

Monitor Energiewende 2016

Region Konstanz



Impressum

Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz

HTWG Konstanz

Brauneggerstr. 55
78462 Konstanz

Autoren

Sven Simon M.A.
sven.simon@htwg-konstanz.de

Markus Szaguhn B.Eng.
markus.szaguhn@htwg-konstanz.de

unter Mitarbeit von
Prof. Dr. Maïke Sippel
Prof. Dr.-Ing. Thomas Stark
Lena Schönrock M.A.
Dipl.-Ing. Christopher Klages
Jan Schächtle
Julia Weisser B.A.

Stand

Juni 2016



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT,
FORSCHUNG UND KUNST



gefördert vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst
Baden-Württemberg

Vorwort

Die Energiewende ist eine der wichtigsten Herausforderungen unserer Zeit und zugleich eine komplexe und schwer zu fassende Aufgabe, da sie sowohl sämtliche Lebensbereiche betrifft - vom Bedarf an Heizwärme über Mobilität bis zum Konsum - als auch auf der räumlichen Ebene extrem breit wirksam ist - vom persönlichen Verhalten des Einzelnen bis zum globalen Klimawandel. Im Zuge unserer Forschung hat sich herauskristallisiert, dass die regionale Ebene von besonderer Bedeutung ist, da hier einerseits übergeordnete Lösungen erforderlich sind und dennoch der persönliche Bezug des Einzelnen vorhanden ist - mit der entsprechenden Motivation und dem Verantwortungsbewusstsein.

In der Region Konstanz setzen sich daher zahlreiche Akteure - von Unternehmen über Energieversorger, Bildungsinstitutionen und Stadtverwaltungen bis zu Umweltschutzverbänden - sehr engagiert dafür ein, durch konkrete Projekte die Energiewende vor Ort voranzubringen. Das Forschungsprojekt „Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz“ an der Hochschule Konstanz unterstützt diese Aktivitäten mit dem primären Ziel, mehr Transparenz in die vielschichtige Struktur der Energiewende zu bringen. Neben der Vernetzung auf Akteursebene erfolgt dies vor allem über die systematische Erfassung und Dokumentation der relevanten statistischen Daten, die im jährlichen „Monitor Energiewende“ öffentlich zugänglich gemacht werden. Im Monitor 2015 wurden erstmals landkreisbezogene Daten zur Energiewende zusammengefasst und in den Kontext der landesweiten Ziele gestellt. Im Ergebnis wurde ersichtlich, dass der Landkreis Konstanz überwiegend unterdurchschnittliche Werte aufweist und erhöhte Anstrengungen erforderlich sind, um den angestrebten Zielpfad erreichen zu können.

Im nun vorliegenden zweiten Monitor 2016 stand neben der Aktualisierung der zentralen Energiedaten im Fokus, auf einer tieferen Ebene die relevanten Stellschrauben zu identifizieren, die maßgeblichen Einfluss auf die Energiestatistik haben. Es wurde versucht, alle Sektoren abzubilden, wodurch sich der Umfang gegenüber dem ersten Monitor deutlich vergrößert hat. Die Komplexität der Datensammlung erschwert zunächst den Zugang, sie sind jedoch maßgeblich für eine fundierte Beurteilung der Ist-Situation und dienen somit der Erarbeitung einer zielgerichteten Strategie für die weitere Entwicklung.

Die Erhebung war nur möglich durch Zugriff auf Daten, die größtenteils bei Akteuren in der Region Konstanz oder beim Statistischen Landesamt vorliegen und öffentlich zugänglich sind. An dieser Stelle ein herzliches Dankeschön an alle Beteiligten! Der Monitor soll bezogen auf Inhalt und Form als Diskussionsgrundlage dienen. Die Interpretation der Daten erfordert einen breiten Diskurs zwischen allen Beteiligten. Im Hinblick auf den nächsten Monitor Energiewende 2017 freuen wir uns auf Ihre Anregungen zur Weiterentwicklung.

Das Team KEK wünscht Ihnen eine interessante Lektüre und inspirierende Impulse!

Prof. Dr. Maïke Sippel

Prof. Dr. Thomas Stark

Lena Schönrock M.A.

Sven Simon M.A.

Julia Weisser B.A.

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	1
2.	Rahmendaten	3
2.1.	Geographie und Flächennutzung	3
2.2.	Bevölkerung	6
2.3.	Wirtschaft und Erwerbstätigkeit	8
2.4.	Klimaschutzkonzepte	10
3.	Zielindikatoren	11
3.1.	Endenergieverbrauch	11
3.2.	Erneuerbare Energie	17
3.3.	Treibhausgasemissionen	25
4.	Betrachtung der Sektoren	28
4.1.	Verkehr	28
4.2.	Haushalte / Wohnen	56
4.3.	Industrie	75
4.4.	Gewerbe, Handel, Dienstleistung	77
4.5.	Landwirtschaft	80
4.6.	Exkurs: Konsum	86
5.	Wirtschaftliche Indikatoren	98
5.1.	Energiekosten	98
5.2.	Energieproduktivität	101
5.3.	EEG-Zahlungen	102

6.	Lokale Potenziale Erneuerbarer Energien	104
6.1.	Bioenergiepotenzial	104
6.2.	Windenergiepotenzial	110
6.3.	Solarstrompotenzial	111
6.4.	Solarthermie	114
6.5.	Abschätzung des Gesamtpotenzials	115
6.6.	Bisherige Nutzung der erneuerbaren Energiepotenziale	117
7.	Energie- und Klimaschutzziele	118
7.1.	Langfristiger Zielpfad für Endenergie und Erneuerbare Energien bis 2050	118
7.2.	Aktuelle Trends und Zielpfade bis 2020	119
8.	Fazit	122
9.	Quellen	123
10.	Abbildungen	129
11.	Tabellen	136
12.	Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz	137

1. Zusammenfassung

Die Landesregierung Baden-Württemberg hat im Jahr 2014 einen detaillierten Plan für Klimaschutz und Energiewende in Baden-Württemberg veröffentlicht, der für die Entwicklung bis zum Jahr 2050 konkrete Etappenziele definiert.

Im neuen *Monitor Energiewende Region Konstanz 2016* wurde der Stand der Energiewende im Landkreis Konstanz erhoben und mit den Zielen der Landesregierung abgeglichen. Dabei lag der Fokus auf der Frage, welche Stellschrauben entscheidend für das Erreichen der Energie- und Klimaschutzziele im Landkreis Konstanz sind. Das vorrangige Ziel bestand deshalb in der Entwicklung einer Berichtsstruktur, die dazu geeignet ist, die Energiewende auf regionaler Ebene künftig möglichst vollständig abzubilden und genaueren Aufschluss über das Zustandekommen des Endenergieverbrauchs sowie der daraus folgenden Treibhausgasemissionen innerhalb der Sektoren Wohnen, Verkehr, Industrie, GHD und Landwirtschaft geben. Dabei werden auch diverse Zusammenhänge zwischen den Entwicklungen von Demografie, Wirtschaft und Konsum deutlich, die den Energieverbrauch erheblich beeinflussen.

Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

Auf Basis einer verbesserten Datengrundlage im Vergleich zum vorausgegangenen Monitor wurde für das Jahr 2013 ein Endenergieverbrauch des Landkreises von 6,6 Terrawattstunden berechnet. Dies entspricht rund 24 Megawattstunden pro Einwohner. Die daraus resultierenden energiebedingten Treibhausgasemissionen lagen im Jahr 2013 bei rund acht Tonnen CO₂ pro Einwohner. Der Rückgang der CO₂-Emissionen gegenüber dem Jahr 2012 betrug knapp ein Prozent. Um die Ziele der Landesregierung zu erreichen, müsste der CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2020 pro Jahr um einen Wert zwischen 2,6 und 3,4 Prozent auf einen Wert zwischen 6,0 und 6,5 Tonnen pro Einwohner gesenkt werden (Bezugsjahr ist 1990). Die jährliche CO₂-Einsparung müsste demnach ungefähr verdreifacht werden, um die Klimaschutzziele für 2020 zu erreichen.

Erneuerbare Energien

Im Jahr 2013 betrug die Stromerzeugungskapazität der erneuerbaren Energien im Landkreis rund 250 GWh. Die Stromerzeugung lokaler EEG-Anlagen betrug damit rund 16,4 Prozent des Stromverbrauchs was rund vier Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs gleich kommt. Im Wärmebereich trugen die erneuerbaren Energien rund drei Prozent zur Endenergiebereitstellung bei. Insgesamt wurden damit rund sieben Prozent des Endenergieverbrauchs aus regionalen erneuerbaren Quellen gedeckt. Das Ziel bis 2020 liegt bei 25 Prozent.

Energieeinsparung und Effizienz

Der Endenergieverbrauch im Jahr 2013 im Landkreis ist gegenüber dem Vorjahr trotz eines relativ großen Zuzugs von Neubürgern quasi unverändert. Pro Einwohner ergab sich so eine Einsparung von rund einem Prozent. Rund 80 Prozent dieser Einsparung resultieren aus Effizienzsteigerungen beim motorisierten Individualverkehr und der Gebäudebeheizung. Dass die Einsparungen nicht noch deutlich größer ausfielen, ist auf gegenläufige Entwicklungen im Bereich des Konsums zurückzuführen, die im nächsten Abschnitt erläutert werden. Eine nennenswerte Verbrauchszunahme war lediglich im Industriesektor zu verzeichnen.

	Ziele Landesregierung Baden-Württemberg			Landkreis Konstanz	
	Endenergieverbrauch	Anteil der EE am Endenergieverbrauch	Emissionen	Endenergieverbrauch in kWh	Emissionen pro Einwohner in t CO ₂
Basis 1990			100%		8,7
Basis 2010	100%			24.600	
LKR KN 2013				24.080	8,0
Ziel LR 2020	84%	25%	75%	20.660	6,0 - 6,5
Ziel LR 2050	50%	80%	10%	12.300	0,87

Tab. 1. Ziele der Landesregierung Baden-Württemberg für 2020 und 2050 übertragen auf den Landkreis Konstanz

Die Ziele für den Landkreis wurden pro Person definiert, da der Landkreis im Vergleich zu Regionen mit schrumpfender Bevölkerung nicht die gleichen Einsparungen bei den Gesamtemissionen erzielen kann.

Stellschrauben

Insbesondere bei einer Betrachtung über längere Zeiträume wird deutlich, dass technische Effizienzsteigerungen innerhalb der einzelnen Sektoren realisiert werden, die theoretisch zu beachtlichen Einsparungen führen könnten. So sank beispielsweise der Treibstoffverbrauch von Personenkraftwagen (Pkw) auf 100 km zwischen den Jahren 2000 und 2013 um zwölf Prozent, der Raumwärmebedarf der Gebäude pro Quadratmeter Wohnfläche ging sogar um 22 Prozent zurück. Da aber die pro Person erbrachte Fahrleistung der Pkw um zwei Prozent und die genutzte Wohnfläche um zwölf Prozent anwuchs, fielen die tatsächlichen Energieeinsparungen mit neun Prozent beim Pkw-Verkehr und zwölf Prozent bei der Gebäudebeheizung deutlich geringer aus, als es die technischen Effizienzsteigerungen erlaubt hätten. Zudem liegt der durchschnittliche Treibstoffverbrauch der Pkw mit über sieben Litern pro 100 km immer noch deutlich über dem technisch möglichen Niveau. Ein Grund für die Zunahme des Verkehrs ist der offensichtliche Trend, dass immer mehr Berufspendler weitere Distanzen zwischen Wohnung und Arbeitsplatz zurücklegen. Ein anderer ist der Konsum: Der Energieverbrauch der Nutzfahrzeuge (z.B. Lieferwagen) stieg deshalb trotz Effizienzsteigerungen um rund acht Prozent. Auch der Trend zu immer geringeren Belegungsdichten bei den Haushalten wirkt möglichen Effizienzsteigerungen entgegen. So verbrauchen Einpersonenhaushalte pro Person wesentlich mehr Energie als Haushalte mit zwei und mehr Personen. Aufgrund der großen Anteile des Straßenverkehrs, der Industrie und des Sektors Wohnen am gesamten Energieverbrauch wirken sich Veränderungen in diesen Bereichen besonders stark auf den gesamten Verbrauch aus. Geeignete Stellschrauben auf kommunaler und regionaler Ebene scheinen daher zum Beispiel solche zu sein, welche die pro Person benötigte Wohnfläche reduzieren, die Belegungsdichten der Haushalte erhöhen und die Fahrleistungen im Straßenverkehr reduzieren. Fraglich ist beispielsweise, weshalb die Anteile der Ein- und Auspendler fast parallel ansteigen.

Fazit

Gegenläufige Entwicklungen von technischer Effizienz und Konsumverhalten wie in den Bereichen Treibstoff- und Raumwärmeverbrauch zeigen sich in allen betrachteten Sektoren anhand zahlreicher Indikatoren. Wenn es gelingt, den Trend zu immer höherem Konsum in diesen Bereichen zu stoppen oder gar umzukehren, sind die langfristigen Energie- und Klimaschutzziele der Landesregierung zu erreichen. Technische Effizienzsteigerungen alleine reichen nicht aus. Auch eine Reflektion und Änderung des Konsum- und Verbraucherverhaltens ist erforderlich. Momentan werden die Ziele der Landesregierung für das Jahr 2020 nur etwa zur Hälfte erfüllt und können nur durch erhöhte Anstrengungen noch erreicht werden. Neben den zu geringen Energieeinsparungen vollzieht sich auch die Umstellung auf erneuerbare Energien noch zu langsam. Insbesondere in den Jahren nach 2011 ist der Ausbau erneuerbarer Stromproduktion im Landkreis fast zum Stillstand gekommen. So besteht hier und auch im Bereich erneuerbarer Wärme weiterhin ein erheblicher Nachholbedarf, wenn die Ziele erreicht werden sollen.

2. Rahmendaten

2.1. Geographie und Flächennutzung

Der Landkreis Konstanz liegt an der südlichen Grenze Deutschlands am Dreiländereck Deutschland-Schweiz-Österreich und umfasst 25 Städte und Gemeinden. Nach Angaben des Klimaatlas Baden-Württemberg liegt die mittlere Globalstrahlung bei rund 1.130 kWh pro m².

Die größten Anteile an der Flächennutzung und zugleich die energetisch größte Bedeutung haben landwirtschaftliche Nutzflächen mit rund 49,2 Prozent, Waldflächen mit rund 33,5 Prozent sowie Siedlungs- und Verkehrsflächen mit rund 15,5 Prozent (Stand 2013).

Die aktuellsten differenzierten Daten zur landwirtschaftlichen Nutzfläche liegen für das Jahr 2010 vor. Betrachtet man die Veränderungen der einzelnen Flächennutzungsarten seit dem Jahr 2000 bis zum Jahr 2010, so fällt auf, dass neben der Siedlungs- und Verkehrsfläche auch die Waldfläche gewachsen ist, während die Zuwächse der wachsenden Flächennutzungsarten mit rund 83 Prozent überwiegend zulasten der Ackerflächen und zu 17 Prozent zulasten des Grünlandes gingen. Beide schrumpften deutlich. Mit dem erfolgten Verlust an landwirtschaftlicher Nutzfläche hat der Landkreis ein Ernährungspotenzial eingebüßt, das ausgereicht hat, um – je nach Ernährungsweise - zwischen 4.000 und 8.000 Menschen vollwertig zu ernähren (vgl. Destatis 2013, S. 7 und TLL 2010, S. 22).

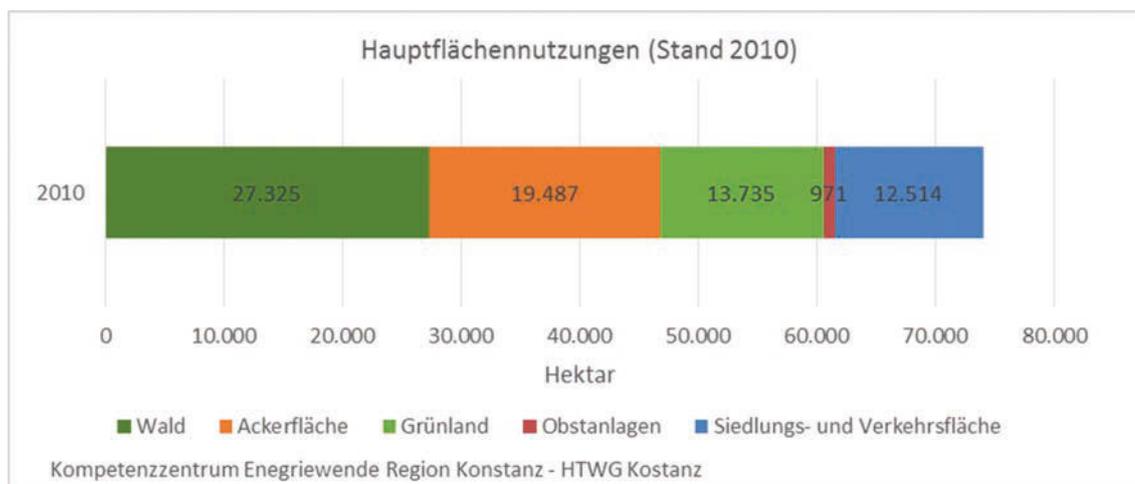


Abb. 1. Hauptflächennutzungen im Landkreis Konstanz in Hektar

Veränderungen der Flächennutzung

Die Anteile der einzelnen Flächennutzungsarten verändern sich im Landkreis wie auch auf Landes- und Bundesebene fortlaufend. Die Hauptursache dafür ist die fortschreitende Umwandlung von landwirtschaftlichen Nutzflächen in Siedlungs- und Verkehrsfläche. Neben diesem als Flächenverbrauch bezeichneten Prozess ist zudem – wenn auch in deutlich geringerem Umfang - ein Anwachsen der Waldfläche zu beobachten. Sämtliche Veränderungen dieser Flächen wirken sich auf den Energiebedarf, aber auch auf die erneuerbaren Energiepotenziale des Landkreises aus. In Abbildung 2 sind die absoluten Veränderungen der Hauptflächennutzungsarten dargestellt, die vor allem für die Solar- und Bioenergiepotenziale besonders wichtig sind.

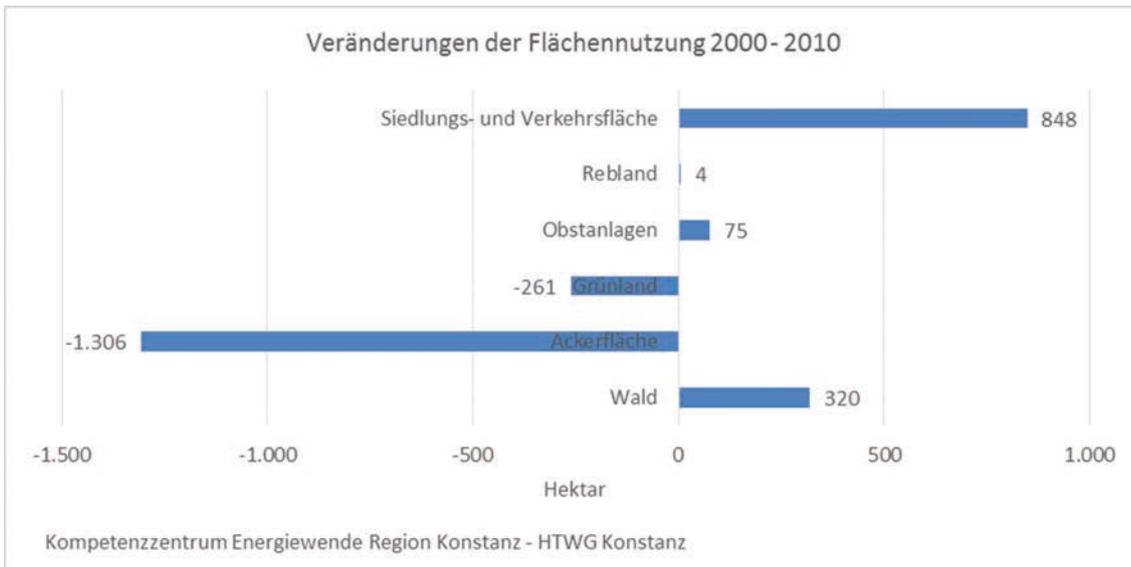


Abb. 2. Veränderungen der Flächennutzung im Landkreis Konstanz 2000 – 2010

In Abbildung 3 sind die Veränderungen der Flächen in Prozent dargestellt. Besonders negativ wirkt sich der große Rückgang der Ackerflächen auf die Ernährungs- und Energiepotenziale aus. Die Zuwächse der Siedlungsfläche gehen ebenso wie die der Waldfläche hauptsächlich zulasten der Ackerflächen.

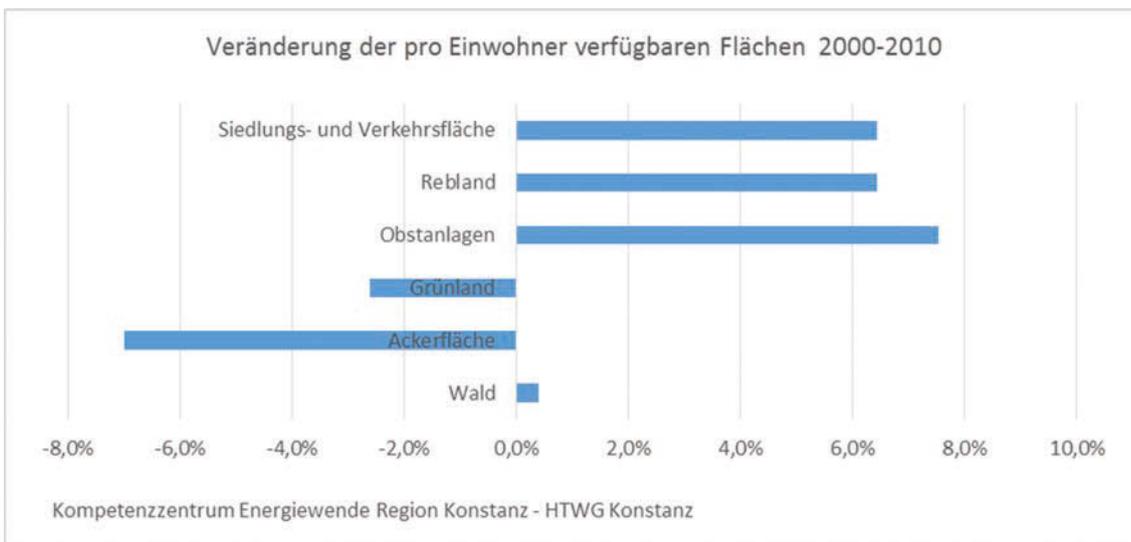


Abb. 3. Veränderung der im Landkreis Konstanz pro Einwohner verfügbaren Flächen 2000 – 2010

In Abbildung 4 sind die relativen Veränderungen der wichtigsten Flächennutzungsarten seit dem Jahr 2000 dargestellt. Während die Siedlungs- und Verkehrsflächen um rund neun Prozent deutlich gewachsen sind, hat die Waldfläche um 1,6 Prozent leicht zugenommen. Die landwirtschaftliche Nutzfläche ist dagegen um fast drei Prozent geschrumpft.

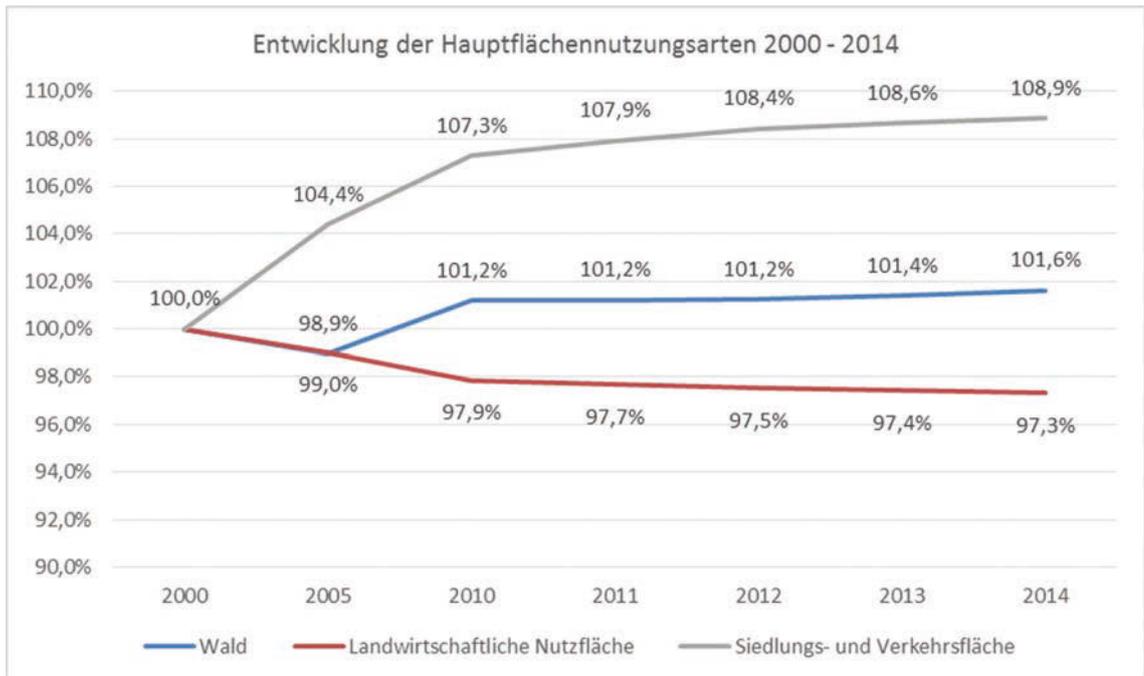


Abb. 4. Entwicklung der Hauptflächennutzungsarten im Landkreis Konstanz 2000 – 2014

Betrachtet man die Entwicklung der land- und forstwirtschaftlichen Flächen in Relation zur Bevölkerungsentwicklung, stellt sich die Entwicklung deutlich negativer dar. So hat die pro Einwohner verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche zwischen 2000 und 2013 um zehn Prozent abgenommen, die Waldfläche um sechs Prozent. Die landwirtschaftliche Nutzfläche betrug im Jahr 2013 nur noch 0,148 ha pro Einwohner. Größere Verluste ließen sich mit Blick auf das Ziel eines hohen Selbstversorgungspotenzials und eine steigende Einwohnerzahl kaum noch kompensieren.



Abb. 5. Verfügbare forst- und landwirtschaftliche Flächen pro Einwohner im Landkreis Konstanz

Bei heutigen Ernährungsgewohnheiten, die unter anderem mit einem hohen Maß an Verschwendung einhergehen, benötigt eine Person in Deutschland im Durchschnitt rund 0,25 Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche (vgl. Destatis 2013, S. 7). Etwa ein Viertel der von Deutschland beanspruchten Fläche befand sich deshalb bereits im Jahr 2010 im Ausland. Im Landkreis Konstanz liegt der flächenbezogene Selbstversorgungsgrad nur noch bei maximal 59 Prozent. Theoretisch wäre jedoch immer noch eine hundertprozentige Selbstversorgung möglich, wenn sich die Ernährungsgewohnheiten ändern würden (vgl. TLL, S. 22). Wenn die Entwicklung aber wie zwischen den Jahren 2000 und 2014 voranschreitet, wäre eine hundertprozentige Selbstversorgung schon in 20 bis 30 Jahren nicht einmal mehr theoretisch möglich. Die pro Person genutzte Siedlungs- und Verkehrsfläche ist dagegen trotz des Bevölkerungswachstums um ein Prozent gewachsen. Positiv wirkt sich dies hinsichtlich des Selbstversorgungspotenzials lediglich auf das Solarflächenpotenzial im Siedlungsbereich aus.

2.2. Bevölkerung

Die Bevölkerung im Landkreis Konstanz ist zwischen den Jahren 2000 und 2013 in jedem Jahr gewachsen. Im Jahr 2013 zählte der Landkreis 273.407 Bürger und damit rund 21.000 mehr als im Jahr 2000. Das entspricht einem Bevölkerungswachstum um rund acht Prozent in 13 Jahren. Auffällig ist dabei, dass der durchschnittliche Zuwachs zwischen den Jahren 2000 und 2010 bei rund 1.300 Personen pro Jahr lag und nach 2010 auf über 2.000 Neubürger pro Jahr anstieg.

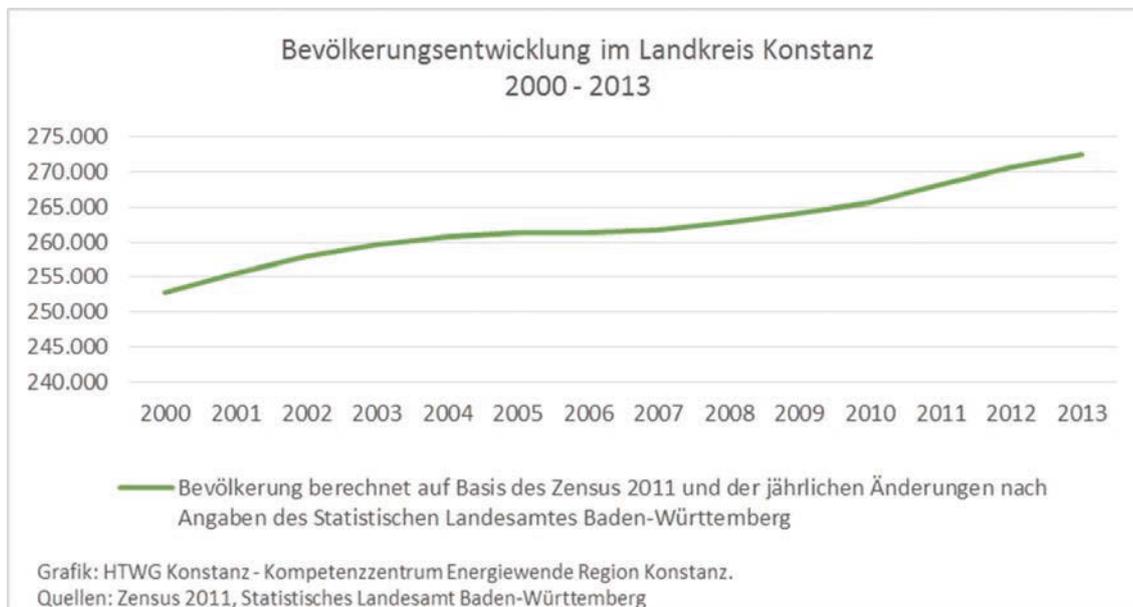


Abb. 6. Bevölkerungsentwicklung im Landkreis Konstanz

Ein hoher Bevölkerungszuwachs wirkt sich erheblich auf den gesamten Energie- und Ressourcenbedarf eines Landkreises aus. Die Landkreise und ihre einzelnen Gemeinden unterscheiden sich in ihrer Bevölkerungsentwicklung jedoch erheblich. Stark wachsende Kreise und Gemeinden sind kaum in der Lage, ihren Gesamtenergieverbrauch zu senken. Um Fortschritte im Bereich der Energiewende dennoch vergleichen zu können, wurde als Vergleichsgröße für den vorliegenden Bericht deshalb stets auch der Verbrauch pro Person berechnet.

Anteil der Studierenden

Der Anteil der Studierenden an der Gesamtbevölkerung stieg zwischen den Jahren 2000 und 2013 von 4,2 auf 6,0 Prozent. Ihr Anteil wird hier näher betrachtet, weil er sich erheblich auf mehrere für den Energieverbrauch relevante Indikatoren auswirkt. Besonders betrifft dies beispielsweise die Zahl der Personen pro Haushalt, die Wohnfläche pro Person, die Zahl der Pkw pro 1.000 Personen oder den sogenannten Modal Split im Straßenverkehr. So wohnen Studierende häufig auf geringer Wohnfläche in Wohnheimen oder in Wohngemeinschaften, die nicht selten mehr als zwei Mitbewohner zählen. Auch nutzen sie deutlich überdurchschnittlich häufig das Fahrrad oder öffentliche Verkehrsmittel zur Fortbewegung im Straßenverkehr.

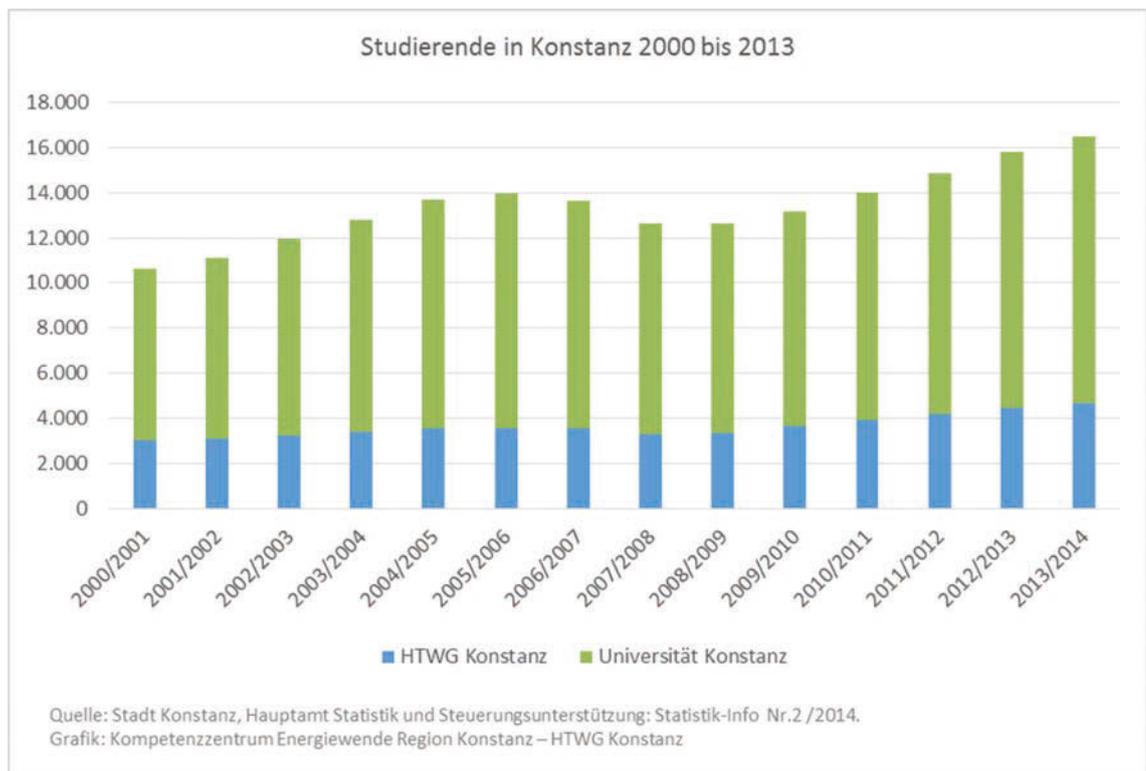


Abb. 7. Studierende 2000 bis 2013 in der Stadt Konstanz

2.3. Wirtschaft und Erwerbstätigkeit

Die Zahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort im Landkreis Konstanz lag im Jahr 2013 bei 138.300. Im Zeitraum zwischen 2000 und 2010 hat die Zahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort um 3,5 Prozent zugenommen, im Zeitraum 2010 bis 2013 um 5,7 Prozent. Damit hat sich die Zunahme der Erwerbstätigenzahl nach 2010 deutlich beschleunigt. Der Zuwachs findet fast ausschließlich in den Dienstleistungsbereichen statt (um 20 Prozent), während die Zahlen der Erwerbstätigen im produzierenden Gewerbe und in der Landwirtschaft zurückgehen. Rund 73 Prozent der Erwerbstätigen arbeiten im Dienstleistungsbereich, 25 Prozent im produzierenden Gewerbe und nur noch 1,7 Prozent in Land- und Forstwirtschaft. Die Entwicklungen der Erwerbstätigenzahlen in den drei Sektoren sind in Abbildung 8 summiert abgebildet.

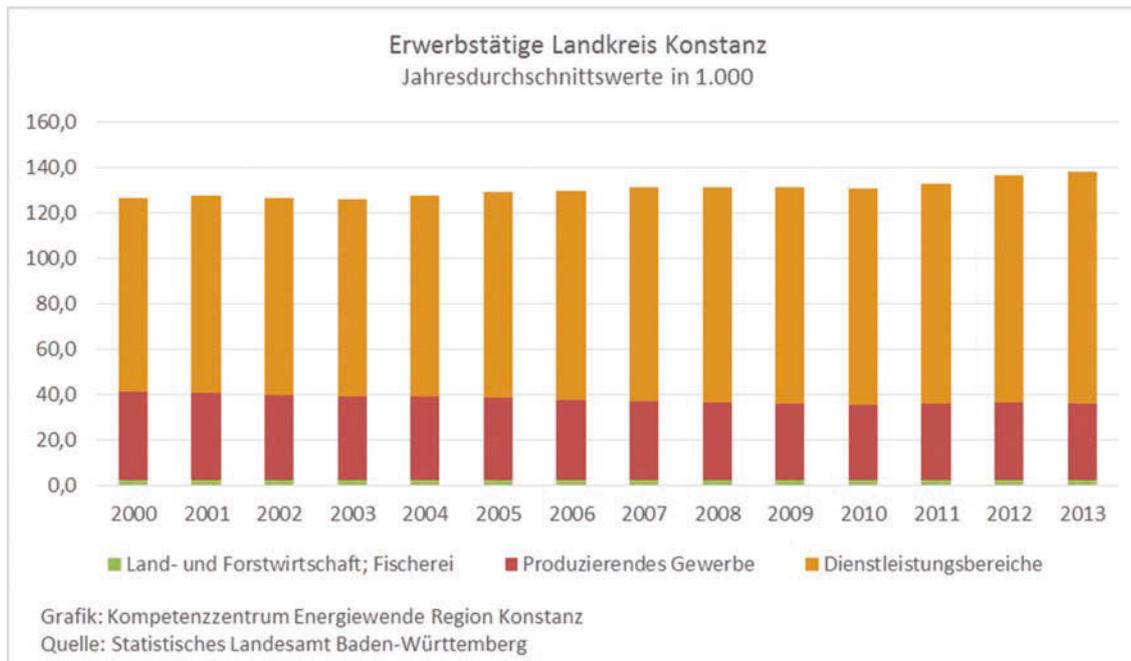


Abb. 8. Erwerbstätige im Landkreis Konstanz – Anteile der Sektoren

In Abbildung 9 sind die Entwicklungen der Erwerbstätigenzahlen in den verschiedenen Wirtschaftsbereichen dargestellt. Deutliche Rückgänge gibt es im produzierenden sowie im verarbeitenden Gewerbe um rund 15 Prozent bzw. 17 Prozent. Etwas geringer fallen die Rückgänge in der Landwirtschaft mit acht Prozent und im Baugewerbe mit 12 Prozent aus. Den größten Zuwachs gab es mit 26 Prozent im Bereich Finanz-, Versicherungs- und Unternehmensdienstleister, Grundstücks- u. Wohnungswesen. Im Bereich Handel, Verkehr, Gastgewerbe, Information und Kommunikation betrug der Zuwachs rund 21 Prozent. Um rund 16 Prozent stieg die Zahl der Erwerbstätigen im Bereich öffentliche und sonstige Dienstleister, Erziehung und Gesundheit.

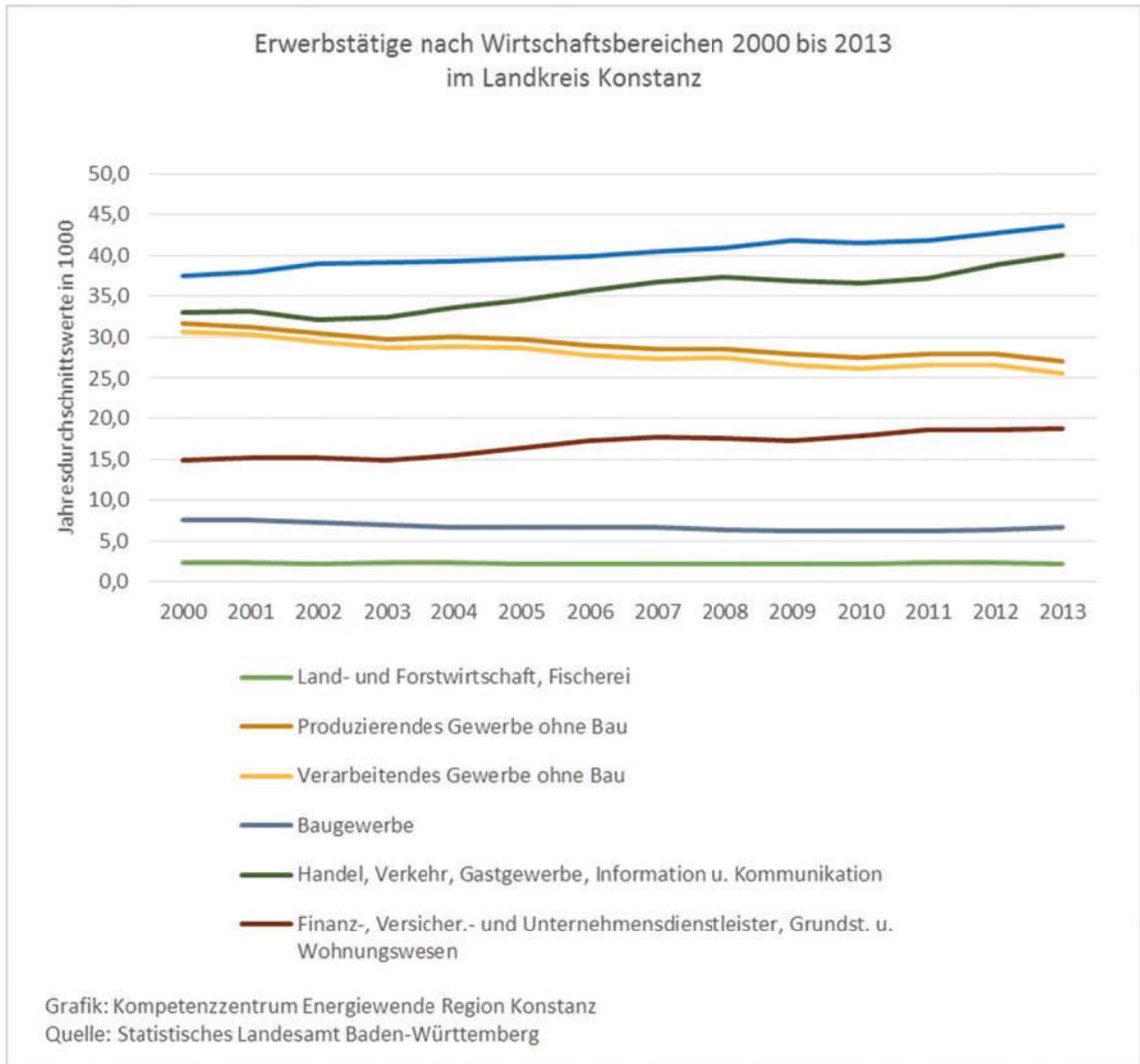
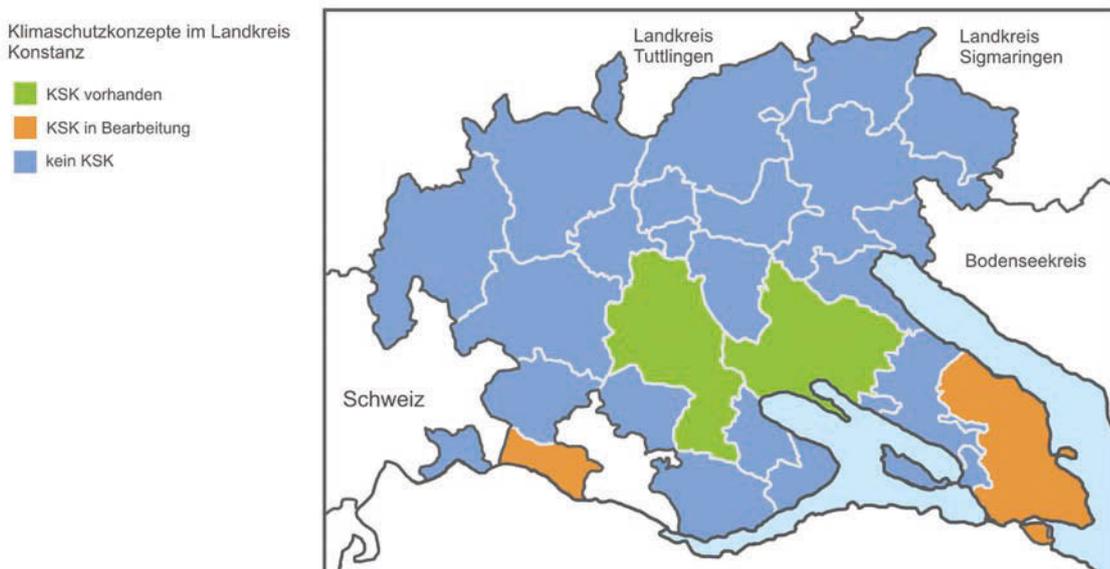


Abb. 9. Erwerbstätige nach Wirtschaftsbereichen 2000 bis 2013 im Landkreis Konstanz

2.4. Klimaschutzkonzepte

Klimaschutzkonzepte sind ein langfristig angelegtes Instrument für die kommunale Energie- und Klimapolitik und damit auch für die Energiewende. Neben einer Erhebung der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen erhalten sie eine Potenzialabschätzung erneuerbarer Energien, sowie konkrete Einsparziele und einen Maßnahmenkatalog. Sie zeichnen sich zudem durch intensive Beteiligung der Bürger aus. Ein Klimaschutzkonzept ist die Voraussetzung für die Beantragung der zentralen Stelle eines Klimaschutzmanagers. Besitzt eine Kommune ein Klimaschutzkonzept, ist der Grundstein für eine ganzheitliche Herangehensweise an die Umsetzung der Energiewende gelegt.

Im Landkreis Konstanz haben bereits die Städte Radolfzell und Singen Klimaschutzkonzepte mit finanzieller Unterstützung des Bundesumweltministeriums (Klimaschutzinitiative) erstellt. Die Stadt Konstanz und die Gemeinde Gailingen befinden sich aktuell in der Erstellungsphase. In den übrigen Gemeinden gibt es bisher noch kein Klimaschutzkonzept (Vgl. Abbildung 10). Dabei könnten gerade kleine Kommunen (unter 5.000 Einwohner) durch einen Zusammenschluss mit Nachbargemeinden sinnvolle Synergien durch gemeinsame Klimaschutzkonzepte im ländlichen Raum realisieren. Darüber hinaus erscheint es sinnvoll, über die Erstellung eines Klimaschutzkonzepts für den Landkreis Konstanz nachzudenken, um die regionalen Aktivitäten mit neuen Impulsen zu verstärken.



Quelle: Markus Szaguhn (2016). Grafik: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz

Abb. 10. Klimaschutzkonzepte im Landkreis Konstanz

Nicht erfasst sind Studien zu klimaschutzrelevanten Themen, die nicht im Rahmen der Kommunalrichtlinie gefördert werden.

3. Zielindikatoren

Die Landesregierung Baden-Württemberg hat konkrete Zielpfade für die Energiewende und ihre entscheidenden Indikatoren definiert. Das Land Baden-Württemberg strebt demnach bis zum Jahr 2050 eine Reduktion des Endenergieverbrauchs um 50 Prozent gegenüber dem Jahr 2010 an. Gleichzeitig soll der Anteil der erneuerbaren Energien bis 2050 von 11 Prozent auf 80 Prozent steigen. Auf diese Weise wird eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 90 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 erreicht. Nachfolgend werden die benannten Indikatoren, die einen Abgleich mit den Zielen der Landesregierung erlauben, abgebildet. (Vgl. LR BW 2014)

3.1. Endenergieverbrauch

Als Endenergie bezeichnet man die beim Endverbraucher ankommende Energie ohne Berücksichtigung von Vorketten oder Umwandlungsverlusten. Der Endenergieverbrauch kann z. B. durch bessere Wirkungsgrade (Effizienz), aber auch durch einen intelligenteren und sparsameren Einsatz von Energie (Suffizienz) reduziert werden. Der anhand der vorliegenden Daten berechnete Endenergieverbrauch des Landkreises Konstanz lag im Jahr 2013 bei rund 6,6 Terrawattstunden (TWh). Pro Einwohner lag er damit bei rund 24,1 MWh. Dies bedeutet gegenüber dem Vorjahr eine Verbrauchsreduktion um ca. **0,1 Prozent** bezogen auf den absoluten Endenergieverbrauch und **rund 1,1 Prozent** bezogen auf den Endenergieverbrauch pro Einwohner.

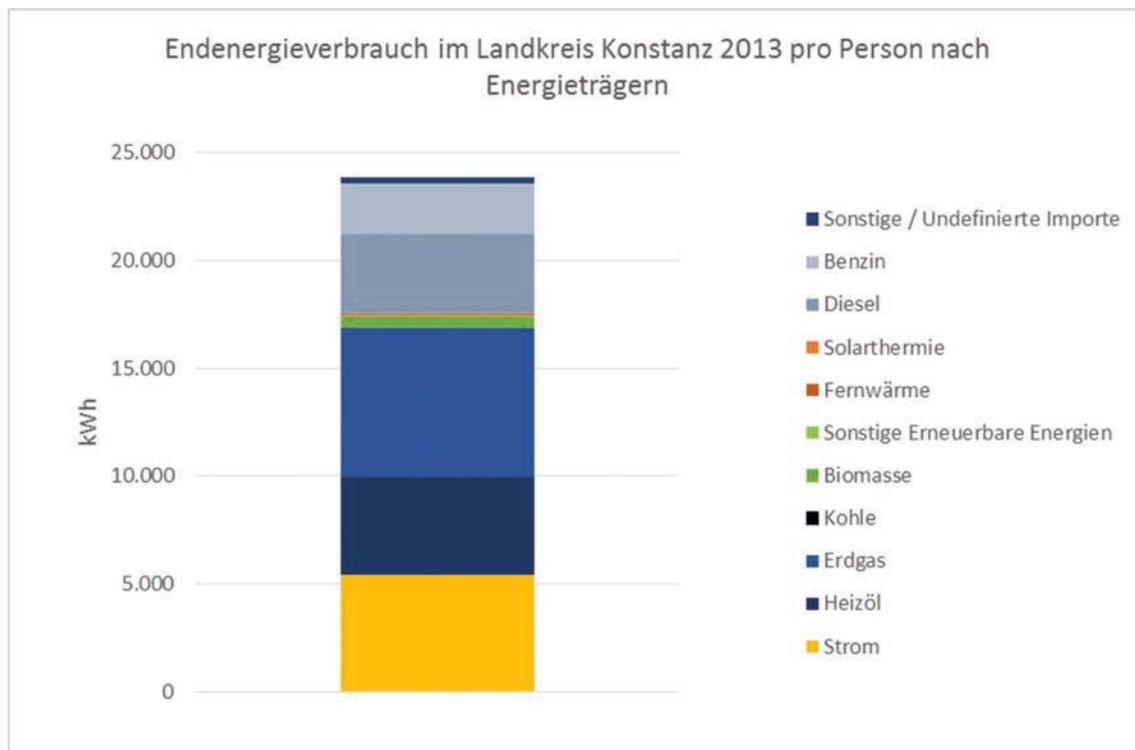


Abb. 11. Endenergieverbrauch pro Person nach Energieträgern im Jahr 2013

Die erzielte Einsparung entspricht rund 320 kWh pro Einwohner. Um die Klimaschutzziele der Landesregierung zu erreichen, wäre seit 2010 eine Einsparung von rund 390 kWh pro Jahr erforderlich gewesen. Um die Differenz zu kompensieren müsste die Einsparung zwischen 2013 und 2020 bei ca. 460 kWh pro Jahr liegen.

Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Fast die Hälfte des Endenergieverbrauchs decken Heizöl und Erdgas mit zusammen rund 48 Prozent. 26 Prozent entfallen auf die Treibstoffe Benzin und Diesel, 23 Prozent auf Strom und rund 2,5 Prozent auf Biomasse, Solarthermie und nicht weiter definierte erneuerbare Energieträger. Der deutsche Strommix enthielt im Jahr 2013 rund 24 Prozent Strom aus erneuerbaren Quellen. Damit summiert sich der bilanzielle Anteil der fossilen Energien am Endenergiebedarf des Landkreises auf rund 92 Prozent (vgl. Abbildung 12).

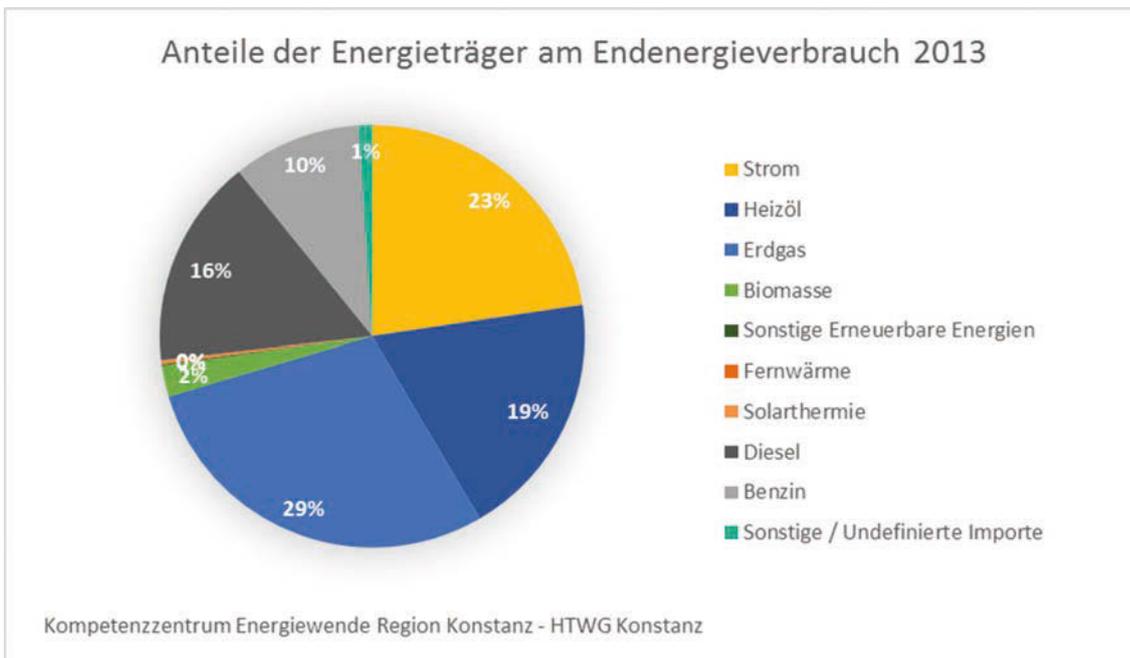


Abb. 12. Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2013 nach Energieträgern

Mit rund 24 Megawattstunden pro Einwohner liegt der Landkreis Konstanz im Jahr 2013 beispielsweise über dem Verbrauchsniveau des benachbarten Bodenseekreises (23,1 MWh/Ea) und rund 15 Prozent unter dem Landesdurchschnitt in Baden-Württemberg im Jahr 2013 (27,7 MWh/Ea).

Endenergieverbrauch nach Sektoren

Betrachtet man den Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren, so wird deutlich, dass mit rund 37 Prozent der größte Anteil des Verbrauchs auf das Wohnen entfällt. Es folgt mit 25 Prozent der Verkehr vor der Industrie mit 19 Prozent. Auf Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD) sowie öffentliche Verbraucher (Verwaltung, Schulen etc.) entfallen 17 Prozent. Die Landwirtschaft nutzt rund zwei Prozent der im Landkreis verbrauchten Endenergie. (Vgl. Abbildung 13)

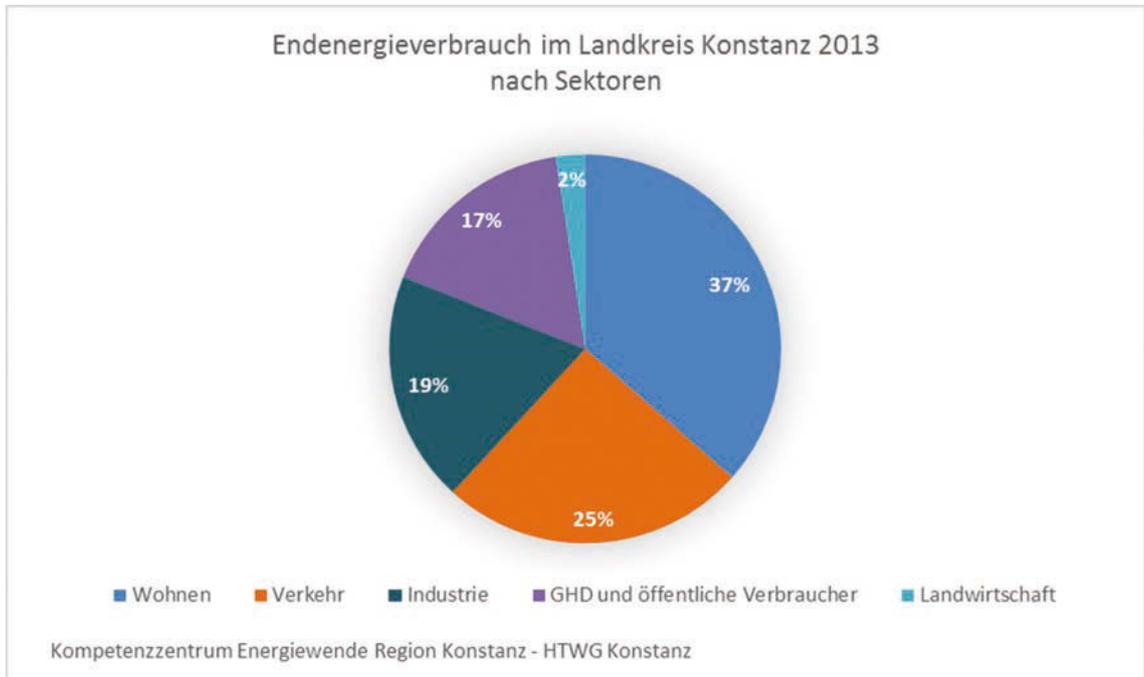


Abb. 13. Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2013 nach Sektoren

Endenergieverbrauch nach Verwendung

In Abbildung 14 und Abbildung 15 ist der Endenergieverbrauch nach Verwendungszwecken differenziert dargestellt. Fasst man die Bereiche Wohnen und privaten Straßenverkehr zusammen, entfallen auf die privaten Haushalte rund 53 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs im Landkreis. Der öffentliche Personennahverkehr hat einen Anteil von 0,5 Prozent, auf das Transportwesen im Straßenverkehr entfallen rund fünf Prozent.

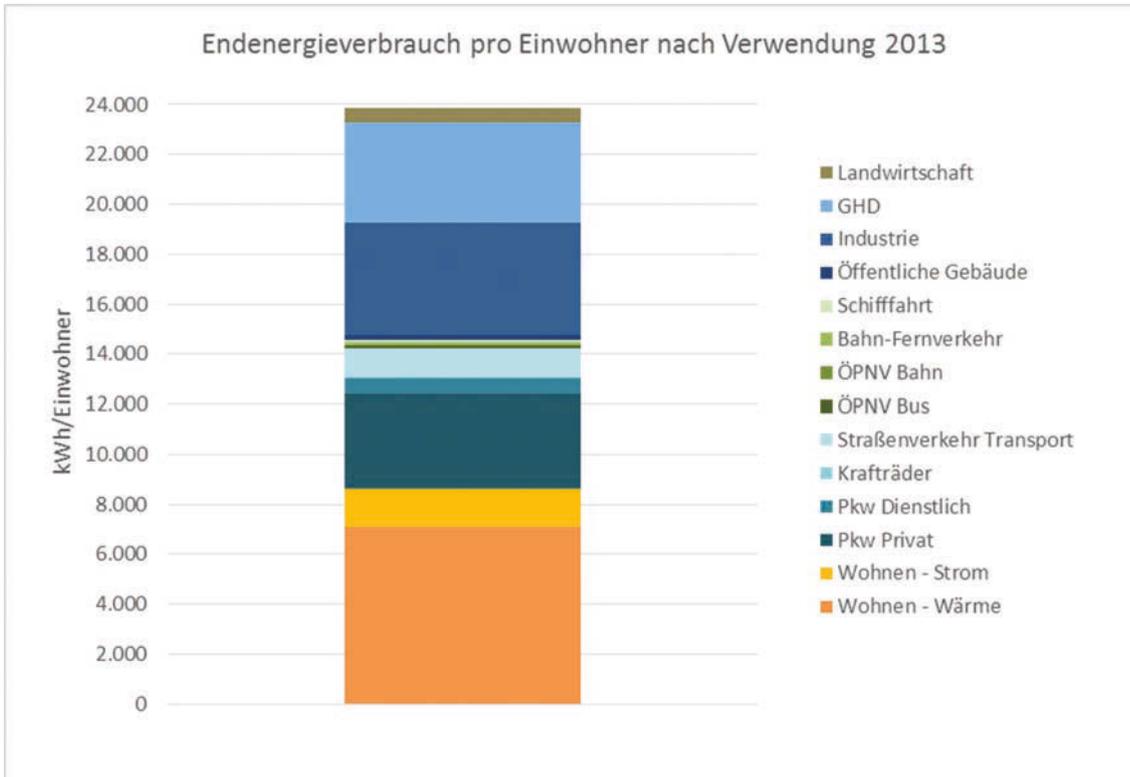


Abb. 14. Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2013 pro Einwohner nach Verwendung

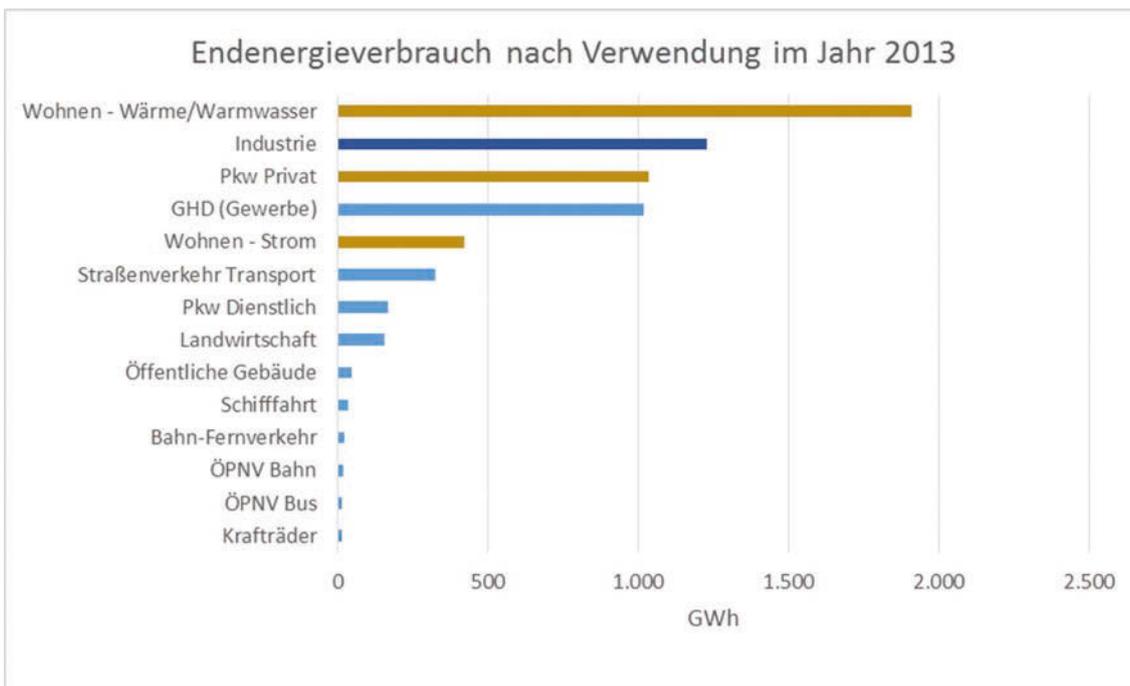
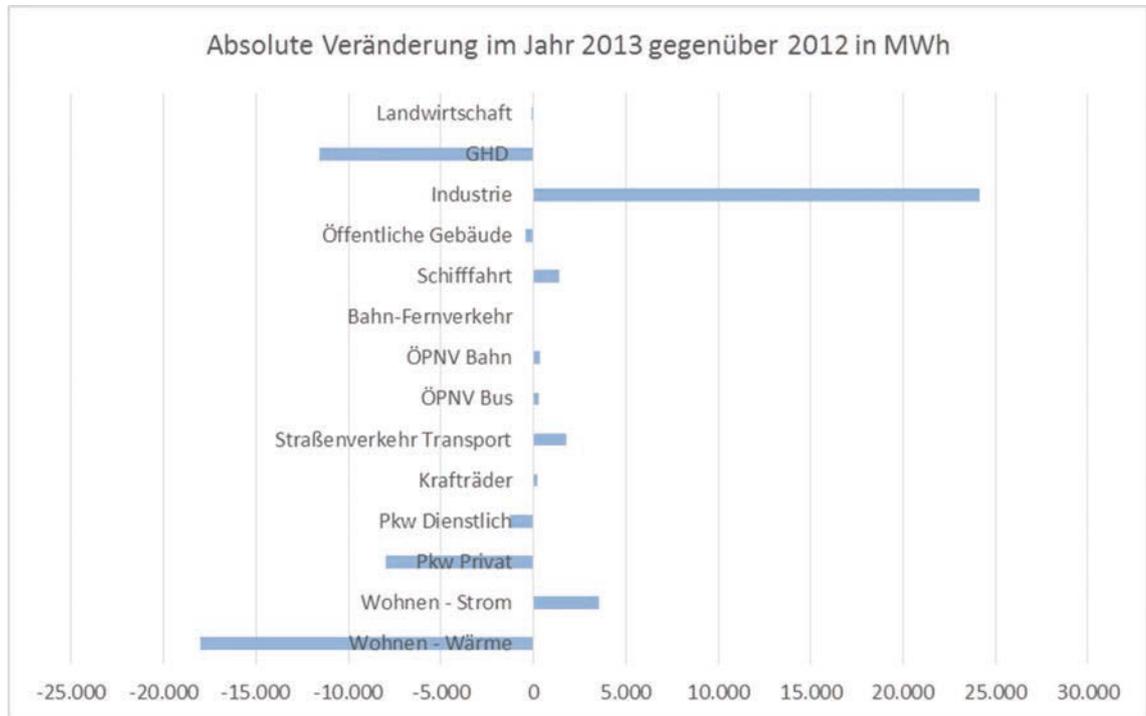


Abb. 15. Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2013 nach Verwendung

Veränderungen des Endenergieverbrauchs gegenüber 2012

Betrachtet man die absoluten Veränderungen gegenüber dem Vorjahr, so fällt auf, dass der größte Teil der Energieeinsparung beim Wärmeverbrauch der Gebäude (Haushalte/GHD) und beim Treibstoffverbrauch der Pkw erzielt wurde.



Quellen: STL BW 2012 - 2015, VHB 2016, BSB 2014, UBA 2012 - 2015, Statista 2015 - 2016, Zensus 2011 u. a. (vgl. Kapitel 4)

Abb. 16. Absolute Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2013 gegenüber 2012 im Landkreis Konstanz

Der Blick auf die relativen Veränderungen zeigt, dass die in den einzelnen Sektoren erzielten Einsparungen kaum die Marke von einem Prozent überschreiten. Die teils deutlichen Zunahmen im Bereich der Mobilität weisen jedoch auf eine Entwicklung in Richtung des ÖPNV hin. Wenn hier dauerhaft hohe Zuwachsraten erzielt werden, führt dies langfristig wahrscheinlich zu einer Senkung des Energieverbrauchs durch den motorisierten Individualverkehr. Noch ist der Anteil des ÖPNV aber zu gering, um wirklich ins Gewicht zu fallen.

