



Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel

- University of Applied Sciences -

Bachelorarbeit

Thema:

„Analyse und Sanierungsvorschläge elektrischer Energieverbraucher der Stiftung Neuerkerode“

Erstprüfer : Prof. Dr. - Ing. Dieter Wolff

Zweitprüferin : Dr. – Ing. Kati C. Jagnow

Abgegeben von: Daniel Schmidt

Matrikel – Nr.: 20570546

Datum: 29.08.2008



Eidesstattliche Erklärung:

Ich versichere hiermit, dass ich meine Bachelorarbeit mit dem Thema:

„Analyse und Sanierungsvorschläge elektrischer Energieverbraucher der Stiftung Neuerkerode“

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

- Die Ergebnisse der Arbeit stehen ausschließlich dem analysierten Unternehmen sowie dem betreuenden Hochschulinstitut zur Verfügung (Arbeit mit Sperrvermerk).
- Die Ergebnisse dieser Arbeit stehen jedermann zur Verfügung (Arbeit ohne Sperrvermerk).

Mir ist bekannt, dass ich meine Bachelorarbeit zusammen mit dieser Erklärung fristgemäß nach Vergabe des Themas in dreifacher Ausfertigung und gebunden im Prüfungsamt der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel abzugeben oder spätestens mit dem Poststempel des Tages, an dem die Frist abläuft, zu senden habe.

Ort und Datum

Vor- und Nachname (in Druckbuchstaben)

Unterschrift



Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	8
1.1.	Grundüberlegung	8
1.1.1.	Kyoto - Protokoll	8
1.1.2.	Bezug zur Bachelorarbeit.....	8
1.1.3.	Ausblick der Stromverbräuche in der Bundesrepublik	9
1.2.	Einführung in das Projekt.....	9
1.2.1.	Stiftung Neuerkerode.....	9
1.2.2.	Ziele des Gesamtprojektes	9
1.3.	Bachelorarbeit.....	10
1.3.1.	Aufgabenstellung	10
1.3.2.	Zeitliche Einteilung	10
2.	LEE – Leitfaden elektrische Energie im Hochbau [3]	11
2.1.	Verwendung des Leitfadens	11
2.2.	Grundlagen der Berechnung	11
2.2.1.	Beleuchtung [3]	11
2.2.2.	Lüftung und Klimatisierung [3]	14
2.2.3.	Diverse Haustechnik [3]	15
2.2.4.	Arbeitshilfen [3].....	15
2.2.5.	Zentrale Dienste [3].....	16
3.	Bestandsaufnahme GebäudeASSE.....	17
3.1.	Beschreibung des Gebäudes	17
3.2.	Aufnahme des Gebäudes.....	17
3.2.1.	Auswertung der Ergebnisse der Begehung.....	18
3.2.2.	Beleuchtung des Gebäudes.....	18
3.2.3.	Stromverbrauch der Arbeitshilfen	21
3.2.4.	Energiebedarf Heizung und Trinkwarmwasser	24
3.2.5.	Sonstige Stromverbraucher	25
3.2.6.	Gesamte elektrische Endenergie des GebäudesASSE	25
3.2.7.	Primärenergiebedarf GebäudeASSE	25
3.2.8.	Ableich mit Zählerstand.....	27
4.	Sanierungsvorschläge GebäudeASSE.....	28
4.1.	Ermittlung der Einsparpotentiale	28
4.2.	Vorgang der Sanierung	28
4.2.1.	Energiesparlampen	29
4.2.2.	Gesamtaustausch Lampen und Elektrokleingeräte	33
4.2.3.	Sonstige Stromverbraucher	38
4.2.4.	Weitere Stromverbraucher	38
4.2.5.	Gesamter Jahresenergieverbrauch nach Kompletttausch	40
4.3.	Vergleich der Varianten.....	41
4.4.	Vergleich des Primärenergiebedarfs.....	41
4.5.	Vergleich der CO ₂ – Emissionen	42
4.6.	Vergleich der Kosteneinsparung	43
4.7.	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung GebäudeASSE	44
4.8.	Schlussbetrachtung GebäudeASSE	48
5.	Analyse der Gebäude der Stiftung.....	49
5.1.	Gebäudeübersicht.....	50
5.2.	Stromzählerstände des vergangenen Jahres.....	51
5.3.	Übersicht der Hilfsenergie Heizung und Trinkwarmwasser	52
5.4.	Vergleich der Berechnung mit Stromzählerständen	54
5.5.	Aufteilung des Stromverbrauchs.....	56



5.6.	Anteile am Stromverbrauch.....	57
5.7.	Vergleich der Sanierungsvorschläge der Gebäude der Stiftung	58
5.8.	Handlungsbedarf	61
5.9.	Vergleich des Bedarfs an Primärenergie	61
5.10.	Vergleich der CO ₂ – Emissionen	63
5.11.	Vergleich der Stromkosten	65
5.12.	Betrachtung der Wirtschaftlichkeit.....	67
5.13.	Untersuchung der Pflegegebäude.....	68
5.14.	Vorschlag zur Nutzung eines BHKW	71
6.	Allgemeiner Wohnungsbau	73
6.1.	Allgemeine Betrachtung	73
6.1.1.	Jährlicher Stromverbrauch	73
6.1.2.	Bestandsaufnahme.....	73
6.1.3.	Betrachtete Wohnung	74
6.2.	Verwendete Stromverbraucher	74
6.2.1.	Beleuchtung.....	74
6.2.2.	Kühlschrank	75
6.2.3.	Waschmaschine	75
6.2.4.	Haushaltsgeräte.....	75
6.2.5.	Elektroherd.....	76
6.2.6.	Elektrische Warmwasserbereitung	76
6.3.	Stromverbraucher im Bestand	76
6.3.1.	Aufnahme der Stromverbraucher	76
6.3.2.	Erläuterungen zur Tabelle	77
6.3.3.	Kohlenstoffdioxid – Emissionen.....	78
6.3.4.	Verhältnisse im Bestand	78
6.4.	Sanierung der Wohnung	80
6.4.1.	Erläuterungen zur Tabelle	81
6.4.2.	Tipps zum Energiesparen.....	82
6.4.3.	Kohlenstoffdioxid - Emissionen	83
6.5.	Verhältnisse nach Sanierung	84
6.6.	Einsparung	85
6.7.	Fazit zum Allgemeinen Wohnungsbau	87
7.	Fazit der Bachelorarbeit	87
8.	Quellen	90
9.	Übersicht Anhang.....	92



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grundfläche Gebäude Asse	18
Tabelle 2: Berechnung der installierten Lampenleistung	20
Tabelle 3: Ermittlung des Jahresenergiebedarfs der Beleuchtung im Gebäude Asse	21
Tabelle 4: Ermittlung des Jahresenergiebedarfs der Arbeitshilfen im Gebäude Asse.....	22
Tabelle 5: Primärenergiebedarf Gebäude Asse.....	25
Tabelle 6: Abgleich der Zählerstände mit Berechnung des Gebäudes Asse.....	27
Tabelle 7: Technische Daten Philips MASTER PL - Electronic.....	29
Tabelle 8: Technische Daten Philips MASTER TL – D Eco.....	30
Tabelle 9: Mittelwert der Lichtausbeute bei energiesparenden Leuchtstofflampen	30
Tabelle 10: Mittelwerte Lichtausbeute bei Energiesparlampen	30
Tabelle 11: Berechnung der Lampenleistung mit Energiesparlampen.....	31
Tabelle 12: Berechnung des Jahresenergiebedarfs an Beleuchtung im Gebäude Asse	32
Tabelle 13: Berechnung des Jahresenergiebedarfs der Arbeitshilfen im Gebäude Asse	33
Tabelle 14: Übersicht Haushaltsgeräte	39
Tabelle 15: Übersicht Pflegegeräte	40
Tabelle 16: Vergleich der Varianten bei Gebäude Asse	41
Tabelle 17: Vergleich des Primärenergiebedarfs bei Gebäude Asse	42
Tabelle 18: Vergleich der CO ₂ – Emissionen bei Gebäude Asse	42
Tabelle 19: Vergleich der Stromkosten bei Gebäude Asse	43
Tabelle 20: Kosten bei Sanierung mit Sparlampen bei Gebäude Asse	47
Tabelle 21: Kosten bei Gerätetausch bei Gebäude Asse	47
Tabelle 22: Gebäudeübersicht	50
Tabelle 23: Zählerstände des letzten vergangenen Jahres	51
Tabelle 24: Übersicht der Hilfsenergie Heizung und Trinkwarmwasser der Stiftung Neuerkerode.....	53
Tabelle 25: Vergleich der Berechnung mit Zählerständen der Gebäude der Stiftung.....	54
Tabelle 26: Verteilung des Stromverbrauchs bei den Gebäuden der Stiftung Neuerkerode	56
Tabelle 27: Anteile des Stromverbrauches innerhalb der Stiftung Neuerkerode.....	57
Tabelle 28: Vergleich der Varianten der Sanierung mit Bestand der Stiftung Neuerkerode	59
Tabelle 29: Übersicht Primärenergiebedarf der Gebäude der Stiftung Neuerkerode.....	62
Tabelle 30: Vergleich der CO ₂ – Emissionen der Gebäude der Stiftung Neuerkerode	64
Tabelle 31: Vergleich der Stromkosten der Gebäude der Stiftung Neuerkerode	66
Tabelle 32: Einteilung der elektrischen Kleinstromverbraucher	68
Tabelle 33: Wohnfläche	74
Tabelle 34: Ermittlung der Stromverbraucher mit Stromverbrauch und Stromkosten im Bestand	77
Tabelle 35: Verhältnisse im Bestand im Allgemeinen Wohnungsbau	79
Tabelle 36: Ermittlung der Stromverbraucher mit Stromverbrauch und Stromkosten nach Sanierung	81
Tabelle 37: Anteile am Stromverbrauch nach Sanierung.....	84
Tabelle 38: Einsparung am Stromverbrauch und Stromkosten im Allgemeinen Wohnungsbau.....	85



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:ASSE Außenansicht	17
Abbildung 2: Deckenleuchte im Flur	19
Abbildung 3: Leuchtstofflampe im GebäudeASSE	19
Abbildung 4: PC – Arbeitsplatz mit Drucker und Monitor	22
Abbildung 5: Kühlschrank und Kühltruhe	23
Abbildung 6: Deckenventilatoren	23
Abbildung 7: Aquarium im GebäudeASSE	24
Abbildung 8: gesamter Endenergiebedarf GebäudeASSE	25
Abbildung 9: Anteile am Stromverbrauch GebäudeASSE	28
Abbildung 10: Energiesparlampe in der Küche im GebäudeASSE	29
Abbildung 11: Endenergiebedarf mit Sparlampen des GebäudesASSE	32
Abbildung 12: Fernseher im GebäudeASSE	34
Abbildung 13: Waschmaschine und Trockner im Bestand im GebäudeASSE	35
Abbildung 14: Geschirrspülmaschine im Bestand im GebäudeASSE	35
Abbildung 15: Standventilator im GebäudeASSE	37
Abbildung 16: Endenergiebedarf nach Kompletttausch im GebäudeASSE	40
Abbildung 17: Vergleich der Varianten bei GebäudeASSE	41
Abbildung 18: Vergleich des Primärenergiebedarfs bei GebäudeASSE	42
Abbildung 19: Vergleich der CO ₂ – Emissionen bei GebäudeASSE	43
Abbildung 20: Vergleich der Stromkosten bei GebäudeASSE	44
Abbildung 21: Anteile am Stromverbrauch der Stiftung Neuerkerode	58
Abbildung 22: Vergleich der Varianten bei den Gebäuden der Stiftung Neuerkerode	60
Abbildung 24: Vergleich des Primärenergiebedarfs der Stiftung Neuerkerode	63
Abbildung 25: Vergleich der CO ₂ – Emissionen der Gebäude der Stiftung Neuerkerode	65
Abbildung 26: Vergleich der Stromkosten der Gebäude der Stiftung	67
Abbildung 27: Verhältnisse im Bestand bei Pflegegebäuden	69
Abbildung 28: Vergleich des Stromverbrauches der Arbeitshilfen bei Pflegegebäuden	69
Abbildung 29: Verhältnisse nach Sanierung der Kleinstromverbraucher bei Pflegegebäuden	70
Abbildung 30: Gesamtlastverlauf des Stromverbrauchs der Stiftung Neuerkerode	71
Abbildung 31: Anteile am Stromverbrauch im Allgemeinen Wohnungsbau im Bestand	79
Abbildung 32: Anteile am Stromverbrauch im Allgemeinen Wohnungsbau nach Sanierung	84
Abbildung 33: Vergleich des Stromverbrauches im Allgemeinen Wohnungsbau	86
Abbildung 34: Vergleich der Stromkosten im Allgemeinen Wohnungsbau	86



Abkürzungsverzeichnis

EU	-	Europäische Union	%	-	Prozent
LEE	-	Leitfaden elektrische Energie im Hochbau	ppm	-	parts per million
IWU	-	Institut Wohnen und Umwelt	lm	-	Lumen
SIA	-	Schweizer Norm	W	-	Watt
VDE	-	Verein deutscher Elektroingenieure	V	-	Volt
DBU	-	Deutsche Bundesstiftung Umwelt	kHz	-	Kiloherz
NRW	-	Nordrhein Westfalen	m ²	-	Quadratmeter
LEG	-	Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung	kWh	-	Kilowattstunde
CO ₂	-	Kohlenstoffdioxid	d	-	Tag(e)
E _N	-	Normbeleuchtungsstärke	h	-	Stunde(n)
E _B	-	elektrischer Energiebedarf der Beleuchtung	a	-	Jahr(e)
E _L	-	elektrischer Energieverbrauch der Lüftungsanlage	l	-	Liter
E _{DT}	-	elektrischer Energieverbrauch Diverse Technik	mm	-	Millimeter
E _{AH}	-	elektrischer Energieverbrauch Arbeitshilfen	°C	-	Grad Celsius
E _{ZD}	-	elektrischer Energieverbrauch Zentrale Dienste	K	-	Kelvin
E _{el}	-	elektrischer Energieverbrauch	KVG	-	Konventionelles Vorschaltgerät
P _{max}	-	maximale Anschlussleistung	EVG	-	Elektronisches Vorschaltgerät
P _{Lampe}	-	angeschlossene Lampenleistung	el.	-	elektrisch
P _{VG}	-	Leistung Vorschaltgerät	etc.	-	ecetera
P _L	-	elektrische Leistung der Lüftungsanlage	Nr.	-	Nummer
P _{vollast}	-	Leistungsaufnahme Volllast	Prim.	-	Primärenergie
P _{standby}	-	Leistungsaufnahme Standby	End.	-	Endenergie
P _{ein}	-	volle Leistungsaufnahme	äquiv.	-	äquivalent
P _{aus}	-	Leistung bei abgeschaltetem Gerät	TWW	-	Trinkwarmwasser
P _{el}	-	elektrische Leistungsaufnahme	z.B.	-	zum Beispiel
A _{EB}	-	Energiebezugsfläche	A++	-	Energieeffizienzklasse
p	-	spezifische Leistung	ca.	-	circa
η_R	-	Raumwirkungsgrad	ges.	-	gesamte(r)
η_{Lampe}	-	Lichtausbeute	Stk.	-	Stück
$\eta_{Leuchte}$	-	Leuchtenwirkungsgrad	E14, E27	-	Einbaugröße (Beleuchtung)
$\eta_{VVG, KVG}$	-	Wirkungsgrad Konventionelle Vorschaltgeräte	TV	-	Television (Fernseher)
η_{EVG}	-	Wirkungsgrad Elektronische Vorschaltgeräte	PC	-	Personal Computer
η_V	-	Ventilatorwirkungsgrad	Hrsg.	-	Herausgeber
v	-	Verschmutzungsgrad	spez.	-	spezifische(r)
b _a	-	jährliche Bereitschaftszeit	∑	-	Summe
b _N	-	Nutzungsstunden	I _o	-	Investition
f _v	-	Vollbetriebszeitfaktor	a	-	Annuität
f _{TL}	-	Tageslichtanteil	m _E	-	Berechnungsfaktor
f _{Nutz}	-	Nutzungsfaktor	K _{u,m}	-	Kosten für Wartung
f _{Regel}	-	Regelfaktor	K _i	-	jährlicher Energiepreis
f _I	-	Anlagenbetriebsfaktor	k _{E,m}	-	mittlere Energiepreis
\dot{V}	-	Volumenstrom	k _{E,D}	-	Strompreis heute
t _{vollast}	-	Volllast – Betriebszeit	€	-	Euro
t _{standby}	-	Standby – Betriebszeit	BHKW	-	Blockheizkraftwerk
t _{ein}	-	Ein – Betriebszeit	t _{el}	-	Laufzeit
t _{aus}	-	Aus – Betriebszeit	∅	-	Temperatur
Q _{E,EH}	-	elektrische Leistung der Heizung und Trinkwarmwasser			
Δ	-	Differenz			



1. Einleitung

1.1. Grundüberlegung

1.1.1. Kyoto - Protokoll

Das Kyoto – Protokoll ist ein bis 2012 gültiges Abkommen der Vereinten Nationen hinsichtlich der Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen. Das Protokoll wurde mittlerweile von 168 Staaten anerkannt. Ziel dieses Abkommens ist es, die Treibhausgas – Emissionen bis zum Jahr 2012 gegenüber 1990 um 5,2 % zu senken. Die EU möchte die Emissionen sogar bis zu 8 % verringern. Deutschland versucht durch strukturellen Wandel und Desinvestitionen, die Emissionen um 18 % zu senken. Die dabei größte Schadstoff – Emission ging von der Industrie in den ostdeutschen Ländern aus. Zurzeit laufen Verhandlungen mit umstrittenen Reduktionszielen bezogen auf das Jahr 2005 über das Jahr 2012 hinaus. Dabei geht es um das sogenannte Post – Kyoto – Protokoll. Darin soll vereinbart werden, durch weitere Reduzierung der schädlichen Treibhausgasemission den durchschnittlichen Temperaturanstieg der Erdatmosphäre auf 2°C zu begrenzen. Die Konzentration des CO₂ soll in diesem Zuge auf 400 ppm begrenzt werden. Bis zum Jahr 2050 soll die CO₂ - Emission auf die Hälfte des heutigen Wertes gesenkt werden. Dabei müssen die USA und die EU bis zum Jahre 2040 die Emissionen auf ein Fünftel senken, um den gewünschten Wert von 400 ppm zu erreichen. [1]

1.1.2. Bezug zur Bachelorarbeit

Anhand dieser Vorgaben wird nun der Wunsch Energie einzusparen immer größer. Nicht nur um die Emissionen laut den Vorgaben zu senken, sondern auch um Kosten einzusparen. In diesem Kontext wird diese Bachelorarbeit erstellt um die Energieeinsparung im Bereich der elektrischen Energieverbraucher zu überprüfen. Durch erhebliche Neuinvestitionen können die Vorgaben ähnlich wie im Wärmefaktor erreicht werden. Im Hinblick auf die Einsparungen können die Kosten der Investition in den nächsten Jahren gedeckt werden. Somit ist eine Neuinvestition an energiesparenden Geräten von Vorteil.



1.1.3. Ausblick der Stromverbräuche in der Bundesrepublik

Der Primärenergieverbrauch in Deutschland ist in den letzten 10 Jahren kontinuierlich geringer geworden, obwohl der Anteil der elektrisch betriebenen Geräte in den Haushalten zugenommen hat. Der Rückgang des Stromverbrauchs der einzelnen Haushalte war bedingt nicht nur durch geeignete Schulungen und Werbung, sondern auch durch den Einsatz energiesparender Geräte. Das abschließende Kapitel dieser Arbeit befasst sich mit dem Allgemeinen Wohnungsbau. Dort wird der Bestand an elektrischen Verbrauchern der Haushalte näher erläutert, sowie der Vergleich zwischen Bestand und Sanierung. Es werden weiterhin Methoden zur effizienteren Nutzung des Stromes erläutert.

1.2. Einführung in das Projekt

1.2.1. Stiftung Neuerkerode

Die Stiftung Neuerkerode wurde im Jahr 1868 ins Leben gerufen. Ziel dieser Stiftung ist es Menschen mit geistiger Behinderung zu betreuen und ihnen ein Ort zum Leben und Arbeiten zu geben. Neuerkerode ist ein Teil der Gemeinde Sickte im Landkreis Wolfenbüttel und in der Region Braunschweig. In Neuerkerode sowie in den Außenstellen der Stiftung in Braunschweig und Wolfenbüttel leben 840 Menschen, die von Mitarbeitern betreut werden. Insgesamt stehen 122 Arbeitsplätze in den Werkstätten zur Verfügung. Dort werden Teile für Industrie und Eigenbedarf gefertigt. Des Weiteren stehen weitere 300 Arbeitsplätze in den Bereichen Kunst, Handwerk, Landwirtschaft und Gartenbau zur Verfügung. In dem Dorf selbst gibt es ein funktionierendes Gemeinwesen, in dem Bürger und der Vorstand das Leben selbst gestalten können. [2]

1.2.2. Ziele des Gesamtprojektes

Ziel des Gesamtprojektes ist die Lebens- und Arbeitsqualität der 840 Bewohner durch energetische und ökologische Modernisierung zu verbessern. Dabei soll im Zuge des Kyoto – Protokolls die CO₂ – Emission deutlich reduziert werden. Ziel: Senkung des Ressourcenverbrauchs um 50 – 80 %. Die Versorgung soll bis zum Jahre 2015 zu 80 – 100 % aus regenerativen Energien gedeckt werden. Dieses kann durch geeignete Maßnahmen, sprich Umbau- und energetischen Modernisierungsmaßnahmen, sowie durch Schulungen der Mitarbeiter und Bewohner zum sparsamen Umgang erreicht werden. [2] Das Ziel besteht darin, den Strom aus Wasserkraft zu 80 – 90% zu gewinnen.

1.3. Bachelorarbeit

1.3.1. Aufgabenstellung

Die Bachelorarbeit mit dem Thema „Analyse und Sanierungsvorschläge der elektrischen Energieverbraucher der Stiftung Neuerkerode“ befasst sich mit der Bestandsaufnahme der elektrischen Energieverbraucher in der Stiftung Neuerkerode. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei bei den Kleinstromverbrauchern, zum Beispiel Fernseher, Radios, Computer, Kühlschränke. Die einzelnen Daten werden erfasst und mithilfe des LEE (Leitfaden elektrische Energie im Hochbau) [3] des IWU (Institut Wohnen und Umwelt) ausgewertet. Danach werden die Gebäude anhand von Vorschlägen saniert und die Möglichkeiten der Einsparung verdeutlicht.

Das Kapitel 2 befasst sich mit der Erläuterung des LEE – Verfahrens, womit die Gebäude der Stiftung ausgewertet werden. In Kapitel 3 wird das Gebäude „Asse“ mit dem Verfahren beispielhaft erläutert und anhand der vorhandenen Beleuchtung und Elektrogeräte bewertet. Kapitel 4 befasst sich weiterführend mit dem Gebäude. Es beschreibt eine genaue Vorgehensweise bei der vorgeschlagenen Sanierung der Beleuchtung und der Kleinstromverbraucher. In Kapitel 5 werden die gesamten Gebäude der Stiftung als Übersicht dargestellt, ihre Stromverbrauchswerte, die Stromzählerstände, ein Vergleich der Stromverbrauchswerte im Bestand und der Sanierungsmethoden. Des Weiteren die Primärenergie, die Produktion der CO₂ – Emission und die Wirtschaftlichkeit der Methoden, sowie abschließend eine Untersuchung der Pflegegebäude. Kapitel 6 befasst sich mit dem Allgemeinen Wohnungsbau. Inwieweit dort Strom verbraucht wird und welche Maßnahmen getroffen werden können um Strom und damit zusammenhängende Kosten einzusparen.

1.3.2. Zeitliche Einteilung

Zu Beginn der Arbeit wurde zunächst eine Übersicht geschaffen um die Anzahl und Lage der Gebäude zu ermitteln und um bereits untersuchte Gebäude nicht nochmals aufzunehmen. Anschließend wurden mittels Begehung und Unterstützung der Aufnahmebögen die restlichen Gebäude aufgenommen. Nach Beendigung der Aufnahme wurden die Daten in ein Excel – TOOL eingetragen, welches sich nach dem LEE - Verfahren richtet.

Dieses nahm einen Großteil der zur Verfügung stehenden Zeit in Anspruch. Nach der Beendigung der Aufnahme wurden weitere Daten benötigt, z.B. die elektrische Energie der Erzeugung von Trinkwarmwasser (TWW) oder die Hilfsenergie Heizung.



Die elektrische Energie, die für die Großstromverbraucher in der Stiftung benötigt wird, wurde mittels Lastmessungen ermittelt, dieses war aber nicht primärer Gegenstand dieser Arbeit, aber erforderlich, um einen Abgleich mit den Stromzählerständen zu ermöglichen.

Danach wurde das Infomaterial besorgt, das zu einer Sanierung benötigt wurde. Die Recherche nahm weniger Zeit in Anspruch, als die tatsächliche Eintragung der Daten der vorgeschlagenen Sanierung. Nach einer kompletten Aufnahme und Sanierung wurden die Daten und Informationen zum Bestand und Sanierung ausgewertet, sowie eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit vorgenommen. Der größte Anteil der Zeit wurde für die Bestandsaufnahme verbraucht. Die Sanierung und Auswertung verteilt sich zu gleichen Teilen auf die Zeit des Gesamtprojektes.

2. LEE – Leitfaden elektrische Energie im Hochbau [3]

2.1. Verwendung des Leitfadens

Zur Bewertung der einzelnen Gebäude der Stiftung Neuerkerode wurde der Leitfaden elektrische Energie (LEE) des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) verwendet. Anhand der Aufnahmebögen, sowie weiterer Kenndaten, entnommen aus den Excel – Datenbanken, wurden die Gebäude bewertet. Der Leitfaden wird verwendet, da er sich sehr an die SIA 380 4 [4] anlehnt und einfach zu verwenden ist.

2.2. Grundlagen der Berechnung

2.2.1. Beleuchtung [3]

Die zu betrachtenden Räume müssen über eine Mindestbeleuchtungsstärke verfügen, um den Raum normgerecht auszuleuchten. Als Wert für diese Betrachtung dient die Normbeleuchtungsstärke E_N die sich nach Art und Nutzung des zu betrachtenden Raumes richtet. Ist die Anschlussleistung P_{\max} gegeben, kann nach der einfachen Formel mit der Energiebezugsfläche A_{EB} die spezifische Leistung p errechnet werden. Die Anschlussleistung ist die Leistung, die der Beleuchtungseinrichtung vom Netz zur Verfügung gestellt wird, sie ist quasi die Größe mit der die Lampe mit Strom versorgt wird.

$$p = \frac{P_{\max}}{A_{EB}}$$

Sollte die Anschlussleistung, wie in manchen Gebäuden des Neuerkerode Projektes nicht eindeutig gegeben sein, kann die Anschlussleistung P_{\max} anhand folgender Formel berechnet werden:

$$P_{\max} = \frac{E_N \cdot A_{EB}}{\eta_{Raum} \cdot \eta_{Lampe} \cdot \eta_{Leuchte} \cdot \nu} = p \cdot A_{EB}$$

In dieser Formel sind die Größen für die Normbeleuchtungsstärke E_N , die Energiebezugsfläche A_{EB} , den Raumwirkungsgrad η_{Raum} , die Lichtausbeute η_{Lampe} , den Leuchtenwirkungsgrad $\eta_{Leuchte}$ und den Verschmutzungsgrad ν enthalten.

Der Raumwirkungsgrad ist eine Angabe dafür, wie viel von dem aus den Leuchten austretenden Lichtstromes die Nutzfläche des Raumes erreicht. Dieser Wert kann sehr unterschiedlich sein und richtet sich im Wesentlichen nach den geometrischen und physikalischen Eigenschaften eines Raumes.

Die Lichtausbeute gibt an, wie groß der Lichtanteil in lm (Lumen) pro Watt (W), von der eingebauten Leuchte ist. Bei Leuchtstofflampen muss noch ein Faktor η_{VG} berücksichtigt werden, da diese Leuchten noch über Vorschaltgeräte geschaltet werden. Die Lichtausbeute bei Leuchtstofflampen ist um den Faktor 5 größer als bei herkömmlichen Glühlampen.

$$\eta_{VVG, KVG} = \frac{P_{Lampe}}{(P_{Lampe} + P_{VG})} \quad \text{bei VVG's und KVG's}$$

$$\eta_{EVG} = 1,1 \frac{P_{Lampe}}{(P_{Lampe} + P_{VG})} \quad \text{bei EVG's}$$

Aus der angeschlossenen Lampenleistung P_{Lampe} und der Leistung des Vorschaltgerätes P_{VG} lässt sich der Wirkungsgrad des Vorschaltgerätes bestimmen. Der Faktor 1,1 vor der Berechnung für den Wirkungsgrad mit elektronischem Vorschaltgerät (EVG) berücksichtigt die Steigerung der Lichtausbeute um 10% gegenüber konventionellen Vorschaltgeräten (KVG). Trotz des besseren Wirkungsgrades von Leuchtstofflampen mit EVG sind diese in der Praxis nicht immer vorteilhaft. Wenn es im praktischen Betrieb zu Flackererscheinungen kommt oder die Lampe sehr oft an- und ausgeschaltet wird, verkürzt sich die Lebensdauer der Vorschaltgeräte erheblich. Somit muss genau überlegt werden, welches Vorschaltgerät in der Praxis tatsächlich eingesetzt wird.



