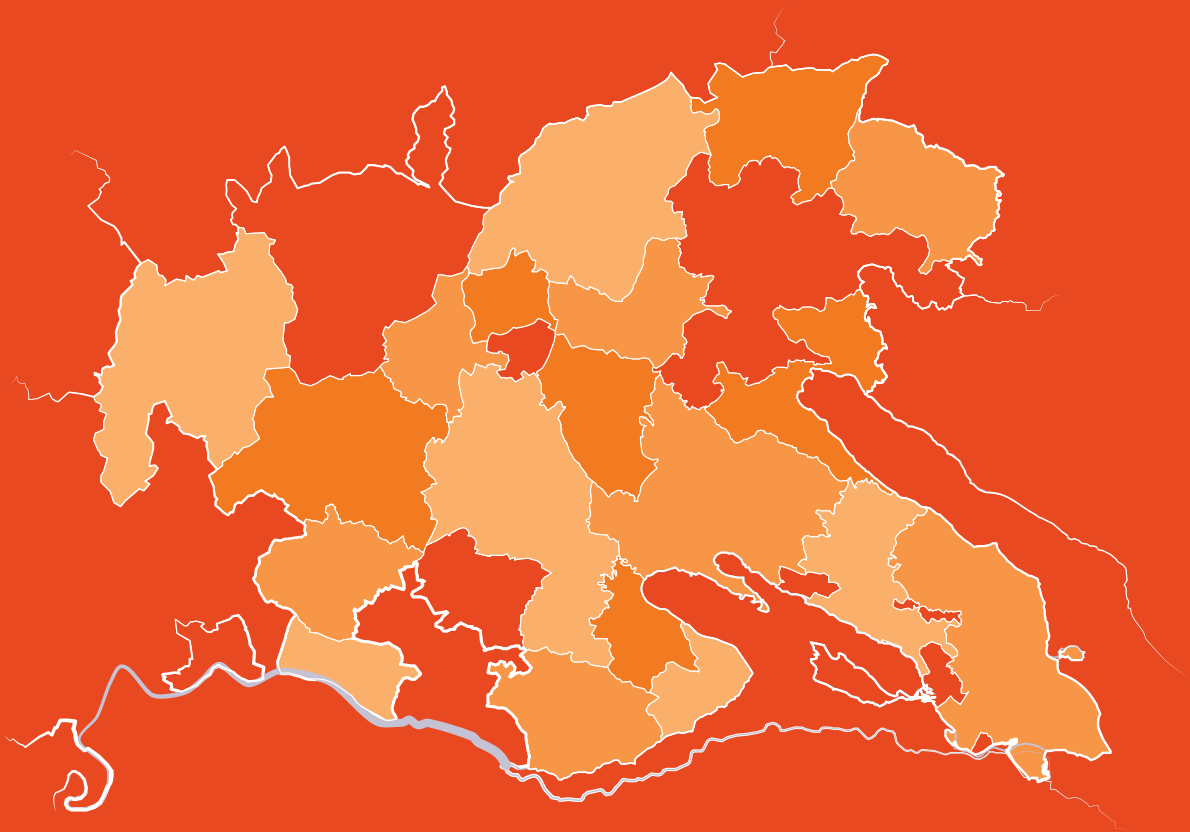


Monitor Energiewende 2017

Region Konstanz



Impressum

Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz

HTWG Konstanz

Alfred-Wachtel-Straße 8
78462 Konstanz

Autoren

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

Markus Szaguhn M.Eng.
markus.szaguhn@gmail.com

unter Mitarbeit von
Prof. Dr. Maike Sippel
Prof. Dr.-Ing. Thomas Stark
Lena Schönrock M.A.
Dipl.-Ing. Christopher Klages

Stand

Juli 2017



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT,
FORSCHUNG UND KUNST



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

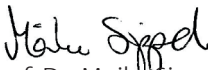
Vorwort

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 zweiten Monitor 2016 wurden die relevanten Stellschrauben identifiziert, die maßgeblichen Einfluss auf die Energiestatistik haben. Es wurde versucht, alle Sektoren abzubilden, wodurch sich der Umfang gegenüber dem ersten Monitor deutlich vergrößert hat.

Im nun vorliegenden Monitor 2017 wurde der Stand der Energiewende im Landkreis Konstanz aktualisiert und erweitert. Dabei lag ein Fokus zum einen auf der Frage, wie sich die ungewöhnlich hohe Bevölkerungszunahme in den Jahren 2014 und 2015 sowie die prognostizierte Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2035 auf den Energiebedarf, die erneuerbaren Energiepotenziale und die Treibhausgasemissionen des Landkreises auswirken. Zum anderen wurde untersucht, welche Stellschrauben sich eignen, um den Energiebedarf und die Treibhausgasemissionen trotz des Bevölkerungswachstums in dem angestrebten Umfang zu reduzieren. 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 2018 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.

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	1
2.	Rahmendaten	4
2.1.	Geographie und Flächennutzung	4
2.2.	Bevölkerung	7
2.3.	Wirtschaft und Arbeit	8
2.4.	Klimaschutzkonzepte	10
2.5.	CO ₂ -Bilanzen	11
3.	Zielindikatoren	14
3.1.	Endenergieverbrauch	14
3.2.	Erneuerbare Energie	22
3.3.	Treibhausgasemissionen	32
4.	Betrachtung der Sektoren	35
4.1.	Verkehr	35
4.2.	Haushalte / Wohnen	65
4.3.	Industrie	90
4.4.	Gewerbe, Handel, Dienstleistung	92
4.5.	Landwirtschaft	95
4.6.	Exkurs: Konsum	101
5.	Wirtschaftliche Indikatoren	113
5.1.	Energiekosten	113
5.2.	Energieproduktivität	116
5.3.	EEG-Zahlungen	117

6.	Lokale Potenziale Erneuerbarer Energien	119
6.1.	Bioenergiepotenzial	119
6.2.	Windenergiepotenzial	125
6.3.	Solarstrompotenzial	126
6.4.	Solarthermie	129
6.5.	Abschätzung des Gesamtpotenzials	130
6.6.	Bisherige Nutzung der erneuerbaren Energiepotenziale	132
6.7.	Exkurs: Mögliche Auswirkungen von Neubaugebieten auf lokale Energiepotenziale	133
7.	Energie- und Klimaschutzziele	141
7.1.	Zielpfad für Endenergie und Erneuerbare Energien bis 2050	141
7.2.	Aktuelle Trends und Zielpfade bis 2020	142
8.	Fazit	146
9.	Quellen	147
10.	Tabellen	154
11.	Abbildungen	155
12.	Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz	163

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 2017* wurde der Stand der Energiewende im Landkreis Konstanz mit den Zielen der Landesregierung abgeglichen. Dabei lag ein Fokus auf der Frage, wie sich die ungewöhnlich hohe Bevölkerungszunahme in den Jahren 2014 und 2015 sowie die prognostizierte Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2035 auf den Energiebedarf, die erneuerbaren Energiepotenziale und die Treibhausgasemissionen des Landkreises auswirkt. Dazu wurden mehrere Szenarien entwickelt, die neben der Bevölkerungsentwicklung beispielsweise auch verschiedene Bauweisen von Neubaugebieten, unterschiedliche Wohn- und Belegungsdichten und Sanierungsquoten in ihren Auswirkungen vergleichen. Zwei neue Exkurse legen dar, welche hohe Bedeutung die Sanierungsquote für das Erreichen der Energieeinsparziele hat, während die Bauweise der Neubaugebiete der ausschlaggebende Faktor ist, um negative Auswirkungen des möglicherweise unvermeidbaren Flächenverbrauchs auf die erneuerbaren Energiepotenziale zu vermeiden.

Beim Blick auf die bereits im Vorjahr betrachteten Indikatoren fällt auf, dass eine größere Energieeinsparung lediglich in der Industrie erzielt wurde, während die übrigen Sektoren hinter den Zielen zurückbleiben. Im Sektor Verkehr kam es sogar zu einer Trendumkehrung. Erstmals seit vielen Jahren hat im Bereich des motorisierten Individualverkehrs im Jahr 2014 sowohl der absolute Energieverbrauch als auch der Energieverbrauch pro Person zugenommen. Die deutliche Zunahme des Verkehrs und der gleichzeitige Trend zu größeren Pkw mit einem höheren Treibstoffverbrauch kompensieren einen großen Teil der in den übrigen Sektoren erzielten Energieeinsparungen.

Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

Das hohe Bevölkerungswachstum wirkte sich auf den Endenergieverbrauch pro Einwohner deutlich aus, weil beispielsweise der Zuwachs der Wohnfläche hinter dem Zuwachs der Bevölkerung zurück blieb. Ohne den überdurchschnittlichen Zuzug von Neubürgern und den deutlichen Rückgang des Energieverbrauchs in der Industrie hätte es im Jahr 2014 keine nennenswerte Veränderung des Endenergieverbrauchs gegeben. Der Endenergieverbrauch des Jahres 2014 summiert sich auf rund 23,7 Megawattstunden pro Einwohner. Aufgrund der Verfügbarkeit aktuellerer Daten wurde der Endenergieverbrauch des Jahres 2013 auf 24,3 MWh korrigiert. Der Rückgang betrug demzufolge knapp 2,5 Prozent. Die daraus resultierenden energiebedingten Emissionen lagen im Jahr 2014 bei rund 7,9 Tonnen CO₂ pro Einwohner. Der Rückgang der CO₂-Emissionen pro Einwohner betrug gegenüber dem Jahr 2013 rund zwei 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 (Bezugsjahr ist 1990) auf einen Wert zwischen 6,0 und 6,5 Tonnen pro Einwohner gesenkt werden. Das Ziel wurde demnach auch unter begünstigenden Bedingungen erneut nicht erreicht.