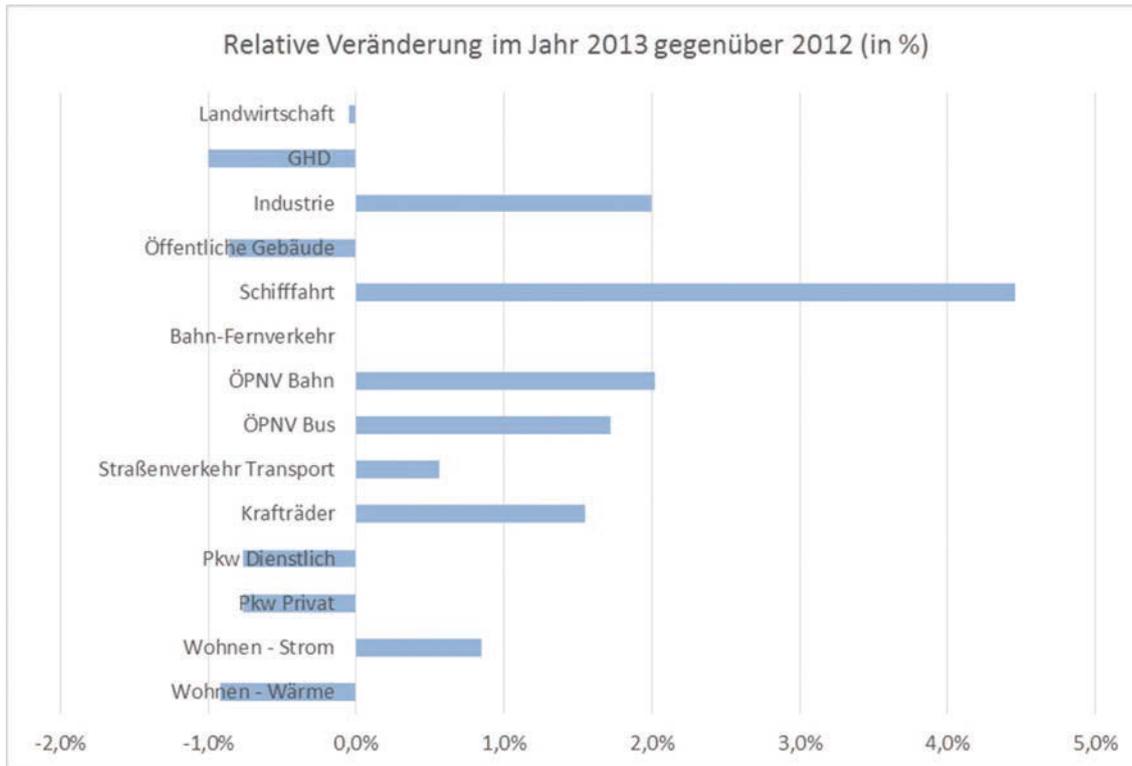


Abb. 17. Relative Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2013 gegenüber 2012 im Landkreis Konstanz

3.2. Erneuerbare Energie

Die Landesregierung Baden-Württemberg hat in ihrem Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg zum Ziel erklärt, bis zum Jahr 2020 mindestens 25 Prozent des Endenergieverbrauchs durch erneuerbare Energien zu decken, bis 2050 sollen es sogar 80 Prozent sein (vgl. LR BW 2014). Diese Ziele können nach derzeitiger Einschätzung nur erreicht werden, wenn die einzelnen Regionen ihre individuellen erneuerbaren Energiepotenziale erkennen und nutzen.

Abbildung 18 zeigt die Gegenüberstellung der erneuerbaren Energieerzeugung (Wärme und Strom) im Jahr 2013 von Landkreis Konstanz, Bodenseekreis und Deutschland, differenziert nach den Kategorien Solarthermie, Wärmepumpen, Wärme aus Biomasse, Strom aus Geothermie, Strom aus Gasen, Strom aus Biomasse, Wasserkraft, Windkraft, sowie Solarstrom. Im Landkreis Konstanz werden im Jahr 2013 6,7 Prozent (1,62 von 24,1 MWh pro Einwohner und Jahr) des Endenergieverbrauchs durch lokale erneuerbare Quellen gedeckt. Der Deckungsgrad des Endenergieverbrauchs durch eigene erneuerbare Energien entspricht im Landkreis Konstanz damit 84 Prozent des Wertes des benachbarten Bodenseekreises und 52 Prozent des bundesweiten Wertes.

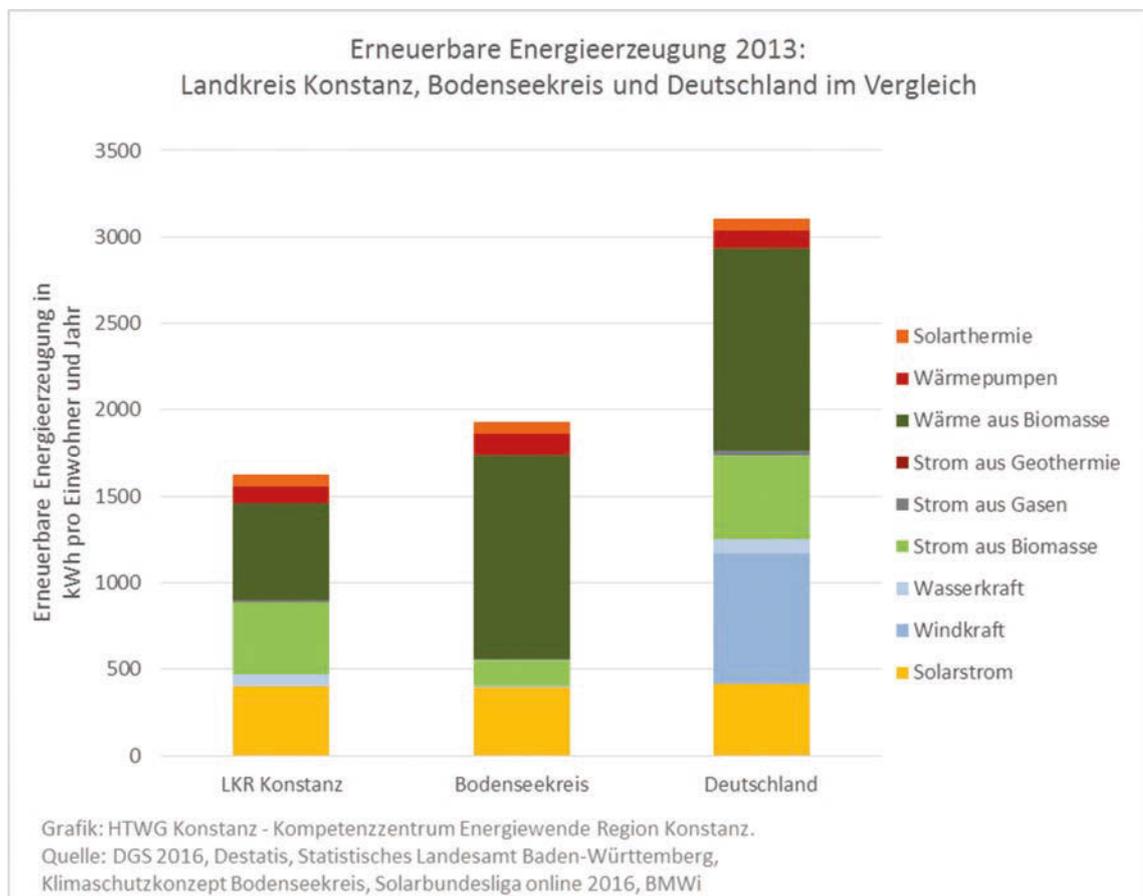


Abb. 18. Erneuerbare Energieerzeugung im Jahr 2013: Landkreis Konstanz, Bodenseekreis und Deutschland im Vergleich

Im Landkreis Konstanz liegt die erneuerbare Stromerzeugung bei mit 900 kWh pro Einwohner auf dem Vorjahresniveau, da es von 2012 auf 2013 keinen Zubau der Erneuerbaren gegeben hat (Vgl. auch Abbildung 26). Zum Vergleich: in Deutschland ist von 2012 auf 2013 sehr wohl ein Zubau zu verzeichnen, und zwar von 1.620 auf 1.763 kWh pro Einwohner und Jahr zu verzeichnen, was einem Wachstum von 8,8 Prozent entspricht. Betrug die Erneuerbare erneuerbare Stromerzeugung im Landkreis im Jahr 2012 noch 56 Prozent im Vergleich zum Bundesschnitt, sank dieser Wert durch den fehlenden, lokalen Ausbau um 4 vier Prozent auf 51 Prozent im Jahr 2013.

Berücksichtigt man die Wärmeerzeugung aus Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpen (Strom zu einem Viertel aus erneuerbaren Energien), erreichte der Landkreis insgesamt einen Wert von rund 1.553 kWh pro Einwohner und Jahr aus erneuerbaren Quellen. Die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien wurde im Landkreis auf 650 kWh pro Einwohner und Jahr bilanziert (Vgl. Kapitel 3.2.2).

Wie im Vorjahr wirkt sich im Vergleich zum Bundesdurchschnitt neben der fehlenden Windenergienutzung auch die geringere Bereitstellung von Wärme aus Biomasse aus. Allerdings liegt die Bevölkerungsdichte im Landkreis Konstanz bei 147 Prozent des bundesweiten Wertes, womit auch das Potenzial der größtenteils flächenabhängigen erneuerbaren Energien Wind- und Bioenergie pro Einwohner geringer ausfällt als im Bundesdurchschnitt. Nicht ausschlaggebend ist die Bevölkerungsdichte hingegen für das Potenzial der Solarenergie, für das vor allem die pro Einwohner vorhandenen Siedlungs- und Gebäudeflächen entscheidend sind.

Erneuerbare Energien zur Strombereitstellung

Im Folgenden wird die Erzeugungskapazität der bestehenden EEG-Anlagen zur Strombereitstellung mit Blick auf die Entwicklung des Zubaus, der Zusammensetzung und der geographischen Verortung im Landkreis vorgestellt. Zudem wird der Zubau der Spitzenleistung untersucht und ein Szenario für den saisonalen Strommix vorgestellt.

Demnach konnte der Landkreis Konstanz seinen Strombedarf des Jahres 2013 zu etwa 16,4 Prozent selbst decken (siehe Abbildung 19), was ca. 70 Prozent des Anteiles der erneuerbaren Energien der bundesweiten Bruttostromerzeugung (23,4 Prozent) im gleichen Jahr entspricht. Die verbleibenden 83,6 Prozent stellen Stromimporte nach bundesdeutschem Strommix dar.



Abb. 19. Autonomiegrad des Stromverbrauchs 2013 im Landkreis Konstanz

Entwicklung Erzeugungskapazität bestehender EEG-Anlagen

In diesem Kapitel werden nur die installierten EEG-Anlagen zur Stromerzeugung dargestellt. Anlagen erneuerbarer Stromproduktion, welche nicht über das EEG vergütet werden, sind in den vorliegenden Daten nicht erfasst, wie z.B. alte Wasserkraftanlagen.

Abbildung 20 zeigt die Erzeugungskapazität der Jahre 2002 bis 2015, differenziert nach den Anteilen der jeweiligen Energieträger. In der Summe wurde die Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz zwischen den Jahren 2002 und 2015 von rund 22 GWh/a auf etwa 250 GWh/a ausgebaut.

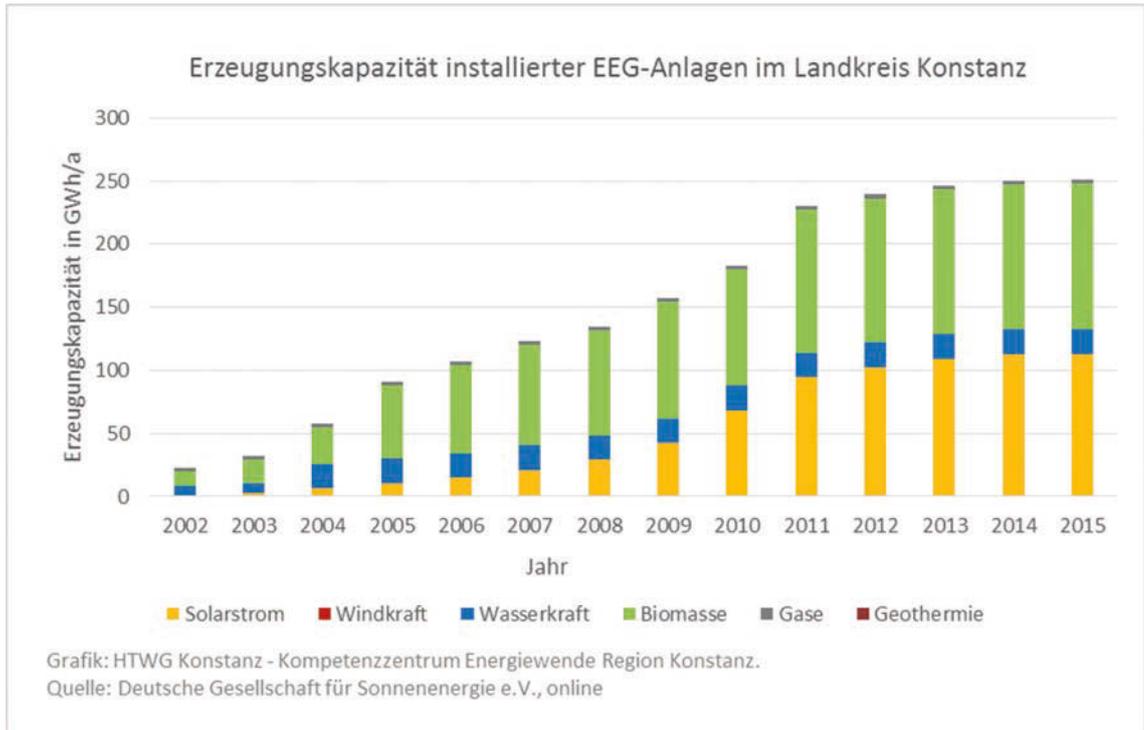


Abb. 20. Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz, in Jahressummen

Hohe Zuwachsraten sind gerade bei einem geringen Ausgangswert zu Anfang einer Entwicklung normal. Betrachtet man aber insbesondere die Zuwächse der Erzeugungskapazität in den Jahren nach 2006 (siehe Abbildung 21 und Abbildung 22) so wird deutlich, dass der absolute Zubau im Jahr 2011 am größten war und sich danach deutlich reduziert hat. Zwischen 2013 und 2015 verharrt die Anlagenkapazität fast auf dem gleichen Niveau mit einem minimalen Zubau. Der Beschluss der Bundesregierung, die Energiewende nach den Ereignissen in Fukushima 2011 zu beschleunigen, hat sich im Landkreis Konstanz nicht erkennbar ausgewirkt.

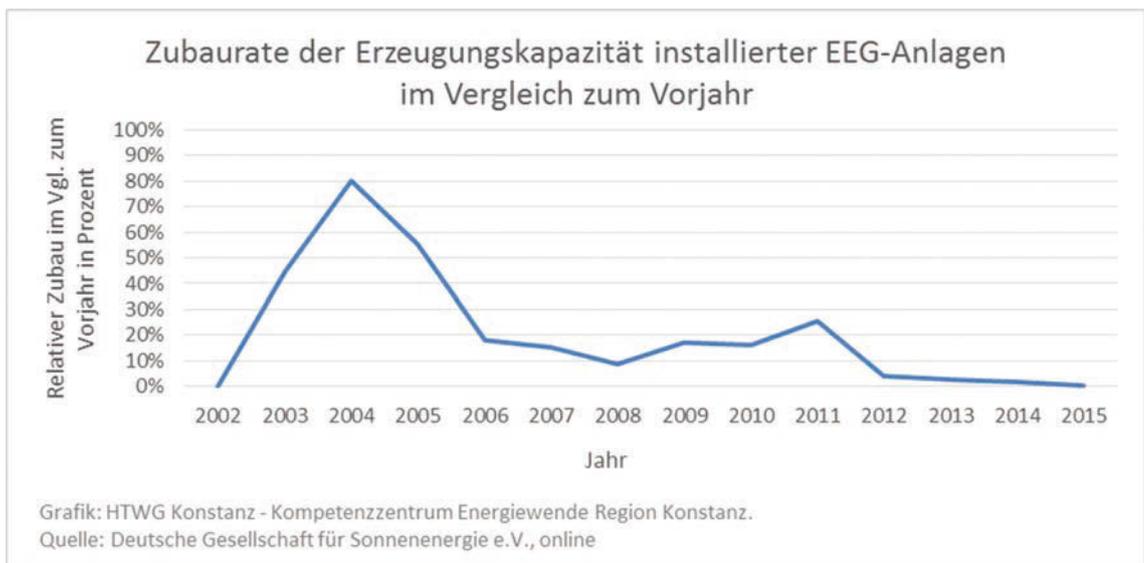


Abb. 21. Zubaurate der Erzeugungskapazität von EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz im Vergleich zum Vorjahr

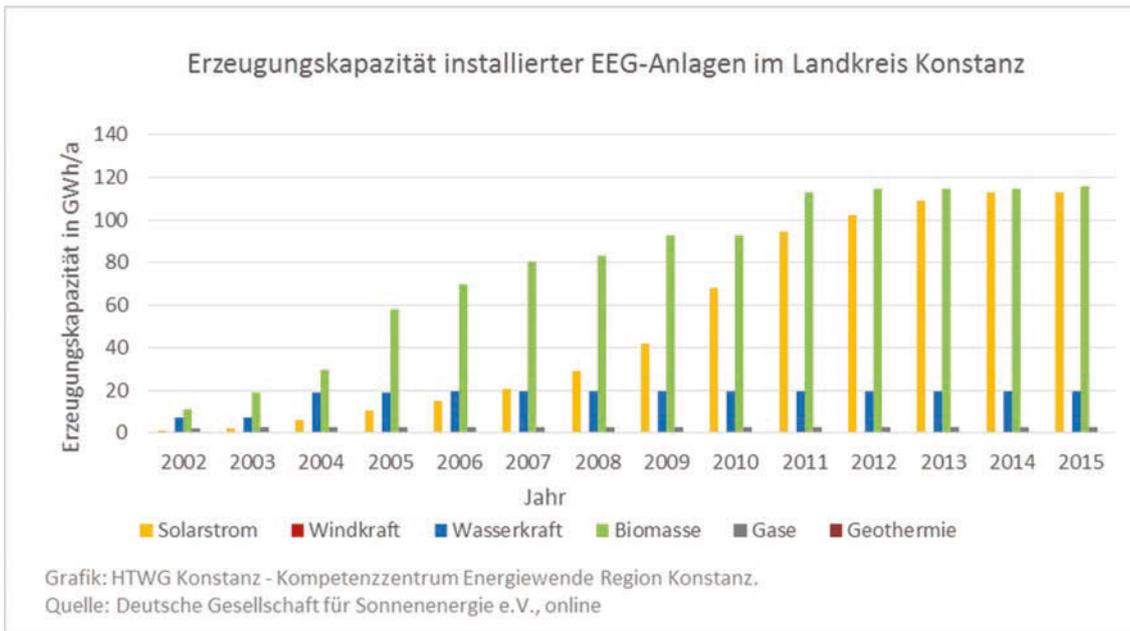


Abb. 22. Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen nach Technologien im Landkreis Konstanz

Die Zusammensetzung der Erzeugungskapazität der EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz ist in Abbildung 23 dargestellt und hat sich in den Jahren von 2002 bis 2015 stark gewandelt. Stellten Biomasse und Wasserkraft anfangs den größten Anteil, sind im Jahr 2015 Biomasse und Solarstrom in etwa gleichauf und stellen die Hauptanteile der erneuerbaren Stromerzeugung. Wasserkraft spielt im Vergleich nur noch eine untergeordnete Rolle.

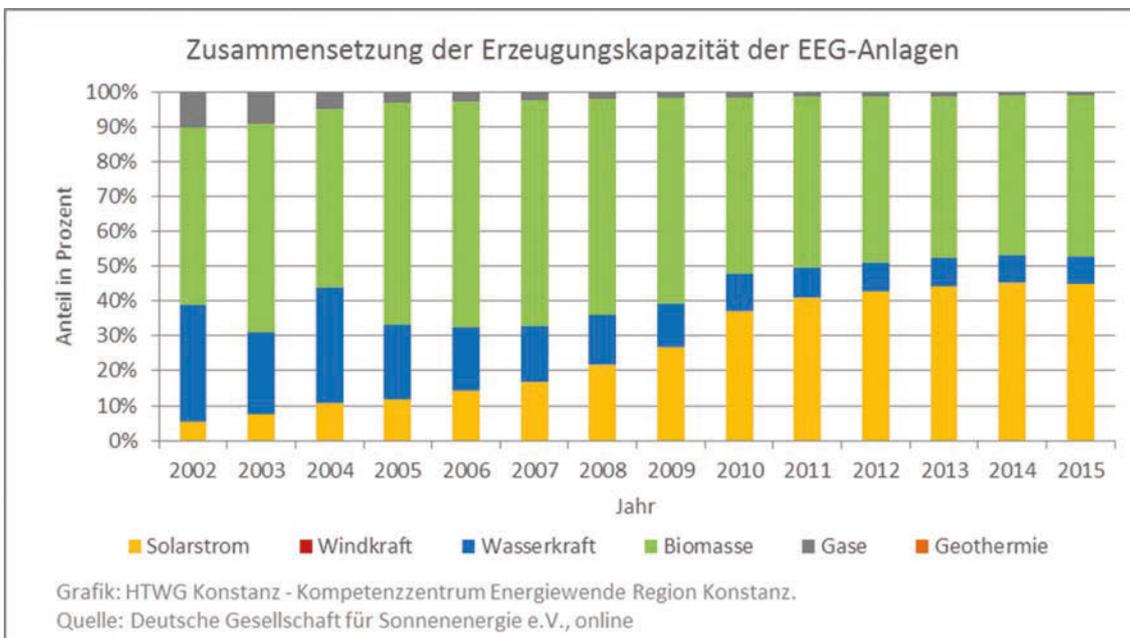


Abb. 23. Zusammensetzung der Erzeugungskapazität der EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz nach Technologien in Prozent

Da die Daten der vorgestellten Erzeugungskapazität bei der DGS auch gemeindefach vorliegen, lässt sich die erneuerbare Energieproduktion im Landkreis auch geographisch verorten. Die untenstehende Abbildung 24 zeigt die Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis 2013 in kWh pro Hektar und Jahr. Eine dunkle Einfärbung deutet auf eine hohe flächenbezogene Erzeugungskapazität hin.

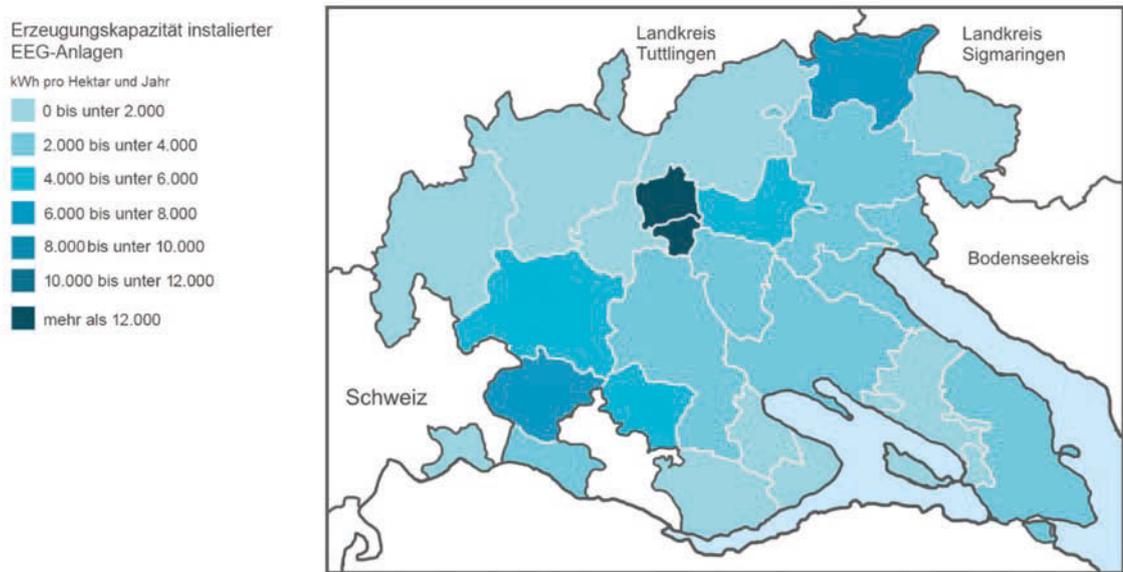


Abb. 24. Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz (Kartendarstellung)

Werden dieselben Daten als Diagramm dargestellt (siehe Abbildung 25) wird deutlich, dass die Gemeinden Aach und Volkertshausen die Liste mit je 17.500 und 13.000 kWh pro Hektar und Jahr anführen. Gottmadingen und Mühlingen liegen mit etwa 7.100 und 6.860 kWh/ha*a fast gleichauf. Die anderen Gemeinden im Landkreis weisen geringere Erzeugungskapazitäten von unter 5.000 kWh/ha*a auf.

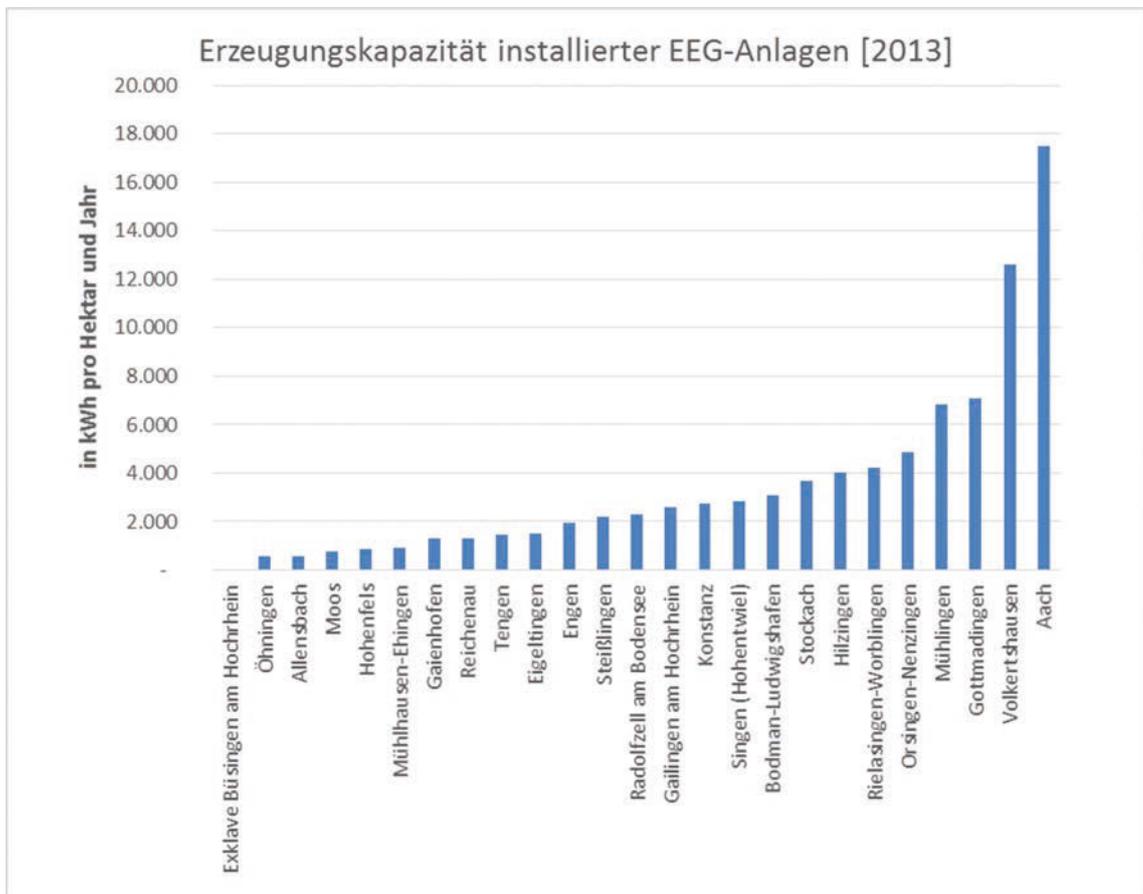


Abb. 25. Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen in kWh pro Hektar nach Gemeinden

Der flächenbezogene Vergleich der Erzeugungskapazitäten ist durch Rahmenbedingungen in den Gemeinden, wie z.B. unterschiedliche Gebietszuweisungen eingeschränkt. Trotzdem wird er als ein wichtiger Indikator für den Fortschritt der Energiewende erachtet.

Beurteilung der Datenqualität

Die Daten zur EEG-Stromproduktion aus Solarstrom, Windkraft, Wasserkraft, Biomasse und Gasen stammen von der Deutschen Gesellschaft für Solarenergie e.V. (DGS). Die dargestellte, von der DGS vorgeschlagene Erzeugungskapazität zeigt die durchschnittlichen Jahreserträge der installierten EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz.

Für die Berechnung der EE-Stromproduktion verwendet die DGS derzeit die durchschnittlichen Jahresertragszahlen der jeweiligen Anlagen. Ihre Statistik beinhaltet daher nicht die realen Einspeisungen, sondern die im jeweiligen Jahr existierende Erzeugungskapazität in kWh/a. Sollte es für eine Anlage noch keine Ertragsmeldungen geben, so greift die DGS auf pauschale Anlagenerträge zurück. Dies ist einer der Gründe, warum die Summen von anderen Statistiken abweichen. Diese Art der Erfassung hat dafür aber den nicht unerheblichen Vorteil, dass der so bezifferte Zubau der einzelnen Jahre nicht durch witterungsbedingte Erzeugungsschwankungen verzerrt wird und somit besser verglichen werden kann. Derzeit arbeitet die DGS allerdings für jede Technologie mit einem bundesweit einheitlichen Durchschnittsertrag je installierter Leistung:

950 kWh/a je kW Solarstrom, 1.700 kWh/a je kW Windkraft, 3.900 kWh/a je kW Wasserkraft, 5.700 kWh/a je kW Biomasse, 3.600 kWh/a je kW Gase, 5.500 kWh/a je kW Geothermie. (Vgl. DGS 2016)

Zubau der erneuerbaren Spitzenleistung

Analog zur Erzeugungskapazität wird in Abbildung 26 und Abbildung 27 die Summe der installierten Spitzenleistung, sowie ihr jährlicher Zubau im Zeitraum von 2002 bis 2015 dargestellt. Besonders Abbildung 27 verdeutlicht den starken Rückgang des Ausbaus seit 2011.

Der Ausbau der Spitzenleistung der Solarenergie übersteigt den der Bioenergie etwa um den Faktor 5. Dennoch wird mit Blick auf die oben gezeigte Erzeugungskapazität (Vgl. Abbildung 20) deutlich, dass die erneuerbare Energieproduktion beider Technologien im Bereich von 115 GWh pro Jahr liegen und damit gleichauf. Grund dafür sind die jeweiligen jährlichen Durchschnittserträge der Technologien je installiertem Kilowatt: 950 kWh/a je kW bei Solarstrom und 5.700 kWh/a je kW bei Strom aus Biomasse.

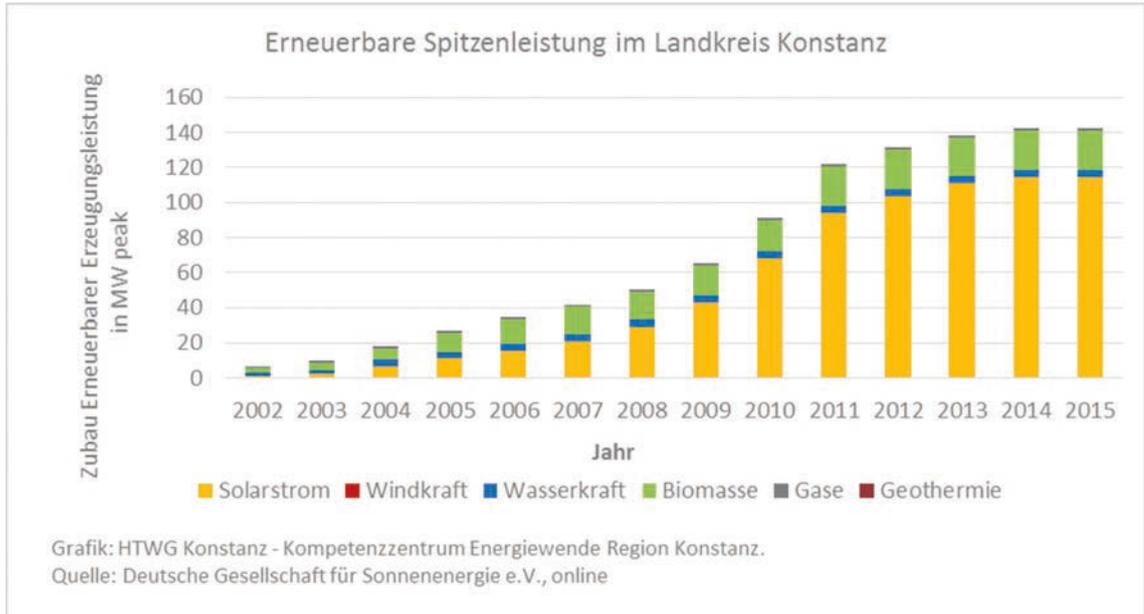


Abb. 26. Spitzenleistung erneuerbarer Energien zur Strombereitstellung im Landkreis Konstanz, Jahressummen

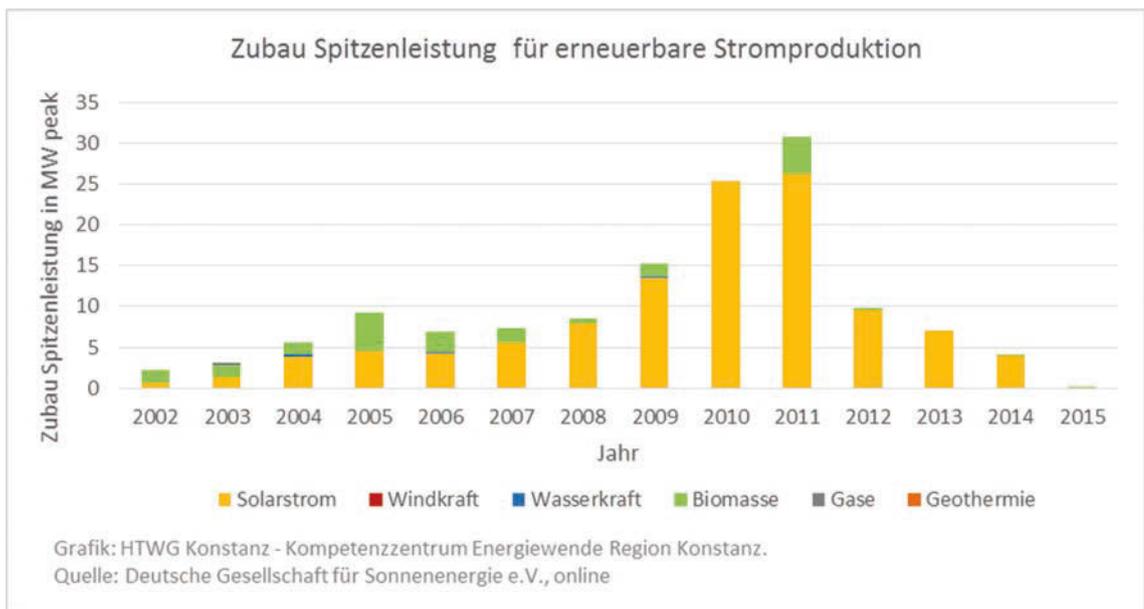


Abb. 27. Zubau der Spitzenleistung der erneuerbaren Energien zur Strombereitstellung im Landkreis Konstanz

Die DGS bezieht sich bei Daten zum Ausbau (Kapitel 3.2.1.1 und 3.2.1.2) auf Meldungen der Netzbetreiber und der Bundesnetzagentur und verweist darauf, dass diese in weiten Teilen unvollständig, verwirrend oder gar fehlerhaft sind. Seit dem Inkrafttreten der Anlagenregisterverordnung bestehe keinerlei Transparenz für die Beurteilung des Zubaus der Photovoltaik mehr. (Vgl. DGS 2016)

Der saisonale Strommix

In Abbildung 28 ist der saisonale Strommix gegliedert nach unterschiedlichen Energiequellen, wie er sich bei konstanter Verstromung von Biomasse und Gasen der unterschiedlichen Energiequellen darstellen würde. Dabei wird deutlich, dass monatlich zwischen 15 GWh im Winter bis 30 GWh im Sommer produziert und in das lokale Stromnetz eingespeist werden können.

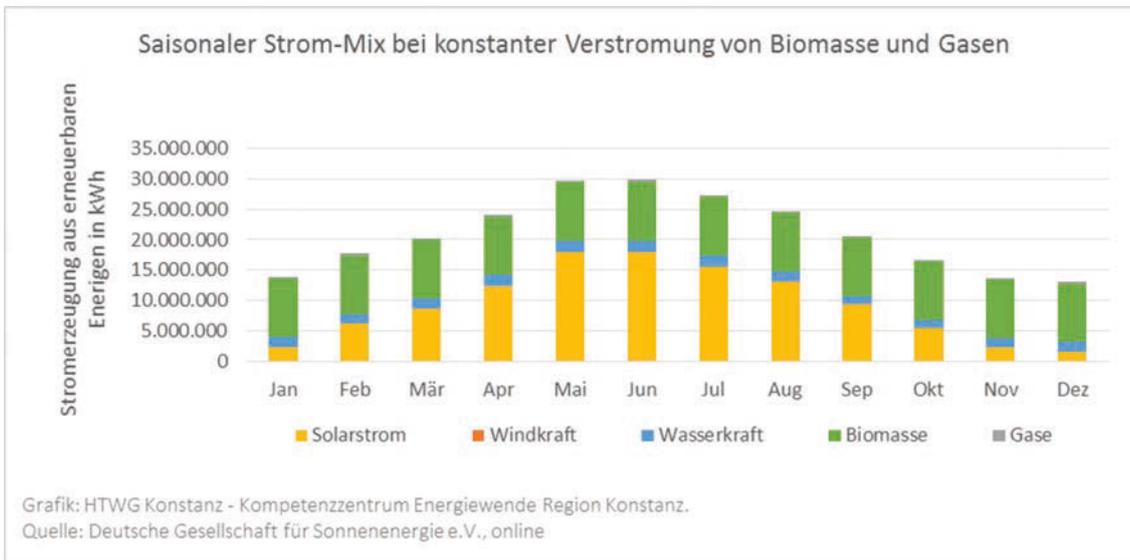


Abb. 28. Saisonaler Strommix bei konstanter Verstromung von Biomasse und Gasen im Landkreis Konstanz

Die DGS beschreibt einen optimalen Fall, bei dem die Stromproduktion besser auf den Bedarf abgestimmt wäre, der im Winter höher ausfällt als im Sommer. Dieser Fall ist in Abbildung 29 dargestellt.

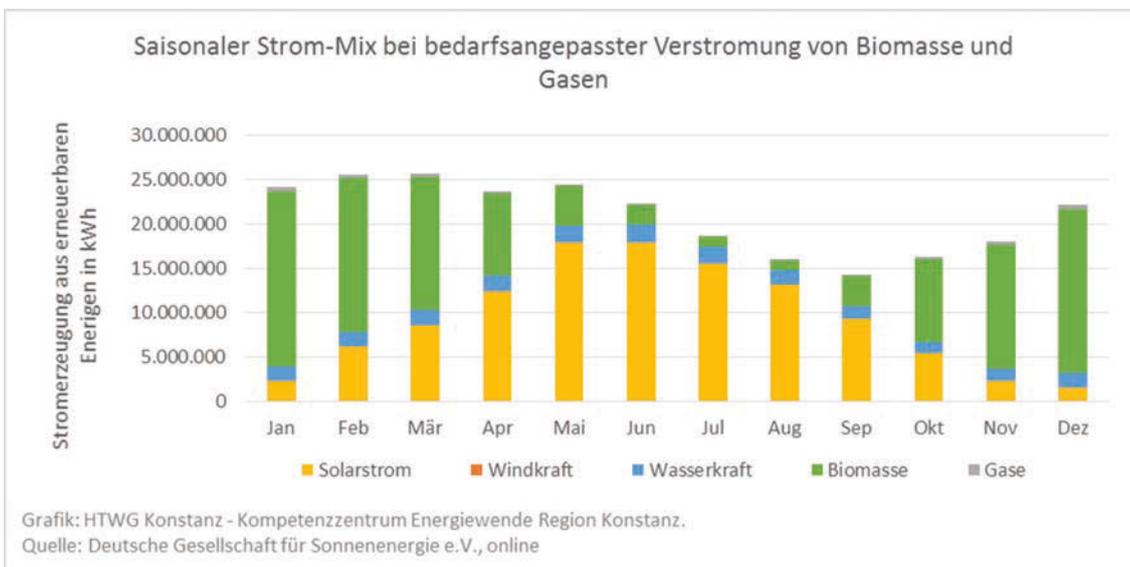


Abb. 29. Saisonaler Strommix bei bedarfsangepasster Verstromung von Biomasse und Gasen im Landkreis Konstanz

Für die Abschätzung des regionalen, erneuerbaren Strommixes nimmt die DGS vereinfachte Erzeugungsprofile für die einzelnen Energiequellen, sowie vereinfachte Wetterdaten an. Da Wetterereignisse unterschiedlichen Schwankungen unterliegen, kann diese Auswertung nur das mögliche Zusammenspiel der Energieträger zeigen und lediglich zu einer ersten Orientierung dienen. (Vgl. DGS, 2016)

Erneuerbare Energien zur Wärmebereitstellung

Die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energiequellen wird im Landkreis Konstanz auf rund 650 kWh/Ea geschätzt, die mit etwa 550 kWh/Ea überwiegend aus Biomasse stammen.

Solarthermieanlagen werden hauptsächlich zur Heizungsunterstützung und/oder zur Warmwasserbereitung eingesetzt. Daten zur Solarthermienutzung im Jahr 2013 liegen nicht vor. Anhand von Daten der Solarbundesliga für das Jahr 2012 wird die pro Einwohner installierte Fläche der Solarkollektoren im Landkreis Konstanz für 2013 auf 92 Prozent des deutschen Durchschnitts geschätzt (vgl. Solarbundesliga, 2016). Laut AEE lag der Ertrag erneuerbarer Wärme aus Solarthermie in Deutschland im Jahr 2012 bei rund 70 kWh pro Einwohner und Jahr (vgl. AEE 2013). Somit ergibt sich für den Landkreis ein Wert von ca. 65 kWh pro Einwohner und Jahr. Aufgrund des Bevölkerungszuwachses im Landkreis Konstanz dürfte dieser Wert sich bei einem durchschnittlichen Zubau im Jahr 2013 kaum verändert haben.

Im Jahr 2012 lag der Anteil der Wärmepumpen an der Raumwärmebedarfsdeckung im Sektor Wohngebäude bei rund 1,4 Prozent. Bei einem Anteil von rund 24 Prozent am jährlichen Zubau in Deutschland ergibt sich daraus für den Landkreis Konstanz ein Anstieg auf knapp 1,7 Prozent im Jahr 2013. Dies entspricht einer Wärmebereitstellung von rund 100 kWh pro Einwohner. Bei einem Anteil der erneuerbaren Energien von 25 Prozent am Strommix wurden folglich rund 25 kWh/Ea aus erneuerbaren Quellen bereitgestellt. Die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien ist in Abbildung 30 dargestellt.

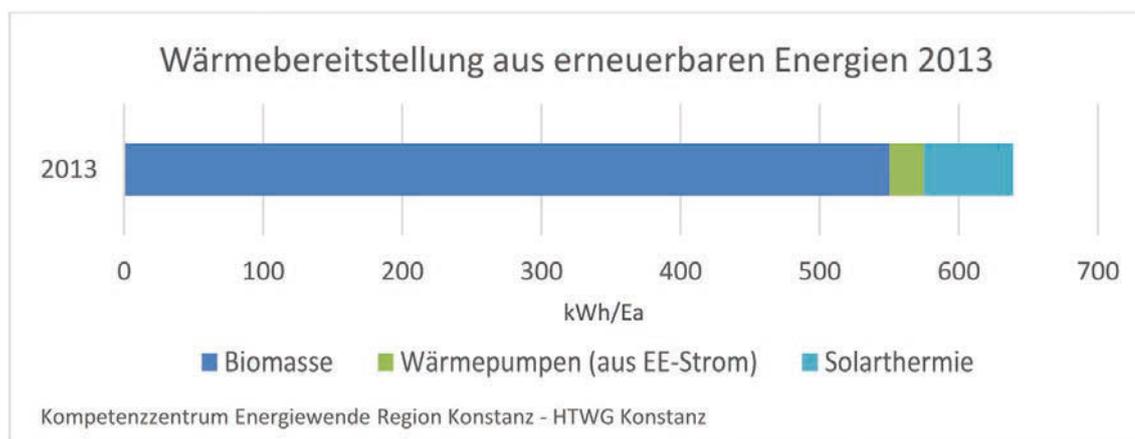


Abb. 30. Wärmebereitstellung im Landkreis Konstanz aus erneuerbaren Energien 2013

3.3. Treibhausgasemissionen

Energiebedingte Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

Die energiebedingten Treibhausgasemissionen des Landkreises Konstanz betragen im Jahr 2013 rund 2,2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten. Dies entspricht rund acht Tonnen pro Einwohner. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies einen Rückgang von ca. 0,1 Prozent bei den Gesamtemissionen und ca. 0,9 Prozent bei den Emissionen pro Einwohner.

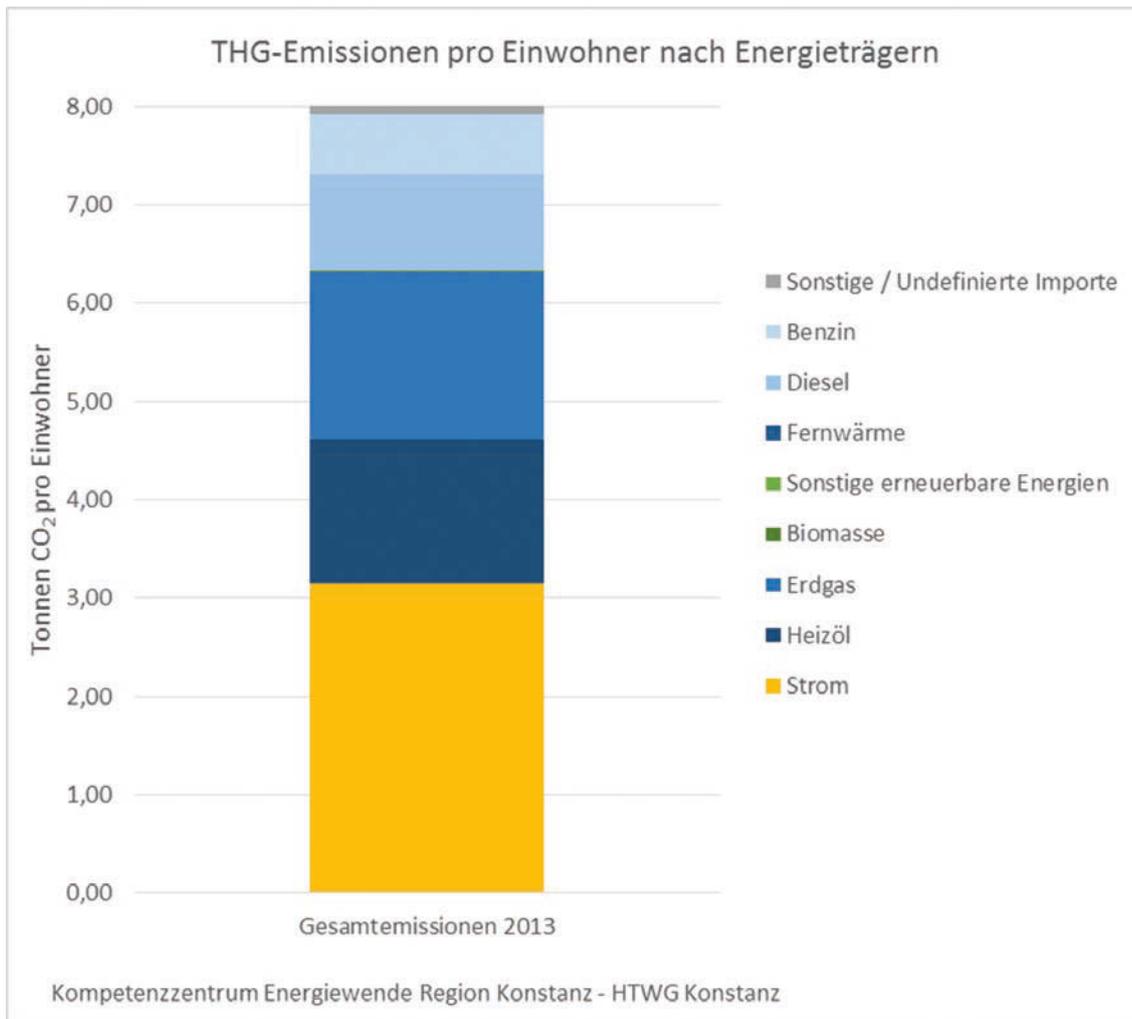


Abb. 31. THG-Emissionen pro Einwohner nach Energieträgern

Mit rund 39 Prozent hat der Stromverbrauch den größten Anteil an den THG-Emissionen im Landkreis. 21 Prozent entfallen auf den Energieträger Erdgas, 18 Prozent auf Heizöl. 13 Prozent bzw. 8 Prozent entstehen durch den Verbrauch der Treibstoffe Diesel und Benzin.

Energiebedingte Treibhausgasemissionen 2013 nach Sektoren

Mit rund 35 Prozent entstehen die meisten energiebedingten Treibhausgasemissionen beim Wohnen. Die Industrie trägt mit 23 Prozent zum Ausstoß klimarelevanter Gase bei. 20 Prozent werden durch Gewerbe, Handel, Dienstleistung und öffentliche Gebäude freigesetzt. Weitere 20 Prozent entfallen auf den Verkehr und lediglich zwei Prozent auf die Landwirtschaft.

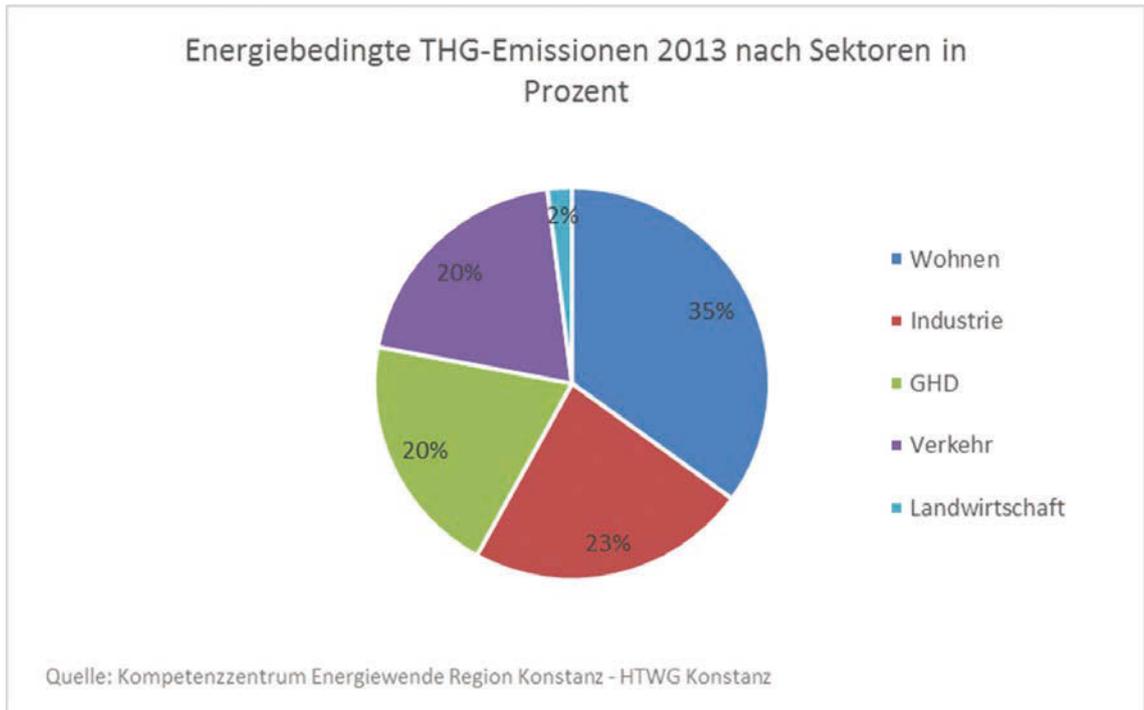


Abb. 32. Energiebedingte THG-Emissionen nach Sektoren

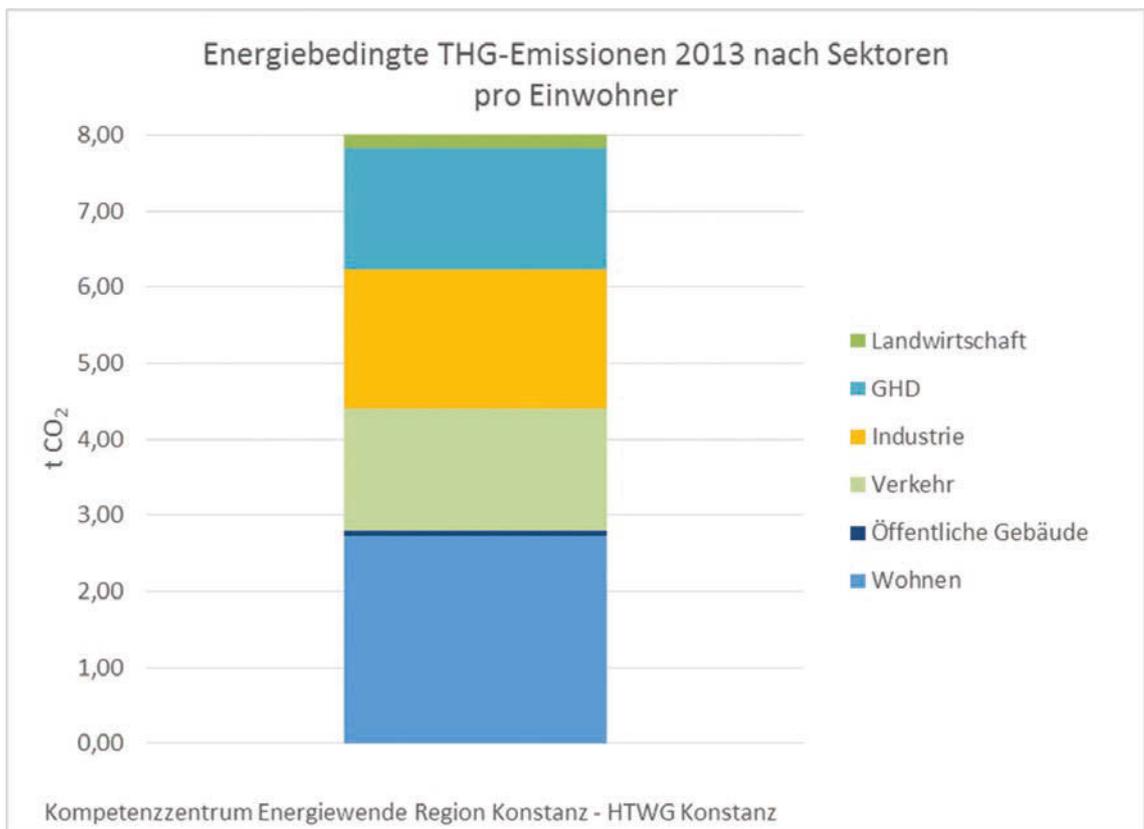


Abb. 33. Energiebedingte THG-Emissionen pro Einwohner nach Sektoren in Tonnen CO₂ pro Einwohner

4. Betrachtung der Sektoren

4.1. Verkehr

Der Verkehrssektor trägt im Landkreis Konstanz mit 20 Prozent zu den energiebedingten Treibhausgasemissionen bei. Das Verkehrsaufkommen im Landkreis Konstanz hat zwischen den Jahren 2000 und 2013 um zehn Prozent zugenommen. 80 Prozent des Zuwachses wurden durch Pkw verursacht, neun Prozent durch leichte Nutzfahrzeuge (LNF) und insgesamt elf Prozent durch schwere Nutzfahrzeuge (SNF) und Busse. Im Jahr 2013 entfielen 83 Prozent des Verkehrsaufkommens sowie 76 Prozent der im Verkehr entstehenden THG-Emissionen auf den Pkw-Verkehr. Schwere Nutzfahrzeuge haben an der Jahresfahrleistung nur einen Anteil von sechs Prozent, verursachen aber rund 18 Prozent der THG-Emissionen. Die Anteile der Verkehrsmittel an der Jahresfahrleistung und den THG-Emissionen sind in Abbildung 34 dargestellt. Nachfolgend werden einzelne Indikatoren aus dem Sektor Verkehr betrachtet, die Aufschluss über geeignete Stellschrauben geben können.

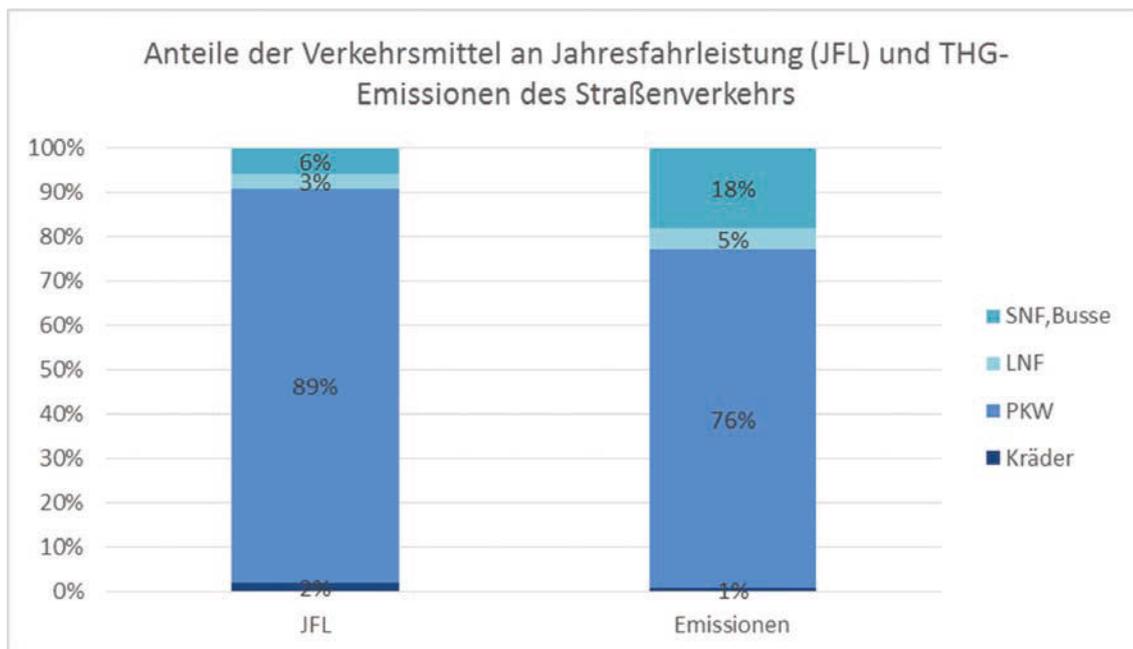


Abb. 34. Anteile der Verkehrsmittel an Jahresfahrleistung und THG-Emissionen des Straßenverkehrs

Berufspendler

Die Zahl der Berufseinpender hat zwischen den Jahren 2003 und 2013 um 24 Prozent zugenommen, die der Berufsauspendler sogar um 29 Prozent (vgl. Abbildung 35). Die Zuwachsrates der Ein- und Auspendlerzahl lag somit mehr als dreimal so hoch wie die Zuwachsrates der Erwerbstätigenzahl, die lediglich 9,3 Prozent betrug. Die Gesamtzahl der Berufspendler entspricht damit 8,9 bzw. 9,8 Prozent der Erwerbstätigen am Arbeitsort Landkreis Konstanz.

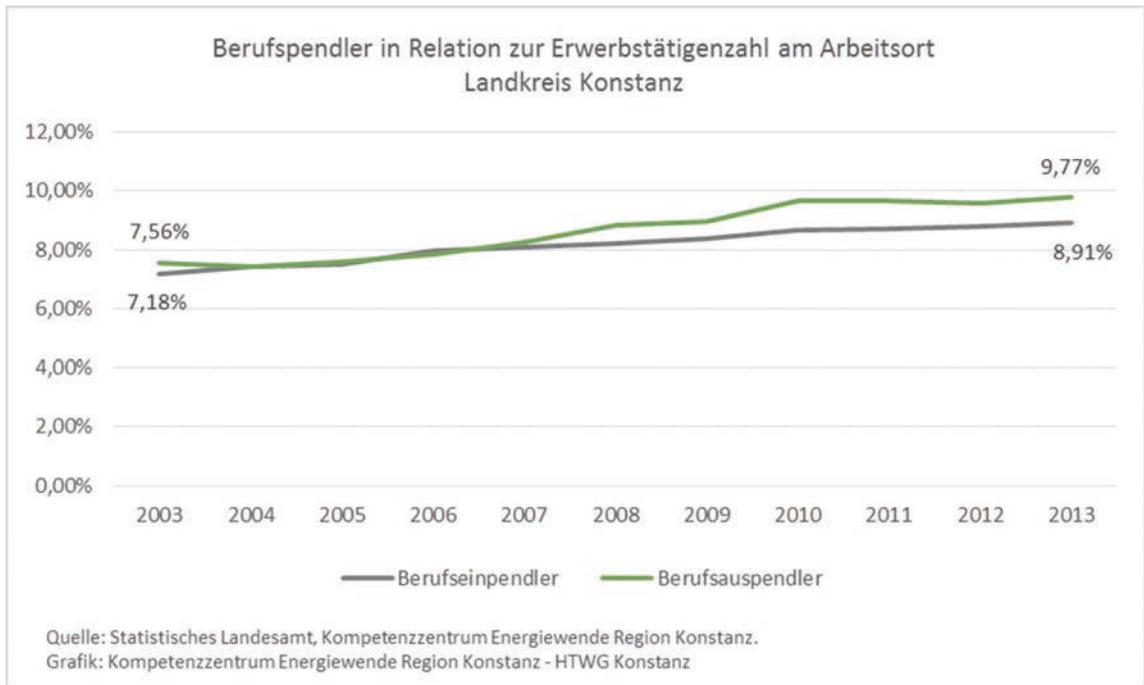
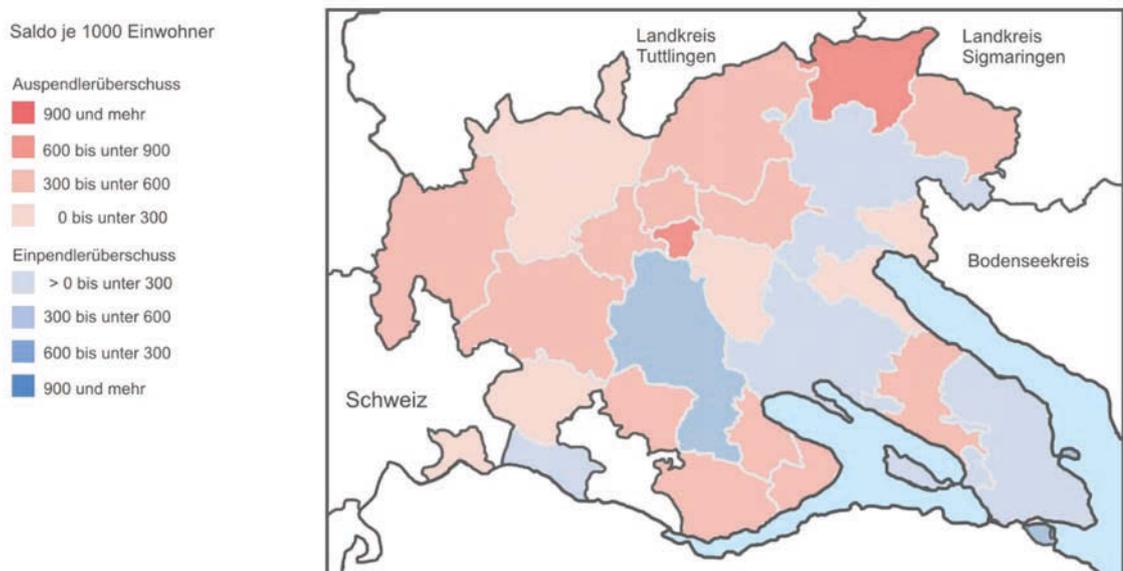


Abb. 35. Berufspendler in Relation zur Erwerbstätigenzahl am Arbeitsort

In Abbildung 36 ist der Berufspendlersaldo der einzelnen Gemeinden je 1.000 Erwerbstätige am Wohnort dargestellt. Lediglich sechs von 25 Gemeinden verzeichnen dabei einen Einpendlerüberschuss, darunter die vier größten Gemeinden Konstanz, Singen, Radolfzell und Stockach.



Quelle: Statistisches Landesamt BW: Berufspendlerrechnung 2015, Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 10/2015.
 Grafik: Bearbeitete Darstellung

Abb. 36. Berufspendlersaldo in den Gemeinden 2013

Jahresfahrleistungen der Kfz im Straßenverkehr

Die Jahresfahrleistung im Straßenverkehr ist im Landkreis Konstanz zwischen den Jahren 2000 und 2013 insgesamt um 10 Prozent auf 2.049.853.000 km angestiegen (vgl. Tabelle 2). Absolut bedeutet dies eine Zunahme um 193,2 Millionen Kilometer.

Jahr	Kräder	Pkw	LNF	SNF	Busse	Insgesamt
2000	49.318	1.654.813	47.971	91.105	13.431	1.856.638
2005	46.931	1.720.130	49.537	94.178	11.250	1.922.027
2010	38.643	1.764.005	64.421	104.405	11.577	1.983.051
2011	39.313	1.810.583	66.720	109.346	12.054	2.038.016
2012	40.077	1.813.348	68.059	106.240	11.682	2.039.406
2013	40.697	1.821.078	69.211	107.104	11.764	2.049.853

Quelle: Statistisches Landesamt (STL BW) 2015a.

Tab. 2. Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr des Landkreises Konstanz 2000 bis 2013 (1.000 km)

Pro Einwohner beträgt der Zuwachs 175 km/a. Die relative Zunahme entspricht der Zunahme des Pkw-Verkehrs, die ebenfalls 10 Prozent beträgt. Der Pkw-Verkehr wirkt sich im Landkreis am deutlichsten auf den Energieverbrauch und die THG-Emissionen des Verkehrs aus, da 89 Prozent der Gesamtjahresfahrleistung auf den Pkw-Verkehr entfallen.



Abb. 37. Jahresfahrleistung im Straßenverkehr in 1.000 km

Betrachtet man die Veränderung der Jahresfahrleistungen der übrigen Fahrzeugkategorien, so fällt vor allem der große Zuwachs bei schweren Nutzfahrzeugen (SNF) von 18 Prozent und der noch deutlich größere Zuwachs bei leichten Nutzfahrzeugen (LNF) von 44 Prozent auf. Der Gesamtzuwachs des Verkehrsaufkommens von 10,4 Prozent liegt damit etwas höher als die jeweiligen Zuwächse von Bevölkerungs- und Erwerbstätigenzahl, die in Abbildung 38 zum Vergleich dargestellt sind (vgl. Abbildung 38).