Bei Leuchtstofflampen muss ein Vorschaltgerät mit eingebaut werden, um zu zünden und den Strom zu begrenzen.

Konventionelle Vorschaltgeräte (KVG) benötigen zum Zünden einen Starter. Dieser Starter ist in den meisten Fällen aus Bimetalielektroden gefertigt. Wird eine Leuchtstofflampe in Betrieb gesetzt, fließt ein Strom über Drosselspule, sowie über Lampenelektroden und Starter. Aufgrund von Glimmentladung biegen sich die Bimetallstreifen durch, da sie durch den fließenden Strom erwärmt werden. Schließt sich nun der Stromkreis, fließt ein höherer Strom, dieser erhitzt die Lampenelektroden zusätzlich und Elektronen treten aus. Durch Abkühlen öffnen die Bimetallkontakte wieder, da an dem geschlossenen Starter keine Glimmentladung auftritt. Der Starter ist nun wieder geöffnet. Durch den unterbrochenen Stromfluss wird durch Selbstinduktion der Drossel eine Spannungsspitze von 1000V erzeugt. Dieser sorgt dafür, dass die Lampe zündet. Nach dem Zünden wird die Lampenspannung auf 80V begrenzt, dies wird durch die induktive Blindleistung hervorgerufen. Die jetzt anliegende Spannung ist für eine neue Glimmentladung zu gering. [5]

Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) benötigen zur Zündung keinen Starter. Die Lampe wird mit hochfrequenter Spannung versorgt. Nach dem Einschalten der Lampe sorgt ein Gleichrichter dafür, dass die Netzspannung gleichgerichtet wird, anschließend wird die Spannung in eine Rechteckspannung von ca. 35 kHz umgeformt. Die Lampenelektroden werden durch einen Kaltleiter vorgeheizt. Nach abgeschlossener Zündung wird der Lampenstrom begrenzt, um einen fest definierten Nennwert nicht zu überschreiten. Ein Entstörglied sorgt dafür, dass unzulässige Spannungen und Funkstörungen vom Netz ferngehalten werden.

Leuchtstofflampen mit EVG haben gegenüber Leuchtstofflampen mit KVG einen geringeren Verlust am Vorschaltgerät. Ein weiterer Vorteil ist, dass mithilfe der Hochfrequenz die Lichtausbeute wesentlich größer ist. [5]

Der Leuchtenwirkungsgrad gibt an, wie groß der Anteil des Lichtstromes ist, der die Leuchte tatsächlich verlässt. Der Wert kann ebenfalls große Unterschiede aufweisen, je nach der Geometrie der eingebauten Leuchte.

Der Verschmutzungsfaktor gibt an wie stark oder degeneriert die Leuchte ist.

Sämtliche Werte, die bei der Berechnung verwendet werden, sind im Anhang des LEE zu finden, sowie in der Excel – Datenbank als Übersicht aufgeführt.

Ist die Anschlussleitung P_{\max} nun bekannt, kann der Energiebedarf für die elektrische Beleuchtung E_B anhand folgender Formel bestimmt werden:



$$E_B = P_{\max} \cdot b_a \cdot f_v$$

Dieser Wert wird mithilfe der Faktoren jährliche Bereitschaftszeit b_a und Vollbetriebszeitfaktor f_v ermittelt.

Die jährliche Bereitschaftszeit gibt die Länge und Nutzung der Beleuchtung über das Jahr gesehen an. Für diesen Wert werden Annahmen getroffen oder anhand der Aufnahmebögen ermittelt. Die dimensionslose Kennzahl des Vollbetriebsfaktors ist eine Angabe über die tatsächliche Nutzung der Beleuchtung, da man davon ausgehen kann, dass die Beleuchtung nicht während der gesamten Nutzungszeit in Betrieb ist. Der Faktor ist eine zusammengesetzte Kennzahl aus den Kennzahlen für den Tageslichtanteil f_{TL} , dem Nutzungsfaktor f_{Nutz} und dem Regelfaktor f_{Regel} . Der Vollbetriebsfaktor wird wie folgt ermittelt:

$$f_v = (1 - f_{TL}) \cdot f_{Nutz} \cdot f_{Regel}$$

Der Tageslichtanteil kann mit den Diagrammen aus dem Anhang des LEEs oder mit den entsprechenden Diagrammen aus der Excel – Datenbank ermittelt werden. Mit dem Nutzungsfaktor wird die Betriebszeit und Nutzungszeit berücksichtigt. Der Regelfaktor gibt die Art und Nutzung der Regelungsart an (manuell bis zu kontinuierlich).

Der gesamte Verbrauch wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$E_{ges} = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

Dies ist die Summe aus den einzelnen berechneten Werten für die elektrische Beleuchtung.

2.2.2. Lüftung und Klimatisierung [3]

Zur Berechnung des Energiebedarfs für Lüftung und Klimatisierung steht zunächst die folgende Formel zur Verfügung:

$$P_L = \dot{V} \cdot \frac{\Delta p}{\eta_v}$$

Die elektrische Leistung P_L der Lüftungsanlage berechnet sich aus dem Volumenstrom \dot{V} im Betriebszustand, dem gesamten Druckverlust Δp und dem Ventilatorwirkungsgrad η_v .

Aus dem Leistungsbedarf wird nun der Energieverbrauch ermittelt:

$$E_L = P_L \cdot b_N \cdot f_1$$

Der Anlagenbetriebsfaktor f_1 , der sich aus der Betriebsart und der Regelung der Lüftungsanlage zusammensetzt, kann aus dem Anhang des LEE sowie der Excel-Datenbank ermittelt werden.

2.2.3. Diverse Haustechnik [3]

In dem Abschnitt diverse Haustechnik sind die Stromverbraucher zusammengefasst, die nicht mit den Kategorien für Beleuchtung, Lüftung und Klimatisierung zu betrachten sind. Diese können Aufzüge, Fahrstühle oder die Hilfsenergie Heizung sein. Der Wert für den Energieverbrauch „Diverse Haustechnik“ wird mit folgender Formel berechnet:

$$E_{DT} = P_{vollast} \cdot t_{vollast} + P_{standby} \cdot t_{standby}$$

Die Leistungsaufnahme $P_{vollast}$ ist eine Angabe für die volle Leistungsaufnahme des Betriebsmittels multipliziert mit der Vollast - Betriebszeit.

Dazu wird die Leistungsaufnahme $P_{standby}$, die die Standby- Leistungsaufnahme des Betriebsmittels angibt, multipliziert mit Standby- Betriebszeit $t_{standby}$, auf den Wert der Multiplikation der Vollastleistung und Vollastbetriebszeit aufaddiert. Aus der Summe der einzelnen Energieverbräuche wird der gesamte Energieverbrauch dieser Kategorie berechnet.

2.2.4. Arbeitshilfen [3]

Unter dem Abschnitt Arbeitshilfen werden alle Geräte aufgeführt, die zur Unterstützung der Arbeit dienen, als Beispiel PCs, Bildschirme, Drucker, etc., allerdings auch die Geräte, die im Haushalt zu finden sind. Als Beispiel seien Fernseher, Kühlschränke, Waschmaschinen, etc., genannt. Per Definition des LEE sind Geräte wie Fernseher, Radios und andere Unterhaltungsmedien in den Bereich der Arbeitshilfen einzuordnen.

Wenn keine korrekten Daten für die verwendeten Geräte vorliegen, können Annahmen getroffen werden, die im Anhang des LEE aufgeführt sind oder auch in der Excel – Datenbank zu finden sind.



Der gesamte Energiebedarf eines Gerätes wird mit folgender Formel bestimmt:

$$E_{AH} = P_{ein} \cdot t_{ein} + P_{standby} \cdot t_{standby} + P_{aus} \cdot t_{aus}$$

Der gesamte Energiebedarf ist eine Summe aus den Werten für die volle Leistungsaufnahme des Betriebsmittels P_{ein} multipliziert mit der Volllastbetriebszeit t_{ein} , mit der Standby Leistungsaufnahme $P_{standby}$ multipliziert mit der Standby- Betriebszeit $t_{standby}$ und der Aus- Leistungsaufnahme P_{aus} multipliziert mit der Aus- Betriebszeit t_{aus} . Manche Geräte haben auch im ausgeschalteten Zustand noch einen gewissen Anteil an Leistungsaufnahme. Aus der Summe der einzelnen gesamten Energiebedarfswerte kann der Energiebedarf für die Arbeits- hilfen bestimmt werden.

2.2.5. Zentrale Dienste [3]

Unter dem Abschnitt Zentrale Dienste werden die Betriebsmittel zusammengefasst die nicht den einzelnen Arbeitsplätzen zuzuordnen sind. Diese können zum Beispiel EDV – Anlagen sein.

Der gesamte Energiebedarf wird mit der folgenden Formel ermittelt:

$$E_{ZD} = P_1 \cdot t_1 + P_2 \cdot t_2 + \dots P_n \cdot t_n$$

Die Leistungsaufnahme P_1 wird mit der vollen Betriebszeit t_1 ermittelt. Der Verbrauch der einzelnen Betriebsmittel wird aufsummiert und ergibt den Energieverbrauch für die zentralen Dienste.

3. Bestandsaufnahme GebäudeASSE

Der Vorgang der Bestandsaufnahme wird hier an einem Beispiel erläutert. Es wurde das GebäudeASSE gewählt, da hier einige Stromverbraucher zu finden sind und an diesen Beispielen sehr gute Sanierungsvorschläge gegeben werden können.

3.1. Beschreibung des Gebäudes

Das untersuchte GebäudeASSE wird in zwei Gebäude,ASSE I und II unterteilt. Die einzelnen Gebäudeteile werden über zwei Stromzähler separat abgerechnet. Um eine genauere Übersicht zu schaffen werden die beiden Gebäude als eines berechnet. Das Gebäude wurde 1976 gebaut. In dem Gebäude wohnen 28 Bewohner in Einzel – und Doppelzimmern. Des Weiteren verfügt das Gebäude über Küchen, Aufenthaltsräume und Flure. Die Gebäude verfügen nur über ein Geschoss, es gibt weder Keller – noch Dachgeschosse.



Abbildung 1: ASSE Außenansicht

3.2. Aufnahme des Gebäudes

Zunächst werden mittels einer Begehung die Daten der Stromverbraucher aufgenommen. Als Grundlage der Aufnahme dient der vorgefertigte Aufnahmebogen, in dem die Leistung, Anzahl und Nutzung der Stromverbraucher aufgeführt wird. Durch Befragung der Mitarbeiter und Bewohner wird deren Verhalten und Nutzungszeiten im Umgang mit den Stromverbrauchern aufgenommen. Der ausgefüllte Aufnahmebogen befindet sich im Anhang A.2.



3.2.1. Auswertung der Ergebnisse der Begehung

Nach Beendigung der Begehung werden die Ergebnisse ausgewertet und in ein dafür vorbereitetes Excel – TOOL eingetragen. Die Auswertung erfolgt mit dem bereits beschriebenen LEE – Verfahren.

3.2.2. Beleuchtung des Gebäudes

3.2.2.1. Gebäudegrundfläche

Um einen geeigneten Vergleich zu haben, werden zunächst die Grundflächen und somit die Größe der einzelnen Räume bestimmt. Diese Werte werden aus den Zeichnungen des Grundrisses entnommen. Die Zeichnungen sind im Anhang A.3 zu finden.

Tabelle 1: Grundfläche GebäudeASSE

Nr.	Raum	A _{EB} in m ²
1	Zimmer (Anzahl: 19)	395,03
2	Sanitärräume	161,22
3	Wäschekammer	47,7
4	Räume	29,31
5	Funktionsraum	248,3
6	Dienstzimmer	40,56
7	Flur	356,62
8	Technik	22,3
9	Küche	30,77
SUMME		1331,81

Die hier dargestellten Werte ergeben sich aus den Summen der einzelnen Räume. Wenn die Räume über die gleiche Nennbeleuchtungsstärke verfügen, können die Werte aufsummiert werden und müssen nicht einzeln betrachtet werden; weisen die Zimmer eine unterschiedliche Ausstattung an Leuchten auf, wird die Lichtausbeute mit einem Mittelwert der Lichtausbeuten der einzelnen Leuchten ermittelt. Die Gesamtsumme der Grundfläche der beiden Gebäudeteile zusammen liegt bei 1331,81 m².

3.2.2.2. Berechnung der Beleuchtung

Mit Hilfe eines Excel –TOOLS [20] wird über die Grundfläche der Räume mit der Nennbeleuchtungsstärke die Leistung der Beleuchtung errechnet. Dabei wird in die Tabelle die Art der Beleuchtung (Leuchtstofflampen bzw. Glühlampen) eingetragen. Danach wird der Leuchtenwirkungsgrad erfasst. Dieser gibt Aufschluss über die Art der eingesetzten Leuchte und deren Standort (Decken- oder Raummontage).



Abbildung 2: Deckenleuchte im Flur

Anschließend wird der Raumwirkungsgrad eingetragen; dieser ist in diesem Fall eins, da die Wände sehr hell sind und die Einrichtung kein weiteres Licht absorbiert. Der letzte Wert ist der Verschmutzungsgrad, dieser gibt das Ausmaß der Verschmutzung der Leuchte an. Da im allgemeinen Betrieb der Leuchte sich Staub absetzt wird hier der Wert 0,8 angesetzt. Die Lampen waren in einem guten Zustand.



Abbildung 3: Leuchtstofflampe im Gebäude Asse



Tabelle 3: Ermittlung des Jahresenergiebedarfs der Beleuchtung im GebäudeASSE

LEE - Leitfaden Elektrische Energie im Hochbau												Datenerfassungs-Blatt für: Beleuchtung		
Objekt:				bearbeitet von:				Blatt Nr.:		von:		Datum:		
Nr	Zone / Betriebseinheit	Fläche A_{EP} [m ²]	Nennbeleuchtungsstärke E_{n} [Lux]	Betriebsstunden pro Betriebstag [h / d]	Betriebstage pro Jahr [d / a]	installierte Lampen-Leistung		Tageslichtanteil an der Beleuchtung f_{TL} [-]	Regelungsart 1: manuell 2: stufig 3: kontinuierl.	Regelfaktor f_{RA} 1,2 1,1 1,0	Nutzungsfaktor f_{NU} [-]	Volllaststunden [h / a]	Jahres-Energiebedarf	
						absolut P_p [W]	spezifisch P_p [W / m ²]						absolut E_p [kWh / a]	spezifisch e_p [kWh / (m ² a)]
1	Zimmer	395,03	500	2,	300	4963	37,9	0,90	1	1,2	0,70	50	754	
2	Sanitärräume	161,22	100	1,	300	611	3,8	0,70	1	1,2	0,50	54	33	0,2
3	Wäschekammer	47,7	300	2,	300	542	11,4	0,70	1	1,2	0,70	151	82	1,7
4	Räume	29,31	500	3,	300	110	37,9	0,90	1	1,2	0,80	86	96	3,3
5	Funktionsraum	248,3	500	3,	300	3449	13,9	0,80	1	1,2	0,80	173	596	2,4
6	Dienstzimmer	40,56	500	4,	300	604	14,9	0,80	1	1,2	0,90	259	156	3,9
7	Flur	365,62	100	1,	300	2770	7,6	0,70	1	1,2	0,80	86	239	0,7
8	Technik	22,3	200	0,5	150	169	7,6	0,60	1	1,2	0,20	7	1	0,1
9	Küche	30,77	500	2,	300	1166	37,9	0,80	1	1,2	0,70	101	117	3,8
	Nachtleuchten	613,92	100	8,	300	144	0,2	0,00	1	1,2	1,00	2400	346	0,6
Summe Energiebedarf für Beleuchtung												2420,9884 kWh / a		

Aus der Summe der einzelnen Jahresenergieverbräuche ergibt sich der gesamte Energiebedarf der Beleuchtung. Dabei wird noch der Wert für die Nachtleuchten berücksichtigt. Die Nachtleuchten sind nur 300 Tage des Jahres über 8 Stunden in Betrieb, da die Nächte im Sommer kürzer sind. Dieses wurde hier mit berücksichtigt. Der gesamte Energieverbrauch der Beleuchtung liegt bei 2420,99 kWh/a. Den größten Anteil hat die Beleuchtung der Zimmer.

3.2.3. Stromverbrauch der Arbeitshilfen

Wie bei der Beleuchtung werden mit Hilfe der Aufnahmebögen die elektrischen Verbraucher unter der Rubrik Arbeitshilfen aufgenommen. Anhand der Befragung konnte die Nutzungszeit aufgenommen werden. Die Leistungsaufnahme der Geräte wurde entweder direkt vor Ort von den Typenschildern abgelesen oder dort, wo sie entweder unleserlich oder nicht zugänglich waren, über Annahmen ermittelt. In der folgenden Übersicht werden die Geräte mittels LEE – Verfahren dargestellt, sowie der Stromverbrauch in kWh/a. Die Tabelle ist wie die Beleuchtung ein Teil des Excel – TOOLS.

Für die Kühlschränke und Kühltruhen wurden Laufzeiten von 2100 – 2300 h/a angenommen. Die Geräte sind zwar das ganze Jahr über an das Netz angeschlossen, der Kompressor, der den meisten Stromverbrauch aufweist, ist aber nicht das ganze Jahr über in Betrieb. Die Laufzeiten der Kühltruhe sind höher als die der Kühlschränke, da sie eine geringere Innentemperatur aufweisen. Dadurch sind sie länger im Betrieb und durch äußere Einflüsse, trotz besserer Wärmedämmung, empfindlicher gegenüber Verlusten, da das Temperaturniveau höher ist und somit mehr Wärme von Außen in den Kühlraum eindringen kann.



Abbildung 5: Kühlschrank und Kühltruhe

Die Deckenventilatoren sind zwar nur in den Sommermonaten in Betrieb, aber dann den ganzen Tag über und werden trotz der relativ geringen Stromaufnahme hier mit berücksichtigt.



Abbildung 6: Deckenventilatoren

Des Weiteren verfügt das Gebäude über ein Aquarium, hier werden die Betriebszeiten das ganze Jahr über betrachtet, da Pumpe und Heizung immer im Betrieb sind.



Abbildung 7: Aquarium im GebäudeASSE

Nachdem die Werte eingetragen wurden, wird aus den einzelnen jährlichen Stromverbrauch in der Summe der Energiebedarf der Arbeitshilfen ermittelt. Dieser liegt hier bei 28.204,24 kWh/a. Dieser Wert ist ziemlich hoch. Was darauf schließen lässt, dass hier große Einsparpotentiale zu finden sind.

3.2.4. Energiebedarf Heizung und Trinkwarmwasser

Der Jährliche Strombedarf für Heizung und Trinkwarmwasser wurde der Berechnung des IWU Energieberater – Tools entnommen. [6]

Die Berechnung erfolgt bei der Heizung unter der Berücksichtigung der Stromaufnahme der Regelung, des Brenners und der Umwälzpumpen. Diese Werte werden mit der Laufzeit multipliziert. Folgende Formel diente zur Berechnung:

$$Q_{E,EH} = \frac{P_{el} \cdot t_{el}}{1000}$$

Danach wird der Jährliche Strombedarf für Trinkwarmwasser ermittelt. Dieser berücksichtigt die Stromaufnahme der WW – Zirkulation und des Speicherladekreises. Hier wurde folgende Formel zur Berechnung verwendet:

$$Q_{E,EH} = \frac{P_{el} \cdot t_{el}}{1000}$$

Aus den beiden einzelnen Werten wird die Summe ermittelt, die den jährlichen Strombedarf für Heizung und Trinkwarmwasser enthält. Dieser Wert liegt bei 1690,3 kWh/a.

3.2.5. Sonstige Stromverbraucher

In den beiden Gebäudeteilen sind weder Geräte vorhanden, die in den Bereich diverse Technik fallen, noch eine mechanische Lüftung. Daher werden diese Gebiete nicht weiter betrachtet.

3.2.6. Gesamte elektrische Endenergie des GebäudesASSE

Aus den nun einzeln ermittelten Werten der Abschnitte, wird der gesamte elektrische Endenergiebedarf des Gebäudes ermittelt. Dieser besteht aus der Summe der einzelnen Abschnitte.

Elektrischer Endenergiebedarf		
	absolut	flächenbezogen ²
Beleuchtung	2421,0 kWh / a	kWh / (m ² a)
Lüftung / Klima	kWh / a	kWh / (m ² a)
Diverse Haustechnik	kWh / a	kWh / (m ² a)
Warmwasser / Heizung ¹	6002,0 kWh / a	kWh / (m ² a)
Arbeitshilfen	28204,2 kWh / a	kWh / (m ² a)
Zentrale Dienste	kWh / a	kWh / (m ² a)
gesamte el. Endenergie	36627,2 kWh / a	kWh / (m² a)
Primärenergiebedarf		
	absolut	flächenbezogen ²
gesamte el. Energie	15383,4 kWh / a	kWh / (m ² a)
gesamte nichtel. Energie ¹	kWh / a	kWh / (m ² a)
gesamte Primärenergie	15383,4 kWh / a	kWh / (m² a)

Abbildung 8: gesamter Endenergiebedarf GebäudeASSE

In diesem Bild ist der gesamte elektrische Endenergiebedarf dargestellt. Das Gebäude hat hier einen gesamten Stromverbrauch von 36.627,2 kWh/a. Die Darstellung ist als Deckblatt in dem LEE – Berechnungsblatt zu finden.

3.2.7. Primärenergiebedarf GebäudeASSE

In dem LEE – Excel – TOOL ist ein Reiter zu finden, der den Bedarf der Primärenergie des Gebäudes angibt. Unter diesem Reiter ist der Energiebedarf der Stromerzeugung zu finden, sowie eine Angabe über die CO₂ – Emission, die durch die Erzeugung entsteht.



CO₂ liegt somit noch wesentlich höher. Hier können mögliche Sanierungsmaßnahmen ansetzen.

3.2.8. Abgleich mit Zählerstand

Um die Plausibilität der berechneten Werte mit dem LEE – Verfahren zu prüfen, wird der gesamte elektrische Energiebedarf des Gebäudes mit dem Zählerstand verglichen.

Tabelle 6: Abgleich der Zählerstände mit Berechnung des GebäudesASSE

Zähler Bezeichnung	Gebäude	∑ el. Energiebedarf aus LEE in kWh/a	Zählerstände (Mittelwerte) in kWh/a
Asse 1	Asse 1+2	36.627	15.314,00
Asse 2			22784,00

Anhand des Abgleichs kann man erkennen, dass die Berechnung unter dem tatsächlichen Zählerstand liegt und sich somit in einem korrekten Bereich befindet.

$$\Delta E_{el} = E_{el,Zählerstand} - E_{el,LEE} = 38.098 \frac{kWh}{a} - 36.627 \frac{kWh}{a} = \underline{\underline{1471 \frac{kWh}{a}}}$$

Aus der Berechnung ergibt sich eine Differenz von 1471 kWh/a. Die Abweichung entspricht 10%. Diese Differenz kann auch daraus resultieren, dass manche Stromverbraucher kurzzeitig länger betrieben werden als angegeben wurde, z.B. längere Betriebszeiten der Beleuchtung oder von Haushaltsgeräten. Ein weiterer Grund für die Differenz kann sein, dass hier Akkuladegeräte nicht weiter berücksichtigt wurden, die zwar eine sehr geringe Stromaufnahme aufweisen, aber über das Jahr gesehen und in der Summe einen nicht unerheblichen Teil zum Stromverbrauch beitragen. Da es äußerst schwierig ist, einen geeigneten Maßstab für die Geräte zu finden, werden sie vernachlässigt und treten erst in der Betrachtung der Differenz in Erscheinung. Durch geeignete Maßnahmen kann der Stromverbrauch dieser Geräte ebenfalls gesenkt werden. Auf diese und andere Betrachtungen wird später noch genauer eingegangen. Ein weiterer Grund für die Differenz ist die, dass der Zähler Asse 2 zusätzlich zum Gebäude noch die Parkplatzbeleuchtung mit erfasst. Die Parkplatzbeleuchtung wird je nach einsetzender Dunkelheit oder Tagesanbruch nur bedingt eingeschaltet. Dieses geschieht automatisch und wird vom Gebäudezähler mit erfasst.

4. Sanierungsvorschläge Gebäude Asse

4.1. Ermittlung der Einsparpotentiale

Bevor geeignete Maßnahmen und Vorschläge der Sanierung getroffen werden können, muss zunächst eine Übersicht der Einsparpotentiale gegeben werden.

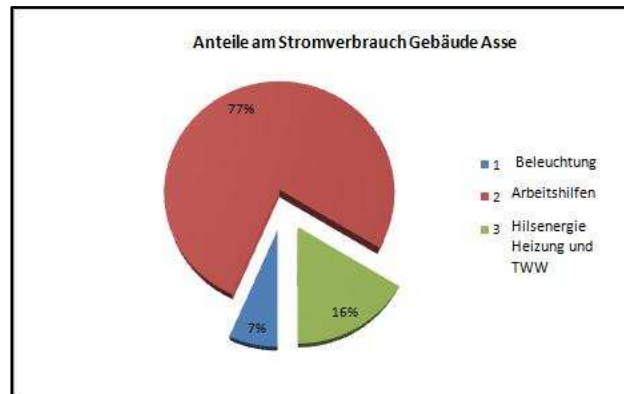


Abbildung 9: Anteile am Stromverbrauch Gebäude Asse

Wie in der Grafik deutlich zu erkennen ist, liegt der größte Anteil am Stromverbrauch bei den Arbeitshilfen mit 77 %. Danach die Beleuchtung mit 7 % und danach die Hilfsenergie für Heizung und Trinkwarmwasser (TWW) mit 16 %. Daraus lässt sich schließen, dass durch eine Sanierung der Arbeitshilfen der größte Anteil reduziert werden kann und somit wesentlich Strom eingespart werden kann. Der Anteil der für die Erzeugung von Hilfsenergie Heizung und Trinkwarmwasser verbraucht wird, kann nicht vernachlässigt werden. Auch hier liegen deutliche Möglichkeiten der Energieeinsparung. Darauf wird in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen.

4.2. Vorgang der Sanierung

Der Abschnitt der Sanierungsvorschläge wird in zwei Teile unterteilt. Zunächst wird die Sanierung nur mit Energiesparlampen vorgenommen. Im Zweiten Teil wird ein Kompletttausch vorgeschlagen, indem die zuvor getauschten Lampen weiter verwendet werden und die Arbeitshilfen ebenfalls mit gewechselt werden, sofern dieses möglich ist. Eine eingehendere Überprüfung der Einsparung der Hilfsenergie für Heizung und Trinkwarmwasser wird in diesem Projekt nicht weiter behandelt.

4.2.1. Energiesparlampen

Zunächst werden sämtliche Lampen durch geeignete Energiesparlampen ausgetauscht. In diesem Fall wurden Energiesparlampen der Firma Philips verwendet.





