

e&u energiebüro
gmbh

Markgrafenstraße 3
33602 Bielefeld
Tel.: 0521/173144
Fax: 0521/173294
Internet: www.eundu-online.de
E-Mail: info@eundu-online.de

Klimaschutz-Teilkonzept für die Schulstiftung im Bistum Osnabrück

Zusammenfassung

Bielefeld, den 15. Juni 2011



Bearbeiter/innen: Constanze Kahmann
Mark Cyrol
Hubert Grobecker
Claudia Reckefuß
Michael Brieden-Segler



Inhalt

1	Vorbemerkungen	4
2	Schulen der Schulstiftung.....	5
3	Klimaschutzmanagementkonzept.....	7
4	Nutzerverhalten	10
5	Gebäudeanalysen.....	12
5.1	Vorgehensweise und Gesamtergebnis	12
5.2	Maßnahmen und Bewertung.....	14
5.2.1	Gesamtbetrachtung	14
5.2.2	Maßnahmenbewertung	15
5.2.3	Vorschlag für eine Umsetzungsperspektive.....	16
6	Begleitende pädagogische Arbeit und Öffentlichkeitsarbeit zur Umsetzung.....	20
7	Anhang.....	22
7.1	Übersicht über Maßnahmenempfehlungen / Minderungspotenzial.....	23

1 Vorbemerkungen

Mit Datum vom 18.11.2010 beauftragte die Schulstiftung im Bistum Osnabrück die e&u energiebüro gmbh mit der Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes für fünf Schulen. Das Klimaschutzkonzept umfasst

1. ein Klimaschutzmanagementkonzept.
2. eine energetische Analyse von 5 Schulen
3. die Bewertung des Nutzerverhaltens.

Für die 5 Schulen liegen jeweils eigenständige Berichte vor. Desweiteren liegt ein gesonderter Bericht über das Klimaschutzkonzept (Nr.1) vor.

Den Hauptteil des Klimaschutzkonzeptes bilden die Analysen für 5 Gebäude. Diese Analysen sollen für die Schulstiftung Hilfestellung dafür sein, wo in den kommenden Jahren Investitionen in den eigenen Gebäuden erfolgen sollen. Neben dem Konzept für die Durchführung von investiven Maßnahmen an Gebäuden ist die Einführung eines Klimaschutzmanagements durch die Schulstiftung von elementarer Bedeutung.

In der Zusammenfassung werden die wichtigsten Ergebnisse im Überblick dargestellt. Detaillierte Angaben können den eigenständigen Berichten entnommen werden. Im Anhang sind die Ergebnisse der Gebäudeanalysen sowie die Verbrauchskennwerte dokumentiert.

2 Schulen der Schulstiftung

Die Schulstiftung trägt die Verantwortung für 17 Schulen in Niedersachsen und Bremen.



Abbildung 1: Lage der Schulen der Schulstiftung¹

¹ Quelle: www.schulstiftung-os.de

Nr	Schule	Ort	zentral	Bemerkung	Typ
1	Angelaschule	Osnabrück	x	Kloster im Komplex	Gy
2	Domschule	Osnabrück	x		HS/RS
3	Thomas-Morus-Schule	Osnabrück	x		HS/RS
4	Ursulaschule	Osnabrück			Gy
5	Missionsgymnasium St. Antonius	Bad Bentheim	x	Kloster im Komplex	Gy
6	Gymnasium Marianum	Meppen			Gy
7	Johannesschule	Meppen			HS/RS
8	Marienhaus-Schule	Meppen		Stiftung ist Mieter	Berufsfachschule
9	Marienschule	Lingen	x		HS/RS
10	Michaelschule	Papenburg			HS/RS
11	St.-Antonius-Schule	Bremen		Gesamtkomplex (Kirche/KIGA/Schule)	GS 1z
12	St.-Johannis-Schule IHR/Gy	Bremen			RS/Gy 6z
13	St.-Johannis-Schule GS	Bremen			GS 2 Züge
14	St.-Josef-Schule	Bremen		wird in Kürze ge- schlossen	GS 1 Zug
15	St.-Marien-Schule	Bremen			GS 2 Züge
16	St.-Pius-Schule	Bremen			GS 1z
17	Gymnasium Twistringen	Twistringen		Stiftung ist Mieter	Gy

Tabelle 1: Schulen der Schulstiftung

3 Klimaschutzmanagementkonzept

Unter Energiemanagement versteht man die Zusammenfassung aller für die Energiebewirtschaftung relevanten Angelegenheiten wie z. B. Energiebeschaffung, Anlagenüberwachung, Verbrauchs- und Kostencontrolling oder Investitionsplanung. Die Einbeziehung umweltrelevanter Faktoren - insbesondere den CO₂-Ausstoß – macht das Energiemanagement zum Klimaschutzmanagement.

Für 10 Schulen lagen Verbrauchsdaten vor. Diese stellten sich im Jahr 2010 wie folgt dar:

	Wärmeenergie	Strom
Menge (kWh/a)	9.555.525	1.720.768
Kosten (€/a)	525.176	303.017
CO ₂ (t/a)	1.674	1.081

Tabelle 2: Energieverbräuche und Energiekosten 2010 (Schulen 1-10)

Die Gesamtkosten für alle Schulen der Schulstiftung dürften bei ca. 1 Mio. € liegen.

