Projektseminars
"Klimaneutrale Leuphana Universität
Lüneburg – Planung (KLIMA 2)"
im Wintersemester 2007/2008



Marius Beyer, Eva Freund, Nils Grün,
Vera Langer, Max Kilburg, Torben
Kirchgeorg, Ricarda Reuter, Dorothee
Schmitt, Anneke Wiese, Malte
Winterstein & Loreta Wüstenberg

Lehrstuhl für Nachhaltigkeitsmanagement
Leuphana Universität Lüneburg
Scharnhorststr. 1
D-21335 Lüneburg

Fax: +49-4131-677-2186
csm@uni.leuphana.de
www.leuphana.de/csm/

Juni 2008

© Marius Beyer, Eva Freund, Nils Grün, Vera Langer, Max Kilburg, Torben Kirchgeorg, Ricarda Reuter, Dorothee Schmitt, Anneke Wiese, Malte Winterstein & Loreta Wüstenberg, 2008. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means: electronic, electrostatic magnetic tapes, photocopying, recording or otherwise, without the permission in writing from the copyright holders.

Centre for Sustainability Management (CSM) e.V.

Chair of Corporate Environmental Management
Leuphana University of Lüneburg
Scharnhorststr. 1
D-21335 Lüneburg

Centrum für Nachhaltigkeitsmanagement (CNM) e.V.

Lehrstuhl für Nachhaltigkeitsmanagement
Leuphana Universität Lüneburg
Scharnhorststr. 1
D-21335 Lüneburg

Tel. +49-4131-677-2181
Fax. +49-4131-677-2186
E-mail: csm@uni.leuphana.de
www.leuphana.de/csm

ISBN 978-3-935630-70-2



Inhaltsverzeichnis

Abbildungen	6
Tabellen	6
Vorwort	7
Wissenschaftlicher Kontext	8
1. Einleitung	8
2. Bildungsauftrag und gesellschaftliche Verantwortung von Universitäten	8
2.1. Auf dem Weg zur Klimaneutralität – Schritte der Leuphana Universität Lüneburg	9
2.2. Der Bildungsauftrag von Universitäten	11
2.3. Die gesellschaftliche Verantwortung von Universitäten	12
Aktueller Stand	13
3. Die Universität heute	13
3.1. Energiebilanz	13
3.2. Gebäudebestand und -Technik	14
3.3. Bisherige Maßnahmen	15
Methodik	17
4. Vorgehen	17
Optionen und Handlungsrichtungen	19
5. Sanierung	19
5.1. Vorgehensweise	20
5.2. Energietechnische Gebäudesanierung allgemein	21
5.3. Wärmedämmen der Gebäudehülle allgemein	22
5.3.1. Fassadendämmsysteme	23
5.3.2. Die Kellerdeckendämmung	24
5.3.3. Dämmstoffe	24
5.3.4. Die Fenster	25
5.3.5. Dämmen der Kasernengebäudehülle spezifisch	25
5.4. Lüftung allgemein	26
5.5. Heizen allgemein	27
5.6. Fallbeispiel Neue Burse Wuppertal	27
5.7. Finanzierung	28
5.7.1. Interne Finanzierung	28
5.7.2. Externe Finanzierung	28



5.8.	Einbindung in den universitären Alltag - Relevanz des Nutzerverhaltens	29
5.9.	Zwischenfazit.....	31
6.	Erneuerbare Energien	32
6.1.	Energiekonzepte.....	35
6.2.	Option 1	36
6.2.1.	Biogas.....	36
6.2.2.	Solarthermie und Wärmespeicherung.....	38
6.2.3.	Photovoltaik.....	41
6.2.4.	Wind.....	42
6.3.	Option 2	45
6.3.1.	Biogas.....	45
6.3.2.	Wind.....	47
6.3.3.	Solarthermie, Sunmachine und Wärmespeicherung	49
6.3.4.	Photovoltaik.....	50
6.3.5.	Stromanbieterwechsel	50
7.	Gruppe Mobilität	51
8.	Teilbereich externe Kompensation	54
8.1.	Hintergrund.....	54
8.1.1.	Clean Development Mechanism.....	55
8.1.2.	Kritik am Clean Development Mechanism	56
8.1.3.	Weitere Möglichkeiten der externen Kompensation	57
8.2.	Möglichkeiten für die Leuphana Universität Lüneburg	58
8.2.1.	CDM Projekte durch die Universität in Kooperation	59
8.2.2.	Zertifizierung von Forschungsprojekten durch die Universität	59
8.2.3.	Indirekte Kompensation durch den Kauf von Zertifikaten.....	60
8.2.4.	Know-How der Universität im Bereich Klimaschutzprojekte	60
8.2.5.	Probleme der Machbarkeit von CDM-, Forschungs- und Transferprojekten	62
8.3.	Fazit.....	63
	Integrative Gesamtbetrachtung.....	65
9.	Handlungsoptionen	65
9.1.	Option 1	65
9.1.1.	Maßnahmen.....	66
9.1.2.	Gesamtübersicht Option 1 und Zeitplan.....	69
9.2.	Option 2	70



9.2.1. Maßnahmen.....	70
9.2.2. Gesamtübersicht Option 2.....	72
9.3. Beurteilung der Handlungsoptionen	73
Fazit.....	75
Quellenverzeichnis	76
Anhang (Hinweis)	80



Abbildungen

Abbildung 1- Jährliche Reduktionsverpflichtungen (eigene Darstellung).....	10
Abbildung 2 - Klimaneutral Konzept (Quelle: Leuphana Universität).....	10
Abbildung 3 - Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle eines Einfamilienhauses (Quelle: DENA 2008a)	22
Abbildung 4 - WDVS und VHF (Quelle: BINE 2008).....	24
Abbildung 5- Pendelverkehr und CO ₂ -Emissionen. (Quelle: Leuphana Universität Lüneburg 2007 a, 29).....	52
Abbildung 6 - Das Prinzip der Kompensation (Quelle: 3C Group 2007)	55
Abbildung 7 - Möglicher Zeitplan Option 1 (Eigene Darstellung)	69
Abbildung 8 - Möglicher Zeitplan Option 2 (Eigene Darstellung)	73

Tabellen

Tabelle I - Fassaden- und Fenstersanierung.....	25
Tabelle II- Mögliche Ammortisationsszenarien und damit verbundene Einsparungen in CO ₂ und Kosten bezogen auf den Kasernengebäudebestand (Gebäude 1-16).....	26
Tabelle III - Spezifischer CO ₂ -Ausstoß der Ökostromanbieter in g/kWh elektrisch, eigene Darstellung nach Unternehmensbroschüre, Website, Unternehmenspressemitteilung und Telefonat mit Greenpeace Energy...	45
Tabelle IV- Transaktionskosten von CDM Projekten (Quelle: Michaelowa et.al. 2003)	58
Tabelle V - Maßnahmenübersicht Sanierung Option 1.....	66
Tabelle VI - Maßnahmen Erneuerbare Energien Option 1.....	67
Tabelle VII - Maßnahme Kompensation Option 1 (t/CO ₂ für 23€).....	68
Tabelle VIII - Gesamtübersicht Option 1	69
Tabelle IX - Maßnahmen Sanierung Option 2	70
Tabelle X - Maßnahmen Erneuerbare Energien Option 2.....	71
Tabelle XI - Gesamtübersicht Option 2	72



Vorwort

„Die Leuphana Universität Lüneburg hat sich zum Ziel gesetzt, durch Bildung, Forschung und Transfer einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der Zivilgesellschaft des 21. Jahrhunderts zu leisten. Der Klimawandel gehört zu den dringlichsten Problemen unserer Gesellschaft. In sechs Stufen bis zum Jahr 2012 reduziert die Leuphana ihren jährlichen CO₂-Ausstoß durch Energie-Effizienz und weniger Verkehr weiterhin erheblich. Ihre Restemissionen, die nicht vermeidbar sind kompensiert sie durch universitätseigene Projekte vollständig auf Null!“ (<http://www.leuphana.de/klimaneutral>)

Der folgende Projektbericht des Seminars „Klimaneutrale Universität – Planung (KLIMA 2)“ widmet sich unter der Perspektive des oben formulierten Ziels und der hieraus resultierenden Aufgabe der Fragestellung, welche gesellschaftliche Verantwortung die Leuphana Universität Lüneburg im Kontext der Klimaproblematik trägt und welche Möglichkeiten sie unter den gegebenen Bedingungen hat, diese Verantwortung wahrzunehmen. Probleme, Grenzen, aber auch Perspektiven, die sich ergeben, werden in diesem studentischen Ergebnisbericht umfassend analysiert und kritisch beleuchtet.

KLIMA 2 setzt das Seminar „Klimaneutrale Universität – Konzeptphase (KLIMA 1)“ des Sommersemesters 2007 fort. Im Rahmen von KLIMA 1 wurde durch Studierende ein detailliertes Bild der klimarelevanten Faktoren in den Bereichen Energie und Mobilität erarbeitet. Für die konzeptionellen und planerischen Arbeiten im Rahmen von KLIMA 2 stellte das im Sommersemester 2007 gewonnene Bild eine wichtige Basis dar. Ergänzt wurde KLIMA 2 durch Seminare des Leuphana-Semesters im Modul „Wissenschaft trägt Verantwortung“ im Wintersemester 2007/08. Diese Veranstaltungen wurden unter dem Titel „Spurensuche – Auf dem Weg zu einer klimaneutralen Universität“ zusammengefasst.

Initiiert und koordiniert wurde dieses Lehr- und Lernkonzept durch das CSM: Beteiligt waren Prof. Dr. Stefan Schaltegger, Marianne Esders, Florian Lüdeke und Tobias Viere. Des Weiteren haben das Institut für Umweltchemie (Prof. Dr. Wolfgang Ruck), vertreten durch Oliver Opel, sowie die Umweltkoordination der Leuphana Universität, vertreten durch Frau Irmhild Brüggem, wesentliche Beiträge zum Gelingen der Projektseminare zur klimaneutralen Universität geleistet.



Wissenschaftlicher Kontext

1. Einleitung

Zunächst sollen der Bildungsauftrag von Universitäten und in diesem Zusammenhang die gesellschaftliche Verantwortung von Universitäten dargestellt werden. Es wird im Speziellen die Leuphana Universität Lüneburg fokussiert, die im Bereich Nachhaltigkeit bereits sehr aktiv ist. Für sie ist es bereits „zu einer Leitvorstellung [geworden], durch Bildung und Forschung einen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft zu leisten und entsprechende Kompetenzen zu fördern.“ (Leuphana Universität Lüneburg 2007, 8). Nachdem im dritten Teil auf den Ist-Zustand der Universität eingegangen wird und bereits existente Maßnahmen bezüglich der Energiesituation skizziert werden, werden im vierten Teil die Methodik und das Vorgehen der Gruppe während des Seminars beschrieben. In den anschließenden Teilen fünf, sechs, sieben und acht werden die Ergebnisse und die Empfehlungen der Teilgruppen, die innerhalb des Seminars gebildet wurden, dargestellt. Im Integrationsteil werden die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsgruppen miteinander verknüpft. Aus den dokumentierten Ergebnissen sollen Handlungsoptionen zur Erreichung des Ziels einer klimaneutralen Universität abgeleitet werden. Zu diesem Zweck sollen zwei Handlungskonzepte vorgestellt und die jeweiligen Vor- und Nachteile in Bezug auf ökonomische, ökologische und soziale Aspekte dargestellt werden. In einem abschließenden Fazit sollen die Handlungsoptionen noch einmal gegeneinander abgewogen werden und ein Ausblick auf die zukünftigen Aufgaben und durchzuführenden Maßnahmen der Universität zur Erreichung der Klimaneutralität gegeben werden. Außerdem soll in diesem Zusammenhang die eingangs gestellte Frage beantwortet werden.

2. Bildungsauftrag und gesellschaftliche Verantwortung von Universitäten

Im 21. Jahrhundert, in dem Phänomene wie der Klimawandel oder der Treibhauseffekt täglich thematisiert werden, ist eine Diskussion und damit die Integration dieser Themen in Bildungsinstitutionen unumgänglich. Dies gilt insbesondere für die anthropogenen Kohlenstoffdioxid-Emissionen sowie die notwendige Reduktion selbiger. Mit dieser befasst sich die Leuphana Universität Lüneburg unter anderem im Rahmen der Erreichung der Klimaneutralität (vgl. Leuphana Universität Lüneburg 2007a), um die es im vorliegenden Projektbericht gehen soll. So ist es gerade für Universitäten von großer Bedeutung, ihre Studierenden, welche die gesellschaftlichen Entscheidungsträger von morgen sein werden, für Thematiken im Kontext der Nachhaltigen Entwicklung besonders zu sensibilisieren.



2.1. Auf dem Weg zur Klimaneutralität – Schritte der Leuphana Universität Lüneburg

„Von der Universität [Lüneburg], als Organisation mit vier Standorten und 10.297 Studierenden sowie 772 Beschäftigten (WS 2006/07), gehen erhebliche Umweltauswirkungen aus. Vor diesem Hintergrund hat die Reduktion von Umwelteinwirkungen seit langem eine hohe Bedeutung“ (vgl. ebd., 22).

Im vergangenen Jahr 2007 hat sich die Leuphana Universität Lüneburg „als eine der weltweit ersten Universitäten zum klaren Ziel der vollständigen Klimaneutralität bekannt.“ (vgl. Schaltegger 2007, in ebd., 2).

Das bedeutet, dass an der Universität durch Strom- und Wärmeverbrauch sowie Dienstreisen und Pendelverkehr entstandene klimarelevante Treibhausgase durch bestimmte Strategien und Maßnahmen reduziert oder bestenfalls vermieden werden (vgl. Leuphana Universität Lüneburg 2007c).

So verfolgt die Universität „eine ambitionierte Strategie zur Verminderung dieser Emissionen durch Reduktion des Energieverbrauchs und des klimawirksamen Verkehrs. [Weiterhin] werden die verbleibenden Emissionen durch klimaneutrale Projekte kompensiert.“ (vgl. Leuphana Universität Lüneburg 2007c).

Um die Klimaneutralität aller vier Standorte zu erreichen, hat die Leuphana Universität einen 5-Jahres-Plan zur CO₂-Kompensation aufgestellt:

- Im Jahr 2007 ist bereits die Klimaneutralität des Standortes Campus Scharnhorststraße erreicht worden (Einsparung und Kompensation: 1.209 Tonnen CO₂).
- Für das Jahr 2008 ist die Erreichung der Klimaneutralität aller Standorte geplant (Einsparung und Kompensation: 2.817 Tonnen CO₂).
- Für 2009 wird die Klimaneutralität aller Standorte und Dienstleister angestrebt (Einsparung und Kompensation: 3.407 Tonnen CO₂).
- Im Jahr 2010 soll zusätzlich dazu noch die Klimaneutralität des Pendelverkehrs erreicht werden
- Zu den bereits erreichten Schritten sollen im Jahr 2011 noch 30 % des Dienstreiseverkehrs klimaneutral vonstatten gehen.
- Das langfristige Ziel der 100%-igen Klimaneutralität der Leuphana Universität Lüneburg wird für das Jahr 2012 angestrebt (vgl. Leuphana Universität Lüneburg 2007b).

Die nachfolgenden Graphiken verdeutlichen noch einmal, in welchen Mengenschritten das Konzept der Klimaneutralität erreicht werden soll.

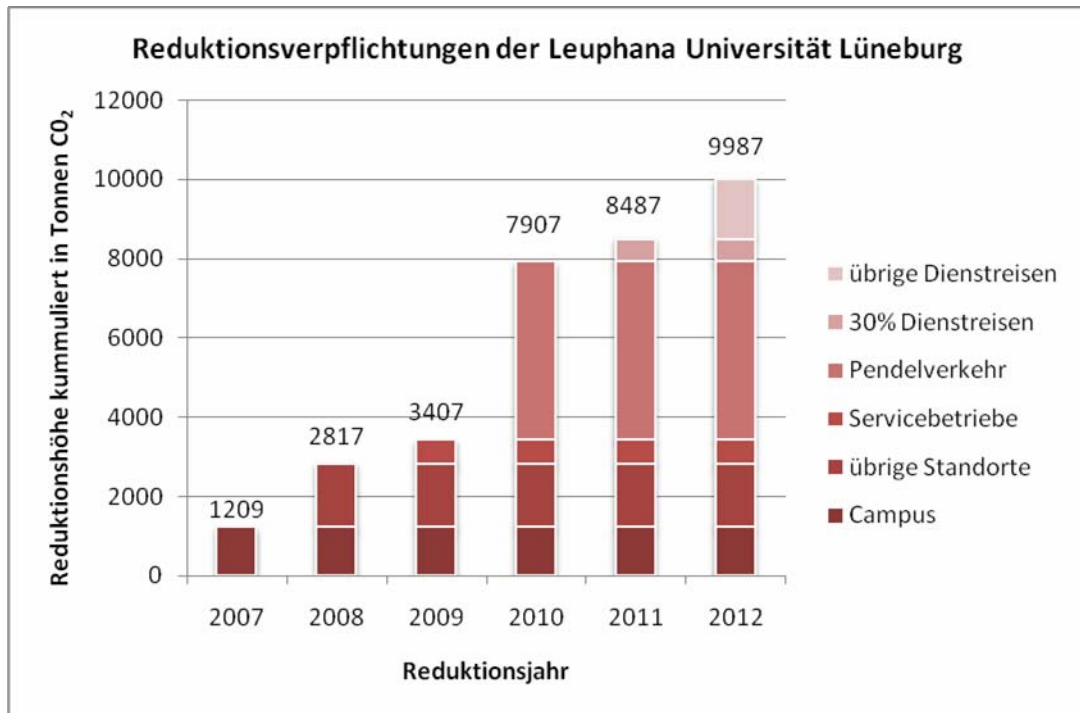


Abbildung 1- Jährliche Reduktionsverpflichtungen (eigene Darstellung)

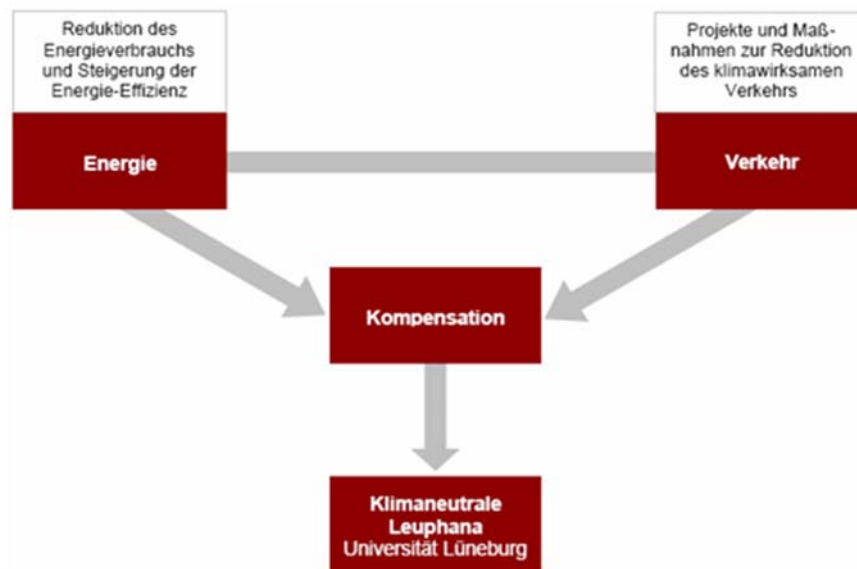


Abbildung 2 - Klimaneutral Konzept (Quelle: Leuphana Universität)

Neben dem Projekt der Klimaneutralität und „dem Projekt ‚Sustainable University‘ werden etliche Forschungsprojekte, Konferenzen, Lehrveranstaltungen und Studienprogramme mit einem klaren Nachhaltigkeitsbezug [an der Leuphana Universität Lüneburg] durchgeführt.“ (Schaltegger 2007, in Leuphana Universität Lüneburg 2007a, 2).



2.2. Der Bildungsauftrag von Universitäten

Durch global umfassendere und somit zunehmend komplexere Systemzusammenhänge bei Themen, die eine Nachhaltige Entwicklung betreffen, wachsen die an jeden Einzelnen gestellten Aufgaben und Verantwortlichkeiten immer stärker an. Neben den drei bekannten Bereichen der Nachhaltigen Entwicklung (Ökonomie, Ökologie, Soziales) sollte noch eine vierte Ebene ergänzt werden, deren Relevanz im gesellschaftlichen Kontext in der Vergangenheit häufig ignoriert worden ist. Ein ganz entscheidender Faktor in Bezug auf eine Nachhaltige Entwicklung ist die kognitive Entscheidungs- und Handlungsfähigkeit jedes einzelnen Individuums. Das Individuum ist wiederum der Kern und Grundbaustein des ökonomischen Systems sowie der Gesellschaft und somit ein die Umwelt entscheidend beeinflussender Faktor (vgl. Stuhler 2000). Diese Fähigkeiten des selbstständigen Denkens und der kritischen Reflexion müssen erst einmal geschult werden.

Die Rolle einer Universität ist es nun, bestimmte Kompetenzen auszubilden und zu fördern, um „ganzheitlich und umfassend gebildete Persönlichkeiten [auszubilden, die] fähig zu differenziertem Denken und reflektiertem Handeln [sind], die willens und in der Lage sind, schwierige Entscheidungen zu treffen und hohe Verantwortung zu übernehmen [...]“ (Spoun & Wunderlich 2005, 20). Gerade um Menschen auf diese Weise qualifizieren zu können, sollten Universitäten in Forschung und Lehre ihrer Verantwortung und Verpflichtung nachkommen, „universell qualifizierte“ (vgl. ebd.) Persönlichkeiten auszubilden. Diese sollten bestimmte Kompetenzen und Fähigkeiten erwerben, die es ihnen ermöglichen, vernetzt zu denken, ökonomische, ökologische und soziale Zusammenhänge zu erkennen, komplexe Problemzusammenhänge kritisch zu reflektieren und für diese Lösungsstrategien zu erarbeiten (vgl. ebd.). Dieser Aufgaben ist sich die Leuphana Universität Lüneburg bewusst und nimmt diese, wie bereits erwähnt, in zahlreichen Projekten wahr.

Gerade in Hinblick auf die Brisanz aktueller globaler Probleme, wie dem anthropogen verursachten Treibhauseffekt, profitiert die Gesellschaft davon, wenn Universitäten die gewünschten Kompetenzen schulen. Die Universität wiederum trägt als Bildungseinrichtung sowohl im ethischen als auch im moralischen Sinne mit die Verantwortung, Bediensteten und Studierenden bestimmte Kompetenzen mitzugeben, die sie wiederum befähigen, die Gesellschaft als Ganzes dem Ziel der Nachhaltigen Entwicklung näher zu bringen.

Dazu wiederum muss eine Universität diverse Entwicklungsschritte durchlaufen. Die Leuphana Universität Lüneburg hat bereits verschiedenste Schritte durchlaufen und versucht gerade durch eine Umstrukturierung des gesamten Universitätskonzepts die Ausbildung kritisch reflektierender Persönlichkeiten noch stärker zu fördern.



2.3. Die gesellschaftliche Verantwortung von Universitäten

„Der Urzweck von Universitäten ist die Erzielung von Erkenntnisgewinn und die Erkenntnisvermittlung. Universitäten sind Denkstätten, von denen erwartet wird, dass sie Lösungen für drängende Probleme der Gesellschaft entwickeln.“ (vgl. Schaltegger 2007, in Leuphana Universität Lüneburg 2007a, 2). Dieses Zitat verdeutlicht noch einmal Bildungsauftrag, Selbstverpflichtung und Anspruch von Universitäten.

Doch für die Erkenntnis teilweise sehr komplexer Wirkungszusammenhänge, gerade bezogen auf die Thematik der Nachhaltigen Entwicklung, muss zunächst ein gesellschaftliches Bewusstsein geschaffen werden. Hier greift nun der oben erwähnte Bildungsauftrag von Universitäten. Die Universität ist, neben Schulen, die Stätte, die maßgeblich zur Sensibilisierung von Individuen beiträgt. Diese Sensibilisierung wiederum bewirkt die geforderte Bewusstseinschaffung in der Gesellschaft, da die ausgebildeten Individuen Teile der Gesellschaft sind.

Nachhaltige Entwicklung an Universitäten kann aber nur dann funktionieren, wenn ihr Konzept ganzheitlich in die Hochschulpolitik und -arbeit integriert wird und jedes Individuum den unmittelbaren Zusammenhang zur eigenen Position und dem eigenen Alltag sieht. Nur so können sowohl Bedienstete als auch Studierende langfristig an der Entwicklung teilhaben, neues Wissen erlernen, sich mit eigenen Ideen einbringen und so ihren Beitrag zu einer nachhaltigen Hochschule leisten (vgl. Stuhler 2000). Funktioniert dies, können sie in der Gesellschaft eine so genannte ‚Multiplikatorfunktion‘ übernehmen, also ihren Kenntnis- und Erkenntnisstand in die Gesellschaft einbringen und ihn dort verbreiten.

„Die Leuphana Universität Lüneburg ist sich [der oben genannten Aspekte und der damit verbundenen] Verantwortung bewusst und bereit, sich daran messen zu lassen, welchen Beitrag sie zur nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft leistet.“ (Schaltegger 2007a, in Leuphana Universität Lüneburg 2007, 2).

„[D]en Universitätsmitgliedern [soll] ein positives Beispiel für effektives und innovatives Umweltmanagement gegeben werden, das diese bei zukünftigen Tätigkeiten in Unternehmen und anderen Institutionen aufgreifen können.“ (Leuphana Universität Lüneburg 2007a, 22).

An Universitäten als höhere Bildungsinstitutionen wird somit der Anspruch gestellt, Absolventen mit Führungsqualitäten auszubilden (vgl. Stuhler 2000).



Aktueller Stand

3. Die Universität heute

Grundlage und Ausgangspunkt für den Prozess, den universitären Betrieb klimaneutral zu gestalten, bildet die derzeitige Situation des Energieverbrauchs und der -versorgung. Diese soll an dieser Stelle daher kurz erläutert werden, um aufzuzeigen, von welchem Ist-Zustand aus sich das Projekt in Richtung Klimaneutralität bewegt.

3.1. Energiebilanz

Jährlich emittiert die Universität durch ihren Betrieb knapp 10.000 Tonnen CO₂, wovon der größte Teil durch den Verkehr induziert wird. Davon resultieren derzeit etwa 3.400 Tonnen CO₂¹ aus dem jährlichen Energieverbrauch von ca. 12 Millionen kWh, der sich zu 28% aus dem Strom- und zu 72% aus dem Wärmebedarf zusammensetzt². Die Emissionen, die je kWh Strom anfallen (durchschnittlich ca. 527g/kWh), liegen dabei deutlich höher als die der Wärmeproduktion (nur etwa 190 g/kWh), da diese mittels Kraft-Wärme-Kopplung³ (Betrieb teils mit Pellets, teils mit Gas) mit relativ wenig anfallendem CO₂ produziert wird.

In den letzten Jahren ist der Energieverbrauch insgesamt angestiegen. Der absolute Stromverbrauch des Jahres 2006 ist gegenüber den Vorjahren gestiegen und lag etwa bei 3,3 Mio. kWh. Dieser Trend ist seit einigen Jahren zu beobachten. Gleichzeitig verringerte sich die Zahl der Universitätsangehörigen; sowohl die Studierendenzahl als auch die Beschäftigtenzahl ist leicht rückläufig. Dies ist einer der Gründe, weshalb sich der relative Stromverbrauch pro Person von 2005 auf 2006 von 272 auf 301 kWh/Person um knapp 30 kWh/Universitätsangehörige/r erhöhte (vgl. Klima1, 7).

Die Werte des Gesamtwärmeverbrauchs haben sich in den vergangenen Jahren stabil gehalten und lagen 2006 wieder bei knappen 8.700 MWh (vgl. Klima1, 7). Davon beansprucht der Standort Campus mit etwa 5,4 Mio. kWh/a den deutlich größten Anteil.

1 Dieser Wert entspricht den gesamten CO₂ Emissionen der Universität im Jahr 2006 inklusive Dienstleister (vgl. Klima1 2007, Seite 9)

2 Auch diese Angaben beziehen sich auf das Jahr 2006 inklusive Dienstleister (vgl. Klima1 2007, Seite 6 bis 8)

3 e.on-Avacon betreibt auf dem Bockelsberg ein Heizkraftwerk (HKW), das ca. 600kW Leistung direkt der Uni zur Verfügung stellt, die übrigen 2 HKW-Teile: ca. 3 MW und 7 MW heizen die Wohnbebauung des gesamten Bockelsbergs. Quelle: sinngemäße Wiedergabe aus Gespräch mit Fr. Brüggem, vom 11.2.08.



Die Zunahme des gesamten Energieverbrauchs ist unter anderem auf den Ausbau der Hauptnutzfläche (HNF)⁴, etwa durch den Ausbau von Dachgeschossen, zurückzuführen. Am Standort Scharnhorststraße beispielsweise ist diese von 2006 bis 2007 von 32.944 m² um knappe 4000 m² auf 36.805 m² angestiegen. In der Gesamt-Bilanz ist dadurch der Energieverbrauch pro Hauptnutzfläche von 2006 auf 2007 sogar gesunken (vgl. Nachhaltigkeitsbericht 2007).

Der Energieverbrauch pro m² Hauptnutzfläche beläuft sich auf etwa 190 kWh im Jahr⁵. Davon sind 28 % auf den Strom- und 72% auf den Wärmebedarf je HNF zurückzuführen.

3.2. Gebäudebestand und -Technik

Der Energieverbrauch, insbesondere der Wärmebedarf, ist maßgeblich von der Wärmeschutzdämmung des Gebäudebestands abhängig (vgl. Kapitel 5), der an der Universität sehr heterogen ausfällt. Die Gebäude der Universität wurden zwischen 1923 und 1997 errichtet und befinden sich daher sowohl hinsichtlich der Technik als auch bezüglich des Dämmzustands in sehr unterschiedlichen Zuständen. Da diese Ausgangssituation die Grundlage für die Arbeit der Sanierungsgruppe bildet, die sich der Senkung des Energieverbrauchs mittels nachträglicher Wärmeschutzsanierung widmet, soll sie an dieser Stelle kurz erläutert werden.

58% der HNF befindet sich am Standort Scharnhorststraße, dessen Gebäude überwiegend alte Kasernenbauten aus den 1920er Jahren sind. In den vergangenen Jahren sind durch die Universität neun dieser Gebäude saniert worden, wobei allerdings lediglich die Dachstühle nach der aktuellen Wärmeschutzverordnung WärmeSV bzw. Energieeinspar-Verordnung (EnEV) gedämmt wurden. Die von Campus Management GmbH/ Campus Lüneburg e.V. betreuten Gebäude (Studentenwohneime, Vamos! Kulturhalle) wurden ebenfalls saniert. Vorgesehen ist jedes Jahr ein weiteres Dach neu zu dämmen.