Abbildung 10: Energiesparlampe in der Küche im Gebäude Asse

MASTER PL – Electronic

Tabelle 7: Technische Daten Philips MASTER PL - Electronic

Technische Daten

Typ/Vertriebstext	Lampenleistung (W)	entspr. Glühlampe (W)	Farbkennung			Lichtstrom (lm)	Farbwiedergabeindex (Ra)	Farbtemperatur (K)	Farbverlauf	Socket	Verp.-Einheit (Stück)	Bestellnummer 8711500 8727900*
MASTER PL-E 5W 827 E14	5	25	827	A	ja	230	82	2.700	warm+weiss	E14	10	26356825
MASTER PL-E 5W 827 E27	5	25	827	A	ja	230	82	2.700	warm+weiss	E27	10	26353725
MASTER PL-E 8W 827 E14	8	40	827	A	ja	400	82	2.700	warm+weiss	E14	10	26366725
MASTER PL-E 8W 827 E27	8	40	827	A	ja	400	82	2.700	warm+weiss	E27	10	26358225
MASTER PL-E 8W 865 E27	8	40	865	A	ja	380	76	6.500	Tageslicht	E27	10	26360525
MASTER PL-E 11W 827 E14	11	60	827	A	ja	600	82	2.700	warm+weiss	E14	10	26377325
MASTER PL-E 11W 827 E27	11	60	827	A	ja	600	82	2.700	warm+weiss	E27	10	26368125
MASTER PL-E 11W 865 E27	11	60	865	A	ja	575	76	6.500	Tageslicht	E27	10	26373525
MASTER PL-E 15W 827 E27	15	75	827	A	ja	875	82	2.700	warm+weiss	E27	6	75142310
MASTER PL-E 15W 865 E27	15	75	865	A	ja	825	76	6.500	Tageslicht	E27	6	86920310
MASTER PL-E 20W 827 E27	20	100	827	A	ja	1.200	82	2.700	warm+weiss	E27	6	75143010
MASTER PL-E 20W 865 E27	20	100	865	A	ja	1.175	76	6.500	Tageslicht	E27	6	71222610
MASTER PL-E 23W 827 E27	23	100+25	827	A	ja	1.485	82	2.700	warm+weiss	E27	6	75144710
MASTER PL-E 23W 865 E27	23	100+25	865	A	ja	1.400	76	6.500	Tageslicht	E27	6	71223310
MASTER PL-E 27W 827 E27	27	100+40	827	A	ja	1.800	82	2.700	warm+weiss	E27	6	54385110
MASTER PL-E 27W 865 E27	27	100+40	865	A	ja	1.650	76	6.500	Tageslicht	E27	6	54389910
MASTER PL-E 33W 827 E27	33	100+60	827	A	ja	2.250	82	2.700	warm+weiss	E27	6	65999610
MASTER PL-E 33W 865 E27	33	100+60	865	A	ja	2.150	80	6.500	Tageslicht	E27	6	*21035410

$$\eta_{Lampe} = \frac{600lm}{11W} = 54,5 \frac{lm}{W}$$

Für die Berechnungen wurde die markierte Zeile ausgewählt. Aus dem Lichtstrom in Lumen (lm) dividiert durch die Leistung (W) ergab sich eine Lichtausbeute (η_{Lampe}) von 54,5 lm/W.

Die herkömmlichen Glühlampen können durch die MASTER PL - Elektronik der Firma Philips ohne größere Umbaumaßnahmen direkt ausgetauscht werden. [7]

MASTER TL – D Eco

Tabelle 8: Technische Daten Philips MASTER TL – D Eco

Vertriebstext	Wattage/ Farbkennung			Lichtstromvergleich* Eco vs. normale TL-D Super 80		Farbwieder- gabeindex (R _a)	Farbtem- peratur (K)	Licht- farbe	Sockel	Verpack- Einheit (St.)	Bestell- nummer 8711500
				Licht- strom (lm)* TL-D Eco	Licht- strom (lm)* TL-D						
MASTER TL-D ECO 32W 830	32W/830	A	ja	2880	3000	>80	3000	warmweiß	G13	25	26458940
MASTER TL-D ECO 32W 840	32W/840	A	ja	2880	3000	>80	4000	neutralweiß	G13	25	26462640
MASTER TL-D ECO 32W 865	32W/865	A	ja	2720	2830	>80	6500	kaltweiß	G13	25	26464040
MASTER TL-D ECO 51W 830	51W/830	A	ja	4660	4800	>80	3000	warmweiß	G13	25	26466440
MASTER TL-D ECO 51W 840	51W/840	A	ja	4660	4800	>80	4000	neutralweiß	G13	25	26470140
MASTER TL-D ECO 51W 865	51W/865	A	ja	4345	4470	>80	6500	kaltweiß	G13	25	26472540

* (Bei einer Lampenumgebungstemperatur von +30°C)

$$\eta_{Lampe} = \frac{4660 \text{ lm}}{51 \text{ W}} = 91,4 \frac{\text{lm}}{\text{W}}$$

Für die Berechnungen wurde die markierte Zeile ausgewählt. Aus dem Lichtstrom in Lumen (lm) dividiert durch die Leistung (W) ergab sich eine Lichtausbeute (η_{Lampe}) von 91,4 lm/W.

Die MASTER TL – D Eco von der Firma Philips wird erst im September des Jahres 2008 auf den Markt kommen. Dies ist der aktuelle Stand der Technik. Die Lichtausbeute der Leuchtstofflampe ist um ein vielfaches größer als bei herkömmlichen Lampen. Diese neuen Leuchtstofflampen können ohne größere Umbaumaßnahmen direkt eingesetzt werden. Sie werden einfach gegen die alten Leuchtmittel ausgetauscht. Das Vorschaltgerät muss nicht gewechselt werden. Die Bauform und somit auch die Abmessungen bleiben gleich. [8]

Die Berechnung ist lediglich als beispielhaft zu betrachten, da in einem Raum unterschiedliche Lampen sein können, die zwar zum Beispiel Leuchtstofflampen sind, aber unterschiedliche Bauformen aufweisen. Es können somit in einem Raum eine 36 W- und eine 58 W- Leuchtstofflampe eingebaut sein. In Räumen, wo nur eine Größe eingebaut ist, kann mit dem ermittelten Wert weiter gerechnet werden. In der Beispielberechnung wurde nur eine Bauform ausgewählt, daher werden mit einem Mittelwert über alle Bauformen die weiteren Berechnungen durchgeführt um alle Leuchten abzudecken.

Tabelle 9: Mittelwert der Lichtausbeute bei energiesparenden Leuchtstofflampen

Lichtstrom in lm	Lampenleistung in W	Lichtausbeute in lm/W
2880	32	90
4660	51	91,4
Mittelwert		90,7

Tabelle 10: Mittelwerte Lichtausbeute bei Energiesparlampen



Kapitel 4 - Sanierungsvorschläge GebäudeASSE

Tabelle 12: Berechnung des Jahresenergiebedarfs an Beleuchtung im GebäudeASSE

LEE - Leitfaden Elektrische Energie im Hochbau										Datenerfassungs-Blatt für: Beleuchtung			Blatt Nr. von		
Objekt:					bearbeitet von:					Datum		Zeichen			
Nr	Zone / Betriebseinheit	Fläche A_{EP} [m ²]	Nennbeleuchtungsstärke E_v [Lux]	Betriebsstunden pro Betriebstag [h / d]	Betriebstage pro Jahr [d / a]	installierte Lampen-Leistung		Tageslicht-Regelungsart			Regelfaktor $f_{R,rel}$	Nutzungs-faktor f_{Nutz}	Volllast-stunden [h / a]	Jahres-Energiebedarf	
						absolut P_b [W]	spezifisch p_b [W / m ²]	Beleuchtung 1: manuell f_{R1}	2: stufig	3: kontinuierl.				absolut E_p [kWh / a]	spezifisch e_p [kWh / (m ² a)]
1	Zimmer	395,03	500	2,	300	5245	13,3	0,90	1	1,2	0,70	50	264		
2	Sanitärräume	161,22	100	1,	300	249	1,5	0,70	1	1,2	0,50	54	13	0,1	
3	Wäschekammer	47,7	300	2,	300	217	4,6	0,70	1	1,2	0,70	151	33	0,7	
4	Räume	29,31	500	3,	300	373	12,7	0,90	1	1,2	0,80	86	32	1,1	
5	Funktionsraum	248,3	500	3,	300	1887	7,6	0,80	1	1,2	0,80	173	326	1,3	
6	Dienstzimmer	40,56	500	4,	300	308	7,6	0,90	1	1,2	0,90	259	80	2,0	
7	Flur	365,62	100	1,	300	932	2,5	0,70	1	1,2	0,80	86	81	0,2	
8	Technik	22,3	200	0,5	150	68	3,0	0,60	1	1,2	0,20	7	0	0,0	
9	Küche	30,77	500	2,	300	392	12,7	0,80	1	1,2	0,70	101	40	1,3	
	Nachtleuchten	613,92	100	8,	300	36	0,1	0,00	1	1,2	1,00	2400	86	0,1	
Summe Energiebedarf für Beleuchtung													955,7275 kWh / a		

Die absolute installierte Lampenleistung wurde nun in die Tabelle eingetragen. Die Nutzungszeiten und Betriebstage wurden ebenso wie der Tageslichtanteil beibehalten. Um das Nutzerverhalten so zu belassen, wurden diese Werte nicht geändert. Die Summe des Energiebedarfs wird wie bei der Bestandsaufnahme nun auf das Deckblatt des LEE – Excel – Tools übertragen.

Elektrischer Endenergiebedarf		
	absolut	flächenbezogen ²
Beleuchtung	955,7 kWh / a	kWh / (m ² a)
Lüftung / Klima	kWh / a	kWh / (m ² a)
Diverse Haustechnik	kWh / a	kWh / (m ² a)
Warmwasser / Heizung ¹	6002,0 kWh / a	kWh / (m ² a)
Arbeitshilfen	28204,2 kWh / a	kWh / (m ² a)
Zentrale Dienste	kWh / a	kWh / (m ² a)
gesamte el. Endenergie	35162,0 kWh / a	kWh / (m² a)
Primärenergiebedarf		
	absolut	flächenbezogen ²
gesamte el. Energie	14768,0 kWh / a	kWh / (m ² a)
gesamte nichtel. Energie ¹	kWh / a	kWh / (m ² a)
gesamte Primärenergie	14768,0 kWh / a	kWh / (m² a)

Abbildung 11: Endenergiebedarf mit Sparlampen des GebäudesASSE

Auf einen Vergleich mit der Einsparung wird später weiter eingegangen.

4.2.2. Gesamtaustausch Lampen und Elektrokleingeräte

Eine weitere Variante der Sanierung ist der Komplettaustausch, indem nicht nur die Beleuchtung gegen neue ausgetauscht wird, sondern auch die Arbeitshilfen gegen Neugeräte getauscht werden. Weitere Potentiale liegen hier bei der Senkung der Standby - Zeiten oder der Optimierung weiterer Betriebsmittel, hier anhand des Aquariums dargestellt. Zunächst wird eine Übersicht in Form der LEE – Excel – Tabelle gegeben, bevor auf die einzelnen Geräte und Einsparpotentiale eingegangen wird. Die Nutzungszeiten werden auch hier so belassen, um das Verhalten der Bewohner nicht zu beeinflussen.

Tabelle 13: Berechnung des Jahresenergiebedarfs der Arbeitshilfen im GebäudeASSE

LEE - Leitfaden Elektrische Energie im Hochbau												Datenerfassungs-Blatt für : Arbeitshilfen			Blatt Nr. von	
Objekt :												bearbeitet von :			Datum	
Nr	Zone / Betriebseinheit	Fläche A _{cs} [m ²]	Standort(e) Raum / Räume	Geräteart Typ	Anzahl	Betriebszustand Vollbetrieb			Betriebszustand Standby			Betriebszustand 'Aus'			Jahres-Energiebedarf	
						Leistung pro Gerät P _{nom} [W]	Zeit t _{in} [h/a]	Energie- bedarf [kWh/a]	Leistung pro Gerät P _{standby} [W]	Zeit t _{standby} [h/a]	Energie- bedarf [kWh/a]	Leistung pro Gerät P _{aus} [W]	Zeit t _{aus} [h/a]	Energie- bedarf [kWh/a]	absolut E _{tot} [kWh/a]	spezifisch e _{sp} [kWh/(m ² ·a)]
				Fernseher	8	167	1800	2405			0		6960	0	2405	#DIW/0!
				Radios	3	15	2100	95			0		6660	0	95	#DIW/0!
				Computer	3	130	3000	1170			0		5760	0	1170	#DIW/0!
				Flachbildschirm	3	60	3000	540			0		5760	0	540	#DIW/0!
				Drucker	2	300	1000	600			0		7760	0	600	#DIW/0!
				Waschmaschine	2			2142			0		8760	0	2142	#DIW/0!
				Trockner	2			2760			0		8760	0	2760	#DIW/0!
				Spülmaschine	1			945			0		8760	0	945	#DIW/0!
				Kühlschrank	4			384			0		8760	0	384	#DIW/0!
				Kühltruhe	2			282			0		8760	0	282	#DIW/0!
				Elektroherd	3	7400	100	2220			0		8660	0	2220	#DIW/0!
				Deckenventilatoren	6	40	1800	432			0		6960	0	432	#DIW/0!
				Kaffeemaschine	2	900	360	648			0		8400	0	648	#DIW/0!
				Pflegebetten	1	288	750	216			0		8010	0	216	#DIW/0!
				Ventilator	3	48	1000	144			0		7760	0	144	#DIW/0!
				Aquarium	1			214			0		8760	0	214	#DIW/0!
Summe Energiebedarf für Arbeitshilfen														15196,3 kWh/a		

Die innerhalb der Excel – Tabelle zu erkennenden roten Dreiecke kennzeichnen Kommentare, die in allen Excel – Tabellen zu den jeweiligen Gebäuden gegeben sind. Die Kommentare weisen auf die Berechnung des Energiebedarfs der Geräte hin, und welche sonstigen Maßnahmen noch getroffen wurden.

Die 8 **Fernseher** werden gegen Neugeräte mit geringerer Leistungsaufnahme ausgetauscht. Sie werden mit abschaltbaren Steckerleisten versehen, um Standby-Zeiten bei Nichtbenutzung zu vermeiden.



Abbildung 12: Fernseher im Gebäude Asse

Die 3 **Radios** werden nicht ausgetauscht, da es sich im Wesentlichen um Neugeräte handelt. Diese werden ebenfalls mit abschaltbaren Steckerleisten versehen, um auch hier die Standby-Zeiten bei Nichtbenutzung zu vermeiden.

Die 3 **PC - Arbeitsplätze** werden ebenso mit abschaltbaren Steckerleisten versehen. Bei den Monitoren besteht kein weiterer Handlungsbedarf, da es sich hier um Flachbildschirme handelt, die bereits eine geringe Leistungsaufnahme aufweisen.

Die **Waschmaschinen** werden gegen Neugeräte der Öko – Line von AEG getauscht. [9]

Der jährliche Energieverbrauch der Waschmaschinen wird wie folgt ermittelt:

$$1,19 \frac{kWh}{Nutz} \cdot 3 \frac{Nutz}{d} \cdot 300 \frac{d}{a} \cdot 2Geräte = \underline{\underline{2142 \frac{kWh}{a}}}$$

Aus der Leistungsaufnahme von 1,19 kWh/Nutz multipliziert mit der Nutzung von 3 pro Tag mit der Anzahl der Betriebstage 300 d/a, da auch mal an manchen Tagen weniger gewaschen wird, multipliziert mit der Anzahl der Geräte von 2, ergibt sich ein jährlicher Stromverbrauch der Waschmaschine zu 2142 kWh/a.

Die **Trockner** werden ebenfalls gegen neue Geräte der Öko-Line von AEG ausgetauscht. Bei Trocknern ist das Einsparpotential bei der Energie grundsätzlich geringer als bei den anderen Haushaltsgeräten. Allerdings kann durch Neugeräte eine zumindest geringfügige Einsparung erreicht werden. Der jährliche Stromverbrauch der Trockner wird wie folgt ermittelt:

$$2,3 \frac{kWh}{Nutz} \cdot 2 \frac{Nutz}{d} \cdot 300 \frac{d}{a} \cdot 2Geräte = \underline{\underline{2760 \frac{kWh}{a}}}$$



Kapitel 4 - Sanierungsvorschläge GebäudeASSE

Bei jeder Beladung der Trockner wird eine Energie von 2,3 kWh/Nutz benötigt. Die Berechnung erfolgt wie die der Waschmaschinen. Der Jahresenergiebedarf liegt bei 2760 kWh/a. Ein - wenn auch nur geringes – Einsparpotential ist vorhanden.



Abbildung 13: Waschmaschine und Trockner im Bestand im GebäudeASSE

Die vorhandene **Spülmaschine** wird, wie die anderen Haushaltsgeräte ebenfalls gegen ein Gerät der Öko-Line gewechselt. Die Berechnung erfolgt unter den gleichen Prämissen wie bei den Waschmaschinen und dem Trockner. Die Berechnung lautet wie folgt:

$$1,05 \frac{kWh}{Nutz} \cdot 3 \frac{Nutz}{d} \cdot 300 \frac{d}{a} \cdot 1 \text{Geräte} = \underline{\underline{945 \frac{kWh}{a}}}$$

Somit liegt der Jahresenergiebedarf der Spülmaschine bei 945 kWh/a.



Abbildung 14: Geschirrspülmaschine im Bestand im GebäudeASSE

Für die **Kühlschränke** und **Kühltruhen** werden Geräte des Herstellers AEG aus dem aktuellen Sortiment 2008 verwendet, so dass diese auf dem neuesten technischen Stand sind. Sie sind der Energieeffizienzklasse A++ zu zuordnen. [10]



Für die Kühlschränke wurden Geräte mit der Bezeichnung SANTO K 9 10 03-5 i verwendet. Diese haben bei einem Nutzinhalt von 185 l pro Gerät einen Jahresenergiebedarf von 91 kWh/a je Gerät.

Die Kühltruhen tragen die Bezeichnung ARCTIS G 9 88 53-4 i. Diese haben einen Jahresenergiebedarf von 141 kWh/a pro Gerät bei einem Nutzinhalt von 94 l. Daraus errechnet sich der Jahresenergiebedarf der Kühl – und Gefriergeräte folgendermaßen:

$$\text{Kühlschrank:} \quad 4\text{Geräte} \cdot 91 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} = 384 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

$$\text{Kühltruhe:} \quad 2\text{Geräte} \cdot 141 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} = 282 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

Die 3 **Elektroherde** des Gebäudes Asse werden gegen Induktionsherde ausgetauscht. Die Leistungsaufnahme bei Induktionsherden ist zwar größer als bei Elektroherden, dieses wird aber durch eine auf 1/3 verkürzte Kochzeit ausgeglichen. Aus dem berechneten Jahresenergiebedarf kann man erkennen, dass trotz der erhöhten Anschlussleistung durch die verringerte Nutzungszeit der Jahresenergiebedarf geringer ist. Bei Induktionsherden wird die Wärme direkt im Topfboden erzeugt. Dies steht im Gegensatz zu herkömmlichen Kochfeldern. Unter der Glaskeramik sind Spulen angeordnet, die mit mittelfrequenten Wechselströmen gespeist werden, dadurch entstehen magnetische Wechselfelder, die Wirbelströme im Topfboden erzeugen, die wiederum Wärme hervorrufen. Voraussetzung ist die Verwendung von magnetisch leitendem Kochgeschirr. [11]

Berechnung des Jahresenergiebedarfs bei Induktionsherden:

$$E_{AH} = \frac{7400\text{W} \cdot 100\text{h} \cdot 3\text{Geräte}}{a \cdot 1000} = 2220 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

Der Jahresenergiebedarf bei Induktionsherden liegt bei 2220 kWh/a.

Die **Kaffeemaschinen** werden gegen Neugeräte ausgetauscht, deren Leistungsaufnahme geringer ist. Die Leistung liegt im Bereich von 900 W.

$$E_{AH} = \frac{900W \cdot 400h \cdot 2Geräte}{a \cdot 1000} = 720 \frac{kWh}{a}$$

Somit liegt der Jahresenergiebedarf der Kaffeemaschinen bei 720 kWh/a.

Energieeinsparungen sind ebenfalls bei dem im Gebäude vorhandenen **Aquarium** möglich. Ähnlich wie es bei Gebäuden möglich ist, kann man ein Aquarium mit Wärmedämmung versehen, was zu Einsparungen im Betrieb der Heizung führt. Des Weiteren kann die Beleuchtung durch Energiesparlampen ausgetauscht werden. Das Aquarium mit einem Nutzinhalt von ca. 100 l kann an drei Seiten mit einer Dämmung aus Polystyrol mit einer Stärke von 50mm versehen werden. Nach der Dämmung benötigt das Aquarium zum Heizen des Wassers von $\vartheta_R = 20^\circ\text{C}$ auf $\vartheta_W = 24^\circ\text{C}$ nur noch 84 kWh/a elektrischer Energie. Vor der Dämmung verbrauchte das Aquarium ca. 219 kWh/a um die gleiche Wassermenge auf das gleiche Temperaturniveau anzuheben. Wird die Beleuchtung gegen Energiesparlampen ausgetauscht braucht es für die Beleuchtung nur noch 130 kWh/a elektrischer Energie. Das Aquarium verbraucht nun in der Summe ca. 214 kWh/a. Vor der Sanierung betrug der jährliche Energiebedarf noch 526 kWh/a. Die Einsparung beträgt somit von 40,68% der vor der Sanierung verbrauchten elektrischen Energie. [12]

Bei dem Betrieb der **Pflegebetten** wurden keine Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen, da diese im Betrieb bleiben müssen.

Bei den **Deckenventilatoren** und **Standventilatoren** besteht ebenfalls kein Handlungsbedarf, da diese schon auf dem neuesten Stand sind und keine geeigneten Maßnahmen zur Sanierung vorhanden sind. Die Leistungsaufnahme der Geräte ist sehr gering und trägt nur unwesentlich zur Erhöhung des Stromverbrauchs bei.



Abbildung 15: Standventilator im Gebäude Asse



Aus der Summe der einzelnen Jahresstromverbräuche der Arbeitshilfen ergibt sich der Gesamte Jahresenergiebedarf der Arbeitshilfen. Dieser liegt bei 15.196,3 kWh/a.

4.2.3. Sonstige Stromverbraucher

Im Bereich der sonstigen Stromverbraucher sind diverse Akkuladegeräte gemeint, die in den Gebäuden vorhanden sind. Somit können dort über Nacht Ladegeräte vom Netz getrennt werden, die vollständig geladen sind und nicht mehr benötigt werden. Zurzeit gibt es auf dem Markt neuartige Ladegeräte, die über eine Elektronik verfügen, die sich selbstständig abschaltet, sobald das zu ladende Gerät geladen ist. Weitere Möglichkeiten liegen in der Trennung von unbenutzten Geräten vom Netz. Diese verbrauchen trotzdem weiterhin einen zwar kleinen aber merklichen Strom. Beleuchtung, die nicht genutzt wird oder überflüssig erscheint, sollte ebenfalls abgeschaltet werden. Dieses sind ein paar Beispiele, um den Verbrauch noch weiter zu senken.

4.2.4. Weitere Stromverbraucher

In diesem Kapitel werden Stromverbraucher gesondert betrachtet und saniert, die nicht in dem Gebäude Asse zu finden sind, aber sehr wohl in der Stiftung vorhanden sind.

Bei einem **Receiver** im Bestand liegt die aufgenommene Leistung bei 35 W, die Standby-Leistung bei 3 W. Bei einer Nutzungszeit von ca. 300 h/a und somit 8460 h/a im Standby beträgt der elektrische Energieverbrauch 36 kWh/a. Durch Austausch des Gerätes gegen ein Neugerät und eine abschaltbare Steckerleiste zwecks Verringerung der Standby-Zeit liegt der Energieverbrauch bei 7,5 kWh/a., wobei das Neugerät nur noch eine Leistungsaufnahme von 25 W hat.

Ähnlich ist es mit **DVD – Playern**. Die Leistungsaufnahme der Geräte liegt bei 300 W und Standby-Leistung bei 5 W. Bei einer Nutzung von 300 h/a und einer Standby-Zeit von 8460 h/a beträgt der elektrische Energieverbrauch somit 132,3 kWh/a. Durch Austausch des Gerätes mit einem Neugerät und einer abschaltbaren Steckerleiste sinkt der Energieverbrauch auf 18 kWh/a. Das Neugerät hat nur noch eine Leistungsaufnahme von 60 W.

Die **Videorecorder** in der Stiftung werden gegen **DVD – Recorder** ausgetauscht. Vorher brauchte ein Videorecorder mit Standby-Zeit bei einer Leistung von 300 W und einer Laufzeit von 200 h/a ca. 103 kWh/a. Ein Neugerät benötigt nur noch 50 W; und bei gleicher Nutzungszeit verbraucht das Gerät nur noch 10 kWh/a. Bei Verringerung der Standby – Zeit.

Bei den **Stereoanlagen** wird eine abschaltbare Steckerleiste empfohlen, um die Geräte über Nacht vom Netz zu trennen, um so den Stromverbrauch zu senken.



Die **Faxgeräte** oder **Telefonanlagen** werden nicht weiter betrachtet oder saniert, da die Geräte im Standby betrieben werden müssen.

Teilweise sind in den Gebäuden, die als Büros genutzt werden, **größere Kopierer** vorhanden. Diese können über Nacht vom Netz getrennt werden, um auch so den Verbrauch von vorher 228 kWh/a auf nur noch 57 kWh/a zu senken.

Die in der Stiftung vorhandenen **Kassengeräte**, zum Beispiel im Bücherladen oder in der Gärtnerei, sollten nach Möglichkeit ebenfalls über Nacht bei Nichtbenutzung vom Netz getrennt werden, um auch hier Strom durch die verringerte Standby-Zeit zu sparen. In der folgenden Tabelle werden noch weitere **Haushaltsgeräte** aufgeführt, die ebenfalls in der Stiftung vorkommen. Diese wurden nicht bei allen Gebäuden betrachtet, da sie abhängig von der Nutzung sind und nur dort eingetragen wurden, wo sie sehr häufig genutzt werden. Dort, wo sie weniger in Betrieb sind, haben sie weniger Auswirkung auf den elektrischen Verbrauch.

Tabelle 14: Übersicht Haushaltsgeräte

Haushaltsgerät	Altgerät	Stromverbrauch in kWh/a	Neugerät	Stromverbrauch in kWh/a	Bemerkung
Wasserkocher	ca. 2000W	600	ca. 2000W	600	Zurzeit keine Neugeräte mit geringerer Leistung auf dem Markt
Mikrowelle	ca. 1200W	480	ca. 900W	360	
Mixer	ca. 1000W	200	ca. 800W	160	
Toaster	ca. 1200W	240	ca. 900W	180	Kleineres Gerät kann genutzt werden
Staubsauger	ca. 1000W	100	ca. 900W	90	Kleineres Gerät kann genutzt werden
Espressomaschine/Kaffeevollautomat	ca. 1450W	490	Ca. 1450W	363	Kein Neugerät mit geringerer Leistung auf dem Markt. Gerät über Nacht vom Netz trennen um Strom zu sparen.

Gerade bei den Pflegegebäuden gibt es noch **Pflegegeräte**, die die Pflege der Bewohner unterstützen sollen. Diese Geräte konnten nicht saniert werden, da sie nahezu ständig in Betrieb sein müssen und über Nacht nicht abgeschaltet werden können. Daher wurden die Geräte nicht weiter betrachtet. Eine Auflistung der Geräte ist in folgender Tabelle dargestellt:

Tabelle 15: Übersicht Pflegegeräte

Gerät	Anschlussleistung in W	Nutzungszeit in h	el. Energiever- brauch in kWh/a
Hebebett	360	60	21,6
Pflegebett	288	500	144
Hublifter	100	600	60
Wannenfilter	100	600	60
Rollis	200	1500	300
Lifter	250	600	150
Ladesation	55	2800	154
Pumpen	6	1200	7,2
Treppenlift	200	100	20
Inhaliergerät	60	400	24
Hubwanne	207	400	82,8

Gleiches gilt auch für den elektrischen **Türöffner**, der ebenfalls nicht weiter saniert werden kann. Es gibt zwar aktuelle Bauformen auf dem Markt; diese weisen allerdings den gleichen Stromverbrauch auf, so dass keine weitere Einsparung erreicht werden könnte.

4.2.5. Gesamter Jahresenergieverbrauch nach Kompletttausch

Nachdem die Beleuchtung und die Elektrogeräte komplett getauscht wurden, ergibt sich der gesamte elektrische Jahresendenergiebedarf des Gebäudes folgendermaßen:

Elektrischer Endenergiebedarf			
	absolut		flächenbezogen ²
Beleuchtung	955,7 kWh / a		kWh / (m ² a)
Lüftung / Klima	kWh / a		kWh / (m ² a)
Diverse Haustechnik	kWh / a		kWh / (m ² a)
Warmwasser / Heizung ¹	6002,0 kWh / a		kWh / (m ² a)
Arbeitshilfen	15196,3 kWh / a		kWh / (m ² a)
Zentrale Dienste	kWh / a		kWh / (m ² a)
gesamte el. Endenergie	22154,0 kWh / a		kWh / (m² a)
Primärenergiebedarf			
	absolut		flächenbezogen ²
gesamte el. Energie	9304,7 kWh / a		kWh / (m ² a)
gesamte nichtel. Energie ¹	kWh / a		kWh / (m ² a)
gesamte Primärenergie	9304,7 kWh / a		kWh / (m² a)

Abbildung 16: Endenergiebedarf nach Kompletttausch im GebäudeASSE

Nach dem Kompletttausch beträgt die gesamte elektrische Endenergie des GebäudesASSE 22.154,0 kWh/a. Es ist ein deutlicher Unterschied zum Zustand vor der Sanierung zu erkennen. Dazu wird später, in dem folgenden Kapitel 4.3 „Vergleich der Varianten“, vergleichsweise noch genauer eingegangen.

4.3. Vergleich der Varianten

Um einen genauen Überblick über die tatsächlichen Einsparungen zu erhalten, werden die Varianten mit dem Bestand verglichen.