Die prozentuale Aufteilung zwischen Wärme, Strom bzw. der verbrauchten Energie, den Kosten und den CO₂-Emissionen stellt sich wie folgt dar:

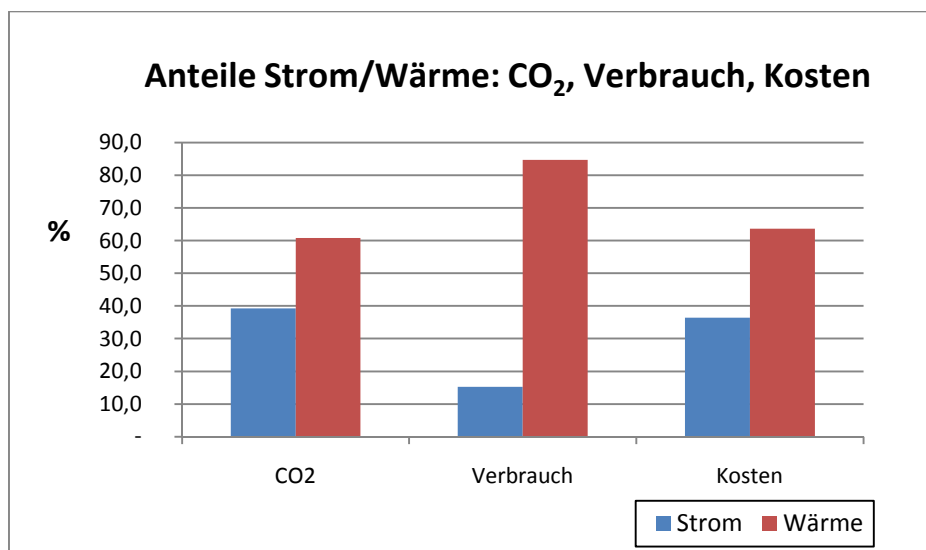


Abbildung 2: Anteile von Strom und Gas bzgl. CO₂, Energieverbrauch und Kosten in %



In der Schulstiftung sind bisher nur wenige Elemente eines zentralen Energiemanagements vorhanden.

Eingeführt werden sollten insbesondere folgende Elemente:

1. Die verstärkte Verankerung der Aufgabe „Energiemanagement“ als Steuerungsaufgabe des Vorstandes der Schulstiftung
2. Die Festlegung von Zielen zur CO₂-Minderung sowie die Energieeinsparung mit kontrollierbaren zeitlichen Horizonten
3. Der Aufbau einer monatlichen Verbrauchserfassung in allen Objekten durch die Hausmeister
4. Die zeitnahe Auswertung dieser Datenerfassung einschließlich einer zumindest halbjährlichen Rückmeldung über die Verbrauchsentwicklung an die Hausmeister, Schulleiter sowie den Vorstand der Schulstiftung
5. die Erstellung und jährliche Fortschreibung eines Energieberichts
6. Die Zulieferung aller relevanten Daten bzgl. Verbrauch und Kosten in übersichtlicher Form an den Vorstand der Schulstiftung
7. die Überwachung des laufenden Anlagenbetriebs durch Kontrollmessungen in den Gebäuden
8. die Schulung von Hausmeister und Lehrern
9. Bereitstellung von Messgeräten für Hausmeister und Lehrer
10. die Einrichtung eines nutzerorientierten Energiesparprojektes in allen Schulen
11. die explizite Berücksichtigung von Klimaschutzaspekten im Rahmen der Sanierungsplanung
12. die Erstellung von energetischen Mindeststandards bei Sanierungen
13. die Einführung einer Dokumentation über durchgeführte Maßnahmen
14. die Erstellung einer Dienstanweisung zum Anlagenbetrieb.

Eine zentrale Aufschaltung der Gebäudeleittechnik sollte fortgeführt werden. Dabei sollten die Regelungen gemeinsam durch die Hausmeister und das Gebäudemanagement bedienbar sein. Contractingverträge, die die Regelungsbedienung durch Fremdfirmen vorsehen, sollten beendet werden.

Alle Aufgaben des Energiemanagements sollten in einer Verwaltungseinheit gebündelt werden. Hierfür bietet sich der bisher verantwortliche Bereich im Generalvikariat (Herr Hawighorst) an.



Um diese zusätzlichen Aufgaben bewältigen zu können sind Personalkapazitäten im Umfang von dauerhaft ca. 20 Stunden pro Woche erforderlich. Dies bedeutet eine Ausweitung der Stellen um 10 Wochenstunden gegenüber dem heutigen Stand. Die Kosten hierfür dürften sich angesichts hoher Energiepreise durch die erreichbare Energiekosteneinsparung mehr als refinanzieren. Zusätzlich fällt Arbeitsaufwand im ersten halben Jahr für den Aufbau des Energie- und Klimaschutzmanagements an.

Über das Klimaschutzkonzept liegt ein eigenständiger Bericht vor.

4 Nutzerverhalten

Im Rahmen der Untersuchungen erfolgten Umfragen bei Lehrerinnen und Lehrern bzgl. deren Einschätzung des Raumklimas sowie des eigenen Nutzerverhaltens.

