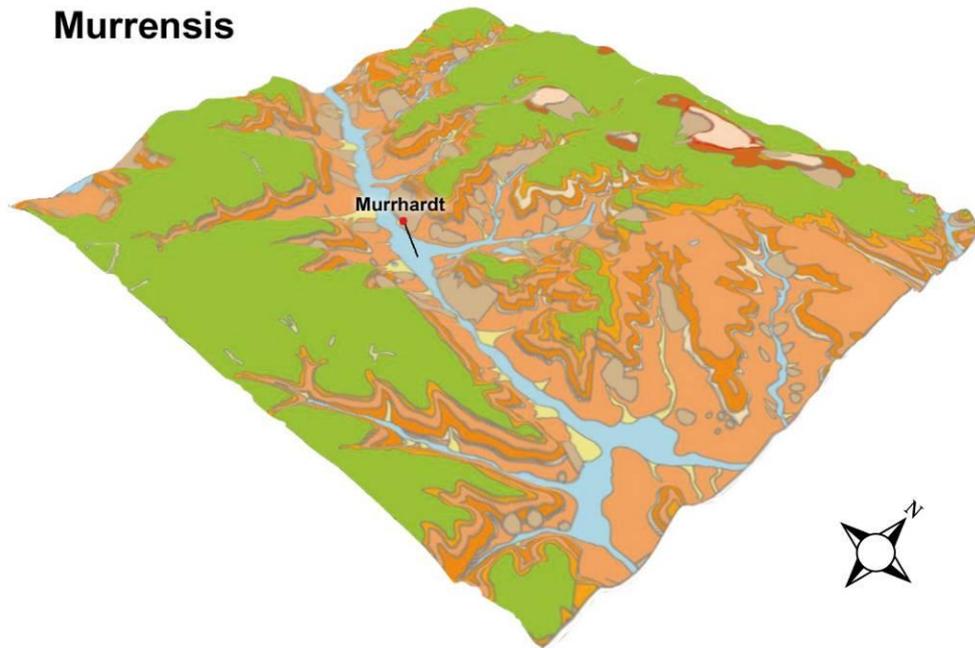




Murrensis



Integriertes kommunales Klimaschutzkonzept für die Stadt Murrhardt

Februar 2012

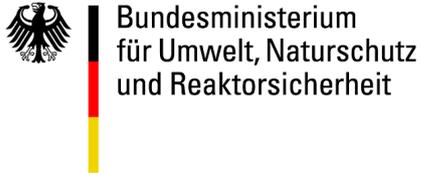
Auftraggeber: Stadt Murrhardt
Marktplatz 10
71540 Murrhardt

Konzeptersteller: Adapton Energiesysteme AG
Franzstraße 53, 52064 Aachen
www.adapton.de

Ingenieurbüro Bau + Energie Rolf Canters
Alte Schule Murrhärle 6, 71540 Murrhardt
www.bauplusenergie.de

Die Erstellung dieses Klimaschutzkonzeptes wurde gefördert durch die Bundesrepublik Deutschland, Zuwendungsgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Förderkennzeichen: 03KS0784.



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Ziele und Grundlagen	6
2.1.	Projektablauf.....	6
2.2.	Klimaschutzziele	6
2.3.	Datenquellen und Datenlage	7
3	Partizipation	9
3.1	Allgemein.....	9
3.2	Expertengespräche.....	9
3.3	Integration von Schülern und Studenten	9
3.4	Bildung von Mentoren für Kindergärten.....	9
3.5	Themenspezifische Workshops	11
3.6	Klimabeirat	15
4	Struktur des Untersuchungsraums	17
4.1	Allgemein.....	17
4.2	Flächenverteilung	17
4.3	Bevölkerung.....	18
4.4	Gebäudebestand	19
4.5	Beschäftigung und Wirtschaftsstruktur.....	21
4.6	Verkehr.....	21
4.7	Energieversorgungsstruktur.....	22
5	Energie- und CO₂-Bilanz	24
5.1	Allgemein.....	24
5.2	Vorgehensweise	24
5.3	Energiebilanz.....	26
5.4	CO ₂ -Bilanz.....	28
5.5	Fortschreibung.....	29
6	CO₂-Minderungspotentiale	31
6.1	Allgemein.....	31
6.2	Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs	32
6.3	Potentiale zur Senkung des Energieverbrauchs	33
6.4	Potentiale zum Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung	40
6.5	Potentiale zur Nutzung erneuerbarer Energien	42
6.6	Gesamte CO ₂ -Minderungspotentiale	58

6.7	CO ₂ -Minderungsziele	59
7	Controlling	62
7.1	Allgemein	62
7.2	Controlling der Klimaschutzziele	62
7.3	Energiemonitoring für die kommunalen Liegenschaften	68
7.4	Empfehlungen zur Umsetzung	73
8	Öffentlichkeitsarbeit	74
8.1	Allgemein	74
8.2	Struktur	74
8.3	Aktionen	75
8.4	Pressearbeit	78
8.5	Internet	79
9	Maßnahmenkatalog und Prioritäten	80
9.1.	Allgemein	80
9.2.	Maßnahmenkatalog	80
9.3.	Prioritäten	89
10	Zusammenfassung und Ausblick	90
	Literaturverzeichnis	94
	Abbildungsverzeichnis	97
	Tabellenverzeichnis	98
	Anhang 1: Ausführlicher Maßnahmenkatalog	
	Anhang 2: Dokumentation der Workshops	
	Anhang 3: Projektstudie „Ökologische und konventionelle Dämmstoffe im Vergleich“	

1 Einleitung

Eine umweltschonende, bezahlbare und sichere Energieversorgung ist sowohl für unsere heutige Gesellschaft als auch für das friedvolle Zusammenleben folgender Generationen von zentraler Bedeutung. Um sicher zu stellen, dass auch in Zukunft der Zugang zu Energie mit vertretbarem Aufwand, bei gleichzeitig geringerer Umweltbelastung und für eine wachsende Nutzeranzahl möglich sein wird, müssen bereits heute wichtige Entscheidungen und Maßnahmen für die zukünftigen Entwicklungen getroffen werden.

Globale politische Bestrebungen, diese Ziele zu erreichen, hatten ihre Anfänge bei der UN-Klimarahmenkonvention in Rio de Janeiro und dem Weltklimagipfel in Kyoto. So hat sich Deutschland beispielsweise im Kyoto-Protokoll das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2012 seine Treibhausgas-Emissionen um 21 % gegenüber dem Basisjahr 1990 zu reduzieren.

Um diese selbstgesteckten Klimaschutzziele erreichen zu können, ist es wichtig, geeignete gesetzliche Rahmenbedingungen zu schaffen. Als Beispiele können etwa das Erneuerbare-Energien-Gesetz oder das Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz angeführt werden.

In Zukunft werden Themen wie der Ausbau erneuerbarer Energien, die Steigerung der Energieeffizienz oder die energetische Gebäudesanierung immer wichtiger, wie Ende September 2010 die Veröffentlichung des Energiekonzeptes der Bundesregierung gezeigt hat [BMW i 2010].

Die praktische Umsetzung konkreter Klimaschutzmaßnahmen und somit die CO₂-Reduzierung erfolgt vor allem auf lokaler bzw. kommunaler Ebene. Wie das Beispiel der Stadt Murrhardt zeigt, sind sich die Städte und Gemeinden ihrer Verantwortung zum Klimaschutz durchaus bewusst.

In punkto Klimaschutz gibt es bereits eine Reihe von Einzelmaßnahmen - insbesondere bei der Nutzung der erneuerbaren Energien -, aber keinen systematischen Ansatz zur langfristigen, nachhaltigen Reduzierung von Treibhausgasen.

Als Einzelmaßnahmen sind bspw. zu nennen:

- Nahwärmeversorgung durch Biomassekessel
- Erstellung von Energieausweisen für kommunale Gebäude
- Aufbau eines Netzwerks „Murrhardter Energiekreis“
- Kostenlose Impulsenergieberatung für Gebäudeeigentümer
- Studie „Murrhardt regenerativ“ aus dem Jahr 2008
- Initiative zur Errichtung von Bürgersolaranlagen
- Gründung einer Energiegenossenschaft zur Finanzierung regenerativer Energieprojekte

Weiter in den Fokus rückt der Klimaschutz auch als Wirtschaftsfaktor, als Element zur regionalen bzw. kommunalen Wirtschaftsförderung und zur Steigerung der regionalen Wertschöpfung, vor allem im Hinblick auf das Handwerk und die Bauwirtschaft.

Mit der Erstellung eines umfassenden „integrierten kommunalen Klimaschutzkonzeptes“ (IKSK) möchte die Stadt Murrhardt auf den bisherigen Maßnahmen und vorhandenen Ansätzen in der Stadt aufbauen. Darüber hinaus hat das Konzept zum Ziel, alle energie- bzw. klimarelevanten Themen innerhalb der Kommune umfassend zu berücksichtigen, damit die Stadt letztlich eine effiziente, umweltfreundliche und nachhaltige Umweltpolitik

verfolgen kann. Dabei sollen insbesondere Ziele zur Minderung der CO₂-Emissionen festgelegt und konkrete Maßnahmen erarbeitet werden, wie und zu welchen Kosten diese Ziele zu erreichen sind.

Ein zentrales Element des IKSK ist die Partizipation, also die Beteiligung aller gesellschaftlichen Gruppen an der Erstellung des Konzeptes, etwa im Rahmen von Workshops oder Sitzungen.

Das integrierte kommunale Klimaschutzkonzept umfasst die folgenden wesentliche Arbeitsschritte:

- Status Quo-Analyse: Erfassung bisheriger Maßnahmen, Aufnahme der Gebietsstruktur
- Potentialermittlung: Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz, Potentialanalysen
- Maßnahmenentwicklung: Controllingkonzept, Öffentlichkeitsarbeit, Maßnahmenkatalog.

Wichtige Ziele des Klimaschutzkonzeptes sind:

- Reduzierung der CO₂-Emissionen in der Stadt Murrhardt durch die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen
- Anregung der Investitionstätigkeit und Steigerung der Wertschöpfung vor Ort
- Erhöhung der Energieeffizienz

Das Klimaschutzkonzept bildet somit die Grundlage für ein zukunftsorientiertes, auf den Klimaschutz ausgerichtetes Handeln in der Stadt Murrhardt.

Mit der Erarbeitung des Konzeptes wurde das Beratungsunternehmen Adapton Energiesysteme AG, Aachen in Kooperation mit dem Ingenieurbüro Bau+Energie Rolf Canters, Murrhardt beauftragt. Die Koordination des Projektes übernahm der Fachbereich 2 der Stadtverwaltung unter Führung des Ersten Beigeordneten Rainer Braulik. Gefördert wurde das Klimaschutzkonzept durch die Bundesrepublik Deutschland, vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

2 Ziele und Grundlagen

2.1. Projektablauf

Das Klimaschutzkonzept für die Stadt Murrhardt knüpft an zahlreiche bereits umgesetzte Klimaschutzmaßnahmen an. Mithilfe des Klimaschutzkonzeptes soll eine aktuelle und umfassende Grundlage für das Engagement der Stadt geschaffen werden. Aufbauend auf den bisherigen Maßnahmen wurden in Zusammenarbeit mit den relevanten Akteuren der Stadt weitere Maßnahmenprogramme und Handlungsempfehlungen für Murrhardt erarbeitet.

Die Arbeitsschritte zum methodischen und zeitlichen Vorgehen bei der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes wurden, in Anlehnung an die Vorgaben des Fördermittelgebers bzw. des Projektträgers Jülich, wie folgt festgelegt:

- Partizipative Begleitung der Prozesse:
 - Expertengespräche
 - Themenspezifische Workshops
 - Einberufung des Klimabeirats
- Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz:
 - Datenbeschaffung, Vorortbegehung, Bilanzierung
 - Konzept zur Fortschreibung
- Ermittlung der CO₂-Minderungspotentiale:
 - Vorortbegehung, Benchmarking, Bilanzierung
 - Potentiale erneuerbarer Energien
- Entwicklung des gesamtstädtischen Maßnahmenkatalogs:
 - Identifizierung geeigneter Maßnahmen
 - Auswahl konkreter Maßnahmen nach Absprache
 - Ermittlung von Wertschöpfungsgewinn und Wirtschaftlichkeit
- Konzept für ein Controlling-Instrument:
 - Energiecontrolling für die öffentlichen Liegenschaften
 - Controlling zur Einhaltung der Klimaschutzziele
- Öffentlichkeitsarbeit:
 - Konzeptentwicklung, Netzwerkbildung und Öffentlichkeitsarbeit
- Projektabschluss:
 - Abstimmung und Abgabe des Abschlussberichts
 - Abschlussveranstaltung

2.2. Klimaschutzziele

Die Festlegung konkreter Klimaschutzziele, beispielsweise die Reduzierung von Energieverbräuchen oder von CO₂-Emissionen, ist ein Beschluss von erheblicher Tragweite. Denn konkrete Zielfestlegungen, sofern sie sich nicht ausschließlich auf

kommunale Liegenschaften beziehen, betreffen letztlich alle Einwohner und Unternehmen einer Stadt. Daher sollte eine solche Festlegung nicht im Rahmen dieser Studie, sondern im politischen Raum diskutiert und letztlich durch den Rat der Stadt verabschiedet werden.

Das vorliegende Klimaschutzkonzept zeigt die Bandbreite auf, innerhalb derer sich die CO₂-Minderungsziele bewegen sollten. Eingegrenzt wird diese Bandbreite durch das technische Potential, welches bei der Festlegung konkreter CO₂-Minderungs- bzw. Klimaschutzziele berücksichtigt werden sollte (vgl. Kapitel 6).

Konkrete Ziele zum Schutz des Klimas können auf internationaler, nationaler oder lokaler Ebene vereinbart werden. Einige der wichtigsten bisher verabschiedeten Minderungsziele sind:

- Die Richtlinie des europäischen Parlamentes und des Rates, den Endenergiebedarf in den Mitgliedsländern innerhalb von neun Jahren (bis 2016) um mindestens 9 % zu senken [EU 2006].
- Die Zielvereinbarungen des Energiekonzeptes der Bundesregierung, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um 40 % gegenüber 1990 zu reduzieren [BMWi 2010].
- Die nationalen Vorgaben des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, bis zum Jahr 2020 einen Anteil der regenerativen Stromerzeugung von 25-30 % zu erreichen [EEG 2009] sowie des Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetzes, bis 2020 14 % der gesamten Wärmeerzeugung regenerativ zu erzeugen [EEWärmeG 2008].

2.3. Datenquellen und Datenlage

Für die Bearbeitung des Klimaschutzkonzeptes wurde umfassendes Datenmaterial verwendet, von Energieverbrauchsdaten bis zu Strukturdaten der Stadt. Die Beschaffung dieser Daten wurde in drei Stufen durchgeführt:

- Daten, die innerhalb der öffentlichen Verwaltung abrufbar und die zur Erstellung der Startbilanz notwendig sind (inkl. Daten des statistischen Landes- bzw. Bundesamtes).
- Daten, die mit vergleichsweise wenig Aufwand außerhalb der Verwaltung abrufbar und die von großem Nutzen sind; bspw. der Energieabsatz der Energieversorger bzw. Netzbetreiber.
- Daten, die nur mit vergleichsweise hohem Aufwand abrufbar sind; bspw. die Anzahl von Feuerstätten von den Schornsteinfegern, um den Holz- oder Heizölverbrauch genauer abzuschätzen zu können.

Bei der Datenrecherche wurde mit lokalen Akteuren wie Energieversorgungsunternehmen (EVU), Brennstoffhandel, Schornsteinfegern etc. zusammengearbeitet. Die im Rahmen der Datenerfassung beschafften Informationen wurden kategorisiert, auf Plausibilität geprüft und ggf. korrigiert. Bei Bedarf wurden die Datenlücken durch den Einsatz von Vergleichswerten und eigene Berechnungen vervollständigt.

Die folgende Matrix (Tabelle 1) stellt die erhobenen Daten dar.

Datenquelle Sektor	1. Stufe Öffentliche Verwaltung	2. Stufe EVU, Verkehrsbetriebe	3. Stufe Sonstige Quellen
Alle Sektoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einwohnerzahl → 1990 - 2009 liegt vor ▪ Beschäftigtenzahlen nach Branche → 1998-2007 liegt vor ▪ Katasterflächen → 2009 liegt vor 		
Haushalte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anzahl Wohngebäude und Wohnungen → 1990-2009 liegt vor 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erdgasverbrauch → 2005-2008 liegt vor ▪ Stromverbrauch → 2008 liegt vor 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbrauch sonstige Brennstoffe → abgeschätzt
Wirtschaft		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erdgasverbrauch → 2005-2008 liegt vor ▪ Stromverbrauch → 2008 liegt vor 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbrauch sonstige Brennstoffe → abgeschätzt
Öffentliche Verwaltung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energieverbrauch kommunaler Geb., inkl. öfftl. Beleuchtung etc. → 2001-2008 liegt vor ▪ Energieverbrauch z.B. Landesgebäude → entfällt 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbrauch sonstige Brennstoffe → 2008 liegt vor
Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zugelassene Fahrzeuge → 1990 - 2009 liegt vor 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fahrleistung, spez. Verbrauch, Treibstoffe für öffentlichen Personennah- und -fernverkehr → keine Angaben verfügbar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fahrleistung, spez. Verbrauch, Treibstoffe sonstiger Personen- und Güterverkehr → keine Angaben verfügbar

Tabelle 1: Übersicht der erhobenen Daten

Für das IKSK standen Strukturdaten und Verbrauchs- bzw. Absatzmengen der leitungsgebunden Energieträger Strom und Erdgas für unterschiedliche Zeiträume zur Verfügung. Verbrauchsmengen der nicht-leitungsgebundenen Energieträger, im Wesentlichen leichtes Heizöl und Holz, wurden auf Basis von Gesprächen mit den entsprechenden Akteuren und unter Einbeziehung statistischer Daten abgeschätzt.

Dagegen waren im Verkehrssektor so gut wie keine regionalen, geschweige denn lokalen Daten verfügbar. Erhebungen der Verkehrsleistung und des damit verbundenen Kraftstoffverbrauchs in der Region liegen nicht vor, und auch der Verkehrsverbund Stuttgart (VVS) erfasst die Verkehrsleistung nicht ortsscharf.

3 Partizipation

3.1 Allgemein

Im Unterschied zu früheren Energiekonzepten, die vielerorts häufig „von Experten für Experten“ geschrieben wurden, sollen bei integrierten kommunalen Klimaschutzkonzepten von Anfang an verschiedene gesellschaftliche Gruppen einbezogen werden. Dies dient dazu, die Klimaschutzmaßnahmen im Dialog mit den Bürgern¹ zu erstellen und möglichst breit zu verankern und bietet damit die Grundlage für den nachhaltigen Erfolg des Klimaschutzkonzeptes.

Bestandteile der Partizipation sind hierbei:

- Expertengespräche
- Integration von Schülern und Studenten
- Bildung von Mentoren für Kindergärten
- Themenspezifische Workshops sowie
- Einrichtung eines Beirates

Diese werden im Folgenden beschrieben.

3.2 Expertengespräche

Um Referenten und Experten für die Partizipation zu gewinnen, wurde bei Hochschulen, Behörden und NGOs angefragt. Mit Dr. Ulrich Fahl vom Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart sowie Frau Prof. Iris Lewandowski vom Lehrstuhl für nachwachsende Rohstoffe und Energiepflanzen der Universität Hohenheim wurde im Vorfeld zusammen gearbeitet. Die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt sowie das Landwirtschaftsamt unterstützten weitere Arbeiten. So erhub das Landwirtschaftsamt die Potentiale der biologischen Reststoffe von Land- und Viehwirtschaft.

3.3 Integration von Schülern und Studenten

Drei Schüler der 12. Klasse des Heinrich-von-Zügel-Gymnasiums wurden bei einer Seminararbeit begleitet. Sie gingen der Frage nach, in wie weit und mit welchen Mitteln die Stadt ihren Stromverbrauch mit Hilfe von erneuerbaren Energien selbst decken kann. Zwei Studenten der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf verglichen Gebäudedämmung mit jeweils 6 und 12 cm Polystyrol sowie Schilfrohr energetisch und ökonomisch. Nachwachsende Baustoffe wie Schilf binden nachhaltig CO₂ und tragen damit zum Klimaschutz bei.

3.4 Bildung von Mentoren für Kindergärten

Mit der vhs Murrhardt und zwei Kindergärten wurde das Projekt „KiNa - Kindergarten und Nachhaltigkeit“ durchgeführt. Das Projekt, das von der Umweltakademie BW und dem

¹ Um die Lesbarkeit zu vereinfachen wird auf die zusätzliche Formulierung der weiblichen Form verzichtet. Wir möchten deshalb darauf hinweisen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form explizit als geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

Städtetag gefördert und begleitet wird (www.nachhaltigkeit-im-Kindergarten.de), macht Kinder mit den Themen Natur und Umwelt vertraut. Zugleich wurden Unterrichtsmaterialien für Nachhaltigkeitsmentorinnen und -mentoren erarbeitet.



Abbildung 1: Kinder sammeln bei dem Projekt KiNa Erfahrungen mit Wasser, Sonne, Lehm und Feuer.

3.5 Themenspezifische Workshops

Es wurden Workshops zu verschiedenen Themenschwerpunkten durchgeführt. Dabei wurden Aktivisten sowie interessierte Bürger mit einbezogen. Die Workshops wurden in Zusammenarbeit mit externen Referenten von Verbänden der Wind- und Wasserkraft und Universitäten vorbereitet und moderiert. Die Durchführung der Workshops erfolgte gemäß folgendem Ablaufplan:

Vorgang	Inhaltliche Schwerpunkte	Methode, Hilfsmittel	Dauer
Vorbereitung	Projektteam (Adapton/IBE) arbeitet Thema und Fragestellungen aus und stimmt diese mit den Beteiligten ab. Adapton bzw. IBE stellt ggf. Unterlagen zusammen. Ansprechpartner in der Verwaltung laden Teilnehmer ein.		
1. Phase	Impulsvortrag zu Sachstand und ersten Ergebnissen von Adapton bzw. IBE.		ca. 10 min
2. Phase	1 - 2 Impulsvorträge von Experten beleuchten die Thematik prägnant.		je 20 – 35 min
Pause		Präsentation von Informationsmaterial und Arbeitskollagen	20 min
3. Phase	Workshops: Teilnehmer erarbeiten Zielsetzungen und gewünschte Ergebnisse. Sie legen ggf. Aufgaben zur weiteren Bearbeitung fest. Moderation durch Experten.	Brainstorming, Interview Moderationswand/ -materialien	ca. 60 min.
4. Phase	Berichterstattung aus den Arbeitsgruppen.		ca. 10 min
5. Phase	Podiumsdiskussion und gemeinsame Ergänzung der Maßnahmenkataloge. Moderiert durch Adapton bzw. IBE.		ca. 30 min
Begleitend	Erheben eines Stimmungsbildes.	Fragebogen	
Abschlussvermerk		Erstellen eines Presstextes	

Tabelle 2: Beispielhafter Ablaufplan eines Workshops

Für die Themenschwerpunkte wurden Vorschläge ausgearbeitet und mit dem Projektteam abgestimmt. Nachstehend sind Themen und Ergebnisse der Workshops kurz erläutert. Die Presstexte und die ausführliche Bilddokumentation sind im Anhang enthalten.



Abbildung 2: Eine umfangreiche Präsentation von Postern und Flyern sowie Arbeitskollagen informierten in den Pausenzeiten

3.5.1 Naturparkverträgliche Wind- und Wasserkraft, Potentiale und Möglichkeiten

Ziel des ersten Workshops war es, die lokalen Akteure über naturparkverträgliche Wind- und Wasserkraft zu informieren und mit ihnen zu diskutieren. Rolf Canters war es dabei wichtig, Rechengrößen zu hinterfragen, beispielsweise die unterschiedlichen Kennzahlen von EU, Bund und Land bezüglich der statistischen Erhebung von Emissionsdaten bei der Stromerzeugung.

Der Experte Julian Eicher, von der Arbeitsgemeinschaft Wasserkraftwerke, hielt einen informativen Impulsvortrag „Wasserkraft - Alte Energie mit neuer Zukunft“. Er empfahl, nahe am Verbrauch zu produzieren. Das schaffe Abhängigkeiten ab, generiere Einkommen und trage zum Klima- und Naturschutz bei.

Der Experte Reinhold Wahler, vom Bundesverband Windenergie e.V, gab Impulse zur „regionalen Nutzung der Windkraft mit bestmöglicher Bürgerbeteiligung.“ Er prognostizierte beste Entwicklungen, bremste jedoch überzogene Erwartungen. Nach einer Studie im Auftrag seines Verbandes könnten Windanlagen auf 2% der Landesfläche 65% des Strombedarfs decken. Die Akzeptanz von Anlagen sei in Waldgebieten höher als auf freier Fläche.

Die beiden anschließenden Workshops „Die kleine Wasserkraft: Chancen und Risiken, Hemmnisse und Motivation“ sowie „Naturparkverträgliche Windkraft: Himmlische Energie oder Vogelhäcksler? Standortsuche, Möglichkeiten, Hemmnisse und Risiken“ fanden gleichermaßen Interesse. Hier wurden bestehende Maßnahmen erläutert und wichtige Akteure sowie good-practice Beispiele genannt. Handlungsbedarf, was Landkreis, Stadt und Region tun können, wurde ausgemacht und Probleme bzw. Hemmnisse wurden diskutiert.

Für die kleine Wasserkraft wurde der größte Bedarf zum Handeln in der Potentialanalyse vor Ort gesehen. Bei der naturparkverträglichen Windkraft wurde allgemein viel Handlungsbedarf ausgemacht, von der Akzeptanz auf allen Ebenen, über die Sozialverträglichkeit bis zur interkommunalen Zusammenarbeit. Der Umsetzung stehen der Natur- und Artenschutz ebenso entgegen, wie Flurschäden und Emissionen. Auch hier gab es Impulse des Experten, der den Anwesenden eine Pachtmöglichkeit für Grundstücke vorstellte, von der möglichst viele profitieren. Er führte das jüngst verabschiedete bayerische Energiekonzept als gutes Beispiel an. Auf die Frage nach der Rentabilität von Kleinwindanlagen antwortete er, dass sie im Süden äußerst schwierig profitabel zu betreiben seien.

3.5.2 Effiziente KWK- und Abwärmelösungen für Handwerk und Industrie in Murrhardt

Ziel des zweiten Workshops war es, konkrete Anwendungen von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)/Abwärme/Nahwärme in Murrhardt zu diskutieren und den Anwesenden Fragen zu beantworten.

In Murrhardt gibt es sehr wenig Industrie bzw. größeres produzierendes Gewerbe, jedoch viele Mehrfamilienhäuser und einige dicht bebaute Siedlungen, die als Wärmesenken anzusehen sind, ebenso die Altenheime und öffentliche Einrichtungen. Deshalb wurden zwei Stoßrichtungen unterschieden:

Abwärme und KWK innerhalb von (kleineren) Betrieben aus Gewerbe und Handwerk, z.B. Bäcker und Metzger.

Abwärme und KWK für Nahwärmelösungen, d.h. über Betriebsgrenzen hinweg.

Zum inhaltlichen Beginn erläuterte Dr. Ulrich Fahl vom Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart Grundlagen und Anwendungsbeispiele der KWK. Blockheizkraftwerke (BHKW) kämen für Murrhardt in Frage. Allerdings sei eine erdgasgeführte KWK-Anlage nur eine Brückentechnologie, da sie nicht klimaneutral sein kann.

Den zweiten Impulsvortrag hielt Dipl.-Phys. Klaus Ried von NET Neue Energie-Technik GmbH über Abwärmenutzung im Gewerbe, Fallbeispiele und Fördermittel. Er fokussierte Bäckereien und BHKW mit Klärgas und forderte eine neue Energiestrukturpolitik.

In den beiden Workshops wurden Themen wie Vorzeigeprojekte, Hemmnisse und Handlungsbedarf intensiv bearbeitet. Beim Workshop „Praktische Anwendung von Mikro-BHKW und Abwärmenutzung“ wurde festgestellt, dass ein Mustervertrag für Mehrfamilienhäuser entworfen, der Kontakt zur Landwirtschaft intensiviert und Nahwärme solar nachgerüstet werden sollten.

Beim Workshop „Wärme zu verkaufen - Nahwärmeinseln in Murrhardt“ wurde erarbeitet, dass man Unternehmer auch emotional erreichen kann, damit sie ihre Renditegrenzen ausweiten. Nötig sei ein klares, langfristiges Konzept für Fernwärme. In ferner Zukunft sollte auch in Murrhardt eine Nahwärmesatzung angedacht werden. Für Planungssicherheit sollte der Nahwärmepreis an den Holzhackschnitzel-, Heizöl- und Gaspreis gekoppelt werden. Schließlich sollten die Stadtwerke Übergangslösungen anbieten und darüber informieren (zu wenige wüssten, dass sie auch Leihgeräte einbauen könnten).

Die anstehende Heizungssanierung von vier Gebäuden um den Klosterhof gab Anlass, über den Ausbau des kleinen Nahwärmenetzes von Rats- und Amtshaus nachzudenken und ein solar gestütztes BHKW zu integrieren.



Abbildung 3: Alle Veranstaltungen waren gut besucht

3.5.3 Biomasse aus Holz und Schilf

Fragen des dritten Workshops waren, welchen Beitrag Handwerk, Land- und Forstwirtschaft in Murrhardt zum Klimaschutz und einer regenerativen Energieversorgung leisten können? Es ging um den Meinungs austausch und das gemeinsame Erarbeiten von Handlungsoptionen für die nachhaltige Nutzung von regionaler Biomasse. Wie kann die Nutzung traditioneller Baustoffe wie Schilf oder Holz und anderer Biomasse optimiert werden? Neben Entscheidern und interessierten Bürger waren diesmal auch Handwerker, Land- und Forstwirte geladen.

Dr. Gerald Kändler von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg in Freiburg gab in seinem Vortrag Impulse zu „Nachhaltig optimierter Holz- und Forstwirtschaft“. Eine aktuelle Statistik belegt, dass die Energiebindungsleistung des gesamten Waldes in Baden-Württemberg der von fünf Atomkraftwerken entspricht. Holz zur Energieproduktion sei allerdings nicht frei verfügbar. So waren Flächennutzungskonflikte auch Thema in der anschließenden Diskussion. Die landwirtschaftlichen Flächen sind mit gut 30% sehr begrenzt und um 10% geringer als im Landesdurchschnitt. Dafür verfügt die Stadt über fast 55% Waldfläche.

Georg Enssle vom Geschäftsbereich Landwirtschaft im Landratsamt Waiblingen wies in seinem Vortrag „Energieeffizienz durch nachwachsende Rohstoffe“ auf die regionale Wertschöpfung durch Bioenergie hin: von 100,- € Investition blieben 56,- € in der Region; bei Heizöl seien es nur 16,- €.

Er stellte die Flächenverbrauchswerte verschiedener regenerativer Energieerzeugungssysteme – von Photovoltaik bis Gas aus Gülle – nebeneinander. Informationen zur Solarthermie ergänzte der Energieberater Rolf Canters. Diese sei um

den Faktor drei effizienter als Photovoltaik. Das Fokussieren der Präsentation von Enssle auf Energiewerte, ohne Rentabilitätswerte führte zu vielen Diskussionen. Aus dem Publikum wurde darauf hingewiesen, dass beim Maisanbau der Boden ausgezehrt werde. Nach einer Studie des Umweltministeriums stehe Mais wegen der Lachgasproduktion unter dem Aspekt Klimaschutz genauso schlecht wie Heizöl da.

Anders als wie bei den vorangegangenen Veranstaltungen wurde nun direkt diskutiert. Von einem der Gastgeber wurden Biogasanlagen heftig kritisiert. Nachdenklich machte auch, dass bisher etwa 2/3 der Biogasanlagen die Wärme nicht nutzen – das wolle man in Murrhardt besser machen. Statt eines geplanten neun Meter hohen Damms in der Nähe des Göckelhof schlug Rolf Canters dezentrale Kleinspeicher in den Klingen (kleine Schluchten) im Wald vor. Schilf entlang der Bachläufe und Kurzumtrieb auf Sturmflächen könnten Biomasse für eine Biogasanlage liefern.

Der Gastgeber wies auch darauf hin, dass auf seinem Grundstück Wasserkraft historisch eingesetzt worden war.

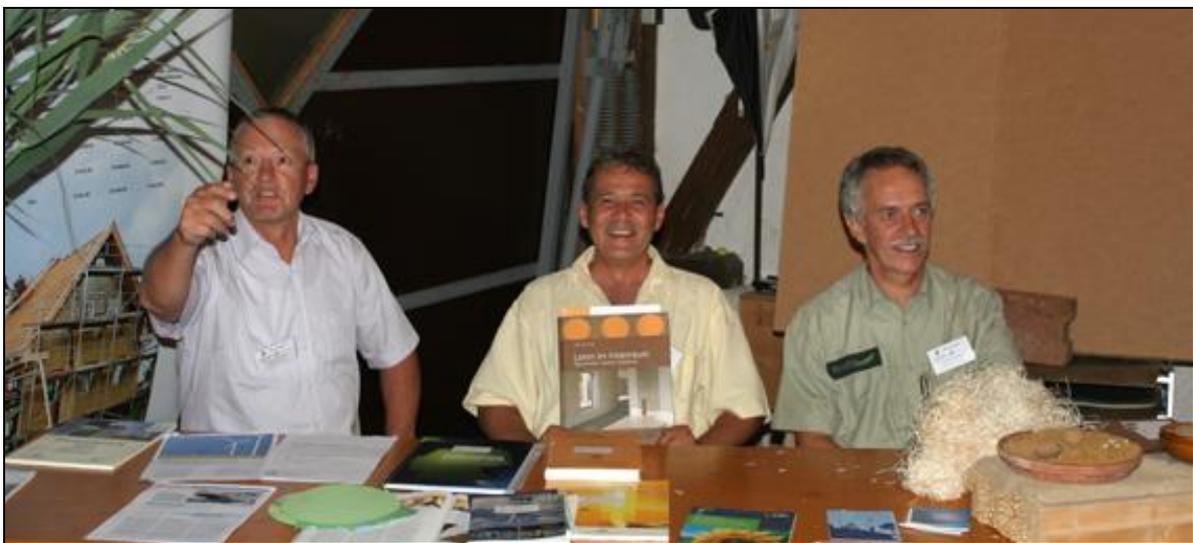


Abbildung 4: Die gut gelaunten Referenten des dritten Workshops: Georg Enssle, Rolf Canters, Dr. Gerald Kändler

3.6 Klimabeirat

Um die Akzeptanz der im Rahmen des IKSK entwickelten Maßnahmen innerhalb des kommunalen Gemeinwesens zu gewährleisten, wurde ein Beirat unter Einbeziehung der Ratsfraktionen und geeigneter Experten einberufen.

Zielsetzungen bei der Zusammensetzung/Bildung des Beirates waren:

- Integration aller relevanten Organisationen und Entscheidungsträger
- Vorbereitung der Maßnahmenumsetzung im Anschluss an die Erstellung des IKSK

Nach der ersten Sitzung des Klimabeirates wurde von den Fraktionsvorsitzenden beschlossen, dass die Funktion zur Steuerung der weiteren Ziele aus den Ergebnissen der Fortschreibung des Klimaschutzkonzepts zukünftig der Ausschuss für Technik, Landwirtschaft und Umwelt (ATU) oder der Werksausschuss Stadtwerke übernehmen soll.

Wichtige Aufgaben dieses Gremiums sind:

- Steuerung und Fortführung des Klimaschutzkonzeptes
- Auswahl der Maßnahmenschwerpunkte
- Koordination der Maßnahmenumsetzung
- Kontinuierliche Verfolgung der Klimaschutzziele
- Diskussion aktueller Klima- und Energiethemen

4 Struktur des Untersuchungsraums

4.1 Allgemein

Die baden-württembergische Kleinstadt Murrhardt gehört zum Rems-Murr-Kreis und ist von Stuttgart aus in ca. 40 km in nordöstlicher Richtung zu erreichen. Die Stadt mit ihren knapp 14.000 Einwohnern liegt im Zentrum des Schwäbisch-Fränkischen Waldes am Oberlauf der Murr. Mit seinen 29 Stadtteilen und Teilorten sowie seinen kleinräumigen ländlichen Besiedlungsstruktur kann Murrhardt als stark zersplitterte Flächengemeinde bezeichnet werden, was typisch für die Region ist [Stadt Murrhardt 2010]. Diese Merkmale spiegeln sich letztlich auch in der Energie- und CO₂-Bilanz der Stadt wieder.

Abbildung 5 zeigt eine Karte des Stadtgebietes Murrhardt.

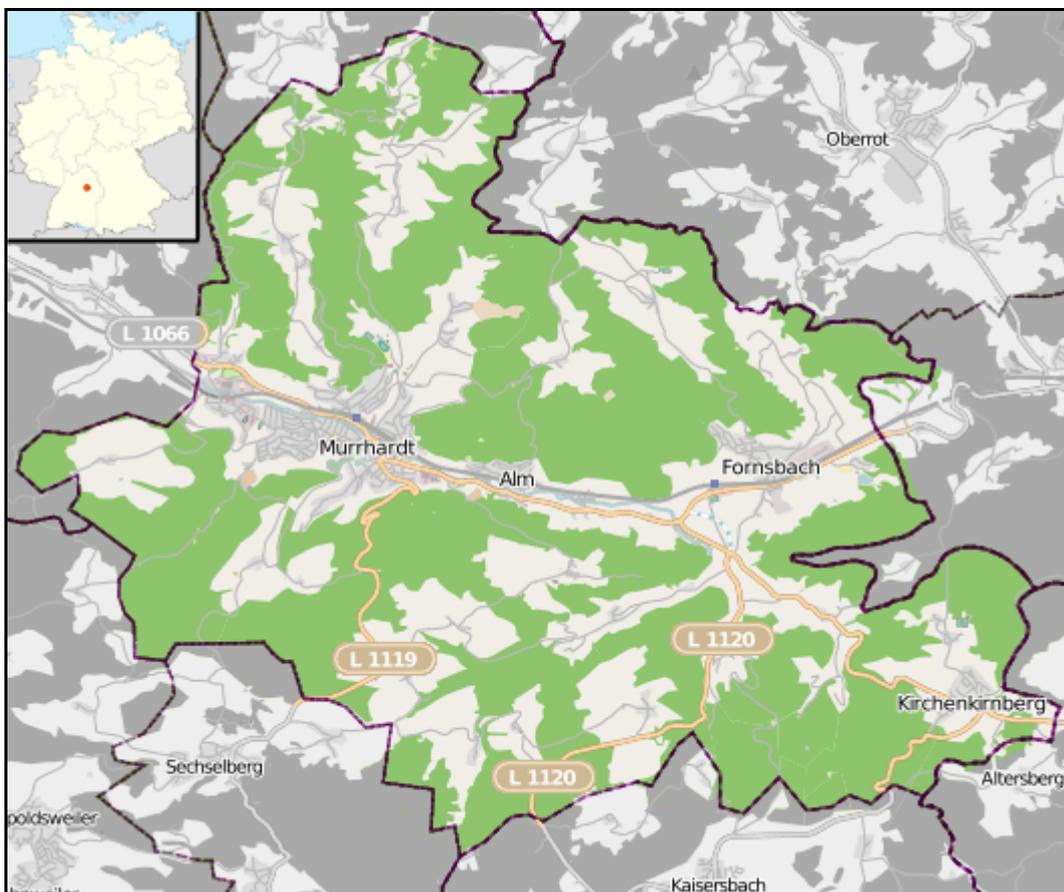


Abbildung 5: Karte der Stadt Murrhardt
[OpenStreetMap 2011, Wikimedia 2011, eigene Darstellung]

Anhand der Karte ist der hohe Waldanteil in Murrhardt sehr deutlich erkennbar. Die weitere Flächenverteilung in Murrhardt wird im nächsten Kapitel erläutert.

4.2 Flächenverteilung

Die gesamte Fläche der Stadt Murrhardt umfasst rund 7.113 ha. Die Aufteilung der Katasterfläche nach Art der Nutzung zeigt Abbildung 6.

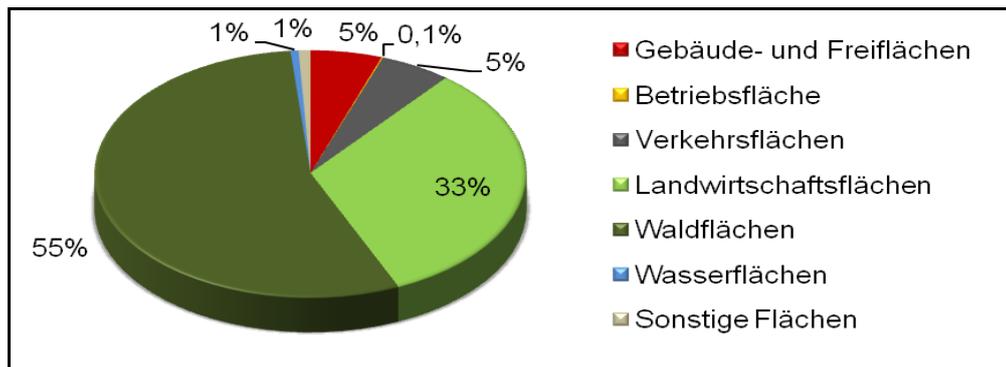


Abbildung 6: Flächenverteilung der Katasterfläche nach Art der Nutzung 2008 [StLA BW 2011]

Anhand der Abbildung wird deutlich, dass die Waldflächen mit 55 % und die Landwirtschaftsflächen mit 33 % den Großteil der Flächen in Murrhardt ausmachen. Darüber hinaus sind nur noch die Gebäude- und Freiflächen sowie die Verkehrsflächen mit einem Anteil von jeweils rund 5 % nennenswert. Tabelle 3 zeigt die Aufteilung der Katasterfläche nach Art der Nutzung in Hektar an.

Katasterflächen (2010)	in ha
Gebäude- und Freiflächen	384
Betriebsfläche	7
Verkehrsflächen	384
Landwirtschaftsflächen	2.311
Waldflächen	3.926
Wasserflächen	42
Sonstige Flächen	64
Gesamte Fläche	7.113

Tabelle 3: Katasterfläche nach Art der Nutzung 2008 [StLA BW 2011]

4.3 Bevölkerung

Im Jahr 2009 waren in Murrhardt 13.968 Personen gemeldet. Die Bevölkerungsentwicklung Murrhardts verlief von 1990 mit 13.928 Personen bis zum Jahr 1994, als die Bevölkerungsanzahl mit 14.465 Personen ihren Höchststand erreichte, positiv. Von 1994 bis zum Jahr 2004 schwankte die Anzahl und erreichte in 2004 mit 14.435 Personen fast den Wert von 1994. Seit 2004 nimmt die Bevölkerungszahl stetig ab [StLA BW 2010].

Aufgrund des fortschreitenden demographischen Wandels kann in Murrhardt zukünftig von einem leichten Bevölkerungsrückgang ausgegangen werden. Im „Demographiebericht Murrhardt“ der Bertelsmann Stiftung wird, basierend auf den Bevölkerungszahlen von 2009, von einem Rückgang der Bevölkerung bis zum Jahr 2020 von 0,8 und bis zum Jahr 2030 von ca. 2,3 % ausgegangen. Nach dieser Prognose wird im Jahr 2030 die Bevölkerungszahl in Murrhardt bei etwa 13.620 Personen liegen [Bertelsmann 2011].

Dieser Bevölkerungsrückgang wird bei der Berechnung des zukünftigen Energieverbrauchs in Murrhardt mit berücksichtigt.

4.4 Gebäudebestand

Wohngebäude

Der Wohngebäudebestand in Murrhardt ist aufgrund der ländlichen Besiedelung sehr stark von Ein- und Zweifamilienhäusern geprägt. Deutlich wird dies anhand der Tabelle 4.

Typ	Anzahl Gebäude	Anteil (%)	Anzahl-Wohnungen	Wohnfläche (m ²)
Einfamilienhaus	1.753	54	1.753	210.360
Zweifamilienhaus	907	28	1.814	145.120
Drei- und Mehrfamilienhaus	561	17	2.711	216.880

Tabelle 4: Wohngebäudebestand und Wohnfläche in Murrhardt 2009 [StLA BW 2011]

Etwa 54 % aller Wohngebäude in Murrhardt sind Einfamilienhäuser. Zweifamilienhäuser machen einen Anteil von 28 % aus. Drei- und Mehrfamilienhäuser sind mit einem Anteil von 17 % vertreten, auf die aber 38 % der Wohnfläche entfallen. Ermittelt wurde die Wohnfläche anhand der Anzahl der Wohnungen und durchschnittlichen Wohnungsgrößen von 80 bzw. 120 m² Wohnfläche für Einfamilienhäuser [StLA BW 2011]. Die Abweichung dieser Werte zur von StLA BW genannten Wohnfläche liegt unter 1 Promille, die Hochrechnung ist damit sehr genau.