Tabelle 16: Vergleich der Varianten bei Gebäude Asse

Gebäude	ges. el. Energiebedarf in kWh/a im Bestand	ges. el Energiebedarf in kWh/a nach Sanierung mit Energiesparlampen	ges. el. Energiebedarf in kWh/a nach Kompletttausch
Asse	36.627	35.162	22.154

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, liegt die Einsparung nach dem Einsatz von Energiesparlampen bei 1.465 kWh/a, das entspricht einer Reduzierung von 3,99 % im Vergleich zum Bestand. Bei einem Kompletttausch werden sämtliche elektrische Geräte erneuert und Energiesparlampen eingesetzt. Die Einsparung bei 14.473 kWh/a, das entspricht einer Reduzierung von 39,51 % im Vergleich zum Bestand. Daraus kann man eindeutig erkennen, dass durch eine komplette Sanierung der elektrische Energiebedarf erheblich gesenkt werden kann. Das folgende Diagramm gibt noch eine verdeutlichte Darstellung wieder.

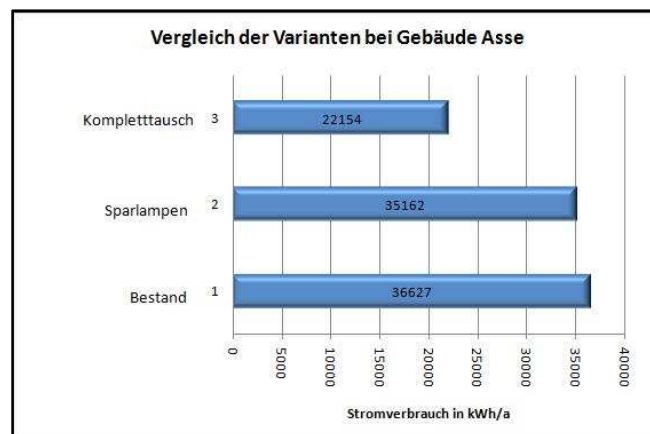


Abbildung 17: Vergleich der Varianten bei Gebäude Asse

4.4. Vergleich des Primärenergiebedarfs

Der elektrische Stromverbrauch des Gebäudes gibt Aufschluss über die Geräte und Beleuchtung, die im Gebäude eingesetzt und verwendet wird. Der Jahresenergiebedarf gibt nun an, wie viel elektrische Energie tatsächlich pro Jahr verbraucht wird. Im Kontext zum elektrischen Energiebedarf sinkt nun auch der Primärenergiebedarfs in Abhängigkeit von der jeweiligen Sanierungsmethode.

Tabelle 17: Vergleich des Primärenergiebedarfs bei Gebäude Asse

Gebäude	Primärenergiebedarf in kWh/a im Bestand	Primärenergiebedarf in kWh/a nach Sanierung mit Sparlampen	Primärenergiebedarf in kWh/a nach Kompletttausch
Asse	15.383	14.768	9.305

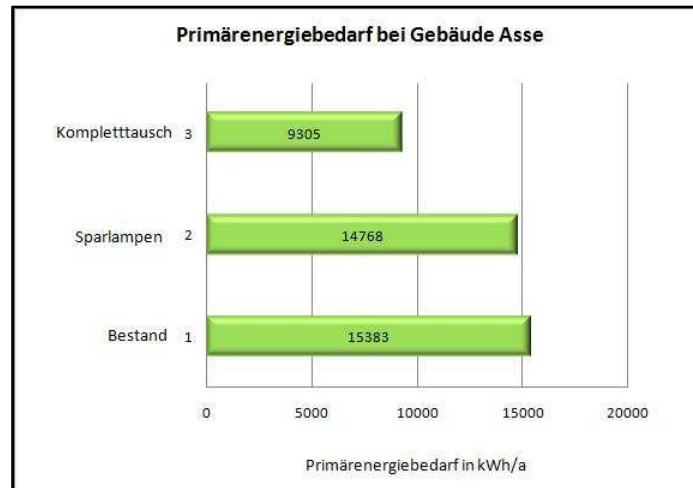


Abbildung 18: Vergleich des Primärenergiebedarfs bei Gebäude Asse

In dem dargestellten Diagramm wird die Einsparung an Primärenergie noch einmal verdeutlicht. Bei dem Einsatz von Energiesparlampen kann der Primärenergiebedarf um 615 kWh/a gesenkt werden, dies entspricht einer Reduzierung um 3,99 % im Vergleich zum Bestand. Beim Kompletttausch können bis zu 6078 kWh/a eingespart werden. Dies entspricht einer Reduzierung um 39,51 % im Vergleich zum Bestand.

4.5. Vergleich der CO₂ – Emissionen

Durch die Erzeugung der Primärenergie entsteht das umweltschädliche Treibhausgas CO₂. Durch Energieeinsparung, die durch den Austausch der herkömmlichen Beleuchtung gegen Energiesparlampen und dem Austausch der Elektrogeräte gegen energiesparende Neugeräte entsteht, kann der Primärenergiebedarf und folglich auch die CO₂ – Emissionen verringert werden. In der folgenden Tabelle wird die Einsparung bei Gebäude Asse verdeutlicht.

Tabelle 18: Vergleich der CO₂ – Emissionen bei Gebäude Asse

Gebäude	CO ₂ – Emission in kg/a im Bestand	CO ₂ – Emission in kg/a nach Sanierung mit Energiesparlampen	CO ₂ – Emission in kg/a nach Kompletttausch
Asse	4.395	4.219	2.658

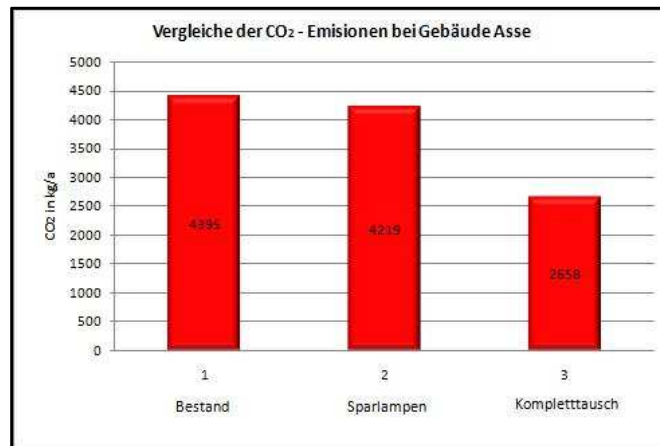


Abbildung 19: Vergleich der CO₂ – Emissionen bei Gebäude Asse

Wie in dem Diagramm deutlich zu erkennen ist, können die CO₂ – Emissionen durch den Austausch der Beleuchtung und der Elektrokleingeräte, wesentlich verringert werden. Durch den Austausch der herkömmlichen Beleuchtung gegen Energiesparlampen kann die CO₂ – Emission um 176 kg/a gesenkt werden. Dieses entspricht einer Reduzierung um 4 % im Vergleich zum Bestand. Durch den Komplettaustausch kann die Emission um 1.737 kg/a reduziert werden. Dies entspricht einer Einsparung von 39,5 % im Vergleich zum Bestand.

4.6. Vergleich der Kosteneinsparung

Durch den Austausch der Lampen aus dem Bestand gegen Energiesparlampen oder dem Komplettaustausch der elektrischen Geräte kann, wie schon eingangs erwähnt, der Bedarf an elektrischer Energie gesenkt werden, darüber hinaus aber auch die Verbrauchskosten. Die hier berechneten Kosten beziehen sich auf die ermittelten Werte nach dem LEE – Verfahren, um eine geeignete Basis zu schaffen. Es handelt sich hierbei lediglich um Vergleichswerte. Der Strompreis wird mit 0,14 €/kWh_{el} angesetzt. In der folgenden Tabelle sind die Stromkosten des Gebäudes Asse dargestellt.

Tabelle 19: Vergleich der Stromkosten bei Gebäude Asse

Gebäude	Stromkosten in €/a im Bestand	Stromkosten in €/a nach Sanierung mit Energiesparlampen	Stromkosten in €/a nach Komplettaustausch
Asse	5.127,81	4.922,68	3.101,56

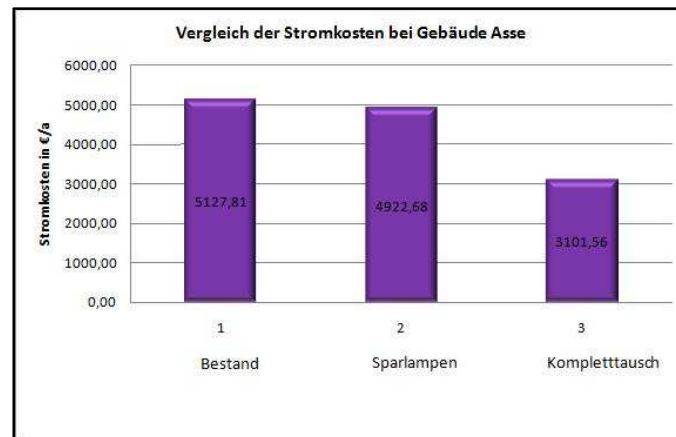


Abbildung 20: Vergleich der Stromkosten bei Gebäude Asse

Anhand des Diagramms ist deutlich zu erkennen, dass die Stromkosten wesentlich gesenkt werden können. Durch den Austausch der herkömmlichen Beleuchtung gegen Energiesparlampen können bis zu 205,13 €/a eingespart werden, was einer Reduzierung von 4 % im Vergleich zum Bestand entspricht. Beim Komplettaustausch können bis zu 2.026,25 €/a eingespart werden, was einer Reduzierung von 39,51 % im Vergleich zum Bestand entspricht.

4.7. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude Asse

Um die Möglichkeiten der Sanierung abzuschätzen, ist eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung vorzunehmen. Dabei ist es interessant zu wissen, wie die geplanten Kosten sich im Verhältnis der geschätzten Lebensdauer der Geräte im Vergleich zur tatsächlichen Investition darstellen. Da die Lebensdauer der Beleuchtung geringer ist als bei Haushaltsgeräten, werden diese beiden Betrachtungen getrennt dargestellt. Man geht von einer Haltbarkeit der Beleuchtung von 11 Jahren aus. Allerdings kann dieses auch kürzer sein; die Abschätzung ist hier schwierig. Für die Haushaltsgeräte wird eine Lebensdauer von 15 Jahren angesetzt. Auch hier kann die Dauer durchaus höher, allerdings auch niedriger liegen. Daher kann die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit hier nur beispielhaft dargestellt werden.

Zunächst wird ein mittlerer Energiepreis ermittelt, der aus dem derzeitigen Energiepreis, sowie einem Faktor, der die Preissteigerung der Energie in den Jahren der Nutzung darstellt, zusammengesetzt ist. Für Beleuchtung und Tausch der elektrischen Geräte wird von zwei verschiedenen Faktoren ausgegangen. Diese werden getrennt berechnet.

mittlere Energiepreis

Sparlampen:

$$k_{E,m,Sparlampen} = k_{E,0} \cdot m_E = 0,14 \frac{\text{€}}{\text{kWh}_{el}} \cdot 1,563 = 0,219 \frac{\text{€}}{\text{kWh}_{el}}$$

$k_{E,0}$: Strompreis heute

m_E : Berechnungsfaktor, bezogen auf 11a [16]

Tausch der Elektrogeräte:

$$k_{E,m,Sparlampen} = k_{E,0} \cdot m_E = 0,14 \frac{\text{€}}{\text{kWh}_{el}} \cdot 1,799 = 0,252 \frac{\text{€}}{\text{kWh}_{el}}$$

$k_{E,0}$: Strompreis heute

m_E : Berechnungsfaktor, bezogen auf 15a [16]

Als nächstes wird ein Verhältnis aufgestellt, in dem der äquivalente Energiepreis ($k_{E,\text{äqu}}$) mit dem mittleren Energiepreis verglichen wird. In der Berechnung wird der jährliche Energiepreis (K_i) mit der durch die Sanierungsvorschläge berechneten Einsparungen (ΔQ_E) ins Verhältnis gesetzt, um die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme zu überprüfen.

$$k_{E,\text{äqu}} = \frac{K_i + K_{u,m}}{\Delta Q_E} < k_{E,m}$$

Die Kosten, die durch Wartung entstehen, werden hierbei vernachlässigt. $K_{u,m} = 0$

Die Formel wird nun nach den jährlichen Kosten umgestellt. Dieses erfolgt ebenfalls für Sparlampen und Geräte getrennt.

$$\text{Sparlampen: } K_i = k_{E,m} \cdot \Delta Q_E < 0,219 \frac{\text{€}}{\text{kWh}_{el}} \cdot 1465 \frac{\text{kWh}_{el}}{a} = 320,84 \frac{\text{€}}{a}$$

$$\text{Gerätetausch: } K_i = k_{E,m} \cdot \Delta Q_E < 0,252 \frac{\text{€}}{\text{kWh}_{el}} \cdot 13008 \frac{\text{kWh}_{el}}{a} = 3278,02 \frac{\text{€}}{a}$$



Das ΔQ_E bei dem Gerätetausch stammt aus der Berechnung der Einsparung des Komplettausches mit der Differenz aus der Beleuchtung, da diese nicht auf die 15 Jahre der Lebensdauer mit einberechnet werden kann.

$$\Delta Q_E = (\Delta Q_{E, \text{Komplettaus}} - \Delta Q_{E, \text{Sparlampen}}) = (14473 - 1465) \frac{kWh}{a} = 13008 \frac{kWh}{a}$$

Nach der Berechnung der jährlichen Kosten wird die gesamte Investition berechnet. Dabei wird die Annuität benötigt, bei dieser wird von einer Verzinsung von 6% ausgegangen. Die Berechnung erfolgt wie vorangegangen getrennt nach Sparlampen und Gerätetausch.

$$a = \frac{Z \cdot (1+Z)^n}{(1+Z)^n - 1}$$

$$\text{Sparlampen: } a = \frac{0,06 \cdot (1+0,06)^{11a}}{(1+0,06)^{11a} - 1} = 0,127 \frac{1}{a}$$

$$\text{Gerätetausch: } a = \frac{0,06 \cdot (1+0,06)^{15a}}{(1+0,06)^{15a} - 1} = 0,103 \frac{1}{a}$$

Wie man erkennen kann, liegt die Annuität bei den Sparlampen etwas höher als bei einem Gerätetausch. Somit liegt auch die gesamte Investsumme niedriger.

Die Formel zur Berechnung des jährlichen Energiepreises in Abhängigkeit von der investierten Summe (I_0) und der Annuität wird nun nach der Investsumme umgestellt.

$$K_i = I_0 \cdot a \Rightarrow I_0 = \frac{K_i}{a}$$

Daraus ergeben sich folgende zu investierende Summen:

$$\text{Sparlampen: } I_0 = \frac{K_{i, \text{Sparlampen}}}{a} = \frac{320,84\text{€} \cdot a}{a \cdot 0,127 \cdot 1} = 2526,30\text{€}$$

$$\text{Gerätetausch: } I_0 = \frac{K_{i, \text{Gerätetausch}}}{a} = \frac{3278,02\text{€} \cdot a}{a \cdot 0,103 \cdot 1} = 31825,44\text{€}$$



Somit würde bei der Sanierung mit Sparlampen eine Summe von 2.576,54 € und beim Geräte-tausch eine Summe von 31.978,45 € zu investieren sein, damit es sich nach der entsprechen- den Zeit rechnet. Nach der Berechnung der geschätzten Investition, wird diese Summe mit dem ermittelten Wert der tatsächlichen Investition [17], die bei einer Sanierung auftreten würde, verglichen. Dabei werden allerdings die Kosten für Monteurstunden und Kleinmaterial vernachlässigt.

Tabelle 20: Kosten bei Sanierung mit Sparlampen bei Gebäude Asse

Gebäude Asse1+2	Preis in €/St.	Anzahl	Summe in €
Energiesparlampen	8,50	200	27.898,00
Lampengehäuse	129,99	200	
energiesparende Leuchtstofflampe	2,45	55	3.996,85
Lampengehäuse	70,22	55	
Investition			31.694,85
Investition nach Wirtschaftlichkeit			2.526,30

Wie man erkennen kann, müsste eine Summe von 31.694,85 € investiert werden. Dieser Wert ist aber um ein wesentliches größer als die Summe die auf Basis der Wirtschaftlichkeitsbe- rechnung zur Verfügung steht. Somit ist die Sanierung der Beleuchtung in diesem Fall un- wirtschaftlich.

Als nächstes wird die zu investierende Summe bei einem Gerätetausch ermittelt [18] und an- schließend ebenfalls mit der Wirtschaftlichkeitsberechnung verglichen.

Tabelle 21: Kosten bei Gerätetausch bei Gebäude Asse

Gebäude Asse1+2	Preis in €/St.	Anzahl	Summe in €
Abschaltbare Steckerleisten	20,00	11	220,00
Fernseher	299,00	8	2.392,00
Waschmaschine	749,00	2	1.498,00
Trockner	819,00	2	1.638,00
Spülmaschine	529,00	1	529,00
Kühlschrank	394,00	4	1.576,00
Kühltruhe	630,00	2	1.260,00
Induktionsherd	1.299,00	3	3.897,00
Kaffeemaschine	29,00	2	58,00
Wärmedämmung (Polystyrol) in €/m ²	1,50	1,3 m ²	1,95
Investition			44.676,00
Investition nach Wirtschaftlichkeit			31.825,44

Wie auch hier zu erkennen ist, liegt der Wert der Investition höher als der ermittelte Wert nach der Wirtschaftlichkeit. Somit ist auch diese Maßnahme unwirtschaftlich. Dabei muss allerdings bedacht werden, dass eine sofortige Anschaffung von Neugeräten zu teuer ist und sich die Summe auf die nächsten Jahre verteilen würde, so wie bei der Sanierung und Umbau der Beleuchtung.



Die Summe der Investition kann somit auf die nächsten Jahre verteilt werden. Die einzelnen Gebäude sind sich selbst verwaltend, d.h. die Mitarbeiter und Bewohner der Stiftung schaffen die Elektrogeräte selbst aus dem zur Verfügung stehenden Budget des Gebäudes an. Dabei wird auf den Preis geachtet und leider nicht darauf, ob die Geräte energiesparend sind oder nicht. Daher sollten die Mitarbeiter und Bewohner einen Einblick in den Stromverbrauch der Gebäude bekommen, damit sie eher den Verbrauch abschätzen können. In diesem Zusammenhang gibt es zurzeit ein Pilotprojekt von RWE in Mühlheim an der Ruhr. Dort werden sogenannte elektrische Stromzähler oder auch intelligente Zähler eingesetzt. Diese Zähler besitzen die Möglichkeit über ein Kundendisplay den Stromverbrauch abzulesen und so festzustellen, wie viel Strom das derzeit eingeschaltete Gerät verbraucht. Somit können auch Neugeräte dahingehend überprüft werden, ob sie den gewünschten Einspareffekt haben. Diese Zähler können über Schnittstellen direkt mit dem Versorgungsunternehmen verbunden werden und müssen nicht mehr abgelesen werden. Allerdings könnte dieses zu Problemen führen, wenn nicht in regelmäßigen Abständen vom Kunden selbst auf den Verbrauch geachtet wird. Des Weiteren verfügen die Zähler über die Möglichkeit, mit dem aktuellen Strompreis die Kosten für Strom direkt zu berechnen. Der Einsatz innerhalb der Stiftung ist möglich. Zunächst sollten bei einem Einsatz aber nur die Gebäude mit dem größten Stromverbrauch (z.B.: Küche, Wäscherei) oder die Pflegegebäude zu Versuchszwecken damit ausgestattet werden. [19]

Eine weitere Möglichkeit ist, die Mitarbeiter und Bewohner ebenfalls an den Kosten des Stromverbrauchs zu beteiligen, indem die Mitarbeiter und Bewohner den Stromverbrauch des Gebäudes selbst tragen oder zu einem gewissen Teil beteiligt werden. Eine weitere Möglichkeit wird als Budgetierung bezeichnet. Dabei wird anhand des Verbrauchs des vorigen Jahres eine Summe zur Verfügung gestellt, mit der die Bewohner und Mitarbeiter Geräte anschaffen können. Somit besteht dann die Möglichkeit, einen Bonus zu geben, wenn Energie in Form von Strom eingespart wird. Dies kann allerdings dazu führen, dass das Budget immer voll ausgeschöpft wird, um eine niedrigere Budgetierung im Folgejahr zu vermeiden.

4.8. Schlussbetrachtung Gebäude Asse

Der hier dargestellte Vorgang der Bestandsaufnahme und Sanierung, sowie Auswertung der Ergebnisse, wird für alle Gebäude übernommen. Wie man erkennen kann, liegen die größten Einsparpotentiale bei einem Kompletttausch der elektrischen Geräte. Die Einsparung bei einer alleinigen Sanierung der Beleuchtung ist geringer.



Dabei muss beachtet werden, dass durch neue Technologien und durch entsprechenden, also sparsamen Umgang mit dem Strom die Einsparung noch größer ausfallen kann. Sofern sich das Nutzerverhalten aber gegenteilig entwickelt im Sinne z.B. einer häufigeren Nutzung der Beleuchtung oder der Haushaltsgeräte, kann es aber auch dazu führen, dass weniger eingespart wird als in der Schätzung. Diese Faktoren sind von den Nutzern abhängig und verändern sich beständig, wenn neue Bewohner einziehen, die ein ganz anderes Verhalten im Umgang mit den Stromverbrauchern haben; sowie auch von den Mitarbeitern, die ebenfalls einen großen Einfluss auf den Stromverbrauch nehmen. Dadurch kann der Gedanke entstehen, da nach einem Kompletttausch energiesparende Geräte vorhanden sind, können diese ja öfter genutzt werden als vorher. Also ist es von großem Vorteil die Bewohner und Mitarbeiter auf einen sinnvollen und energiesparenden Umgang mit den Geräten hinzuweisen und zu überprüfen, ob beispielsweise die vorgeschlagenen Steckerleisten entsprechend abgeschaltet wurden, um Standby-Zeiten zu verringern. Schon allein eine Verringerung der Standby-Zeiten führt zu einer erheblichen Einsparung, ohne größere Summen zu investieren. Hier können an dieser Stelle nur Vorschläge und Hinweise zur Einsparung gegeben werden. Was davon nun tatsächlich umgesetzt wird, ist von Bewohnern und Mitarbeitern abhängig.

Die Excel – Tabellen sind in ausgedruckter Form im Anhang A.4 zu finden, getrennt nach den Kategorien Bestand, Sanierung mit Sparlampen, Sanierung im Kompletttausch.

5. Analyse der Gebäude der Stiftung

Wie in dem voran gegangenen Kapitel beschrieben werden nun hier die restlichen Gebäude nach dem Muster im Bestand aufgenommen und entsprechend saniert. Das Kapitel über Gebäude Asse diente nur zur Übersicht über den gesamten Vorgang und zur Dokumentation des beschriebenen Verlaufs. Daher werden in den folgenden Kapiteln Übersichten der Gebäude gegeben.

Die Auswertung erfolgt wie im vorherigen Kapitel beschrieben. Sämtliche Excel – Tabellen der einzelnen Gebäude sind im Anhang A.1 auf der Daten – CD im Ordner Gebäude zu finden.



5.1. Gebäudeübersicht

In der folgenden Tabelle wird eine Übersicht der bearbeiteten Gebäude gegeben. Die Stiftung besteht aus 55 Gebäuden, in denen die Stromverbraucher von Bedeutung sind. Vereinzelt Gebäude werden noch weiter unterteilt, da die Abrechnung des Stromverbrauches über separate Zähler erfolgt.

Tabelle 22: Gebäudeübersicht

Nr.	Gebäude	Nr.	Gebäude
1	Alte Schneiderei	31	Lindenplatz
2	Altes Schulhaus	32	Sundern
3	Alte Wäscherei	33	LindenwegGartenweg
4	Asse 1+2	34	Mädchenhorst
5	Bethanien	35	Männerhaus
6	Bethesda	36	MühlenhofTGF
7	BlumenladenGewächshaus	37	MühlenhofWohngruppe
8	BücherGärtnereiHalle	38	Nähzentrum
9	Bücherladen	39	Ohe
10	Dorfkrug	40	Okalhaus
11	Kleiderladen	41	Pfarrhaus
12	Werkstattladen	42	Sarona
13	Elim	43	Schule
14	Elm 1+2	44	SchwimmbadTurnhalle
15	Emmaus	45	Sonnenschein
16	Foliengewächshäuser	46	Therapiehaus
17	Frauenhaus	47	Thereseheim
18	GartenwegZehn	48	TischlereiSchlosserei
19	Gärtnereicontainer	49	Verwaltung
20	Gärtnerei Wohnhaus	50	Wabehaus
21	Handwerkerhaus	51	WabewegDreiA
22	Kaiserwald	52	Wäscherei
23	Kapelle	53	Weidenweg
24	Kegelebahn	54	WerkstWabewegBogenhall
25	Kesselhaus	55	Wohnhaus I
26	Kindergarten	56	Wohnhaus II
27	Kiosk	57	Zentrallager
28	Kirche	58	Frisörladen
29	Krankenhaus	59	Zoar
30	KücheLebensmittelladen		



5.2. Stromzählerstände des vergangenen Jahres

Tabelle 23: Zählerstände des letzten vergangenen Jahres

Gebäude	Letzte vergangene Jahr in kWh/a
Gärtnereihalle	2648
Bücherhalle	341
Gärtnerei HV	3696
Bogenhalle Werkstatt Wabeweg nur Gärtnerei	9232
Bogenhalle Werkstatt Wabeweg nur WfbM	27190
Altes Schulhaus 1	10483
Altes Schulhaus 2	5297
Asse 1	15314
Asse 2	22784
Bethesda	14751
Bücherladen	5860
Dorfkrug	19920
Elim	11687
Elm 1+2	41964
Emmaus	121411
Frauenhaus, Männerhorst, Alte Wäscherei	76189
Friedhofskapelle	6457
Frisörladen	1052
Gartenweg 10	23585
Gärtnerei Haus	5136
Handwerkerhaus	5816
Kaiserwald	24720
Kegelbahn	8077
Kesselhaus	125218
Kindergarten	5698
Kleiderladen	6658
Krankenhaus	85477
Küche, Laden, Theresenheim, Kiosk, Kirche	73785
Lindenplatz HV	14537
Lindenweg/ Gartenweg WfbM	21283
Männerhaus, Alte Schneiderei	18046
Mühlenhof TGF	13178
Mühlenhof WG	16497
Nähzentrum	13889
Ohe	47477
Okalhaus	1613
Sarona	83948
Schule	140108
Schule Gartenweg TGF	9008
Schule Wabeweg 14 Büro	2656
Schwimmbad	51014
Sonnenschein 1	11145
Sonnenschein 2	12487
Sonnenschein 3	10688
Sonnenschein 4	16172
Sonnenschein allgemein	13667
Sundern HV	66448
Therapiehaus	4830
Tischlerei, Schlosserei	8909
Verwaltung	39354
Wabehaus 1	14006
Wabehaus 2	8994
Wabehaus 3	5232
Wabeweg 3+3a	16608
Waschhaus HV	82301
Weidenweg 1	25361
Weidenweg 2	13965
Weidenweg 3	13381
Weidenweg 4	23014
Weidenweg 5	14553
Weidenweg 6	14575
Werkstatt Laden	1996
Wohnhaus 2, Bethanien	1750
Zentrallager	7423
Zoar	108866



Maßgebend für einen korrekten Vergleich mit den Berechnungen des LEEs sind die vergleichbaren Werte der Zählerstände. Die Zähler wurden in den letzten Jahren in regelmäßigen Abständen abgelesen. Leider nicht bei allen, so dass einige Werte auf Daten beruhen, die länger zurückliegen. Waren, wie im Fall des Kaiserwaldes, die Zähler noch nicht in Betrieb oder wurden getauscht, so wurden Anhaltswerte abgelesen und diese dann auf ein Jahr hochgerechnet, um geeignete Daten zu erhalten. Das letzte Jahr wurde gewählt, da diese den Stromverbrauch im aktuellsten Stand wiedergeben. Die grün unterlegten Felder zeigen die Gebäude, die einen sehr hohen elektrischen Energieverbrauch aufweisen. Diese Gebäude beinhalten etwaige Großstromverbraucher oder sind im Fall Emmaus sehr groß. Die genauen Daten und Berechnungen sowie Angaben der letzten Jahre befinden sich im Anhang A.1 auf der Daten – CD in der Projekt – Tabelle unter dem Reiter „Mittelwerte Zähler“ und im Anhang A.5 als Ausdruck.