Positiv ist, dass in allen Schulen eine hohe Bereitschaft zum Energiesparen vorhanden ist. Auf diese Bereitschaft kann man gut aufbauen, um Energiespar- und Klimaschutzaktivitäten in den Schulen zu verankern.

Die Ergebnisse der Umfrage werden nachfolgend an Hand der Ergebnisse einer Schule exemplarisch dargestellt.

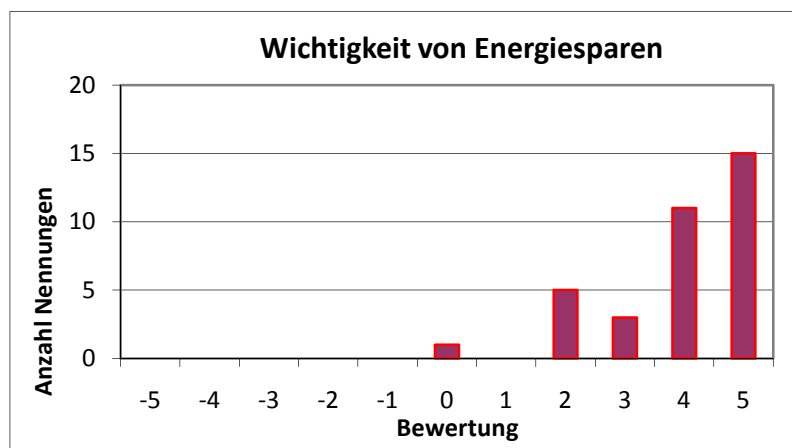


Abbildung 3: Wichtigkeit von Energiesparen

Auffällig ist, dass die hohe Bereitschaft zum Energiesparen nicht mit dem Verhalten korrespondiert. Ein solches Phänomen ist auch aus anderen Umfragen bzw. umweltrelevanten Themenbereichen bekannt wie z. B. bei der Frage nach dem Bezug von Ökostrom.

Ein besonders wichtiges Element beim Nutzerverhalten kommt dem Lüftungsverhalten zu. Dabei geht es hierbei nicht nur um die Vermeidung der energetisch suboptimalen Kipplüftung. Vielmehr werden durch Kipplüftung – bei gleichzeitiger erhöhter Wärmeabfuhr - die Räume nicht ausreichend belüftet, was sich auf den Lärmpegel im Klassenraum auswirkt. Richtiges Lüftungsverhalten ist daher schon aus pädagogischen Gründen erforderlich.

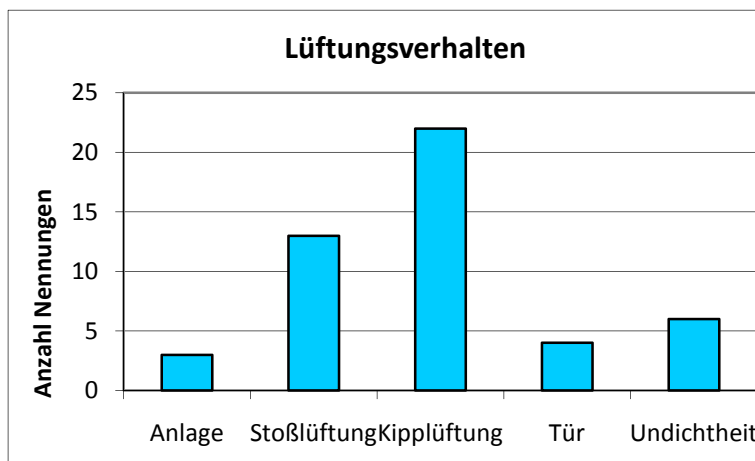


Abbildung 4: Lüftungsverhalten

Die Ergebnisse der Umfrage zeigen, dass die Kipplüftung eine hohe Bedeutung hat. Hier besteht Aufklärungsbedarf.

Die falsche Form der Lüftung korrespondiert mit der Einstufung der Räume als schlecht belüftet. Auf einer Skala von -5 bis +5 konnten Angaben zur Einschätzung der Parameter Beheizung, Belüftung und Beleuchtung gemacht werden.

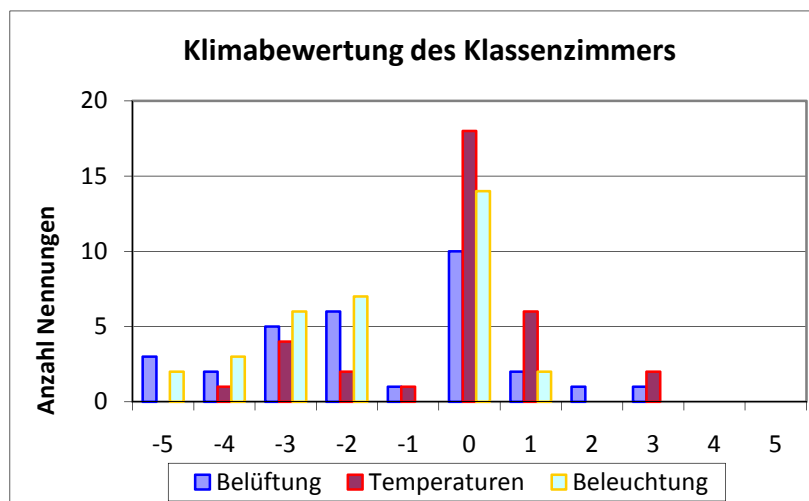


Abbildung 5: Klimabewertung (Heizung, Lüftung, Beleuchtung)

Es ist zu empfehlen, ein pädagogisch orientiertes Projekt zur Beeinflussung des Nutzerverhaltens einzurichten. In Verbindung mit dem finanziellen Vorteil, der den Schulen auf Grund der Budgetierung bei Einsparungen entsteht, sollte eine Einbindung der Schulen auch im pädagogischen Bereich möglich sein.