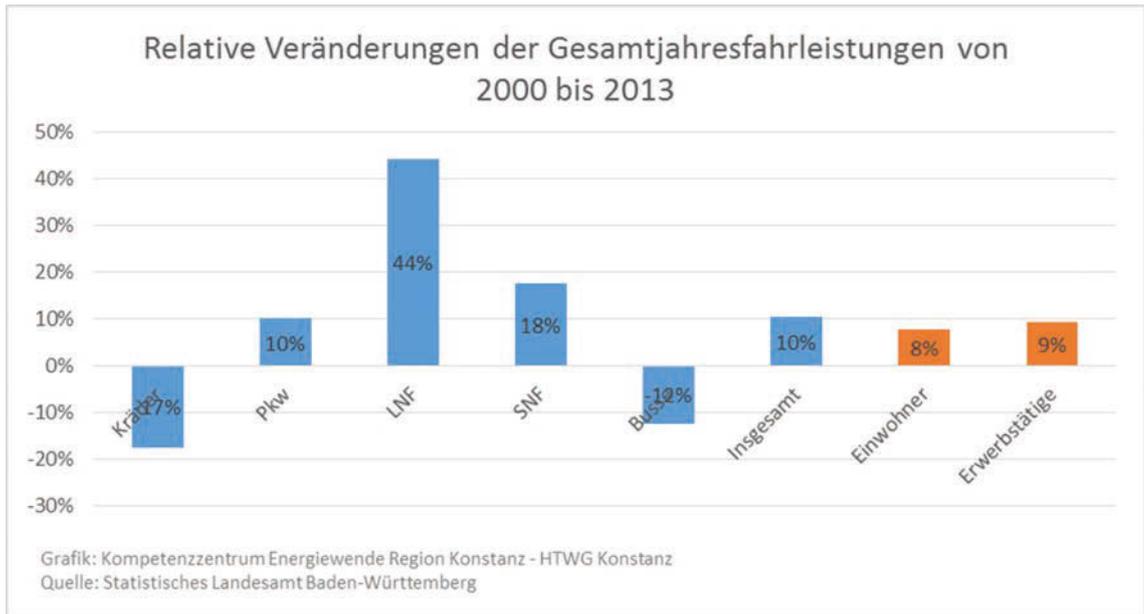


Abb. 38. Relative Veränderungen der Gesamtjahresfahrleistungen im Vergleich

Sollte der Zuwachs im Transportsektor so fortschreiten, wird sich dies in Zukunft erheblich auf die Treibhausgasemissionen des Verkehrs auswirken. Bisher sind aber noch die Entwicklungen innerhalb des Personenverkehrs von größerer Bedeutung für die Gesamtemissionen des Verkehrssektors. Wie entscheidend der Pkw-Verkehr für den Energieverbrauch und die THG-Emissionen des Straßenverkehrs ist, wird deutlich, wenn man die absoluten Veränderungen der Jahresfahrleistungen betrachtet, die in Abbildung 39 dargestellt sind. 80 Prozent des Zuwachses wurden durch Pkw verursacht, und dies hauptsächlich auf Außerortsstraßen und Autobahnen, während der Pkw-Verkehr innerorts sogar geringfügig abgenommen hat



Abb. 39. Absolute Veränderungen der Jahresfahrleistungen nach Straßenkategorien von 2000 bis 2013

Dass es im Straßenverkehr einige Trends gibt, die einer rascheren Energieeinsparung entgegenwirken, wird besonders deutlich beim Blick auf die relativen Veränderungen der einzelnen Verkehrsmittel zwischen 2000 und 2013. So sind die Jahresfahrleistungen der energiesparsameren Personenverkehrsmittel Krafträder und Busse in diesem Zeitraum um 17 bzw. 12 Prozent zurückgegangen, während die Jahresfahrleistung der Pkw um 10 Prozent zugenommen hat. Der Energiebedarf von Pkw liegt bei rund 0,56 kWh pro Personenkilometer (Pkm) und damit ungefähr viermal so hoch wie der Energiebedarf von Bussen mit rund 0,13 kWh/Pkm. Betrachtet man die Veränderungen nach Straßenkategorien differenziert, so fällt allerdings auf, dass der innerörtliche Rückgang von Bussen und Krafträdern sich nicht auf eines der anderen Verkehrsmittel verlagert hat. Vielmehr scheint sich der motorisierte Personenverkehr zunehmend auf Außerortsstraßen und Autobahnen zu verlagern und dabei zugleich zu einer verstärkten Pkw-Nutzung zu führen. Möglicherweise hängt dies mit den steigenden Anteilen der Ein- und Auspendler zusammen. Es scheint daher empfehlenswert, zu beiden Entwicklungen eine genauere Ursachenforschung zu betreiben.

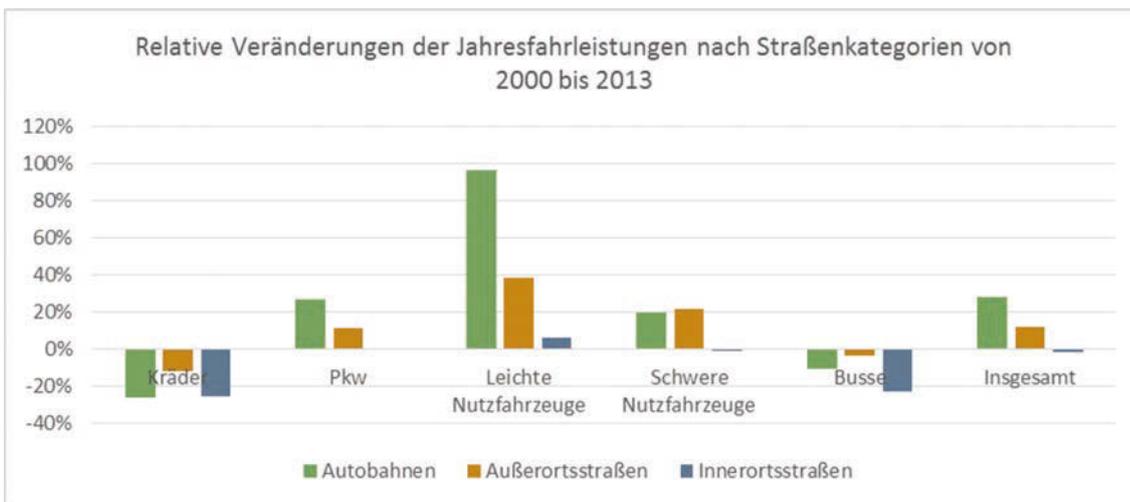


Abb. 40. Relative Veränderungen der Jahresfahrleistungen nach Straßenkategorien von 2000 bis 2013

Abbildung 41 zeigt das Verkehrsaufkommen in den Jahren 2000 und 2013 nach Straßenkategorien im Vergleich. Insgesamt ist eine Zunahme des Verkehrsaufkommens um 10,4 Prozent zu verzeichnen.



Abb. 41. Verkehrsaufkommen nach Straßenkategorien in den Jahren 2000 und 2013

Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr pro Einwohner

Pro Einwohner hat die Jahresfahrleistung im Landkreis zwischen den Jahren 2000 und 2013 um 2,4 Prozent zugenommen. Im Jahr 2013 betrug sie insgesamt 7.520 km. 57 Prozent der Fahrleistung wurde auf Außerortsstraßen erbracht, 25 Prozent innerorts und 18 Prozent auf Autobahnen. Die absolute Fahrleistung pro Einwohner ist in Abbildung 42 dargestellt.



Abb. 42. Verkehrsaufkommen pro Einwohner im Jahr 2013 nach Straßenkategorien

In Abbildung 43 ist die Veränderung der Jahresfahrleistung pro Einwohner zwischen den Jahren 2000 und 2013 in Kilometern nach Straßenkategorien dargestellt.



Abb. 43. Veränderung des Verkehrsaufkommens pro Einwohner 2000-2013 nach Straßenkategorien

In Abbildung 44 ist die Jahresfahrleistung pro Einwohner in Kilometern im Jahr 2013 (7.520 km/Ea) nach Fahrzeugkategorien abgebildet. Der Anteil des Pkw-Verkehrs liegt bei 89 Prozent, der von schweren Nutzfahrzeugen bei fünf Prozent, der von leichten Nutzfahrzeugen bei drei, der von Krafträdern bei zwei und der von Bussen bei einem Prozent. Dies verdeutlicht die Bedeutung des Pkw-Verkehrs für den Energiebedarf des Verkehrs im Landkreis Konstanz.



Abb. 44. Jahresfahrleistung pro Einwohner im Jahr 2013 nach Fahrzeugkategorien

Abbildung 45 zeigt die Veränderung der Jahresfahrleistung in Kilometern pro Einwohner zwischen den Jahren 2000 und 2013 nach Fahrzeugkategorien.

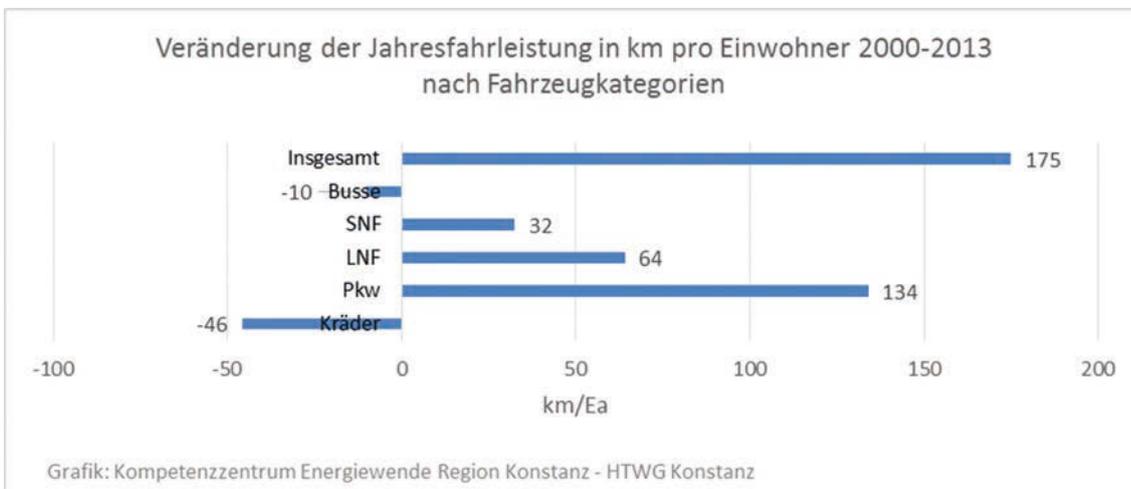


Abb. 45. Veränderung des Verkehrsaufkommens in km pro Einwohner 2000-2013 nach Fahrzeugkategorien

Jahresfahrleistung der Pkw pro Einwohner

Die Jahresfahrleistung der Pkw pro Einwohner ist aufgrund des hohen Anteils an der Gesamtfahrleistung von besonderer Bedeutung. Sie hat zwischen den Jahren 2000 und 2013 um zwei Prozent zugenommen. Der bisherige Höhepunkt wurde im Jahr 2011 erreicht. Seither ist die Fahrleistung pro Einwohner leicht rückläufig. Der Energieverbrauch pro Einwohner ist zwischen 2000 und 2013 aufgrund verbesserter technologischer Effizienz um neun Prozent zurückgegangen. Wäre die Jahresfahrleistung seit dem Jahr 2000 konstant geblieben, hätte die Effizienzsteigerung sogar eine Einsparung von 12 Prozent erlaubt.

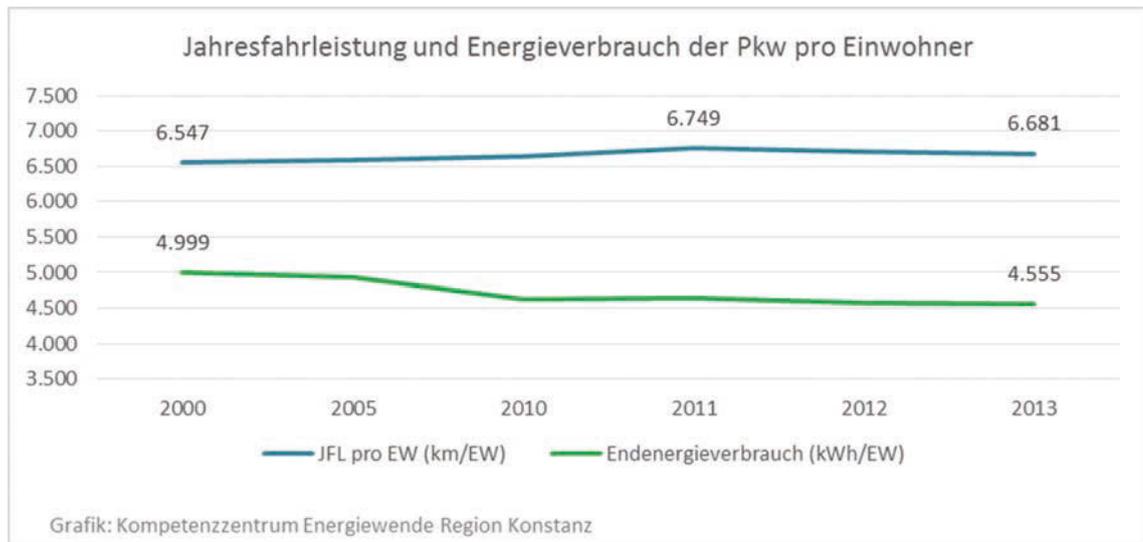


Abb. 46. Jahresfahrleistung und Energieverbrauch der Pkw pro Einwohner 2000 - 2013

Über die Ursachen des Rückgangs der Jahresfahrleistung pro Einwohner seit dem Jahr 2011 kann bisher nur gemutmaßt werden. Relativ wahrscheinlich scheint jedoch, dass er zumindest teilweise demografisch bedingt ist. So stieg z. B. die Zahl der Studierenden mit einem jährlichen Zuwachs von 809 Studierenden zwischen den Jahren 2011 und 2013 deutlich stärker als in den Jahren 2000 bis 2011, in denen der jährliche Zuwachs bei 381 lag (vgl. Abbildung 7: Studierende 2000 bis 2013). An vielen Hochschulstandorten liegt der Anteil von Pkw am Modal Split der Studierenden (Würzburg: 20%, Bochum: < 20%, Bonn: 9,3%, Marburg: 6,3%) deutlich unter dem des deutschen Bevölkerungsdurchschnitts (Deutschland: 43%, Stadt Konstanz: 41%) (vgl. Rauth et al. 2011, S. 3; Strambach et al. o. J., S. 11; Universität Bochum 2016; Euler 2013). Ob dies auch auf die Studierenden im Landkreis Konstanz zutrifft, müsste untersucht werden. In diesem Fall ließe sich der Rückgang der Fahrleistung so aber größtenteils erklären. Eine Trendwende in der Gesamtbevölkerung des Landkreises wäre demnach nicht zu erkennen.

Pkw-Bestand

Der Pkw-Bestand im Landkreis Konstanz lag im Jahr 2013 bei 143.427 Fahrzeugen. Damit hat er seit 1990 um 39 Prozent zugenommen. Der Zuwachs zwischen den Jahren 2000 und 2013 betrug etwa 20 Prozent. Der jährliche Zuwachs hat demnach deutlich zugenommen. So wuchs der Bestand zwischen 1990 und 2000 um rund 1.600 Pkw pro Jahr, zwischen 2000 und 2013 betrug der Zuwachs rund 1.850 Pkw pro Jahr. Der jeweilige Anteil der Dieselfahrzeuge am Gesamtbestand ist nicht bekannt, weshalb für eine Schätzung der Durchschnittswert des Landes Baden-Württemberg übernommen wurde. Dieser liegt bei 31,4 Prozent im Jahr 2013. Im Jahr 1990 lag er noch bei 14 Prozent und im Jahr 2000 bei 16,4 Prozent. Ihr Anteil hat sich also zwischen den Jahren 2000 und 2013 verdoppelt (vgl. STL BW 2015b).

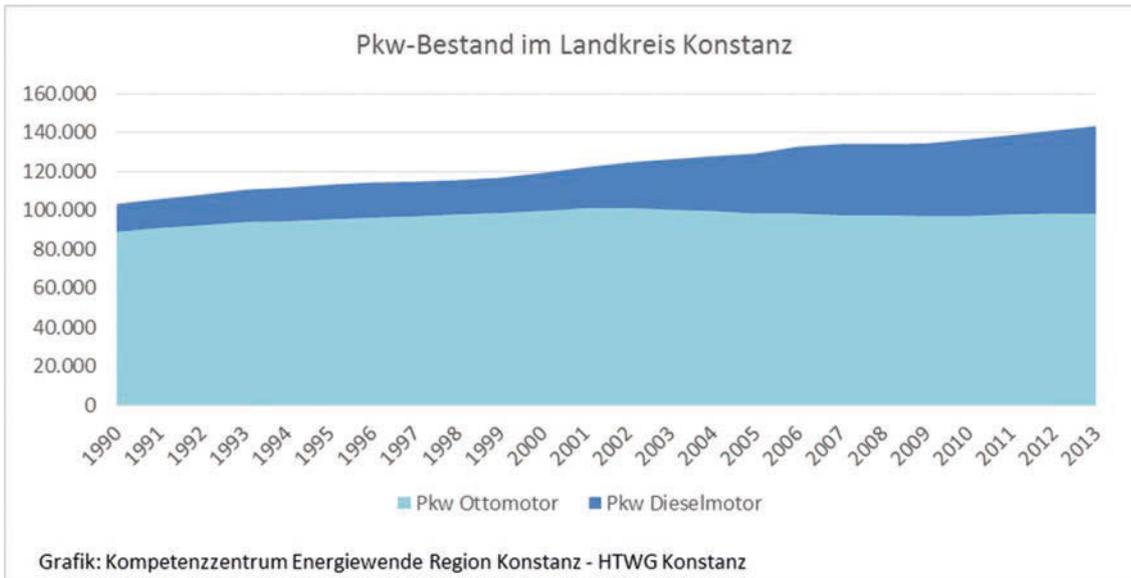


Abb. 47. Pkw-Bestand im Landkreis Konstanz

Hinweise zur Berechnung

Die Daten zum Pkw-Bestand im Landkreis Konstanz sowie zum Anteil der Dieselmotoren am Pkw-Bestand in Baden-Württemberg stammen vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg (vgl. STL BW 2015b und STL BW 2015c). Bis zum Jahr 2008 sind in den vorliegenden Daten zum Pkw-Bestand auch Stilllegungen enthalten. Für die Jahre vor 2008 wurde der Bestand deshalb über die jährlichen Zuwächse zurückberechnet, um statistische Verzerrungen zu vermeiden. Es sind deshalb Abweichungen vom tatsächlichen Anteil der Stilllegungen möglich.

Pkw-Bestand pro 1.000 Einwohner

Im Jahr 2013 waren im Landkreis Konstanz 526 Pkw pro 1.000 Einwohner zugelassen. Dies sind 54 Pkw mehr als im Jahr 2000. Eine Verlangsamung des Zuwachses gegenüber den 1990er Jahren ist nicht zu erkennen. Im Gegenteil: Der jährliche Zuwachs des Pkw-Bestandes pro 1.000 Einwohner betrug zwischen 1990 und 2000 im Durchschnitt 2,8 Fahrzeuge. Zwischen 2000 und 2013 lag der jährliche Zuwachs bei 4,2 Fahrzeugen. Im Zeitraum 2008/2009 gab es aufgrund der sogenannten Umweltprämie, die auch als Abwrackprämie bekannt ist, einmalig einen nennenswerten Rückgang. Ansonsten ist der Trend zu mehr Pkw pro 1.000 Einwohner ungebrochen.

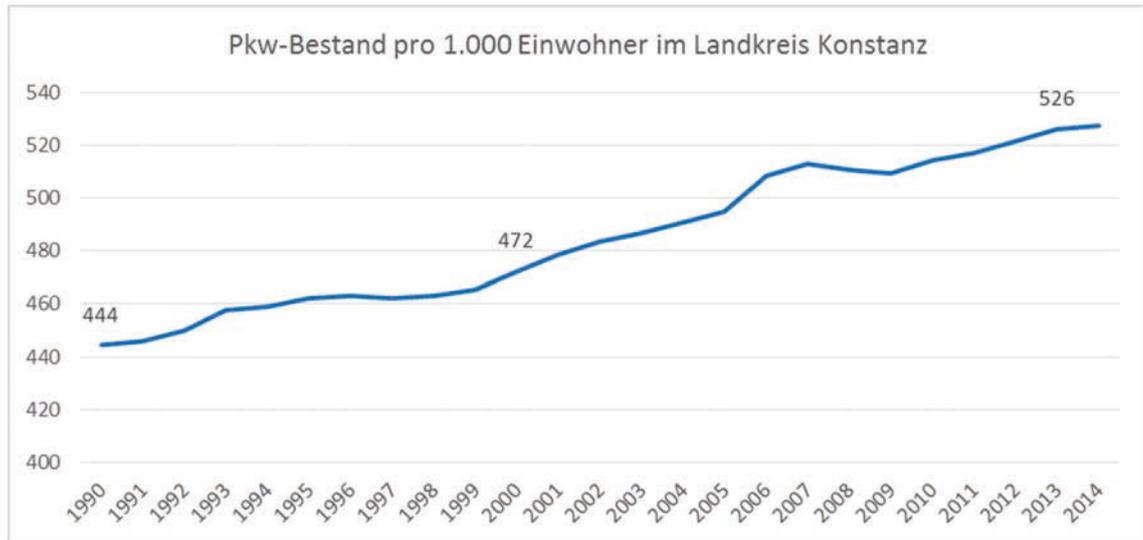


Abb. 48. Pkw-Bestand pro 1.000 Einwohner im Landkreis Konstanz 1990 bis 2014

In den einzelnen Gemeinden können große Unterschiede bezüglich der Pkw-Dichte festgestellt werden. Die Spanne reicht von 413 bis 677 je 1.000 Einwohner. Der Pkw-Bestand in den einzelnen Gemeinden ist in Abbildung 49 dargestellt.

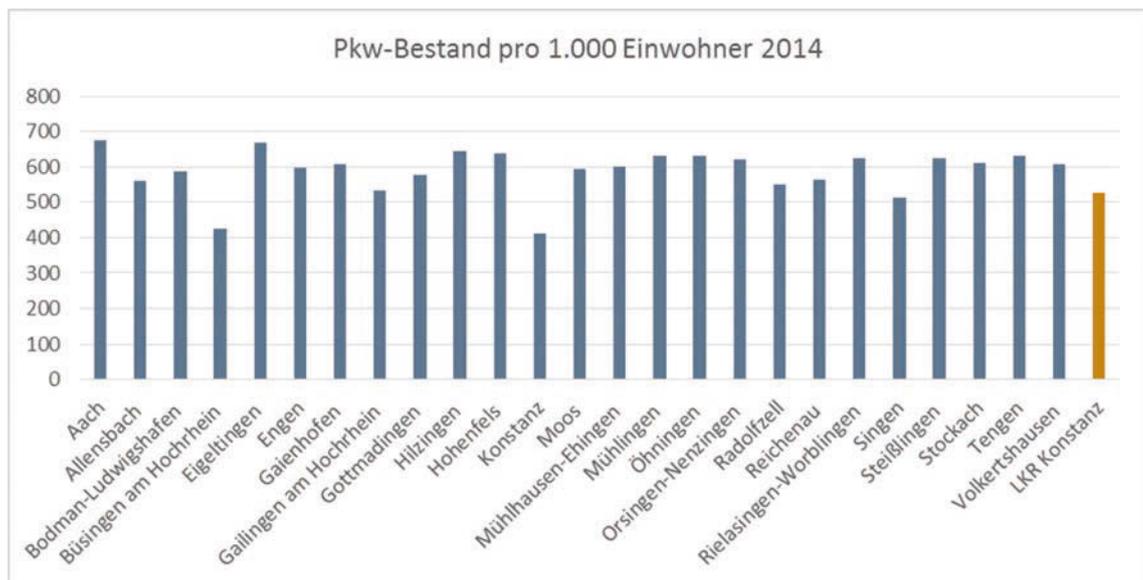


Abb. 49. Pkw-Bestand pro 1.000 Einwohner in den Gemeinden 2014

Auch die Entwicklung des Pkw Bestandes stellt sich in den Gemeinden des Landkreises sehr unterschiedlich dar. Zwar konnten aus statistischen Gründen nur für die Jahre 2011 bis 2014 zuverlässige Daten zugeordnet werden. Dennoch werden interessante aktuelle Entwicklungen sichtbar. Die Gemeinden Konstanz, Büsingen und Singen weisen nicht nur die geringste Pkw-Dichte auf, sondern auch relativ niedrige Zuwachsraten. In Büsingen und Bodman ist sogar ein Rückgang des Pkw-Bestandes pro 1.000 Einwohner festzustellen. Mit fast drei Prozent fällt dieser Rückgang in Büsingen sogar relativ deutlich aus. In Konstanz ist der Bestand nur leicht rückläufig und nahezu konstant. Niedrige Zuwächse sind zudem in Moos, Mühlhausen-Ehingen, Mühlingen und Stockach zu verzeichnen. Am höchsten sind die Zuwachsraten in Orsingen-Nenzingen, Gottmadingen und Tengen mit 5 bis 6 Prozent.

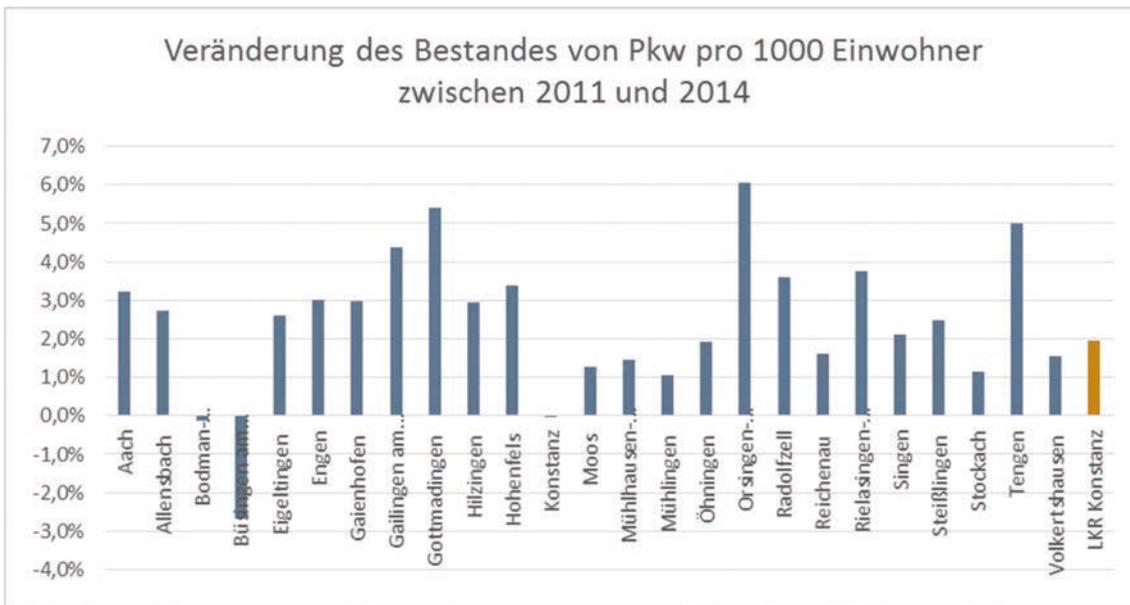


Abb. 50. Veränderung des Bestandes von Pkw pro 1000 Einwohner zwischen 2011 und 2014

Die naheliegende Vermutung, die Entwicklung des Pkw-Bestandes könnte an die Bevölkerungsentwicklung geknüpft sein, scheint in einem Teil der Gemeinden im Landkreis bestätigt zu werden. So beispielsweise in Allensbach, Engen, Gaienhofen, Mühlhausen-Ehingen, Mühlingen oder Steißlingen. Auch im Landkreis folgt der Pkw-Bestand tendenziell der Bevölkerungsentwicklung. Allerdings gibt es fast ebenso viele Gemeinden, in denen ein direkter Zusammenhang nicht bestätigt wird. In Büsingen zeigt sich bei einer Zunahme der Bevölkerung und einem gleichzeitigen Rückgang der Pkw-Dichte sogar eine genau gegenläufige Entwicklung, die zudem umgekehrt zur Entwicklung in Hohenfels oder Tengen verläuft, wo die Bevölkerung abgenommen und die Pkw-Dichte zugenommen hat. Eine genauere Ursachenforschung scheint daher sinnvoll, um zu klären, wovon der Bedarf an verfügbaren Pkw abhängig ist.

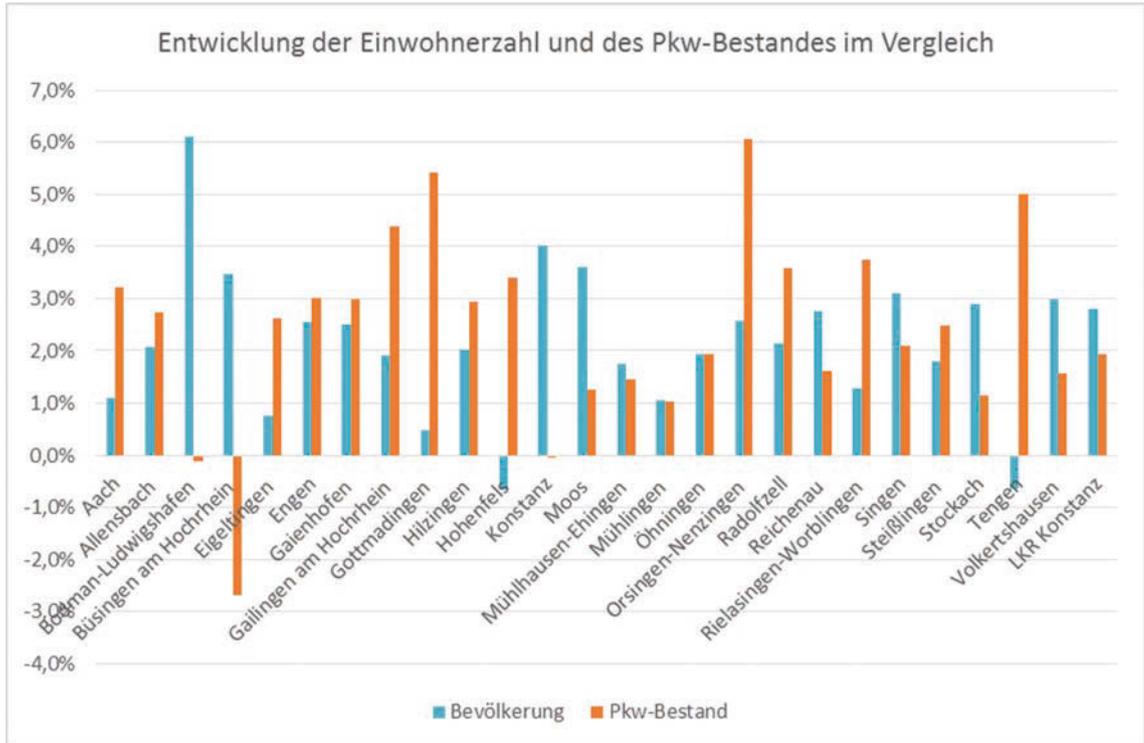


Abb. 51. Entwicklung der Einwohnerzahl und des Pkw-Bestandes im Vergleich

In Abbildung 52 ist die Entwicklung des Pkw-Bestandes in den einzelnen Gemeinden geographisch dargestellt. Auffällig ist, dass sich von einer Ausnahme abgesehen sowohl die Gemeinden mit einem Rückgang der Pkw-Dichte als auch die mit einer besonders hohen Zunahme an den Außengrenzen des Landkreises befinden. In dieser Darstellung wird zudem besonders deutlich, dass der Pkw-Bestand pro 1.000 Einwohner nur in drei von 25 Gemeinden abnimmt.

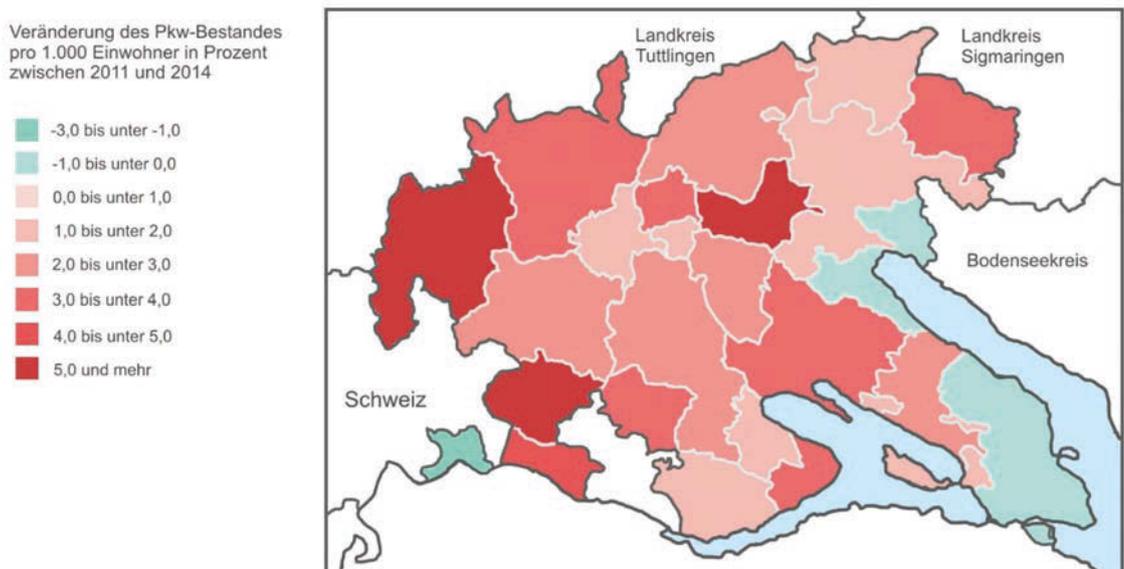


Abb. 52. Veränderung des Pkw-Bestandes pro 1.000 Einwohner in Prozent zwischen 2011 und 2014

Fahrleistung der Pkw pro Einwohner im Gebiet der Gemeinden

Das Statistische Landesamt Baden-Württemberg erfasst regelmäßig die Jahresfahrleistung in den Landkreisen und Gemeinden. Rechnet man die erfasste Fahrleistung im Gemeindegebiet auf die Einwohnerzahl um, werden enorme Unterschiede deutlich. Die Durchschnittswerte reichen von rund 3.100 km/Ea bis zu 18.000 km/Ea.

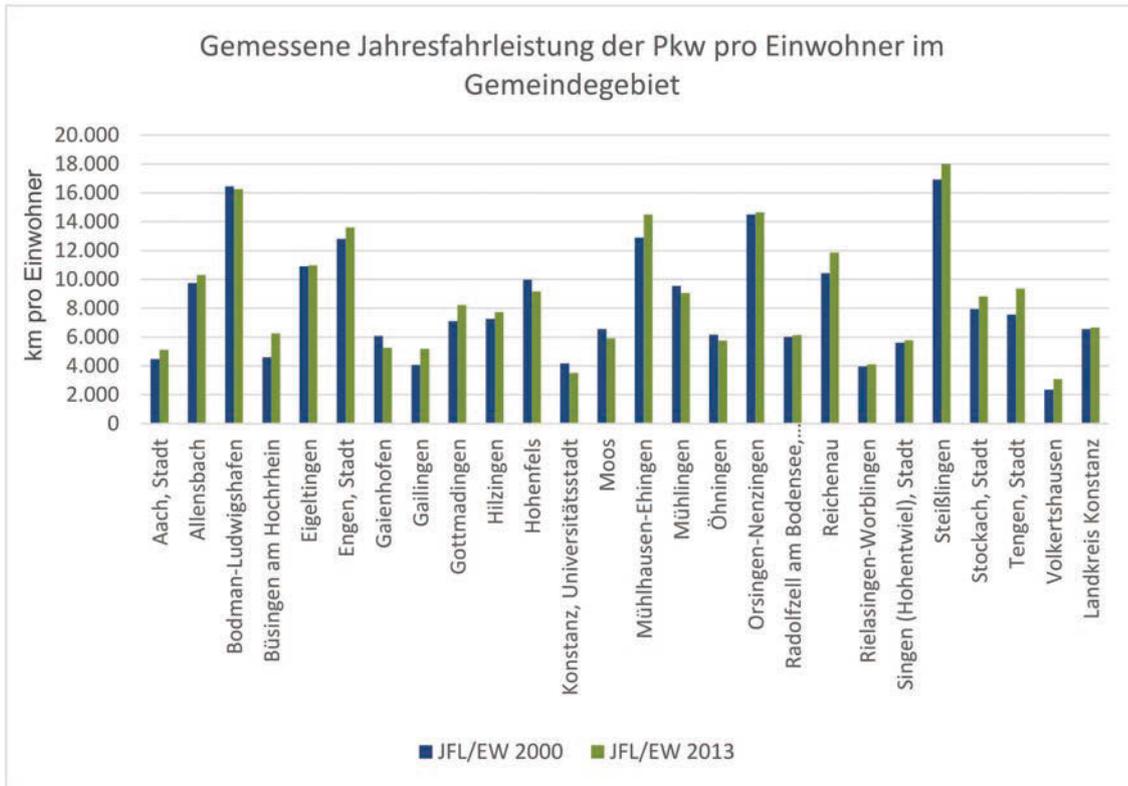


Abb. 53. Gemessene Jahresfahrleistung der Pkw pro Einwohner im Gemeindegebiet (in km)

Geschätzte Fahrleistung einheimischer Pkw pro Einwohner nach Gemeinden

Es ist unwahrscheinlich, dass sich die Fahrleistungen der einheimischen Pkw sowohl je Pkw als auch je Einwohner von Gemeinde zu Gemeinde derart drastisch unterscheiden, wie es in Abbildung 53 dargestellt ist. In 12 verglichenen Stadt und Landkreisen (Bodenseekreis (LKR), Esslingen (LKR), Göppingen (LKR), Konstanz (LKR), Ludwigsburg (LKR), Mannheim (SKR), Ravensburg (LKR), Rems-Murr-Kreis (LKR), Reutlingen (LKR), Stuttgart (SKR), Tübingen (LKR), Ulm (SKR)) bewegt sich die Fahrleistung der Pkw pro Einwohner zwischen 6.155 km/Ea im Stadtkreis Mannheim und 9.018 km/Ea im Landkreis Ravensburg. Es erscheint daher sinnvoll, den Durchgangsverkehr aus dem Verkehrsaufkommen auf alle im Landkreis gemeldeten Pkw gleichmäßig umzulegen. Zu diesem Zweck wurde die Fahrleistung der einheimischen Pkw pro Einwohner anhand der durchschnittlichen Fahrleistung pro Pkw und der in den Gemeinden gemeldeten Pkw geschätzt. Die Summe der Fahrleistung der Pkw bleibt dabei unverändert. Auch diese Schätzung kann zwar nur ein recht grobes Ergebnis für die einzelnen Gemeinden liefern, doch es scheint für einen Vergleich des Energieverbrauchs der Haushalte der realistischere Wert zu sein. Zu erwartende Unterschiede zwischen ländlichen und städtischen Gemeinden konnten hierbei zwar nicht direkt berücksichtigt werden. Es zeigt sich aber, dass diese Unterschiede zu einem gewissen Grad auch an der Zahl der je 1.000 Einwohner gemeldeten Pkw abzulesen sind und auf diese Weise in die Schätzung einfließen. Insgesamt scheinen die Unterschiede zwischen den Gemeinden nach dieser Schätzung deshalb recht plausibel. Die Gemeindedurchschnitte liegen zwischen 5.240 km/Ea in der Stadt Konstanz und 8,580 km/Ea in Aach. Die Werte der einzelnen Gemeinden sind in Abbildung 54 dargestellt.

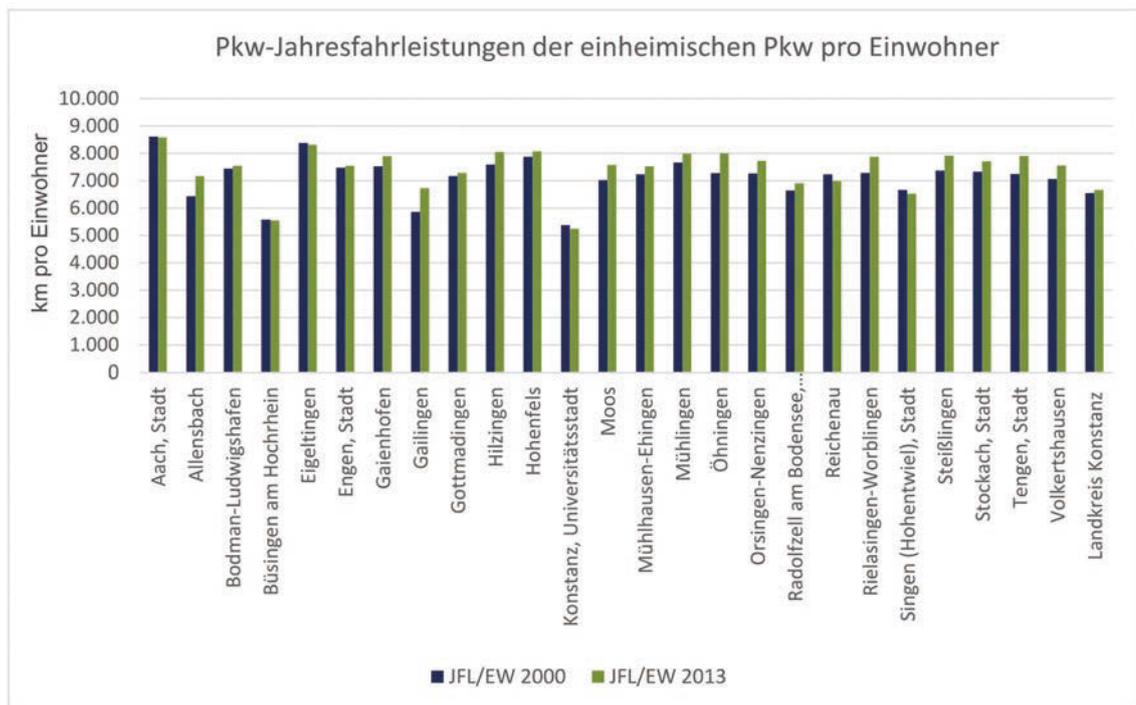


Abb. 54. Pkw-Jahresfahrleistungen der einheimischen Pkw pro Einwohner (in km)

Treibstoffverbrauch pro Einwohner nach Gemeinden

Eine Schätzung des Treibstoffverbrauchs der einheimischen Pkw der einzelnen Gemeinden ist anhand der gemessenen Jahresfahrleistungen in den Gemeinden nicht möglich, da auch hier erhebliche Verzerrungen aufgrund des Durchgangsverkehrs ortsfremder Pkw entstehen. Daher wurde der Treibstoffverbrauch anhand der geschätzten Fahrleistung der einheimischen Pkw berechnet. Größere Städte wie Konstanz oder Singen weisen demnach erwartungsgemäß einen deutlich unterdurchschnittlichen Treibstoffbedarf auf. Der niedrigste geschätzte Bedarf einer Gemeinde liegt bei 3.570 kWh/Ea (Konstanz), der höchste bei 6.570 kWh/Ea (Aach). Die realen Werte der Gemeinden dürften jedoch näher beieinanderliegen. Denn Gemeinden mit höheren Pkw-Dichten haben in der Regel einen höheren Anteil von Zweitwagen, deren Fahrleistung und Verbrauch meist niedriger liegen als bei Erstwagen. Im Durchschnitt aller Gemeinden lag der Treibstoffverbrauch im Jahr 2013 bei rund 4.550 kWh/Ea. Dies bedeutet gegenüber dem Jahr 2000 einen Rückgang um mehr als neun Prozent. Die durchschnittliche Energieeinsparung bezogen auf das Ausgangsjahr 2000 betrug rund 0,7 Prozent. In absoluten Zahlen ausgedrückt: Der Energieverbrauch pro Person sank im Durchschnitt in jedem Jahr um 36 kWh gegenüber dem Vorjahr.

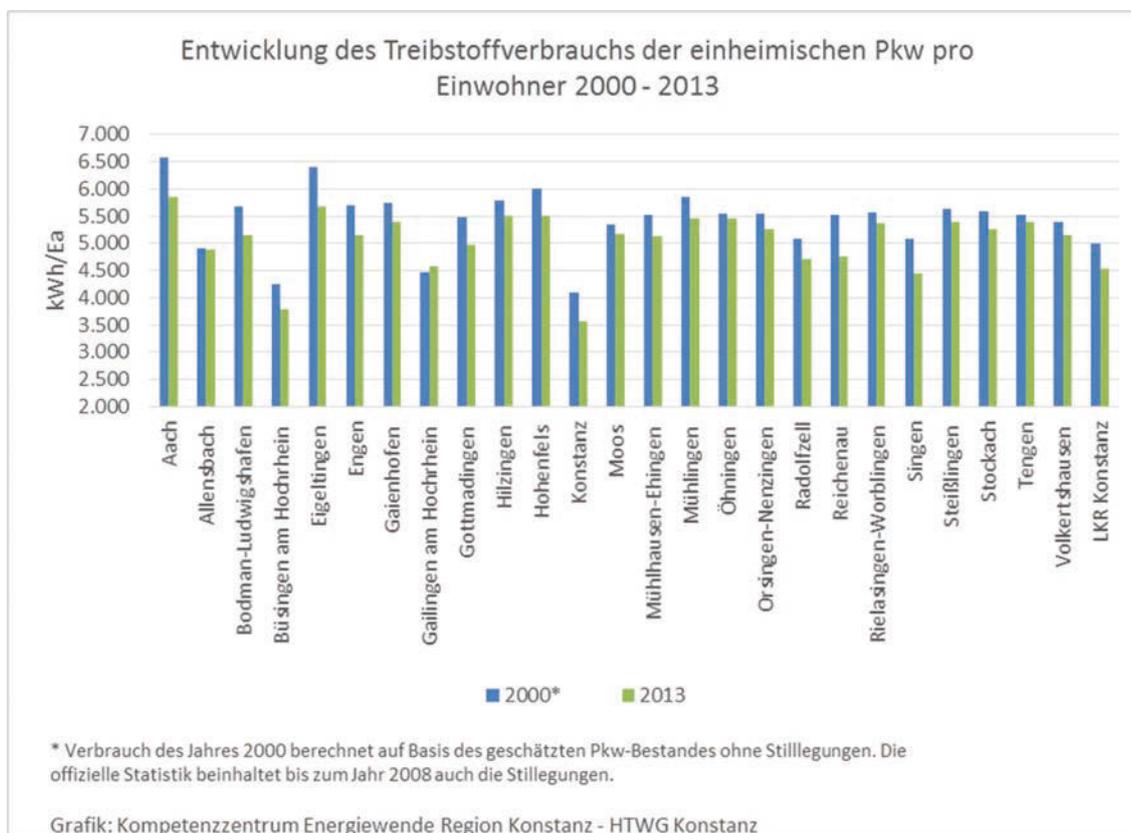
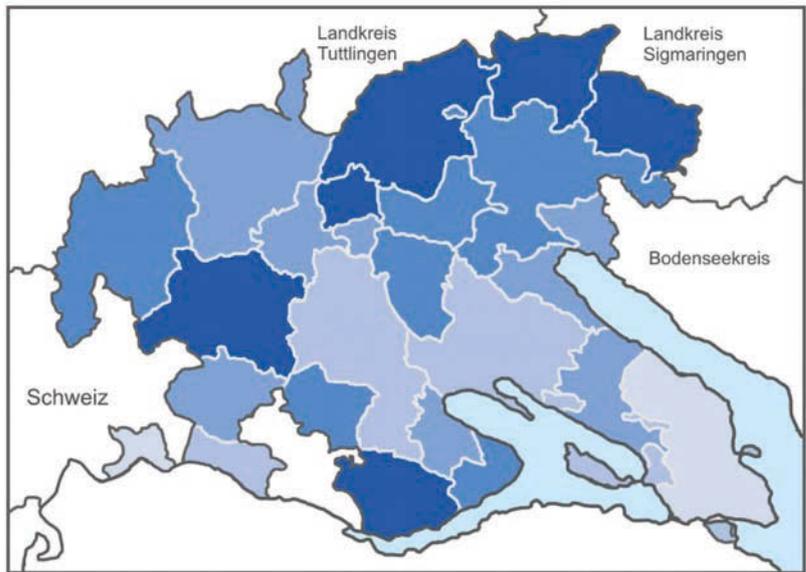


Abb. 55. Entwicklung des Treibstoffverbrauchs der einheimischen Pkw pro Einwohner 2000 - 2013

Im Jahr 2010, auf das sich das Einsparungsziel der Landesregierung bezieht, lag der Treibstoffverbrauch der Pkw bei rund 4.600 kWh/Ea. Um das Ziel von 21 Prozent Einsparung gegenüber dem Jahr 2010 bis 2020 zu erreichen, müsste die jährliche Einsparung bei durchschnittlich 97 kWh/Ea liegen. Die jährliche Einsparung müsste somit fast verdreifacht werden (Faktor 2,7). Sollte die bisherige Quote bis heute relativ konstant bei 36 kWh/Ea geblieben sein, müsste sie zwischen den Jahren 2016 und 2020 sogar auf 130 kWh/Ea gesteigert werden, um das Ziel noch zu erreichen. Die jährliche Einsparung müsste dann sogar um den Faktor 3,6 gesteigert werden.

In Abbildung 56 ist der in der Schätzung berechnete Treibstoffverbrauch in einer Kartenansicht dargestellt. In dieser Darstellung wird der Unterschied zwischen den größeren Städten und den ländlicher geprägten Gemeinden deutlich sichtbar.



Grafik: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz – HTWG Konstanz

Abb. 56. Treibstoffverbrauch in den Gemeinden je Einwohner und Jahr (Kartendarstellung)

Betrachtet man die Entwicklung des Energieverbrauchs der Pkw im Landkreis Konstanz seit dem Jahr 1990, fällt auf, dass er in allen vorliegenden Vergleichszeiträumen deutlich erkennbar abgenommen hat. Allerdings fiel die durchschnittliche Reduktion pro Jahr zwischen den Jahren 2000 und 2005 mit durchschnittlich 0,3 Prozent deutlich geringer aus als von 1990 bis 2000, als sie bei -0,7 Prozent lag. Die höchste Reduktionsrate ist zwischen 2005 und 2010 mit -1,2 Prozent pro Jahr zu verzeichnen gewesen. Seit 2010 hat sich die Reduktion wieder merklich verlangsamt, um fast mehr als die Hälfte gegenüber dem Vergleichszeitraum 2005 - 2010

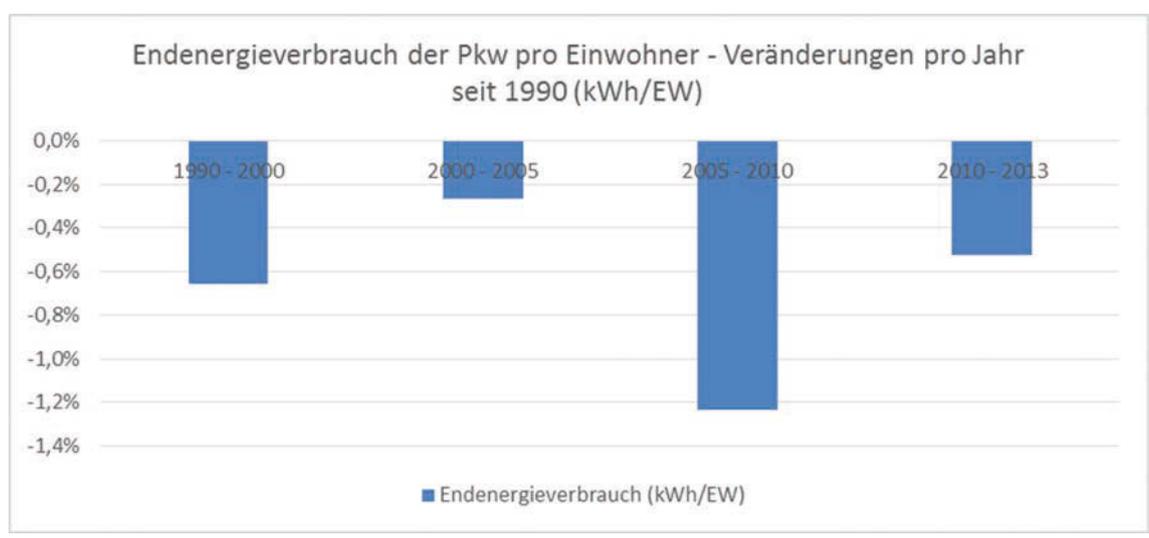


Abb. 57. Endenergieverbrauch der Pkw pro Einwohner - Veränderungen pro Jahr seit 1990 (kWh/EW)

Treibstoffverbrauch im Landkreis Konstanz nach Fahrzeugkategorien

Über die Fahrleistung der Fahrzeugkategorien und die durchschnittlichen Treibstoffverbräuche der Fahrzeugkategorien wurde der Treibstoffverbrauch im Landkreis geschätzt. Mit 78 Prozent trägt der Pkw mit großem Abstand am meisten zum Energieverbrauch bei.

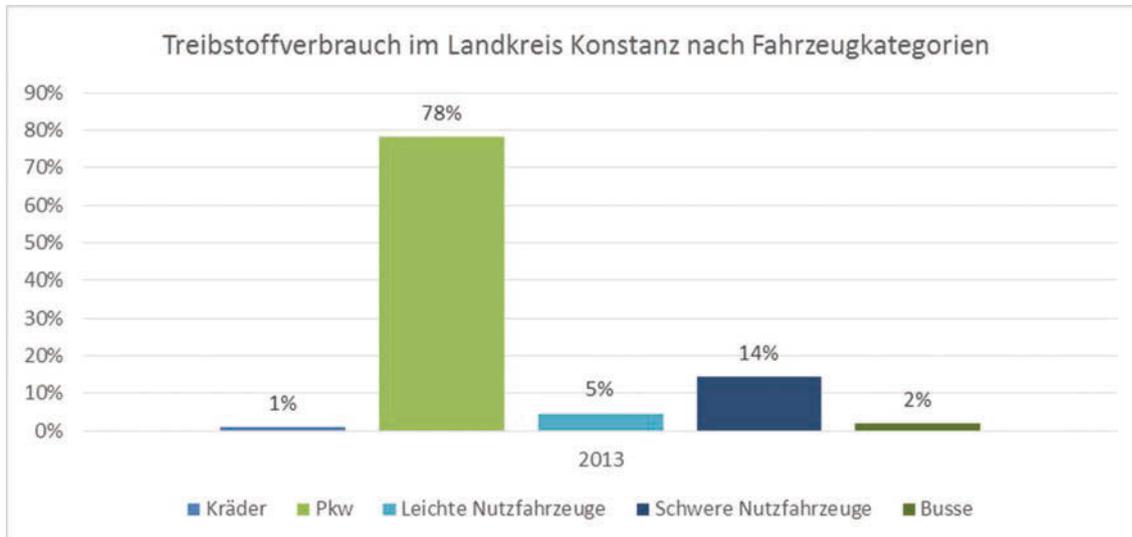


Abb. 58. Treibstoffverbrauch im Landkreis Konstanz nach Fahrzeugkategorien

Die größten Zuwächse sind jedoch bei den leichten und schweren Nutzfahrzeugen zu verzeichnen. Ihr geschätzter Energieverbrauch ist seit dem Jahr 2000 um acht Prozent auf 312 GWh im Jahr 2013 gestiegen. Den größten Anteil hatten daran die leichten Nutzfahrzeuge. Ihr Verbrauch stieg ungefähr um ein Drittel aufgrund der stark gestiegenen Jahresfahrleistung.

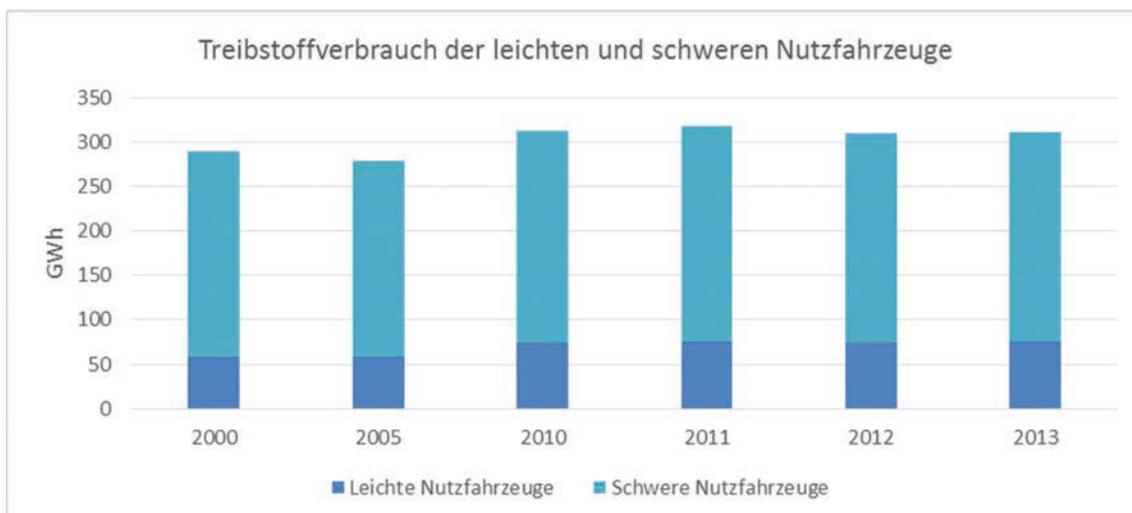


Abb. 59. Treibstoffverbrauch der leichten und schweren Nutzfahrzeuge (GWh)

Endenergieverbrauch im Straßenverkehr: Trend und Ziele

Der Endenergieverbrauch im Straßenverkehr lag im Jahr 2013 bei rund 5,9 MWh pro Einwohner. Das Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept für Baden-Württemberg (IEKK) gibt als Ziel für 2020 eine Einsparung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor von rund 16 Prozent gegenüber dem Jahr 2010 vor. Da die Personenbeförderungsleistung im ÖPNV und im Bahnverkehr ausgebaut werden soll, ist hier eher mit einer Zunahme des Endenergieverbrauchs zu rechnen. Für die vorliegende Schätzung wurde deshalb angenommen, dass sich die Verbrauchsentwicklung im ÖPNV seit dem Jahr 2010 fortsetzt. Für die Schifffahrt und den Bahnverkehr wurde insgesamt jedoch von einem gleichbleibenden Energieverbrauch ausgegangen, da hier keine Einschätzungen zu Trends bis 2020 möglich waren. Diese Annahmen bedingen, dass die erforderlichen Einsparungen vollständig im Straßenverkehr erfolgen müssen. Das Ziel für den Straßenverkehr im Jahr 2020 müsste dementsprechend eine Einsparung von rund 21 Prozent gegenüber dem Jahr 2010 sein. Dies entspricht einer Reduktion des Endenergiebedarfs pro Einwohner um rund 120 kWh pro Jahr. Die bisher erfolgte Einsparung pro Einwohner lag im Straßenverkehr zwischen den Jahren 2010 und 2013 bei rund 50 kWh pro Jahr. Um das Ziel für 2020 zu erreichen, müssen zwischen 2013 und 2020 je Einwohner rund 180 kWh pro Jahr eingespart werden. Die bisherige jährliche Einsparung muss also um den Faktor 3,6 gesteigert werden. Der bisherige Endenergieverbrauch und die Ziele bis 2020 sind in Abbildung 60 dargestellt.

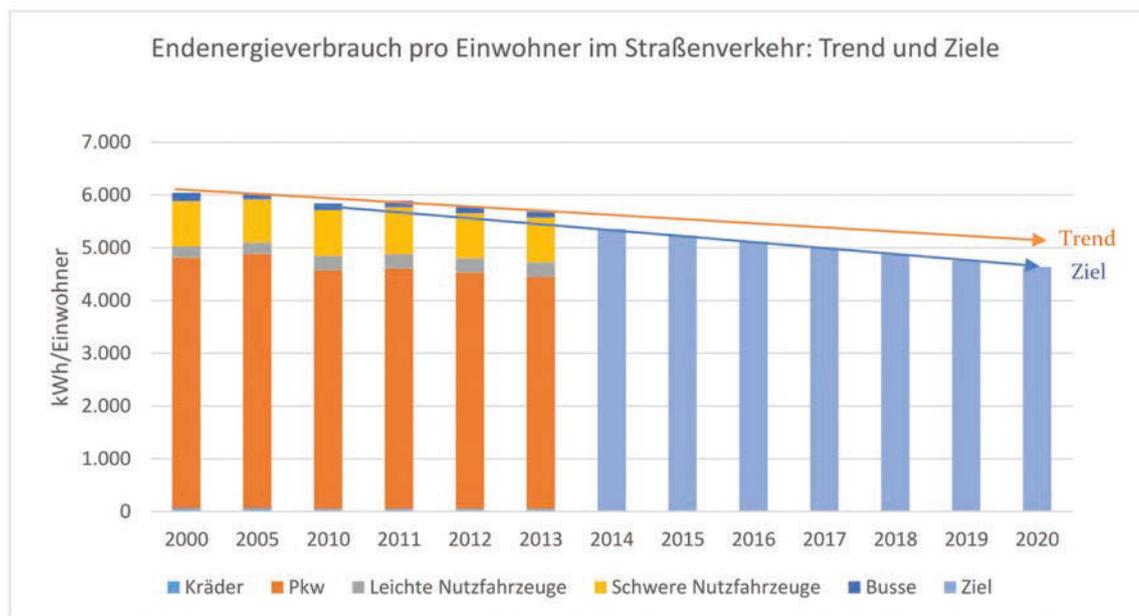


Abb. 60. Endenergieverbrauch pro Einwohner im Straßenverkehr: Trend und Ziele

Entwicklung von Effizienz und Konsum im Sektor Verkehr

Das Beispiel des Pkw-Verkehrs zeigt, dass technische Effizienzsteigerungen prinzipiell größere Einsparungen erlauben. So sank der durchschnittliche Treibstoffverbrauch der Pkw auf 100 km seit dem Jahr 1990 um rund 21 Prozent (vgl. Abbildung 61 und UBA 2015a). Da aber die Jahresfahrleistung der Pkw im gleichen Zeitraum um vier Prozent gestiegen ist, wurde der Endenergieverbrauch pro Einwohner insgesamt nur um 15 Prozent reduziert. Technisch möglich wären aber noch wesentlich größere Einsparungen. Ein Vergleichsportal zu realen Verbrauchswerten von Kraftfahrzeugen listete im Mai 2016 50 Pkw-Modelle auf, die zwischen 3,6 und 5,3 Litern Dieselkraftstoff auf 100 km verbrauchen sowie 22 Pkw-Modelle, die zwischen 4,8 und 5,8 Litern Benzin auf 100 km benötigen.

Das in Abbildung 61 dargestellte Suffizienzzenario zeigt, wie sich der Energieverbrauch theoretisch entwickelt hätte, wenn Pkws im Jahr 2013 statt 7,3 l nur, wie technisch problemlos möglich, 5,5 l je 100 km verbraucht hätten und die Fahrleistung pro Einwohner und Jahr sich seit 2000 nicht weiter erhöht hätte. Die Einsparung hätte in diesem Fall 37 Prozent betragen. Hätten sich bis zum Jahr 2013 Pkws durchgesetzt, die im Schnitt nur 5,0 Liter/100 km verbrauchen, hätte sogar der Anstieg der Fahrleistung mehr als kompensiert werden können: Die Einsparung hätte trotzdem 42 Prozent betragen. Die Klimaschutzziele für 2020 ließen sich demnach schon mit heutiger Technik deutlich übertreffen. Fazit: Eine Einsparung von rund 40 Prozent gegenüber 1990 wäre sogar ohne Elektroautos innerhalb einer Fahrzeuggeneration problemlos möglich.

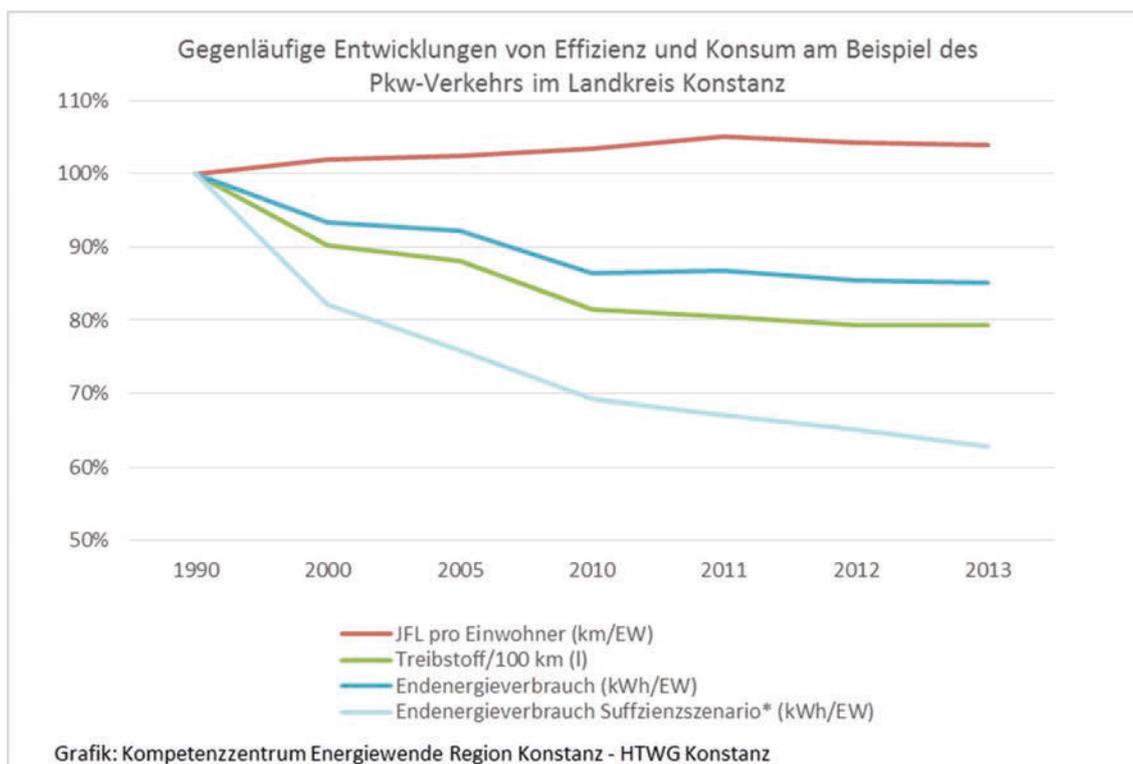


Abb. 61. Gegenläufige Entwicklungen von Effizienz und Konsum am Beispiel des Pkw-Verkehrs
Suffizienzzenario: Einsparung von ca. 40 Prozent möglich.

Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs

Die Jahresfahrleistung ist neben dem spezifischen Treibstoffbedarf (kWh/100 km) der Faktor, der die THG-Emissionen des Straßenverkehrs am stärksten beeinflusst. Da sich die Ziele zur Emissionssenkung auf das Jahr 1990 beziehen, müssen in diesem Fall die Fahrleistungen seit 1990 betrachtet werden. In absoluten Zahlen ist die Jahresfahrleistung zwischen 1990 und 2013 um 23 Prozent von 1,66 Mrd. Kilometer auf 2,10 Mrd. Kilometer gestiegen. Pro Einwohner hat sich die Jahresfahrleistung um 11 Prozent erhöht, von 6.766 Kilometer auf 7.520 Kilometer (vgl. Abbildung 62).

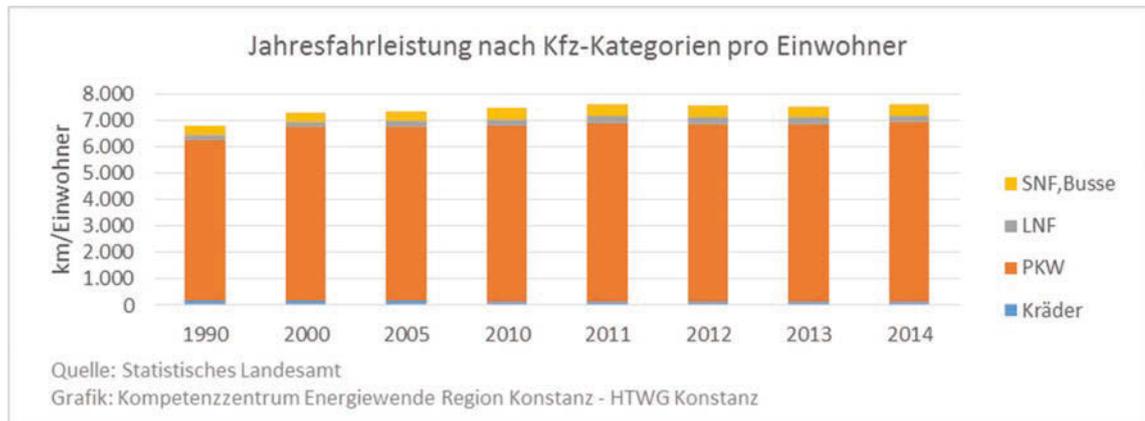


Abb. 62. Jahresfahrleistung nach Kfz-Kategorien pro Einwohner

Die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen sind aufgrund der verbesserten Energieeffizienz der Kraftfahrzeuge nicht gestiegen. Allerdings wurden die erzielten Effizienzsteigerungen durch die gestiegenen Fahrleistungen zu großen Teilen kompensiert. So ist der THG-Ausstoß pro Kilometer insgesamt um rund 14 Prozent gesunken. Absolut sind die Emissionen des Straßenverkehrs im Landkreis dagegen um acht Prozent gestiegen. Pro Einwohner ergibt sich daraus eine Einsparung um vier Prozent, von 1,63 im Jahr 1990 auf 1,56 t/Ea im Jahr 2013. Im Jahr 2014 ist allerdings wieder ein Anstieg um fast ein Prozent erfolgt.