Der Wohngebäudebestand Murrhardts kann näherungsweise mithilfe der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt beschrieben werden [IWU 2003, IWU 2011]. In der Gebäudetypologie sind in Abhängigkeit vom Baujahr so genannte Baualtersklassen definiert und alle Wohngebäude in Deutschland mit Wohnflächen und Wohneinheiten einer dieser Klassen zugeordnet. Gebäude einer Baualtersklasse weisen in der Regel vergleichbare Bauweisen und baulichen Wärmeschutz auf. Durch Zuordnung des Wohngebäudebestandes einer Kommune zu den Baualtersklassen lassen sich Rückschlüsse auf den durchschnittlichen Sanierungsbedarf in der Kommune ziehen².

Für Murrhardt liegen jährliche Angaben zum Gebäudebestand seit 1990 vor [StLA BW 2011]. Für die Zeit vor 1990 wurde daher für eine erste Abschätzung im Rahmen des IKSK die bundesdeutsche Verteilung auf Murrhardt übertragen.

In Abbildung 7 ist die Anzahl der Wohngebäude in Abhängigkeit von der Baualtersklasse und dem Gebäudetyp dargestellt. Die verwendeten Abkürzungen bedeuten:

- EFH/ZFH/RH: Ein-/Zweifamilienhaus/Reihenhaus
- MFH: Mehrfamilienhaus

² Dies ist natürlich eine Vereinfachung, da ein Teil der Gebäude nicht mehr im ursprünglichen Zustand ist, sondern nachträglich wärmegeklämmt oder mit anderen Fenstern ausgestattet wurde. Im Vergleich zum Gebäudebestand ist der Anteil der sanierten Gebäude aber noch klein, so dass diese Vereinfachung im Rahmen der Studie zulässig ist.

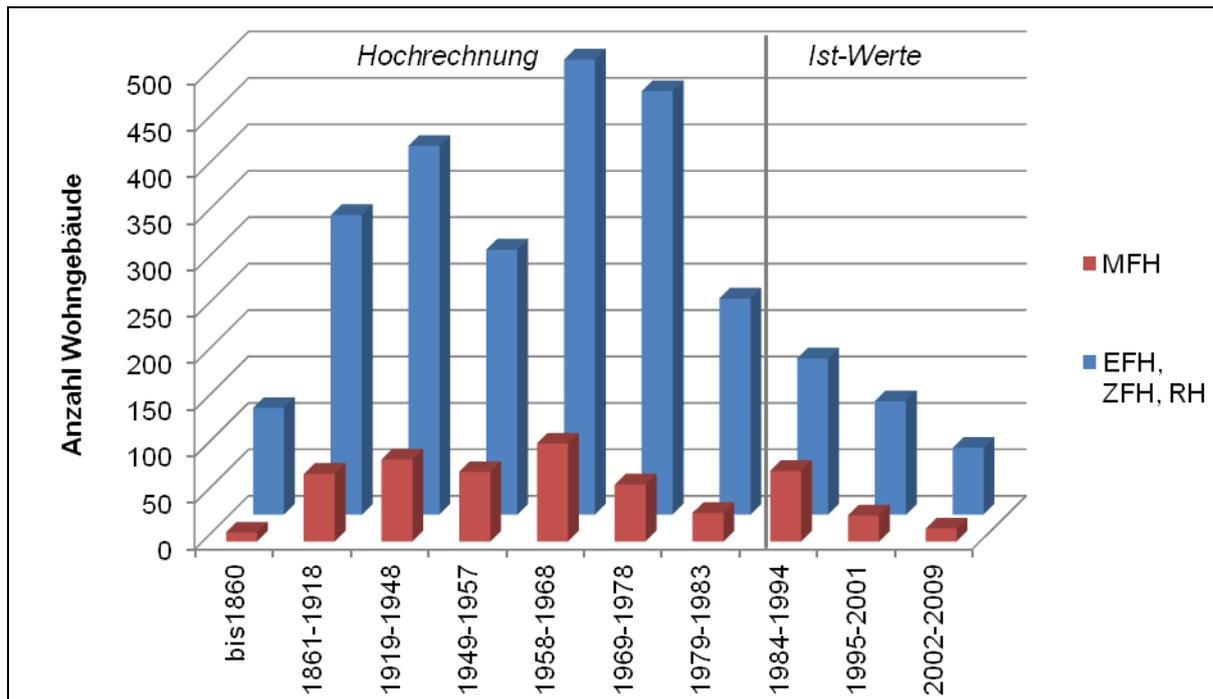


Abbildung 7: Aufteilung der Wohngebäude nach Baualtersklassen und Gebäudetypen [eigene Darstellung]

Es wird deutlich, dass

- seit Inkrafttreten der Wärmeschutzverordnung von 1994 lediglich 7,3 % (EFH/ZFH/RH) bzw. 7,5 % (MFH) der Gebäude errichtet wurden,
- der Großteil aller Gebäude daher vergleichsweise schlecht gedämmt ist,

Da für die Wärmeversorgung der Wohngebäude über 70 % der Heizenergie in Murrhardt aufgewendet werden muss, ergibt sich hieraus ein wichtiges Handlungsfeld.

Kommunale Liegenschaften

Das Fachteam Immobilienmanagement der Stadtverwaltung betreibt und unterhält die kommunalen Liegenschaften sowie die öffentliche Beleuchtung der Stadt Murrhardt. Im Jahr 2009 waren es 24 größere Gebäude. Tabelle 5 gibt darüber einen Überblick.

Gebäude	Anzahl
Verwaltung	1
Schulen	4
Kindergärten	5
Freizeit-/Sportstätten	4
Versammlungshallen	4
Sonstige	6
Gesamt	24

Tabelle 5: Städtische Gebäude in Murrhardt [Fachteam Immobilienmanagement 2011]

Sonstige Nichtwohngebäude

Einen ersten Hinweis auf die bebauten Grundflächen liefern die Angaben zu den Katasterflächen. Die Gebäude- und Freifläche für Gewerbe und Industrie beträgt etwa 44 ha [StLA BW 2011].

Eine Datenabfrage bei der Stadt Murrhardt hat ergeben, dass es ca. 5,3 ha an bebauter Gebäude- und Freifläche für öffentliche Zwecke, 5,5 ha bebaute Gebäude- und Freifläche für Gewerbe und Industrie, 15,8 ha Gebäude- und Freifläche für Land- und Forstwirtschaft sowie 2,1 ha ungenutzter Gebäude- und Freifläche gibt [Stadt Murrhardt 2011].

Als Hinweis kann vorweggenommen werden, dass im Bericht insbesondere die überbauten Flächen zur Potentialberechnung erneuerbarer Energien verwendet werden.

4.5 Beschäftigung und Wirtschaftsstruktur

Am Arbeitsstandort Murrhardt waren im Jahr 2008 3.383 sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer gemeldet. Eine Auflistung der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen ist in Tabelle 6 dargestellt.

Wirtschaftszweige	Beschäftigte	Anteil (%)
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, sowie ohne Angabe	9	0,3
Produzierendes Gewerbe (B-F)	1813	53,6
Handel, Verkehr und Gastgewerbe (G-I)	431	12,7
Sonstige Dienstleistungen (J-U)	1130	33,4
Insgesamt	3.383	100

Tabelle 6: Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer am Arbeitsort 2008
[StLA BW 2011]

Der primäre Sektor (Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei) spielt in Murrhardt mit einem Beschäftigtenanteil von 0,3 % eine sehr untergeordnete Rolle. Die Beschäftigtenzahlen im sekundären Sektor weisen mit einem Anteil von 53,6 % einen, im Vergleich zum Land Baden-Württemberg (38,6 %), hohen Anteil auf [Bertelsmann 2011]. Mit rund 46 % ist der Dienstleistungssektor ebenfalls von großer Bedeutung. Allerdings ist hierbei zu beachten, dass die Statistik Beschäftigte unabhängig vom Umfang des Beschäftigungsverhältnisses erfasst und dass es insbesondere im Bereich Handel viele Teilzeitstellen gibt. Die Bedeutung des tertiären Sektors reduziert sich somit leicht.

4.6 Verkehr

Die Stadt Murrhardt ist durch diverse Landes- und Kreisstraßen sowie durch die Murrbahn mit dem Umland verbunden. Stuttgart ist sowohl mit dem PKW in rund 50 min zu erreichen; mit der Bahn sogar in knapp unter 45 min, wobei vereinzelt Züge es sogar in unter 40 min schaffen.

Die Anzahl der zugelassenen Kraftfahrzeuge in Murrhardt ist in der nachfolgenden Tabelle abgebildet.

Typ	Anzahl	Anteil (%)	je EW
Pkw	6.813	79,0	0,49
Krafträder	791	9,1	0,06
Lkw	303	3,5	0,02
Zugmaschinen	616	7,1	0,04
Übrige Kfz	97	1,3	0,01
Insgesamt	8.620	100,0	0,62

Tabelle 7: Bestand an Kraftfahrzeugen 2008 [StLA BW 2011]

Der Anteil der Pkw je Einwohner liegt mit einem Wert von 0,49 im bundesdeutschen Mittel. Dieser moderate Wert kann - trotz des negativen Pendlersaldos von 1.219 Personen - wahrscheinlich mit der bestehenden Bahnverbindung in Verbindung gebracht werden [StLA BW 2011].

Für den nicht schienengebundenen Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) im Stadtgebiet Murrhardt ist das RBS-ServiceCenter Backnang zusammen mit regionalen Busunternehmen sowie dem Omnibusunternehmen BÖLTZ zuständig. Von 1. Mai bis 3. Oktober erschließt der „LIMES-BUS“ mit den RBS-Linien 375 und 376 als „Freizeitlinien“ den Schwäbischen Wald. Die Limes-Busse sind mit einem Fahrradanhänger ausgestattet und tragen so zur Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs bei [Stadt Murrhardt 2011].

4.7 Energieversorgungsstruktur

Allgemein

Die Energieversorgung der Stadt Murrhardt erfolgt über leitungsgebundene und nicht-leitungsgebundene flüssige und feste Energieträger.

Die Grundversorgung der Stadt Murrhardt mit elektrischer Energie übernimmt die Süwag Energie AG. Die Versorgung mit Erdgas und Nah-/Fernwärme wird durch die Stadtwerke Murrhardt sichergestellt. Weitere Energieversorger in Murrhardt sind die regionalen Brennstoffhändler.

Nicht-leitungsgebundene Energieträger wie Heizöl, Flüssiggas, Holz, Kohle und Koks werden durch den lokalen und regionalen Brennstoffhandel bereitgestellt.

Die folgende Tabelle zeigt eine vereinfachte Übersicht über die Struktur der Energieversorgung in Murrhardt.

	Süwag Energie AG (Netzbetreiber: Süwag Netz GmbH)	Stadtwerke Murrhardt (auch Netzbetrei- ber)	Brennstoffhandel
Strom	•		
Erdgas		•	
Fern/Nahwärme		•	
Heizöl			•
Flüssiggas			•
Holz, Kohle, Koks			•

Tabelle 8: Übersicht über die Energieversorger in Murrhardt

Nahwärmeversorgung

Die Stadtwerke betreiben 14 Wärmeversorgungsanlagen in Murrhardt, die u.a. durch Holzhackschnitzel befeuert werden. Angeschlossen sind vor allem kommunale Liegenschaften. Neu errichtet werden soll zudem ein Nahwärmenetz für die Weststadt.

Nutzung erneuerbarer Energien

Im Jahr 2010 speisten in Murrhardt drei Biomasseanlagen und eine Klärgasanlage EEG-Strom ein. Die Anzahl an Photovoltaikanlagen betrug Ende 2010 202 Stück mit einer installierten Leistung von 3.289 kWp. Weiterhin wird in Murrhardt ein Wasserkraftwerk mit 15 kW installierter Leistung nach EEG-Vergütung betrieben.

Zahlen zur Nutzung erneuerbaren Energien bei der Wärmebereitstellung sind nur vereinzelt verfügbar. Zwischen 2001 und 2009 wurden 261 geförderte solarthermische Anlagen mit einer Kollektorfläche von 2.241 m² errichtet.

Weitere Informationen zur erzeugten Energiemenge und den entsprechenden Anlagen können dem Kapitel 6 entnommen werden.

5 Energie- und CO₂-Bilanz

5.1 Allgemein

Die Zielsetzungen zur Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz für Murrhardt waren u.a.:

- Aufzeigen der Ist-Situation in Murrhardt
- Erstellung einer Grundlage zur Ermittlung von Einsparpotentialen und zur Fortschreibung der Bilanzen
- Voraussetzungen für Förderprojekte bzw. Fördermöglichkeiten schaffen (bspw. European Energy Award)
- Schaffung einer Entscheidungshilfe und eines Kommunikationsinstruments für die Umsetzung der „richtigen“ Klimaschutzmaßnahmen

Wir möchten darauf hinweisen, dass in der vorliegenden CO₂-Bilanz nur die Emissionen bilanziert werden, die durch direkte Energienutzung in Murrhardt entstanden sind. Eine vollständige Bilanz der Treibhausgasemissionen, die durch die Murrhardter Bürger entstehen, müsste eine Reihe weiterer Aspekte beleuchten, die bei diesem Projekt aufgrund des hohen Bearbeitungsaufwand außen vor bleiben. Die wichtigsten davon sind:

- Emissionen anderer Treibhausgase, vor allem Lachgas (Landwirtschaft) und Wasserdampf
- Emissionen, die aus Erzeugung, Transport und Entsorgung von Baustoffen, Konsumgütern und Nahrungsmitteln resultieren

5.2 Vorgehensweise

Als Grundlage für die Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz werden die Gebietsstruktur und die wesentlichen Charakteristika in Murrhardt erfasst. Darauf aufbauend werden Daten zur Bilanzierung abgefragt, aufbereitet und anschließend ausgewertet.

Die Vorgehensweise zur Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz umfasst die Schritte:

- Datenbeschaffung inkl. Plausibilitätsprüfung
- Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz
- Analyse und Aufbereitung der Ergebnisse

Für die Bilanzierung werden u.a. folgende Daten erfasst:

- Energieversorgungsstruktur, Einsatz erneuerbarer Energien und Energieverbrauch
- Bevölkerung und Wohngebäudestruktur
- Bestand an Heizungsanlagen
- Beschäftigung und Wirtschaftsstruktur
- Verkehrsstruktur mit ÖPNV

Zur Verwaltung der erhobenen Daten sowie zur Analyse und Bilanzierung wurde eine eigene Lösung auf Basis von MS-Excel erstellt und eingesetzt. Die zugrundeliegenden Emissionsfaktoren für die Berechnung stammen aus GEMIS, ECORegion und weiteren anerkannten Quellen.

Die Bilanzierung erfolgt anhand der Methodik „Zuordnung auf Energieträger“ und umfasst als Bilanzraum die Stadt Murrhardt.

Abbildung 8 zeigt ein vereinfachtes Schaubild des Bilanzierungsraums. Die Bilanzierung berücksichtigt den Energieeinsatz von Strom, Brennstoffen sowie Solar- und Umweltenergie. Weiterhin werden Strukturdaten zu Bevölkerung, Beschäftigung und Verkehr berücksichtigt. Die Umwandlung des Energieeinsatzes im Bilanzierungsraum, bspw. in Blockheizkraftwerken (BHKW) oder Heizwerken, wird nicht näher betrachtet.

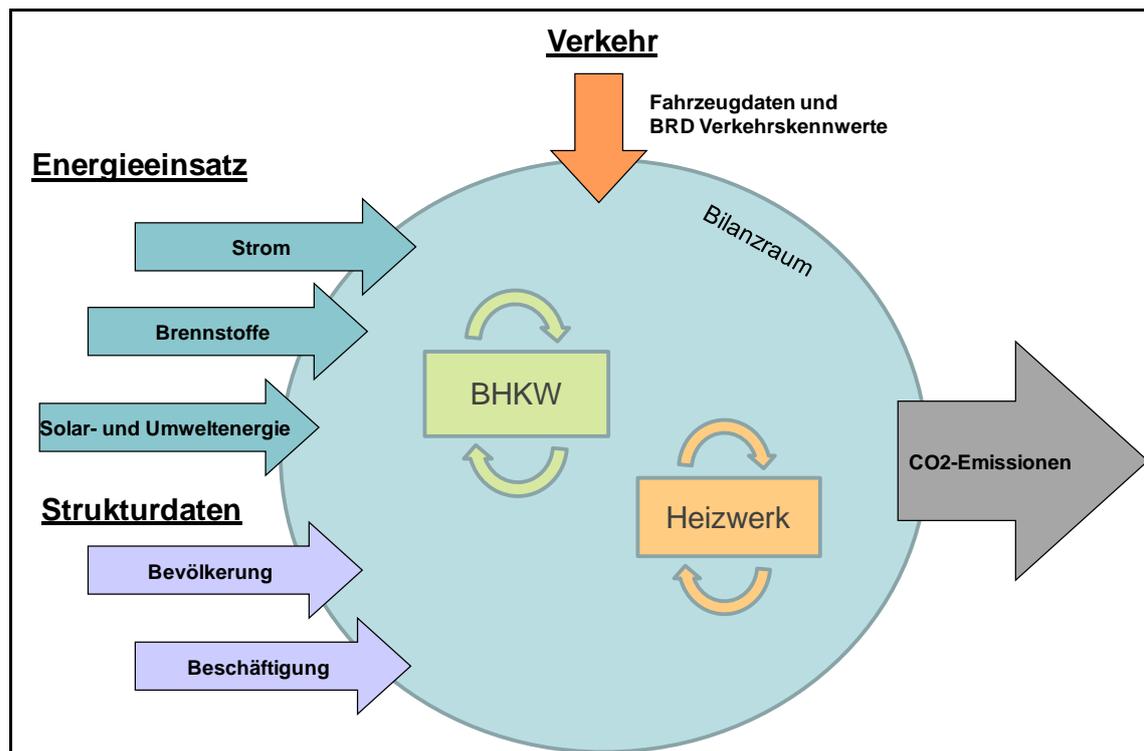


Abbildung 8: Bilanzierungsraum [eigene Darstellung]

In Übereinstimmung mit den Vorgaben des IPCC³ wurden bei der Bilanzierung im ersten Schritt die eingesetzten Endenergiemengen ermittelt. Zur Berücksichtigung der so genannten Vorkette, d.h. der Energieverluste bei der Erzeugung und der Verteilung der Energieträger, wurden darauf die so genannten LCA-Faktoren⁴ angewendet. Dies sind einheitliche nationale Umrechnungsfaktoren, die die Vergleichbarkeit der Energiebilanzen ermöglichen. Die LCA-Energiemenge entspricht damit in etwa dem kumulierten Energieaufwand bzw. der grauen Energie. Der Energiebedarf nach LCA-Methodik wird wie folgt berechnet:

$$\text{LCA Energiebedarf} = \text{Endenergiebedarf} * \text{LCA-Faktor.}$$

Die notwendige fossile Energie zur Bereitstellung der Endenergie wird somit beim LCA Energiebedarf mit berücksichtigt. Bei der Bereitstellung von Strom und Fernwärme fallen

³ International Intergovernmental Panel on Climate Change, zu Deutsch „Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen“, oft als Weltklimarat bezeichnet. Die IPCC-Methodik wird als Standard für die Erstellung von nationalen Treibhausgasinventaren von allen Ländern, welche das Kyoto-Protokoll ratifiziert haben, eingesetzt.

⁴ Life Cycle Assessment, zu Deutsch Ökobilanz.

die fossilen Aufwendungen nicht zwingend im Bilanzierungsraum an. Daher werden diese stellenweise auch als emissionsfreie Energieträger bezeichnet. Zur Berücksichtigung der fossilen Aufwendungen wird die Vorkette dem Endenergieverbrauch zugeschlagen. Beim Strom wird der CO₂-Faktor des durchschnittlichen deutschlandweiten Strommixes herangezogen. Diese Vorgehensweise ist notwendig, da keine genauen Angaben darüber vorliegen, von welchen Versorgern die lokalen Verbraucher ihren Strom beziehen und aus welchen Kraftwerken dieser stammt.

Grundsätzlich wird bei der Bilanzierung nur auf die *energetische* LCA-Bilanz eingegangen. LCA-Bilanzen von Materialflüssen und Dienstleistungen werden, analog zur Bilanzierung in ECORegion, nicht berücksichtigt.

Der Heizölverbrauch für das Jahr 2008 wurde aufbauend auf dem Heizölverbrauch von 2006 fortgeschrieben (Adapton 2008). Dazu wurde der Zubau bzw. die Reduzierung der Öl- und Gasheizungen sowie weiterer Feuerungsanlagen (Wärmepumpenanlagen, BAFA geförderte Holzheizungen etc.) ermittelt und die Verbrauchswerte entsprechend angepasst. Eine neue Erhebung der Heizungsanlagen, bspw. durch eine Befragung der Schornsteinfeger, wurde aufgrund des damit verbundenen hohen Aufwands nicht durchgeführt.

Da für den Verkehrssektor so gut wie keine verwertbaren Daten verfügbar sind, wurde die CO₂-Bilanz des Rems-Murr-Kreises als Grundlage für die Bilanzierung des Verkehrs in Murrhardt herangezogen. Die Berechnung erfolgte anhand des Anteils der Bevölkerung und des Fahrzeugbestandes der Stadt Murrhardt in Relation zu den vorliegenden Kreisdaten.

Die politischen Vorgaben und angestrebten Reduktionsziele beim Klimaschutz beziehen sich auf nationaler und internationaler Ebene stets auf das Jahr 1990. Aufgrund fehlender Daten ist dieser Bezug auf lokaler Ebene i.d.R. nicht umsetzbar. Eine nachträgliche Erfassung, bspw. von Absatzmengen der Energieversorger, wäre nur mit sehr hohem Aufwand möglich. Für alle anderen Energieträger wären die notwendigen Abschätzungen mit viel zu hohen Unsicherheiten verbunden.

Als Bilanzierungsjahr wurde daher ein Zeitpunkt gewählt, für den vollständige, einheitliche Daten vorliegen. Dies ist das Jahr 2008 (Bezugs- oder Basisjahr).

5.3 Energiebilanz

Die Auswertung und Darstellung der Bilanz erfolgt nach:

- Verbrauchssektoren (Haushalte, Wirtschaft, Kommune⁵, Verkehr)
- Endenergieträgern (zusammengefasst in den Gruppen Strom, Heizenergie sowie Kraftstoffe)

Im Jahr 2008 wurden rund 313.000 MWh Endenergie verbraucht, was rund 22.000 kWh pro Einwohner entspricht.

Die Aufteilung dieser Menge auf die Verbrauchssektoren zeigt Abbildung 9.

⁵ Der Energiebedarf der kommunalen Fahrzeuge wird von der Stadtverwaltung ab dem Jahr 2010 erfasst und konnte bei dieser Bilanz daher nicht berücksichtigt werden.

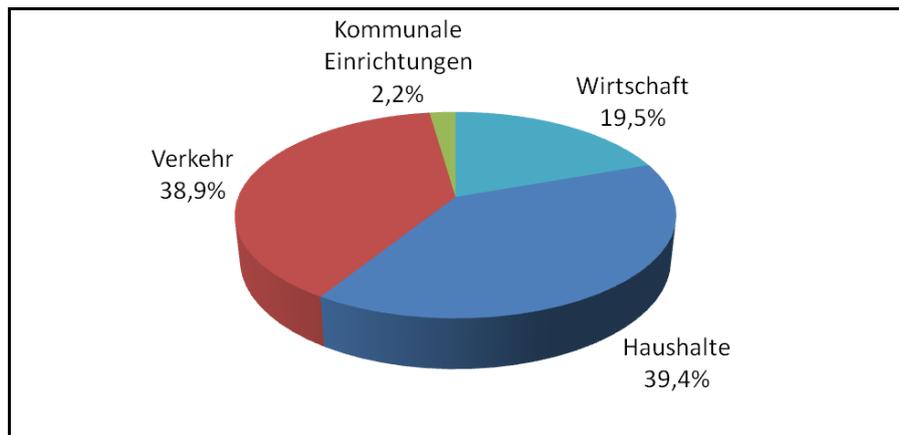


Abbildung 9: Aufteilung des Endenergieverbrauchs 2008 nach Verbrauchssektoren [eigene Darstellung]

Es wird deutlich, dass

- die Haushalte mit ca. 40 % den größten Anteil am Endenergieverbrauch haben,
- der Verkehrssektor mit rund 39 % einen ähnlich großen Einfluss hat,
- die Wirtschaft mit etwa 20 % einen vergleichsweise geringen Anteil hat und
- der Verbrauchsanteil der kommunalen Einrichtungen mit ca. 2 % äußerst gering ist.

Die Verteilung des Endenergieverbrauchs auf verschiedene Sektoren ist in folgender Grafik dargestellt (Abbildung 10).

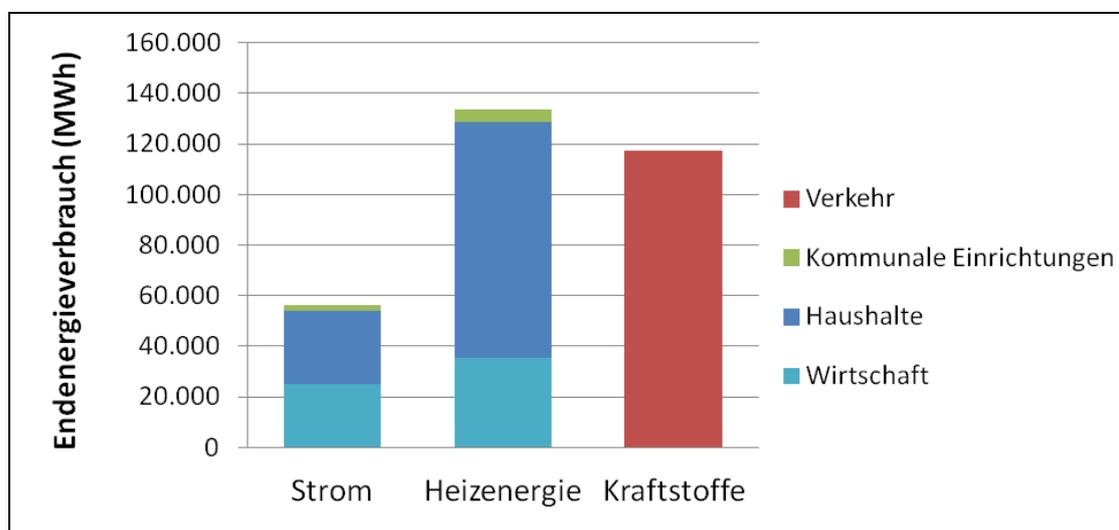


Abbildung 10: Aufteilung des Endenergieverbrauchs 2008 nach Endenergieträgern [eigene Darstellung]

Auf die privaten Haushalte entfallen 52 % des Strom- und 70 % des Heizenergieverbrauchs. Die Wirtschaft ist für 44 bzw. 27 % des Endenergieverbrauchs verantwortlich. Der Verbrauch der kommunalen Einrichtungen ist mit jeweils 4 % für Strom und Heizenergie dagegen gering.

Die Sektoren mit dem größten Einfluss auf den Endenergieverbrauch sind somit die Haushalte und der Verkehr - weshalb hier die Handlungsschwerpunkte für Optimierungen und Einsparungen liegen sollten.

Ausgehend von der Studie „Murrhardt Regenerativ“ wurde die Verbrauchsentwicklung von 2006 bis 2008 untersucht und in Abbildung 11 dargestellt.

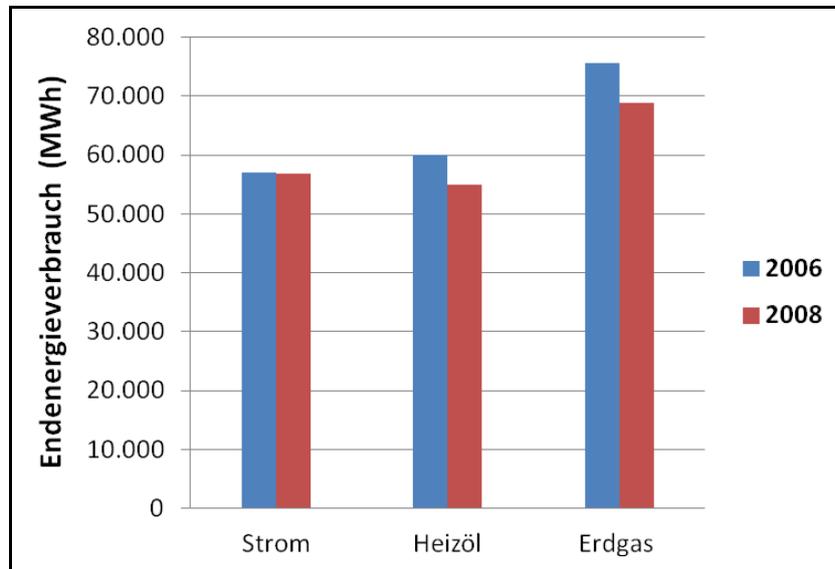


Abbildung 11: Endenergieverbrauch 2006 - 2008 nach Endenergieträgern in MWh [eigene Darstellung]

Während der Stromverbrauch nahezu konstant bleibt, geht der Brennstoffverbrauch um rund 9 % zurück. Neben einem Rückgang der Erdgaskunden um ca. 2,5 % und einer leicht wärmeren Witterung (Effekt < 1 %) ist dies vor allem auf einen starken Verbrauchsrückgang bei Industrie und Gewerbe zurückzuführen.

5.4 CO₂-Bilanz

Aus der Verknüpfung des Endenergieverbrauchs der Sektoren und der spezifischen Emissionsfaktoren der Energieträger ergibt sich die CO₂-Bilanz der Stadt Murrhardt.

Im Bezugsjahr 2008 wurden demnach rund 103.000 Tonnen CO₂ emittiert. Dies entspricht ca. 7,3 Tonnen je Einwohner und liegt unter dem Bundesdurchschnitt des Jahres 2007 von rund 11 Tonnen. Ein möglicher Grund dafür ist der relativ geringe Anteil der Wirtschaft an den CO₂-Emissionen der Kommune.

Abbildung 12 zeigt die Aufteilung der CO₂-Emissionen auf die Verbrauchssektoren.

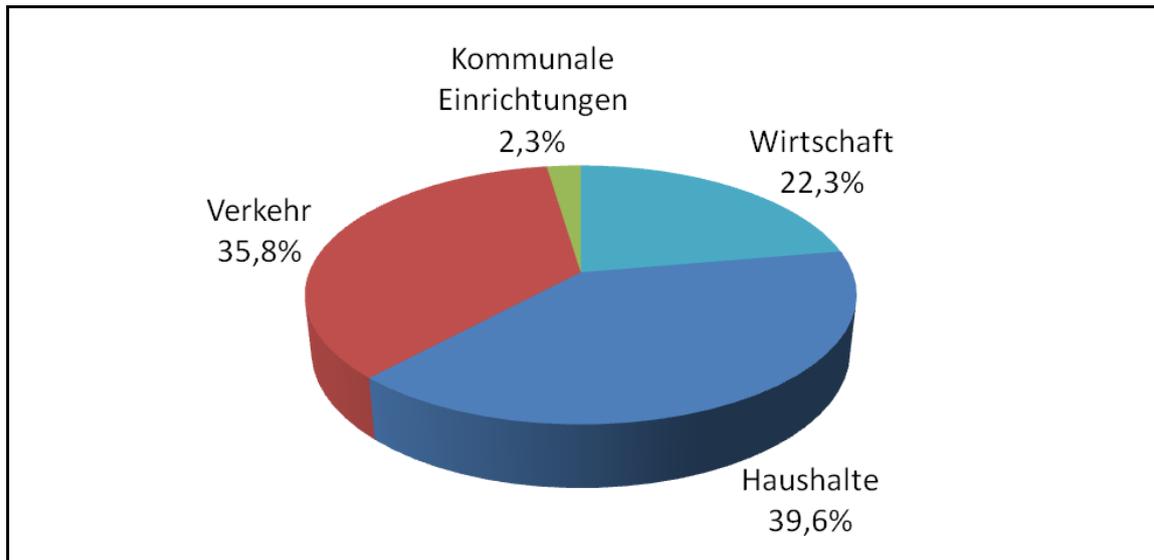


Abbildung 12: Aufteilung der CO₂-Emissionen 2008 nach Verbrauchssektoren [eigene Darstellung]

Es fällt auf, dass die kommunalen Einrichtungen mit 2,3 % einen sehr geringen Anteil an den gesamten CO₂-Emissionen haben.

Im Vergleich zur Aufteilung des Endenergieverbrauchs (siehe Abbildung 9) ergeben sich folgende Veränderungen:

- Der Anteil des Sektors Wirtschaft an den CO₂-Emissionen ist mit rund 22,3 % höher als der Anteil am Endenergieverbrauch (19,5 %). Dies kann auf die hohe Stromintensität der Wirtschaft in Verbindung mit einem hohen CO₂-Emissionsfaktor von Strom zurückgeführt werden.
- Entsprechend nimmt der Anteil des Verkehrs an den CO₂-Emissionen leicht ab, liegt aber immer noch über dem Anteil der Wirtschaft.

Eine detaillierte Aufstellung der CO₂-Emissionen je Sektor ist in Tabelle 9 dargestellt.

Verbrauchssektor	CO ₂ -Emissionen [Tonnen]	Spez. CO ₂ -Emissionen [Tonnen je Einwohner]
Wirtschaft	22.871	1,6
Haushalte	40.736	2,9
Verkehr	36.757	2,6
Kommunale Einrichtungen	2.417	0,2
Gesamt	102.781	7,3

Tabelle 9: Aufstellung der CO₂-Emissionen 2008 je Verbrauchssektor

5.5 Fortschreibung

Es wird empfohlen, alle zwei Jahre eine Fortschreibung der Bilanz durchzuführen. Daher sollte die Fortschreibung der für das Bezugsjahr 2008 erstellten Energie- und CO₂-Bilanz erstmalig mit den Verbrauchswerten des Jahres 2010 durchgeführt werden. Für die Fort-

schreibung kann dann das „ifeu-Tool“ verwendet werden, das im Folgenden beschrieben wird:

Die Landesregierung Baden-Württemberg hat im April 2011 einen Leitfaden zur CO₂-Bilanzierung für Kommunen herausgegeben [ifeu 2011]. Mit der Erstellung des Leitfadens wurde das ifeu Institut beauftragt. Im Rahmen der Entwicklung des Leitfadens wurde vom ifeu ebenfalls ein Excel-Tool für die CO₂-Bilanzierung entwickelt, welches derzeit bei sechs ausgewählten Kommunen in der Testphase ist. Dieses wird voraussichtlich Mitte 2012 für alle Kommunen in Baden-Württemberg zur Verfügung stehen. Mit dem Tool können dann landeseinheitliche Bilanzen erstellt werden.

Die Methodik wie auch die Eingangsgrößen der von Adapton und IBE erstellten CO₂-Bilanz stimmen weitgehend mit dem Leitfaden überein, so dass eine Übertragung der Daten in das ifeu-Tool unproblematisch möglich sein sollte.

6 CO₂-Minderungspotentiale

6.1 Allgemein

Bei der Potentialerhebung wird zwischen „Einsparpotentialen“ zur Senkung des Energiebedarfs und „erneuerbaren Potentialen“ zur Energiebereitstellung aus erneuerbaren Quellen unterschieden. Sowohl die Energieeinsparung als auch die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Energieverbrauch tragen zur CO₂-Minderung und damit zum Klimaschutz bei. Jedoch ist es in der Regel ökonomisch sinnvoller, zuerst den Energiebedarf zu reduzieren und den verbleibenden Bedarf dann soweit möglich aus erneuerbaren Energien zu decken.

Die Potentialermittlung kann anhand der folgenden Abbildung verdeutlicht werden.

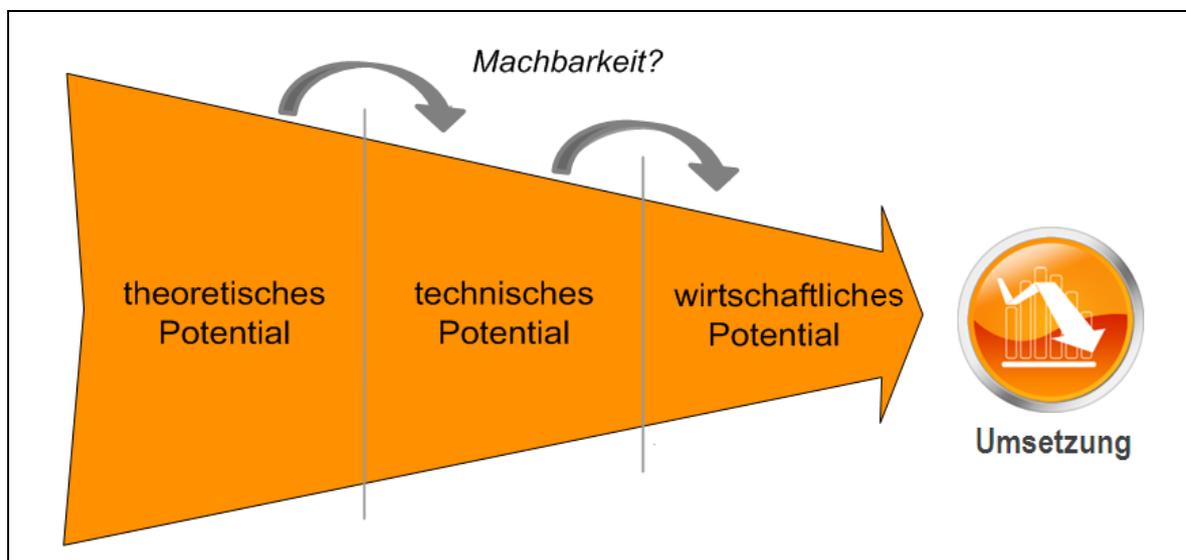


Abbildung 13: Top-Down-Ansatz zur Ermittlung der CO₂-Minderungspotentiale [eigene Darstellung]

Zur besseren Veranschaulichung der Potentialermittlung wird hier als Beispiel die energetische Nutzung von Biomasse erläutert. Das theoretische Potential der energetisch nutzbaren Biomasse umfasst das gesamte physikalische Dargebot an Biomasse. Dieser Wert muss zur Ermittlung des technischen Potentials um einen bestimmten Teil reduziert werden. Das könnten bspw. Umwandlungsverluste oder Flächenbeschränkungen sein. Das wirtschaftliche Potential ist wiederum eine Teilmenge des technischen Potentials, welches z.B. die derzeitigen Energiepreise mit in die Potentialberechnung einbezieht. Wirklich genutzt bzw. umgesetzt werden die wirtschaftlichen Potentiale meist zu einem noch geringeren Teil.

Die Vorgehensweise zur Erhebung der gesamten CO₂-Minderungspotentiale und zur Festlegung der Minderungsziele im Klimaschutzkonzept ist im Folgenden beschrieben:

- Ermittlung der technischen Einsparpotentiale und - im Vergleich dazu - der Verbrauchsentwicklung, die sich ohne besondere Anstrengungen zur Energieeinsparung ergeben würden, getrennt nach Verbrauchersektoren
- Ableitung einer realistisch erreichbaren Verbrauchsreduzierung im Zieljahr (*Einsparung*)

- Ermittlung der technischen Potentiale der Kraft-Wärme-Kopplung
- Ermittlung der technischen Potentiale erneuerbarer Energien
- Ableitung einer realistisch erreichbaren Entwicklung im Bereich der KWK und der erneuerbaren Energien bis zum Zieljahr (*KWK, Substitution*)
- Zusammenfassung von *Einsparung, KWK* und *Substitution* und Ableitung der gesamten CO₂-Minderungspotentiale und -ziele

Die Berechnungen werden stets auf das Basisjahr 2008 bezogen und beschreiben den Zeitraum bis 2020.

Wie und ob die ermittelten Potentiale genutzt werden, hängt maßgeblich von den politischen und lokalen Rahmenbedingungen, vom technologischen Fortschritt, von den Preisentwicklungen auf den Energiemärkten und von weiteren nicht vorhersehbaren Einflüssen ab.

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der Potentialermittlung dokumentiert.

6.2 Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs

Eine wesentliche Grundlage, um die CO₂-Minderungspotentiale bewerten zu können, ist die voraussichtliche Entwicklung des Energieverbrauchs. Verbindliche Aussagen hierzu sind sehr schwierig bis unmöglich. Mit der Vorgabe von Szenarien kann diese Unsicherheit reduziert werden. Szenarien beschreiben unterschiedliche Entwicklungspfade und werden i.d.R. so definiert, dass die tatsächliche Entwicklung sehr wahrscheinlich zwischen den beschriebenen Pfaden verläuft.

Für das IKSK Murrhardt wurden folgende Szenarien definiert:

1. Szenario *Trend*: Dieses Szenario beschreibt, wie sich die Energieverbräuche ohne besondere Anstrengungen im Bereich Energieeinsparung entwickeln würden. Hierzu wurde die Entwicklung des Energieverbrauchs in den letzten Jahren analysiert und in die Zukunft fortgeschrieben. Weiterhin wurden übergeordnete Effekte wie Bevölkerungsentwicklung oder Konsumverhalten berücksichtigt.
2. Szenario *Einsparung*: Dieses Szenario beschreibt, wie sich die Energieverbräuche bei besonders großen Anstrengungen zur Steigerung der Energieeffizienz entwickeln würden. Hierzu müssten die technischen Potentiale der Energieeinsparung so weit wie möglich ausgeschöpft und auch Maßnahmen mit schlechter Wirtschaftlichkeit umgesetzt werden.

Das Szenario Trend wird im Folgenden näher beschrieben, während die Entwicklungen für das Szenario Einsparung in Kapitel 6.3 betrachtet werden.

Bei der Prognose wurden u.a. folgende Einflussfaktoren berücksichtigt:

- Prognostizierte Bevölkerungsentwicklung in Murrhardt [Bertelsmann 2011]
- Langjährige Verbrauchsentwicklung in Deutschland [AG Energiebilanzen 2009]
- Trends im Konsumverhalten

Untersucht wurde die Entwicklung jeweils getrennt für die Sektoren Haushalte, Industrie und Gewerbe, kommunale Einrichtungen und Verkehr (hier sind jedoch nur eingeschränkt Aussagen möglich).

Die Werte der Verbrauchsprognose sind in der folgenden Tabelle 10 dargestellt.

	Strom	Wärme	Kraftstoffe
Haushalte	Abnahme 11 %	Abnahme 17 %	
Industrie und Gewerbe	Zunahme 20 % Abnahme 11 %	Zunahme 13 % Abnahme 8 %	
Kommunale Einrichtungen	Abnahme 26 %	Abnahme 22 %	
Verkehr			Abnahme 9 %
Gesamt	Abnahme 5 %	Abnahme 10 %	Abnahme 9 %

Tabelle 10: Verbrauchsprognose bis 2020 (Szenario „Trend“)

Unter Berücksichtigung der vorhandenen Unsicherheiten dieser Abschätzung lässt sich festhalten, dass der gesamte Energieverbrauch abnehmen würde.

6.3 Potentiale zur Senkung des Energieverbrauchs

6.3.1 Allgemein

Die Energie-Einsparpotentiale bestehen einerseits ganz allgemein in einer Reduzierung des Energiebedarfs und andererseits in der Reduzierung der Energieverluste, die bei den Umwandlungs- und Verteilungsschritten von der Primär- zur Nutzenergie entstehen.

Um diese Verluste besser abschätzen und daraus CO₂-Minderungspotentiale ableiten zu können, wurde wie folgt vorgegangen:

1. Erhebung und Analyse der für die einzelnen Sektoren charakteristischen Strukturdaten. Diese sind bspw. der Wohngebäudebestand (Gebäudetypologie/Baualterklassen) oder die wirtschaftlichen Aktivitäten (Branchenmix, Betriebs- und Beschäftigtenzahlen) im Bilanzgebiet.
2. Analyse und Auswertung von Studien wie bspw. Branchenenergiekonzepten und Ableitung typischer durchschnittlicher Einsparpotentiale.
3. Spiegelung dieser Potentiale an eigenen Energieberatungen, z.B. KfW-Initialberatung, und Festlegung der anzusetzenden realistischen Einsparpotentiale.
4. Ermittlung der absoluten Energie-Einsparpotentiale und der resultierenden möglichen CO₂-Minderung.