5 Gebäudeanalysen

Im Rahmen des Konzeptes wurden

- eine auf dem Rechenverfahren der der DIN V 18599 basierende Energiebilanz der Gebäude erstellt,
- Energie sparende Maßnahmen identifiziert und
- die Maßnahmen ökologisch und wirtschaftlich bewertet.

Ziel des Konzeptes ist dabei die Empfehlung von Sanierungsvarianten, die ein Optimum an Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit ermöglichen.

5.1 Vorgehensweise und Gesamtergebnis

Gegenstand der umfangreichen energetischen Gebäude-Untersuchung waren insgesamt 5 Gebäude:

- Domschule, Osnabrück
- Thomas-Morus-Schule, Osnabrück
- Ursulaschule, Osnabrück
- St-Antonius-Gymnasium, Bad Bentheim-Bardel
- Gymnasium Marianum, Meppen.

Jedes Gebäude wurde zunächst im Rahmen einer Begehung in Augenschein genommen.

Für die Gebäude wurden energetische Analysen auf der Grundlage des Rechenverfahrens der DIN V 18599, welche auch dem Rechenverfahren der Energieeinsparverordnung (EnEV) zu Grunde liegen, erstellt.

In zwei Fällen umfassen die Gebäudekomplexe auch Klöster. Diese waren nicht Gegenstand der Untersuchung, die sich auf die schulisch genutzten Gebäude beschränkte.

Der Verbrauch in den fünf untersuchten Liegenschaften ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

	CO ₂ t/a	Energie kWh/a	Kosten €/a
Strom	659	1.049.146	183.300
Wärme	1.057	5.333.868	305.033
Summe	1.716	6.383.014	488.333

Tabelle 3: Verbräuche und Kosten der 5 untersuchten Schulen 2010 im Überblick

Aus diesen Daten können Kennwerte für den Wärme- und Stromverbrauch ermittelt werden. Bei den Kennwerten für Wärme handelt es sich entsprechend dem Rechenverfahren zur Erstellung von Energieausweisen gemäß Energieeinsparverordnung um witterungsbereinigte Werte, die auf den Heizwert H_i bezogen sind.

Kennwerte 2010	Wärme	Strom
Domschule	106	22
Thomas-Morus-Schule	83	28
Ursulaschule	123	19
Marianum	90	19
St-Antonius-Gymnasium	95	20
Vergleichswerte	90	10

Tabelle 4: Kennwerte in kWh/m²a

Weitere Angaben zu Verbräuchen und Kosten können den Detailkonzepten entnommen werden.

Basierend auf den Energieverbräuchen wurde jeweils eine Energiebilanz erstellt, damit auf dieser Basis die Auswirkung von Energiesparmaßnahmen abgeschätzt werden kann. Die Auswirkungen werden dargestellt in Bezug auf Kilowattstunden, Euro und CO₂. Die Einsparmaßnahmen werden entsprechend ihrer Klimarelevanz und der Wirtschaftlichkeit bewertet, so dass die Schulstiftung angesichts der begrenzten finanziellen Mittel die Möglichkeit erhält, die vorgeschlagenen Maßnahmen nach und nach umzusetzen.

Für jedes Gebäude wurde ein separater Bericht erstellt, in dem die gesamte Berechnung mit allen Ergebnissen dargestellt wird. Zudem ist in diesen Berichten der Ist-Zustand der Gebäude dokumentiert.

Bei dem vorliegenden Konzept handelt es sich um eine Darstellung von Maßnahmen zum Klimaschutz. Für die Reihenfolge der Umsetzung können sich für die Schulstiftung weitere Kriterien bei der Umsetzung ergeben wie z. B. allgemeine bauliche Unterhaltung, finanzielle Ressourcen oder Nutzungsanforderungen. Damit bildet das vorliegende Klimaschutzkonzept einen Baustein zur Gebäudeunterhaltung der Schulstiftung.