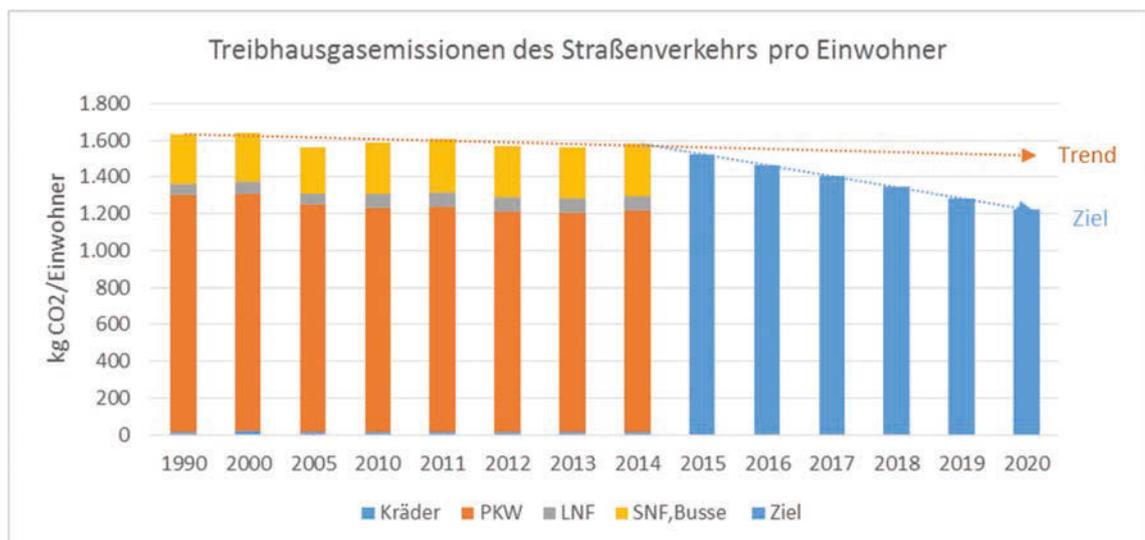


Abb. 63. Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs pro Einwohner

Das Ziel für 2020 ist eine Einsparung von 25 Prozent bezogen auf den Treibhausgasausstoß im Jahr 1990. Der Landkreis müsste die Emissionen des Straßenverkehrs demnach auf weniger als 1,22 Tonnen pro Einwohner im Jahr 2020 senken. Dies entspricht einer Einsparung von 23 Prozent gegenüber dem Jahr 2014. Bei einem Ausstoß von 1,58 Tonnen muss die jährliche Reduktion zwischen 2014 und 2020 rund 60 kg pro Einwohner betragen. 60 kg CO₂ entsprechen im Jahr 2014 einer Fahrleistung von 290 Kilometern.

Neuzulassungen von Pkw insgesamt

Die Anzahl der jährlichen Neuzulassungen gibt Aufschluss über den Zeitraum, in welchem eine ältere Fahrzeuggeneration durch eine energieeffizientere Generation ersetzt werden kann, beispielsweise durch Vier-Liter-Autos oder Elektro-Pkw. Zudem erlaubt sie, ins Verhältnis zur Bevölkerungsentwicklung gesetzt, eine Einschätzung dazu, welche Bedeutung Pkw für die Mobilität im Landkreis haben. Im Landkreis Konstanz ist die Zahl der Neuzulassungen von Pkw pro Jahr von 6.843 im Jahr 2008 auf 7.267 im Jahr 2013 gestiegen (vgl. KBA 2008 – 2013a). 2009 war infolge der sogenannten Umweltprämie ein deutlicher Anstieg auf 10.248 Neuzulassungen zu verzeichnen. 7.267 Pkw entsprachen im Jahr 2013 etwa fünf Prozent des Pkw-Bestandes. Die Entwicklung der Neuzulassungen zwischen den Jahren 2008 und 2013 ist in Abbildung 64 dargestellt.

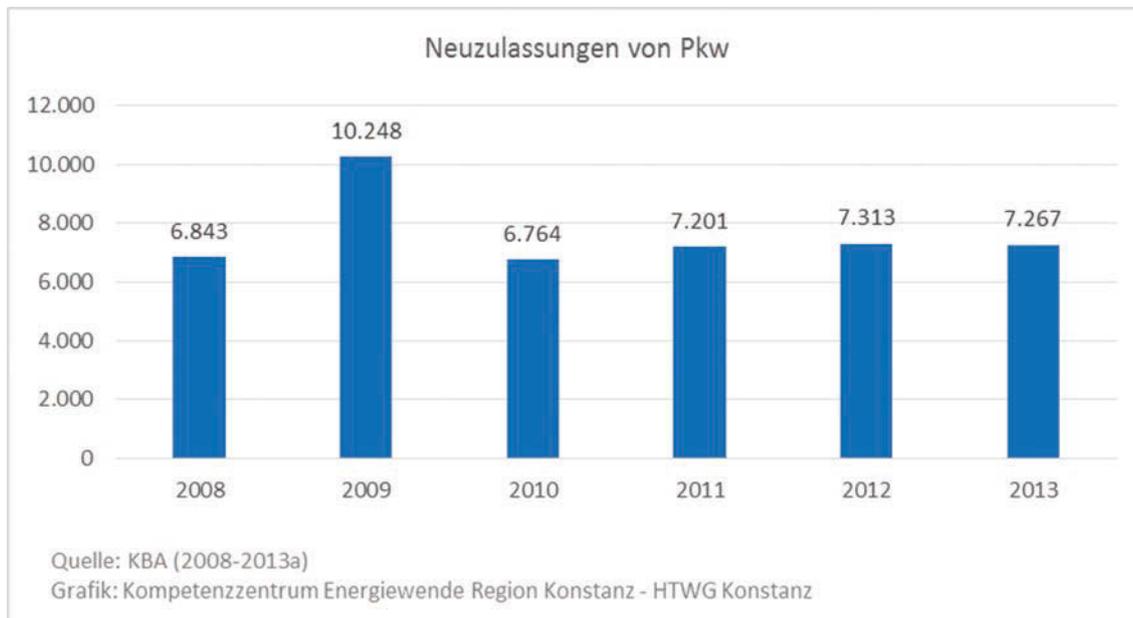


Abb. 64. Neuzulassungen von Pkw im Landkreis Konstanz

Neuzulassungen von Pkw nach Hauptsegmenten

Die Anteile der Segmente geben Aufschluss über die Betriebsenergiebedarfsentwicklung des Pkw-Bestandes sowie über den Primärenergiebedarf der Herstellung der Neufahrzeuge. Zu den Anteilen der einzelnen Segmente an den Neuzulassungen im Landkreis Konstanz waren jedoch keine Daten verfügbar. Mit großer Wahrscheinlichkeit unterscheiden sie sich aber nur geringfügig vom deutschen Durchschnitt, auf den deshalb hier verwiesen wird. Die Entwicklung zwischen 2008 und 2013 zeigt eine deutliche Zunahme von Fahrzeugen der Oberklasse (inkl. SUV), die im Durchschnitt einen wesentlich höheren spezifischen Treibstoffverbrauch sowie einen dementsprechend höheren Treibhausgasausstoß je 100 km Fahrleistung aufweisen (vgl. Abbildung 66). Ihr Anteil hat sich fast verdoppelt, von 11 Prozent auf 20 Prozent. Deutlich gesunken (von 27 auf 21 Prozent) ist dagegen der Anteil der Mittelklasse. Halb so groß fiel der Rückgang bei den Kleinwagen aus. Die Umweltprämie lässt sich auch an der Entwicklung der Segmentanteile deutlich ablesen. So stieg der Anteil der Kleinwagen im Jahr 2009 sprunghaft von 62 auf 73 Prozent. Ab dem Jahr 2011 fiel er dann unter das Niveau des Jahres 2008.

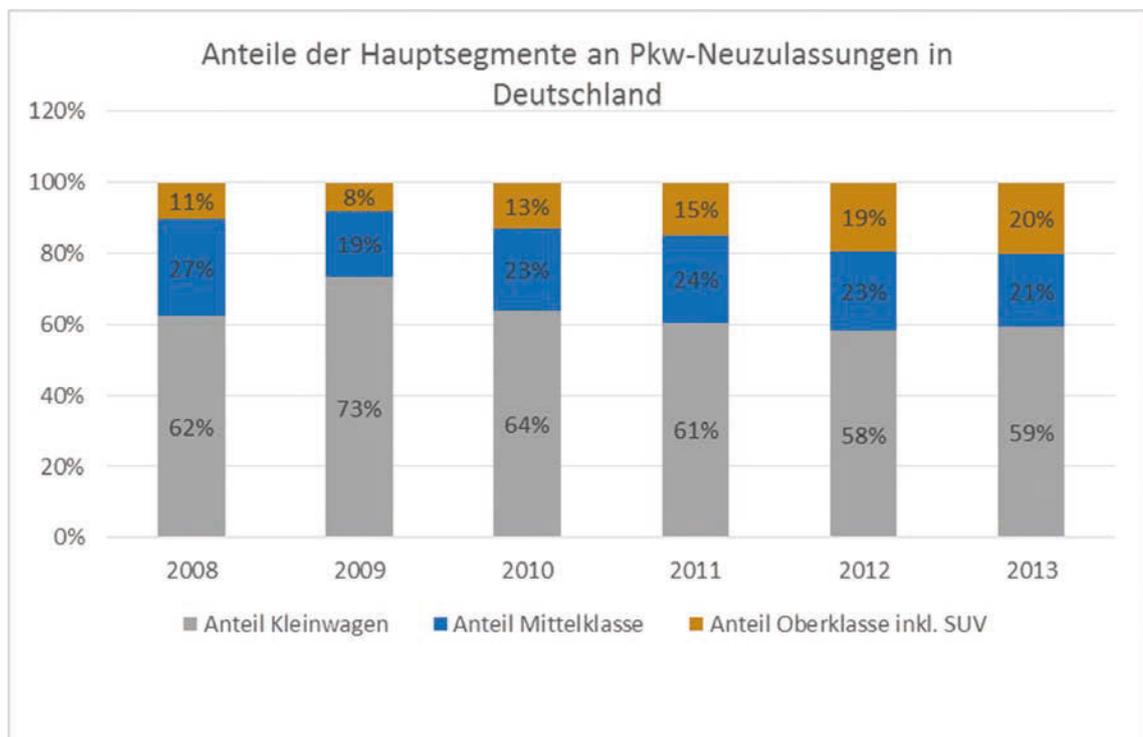


Abb. 65. Anteile der Hauptsegmente an Pkw-Neuzulassungen in Deutschland

Treibhausgasemissionen von Pkw-Neuzulassungen

Die Treibhausgasemissionen von Pkw je 100 km Fahrleistung unterscheiden sich erheblich. Um das Einsparpotenzial bei der Wahl eines Pkw zu veranschaulichen, wurden die durchschnittlichen Emissionen der Neuzulassungen nach Segmenten verglichen. Bezugsgröße ist dabei die Kompaktklasse, welche mit 26,9 Prozent den größten Anteil (11.690.932 Fahrzeugen) am deutschen Pkw-Bestand im Jahr 2013 hatte und zugleich einen Großteil der neuzugelassenen Fahrzeuge stellt, die weniger als sechs Liter je 100 km Fahrleistung verbrauchen. Die noch sparsameren Minis und Kleinwagen stellen zusammen ebenfalls 26,9 Prozent des Pkw-Bestandes. Die übrigen Segmente, die im Durchschnitt 9 bis 56 Prozent höhere Emissionen als die Kompaktklasse aufwiesen (vgl. Statista 2016a), stellen mit 46,2 Prozent fast die Hälfte des gesamten Bestandes. Je höher ihr Anteil an den Neuzulassungen ist, desto langsamer sinkt der Durchschnittsverbrauch unter die Marke von 6,0 Litern je 100 km, die für das Erreichen der Klimaschutzziele von großer Bedeutung wäre. Im Jahr 2013 lag der durchschnittliche Verbrauch des Gesamtbestandes bei rund 7,3 l/100 km. Eine Übersicht der Durchschnittsemissionen der einzelnen Segmente im Vergleich zur Kompaktklasse ist in Abbildung 66 dargestellt.

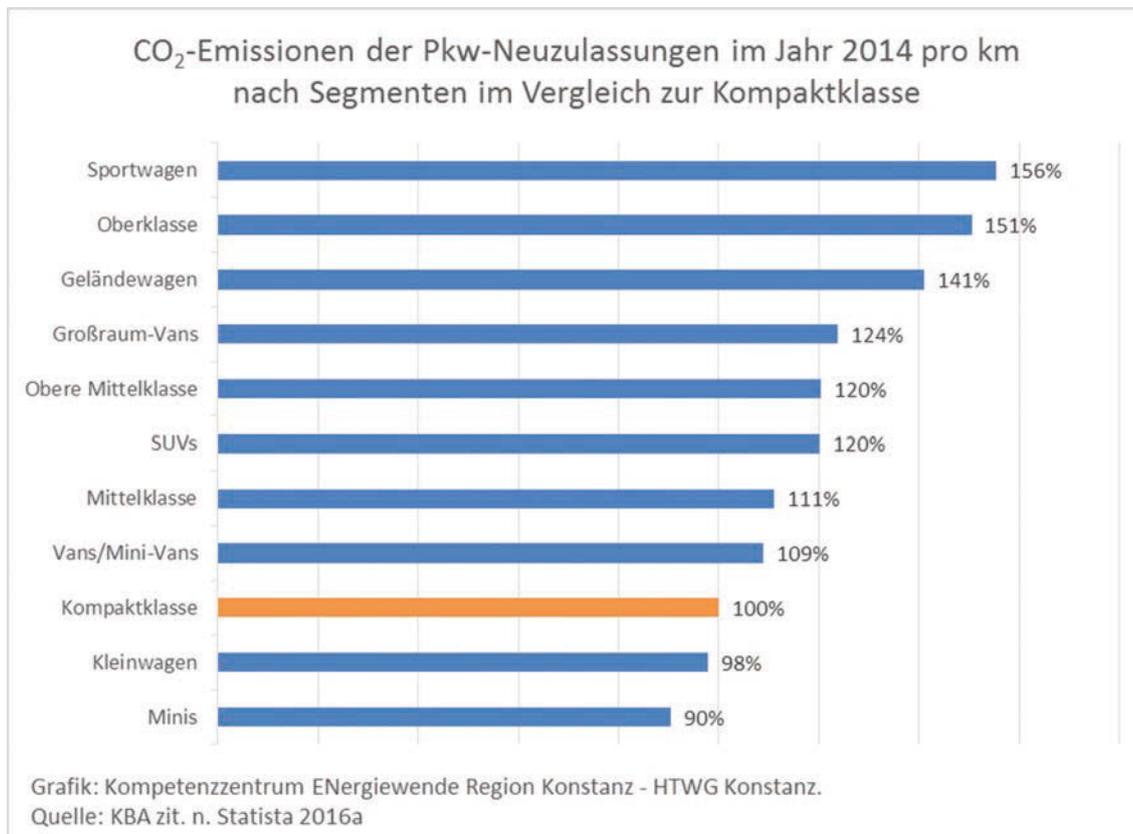


Abb. 66. CO₂-Emissionen der Pkw-Neuzulassungen im Jahr 2014 pro km nach Segmenten im Vergleich zur Kompaktklasse

Durchschnittsemissionen der Herstellung pro neuzugelassenen Pkw

Auch auf die Emissionen, die bei der Herstellung der im Landkreis neuzugelassenen Pkw verursacht werden, wirken sich Veränderungen bei den Anteilen der Segmente an den Neuzulassungen erheblich aus. Nach Angaben des VCÖ werden bei der Herstellung eines Kleinwagens rund 4,1 Tonnen CO₂ verursacht, bei der Produktion eines Mittelklassewagens zwischen 4,9 und 5,4 Tonnen und bei der Fertigung eines großen Pkw zwischen 6,3 und 7,1 Tonnen CO₂ (vgl. VCÖ zit. n. VOL 2011). Neben der Größe eines Pkw wirkt sich auch die Antriebstechnologie auf die bei der Herstellung verursachten Emissionen aus. So fallen bei der Produktion eines mittelgroßen Benzin-Pkw rund fünf Tonnen CO₂ an, bei der Herstellung eines Diesel-Pkw sind es durchschnittlich 5,5 Tonnen. Bei der Produktion eines Elektro-Autos werden im Schnitt 6,5 Tonnen CO₂ verursacht (vgl. VCÖ 2011, S. 2). Ausschlaggebend für die Emissionen, die bei der Herstellung anfallen, ist der von den international produzierenden Herstellern genutzte Energiemix. Die Emissionen fallen außerhalb des Landkreises an und fließen in die verursacherbezogene Treibhausgasbilanz ein, nicht aber in die vorliegende quellenbezogene Bilanz. In Abbildung 67 sind die Emissionen dargestellt, die bei der Herstellung der in Deutschland neuzugelassenen Pkw verursacht werden. Deutlich sichtbar wirkt sich hier der hohe Anteil der Klein- und Kompaktfahrzeuge im Jahr 2009 aus, der infolge der Umweltprämie in diesem Jahr besonders hoch war. Mit der Normalisierung der Marktanteile nach 2009 und dem Anstieg der Verkaufsanteile von Fahrzeugen der Oberklasse stiegen die Emissionen zwischen 2009 und 2013 von rund 5,0 auf ca. 5,4 Tonnen CO₂-Äquivalent pro Pkw. Damit überschritten sie im Jahr 2011 das Vorkrisenniveau des Jahres 2008.

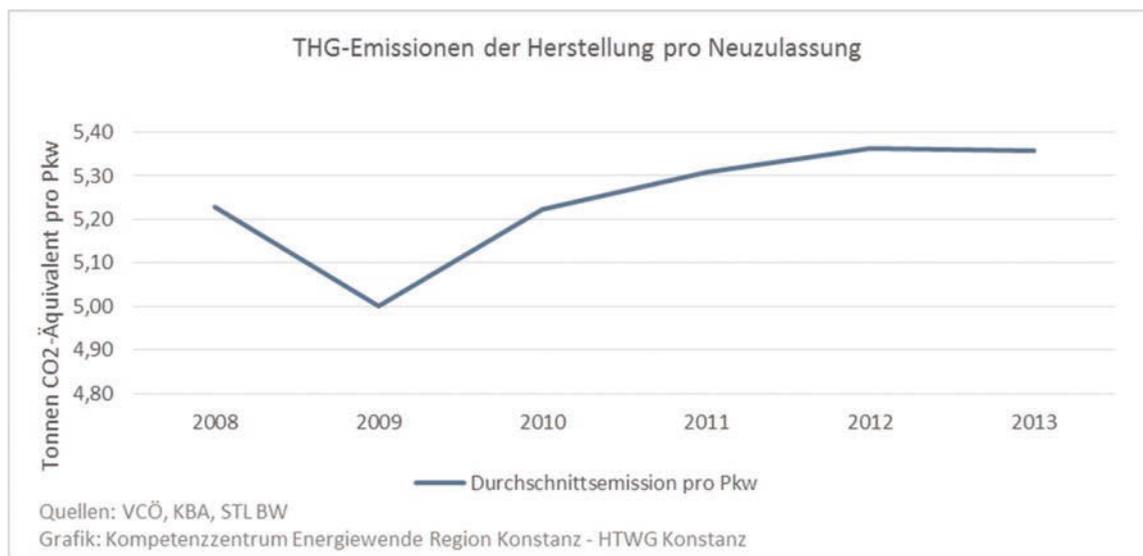


Abb. 67. THG-Emissionen der Herstellung pro Neuzulassung im Landkreis Konstanz

In Abbildung 68 sind die Emissionen dargestellt, die infolge des Konsums von Neuwagen im Landkreis außerhalb des Landkreises verursacht werden. Auf die Gesamtbevölkerung bezogen wurden aufgrund der hohen Zahl von Neuzulassungen im Jahr 2009 rund 0,2 Tonnen pro Einwohner verursacht. Pro Pkw-Halter fielen die Emissionen deutlich höher aus. Ihr Wert stieg im Jahr 2009 auf 0,46 Tonnen pro Pkw-Halter. Mit dem Rückgang der Neuzulassungen auf „Normalniveau“ sanken auch die Emissionen des Pkw-Konsums auf ein ähnliches Niveau, wie vor dem Jahr 2009. Pro Einwohner betragen sie 0,14 t CO₂ pro Einwohner und 0,33 t CO₂ pro Pkw-Halter. Im Vergleich zu den im Landkreis entstehenden energiebedingten Emissionen von 8,0 t CO₂ pro Einwohner scheint dieser Wert gering. Verglichen mit dem Ziel für das Jahr 2050 entsprechen 0,14 t CO₂ jedoch rund einem Fünftel der dann noch pro Einwohner freisetzbaren THG-Emissionen.

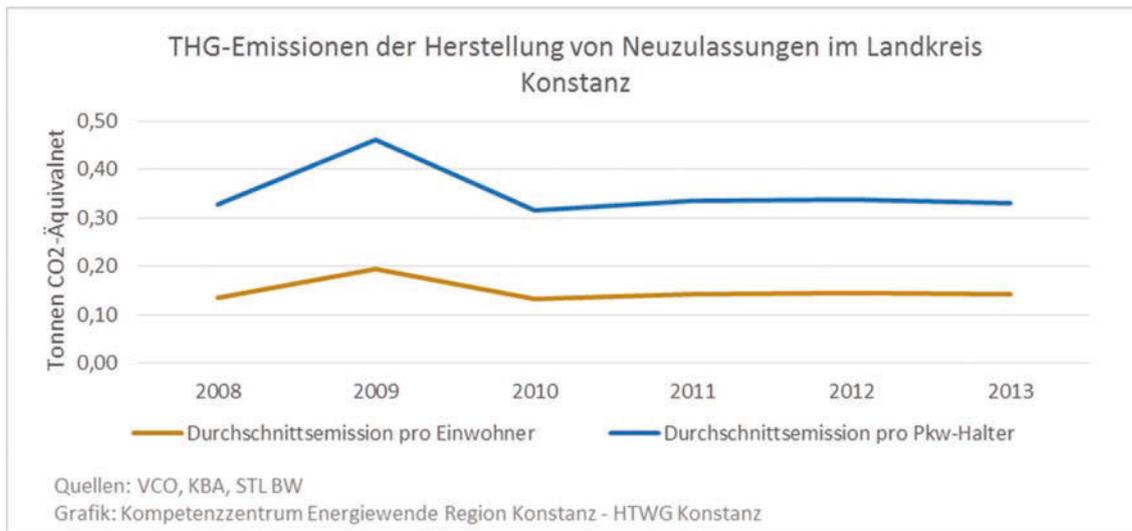


Abb. 68. THG-Emissionen der Herstellung von Neuzulassungen im Landkreis Konstanz

Elektro-Fahrzeuge

Die Bundesregierung hat das Ziel formuliert, im Jahr 2020 eine Million Elektroautos auf die Straßen in Deutschland zu bringen. Auf die für das Jahr 2020 prognostizierte Einwohnerzahl des Landkreises Konstanz umgerechnet entspricht dieses Ziel einer Anzahl von 3.647 Elektro-Pkw. Im Jahr 2013 waren im Landkreis Konstanz lediglich 60 Elektroautos zugelassen. Ihre Anzahl müsste sich bis 2020 um den Faktor 60 vervielfachen. Setzt sich die Entwicklung wie bisher fort, ist mit nur knapp 300 Elektroautos im Jahr 2020 zu rechnen. Entscheidend ist aber der Vergleich zu den Neuzulassungen. Bei rund 7.200 Neuzulassungen pro Jahr, müsste von 2016 bis 2020 nur rund ein Viertel der Neuzulassungen mit einem Elektromotor ausgestattet sein. Sogar innerhalb eines einzigen Jahres ließe sich das Ziel erreichen, wenn in diesem Jahr die Hälfte der Neuzulassungen elektrisch angetrieben würde.



Abb. 69. Entwicklungstrend des Elektroauto-Bestandes im Vergleich zum Ziel für 2020

Neuzulassungen von Lastkraftwagen im Landkreis Konstanz

In Abbildung 70 sind die Neuzulassungen von Lastkraftwagen zwischen 2008 und 2013 dargestellt. Ihre Entwicklung weist auf den noch immer steigenden Transportbedarf innerhalb des Landkreises hin.



Abb. 70. Neuzulassungen von Lastkraftwagen im Landkreis Konstanz

Der Energieverbrauch von Lastkraftwagen mit mehr als 3,5 Tonnen liegt in der Regel zwischen 20 und 30 Litern Diesel auf 100 km, schwere Lkw (SNF) verbrauchen heute ca. 28 Liter/100 km. Pro Tonnenkilometer beträgt der Energiebedarf von Lkw 0,4 kWh. Binnenschiff und Güterzug benötigen dagegen nur 0,1 kWh/tkm (vgl. UBA 2014). Der CO₂-Ausstoß liegt mit 97,5 g/tkm ebenfalls deutlich höher als bei Binnenschiffen (33,4 g/tkm) und Bahn (23,4 g/tkm).

ÖPNV: Verkehrsverbund Hegau-Bodensee

Der Energiebedarf des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) im Landkreis Konstanz wird bisher nicht erhoben. Auch dem Verkehrsverbund Hegau-Bodensee (VHB) liegen dazu bisher keine Daten vor. Zur Verfügung stehen jedoch Zahlen zur Personenbeförderungsleistung des VHB (vgl. Tabelle 3). Mithilfe des durchschnittlichen Energiebedarfs pro Personenkilometer (vgl. Tabelle 4) wurde auf dieser Basis der Energiebedarf des VHB geschätzt (vgl. VHB 2016).

Verkehrsmittel	Pkm des VHB 2000	Pkm des VHB 2010	Pkm des VHB 2012	Pkm des VHB 2014
BUS	76.000.000	120.000.000	128.000.000	132.000.000
ZUG	76.000.000	101.000.000	108.000.000	112.000.000

Tab. 3. Personenbeförderungsleistung des VHB

	kWh/Pkm
PKW	0,56
BUS	0,13
ZUG	0,19
STRASSENBAHN	0,08
U-BAHN	0,02
FAHRRAD	0,00

Quelle: Umweltbundesamt Österreich, 2016

Tab. 4. Energiebedarf pro Personenkilometer (Pkm)

Die Personenbeförderungsleistung des VHB hat zwischen den Jahren 2000 und 2014 um 60 Prozent zugenommen. Der geschätzte Energieverbrauch hat dadurch um 58 Prozent zugenommen (vgl. Tabelle 5 und Abbildung 71).

		Geschätzter Energiebedarf des VHB in kWh			
Energiebedarf Gesamt	2000	2010	2012	2014	
BUS	9.880.000	15.600.000	16.640.000	17.160.000	
BAHN	14.440.000	19.190.000	20.520.000	21.280.000	
VHB GESAMT	24.320.000	34.790.000	37.160.000	38.440.000	
Energiebedarf pro EW	2000	2010	2012	2014	
BUS	37	58	62	62	
BAHN	54	72	76	77	
VHB GESAMT	91	130	137	139	

Tab. 5. Geschätzter Energiebedarf des VHB

Der Gesamtenergieverbrauch der Personenbeförderung durch den VHB lag im Jahr 2014 bei geschätzten 38,4 GWh. Etwas mehr als die Hälfte des Energiebedarfs entfällt auf den Bahnverkehr des VHB.

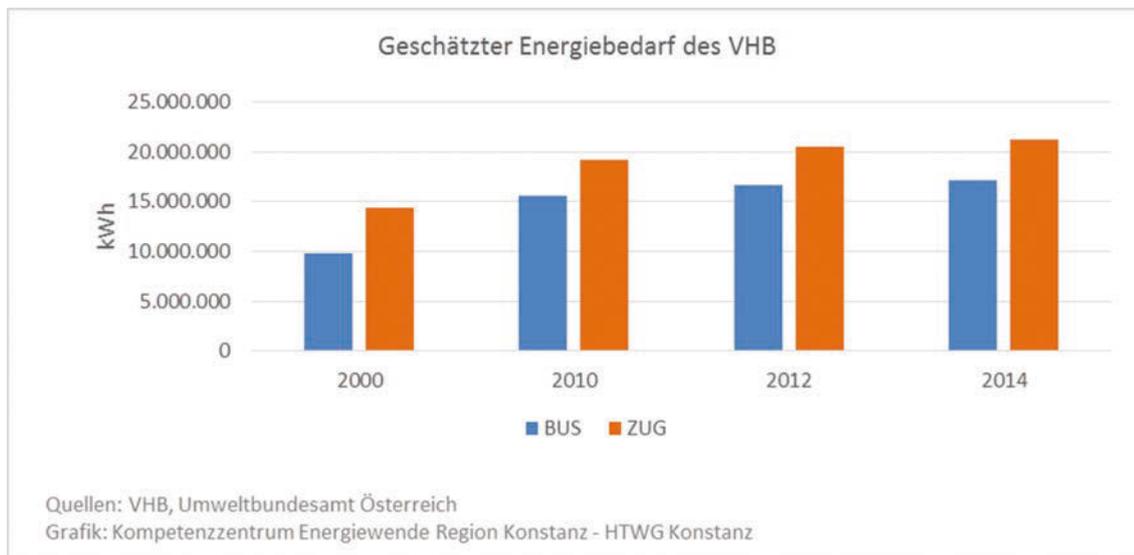


Abb. 71. Geschätzter Energiebedarf des VHB

Wäre die gleiche Beförderungsleistung mit Pkw erbracht worden, hätte der Energiebedarf 136,6 GWh betragen. Durch die Beförderungsleistung des VHB wurden rund 72 Prozent dieses Energiebedarfs vermieden.

	2000	2010	2012	2014
Energiebedarf von Pkw bei gleicher Fahrleistung	85.120.000	123.760.000	132.160.000	136.640.000
Durch VHB vermiedener Pkw-Energiebedarf in kWh	60.800.000	88.970.000	95.000.000	98.200.000
Durch VHB vermiedener Pkw-Energiebedarf in Prozent	71%	72%	72%	72%

Tab. 6. Energieeinsparung durch Personentransport des VHB in kWh

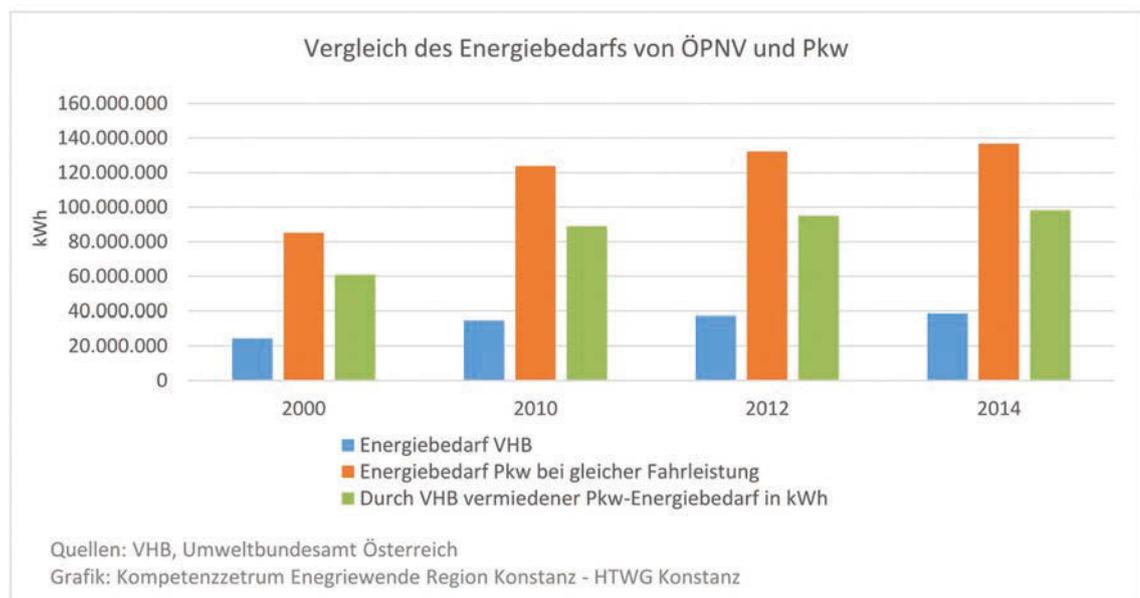


Abb. 72. Vergleich des Energiebedarfs von ÖPNV und Pkw

4.2. Haushalte / Wohnen

Der Endenergiebedarf der Haushalte setzt sich aus dem Endenergiebedarf für Raumwärme, Warmwasser, Elektrizität und Treibstoffe zusammen. Da die private Kfz-Nutzung inklusive beruflich bedingter Fahrten mehr als 80 Prozent zum motorisierten Individualverkehr (MIV) beiträgt und Dienstfahrten im Vergleich dazu nur einen kleinen Teil zum gesamten MIV beitragen, erscheint es sinnvoll, den Verkehr, der den Privathaushalten zugerechnet werden kann, in diesem Kapitel noch einmal eingehender zu betrachten. Besonders interessant ist dabei der Vergleich der einzelnen Kommunen im Landkreis. Er kann Aufschlüsse darüber geben, wo nach den Ursachen unterschiedlicher Endenergieverbräuche gesucht werden muss. Der Fokus soll in diesem Kapitel jedoch auf den Sektor Wohnen gerichtet werden.

Ausschlaggebend für den Energiebedarf in diesem Sektor ist neben dem spezifischen Heizenergiebedarf der Gebäude pro Quadratmeter vor allem die pro Einwohner genutzte Wohnfläche.

Heizenergiebedarf der Wohngebäude

Da zum spezifischen Energiebedarf der Gebäude im Landkreis keine Daten vorliegen, wurde er anhand des durchschnittlichen Bedarfs im Bundesland Baden-Württemberg geschätzt. Nach einer Erhebung der gemeinnützigen Gesellschaft co2online liegt dieser in Baden-Württemberg auf Niveau des bundesweiten Durchschnitts von 134 kWh/m² im Jahr. Seit dem Jahr 2002 wurde eine Verbrauchsminde- rung von 20 Prozent erreicht (vgl. co2online 2014, s.2).

Wohnfläche pro Einwohner

Die Wohnfläche ist der zweite ausschlaggebende Faktor für den Heizenergiebedarf pro Person. Da die Wohnfläche des Landkreises Konstanz nur für das Jahr 2010/2011 vorliegt (vgl. Zensus 2011), wurde die Wohnfläche für die Jahre zwischen 1990 und 2010 anhand der durchschnittlichen Wohnfläche- entwicklung Baden-Württembergs geschätzt. Für die Jahre nach 2011 wurde die Entwicklung der Wohnfläche anhand von Daten des Statistischen Landesamtes zu Baufertigstellungen berechnet. Eine entsprechende Berechnung für die Jahre vor 2010 wurde unterlassen, da auch die Bevölkerungs- zahlen vor dem Zensus 2011 nicht in erforderlicher Weise vorliegen. Das in Abbildung 73 dargestellte Ergebnis zeigt, dass die Wohnfläche zwischen 1990 und 2010 deutlich angestiegen ist – um rund ein Viertel von etwas mehr als 36 m²/Einwohner auf knapp über 46 m²/ Einwohner. Durch den erhöhten Zuzug von Neubürgern ist die Wohnfläche pro Person zwischen den Jahren 2011 und 2014 wieder leicht reduziert worden, auf rund 46 m² pro Einwohner.



Abb. 73. Wohnfläche pro Einwohner

Wohnflächenzubau pro Neubürger (m²/Person)

In Abbildung 74 ist der Wohnflächenzubau pro Neubürger in m² pro Person im Zeitraum 2011 bis 2014 dargestellt. Im Durchschnitt betrug dieser rund 42 Quadratmeter pro Person und somit etwas weniger, als die im Landkreis durchschnittlich pro Person vorhandene Wohnfläche.

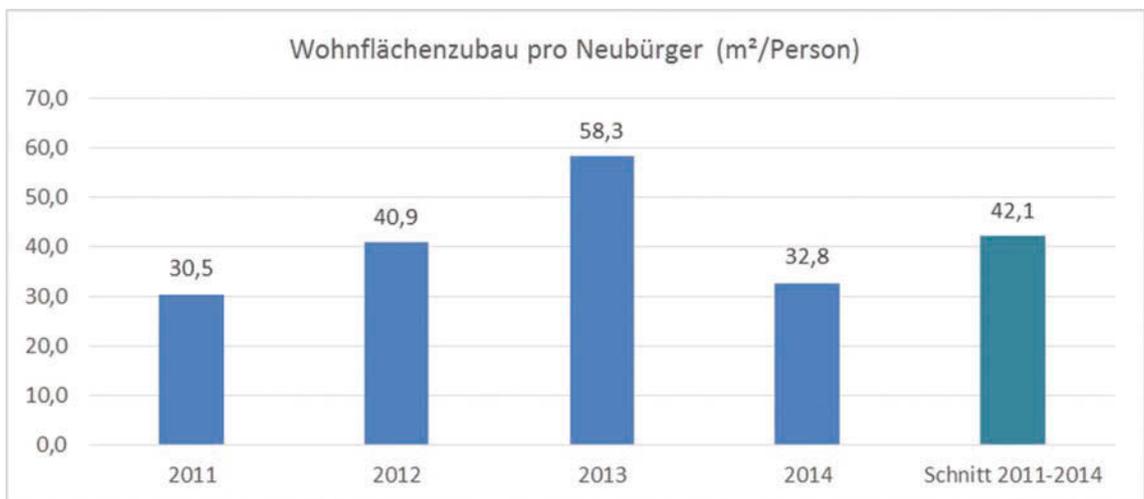


Abb. 74. Wohnflächenzubau pro Neubürger

Entwicklung von Effizienz und Konsum im Sektor Wohnen

Wie auch im Straßenverkehr zeigt sich auch im Sektor Wohnen, dass die Steigerung der technischen Effizienz zwischen den Jahren 2000 und 2013 ca. 22 Prozent beträgt, aber ein großer Teil der so erzielten Einsparung durch den Zuwachs der pro Einwohner genutzten Wohnfläche um 12 Prozent kompensiert wurde. So betrug die tatsächlich erzielte Einsparung pro Einwohner nur 12 Prozent.

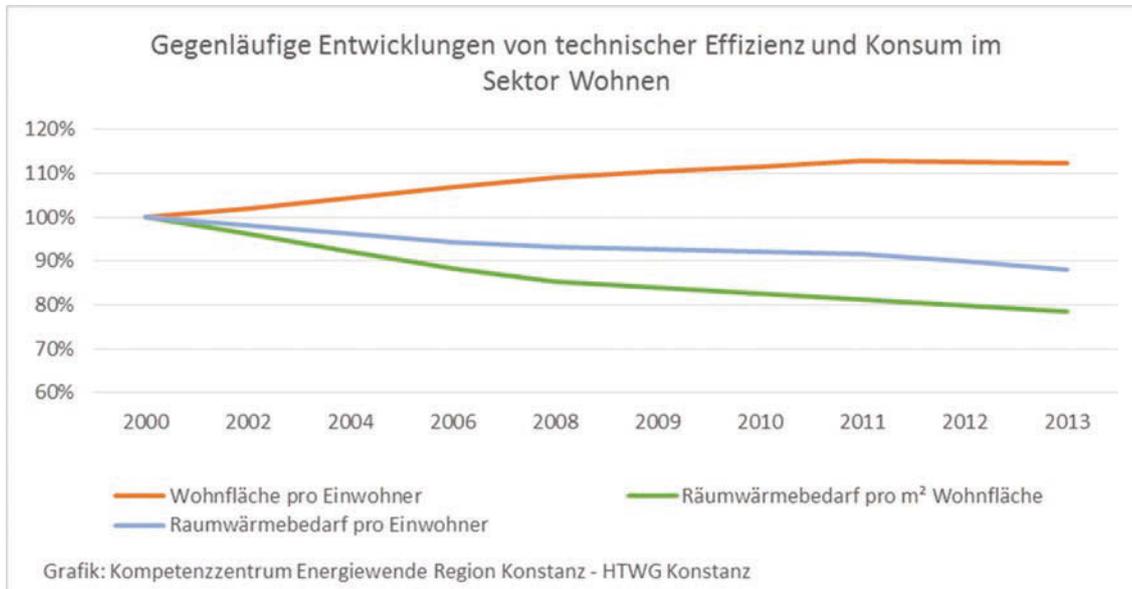


Abb. 75. Gegenläufige Entwicklungen von technischer Effizienz und Konsum im Sektor Wohnen

Raumwärmebedarf pro Einwohner - Trend und Ziel

Die Entwicklung des Raumwärmebedarfs pro Einwohner zeigt eindeutig eine fallende Tendenz. Aufgrund des Zuwachses an genutzter Wohnfläche fällt die Reduktion jedoch deutlich geringer aus als nötig wäre, um die Energie- und Klimaschutzziele der Landesregierung zu erreichen. Wäre dieser Zuwachs der pro Person genutzten Wohnfläche nicht erfolgt, wären die Ziele beinahe erreicht worden. Dies zeigt, dass Effizienzsteigerungen durchaus zu den benötigten Einsparungen führen könnten, wenn der Konsum von Wohnfläche nicht kontinuierlich steigen würde. Deutlich wird aber auch, dass die langfristigen Klimaschutzziele nach wie vor erreichbar sind. Dafür müssten jedoch Wege gefunden werden, die pro Person genutzte Wohnfläche nicht mehr deutlich anwachsen zu lassen und die Sanierungsquote, die derzeit bei schätzungsweise einem Prozent liegt, auf ca. zwei Prozent des Wohnungsbestandes zu erhöhen.

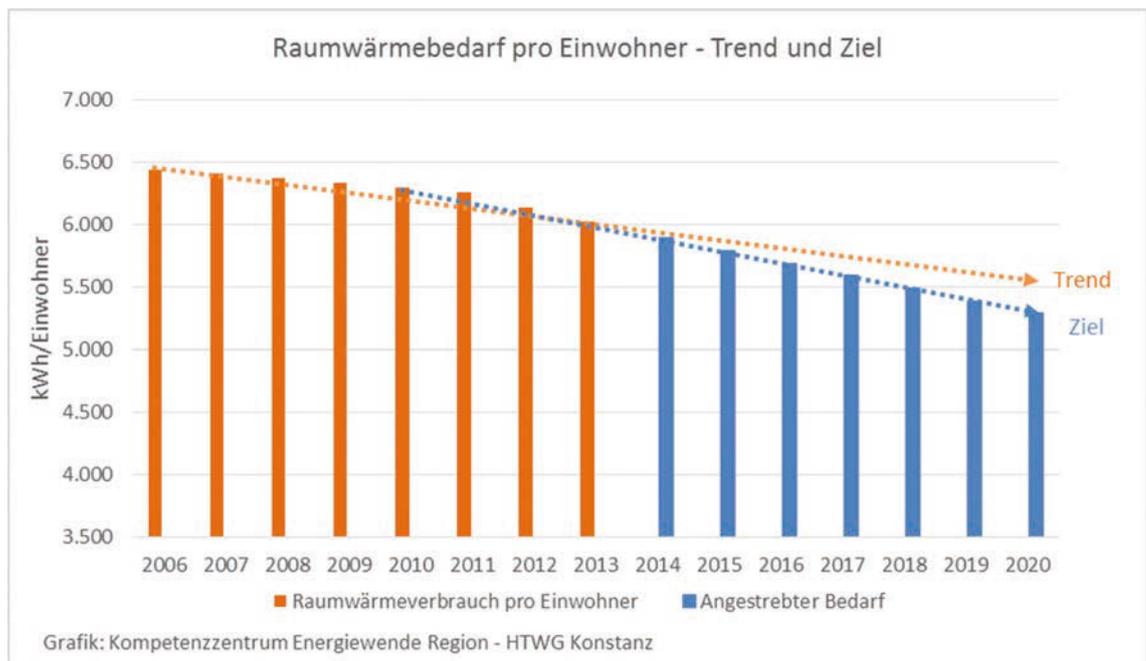


Abb. 76. Raumwärmebedarf pro Einwohner - Trend und Ziel

Raumwärmebedarf des Landkreises im Vergleich

Die stetig wachsende Wohnfläche pro Einwohner legt die Frage nahe, ob sich dieser Trend nicht bremsen oder aufhalten lässt. Tatsächlich scheint die Entwicklung in nahezu allen Landkreisen ähnlich zu sein, wie im Landkreis Konstanz. Schätzt man die Wohnfläche einiger Stadt- und Landkreise anhand der Angaben des Zensus 2011, liegt die Wohnfläche pro Einwohner im Landkreis Konstanz auch in absoluten Zahlen nur etwas oberhalb des Durchschnitts in Baden-Württemberg. In der zufälligen Auswahl gehört er allerdings zu den beiden Landkreisen, mit der größten Wohnfläche pro Person. Der Vergleich, der in Abbildung 77 dargestellt ist, macht zudem sichtbar, dass die Wohnfläche in den Stadtkreisen deutlich geringer ist und z. B. in Stuttgart sogar deutlich unter dem Landesdurchschnitt liegt. Zudem weist die Wohnfläche in Stuttgart pro Person zwischen 2002 und 2011 auch einen deutlich geringeren Zuwachs auf. Mit zwei Quadratmetern fällt er etwa halb so groß aus, wie im Landesdurchschnitt.

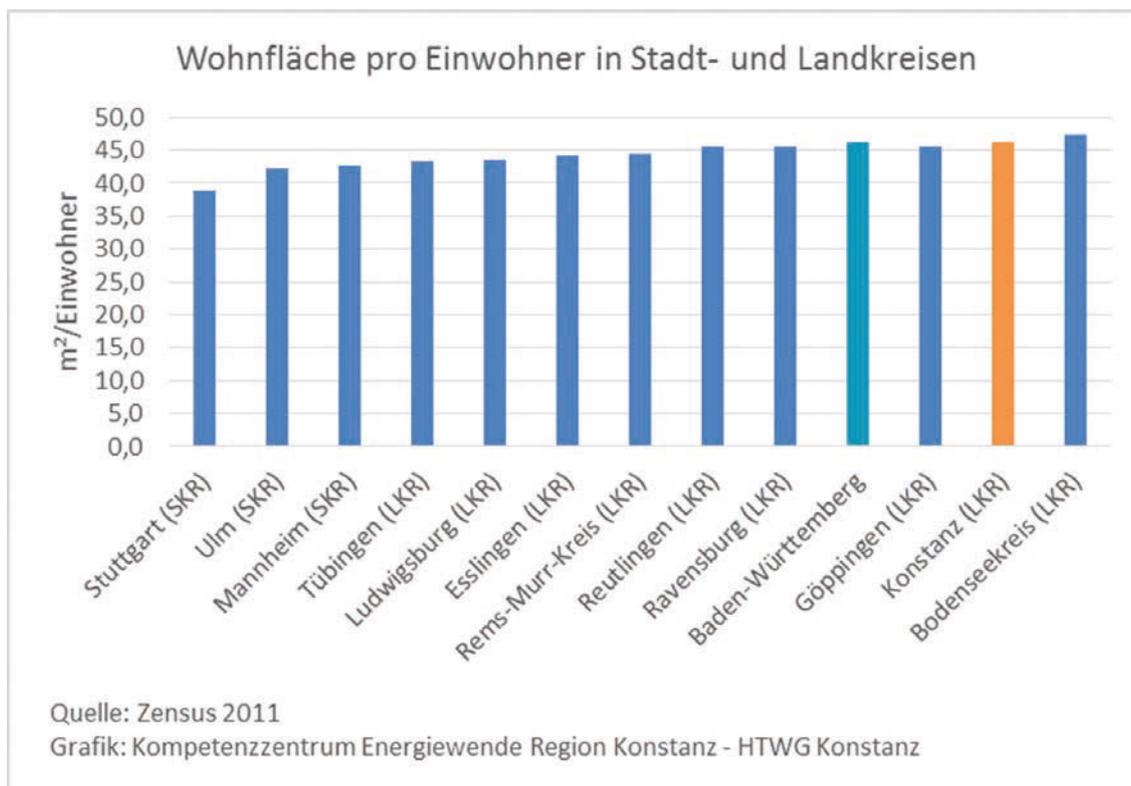


Abb. 77. Wohnfläche pro Einwohner in Stadt- und Landkreisen im Vergleich

Die unterschiedlichen Wohnflächen wirken sich auf den Heizenergiebedarf in den Stadt- und Landkreisen aus. Bei gleichem Energiestandard läge der Heizenergiebedarf für Raumwärme im Landkreis Konstanz um acht Prozent über dem deutschen Durchschnitt. Der Stadtkreis Stuttgart liegt dagegen um rund neun Prozent unter dem Durchschnitt.

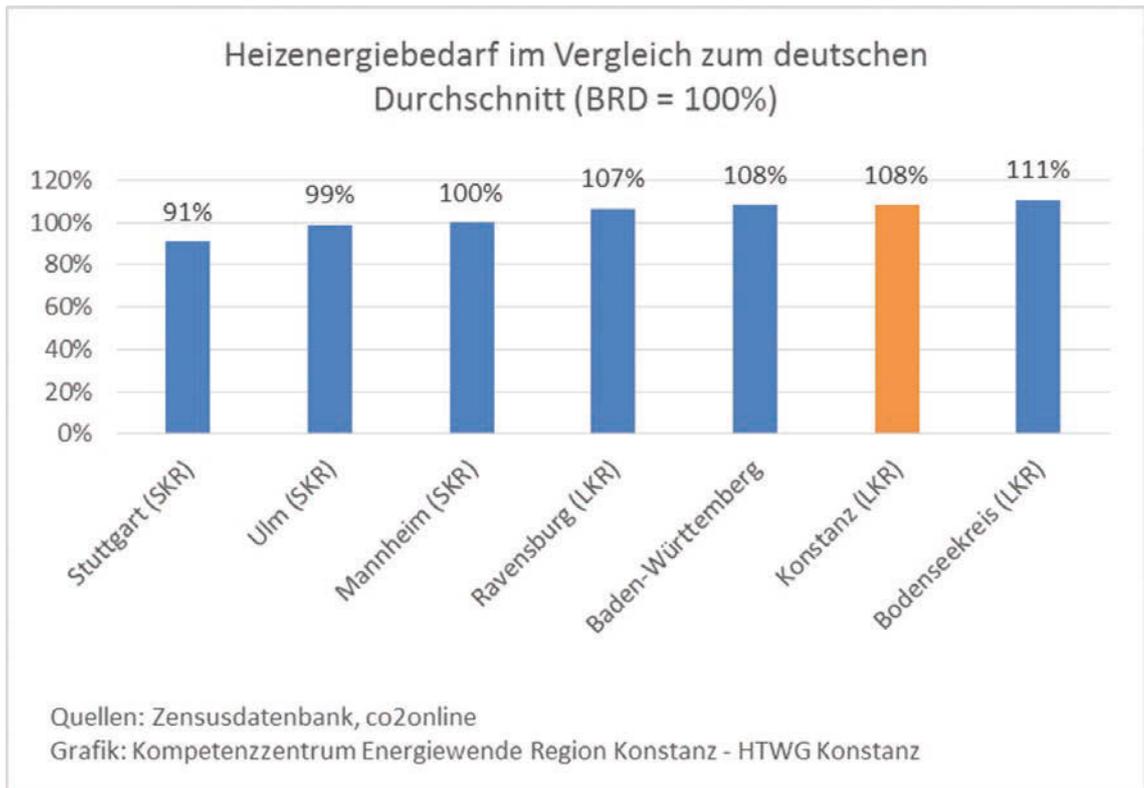


Abb. 78. Heizenergiebedarf im Vergleich zum deutschen Durchschnitt

Durchschnittlicher Energiebedarf pro Person nach Haushaltsgröße

In Abbildung 79 ist der durchschnittliche Strombedarf von Privathaushalten pro Person nach Haushaltsgrößenklassen abgebildet, in Abbildung 80 der durchschnittliche Gesamtenergiebedarf für Wohnen (Strom und Wärme) pro Person nach Haushaltsgröße. Dabei wird deutlich, dass der Energiebedarf pro Person mit einer steigenden Haushaltsgröße abnimmt. Bei Haushaltsgrößen von fünf und mehr Personen kann der Gesamtenergiebedarf selbst beim heutigen durchschnittlichen Energiestandard deutlich unter 5.000 kWh pro Person liegen, während er bei Einpersonenhaushalten in der Regel mehr als doppelt so hoch liegt.

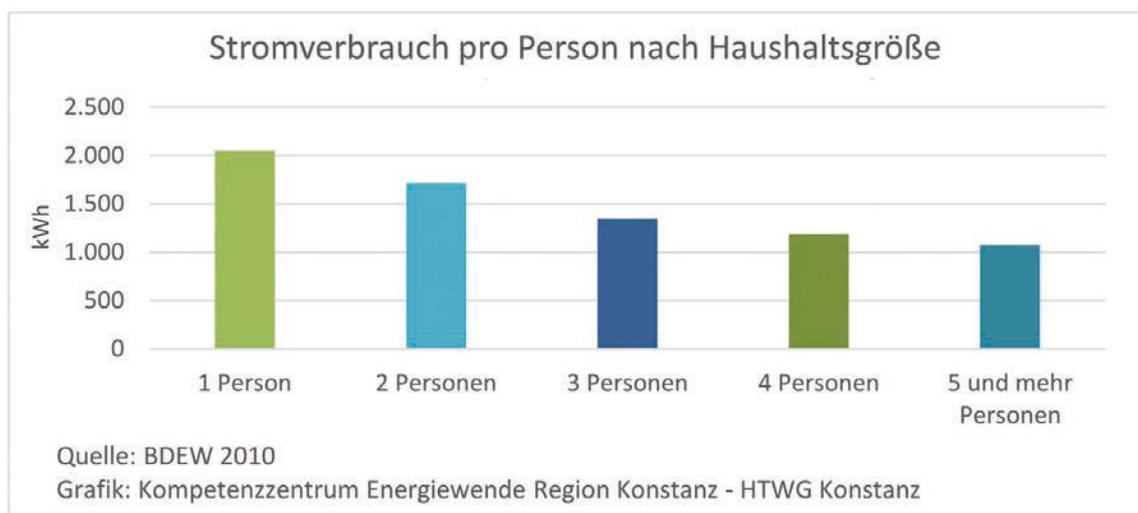


Abb. 79. Stromverbrauch pro Person nach Haushaltsgröße

Der größte Sprung beim Gesamtenergieverbrauch zeigt sich vom Zweipersonenhaushalt zum Einpersonenhaushalt. Ein Einpersonenhaushalt benötigt im Schnitt fast 45 Prozent mehr Energie als ein Haushalt mit zwei Personen. Im Vergleich zum Dreipersonenhaushalt verbraucht der Zweipersonenhaushalt wiederum 34 Prozent mehr Energie. Bei noch mehr Bewohnern werden die Unterschiede allerdings mit der steigenden Personenzahl immer geringer. Die dargestellten Werte dienen zur Orientierung. In Abhängigkeit von tatsächlichen Wohnflächen und Verbrauchsgewohnheiten, die sich sehr stark unterscheiden können, sind im Einzelfall entsprechend große Abweichungen von den angegebenen Werten möglich.

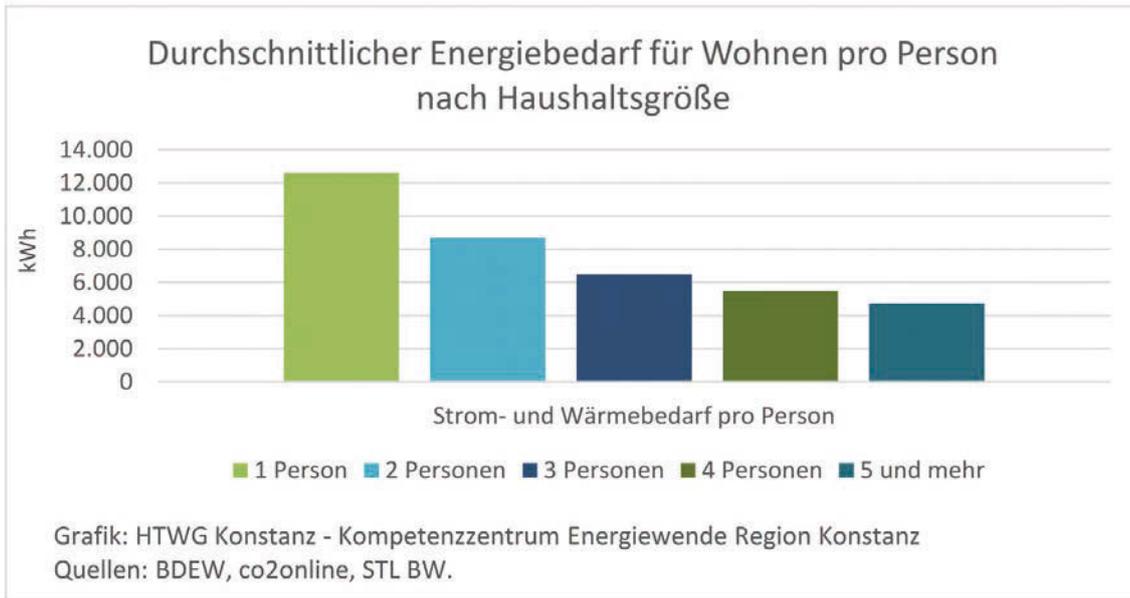


Abb. 80. Durchschnittlicher Energiebedarf für Wohnen pro Person nach Haushaltsgröße

Durchschnittliche Haushaltsgröße

Aufgrund der großen Bedeutung der durchschnittlichen Haushaltsgröße für den Energiebedarf der Haushalte pro Einwohner (wie in Abbildung 79 und Abbildung 80 dargestellt) wirkt sich die Entwicklung der durchschnittlichen Haushaltsgröße direkt auf den Strom- und Wärmebedarf der privaten Haushalte im Landkreis aus. In Abbildung 81 ist ihre Entwicklung im Landkreis seit 1961 im Vergleich zum Landesdurchschnitt dargestellt. Zwischen 1987 und 2013 hat die Zahl der Personen pro Haushalt im Landkreis um neun Prozent abgenommen.

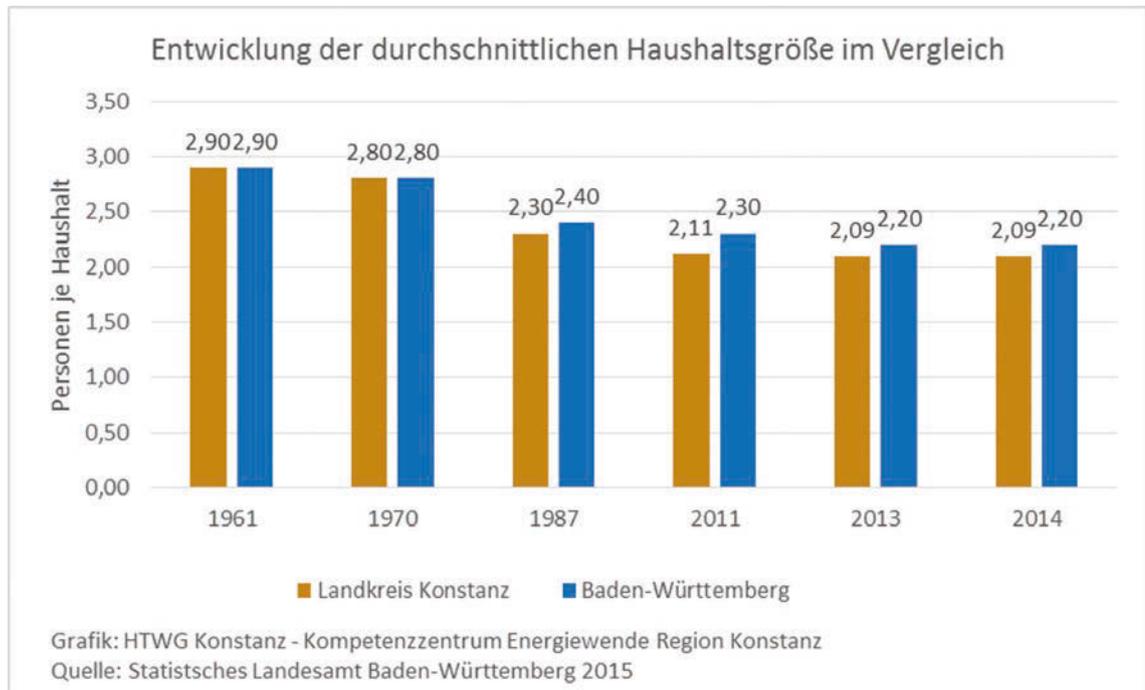


Abb. 81. Entwicklung der durchschnittlichen Haushaltsgröße im Vergleich

In Abbildung 82 sind die durchschnittlichen Haushaltsgrößen in den Gemeinden des Landkreises abgebildet. Dabei zeigen sich von Gemeinde zu Gemeinde große Unterschiede. Die Gemeindedurchschnitte reichen von 1,68 Personen bis zu 2,48 Personen pro Haushalt.

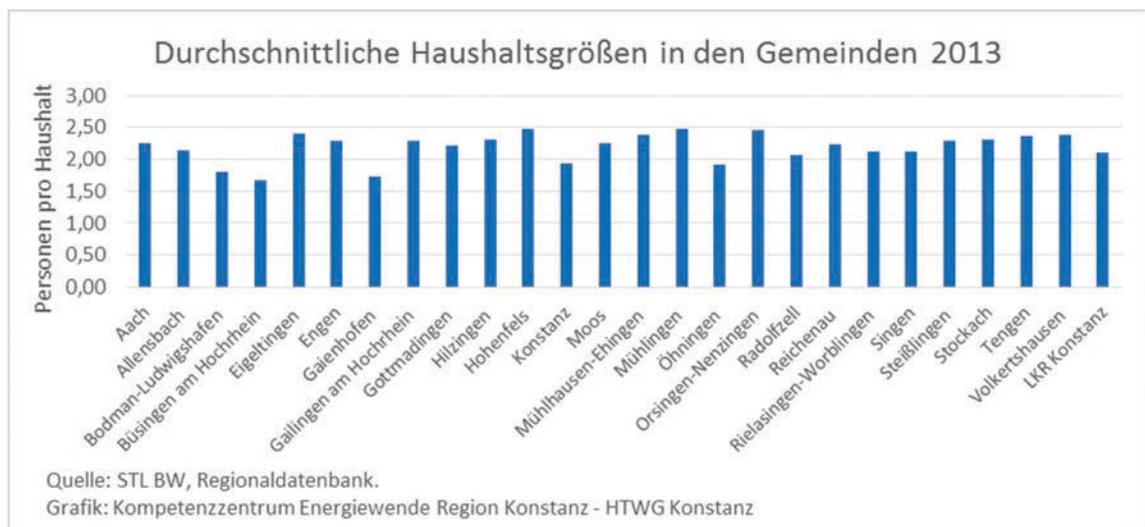


Abb. 82. Durchschnittliche Haushaltsgrößen in den Gemeinden 2013

Neben der durchschnittlichen Haushaltsgröße unterscheidet sich im Landkreis Konstanz auch ihre Entwicklung von Gemeinde zu Gemeinde erheblich. Sie ist in Abbildung 83 dargestellt. Während die durchschnittliche Haushaltsgröße in 3 Gemeinden zwischen den Jahren 2011 und 2014 zugenommen hat, hat sie in den übrigen 22 Städten und Gemeinden im gleichen Zeitraum teils deutlich abgenommen. Die Gemeindedurchschnitte liegen zwischen +1,5 Prozent und -3,9 Prozent. Im Durchschnitt des Landkreises ist eine Abnahme von einem Prozent innerhalb von drei Jahren zu verzeichnen. Ein direkter Zusammenhang zwischen der Größe der Gemeinde und der Haushaltsgrößenentwicklung ist nicht erkennbar.

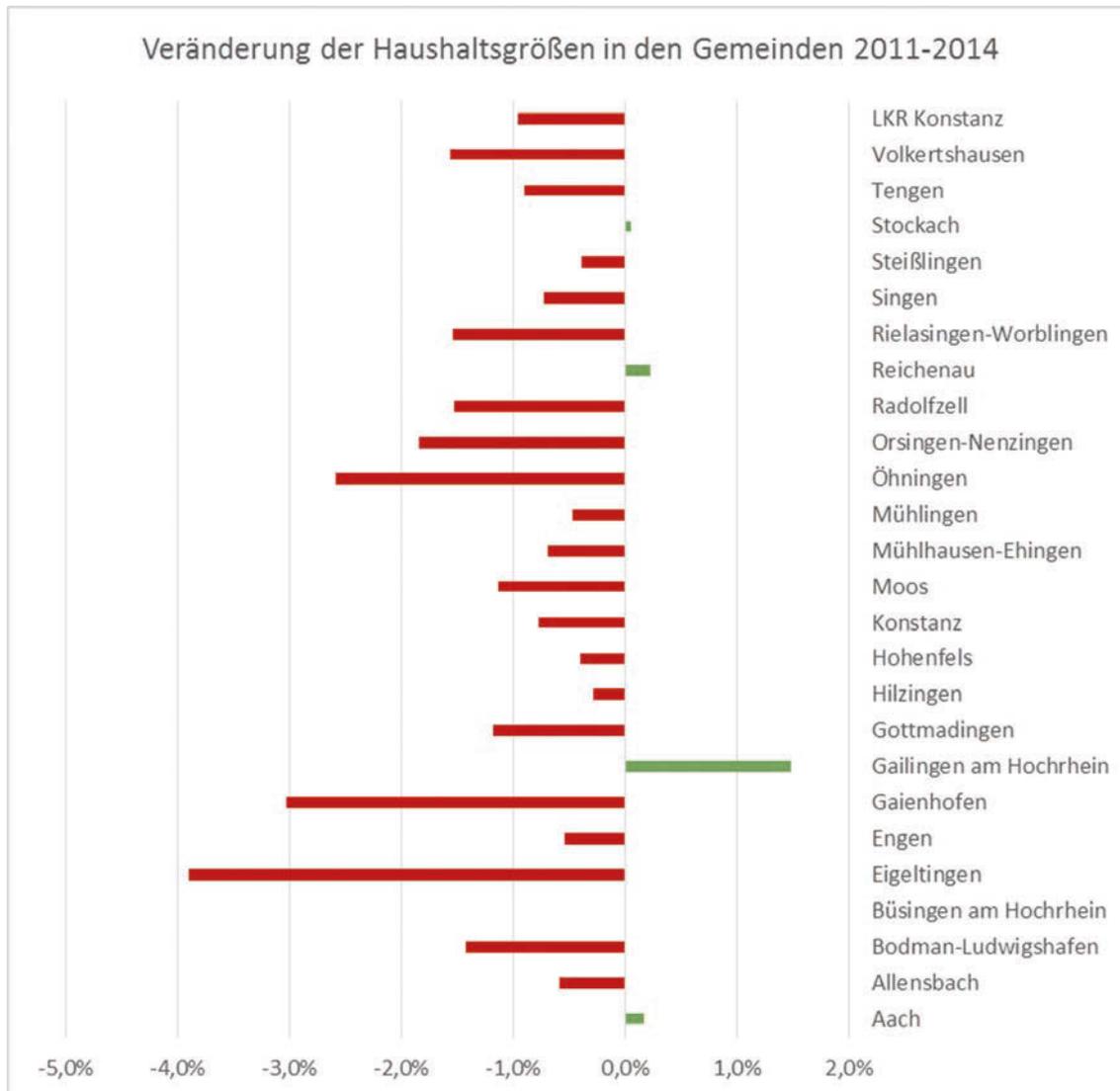


Abb. 83. Veränderung der Haushaltsgrößen in den Gemeinden 2011-2014

Strombedarf der Haushalte in den Gemeinden

Auf Basis der Anteile der einzelnen Haushaltsgrößenklassen wurde der Strombedarf der Gemeinden geschätzt. Vergleicht man den Strombedarf im Sektor Wohnen pro Haushalt (vgl. Abbildung 84) und den Strombedarf pro Einwohner (vgl. Abbildung 85), so wird ersichtlich wie stark sich die Belegungsdichte (Personen pro Haushalt) auf den Strombedarf der Gemeinden auswirkt. So benötigt die Stadt Konstanz pro Haushalt der Schätzung zufolge fünf Prozent weniger Strom, als der Landkreis im Durchschnitt. Pro Einwohner liegt der Bedarf dagegen um zweieinhalb Prozent über dem Durchschnitt. Die Belegungsdichte liegt in der Stadt Konstanz knapp unter 2,0 Personen pro Haushalt, der Stromverbrauch knapp über 3.000 kWh pro Haushalt. Die Gemeindedurchschnitte beim Stromverbrauch der Gemeinden reichen im Landkreis von rund 3.000 kWh/Haushalt bis zu 3.600 kWh/Haushalt.