Dargestellt sind die Einsparpotentiale, die bei heutigen Energiepreisen bzw. derzeit absehbaren Preisentwicklungen wirtschaftlich sind. Die technischen Potentiale, mit deren Erschließung nur bei unerwartet starker Verteuerung der Energie zu rechnen ist, sind teilweise deutlich höher. Die Gesamtheit der als wirtschaftlich erkannten Einsparpotentiale wird im Weiteren als Szenario „Einsparung“ bezeichnet.

6.3.2 Haushalte/Bauen und Wohnen

Wie in Kapitel 5.3 deutlich wurde, werden rund 70 % der Heizenergie in Murrhardt für die Wärmeversorgung der Wohngebäude aufgewendet (Beheizung und Trinkwassererwärmung, z.T. auch zum Kochen). Überdies werden rund 8 % der elektrischen Energie des Sektors in Nachtspeicherheizungen eingesetzt.

Zur Abschätzung der Bandbreite, in der die Potentiale liegen, wurden folgende Studien und Vorgaben ausgewertet und verglichen:

Eine aktuelle, im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums angefertigte Studie geht davon aus, dass bei Privathaushalten innerhalb von acht Jahren Einsparpotentiale im Wärmebereich von rund 12 % wirtschaftlich und 15 % technisch erschlossen werden können. Im Strombereich liegen die Einsparpotentiale mit 15 % bzw. 20 % sogar noch höher [Prognos 2007].

Das ifeu Institut wählte im Rahmen der Bearbeitung des Energieeffizienzkonzeptes Aachen einen noch optimistischeren Ansatz, der auf empirischen Daten beruht [ifeu/inco 2006]:

- Durchschnittlich wird die Gebäudehülle von Wohngebäuden alle 30 Jahre saniert und dabei energetisch entsprechend der aktuellen Gesetzeslage verbessert. Geht man von der aktuell gültigen Energieeinsparverordnung EnEV 2009 und den geplanten Verschärfungen aus, lässt sich der Energiebedarf bei einer Sanierung um zwei Drittel senken. Innerhalb von zehn Jahren ließe sich damit ein technisches Potential von 22 % erreichen⁶. Hinzu kommt die Sanierung der Anlagentechnik, bei der innerhalb von zehn Jahren die Anlagenverluste um ein Drittel reduziert werden können.
- Insgesamt wird bei dieser Studie davon ausgegangen, dass in zehn Jahren ca. 26 % des Wärmeverbrauchs vermieden werden können.
- Im Strombereich wird von Potentialen in Höhe von 31 % ausgegangen.

Im Energiekonzept der Bundesregierung wird eine Verdoppelung der Sanierungsrate auf 2 % des Bestandes pro Jahr gefordert und es sollen entsprechende Instrumente entwickelt werden (Förderprogramme, gesetzliche Verpflichtungen), um dieses Ziel zu erreichen. Entsprechend den o.g. Überlegungen des ifeu würde sich damit in zehn Jahren ein Potential von lediglich 13 % heben lassen [BMW i 2010].

Die geringe Abnahme der Bevölkerung (0,8 % bis 2020) wurde im Bereich Wärme nicht berücksichtigt, da dies erfahrungsgemäß z.B. nicht zu einem Rückgang der genutzten Wohnfläche führt und damit keine Auswirkungen auf den Wärmebedarf hat.

Die Bandbreiten der Einsparpotentiale im Haushaltsbereich und die in den Berechnungen verwendeten Annahmen sind nachfolgend in Tabelle 11 aufgeführt:

	Einsparpotentiale Bandbreite	Einsparpotentiale Annahme für IKSK
Strom	15 % in 8 a bis 31 % in 10 a	27 % bis 2020
Wärme	12 % in 8 a bis 26 % in 10 a	29 % bis 2020

Tabelle 11: Energieeinsparpotentiale bei Haushalten bis 2020

6.3.3 Industrie und Gewerbe

Wie in Kapitel 4.5 festgestellt wurde, sind rund 54 % der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Industrie und dem produzierenden Gewerbe und 46 % dem Dienstleistungssektor zugeordnet. Im verarbeitenden Gewerbe wird ein großer Teil des

⁶ Innerhalb von 30 Jahren wird jedes Gebäude einmal saniert, der Bedarf geht dabei insgesamt um 66 % zurück. Innerhalb von zehn Jahren wird daher nur jedes dritte Gebäude saniert, wodurch der Bedarf insgesamt um 22 % zurückgeht.

Erdgases in einem metallverarbeitenden Betrieb und in einer Großwäscherei als Prozesswärme eingesetzt.

Die bereits genannten Studien von Prognos und dem ifeu Institut weisen für die Sektoren Industrie und Gewerbe insgesamt ähnliche Einsparpotentiale aus wie für Haushalte. Die genannten Potentiale decken sich mit Ergebnissen aus einer Vielzahl von Energieberatungen, die Mitarbeiter der Adapton Energiesysteme AG in kleinen und mittleren Unternehmen durchgeführt haben, und werden auch durch eine Studie des Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung unterstützt [ISI/FfE 2003].

Speziell bei Großverbrauchern der o.g. Branchen können teilweise auch höhere Einsparungen erzielt werden [BayLfU 2005, eon 2007]. Dies ist aber vom Einzelfall abhängig, dem Zustand und dem Alter der installierten Anlagen, und konnte im Rahmen des IKSK nicht untersucht werden. Daher werden die Einsparpotentiale des Sektors Industrie auch für diese Betriebe angesetzt.

Die Bandbreiten der Einsparpotentiale im Sektor Industrie und Gewerbe und die in den Berechnungen verwendeten Annahmen sind nachfolgend in Tabelle 12 aufgeführt:

	Einsparpotentiale Bandbreite	Einsparpotentiale Annahme für IKSK
Strom - Industrie	25 % in 8 a bis 15 % in 10 a	25 % bis 2020
Strom - Gewerbe	13 % in 8 a bis 22 % in 10 a	29 % bis 2020
Wärme - Industrie	25 % in 8 a bis 22 % in 10 a	21 % bis 2020
Wärme - Gewerbe	11 % in 8 a bis 21 % in 10 a	23 % bis 2020

Tabelle 12: Energieeinsparpotentiale in Industrie und Gewerbe bis 2020

6.3.4 Kommunale Einrichtungen

Allgemein

Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes zu beachtende kommunale Einrichtungen sind neben den Liegenschaften auch die öffentliche Beleuchtung sowie die Stadtentwässerung bzw. Abwasseraufbereitung.

Für den Bereich „kommunale Einrichtungen“ sind in Tabelle 13 die Zuständigkeiten sowie die jeweiligen Anteile am Strom- und Wärmeverbrauch im Jahr 2009 dargestellt.

Bereich	Zuständigkeit	Anteil am Stromverbrauch	Anteil am Wärmeverbrauch
Kommunale Liegenschaften	Stadtverwaltung Fachteam Immobilienmanagement	51 %	96 %
Öffentliche Beleuchtung	Süwag Netz GmbH und Fachteam Immobilienmanagement	28 %	-
Kläranlage Kanalbetrieb	Fachteam Immobilienmanagement	22 % k.A.	4 % -

Tabelle 13: Zuständigkeit, Anteile am Strom- und Wärmeverbrauch der kommunalen Einrichtungen

Kommunale Liegenschaften

Die kommunalen Liegenschaften, die im Zuständigkeitsbereich der Stadtverwaltung liegen, sind für 51 % des Stromverbrauchs verantwortlich und für beinahe den gesamten Wärmeverbrauch. Die Stadt Murrhardt betreut 27 Liegenschaften bzw. Gebäude.

Zur besseren Auswertung wurden die Gebäude in sechs Gebäudetypen unterteilt. Diese sind, gemeinsam mit dem jeweiligen Anteil am Strom- bzw. Heizenergieverbrauch der kommunalen Gebäude insgesamt, in der folgenden Abbildung 14 dargestellt.

Zu beachten ist dabei, dass der Verbrauch für 2008 angegeben ist und dass vor allem der Heizenergiebedarf durch zwischenzeitlich durchgeführte Sanierungsmaßnahmen deutlich zurückgegangen sein dürfte.

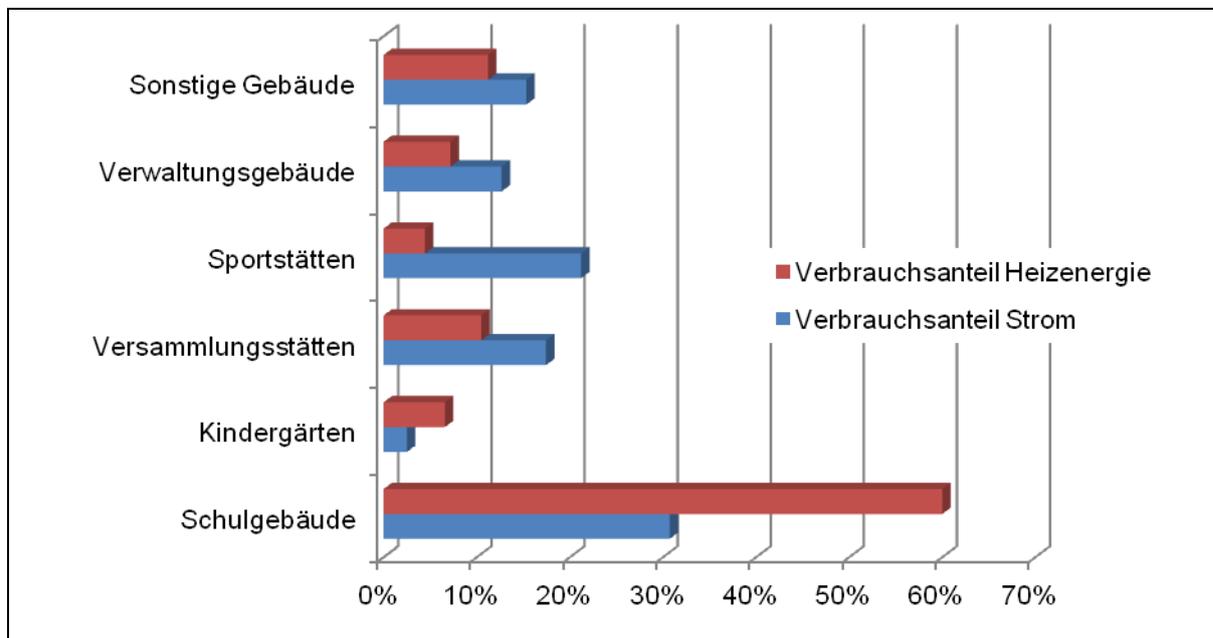


Abbildung 14: Verteilung des kommunalen Strom- und Heizenergieverbrauchs im Jahr 2008 nach Gebäudetypen [eigene Darstellung]

Verbrauchsschwerpunkte bei Strom sind neben den Schulgebäuden auch Sport- und Versammlungsstätten. Bei Heizenergie liegen dagegen alle Gebäudetypen außer den Schulgebäuden unter 10 % Verbrauchsanteil.

Durch Mittel aus dem Konjunkturpaket II der Bundesregierung wurden fünf Gebäude teilweise energetisch saniert, nachdem vorab für 18 Gebäude Energieausweise erstellt und der Sanierungsbedarf im Bereich der Wärmedämmung und Heizungstechnik ermittelt wurden. Dabei wurden Primärenergie-Einsparpotentiale von durchschnittlich 37 % prognostiziert [Stadt Murrhardt 2011].

Das Einsparpotential im Gebäudebereich wurde wie folgt abgeschätzt:

- Übertragung des o.g. durchschnittlichen Einsparpotentials von 37 % (Primärenergie) auf den gesamten Gebäudebestand und Umrechnung auf Wärme- und Strom-Einsparpotentiale (Endenergie⁷) von 33 bzw. 14 %
- Berücksichtigung weiterer Einsparpotentiale im Bereich Strom durch Austausch von Beleuchtungsanlagen und deren Regelung und Austausch von Umwälzpumpen

Insgesamt ergeben sich damit die folgenden Annahmen für die Einsparpotentiale bei den kommunalen Gebäuden (Tabelle 14).

	Einsparpotentiale Annahme für IKSK
Strom kommunale Gebäude	25 % bis 2020
Wärme kommunale Gebäude	33 % bis 2020

Tabelle 14: Energieeinsparpotentiale bei kommunalen Gebäuden bis 2020

Öffentliche Beleuchtung

Der Stromverbrauch der öffentlichen Beleuchtung kann durch Anpassung von Brenndauern, Austausch von Leuchtmitteln, ggf. Einsatz von hocheffizienten LED-Leuchten teilweise um über 40 % reduziert werden (vgl. z.B. Energieeinspar-Contracting-Projekt der Stadt Murrhardt, [EA NRW 2009]).

Über Zustand und Betrieb der öffentlichen Beleuchtung in Murrhardt lagen keine weiteren Angaben vor, so dass hier kein Einsparpotential angegeben werden konnte.

Kläranlage

22 % des kommunalen Stromverbrauchs entfallen auf die Kläranlage. Über den Verbrauch der Pumpstationen liegen keine Angaben vor.

Die kommunale Kläranlage Murrhardt entspricht der Größenklasse 5 (mehr als 10.000 EW⁸) und weist einen durchschnittlichen Stromverbrauch von 34 kWh/EW/a auf. Laut einer Studie des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2008 liegt sie damit innerhalb typischer Werte für Anlagen dieser Größenklasse [UBA 2008].

⁷ Angesetzt wurden Primärenergiefaktoren von 1,1 für Wärme und 2,6 für Strom

⁸ EW = Einwohnerwert, ein Maß für die Schmutzfracht, die eine Kläranlage täglich verarbeiten kann

Der Studie zufolge lässt sich der Energieverbrauch theoretisch um maximal 30 bis 40 % senken, als technisch umsetzbar wird hingegen eine Energieeinsparung von 10 bis 20 % angesehen.

Damit ergibt sich folgende Annahme für das Einsparpotential (Tabelle 15):

	Einsparpotentiale Annahme für IKSK
Strom Kläranlage	15 % bis 2020

Tabelle 15: Energieeinsparpotentiale bei der Kläranlage bis 2020

Im Hinblick auf die Überprüfbarkeit von Einsparerefolgen ist es notwendig, eine systematische, umfassende und kontinuierliche Verbrauchserfassung für die kommunalen Einrichtungen aufzubauen.

6.3.5 Verkehr

Für die Stadt Murrhardt, die einen hohen Pendleranteil aufweist, lassen sich nur schwer Einsparpotentiale auf lokaler Ebene prognostizieren.

Vor diesem Hintergrund wird ein theoretischer Ansatz gewählt und es wird analog zu den anderen Sektoren der Ansatz für das Einsparpotential aus der bereits zitierten Prognos-Studie übernommen.

	Einsparpotentiale Bandbreite	Einsparpotentiale Annahme für IKSK
Kraftstoffe/ Verkehr	16 % in 8 a	20 % bis 2020

Tabelle 16: Energieeinsparpotentiale im Verkehr bis 2020

6.3.6 Zusammenfassung Einsparpotentiale

Die in den Kapiteln 6.3.2 bis 6.3.5 dargelegten Einsparpotentiale sind in der folgenden Tabelle 17 zusammengefasst.

	Strom	Wärme	Kraftstoffe
Haushalte	Abnahme 27 %	Abnahme 29 %	
Industrie und Gewerbe	Abnahme 25 % Abnahme 29 %	Abnahme 21 % Abnahme 23 %	
Kommunale Einrichtungen	Abnahme 25 %	Abnahme 33 %	
Verkehr			Abnahme 20 %
Gesamt	Abnahme 27 %	Abnahme 27 %	Abnahme 20 %

Tabelle 17: Energieeinsparpotentiale bis 2020 (Szenario „Einsparung“)

Für die beiden Szenarien bzw. den Verbrauch im Bezugsjahr 2008 ergeben sich damit die in den folgenden Diagrammen (Abbildung 15, Abbildung 16 und Abbildung 17) dargestellten Werte für den Bedarf an Strom und Heizenergie sowie im Sektor Verkehr.

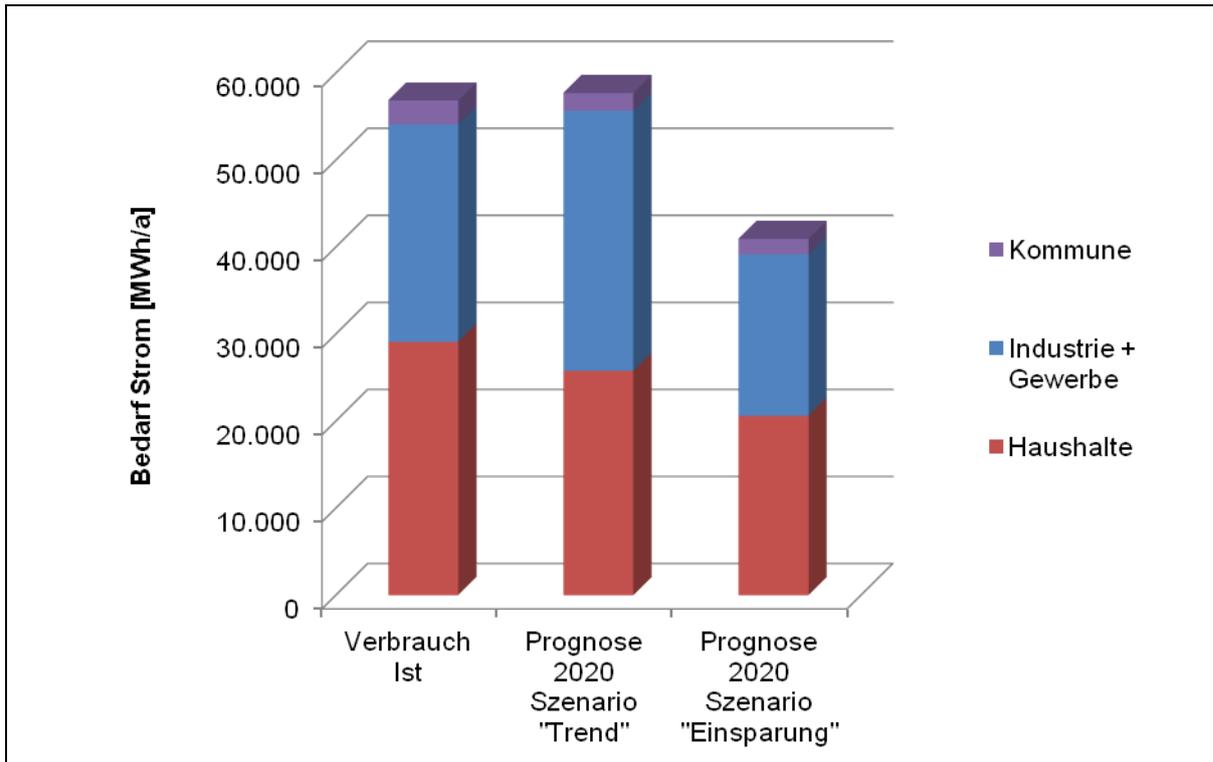


Abbildung 15: Vergleich von Ist-Verbrauch und Bedarfsszenarien für Strom [eigene Darstellung]

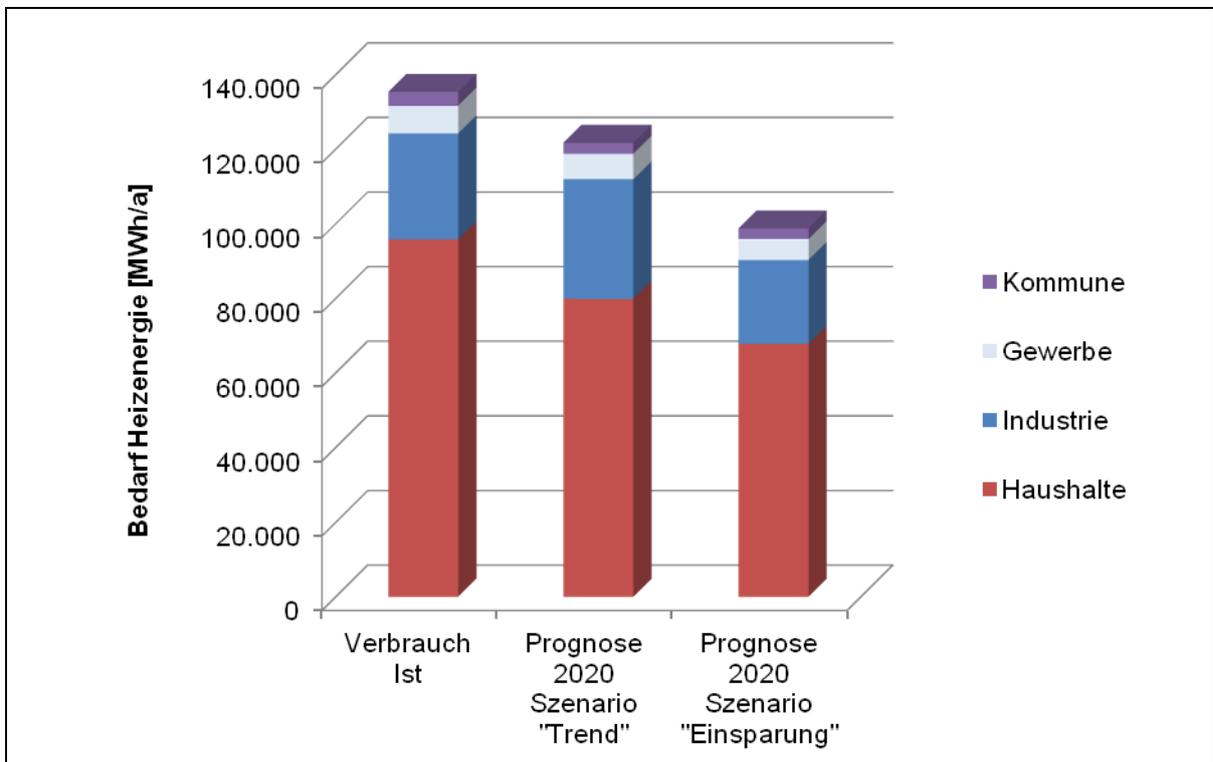


Abbildung 16: Vergleich von Ist-Verbrauch und Bedarfsszenarien für Heizenergie [eigene Darstellung]

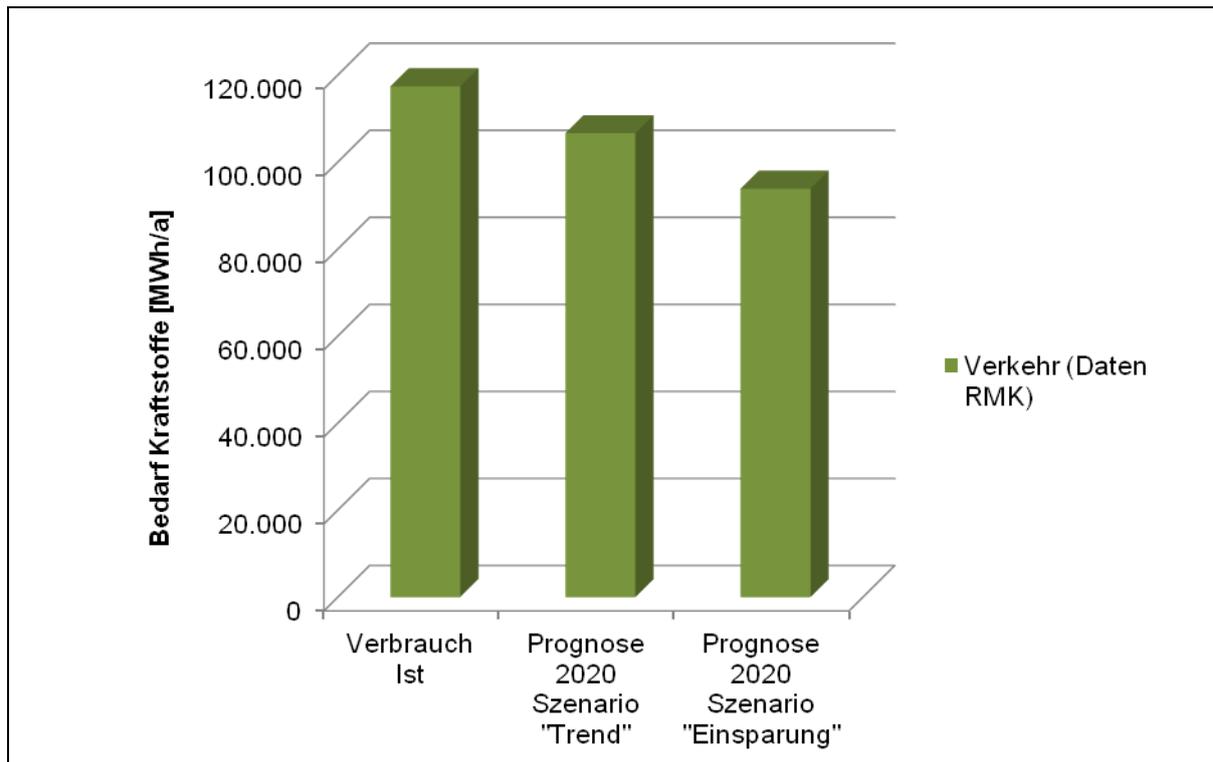


Abbildung 17: Vergleich von Ist-Verbrauch und Bedarfsszenarien für Kraftstoffe [eigene Darstellung]

6.4 Potentiale zum Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit fossilen Brennstoffen, d.h. in diesem Kontext Erdgas und z.T. Heizöl, ermöglicht häufig deutliche Effizienzgewinne im Vergleich zur getrennten Erzeugung von Strom und Wärme. Dennoch entsteht auch beim Einsatz von KWK-Anlagen CO₂, so dass die KWK als Brückentechnologie anzusehen ist, bis eines Tages die gesamte Energieversorgung mit erneuerbaren Energien möglich ist.

Für den im IKSK betrachteten Zeitraum bis 2020 ist KWK daher in jedem Fall ein wichtiger Baustein für den Klimaschutz. Die hier beschriebene Potentialanalyse dient dazu, die CO₂-Minderungspotentiale durch den Einsatz von KWK-Anlagen abzuschätzen.

Hierbei wurde davon ausgegangen, dass in einer kleinen Kommune wie Murrhardt nur Blockheizkraftwerke zum Einsatz kommen, die Niedertemperaturwärme bis ca. 140 °C erzeugen. Die Bereitstellung von Hochtemperaturwärme wurde nicht berücksichtigt.

Bei der Berechnung wurde in folgenden Schritten vorgegangen:

- Grundlage war der Wärmebedarf der Sektoren Haushalte, Industrie, Gewerbe und kommunale Gebäude im Jahr 2020 in den Szenarien Trend und Einsparung.
- Abgezogen wurden davon der Bedarf an Hochtemperaturwärme sowie der Brennstoffeinsatz für direkt beheizte Prozesse, z.B. Schmelzöfen, der von BHKWs nicht bereitgestellt werden kann.
- Ebenfalls nicht berücksichtigt wurde der Wärmeverbrauch der Ein- und Zweifamilienhäuser, da in diesen die am Markt verfügbaren BHKWs nicht wirtschaftlich betrieben werden können.

Mittelfristig werden jedoch auch für diese Gebäude KWK-Geräte zur Verfügung stehen (so genannte Nano-BHKWs, z.B. Stirling- oder Brennstoffzellen-Heizgeräte), so dass sich das KWK-Potential deutlich erhöhen wird.

- Aus dem verbleibenden Wärmebedarf wurden dann mit typischen Werten für Größe und Effizienz von BHKWs⁹ die Potentiale der Strom- und Wärmeerzeugung sowie der zusätzliche Brennstoffbedarf ermittelt.

Für die o.g. Verbrauchssektoren ergibt sich im Szenario Einsparung für Murrhardt damit folgendes Bild:

	Strompotential [MWh]	Wärmepotential [MWh]	Zusätzlicher Brennstoffbedarf [MWh]
Haushalte (nur MFH)	8.473	15.533	9.968
Industrie	2.081	3.815	2.448
Gewerbe	1.432	2.626	1.685
Kommune	788	1.445	927
Gesamt	12.774	23.419	15.028

Tabelle 18: KWK-Potentiale bis 2020 im Szenario Einsparung

Obwohl ein Großteil der Wohngebäude nicht in die Betrachtung einbezogen wurde, entfällt das bei weitem größte Potential auf den Sektor Haushalte (siehe auch Abbildung 18).

Für das Szenario „Trend“ sind die Potentiale bzw. der zusätzliche Brennstoffbedarf rund ein Drittel höher (hier nicht abgebildet).

⁹ Auslegung des BHKWs auf 60-70 % des Wärmebedarfs; thermischer Wirkungsgrad des BHKWs 55 %, elektrischer Wirkungsgrad 30 % [ASUE 2011]

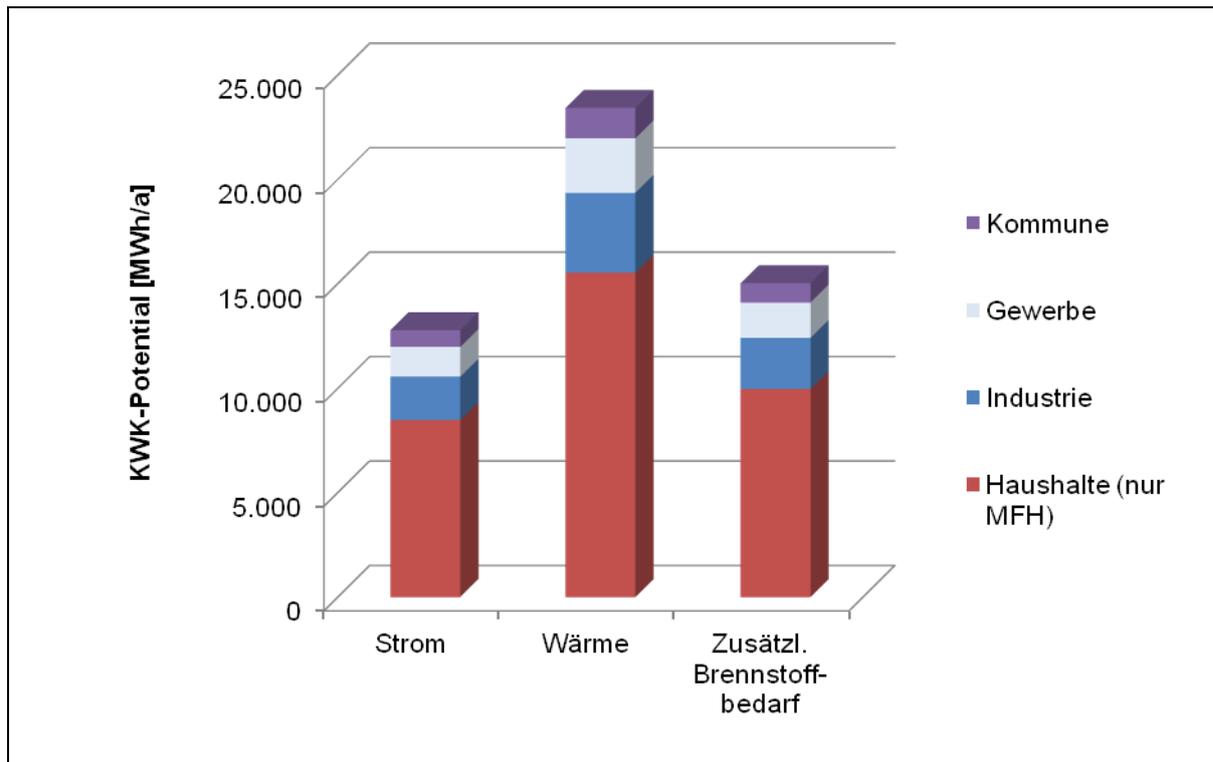


Abbildung 18: KWK-Potentiale bis 2020 im Szenario „Einsparung“ [eigene Darstellung]

6.5 Potentiale zur Nutzung erneuerbarer Energien

6.5.1 Grundlagen und Vorgehen

Zur Abschätzung der verfügbaren Potentiale erneuerbarer Energien in der Stadt Murrhardt werden solare Strahlungsenergie, Windenergie, Energie aus Biomasse und Wasserkraft sowie die Geothermie und Umweltwärme jeweils einzeln untersucht. Die Berechnungen der theoretischen Potentiale (vgl. Kapitel 6.1) basieren auf bereits durchgeführten Potentialstudien, wie beispielsweise derjenigen von Biberacher et al. 2008 für den Rhein-Sieg-Kreis. Eine detaillierte Herleitung der Annahmen für die Berechnungen findet deshalb, mit Ausnahme eigener Annahmen, nicht statt. Die berechneten Potentiale der erneuerbaren Energien werden in der Zusammenfassung des Kapitels kumuliert und mit den Energieverbrauchswerten in Murrhardt verglichen. Dadurch lassen sich Aussagen zum theoretischen Deckungsgrad erneuerbarer Energien in Murrhardt treffen [Biberacher et al. 2008, 34].

Diese Grobanalyse zur Ermittlung der Potentiale erneuerbarer Energien in Murrhardt basiert hauptsächlich auf Daten des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg, der Stadt Murrhardt, den Energieversorgern und der Studie Murrhardt regenerativ von 2008.

Zusammenfassend zeigt folgende Tabelle die betrachteten Techniken zur Nutzung der erneuerbaren Energien:

Nutzung	Erneuerbare Energien	Technik
Strom	Solarstrahlung	Photovoltaik (PV)
	Wind	Windkraftanlage (WKA)
	Wasser	Wasserkraftwerk
	Landw. Biomasse, Bioabfall	Vergasung und Verbrennung in BHKW
	Holz u.ä.	Verbrennung (Kessel)
Wärme	Solarstrahlung	Solarthermische Anlage (ST)
	Wind	Windwärmanlage (KleWiAne)
	Erdwärme	Wärmepumpe
	Holz	Heizkessel

Tabelle 19: Betrachtete Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien

Die Potentialbegriffe werden im Einzelnen kurz erläutert. Dies ermöglicht eine bessere Einordnung der ermittelten Werte im Vergleich mit anderen Studien. Im Bereich der erneuerbaren Energien werden folgende Definitionen für Potentiale verwendet [WM Baden-Württemberg 2010]:

- **Theoretisches Potential:**

Das theoretische (natürliche) Potential beschreibt die theoretische Obergrenze des zur Verfügung stehenden Energieangebotes. Es ergibt sich aus dem physikalischen Angebot der jeweiligen Energiequelle. Da strukturelle, technische, ökologische und administrative Rahmenbedingungen die Nutzung limitieren, kann es nur zu einem Teil erschlossen werden.

- **Technisches Potential:**

Das technische Potential ergibt sich aus der Reduktion des theoretischen Potentials unter Zugrundelegung des gegenwärtigen technischen Standes sowie unter Berücksichtigung geltender gesetzlicher Rahmenbedingungen. Dies schließt die Berücksichtigung von Nutzungskonkurrenzen sowie strukturelle oder ökologische Beschränkungen (z.B. Naturschutzgebiete) mit ein.

- **Wirtschaftliches Potential:**

Das wirtschaftliche Potential ist jene Teilmenge des technischen Potentials, die unter den aktuellen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen ökonomisch rentabel genutzt werden kann.

- **Erschließbares Potential:**

Das erschließbare Potential ist wiederum der Teil des wirtschaftlichen Potentials, von dem erwartet werden kann, dass er in absehbarer Zeit tatsächlich erschlossen werden kann.

Als Schwerpunkt der Untersuchung wurden die theoretischen Potentiale erhoben und die technisch nutzbaren Potentiale daraus abgeleitet. Eine detaillierte Prüfung der wirtschaftlichen und erschließbaren Potentiale war auf Grund der von dem Fördermittelgeber gewünschten Reduzierung des Projektumfangs nicht möglich. Eine weitergehende Prüfung von Projekten zur Nutzung der identifizierten Potentiale

erneuerbarer Energie in Murrhardt hinsichtlich ihres wirtschaftlichen und erschließbaren Potentials kann z.B. im Rahmen von Machbarkeitsstudien erfolgen.

6.5.2 Solarenergie

6.5.2.1. Allgemein

Die Strahlungsenergie der Sonne kann durch entsprechende Solaranlagen sowohl zur thermischen (Solarthermie) als auch zur elektrischen Energieerzeugung¹⁰ (Photovoltaik) verwendet werden. Die durchschnittliche Solarstrahlung in Murrhardt beträgt nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes DWD 1101-1120 kWh pro Jahr und m² horizontale Fläche [DWD Strahlungskarte Deutschland 1981 - 2000].

Die passiven Solargewinne, z.B. durch Fenster, decken heute zwar 5-10 % des Heizwärmeverbrauchs, werden allerdings für das Potential nicht mit angesetzt, weil Primärdaten der Fassadenflächen nicht erhoben werden.

Sinnvolle Standorte für Solaranlagen sind bereits überbaute Flächen, wie beispielsweise Hausdächer. Solaranlagen auf Freiflächen sind aufgrund ihrer direkten Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung oder der energetischen Biomassenutzung kritisch. Ausnahmen könnten beispielsweise Deponien oder sonstige belastete Freiflächen sein, auf denen eine land- oder forstwirtschaftliche Nutzung schwierig oder ausgeschlossen ist. In Murrhardt ist keine geeignete Deponie vorhanden, weshalb diese Option entfällt.

6.5.2.2. Theoretisches Solarpotential

Für eine erste grobe Abschätzung des theoretischen Potentials nutzbarer Solarenergie werden zunächst die Katasterflächen „Gebäude- und Freiflächen“ berücksichtigt, landwirtschaftliche Flächen dagegen nicht. Das theoretische solare Strahlungspotential, welches auf die gesamte Gebäude- und Freifläche (384 ha) trifft, beträgt somit 4.263 GWh pro Jahr.

Bei der Umwandlung dieses theoretischen Potentials durch Solaranlagen entstehen Wirkungsgradverluste. Solarthermieanlagen können bis zu 45 % in Wärmeenergie, Photovoltaikanlagen rund 15 % in elektrische Energie umwandeln [Solarserver 2010]. Daraus lässt sich folgende Darstellung ableiten.

¹⁰ Umgangssprachlicher Begriff für Energieumwandlung.

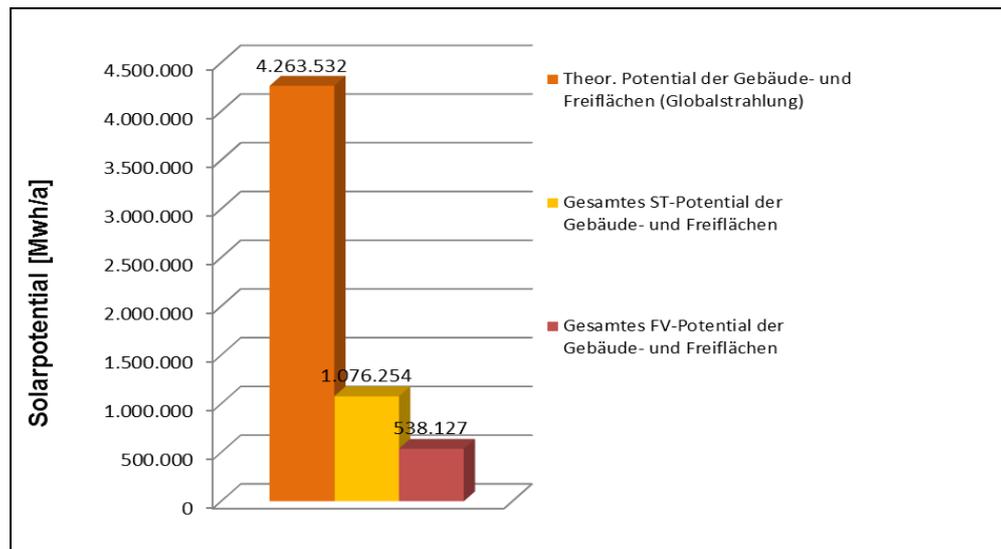


Abbildung 19: Solarpotential der gesamten Gebäude- und Freiflächen [eigene Darstellung]

Das berechnete Solarpotential der Gebäude- und Freifläche dient einer ersten Abschätzung. Bei der Berechnung wird jedoch noch keine Flächeneinschränkung vorgenommen. Zur Ermittlung der Solarpotentiale auf geeigneten Flächen, wie beispielsweise Hausdächern, werden nun weitere Annahmen gemacht.

6.5.2.3. Technisches Solarpotential auf den geeigneten Flächen

Geeignete Standorte für Solaranlagen sind möglichst unverschattete, in Richtung Süden ausgerichtete Flächen. Dachflächen für Photovoltaikanlagen sollten beispielsweise $\pm 30^\circ$ in Richtung Süden ausgerichtet sein und etwa eine Neigung von 35° besitzen. Da für die Stadt Murrhardt keine genauen Angaben zu geeigneten Dachflächen vorhanden sind (bspw. durch Befliegung, 3D-Laserscannung und Softwareauswertung), müssen geeignete Dachflächen durch Abschätzungen und Berechnungen näherungsweise ermittelt werden.

Die potentiell geeigneten Flächen für Solaranlagen werden in zwei Gruppen aufgeteilt:

1. Wohngebäude
2. Nicht-Wohngebäude

Bei der Ermittlung des *Dachflächenpotentials auf Wohngebäuden* wird zuerst über einen statistischen Ansatz das realisierbare Photovoltaikpotential ermittelt und daraus im nächsten Schritt auf die verfügbaren Dachflächen geschlossen. Hierzu wird die Annahme von Lödl et al. übernommen, nach der in einer Stadt wie Murrhardt (mit sogenanntem Dorfcharakter, unter Berücksichtigung der zahlreichen Weiler und kleinen Siedlungen) ein durchschnittliches Photovoltaikpotential von rund 12,5 kWp je Wohngebäude¹¹ für alle Wohngebäude angenommen werden kann [Lödl et al. 2010, 7; IT.NRW 2010a].

Bei 3.221 Wohngebäuden in Murrhardt würde das einem Dachflächenpotential von rund 27 ha entsprechen.

¹¹ Unter der Annahme, dass neue Photovoltaikanlagen eine Leistung von $150 W_{el}$ je m^2 Modulfläche besitzen [Lödl et al. 2010, 7].

Zur Ermittlung der potentiell nutzbaren *Dachflächen der Nicht-Wohngebäude* werden die Annahmen getroffen,

- dass rund 1/4 der im Flächennutzungsplan für Nicht-Wohngebäude vorgesehenen Flächen¹² bebaut sind,
- die vorherrschende Dachform der Gebäude ein Flachdach ist und
- das Verhältnis von nutzbarer Fläche auf Flachdächern zur Kollektorfläche in etwa 0,5 beträgt, wodurch sich die potentielle Kollektorfläche um diesen Faktor verringert [Lödl et al. 2010, 6].

Insgesamt stehen somit auf Nicht-Wohngebäuden etwa 20 ha an geeigneten Kollektorflächen zur Verfügung.

Die Einschätzungen zu den geeigneten Flächen für Solaranlagen in Murrhardt sind eher konservativ, da nur Dachflächen berücksichtigt wurden. Nach dem aktuellen Stand der Technik können auch Fassadenflächen genutzt werden. Die meisten Kollektoren und PV-Anlagen eignen sich auch für den Einsatz auf südlich orientierten (+/- 45°) Fassadenflächen. Da jeweils die Gegebenheiten wie Verschattung vor Ort berücksichtigt werden müssen, ermitteln wir hier das Potential überschlägig. Wenn an ca. ¼ der Gebäude ein Fassadenkollektor mit 10 m² installiert wird, könnten zusätzlich (Berechnung: 300 kWh/m² * 10m² * 800 Anlagen =) 2.400 MWh geerntet werden. Beim Einsatz von Luftkollektoren wären hier noch 25% mehr möglich. Photovoltaikmodule etwa können auch als Sonnenschutz in Fassaden integriert werden und haben damit einen doppelten Nutzen. Des Weiteren sind Überdachungen von versiegelten Flächen wie z.B. Parkplätzen denkbar. So könnten in Murrhardt an zahlreichen Standorten Solartankstellen errichtet werden. Zusammen mit dem erwarteten Trend hin zur Elektromobilität könnten sie die CO₂-Emissionen im Sektor Verkehr reduzieren.