Erneuerbare Energien

Im Jahr 2014 betrug die Erzeugungskapazität der EEG-Anlagen im Landkreis 246 GWh mit einem leichten Zuwachs gegenüber dem Vorjahr. Die Stromerzeugung lokaler EEG-Anlagen entsprach damit weniger als 17 Prozent des Stromverbrauchs und weniger als vier Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs. Thermisch genutzte Biomasse, Solarthermie und sonstige erneuerbare Energien

trugen mit weniger als drei Prozent zur Endenergiebereitstellung bei. Insgesamt wurden damit rund sechseinhalb Prozent des Endenergieverbrauchs aus regionalen erneuerbaren Quellen gedeckt. Das Ziel für 2020 liegt bei 25 Prozent.

Energieeinsparung und Effizienz

Der Endenergieverbrauch im Jahr 2014 im Landkreis ist gegenüber dem Vorjahr trotz eines relativ großen Zuzugs von Neubürgern um ein Prozent gesunken. Den größten Anteil daran hatten der Verbrauchsrückgang in der Industrie und Einsparungen durch Effizienzsteigerungen im Bereich der Gebäudebeheizung. Mehr als 90 Prozent der Einsparungen entfielen auf diese beiden Bereiche. So sanken der Wärmebedarf der Gebäude um ein Prozent und der Energieverbrauch der Industrie um 9,4 Prozent. Eine nennenswerte Verbrauchszunahme war lediglich im Verkehrssektor zu verzeichnen. Dass die Einsparungen nicht größer ausfielen, ist weiterhin hauptsächlich auf gegenläufige Entwicklungen im Bereich des Konsums und die ausbleibenden Effizienzsteigerungen im Pkw-Verkehr zurückzuführen.

	Ziele Landesregierung Baden-Württemberg			Landkreis Konstanz	
	Endenergieverbrauch	Anteil der EE am Endenergieverbrauch	Emissionen	Einwohner	Emissionen pro Einwohner in t CO ₂
Basis 1990			100%	246.059	8,7
Basis 2010	100%				
LKR KN 2014		7%		273.407	7,9
Ziel LR 2020	84%	25%	75%	280.273	6,0 - 6,5
Ziel LR 2050	50%	80%	10%	279.144	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 erzielen kann.

Stellschrauben

Insbesondere bei einer Betrachtung über längere Zeiträume wird deutlich, dass technische Effizienzsteigerungen zu beachtlichen Einsparungen führen können. So sank beispielsweise der Treibstoffverbrauch von Pkw auf 100 km zwischen den Jahren 2000 und 2014 um 12 Prozent, der Raumwärmebedarf der Gebäude pro Quadratmeter Wohnfläche ging sogar um 23 Prozent zurück. Da aber die pro Person erbrachte Fahrleistung der Pkw um 3,2 Prozent und die genutzte Wohnfläche um 12 Prozent anwuchs, fielen die tatsächlichen Energieeinsparungen mit 7,8 Prozent beim Pkw-Verkehr und 13 Prozent bei der Gebäudebeheizung deutlich geringer aus, als es die technischen Effizienzsteigerungen erlaubt hätten. Zudem liegt der durchschnittliche Treibstoffverbrauch der Personenkraftwagen mit 7,3 Litern pro 100 km immer noch deutlich über dem technisch möglichen Niveau. Der Trend zu immer größeren und leistungsstärkeren Pkw führt dazu, dass es seit dem Jahr 2012 keine Effizienzsteigerungen mehr gegeben hat. In Kombination mit einem zunehmenden Verkehrsaufkommen lässt dies den Energieverbrauch der Pkw wieder ansteigen. Ein Grund für die Zunahme des Verkehrs ist die

offensichtlich erhöhte Notwendigkeit für Berufspendler immer weitere Distanzen zwischen Wohnung und Arbeitsplatz zurückzulegen. Ein anderer ist der Konsum: Der Energieverbrauch der Nutzfahrzeuge (z.B. Lieferwagen) stieg trotz Effizienzsteigerungen um rund sechs 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 Konsumverhaltens 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. Es kristallisiert sich immer deutlicher heraus, dass eine Erhöhung der Sanierungsquote mit dem Ziel hoher Energieeffizienz im Gebäudebestand sowie Maßnahmen zur Senkung des Pkw-Verkehrsaufkommens ganz entscheidende Faktoren für das Erreichen der Energie- und Klimaschutzziele im Landkreis sein werden. In beiden Bereichen werden erfolgreiche Maßnahmen immer dringlicher. 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. Zudem sollte eine geeignete Datenerfassung für ein systematisches Monitoring des Ausbaus der erneuerbaren Energien sowie der Sanierung und Beheizung des Gebäudebestandes inklusive der durch die Sanierung erreichten Energieeinsparung angestrebt werden.

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/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 ganz 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 6.000 und 11.000 Menschen vollwertig zu ernähren (vgl. Destatis 2013, S. 7 und TLL 2010, S. 22).

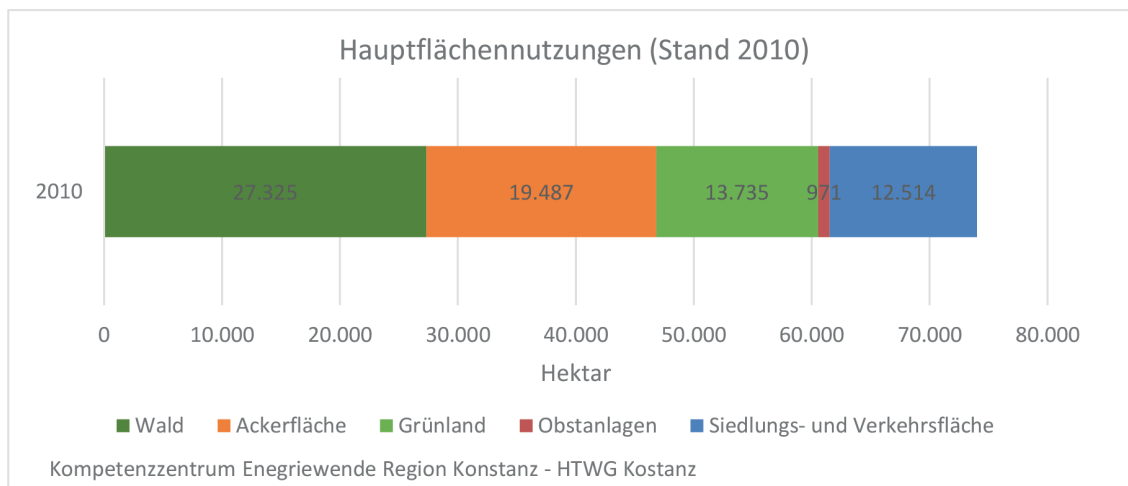


Abb. 1. Hauptflächennutzungen in Hektar

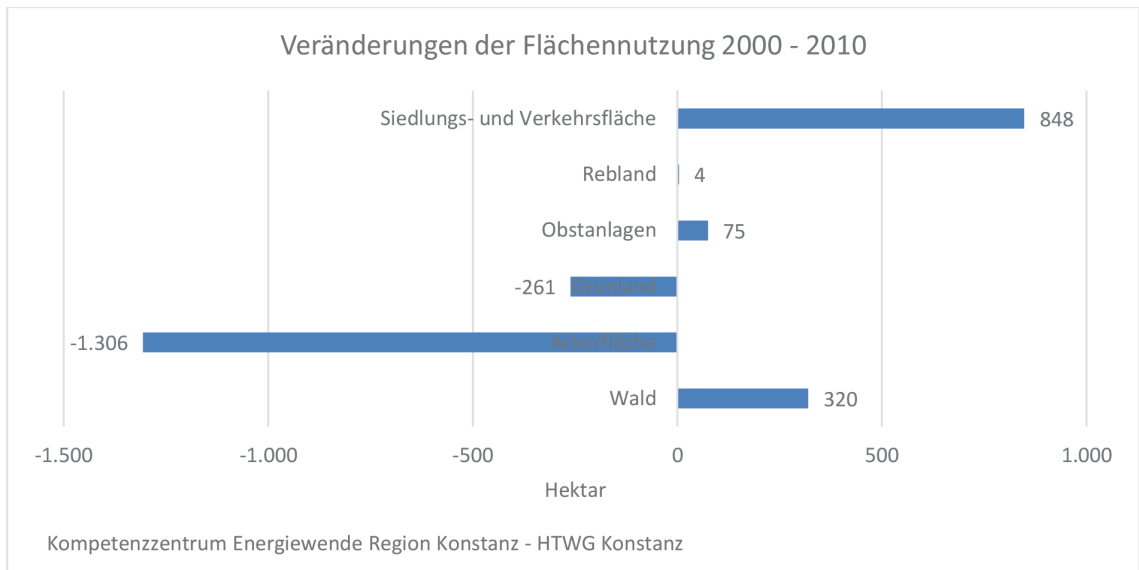


Abb. 2. Veränderungen der Flächennutzung 2000 - 2010

In Abbildung 2 sind die absoluten Veränderungen der Hauptflächennutzungsarten dargestellt, die für die Solar- und Bioenergiepotenziale besonders wichtig sind. In Abbildung 3 sind die Veränderungen 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.

