INTEGRIERTES ENERGIE- UND KLIMASCHUTZKONZEPT MARKTGEMEINDE KIRCHSEEON

STUDIE IM AUFTRAG DER MARKTGEMEINDE KIRCHSEEON

ABSCHLUSSBERICHT

28. September 2012

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (www.lbst.de)

Dr. Werner Zittel
Dipl. Ing. Martin Zerta
Dipl. Ing. Tetyana Raksha
Dipl. Ing. Jan Zerhusen

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Klima schutz zahlt sich aus! DIE BMU KLIMASCHUTZ-INITIATIVE

Förderkennzeichen: 03KS1965
Laufzeit: 01.10.2011 bis 30.09.2012

Inhaltsverzeichnis

1 ZUSAMMENFASSUNG 5
1.1 ENERGIEBILANZ 5
1.2 ZIEL – ENERGIEWENDE BIS 2030 5
1.3 REDUKTION DER CO_2-EMISSIONEN 6
1.4 HERAUSFORDERUNGEN DER MARKTGEMEINDE KIRCHSEEON 8
1.5 MAßNAHMENEMPFEHLUNGEN 11
2 ENERGIEBILANZ FÜR DIE MARKTGEMEINDE KIRCHSEEON 12
2.1 GESAMTENERGIEVERBRAUCH, CO_2-EMISSIONEN UND KOSTEN 12
2.2 WÄRMEBILANZ 14
2.3 STROMBILANZ 16
2.4 KOMMUNALE UND ÖFFENTLICHE GEBÄUDE 17
2.5 VERKEHR 21
3 POTENZIALE 22
3.1 POTENZIALE ZUR EINSPARUNG UND EFFIZIENZSTEIGERUNG 22
3.1.1 WÄRME 22
3.1.2 STROM 26
3.1.3 VERKEHR 35
3.2 POTENZIALE ERNEUERBARE ENERGIEN 39
3.2.1 SOLARENERGIE 41
3.2.2 BIOMASSE 45
3.2.3 WINDENERGIE 48
4 SZENARIEN ZUR MINDERUNG DER CO_2-EMISSIONEN 49
4.1 EMISSIONSBILANZ 2010 DER MARKTGEMEINDE KIRCHSEEON 49
4.2 SZENARIEN ZUR CO_2-MINDERUNG BIS 2030 49
4.2.1 TRENDSZENARIO 50
4.2.2 KLIMASCHUTZSZENARIO 2030 51
5 MAßNAHMENEMPFEHLUNGEN 54
5.1 ÜBERSICHT DER MAßNAHMENEMPFEHLUNGEN 55
5.2 PRIORISIERUNG UND QUANTIFIZIERUNG DER MAßNAHMEN 56

5.2.1 KURZFRISTIGE MAßNAHMEN ... 57
5.2.2 MITTELFRISTIGE MAßNAHMEN ... 58
5.2.3 LANGFRISTIGE MAßNAHMEN ... 58
5.3 KURZBESCHREIBUNG DER MAßNAHMEN ... 59
6 CONTROLLING INSTRUMENT ... 73
6.1 CONTROLLING-ELEMENTE ... 73
6.1.1 KOMMUNALE LIEGENSCHAFTEN ... 74
6.1.2 ENERGIEBILANZ UND ENERGIE- UND KLIMASCHUTZBERICHT DER MARKTGEMEINDE KIRCHSEEON ... 77
6.1.3 MAßNAHMENCONTROLLING ... 81
6.2 VERGLEICHSWERTE: RELEVANTE KENNGRÖßEN & BENCHMARK ... 81
7 KONZEPT FÜR DIE ÖFFENTLICHKEITSARBEIT ... 84
7.1 KOMMUNIKATIONS-INSTRUMENTE ... 84
7.2 WEITERFÜHRUNG DER ÖFFENTLICHKEITSARBEIT ... 85
8 LITERATUR ... 87
9 ANHANG ... 93
ANHANG 1: STROMEINSPARPOTENZIALE IN HAUSHALTEN ... 93
ANHANG 2: METHODIK UND BERECHNUNGSGRUNDLAGEN STROMEFFIZIENZ KOMMUNALER GEBÄUDE ... 102
ANHANG 3: CONTROLLING-INSTRUMENT ... 106
ANHANG 4: MAßNAHMENPLAN ... 109

1 ZUSAMMENFASSUNG

1.1 Energiebilanz

In der Marktgemeinde Kirchseeon wurden im Jahr 2010 insgesamt etwa 220 GWh Energie für die Bereitstellung von Wärme, Strom und Kraftstoff aufgewendet. Der größte Anteil entfiel dabei mit ca. 120 GWh (ca. 55%) auf Erdöl (davon ~1/3 auf Heizöl und ~2/3 Verkehr). Erdgas, das den größten Anteil an der Wärmeerzeugung hat, war mit 50 GWh bzw. 23% der zweitwichtigste Energieträger. Mit etwas mehr als 30 GWh trugen die Stromimporte ca.14% zur Energieversorgung bei. Insgesamt mussten etwa 98% der Energie nach Kirchseeon importiert werden. Nur knapp 5 GWh konnten durch Stromerzeugung aus PV-Anlagen und durch BHKWs (mit importierten Energieträgern) sowie Biomasse in Kirchseeon selbst erzeugt werden. In einer überschlägigen Betrachtung wurden bei steigenden Energiepreisen im Jahr 2011 in der Gemeinde ca. 26 Mio. Euro für Energieimporte ausgegeben. Die Gemeinde selbst musste 300.000 bis 350.000 Euro für den Energieeinkauf bereitstellen.

1.2 Ziel – Energiewende bis 2030

Bis 2030 hat sich die Marktgemeinde Kirchseeon, wie auch der Landkreis Ebersberg, das Ziel gesetzt, sich bei der Wärme- und Strombereitstellung unabhängig von fossilen Energieträgern zu machen. Neben der Nutzung vorhandener Einspar- und Effizienzpotenziale sollen durch den Zubau erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen in Zukunft Strom und Wärme ohne CO_2-Emissionen erzeugt werden.

Eine zentrale Herausforderung wird hier die konsequente Umsetzung von Einsparpotenzialen bei der Gebäudesanierung sein. Heute werden mehr als 80 GWh Wärme in Kirchseeon verbraucht. Davon entfallen ca. 85-90% auf die Bereitstellung von Heizwärme und ca. 10-15% auf die Warmwassererzeugung. Bis 2030 könnte unter ambitionierten Annahmen der Heizenergiebedarf um bis zu 40% gesenkt werden. Dazu wäre eine annähernde Verdreifachung der jährlichen Sanierungsrate notwendig, d.h. es müssen im Durchschnitt jedes Jahr 40 bis 50 Gebäude, die älter als 20 Jahre sind, auf das Niveau von höchstens 50 kWh/(m^2*a) saniert werden. Im Vergleich dazu lag die Sanierungsrate der letzten 20 Jahre durchschnittlich bei ca. 15 Wohngebäuden pro Jahr.

Einerseits erfordert dies entsprechend höhere Ausgaben für die Gebäudesanierung. Andererseits entsprechen diese Mehrausgaben aber einer erhöhte Wertschöpfung des lokalen und regionalen Baugewerbes. Mit konsequentem Energiemanagement der Gebäude lassen sich in der Regel bereits Einsparungen von 10-20% erreichen. Diese übersteigen in der Regel die Mehrkosten der entsprechenden Maßnahmen. Allein aus diesem Grunde kann das konsequente Energiemanagement öffentlicher Gebäude dringend empfohlen werden.

Das Reduktionspotenzial beim heutigen Stromverbrauch in Kirchseeon (~30 GWh) wird auf bis zu 40% geschätzt. Davon könnte bei einer jährlichen Reduktion von 1% bis 2030 mindestens die Hälfte erschlossen werden[1].

1.3 Reduktion der CO_2-Emissionen

Im Jahr 2010 betrugen die energiebedingten (direkten und indirekten) CO_2-Emissionen der Marktgemeinde Kirchseeon ca. 70.000 Tonnen bzw. ca. 7 Tonnen je Einwohner und Jahr (t_{CO2}/(EW*a)) (siehe Abbildung 1). Davon entfielen auf die Bereitstellung von Strom und Wärme ca. 4,4 t_{CO2}/(EW*a) sowie weitere 2,5 t_{CO2}/(EW*a) auf den Verkehrsbereich. Im Vergleich liegt damit die Marktgemeinde Kirchseeon unter dem Bundesdurchschnitt von 9,5 t_{CO2}/(EW*a) bzw. unter dem Durchschnitt des Landkreises München von 8 t_{CO2}/(EW*a). Ein wesentlicher Grund hierfür ist allerdings das Fehlen energieintensiver Industriebranchen in Kirchseeon.

Mit Hilfe von zwei Szenarien werden die Rahmenbedingungen einer möglichen Entwicklung bis 2030 aufgezeigt. Im Trendszenario („Weiter-so-wie-bisher", d.h. beispielsweise, dass im Bestand viele alte Ölheizungen auch in Zukunft noch durch neue Ölheizungen ersetzt werden, die Gebäudesanierungsrate wie bisher bei ~1%/a bleibt und die Stromreduktionspotenziale nicht umgesetzt werden) sinken die Emissionen bis zum Jahr 2030 auf insgesamt 5,3 t_{CO2}/EW (bzw. 3,1 t_{CO2}/EW für nur Strom und Wärme) ab. Im Vergleich dazu können im ambitionierten Klimaschutzszenario (Umsetzung der möglichen Potenziale zur Reduktion und zum Zubau von erneuerbaren Energien) die Emissionen auf bis zu 2,2 t_{CO2}/EW (bzw. <1 t_{CO2}/EW für nur Strom und Wärme) absinken.

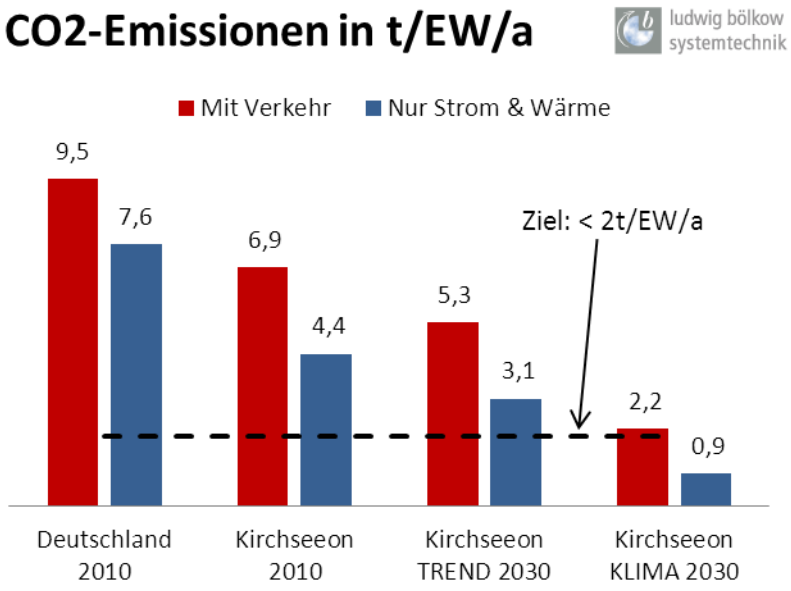


Abbildung 1: Direkte und indirekte CO_2-Emissionen des Marktes Kirchseeon in Tonnen je Einwohner und Jahre, 2010 und Szenarien 2030

[1] Ohne Berücksichtigung des Zuzugs weiterer Bürgern und Unternehmen sowie eines möglichen Strommehrverbrauch durch den sogenannten „Wärmepumpeneffekt" oder durch die Elektromobilität. Dieser Mehrstromverbrauch wird in den Szenarien berücksichtigt.

Langfristig sollte die Marktgemeinde die gesamten CO_2-Emissionen auf unter zwei Tonnen je Einwohner reduzieren, um einen adäquaten Beitrag zur Erreichung des sog. „2°C Ziel" der Bundesregierung zur Einschränkung der Klimaerwärmung zu leisten. Die Klimawissenschaft gibt die Vorgabe, dass die Erwärmung der Erdatmosphäre nur dann auf 2°C gegenüber dem Beginn des 20. Jahrhunderts begrenzt werden kann, wenn es gelingt, bis 2050 die weltweiten Emissionen um mindestens 50% gegenüber 1990 zu reduzieren. Es ist Konsens, dass dies nur erreicht werden kann, wenn die Industriestaaten ihrer historischen Verantwortung gerecht werden und die Emissionen mindestens um 80% reduzieren.

Während die Emissionen für die Strom – und Wärmeversorgung im Klimaschutzszenario bis 2030 bereits unter 1 Tonne je Einwohner absinken, sind im Verkehrssektor wesentlich größere Anstrengungen notwendig. Neben der Effizienzsteigerung der Fahrzeuge (z.B. kleinere und leichtere Fahrzeuge, Hybridfahrzeuge, Elektrofahrzeuge) ist vor allem eine Änderung des Modal Split notwendig. Es ist also eine Verlagerung täglicher Wege auf den Umweltverbund (ÖPNV, Rad, zu Fuß) zu forcieren, wobei unterschiedlichste Maßnahmen zur Verkehrsminderung sinnvoll sein können. Eine Änderung des Verkehrs- bzw. Mobilitätsverhaltens v.a. bei Kurzstrecken ist auch mit der lokalen Infrastruktur und Attraktivität der Ortsentwicklung verbunden (z.B. Erreichbarkeit von Geschäften, Arbeitsplatz, Sport- und Freizeitaktivitäten). Die absehbare weitere Steigerung der Energiekosten, insbesondere des Ölpreises, wird in den nächsten Jahren den Handlungsdruck für Maßnahmen in diese Richtung weiter verschärfen und unterstützen. Bei anstehenden neuen Investitionen und Planungen sollte man dies berücksichtigen.

Abbildung 2 stellt die absoluten CO_2-Emissionen in Tonnen pro Jahr und die jeweiligen Emissionsquellen für 2010 sowie den Szenarien dar. Während im Szenario „Klima 2030_G" alle Heizölanlagen durch nicht-Heizölheizungen ersetzt werden, nimmt die Anzahl gasbetriebener Heizungen und BHKWs zu. Insgesamt reduziert sich der Erdgasbedarf nur um 20% bis 2030.

Im Gegensatz dazu berücksichtigt das alternative Szenario „Klima 2030_WP" auch die Substitution von Erdgasheizungen. Es werden in diesem Szenario alle Heizöl- und Erdgasanlagen innerhalb der nächsten 18 Jahre vor allem durch Wärmepumpen ersetzt. Als Folge steigt der zusätzliche Strombedarf für die Wärmepumpen (sogenannte „Wärmepumpeneffekt" beim Stromverbrauch). Im Jahr 2030 muss im Gegensatz zu dem Szenario „Klima 2030_G" noch Strom importiert werden, der hauptsächlich für die CO_2-Emissionen bei Wärmeerzeugung verantwortlich ist.

In beiden Klimaschutzszenarien (*Klima 2030_G* – Erdgas, *Klima 2030_WP* – Wärmepumpen) können die Emissionen für die Strom- und Wärmeversorgung bis 2030 um bis zu 80% gegenüber 2010 reduziert werden. Unter Berücksichtigung des Verkehrs können die Emissionen insgesamt um ~65% reduziert werden. Im Trendszenario können die Emissionen zwar um bis zu 20% reduziert werden, doch werden damit die Ziele der Marktgemeinde und des Landkreises weit verfehlt. Die Abhängigkeit von fossilen Energien und den damit verbundenen Risiken (Klimaerwärmung, Preise, Versorgungsengpässe) wird nur ungenügend reduziert.

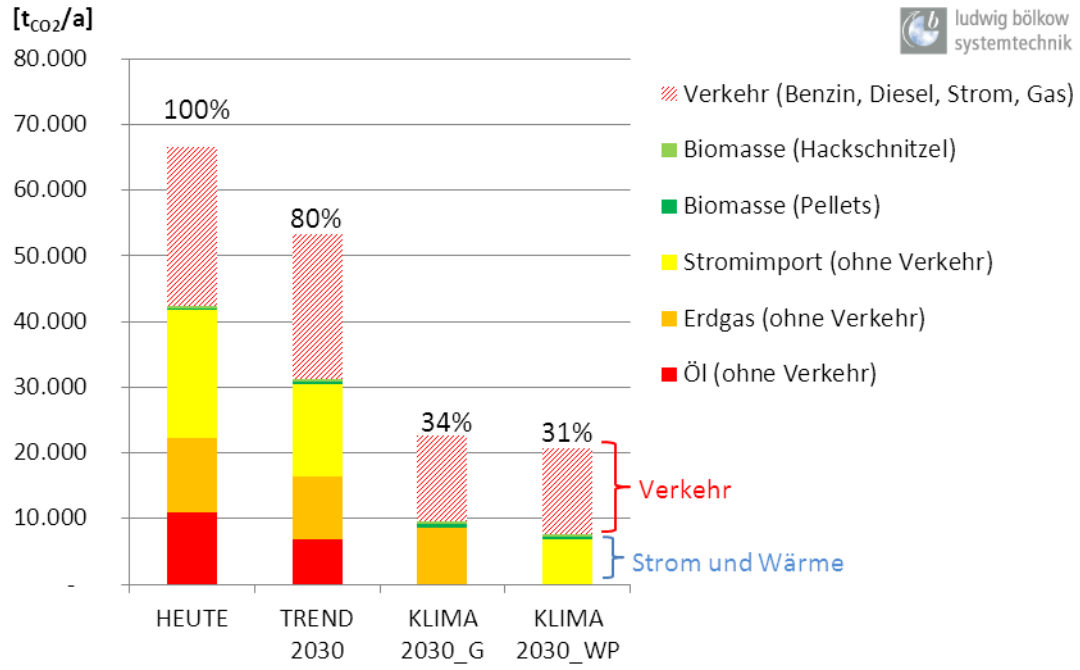


Abbildung 2: Zusammenfassung der CO_2-Emissionen gemäß den Szenariorechnungen für den Markt Kirchseeon

1.4 Herausforderungen der Marktgemeinde Kirchseeon

Insgesamt ist ein entschlossenes und ambitioniertes Vorgehen bei der Energiewende in Kirchseeon in den nächsten Jahren notwendig. Bis 2030 sind sehr große Anstrengungen notwendig, um die Emissionen im Wärme- und Strombereich um mindestens 80% bzw. unter Berücksichtigung des Verkehrs um mindestens 65% zu reduzieren. Dies kommt einem weitgehenden Umbau der Energieversorgungsstrukturen innerhalb von weniger als 40 Jahren gleich.

Zusammenfassend ergibt sich für die Marktgemeinde Kirchseeon folgende Situation:

Fazit Energiewende – Wärme :

- Insgesamt sind Einsparungen von 2,5% des jährlichen Wärmeverbrauchs notwendig[2]. Bis 2030 entspricht dies einer Reduzierung des Wärmeverbrauchs von 40% gegenüber 2010.
- Für Gebäude bedeutet dies eine annähernde Verdreifachung der heutigen Sanierungsrate. In der Vergangenheit wurden bei einer statistischen Gebäudevollsanierungsrate von 1% pro Jahr, ca. 10-15 Gebäude pro Jahr in Kirchseeon höherwertig saniert. Durchschnittlich wurden in den letzten zwei Jahrzehnten ca. 25 neue Gebäude pro Jahr fertig gestellt. Bis 2030 müssten somit

[2] In der Europäischen Richtlinie zur Energieeffizienz einigten sich die Mitgliedsstaaten auf eine jährliche Reduzierung von 1,5%; damit wird das ursprüngliche „20-20" Ziel (d.h. Reduzierung Energieverbrauch bis 2020 um 20%) verfehlt [Eurative 2012]. Hierfür wäre mindestens eine Minderungsrate von 2,5% pro Jahr notwendig.

jedes Jahr 3% der Altbauten (das entspricht ca. 40-50 Gebäude pro Jahr) auf höchstens 50 kWh/m²/a Wärmebedarf saniert werden.

- Heizöl- und Nachspeicherheizungen können und müssen bis 2030 durch Alternativen ersetzt werden.
- Der regionale und überregionale Biomassebeitrag zur Wärmebereistellung ist begrenzt und kann vermutlich nur in geringem Maß zur Substitution von Heizöl (~40 GWh_{th}/a) und Erdgas (~50 GWh_{th}/a) beitragen. In der Marktgemeinde Kirchseeon beträgt das noch nutzbare Biomassepotenzial 6 bis 7 GWh_{th}/a.
- Der Ausbau von Heizzentralen (mit oder ohne KWK) mit Nahwärmeversorgung sollte weiter forciert und ausgebaut werden (kommunale Liegenschaften, Wohnbaugesellschaften, Unternehmen).
- Selbst unter Berücksichtigung ambitionierter Einsparungen und Effizienzsteigerungen muss 2030 noch 80% der benötigen Wärme durch Gas oder Wärmepumpen (mit Strom) bereitgestellt werden.

Fazit Energiewende – Strom:

- Durch Einsparungen von 1% pro Jahr kann der heutige Stromverbrauch bis 2030 um 20% gesenkt werden. Bis 2030 wird jedoch ein Strommehrverbrauch durch den sogenannten „Wärmepumpeneffekt" und durch den Zuzug weiterer Einwohner diesen Einsparungen entgegenwirken. Insgesamt wird somit im Szenario „Klima 2030_G" eine Stromreduktion bis 2030 um 13% erreicht. Werden, wie im Szenario „Klima 2030_WP", auch alle Erdgasheizungen durch Wärmepumpen ersetzt, so steigt der Stromverbrauch durch den „Wärmepumpeneffekt" insgesamt weiter an.
- Unter der Annahme von Stromeinsparungen, wie sie beispielsweise im Szenario „Klima 2030_G" aufgezeigt werden, kann sich Kirchseeon durch einen Zubau von gasbetriebenen BHKWs (z.B. zur Regellast), Windkraftanlagen sowie PV-Anlagen auf Dach- und Freiflächen bis 2030 von Stromimporten unabhängig machen (siehe Beispiele in Abbildung 3).

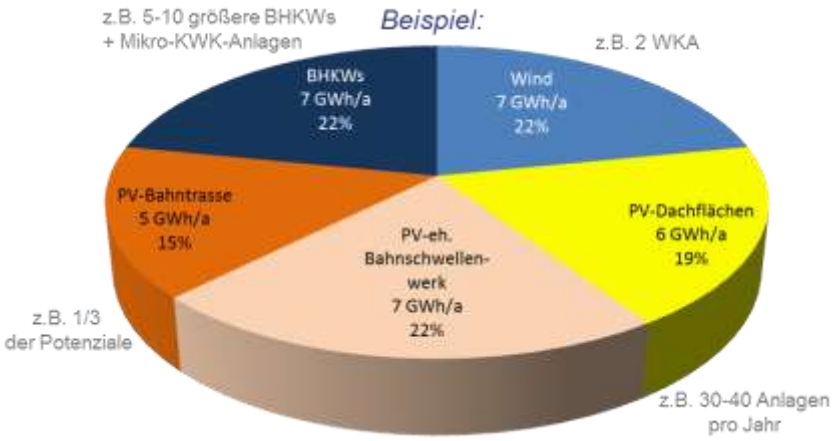


Abbildung 3: Potenzial für einen Zubau von Stromerzeugungsanlagen im Klimaschutzszenario 2030 in Kirchseeon

Fazit Energiewende – Verkehr:

- Maßnahmen im Verkehrsbereich wurden nicht ausführlich diskutiert, so dass dieser in diesem Bericht nur erwähnt wird.
- Heute verursacht der Kfz-Verkehr mehr als 1/3 der CO_2-Emissionen in Kirchseeon. Dabei wird der größte Anteil mit ~15.300 Tonnen CO_2 pro Jahr durch Pkws erzeugt. Lastwagen tragen mit ~8.900 Tonnen CO_2 pro Jahr bei.
- Die Reduktion der Kfz-Fahrleistungen ist die wichtigste Maßnahme zur Reduktion der verkehrsbedingten CO_2-Emissionen in den kommenden zwei Jahrzehnten. Der Einfluss verbrauchsärmerer Fahrzeuge oder neuer emissionsarmer Kraftstoffe wird in diesem Zeitraum wegen langer Marktdurchdringungszeiten keine bedeutende Rolle spielen. Der Durchschnittsflottenverbrauch aller Fahrzeuge wird durch die Effizienzsteigerungen neuer Fahrzeuge um ca. 0,7% pro Jahr reduziert.
- Aus diesen Gründen bildet die Verlagerung oder Vermeidung von Kfz-Fahrten die zentrale Maßnahme. Eine Erschließung dieses Potenzials über Informations-kampagnen und individualisiertes Marketing bildet auch die mit Abstand kostengünstigste Reduktionsmaßnahme. Daher sollte dieses Potenzial vorrangig erschlossen werden.
- Für das Trendszenario ist mit einer leicht steigenden Fahrleistung (+ 0,9% pro Jahr) auszugehen. In der Nettobilanz werden die CO_2-Emissionen um 13% gegenüber 2010 zurückgehen.
- Für das Klimaschutzszenario wird eine durchschnittliche Minderung der jährlichen Fahrleistung von 4% je Einwohner angenommen. Dies entspricht einer Reduktion (z.B. durch Verlagerung, Vermeidung, kürzeren Strecken) von ~48 km pro Monat je Fahrzeug bzw. von ~24 km je Einwohner. Dadurch könnte die Pkw-Fahrleistung bis 2030 um ~60% reduziert werden. In den beiden Klimaschutzszenarien können bis 2030 dadurch Einsparungen im Verkehrssektor von ~50% erzielt werden.

1.5 Maßnahmenempfehlungen

Zur erfolgreichen Umsetzung der Energiewende und effektiven Nutzung der vorhandenen technischen Potenziale werden der Marktgemeinde Kirchseeon folgende Maßnahmen zur Abstimmung und weiteren Prüfung hinsichtlich der Umsetzbarkeit vorgeschlagen und empfohlen:

	(Nr.) Maßnahme-Titel	
Energieversorgung (E)	(E-1) Beteiligung an Bürgerbeteiligungsanlagen im Landkreis Ebersberg	K
	(E-2) Ausbau von PV-Anlagen auf den Dachflächen in Kirchseeon	K
	(E-3) Prüfung: Bau von PV-Freiflächenanlagen entlang der Bahntrasse	K
	(E-4) Prüfung Wärmeerzeugung auf dem ehemaligen Bahnschwellenwerk	M
	(E-5) Prüfung Errichtung einer PV-Freiflächenanlage auf dem ehemaligen Bahnschwellenwerk	K
	(E-6) Errichtung von Biogas-Kleinstanlagen	M
	(E-7) Restholznutzung mittels Hackschnitzelheizung	M
	(E-8) Prüfen: Anbau von Kurzumtriebplantagen	M
	(E-9) Prüfen: Strohaufkommen Ackerland	K
	(E-10) Prüfung der Errichtung von Windkraftanlagen in Kirchseeon	M
Kommunale Liegenschaften (K)	(K-1) Klimaschutzmanager (Koordinator)	K
	(K-2) Einrichtung eines kommunalen Energiemanagement	K
	(K-3) Sanierungsfahrpläne kommunaler Liegenschaften	K
	(K-4) Selbstverpflichtung zu hohen Energiestandards	K
	(K-5) Wärmepumpenoption bei kommunalen Gebäuden	M
	(K-6) Strategie Regellast durch stromgeführte BKHWs	L
	(K-7) Ausbau Wärmespeicher (stromgeführter Betrieb von Anlagen)	L
	(K-8) Prüfung Nutzung gemeindeeigener Fläche	K
	(K-9) Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED	M
	(K-10) Umstellung Ökostrombezug für kommunale Liegenschaften	K
Weitere Maßnahmen (M)	(M-1) Erstellung eines Energie- und Klimaschutzberichts	M
	(M-2) Budget für klimaschutzrelevante Aktionen im kommunalen Haushalte ausweisen	M
	(M-3) Gemeinde vergibt Energiepreis	M
	(M-4) Regelmäßige Hausmeisterschulungen durchführen	M
	(M-5) Internetseite zu Energie- und Klimaschutz	K
	(M-6) Prüfung Restwärmenutzung von Abwasser	M
	(M-7) Beratung sozial schwächer gestellter Haushalte	K
	(M-8) Information für Neubürger	K
	(M-9) Firmen für Klimaschutz	K
	(M-10) Fifty-fifty-Projekte	M
	(M-11) Förderung Kindergärten und Schulen	M
	(M-12) Weiterbildung und Qualifikation von Handwerkern mit externen Fachleuten	M
Verkehr (V)	(V-1) IndiMark	L
	(V-2) Radverkehrskonzept entwickeln	L
	(V-3) Verkehrszählungen durchführen	L
	(V-4) Leih-Elektrofahrräder mit Ladestationen bzw. für Unternehmen	L
	(V-5) E-Car-Sharing	L

Tabelle 1: Übersicht der Maßnahmenempfehlungen für die Marktgemeinde Kirchseeon

2 ENERGIEBILANZ FÜR DIE MARKTGEMEINDE KIRCHSEEON

2.1 Gesamtenergieverbrauch, CO_2-Emissionen und Kosten

Im Jahr 2010 belief sich die Energiebilanz der Marktgemeinde Kirchseeon auf ca. 220 GWh. Davon wurden ca. 98% (~215 GWh) der Energie importiert und ca. 2% (~5 GWh) durch Biomasse, PV-Anlagen, solarthermische Anlagen und Wärmepumpen erzeugt.

Ca. 55% (~120 GWh) der Energie wurde durch Öl (Heizung und Verkehr), ca. 23% (~50 GWh) durch Erdgas, ca. 14% (~31 GWh) durch Stromimporte, ca. 7% (~17 GWh) durch Biomasse und ca. 1% (~3 GWh) durch PV-Anlagen, solarthermische Anlagen und Wärmepumpen bereitgestellt.

Den größten Anteil der Energie verbrauchten mit ca. 47% (~105 GWh) die Haushalte (ohne Verkehr). Dabei bezog der Sektor Haushalte ca. 39% (~41 GWh) Erdgas, ca. 31% (~32 GWh) Heizöl, ca. 15% (~16 GWh) Biomasse und ca. 15% (~16 GWh) Strom. Auf den Straßenverkehr entfielen ca. 37% (~81 GWh) des gesamten Energieverbrauchs, auf den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD) ca. 15% (~33 GWh) und auf die kommunalen und öffentlichen Gebäude insgesamt ca. 0,7% (~1 GWh).

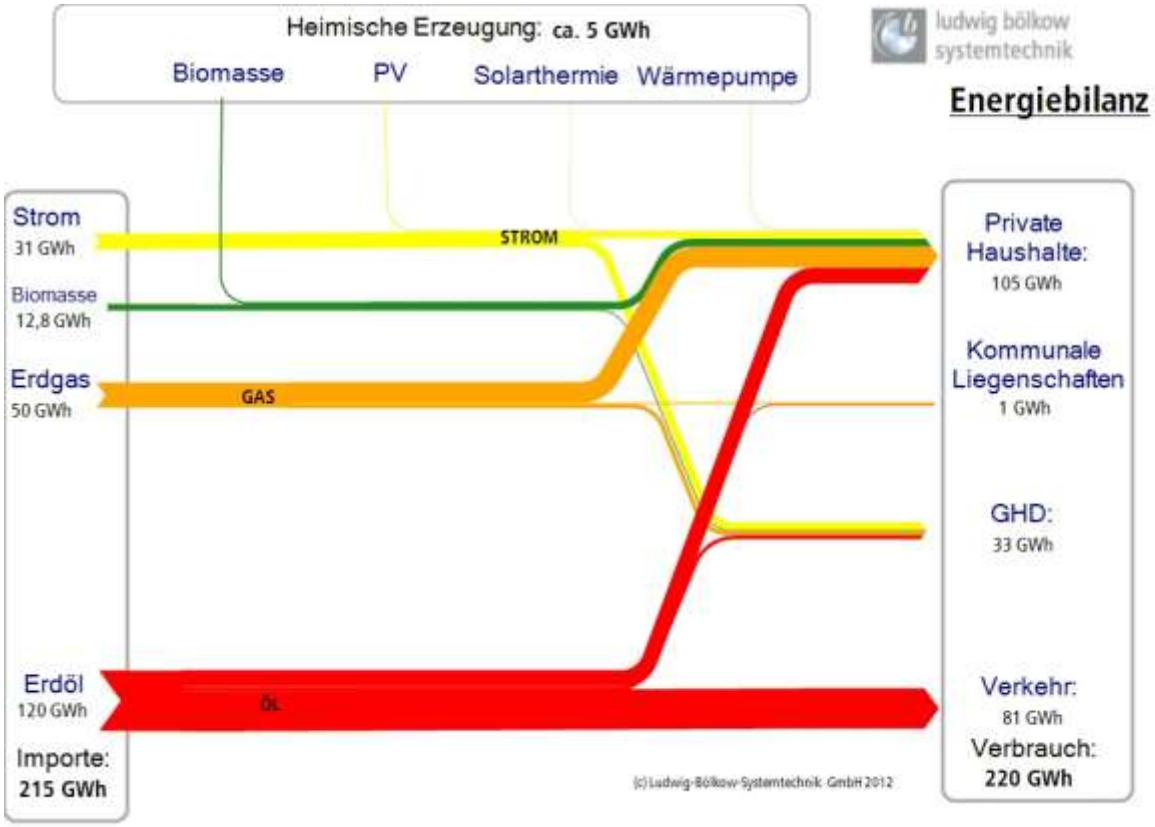


Abbildung 4: Energiebilanz der Marktgemeinde Kirchseeon im Jahr 2010

Der Energieverbrauch in Kirchseeon ist für folgende in Tabelle 2 zusammengefassten klimarelevante Emissionen ursächlich. In Summe sind dies ca. 70.000 Tonnen bzw. 7 Tonnen je Einwohner. Hierbei sind direkte im Gemeindegebiet freigesetzte Emissionen und indirekte Emissionen, die durch die Aufbereitung und Bereitstellung der im Gemeindegebiet benötigten

Energieträger außerhalb des Gemeindegebietes anfallen, berücksichtigt. Die zur Berechnung verwendeten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 8 aufgeführt.

Sektor	THG-Emissionen insgesamt	*THG-Emissionen direkt*	*THG-Emissionen indirekt*	*Energieträger*
Kommunale Liegenschaften	~ 780 t_{CO2}/a	0 t_{CO2}/a	21.747 t_{CO2}/a	*Strom*
Haushalte	~ 31.400 t_{CO2}/a	10.507 t_{CO2}/a	2.229 t_{CO2}/a	*Erdöl*
GHD	~ 15.000 t_{CO2}/a	9.900 t_{CO2}/a	2.200 t_{CO2}/a	*Erdgas*
Verkehr	~ 24.800 t_{CO2}/a	21.567 t_{CO2}/a	3.875 t_{CO2}/a	*Sonstige (Verkehr, Biomasse,...)*
Gesamt	***~ 70.000 t_{CO2}/a***	***~ 40.000 t_{CO2}/a***	***~ 30.000 t_{CO2}/a***	

Tabelle 2: Zusammenstellung der Kirchseeon zuzurechnenden klimarelevanten Treibhausgasemissionen (THG), sowohl nach Verbrauchsgruppen (linke Hälfte) als auch nach Energieträger aufgelöst (rechte Hälfte).

Bei Energiepreisen für Erdgas (~5cts/kWh), Heizöl (~9 cts/kWh), Benzin/Diesel (~16cts/kWh), Strom (~20cts/kWh) und Hackschnitzel (21 Euro/SRM ~ 3cts/kWh) errechnen sich Gesamtausgaben von ca. 26 Mio. Euro, die jährlich für Energieeinkauf von Bewohnern in Kirchseeon ausgegeben werden. Etwa die Hälfte davon entfällt auf das Betanken der Fahrzeuge.

2.2 Wärmebilanz

Im Jahr 2010 betrug der Wärmeverbrauch im Markt Kirchseeon über 80 GWh. Der größte Teil der verbrauchten Wärme wurde dabei durch Erdgas (ca. 48%) bereitgestellt. Heizöl stellte etwa ein Drittel der Wärmeenergie zur Verfügung. Festbrennstoffheizungen (v.a. Scheitholz, aber auch Hackgut und vereinzelt Pellets) erzeugten knappe 14% der verbrauchten Wärme. Etwa 240 Stromheizungen stellten knappe 2% und 157 Wärmepumpen knappe 4% der Wärme bereit. Insgesamt erzeugten ca. 86 Großanlagen (d.h. Anlagen mit installierten Leistungen ab 50 GW_{th}) fast ein Drittel der Wärmeenergie im Jahr 2010.

Raumwärme- und Warmwasserbedarf

Der Anteil der Raumwärme (benötigte Heizenergie) wird für das Jahr 2010 mit ca. 70 GWh/a und der Anteil des Warmwasserbedarfs mit ca. 12 GWh/a berechnet.

	Raumwärme*	Warmwasser	*Gesamt*	*Anteil*
Erdgas	32 GWh	7 GWh	*39 GWh*	*48%*
Heizöl	22 GWh	4 GWh	*26 GWh*	*32%*
Festbrennstoffe	11 GWh	1 GWh	*12 GWh*	*14%*
Wärmepumpen	3 GWh	0 GWh	*3 GWh*	*4%*
Stromheizungen	2 GWh		*2 GWh*	*2%*
Gesamt	***70 GWh***	***12 GWh***	***82 GWh***	***100%***

* (temperaturbereinigt; DWD Klimafaktor)
Quelle: Eigene Berechnung und Abschätzung auf Basis von Kaminkehrerdaten, E.ON-Netz und ESB Statistiken

Tabelle 3: Wärmebedarf und –bereitstellung in Kirchseeon 2010

Die Heizenergie bzw. Raumwärme stellt den größten Anteil des Wärmebedarfs dar. Davon entfielen ca. 60% auf die Haushalte, 20% auf den Sektor GHD und ca. 3% auf kommunale und öffentliche Gebäude. Die Verluste bei der Raumwärmebereitstellung (Heizkessel, Verteilung) werden auf ca. 17% der bereitgestellten Heizenergie bilanziert (siehe Abbildung 5).

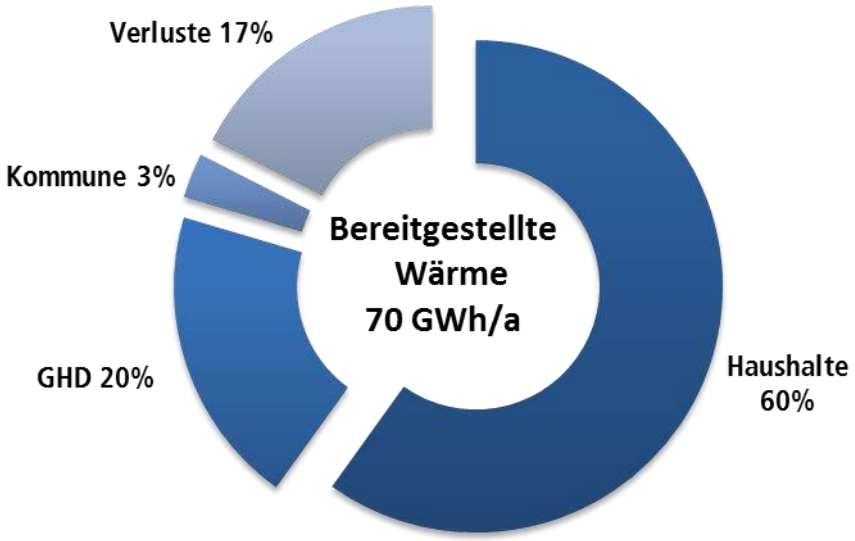


Abbildung 5: Raumwärmebedarf und Bereitstellungsverluste

Der heutige Heizwärmebedarf der Haushalte wird auf der Datenbasis des Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung für Kirchseeon mit ca. 50 GWh/a berechnet. Zwischen 1990 und 2010 sank der jährliche Heizwärmebedarf je m² Wohnfläche von 168 kWh/m²/a auf 138 kWh/m²/a. Damit reduzierte sich der Heizwärmebedarf von ca. 7.000 kWh/Einwohner im Jahr 1990 auf 6.630 kWh/Einwohner im Jahr 2010, siehe Abbildung 6.

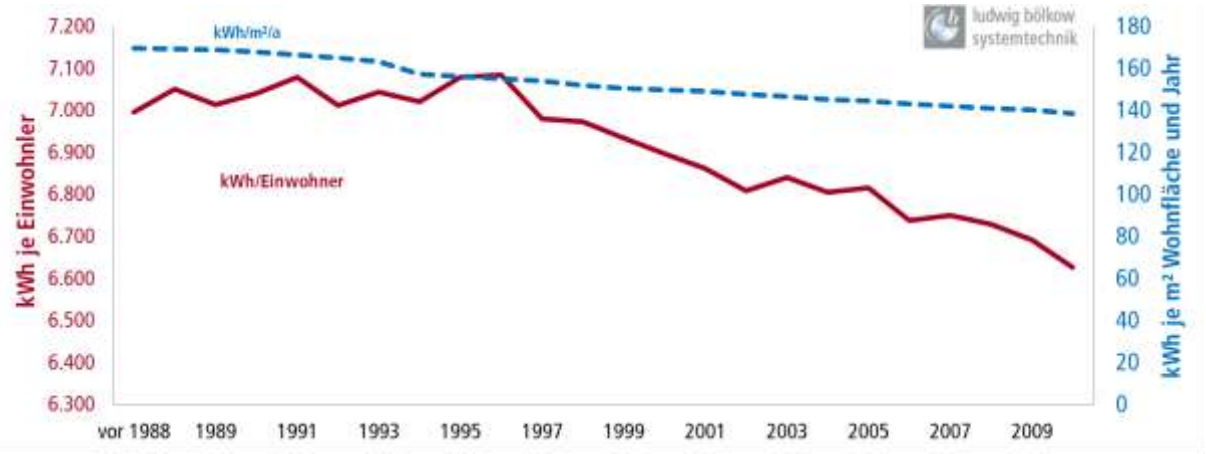


Abbildung 6: Durchschnittlicher spezifischer Heizwärmebedarf je Einwohner bzw. Wohnfläche in Kirchseeon

2.3 Strombilanz

Abbildung 7 zeigt die Strombilanz der Marktgemeinde Kirchseeon für das Jahr 2010. Von den insgesamt 32 GWh Strom wurden ca. 95% des Stroms von außerhalb Kirchseeons bezogen. 2010 lieferten 75 PV-Anlagen ca. 700 MWh Strom.