In den Nutzungsszenarien für Solarenergie wird festgelegt, in welchem Umfang Dachflächen für Solarthermie und Photovoltaik genutzt werden können. Im weiteren Verlauf der Analyse wird zur Vereinfachung ein Anteil von jeweils 50 % der geeigneten Flächen angenommen.

6.5.2.4. Photovoltaik

Durch Photovoltaikanlagen kann die Sonnenstrahlung direkt in elektrischen Strom umgewandelt werden.

Werden die zuvor ermittelten Werte für Dachflächen zugrunde gelegt, ergibt sich für Murrhardt pro Jahr folgendes technisch nutzbare Photovoltaikpotential.

	Photovoltaikpotential [MWh]
Wohngebäude	18.803
Nicht-Wohngebäude	13.987

Tabelle 20: Photovoltaikpotential von Wohn- und Nicht-Wohngebäuden

¹² Diese wurden ermittelt aus den Rubriken „Gebäude- und Freiflächen für öffentliche Zwecke, Handel und Dienstleistungen, Gewerbe und Industrie, Forst- und Landwirtschaft“ sowie „Ungenutzte Flächen“ [Statistisches Landesamt Baden-Württemberg und Flächendaten der Stadt Murrhardt].

6.5.2.5. Solarthermie

Die Potentiale zur thermischen Nutzung der Solarenergie (Brauchwasser, Heizung, etc.) sind aufgrund des höheren Wirkungsgrades bei der Umwandlung rund zwei bis drei Mal so groß wie bei der Photovoltaik.

Folgendes jährliche, technisch nutzbare Solarthermiepotential kann daher als realistische Größe angenommen werden.

	Solarthermiepotential [MWh]
Wohngebäude	37.606
Nicht-Wohngebäude	27.974

Tabelle 21: Jährliches Solarthermiepotential von Wohn- und Nicht-Wohngebäuden

Hierbei muss berücksichtigt werden, dass bei den linearen Betrachtungsweisen keine Aussagen zum solaren Deckungsanteil¹³ im Jahresverlauf gemacht werden können. Ein konstant hoher Deckungsanteil bei der Heizenergie und dem Brauchwasser ließe sich nur durch Speicherung der Wärme bis in die Heizperiode hinein erreichen. Allerdings wurden die Möglichkeiten zur Langzeitspeicherung der Wärmeenergie (in großen Tanks oder Erdwärmespeichern) hier nicht näher untersucht. Derzeit gibt es eine Reihe von Forschungsprojekten und Feldversuchen mit solaren Großanlagen in Kombination mit Langzeitspeichern, die überwiegend positive Resultate zeigen. Insbesondere in Kombination mit der Erdwärmenutzung ergeben sich positive Effekte, wenn mit der Solarthermie das Erdreich im Sommer regeneriert wird und die Wärmeleistung der Anlagen dadurch über die Jahre weitgehend konstant bleibt.

6.5.3 Biomasse

6.5.3.1. Allgemein

Die Ermittlung des Biomassepotentials dient der Abschätzung, welchen Beitrag nachwachsende Rohstoffe (NaWaRos) bei der Energieversorgung leisten können. Zur Vereinfachung wird die Potentialermittlung dabei in zwei Gruppen aufgeteilt:

- Nicht-ligninhaltige, flüssige oder gasförmige Biomasse
- Ligninhaltige, feste Biomasse, im wesentlichen Holz

Ligninhaltige Biomasse wird überwiegend verbrannt und zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Hier sollten in Zukunft auch Kraft-Wärme koppelnde Anlagen verwendet werden. Die kleinste am Markt erhältliche Anlage hat ca. 30 KW-elektrische Leistung.

Nicht-ligninhaltige Biomasse wie nachwachsende Rohstoffe, Abfall oder Reststoffe kann durch anaerobe Vergärung in Biogas umgewandelt und dann in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) verbrannt werden. KWK-Anlagen erzeugen sowohl elektrische Energie als auch Wärmeenergie. Wegen des besseren Gesamtwirkungsgrads sollte eine Nutzung der Wärme immer ermöglicht werden.

¹³ Der Anteil, den die Solarthermieanlage zur Deckung der Heizenergie beiträgt. Dieser kann in den Sommermonaten bei 100 % liegen, sinkt in den Wintermonaten jedoch auf unter 40 % [Solarserver 2010].

6.5.3.2. Nicht-ligninhaltige Biomasse

Von der landwirtschaftlichen Fläche Murrhardts (gesamt ca. 2.312 ha) werden derzeit rund 343 Hektar als Ackerfläche und etwa 1.439 Hektar als Grünland bewirtschaftet. Die übrigen Flächen (z.B. Streuobstwiesen, Gartenland) werden in der Potentialanalyse nicht weiter berücksichtigt.

Auf einem Teil der Ackerflächen könnten Energiepflanzen wie bspw. Raps oder Mais angebaut werden. Rapsöl kann - ohne den energieintensiven Umweg der Biodieselherstellung - in Verbrennungsmotoren verbrannt und mittels Kraft-Wärme-Kopplung in elektrische Energie und Wärmeenergie umgewandelt werden.

Mais oder andere Energiepflanzen können zusammen mit Gülle, landwirtschaftlichen Reststoffen oder organischen Abfällen in Biogasanlagen vergoren werden. Das dabei entstehende Methan kann ebenfalls in KWK-Anlagen zur Strom- und Wärmeproduktion eingesetzt werden.

Die Berechnung von Biomassepotentialen ist generell schwierig, da die Erträge von vielen verschiedenen Einflussfaktoren abhängig sind (z. B. Bodenqualität, Düngung). Nach Angaben von Biberacher et al. 2008 kann für Energiepflanzen ein Anteil von rund 25 % der gesamten Acker- und Grünlandfläche nachhaltig bewirtschaftet werden. Da das Grünland meist für die Erzeugung von Futtermitteln verwendet wird und aus Futtermitteln durch Verdauung wieder energetisch nutzbare Gülle wird, rechnet Biberacher et al. das Güllepotential den Grünflächen zu. Die nachhaltig nutzbare Energiemenge einer landwirtschaftlichen Fläche liegt somit bei:

- 40 MWh je Hektar und Jahr auf Ackerflächen und
- 35 MWh je Hektar und Jahr auf Grünlandflächen [Biberacher et al. 2008, 49ff.].

Auch Bioabfälle besitzen ein energetisches Potential. Aus jeder Tonne Bioabfall können rund 100 m³ Biogas erzeugt werden. Das gewonnene Biogas hat dabei einen Heizwert von ungefähr 6 kWh/m³ [ebd., 60]. Aus den rund 1.804 Tonnen Bioabfall¹⁴, die jährlich in Murrhardt eingesammelt werden (Stand: 2009), kann somit ein theoretisches energetisches Potential von rund 1.083 MWh gewonnen werden. Insgesamt entspricht dies einem theoretischen energetischen Potential der nicht-ligninhaltigen Biomasse von:

	Biomassepotential [MWh]
Ackerflächen	3.430
Grünlandflächen	12.591
Bioabfall	1.083

Tabelle 22: Energetisches Potential nicht-ligninhaltiger Biomasse

6.5.3.3. Ligninhaltige Biomasse

Für die Analyse des Potentials an forstwirtschaftlicher Biomasse werden die Forst-Daten des Stadtwalds Murrhardt verwendet. Demnach können bei Annahme einer nachhaltigen Bewirtschaftung auf einem Hektar Wald pro Jahr Holzmengen mit folgendem durchschnittlichen Energiegehalt geerntet werden:

- 20 MWh im Nadel-Mischwald

¹⁴ Zusammengesetzt aus Bioabfall und Grüner Tonne.

Aufgrund der real erhobenen Daten des Stadtwaldes in Murrhardt, der rund ein Drittel der Waldfläche einnimmt, ergibt die Berechnung für Murrhardt bei einer mittleren Erntemenge vom 8 FM/ha, unter der Annahme, dass 20% des Einschlags für Brennholz genutzt werden, 1,6 FM Brennholz pro ha. Von den ca. 3 FM sonst im Wald verbleibendem Feinreisig mit Nadeln, Blättern und Restholz kann ein zusätzliches Potential von rund einem m³/ha nachhaltig entnommen werden. In der Summe beträgt die als Brennholz verwertbare Menge 2,6 FM/ha die für die Gebäudeheizung zur Verfügung stehen. Für die Waldfläche in Murrhardt wurde die Zusammensetzung nach den Waldarten des Stadtwaldes angenommen. Daraus ergeben sich rund 295 ha Laubwald, 165 ha Nadelwald und 3.465 ha Mischwald. Mit den vorab getroffenen Annahmen entspricht dies folgendem theoretisch nutzbaren Energiepotential ligninhaltiger Biomasse pro Jahr.

	Biomassepotential [MWh]
Waldflächen	25.324

Tabelle 23: Energetisches Potential ligninhaltiger Biomasse in Murrhardt

Das ermittelte Biomassepotential aus ligninhaltiger Biomasse ist somit, verglichen mit dem Potential der nicht-ligninhaltigen Biomasse, deutlich größer, was bei einem Anteil der Waldflächen von 56% an der Gesamtfläche von Murrhardt nicht überrascht.

Biomassepotentiale aus Straßenbegleitgrün wurde mangels exakter Daten (km-Angaben), nicht berücksichtigt.

6.5.3.4. Zusammenfassung Biomassepotentiale

Das ermittelte energetische Potential der ligninhaltigen und nicht-ligninhaltigen Biomasse wird um die Wirkungsgradverluste bei der Umwandlung reduziert. Dabei wird die Annahme getroffen, dass das energetische Potential aus nicht-ligninhaltiger Biomasse in Blockheizkraftwerken (BHKW) genutzt wird und das energetische Potential aus ligninhaltiger Biomasse (Holz) nur in Heizkesseln für die Wärmeenergiegewinnung Verwendung findet. Da der Markt für die Holzverstromung einiges erwarten lässt, wird es sehr wahrscheinlich innerhalb der nächsten Jahre technisch realisiert sein, bis zu 30 % Strom bei der Wärmeerzeugung auszukoppeln.

Bei der Verbrennung von Biogas in einem Blockheizkraftwerk werden rund 40% des Energiegehalts des Gases in Wärmeenergie und ca. 30% in elektrische Energie umgewandelt. Sehr effektive BHKWs kommen sogar auf Gesamtnutzungsgrade von über 85%, allerdings wird für die vorliegende Analyse der eher konservative Wert von 70% angenommen. Für die Holzverbrennung in Heizkesseln werden ein Nutzungsgrad von 75% und die zusätzliche Nutzung von 500 Tonnen jährlichen Holzabfalls (geschätzt) aus der regionalen Holzverarbeitung angenommen.

Zusammenfassend ergibt sich für Murrhardt damit folgendes Bild:

	Strompotential [MWh]	Wärmepotential [MWh]
Nicht-ligninhaltige Biomasse	6.996	9.328
Ligninhaltige Biomasse (Holz)	In Zukunft bis zu 30% Stromauskopplung aus Wärme bzw. Holzvergasung wahrscheinlich	20.609

Tabelle 24: Strom- und Wärmepotential ligninhaltiger und nicht-ligninhaltiger Biomasse

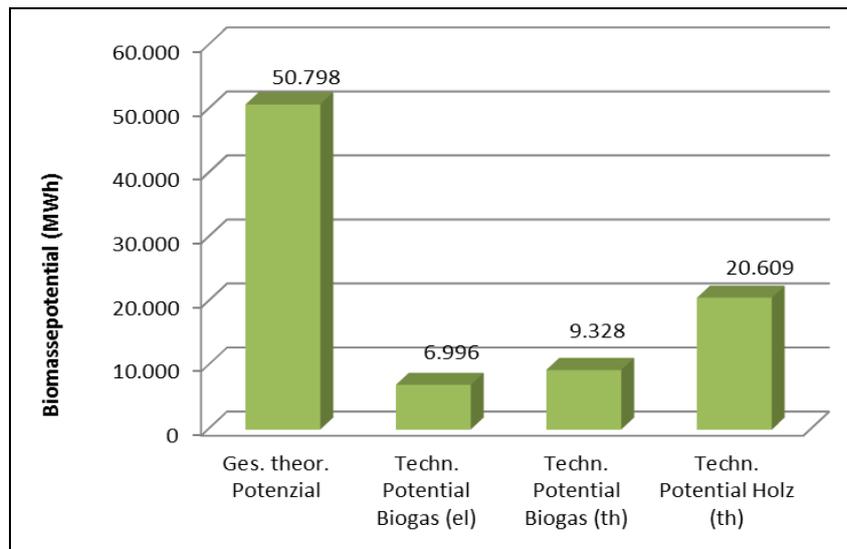


Abbildung 20: Biomassepotentiale [eigene Darstellung]

6.5.4 Windenergie

Die Grundlage für die Ermittlung der Windenergiepotentiale in Murrhardt ist der vom Umweltministerium Baden-Württemberg erstellte Windatlas. Für Murrhardt weist dieser in den dünner besiedelten Höhenlagen die besten Windgeschwindigkeiten aus. Auch auf Grund von Bauvorschriften wie Mindestabständen zur Wohnbebauung oder Lärmschutzvorschriften, sind diese Gebiete besser geeignet, als Standorte im stärker besiedelten Tal.

Auf der Gemarkung Murrhardt existiert noch keine große Windkraftanlage. Zur Abschätzung des Windkraftpotentials für neu zu bauende Rotoren wird eine moderne Anlage mittlerer Größe (3 MW Leistung) mit einer Masthöhe von 135 m und einem Rotordurchmesser von rund 100 m (entspricht ca. 8.000 m² angeströmte Fläche) zugrunde gelegt.

6.5.4.1. Theoretisches Potential

Das theoretische Windkraftpotential besteht letztendlich in der gesamten vom Wind in Hauptwindrichtung (West – Ost) angeströmten Fläche von der nördlichen zur südlichen Grenze der Gemarkung. Diese erreicht theoretisch eine Höhe von mehreren Kilometern und könnte, unter Berücksichtigung eines Mindestabstands von 700 m, mehrmals scheibenartig hintereinander bis zur östlichen Grenze der Gemarkung angeordnet werden. Auf jeder dieser gedachten Scheiben könnte im Abstand von 300 m (in Nebenwindrichtung) eine Windkraftanlage gebaut werden. Schon mit den Windkraftanlagen auf einer dieser Scheiben ließen sich über 50.000 GWh Strom im Jahr produzieren. Da bei der größten Akzeptanz niemand ernstlich die gesamte Fläche Murrhardts flächendeckend mit Windkraftanlagen überziehen will, dient dies zur Veranschaulichung der enormen Möglichkeiten, die in der Nutzbarmachung der Windenergie steckt.

Das Maximalpotential ist unter Berücksichtigung der sogenannten Jet-Streams (Windgeschwindigkeit bis zu 180 m/s) noch weitaus größer. Da der Energieinhalt mit der dritten Potenz steigt, ist tatsächlich 10.000-fach mehr Energie im Wind potentiell vorhanden als die gesamte gegenwärtig verbrauchte Energie (Strom und Wärme).

6.5.4.2. Technisches Potential

Im Rahmen des Klimaschutzkonzepts für Murrhardt wurde eine Untersuchung des technisch nutzbaren Windenergiepotentials von engagierten Schülern in einer betreuten Seminararbeit durchgeführt. Auf Basis des Windatlas konnten 4 mögliche Standorte für Windkraftanlagen ermittelt werden, an denen in der relevanten Höhe von 140 m Windgeschwindigkeiten von im Mittel 6,5 m/s erreicht werden, mit denen die vorgesehenen Rotoren betrieben werden können.

Unter Einhaltung der oben beschriebenen Abstände können am Standort Hinterbüchelberg 3, in Siebenknie 2 und in Karnsberg sowie in Murrhärle je eine Windkraftanlage betrieben werden. Wenn diese 7 Anlagen mit jeweils einer Leistung von 3 MW und 1.953 Vollaststunden¹⁵ im Jahr angesetzt werden, ergibt sich folgendes technisches Windkraftpotential, was rund 2/3 des gesamten Murrhardter Stromverbrauchs entspricht:

	Windkraftpotential [MWh]
7 neue 3 MW-Anlagen	41.013

Tabelle 25: Windkraftpotential durch neue Anlagen

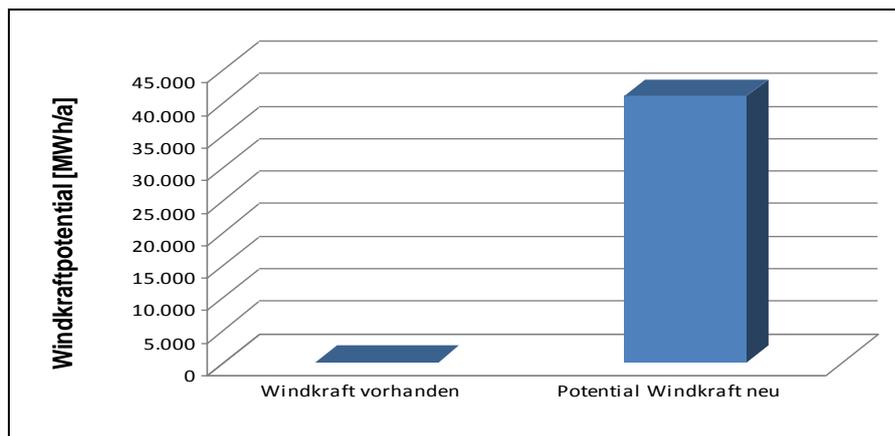


Abbildung 21: Windkraftnutzung und -potential [eigene Darstellung]

Weitere Windenergiepotentiale sind durch die Nutzung von Kleinwindkraftanlagen (KleWiAne) vorhanden. Diese können Strom oder Wärme produzieren, wobei die sogenannte Wärmemühle den besseren Wirkungsgrad hat. Allerdings behindern hier Bauvorschriften bisher einen Ausbau. Nur Masthöhen bis 10 m sind in Baden Württemberg genehmigungsfrei. Deshalb wollen wir hier das Potential dieser "kleinen Windkraft" mit Kleinwindanlagen überschlägig ermitteln. Würden bei 20% aller Wohnhäuser jeweils ein Windrad mit 10 m Masthöhe und einer Rotorfläche von 10 m² (R=1,78 m) errichtet, ließen sich bei einem konservativ angesetztem Ertrag von 200 kWh/m² mit 650 Stück 1.300 MWh pro Jahr Strom ernten.

¹⁵ Angabe für Windkraftanlagen in Baden-Württemberg mit 140 m Masthöhe bei einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von 6,5 m/s Bofinger et al Kassel (2011).

	Windkraftpotential [MWh]
aus Kleinwindanlagen	1.300

Tabelle 26: Windkraftpotential durch Kleinwindanlagen

Bei Kleinwindanlagen ist zu berücksichtigen, dass durch die Bodennähe höhere Turbulenzen herrschen. Dadurch entstehen bei der Umwandlung des Gleichstroms in Wechselstrom, erhebliche Verluste [Wind ins Netz, G.Hacker, 2. Auflage 2007]. Die direkte thermische Umwandlung der potentiellen Windenergie durch eine „Windbremse“ kann die rund 25-33% thermischen Verluste voll in Wärmeenergie verwandeln, so dass hier Potentiale in ähnlicher Größenordnung aktiviert werden können. Wünschenswert ist es auf jeden Fall, wenn hier in den nächsten Jahren vertiefende Untersuchungen folgen und Testanlagen zur Erprobung vor Ort errichtet werden.

Um auch hier eine Größenordnung zu ermitteln, verwenden wir folgenden stark vereinfachten Ansatz: 20% der vorhandenen Dachflächen weisen in die Hauptwindrichtung. Die mittlere Dachneigung beträgt 30°. Daraus ergibt sich eine angeströmte Fläche von $0,5 \cdot 20\% \cdot 27\text{ha} = 27.000 \text{ m}^2$. Wir betrachten nun den Energieinhalt des Windes und setzen als natürliches Potential rund 500 kWh/m² an [Canters 1998].

Mit 650 Anlagen könnte zusätzlich ein Potential von mindestens 1.300 MWh Wärme pro Jahr aktiviert werden. Die zusätzliche kleine Windkraft liegt damit in der gleichen Größenordnung wie die Bioenergie vom Acker, die KleWiAne und die kleine Wasserkraft.

	Wind-Wärmepotential [MWh]
Auf Wohnhausdächern	1.300

Tabelle 27: thermisches Windkraftpotential durch Kleinanlagen

6.5.5 Geothermie- und Umweltwärme

Die Geothermie (Erdwärme) kann durch verschiedene Verfahren sowohl zur Wärmebereitstellung als auch zur Stromerzeugung genutzt werden.

Grundsätzlich unterscheidet man drei Typen der Geothermienutzung:

- Oberflächennahe Systeme mit geringen Temperaturen zur Wärmeengewinnung
- Bohrungen in mittleren Tiefen zur Wärmeengewinnung und
- Tiefbohrungen mit Temperaturen bis zu mehreren hundert Grad zur Wärmeengewinnung oder Erzeugung elektrischer Energie.

Die Potentialermittlung für das Stadtgebiet Murrhardt beschränkt sich aus folgenden Gründen auf die oberflächennahen Systeme:

- Oberflächennahe Geothermieranlagen sind ausgereift und wirtschaftlich zu betreiben
- Umfangreiche Daten zur geothermischen Ergiebigkeit in Murrhardt liegen nicht vor
- Belastbare Studien oder Gutachten zur Tiefengeothermienutzung in Murrhardt liegen nicht vor.

Potentielle Standorte für Erdsondenbohrungen sind Wärme- oder Kältesenken¹⁶. Da sich Wärme oder Kälte nur mit unverhältnismäßig hohen Verlusten transportieren lassen, sollten die Erdsonden möglichst einen Abstand von weniger als 50 Metern von den Wärme- oder Kältesenken haben.

Vorhandene Schutzgebiete für Trink-, Mineral- und Heilwasser können die Nutzung von Geothermie in der Fläche einschränken. Auf dem Murrhardter Stadtgebiet sind verschiedene Wasserschutzgebiete vorhanden. Das bedeutet grundsätzlich kein Verbot der Geothermienutzung in diesen Gebieten, allerdings muss eine Prüfung durch die zuständigen Wasserbehörden durchgeführt werden. Daher kann davon ausgegangen werden, dass sich theoretisch ein großer Teil der benötigten Wärmeenergie in Murrhardt durch Erdwärmenutzung decken ließe.

Zur Abschätzung des Geothermiepotentials wird die Annahme getroffen, dass 25% der vorhandenen Ein- und Zweifamilienhäuser ihren gesamten Wärmeenergiebedarf durch Geothermie decken könnten. Aufgrund dieser Annahme entspräche das jährliche Geothermiepotential in Murrhardt somit folgendem Wert:

	Geothermiepotential [MWh]
Ein- und Zweifamilienhäuser	20.679

Tabelle 28: Jährliches Geothermiepotential der Ein- und Zweifamilienhäuser

Zum Betrieb der Geothermie- und Umweltwärmeanlagen werden Wärmepumpen eingesetzt, die meist mit elektrischer Energie betrieben werden. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) von Wärmepumpen gibt das Verhältnis von gewinnbarer Wärmeenergie zur aufgewendeten elektrischen Energie an. Eine JAZ von 2,9¹⁷ ist hierbei eine realistische Annahme. Die Verwendung von Geothermie- und Umweltwärmeanlagen ist somit gleichzeitig mit einer Steigerung des elektrischen Energiebedarfs in der Stadt Murrhardt verbunden. Bei vollständiger Erschließung des ermittelten Geothermiepotentials würde der Stromverbrauch in Murrhardt um 8.819 MWh steigen (siehe Kapitel 6.5.7).

Weitere Potentiale zur Wärmeenergieerzeugung könnte die Nutzung von Abwasserwärme bringen. Abwasserwärme ist sowohl zur Erzeugung von Heizwärme und Warmwasser wie auch zur Kühlung von Gebäuden und Prozessen nutzbar. Für die Beheizung sind wiederum Wärmepumpen notwendig. Idealerweise wird die gewonnene Energie dabei an dem Ort der Erzeugung dezentral genutzt.

6.5.6 Wasserkraft

6.5.6.1. Allgemein

Historisch und aktuell wird in der abwechslungsreichen Murrhardter Topografie die kleine Wasserkraft genutzt. Allerdings ist ihr Potential insgesamt vergleichsweise gering. Als notwendiger Energiespeicher (z.B. für temporär überschüssigen Strom aus Windkraftanlagen oder Überproduktion aus dem Stromnetz) könnte jedoch ein Pumpspeicherkraftwerk von großer Bedeutung sein. Durch ein solches Kraftwerk lassen sich weit größere Energiemengen erschließen.

¹⁶ Wärme- oder Kälteabnehmer, bspw. Wohnhäuser oder Kühlanlagen.

¹⁷ Quelle http://www.agenda-energie-lahr.de/WP_VergleichFeldtests.html

6.5.6.2. Theoretisches Potential

Das Theoretische Potential der Wasserkraft in Murrhardt beträgt 7.633 MWh. Dieser Wert lässt sich aus dem Gesamtniederschlag, abzüglich der Verdunstung und der mittleren Differenz der unterschiedlichen Höhenlagen berechnen.

6.5.6.3. Technisches Potential der kleinen Wasserkraft

Für die Abschätzung der Potentiale zur Nutzung der Wasserkraft wurde die Anzahl historischer Wasserkraftwerke und –mühlen angesetzt. Von den ehemals 41 Wasserkraftanlagen sind derzeit nur noch 2 in Betrieb. Die Wasserkraft wird im Kraftwerk Lutzensägmühle auf der Alm und zum Mahlen von Getreide in der Rümelinsmühle verwendet.

Aus den vorliegenden Daten der historischen Wasserkraftnutzung in Murrhardt kann auf eine durchschnittliche Leistung je Wasserkraftwerk von 5,8 kW geschlossen werden. Unter Berücksichtigung von Unterbrechungen zu Wartungszwecken oder durch Hochwasser werden durchschnittlich 4.730 Volllaststunden angenommen. Das technische Potential durch die Wasserkraftnutzung liegt damit bei 1.125 MWh im Jahr. Das theoretische Wasserkraftpotential entspricht über die Berechnung der Niederschlagsmenge mit 50% Verdunstungsanteil und der mittleren Höhe von 435 m einem kontinuierlichen Wasserstrom von 1,3 m³/s, was mit den Angaben des Mühlenführers plausibel ist. Die Höhendifferenz zum tiefsten Punkt am Ortsausgang Murrhardt beträgt 155 m. Das theoretische Wasserkraftpotential beträgt damit 7.633 MWh/Jahr von denen sich durch die Reaktivierung der historischen Mühlen folgende Energiemengen ernten ließen.

Reaktivierung	Wasserkraftpotential [MWh]
der Standorte mit Kraftwerk	710
von allen 41 historischen Orten	1.125

Tabelle 29: Jährliches Wasserkraftpotential an historischen Wasserkraftstandorten

6.5.6.4. Sonstige Nutzungsformen der Wasserkraft

Neben den genannten Möglichkeiten der Nutzung von Oberflächengewässern ist es vorstellbar - und ist in manchen Kommunen bereits umgesetzt - mechanische Energie aus Trinkwasser- oder Abwasserleitungen zu gewinnen und damit Strom zu erzeugen.

Technisches Potential eines Pumpspeicherkraftwerks

Um hier auch für ein Pumpspeicherkraftwerk eine Größenordnung anzugeben gehen wir von einem Speichersee mit je 20 ha für das Ober- und das Unterbecken und einer nutzbaren Höhe¹⁸ von 100 m aus. In Abhängigkeit der Betriebszeit werden unterschiedliche Generatoren notwendig.

¹⁸ Die nutzbare Höhe ist die Höhendifferenz von Ober- und Unterbecken. Auf Murrhardter Gemarkung - zwischen höchster (543 m) und niedrigster (280 m) Lage - gibt es eine maximale Differenz von 263 m.

Tidenhub (Arbeitshöhe) [m]	Pufferpotential je Zyklus [MWh]	Pufferpotential je Jahr (300 Zyklen) [MWh]
1	44	13.200
2	89	26.700
3	133	39.900
4	178	53.400
5	222	66.600

Tabelle 30: Speicherenergie eines Pumpkraftwerks abhängig vom Tidenhub¹⁹

Da technikgeschichtlich und touristisch interessant, *soll hier noch* auf die von Albert Müller 1905 erstmals erwähnte Wasserkraftanlage im Trauzenbachtal²⁰ eingegangen werden. Die kombinierte Wasserkraftanlage wurde vor der Elektrifizierung errichtete. Sie trieb eine Turbine an und besaß ein im Wald liegendes Speicherbecken, das der Trinkwasserversorgung diente. Etwas oberhalb des Sees pumpte ein hydraulischer Widder einen Teilstrom des zufließenden Quellwassers in den heute noch vorhandenen, steinernen Speicherbehälter oberhalb des Spechtshofs. Ein hydraulischer Widder ist ein besonderer erneuerbarer Antrieb. Seine einfache Technik und raffinierte Nutzung physikalischer Gesetze rückt ihn nahe an das Perpetuum Mobile. Obwohl sein Beitrag zur Energiegewinnung gegenüber dem heutigen sehr hohen Verbrauch gering wäre, begeisterte er Technikliebhaber jeden Alters.

¹⁹ Der Tidenhub oder die Arbeitshöhe ist die Höhendifferenz von maximalem und minimalem Pegelstand.

²⁰ Fritz, Gerhardt et al, Die Mühlen im Rems-Murr-Kreis, Band 2, Teil 2, Seite 121, Widderanlage Spechtshof und eigene Begehung vor Ort.

6.5.7 Zusammenfassung der technischen Potentiale der erneuerbaren Energien

Elektrische Energie

Unter Ausnutzung der ermittelten Potentiale ergibt sich für Murrhardt für den Teilbereich der elektrischen Energie folgendes Bild:

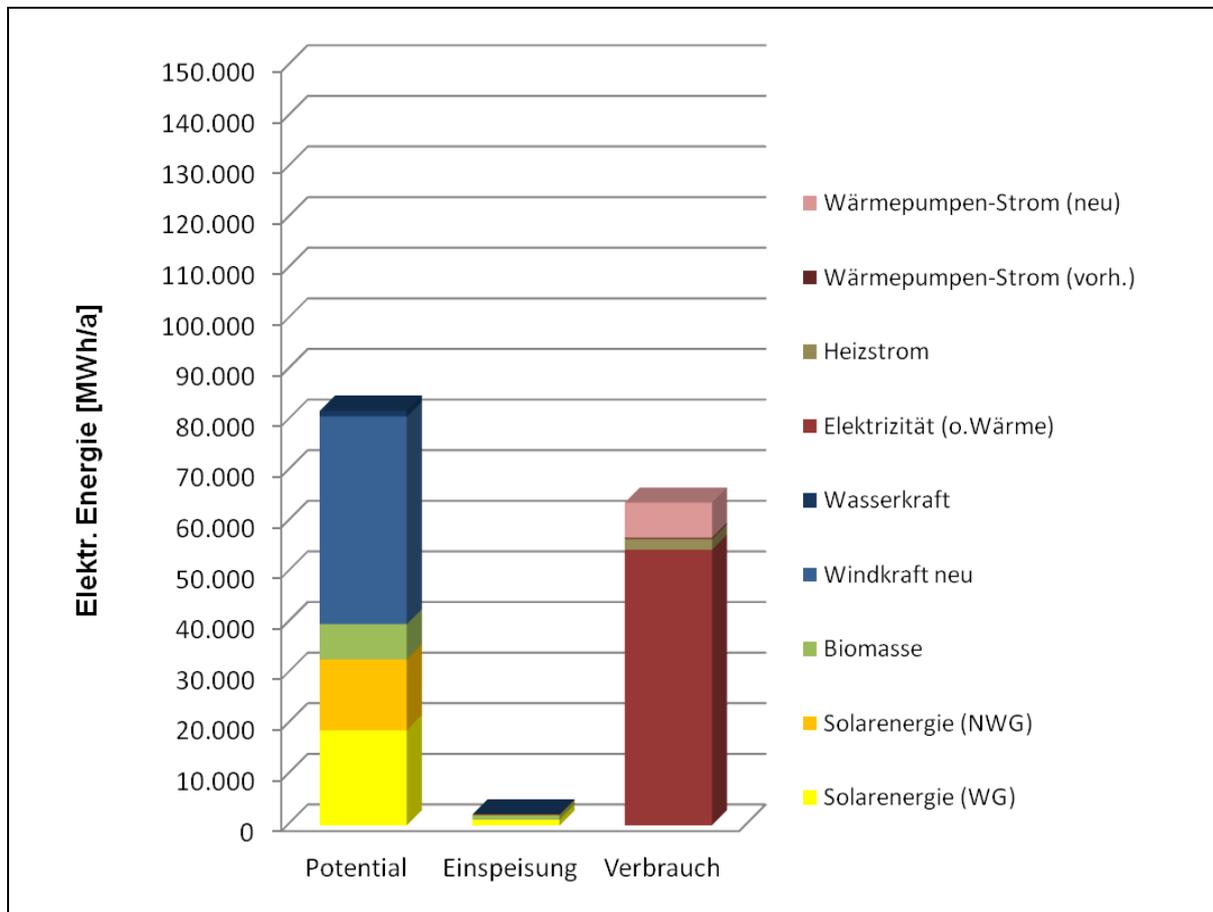


Abbildung 22: Elektr. Energie: Potentiale, Einspeisung und Verbrauch [eigene Darstellung]

Mit rund 44 % mehr als der derzeitige elektrische Energieverbrauch in Murrhardt - rund 57.000 MWh - ließen sich nach eigenen Berechnungen und bei Ausnutzung aller Potentiale rund 82.000 MWh regenerativen Stroms bereitstellen, wovon 2.165 MWh bereits eingespeist werden. Wenn der Annahme gefolgt wird, dass in Zukunft ein Großteil der Wärmeenergie durch Wärmepumpen erzeugt wird, erhöht sich der elektrische Energieverbrauch allerdings um etwa 6.900 MWh. Somit würde der potentielle *regenerative Deckungsgrad* elektrischer Energie von knapp 144 % auf ca. 128 % zurückgehen.

Im Hinblick auf das sehr hohe Potential der regenerativen Stromerzeugung in Murrhardt erhält die Frage der Strom-Speicherung große Bedeutung. Hierfür sehen wir u.a. folgende Ansatzpunkte als vielversprechend an:

- Nutzung von strombetriebenen Erdwärmepumpen zur Einlagerung von Wärme im Sommer in das Erdreich (Wärmepumpe als Kühlmaschine).

- Umwandlung in Wasserstoff, bei größeren Mengen in Erdgas und Nutzung des Erdgasnetzes als Speicher: Verglichen mit der direkten Substitution von Strom spart dies aufgrund der Umwandlungsverluste zwar lediglich 20 % CO₂ ein, doch ist dies besser, als den erzeugten grünen Strom gar nicht zu nutzen²¹.

Heizenergie

Für die Potentiale der Wärme- bzw. Heizenergie ergibt sich folgendes Bild:

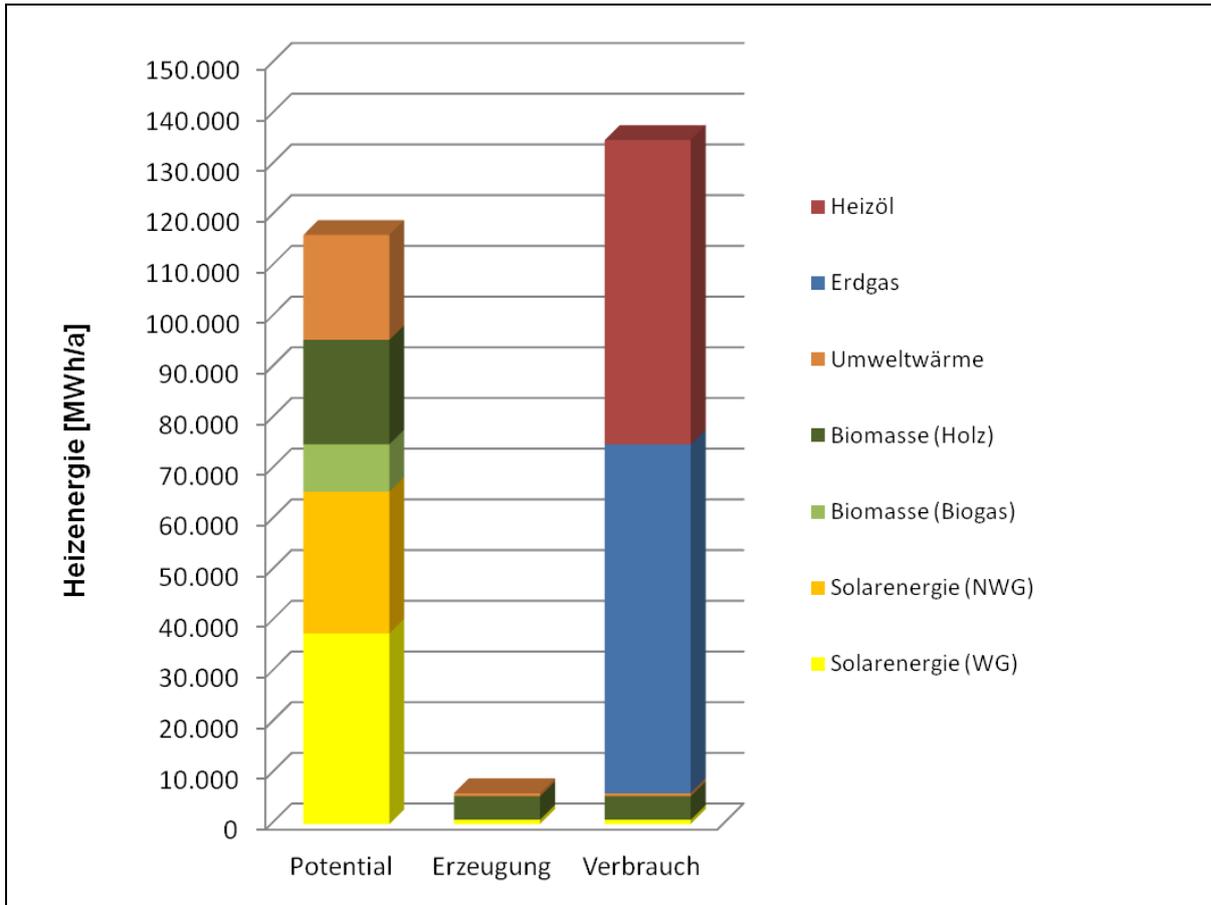


Abbildung 23: Heizenergie: Potentiale, Erzeugung und Verbrauch [eigene Darstellung]

Im Niedertemperatur-Wärmesektor könnten durch ungenutzte Potentiale in Murrhardt rund 116.200 MWh fossiler Brennstoffe substituiert werden, was ziemlich genau dem Niedertemperatur-Verbrauch der Stadt entspricht. Hinzu kommen rund 15.000 MWh Hochtemperaturwärme, die nicht substituierbar ist.

Damit ergibt sich ein regenerativer Deckungsgrad für Niedertemperaturwärme von ca. 100 %. Aufgrund des hohen Anteils der Erd-/Umweltwärme würde sich jedoch gleichzeitig der Stromverbrauch stark erhöhen (siehe Abbildung 23).

²¹ Im Jahr 2010 konnte in Deutschland ein Potential von bis zu 150 Mio. kWh Windstrom nicht genutzt werden, da die Leitungs- und Speicherkapazitäten zu gering waren (Bundesverband Windenergie 2011).

Die Abschätzungen zeigen ein hohes Potential auf, wobei die verbleibenden Unsicherheiten natürlich für jede Maßnahme untersucht werden müssen. Im Unterschied zu den dargestellten Potentialen der Energieeinsparung ist die Wirtschaftlichkeit von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in viel höherem Maße von den Kosten der konventionellen/fossilen Energieträger bzw. der Bereitstellung von Fördermitteln abhängig.

Verkehr

Der Verkehrssektor bietet folgende Ansatzpunkte:

- Nutzung von Fahrzeugen mit Erdgas-Motoren: Aus „überschüssigem“ erneuerbarem Strom wird Methan erzeugt, in das Erdgasnetz eingespeist und von handelsüblichen Erdgas-Fahrzeugen als Kraftstoff genutzt.
- Ausbau der „Grünstrom-Elektromobilität“: Nur Elektrofahrzeuge, die mit regenerativ erzeugtem Strom betrieben werden, haben im Vergleich mit konventionellen Fahrzeugen deutlich geringere Emissionen.

Die Nutzung erneuerbarer Energien zur Erzeugung von Kraftstoffen wurde im Rahmen des IKSK nicht detailliert betrachtet, da diese durch die gesetzlich geregelte Beimischung von Biokraftstoffen vorgegeben ist.

6.6 Gesamte CO₂-Minderungspotentiale

Entsprechend der eingangs geschilderten Vorgehensweise wurden die gesamten CO₂-Minderungspotentiale für die Ansatzpunkte „Reduzierung des Energiebedarfs“²² und „Nutzung erneuerbarer Energien“ und „Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung“ ermittelt und sind im folgenden Diagramm (Abbildung 24) getrennt ausgewiesen.

Ebenfalls dargestellt sind die nicht zu vermeidenden, verbleibenden CO₂-Emissionen sowie die durch verstärkten Einsatz von KWK-Anlagen gegenüber dem Basisjahr 2008 zusätzlich entstehenden CO₂-Emissionen. Auf den Einsatz von Wärmepumpen, die durch ihren Stromverbrauch ebenfalls zusätzliche Emissionen verursachen würden, kann in Murrhardt wegen der anderen hohen Potentiale der Wärmeversorgung verzichtet werden.

Alleine durch die Nutzung der technischen Potentiale der erneuerbaren Energien ergeben sich bei Strom und Niedertemperaturwärme (Heizenergie) Minderungspotentiale von über 100 %, bezogen auf den CO₂-Ausstoß 2008. In Kombination mit den Potentialen zur Energieeinsparung und zur KWK-Nutzung lassen sich damit engagierte Ziele formulieren.

²² Hierbei wurde das Szenario Einsparung berücksichtigt.

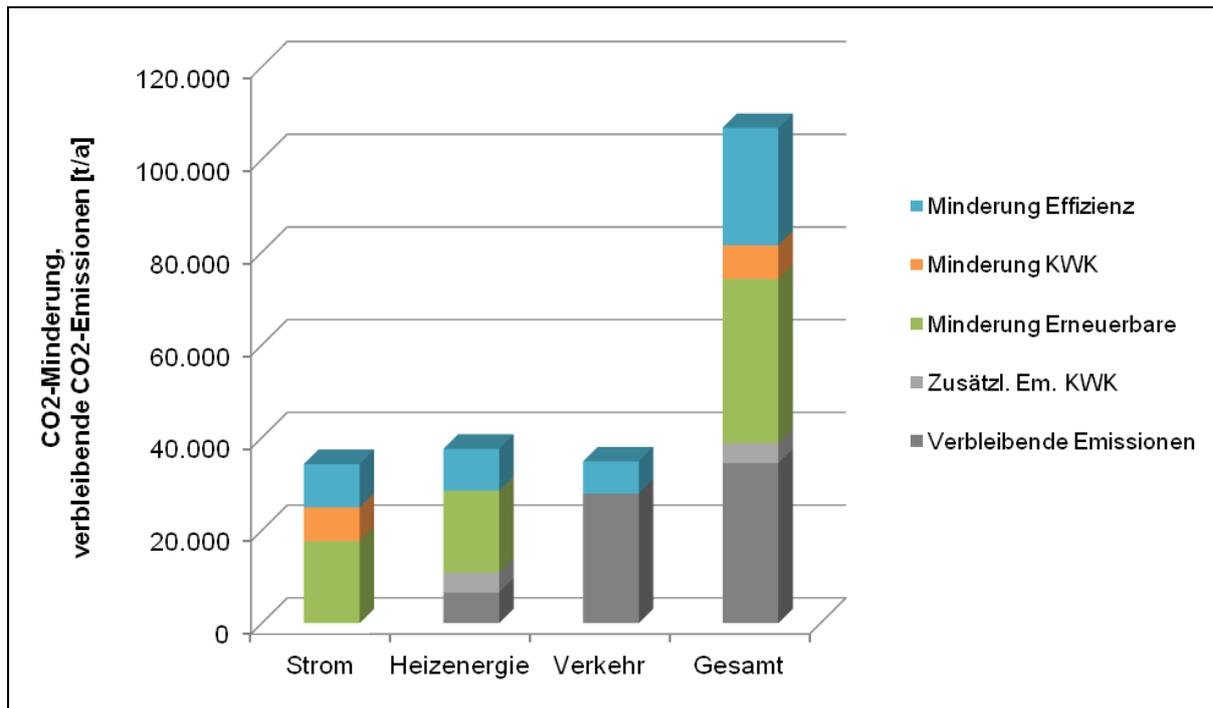


Abbildung 24: CO₂-Minderungspotentiale nach Endenergieträgern [eigene Darstellung]

Die CO₂-Minderungspotentiale lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Der Strombedarf könnte vollständig emissionsfrei gedeckt werden.
- Bei Heizenergie könnten 77 % der CO₂-Emissionen vermieden werden.
- Im Verkehrssektor bzw. bei den fossilen Kraftstoffen ließen sich die Emissionen um 20 % senken (Potentiale aus „Grünstrom“ und „Windgas“ noch nicht berücksichtigt²³).
- Insgesamt ließen sich die Emissionen um 62 % reduzieren.