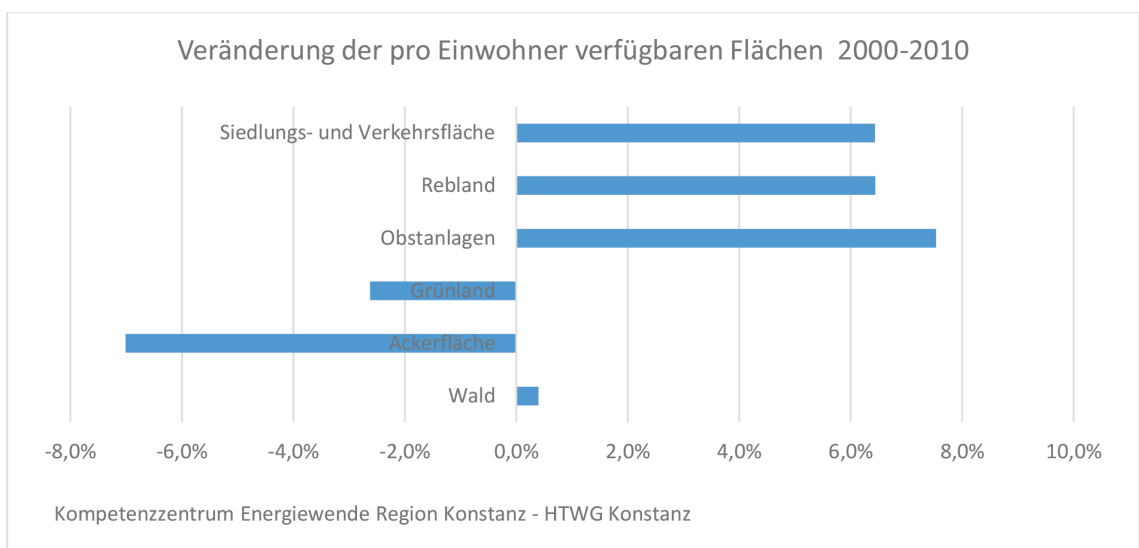


Abb. 3. Veränderung der pro Einwohner verfügbaren Flächen 2000 - 2010

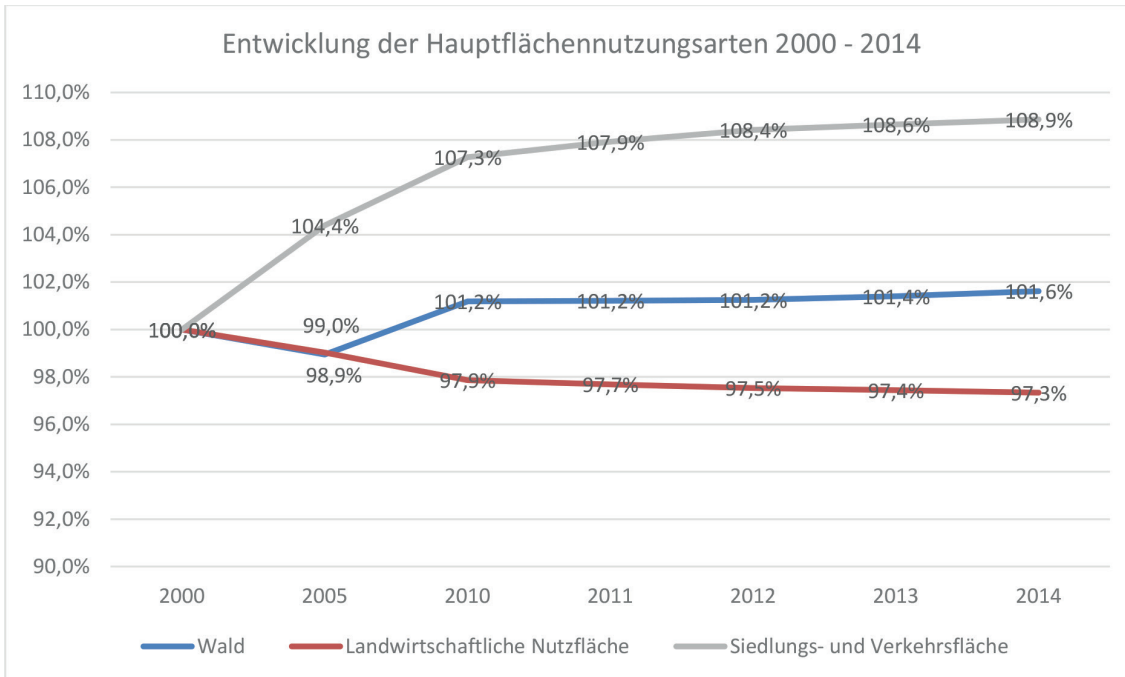


Abb. 4. Entwicklung der Hauptflächennutzungsarten 2000 - 2014

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. 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 in diesem Zeitraum um sechs Prozent abgenommen, die Waldfläche um zwei Prozent. Die landwirtschaftliche Nutzfläche betrug im Jahr 2014 nur noch 0,146 ha pro Einwohner.

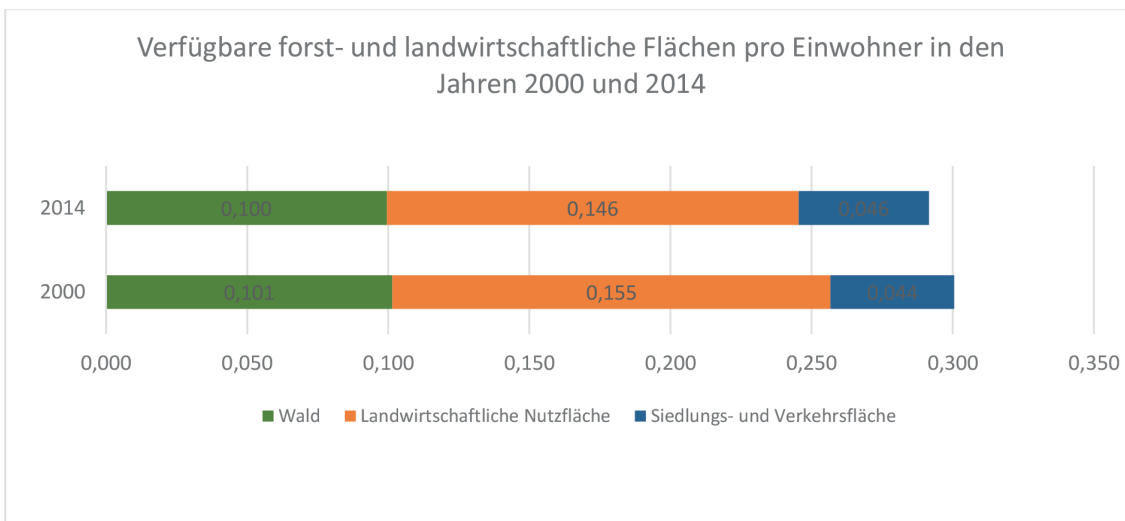


Abb. 5. Verfügbare forst- und landwirtschaftliche Flächen pro Einwohner

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 des Flächenverbrauchs aber wie zwischen den Jahren 2000 und 2014 voranschreitet, wäre eine hundertprozentige Selbstversorgung schon in 20 bis 30 Jahren nicht einmal mehr theoretisch möglich. Positive Auswirkungen einer Nachverdichtung auf den Flächenverbrauch sind bisher nicht erkennbar. Die Siedlungs- und Verkehrsfläche ist proportional zur Bevölkerung gewachsen und hat pro Person sogar etwas zugenommen. Positiv wirkt sich dies hinsichtlich des Selbstversorgungspotenzials lediglich auf das Solarflächenpotenzial im Siedlungsbe- reich aus.

2.2. Bevölkerung

Die Bevölkerung im Landkreis Konstanz ist zwischen den Jahren 2000 und 2015 in jedem Jahr ge- wachsen. Im Jahr 2015 zählte der Landkreis 280.288 Bürger und damit knapp 28.000 mehr als im Jahr 2000. Das entspricht einem Bevölkerungswachstum um rund elf Prozent in 15 Jahren. Auffällig ist da- bei, dass der durchschnittliche Zuwachs zwischen den Jahren 2000 und 2010 bei rund 1.300 Personen pro Jahr lag und zwischen 2010 und 2013 auf über 2.000 Neubürger pro Jahr anstieg. In den Jahren 2014 und 2015 hat sich die Bevölkerungszunahme noch einmal beschleunigt. Der Zuwachs betrug im Jahr 2014 rund 3.200 und im Jahr 2015 sogar 4.500 Neubürger.

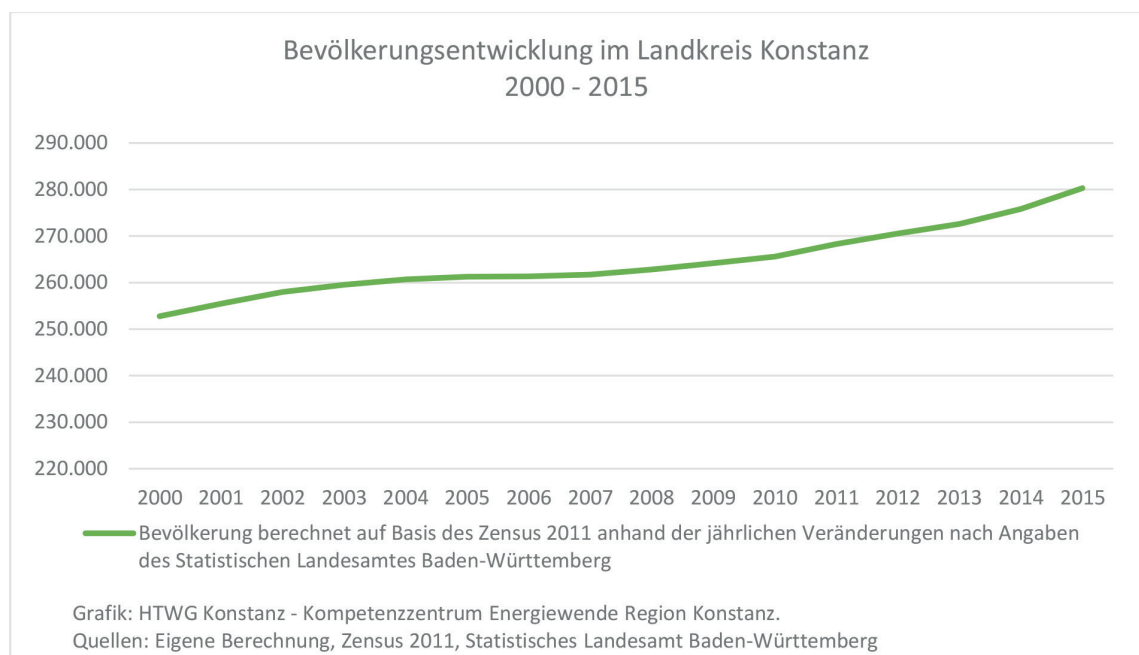


Abb. 6. Bevölkerungsentwicklung im Landkreis Konstanz

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 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. Im Jahr 2000 lag der Anteil der Studierenden an der Gesamtbevölkerung bei 4,2 Prozent und ist bis zum Jahr 2015 auf 6,1 Prozent gestiegen.