Daneben befinden sich noch weitere Gebäude auf dem Campus, die im Zeitraum von 1994 bis 1997 nach den jeweiligen Dämmstandards errichtet wurden (Mensa, Bibliothek, Hörsäle).

Würde man eine entsprechende nachträgliche Sanierung der alten Kasernenbauten vornehmen, ließe sich der Wärmeenergieverbrauch am Campus von 5,4 Mio kWh/a um mindestens 40% auf 3,24 kWh/a senken (vgl. Kapitel 5).

4 Die HNF umfasst damit die Gebäudefläche, die der eigentlichen Zweckbestimmung dient. Nicht zur HNF werden somit Treppenaufgänge, Flure und Abstellkammern gezählt.

5 Diese Angaben beziehen sich den Energiebedarf / HNF der Universität im Jahr 2006 (vgl. Klima1 2007, 7 f.)



Auch an den anderen Standorten besteht großer nachträglicher Dämmbedarf. Am Standort Volgershall setzt sich der Gebäudebestand aus einem Altbau (1985) und einem Neubau (1998) zusammen. Bei beiden Gebäuden wurden bisher keine weiteren Sanierungs- oder Dämm-Maßnahmen durchgeführt.

Auch die drei Gebäude der Universität am Standort Rotes Feld bedürfen einer dringenden Sanierung, insbesondere das Hauptgebäude, eine Villa, die 1905 erbaut und mittlerweile unter Denkmalschutz gestellt wurde. Hieraus ergeben sich Probleme bei der Durchführung einer nachträglichen Sanierung. So wurde mittlerweile offenbar das Dach erneuert, jedoch keine nachträgliche Dämmung angebracht.

Der Gebäudebestand in Suderburg ist sehr heterogen. Der Altbau (an dem 1898 bis 1958 gebaut wurde), sowie ein Bürogebäude (1966) wurden etwa um die Jahrtausendwende saniert. Fünf weitere Gebäude entsprechen dem Wärmedämmstandard des Jahres 1996.

Über die Möglichkeiten der Senkung des Energieverbrauchs mittels Wärmeschutzsanierung hinaus lassen sich Einsparpotentiale mittels moderner Gebäudetechnik, effizienten Heizens, und Lüftungs- und Lichtanlagen erschließen und scheinen für eine möglichst klimafreundliche CO₂ Bilanz unerlässlich. Auch diesbezüglich weist der Bestand der Universität Lücken auf und bedarf in Teilen einer Modernisierung (vgl. Klima1 2007, 10 ff.).

Einzelne Maßnahmen in diesem Bereich haben bereits zu einer verbesserten Energie- und CO₂-Bilanz beigetragen. So etwa die Strom-Wärmeerzeugung mittels Kraft-Wärme-Kopplung an den Standorten Scharnhorststraße und Suderburg (Betrieb mit Erdgas) sowie die Modernisierung der Ölheizanlage im Hauptgebäude des Roten Feldes (2005). Außerdem wird über das Prinzip der Wärmerückgewinnung bei Lüftungsanlagen in der Bibliothek, der Mensa und den Hörsälen 1 bis 4 am Standort Scharnhorststraße, dem Serverraum des Rechenzentrums und einem Besprechungszimmer am Standort Volgershall bereits klimaschonend Wärme bereitgestellt. Die Wärmerückgewinnung beim Kühlsystem der Mensa in Suderburg ist sicherlich ein Modell, das auch an den anderen Standorten erfolgreich sein könnte. Hierbei wird die gewonnene Wärme direkt in einen Wärmespeicher eingespeist, um sie später zur Brauchwassererwärmung in der Mensa nutzen zu können.

Darüber hinaus sind in den meisten Gebäuden der Universität bereits energiesparende Leuchtstoffröhren installiert. Dennoch gibt es weiteres Verbesserungspotenzial (Energiesparlampen, LED's).

3.3. Bisherige Maßnahmen

Auch andere einzelne Maßnahmen haben Verbesserungen der gesamten Energiesituation an der Universität und demnach auch zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen geführt und den Weg in Richtung der



Klimaneutralität eingeleitet. Die Errichtung der Photovoltaikanlage (PV) auf dem Dach von Gebäude 9 produzierte seit ihrer Errichtung in 2005 klimafreundlich Strom und spart der Universität somit jährlich ca. 2-3 Tonnen CO₂ ein. Auch auf dem Dach des Campus 4-Wohnheims erzeugt eine 14,4 kW_{peak}-Photovoltaik-Anlage Strom. Darüber hinaus wird ein Teil der 5 Blockheizkraftwerke (BHKW's), über die die Campus GmbH ihre Wärme erhält, mit Hackschnitzel betrieben.

Trotz der bisherigen Maßnahmen gibt es noch großes Handlungspotential in allen Bereichen des Energiesystems der Universität, für das in diesem Bericht mögliche Konzepte für die Bereiche Sanierung, Erneuerbare Energien, den Mobilitätssektor und schließlich - für anfallende „unvermeidbare“ Emissionen - die Kompensation aufgezeigt werden sollen.

Seit dem Jahr 2007 ist der zentrale Standort der Universität (Scharnhorststraße) trotz der oben aufgeführten CO₂-Bilanz klimaneutral. Die durch den Campus induzierten Restemissionen wurden im April 2007 von der 3C Consulting GmbH gänzlich kompensiert. Das heißt, dass die universitären CO₂-Emissionen ausgeglichen wurden, indem diese Menge an anderer Stelle eingespart wurde. Hierbei handelt es sich um die Unterstützung eines Projektes in Indien, bei dem Reishülsen, die in den Reismühlen als Abfall anfallen, zur Energieproduktion in einem Biomasse-Kraftwerk genutzt werden, und seither klimafreundlichen Strom für das lokale Netz liefern (vgl. Leuphana Universität Lüneburg 2007c).

In dieser Phase des Projekts „Klimaneutrale Universität“ sollen nun Handlungsempfehlungen aufgezeigt werden, wie die derzeitig verbliebenen CO₂-Emissionen von insgesamt bis zu 10.000 Tonnen nicht nur extern kompensiert, sondern Universitäts-intern reduziert und vermieden werden können.

Das folgende Kapitel widmet sich der Frage, nach welcher Methodik die Ausarbeitung, als Grundlage für die „physische“ Realisierung der Klimaneutralität, im Rahmen dieses Projektes erfolgte.



Methodik

4. Vorgehen

Um konkrete Handlungskonzepte für die Umsetzungsplanung zu entwickeln, wurde eine bestimmte Vorgehensweise/ Methodik verfolgt, an der sich auch der Aufbau dieser Ausarbeitung ausrichtet. Dieser Methodik liegen zwei wesentliche Prinzipien zu Grunde, die an dieser Stelle kurz erläutert werden sollen.

Als erstes grundlegendes Prinzip verstehen wir den Aufbau des Klimaneutralitäts-Konzeptes, der wie folgt gestaltet ist.

In einem ersten Schritt sollte die energetische Sanierung der Universität erfolgen mit dem Ziel, den Energieverbrauch auf ein Minimum zu reduzieren. Welche Möglichkeiten sich diesbezüglich bieten, soll in Kapitel 5 (Sanierung) dargestellt werden. Anschließend gilt es zu ermitteln, wie der verbleibende Energiebedarf der Universität mittels Erneuerbarer Energien klimaneutral und möglichst effizient zu decken ist (Kapitel 6). Des Weiteren müssen auch der von der Universität induzierte Verkehr in die Betrachtung mit eingehen und Möglichkeiten erarbeitet werden, die dazu beitragen, den Mobilitätssektor, zielgerichtet auf eine möglichst niedrige CO₂ Bilanz, zu gestalten (Kapitel 7). Die nach Ergreifung der potentiellen Maßnahmen aus den oben genannten Bereichen vermeintlich verbleibenden Emissionen müssen dann kompensiert werden (Kapitel 8). Wünschenswert wäre es natürlich, nach Umsetzung der Maßnahmen keine Kompensation mehr zu benötigen. Inwieweit dies ein fernes Ziel bleibt oder eine realistische Aussicht ist, sollte am Ende dieser Arbeit deutlich geworden sein.

Im ersten Teil dieser Ausarbeitung sollen die Ergebnisse zu den oben aufgeführten Teilbereichen vorgestellt werden. Dabei wird konkret auf die Möglichkeiten, die sich speziell der Leuphana Universität Lüneburg bieten (inklusive Finanzierung sowie die jeweiligen Ansprechpartner), eingegangen werden.

Das zweite grundlegende Prinzip dieser Projektarbeit ist die gesamtsystemische Perspektive, aus der die konkreten Handlungsempfehlungen erarbeitet werden. Da die oben aufgeführten Teilbereiche nicht zusammenhangslos, sondern als "Energie-Gesamtsystem" zu betrachten sind, können Konzepte nur sinnvoll erarbeitet werden, wenn die Teilkonzepte aufeinander abgestimmt sind. Im zweiten Teil der vorliegenden Arbeit soll daher die Integration und Abstimmung der eingangs vorgestellten Optionen erfolgen. Dabei ergibt sich eine Vielzahl von potentiellen Möglichkeiten, je nach Auswahl und Gestaltung der einzelnen Optionen. Ziel dieser Ausarbeitung ist, wie eingangs erläutert (vgl. Einleitung), beispielhaft zwei Konzepte zu erarbeiten.

Die Kriterien, die hier zur Unterscheidung der beiden Handlungsoptionen herangezogen worden sind, beziehen sich hauptsächlich auf die ihnen jeweils zugrunde liegende Intention. Option 1 versteht sich als



Ansatz, in dem im Rahmen eines ganzheitlichen Nachhaltigkeitsverständnisses vorgegangen werden soll. Hierbei soll die Vermeidung der CO₂ Emissionen erfolgen, ohne andere ökologische Aspekte zu vernachlässigen. Es gilt, die gesamte Ökobilanz so positiv wie möglich zu gestalten. Ein weiterhin wesentlicher Punkt dieser ersten Option ist die Gleichgewichtung aller nachhaltigkeitsrelevanten Fragen. Neben den ökologischen sowie den ökonomischen Aspekten findet auch der der Sozialverträglichkeit und -leistung Beachtung. Insgesamt ist diese Option eine auf die Bedürfnisse der Universität angepasste Systemlösung.

Option 2 hingegen strebt groß dimensionierte Systemlösungen an, um neben dem Hauptziel - die Vermeidung von CO₂ Emissionen - auch möglichst hohe monetäre Gewinne zu erzielen. Der Schwerpunkt der Zielerreichung liegt auf der wirtschaftlichen Rentabilität, was vermutlich mit einer schlechteren Sozial- und Ökobilanz der Systemlösung verbunden ist.

Die beiden Varianten sollen in einem ersten Schritt hinsichtlich zweier Hauptkriterien vergleichend dargestellt werden. Erstens interessiert, wieviel CO₂ vermieden werden kann und zweitens wie teuer beziehungsweise wirtschaftlich dies ist. Hierzu werden jeweils CO₂-Einsparungen, zu kalkulierende Investitionssummen, der erzielbare Gewinn sowie die zu erwartenden Renditen berechnet.

Bei der Berechnung der Gewinne ist anzumerken, dass hierbei auch die monetären Einsparungen nicht mehr zu kaufender Emissionszertifikate eingerechnet werden. Ohne die zur CO₂-Reduktion ergriffenen Maßnahmen müsste die Universität jährlich etwa 50.000-230.000 Euro, für 20 Jahre Klimaneutralität also insgesamt 1-5,5 Mio Euro investieren. Um die positiven monetären Effekte der Einsparung eben dieser Kosten abbilden zu können, werden diese Einsparungen hier also mit in die Gewinnrechnung einbezogen⁶.

Durch den systemisch integrierten Ansatz werden eben diese Kosten vermieden und somit der „Business Case for Sustainability“ (Schaltegger & Wagner 2006), die wirtschaftliche Rentabilität der klimaneutralen Universität, geschaffen.

⁶ Dieser Ansatz liegt auch in den Berechnungen in der einzelnen Teilbereichen zugrunde.



Optionen und Handlungsrichtungen

5. Sanierung

Die wärmeenergie-technische Sanierung von Altbauten birgt generell hohe Wärmeenergieeinsparpotentiale. Der Wärmeenergieverbrauch ist sowohl bei Wohnhäusern als auch bei Nichtwohnhäusern i. d. R. der größte Posten des gesamten Energieverbrauchs. Alte Bauteile- und Elemente (Fassaden, Dächer, Fenster etc.) weisen meist einen sehr viel schlechteren U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) im Gegensatz zu Komponenten moderner Bauformen auf, wodurch erhöhte Wärme- und Energieverluste durch die Gebäudehülle und somit auch erhöhte CO₂-Emissionen durch den Energieverbrauch bedingt sind. Des Weiteren werden in modernen Gebäudeformen neben effizienten Heizanlagen unter anderem Systeme zur Wärmerückgewinnung aus der Abluft eingesetzt, was wiederum den Energiebedarf der Gebäude senkt. In der Literatur und auf Fachinternetseiten ist bei Altbauten häufig von Einsparpotentialen von mindestens 60% des Wärmeenergieverbrauchs die Rede, die nur durch zusätzliche Wärmedämmung und moderne Heizungs- und Lüftungsanlagen zu erreichen sind (vgl. Passivhausinstitut 2008).

Da ein Großteil der Universitätsgebäude um das Jahr 1923 erbaut wurde und seitdem an der Substanz dieser Gebäude (mit der Ausnahme einiger Dächer) keine oder wenige energietechnische Neuerungen durchgeführt wurden, ergibt sich, dass diese Gebäude längst nicht mehr dem aktuellen Stand der energetischen Bautechnik entsprechen und somit zu erhebende Einsparpotentiale vorhanden sind.

Um das Ziel einer tatsächlich klimaneutralen Universität zu erreichen, ist es daher unumgänglich, die bautechnischen Möglichkeiten zur Energieeinsparung bzw. CO₂-Reduktion am Bestand genau zu erfassen, zu beziffern und je nach Zielvorgabe umzusetzen.

In der Praxis existieren etliche Beispiele von Altbauobjekten, die ursprünglich sehr schlechte Energiebilanzen aufwiesen, jedoch durch die Kombination geeigneter Sanierungsmaßnahmen und deren Umsetzung am Bestand die gesetzlichen Energiestandards der EnEV (Energieeinsparverordnung) teilweise weit unterschreiten (vgl. DENA 2008b).

Im Rahmen dieses ersten Teils der Seminararbeit soll am Beispiel der Kasernengebäude des Universitätscampus´ aufgezeigt werden, in welcher Größenordnung CO₂- und monetäre Einsparpotentiale durch Sanierungsmaßnahmen vorhanden sind. Exemplarisch soll weiterhin eine Aussicht auf mögliche Kostenvarianten entsprechend verschiedener möglicher Sanierungskonzepte gegeben werden.

Diese Konzepte bewegen sich in einem Bereich von schwach bis stark wirksam bezüglich der jeweiligen Einsparpotenziale. Zusätzlich werden wir anhand eines Fallbeispiels aufzeigen, wie eine erfolgreiche Umsetzung einer energietechnischen Sanierung eines Altbaus gelingen kann.



5.1. Vorgehensweise

Die Einschätzung der Möglichkeiten zur Sanierung am Altbaubestand der Leuphana Universität Lüneburg beruht zum einen auf den vorangegangenen Erkenntnissen der Seminargruppe „Energie“ des Seminars Klima I (Sommersemester 2007), die sich mit energietechnischen Aspekten im Hinblick auf die Chancen zur CO₂-Reduktion der Universität in einem breit gefächerten Rahmen auseinander gesetzt hat (vgl. Seminargruppe Klima 1 „Energie“ 2007).

Zum anderen beruhen die hier dargestellten Möglichkeiten zu einem großen Anteil auf Informationen, wie sie beispielsweise durch die DENA (Deutsche Energieagentur), DBU (Deutsche Bundesumweltstiftung) oder die EnOB (Forschung für energieoptimiertes Bauen) und ähnliche Institutionen online zu dem Thema bereitgestellt werden. Des Weiteren wurden Gespräche mit Sachverständigen geführt, die durch ihr Fachwissen aus der Praxis die Vorgehensweise bei der Erhebung von möglichen Maßnahmen die Richtung mit beeinflusst haben (vgl. Kempa 2008). Daten zu den Gebäuden wurden teils von uns selbst erhoben und teils durch die Umweltbeauftragte der Universität, Frau Brüggem, und den Betriebstechniker der Universität, Herrn Stegen, bereitgestellt. Da sich die Datenlage als teilweise nicht ausreichend herausstellte und eine CAD-Erfassung der Gebäude noch nicht abgeschlossen ist, waren wir darauf angewiesen, bestimmte Daten zu den Fassaden- und Fensterflächen zu überschlagen oder zu schätzen. Im Vergleich mit realen CAD-Daten von Beispielgebäuden (bei denen die CAD-Erfassung bereits abgeschlossen war) erkannten wir jedoch, dass unsere Schätzungen recht genau sind und insgesamt eher von größeren Werten im Hinblick auf die Gebäudeflächen ausgehen. Wir gingen davon aus, dass es in jedem Fall sinnvoller sei, größere Werte anzunehmen, um bei der Berechnung der Kosten auf „sicherer Seite“ zu sein und keine (im Falle eines groben Berechnungsfehlers) viel zu gering bemessene Summe der Kosten zu präsentieren.

Da sich im Laufe unserer Recherchearbeit herausgestellt hat, dass sich die Planung einer energietechnischen Sanierung von Gebäuden als eine sehr komplexe und umfangreiche Aufgabe darstellt, erkannten wir recht bald, dass wir es innerhalb der zeitlichen Grenzen dieses Seminars nur schaffen würden, einen Überblick über *einen Teil* des Gebäudebestandes der Universität und dessen Energieeinsparpotential durch energietechnische Sanierungsmaßnahmen zu geben. Den gesamten Bestand der Leuphana Universität zu erfassen und explizit die Sanierungsmaßnahmen darzustellen, muss daher die Aufgabe von professionellen Energieberatern sein, die durch ihre Sachkenntnis und durch die Nutzung geeigneter Software zur Berechnung der Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen in der Lage sind, sehr genaue Ergebnisse zu liefern.

Um nun im Rahmen unseres Seminars, hinsichtlich der möglichen Umsetzung einer Gebäudesanierung, verwertbare Ergebnisse liefern zu können, ohne dabei den Arbeitsrahmen zu sprengen, erschien es uns



sinnvoll, unser Augenmerk ausschließlich auf die Kasernengebäude des Standortes Campus der Uni zu richten. Diese Gebäude sind von der Baukonstruktion und der Substanz her relativ ähnlich. Sie sind alle mit den gleichen Fenstertypen ausgestattet und haben alle das gleiche Mauerwerk, ca. 50 cm Vollverklinkerung, d.h. Backsteinmauern (vgl. Seeba 2008). Nur in den Abmessungen unterscheiden sich die Gebäude teilweise erheblich. Weiterhin machen sie jedoch den größten homogenen Anteil des Universitätsgebäudebestandes aus (Schätzungsweise 35000m HNF = ca. 50% der Gesamt-HNF (vgl. Seminargruppe Klima 1 „Energie“)), wodurch sich dieser Gebäudetyp außerordentlich gut für eine Abschätzung der Kosten für eine großangelegte Sanierungsmaßnahme eignet.

Ursprünglich gingen wir davon aus, nur Überlegungen über die Fenstersanierung anzustellen, da sich diese als die Hauptwärmeverbrücke im Gebäude darstellten. Uns wurde jedoch schnell deutlich, dass bei der energetischen Wärmesanie rung die gesamte Gebäudehülle betrachtet werden muss – aus vielerlei Gründen, welche in den nachfolgenden Punkten näher erläutert werden. Somit bezogen wir auch die Fassaden mit ein, welche den weit größten Bestandteil der Gebäudehülle ausmachen. Da weiterhin bereits ein Sanierungsplan für die Dächer läuft, ließen wir diese bei unserer Betrachtung weitestgehend außer acht. Als Anmerkung zu diesem Sanierungsplan sei gesagt, dass die Dämmungsmaßnahme hier *nur* die Mindestanforderungen der EnEV (Energieeinsparverordnung) erfüllt, sprich einen U-Wert von $0,3 \text{ W / (m}^2\text{K)}$ einhält (vgl. Brüggem 2008) und mit konventionellen Dämmstoffen durchgeführt wird. Der U-Wert hätte durch innovative Konzepte noch unterschritten werden können (z.B. ökologische Dämmstoffe).

Die Kellerdecken sind wichtiger Bestandteil der Gebäudehülle, auch hier sind Wärmeverluste zu verzeichnen. Jedoch werden sie hier nicht mit betrachtet, da keine geeigneten Angaben zu den Kellergrundrissen zur Bestimmung der Fläche vorlagen.

5.2. Energetische Gebäudesanierung allgemein

Generell kann die energetische Sanierung in folgende Bereiche unterteilt werden:

- Dämmen
- Lüften
- Heizen

In der Sanierungsplanung ist es allgemein üblich, sich zuerst mit geeigneten Dämmungsmaßnahmen auseinander zu setzen, da die nachträgliche Dämmung maßgeblich den Transmissionswärmeverlust der gesamten Gebäudehülle ändert (vorausgesetzt die gesamte Gebäudehülle wurde saniert) und somit den zukünftigen Wärmebedarf eines Gebäudes bestimmt. Eine nachträglich installierte Lüftungsanlage nimmt zusätzlich Einfluss auf die Wärmeenergiebilanz eines Gebäudes, denn durch einen Wärmetauscher in der

Lüftungsanlage ist es möglich, einen großen Anteil der in der Abluft enthaltenen Wärme der kalten Zuluft zuzuführen und dadurch Energieverluste zu minimieren.

Den Wärmebedarf zu kennen, ist die Voraussetzung für die Wahl einer geeigneten Heizanlage bzw. wichtig für die Abschätzung der Kapazität einer Heizanlage. Denn falls diese zu geringe Kapazitäten aufweist, wäre sie nicht in der Lage, das Objekt vollständig zu beheizen; und wird sie überdimensioniert, so entstehen Verluste, da sie im Betrieb nicht ihren optimalen Wirkungsgrad erreicht.

5.3. Wärmedämmen der Gebäudehülle allgemein

Die Wärme, die in einem Gebäude durch die Heizung produziert wird, entweicht in unterschiedlichem Maße durch die einzelnen Komponenten der Gebäudehülle. Hierbei relevant ist der jeweilige Wärmedurchlässigkeitskoeffizient (U-Wert=Units of Heattransfer) der einzelnen Komponenten. Dieser Wert stellt ein Maß für die Fähigkeit eines Bauteils oder eines Verbundsystems, Wärmeenergie durchzulassen, dar. Je höher dieser Wert liegt, desto mehr Wärmeenergie lässt die Baukomponente durch. Bei der Betrachtung der Gebäudehülle wird sie üblicherweise in die folgenden Komponenten unterteilt: Das Dach, die Fassade, die Kellerdecke und die Fenster und Türen - somit alle Flächen, die den beheizten Raum umschließen. In der Abbildung 3 dargestellt sind durchschnittliche Transmissionswärmeverluste bei Wohnhäusern, jedoch sind diese Angaben nicht ohne weiteres auf die Campusgebäude übertragbar und sollen hier nur zum Verständnis dienen.

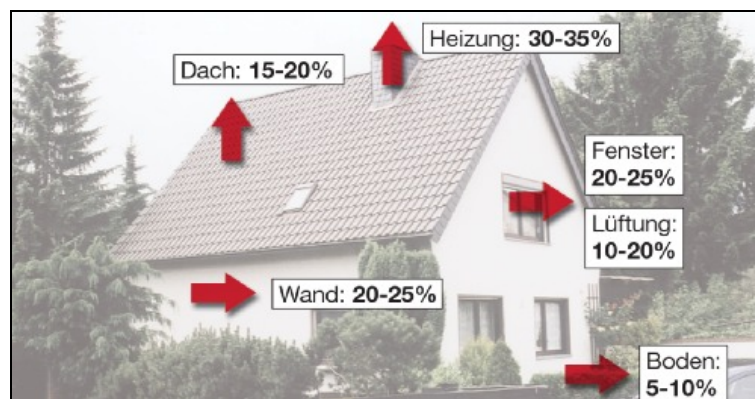


Abbildung 3 - Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle eines Einfamilienhauses (Quelle: DENA 2008a)
(Anmerkung: Die Verluste über die Heizung können bei dem behandelten Inhalt in dieser Arbeit vernachlässigt werden, da es sich bei den Campusgebäuden um fernwärmebeheizte Gebäude handelt)

Im Einzelfall kann mit Hilfe von geeigneten Übersichtstabellen und in Kenntnis der Bausubstanz recht genau festgestellt werden, in welchen Bereichen der Wärmedurchlässigkeit die Komponenten liegen. Um bei Unkenntnis der Bausubstanz exakte Ergebnisse und zu Erlangen, müssen spezielle U-Wert Messungen an den einzelnen Bereichen und ggf. an der Fassade Kernbohrungen durchgeführt werden. Dies ist jedoch in



der Praxis nur selten erforderlich, um eine Energiebilanz aufzustellen – die Näherungswerte reichen i. d. R. aus. Selbstverständlich bleibt festzuhalten, dass eine Fassadendämmung anders funktioniert als eine Dachdämmung respektive Kellerdämmung oder der Austausch alter Fenster. Häufig liegen bei alten Gebäuden Wärmebrücken vor. Sie gilt es zu eliminieren, da hier beträchtliche Wärmeverluste zu verzeichnen sind. Sie können in Form von alten Fenstern mit dünner Verglasung, oder aber in Form von stark Wärme leitenden verbauten Materialien vorliegen. Auch an in die Wände eingelassenen Heizkörpern liegen häufig Wärmebrücken vor. An diesen Stellen kann sich Feuchtigkeit sammeln und zu Schimmelbildung führen, was zum einen zu einer Verunreinigung der Atemluft durch Pilzsporen führt und zum anderen der Pilz schlimmstenfalls gar die Bausubstanz schädigen kann.

5.3.1. Fassadendämmsysteme

Bei der Fassadendämmung gibt es die Möglichkeiten der Innenwanddämmung oder der Außenwanddämmung. Eine Innenwanddämmung ist dann zu bevorzugen, wenn die Oberfläche der Fassade erhalten werden soll, z. B. aus denkmalschutztechnischen Gründen oder weil andere bauliche Gegebenheiten (z. B. Mindestabstand zum anliegenden Gebäude) eine Außenwanddämmung nicht zulassen. Generell birgt eine nachträgliche Innenwanddämmung jedoch das Risiko einer Schimmelbildung unter der Dämm-Schicht, falls diese nicht fachmännisch angebracht wird. Des Weiteren verringert sich bei dieser Variante das Raumvolumen je nach Dämmstärke erheblich. Bei der Außenwanddämmung bietet sich hingegen der Vorteil, dass bei gegebenen baulichen Freiheiten auch sehr dicke Dämmstärken aufgebracht werden können und somit der Dämmungswert erheblich verbessert werden kann. Ein weiterer Vorteil der Außenwanddämmung liegt darin, dass Wärmebrücken zuverlässiger übergedämmt werden können.

Gedämmt werden kann u.a. durch ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) oder eine neue Vorhangfassade (VHF). Das WDVS kann z.B. aus einer Isolierschicht kombiniert mit einer Putzschicht bestehen. Hierbei handelt es sich um eine einfache, sehr verbreitete Methode. Eine neue VHF ist insgesamt aufwändiger anzubringen, denn es handelt sich hierbei um eine Maßnahme mit einer Isolierschicht und Unterkonstruktion und kann entweder mit einer Holzverschalung versehen werden oder gemauert werden (siehe Abb. 4). In Bezug auf die Dämmwirkung ist jedoch keinem System von vornherein der Vorzug zu geben, kommt es hier doch nur auf die Stärke des angebrachten Dämmmaterials an.

Die Angaben zu den Preisen für diese beiden Systeme schwanken. Für WDVS werden von 60€/m² bis zu 120€/m² und für VHF 80€/m² bis zu 250€/m² angegeben (vgl. DENA 2008a sowie „Energiesparen“ o.A. 2007). Die transparente Wärmedämmung und die Vakuumdämmung finden hier keine Beachtung, da sie mit 300€/m² bis zu 900€/m² (vgl. DENA 2008a) aus unserer Sicht zu hochpreisig sind und der zusätzliche Nutzen nicht im Verhältnis zu den zusätzlichen Kosten steht.

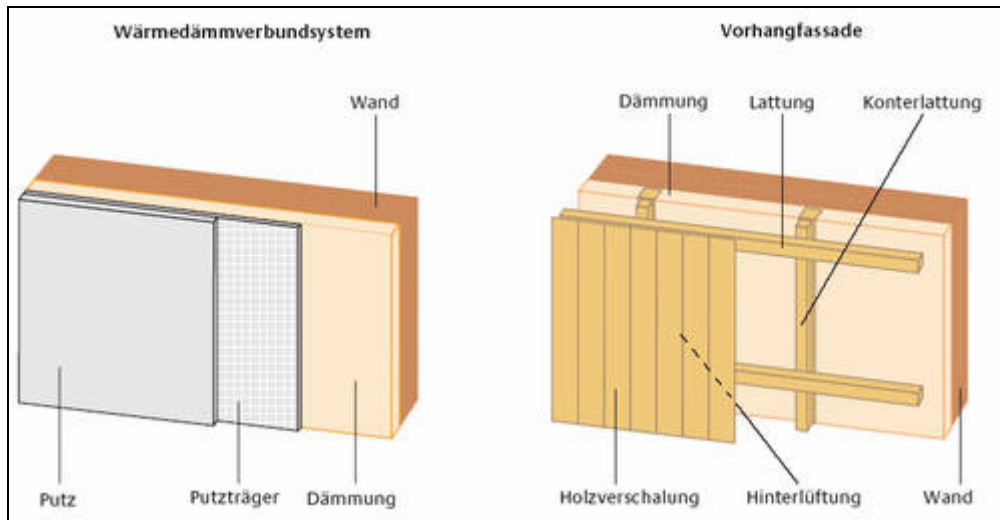


Abbildung 4 - WDVS und VHF (Quelle: BINE 2008)

5.3.2. Die Kellerdeckendämmung

Die Kellerdeckendämmung erweist sich als diejenige Dämmungsmaßnahme, welche mit dem geringsten Aufwand zu bewerkstelligen ist, da hier je nach Anspruch das Dämmmaterial „einfach“ nur auf der Kellerdeckenoberfläche angebracht werden und im Unterschied zur Fassadendämmung kein Gerüst aufgestellt werden muss. Gesetzt dem Fall, dass die Deckenhöhe der Keller jedoch für zu niedrig befunden wird, müsste die Kellerdecke von oben gedämmt werden, was sehr viel aufwändiger zu bewerkstelligen wäre, da zusätzlich ein neues Fußbodenmaterial eingebracht werden müsste. Die Preise für die Kellerdeckendämmung schwanken je nach Maßnahme zwischen 35-50€/m².