6.7 CO₂-Minderungsziele

Die Festlegung konkreter Minderungsziele für das Jahr 2020 betrifft letztlich alle Einwohner und Unternehmen der Stadt Murrhardt. Daher sollte eine solche Festlegung durch den Gemeinderat verabschiedet werden.

Basierend auf den Berechnungen und Abschätzungen in diesem Kapitel, wurden für die Minderungsziele folgende Überlegungen angestellt:

²³ Bei vollständiger Nutzung dieser „grünen“ Antriebsenergien geht der CO₂-Ausstoß eines Fahrzeugs fast vollständig zurück. Wenn 5 % der zugelassenen Fahrzeuge im Jahr 2020 entsprechend betrieben würden, könnten dadurch rund 1.700 t CO₂ zusätzlich vermieden werden. Die gesamte CO₂-Vermeidung im Verkehrssektor würde von 20 % auf 25 % steigen.

Allgemein

- Die Minderungsziele beziehen sich auf die Emissionen im Basisjahr 2008.
- Zu berücksichtigen sind die in Kapitel 2.2 bereits genannten nationalen und internationalen Vorgaben, wobei sich diese Vorgaben i.d.R. auf das Basisjahr 1990 beziehen. Für Murrhardt liegen keine Daten aus diesem Jahr vor.

Hinsichtlich Energieeinsparung

- Einsparmaßnahmen bei Strom, deren technisch-wirtschaftliche Machbarkeit schon lange bekannt ist, werden zukünftig vermutlich deutlich häufiger umgesetzt als bisher. Ein Einsparziel von 8 %, bezogen auf die Emissionen des Stromverbrauchs 2008, sehen wir daher als machbar an.
- Bei Heizenergie sind höhere Sanierungsraten erkennbar, die sich noch steigern lassen. Die Verschärfungen der Energieeinsparverordnung führen dazu, dass der Einspareffekt von Sanierungen noch höher wird. Hier erachten wir ebenfalls ein Ziel von 8 % bezogen auf Heizenergie als realisierbar. Dazu ist neben Verhaltensänderungen notwendig, dass durchschnittlich jedes neunte Gebäude wärmetechnisch saniert wird (Dämmung bzw. Heizungsanlage).
- Im Verkehrssektor sollten Einsparungen von 6 % Prozent angestrebt werden, wobei die Einflussmöglichkeiten der Stadt Murrhardt gering sind.

Hinsichtlich Kraft-Wärme-Kopplung

- In wenigen Jahren werden Mikro-KWK-Anlagen zur Marktreife gelangen, wodurch auch für die große Zahl von Ein- und Zweifamilienhäusern KWK-Anlagen nutzbar werden. Wir gehen daher davon aus, dass bis 2020 rund 10 % des Stromverbrauchs mit KWK erzeugt werden. Hierfür sind zusätzliche KWK-Anlagen mit einer Leistung von rund 1.200 kW_e notwendig.

Hinsichtlich Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien

Ein hoher Anteil dezentraler, lokaler Strom- und Wärmeerzeugung ist insbesondere dann realisierbar, wenn

- die großen Flächenpotentiale der Wohngebäude sowie von Industrie und Gewerbe zur Solarenergienutzung erschlossen werden können,
- der Neubau von Windenergieanlagen gefördert wird,
- es gelingt, das energetische Potential von landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Flächen stärker zu nutzen, und
- bei der Nutzung von Umweltwärme (Geothermie, Umgebungsluft) erreicht wird, dass nur hocheffiziente Wärmepumpen eingesetzt werden, um den zusätzlichen Strombedarf möglichst gering zu halten.

Insgesamt halten wir die Substitution von rund 12 % des derzeitigen Verbrauchs an Strom und fossiler Heizenergie durch erneuerbare Energien für umsetzbar.

Zusammenfassend erscheinen uns die in Tabelle 31 aufgeführten CO₂-Einsparungen als realistische Ziele für die Stadt Murrhardt. Die Zielerreichung hängt stark von der Entwicklung im Verkehrssektor ab: Einerseits durch den hohen Anteil an den CO₂-Emissionen, andererseits durch die vergleichsweise geringen und schwerer zu erschließenden Einsparpotentiale.

Die Werte in der Tabelle sind gerundet.

Endenergie	Jährliche CO ₂ -Minderung durch			Jährliche CO ₂ -Minderung im Jahr 2020
	Einsparung	KWK	Substitution	
Strom	2.800 t	3.400 t	4.100 t	10.300 t
Heizenergie, fossil	2.700 t	Mehrverbrauch 2.000 t	4.000 t	4.700 t
Kraftstoffe, fossil	2.100 t	entfällt	keine belastbare Aussage möglich ²⁴	2.100 t
Alle Sektoren				17.100 t pro Jahr entspricht 17 %

Tabelle 31: Vorschlag für CO₂-Minderungsziele für die Stadt Murrhardt

Anhand der vorgenommenen Analysen und Berechnungen erscheint das Ziel, bis zum Jahr 2020 eine CO₂-Einsparung von 17 % gegenüber 2008 zu erreichen, als ambitioniert, aber machbar.

²⁴ Siehe hierzu die Fußnote 23 auf Seite 59.

7 Controlling

7.1 Allgemein

Das Controllingkonzept²⁵ soll der Stadt Murrhardt als Instrument zur Steuerung und Koordination der Klimaschutzbemühungen dienen. Das vorrangige Ziel des Klimaschutzcontrollings ist die Überwachung der Klimaschutzziele und die Schaffung eines Instruments, welches die folgenden Funktionen und Anforderungen erfüllen soll:

- Kontinuierliche Dokumentation und Bewertung des gesamten Klimaschutz-Prozesses in Murrhardt bei der Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen
- Fortschreibung des Maßnahmenkatalogs
- Schaffung einer Datenbasis zur Entwicklung und Konzeption weiterer Klimaschutzmaßnahmen
- Überprüfung der Einsparpotentiale
- Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz
- Information und Koordination des Beirates, weiterer Beteiligter sowie der Öffentlichkeit
- Einbindung der kommunalen Liegenschaften

Das entwickelte Controllingkonzept ist in Kapitel 7.2 erläutert.

Ebenfalls wird der Teilbereich Energiecontrolling der kommunalen Liegenschaften mit einbezogen. Das entsprechende Konzept ist in Kapitel 7.3 beschrieben.

Das Controllingkonzept gliedert sich somit wie folgt:

- Controlling der Klimaschutzziele
- Energiemonitoring für die kommunalen Liegenschaften
- Empfehlungen zur Umsetzung

7.2 Controlling der Klimaschutzziele

7.2.1 Ansatz

Die Einführung des kommunalen Klimaschutzcontrollings hat das Ziel, eine effiziente Klimaschutzpolitik zu ermöglichen. Es hat sich gezeigt, dass es sinnvoll ist, bestehende Strukturen zu nutzen und die Kommunikation sowie Verantwortungsbereiche bei Bedarf zu erweitern bzw. zu definieren. Daher müssen die Organisation und die Struktur der kommunalen Verwaltung und Energieversorgung beim Controlling der Klimaschutzziele stets mit berücksichtigt werden.

Für die Entwicklung des kommunalen Klimaschutzcontrollings kann die DIN EN 16001 zur Einführung von „Energiemanagementsystemen“ ausgezeichnet als Vorlage verwendet werden. Das Ziel eines Energiemanagementsystems (EnMS) ist die systematische und kontinuierliche Reduzierung von Energieverbräuchen. Die am 1. August 2009 in Kraft getretene Norm definiert die Anforderungen an ein solches Managementsystem. Zur

²⁵ to control (engl.) = steuern, regeln

Prozesse im Modell	Definition in Anlehnung an DIN EN 16001	Maßnahmenvorschläge zum Ausbau des Managementsystems
(Kommunale) Energiepolitik	<p>Erklärung der Organisation über ihre Absichten und Prinzipien bezüglich ihrer Aktivitäten</p> <p>Setzen und Erreichen strategischer und operativer Energieziele</p>	<p>Darstellung der kommunalen Energie- und Klimapolitik</p> <p>Festlegung einer Klimaschutzstrategie mit konkreten Zielvereinbarungen</p> <p>Teilnahme am European Energy Award</p> <p>Veröffentlichung der kommunalen Energiepolitik, konkrete Kommunikation über die Öffentlichkeitsarbeit</p> <p>Beitritt zum Klimabündnis</p> <p>Beitritt zum Konvent der Bürgermeister</p>
Planung	<p>Ausarbeitung und Auflistung von Optimierungsmaßnahmen gem. vordefinierter Kriterien (Techn. Konzept, Kosten, Wirtschaftlichkeit)</p>	<p>Übertragung der strategischen und operativen Ziele der Energie- und Klimaschutzpolitik auf die planungsrechtlichen Verfahren</p> <p>Einbindung in vorhandene Zielvereinbarungsprozesse</p> <p>Einbeziehung der lokalen Energieversorger (Stadwerke, SÜWAG) und weiterer wichtiger Akteure (Energiegenossenschaft) in die Entscheidungs- und Planungsprozesse</p> <p>Festlegung von Zuständigkeiten, Zeitrahmen und Mitteln</p> <p>Bereitstellung von finanziellen Mitteln, z.B. Fonds für Energiesparmaßnahmen und Öffentlichkeitsarbeit</p>
Einführen und Betreiben	<p>Auswahl, Umsetzung und Betrieb der geplanten Optimierungsmaßnahmen</p>	<p>Umsetzung konkreter Klimaschutzmaßnahmen</p> <p>Einsatz eines kommunalen Energiemonitoringsystems</p> <p>Festlegung von Verantwortlichkeiten und Abläufen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bei der Beschaffung energierelevanter Anlagen ▪ Bei der Wartung und Instandhaltung von Anlagen, Einrichtungen und Gebäuden ▪ Zur Datenerfassung, -auswertung und -bewertung ▪ Qualifizierung der Mitarbeiter im Monitoring und der Datenauswertung ▪ Mitarbeiterinformation und -beteiligung, bspw. Ausweitung des betrieblichen Vorschlagswesens auf den Energieeinsatz

<p>Überwachen und Messen</p>	<p>Laufende Kontrolle und Analyse der Energieverbräuche bzgl. der Einhaltung festgelegter Größen und Ziele</p>	<p>Einsatz eines kommunalen Energiemonitoringsystems</p> <p>Einführung bzw. Erweiterung des Kennzahlenmodells zur Bewertung und Kontrolle der Verbräuche</p> <p>Festlegung von Zuständigkeiten, Abläufen und Regelkommunikation</p> <p>Einbindung der relevanten Funktionsstellen, u.a. technische und betriebswirtschaftliche (Controlling) Abteilungen</p> <p>Überwachung rechtlicher Anforderungen, bspw. Wartungsfristen nach EnEV</p>
<p>Kontrolle und Korrekturmaßnahmen</p>	<p>Entwicklung von Gegenmaßnahmen bzw. Vorbeugungsmaßnahmen bei Abweichungen</p>	<p>Festlegung von Grenzwerten (wann Korrekturen erfolgen müssen):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Auf gesamt-kommunaler Ebene: Primär-/Endenergieverbrauch, CO₂-Emissionen insg. und einzelner Verbrauchssektoren ▪ Für die komm. Liegenschaften: bspw. Leistungsspitzen, Energieverbräuche insg. und einzelner Bereiche und Anlagen <p>Regelmäßige Prüfung des Umsetzungsstandes von operativen Zielen</p> <p>Sicherstellung der Umsetzung rechtl. Anforderungen</p>
<p>Internes Audit</p>	<p>Systematische Überprüfung des Energiemanagementsystems und der umgesetzten Maßnahmen</p>	<p>Regelmäßige Erstellung von Klimaschutzberichten</p> <p>Regelmäßige Audits zur Analyse und Überprüfung des eigenen Energiemanagementsystems, der Umsetzung der Energiepolitik und der Energieziele</p>
<p>Management Review</p>	<p>Überprüfung der Abläufe zur Sicherstellung, dass diese weiterhin geeignet, hinreichend und wirksam sind</p>	<p>Berichterstattung an den Stadtrat und Klimabeirat, u.a. zur:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bewertung der Klimaschutzpolitik ▪ Prüfung der Zielerreichung gemäß Zielvorgaben ▪ Prüfung der Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen ▪ Wenn erforderlich, Veranlassung von Schritten zur Korrektur bzw. Festlegung neuer Ziele

Tabelle 32: Prozesse und Abläufe gemäß DIN EN 16001

Bei der Umsetzung des Managementsystems für das Klimaschutzcontrolling in Murrhardt sollte besonderes Augenmerk auf folgende Aspekte gelegt werden:

- Einbeziehung aller relevanten Organisationen und Gremien
- Abstimmung auf vorhandene Zertifizierungen wie z.B. Qualitätsmanagement (ISO 9001ff) oder zukünftig European Energy Award
- Ggf. Ergänzung durch ein Umweltmanagementsystem

Zur Umsetzung schlagen wir folgende Schritte vor:

- Erarbeitung eines Konzeptes zur Einführung eines umfassenden EnMS in Workshops unter Mitwirkung der relevanten Funktionsstellen
- Ausarbeitung und Abstimmung von Zielvereinbarungen
- Überprüfung des umgesetzten Systems und dessen Dokumentation
- Ernennung eines Energie- bzw. Klimaschutzbeauftragten (→ Beantragung von Fördermitteln im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung)
- Ggf. Zertifizierung

Aus der Umsetzung können sich für die Kommune folgende Perspektiven und Nutzen ergeben:

- Direkte Einsparungen durch Änderung des Nutzerverhaltens
- Transparente Darstellung der aktuellen Zuständigkeiten aller Verwaltungsebenen
- Optimierung der bisherigen Verwaltungsprozesse
- Positive/s Außendarstellung/Image
- Ggf. Rechtssicherheit
- Sensibilisierung von Mitarbeitern und Öffentlichkeit
- Synergien bei der kommunalen Energieberatung

Empfehlung:

Neben der Umsetzung eines Managementsystems zum Controlling der Klimaschutzziele, bspw. durch Einführung eines Energiemanagementsystems oder dem European Energy Award, können weitere Hilfsmittel eingesetzt werden. Dazu zählt z.B. der „Benchmark Kommunalen Klimaschutz“. Welche Rolle der Benchmark Kommunalen Klimaschutz im kommunalen Klimaschutzcontrolling einnehmen kann, wird im Folgenden erläutert.

Sollten für die Umsetzung des Controllingkonzepts nicht genügend personelle Ressourcen zur Verfügung stehen, sollten Fördermittel zur Einstellung eines „Klimaschutzmanagers“ im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung beantragt werden.

7.2.3 Benchmark Kommunalen Klimaschutz

Der internetbasierte „Benchmark Kommunalen Klimaschutz“²⁶ soll den teilnehmenden Kommunen die Möglichkeit bieten, ihre Klimaschutzbemühungen anhand von bestimmten Faktoren mit anderen Kommunen aus Deutschland zu vergleichen, durch den angestrebten Wissens- und Erfahrungsaustausch das Lernen untereinander fördern und somit neue Anregungen für Klimaschutzmaßnahmen liefern. Kommunen erhalten mit dem Tool eine Wertung der bisherigen Erfolge im kommunalen Klimaschutz und somit wichtige Informationen zu den Stärken und Schwächen ihrer Klimaschutzaktivitäten. Das Instrument wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes entwickelt und ist aus dem Ansatz entstanden, dass ein alleiniger Vergleich der CO₂-Bilanzen mit anderen Kommunen - bspw. mit ECORegion - nicht ausreicht, um klare Aussagen und Einschätzungen zum Klimaschutzengagement einer Kommune zu machen.

²⁶ <http://benchmark.kbserver.de/>

Das Benchmarking besteht aus folgenden Elementen:

- Steckbriefe: Im Steckbrief sind allgemeine Daten einer Kommune hinterlegt. Hierzu werden die wichtigsten kommunalen Parameter wie bspw. die Einwohnerzahl etc. eingetragen.
- Aktivitätsprofile: Das kommunale Aktivitätsprofil zeigt die qualitativ erfassbaren Klimaschutzbemühungen einer Kommune in einem Netzdiagramm an (siehe Abbildung 26). In diesem Diagramm wird für die vier Handlungsfelder Klimapolitik, Energie, Verkehr und Abfallwirtschaft die Umsetzungstiefe einzelner Themenfelder erfasst und dargestellt. Für die einzelnen Themenfelder existiert darüber hinaus eine best-practice-Datenbank, die auf der Homepage mit einem Klick auf den Begriff gestartet werden kann.
- CO₂-Bilanzdatensatz: Im CO₂-Bilanzdatensatz können die Ergebnisse einer kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzierung in das Benchmark-Programm importiert (diese Möglichkeit bietet ECORegion) oder direkt online eingegeben werden. Das Benchmark Tool hat keine Funktionen zur Berechnung einer CO₂-Bilanz, sondern bearbeitet die Ergebnisse einer bereits fertig gestellten CO₂-Bilanz weiter. Die Angaben bilden u.a. die Grundlage für einige Indikatoren und werden grafisch aufgearbeitet.
- Indikatorenset: Eine Reihe von festgelegten Kennwerten soll die Fortschritte der kommunalen Klimaschutzbemühungen aufzeigen, die sich nicht direkt durch CO₂-Bilanzen ableiten lassen. Dazu werden eigene Einschätzungen der kommunalen Situation u.a. mit dem Durchschnittswert von Deutschland oder dem Durchschnitt aller Kommunen verglichen.

Abbildung 26 zeigt beispielhaft das Aktivitätsprofil einer Musterstadt:

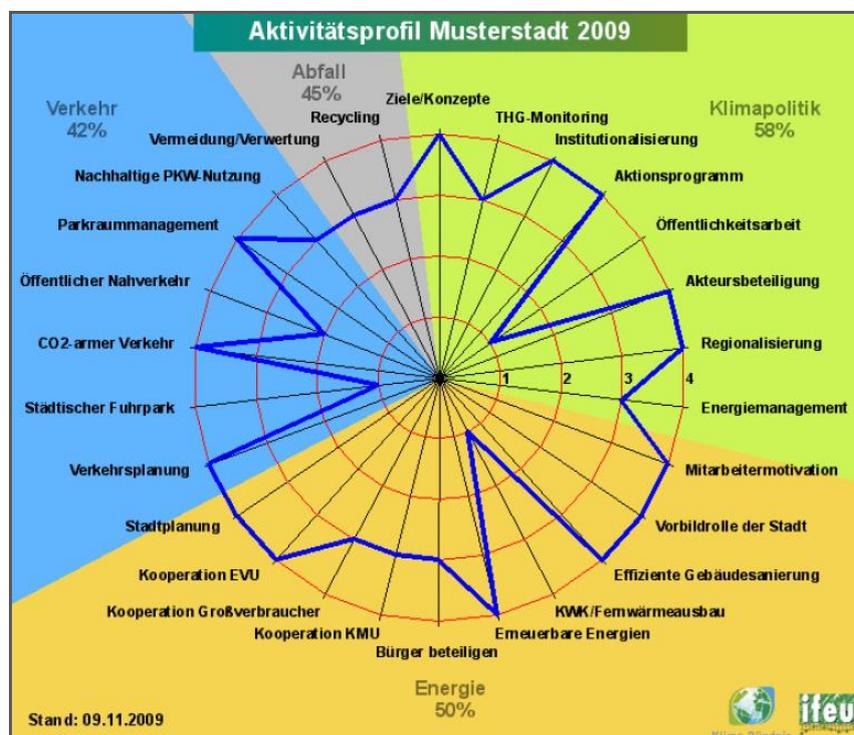


Abbildung 26: Aktivitätsprofil einer Musterstadt - „Benchmark Kommunalen Klimaschutz“ [Janssen 2009]

Empfehlung:

Der Benchmark sollte zur Erfolgskontrolle der Klimaschutzbemühungen in Murrhardt verwendet und regelmäßig fortgeschrieben werden.

7.3 Energiemonitoring für die kommunalen Liegenschaften

7.3.1 Grundlagen

Das kommunale Energiemonitoring (EM) ist Teil des Klimaschutzcontrollings. Aufgabe des EM ist neben der Abrechnung auch die Analyse der Energie- und Ressourcenverbräuche (Strom, Wärme, Gas, Wasser etc.). Die Analyse dient als Grundlage für Optimierungsmaßnahmen und hat zum Ziel, die Verbräuche und Kosten durch Identifizierung und Beseitigung von Schwachstellen zu senken. Damit betrachtet das Energiemonitoring den gesamten Bereich der Energie- und Verbrauchsmedien und ist Grundlage für das kommunale Energiecontrolling (siehe Abbildung 27).

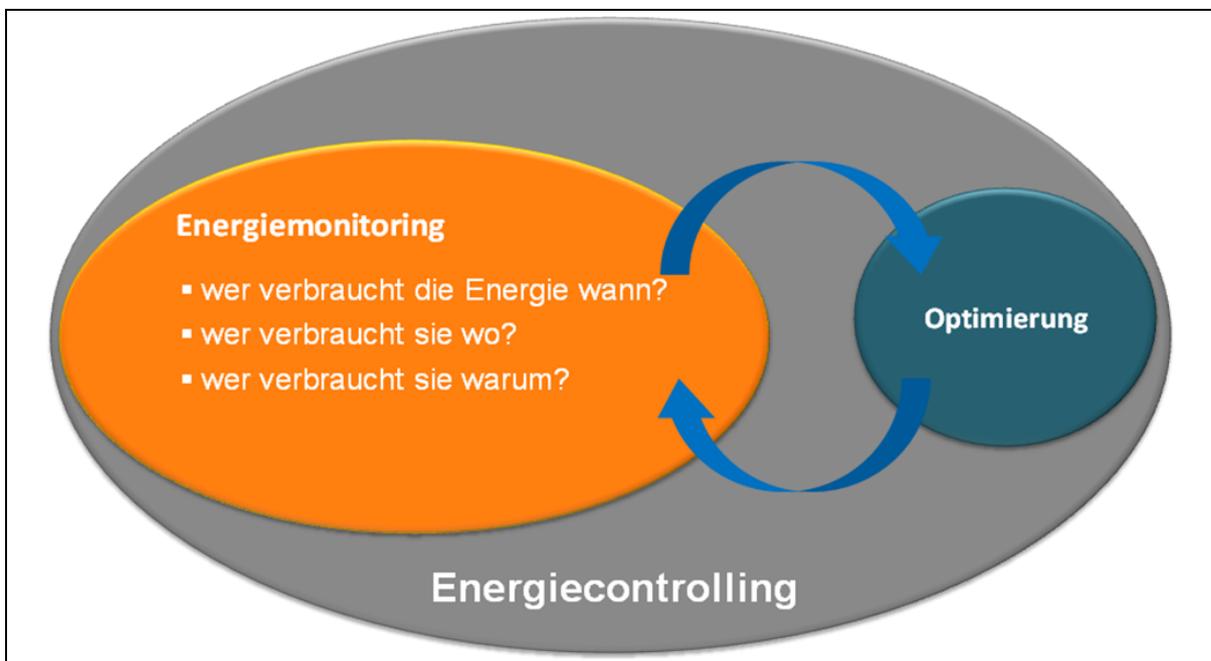


Abbildung 27: Energiecontrolling [FH Aachen, Prof. Dr.-Ing. Gregor Krause]

Das Energiemonitoring als Bestandteil des kommunalen Klimaschutz-Managementprozesses sollte nachstehende Anforderungen erfüllen:

- Datenermittlung für die Validierung (Bewertung) umgesetzter Einsparmaßnahmen; Ziel der Verwaltung ist u.a. die Ermittlung von Einsparkosten in ct/kWh
- Automatische Berechnung von spezifischen Kennzahlen
- Automatisierte Zuordnung der Energie- und Wasserkosten entsprechend einer festgelegten Organisationsstruktur
- Kostenstellengerechtes Controlling
- Bereitstellung aktueller Energieverbrauchsdaten von allen Verbrauchergruppen (z.B. Lastgänge im 15-Minuten-Raster)

- Bereitstellung umfangreicher Analysemöglichkeiten und eines Störungs- bzw. Alarmmanagements
- Systemadministration durch die Verwaltung
- Systemzugriff über das Internet für verschiedene Benutzergruppen

Aufgrund der Fülle an Anforderungen erfordert die Einführung eines Energiemonitoringsystems für die kommunalen Liegenschaften eine gründliche konzeptionelle Vorbereitung.

Im Folgenden wird ein allgemeiner Ansatz für das Konzept eines Energiemonitoringsystems mit stärker automatisiertem Ansatz entwickelt, mit dessen Hilfe das bestehende System in Murrhardt überprüft und ggf. erweitert werden kann.

Da in einem EM-System die Organisations- und Verteilstruktur sowie die Verbraucher detailliert abgebildet werden müssen, sollte die Einführung in mehreren Phasen bzw. Schritten erfolgen:

- Konzeption: Analyse der Rahmenbedingungen und Definition des Anforderungsprofils
- Umsetzung: Systemaufbau in Hard- und Software sowie Inbetriebnahme (technisch und organisatorisch)

Für die Konzeption des EM-Systems wurden die grundlegenden Strukturen zur Versorgung der Liegenschaften in Murrhardt berücksichtigt.

7.3.2 Organisationsstruktur

Eine wesentliche Grundlage für das Monitoringkonzept ist die Versorgungsstruktur der kommunalen Liegenschaften.

Die Süwag Netz GmbH ist Betreiber des Stromnetzes in der Stadt Murrhardt. Netzbetreiber des Gasnetzes sowie des Rohrnetzes für Trinkwasser sind die Stadtwerke Murrhardt als Eigenbetrieb. Weiterhin betreiben die Stadtwerke mehrere Nahwärmenetze, an die auch kommunale Gebäude angeschlossen sind. Für die Versorgung der Stadt Murrhardt mit nicht leitungsgebundenen Medien schließlich ist der Brennstoffhandel zuständig.

Verantwortlich für die kommunalen Liegenschaften in der Verwaltung ist das „Fachteam Immobilienmanagement“. Die öffentliche Beleuchtung liegt im Zuständigkeitsbereich der Süwag Netz GmbH, wird aber ebenfalls vom o.g. Fachteam koordiniert.

Die Liegenschaften könnten somit bspw. in folgende Verbraucherguppen zur Kostenzuordnung eingeteilt werden:

- Städtische Immobilien
- Stadtwerke
- Abwasserentsorgung
- Wasserverband Murrtal
- Zweckverband Bauhof
- Straßenbeleuchtung

Somit lässt sich die Abrechnung in zwei Ebenen einteilen:

- Erste Ebene: Abrechnung der externen Energieversorger

- Zweite Ebene: Abrechnung der Liegenschaften und Gebäude intern

7.3.3 Konzeptvorschlag

Um ein effizientes Energiemonitoringsystem einzurichten, sind am Anfang folgende Rahmenbedingungen zu untersuchen:

- Energie- und Medienverbrauch
- Organisationsstruktur der Verbraucher (z.B. Unterteilung in Verwaltung etc.)
- Vorhandene Infrastruktur (Zähler, Informations- und Kommunikationstechnik, z.B. Intranet)

Anschließend können die Anforderungen des EM-Systems abgestimmt und in einem integralen Konzept zusammengefasst werden. Dabei werden idealerweise nachstehende Aspekte berücksichtigt:

- Erschließbare Einsparpotentiale
- Integration vorhandener Verteil- und Messeinrichtungen
- Abbildung des Standortes (Stammdatenverwaltung, Nutzerverwaltung etc.)
- Funktionalität der Auswertung (Kennzahlensysteme, Benchmarking, Energieberichtswesen)
- Integration in das Facility-Management

Die Stadt Murrhardt führt derzeit das neue kommunale Rechnungswesen ein (Doppik) und in diesem Zusammenhang die Software *newsystem kommunal* der Infoma Software Consulting GmbH, Ulm.

Newsystem kann um ein Modul ergänzt werden zur manuellen Eingabe von Verbrauchswerten bzw. Zählerständen, zur Pflege von Stammdaten etc. Über eine Schnittstelle ist darüber hinaus das Einlesen von Verbrauchsdaten aus einem Monitoringsystem möglich. Die Integration eines kommunalen Monitoringsystems in das Facility-Management-System der Stadt Murrhardt wird in Abbildung 28 verdeutlicht.

Eine „schlanke“ Lösung für die Stadt Murrhardt kann darin bestehen, dass Zählerdaten von einem Dienstleister per Internet abgefragt, gespeichert und *newsystem* zur Verfügung gestellt werden. Eine solche „Portallösung“ hat folgende Vorteile:

- Von der Stadtverwaltung muss kein drittes Softwaresystem neben GLT und CAFM aufgebaut und gepflegt werden.
- Eine Portallösung ist skalierbar, d.h. zusätzliche Zähler können im Laufe der Zeit unproblematisch aufgeschaltet werden.
- Der Zählerpark kann sukzessive erneuert werden, d.h. dass fernauslesbare Zähler im Zuge ohnehin stattfindender Instandhaltungs- oder Erneuerungsmaßnahmen installiert werden können.

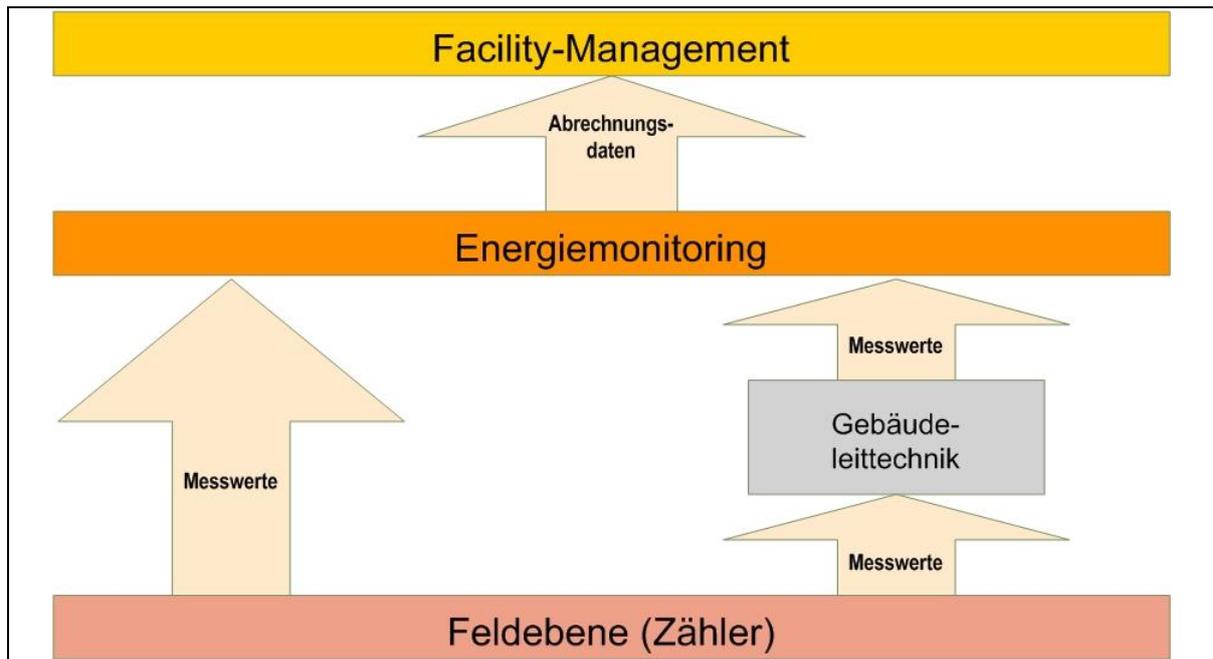


Abbildung 28: EM im Facility-Management [eigene Darstellung]

Aufbauend auf den Anforderungen, die im Kapitel 7.3.1 (Grundlagen des kommunalen Energiemonitorings) genannt werden, soll ein EM-System folgende Funktionen ermöglichen:

- Monitoring: Automatisierte Datenauswertung und kostenstellengerechte Abrechnung
- Störungsmanagement: Systemüberwachung
- Alarmmanagement:
 - kurzfristig (Stunde): Überwachung der bereitgestellten bzw. von den Verbrauchern abgefragten Leistung
 - mittelfristig (Tag/Woche): Überwachung des Verbrauchs und der Verbrauchsprofile

Ein Monitoringsystem kann grundsätzlich in zwei Ebenen eingeteilt werden:

- Feldebene
- Managementebene

In der Feldebene werden die Medienströme gemessen, entsprechende Verbrauchswerte ermittelt und in ein allgemein gültiges Datenformat übertragen.

Die in der Feldebene erfassten Daten werden dann über ein Bussystem ausgelesen und in der Managementebene ausgewertet und archiviert. Der Zugriff auf die Daten und deren Auswertung erfolgen über eine entsprechende Visualisierungsoberfläche. Nachstehende Grafik zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Monitoringsystems.

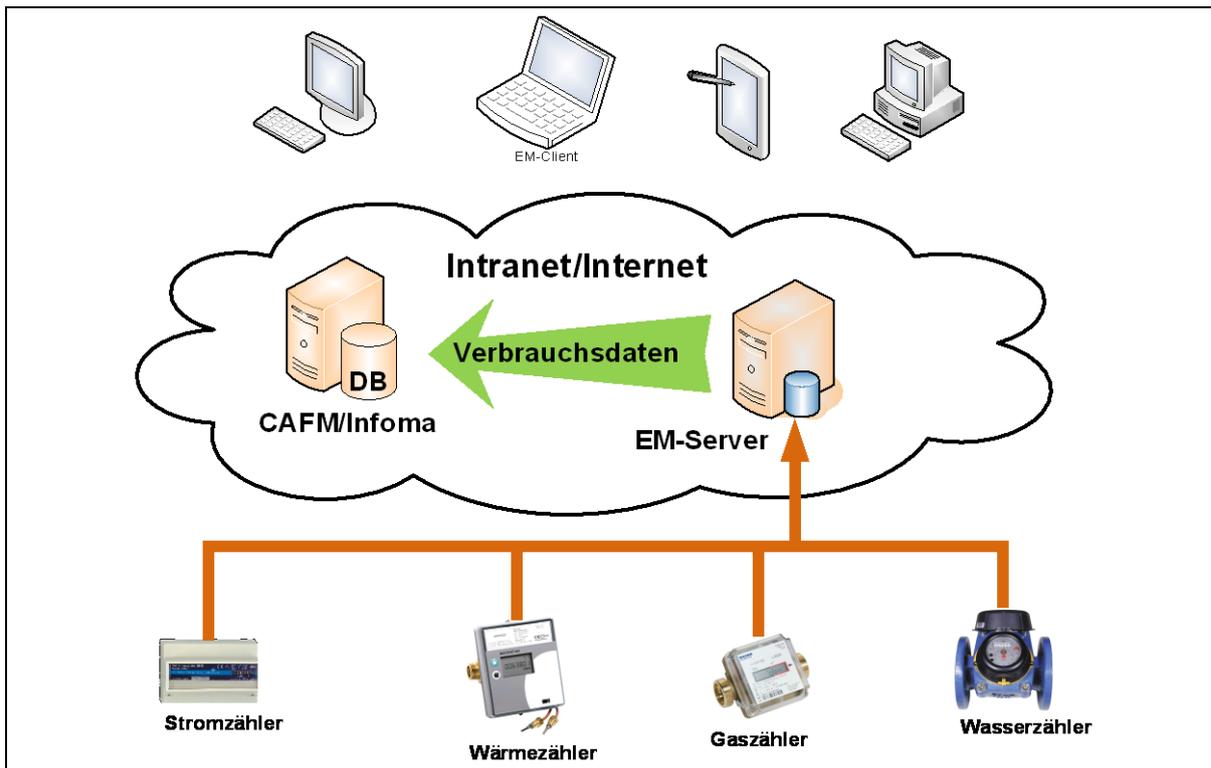


Abbildung 29: Schematische Darstellung eines Monitoringsystems [eigene Darstellung]

Die Funktionalität des Monitoringsystems berücksichtigt in der Regel zwei wesentliche Aspekte:

- Erfassung abrechnungsrelevanter Energieverbräuche (auch Teilverbräuche).
- Darstellung der Energieverbräuche als Basis zur rationellen Energieverwendung, zur Senkung der Betriebskosten der Liegenschaften sowie zur Vorbereitung und Evaluierung von Sanierungsmaßnahmen.

7.3.4 Umsetzung

Zum Ausbau des Energiemonitoringsystems empfehlen wir die nachstehende, modulare Vorgehensweise:



Abbildung 30: Vorgehen zur Einführung des Energiemonitorings [eigene Darstellung]

- Potentialanalyse
 - Standorterfassung
 - Erstellung des Anforderungsprofils
 - Erfassung der technischen Grundlagen
 - Abschätzung der Kosten und Rendite

- Monitoringkonzept
 - Technischer Entwurf und Auswahl der Systeme (Hard- und Software)
 - Funktionalbeschreibung
 - Detaillierte Kostenermittlung und Wirtschaftlichkeitsanalyse
 - Vorbereitung der Umsetzung
- Hardware und Software
 - Planung und Ausschreibung des Zählerparks
 - Konfiguration und Einrichtung der Software
 - Inbetriebnahme und Systemtest
- Service
 - Einführung des Energieberichtswesens
 - Erstellung von Energieberichten
 - Entwicklung von Optimierungsmaßnahmen
 - Schulung und Qualifizierung

7.4 Empfehlungen zur Umsetzung

Für die Einführung eines umfassenden Klimaschutzcontrollings in Murrhardt können somit die folgenden Empfehlungen zusammengefasst werden:

- Aufbau eines Managementprozesses innerhalb der Verwaltung (DIN EN 16001, European Energy Award) und Durchführung von externen Audits zur Bewertung des Controllings.
- Einrichtung einer zentralen Stabsstelle, die für das Klimaschutz-Management in der Verwaltung verantwortlich ist (ggf. durch einen Klimaschutzmanager). Die Federführung bei der Umsetzung des Controllingkonzeptes sollte im Fachteam Immobilienmanagement liegen. Die Stabsstelle sollte u.a. für Vernetzung der entsprechenden Stellen bei der Verwaltung zuständig sein.
- Regelmäßige Verwendung des „Benchmark Kommunalen Klimaschutz“ und die Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz zur Überprüfung der Klimaschutzziele.
- Die beim Klimaschutzcontrolling erfassten Daten sollten in einen jährlichen Energie- Klimaschutzbericht zusammengefasst und ggf. veröffentlicht werden. Der Bericht könnte bspw. die Fortschritte der Klimaschutzbemühungen dokumentieren, also auf die im letzten Jahr umgesetzten Klimaschutzmaßnahmen eingehen. Die Berichte können bspw. auf der Homepage veröffentlicht oder im Klimabeirat diskutiert werden.
- Für das Energiemonitoring der kommunalen Liegenschaften sollte perspektivisch die automatisierte Verbrauchserfassung und Übertragung der Daten an das CAFM-System eingeführt werden.
- Hierfür sollte eine Portallösung zum Einsatz kommen, d.h. die Auslesung, Speicherung und Bereitstellung der Daten via Internet durch einen Dienstleister.

8 Öffentlichkeitsarbeit

8.1 Allgemein

Die im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes Murrhardt gewonnenen Erkenntnisse und erarbeiteten Klimaschutzmaßnahmen werden genutzt, die Bürger im Umgang mit Energie und Ressourcen zu informieren und zu sensibilisieren. Über die Internetseite der Stadt und die Presse wurden Informationen zum IKSK sowie praktische Anwendungen wie ein CO₂-Rechner und nützliche Tipps zum Energiesparen verbreitet.

Für das Konzept der Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des IKSK wurde ein Ansatz entwickelt, der einerseits über die kommunalen Initiativen informiert und andererseits den Bürgern Perspektiven und Optionen für das eigene Verhalten aufzeigt.

Die Öffentlichkeitsarbeit hat folgende Zielsetzung:

- Information der Bürger über die Ziele des IKSK und über die laufenden Maßnahmen
- Integration der Bürger in die Umsetzung von ausgewählten Klimaschutzmaßnahmen des IKSK
- Pflege der städtischen Internetseite, um den Bürgern praktische Informationen zum Umgang mit bzw. zum Einsatz von Energie zu bieten
- Aufbereitung und Veröffentlichung der Erkenntnisse in den entsprechenden regionalen und überregionalen (Fach) Medien
- Information über die Tätigkeit des Klimabeirates bzw. der politischen Gremien

Nachstehend ist zunächst die Struktur der Öffentlichkeitsarbeit erläutert. Anschließend wird auf die Schwerpunkte eingegangen und die Vorgehensweise zur Umsetzung dargelegt. Die wesentlichen Aufgaben, die von der Verwaltung wahrgenommen werden sollen, sind zu Informieren und zu Lenken.

8.2 Struktur

Aufgrund des umfassenden Ansatzes des Klimaschutzkonzeptes (Klimaschutz in der gesamten Kommune) und der Vielzahl der Beteiligten ist eine klare Struktur und zentrale Koordination aller Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit notwendig.

Dazu werden die Maßnahmen den folgenden Schwerpunkten zugeordnet:

- Aktionen
- Pressearbeit
- Internet

Die Federführung, Koordination und inhaltliche Gestaltung der Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit sollte durch den Klimabeirat erfolgen und zusammen mit der jeweils verantwortlichen Dienststellen abgestimmt werden. Eine zentrale Koordinations- und Unterstützungsfunktion kommt dabei dem Energie- bzw. Klimaschutzmanager zu.

Relevante Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit sind bspw.:

- Information der Bürger/innen über Aktionen
- Integration der lokalen Akteure

- Veröffentlichung der Klimaschutzziele durch Ausweisung geeigneter Kennzahlen und Bilanzen
- Aufzeigen von Best-Practice-Beispielen
- Außendarstellung des Beirates

8.3 Aktionen

8.3.1 Allgemein

Aktionen haben die Aufgabe, gezielt auf Klimaschutzaspekte hinzuweisen und stellen damit einen wichtigen Baustein zur Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung dar. Wesentliche Aktivitäten, die organisiert werden können oder schon im Stadtgebiet stattfanden und ähnlich wieder möglich sind, werden in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

Aktion	Beschreibung	Akteure	Status
European Energy Award	mögl. Auszeichnung innerhalb des Qualitätsmanagementsystems	Energieagentur Rems Murr, Klimarat	laufend
Themen der EGM	Einladung per Newsletter zu Vorträgen / aktuellen Themen oder Exkursion	EGM, Bevölkerung, Experten	mehrmals im Jahr
Messe Murrhardt	Messestand, Ausstellung, Vorträge	Stadtwerke, Experten, EGM	Alle 5 Jahre
Tag der Architektur	Besichtigung ausgewählter Neubauten und Sanierungen	Architektenkammer BW / Kammergruppe Rems-Murr-Kreis	jährlich
Energietag	Veranstaltung zum Thema regenerative Energien und Energiesparen, landesweit beworben	Stadtwerke, Energiekreis, Göckelhof	jährlich
offenes Klimaschutzbüro	Ergebnisse des IKSK und Anwendungsmöglichkeiten werden den interessierten Bürgern präsentiert	IBE	jährlich
Woche der Sonne	Veranstaltung zu Solarenergie, deutschlandweit beworben	Handwerker, Bundesverband Solarwirtschaft e.V.	jährlich im Mai (2012: 4.-13-Mai)
Passivhaustage	Besichtigung von energieeffizienten Sanierungen und Neubauten, deutschlandweit beworben	Passivhausinstitut	jährlich (2011: 11.-13. Nov.)
Mühlen-Radtour	Fahrradtour zu historischen Mühlen	IBE und Julian Aicher	einmalig
Schüleraktion „Energiedetektive“	Umgang mit Strommessgeräten und Analyse von Stromverbräuchen („stand by“ e.t.c)	Stadt, alle Klassen aus Klassenstufe 6, Energieagentur RM	jährlich
Schülerwettbewerb „energiegeladen“	Planung und Bau eines funktionsfähigen und innovativen Wasserrades	Ingenieurkammer BW	einmalig, Anmeldung bis 30.11.2011

Tabelle 33: Laufende und mögliche Aktivitäten in Murrhardt

8.3.2 Beispiele

European Energy Award

Der European Energy Award (eea) ist ein Qualitätsmanagementsystem und Zertifizierungsverfahren, das Potentiale der nachhaltigen Energiepolitik und des Klimaschutzes identifiziert und nutzbar macht. Dabei werden Erfolge der kommunalen Energie- und Klimaschutzaktivitäten nicht nur dokumentiert, sondern auch ausgezeichnet. Aktuelle Presseartikel werden gesammelt und veröffentlicht.