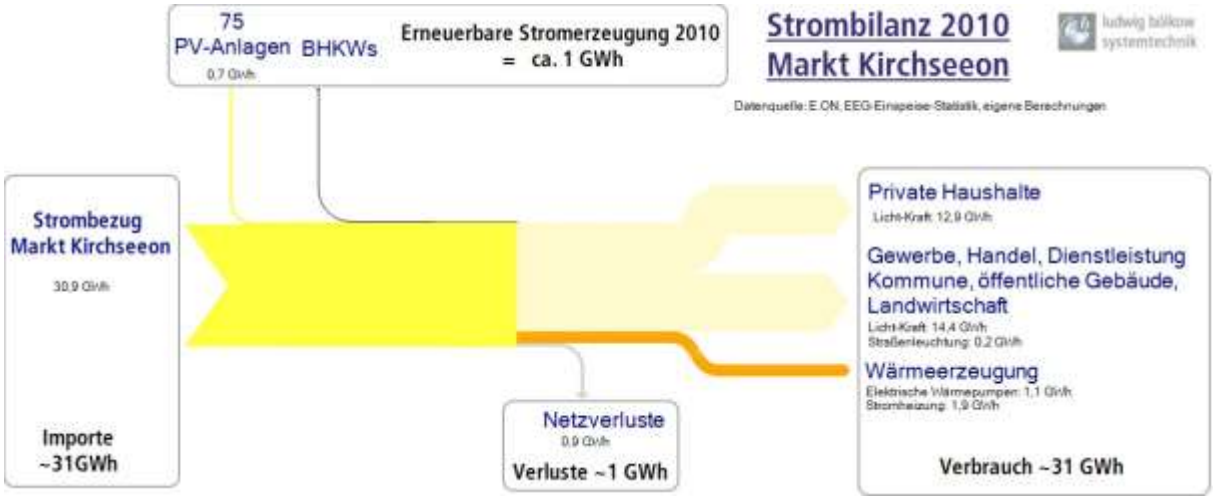


Abbildung 7: Strombilanz 2010 der Marktgemeinde Kirchseeon

2010 betrug der Stromverbrauch für „Licht und Kraft" ca. 28 GWh und für Stromheizungen und Wärmepumpen ca. 3 GWh.

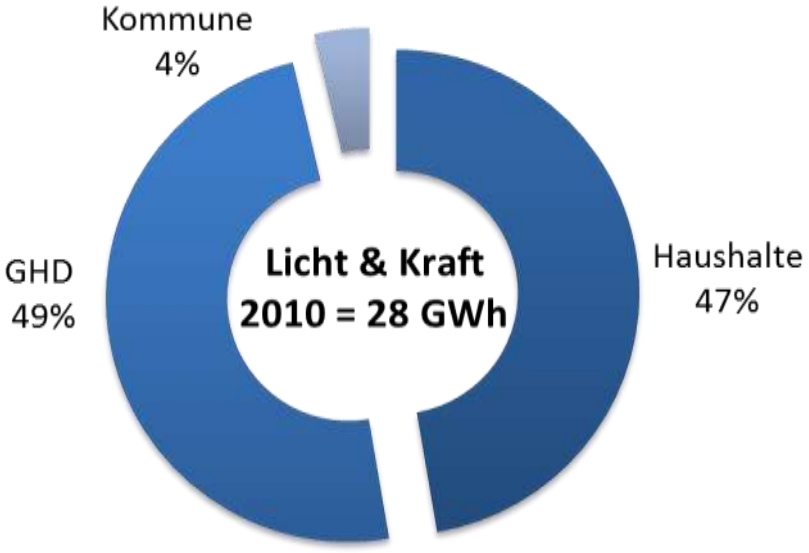


Abbildung 8: Stromverbrauch 2010 in Kirchseeon (Licht&Kraft, ohne Wärmeerzeugung)

Der durchschnittliche Stromverbrauch eines Haushalts in Kirchseeon liegt mit 3.047 kWh_{el}/a leicht unter dem Bundesdurchschnitt von 3.112 kWh_{el}/a und deutlich unter dem bayerischen Durchschnitt von 3.400 kWh_{el}/a.

2.4 Kommunale und öffentliche Gebäude

Unter dem Begriff kommunale und öffentliche Liegenschaften werden alle Einrichtungen zusammengefasst, die von öffentlichem Interesse sind. Diese sind im Folgenden aufgelistet:

- Rathaus/Gemeindeverwaltung/Kanzlei/Amtsgebäude
- Polizeiinspektion
- Bauhof
- Kirchen/Friedhofsgebäude/Pfarreien
- Feuerwehrgebäude
- Museen/Archivgebäude/Büchereien/Theater
- Kinderkrippen und Kindergärten
- Schulen
- Krankenhäuser/Kliniken/Sanatorien
- Seniorenheime/Obdachlosenheime/Jugendzentren
- Sportvereine/Turnhallen
- Mehrzweckhallen/Gemeindehäuser/Trachtenheime
- Schwimmbäder
- Straßenbeleuchtung
- Wasserver- und entsorgung (Brunnen, Hochbehälter, Hebepumpen, Kanalpumpen, Springbrunnen etc.)

Tabelle 4 gibt einen Überblick über kommunale Gebäude des Marktes Kirchseeon. Mietgebäude und gemeindeeigene Wohnungen (Gartenweg 7, Gartenweg 10, Spannleitenberg 2, Münchnerstraße 30, Siedlerstraße 17, Siedlerstraße 19/21, Siedlerstraße 23/25, Siedlerstraße 31/33) wurden erfasst, aber nicht unter öffentlichen Liegenschaften zusammengefasst, sondern dem privaten Wohnbereich zugeordnet.

Abbildung 9 zeigt die kommunalen Gebäude sortiert nach Gesamtenergieverbrauch. Auffällig ist der sehr hohe Stromverbrauchswert der Schule Kirchseeon. Trotz mehrmaliger Überprüfung des Verbrauchswerts konnte bisher nicht geklärt werden, wie dieser Wert zu Stande kommt. Der Stromverbrauch liegt in etwa um den Faktor 8 über dem vergleichbarer Schulen.

Insgesamt betrug der Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften mehr als 2,5 GWh/a an Wärme und ~1 GWh/a an Strom.

In dieser Betrachtung sind das staatliche Gymnasium Kirchseeon und das Berufsbildungswerk St. Zeno nicht berücksichtigt, da diese nicht in der Zuständigkeit der Gemeindeverwaltung liegen. Das Gymnasium ist dem Landkreis zugeordnet und wird im Rahmen eines Contracting Modells von einem privaten Betreiber verwaltet. Das Berufsbildungswerk wird ebenfalls von einem privaten

Betreiber verwaltet. Beide Liegenschaften haben zusammen einen Wärmeverbrauch von ca. 4,5 GWh/a. Dieser wird weitgehend über jeweils ein Holzhackschnitzel BHKW bereitgestellt.

Wohl aber sind deren Energieverbräuche in die Erstellung der Gesamtbilanz der Gemeinde eingeflossen.

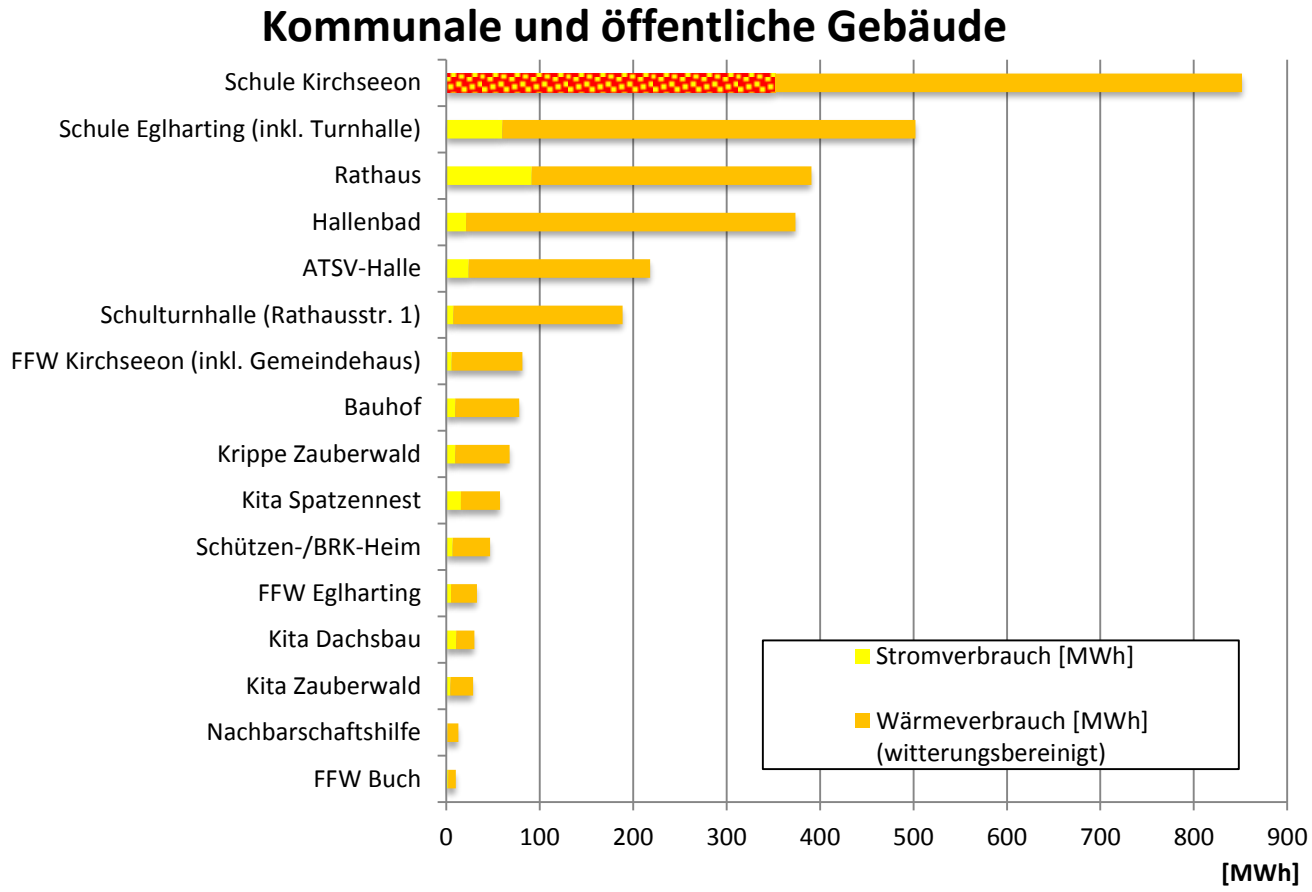


Abbildung 9: Energieverbrauch der kommunalen und öffentlichen Gebäude (witterungsbereinigter Heizwärmeverbrauch), ohne Bildungswerk St. Zeno (ca. 3,5 GWh_{th}/a) und staatliches Gymnasium Kirchseen (ca. 1 GWh_{th}/a)

Objekt	Adresse	NGF [m²]	Wärmeverbrauch (Witterungsbereinigt) [MWh/a]	Stromverbrauch [kWh/a]	BWZK
Rathaus	Rathausstr. 1	2.300	299	91.517	1312
Hallenbad	Rathausstr. 1	1.056	353	21.261	5200
Schulturnhalle	Rathausstr. 1	1.368	181	7.446	5100
Nachbarschaftshilfe	Münchnerstr. 19	81	12	1365	9150
ATSV-Halle	Sportplatzweg 7	1.421	167	24.132	9140
Schütze-/BRK-Heim	Waldbahn 9 a,b	537	34	6.869	7700
Bauhof	St.-Coloman-Str. 29	650	52	9.792	8000
FFW Buch	Zornedingerstr. 22	126	8	2.218	7700/7760
FFW Kirchseeon (inkl. Gemeindehaus)	Forstseeonerstr. 2a	416	65	6.017	7700/7760
FFW Eglharting	Graf-Ulrich-Str. 6	296	24	5.178	7700/7760
Schule Kirchseeon	Münchnerstr. 19	4.332	500	351.935	4100
Schule Eglharting	Graf-Ulrich-Str. 6	2.920	292	59.868	4100
Schulturnhalle	Graf-Ulrich-Str. 6	1.655	150	In Schule beinhaltet	5100
KG Spatzennest	Westring 6	1.062	168	15.727	4400
KG Zauberwald	Rotkreuzstr. 3	465	24	4.378	4400
Krippe Zauberwald	Rotkreuzstr. 3	819	58	9.501	4400
KG Dachsbau	Am Dachsberg 33	845	78	10.629	4400
KG St. Maria	Graf-Ulrich-Str. 14	166	160 (geschätzt)	3.500	4400
Summe Gebäude		**20.515**	**2.625**	**631.333**	
Straßenbeleuchtung				212.794	
Wasserversorgung				174.832	
Sonstige (Ampeln, etc)				16.569	
Gesamtverbrauch				**1042.688**	

Tabelle 4: Erfasste Energieverbräuche und Grundflächen kommunaler Liegenschaften und Anlagen

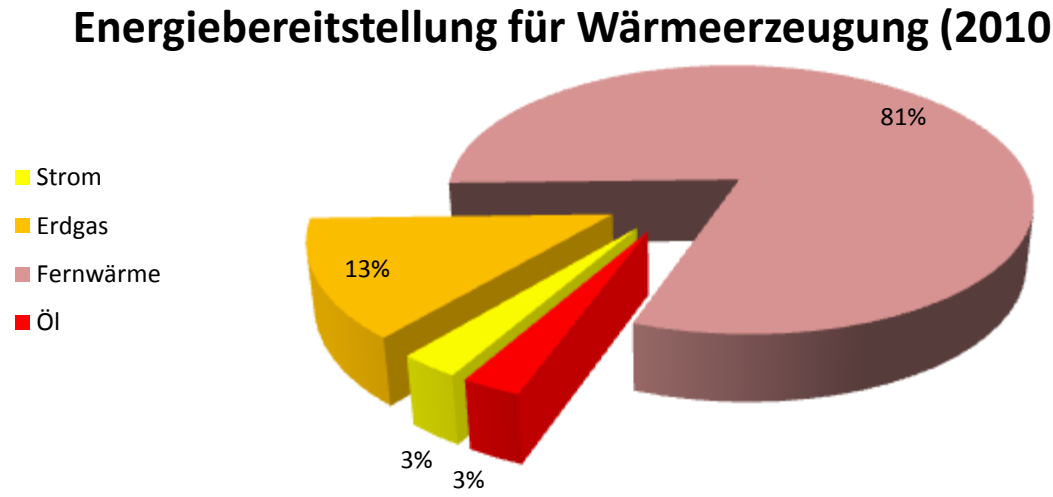
a) Strombilanz kommunaler Liegenschaften

Die Daten werden entsprechend den Gebäudetypen geordnet und auf dieser Basis der gebäudetypische spezifische Energieverbrauch je Bezugsgröße (Nettogrundfläche) gebildet. Der gebäude-typische Durchschnittswert wurde mit Literaturwerten abgestimmt. Fehlende Angaben wurden auf Basis der Durchschnittswerte ergänzt, um einen Überblick über den gesamten Energieverbrauch zu erhalten.

Demgemäß beträgt der jährliche Stromverbrauch der öffentlichen Liegenschaften der Marktgemeinde Kirchseeon etwa 1 GWh_{el}..

b) Wärmebilanz kommunaler Liegenschaften

Im Jahr 2010 betrug der Wärmebedarf kommunaler Liegenschaften ca. 2,5 GWh/a. Die Wärmeerzeugung wurde mit ca. 2 GWh/a (>80%) überwiegend durch Nah- bzw. Fernwärmeversorgung (FW) abgedeckt. Mit 340 MWh/a bzw. etwa 13% trug lokale Erdgasverbrennung zur Wärmeerzeugung bei. Öl und Strom hatten jeweils einen Anteil von ca. 70 MWh/a bzw. 3%. Erfasst wurde der Verbrauch aller in Tabelle 4 gelisteten Gebäude. Für die Kindergärten Graf-Ulrich-Str. 10, Münchner Str. 19 und Moosacher Str. lagen keine Verbrauchswerte vor. Für den Kindergarten St. Maria wurde ein Wärmebedarf von 160 MWh/a angenommen.



Fernwärme	Erdgas	Strom	Öl
2.030 MWh	338 MWh	70 MWh	68 MWh

Abbildung 10: Für die Wärmeversorgung (2010, witterungsbereinigt) kommunaler Gebäude bereitgestellte Energie

c) Energiekosten kommunaler Liegenschaften

Bei geschätzten mittleren Strombezugskosten von ca. 20 cts/kWh und mittleren Wärmebereitstellungskosten von 5 cts/kWh entstehen der Gemeinde jährliche Energiekosten von ca. 300.000-350.000 Euro.

2.5 Verkehr

Der Energieverbrauch des Verkehrssektors wurde auf Basis von Kfz-Zulassungsstatistiken und durchschnittlichen Fahrleistungen für Straßenfahrzeuge ermittelt. Im Jahr 2010 waren 4.764 Pkws und 329 Lkws in Kirchseeon zugelassen [Genesis-DB 2012]. Bei einer durchschnittlichen Fahrleistung eines Pkws von 14.300 km/a und eines Lkws von 25.000 km/a ergeben sich CO_2-Emissionen von ~24.200 Tonnen pro Jahr.

3 POTENZIALE

3.1 Potenziale zur Einsparung und Effizienzsteigerung

3.1.1 Wärme

Die größten Einsparpotenziale ergeben sich bei der Sanierung des Altbaubestandes. Das Ziel der Bundesregierung ist es, den Heizenergiebedarf der Gebäude bis zum Jahr 2020 um 20% gegenüber dem Jahr 2005 zu reduzieren. Um dies zu erreichen soll die jährliche Sanierungsrate auf 2% verdoppelt werden.

Bezogen auf die Gebäudestruktur Kirchseeon würde der Heizenergieverbrauch der Wohngebäude bei heutiger Sanierungsrate von 1% pro Jahr bis zum Jahr 2020 um ca. 5% reduziert werden. Um aber eine Reduktion um 20% zwischen 2005 und 2020 zu erzielen, müssten jedoch jährlich mindestens 3% aller Wohngebäude in Kirchseeon auf den heutigen Stand der Technik (ca. 50 kWh/m²/a) saniert werden.

Eine Erhöhung der Sanierungsrate auf jährlich 3% aller Wohngebäude in Kirchseeon bietet ein Einsparpotenzial von mindestens 20 GWh/a zwischen 2010 und 2030. Dies entspricht einer Reduktion des Heizwärmebedarfs in Kirchseeon von ca. - 40%.

Abbildung 11 zeigt die bisherige Entwicklung des Heizwärmebedarfs der Wohngebäude in Kirchseeon zwischen 1990 und 2010 sowie mögliche Entwicklungen in den nächsten zwei Jahrzehnten in Abhängigkeit der Gebäudesanierungsraten.

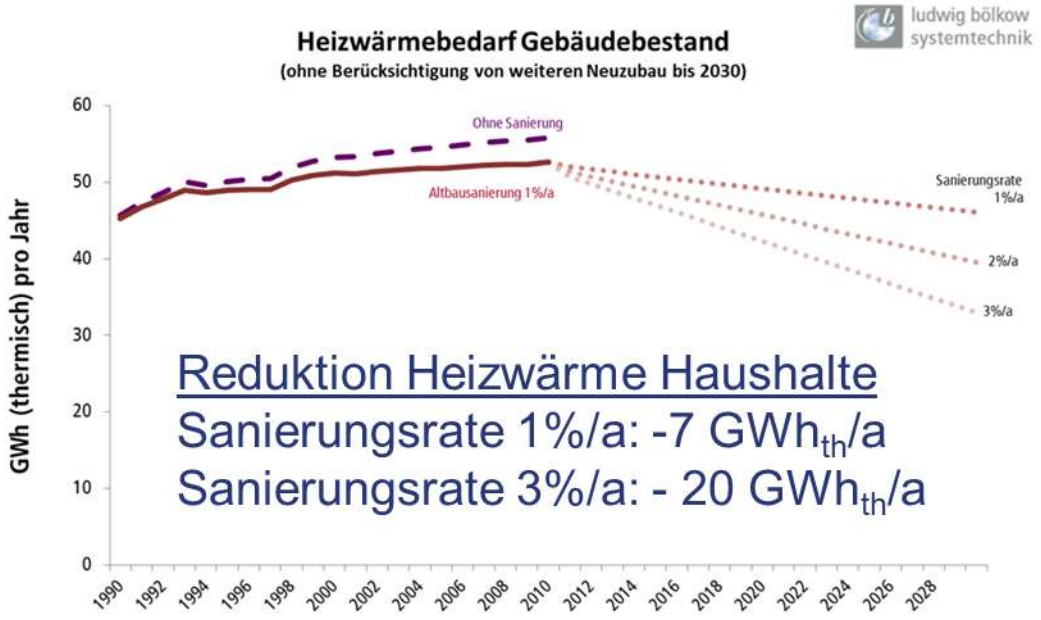


Abbildung 11: Entwicklung des Heizwärmebedarfs der Wohngebäude in Kirchseeon in Abhängigkeit der jährlichen Altbausanierung

In den letzten 20 Jahren stieg der Heizenergiebedarf der Wohngebäude von ca. 45 GWh_{th} auf ca. 52 GWh_{th}. Hier sind bereits die Sanierungen von Wohngebäuden, die in den letzten Jahrzehnten durchgeführt wurden, mitberücksichtigt. Mit einer durchschnittlichen Sanierungsrate von 1% pro Jahr konnten bei Altbauten seit 1990 bereits ca. 3 GWh Heizenergie eingespart werden. Dennoch stieg in diesem Zeitraum aufgrund des verstärkten Zubaus der Gesamtwärmebedarf der Wohngebäude.

Abbildung 12 fasst den Wohngebäudebestand in Baualtersklassen zusammen. Die Ermittlung der Daten erfolgte auf Datenbasis des Landesamts für Statistik und Datenverarbeitung. Von den knapp 1.900 Wohngebäuden in Kirchseeon sind über 70% älter als 20 Jahre. Diese Gebäude stehen im Fokus weiterer Sanierungsmaßnahmen für die Abschätzung der Einsparpotenziale.

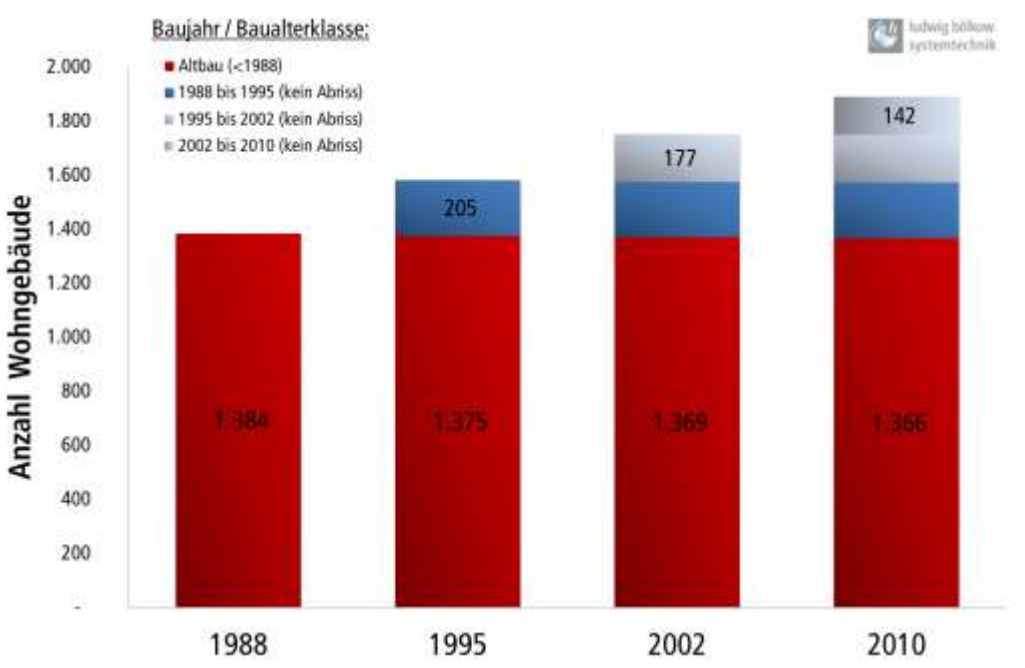


Abbildung 12: Baualtersklassen der Wohngebäude in Kirchseeon

Zur Ermittlung dieser Einsparpotenziale bei Altbauten wurde eine Verbrauchsreduktion durch Sanierungsmaßnahmen bis zum Jahr 2030 untersucht. Dabei wurden verschiedene Sanierungsraten zur energetischen Sanierung der alten Gebäude (älter als 20 Jahre) betrachtet.

Zusätzlicher Energieverbrauch durch Neubauten ab 2011 bis 2030 ist hier (Abbildung 11) nicht berücksichtigt. In den Szenario-Berechnungen werden Neubauten entsprechend dem prognostizierten Bevölkerungswachstums mit etwa 40m^2 pro zusätzliche Person berücksichtigt. Der angenommene Wärmeverbrauch für Neubauten sinkt von 50 kWh/(m^2*a) 2012 auf 15 kWh/(m^2*a) im Jahr 2030. Der Wärmeverbrauch aller Neubauten bis 2030 beträgt weniger als 0,5 GWh/a.

Praxisbeispiele Altbausanierung

Sanierung und Anbau eines Einfamilienhauses in Eppstein, Hessen

Baujahr 1964, Sanierung 2010, Energiebezugsfläche = 235 m² (nach PHPP)

Durchgeführte Maßnahmen: Außenwand mit Zellulosedämmung, hinterlüftete Holzverschalung; Bodenplatte und Dach nachgedämmt; Dreifachverglasung; Zu- und Abluftanlage mit Kreuzgegenstrom-Wärmeübertragung und Feuchterückgewinnung; automatisch beschickte Holzpelletheizung; 10m² Solaranlage mit Pufferspeicher; Niedertemperatur-Fußbodenheizung

Mit diesen Maßnahmen konnte der Heizwärmebedarf auf unter 25 kWh/(m²*a) reduziert werden, der Primärenergiebedarf betrug nach Sanierung = 48 kWh/(m²*a). [Berechnung nach PHPP]

Die gesamten Baukosten der energetischen Sanierung lagen bei 810 Euro/m² Wohnfläche inkl. MwSt, jedoch zzgl. der Eigenleistung für den kompletten Innenausbau.

Quelle und weitere Informationen unter: www.passivhausprojekte.de (Projekt ID: 1827)

Die Verbrauchsreduktion von 20-25 Liter Öl je m² amortisiert sich bei einem Ölpreis von 0,90 Euro je Liter nach 35 – 45 Jahren. Nicht bewertet sind bei dieser Betrachtung die Steigerung des Wohnkomforts, die Wertsteigerung der Immobilie, etwaige Förderzuschüsse und künftige über die Inflationsrate hinausgehende Energiepreissteigerungen.

Bewertung der Wärmeeffizienz des kommunalen und öffentlichen Sektors

Auf Basis eines Vergleichs der Verbrauchskennwerte mit typischen Vergleichskennwerten (nach EnEV 2009) werden die Einsparpotenziale beim Wärmeverbrauch auf mindestens 27% bzw. 0,68 GWh_{th}/a geschätzt. Werden sogar die Vergleichswerte der jeweils besten Gebäude in der jeweiligen Nutzungsart zu Grund gelegt ergeben sich noch höhere Einsparpotenziale.

Abbildung 13 und Abbildung 14 stellen die auf einen Quadratmeter bezogenen und witterungsbereinigten Wärmeverbrauchswerte der kommunalen Liegenschaften zwei Vergleichswerten gegenüber. Die roten Werte sind die Vergleichswerte nach EnEV 2009. Die grün dargestellten Werte sind Vergleichswerte aus dem „Verbrauchskennwerte 2005"-Katalog. Diese empirisch ermittelten Werte können als Richtwert im Sinne VDI 3807 Blatt 1 verwendet werden.

Größte Einsparpotenziale zeigen sich für die Kita Spatzennest und die Schule Kirchseeon (mit Schulturnhalle) sowie die FFW Kirchseeon.

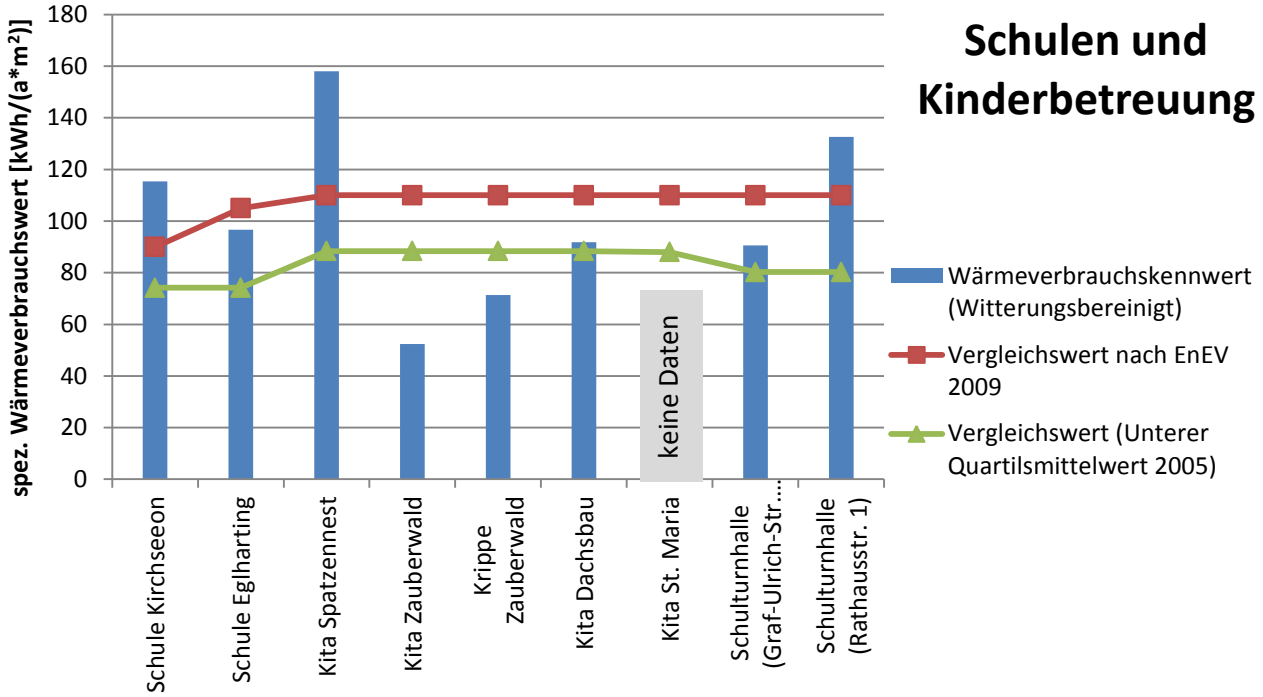


Abbildung 13: Spezifische Wärmeverbrauchskennwerte der Schulen, Turnhallen und Kindergärten (witterungsbereinigt)

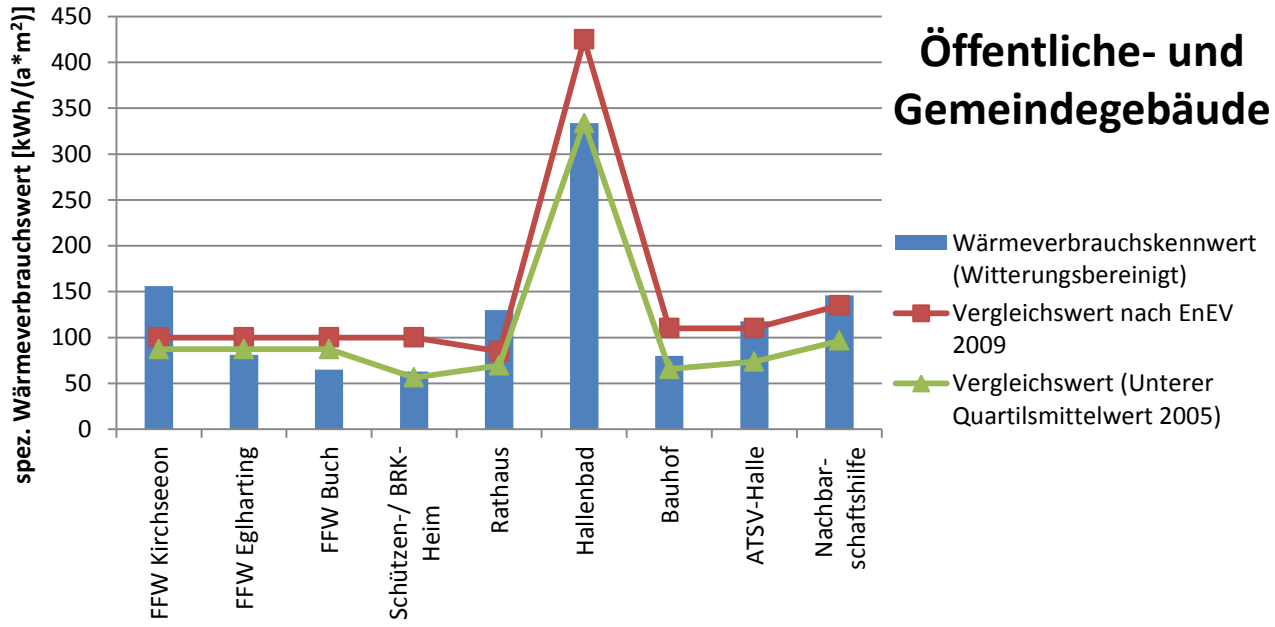


Abbildung 14: Spezifische Wärmeverbrauchskennwerte öffentlicher Gebäude (witterungsbereinigt)

3.1.2 Strom

Heute werden in Kirchseeon ca. 28 GWh_{el}/a für Licht und Kraft verbraucht. Insgesamt wurden Stromeinsparpotenziale für „Licht & Kraft" von über 9 GWh_{el}/a identifiziert. Das entspricht einer Minderung von ca. einem Drittel des heutigen Verbrauchs.

Die größten Einsparpotenziale wurden für private Haushalte (PHH) in Höhe von rund 5,5 GWh_{el}/a ermittelt. Für den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD) werden die Einsparpotenziale auf 3,6 GWh_{el}/a beziffert, davon ca. 0,25 GWh_{el}/a für kommunale Gebäude.

Die Abschätzung der Einsparpotenziale erfolgte auf der Basis bundesdurchschnittlicher Potenziale und Kennwerten, die im Rahmen von spezifischen Studien und Untersuchungen ermittelt wurden.

Im Folgenden werden die möglichen Einsparpotenziale für die einzelnen Anwendungssektoren, wie PHH, GHD und Kommune in Kirchseeon aufgezeigt.

Sektor Private Haushalte (PHH)

Von den insgesamt im Jahr 2010 in Kirchseeon bereitgestellten 30.857 MWh_{el} Strom verbrauchten die 4.239 Haushalte [Genesis DB 2012] 12.917 MWh_{el} [E.ON Bayern]. Der durchschnittliche Stromverbrauch pro Haushalt liegt in Kirchseeon bei 3.047 kWh_{el}/a und damit leicht unter dem Bundesdurchschnitt von 3.112 kWh_{el}/a [forsa 2011]. In Bayern lag der Wert im Jahr 2010 bei knapp 3.400 kWh_{el}/a [BLAStat_2012]. Seit 2005 bleibt der Stromverbrauch der privaten Haushalte der Marktgemeinde nahezu konstant (vgl. Tabelle 5).

Jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Einwohneranzahl	9.250	9.395	9.393	9.436	9.469	9.593
Gesamtstromverbrauch des PHH-Sektors [MWh/a]	12.772	12.648	12.583	12.705	12.775	12.917
Haushaltsstromverbrauch je Einwohner [kWh/Jahr]	1.381	1.346	1.340	1.346	1.349	1.347
Mittlerer Stromerbrauch je Haushalt [kWh/Jahr]	3.121	3.042	3.028	3.042	3.048	3.047

Tabelle 5: Mittlerer Stromverbrauch von Haushalten der Marktgemeinde Kirchseeon 2005-2010

Mit steigender Haushaltsgröße steigt auch der absolute Stromverbrauch pro Haushalt. Der Bedarf eines Haushalts hängt sowohl von seiner Ausstattung mit Elektrogeräten als auch von der Nutzungsintensität der Geräte ab. In etwa einem Fünftel der privaten Haushalte in Deutschland ist eine elektrische Warmwasservorbereitung vorhanden, in diesen Fällen ist sie der größte Stromverbraucher im Haushalt.

Auch die Aufteilung nach den einzelnen Endverbrauchern hängt sehr stark von der Haushaltsgröße ab. Einpersonenhaushalte haben ein anderes Stromverbrauchsprofil als Mehrpersonenhaushalte. Wobei das private Arbeitszimmer, die TV/Videoausstattung und die Beleuchtung statistisch gesehen bei allen Haushaltsgrößen zu einem der verbrauchsstärksten Bereiche gehören. Die Aufteilung

divergiert auch abhängig von der Bauart/Größe des Hauses. Unabhängig von der Haushaltsgröße wird in Einfamilienhäusern im Schnitt mehr Strom verbraucht als im Mehrfamilienhaus (siehe Abbildung 15).

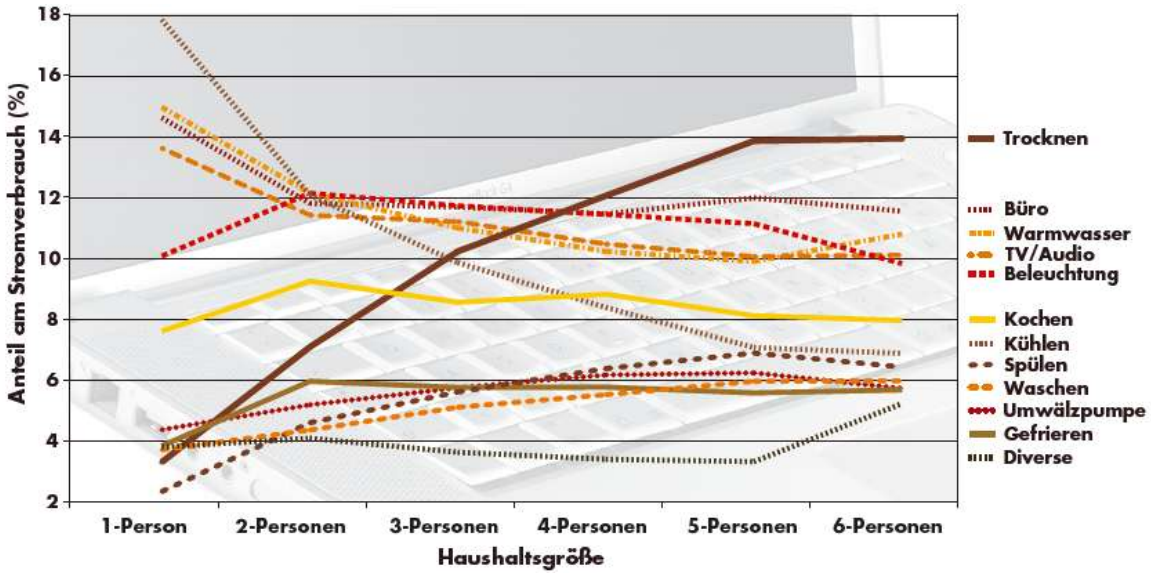


Abbildung 15: Schwankungen der Anteile am Stromverbrauch zwischen den verschiedenen Haushaltsgrößen [Energie Agentur NRW 2011a]

Abbildung 16 zeigt die prozentuale Aufteilung des Stromverbrauchs eines durchschnittlichen deutschen Haushalts [EnergieAgentur NRW 2011b].

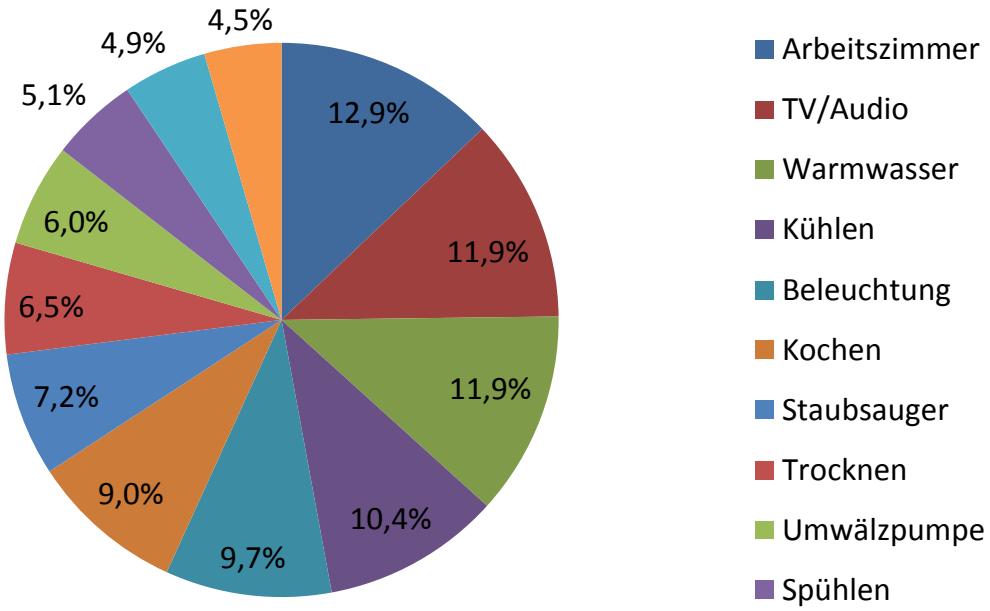


Abbildung 16: Prozentuale Aufteilung des Stromverbrauchs in einem Privathaushalt, ausgenommen Haushalte, die über eine Nachtspeicherheizung verfügen und Strom auch zum Heizen verwenden.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die zwei Bereiche Arbeitszimmer und die TV/Videoausstattung (Informations- und Unterhaltungselektronik) zusammen fast ein Viertel des gesamten Stromverbrauchs ausmachen. Wassererwärmung, Kühlen und Beleuchtung sind die nächst größten Stromverbraucher im Haushalt.

Ersatz der elektrischen Warmwasserbereitung durch andere Energieträger – wenn sinnvoll möglich –, steigende Effizienz wichtiger Haushaltsgeräte, insbesondere von Kühl- und Gefriergeräten und Waschmaschinen, Wäschetrocknern und Spülmaschinen, Vermeidung von Leerlauf-Betrieb der IuK-Geräte, effiziente Pumpensysteme, moderne Beleuchtungstechnik und einfache Verhaltensänderungen im Haushalt können zur Verringerung des Stromverbrauchs im PHH-Sektors beitragen.