5.2 Maßnahmen und Bewertung

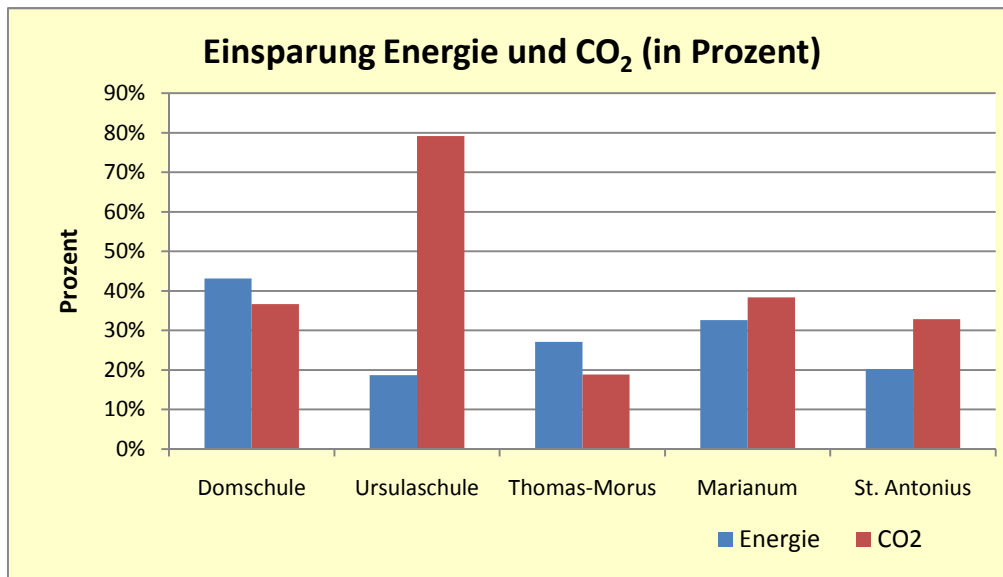
5.2.1 Gesamtbetrachtung

Durch die bei den Gebäuden untersuchten Einsparpotentiale käme es, wenn sie alle umgesetzt würden, zu einer Einsparung von jährlich 1,9 Mio. kWh. Dies hätte eine CO₂-Verminderung von 627,4 Tonnen pro Jahr bzw. 39,9 % zur Folge.

Objekt	Einsparungen			
	Energie kWh/a	Energie %	CO ₂ t/a	CO ₂ %
Domschule	712.056	43,2%	152,67	36,7%
Ursulaschule	168.676	18,7%	170,25	79,2%
Thomas-Morus	183.625	27,1%	41,30	18,9%
Marianum	590.036	32,6%	182,36	38,4%
St. Antonius	255.944	20,3%	80,80	32,8%
Summe	1.910.337	30,3%	627,38	36,6%

Tabelle 5: Einsparpotenziale

In der folgenden Abbildung sind die Werte für die untersuchten Gebäude für die prozentuale Einsparung für Energie und CO₂ wiedergegeben:



Die Gesamtkosten der vorgeschlagenen Maßnahmen zur energetischen Sanierung belaufen sich in Abhängigkeit von den realisierten versorgungstechnischen Alternativen auf maximal 5,323 Mio. €. Pro jährlich eingespartem Kilogramm CO₂ ergeben sich damit durchschnittliche spezifische Investitionskosten von 8,49 €/kg.

Die größten CO₂-Minderungsmaßnahmen bestehen bei der Energieerzeugung. Angesichts der Größe der Objekte ist der Einbau von BHKW sinnvoll; alternativ ist in der Ursulaschule für die anstehende Heizungssanierung ein Pelletkessel möglich. Auf den Flachdächern der Sporthallen können PV-Anlagen installiert werden. Im baulichen Wärmeschutz wurde in den vergangenen Jahren bereits viel getan.

Die Bewertung der einzelnen Maßnahmen findet sich im folgenden Kapitel.

5.2.2 Maßnahmenbewertung

Insgesamt kann man folgendes feststellen.

- *Bereits erfolgte Maßnahmen:* In den letzten Jahren wurden bereits viele Maßnahmen zur energetischen Sanierung durchgeführt.
- *Baulicher Wärmeschutz:* Ein besserer Wärmeschutz der Gebäudehülle in allen Objekten möglich und sinnvoll ist. Allerdings sind bereits viele Maßnahmen erfolgt. Maßnahmen sind dann wirtschaftlich kaum vertretbar, wenn bereits in früheren Jahren eine Dämmung eingebaut wurde.
- *Heizungsanlagen:* Die Heizungsanlagen sind bis auf Ausnahmen kürzlich saniert worden. Hier besteht nur noch geringer Investitionsbedarf.



- *Lüftungsanlagen:* Bei Lüftungsanlagen gibt es größeren Sanierungsbedarf. Dies betrifft insbesondere die Lüftungsanlagen in den Schulschwimmbädern in Meppen und Bardel, aber auch Anlagen in Sporthallen. Hierbei handelt es sich aber primär um eine Maßnahme der Bauunterhaltung und weniger um eine CO₂-Minderungsmaßnahme.
- *Beleuchtung:* Die Beleuchtung ist zwar in der Regel veraltet, aber funktionsfähig. In Teilbereichen haben Sanierungen stattgefunden. Sofern Glühlampen vorhanden sind, sollten sie kurzfristig durch Energiesparlampen ersetzt werden. Halogenglühlampen können durch entsprechende LED-Lampen ersetzt werden. Beleuchtungssanierungen von vorhandenen Leuchtstofflampen sind eher als Bauunterhaltung zu werten und erfordern vergleichsweise hohe spezifische CO₂-Minderungskosten.
- *Erneuerbare Energien zur Wärmeerzeugung:* Der Einsatz von solaren Brauchwasseranlagen wird nicht vorgeschlagen. Grundsätzlich kämen die Sporthallen für eine solche Anlage in Frage. Dies trifft insbesondere zu, wenn gleichzeitig ein Schwimmbad betrieben wird. Allerdings bietet sich hier der Einbau eines BHKW an. In diesem Fall wäre eine Solaranlage ökologisch und wirtschaftlich kontraproduktiv. Der Einsatz von Wärmepumpen ist nicht sinnvoll, da die Auslegungstemperaturen der Heizungsverteilung hierfür zu hoch sind. Sofern eine Heizungsmodernisierung ansteht (Ursula-schule) ist als eine Sanierungsvariante ein Holz-Pellet-Kessel enthalten.
- *BHKW:* Auf Grund der Größe der Schulen sind die Wärme- und Stromverbräuche hoch. Damit können BHKW installiert werden, sofern dies nicht bereits der Fall ist (Thomas-Morus-Schule) oder ein Holz-Pellet-Kessel vorhanden ist (St.-Antonius-Gymnasium). Die Auslegung sollte auf den Wärmebedarf abgestimmt werden, der nach einer baulichen Sanierung erreicht wird.