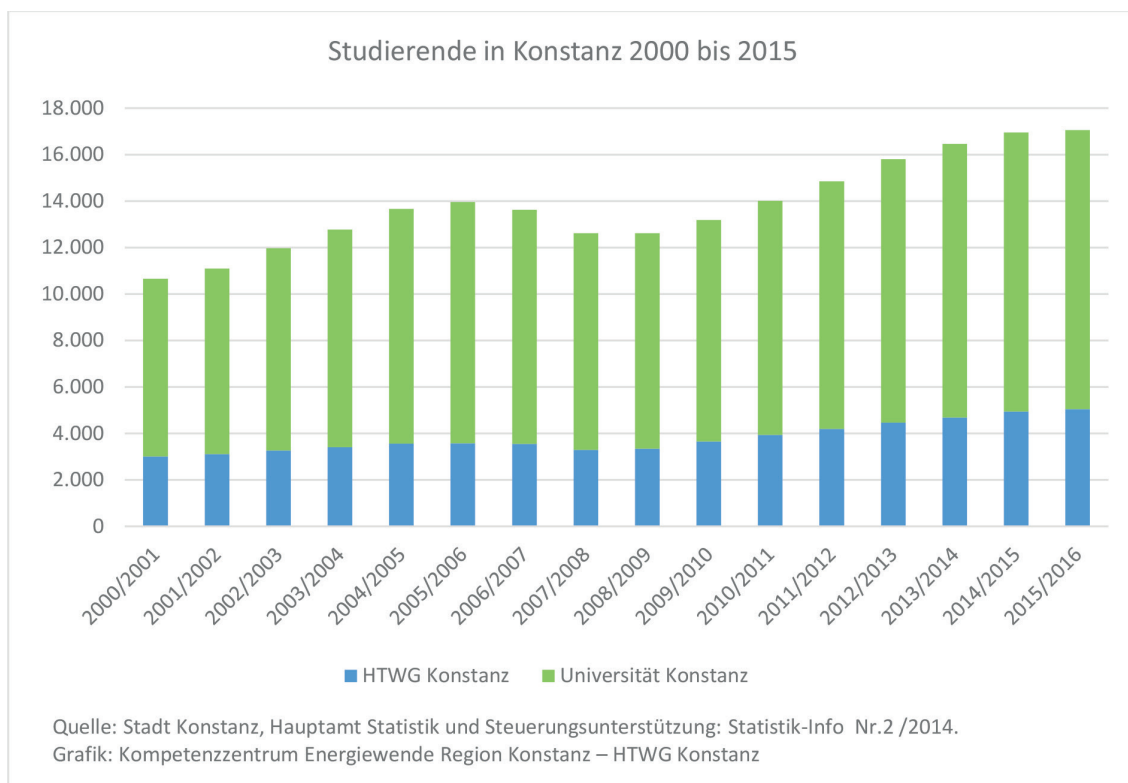


Abb. 7. Studierende in Konstanz

2.3. Wirtschaft und Arbeit

Die Zahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort im Landkreis Konstanz lag im Jahr 2014 bei 142.300. Im Zeitraum zwischen 2000 und 2010 hat die Zahl der Erwerbstätigen am Arbeitsort um 3,5 Prozent zugenommen, im Zeitraum 2010 bis 2014 um 8,8 Prozent. Damit hat sich die Zunahme der Erwerbstätigenzahl nach 2010 deutlich beschleunigt. Der Zuwachs findet fast ausschließlich in den Dienstleistungsbereichen statt, während die Zahl der Erwerbstätigen im produzierenden Gewerbe und in der Landwirtschaft zurückgeht. Rund 74 Prozent der Erwerbstätigen arbeiteten im Jahr 2014 im Dienstleistungsbereich, 24 Prozent im produzierenden Gewerbe und nur noch 1,5 Prozent in Land- und Forstwirtschaft. Die Entwicklung der Erwerbstätigenzahlen in den drei Sektoren sind in Abbildung 8 summiert abgebildet.

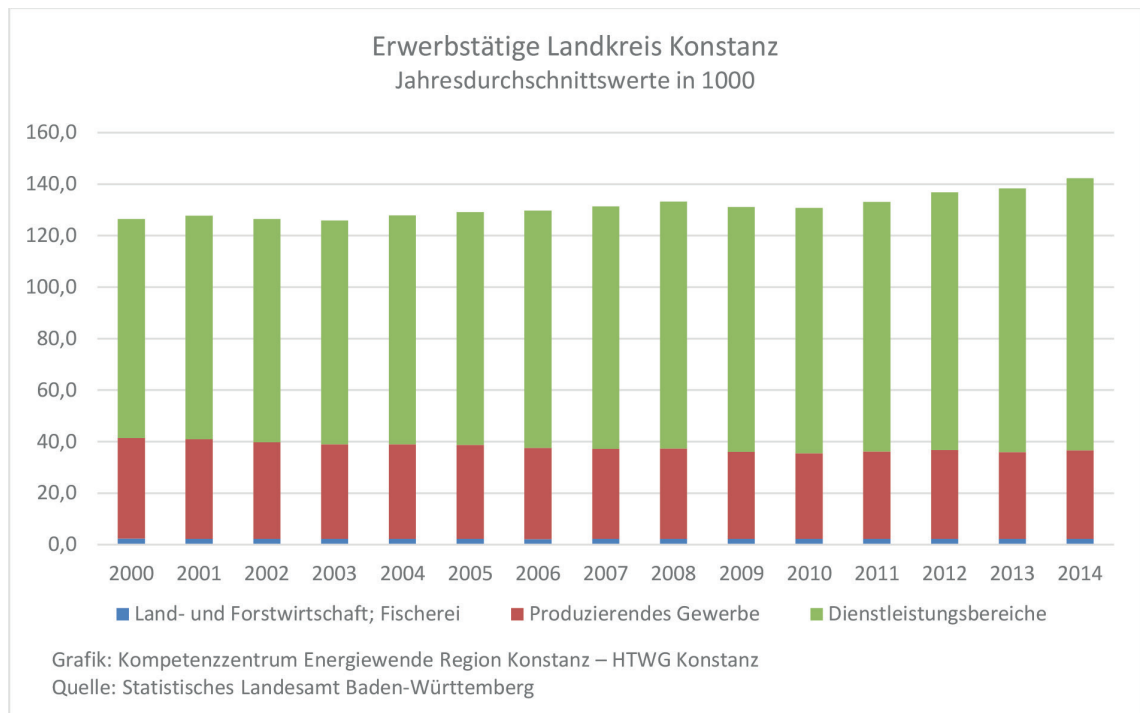


Abb. 8. Erwerbstätige im Landkreis Konstanz – Anteile der Sektoren

In Abbildung 9 sind die Entwicklungen in den verschiedenen Wirtschaftsbereichen dargestellt.

Zwischen den Jahren 2000 und 2013 gab es deutliche Rückgänge im produzierenden sowie im verarbeitenden Gewerbe um rund 15 Prozent bzw. 17 Prozent. Etwas geringer fielen 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, Gesundheit.

Im Jahr 2014 gab es in keinem der Wirtschaftsbereiche einen statistisch erfassten Rückgang der Erwerbstätigenzahlen. Die Erwerbstätigenzahl stieg insgesamt um 2,9 Prozent. Dies entspricht einem absoluten Zuwachs von rund 4.000 Erwerbstätigen. Zwischen den Jahren 2000 und 2013 betrug der Zuwachs nur rund 900 Erwerbstätige. Im produzierenden und verarbeitenden Gewerbe betragen die Zuwächse 1,8 Prozent und 1,6 Prozent. Im Baugewerbe wurde ein Zuwachs von 3,0 Prozent erreicht. Im Bereich Handel, Verkehr, Gastgewerbe, Information und Kommunikation betrug der Zuwachs rund 1,2 Prozent, im Bereich Öffentliche und sonstige Dienstleister, Erziehung, Gesundheit rund 1,3 Prozent. Der Bereich Finanz-, Versicherungs- und Unternehmensdienstleister, Grundstücks- u. Wohnungswesen lag mit einem Zuwachs um 2,1 Prozent im Mittelfeld aller Wirtschaftsbereiche. Den größten Zuwachs verzeichnete der Dienstleistungsbereich mit 3,2 Prozent.