5.3. Übersicht der Hilfsenergie Heizung und Trinkwarmwasser

In der folgenden Tabelle sind die ermittelten Hilfsenergien für Heizung und Trinkwarmwasser der Gebäude der Stiftung Neuerkerode aufgelistet. Die grün unterlegten Zeilen weisen auf bereits überarbeitete Quellen hin. Die Daten wurden dem IWU Energieberater – TOOL, sprich aus den Gebäudeberichten [6], entnommen oder, bei einzelnen Gebäuden, aus bereits erstellten Diplomtexten übernommen. Die Tabelle ist im Anhang A.1 auf der Daten – CD in der Projekt – Tabelle unter dem Reiter „Hilfsenergie TWW + Heizung“ zu finden, sowie im Anhang A.6, in ausgedruckter Form.

Wie zu erkennen ist, sind bei einigen Gebäuden die Hilfsenergien mit 0 angesetzt. Dies weist darauf hin, dass diese Gebäude von einem anderen versorgt werden. Bei den Gebäuden Wohnhaus II und Bethanien ist zwar die Hilfsenergie angegeben; dieses wird jedoch nicht vom Stromzähler erfasst. Die Daten aus dieser Tabelle wurden auf den jeweiligen LEE - Excel – Tabellen auf dem Deckblatt eingetragen.



Tabelle 24: Übersicht der Hilfsenergie Heizung und Trinkwarmwasser der Stiftung Neuerkerode

Nr.	Gebäude	Hilfsenergie TWW und Heizung in kWh/a
1	Alte Schneiderei	0
2	Altes Schulhaus	1900
3	Alte Wäscherei	3100
4	Asse 1+2	6002
5	Bethanien	5000
6	Bethesda	2613
7	BlumenladenGewächshaus	600
8	BücherGärtnereiHalle	1900
9	Bücherladen	5100
10	DorfkrugLaden	6748,8
11	Elim	800
12	Elm 1+2	4900
13	Emmas	4900
14	Foliengewächshäuser	300
15	Frauenhaus	2600
16	GartenwegZehn	2700
17	Gärtnereicontainer	500
18	GärtnereiWohnhaus	1300
19	Handwerkerhaus	800
20	Kaiserwald	8800
21	Kapelle	6200
22	Kegelbahn	900
23	Kesselhaus	0
24	Kindergarten	1900
25	Kiosk	1800
26	Kirche	0
27	Krankenhaus	8200
28	KücheLebensmittelladen	800
29	LindenplatzSundern	10600
30	LindenwegGartenweg	1600
31	Mädchenhorst	5600
32	Männerhaus	0
33	MühlenhofTGF	4830,6
34	MühlenhofWohngruppe	1600
35	Nähzentrum	1500
36	Ohe	5900
37	Okalhaus	120
38	Pfarrhaus	1800
39	Sarona	2900
40	Schule	7500
41	SchwimmbadTurnhalle	3000
42	Sonnenschein	5100
43	Therapiehaus	2500
44	Thereseheim	6000
45	TischlereiSchlosserei	800
46	Verwaltung	7200
47	Wabehaus	3300
48	WabewegDreiDreiA	1400
49	Wäscherei	600
50	Weidenweg	800
51	WerkstWabewegBogenhall	12700
52	Wohnhaus I	2200
53	Wohnhaus II	2000
54	Zentrallager	1600
55	Zoar	5500



5.4. Vergleich der Berechnung mit Stromzählerständen

Tabelle 25: Vergleich der Berechnung mit Zählerständen der Gebäude der Stiftung

Zähler Bezeichnung	Gebäude Bezeichnung	Σ el. Energiebedarf aus LEE in kWh/a	Zählerstände (Mittelwerte) in kWh/a
GärtnereiHalle	BücherGärtnereiHalle	2940	2648
Bücherhalle			341
Gärtnerei HV	Blumenladen, Gewächshaus, Fo-	1860	3696
Bogenhalle Werkstatt Wabeweg	Gärtnereicontainer, Werkstatt	36419	9232
Bogenhalle Werkstatt Wabeweg	Wabeweg Bogenhall		27190
Altes Schulhaus 1	Altes Schulhaus	15140	10483
Altes Schulhaus 2			5297
Asse 1	Asse 1+2	36627	15314
Asse 2			22784
Bethesda	Bethesda	14704	14751
Bücherladen	Bücherladen	5727	5860
Direktorenhaus	Pfarrhaus	5755	5860
Dorfkrug	DorfkrugLaden	18576	19920
Elim	Elim	11543	11687
Elm 1+2	Elm 1+2	41066	41964
Emmaus	Emmaus	100623	121411
Frauenhaus, Männerhorst, Alte Wäscherei	Alte Wäscherei, Frauenhaus, Mädchenhorst	75764	76189
Friedhofskapelle	Kapelle	6340	6457
Frisörladen	Zentrallager	623	1052
Gartenweg 10	Gartenweg 10	22286	23585
Gärtnereihaus	GärtnereiWohnhaus	4887	5136
Handwerkerhaus	Handwerkerhaus	4359	5816
Kaiserwald	Kaiserwald	24531	24720
Kegelbahn	Kegelbahn	7333	8077
Kesselhaus	Kesselhaus	121709	125218
Kindergarten	Kindergarten	5644	5698
Kleiderladen	DorfkrugLaden	3759	6658
Krankenhaus	Krankenhaus	41717	85477
Küche, Laden, Theresenheim, Kiosk, Kirche	Kiosk, Kirche, Theresenheim, Küche, Lebensmittelladen	73778	73785
Lindenplatz HV	LindenplatzSundern	13233	14537
Lindenweg/ Gartenweg WfbM	Lindenweg Gartenweg	21234	21283
Männerhaus, Alte Schneiderei	Männerhaus, Alte Schneiderei	18021	18046
Mühlenhof TGF	Mühlenhof TGF	13037	13178
Mühlenhof WG	Mühlenhof WG	15874	16497
Nähzentrum	Nähzentrum	13339	13889
Ohe	Ohe	43095	47477
Okalhaus	Okalhaus	1512	1613
Sarona	Sarona	80837	83948
Schule	Schule	95293	140108
Schule, Ginsterweg TGF			9008
Schule, Wabeweg 14 Büro			2656
Schwimmbad	SchwimmbadTurnhalle	50909	51014
Sonnenschein 1	Sonnenschein	57739	11145
Sonnenschein 2			12487
Sonnenschein 3			10688
Sonnenschein 4			16172
Sonnenschein allgemein			13667
Sundern HV	LindenplatzSundern	46801	66448
Therapiehaus	Therapiehaus	4820	4830
Tischlerei/ Schlosserei	Tischlerei Schlosserei	8810	8909
Verwaltung	Verwaltung	39335	39354
Wabehaus 1	Wabehaus	27955	14006
Wabehaus 2			8994
Wabehaus 3			5232
Wabeweg 3+3a	Wabeweg 3+3a	15162	16608
Waschhaus HV	Wäscherei	81951	82301



Zähler Bezeichnung	Gebäude Bezeichnung	Σ el. Energiebedarf aus LEE in kWh/a	Zählerstände (Mittelwerte) in kWh/a
Weidenweg 1	Weidenweg	40472	25361
Weidenweg 2			13965
Weidenweg 3			13381
Weidenweg 4			23014
Weidenweg 5			14553
Weidenweg 6			14575
Werkstattladen	DorfkrugLaden	1499	1996
Wohnhaus 2/ Bethanien	Wohnhaus II, Bethanien	1603	1750
Zentrallager	Zentrallager	7144	7423
Zoar	Zoar	106204	108866

In dieser Tabelle werden aus der Berechnung nach dem LEE – Verfahren die Werte mit den Zählerständen als Mittelwerte verglichen, um die Plausibilität der Berechnung zu überprüfen. In den Bemerkungen wird angegeben, was abgesehen von den Gebäuden noch mit dem jeweiligen Zähler erfasst wird. Zum Teil wird noch die Außenbeleuchtung mit erfasst, was einige Differenzen in der Berechnung erklärt. Bei Wohnhaus II/ Bethanien erfasst der Zähler nicht die Daten für die Hilfsenergie Heizung und Trinkwarmwasser. Der Zählerstand ist hier sehr gering, da in diesen Gebäuden kaum Strom verbraucht wird. Der Zähler Lindenplatz HV erfasst nur die Daten von insgesamt 3 Wohngruppen, der Verbrauch für Hilfsenergie Heizung und Trinkwarmwasser wird hier ebenfalls nicht erfasst. Gerade im Bereich des Zentralkomplexes, wo die Gebäude Kiosk, Kirche, Theresenheim, Küche und Lebensmittelladen, sowie Frauenhaus und Männerhaus sich befinden, ist eine genaue Betrachtungsweise schwierig. Wie von der Haustechnik zu erfahren war, werden dort Gebäudeteile oder auch einzelne Geräte von Zählern anderer Gebäude mit erfasst. Bei der Neuinstallation von der Hausinstallation werden die Kabel an Verteilschränken angeschlossen, wo gerade Platz ist. Daher kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden, welche einzelnen Abschnitte und Geräte von welchem Zähler erfasst werden. Differenzen, die in der Berechnung im Vergleich mit dem Zählerstand auftreten können, wie schon erwähnt, von der Außenbeleuchtung auftreten oder auch von diversen Kleingeräten, z.B. von Akkuladegeräten entstehen. Genauso auch über das jeweilige Nutzerverhalten, in dem verschiedene Geräte länger in Betrieb sind. Bei dem Krankenhaus ist noch eine Differenz von 43.760 kWh/a vorhanden. Die Differenz kann aus den Stromverbrauchern entstehen, in dem Sinne, dass die Geräte über eine Standby-Zeit verfügen. Dieses konnte allerdings nicht mehr zu gegebener Zeit geklärt werden. Die Tabelle ist im Anhang A.1 auf der Daten – CD in der Projekt – Tabelle unter dem Reiter „Vergleich Gebäude mit Zähler“ zu finden oder im Anhang A.7 in ausgedruckter Form. Innerhalb der Tabelle sind in der Spalte Bemerkungen, Hinweise zu den einzelnen Gebäuden eingetragen. Sowie die Abweichung der Berechnung zum aktuellen Zählerstand und die prozentuale Abweichung.



5.5. Aufteilung des Stromverbrauchs

Tabelle 26: Verteilung des Stromverbrauchs bei den Gebäuden der Stiftung Neuerkerode

Nr.	Gebäude	Kleinverbraucher mit Beleuchtung in kWh/a	Großverbraucher in kWh/a	Hilfsenergie Wärme in kWh/a	Summe in kWh/a	Aktueller Zählerstand in kWh/a
1	Alte Schneiderei	6398	0	0	6398	bei Männerhaus
2	Altes Schulhaus	13240	0	1900	15140	15780
3	Alte Wäscherei	8391	0	3100	11491	bei Frauenhaus
4	Asse 1+2	30625	0	6002	36627	38098
5	Bethanien	858	0	5000	5858	1750
6	Bethesda	12091	0	2613	14704	14751
7	BlumenladenGewächshaus	960	0	600	1560	3696
8	BücherGärtnereiHalle	1040	0	1900	2940	2989
9	Bücherladen	627	0	5100	5727	5860
10	DorfkrugLaden	17086	0	6749	23835	28574
11	Elim	10743	0	800	11543	11687
12	Elm 1+2	36166	0	4900	41066	41964
13	Emmaus	90821	4902	4900	100623	121411
14	Foliengewächshäuser	0	0	300	300	bei Blumenladen
15	Frauenhaus	27501	21501	2600	51602	76189
16	GartenwegZehn	19586	0	2700	22286	23585
17	Gärtnereicontainer	1066	0	500	1566	bei Bogenhalle
18	GärtnereiWohnhaus	3587	0	1300	4887	5136
19	Handwerkerhaus	3559	0	800	4359	5816
20	Kaiserwald	15731	0	8800	24531	24720
21	Kapelle	140	0	6200	6340	6457
22	Kegelbahn	6433	0	900	7333	8077
23	Kesselhaus	3778	117931	0	121709	125218
24	Kindergarten	3744	0	1900	5644	5698
25	Kiosk	1781	0	1800	3581	bei Küche
26	Kirche	104	0	0	104	bei Küche
27	Krankenhaus	13001	20516	8200	41717	85477
28	KücheLebensmittelladen	3346	51098	800	55244	73785
29	LindenplatzSundern	49434	0	10600	60034	80985
30	LindenwegGartenweg	12382	7252	1600	21234	21283
31	Mädchenhorst	7071	0	5600	12671	bei Frauenhaus
32	Männerhaus	11623	0	0	11623	18046
33	MühlenhofTGF	8206	0	4831	13037	13178
34	MühlenhofWohngruppe	14274	0	1600	15874	16497
35	Nähzentrum	5359	6480	1500	13339	13889
36	Ohe	37195	0	5900	43095	47477
37	Okalhaus	1392	0	120	1512	1613
38	Pfarrhaus	3955	0	1800	5755	5860
39	Sarona	57770	20167	2900	80837	83948
40	Schule	87627	166	7500	95293	151772
41	SchwimmbadTurnhalle	1004	46905	3000	50909	51014
42	Sonnenschein	47783	4856	5100	57739	64159
43	Therapiehaus	2320	0	2500	4820	4830
44	Theresenheim	8849	0	6000	14849	bei Küche
45	TischlereiSchlosserei	1081	6929	800	8810	8909
46	Verwaltung	27755	4380	7200	39335	39354
47	Wabehaus	24655	0	3300	27955	28232
48	WabewegDreiDreiA	13762	0	1400	15162	16608
49	Wäscherei	650	80701	600	81951	82301
50	Weidenweg	39672	0	800	40472	104849
51	WerkstWabewegBogenhall	8143	14511	12700	35354	36422
52	Wohnhaus I	0	0	2200	2200	Gebäude leer
53	Wohnhaus II	745	0	2000	2745	bei Bethanien
54	Zentrallager	6047	120	1600	7767	7423
55	Zoar	98083	2621	5500	106204	108866
	Summe in kWh/a	909241	411035	179014	1499290	1734233



Wie an der dargestellten Tabelle erkannt werden kann, liegt der Stromverbrauch der Beleuchtung und der elektrischen Kleinverbraucher im Bereich von 909.241 kWh/a. Dies entspricht 52,4 % des gesamten Stromverbrauches. Der Anteil der Großstromverbraucher liegt bei 411.035 kWh/a. Dies entspricht 23,7 % des gesamten Stromverbrauches. Die Hilfsenergie Heizung und Trinkwarmwasser mit 179014 kWh/a sind 10,3% des gesamten Stromverbrauches. Dabei ist eine Sanierung der Beleuchtung und der elektrischen Kleingeräte sinnvoll. Der Zählerstand weist einen Verbrauch von 1.734233 kWh/a auf. Dieser Wert kann zu einer Auslegung eines BHKW nicht genutzt werden, wie im Kapitel 5.14. "Vorschlag zu Nutzung eines BHKW" beschrieben wird. Der Wert gibt aber einen guten Ausblick darauf, in welchem Bereich der Stromverbrauch der Stiftung liegt. Die Tabelle ist im Anhang A.1 auf der Daten – CD in der Projekt – Tabelle unter dem Reiter „Vergleich Stromverbrauch“, sowie im Anhang A.8, als Ausdruck zu finden.

5.6. Anteile am Stromverbrauch

Nach der abgeschlossenen Bestandsaufnahme und Auswertung der Daten wurden die einzelnen Verbräuche, wie bei Gebäude Asse im Beispiel erläutert, nach den Punkten Beleuchtung, Arbeitshilfen, Diverse Haustechnik, Zentrale Dienste und Hilfsenergie Heizung und Trinkwarmwasser aufgeteilt, um einen Überblick über die Verhältnisse des Stromverbrauches bei den Gebäuden zu schaffen und danach abschätzen zu können, wo am besten Strom eingespart werden kann. In der Tabelle werden die gesamten Verbräuche der Kategorien für die gesamte Stiftung dargestellt.

Tabelle 27: Anteile des Stromverbrauches innerhalb der Stiftung Neuerkerode

Gebäude	Beleuchtung in kWh/a	Arbeitshilfen in kWh/a	Zentrale Dienste in kWh/a	Diverse Technik in kWh/a	Hilfsenergie Heizung und TWW in kWh/a	ges. elektrischer Energieverbrauch in kWh/a
Gesamte Stiftung	95.929	1.027564	25.244	74.263	252.389	1.475389

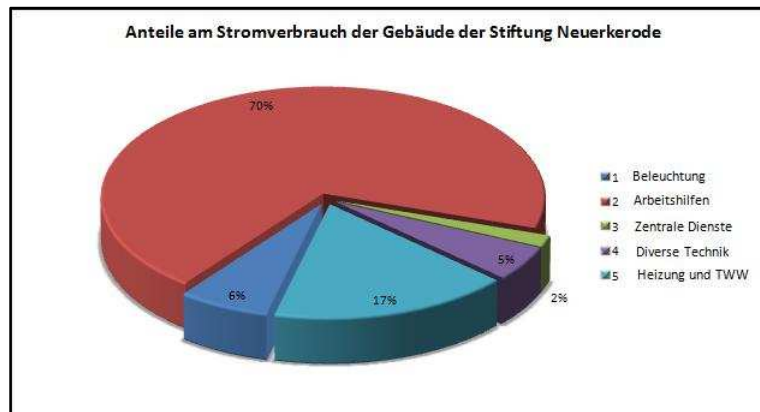


Abbildung 21: Anteile am Stromverbrauch der Stiftung Neuerkerode

Wie in dem dargestellten Diagramm zu erkennen ist, liegt der größte Anteil des gesamten Verbrauches bei den Arbeitshilfen mit 70%. Die Beleuchtung nimmt nur einem kleinen Teil von 6% davon in Anspruch. Allerdings macht auch eine Sanierung in diesem Bereich Sinn. Die 17%, die auf die Hilfsenergie Heizung und Trinkwarmwasser fallen, können ebenfalls durch geeignete Maßnahmen weiter gesenkt werden. Die Bereiche Diverse Technik und Zentrale Dienste nehmen einen sehr kleinen Anteil des gesamten Verbrauches in Anspruch. Eine Sanierung in diesen Bereichen wird in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet, da es sich hierbei zum größten Teil um Großstromverbraucher handelt. Die Tabelle ist im Anhang A.1 auf der Daten – CD in der Projekt – Tabelle unter dem Reiter „Teilverbräuche“ zu finden, sowie in Anhang A.9 als Ausdruck.

5.7. Vergleich der Sanierungsvorschläge der Gebäude der Stiftung

Wie in den im Kapitel 4 beschriebenen Vorgängen der Sanierung wurden die gesamten Gebäude der Stiftung Neuerkerode nach dem gleichen Prinzip anhand von Vorschlägen saniert. Die gesamten Daten der Gebäude sind im Anhang A.1 auf der Daten – CD im Ordner Gebäude in den Unterordnern „Sanierungsvorschläge“ zu den einzelnen Gebäuden zu finden. Die Tabelle zeigt die Werte, die nach den Vorschlägen ermittelt wurden im Vergleich zum Bestand. Dabei wurden die Positionen der Tabelle nach der Wertigkeit der ermittelten Werte markiert. In Rot sind die Daten dargestellt, wo die größte Einsparung zu finden ist. Gelb unterlegte zeigen eine Einsparung in einem geringeren Maße. Bei den Sparlampen wurden die Felder Dunkelblau markiert, die die größte Einsparung bringen. Hellblau sind die Felder, die geringere Einsparung erzielen. Es ist zu erkennen, dass der Komplette Austausch der Beleuchtung und Elektrokleingeräte die größtmögliche Einsparung bringt. Im Anhang A.10 ist die Tabelle mit den jeweiligen prozentualen Anteilen zu finden, sowie als Datei auf der Daten – CD im Anhang A.1 in der Projekt – Tabelle unter dem Reiter „Vergleich nach Sanierung“.



Kapitel 5 - Analyse der Gebäude der Stiftung

Tabelle 28: Vergleich der Varianten der Sanierung mit Bestand der Stiftung Neuerkerode

Nr.	Gebäude	ges. el. Energiebedarf in kWh/a Bestand	ges. el. Energiebedarf in kWh/a nach Sanierung mit Energiesparlampen	ges. el. Energiebedarf in kWh/a nach Sanierung mit Kompletttausch
1	Alte Schneiderei	6398	6257	4579
2	Altes Schulhaus	15140	14759	9808
3	Alte Wäscherei	11491	10080	8894
4	Asse 1+2	36627	35162	22154
5	Bethanien	858	841	651
6	Bethesda	14704	13053	9908
7	BlumenladenGewächshaus	1560	1235	1207
8	BücherGärtnereiHalle	2940	2453	2453
9	Bücherladen	5727	5344	344
10	Dorfkrug	18576	17828	13545
11	Kleiderladen	3759	2770	2536
12	Werkstattladen	1499	697	697
13	Elim	11543	10874	5309
14	Elm 1+2	41066	40158	26062
15	Emmaus	100623	97837	43183
16	Foliengewächshäuser	300	300	300
17	Frauenhaus	51602	50099	39414
18	GartenwegZehn	22286	21323	15288
19	Gärtnereicontainer	1066	1059	833
20	GärtnereiWohnhaus	4887	4644	2690
21	Handwerkerhaus	4359	4223	3575
22	Kaiserwald	24531	14433	8817
23	Kapelle	6340	6233	6233
24	Kegelbahn	7333	5405	5405
25	Kesselhaus	121709	121080	119626
26	Kindergarten	5644	5488	4534
27	Kiosk	3581	3458	2667
28	Kirche	104	33	33
29	Krankenhaus	41717	33555	33555
30	KücheLebensmittelladen	55244	54416	44100
31	Lindenplatz	13233	12471	7694
32	Sundern	46801	42373	28703
33	LindenwegGartenweg	21234	19713	19634
34	Mädchenhorst	12671	11800	9515
35	Männerhaus	11623	10412	6836
36	MühlenhofTGF	13037	12382	9466
37	MühlenhofWohngruppe	15874	15164	6767
38	Nähzentrum	13339	12883	11931
39	Ohe	43095	41667	29477
40	Okalhaus	1512	1447	751
41	Pfarrhaus	5755	4995	3215
42	Sarona	80837	73704	59293
43	Schule	95293	89469	57398
44	SchwimmbadTurnhalle	50909	50076	50076
45	Sonnenschein	57739	56592	36420
46	Therapiehaus	4820	4793	4378
47	Thereseenheim	14849	14529	12375
48	TischlereiSchlosserei	8810	8082	8063
49	Verwaltung	39335	39067	30200
50	Wabehaus	27955	27823	19540
51	WabewegDreiDreiA	15162	14834	8227
52	Wäscherei	81951	81562	81562
53	Weidenweg	40472	39154	17785
54	WerkstWabewegBogenhall	35354	35316	31719
55	Wohnhaus I	0	0	0
56	Wohnhaus II	745	687	514
57	Zentrallager	7144	6487	3307
58	Frisörladen	623	612	612
59	Zoar	106204	100599	78638
	Summe in kWh/a	1489590	1413792	1072494

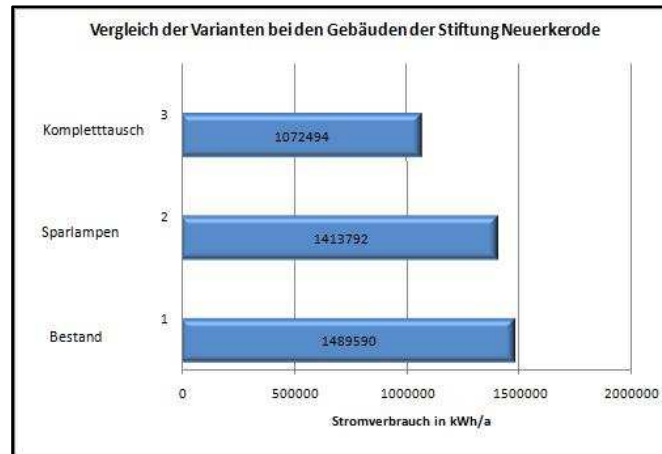
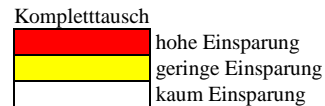
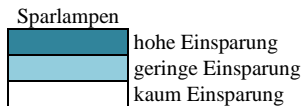


Abbildung 22: Vergleich der Varianten bei den Gebäuden der Stiftung Neuerkerode

In dem dargestellten Diagramm wird die Einsparung am elektrischen Energieverbrauch nochmals verdeutlicht. Es ist zu erkennen, dass ein Kompletttausch im Wesentlichen mehr Sinn macht. Die Einsparung an elektrischer Energie bei einem Tausch der Beleuchtung gegen Energiesparlampen liegt bei 75.798 kWh/a. Das entspricht einer Reduzierung um 5% im Vergleich zum Bestand. Bei einem kompletten Austausch der Beleuchtung, sowie der elektrischen Kleingeräte liegt die Einsparung im Vergleich zum Bestand bei 417.097 kWh/a. Dieses entspricht einer Reduzierung von 28% im Vergleich zum Bestand. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass die Einsparpotentiale der Küche mit eingerechnet wurden, wenn dort diverse Geräte gegen Gasbetriebe ausgetauscht werden. Ebenso muss mit beachtet werden, dass sich abhängig vom Nutzerverhalten die Werte nach oben oder unten verschieben können. Bei dem Gebäude Bücherladen wurde der Vorschlag mit eingearbeitet, die bestehende Elektroheizung gegen einen Anschluss an das Nahwärmenetz auszutauschen, um möglichst viel Strom einzusparen. Durch die nahe Lage am Kesselhaus, wäre dies durchaus eine Möglichkeit. Bei der Küche wurde der Vorschlag aus der Bachelorarbeit von Hermann Deymann mit eingearbeitet, dass diverse Geräte der Küche, die vorher mit Strom betrieben wurden, gegen Geräte getauscht werden, die mit Gas betrieben werden. [23]

Anhand der Daten, die durch den Vergleich des Bestandes mit den Sanierungsvorschlägen entstanden sind und der erfolgten Bewertung wird für die unter Kapitel 5.7 „Vergleich der Sanierungsvorschläge der Gebäude der Stiftung“ mit Rot gekennzeichneten Gebäude empfohlen.



Im Anhang A.1 auf der Daten – CD ist in den Projekt – Tabellen unter dem Reiter „Vergleich der Sanierung“, ein Diagramm mit eingefügt worden. Dieses Diagramm zeigt den Vergleich der Sanierungsvorschlägen, bei allen untersuchten Gebäuden. Es ist ebenfalls im Anhang A.11 als Ausdruck zu finden. Wie zu erkennen ist, liegt die Einsparung bei einzelnen Gebäuden höher als bei anderen. In der Gesamtbetrachtung ist die Einsparung geringer. Bei manchen untersuchten Gebäuden liegt die Einsparung sogar bei über 60% im Vergleich zum Bestand.

5.8. Handlungsbedarf

Die Vorschläge im Bereich des Handlungsbedarfs richten sich nach der Größe der eingesparten Energie, wobei davon ausgegangen wird, in welchen Gebäuden das größte Potential besteht Energie einzusparen. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Sanierung der Beleuchtung, also der Austausch der Beleuchtung gegen Energiesparlampen immer lohnenswert ist. Ein Tausch der Beleuchtung und der elektrischen Kleinstromverbraucher ist nicht in allen Fällen als notwendig einzustufen, ist aber über einen längeren Zeitraum zu empfehlen.

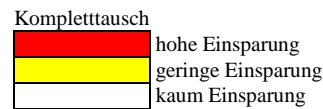
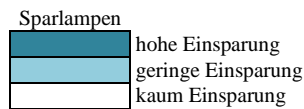
5.9. Vergleich des Bedarfs an Primärenergie

Bei einer Sanierung der Gebäude werden nicht nur die Stromverbräuche gesenkt, sondern auch der mit der Stromerzeugung zusammenhängende Primärenergiebedarf. Die prozentuale Senkung ist analog zum elektrischen Energiebedarf zu sehen, da diese eng zusammenhängen. In der folgenden Tabelle wird noch eine genaue Angabe zu den Verbräuchen gegeben. Die Felder mit den Markierungen erfolgen wie bei dem Vergleich des Stromverbrauches. Genauere Angaben sind im Anhang A.12 zu finden, sowie als Datei auf der Daten – CD in der Projekt – Tabelle unter dem Reiter „Primärenergiebedarf“.