Themen der Energie Genossenschaft Murrhardt

Nach ihrer Gründungssatzung ist die Energie Genossenschaft Murrhardt (EGM) der nachhaltigen Energienutzung und der Umsetzung von „Murrhardt regenerativ“ verpflichtet. Die Genossenschaft bündelt Aktivitäten. Unter anderem strebt sie die Realisierung von KWK-Projekten sowie die Übernahme des Stromnetzes an, um die Versorgung mit erneuerbarem Strom vor Ort zügig vorzubringen. Weiterhin werden auf ihren Veranstaltungen die Ergebnisse des IKSK kommuniziert und diskutiert.

Messe

Die Messe Murrhardt wird vom Bund der Selbständigen Murrhardt veranstaltet. Der Murrhardter Energietag ist in die Messe integriert. Als Anlaufstelle für Gewerbetreibende und Bürger ist die Messe ein prädestinierter Ort, um die Ergebnisse des IKSK vorzustellen. 2011 gab es einen informativen Stand der Stadtwerke Murrhardt und der Energieagentur Rem-Murr. Die Energiegenossenschaft Murrhardt besetzte einen Stand mit drei fachkundigen Mitgliedern und konnte neue hinzugewinnen. Rolf Canters vom betreuenden IBE hielt zwei Auftaktvorträge zum IKSK. In dem Vortrag über die Sanierung eines Denkmals zum CO₂ - neutralen Gebäude wurde gezeigt, wie Energie und damit auch Kosten gespart werden können. Im zweiten Vortrag wurde anschaulich dargestellt, was eine Tonne CO₂ eigentlich bedeutet - wie viel Holz, Öl, Benzin oder Atomstrom. Zudem wurden Arbeitscollagen von Schülern des Heinrich von Zügel Gymnasiums ausgestellt.

Tag der Architektur

Die Architektenkammer Baden-Württemberg lädt jedes Jahr zum Tag der Architektur ein, an dem kostenlose und geführte Architektur-Touren zu ausgesuchten Projekten stattfinden. Die Kammergruppe Rems-Murr-Kreis wählt die Bauten aus. Bei Christoph Fetzer (fetzer@ab-fetzer.de) können architektonisch interessante Neubauten und Sanierungen angemeldet werden.

Energietag Baden-Württemberg

Bei den landesweiten Energietagen können auch in Murrhardt erfolgreiche Beispiele zum Thema regenerative Energien und Energiesparen präsentiert werden. In den vergangenen zwei Jahren fanden sie auf dem Hof der Familie Rickert in Kombination mit deren Hoffest statt. Am zweiten Tag informierten Fachleute und gaben hilfreiche Tipps. Zudem standen Elektrofahrzeuge zur Probefahrt bereit und die Stadtwerke informierten zu allen Fragen rund um das Erdgasauto und das neue Nahwärmenetz in der Weststadt.

Offenes Klimaschutzbüro

Als Informationsplattform für interessierte Bürger hat das IBE im Juli 2011 ein offenes Klimaschutzbüro eingerichtet. Hier werden Ergebnisse des IKSK und Anwendungsmöglichkeiten, wie das regenerative Bauen und Sanieren sowie Energie-Einsparmöglichkeiten präsentiert. Für das Publikum gab es drei Fachvorträge zu den Themen wirtschaftlich Sanieren und baubiologischer Gebäudetemperierung mit Kupferrohren in Verbindung mit modernen Lehmbauweisen.

Woche der Sonne

Während der Woche der Sonne (www.woche-der-sonne.de) finden deutschlandweit Veranstaltungen rund um die Solarenergie statt. Aktionen sind u.a.: Das Testen von Solarmobilen, die Einweihung einer Solartankstelle, Vorträge, Besichtigungen und

Exkursionen. Organisator ist der Bundesverband Solarwirtschaft e.V. Hier können auch Fachinformationen und Material für eine Ausstellung zur Solarenergie ausgeliehen werden.

Passivhaustage

Die Interessengemeinschaft Passivhaus (www.ig-passivhaus.de) veranstaltet 2011 zum achten Mal die deutschlandweit beworbenen Passivhaustage. An ihnen laden Bewohner von Passivhäusern zur Besichtigung ihres Heims ein. Nächster Termin ist der 11.-13. Nov. 2011.

Mühlen-Radtour

Infolge des Impulsvortrages von Julian Aicher im Rahmen des Workshops „Naturparkverträgliche Wind- und Wasserkraft“ entstand die Idee, mit dem Fahrrad die historischen Mühlen an den Wasserläufen zu erkunden. Eingebunden in ein Stadtfest kann diese Aktion zu einer breiten Wahrnehmung des IKSK in der Bevölkerung führen.

Schüleraktion „Energiedetektive“

Seit dem Schuljahr 2010/2011 koordiniert die Stadtverwaltung für die Walterichschule und das Heinrich-von-Zügel-Gymnasium mit allen Klassenstufen 6 die von der Energieagentur Rems-Murr angebotene Aktion „Energiedetektive“. In zwei Doppelstunden wird den Schülern der Umgang mit Strommessgeräten erläutert, Dazwischen gehen die Schüler selbst auf die Suche nach Energieverschwendern. Die Stadt hat vor, zukünftig jedes Jahr alle 6.Klassen in Murrhardt in die Aktion einzubeziehen.

Schülerwettbewerb „energiegeladen“

Zum Schuljahr 2011/2012 ruft die Ingenieurkammer Baden-Württemberg (Kontakt: Jörg Bühler, Email: buehler@ingbw.de) gemeinsam mit dem Kultusministerium Schülerinnen und Schüler an allgemein bildenden und berufsbildenden Schulen in Baden-Württemberg zur Beteiligung an dem Schülerwettbewerb "ENERGIEgeladen" auf. Thema des Wettbewerbs ist die Nutzung regenerativer Energie aus Wasserkraft. Aufgabe ist die Planung und der Bau eines funktionsfähigen und innovativen Wasserrades. Die Ingenieurkammer Baden-Württemberg vergibt auf Landesebene in zwei Alterskategorien Urkunden, Geld- sowie Sachpreise. Die besten Schülerarbeiten der beiden Alterskategorien nehmen zudem an einem länderübergreifenden Gesamtwettbewerb teil.

8.4 Pressearbeit

Die Pressearbeit hat die Aufgabe, die Öffentlichkeitsarbeit durch die gezielte und breite Information der Bevölkerung zu unterstützen. Für eine effiziente Pressearbeit müssen eindeutige Schnittstellen zwischen den beteiligten Akteuren und der Pressestelle der Kommune sowie den Redaktionen der lokalen Medien geschaffen werden.

Nach Möglichkeit sollte ein Vertreter der Pressestelle in allen Arbeitssitzungen des Beirates mit einbezogen werden. Folgende Informationen sollten regelmäßig über die Pressestelle an geeignete Medien verteilt werden:

- Beschlüsse des Klimabeirates
- Aktionen zum Klimaschutz
- Klimaschutzberichte

- Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen
- Klimabericht z.B. als Rundbrief
- Fortschritte bei der Entwicklung eines nachhaltigen Tourismus

Für die dauerhafte Verankerung des Themas Klimaschutz in allen Bereichen der Stadtplanung sollte darüber nachgedacht werden, in der Verwaltung eine strategisch sinnvolle Personalstelle zu schaffen. Dort könnte das gesamte Thema der Nachhaltigkeit für die geeigneten Medien aufbereitet werden. So könnten auch die touristischen Aktivitäten vernetzt werden und Murrhardt als Modellregion für die naturparkverträgliche Nutzung von erneuerbaren Energien entwickelt werden.

8.5 Internet

Falls Informationen über die relevanten Maßnahmen weiterhin in den Internetauftritt der Stadt Murrhardt integriert werden sollen, liegt die presserechtliche Verantwortung bei der Stadtverwaltung, unabhängig von der inhaltlichen Verantwortung im Sinne des IKSK. Dabei ist zu überlegen, ob die Internetseite der Stadt genügt, alle Maßnahmen gebündelt und zentral aufbereitet der breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

9 Maßnahmenkatalog und Prioritäten

9.1. Allgemein

Die Stadt Murrhardt hat bereits eine Reihe von Klimaschutzmaßnahmen initiiert bzw. umgesetzt. Durch verschiedene Sanierungs-, Neu- und Umbaumaßnahmen in den kommunalen Liegenschaften konnte der verursachte CO₂-Ausstoß bereits gesenkt werden.

In Abstimmung mit dem Projektteam der Stadt Murrhardt und als Resultat der durchgeführten Workshops wurde ein Maßnahmenkatalog erstellt, mit dem die Stadt auch weiterhin in die Lage versetzt wird, sektorspezifische Maßnahmen zur Senkung der CO₂-Emissionen auf den Weg zu bringen. Dieser ist in Kapitel 9.2 dargestellt. Dabei standen folgende Überlegungen im Mittelpunkt:

- Da sowohl die finanziellen wie auch die personellen Ressourcen der Stadt Murrhardt begrenzt sind, sollten Schwerpunkte in den Bereichen gesetzt werden, in denen sich mit geringem Mitteleinsatz hohe Emissionsminderungen erreichen lassen.
- Investitionen müssen überwiegend durch die privaten Haushalte bzw. die Unternehmen getätigt werden. Diese zu motivieren, ist eine zentrale Aufgabe des Klimaschutzkonzepts

Bei der Priorisierung der Maßnahmen in Kapitel 9.3 sind daher stets die folgenden Handlungsperspektiven für die Kommune von Bedeutung:

1. Vorbildfunktion wahrnehmen
2. Informieren
3. Lenken

9.2. Maßnahmenkatalog

Die erarbeiteten Maßnahmen wurden in folgende sechs *Handlungsfelder* untergliedert (in Klammern stehen die verwendeten Abkürzungen in der Maßnahmennummerierung):

- Kommunikation und Information (KI)
- Stadtverwaltung (SV)
- Erneuerbare Energien und Energieversorgung (EE)
- Bauen und Wohnen (BW)
- Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft (IGL)
- Verkehr (V)

Insgesamt umfasst der tabellarisch aufgebaute Maßnahmenkatalog 40 Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete (vgl. Anhang 1). Zur Beschreibung der einzelnen Maßnahmen wurden dabei die folgenden Kriterien angewandt:

Koordinator

Eine erfolgreiche Umsetzung des Konzeptes und der einzelnen Maßnahmen ist gewährleistet, wenn die Verantwortung zur Umsetzung klar geregelt ist. Der Koordinator ist daher eine Person bzw. ein Gremium, die/das für die jeweilige Maßnahme verantwortlich ist. Die eigentliche Umsetzung kann durch Dritte erfolgen.

Für die übergeordnete Koordination ist es sinnvoll, die Stelle eines Klimaschutzmanagers zu schaffen und zu besetzen.

Weitere Akteure

Weitere Personen oder Gruppen, die in die Maßnahmenumsetzung eingebunden werden sollten.

Energie- und CO₂-Einsparung

Darstellung der Einsparungen, die durch Umsetzung einer Maßnahme möglich sind.

Umsetzungskosten

Kosten, die bei der Umsetzung der Maßnahme entstehen. Dies beinhaltet Investitions- und Personalkosten, soweit absehbar.

Kosten-Nutzen-Verhältnis

Verhältnis von Investitions- bzw. Anschubkosten zu eingesparten Energiekosten, soweit möglich (dies entspricht der statischen Amortisationszeit). Andernfalls Einteilung in sehr gut, gut, schlecht und sehr schlecht auf Basis eigener Erfahrungen der Gutachter sowie verschiedener Studien, z.B. [McKinsey 2007] oder [ifeu/inco 2006].

Diese Angabe beruht auf heutigen Energiepreisen und soll lediglich Trends aufzeigen. Werden die zu erwartenden Steigerungen der Energiepreise berücksichtigt, kann sich die Wirtschaftlichkeit ganz anders darstellen. Soll eine Maßnahme umgesetzt werden, ist eine Einzelfallbetrachtung unbedingt notwendig!

Regionale Wertschöpfung

Wertschöpfung in der Region bezogen auf die Kosten der Maßnahme bzw. auf die dadurch ausgelösten Investitionen. Eine umfangreiche Untersuchung zur Wertschöpfung erneuerbarer Energien wurde im Jahr 2010 im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung veröffentlicht (IÖW 2010). Die quantitativen Aussagen in diesem Konzept beziehen sich zum großen Teil auf diese Studie.

Entsprechend der Studie erfolgt die Angabe in Euro für einen Zeitraum von 20 Jahren. Wo dies nicht möglich ist, erfolgt eine Einteilung in sehr hoch, hoch, gering und sehr gering.

Finanzierungsvorschlag

Dies umfasst im Wesentlichen *mögliche* Sponsoren bzw. Fördermittel. Im Rahmen der Konzepterstellung wurden Sponsoren nicht aktiv angeworben, doch könnten bspw. die unter „Weitere Akteure“ aufgeführten Gruppen hinsichtlich Sponsorings angesprochen werden. Insbesondere Klimaschutzmaßnahmen im Rahmen von Reinvestitionszyklen in der Industrie oder bei „ohnehin“ geplanten Erneuerungsmaßnahmen sollten angeregt werden. Häufig lässt sich dadurch mit geringem finanziellem Mehreinsatz ein hoher zusätzlicher Nutzen für Energieeffizienz und Klimaschutz erzeugen.

Priorität

Die Priorität, mit der die Maßnahme umgesetzt werden sollte. Bei der Einstufung werden die nachfolgenden Bewertungskriterien Nutzen-Kosten-Verhältnis, empfohlene zeitliche Umsetzung und regionale Wertschöpfung der Maßnahme berücksichtigt. Auch die Umsetzbarkeit fließt mit ein.

Einteilung in sehr hoch, hoch, gering und sehr niedrig.

Zeitliche Umsetzung

Zeitraum ab Fertigstellung des Konzeptes, in dem die Maßnahme umgesetzt werden sollte.

Einteilung in kurzfristig (bis 1 Jahr), mittelfristig (bis 5 Jahre) und langfristig (bis 10 Jahre).

Auf den folgenden Seiten werden die einzelnen Maßnahmen dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit beschränkt sich die tabellarische Darstellung hier auf die wichtigsten beschreibenden Spalten. Eine ausführliche Darstellung der gesamten Tabelle des Maßnahmenkatalogs inklusive aller quantitativen Angaben befindet sich im Anhang.

Handlungsfeld: Kommunikation und Information

Kürzel	Maßnahme	Beschreibung	Koordinator
KI-1	Rat zur Steuerung der weiteren Klimaschutzziele - "Klimabeirat"	Einrichtung eines Beirates zur Koordination und Beratung der erarbeiteten Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes sowie zur Überprüfung der Klimaschutzziele	ATU oder Werksausschuss der Stadtwerke
KI-2	Klimaschutzmanager	Der Klimaschutzmanager soll als zusätzliche Planstelle in der Verwaltung geschaffen werden und sowohl verwaltungsintern als auch extern über die Klimaschutzmaßnahmen informieren; er initiiert Prozesse für die übergreifende Zusammenarbeit und Vernetzung der beteiligten Akteure; er kann u.a. als Mobilitätsberater fungieren	Stadtverwaltung
KI-3	Energie-Informationssystem	Aufbau eines Energie-Informationssystems (bspw. eine zentrale Internetseite) zur Information und Motivation von Bevölkerung und Wirtschaft	Klimaschutzmanager
KI-4	Öffentlichkeitsarbeit und Informationen	Informationsbereitstellung und Motivation von Bevölkerung und Wirtschaft, z.B. durch: <ul style="list-style-type: none"> - Erstellung eines Stadtführers zur Bekanntmachung von "best-practice" Beispielen inkl. der Darstellung auf einer "Landkarte Klimaschutz" (u.a. interessante Objekte im Internet-Stadtplan veröffentlichen) - Durchführung eines Stromsparwettbewerbes "Musterhaushalte sparen Strom" - Öffentlich sichtbare Auszeichnung für Haushalte, die bestimmte Energieeffizienz-Kriterien erfüllen - Mehrsprachige Klimaschutzbroschüre in Form eines Energie-Checkheftes (Verteilung dieses Heftes bei Ein-/Umzug von Haushalten) - "Markt der Ideen" (Sammlung von Ideen der Bürger bei öffentl. Veranstaltungen) - Solar-, Wind-, Biomassefeste 	Klimaschutzmanager
KI-5	Nachhaltige Info-Aktionen in Kindergärten und Schulen	Entwicklung eines dauerhaft angelegten Angebots von Aktionen für Kinder und Schüler in Murrhardter Kindergärten und Schulen. Die Aktionen sollen jeweils auf das Alter der Kinder und Schüler abgestimmt sein und konzeptionell aufeinander aufbauen	Stadtverwaltung und Stadtwerke

Tabelle 33: Maßnahmen im Handlungsfeld Kommunikation und Information

Handlungsfeld: Stadtverwaltung

Kürzel	Maßnahme	Beschreibung	Koordinator
SV-1	Kommunales Energiemonitoring	Aufbau eines kommunalen Energiemonitorings zur Erfassung der Energieverbräuche kommunaler Liegenschaften. Automatisierung des Systems inkl. Alarmfunktion; Umsetzung des von Adapton entwickelten Konzepts mit fünf Modulen: 1) Potential: Standortanalyse, Anforderungsprofil, Rendite 2) Konzept: Technischer Entwurf, Funktionalbeschreibung, Wirtschaftlichkeit 3) Hardware: Installation Zähler, Einrichtung Netzwerk, Inbetriebnahme 4) Software: Konfiguration, Datenauslesung, Virtualisierung 5) Service: Systembetreuung, Schulung, Energieberichte	Stadtverwaltung
SV-2	Pilotprojekt Energiemonitoring	Auswahl eines geeigneten Gebäudes (bspw. Schulgebäude) zur Durchführung eines Pilotprojektes "Energiemonitoring"	Stadtverwaltung
SV-3	"European Energy Award"	Teilnahme am EEA zur Koordination und Steuerung von Maßnahmen in der Verwaltung, der Bürgerschaft, der EGM etc. Allgemeines Ziel des EEA ist, die Qualität der Energieerzeugung und -nutzung zu bewerten, regelmäßig zu überprüfen und Potentiale zur Steigerung der Energieeffizienz zu erschließen.	Stadtverwaltung

Tabelle 34: Maßnahmen im Handlungsfeld Stadtverwaltung

Handlungsfeld: Erneuerbare Energien und Energieversorgung

Kürzel	Maßnahme	Beschreibung	Koordinator
EE-1	Ausbau erneuerbare Energien allgemein	Einrichtung einer Erstberatung/Energieberatung ("Kümmerer") z.B. für Bauherren und interessierte Bürger; Anlaufstelle und Koordinator zum Anschließen komplexerer Projekte	Klimaschutzmanager
EE-2	Kampagnen zum Ausbau der Erneuerbarer Energien	<u>Allgemein:</u> Durchführung von Kampagnen für die Öffentlichkeitsarbeit: Tag der offenen Tür bei kommunalen Anlagen; <u>Solarenergie:</u> - Marketingaktionen, z.B. unter Nutzung von Aktionen wie "Solar na klar"; Tag der Sonne - Ein-/Durchführung eines kommunalen Wettbewerbes zur Solarenergienutzung: Darstellung des von den Gebäudenutzern generierten Stroms, Bildung von Kategorien (z.B. "solarfreundlichste Straße in Murrhardt"), jährliche Auswertung und öffentlichkeitswirksame Ehrung der Sieger <u>Biomasse:</u> Durchführung einer Informationskampagne zur Biomassenutzung: Vorurteile abbauen, über regionale Effekte informieren, Beispiele für die Biomassenutzung in Wärmenetzen aufzeigen.	Klimaschutzmanager

Handlungsfeld: Erneuerbare Energien und Energieversorgung (Forts.)

Kürzel	Maßnahme	Beschreibung	Koordinator
EE-3	Weiterbildung und Beratung von Architekten und Planern	Schaffung von Anreizen für fortschrittliche Konzepte zum Bau von EEG-Anlagen (bspw. durch Wettbewerbe); Nutzung bestehender Angebote, z.B. durch Energieagentur, Tage der Energie; Erfahrungsaustausch unter Fachleuten	Klimaschutzmanager und EA Rems-Murr
EE-4	Modellkonzept "erneuerbare Energien-Kombikraftwerk"	Beantragung eines Modellkonzepts für ein "erneuerbare Energien-Kombikraftwerk", alternativ Beantragung eines Klimaschutz-Teilkonzeptes	Stadtwerke
EE-5	Ausbau von KWK-Anlagen	Ausbau von KWK-Anlagen unter Verknüpfung von Biogas-Windgas-Erdgas; Info-Veranstaltung zu Mikro-BHKW anbieten; Betreibermodell/Mustervertrag für Mehrfamilienhäuser entwickeln; Zielgruppen für hohen Strompreis finden	Stadtwerke
EE-6	Verdichtung und Ausbau der Nahwärmeversorgung	Ausbau der bestehenden Nahwärmenetze durch die Stadtwerke mit klarem, langfristigen Konzept (mind. 20 Jahre) und sinnvollerweise in Verbindung mit Kraft-Wärme-Kopplung; Bereitstellung von Informationen über die Vorteile der Nahwärme; interessierten Bevölkerungsschichten Besichtigungstermine anbieten ("Tag des Heizungskellers"); Übergangslösungen bis zum Anschluss vorsehen (mobile Heizzentralen, ggf. kleine KWK); faire Preisgestaltung trotz Wärmemonopol; ggf. "strategische" Wärmespeicherung durch Bau großer Wärmespeicher oder Saisonspeicher; ggf. Wärme im Sommer zur Kälteerzeugung nutzen	Stadtwerke
EE-7	Dezentrale Einspeisung in Wärmenetze	Ermöglichung der Einspeisung von Solaranlagen, BHKWs und Abwärme in Wärmenetz sowie "Wärmeübergabe in 2 Richtungen", um Konkurrenz zwischen Fernwärme und KWK zu vermeiden	Stadtwerke
Gruppe Sonne			
EES-1	Ausbau Solarthermie	Verstärkte Installation von Anlagen zur Heizungsunterstützung, hierbei Nutzung von Saisonspeichern und Kombination mit Wärmepumpen und Nutzung von Fassadenflächen Einsatz von Mitteltemperaturkollektoren zur Erzeugung von Prozesswärme für Industrie und Gewerbe	Klimaschutzmanager
EES-2	Ausbau Photovoltaik	Nutzung versiegelter Flächen (Parkplätze) zur Errichtung von PV-Anlagen; Ausbau der Nutzung durch Privatleute	Klimaschutzmanager

Handlungsfeld: Erneuerbare Energien und Energieversorgung (Forts.)

Kürzel	Maßnahme	Beschreibung	Koordinator
Gruppe Biomasse			
EEB-1	Koordinierter Ausbau Biogas- und Biomassenutzung	<p><u>Allgemein:</u> Allg. Prüfung von geeigneten Standorten ggf. in Verbindung mit der Analyse von Wärmesenken</p> <p><u>Biogas:</u> Ausbau bestehender/Förderung neuer BGA; der Kontakt zu den Landwirten sollte verbessert werden, um eine bessere Abstimmung, bspw. mit den Stadtwerken zu ermöglichen. Die Landwirte könnten so in ein Gesamtkonzept mit einbezogen werden.</p> <p><u>Biomasse:</u> Einsatz von Holz als Brennstoff fördern (Luftreinhaltung beachten); Bau von Kleinanlagen;</p> <p>Das Potential für ein Holz-Heizkraftwerk zur <u>Stromerzeugung</u> kann dagegen nur überkommunal erschlossen werden und wird hier nicht weiter betrachtet; bei einer elektrischen Leistung von z.B. 5 MWel wäre die auf der Gemarkung nachwachsende Holzmenge nicht ausreichend hoch</p>	Klimaschutzmanager
EEB-2	Neue Flächen für Biomasse	Anbau und Nutzung von Schilf entlang der Bachläufe sowie Kurzumtrieb auf Sturmflächen entwickeln	Stadtverwaltung
EEG-3	Runder Tisch Biogas	Projektideen sollten unter Einbeziehung der betroffenen Behörden, Landwirten und ggf. der Bevölkerung angesprochen und diskutiert werden; Genehmigungspraxis für BGA verbessern; Beschwerden der Landwirte über "ungerechte" Genehmigungspraxis ausräumen	Klimaschutzmanager
Gruppe Windkraft			
EEWi-1	Ausbau Windenergienutzung	Identifikation von möglichen Konzentrationsflächen; Evaluation der Möglichkeit einer Flächenpacht für Grundstücke	Stadtverwaltung
EEWi-2	Planungsrecht Windenergie	Schaffung von Akzeptanz in den Behörden, Festlegung von Prüfstandards, Festlegung des Energiemix	Stadtverwaltung
Gruppe Wasserkraft			
EEWa-1	Ausbau kleiner Wasserkraftwerke	Potentialanalyse (z.B. Ermittlung von Altrechten), Eigentümer informieren und aktivieren	EGM
EEWa-2	Innovationen bei der Wasserkraft	Runden Tisch einberufen, um neue Verfahren zu ermöglichen; Berücksichtigung des Hochwasserschutzes	Stadtverwaltung
EEWa-3a	Speichersee als Energiespeicher	Überprüfung von Standorten zur Errichtung eines Pumpspeicherkraftwerks für den Ausbau bzw. die Speicherung erneuerbarer Energien	EGM
EEBa-3b	Flächen für Kleinspeicher	Prüfung der Erschließbarkeit dezentraler Kleinspeicher in den Klingen im Wald zur Optimierung der kleinen Wasserkraft und ergänzend als Hochwasserschutz.	Stadtverwaltung
EEWa-4	Kleinwasserkraft am Kläranlagenauslauf	Prüfung des Baus eines Kleinwasserkraftwerks; Anmerkung: Erzeugung von durchschnittlich rund 1 kW Strom bei 1,6 m Arbeitshöhe und im Mittel 77 l/s (ca. 6% des Murrabflusses)	EGM, Stadtverwaltung

Handlungsfeld: Erneuerbare Energien und Energieversorgung (Forts.)

Kürzel	Maßnahme	Beschreibung	Koordinator
Gruppe Geothermie- und Umweltwärme			
EEG-1	Ausbau Geothermie-nutzung	Bereitstellung von Information über besonders (un)geeignete Standorte; Beratung	Klimaschutz-manager
EEG-2	Nutzung von Ab-wärme	Prüfung, ob größere industrielle Energieverbraucher Ab-wasserwärme produzieren und wie diese in ein Nahwär-menetz eingespeist werden kann; "Produzenten" von Ab-wärme koordiniert ansprechen (UFoM, Innungen, Banken); zu (geförderten) Energieberatungen auffordern, Informati-onen und Fallbeispiele für WRG bereitstellen; Einspeisung von Abwärme in Nahwärmenetze vorsehen; Abwärmeinseln in Kataster erfassen	Stadtwerke

Tabelle 35: Maßnahmen im Handlungsfeld erneuerbare Energien und Energieversorgung

Handlungsfeld: Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft

Kürzel	Maßnahme	Beschreibung	Koordinator
IGL-1	Kampagne Ge-werbe und Indust-rie	Durchführung von Ökoprofit und KfW-Beratungen mit an-schließender Maßnahmenumsetzung; Hinweise auf Ener-gieinfosystem	Klimaschutz-manager
IGL-2	Ratgeber Energie	Veröffentlichung eines Kompendiums mit Energie-Infos/Glossar, Ansprechpartnern und Adressen aus der Region	Klimaschutz-manager
IGL-3	Effiziente Klimati-sierungskonzepte für Handel und Gewerbe	Nutzung des Erdreichs für Kühlung und Beheizung im Neubau; Information durch Kampagnen	Klimaschutz-manager
IGL-4	Unternehmer-Stammtisch	Netzwerkbildung für interessierte Unternehmer, ggf. regio-nal; Nutzung bestehender Angebote, z.B. IHK-Gruppe	Klimaschutz-manager, F2/Wirtschafts-förderung

Tabelle 36: Maßnahmen im Handlungsfeld Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft

Handlungsfeld: Bauen und Wohnen

Kürzel	Maßnahme	Beschreibung	Koordinator
BW-1	Öffentlichkeitsarbeit Bauen und Wohnen	Umsetzung von Einzel-Maßnahmen z.B.: Info-Material zur Weitergabe bei Bauberatung bereitstellen; Beratungsstunden in Stadtverwaltung organisieren; Informationsausstellung im Rathaus ausrichten; Liste mit Adressen von Beratungsstellen erstellen; Architekten und Bauherren auffordern, best-practice Projekte zu melden; Besichtigungen der best-practice Projekte und Erfahrungsaustausch der Akteuren organisieren; gute Beispiele städt. Gebäude darstellen Start einer Kampagne zur Altbausanierung: Aktionswoche Altbausanierung, Erfahrungsaustausch, Sanierungstreff, Beratung für einkommensschwache Haushalte anbieten/fördern etc. (Zielgruppen: Bauherren/Investoren, Architekten, ggf. Fachplaner)	Klimaschutzmanager
BW-2	Klimaschutz im Städtebau - gesamtstädtische Maßnahmen	Umsetzung vom Klimaschutz im Städtebau unter Beachtung der Grundsätze: Innenentwicklung und Flächenkonversion vor Außenentwicklung; Siedlungsentwicklung zuerst an ÖPNV-Knoten und Nahversorgungsstandorten, Anknüpfungspunkte zu Verkehr schaffen; Konzentrationsflächen für Windenergie- und Biogasanlagen ausweisen; Solar- und Geothermiekataster für das ganze Stadtgebiet erarbeiten, Anknüpfungspunkte zu Energieversorgung schaffen; Nahwärmesatzung mit Anschluss- und Benutzungszwang in der Innenstadt in Murrhardt und im Dorfkern von Fornsbach umsetzen, Anknüpfungspunkt zur Nahwärmeversorgung schaffen	Stadtverwaltung und Stadtwerke
BW-3	Klimaschutz im Städtebau - Bebauungspläne	Berücksichtigung der Nutzungsmischung im Städtebau: Nahversorgungsinseln und nicht-störende Arbeitsstätten in Wohnquartieren; kompakte Gebäudeformen bevorzugen (keine freistehenden Einfamilienhäuser); Gebäudeausrichtung nach Süden, Vermeidung von Verschattung; Innenentwicklung nach § 13a BauGB nutzen; Baulücken schließen; Gebiete für den Einsatz erneuerbarer Energien nach § 9 Abs. 1 Nr. 23 BauGB festsetzen; Einsatz erneuerbarer Energien und alternative Energieversorgung für Neubaugebiete prüfen und in Verträgen vereinbaren - ebenso in vorhabenbezogenen Bebauungsplänen und städtebaulichen Verträgen; in Grundstücksverträgen höhere Energiestandards vereinbaren	Stadtverwaltung
BW-4	Architektur und Gebäudeplanung	Initiierung und Umsetzung von Pilotprojekten zur energetischen Altbausanierung und von am Klimaschutz orientierten Neubauten; Sanierungskonzepte für verschiedene Haustypen entwickeln; Dach- und Wandbegrünung einplanen; Hitzeschutz an Gebäuden einplanen; Entsiegelung und Begrünung von Flächen im Bestand; Weiterbildung von Architekten fördern	Klimaschutzmanager

Tabelle 37: Maßnahmen im Handlungsfeld Bauen und Wohnen

Handlungsfeld: Verkehr

Kürzel	Maßnahme	Beschreibung	Koordinator
V-1	Verbesserung des ÖPNV	Optimierung des Buslinienangebotes, v.a. bessere Anbindung von Gewerbeflächen; Unterstützung des Jobtickets für städtische Beschäftigte und weitere (kleine) Betriebe; Mobilitätsmanagement in Betrieben fördern	Verwaltung, Klimaschutzmanager
V-2	Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs	Bau von sicheren und durchgängigen Radwegen; Ausschilderung von Alltags- und Freizeitrouten u.a. für den Tourismus; Errichtung von Radstationen (Rad-Parkplätze) an den Haltepunkten des ÖPNV; (Elektro-) Fahrräder als Dienstfahrzeuge bei der Stadtverwaltung; Unterstützung von Mietmodellen für Elektro-Fahrräder; verstärkte Mobilitätserziehung in den Schulen	Verwaltung, Klimaschutzmanager
V-3	Nutzungsoptimierung des motorisierten Individualverkehrs	Förderung von Car-Sharing und Fahrgemeinschaften (in Zusammenarbeit mit Unternehmen), z.B. durch Einrichtung einer regionalen Internetplattform zur Bildung von Fahrgemeinschaften	Verwaltung, Klimaschutzmanager
V-4	Ausbau der Elektromobilität	Anschaffung von Elektrofahrzeugen (Autos, aber auch Roller oder Räder) als Dienstfahrzeuge; Unterstützung von Mietmodellen für Elektrofahrzeuge; Bau von Ladesäulen an öffentlichkeitswirksamen Stellen	Verwaltung, Klimaschutzmanager
V-5	Nutzung von Erdgas als Kraftstoff	Intensivierung des Marketing zur stärkeren Nutzung vorhandener Angebote, z.B. die Erdgastankstelle der Stadtwerke; Motivation zur Anschaffung von Fahrzeugen mit Erdgasantrieb	Verwaltung, Klimaschutzmanager
V-6	Mobilitätsberater bei der Stadtverwaltung	Die Stadt Murrhardt hat auf die meisten der genannten Maßnahmen nur indirekten Einfluss durch Beratung; Konzepte sind nur umsetzbar, wenn sie dauerhaft von kompetentem Personal verfolgt werden (z.B. Mobilitätsmanagement); daher Teilaufgabe des Klimaschutzmanagers	Verwaltung, Klimaschutzmanager

Tabelle 38: Maßnahmen im Handlungsfeld Verkehr

9.3. Prioritäten

Aus dem Maßnahmenkatalog wurden Maßnahmen mit hoher Priorität ausgewählt. Dazu zählen Maßnahmen, deren Realisierungswahrscheinlichkeit sowie Kosten-Nutzen-Verhältnis hoch sind, die sich positiv auf die regionale Wertschöpfung auswirken und somit die Klimaschutzbemühungen der Stadt Murrhardt unterstützen. Bei der Umsetzung künftiger Klimaschutzmaßnahmen sollten diese als erste umgesetzt werden. Die Priorisierung ergibt so einen umsetzungsorientierten Handlungsleitfaden. Die ausgewählten Maßnahmen sind nachstehend aufgeführt:

- KI-2: Anstellung eines Klimaschutzmanagers
(alternativ: SV-3 Teilnahme am European Energy Award)
- KI-4: Öffentlichkeitsarbeit, Kampagnen
- EEWi-1: Ausbau der Windenergienutzung
- SV-1: Kommunales Energiemonitoring
- EE-5: Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung
- EE-2: Ausbau erneuerbare Energien
- BW-1: Kampagne Altbausanierung
- IGL-1: Kampagne Gewerbe und Industrie
- IGL-2: Ratgeber Energie veröffentlichen
- V-6: Mobilitätsberatung

10 Zusammenfassung und Ausblick

Nach beinahe einem Jahr intensiver Konzeptarbeit liegt das „integrierte kommunale Klimaschutzkonzept“ (IKSK) für die Stadt Murrhardt vor. Das Konzept wurde im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit durchgeführt und gefördert.

Die Erstellung des IKSK richtete sich nach den Vorgaben des Projektträgers und umfasste als Schwerpunkte:

- Partizipative Prozesse: Durchführung von Workshops, Einbeziehung der Bevölkerung und Einsetzung eines Klimabeirates (dessen Aufgaben zukünftig voraussichtlich von einem Ausschuss des Rates übernommen werden)
- Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz und Ermittlung von CO₂-Minderungspotentialen
- Entwicklung von Konzepten für die Öffentlichkeitsarbeit und für das Klimaschutz-Controlling
- Entwicklung und Abstimmung eines Maßnahmenkatalogs sowie einer Prioritätenliste

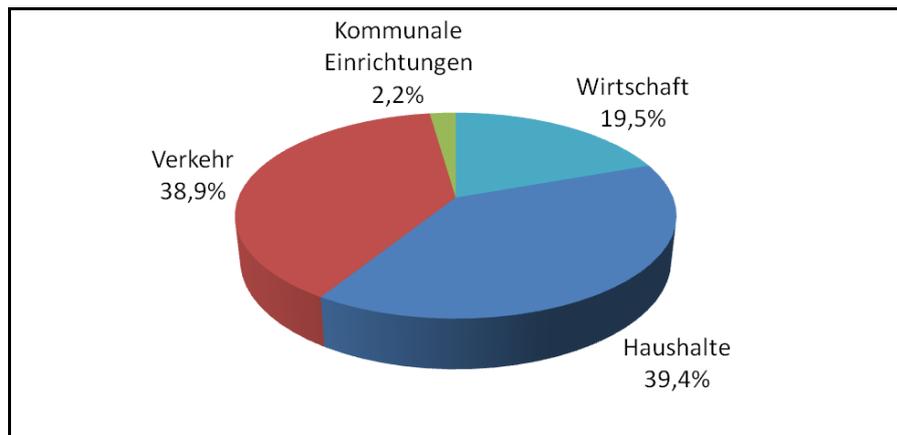
Die wichtigsten Ergebnisse aus den o.g. Schwerpunkten sind im Folgenden zusammengefasst:

Partizipation

- Die Workshops „naturparkverträgliche Wind- und Wasserkraft“, „effiziente KWK- und Abwärmenutzung“ und „Biomasse aus Holz und Schilf“ dienen der Vernetzung der vor Ort relevanten Akteure und der Erarbeitung von Klimaschutzmaßnahmen.
- Insgesamt beteiligten sich rund 50 Teilnehmer an den drei Veranstaltungen.

Bilanzen

- Der Gesamtenergiebedarf aller Sektoren in Murrhardt liegt im Basisjahr 2008 bei rund 313.000 MWh.
- Die daraus resultierenden jährlichen CO₂-Emissionen betragen insgesamt rund 103.000 Tonnen bzw. pro Einwohner etwa 7,3 Tonnen. Der Bundesdurchschnitt liegt bei rund 11 Tonnen je Einwohner.
- Mit rund 40 % hat der Verbrauchssektor der Haushalte den größten Anteil an den Emissionen. Der Anteil der kommunalen Einrichtungen liegt dagegen bei nur rund gut 2 %.
- Die Energie- und CO₂-Bilanz basiert auf Daten des Jahres 2008. Es wird empfohlen, alle zwei Jahre eine Fortschreibung der Bilanz zu erstellen. Aufgrund der zeitlichen Verzögerung bei der Datenbereitstellung sollte eine Bilanz für das Jahr 2010 daher im Jahr 2012 erstellt werden.



Aufteilung des Endenergieverbrauchs 2007 nach Verbrauchssektoren

Potentiale und Klimaschutzziele

- Für die CO₂-Minderungspotentiale wurden zwei Szenarien definiert: Im Szenario *Einsparung* lässt sich der CO₂-Ausstoß um insgesamt rund 27 % senken, indem die technischen Einsparpotentiale erschlossen werden. Für das Szenario *Trend* wurde von einer Verbrauchsentwicklung ähnlich der in den letzten Jahren ausgegangen. Hier wäre bei Strom, Heizenergie und Kraftstoffen nur mit einem leichten Rückgang zu rechnen.
- Für erneuerbare Energien wurden die Potentiale zur Nutzung von Solarenergie, Biomasse, Windenergie, Umweltwärme und Wasserkraft ermittelt. Bei der Solarenergienutzung sind der hohe Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern an den Wohngebäuden sowie der hohe Anteil gewerblicher Flächen von Vorteil. Synergien ergeben sich, wenn bspw. Parkplätze mit Solarmodulen überdacht und dadurch gleichzeitig beschattet werden. Eine verstärkte Nutzung von Geothermie und Umweltwärme geht aufgrund der elektrisch betriebenen Wärmepumpen mit einem deutlich ansteigenden Stromverbrauch einher. Im Hinblick auf die CO₂-Emissionen sollte der Mehrbedarf an elektrischer Energie daher sinnvollerweise aus erneuerbaren Energien gedeckt werden.
- Die erneuerbaren Energien könnten rund 100 % des derzeitigen Heizenergie- und sogar 144 % des Stromverbrauchs in Murrhardt decken. Nicht abgedeckt werden kann der Anteil an Hochtemperatur- bzw. Prozesswärme, da das Biogaspotential hierfür nicht groß genug ist.
- Insgesamt ergeben sich bei der Einsparung, KWK-Nutzung und Substitution Potentiale zur CO₂-Emissionsminderungen fossiler Energieträger von 100 % bei Strom, 77 % bei fossilen Brennstoffen und 20 % im Verkehrssektor.
- Die ermittelte realistische, anzustrebende Zielgröße für die CO₂-Minderung bis zum Jahr 2020 liegt insgesamt bei rund 17 % bzw. 17.000 Tonnen.
- Im Hinblick auf das sehr hohe Potential der regenerativen Stromerzeugung in Murrhardt erhält die Frage der Strom-Speicherung große Bedeutung. Hierfür sehen wir u.a. folgende Ansatzpunkte:
 - Umwandlung von „Überschuss-Strom“ in Wasserstoff, bei größeren Mengen in Erdgas und Nutzung des Erdgasnetzes als Speicher

- Ausbau der „Grünstrom-Elektromobilität“ und Nutzung von Fahrzeugen mit Erdgas-Motoren (in Verbindung mit der o.g. Gas-Erzeugung)
- Nutzung von strombetriebenen Erdwärmepumpen zur Einlagerung von Wärme im Sommer in das Erdreich (Wärmepumpe als Kühlmaschine)
- Errichtung eines kleinen Pumpspeicherkraftwerks

Kommunale Handlungsfelder

Aufgrund des geringen Anteils der CO₂-Emissionen städtischer Liegenschaften an den gesamten Emissionen ergeben sich von Seiten der Stadt nur geringe Spielräume zur direkten Einflussnahme. Die Handlungsperspektiven für die Stadt sind somit vorrangig:

- Vorbildfunktion wahrnehmen
- Informieren
- Lenken und koordinieren

Diese Erkenntnis wurde bei der Entwicklung des Maßnahmenkatalogs und bei der Auswahl von Maßnahmen mit hoher Priorität berücksichtigt.

Maßnahmen

Der im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes Murrhardt entwickelte Maßnahmenkatalog umfasst rund 40 Maßnahmen und wurde in die Handlungsfelder Kommunikation und Information, Stadtverwaltung, erneuerbare Energien und Energieversorgung, Bauen und Wohnen, Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft sowie Verkehr unterteilt.

Neben den genannten Handlungsperspektiven standen zudem Maßnahmen im Vordergrund, die durch einen geringen Mitteleinsatz hohe Emissionsminderungen erreichen. Hierzu wurden ausgewählte Maßnahmen in einer Prioritätenliste zusammengestellt. Die Prioritätenliste bildet einen konkreten Handlungsleitfaden zur Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen.

Die Umsetzung der Maßnahmen sollte durch den Klimabeirat bzw. das Organ, das dessen Rolle übernimmt, begleitet werden. Für die operative Maßnahmenkoordination und -umsetzung sollte die Stelle eines Klimaschutzmanagers geschaffen werden. Zur Finanzierung der Maßnahmen ist es sinnvoll, weitere Akteure, bspw. Wirtschaftsverbände oder die Energieversorger, einzubeziehen und als Sponsoren zu gewinnen.

Für das Controlling der Klimaschutzziele und die Koordination der Maßnahmen bildet die DIN EN 16001 bzw. ab Frühjahr 2012 die ISO 50001 (Energiemanagementsysteme) einen interessanten Ansatz, der auf die Strukturen und Prozesse der Verwaltung übertragen werden kann.

Für das Energiemonitoring der kommunalen Liegenschaften sollte perspektivisch die automatisierte Verbrauchserfassung und Übertragung der Daten an das CAFM-System eingeführt werden. Hierfür sollte eine Portallösung zum Einsatz kommen, d.h. die Auslesung, Speicherung und Bereitstellung der Daten via Internet durch einen Dienstleister.