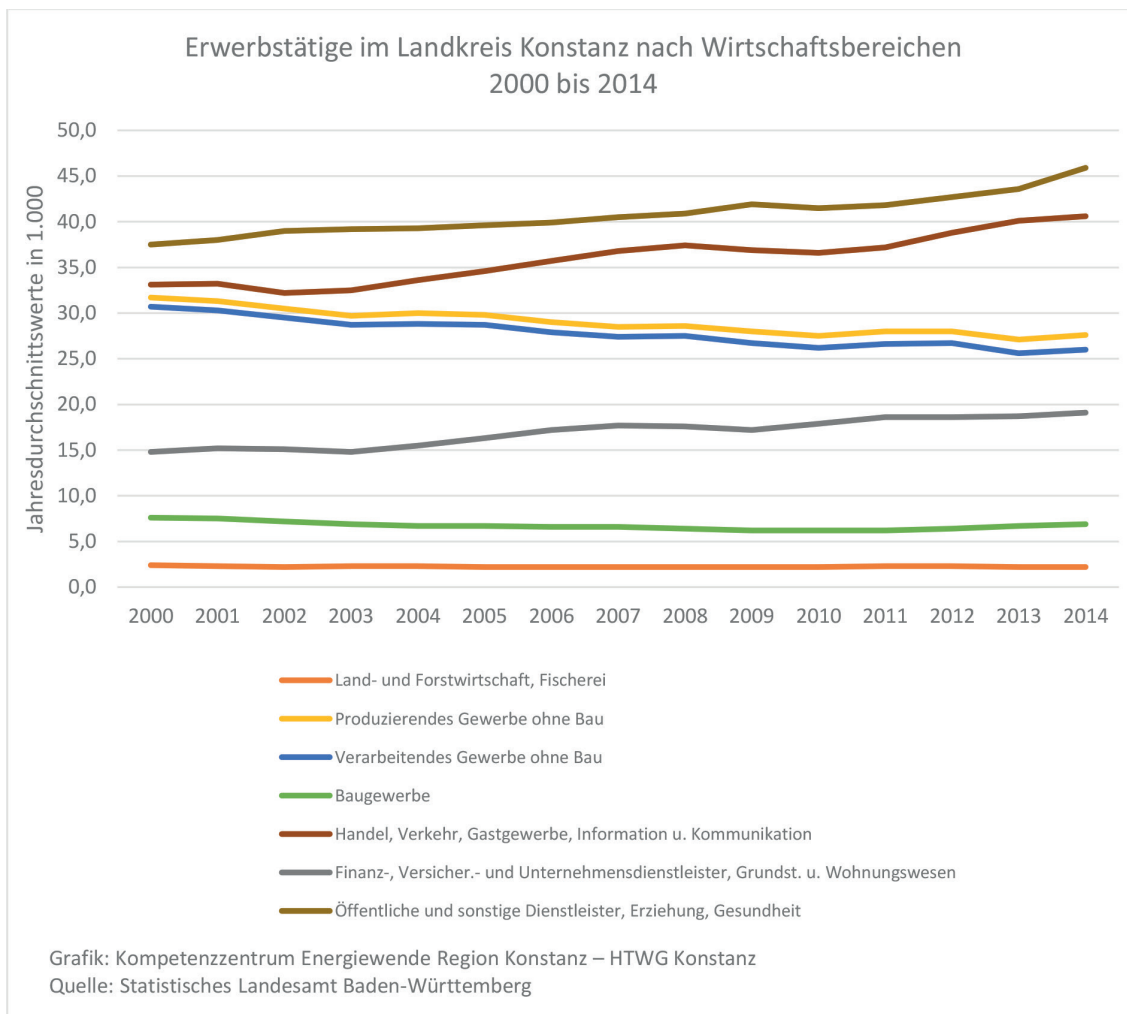
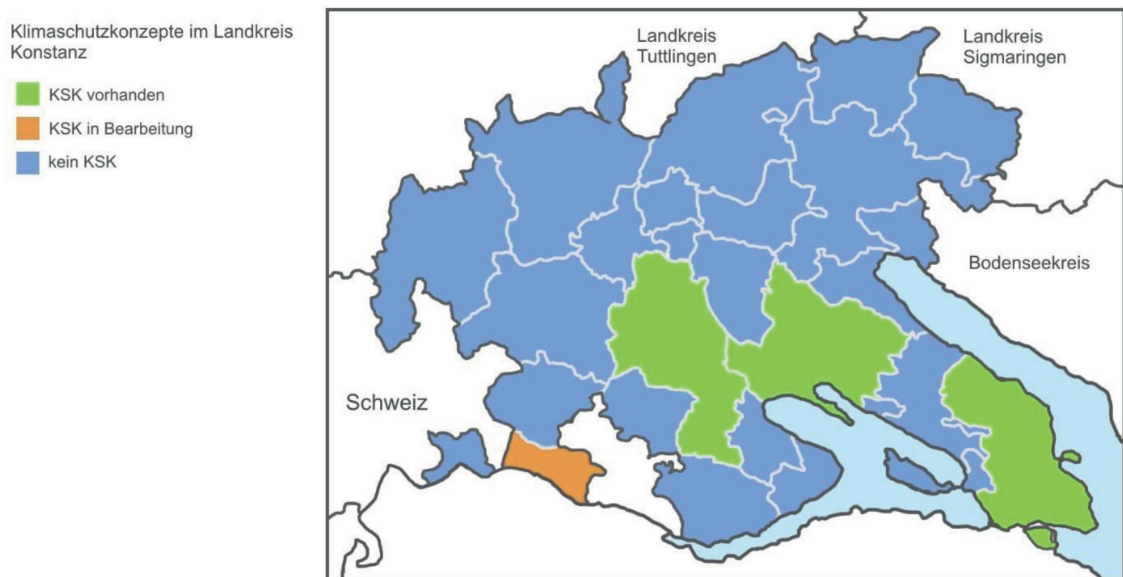


Abb. 9. Erwerbstätige im Landkreis Konstanz nach Wirtschaftsbereichen 2000 bis 2013

2.4. Klimaschutzkonzepte

Klimaschutzkonzepte sind ein langfristig angelegtes Instrument für die kommunale Klimapolitik und damit auch für die Energiewende. Neben einer Erhebung der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen enthalten sie eine Schätzung der erneuerbaren Energiepotenziale, 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, Singen und Konstanz Klimaschutzkonzepte mit finanzieller Unterstützung des Bundesumweltministeriums (Klimaschutzinitiative) erstellt. Die Gemeinde Gailingen befindet 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 befeuern.



Quelle: Markus Szaguhn (2015). Grafik: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz

Abb. 10. Klimaschutzkonzepte im Landkreis Konstanz

2.5. CO₂-Bilanzen

Unabhängig davon, ob sie bereits ein Klimaschutzkonzept erstellt hat, kann jede Gemeinde jährlich ihre Energie- und CO₂-Bilanz berechnen, um den eigenen Handlungsbedarf festzustellen oder die Wirksamkeit bisheriger Klimaschutzmaßnahmen zu überprüfen. Aber nicht nur die Gemeinden, sondern auch ihre einzelnen Bürger können ihren CO₂-Fußabdruck ermitteln und zugleich dabei mithelfen, die CO₂-Bilanzen ihrer Gemeinden zu verbessern. Das Land Baden-Württemberg und die Energieagentur im Landkreis Konstanz bieten dazu hilfreiche Berechnungsprogramme an. Im Folgenden finden sich genauere Informationen zu den Werkzeugen und Beispiele dafür, wie das Ergebnis einer solchen CO₂-Bilanzierung aussehen kann. In der Regel wird dabei eine Territorialbilanz erstellt, die sich von einer verursacherbezogenen Bilanz deutlich unterscheiden kann.

Territorialbilanz und Verursacherbilanz

Die Treibhausgasemissionen, die ein Mensch in Deutschland innerhalb eines Jahres verursacht, liegen aktuell laut Umweltbundesamt im Durchschnitt bei einem CO₂-Äquivalent von 11,6 Tonnen. Diese Menge beinhaltet auch Emissionen, die pro Person nicht am Wohnort, sondern andernorts im Bundesgebiet, beispielsweise für Verwaltung anfallen, in der Landwirtschaft entstehen oder durch überregionalen Straßenverkehr und Flugreisen verursacht werden. Diese Emissionen werden nicht dem Wohnort des Verursachers, sondern jeweils dem Standort der Behörde, der landwirtschaftlichen Anbauflächen, der Straßen oder des Flughafens zugerechnet. Man spricht daher von einer Territorialbilanz im Gegensatz zu einer verursacherbezogenen Bilanz, in der eine Flugreise dem Fluggast - also dem Verursacher - zugerechnet wird. Landkreise, die wie der Kreis Konstanz ein geringes Flugverkehrsaufkommen am Standort aufweisen, bekommen in der Territorialbilanz folglich geringere Emissionen zugerechnet als solche Landkreise, die über große Flughäfen verfügen. Die Territorialbilanz lässt sich jedoch wesentlich einfacher beziehungsweise bei gleichem Aufwand deutlich präziser ermitteln als die Verursacherbilanz und wird daher in den meisten Fällen vorgezogen. Allerdings werden Gemeinden oder Landkreisen mit energieintensiver Industrie oder vielbefahrenen Autobahnabschnitten in einer Territorialbilanz Emissionen zugerechnet, auf die die Bürger der Gemeinde beziehungsweise des Landkreises unter Umständen wenig oder gar keinen Einfluss nehmen können. Deshalb kann es durchaus sehr hilfreich und sinnvoll sein, wenn zahlreiche Bürger einer Gemeinde ihre persönlichen, mehr auf den Verursacher bezogenen CO₂-Bilanzen parallel zu den territorialen Bilanzierungen ihrer Gemeinden ermitteln.

2.5.1. Die persönliche CO₂-Bilanz

Das Umweltbundesamt und andere Anbieter stellen im Internet CO₂-Rechner als Berechnungshilfen zur Bestimmung des persönlichen CO₂-Fußabdrucks (Verursacherbilanz) zur Verfügung. Neben diesen auf bundesweiten Daten basierenden Berechnungshilfen bietet die Energieagentur im Landkreis Konstanz den Bürgerinnen und Bürgern des Landkreises mit ihrem CO₂-Rechner die Möglichkeit, ihren CO₂-Fußabdruck auf ihre Gemeinde bezogen zu ermitteln. Interessierte Bürger einer Gemeinde können damit ihre Bilanzen bestimmen und mit Mitbürgern innerhalb des Landkreises oder mit Freunden und Bekannten vergleichen. Ein solcher Vergleich ist meist sinnvoller als ein Vergleich mit Mitbürgern, die in anderen Gemeinden im Bundesgebiet möglicherweise unter ganz anderen Rahmenbedingungen leben. Zeichnen sich in diesen Vergleichen Trends ab, können die Bürger selbst gezielt nach geeigneten Lösungen suchen, um ihre eigene Bilanz oder auch die Rahmenbedingungen an ihrem Wohnort zu verbessern – im Idealfall gemeinsam mit den Gemeinden. Die Energieagentur bietet dazu umfangreiche Informationen und bei Bedarf auch Beratung an.

Der CO₂-Rechner für Privatpersonen ist unter der folgenden Internetadresse zu finden:

www.energieagentur-kreis-konstanz.de/privatpersonen/persoeliche-co2-bilanz/

Für Interessierte gibt es zudem spezialisierte CO₂-Rechner, mit denen sich z. B. die CO₂-Bilanz von ganzen Kochrezepten und einzelnen Zutaten berechnen lässt.