Tabelle 29: Übersicht Primärenergiebedarf der Gebäude der Stiftung Neuerkerode

Nr.	Gebäude	Primärenergiebedarf in kWh/a im Bestand	Primärenergiebedarf in kWh/a nach Sanierung mit Sparlampen	Primärenergiebedarf in kWh/a nach Kompletttausch
1	Alte Schneiderei	2687	2628	1923
2	Altes Schulhaus	6359	6206	4126
3	Alte Wäscherei	4826	4234	3736
4	Asse 1+2	15383	14768	9305
5	Bethanien	360	353	274
6	Bethesda	6176	5482	4161
7	BlumenladenGewächshaus	655	519	507
8	BücherGärtnereiHalle	1235	1030	1030
9	Bücherladen	2406	2244	144
10	Dorfkrug	7802	7488	5689
11	Kleiderladen	1579	1164	1065
12	Werkstattladen	630	293	293
13	Elim	4848	4567	2230
14	Elm 1+2	17248	16867	10946
15	Emmaus	42262	41091	18137
16	Foliengewächshäuser	126	126	126
17	Frauenhaus	21673	21042	16554
18	GartenwegZehn	9360	8956	6421
19	Gärtnereicontainer	448	445	350
20	GärtnereiWohnhaus	2053	1950	1130
21	Handwerkerhaus	1831	1774	1502
22	Kaiserwald	10303	6062	3703
23	Kapelle	2663	2618	2618
24	Kegelbahn	3080	2270	2270
25	Kesselhaus	51118	50854	50243
26	Kindergarten	2371	2305	1904
27	Kiosk	1504	1452	1120
28	Kirche	44	14	14
29	Krankenhaus	17521	14093	14093
30	KücheLebensmittelladen	23202	22855	18522
31	Lindenplatz	5558	5238	3231
32	Sundern	19656	17797	12055
34	LindenwegGartenweg	8918	8280	8246
35	Mädchenhorst	5322	4956	3996
36	Männerhaus	4882	4373	2871
37	MühlenhofTGF	5475	5200	3976
38	MühlenhofWohnggruppe	6667	6369	2842
39	Nähzentrum	5602	5411	5011
40	Ohe	18100	17500	12380
41	Okalhaus	635	608	315
42	Pfarrhaus	2417	2098	1350
43	Sarona	33952	30956	24903
44	Schule	40023	37577	24107
45	SchwimmbadTurnhalle	21382	21032	21032
46	Sonnenschein	24250	23769	15296
47	Therapiehaus	2024	2013	1839
48	Theresenheim	6237	6102	5197
49	TischlereiSchlosserei	3700	3394	3386
50	Verwaltung	16521	16408	12684
51	Wabehaus	11741	11686	8207
52	WabewegDreiDreiA	6368	6230	3455
53	Wäscherei	34420	34256	34256
54	Weidenweg	16998	16444	7470
55	WerkstWabewegBogenhall	14848	14833	13322
56	Wohnhaus I	0	0	0
57	Wohnhaus II	313	289	216
58	Zentrallager	3000	2724	1389
59	Frisörladen	262	257	257
60	Zoar	44606	42251	33028
Summe in kWh/a		625628	593800	450454



In dem folgenden Diagramm wurde der Primärenergiebedarf als Übersicht nochmals verdeutlicht. Die Einsparung ist von dem elektrischen Energiebedarf der Gebäude abhängig.

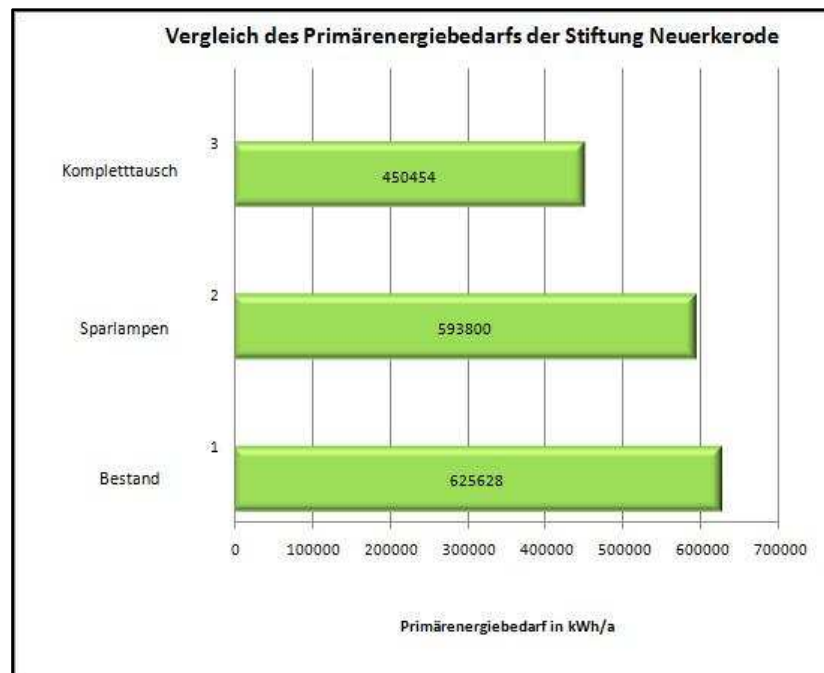


Abbildung 23: Vergleich des Primärenergiebedarfs der Stiftung Neuerkerode

Wie aus dem Diagramm zu ersehen ist, liegt die Einsparung bei einem Tausch der Beleuchtung gegen Energiesparlampen bei 31.828 kWh/a. Dies entspricht einer Einsparung von 5% im Vergleich zum Bestand. Bei einem kompletten Austausch der Beleuchtung und elektrischen Kleingeräte liegt die Einsparung bei 175.173 kWh/a. Dies entspricht einer Einsparung von 28% im Vergleich zum Bestand.

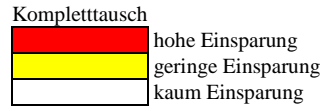
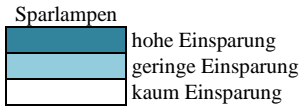
5.10. Vergleich der CO₂ – Emissionen

Die Einsparung von CO₂ – Emissionen unterliegt einer besonderen Aufmerksamkeit, wie schon in der Einleitung dieser Arbeit erläutert wurde. Dabei ist von entscheidender Wichtigkeit, dass nicht nur Strom eingespart wird, sondern auch die Emissionen des Treibhausgases CO₂ gesenkt werden. Dieses wurde durch die genannten Vorschläge erreicht. In der folgenden Tabelle werden die Daten der Gebäude als Vergleich nochmals dargestellt. Genauere Angaben sind im Anhang A.13 zu finden, sowie als Datei auf der Daten –CD in der Projekt – Tabelle unter dem Reiter „Primärenergiebedarf“.



Tabelle 30: Vergleich der CO₂ – Emissionen der Gebäude der Stiftung Neuerkerode

Nr.	Gebäude	CO ₂ - Emission in kg/a im Bestand	CO ₂ - Emission in kg/a nach Sanierung mit Sparlampen	CO ₂ - Emission in kg/a nach Kompletttausch
1	Alte Schneiderei	768	751	549
2	Altes Schulhaus	1817	1773	1179
3	Alte Wäscherei	1379	1210	1067
4	Asse 1+2	4395	4219	2658
5	Bethanien	103	101	78
6	Bethesda	1764	1566	1189
7	BlumenladenGewächshaus	187	148	145
8	BücherGärtnereiHalle	353	294	294
9	Bücherladen	687	641	41
10	Dorfkrug	2229	2139	1625
11	Kleiderladen	451	332	304
12	Werkstattladen	180	84	84
13	Elim	1385	1305	637
14	Elm 1+2	4928	4819	3127
15	Emmaus	12075	11740	5182
16	Foliengewächshäuser	36	36	36
17	Frauenhaus	6192	6012	4730
18	GartenwegZehn	2674	2559	1835
19	Gärtnereicontainer	128	127	100
20	GärtnereiWohnhaus	586	557	323
21	Handwerkerhaus	523	507	429
22	Kaiserwald	2944	1732	1058
23	Kapelle	761	748	748
24	Kegelbahn	880	649	649
25	Kesselhaus	14605	14530	14355
26	Kindergarten	677	659	544
27	Kiosk	430	415	320
28	Kirche	72	23	23
29	Krankenhaus	5006	4027	4027
30	KücheLebensmittelladen	6629	6530	5292
31	Lindenplatz	1588	1496	923
32	Sundern	5616	5085	3444
34	LindenwegGartenweg	2548	2366	2356
35	Mädchenhorst	1521	1416	1142
36	Männerhaus	1395	1249	820
37	MühlenhofTGF	1564	1486	1136
38	MühlenhofWohngruppe	1905	1820	812
39	Nähzentrum	1601	1546	1432
40	Ohe	5171	5000	3537
41	Okalhaus	181	174	90
42	Pfarrhaus	691	599	386
43	Sarona	9700	8844	7115
44	Schule	11435	10736	6888
45	SchwimmbadTurnhalle	6109	6009	6009
46	Sonnenschein	6929	6791	4370
47	Therapiehaus	578	575	525
48	Theresenheim	1782	1744	1485
49	TischlereiSchlosserei	1057	970	968
50	Verwaltung	4720	4688	3624
51	Wabehaus	3355	3339	2345
52	WabewegDreiDreiA	1819	1780	987
53	Wäscherei	9834	9787	9787
54	Weidenweg	4857	4698	2134
55	WerkstWabewegBogenhall	4242	4238	3806
56	Wohnhaus I	0	0	0
57	Wohnhaus II	89	82	62
58	Zentrallager	857	778	397
59	Frisörladen	75	73	73
60	Zoar	12744	12072	9437
	Summe in kg/a	178810	169676	128720



In dem folgenden Diagramm wird die Einsparung nochmals verdeutlicht.

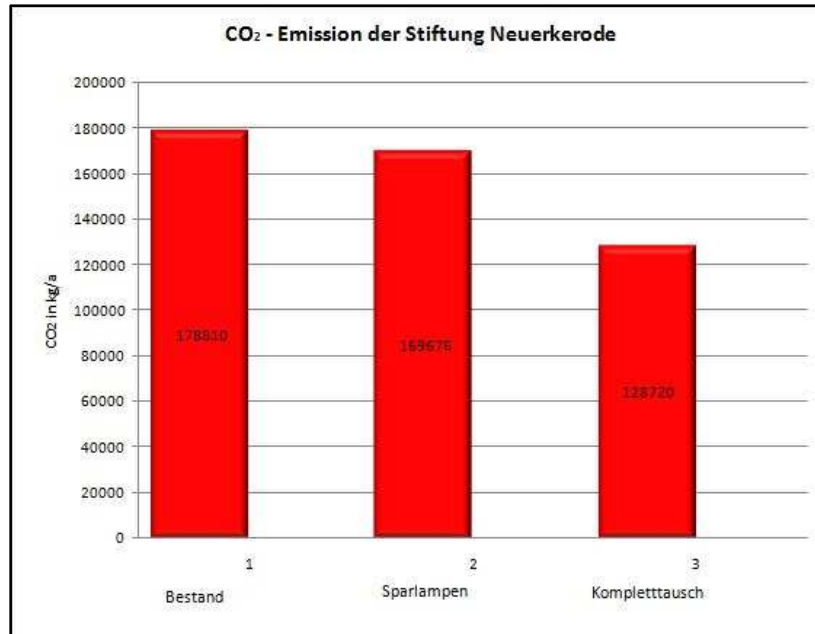


Abbildung 24: Vergleich der CO₂ - Emissionen der Gebäude der Stiftung Neuerkerode

Die CO₂ - Emissionen der Gebäude der Stiftung können durch den Austausch der Beleuchtung gegen Energiesparlampen um 9.134 kg/a gesenkt werden. Dies entspricht einer Einsparung von 5% im Vergleich zum Bestand. Bei einem kompletten Austausch der elektrischen Kleingeräte und der Beleuchtung können 50.090 kg/a eingespart werden. Dies entspricht einer Reduzierung um 28% im Vergleich zum Bestand. Die Höhe der Einsparung ist nicht zu vernachlässigen. Eine insgesamt Senkung um 28% ist schon sehr hoch und kann erreicht werden.

5.11. Vergleich der Stromkosten

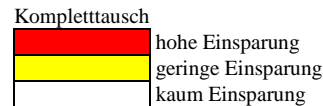
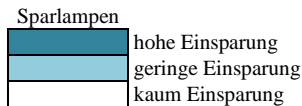
Ein weiteres wichtiges Thema ist die Einsparung im Bereich der Stromkosten, die erheblich durch den Tausch der Beleuchtung oder dem Kompletttausch gesenkt werden können. In der folgenden Tabelle werden die Stromkosten dargestellt. Die Markierten Felder geben hier wieder die größten Einsparpotentiale an. Genauere Angaben sind im Anhang A.14 zu finden, sowie als Datei auf der Daten -CD in der Projekt - Tabelle unter dem Reiter „Stromkosten“.



Kapitel 5 - Analyse der Gebäude der Stiftung

Tabelle 31: Vergleich der Stromkosten der Gebäude der Stiftung Neuerkerode

Nr.	Gebäude	Stromkosten in €/a im Bestand	Stromkosten in €/a nach Sanierung mit Energiesparlampen	Stromkosten in €/a nach Kompletttausch
1	Alte Schneiderei	895,71	875,99	641,07
2	Altes Schulhaus	2119,58	2066,21	1373,07
3	Alte Wäscherei	1608,70	1411,17	1245,20
4	Asse 1+2	5127,81	4922,68	3101,56
5	Bethanien	120,09	117,80	91,17
6	Bethesda	2058,54	1827,46	1387,05
7	BlumenladenGewächshaus	218,37	172,89	169,00
8	BücherGärtnereiHalle	411,61	343,43	343,43
9	Bücherladen	801,84	748,10	48,10
10	Dorfkrug	2600,70	2495,96	1896,29
11	Kleiderladen	526,29	387,85	355,09
12	Werkstattladen	209,92	97,62	97,62
13	Elim	1615,99	1522,35	743,23
14	Elm 1+2	5749,29	5622,18	3648,64
15	Emmaus	14087,26	13697,12	6045,56
16	Foliengewächshäuser	42,00	42,00	42,00
17	Frauenhaus	7224,33	7013,91	5517,89
18	GartenwegZehn	3119,99	2985,21	2140,27
19	Gärtnereicontainer	149,18	148,27	116,63
20	GärtnereiWohnhaus	684,17	650,10	376,53
21	Handwerkerhaus	610,25	591,23	500,51
22	Kaiserwald	3434,32	2020,59	1234,35
23	Kapelle	887,54	872,68	872,68
24	Kegelbahn	1026,67	756,70	756,70
25	Kesselhaus	17039,23	16951,21	16747,66
26	Kindergarten	790,21	768,32	634,75
27	Kiosk	503,20	484,16	373,31
28	Kirche	14,54	4,65	4,65
29	Krankenhaus	5840,44	4697,71	4697,71
30	KücheLebensmittelladen	7734,15	7618,26	6174,05
31	Lindenplatz	1852,62	1745,90	1077,17
32	Sundern	6552,09	5932,29	4018,47
33	LindenwegGartenweg	2972,70	2759,88	2748,82
34	Mädchenhorst	1773,94	1652,00	1332,07
35	Männerhaus	1627,17	1457,71	956,98
36	MühlenhofTGF	1825,12	1733,47	1325,28
37	MühlenhofWohngruppe	2222,42	2123,00	947,40
38	Nähzentrum	1867,46	1803,55	1670,39
39	Ohe	6033,33	5833,41	4126,76
40	Okalhaus	211,72	202,62	105,09
41	Pfarrhaus	805,64	699,23	450,03
42	Sarona	11317,17	10318,54	8301,02
43	Schule	13341,05	12525,71	8035,76
44	SchwimmbadTurnhalle	7127,24	7010,62	7010,62
45	Sonnenschein	8083,43	7922,92	5098,79
46	Therapiehaus	674,78	670,95	612,99
47	Thereseenheim	2078,89	2034,12	1732,44
48	TischlereiSchlosserei	1233,38	1131,49	1128,82
49	Verwaltung	5506,88	5469,39	4228,01
50	Wabehaus	3913,65	3895,26	2735,64
51	WabewegDreiDreiA	2122,75	2076,81	1151,71
52	Wäscherei	11473,18	11418,66	11418,66
53	Weidenweg	5666,13	5481,50	2489,85
54	WerkstWabewegBogenhall	4949,49	4944,21	4440,67
55	Wohnhaus I	0,00	0,00	0,00
56	Wohnhaus II	104,33	96,23	72,01
57	Zentrallager	1000,16	908,15	462,95
58	Frisörladen	87,28	85,67	85,67
59	Zoar	14868,51	14083,80	11009,27
	Summe in €/a	208544,45	197930,91	150149,11



Um die Einsparung noch weiter zu verdeutlichen wurde folgendes Diagramm erstellt.

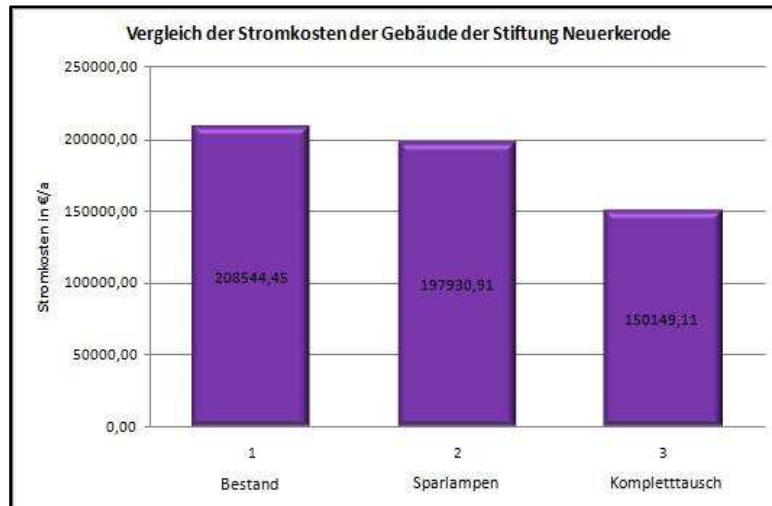


Abbildung 25: Vergleich der Stromkosten der Gebäude der Stiftung

Durch einen Austausch der Beleuchtung gegen Energiesparlampen können bis zu 10.613,54 €/a eingespart werden. Dies entspricht einer Reduzierung von 5% im Vergleich zum Bestand. Bei einem kompletten Austausch der Beleuchtung und der elektrischen Kleingeräte können bis zu 58.395,34 €/a eingespart werden. Dies entspricht einer Reduzierung um 28% im Vergleich zum Bestand. Eine Einsparung in dem Bereich ist nicht zu vernachlässigen.

5.12. Betrachtung der Wirtschaftlichkeit

Um einen direkten Vergleich zu erhalten ob die eingesparte Energie zur Investition wirtschaftlich ist, wurde für die gesamte Stiftung eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit erstellt. Der Vorgang dieser Berechnung wurde bereits im Kapitel 4.7 „Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gebäude Asse“ beschrieben. Die Ergebnisse sind im Anhang A.15 zu finden, sowie auf der Daten – CD im Anhang A.1 in der Projekt – Tabelle unter dem Reiter „Wirtschaftlichkeit“. Dabei stellte sich zum größten Teil heraus, dass aus Sicht der Wirtschaftlichkeit ein reiner Wechsel der Beleuchtung mit Energiesparlampen nicht wirtschaftlich ist und der komplette Austausch der Beleuchtung und der elektrischen Kleingeräte nur in wenigen Fällen. Dabei muss beachtet werden, dass die Preise sich beständig ändern und ein Kompletttausch nicht sofort stattfindet und erst nach und nach geschieht. Daraus ergibt sich wieder eine lohnenswertere Investition. Ein weiteres Kriterium ist das Nutzerverhalten, dass sich dahingehend ändern kann, dass auch wesentlich mehr Strom eingespart wird, wenn darauf geachtet wird. Daraus relativiert sich wieder eine Investition.



5.13. Untersuchung der Pflegegebäude

Einige Gebäude der Stiftung Neuerkerode sind als Pflegegebäude einzustufen, die sich rein mit der Betreuung und Pflege von behinderten Menschen beschäftigen. Als Pflegegebäude werden folgende Gebäude eingestuft.

Alte Schneiderei, Altes Schulhaus,ASSE 1+2, Betahnen, Elim, Elm 1+2, Gartenweg 10, Lindenplatz, Sundern, Mädchenhorst, Männerhaus, Mühlenhof WG, Ohe, Wabeweg 3+3a, Weidenweg, Wohnhaus II. Diese Gebäude werden gesondert betrachtet, da dort die Bewohner den ganzen Tag vor Ort sind und dort rund um die Uhr betreut werden. Um eine genaue Übersicht über den Stromverbrauch zu schaffen werden die elektrischen Geräte nach der folgenden Zusammenstellung erfasst.

Tabelle 32: Einteilung der elektrischen Kleinstromverbraucher

Unterhaltungsmedien	PC - Arbeitsplatz	Küchengeräte	Haushaltsgeräte	Pflegegeräte	Sonstige Geräte
TV	Computer	Spülmaschine	Waschmaschine	Pflegebetten	Abluftventilator
Receiver	Monitor	Kühlschrank	Trockner	Hehebett	autom. Türöffner
DVD – Player	Drucker	Kühltruhe	Staubsauger	Hublifter	Aquarium
DVD - Recorder	Faxgeräte	Elektroherd	Deckenventilatoren	Wannenfilter	
Radio	gr. Kopierer	Kaffeemaschine	Ventilator	Rollis	
Stereoanlagen		Wasserkocher		Lifter	
		Mikrowelle		Ladestation	
		Mixer		Pumpen	
		Toaster			

Nach erfolgter Aufnahme und Untersuchung des Stromverbrauches dieser elektrischen Kleinstromverbraucher und Einteilung der Geräte nach den Kategorien wurde der Stromverbrauch nach den Anteilen aufgeteilt um eine genaue Übersicht zu schaffen.

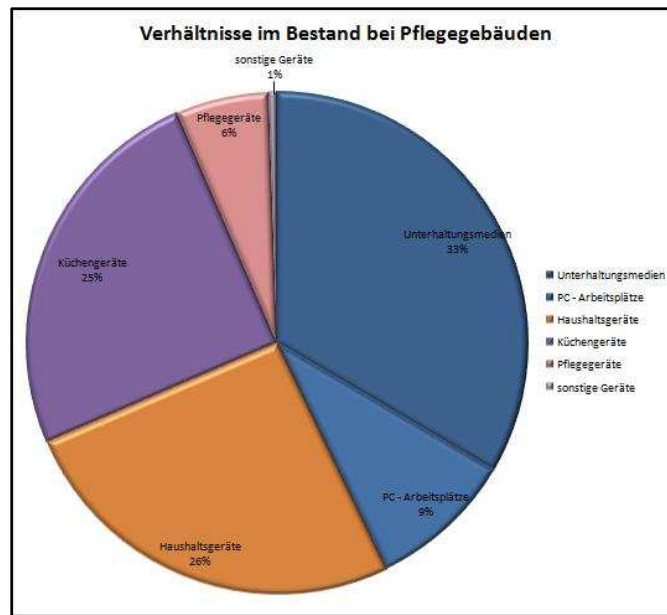


Abbildung 26: Verhältnisse im Bestand bei Pflegegebäuden

Anhand der Darstellung kann man erkennen, dass der größte Stromverbrauch bei den Unterhaltungsmedien liegt. Danach folgen die Kategorien der Haushaltsgeräte und der Küchengeräte. Nach dieser Auswertung wurden die Stromverbraucher wie unter Kapitel 4 nach den dortigen Vorschlägen saniert. In der folgenden Darstellung werden die Ergebnisse des Bestandes mit der Sanierung verglichen.

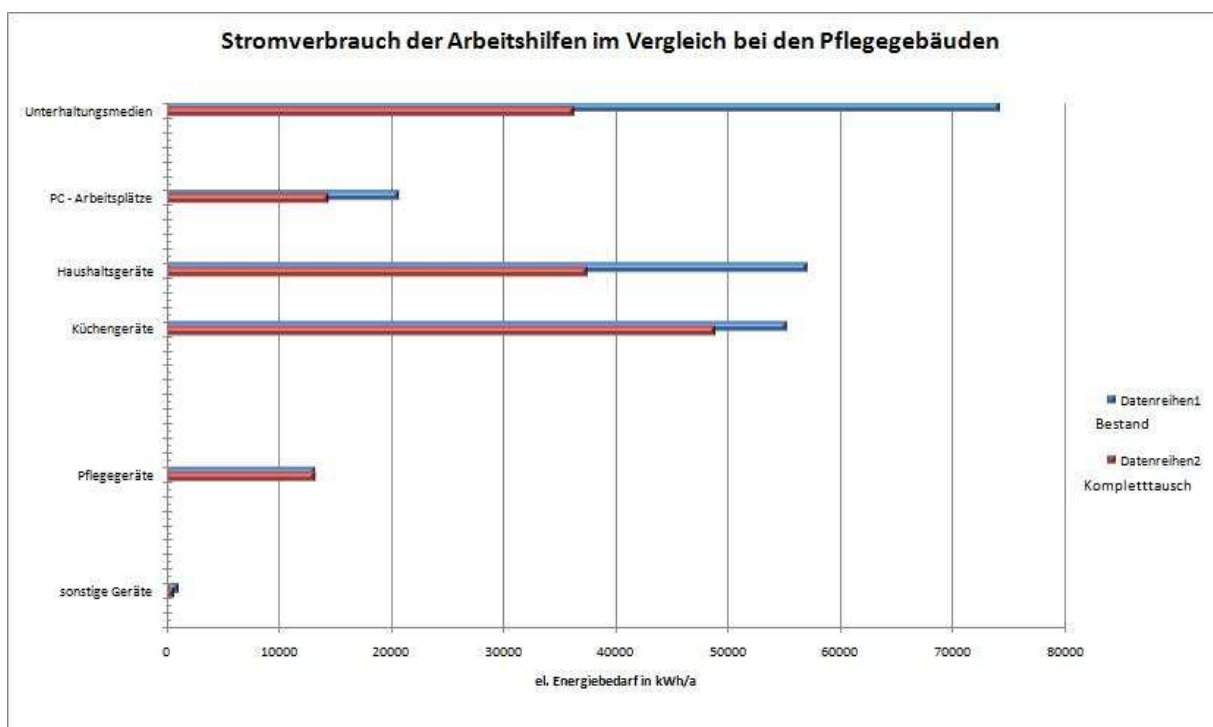


Abbildung 27: Vergleich des Stromverbrauches der Arbeitshilfen bei Pflegegebäuden

Wie anhand der Darstellung erkannt werden kann, wird durch geeignete Maßnahmen in den einzelnen Kategorien einiges an Strom eingespart. Gerade im Bereich der Unterhaltungsmedien kann, durch abschaltbare Steckerleisten und die damit verbundene Reduzierung der Standby-Zeiten, der Stromverbrauch erheblich gesenkt werden. Gleiches gilt für die PC – Arbeitsplätze. Durch den Einsatz von energiesparenden Geräten, wie Waschmaschinen, lässt sich der Stromverbrauch ebenfalls reduzieren. Die Pflegegeräte können nicht saniert werden, da diese Geräte in Betrieb bleiben müssen und Neugeräte den gleichen Stromverbrauch aufweisen wie die Geräte, die noch in Betrieb sind. Dadurch teilt sich der Stromverbrauch nach der Sanierung anders auf. Im folgenden Diagramm wird die neue Aufteilung dargestellt.

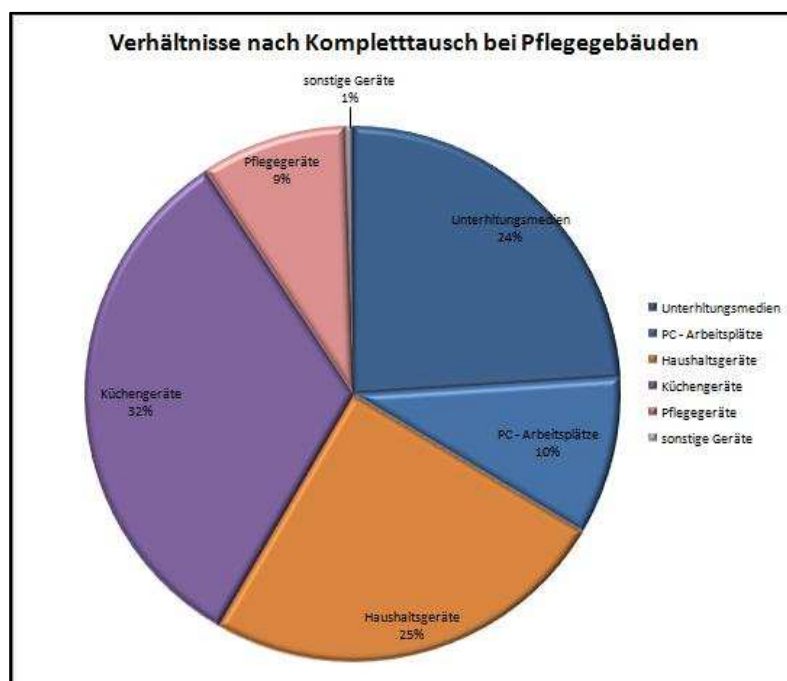


Abbildung 28: Verhältnisse nach Sanierung der Kleinstromverbraucher bei Pflegegebäuden

Der Stromverbrauch teilt sich nach der Sanierung nun anders auf. Zwar steigt der anteilmäßige Stromverbrauch gegenüber dem Bestand scheinbar an. In der Gesamtsumme ist der Stromverbrauch allerdings geringer. Im Anhang A.16 sind die Daten in ausgedruckter Form zu finden, sowie als Datei auf der Daten – CD im Anhang A.1 in der Projekt – Tabelle unter dem Reiter „Pflegegebäude“.