Ausblick

Insgesamt ergeben sich folgende **Handlungsschwerpunkte**:

1. Die Festlegung konkreter Klimaschutzziele und Maßnahmen im Stadtrat.
2. Die Erstellung eines Finanzierungskonzeptes zur Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen unter Berücksichtigung von Fördermöglichkeiten.
3. Der Aufbau eines Energiemonitorings für die kommunalen Liegenschaften.
4. Die Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanzierung.
5. Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung für Bürger, Landwirte, Handwerk und Industrie.
6. Weiterer Ausbau der Information aller Bevölkerungsgruppen vor Ort durch das „offene Klimaschutzbüro“ in der Alten Schule Murrhärle.
7. Ausbau und Reaktivierung der historischen Wasserkraftstandorte, Überlegungen zur naturparkverträglichen Wasserkraft mit den historischen Kleinspeicherseen.
8. Vertiefende Untersuchungen für ein „Natur-Energie-Kraftwerk“ aus Wind-Sonne-Wasser, unterstützt durch Kraft-Wärme-Kopplung.
9. Förderung von Demonstrationsprojekten zur Untersuchung von alternativen Speichertechniken oder für Klein-Wind-Anlagen für windreiche Standorte und die direkte Wind-Wärme-Nutzung.

Mit der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes wurden die Anforderungen und vor allem die Perspektiven und Chancen des kommunalen Klimaschutzes deutlich. Das Klimaschutzkonzept schafft hierfür die Grundlage und kann in Zukunft als städtischer Handlungsleitfaden angewandt werden.

Weiterhin gibt es bei folgenden Punkten **Diskussionsbedarf**:

1. Ist eine Entwicklung vom Naturpark zum Natur-Energie-Park möglich?
2. Wie kann eine kreisübergreifende Windkraftplanung die Bürger und Investoren aus der Region aktivieren, um die Wertschöpfung vor Ort zu halten und „Heuschrecken“ fernzuhalten?
3. Wie kommt die erneuerbare Strom- und Wärmeversorgung am schnellsten und bei größter Akzeptanz und Wertschöpfung vor Ort in Gang?

Literaturverzeichnis

- AG Energiebilanzen (2009):** Veröffentlichungen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. zum Energieverbrauch der Bundesrepublik Deutschland. Online unter <http://www.ag-energiebilanzen.de>. Aufgerufen am 19.09.2010.
- Agentur für erneuerbare Energien e. V. Berlin Hrsg. (2010):** Erneuerbare Energien 2020 Potentialatlas Deutschland.
- Agentur für erneuerbare Energien e. V. Berlin Hrsg. (2011):** Erneuerbare Energien Projekte in Kommunen. Erfolgreiche Planung und Umsetzung.
- Adapton Energiesysteme AG, Allevo Kommunalberatung (2008):** Machbarkeitsstudie „Murrhardt regenerativ“.
- ASUE (2011):** BHKW-Kenndaten 2011. ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.. Berlin, 2011
- Auer, Falk und Schote, Herbert (2007):** Nicht jede Wärmepumpe trägt zum Klimaschutz bei. Feldtest Elektro-Wärmepumpen der Lokalen Agenda 21 - Gruppe Energie Lahr.
- Auer, Josef; Deutsche Bank Research (2010):** Themenpapier Wasserkraft in Europa: Alpenregion, Skandinavien und Südosteuropa reich an Chancen.
- BayLfU (2005):** Effiziente Energieverwendung in der Industrie - Teilprojekt Metallschmelzbetriebe. Effiziente Energienutzung in Nicht-Eisenmetall-Schmelzbetrieben. Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.). Augsburg, 2005.
- Bertelsmann (BertelsmannStiftung) (2011):** Demographiebericht Murrhardt. Online unter: <http://www.wegweiser-kommune.de>. Zugegriffen am 19.10.2011.
- Biberacher et al. (2008):** EnergieRegion Rhein-Sieg. Bericht zur Modellstudie für erneuerbare Energien und autarke Regionen im Rhein-Sieg-Kreis.
- Bofinger et al (2011):** Studie zum Potential der Windenergienutzung an Land. Fraunhofer Institut für Windenergie und Systemtechnik. Kassel März 2011.
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA (2011):** Datenabfrage Biomasseheizungen und Solarthermie; Jahre 2001 - 2009
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2010):** Broschüre 25 Bioenergie-Regionen im Porträt.
- Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE) Hrsg. (2005):** Broschüre Fakten zur Windenergie A – Z.
- Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE) (2011):** Abschaltung von Windenergieanlagen um bis zu 69 Prozent gestiegen. <http://www.wind-energie.de/presse/pressemitteilungen/2011/abschaltung-von-windenergieanlagen-um-bis-zu-69-prozent-gestiegen>. Abgerufen am 30.11.2011.
- Canters, Rolf (1998):** Diplomarbeit, Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Bauökonomie, 1998.
- dena, IWU (2010):** dena-Sanierungsstudie. Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand.
- Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. DGS (2011):** www.energymap.info

Deutscher Wetterdienst DWD (2009): Karte Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland, Mittlere Jahressummen, Zeitraum 1981 – 2000.

eon (2007): Ausbildungsmodule für Nachhaltigkeit in der Wäscherei. Leonardo da Vinci-Projekt der Europäischen Union, Projektnummer PP 146 360.

Eurostat Pocketbooks (2009): Eurostat, Europäische Kommission; Energy, Transport and Environmental Indicators.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (2010): Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen.

Fachinformationszentrum Karlsruhe, Gesellschaft für wissenschaftlich-technische Information mbH (2004): BINE Basisinfo Nr. 18 – Wasserkraft.

Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) (2011): Studie zum Potential der Windenergienutzung an Land - Kurzfassung

Fritz, Gerhard (1996): Die Mühlen im Rems Murr Kreis Band 2, Teil 1 und 2, Verlag Manfred Hennecke Remshalden.

Fruck, M. Gerhäußer, D. Wurst, R. (2011): Seminararbeit „Murrhardt regenerativ“

Hacker, Günther (2007): Wind ins Netz, Leitz Medien Furtwangen.

Hacker, Günther u. Jerke, Gabriele (2006): Wind bewegt, Leitz Medien Furtwangen.

Harlaß, Ralf (2008): Verdunstung in bebauten Gebieten, Dissertation TU Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen.

ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (2011): CO₂-Bilanzierungshilfe für Kommunen in Baden-Württemberg. Endbericht.

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) Hrsg. (2011): Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien.

Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) (2011): Basisdaten für Hochrechnungen mit der Deutschen Gebäudetypologie des IWU: Neufassung August 2011.

Kaltschmitt, M; Merten, D et al. (2003): Energiegewinnung aus Biomasse. Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten 2003 „Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit“; Berlin.

Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (2002): Amtliche Topographische Karte B_W M 1:25000.

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg LUBW (2010): Hochwassergefahrenkarte Baden-Württemberg. Überflutungstiefe 100-jährliches Hochwasser.

Landesforstverwaltung Baden-Württemberg (2005): Zusammenstellung der FE-Ergebnisse (Gesamtbetrieb) Stadtwald Murrhardt, Datenstand 2005.

Lödl et al. (2010): Abschätzung des Photovoltaik-Potentials auf Dachflächen in Deutschland.

Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2010): Energiebericht 2010.

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2011): AusbauPotential der Wasserkraft bis 1.000 kW im Einzugsgebiet des Neckars unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele.

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umwelt, Messungen, und Naturschutz Baden-Württemberg LUBW (2010): Klimawandel in Baden-Württemberg. Fakten-Folgen-Perspektiven.

Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (2003): Infoblatt Hochwasservorsorge - Alle sind gefordert.

Mühr, Bernhard (2010): <http://www.klimadiagramme.de/rrnn.html>

Müller, Rainer; Lehrstuhl für Didaktik der Physik, Universität München (k.A.): Atmung, Stoffwechsel und Blutkreislauf.

Murrhardter Zeitung, Ausgabe vom 13.09.1981: Artikel: Technische Pionierleistung eines Landwirtes. Auf den Spuren eines schwäbischen Tüftlers vom Spechtshof.

IÖW (2010): Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien. Schriftenreihe des IÖW 196/10. Berlin. 2010

Prognos (2007): Prognos AG. Potentiale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen. Basel und Berlin. 2007.

Regierungspräsidium Stuttgart, Hr. Götz, Ingenieurbüro Winkler und Partner GmbH (2011): Abflüsse im Gebiet der Fließgewässeruntersuchung Murr.

Regionalverband Neckar-Alb Hrsg. (2011): Untersuchung der Wasserkraftnutzung an den Fließgewässern in der Region Neckar-Alb.

RWE Energie AG (k.A.): Energieflußbild der Bundesrepublik Deutschland 1995.

Schrader, Mila (1998): Reet & Stroh als historisches Baumaterial, Edition :anderweit Verlag Suderburg-Hösseringen.

Stadt Murrhardt (2011): Internetseite der Stadt. Online unter: <http://www.murrhardt.de>. Zugegriffen am 11.10.2011.

Stadtverwaltung Murrhardt (2011): Ergebnisse der SEN-Beratung (Zusammenstellung des Fachteams Immobilienmanagement vom 29.03.11)

Stadtverwaltung Murrhardt (2011): Sammelnachweis Immobilien. Fachteam Immobilienmanagement.

Stadtverwaltung Murrhardt (2011): Tabelle Datenabfrage Gebäudeflächen zum 12.10.2011

Stadtwerke Murrhardt (2009): Lagebericht Stadtwerke Murrhardt.

StLA BW (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg) (2010): Statistik Kommunal 2010. Murrhardt. Stuttgart.

StLA BW (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg) (2011): Struktur- und Regionaldatenbank. Online unter: <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/home.asp?R=LA>. Zugegriffen am 21.10.2011.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2010): Statistik Kommunal: Murrhardt.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2011): Tabellen Entwicklung der quellen- und verursacherbezogenen jährlichen CO2 Emissionen der Gemeinde Murrhardt und des Kreises Rems Murr in Tonnen je Einwohner.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2011): Tabelle Flächenerhebung 2010 Stadt Murrhardt. Erhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2011): Tabelle Landwirtschaftlich genutzte Fläche. Jahre 1979, 1991, 1999, 2003, 2005 und 2007

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2011): Tabelle Lokale Agenda 21 - Ökologie A1; Kommunale Siedlungsabfälle in kg pro Einwohner

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2011): Tabelle Lokale Agenda 21 - Ökologie A3; Bodenflächen nach Nutzungsarten in Prozent der Gesamtfläche

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2011): Tabelle Pferde- Schaf- und Hühnerhaltung der landwirtschaftlichen Betriebe Stadt Murrhardt. Jahre 1979, 1991, 1999, 2003 und 2007.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2011): Tabelle Rinderhaltung der landwirtschaftlichen Betriebe Stadt Murrhardt. Jahre 1979, 1991, 1999, 2003 und 2007.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2011): Tabelle Schweinehaltung der landwirtschaftlichen Betriebe Stadt Murrhardt. Jahre 1979, 1991, 1999, 2003 und 2007.

Süwag Energie AG (2011): Datenabfrage Grundversorger Strom Murrhardt; Jahr 2008.

Umweltbundesamt (2005): Broschüre Versickerung und Nutzung von Regenwasser. Vorteile, Risiken, Anforderungen.

Umweltministerium, Baden-Württemberg (2006): Broschüre Umwelt- und Klimaschutz in Kindertageseinrichtungen.

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2009): Broschüre Blockheizkraftwerke. Kleine Blockheizkraftwerke, Technik, Planung und Genehmigung.

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2010): Wasserkraft in Baden-Württemberg. Technik, Planung und Genehmigung.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kinder sammelten bei dem Projekt KiNa Erfahrungen mit Wasser, Sonne, Lehm und Feuer.	10
Abbildung 2: Eine umfangreiche Präsentation von Postern und Flyern sowie Arbeitskollagen informierten in den Pausenzeiten.....	12
Abbildung 3: Alle Veranstaltungen waren gut besucht	14
Abbildung 4: Die gut gelaunten Referenten des dritten Workshops: Georg Enssle, Rolf Canters, Dr. Gerald Kändler.....	15
Abbildung 5: Karte der Stadt Murrhardt [OpenStreetMap 2011, Wikimedia 2011, eigene Darstellung]	17
Abbildung 6: Flächenverteilung der Katasterfläche nach Art der Nutzung 2008 [StLA BW 2011]	18
Abbildung 7: Aufteilung der Wohngebäude nach Baualtersklassen und Gebäudetypen [eigene Darstellung].....	20
Abbildung 8: Bilanzierungsraum [eigene Darstellung]	25
Abbildung 9: Aufteilung des Endenergieverbrauchs 2008 nach Verbrauchssektoren [eigene Darstellung].....	27

Abbildung 10: Aufteilung des Endenergieverbrauchs 2008 nach Endenergieträgern [eigene Darstellung].....	27
Abbildung 11: Endenergieverbrauch 2006 - 2008 nach Endenergieträgern in MWh [eigene Darstellung].....	28
Abbildung 12: Aufteilung der CO ₂ -Emissionen 2008 nach Verbrauchssektoren [eigene Darstellung]	29
Abbildung 13: Top-Down-Ansatz zur Ermittlung der CO ₂ -Minderungspotentiale [eigene Darstellung]	31
Abbildung 14: Verteilung des kommunalen Strom- und Heizenergieverbrauchs im Jahr 2008 nach Gebäudetypen [eigene Darstellung]	36
Abbildung 15: Vergleich von Ist-Verbrauch und Bedarfsszenarien für Strom [eigene Darstellung]	39
Abbildung 16: Vergleich von Ist-Verbrauch und Bedarfsszenarien für Heizenergie [eigene Darstellung]	39
Abbildung 17: Vergleich von Ist-Verbrauch und Bedarfsszenarien für Kraftstoffe [eigene Darstellung]	40
Abbildung 18: KWK-Potentiale bis 2020 im Szenario „Einsparung“ [eigene Darstellung] ..	42
Abbildung 19: Solarpotential der gesamten Gebäude- und Freiflächen [eigene Darstellung]	45
Abbildung 20: Biomassepotentiale [eigene Darstellung].....	50
Abbildung 21: Windkraftnutzung und -potential [eigene Darstellung].....	51
Abbildung 22: Elektr. Energie: Potentiale, Einspeisung und Verbrauch [eigene Darstellung]	56
Abbildung 23: Heizenergie: Potentiale, Erzeugung und Verbrauch [eigene Darstellung]..	57
Abbildung 24: CO ₂ -Minderungspotentiale nach Endenergieträgern [eigene Darstellung] ..	59
Abbildung 25: Modell eines Energiemanagementsystems gem. DIN EN 16001 [eigene Darstellung]	63
Abbildung 26: Aktivitätsprofil einer Musterstadt - „Benchmark Kommunalen Klimaschutz“ [Janssen 2009]	67
Abbildung 27: Energiecontrolling [FH Aachen, Prof. Dr.-Ing. Gregor Krause].....	68
Abbildung 28: EM im Facility-Management [eigene Darstellung].....	71
Abbildung 29: Schematische Darstellung eines Monitoringsystems [eigene Darstellung].	72
Abbildung 30: Vorgehen zur Einführung des Energiemonitorings [eigene Darstellung]	72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der erhobenen Daten.....	8
Tabelle 2: Beispielhafter Ablaufplan eines Workshops.....	11
Tabelle 3: Katasterfläche nach Art der Nutzung 2008 [StLA BW 2011]	18
Tabelle 4: Wohngebäudebestand und Wohnfläche in Murrhardt 2009 [StLA BW 2011] ...	19

Tabelle 5: Städtische Gebäude in Murrhardt [Fachteam Immobilienmanagement 2011].20	
Tabelle 6: Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer am Arbeitsort 2008 [StLA BW 2011]	21
Tabelle 7: Bestand an Kraftfahrzeugen 2008 [StLA BW 2011]	22
Tabelle 8: Übersicht über die Energieversorger in Murrhardt	23
Tabelle 9: Aufstellung der CO ₂ -Emissionen 2008 je Verbrauchssektor	29
Tabelle 10: Verbrauchsprognose bis 2020 (Szenario „Trend“)	33
Tabelle 11: Energieeinsparpotentiale bei Haushalten bis 2020	34
Tabelle 12: Energieeinsparpotentiale in Industrie und Gewerbe bis 2020	35
Tabelle 13: Zuständigkeit, Anteile am Strom- und Wärmeverbrauch der kommunalen Einrichtungen.....	36
Tabelle 14: Energieeinsparpotentiale bei kommunalen Gebäuden bis 2020	37
Tabelle 15: Energieeinsparpotentiale bei der Kläranlage bis 2020	38
Tabelle 16: Energieeinsparpotentiale im Verkehr bis 2020	38
Tabelle 17: Energieeinsparpotentiale bis 2020 (Szenario „Einsparung“)	38
Tabelle 18: KWK-Potentiale bis 2020 im Szenario Einsparung	41
Tabelle 19: Betrachtete Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien	43
Tabelle 20: Photovoltaikpotential von Wohn- und Nicht-Wohngebäuden	46
Tabelle 21: Jährliches Solarthermiepotential von Wohn- und Nicht-Wohngebäuden.....	47
Tabelle 22: Energetisches Potential nicht-ligninhaltiger Biomasse	48
Tabelle 23: Energetisches Potential ligninhaltiger Biomasse in Murrhardt.....	49
Tabelle 24: Strom- und Wärmepotential ligninhaltiger und nicht-ligninhaltiger Biomasse .49	
Tabelle 25: Windkraftpotential durch neue Anlagen	51
Tabelle 26: Windkraftpotential durch Kleinwindanlagen	52
Tabelle 27: thermisches Windkraftpotential durch Kleinanlagen	52
Tabelle 28: Jährliches Geothermiepotential der Ein- und Zweifamilienhäuser.....	53
Tabelle 29: Jährliches Wasserkraftpotential an historischen Wasserkraftstandorten.....	54
Tabelle 30: Speicherenergie eines Pumpkraftwerks abhängig vom Tidenhub.....	55
Tabelle 31: Vorschlag für CO ₂ -Minderungsziele für die Stadt Murrhardt	61
Tabelle 32: Prozesse und Abläufe gemäß DIN EN 16001	65
Tabelle 33: Maßnahmen im Handlungsfeld Kommunikation und Information	82
Tabelle 34: Maßnahmen im Handlungsfeld Stadtverwaltung.....	83
Tabelle 35: Maßnahmen im Handlungsfeld erneuerbare Energien und Energieversorgung	86
Tabelle 36: Maßnahmen im Handlungsfeld Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft	86
Tabelle 37: Maßnahmen im Handlungsfeld Bauen und Wohnen.....	87
Tabelle 38: Maßnahmen im Handlungsfeld Verkehr.....	88

Anhang 1: Ausführlicher Maßnahmenkatalog

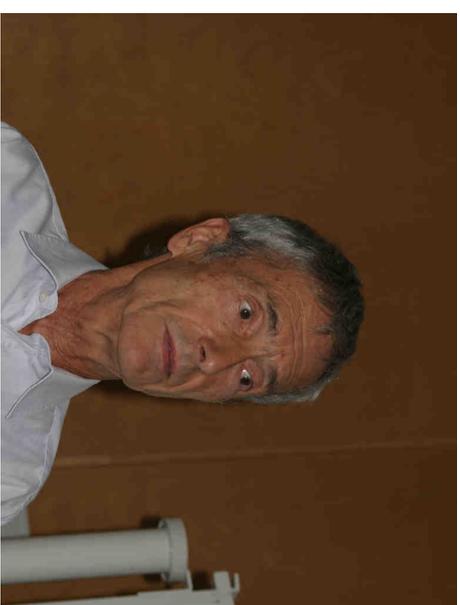
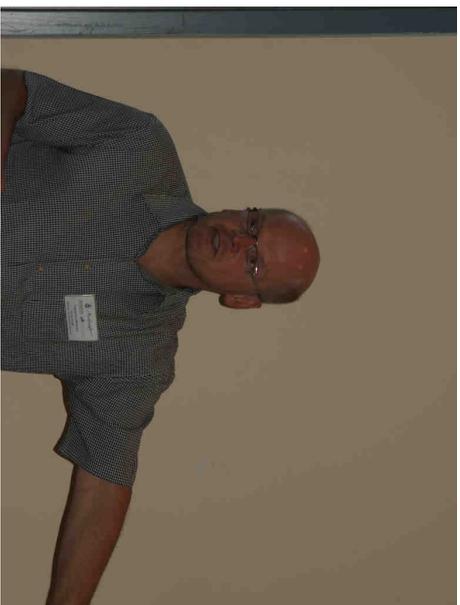
Anhang 2: Dokumentation der Workshops

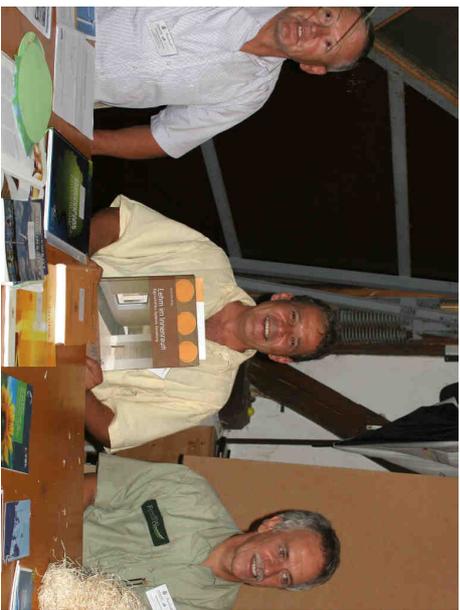
Anhang 3: Projektstudie „Ökologische und konventionelle Dämmstoffe im Vergleich“

Nr.	Maßnahme	Beschreibung	Verantwortlich/ Koordinator	Weitere Akteure	Einspar-/ Umsetzungs- quote	CO2- Einsparung [t/a]	Installierte Leistung, Anzahl o.ä.	Spez. Investi- tionen [€/Einheit]	Investitions-/ Umsetzungs- kosten [€]	Energie- kosten- senkung [€/a]	Kosten- Nutzen- Verhältnis [a]	Spez. Wert- schöpfung in 20 a [€/Einheit]	Regionale Wert- schöpfung in 20 a [€]	Finanzierungs- vorschlag	Priorität	Zeitliche Umsetzung
Handlungsfeld: Kommunikation und Information																
KI-1	Rat zur Steuerung der weiteren Klimaschutzziele - "Klimabeirat"	Einrichtung eines Beirates zur Koordination und Beratung der erarbeiteten Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes sowie zur Überprüfung der Klimaschutzziele	ATU oder Werksausschuss der Stadtwerke	Stadtverwaltung	indirekt				keine		k.A.			entfällt	hoch	kurzfristig
KI-2	Klimaschutzmanager	Der Klimaschutzmanager soll als zusätzliche Planstelle in der Verwaltung geschaffen werden und sowohl verwaltungsintern als auch extern über die Klimaschutzmaßnahmen informieren; er initiiert Prozesse für die übergreifende Zusammenarbeit und Vernetzung der beteiligten Akteure; er kann u.a. als Mobilitätsberater fungieren	Stadtverwaltung	Stadtrat (Beschluss notwendig für Förderantrag)	indirekt				150.000 € für drei Jahre (Vollzeit)		k.A.			50 % Eigenmittel Stadtverwaltung sowie 50 % Fördermittel des BMU	sehr hoch	kurzfristig
KI-3	Energie-Informationssystem	Aufbau eines Energie-Informationssystems (bspw. eine zentrale Internetseite) zur Information und Motivation von Bevölkerung und Wirtschaft	Klimaschutzmanager	Klimabeirat, Stadtverwaltung	indirekt				1. Stufe: Eigenleistung Stadtverwaltung 2. Stufe: Externe Bearbeitung 10-15 T€		k.A.			Eigenleistung Stadtverwaltung, Sponsor	hoch	mittelfristig
KI-4	Öffentlichkeitsarbeit und Informationen	Informationsbereitstellung und Motivation von Bevölkerung und Wirtschaft, z.B. durch: - Erstellung eines Stadtführers zur Bekanntmachung von "best-practice" Beispielen inkl. der Darstellung auf einer "Landkarte Klimaschutz" (u.a. interessante Objekte im Internet-Stadtplan veröffentlichen) - Durchführung eines Stromsparwettbewerbes "Musterhaushalte sparen Strom" - Öffentlich sichtbare Auszeichnung für Haushalte, die bestimmte Energieeffizienz-Kriterien erfüllen - Mehrsprachige Klimaschutzbroschüre in Form eines Energie-Checkheftes (Verteilung dieses Heftes bei Ein-/Umzug von Haushalten) - "Markt der Ideen" (Sammlung von Ideen der Bürger bei öffentl. Veranstaltungen) - Solar-, Wind-, Biomassefest	Klimaschutzmanager	Klimabeirat, Pressestelle Verwaltung, lokale Presse, Energiegenossenschaft Murrhardt (EGM), Energieagentur Rems-Murr-Kreis (EARMK), diverse weitere je nach Thema	indirekt				k.A.		k.A.			siehe Kosten für Klimaschutzmanager	sehr hoch	kurzfristig
KI-5	Nachhaltige Info-Aktionen in Kindergärten und Schulen	Entwicklung eines dauerhaft angelegten Angebots von Aktionen für Kinder und Schüler in Murrhardter Kindergärten und Schulen. Die Aktionen sollen jeweils auf das Alter der Kinder und Schüler abgestimmt sein und konzeptionell aufeinander aufbauen	Stadtverwaltung und Stadtwerke	EGM, Volkshochschule, Energieberater	3,0%	34 t/a			ca. 5.000 € pro Jahr	6.497 €/a	k.A.		- €	Eigenmittel Stadtverwaltung	hoch	mittelfristig
Handlungsfeld: Stadtverwaltung																
SV-1	Kommunales Energiemonitoring	Aufbau eines kommunalen Energiemonitorings zur Erfassung der Energieverbräuche kommunaler Liegenschaften. Automatisierung des Systems inkl. Alarmfunktion; Umsetzung des von Adapton entwickelten Konzepts mit fünf Modulen: 1) Potential: Standortanalyse, Anforderungsprofil, Rendite 2) Konzept: Technischer Entwurf, Funktionalbeschreibung, Wirtschaftlichkeit 3) Hardware: Installation Zähler, Einrichtung Netzwerk, Inbetriebnahme 4) Software: Konfiguration, Datenauslesung, Virtualisierung 5) Service: Systembetreuung, Schulung, Energieberichte	Stadtverwaltung	Klimaschutzmanager, Stadtwerke Murrhardt, Stadtverwaltung	10,0%	262 t/a			Potentialanalyse 10-15 T€ Umfassendes Energiemonitoring 100 - 150 T€	59.665 €/a	gut		- €	Sponsor f. Investition (bspw. Stadtwerke Murrhardt, Sparkassen/Volksbanken etc.)	hoch	mittelfristig
SV-2	Pilotprojekt Energiemonitoring	Auswahl eines geeigneten Gebäudes (bspw. Schulgebäude) zur Durchführung eines Pilotprojektes "Energiemonitoring"	Stadtverwaltung	Klimaschutzmanager, Stadtwerke Murrhardt, Stadtverwaltung					derzeit noch unklar		k.A.			siehe Kosten für Klimaschutzmanager	hoch	kurzfristig
SV-3	"European Energy Award"	Teilnahme am EEA zur Koordination und Steuerung von Maßnahmen in der Verwaltung, der Bürgerschaft, der EGM etc.. Allgemeines Ziel des EEA ist, die Qualität der Energieerzeugung und -nutzung zu bewerten, regelmäßig zu überprüfen und Potentiale zur Steigerung der Energieeffizienz zu erschließen.	Stadtverwaltung	Klimaschutzmanager, Stadtwerke Murrhardt, EGM, Bürgerschaft	indirekt				Einmalig rund 15.000 €, jährlicher Beitrag 1.500 €		k.A.			Eigenmittel Stadtverwaltung	hoch	kurzfristig
Handlungsfeld: Erneuerbare Energien und Energieversorgung																
EE-1	Ausbau erneuerbare Energien allgemein	Einrichtung einer Erstberatung/Energieberatung ("Kümmere") z.B. für Bauherren und interessierte Bürger; Anlaufstelle und Koordinator zum Anschieben komplexerer Projekte	Klimaschutzmanager	Süwag, Stadtwerke, EA Rems-Murr	indirekt				k.A.		k.A.			siehe Kosten für Klimaschutzmanager	hoch	mittelfristig
EE-2	Kampagnen zum Ausbau der Erneuerbarer Energien	Allgemein: Durchführung von Kampagnen für die Öffentlichkeitsarbeit: Tag der offenen Tür bei kommunalen Anlagen; Solarenergie: - Marketingaktionen, z.B. unter Nutzung von Aktionen wie "Solar na klar"; Tag der Sonne - Ein-/Durchführung eines kommunalen Wettbewerbes zur Solarenergienutzung: Darstellung des von den Gebäudenutzern generierten Stroms, Bildung von Kategorien (z.B. "solarfreundlichste Straße in Murrhardt"), jährliche Auswertung und öffentlichkeitswirksame Ehrung der Sieger Biomasse: Durchführung einer Informationskampagne zur Biomassennutzung: Vorurteile abbauen, über regionale Effekte informieren, Beispiele für die Biomassennutzung in Wärmenetzen aufzeigen.	Klimaschutzmanager	Handwerker, Stadtverwaltung, EGM	indirekt						k.A.			siehe Kosten für Klimaschutzmanager, Informationsmaterial von Verbänden, Energieagentur	sehr hoch	kurzfristig
EE-3	Weiterbildung und Beratung von Architekten und Planern	Schaffung von Anreizen für fortschrittliche Konzepte zum Bau von EEG-Anlagen (bspw. durch Wettbewerbe); Nutzung bestehender Angebote, z.B. durch Energieagentur, Tage der Energie; Erfahrungsaustausch unter Fachleuten	Klimaschutzmanager und EA Rems-Murr	Stadtverwaltung	indirekt				keine		k.A.			siehe Kosten für Klimaschutzmanager	niedrig	mittelfristig
EE-4	Modellkonzept "erneuerbare Energien-Kombikraftwerk"	Beantragung eines Modellkonzepts für ein "erneuerbare Energien-Kombikraftwerk", alternativ Beantragung eines Klimaschutz-Teilkonzeptes	Stadtwerke	Stadtverwaltung, EGM	noch nicht abzusehen						k.A.			zum Teil Fördermittel	niedrig	langfristig
EE-5	Ausbau von KWK-Anlagen	Ausbau von KWK-Anlagen unter Verknüpfung von Biogas-Windgas-Erdgas; Info-Veranstaltung zu Mikro-BHKW anbieten; Betreibermodell/Mustervertrag für Mehrfamilienhäuser entwickeln; Zielgruppen für hohen Strompreis finden Beispiel: Installation von Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 500 kW	Stadtwerke	Stadtverwaltung, EGM	12,0%	1.155 t/a	504 kW	1.600 €/kW	806.400 €	365.627 €/a	gut		- €	zum Teil Fördermittel	sehr hoch	mittelfristig
EE-6	Verdichtung/Ausbau Nahwärmeversorgung	Ausbau der bestehenden Nahwärmenetze durch die Stadtwerke mit klarem, langfristigen Konzept (mind. 20 Jahre) und sinnvollerweise in Verbindung mit Kraft-Wärme-Kopplung; Bereitstellung von Informationen über die Vorteile der Nahwärme; interessierten Bevölkerungsschichten Besichtigungstermine anbieten ("Tag des Heizungskellers"); Übergangslösungen bis zum Anschluss vorsehen (mobile Heizzentralen, ggf. kleine KWK); faire Preisgestaltung trotz Wärmemonopol; ggf. "strategische" Wärmespeicherung durch Bau großer Wärmespeicher oder Saisonspeicher; ggf. Wärme im Sommer zur Kälteerzeugung nutzen	Stadtwerke	Stadtverwaltung	keine klare Trennung KWK und Biomasse möglich						gut			Stadtwerke, Fördermittel Klimaschutz-Teilkonzept Abwärmennutzung	hoch	mittelfristig
EE-7	Dezentrale Einspeisung in Wärmenetze	Ermöglichung der Einspeisung von Solaranlagen, BHKWs und Abwärme in Wärmenetz sowie "Wärmeübergabe in 2 Richtungen", um Konkurrenz zwischen Fernwärme und KWK zu vermeiden	Stadtwerke		dito				unklar					entfällt	hoch	langfristig

Nr.	Maßnahme	Beschreibung	Verantwortlich/ Koordinator	Weitere Akteure	Einspar-/ Umsetzungs- quote	CO2- Einsparung [t/a]	Installierte Leistung, Anzahl o.ä.	Spez. Investi- tionen [€/Einheit]	Investitions-/ Umsetzungs- kosten [€]	Energie- kosten- senkung [€/a]	Kosten- Nutzen- Verhältnis [a]	Spez. Wert- schöpfung in 20 a [€/Einheit]	Regionale Wert- schöpfung in 20 a [€]	Finanzierungs- vorschlag	Priorität	Zeitliche Umsetzung
Gruppe Sonne																
EEES-1	Ausbau Solarthermie	Verstärkte Installation von Anlagen zur Heizungsunterstützung, hierbei Nutzung von Saisonspeichern und Kombination mit Wärmepumpen und Nutzung von Fassadenflächen Einsatz von Mitteltemperaturkollektoren zur Erzeugung von Prozesswärme für Industrie und Gewerbe Beispiel: Installation von 150 Anlagen mit einer Kollektorfläche von je 20 m²	Klimaschutz- manager	Stadtwerke, Handwerker, Bevölkerung	2,0%	374 t/a	2.914 m²	794 €/kW	2.314.081 €	80.007 €/a	sehr schlecht	165 €/kW	480.886 €		hoch	mittelfristig
EEES-2	Ausbau Photovoltaik	Nutzung versiegelter Flächen (Parkplätze) zur Errichtung von PV-Anlagen; Ausbau der Nutzung durch Privatleute Beispiel: Installation von 15 mittelgroßen Anlagen mit einer elektrischen Leistung von je 50 kW	Klimaschutz- manager	EGM, Stadtwerke, Handwerker, Bevölkerung	2,0%	375 t/a	729 kW	2.528 €/kW	1.842.002 €	131.159 €/a	schlecht	2.699 €/kW	1.966.599 €		hoch	mittelfristig
Gruppe Biomasse																
EEB-1	Koordinierter Ausbau Biogas- und Biomassennutzung	Allgemein: Allg. Prüfung von geeigneten Standorten ggf. in Verbindung mit der Analyse von Wärmesenken; Biogas: Ausbau bestehender/Förderung neuer BGA; der Kontakt zu den Landwirten sollte verbessert werden, um eine bessere Abstimmung, bspw. mit den Stadtwerken zu ermöglichen. Die Landwirte könnten so in ein Gesamtkonzept mit einbezogen werden. Beispiel: Installation einer Anlage mit einer elektrischen Leistung von 150 kW Biomasse: Einsatz von Holz als Brennstoff fördern (Luftreinhaltung beachten); Bau von Kleinanlagen; das Potential für ein Holz-Heizkraftwerk zur Stromerzeugung mit z.B. 5 MWel kann nur überkommunal erschlossen werden und wird hier nicht weiter betrachtet Beispiel: Installation von Anlagen mit einer thermischen Leistung von insgesamt 2.000 kWh	Klimaschutz- manager	Landwirte, Holzlieferanten/- verarbeiter, Stadtwerke, Stadtverwaltung, Handwerker	13,0%	865 t/a	152 kW	3.099 €/kW	469.746 €	255.854 €/a	gut	6.717 €/kW	1.018.163 €	siehe Kosten für Klimaschutzmanager	hoch	kurzfristig
					20,0%	1.174 t/a	2.061 kW	1.846 €/kW	3.804.606 €	251.430 €/a	gut	450 €/kW	927.450 €		hoch	kurzfristig
					HKW: zu groß			3.948 €/kW	- €		entfällt	6.428 €/kW			hoch	kurzfristig
EEB-2	Neue Flächen für Biomasse	Anbau und Nutzung von Schilf entlang der Bachläufe sowie Kurzumtrieb auf Sturmflächen	Stadtverwaltung	Kreis, Landwirte	noch nicht abzusehen					- €	k.A.				niedrig	mittelfristig
EEG-3	Runder Tisch Biogas	Projektideen sollten unter Einbeziehung der betroffenen Behörden, Landwirten und ggf. der Bevölkerung angesprochen und diskutiert werden; Genehmigungspraxis für BGA verbessern; Beschwerden der Landwirte über "ungerechte" Genehmigungspraxis ausräumen	Klimaschutz- manager	Stadtwerke, Landwirte, Bevölkerung	10,0%				- €		k.A.		- €		hoch	kurzfristig
Gruppe Windkraft																
EEWi-1	Ausbau Windenergienutzung	Identifikation von möglichen Konzentrationsflächen; Evaluation der Möglichkeit einer Flächenpacht für Grundstücke Beispiel: Installation von 1 Anlage mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 3.000 kW	Stadtverwaltung	EGM, Stadtwerke	14,0%	3.281 t/a	2.940 kW	1.247 €/kW	3.666.180 €	1.148.364 €/a	gut	1.099 €/kW	3.231.060 €	Stadtverwaltung	hoch	langfristig
EEWi-2	Planungsrecht Windenergie	Schaffung von Akzeptanz in den Behörden, Festlegung von Prüfstandards, Festlegung des Energiemix	Stadtverwaltung	Landesregierung, Forstverwaltung	10,0%			1.247 €/kW	- €		k.A.	1.099 €/kW	- €		hoch	mittelfristig
Gruppe Wasserkraft																
EEWa-1	Ausbau kleiner Wasserkraftwerke	Potentialanalyse (z.B. Ermittlung von Altrechten), Eigentümer informieren und aktivieren	EGM	Grundstückseigentümer, Experte: Johannes Prinz, AG Wasserkraftwerke	10,0%	64 t/a	24 kW	5.500 €/kW	130.900 €	22.492 €/a	schlecht	3.517 €/kW	83.705 €		hoch	mittelfristig
EEWa-2	Innovationen bei der Wasserkraft	Runden Tisch einberufen, um neue Verfahren zu ermöglichen; Berücksichtigung des Hochwasserschutzes	Stadtverwaltung	Landratsamt (Landrat, Stabsstellen Wasserrecht, Klimaschutz, Naturschutz)	noch nicht abzusehen				- €		k.A.				niedrig	kurzfristig
EEWa-3a	Speichersee als Energiespeicher	Überprüfung von Standorten zur Errichtung eines Pumpspeicherkraftwerks für den Ausbau bzw. die Speicherung erneuerbarer Energien	EGM	Süwag	100,0%		1.000 kW		- €		k.A.		- €		niedrig	langfristig
EEBa-3b	Flächen für Kleinspeicher	Prüfung der Erschließbarkeit dezentraler Kleinspeicher in den Klingen im Wald zur Optimierung der kleinen Wasserkraft und ergänzend als Hochwasserschutz.	Stadtverwaltung	Kreis	noch nicht abzusehen				- €		k.A.				niedrig	langfristig
EEWa-4	Kleinwasserkraft am Kläranlagenauslauf	Prüfung des Baus eines Kleinwasserkraftwerks; Anmerkung: Erzeugung von durchschnittlich rund 1 kW Strom bei 1,6 m Arbeitshöhe und im Mittel 77 l/s (ca. 6% des Murrabflusses)	EGM, Stadtverwaltung		k.A.				- €		k.A.				sehr hoch	mittelfristig
Gruppe Geothermie- und Umweltwärme																
EEG-1	Ausbau Geothermienutzung	Bereitstellung von Information über besonders (un)geeignete Standorte; Beratung Beispiel: Installation von 100 Anlagen mit einer thermischen Leistung von jeweils 15 kW	Klimaschutz- manager	Fachhandwerk, Bohrunternehmen, Süwag, Stadtwerke	15,0%	289 t/a	1.551 kW	1.439 €/kW	2.231.889 €	-18.760 €/a	sehr schlecht	483 €/kW	749.133 €	siehe Kosten für Klimaschutzmanager	hoch	kurzfristig
EEG-2	Nutzung von Abwärme	Prüfung, ob größere industrielle Energieverbraucher Abwasserwärme produzieren und wie diese in ein Nahwärmenetz eingespeist werden kann; "Produzenten" von Abwärme koordiniert ansprechen (UFoM, Innungen, Banken); zu (geförderten) Energieberatungen auffordern, Informationen und Fallbeispiele für WRG bereitstellen; Einspeisung von Abwärme in Nahwärmenetze vorsehen; Abwärmeinseln in Kataster erfassen	Stadtwerke	Gewerbe- und Industriebetriebe, EGM	3,0%	241 t/a				- €	51.651 €/a	gut	- €		hoch	mittelfristig