5.3.3. Dämmstoffe

„Nicht an der Dämmdicke sparen! Etwas mehr Dämmstoff kostet wenig - und die Dicke lässt sich sonst auf Jahrzehnte hinaus nicht mehr verbessern“ (vgl. Feist 2008). Die Dämmstärke und die Wärmeleitgruppe (WLG) eines aufgetragenen Materials sind entscheidend für die Effektivität der Dämmung. Die WLG beschreibt die relative Wärmeleitfähigkeit eines Materials. So haben z.B. mineralische Dämmstoffe (z. B. Glas-, Steinwolle, Blähton) und jene auf Erdölbasis (z. B. Polystyrol, Polyurethan) eine WLG von 020-050 W/m²K wohingegen organische oder recycelte Dämmstoffe (z. B. Holzweichfaserplatten, Flachs, Isofloc u.v.m.) i. d. R. eine WLG 040 und höher haben (je höher der Wert, desto schlechter die Isolationsfähigkeit). D.h. um mit organischen Dämmmaterialien einen angestrebten U-Wert zu erreichen, müssen mitunter erheblich höhere Dämmstärken als bei nichtorganischen Dämmmaterialien verwendet werden. Weiterhin zu beachten ist außerdem, dass die Produktion von Erdölprodukten oder mineralischen Dämmstoffen teilweise energieintensiver ist und die CO₂-Bilanz hier schlechter ausfällt als bei organischen Dämmmaterialien. Ein erheblicher Vorteil der organischen Dämmstoffe ist ihre Fähigkeit zur Feuchteregulation. Sie sind besser als



nichtorganische Dämmstoffe in der Lage, Feuchtigkeit aufzunehmen und wieder abzugeben und beugen somit besser einer Schimmelbildung vor. Ferner stehen sie nicht im Verdacht, schädliche Emissionen auszudünsten und ihnen wird allgemein ein hoher Beitrag zu einem angenehmeren Raumklima zugesprochen (vgl. DENA 2008b). Somit wäre bei einer nachträglichen Innenwanddämmung eher ein organischer Dämmstoff zu empfehlen.

5.3.4. Die Fenster

Die Thermografieaufnahmen (vgl. Seminargruppe Klima 1 „Energie“ 2007) der Campusgebäude haben gezeigt, dass die alten Fenster erhebliche Wärmebrücken bilden. Diese haben bis auf einen neuen Anstrich keine Modernisierung erfahren. Die alten Holzrahmen sind undicht und lassen Luft hindurch. Die jetzigen Fenster lassen vermutlich einen höheren prozentualen Anteil der Wärmeenergie durch als in Abb. 3 angeben. Sie sind sehr alt, weisen keine Wärmeschutz-, Doppel- oder Dreifachverglasung auf und bedürfen somit des Austauschs. Der U-Wert der jetzigen Fenster liegt bei schätzungsweise 2,7-3,5 W/m²K (vgl. Kempa 2008). Der genaue Wert muss mittels Messung erhoben werden. Durch den Austausch mittels Fenster des Passivhausstandards könnte dieser Wert um den Faktor 4 verbessert werden, auf ca. 0,8 W/m²K. Solche Fenster haben im Regelfall eine Dreifach- und Wärmeschutzverglasung und zudem sind ihre Rahmen aus Kunststoff und mit Schaumstoffen ausgeschäumt. Allerdings liegen die Kosten für solche Fenster bei ca. 350-420 €/ m² (vgl. Kempa 2008). Selbstverständlich gibt es günstigere Varianten, welche dann aber auch nur geringere Dämmwerte erzielen.

5.3.5. Dämmen der Kasernengebäudehülle spezifisch

Wie bereits oben genannt, machen die homogenen Kasernengebäude des Standortes Campus ca. 50 % der HNF des Gesamtbestandes der Leuphana Universität Lüneburg aus. Verschiedene Sanierungsmaßnahmen bedürfen unterschiedlicher Investitionen und haben unterschiedliche Einspareffekte. Jedoch können einzelne Maßnahmen nur dann ihre volle Effektivität entwickeln, wenn die anderen Bereiche mitberücksichtigt werden.

Tabelle I - Fassaden- und Fenstersanierung

Fläche	Größe (m ²)	U-Wert (W/m ² K)	U _{max} EnEV (W/m ² K)	U-Wert Passivhaus (W/m ² K)	Kosten Sanierung (m ² /€)	Kosten Gesamt (€)
Fassade	ca. 20400	ca. 1,35	0,35	0,15-0,10	60-250	1.224.000 - 5.100.000
Fenster	ca. 3620	ca. 2,7	1,7	<0,8	250-420	905.000 - 1.520.400
Gesamt						2.129.000- 6.620.400



Da die Dächer bereits saniert werden, betrachten wir hier nur die Fassaden und die Fenster. Die Kosten für die Sanierung der Kellerflächen und die Lüftungsmöglichkeiten zu erheben war uns nicht möglich, da wir keine Angaben zu den Kellerflächen bekommen konnten und die Kosten der Abschätzung der Lüftungsanlage aufgrund der komplexen Variablen uns in diesem Rahmen nicht möglich ist.. Die Kosten für diese Maßnahmen müssten den von uns angesetzten noch hinzugerechnet werden. Wir gehen davon aus, dass die komplette Wärmesaniierung der Kasernengebäude im Rahmen von *5-10 Mio. €* machbar sein sollte. Diese Summe liefert auch gleichzeitig einen Ausblick auf die Gesamtkosten einer Sanierung des Universitätsbestandes (siehe Tabelle 1). Etwaige Skaleneffekte bei den Sanierungsmaßnahmen treten jedoch voraussichtlich nur bei den Kasernengebäuden auf, da der restliche Bestand heterogener Bauart ist.

Tabelle II- Mögliche Ammortisationsszenarien und damit verbundene Einsparungen in CO₂ und Kosten bezogen auf den Kasernengebäudebestand (Gebäude 1-16)

Ist Zustand							
	Investitionssumme (geschätzt)	5 Mio €	6 Mio €	7 Mio €	8 Mio €	9 Mio €	10 Mio €
	Verbrauchsreduktion (geschätzt)	55%	60%	65%	70%	75%	80%
408 [t]/a Emission CO₂	CO ₂ -Einsparung (t)	224	245	265	286	306	326
387640 € Wärmeenergiekosten bei 0,11 € pro kWh	Kosteneinsparung €	213.202	232.548	251.966	265.048	290.730	310.112
	Amortisation nach ca. x Jahren	23	25	28	30	31	32

5.4. Lüftung allgemein

Um den Feuchtigkeitstransport nach außen zu gewährleisten, ist es unabdingbar, in einem gut bis sehr gut gedämmten Haus eine geeignete Lüftung einzubauen. Dienten bisher Undichtigkeiten in Fenstern und Mauerwerk dem Luftaustausch, so wird es mit steigender Verkapselung der Gebäudehülle notwendig, die Transpiration über ein Lüftungssystem laufen zu lassen, da nicht auf die manuelle Lüftung vertraut werden sollte. Findet kein angemessener Luftaustausch statt, so leidet einerseits die Raumluftqualität und andererseits kann die im Gebäude entstehende Feuchtigkeit nicht abgegeben werden, was zu Schimmelbildung führen kann. Ein Vorteil einer Lüftungsanlage ist, wie bereits eingangs erwähnt, die Möglichkeit der Wärmerückgewinnung mittels Wärmetauscher. Ein Gegenstromkanalwärmetauscher hat beispielsweise einen Wirkungsgrad bis zu 90% (vgl. Fa. Roland Paul 2008) und führt daher auch 90% der Wärme der Abluft der kalten Zuluft zu. Das bedeutet, dass durch Nutzung der Abwärme (aus 20°C Abluft) die Außenluft von 0°C auf ca. 18°C erwärmt werden kann.

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Systeme von Lüftungen. Die zentrale und die dezentrale Lüftungsanlage.



Zu empfehlen für die Kasernengebäude ist eine zentrale Lüftungsanlage. Diese hat zwar die höheren Investitionskosten, jedoch ist anzunehmen, dass die laufenden Kosten für Wartung und Pflege einer solchen Anlage (Reinigung der Filter) die Vergleichskosten einer dezentralen Variante unterschreiten und somit diese Lösung wirtschaftlicher machen würde. Des Weiteren bietet eine solche Anlage umfangreichere Regulationsmöglichkeiten und bei Bedarf auch die Möglichkeit einer Klimatisierung während der Sommermonate.

5.5. Heizen allgemein

Der Bereich Heizen und Heizungssysteme wird hier recht kurz behandelt, da die Wärmeversorgung bereits durch das BHKW der Eon.Avacon gewährleistet wird. Alternativen hierzu werden im Teil der Regenerativen Energien dargestellt (vgl. Kapitel 6). Ansonsten ist hier nur darauf hinzuweisen, dass die Warmwasserleitungsbestände auf ihre Isolierung hin geprüft werden müssen, um ggf. hier noch Optimierungen vorzunehmen. Weitere Optionen im Hinblick auf die Optimierung der Heizanlage haben wir nicht geprüft, da sie hinsichtlich der Gesamtwirkung vernachlässigbar sind

5.6. Fallbeispiel Neue Bourse Wuppertal

Als Beispiel für eine gelungene Gebäudesanierung wird das Studentenwohnheim „Neue Bourse Wuppertal“ vorgestellt (vgl. BINE Informationsdienst 2006).

Der Gebäudekomplex des Studentenwohnheims mit 600 Wohnheimplätzen wurde in den 70er Jahren erbaut und innerhalb von 5 Jahren bis zum Jahre 2003 in zwei Bauabschnitten komplett saniert. Das ehemals zusammenhängende Gebäude wurde durch die Sanierung in zwei eigenständige Bauten umgewandelt, von denen eines den Standard eines Niedrigenergiehauses erfüllt, das andere an den eines Passivhauses herankommt. Insgesamt konnte der Primärenergieverbrauch durch die Sanierung um ca. 60% reduziert werden.

Sanierungsgründe waren neben der unattraktiven und veralteten Gestaltung der Wohneinheiten besonders auch energetische Probleme. Das Gebäude wies eine unzureichende Wärmedämmung auf, hatte eine veraltete Haustechnik und war durch undichte Fugen durchfeuchtet.

Strukturell wurde die komplette Gebäudehülle erneuert: Nach der Erweiterung des Rohbaus um 2 m Raumtiefe wurden Fassadenelemente in Holzrahmenbauweise eingebaut. Die Wärmedämmung erfolgte mit Mineralfaser. Der U-Wert der Fassade konnte von 0,56 auf 0,37 im Niedrigenergiehaus bzw. auf 0,15 im Passivhaus reduziert werden. Im Passivhausabschnitt wurden bodentiefe dreifachverglaste Fenster eingesetzt. Der U-Wert der Fenster konnte von 2,90 auf 1,56 bzw. 0,82 verbessert werden.

Weitere zentrale Veränderung stellt die der Wärmeversorgung und der Lüftungstechnik dar. Im Bereich des Niedrigenergiehauses kann weiter über Heizkörper geheizt werden. Es gibt eine bedarfsorientierte Lüftung



über Außenluft-Durchlasselemente, ansonsten wird weiter durch die Fenster gelüftet. Im Abschnitt nach Passivhausstandard erfolgen Heizung und Lüftung zentral über eine Lüftungsanlage (vgl. BINE Informationsdienst 2006).

Die Gesamtkosten für die Modernisierung der Neuen Burse Wuppertal beliefen sich auf 23 Mio. € (vgl. Berger 2008). Bezuschusst wurde der Bau vom Land Nordrhein-Westfalen aus einem Förderprogramm für die Modernisierung von Studentenwohnheimen (vgl. Sparrer 2008). Davon zahlte das Land NRW 12,75 Mio. €, und damit etwas mehr als 55% der Bausumme. 5,6 Mio. € konnten in Form eines Kredites aufgenommen werden. Die übrigen 4,75 Mio. € konnten im Laufe der 5 Jahre aus Eigenmitteln aufgebracht werden, also 950000 € pro Jahr (vgl. Berger 2008). In die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden sowohl die angestrebten Energieeinsparungen bei unterschiedlicher Energiepreisentwicklung als auch die voraussichtlichen Zinszahlungen der Kredite mit einbezogen (vgl. Sparrer 2008). Insgesamt fielen die Baukosten für die Sanierung um 25% günstiger gegenüber einem Neubau aus (vgl. BINE Informationsdienst 2006).

5.7. Finanzierung

5.7.1. Interne Finanzierung

Es ist denkbar, die Finanzierung der Sanierungsmaßnahmen allein aus dem laufenden Universitäts-Etat und über Kredit zu finanzieren. Bei dieser Art der Finanzierung kommt es vor allem auf das Verhältnis zwischen Investitionskosten und Amortisierung der Sanierungskosten durch die daraus resultierenden Einsparungen der Energiekosten an. Hierbei würde das Volumen der jährlich verfügbaren Mittel bestimmen, in welchem Zeitraum und in welcher Höhe sich die Amortisierungen abspielen würden.

5.7.2. Externe Finanzierung

Eine externe Finanzierungsmöglichkeit bietet sich durch die Unterstützung der DENA (Deutsche Energie Agentur). Diese startete Anfang 2007 ihr Pilotprojekt „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“, bei welchem bundesweit zinsgünstige Kredite für die energetische Sanierung von Schulen, Sporthallen und Kindertagesstätten bereitgestellt wurden. Hierbei wurden 50 Schul- und andere Nichtwohngebäude in das Projekt aufgenommen, deren zukünftige Sanierungen zeigen sollten, dass auch Sanierungen deutlich unterhalb des Neubau-Niveaus technisch realisierbar und mittel- bis langfristig wirtschaftlich sind.

Zwar ist die Aufnahme in das Projekt von 2007 nicht mehr möglich, allerdings ist, laut Aussagen eines DENA-Mitarbeiters eine Neuauflage für Anfang 2009 geplant, bei der sich dann die Leuphana Universität Lüneburg bewerben könnte.

Die Teilnehmer des (künftigen) Projekts können einen zinsvergünstigten Kredit bei der KfW Förderbank beantragen.



Voraussetzung hierfür ist, dass der Primärenergiebedarf der zu sanierenden Objekte nach ihrer Sanierung die Höchstwerte für einen entsprechenden Neubau nach § 3 Energieeinsparverordnung um mindestens 20% (=„Effizienzstandard“) bzw. 40% (=„Zukunftsstandard“) unterschreiten. Bei einem Effizienzstandard liegt die finanzielle Förderung bei maximal 450 €/m², bei einem Zukunftsstandard bei maximal 550 €/m².

Sollte die Leuphana sich über ein DENA-Projekt fördern lassen, so wäre sie verpflichtet, alle baulichen Maßnahmen innerhalb von zwei Jahren nach Kreditbewilligung abzuschließen. Des Weiteren müsste sie an einer Öffentlichkeitskampagne teilnehmen sowie das gesamte Vorhaben durch einen auf bauphysikalische Fragen und energiesparendes Bauen spezialisierten Planer begleiten lassen.

Die Auswahlkriterien der DENA ziehen unter anderem folgende Kriterien in Betracht:

- Nachhaltigkeit der Sanierung sowie der anschließenden Nutzung
- Umfang der Energieeinsparung / Beitrag zum Klimaschutz
- Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen
- Innovationsgrad der Maßnahmen
- Beteiligung der Nutzer am Sanierungsprozess
- Aufwertung des Umfeldes

Käme eine Förderung durch die DENA zustande, würde die Universität außerdem für die gesamte Zeit der Sanierung durch einen von der DENA gestellten Energieexperten beraten werden.

Um sich nähere Einblicke und Eindrücke über das Projekt zu verschaffen, wäre es sinnvoll, sich mit den Verantwortlichen der BBS Lüchow zu treffen, da diese Schule am Projekt 2007 teilnimmt und seit Dezember letzten Jahres mit den Sanierungsarbeiten angefangen hat.

5.8. Einbindung in den universitären Alltag - Relevanz des Nutzerverhaltens

Zur Erreichung des Zieles „Klimaneutrale Universität“ spielt auch der Faktor des Nutzerverhaltens eine Rolle. Neben energietechnischen Sanierungsmaßnahmen am Gebäudebestand kann auch eine Änderung des Nutzerverhaltens zur Reduktion des Energieverbrauchs beitragen. Alle Universitätsangehörigen nutzen die Energieversorgung am Campus aktiv und passiv, ob durch die Arbeit an PCs oder den Aufenthalt in beheizten Räumen. Der Nutzer hat die Möglichkeit, durch sein Verhalten auf die Höhe des Energieverbrauchs einzuwirken. Aus diesem Verhalten aller Nutzer ergeben sich große Energiesparpotenziale. Vor allem durch effizienteres Heizen und Lüften sowie durch das Abschalten nicht verwendeter Geräte (PCs, Licht) können beträchtliche Reduktionen erzielt werden. Dies hat unter anderem die Kampagne „Nix-Verschwenden“, ein Projekt im Rahmen der „Sustainable University“, gezeigt. Im Zeitraum von Oktober 2006 bis März 2007 sollten ausschließlich durch verändertes Nutzerverhalten 6% Energie im Vergleich zum Vorjahr eingespart werden. Dieses Ziel wurde sogar übertroffen: Für den Campus



fiel die tatsächliche Energieeinsparung doppelt so hoch aus, es wurden 12% weniger Energie als im Vorjahr verbraucht. Das eingesparte Geld steht theoretisch für weitere Energiesparprojekte und -maßnahmen auf dem Campus zur Verfügung. Getragen wurde die Kampagne unter anderem von Plakaten mit Energiespartipps und Aufklebern an Lichtschaltern und Fenstern sowie einer Visualisierung der tagesaktuellen Energieverbräuche im Mensagang. Des Weiteren gab es so genannte „Gebäudepatenschaften“, bei denen einzelne Personen besondere Verantwortung für das Energiesparen in einem bestimmten Gebäude übernehmen konnten. Unter den Paten des Gebäudes mit den meisten Einsparungen wurden Preise verlost (vgl. Burandt 2007a).

Eine Erkenntnis aus der Kampagne ist, dass eine deutliche Reduktion des Energieverbrauchs möglich ist, wenn zu verändertem Nutzerverhalten angeregt wird. Allerdings bleibt hierbei verborgen, wie viele Studierende und Mitarbeiter sich tatsächlich aktiv an der Kampagne beteiligt haben. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein noch größeres Einsparpotenzial vorhanden ist. Ein Problem ergibt sich aus der Tatsache, dass die Kampagne zeitlich begrenzt war und die Nutzer ohne stetige Anreize und Aktionen wieder in alte Verhaltensmuster zurückfallen und energiesparendes Verhalten schlicht vergessen (vgl. Burandt 2007b).

An diese Stelle kann eine neue Idee im Rahmen der klimaneutralen Universität anknüpfen. Ziel ist es, energiesparendes Verhalten im universitären Alltag als Standard zu etablieren und gleichzeitig auch Wissen über das Ziel der Klimaneutralität und den damit verbundenen Maßnahmen zu übermitteln.

Eine Form der Umsetzung könnte die Konzeptidee einer „Energiesparbewusstseinschulung“ sein. Sie sollte in Form einer Führung oder eines Workshops von Studierenden selbst durchgeführt werden.

Die „Energiesparbewusstseinschulung“ umfasst die Vermittlung von Informationen zum bewussten Umgang mit Energie an der Universität Lüneburg, insbesondere das Erlernen von Maßnahmen zur Reduzierung des Energiebedarfs im laufenden Betrieb. Dazu bedarf es neben der Weitergabe von Wissen über den Sinn und das Ziel des Energiesparens besonders des Aufzeigens von individuellen Handlungsspielräumen im Universitätsalltag als auch der Anregung der Motivation durch geeignete Verhaltensanreize.

Eine geeignete Zielgruppe sind vor allem die Leuphana-Erstsemester-Studierenden, aber auch Mitarbeiter der Universität. Für Leuphana-Erstsemester, die jeweils zum Wintersemester neu an die Universität kommen, eignen sich besonders als Zielgruppe, da sie noch keine etablierten Verhaltensmuster bezüglich ihres Umgangs mit Energie auf dem Universitätsgelände haben. Sie können die Räumlichkeiten der Universität verknüpft mit dem Energiespardanken kennen lernen, und von Anfang an energieeffizientes Verhalten ausüben. Denkbar ist eine Verknüpfung der „Energiesparbewusstseinschulung“ mit der Startwoche oder im Laufe des Leuphana-Semesters, in dem die Studierenden auch noch nicht nach Studiengängen aufgeteilt sind. Der Start des Wintersemesters ist auch aufgrund des Beginns der



Heizperiode und verstärktem Beleuchtungseinsatz wegen früherer Dunkelheit ein besonders guter Zeitpunkt, das Thema in das Bewusstsein zu rufen.

Eine dauerhafte Etablierung energiesparenden Verhaltens ist vor allem durch Wiederholung und Präsenz des Themas zu erreichen. Daher wäre es wichtig, neben den jährlich neu hinzu kommenden Studierenden auch die höheren Semester weiterhin anzusprechen. Ebenso wäre es wichtig, die Mitarbeiter der Universität regelmäßig weiter zu schulen. So kann die „Energiesparbewusstseinschulung“ sowie begleitende Aktionen (etwa jährlich ein neues Poster) beispielsweise von Studenten höherer Semester an die Erstsemester vermittelt werden. Ziel soll ein zyklisch wiederkehrendes Bündel von Aktionen sein, bei dem die Studierenden sowohl lernend als auch gestaltend und weiterentwickelnd teilhaben können. Zu begrüßen wäre eine Anbindung der „Energiesparbewusstseinschulung“ an die Lehrveranstaltungen des Leuphana-Semesters, sie ist aber auch unabhängig davon denkbar. Eine Anknüpfung an verschiedene Lehrveranstaltungen hat den Vorteil einer größeren Verbindlichkeit. Sie kann in den verschiedensten Zusammenhängen integriert werden, sei es inhaltlich (Klimaneutrale Universität, Klimawandel) oder methodisch (Präsentations-, Gestaltungstechniken).

5.9. Zwischenfazit

In Anbetracht der zunehmenden Knappheit der fossilen Energieträger und den daraus resultierenden Teuerungsraten von Erdöl (derzeit 8% pro Jahr) wäre eine energetische Gebäudesanierung sehr empfehlenswert. In der Regel amortisieren sich umfassende Sanierungsmaßnahmen in einem Zeitraum von 20-30 Jahren. Je nach Ausführung muss eine Sanierungsmaßnahme alle 40-50 Jahre erneuert werden, da im Laufe der Zeit ein Abnutzungseffekt der Materialien eintritt.

Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung bieten große Energieeinsparpotentiale von mindestens 60 % und damit verbunden natürlich die erwünschten CO₂-Reduktionen. Außerdem ergeben sich vielfältige Ausgestaltungsmöglichkeiten. Beispielsweise bietet eine Sanierung mehrere optische Gestaltungsmöglichkeiten, die im Rahmen des Bebauungsplanes auf dem Campus zu berücksichtigen wären. Zudem lässt sich eine erhebliche Verbesserung des Raumklimas erzielen.

Für die betrachteten Kasernengebäude der Universität erachten wir es auf jeden Fall als sinnvoll, eine energetische Gebäudesanierung durchzuführen, da die Gebäude einen sehr schlechten Energiestandard aufweisen. Die Einsparpotentiale sind somit sehr groß. Eine umfassende Sanierung beinhaltet eine Dämmung der Außenhülle der Gebäude und den Einbau neuer Fenster sowie die Installation einer Lüftungsanlage.

Nach unseren gewonnenen Erkenntnissen erachten wir es als notwendig, die Sanierungsmaßnahmen zeitlich vor den Maßnahmen bezüglich der Erneuerbaren Energien durchzuführen, da erst nach vollzogenen Sanierungsmaßnahmen der tatsächlich benötigte Energiebedarf der Universitätsgebäude ermittelbar ist.



Die benötigte Wärmeenergiemenge gibt weiteren Aufschluss über die notwendige Größe/ das Ausmaß der Regenerativen-Energien-Maßnahmen.

6. Erneuerbare Energien

Bei der Etablierung einer Klimaneutralen Universität spielen die erneuerbaren Energien eine ganz zentrale Rolle. Wie in der Darstellung der hier verfolgten Vorgehensweise in Kapitel 2.2 erläutert wurde, ist im ersten Schritt zwar die Sanierung wesentlich um den Energieverbrauch maximal zu reduzieren. Im zweiten Schritt gilt es jedoch, sich mit der Frage zu beschäftigen, wie der verbleibende Verbrauch klimaneutral und möglichst effizient durch Erneuerbare Energien (EE) zu decken wäre.

Mit ca. 78% des gesamten universitären Energieverbrauchs trägt die Wärmeversorgung den größten Anteil zum selbigen bei. Daher ist im Rahmen dieses Teils der Projektarbeit der Fokus darauf gerichtet, ein Energiekonzept zu erstellen, welches die Wärmeversorgung am Campus gewährleisten soll und durch Stromproduktion über den eigenen Strombedarf hinaus, die durch Wärmeproduktion an den restlichen Standorten anfallenden CO₂-Emissionen intern zu kompensieren. Für dieses Konzept wurden zwei unterschiedliche Varianten erarbeitet, die nach der in Abschnitt 4 zu Grunde gelegten Methodik differenziert werden.

Vorerst soll kurz aufgezeigt werden, welche Maßnahmen diesbezüglich geeignet sind und zur Zielerreichung der Klimaneutralität der Leuphana Universität Lüneburg beitragen können. Anschließend werden die einzelnen Potentiale in der Erarbeitung eines Energiekonzepts einer näheren Betrachtung hinsichtlich ihres möglichen Beitrags zur Wärme- beziehungsweise Stromproduktion unterzogen. Dabei wird bezüglich der einsetzbaren Techniken vor allem auf CO₂-Reduktionspotentiale für unterschiedlich kalkulierte Einsatzmöglichkeiten, die dafür aufzubringenden Investitionssummen, sowie die daraus resultierenden Gewinne und schließlich deren Renditen eingegangen werden.⁷

Als Maßnahmen regenerativer Energiequellen kommen unter anderem der Bezug von Ökostrom über einen entsprechenden Anbieter und Solarstrom und -wärme, Geothermie, Biogas, Wind sowie biomassebetriebene Blockheizkraftwerke (BHKW) oder SunMachines in Frage.

Entscheidend bei der Auswahl neuer Projekte ist die Betrachtung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses sowie die zu erzielenden CO₂-Einsparungen. Hinzu kommen Standortbedingungen, Akzeptanz und Potentiale der jeweiligen Uni-Standorte Campus, Rotes Feld, Volgershall und Suderburg. Aufgrund der spezifischen situativen und örtlichen Voraussetzungen der Standorte lassen sich Vorteile bestimmter Energieformen und Anlagentypen ableiten. Um eine erste Auswahl von Projekten vornehmen zu können, wurden

⁷ Die Berechnungen erfolgten nach dem im Methodikteil beschriebenen Schema.

Ausschlusskriterien anhand einer Kurzpotalanalyse aus einschlägiger Literatur erarbeitet (siehe Grafik Kurzpotalanalyse Abbildung 6 Anhang 2)

Um hinreichende Kriterien zur Entscheidungshilfe heranziehen zu können wurden:

1. die CO₂-Emissionswerte der unterschiedlichen Energieerzeugungsarten ermittelt,
2. die CO₂-Reduktionspotentiale im Einzelnen festgestellt,
3. errechnet, wie viel CO₂ pro eingesetztem Euro eingespart werden kann und
4. wie viel pro installiertem kW_{peak} Leistung CO₂ eingespart und
5. wie viel Ertrag pro installiertem kW_{peak} Leistung und Energieerzeugungsart erzielt werden kann.

Da hier insbesondere zwei Aspekte interessant sind, nämlich erstens, welche potentielle Leistung die jeweiligen Energieerzeuger an der Universität erbringen, wie viel CO₂ die Maßnahme folglich einsparen kann und zweitens, wie teuer bzw. wie wirtschaftlich dies ist, werden an dieser Stelle vor allem diese Kriterien betrachtet. Die Ergebnisse zu den spezifischen CO₂-Emissionswerten nach Energieerzeugungsarten sind in Abbildung 5 Anhang 1 zu finden.

Die Grundlage für die Berechnung wie viel CO₂ pro eingesetztem Euro im Einzelnen eingespart werden kann (Abb. 6), bildeten die CO₂-Reduktionspotentiale, die mittels der CO₂-Vermeidungs-Kostenliste gemäß GEMIS 4.4 ermittelt wurden (vgl. Öko-Institut 2008).

In den folgenden Abbildung sind die Ergebnisse dieser Kalkulationen zusammengefasst.

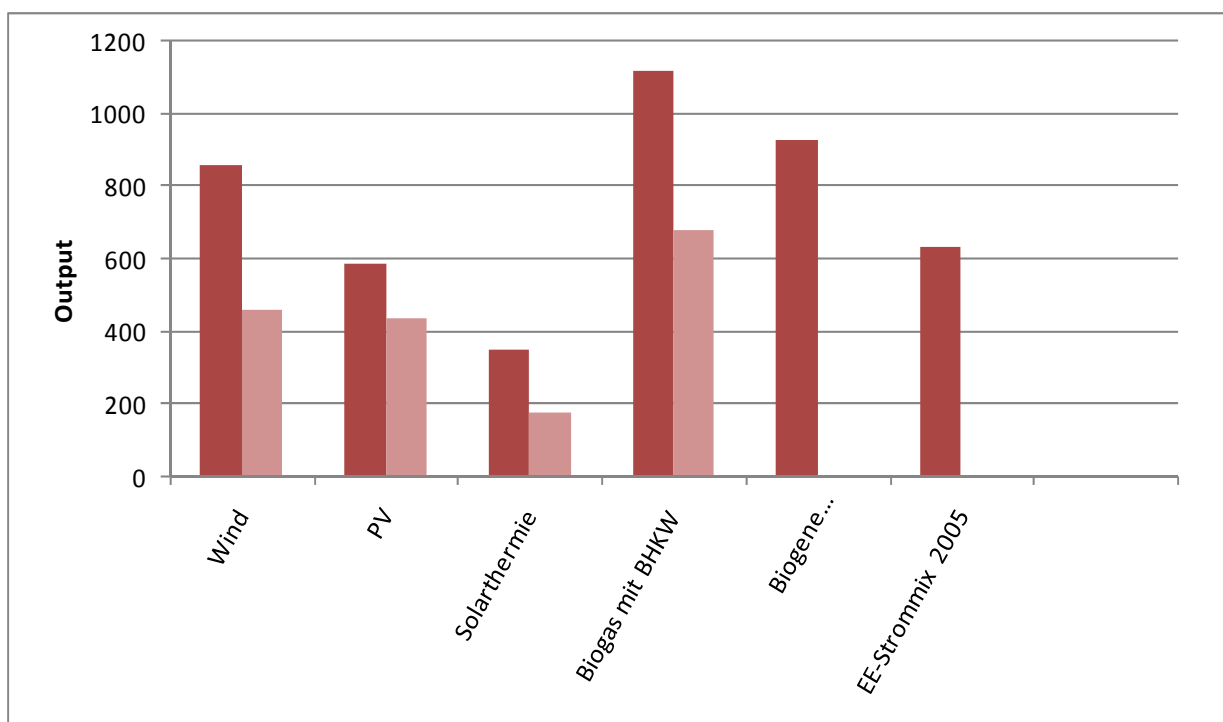


Abbildung 5 - Wieviel g CO₂ kann pro kWh des jeweiligen Energieträgers eingespart werden? (Quelle: Eigene Darstellung, nach Daten von GEMIS (2008), Ifeu (2007), BDI (2007)).