Bereitstellung von Heizenergie

Der Stromverbrauch von Haushalten mit einer Nachtspeicherheizung liegt deutlich höher als der Stromverbrauch der übrigen Haushalte. Zudem weist er witterungsbedingte Schwankungen auf. Im Bundesdurchschnitt schwankte der Stromverbrauch eines Haushalts mit Nachtspeicherheizung zwischen rund 13.945 kWh_{el} im Jahr 2008 und 11.565 kWh_{el} im vergleichsweise milden Jahr 2007 [forsa 2011]. In Kirchseeon verbrauchten knapp 240 Haushalte mit Nachtspeicherheizungen im Durchschnitt rund 10.945 kWh_{el} im Jahr 2010 und rund 10.310 kWh_{el} im Jahr 2007 [E.ON Bayern]. 4,5% der Haushalte in Westdeutschland heizen mit einer Nachtspeicherheizung [forsa 2011].

Kirchseeon liegt mit rund 5,6% deutlich über diesem Durchschnitt. 2010 verbrauchten Nachspeicherheizungen in Kirchseeon insgesamt 1.879 GWh_{el}, und stellten damit knapp 4% der benötigten Wärmeenergie[3] der Haushalte zur Verfügung.

Die Anzahl von Wärmepumpen in Haushalten stieg zwischen 2005 und 2010 von 95 auf 157 deutlich an. 2010 verbrauchten Wärmepumpen in Kirchseeon 1.147 GWh_{el}, und erzeugten damit etwa 7% der Heizenergie privater Haushalte.

Als Effizienzpotenzial bei der Stromnutzung (Licht und Kraft) privater Haushalte werden in Kirchseeon 5,55 GWh_{el}/a identifiziert, dies entspricht einer potenziellen Reduktion des Stromverbrauchs in Privat-Haushalten um ca. 43%.

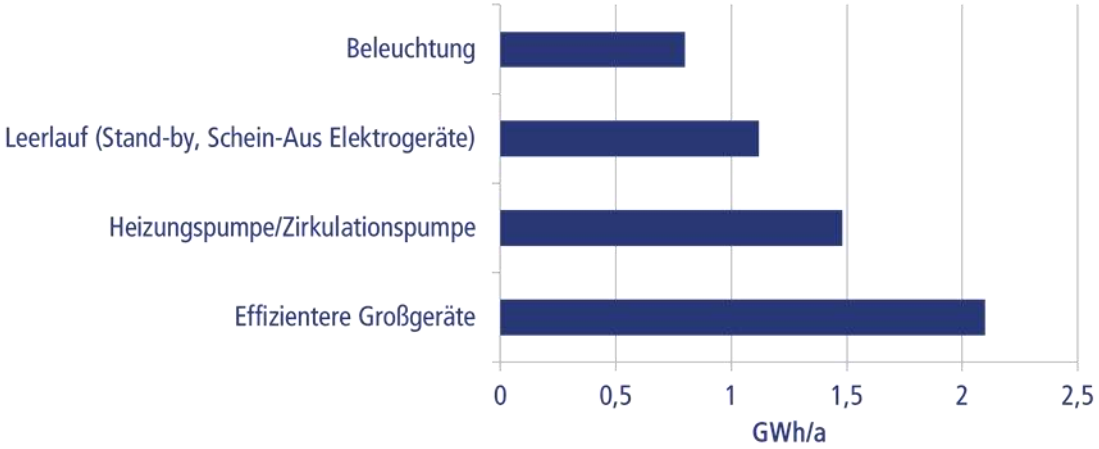


Abbildung 17: Reduktionspotenziale Strom für private Haushalte in Kirchseeon

Im Anhang werden die spezifischen Reduktionspotenziale bei der Stromnutzung für die privaten Haushalte im Einzelnen dargestellt und erläutert.

Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen inklusive kommunaler /öffentlicher Verbraucher

Der GHD-Sektor bildet aus energetischer Sicht den heterogensten Sektor mit sehr unterschiedlichen Akteuren von der Landwirtschaft, über das Kredit- und Versicherungsgewerbe bis hin zur Öffentlichen Hand und ist von zentraler Bedeutung für Kirchseeon. Im Jahr 2010 entfielen auf den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen knapp 16% des gesamten Endenergieverbrauchs in Kirchseeon.

Der gesamte Stromverbrauch im GHD-Sektor betrug im Jahr 2010 rund 15 GWh_{el}. Davon entfiel ca. 1 GWh_{el} auf den kommunalen Stromverbrauch [Bauamt Kirchseeon] und etwa 0,32 GWh_{el} auf die landwirtschaftlichen Betriebe.

Wegen unzureichender Datenlage ist der Endenergieverbrauch im GHD-Sektor in Kirchseeon schwer nach den einzelnen Anwendungsbereichen bzw. einzelnen Segmenten zu differenzieren. Demnach

[3] Witterungsbereinigte Heizenergie 2010

werden die Effizienzpotenziale auf der Grundlage der Aufteilung des Stromverbrauchs im Sektor GHD nach Anwendungssektoren in Deutschland abgeschätzt.

Der Stromverbrauch dieser Gruppen im GHD-Sektor wird in acht spezifischen Anwendungen aufgeteilt: Beleuchtung, mechanische Energie, Warmwasser, Prozesswärme, Prozesskälte, Klimakälte, IuK und Raumheizung. Beim Stromeinsatz im Jahr 2008 stellt „Beleuchtung" mit 41% den größten Verbrauchsanteil dar, gefolgt von der Anwendung „mechanischer Energie" mit 22% und „Information und Kommunikation" mit 15%.

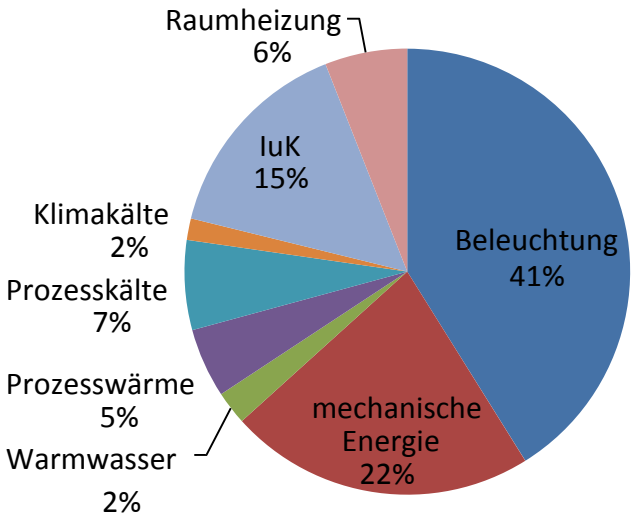


Abbildung 18: Prozentuale Aufteilung des Stromverbrauchs im GHD-Sektor nach Anwendungssektoren für das Jahr 2008 [BMWi 2011-1]

Eine Übersicht zur Stromverbrauchsentwicklung und zur Verbrauchsintensität der einzelnen Branchen im GHD-Sektor gibt Abbildung 19 mit der Angabe des Stromverbrauches wieder. Die Darstellungen umfassen den Verbrauch von 13 Branchen in Deutschland; Landwirtschaft und Gartenbau sind dabei zusammengefasst (siehe auch im Anhang).

Als größte Verbrauchergruppen erweisen sich beim Stromeinsatz „Büroähnliche Betriebe", gefolgt von „Handel", „Gastgewerbe" und „Krankenhäuser/Schulen/Bäder". Diese vier Gruppen beinhalten rund 70 % des Stromverbrauchs im GHD-Sektor in Deutschland.

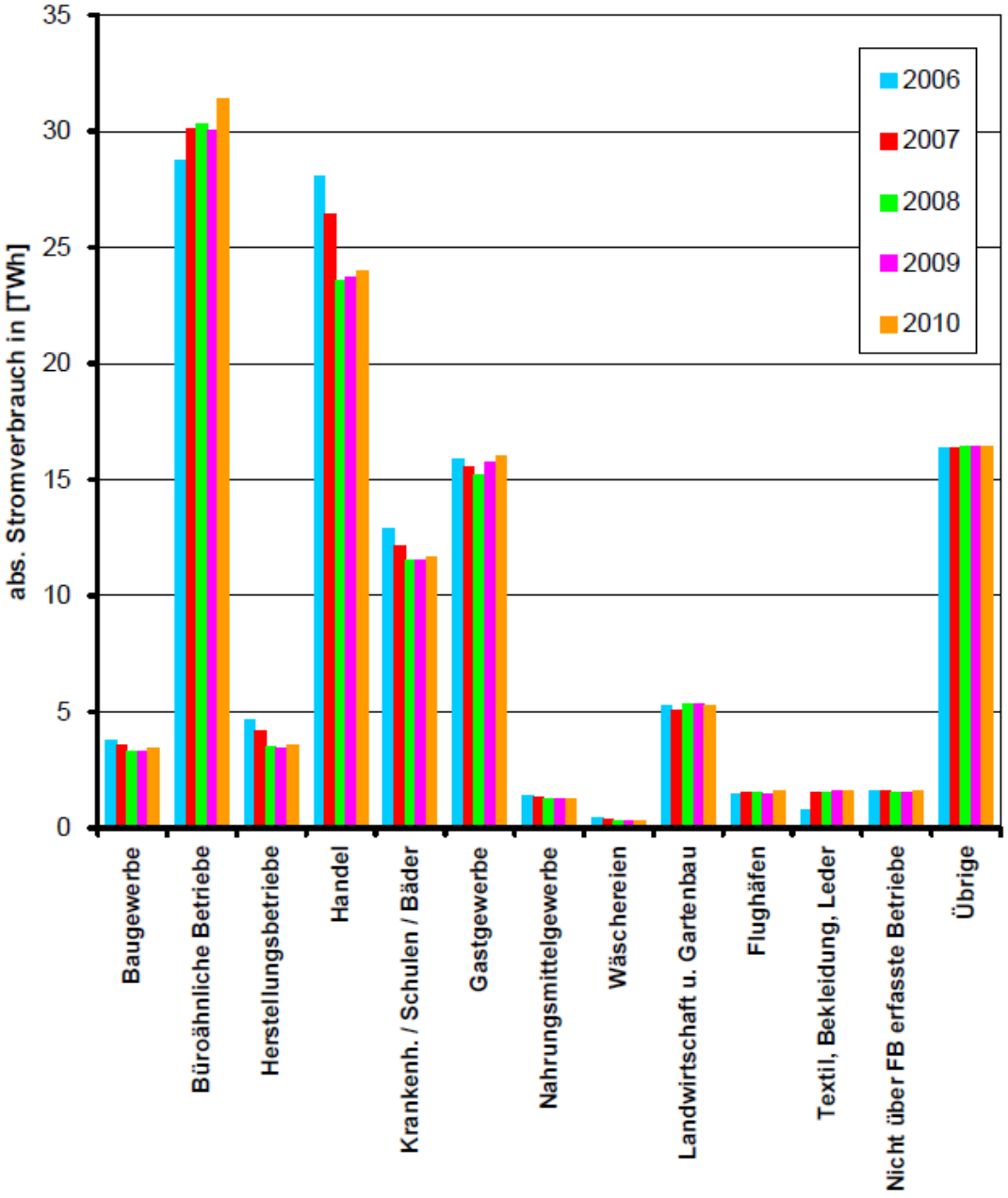


Abbildung 19: Stromverbrauch im GHD-Sektor in Deutschland 2006-2010 [BMWi 2011-1]

Grundsätzlich liegen im GHD-Sektor die größten Reduktionspotenziale bei der Optimierung von elektrischen Antrieben, Ventilatoren, Kältetechnik, Materialfluss- und Fördertechnik, Drucklufterzeugung, Information und Kommunikation (IuK) sowie Beleuchtung.

In Abbildung 20 sind die möglichen Einsparpotenziale in deutschen Unternehmen gemäß einer Untersuchung der Deutschen Energie-Agentur dargestellt.

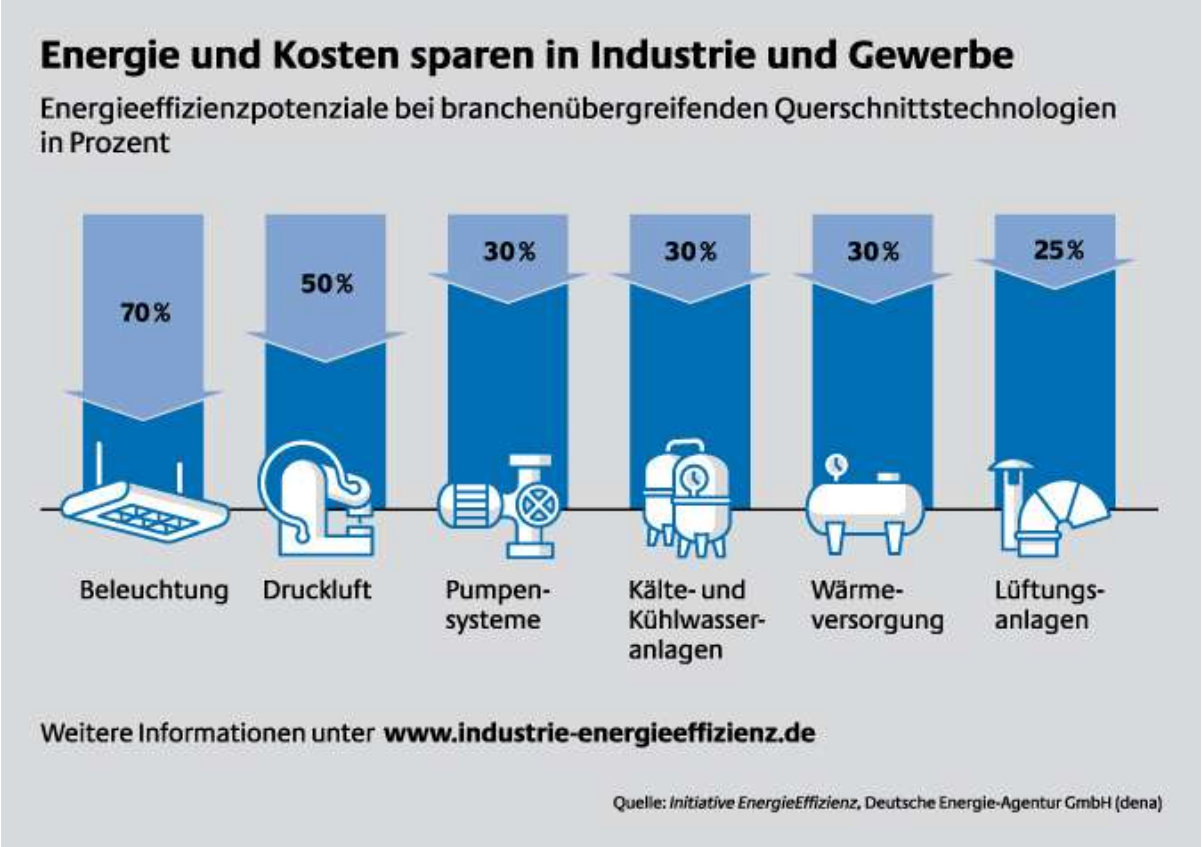


Abbildung 20: Einsparpotenziale bei branchenübergreifenden Technologien [dena 2011-1]

Zusammenfassend lässt sich festhalten:

Je nachdem, welchen Kostenfaktor der Energieverbrauch im Unternehmen darstellt, werden bereits heute mehrere Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung in Unternehmen genutzt. Dennoch werden aus einem Informationsdefizit heraus kosteneffiziente Maßnahmen oft noch nicht umgesetzt.

Die oben dargestellten Stromeinsparmaßnahmen sind in unterschiedlich hohem Maße auf mehrere Unternehmen diverser Branchen und auf die kommunalen Unternehmen übertagbar.

Viele Effizienzmaßnahmen sind mit Amortisationszeiten von weniger als zwei Jahren und hohen Kapitalrenditen von über 20% wirtschaftlich sehr attraktiv für die Unternehmen.

In Summe wird das Einsparpotenzial des GHD-Sektors inklusive kommunaler Verbraucher in Kirchseeon auf 25% des heutigen Gesamtstromverbrauchs des Sektors abgeschätzt. In absoluten Zahlen ergibt dies ein Stromeinsparungspotenzial von rund 3,7 GWh_{el}/a.

Bewertung der Stromeffizienz des kommunalen und öffentlichen Sektors

Der Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Kirchseeon im Jahr 2010 belief sich auf rund 1 GWh_{el}, davon entfielen 0,2 GWh_{el} auf die Straßenbeleuchtung und knapp 0,2 GWh_{el} auf die Wasserversorgung.

Abbildung 21 zeigt den erhobenen spezifischen Stromverbrauch der öffentlichen Gebäude in Kirchseeon je m² und Jahr. Der ermittelte Stromverbrauch untersuchter Gebäude liegt deutlich über dem deutschlandweiten Richtwert (das untere Quartilsmittel). Dies deutet auf hohe Stromeinsparmöglichkeiten in den Gebäuden der Marktgemeinde. Alle Objekte sollten geprüft werden und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. Der hohe spezifische Stromverbrauch des Rathauses verdient eine genauere Analyse in Bezug auf die Stromeinsparmöglichkeiten.

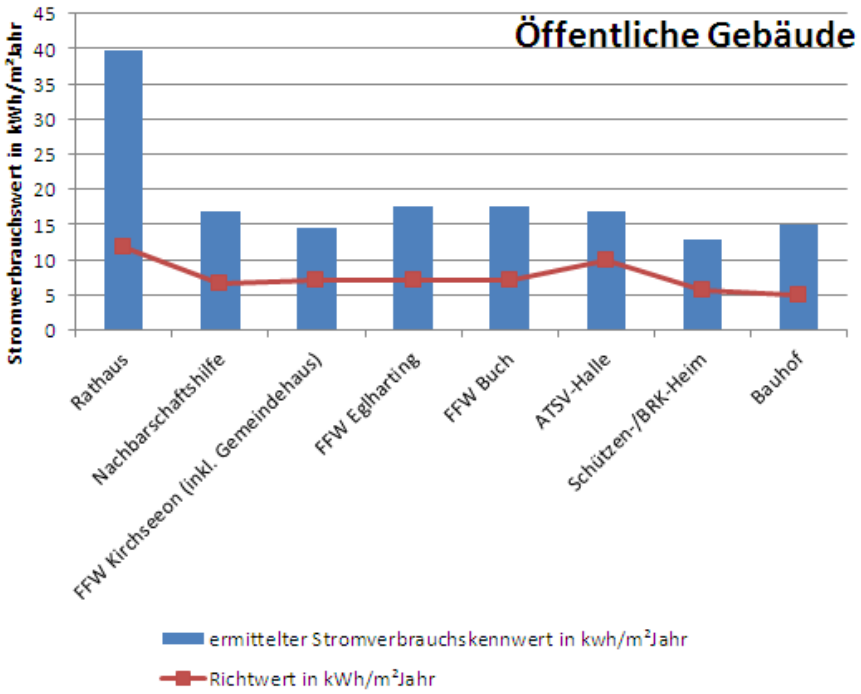


Abbildung 21: Erhobener Stromverbrauch je m² und Jahr öffentlicher Gebäude in Kirchseeon

Abbildung 22 zeigt den erhobenen spezifischen Stromverbrauch je m² und Jahr der Schulen in Kirchseeon und Eglharting, der Schulturnhalle sowie der Kindertagesstätten und der Krippe Zauberwald. Auch hier zeigt sich wieder eine Streuung der Einzelwerte um den Vergleichswert/Richtwert wobei dieser jedoch meist relativ gut mit dem überregional erhobenen Richtwert übereinstimmt. Mit Ausnahme der Schule Kirchseeon in der Münchnerstr. 19, die einen extrem hohen Stromverbrauch aufweist (etwa um den Faktor 10 höher als durchschnittlich für Deutschland). Dies erfordert eine nähere Untersuchung, um die Ursachen zu erfassen und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen einzuleiten.

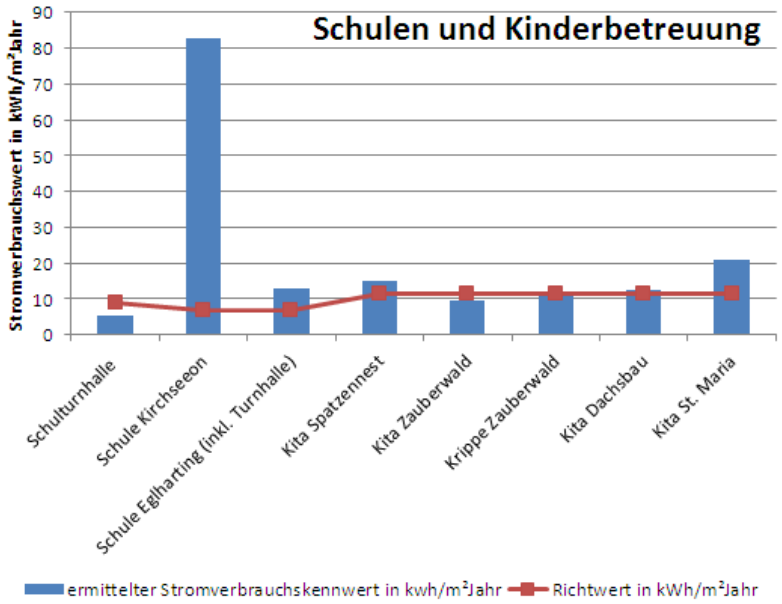


Abbildung 22: Erhobener Stromverbrauch je m² und Jahr – Schulen und Kindertagesstätten in Kirchseeon

Die Analyse zeigt, dass ein großes Potenzial zur Reduktion des Stromverbrauches im kommunalen Gebäudebestand der Marktgemeinde vorhanden ist. Der ermittelte Stromverbrauchskennwert der meisten untersuchten Gebäude liegt deutlich über dem überregional ermittelten Vergleichswert. Daher sollten die Ursachen hierfür durch eine detaillierte Analyse des Stromverbrauchs ermittelt werden. Die Optimierung der Gebäude hinsichtlich des Stromverbrauchs kann erhebliche Energie- und Kosteneinsparungen bewirken. Um aussagekräftige Werte zu erhalten, ist eine monatliche Erfassung über mehrere Jahre sinnvoll.

Unter der Annahme, dass der Stromverbrauch aller kommunalen Gebäude durch Sanierungs- und Einsparmaßnahmen auf den überregional ermittelten Richtwert reduziert werden kann, ergibt sich im kommunalen Gebäudebereich eine Stromverbrauchsreduktion um 60% bzw. um 390 MWh_{el}/a.

Straßenbeleuchtung in Kirchseeon

Eine detaillierte Ist-Analyse der vorhandenen Beleuchtungsanlagen der Kommune ist die Grundlage für die Planung und Durchführung von effizienzsteigernden Maßnahmen. Rund 20% des kommunalen Stromverbrauchs in Kirchseeon (212.797 kWh/a) entfielen im Jahr 2010 auf die Straßenbeleuchtung. Es werden vor allem die Natriumdampf-Hochdrucklampen (453 Brennstellen mit insgesamt 532 Lampen) und Leuchtstofflampen in U-Form (252 Brennstellen mit insgesamt 252 Lampen) eingesetzt. Darüber hinaus werden 33 Brennstellen mit Leuchtstofflampen in Stabform und 13 mit Kompakt-Leuchtstofflampen betrieben. Die Beleuchtungsdauer entspricht 4.050 Stunden je Brennstelle im Jahr, was deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 3.024 Stunden liegt (bei einer Spanne zwischen 2.168 und 4.400 Stunden). Vier gemeindeeigene Leuchten brennen im Dauerbetrieb.

Durch eine bedarfsabhängige Regelung kann der Stromverbrauch für die Straßenbeleuchtung mit nur geringen Ausgaben für Sensoren, Steuerung und Kontrollgeräte um 30% und mehr gesenkt werden. Insbesondere die frühe Umstellung auf Halbnachtschaltung[4] bis zum Tagesanbruch kann für eine deutliche Einsparung sorgen. Die Dimmung des Lichtes ohne Spannungsabsenkung kann den Stromverbrauch im Einzelfall um bis zu 67% reduzieren (sog. Dimmlight-Steuergung). Durch moderne energiesparende Leuchten kann eine ähnliche Verbrauchsreduktion erreicht werden. LED-Technologie in der Straßenbeleuchtung ermöglicht eine höhere Lichtqualität in Verbindung mit einem reduziertem Energieverbrauch. Die deutlich längere Lebensdauer führt zu einer Kostenreduktion durch Verlängerung der Austauschintervalle, die die höheren Anschaffungskosten in der Regel deutlich übersteigt. Für die Potenzialermittlung wird mit einer möglichen Verbrauchsreduktion um 50% gerechnet.

Weitere Details zur der hier verwendeten Methodik und den Berechnungsgrundlagen werden im Anhang am Beispiel der Stromeffizienz kommunaler Gebäude erläutert. Insgesamt werden Einsparungen beim Stromverbrauch von mindestens 40% bzw. 0,4 GWh_{el}/a erwartet. Hierbei blieb der Stromverbrauch der Schule Kirchseeon unberücksichtigt, da dieser um mehr als den Faktor 8 über dem Vergleichswert liegt. Es wird vermutet, dass hier ein Übermittlungsfehler vorlegt, der jedoch trotz längerer Diskussion nicht eindeutig geklärt werden konnte.

Wasserver- und Entsorgung in Kirchseeon

Der kommunale Stromverbrauch zur Wasserver- und Entsorgung liegt ebenfalls bei etwa 175 MWh. Eine detaillierte Analyse wurde im Rahmen dieser Studie nicht durchgeführt. Typischerweise lässt sich der Stromverbrauch von Pumpen deutlich reduzieren, wenn ältere Pumpen durch drehzahlgeregelte moderne Pumpen ersetzt werden und damit der Zielwert exakt angesteuert werden kann. Dies reduziert auch Anfahrstromverluste. Typischerweise kann hier mit einer Verbrauchsreduktion von 30% und mehr gerechnet werden.

3.1.3 Verkehr

Eine zentrale Herausforderung für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende, der Reduktion der Treibhausgase und der Substitution von fossilen Energieträgern stellt die Entwicklung des Verkehrssektor und hierbei insbesondere des motorisierten Individualverkehrs dar. Heute wird der größte Anteil der verkehrsbedingten CO_2-Emissionen mit 15.300 Tonnen CO_2 pro Jahr durch Pkws erzeugt. Lastwagen tragen mit 8.900 Tonnen CO_2 pro Jahr bei.

Neben der Fahrzeugklasse (z.B. Geländewage, Mittelklasse- oder Kleinwagen) und des spezifischen Energieverbrauchs, der Antriebstechnik (z.B. konventionelle Benzin- und Dieselmotoren, Hybridantrieb, Erdgasantrieb, Elektro- oder Brennstoffzellenfahrzeuge) stellt vor allem die Entwicklung der jährlichen Fahrleistung (sogenannte „Personen-Kilometer –Pkm" bzw. „Fahrzeug-

[4] Oft sind in einer Leuchte zwei Leuchtmittel vorhanden, die unabhängig voneinander eingeschaltet werden können. In modernen Anlagen sind auch Steuergeräte, die die Spannung und damit die Helligkeit regeln in den Leuchten integriert. Eine partielle Abschaltung der Lampen (auf die Hälfte) für einen Teil der Nacht wird Halbnachtschaltung genannt.

Kilometer – Kkm") eine entscheidende Größe dar. Durch zukünftige Verkehrsvermeidung und –verlagerung können und müssen die Fahrleistung der Pkws reduziert werden, z.B. durch Vermeidung von nicht notwendigen Pkw-Fahrten, kürzeren Fahrstrecken, Nutzung des ÖPNV, des Rads oder durch zu Fuß gehen. Bespiele für eine mögliche Reduzierung der Pkw-Fahrleistungen können steigende Energiepreise, demografische Entwicklungen, Stärkung der lokalen Infrastruktur und des Angebots sein (Einkaufen, arbeiten und Sport-und Freizeit in der nahen Region, usw.), Umstieg auf den Umweltverbund (ÖPNV, Rad, zu Fuß), der Rückbau von Straßen und Parkplätzen für den Pkw-Verkehr bzw. weitere politische oder technische Fahrbeschränkungen sein. Die folgende Darstellung zeigt die heutige Zusammensetzung des Verkehrsaufkommens, des sogenannten Modal Splits in verschiedenen Regionen. Abbildung 23 zeigt den Modal Split im Raum München und Umland. Der Anteil des motorisierten Individualverkehrs (MIV) liegt im Umland Münchens bei fast 60%, der Anteil des ÖPNVs bei ~10%, des Rads bei >10% und der zu Fuß zu rückgelegten Kurzstrecken bei >20%. Im Vergleich zeigen die Beispiele aus anderen Städten und Regionen, dass hoher Anteil des Umweltverbundes (ÖPNV, Rad, zu Fuß) und insbesondere des Radverkehrs bereits heute den Pkw-Verkehr erfolgreich und effektiv verdrängen kann. Ein bekanntes Beispiel ist hierfür die „Fahrradstadt" Münster, in der mit ~38% der Anteil der Fahrradwege größer ist als der Anteil der Pkw-Fahrten (36%).

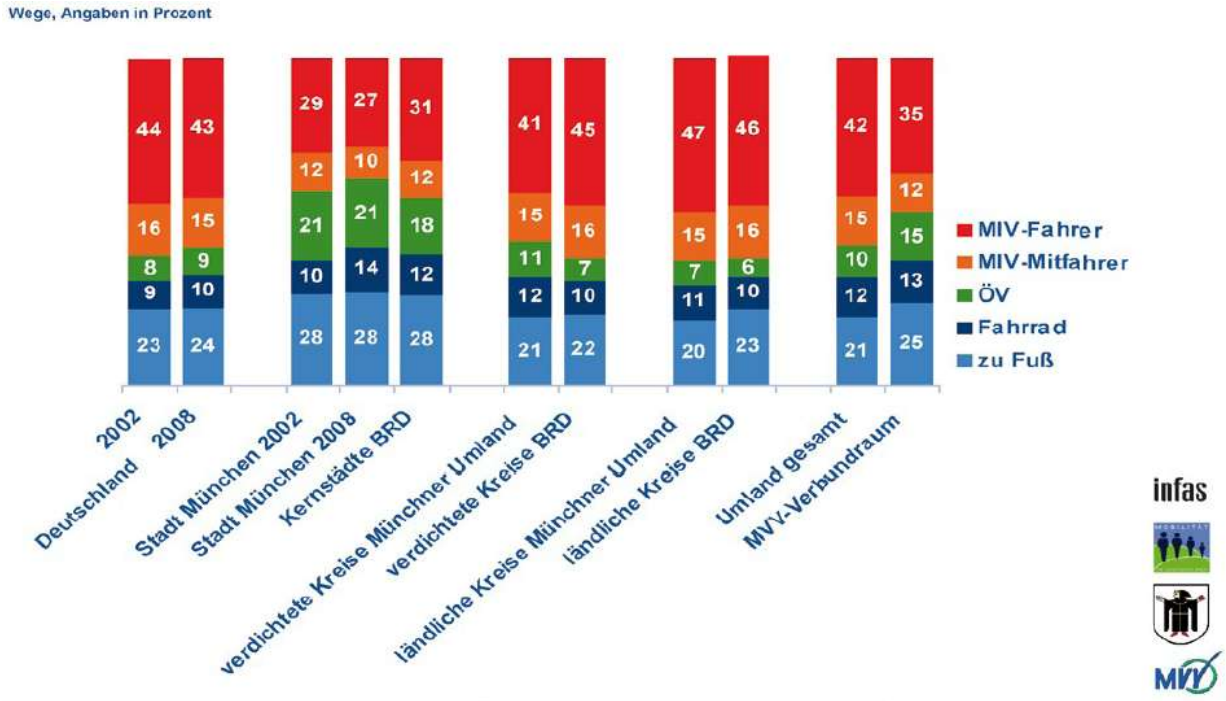


Abbildung 23: Modal Split in München und Umland [Zorn 2011]; Der Modal Split gibt immer den Anteil der entsprechenden Gruppe an der Gesamtzahl der Wege, nicht der Fahrkilometer oder des Energieverbrauchs.

Entwicklung des Pkw-Verkehrs

Auf Basis der Pkw-Zulassungen, der durchschnittlichen Fahrleistungen, des spezifischen Energieverbrauchs der Fahrzeuge und der Bevölkerungsentwicklung wurden die CO_2-Emissionen des Verkehrssektors für das Jahr 2010 und 2030 abgeschätzt.

Abbildung 24 zeigt die für die Berechnungen verwendete Pkw-Zusammensetzung im Jahr 2010 und für das Jahr 2030 (Quelle: Studie [McKinsey, 2010]). Bis zum Jahr 2030 wird insgesamt ein Rückgang der Pkws mit Benzin- und Dieselantrieb angenommen. Gleichzeitig kann bis 2030 der Anteil von Erdgas-, Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeugen weiter zunehmen. Es wird angenommen, dass sich der spezifische Energieverbrauch in den nächsten Jahren, wie in dem letzten Jahrzehnt, weiter reduzieren wird, d.h. benzin- und dieselbetriebene Pkws werden im Durchschnitt um 0,7% pro Jahr effizienter und benötigen damit je gefahrenen km jedes Jahr etwas weniger Energie. Diese Entwicklungen, Veränderung der Pkw-Struktur und Steigerung der Effizienz, werden für alle Szenarien zu Grunde gelegt.

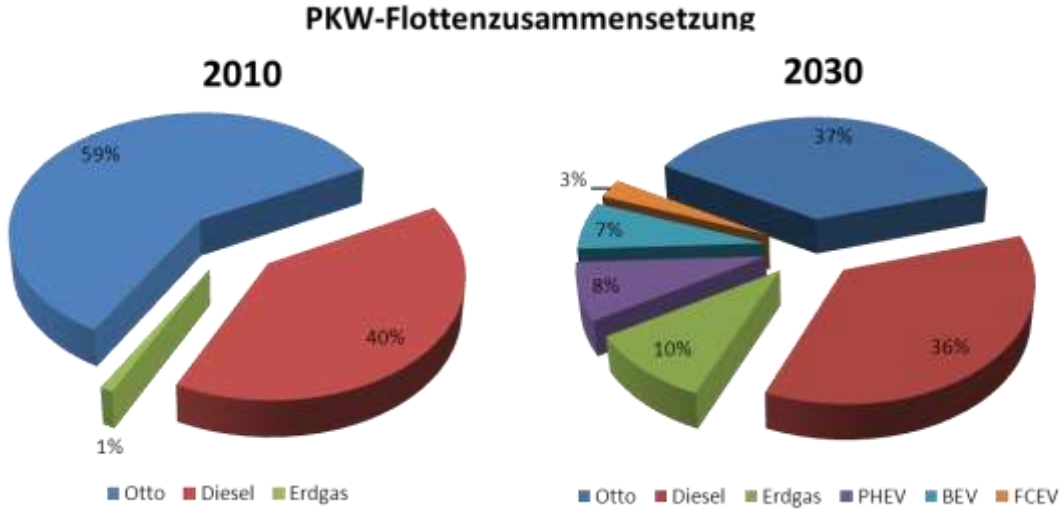


Abbildung 24: Zusammensetzung des Pkw-Verkehrs 2010 und 2030

Szenarien für die Entwicklung der CO_2-Emissionen bis 2030

Innerhalb des Trendszenarios 2030 und des Klimaschutzszenarios 2030 wird die Entwicklung der CO_2-Emissionen betrachtet. Abbildung 25 zeigt die in den Szenarien zu Grunde gelegten jährlichen Fahrleistungen in Millionen Kilometern. Umgerechnet entspricht das etwa 7.100 km PKW-Fahrleistung pro Jahr und Einwohner. Für das Trendszenario wird eine steigende Fahrleistung (+0,9% pro Jahr) entsprechend der Verkehrsprognose 2025 für Bayern pro Einwohner angenommen [ITP 2010]. In Kombination mit dem prognostizierten Bevölkerungszuwachs von 0,2 % pro Jahr ergibt sich im Trendszenario ein Nettoanstieg der gesamten Fahrleistung gegenüber 2010 von etwa 17 Mio. PKW-Kilometern. Für das Klimaschutzszenario wird eine durchschnittliche Minderung der Fahrleistung von jährlich -4% (entspricht ca. 55% bis 2030) je Einwohner angenommen. Das bedeutet, dass gut die Hälfte der gefahrenen PKW-Kilometer durch

Verkehrsvermeidung und Verlagerung (z.B. Stärkung ÖPNV, Fahrgemeinschaften, etc.) eingespart werden müssen.

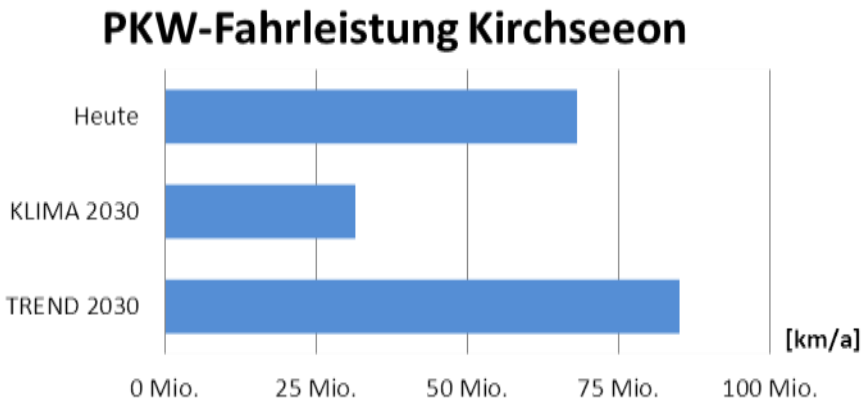


Abbildung 25: Fahrleistung aller in Kirchseeon zugelassenen Pkw

Unter Berücksichtigung des spezifischen Verbrauchs bzw. Energieaufwand je km werden in Abbildung 26 die resultierenden CO_2-Emissionen des Pkw und Lkw-Verkehrs ausgewiesen. Während im Trendszenario 2030 die CO_2-Emissionen um 13% gegenüber 2010 zurückgehen können, werden in den beiden Klimaschutzszenarien bis 2030 Einsparungen von ~50% erzielt. Eine mögliche Vermeidung bzw. Verlagerung des Lkw-Verkehrs wurde im Rahmen dieser Studie nicht berücksichtigt. Die Effizienzsteigerung der Lkw-Flotte wurde ebenfalls mit 0,7% pro Jahr angenommen.

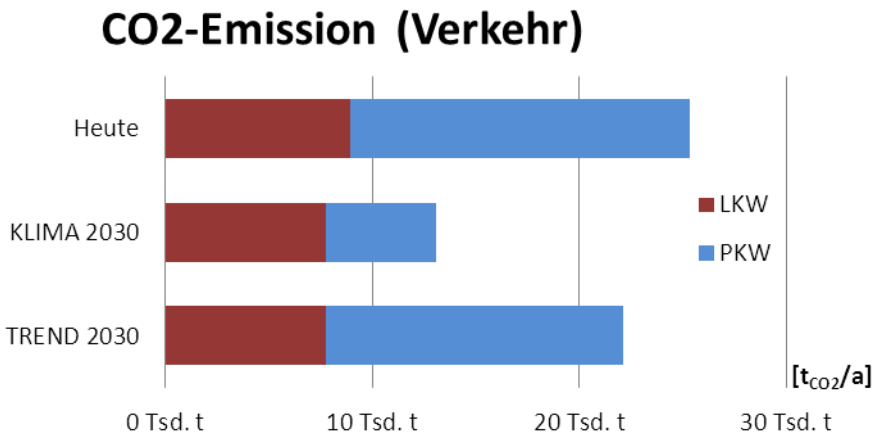


Abbildung 26: CO_2-Emissionen des Verkehrs in Unterhaching 2010 und 2030

Im Resümee bedeutet dies folgende notwendige Veränderung zur Zielerreichung des Klimaschutzszenarios bis 2030:

- Reduktion der Pkw-Fahrleistung von 14.300 km/a heute auf 7.100 km/a im Jahr 2030,

- Reduktion des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs von 7,9 l/100km (Benzin) bzw. 6,8 l/100km (Diesel) auf 6,9 l/100km (Benzin) bzw. 5,9 l/100km (Diesel) bis zum Jahr 2030;
- Veränderung der Fahrzeugstruktur von 59% Ottomotor, 40% Dieselmotor und 1% Erdgasfahrzeuge heute auf 37% Ottomotor, 36% Dieselmotor, 10% Erdgasanteil, 8% Plug-in Hybridfahrzeuge, 6,5% Biokraftstoffanteil und 2,6% Brennstoffzellenfahrzeuge mit Wasserstoffspeicherung;
- Reduktion der durchschnittlichen Fahrleistung jedes Einwohners von 7.100 km/a heute auf 3140 km/a im Jahr 2030. Bei heutiger Fahrzeugdichte von 497 Pkw/1000EW entspräche dies bei gleichbleibender Fahrzeugdichte einer Reduktion der Fahrleistung von 14.300 km/a heute auf 6.300 km/a pro Pkw im Jahr 2030;
- Reduktion des durchschnittlichen Dieselverbrauchs der Lkw von 35/100km heute auf 30 l/100km im Jahr 2030.

An dieser Stelle soll nur die Dimension der Aufgabe dargestellt werden. Zur Erreichung der CO_2-Emission wird es vermutlich nicht ausreichen, die Fahrzeuge dem Stand der Technik entsprechend zu modernisieren, sondern zusätzlich wird eine Veränderung des Mobilitätsverhaltens notwendig werden.

3.2 Potenziale erneuerbare Energien

Abbildung 27 fasst die ermittelten technischen Potenziale zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien zusammen. Zur Veranschaulichung werden die dargestellten Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung auch dem heutigen Wärme- bzw. Stromverbrauch der Marktgemeinde Kirchseeon gegenüber gestellt. Die ausgewiesenen Potenziale für die Dachflächen werden einmal vollständig zur Stromerzeugung sowie zur alleinigen Wärmebereitstellung dargestellt und können deshalb nicht addiert werden. Für die Stromerzeugung aus Biomasse wurden KWK-Anlagen zur effizienten Strom- und Wärmerzeugung zu Grunde gelegt. Weitere Potenziale zur Nutzung der Umgebungswärme bzw. Erdwärme mittels Oberflächengeothermie wie auch Einspar- und Effizienzpotenziale werden im Rahmen von Szenarien berücksichtigt und dargestellt. Potenziale zur Nutzung der Tiefengeothermie wurden auf Grund der geologisch ungünstigen Voraussetzungen nicht weiter untersucht.