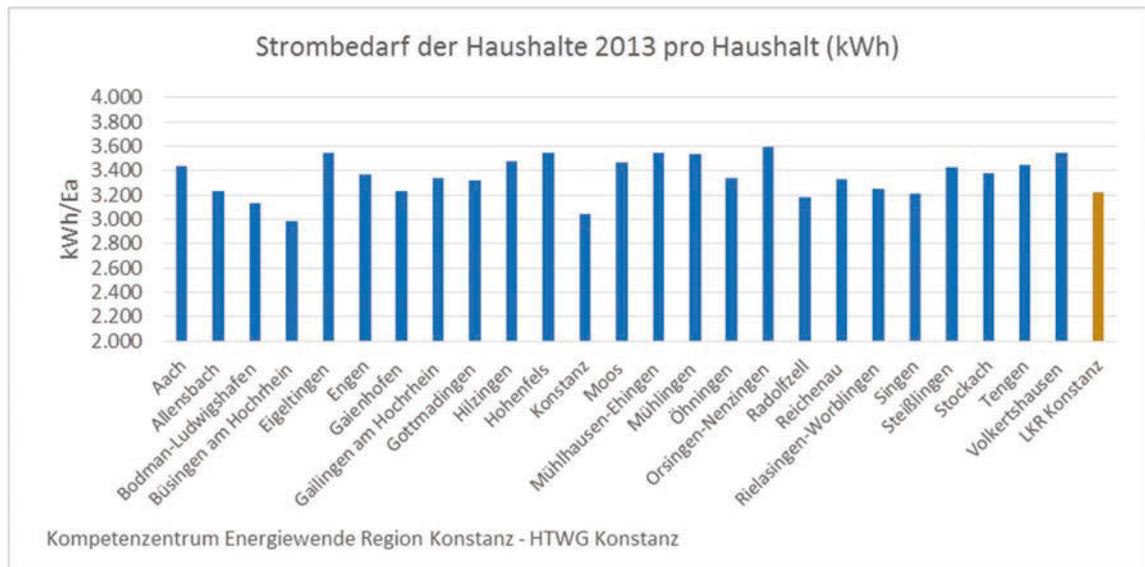


Abb. 84. Strombedarf der Haushalte 2013 pro Haushalt (kWh)

Noch deutlicher als in Konstanz zeigt sich der Unterschied zwischen dem Stromverbrauch pro Haushalt und dem Stromverbrauch pro Einwohner im Verhältnis zum Landkreisdurchschnitt in den Gemeinden Öhningen, Bodman-Ludwigshafen, Büdingen am Hochrhein und Gaienhofen, die nach Angaben des Statistischen Landesamtes eine Belegungsdichte von deutlich unter 2,0 Personen pro Haushalt aufweisen.

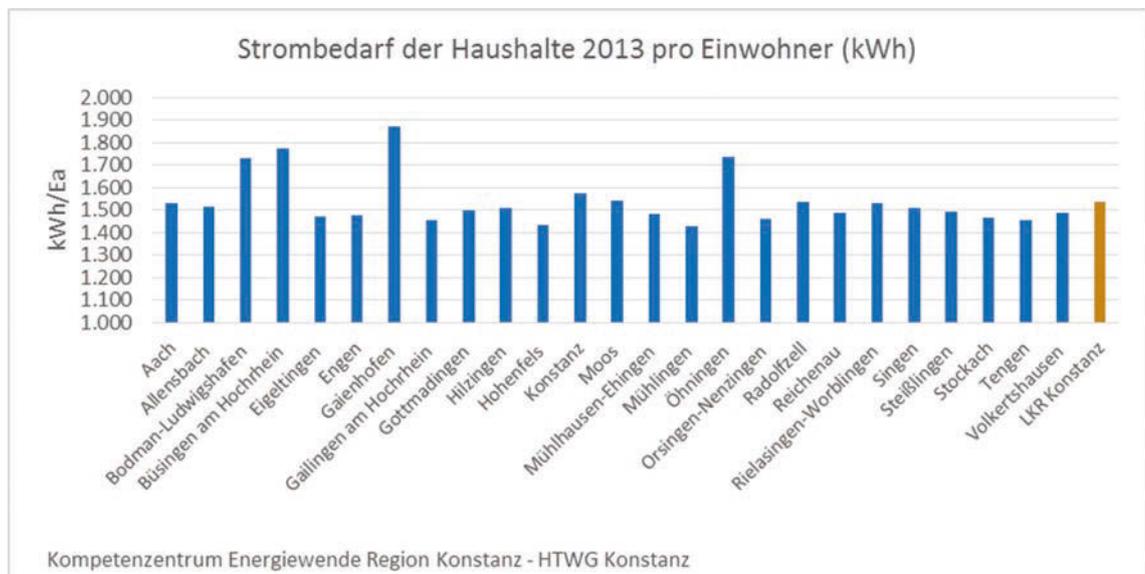
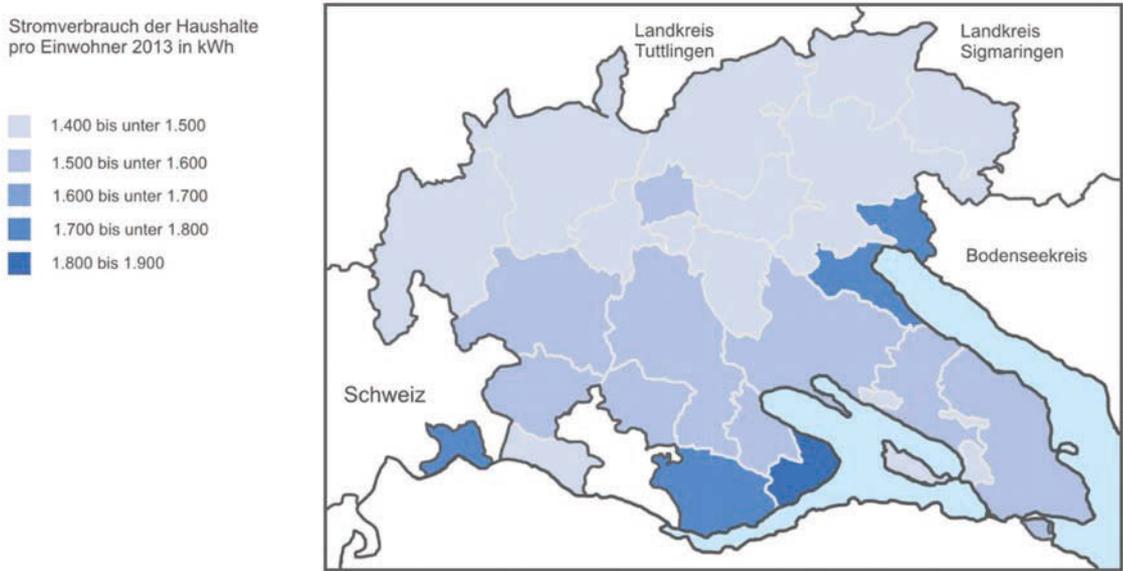


Abb. 85. Strombedarf der Haushalte 2013 pro Einwohner (kWh)

Den niedrigsten Strombedarf pro Einwohner weisen die Haushalte der Gemeinden Hohenfels und Mühlingen auf. Die Gemeindedurchschnitte der Strombedarfe der Gemeinden für den Sektor Wohnen liegen im Landkreis zwischen rund 1.400 kWh und rund 1.900 kWh pro Einwohner und Jahr.

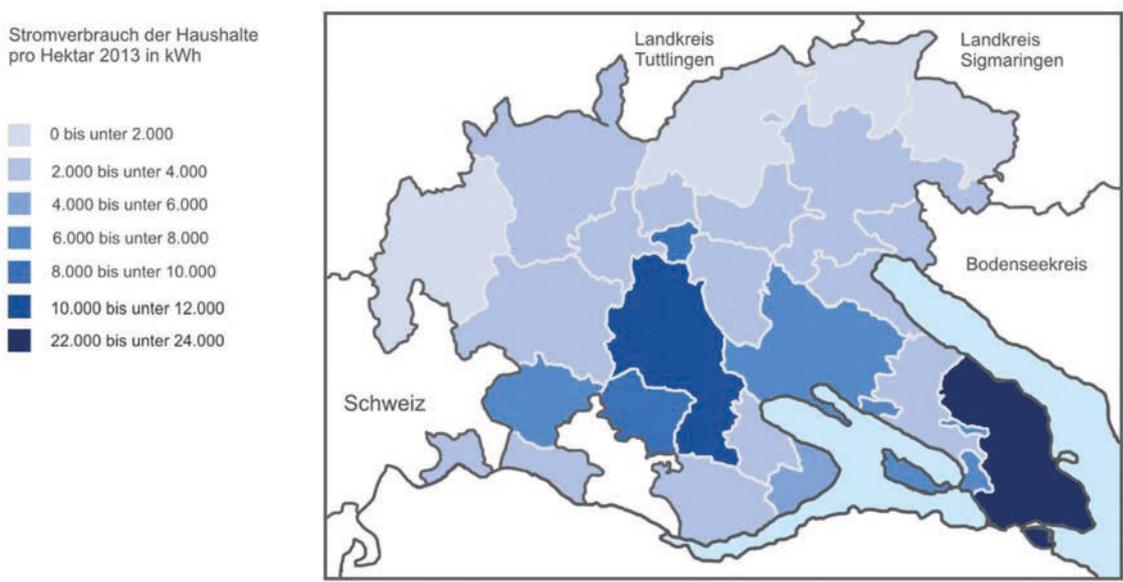
Die in der Bedarfsschätzung berechneten Werte sind in Abbildung 86 und Abbildung 87 als Übersichtskarten dargestellt. Hier zeigt sich, dass der Strombedarf pro Haushalt in den südlicher gelegenen Gemeinden etwas höher ausfällt als in den nördlicher gelegenen.



Grafik: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz – HTWG Konstanz

Abb. 86. Strombedarf der Haushalte pro Einwohner im Jahr 2013 (Kartendarstellung)

Berechnet man den Strombedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche, macht sich die Besiedlungsdichte in den Gemeinden bemerkbar. Je mehr Einwohner pro Hektar angesiedelt sind, desto höher ist der Strombedarf pro Hektar.



Grafik: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz – HTWG Konstanz

Abb. 87. Strombedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche im Jahr 2013

Wie groß die Unterschiede beim Strombedarf pro Hektar aufgrund der Besiedlungsdichte ausfallen, ist in Abbildung 88 noch einmal veranschaulicht. Die Gemeindedurchschnitte reichen von 920 kWh/ha bis zu 23.400 kWh/ha. Im Landkreis liegt der Strombedarf der Haushalte insgesamt bei 5.140 kWh/ha.

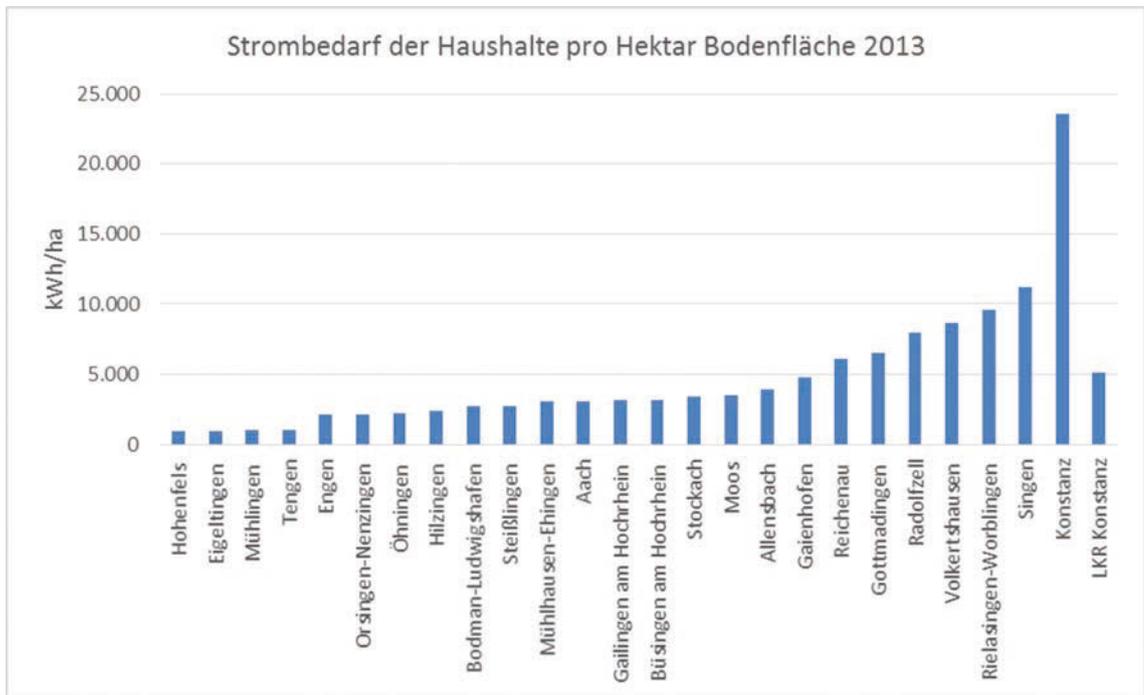


Abb. 88. Strombedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche 2013

Wärmebedarf der Haushalte

Der Raumwärmebedarf der Gemeinden für das Wohnen liegt im Landkreis insgesamt bei 12.500 kWh pro Haushalt. Inklusive Warmwasser liegt der Wärmebedarf der Haushalte geschätzt bei rund 14.700 kWh pro Haushalt. Die Gemeindedurchschnitte beim Raumwärmebedarf liegen zwischen 10.540 und 17.200 kWh/Haushalt. Dies entspricht einer Differenz von 63 Prozent. Es ist allerdings fraglich, ob in Gemeinden mit einer Wohnfläche zwischen 60 und 70 m² Wohnfläche pro Einwohner die gesamte Fläche in gleicher Intensität beheizt wird, wie in Gemeinden mit weniger als 50 m² Wohnfläche pro Einwohner. Dennoch bietet die Schätzung zumindest eine Orientierung. Elf Gemeinden liegen zwischen 16.000 und 18.000 kWh pro Haushalt und Jahr, acht Gemeinden verbrauchen weniger.

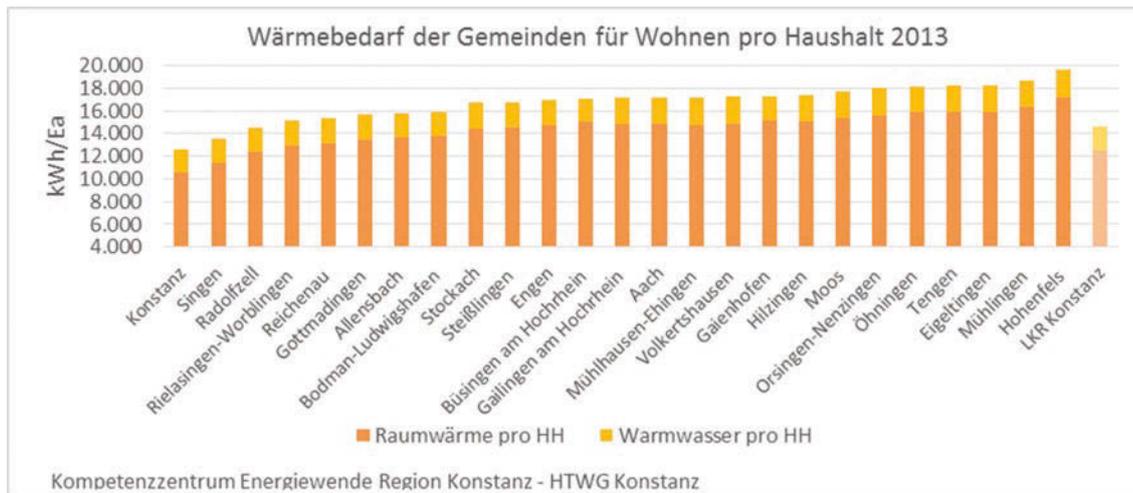


Abb. 89. Wärmebedarf der Gemeinden für Wohnen pro Haushalt

Etwas ungleichmäßiger fallen die Unterschiede zwischen den Gemeinden aus, wenn man den anhand der Wohnfläche geschätzten Wärmebedarf (inkl. Warmwasser) pro Einwohner betrachtet. Die Gemeindedurchschnitte reichen hier von 6.400 bis zu 10.160 kWh pro Einwohner und Jahr, was einer Differenz von 59 Prozent entspricht. 18 von 25 Gemeinden liegen jedoch zwischen 7.000 und 8.000 kWh/Ea. Der Landkreis liegt insgesamt bei 7.000 kWh/Ea.

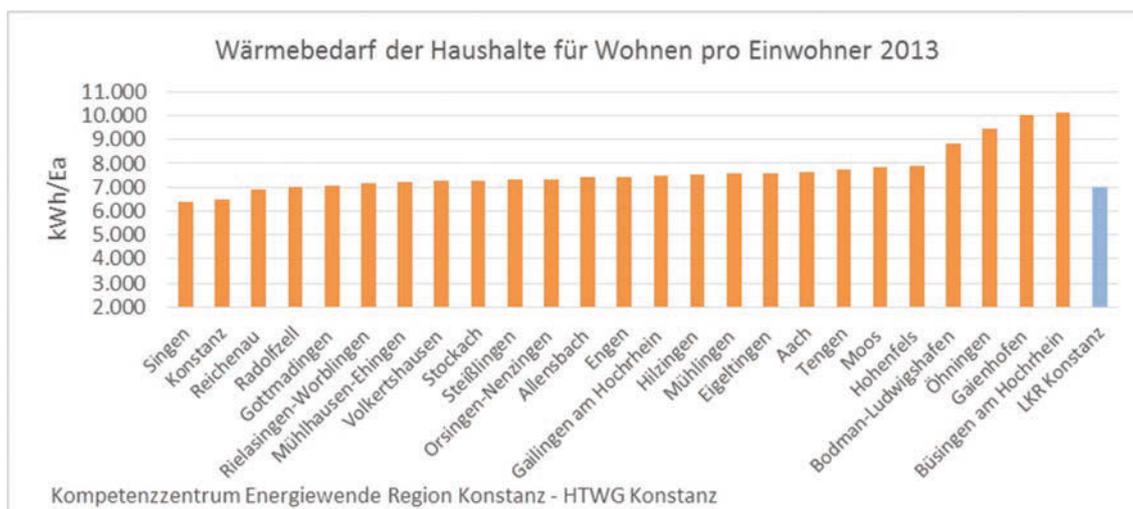
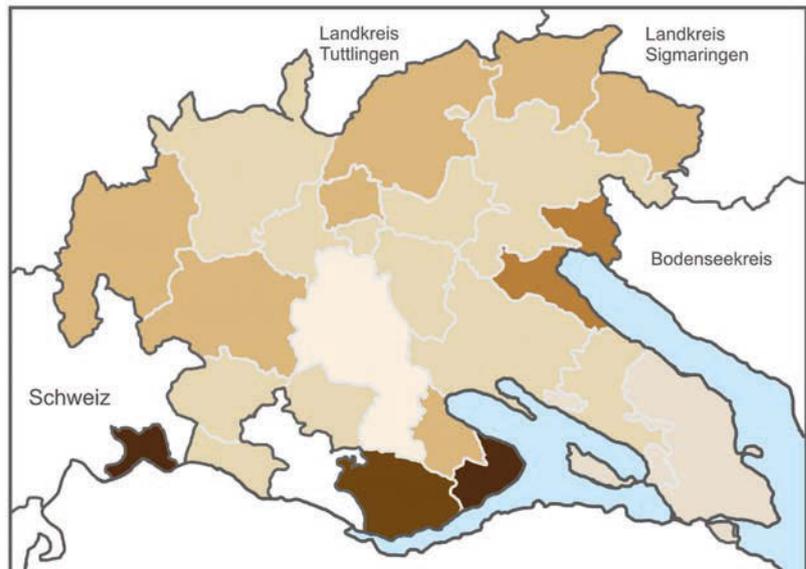


Abb. 90. Wärmebedarf der Gemeinden für Wohnen pro Einwohner

In Abbildung 91 ist der Wärmeverbrauch der Haushalte als Karte dargestellt.

Wärmeverbrauch der Haushalte pro Einwohner 2013 in kWh



Grafik: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz – HTWG Konstanz

Abb. 91. Wärmeverbrauch der Haushalte pro Einwohner (Kartendarstellung)

Bezogen auf den Hektar Bodenfläche zeigt sich beim Wärmebedarf der Haushalte ein ähnliches Bild wie beim Strom. Vor allem die Besiedlungsdichte ist auch hier ausschlaggebend. Der Bedarf pro Hektar ist in Abbildung 92 und Abbildung 93 dargestellt. Der durchschnittliche Bedarf liegt im Landkreis insgesamt bei 23.400 kWh/ha.

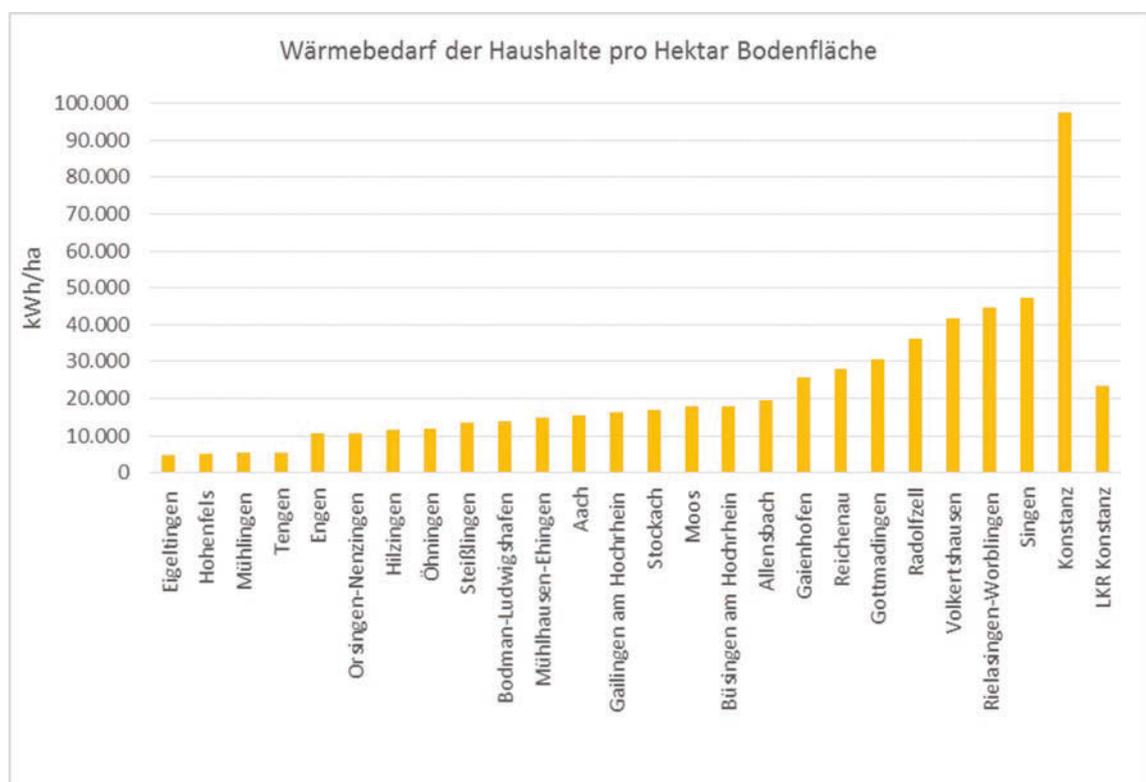
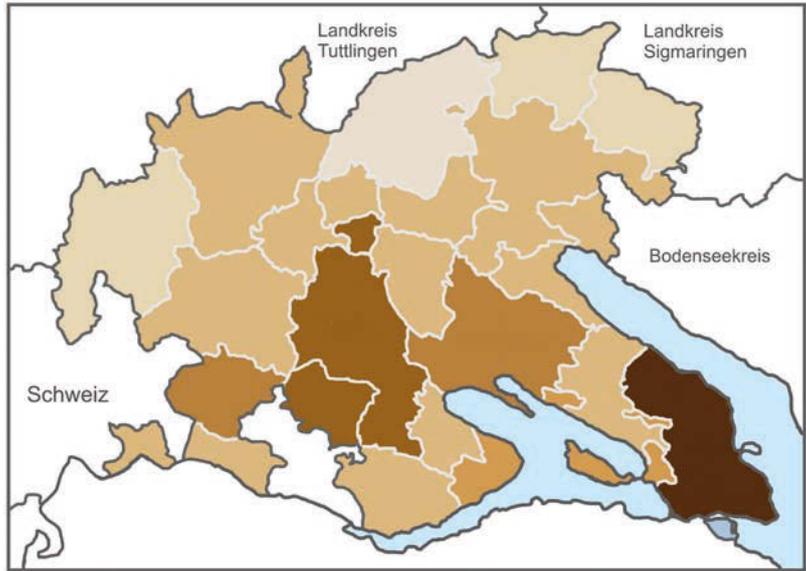


Abb. 92. Wärmebedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche

Wärmeverbrauch der Haushalte pro Hektar 2013 in kWh



Grafik: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz – HTWG Konstanz

Abb. 93. Wärmebedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche (Kartendarstellung)

Abbildung 94 zeigt, wie sich der anhand der Wohnflächen geschätzte Energiebedarf der Haushalte für Raumwärme im Landkreis Konstanz im Vergleich zum Durchschnitt von Land und Bund sowie zum Stadtkreis Stuttgart zwischen den Jahren 2002 und 2011 (Stand Zensus 2011) entwickelt hat. Die Darstellung verdeutlicht, wie groß der Einfluss der Wohnflächenentwicklung auf die Energiebedarfsentwicklung sein kann. Die möglichen 20 Prozent Einsparung durch Effizienzsteigerung erreicht keine der Vergleichsregionen. Die Einsparung in Konstanz fällt mit acht Prozent etwas geringer aus als im Landesdurchschnitt und deutlich geringer als im Stadtkreis Stuttgart, wo sie bei 13 Prozent liegt.



Abb. 94. Reduktion des Raumwärmebedarfs pro Person im Vergleich

Beheizungsstruktur

Die Beheizungsstruktur des Gebäudebestandes ist im Landkreis Konstanz noch weitgehend unbekannt. Sie wurde deshalb über den Landesdurchschnitts 2012 nach Angaben des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg geschätzt (vgl. STL BW 2012b, S.16). Dazu wurde der Landeswert über bekannte Daten angepasst. Berücksichtigt wurden dabei unter anderem Daten der Energieversorger aus Energiewendeberichten und Klimaschutzkonzepten der Städte Stockach, Radolfzell, Singen und Konstanz. Zudem wurde das Kreisforstamt befragt. Daten der Schornsteinfeger lagen für diesen Monitor nicht vor. Aufgrund der vorliegenden Rechercheergebnisse ist davon auszugehen, dass es im Landkreis eine erheblich geringere Fernwärmenutzung gibt als im Landesdurchschnitt. Daten zu einer nennenswerten Fernwärmenutzung liegen bisher nur für die Stadt Stockach vor (vgl. Stadt Stockach, S. 23). Ein Zubau von Fernwärmenutzung ist nicht bekannt. Die Nutzung von Biomasse, wobei es sich hauptsächlich um die Nutzung von Holz handelt, dürfte nach Einschätzung des Kreisforstamtes nicht wesentlich vom Landesdurchschnitt abweichen (LRA 2014). Relativ zahlreich sind zudem Bioenergiedörfer im Landkreis, ihr Anteil an der gesamten Gebäudebeheizungsstruktur ist aber noch gering. Die Nutzung der Solarthermie wurde über Daten der Solarbundesliga geschätzt. Ausgehend von den Daten, die überwiegend für die Jahre 2011/2012 vorlagen, wurde die Entwicklung in den Jahren 2009 bis 2013 anhand der Marktanteile der verschiedenen Heizungssysteme am Zubau und Ersatz von Heizungen in Deutschland geschätzt, die jährlich vom BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.) veröffentlicht werden. Demnach sinkt der Anteil von Ölheizungen aufgrund ihres geringen Anteils von nur rund einem Prozent an Neubau und Ersatz. Der Anteil von Gasheizungen an Neubau und Ersatz ist nach wie vor groß, was zu einem steigenden Anteil am Gesamtbestand im Vergleich zu den Ölheizungen führt. Einen hohen Anteil haben mit rund einem Viertel mittlerweile Wärmepumpensysteme.

Die Schätzung beruht, wie dargestellt, auf einer größeren Zahl von Annahmen. Es erscheint daher sinnvoll, die Beheizungsstruktur des Landkreises z. B. per Befragung zu ermitteln.



Abb. 95. Geschätzte Gebäudebeheizungsstruktur

In Abbildung 96 ist die Struktur der Wohnungsbeheizung im Neubau in Deutschland dargestellt. Die Anteile von Gas und Wärmepumpen sind seit 2009 relativ konstant. Rund die Hälfte der Neuanlagen wird mit Erdgas beheizt. Bei rund einem Viertel der Anlagen handelt es sich um Wärmepumpen. Der Anteil der Fernwärme ist zwischen 2009 und 2013 von 13 auf 20 Prozent gestiegen, der Anteil von Holz ist von neun auf sechs Prozent gesunken. Strom und Heizöl haben jeweils einen Anteil von einem Prozent.

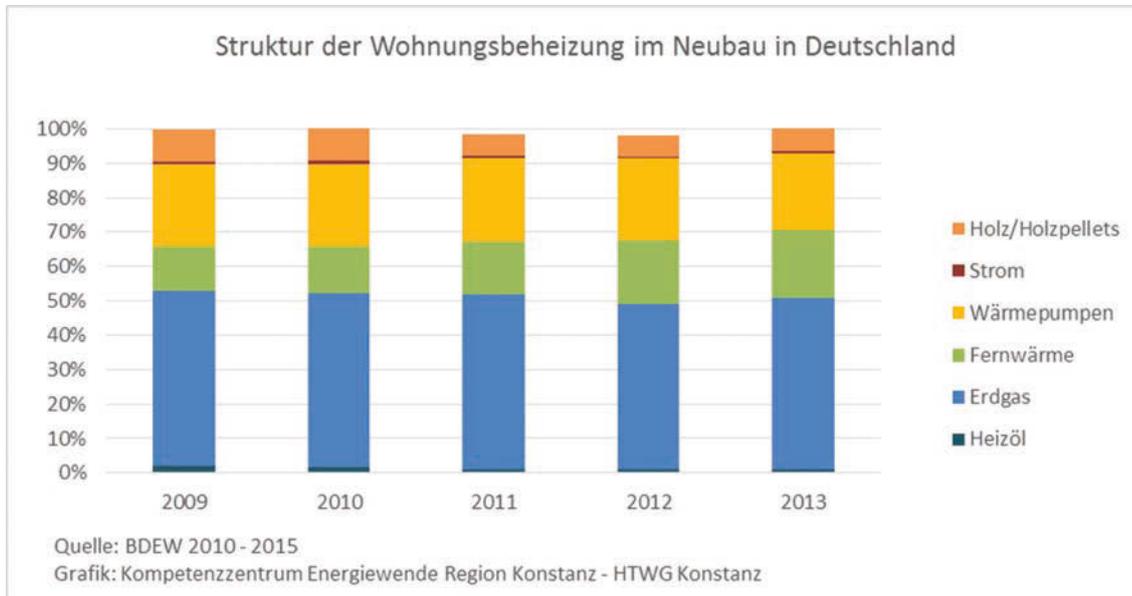


Abb. 96. Anteile an Neubau und Ersatz von Gebäudeheizungen in Deutschland

Endenergiebedarf der Haushalte für Wohnen

Der Endenergiebedarf der Haushalte für das Wohnen setzt sich aus Stromverbrauch, dem Raumwärmeverbrauch und dem Wärmeverbrauch für die Warmwasserbereitung zusammen. Im Landkreis Konstanz liegt dieser im Durchschnitt bei 15.700 kWh pro Haushalt. Die gerundeten Gemeindedurchschnitte reichen von 17.900 kWh/Haushalt in Konstanz bis zu 23.200/Haushalt in Hohenfels (vgl. Abbildung 97).

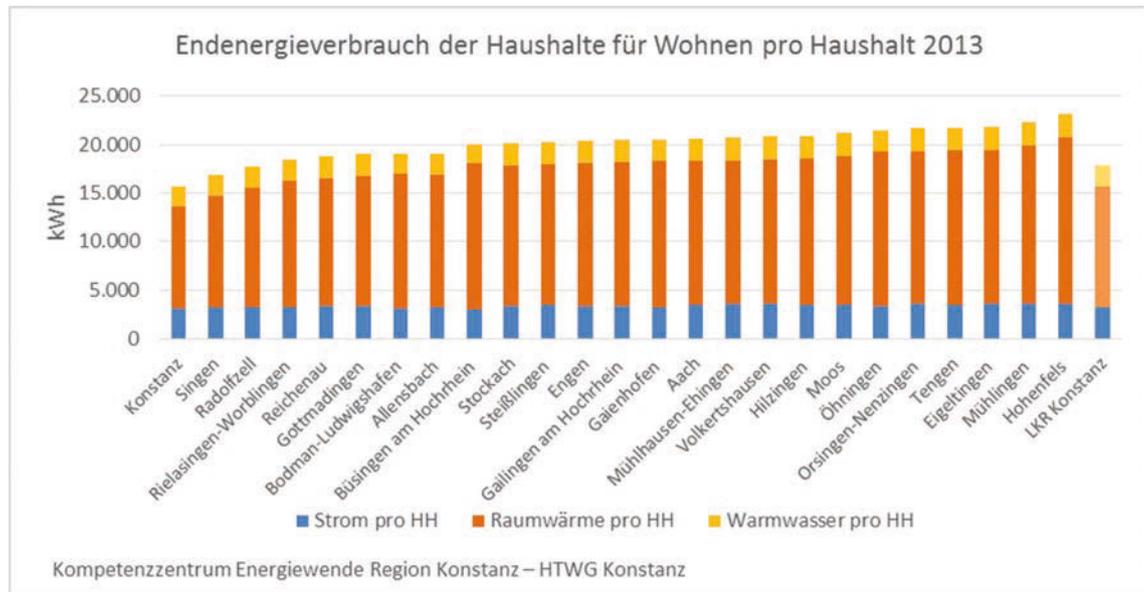


Abb. 97. Endenergieverbrauch der Haushalte für Wohnen pro Haushalt 2013

Pro Einwohner liegt er in den Gemeinden zwischen rund 8.000 kWh/Ea in Singen und rund 12.000 kWh/Ea in Büdingen am Hochrhein. Der Durchschnitt im gesamten Landkreis beträgt 8.600 kWh/Ea (vgl. Abbildung 98).

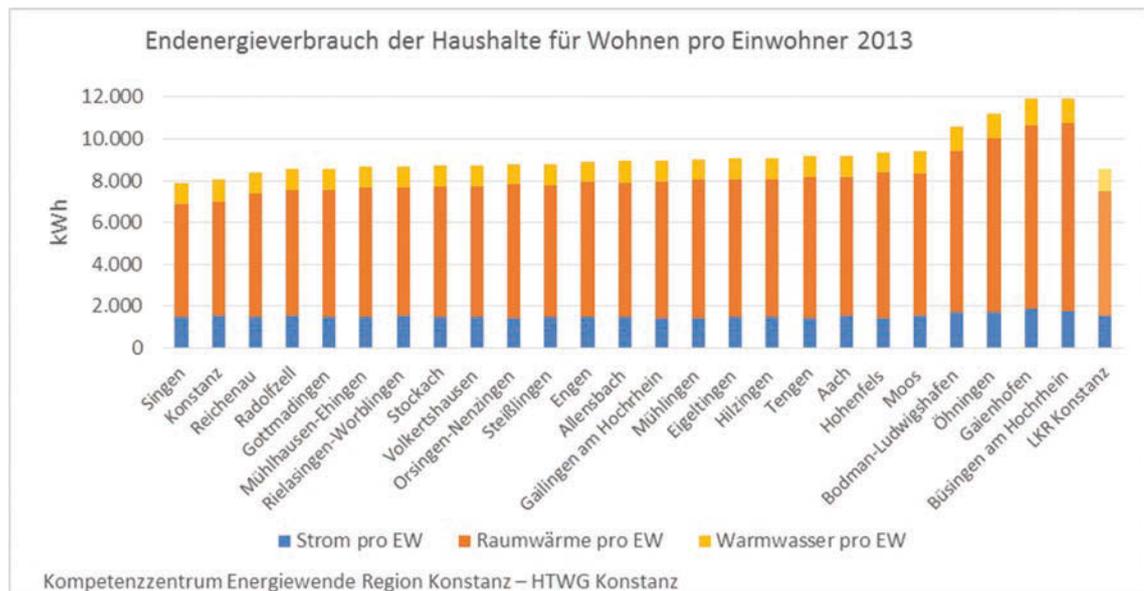


Abb. 98. Endenergieverbrauch der Haushalte für Wohnen pro Einwohner 2013

Endenergiebedarf der Haushalte für Wohnen und Treibstoffe

Um den gesamten Endenergieverbrauch der Haushalte sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen und Energiekosten der Haushalte abzuschätzen, müssen die Endenergiebedarfe für das Wohnen und die Mobilität addiert werden. Da dies nicht umfassend, d. h. inklusive der Nutzung von ÖPNV, Bahn und Flugzeug, möglich ist, wird hier nur der motorisierte Individualverkehr per Pkw abgebildet. In den Gemeinden bewegt sich dieser zwischen 11.200 kWh/Ea in Konstanz und 16.600 kWh/Ea in Gaienhofen. Der Durchschnitt des gesamten Landkreises beträgt 12.500 kWh/Ea.

Der Endenergiebedarf aller Haushalte für Wohnen und Treibstoffe summiert sich auf **3,4 Terrawattstunden**. Dies entspricht fast 52 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs des Landkreises.

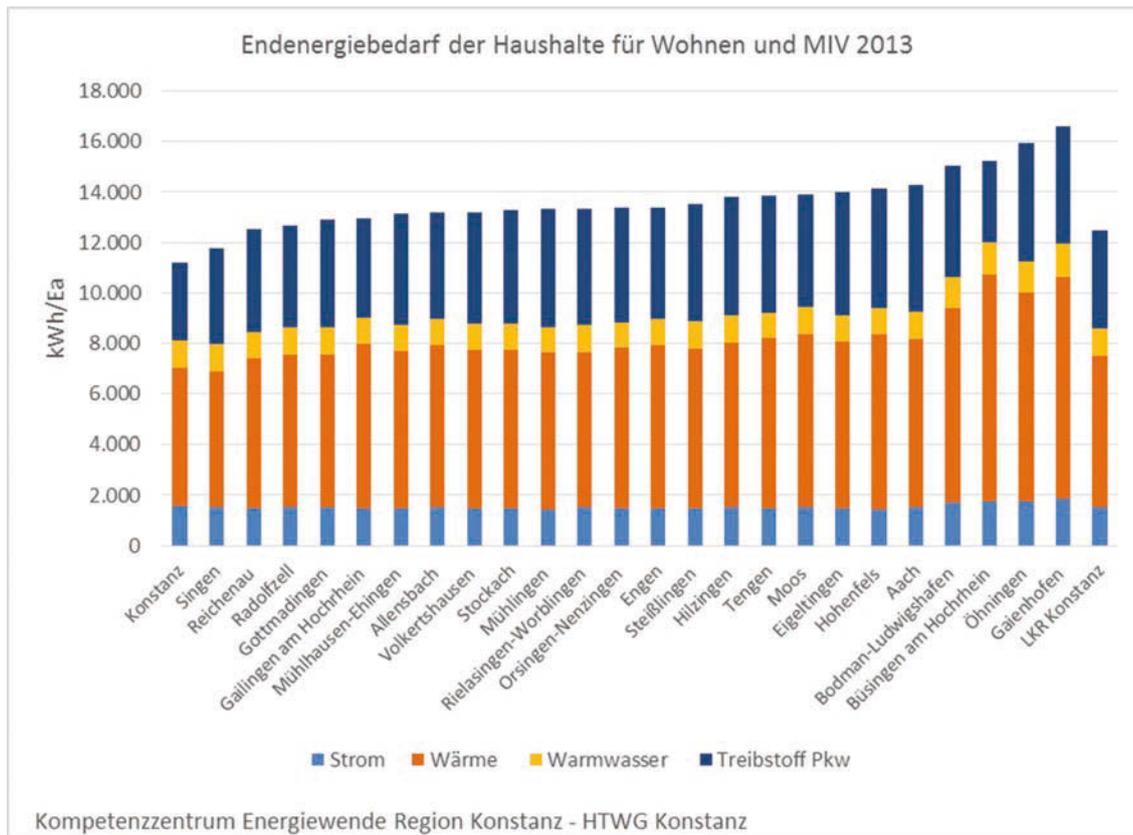


Abb. 99. Endenergiebedarf der Haushalte für Wohnen und Treibstoffe 2013

4.3. Industrie

Der Endenergieverbrauch der Industrie im Landkreis Konstanz betrug im Jahr 2013 rund 1,77 Terrawattstunden. Er wird jährlich durch das Statistische Landesamt erfasst und ist der Landesdatenbank (vgl. STL BW 2015d) zu entnehmen.

Energieverbrauch der Industrie nach Energieträgern

Der Endenergieverbrauch der Industrie im Landkreis Konstanz zeigt zwischen dem Jahr 2003 und dem Jahr 2013 eine leicht abnehmende Tendenz mit konjunkturell bedingten Schwankungen, sowohl aufwärts als auch abwärts. Dabei ist ein Anstieg von 2003 bis 2006, festzustellen, der im Jahr 2007 vermutlich aufgrund der Finanzkrise endete. Von 2010 bis 2013 war der Verbrauch relativ konstant. Im Jahr 2014 ist ein deutlicher Rückgang zu erkennen. Der Bedarf wird jeweils ungefähr zur Hälfte mit Erdgas und Strom abgedeckt. Der Anteil von Erdöl am Endenergieverbrauch der Industrie ist seit 2003 kontinuierlich zurückgegangen und statistisch inzwischen fast vernachlässigbar.

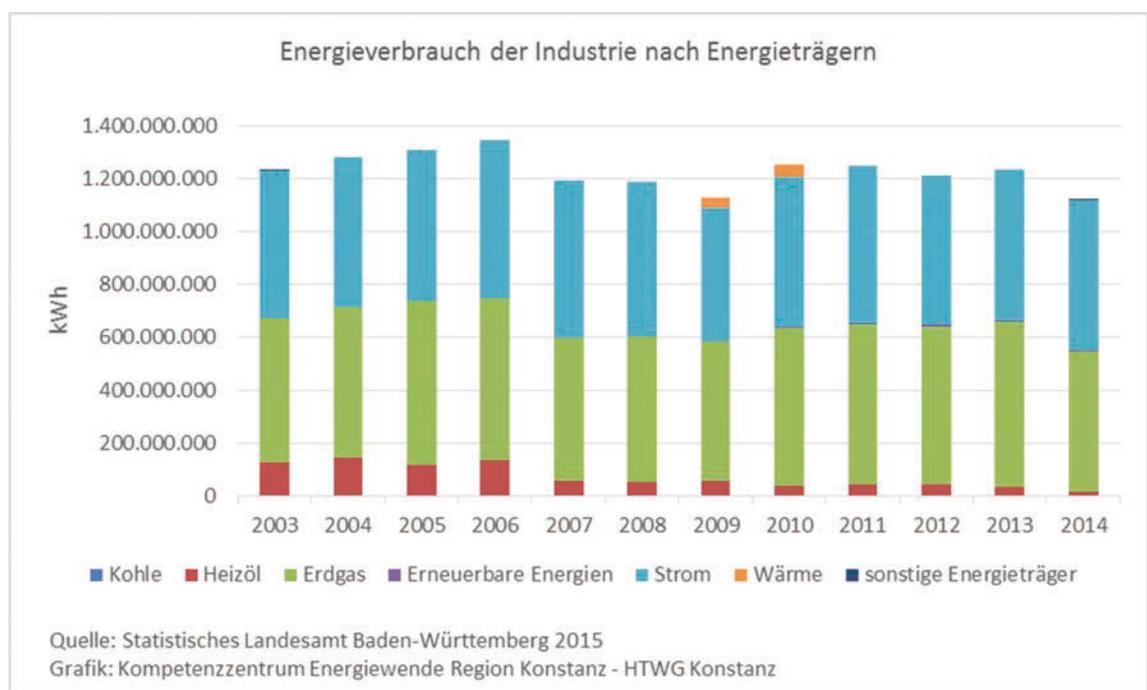


Abb. 100. Energieverbrauch der Industrie nach Energieträgern

Energieverbrauch der Industrie je erwerbstätige Person

Betrachtet man den Energieverbrauch der Industrie im Verhältnis zur Zahl der in Industrie und produzierendem Gewerbe erwerbstätigen Personen, so zeigt sich, dass die pro Arbeitsplatz benötigte Energie deutlich erkennbar zunimmt - um 13 Prozent innerhalb von zehn Jahren. Die Entwicklung ist in Abbildung 101 dargestellt. Dies liegt vor allem darin begründet, dass der Endenergieverbrauch nicht in gleichem Maße gesunken ist, wie die Zahl der Erwerbstätigen (vgl. STL BW 2015rd). Eine genauere Differenzierung von Industrie und produzierendem Gewerbe ist an dieser Stelle nicht möglich, da keine entsprechenden Daten vorlagen und im Rahmen der vorliegenden Erhebung auch nicht ermittelt werden konnten.

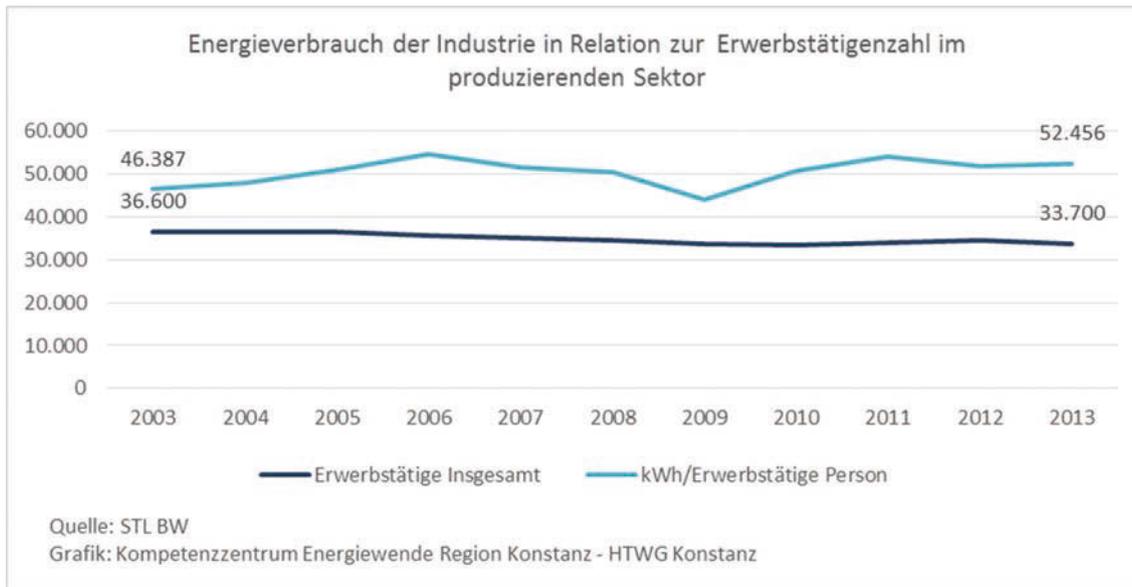


Abb. 101. Energieverbrauch der Industrie in Relation zur Erwerbstätigenzahl im produzierenden Sektor

4.4. Gewerbe, Handel, Dienstleistung

Zum Sektor GHD und öffentlichen Verbraucher liegen für den Landkreis sowie für die meisten Gemeinden keine Daten vor. Im Rahmen der vorliegenden Erhebung war eine Ermittlung nicht möglich. Der Endenergiebedarf sowie die Emissionen des Sektors wurden daher anhand der Durchschnittswerte Deutschlands und Baden-Württembergs geschätzt.

Die Gewerbegebäudefläche (GF Gewerbe) des Landkreises Konstanz im Jahr 2013 unterschied sich pro Einwohner nur geringfügig vom Bundesdurchschnitt 2009. In Deutschland hat der Strom im GHD-Sektor ungefähr einen Anteil von einem Drittel am Energieverbrauch des Sektors, der in Deutschland im Jahr 2009 rund 1,6 MWh/Ea betrug. Der Verbrauch von Gas lag bei 1,4 MWh/Ea, der von Erdölprodukten bei 1,2 MWh/Ea. Inklusive Kohle und Fernwärme lag der Wärmeverbrauch bei rund 3.200 kWh/Ea (vgl. UBA 2012b, S. 22). So ergibt sich eine Summe von 4,8 MWh/Ea. Kohle- und Fernwärmennutzung ist im Landkreis KN nur in sehr geringem Ausmaß bekannt, weshalb je die Hälfte des Fernwärmeverbrauchs bei Erdgas und Erdöl aufgeschlagen werden. Sofern die Effizienzsteigerungen mit denen im Wohngebäudebestand vergleichbar sind, dürfte der Wärmeverbrauch pro Einwohner zwischen 2009 und 2013 um ca. fünf bis zehn Prozent gesunken sein. Somit scheint ein Wert zwischen 4.480 und 4.640 kWh/Ea wahrscheinlich.

Im Landkreis Konstanz liegen lediglich für die Stadt Konstanz Daten zum Sektor GHD vor. Dort betrug der Endenergieverbrauch des Sektors im Jahr 2012 rund 4.470 kWh/Ea (Quelle: Stadt Konstanz). Da der Anteil in Singen und Radolfzell kaum über den Werten Deutschlands und der Stadt Konstanz liegt und in den kleineren Gemeinden eher unterhalb dieser Werte liegen dürfte, wird ein Wert etwas unterhalb der Stadt Konstanz vermutet.

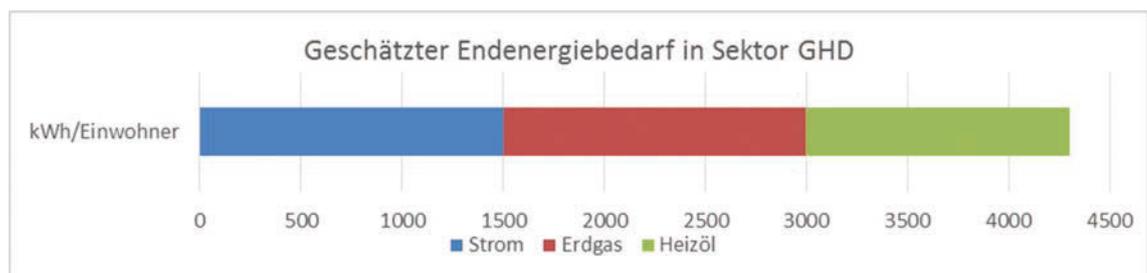


Abb. 102. Geschätzter Endenergiebedarf in Sektor GHD

Wenn man die einzelnen Indikatoren des Sektors betrachtet, wie beispielsweise den Endenergiebedarf pro Quadratmeter Gebäudefläche nach Branchen, erscheint es sehr sinnvoll, den Sektor GHD im Landkreis Konstanz genauer zu betrachten und möglicherweise in einer separaten Studie zu ermitteln. Die Potenziale zur zeitnahen Energieeinsparung werden als vergleichsweise groß eingeschätzt, beispielsweise im Lebensmitteleinzelhandel, der im Bereich des Einzelhandels einen hohen Energiebedarf pro Quadratmeter aufweist. Nachfolgend wird ein Überblick über die durchschnittlichen Bedarfsmengen wichtiger Branchen des Sektors GHD in Deutschland je Quadratmeter bzw. je Arbeitsplatz gegeben.

Energiebedarf je Quadratmeter im mittelständischen Einzelhandel

Der Energiebedarf des Einzelhandels unterscheidet sich von Branche zu Branche sehr stark. So beträgt etwa der Bedarf des Lebensmitteleinzelhandels mehr als das Dreifache des Bedarfs im Möbeleinzelhandel. Hohe Energiebedarfe weisen aber auch der Elektronikeinzelhandel und Apotheken auf (vgl. Statista 2015a).

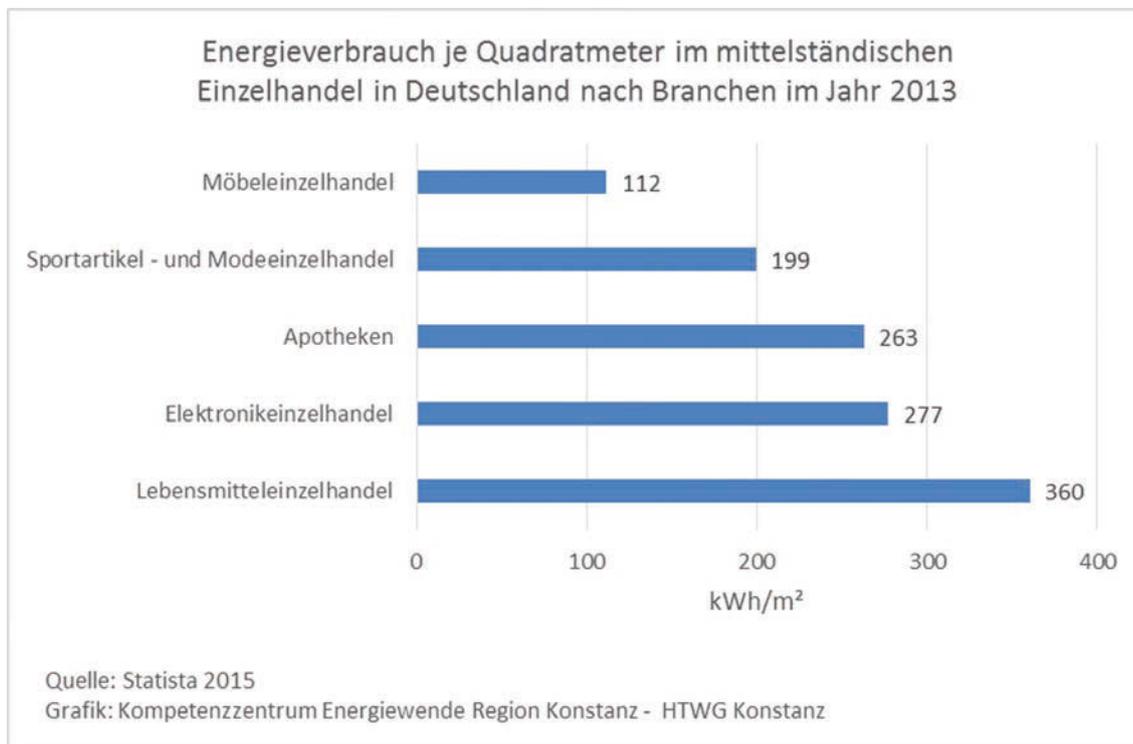


Abb. 103. Energieverbrauch je Quadratmeter im mittelständischen Einzelhandel in Deutschland

Das Einsparpotenzial könnte zumindest im Lebensmittelhandel beachtlich sein. So lässt sich z. B. durch den Einsatz von Selbstbedienungskühlregalen mit Schiebe- oder Drehflügeltüren der Strombedarf im Vergleich zu offenen SB-Kühlregalen um 15 bis 50 Prozent reduzieren. Tiefkühltruhen mit drehzahlgeregelten Kompressoren können im Vergleich zu ihren Vorgängern bis zu 20 Prozent Strom einsparen (vgl. Jakob 2009). Weitere Einsparpotenziale bieten beispielsweise LED-Beleuchtung und eine verbesserte Gebäudedämmung. Die großen Dachflächen eignen sich in der Regel gut für Solaranlagen, die gegebenenfalls mit Wärmepumpentechnik kombiniert werden können. Insgesamt können Supermärkte inzwischen das Niedrigenergiehaus-Niveau erreichen. Der erste Verbrauchermarkt dieses Energiestandards erreichte schon 2009 „100 Prozent Einsparung fossiler Brennstoffe als Heizenergie, 30 Prozent weniger CO₂-Ausstoß und 10 Prozent weniger Stromverbrauch im Vergleich zu einem Supermarkt in herkömmlicher Bauweise“ (Wienerberger 2010).

Endenergiebedarf pro Arbeitsplatz im Sektor GHD

Die im Sektor GHD pro Arbeitsplatz aufgewendete Endenergie variiert von Branche zu Branche erheblich. So wurden z. B. in einer Studie von Schlomann et al. (2013) Durchschnittswerte ermittelt, die von 5,7 MWh pro Beschäftigten und Jahr im Falle des Bauhauptgewerbes über 11,6 MWh/Beschäftigten und Jahr im Herstellungsgewerbe bis hin zu rund 14,7 MWh/Beschäftigten und Jahr im Kfz-Herstellungsgewerbe und 15 MWh/Beschäftigten und Jahr im Lebensmittel-Einzelhandel reichen (vgl. Schlomann et al. 2013). Eine Übersicht zum Energieverbrauch im Sektor GHD nach Schlomann et al. ist in Abbildung 104 dargestellt. Die ermittelten Energiebedarfe liegen damit teils sehr deutlich unter den Werten einiger Industriezweige sowie der Landwirtschaft.

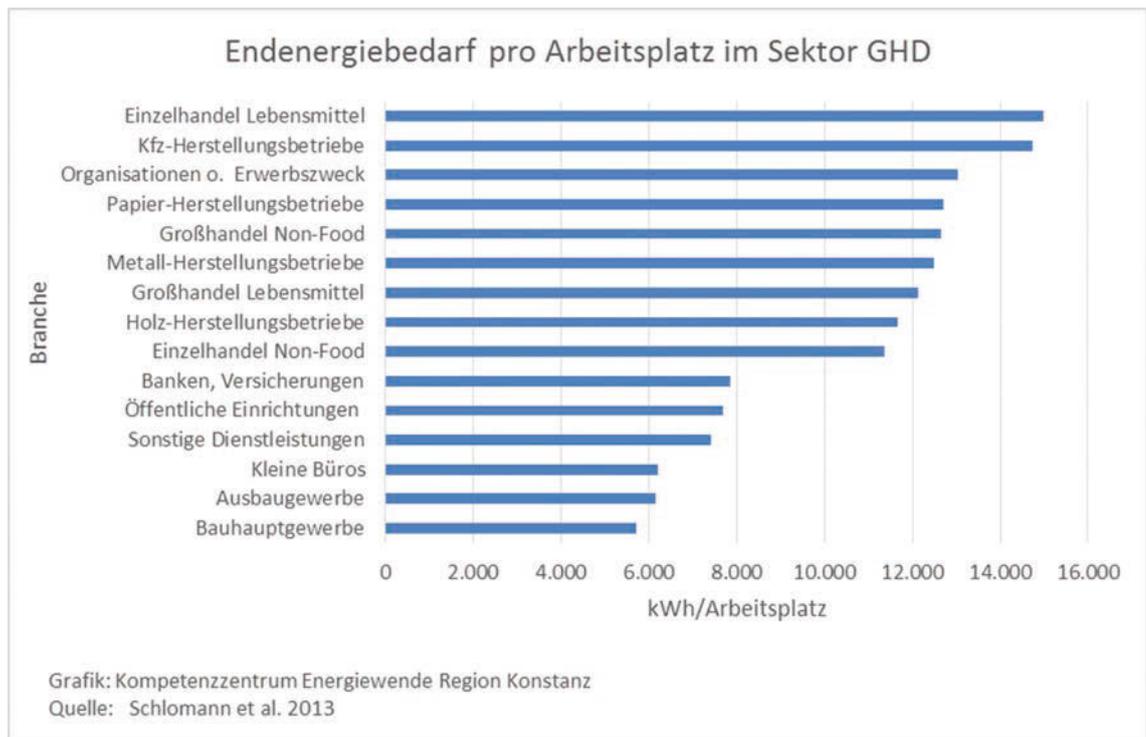


Abb. 104. Endenergiebedarf pro Arbeitsplatz im Sektor GHD

4.5. Landwirtschaft

Die Landwirtschaft wird als Energieverbraucher meist weniger beachtet, da sie in Deutschland nur rund zwei Prozent der in Deutschland bereitgestellten Endenergie direkt verbraucht. Berücksichtigt man aber den indirekten Energieverbrauch und die verursachten Treibhausgasemissionen, ist die Landwirtschaft ein wichtiger Faktor für das Erreichen der Klimaschutzziele. So trägt die Landwirtschaft mit ca. 12 Prozent direkt zu den globalen THG-Emissionen bei. Rechnet man auch diejenigen Emissionen hinzu, die z. B. durch Landnutzungsänderungen (z. B. Waldrodungen zur Anbauflächen-gewinnung) entstehen, werden die von der Landwirtschaft verursachten Emissionen auf 30 Prozent der globalen THG-Emissionen geschätzt (vgl. aid) Wichtig ist daher auch eine Reduktion des Flächenverbrauchs auf das Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie.

Ausschlaggebend für den direkten Endenergieverbrauch der Landwirtschaft im Landkreis Konstanz sind vor allem die Größe der bewirtschafteten Fläche, die gewählten Anbaukulturen, und die hergestellten Produkte. Für den indirekten Energieverbrauch und die THG-Emissionen ist zudem in hohem Maße die Bewirtschaftungsweise (biologisch oder konventionell) ausschlaggebend.

Direkter Energieverbrauch der Landwirtschaft

Energie wird in der Landwirtschaft für die Feldbearbeitung, aber auch für Transporte und den Gebrauch von Betriebsgebäuden und Maschinen benötigt. Ein großer Teil des Energieverbrauchs entsteht jedoch nicht direkt im Betrieb oder bei der Feldbearbeitung, sondern bei der Produktion der eingesetzten Dünge- und Pflanzenschutzmittel. Dieser indirekte Verbrauch sogenannter „Grauer Energie“ wird bei quellenbezogenen Bilanzen, wie der vorliegenden, nicht berücksichtigt.

Der direkte Endenergieverbrauch der Landwirtschaft in Deutschland betrug im Jahr 2013 nach Angaben des Statistischen Bundesamtes 93,6 TWh (Vgl. Destatis zit. n. Statista 2015b). Bezogen auf die in Deutschland genutzte Landwirtschaftsfläche (rund 16,8 Mio. Hektar) entspricht dies rund 5.600 kWh pro Hektar. Davon entfallen rund 400 bis 520 kWh/ha auf den Strombedarf und rund 800 bis 1.700 kWh/ha auf den Treibstoffbedarf für die Flächenbearbeitung (vgl. Hersener/Meier 2001 und LFL 2014). Es gibt jedoch große Unterschiede zwischen den einzelnen Betrieben. Den höchsten Energiebedarf haben in der Regel Betriebe mit dem Betriebsschwerpunkt Viehhaltung (vgl. LFL 2014).

Eine aktuelle Studie von Latsch und Anken aus dem Jahr 2015 zur Landwirtschaft der Schweiz beziffert den direkten Energieverbrauch mit 4.200 kWh/ha, der trotz eines deutlich höheren Viehbestandes etwas unterhalb des deutschen Durchschnitts liegt. Dies ist vermutlich auf den mit 70 Prozent deutlich höheren Grünlandanteil der Schweizer Landwirtschaft zurückzuführen. In Deutschland liegt der Grünlandanteil lediglich bei 30 Prozent, im Landkreis Konstanz bei 35 Prozent. Da pro Hektar Grünland allein rund 800 kWh weniger Diesel verbraucht werden (vgl. Hersener und Meier 2001, S. IV), ist davon auszugehen, dass der Energiebedarf für Flächenbearbeitung im Landkreis Konstanz über dem der Schweiz liegt. Allein aus den unterschiedlichen Grünlandanteilen ergibt sich zwischen Konstanz und der Schweiz eine geschätzte Differenz von rund 300 kWh/ha. Vereinfachend wurde deshalb mit einem Mittelwert zwischen dem deutschen und dem eidgenössischen Durchschnittswert gerechnet und für den Landkreis Konstanz ein Energiebedarf von 4.900 kWh/ha und Jahr angenommen.

Der Energiebedarf der Landwirtschaft in Deutschland ist zwischen den Jahren 2003 und 2013 nur um 3,5 Prozent gesunken (vgl. Statista 2015b). Angesichts des gleichzeitig erfolgten Flächenverbrauchs von zwei Prozent im gleichen Zeitraum ist die in zehn Jahren erfolgte Bedarfseinsparung pro Hektar fast zu vernachlässigen. Deutlich stärker als der nur sehr langsam sinkende Energieverbrauch hat die Zahl der Erwerbstätigen in der Landwirtschaft abgenommen (vgl. Abbildung 105). Pro erwerbstätige Person ist der Bedarf entsprechend gestiegen. Näheres dazu folgt in Kapitel 4.5.4.

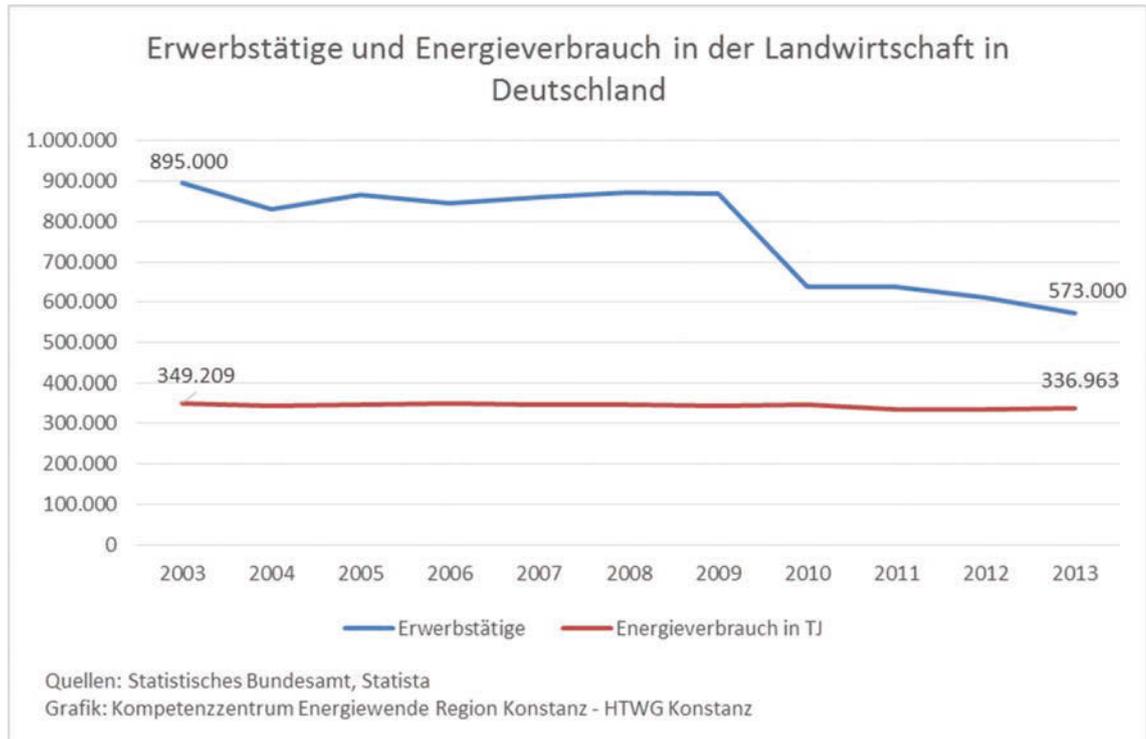


Abb. 105. Erwerbstätige und Energieverbrauch in der Landwirtschaft in Deutschland

Betrachtet man den auf dieser Faktenbasis geschätzten Energiebedarf der Landwirtschaft im Landkreis Konstanz, so ist bei einem Flächenverbrauch in vergleichbarer Größenordnung auch eine Energieeinsparung in einer Größenordnung von anderthalb Prozent über zehn Jahre zu erwarten. Die Anteile des ökologischen Landbaus sind noch zu gering, um sich in nennenswerter Form auszuwirken.

Endenergiebedarf pro Einwohner:

Pro Einwohner ergibt sich aus den genannten Daten ein geschätzter direkter Energiebedarf der Landwirtschaft von rund 600 kWh/a, was knapp 2,5 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs entspricht.