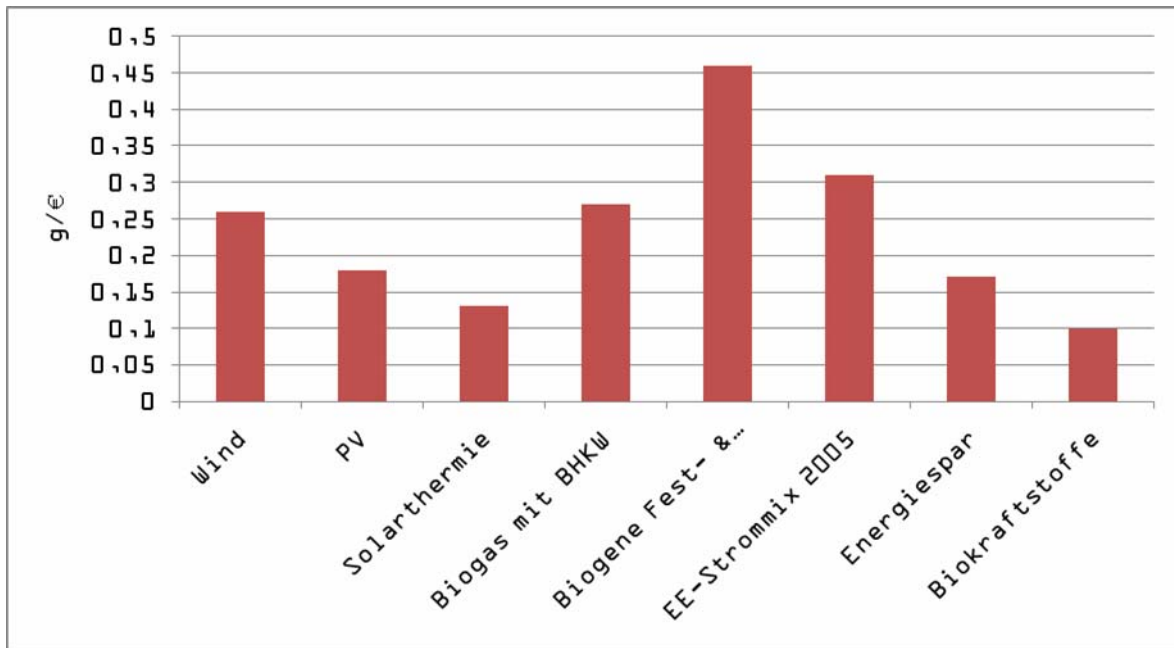


Abbildung 6 - Wieviel g CO₂ kann pro investiertem € beim jeweiligen Energieträger eingespart werden? (Quelle: Eigene Darstellung, nach Daten von GEMIS (2008), Ifeu (2007), BDI (2007)).

In Abb. 6 ist dargestellt, wie viel Gramm CO₂ pro investiertem Euro in die jeweilige Energieerzeugungsart eingespart werden kann.

Es ist ersichtlich, dass mit 1. der Windenergie, 2. der Photovoltaik, 4. dem Biogas (BG), 5. den biogenen Fest- & Flüssigbrennstoffen, 6. dem Ökostrom aus Erneuerbaren Energien und 7. der von der Sanierungsgruppe betrachteten Energiesparoption der größte CO₂-Einspareffekt erzeugt werden kann.

Die im 3. Balken dargestellte Solarthermie (ST) ist deshalb wichtig und in unsere Betrachtung mit einzubeziehen, weil wir nach unserer Herangehensweise jeweils eine universitätszentrale Kleinere und eine Große, eher überregional nachhaltige Option betrachten wollen. Aus diesem Grunde gehört die kostenlose und sehr CO₂-arme Wärmeproduktion mittels Solarthermie auf den Dächern der Leuphana Universität Lüneburg zu beiden der Nachhaltigkeit verpflichteten Varianten.

Die im 8. Balken behandelten Biokraftstoffe sind interessant, weil sie Potentiale in Richtung einer veränderten Betankung der genutzten Mobile vor Ort impliziert – durch eine Erneuerbare Energien-Tankstelle an der Leuphana und ihren stimulierenden Effekt hinsichtlich „Lernen mit Alltagsbezug“ und einer weitergedachten nachhaltigen Nutzung von hierfür grundlegenden Biomassen aller Art. An dieser Stelle sei auf die interdisziplinäre Kooperation zwischen der Verkehrsgruppe und der Erneuerbaren Energiengruppe verwiesen.

Im Folgenden sollen also diese Maßnahmen integrativ in zwei unterschiedlichen Energiekonzepten betrachtet werden. Sie sollen sich an den, im Methodikteil beschriebenen, differenziert betrachteten



Handlungsrichtungen orientieren und dem späteren Zusammenfügen zu den zwei unterschiedlichen Gesamtkonzepten dienen.

Es soll hier mittels Gewinn- und Renditerechnungen sowie Kalkulationen zum CO₂-Reduktionspotential aufgezeigt werden, dass die Klimaneutralität nicht nur ökologisch und sozial, sondern auch wirtschaftlich ist.

6.1. Energiekonzepte

An dieser Stelle sollen beispielhaft zwei Energiekonzepte erstellt werden, welche die Wärmeversorgung am Campus decken und durch Stromproduktion über den gesamten universitären Strombedarf hinaus die durch Wärmeproduktion an den restlichen Standorten anfallenden CO₂ Emissionen intern kompensieren.

Das Wärmekonzept kann durch zusätzliche Maßnahmen an den anderen Standorten, wie zum Beispiel ST, Kombimodule oder Sunmachines (solar- und pelletbetrieben), bis hin zur Deckung des gesamten Wärmeenergiebedarfs beliebig erweitert werden. Ähnliches gilt für die Stromproduktion, wobei dieser keine Obergrenze gesetzt werden muss, da der erzeugte Strom in das öffentliche Netz eingespeist wird. Eine Ausnahme hierbei ist aufgrund der höheren Rentabilität bei Eigennutzung die kleine Variante der Windenergie. Hierzu im Folgenden mehr.

Da für beide Varianten eine Wärmesaniierung mit einer Reduktion des Energieverbrauchs (nur Kasernengebäude) um 40% vorausgesetzt wird, ist nur noch von einem zu deckenden Energieverbrauch von 3,24 Mio kWh/a ohne und 6,24 Mio kWh/a mit den geplanten Neubauten auszugehen. Mit eingerechnetem Puffer müssen die Konzepte insgesamt rund 6,5 Mio kWh Wärme pro Jahr bereitstellen.

Die Neubauten müssen insofern in das Planungskonzept mit einbezogen werden, als dass auch für diese die Versorgung klimaneutral erfolgen muss. Ihr Potential, sich solar eigenständig mit Wärme zu versorgen, reicht bei aktueller Planung nicht vollständig aus, weshalb ein Restbedarf von 750.000 kWh/ Jahr in die aktuelle Planung mit eingehen muss.

Bei solaroptimierter Planung hingegen könnten sie sich vollständig solar versorgen. Des Weiteren muss die solare Energiegewinnung durch und für die Neubauten mit in die Planung der notwendigen Wärmespeicherung eingehen.

Die Planung erfolgt beispielhaft aus zwei Perspektiven (vgl. Methodik). Zentraler Punkt in der Planung beider Konzepte ist die Biogasanlage (BGA) je nach Variante in unterschiedlicher Größenordnung. In Option 1 kleiner und mit Biogas-Nutzung vor Ort im BHKW, in der Option-2-Perspektive groß und dezentral mit Gaseinspeisung ins Erdgasnetz. Um diesen zentralen Punkt wird das Wärmekonzept bis hin zur Deckung des



Wärmeenergiebedarfs am Campus erweitert; anschließend folgen ergänzend Maßnahmen, die die regenerative Stromerzeugung gewährleisten sollen.

6.2. Option 1

6.2.1. *Biogas*

In einem ersten Schritt haben wir uns im Bereich Biogastechnologie das Biogas-Energieerzeugungspotential in unterschiedlichen Varianten angesehen. Wir werteten die zu Grunde liegenden Energieverbrauchswerte (Ist-Werte: Wärme 5,4 Mio kWh/a und Strom 3,3 Mio kWh/a) der Leuphana Universität Lüneburg dahingehend aus, ob eine Eigenversorgung über die Option Biogasanlage möglich ist. In einer Gesamtschau der Literatur⁸ der bisher z.B. durch Herrn Prof. Ruck durchgeführten Analysen vielfältiger Befragungen und Telefonate kamen wir zu dem Schluss, dass gute Grundlagen für eine Weiterverfolgung der Option Biogasanlage (BGA) vorhanden sind.

Wir beschäftigten uns erstens durch Recherche und Gespräche mit der BGA-Klasse um die 500 kW_{peak}⁹, die für die Leuphana Universität Lüneburg den kompletten Strombedarf selbst liefern könnte und in Kombination mit der unter Punkt 6.2.2 beschriebenen Solarthermie eine angepasste Lösung für den Wärmebedarf der Uni liefert. Die 500 kW-BGA wäre geeignet, sie in z.B. 2 km Entfernung vor Häcklingen beim nächstgelegenen Bauern bei der „Gesundheitsquelle“ aufzubauen¹⁰. Zu bedenken ist, dass wenn weder die BGA noch das Blockheizkraftwerk (BHKW) direkt vor Ort gebaut würden, eine Wärme- oder Biogastrasse¹¹ eingeplant werden müsste. Für den Fall dass die Energiegewinnung im BHKW direkt an der Universität erfolgen würde, müsste eine Biogasleitung in die Planung eingehen¹². Die Frage nach den Substraten, die in Frage kommen, führten uns einerseits durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen, die sich durch die Novellierung des Erneuerbaren Energiengesetzes EEG im Jahre 2009 ändern werden¹³, und andererseits zu Gesprächen mit Bauern und Sekundärrohstofflieferanten¹⁴. Eine angedachte Variante abseits der Grundoption mit 500 kW stellen z.B. drei mit 30% Gülle gefahrene, mit 70% NawaRo oder Abfall 150 kW-BGAs dar, die ab 2009 25 Cent pro kWh aus dem EEG vergütet bekämen, zuzüglich der anfallenden

8 z.B. FNR (2006): Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung und Biogas Leitfadens.

9 An der Universität sind auch andere Größen im Gespräch mit unterschiedlichen Begründungen. 150kW-Variante, die mit dem ab 2009 gewährten Gülle-Bonus interessant werden könnte („klein, aber fein“), 600-700kW, die zur 500er-Familie zu zählen sind und auch zum bereits vorhandenen 600 kW BHKW der e.on-Avacon passen, das durch die BGA ersetzt werden soll. Hr. Prof. Ruck rechnet z.B. mit einer 700kW Variante.

10 Angedacht sind auch Standorte: 1. Direkt neben dem bestehenden Heizkraftwerk (e.on-Avacon) auf der Wiese & 2. In Melbeck, 4 km entfernt.

11 Eine Wärmeleitung kostet etwa das Doppelte einer Biogasleitung (BG-Leitung: ca. 120,-€/Meter) und damit ca. 250€/m. vgl. forum. newpower 2007, 6.

12 Durch diese recht nahe Positionierung zur Uni wird die beste Verbindung mit der universitären Lehre möglich.

13 EEG wird nach der Kabinettsvorlage der Novelle Verbesserungen für Gülle-NawaRo-Kombinationen bis zu einer Größe von 150 kW-Anlagen und für Sekundärrohstoff- & Abfallverwertungsanlagen ohne Größenbeschränkung bringen.

14 Die Gesellschaft für Abfallwirtschaft Lüneburg (GfA) und vor allem die Fa. BAB aus Bleckede, die direkt Küchen- & Lebensmittelabfälle für die Biogasanlage liefern.



und genutzten Wärme, die die laufenden Kosten minimiert. Dies wäre als Forschungsprojekt denkbar, auch mit staatlichen Pilotprojektzuschüssen finanzierbar, da sobald die vorgeschriebenen 30% Gülleanteil z.B. in Richtung 70% getrieben würden und dann z.B. Hühnerkot verwendet würde, der in der Weser-Ems-Region und auch hier massenweise anfällt, dann könnte direkt beim BMU oder UBA usw. ein Antrag auf Forschungsförderung gestellt werden. Auch könnte eine der 150kW-Anlagen gut an einem der anderen Standorte der Uni aufgebaut werden (z.B. Suderburg)¹⁵.

Diese Variante bezieht sich auf die Potentiale direkt vor Ort. Damit wären geringere Eingriffe in die Landschaft sowie die kürzesten Genehmigungszeiten gegeben, und damit ist sie insgesamt nach unserer Kurzanalyse zu der ersten Option zu zählen.

Variante 2 mit ihren Groß-BG-Anlagen passt gut zu der Großoption „Uni als Kraftwerk“ und wird somit weiterverfolgt (siehe unter Option 2). Ob diese dann letztlich auf einen Eigenbetrieb hinausläuft oder aber es zu Kooperationen mit Partnern kommt, können wir nicht entscheiden; aber wir zeigen hiermit Möglichkeiten auf, die eine potentiell einfachere Herangehensweise und den weiteren Ablauf zur Erreichung der Klimaneutralität der Leuphana Universität Lüneburg erleichtern helfen könnten.

Deshalb verfolgen wir hier auch weiterhin nur noch die erste und zweite Variante.

Vorausgesetzt, die Berechnungsmethode gemäß e.on-Avacon kann nach GEMIS 4.4 des Öko-Instituts im Bereich Biogas erweitert werden¹⁶, weil z.B. organische Abfälle nicht mehr einfach verrotten (Lachgas- & Methan-Emissionen), sondern in der Biogasanlage zur Energieproduktion verwendet werden und somit Klimagase der Atmosphäre fernhalten¹⁷, werden wir hier für die Gesamtenergieproduktion der BGA jeweils die CO₂-Reduktion nach GEMIS & e.on-Avacon berechnen.

Bei der 500 kW BGA mit Gasleitung liegen die Investitionskosten bei 2,3 Mio Euro, bei der mit der Wärmeleitung bei ca. 2,5 Mio €.

Diese BGA kann im Jahr 4 Mio kWh Strom und ebensoviel Wärme bereitstellen. Hiermit erwirtschaftet der Betreiber in einem Jahr bei 11,81-17,81ct/kWh mal 4 Mio kWh Strom gleich 472.560 bis 712.560 Euro¹⁸. Das Projektteam ist hier von konservativen 440.000 Euro ausgegangen, mit denen hier auch weitergerechnet wird. Diese werden, nach unserer Berechnung, voll umfänglich durch die Substrat- und andere Unterhaltungskosten (z.B. Versicherungen, Steuern, Kredittilgung usw.) der BGA aufgebraucht. Bleibt noch der volle Wärmeersatz, der die Uni bisher durchschnittlich 11 Cent/kWh kostete. 4 Mio kWh Wärme á 11

¹⁵ Auch hier ist großes Integrationspotential für die universitäre Lehre vorhanden.

¹⁶ Gemäß Öko-Institut, Telefonat vom 27.2.08 kann angenommen werden: 190g + 414 g/kWh CO₂ für die Gas-BHKW-Ersatz-Wärme & 527g + 414 g/kWh für die Ersetzung des Norm-Stroms, gemäß GEMIS 4.4, Zugriff: 21.1.08.

¹⁷ Allerdings werden bei der Verbrennung auch wieder Gase frei, die gemäß GEMIS, als Globales Emissions Model integrierter Systeme das natürlich mit berechnet! Lachgas 300-mal und Methan 23-mal schädigender als CO₂ und damit kommt Minderung dieser Em. Der negative Wert -414 g/kWh gemäß GEMIS heraus!

¹⁸ 11,81ct/kWh, Ohne NawaRo- & Technologie- lediglich mit KWK-Bonus berechnet. 17,81ct/kWh, Mit NawaRo-, Ohne Technologie-, mit KWK-Bonus berechnet. Quelle: <http://www.iwr.de/biogas/eeg-rechner/index.php>, Stand: 26.2.08



Cent sind 440.000,-€/a Einsparungen plus die generierten und dadurch nicht zu kaufenden Zertifikate in Höhe von 4 Mio kWh mal 604g/kWh für die erzeugte Wärme, gleich 2.416 Tonnen plus 4 Mio kWh mal 941g/kWh beim Strom gleich 3.764 Tonnen. Dies macht insgesamt 6.180 Tonnen CO₂-Reduktion¹⁹ bei der „Option 1“-Variante (siehe Anhang 8). Diese 6.180 t bedeuten monetär (mal 20 €²⁰) 123.600 Euro Geldersparnis.

Wenn nun die 440.000 € plus 123.000 € eingespart werden, dann bleiben sie für andere Bereiche. Zusammen ergibt das in 20 Jahren eine Ersparnis von 11.260.000 Euro und damit eine Rendite von 24,4 Prozent.²¹

6.2.2. Solarthermie und Wärmespeicherung

Im Bereich der solaren Energiegewinnung bieten sich grundsätzlich die beiden Möglichkeiten, die Sonnenenergie mittels einer Photovoltaikanlage (PV) in Strom umzuwandeln oder sie über eine Solarthermieanlage (ST) in Form von Wärmeenergie zu nutzen. Aus der Flächenkonkurrenz dieser beiden Formen resultiert die Aufteilung der Dachflächen der Universität je nach Notwendigkeit im jeweiligen Energiekonzept. Da im Rahmen dieser Projektarbeit zuerst der Wärmebedarf des Standortes Campus gedeckt werden soll, wird der Nutzung der ST, trotz der bestehenden wirtschaftlichen Vorteile der PV, Vorrang gegeben.

Um die täglich einfallende Sonnenenergie mittels Photovoltaikmodulen auf den Dächern der Universitätsgebäude zu nutzen, bieten diese allein am Standort Scharnhorststraße ohne die geplanten Neubauten 17.858 m² Dachfläche. Diese bergen eine potentiell nutzbare Installationsfläche von ca. 8.973,745 m², von der 1170,825 m² südlich und 3.819 m² östlich und westlich ausgerichtet und insgesamt 3.983,92 m² Flachdächer sind. Mit dieser potentiell zur Verfügung stehenden Fläche ließen sich jährlich insgesamt ca.4,4 Mio kWh Wärme solar erzeugen.²²

Sofort durchführbar wäre eine Installation auf 2.653 m² Dach-,²³ entsprechend 1.333 m² Kollektorfläche, da diese Dächer bereits saniert wurden (vgl. Dachflächenberechnung CSM 2007).

Wie oben aufgeführt, würde in dieser Variante die BGA etwa 4 Mio kWh Wärme pro Jahr liefern, was den Bedarf des Standort Campus (saniert) decken würde. Für das Energiekonzept Campus ist also ST nicht zwingend notwendig.²⁴

19 Wenn lediglich die e-on-Avacon-Zahlen herangezogen würden, dann ergäben sich 2.512 Tonnen CO₂-Red.

20 Das Projektteam nimmt hier den Börsenpreis der EEX in Leipzig an. Quelle www.eex.de, Stand: Durchschnitt der Letzten Wochen, vom 26.02.08. Mittlerweile ist er auf über 25 €/kWh gestiegen.

21 Quelle: <http://www.iwr.de/biogas/eeg-rechner/index.php>, Stand: 26.2.08

22 bei angenommenen 490 kWh/a/m², Vgl. Ruck: 2007.

23 davon 480 m² Süden; 45° Dachneigung; 1.473 m² Westen; 45° Dachneigung, 700 m² Osten; Pultdach; ca. 6° Dachneigung (Halle 21)



Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass die Planung der Neubauten unbedingt solaroptimiert erfolgen sollte, dann könnten sich die neuen Gebäude eigenständig mit Wärme versorgen (Solarthermiepotential 4 Mio kWh/a bei 3 Mio kWh geschätzter Wärmeverbrauch).

Um Unsicherheiten vorbeugen zu können, gehen wir hier aber vom „Worst Case“ aus und rechnen mit der nicht solaroptimierten Variante. In diesem Fall ist von einem solaren Wärmepotential der Neubauten von etwa 2,25 Mio kWh pro Jahr (vgl. Ruck 2007) auszugehen. Daher muss in der heutigen Planung für die neuen Gebäude eine Wärmeversorgung von 750.000 kWh pro Jahr mit einkalkuliert werden, entsprechend einer Kollektorfläche von rund 1.530 m² mit einem Puffer 1.600 m². Bei einer Investsumme von 450 € pro m² (vgl. Kompensationsgruppe, Klima1 2007) wären für diese Maßnahme etwa 720.000 € aufzubringen.

Um das Problem der Überproduktion von Wärme während des Sommerbetriebs zu beheben, besteht sowohl die Möglichkeit im Sommer, das an die Universität angrenzende Wohngebiet Bockelsberg über das bestehende Nahwärmenetz mit Wärme zu versorgen²⁵, als auch die überschüssige Wärme zur solaren Klimatisierung zu verwenden. Beide Wege sind durchaus interessante Lösungsansätze, insbesondere in Kombination mit der Variante, die Wärme saisonal zu speichern, denn wegen der hohen Verluste von etwa 40% (vgl. Ruck 2007) und somit der Generierung eines Eigen-Wärmebedarfs sollte ein Speicher möglichst klein ausfallen.

Wenn wir allerdings, wie hier, von einer *angepassten* Systemlösung ausgehen, das heißt nicht mehr Energie erzeugen wollen als für den eigenen Bedarf notwendig, können wir von der auf den ungefähren Jahreswärmebedarf abgestimmten erzeugten Energiemenge nicht viel „abgeben“, da wir diese in der Summe selber benötigen. Darüber hinaus ist diese Möglichkeit in diesem Rahmen nicht kalkulierbar, da unter anderem auch Absprachen mit Eon notwendig wären und auch die Effekte (CO₂ Reduktion, Gewinne etc.) schwer abzubilden sind.

Im Folgenden soll daher eine dritte Möglichkeit, die in den Sommermonaten nicht benötigte Wärmeenergie saisonal zu speichern und im Winter wieder bereitzustellen, dargestellt werden.

Bei der Planung eines Wärmespeichers muss, um die Versorgung aller Gebäude das ganze Jahr über zu gewährleisten, der gesamte jährlich Wärmebedarfs des Konzepts, also auch der Neubauten, mit ein berechnet werden.

Um den jährlich anfallenden Nutzwärmebedarf von etwa 6,5 Mio kWh/ Jahr (vgl. Kapitel 3) zu decken muss in etwa ein Speichervolumen von 335.000 m³ mit einer Speicherkapazität von ca. 9.3 Mio. kWh/a

24 Wie in den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen (Abb. 5 & 6) gezeigt, erweist sich die PV als „günstiger“ hinsichtlich des CO₂ Einsparpotentials pro investiertem Euro, daher ist es besser die Flächen auf denen keine ST benötigt wird mit PV zu belegen, wird dieser in diesem Fall Vorzug gegeben.

25 Dieser Pkt. ist ja nur einer von vielen für die gebrauchte Wärmesenke! Klimatisierung, Speicherung und eben auch die Verwendung der Wärme für Warmwasser usw. siehe Uni als Energieversorger!



eingepplant werden. Hierfür ist mit einer zwar beachtlichen Investitionssumme von ca. 4,5 Mio. € zu rechnen²⁶, die noch gewaltiger erscheint, zumal der Speicher keine konkreten, monetär abzubildenden Gewinne erwirtschaftet. Allerdings ist diese Maßnahme unumgänglich, um das klimaneutrale Wärmekonzept ganzjährig effizient zu machen. Die ansonsten noch höheren²⁷ Investitionskosten erhöhen die Notwendigkeit, die Überschusswärme des Sommerbetriebs anderweitig zu verwenden.

Die oben genannte Speicherkapazität entspricht in etwa der Wärmeenergiemenge, die für den Betrieb des Speichers jährlich erzeugt werden muss. Abzüglich des Anteils, der über das Potential der Neubauten gedeckt werden kann, ergibt sich für die aktuelle Planung ein Wärmebedarf von insgesamt rund 7 Mio. kWh. Da hiervon mittels der oben beschriebenen Maßnahmen (BGA und 1.600 m² ST) nur 4,784 Mio. kWh pro Jahr zur Verfügung gestellt werden können, müssen jährlich etwa weitere 4.572 m² Kollektorfläche für ST eingepplant werden. Insgesamt würde die Solarthermie für dieses Wärmekonzept ca. 6.172 m² Kollektorfläche einnehmen.

Bei einer Investitionssumme von 450 € pro m² (vgl. Kompensation Klima1: 2007) müssten für diese Maßnahme rund 2,8 Mio. € aufgewendet werden. Jährlich würde die ST etwa 574 Tonnen CO₂ vermeiden und dabei ab dem Amortisationszeitpunkt nach etwa 10 Jahren einen jährlichen Gewinn von 332.670,80 € erwirtschaften (entsprechend Einsparung 11 Cent/ kWh Wärme). Zuzüglich der eingesparten Zertifikate (entsprechend 13.216 €/a) ergibt sich ein Gesamtgewinn von etwa 345.887,00 € jährlich. Zwanzig Jahre nach der Installation der Anlage würde sich der Reingewinn auf 4.117.738,00 € belaufen, mit einer jährlichen Rendite von 12,35 %.

Eine durchaus interessante Variante, den Wärmebedarf solar zu decken, ohne dabei die ST in Flächenkonkurrenz mit der PV treten zu lassen, bietet die so genannte "Sun Machine Solar". Diese beanspruchen zur Installation keine Dachflächen und erzeugen über das Dish-Stirling-Motorsystem sowohl Strom als auch Wärme.

Ein großer Hohlspiegel bündelt das einfallende Licht in einem über 2.000 Grad heißen Strahl. Mit dieser Wärme wird ein über dem Hohlspiegel befestigter Stirlingmotor angetrieben und wandelt diese in mechanische Energie um, mittels derer über einen Generator wiederum Strom gewonnen wird. Da die Abwärme ebenfalls genutzt werden kann, werden somit sowohl Solarwärme als auch -strom gewonnen.

Eine "Sunmachine-Solar" ist nach bisherigen Ergebnissen äußerst effektiv. Laut Herstellerangaben ersetzt sie 20 bis 25 Quadratmeter Fotovoltaik, zehn Quadratmeter Röhrenkollektor und ein komplettes Gas-

²⁶ nach Gespräch mit Oliver Opel, 4.1.08.

²⁷ Siehe Ergebnisse des Solarthermieseminar von Hrn. Prof. Ruck, 3 mal so groß und 12 Mio.€ Investsumme.



Blockheizkraftwerk. Vorteil dieser Variante der solaren Energiegewinnung ist neben der Kraft-Wärme-Kopplungs-Effizienz, dass sie in keinerlei Flächenkonkurrenz zu PVA oder STA steht.

Inwiefern diese Möglichkeit in gesamtsystemischer Hinsicht zur effizienten Wärmeversorgung beitragen kann, ist fraglich, zumal das Produkt bisher noch nicht zur Marktreife gebracht wurde. Ein bisheriger Projektversuch wurde im Rahmen eines Forschungsprogramms vom Bundesumweltministerium unterstützt. Ebenfalls interessant ist die Möglichkeit, einen Teil der überschüssigen Wärme aus dem Sommerbetrieb der BGA und ST, wie oben bereits erwähnt, für die solare Klimatisierung zu nutzen. Auch wenn diese hier nicht mit in die Berechnungen einfließt, ist es dennoch eine Variante, der große Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. Daher soll sie im Folgenden kurz für die Universität umrissen werden.

Um den am Campus im Sommer anfallenden Bedarf an gekühlter Luft über solare Klimatisierung mit solarthermischer Wärme zu decken (etwa 150.000 m³),²⁸ würden ungefähr 700 m² Kollektorfläche ST benötigt. Diese würden zusätzlich zu der Kälte rund 222.400,00 kWh/a Wärme erzeugen²⁹. Auch die mittels Biogas erzeugte Wärme ließe sich hierfür verwenden; die 700m² ST würden dann nicht mehr benötigt und gleichzeitig wäre ein Teil der Überschuss-Biogaswärme im Sommer veranschlagt, der wiederum nicht gespeichert werden muss, damit der Speicher so klein wie möglich ausfallen kann.

6.2.3. Photovoltaik

Grundsätzlich gilt natürlich, dass (vor allem in der ersten Variante aus Innovationsgründen) sich das Problem Flächenkonkurrenz PV - ST mittels der Installation von Kombimodulen beheben ließe und die einfallende Sonne sowohl zur solaren Wärme als auch Stromproduktion genutzt werden könnte. Da noch keine konkreten Daten zu dieser Technik verfügbar sind, sie hier also nur schwer darstellbar ist und darüber hinaus noch nicht ganz klar ist, inwiefern diese Maßnahme zu einem klimaneutralen Wärmekonzept beitragen könnte, werden die Berechnungen hier eher konservativ ausfallen und eine Aufteilung der Fläche zugrunde legen. Gerade in dieser sollte diese Möglichkeit jedoch im Weiteren eingehend geprüft werden, sowohl aus Forschungs- und Innovationsgründen als auch wegen der zu erwartenden deutlich höheren CO₂ Reduktion sowie finanzieller Vorteile. Nähere Informationen und Anbieter sind im EE - Anhang 19 zu finden.

Nach dem oben erstellten Wärmekonzept beläuft sich die für die PV zur Verfügung stehende Anlagennutzfläche auf ca. 2.680 m², auf denen insgesamt rund 270 kWp installiert werden könnten. Diese

²⁸ Grobe Kalkulation anhand der Übertragung der Daten eines Beispielprojekts der solaren Klimatisierung nach Bine Publikation Solare Klimatisierung

²⁹ Grob kalkuliert über die durch die Nutzung der ST zur solaren Klimatisierung während der Sommermonate Juni, Juli, August entfallende Menge an kWh Wärme pro Jahr. Berechnungsgrundlagen war die Übertragung der Daten über die Wärmeproduktion einer ST in München im Jahresverlauf, Quelle: <http://energiewende-oberland.de/solarenergie/beschreibung/solarthermie/>



bieten ein jährliches Stromerzeugungspotential von 230.000 kWh (bei 850 kWh/a/kWp), entsprechend etwa 7 % des gesamten jährlichen Strombedarfs.

Die für diese Maßnahme aufzubringende Investitionssumme beläuft sich bei prognostizierten Kosten von 4.200 €/kWp (Vgl. Einschätzung Sun Energy Hamburg, 2007) auf insgesamt 504.000,00 €.