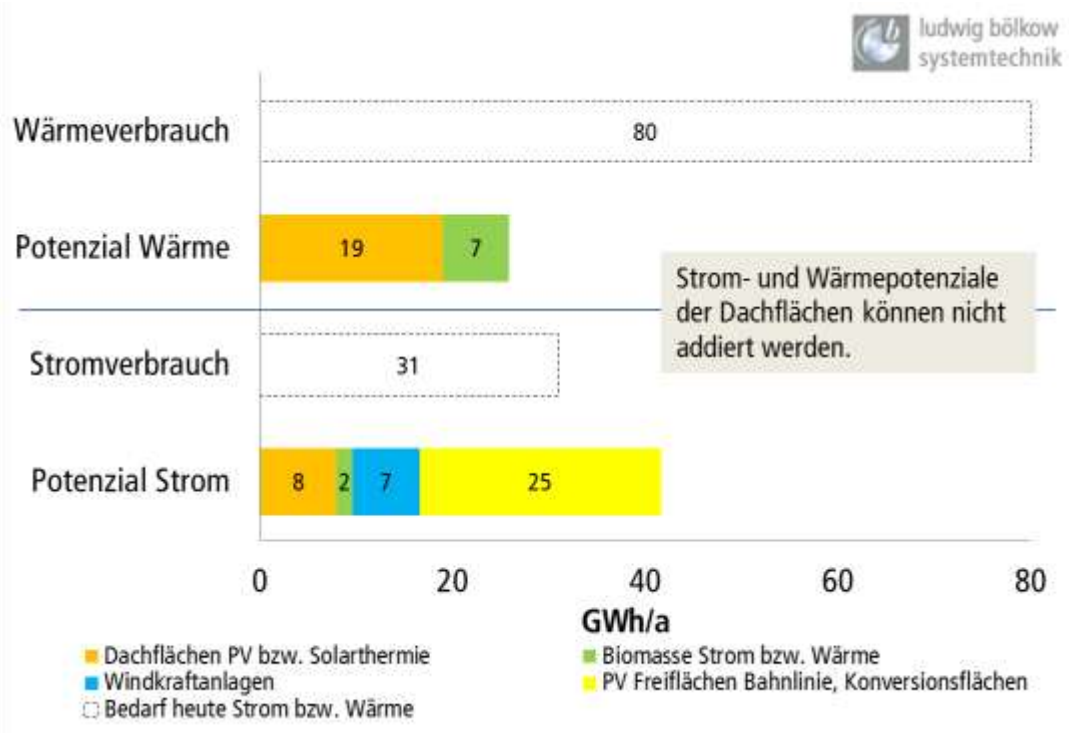


Abbildung 27: Ausgewiesene technische Potenziale erneuerbarer Energien in Kirchseeon

Die größten Potenziale bestehen in Kirchseeon zur Nutzung der Solarenergie. Bei der Stromerzeugung aus PV-Anlagen könnten aus technischer Sicht auf Dachflächen bis zu 8 GWh_{el}/a und auf möglichen Freiflächen entlang der Bahnlinie sowie auf Konversionsflächen bis zu 25 GWh_{el}/a Strom erzeugt werden. Alternativ könnten die Dachflächen zuer Erzeugung von bis zu 19 GWh_{th}/a Wärme über solarthermische Anlagen genutzt werden.

Zwei Windkraftanlagen, in einer Leistungsklasse von je 2 MW_{el}, könnten im Gemeindegebiet ca. 7 GWh_{el}/a erzeugen.

Die noch nutzbaren Biomassepotenziale im Gemeindegebiet werden auf maximal weitere 10 GWh_{th}/a geschätzt, wobei die aktuelle Nutzung der heutigen Biomasse nur grob abgeschätzt werden konnte (eine exakte Bilanzierung des Biomasseexportes z.B. zur benachbarten Biogasanlage in Taglaching konnte nicht durchgeführt werden, obwohl dieser einigen GWh/a an Strom und Wärme entsprechen dürfte). Die daraus mögliche Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse werden anhand ausgewählter Beispiele in Tabelle 6 dargestellt.

Biomasse	Technisches Potenzial GWh_{th}/a	Strom-erzeugung GWh_{el}/a	Auskoppel-bare Wärme GWh_{th}/a	Anlage, Beispiel	Investitions-kosten
Biogas aus Tierexkrementen (Gülle)	1,4	0,35	0,7	Biogas-Container 10-20 kW Klasse; Wirkungsgrad: 25%$_{el}$, 50% $_{th}$	Je Anlage 150 bis 200.000 € [Portaferm 2012]
Holz	1	--	0,85	400 bis 800 kWth, Hackschnitzelheizung 1.000-2.000 h/a	200.000 bis 400.000 €
Kurzumtrieb-plantage	5,3	0,8	3,7	KWK Spilling Dampfmotor, 200 kWel, 4000 h/a	500 bis 700.000 € [EA NRW 2011]
Strohaufkommen Ackerland	2,1	0,4	1,5	KWK Spilling Dampfmotor, 100 kWel, 4000 h/a	250 bis 350.000 € [EA NRW 2011]
Gesamt	***9,8***	***1,6***	***6,8***		

Tabelle 6: Biomassepotenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung an Hand von ausgewählten Beispielen.

3.2.1 Solarenergie

Insgesamt werden die technischen Potenziale zur Energiegewinnung aus Sonnenenergie auf Dachflächen in Kirchseeon bei PV-Anlagen ca. 8 GWh (Strom) pro Jahr und bei solarthermischen Anlagen auf ca. 19 GWh (Wärme) pro Jahr geschätzt. Da sich die Potenzialabschätzungen jeweils auf die gesamten nutzbaren Dachflächen beziehen, können diese Ergebnisse nicht kumuliert werden.

Des Weiteren wurde ein Potenzial möglicher Freiflächenanlagen (Konversionsflächen und entlang der Bahntrasse) von bis zu 25 GWh/a pro Jahr ermittelt. Durch die Umrüstung bestehender Lärmschutzbauten entlang der Bahnlinie können ca. 0,075 GWh/a Strom gewonnen werden.

Da Bundesstraßen von der EEG-Vergütung ausgeschlossen sind, wurde eine weitere Potenzialanalyse entlang der B304 nicht weiter verfolgt.

Methode der Potenzialermittlung und Annahmen

Energieatlas Bayern

Die technischen Solarpotenziale wurden gemäß des bayerischen „Leitfaden Energienutzung" des Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG), des Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT) und der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (OBB), ermittelt [StMUG 2011]. Darin wird eine detaillierte Auswertung via Luftbild für die größten Gebäude sowie eine überschlägige Auswertung für eine große Anzahl kleinerer Gebäude empfohlen.

Solare Jahrestrahlung in Kirchseeon

Die Marktgemeinde Kirchseeon liegt in der Strahlungszone V (1.150 bis 1.195 kWh/m²/a) [StMUG 2011]. Für die weiteren Berechnungen der Solarpotenziale wurde eine mittlere Jahresstrahlung von 1.170 kWh/m²/a angenommen.

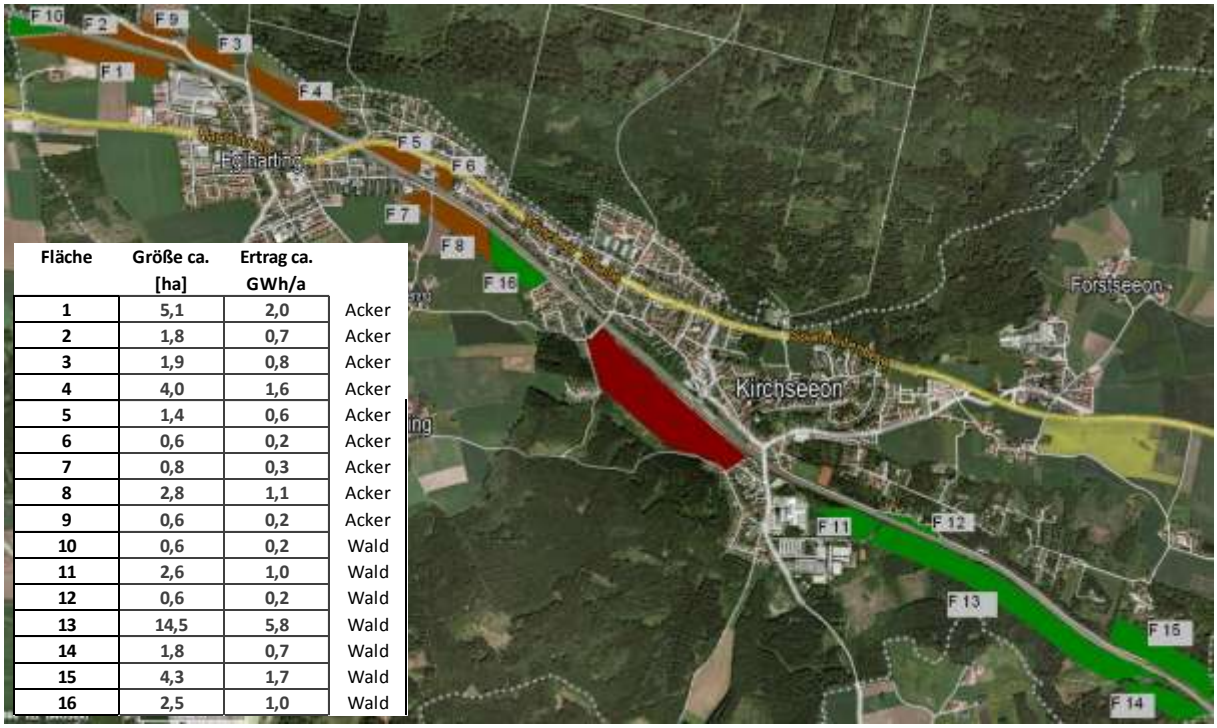
Zugrunde gelegte Flächen

In Rahmen dieser Studie wurden Gebäudedachflächen, Konversionsflächen, Lärmschutzwände und Flächen entlang der Bahntrasse analysiert. Diese stellen die größten Potenziale dar. Zur Ermittlung der solaren Jahreserträge wurden die größten Dachflächen in Kirchseeon, vor allem Gewerbegebiete sowie kommunale und öffentliche Gebäude, mittels Luftbildauswertung analysiert.

Ermittlung des theoretischen Ertrags

Für die Bestimmung des theoretischen Ertrags wurde die Art des Daches (Flachdach, Schrägdach), soweit möglich die Neigung (z.B. 30 oder 40° Dachneigung), die Himmelsausrichtung, deutlich erkennbare Einschränkungen durch die Statik, mögliche Denkmalschutzeinschränkungen, deutliche Verschattungsverluste (z.B. durch benachbarte Gebäude oder Bäume) weitestgehend berücksichtigt. Der zu Grunde gelegt Umwandlungswirkungsgrad der PV-Anlagen zur Stromerzeugung beträgt 10%. Für solarthermische Anlagen wurde ein typischer Jahresertrag von 350 bis 450 kWh/m²/a angenommen.

Abbildung 28 zeigt die technisch möglichen Flächenpotenziale entlang der Bahntrasse (F1 bis F16) sowie die Konversionsfläche des ehemaligen Bahnschwellenwerks am Bahnhof Kirchseeon. Freiflächenanlagen die auf einem 110 m breiten Band entlang von Schienenwegen (vgl. EEG §32 (1)) errichtet werden, fallen unter die EEG-Vergütung. Durch die Auswertung von Luftbildaufnahmen konnten unbebaute Flächen mit einer Größe von insgesamt ca. 46 ha ermittelt werden. Dazu kommt noch eine Konversionsfläche (ehemaliges Bahnschwellenwerk) mit 17 ha die ebenfalls für eine PV-Freiflächenanlage in Frage kommt. Eine Potenzialabschätzung mit einem spezifischen Ertrag von 0,4 GWh/(a*ha) ergibt ein Freiflächenpotenzial von ca. 25 GWh/a.



Fläche	Größe ca. [ha]	Ertrag ca. GWh/a	
1	5,1	2,0	Acker
2	1,8	0,7	Acker
3	1,9	0,8	Acker
4	4,0	1,6	Acker
5	1,4	0,6	Acker
6	0,6	0,2	Acker
7	0,8	0,3	Acker
8	2,8	1,1	Acker
9	0,6	0,2	Acker
10	0,6	0,2	Wald
11	2,6	1,0	Wald
12	0,6	0,2	Wald
13	14,5	5,8	Wald
14	1,8	0,7	Wald
15	4,3	1,7	Wald
16	2,5	1,0	Wald

Abbildung 28: Freiflächenpotenziale entlang der Bahntrasse (BayernAtlas)

Luftbildauswertungen haben Lärmschutzwände (vgl. EEG §33) entlang der Bahntrasse mit einer Gesamtlänge von ca. 3,9 km ergeben. Aufgrund von Verschattungen wird die nutzbare Länge mit 2,3 km (60%) abgeschätzt. Wird der oberste Meter der vertikalen Lärmschutzwand mit Dünnschichtmodulen (0,05 kWp/m, 650 kWh/kWp, Verlauf Nord-West nach Süd-Ost) bestückt, beläuft sich das Potenzial auf etwa 75 MWh_{el}/a.

Dachflächenpotenziale in der Marktgemeinde Kirchseeon

Abbildung 29 zeigt die nutzbaren kumulierten Dachflächenpotenziale der kommunalen / öffentlichen Gebäude und Gewerbegebiete. Die Gebäude sind nach nutzbarer Dachfläche absteigend sortiert. **Bereits mit den Dachflächen von wenigen Gebäuden kann ein großer Anteil der ermittelten nutzbaren Dachflächen erschlossen werden.** Es ist deshalb sinnvoll Gebäude mit großen nutzbaren Dachflächen, beispielsweise Flachdächer, die zudem einen hohen Stromverbrauch durch beispielsweise Kühlleistungen im Sommer haben, primär zu betrachten.

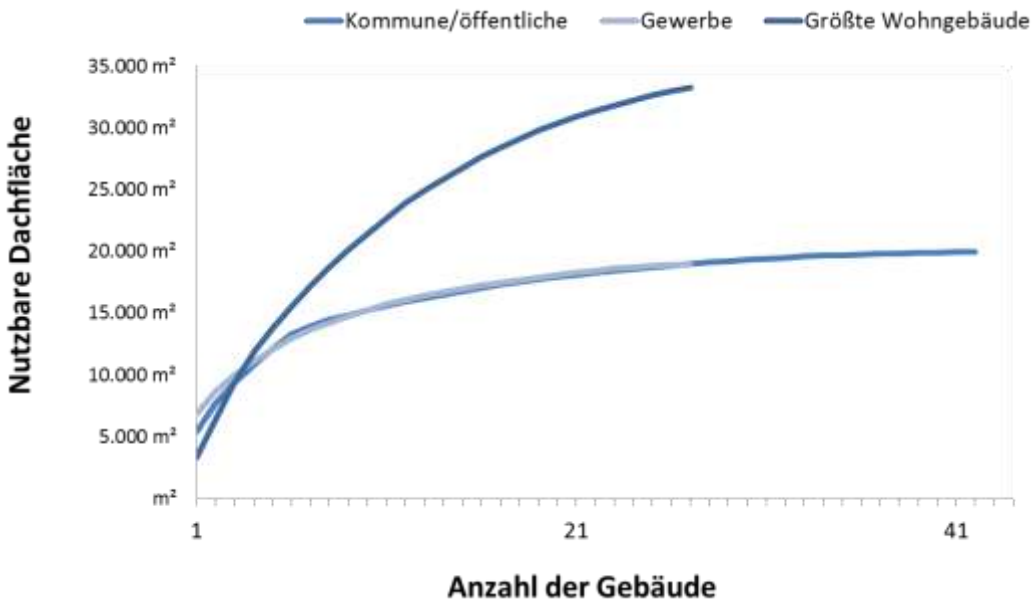


Abbildung 29: Analyse der größten Dachflächen in der Marktgemeinde: Gewerbegebiete, kommunale/öffentliche Gebäude und größte Wohngebäude, absteigend nach Größe sortiert

Betrachtet man alle Kirchseeoner Gebäude, so ergibt sich insgesamt jedoch das größte Potenzial für die Dachflächen auf den zahlreichen Wohngebäuden (46%). Abbildung 30 fasst die Auswertung der technischen Potenziale für Wohngebäude, Gewerbegebiete und kommunale/öffentliche Gebäude zusammen.

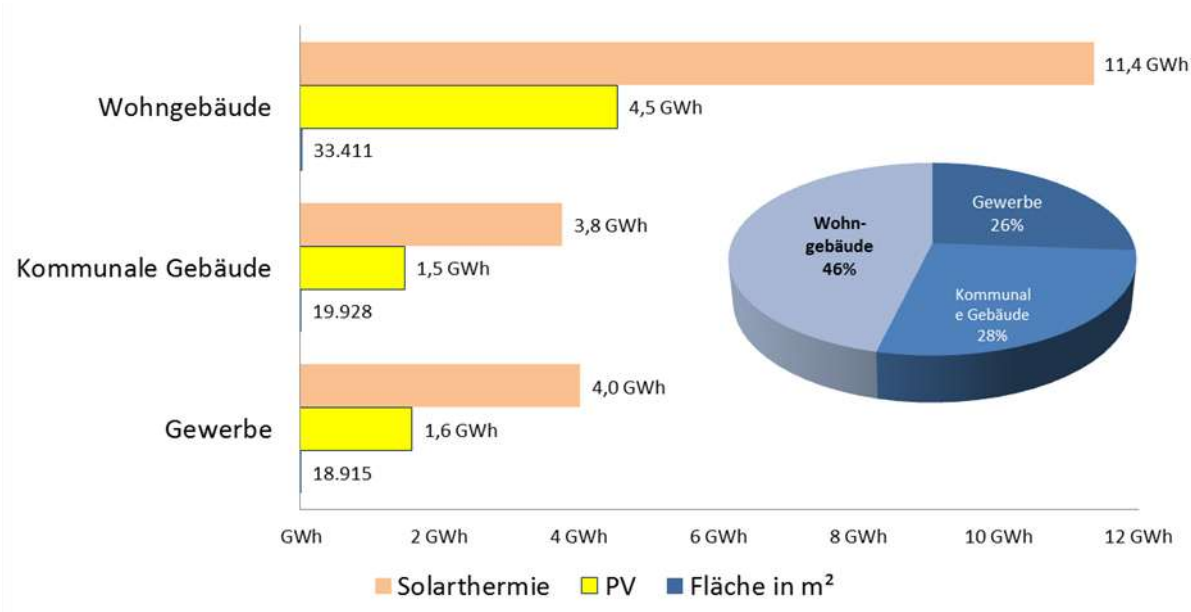


Abbildung 30: Nutzbare Dachflächen und Erträge aus PV-Anlagen zur Stromerzeugung sowie aus solarthermischen Anlagen zur Wärmeerzeugung

Insgesamt werden in Kirchseeon die technischen Potenziale zur Stromerzeugung aus PV-Dachflächenanlagen auf mindestens 7,7 GWh pro Jahr bzw. aus solarthermischen Dachanlagen auf ca. 19 GWh pro Jahr abgeschätzt.

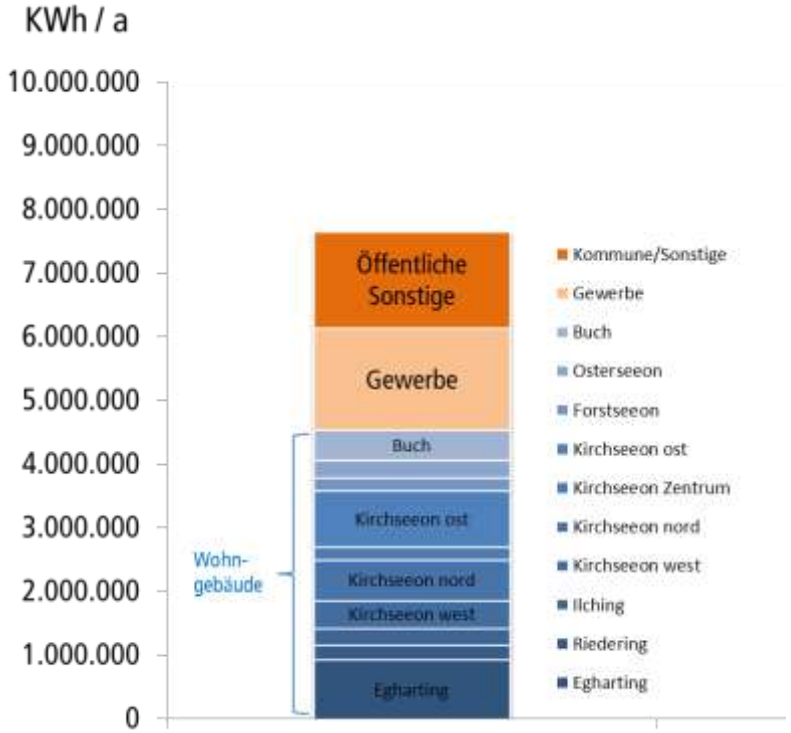


Abbildung 31: Technische PV-Potenziale zur Stromerzeugung auf Dachflächen in Kirchseeon

Im Jahr 2011 waren nach Angaben des EEG-Anlagenregisters bereits ca. 100 PV-Anlagen (2010 = 75 Anlagen) mit einer gesamten Nennleistung von 1 MWp gemeldet. Die durchschnittlich eingespeiste Energie durch PV-Anlagen betrug mehr als 1 GWh_{el} (2010 = 0,7 GWh_{el}).

3.2.2 Biomasse

Insgesamt werden die nutzbaren Potenziale zur Biomassenutzung auf fast 10 GWh_{th}/a geschätzt, wobei die bereits tatsächliche Nutzung nur unzureichend erfasst und somit berücksichtigt werden konnte. Die nutzbare Stromerzeugung wird auf 1 bis 2 GWh_{el}/a und die auskoppelbare Wärme auf 6-7 GWh_{el}/a geschätzt.

Im Folgenden werden die Methodik und das Vorgehen zur Potenzialbestimmung näher erläutert.

Waldenergieholz

Die Nutzung, insbesondere von Holz, hat im Landkreis große Tradition. Während der letzten Jahre ist der Anteil der Holzheizungen aufgrund der hohen Energiepreise von Heizöl und Erdgas deutlich angestiegen. Allerdings gibt es keine konsistenten Statistiken, daher beruhen alle absoluten Zahlenangaben auf mehr oder minder guten Schätzungen. Die Abschätzung geht einmal über den

Holzeinschlag und den Anteil der Brennholznutzung. Diese Angaben liegen bereits sehr nahe an den ebenfalls abgeschätzten Grenzwerten für eine nachhaltige Waldnutzung. Es darf nicht alles Holz entnommen werden, sondern es muss Material für eine ausreichende Humusbildung zurückgelassen werden. Die Angaben zur Altholznutzung und zur Nutzung von industriellem Restholz basieren auf groben Schätzungen.

Da feste Biomasse (Hackschnitzel, Scheitholz, Pellet) eine hohe Energiedichte aufweist und gut lagerbar ist, kommt ihr eine große Bedeutung zu, um fluktuierende Stromerzeugung auszugleichen. Deren energetische Nutzung kann auch einen guten Beitrag zur lokalen Wertschöpfung leisten.

Der jährliche Waldzuwachs wird im Waldbericht der Bundesregierung 2009 auf knapp 10 m^3 pro ha und Jahr geschätzt. Dies ist deutlich geringer als noch 2002 bei der Bundeswaldinventur mit 15 m^2 pro ha und Jahr angeben wurde. Der Waldbericht 2009 nennt hierfür verschiedene, sich gegenseitig möglicherweise verstärkende Faktoren, wie beispielweise atmogene Stickstoffeinträge (Luftverunreinigung durch Stickoxide oder Salpetersäure), höherer CO_2-Gehalt der Luft, Verlängerung der Vegetationsperiode sowie moderne Waldbauverfahren [BMELV 2009].

Eine exakte Erhebung des bereits genutzten Potenzials übersteigt den Rahmen dieser Untersuchung. Daher sind die hier errechneten Angaben als Anhaltswerte zu sehen. Im Einzelfall muss konkret geprüft werden, ob eine weitere Nutzung beispielsweise zur Beschickung einer neuen Hackschnitzelanlage vertretbar ist oder nicht.

Laut einer Abschätzung des Amts für Landwirtschaft und Forsten werden mindestens 75% des Holzzuwachses bereits genutzt, davon 60% als Stammholz und 40% als Brennholz [Schmorell 2009]. Für das Gemeindegebiet wurden die gleichen Anteile von Stammholz und Brennholz angenommen. Das Stammholz wird stofflich genutzt und für die Berechnung des technischen Potenzials für Energie aus Waldenergieholz nicht berücksichtigt. Der Holzzuwachs beinhaltet alles Holz mit einem Durchmesser von mehr als 7 cm. Nach [LWF 2009] liegt das Potenzial bei etwa 80% des Zuwachses.

Für die Umrechnung des Volumens in Tonnen Trockensubstanz und schließlich in Energiemengen wurden die in [Kaltschmitt 2001] angegebene Dichte für die verschiedenen Baumarten sowie deren unterer Heizwert verwendet. Die Anteile der Baumarten im Gemeindegebiet Kirchseeon wurden aus [Schmorell 2009] entnommen.

Baumart im Landkreis	Anteil [%]	Dichte [t/m^3]	Hu (GJ/t]
Fichte	78	0,41	18,8
Tanne	2	0,41	18,8
Kiefer	4	0,51	18,8
Buche	13	0,68	18,4
Sonstiges Laubholz	3	0,68	18,4

Tabelle 7: Annahmen für die Berechnung der Energiemenge aus Waldenergieholz

Somit wird für die Marktgemeinde Kirchseeon das energetisch nutzbare Potenzial auf insgesamt ca. 6,6 GWh_{th} pro Jahr geschätzt, wovon vermutlich 5,6 GWh_{th}/a bereits genutzt werden. **Daraus errechnet sich das noch nutzbare technische Potenzial zur Holznutzung auf ca. 1 GWh_{th} pro Jahr**.

Der jährliche Holzeinschlag in Deutschland hat sich seit den 1990er Jahren (ca. 34 Mio. m³) verdoppelt. Trotz des wachsenden Holzeinschlags rechnet die Bundesregierung erst mit einer Abnahme der Holzvorräte in den nächsten 15 bis 20 Jahren. Jedoch können Unwägbarkeiten infolge von derzeit stark wechselnden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen oder klimabedingter Veränderungen der Waldentwicklung bei dieser Abschätzung nicht berücksichtigt werden. [BMELV 2009]

Kurzumtrieb

Auf Basis der Daten des Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung und des Landratsamts Ebersberg wird das noch nutzbare Potenzial für die Brachlandnutzung auf bis zu 70 ha geschätzt. Bei einer angenommenen Nutzung dieser Flächen kann durch Kurzumtriebsplantagen (z.B. Pappeln mit einem jährlichen Trockenmassenzuwachs von bis zu 15 t/ha) ein jährlicher Zuwachs von bis zu 1.000 t/a an Trockenmasse bzw. ein Gesamtpotenzial von bis zu 5,3 GWh_{th}/a erreicht werden. Hier handelt es sich jedoch um eine vereinfachte Grenzbetrachtung zur Abschätzung möglicher Potenziale.

Biogas

Biogas wird durch anaerobe Vergärung von Tierexkrementen, Klärschlamm, Biomüll aus Haushalten und Kantinen sowie geeigneten Energiepflanzen (Gräser, Mais, Getreideganzpflanzen) erzeugt. Biomasse mit hohem Ligningehalt wie Holz ist für den Einsatz in Biogasanlagen nicht geeignet, da Lignin durch anaerobe Vergärung nicht abgebaut werden kann. Die im benachbarten Taglaching betriebene Biogasanlage benötigt zur Erzeugung von 4,2 GWh_{el}/a Strom und 5,5 GWh_{th}/a Wärme Maissilage von ca. 180 ha Anbaufläche sowie 1,8 Mio. Liter Gülle pro Jahr (entsprechend 100 Großvieheinheiten). Ein erheblicher Teil dieser Mengen wird vermutlich von Landwirten aus dem Gemeindegebiet Kirchseeon geliefert.

Tierexkremente

Nach Daten des Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung [Stat_Kommunal 2010] wurde für die Marktgemeinde Kirchseeon ein Bestand von über 700 GVE (Großvieheinheiten) ermittelt, wovon ein Großteil Milchkühe darstellen. Für die Ermittlung des Biogaspotenzials aus Tierexkrementen wurde angenommen, dass von Milchkühen 60% der Tierexkremente für die Produktion von Biogas zur Verfügung stehen. Bei Jungvieh wird keine energetische Nutzung der Exkremente berücksichtigt, da diese vorwiegend auf der Weide grasen und deren Exkremente zur natürlichen Düngung beitragen.

Mit diesen Annahmen ergibt sich ein Biogaspotenzial von insgesamt 1,4 GWh pro Jahr, wobei vermutlich ein Teil bereits heute genutzt nach Taglaching nicht exportiert wird.

Energiepflanzen (Grassilage)

Von den über 400 ha Ackerflächen im Gemeindegebiet dominerten im Jahr 2010 Mais und Getreide (wie v.a. Weizen) [Stat_Kommunal 2010]. Es wird angenommen, dass 10% der

landwirtschaftlichen Nutzfläche für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung stehen. Als Energiepflanze wird Grünland angenommen. Als Einsatzstoff für die Biogasanlagen dient Grassilage.

Nach [KTBL 2006] kann für Grassilage aus Grünlandbewirtschaftung von einem mittleren Biogasertrag von 84 GJ pro ha und Jahr ausgegangen werden (Bandbreite: 59 bis 101 GJ pro ha und Jahr). Dieser Wert wurde für die Abschätzung des Potenzials und Biogas aus Energiepflanzen verwendet. Für Markt Kirchseeon ergibt sich daraus ein Potenzial von etwa 2,1 GWh_{th} Biogas pro Jahr. Das Biogas kann zur lokalen Produktion von Strom und Wärme oder zur Aufbereitung und Einspeisung in das Erdgasnetz verwendet werden. Dabei reduziert sich der Ertrag um den Energieverbrauch der Biogasanlage. Auch hier muss angenommen werden, dass ein beträchtlicher Teil des angebauten Maises bereits heute nach Taglaching exportiert wird.

3.2.3 Windenergie

Abbildung 32 zeigt die Karte der „Gebietskulisse Wind" der Bayerischen Staatsregierung für die Marktgemeinde Kirchseeon [EnergieAtlas 2012] in die zur Illustration als Beispiel mögliche Standorte für zwei Windkraftanlagen markiert worden sind.

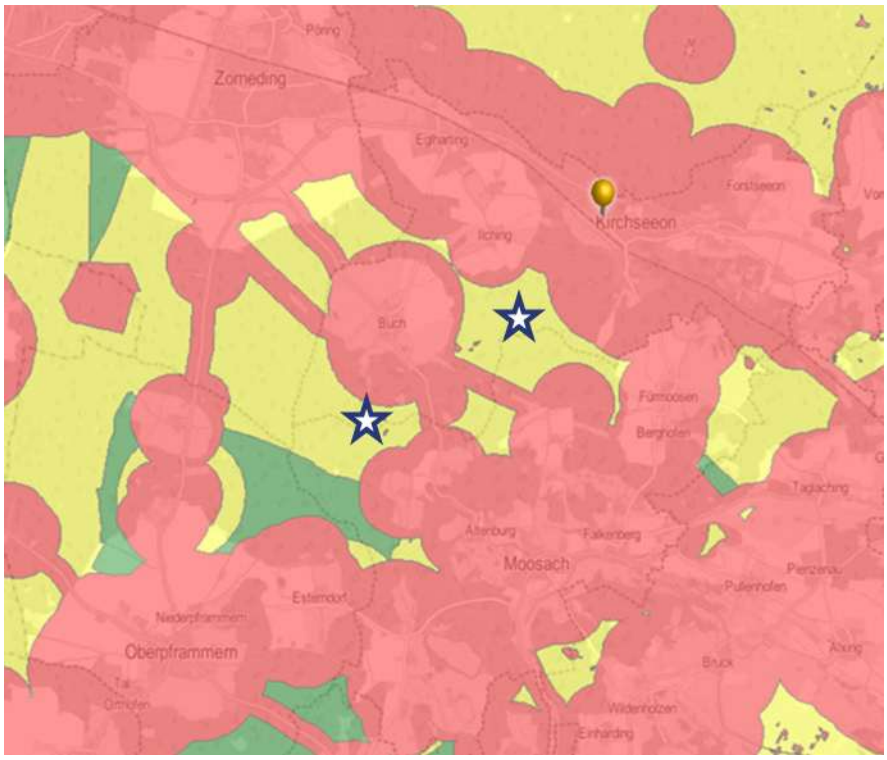


Abbildung 32: Gebietskulisse Wind, Marktgemeinde Kirchseeon sowie zwei mögliche Standorte für Windkraftanlagen

Bei einer Nennleistung von beispielsweise 2 MW_{el} je Anlage und einer angenommenen Jahresnutzung von ca. 1.800 Stunden pro Jahr ergibt sich für zwei mögliche Windkraftanlagen ein Stromerzeugungspotenzial von über 7 GWh_{el}/a.

4 SZENARIEN ZUR MINDERUNG DER CO_2-EMISSIONEN

4.1 Emissionsbilanz 2010 der Marktgemeinde Kirchseeon

Zur Berechnung der CO_2-Emissionen wurden die direkten Emissionen innerhalb des Gebietes der Marktgemeinde Kirchseeon sowie die sogenannten indirekten Emissionen, die durch die Bereitstellung der Energieimporte (z.B. Stromimporte) außerhalb der Gemeinde anfallen, berechnet. Grundlage für die territoriale Emissionsbilanz bildet der jeweilige Energieverbrauch nach Energieträger und der jeweilige Emissionsfaktor, siehe Tabelle 8.

Energieträger	Emissionsfaktor in g (CO_2/kWh) Ohne Vorketten	Emissionsfaktor in g (CO_2/kWh) Mit Vorketten
Erdgas	198	242
Öl (ohne Verkehr)	264	320
Stromimporte (fossiler Anteil, ohne EE) *	-	659 (2010) 588 (2030)
Biomasse (Pellets)	-	51
Biomasse (Hackschnitzel/Stückholz)	-	25
Verkehr (Benzin/Diesel)	270	300

*(Berechnet aus Strommix Energiekonzept der Bundesregierung)

Tabelle 8: Für die Bilanzierung der CO_2-Emissionen verwendete Emissionsfaktoren

Im Jahr 2010 betrug die CO_2-Bilanz für die indirekten und direkten Emissionen ca. 70.000 Tonnen CO_2 und die direkte Emissionen fast 40.000 Tonnen CO_2/a. Das entspricht einer Zunahme von 35% gegenüber 1990. Bezogen auf einen Einwohner ergeben sich direkte und indirekte Emissionen von ~7 Tonnen je Einwohner und Jahr (bzw. direkte Emissionen in Höhe von ~4 Tonnen je Einwohner und Jahr). Damit liegt Kirchseeon deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von ~9,5 Tonnen CO_2 je Einwohner und Jahr bzw. auch unterhalb des Durchschnitts des Landkreis München mit ~8 Tonnen je Einwohner und Jahr.

4.2 Szenarien zur CO_2-Minderung bis 2030

Innerhalb von zwei Szenarien sollen die Grenzen existierender Entwicklungen und Möglichkeiten abgesteckt und daraus Rahmenbedingungen und Perspektiven für eine nachhaltige Entwicklung der Marktgemeinde aufgezeigt werden. Das **„Trendszenario"** (Fortschreibung bisheriger Entwicklungen ohne weitere Maßnahmen) und das **„Klimaschutzszenario" (**Konsequente Umsetzung aller technischen Potenziale) bilden hierbei den betrachteten Korridor. Dabei liefern die Ergebnisse der Bestandsaufnahme in AP1 die Ausgangsbasis der Szenarien. Mit Hilfe der in AP2 durchgeführten Potenzialanalyse können die Möglichkeiten innerhalb des Klimaschutzszenarios ermittelt werden.

Abbildung 33 fasst die direkten und indirekten CO_2-Emissionen für die Marktgemeinde Kirchseeon in den beiden „Grenzszenarien" zusammen. Im Szenario „Trendszenario" reduzieren sich die Emissionen bis 2030 um ca. 20%. Im „Klimaschutzszenario" können durch ambitionierte Maßnahmen, wie z.B. Erhöhung der Sanierungsrate bei Wohngebäuden auf bis zu 3% pro Jahr, der

konsequenten Umsetzung der Stromeinsparpotenzialen sowie der Minderungspotenzialen im Verkehrssektor, die Emissionen bis 2030 um mehr als 60% gemindert werden. Im Rahmen des Klimaschutzszenarios wurde die konsequente Umstellung auf zwei unterschiedliche Energieträger für die Wärmebereitstellung untersucht. Im „KLIMA 2030_G"wird Wärme, die nicht durch Biomasse erzeugt werden kann, in effizienten Erdgas-BHKWs und Erdgas-Mico-BHKWs bereit gestellt. Im „KLIMA 2030_WP" wird die Wärmeerzeugung großteils auf Wärmepumpen umgestellt, wodurch keine fossilen Energieträger (Heizöl und Erdgas) mehr zur direkten Wärmeerzeugung verwendet werden.

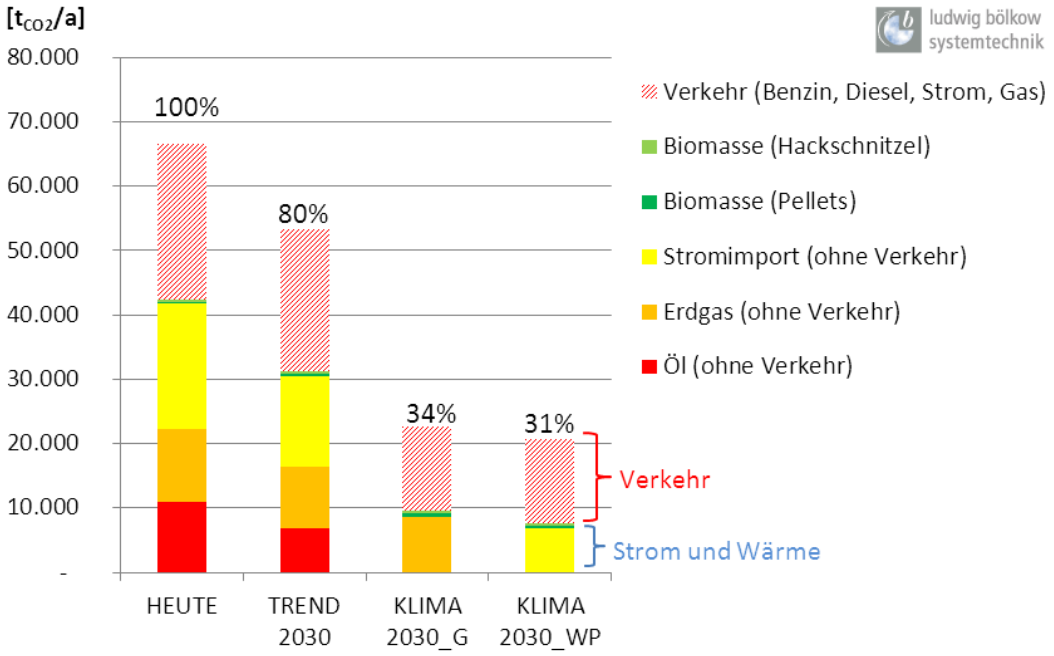


Abbildung 33: Szenarien zur Minderung der CO_2-Emission in der Marktgemeinde Kirchseeon bis 2030 (direkte und indirekte Emissionen)

4.2.1 Trendszenario

Bei der Fortschreibung des heutigen Status-quo wird die Entwicklung der letzten Jahre fortgeschrieben. Es werden keine weiteren Klimaschutzmaßnahmen ergriffen.

Dem Szenario liegen folgende wesentliche Annahmen zugrunde:

Wärme:

- Der Wärmebedarf der Bestandsgebäude im gesamten Gemeindegebiet wird um 0,7% pro Jahr reduziert. Dies entspricht auch einer Fortführung der jährlichen Sanierungsrate bei Wohngebäuden, d.h. dass jährlich ca.1% der Altbauten auf heutigen energetischen Standard saniert werden.
- Der bis 2030 erwartete Bevölkerungszuwachs hat aufgrund des hohen Energiestandards von Neubauten nur einen geringen Einfluss auf die in der

Gemeinde benötigte Wärme. 2030 beträgt der durch Bevölkerungszuwachs zusätzlich erzeugte Wärmebedarf ca. 0,5 GWh/a.

- Defekte Heizungsanlagen werden durch moderne Heizkessel mit Brennwerttechnik und teilweiser solarthermischer Unterstützung ersetzt. Vereinzelt werden BHKW betrieben. Erdöl und Erdgas bleiben die wichtigsten Energieträger für die Wärmeerzeugung.

Strom:

- Der Pro-Kopf-Verbrauch für Licht und Kraft wird als konstant angenommen.
- Leichter Anstieg der heimischen Stromerzeugung (v.a. durch KWK und PV).
- Moderater Zubau von erneuerbaren Energien (PV, Biomasse) und Wärmepumpen.
- Der PV-Zubau beträgt 100 kWp pro Jahr. Damit steigt die Stromerzeugung aus PV-Anlagen von heute ca. 1 GWh bis 2030 auf knapp 3 GWh/a.

Verkehr:

- Wie in der Bestandsanalyse gezeigt wurde, trägt der Verkehrsbereich in Kirchseeon etwa ein Drittel zu den klimarelevanten Emissionen bei. Eine Trendfortschreibung des sinkenden Energieverbrauchs der Fahrzeug-Flotte führt zu einer weiteren Verbrauchsreduktion von ~0,7% je km und Jahr.
- Die jährlich mit Pkws gefahrene Strecke steigt je Einwohner um 0,9% pro Jahr[5]. In Verbindung mit dem angenommenen Bevölkerungswachstum hat dies eine Steigerung der jährlichen Pkw-Fahrleistung um 17 Mio. km zur Folge.
- Somit sinken im Trendszenario die verkehrsbedingten CO_2-Emissionen um etwa 13% Jahr bis zum Jahr 2030.

4.2.2 Klimaschutzszenario 2030

Im Klimaschutzszenario 2030 wird eine ambitionierte Umsetzung der Minderungspotenziale angenommen. Es werden die möglichen Klimaschutzmaßnahmen bis 2030 ergriffen.