5.2.3 Vorschlag für eine Umsetzungsperspektive

Aus den Ergebnissen der einzelnen Gebäudeanalysen wird im Folgenden eine Umsetzungsperspektive entwickelt. Dabei ist zu beachten, dass die Umsetzung der Maßnahmen nicht nur von Klimaschutzaspekten abhängt, sondern auch von verschiedenen anderen Faktoren:

- *Notwendigkeiten der baulichen Unterhaltung:* Vergleichsweise kostenintensive Maßnahmen wie z. B. eine Fenstererneuerung können zwingend kurzfristig notwendig sein, wenn die Fenster nicht mehr funktionstüchtig sind. Gleiches gilt bei Ausfall einer Heizungsanlage.
- *Nutzungsänderungen:* Anbauten z. B. für Ganztagsbetrieb, können ein Vorziehen von Maßnahmen erforderlich machen. Ebenso ist zu prüfen, ob einzelne wie z. B. die Nut-



zung des Schwimmbades im Gymnasium Marianum, mittelfristig noch aufrecht erhalten bleiben.

- *Synergieeffekte:* Es kann sinnvoll sein, mehrere Maßnahmen zu koppeln, auch wenn einzelne dieser Maßnahmen vergleichsweise kostenintensiv sind. Dies trifft z. B. auf die Kombination von Fenster- und Außenwandsanierungen zu. Vor einer Heizungserneuerung sollte möglichst zunächst der Wärmebedarf durch bauliche Maßnahmen reduziert werden.
- *Förderprogramme:* Für verschiedene Maßnahmen können Förderungen in Anspruch genommen werden. Es kann daher sinnvoll sein, eher kostenintensive Maßnahmen vorzuziehen, solange es diese Förderungen noch gibt.

Die nachfolgende Prioritätenliste steht daher unter dem Vorbehalt diese Rahmenbedingungen. Sie orientiert sich an den spezifischen CO₂-Minderungskosten (vgl. Anhang B). Aus Gründen der oben angegebenen Rahmenbedingungen kann sich eine andere Reihenfolge als sinnvoll erweisen; die Abwägung und Entscheidung hierüber liegt in der Verantwortung der Schulstiftung. Die Maßnahmen sind in der Übersichtstabelle farblich markiert, so dass eine Zuordnung zu den einzelnen Stufen möglich ist.

In dieser Übersicht sind nur die klimarelevanten Maßnahmen aufgeführt. Maßnahmen der Bauunterhaltung, die zu keinen nennenswerten CO₂-Minderungen führen, sind in den Einzelberichten aufgeführt, aber nicht in dieser nachfolgenden Übersicht. Zudem sind nutzerorientierte Maßnahmen, die in der Summe ein Einsparpotenzial von ca. 10 % eröffnen können, ebenfalls nicht an dieser Stelle enthalten sondern in den Einzelberichten.

Stufe 1: < 10 €/kg CO₂-Minderung (blau markiert)

Hierunter fallen Einzelmaßnahmen wie z. B. die Dämmung von obersten Geschossdecken, Dämmung von Rohrleitungen oder einige Beleuchtungserneuerungen (insbesondere Ersatz von Glüh- und Halogenglühlampen). Auch die Heizungserneuerungen fallen hierunter. Diese Maßnahmen sind auch wirtschaftlich.

CO ₂ -Minderung	Investitionskosten	Spez. CO ₂ -Mind.-Kosten
516 t/a	2.581-200 €	5,00 €/kg

Tabelle 6: Maßnahmenbewertung Stufe 1

Stufe 2: 10 - 25 €/kg CO₂-Minderung (gelb markiert)

Hierunter fallen vor allem die baulichen Maßnahmen wie Dämmung der Außenwände oder die Erneuerung von Fenstern, soweit sie nicht bereits in Zusammenhang mit Heizungserneuerungen erfolgt sind. Diese Maßnahmen sind nur teilweise wirtschaftlich.

CO ₂ -Minderung	Investitionskosten	Spez. CO ₂ -Mind.-Kosten
70 t/a	1.037.500€	14,88 €/kg

Tabelle 7: Maßnahmenbewertung Stufe 2

Stufe 3: > 25 €/kg CO₂-Minderung (nicht markiert)

Hierunter sind nur noch wenige Maßnahmen subsummiert, insbesondere einige Fenster- und Beleuchtungserneuerungen sowie Dämmung von Bauteilen, die bereits über eine – wenn auch nach heutigem Maßstab suboptimale – Wärmedämmung verfügen. Diese Maßnahmen sind sämtlich unwirtschaftlich.