Bei einer Vergütung von 44,13 Cent pro eingespeister kWh Strom (Vgl. Einschätzung Sun Energy Hamburg, 2007) ließen sich nach einer Amortisationszeit von etwa 10 Jahren jährlich ca. 101.500,00 € erwirtschaften. Zuzüglich der Einsparungen durch nicht mehr benötigte Zertifikate ergäbe sich ein Gewinn von 104.288,00 € pro Jahr. 20 Jahre nach der Installation der Anlagen ließen sich rund 1,6 Mio € erwirtschaften, entsprechend einer Rendite von 15,7% /a, und gleichzeitig jährlich 121,21 Tonnen CO² vermeiden.

6.2.4. Wind

In einem ersten Schritt haben wir uns für den Bereich der Windkraft das Windkraftpotential in unterschiedlichen Varianten angesehen. Wir werteten die ersten für ein halbes Jahr verfügbaren Daten eines Windgeschwindigkeitsmessers an Gebäude 12 aus und kamen zu dem Schluss, dass diese in Zusammenhang mit den allgemein verfügbaren Daten für den Landkreis Lüneburg, die konservativ im Durchschnitt von Jahreswindgeschwindigkeiten von ca. 5,2 m/s ausgehen³⁰, gute Grundlagen für eine Weiterverfolgung der Option Wind boten. Hinzu kommt der Faktor, dass die gemessenen Werte aus dem Zeitraum von April bis November stammen, also einem Zeitraum, der generell als „windschwächer“ gilt, da durchschnittlich im Winter die höheren Erträge erzielt werden. Der Jahresdurchschnitt dürfte daher durchaus höher ausfallen. Zusätzlich könnten die Standorte Suderburg und Volgershall eine höhere Attraktivität bieten, da die Standortbedingungen besser scheinen. Hierzu müssen aber noch genauere Ergebnisse eingeholt werden, indem an diesen Standorten Windmesser in den kommenden Monaten installiert werden. Bisher sind keine vollständigen Daten über die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten der Einzelstandorte verfügbar und so lediglich eine Grobeinschätzung möglich.

Wir beschäftigten uns durch Recherche und Gespräche mit zwei verschiedenen Varianten der Windkraftnutzung an der Universität. Die erste Möglichkeit stellt dabei die Kleinwindkraftanlagen-Klasse dar, die für uns interessante Größen im Bereich von 3-10 kWpeak bereitstellen kann. Diese wären für Dachintegrierte Installationen an der Universität geeignet und vereinfachen den grundsätzlichen Planungsprozess, da die Anlagen so direkt auf universitärem Grund stehen und so einige Formalien für Planung und Konstruktion entfallen. Weiterhin wäre die Installation einfacher zu bewerkstelligen. Hinzu kommt der Aspekt, dass so eine sehr gute Verbindung mit der universitären Lehre möglich ist.

³⁰ siehe Windgutachten, die eine mittlere jährliche Windgeschwindigkeit von 6,0 m/s (für Ostheide) und 6,2-6,4 m/s (für Artlenburg) in Nabenhöhe prognostizieren. Quelle: <http://www.umweltfondsvergleich.de/fondsportraits/lueneburg.php>, Zugriff: 14.3.08.



Variante 1 ist nach unserem strategischen Vorgehen zur Option 1 zu zählen, da sie sich auf die Potentiale direkt vor Ort, sogar direkt auf den Dächern der Universität, bezieht. Damit wären die geringsten Eingriffe in die Landschaft, die kürzesten Genehmigungszeiten, und damit der schnellste Fortschritt in Richtung Klimaneutralität der Uni erbringbar. Variante 2 würde mit seinen mittleren Anlagen ähnliche Bewertungen erhalten und damit für eine grundsätzliche Gegenüberstellung der umfassenden Potentiale über Maßnahmenpakete irrelevant werden.

Deshalb verfolgen wir hier auch weiterhin nur noch die erste und dritte Variante, die die Energie weit weg vom Unistandort erzeugt.

Erstens soll hier die kleinste angepasste Variante, bestehend aus 40 mal 3 kW_{-peak} Kleinwindkraftanlagen oder aber nach den Aussagen der Fa. Sieb&Meyer aus Lüneburg 12 mal 10 kW_{-peak}, die beide 120 kW_{-peak} Gesamtleistung auf den Dächern der Universität Lüneburg ausmachen würden (vgl. Anhang), behandelt werden.

In beiden Fällen würde das circa. eine Investitionssumme von 240.000 Euro bedeuten. Die Stromproduktion würde sich auf ca. 850.000 Kilowattstunden pro Jahr (kWh/a) belaufen. Bei der hier einzusparenden Strommenge³¹ in gleicher Höhe ergeben sich beim angenommenen mittleren Strompreis von ca. 10 ct/kWh verminderte Ausgaben im Strombereich von 85.000 €/Jahr abzüglich der laufenden Kosten³² und damit minus 20%, also insgesamt ca. 68.000 €/ Jahr.

Dieser Wert wird nun addiert mit den nicht mehr zu kaufenden Zertifikaten pro Jahr. Die Uni kann beim Wind im Strombereich 527g/kWh CO₂ und damit 448 Tonnen sparen mal 20 Euro Bösenpreis³³. Damit kommen wir zu einer monetären Einsparung durch den gesparten Zertifikateeinkauf von 8959 Euro pro Jahr.

Insgesamt erwirtschaften die Kleinwindkraftanlagen auf den Dächern der Uni pro Jahr ca. 76.000 € „Ertrag“, der sich innerhalb von 20 Jahren auf 1.560.974 Euro aufsummiert. Dieser Wert abzüglich Investition ergeben nach 20 Jahren ungefähr 1,4 Mio € Gewinn, womit eine Rendite von ca. 29,16 % errechnet wird. Siehe dazu auch Darstellung der Ergebnisse in Tabellenform im Anhang (vgl. EEG-Vergütungsrechner: <http://www.iwr.de/wind/eeg-rechner>, Stand: 10.12.07 & 26.2.08.).

Zu erbringende Vorarbeiten wären noch: Der Statiker und gegebenenfalls auch der Architekt der betreffenden Bauten sind zu konsultieren und damit zu beauftragen, eine Statikberechnung durchzuführen,

31 Hier ist die Selbstnutzung des erzeugten Stroms die effektivste Variante, da dafür die normalerweise anfallenden Strombezugskosten in Höhe von mind. 10 Cent Pro kWh eingespart werden. Für die Einspeisung bekäme die Uni vom Netzbetreiber höchstens ca. 8 Cent. Die Grundvergütung für Windstrom liegt bei etwa 5 Cent. Da die Uni ca. 3,3 Mio kWh/a verbraucht sollten, abgesehen von Spitzeneinspeisezeiten der WKA, diese 0,85 Mio kWh voll verwendbar sein.

32 Versicherung, Rücklagen für eventuelle auftretende Reparaturen und Wartung, Kreditrückzahlungen usw.

33 Das Projektteam nimmt hier den Börsenpreis der EEX in Leipzig an. Quelle www.eex.de, Stand: Durchschnitt der Letzten Wochen, vom 26.02.08.



die dann entweder aussagt, dass gebaut werden kann oder aber nur die Variante 3 bliebe und unsere Uni in die Fläche gehen muss.

6.2.5 Stromanbieterwechsel

Durch die Wahl des Stromanbieters wird entschieden, welche Art der Stromerzeugung damit unterstützt wird und wie viel CO₂ dabei entsteht oder aber gespart werden kann: Fossil, ressourcenverschwendend, atomar – oder nachhaltig, klimaschonend und zukunftsträchtig.

Mit dem Bezug von Ökostrom³⁴ könnten jährlich insgesamt 1.712 Tonnen CO₂ vermieden werden³⁵. Da wir bei Eigennutzung des jährlich mittels Windkraft erzeugten Stroms diese Menge von der vom Anbieter bezogenen abziehen müssen, beläuft sich in dieser Variante die jährliche Bezugsmenge auf 2.487.145 kWh/Jahr. Dies entspricht an dieser Stelle einer jährlichen CO₂-Reduktion von 1.276 Tonnen.

Wie bereits die Ausarbeitung der ersten Projektphase der Klimaneutralen Universität aufgeführt hat, bildet der Stromanbieterwechsel also die Grundlage der klimaneutralen Stromversorgung.

Bei der Wahl des Anbieters ist zu beachten, dass unterschiedliche Kombinationen regenerativer Energiequellen zur Stromerzeugung genutzt werden und somit spezifische CO₂-Emissionen generieren (siehe Tabelle III).³⁶

Wir betrachten hier die nach den Kriterien der Nachhaltigkeit geeigneten vier Anbieter:

1. Greenpeace Energy eG, Hamburg (GPE)
2. EWS Schönau GmbH, Schönau (EWS)
3. Naturstrom AG, (Naturstrom)
4. Lichtblick GmbH, Hamburg (Lichtblick)

34 Kriterien, die die vier Ökostromanbieter erfüllen:

1. Es besteht keinerlei eigentumsrechtliche Verflechtung mit einem Stromkonzern der Atom- oder Kohlekraftwerke betreibt oder mit Strom aus diesen Quellen handelt.

2. Es wird ausschließlich "Grüner Strom" geliefert. Der Strommix des Anbieters, wie er in der Stromkennzeichnung anzugeben ist, muss mindestens zu 50% aus Erneuerbaren Energien stammen. 50% dürfen aus gasbetriebenen Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen stammen.

3. Alle Stromkunden in Deutschland müssen zu den genannten Anbietern wechseln können.

Quelle: <http://www.atomausstieg-selber-machen.de/kriterien>, Stand: 21.2.08.

35 Berechnung von durchschnittlich bei „Norm-Ökostrom“ anfallenden CO₂ Emissionen von 14 g/ kWh, für insgesamt 3,34 Mio kWh universitäreren Strombedarf

36 D.h. eine CO₂-Neutralität liegt auch hier nicht vor, aber eine weitaus CO₂-ärmere als die durch Norm-Strommix induzierte.

Eine sehr hilfreiche Vergleichstabelle ist in Anhang 5 zu finden, Quelle:

www.gesundbauenundwohnen.de/OekostromVergleichstabelle.xls, Stand: 18.2.08.



Tabelle III - Spezifischer CO₂-Ausstoß der Ökostromanbieter in g/kWh elektrisch, eigene Darstellung nach Unternehmensbroschüre, Website, Unternehmenspressemitteilung und Telefonat mit Greenpeace Energy.

Ökostromanbieter	Spez. CO ₂ -Ausstoß in g/kWh el.
GPE	Keine Rückmeldung
EWS Schönau	12g CO ₂ /kWh
Naturstrom	14 g CO ₂ /kWh
Lichtblick	14 g CO ₂ /kWh

Um genaue Angaben über mögliche Preise machen zu können, muss in konkrete Vertragsverhandlungen eingestiegen werden, da bei einem Verbrauchsprofil von mehr als 100.000 kWh/a in der Regel individuelle Vertragsvereinbarungen mit den Stromlieferanten getroffen werden und hierdurch günstigere, als die in Anhang 5 angegebenen kWh-Preise realisiert werden können.

Schließlich ist anzumerken, dass der Bezug von Ökostrom zwar eine schnell realisierbare, aber auch kostspielige Variante, vergleichbar mit der Kompensationsoption oder mit der Weiter-so-Option, ist.

Wir plädieren hier eindeutig in Richtung einer sukzessiv auszubauenden Selbsterzeugung der benötigten Energie vor Ort, und da wir den erzeugten Strom einspeisen, können wir diesen bei einem Ökostromanbieter einspeisen (z.B. auch mit Zuschlag vergüten lassen³⁷ und uns gleichzeitig wieder von ihm beliefern lassen). So wäre der Kreislauf am besten geschlossen.

(Übersicht Ökostromanbieter umfassend in Abbildung, siehe Anhang 5).

6.3. Option 2

6.3.1. *Biogas*

Hierfür recherchierten wir im Großanlagenbereich in den Größenklassen 2-10 MW_{peak}, die weit ab der Universität gebaut werden müssen, wo die Rohstoffbasis für diese sehr großen Anlagen vorhanden ist. Die Rohstoffbelieferung sollte am besten über die nächsten 20 Jahre vertraglich gesichert werden. Die Lieferanten der Substrate sollten dabei bestenfalls vertraglich auf Nachhaltigkeitsstandards im Anbau der Biomasse-Pflanzen verpflichtet werden. Bei den Großanlagen wird es voraussichtlich auf Kooperationen mit potenten Partnern hinauslaufen. Dies und das Erfordernis, bei solch zentral operierenden Groß-BGAs eine Biogaseinspeisung ins Erdgasnetz vorzusehen, führt dazu, in Gespräche mit potentiellen Kooperationspartnern einzutreten. Zu diesen zählen etwa die GfA-Lüneburg, BAB-Bleckede für die

³⁷ EWS-Schönau zahlt für EE-Kunden-Neuanlagen einen guten Aufschlag, der die Energieerzeugung noch ertragreicher macht.



Rohstoffe, Trocknungswerk SG-Südergellersen und e.on-Avacon.³⁸ Im Lüneburger Landkreis ist eine 3 MW Gaseinspeisung geplant³⁹.

E.on-Avacon möchte nach eigenen Aussagen verstärkt in die Biogaseinspeisung investieren und beraumt zur Zeit einige Projekte an. Hier besteht offensichtliches Potential zu Kooperationen, an denen die Uni, anteilig beteiligt, nicht die Hauptlast eines Großprojektes zu tragen hätte und alle Kooperations-Partner profitieren könnten.

Großanlagen beginnen heutzutage in der Größenordnung von 1,5 MWpeak und reichen hoch bis zu 20MWpeak und wären damit eher für den weit von jeglicher Wohnbebauung zur Verfügung stehenden Landschaftsbereich zu bauen⁴⁰, da beispielsweise viel LKW-Verkehr zu erwarten ist.

Bei der Grundoption Groß-BGA legen wir eine 5.000 kW BGA mit Gaseinspeisung ins Erdgasnetz zu Grunde. Hierbei liegen die Investitionskosten bei ca. 12 Mio Euro.

Diese BGA kann im Jahr ca. 40 Mio kWh Strom und ebensoviel Wärme bereitstellen. Hiermit erwirtschaftet der Betreiber in einem Jahr bei 12,53 ct/kWh mal 40 Mio kWh Strom, gleich 5.012.179 Euro⁴¹. Diese werden hier wieder, nach unserer eher konservativen Berechnung des worst-case, voll umfänglich durch die Substrat- und andere Unterhaltungskosten (z.B. Versicherungen, Steuern, Kredittilgung usw.) der BGA aufgebraucht. Bleibt noch der volle Wärmeersatz, der die Uni bisher durchschnittlich 11 Ct/kWh kostete. 40 Mio kWh Wärme á 11 Cent sind 4.400.000,-€/a Einsparungen und Ertrag bei Verkauf. Wir gehen hier im Weiteren von äußerst konservativen 2 Mio. Euro aus plus die generierten und dadurch nicht zu kaufenden Zertifikate in Höhe von 40 Mio. kWh mal 604g/kWh für die erzeugte Wärme gleich 24.160 Tonnen plus 40 Mio kWh mal 941g/kWh beim Strom gleich 37.640 Tonnen, macht insgesamt 61.800 Tonnen CO₂-Reduktion bei der „Uni als Kraftwerk“ Variante (detailliert im Anhang). Diese 61.800 t bedeuten monetär (mal 20 €) 1.236.000 Euro Geldersparnis.

Wenn nun die 2 Mio. € plus 1.230.000 € eingespart werden, dann bleiben sie für anderes. Zusammen ergibt das in 20 Jahren eine Ersparnis, bzw. hier Einnahmen aus dem Biogasverkauf, von konservativ 3,23 Mio. mal 20 Jahre, gleich 64 Mio. Euro, und damit eine Rendite von 26,6 Prozent (detailliert im Anhang). Diese Grundvariante für die Option 2 „Uni als Kraftwerk“ wird unten in den Integrationsteil übernommen.

38 GfA-Lüneburg, Hr. Tegtmeyer, BAB-Bleckede, Hr. Salewski für die Rohstoffe, Hr. Helmer für Trocknungswerk SG-Südergellersen - dort soll die Erweiterung der bestehenden 700kW auf über 2,2 MW stattfinden und Hr. Buchelt-Fürniß e.on-Avacon, die die Gaseinspeisung dann vermutlich vornehmen werden, als örtlicher Netzbetreiber. Mehr zu den jeweiligen Ansprechpartnern und Kompetenzen im Anhang bzw. in den Anbieter Excel Tabellen.

39 Gemäß Gespräch vom 21.2.08, mit Hr. Runde. Betreiber einer 500kW-Anlage in Oldendorf/Luhe, der sein Gas auch nach Südergellersen liefern will und dann ein noch neues BHKW von GE-Jenbacher übrig hat, das die Uni gut verwenden könnte, wenn sie nicht neu kaufen will/kann.

40 Hier beschränkt sich das Integrationsvermögen in die Lehre auf Vor-Ort-Termine und Besuchsreisen.

41 12,53ct./kWh, Ohne NawaRo- & aber Technologie- (wg. Gaseinspeisung) ohne KWK-Bonus berechnet. Quelle: <http://www.iwr.de/biogas/eeg-rechner/index.php>, Stand: 26.2.08



a) Uni-Anteil an der 5000 kW BGA lediglich wie oben (500 kW, d.h. nach Unibedarf), d.h. die Uni würde anteilsgemäß ihr BG selbst generieren, einspeisen und dann aber nur virtuell zur Uni liefern und dann vor Ort in vorhandenem oder eigenem BHKW in Energie verwandeln. Gaslieferung gemäß Einspeisung des BG ins Erdgasnetz plus vertragliche Nutzung des äquivalenten BG im BHKW. Dadurch wäre eine Rendite von ca. 31% realisierbar.

b) Einfachste Herangehensweise:

Das wäre eine Option für den Fall, dass die Uni wirklich nicht vor 2014 aus dem bestehenden Wärmeliefervertrag rauskäme.

Es müsste lediglich ein neuer Vertrag geschlossen werden, in dem festgelegt wird, dass die Wärmelieferung durch e.on nicht mehr über Erdgas sondern über BG, gesichert über einen 20 Jahres-Vertrag zu einem Festpreis (etwa 1 Cent über dem derzeitigen Erdgaspreis), geregelt wird. Eine Nutzung des vorhandenen BHKW durch Kauf des abgedescribenen und günstigen BHKW-600-kW von e.on-Avacon und Betrieb mit „virtuellem“ Biogas, das gekauft und eingespeist wird und auch gemäß EEG vor Ort vergütet wird, wäre vorteilhaft. Dadurch würde die Wirkung in Richtung Zubau-Impuls durch Mehrabnahme von Biogas und dessen Einspeisung ins Erdgasnetz vorhanden sein und somit wäre die Uni auch hiermit ursächlich am Umbau des Energiesystems beteiligt.

Bei einer Investsumme von ca. 300.000 € für das alte BHKW und dem Kauf des Biogases für 1 Cent mehr als jetzt, beläuft sich die Gesamtinvestitionssumme auf etwa 2,3 Mio (10 Mio kWh mal 20 Jahre plus BHKW). Insgesamt ist weniger laufender Aufwand zu betreiben während der Output mit ca. 5 Mio kWh Wärme und 5 Mio kWh Strom größer ausfällt. Dieser wird (wie oben beschrieben) vergütet, womit sich pro Jahr eine Vergütung von ca. 1 Mio Euro und eine CO₂-Reduktion von 7.725 Tonnen/a ergeben würde. Nach 20 Jahren belief sich der Gewinn auf etwa 20 Mio. €, was einer jährlichen Rendite von 43% entspräche (siehe Anhang). Ob diese Variante so wirklich im Interesse einer „Sustainable University“ sein kann, müsste sich in den Vertragsverhandlungen herausstellen. Wenn hierin Nachhaltigkeitsstandards auch für die Belieferung des induzierten Lieferanten-Inputs in eine Groß-BGA regelbar wären und darüber eine ökologische, nicht auf Monokulturen basierende Rohstoffversorgung kreieren ließe, dann wäre die Idee verfolgenswert⁴². Ansonsten machen wir ein Fragezeichen hinter diese, der „Uni als Kraftwerk“-Option zugehörigen, Variante.

6.3.2. Wind

Die erste Möglichkeit für die wir im Bereich Windenergie recherchierten, stellt der Großanlagenbereich in den Größenklassen 30 kW bis zu 300 kW_{peak} dar, die grundsätzlich zu den kleineren Groß-Anlagen zählen.

⁴² Hier wäre die Südergellerser-Variante auch kombinierbar.



Durch diese wäre eine Installation in der Nähe der verschiedenen Standorte, potentiell auch auf einem Grundstück direkt neben einzelnen Gebäuden der Leuphana Universität Lüneburg (an einem der 4 Standorte), möglich⁴³. Großanlagen beginnen heutzutage eher in der Größenordnung von 1,5 MW_{peak} und reichen hoch bis zu 7,5 MW_{peak}. Diese Anlagen sind damit eher für den weit von jeglicher Wohnbebauung zur Verfügung stehenden Landschaftsbereich verfügbar⁴⁴.

Die von uns weiter betrachtete Variante ist nach unserem strategischen Vorgehen zu Option 2 zu zählen, da sie sich auf die großen Potentiale in der freien Fläche bezieht. Damit käme es zu Eingriffen in die Landschaft, Umweltverträglichkeitsprüfungen wären zu erstellen, langwierige Genehmigungsverfahren kämen auf die Universität zu und die Bevölkerung müsste partizipativ weitgehender eingebunden werden. Insgesamt fiel die Bilanz hier also möglicherweise „schlechter“ aus als bei Kleinwindkraftanlagen.

Betrachtet wird im Folgenden eine Groß-WKA, die z.B. in Südergellersen⁴⁵ errichtet werden könnte, mit einer Leistung von 2 MW_{peak}. Diesbezüglich käme etwa eine „ENERCON E-70 E4/“, heute „E 82“, mit einer Nennleistung von 2000 kW_{peak} und einer Nabenhöhe von 98 m in Betracht. Hierbei wäre, laut IWR EEG-Rechner, mit einem Referenzertrag von 24.338.147 kWh zu rechnen. Die Investitionssumme belief sich auf ca. 6 Mio.⁴⁶

Den folgenden Angaben liegt die Annahme zugrunde, dass die Anlage am 20.08.2008 in Betrieb genommen wird.

Ergebnisse der Berechnung nach IWR EEG-Rechner.

Grundlage der nachfolgenden Berechnungen ist die Betrachtung des gesamten Vergütungszeitraumes (20 Jahre + Anzahl der verbleibenden Monate im Inbetriebnahmejahr).

1. Anfangsvergütungsdauer (inkl. 5-Jahres-Frist)

Ende am:	30.09.2028
Dauer:	241 Monate
Höhe der Anfangsvergütung:	8,03 Cent/kWh

⁴³ Auch hier ist großes Integrationspotential für die universitäre Lehre vorhanden.

⁴⁴ Beispielsweise Volgershall o. Suderburg. Hier beschränkt sich das Integrationsvermögen in die Lehre auf Vor-Ort-Termine und Besuchsreisen.

⁴⁵ In Südergellersen sind von der Verwaltung 2 neue Standorte für WKA ausgewiesen worden.

⁴⁶ Angaben: Telefonat Projektteilung-Enercon vom 26.2.08.



2. Basisvergütungsdauer (nach Ablauf unter 1. Anfangsvergütung)

Beginn am:	01.10.2028
Ende am:	31.12.2028
Höhe der Basisvergütung:	5,07 Cent/kWh

Damit ergäben sich über 20 Jahre jährlich 24.338.147 kWh mal 8,03 Cent gleich 1,95 Mio Euro Vergütung mal 20 Jahre gleich 39,08 Mio Euro (€) minus 20% laufende Kosten, was 7,82 Mio € ausmacht und damit der Uni eine Endvergütung von 31,26 Mio. € binnen der 20 Jahresfrist einbrächte.

Wenn nun die CO₂-Reduktion zusätzlich in Anschlag gebracht wird und die erzeugten 24.338.147 kWh mal die eingesparten Normstrom-Emissionen 527 g/kWh gerechnet wird, ergibt sich eine CO₂-Einsparung von 12.826 Tonnen.

Wenn diese Tonnen nun mit 20 € multipliziert werden, dann kommen zur staatlich garantierten Einspeisevergütung noch eingesparte CO₂-Emissionszertifikate in Höhe von 256.000 €/a dazu. Innerhalb von 20 Jahren summieren sich diese zu einem Zusatzertrag von 5,13 Mio Euro (erstens in Höhe des tatsächlichen Uni-Bedarfs ca. 10.000 Tonnen/a und zweitens „gebündelt“ mit dem Stromverkauf (siehe Option 2 „Uni als Kraftwerk“ - hier wird unsere Uni zum Energieversorger (die generierten nicht selbst benötigten Zertifikate könnten zu gegebener Zeit verkauft werden).

Damit ergibt sich ein Endbetrag nach 20 Jahren in Höhe von 36,39 Mio Euro. minus 6 Mio Investitionssumme, womit wir schließlich den Reingewinn mit 30,39 Mio € und eine Rendite von 25,32 % in der Option 2 beim Wind errechnen.⁴⁷ (Siehe zum Ganzen auch Darstellung der Ergebnisse in Tabellenform im Anhang).

Anzumerken bleibt, dass die Option 2 mit viel höherem regulatorischen/genehmigungstechnischen Aufwand verbunden ist als Option 1 da die Dächer der Gebäude in der Kleinwindkraftanlagenvariante der Uni gehören und lediglich die Statik geprüft, die Baugenehmigung eingeholt und evtl. auf dem Dachboden Fundamentierungen vorgenommen werden müssen.

6.3.3. Solarthermie, Sunmachine und Wärmespeicherung

Da in dieser Variante eine große BGA jährlich die gesamt benötigte Wärmeenergie inklusive Neubauten zur Verfügung stellen kann, besteht in dieser Variante kein zusätzlicher Deckungsbedarf durch ST. Da auch in diesem Fall die Wärmeenergieerzeugung durch die Biogasverstromung notwendigerweise über das Jahr kontinuierlich erfolgen muss, ergibt sich auch hier das Problem der Überproduktion während der Sommermonate.

⁴⁷ Quelle: IWR (2008): EEG-Vergütungsrechner, <http://www.iwr.de/wind/eeg-rechner>, Stand: 10.12.07 & 26.2.08.



Somit muss in dieser Variante ebenfalls ein Speicher in der oben aufgeführten Dimension eingeplant werden. Die oben genannte Speicherkapazität entspricht in etwa der Wärmeenergiemenge, die für den Betrieb des Speichers jährlich erzeugt werden muss. Abzüglich des Anteils, der über das Potential der Neubauten gedeckt werden kann, ergibt sich für die aktuelle Planung ein Wärmebedarf von insgesamt rund 7 Mio. kWh. Da hiervon mittels der oben beschriebenen Maßnahmen (BGA und 1.600 m² ST) nur 4,784 Mio. kWh pro Jahr zur Verfügung gestellt werden können, müssen jährlich etwa weitere 2,24 Mio. kWh erzeugt werden. Da der Fokus in dieser Variante auf der wirtschaftlichen Rentabilität liegt und sich die Deckung des oben genannten Wärmebedarfs des Speichers mittels Sunmachines im Vergleich als günstiger als die ST erweist⁴⁸, soll an dieser Stelle diese Option dargestellt werden.

Um den vom Speicher zusätzlich generierten Wärmebedarf zu decken, werden 35 Sunmachines benötigt. Diese würden neben der Wärme jährlich ca. 919.800 kWh Strom produzieren und insgesamt 921,6 Tonnen CO₂ pro Jahr einsparen. Die jährlichen Einnahmen durch die Stromerzeugung liegen (bei einer Einspeisevergütung von 0,175 € pro kWh) bei 160.965 €; zuzüglich der monetären Einsparungen von 11 Cent/ kWh durch die Wärmeproduktion ergeben sich nach der Amortisationszeit der Anlagen Gewinne von 298.935€ im Jahr.⁴⁹ Unter Einbeziehung der durch die CO₂-Vermeidung eingesparten Zertifikate beläuft sich diese Summe auf 320.131€, entsprechend einer jährlichen Rendite i.H.v. 26,39%. Bei einer Investitionssumme von insgesamt 1,02 Mio. € ergibt sich nach einer Laufzeit von 20 Jahren ein Gewinn von rund 5,38 Mio. € und eine CO₂-Bilanz von -18.432 Tonnen.

6.3.4. Photovoltaik

In dieser Variante kann, wie im vorausgehenden Abschnitt aufgezeigt, potentiell die insgesamt zur Verfügung stehende Anlagennutzfläche von 8.848 m² für die Installation von mindestens 880 kWp PV genutzt werden. Dies birgt ein Stromerzeugungspotential von rund 752.000 kWh pro Jahr, entsprechend 22,5% des jährlich benötigten Stroms der gesamten Universität. Hierbei ist von einer Investitionssumme von etwa 3,7 Mio. € auszugehen. Diese Maßnahme würde jährlich 331.858 € erwirtschaften. Durch nicht mehr benötigte Zertifikate ergäbe sich ein Gewinn von 340.973 € pro Jahr. 20 Jahre nach der Installation der Anlagen ließen sich rund 3,1 Mio. €, entsprechend einer Rendite von 4,2 %/a, erwirtschaften und gleichzeitig jährlich 396 Tonnen CO₂ vermeiden.

6.3.5. Stromanbieterwechsel

Da in dieser Variante vom Bau der Großwindanlagen ausgegangen wird, bei der keine Eigennutzung, sondern eine Einspeisung des erzeugten Stroms vorgenommen und auch der anderweitig regenerative Strom

⁴⁸ jährliche Rendite Sunmaschine hierbei ca. 26,39%, jährliche Rendite ST hierbei ca. 7,89%,

⁴⁹ inklusive jährlicher Pelletkosten von 0,05 € je erzeugter kWh Wärme



ins öffentliche Netz gespeist wird, kann hier mit Bezug von Ökostrom, entsprechend des gesamten jährlichen Strombedarfs der Universität gerechnet werden. Durch diese Maßnahme könnten jährlich 1.712 Tonnen CO₂ vermieden werden.

7. Gruppe Mobilität

Da für den Bereich Mobilität noch keine verifizierten Emissionsdaten vorliegen, hat die Mobilitätsgruppe eine Auswertung der durchgeführten Bediensteten-Befragung verarbeitet. Die erarbeiteten Ergebnisse zum Thema ÖPNV zeigen nur allzu deutlich, wie hoch und dringend der Handlungsbedarf ist. So könnten abends und am Wochenende mehr Busse eingesetzt und insgesamt die zeitliche Taktung der Abfahrtszeiten verbessert werden. Bezüglich der Finanzierungsmöglichkeiten muss hier beachtet werden, dass maßgeblich der HVV solche Änderungen einleiten kann, die Leuphana Universität Lüneburg also dabei höchstens Kooperations- und Verhandlungspartner sein kann. Die Entscheidung des Ausbaus des ÖPNV muss gemeinsam mit dem HVV koordiniert werden, was bereits der Fall ist. Wie oben erwähnt, dienen die Ergebnisse der Bediensteten-Befragung zu weiterführenden Verhandlungen mit Stadt und HVV zur Verbesserung des ÖPNV in Lüneburg. Wünschenswert wäre auch die Einführung eines Shuttle-Service zwischen den einzelnen Standorten der Universität. Auch die Bereitstellung von Dienstfahrrädern wäre möglich. In Bezug auf diese Serviceleistungen wäre eine private Finanzierung seitens der Universität denkbar. Ein mögliches Finanzierungskonzept müsste jedoch noch aufgestellt werden. Außerdem müsste herausgefunden werden, wie groß die Resonanz für solche Dienste wäre. Dies könnte mittels Umfragen geschehen.