Dem Szenario liegen folgende wesentliche Annahmen zugrunde:

Wärme:

- Insgesamt wird der Wärmebedarf im Gemeindegebiet um 2,5% pro Jahr reduziert. Dies entspricht einer jährlichen Sanierungsrate von ~3% der Altbauten. Diese Sanierungsrate ist notwendig damit die Wohngebäude in Kirchseeon das Ziel der

[5] Gemäß Verkehrsprognose 2025 als Grundlage für den Gesamtverkehrsplan Bayern, ITP Intraplan Consult GmbH 2010, eine Studie im Auftrag des Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, August 2010

Bundesregierung, nämlich den Verbrauch zwischen 2005 und 2020 um 20% zu reduzieren, erreichen.

- Im KLIMA 2030_G – Szenario werden alle bestehenden Öl- und Gasheizungen durch neue Heizungen ersetzt. Neben Biomasseanlagen werden auch einige Wärmepumpen betrieben. Ein Eckpfeiler der Wärmeversorgung bildet nach wie vor das Erdgas. In modernen Brennwertkesseln mit solarthermischer Unterstützung und effizienten BHKWs und Mikro-BHKWs wird der fossile Energieträger optimal genutzt. Durch große solarthermische Kollektorflächen in Kombination mit Saisonspeichern wird ermöglicht, CO_2 freie Wärme zur Heizungsunterstützung auch in den Wintermonaten zu nutzen.
- Im KLIMA 2030_WP – Szenario werden alle öl- und gasbetriebenen Heizungen durch Biomasse- und Wärmepumpenanlagen ersetzt. Auf die direkte Verbrennung von fossilen Energieträgern zur Wärmeversorgung in Kirchseeon wird verzichtet. Der zum Betrieb der Wärmepumpen benötigte Strom muss allerdings teilweise importiert werden.

Strom:

- Die Einsparpotenziale (Licht-und Kraft) werden bis 2050 umgesetzt. Daraus ergibt sich eine Minderung des Stromverbrauchs in diesem Bereich von 20% bis 2030.
- Der Anteil der heimischen erneuerbaren Stromerzeugung nimmt deutlich zu. PV-Freiflächenanlagen auf einer Fläche von rund 28 ha erzeugen jährlich 11,2 GWh elektrische Energie. Zwei Windkraftanlagen mit je 2 MW erzeugen in beiden Varianten des Klimaszenarios jährlich 7,2 GWh. Mit knapp 0,3 GWh/a leistet die Verstromung von Biogas (Gülle) einen kleinen Beitrag zur Versorgung.
- Im KLIMA 2030_G –Szenario steigt die durch KWK-Anlagen erzeugte Strommenge deutlich an (~7 GWh/a im Jahr 2030). Insgesamt hat Kirchseeon in diesem Szenario einen Stromüberschuss von ca. 4 GWh/a zu verzeichnen.
- Im KLIMA 2030_WP –Szenario wird vollständig auf KWK-Anlagen zur kombinierten Erzeugung von Strom und Wärme verzichtet. Die dadurch deutlich geringere Strom-Eigenproduktion und der durch die Wärmepumpen erzeugte Mehrverbrauch an elektrischer Energie führen dazu, dass 2030 ca. 11 GWh/a Strom importiert werden müssen.
- Der zusätzlich durch Elektrofahrzeuge verursachte Energieverbrauch wurde nicht berücksichtigt.

Methanisierung von Stromüberschüssen

Zu viel erzeugter Strom kann entweder exportiert oder in einer Methanisierungsanlage in CO_2 neutrales Gas umgewandelt werden. Da eine solche Umwandlung mit erheblichen Verlusten behaftet ist, ist diese Umwandlung vor allem dann Sinnvoll wenn das

Stromnetz aufgrund lokaler Erzeugungsspitzen entlastet werden muss. Um eine 1 GWh Gas herzustellen werden ca. 1,8 GWh elektrische Energie benötigt. Dies entspricht in etwa dem Ertrag einer 4,5 ha PV-Freiflächenanlage oder dem halben Ertrag einer 2 MW WEA (1800 h/a).

Verkehr:

- Wie im Trendszenario bereits zu Grunde gelegt, werden bei Fortschreibung der Verbrauchsreduktion des Flottendurchschnittes des Pkw-Bestandes bis zum Jahr 2030 CO_2- Emissionsreduktionen von etwa 13% erreicht.
- Im Klimaszenario wird angenommen, dass die pro-Kopf Pkw-Fahrleistung um 4% pro Jahr zurückgeht. Dies hat zur Folge, dass trotz des Bevölkerungswachstums die Fahrleistung aller in Kirchseeon zugelassenen PKW um 54 Mio. km (ca. 50%) sinkt.
- Weitergehende Reduktionsmöglichkeiten wurden nicht untersucht, da kein explizites Verkehrskonzept verfügbar ist, das als Basis dienen könnte und die Erstellung eines solchen Konzeptes den Rahmen dieser Studie überschreiten würde.

5 MAßNAHMENEMPFEHLUNGEN

In Kapitel 5.1 wird eine kurze Übersicht über die diskutierten Maßnahmen gegeben, wobei die letzte Spalte eine Einteilung in kurzfristig innerhalb von 1-2 Jahren umsetzbare (k), mittelfristig innerhalb von 2-5 Jahren umsetzbare (M) und langfristig mit mehr als 5 Jahren Planungshorizont umsetzbare (L) Maßnahmen beschreibt.

In Kapitel 5.2 werden diese Maßnahmen gemäß ihrer Priorisierung gegliedert. Hier werden strukturelle Maßnahmen als Grundlage für die Umsetzung, kurzfristig, mittelfristig und langfristig umsetzbare Maßnahmen unterschieden. Diese werden jeweils in Tabellen aufgeführt und ihr CO2-Minderungspotenzial zusammengefasst. Langfristige Maßnahmen werden dabei nur pauschal erfasst und nicht weiter differenziert. Den Verkehrsbereich betreffende Maßnahmen wurden nicht weiter vertieft, sie werden an dieser Stelle nur zur Information mitgeführt.

Kapitel 5.3 gibt für jede der aufgeführten Maßnahmen noch eine kurze Beschreibung. Nicht quantifiziert sind hier CO2-Minderungsmaßnahmen

5.1 Übersicht der Maßnahmenempfehlungen

	(Nr.) Maßnahme-Titel	
Energieversorgung (E)	(E-1) Beteiligung an Bürgerbeteiligungsanlagen im Landkreis Ebersberg	K
	(E-2) Ausbau von PV-Anlagen auf den Dachflächen in Kirchseeon	K
	(E-3) Prüfung: Bau von PV-Freiflächenanlagen entlang der Bahntrasse	K
	(E-4) Prüfung Wärmeerzeugung auf dem ehemaligen Bahnschwellenwerk	M
	(E-5) Prüfung Errichtung einer PV-Freiflächenanlage auf dem ehemaligen Bahnschwellenwerk	K
	(E-6) Errichtung von Biogas-Kleinstanlagen	M
	(E-7) Restholznutzung mittels Hackschnitzelheizung	M
	(E-8) Prüfen: Anbau von Kurzumtriebplantagen	M
	(E-9) Prüfen: Strohaufkommen Ackerland	K
	(E-10) Prüfung der Errichtung von Windkraftanlagen in Kirchseeon	M
Kommunale Liegenschaften (K)	(K-1) Klimaschutzmanager (Koordinator)	K
	(K-2) Einrichtung eines kommunalen Energiemanagement	K
	(K-3) Sanierungsfahrpläne kommunaler Liegenschaften	K
	(K-4) Selbstverpflichtung zu hohen Energiestandards	K
	(K-5) Wärmepumpenoption bei kommunalen Gebäuden	M
	(K-6) Strategie Regellast durch stromgeführte BKHWs	L
	(K-7) Ausbau Wärmespeicher (stromgeführter Betrieb von Anlagen)	L
	(K-8) Prüfung Nutzung gemeindeeigener Fläche	K
	(K-9) Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED	M
	(K-10) Umstellung Ökostrombezug für kommunale Liegenschaften	K
Weitere Maßnahmen (M)	(M-1) Erstellung eines Energie- und Klimaschutzberichts	M
	(M-2) Budget für klimaschutzrelevante Aktionen im kommunalen Haushalte ausweisen	M
	(M-3) Gemeinde vergibt Energiepreis	M
	(M-4) Regelmäßige Hausmeisterschulungen durchführen	M
	(M-5) Internetseite zu Energie- und Klimaschutz	K
	(M-6) Prüfung Restwärmenutzung von Abwasser	M
	(M-7) Beratung sozial schwächer gestellter Haushalte	K
	(M-8) Information für Neubürger	K
	(M-9) Firmen für Klimaschutz	K
	(M-10) Fifty-fifty-Projekte	M
	(M-11) Förderung Kindergärten und Schulen	M
	(M-12) Weiterbildung und Qualifikation von Handwerkern mit externen Fachleuten	M
Verkehr (V)	(V-1) IndiMark	L
	(V-2) Radverkehrskonzept entwickeln	L
	(V-3) Verkehrszählungen durchführen	L
	(V-4) Leih-Elektrofahrräder mit Ladestationen bzw. für Unternehmen	L
	(V-5) E-Car-Sharing	L
K: kurzfristig, M: mittelfristig, L: langfristig		

Tabelle 9: Übersicht der Maßnahmenempfehlungen; Maßnahmen im Verkehrsbereich wurden nicht ausführlich diskutiert

Wie Abbildung 34 dargestellt ist eine weitere Darstellung der Maßnahmen in Form einer Übersicht im Anhang zu finden.

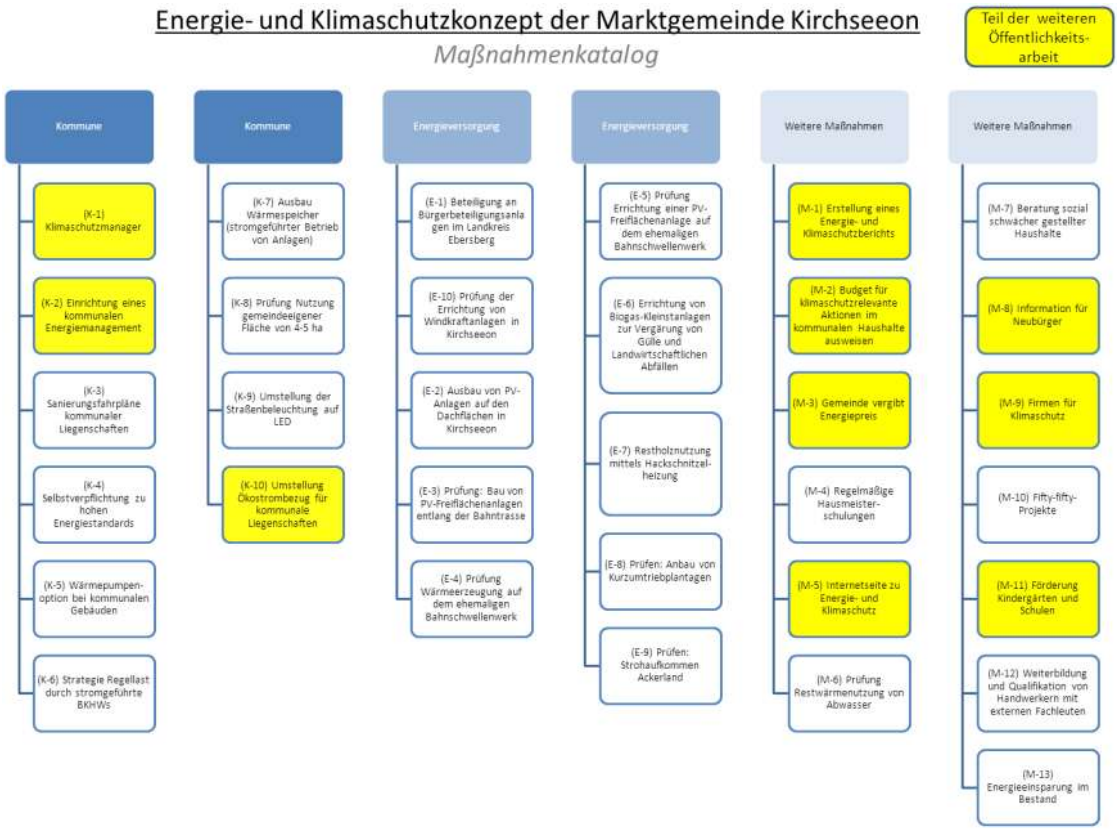


Abbildung 34: Maßnahmenempfehlungen an den Marktgemeinderat, siehe Anhang

5.2 Priorisierung und Quantifizierung der Maßnahmen

Unabhängig von spezifischen Projektumsetzungen und –Förderungen ist die Gestaltung einiger struktureller Maßnahmen von zentraler Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung eines Klimaschutzgesetzes. Hierzu zählen insbesondere:

- Die Benennung eines verantwortlichen Klimaschutzbeauftragten (Maßnahme K-1). Bei diesem laufen die Fäden zur Um
- Identifizierung der Gemeinde mit den Klimaschutzzielen (Integration eines jährlichen Energieberichts in den Umweltbericht (M-1)
- Öffentlichkeitsarbeit (Aufbau einer Internetinformationsseite (M-5)
- Kommunales Gebäudemanagement (Maßnahme K-2)

Bis auf das kommunale Gebäudemanagement lassen sich diese Maßnahmen schwer in ihrer Wirkung zur CO_2-Einsparung quantifizieren, tragen jedoch indirekt den wesentlichen Grundstock für Einsparungen bei. Darüber hinaus können die meisten der gering investiven Maßnahmen von

einem Klimaschutzmanager vorbereitet, Informationsmaterial aufbereitet und die Maßnahmen/Veranstaltungen begleitet, koordiniert oder selbst durchgeführt werden.

5.2.1 Kurzfristige Maßnahmen

In Tabelle 10 sind die kurzfristig umzusetzenden Maßnahmen knapp zusammengestellt. Die Reihenfolge ergibt in etwa die Priorisierung der Maßnahmen, wobei alle nicht oder gering investiven Maßnahmen ohne große Kosten umgesetzt werden können. Die Kosten belaufen sich hier vor allem auf Personalkosten zur Durchführung der Maßnahmen – ein Großteil könnte davon von eine/m Klimaschutzmanager/in durchgeführt werden –und auf Planungskosten von Machbarkeitsstudien in Vorbereitung von investiven Maßnahmen.

In Summe könnten mit der Umsetzung dieser Maßnahmen etwa 12.800 t CO_2/a eingespart werden.

Sektor	Maßnahmen	Investiv/ nicht investiv	Minderungspotenzial (t CO_2)
Kommune	K-1 (Energiemanager)	gering	?
Kommune	K-2 (Gebäudemanagement)	Gering	700 t/a
Kommune	M-4 (Hausmeisterschulungen)	Gering	Siehe K-2
Kommune /Bahn/Gebäude	E-4 (Wärmepumpe Ph I)	Hoch aber rentabel	95
Kommune	M-5 (Interneteseite)	Gering	?
Kommune	K-9 (LED-Straßenbeleuchtung)	Gering	60
Kommune	M-7 (Beratung finanziell schwächer gestellter Haushalte)	Gering	gering
Kommune/Fahrradhändler	V-6 (Radstation in Bahnhofsnähe)	Mittel (Miete+Umbau)	?
Kommune	M-8 (Informationen für Neubürger)	Gering	gering
Schulen/Kiga/Kita	M-10 (50/50-Projekte)	Gering	400 t
Kommune/GHD	M-9 (Firmen für Klimaschutz)	Gering	Anreize
Kommune	K-3 (Sanierungsfahrplan)	Nicht investiv	0
GHD/HWK/Kommune	M-12 (Weiterbildung Handwerk)	Gering	Multiplikatorwirkung
Kommune	M-2 (Budget für Maßnahmen)	variabel	?
Kommune	K-4 (Selbstverpflichtung Standards)	Nicht investiv	?
Kommune	E-10 (Planungsphase)	gering	0
Kommune	K-10 (Umstellung des Strombezugs auf grünen Strom)	Gering	Je nach Bilanzierung bis 300 t
Bürger	E-2 (Phase I; 400 kW)	Mittel pro Anlage	265 t
Bahn/Kommune	E-3 (Phase I: 1 MW)	Hoch	660 t
IVECO/Kommune	E-5 (Phase I: 1 MW)	hoch	660 t
Hausbesitzer	M-13 (Gebäudesanierung)	Hoch	10.000 t (2 Jahre)
Landwirte	E-6 (Analyse und Planung)	Gering	0
Landwirte	E-7 (Analyse und Planung)	Gering	0
Landwirte / Kommune	E-8 (Analyse und Planung)	gering	0
Landwirte / Kommune	E-9 (Analyse und Planung)	gering	0
Kommune/Hausbesitzer	M-6 (Prüfung von Abwasser-WP)	gering	0
	Alle kurzfristigen Maßnahmen		12.840 t CO_2/a

Tabelle 10: Liste der kurzfristig umzusetzenden Maßnahmen

5.2.2 Mittelfristige Maßnahmen

In Tabelle 11 sind die mittelfristig innerhalb von 2-5 Jahren zur Realisierung als möglich erachteten Maßnahmen mit Ihrem Wirkungspotenzial zur CO_2-Minderung zusammengestellt. Viele dieser Maßnahmen sollten mit der Planungs- und Vorlaufphase frühzeitig begonnen werden, damit sie innerhalb der kommenden Jahre realisiert werden können.

Sektor	Maßnahmen	Investiv/nicht investiv	Minderungspotenzial (CO_2/kWh)
Kommune	E-1 (Beteiligung an überregionalen WKA Projekten)	Hoch (abhängig vom Beteiligungsanteil)	Abhängig vom Beteiligungsanteil
Kommune	E-10 (2 WKA)	Hoch	4.600
Bürger	E-2 (Phase II: 1 MW)	Mittel pro Anlage	660
Bahn/Kommune	E-3 (Phase II: 1 MW)	Hoch	660
Kommune/Bahn/Gebäude	E-4 (Phase II: 2 GWh/a)	Hoch	325
IVECO/Kommune	E-5 (Phase II: 2 MW)	Hoch	1320
Landwirte	E-6 (Phase II: 2 Anlagen)	Hoch	300-600
Hausbesitzer	M-13 (Gebäudesanierung)	Hoch	15.000 (3 Jahre)
Landwirte	E-7 (Phase II: 1 Anlage)	Hoch	250
Landwirte	E-8 (Phase II: 1 Anlage)	Hoch	1500
Landwirte	E-9 (Phase II: 1 Anlage)	Hoch	670
	Alle mittelfristigen Maßnahmen		25.300 t CO_2/a

Tabelle 11: Liste der mittelfristigen Maßnahmen; eine ausführlichere Beschreibung wird in Kap 5.3 gegeben.

5.2.3 Langfristige Maßnahmen

In Tabelle 12 sind langfristig angedachten Maßnahmen aufgeführt. Diese werden nur noch grob skizziert und beinhalten im Wesentlichen die Ausschöpfung der großen Potenziale für die regenerative Energieerzeugung

Sektor	Maßnahmen	Investiv / nicht investiv	Minderungspotenzial (CO_2/kWh)
Kommune	E-1 (Beteiligung an Windpark)	Hoch	Hoch
Kommune	E-10 (2 weitere WKA im Gemeindegebiet)	Hoch	4.600
Bürger	E-2 (Phase II: PV-Dachflächen)	Mittel je Anlage	3.300
Bahn/Kommune	E-3 (Phase III: PV-Bahntrasse 2 MW)	Hoch	1.320
IVECO/Kommune	E-5 (Phase III: PV-IVECO: 3 MW)	hoch	2.000
Kommune	K-5 (Wärmepumpen bei komm. Gebäuden)	Hoch	?
Hausbesitzer	M-13 (Gebäudesanierung)	Hoch	>5.000
Komumune/EVU	K-6 (Strategie für Regellastbetrieb KWK)	Hoch	Gering, aber Versorgungssicherheit
Kommune	K-7 (Ausbau Wärmespeicher)	Hoch	Gering, aber Versorgungssicherheit
	Alle langfristigen Maßnahmen		>16.000 t CO_2/a

Tabelle 12: Liste der wichtigsten langfristigen Maßnahmen

Wenn alle kurz- mittel- und langfristig vorgeschlagenen Maßnahmen entsprechend umgesetzt werden, dann würde langfristig eine CO2-Minderung von fast 50.000 t CO_2/a erreicht werden.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei weitem der größte Anteil an der CO2-Minderung durch die Sanierung des Altbaubestandes erfolgt. Dieser kann im Rahmen dieser Arbeit nur sehr grob quantifiziert werden und ist mit einer entsprechenden Unsicherheit behaftet.

5.3 Kurzbeschreibung der Maßnahmen

In diesem Abschnitt werden die Maßnahmen kurz erläutert und beschrieben. Dabei werden soweit wie möglich der Beitrag zur Energiebereitstellung, der Einspareffekt an CO_2/a und Energiekosten (€/a), der finanzielle Investitionsaufwand (€), der Umsetzungszeithorizont (kurz, mittel oder langfristig) sowie die beteiligten Akteure angegeben.

Energieversorgung (E)

Nutzung der Windenergie

- **(E-1) Beteiligung an Bürgerbeteiligungsanlagen im Landkreis Ebersberg**
  Planung von weiteren Windkraftanlagen im Landkreis
  Gemeinde Kirchseeon beteiligt sich mit ihren Bürgern, Gründung einer eigenen Beteiligungsgesellschaft (Gemeinde + Bürger)
  Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
  Akteure: Landkreis, Gemeinde, Bürger, Projektierer
- **(E-10) Prüfung der Errichtung von Windkraftanlagen in Kirchseeon**
  Potenzial: 2-4 WKA = 7 – 14 GWh/a
  Einspareffekt (je Anlage):
  vermiedene Energiebezugskosten: 700.000 €/a (bei 200 €/MWh)
  vermiedener Strombezug: 3.500 MWh/a
  vermiedene CO2-Emissionen: 2.300 t/a
  Kosten (je Anlage):
  Investitionskosten: 3 – 3,5 Mio. €

  Kurzfristig innerhalb von 1-2 Jahren wird nicht mit der Errichtung einer Anlage gerechnet.

  Mittelfristig wird erwartet, dass innerhalb von 5 Jahren die Errichtung von 2 Anlagen realisierbar ist
  Langfristig wird mit der Errichtung von weiteren 2 Anlagen gerechnet. Damit wäre das Potenzial innerhalb des Gemeindegebietes ausgeschöpft.

PV-Anlagen Dachflächen, Bahntrasse

- **(E-2) Ausbau von PV-Anlagen auf den Dachflächen in Kirchseeon**
  Zubaurate: 300 - 400 kWp/a
  (Trend Vergangenheit: 2008 = 280 kWp, 2009 = 224 kWp, 2010 = 402 kWp, 2011 = 241 kWp);
  Bei einem Zubau von ~ 400 kWp/a wird die Potenzialgrenze bis 2030 erreicht.

Einspareffekt:
Vermeidung Strombezug von 6 bis 8 GWh_{el}/a, (Stand heute: ca. 1 GWh_{el}/a)
Vermeidung Strombezugskosten von ca. 1,6 Mio. €/a
CO_2-Minderungspotenzial: ca. 5.300 t/a (bei ~8 GWh_{el}/a) durch vermiedenen Strombezug
Aufwand:
Investitionskosten: < 1.600 €/kWp, Tendenz fallend

Mögliche nächste Schritte:
- Identifizierung geeigneter Dachflächen auf kommunalen Gebäuden;
- Ansprache der größten Dachflächen-Besitzer in Kirchseeon
- Entwicklung eines Solarkataster für Kirchseeon

Umsetzung: Kurzfristig (wenn EEG-Vergütung berücksichtigt werden soll; 52 GW-Grenze für Deutschland) wird mit der Errichtung von 400 kW innerhalb der kommenden 2 Jahre gerechnet.
Mittelfristig innerhalb der kommenden 5 Jahre wird mit der Errichtung von einem zusätzlichen MW gerechnet
Langfristig wird mit der Errichtung von weiteren 5 MW gerechnet. Damit wäre das Potenzial weitgehend ausgeschöpft.
Akteure: Gemeinde, Grundstücksbesitzern, Projektierer

- **(E-3) Prüfung: Bau von PV-Freiflächenanlagen entlang der Bahntrasse**
  Prüfung Vergütung nach EEG §32
  Möglicher Beitrag: Fläche von 5-10 ha mit einem Abstand von bis zu 110 m von der Bahntrasse könnten 2 bis 4 GWh_{el}/a bereitstellen (entspricht 10-20% der technischen Potenziale).
  Einspareffekt:
  CO_2-Minderungspotenzial ca. 2.600 t/a (bei ~4 GWh_{el}/a) durch vermiedenen Strombezug
  Vermiedene Energiebezugskosten max. 400.000 – 800.
  Vermiedener Strombezug ca. 2-4 GWh/a
  Aufwand:
  Investitionskosten: < 6 Mio. €
  Umsetzung: Kurzfristig (wenn EEG-Vergütung berücksichtigt werden soll; 52 GW-Grenze für Deutschland) wird mit der Errichtung eines PV-Parks mit 1 MW-Leistung gerechnet.
  Mittelfristig wird mit der Errichtung eines weiteren MW gerechnet
  Langfristig wird mit der Errichtung von zusätzlich 2 MW gerechnet,so dass dann insgesamt 4 MW errichtet sein werden.
  Akteure: Gemeinde, Grundstücksbesitzern, Projektierer

Ehemaliges Bahnschwellenwerk

- **(E-4) Prüfung Wärmeerzeugung auf dem ehemaligen Bahnschwellenwerk**
  Nutzung des bereits geförderten Grundwassers zur Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen
  Möglicher Beitrag: 500 MWh (Phase I) bis zu 2 GWh_{th}/a (Phase II)
  Einspareffekt:
  CO_2-Minderungspotenzial: 95 (Ph I) bis 325 t/a (Ph II)
  Einsparung Brennstoffkosten: 30.000 €/a (Ph I) bis 80.000 €/a (Ph II)
  Aufwand:
  Investitionskosten für erste Phase ca. 440.000 € (Ph I) und gesamt ca. 1.000.000€. (Ph II).
  Weitere Option: Es ist zu prüfen. Ob die Kombination mit einem BHKW und Biomasse-Spitzenlastkessel zur Bereitstellung von Regelenergie anzustreben ist; In einer ersten Phase ist es sinnvoll, eine möglichst kostengünstige Anbindung an das bestehende Wärmenetz Rathaus/Schule anzustreben. Weitere an der neuen Trasse liegende Verbraucher können hier angeschlossen werden. Dies betrifft insbesondere die großen heute mit Erdgas versorgten ans nördliche Bahngelände anschließenden Wohngebäude.
  Umsetzung: Kurzfristig ist eine genauere Planung mit saisonalen Lastgängen, potenziellen Neukunden (große Wohn- und Geschäftsgebäude im Einzugsbereich), und Investitionskosten- und Brennstoffkostenvergleichen durchzuführen. Darauf aufbauend kann die sinnvollste Lösung für die erste Phase unter Berücksichtigung eines weiteren späteren Ausbaus auf das volle Potenzial angegangen werden. Phase II sollte bei entsprechend positiver Machbarkeitsuntersuchung mittel bis langfristig erschlossen werden. Diese Phase würde auch den weiteren Ausbau des bestehenden Nahwärmenetzes unter Gewinnung neuer Wärmeabnehmer umfassen. Damit könnte dieses Projekt als Keim eines größeren Wärmenetzes dienen, das in der Anfangsphase von der Kommune selbst betrieben wird. Ein spätere Ausgliederung in einen Gemeindeeigenen Betrieb ist bei entsprechender Größe anzustreben.
  Akteure: Grundstücksbesitzer (Bahn AG), Betreiber der Sanierungsbrunnen, Gemeinde, Wohnungseigentümer der potenziellen neuen Wärmeabnehmer
- **(E-5) Prüfung Errichtung einer PV-Freiflächenanlage auf dem ehemaligen Bahnschwellenwerk**
  Förderung durch das EEG (Konversionsfläche)
  Aufwand:
  Investitionen: < 1.600 €/kWp
  Investitionskosten gesamt ca. 10,5 Mio. € (bei 1.500 €/kWp)
  Einspareffekt:
  Vermiedene Energiebezugskosten: max. 1,4 Mio. €/a
  Strombezug bis zu 7 GWh_{el}/a reduziert

CO_2-Minderungspotenzial: ca. 4.600 t/a (bei ~7 GWh_{el}/a) durch vermiedenen Strombezug
Option: Kleinere Anlage wird nur auf der Teilfläche der Bundesbahn errichtet
Umsetzung: Kurzfristig (wenn EEG-Vergütung berücksichtigt werden soll) werden 1 MW als machbar eingestuft. Mittelfristig könnten zusätzlich 2 MW innerhalb der kommenden 5 Jahre installiert werden. Langfristig wird ein Großteil des Potenzial , nämlich insgesamt 6 MW als realisierbar eingestuft.
Akteure: Grundstücksbesitzer, Gemeinde, Landratsamt Ebersberg, Projektierer

Biomasse

- **(E-6) Errichtung von Biogas-Kleinstanlagen zur Vergärung von Gülle und Landwirtschaftlichen Abfällen**
  Leistung: 10 bis 20 kW_{el} Container
  Ca. 40-80 GVE je Anlage (Potenzial: ~700 GVE)
  Einspareffekt:
  CO_2-Minderungspotenzial: 3.300 t/a
  Vermiedener Strombezug ca. 6 GWh/a
  Vermiedene Energiebezugskosten ca. 1,2 Mio. €/a
  Aufwand:
  Investitionskosten ca. 150.000 bis 200.000 € je Anlage (Gesamtpotential: 2 – 3 Mio. €)
  Nächste Schritte: Kontakt / Ansprache der Landwirte
  Umsetzung: Mittelfristig wird die Realierung von 2 Anlagen mit 70 GVE und einer CO2-Einsparung von 330 t/a erachtet.
  Akteure: Grundstücksbesitzer, Gemeinde; Diese Maßnahme könnte sinnvoll durch eine/n Klimaschutzmanager/in vorbereitet werden, um die notwendigen Akteure entsprechend einzubinden.

- **(E-7) Restholznutzung mittels Hackschnitzelheizung**
  Potenzial bis zu 0,85 GWh_{th}/a (Wärmebereitstellung)
  Möglicher Beitrag: Eine Anlage mit ca. 400 – 800 kW_{th} (1.000 bis 2.000 h/a)
  CO_2-Minderungspotenzial: bis zu ~250 t/a, bei Heizölsubstitution
  Einspareffekt:
  Vermiedene CO2-Emissionen ca. 250 t/a
  Vermiedene Energiebezugskosten ca. 60.000 €/a
  Aufwand:
  spezifische Investitionskosten ca. 500 €/kW_{th}
  Investitionskosten Gesamtpotential ca. 200.000 – 400.000 €
  Prüfung: Verfügbarkeit des Holzpotenzial
  Prüfung möglicher Standort: kommunale Einrichtung, landwirtschaftlicher Betrieb oder Gewerbebetrieb

Umsetzung: Mittelfristig wird die Realisierung einer Anlage als machbar erachtet.
Akteure: Grundstücksbesitzer, Gemeinde (Klimaschutzmanager/in)

- **(E-8) Prüfen: Anbau von Kurzumtriebplantagen**
  Abgeschätztes Flächenpotenzial: bis zu 70 ha
  Möglicher Beitrag: Ein KWK-Spilling Dampfmotor mit z.B. 200 kW_{el}, 930 kW_{th}, 4.000 h/a; Erzeugung: 0,8 GWh_{el}/a, 3,7 GWh_{th}/a
  Einspareffekte:
  Vermiedene Energiebezugskosten ca. 420.000 €/a (Strom+Wärme)
  Vermiedene CO2-Emissionen ca. 1.500 t/a
  Aufwand:
  Investitionskosten ca. 500.000 bis 700.000 €
  Nächster Schritt: Kontakt zu den Grundstücksbesitzern aufnehmen; Prüfung der Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Kurzumtriebsplantagen; Prüfung möglicher Standorte für eine KWK-Anlage: kommunale Einrichtung, landwirtschaftlicher Betrieb oder Gewerbebetrieb
  Umsetzung: Unter Berücksichtigung der Vorplanungs- und Aktivierungsphase wird mittelfristig die Realisierung von 1 Anlage erachtet.
  Akteure: Grundstücksbesitzer, Gemeinde

- **(E-9) Prüfen: Strohaufkommen Ackerland**
  Abgeschätztes Flächenpotenzial: bis ca.240 ha
  Möglicher Beitrag: Ein KWK-Spilling Dampfmotor mit z.B. 0,4 GWh_{el}/a, 1,5 GWh_{th}/a
  Einspareffekte:
  Vermiedene Energiebezugskosten ca. 195.000 €/a
  Vermiedene CO2-Emissionen ca. 670 t/a
  Aufwand:
  Investitionen: ca. 250.000 bis 350.000 €
  Nächster Schritt: Kontakt zu den Grundstücksbesitzern aufnehmen; Prüfung der Verfügbarkeit und Nutzbarkeit des Strohaufkommens; Prüfung möglicher Standorte für eine KWK-Anlage: kommunale Einrichtung, landwirtschaftlicher Betrieb oder Gewerbebetrieb
  Umsetzung: Kurzfristig sollten die Planungen und die Kontaktaufnahme mit den Grundstücksbesitzern durch den Klimaschutzmanager erfolgen. Mittelfristig ist die Ausschöpfung des Potenzials möglich.
  Akteure: Grundstücksbesitzer, Gemeinde

Kommune Liegenschaften (K)

- (K-1) Klimaschutzmanager
  Einführung eines Klimaschutzkoordinators zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes. Die verwaltungsinterne oder externe Benennung eines

Klimaschutzmanagers ist für die Umsetzung des Konzepts unerlässlich. So können die Umsetzung koordiniert und verschiedene Maßnahmen zeitlich und inhaltlich aufeinander abgestimmt werden. Sinnvollerweise wird hier auch die Verantwortlichkeit für die Umsetzung des Öffentlichkeitskonzeptes gebündelt.
Aufwand:
Personalstelle, zu 50% durch PTJ-Förderung finanziert (Antragfrist Jan-Mrz 2013!)
Aufgaben: Die Vorbereitung, Koordinierung der Planung und Umsetzung der entsprechenden Maßnahmen

Umsetzung: Kurzfristig

(K-2) Einrichtung eines kommunalen Energiemanagement

Regelmäßige Überwachung und Verfolgung des Energie- und Wasserverbrauchs kommunaler Gebäude
Einspareffekt:
Energiekosten: ca. 10% der Energiekosten (>30.000 €/a)
Energieverbrauch: ca. 10% des kommunalen Energieverbrauchs (250 MWh_{th}/a)
CO2-Reduktion: >700 t CO2/a
reduzierte Bürokratischer Aufwand (Sanierungsplan, Energieausweise) ~1000-5000 €/a
Aufwand:
1-Wöchiges Seminar: Energiemanagement 2000-4000 Euro
Software Energiemenagement: 2000-5000 Euro
Datenlogging: ca. 300 Euro/Gebäude * 18 Gebäude = 5000-6000 Euro
Zum Aufbau einige Monate, danach ca. 2 Tage/Monat)
Evtl. Auslagerung an externen Dienstleister (ca. 500 Euro/Gebäude/a ~9000€/a)
Umsetzung: Der Aufbau sollte als eine der wichtigsten Maßnahmen kurzfristig erfolgen. Bereits nach dem ersten Jahr kann ein Einsparerfolg von ca. 5% der Energiekosten realisiert werden. Je nach Intensität des Monitoring und der Regelung können mehr als 10% Verbrauchs- und Kosteneinsparung erreicht werden. Die Stadt Rastatt konnte z.B. innerhalb von 4 Jahren ihre Energie- und Wasserkosten um fast 40% reduzieren.
Akteure: Gemeinde, ein erfolgreich eingeführtes Gebäudemanagementsystem könnte auch anderen Großverbrauchern der Gemeinde zur Mitbenutzung und deren Integration als Dienstleistung angeboten werden, da die wesentlichen Kosten im Aufbau des Systems liegen.

- **(K-3) Sanierungsfahrpläne kommunaler Liegenschaften**
  Erstellung und Abgleich der Sanierungspläne kommunaler Einrichtungen mit den Wohnbaugesellschaften (WBG) in Kirchseeon, Unternehmen und Landwirten
  Ziel: Gemeinsame Planung/Sanierung/Errichtung bzw. Ausbau von Nahwärmenetzen mit BHKWs oder Heizzentralen sowie Anbindung weiterer

Wärmeabnehmer (z.B. private Haushalte)
Umsetzung: Kurzfristig
Akteure: Gemeinde, WBG, Unternehmen, Landwirte, Kaminkehrer, Bürger

- **(K-4) Selbstverpflichtung zu hohen Energiestandards**
  Die Kommune verpflichtet sich zur Einhaltung energetischer Mindeststandards bei Neubau und Sanierungen, die über die Vorschriften der aktuellen Energieeinsparverordnung (EnEV) hinausgehen, und übernimmt somit Vorbildfunktion.
  Umsetzung: Kurzfristig

- **(K-5) Wärmepumpenoption bei kommunalen Gebäuden**
  Gemeinde prüft und plant Erdgas-Heizzentralen oder BHKWs durch effiziente Wärmepumpen zu ersetzen, sowie die Anbindung weiterer Verbraucher durch den Ausbau von lokalen Nahwärmenetzen
  Umsetzung: Langfristig
  Akteure: Gemeinde, WBG, Unternehmen, Landwirte, Kaminkehrer, Bürger

- **(K-6) Strategie Regellast durch stromgeführte BKHWs**
  Die Gemeinde prüft die Strategie Regellast mittels BHKWs bereit zu stellen, d.h. den Austausch von zentralen Heizanlagen (Erdgas, Biomasse) durch stromgeführte BHKWs in kommunalen Gebäuden
  Umsetzung: Langfristig
  Akteure: Gemeinde, WBG, Unternehmen, Landwirte, Kaminkehrer, Bürger

- **(K-7) Ausbau Wärmespeicher (stromgeführter Betrieb von Anlagen)**
  In Ergänzung zur Umstellung auf stromgeführten BHKWs baut die Gemeinde Wärmespeicher in den Nahwärmenetzen aus. Unterstützung von solarthermischen Anlagen prüfen (für Bereitstellung von Warmwasser im Sommer). Weitere Schritte: Abgleich mit den lokalen Wohnbaugesellschaften, Unternehmen, Landwirten (zur Anbindung an ein gemeinsames Wärmenetz).
  Umsetzung: Langfristig
  Akteure: Gemeinde, WBG, Unternehmen, Landwirte, Kaminkehrer, Bürger

- **(K-8) Prüfung Nutzung gemeindeeigener Fläche von 4-5 ha**
  Die Gemeinde prüft die Optionen: Anbau schnellwachsender Pflanzen, Errichtung von PV-Anlagen
  Umsetzung: Kurzfristig bis mittelfristig
  Akteure: Gemeinde, Pächter

(K-9) Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED
Austausch der Natriumdampf-Hochdrucklampen (453 Brennstellen mit insgesamt 532 Lampen) (Verbrauch ca. 150 MWh_{el}/a) durch LED-Beleuchtung:
CO_2-Einsparung durch Stromeinsparung (Abschätzung ca. 55% Stromeinsparung):

bis zu 60 tCO_2/a
Austausch der Leuchtstofflampen (ca. 300 Brennstellen mit insgesamt 354 Lampen) (Verbrauch ca. 60 MWh_{el}/a) durch LED-Beleuchtung:
CO_2-Einsparung durch Stromeinsparung (Abschätzung ca. 40% Stromeinsparung): bis zu 15 tCO_2/a
Einspareffekt:
Vermiedene Strombezugskosten ca. 10.000 bis 15.000 €/a
Vermiedene CO_2-Emissionen bis zu 60 tCO_2/a
Aufwand:
Investitionskosten ca. 100.000 bis 300.000 €
Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
Akteure: Gemeinde / E.ON

- **(K-10) Umstellung Ökostrombezug für kommunale Liegenschaften**
  Umstellung auf ökologischen Strombezug für alle kommunalen Liegenschaften. Gemeinde nimmt Vorbildfunktion ein und wirbt für weitere Nachahmung privater und gewerblicher Verbraucher. Diese Maßnahme ist jedoch nur dann sinnvoll, sofern zertifizierter grüner Strom von einem anerkannten Anbieter erworben wird. Hier muss man darauf achten, dass der Ökostrombezug keine Mogelpackung ist, sondern durch die Einnahmen tatsächlich neue Produktionsmengen geschaffen werden.
  Umsetzung: Kurzfristig
  Akteure: Gemeinde, Ökostromanbieter / Stromversorger

Weitere Maßnahmen (M)

- **(M-1) Erstellung eines Energie- und Klimaschutzberichts**
  mit Best-Practice Beispielen aus der Gemeinde
  Einspareffekt:
  Nicht quantifizierbar, Teil der Öffentlichkeitsarbeit, unterstützende Maßnahme zum kommunalen Gebäudemanagement
  Aufwand:
  1 Tag/Jahr Arbeitsaufwand bei sachgemäßem Energiemanagement
  Statistischer Datenteil: Verwaltung
  Umsetzung: Kurz-bis mittelfristig
  Akteure: Gemeinde, Energieversorger

- **(M-2) Budget für klimaschutzrelevante Aktionen im kommunalen Haushalte ausweisen**
  Beispielsweise; Budgetplanung mit Programm und Öffentlichkeitsarbeit des AK Energie 2030 abstimmen, siehe auch Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit; Einnahmen aus Konzessionsabgabe vollständig oder teilweise für Klimaschutzmaßnahmen und Öffentlichkeitsarbeit einsetzen.