Nr.	Maßnahme	Beschreibung	Verantwortlich/ Koordinator	Weitere Akteure	Einspar-/ Umsetzungs- quote	CO2- Einsparung [t/a]	Installierte Leistung, Anzahl o.ä.	Spez. Investi- tionen [€/Einheit]	Investitions-/ Umsetzungs- kosten [€]	Energie- kosten- senkung [€/a]	Kosten- Nutzen- Verhältnis [a]	Spez. Wert- schöpfung in 20 a [€/Einheit]	Regionale Wert- schöpfung in 20 a [€]	Finanzierungs- vorschlag	Priorität	Zeitliche Umsetzung
Handlungsfeld: Bauen und Wohnen																
BW-1	Öffentlichkeitsarbeit Bauen und Wohnen	Umsetzung von Einzel-Maßnahmen z.B.: Info-Material zur Weitergabe bei Bauberatung bereitstellen; Beratungsstunden in Stadtverwaltung organisieren; Informationsausstellung im Rathaus ausrichten; Liste mit Adressen von Beratungsstellen erstellen; Architekten und Bauherren auffordern, best-practice Projekte zu melden; Besichtigungen der best-practice Projekte und Erfahrungsaustausch der Akteure organisieren; gute Beispiele städt. Gebäude darstellen Start einer Kampagne zur Altbauanierung: Aktionswoche Altbauanierung, Erfahrungsaustausch, Sanierungstreff, Beratung für einkommensschwache Haushalte anbieten/fördern etc. (Zielgruppen: Bauherren/Investoren, Architekten, ggf. Fachplaner) Beispiel: Zusätzliche wärmetechnische Sanierung von 100 Wohngebäuden (Sanierungsquote von 3 % pro Jahr, rund 18.000 m² Wohnfläche)	Klimaschutz- manager	Haus und Grund, regionale Energieberater, Fachhandwerk, Süwag, Stadtwerke, EARMK	1,5%	397 t/a	100	30.000 €	3.000.000 €	85.032 €/a	schlecht	17.006 €	1.700.635 €	siehe Kosten für Klimaschutzmanager	sehr hoch	kurzfristig
BW-2	Klimaschutz im Städtebau - gesamtsädtische Maßnahmen	Umsetzung vom Klimaschutz im Städtebau unter Beachtung der Grundsätze: Innenentwicklung und Flächenkonversion vor Außenentwicklung; Siedlungsentwicklung zuerst an ÖPNV-Knoten und Nahversorgungsstandorten, Anknüpfungspunkte zu Verkehr schaffen; Konzentrationsflächen für Windenergie- und Biogasanlagen ausweisen; Solar- und Geothermiekataster für das ganze Stadtgebiet erarbeiten, Anknüpfungspunkte zu Energieversorgung schaffen; Nahwärmesatzung mit Anschluss- und Benutzungszwang in der Innenstadt in Murrhardt und im Dorfkern von Fornsbach umsetzen, Anknüpfungspunkt zur Nahwärmeversorgung schaffen	Stadtverwaltung und Stadtwerke	Klimaschutzmanager	indirekt				keine		k.A.			Kosten Stadtverwaltung	hoch	mittelfristig
BW-3	Klimaschutz im Städtebau - Bebauungspläne	Berücksichtigung der Nutzungsmischung im Städtebau: Nahversorgungsinseln und nicht-störende Arbeitsstätten in Wohnquartieren; kompakte Gebäudeformen bevorzugen (keine freistehenden Einfamilienhäuser); Gebäudeausrichtung nach Süden, Vermeidung von Verschattung; Innenentwicklung nach § 13a BauGB nutzen; Baulücken schließen; Gebiete für den Einsatz erneuerbarer Energien nach § 9 Abs. 1 Nr. 23 BauGB festsetzen; Einsatz erneuerbarer Energien und alternative Energieversorgung für Neubaugebiete prüfen und in Verträgen vereinbaren - ebenso in vorhabenbezogenen Bebauungsplänen und städtebaulichen Verträgen; in Grundstücksverträgen höhere Energiestandards vereinbaren	Stadtverwaltung	Klimaschutzmanager	indirekt				keine		k.A.			Kosten Stadtverwaltung, Umsetzung von Modellprojekten durch Fördermittel	hoch	mittelfristig
BW-4	Architektur und Gebäudeplanung	Initiierung und Umsetzung von Pilotprojekten zur energetischen Altbauanierung und von am Klimaschutz orientierten Neubauten; Sanierungskonzepte für verschiedene Haustypen entwickeln; Dach- und Wandbegrünung einplanen; Hitzeschutz an Gebäuden einplanen; Entsiegelung und Begrünung von Flächen im Bestand; Weiterbildung von Architekten fördern	Klimaschutz- manager	Örtliche Architekten + Fachplaner, Kammern	indirekt				keine		k.A.			siehe Kosten für Klimaschutzmanager	niedrig	mittelfristig
Handlungsfeld: Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft																
IGL-1	Kampagne Gewerbe und Industrie	Durchführung von Okoprofit und KfW-Beratungen; Hinweise auf Energieinfosystem Beispiel: Beratung mit anschließender Maßnahmenumsetzung bei 50 zusätzlichen kleinen und mittleren Unternehmen	Klimaschutz- manager	IHK, HWK, ARGE, Süwag, Stadtwerke	6,0%	1.339 t/a	50	25.000 €	1.250.000 €	97.575 €/a	gut	39.030 €	1.951.504 €	siehe Kosten für Klimaschutzmanager	sehr hoch	kurzfristig
IGL-2	Ratgeber Energie	Veröffentlichung eines Kompendiums mit Energie-Infos/Glossar, Ansprechpartnern und Adressen aus der Region	Klimaschutz- manager	IHK, HWK, Süwag, Stadtwerke	indirekt		1	2.000 €	2.000 €		k.A.			Sponsor	hoch	kurzfristig
IGL-3	Effiziente Klimatisierungskonzepte für Handel und Gewerbe	Nutzung des Erdreichs für Kühlung und Beheizung im Neubau; Information durch Kampagnen	Klimaschutz- manager		1,0%	143 t/a	10	2.500 €	25.000 €	2.997 €/a	gut	5.994 €	59.938 €	siehe Kosten für Klimaschutzmanager	hoch	mittelfristig
IGL-4	Unternehmer-Stammtisch	Netzwerkbildung für interessierte Unternehmer, ggf. regional; Nutzung bestehender Angebote, z.B. IHK-Gruppe	Klimaschutz- manager, F2/Wirtschafts- förderung	IHK, HWK	indirekt				keine		k.A.			siehe Kosten für Klimaschutzmanager	hoch	kurzfristig
Handlungsfeld: Verkehr																
V-1	Verbesserung des ÖPNV	Optimierung des Buslinienangebotes, v.a. bessere Anbindung von Gewerbeflächen; Unterstützung des Jobtickets für städtische Beschäftigte und weitere (kleine) Betriebe; Mobilitätsmanagement in Betrieben fördern	Verwaltung, Klimaschutz- manager	Kreis, Verwaltung, IHK	k.A.				k.A.		k.A.			siehe Kosten für Klimaschutzmanager	hoch	mittelfristig
V-2	Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs	Bau von sicheren und durchgängigen Radwegen; Ausschilderung von Alltags- und Freizeitrouten u.a. für den Tourismus; Errichtung von Radstationen (Rad-Parkplätze) an den Haltepunkten des ÖPNV; (Elektro-) Fahrräder als Dienstfahrzeuge bei der Stadtverwaltung; Unterstützung von Mietmodellen für Elektro-Fahrräder; verstärkte Mobilitätserziehung in den Schulen	Verwaltung, Klimaschutz- manager	ADFC	k.A.				Kosten für Kampagne Folgekosten für Ausbau Radwegenetz		k.A.			?	sehr hoch	mittelfristig
V-3	Nutzungsoptimierung des motorisierten Individualverkehrs	Förderung von Car-Sharing und Fahrgemeinschaften (in Zusammenarbeit mit Unternehmen), z.B. durch Einrichtung einer regionalen Internetplattform zur Bildung von Fahrgemeinschaften	Verwaltung, Klimaschutz- manager	Car-Sharing Unternehmen (bspw. Stadt mobil)	k.A.				keine		k.A.			siehe Kosten für Klimaschutzmanager	hoch	mittelfristig
V-4	Ausbau der Elektromobilität	Anschaffung von Elektrofahrzeugen (Autos, aber auch Roller oder Räder) als Dienstfahrzeuge; Unterstützung von Mietmodellen für Elektrofahrzeuge; Bau von Ladesäulen an öffentlichkeitswirksamen Stellen	Verwaltung, Klimaschutz- manager	Süwag, Stadtwerke, EGM, auch Car-Sharing Unternehmen	k.A.				keine		k.A.			siehe Kosten für Klimaschutzmanager	hoch	mittelfristig
V-5	Nutzung von Erdgas als Kraftstoff	Intensivierung des Marketing zur stärkeren Nutzung vorhandener Angebote, z.B. die Erdgastankstelle der Stadtwerke; Motivation zur Anschaffung von Fahrzeugen mit Erdgasantrieb	Verwaltung, Klimaschutz- manager	Stadtwerke, und Brennstoffhandel, KfZ- Handel und -Werkstätten	k.A.				keine		k.A.			siehe Kosten für Klimaschutzmanager	gering	kurzfristig
V-6	Mobilitätsberater bei der Stadtverwaltung	Die Stadt Murrhardt hat auf die meisten der genannten Maßnahmen nur indirekten Einfluss durch Beratung; Konzepte sind nur umsetzbar, wenn sie dauerhaft von kompetentem Personal verfolgt werden (z.B. Mobilitätsmanagement); daher Teilaufgabe des Klimaschutzmanagers	Verwaltung, Klimaschutz- manager	IHK	indirekt				siehe Klima- schutzmanager		k.A.			siehe Kosten für Klimaschutzmanager	hoch	kurzfristig
Gesamtbetrachtung																
Kurzfristige Maßnahmen gesamt						4.064 t/a										
Mittelfristige Maßnahmen gesamt						2.648 t/a										
Langfristige Maßnahmen gesamt						3.281 t/a										
Gesamtsumme						9.993 t/a										





In der cleveren Vernetzung liegt die Kraft

Klimaschutzkonzept: Workshop nahm Möglichkeiten der Kraft-Wärme-Kopplung und Abwärmenutzung in den Blick

Die Idee ist einleuchtend, die Herausforderung liegt in der konkreten Umsetzung: Überschüssige Wärme, die in einem Gewerbe- oder Handwerksbetrieb entsteht, könnte weitergenutzt oder/und -gegeben werden. Warum nicht Wärme und Strom im Verbund produzieren? Die Stichworte hierzu sind Kraft-Wärme-Kopplung und Abwärmenutzung. In einem Workshop zum Klimaschutzkonzept standen ihre Potenziale im Fokus.

VON CHRISTINE SCHICK

MURRHARDT. Murrhardt will im Klimaschutz weiterkommen. Ein wichtiger Baustein bei diesem Ziel ist das Klimaschutzkonzept für die Stadt, das zurzeit von Markus Leyendecker, Adaption Energiesysteme AG (Aachen), und Rolf Canters, Ingenieurbüro Bau + Energie (Murrhardt), erarbeitet wird. Auch für den Rems-Murr-Kreis entsteht ein solches Konzept, und die Ergebnisse sollen sich ergänzen und ineinandergreifen. Für Murrhardt ist bereits die vorläufige CO₂-Bilanz erarbeitet, erläutert Markus Leyendecker den aktuellen Arbeitsstand. Die Walterichstadt liegt bei ihrem auf ein Jahr hochgerechneten, ungefähren CO₂-Verbrauch/Person mit 7,42 Tonnen

deutlich unter dem Durchschnitt (zwischen 10 und 11 Tonnen). Dies hat strukturelle Gründe, spricht die weniger stark ausgeprägte Industriekonzentration, erläutert Leyendecker. Gleichzeitig sollen mit dem Konzept Möglichkeiten erarbeitet werden, den CO₂-Verbrauch weiter zu drosseln – über effiziente Energienutzung genauso wie -einsparung. Deshalb gehört zum Konzept auch ein Controlling, das die Wirkung einzelner Schritte nachvollziehbar macht, beispielsweise durch eine Erfassung des Heizungs- und Stromverbrauchs öffentlicher Gebäude. Ein weiterer Teil sind flankierende Workshops, in denen Schwerpunktthemen vertieft und Ideen für weitere strategische Schritte entwickelt werden.

Nun setzten sich Vertreter von Stadt, Stadtwerken, Firmen, Experten und Interessierte zusammen, um sich mit dem Thema „Kraft-Wärme-Kopplung und Abwärmenutzung für Gewerbe, Handwerk und Wohnungswirtschaft“ auseinanderzusetzen. Neben Vorträgen gab es Workshops, in denen die Aspekte „Nahwärmeinseln“ und „Praktische Anwendung von Mikro-Blockheizkraftwerken (BHKW) und Abwärmenutzung“ vertieft wurden. Die Idee dahinter: Energie insgesamt so effektiv wie möglich nutzen,

Verknüpfungen verschiedener Techniken und Energiemix

die Potenziale vor Ort erfassen und weiter strategisch ausbauen. Zu den Ergebnissen in Sachen Mikro-BHKWs und Abwärmenutzung: Zwar verfügen das Haus Hohenstein und die städtische Kläranlage in Murrhardt jeweils über ein BHKW. Doch auf der To-do-Liste finden sich Punkte wie beispielsweise der Ausbau der Wärmenetze und die Verknüpfung verschiedener Energietechniken wie Bio-

gas, BHKW, Windgas (Erdgasproduktion durch Windkraft) und BHKW-Konzepte für Mehrfamilienhäuser (Verträge, rechtliche

Aspekte für Mietergemeinschaften). Zusammengetragen wurden ebenso Probleme und Hemmnisse: die schwer vorauszusagende Wirtschaftlichkeit für Biogasanlagen (Preis), fehlende Infrastruktur oder Kontakt zu Landwirten. Beim zweiten Workshop zu Nahwärmenetzen wurden die bestehenden Anlagen der Stadtwerke in Erinnerung gerufen: Brunnen II in Fornsbach, Walterichschule/Fest- und Stadthalle, Heizzentrale Fritz-Schweizer-Straße, bei denen die Basis Holzhackschnitzelanlagen sind. Wichtige Akteure sind Stadt, Stadtwerke, Energiegenossenschaft Murrhardt und Unternehmer. Ein Diskussionspunkt war, wie man letztere mit ins Boot holen und die Vorteile von Abwärmenutzung

deutlich machen könnte. Überzeugungsarbeit könnten möglicherweise das Fraunhofer Institut oder Verbände wie das Unternehmerforum Oberes Murrtal leisten. Als wichtiges Ziel wurde die langfristige Konzeptentwicklung für ein Nah-Wärme-Netz festgehalten. Wenn klar ist, wer auch in den kommenden Jahren nicht mit einem Anschluss an einen Verbund rechnen kann, ist in der Lage, sich zu überlegen, welche dezentrale Lösung infrage kommt. Ebenso ins Gespräch gebracht wurde, überhaupt erst einmal zu erfassen, wer Abwärme produziert, um sich dann über eine clevere Vernetzung Gedanken machen zu können. Weitere Anregungen waren eine gezielte Beratung in Sachen Förderung bis hin zur Untersuchung, die beispielsweise auch über strategische Partner in der Immobilienbranche vermittelt oder angestoßen werden könnten wie Banken.

- Es folgen zwei Veranstaltungen zum Klimaschutz. Rolf Canters bietet am Samstag, 9. Juli, im Rahmen eines Sommerfestes mit Workshop auch ein offenes Klimaschutzbüro an. Von 16 bis 19 Uhr sind alle Bürger eingeladen, die sich am Klimaschutz beteiligen, sich dazu austauschen und informieren wollen. Treffpunkt ist die Alte Schule in Murrhärle, Murrhärle 6, Murrhardt, www.bauplusenergie.de. Ausführliche Info zum nächsten Workshop am Dienstag siehe untenstehenden Artikel.

Biomasse als Baustoff und zur Energiegewinnung

Anmeldung zum dritten Klimaschutz-Workshop bis Montag möglich – Frage nach Beiträgen der Land- und Forstwirtschaft

MURRHARDT (pm). Der dritte und letzte Workshop zum Klimaschutzkonzept widmet sich dem Thema „Biomasse als Baustoff und zur Energiegewinnung“. Er findet am Dienstag, 12. Juli, 19.30 bis 22 Uhr, in Rickerts Bauernschenke, Göckelhof 1, Murrhardt statt. Nachgegangen wird der Frage, welchen Beitrag Handwerk, Land- und Forstwirtschaft in Murrhardt zum Klimaschutz und einer regenerativen Energieversorgung leisten können und wie die Nutzung traditioneller Baustoffe wie Schilf oder Holz und anderer Biomasse optimiert werden kann? Im dritten Teil der Veranstaltungs-

reihe zum integrierten Klimaschutzkonzept (IKSK) Murrhardt werden Antworten auf diese und ähnliche Fragestellungen gesucht. Der Workshop richtet sich an Handwerker, Land- und Forstwirte, Entscheider und interessierte Bürger, um sich auszutauschen und gemeinsam Strategien für die nachhaltige Nutzung von regionaler Biomasse zu erarbeiten.

Nach der Eröffnung durch Bürgermeister Dr. Gerhard Strobel, stellt Rolf Canters, Ingenieurbüro Bau + Energie, den Stand zum IKSK vor. Es folgen die drei Vorträge: „Nachhaltig optimierte Holz- und Forstwirtschaft“, Dr. Gerald

Kändler, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden- Württemberg, Freiburg (20 Uhr), „Energieeffizienz durch nachwachsende Rohstoffe“, Georg Enssle, Landratsamt Waiblingen, Geschäftsbereichs Landwirtschaft (20.40 Uhr) und „Biomasse als Baustoff oder nur zum Verheizen?“. Holger König, Fa. Ascona, Gesellschaft für ökologische Projekte (21 Uhr). Danach (21.30 bis 22 Uhr) ist eine Podiumsdiskussion vorgesehen, in der Handlungsoptionen erarbeitet werden. Die inhaltlichen Fragen sind dabei wie folgt umrissen: Welche Möglichkeiten zur Optimierung der Nutzung und

Wertschöpfung von Biomasse können im Schwäbisch-Fränkischen Wald und in Murrhardt umgesetzt werden? Welche Unterstützung brauchen die Handwerker, Land- und Forstwirte. Wie können die regionalen Wirtschaftskreisläufe gestärkt werden? Diese und andere Fragen können gestellt werden. Die Ergebnisse fließen in die Maßnahmenempfehlungen zum Klimaschutzkonzept ein.

Anmeldungen möglichst bis Montag, 11. Juli, an Birgit Elser im Rathaus Murrhardt per Mail unter b.elser@murrhardt.de, Telefon 071 92/213-333 oder per Fax 071 92/213-399.

Ökologische und Konventionelle Dämmstoffe im Vergleich

Eine Gegenüberstellung anhand Schilfrohr (*Phragmites*) und Polystyrol

Erarbeitet von Bastjan Kebinger, Roman Meier & Tobias Leuthold in Zusammenarbeit mit:



Ingenieurbüro BAU + ENERGIE

Rolf Canters, Murrhardt

www.bauplusenergie.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Aufgabenstellung.....	4
3	Vor- und Nachteile von Dämmstoffen.....	4
	a) Konventionell am Beispiel von Polystyrol	5
	b) Ökologisch am Beispiel von Schilf	5
4	Produkt-Betrachtung.....	6
	a) Öko-Bilanzen der Dämmstoffmaterialien Schilf und EPS.....	6
	b) Energetischer und ökonomischer Vergleich.....	10
5	Ergebnissbewertung und Fazit	12
6	Quellen	13

1 EINLEITUNG

Der Gebäudesektor ist für 42% des Endenergieverbrauches der EU, sowie für 35% der gesamten Emissionen von Treibhausgasen verantwortlich. Eine Energetische Sanierung und Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden bieten ein sehr großes Energieeinsparpotenzial.

Die Chancen liegen vor allem bei Gebäuden im Bestand, da deren Energieeffizienz im Vergleich zu Neubauten meist sehr schlecht ist und zudem das Senken des Endenergiebedarfes eines Gebäudes, als Hauptziel einer energetischen Sanierung, durch das Dämmen von Innenräumen, Dächern und Fassaden meistens sehr schnell erreicht werden kann.

Bei der Wahl des Dämmmaterials sollten neben den energetischen und bauphysikalischen Eigenschaften vor allem auch den gesundheitlichen und ökologischen Gesichtspunkten hohe Aufmerksamkeit entgegengebracht werden, da letztendlich der Mensch und sein Wohl im Mittelpunkt eines Gebäudes stehen.

Eine ökologische Gesamtbetrachtung des jeweilig einzelnen Produktes ist bereits auf dem Vormarsch jedoch zurzeit noch größtenteils unvollständig. Zugleich ist es sehr aufwändig alle Einflüsse zu berücksichtigen, da zahlreiche materialspezifische Parameter des vollständigen Produktlebensweges zu berücksichtigen sind. Allumfassende Ökobilanzen für den Konsumenten, die den kumulativen Energieaufwand „von der Wiege bis zur Barre“ beleuchten und so Herstellung, Transport, Weiter-/Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung auflisten, sind auch unter Umweltschutzaspekten und hinsichtlich der Größe des jeweiligen ökologischen Fußabdruckes überaus wünschenswert.

Ebenso spielt die Lebensdauer eines eingesetzten Rohstoffs eine Rolle. Die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten, können mit der Kennzahl Ressourcenproduktivität bewertet werden.

Bezugnehmend auf die energetische Effizienz kann jedoch allgemein festgestellt werden, dass sich der erforderliche Energieaufwand bis zur Verarbeitung jedes marktüblichen Dämmstoffes innerhalb seiner Lebensdauer durch die Energieeinsparung amortisiert hat.

Ökologische Materialien sind bereits jahrtausendlang erprobt und halfen dem Menschen schon früh seine Sesshaftigkeit zu optimieren und zu gestalten.

Diese Fakten sind durch die Archäologie erforscht und überliefert worden. Ein gutes Beispiel sind die Pfahlbauten der Stein- bis bronzezeitlichen Siedlung in Uhldingen am Bodensee, deren Dächer bis auf wenige Ausnahmen mit Schilf und Gras gedeckt waren.

2 AUFGABENSTELLUNG

Im Hinblick auf Ressourcenverwendung und den Primärenergieeinsatz setzt die Betrachtung und Analyse des Lebenszyklus eines Produktes neue Maßstäbe und Bewertungsgrundlagen. Auch im Bauwesen interessiert man sich für vorgeschaltete Prozesse und Emissionen des eingesetzten Materials.

Im Zuge dieser Arbeit soll dem konventionell produzierten Dämmstoff Polystyrol (EPS = expandiertes ~, XPS = extrudiertes ~) dem natürlich nachwachsenden Dämmmaterial Schilfrohr (*Phragmites*) gegenübergestellt werden.

Im Fokus des Vergleichs stehen die CO₂-Intensität sowie die energetische und ökonomische Rentabilität der ausgewählten Dämmstoffe.

3 VOR- UND NACHTEILE VON DÄMMSTOFFEN

Der Anteil ökologischer Dämmstoffe am deutschen Markt liegt bei etwa 5%, wohingegen Polystyrol im Jahr 2005 ca. 30% Marktanteil besaß.

Während konventionelle Dämmstoffe die einstrahlende Wärme bereits nach kurzer Zeit an den Innenraum abgeben, kommt es bei ökologischen Dämmstoffen zu einer größeren Phasenverschiebung der Temperaturamplitude bis in die kühleren Abendstunden.

Aufgrund der höheren Dichte nachwachsender Rohstoffe ergibt sich hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes ein entscheidender Vorteil.

a) Konventionell am Beispiel von Polystyrol

VORTEILE

- + schwer entflammbar
- + sehr langlebig und formbeständig
- + druckbelastbar

NACHTEILE

- geringes Wasseraufnahme- und Wasserdampfabgabevermögen
- geringer sommerlicher Wärmeschutz
- Abnahme der Isolationsleistung mit der Zeit
- Flammschutzmittel
- Wasser-/ und Energieintensive Produktion
- Abgabe geringer Mengen des verarbeiteten Blähgases

b) Ökologisch am Beispiel von Schilf

VORTEILE

- + keine Ausdünstungen, schadstofffrei und daher gesundheitlich unbedenklich
- + feuchteregulierende Wirkung in Verbindung mit Lehm- oder Kalkputz
- + gut geeignet für sommerlichen Wärmeschutz, aufgrund der spezifischen Phasenverschiebung der Temperatur im Tagesgang
- + Schilf fungiert aufgrund seiner rauen Oberfläche zusätzlich als Putzträger; Folge ist Material- und Arbeitszeiterparnis
- + Umweltfreundliche Entsorgung durch Kompostierung oder Verbrennung
- + Der hohe Siliziumgehalt macht das Schilf im Trockenzustand resistent gegen Pilze und Schädlinge

NACHTEILE

- negative Wirkung auf biologische Diversität der Fauna im Uferbereich

4 PRODUKT-BETRACHTUNG

Die Dämmung einer Gebäudehülle reduziert den Heizenergieverbrauch und trägt so zur Verringerung des klimarelevanten CO₂-Ausstoßes an die Atmosphäre bei.

Andererseits wird auch bei der Herstellung der Dämmstoffe Energie verbraucht und demnach auch CO₂ emittiert.

In der Gesamtenergiebilanz bzw. in Anbetracht der energetischen Amortisationszeit lohnt sich ein Einsatz von Dämmstoffen immer. Mit dem in den letzten Jahren gestiegenen Umweltbewusstsein wird heute die Umweltwirksamkeit eines Produktes bewertet.

Bei Architekten und Planern ist dieser Ansatz bereits in der Praxis angekommen und es ist zu beobachten, dass sich Ökobilanzen zum Standard für die Projektierung von Gebäuden entwickeln.

a) Öko-Bilanzen der Dämmstoffmaterialien Schilf und EPS

Die Ausgangsstoffe für die Herstellung des EPS sind Benzol und Ethylen aus Erdöl. Um dem Qualitätsanspruch des fertigen Dämmstoffes zu genügen werden bei der Herstellung des EPS unterschiedliche Stoffe beigemischt, wodurch eine sortenreine Rückführung in den Stoffkreislauf unmöglich wird.

Zum anderen kommt es während des energieintensiven Herstellungsprozesses zu gefährlichen Benzol- und Styrol-Emissionen.

Am Ende des Lebenszyklus steht kommt nur noch die thermische Verwertung in Frage, wobei es unabdingbar zu einer Freisetzung von Dioxinen und Furanen kommt.

Ökobilanzergebnisse für 0,1m ³ XPS	Einheit	Produktion	EoL		Total	
			(90 % thermische Verwertung)	(90 % thermische Verwertung)	(50% thermische Verwertung)	(50 % thermische Verwertung)
Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)	MJ	343,752	-102,533	241,219	-55,260	288,492
Primärenergiebedarf (erneuerbar)	MJ	2,358	-1,316	1,042	-0,712	1,646
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP total)	kg Sb-Äquiv.	0,156	-0,044	0,112	-0,024	0,132
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP Elemente)	kg Sb-Äquiv.	2,51E-06	-5,03E-07	2,00E-06	-2,76E-07	2,23E-06
Treibhauspotential (GWP)	kg CO ₂ -Äquiv.	15,475	4,670	20,145	2,729	18,204
Ozonschicht Abbaupotential (ODP)	kg R11-Äquiv.	4,69E-07	-2,78E-07	1,91E-07	-1,54E-07	3,15E-07
Versauerungspotential (AP)	kg SO ₂ -Äquiv.	0,049	-0,005	0,044	-0,002	0,047
Eutrophierungspotential (EP)	kg PO ₄ ³⁻ -Äquiv.	0,004	-3,12E-04	0,004	-5,20E-05	0,004
Photochemisches Oxidantien Bildungspotential (POCP)	kg C ₂ H ₄ -Äquiv.	0,051	-4,70E-04	0,050	-1,88E-04	0,051

Abb.1: Umwelt Produktdeklaration nach ISO 14025 des Industrieverbands Hartschaum e.V.

EPS-Hartschaum für Wände und Dächer (Herstellung + End of Life)		
Auswertegröße in Einheit pro m ³	W/D-035	W/D-040
Primärenergie, nicht erneuerbar [MJ]	1145,2	868,0
Primärenergie, erneuerbar [MJ]	1,0	1,7
Abiotischer Ressourcenverbrauch [kg Sb-Äqv.]	5,5E-01	4,2E-01
Treibhauspotenzial (GWP) [kg CO ₂ -Äqv.]	8,9E+01	6,7E+01
Ozonabbaupotenzial (ODP) [kg R11-Äqv.]	-1,8E-07	2,8E-08
Versauerungspotenzial (AP) [kg SO ₂ -Äqv.]	8,9E-02	6,7E-02
Eutrophierungspotenzial (EP) [kg PO ₄ ³⁻ -Äqv.]	9,4E-03	7,1E-03
Sommersmogpotenzial (POCP) [kg C ₂ H ₄ -Äqv.]	3,5E-01	3,0E-01

Abb.2: Umwelt Produktdeklaration nach ISO 14025 des Industrieverbands Hartschaum e.V.

Schilfrohr (Phragmites) ist bekannt als überaus wichtiger Bestandteil des Ökosystems Röhricht und wird gleichzeitig seit Jahrtausenden von dem Menschen als vielseitig einsetzbarer Werkstoff beim Hausbau genutzt.

Um den Rohstoff Schilf zu einem im Bauwesen universell einsetzbaren Werkstoff zu machen bedarf es lediglich 55g/m² verzinkten Drahtes zur Stabilisierung und Formgebung der bekannten Dämmmatten. Je nach Konstruktionsaufbau müssen zusätzlich zur Stabilisierung Befestigungsanker gesetzt werden.

Im Gegensatz zu der durch den Transport freigesetzten Menge an CO₂ ist der Anteil des CO₂-Äquivalentes der metallischen Hilfsstoffe verschwindend gering. Die Summe der CO₂-Äquivalente beträgt maximal 1/10 verglichen mit der CO₂-Bindungskapazität während des Wachstums.

Die Biomasseverwendung des Schilfs bedeutet dadurch eine Bindung des CO₂ im Gebäude, wobei es dem Kohlenstoffkreislauf unter dem Aspekt längerfristig entzogen ist und von einer CO₂-Speicherung gesprochen werden kann.

Um den Zusammenhang zwischen CO₂-Äquivalent und Bindungskapazität anschaulich darzustellen haben wir auf Grundlage der GEMIS-Baustoffdatenbank einen Ökobilanzrechner erstellt.

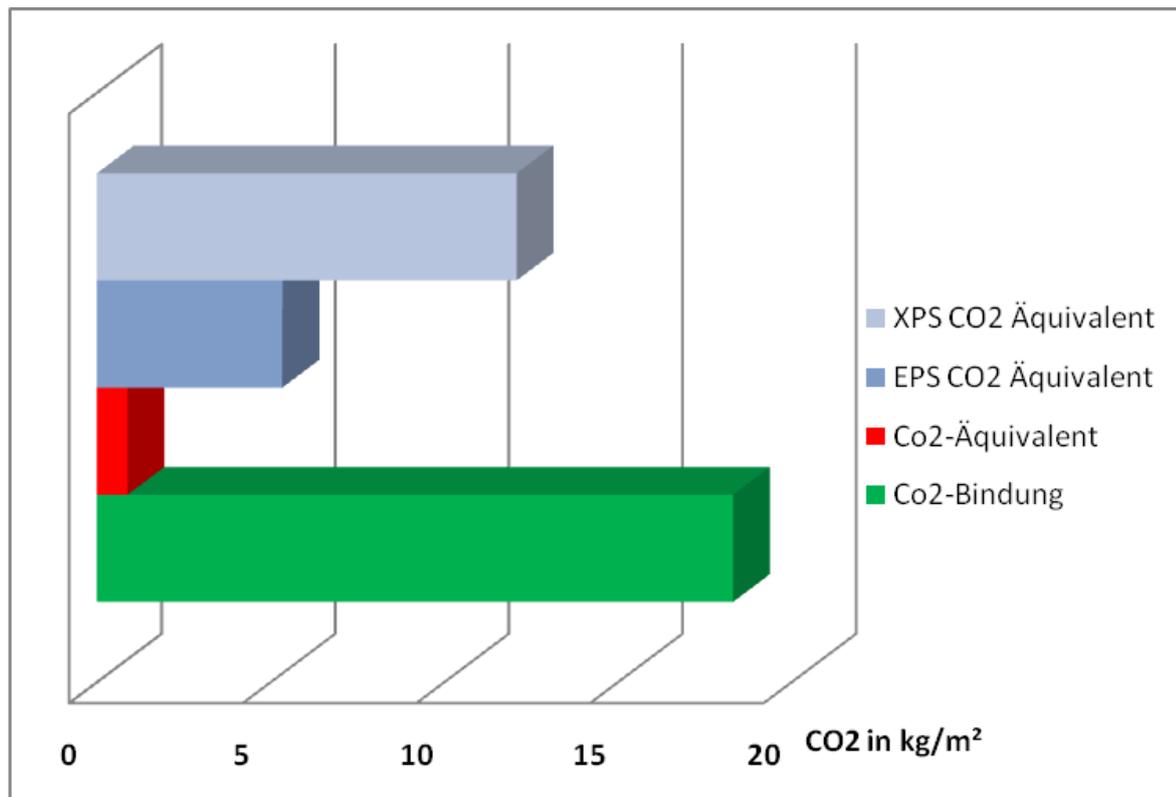
Hier können nach Eingabe der Einflussfaktoren standortspezifische Ökobilanzen errechnet werden.

Eingabebereich:

Plattenstärke	<input type="text" value="6"/>	cm
Dichte	<input type="range" value="200"/>	200 kg/m³
Transport Schiff	<input type="range" value="6369"/>	6369 km
Transport Lkw	<input type="range" value="896"/>	896 km
Anzahl Befestigungsanker	<input type="text" value="8"/>	st/m²

Ausgabe:

CO2 Bindung Wachstum	<input type="text" value="17,28 kg/m<sup>2</sup>"/>
CO2 Äquivalent	<input type="text" value="0,832069445 kg/m<sup>2</sup>"/>



- großes CO₂ Bindungspotential von Schilf
- CO₂ Emissionen fallen bis auf 55g/m² verzinkten Draht und die Befestigungsanker allein auf dem Transportweg an
- geschlossener Rohstoffkreislauf!
- Dämmstoffe auf Polystyrol-Basis haben keinerlei CO₂ Bindungspotential
Und sind mit hohen Emissionen verbunden
- kein geschlossener Kreislauf!

Aufgrund der hohen Dichte und der damit verbundenen organischen Trockenmasse kann das Schilf während seiner Wachstumsphase ein Vielfaches des CO₂-Äquivalentes des Endproduktes aufnehmen.

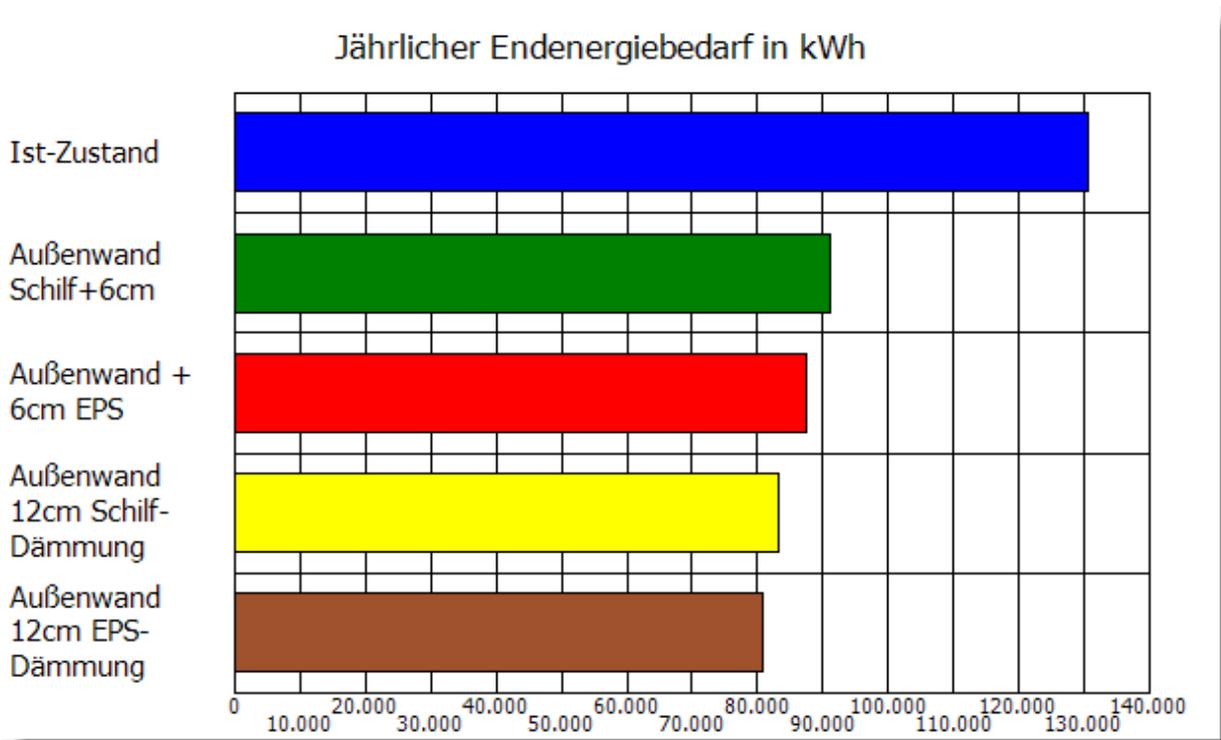
b) Energetischer und ökonomischer Vergleich

Zur Simulation und Visualisierung der Dämmeigenschaften von Schilfrohrmatten kam das Programm EVA2011 zum Einsatz. Hier ist es leicht möglich, vom IST-Zustand eines Gebäudes ausgehend, die direkten Einflüsse der im Programm nur virtuell aufgetragenen Isolierung auf den Energiehaushalt des Gebäudes zu simulieren.

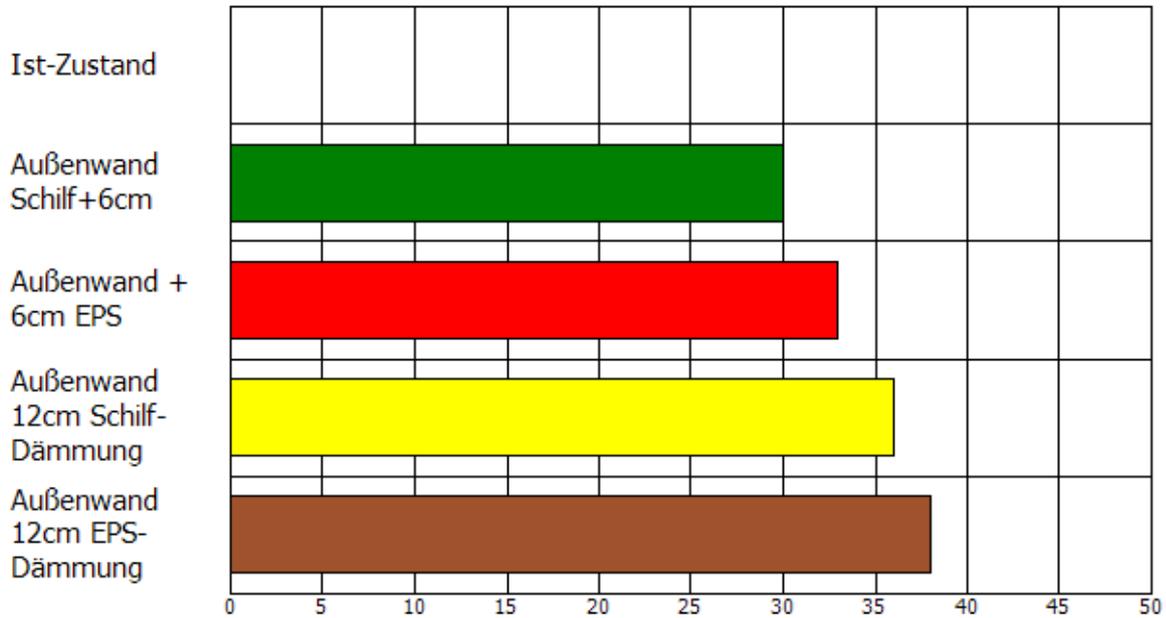
Die Software wurde 1995 von dem Ingenieurbüro Leuchter gestaltet, um Berechnungen nach den Grundlagen der damals geltenden Wärmeschutzverordnung 1995 (WSVO95) durchzuführen. Das Büro hat seine aktuelle Version der Software (EVA2011, Version 13) optimal auf die nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) geforderten Berechnungen zugeschnitten.

Über das Programm können nun unterschiedliche Sanierungsvarianten miteinander verglichen werden um deren Einsparpotentiale und Endenergieverbrauch zu berechnen.

In folgenden Grafiken stellen wir die Einsparpotenziale von 6cm bzw. 12cm starker Schilfdämmung einer konventionellen Isolationsmaßnahme mit 6cm bzw.12cm Polystyrol gegenüber.

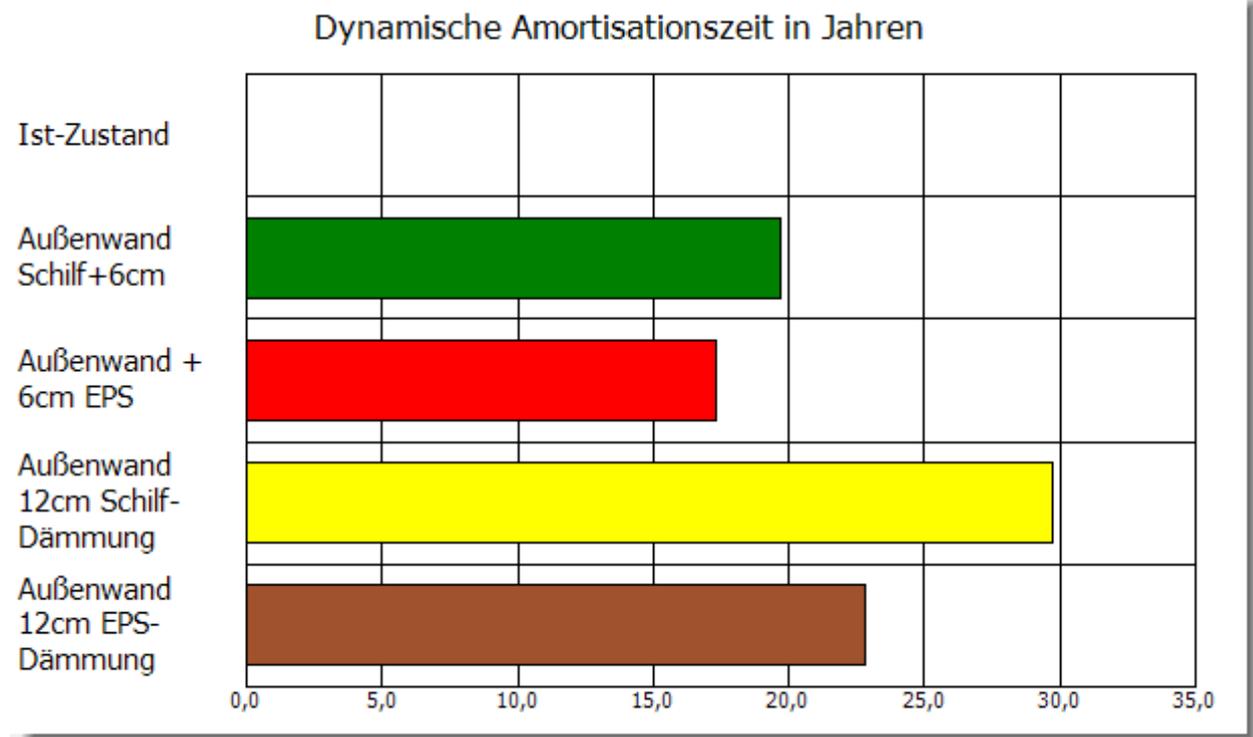


Prozentuale Energieeinsparung



Nr.	Variante	jährlicher Energiebedarf [kWh/a]	jährliche Energieeinsparung [%]	jährliche Energiekosten [€/a]	Investitionskosten gesamt [€]	stat. jährliche Gesamtkosten [€/a]
1	Ist-Zustand	130.545,8	0,0	3.935,12	0,00	3.935,12
2	Außenwand + 6cm Schilf	90.984,7	30,3	2.747,72	27.040,00	3.288,52
3	Außenwand + 6cm EPS	87.358,9	33,1	2.638,95	25.350,00	3.652,95
4	Außenwand + 12cm Schilf	83.072,7	36,4	2.510,36	54.080,00	3.591,96
5	Außenwand + 12cm EPS	80.777,4	38,1	2.441,50	40.560,00	4.063,90

Aus den Investitionskosten und den angesetzten Lebensdauern (EPS 25 Jahre, Schilf 50 Jahre), ergeben sich in der dynamischen Kalkulation folgende Amortisationszeiten:



5 ERGEBNISBEWERTUNG UND FAZIT

In einer objektiven Gesamtbetrachtung muss zwischen ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten abgewogen werden. Aus ökonomischer Sicht liegen die Vorteile auf Seiten der Polystyrol-Dämmstoffe. Bei geringeren Investitionskosten und höherer Energieeinsparung würden sich bei gleicher Lebensdauer der Dämmstoffe auch niedrigere jährliche Gesamtkosten ergeben.

In der Variantenrechnung wurde die Lebensdauer für die Schilfdämmung mit 50 Jahren und die des konventionellen Dämmstoffes mit 25 Jahren angesetzt.

Die Lebensdauer und die sich mit der Zeit ändernden Dämmeigenschaften von Polystyrol hängen von äußeren Faktoren wie Temperatur und Feuchte ab die in direktem Zusammenhang mit ihrer Exponation stehen. Somit kann eine mittlere

Lebensdauer nur schwer errechnet werden. Bei konventionellen Dämmstoffen wird die Lebensdauer von Schilf aber nur in den seltensten Fällen erreicht.

In der ökologischen Betrachtung ist die CO₂-Bilanz als rechnerischer Maßstab anzusetzen. Hier steht dem energie- und rohstoffintensiven Prozess der Polystyrol Herstellung ein aus dem geschlossenen Naturkreislauf kurzzeitig entnommener Rohstoff gegenüber.

Dementsprechend fällt die Ökobilanz zu Gunsten der Schilfdämmung aus. Neben dieser rechnerisch ermittelten Größe fließen noch andere eher schwer zu messende Faktoren mit ein. Natürliche Werkstoffe wirken sich spürbar auf das Raumklima aus. Schilf als Dämmstoff in Kombination mit Lehm erzeugt eine konstante Raumfeuchte und sorgt für ein deutlich spürbares „Wohlfühlklima“.

Global gesehen sollte der Mensch sparsam mit endlichen Ressourcen umgehen und wann immer möglich vollständige, wieder in den natürlichen Kreislauf zurück zuführenden Rohstoffe einsetzen.

Abgesehen von den finanziellen Einsparungen, die für viele der entscheidende Aspekt bei Sanierungsmaßnahmen sind, sollte es zu einer Schärfung unseres Bewusstseins bezüglich des Leitfadens „Leben von und mit der Natur“ kommen. Nachhaltigkeit auf der einen Seite, und andererseits der Standpunkt seine eigenen vier Wände als Lebensraum anzusehen, der möglichst nach den Vorgaben der Natur aufgebaut sein sollte, dürfte uns bei der Wahl des Dämmstoffes eigentlich keinen Spielraum lassen.

6 QUELLEN

BMVBS; Informationsportal Nachhaltiges Bauen des Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Referat Nachhaltiges Bauen, 2011

Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR); Aktuelles Infomaterial von 2011

Gülzower Fachgespräche, Bd.26; Studie zur Markt- und Konkurrenzsituation bei Naturfasern und Naturfaserwerkstoffen (Deutschland und EU), 2008

Holzmann & Wangelin; Natürliche und pflanzliche Baustoffe, 2009

Pilz, Achim; Lehm im Innenraum, 2010

Wohnung und Gesundheit; Zeitschrift für Baubiologie und Ökologie, Sommer 2011