Angesichts der Tatsache, dass sowohl im Winter- als auch im Sommersemester jeweils knapp 50 Prozent bevorzugt ihren Weg zur Arbeit mit dem Auto antreten, könnte über die verstärkte Nutzung von Fahrgemeinschaften nachgedacht werden. Dazu müsste jedoch zunächst einmal eine Kommunikationsplattform (zum Beispiel im Internet) geschaffen werden. Rein von den Kapazitäten der Autos wäre die Bildung von Fahrgemeinschaften möglich und sinnvoll. Schließlich sitzen laut der vorliegenden Befragung durchschnittlich 1,1 Personen in jedem Auto. Die Frage ist jedoch, ob dies von den Bediensteten gewünscht wird. Da die genauen Gründe für das Nutzen des Fahrzeugs statt des ÖPNV nicht klar benannt wurden, könnte ein Grund für die Wahl des Autos die eigene Unabhängigkeit sein. Wenn dieser Grund gegeben ist, könnte sich auch die Organisation in Fahrgemeinschaften als schwierig erweisen. Hier würden sich die Bediensteten nämlich, ähnlich wie beim ÖPNV, in eine gewisse Abhängigkeit begeben.

Ein schwerwiegender Grund für die Nutzung des Autos ist aber sehr wahrscheinlich auch die Unzufriedenheit mit dem ÖPNV. Das zeigt die geringe Nutzung desselben: Mit dem Bus fahren jeweils knapp 4 Prozent (Winter- und Sommersemester), den Zug nahmen jeweils knapp 16 Prozent (Winter- und Sommersemester).



Das Fahrrad wurde für den Dienstweg hingegen, abhängig von Winter- und Sommersemester von 25 bis 30 Prozent genutzt, was hinsichtlich der entstehenden CO₂-Emissionen als positiv zu bewerten ist.

Bezogen auf die durch den universitären Verkehr verursachten CO₂-Emissionen kann an dieser Stelle lediglich eine Abschätzung erfolgen. So wird angenommen, dass sich aus dem Gesamtverkehrsaufkommen in Bezug auf die Universität durch Pendeln eine Gesamtemission von etwa 5100 Tonnen CO₂ pro Jahr ergibt. Die Daten für diese Abschätzung sind dem Nachhaltigkeitsbericht der Leuphana Universität Lüneburg 2005/06 entnommen. Genauere Hochrechnungen können künftig durch die neugewonnenen Auswertungsdaten der Bediensteten-Befragung erfolgen.

Die folgende Graphik (Abbildung 7) verdeutlicht dieses:

Jährliche CO₂-Emissionen aus Pendel-Verkehr nach genutztem Verkehrsmittel

Abschätzung auf Basis der Ergebnisse der „Sustainable University“-Befragung vom Juni 2005

Auto**	12,8	160	2.048
ÖPNV	22,5	100	2.250
Versch. Verkehrsmittel	6,8	120	816
Fuß/Fahrrad	8,7	-	-
			5.114
Verkehrsmittel	Distanz in Millionen Kilometer*	CO₂-Emissionen in Gramm je Kubikmeter*	Tonnen CO₂

* Angaben zum Automobilverkehr bereinigt um die angegebenen Mitfahrer(innen)zahlen. Durchschnittlich waren 1,2 Personen je Auto unterwegs.

** Schätzwerte für Durchschnittsemissionen nach Angaben des Umweltbundesamtes.

Abbildung 5- Pendelverkehr und CO₂-Emissionen. (Quelle: Leuphana Universität Lüneburg 2007 a, 29)

Um künftig die durch den Auto-Pendelverkehr verursachten CO₂-Emissionen zu vermindern und vergleichsweise gering zu halten, wäre der Anreiz zur Nutzung CO₂-ärmerer Kraftstoffalternativen wie



Bioethanol (E 100, E85), Biogas, Biodiesel, Solar- und Windstrom oder Pflanzenöl möglich. Denkbar wäre der Bau einer Tankstelle direkt neben der Universität, die diese Kraftstoffe anbietet.

Der Vorteil der Nutzung biogener Kraftstoffe ist die Eigenschaft der CO₂-Armut.

Da der gesamte Kraftstoff-Verbrauch in Deutschland kaum zurückgeht, sondern kontinuierlich ansteigt, stellt sich das Problem des Anbaus der Biomasse und der benötigten Mengen. Möglicherweise müssten Rohstoffe, zum Beispiel für die Biodieselherstellung, aus anderen Ländern importiert werden, da in Deutschland die Flächen zum Anbau von Nahrungsmitteln und gleichzeitig Biokraftstoffrohstoffen nicht ausreichen. Dieser und auch einige weitere Aspekte wären wiederum in Bezug auf die Klimaneutralität kontraproduktiv.

Wir schlagen hier vor, wie oben beim Biogas beschrieben, auch hier jedem Vertrag einer "Sustainable University" gebührende Nachhaltigkeitsstandards zu Grunde zu legen. Damit wäre jedem Lieferanten aufgetragen, seine Produktionsstandards an bestimmten nachhaltigen Benchmarks, die die Uni vorgibt, auszurichten. Diese müssten, wie im Falle des Biogases auch, ein Verbot des Einsatzes von Pestiziden, Herbiziden und Fungiziden, eine Verpflichtung in Richtung Mischkultur-, Zwischenfrucht- und Ökolandbau und die Regionalität, beinhalten. Diese Nachhaltigkeitsstandards sind als grundlegend für eine funktionierende auf biogenen Rohstoffen basierende Treibstoff- und Energierohstoffalternative zu den Fossilen anzusehen. Die auf Strom basierenden Kraftstoffalternativen (Solar- und Windstrom) erfüllen diese Standards von vorn herein. Bei den auf Pflanzenmaterial beruhenden Varianten kann die Universität als Auftraggeber auch über die Grenzen der Uni hinweg positiv in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung wirken, wenn sie die nachhaltigkeitsorientierten Standards bei Ihren Lieferanten durchsetzt.

Über Informations-Marketingmaßnahmen (z.B. Social-Marketing) sollten die Potentiale vorab aufgezeigt werden und nachfolgend die Bereitschaft zum Tanken von alternativen Kraftstoffen mittels Umfragen analysiert werden, um darauf aufbauend ein mögliches Finanzierungskonzept aufzustellen. Da die Nutzung solcher Kraftstoffe zumindest anfänglich mit erhöhtem Finanzierungsaufwand verbunden ist, könnten Anreize zur erhöhten Resonanz auf dieses Angebot geschaffen werden. Eine Anreizmöglichkeit wäre, die Bediensteten bei den Kosten, beispielsweise für eine Motorumrüstung, finanziell zu unterstützen.

Für die Dienstreisen ist ein Online-Dokument in Arbeit, mit dem künftig eine Berechnung der CO₂-Emissionen und dem damit verbundenen Kompensationsbedarf zur Erreichung der Klimaneutralität möglich sein wird.

In Hinblick auf die Erreichung der 100-prozentigen Klimaneutralität der Leuphana Universität Lüneburg besteht also aus genannten Gründen im Bereich Mobilität und Verkehr ein sehr hoher Handlungsbedarf.



8. Teilbereich externe Kompensation

Im nachfolgenden Teil werden die Möglichkeiten der „externen Kompensation“ für die Leuphana Universität Lüneburg näher betrachtet. Externe Kompensation bedeutet, dass die Universität mit Instrumenten, die auf Grundlage des Kyoto-Protokolls eingeführt worden sind, eine Kompensation von Treibhausgasen bewirkt, um damit das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Dabei ist jedoch zu sagen, dass die Möglichkeit der externen Kompensation nur herangezogen werden soll, wenn allein durch die Verwirklichung der Konzepte der Gruppen Verkehr (vgl. Kapitel 7), Sanierung (vgl. Kapitel 5) und Erneuerbare Energien (vgl. Kapitel 6) das Ziel der Klimaneutralität nicht erreicht worden ist.

Im Folgenden soll vor allem auf zwei Möglichkeiten der externen Kompensation eingegangen werden. Zum einen soll die Möglichkeit der Durchführung eines Klimaschutz-Projektes durch die Universität untersucht werden; dabei sollen sowohl finanzielle wie auch die sozialen und ökologischen Aspekte berücksichtigt werden. Eine andere Möglichkeit wäre die Anrechnung von Forschungsprojekten mit dem zusätzlichen Effekt der Treibhausgaskompensation. Hierbei soll vor allem auf die generelle Machbarkeit geachtet werden.

Es erfolgt zunächst eine kurze Einführung zum Hintergrund der externen Kompensation; dabei wird vor allem das populärste Instrument, der Mechanismus von Klimaschutzprojekten (Clean Development Mechanism), beschrieben. Es werden der Mechanismus selbst sowie die Kritik dargestellt und weitere Möglichkeiten kurz aufgezeigt. Danach werden die potentiellen Möglichkeiten der Universität Lüneburg beschrieben. Zur Beurteilung der Möglichkeiten der Universität Lüneburg erfolgte eine Erfassung des vorhandenen Know-How im Bereich von Klimaschutzprojekten. Anschließend wird auf die Probleme der Durchführbarkeit für die Universität eingegangen. Abschließend soll eine Handlungsempfehlung für die Universität Lüneburg gegeben werden.

8.1. Hintergrund

Das Prinzip der externen Kompensation ist relativ einfach erklärt. Die von der Leuphana Universität Lüneburg ausgestoßenen Treibhausgase werden mit Hilfe von externen Projekten kompensiert. Dies beruht auf der Tatsache, dass Treibhausgase zwar Lokal ausgestoßen werden, aber global wirken. Daher ist der Ort der Einsparung im Prinzip irrelevant (vgl. Abb.8). Die Möglichkeiten zur Kompensation und die rechtlichen Regelungen, die es dabei einzuhalten gilt, sind maßgeblich vom Kyoto-Protokoll vorgegeben. Im nachfolgenden Teil soll vor allem auf die am häufigsten angewendete Möglichkeit zur externen

Kompensation⁵⁰, dem Clean Development Mechanism, eingegangen werden. Ebenfalls wird kurz auf alternative Möglichkeiten eingegangen.

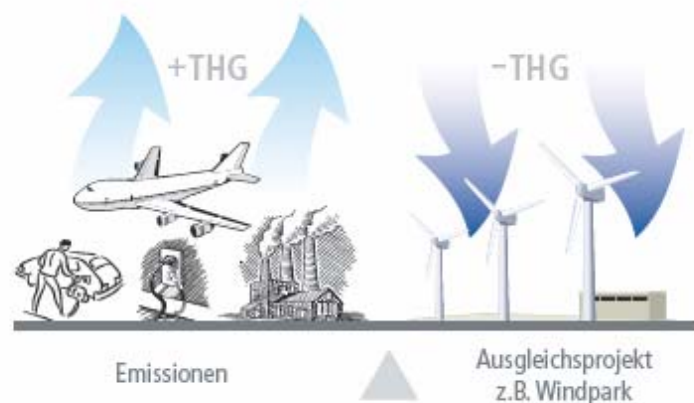


Abbildung 6 - Das Prinzip der Kompensation (Quelle: 3C Group 2007)

8.1.1. Clean Development Mechanism

Das Instrument des Clean Development Mechanism ist nach Artikel 12 des Kyoto-Protokolls eine Möglichkeit für Industriestaaten, ihre Treibhausgasreduktionsziele zu erreichen (vgl. Michealowa 2005). CDM ist eines der wichtigsten Instrumente zur Treibhausgasreduzierung neben dem internationalen Emissionshandel.

CDM-Projekte haben zwei Zielsetzungen: Zum einen soll es den Industrieländern das Erreichen der Reduktionsziele erleichtern, gleichzeitig soll ein Technologietransfer in Entwicklungsländern stattfinden und deren nachhaltige Entwicklung gefördert werden (vgl. Sterk & Arens 2006). Dieser Technologietransfer hat den zentralen Anspruch, die nachhaltige Entwicklung in den Entwicklungsländern voranzutreiben. Wirtschaftlich reizvoll ist diese Art von Projekt deswegen, da die Kosten für CDM Projekte und die daraus gewonnenen Zertifikate in Entwicklungsländern weitaus geringer sind, als Investitionen in Effizienzsteigerungen am hochtechnologisierten Standort durchzuführen (vgl. Umweltbundesamt 2007).

Bei den Projekten kann es sich beispielweise um Energieeffizienz-, Erneuerbare Energien- und Methanvermeidungsprojekte handeln (vgl. Energieagentur NRW 2006). Die Projektlaufzeit beträgt 7 Jahre, kann allerdings bis auf 21 Jahre verlängert werden. In diesem Zeitraum wird dem Projektträger jährlich eine bestimmte Anzahl an Zertifikaten gutgeschrieben. Die Menge an Zertifikaten wird mit Hilfe zweier Szenarien ermittelt. Dabei werden die Emissionen ohne Baselineszenario und mit CDM Projekt verglichen und die Differenz dem Projektträger gutgeschrieben (vgl. Sterk & Arens 2006). Voraussetzung für die Anerkennung ist das Prinzip der Zusätzlichkeit. Dabei muss nachgewiesen werden, dass sich ein Projekt ohne den

50 Umweltbundesamt (Hrsg.) (2007): Deutsches CDM-Handbuch - Leitfaden für Antragsteller.



Verkauf von Zertifikaten nicht rentieren würde. Nur wenn es sich lediglich durch den Verkauf von Zertifikaten als profitabel erweist, gilt es als zusätzlich und dient somit einer Kompensation (vgl. Michealowa 2005). Genehmigt werden diese Projekte auf Grund ihrer nachhaltigen Wirkung durch die Gastländer; die Zusätzlichkeit und die Menge an reduzierten Treibhausgasen wird hingegen von unabhängigen Zertifizierern überprüft (Bsp. TÜV Süd).

8.1.2. Kritik am Clean Development Mechanism

Möglicherweise bietet Clean Development Mechanism eine kostengünstige Möglichkeit, Treibhausgase zu kompensieren. Allerdings steht der Handel mit Zertifikaten bzw. das Instrument CDM derzeit stark in der Kritik, was sich in der steigenden Anzahl von Neuveröffentlichungen an CDM-kritischen Publikationen (vgl. Rudolph 2007 und Schneider 2007) und (Zeitungs-) Berichten widerspiegelt. Die zentralen Probleme sollen im Folgenden dargestellt werden.

An CDM Maßnahmen knüpfen die Entwicklungsländer hohe Erwartungen, da eine höhere Energieeffizienz und Elektrifizierung meist mit einer besseren ökonomischen Entwicklung einhergeht. Ein weiteres Ziel bei der Einführung der CDM Projekte war es, die nachhaltige Entwicklung in den Entwicklungsländern zu fördern (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie 2006). Die Entscheidung, ob ein Projekt nachhaltig ist oder nicht, liegt bei dem Gastland. Dies stellt sich derzeit allerdings als sehr problematisch dar, da die Gastländer meist über ein geringeres Nachhaltigkeitsverständnis verfügen und dadurch keine nationalen Nachhaltigkeitsstrategien verfolgen, in die CDM Projekte eingebettet werden müssten (vgl. Rudolph 2007). Auf Grund des hohen Marktdruckes, der auf die Länder wirkt, reichen häufig einfache Begründungen, wie das Schaffen von Arbeitsplätzen, um als nachhaltiges Projekt zugelassen zu werden. Denn ein Ablehnen eines Projektes würde dazu führen, dass sich der Projektierer einen anderen Standort sucht. Als Resultat ist derzeit ein „Race to the bottom“-Prozess der Nachhaltigkeitsansprüche von CDM Projekten zu beobachten (vgl. Cosby et al. 2005). Zwar könnte die Leuphana Universität Lüneburg das Ziel setzen, ein stark nachhaltiges Kompensationsprojekt durchzuführen, allerdings ist dies mit sehr hohen Transaktionskosten verbunden, da in den Gastländern viele notwendige Daten dazu nicht vorhanden sind und erst generiert werden müssten. Ebenfalls ist die Vorabbestimmung aller Einflüsse eines Projektes auf ökologische, soziale und ökonomische Folgen schwierig. Zwar existiert mit dem „Gold Standard“ ein Nachhaltigkeitsstandard für Kompensationsprojekte, allerdings deckt auch dieser nicht alle Bereiche detailliert ab, um ein stark nachhaltiges Kompensationsprojekt durchzuführen (vgl. Rudolph 2007).

Der zweite Problembereich ist die gelegentlich in den Medien aufkommende Diskussion um die Glaubwürdigkeit der CDM-Maßnahmen, die teilweise auch mit dem Schlagwort „moderner Ablasshandel“



versehen wird. Derzeit wird befürchtet, dass Unternehmen den kostengünstigeren Weg wählen und in ein CDM-Projekt investieren, anstatt vor Ort aktiv zu werden. Der Handel von Zertifikaten verlagert sich auf einen Handel mit Zertifikaten aus CDM-Projekten. Hierbei ist jedoch das zentrale Problem die Ermittlung der Reduktionswirkung von CDM-Projekten. Hierbei werden zwei Szenarien miteinander verglichen: Zum einen, wie sich die Treibhausgasemissionen ohne das Projekt entwickeln würden und zum anderen, wie sie sich durch die Kompensationsmaßnahme darstellen würde (vgl. Schneider 2007). Die Differenz dieser zwei Szenarien wird den Unternehmen in Form von CER-Zertifikaten angerechnet. Es ist klarzustellen, dass diese beiden Szenarien auf hypothetischen Annahmen beruhen, was zur Folge hat, dass hypothetisch angenommene Reduktionen aus der Zukunft in reale Emissionen eingetauscht werden. Dies hat damit einen Mehrausstoß an Treibhausgasen in Europa zur Folge, welches einen gegensätzlichen Prozess darstellt (vgl. Schneider 2007). So muss vor allem hier eingespart werden, da die Industriestaaten der größte Verursacher von Treibhausgasen sind und deshalb ein positives Beispiel hinsichtlich des Klimaschutzes darstellen sollte.

Daran anzuschließen ist die Problematik der Bestimmung der Zusätzlichkeit. Diese muss gegeben sein, damit ein Projekt als CDM-Projekt zugelassen werden kann. Eine aktuelle Studie des WWF zusammen mit dem Ökoinstitut hat dabei ergeben, dass 40 % der CDM-Projekte diesem Anspruch nicht genügen und somit gar nicht als CDM-Projekt gelten dürften (vgl. Schneider 2007). Konsequenz ist, dass auf dem Europäischen Zertifikatemarkt viele Zertifikate gelangen, die keine Kompensation bewirken. Dies hat zum einen die Folge, dass der Preis für Zertifikate fällt, zum anderen jedes Zertifikat zusätzliche Emissionen darstellt.

Auf Grund dieser drei Aspekte, die eine mögliche Glaubwürdigkeit der Klimaneutralität in Frage stellen könnten, stellt sich die berechtigte Frage, inwiefern sich die Leuphana Universität Lüneburg als „Sustainable University“ dieses Instrument zum Erreichen des Ziels der Klimaneutralität aneignen sollte.

8.1.3. Weitere Möglichkeiten der externen Kompensation

Weitere Möglichkeit Zertifikate zu erwerben und damit klimaneutral zu werden, ist der Kauf von Zertifikaten über Drittanbieter, wie es derzeit an der Universität gemacht wird. Dabei investiert die Universität Lüneburg über den Drittanbieter in ein CDM-Projekt. Dieser bescheinigt anschließend, dass eine bestimmte Anzahl von Tonnen CO₂ für die Universität stillgelegt werden. Diese Zertifikate gewinnen die Unternehmen selbst ebenfalls aus CDM-Projekten, die diese selbstständig durchführen. Ein Teil der Zertifikate, die durch Drittanbieter wie die Atmosfair gGmbH und die 3C Group angeboten werden, stammen allerdings aus freiwilligen Kompensationsprojekten, die so genannte Verified Emission Reductions Zertifikate (VER)



generieren. Diese Projekte werden in Anlehnung der CDM Vorschriften durchgeführt, die Zertifikate können allerdings ausschließlich nur zur freiwilligen Kompensation genutzt werden. Da jedoch die Zertifizierung an den CDM Standard angelehnt ist, ist mit ähnlich hohen Transaktionskosten zu rechnen. Allgemein gilt bei diesen Unternehmen allerdings, dass man kontrollieren sollte, aus welchen Projekten sie ihre Zertifikate bekommen. Einige Unternehmen investieren in wirklich hochwertige CDM-Projekte, andere pflanzen vielleicht nur ein paar Bäume.

Ein letzter möglicher Weg ist der direkte Kauf der Zertifikate an der Börse (EEX). Der Vorteil ist hierbei, dass gewährleistet wird, dass die Emissionen, die die Universität Lüneburg dort einkauft, von keinem anderen Unternehmen in Deutschland genutzt werden können und es somit eine sofortige Wirkung zeigen könnte.

8.2. Möglichkeiten für die Leuphana Universität Lüneburg

Für eine Stiftung des öffentlichen Rechts, wie die Leuphana Universität Lüneburg gibt es verschiedene Möglichkeiten, universitätsexterne Klimaschutzprojekte im Sinne des Kyoto-Protokolls im Zusammenhang mit der Einführung des Emissionsrechtehandels durchzuführen. Folgende Wege der externen Kompensation können genutzt werden:

Grundsätzlich eröffnet sich der Universität die Möglichkeit, ein CDM-Projekt auszuführen, um handelbare Emissionszertifikate zu erlangen. Diese Zertifikate eignen sich sowohl zur Eigenkompensation der Universität als auch zum Verkauf an der European Energy Exchange. Allerdings müssen hierfür komplexe Sachlagen und ein hoher bürokratischer und administrativer Aufwand in die Projektplanungen einkalkuliert werden (vgl. Michaelowa et al. 2003). Für jedes Projekt fallen grundlegende Planungs-, Zertifizierungs-, Unterhaltungs- und Transaktionskosten an, da das Baseline-Szenario, das methodische Vorgehen, die Zusätzlichkeit und Nachhaltigkeit des Projekts vorher dargelegt werden müssen. Mitunter können diese Kosten entsprechend hoch sein und sind somit für risikoscheue Unternehmungen kritisch zu betrachten. Erst ab einer bestimmten Größe des Projektes erweisen sich die Transaktionskosten für den Initiator als rentabel.

Tabelle IV- Transaktionskosten von CDM Projekten (Quelle: Michaelowa et.al. 2003)

Projektgröße	Projekttyp	Emissionsminderung (t CO ₂ /a)	Transaktionskosten (€/t CO ₂)
Sehr groß	Großkraftwerke, Gaskraftwerke, Geothermie	> 200.000	0,1
Groß	Windkraft, Solarthermie, Energieeffizienzmaßnahmen an großindustriellen Anlagen	20.000 - 200.000	1
Klein	Umstellung von Kesseln, kleine Wasserkraftprojekte	2.000 - 20.000	10
Sehr klein	Energieeffizienzmaßnahmen im Wohnbereich und bei KMU	200 - 2.000	100
Mikro	Fotovoltaik	< 200	1.000



Um möglichst kostensparend ein Projekt zu durchlaufen, sollte eine der bereits vorhandenen Methoden Anwendung finden, das bedeutet, auf vorhandene Projektarten und Szenarien zurückzugreifen.

Eine Anfrage bei der *TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Carbon Management Service* ergab, dass sich Projekte im Allgemeinen erst ab einem Kompensationsvolumen von mehreren 1000 Tonnen pro Jahr als profitabel erweisen. Um einen höheren Wert der Zertifikate zu erwirken, kann ein CDM-Projekt zusätzlich nach dem Gold-Standard zertifiziert werden, wenn bestimmte additive freiwillige Vorgaben in einem CDM-Projekt implementiert werden. Dieses Gütesiegel wurde von 49 NGOs im Jahr 2003 entwickelt, um die Gewährleistung der Prinzipien der Nachhaltigkeit bei CDM-Projekten sicher zu stellen (vgl. The Gold Standard 2006).

8.2.1. CDM Projekte durch die Universität in Kooperation

Es besteht die Möglichkeit, dass die Leuphana Universität Lüneburg in Kooperation mit einem Unternehmen oder mit einem Entwicklungsland CDM-Projekte durchführen könnte. Hierbei stellt die Universität durch ihr verfügbares transdisziplinäres Know-How und durch ihr weit geknüpftes Netzwerk einen potentiell interessanten Partner für Unternehmen und Staaten dar; im Speziellen für solche, deren allgemeine Unternehmens- und öffentliche Kultur sich gerade in der Entwicklung eines Verständnisses für Umweltaspekte und nachhaltiges Wirtschaften befindet.

Die Universität Lüneburg hat durch die Zusammenarbeit und den Technologie- und Wissenstransfer den Anspruch, einen Teil der Zertifikate selbst praktisch zu verwerten, um eigene Emissionen zu kompensieren. Somit wäre der Mitteleinsatz deutlich niedriger im Vergleich zu einer alleinigen Ausführung von Projekten, da sich z.B. die Zertifizierungskosten- und Investitionen auf die Projektträger verteilen.

8.2.2. Zertifizierung von Forschungsprojekten durch die Universität

Ein anderer Weg um Emissionsrechte zu erhalten, ist die Zertifizierung von Forschungsprojekten, die durch Modernisierung und Optimierung ökonomischer, ökologischer oder sozialer Prozesse zu einer Minderung von Treibhausgasemissionen geführt haben und somit einen Beitrag zum Klimaschutz liefern. Um Forschungsprojekte als CDM-Projekt geltend zu machen, muss dieses Projekt in Kooperation mit einem Entwicklungsland initiiert werden (vgl. Grubb et al. 2001). Allerdings gestaltet sich die Nachweisbarkeit, dass Forschungsprojekte in ausreichender Größe aufgrund von Anfragen von Annex-I-Staaten beabsichtigt sind, sehr wahrscheinlich als äußerst hürdenreich. Allerdings können solche Eckpunkte bei der Planung zukünftiger Forschungsprojekte berücksichtigt werden.



8.2.3. Indirekte Kompensation durch den Kauf von Zertifikaten

Den kurzfristig ökonomisch hohen Investitionssummen mit angebundem Risiko und der Ambivalenz von CDM-Projekten gegenüber steht die sichere Kompensation durch den Kauf von Zertifikaten direkt am Markt. Dies ist sicherlich die einfachste und arbeitsextensivste Form der Kompensation. Sie birgt aber auch Gefahren in Form der Abhängigkeit vom Marktpreis (10.000[T] * 20,85 [€/T], 15.02.08). Ein weiterer Punkt, der kritisch betrachtet werden muss, ist die fehlende „aktive Beteiligung“ an der Reduktion von Treibhausgasen durch die Leuphana Universität Lüneburg. Durch den Kauf von Emissionsrechten könnten der Universität wichtige Meilensteine fehlen, die dem Lehr- und Forschungsangebot eine einmalige Chance zur Ausdifferenzierung und Weiterentwicklung geben würde.

8.2.4. Know-How der Universität im Bereich Klimaschutzprojekte

Im Folgenden wurde der Frage nachgegangen, ob die Leuphana Universität Lüneburg überhaupt über das nötige Know-How verfügt, CDM-Projekte durchzuführen, bzw. Forschungsprojekte durchführt, die zu einer Einsparung von Treibhausgasen führen. Dazu wurden verschiedene Professoren und Mitarbeiter bezüglich ihres Engagements im Bereich der Treibhausgaskompensation befragt. Die zentralen Fragen waren dabei:

1. Haben Sie schon Forschungsprojekte durchgeführt, die zur Einsparung von Treibhausgasen führen?
2. Haben Sie Ideen oder wären Sie interessiert an möglichen Kompensationsprojekten teilzunehmen?
3. Welches Know-How könnten Sie für ein mögliches Kompensationsprojekt beisteuern?

Die Antworten auf Frage 1 vielen sehr ambivalent aus. Folgende Projekte wurden aus den verschiedenen Bereichen genannt beziehungsweise haben sich aus weiterer Recherche ergeben, die zu einer Treibhausgaskompensation beigetragen haben: Nachhaltigkeitsmanagement (Environmental Management Accounting for Small and Medium-sized Enterprises in South-East Asia (EMA-SEA)), Umweltchemie (Forschung im Bereich Biokraftstoffe, Thermische Untergrundspeicherung in Energiesystemen), Nachhaltigkeitskommunikation (Sustainable University - Nachhaltige Entwicklung im Kontext universitärer Aufgabenstellungen), Umweltinformatik (Optimierung von Transportsystemen, Chemische Industrie und Prozessindustrie durch Verbundproduktion). Leider blieb der Rücklauf in manchen Bereichen der Universität eher gering. Durch die weitere Recherche ließen sich allerdings noch weitere mögliche Projekte identifizieren: Umweltplanung (Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauches und der Stoffströme unterschiedlicher Mobilitätsstile durch zielgruppenspezifische Mobilitätsdienstleistungen), Umweltrecht (Rechtliche Konzepte für eine effizientere Energienutzung), Automatisierungstechnik (EXIST-SEED: Management-Outsourcing-Energie), Technische Informatik (Energieeffizientes Wohnen und Arbeiten). Die Liste lässt sich um weitere Projekte fortsetzen. Es zeigt sich somit, dass im Bereich Forschungsprojekte schon einige Projekte stattfinden, die eine Kompensation von Treibhausgasen bewirken.



Die Frage nach dem Interesse an Kompensationsprojekten wurde fast durchgehend positiv beantwortet. Damit ist auf jeden Fall Interesse seitens einzelner Universitätsmitglieder vorhanden, an möglichen Projekten teilzunehmen.

Die Frage nach dem Interesse an Kompensationsprojekten wurde fast durchgehend positiv beantwortet. Damit ist auf jeden Fall Interesse seitens einzelner Universitätsmitglieder vorhanden, an möglichen Projekten teilzunehmen.

Das Ergebnis von Frage 3 ergab folgendes vorhandenes Know-How: Ökologie (Methodendesign für (Modell-) Berechnungen)), Umweltinformatik (Durchführung von Stoffstromanalysen und Vergleiche (Einsparpotentiale) sowie Prozessmodule), Nachhaltigkeitskommunikation (Partizipations- und Kooperationsexpertise zur Projektgestaltung, „weiche Instrumente“ Verhaltensschulungen/ Maßnahmen), Nachhaltigkeitsökonomie (Volkswirtschaftliche Betrachtungsweise), Nachhaltigkeitsmanagement (Seminarerfahrung im Themenfeld, Know-How zur Messung und Berechnung von Treibhausemissionen, Erfahrungen mit Unternehmensprojekten in diesem und verwandten Bereichen, Kontakte zu Akteuren außerhalb der Uni), Umweltchemie (Biogas, Biodiesel, Erneuerbare Energien, Energiespeicherung). Durch weitere Recherche ließ sich weiteres Know-How in den Bereichen Umweltplanung, Umweltrecht, Informatik, Automatisierungstechnik, Bauingenieurwesen, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik ermitteln.