Damit das Mindestziel von maximal zwei Grad Erwärmung im globalen Durchschnitt nicht verfehlt wird, dürfen bis zum Jahr 2050 pro Person und Jahr im Durchschnitt nicht mehr als 2,6 Tonnen CO₂-Äq. freigesetzt werden. Dieser Wert ist derzeit in Industrieländern nicht ganz einfach zu erreichen. Ein guter Wert für eine persönliche CO₂-Bilanz im Jahr 2017 liegt aber auf jeden Fall deutlich unter dem aktuellen Durchschnitt von 11,6 Tonnen pro Jahr. Denn in vielen Fällen sind beachtliche Einsparungen ohne großen Aufwand durch bewussteres Handeln möglich. Darüber hinaus gibt es zahlreiche Möglichkeiten, die eigene Bilanz weiter zu verbessern. Beratung, Förderprogramme, einfache Tipps und Mitmachangebote gibt es z. B. bei der Energieagentur, der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) den Umweltministerien von Bund und Ländern, dem Umweltbundesamt, den Umweltschutzverbänden (z. B. BUND, NABU, WWF), Fahrrad-Clubs (z. B. ADFC), dem Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE) und anderen Vereinen und Organisation, die sich für Klimaschutz engagieren.

2.5.2. CO₂-Bilanzen von Gemeinden

Drei Gemeinden im Landkreis Konstanz verfügen bereits über ein Klimaschutzkonzept, in dem auch ihre CO₂-Bilanzen erhoben wurden. Ihnen und allen anderen Gemeinden bietet das Land Baden-Württemberg eine Berechnungshilfe an, um sie bei der Erstellung oder Fortschreibung der kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzen zu unterstützen. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft hat das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu) ein Excel-Tool erstellt, das seit 2012 allen Kommunen in Baden-Württemberg kostenfrei zur Verfügung steht. BICO₂ BW ermöglicht ein einheitliches methodisches Vorgehen innerhalb Baden-Württembergs, welches eine einheitliche Qualität sicherstellt und die Vergleichbarkeit erhöht. Ansprechpartner ist die Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA).

Ziel einer kommunalen Energie- und CO₂-Bilanz ist es, den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen darzustellen. Die Bilanz zeigt, welche Verbrauchssektoren und welche Energieträger die größten Anteile besitzen. Die erstmalige Erstellung einer fortschreibbaren kommunalen Energie- und CO₂-Bilanz wird im Rahmen des Programms Klimaschutz-Plus durch die Energieagentur gefördert.

Antragsberechtigt sind Städte und Gemeinden mit bis zu 50.000 Einwohnern, die noch kein eigenes Klimaschutzkonzept haben und auch keine entsprechende Förderung beim Bund beantragt oder bewilligt bekommen haben.

Die Anteilsfinanzierung beträgt nach Angaben der Energieagentur Kreis Konstanz 50 Prozent des Tagessatzes des externen Beraters, maximal 400 Euro pro Arbeitstag für mindestens zwei und höchstens sechs Arbeitstage, d.h. sechs Arbeitstage x 800,- Euro = 4.800,- Euro, davon 2.400,- Euro (50%) Förderung.

Ein Beispiel für eine mit BICO2 erstellte CO2-Bilanz ist die der Gemeinde Gailingen am Hochrhein, die in Abbildung 11 dargestellt ist.

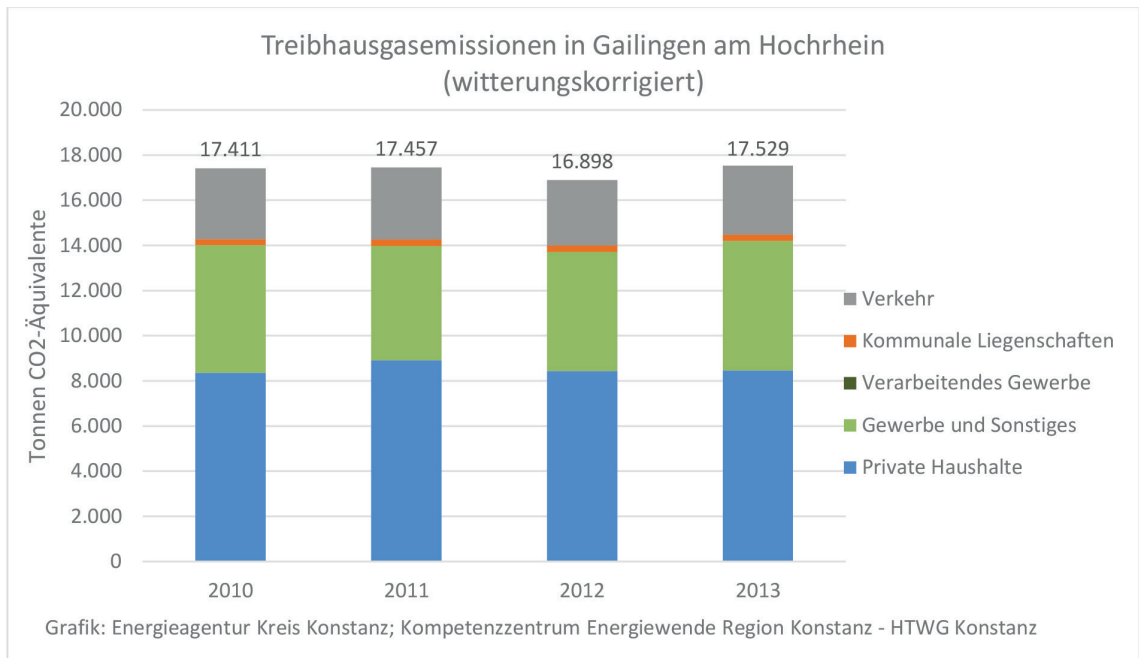


Abb. 11. CO2-Bilanz der Gemeinde Gailingen am Hochrhein

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. (Vgl. LR BW 2014). 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.

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 2014 bei rund 6,5 Terrawattstunden (TWh). Pro Einwohner lag er damit bei rund 23,7 MWh. Dies bedeutet gegenüber dem Vorjahr eine Verbrauchsreduktion um ca. ein Prozent bezogen auf den absoluten Endenergieverbrauch und ca. 2,5 Prozent bezogen auf den Endenergieverbrauch pro Einwohner. Dabei handelt es sich jedoch nicht um einen Sektorenübergreifenden Trend, da der deutliche Rückgang des absoluten Endenergieverbrauchs größtenteils auf den Sektor Industrie zurückzuführen ist, während es im Straßenverkehr eine Verbrauchszunahme zu verzeichnen gibt. Die deutliche Abnahme des Endenergieverbrauchs pro Einwohner ist vor allem auf den überdurchschnittlichen Bevölkerungszuwachs zurückzuführen.

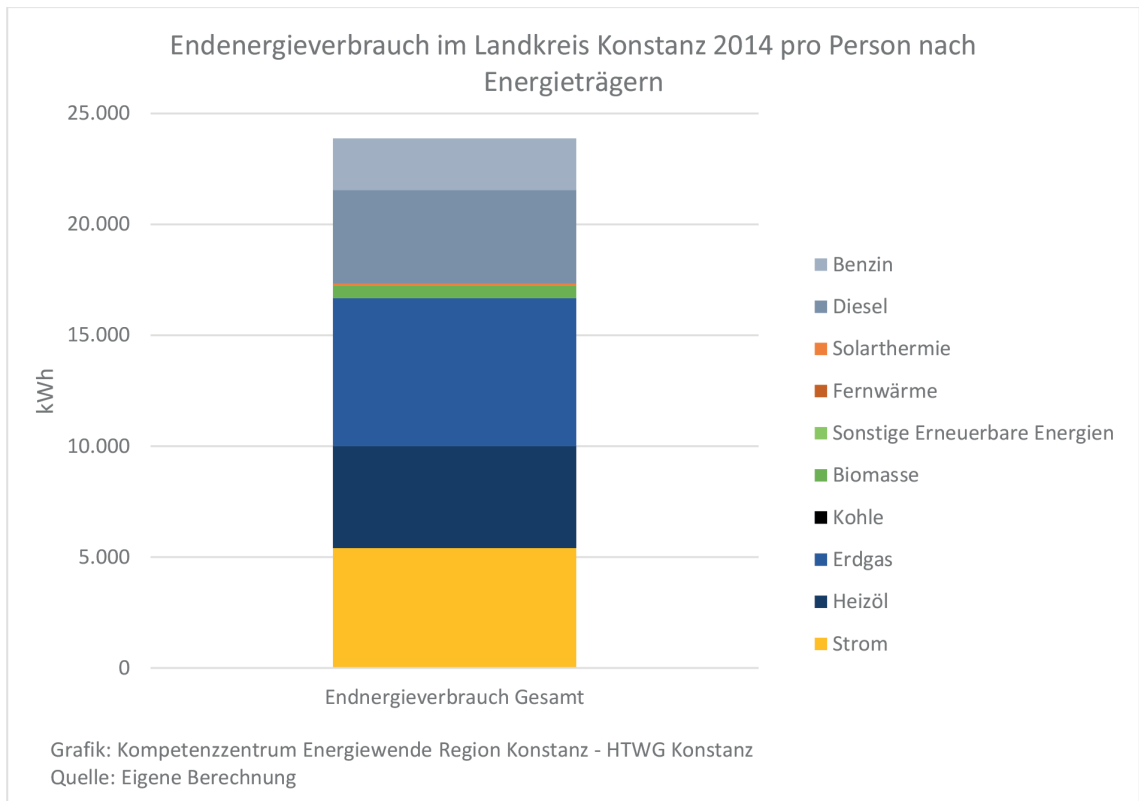


Abb. 12. Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2014 pro Person nach Energieträgern

Im Jahr 2013 betrug die erzielte Einsparung rund 320 kWh pro Einwohner. Um die Klimaschutzziele der Landesregierung zu erreichen, wäre bereits seit dem Jahr 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. Mit einer Einsparung um rund 600 kWh pro Einwohner wurde dieser Wert im Jahr 2014 deutlich übertroffen. Dabei ist jedoch noch nicht von einem dauerhaften Trend auszugehen, da es sich bei dem Rückgang nicht um das Ergebnis von gezielten Maßnahmen zur Einsparung handelt, sondern um einen eher zufälligen Effekt, der größtenteils auf den Zuzug überdurchschnittlich vieler Neubürger zurückzuführen ist. Ähnliches ist für das Jahr 2015 zu erwarten, indem der Zuzug von Neubürgern noch einmal deutlich höher lag. Wenn sich die Wohnflächennutzung und weitere Verbrauchsdaten der Neubürger im Laufe der Zeit an den Durchschnitt des Landkreises anpassen und der Verbrauch im Sektor Industrie möglicherweise konjunkturbedingt wieder steigt, könnte es sich bei der erzielten Einsparung des Jahres 2014 und der erwarteten Einsparung des Jahres 2015 lediglich um kurzfristige Momentaufnahmen handeln. Die konsequente Umsetzung gezielter Maßnahmen bleibt deshalb erforderlich, um den Trend zu verstetigen. Hingewiesen werden muss dabei vor allem auf gegenläufige Trends im Straßenverkehr und eine zu geringe Sanierungsquote im Sektor Wohnen, die in den folgenden Kapiteln ausführlicher dargestellt sind.