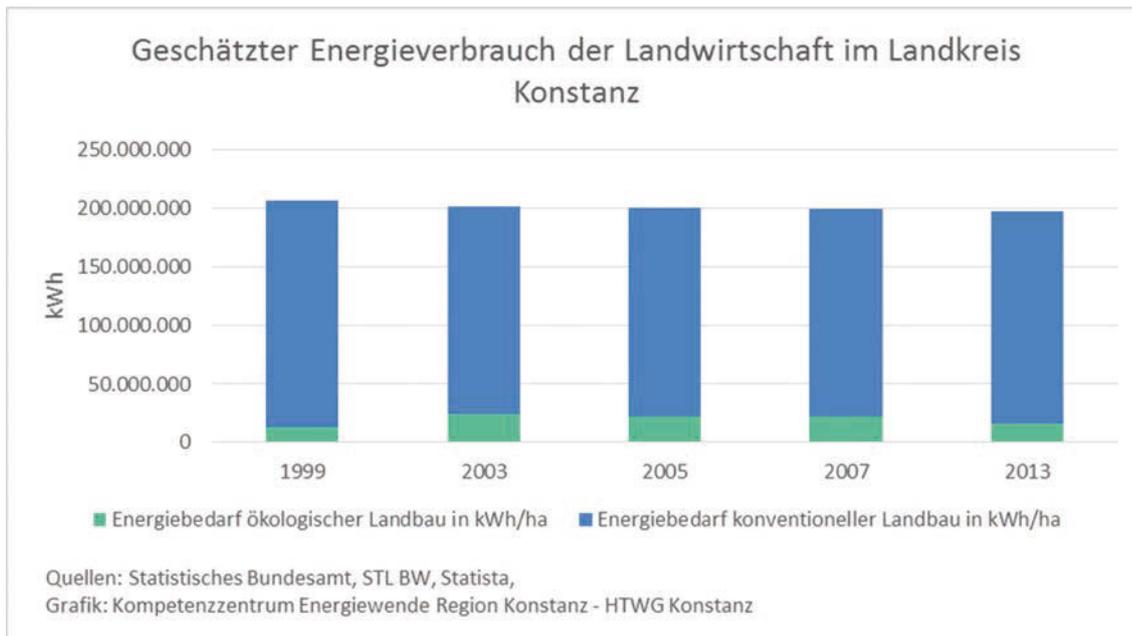
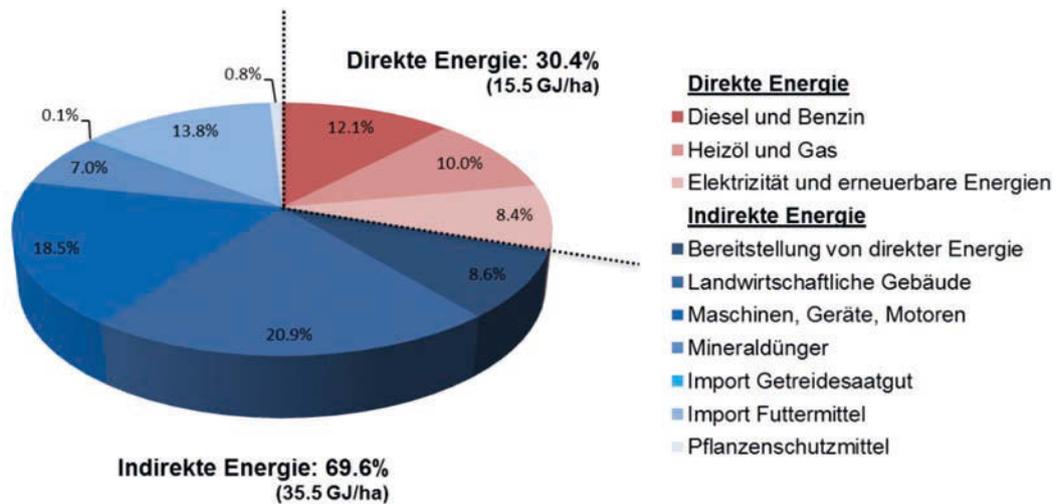


Abb. 106. Geschätzter Energieverbrauch der Landwirtschaft im Landkreis Konstanz

Berücksichtigt werden muss bei dieser Betrachtung, dass ein Verlust an landwirtschaftlicher Fläche durch den Ausbau der Siedlungs- und Verkehrsfläche durch zusätzliche Importe aus dem Ausland kompensiert werden muss. Da die Hektarerträge im globalen Durchschnitt jedoch nur etwa halb so hoch wie in Deutschland ausfallen und zusätzliche Fläche meist durch Flächennutzungsänderungen (v. a. Waldrodungen) gewonnen wird, resultiert aus der hier dargestellten Energieeinsparung sicherlich kein Beitrag zum Klimaschutz.

Indirekter Energieverbrauch

Um ein vollständiges Bild zu zeichnen, sei hier auch kurz auf den von Latsch und Anken ermittelten indirekten Energieverbrauch (Graue Energie) der Landwirtschaft eingegangen. Dieser liegt mit rund 9.900 kWh pro Hektar mehr als doppelt so hoch wie der direkte Energieverbrauch. Dies bedeutet, dass nur rund ein Drittel des Energieverbrauchs der Landwirtschaft direkt durch die landwirtschaftlichen Betriebe verursacht wird. (vgl. Latsch/Anken 2015). Die Zusammensetzung des direkten sowie des indirekten Energieverbrauchs der Schweizer Landwirtschaft ist in Abbildung 107 dargestellt.



Quelle: Agroscope

Abb. 107. Anteile der verschiedenen Energieträger am Energieverbrauch der Landwirtschaft

Energiespar- und Klimaschutzpotenzial des ökologischen Landbaus.

Die Produktionsweise der ökologischen Landwirtschaft verbraucht – je nach Kulturart – flächenbezogen bis zu zwei Dritteln weniger Energie (vgl. Tauscher et al. 2003, S. 24). Die biologische Landwirtschaft führt zudem zu deutlichen Einsparungen von Treibhausgasemissionen. Pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche liegen die THG-Emissionen um ca. 30 bis 60 Prozent unter dem Durchschnitt der konventionellen Landwirtschaft, pro kg Produkt liegen die Einsparungen bei rund 10 bis 50 Prozent (vgl. FiBL 2013, S. 17)

Der Anteil der biologischen Landwirtschaft an der landwirtschaftlichen Flächennutzung ist daher ein wichtiger Faktor für das Erreichen der Klimaschutzziele. Konkret ist er vor allem für die Emissionen der Landwirtschaft in und außerhalb des Landkreises sowie den Verbrauch von grauer Energie durch den Landkreis von Bedeutung. Die Anzahl der biologisch bewirtschafteten Betriebe ist im Landkreis Konstanz von 70 im Jahr 1999 auf 114 im Jahr 2003 gestiegen. Diese Zahl markiert unter den vorliegenden Daten den bisherigen Höchststand. Zwischen den Jahren 2003 und 2013 ist die Zahl auf 66 und damit unter den Wert von 1999 gesunken (vgl. Abbildung 108).



Abb. 108. Landwirtschaftliche Betriebe im Landkreis Konstanz mit ökologischem Landbau

Parallel zu den Veränderungen bei der Betriebsanzahl vollzog sich die Entwicklung der ökologisch bewirtschafteten Produktionsfläche. Ihr Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LNF) stieg zwischen 1999 und 2003 von 6,9 auf 13,1 Prozent. Bis zum Jahr 2013 sank sie auf einen Anteil von 9,3 Prozent.

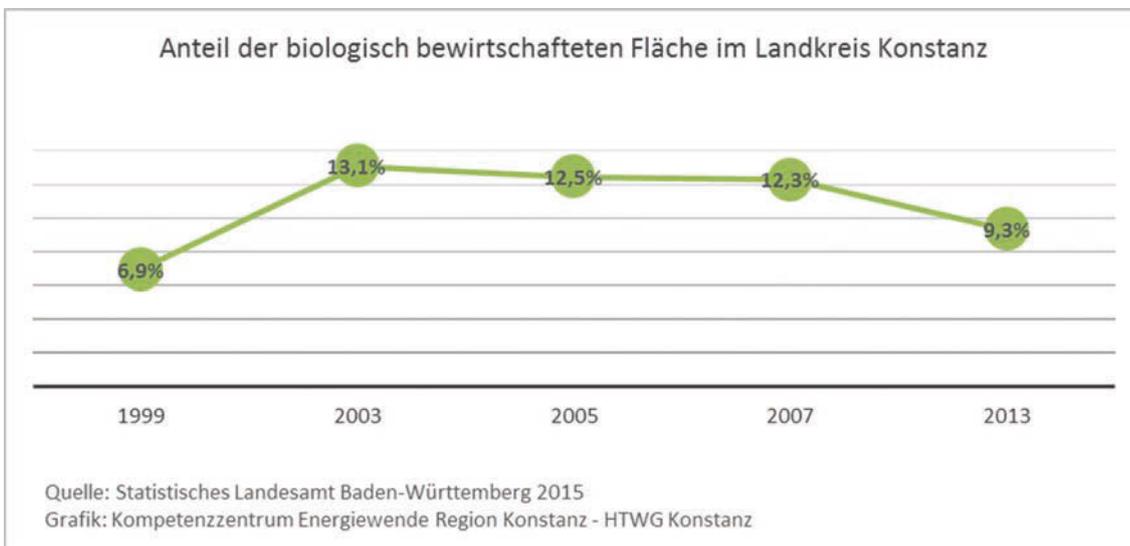


Abb. 109. Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche im Landkreis Konstanz

Unter der Annahme, dass Energiebedarf und Treibhausgasemissionen des ökologischen Landbaus 30 bis 60 Prozent unter dem Durchschnitt des konventionellen Anbaus liegen, ergibt sich aus der Tatsache, dass im Landkreis 9,3 Prozent der Fläche ökologisch bewirtschaftet werden, dass durch die bisherige Umstellung auf ökologischen Landbau etwa ein Zehntel der möglichen Einsparungen erzielt wurde.

Endenergieverbrauch der Landwirtschaft je erwerbstätige Person

Der Endenergieverbrauch der Landwirtschaft je erwerbstätige Person lag in Deutschland im Jahr 2013 bei rund 163 MWh/a. Gegenüber dem Jahr 2003 entspricht dies einer Zunahme um 50 Prozent. Im Landkreis lag der Endenergieverbrauch je erwerbstätige Person mit 93 MWh/a um 40 Prozent unter dem Bundesdurchschnitt. Seit 1999 hat er um 5 Prozent zugenommen. Einschränkend muss man anmerken, dass die vorliegenden Daten zur Erwerbstätigenzahl im Landkreis relativ grob gerundet sind.

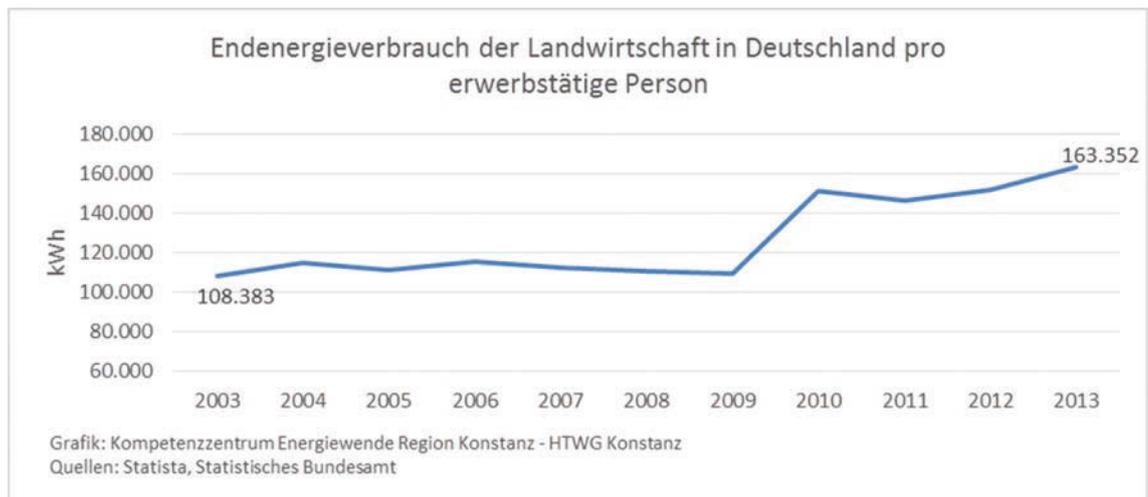


Abb. 110. Endenergieverbrauch der Landwirtschaft in Deutschland pro erwerbstätige Person

Vergleicht man den Energieverbrauch der Landwirtschaft pro erwerbstätige Person im Landkreis Konstanz mit dem in Deutschland, so wirkt sich hier sicherlich deutlich aus, dass die Zahl der Erwerbstätigen pro Hektar landwirtschaftlicher Fläche im Landkreis Konstanz um mehr als 20 Prozent höher liegt als im Bundesdurchschnitt. Im Landkreis wurde der Energieverbrauch der Landwirtschaft pro erwerbstätige Person für das Jahr 2013 auf rund 90 MWh/a geschätzt.



Abb. 111. Geschätzter Endenergiebedarf der Landwirtschaft im Landkreis Konstanz pro erwerbstätige Person

4.6. Exkurs: Konsum

In der vorliegenden Energie- und Treibhausgas-Emissionsbilanz des Landkreises Konstanz wurden nur die vorliegenden Daten zu Energieverbräuchen erfasst, die im Landkreis Konstanz erfolgen. Um eine verursacherbezogene Erhebung durchzuführen, die auch den Konsum im Landkreis berücksichtigt, liegen keine ausreichenden Daten vor. So ist eine Berücksichtigung importierter und exportierter Güter derzeit nicht möglich. Um dem vielfach geäußerten Wunsch nachzukommen, die Bedeutung des Konsums im Landkreis zumindest teilweise abzubilden, wurden im Sonderkapitel Konsum einige ausgewählte Konsumgüter betrachtet, die einen Eindruck davon vermitteln, in welcher Größenordnung sich die mit ihnen verbundene graue Energie und CO₂-Bilanz bewegen dürfte. Graue Energie ist die Energie, die zur Herstellung und Bereitstellung von Konsumgütern aufgewendet werden muss. Findet die Produktion und Bereitstellung innerhalb des Landkreises statt, ist sie in der Energiebilanz des Landkreises enthalten. Dies ist nicht der Fall, wenn die Produktion oder Bereitstellung außerhalb des Landkreises stattfindet. Die Liste der dargestellten Konsumgüter erfasst einige der wichtigsten Konsumgüter, ist aber keineswegs vollständig und fließt nicht in die vorliegende Gesamtbilanz des Landkreises ein.

Betrachtet man zusätzlich die Graue Energie wichtiger Konsumgüter, wird schon anhand dreier wichtiger Konsumgüter ersichtlich, dass auch der Konsum von Gütern, die außerhalb des Landkreises hergestellt werden, einen Energieverbrauch von beachtlicher Größe verursacht. Allein die Herstellung der im Landkreis konsumierten Güter Pkw (Neuzulassungen), Papier und die wahrscheinlich gemachten Flugreisen verursachen einen Endenergieverbrauch von rund 1.500 kWh pro Einwohner und Jahr.

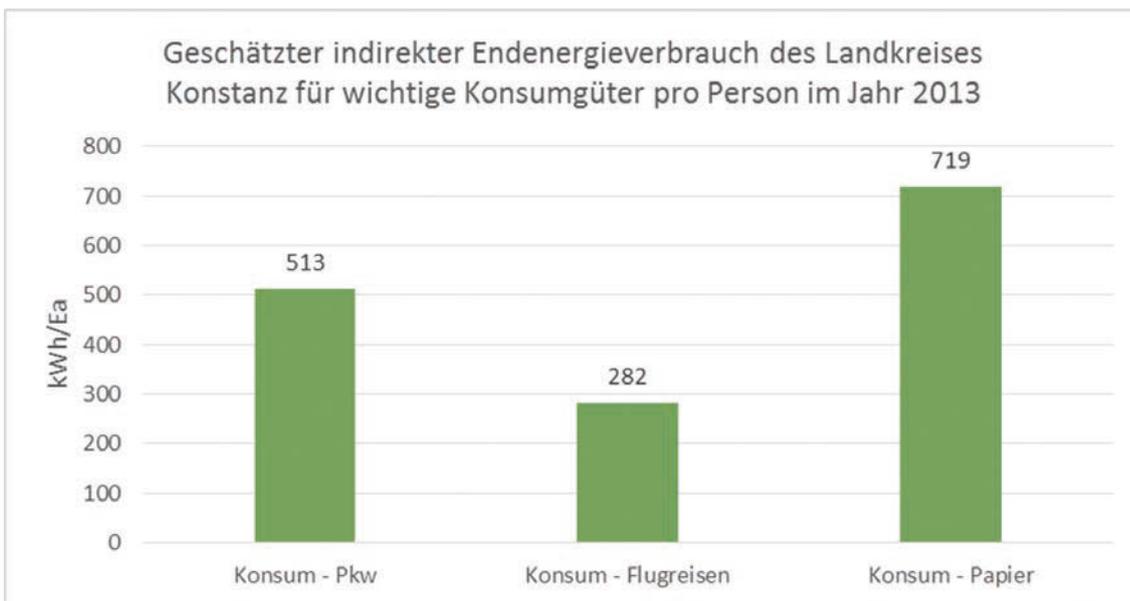


Abb. 112. Überblick – Indirekter Energieverbrauch für wichtige Konsumgüter 2013

Konsumgüter

Wertstoffaufkommen im Landkreis Konstanz

Anhand der Abfall- und Wertstoffaufkommen wurde der Verbrauch einiger Konsumgüter geschätzt. Die Abfall- und Wertstoffaufkommen im Landkreis unterscheiden sich kaum von denen im Land Baden-Württemberg und in der Bundesrepublik, sodass es sehr wahrscheinlich ist, dass auch der Konsum dem Landes- bzw. Bundesdurchschnitt entspricht. Das Aufkommen ist in Abbildung 113 dargestellt.

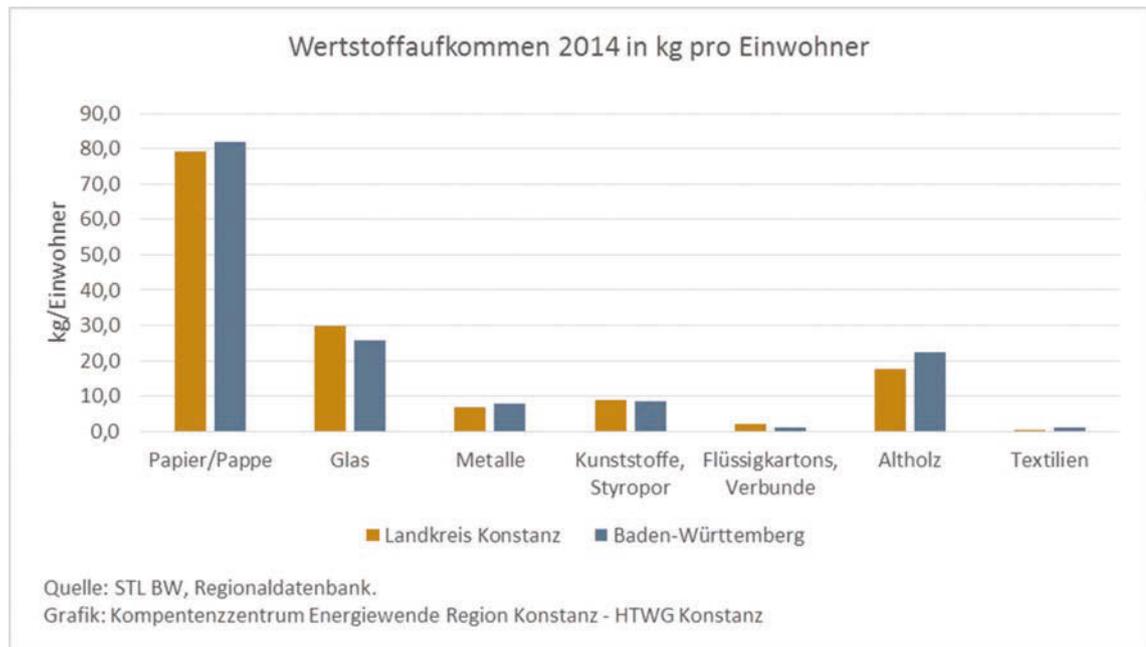


Abb. 113. Wertstoffaufkommen 2014 in kg pro Einwohner

Kleidung

In Deutschland werden nach Angaben von DTRW und DRK pro Person jährlich rund 20 bis 25 kg Textilien konsumiert, davon entfallen rund 12 bis 15 kg auf den Konsum von Kleidung. Ein großer Teil dieser Kleidung gelangt nach relativ kurzem Gebrauch auf den Second-Hand-Markt. Experten schätzen das Altkleider-Aufkommen in Deutschland auf 750.000 bis eine Million Tonnen pro Jahr (vgl. DTRW GmbH und DRK).

Die Energie, die für die Herstellung und den Handel der Kleidung benötigt wird (sog. Graue Energie) lässt sich aufgrund mangelnder Daten nicht beziffern. Gleiches gilt für die aus Herstellung und Handel resultierenden THG-Emissionen. Bisher gibt es nur wenige CO₂-Bilanzen für Kleidung. Eine solche Bilanz für drei Kleidungsstücke wurde im Jahr 2009 von der Sustain Consulting GmbH im Auftrag eines großen Versandhändlers erstellt. Untersucht wurde ein Damen-Longshirt (100% Baumwolle aus den USA), das in Bangladesch hergestellt wurde, eine Damen-Sweatjacke (100% Baumwolle aus Benin), die in der Türkei hergestellt wurde und eine Kinderjacke (100% Acryl aus China), ebenfalls in Bangladesch hergestellt (vgl. Sustain Consult GmbH 2009). Damit sind die drei Kleidungsstücke durchaus typisch für den deutschen Markt. Wertmäßig wird die meiste Bekleidung aus China importiert (22%), gefolgt von der Türkei (16%), Bangladesch und Rumänien (je 5%) (Stand 2009, Quelle: WWF).

Um zumindest eine Vorstellung von der wahrscheinlichen Größenordnung der durch den deutschen Kleidungskonsum verursachten THG-Emissionen zu bekommen, wurde vom Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz eine kleine Beispielrechnung auf Basis der Daten von Systain durchgeführt. Dabei wurde angenommen, ein Konsument hätte im untersuchten Jahr 2013 seinen gesamten Kleiderkonsum ausschließlich mit den von der Systain-Studie untersuchten Rohstoffen, Herstellern und Händlern gedeckt. Der durchschnittliche Kunstfaseranteil am Kleiderkonsum liegt in Deutschland bei 55 Prozent, der von Baumwolle bei 32 Prozent. Sieben Prozent entfallen auf sonstige Naturfasern und fünf Prozent auf Viskose (vgl. HUMANA 2011). Hätte der Musterkonsument seinen Kunstfaserkleiderkonsum (ca. 5,8 kg/a) ausschließlich mit dem untersuchten Acryl und seinen Baumwollkleiderkonsum (ca. 3,4 kg/a) je zur Hälfte mit Baumwolle aus beiden untersuchten Quellen gedeckt, ergäben sich daraus THG-Emissionen von rund 1/3 Tonne CO₂. Die verbrauchten Fasermengen und die geschätzten Emissionen sind in der Abbildung 114 dargestellt. Hinzu kämen allerdings noch weitere Emissionen für den Verbrauch von sonstigen Naturfasern (Wolle, Jute etc.) und Viskosefasern, zu denen jedoch keinerlei Emissionsbilanzen vorlagen.

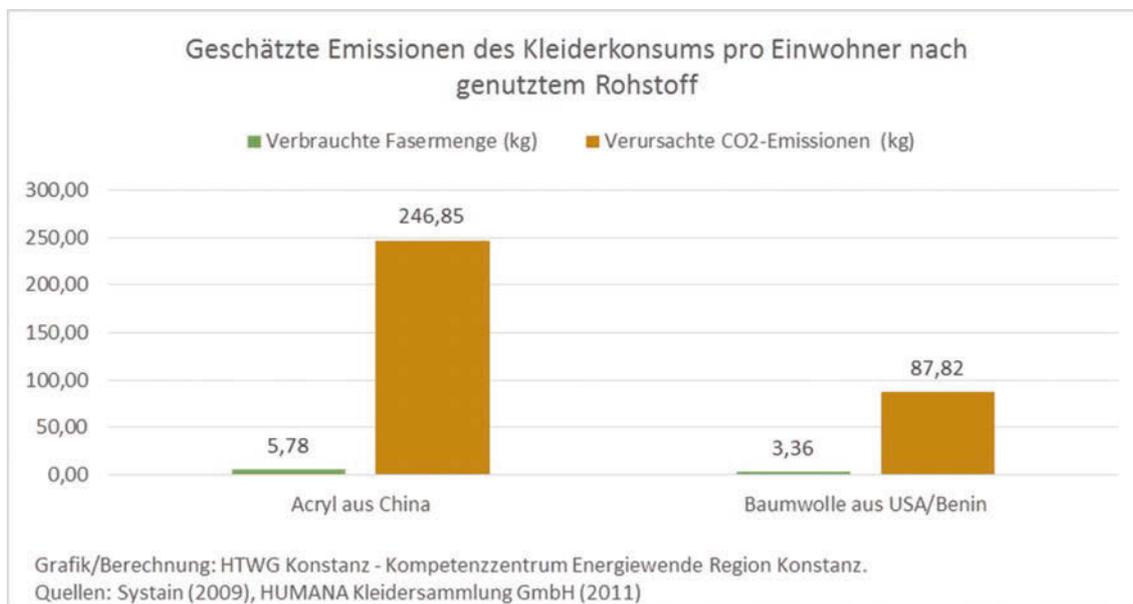


Abb. 114. Geschätzte Emissionen des Kleiderkonsums pro Einwohner nach genutztem Rohstoff

Anhand der in Deutschland durchschnittlich verbrauchten Fasermengen wurde anhand der von Systain ermittelten Emissionsbilanz geschätzt, wie hoch die Emissionen einer Person im Landkreis Konstanz liegen könnten, die entstünden, wenn sie ihren Bedarf mit Fasern aus den von Systain untersuchten Quellen decken würde. Demnach würden bei einem Verbrauch von 5,8 kg Acryl rund 247 kg CO₂-Äquivalent emittiert, durch den Verbrauch von 3,4 kg Baumwolle rund 88 kg CO₂-Äquivalent. Je kg Kleidung entspricht dies für Acryl einem CO₂-Äquivalent von rund 43 kg und für Baumwolle von rund 26 kg.

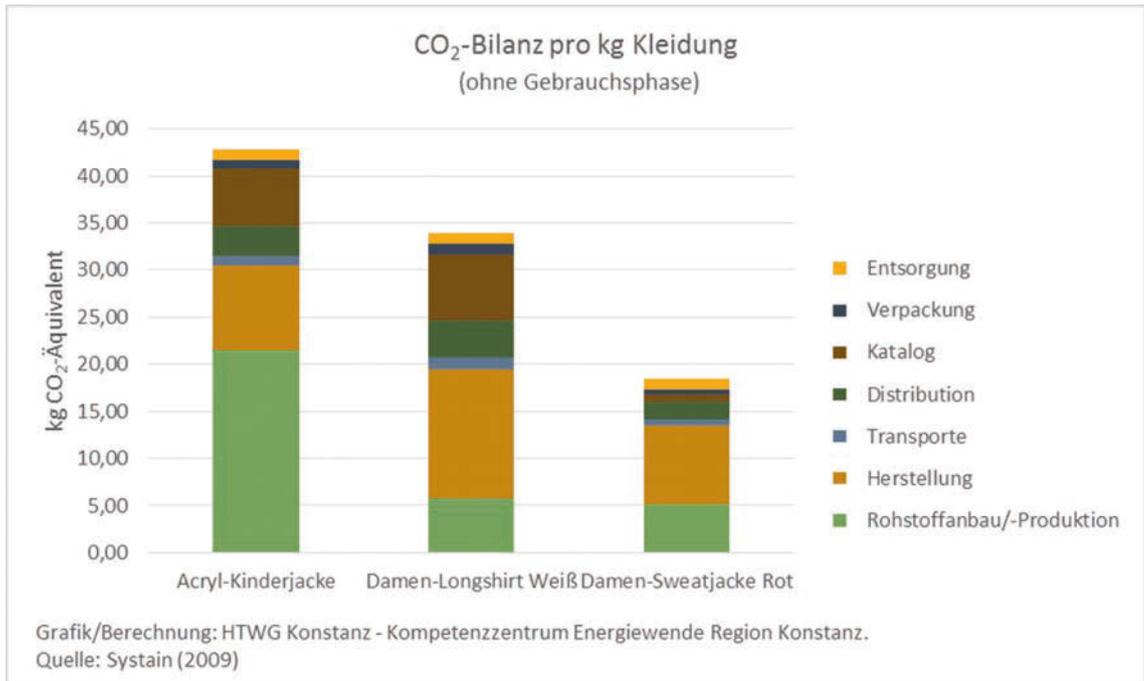


Abb. 115. CO₂-Bilanz pro kg Kleidung

Anzumerken ist, dass die THG-Bilanz allein nicht ausreichend ist, um die Ökobilanz eines Produktes zu beurteilen. So muss z. B. auch die Flächeninanspruchnahme der Rohstoffproduktion, der Wasserverbrauch, freigesetzte Schadstoffe und die Recyclingquote bzw. die Entsorgung berücksichtigt werden.

Papier

Papier ist eines der Konsumgüter mit einem besonders hohen Herstellungsenergieaufwand pro kg Produkt. Dieser ist zwar seit 1995 deutlich gesunken, doch betrug er im Jahr 2013 immer noch 2,9 kWh/kg. Zwischen 1995 und 2013 sank der Energieverbrauch pro Tonne Papier um 12 Prozent (vgl. VDP 2015 und VDP 2016).

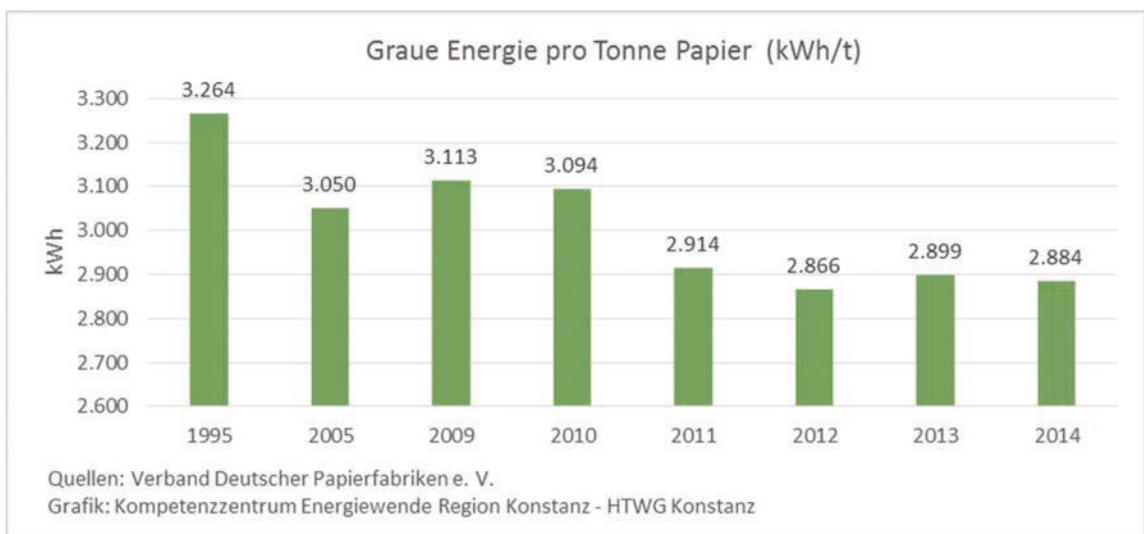


Abb. 116. Graue Energie pro Tonne Papier

Da aber der Papierverbrauch zwischen 1995 und 2013 um 28,5 Prozent angestiegen ist (vgl. Abbildung 117), wurde dadurch ein großer Teil der erreichten technischen Effizienzsteigerung kompensiert.



Abb. 117. Papierverbrauch in Deutschland pro Einwohner

Abbildung 118 zeigt die Entwicklung des indirekten Energieverbrauchs pro Einwohner, die sich aus der besser werdenden Effizienz der Papierherstellung und dem ansteigenden Verbrauch von Papier ergibt. Der indirekte Energieverbrauch infolge des Papierkonsums pro Einwohner ist zwischen 1995 und 2013 um 14 Prozent gestiegen, was einem Mehrverbrauch von 88 kWh/Ea entspricht. Wäre der Papierverbrauch seit 1995 nicht gestiegen, hätte die verbesserte Energieeffizienz der Papierindustrie gegenüber dem heutigen Energieverbrauch zu einer Energieeinsparung von 73 kWh/Ea geführt. Die graue Energie, die in diesem Fall im Jahr 2014 verbraucht worden wäre, ist im Szenario „Suffizienz 14/95“ dargestellt. Um die Differenz von 161 kWh zwischen dem Suffizienzscenario und der tatsächlichen Verbrauchsentwicklung auszugleichen, müssten z. B. für Singen und Radolfzell zwei zusätzliche Großwindkraftanlagen (ca. 6 Mio. kWh Ertrag pro Anlage und Jahr) aufgestellt werden. Die Stadt Konstanz würde alleine zwei solche Großwindkraftanlagen benötigen, um die Differenz auszugleichen.

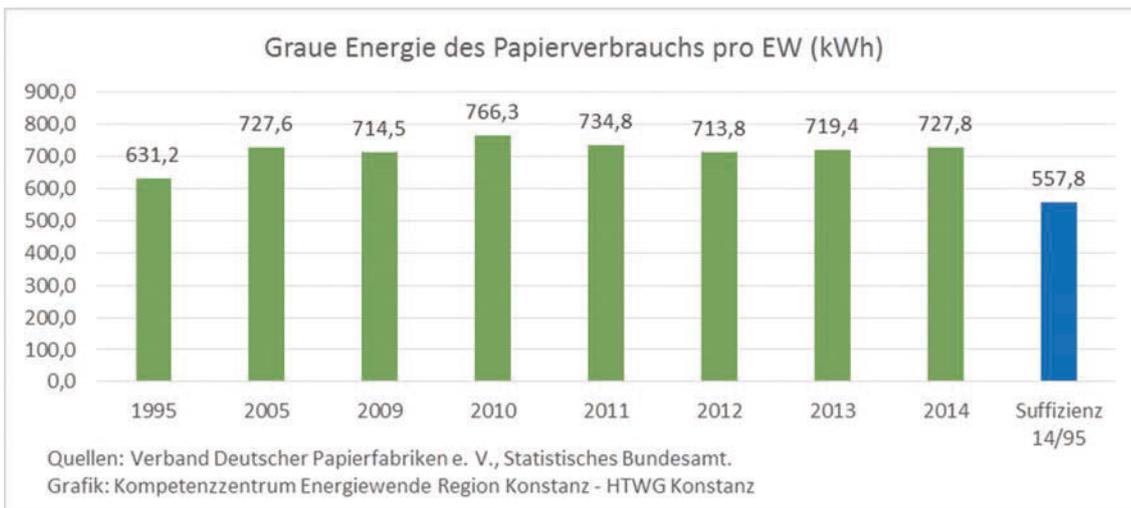


Abb. 118. Graue Energie des Papierverbrauchs pro EW (kWh)

Die Emissionen, die infolge des Papierkonsums verursacht werden, sind trotz des steigenden Papierverbrauchs gesunken.

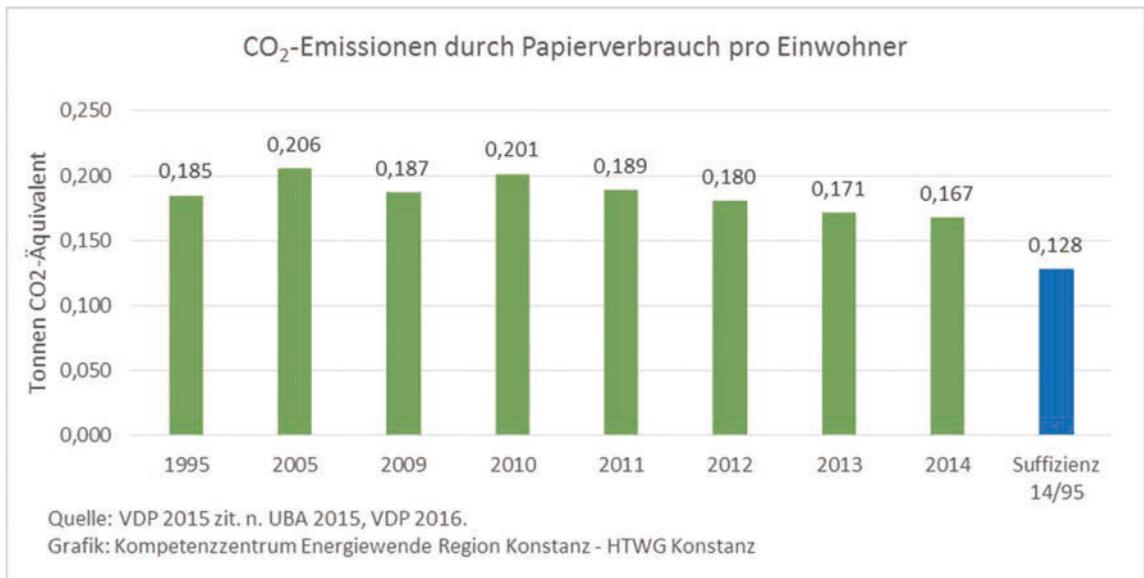


Abb. 119. CO₂-Emission durch Papierverbrauch pro Einwohner

Mit rund 0,17 Tonnen CO₂-Äquivalent pro Einwohner entsprechen sie jedoch immer noch rund einem Drittel der energiebedingten Emissionen, die im Jahr 2050 insgesamt nicht überschritten werden sollen und immerhin sechs Prozent der energiebedingten Emissionen von 2,7 Tonnen pro Einwohner, die nach dem WBGU-Budgetansatz heute noch jährlich emittiert werden dürften.

Eine neue Möglichkeit, den Energieaufwand der Papierherstellung ebenso zu reduzieren wie die benötigten Holzrohstoffmengen, könnte in der Nutzung sogenannten Steinpapiers liegen. Laut Herstellerangaben liegt der Energieaufwand der Herstellung um ca. zwei Drittel unter dem von Papier aus Cellulose. Zudem soll die Herstellung fast kein Wasser benötigen. (Vgl. Rockpaper 2016).

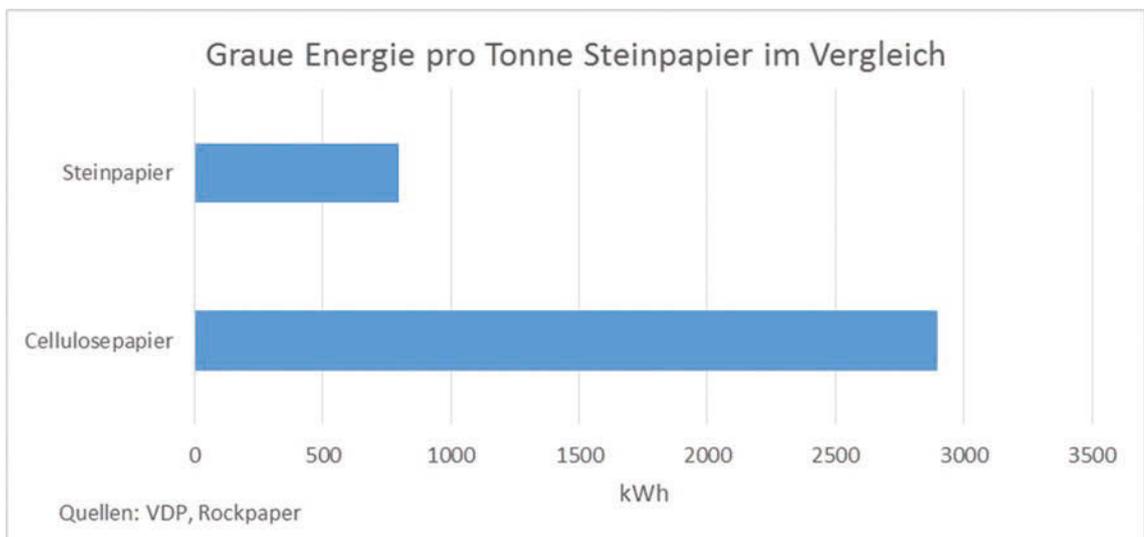


Abb. 120. Graue Energie pro Tonne Steinpapier im Vergleich

Baustoffe

Einen großen Energieverbrauch verursacht die Produktion und Bereitstellung von Baustoffen. Dabei unterscheidet sich der Primärenergiebedarf der einzelnen Baustoffe erheblich. Die Wahl und Zusammensetzung der im Bau eingesetzten Baustoffe ist deshalb ein wichtiger Faktor für den Energieverbrauch. Die Übersicht in Abbildung 121 zeigt den Primärenergiebedarf einer Auswahl von häufig verwendeten Baustoffen. In Abbildung 122 und Abbildung 123 sind die CO₂-Emissionen der dargestellt, die pro Kubikmeter bzw. pro Kilogramm Baustoff anfallen (vgl. Wind und Heschl 2008 und Institut Bauen und Umwelt 2010/2013). Das Global Warming Potential (GWP) drückt aus, wie sich ein Baustoff auf die Klimaerwärmung auswirkt. Lediglich der Baustoff Holz bietet die Möglichkeit, der Atmosphäre CO₂ zu entziehen und im Gebäude zu binden.

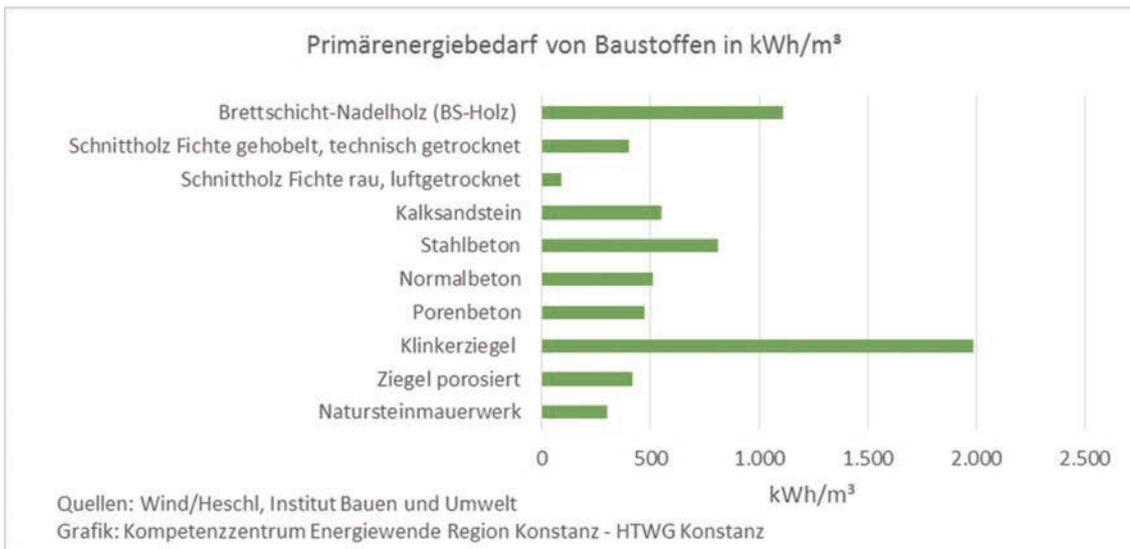


Abb. 121. Primärenergiebedarf von Baustoffen in kWh/m³

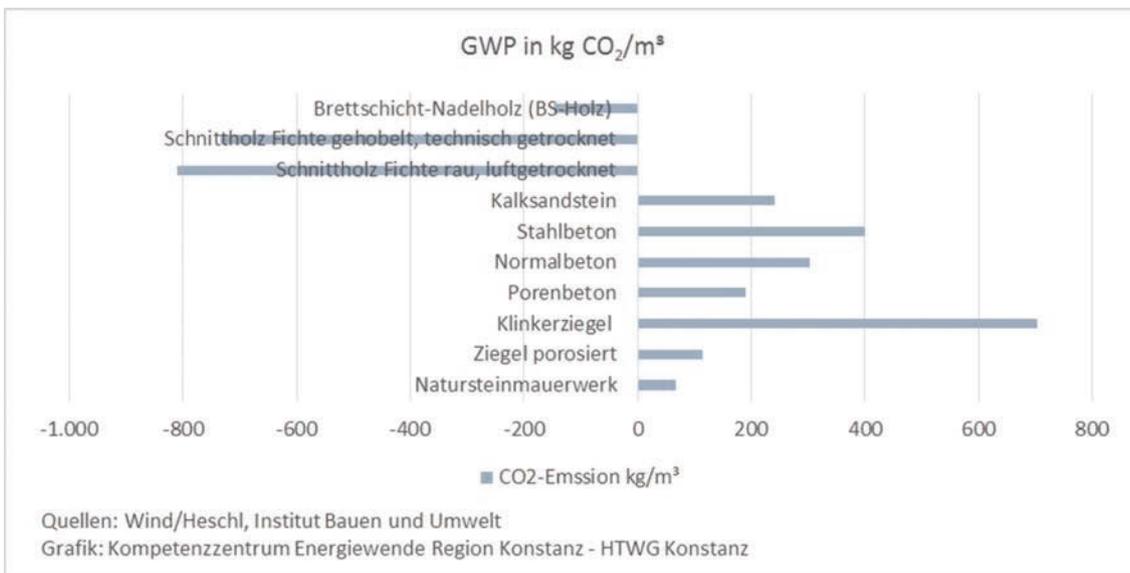


Abb. 122. Global Warming Potential (GWP) von Baumaterialien pro m³

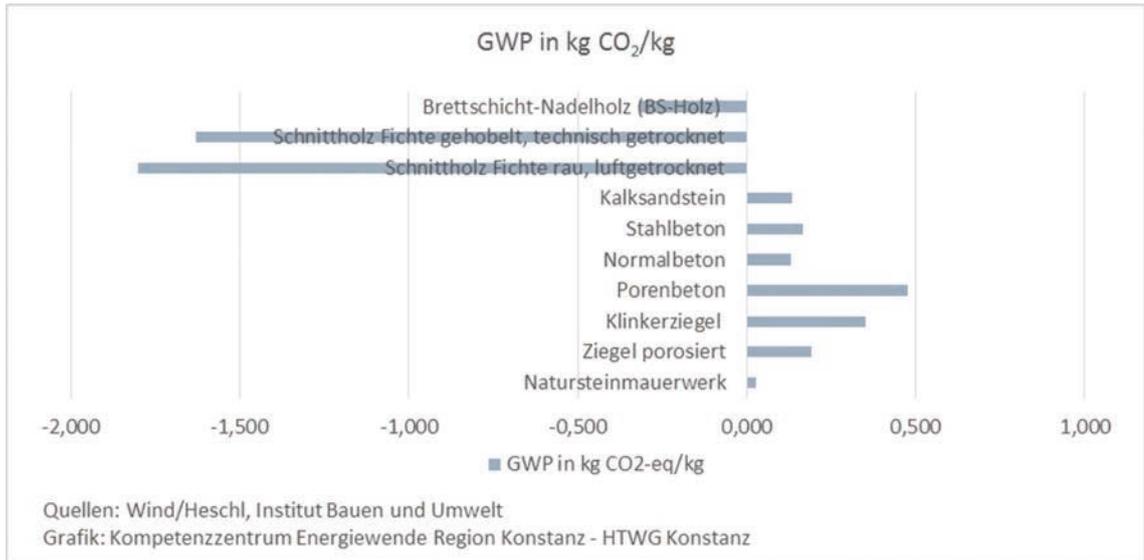


Abb. 123. Global Warming Potential (GWP) von Baumaterialien pro kg

In Abbildung 124 sind die Anteile der Baufertigstellungen nach dem überwiegend verwendeten Baustoff dargestellt (vgl. Statistisches Bundesamt 2014). Im Diagramm wird sichtbar, dass der Anteil des sehr energieintensiven Baustoffs Ziegel kontinuierlich abnimmt und anteilig sogar den Zuwachs des Baumaterials Stahlbeton kompensiert. Seit 2011 erfolgt in der Statistik eine genauere Differenzierung, die seither wachsende Anteile von Kalksandstein und Leichtbeton erkennen lässt. Eine leichte und kontinuierliche Zunahme ist auch beim Holz zu erkennen. So kann man vermuten, dass mit der erkennbaren Verlagerung von energieintensiveren Baustoffen hin zu Baustoffen mit vergleichsweise geringerem Primärenergiebedarf auch eine Abnahme des Primärenergieverbrauchs der verwendeten Baumaterialien einhergeht. Mit Blick auf die CO₂-Bilanzen wird sichtbar, dass Baustoffe mit einem höheren GWP deutlich überwiegen.

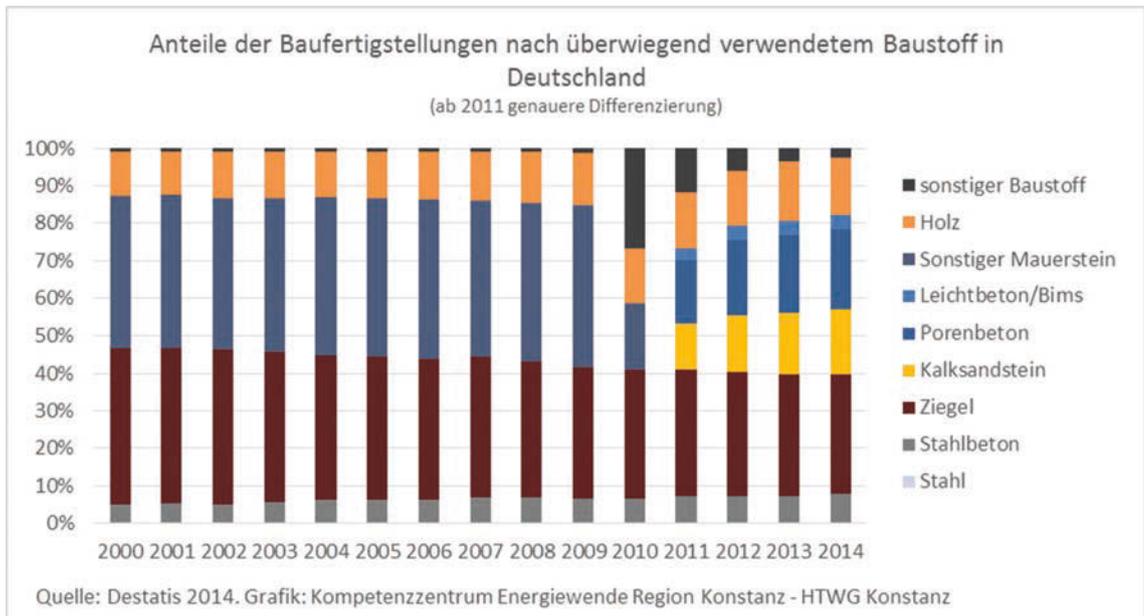


Abb. 124. Anteile der Baufertigstellungen nach überwiegend verwendetem Baustoff in Deutschland

Ernährung

In Deutschland werden in jedem Jahr durchschnittlich 500 Kilogramm Lebensmittel pro Person verbraucht (ohne Getränke). Die damit verbundenen klimarelevanten Emissionen belaufen sich auf rund 2,1 Tonnen pro Person. Dies entspricht in der Größenordnung ungefähr den Emissionen durch Mobilität in Deutschland (vgl. BMUB 2015). „Etwa 45 Prozent der Treibhausgase durch Ernährung entstehen bei der Erzeugung der Lebensmittel (einschließlich der Transporte), also z. B. auf dem Acker, im Kuhstall, aber auch bei der Verarbeitung oder durch den Supermarkt.“ (BMUB 2015). Den größten Anteil am Ressourcenverbrauch und den THG-Emissionen der Ernährung haben der Fleischkonsum und der Verbrauch tierischer Produkte (Milch, Käse, Butter etc.).

Die Treibhausgasbilanzen verschiedener Nahrungsmittel sind in Abbildung 125 dargestellt. Die Übersicht macht anschaulich, dass tierische Nahrungsmittel wie Butter, Fleisch und Käse mit besonders hohen THG-Emissionen verbunden sind. Die Unterschiede sind dabei enorm. So sind die THG-Emissionen, die bis zum Verkauf von einem Kilogramm Rindfleisch freigesetzt werden, 67 Mal so hoch wie bei einem Kilogramm Kartoffeln. Der Vergleich macht zudem sichtbar, dass sich ein biologischer Landbau positiv auf die Klimabilanz aller abgebildeten Nahrungsmittel auswirkt.

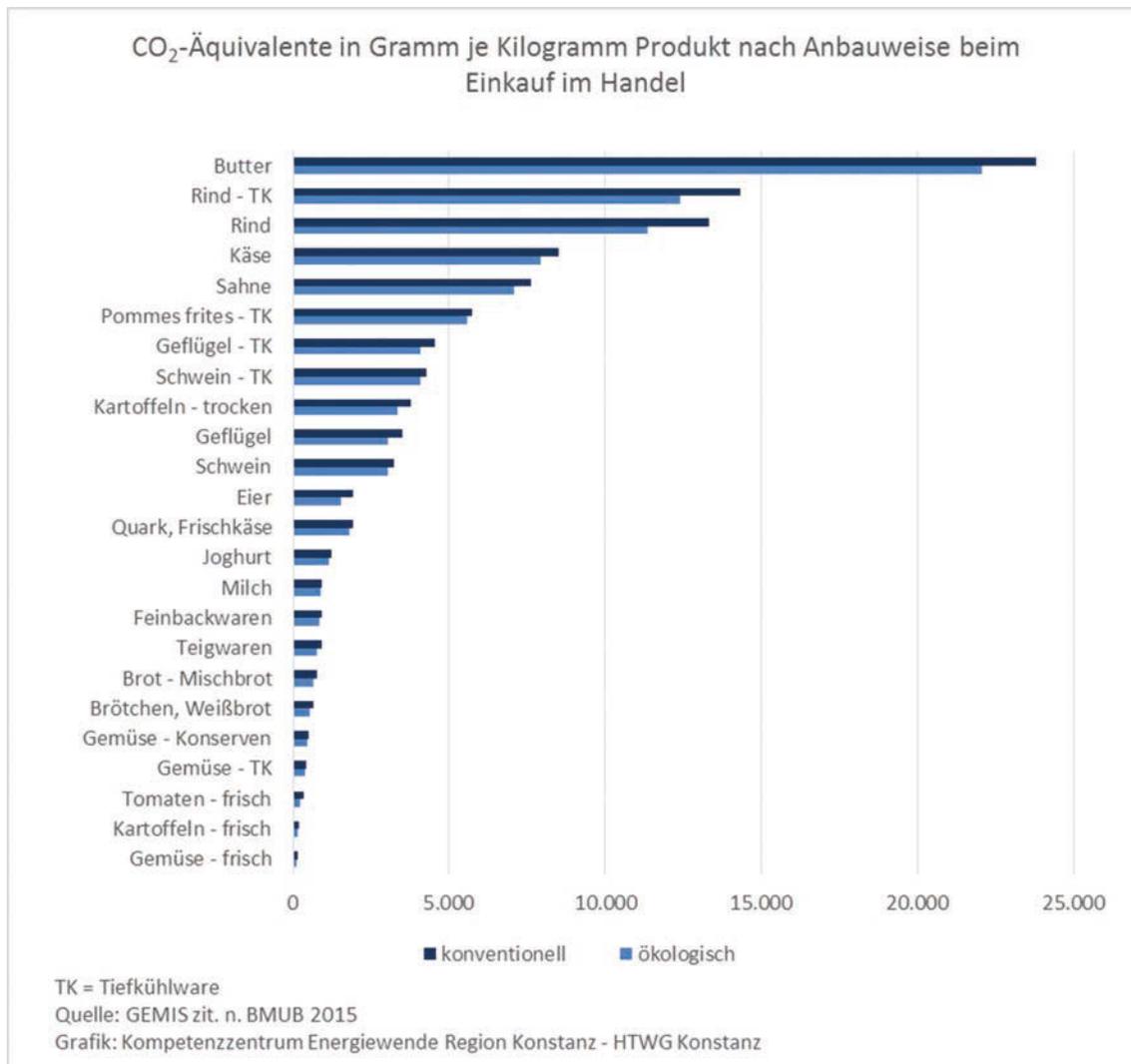


Abb. 125. CO₂-Äquivalente in Gramm je Kilogramm Produkt nach Anbauweise beim Einkauf im Handel

In Abbildung 126 sind die Einsparungen dargestellt, die durch die Umstellung auf biologischen Landbau je Kilogramm Produkt erreicht werden können. Die größten Unterschiede zwischen biologischer und konventioneller Herstellung sind demnach bei Tomaten, Kartoffeln, Eiern und Teigwaren festzustellen (vgl. BMUB 2015).

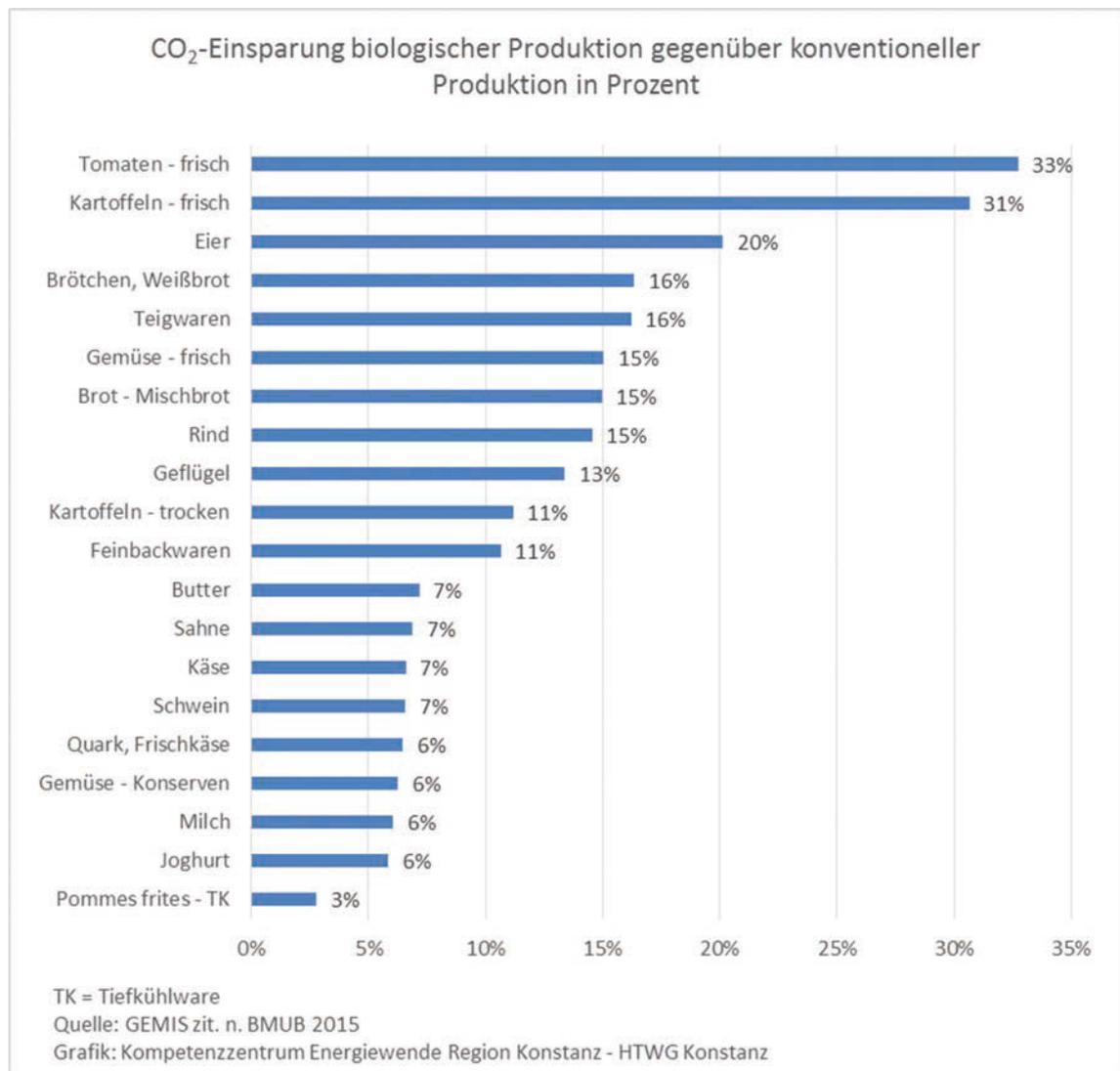


Abb. 126. CO₂-Einsparung biologischer Produktion gegenüber konventioneller Produktion in Prozent

Die prozentualen Unterschiede sagen jedoch wenig über die absoluten Einsparungen durch biologische Produktion aus. So liegen Rindfleisch und Butter bei der relativen Einsparung lediglich im Mittelfeld bzw. im unteren Drittel. Bei den absoluten Einsparungen pro kg Produkt weisen sie jedoch die mit Abstand größten Einsparpotenziale auf, wie in Abbildung 127 dargestellt ist.

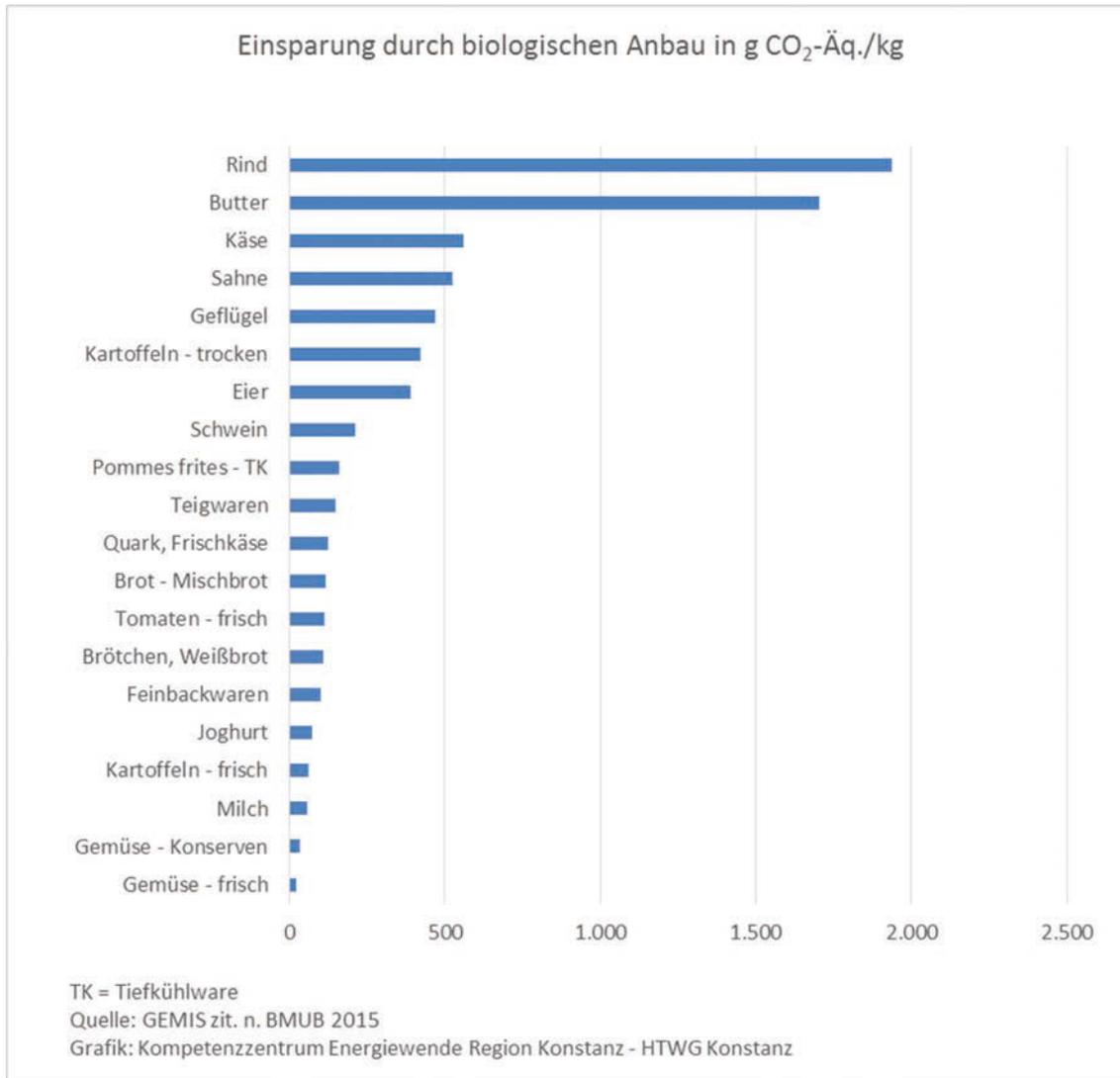


Abb. 127. Potenzial zur THG-Einsparung durch biologischen Landbau in g CO₂-Äq./kg

Treibhausgasemissionen des Fleischkonsums im Landkreis

Aufgrund großen Anteils des Fleischverbrauchs an den THG-Emissionen der Ernährung wurde im Folgenden eine Berechnung der THG-Emissionen durchgeführt, die im Landkreis durch den Konsum von Fleisch verursacht werden. Da keine Statistik zum Fleischkonsum im Landkreis Konstanz vorliegt, wurden Daten der Nationalen Verzehrstudie II (vgl. Max Rubner-Institut 2008) zum Verzehr von Fleisch durch Frauen und Männer in Baden-Württemberg anhand der Bevölkerungsstruktur auf den Landkreis Konstanz übertragen. In Tabelle 7 ist der so geschätzte Fleischkonsum im Landkreis dargestellt.

	Männer (BW)	Frauen (BW)	Gesamt LK KN
Fleischverzehr pro Person und Jahr (kg)	57,7	31,0	43,9
Fleischverbrauch pro Jahr	75,7	40,7	57,6

Tab. 7. Fleischkonsum im Landkreis Konstanz

Abbildung 128 zeigt den geschätzten Verzehr tierischer Produkte im Jahr 2013. Im Jahr 2014 waren es insgesamt etwa 1.900 Tonnen Eier, 23.500 Tonnen Milchprodukte und 12.100 Tonnen Fleischprodukte.

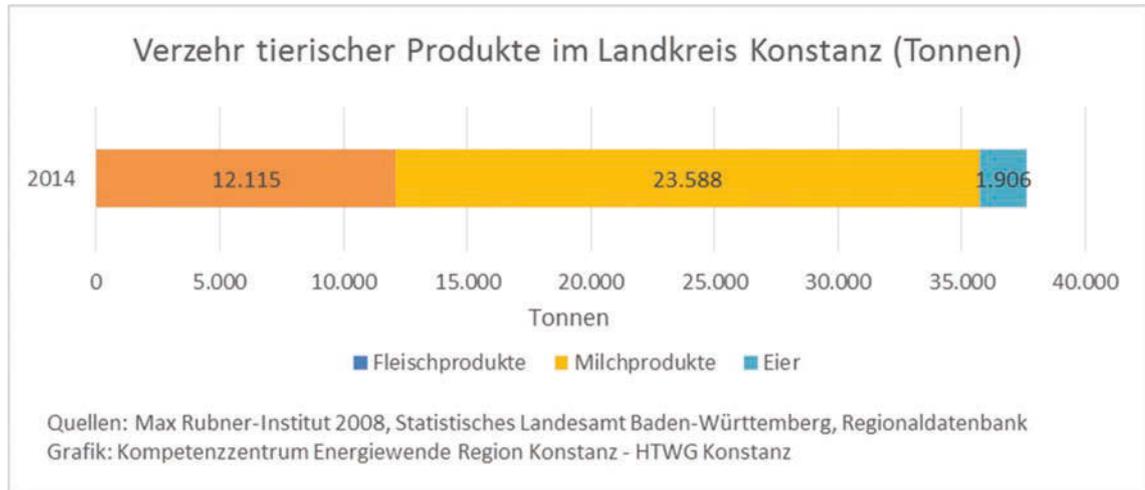


Abb. 128. Verzehr tierischer Produkte im Landkreis Konstanz

Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) hat die durchschnittlichen THG-Emissionen der globalen Fleischproduktion veröffentlicht (vgl. FAO 2013, S. 16). Diese wurden angewendet auf den Fleischverzehr im Landkreis Konstanz. Abbildung 129 veranschaulicht das Verhältnis von THG-Emissionen zum Fleischverzehr im Landkreis Konstanz, dargestellt jeweils in Kilogramm. So verursacht der Verzehr von Rindfleisch die größten THG-Emissionen, obwohl im Vergleich zum Verzehr von Schwein oder Geflügel deutlich geringere Mengen verzehrt werden. Die Emissionen durch den Konsum von Schweinefleisch sind beispielsweise um 13 Prozent niedriger, obwohl die verzehrte Fleischmenge den Rindfleischverzehr um das 4,3-fache übertrifft. Addiert man die Emissionen des Fleischkonsums von Rind, Schwein und Geflügel, beläuft sich die Summe auf rund 800 kg CO₂-Äquivalente pro Einwohner und Jahr. Die THG-Emissionen des Fleischkonsums eines Bürgers des Landkreises Konstanz entsprechen damit 10 Prozent seiner energiebedingten Emissionen.