Betrachtet man die Ergebnisse, lässt sich feststellen, dass zunächst grundsätzlich das Interesse vorhanden ist, an möglichen Kompensationsprojekten teilzunehmen. Es zeigt sich ebenfalls deutlich, dass an der Leuphana Universität Lüneburg ein vielfältiges Wissen in den verschiedensten Disziplinen vorliegt, um mögliche Kompensationsprojekte durchzuführen. Geht man der Frage nach, ob die Universität über Forschungsprojekte verfügt, welche Kompensationseffekte bewirkten, ist dies ebenfalls positiv zu bewerten, da vor allem im Bereich der Umwelt- und Ingenieurwissenschaften vielfältige Forschungsprojekte im Bereich der Nachhaltigkeit stattfinden.

Die Know-How Analyse ergibt damit, dass an der Universität das nötige Wissen vorhanden ist, das als Grundlage dienen könnte, um eigenständige CDM-Projekte durchzuführen. Zum anderen existiert eine Vielzahl von Forschungsprojekten, deren Kompensationswirkungen berücksichtigt werden könnten. Allerdings erhebt diese Untersuchung auf Grund der teilweise geringen Rücklaufquote und selektiven Auswahl keinen Anspruch auf Vollständigkeit.



8.2.5. Probleme der Machbarkeit von CDM-, Forschungs- und Transferprojekten

Welche Hindernisse existieren bei der Realisierung von CDM-, Forschungs- und Transferprojekten als Kompensationsmaßnahmen für die Universität?

Eine wesentliche Hürde der Umsetzung von CDM-Projekten für die Universität sind die erheblichen Investitionssummen, die vor allem in der Planungsphase anfallen.

Bei der Vorbereitung und Durchführung von CDM-Projekten fallen neben den fixen Kosten der Zertifizierung und regelmäßigen Validierung enorme Transaktionskosten an (siehe 1.3.1). Zweifelsohne kommt ferner ein erheblicher zeitintensiver Planungsaufwand hinzu. Hypothetische Beispiele zeigten Planungszeiträume von bis zu zwei Jahren bis zur ersten Anrechnung von Reduktionen (vgl. Liptow & Michaelowa 2002). Daher stellt sich die Frage, ob die Leuphana Universität Lüneburg in der Lage ist, genügend Ressourcen für ein solch umfangreiches Arbeitspaket bereitzustellen.

Zu solchen Ressourcen zählt ferner auch das an der Universität vorhandene Know-how. Wie bereits in Kapitel 1.3.1 festgestellt, ist grundlegendes Wissen für die Ausführung von Kompensationsprojekten vorhanden. Unabdingbar ist jedoch Know-how im Bereich des CDM-Mechanismus selbst. Die Umsetzung eines CDM-Projektes bedarf auf Grund der vom CDM geforderten komplexen Vorbereitungs- und Bewertungsschritte sehr umfangreicher Planung und genauer Kenntnis des CDM.

Ebenso bestehen bei der Nutzung von Forschungs- und Transferprojekten bedenkenswerte Schwierigkeiten. Zunächst ist es überaus strittig, ob derartige Projekte nicht auch ohne die Bestrebung des Ausgleichs von CO₂-Emissionen durchgeführt werden würden. Bekanntermaßen bedeutet Forschung ein Grundelement des universitären Geschehens. Daher würde eine Beglaubigung der Zusätzlichkeit solcher Projekte, so wie in Kapitel 1.2 beschrieben, vorstellbar auf diverse skeptische Stimmen treffen.

Dann gesellt sich zu der auch am CDM-Mechanismus kritisierten ex-ante Ermittlung (siehe Kapitel 1.4.1) ein weiteres Problem: Auch ex-post ist keine gespiegelte Feststellung des geleisteten Beitrages von Forschungs- und Transferprojekten zur Treibhausgasemission möglich.

Somit kann eine Bewertung der tatsächlichen Kompensationseffekte von Forschungs- und Transferprojekten nicht hinreichend durchgeführt werden. Erschwert wird die Bewertung des Beitrages zur CO₂-Emissionsreduktion vor allem dadurch, dass es sich abweichend von CDM-Projekten um indirekte Effekte handelt. Folgerichtig stellt sich die Frage, ob indirekt wirkende Maßnahmen zur Reduktion von CO₂-Emissionen wirklichkeitsnah bewertet werden können.

Als mögliche Lösung denkbar ist dennoch die Entwicklung eines neuen Standards, eigens zur Zertifizierung von CO₂-Emissionsreduktionen durch Forschungs- und Transferprojekte. Dieser könnte in mancher Hinsicht



Forschungs- und Transferaktivitäten auszeichnen, welche zur CO₂-Emissionsreduktion beitragen und somit eine Nische erschließen, gleichwohl ist es fraglich in wie weit die Probleme der ex-ante / ex-post Bewertung und Ermittlung indirekter Wirkungen behebbar sind. Die letzten Endes erreichte Qualität und somit Glaubwürdigkeit eines solchen Zertifikates könnten von der Leuphana Universität Lüneburg selbst oder unabhängigen Dritten garantiert werden.

Grundsätzlich wird an dieser Stelle klar deutlich, dass der Umsetzung von CDM-, Forschungs- und Transferprojekten durch die Universität einige komplexe Probleme gegenüber stehen, deren kritische Debatte nicht gescheut werden darf.

8.3. Fazit

Betrachten man abschließend die Möglichkeiten der Leuphana Universität Lüneburg im Bereich der Externen Kompensation, ergibt sich für die Überlegungen im Bereich von eigenständigen oder in Kooperation durchgeführten CDM-Projekten, dass diese nicht der Weg sein können, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Zum einen ist der Zeitrahmen (Planung ca. 2 Jahre) und der personelle Aufwand für administrative Aufgaben für universitäre Verhältnisse überdimensional hoch und damit mit hohen Transaktionskosten verbunden. Zum anderen könnten die aktuellen Debatten bezüglich Klimaschutzprojekte und die damit verbundene Kritik sich negativ auf die öffentliche Wahrnehmung der klimaneutralen Universität Lüneburg auswirken. Externe Kompensationsmaßnahmen spiegeln zwar den Willen wider, sich für den Klimaschutz einzusetzen, allerdings wird durch diese Schritte kein Beitrag zur Minderung des lokal verursachten CO₂-Ausstoß erreicht, sondern lediglich einen Ausgleich ermöglicht, der meist schwer nachweisbar ist.

Die Möglichkeit, Forschungsprojekte zu zertifizieren stellt sich vor allem von der Seite der Zertifizierung problematisch dar. Da eine Zertifizierung nach CDM-Standard nicht möglich ist, müsste auf anderem Wege (wie über einen eigenen Standard) die Anrechenbarkeit glaubhaft ermöglicht werden. Eine generelle Erhebung der Einsparwirkungen von den Forschungsprojekten, ob anrechenbar oder nicht, wäre interessant und wünschenswert, um die Dimensionen einschätzen zu können, welchen Beitrag die Universität über die Klimaneutralität hinaus für den Klimaschutz leistet. Eine solche Erhebung an der Universität könnte als Grundlage für eine mögliche Anrechenbarkeit solcher Projekte in der Zukunft dienen. Ähnliches hat die BASF ebenfalls veröffentlicht und aufgezeigt, dass ihre Produkte in ihren gesamten Lebenszyklen 3 mal so viel Treibhausgase einsparen, wie bei der Produktion entstehen (BASF 2008). Die BASF will sich mit dieser Erhebung allerdings nicht klimaneutral darstellen, sondern lediglich ihren Gesamtbeitrag zu Klimaschutz hervorheben.



Falls die Maßnahmen aus den vorhergegangenen Gruppen im nachfolgenden Gesamtkonzept zur Klimaneutralität das Ziel von 9987 t nicht erreichen, bleibt der Universität Lüneburg derzeit nur der Weg des Kaufs von Zertifikaten. Hierbei sollte jedoch beachtet werden, dass es sich dabei um hochwertige Zertifikate (mind. Gold Standard) handeln sollte. Dies sollte jedoch nicht dazu führen, dass die Universität diesen einfachen Weg nutzt und die Maßnahmen der anderen Arbeitsgruppen vernachlässigt, da eine „Sustainable University“ sich zum Ziel setzen sollte, ihren grundlegenden CO₂-Ausstoß durch lokale Projekte und Einsparungen gegen Null zu reduzieren und nur marginale Emissionen zu kompensieren, da viel zu oft Unternehmen den Weg der Kompensation nutzen, um klimaneutral zu werden und somit den Außenstehenden suggerieren, dass ihr Handeln keine klimaschädliche Wirkung hat. Die Universität würde sich somit der öffentlichen Kritik entziehen und vorbildlich aufzeigen, dass eine Klimaneutralität vor Ort erreichbar ist.



Integrative Gesamtbetrachtung

9. Handlungsoptionen

Nachdem in den vorherigen Kapiteln mögliche Maßnahmen aus den Bereichen Sanierung, Erneuerbare Energien, Verkehr und Kompensation dargestellt und deren Potenziale aufgezeigt worden sind, sollen nun beispielhaft zwei mögliche Optionen für das Erreichen der Klimaneutralität der Universität Lüneburg dargestellt werden. Dabei wurden die jeweiligen Einzeloptionen aus den Teilbereichen nach einer Art „Baukastenprinzip“ zusammengefügt. Die folgenden Optionen sollen dabei, wie gesagt, nur beispielhaft zwei mögliche Kombinationen darstellen, da sich die Einzeloptionen teilweise, je nach Intention, „beliebig“ kombinieren lassen.

Die beiden erarbeiteten Varianten unterscheiden sich nicht in der Zielsetzung, denn beiden liegt das angestrebte Ziel der Klimaneutralität zu Grunde, sondern in der Wegbeschreibung dies zu erreichen. Während Option 1 sich vor allem durch Lokalität und eine auf die universitären Bedürfnisse angepasste Systemlösung, Regionalität und die Einbindung in den Kontext der Universität und deren Bedürfnisse bzw. Aufgaben auszeichnet, setzt Option 2 dagegen auf eine überregionale „Großlösung“, die sich nicht an den zentralen Bedürfnissen der Universität Lüneburg ausrichtet. Intention hierbei ist es, das angestrebte Ziel unter möglichst hoher wirtschaftlicher Rentabilität zu erreichen.

9.1. Option 1

Bei der Option 1 handelt sich um ein an die universitären Bedürfnisse angepasstes Konzept zur Klimaneutralität, welches vor allem auf lokale Lösungen und regionale Wertschöpfung und Stoffkreisläufe setzt. Es wird der Versuch unternommen das Ziel der Klimaneutralität durch einen an den Energiebedarf der Leuphana Universität Lüneburg angepassten Mix von Kombinationen von Kleinanlagen zu erreichen. Diese Idee rührt daher, dass vor allem im Bereich der Biogasanlagen negative ökologischen Folgen von Großanlagen (wie Monokulturen) die Ökobilanz verschlechtern könnte. Dem könnte durch ein stringentes Anwenden von entwickelten Nachhaltigkeitsstandards auch für Lieferanten- und Dienstleister vertraglich begegnet werden. Zugleich sollte diese Option durch mögliche Innovationsleistungen einen Forschungsbeitrag für die Universität bieten und dazu beitragen, die Universität als informellen Lernort im Sinne der Bildung für Nachhaltige Entwicklung zu fördern.

Die Auswahl der Maßnahmen dieser Variante kennzeichnen sich außerdem dadurch, dass nicht die größtmögliche Rendite im Vordergrund steht, sondern im Kontext der Gleichgewichtung aller relevanten Nachhaltigkeitsaspekte das Ziel, die Klimaneutralität zu erreichen. Dabei werden nicht nur die Kompensationspotentiale der jeweiligen Einzeloptionen aus den Teilbereichen betrachtet, sondern ebenfalls

die ökologischen Aspekte der Materialien. Bedingt durch die Regionalität der Maßnahmen sollten auch regionale Finanzierungs- und Partizipationsmöglichkeiten angestrebt werden.

Bei der Zielerreichung der Klimaneutralität sollen in dieser Option die relevanten Nachhaltigkeitskriterien sowohl der ökonomischen als auch der ökologischen, aber auch der sozialen Dimension gleichrangig Beachtung finden.

9.1.1. Maßnahmen

9.1.1.1. Sanierung

Im Allgemeinen gilt für die Berechnung im Bereich der Sanierung, dass ausschließlich die Kasernengebäude des Standortes Campus der Universität einbezogen worden sind, genauer, 16 Gebäude. Diese Gebäude sind von der Baukonstruktion und der Substanz her ähnlich. Alle haben Kastenfenster und das gleiche Mauerwerk mit circa 50 cm Vollverklinkerung, das heißt Backsteinmauern. Nur in den Abmessungen unterscheiden sich die Gebäude teilweise erheblich. Weiterhin machen sie den größten homogenen Anteil des Universitätsgebäudebestandes aus und stellen ungefähr 50% der Hauptnutzfläche bereit.

Für die Fassadenfläche ergibt sich insgesamt ein Wert von 20369,58 m². Für die Fensterflächen ein Wert von 3617,42 m².

Im Folgenden werden die Maßnahmen für Option 1 sowie ihre CO₂-Einsparpotenziale und Kosten aufgelistet. Ziel ist eine möglichst weitgehende Reduktion des Wärmeenergiebedarfs, sprich eine größtmögliche CO₂-Einsparung, zu erreichen. Die Abschätzung der Kosten ist grob und teilweise stark aufgerundet. Zur Ermittlung der Preise wurden Expertenmeinungen eingeholt und Angebote auf dem Markt recherchiert.

Die Dämmung der Kellerdecken und der Einbau einer Lüftungsanlage wurden noch nicht mit berücksichtigt.

Tabelle V - Maßnahmenübersicht Sanierung Option 1

Maßnahme	CO ₂ -Reduktions-potential (%)	Kosten (m ²)	Kosten gesamt
Fenster		420 €	1,52 Mio. €
Passivhausstandard 3-Fachwärmeschutzverglasung U-Wert < 0,8 (vgl. Kapitel 5)			
Fassade		150-250€	3,1-5,1 Mio. €
Wärmedämmverbundsystem mit Naturdämmstoffen (vgl. Kapitel 5)			
Lüftung			
Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (vgl. Kapitel 5)			
Gesamt	> 60%		7. Mio



Die hier aufgelisteten Maßnahmen stellen vor allem eine Möglichkeit dar, größtmögliche Einsparungen im Bereich des Wärmeenergieverbrauchs zu erreichen. Die U-Werte der Außenwände können stark gesenkt werden, die der Fenster auf einen Wert von unter 0,8. Daraus ergibt sich ein Wärmeenergieeinsparpotential von bis zu 60%. Gleichzeitig kann das Raumklima verbessert werden. Weiterhin bieten sich verschiedene Möglichkeiten der optischen Fassadengestaltung.

9.1.1.2. Erneuerbare Energien

Der Erneuerbare Energien Bereich setzt sich aus den in Tabelle VI aufgeführten Bereichen Stromanbieterwechsel zu einem Grün-Stromanbieter, der kleinen Windkraft, Photovoltaik, Solarthermie, der Speicherung der erzeugten Wärme und dem Bereich Biogas zusammen und kann insgesamt 8.599 Tonnen CO₂ jährlich reduzieren.

Tabelle VI - Maßnahmen Erneuerbare Energien Option 1

Maßnahme	CO ₂ Reduktionspotential (t/a)	Invest (€)	Gewinn/Verlust nach 20 Jahren in €	Rendite (%/a)
Ökostromanbieter	1276	1,3 Mio.	- 1,3 Mio.	
Bei ca. 2 Cent Ökozuschlag pro kWh und 3,3 Mio kWh ca. 1,32 Mio Invest. CO ₂ -Em. 14 g/kWh minus Eigenverbrauch aus Windkraft.				
Klein-Windkraftwerk (120 kW)	448	240.000	1,4 Mio.	29,16
Klein-WKA auf Uni-Dächern in Kooperation mit Partnern aus der Wirtschaft + Integration in Forschung & Lehre. Eigenfinanzierung, Sponsoring oder Bürgerbeteiligungsmodell über Klimafonds.				
Photovoltaik (270 kW)	121,21	504.000	1,6 Mio.	15,7
Zur Verfügung stehende Dachflächen werden restgenutzt. Finanzierung könnte über Bürgersolarfonds passieren oder auch über die Umweltbank mit Eigenkapitalanteil.				
Solarthermie (4677 kW)	574	2,8 Mio	4,1 Mio.	12,4
Deckung des Restwärmebedarfs über 6172 qm ST. Finanzierung über KfW oder Solarfonds.				
Speicher		4,5 Mio	- 4,5 Mio.	
332.000 qm mit 9,2 Mio kWh Speicherkapazität. Finanzierung als innovative Systemlösung als saisonaler Langzeitwärmespeicher - Pilotprojekt.				
Biogas (500 kW)	6.180	2,3 Mio	11,26 Mio.	24,4
Dies ist die auf die Energiebedürfnisse der Uni abgestimmte Variante. Diese kann über Eigenfinanzierung, Sponsoring oder Bürgerbeteiligungsmodell über Klimafonds finanziert werden.				
Gesamt 5.567 kW	8.599	11,64 Mio.	15,16 Mio.	6,5

Mit den Maßnahmen im EE-Bereich kann eine jährliche Rendite von 6,5% erwirtschaftet werden.

9.1.1.3. Verkehr

Für den Bereich Verkehr haben wir gesehen, dass weiche Lösungen, wie z.B. Informationsweitergabe über Alternativen, z.B. was den ÖPNV (neue Taktungen, Linien) betrifft, den sehr hohen Ist-CO₂-



Emissionsbestand (ca. 5100 Tonnen und damit mehr als die Hälfte der Gesamtemissionen) reduzieren könnten. Ähnliches vermuten wir auch bei alternativen Kraftstoffen. Möglich wäre der Bau einer Energie-Tankstelle, welche alle nachhaltig zu produzierenden biogenen Fahrzeugspritsorten anbietet.

Diese könnten zukünftig einen nicht geringen Anteil an der Gesamtreduktion der CO₂-Emissionen auf dem Weg zur Klimaneutralität der Universität Lüneburg erbringen.

9.1.1.4. Kompensation

Das Ziel der Klimaneutralität wird durch die vorangegangenen Maßnahmen derzeit noch nicht vollständig erreicht, damit ist eine Kompensation von 1143 Tonnen noch notwendig. Diese könnten durch den Kauf von Zertifikaten entweder an der Börse oder durch Investitionen in CDM Projekten mit Gold Standard kompensiert werden. Da sich durch die Sanierung und Verhaltensmaßnahmen im Energie- und Verkehrsbereich der Gesamtausstoß von CO₂ senken wird, ist in Zukunft möglicherweise kein Zukauf von Zertifikaten nötig. Dies sollte auch angestrebt werden, da der Kauf von Zertifikaten nur Kosten verursacht und damit die Rendite beeinträchtigt. Weiterhin ist eine Erhebung der durch Forschungsprojekte reduzierten Emissionen interessant, um den Gesamtbeitrag der Universität Lüneburg zum Klimaschutz umfassend darstellen zu können.

Tabelle VII - Maßnahme Kompensation Option 1 (t/CO₂ für 23€)

Maßnahme	Reduktionspotential (t/a)	Kosten p.a. (€)	Kosten über 20 Jahre (€)
Zertifikatekauf	1.143	26.289	- 525.780



9.1.2. Gesamtübersicht Option 1 und Zeitplan

Tabelle VIII - Gesamtübersicht Option 1

Maßnahme	Reduktionspotential (t/a)	Invest (€)	Gewinn/Verlust (nach 20 Jahren in €)	Rendite (%/a)
Fenster	-	1,52 Mio	-	-
Fassade	-	5,48 Mio	-	-
Gesamt Sanierung	254 t > 60 %	7. Mio	4,65 Mio	0,17
Ökostromanbieter	1.276	1,3 Mio.	- 1,3 Mio.	-
Klein-Windkraft-werk (120 kW)	448	240.000	1,4 Mio.	29,16
Photovoltaik (270 kW)	121,21	504.000	1,6 Mio.	15,7
Solarthermie (4677 kW)	574	2,8 Mio	4,1 Mio.	12,4
Speicher	-	4,5 Mio	- 4,5 Mio.	-
Biogas (500 kW)	6.180	2,3 Mio	11,26 Mio.	24,4
Gesamt Erneuerbare	8.599	11,64 Mio.	15,16 Mio.	6,5
	1.143	525.780	-525.780	-
Gesamt Option 1	9.987 Tonnen	Kosten	Gewinn	Rendite
		19,16 Mio. €	19,28 Mio. €	5,0 %/a

Ein Zeitstrahl soll hier bildlich darstellen, wie im Zeitverlauf die Investitionstätigkeit- und der Handlungsablauf vonstatten gehen könnten (Abb. 9).

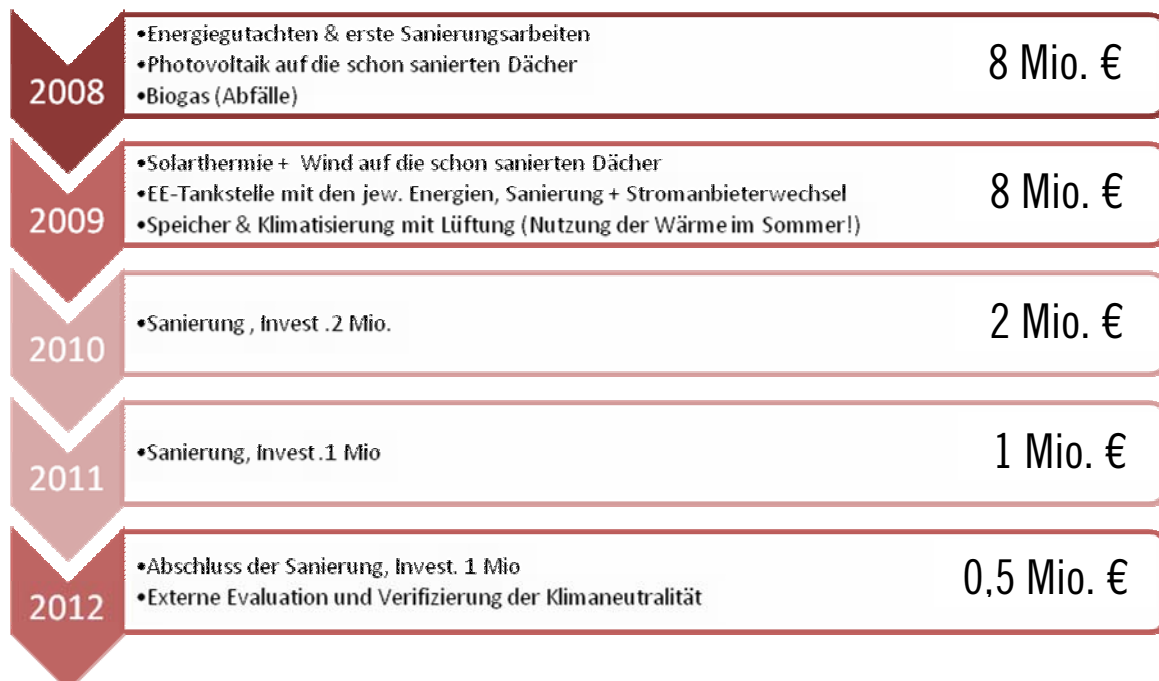


Abbildung 7 - Möglicher Zeitplan Option 1 (Eigene Darstellung)



9.2. Option 2

Option 2 legt den Schwerpunkt bei der Zielerreichung der Klimaneutralität auf deren ökonomische Rentabilität für die Investoren. Diese Lösung stellt ein System dar, welches sich durch hohe Profite aufgrund der intensiven Energieerzeugung auszeichnet. Die Energie soll durch einen Mix aus Sunmashines, groß dimensionierte Biogas-, Windkraft- und Solaranlagen, gewonnen werden. Dieses Konzept lässt sich somit nicht nur in unmittelbarer lokaler Umgebung der Leuphana Universität Lüneburg durchführen, weshalb Effekte für Forschung und Lehre nicht so umfassend wie in Option 1 ausfallen könnten. Vor-Ort- und dezentrale Lösungen gelten bei Experten als Innovation hinsichtlich des geringeren Energieaufwandes in den Stoff- und Ressourcenkreisläufen. Option 2 beinhaltet Maßnahmen, die im Vergleich zu Option 1 als nicht ganz so nachhaltig angesehen werden können, da nicht alle baulichen Möglichkeiten zur Reduktion und Vermeidung konsistent genutzt werden.

9.2.1. Maßnahmen

9.2.1.1. Sanierung

Im Folgenden werden die Maßnahmen für Option 2 sowie ihre CO₂-Einsparpotenziale und Kosten aufgelistet. Ein Ziel ist die Einhaltung der Energiestandards nach der EnEV.

Die Abschätzung der Kosten ist grob und teilweise stark gerundet. Zur Ermittlung der Preise wurden Expertenmeinungen eingeholt und Angebote auf dem Markt recherchiert.

Die Dämmung der Kellerdecken und der Einbau einer Lüftungsanlage wurden noch nicht mit berücksichtigt.

Tabelle IX - Maßnahmen Sanierung Option 2

Maßnahme	Reduktionspotential CO ₂ (% bzw. t)	Kosten/ (m ²)	Kosten gesamt
Fenster	siehe unten	250€	905.000 €
2-Fachverglasung U-Wert _{max} EnEV 1,7 (vgl. Kapitel 5)			
Fassade	siehe unten	80-120€	1,6-2,4 Mio. €
Standardwärmedämmverbundsystem (vgl. Kapitel 5)			
Lüftung	siehe unten		
Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (vgl. Kapitel 5)			
Gesamt	Bis zu 40% = 163,2t		3 Mio €

Die dargestellten Maßnahmen stellen eine besonders kostengünstige Lösung zur Sanierung der Kasernengebäude dar. Es werden die von der EnEV geforderten Mindeststandards erreicht. Die U-Werte der Außenwände und spezifisch die der Fenster können auf einen Wert von 1,7 gesenkt werden. Daraus ergibt sich ein Wärmeenergieeinsparpotential von bis zu 40%.



9.2.1.2. Erneuerbare Energie

Der Erneuerbare Energien Bereich setzt sich in Option 2 aus den in der Tabelle X aufgeführten Bereichen Stromanbieterwechsel zu einem Grün-Stromanbieter, der Groß-Windkraft, Groß-Photovoltaik, anstelle der Solarthermie der Sunmachines, der Speicherung der erzeugten Wärme und dem Bereich Groß-Biogas zusammen und könnte insgesamt 77.220 Tonnen CO₂ jährlich reduzieren.

Tabelle X - Maßnahmen Erneuerbare Energien Option 2

Maßnahme	Reduktionspotential (t/a)	Invest (€)	Gewinn/Verlust (nach 20 Jahren in €)	Rendite (%/a)
Ökostromanbieter	1276	1,3 Mio.	- 1,3 Mio.	
Bei ca. 2 Cent Ökozuschlag pro kWh und 3,3 Mio kWh ca. 1,32 Mio Invest. CO ₂ -Em. 14 g/kWh minus Eigenverbrauch aus Windkraft.				
Groß-Windkraft-werk (2000 kW)	12.826	6 Mio.	30,39 Mio.	25,3
Groß-WKA in Kooperation mit Partnern aus der Wirtschaft. Finanzierung über Kredit + Eigenkapital oder in einem Gesamtpaket mit allen Maßnahmen als Klimafonds für eine konservative Anlegerschicht.				
Photovoltaik (880 kW)	396	3,7 Mio.	3,1 Mio.	4,2
Komplette Dachflächen werden genutzt. Finanzierung könnte über Bürgersolarfonds passieren oder auch über die Umweltbank mit Eigenkapitalanteil.				
SunMachines	922	1,02 Mio	5,38 Mio.	26,3
35 Einzel-SunMachines. Finanzierung über KfW oder Klimafonds. Bafa-Zuschüsse.				
Speicher		4,5 Mio	- 4,5 Mio.	
332.000 qm mit 9,2 Mio kWh Speicherkapazität. Finanzierung als innovative Systemlösung als saisonaler Langzeitwärmespeicher - Pilotprojekt.				
Groß-Biogas (5.000 kW)	61.800	12 Mio	64 Mio.	26,6
Groß-BGA in Kooperation mit Partnern aus der Wirtschaft. Finanzierung über Kredit + Eigenkapital oder in einem Gesamtpaket mit allen Maßnahmen als Klimafonds für eine konservative Anlegerschicht.				
Gesamt 7.880	77.220	28,52 Mio.	96,67 Mio.	16,95

Mit den großen überregionalen Maßnahmen im EE-Bereich könnte eine jährliche Rendite von 16,95% erwirtschaftet werden

9.2.1.3. Verkehr

Für den Bereich Verkehr haben wir oben gesehen, dass weiche Lösungen, wie z.B. Informationsweitergabe über Alternativen, z.B. was den ÖPNV (neue Taktungen, Linien) betrifft, den sehr hohen Ist-CO₂-Emissionsbestand (ca. 5100 Tonnen und damit mehr als die Hälfte der Gesamtemissionen) reduzieren könnten. Dies gilt auch in der überregionalen Option, wobei auch in dieser Option der Verkehrsbereich zukünftig einen nicht geringen Anteil an der Gesamtreduktion der CO₂-Emissionen auf dem Weg zur Klimaneutralität der Universität Lüneburg erbringen sollte.



9.2.1.4. Kompensation

In der Option 2 wird alleine durch die vorhergegangenen Maßnahmen das Ziel der Klimaneutralität erreicht, damit ist eine externe Kompensation in Form von CDM Projekten oder ähnliches nötig. Dennoch wäre auch hier eine Erhebung der verursachten Treibhausgaskompensationen von Forschungsprojekten interessant, um den Gesamtbeitrag der Universität Lüneburg zum Klimaschutz umfassend darstellen zu können.

9.2.2. Gesamtübersicht Option 2

Tabelle XI - Gesamtübersicht Option 2

Maßnahme	Reduktionspotential (t/a)	Invest (€)	Gewinn/Verlust (nach 20 Jahren in €)	Rendite (%/a)
Fenster	-	905.000 €	-	-
Fassade	-	1,6-2,4 Mio. €	-	-
Gesamt Sanierung	Bis zu 40% = 163,2t	3, 0 Mio	3,1 Mio	0,26
Ökostromanbieter	1276	1,3 Mio.	- 1,3 Mio.	-
Groß-Windkraft-werk (2000 kW)	12.826	6 Mio.	30,39 Mio.	25,3
Photovoltaik (880 kW)	396	3,7 Mio.	3,1 Mio.	4,2
SunMachines	922	1,02 Mio	5,38 Mio.	26,3
Speicher		4,5 Mio	- 4,5 Mio.	-
Groß-Biogas (5.000 kW)	61.800	12 Mio	64 Mio.	26,6
Gesamt Energie	77.220	28,52 Mio.	97.0796,67 Mio.	1716,95
Gesamt Option 2	77.363,2 Tonnen	Kosten	Gewinn	Rendite
		31,52 Mio. €	100,17 Mio. €	15,8 %/a

Ein Zeitstrahl soll auch hier verdeutlichen, wie im Zeitverlauf die Investitionstätigkeit- und der Handlungsablauf vonstatten gehen könnten (Abb. 10).