3.1.1. Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Fast die Hälfte des Endenergieverbrauchs decken Heizöl und Erdgas mit zusammen mehr als 47 Prozent. Im Vergleich zum Vorjahr ist hier ein leichter Rückgang zu verzeichnen. 28 Prozent entfallen auf die Treibstoffe Benzin und Diesel, was gegenüber dem Vorjahr einem Anteilszuwachs von zwei Prozent entspricht. Mit 23 Prozent blieb der Anteil des Stroms konstant. Rund 2,7 Prozent entfielen auf Biomasse, Solarthermie und nicht weiter definierte erneuerbare Energieträger. Dies bedeutet einen leichten Zuwachs. Der deutsche Strommix enthielt im Jahr 2014 rund 27,3 Prozent Strom aus erneuerbaren Quellen. Damit summiert sich der bilanzielle Anteil der fossilen Energien am Endenergiebedarf des Landkreises auf rund 91 Prozent, also knapp ein Prozent weniger als im Jahr 2013 (vgl. Abbildung 13).

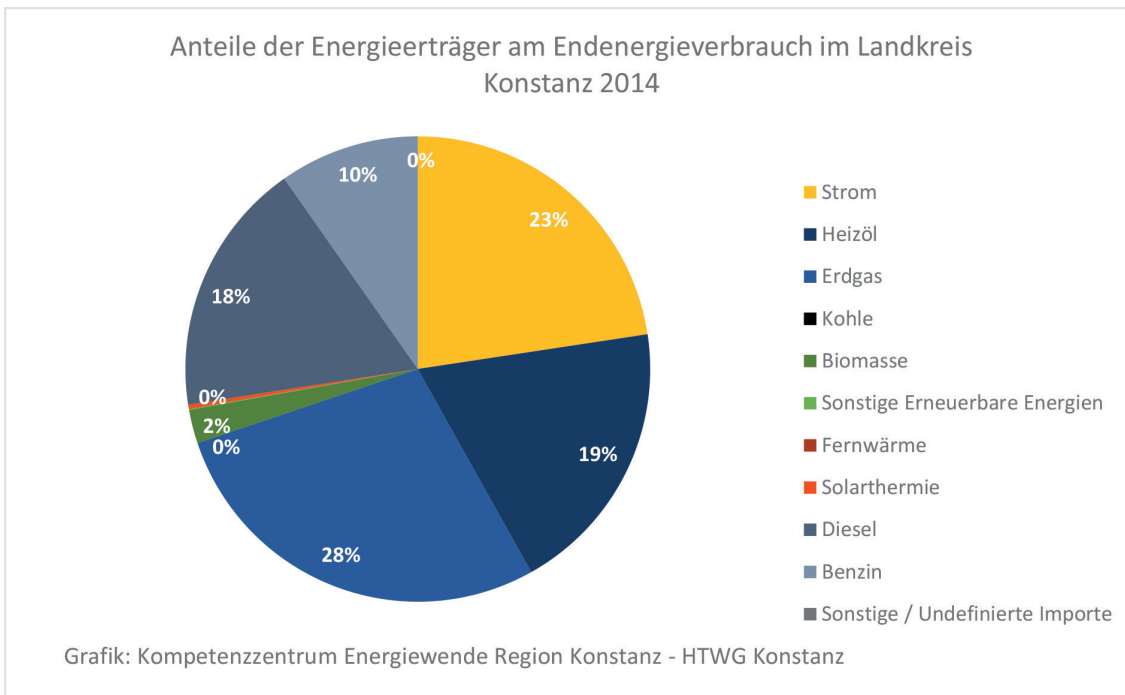


Abb. 13. Anteile der Energieträger Endenergieverbrauch 2013

Mit rund 23,7 Megawattstunden pro Einwohner liegt der Landkreis Konstanz im Jahr 2014 rund 11 Prozent unter dem Landesdurchschnitt in Baden-Württemberg im Jahr 2014 (26,4 MWh/Ea). Der Endenergieverbrauch pro Einwohner im Landkreis Konstanz hat sich folglich mit einem Rückgang um 2,5 Prozent gegenüber dem Jahr 2013 nicht so deutlich reduziert wie im Landesdurchschnitt, der um 4,7 Prozent gesunken ist.

3.1.2. Endenergieverbrauch nach Sektoren

Betrachtet man die Anteile der Verbrauchssektoren am Endenergieverbrauch im Vergleich zum Vorjahr, so wird auch hier der Rückgang des Verbrauchs in der Industrie (-2 Prozent) sehr deutlich, während der Anteil des Verkehrs (+1 Prozent) zugenommen hat. Etwas reduziert hat sich auch der Anteil des Sektors Wohnen (-1 Prozent). Durch diese Veränderungen ist der Anteil der Sektoren GHD und Landwirtschaft gewachsen (jeweils +1 Prozent), obwohl für diese Sektoren keine größeren Verbrauchsänderungen berechnet wurden. Mit 36 und 26 Prozent weisen der Verkehr und das Wohnen die mit Abstand höchsten Energiebedarfe und zugleich die im Verhältnis zu den Entwicklungszielen geringsten Einsparerfolge auf. (Vgl. Abbildung 14). Industrie, GHD und Landwirtschaft waren im Jahr 2014 zusammen für 38 Prozent des Endenergiebedarfs verantwortlich.

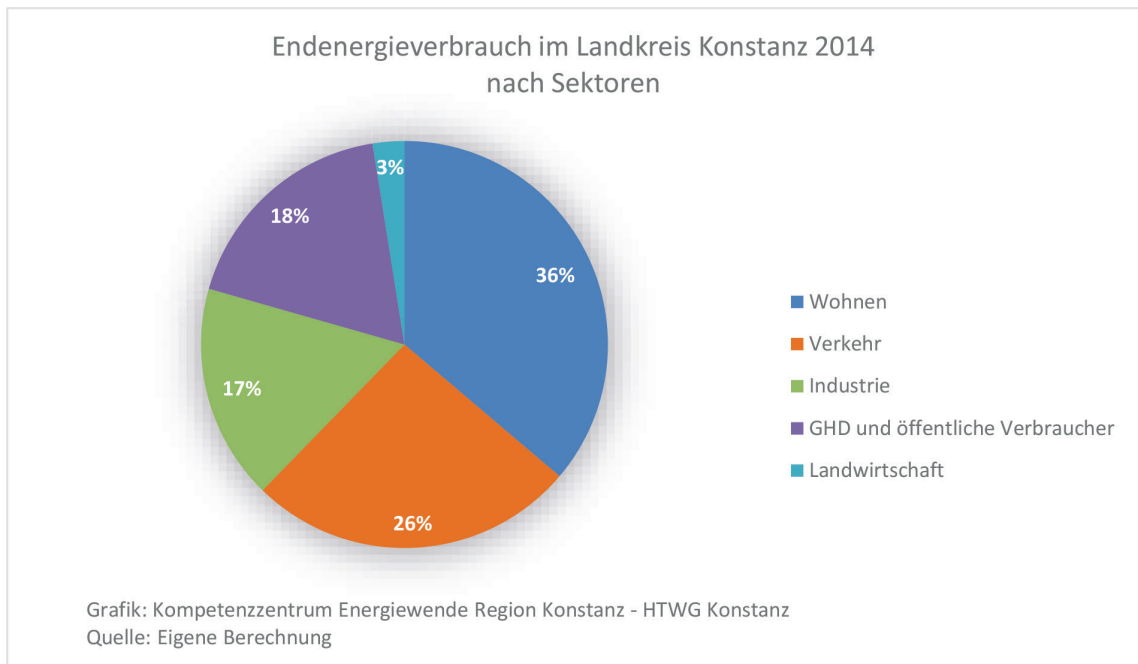


Abb. 14. Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2014 nach Sektoren

3.1.3. Endenergieverbrauch pro Einwohner nach Verwendung

In Abbildung 15 und Abbildung 16 ist der Endenergieverbrauch nach Verwendungszwecken differenziert dargestellt. Fasst man die Bereiche Wohnen und privaten Straßenverkehr zusammen, entfallen auf die privaten Haushalte unverändert 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.