Umsetzung: Kurzfristig
Akteure: Gemeinde, AK Energiewende 2030

- **(M-3) Gemeinde vergibt Energiepreis**
  an Haushalte, Unternehmen, usw. (Teil der Öffentlichkeitsarbeit).
  Teil der Öffentlichkeitsarbeit
  Die Kommune hebt solche Projekte, Firmen oder Einzelpersonen hervor, die sich in besonderer Weise zur Umsetzung der "Energievision" der Kommune verdient gemacht haben. Das können ein besonders innovativer technischer Ansatz, überdurchschnittliches Engagement als Initiator oder Multiplikator oder eine besonders intelligente Idee, die zur Nachahmung und Imitation geeignet ist, sein. Die Hervorhebung kann entweder in Form eines Preises oder einer vergleichbaren Auszeichnung erfolgen. Wesentlich sind, dass kein wichtiger Bereich ausgeschlossen wird (u.U. mehrere Preiskategorien: Privatbürger, Unternehmen, Schule, oder Technische Umsetzung, Organisatorische Umsetzung, gesellschaftliches Engagement); dass eine entsprechende mediale Begleitung erfolgt; - dass regelmäßig eine Preisverleihung erfolgt (z.B. 1 x pro Jahr). Die finanzielle Ausstattung des Preises ist nachrangig hinter der Öffentlichkeitsarbeit.
  Beispiel: Energiepreis des Landkreis Münchens
  Umsetzung: Kurzfristig
  Akteure: Gemeinde, AK Energiewende 2030
- **(M-4) Regelmäßige Hausmeisterschulungen durchführen**
  Gemeinde organisiert regelmäßig Veranstaltungen mit externen Fachleuten; Beispielsweise, 1-Tages Weiterbildung von Hausmeistern zu den Themen:
  - Heizung und Verteilung
  - Beleuchtung
  - Elektrische Großgeräte
  - Erfassung und Controlling Energieverbrauch
  - Kommunikation (schulintern / verwaltungsintern)

  Einspareffekt: Ca. 5% der Verbrauchskosten
  Umsetzung: Kurzfristig
  Akteure: Gemeinde, externe Fachleute
- **(M-5) Internetseite zu Energie- und Klimaschutz**
  mit aktuellen Informationen zur Energiebilanz der Gemeinde, zu aktuellen Förderungen, zu Veranstaltungen, Umfragen und Wettbewerben, aktuellen Neuigkeiten bzw. Entwicklungen bei der Maßnahmenumsetzung (z.B. Beteiligungen bei Bürgerenergieanlagen usw.)Tipps (Einsparungen Energie, Wasser und Verkehr, usw.)

Aufwand: Ca. 500 €/Monat
Umsetzung: Kurzfristig
Akteure: AK Energiewende 2030, Gemeinde

- **(M-6) Prüfung Restwärmenutzung von Abwasser**
  Das Abwasser von Gebäuden enthält Restwärme, die zum Betrieb einer Wärmepumpe genutzt werden kann. Insbesondere Gebäude mit großem Warmwasserbedarf kann diese Energie mit hohem Wirkungsgrad entzogen werden. Es ist zu prüfen, inwieweit die Abwärme der Schulen, Schwimmbäder und von Unternehmen zum Betrieb einer Wärmepumpe ökonomisch sinnvoll genutzt werden kann.
  Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
  Akteure: Kommunale Liegenschaften, Unternehmen, Landwirtschaftliche Betriebe

- **(M-7) Beratung sozial schwächer gestellter Haushalte**
  Erfahrungsgemäß stehen sozial schwachen Haushalten wenige Möglichkeiten zur konkreten Energieberatung zur Verfügung, da diese den aktiven Gang zu einer Beratungsstelle aus verschiedensten Gründen scheuen. Zudem fehlt oft die Kenntnis des Zusammenhangs der eigenen Energieverbrauchsmuster mit der Heizkosten- oder Stromrechnung. Es hat sich als sehr sinnvoll erwiesen, auf diese Gruppe gezielt zuzugehen und eine Energiesparberatung in der betroffenen Wohnung anzubieten. Diese Beratung reicht bis zur konkreten Beratung effizienter Geräte und der Durchrechnung der Gesamtkosten (Anschaffung und Verbrauchskosten). Daher wird z.B. empfohlen, ein Budget bereitzustellen und in der Kommune lebenden Hartz IV- Empfänger gezielt eine Energieberatung anzubieten. Nach ca. 1 Jahr sollte der Erfolg dieser Maßnahmen kontrolliert werden (z.B. durch Rückfrage und Überprüfung der Energiekostenabrechnungen)
  Einspareffekt: Ca. 5 - 10% des Verbrauchs der beratenen Haushalte
  Aufwand: Ca. 100 - 200 € pro Haushalt
  Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
  Akteure: Gemeinde, Bürger

- **(M-8) Information für Neubürger**
  Es wird empfohlen, jedem in der Kommune neu gemeldeten Haushalt ein Informationspaket mit folgenden Inhalten anzubieten:
  - Allgemeine Informationen zur Kommune und zu Energieberatungsmöglichkeiten (evtl. Liste der in der Gemeinde aktiven Energieberater, Hinweis auf Bau(beratungs)zentren in Poing und in Riem)
  - Informationen zu den „grauen" Energie- und Stoffströmen (Trinkwasser, Abwasser, Gas, Strom, Verkehrsinfrastruktur (Wie wird das geleistet, wo kommen die Stoffe her, wo gehen die Abfälle hin)
  - Informationen speziell zur Energievision, den Energieprojekten in der Kommune

und der Möglichkeiten, sich selbst einzubringen, Einladung zu den AK Energiewende 2030 Treffen
- Informationen zu Energieversorgungsangeboten (grüner Strom)
- Informationen zum Energieverbrauch (Liste sparsamer Hausgeräte, Liste mit Maßnahmen zur Reduktion des Heizenergieverbrauchs, Relevanz der Maßnahmen)
- Wichtig ist auch, nach einer angemessenen Zeit eine Rückmeldung einzuholen, wie dieses Angebot aufgenommen wurde und ob dadurch das Verhalten der Neubürger geprägt wurde. Nach ca. 1 Jahr sollten die bis dahin vorliegenden Erkenntnisse über die Akzeptanz und den Einfluss auf das Benutzerverhalten ausgewertet werden und hinsichtlich des Kosten/Nutzenverhältnisses geprüft werden.

Aufwand: Kosten betragen ca. 10 – 20 € pro neuer Haushalt
Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
Akteure: Gemeinde, Neubürger

- **(M-9) Firmen für Klimaschutz**
  Eine Firma wird für einen ausgewählten Zeitraum (eine Woche, Monat oder Jahr) zu einem "Klimaschutzpartner" der Marktgemeinde. Verbunden mit Sponsoring wird der Partner in allen Kampagnen erwähnt. Gemeinde und Unternehmen könnten gemeinsam Veranstaltung, Wettbewerbe, gezielte Angebotsaktionen planen und organisieren, z.B. Austausch alter oder Vorstellung neuer Geräte. Ein zusammen ausgeschriebener Klimaschutzpreis kann z.B. vergeben werden.
  Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
  Akteure: Gemeinde, Unternehmen

- **(M-10) Fifty-fifty-Projekte**
  Der Anreiz von fifty/fifty besteht darin, dass jeder teilnehmenden Schule 50% der durch bewusstes Nutzerverhalten eingesparten Energiekosten zur freien Verfügung gestellt werden. Intensivierte Fortführung der bisherigen 50/50 Projekte in Schulen und Kindergärten. Als organisatorische Dienstleistung und Nutzermotivation auch ausweitbar auf andere Akteure (Hochschule, Unternehmen, kommunale Liegenschaften). Auch andere Zielgruppen könnten eingebunden werden.
  Einspareffekt:
  Vermiedene Energiebezugskosten bis ca. 140.000 €/a
  Vermiedene CO2-Emissionen bis zu 460 t/a
  Aufwand:
  Je nach Art der technischen Durchführung gering-investiv bis mehrere 1000 Euro je teilnehmende Schule. Förderung durch PTJ ist möglich.
  Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
  Akteure: Gemeinde, Schulen

- **(M-11) Förderung Kindergärten und Schulen**
  Beispiel: Energieteam-Projekte, Ausbildung von „Detektiven" in Schulen, Wettbewerbe
  Übertragung der Erfahrungen der Energiespar- und Klimaschutzprojekte auf weitere Bildungseinrichtungen wie Kindergärten/-tagesstätten; Motivation und Fortbildung für Kinder und Personal
  Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
  Akteure: Gemeinde, Schulen

- **(M-12) Weiterbildung und Qualifikation von Handwerkern mit externen Fachleuten**,
  organisiert von der Marktgemeinde (jeweils 1 Tag), beispielsweise zu folgenden Themen:
  - Aktuelle EnEV und geplante Novellierungen
  - Passivhäusern
  - Energetische Modernisierung - Dämmung der Gebäudesanierung / Fenstereinbau
  - Wärmebrücken erkennen und entschärfen
  - Messung von Luftundichtigkeiten
  - Theorie und Praxis der Gebäudethermografie
  - Mikro-KWK-Anlagen für private Haushalte
  - Effiziente Wärmepumpen
  - PV und Solartherme
  - Möglichkeiten zur Heizungsoptimierung
  - Hydraulischer Abgleich von Heizungsanlagen
  - Marketing (Kunden ansprechen und überzeugen)
  - Recherche von Fördermitteln (Tools und Ansprechpartner)

  Einspareffekte:
  Vermiedene Energiebezugskosten ca. 10 – 30% des Verbrauchs im GHD-Bereich
  Vermiedene CO2-Emissionen bis zu 30%
  Umsetzung: Kurzfristig
  Akteure: Gemeinde, externe Fachleute

- **(M-13) Energieeinsparung im Bestand**
  Auch wenn hier der Handlungsspielraum der Kommune begrenzt ist und vorranging in der Information und Unterstützung durch Beratung (Förderung von Energieberatung) und Hilfen zur Beantragung von Fördergeldern liegt, so ist dies ein wichtiger Bereich, der in Summe mit das größte Einsparpotenzial bietet. Ohne explizite Maßnahmen an dieser Stelle zu quantifizieren, so wird für die Einspareffekt: Abschätzung des CO2-Minerungseffektes mit einer jährlichen

Verbrauchs- und Emissionsreduktion von 1% des Wärmeverbrauchs im Gebäudebestand gerechnet. Dies entspricht etwa 7 GWh_{th}/a bzw. ca. 5.000-6.000 tCO_2/a
Akteure: Immobilienbesitzer

Verkehr (V) – nicht systematisch diskutiert

- **(V-1) Aktivierung des Potenzials zum Umstieg von privaten Pkw-Fahrten auf den Umweltverbund durch „Individualisiertes Marketing"**
  Ziel: Reduzierung der Pkw-Fahrten
  Umfragen zum Mobilitätsverhalten und deren Auswertung zeigen in vielen Fällen ein erhebliches Potenzial zur Verlagerung von Pkw-Fahrten auf den Umweltverbund, das pauschal mit deutlich über 20% angegeben werden kann. Jahrzehnte lange Erfahrungen mit individualisiertem Marketing auf mehreren Kontinenten belegen, dass ein erheblicher Teil dieses Potenzials durch aktiv an die Bürger herangetragene Information zu geringen Kosten erschlossen werden kann. Der Schlüssel hierbei liegt in der Art der Durchführung der Kampagne. Eine gezielte quartierweise durchgeführte Informations- und Beratungsoffensive kann zum Gesprächsthema werden, eine positive Grundstimmung erzeugen und zur Initiierung eines nachbarschaftlichen Wettbewerbs beitragen. Die Erfahrung zeigt, dass hiermit 10-20% der verkehrsbedingten Emissionen innerhalb der Gemeinde reduzierbar sind zu spezifischen Reduktionskosten, die deutlich niedriger als bei anderen Maßnahmen zur Emissionsreduktion liegen.
  Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
  Akteure: Bürger

- **(V-2) Radverkehrskonzept entwickeln**
  Erstellung und Umsetzung eines Fahrradkonzeptes mit u. a. folgenden Schwerpunkten: Aufbau eines zusammenhängenden, ausgeschilderten Radwegenetzes. Identifizierung von Schwachstellen im Radverkehr (Kreuzungen, Querungen, fehlende oder mangelhafte Radwege, Abstellanlagen usw.). Aufbau eines Pedelec-Verleih-Systems. Start eines Wettbewerbs „Fahrradfreundliches Geschäft" um den Einzelhandel zu sensibilisieren.
  Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
  Akteure: Gemeinde, AK Energiewende, Einzelhandel, Bürger

- **(V-3) Verkehrszählungen durchführen**
  Z.B. In Zusammenarbeit mit den Schulen Verkehrszählungen in Kirchseeon durchführen.

Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
Akteure: Gemeinde, Schulen

- **(V-4) Leih-Elektrofahrräder mit Ladestationen bzw. für Unternehmen**
  Aufbau von Elektrofahrrädern / Pedelec-Verleihsystem mit Ladestationen im Ort.
  Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
  Akteure: Gemeinde, Unternehmen
- **(V-5) E-Car-Sharing**
  Car-Sharing mit Elektrofahrzeugen in der Gemeinde.
  Umsetzung: Kurz- bis mittelfristig
  Akteure: Gemeinde, Unternehmen
- **(V-6) Radstation**
  Aufwertung der Bahnhofsparksituation für Radfahrer durch Ansiedelung eines Fahrradgeschäftes mit überwachtem Parkraum und Möglichkeit zur Reparatur
  Einsparpotenzial:
  Stärkung der Attraktivität des ÖPNV, nicht quantifizierbar
- **(V-7) überwachte bzw. abschließbare Fahrradabstellplätze**
  Dies ist am besten in Kombination mit V-6 zu realisieren, da die Erfahrung zeigt, dass unüberwachte Fahrradboxen sehr oft von Randalierern beschädigt werden. Sinnvollerweise sollten diese Plätze auch für Scooter und PEdelec ausgelegt werden und die Möglichkeit des Ladens bieten. Der Zugang könnte mit IT-Karten sicher geregelt werden. Die Finanzierung erfolgt über langfristige Vermietung der Boxen

6 CONTROLLING INSTRUMENT

Das regelmäßige Überprüfen des aktuellen Energieverbrauchs, der Energieimporte und CO_2-Emissionen der Marktgemeinde Kirchseeon sollen über einen bloßen Vergleich des Ist- und Soll-Zustandes hinausgehen. Ein sogenanntes „Controlling" dient als Steuerungs- und Koordinierungsinstrument und liefert Informationen zur Entscheidungsfindung und zielgerichteten (Nach-) Steuerung.

Abbildung 35: Controlling und Klimaschutzmanagement – Kreislauf [Difu 2011]

6.1 Controlling-Elemente

Ein systematisches und routinemäßiges Erfassen von Verbrauchsdaten und Kennwerten sowie die Analyse von Trends und Erfahrungen bei der (Teil-)Umsetzung von Maßnahmen (insbesondere zur Information und Motivation von Bürgern) bietet den lokalen Akteuren die Möglichkeit, Fortschritte aber auch Fehlentwicklungen zu erkennen und rechtzeitig gegensteuern zu können.

Im Folgenden werden drei wesentliche Elemente des Controllings aufgezeigt.

- Das regelmäßige Überprüfen der **kommunalen Liegenschaften** hinsichtlich des Energieverbrauchs und der hierdurch direkt und indirekt verursachten CO_2-Emissionen,
- die **Energie- und CO_2-Bilanz der Marktgemeinde Kirchseeon**, absolut und bezogen auf einen Einwohner, als wesentlicher Indikator für die Gesamtentwicklung
- und der regelmäßigen Überprüfung des Erfolgs von durchgeführten Einzelmaßnahmen im Rahmen eines **Maßnahmencontrollings.**

6.1.1 Kommunale Liegenschaften

Die detaillierte und regelmäßige Erfassung des Wärme- und Strom- sowie des Wasserverbrauchs jedes kommunalen Gebäudes bildet die Grundlage des Controllings und ist für einen wirtschaftlichen Betrieb unverzichtbar. Eine Verbrauchserfassung auf Monatsbasis bietet dabei deutlich Vorteile gegenüber einer jährlichen Erfassung. Maßnahmen können besser quantifiziert und Fehlentwicklungen schneller erkannt werden. Um den personellen Aufwand nicht unnötig zu erhöhen, können die Zählerstände automatisch abgefragt, aufgezeichnet und an die zuständige Stelle übermittelt werden. Weitere Empfehlungen liefern die Hinweise zum kommunalen Energiemanagement des Deutschen Städtetags vom September 2008 [DSt 2008]. Abbildung 36 zeigt am Beispiel einer Schule in Stuttgart den Einfluss des Verbrauchscontrolling auf den jährlichen Heizenergiebedarf (witterungsbereinigt).

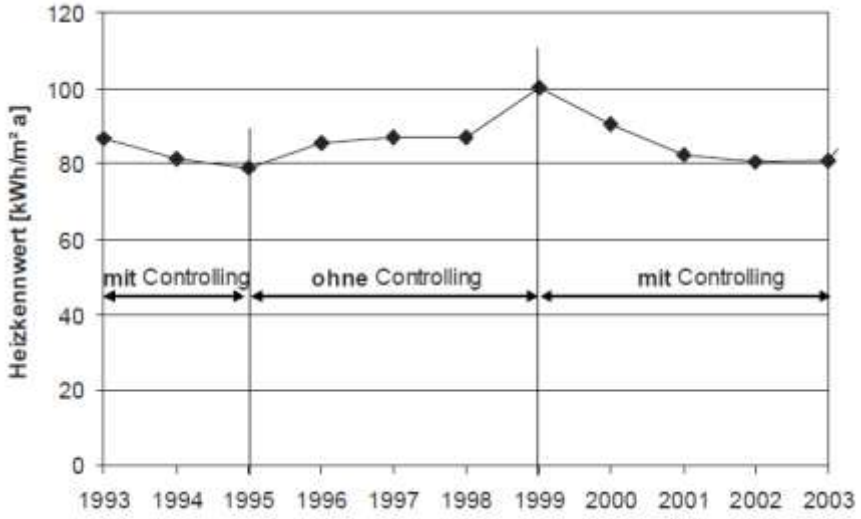


Abbildung 36: Beispiel: Witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch an einer Stuttgarter Schule mit und ohne Verbrauchscontrolling [DSt 2008]

Neben den absoluten und spezifischen Endenergieverbräuchen einzelner Gebäude und Gebäudegruppen ist es sinnvoll für kommunale Liegenschaft zusätzliche folgende Werte zu ermitteln:

- Anteil erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmebereich
- Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung (Fernwärme) an Strom und Wärme
- Energiekostenentwicklung
- Sanierungsplan kommunaler Gebäude

Im Rahmen des „Benchmark Kommunaler Klimaschutz" werden für kommunale / städtische Einrichtungen typische Vergleichswerte und Kennwerte ermittelt. Abbildung 37 zeigt zum Beispiel durchschnittliche Kennwerte der Bundesrepublik Deutschland. Neben spezifischen und absoluten

Kennwerten werden Punkte 0 = schlecht bis 10 sehr gut vergeben. Weitere Detaillierungen und Informationen sind unter: www.benchmark-kommunaler-klimaschutz.net zu finden.

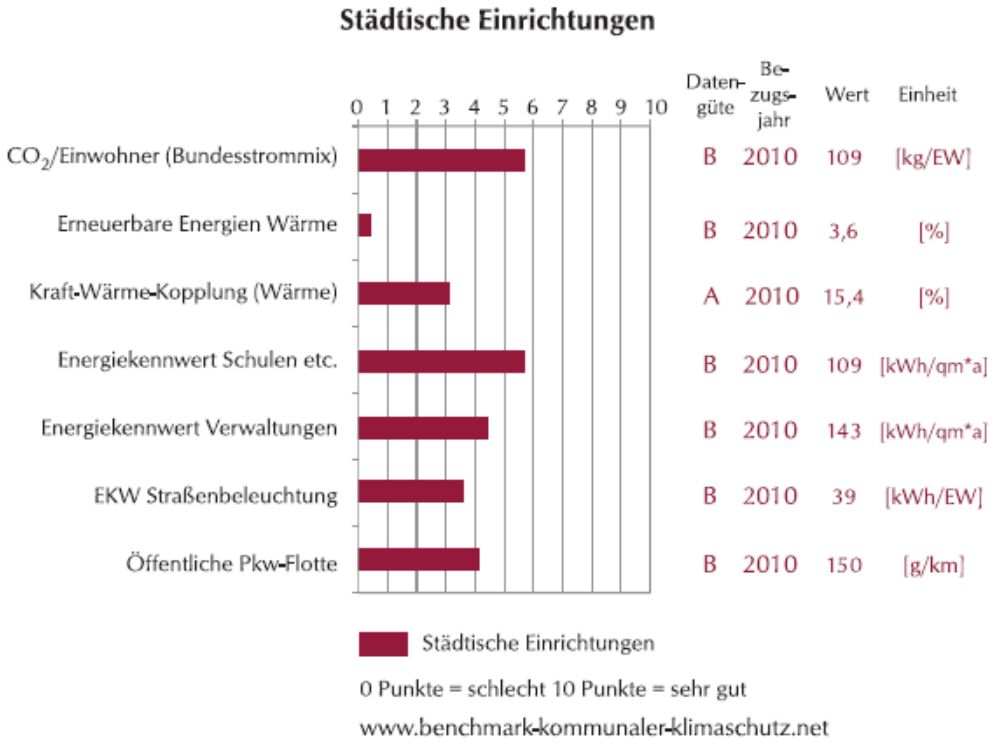


Abbildung 37: Beispiel für Kennwerte städtischer Einrichtungen [Difu 2011]

Im Rahmen der Erstellung des Energie- und Klimaschutzkonzpts für die Marktgemeinde Kirchseeon wurde der Energieverbrauch der kommunalen Gebäude erfasst. Dabei wurden Gebäude gleicher Art und Nutzung mit Hilfe von Energieverbrauchskennwerten (Heizenergie- und Stromverbrauch) miteinander verglichen. Anhand eines spezifischen Energieverbrauchskennwerts kann der Energieverbrauch der einzelnen Gebäude im Verhältnis zueinander und zum Vergleichswert (z.B. EnEV 2009) (Mittel-und/oder Richtwerten nach VDI 3807[6]) beurteilt werden. Dies gibt eine Orientierung, inwieweit Energiesparmaßnahmen sinnvoll sind. Bei einer periodischen Beurteilung können Verbrauchsunregelmäßigkeiten, die Ergebnisse von durchgeführten Energiesparmaßnahmen und eventuelle Nutzungsänderungen festgestellt werden.

In dieser Arbeit wurde die Nettogrundfläche (NGF) als Energiebezugsfläche verwendet. Als Ausgangsdaten für die Berechnung des Energieverbrauchskennwerts standen die von der Gemeinde gelieferten Bruttogrundflächen (BGF) der eigenen Gebäude und deren gelieferten Energieverbrauchsdaten zur Verfügung. Zur Umrechnung der Bruttogrundfläche auf die

[6] Richtlinie des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI-Richtlinie) 3807, Blatt 1: Energieverbrauchskennwerte für Gebäude, Grundlagen, Juni 1994

Energiebezugsfläche (Nettogrundfläche) wurden gebäudetypische Flächenumrechnungsfaktoren verwendet. Die in Kapitel 0 ermittelten Kennwerte für den Strom- und Wärmeverbrauch kommunaler Gebäude bieten für eine weitere Verbrauchserfassung eine erste Grundlage.

Die jährlichen Verbrauchswerte der einzelnen kommunalen Gebäude können zudem mit statistischen Vergleichswerten abgeglichen werden (siehe unten Kapitel 6.2). Eine weitere Möglichkeit ist die zentrale Zusammenfassung und Auswertung nach den Verbrauchskennwerten des Energieausweises für die einzelnen städtischen Nicht-Wohngebäude. Hier können die Gebäude entsprechend ihren Verbrauchswerten einzelnen Klassenlabels (z.B. Effizienzklassen A, B, C, D, E, F, G, ähnlich wie bereits bei Haushaltsgeräten eingeführt) einfach zugeordnet und bewertet werden (siehe Vergleichswerte im Anhang 3[7]).

In öffentlichen Gebäuden mit Publikumsverkehr und mehr als 1.000 m² Nutzfläche muss ab 1.7.2009 ein Energiepass ausgehängt werden. Für mindestens diese Gebäude sollte die Gemeinde die Daten in einer elektronischen Datei zentral zusammenführen und jährlich die Verbrauchsdaten sowie Kosten erfassen und auswerten. Ein gutes Beispiel hierfür bietet das Hochbauamt der Stadt Frankfurt, das für die ca. 1.000 städtisch genutzten Liegenschaften ein Energiemanagement betreibt, siehe das Beispiel des Hochbauamt der Stadt Frankfurt a.M. in Abbildung 38.

STADT FRANKFURT AM MAIN — Hochbauamt Energiemanagement

Energieverbrauchsausweis

Hochbauamt, Gerbermühlstraße 48

Nutzung	Bezugsgröße		Anteil
Verwaltungsgebäude	9.711 m²	Nettogrundfläche	97%
Verpflegungseinrichtungen	350 m²	Nettogrundfläche	3%
Summe	10.061 m²	Nettogrundfläche	100%

Verbrauch	Wärme	Strom	Wasser
Verbrauch 2003	75 kWh/m²a	35,5 kWh/m²a	205 l/m²a
Verbrauch 2004	69 kWh/m²a	40,1 kWh/m²a	228 l/m²a
Verbrauch 2005	77 kWh/m²a	40,7 kWh/m²a	239 l/m²a

Klassifikation 2003-2005	Wärme	Strom	Wasser
A sehr effizient	0 - 76	0 - 14,3	0 - 101
B	B 77 - 95	14,4 - 20,0	102 - 146
C	96 - 112	20,1 - 25,8	147 - 189
D	113 - 130	25,9 - 32,4	D 190 - 235
E	131 - 153	E 32,5 - 41,1	236 - 294
F	154 - 194	41,2 - 55,9	295 - 397
G ineffizient	195 -	56,0 -	398 -
Kosten 2005	**35.582 €**	**61.549 €**	**9.230 €**

Abbildung 38: Beispiel: Klassenlabel Energieausweis

[7] Siehe auch Excel-Tabelle auf der Website der Stadt Frankfurt a.M.: http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweis-Frankfurt.xls

Ähnlich bei Haushaltsgeräten können die Effizienzklassen noch erweitert werden. In Österreich werden beispielsweis die Effizienzklassen für Gebäude sogar deutlich verschärft ausgewiesen, siehe Abbildung 39.

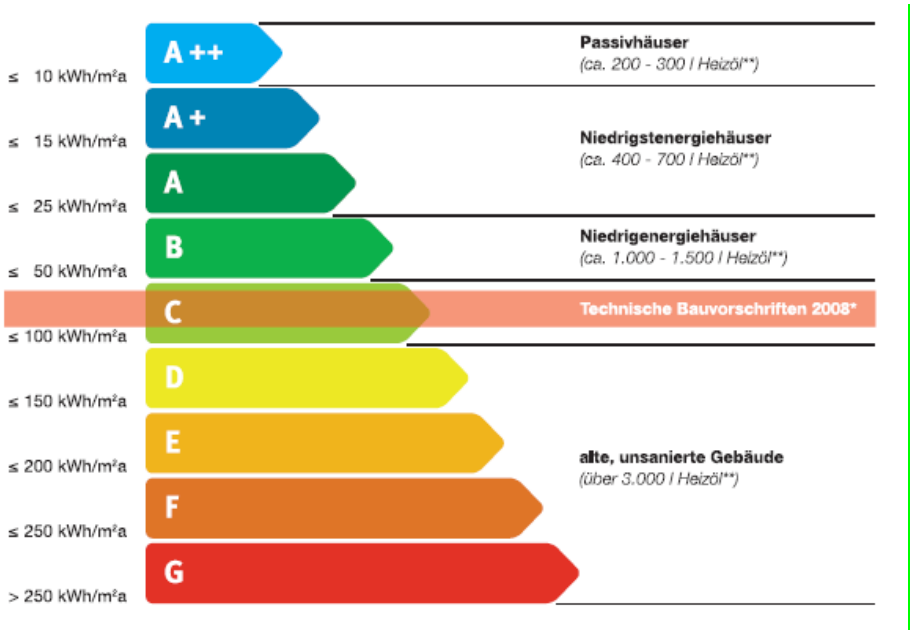


Abbildung 39: Beispiel: Effizienzklassen für den Heizwärmebedarf von Wohngebäuden in kWh/m²/a [Tirol A++ 2008]

6.1.2 Energiebilanz und Energie- und Klimaschutzbericht der Marktgemeinde Kirchseeon

Das Fortführen der Energiebilanz der Marktgemeinde Kirchseeon und einzelner Sektoren ermöglicht es der Gemeinde positive und negative Entwicklungen systematisch zu erfassen und zu erkennen.

Ein zentrales Instrument des Controlling, und gleichzeitig der Öffentlichkeitsarbeit, ist dabei die regelmäßige Erstellung und Veröffentlichung eines Energie- und Klimaschutzbericht. Dazu ist es notwendig die Verantwortlichkeit und die benötigen Ressourcen für diese Aufgaben und Arbeiten innerhalb der Gemeinde festzulegen. Es wird empfohlen einen Klimaschutzmanager für diese Arbeiten einzuplanen um die Arbeiten zu koordinieren und zu organisieren. Daneben können die durch Energieversorger ermittelte Energieverbräuche der ganzen Kommune (Strom und Gas) als Grunddaten mit einfließen.

Im Folgenden wird empfohlen bei der Erstellung eines Energie- und Klimaschutzberichts zwischen einem internen (jährlich) und einem öffentlichen (mehrjährig) zu unterscheiden, siehe grundsätzliches Schema Abbildung 40.

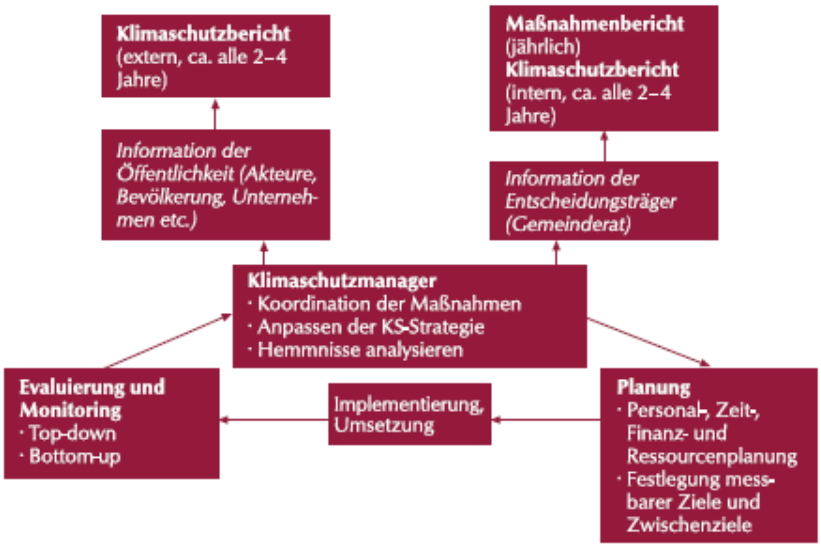


Abbildung 40: Übersicht kommunale Klimaschutz-Controlling [Difu 2011]

a) Jährlicher interner Energiebericht

In einem jährlichen internen Bericht der Gemeinde sollen die wichtigsten Kennzahlen, Entwicklungen und Trends zusammengefasst und ausgewertet werden. Dieser Bericht fasst vor allem Energieverbrauchswerte und Energiekosten der kommunalen Liegenschaften zusammen (siehe oben Kapitel 6.1.1 Kommunale Liegenschaften).

Dieser Bericht könnte beispielsweise jährlich erstellt und vorgelegt werden.

Als Anhang wird eine EXCEL-Datei als Beispiel für die weitere Erfassung der Verbrauchsdaten gegeben. Die Wärme-, Strom- und Wasserverbrauchswerte können dort für jede Liegenschaft eingetragen und relevante Kennwerte ermittelt werden. Diese Datei kann jedoch nur als grobe Basis für eine weitere Erfassung dienen und sollte von einer Fachkundigen Person bei Bedarf angepasst und erweitert werden. Die diesem Bericht zu Grunde liegenden Daten wurden dort bereits eingetragen. Auch die EE-Stromerzeugungsdaten der letzten Jahre wurden bereits hinterlegt. Zusätzlich zu den Energiewerten der Liegenschaften sollten noch die Verbrauchwerte von Gemeindefahrzeugen erfasst und die dadurch entstandenen finanziellen Ausgaben der Gemeinde ermittelt werden.

Ein Abgleich mit Kennwerten, wie z.B. EnEV, Ages Kennwertekatalog 2005 (siehe auch www.kennwerte-online.de) oder des Klimaschutzbündnisses, ermöglicht die größten Verbesserungspotenziale zu ermitteln und gezielt zu erschließen. Abbildung 41 zeigt ein Beispiel der Stadt Stuttgart die seit zehn Jahren jährlich einen Energiebericht in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Stuttgart erstellt und veröffentlicht.

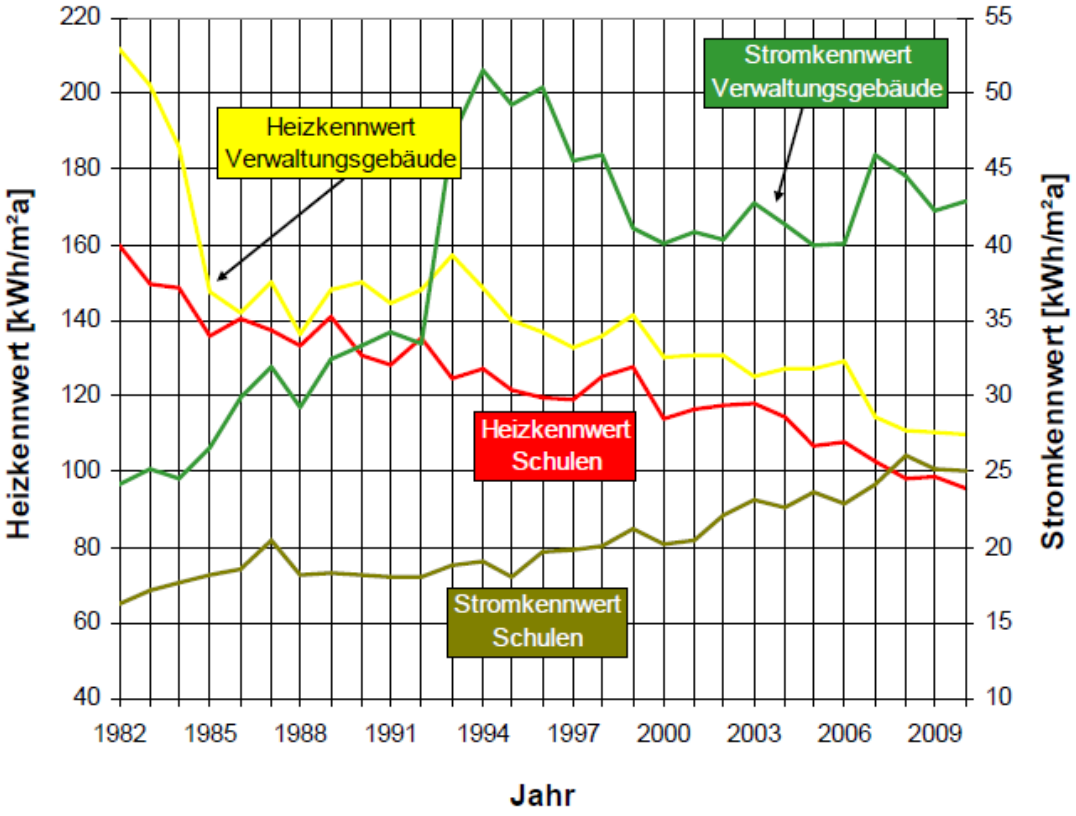


Abbildung 41: Beispiel Entwicklung der Heiz- und Stromkennwerte in Verwaltungsgebäuden und Schulen der Stadt Stuttgart [Stuttgart 2010]

Neben der Auswertung dieser Kennwerte können durchgeführte Sanierungsmaßnahmen, anstehende Arbeiten bzw. neu zu planende Sanierungsmaßnahmen und Ausgaben aufgezeigt werden und ein Kosten-Nutzen Vergleich durchgeführt werden. Ein Beispiel liefert auch hierfür der Bericht der Stadt Stuttgart, siehe Abbildung 42.

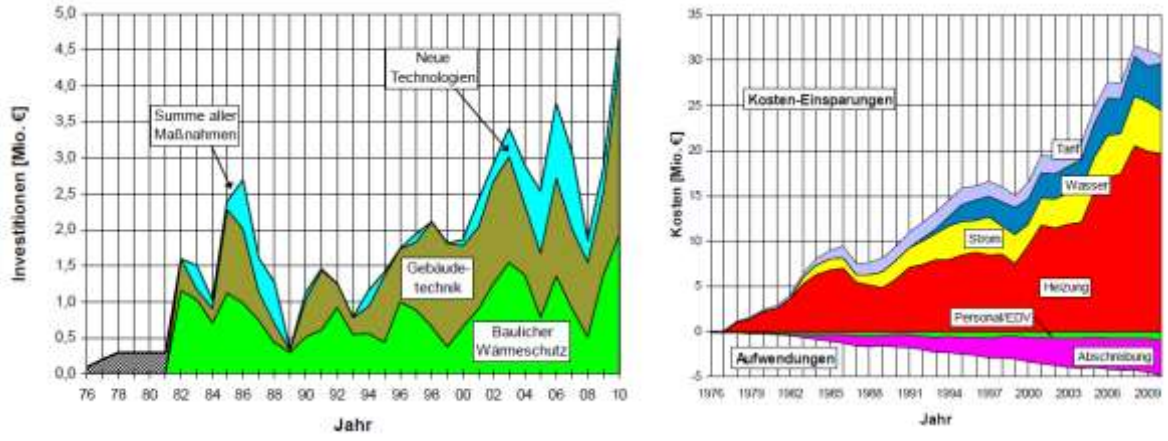


Abbildung 42: Beispiel der Stadt Stuttgart: Aufwendung und geschätzte Kosten-Einsparungen durch getätigte Investitionen in Maßnahmen [Stuttgart 2010]

b) Erstellung eines öffentlichen Energie- und Klimaschutzberichts

Ein Energie- und Klimaschutzbericht für die Öffentlichkeit sollte in zeitlichen Abständen von z.B. drei bis fünf Jahren erstellt werden. Dieser Bericht gibt einen Überblick über die klimarelevanten Bemühungen der Gemeinde, schon erreichte und gesteckte Ziele, einen Vergleich zu anderen Städten und motivierende Vorschläge und Best-Practice-Beispiele für die Bürger enthalten.

Die wesentlichen Bestandteile des Berichts können sein:

- Zusammenfassung aller Kennwerte und ein Vergleich kommunaler Liegenschaften (Strom, Wärme, Wasser)
- Die Energiebilanz der Kommune (Aufzeigen von Fortschritten und Rückschritten); Vergleich mit Richtwerten
- Durchgeführte und anstehende Maßnahmen
- Investitionskosten und dadurch eintretende Betriebskosteneinsparungen
- Aufzeigen Best-Practice-Beispiele
- Zusammenfassungen der Höhepunkte des AK Energiewende 2030
- Beschreibung der Kurz-, Mittel-, und Langfristigen Ziele
- Beschreibung von Möglichkeiten wie sich interessierte Bürger beteiligen können (z.B. ehrenamtlich)
- Informationen über relevante Förderprogramme, und neue Technologien
- Ausblick auf kommende Veranstaltungen, Schulungen und sonstige Aktionen
- Erstellung eines öffentlichen Energie- und Klimaschutzberichts
- Erstellung eines öffentlichen Energie- und Klimaschutzberichts

c) Fortschreibbare Energie- und CO_2-Bilanz

Für Kirchseeon wurden Energieverbrauchswerte und CO2-Emissionen nach zwei unterschiedlichen Verfahren bestimmt. Diese unterscheiden sich in ihren Ergebnissen entsprechend der unterschiedlichen Disaggregierung der Daten und entsprechend der getroffenen Annahmen über die Emissionswerte der vorgelagerten Prozessketten.

Im vereinfachten Verfahren wurden statistisch ermittelte Aktivitätskennwerte (Einwohnerzahl, Wohnfläche, Fahrzeuge, GHD-Kennzahlen etc.) und bekannte Verbrauchskennwerte leitungsgebundener Energieträger für die Eingabe in das Progamm „ECOREGION" aufbereitet. Daraus werden die Sektor- und Energieträgerspezifischen Emissionen mit Deutschen Durchschnittswerten (z.B. CO2-Emissionen der Stromerzeugung) erzeugt und zu Gesamtemissionen bzw. Emissionen je Einwohner hochgerechnet. Diese Methode eignet sich zur schnellen und einfachen Fortschreibung der Energie- und CO2-Bilanz.

Im komplexeren Verfahren wurden diese Daten mit eigenen Erhebungen (z.B. Hochrechnungen des Biomasseverbrauchs aus den Kaminkehrerstatistiken) ergänzt. Zusätzlich wurde bei der Berechnung der CO2-Emissionen explizit der regional erzeugte Energieanteil berücksichtigt und in den Emissionen des Strommixes abgezogen. Dieser Unterschied ist heute fast irrelevant, macht sich aber bei zunehmendem Anteil regionaler Energieerzeugung bemerkbar. Um Doppelzählungen mit der Energieerzeugung anderer Gemeinden zu vermeiden, darf bei steigendem Anteil regenerativer Energieerzeugung nur der zentral erzeugte Mix der fossilen und nuklearen Stromerzeugung berücksichtigt werden. Alternativ könnte der deutsche Strommix und dessen Emissionen berücksichtigt werden, dann aber darf die lokale Energieerzeugung aus regenerativen Energieträgern nicht mehr explizit berücksichtigt werden. Auch diese Methode eignet sich zur Fortschreibung, wobei im Unterschied zum vereinfachten Verfahren komplexere Datenerhebungen und Um- bzw. Hochrechnungen erforderlich sind.

6.1.3 Maßnahmencontrolling

Im Rahmen des Maßnahmencontrollings sollen die Effekte der angestoßenen oder durchgeführten Maßnahmen überschlägig dargestellt werden. Eine detaillierte Analyse ist sehr aufwändig und kann nur im Rahmen einer umfangreichen wissenschaftlichen Evaluierung durchgeführt werden.

Sogenannte „harte" technische Maßnahmen können relativ gut und einfach bewertet werden, z.B. Sanierung eines kommunalen Gebäudes (Investitionen gegenüber Verbrauchsreduktionen in kWh/m²/a und gegenüber der Verbrauchs- und Betriebskosten).

Bei „weichen" Maßnahmen wie Informations- und Fortbildungskampagnen, Schaffung einer Personalstelle für einen Klimaschutzbeauftragten können die Kosten bzw. die CO_2-Minderungen nicht so einfach zugeordnet werden.

Hier wird empfohlen andere quantifizierbare Werte heran zu ziehen, wie z.B. Anzahl von Veranstaltungen, von Beratungen pro Jahr, Rückmeldungen von den Veranstaltungen, Zugriffszahlen Internetseite, Anzahl der Veröffentlichungen, Anzahl der Teilnehmer bei AK Energiewende 2030 Treffen, Schulungen, Wettbewerben, Umfragen, Anzahl geförderter Projekte, Preisgelder, Anteil der Gebäude mit Energieausweisen, Anzahl der Car-Sharing Angebote, Verkehrsbeobachtungen und -zählungen usw..