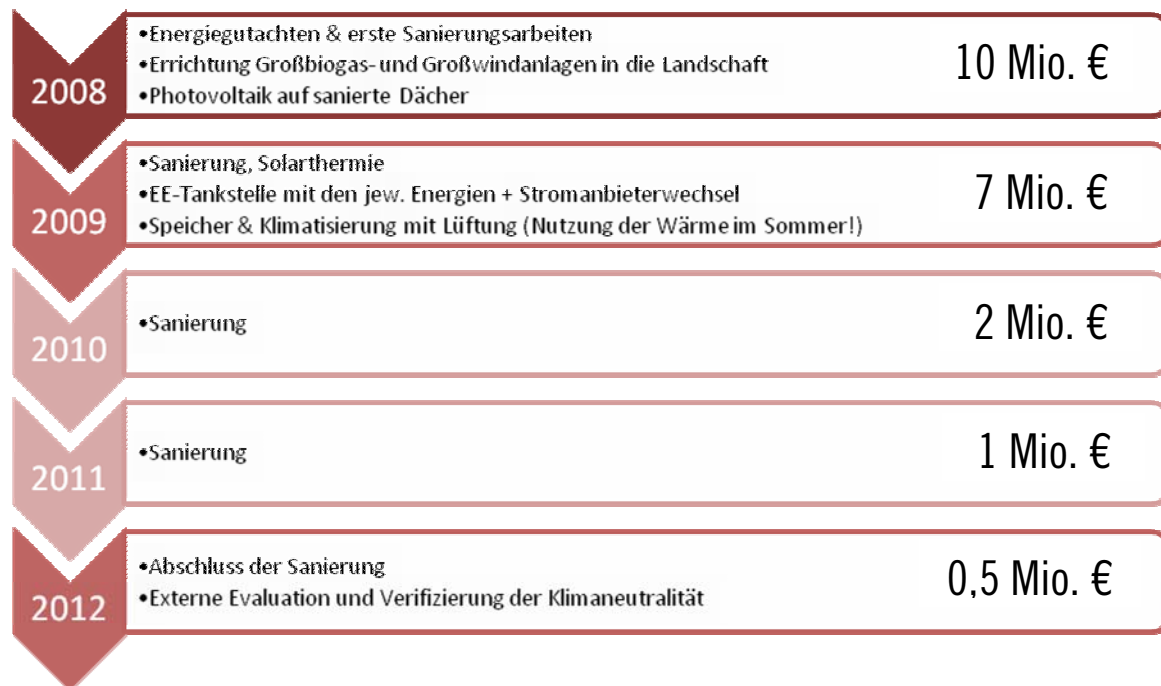


Abbildung 8 - Möglicher Zeitplan Option 2 (Eigene Darstellung)

9.3. Beurteilung der Handlungsoptionen

Betrachtet man die beiden Handlungsoptionen, erkennt man, dass beide geeignet wären, das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Dennoch sollte versucht werden, Option 1 anzustreben, da mit dieser Option verschiedene direkte und indirekte Effekte für die Universität Lüneburg einhergehen, die im Folgenden kurz beschrieben werden sollen.

Als direkte Effekte sind die Reduktion der Kosten und die sinkende Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu nennen. Weiter kommt es vor-Ort zu einer erheblichen Effizienzsteigerung durch Sanierung und Lokale Energiegewinnung. Die Lokalität ermöglicht ein hohes Integrationspotential in Forschung und Lehre und ist für jedes Mitglied der Universität sichtbar und somit erfahrbarer. Weiterhin erhöht die Option 1 die Partizipations- und Gestaltungsmöglichkeiten in der Region. Es würde zum einen zu einer Förderung des regionalen Know-How dienen. Zum anderen könnten sich regionale Finanzkreisläufe bilden und somit die gesamte Region wirtschaftlich stärken. Indirekt käme es durch diese innovative Lösung zu einer Stärkung des Universitätsstandortes Lüneburg. Die Universität würde als Vorreiter gegenüber anderen Universitäten dienen und möglicherweise Nachahmereffekte bewirken und somit den Kampf gegen den Klimawandel in Deutschland durch ihre CO₂-Reduktionen vorantreiben.

Auch im Kontext der Sustainable University und dem Bildungsauftrag und der Verantwortung in der Gesellschaft sollte die Universität eine solche regionale und an ihre Bedürfnisse angepasste Option 1 gegenüber einer Option 2, deren möglicherweise negativen Auswirkungen aufgrund des Prinzips von Großanlagen derzeit noch nicht vollständig überschaubar sind, vorziehen und umsetzen.



Allerdings ist abschließend zu sagen, dass diese beiden Handlungsoptionen nicht die einzigen Wege darstellen, die die Universität einschlagen könnte, sondern immer auch Mischformern der beiden Optionen möglich wären.



Fazit

Ziel dieses Projektberichtes war es, Möglichkeiten der Leuphana Universität Lüneburg aufzuzeigen, das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Das Ziel der Klimaneutralität wurde dazu zunächst unter dem Aspekt der Sustainable University betrachtet. Dabei wurden der Bildungsauftrag und die gesellschaftliche Verantwortung von Universitäten dargestellt. Ziel von Universitäten sollte die Förderung von Handlungs- und Entscheidungskompetenzen in den komplexen Fragestellungen der Nachhaltigen Entwicklung sein, um somit Akteure auszubilden, die diese Fragestellungen bewältigen können. Der Beitrag der Universität zur Nachhaltigen Entwicklung und damit zur gesellschaftlichen Verantwortung kennzeichnet sich zum einen durch Transfer- und Forschungsleistungen, zum anderen durch die Ausbildung von Menschen, die ihre Erfahrungen und Kompetenzen durch ihre Tätigkeiten in die Gesellschaft tragen und dort ebenfalls als Multiplikatoren wirken können.

Hiervon ausgehend wurden darauf folgend die Möglichkeiten der Universität Lüneburg in den Einzelbereichen Sanierung, Erneuerbare Energien, Verkehr und Kompensation beschrieben. Dort wurden umfassend mögliche Maßnahmen beleuchtet, die relevant für das Erreichen des Ziels der Klimaneutralität sein könnten. Diese wurden dann in einem letzten Schritt zu zwei möglichen Handlungskonzepten zusammengefasst. Betrachtet man diese zwei Optionen unter dem Konzept der Sustainable University, stellt die Option 1 für die Aufgabe, das Ziel in der Klimaneutralität zu erreichen, die möglicherweise optimale Lösung dar. Vor allem die direkten und indirekten Effekte einer Lösung im Sinne der Option 1 würden sich besser in den Kontext der Universität integrieren lassen. Auch wenn auf den ersten Blick Option 2 aufgrund der höheren CO₂ Reduktion sowie der größeren wirtschaftlichen Gewinne als die attraktivere erscheinen mag, lohnt es sich doch, wie im vorangegangenen Abschnitt aufgezeigt einen Blick über diese beiden Kriterien hinaus zu wagen und den Rahmen, in dem diese Gewinnerzielung stattfindet mitzubetrachten.

Hier stehen sich positivere soziale wie auch ökologische Auswirkungen auf der einen und hohe Renditen und CO₂ Reduktion auf der anderen Seite gegenüber. An dieser Stelle sei anzumerken, dass sich ein Konzept zur Erreichung der Klimaneutralität für die Universität, gegenüber der bisherigen Herangehensweise, nicht erst mit hohen Renditen über 10% wirtschaftlich lohnt, sondern schon dann wenn es auf Null realisiert würde. Denn in diesem Fall hätte die Universität die Klimaneutralität „geschenkt“ bekommen, da der Kauf von Zertifikaten nicht mehr notwendig ist.

Im Rahmen dieses Projektseminars sollte deutlich geworden sein, dass sich eine Bandbreite von Möglichkeiten bietet, den ambitionierten Weg in Richtung Klimaneutralität zu bestreiten. Es ist festzuhalten, dass sich die Maßnahmen beider Lösungsoptionen durchaus sinnvoll kombinieren lassen. Dabei hat die Universität Lüneburg die Möglichkeit ökologisch, sozial und wirtschaftlich verträglich - **nachhaltig - klimaneutral** zu werden.

Quellenverzeichnis

Literatur

- BASF (HRSG.) (2008): Pressekonferenz CO₂-Bilanz der BASF. <http://www.corporate.basf.com/basfcorp/img/presse/konferenzen/080212/Charts-CO2-Bilanz.pdf> (Zugriff: 08.02.2008).
- BINE INFORMATIONSDIENST (2006): Gebäude sanieren – Studentenwohnheim. In: Projektinfo 04/06 (pdf). <http://www.bine.info/> (Zugriff: 15.02.2008).
- BINE INFORMATIONSDIENST (2008): Gebäude Sanieren: http://www.bine.info/templ_main.php/gebaeude/sanierung/141/link=clicke&search=&broschuere=&cd=&buecher=&foto=/ (Zugriff: 21.02. 2008).
- BDI & MCKINSEY (2007): Kosten und Potentiale der Vermeidung von Treibhausemissionen in Deutschland. Im Auftrag von BDI initiativ – Wirtschaft und Klimaschutz.
- BUNDESREGIERUNG (2005): Nationales Klimaschutzprogramm 2005, Sechster Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO₂-Reduktion“. Berlin.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2004): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Stuttgart, Heidelberg, Wuppertal.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2007): Verkehr und Umwelt-Herausforderungen. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/verkehr_herausforderungen.pdf (Zugriff: 16.11.2007).
- BURANDT, S. (2007): Energieserver Universität Lüneburg. <http://energie.uni-lueneburg.de/> (Zugriff: 06.02.2008).
- COSBEY, A.; JO-ELLEN PARRY ET AL. (2005): Realizing the Development Dividend: Making the CDM Work for Developing Countries. International Institute for Sustainable Development. http://www.iisd.org/pdf/2005/climate_realizing_dividend.pdf (01.02.2008)
- DENA (2007): Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“: Teilnahmebedingungen für die Pilotphase.
- DENA (2008A): Außenwände. Unter: <http://www.zukunft-haus.info/de/verbraucher/energiesparendsanieren/daemmung/aussenwaende.html> (Zugriff: 23.02.08).
- DENA (2008B): Energie at Home Ausstellung Segment 6.2.
- DLR, IFEU, WI (2004): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Stuttgart, Heidelberg, Wuppertal.



- ENERGIEAGENTUR NRW (HRSG.) (2006): Clean Development Mechanism (CDM).
http://www.energieagentur.nrw.de/_database/_data/datainfopool/CDM%20Beginners%20Guide%20-%202006-02-06.pdf (Zugriff: 10.02.2008).
- FA. ROLAND PAUL (2008): Wärmerückgewinnung. <http://www.waermetauscher-paul.de/kurzinfowaermerueckgewinnung/waermerueckgewinnung/index.html> (Zugriff: 28.02.2008).
- FEIST, DR. W. (2008): Wärmedämmung. http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/Nicht_sparen_bei_der_Waermedaemmung.html (Zugriff: 24.02.08).
- FRAUNHOFER ISI (2005): Gutachten zur CO₂-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien. Karlsruhe.
- GRUBB, M.; VROLIJK, C.; BRACK, D. (2001): The Kyoto protocol, A guide and assessment. London: Royal Institute of International Affairs [u.a.], reprint.
- HARTMANN, C.; HARTMANN, S. (2007): Sorgenkind Biodiesel. <http://www.zeit.de/online/2007/16/biodiesel> (Zugriff: 18.2.2008).
- HOPF, R.; VOIGT, U. (2004): Verkehr, Energieverbrauch, Nachhaltigkeit. Heidelberg: Physica-Verlag.
- IER (2005): Bericht I 2.2.-90541/84 des UBA „Vergleich der externen Kosten der verschiedenen Primärenergieträger und der Internalisierung derselben via Angaben, Subventionen, Mindestpreisen“.
- IFEU (2004): Umweltwirkungen erneuerbarer Energien, in BMU (2004) ifeu, IER (M. Oeser, M. Pehnt, D. Swiden) (2006): “Systemanalyse der fluktuierenden Einspeisung erneuerbarer Energien”, Studie im Rahmen von www.tips-project.de.
- IFEU (2007): Erneuerbare Energien kompakt. Ergebnisse systemanalytischer Studien. Heidelberg.
- INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT GMBH & BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT & KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V. (2006): Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung. Herausgegeben von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR, Hrsg.), Gülzow.
- KREWITT, W., SCHLOMANN, B. (2006): Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung von Angaben zu externen Kosten in Umweltpolitischen Entscheidungsprozessen beim Vergleich von erneuerbaren und fossilen Energieträgern. Gutachten des DLR/Fraunhofer-ISI im Auftrag des Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden- Württemberg (ZSW).
- LIPTOW, H.; MICHAELOWA, A. (2002): Hypothetisches CDM-Fallbeispiel: Windpark in Naristan.
<http://www.gtz.de/de/dokumente/de-klima-naristan.pdf> (Zugriff: 02.02.2008).
- LEUPHANA UNIVERSITÄT LÜNEBURG (2007A): Schritte in die Zukunft. Nachhaltigkeitsbericht 2005/2006. Lüneburg.
- LEUPHANA UNIVERSITÄT LÜNEBURG (2007B). Klimaneutral. Ablauf. <http://www.leuphana.de/index.php?id=4587> (Zugriff: 15.2.2008).



- LEUPHANA UNIVERSITÄT LÜNEBURG (2007c): Klimaneutral. Konzept.
<http://www.leuphana.de/index.php?id=4588> (Zugriff: 15.2.2008).
- MICHAELOWA, A.; STRONZIK, M. ET AL. (2003): "Transaction costs of the Kyoto Mechanisms", *Climate Policy*, Jg. 3, H. 3, S. 261–285.
- MICHEALOWA, A. (2005): "Clean Development Mechanism und Joint Implementation", in: Lucht, M.; Spangardt, G. (Hrsg.): *Emissionshandel*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 137–152.
- NITSCH (2007): *Leitszenario 2006*. Studie im Auftrag des Bundesumweltministeriums. Stuttgart.
- .o.A. (2008): „ENERGIESPAREN“. Erschienen bei der Bellevue and More GmbH, 47.
- ÖKO-INSTITUT (2008): *Globales Emissionsmodell integrierter Systeme (GEMIS) 4.4*.
<http://www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm> (Zugriff: 17.4.08).
- PASSIVHAUSINSTITUT (2008): *Passivhauskomponenten*. Unter: http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/Passivhaus_Altbau.html (Zugriff: 15.02.2008).
- RUDOLPH, F. (2007): *Policy Paper - Bewertung des Beitrags von CDM-Projekten zur nachhaltigen Entwicklung seiner Gastländer*. http://www.jiko-bmu.de/files/basisinformationen/publikationen/application/pdf/policy_paper_ne-kriterien.pdf (Zufriff: 01.02.2008.).
- FORUM. NEW POWER (2007): *Schaumann BioEnergy. Biogastransport*, S. 6 in *forum. new power*, 3/2007, magazin für erneuerbare rohstoffe und energie, Gelsenkirchen.
- SCHNEIDER, L. (2007): *Is the CDM fulfilling its enviromental and sustainable development objectives? An evaluation of the CDM and options for improvement*. http://www.co2-handel.de/media/07/10_dokumente/32_klimaschutzprojekte/cdm/wwf_cdm_evaluation_report.pdf (Zugriff: 01.02.2007).
- SEMINARGRUPPE KLIMA 1 (2007): *Energie. Expose*. Lüneburg
- SPOUN, S. & WUNDERLICH, W. (2005): „Prolegomena zur akademischen Persönlichkeitsbildung: Die Universität als Wertevermittlerin“, in: Spoun, S. & Wunderlich, W. (Hrsg.): *Studienziel Persönlichkeit. Beiträge zum Bildungsauftrag der Universität heute*. Frankfurt & New York: Campus Verlag, 17-30.
- STAIB, F. ET AL. (2007): *Jahrbuch Erneuerbare Energien*. Stuttgart.
- STERK, W.; ARENS CHRISTOF (2006): *Die Projektbasierten Mechanismen CDM & JI. Einführung und praktische Beispiele*. Paderborn.
- STUHLER, E.A. (2000): „Sustainable Development – A Challenge to the Universities“, in: Stuhler, E.A. & Vezjak, M. (Hrsg.): *Sustainable Development: The Role of the Universities*. München & Mering: Rainer Hampp Verlag: 7-11.
- THE GOLD STANDARD (HRSG.) (2006): *Project Developer Manual for CDM*.
http://www.cdmgoldstandard.org/uploads/file/DeveloperManual_GS-CER.pdf (Zugriff: 01.02.2008).



- UMWELTBUNDESAMT (2002): Kommunale Agenda 21 – Ziele und Indikatoren einer nachhaltigen Mobilität. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) (2007): Deutsches CDM-Handbuch - Leitfaden für Antragsteller. http://www.transferstelle-emissionshandel-hessen.de/mm/DEHSt_CDM_Manual_deutsch.pdf (Zugriff: 25.02.2008)
- WUPPERTAL INSTITUT FÜR KLIMA, UMWELT, ENERGIE (2006): Promoting Renewable Energy Technologies in Developing Countries Through the Clean Development Mechanism. Wuppertal.
- ZIESING, H.-J. (HRSG.) (2003): Externe Kosten in der Stromerzeugung. Bericht und Ergebnisse des Workshops „Externe Kosten“ in Berlin. VWEW Verlag.
- ZSW ET AL. (2006): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2004 bis Dezember 2005. Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU. Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoffforschung, Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Solites Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme, Stuttgart, Straubing.

Interviews

- BERGER, F. (2008): E-Mail vom 25.01.2008.
- BURANDT, S. (2007): Persönliches Gespräch vom 04.12.2007.
- BRÜGGEN, I. (2008): Gespräch im Januar 2008.
- Brüggen, I. (2008): Persönliches Gespräch vom 11.02.2008.
- BAB GESCHÄFTSFÜHRER (2008): Telefon-Gespräch vom 14.02.2008.
- FA. ENERCON (2008): Telefonat Projektteilung-Enercon vom 26.2.2008.
- FA. AIRCON GESCHÄFTSFÜHRER (2008): Telefon-Gespräch vom 5.2.2008.
- GfA GESCHÄFTSFÜHRER (2008): Telefon-Gespräch vom 13.02.2008.
- GREENPEACE ENERGY EG – ANSPRECHPARTNER: SASCHA SCHWOY, FÜR GROßVERBRAUCHER (2008): Telefon-Gespräche vom 18.2.2008 & 25./26.2.08.
- KEMPA, I. ENERGIEBERATER BEI KLIMAWERK ENERGIEAGENTUR GMBH & CoKG (2008): Persönliches Gespräch Januar 2008 & 12.2.08.
- ÖKOINSTITUT FREIBURG/DARMSTADT (2008): Telefon-Gespräch vom 27.2.08.



Anhang (Hinweis)

Die Anhänge dieses Berichts bestehen aus methodischen Angaben zu den durchgeführten Analysen sowie umfassendem Datenmaterial, das den Berechnungen der hier vorgelegten Ergebnisse zu Grunde liegt. Ergänzend wurden Datenbanken zu Dienstleistungs- und Technikanbietern erstellt, die für die hier untersuchten Maßnahmen von Relevanz sind bzw. sein könnten.

Um den Ergebnisbericht handhabbar zu halten, werden die Anhänge separat vorgehalten. Bei Interesse können diese über das CSM bezogen werden: 0 41 31 / 6 77 21 81, csm@uni-lueneburg.de

2008

- Albrecht, D. (2008): Management von Stakeholderbeziehungen mit dem EFQM-Modell. Untersuchung im Rahmen der Erarbeitung einer Nachhaltigkeitsstrategie der ABB Deutschland. Lüneburg: Centre for Sustainability Management.
- Beyer, M.; Freund, E.; Grün, N.; Langer, V.; Kilburg, M.; Kirchgeorg, T.; Reuter, R.; Schmitt, D.; Wiese, A.; Winterstein, M. & Wüstenberg, L. (2008): Klimaneutrale Universität. Studentischer Ergebnisbericht des Projektseminars KLIMA 2 Klimaneutrale Universität Lüneburg – Planung im Wintersemester 2007/2008. Lüneburg: Centre for Sustainability Management.
- Ingerowski, J.B.; Kölsch, D. & Tschochohei, H. (2008): Anspruchsgruppen in der neuen europäischen Chemikalienregulierung (REACH). Lüneburg: Centre for Sustainability Management.
- Peylo, B. T. (2008): Ertrags-/Risikooptimierung von Nachhaltigkeitsfonds. Eine konzeptionelle und empirische Untersuchung. Lüneburg: Centre for Sustainability Management.
- Steinbach, A. (2008): Umsatzsteigerung durch Nachhaltigkeit: Potenziale und Hürden für Hersteller von Nahrungsmitteln. Lüneburg: Centre for Sustainability Management.
- Steinmüller, B. (2008): Reducing Energy by a Factor of 10 – Promoting Energy Efficient Sustainable Housing in the Western World. Lüneburg: Centre for Sustainability Management.

2007

- Berlemann, B. (2007): Sustainability management for the Olympic and Paralympic Games in London 2012. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V. & Institut für Umweltkommunikation.
- Bundesumweltministerium (BMU); econsense & Centre for Sustainability Management (CSM) (Hrsg.) (2007): Nachhaltigkeitsmanagement in Unternehmen. Von der Idee zur Praxis: Managementansätze zur Umsetzung von Corporate Social Responsibility und Corporate Sustainability. 3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin/Lüneburg: BMU, econsense & CSM.
- Weber, M. (2007): Towards Sustainable Entrepreneurship: A Value Creating Perspective on Corporate Societal Strategies. Discussion Paper. Lüneburg: Centre for Sustainability Management.

2006

- Albrecht, P. (2006): Nachhaltigkeitsberichterstattung an Hochschulen. Diskussion möglicher Ansatzpunkte und ihrer Konsequenzen für die Praxis. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V. & Institut für Umweltkommunikation.

Brix, K.; Bromma, B. & Jaenisch, J. (2006): Nachhaltiges Unternehmertum. Diskussion des Konzepts an Unternehmensbeispielen vom Bionier bis zum sustainable Entrepreneur. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Fitschen, U. (2006): Umweltmanagement ausgewählter Großveranstaltungen – Effektiver Umweltschutz oder Greenwashing? Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Knolle, M. (2006): Implementierung von Sozialstandards in die Wertschöpfungskette von Bekleidungsunternehmen durch die Bildung von Kooperationen. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Pinter, A. (2006): Corporate Volunteering in der Personalarbeit: ein strategischer Ansatz zur Kombination von Unternehmensinteresse und Gemeinwohl? Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

2005

Hellmann, K. (2005): Formen des Biodiversitätsmanagements. Ein öffentlicher und ein unternehmerischer Ansatz im Vergleich. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Schaltegger, S. & Hasenmüller, P. (2005): Nachhaltiges Wirtschaften aus Sicht des "Business Case of Sustainability." Ergebnispapier zum Fachdialog des Bundesumweltministeriums (BMU) am 17. November 2005. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Wagner, M. (2005): An Estimation of the Total Benefit Value of the British Countryside for Recreational Activities. Discussion Paper. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

2004

Dubielzig, F.; Schaltegger, S. (2004): Methoden transdisziplinärer Forschung und Lehre. Ein zusammenfassender Überblick. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Herzig, C. (2004): Corporate Volunteering in Germany. Survey and Empirical Evidence. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Herzig, C. & Schaltegger, S. (2004): Nachhaltigkeit in der Unternehmensberichterstattung - Gründe, Probleme, Lösungsansätze. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Wagner, M. (2004): Firms, the Framework Convention on Climate Change & the EU Emissions Trading System. Corporate Energy Management Strategies to address Climate Change and GHG Emissions in the European Union. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Zöckler, J. (2004): Die Einführung des Emissionshandels in Deutschland. Eine polit-ökonomische Analyse unternehmerischer Interessenvertretung am Beispiel der Elektrizitätswirtschaft. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

2003

Burandt, S.; Döscher, K.; Fuisz, S.-K.; Helgenberger, S. & Maly L. (2003): Transdisziplinäre Fallstudien

in Lüneburg. Beschreibung eines Entwicklungskonzepts hin zur Erweiterung des Curriculums an der Universität Lüneburg. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Frenzel, S. (2003): Operative Umsetzung der projektorientierten Kyoto-Mechanismen bei Kraftwerken. Erarbeitung eines Instruments. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Herzig, C.; Rheingans-Heintze, A.; Schaltegger, S. & Tischer, M. (2003): Auf dem Weg zu einem nachhaltigen Unternehmertum. Entwicklung eines integrierten Konzepts. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Herzig, C.; Rheingans-Heintze, A. & Schaltegger, S. unter Mitarbeit von Jeuthe, K. (2003): Nachhaltiges Wirtschaften im Handwerk. Stand der Praxis in Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Thüringen. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Kim, K. (2003): Kriterien der interaktiven Unternehmenskommunikation im Internet. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Lühmann, B. (2003): Entwicklung eines Nachhaltigkeitskommunikationskonzepts für Unternehmen. Modellanwendung am Beispiel T-Mobile Deutschland GmbH. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Wagner, M. (2003): The Porter Hypothesis Revisited: A Literature Review of Theoretical Models and Empirical Tests. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

2002

Bilecen, E. & Kleiber, O. (2002): Erholung im Wald: Des einen Freund des anderen Leid. Kosten für Waldeigentümer und deren Einflussfaktoren. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

BMU & BDI (Hrsg.); Schaltegger, S.; Herzig, C.; Kleiber, O. & Müller, J. (2002): Nachhaltigkeitsmanagement in Unternehmen. Konzepte und Instrumente zur nachhaltigen Unternehmensentwicklung. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Figge, F. (2002): Stakeholder und Unternehmensrisiko. Eine stakeholderbasierte Herleitung des Unternehmensrisikos. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Figge, F. (2002): Stakeholder Value Matrix. Die Verbindung zwischen Shareholder Value und Stakeholder Value. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Figge, F. & Hahn, T. (2002): Environmental Shareholder Value Matrix. Konzeption, Anwendung und Berechnung. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Figge, F. & Hahn, T. (2002): Sustainable Value Added. Measuring Corporate Sustainable Performance beyond Eco-Efficiency. 2nd, revised edition. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

German Federal Ministry for the Environment and Federation of German Industries (Eds.); Schaltegger, S.; Herzig, C.; Kleiber, O. & Müller, J. (2002): Sustainability Management in Business Enterprises. Concepts and Instruments for Sustainable Development. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Hellmann, K. (2002): Ermittlung von Präferenzen verschiedener Anspruchsgruppen für die Landschaft in einem Naturschutzgebiet. Anwendung einer Conjoint-Analyse am Fallbeispiel der Lüneburger Heide. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

- Kim, K. (2002): Methoden zur Evaluation der Nachhaltigkeit von Unternehmen. Kategorisierung und Analyse ihrer Stakeholderorientierung. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Petersen, H. (2002): Sustainable Champions. Positionierung von Marktführern im Umweltbereich. Eine empirische Untersuchung. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Trautwein, S. (2002): Chancen und Probleme des betriebsinternen CO₂-Zertifikatehandels - am Beispiel des Otto Versand, Hamburg. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Wagner, M. (2002): Empirical identification of corporate environmental strategies. Their determinants and effects for firms in the United Kingdom and Germany. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Wagner, M. & Schaltegger, S. (2002): Umweltmanagement in deutschen Unternehmen - der aktuelle Stand der Praxis. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

2001

- Burritt, R.L. & Schaltegger, S. (2001): Eco-Efficiency in Corporate Budgeting. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Deegen, T. (2001): Ansatzpunkte zur Integration von Umweltaspekten in die „Balanced Scorecard“. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Figge, F. (2001): Biodiversität richtig managen - Effizientes Portfoliomanagement als effektiver Artenschutz. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Figge, F. (2001): Wertschaffendes Umweltmanagement. Keine Nachhaltigkeit ohne ökonomischen Erfolg. Kein ökonomischer Erfolg ohne Nachhaltigkeit. Frankfurt: Fachverlag Moderne Wirtschaft in Zusammenarbeit mit PriceWaterhouseCoopers und dem Centre for Sustainability Management (CSM) e.V.
- Figge, F. (2001): Environmental Value Added – ein neuer Ansatz zur Messung der Öko-Effizienz. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Figge, F.; Hahn, T.; Schaltegger, S. & Wagner, M. (2001): Sustainability Balanced Scorecard. Wertorientiertes Nachhaltigkeitsmanagement mit der Balanced Scorecard. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Hahn, T. & Wagner, M. (2001): Sustainability Balanced Scorecard. Von der Theorie zur Umsetzung. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Hroch, N. & Schaltegger, S. (2001): Wie gut berücksichtigen Umwelterklärungen und -berichte zentrale umweltpolitische Themen? Vergleichende Untersuchung am Beispiel von Angaben über CO₂-Emissionen und Energieverbrauch für 1995/96 und 1998/99. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Petersen, H. (2001): Gewinner der Nachhaltigkeit. Sustainable Champions. Ansätze zur Analyse von Marktführern im Umweltbereich. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Schaltegger, S.; Hahn, T. & Burritt, R.L. (2001): EMA – Links. Government, Management and Stakeholders (UN-Workbook 2). Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.
- Schaltegger, S. & Petersen, H. (2001): Ecopreneurship – Konzept und Typologie. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Schaltegger, S. & Synnestvedt, T. (2001): The Forgotten Link Between „Green“ and Economic Success. Environmental Management as the Crucial Trigger between Environmental and Economic Performance. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

Wagner, M. (2001): A review of empirical studies concerning the relationship between environmental and economic performance. What does the evidence tell us? 2nd, revised edition. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.

2000

Figge, F. & Schaltegger, S. (2000): Was ist „Stakeholder Value“? Vom Schlagwort zur Messung. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V. und Bank Pictet in Zusammenarbeit mit UNEP.

Figge, F. & Schaltegger, S. (2000): What is “Stakeholder Value”? Developing a catchphrase into a benchmarking tool. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V. and Bank Pictet in association with UNEP.

Figge, F. & Schaltegger, S. (2000): Qu’est-ce que la «Stakeholder Value»? Du mot-clé à sa quantification. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V. et Banque Pictet en association avec UNEP.

Schaltegger, S.; Hahn, T. & Burritt, R.L. (2000): Environmental Management Accounting – Overview and Main Approaches. Lüneburg: Centre for Sustainability Management e.V.