5.14. Vorschlag zur Nutzung eines BHKW

Dieses Kapitel befasst sich mit dem Vorschlag zu Nutzung eines BHKW (Blockheizkraftwerk); es ist in einer Gemeinschaftsarbeit mit Hermann Deymann entstanden und ist in seiner Bachelorarbeit ebenfalls zu finden.

Um ein BHKW auslegen zu können, muss zunächst ein Gesamtlastverlauf des Stromes innerhalb eines Jahres betrachtet werden. Dieses ist im folgenden Diagramm dargestellt.

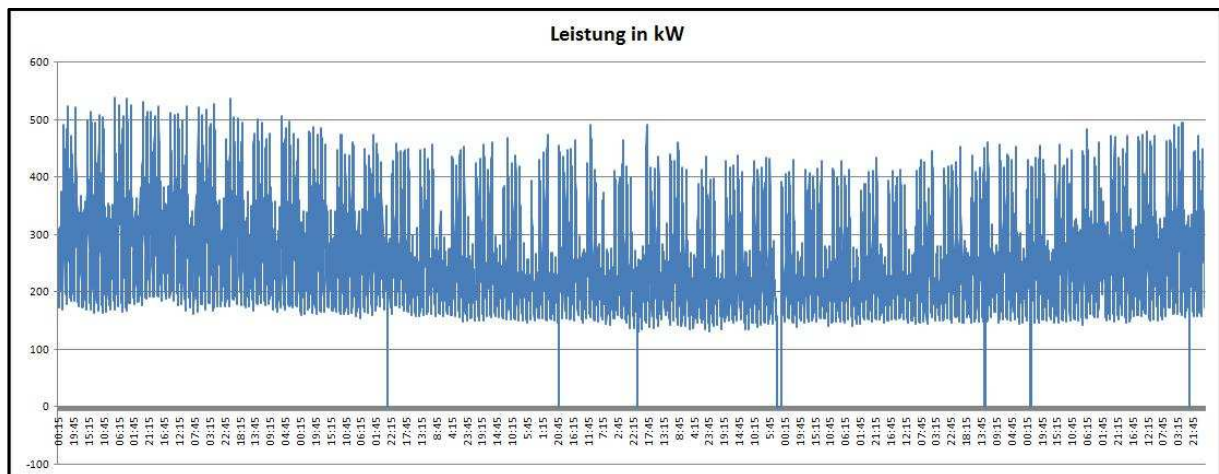


Abbildung 29: Gesamtlastverlauf des Stromverbrauchs der Stiftung Neuerkerode

Der Sinn des Einbaus eines BHKWs ist es, sowohl den erzeugten Strom als auch die erzeugte Wärme zu nutzen und so den Kohlenstoffdioxidausstoß zu reduzieren. Dabei wird zwischen stromgeführten und wärmegeführten BHKWs unterschieden.

Bei einem stromgeführten BHKW wird dabei nur Strom und damit auch Wärme erzeugt, wenn eine Stromabnahme vorhanden ist. Im Gesamtlastverlauf, der oben dargestellt ist, lässt sich erkennen, dass die geringste Stromabnahme ca. 140 kW beträgt. Hierbei sollte jedoch bedacht werden, dass in Zukunft in Neuerkerode sehr stark Strom gespart werden soll, wodurch die geringste Last weiter absinken wird. Aus der Arbeit von Daniel Schmidt ist erkennbar, dass insgesamt 28% gespart werden können. Da jedoch die geringste Last nachts anliegt und hier nicht alle Geräte in Betrieb sind, ist die Einsparung hier vermutlich etwas geringer und wird mit 20% angenommen. Dadurch kommen wir auf eine Last von ca. 110kW, welche jederzeit durch ein BHKW abgedeckt werden könnte. Diese 110kW sind dabei als untere „Regelgrenze“ anzusehen. Das soll heißen, wenn das BHKW seine Leistung zwischen 80% und 100% regeln kann, wären die 110kW mit 60% gleichzusetzen, wodurch tagsüber eine größere Stromlast abgedeckt werden kann.



Zur Auslegung eines BHKWs ist dabei der Gesamtjahresverlauf entscheidend und nicht die Werte, die von den Stromzählern geliefert werden, da diese nicht die Spitzen darstellen und somit keine eindeutige Aussage treffen.

Bei einer solchen Regelung muss die erzeugte Wärme aber immer abgeführt werden, notfalls in die Umwelt. Hierdurch wäre diese Art der Regelung nicht zu empfehlen, da der Wirkungsgrad im Sommer stark abfallen würde und man unter Umständen nichts einspart. Bei Abfuhr der Wärme an die Umgebung würde nur ein Wirkungsgrad von 30 – 40% erreicht werden. Aufgrund des Unterschiedes zwischen Gaspreis und Strompreis, muss das BHKW ein Gesamtwirkungsgrad von ca. 45% erreichen, damit der Einsatz eines BHKW lohnenswert ist.

Aus diesem Grund wäre ein wärmegeführtes BHKW sinnvoller. Bei diesem wird das BHKW nur in Betrieb genommen, wenn ein Wärmebedarf besteht. Dadurch ist sichergestellt, dass das BHKW immer im optimalen Wirkungsgrad läuft. Die Leistung des BHKWs wird dabei nach der benötigten Wärme berechnet und entspricht dabei ca. 10 bis 20% der Kesselleistung. Dadurch ist sichergestellt, dass das BHKW sehr lange Laufzeiten aufweist, welche möglichst über 4.000h/a betragen sollten. Um exakter feststellen zu können, welche Leistung das BHKW haben sollte, wäre es auch sinnvoll, ein Leistungsdiagramm über das gesamte Jahr für Wärme zu erstellen. In diesem könnte man sehen, welche „Grundlast“ nie unterschritten wird. Dies würde dann im Vergleich zum stromgeführten BHKWs die dort ermittelte 80%-Marke darstellen. Sollte bei dieser Auslegung Strom erzeugt werden, welche in Neuerkerode selbst nicht verbraucht werden kann, könnte man diesen ins öffentliche Netz einspeisen und verkaufen. Dadurch würden weitere Einnahmen zur Kostendeckung erwirtschaftet.

Als Beispiel, wie viel Strom eingespart werden kann, gehen wir hier von einem stromseitig geführten BHKW aus, da die Daten für ein wärmeseitig geführtes BHKW nicht vorhanden sind. Dieses müsste aber wie oben beschrieben mit maximal 20% der Kesselleistung ausgelegt werden. Im Weiteren wird von einem BHKW mit ca. 140kW ausgegangen, welches stromseitig auf minimal 80% seiner Leistung absinkt, da dies die oben erwähnten 110kW darstellt. Für die Betriebszeit werden 350 Tage angenommen, da für die Wartung Stillstandzeiten eingeplant werden müssen. Hierdurch würde man im Jahr 1.176MWh/a Strom erzeugen. Da nach dem Modernisieren ein Stromverbrauch von ca. 1.400MWh/a pro Jahr vorliegt, würden somit ca. 80% des Stromverbrauches selbst erzeugt werden. Hierbei wurde von einer dauerhaften 100 %igen Auslastung des BHKW ausgegangen, was in der Praxis nicht so vorkommt, da es nachts nur auf 80% seiner Maximalleistung läuft.



Daher kann davon ausgegangen werden, dass die tatsächlich produzierte Menge an elektrischem Strom bei ca. 1.000MWh liegt und von diesen auch ein Teil ins öffentliche Netz eingespeist wird, da diese Menge auf der Liegenschaft Neuerkerode nicht benötigt wird. Wie bereits erwähnt, ist der Einsatz eines stromseitig geführten BHKW nicht sinnvoll, da es sehr schnell unwirtschaftlich wird. [21] [22] [23]

6. Allgemeiner Wohnungsbau

6.1. Allgemeine Betrachtung

Dieses Kapitel befasst sich mit einem Vergleich des Stromverbrauchs und der Einsparungen im allgemeinen Wohnungsbau. Dies soll einen Ausblick auf den derzeitigen Bestand geben, wie hoch der Verbrauch ist und welche Maßnahmen ergriffen werden können, um mehr Strom einzusparen und den elektrischen Energieverbrauch zu senken.

Als zu betrachtende Wohnung wird ein 3-Personen-Haushalt gewählt, der im Allgemeinen sehr häufig vorkommt. Die Wohnfläche wird hierbei genauso pauschaliert angenommen wie die Beleuchtung und Haushaltsgeräte.

6.1.1. Jährlicher Stromverbrauch

Der jährliche Stromverbrauch eines 3-Personen-Haushaltes liegt im Allgemeinen in einem Bereich zwischen 3900 – 4900 kWh/a [13]. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Wohnung über einen Elektroherd und ein zentrales Heizungssystem verfügt. Es wird zusätzlich von einer elektrischen Warmwasserbereitung ausgegangen.

6.1.2. Bestandsaufnahme

Die Bestandsaufnahme erfolgt unter dem Gesichtspunkt, dass die elektrischen Geräte länger als 15 Minuten betrieben werden [13], da Kleinverbraucher, deren Leistungsaufnahme sehr gering ist, sowie kurzzeitig betriebene Geräte den Stromverbrauch nicht maßgeblich beeinflussen.

6.1.3. Betrachtete Wohnung

Die Wohnung, die hier betrachtet wird teilt sich folgendermaßen auf:

Tabelle 33: Wohnfläche

Raum	Wohnfläche in m ²
Wohnen	18
Essen	12
Küche	6
Abstellraum	2
WC	1,5
Bad	6
Schlafen	10
Flur	3
Kind	8
Summe	66,5

Die Tabelle ist im Anhang A.1 auf der Daten – CD in der Excel – Tabelle „Allgemeiner Wohnungsbau“ unter dem Reiter „Wohnung“ zu finden.

6.2. Verwendete Stromverbraucher

Die in dieser Wohnung eingesetzten Stromverbraucher unterliegen der Annahme. Zunächst wird die Beleuchtung betrachtet, danach die Haushaltsgeräte und abschließend die Betriebsmittel zur Warmwasserbereitung.

6.2.1. Beleuchtung

Die Beleuchtung eines Raumes ist als sehr wichtig zu betrachten. Sie beeinflusst die Launen und Verhaltensweisen eines Menschen. Ebenfalls von entscheidender Wichtigkeit ist die korrekte Ausleuchtung von Arbeitsplätzen. Bei nicht ausreichender Beleuchtung sinkt die Qualität der zu erstellenden Arbeit. Zum Beispiel ist beim Technischen Zeichnen eine ausreichend starke Beleuchtung, sowie die Einbaulage der Beleuchtung sehr wichtig. In der Metallverarbeitung, wo zum Beispiel die Qualität von Oberflächen betrachtet wird, ist ebenfalls die Stärke der Beleuchtung entscheidend. Die Stärke der Beleuchtung beeinflusst den Menschen, schlecht ausgeleuchtete Räume erzeugen ein Gefühl der Enge und Trägheit, daher ist es wichtig, wie ein Raum beleuchtet wird. [11]

Bei der Auswahl der Beleuchtung sollte ebenfalls der Tageslichtanteil berücksichtigt werden, d.h., ob und wie viele Fenster vorhanden sind und ob die Beleuchtung nötig ist oder nicht.

In der Wohnung werden vorwiegend Glühlampen und Halogenglühlampen eingesetzt.

Glühlampen werden auch als Temperaturstrahler bezeichnet. Fließt nach dem Einschalten ein Strom durch die Glühlampe, wird eine Heizwendel in der Glühlampe erhitzt, sodass sie glüht. Dabei ist die Lichtausbeute von der Glühtemperatur abhängig. Eingesetzte Standard-Glühlampen sind wegen der hohen Wärmeverluste allerdings unwirtschaftlich. Die Wärmeverluste liegen bei ca. 90%. Glühlampen haben grundsätzlich eine Lebensdauer von etwa 1000h, diese wird aber durch Überspannung verkürzt. [5]

Halogenglühlampen enthalten ein Füll - Gas, dem geringe Mengen von Brom oder Jod beigemischt sind. Die Halogene verdampfen und verbinden sich mit dem Wolfram der Glühwendel zu Wolframjodid. In der Nähe der Glühwendel wird dieses Gasmisch durch eine Temperatur von ca. 1450°C wieder in seine Bestandteile zerlegt und schlägt sich an der Wendel nieder. Halogenlampen haben im Vergleich zur Glühlampe eine höhere Lebensdauer von ca. 2000h. Sie weisen ebenso eine bessere Lichtausbeute auf. Bei Halogenglühlampen tritt keine Kolbenschwärzung auf. [5]

6.2.2. Kühlschranks

In der Wohnung wird ein Kühlschrank eingesetzt. Die Hersteller geben für ihre Geräte Daten an für einen 24h-Betrieb des Kühlschranks. Dieses ist aber nicht ganz korrekt, da die Laufzeit eines Kühlschranks von der Umgebungstemperatur abhängig ist. Es wird eine mittlere Temperatur von 25°C angenommen [13]. Je kühler es im Raum ist, desto weniger ist der Kühlschrank in Betrieb.

6.2.3. Waschmaschine

Die Wohnung verfügt über eine Waschmaschine. Wie lange und wie oft gewaschen wird hängt von der Personenzahl, der Waschmenge und dem Verschmutzungsgrad der Wäsche ab.

6.2.4. Haushaltsgeräte

Unter Haushaltsgeräten werden alle Verbraucher erfasst, die die Aufgaben im Haushalt erleichtern, aber auch andere Geräte wie Fernseher und PC. Dabei darf der Standby-Verbrauch nicht vernachlässigt werden. Dieser erhöht den Stromverbrauch im Jahr.

6.2.5. Elektroherd

Ein weiteres Gerät, welches den Stromverbrauch erhöht ist der Elektroherd, der in den meisten Wohnungen häufiger zu finden ist als der Gasherd. Die Dauer der Benutzung hängt von den Gewohnheiten der Bewohner ab.

6.2.6. Elektrische Warmwasserbereitung

Für die betrachtete Wohnung wird von einer dezentralen Warmwasserbereitung ausgegangen. Die Warmwasserbereitung erfolgt mit einem Durchlauferhitzer. Für die hier aufgeführten Geräte wird ein jährlicher Stromverbrauch angenommen. Zunächst wird der Bestand dargestellt.

6.3. Stromverbraucher im Bestand

6.3.1. Aufnahme der Stromverbraucher

Die folgende Tabelle zeigt, welche Stromverbraucher in der Wohnung tatsächlich eingebaut sind und in welchen Räumen sie untergebracht werden. Die dritte Spalte zeigt die Anschlussleistung des Gerätes. Unter Nutzungszeiten wird die Vollbenutzungszeit in h/Woche angegeben. Unter Anwesenheitswochen ist die tatsächliche Zeit angegeben, in der die Bewohner in der Wohnung anwesend sind. Dabei wird ein Zeitraum von 4 Wochen abgezogen, da die Personen nicht durchgängig in der Wohnung anwesend sind, z.B. im Urlaub oder eventuelle Wochenendausflüge. Unter Nutzung pro Monat wird die Benutzung des Gerätes als einheitenlose Kennzahl angegeben. Die nächste Spalte zeigt den Verbrauch pro Nutzung in kWh. In der Spalte Verbrauch in kWh/d wird der Verbrauch des Gerätes angegeben, den dieses Gerät benötigt, wenn es in Betrieb ist.

Anschließend wird der gesamte Stromverbrauch in kWh/a anhand der folgenden Formeln bestimmt:

$$E_{Strom,Jahr} = \frac{P_{Nutz} \cdot t_{Nutz} \cdot t_{Anwesenheit}}{1000}$$
$$E_{Strom,Jahr} = \frac{E_{Nutz} \cdot t_{Nutz,Monat} \cdot t_{Anwesenheit}}{4,3}$$

Der Faktor 4,3 entsteht hierbei aus dem Verhältnis von 52 Wochen/a geteilt durch 12 Monate/a.

$$\frac{52Wochen \cdot a}{a \cdot 12Monate} = 4,3$$



Tabelle 34: Ermittlung der Stromverbraucher mit Stromverbrauch und Stromkosten im Bestand

Stromverbraucher	Raum	Leistung in W	Nutzungszeit in h/Woche	Anwesenheitswochen	Nutzung pro Monat	Verbrauch pro Nutzung in kWh	Stromverbrauch in kWh/d	Verbrauch in kWh/a	Stromkosten in €/a
		P_{Nutz}	t_{Nutz}	$t_{\text{Anwesenheit}}$	$t_{\text{Nutz, Monat}}$	E_{Nutz}	E_{Strom}	$E_{\text{Strom, Jahr}}$	$K_{\text{el, Jahr}}$
Glühlampe E27	Wohnen	240,00	21,00	48,00				241,92	48,05
Glühlampe E27	Essen	180,00	14,00	48,00				120,96	24,02
Halogenleuchte E14	Küche	180,00	14,00	48,00				120,96	24,02
Halogenleuchte E14	Abstellraum	60,00	4,00	48,00				11,52	2,29
Halogenleuchte E14	WC	120,00	7,00	48,00				40,32	8,01
Halogenleuchte E27	Bad	200,00	14,00	48,00				134,40	26,69
Glühlampe E27	Schlafen	180,00	7,00	48,00				60,48	12,01
Halogenleuchte E14	Flur	180,00	7,00	48,00				60,48	12,01
Glühlampe E27	Kind	240,00	14,00	48,00				161,28	32,03
Fernseher	Wohnen	200,00	21,00	48,00				201,60	40,04
TV Standby	Wohnen	30,00	147,00	48,00				211,68	42,04
DVD - Player	Wohnen	60,00	1,00	48,00				2,88	0,57
DVD Standby	Wohnen	5,00	167,00	48,00				40,08	7,96
Kühlschrank mit Gefrierfach	Küche						1,00	365,00	72,49
Waschmaschine	Bad			48,00	12,00	1,00		133,95	26,60
Elektroherd	Küche							470,00	93,34
Warmwasser	Ges. Wohnung							1710,00	339,61
Kleingeräte	Ges. Wohnung							150,00	29,79
PC mit Bildschirm	Schlafen	200,00	10,00	48,00				96,00	19,07
Summe								4333,51	860,64

6.3.2. Erläuterungen zur Tabelle

Bei den Glühlampen werden Standard-Glühlampen mit einer Leistung von 60W pro Lampe eingesetzt. Die Anzahl ist davon abhängig, welche Deckenstrahler eingesetzt werden.

Unter dem Begriff der Kleingeräte wird ein Wert berücksichtigt, der die Stromaufnahme der Geräte abdecken soll, die nur kurzzeitig in Betrieb sind. Dieses können zum Beispiel Akkulaugeräte sein, sowie auch Nachttischlampen oder wie in der Küche Brotschneidemaschinen. Da man diese Geräte nicht einzeln berücksichtigen kann, wird hierfür ein Gesamtwert im Bereich von 150 kWh/a angenommen. Dieses ist schon als sehr hoch angenommen worden. Für die Waschmaschine wurde ein Wert von 1 kWh angenommen. Dies ist der durchschnittliche Verbrauch beim Waschen von Buntwäsche mit 60°.

Für die Warmwasserbereitung liegt der durchschnittliche Stromverbrauch in einem 3-Personenhaushalt bei 1140 – 2280 kWh/a. Zur Berechnung wurde ein Mittelwert von 1710kWh/a angenommen. [13]



Der ermittelte Stromverbrauch liegt bei 4333,51 kWh/a. Dieser liegt in einem guten Mittel zu dem durchschnittlichen Stromverbrauch, wie eingangs schon erwähnt wurde.

Für die jährlichen Stromkosten wurde der Strompreis der Stadtwerke Braunschweig berücksichtigt. Dieser lag im betrachteten Zeitraum bei 0,1986 €/kWh₁ [4].

Die Tabelle ist im Anhang A.1 auf der Daten – CD in der Excel – Tabelle „Allgemeiner Wohnungsbau“ unter dem Reiter „Stromverbraucher Bestand“ zu finden.

6.3.3. Kohlenstoffdioxid – Emissionen

Bei der Erzeugung von Strom wird durch den Entstehungsprozess CO₂ freigesetzt. Durch die Gesetzgebung und Vorschriften, wie in der Einleitung der Bachelorarbeit bereits erwähnt wurde, soll diese Emission begrenzt werden. Dieses wird mit einem Faktor [13] berücksichtigt, der aus dem gesamten Stromverbrauch des Jahres als Produkt errechnet wird.

$$0,65 \frac{kg}{kWh} \cdot E_{Strom,Jahr} = 0,65 \frac{kg}{kWh} \cdot 4333,51 \frac{kWh}{a} = \underline{\underline{2816,78 \frac{kg}{a}}}$$

Es werden 2816,78 kg/a an CO₂ bei der Erzeugung des Stromes für die Wohnung freigesetzt. Dieser Wert ist sehr hoch, wenn man die Anzahl der Wohnungen in der Bundesrepublik berücksichtigt. Durch geeignete Maßnahmen kann die CO₂ – Emission deutlich verringert werden. Dazu im Kapitel nach der Sanierung mehr.

6.3.4. Verhältnisse im Bestand

In der folgenden Tabelle sind die Stromverbraucher aufgeführt sowie deren Anteil in Prozent zum Gesamtverbrauch der gesamten Wohnung.

Tabelle 35: Verhältnisse im Bestand im Allgemeinen Wohnungsbau

Stromverbraucher	Raum	Gesamter Stromverbrauch in kWh/a	Anteil in %
Beleuchtung	Ges. Wohnung	952,32	21,98
Fernseher	Wohnen	201,60	4,65
TV Standby	Wohnen	211,68	4,88
DVD – Player	Wohnen	2,88	0,07
DVD Standby	Wohnen	40,08	0,92
Kühlschrank mit Gefrierfach	Küche	365,65	8,42
Waschmaschine	Bad	133,95	3,09
Elektroherd	Küche	470,00	10,85
Warmwasser	Ges. Wohnung	1710,00	39,46
Kleingeräte	Ges. Wohnung	150,00	3,46
PC mit Bildschirm	Schlafen	96,00	2,22
Summe		4333,51	100,00

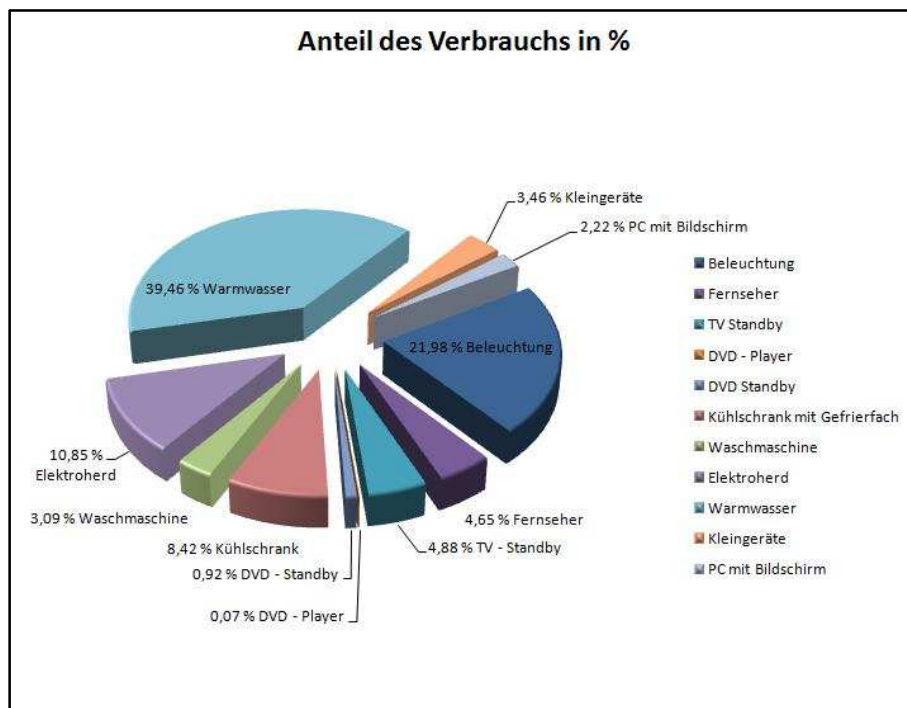


Abbildung 30: Anteile am Stromverbrauch im Allgemeinen Wohnungsbau im Bestand

Wie man anhand des Diagrammes sehr gut erkennen kann, liegen die Einsparpotentiale weitgehend im Bereich der Beleuchtung sowie im Bereich der Warmwasserbereitung. Ein weiterer wichtiger Teil ist der Stromverbrauch für den Standby-Betrieb des Fernsehers und des DVD-Players. Auch hier sind Einsparpotentiale vorhanden. Zur Beleuchtung lässt sich aber sagen, dass die hier dargestellten Verhältnisse lediglich auf Annahmen beruhen.



Es muss auch berücksichtigt werden, dass die gesamte Beleuchtung nicht durchgängig in Betrieb ist und nutzungsbedingt abgeschaltet wird, andererseits aber auch zu lange angelassen wird. Auch ist zu berücksichtigen, dass diese Einflüsse den Stromverbrauch senken oder auch gleichermaßen anheben können. Ein weiterer Aspekt ist die Tatsache, dass manche Geräte hier nicht aufgeführt sind, die trotzdem in manchen Wohnungen, teilweise auch doppelt, vorhanden sein können, wie zum Beispiel ein zweiter PC oder Fernseher. Unter diesen Gesichtspunkten sind viele Wohnungen unterschiedlich voneinander. Diese Betrachtung richtet sich im Wesentlichen an die geringste Ausstattung. Maßgeblich ist auch das Verhalten der jeweiligen Benutzer. Darin kann bestehen, dass manche Bewohner die Waschmaschine oder auch den Herd länger in Betrieb haben oder der Wohnbereich über eine zentrale Warmwasserbereitung verfügt, die den Stromverbrauch ebenfalls senken wird.

Die Tabelle ist im Anhang A.1 auf der Daten – CD in der Excel – Tabelle „Allgemeiner Wohnungsbau“ unter dem Reiter „Verhältnisse im Bestand“ zu finden.

6.4. Sanierung der Wohnung

In der nachfolgenden Tabelle wird die betrachtete Wohnung saniert. Es wird die Beleuchtung ausgetauscht, sowie energieeffizientere Geräte eingesetzt. Weitere Erläuterungen folgen im Anschluss an die Tabelle.



Tabelle 36: Ermittlung der Stromverbraucher mit Stromverbrauch und Stromkosten nach Sanierung

Stromverbraucher	Raum	Leistung in W	Nutzungszeit in h/Woche	Anwesenheitswochen	Nutzung pro Monat	Verbrauch pro Nutzung in kWh	Stromverbrauch in kWh/d	Verbrauch in kWh/a	Stromkosten in €/a
		P_{Nutz}	t_{Nutz}	$t_{Anwesenheit}$	$t_{Nutz, Monat}$	E_{Nutz}	E_{Strom}	$E_{Strom, Jahr}$	$K_{el, Jahr}$
Energiesparlampe ESL	Wohnen	44	21,00	48,00				44,35	8,81
Energiesparlampe ESL	Essen	33	14,00	48,00				22,18	4,40
Energiesparlampe ESL	Küche	33	14,00	48,00				22,18	4,40
Energiesparlampe ESL	Abstellraum	11	4,00	48,00				2,11	0,42
Energiesparlampe ESL	WC	33	7,00	48,00				11,09	2,22
Energiesparlampe ESL	Bad	22	14,00	48,00				14,78	2,94
Energiesparlampe ESL	Schlafen	33	7,00	48,00				11,09	2,22
Energiesparlampe ESL	Flur	33	7,00	48,00				11,09	2,22
Energiesparlampe ESL	Kind	44	14,00	48,00				29,57	5,87
Fernseher	Wohnen	200,00	21,00	48,00				201,60	40,04
TV Standby	Wohnen								
DVD – Player	Wohnen	60,00	1,00	48,00				2,88	0,57
DVD Standby									
Kühlschrank mit Gefrierfach	Küche						0,51	186,15	36,97
Waschmaschine	Bad			48,00	12,00	0,7		93,77	18,62
Elektroherd	Küche							329,00	65,34
Warmwasser	Ges. Wohnung							1710,00	339,61
Kleingeräte	Ges. Wohnung							100,00	19,86
PC mit Bildschirm	Schlafen	200,00	10,00	48,00				96,00	19,07
Summe								2887,83	573,52

6.4.1. Erläuterungen zur Tabelle

In der Sanierung wurden folgende Maßnahmen getroffen:

In der Beleuchtung wurden sämtliche Leuchten durch Energiesparlampen ausgetauscht. Zur Ermittlung der Daten wurde eine Energiesparlampe mit einer Leistung von 11W pro Stück gewählt [15].