6.2 Vergleichswerte: relevante Kenngrößen & Benchmark

Die erfassten Daten und daraus berechnete Indikatoren können und sollen regelmäßig mit Vergleichswerten anderer Kommune und mit Werten vorheriger Jahre verglichen werden. Ein regelmäßiger Abgleich der ermittelten Werte ermöglicht es der Marktgemeinde Kirchseeon Prioritäten für das zukünftige Handeln neu zu setzen und auftretende Schwachstellen durch die Entwicklung von konkreten Maßnahmenvorschlägen zu beheben.

Folgende typische Daten bzw. Indikatoren sollten systematisch ermittelt werden:
mit PHH = Private Haushalte, GHD = Gewerbe, Handel & Dienstleistungen

- Stromverbrauch (PHH, GHD, Kommune)

- Gasverbrauch (PHH, GHD, Kommune)
- Ölverbrauch (PHH, GHD, Kommune)
- Verbrauch Biomasse (PHH, GHD, Kommune)
- Installierte Leistung aller erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen (Photovoltaik-, Biogas-, Windkraft- und Wasserkraftanlagen)
- Abfallaufkommen
- Energieverbrauch im Verkehrssektor
- Modal Split
- CO_2-Emissionen
- Energiebezug und –importe der Marktgemeinde Kirchseeon
- Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an Strom und Wärme
- Anteil erneuerbarer Energien im Strom und Wärmebereich
- Einwohnerzahl

Im Folgenden werden einige Beispiele für Vergleichswerte (Benchmarks) aufgezeigt.

Benchmark Kommunaler Klimaschutz

Im Rahmen des „Benchmark Kommunaler Klimaschutz" werden für Städte und Gemeinde in Deutschland Vergleichswerte und Kennwerte ermittelt. Abbildung 43 zeigt zum Beispiel durchschnittliche Kennwerte der Bundesrepublik Deutschland („Gesamtstadt Deutschland"). Neben spezifischen und absoluten Kennwerten werden Punkte 0 = schlecht bis 10 sehr gut vergeben. Weitere Detaillierungen und Informationen sind unter: www.benchmark-kommunaler-klimaschutz.net zu finden.

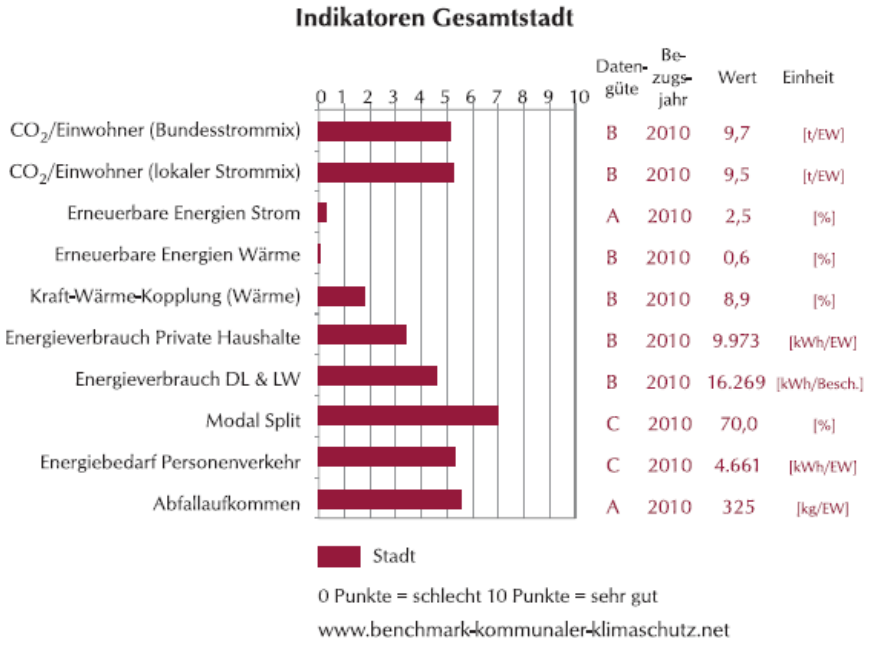


Abbildung 43: Beispiel für Vergleichsindikatoren (Bundesdurchschnitt)

Solarbundesliga

Eine weitere Vergleichsmöglichkeit bietet die von der Umwelthilfe e.V. veranstaltete Solarbundesliga (www.solarbundesliga.de). Hier kann die pro Einwohner installierte Photovoltaikleistung mit Kommune ähnlicher Größe verglichen werden. Auch ein Vergleich der pro Kopf installierten Solarthermie-Kollektorfläche ist möglich. Zusätzlich kann auch immer ein Vergleich mit dem Bundes- und dem Landesdurchschnitt durchgeführt werden.

Rang	Ort	Einwohner	Wärme	Strom	Bundesland
		EW	m^2/EW	W/EW	
1	Rot am See	5.234	0,388	2.514,30	Baden-Württemberg
2	Blaufelden	5.173	0,329	2.582,30	Baden-Württemberg
3	Tacherting	5.655	0,766	1.992,00	Bayern
4	Bad Grönenbach	5.298	0,679	1.815,10	Bayern
5	Schrozberg	5.758	0,28	1.973,40	Baden-Württemberg
6	Ilshofen	6.236	0,377	1.805,80	Baden-Württemberg
7	Arnstorf	6.533	0,165	1.984,90	Bayern
8	Geisenhausen	6.180	0,709	1.282,70	Bayern
9	Kisslegg	8.531	0,356	1.569,00	Baden-Württemberg
10	Feuchtwangen	12.193	0,51	1.343,00	Bayern
	Kirchseeon (2010)	9.593		108,41	

Tabelle 13: Auszug aus der Solarbundesliga (Kleinstädte 5.000 bis 19.999 Einwohner) und als Vergleich Kirchseeon (2010)

7 KONZEPT FÜR DIE ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

„Klimaschutz als gesellschaftliches Ziel bedarf neben planerischen, rechtlichen und technischen Maßnahmen auch einer Veränderung des menschlichen Verhaltens. Dabei geht es darum, sowohl klimaschädigendes Verhalten abzubauen, als auch klimaschützendes Verhalten zu fördern. Ohne die aktive Mitwirkung der Bevölkerung ist Klimaschutz nur begrenzt möglich. Die Bürger selbst stellen einen der wichtigsten Faktoren im Bereich des effektiven Klimaschutzes dar. Mit ihrem persönlichen Verhalten können sie beispielsweise ihren Verbrauch von Energie beeinflussen oder durch den gezielten Griff nach klimafreundlicheren Produkten die Hersteller veranlassen, das Angebot an klimafreundlichen Waren zu vergrößern." [Difu 2011]

Die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende, die Begrenzung der Erderwärmung und Stärkung der regionalen Strukturen bedarf großer Anstrengungen und einer hohen und breiten Beteiligung und Motivation der Bürger. Es ist dafür notwendig das Problembewusstsein, die Notwendigkeit und Dringlichkeit der Reduzierung unseres Energieverbrauchs und der damit verbundenen Emissionen zu Vermitteln. Ziel ist es durch intensive Öffentlichkeitsarbeit und Beratung den Einzelnen zum Handeln zu motivieren. Die Sanierung von Gebäuden, die effiziente Nutzung von Strom und Wärme, die Veränderung des Modal Split sind nur ein paar Beispiele für die großen Herausforderungen in den nächsten Jahren und Jahrzehnten die ohne aufgeklärte, überzeugte und aktive Bürger nicht zu stemmen sein wird.

Eine zentrale Rolle einer kontinuierlichen und erfolgreichen Öffentlichkeitsarbeit soll durch den bereits ins Leben gerufene *Arbeitskreis Energiewende 2030* ausgefüllt werden. Es wird empfohlen im Rahmen der Haushaltsplanung des Marktgemeinderats ein jährliches Budget für die Öffentlichkeitsarbeit einzuplanen, abzustimmen und bereit zu stellen. Eine jährliche Planung (z.B. Art der anstehenden und geplanten Öffentlichkeitsarbeit in den Medien, Durchführung von Veranstaltungen mit externen Fachleuten, sonstige Ausgaben usw.) soll im AK Energiewende 2030 (zwischen den vertretenden Gemeinderäten und Bürgern) für jedes Jahr rechtzeitig (z.B. Anfang jedes Jahres) mit Zeitplan und Aufwandsschätzungen erstellt und dem Marktgemeinderat für die Budgetplanung im Haushalt und zur Beschlussfassung vorgelegt werden.

7.1 Kommunikations-Instrumente

Wie in Abbildung 44 dargestellt, gibt es grundsätzlich verschiedenste Kommunikationsmittel und –Wege die Öffentlichkeit zu informieren, zu überzeugen, zu motivieren und in den Prozess der Energiewende einzubinden. Neben der klassischen Öffentlichkeitsarbeit durch Presseartikel und Veröffentlichungen im Internet stellen Veranstaltungen und Beratungsangebote wichtige Grundpfeiler dar.

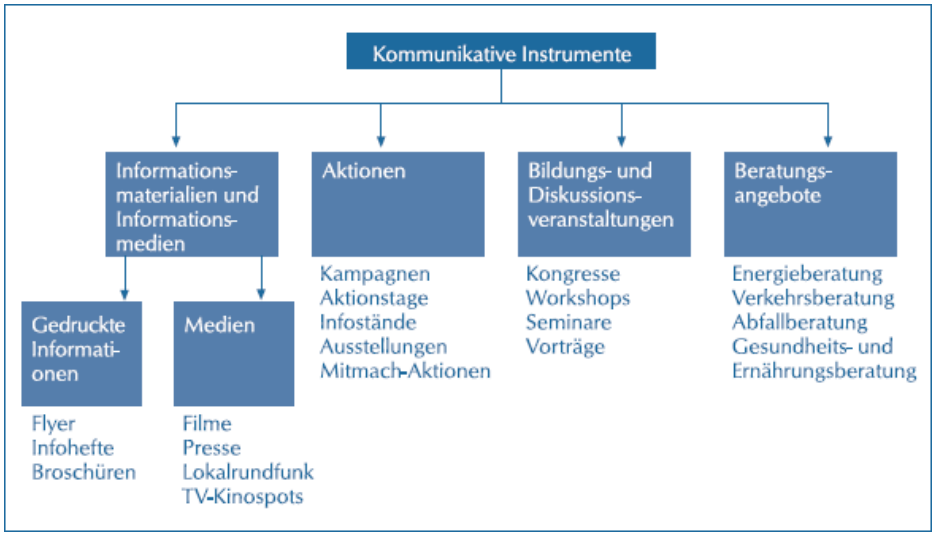


Abbildung 44: Übersicht verschiedener Kommunikations-Instrumente [Difu 2011]

7.2 Weiterführung der Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen öffentlicher Marktgemeinderatssitzungen wurde die Öffentlichkeit in den letzten Monaten bereits über den jeweilig aktuellen Stand der Arbeiten sowie den Zwischenergebnissen informiert. Im Rahmen von Bürgerumfragen konnten weitere Daten zur Bestandsanalyse gesammelt werden.

Für die Weiterführung und vertiefende Einbindung und Information der Bürger in Kirchseeon werden der Marktgemeinde Kirchseeon folgende grundsätzliche Maßnahmen empfohlen (siehe auch Maßnahmenempfehlungen in Kapitel 5):

- Einrichtung einer Koordinierungsstelle und Benennung eines zentralen Ansprechpartners für den Bereich Energie- und Klimaschutz im Rahmen des kommunalen Energiemanagement von Seiten der Gemeindeverwaltung (K-1) und in enger Abstimmung mit dem AK Energiewende 2030 (Kontakt für die Bürger der Markgemeinde Kirchseeon).
- Erstellung eines regelmäßigen Energie- und Klimaschutzberichts für die Öffentlichkeit in dem die aktuellen Entwicklungen und Trends dokumentiert und aufgezeigt werden, sowie über umgesetzte und geplante Maßnahmen informiert wird (M-1) (siehe auch unter Kapitel 6.1.2). Darin können Beispiele aus der Gemeinde (Best-Practice) sowie die Energiebilanz der kommunalen Liegenschaften veröffentlicht werden, wie z.B. eine Umstellung auf Ökostrombezug der kommunalen Liegenschaften (K-9).
- Die Weiterführung bzw. Ausbau der bestehenden Internetseite zum Thema Energie- und Klimaschutz in Abstimmung mit der Internetseite des AK Energiewende 2030 (z.B. Ergänzung durch interaktive Elemente bzw. Diskussionsplattformen) (M-5).

- Organisation von Veranstaltungen (Vorträge, Workshops, sonstige Formen) mit Fachvorträgen von Experten und Diskussionen mit den Bürgern zu ausgewählten Themen (z.B. Sanierung, Förderung, Stromeinsparung, Fahrradverkehr, ÖPNV, usw.)
- Durchführen bzw. Weiterführung von Bürgerbefragungen durch Fragebögen bzw.-kataloge (mittels gedruckter Dokumente oder Online-Umfrage auf der Website)
- Durchführung von Wettbewerben und Aktionen, z.B. Gemeinde vergibt Energiepreis (M-3) oder in Kooperation mit ausgewählten Unternehmen (M-9).
- Informieren durch Broschüren, Internet und Beratungsangebote; Erstellung von Informationsmaterialien und Informationsmedien, Koordinierung mit AK Energiewende 2030
- Weiterbildung und Qualifikation von Handwerkern mit externen Fachleuten, organisiert von der Gemeinde (jeweils 1 Tag) (M-12)
- Weiterbildung von Hausmeistern (M-4)
- Intelligente Energienutzung an Schulen für Lehrkräfte, Schüler, Hausmeister, Haustechniker (M-10), (M-11)
- Energiesparberatungen für einkommensschwache Haushalte (M-7)
- Gezielte Ansprache der Bürger durch „Individualisiertes Marketing" für eine Verhaltensänderung im Verkehr (V-1)
- Aktive Förderung des Radverkehrs (V-2)
- Verkehrsbelastungen und Fahrverhalten im Ort analysieren und öffentlich Diskussion für weitere Lösungen anstoßen (V1), (V3)
- Leih-Elektrofahrräder für Firmen und Bürger (Anbindung an die S-Bahn) mit Ladestationen (V-4) sowie Elektro-Pkw-Sharing anbieten und promoten (V-5).

8 LITERATUR

[AGEB 2009] AGEB – AG Energiebilanzen e.V.: Energieverbrauch in Deutschland, Daten für das 1.4-4. Quartal 2009, 17. Dezember 2009, www.ag-energiebilanzen.de

[ASUE 2011] ASUE – Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.: Besonders sparsame Haushaltsgeräte 2011/2012, Eine Verbraucherinformation , Oktober 2011, http://asue.de/themen/energie-im-haus/broschueren/besonders-sparsame-haushaltsgeraete-2011-12.html

[BayLfU 2006] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Klima schützen – Kosten senken Energie sparen bei Kälteanlagen im Lebensmittelhandel; Dez.2006 http://www.lfu.bayern.de/energie/co2_minderung/doc/lebensmittel.pdf

[BayLfU 2009] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe, Nürnberg 2009 http://www.stadt.bamberg.de/media/custom/1829_2708_1.PDF?1299575466

[Becker 2007] Prof. Dr.-Ing. Martin Becker, FH Biberach, Fachartikel in der Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung, 2006/2007 http://www.ihks-fachjournal.de/energieeffiziente-kaeltetechnik/

[BLAStat_2010] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung 2010: Netto- und Bruttostromverbrauch in Bayern nach Verbrauchergruppen

[BLAStat_2011] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung 2011

[BMELV 2009] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Waldbericht der Bundesregierung 2009, Juni 2009

[BMWi 2011] BMWi-Statistiken: Energiegewinnung und Energieverbrauch: http://bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Statistik-und-Prognosen/Energiedaten/energiegewinnung-energieverbrauch.html

[BMWi 2009] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Energiedaten (Aktualisierung vom 3.9.2009). Berlin: 2009. www.bmwi.de/Navigation/Technologie-und-Energie/Energiepolitik/energiedaten.html

[BMWi 2011-1] Bericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Projektnummer 53/09;Energieverbrauch des Sektors Gewerbe,

Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010; IREES, GfK, Fraunhofer ISI, TUM IfE, Karlsruhe, München, Nürnberg, August 2011

[Bremer 2006] Bremer Energie Konsens GmbH: Leitfaden für effiziente Energienutzung im Gewerbe, Bremen, Juli 2006 http://www.energiekonsens.de/cms/upload/Downloads/Service/Energieleitfaden.pdf

[Dankert 2006] Dankert. Wie sie Ihre Stromkosten spürbar senken. Poing 2006

[dena 2010] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): Ratgeber "Druckluftsysteme für Industrie und Gewerbe"

[dena 2010-1] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): Ratgeber „Kältetechnik für Industrie und Gewerbe"

[dena 2010-2] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): Erfolgsbilanz bei Pumpensystemen: EnergieEffizienz lohnt sich.

[dena 2010-2] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): Ratgeber Elektrische Motoren in Industrie und Gewerbe: Energieeffizienz und Ökodesign Richtlinie

[dena 2011] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Initiative EnergieEffizienz http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Download/Dokumente/Publikationen/Strom/IEE/Weiterfuehrende_Informationen_Standby.pdf

[dena 2011-1] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Initiative EnergieEffizienz, Technologien; http://www.industrie-energieeffizienz.de/technologien.html

[DIFU 2011] Deutsches Institut für Urbanistik GmbH 2011, Klimaschutz in Kommunen, Praxisleitfaden, B7 Klimaschutzberichtswesen/Controlling, http://www.leitfaden.kommunaler-klimaschutz.de/leitfaden/b7-klimaschutzberichtswesencontrolling.html, 25.Juli 2012

[DSt 2008] Deutscher Städtetag, Einsparung durch Energieverbrauchscontrolling im kommunalen Gebäudebestand, Hinweise zum kommunalen Energiemanagement, September 2008

[EA NRW 2011] EnergieAgentur.NRW, Bernd Geschermann, „Kraft und Wärme aus Holz – Technik und Perspektiven, Fachtagung Holz 2011, 25.01.2011

[EA NRW 2011a] Energie Agentur NRW, März 2006: Schwankungen der Anteile der 12 Stromverbrauchsbereiche zwischen den verschiedenen

Haushaltsgrößen;
http://www.energieagentur.nrw.de/_database/_data/datainfopool/schwankungen_der_anteile.pdf.pdf

[EA NRW 2011b] Energie Agentur NRW, April 2011: Erhebung „Wo im Haushalt bleibt der Strom?" Anteile der Verbrauchsbereiche in Privathaushalten;
http://www.energieagentur.nrw.de/_database/_data/datainfopool/anteile_verbrauchsbereiche_mit_und_ohne_wwb.jpg

[Efficiency Award 2007] Energy Efficiency Award 2007: 2.Preis, Projektbeispiel : Paderborner Brauerei Haus Cramer GmbH
http://www.industrie-energieeffizienz.de/energy-efficiency-award-alt/eea07/2-preis-paderborner-brauerei.html

[EnergieAtlas 2012] Energie-Atlas Bayern, Gebietskulisse Wind, Bayerische Staatsregierung,
http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/?x=SfhMCDcNBtwQCwTtptVafA

[EU 2007] Institut for Environment and Sustainability: Electricity Consumption and Efficiency Trends in the Enlarged European Union, Status Report 2006; European Communities, 2007

[EU 2009] RICHTLINIE 2009/125/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte;
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035:DE:PDF

[EurAtive 2012] EurActive – Das Portal für europäische Nachrichten, Hintergründe und Kommunikation,
http://www.euractiv.de/energie-und-klimaschutz/artikel/einigung-ber-eu-richtlinie-zur-energieeffizienz-006407, 14. Juni 2012

[FfE 2009] Forschungsstelle für Energiewirtschaft: CO2 Verminderung in Deutschland; München, 2009

[FfE 2011] Forschungsstelle für Energiewirtschaft: Untersuchung und Optimierung elektrischer Antriebe, Bericht für das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit
http://www.ffe.de/download/berichte/355_IPP/FfE_IPP_Leitfaden_elektrische_Antriebe_standard.pdf

[forsa 2011] Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006-2008, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI); forsa Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH;

http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/bericht-erhebung-des-energieverbrauchs-private-haushalte-2006-2008,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf

[Frankfurt 2012] Hochbauamt der Stadt Frankfurt am Main, Abteilung Energiemanagement, http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/, August 2012

[Genesis-DB 2012] Kraftfahrzeugbestand: Gemeinde, Fahrzeugarten, Stichtage

[ISI 2003] Fraunhofer ISI: Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Möglichkeiten, Potenziale und Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch, Karlsruhe/München 2003

[ISI 2005] Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung: Technische und rechtliche Anwendungsmöglichkeiten einer verpflichtenden Kennzeichnung des Leerlaufverbrauchsstrombetriebener Haushalts- und Bürogeräte Dienstleistungsvorhaben Nr. 53/03; Karlsruhe, München, Dresden, 18. April 2005; http://www.ffe.de/download/langberichte/label_lf.pdf

[ITP 2010] INTRAPLAN Consult GmbH, Verkehrsprognose 2025 als Grundlage für den Gesamtverkehrsplan Bayern, Studie für „Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie" August 2010

[IZM 2009] Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration in Kooperation mit Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung: Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft, Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie Berlin, Karlsruhe, März 2009

[Kaltschmitt 2001] Kaltschmitt, M; Hartmann, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse - Grundlagen, Techniken und Verfahren; Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York; 2001; ISBN 3-540-64853-4

[KTBL 2006] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL); Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB): Energiepflanzen; KTBL, Darmstadt, 2006; ISBN 13: 978-3-939371-21-2

[LWF 2009] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF): Aufkommen und Potenziale von Energieholzsortimenten, 2006

[Neimke 2008] Gabriele Neimke, Marko Erlenbeck: Ökologisch wohnen, bauen und sanieren, 2008, humboldt-Verlag

[McKinsey, 2010] McKinsey & Company: A portfolio of power-trains for Europe: A fact-based analysis, The role of Battery Electric Vehicles, Plug-in Hybrids and Fuel Cell Electric Vehicles, 2010

[Portaferm 2012] Firma Portaferm, Prospekt Gülle-Kleinsbiogasanlage 10 und 20 kW Anlage, 18.07.2012, www.portaferm-biogas.de

[Prognos 2007] Seefeldt, F., Wünsch, M.: Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. prognos. Basel, Berlin 2007

[Schmid 2011] Schmid, Tobias: Vom Masterplan zum kommunalen energienutzungsplan, Vortrag, FfE-Fachtagung in München 12. Bis 13. Mai 2011, FfE-Schriftenreihe – Band 30

[Schmorell 2009] Markus Schmorell, AELF – Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Weilheim i. OB, Persönliche Auskunft, 2009

[Stat 2011] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, Interaktives Kartenverzeichnis, September 2011, https://www.statistik.bayern.de/interaktiv/regionalkarten/archiv/home.asp

[Stat_Kommunal 2010] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung

[StMUG 2011] Bayerisches Landesamt für Umwelt

[Stuttgart 2010] Amt für Umweltschutz der Stadt Stuttgart, ‚Energiebericht – Fortschreibung für das Jahr, Heft 1/2011, http://www.stuttgart.de/energie

[Tirol A++ 2008] Tirol A++, Energieausweis, Unsere Energiezukunft für eine gesunde Umwelt und Wirtschaft! Eine Initiative von Land Tirol und Energie Tirol. www.energie-tirol.at

[UBA 2006] Umweltbundesamt: Wie private Haushalte die Umwelt nutzen – höherer Energieverbrauch trotz Effizienzsteigerungen. Dessau 2006

[UBA 2009] Beleuchtungstechnik mit geringerer Umweltbelastung; 3. Ausgabe; Umweltbundesamt, 18. März 2009 http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/UBA_Licht_Ausgabe_03.pdf

[VDE 2008] VDE-Studie „Effizienz- und Einsparpotenziale elektrischer Energie. Perspektive bis 2025 und Handlungsbedarf" Frankfurt 22.01.2008

[VDMA 2006] Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau: Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik > Forschung und Innovation >

Innovationslexikon DLT: Leckagen
http://www.vdma.org/wps/portal/Home/de/Branchen/K/KDV/Forschung_und_Innovation/KDV_Innovationslexikon/KDV_20061218_MG_Art_Innov_Leckagen?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/vdma/Home/de/Branchen/K/KDV/Forschung_und_Innovation/KDV_Innovationslexikon/KDV_20061218_MG_Art_Innov_Leckagen

[Wup 2006] Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH: Optionen und Potenzialefür Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen; Wuppertal, Mai 2006

[Zorn 2011] Elisabeth Zorn, Referat für Stadtplanung und Raumordnung, Landeshauptstadt München, „B+R-Förderung in der Landeshauptstadt München und Ihrem Umland – ein Projket im Rahmen der INZELL-Initiative", Präsentation auf der Veranstaltung Mobilität in München, München, 11.Mai 2011

[ZVEI 2009] Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI). EnQ Ausgabe 02/2009. Düsseldorf 2009

9 ANHANG

ANHANG 1: STROMEINSPARPOTENZIALE IN HAUSHALTEN

Einsparmöglichkeiten durch effiziente Pumpensysteme

Heizungspumpen

Heizungspumpen (Umwälzpumpen) sind in allen Gebäuden mit einer zentralen Heizungsanlage zum Betrieb der Heizung und der Versorgung der Räume notwendig. Viele Heizungsanlagen sind überdimensioniert und haben in Bezug auf die Heizleistung auch noch zu große Umwälzpumpen, welche oft das ganze Jahr über in Betrieb sind. In (fast) allen Wohngebäuden mit einem Errichtungsjahr vor 2002 sind ineffiziente Heizungspumpen eingebaut. Seit der Energie-Einsparverordnung EnEV 2002 ist es vorgeschrieben, in Neubauten wenigstens in drei Stufen regelbare Heizungspumpen einzubauen. Dies gilt auch bei Austausch alter Pumpen. Mittlerweile gibt es aber hocheffiziente druckgeregelte Pumpen, die ihre Pumpleistung automatisch an die erforderliche Wärmetransportleistung des Heizungssystems anpassen und dadurch die elektrische Leistung von ca. 65 bis 140 W (in EFH) auf 5-7 W (z. B. mit Grundfos Alpha) reduzieren. Dies gilt im gleichen Maße bei Mehr-Familien-Häusern, die z.T. pro Etage eine eigene Pumpe besitzen. Ein beispielhafter Vergleich des Jahresstrombedarfs der konventionellen und modernen hocheffizienten Heizungspumpen gibt Tabelle 14. Rentable Energieeinsparungen durch neue Stromsparpumpen von weit über 50% sind möglich.

Pumpenlaufzeit von Anfang September bis Ende Mai	140-Watt-Pumpe (konventionelle Pumpe)	65-Watt-Pumpe (konventionelle Pumpe)	45-Watt-Pumpe (elektronisch druckgeregelte Pumpe + hydraul. Abgl.)	7-Watt-Pumpe (hocheffiziente druckgeregelte Pumpe + hydraul. Abgl.)
Durchgehend in Betrieb (ca.6.500 Std.)	917 kWh	425 kWh	293 kWh	46 kWh
Nachts zeitweise zwischen 21 und 5 Uhr abgeschaltet (ca. 5.300 Std.)	740 kWh	345 kWh	238 kWh	37 kWh
Mit „Pumpen-Stop-Schaltung“ (ca. 3.300 Std.)	460 kWh	215 kWh	149 kWh	23 kWh

Tabelle 14: Pumpenstromverbrauch innerhalb einer Heizperiode bei unterschiedlichen Laufzeiten [Neimke 2008]

Nach [Forsa 2011] haben ca. 82% der EFH und ZFH eine zentrale Heizungsanlage und über 89% der MFH. Diese Werte wurden beispielhaft auf das Potenzial in Kirchseeon angewendet.

Infolgedessen ist für Kirchseeon von einem **Effizienzpotenzial bei Heizungspumpen von ca. 1,06 GWh/a** bei Austausch aller ineffizienten Pumpen durch hoch effiziente Pumpen auszugehen.

Heizungspumpen

Seit dem 1. September 2010 wird der Pumpentausch nicht mehr von der KfW gefördert. Die EU beschloss neue Anforderungen an die Mindesteffizienz von Umwälzpumpen: Ab 2013 werden ineffiziente Umwälzpumpen in zwei Stufen vom Markt verschwinden. Die Verordnung (EG) Nr. 641/2009 trat mit der Veröffentlichung am 22. Juli 2009 in Kraft.

EuP Richtlinie

Die Energy-using-Products-Richtlinie (EuP) tritt am 1.Januar 2013 in Kraft. Diese Richtlinie schafft einen Rahmen für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte. Demnach dürfen Nassläuferpumpen (stopfbuchslose Umwälzpumpen), die nicht in einem anderen Produkt integriert sind, einen Energieeffizienzindex von maximal 0,27 besitzen. Der Energieeffzienzindex beschreibt den Unterschied zwischen dem jährlichen Stromverbrauch des jeweiligen Produkts im Vergleich zum Bezugsverbrauch eines vergleichbaren Standardprodukts. Ab dem 1. Januar 2020 müssen auch in bestehende Anlagen eingebaute Pumpen diesen Schwellenwert unterschreiten. Diese Anforderungen können nur mit drehzahlgeregelten Hocheffizienzpumpen erfüllt werden. Für Umwälzpumpen betragen die aktuellen EEI-Spitzenwerte max. 0,20 [http://moderncomfort.grundfos.com/gpo/heizung-warmwasser/energie].

Ab dem 1. August 2015 wird der Energieeffizienzindex für alle Nassläuferpumpe auf 0,23 festgelegt. Dieser Wert gilt dann auch für Umwälzpumpen, die in einem anderen Produkt eingebaut sind.

Einsparziele in Europa

Bis 2020 soll in der EU-27 der Stromverbrauch durch Umwälzpumpen von 50TWh (Stand Jahr 2005) auf 23 TWh gesenkt werden. Damit sollen etwa 11 Millionen Tonnen CO_2 eingespart werden.

Heute gibt es in der EU-27 ca. 140 Millionen Umwälzpumpen, davon in Deutschland ca. 22 Millionen Stück, die in der Regel alle 10 Jahre erneuert werden.

Kosten und Nutzen für den Verbraucher

Die Umstellung auf eine elektronisch geregelt Umwälzpumpe im EC-Motor kann in einem typischen Einfamilienhaus etwa 70 € pro Jahr an Stromkosten einsparen und kann sich somit nach etwa 5 Jahren amortisieren.

Zirkulationspumpe

Die Zirkulation des Warmwassers (Trinkwasser) wird in der Regel durch Zirkulationspumpen bewirkt. Werden diese nicht durch eine Zeitschaltuhr nur für die Zeiten eingeschaltet, in denen schnell warmes Wasser benötigt wird (z.B. morgens, mittags und abends), und für die anderen Zeiten ausgeschaltet, dann laufen diese Pumpen 8.760 h im Jahr (bei einer durchschnittlichen Pumpleistung von 25 W sind das 219 kWh/a pro EFH oder ungefähr auch pro Wohnung in einem MFH). Der Einbau von Zeitschaltuhren kann diesen durchschnittlichen Stromverbrauch auf ca. 70 kWh/a reduzieren. Ab der EnEV 2002 ist der Einbau der Zeitschaltuhren vorgeschrieben, allerdings müssen die Zeitschaltuhren auch benutzt werden.

Für die Einstellungen der Zeitschaltuhr wurde im Mittel folgende Einstellung angenommen: 6:30 - 8:30, 13:00 - 14:00, 19:00 - 24:00 und zusätzliche Abschaltung der Uhr in Abwesenheit (30 Tage/a). Dadurch reduziert sich die Laufzeit der Pumpe um täglich 16 h (+ Abwesenheit im Urlaub). Es wurde angenommen, dass etwa ein Drittel der Haushalte die Zeitschaltuhren bereits nutzt.

So lässt sich ein **Effizienzpotenzial von rund 0,4 GWh/a** für Kirchseeon abschätzen.

Darüber hinaus gibt es eine Reihe von weiteren technischen Optionen, den Zirkulationsbetrieb energetisch zu optimieren:

Der Einbau von Bewegungssensoren in die Räume, in denen Warmwasser abgezapft wird, kann dazu benutzt werden, die Zirkulationspumpe immer nur dann einzuschalten, wenn sich jemand in dem entsprechenden Raum befindet.

Intelligente Zirkulationspumpen lernen selbstständig, zu welchen Tageszeiten und Wochentagen Warmwasser benötigt wird, und schalten zukünftig sich selbstständig immer ein bzw. aus, wenn diese Zeiten anstehen.

Mittels eines thermischen Sensors wird die Temperatur im Zirkulationskreis überwacht. Sobald die Temperatur unter eine bestimmte, einzustellende Mindesttemperatur fällt, schaltet sich die Zirkulationspumpe ein. Dieses System kann eine zeituhrbasierte Steuerung nochmals optimieren, so dass sich die Laufzeiten der Pumpe um weitere ca. 30% reduzieren lassen.

Zusammengenommen wird ein Effizienzpotenzial bei Pumpensystemen im Sektor Privat-Haushalten auf ca**. 1,5 GWh/a** abgeschätzt.

Vermeidung von Leerlauf-Betrieb

Viele Elektrogeräte verbrauchen auch dann Energie, wenn sie ihre eigentliche Funktion nicht erfüllen: im Leerlauf. Der Leerlaufverbrauch (Bereitschaftshaltung, englisch „Standby", und Schein-Aus-Zustand [8] strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte ist von großer Bedeutung, und die Zahl der Geräte mit Standby-Komponenten nimmt ständig zu.

Für Deutschland ergab eine Abschätzung des Fraunhofer Instituts Systemtechnik und Innovationsforschung [ISI 2005] für das Jahr 2010 einen Strombedarf von Haushalts-und Bürogeräten im Leerlauf von ca. 13,5 TWh. Dies sind knapp 40% des Gesamtverbrauchs dieser Geräte und immerhin rund 3% des gesamten Strombedarfs der Endenergiesektoren in Deutschland.

Strombedarf im Leerlauf (für Deutschland und Kirchseeon) in den für den Leerlaufverbrauch relevanten Bereichen ist in Tabelle 15 wiedergegeben, wo sich die Werte auf eine Summe von ca. 1,6 GWh pro Jahr addieren (durchschnittlich 350 kWh/a*PHH). Natürlich ist nicht jeder Haushalt mit all den angegebenen Geräten ausgestattet. Allerdings existieren auch noch viele ältere Geräte in Privathaushalten, die einen sogar noch höheren Standby-Verbrauch aufweisen (z.B. alte Fernsehgeräte mit 20 W). Der größte Anteil entfällt auf den Bereich der IuK-Endgeräte und hier insbesondere auf Audio-Video-Geräte. In den kommenden Jahren ist ein leichter Anstieg des Leerlaufverbrauchs der Internet-Infrastruktur zu erwarten, während in den übrigen Bereichen mit einem moderaten Rückgang zu rechnen ist.

[8] „Schein-Aus" - das Gerät erfüllt keine Funktion, ein Ausschalter wurde betätigt und das Gerät scheint ausgeschaltet. Es verbraucht aber trotzdem noch Energie (z.B. Gerät „Aus", Netzteil am Netz).

Bereich / Gerätegruppe	2010 Deutschland [GWh]	2010 Kirchseeon [GWh]
IuK-Endgeräte HH	**8.606**	1,02
Audio-Geräte	2.315	0,27
Fernseher	2.142	0,25
Video-Geräte	948	0,11
Kamera/Spielkonsole	131	0,02
Telefone (inkl. mobil)	1.242	0,15
Rechner	737	0,09
Monitore	237	0,03
Drucker	550	0,07
Sonstiges	303	0,04
Elektrische HH-Geräte	**2.322**	**0,27**
darunter:		
Mikrowelle	450	0,05
Herd	551	0,07
Kaffeemaschine/-automat	699	0,08
Waschmaschine/Trockner	379	0,04
IuK-Infrastruktur HH	**2.396**	**0,28**
Fernseher-Infrastruktur	474	0,06
Internet-Anschlüsse (Breitband)	609	0,07
DSL-Router/W-Lan	575	0,07
Türsprechanlage	738	0,09
Summe in GWh	**13.324**	**1,58**

Tabelle 15: Strombedarf im Leerlauf (Bereitschaftsbetrieb und Schein-Aus) in den für den Leerlaufverbrauch relevanten Bereichen nach Gerätegruppen ([ISI 2005], eigene Berechnungen)

Die folgende Tabelle 16 gibt Beispiele für die Leistungsaufnahme von Geräten der Unterhaltungselektronik, Informations-und Kommunikationstechnik im Normalbetrieb, im Standby und im Schein- Aus-Zustand.

Gerät	Leistungsaufnahme [W]		
	Normalbetrieb	Standby	Schein-Aus
HiFi-Kompaktanlage	22	8	1,5
HiFi-Kompaktanlage	40	10	4
Radiowecker	3	1,7	-
Fernseher (Röhrenfernseher)	90	6	1,5
Videorekorder	17	6	1,5
DVD-Spieler	12	5	1,5

Schnurlostelefon (Basisstation und Handgerät)	3,5	2	-
PC	75	15	3,5
Notebook	30	5	2,5
Monitor (Röhrenbildschirm / Flachbildschirm)	73/25	15 / 2	2/2,5
Tintenstrahl-Drucker	20	6	3
Scanner	16	4	2
Satellitenempfänger	17	8	-
DSL-Modem	7	-	-
Videospielkonsole (ältere Bauart)	22	-	1,2
Videospielkonsole (neuste Bauart)	160	-	1,3

Tabelle 16: Leistungsaufnahme von Geräten der IuK-Gruppe [dena 2011]

Entscheidend für den Stromverbrauch ist nicht nur die Leistung, sondern auch die Zeit, die ein Gerät läuft. Durch den Einsatz verbrauchsarmer Geräte und energiesparendes Verhalten ließen sich die Leerlaufverluste in den Haushalten stark reduzieren (z.B. durch Verwendung schaltbarer Steckerleisten oder durch den Einbau eines Hauptschalters).

Kosten und Nutzen für den Verbraucher

Das Vermeiden von unnötigem Leerlaufbettrieb kann in einem Beispielshaushalt (angenommen ein Fernsehergerät, eine HiFi-Kompaktanlage, ein DVD-Spieler, ein Computer mit einem Flachbildschirmmonitor sowie ein Drucker und ein Scanner und eine Videospielkonsole; Strompreis von 25 Cent/kWh) etwa 80 € pro Jahr an Stromkosten einsparen und dies ohne kostenintensive Investitionen.

Auf die Marktgemeinde Kirchseeon umgerechnet entspricht der gesamte Leerlaufverbrauch der Privat-Haushalte 1,58 GWh/a. Zusammengenommen wird ein Einsparpotenzial (2/3 des Gesamtleerlaufbedarfes) auf ca. **1,05 GWh/a** abgeschätzt.

Seit Anfang 2010 gelten aufgrund einer Verordnung der Europäischen Union Anforderungen an eine Reihe von Leerlaufgeräten [EU 2009]. Es dürfen keine Geräte mehr in Europa verkauft werden, die eine Stand-by-Leistung von 1 bis 2 W überschreiten. Dieser Wert wird ab 2014 nochmal auf 0,5 bis 1 W verschärft. Infolgedessen wird im Rahmen des üblichen Geräteaustausches der Standby-Betrieb innerhalb der nächsten 20 Jahre weitgehend beseitigt sein. Durch gezielte Informationen von Verbrauchern kann diese Umsetzung beschleunigt werden.

Beleuchtung

Der durchschnittliche Anteil der Beleuchtung am Stromverbrauch von Privat-Haushalten beträgt in Deutschland ca. 10% [UBA 2009, S.30; Energie Agentur NRW 2011a].

Moderne Beleuchtungstechnik kann gegenüber den klassischen Leuchtmitteln Glühlampe oder Halogenlampe zwischen 30% (effizientere Halogenlampen) und 80 bis 90% (Energiesparlampe, LEDs) einsparen. Energiesparlampen benutzen dazu einen Gasentladungsprozess mit einer anschließenden Energieumwandlung in einer Leuchtschicht. LEDs dagegen wandeln durch Halbleiterprozesse einen elektrischen Strom direkt in einen Lichtstrom um.

Glühlampen werden nach EU-Richtlinien sukzessive vom Markt verschwinden, und es ist absehbar, dass dies auch mit ineffizienten Halogenlampen passieren wird.

Als durchschnittliches Effizienzpotenzial werden daher 60% des heutigen Verbrauches angesetzt.

Zusammengenommen wird ein Effizienzpotenzial bei Beleuchtungssystemen in Privat-Haushalten in Kirchseeon auf ca. **0,8 GWh/a** abgeschätzt.

Effiziente Großgeräte

Bei der Effizienz von wichtigen Haushaltsgeräten wurden in den letzten Jahren deutliche Fortschritte erreicht. Dies gilt insbesondere für den Bereich der Kühl- und Gefriergeräte sowie Waschmaschinen und Wäschetrockner, die mit etwa 35% zusammen den größten Anteil am durchschnittlichen Haushaltsstrom verbrauchen.

Im Dezember 2010 trat die Richtlinie 2010/30/EG zur Regelung der Energiekennzeichnung in Kraft, welche die Richtlinie 92/75/EG ersetzt. Wichtigste Änderung ist die Erweiterung der Energieeffizienzklassen. Reichte die Bewertung bisher von A bis G, gibt es nun je nach Produktgruppe die Klassen A+ bis A+++ für eine noch höhere Energieeffizienz. Die Klassen E bis G entfallen (ausgenommen Fernsehgeräte). Damit sollen die Energieeffizienzklassen an den technischen Fortschritt angepasst werden. Außerdem gibt es nun genaue Vorgaben zur Gestaltung des Energielabels.

Die meisten angebotenen Haushaltsgroßgeräte müssen ein Energielabel tragen. Bei Kühl- und Gefriergeräten, Wasch- und Spülmaschinen ist heute A+++ besonders effizient. A++ ist bereits mäßig. A+ und A – Geräte sollte man meiden. Bei Trocknern und kombinierten Waschtrocknern gilt noch die alte A-G –Abstufung. Neueste Kühl-Gefrier-Kombinationen brauchen beispielsweise in der besten Energieeffizienzklasse A+++ bis zu 57% weniger Strom als vergleichbare ältere Geräte. Bei Waschmaschinen und Kühlschränken beträgt die Einsparung bis zu 60%, bei Geschirrspülern sind es bis 40%.