CO ₂ -Minderung	Investitionskosten	Spez. CO ₂ -Mind.-Kosten
41 t/a	1.704.093€	41,20 €/kg

Tabelle 8: Maßnahmenbewertung Stufe 3

Die nachfolgende Tabelle enthält eine farblich markierte Übersicht über die Zuordnung der einzelnen Maßnahmen zu den jeweiligen Stufen. Eine detaillierte Übersicht findet sich im Anhang.

Schule	Maßnahme	Investition in €	Kosten je kg CO ₂	Amortisation in Jahren
Domschule	Dämmung AW	450.000	7,04	21
	Austausch Fenster	255.000	11,79	31
	Beleuchtungssanierung Turnhalle	113.200	19,43	nein
	BHKW	75.000	3,52	9
	PV-Anlage	225.000	5,63	20
Ursulaschule	Dämmung AW Haus 1 / 2	185.000	8,41	25
	Dämmung AW Haus 6 / 13	142.500	6,20	19
	Austausch Fenster	77.000	24,06	nein
	Beleuchtungssanierung	21.000	4,20	14
	Sanierung der Heizung	129.800	6,49	20
	Sanierung der Heizung mit Pelletkessel	162.400	1,59	13
	BHKW + Brennwertkessel	186.800	9,34	9
Thomas-Morus-Schule	Paneele ersetzen	79.800	21,57	nein
	Schule Dämmung Kellerdecke /Kriechkeller Schule	50.500	6,92	21
	Schule Fenstertausch komplett	198.250	29,59	nein
	Schule Fassadendämmung	537.500	45,94	nein
	Halle Fassadedämmung	255.055	54,27	nein
	Halle Fenster Nebenräume	36.400	45,50	nein
	Schule u. Halle neue Türen	62.112	34,51	nein
	Beleuchtungssanierung Turnhalle	36.200	10,97	nein
	Beleuchtungssanierung in der Klassenräumen	85.000	65,38	nein
Gymnasium Marianum	Dämmung Flügel E	170.000	7,65	29
	Dämmung o. Geschossdecke	44.000	9,65	37
	Austausch Fenster TH	249.300	17,22	nein
	Dämmung FD TH	172.500	26,56	nein
	Sanierung Beleuchtung	279.276	41,90	nein
	BHKW	100.000	2,09	11
	PV-Anlage	450.000	5,62	20
St. Antonius-Gymnasium	Innendämmung der Außenwand	265.000	16,77	16
	Kerndämmung der Außenwand	106.000	7,57	8
	Dämmung Heizkörpernischen	78.000	65,00	nein
	Beleuchtung	227.000	12,90	nein
	PV-Anlage	270.000	5,63	20

Tabelle 9: Klimarelevante Maßnahmenübersicht nach Prioritäten

6 Begleitende pädagogische Arbeit und Öffentlichkeitsarbeit zur Umsetzung

Die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes erfordert die Zusammenarbeit aller jeweils Beteiligten. Die Maßnahmen müssen allgemein akzeptiert werden. Von daher werden die nachfolgenden Elemente zur öffentlichen Begleitung des Klimaschutzkonzeptes vorgeschlagen.

Welche Öffentlichkeitsarbeit und Einbeziehung von Betroffenen des Weiteren gewählt wird, ist abhängig vom jeweiligen Teilbereich.

1. *Energiemanagementkonzept:* Das Energiemanagementkonzept betrifft den organisatorischen Umgang mit den Gebäuden. Hiervon sind in erster Linie die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Verwaltung, des Generalvikariats sowie die Schulleitungen und Hausmeister betroffen. In gemeinsamen Veranstaltungen, wie sie am 24.5. und am 14.6. schon stattgefunden haben, sollte die neue Organisationsstruktur und die damit verbundene Aufgabenänderung besprochen werden.
2. *Nutzerbedingte Maßnahmen:* Durch eine Optimierung des Nutzerverhaltens können erfahrungsgemäß 10 – 15 % der Verbräuche eingespart werden. In den Schulen der Schulstiftung sollte ein pädagogisch orientiertes Projekt nach dem Vorbild „fifty-fifty“ bzw. „Energiesparen macht Schule“ eingerichtet werden. Hierdurch werden die Schulen in die Klimaschutzaktivitäten der Schulstiftung einbezogen werden. Die Schulen profitieren über die Budgetierung an den Einsparungen. Durch die Einbeziehung, insbesondere von Schülern und Lehrern, aber auch von sonstigen Nutzern, kann ein Transfer in den privaten Bereich bzgl. der eigenen Handlungsoptionen zur CO₂-Minderung erreicht werden.
3. *Investitionen:* In die Umsetzung der vorgeschlagenen Investitionen sollten die Nutzer ebenfalls einbezogen werden. Dies hat nicht nur die Funktion, eine möglichst nutzerfreundliche Technik zu etablieren. In den Schulen können im Rahmen eines Projektes „Energiesparen macht Schule“ auf diese Weise praktische Kenntnisse an Schüler und Lehrer vermittelt werden, wie CO₂-Emissionen verringert werden können. Hierfür bieten sich Vor-Ort-Begehungen ebenso an wie die Vermittlung von Wissen über Energietechniken (z. B. Kraft-Wärme-Kopplung, Brennwertnutzung, Pelletkessel), Beleuchtungsalternativen (LED, Energiesparlampen) oder baulicher Wärmeschutz. In den weiterführenden Schulen kann im Fachunterricht, ebenso wie in einer Energie-AG, die Sanierung entsprechend begleitet werden. In der Ursulaschule existiert bereits eine Schüler-AG, in der diese Themen behandelt werden.
4. *Eltern und weitere Öffentlichkeit:* Eine Öffentlichkeitsarbeit bei Eltern und Presse erleichtert ebenfalls die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes. Mittel können Zeit-