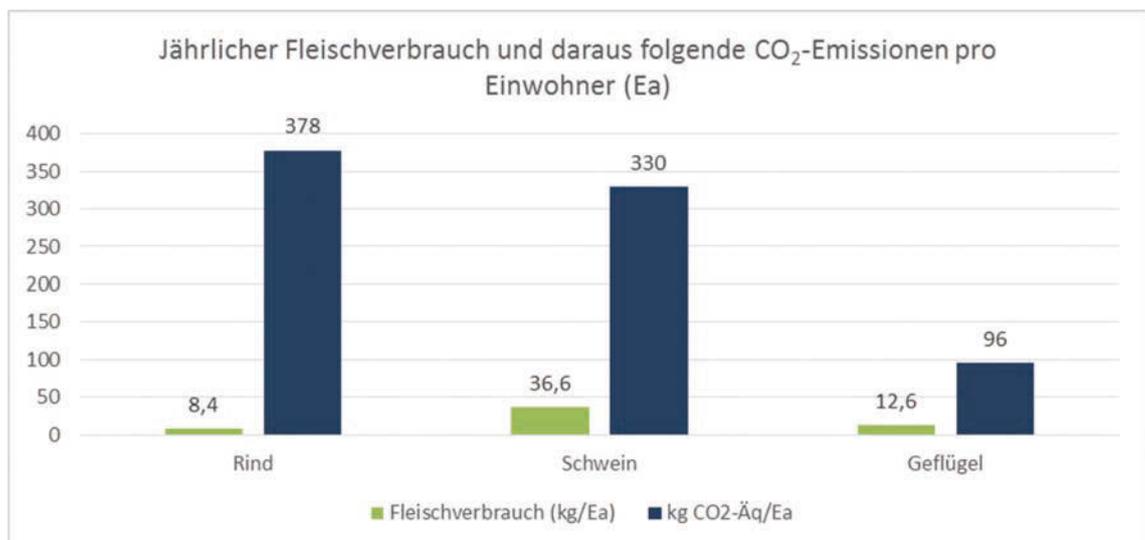


Abb. 129. Jährlicher Fleischverbrauch und daraus folgende CO₂-Emissionen pro Einwohner

5. Wirtschaftliche Indikatoren

5.1. Energiekosten

Auf Basis von Daten, die das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie zu den Energiekosten der Haushalte veröffentlicht hat (vgl. BMWi 2015), sowie anhand des berechneten Energieverbrauchs im Landkreis Konstanz wurden die Energiekosten der Haushalte geschätzt. Die Hochrechnung erfolgte auf Basis des ermittelten Verbrauchs, weil beispielsweise nicht bekannt ist, welche Treibstoffmengen im Landkreis durch Einheimische und durch Gäste konsumiert werden. Gleiches trifft auf die Treibstoffmengen zu, die Einwohner des Landkreises außerhalb des Landkreises einkaufen. Auch liegen keine Daten zu den durchschnittlichen Treibstoffpreisen der innerhalb und außerhalb des Landkreises gekauften Treibstoffmengen vor. Dementsprechend konnten die Kosten des Treibstoffverbrauchs nur über die Jahresfahrleistungen und die deutschen Durchschnittspreise geschätzt werden. Diese betragen im Jahr 2013 rund 1,55 € pro Liter Superbenzin und 1,42 € pro Liter Diesel. Im Jahr 2000 lagen die Preise bei 1,02 €/l für Benzin und 0,80 €/l für Diesel (vgl. Abbildung 130).

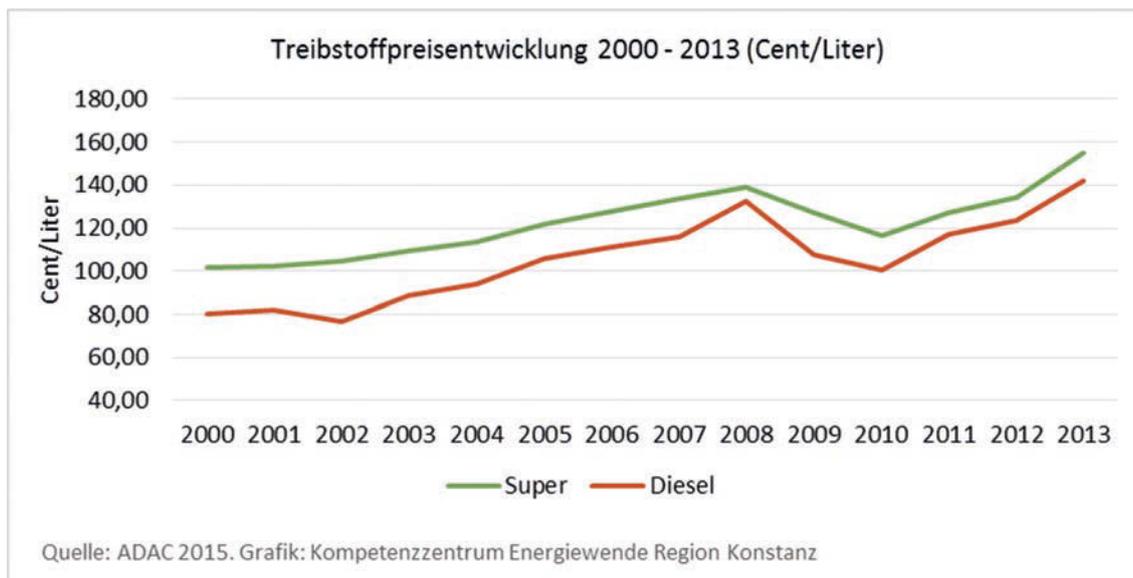


Abb. 130. Treibstoffpreisentwicklung 2000 – 2013

Die mit den Jahresfahrleistungen der Pkw verbundenen Treibstoffkosten summierten sich im Jahr 2013 auf fast 200 Millionen Euro. Dies entspricht einem Wert von rund 720 Euro pro Einwohner. Auf die Zahl der Erwerbstätigen bezogen ergibt sich ein Wert von 1.420 Euro pro Person (vgl. Abbildung 131).

Die Treibstoffkosten der privaten Haushalte werden auf einen Wert von rund 1.100 Euro pro Haushalt geschätzt, was einem Wert von 525 Euro pro Person entspricht.

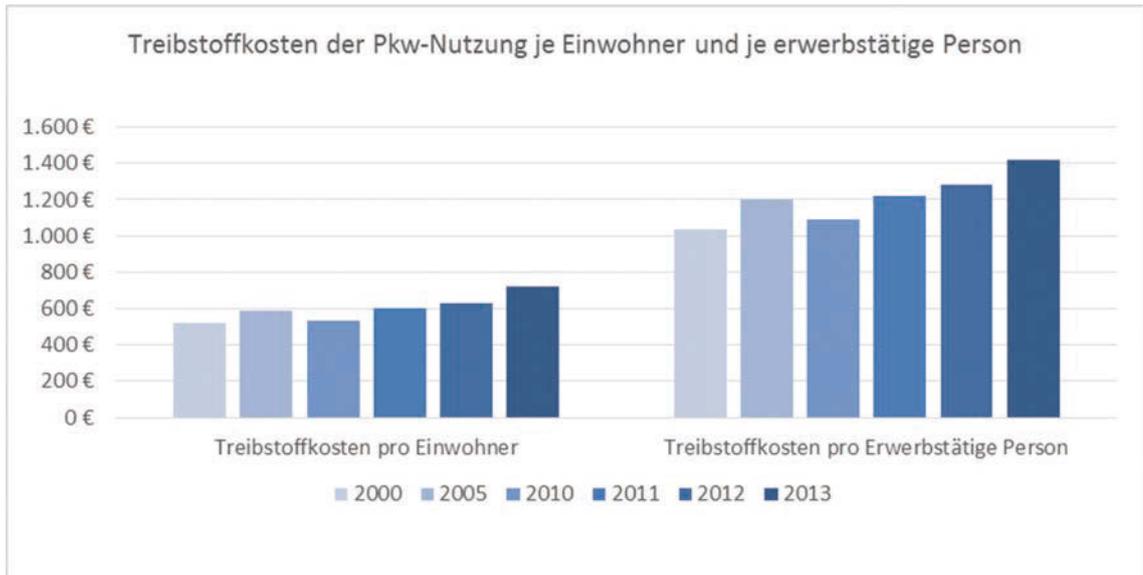


Abb. 131. Treibstoffkosten der Pkw-Nutzung je Einwohner und je erwerbstätige Person

Die Energiekosten der Haushalte sind zwischen den Jahren 2000 und 2013 von rund 2.120 € auf rund 3.350 € pro Haushalt gestiegen. Je Einwohner betrug die Summe im Jahr 2013 rund 1.670 €. Die Ausgaben der Haushalte für Wärme und Strom haben sich im dargestellten Zeitraum fast verdoppelt, während die Ausgaben für Treibstoffe um weniger als ein Drittel gestiegen sind (vgl. Abbildung 132). Es zeigt sich, dass die geringen Einsparungen beim Verbrauch den Preisanstieg der eingesetzten Energieträger nur in geringem Maße kompensieren konnten.

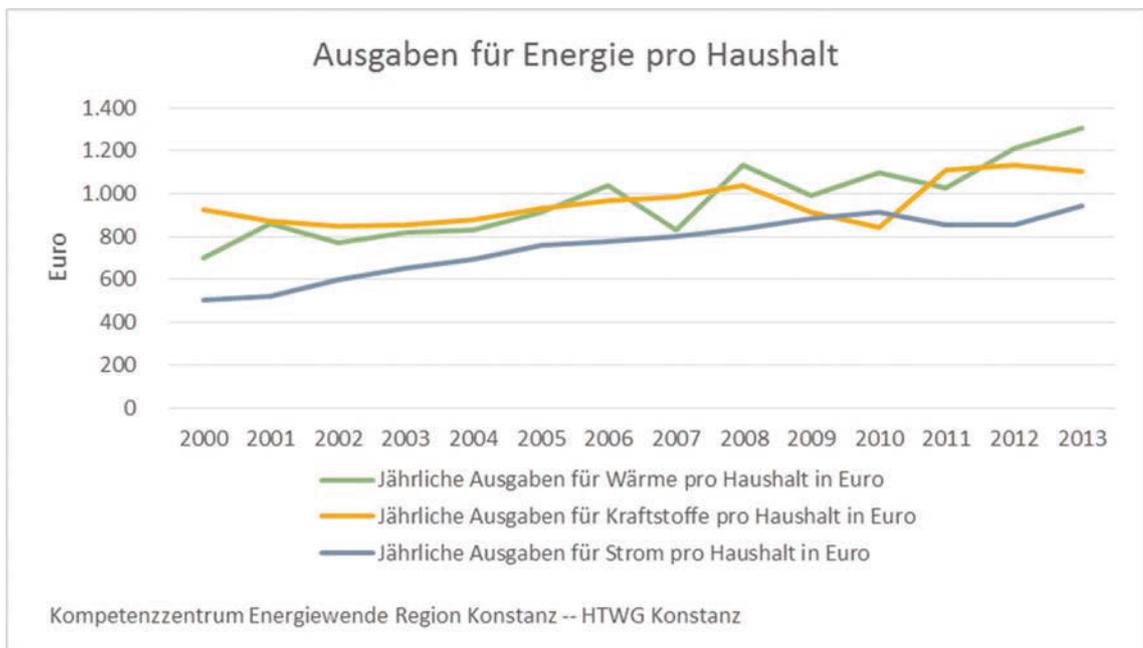


Abb. 132. Ausgaben für Energie pro Haushalt

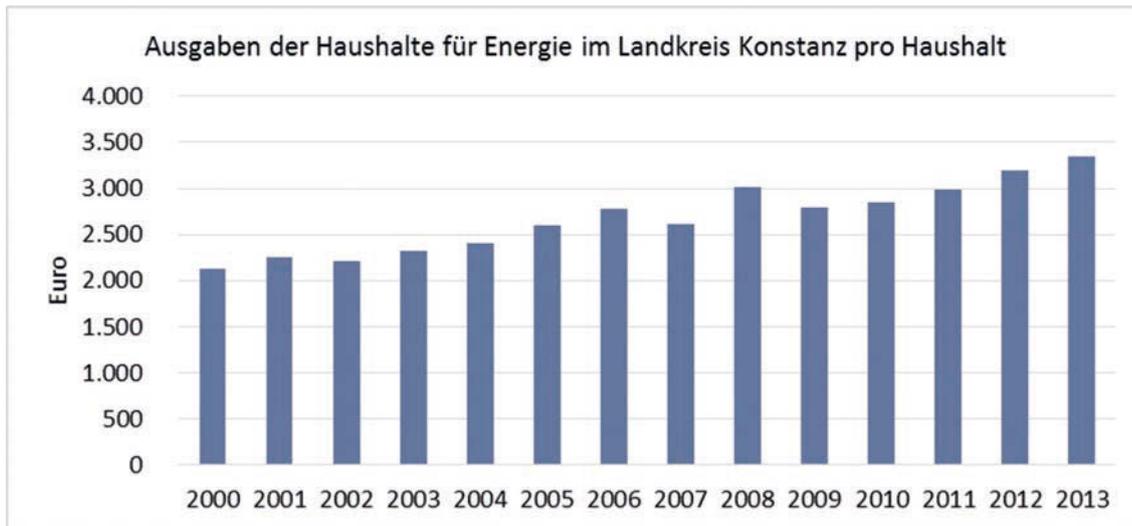


Abb. 133. Ausgaben der Haushalte für Energie im Landkreis Konstanz pro Haushalt

Zwischen den Jahren 2000 und 2013 sind die Energiekosten der Haushalte pro Person um 68 Prozent gestiegen. Da zugleich die Zahl der Haushalte im Landkreis um rund acht Prozent zugenommen hat, sind die Energiekosten der Haushalte insgesamt um über 80 Prozent gestiegen, auf über 450 Millionen Euro im Jahr 2013 (vgl. Abbildung 134).

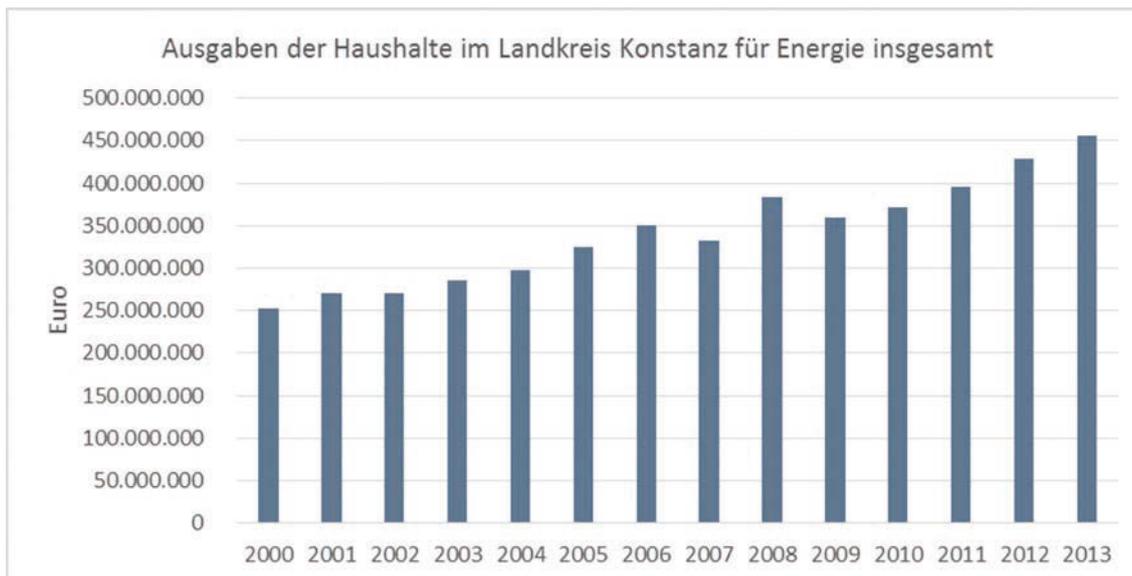


Abb. 134. Ausgaben der Haushalte im Landkreis Konstanz für Energie insgesamt

5.2. Energieproduktivität

Die Energieproduktivität ist eine Kennzahl dafür wie effizient eine Volkswirtschaft mit Energieresourcen umgeht. Sie zeigt an, wie viele Einheiten des Bruttoinlandsprodukts (BIP) pro Einheit Energie erwirtschaftet werden. Sie kann bezogen werden auf Primär- oder Endenergieverbrauch. Auf Bundes- und Landesebene wird der Wert als prozentuale Entwicklung gegenüber dem Basisjahr 1991 dargestellt. Eine Darstellung als Zeitreihe ist aufgrund der fehlenden Datengrundlage für den Landkreis Konstanz nicht möglich. Daher wird ein Vergleich mit dem Land Baden-Württemberg dargestellt.

Da beim Statistischen Landesamt keine Daten zur Energieproduktivität für den Landkreis Konstanz vorliegen, wird das BIP zu Marktpreisen 2013 mit dem in diesem Monitor berechneten Endenergieverbrauch kombiniert, um die Endenergieproduktivität behelfsweise zu ermitteln. Analog dazu kann die Endenergieproduktivität des Landes Baden-Württemberg berechnet werden. Tabelle 8 verdeutlicht, dass das Land Baden-Württemberg eine um 6% höhere Endenergieproduktivität im Vergleich zum Landkreis Konstanz aufweist.

2013	BIP in Mill. €	Endenergieverbrauch in TWh	Energieproduktivität in Mill. €/TWh	Vergleich in Prozent
Landkreis Konstanz	8.691	6,6	1.358	100%
Land Baden-Württemberg	423.440	294	1.438	106%

Tabelle: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz – HTWG Konstanz

Quellen: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Eigene Erhebung.

Tab. 8. Endenergieproduktivität 2013 des LKR Konstanz und Land BW im Vergleich

Die Datenqualität des BIP ist als verlässlich einzustufen, da die Daten vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg stammen. Der Endenergieverbrauch ist für den Landkreis mit den in Kapitel 3.1 beschriebenen Einschränkungen zu ermitteln.

5.3. EEG-Zahlungen

In Abbildung 135 und Abbildung 136 sind die EEG-Zahlungen dargestellt, die durch Anlagen im Landkreis Konstanz entstehen. Seit 2002 sind die Zahlungen stetig angestiegen, bis etwa im Jahr 2011 mit insgesamt mehr als 55.000.000 € pro Jahr für den Landkreis und etwas über 200 € pro Einwohner ein Plateau erreicht wurde. Die Zahlungen sind von der Deutschen Gesellschaft für Solarenergie e.V. auf Basis der installierten Erzeugungskapazität (vgl. Kapitel 3.2.1.1) berechnet, und stellen daher nicht die realen Zahlungen dar. Die Entwicklung verläuft analog zum Ausbau der Erneuerbaren Energie wie bereits im Kapitel Erneuerbare Energie (vgl. ebd.) beschrieben.

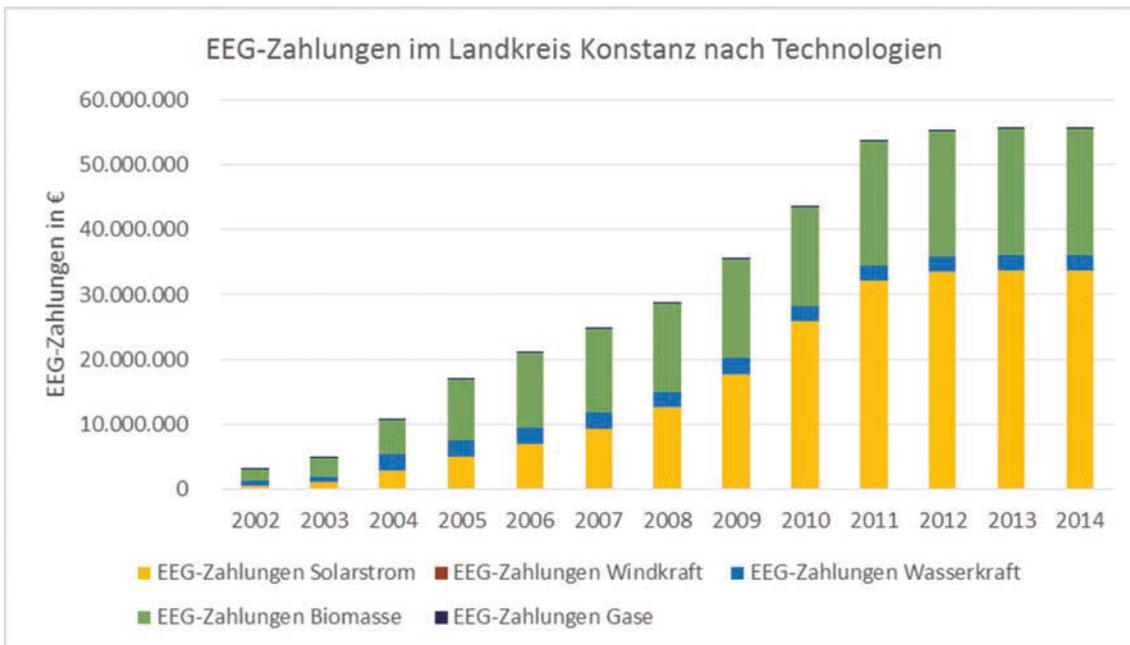


Abb. 135. EEG-Zahlungen im Landkreis auf Basis der Erzeugungskapazität

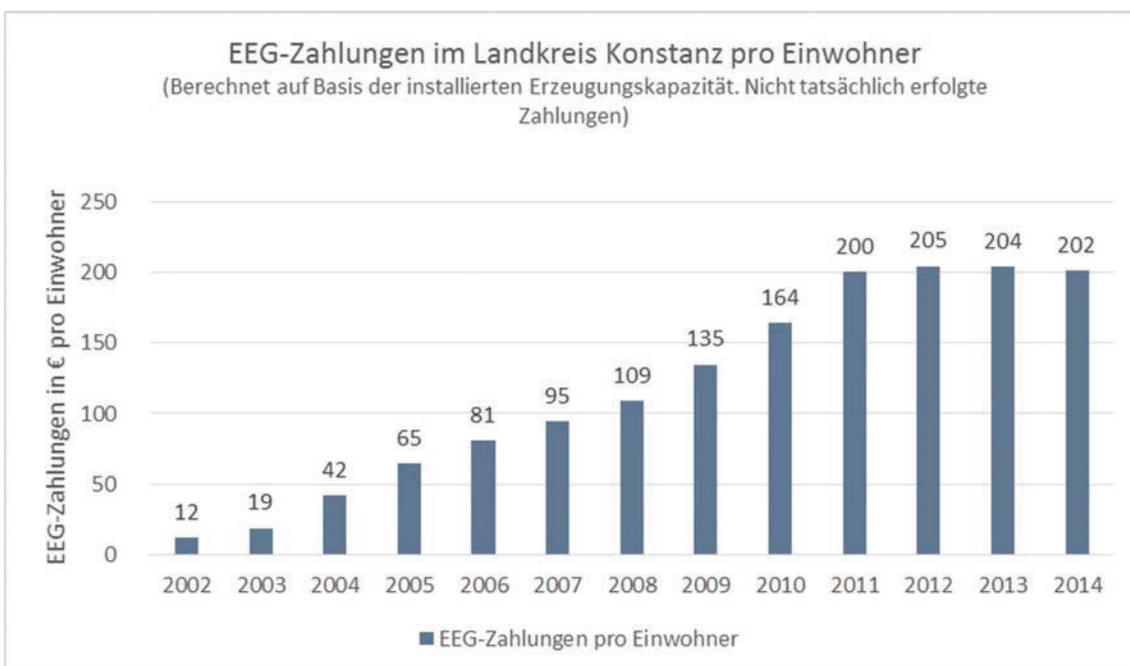


Abb. 136. EEG-Zahlungen im Landkreis auf Basis der Erzeugungskapazität pro Einwohner

In Abbildung 137 ist der jeweilige Anstieg der EEG-Zahlungen im Zeitraum von 2003 bis 2015 dargestellt, die durch den Zubau der Erneuerbaren Energien in den Landkreis fließen. Gezeigt wird lediglich, welcher Betrag durch den Zubau der entsprechenden Technologie im Vergleich zum Vorjahr hinzukommt. Da die Einspeisevergütung konstant bleibt, bleiben Zahlung (z. B. die der Wasserkraft im Jahr 2014) auch in den folgenden Jahren bis zum Ende der jeweiligen Förderung erhalten.

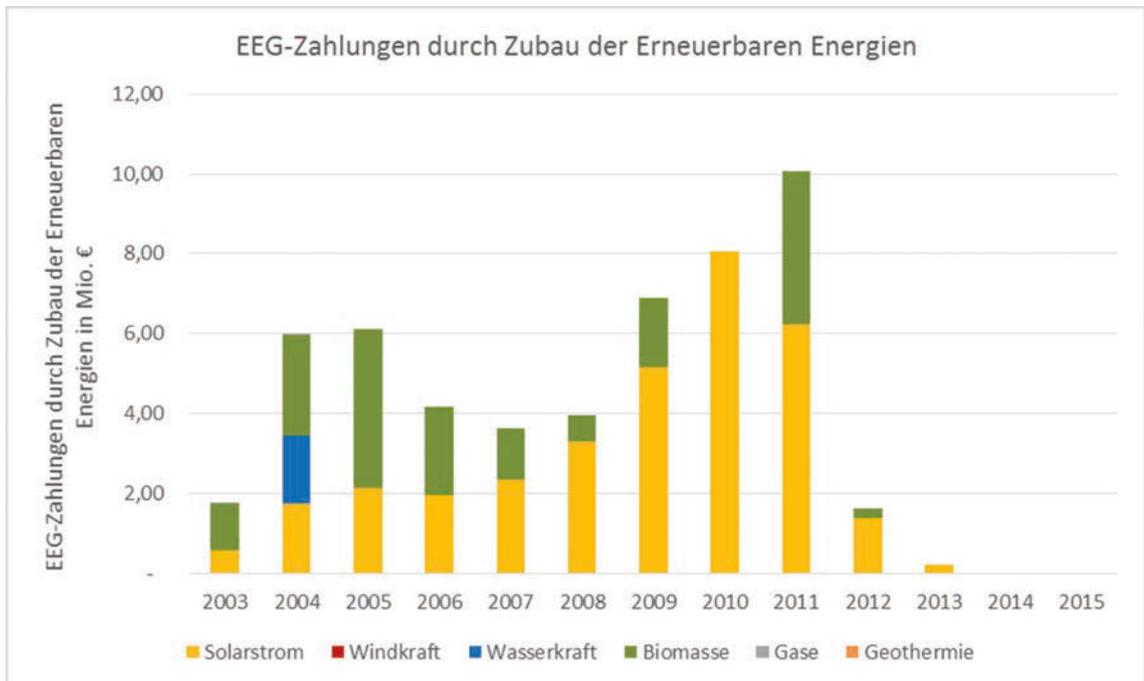


Abb. 137. Erhöhung der jährlichen EEG-Zahlungen durch Zubau der Erneuerbaren Energien in den Landkreis Konstanz

6. Lokale Potenziale Erneuerbarer Energien

Entscheidend für das Gelingen der Energiewende ist neben den vorhergehend aufgeführten Faktoren, wie weit der verbleibende Energiebedarf aus erneuerbaren und möglichst lokal vorhandenen Energiequellen gedeckt werden kann. Die Zusammensetzung der lokalen Potenziale erneuerbarer Energien kann zudem sehr hilfreich bei einer gezielten Energienutzungsplanung sein. In diesem Kapitel folgt deshalb eine Schätzung der Potenziale. Die Bioenergiepotenziale wurden anhand der vorliegenden Daten zu Flächennutzung, Biomasseaufkommen und Viehbestand sowie der jeweiligen durchschnittlichen Energieerträge aus Energiepflanzen, Holz und biogenen Reststoffen berechnet (vgl. Simon 2011). Auskunft zur Zahl der geeigneten Standorte für Windenergie gaben die IG Hegauwind und die solarcomplex AG. Das Solarpotenzial wurde anhand der Potenziale vergleichbarer Städte geschätzt, da die Flächenpotenziale des Landkreises noch nicht ermittelt wurden. Die Potenziale von Wasserkraft und Geothermie konnten im Rahmen der vorliegenden Erhebung nicht abgeschätzt werden. Im Bereich der Wasserkraft ist allerdings davon auszugehen, dass alle größeren Potenziale bereits erschlossen sind. Allenfalls durch sogenanntes Repowering oder den Einsatz von Kleinwasserkraftanlagen lassen sich zusätzliche Potenziale erschließen. In die Abschätzung des Gesamtpotenzials fließt daher nur die bereits vorhandene Wasserkraftnutzung als Potenzial ein.

6.1. Bioenergiepotenzial

Das Bioenergiepotenzial im Landkreis wird auf ca. 2.500 kWh pro Einwohner geschätzt. Das Potenzial kann jedoch größer oder kleiner ausfallen – je nachdem, ob mehr oder weniger land- und forstwirtschaftliche Flächen für die Energiegewinnung genutzt werden. Zudem wirken sich der fortschreitende Flächenverbrauch und steigende Bevölkerungszahlen schmälernd auf das Potenzial aus. Eine weitere wichtige Einflussgröße ist der Viehbestand. In Abbildung 138 sind die Anteile der verschiedenen Energiequellen in Prozent auf Basis der Daten von 2010 bis 2013 dargestellt.

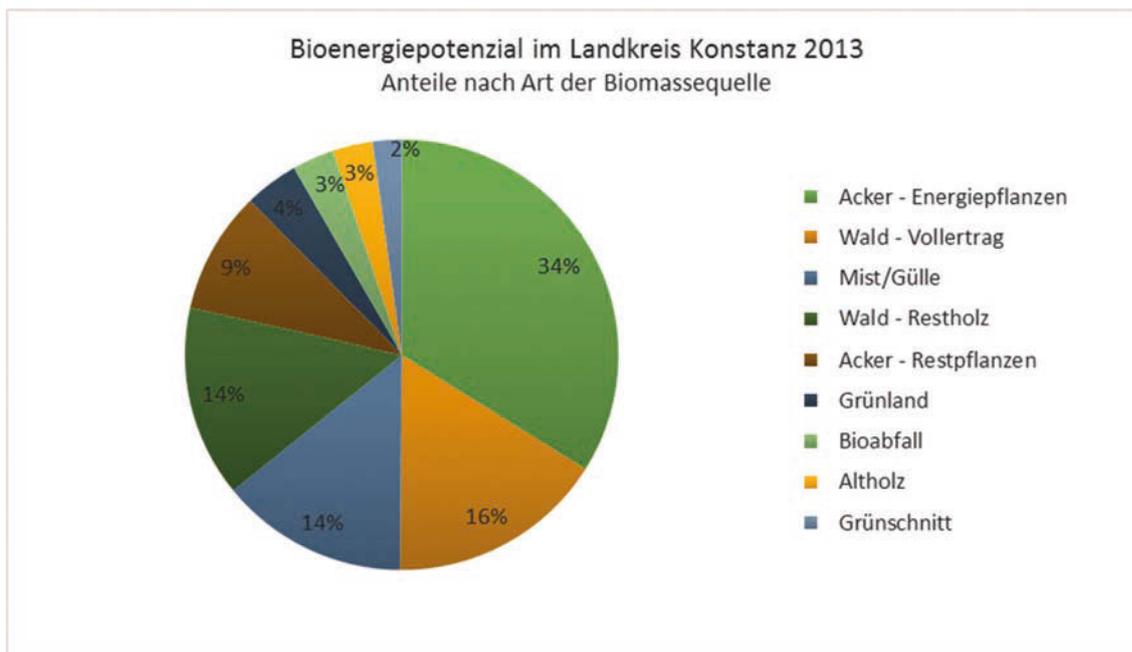


Abb. 138. Bioenergiepotenzial im Landkreis Konstanz 2013

Aktueller Bioenergienutzungsgrad

Abbildung 139 zeigt den berechneten Nutzungsgrad des lokalen Bioenergiepotenzials. Die vorhandene Stromproduktion aus Biomasse schöpft das lokale Potenzial etwa zur Hälfte aus. Die geschätzte Wärmegewinnung aus biogenen Rohstoffen entspricht ungefähr einem Drittel des ermittelten Potenzials. Insgesamt werden damit etwa 40 Prozent des Bioenergiepotenzials bereits genutzt. In der Berechnung wurden jeweils 20 Prozent der land- und forstwirtschaftlichen Flächen als überwiegend für die Energieerzeugung genutzte Flächen angenommen. Dies entspricht, auf die Ackerflächen bezogen, ungefähr dem heutigen Durchschnitt in Deutschland. Auch für den Bereich der forstwirtschaftlichen Nutzung wurde lediglich ein Fünftel der Fläche für die energetische Nutzung eingerechnet. Es ist aber auch möglich, einen kleineren oder größeren Anteil energetisch zu nutzen. In Deutschland werden derzeit nur sehr geringe Anteile der Waldfläche nicht wirtschaftlich genutzt.

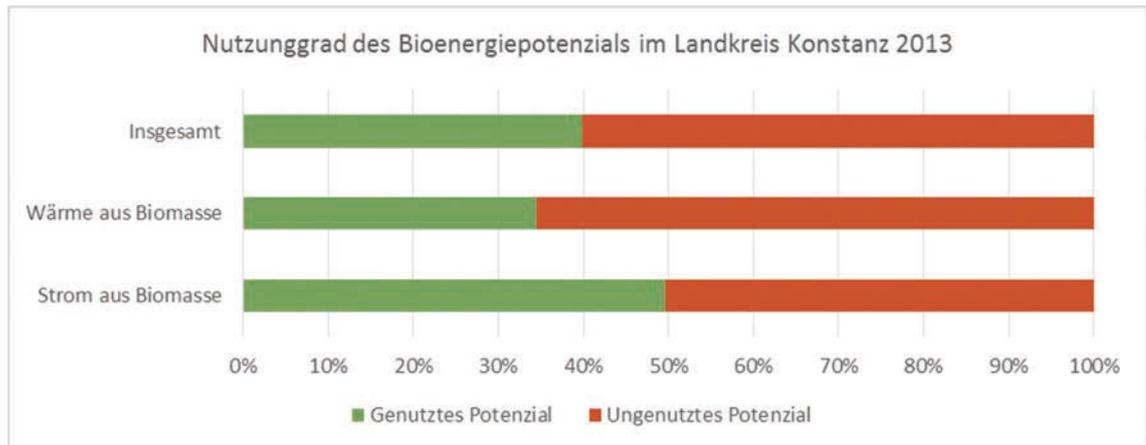


Abb. 139. Nutzungsgrad des Bioenergiepotenzials im Landkreis Konstanz 2013

Zu beachten ist bei der Schätzung des Nutzungsgrades, dass die aus Biomasse gewonnene Wärme zu größeren Teilen aus Nachbarkreisen importiert sein könnte. Möglicherweise ist also von den ermittelten Potenzialen in Wirklichkeit ein geringerer Anteil genutzt als in Abbildung 139 dargestellt.

Bioenergiepotenziale der Gemeinden

Betrachtet man die pro Einwohner vorhandenen Bioenergiepotenziale in den einzelnen Gemeinden, so zeigen sich hier enorme Unterschiede. Während das Potenzial in der Stadt Konstanz gegen Null geht, weisen drei Gemeinden ein Potenzial von mehr als 15.000 kWh/Ea auf (vgl. Abbildung 140).

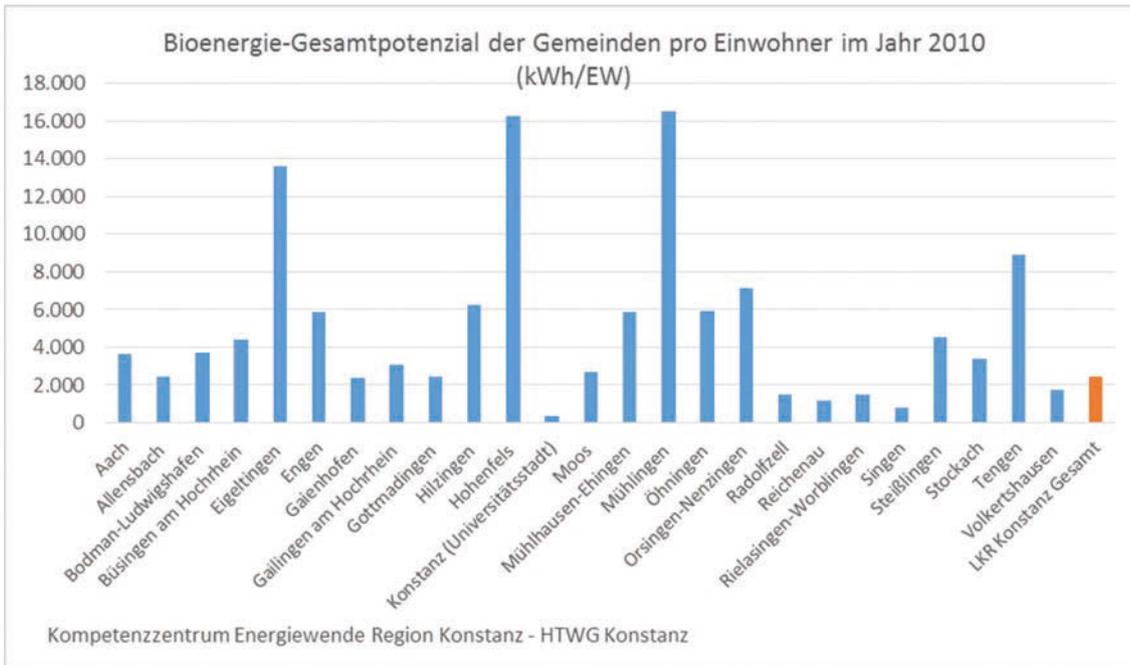
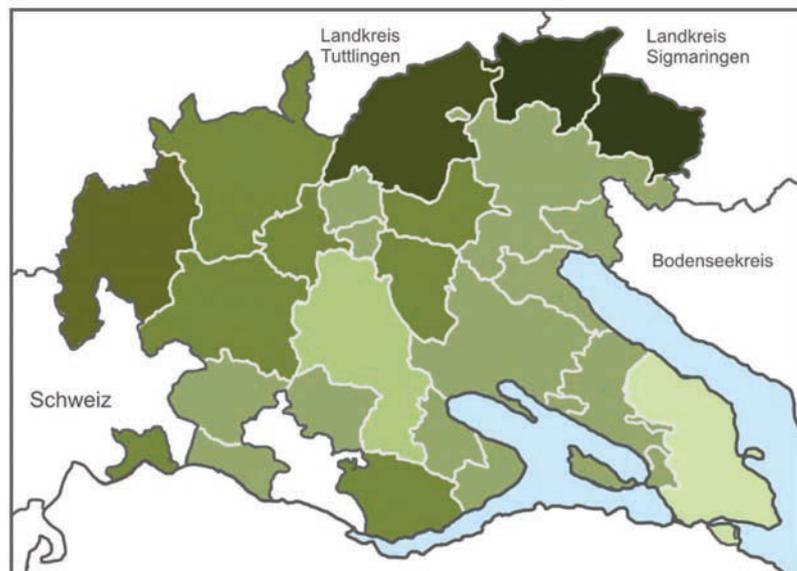


Abb. 140. Bioenergie-Potenzial der Gemeinden pro Einwohner

In der Kartenansicht stellt sich das Bioenergiepotenzial der Gemeinden im Landkreis Konstanz wie folgt dar. Die durchschnittlich 2.500 kWh/Ea sind auch geographisch sehr ungleich auf den Landkreis verteilt. Während in den im Norden gelegenen Gemeinden relativ große Potenziale vorhanden sind, nehmen die Potenziale tendenziell in Richtung Süden ab. Mit Blick auf den Austausch und die nötige Logistik dürfte diese Verteilung einen erhöhten Aufwand mit sich bringen

Bioenergiepotenzial Gesamt

- kWh pro Einwohner
- 10 bis unter 500
- 500 bis unter 1.000
- 1.000 bis unter 4.000
- 4.000 bis unter 8.000
- 8.000 bis unter 12.000
- 12.000 und mehr



Grafik: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz – HTWG Konstanz

Abb. 141. Bioenergiepotenziale der Gemeinden (Kartendarstellung)

In Abbildung 142 ist das Energiepotenzial des bereits anfallenden Grünschnitts dargestellt, welches von der Bodenseestiftung ermittelt wurde.



Quelle: Bodenseestiftung, A. Föll

Grafik: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz – HTWG Konstanz

Abb. 142. Energiepotenzial des Grünschnittaufkommens (Kartendarstellung)

Mögliche Bedarfsdeckung der Haushalte durch lokale Bioenergiepotenziale

Setzt man die ermittelten Bioenergiepotenziale der Gemeinden ins Verhältnis zum Energiebedarf der privaten Haushalte, zeigt sich, dass der Landkreis bei einer theoretisch möglichen Energiebedarfsreduktion in den Privathaushalten rund 43 Prozent seines Energiebedarfs aus Bioenergie decken könnte. Diese Bilanz beinhaltet einen großen Teil des motorisierten Individualverkehrs des Landkreises. Fünf Gemeinden weisen dabei kleinere Überschüsse auf, drei Gemeinden übertreffen ihren Bedarf sogar deutlich und könnten möglicherweise Energie in die anderen Gemeinden exportieren.

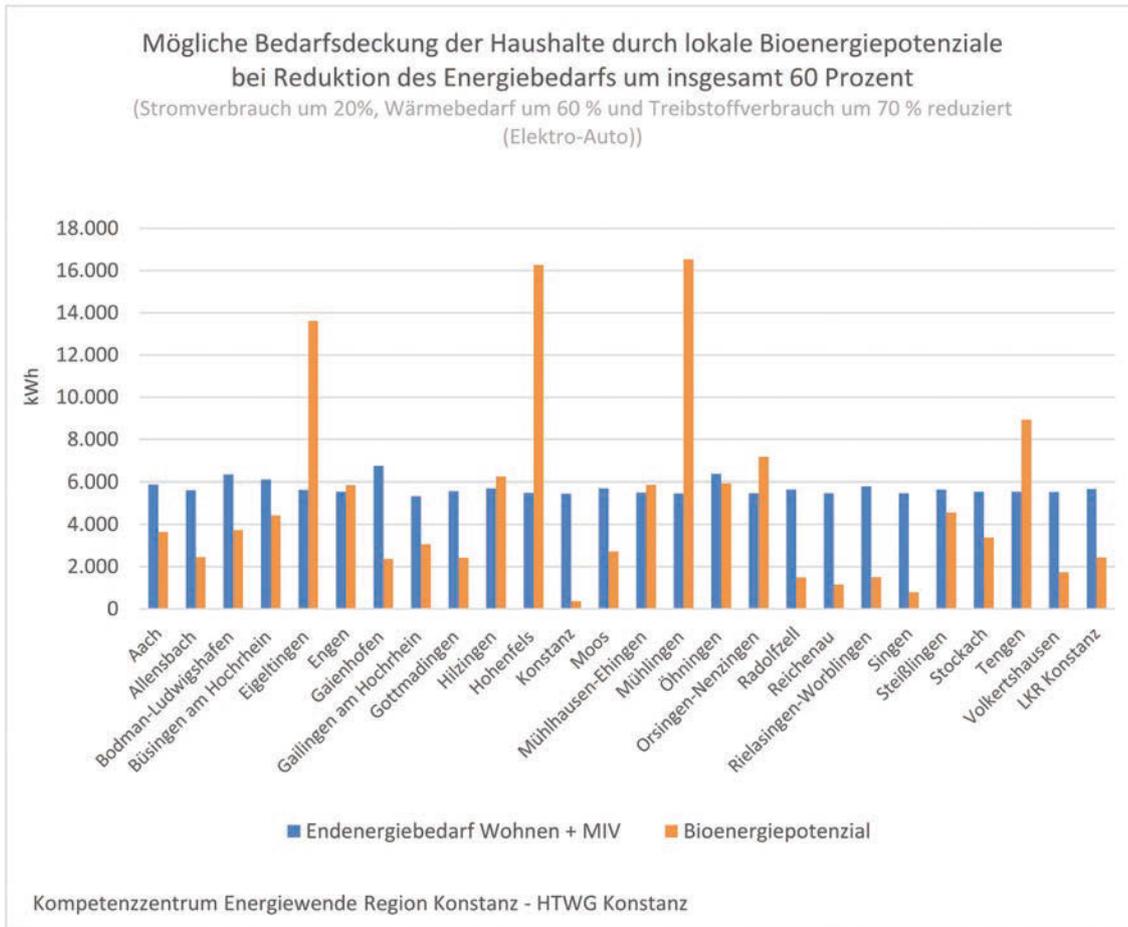


Abb. 143. Mögliche Bedarfsdeckung der Haushalte durch lokale Bioenergiepotenziale

Mögliche Selbstversorgungsgrade der Privathaushalte durch Nutzung der Bioenergie

In der folgenden Abbildung sind die möglichen Selbstversorgungsgrade der Gemeinden bei einer vollständigen Nutzung der Bioenergiepotenziale bezogen auf die Privathaushalte dargestellt. Defizite und mögliche Überschüsse der Gemeinden werden in dieser Darstellung besonders gut sichtbar.

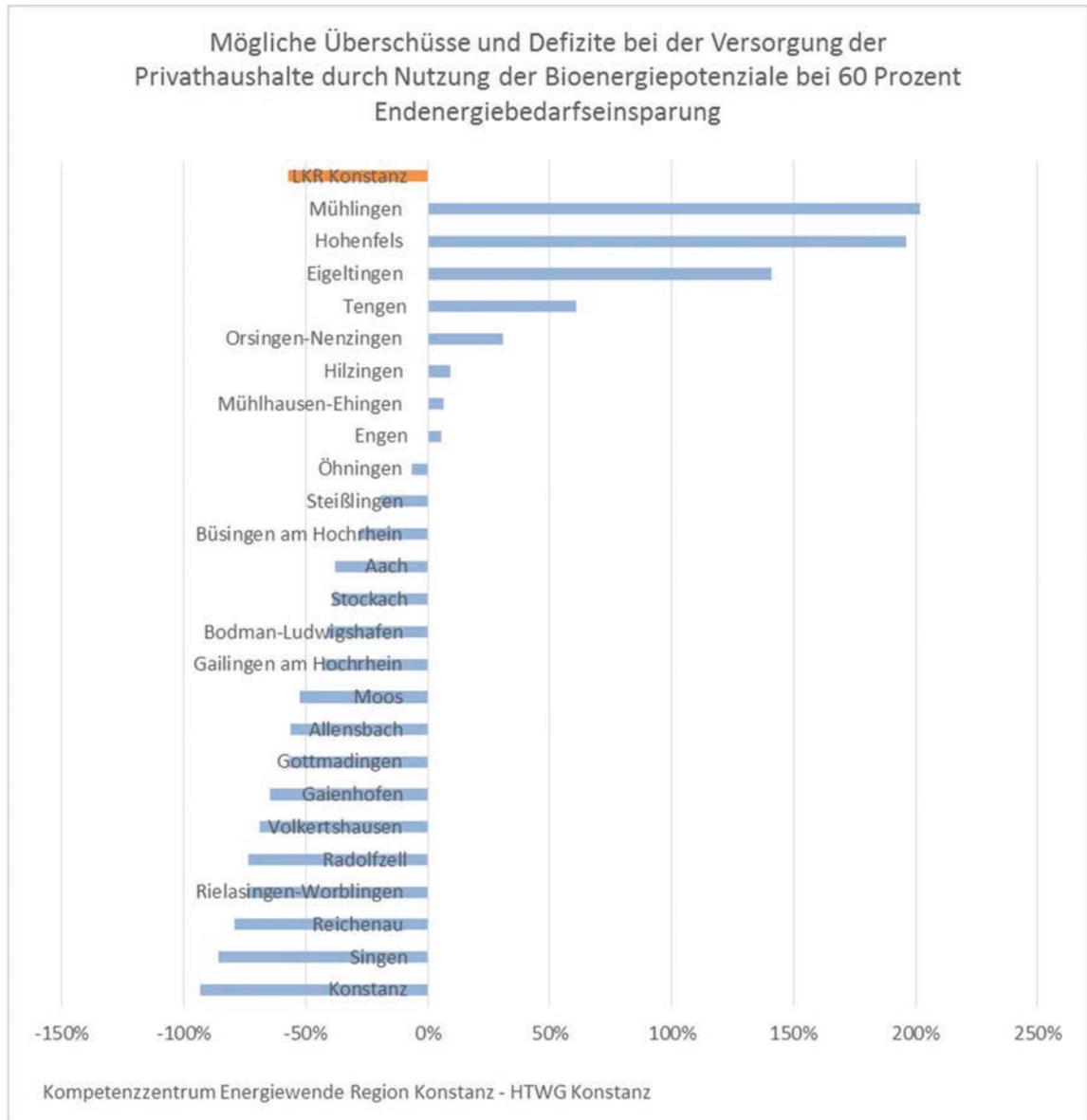


Abb. 144. Mögliche Selbstversorgungsgrade der Privathaushalte bei Nutzung der Bioenergie

6.2. Windenergiepotenzial

Beim Windenergiepotenzial ist zwischen technisch und wirtschaftlich erschließbarem Potenzial einerseits sowie dem voraussichtlich tatsächlich erschließbarem Potenzial andererseits zu unterscheiden. solarcomplex hat im Auftrag der IG Hegauwind Windmessungen auf nahezu allen Höhenzügen durchgeführt und die Windverhältnisse analysiert. Das Unternehmen bestätigt, dass an allen in Frage kommenden Standorten davon ausgegangen werden kann, dass mit modernen Schwachwindanlagen (z. B. Nordex N-131 mit 134 m Nabenhöhe, 131 m Rotordurchmesser und 3,3 MW Leistung) pro Jahr etwa 6 Mio. kWh geerntet werden können. Technisch und wirtschaftlich erschließbar wären damit Standorte für 20 Anlagen, was zu einer Erneuerbaren Energieproduktion von 120 GWh pro Jahr führen könnte. Tatsächlich erschließbar werden aber voraussichtlich nur Standorte für bis zu 10 Anlagen sein (60 GWh/a), was etwa 220 kWh pro Einwohner und Jahr entspricht.

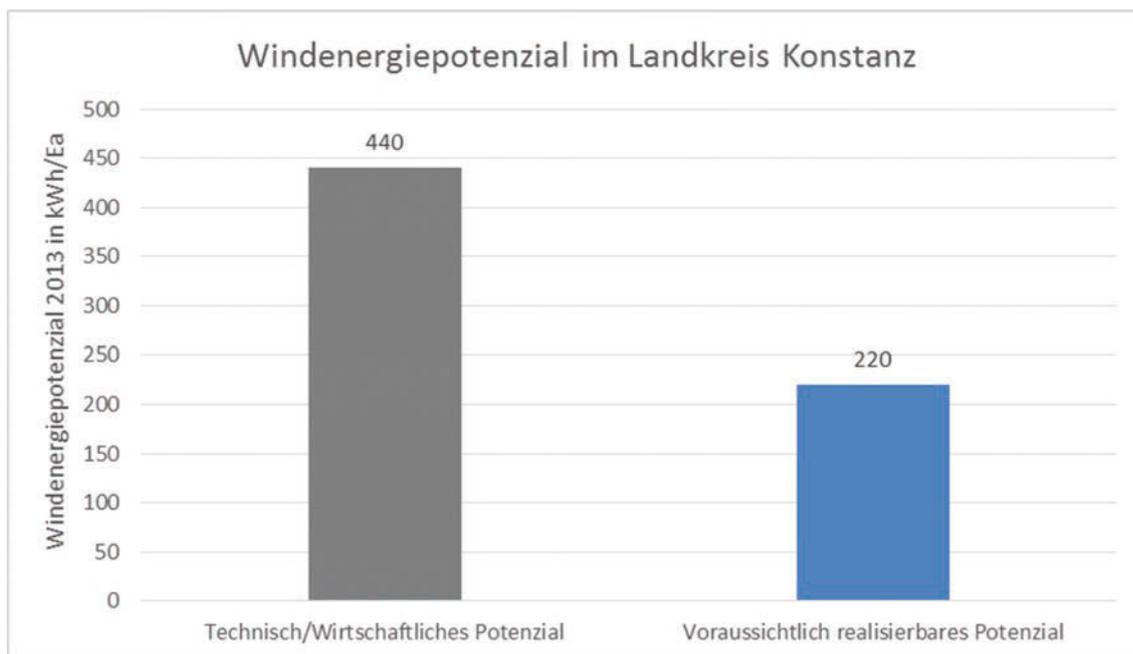


Abb. 145. Windenergiepotenzial

Diese Differenz rührt aus den genehmigungsrechtlichen Einschränkungen. So ist z. B. der Bodanrück beinahe komplett als Naturschutzgebiet ausgewiesen; Der Schiener Berg ist auf deutscher Seite Landschaftsschutzgebiet. (Quelle: solarcomplex 2015)

Potenzial der Kleinwindkraft

Das Potenzial der Kleinwindkraft ist vor allem von der Zahl der geeigneten Standorte abhängig, weshalb es sehr kleinteilig und auf Basis der vorliegenden Daten kaum abzuschätzen ist. Die Erträge liegen in der Regel zwischen 3.000 und 10.000 kWh pro Anlage und Jahr (vgl. Simon 2011, S. 117). Angenommen wurde einfachheitshalber eine Zahl von ein bis zwei Kleinwindkraftanlagen je 1.000 Einwohner. Bei einem wahrscheinlichen Jahresertrag von rund 7.500 bis 10.000 kWh/Anlage ergibt sich daraus ein Potenzial von 2,0 bis 5,5 GWh/Jahr, was etwa dem Ertrag einer großen Windkraftanlage entspricht.

6.3. Solarstrompotenzial

Dachflächenphotovoltaik

Eine genauere Schätzung der Solarenergiepotenziale im Landkreis Konstanz ist ohne eine Kartierung der geeigneten Dachflächen nicht möglich. Da solche Daten bisher nicht vorliegen, kann nur die Größenordnung geschätzt werden, in welcher sich die Solarenergiepotenziale bewegen könnten. Eine Möglichkeit, die Potenziale zu schätzen, ist der Vergleich der Siedlungsflächen und der geeigneten Dachflächen anderer Regionen und Gemeinden. Solche Dachflächenpotenzialerhebungen, liegen beispielsweise für Deutschland, aber auch für einige Städte vor. Das Ecofys-Institut hat für Deutschland einen Wert von rund 22 m² Dachfläche und rund 7 m² Fassadenfläche pro Einwohner geschätzt, der sich für die Nutzung von Solarkollektoren eignet. Für die Städte Leutkirch im Allgäu und Kirchheim unter Teck wurden ebenfalls die geeigneten Dachflächen ermittelt, die mit 34 bzw. 49 m² pro Einwohner deutlich über dem von Ecofys ermittelten deutschen Durchschnitt liegen.

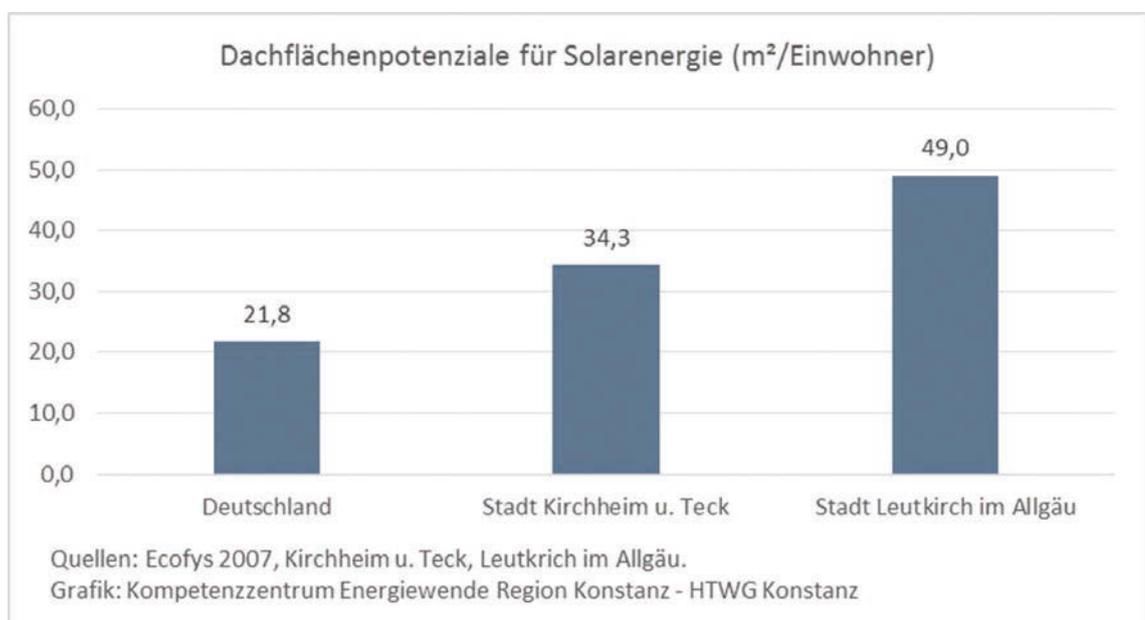


Abb. 146. Dachflächenpotenziale für Solarenergie (m²/Einwohner)

Nimmt man eine Aufteilung von 80 Prozent Photovoltaik und 20 Prozent Solarthermie und einen durchschnittlichen Ertrag von 120 kWh pro m² Solaranlagenfläche an, so ergibt sich für Deutschland daraus ein Wert von rund 2.100 kWh/Ea, für Kirchheim unter Teck von rund 3.300 kWh/Ea und für Leutkirch im Allgäu von rund 4.700 kWh. Um die Plausibilität zu prüfen wurde für die Stadt Merseburg, die bisher als eine von wenigen Städten in Deutschland eine Kartierung ihrer Stadtraumtypen durchgeführt hat, eine Photovoltaik-Potenzialschätzung nach der Methodik des BMVBS (2009, S. 31) durchgeführt, die einen Wert von ca. 2.400 kWh/Ea ergab. (Vgl. Abbildung 147)

Betrachtet man die Gebäude- und Freiflächen für die Bereiche Wohnen und Gewerbe, so weist die Stadt Kirchheim unter Teck sowohl eine ähnliche Siedlungsflächenstruktur auf, wie der Landkreis Konstanz als auch ähnliche Flächengrößen pro Einwohner (vgl. Abbildung 148).

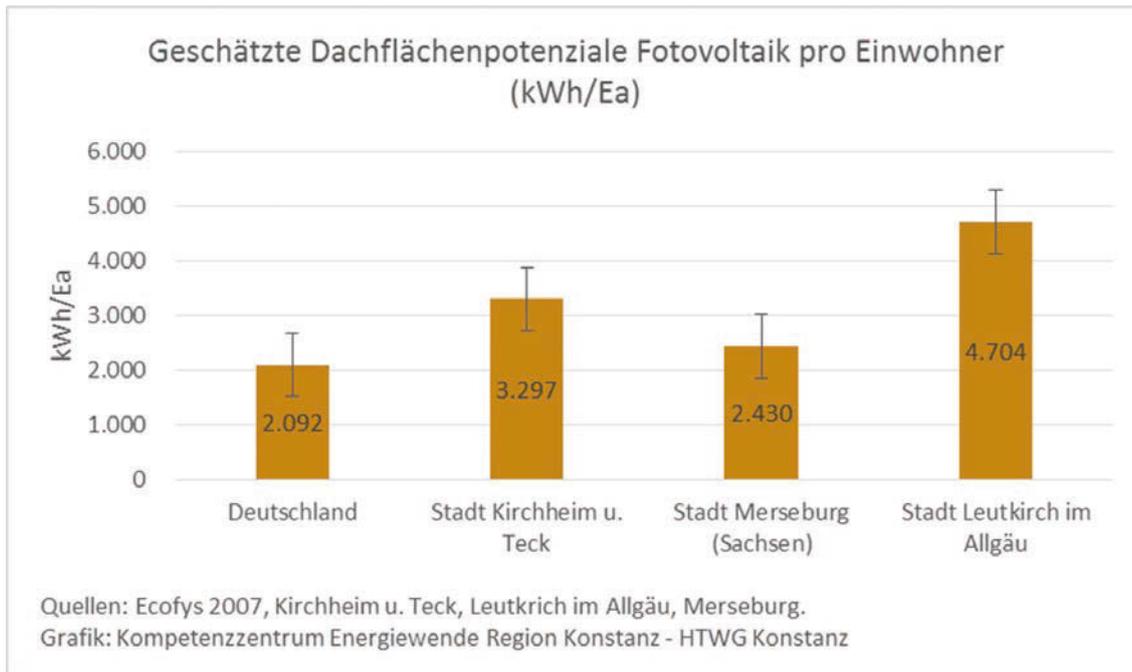


Abb. 147. Geschätzte Dachflächenpotenziale Photovoltaik pro Einwohner in kWh/Ea

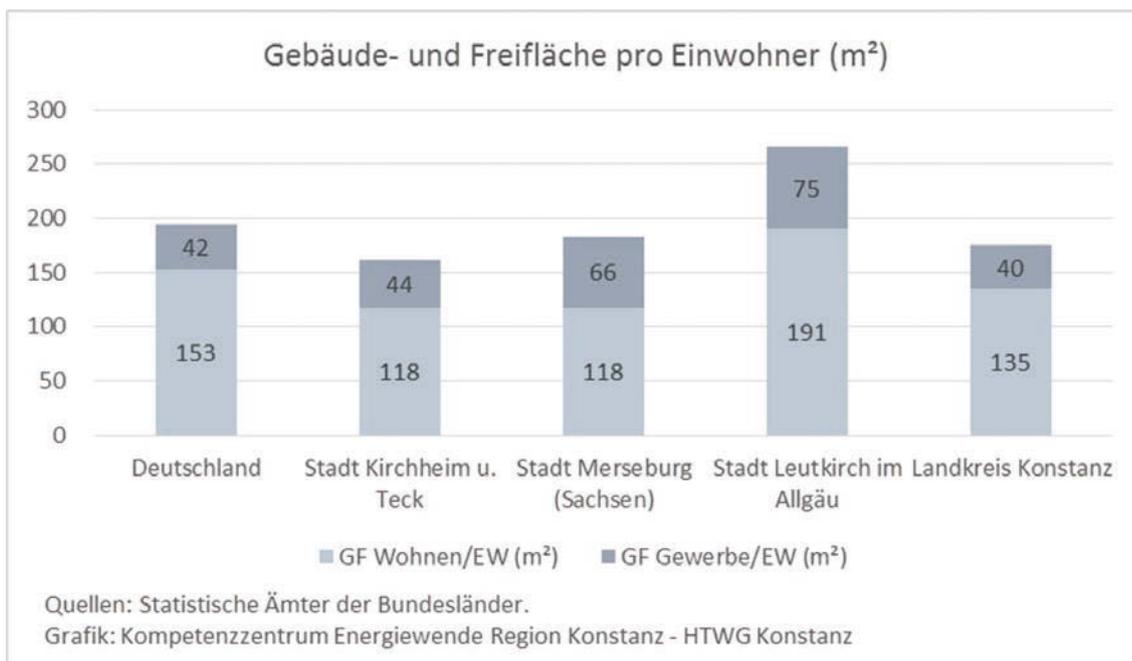


Abb. 148. Gebäude- und Freifläche pro Einwohner im Vergleich

In Anbetracht dieser Vergleichswerte wird angenommen, dass sich die geeigneten Dachflächen sowie das daraus ableitbare PV-Potenzial des Landkreises Konstanz in einer ähnlichen Größenordnung bewegen könnten wie in Kirchheim unter Teck. Deshalb wird auch im Landkreis Konstanz ein Dachflächen-Photovoltaikpotenzial von ungefähr 3.300 kWh pro Einwohner vermutet. Dabei handelt es sich jedoch um eine grobe Schätzung. Eine genauere Ermittlung der tatsächlichen Potenziale ist daher unabdingbar.

Freiflächenphotovoltaik

Das technische Potenzial der Freiflächenphotovoltaik liegt heute im Süden Deutschlands in Abhängigkeit von der verwendeten Modulart bei ca. 300.000 bis 550.000 kWh pro Hektar (vgl. Simon 2011). Das Potenzial im Landkreis hängt deshalb vor allem davon ab, wie viel Fläche für die Freiflächenphotovoltaik aufgewendet wird. Um einen Eindruck davon zu bekommen, wie viel Anlagenfläche für einen nennenswerten Beitrag zur Energieversorgung des gesamten Landkreises notwendig wäre, wurden in Abbildung 149 drei Szenarien veranschaulicht. Dabei wurde im Szenario „1-Hektar-Potenzial“ angenommen, dass für jede Gemeinde im Landkreis ein Hektar Freiflächenanlage errichtet wird. Dies entspräche einem Potenzial von ca. 50 kWh pro Einwohner und Jahr. Bei fünf Hektar pro Gemeinde läge der Jahresertrag bei rund 230 kWh/Ea (5-Hektar-Potenzial) und bei 7,5 Hektar pro Gemeinde bei rund 340 kWh/Ea (7,5-Hektar-Potenzial). Die entsprechenden Gesamtflächen betragen 25 Hektar, 125 Hektar und 188 Hektar. Pro Einwohner entspricht dies Flächen von ungefähr einem, viereinhalb und sieben Quadratmetern. Für die folgende Abschätzung der Energiepotenziale wurden eine Fläche von fünf Hektar pro Gemeinde und ein mittlerer Ertrag von 400.000 kWh/ha angenommen. Dies entspricht einem Ertrag von rund 180 kWh pro Einwohner und Jahr.

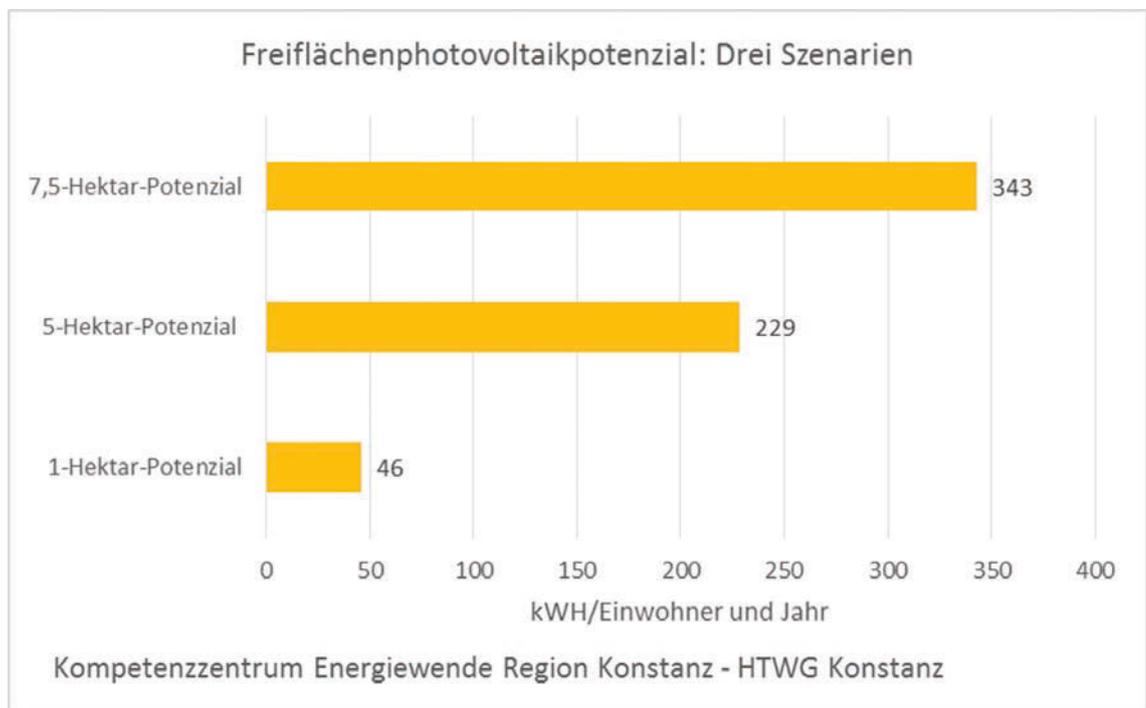


Abb. 149. Freiflächenphotovoltaikpotenzial: Drei Szenarien

6.4. Solarthermie

Solarthermie wird in der Regel zur Warmwasserbereitung oder zur Heizungsunterstützung eingesetzt. Der durchschnittliche Jahresertrag der Solarthermie an Gebäudeflächen wird mit 250 bis 750 Kilowattstunden (kWh) pro Quadratmeter Kollektorfläche angegeben (vgl. Doelling 2016 und Frahm o. J.). Für eine Anlage zur Trinkwassererwärmung mit Flachkollektoren sollte er zwischen 300 kWh/(m²*a) und 500 kWh/(m²*a) liegen (vgl. VD 2008, S. 142). Für die vorliegende Schätzung wurde von einem Durchschnittsertrag von 425 kWh/m² Anlagenfläche ausgegangen.

Das Potenzial der Solarthermie auf Gebäudeflächen wurde anhand der bereits dargestellten Flächenpotenziale für Solaranlagen geschätzt. Da zuvor von einem Anteil der Photovoltaik von 80 Prozent an der potenziellen Solaranlagenfläche ausgegangen wurde, verbleiben die übrigen 20 Prozent der geeigneten Dach- und Fassadenflächen. Dies entspricht einer potenziellen Dachanlagenfläche von sieben Quadratmetern pro Einwohner und einem Ertragspotenzial von rund 2.900 kWh/Ea. Als geeignete Fassadenfläche wurden nach Ecofys 2007 rund sieben Quadratmeter pro Einwohner angenommen. 20 Prozent dieser Fläche entsprechen rund 1,5 m² Kollektorfläche und einem Ertragspotenzial von rund 600 kWh/Ea.