Kompaktleuchtstofflampen, aufgrund ihrer geringen Leistungsaufnahme besser bekannt unter dem Namen Energiesparlampen, sind Leuchtstofflampen von sehr geringer Baugröße. Die Vorschaltgeräte können intern sowie auch extern angeordnet werden. Energiesparlampen mit dem Einbaugewinde E 27 können ohne größere Umbaumaßnahme gegen herkömmliche Glühlampen ausgetauscht werden. [5] Die Standby-Zeiten der Geräte Fernseher und DVD-Player wurden mit abschaltbaren Steckerleisten versehen, womit sich die Standby-Zeit auf praktisch Null reduziert.

Der Kühlschrank wurde gegen ein Einbaugerät mit 3-Sterne Fach getauscht mit 124 l Nutzinhalt. Der Stromverbrauch liegt hier bei 0,41 kWh je 100l in 24 Stunden. Dieses wird durch eine bessere Wärmedämmung des Neugerätes erreicht. Der Stromverbrauch der Waschmaschine wird durch effizientere Nutzung gesenkt. Dazu später im Kapitel 6.4.2 „Tipps zum Energiesparen“ mehr. Gleiches gilt für den Elektroherd und auch die Kleingeräte. Die Nutzungszeiten wurden im Wesentlichen so gelassen wie in der Bestandsaufnahme, um das Verhalten der Nutzer nicht zu verändern.

Die Tabelle ist im Anhang A.1 auf der Daten – CD in der Excel – Tabelle „Allgemeiner Wohnungsbau“ unter dem Reiter „Stromverbraucher nach Sanierung“ zu finden.

6.4.2. Tipps zum Energiesparen

6.4.2.1. Elektroherd

Durch effizientere Methoden kann im Bereich des Elektroherdes Energie eingespart werden. Zum Beispiel durch den Einsatz eines Schnellkochtopfes bei längeren Garzeiten. Töpfe und Pfannen sollten im Allgemeinen eine gute Wärmeleitfähigkeit besitzen sowie auf die Kochstelle passen um, Wärmeverluste und daraus resultierend einen erhöhten Stromverbrauch zu reduzieren. Des Weiteren sollte die Nachwärme beim Backen genutzt werden. Eine weitere Möglichkeit ist das unnötige Öffnen der Backofentür zu vermeiden. Ein Backofen ohne Frontscheibe trägt ebenso zum Energiesparen bei. [11]

6.4.2.2. Kühl- und Gefriergeräte

Die Aufstellung von Kühl- und Gefriergeräten in der Nähe von Heizungen sollte vermieden werden, da bereits eine Erhöhung der Raumtemperatur um 1 K schon einen erhöhten Stromverbrauch zu Folge hat. Weiterhin sollte darauf geachtet werden, dass die Lüftungsgitter sauber und frei von Schmutz sind, damit das Gerät die Wärme gut abführen kann. Dieses kann zu einer Einsparung von 8 kWh/a führen.

Der Lagerraum des Gefriergerätes sollte ausgenutzt werden und die Speisen vollständig abgedeckt werden. Dieses verhindert Reifbildung, was dazu führt, dass weniger abgetaut werden muss. Lebensmittel sollten sauber beschriftet werden um ein unnötig langes Suchen zu vermeiden, da dadurch die Tür des Gerätes zu lange offen steht. [11]

6.4.2.3. Waschmaschine

Beim Waschen der Wäsche sollte darauf geachtet werden, dass die Waschmaschine immer voll beladen ist. Eine Vorwäsche ist nur bei sehr starker Verschmutzung notwendig. Äußerst hartnäckige Verschmutzung sollte möglichst vorbehandelt werden. Der Kochwaschgang ist nur bei Säuglings- und Krankenwäsche notwendig. Ansonsten können Energiesparprogramme gewählt werden. [11]

6.4.2.4. Kleingeräte

Bei den Kleingeräten gibt es ebenfalls ausreichende Einsparmöglichkeiten. Zum einen werden neuartige Akkuladegeräte mit einer Elektronik versehen, die sich selbsttätig abschaltet, sollte sie nicht mehr genutzt werden. Maschinen, die nicht unbedingt genutzt werden, sollten vom Netz getrennt werden und unmittelbar nur dann angeschlossen werden, wenn sie genutzt werden, um einen eventuellen Stromverbrauch zu verringern. PCs und Drucker sollten wie TV – Geräte mit einer abschaltbaren Steckerleiste versehen werden, um auch dort Energie einzusparen.

6.4.3. Kohlenstoffdioxid - Emissionen

Aufgrund des Einbaus der neuen Geräte verringert sich der Stromverbrauch, somit auch die CO₂ – Emission der Stromerzeugung. Der neue Wert errechnet sich folgendermaßen:

$$0,65 \frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \cdot E_{\text{Strom,Jahr}} = 0,65 \frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \cdot 2887,83 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} = \underline{\underline{1877,09 \frac{\text{kg}}{\text{a}}}}$$

Der Wert der Emission wird deutlich verringert. Die Differenz zeigt, dass durch den Einsatz der neuen Geräte die Belastung für die Umwelt verringert wird.

$$\Delta CO_2 = CO_{2,\text{Bestand}} - CO_{2,\text{Sanierung}} = 2816,78 \frac{\text{kg}}{\text{a}} - 1877,09 \frac{\text{kg}}{\text{a}} = \underline{\underline{939,69 \frac{\text{kg}}{\text{a}}}}$$

Die Einsparung liegt bei 939,69 kg/a. Dieses ist allerdings auch von den Nutzern abhängig. Erhöht sich der Stromverbrauch nach der Sanierung, wird die Differenz geringer. Somit ist auch ein sinnvoller Umgang mit den stromverbrauchenden Geräten notwendig. Denn die Sanierung dient der Stromersparnis; erhöht sich danach allerdings die Nutzungszeit, hat dieses negative Auswirkungen auf das Einsparpotential.

6.5. Verhältnisse nach Sanierung

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die Anteile des Stromverbrauchs nach der Sanierung. Die Werte sind in Prozent angegeben.

Tabelle 37: Anteile am Stromverbrauch nach Sanierung

Stromverbraucher	Raum	Gesamter Stromverbrauch in kWh/a	Anteil in %
Beleuchtung	Ges. Wohnung	168,43	5,83
Fernseher	Wohnen	201,60	6,98
TV Standby	Wohnen	0,00	0,00
DVD – Player	Wohnen	2,88	0,10
DVD Standby	Wohnen	0,00	0,00
Kühlschrank mit Gefrierfach	Küche	186,15	6,45
Waschmaschine	Bad	93,77	3,25
Elektroherd	Küche	329,00	11,39
Warmwasser	Ges. Wohnung	1710,00	59,21
Kleingeräte	Ges. Wohnung	100,00	3,46
PC mit Bildschirm	Schlafen	96,00	3,32
Summe		2887,83	100,00

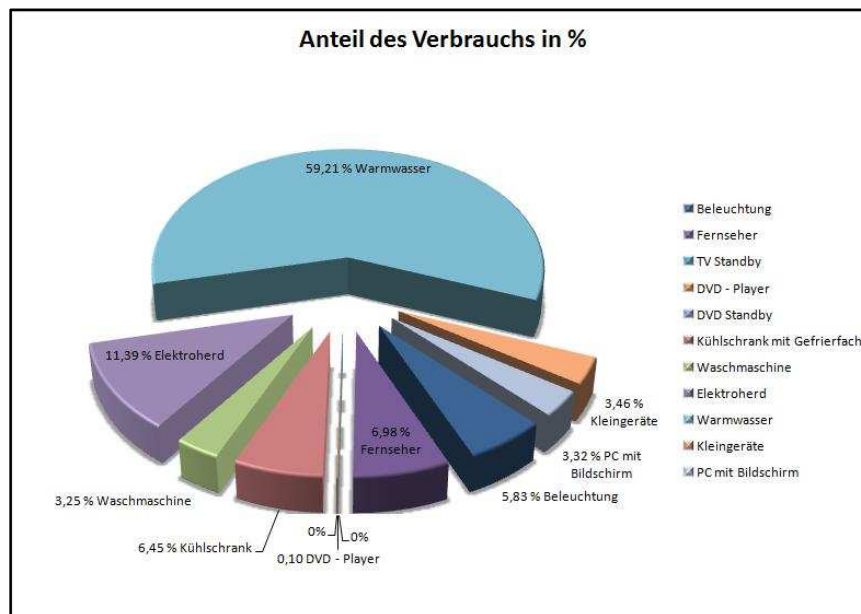


Abbildung 31: Anteile am Stromverbrauch im Allgemeinen Wohnungsbau nach Sanierung

Die Anteile von diversen Geräten sind höher als im Bestand. Dieses lässt sich dadurch erklären, dass sich die Anteile auf den gesamten Stromverbrauch beziehen und somit steigen. Der gesamte Stromverbrauch jedoch sinkt.



Die Tabelle ist im Anhang A.1 auf der Daten – CD in der Excel – Tabelle „Allgemeiner Wohnungsbau“ unter dem Reiter „Verhältnisse nach Sanierung“ zu finden.

6.6. Einsparung

Die Einsparung zwischen Bestand und Sanierung wird hier als Vergleich zwischen vorher und nachher angegeben. Die folgende Tabelle zeigt die Einsparung:

Tabelle 38: Einsparung am Stromverbrauch und Stromkosten im Allgemeinen Wohnungsbau

Stromverbraucher	Raum	Stromverbraucher	Raum	Verbrauch in kWh/a im Bestand	Verbrauch in kWh/a nach Sanierung	Einsparung in kWh/a	Einsparung in %	Stromkosten in €/a im Bestand	Stromkosten in €/a nach Sanierung	Einsparung in €/a	Einsparung in %
Glühlampe E27	Wohnen	Energiesparlampe ESL	Wohnen	241,92	44,35	197,57	81,67	48,05	8,81	39,24	81,67
Glühlampe E27	Essen	Energiesparlampe ESL	Essen	120,96	22,18	98,78	81,67	24,02	4,40	19,62	81,67
Halogenglühlampe E14	Küche	Energiesparlampe ESL	Küche	120,96	22,18	98,78	81,67	24,02	4,40	19,62	81,67
Halogenglühlampe E14	Abstellraum	Energiesparlampe ESL	Abstellraum	11,52	2,11	9,41	81,67	2,29	0,42	1,87	81,67
Halogenglühlampe E14	WC	Energiesparlampe ESL	WC	40,32	11,09	29,23	72,50	8,01	2,22	5,81	72,50
Halogenglühlampe E27	Bad	Energiesparlampe ESL	Bad	134,40	14,78	119,62	89,00	26,69	2,94	23,76	89,00
Glühlampe E27	Schlafen	Energiesparlampe ESL	Schlafen	60,48	11,09	49,39	81,67	12,01	2,22	9,81	81,67
Halogenglühlampe E14	Flur	Energiesparlampe ESL	Flur	60,48	11,09	49,39	81,67	12,01	2,22	9,81	81,67
Glühlampe E27	Kind	Energiesparlampe ESL	Kind	161,28	29,57	131,71	81,97	32,03	5,87	26,16	81,67
Fernseher	Wohnen	Fernseher	Wohnen	201,60	201,60	0,00	0,00	40,04	40,04	0,00	0,00
TV Standby	Wohnen	TV Standby	Wohnen	211,68		211,68	100,00	42,04		42,04	100,00
DVD - Player	Wohnen	DVD Player	Wohnen	2,88	2,88	0,00	0,00	0,57	0,57	0,00	0,00
DVD Standby	Wohnen	DVD Standby		40,08		40,08	100,00	7,96		7,96	100,00
Kühlschrank mit Gefrierfach	Küche	Kühlschrank mit Gefrierfach	Küche	365,00	186,15	178,85	49,00	72,49	36,97	35,52	49,00
Waschmaschine	Bad	Waschmaschine	Bad	133,95	93,77	40,19	30,00	26,60	18,62	7,98	30,00
Elektroherd	Küche	Elektroherd	Küche	470,00	329,00	141,00	30,00	93,34	65,34	28,00	30,00
Warmwasser	Ges. Wohnung	Warmwasser	Ges. Wohnung	1710,00	1710,00	0,00	0,00	339,61	339,61	0,00	0,00
Kleingeräte	Ges. Wohnung	Kleingeräte	Ges. Wohnung	150,00	100,00	50,00	33,33	29,79	19,86	9,93	33,33
PC mit Bildschirm	Schlafen	PC mit Bildschirm	Schlafen	96,00	96,00	0,00	0,00	19,07	19,07	0,00	0,00
Summe				4333,51	2887,83	1445,68	33,36	860,64	573,52	287,11	49,94

Die Darstellung der Einsparung zeigt, dass man durch den Einsatz neuer Geräte im Vergleich zum Bestand 33,36 % im Stromverbrauch einsparen kann. Die Stromkosten werden im Jahr um 49,94 % gesenkt. Dies sind allerdings nur Werte, die der Annahme unterliegen. Es kann durch den sparsamen Umgang noch mehr eingespart werden. [14]

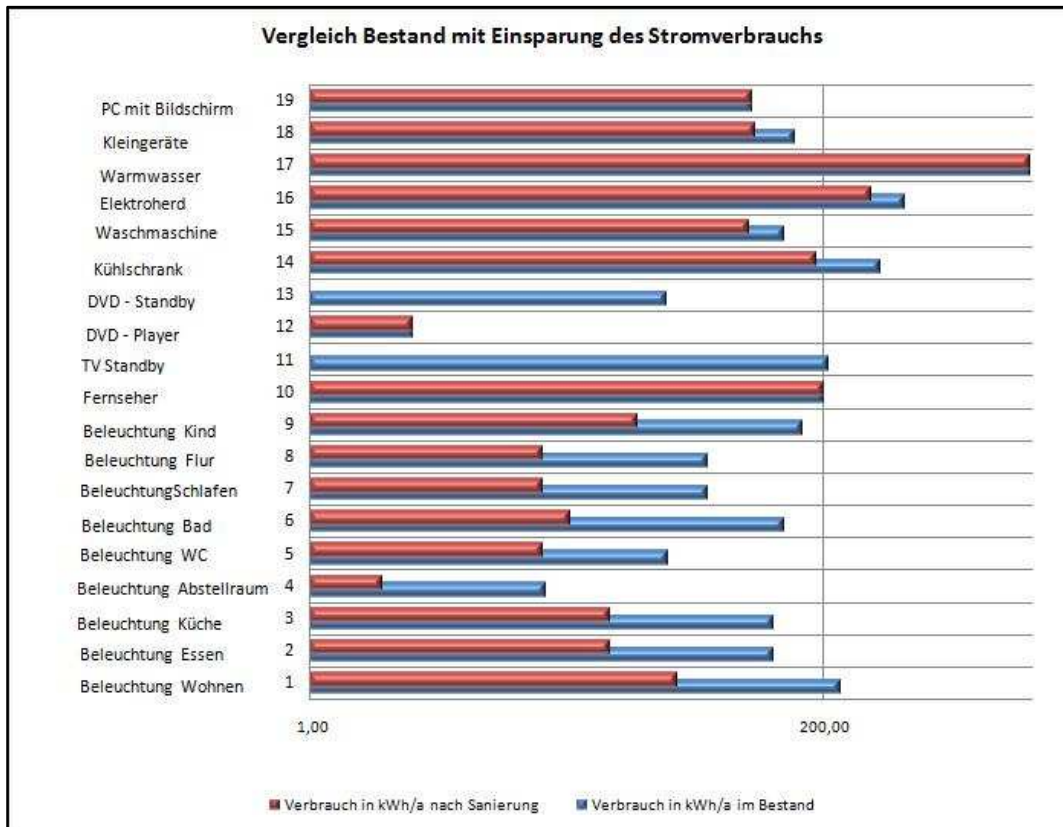


Abbildung 32: Vergleich des Stromverbrauches im Allgemeinen Wohnungsbau

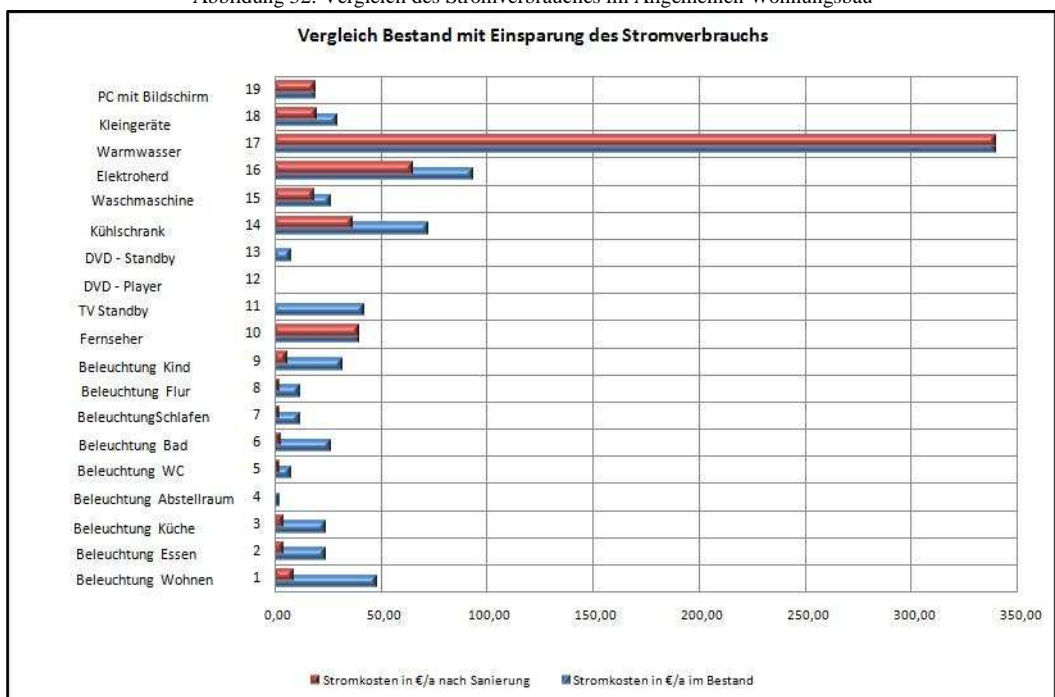


Abbildung 33: Vergleich der Stromkosten im Allgemeinen Wohnungsbau



In den beiden Diagrammen wird der Vergleich nochmals deutlich dargestellt.

Die Tabelle ist im Anhang A.1 auf der Daten – CD in der Excel – Tabelle „Allgemeiner Wohnungsbau“ unter dem Reiter „Einsparung“ zu finden.

6.7. Fazit zum Allgemeinen Wohnungsbau

Die in diesem Kapitel untersuchte Wohnung ist im Bestand recht häufig anzutreffen. Bis auf ein paar Unterschiede in der Ausstattung, ist diese Wohnung jedoch als Musterfall recht gut anzuwenden. Die Einsparung liegt ebenfalls in einem möglichen Bereich, wobei allerdings diese jeweils von Nutzer zu Nutzer unterschiedlich ist. Aber im Allgemeinen bringt dieser Vergleich eine sehr gute Grundlage, um einen Ausblick auf die möglichen Einsparungen im Bereich der elektrischen Haushaltsgeräte zu geben.

7. Fazit der Bachelorarbeit

Diese Bachelorarbeit befasste sich mit der Aufnahme und Auswertung, sowie Vorschlägen zur Sanierung von elektrischen Energieverbrauchern. Gerade aber im Bereich der Aufnahme gab es einige Schwierigkeiten. Zum Beispiel, dass nicht alle Geräte immer zugänglich sind oder deren Typenschilder unleserlich sind. Daher beruhen manche Ergebnisse auf Annahmen oder sind den Datenbanken entnommen wurden. Um eine direkte Überprüfung der Plausibilität zu erhalten, wurden die Ergebnisse mit den Zählerständen des letzten vergangenen Jahres verglichen. Dieses führte zu dem Ergebnis, dass die Annahmen korrekt waren.

Die Sanierung erfolgte unter den neuesten derzeit verfügbaren technischen Mitteln. Die gesamte ermittelte Energieeinsparung von 28% ist schon sehr gut. Dabei muss man aber bedenken, dass noch mehr Strom eingespart werden kann, denn die Anschaffung neuer Geräte nimmt Zeit in Anspruch und wird nicht sofort realisiert. In den nächsten Jahren werden noch neue Geräte auf den Markt kommen, die noch weit mehr Strom einsparen als jetzt. Bei den jetzigen Geräten ist dieses auch noch weiter möglich, wenn die Bewohner und Mitarbeiter hinsichtlich der Stromsparmöglichkeiten geschult werden, z.B. nicht genutzte Geräte oder Beleuchtung abzuschalten. Sie sollten darauf achten, dass die vorgeschlagenen abschaltbaren Steckerleisten über Nacht abgeschaltet werden, um den Standby-Verbrauch zu senken. Auch im Bereich der Haushaltsgeräte sollte auf sparsamen Umgang geachtet werden, z.B. sollte bei der Benutzung der Waschmaschine diese immer voll beladen sein. Somit kann zum Beispiel die Anzahl der Waschgänge reduziert werden. Gleiches gilt für Trockner oder Spülmaschinen. Gerade die Nutzungszeit und das Verhalten der Bewohner und Mitarbeiter ist ein entscheidender Faktor.



Wenn man sich an die Vorschläge hält und darauf achtet, auch energiesparende Geräte in Zukunft zu kaufen, kann mehr Energie eingespart werden. Allerdings auch weniger, wenn der Fall eintritt, dass die Bewohner und Mitarbeiter nicht auf den Verbrauch achten. Diese Arbeit gab einen sehr guten Überblick über den tatsächlichen Stromverbrauch der Stiftung Neuerkerode und deren Potentiale, Energie in Form von Strom einzusparen. Der Abschnitt über den Allgemeinen Wohnungsbau ließ sich in der Vorbereitung der Vorschläge zur Sanierung nur in kleinen Teilen auf die Gebäude der Stiftung anwenden. Umgekehrt können die Vorschläge der Sanierung auch für eine Verallgemeinerung eingesetzt werden. Das Kapitel, das sich mit dem Stromverbrauch im Allgemeinen Wohnungsbau befasst, kann durchaus in die Praxis umgesetzt werden. Wobei auch hier beachtet werden muss, wie das Verhalten der Bewohner ist und welche technischen Möglichkeiten in den nächsten Jahren noch auf den Markt kommen. Die Auswertung wurde mit dem LEE (Leitfaden elektrische Energie im Hochbau) – Verfahren durchgeführt. Aufgrund der genauen Einteilung und die verschiedensten Kategorien und auch der genauen Betrachtung der Beleuchtung anhand der Nennbeleuchtungsstärke und der einzelnen Wirkungsgrade der Lampen und Leuchtmittel, konnte eine sehr gute Übersicht über den Stromverbrauch erstellt werden, wobei das Verfahren sehr übersichtlich ist. Ein weiterer Umgang mit dem Verfahren und die weitere Nutzung wird an dieser Stelle empfohlen. Zum Abschluss lässt sich sagen, dass es nicht nur von entscheidender Wichtigkeit ist, energiesparende Geräte zu nutzen, sondern diese auch sinnvoll zu nutzen um Energie einzusparen. Der Wille des Menschen muss vorhanden sein, sonst bringt auch das energiesparendste Gerät nichts, wenn die Nutzung sich verdoppelt oder verdreifacht. Das ist der mitunter wichtigste Faktor. Ein kompletter Austausch der elektrischen Kleingeräte ist Aufgrund der hohen Kosten in der Anschaffung nur über einen längeren Zeitraum zu betrachten. Die Beleuchtung sollte nach Möglichkeit so bald wie möglich gewechselt werden. Zunächst ist zu empfehlen, Energiesparlampen gegen die Alt-Beleuchtung einzusetzen, auch ohne größere Umbaumaßnahmen der Beleuchtungseinrichtung, denn dieses bringt schon etwas eingesparte Energie. Ein Problem in der Anschaffung ist, wie schon unter Kapitel 4.7 „Wirtschaftlichkeitsbetrachtung GebäudeASSE“ erwähnt wurde, dass die Bewohner und Mitarbeiter aus dem ihnen zur Verfügung gestellten Budget elektrische Geräte einkaufen. Dabei wird verstärkt nur auf den Preis des Gerätes geachtet, weniger darauf ob diese Geräte nun energiesparend sind oder nicht. Daher ist es von Vorteil, wenn die Bewohner und Mitarbeiter einen Einblick in den verbrauchten Strom erhalten oder an den Kosten beteiligt werden.



Womit das Thema Budgetierung gemeint ist, wo die Bewohner und Mitarbeiter, anhand ihres Energieverbrauchs, Geld zur Verfügung gestellt bekommen. Sollte nun Energie eingespart werden, wird dieses als Bonus verrechnet, um einen Anreiz zu geben, Energie einzusparen. Das Geld, was als Bonus dann zur Verfügung steht, kann für andere Dinge verwendet werden. Die Beschreibung zur Auslegung eines BHKW ist nur in beispielhafter Form erfolgt und sollte nach Möglichkeit noch genauer untersucht werden. Wie von den Mitarbeitern der Werkstatt Lindenweg/Gartenweg zu erfahren war, soll dieses Gebäude in nächster Zeit neu gebaut werden. Man sollte gerade in diesem Zusammenhang und der gegebenen Vorschläge, dieses Gebäude anhand der Vorschläge mit Energiesparlampen vollständig ausrüsten und gleich mit energiesparenden Geräten versehen. Um einen direkten Vergleich zu erzielen, da der Stromverbrauch im Bestand bekannt ist und wie er dann in der Praxis mit den energiesparenden Geräten, sowie Sparlampen aussieht.

8. Quellen

- [1] VDE
Effizienz – und Einsparpotentiale elektrischer Energie in Deutschland
Perspektive bis 2025 und Handlungsbedarf
- [2] Projektantrag bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)
- [3] LEE – Leitfaden elektrische Energie im Hochbau
Institut Wohnen und Umwelt
Fassung vom Juli 2000
- [4] SIA 380/4:2006 Bauwesen
Schweizer Norm
- [5] Fachkunde Elektrotechnik
Europa Lehrmittel
- [6] IWU Energieberater – TOOL, Gebäudeberichte
- [7] Lange Lebensdauer Kombiniert mit großer Energieeffizienz
Philips MASTER PL - Electronic
- [8] Die energiesparende Leuchtstofflampe
Philips MASTER TL – D Eco
- [9] Tun Sie etwas für die Umwelt: Sparen Sie Geld
Der AEG Klima – Handel 2008: mehr Öko_Line weniger Verbrauch
- [10] Ein doppeltes Plus – für die Umwelt und Ihren Geldbeutel
AEG Kühl – und Gefriergeräte mit A++ für den Einbau
Sortiment 2008
- [11] Energieeinsparung in Gebäuden
- Stand der Technik
 - Entwicklungstendenzen
- Lajos Joos (Hrsg.); Vulkan-Verlag Essen



- [12] <http://www.energiebuero.de/aquarium.html> (30.06.2008)
- [13] Mehr Licht... Weniger Strom
Stromsparen ohne Komfortverlust
Energieagentur NRW
- [14] Internetseite der Stadtwerke Braunschweig
<http://www.bs-energy.de>
vom 16.06.2008 um 8:57 Uhr
- [15] test ENERGIESPARLAMPEN Haushalt + Garten
<http://www.test.de/themen/umwelt-energie/test/-/1327630/1327630/1334201/>
(30.06.2008)
- [16] LEG – Wirtschaftlichkeit
- [17] www.electronicum.de (22.07.2008)
- [18] www.neckermann.de (22.07.2008)
- [19] Smart Metering
Stromzähler der Zukunft
Studie der RWE
- [20] Excel – TOOL des LEE aus Diplomarbeit von Gunnar Eikenloff
- [21] <http://www.rencomp.net/biomasse/lexikon/blockheizkraftwerk-bhkw.php> (15.08.2008)
- [22] https://www.fh-wolfenbuettel.de/cms/de/pws/wilhelms/intranet/tl150_mini-bhkw.pdf
(15.08.2008)
- [23] Bachelorarbeit von Hermann Deymann



9. Übersicht Anhang

- A.1: Daten – CD
- A.2: Aufnahmebogen Asse
- A.3: Grundrisse des Gebäudes Asse
- A.4: LEE – Excel – Tabelle von Asse im Bestand und Sanierungsvorschlägen
- A.5: Zählerstände der Stiftung Neuerkerode
- A.6: Hilfsenergie Heizung und TWW
- A.7: Vergleich der Zählerstände mit Berechnung
- A.8: Aufteilung Stromverbrauch
- A.9: Teilverbräuche
- A.10: Vergleich der Sanierungsvorschläge
- A.11: Energiebedarf der Gebäude der Stiftung
- A.12: Vergleich der Primärenergie
- A.13: Vergleich der CO₂ – Emissionen
- A.14: Vergleich der Stromkosten
- A.15: Wirtschaftlichkeit
- A.16: Pflegegebäude
- A.17: Infoblätter zu den Haushaltsgeräten