schriften und Presse sowie die Informationen der Schulstiftung sein, die regelmäßig an Eltern versandt werden. Nicht unterschätzt werden sollte der positive Imagegewinn für die Schulstiftung, der durch eine konsequente Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes erreicht wird.

7 Anhang

Der Anhang enthält eine Komplettübersicht über die vorgeschlagenen Maßnahmen in den 5 ausführlich untersuchten Gebäuden.

7.1 Übersicht über Maßnahmenempfehlungen / Minderungspotenzial

Nr.	Schule	Heutiger Endenergiebedarf kWh/a	Wärme kWh/a	Strom kWh/a	Heutige CO ₂ -Emissionen t/a	Maßnahme	eingesparte kWh	eingesparte CO ₂ t/a	Investition €	Amortisation Jahre	Kosten je kWh €/kWh	Kosten je kg CO ₂ €/kg
1	Domschule	1.487.368	1.388.050	261.354	416,0 t	Dämmung AW	325.531	63,9	450.000	21	1,38	7,04
						Austausch Fenster	117.261	21,6	255.000	31	2,17	11,79
						Beleuchtungssanierung Turnhalle	3.460	5,8	113.200	> 25	32,72	19,43
						BHKW	202.054	21,3	75.000	9	0,37	3,52
						PV-Anlage	63.750	40,0	225.000	20	3,53	5,63
2	Ursulaschule	850.405	793.588	108.886	215,0 t	Dämmung AW Haus 1 / 2	107.896	22,0	185.000	25	1,71	8,41
						Dämmung AW Haus 6 / 13	112.670	23,0	142.500	19	1,26	6,20
						Austausch Fenster	15.945	3,2	77.000	> 30	4,83	24,06
						Beleuchtungssanierung	5.549	5,0	21.000	14	3,78	4,20
						Sanierung der Heizung	99.019	20,0	129.800	20	1,31	6,49
						Sanierung der Heizung mit Pelletkessel	-42.375	102,0	162.400	13	-3,83	1,59
						BHKW + Brennwertkessel	850.405	20,0	186.800	k. A.	0,22	9,34
3	Thomas-Morus	568.130	502.245	174.597	219,0 t	Paneele ersetzen	17.901	3,7	79.800	> 30	4,46	21,57
						Schule Dämmung Kellerdecke /Kriechkeller Schule	35.389	7,3	50.500	> 30	1,43	6,92
						Schule Fenstertausch komplett	32.843	6,7	198.250	21	6,04	29,59
						Schule Fassadendämmung	56.911	11,7	537.500	> 30	9,44	45,94
						Halle Fassadendämmung	22.856	4,7	255.055	> 30	11,16	54,27
						Halle Fenster Nebenräume	4.327	0,8	36.400	> 30	8,41	45,50
						Schule u. Halle neue Türen	8.740	1,8	62.112	> 30	7,11	34,51
						Beleuchtungssanierung Turnhalle	3.773	3,3	36.200	> 25	9,59	10,97
						Beleuchtungssanierung der Klassenräumen	885	1,3	85.000	> 25	96,05	65,38

Nr.	Schule	Heutiger End-energiebedarf kWh/a	Wärme kWh/a	Strom kWh/a	Heutige CO ₂ -Emissionen t/a	Maßnahme	eingesparte kWh	eingesparte CO ₂ t/a	Investition €	Amortisation Jahre	Kosten je kWh €/kWh	Kosten je kg CO ₂ €/kg
4	Gymnasium Marianum	1.658.907	1.514.886	295111	475,0	Dämmung Flügel E	106.379	22,2	170.000	1,60	1,60	7,65
						Dämmung o. Geschossdecke	21.839	4,6	44.000	2,01	2,01	9,65
						Austausch Fenster TH	69.252	14,5	249.300	3,60	3,60	17,22
						Dämmung FD TH	31.106	6,5	172.500	5,55	5,55	26,56
						Sanierung Beleuchtung	4.484	6,7	279.276	62,28	62,28	41,90
						BHKW	229.476	47,9	100.000	0,44	0,44	2,09
						PV-Anlage	127.500	80,1	450.000	3,53	3,53	5,62
5	St. Antonius-Gymnasium	1.263.282	1.054.084	109.198	246,0 t	Innendämmung der Außenwand	157.675	15,8	265.000	1,68	1,68	16,77
						Kerndämmung der Außenwand	139.778	14,0	106.000	0,76	0,76	7,57
						Dämmung Heizkörpernischen	11.666	1,2	78.000	6,69	6,69	65,00
						Beleuchtung	28.000	17,6	227.000	8,11	8,11	12,90
						PV-Anlage	76.500	48,0	270.000	3,53	3,53	5,63