Solarthermie kann zudem auch in Form von Freiflächenanlagen genutzt werden. Dabei sind Anlagen zur Stromerzeugung (Solarthermische Kraftwerke) und Anlagen zur Wärmeengewinnung zu unterscheiden. In Kombination mit einem saisonalen Wärmespeicher lassen sich Solarthermie-Kollektoren ähnlich nutzen, wie auf größeren Dachflächen. Der Ertrag von Freiflächenanlagen pro Quadratmeter liegt etwa bei einem Drittel des Ertrags von Anlagen an geeigneten Gebäudeflächen. Für die vorliegende Schätzung wurde von einem Ertrag von 140 kWh/m² Anlagenfläche ausgegangen.

Aus den dargestellten Annahmen ergibt sich ein technisches Gesamtpotenzial von rund 3.660 kWh/Ea.

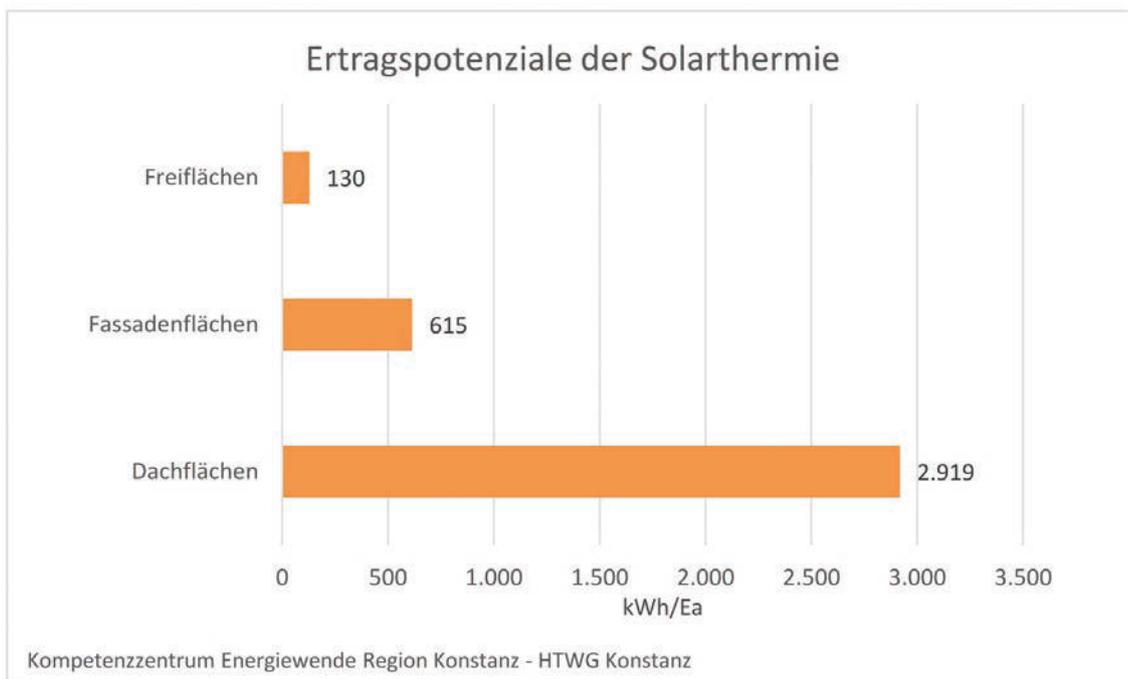


Abb. 150. Ertragspotenziale der Solarthermie

6.5. Abschätzung des Gesamtpotenzials

Die Abschätzung der erneuerbaren Energiepotenziale des Landkreises Konstanz ermöglicht eine erste Einschätzung dazu, um welchen Betrag der aktuelle Endenergiebedarf von rund 24 MWh/Ea reduziert werden müsste, um bilanziell eine hundertprozentige Selbstversorgung zu erzielen. Die Summe der geschätzten erneuerbaren Energiepotenziale des Landkreises ist in Abbildung 134 in Kilowattstunden pro Einwohner und Jahr (kWh/Ea) dargestellt. In Abbildung 153 sind die Anteile der einzelnen Energiequellen nach Kategorien zusammengefasst.

Mit einem Gesamtpotenzial von etwas mehr als 10.200 kWh/Einwohner erscheint bei heutigem Verbrauch ein **Selbstversorgungsgrad von maximal 42 Prozent** wahrscheinlich. Für eine hundertprozentige Autonomie müsste die Energieeinsparung demnach 58 Prozent betragen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass insbesondere das Potenzial der Solarthermie wohl kaum in der berechneten Größenordnung des technischen Potenzials erschlossen werden wird. Doch auch bei den übrigen Energiequellen dürfte das umsetzbare Potenzial aus verschiedenen Gründen (z. B. Wirtschaftlichkeit, Naturschutz, Landschaftsbild etc.) geringer ausfallen. Weiterhin muss bedacht werden, dass Strom aus Solar- und Windenergie zumindest zu einem Teil zwischengespeichert werden muss und die Speicherung von Strom, je nach Speichertechnologie, mit Verlusten zwischen 20 und 70 Prozent verbunden ist (vgl. Statista 2016b).

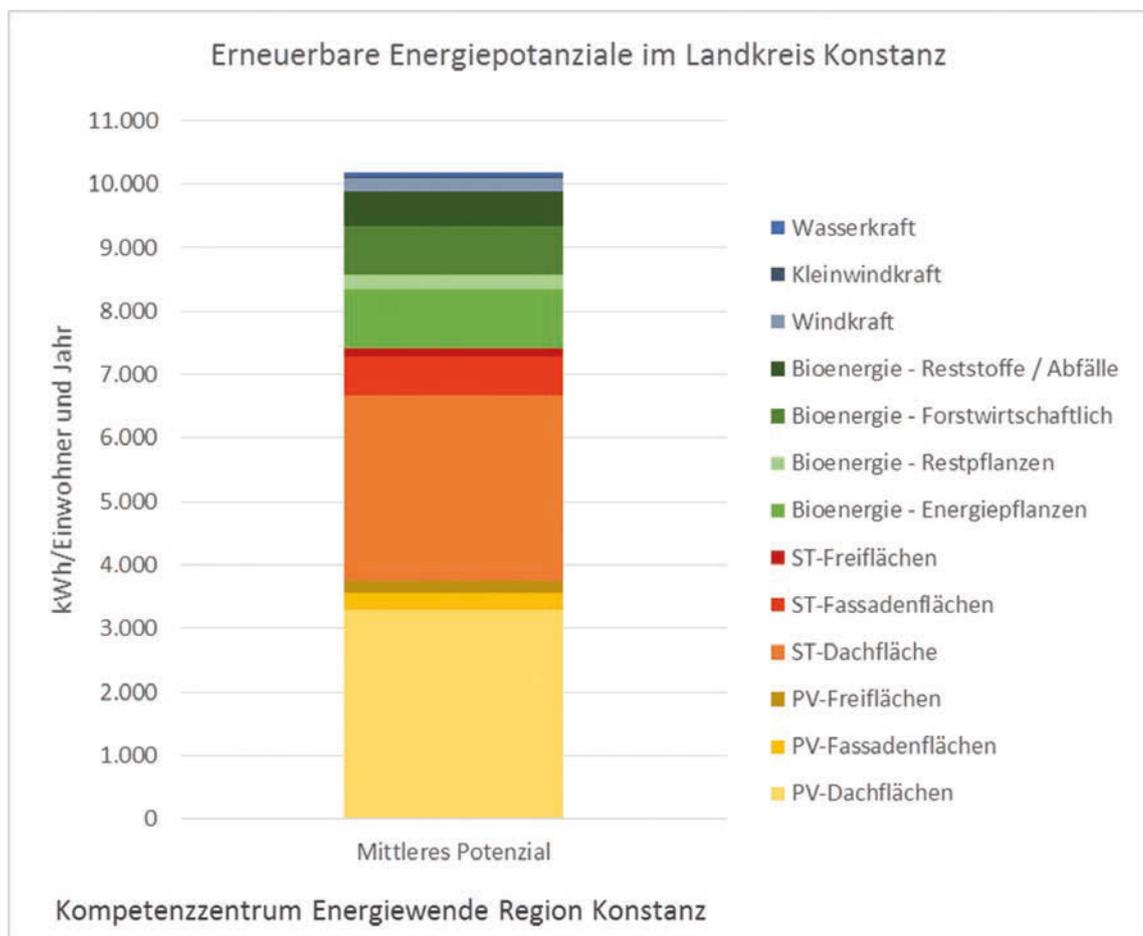


Abb. 151. Erneuerbare Energiepotenziale im Landkreis Konstanz

Das Ziel der Landesregierung, einen 80 prozentigen Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch im Jahr 2050 zu erreichen, wäre mit einer Einsparung von rund 50 Prozent nur zu erreichen, wenn das geschätzte technische Potenzial vollständig erschlossen werden könnte. Der Endenergieverbrauch läge dann bei ca. 12.300 kWh/Ea, wovon rund 2.500 kWh/Ea weiterhin fossil gedeckt würden.

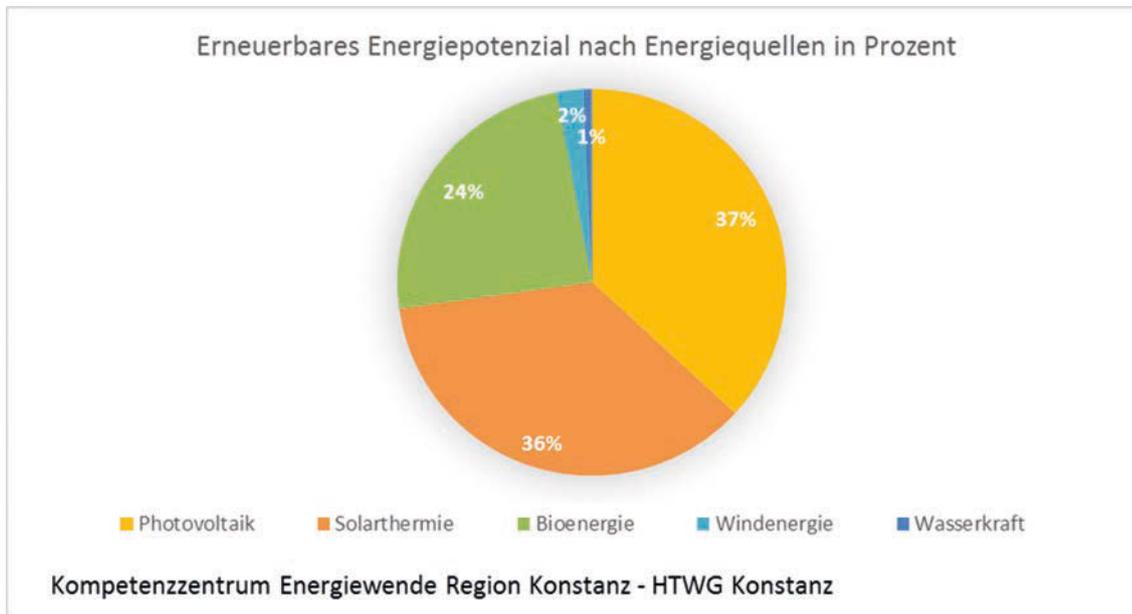


Abb. 152. Erneuerbares Energiepotenzial nach Energiequellen in Prozent

6.6. Bisherige Nutzung der erneuerbaren Energiepotenziale

In Abbildung 135 sind die heutigen Nutzungsgrade dargestellt, die auf Basis der vorhergehenden Potenzialschätzung berechnet wurden. Insgesamt dürften bisher kaum mehr als 17 Prozent der erneuerbaren Energiepotenziale erschlossen sein.

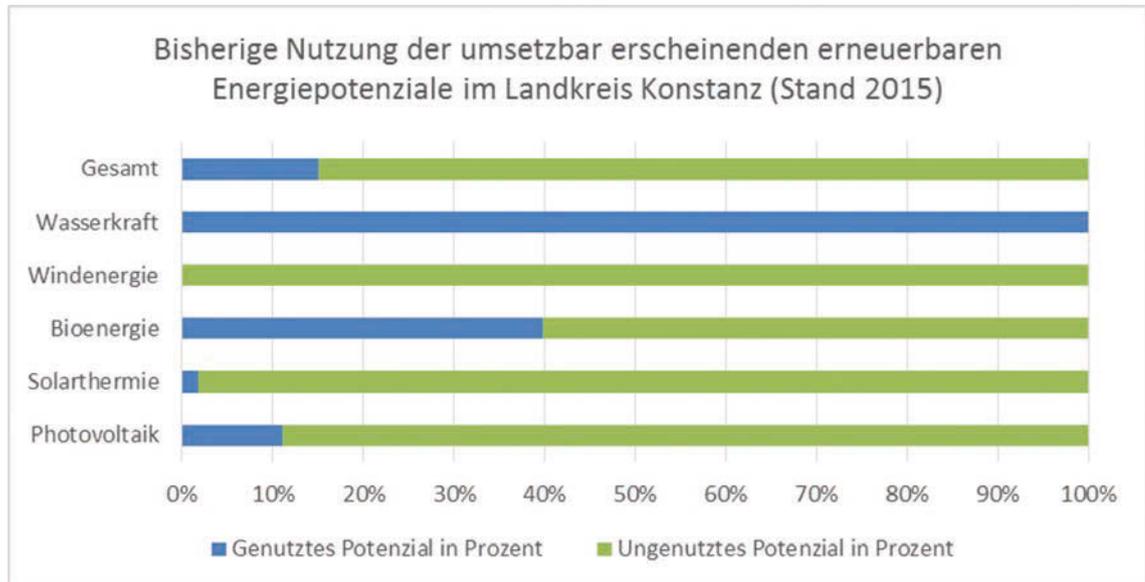


Abb. 153. Bisherige Nutzung der umsetzbar erscheinenden erneuerbaren Energiepotenziale

Im Bereich der Wasserkraftnutzung dürfte kaum noch zusätzlich erschließbares Potenzial vorhanden sein. Vollständig ungenutzt ist bisher das Windenergiepotenzial von ca. 220kWh/Ea. Die größten Potenziale für einen weiteren Zubau weisen die Solarthermie (3.599 kWh/Ea), die Photovoltaik (3.336 kWh/Ea) sowie die Bioenergie (1.488 kWh/Ea) auf.

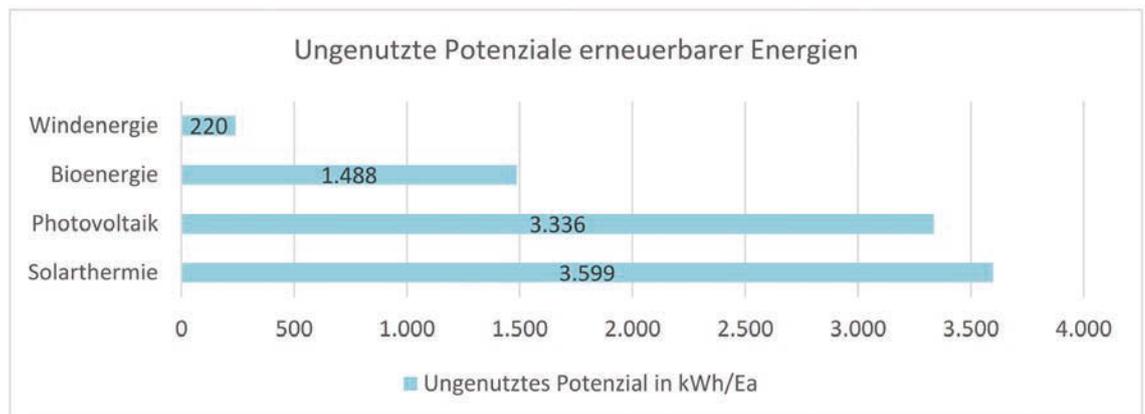


Abb. 154. Ungenutzte Potenziale erneuerbarer Energien

7. Energie- und Klimaschutzziele

Nachfolgend sind die Zielpfade für den Endenergieverbrauch, den Anteil der erneuerbaren Energien bis 2050 sowie für die Treibhausgasemissionen bis 2020 dargestellt. Die Zielpfade sind von den Zielen der Landesregierung abgeleitet.

7.1. Langfristiger Zielpfad für Endenergie und Erneuerbare Energien bis 2050

Der nachfolgend dargestellte Zielpfad zeigt den Weg der erforderlichen Endenergieeinsparung bis 2050. Der Endenergieverbrauch im Landkreis muss zwischen 2010 und 2050 von rund 24.600 auf rund 12.300 kWh/Ea sinken.

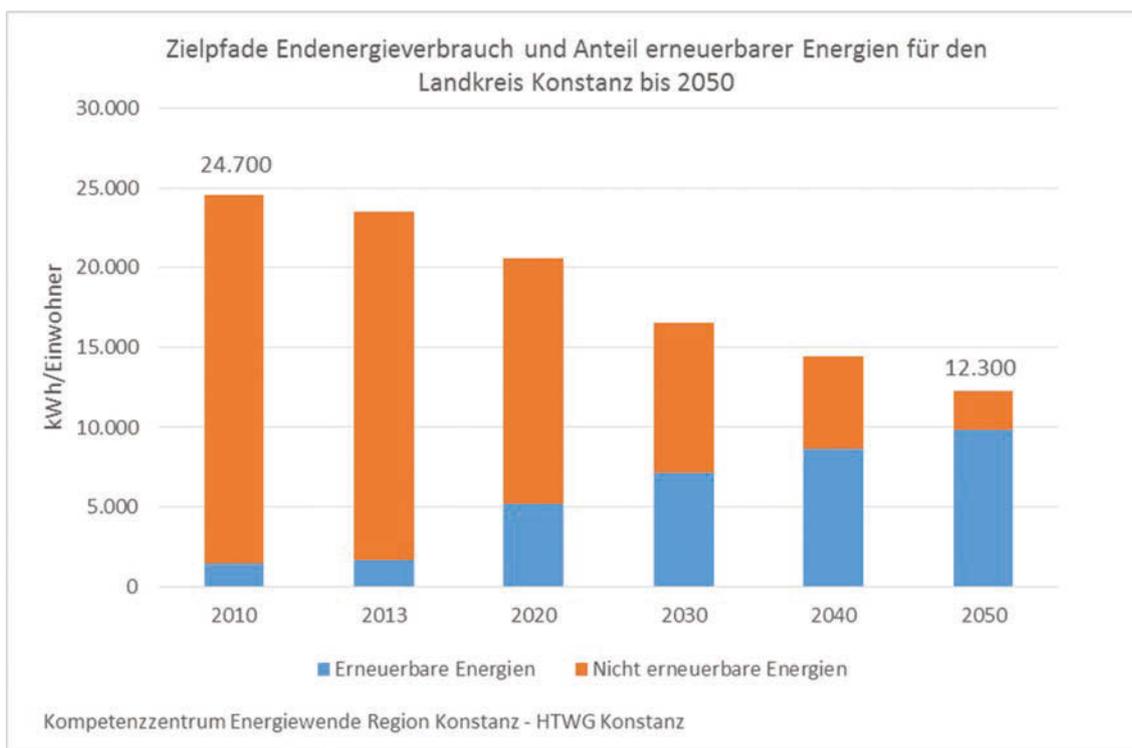


Abb. 155. Zielpfad Endenergie und erneuerbare Energien bis 2050

7.2. Aktuelle Trends und Zielpfade bis 2020

Soll das Klimaschutzziel der Landesregierung, die THG-Emissionen pro Einwohner um 25 Prozent gegenüber dem Stand des Jahres 1990 zu senken, erreicht werden, dürfen im Jahr 2020 nur noch zwischen 6,0 und 6,5 t CO₂-Äquivalent emittiert werden. Daraus leitet sich je nach Bevölkerungsstand eine jährliche Reduktion des Treibhausgasausstoßes um 190 bis 260 kg CO₂ kg CO₂-Äquivalent pro Einwohner ab. Sofern sich die Bevölkerungsprognose des Statistischen Landesamtes erfüllt, und die Bevölkerung bis 2020 auf 280.300 Einwohner anwächst, macht dies eine Gesamteinsparung von rund 72.200 t CO₂ pro Jahr erforderlich.

Ziele für die Minderung energiebedingter THG-Emissionen							
	Jahr	Bevölkerung	Ziel in t CO ₂ /Ea	Gesamtemissionen	Einsparung ggü 1990 (t)	Einsparung ggü 2013 (t)	Nötige Einsparung pro Jahr 2013 – 2020 (t)
Basisjahr	1990	246.059	8,7	2.140.713			
Aktueller Bestand	2013	273.407	8,0	2.187.256			
Ausreichendes Ziel	2020	280.273	6,5	1.821.775	318.939	365.482	52.200
Empfohlenes Ziel	2020	280.273	6,0	1.681.638	459.075	505.618	72.200

Tab. 9. Ziele für die Minderung energiebedingter Treibhausgasemissionen

Steigt die Einwohnerzahl stärker an, werden größere Einsparungen erforderlich. Die relative Einsparung muss etwa viermal so hoch sein wie die relative Einsparung von 2012 bis 2013, die ein Prozent betrug.

Zudem muss bedacht werden, dass größere CO₂-Einsparungen in den ersten Jahren einfach sind, solange veraltete und ineffiziente Technologien durch bereits vorhandene energieeffiziente Technologien ersetzt werden können. Weitere größere Sprünge sind beispielsweise auch dann möglich, wenn die nötige Ladeinfrastruktur so ausgebaut wurde, dass Elektroautos größere Marktanteile erzielen und damit auch größere Anteile an den Jahresfahrleistungen übernehmen können. Je weiter die Umstellung auf effizientere Technologien voranschreitet, desto schwerer werden Einsparungen der gleichen Größenordnung erreichbar. Ein Blick auf die Sanierung des Gebäudebestandes verdeutlicht dies. Je größer die Ineffizienz und die durch Sanierung erreichbaren Einsparungen sind, desto wirtschaftlicher ist in der Regel die Sanierung eines ansonsten gut erhaltenen Gebäudes. Ist die Energieeffizienz bereits hoch, sind zusätzliche Energieeinsparungen, in Euro pro Kilowattstunde gerechnet, meistens teurer. Letztlich muss auch noch auf die zu beobachtenden Konsumsteigerungen hingewiesen werden. Denn letztlich wird eine Änderung im Konsumverhalten umso wichtiger, je weiter die Möglichkeiten der technischen Effizienzsteigerungen ausgereizt sind. Es wird daher empfohlen, sich durch ehrgeizigere Ziele in den Jahren bis 2025 einen Vorsprung zu verschaffen. Eine mögliche Zielrichtung könnte aussehen, wie in Abbildung 156 dargestellt.

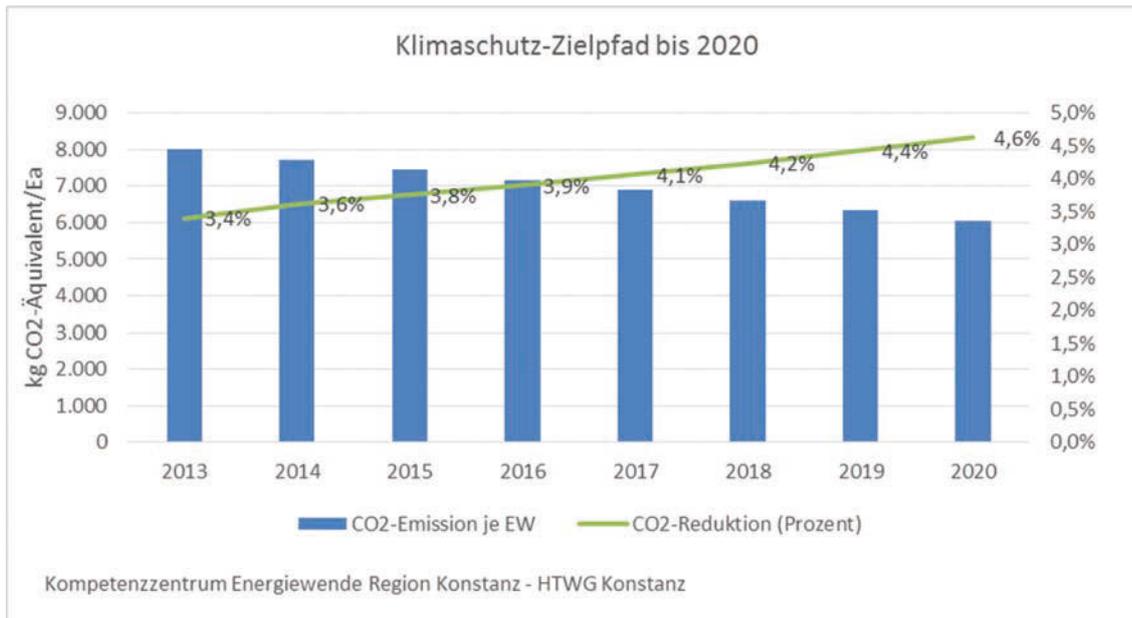


Abb. 156. Empfohlener Klimaschutzzielfad bis 2020

Abbildung 157 zeigt den sich abzeichnenden Trend beim Endenergieverbrauch und das Entwicklungsziel der Landesregierung im Vergleich. Die sich abzeichnenden Erfolge bei der Reduktion des Verbrauchs sind vielversprechend. Die jährliche Einsparung müsste allerdings um ca. 50 Prozent erhöht werden.

Wie bereits dargestellt, wären die Steigerungen der Effizienz beinahe ausreichend, um die erforderlichen Einsparungen beim Endenergieverbrauch zu erzielen, wenn nicht der zunehmende Konsum einen erheblichen Teil der Effizienzsteigerungen kompensieren würden. Kritischer sieht die Entwicklung beim Zubau der erneuerbaren Energien aus. Seit dem Jahr 2010 hat sich dieser erheblich reduziert. Setzt sich der Entwicklungstrend zwischen 2010 und 2014 bis 2020 unverändert fort, wird das Ausbauziel der Landesregierung deutlich verfehlt.

Im Jahr 2014 lag die Bereitstellung erneuerbarer Energie aus lokalen Quellen bei ca. 422 GWh. Wenn die Bevölkerung bis 2020 auf ca. 280.000 Einwohner steigt und der angestrebte Anteil von 25 Prozent erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch aus lokalen Quellen bereitgestellt werden sollen, müsste die bestehende Bereitstellung um den Faktor 3,4 erhöht werden, um im Jahr 2020 eine Bereitstellung von rund 1.400 GWh zu erreichen. Dies entspricht in einem Zeitraum von sechs Jahren einem jährlichen Zubau von 170 GWh. Ein Ziel das kaum noch zu erreichen ist. Vieles spricht deshalb dafür, den Zubau so weit wie möglich zu erhöhen sowie zugleich und vor allem die Anstrengungen im Bereich der Energieeinsparung zu steigern.

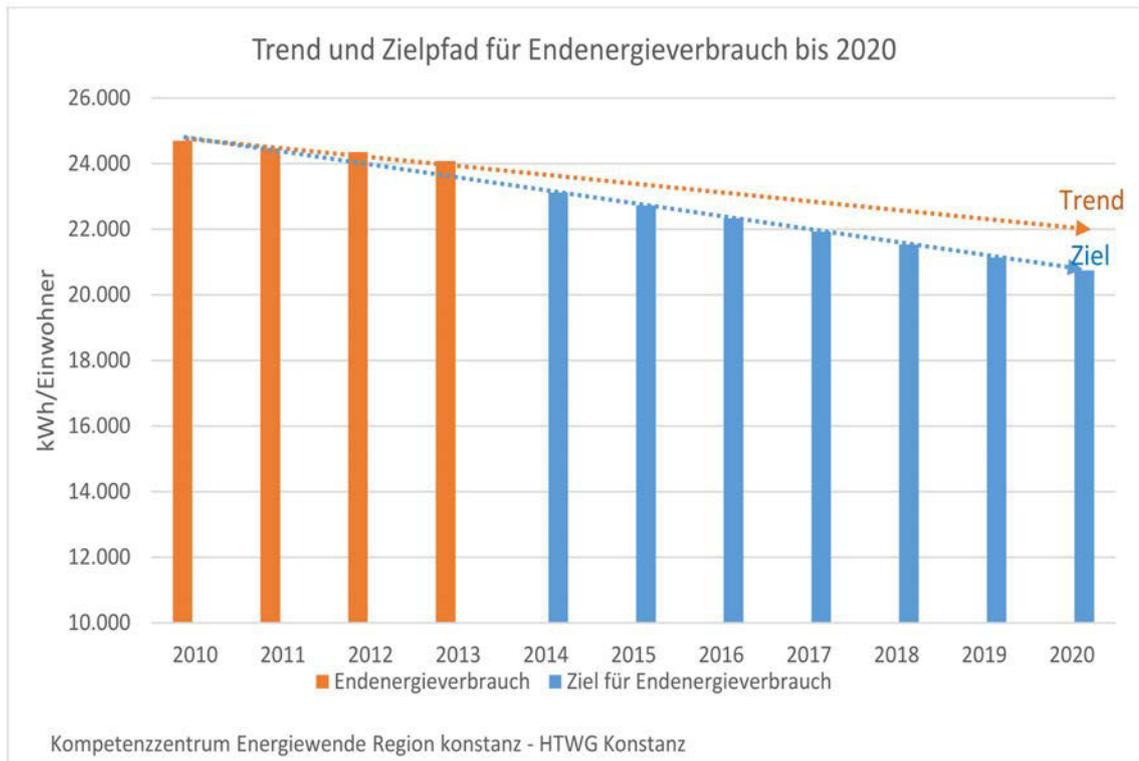


Abb. 157. Trend und Zielpfad für Endenergieverbrauch bis 2020

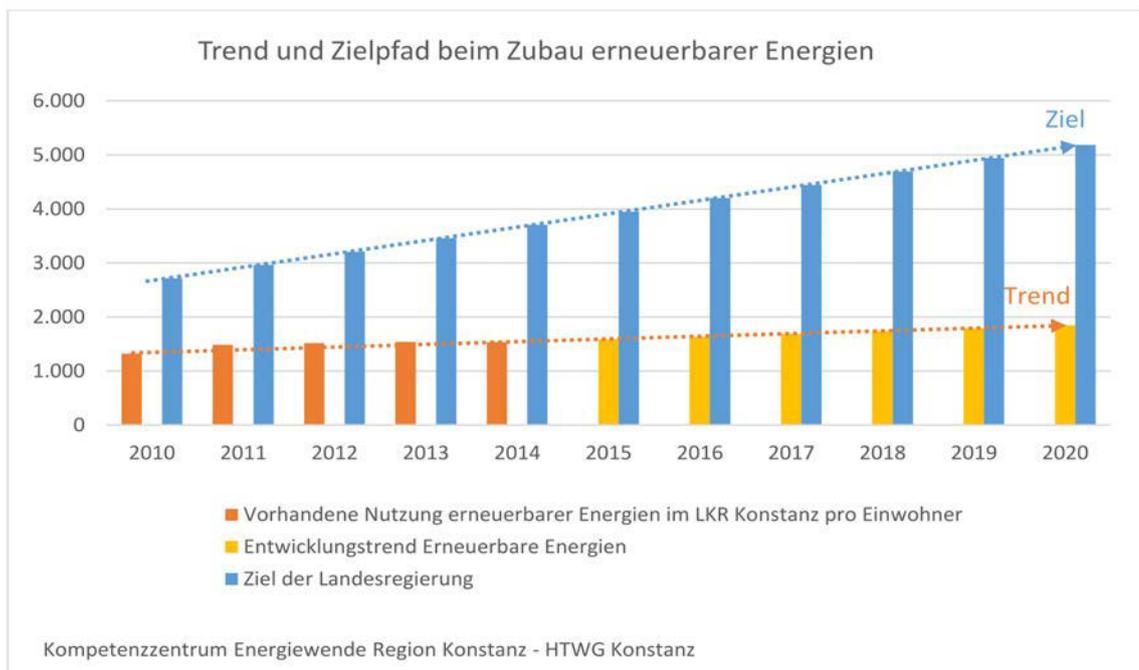


Abb. 158. Trend und Zielpfad beim Zubau erneuerbarer Energien

8. Fazit

Die Landesregierung Baden-Württemberg hat ambitionierte Ziele für die Energiewende und den Klimaschutz formuliert. Eine Zielerreichung ist nur möglich, wenn die Regionen im Rahmen ihrer individuellen Möglichkeiten einen Beitrag leisten. Der Monitor 2016 hat gezeigt, dass der Ausbau der Erneuerbaren Energien, ebenso wie die Reduktion des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen im Landkreis Konstanz zu langsam voranschreiten und daher zur Hälfte hinter den Zielpfad zurückbleiben. Sollten die Entwicklungen nicht beschleunigt werden, scheinen die Ziele der Energiewende und des Klimaschutzes für 2020 nicht erreichbar.

Der Monitor Energiewende Region Konstanz 2016 hat auch Stellschrauben für verschiedene Sektoren identifiziert und damit gezeigt, welche Entwicklungen die Zielerreichung fördern oder ihr entgegenstehen. Die Kenntnis der Stellschrauben ermöglicht die Entwicklung von geeigneten Maßnahmen z.B. zur Steigerung der Energieeffizienz oder zum Ausbau der Erneuerbaren Energien. Die Entwicklungen bei den Stellschrauben zeigen auch, dass Wege gefunden werden müssen, um Verhaltensänderungen auf Seiten der Verbraucher hin zu einem „energie-leichterem“ Konsum zu realisieren.

Denn nur wenn es gelingt, den Trend zu immer höherem Konsum, welcher in sämtlichen Sektoren zu beobachten ist, zu stoppen oder gar umzukehren, sind die mittel- und langfristigen Energie- und Klimaschutzziele der Landesregierung zu erreichen.

Um die erforderliche Beschleunigung zu erreichen empfiehlt sich ein doppelstrategisches Vorgehen: Alle Kommunen im Landkreis und ihre Bürger, Unternehmen und zivilgesellschaftlichen Organisationen sollten in ihrem Aufgabenbereich jeweils ihr mögliches beitragen. Darüber hinaus sollte der Landkreis klar formulieren, welche Maßnahmen und Politiken z.B. der Landes- und Bundespolitik hilfreich wären, um die Energiewendeziele zu erreichen.

9. Quellen

- ADAC (o. J.):** Jährliche Durchschnittspreise Kraftstoffe seit 1950. URL: <https://www.adac.de/infotestrat/tanken-kraftstoffe-und-antrieb/kraftstoffpreise/kraftstoff-durchschnittspreise/default.aspx>. Abgerufen am: 28.09.2015
- aid infodienst (o. J.):** Landwirtschaft als Mitverursacher des Klimawandels: Wie die Landwirtschaft zur globalen Erwärmung beiträgt. URL: <https://www.aid.de/inhalt/landwirtschaft-als-mitverursacher-des-klimawandels-2704.html>. Abgerufen am 23.05.2016
- AEE Agentur für Erneuerbare Energien (2013):** Renew's Spezial Ausgabe 63 / Januar 2013. Erneuerbare Wärme
- BDEW (2010):** Energie-Info. Energieverbrauch im Haushalt. BDEW-Datenkatalog. Ausgabe 2010.
- BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2013):** Entwicklung der Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes in Deutschland, URL: [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/17EFAFoEF4D5AC44C12579C2003FC7Ao/\\$file/Beheizungsstruktur%20Wohnungsbestand%20Entwicklung%201995_2014_online_o_jaehrlich_Ki_26022015.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/17EFAFoEF4D5AC44C12579C2003FC7Ao/$file/Beheizungsstruktur%20Wohnungsbestand%20Entwicklung%201995_2014_online_o_jaehrlich_Ki_26022015.pdf). Abgerufen am 30.05.2016
- BMUB Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015):** Klimabilanz für Nahrungsmittel aus konventioneller und ökologischer Landwirtschaft beim Einkauf im Handel. Stand: 23.03.2015. Abgerufen am 31.05.2016
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2009):** ExWoSt - Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien. Herausgeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Berlin; Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn
- BMWi (2015a):** Zeitreihen der Erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2013. Zur Berechnung der Wärmebereitstellung aus Biomasse. URL: http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2013.pdf?__blob=publicationFile&v=13. Abgerufen am 30.05.2016
- BMWi (2015b):** Energiekosten der privaten Haushalte. Veröffentlicht am 30.9.2015. URL: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/energiepreise-und-energiekosten1-entwicklung-energiepreise-preisindizes,property=blog,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.xls>
- BMUB Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2014):** Fleischkonsum: Klima- und Umweltbilanz. Veröffentlicht am 22.01.2014. URL: <http://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/fleischkonsum-klima-und-umweltbilanz/> Abgerufen am: 10.02.2016

BMUB Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2016): Themen: Konsum und Ernährung. Zuletzt geändert: 23.03.2015. URL: <http://www.bmub.bund.de/themen/wirtschaft-produkte-ressourcen/produkte-und-umwelt/produktbereiche/lebensmittel/>. Abgerufen am: 11.04.2016

BSB Bodensee-Schiffsbetriebe GmbH (2014): Umwelterklärung 2014. Veröffentlicht im September 2014. URL: <http://www.bsb.de/files/bsb/downloads/Umwelt/Umwelterklaerung%202014.pdf>. Download: 03.02.2016

Cervený, M., Gitau-Baumgarten, D., Schweighofer, M., Veigl, A., Bußwald, P., Stejskal, M., Tappeiner, G., Heinz Ferk, H. (2011): Projekt ZERSiedelt Zu EnergieRelevanten Aspekten der Entstehung und Zukunft von Siedlungsstrukturen und Wohng Gebäudetypen in Österreich (822099). Zusammenfassung der Projektergebnisse, 31.01.2011.

co2online gGmbH (2014): Trendreport 1. Heizenergieverbrauch Gebäude. Heizenergieverbrauch in Deutschland: Stand und Entwicklung. Berlin, August 2011 (Aktualisiert: September 2014). URL: http://www.co2online.de/fileadmin/co2/research/Trendreport1_Heizenergieverbrauch.pdf. Abgerufen am: 17.12.2015

Destatis Statistisches Bundesamt (2013): Flächenbelegung von Ernährungsgütern 2010. Herausgeber: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. Erschienen am 19. August 2013. Artikelnummer: 5385101-10900-4 [PDF].

Destatis Statistisches Bundesamt (2014): Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach überwiegend verwendetem Baustoff Lange Reihen ab 2000.

DGS Deutsche Gesellschaft für Solarenergie e.V. 2016: Energymap. URL: <http://www.energymap.info/>

Doelling, Robert (Redaktion) (2016): Ertrag von Solarthermie-Anlagen. URL: <http://www.energie-experten.org/heizung/solarthermie/wirtschaftlichkeit/ertrag.html>. Stand der Aktualisierung: 14.03.2016. Abgerufen am 01.06.2016

DRK Deutsches Rotes Kreuz, Arbeitskreis Kleiderkammer (o. J.): <http://www.drk-spenge.de/Wer-wir-sind/Kleiderkammer>. Abgerufen am: 11.04.2016

DTRW GmbH (2016): Häufige Fragen: Macht Textilrecycling wirklich Sinn? URL: <https://dtrw.de/faq/>. Abgerufen am: 11.04.2016

Ecofys (2007): Mehr als 2300 Quadratkilometer Gebäudefläche für Photovoltaik und Solarthermie nutzbar. Zit. n. Solarserver (2007). URL: <http://www.solarserver.de/news/news-7381.html>. Abgerufen am 04.11.2015

Euler, Daniel (2013): Die Mobilität an der Universität Bonn. URL: <http://www.urbanfreak.de/die-mobilitaet-an-der-universitaet-bonn/>. Abgerufen am: 04.05.2016

FAO Food and Agricultural Organization of the United Nations (2013): Tackling Climate Change through Livestock. A global Assessment of Emissions and mitigation opportunities.

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013): Tackling climate change through livestock. A global assessment of emissions and mitigation opportunities. URL: <http://www.fao.org/docrep/018/i3437e/i3437e.pdf>. Abgerufen am: 10.02.2016

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations (o. J.): Key facts and findings. By the numbers: GHG emissions by livestock. URL: <http://www.fao.org/news/story/en/item/197623/icode/>. Abgerufen am: 10.02.2016

- Frahm, Thorben (o. J.):** Solarthermie & Ertrag - Berechnung für ein Einfamilienhaus. URL: <http://www.solaranlagen-portal.com/solarthermie/thermische-solaranlage/ertrag>. Abgerufen am 01.06.2016
- Hersener, J.-L.; Meier, U. (2001):** Rationelle Energieanwendung in der Landwirtschaft (REAL). Unter Berücksichtigung vermehrten Einsatzes erneuerbarer Energieträger. Projekt 31724. Vertrag 71'643. Ausgearbeitet durch J.-L. Hersener; U. Meier. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Schlussbericht Juli 2001.
- HUMANA Second Hand Kleidung GmbH (2011):** Kleidung für alle - im Jahr Rio+20. URL: www.humana-second-hand.de/mode/downloads/HUMANA-kleidung-fuer-alle.pdf. Abgerufen am: 08.02.2016
- Institut Bauen und Umwelt e.V. (2010):** Umwelt-Produktdeklaration Brettschichtholz (BS-Holz). Deklarationsnummer EPD-SHL-2010111-D
- Institut Bauen und Umwelt e.V. (2012):** Umwelt-Produktdeklaration Kalksandstein. Deklarationsnummer EPD-BKS-2009111-D
- Jakobs, Rainer M. (2009):** Kältetechnik im Lebensmitteleinzelhandel. Energieeinsparung als Herausforderung. Vortrag vom 20.02.2009, gehalten beim Kältenetzwerk Hamburg. Vortragsfolien.
- KBA Kraftfahrt-Bundesamt (2008 – 2013a):** Fahrzeugzulassungen (FZ) Neuzulassungen, Besitzumschreibungen, Außerbetriebsetzungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken. Jeweilige Ausgaben der Jahre 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013.
- KBA Kraftfahrt-Bundesamt (2008 – 2013b):** Neuzulassungen von Personenkraftwagen nach Segmenten und Modellreihen. Jeweilige Ausgaben der Jahre 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013.
- KEK Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz (2015):** Monitor Energiewende Region Konstanz. Konstanz
- Kirchheim unter Teck (2013):** Integriertes Klimaschutzkonzept Große Kreisstadt Kirchheim unter Teck.
- Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern (LFL) (2014):** Energieeffizienz in der Landwirtschaft. Von der Theorie zur Praxis – Energieverbrauchsmessungen an landwirtschaftlichen Betrieben. Vortrag von Josef Neiber am 30.01.2014, Haus Düsse. Vortragsfolien. URL: <http://www.duesse.de/znr/pdfs/2014/2014-01-30-energie-04.pdf>. Abgerufen am: 08.02.2016
- Leutkirch im Allgäu (o. J.):** Integriertes Klimaschutzkonzept der großen Kreisstadt Leutkirch
- LR BW Landesregierung Baden-Württemberg (2014) :** Integriertes Energie - und Klimaschutzkonzept Baden - Württemberg (IEKK), Beschlussfassung: 15. Juli 2014
- LRA Konstanz Kreisforstamt (2014):** Schätzung der energetischen Holznutzung im Landkreis. Auskunft per Telefon (am 05.12.2014) und E-Mail (am 09.12.2014).
- Max Rubner-Institut - Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (Hrsg.) (2008):** Nationale Verzehrsstudie II. Abschlussbericht Teil 2.
- Merseburg (2013):** Klimaschutzkonzept - energetisches Stadtentwicklungskonzept der Stadt Merseburg. Beschlossen in der Sitzung des Stadtrates am 28.02.2013

- Rauth, Jürgen et al. (2011):** Untersuchung zur Mobilität der Würzburger Studierenden. Studie im Rahmen des studentischen Projektseminars „Regionalentwicklung Unterfranken“ im Wintersemester 2010/2011 und Sommersemester 2011 – vorläufiger Bericht.
- RNE Rat für Nachhaltige Entwicklung (2015):** Der nachhaltige Warenkorb. 5. Komplet überarbeitete Auflage. Stand April 2015. Herausgeber: Rat für Nachhaltige Entwicklung, Berlin
- Rockpaper Print Media Group GmbH & Co. KG (2016):** Umweltbilanz. Klimaschutz durch Energiereduktion. URL: <http://www.rockpaper.de/umweltbilanz.php>. Abgerufen am: 09.02.2016
- Schlomann, B. et al. (2013):** Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010. Endbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Karlsruhe, München, Nürnberg, März 2013
- Simon, Sven (2011):** Nutzungspotenziale lokaler Energiequellen am Beispiel von zwei Gemeinden. Hochschule Konstanz.
- Solarbundesliga (2016):** Solarthemen. URL: <http://www.solarbundesliga.de/>. Abgerufen am 15.02.2016
- Stadt Stockach (2014):** Energiebericht 2014 der Stadt Stockach.
- Statista (2015a):** Energieverbrauch je Quadratmeter im mittelständischen Einzelhandel in Deutschland nach Branchen im Jahr 2013. URL: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/372160/umfrage/energieverbrauch-je-quadratmeter-im-einzelhandel-in-deutschland-nach-branchen/>. Abgerufen am: 11.02.2016
- Statista (2015b):** Energieverbrauch in der Landwirtschaft in Deutschland in den Jahren 1995 bis 2013 (in Terajoule). URL: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/487804/umfrage/energieverbrauch-in-der-landwirtschaft-in-deutschland/>. Abgerufen am: 02.02.2016.
- Statista (2016a):** Durchschnittliche CO₂-Emissionen der Pkw-Neuzulassungen in Deutschland im Jahr 2014 nach Segmenten (in Gramm pro Kilometer). <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/38983/umfrage/co2-emissionen-nach-fahrzeugklassen-neuzulassungen-pkw/>. Abgerufen am: 19.05.2016
- Statista (2016b):** Wirkungsgrade verschiedener Stromspeicher im Jahr 2012. URL: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/156269/umfrage/wirkungsgrade-von-ausgewaehlten-stromspeichern/>. Abgerufen am: 19.05.2016
- StetePlanung (2013):** Masterplan Mobilität Konstanz 2020+. Anlage 1. Strategischer Rahmen.
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2012a):** Entwicklung des Straßenverkehrs in Baden-Württemberg. Erschienen in: Monatsheft 3-2012. Seiten 45 – 49.
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2012b):** Statistisches Monatsheft 6/2012. Wohnsituation und Beheizungsstruktur. Ergebnisse der Mikrozensus-Zusatzerhebung 2010.
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2015a):** Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr des Landkreises Konstanz 2000 bis 2013. Datentabellen. Sendung per E-Mail. Erhalten am: 28.09.2015 und am 30.10.2015.

- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2015b):** Landesdatenbank. URL: <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/UmweltVerkehr/Landesdaten/LRt1506.asp>. Abgerufen am: 04.11.2015
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2015c):** Bestand an Kraftfahrzeugen in den Kreisen nach Kraftfahrzeugart. <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/Tabelle.asp?H=UmweltVerkehr&U=03&T=10023020&E=-KR&R=KR335>. Abgerufen am: 04.11.2015
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2015d):** Landesdaten - Energieverbrauch der Industrie in Baden-Württemberg nach Stadt- und Landkreisen. URL: <http://www.statistik-bw.de/Energie/ErzeugVerwend/EV-Industrie.jsp>
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2015rd):** Regionaldatenbank. URL: <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/?E=GS>
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2016a):** Strom- und Gasverbrauch in Baden-Württemberg seit 1950 nach ausgewählten Verbrauchergruppen. URL: <https://www.statistik-bw.de/UmweltVerkehr/Landesdaten/LRt1001.asp>. Abgerufen am: 04.02.2016
- Strambach et al. (o. J.):** Mobilität und Nachhaltigkeit im Zuge städtebaulicher Restrukturierungen Analyse zur räumlichen Mobilität & Verkehrsmittelwahl von Studierenden & Mitarbeitern/-innen der PUM. Vortragfolien.
- Systain Consult GmbH (2009):** Carbon Footprint Studie 2009. URL: http://www.systain.com/wp-content/uploads/2015/09/Systain_Studie_Carbon_Footprint_Deutsch.pdf. Abgerufen am: 08.02.2016
- Szaguhn, Markus (2016):** „Identifikation und Interpretation von Argumenten für die Erstellung von Integrierten Klimaschutzkonzepten in Kommunen. Basierend auf einer Inhaltsanalyse und neun Experteninterviews.“ Integratives Projekt. HTWG Konstanz. Mai 2016
- Tauscher, B. et al. (2003):** Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren – Statusbericht 2003. Senat der Bundesforschungsanstalten. URL: <http://www.biw.kuleuven.be/ae/vcbt/cost924/Working%20Groups/WG1/statusbericht.pdf>. Abgerufen am: 11.04.2016
- TLL Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (2010):** Regionale Biomassepotenziale zur energetischen Nutzung im Freistaat Thüringen
- UBA Umweltbundesamt (2015b):** Altpapier. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/abfall-kreislaufwirtschaft/entsorgung-verwertung-ausgewaehlter-abfallarten/altpapier>. Abgerufen am: 15.10.2015
- UBA Umweltbundesamt (2012a):** Daten zum Verkehr. 1. Auflage.
- UBA Umweltbundesamt (2012b):** Energieeffizienzdaten für den Klimaschutz. Stand August 2012. Herausgeber: Umweltbundesamt.
- UBA Umweltbundesamt (2015a):** Kraftstoffverbrauch nach Energieträgern. Spezifischer Kraftstoffverbrauch von Personenkraftwagen. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/4_abb_durchschnittskraftstoffverbr_2015-10-05.pdf

- Umweltbundesamt Österreich (2016):** Verkehr. Energieeffiziente Mobilität. URL: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/energie/effizienz/effizienzverkehr/>. Abgerufen am: 25.09.2015
- Universität Bochum (2016):** MOVE 2020 - Mobilität an der RUB. MOVE 2013 - Mobilitäts- und Verkehrsstrategie. URL: <http://www.ruhr-uni-bochum.de/move/move2013-die-strategie/>. Abgerufen am: 04.05.2016
- VHB Verkehrsverbund Hegau Bodensee (2016) - Verkehrsleistung des VHB. Datenauskunft erhalten per E-Mail von S. Fürthaler am 19. Februar 2016, 10:51 Uhr.**
- VCÖ – Mobilität mit Zukunft (2011):** Factsheed: VCÖ: Gesamtbilanz zeigt die wahren Umweltschäden durch den Verkehr.
- VD Viessmann Deutschland GmbH (2008):** Planungshandbuch Solarthermie
- VDP Verband Deutscher Papierfabriken e. V. (2015):** Ein Leistungsbericht.
- VDP Verband Deutscher Papierfabriken e. V. (2016):** Statistik – Lange Reihe 2015.
- VOL Vorarlberg Online (2011):** PM - Produktion eines Autos verursacht so viel CO₂ wie 30.000 Kilometer. Vorarlberg Online 2011. URL: <http://www.vol.at/vcoe-produktion-eines-autos-verursacht-so-viel-co2-wie-30000-kilometer/news-20110224-01133457>. Veröffentlicht am 24. Februar 2011. Abgerufen am: 25.09.2015
- Wienerberger GmbH (2010):** Bundesweit erster Energiespar-Supermarkt. Pressinformation vom 24.02.2010. URL: http://medien.enev-online.de/infos_2010/100224_wienerberger_energiespar_supermarkt.pdf. Abgerufen am: 17.12.2015
- Wind, G. und Heschl, Ch.:** Graue Energie – ein wesentlicher Faktor zur Energieoptimierung von Gebäuden. URL: <http://www.ibwind.at/download/GraueEnergieo81121.pdf>

10. Abbildungen

Abb. 1.	Hauptflächennutzungen im Landkreis Konstanz in Hektar	3
Abb. 2.	Veränderungen der Flächennutzung im Landkreis Konstanz 2000 – 2010	4
Abb. 3.	Veränderung der im Landkreis Konstanz pro Einwohner verfügbaren Flächen 2000 – 2010	4
Abb. 4.	Entwicklung der Hauptflächennutzungsarten im Landkreis Konstanz 2000 – 2014	5
Abb. 5.	Verfügbare forst- und landwirtschaftliche Flächen pro Einwohner im Landkreis Konstanz	5
Abb. 6.	Bevölkerungsentwicklung im Landkreis Konstanz	6
Abb. 7.	Studierende 2000 bis 2013 in der Stadt Konstanz	7
Abb. 8.	Erwerbstätige im Landkreis Konstanz – Anteile der Sektoren	8
Abb. 9.	Erwerbstätige nach Wirtschaftsbereichen 2000 bis 2013 im Landkreis Konstanz	9
Abb. 10.	Klimaschutzkonzepte im Landkreis Konstanz	10
Abb. 11.	Endenergieverbrauch pro Person nach Energieträgern im Jahr 2013	11
Abb. 12.	Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2013 nach Energieträgern	12
Abb. 13.	Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2013 nach Sektoren	13
Abb. 14.	Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2013 pro Einwohner nach Verwendung	14
Abb. 15.	Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2013 nach Verwendung	14
Abb. 16.	Absolute Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2013 gegenüber 2012 im Landkreis Konstanz	15
Abb. 17.	Relative Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2013 gegenüber 2012 im Landkreis Konstanz	16
Abb. 18.	Erneuerbare Energieerzeugung im Jahr 2013: Landkreis Konstanz, Bodenseekreis und Deutschland im Vergleich	17
Abb. 19.	Autonomiegrad des Stromverbrauchs 2013 im Landkreis Konstanz	18
Abb. 20.	Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz, in Jahressummen	19
Abb. 21.	Zubaurate der Erzeugungskapazität von EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz im Vergleich zum Vorjahr	19
Abb. 22.	Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen nach Technologien im Landkreis Konstanz	20

Abb. 23.	Zusammensetzung der Erzeugungskapazität der EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz nach Technologien in Prozent	20
Abb. 24.	Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz (Kartendarstellung)	21
Abb. 25.	Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen in kWh pro Hektar nach Gemeinden	21
Abb. 26.	Spitzenleistung erneuerbarer Energien zur Strombereitstellung im Landkreis Konstanz, Jahressummen	23
Abb. 27.	Zubau der Spitzenleistung der erneuerbaren Energien zur Strombereitstellung im Landkreis Konstanz	23
Abb. 28.	Saisonaler Strommix bei konstanter Verstromung von Biomasse und Gasen im Landkreis Konstanz	24
Abb. 29.	Saisonaler Strommix bei bedarfsangepasster Verstromung von Biomasse und Gasen im Landkreis Konstanz	24
Abb. 30.	Wärmebereitstellung im Landkreis Konstanz aus erneuerbaren Energien 2013	25
Abb. 31.	THG-Emissionen pro Einwohner nach Energieträgern	26
Abb. 32.	Energiebedingte THG-Emissionen nach Sektoren	27
Abb. 33.	Energiebedingte THG-Emissionen pro Einwohner nach Sektoren in Tonnen CO ₂ pro Einwohner	27
Abb. 34.	Anteile der Verkehrsmittel an Jahresfahrleistung und THG-Emissionen des Straßenverkehrs	28
Abb. 35.	Berufspendler in Relation zur Erwerbstätigenzahl am Arbeitsort	29
Abb. 36.	Berufspendlersaldo in den Gemeinden 2013	29
Abb. 37.	Jahresfahrleistung im Straßenverkehr in 1.000 km	30
Abb. 38.	Relative Veränderungen der Gesamtjahresfahrleistungen im Vergleich	31
Abb. 39.	Absolute Veränderungen der Jahresfahrleistungen nach Straßenkategorien von 2000 bis 2013	31
Abb. 40.	Relative Veränderungen der Jahresfahrleistungen nach Straßenkategorien von 2000 bis 2013	32
Abb. 41.	Verkehrsaufkommen nach Straßenkategorien in den Jahren 2000 und 2013	32
Abb. 42.	Verkehrsaufkommen pro Einwohner im Jahr 2013 nach Straßenkategorien	33
Abb. 43.	Veränderung des Verkehrsaufkommens pro Einwohner 2000-2013 nach Straßenkategorien	33
Abb. 44.	Jahresfahrleistung pro Einwohner im Jahr 2013 nach Fahrzeugkategorien	34
Abb. 45.	Veränderung des Verkehrsaufkommens in km pro Einwohner 2000-2013 nach Fahrzeugkategorien	34

Abb. 46.	Jahresfahrleistung und Energieverbrauch der Pkw pro Einwohner 2000 - 2013	35
Abb. 47.	Pkw-Bestand im Landkreis Konstanz	36
Abb. 48.	Pkw-Bestand pro 1.000 Einwohner im Landkreis Konstanz 1990 bis 2014	37
Abb. 49.	Pkw-Bestand pro 1.000 Einwohner in den Gemeinden 2014	37
Abb. 50.	Veränderung des Bestandes von Pkw pro 1000 Einwohner zwischen 2011 und 2014	38
Abb. 51.	Entwicklung der Einwohnerzahl und des Pkw-Bestandes im Vergleich	39
Abb. 52.	Veränderung des Pkw-Bestandes pro 1.000 Einwohner in Prozent zwischen 2011 und 2014	39
Abb. 53.	Gemessene Jahresfahrleistung der Pkw pro Einwohner im Gemeindegebiet (in km)	40
Abb. 54.	Pkw-Jahresfahrleistungen der einheimischen Pkw pro Einwohner (in km)	41
Abb. 55.	Entwicklung des Treibstoffverbrauchs der einheimischen Pkw pro Einwohner 2000 - 2013	42
Abb. 56.	Treibstoffverbrauch in den Gemeinden je Einwohner und Jahr (Kartendarstellung)	43
Abb. 57.	Endenergieverbrauch der Pkw pro Einwohner - Veränderungen pro Jahr seit 1990 (kWh/EW)	43
Abb. 58.	Treibstoffverbrauch im Landkreis Konstanz nach Fahrzeugkategorien	44
Abb. 59.	Treibstoffverbrauch der leichten und schweren Nutzfahrzeuge (GWh)	44
Abb. 60.	Endenergieverbrauch pro Einwohner im Straßenverkehr: Trend und Ziele	45
Abb. 61.	Gegenläufige Entwicklungen von Effizienz und Konsum am Beispiel des Pkw-Verkehrs Suffizienzscenario: Einsparung von ca. 40 Prozent möglich.	46
Abb. 62.	Jahresfahrleistung nach Kfz-Kategorien pro Einwohner	47
Abb. 63.	Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs pro Einwohner	47
Abb. 64.	Neuzulassungen von Pkw im Landkreis Konstanz	48
Abb. 65.	Anteile der Hauptsegmente an Pkw-Neuzulassungen in Deutschland	49
Abb. 66.	CO ₂ -Emissionen der Pkw-Neuzulassungen im Jahr 2014 pro km nach Segmenten im Vergleich zur Kompaktklasse	50
Abb. 67.	THG-Emissionen der Herstellung pro Neuzulassung im Landkreis Konstanz	51
Abb. 68.	THG-Emissionen der Herstellung von Neuzulassungen im Landkreis Konstanz	52
Abb. 69.	Entwicklungstrend des Elektroauto-Bestandes im Vergleich zum Ziel für 2020	52
Abb. 70.	Neuzulassungen von Lastkraftwagen im Landkreis Konstanz	53
Abb. 71.	Geschätzter Energiebedarf des VHB	54

Abb. 72.	Vergleich des Energiebedarfs von ÖPNV und Pkw	55
Abb. 73.	Wohnfläche pro Einwohner	57
Abb. 74.	Wohnflächenzubau pro Neubürger	57
Abb. 75.	Gegenläufige Entwicklungen von technischer Effizienz und Konsum im Sektor Wohnen	58
Abb. 76.	Raumwärmebedarf pro Einwohner - Trend und Ziel	59
Abb. 77.	Wohnfläche pro Einwohner in Stadt- und Landkreisen im Vergleich	60
Abb. 78.	Heizenergiebedarf im Vergleich zum deutschen Durchschnitt	61
Abb. 79.	Stromverbrauch pro Person nach Haushaltsgröße	61
Abb. 80.	Durchschnittlicher Energiebedarf für Wohnen pro Person nach Haushaltsgröße	62
Abb. 81.	Entwicklung der durchschnittlichen Haushaltsgröße im Vergleich	63
Abb. 82.	Durchschnittliche Haushaltsgrößen in den Gemeinden 2013	63
Abb. 83.	Veränderung der Haushaltsgrößen in den Gemeinden 2011-2014	64
Abb. 84.	Strombedarf der Haushalte 2013 pro Haushalt (kWh)	65
Abb. 85.	Strombedarf der Haushalte 2013 pro Einwohner (kWh)	65
Abb. 86.	Strombedarf der Haushalte pro Einwohner im Jahr 2013 (Kartendarstellung)	66
Abb. 87.	Strombedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche im Jahr 2013	66
Abb. 88.	Strombedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche 2013	67
Abb. 89.	Wärmebedarf der Gemeinden für Wohnen pro Haushalt	68
Abb. 90.	Wärmebedarf der Gemeinden für Wohnen pro Einwohner	68
Abb. 91.	Wärmeverbrauch der Haushalte pro Einwohner (Kartendarstellung)	69
Abb. 92.	Wärmebedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche	69
Abb. 93.	Wärmebedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche (Kartendarstellung)	70
Abb. 94.	Reduktion des Raumwärmebedarfs pro Person im Vergleich	70
Abb. 95.	Geschätzte Gebäudebeheizungsstruktur	71
Abb. 96.	Anteile an Neubau und Ersatz von Gebäudeheizungen in Deutschland	72
Abb. 97.	Endenergieverbrauch der Haushalte für Wohnen pro Haushalt 2013	73
Abb. 98.	Endenergieverbrauch der Haushalte für Wohnen pro Einwohner 2013	73
Abb. 99.	Endenergiebedarf der Haushalte für Wohnen und Treibstoffe 2013	74
Abb. 100.	Energieverbrauch der Industrie nach Energieträgern	75

Abb. 101. Energieverbrauch der Industrie in Relation zur Erwerbstätigenzahl im produzierenden Sektor	76
Abb. 102. Geschätzter Endenergiebedarf in Sektor GHD	77
Abb. 103. Energieverbrauch je Quadratmeter im mittelständischen Einzelhandel in Deutschland	78
Abb. 104. Endenergiebedarf pro Arbeitsplatz im Sektor GHD	79
Abb. 105. Erwerbstätige und Energieverbrauch in der Landwirtschaft in Deutschland	81
Abb. 106. Geschätzter Energieverbrauch der Landwirtschaft im Landkreis Konstanz	82
Abb. 107. Anteile der verschiedenen Energieträger am Energieverbrauch der Landwirtschaft	83
Abb. 108. Landwirtschaftliche Betriebe im Landkreis Konstanz mit ökologischem Landbau	84
Abb. 109. Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche im Landkreis Konstanz	84
Abb. 110. Endenergieverbrauch der Landwirtschaft in Deutschland pro erwerbstätige Person	85
Abb. 111. Geschätzter Endenergiebedarf der Landwirtschaft im Landkreis Konstanz pro erwerbstätige Person	85
Abb. 112. Überblick – Indirekter Energieverbrauch für wichtige Konsumgüter 2013	86
Abb. 113. Wertstoffaufkommen 2014 in kg pro Einwohner	87
Abb. 114. Geschätzte Emissionen des Kleiderkonsums pro Einwohner nach genutztem Rohstoff	88
Abb. 115. CO ₂ -Bilanz pro kg Kleidung	89
Abb. 116. Graue Energie pro Tonne Papier	89
Abb. 117. Papierverbrauch in Deutschland pro Einwohner	90
Abb. 118. Graue Energie des Papierverbrauchs pro EW (kWh)	90
Abb. 119. CO ₂ -Emission durch Papierverbrauch pro Einwohner	91
Abb. 120. Graue Energie pro Tonne Steinpapier im Vergleich	91
Abb. 121. Primärenergiebedarf von Baustoffen in kWh/m ³	92
Abb. 122. Global Warming Potential (GWP) von Baumaterialien pro m ³	92
Abb. 123. Global Warming Potential (GWP) von Baumaterialien pro kg	93
Abb. 124. Anteile der Baufertigstellungen nach überwiegend verwendetem Baustoff in Deutschland	93
Abb. 125. CO ₂ -Äquivalente in Gramm je Kilogramm Produkt nach Anbauweise beim Einkauf im Handel	94
Abb. 126. CO ₂ -Einsparung biologischer Produktion gegenüber konventioneller Produktion in Prozent	95
Abb. 127. Potenzial zur THG-Einsparung durch biologischen Landbau in g CO ₂ -Äq./kg	96

Abb. 128. Verzehr tierischer Produkte im Landkreis Konstanz	97
Abb. 129. Jährlicher Fleischverbrauch und daraus folgende CO ₂ -Emissionen pro Einwohner	97
Abb. 130. Treibstoffpreisentwicklung 2000 – 2013	98
Abb. 131. Treibstoffkosten der Pkw-Nutzung je Einwohner und je erwerbstätige Person	99
Abb. 132. Ausgaben für Energie pro Haushalt	99
Abb. 133. Ausgaben der Haushalte für Energie im Landkreis Konstanz pro Haushalt	100
Abb. 134. Ausgaben der Haushalte im Landkreis Konstanz für Energie insgesamt	100
Abb. 135. EEG-Zahlungen im Landkreis auf Basis der Erzeugungskapazität	102
Abb. 136. EEG-Zahlungen im Landkreis auf Basis der Erzeugungskapazität pro Einwohner	102
Abb. 137. Erhöhung der jährlichen EEG-Zahlungen durch Zubau der Erneuerbaren Energien in den Landkreis Konstanz	103
Abb. 138. Bioenergiepotenzial im Landkreis Konstanz 2013	104
Abb. 139. Nutzungsgrad des Bioenergiepotenzials im Landkreis Konstanz 2013	105
Abb. 140. Bioenergie-Potenzial der Gemeinden pro Einwohner	106
Abb. 141. Bioenergiepotenziale der Gemeinden (Kartendarstellung)	106
Abb. 142. Energiepotenzial des Grünschnittaufkommens (Kartendarstellung)	107
Abb. 143. Mögliche Bedarfsdeckung der Haushalte durch lokale Bioenergiepotenziale	108
Abb. 144. Mögliche Selbstversorgungsgrade der Privathaushalte bei Nutzung der Bioenergie	109
Abb. 145. Windenergiepotenzial	110
Abb. 146. Dachflächenpotenziale für Solarenergie (m ² /Einwohner)	111
Abb. 147. Geschätzte Dachflächenpotenziale Photovoltaik pro Einwohner in kWh/Ea	112
Abb. 148. Gebäude- und Freifläche pro Einwohner im Vergleich	112
Abb. 149. Freiflächenphotovoltaikpotenzial: Drei Szenarien	113
Abb. 150. Ertragspotenziale der Solarthermie	114
Abb. 151. Erneuerbare Energiepotenziale im Landkreis Konstanz	115
Abb. 152. Erneuerbares Energiepotenzial nach Energiequellen in Prozent	116
Abb. 153. Bisherige Nutzung der umsetzbar erscheinenden erneuerbaren Energiepotenziale	117
Abb. 154. Ungenutzte Potenziale erneuerbarer Energien	117
Abb. 155. Zielpfad Endenergie und erneuerbare Energien bis 2050	118
Abb. 156. Empfohlener Klimaschutzzielpfad bis 2020	120

Abb. 157. Trend und Zielpfad für Endenergieverbrauch bis 2020	121
Abb. 158. Trend und Zielpfad beim Zubau erneuerbarer Energien	121

11. Tabellen

Tab. 1.	Ziele der Landesregierung Baden-Württemberg für 2020 und 2050 übertragen auf den Landkreis Konstanz	2
Tab. 2.	Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr des Landkreises Konstanz 2000 bis 2013 (1.000 km)	30
Tab. 3.	Personenbeförderungsleistung des VHB	53
Tab. 4.	Energiebedarf pro Personenkilometer (Pkm)	53
Tab. 5.	Geschätzter Energiebedarf des VHB	54
Tab. 6.	Energieeinsparung durch Personentransport des VHB in kWh	55
Tab. 7.	Fleischkonsum im Landkreis Konstanz	96
Tab. 8.	Endenergieproduktivität 2013 des LKR Konstanz und Land BW im Vergleich	101
Tab. 9.	Ziele für die Minderung energiebedingter Treibhausgasemissionen	119

12. Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz

Über das Projekt

Das Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz ist an der Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung (HTWG) angesiedelt und wurde im Mai 2013 gegründet. Es wird geleitet von Prof. Dr. Maike Sippel (Fakultät Bauingenieurwesen) und Prof. Dr. Thomas Stark (Fakultät Architektur und Gestaltung). Als wissenschaftliche Mitarbeiter sind Sven Simon, Markus Szaguhn und Lena Schönrock mit an Bord. Das Projekt wird im Rahmen des Programms „Stärkung des Beitrags der Wissenschaft für eine nachhaltige Entwicklung“ vom Land Baden-Württemberg gefördert. Ziel des Kompetenzzentrums ist die Beschleunigung der Energiewende in der Region Konstanz durch zusätzliche Impulse und bessere Vernetzung.

Weitere Informationen finden Sie unter:

www.energiewende-konstanz.de

Kontakt

Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz

HTWG Konstanz

Lena Schönrock M.A.

Brauneggerstr. 55
78462 Konstanz

07531 206 189

lena.schoenrock@htwg-konstanz.de

Projektpartner