Geräteart	Stromverbrauch in kWh/Jahr		Kosten und Nutzen für den Verbraucher*	
	Effizientes Gerät A+++	Vergleichsgerät A/A+	Einsparung in %	Einsparung in € pro Jahr
Kühlschrank ohne Sternefach	Nutzvolumen: 224 l Liebherr IKP 2420 A+++ 71 kWh/a	Nutzvolumen: 213 l A 161 kWh/a	56%	22 €
Kühlschrank mit */***Fach	Nutzvolumen: 132 l Bosch KTL 16PW42 A+++ 95 kWh/a	Nutzvolumen: 154 l A 241 kWh/a	60%	36 €
Kühl-Gefrierkombination	292 l Miele KF 12 927 SD 1 A+++	384 l A+	57%	53 €

	161 kWh/a	373 kWh/a		
Waschmaschine	Waschvolumen: 7 kg Miele W1948 A+++ 71 kWh/a	7 kg A 177 kWh/a	60%	26 €
Spülmaschine	13 Maßgedecke Bosch SMS 69U65EU A+++ 195 kWh/a	13 Maßgedecke A 329 kWh/a	40%	33 €

Tabelle 17: Stromverbrauch einiger Haushaltsgeräte nach Energieeffizienz-kategorien basierend auf Marktdaten von Oktober 2011 [ASUE 2011]; *Strompreis von 25 Cent/kWh

Kosten und Nutzen für den Verbraucher

Die Stromkosten großer Haushaltsgeräte sind während ihrer Nutzungsdauer (10-15 Jahre) oft höher als der Kaufpreis. Vor allem für Geräte, die 24 Stunden täglich im Betrieb sind.

Beispielsweise kann der Ersatz eines alten Kühlschrankes durch energiesparendes Neugerät etwa 36 € pro Jahr an Stromkosten einsparen und kann sich unter Annahme konstanter Strompreise nach etwa 10 Jahren amortisieren.

Mehr Informationen über die besonders sparsamen Haushaltsgeräte üblicher Bauarten und Größenklassen sind in der Verbraucherinformation „Besonders sparsame Haushaltsgeräte 2011/2012" [ASUE 2011] zusammengestellt.

Für die nächsten Jahre sind weitere technische Fortschritte sowie Ersatz der vorhandenen Technik durch effizientere Modelle zu erwarten, so dass der Strombedarf der Großgeräte im Sektor PHH zukünftig weiter sinken wird.

Infolgedessen schätzen wir das Effizienzpotenzial bei Großgeräten auf ca. 50% ein.

Zusammengenommen schätzen wir ein Effizienzpotenzial bei Großgeräten in Privat-Haushalten in Kirchseeon von ca. **2,2 GWh/a** ab.

Hinzu kommt, dass nach Überlegungen bei der EU, aber auch in Berlin, gesetzliche Vorgaben geplant sind, ineffiziente Großgeräte von einem Verkauf in Deutschland auszuschließen. Es wird z.B. diskutiert, dass japanische Front-Runner-Programm zu adaptieren, nach dem in einem absehbaren Zeitraum (z.B. innerhalb der nächsten zwei Jahre ab einem bestimmten Zeitpunkt) alle am Markt angebotenen Geräte den energetischen Standard des heute besten Gerätes mindestens haben müssen.

Verhaltensänderungen für Energieeinsparung / Mitdenken

Die bislang beschriebenen Maßnahmen betreffen gering-investive oder groß-investive Entscheidungen. Die Ausnutzung von Effizienzpotenzialen geschieht durch den Einsatz moderner effizienter Technologie. Zusätzlich kann Effizienz auch durch direkte Vermeidung einer ineffizienten Benutzung von Geräten geschöpft werden ("No-Cost-Maßnahmen"). Das Nutzerverhalten hat große Auswirkungen auf den Stromverbrauch und die Stromkosten.

Effiziente Wassererwärmung

Bereiche, in denen Wasser erwärmt werden muss: da sich hier aufgrund der relativ hohen Wärmekapazität von Wasser durch einfache Verhaltensänderungen ein ansehnliches Effizienzpotenzial schöpfen lässt.

Es gibt dazu eigentlich nur zwei Regeln: nur so viel Wasser erwärmen, wie wirklich notwendig ist, und nur auf die Temperatur erwärmen, die für die energetische Dienstleistung unbedingt benötigt wird. Konkrete Schritte dazu:

- Beim Wasserkochen (für Tee, Kaffee, Essen) die Menge auf die benötigte Menge beschränken (und nicht hinterher heißes Wasser ungenutzt wegkippen, man kippt damit „Energie weg").
- Waschen vor allem im 30°C- bis maximal 40°C-Waschgang.
- Spülmaschine vor allem im Öko-Programm (50°C).
- Kochvorgang am Herd: mit Deckel kochen, so wenig Sprudeln lassen wie notwendig.

Kühl- und Gefriergeräte

- Die Größe des Gerätes soll der Haushaltsgröße entsprechend gewählt werden (ca. 130 l Nutzinhalt bei ein bis zwei Personen, 60 l pro Person zusätzlich bei größeren Haushalten).
- Gute Belüftung der Geräterückseite sorgt für das Entweichen der Abwärme, sonst kann der Stromverbrauch steigen.
- Heiße Speisen abkühlen lassen, bevor sie in das Kühlgerät kommen.
- Die Innentemperaturen aller Kühlgeräte: 6°C – 7°C im Kühlschrank und -18°C im Gefriergerät sind ausreichend.

IT im Haushalt

In Deutschland wird mehr Strom für die IT-Geräte[9] als für Waschmaschinen, Haushaltsgeräte oder Beleuchtung verbraucht. Jede versendete E-Mail kostet Strom, jede einzelne Komponente des Rechners trägt zum Stromverbrauch bei. Dabei kann mit einigen einfachen Anwender-Regeln den Stromverbrauch reduziert werden.

Wer z.B. den Bildschirm um etwa 25% dunkler stellt, spart zusätzlich rund 15% Stromaufnahme ein. Die Helligkeit des Monitors sollte sich grundsätzlich an das Umgebungslicht anpassen. Je dunkler die Umgebung, desto dunkler kann auch der Monitor eingestellt werden, ohne Komforteinbußen.

[9] Bis zum Jahr 2020 kann der Stromverbrauch für IKT-Geräte um ca. 20% ansteigen, der auch heute schon deutlich dominierende Anteil der privaten Haushalte am IKT-bedingten Stromverbrauch wird noch weiter zunehmen

Auch die Darstellung selbst hat Auswirkungen auf den Energieverbrauch. Nützlich ist die Energiesparfunktion, die gleich das gesamte System auf Sparkurs setzt.

Neuanschaffungen: Auch bei PC-Anschaffungen auf Energieeffizienz achten. Eines der bekanntesten Siegel für IT-Produkte ist der "Energy Star".

Bereits beim Einkauf im Fachgeschäft kann man ein Strommessgerät mitnehmen und den Stromverbrauch bei den typischen Anwendungen ermitteln. Solche Strommessgeräte sind günstig zu erwerben oder können bei den örtlichen Verbraucherzentralen oder einem Energieversorger ausgeliehen werden.

Das mögliche Effizienzpotenzial durch Verhaltensänderungen in Privat-Haushalten wird in der Gesamtberechnung nicht berücksichtigt, da die Motivation und Änderungsbereitschaft der Menschen sich schwer in Zahlen ausdrucken lassen. Die Schätzungen verschiedener Studien sind ungleich. Obwohl der stark ausgeprägte Wunsch der Verbraucher, mögliche Potenziale des privaten Energieverbrauches intensiv zu nutzen vorhanden ist, wird dies nicht selten mit Einschränkungen in Bezug auf den gewohnten Komfort verbunden.

ANHANG 2: METHODIK UND BERECHNUNGSGRUNDLAGEN STROMEFFIZIENZ KOMMUNALER GEBÄUDE

Unter dem Begriff öffentliche Liegenschaften wurden alle Einrichtungen zusammengefasst, die von öffentlichem Interesse sind. Einen Überblick über die erfassten kommunalen Energieverbraucher gibt die folgende Tabelle. Der Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften betrug in Kirchseeon im Jahr 2010 rund 1,04 GWh. Der Stromverbrauch eines Nichtwohngebäudes ist in hohem Maße durch die jeweilige Nutzung bestimmt. Um einen Überblick über den Stromverbrauch verschiedener Gebäude zu erhalten, wurden die Daten entsprechend geordnet.

Methodik [VDI 3807, AGES 2005, BMVBS 2009]

Gebäude gleicher Art und Nutzung lassen sich mit Hilfe von Energieverbrauchskennwerten (Strom und Heizenergieverbrauch) miteinander vergleichen.

Anhand des Stromverbrauchskennwerts kann der Stromverbrauch der einzelnen Gebäude im Verhältnis zueinander und zum Vergleichswert [EnEV 2009] (Mittel-und/oder Richtwerten [VDI 3807]) beurteilt werden. Dies kann Auskunft darüber geben, ob Energiesparmaßnahmen angebracht sind. Bei einer periodischen Beurteilung können Verbrauchsunregelmäßigkeiten, die Ergebnisse von durchgeführten Energiesparmaßnahmen und eventuelle Nutzungsänderungen festgestellt werden.

Bestimmung des Stromverbrauchskennwerts:

$e_{VS} = E_{VS} / A_E$

e_{VS} - Stromverbrauchskennwert in kWh/(m²•a),

E_{VS} - auf ein Jahr hochgerechneter Stromverbrauch in kWh/a ohne Stromverbrauch für Raumheizung und Prozesswärme,

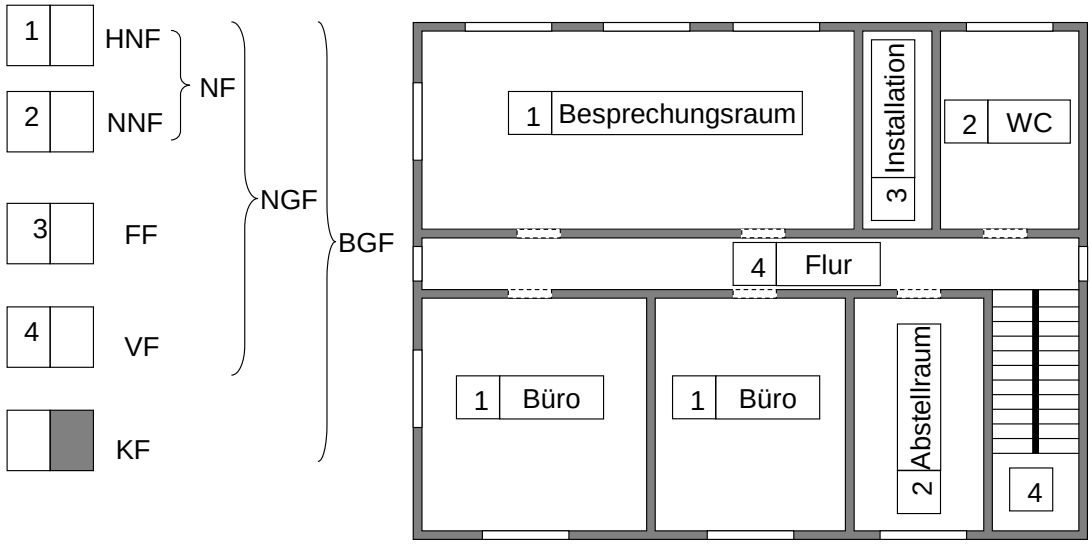
A_E - Bezugsfläche in m².

In der Berechnung sind Werte für 1 Kalenderjahr berücksichtigt.

Definition und Ermittlung der Bezugsfläche:

Nach VDI 3807 Blatt 1 ist die beheizbare Bruttogrundfläche eines Gebäudes als Energiebezugsfläche zu wählen. Nach Energieeinsparverordnung und DIN 18599 ist die beheizte oder gekühlte Nettogrundfläche zu wählen. Wenn diese nicht vorliegt, dann müssen die Flächen entsprechend umgerechnet werden, wobei vor allem Hauptnutzfläche (HNF), Nutzfläche (NF), Nettogrundfläche (NGF) und Bruttogrundfläche (BGF) unterschieden werden. Die genaue Definition der unterschiedlichen Bezugsflächen ist in DIN 277 geregelt. Der qualitative Zusammenhang ist in Abbildung 45 dargestellt. Zur Hauptnutzfläche zählen bei einem Bürogebäude z. B. vorwiegend genutzte Arbeitsräume. Als Nebennutzflächen werden Abstellräume und Sanitärräume gezählt. Funktionsflächen sind Installations- und Haustechnikräume, Verkehrsflächen sind Treppenhäuser oder Flure. Die Konstruktionsfläche als Differenz zwischen Netto- und Bruttogrundfläche beinhaltet

die Flächendifferenz zwischen Innenabmessungen der Nettogrundfläche und Außenabmessungen des Gebäudes.



HNF = Hauptnutzfläche, NNF = Nebennutzfläche, FF = Funktionsfläche
VF = Verkehrsfläche; KF = Konstruktionsfläche,

NF = Nutzfläche; NGF = Nettogrundfläche; BGF Bruttogrundfläche

Abbildung 45 Aufgliederung der Flächen nach DIN277 und Geschossbezeichnungen [VDI 3807 Blatt1]

In dieser Arbeit wurde die Nettogrundfläche (NGF) als Energiebezugsfläche verwendet. Als Ausgangsdaten für die Berechnung des Stromverbrauchskennwerts standen die vom Bauamt Kirchseeon Bruttogrundflächen (BGF) der einigen Gebäude und die von E.ON Bayern gelieferten Stromverbrauchsdaten 2010 zur Verfügung.

Zur Umrechnung der Bruttogrundfläche auf die Energiebezugsfläche Nettogrundfläche wurden gebäudetypische Flächenumrechnungsfaktoren verwendet [BMVBS 2009].

Definition und Ermittlung des Vergleichswertes:

Vergleichswerte für typische Energieverbrauchskennwerte werden amtlich ermittelt und systematisch aufbereitet. Diese sind in verschiedenen Vorschriften und Regelwerken aufgeführt, wie z. B. in der VDI 3807, EnEV 2009 oder in DIN 18599. Der Vergleichswert ergibt sich aus der Beurteilung der Energieverbräuche gleichartiger Gebäude. Dazu wurden die Daten von einer großen Anzahl Gebäude untersucht und bewertet. Der Vergleichswert ist dabei der häufigste Wert (flächengewichteter Mittelwert) aus der statistischen Verteilung. Die Vergleichswerte werden durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und das Bundesministerium für

Wirtschaft und Technologie bekannt gegeben [BMVBS 2009]. Eine starke Abweichung von dem Vergleichswert stellt einen Anlass zu einer detaillierten Analyse des Energieverbrauchs des betroffenen Gebäudes. Kleinere Stromverbrauchskennwerte als der Vergleichswert können auf eine gute energetische Qualität im Vergleich zum Gebäudebestand dieses Gebäudetyps hinweisen.

Die VDI Richtlinie 3807 Blatt 2 weist als Energieverbrauchskennwerte Mittel- und Richtwerte für den bezogenen jährlichen Verbrauch aus. Der Mittelwert entspricht dem häufigsten Wert der Gebäudekategorie. Der Richtwert wird als unterer Quartilsmittelwert definiert (arithmetisches Mittel der unteren 25% der aufsteigend sortierten Kennwerte). Der Richtwert ist bei Durchführung von Energieeinsparmaßnahmen anzustreben.

Ermittlung der Stromeinsparung:

In dieser Arbeit wird das Stromeinsparpotenzial aus dem Produkt der Bezugsfläche (NGF) und der Differenz aus dem ermittelten Stromverbrauchskennwert und dem für die jeweilige Gebäudenutzung in VDI 3807 genannten Richtwert [AGES 2005]errechnet:

$E_S = A_E \bullet (e_{VS} - e_{VS\ Vergleichswert})$,

E_S - Stromeinsparpotenzial in kWh/a,

A_E - Bezugsfläche (NGF) in m^2

e_{VS} – ermittelter Stromverbrauchskennwert in kWh/(m^2•a),

$e_{VS\ Richtwert}$ – Richtwert nach VDI 3807 in kWh/(m^2•a).

Beispielsberechnungen für einige Gebäudetypen sind in nachfolgender Tabelle 18 zusammengestellt. Die Daten wurden entsprechend den Gebäudetypen geordnet und auf dieser Basis der Stromverbrauchskennwert gebildet. Die Analyse der Ergebnisse zeigt eine breite Streuung der Einzelergebnisse um den Vergleichswert. Nur wenige Stromverbrauchskennwerte (KiTa und Krippe Zauberwald, die Schulturnhalle in der Rathausstraße 1) liegen unter dem Vergleichswert. Der auffallend niedrige spezifische Stromverbrauch des Hallenbades verdient eine genauere Analyse. Zur Veranschaulichung der Ergebnisse wird im Folgenden eine graphische Übersicht über die in Kirchseeon ermittelten Stromeinsparpotenziale den unterschiedlichen Gebäuden gegeben. Der Richtwert ist bei Durchführung von Energieeinsparmaßnahmen anzustreben.

Objekt	Adresse	Bruttogrundfläche BGF	Bezugsfläche: Nettogrundfläche NGF	Stromverbrauch 2010	ermittelter Stromverbrauchskennwert	Vergleichswert [EnEV 2009]	Richtwert (unteres Quartilsmittel/NGF) [AGES 2005]	Mögliche Einsparung im Jahr/Richtwert	Mögliche Einsparung im Jahr/Richtwert
		m²	m²	kWh/a	kWh/a*m²	kWh/m² (NGF)*a	kWh/m² (NGF)*a	%	kWh/a
Rathaus	Rathausstraße 1	2.714	2307	91.517	40	20	11,7	71%	64.526
Hallenbad	**Rathausstraße 1**	**1.200**	**250**	**21.261**	**85**	**1160/386**		niedriger Stromverbrauch!?	
Schulturnhalle	Rathausstraße 1	1.504	1369	7.446	5	30	8,8	sehr effizient	
Nachbarschaftshilfe	Münchnerstraße 19	81	81	1.365	17	30	6,5	61%	839
Schule Kirchseeon	**Münchnerstraße 19**	**4.867**	**4332**	**359.095**	**83**	**10**	**6,7**	hoher Stromverbrauch!?	
Schule Eglharting (inkl. Turnhalle)	Graf-Ulrich-Str. 10	5.142	4576	59.868	13	12	6,7	49%	29.206
Kita Spatzennest	Westring 6	1.794	1062	15.727	15	20	11,6	22%	3.408
Kita Zauberwald	Rotkreuzstraße 3	554	465	4.378	9	20	11,6	sehr effizient	
Krippe Zauberwald	Rotkreuzstraße 3	976	820	9.501	12	20	15		
Kita Dachsbau	Am Dachsberg 33	1.007	846	10.629	13	20	11,6	8%	817
Kita St. Maria	Graf-Ulrich-Straße 14	198	166	3.500	21	20	11,6	45%	1.574
FFW Kirchseeon (inkl. Gemeindehaus)	Forstseeonerstraße 2	553	417	6.017	14	20	7	51%	3.099
FFW Eglharting	Graf-Ulrich-Str. 6	344	296	5.178	18	20	7	60%	3.107
FFW Buch	Zornedingerstraße 22	147	126	2.218	18	20	7	60%	1.333
ATSV-Halle	Sportplatzweg 7	1.579	1421	24.132	17	30	10	41%	9.921
Schützen-/BRK-Heim	Waldbahn 9a und 9b	618	538	6.869	13	20	5,7	55%	3.804
Bauhof	St.-Coloman-Str. 29	2.667	650	9.792	15	20	7	54%	5.242

Tabelle 18: Beispiele für die Ermittlung von Stromeinsparpotenzialen einiger Gebäude in Kirchseeon

ANHANG 3: CONTROLLING-INSTRUMENT

Beispiel - Klassengrenzen für Nicht-Wohngebäude nach der Datensammlung des IEMB Stand: 09.11.2006 [Frankfurt 2012]

BZK	Bauwerkszuordnung	Anzahl Werte	Untergrenzen der Klassen (kWh/m²a)						
			A	B	C	D	E	F	G
1100	Parlamentsgebäude	27	0	87	99	104	121	124	138
1200	Gerichtsgebäude	688	0	73	89	104	116	133	164
1300	Verwaltungsgebäude	4.034	0	74	91	109	126	149	190
1310	Verwaltungsgebäude mit norm. techn. A	2.116	0	71	87	102	118	136	173
1313	Rathäuser	49	0	81	105	136	146	181	242
1320	Verwaltungsgeb. m. höh. techn. Ausst.	155	0	80	91	108	121	146	183
1340	Polizeidienstgebäude	1.424	0	79	102	119	139	163	210
1350	Rechenzentren	10	0	37	92	94	109	118	182
2000	Geb. f. wiss. Lehre u. Forschung	1.008	0	77	102	122	145	177	241
2100	Hörsaalgebäude	41	0	68	96	112	136	160	213
2200	Institutsgebäude f. Lehre u. Forsch.	600	0	78	102	125	143	176	252
2300	Institutsgeb. f. Forsch. u. Unters.	153	0	92	129	154	178	223	299
3200	Krankenhäuser für Akutkranke	32	0	126	180	215	238	303	341
3300	Sonderkrankenhäuser (z.B. Sucht)	30	0	201	256	277	314	345	389
3400	Pflegeheime (Alte, Behinderte)	15	0	122	163	203	214	235	272
4000	Schulen	3.386	0	84	104	123	145	171	217
4100	Allgemeinbildende Schulen	1.739	0	81	99	116	134	159	201
4110	Grundschulen	797	0	89	109	126	147	168	213
4112	Grund- und Hauptschulen	890	0	89	109	125	146	168	213
4115	Grund- u. Hauptschulen mit Turnhalle	163	0	101	120	135	154	173	205
4120	Hauptschulen	93	0	92	109	125	141	168	214
4121	Grund-, Haupt- und Realschulen	972	0	89	109	125	145	168	213
4130	Realschulen	82	0	90	101	121	139	159	224
4140	Gymnasien	271	0	74	88	103	122	151	193
4150	Gesamtschulen	114	0	70	84	97	113	142	195
4200	Berufliche Schulen	292	0	72	88	102	118	139	184
4210	Berufsfachschulen	14	0	86	100	115	118	140	150
4300	Sonderschulen	175	0	85	106	123	147	175	222
4400	Kindertagesstätten	634	0	112	134	158	179	209	267
4410	Kindergärten	265	0	83	108	140	155	178	223
4500	Weiterbildungseinrichtungen	83	0	79	106	130	144	164	196
5000	Sportbauten	30	0	113	139	152	182	231	284
5100	Hallen (ohne Schwimmh.)	402	0	89	111	138	159	192	248
5110	Sporthallen	362	0	91	113	137	158	192	245
5130	Mehrzweckhallen	26	0	72	88	115	164	192	253
5200	Schwimmhallen	74	0	2001	2544	2876	3655	4318	5117
5300	Geb. f. Sportplatz- u. Freibadanl.	73	0	115	168	224	270	346	445
5400	Sportplatzanlagen (Außenanlagen)	21	0	68	188	241	276	427	599
5500	Freibadanlagen	44	0	174	286	380	742	1091	1516
6100	Wohnhäuser	43	0	64	89	101	128	145	178
6200	Wohnheime	96	0	114	141	159	183	225	288
6300	Gemeinschaftsunterkünfte	71	0	104	119	134	152	183	214
6400	Betreuungseinrichtungen	147	0	87	121	149	189	214	259
6430	Jugendzentren	91	0	83	121	139	181	208	260
6500	Verpflegungseinrichtungen	20	0	81	141	154	156	207	243
7100	Landwirtschaftl. Produktionsstätten	50	0	57	98	110	151	201	303
7200	Verkaufsstätten	28	0	93	111	127	147	187	271
7300	Betriebs- und Werkstätten	131	0	77	103	145	172	208	278
7500	Lagergebäude	57	0	53	67	89	132	189	317
7600	Garagengebäude	45	0	78	114	147	166	192	368
7700	Geb. f. öff. Bereitschaftsdienste	532	0	69	94	121	151	188	243
7740	Bauhöfe	35	0	70	114	159	183	278	550
7760	Feuerwehren	141	0	99	127	151	178	204	271
9100	Geb. f. kulturelle u. musische Zwecke	354	0	66	89	107	133	170	238
9121	Ausstellungsgebäude, Museen	83	0	67	87	100	118	144	194
9130	Bibliotheksgebäude	69	0	48	76	97	105	137	205
9140	Veranstaltungsgebäude	50	0	80	122	139	165	208	266
9150	Gemeinschaftshäuser	80	0	100	117	157	191	230	346
9600	Justizvollzugsanstalten	209	0	152	191	218	251	297	378
9700	Friedhofsanlagen	56	0	81	106	158	195	248	374
	Summe	12.750							

Tabelle 19: Klassengrenzen für Heizung [Frankfurt 2012]

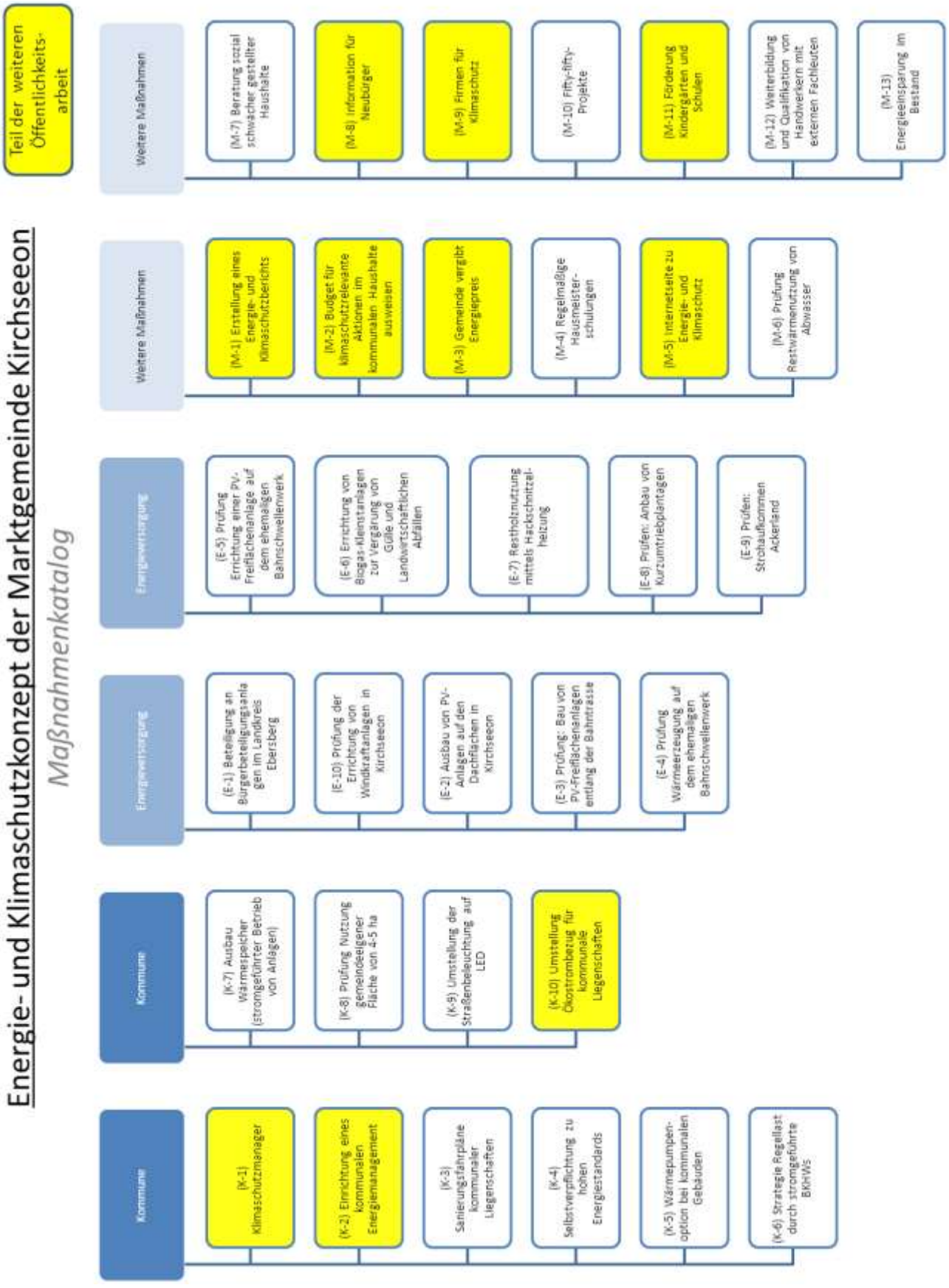
BZK	Bauwerkszuordnung	Anzahl Werte	Untergrenzen der Klassen (kWh/m²a)						
			A	B	C	D	E	F	G
1100	Parlamentsgebäude	34	0,0	19,0	25,2	30,0	33,5	49,2	67,1
1200	Gerichtsgebäude	637	0,0	13,5	16,4	20,9	24,0	28,9	36,4
1300	Verwaltungsgebäude	4.562	0,0	14,7	20,3	25,8	32,4	40,9	55,2
1310	Verwaltungsgebäude mit normaler techr	2.270	0,0	14,1	19,1	23,9	28,7	35,0	46,5
1313	Rathäuser	51	0,0	20,8	26,9	34,1	38,1	42,4	53,9
1320	Verwaltungsgeb. m. höh. techn. Ausst.	164	0,0	12,9	20,6	32,0	44,6	57,2	98,6
1340	Polizeidienstgebäude	1.812	0,0	15,8	22,7	30,4	38,1	47,6	63,0
1350	Rechenzentren	12	0,0	124,0	125,9	143,6	211,9	311,9	558,0
2000	Geb. f. wiss. Lehre u. Forschung	866	0,0	15,8	24,7	35,5	48,8	69,5	116,4
2100	Hörsaalgebäude	37	0,0	19,5	29,1	42,7	46,5	52,9	103,1
2200	Institutsgebäude f. Lehre u. Forsch.	463	0,0	14,3	22,8	32,0	46,4	63,3	113,3
2300	Institutsgeb. f. Forsch. u. Unters.	149	0,0	16,8	35,8	56,8	81,2	108,8	147,8
3200	Krankenhäuser für Akutkranke	17	0,0	46,9	89,0	121,1	150,9	153,8	216,4
3300	Sonderkrankenhäuser (z.B. Sucht)	30	0,0	39,3	43,8	51,0	55,7	61,1	71,8
3400	Pflegeheime (Alte, Behinderte)	17	0,0	17,8	28,8	35,9	43,9	49,5	63,0
4000	Schulen	3.126	0,0	8,5	11,0	13,6	17,4	22,6	30,6
4100	Allgemeinbildende Schulen	1.571	0,0	7,6	9,5	11,4	13,3	16,1	21,2
4110	Grundschulen	684	0,0	7,3	9,2	11,1	13,0	15,3	20,0
4112	Grund- und Hauptschulen	757	0,0	7,4	9,4	11,4	13,2	15,8	20,5
4115	Grund- u. Hauptschulen mit Turnhalle	139	0,0	7,5	10,1	11,5	13,8	16,8	20,2
4120	Hauptschulen	73	0,0	9,1	12,0	14,6	16,8	19,8	24,8
4121	Grund-, Haupt- und Realschulen	844	0,0	7,5	9,5	11,5	13,3	16,1	20,4
4130	Realschulen	87	0,0	9,4	11,2	12,9	14,3	16,7	21,2
4140	Gymnasien	256	0,0	8,4	10,8	12,7	15,0	18,2	24,5
4150	Gesamtschulen	96	0,0	8,5	10,2	14,0	16,3	20,4	33,0
4200	Berufliche Schulen	263	0,0	10,5	13,9	17,1	20,7	25,7	33,8
4210	Berufsfachschulen	11	0,0	8,4	8,8	13,2	16,3	18,4	28,9
4300	Sonderschulen	161	0,0	8,1	10,4	12,1	15,0	19,3	29,0
4400	Kindertagesstätten	500	0,0	14,0	19,4	24,1	27,3	31,8	37,3
4410	Kindergärten	346	0,0	10,6	15,1	19,5	23,1	27,6	35,8
4500	Weiterbildungseinrichtungen	90	0,0	11,8	16,9	20,1	24,4	29,5	45,6
5000	Sportbauten	39	0,0	13,6	15,2	18,4	26,1	37,2	63,6
5100	Hallen (ohne Schwimmh.)	261	0,0	8,5	10,8	15,3	19,9	29,1	45,7
5110	Sporthallen	230	0,0	8,3	10,4	13,6	18,2	24,9	42,5
5130	Mehrzweckhallen	23	0,0	21,8	26,5	34,0	36,1	42,4	55,1
5200	Schwimmhallen	73	0,0	476,3	667,3	877,7	1034,2	1328,2	1587,3
5300	Geb. f. Sportplatz- u. Freibadanl.	68	0,0	15,9	21,9	28,9	42,0	63,3	79,7
5400	Sportplatzanlagen (Außenanlagen)	22	0,0	17,6	28,9	33,8	53,9	79,4	114,1
5500	Freibadanlagen	50	0,0	78,4	106,1	131,6	169,1	237,2	414,7
6100	Wohnhäuser	41	0,0	2,2	4,1	5,8	8,6	16,3	38,1
6200	Wohnheime	84	0,0	11,5	16,9	20,1	26,4	33,4	55,1
6300	Gemeinschaftsunterkünfte	58	0,0	15,3	21,4	25,9	29,8	33,9	53,6
6400	Betreuungseinrichtungen	146	0,0	12,3	17,8	21,0	27,1	34,8	46,5
6430	Jugendzentren	93	0,0	12,3	17,8	20,9	27,4	34,8	44,3
6500	Verpflegungseinrichtungen	18	0,0	10,4	21,2	39,7	54,4	71,8	128,7
7100	Landwirtschaftl. Produktionsstätten	41	0,0	3,4	8,0	22,7	24,7	35,6	45,3
7200	Verkaufsstätten	28	0,0	198,2	228,1	240,4	268,1	280,7	326,3
7300	Betriebs- und Werkstätten	129	0,0	8,3	13,0	17,3	25,1	37,0	52,9
7500	Lagergebäude	89	0,0	5,0	6,5	8,7	13,4	20,3	40,5
7600	Garagengebäude	52	0,0	10,5	15,0	19,1	31,3	42,2	77,0
7700	Geb. f. öff. Bereitschaftsdienste	624	0,0	9,2	12,0	15,6	19,3	25,4	38,3
7740	Bauhöfe	34	0,0	7,7	9,5	12,0	19,4	31,7	55,4
7760	Feuerwehren	143	0,0	9,8	14,1	20,0	25,8	37,3	63,1
9100	Geb. f. kulturelle u. musische Zwecke	376	0,0	11,7	19,0	24,8	35,9	48,1	69,9
9121	Ausstellungsgebäude, Museen	79	0,0	15,5	24,7	34,4	40,8	61,0	143,5
9130	Bibliotheksgebäude	88	0,0	12,1	22,6	28,7	39,1	48,6	54,9
9140	Veranstaltungsgebäude	49	0,0	10,2	23,9	34,3	57,5	67,2	93,6
9150	Gemeinschaftshäuser	78	0,0	13,6	18,8	22,5	27,1	37,0	57,2
9600	Justizvollzugsanstalten	188	0,0	32,7	45,3	50,9	60,7	70,5	80,4
9700	Friedhofsanlagen	61	0,0	12,1	19,5	29,4	47,8	63,6	87,8
	Summe	12.740							

Tabelle 20: Klassengrenzen für Strom [Frankfurt 2012]

BZK	Bauwerkszuordnung	Anzahl Werte	Untergrenzen der Klassen (l/m²a)						
			A	B	C	D	E	F	G
1100	Parlamentsgebäude	32	0	135	181	221	238	281	494
1200	Gerichtsgebäude	436	0	75	99	117	140	176	244
1300	Verwaltungsgebäude	2.818	0	88	127	163	200	252	356
1310	Verwaltungsgebäude mit normaler techr	1.442	0	83	121	152	188	231	334
1313	Rathäuser	44	0	76	129	175	216	272	460
1320	Verwaltungsgeb. m. höh. techn. Ausst.	141	0	94	154	189	239	287	417
1340	Polizeidienstgebäude	929	0	103	143	178	221	271	362
1350	Rechenzentren	7	0	107	134	143	245	382	1.630
2000	Geb. f. wiss. Lehre u. Forschung	763	0	87	140	192	256	400	756
2100	Hörsaalgebäude	44	0	135	183	214	251	279	394
2200	Institutsgebäude f. Lehre u. Forsch.	444	0	80	137	191	256	420	762
2300	Institutsgeb. f. Forsch. u. Unters.	150	0	103	163	256	398	648	1.113
3200	Krankenhäuser für Akutkranke	17	0	52	188	214	1.064	1.408	2.369
3300	Sonderkrankenhäuser (z.B. Sucht)	45	0	646	796	969	1.132	1.170	1.225
3400	Pflegeheime (Alte, Behinderte)	13	0	870	1.047	1.095	1.190	1.321	1.813
4000	Schulen	1.986	0	75	112	140	178	227	324
4100	Allgemeinbildende Schulen	1.464	0	72	108	134	171	219	304
4110	Grundschulen	670	0	78	120	153	196	242	342
4112	Grund- und Hauptschulen	754	0	78	118	153	194	242	337
4115	Grund- u. Hauptschulen mit Turnhalle	104	0	103	125	152	183	221	343
4120	Hauptschulen	84	0	71	107	148	181	247	324
4121	Grund-, Haupt- und Realschulen	837	0	73	114	150	190	241	334
4130	Realschulen	83	0	38	89	123	164	219	294
4140	Gymnasien	227	0	68	99	128	150	192	285
4150	Gesamtschulen	88	0	57	81	110	119	161	245
4200	Berufliche Schulen	256	0	73	113	156	196	255	336
4210	Berufsfachschulen	13	0	143	169	177	180	279	374
4300	Sonderschulen	143	0	79	112	145	198	285	446
4400	Kindertagesstätten	515	0	188	361	483	575	669	837
4410	Kindergärten	231	0	237	373	488	550	668	833
4500	Weiterbildungseinrichtungen	45	0	104	139	248	308	416	613
5000	Sportbauten	32	0	148	172	222	394	630	1.391
5100	Hallen (ohne Schwimmh.)	302	0	99	137	179	232	317	514
5110	Sporthallen	264	0	97	136	169	219	291	423
5130	Mehrzweckhallen	28	0	124	206	311	380	514	1.398
5200	Schwimmhallen	78	0	19.906	26.994	31.950	40.715	50.040	63.281
5300	Geb. f. Sportplatz- u. Freibadanl.	60	0	500	870	1.856	2.388	2.956	4.238
5400	Sportplatzanlagen (Außenanlagen)	22	0	653	919	1.133	1.741	3.111	4.296
5500	Freibadanlagen	54	0	3.963	7.159	8.926	11.367	16.691	23.772
6100	Wohnhäuser	11	0	102	168	469	2.318	3.091	4.256
6200	Wohnheime	91	0	225	430	622	850	1.238	1.787
6300	Gemeinschaftsunterkünfte	56	0	169	204	256	295	433	960
6400	Betreuungseinrichtungen	151	0	103	143	216	283	402	569
6430	Jugendzentren	96	0	103	137	159	224	301	400
6500	Verpflegungseinrichtungen	19	0	292	454	768	1.160	1.305	1.600
7100	Landwirtschaftl. Produktionsstätten	29	0	166	200	368	439	662	1.073
7200	Verkaufsstätten	3	0	0	0	0	0	0	0
7300	Werkstätten	147	0	108	183	278	339	581	1.296
7500	Lagergebäude	67	0	55	125	158	258	429	651
7600	Garagengebäude	51	0	111	193	291	387	491	895
7700	Geb. f. öff. Bereitschaftsdienste	514	0	78	139	201	297	467	811
7740	Bauhöfe	17	0	151	191	346	427	552	737
7760	Feuerwehren	139	0	92	151	288	419	560	840
9100	Geb. f. kulturelle u. musische Zwecke	319	0	65	105	179	268	375	690
9121	Museen	78	0	77	97	119	183	250	528
9130	Bibliotheksgebäude	63	0	63	83	155	208	306	414
9140	Veranstaltungsgebäude	45	0	92	187	283	379	507	692
9150	Gemeinschaftshäuser	85	0	187	244	330	421	708	1.027
9600	Justizvollzugsanstalten	122	0	655	1.163	1.474	1.645	2.000	2.527
9700	Friedhofsanlagen	59	0	487	1.312	1.913	3.098	4.917	8.072
	Summe	17.827							

Tabelle 21: Klassengrenzen für Wasserverbrauch [Frankfurt 2012]

ANHANG 4: MAßNAHMENPLAN



LUDWIG-BÖLKOW-SYSTEMTECHNIK GMBH

Die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST) ist ein Beratungsunternehmen für Energie und Umwelt. Unsere internationalen Kunden aus Industrie, Finanzsektor, Politik und Verbänden unterstützen wir bei Fragen zu Technologie, Strategie und Nachhaltigkeit.

Drei Jahrzehnte kontinuierlicher Erfahrung des interdisziplinären Teams renommierter Experten bilden die Basis der umfassenden Kompetenz der LBST.

Die LBST bietet ihren Kunden:

SYSTEM- UND TECHNOLOGIESTUDIEN	Technologiebewertung und Due Diligence;
	Energie- und Infrastrukturkonzepte;
	Machbarkeitsstudien;
NACHHALTIGKEITSBERATUNG	Lebenszyklus-Analysen; Carbon Footprint Analysen;
	Bewertung natürlicher Ressourcen (Energie, Mineralien, Wasser);
	Nachhaltigkeitsbewertung (Sustainability Due Diligence);
STRATEGIEBERATUNG	Produktportfolioanalysen, Identifizierung neuer Produkte;
	Marktanalysen;
	Kommunale Energiekonzepte
KOORDINATION	Projektmanagement, -begleitung und -bewertung;
ENTSCHEIDUNGSVORBEREITUNG	Studien, Briefings, Expertenkreise, Trainings.

Besondere Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Energie (erneuerbare Energie, Energiespeicherung, Wasserstoff und Brennstoffzellen) und Verkehr (Kraftstoffe und Antriebe, Infrastruktur, Mobilitätskonzepte), sowie bei umfassenden Nachhaltigkeitsanalysen.

Ein konsequenter Systemansatz ist Kennzeichen aller Arbeiten. Nur dadurch, dass wirklich alle relevanten Elemente einer vernetzten Welt berücksichtigt werden, können wir unseren Kunden eine vollständige Grundlage für ihre Entscheidungen geben.

Mit ihrem tiefen Verständnis gesellschaftlicher und technologischer Entwicklungen sowie ihrer Unabhängigkeit hilft die LBST ihren Kunden mit objektiven und fundierten Informationen bei der Sicherung ihrer Zukunft.

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH
Daimlerstraße 15 · 85521 München–Ottobrunn
Telefon +49 89 6081100 · Fax +49 89 6099731
Email: info@lbst.de · Web: http://www.lbst.de