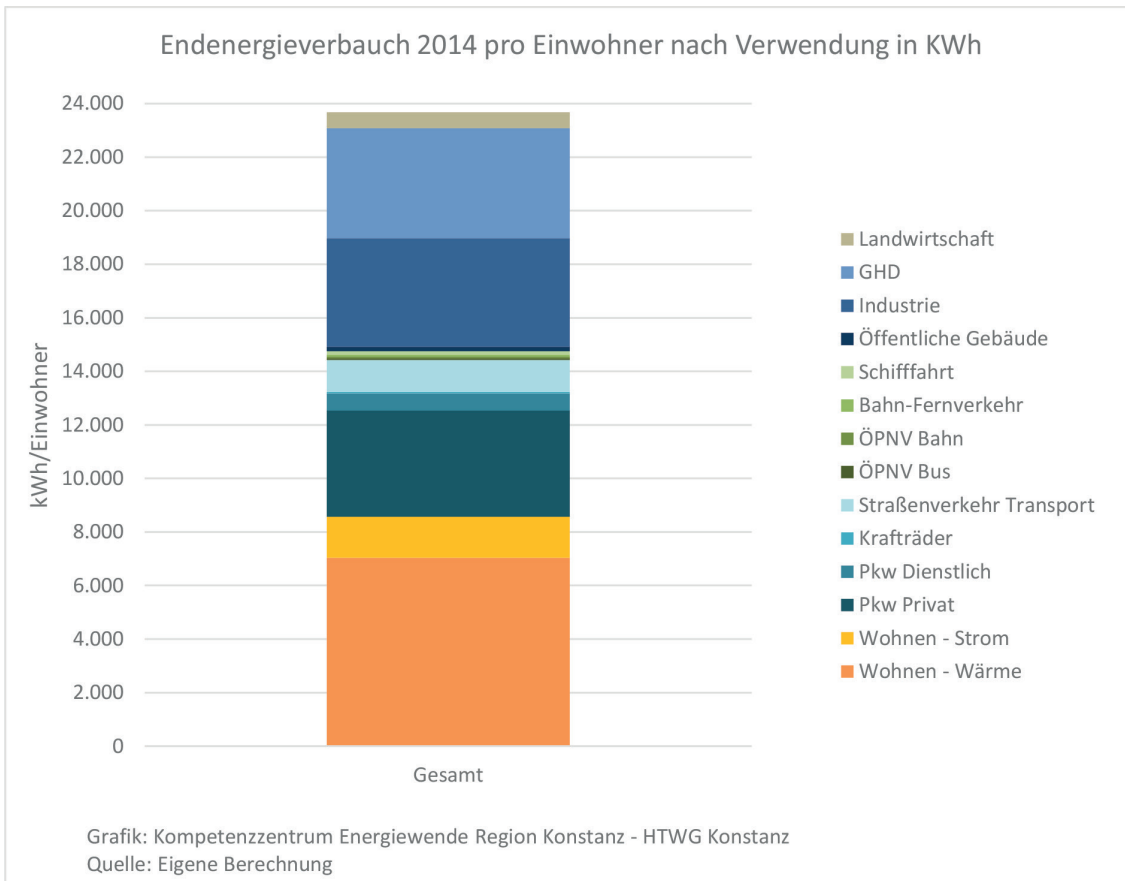


Abb. 15. Endenergieverbrauch pro Einwohner nach Verwendung 2014

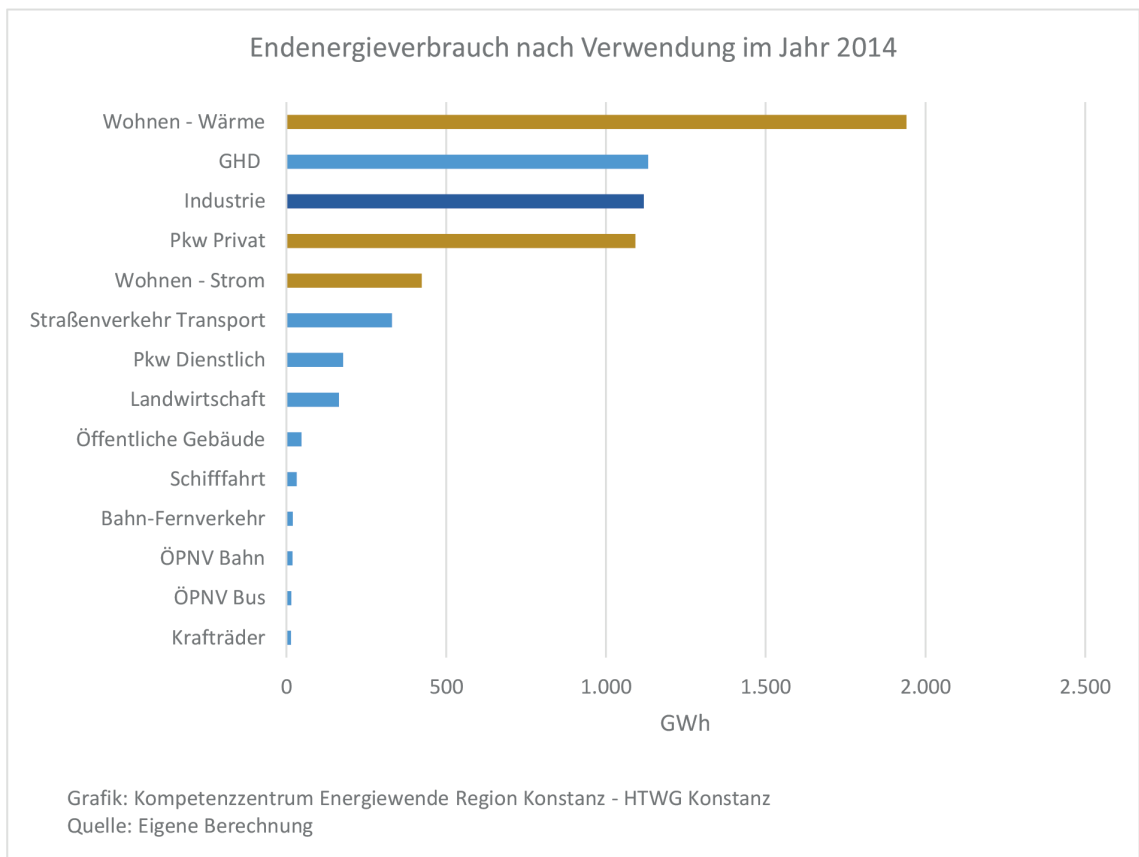


Abb. 16. Endenergieverbrauch nach Verwendung im Jahr 2014 in GWh

3.1.4. Veränderungen des Endenergieverbrauchs

Betrachtet man die absoluten Veränderungen im Jahr 2013 gegenüber dem Vorjahr 2012, so fällt auf, dass der größte Teil der Energieeinsparung beim Wärmeverbrauch der Gebäude (Haushalte/GHD) und beim Treibstoffverbrauch der Pkw erzielt wurde. Die größte Zunahme wies der Sektor Industrie auf. Im Jahr 2014 haben sich die Entwicklungen in den Sektoren Industrie und Verkehr umgekehrt. Während es sich bei den Veränderungen in der Industrie um konjunkturell bedingte Schwankungen handeln kann, scheint sich im Verkehr und insbesondere im motorisierten Individualverkehr eine Trendwende abzuzeichnen, die den Energie- und Klimaschutzzielen der Landesregierung zuwider läuft.

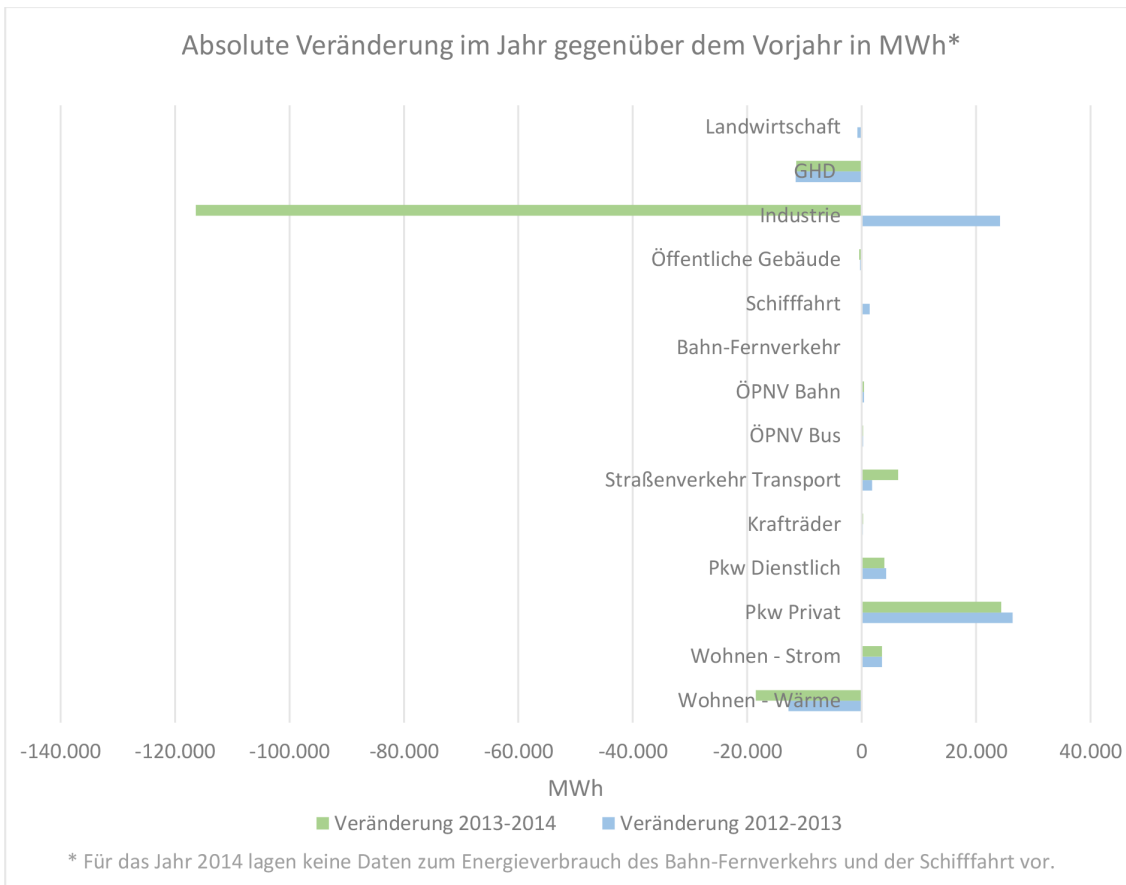


Abb. 17. Absolute Veränderungen des Endenergieverbrauchs in MWh

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 fallen im Bereich des motorisierten Individualverkehrs (MIV) fast genauso groß aus, wie im ÖPNV. Der Zuwachs des ÖPNV müsste jedoch deutlich größer als der des MIV ausfallen, wenn eine relevante Effizienzsteigerung erzielt werden soll.

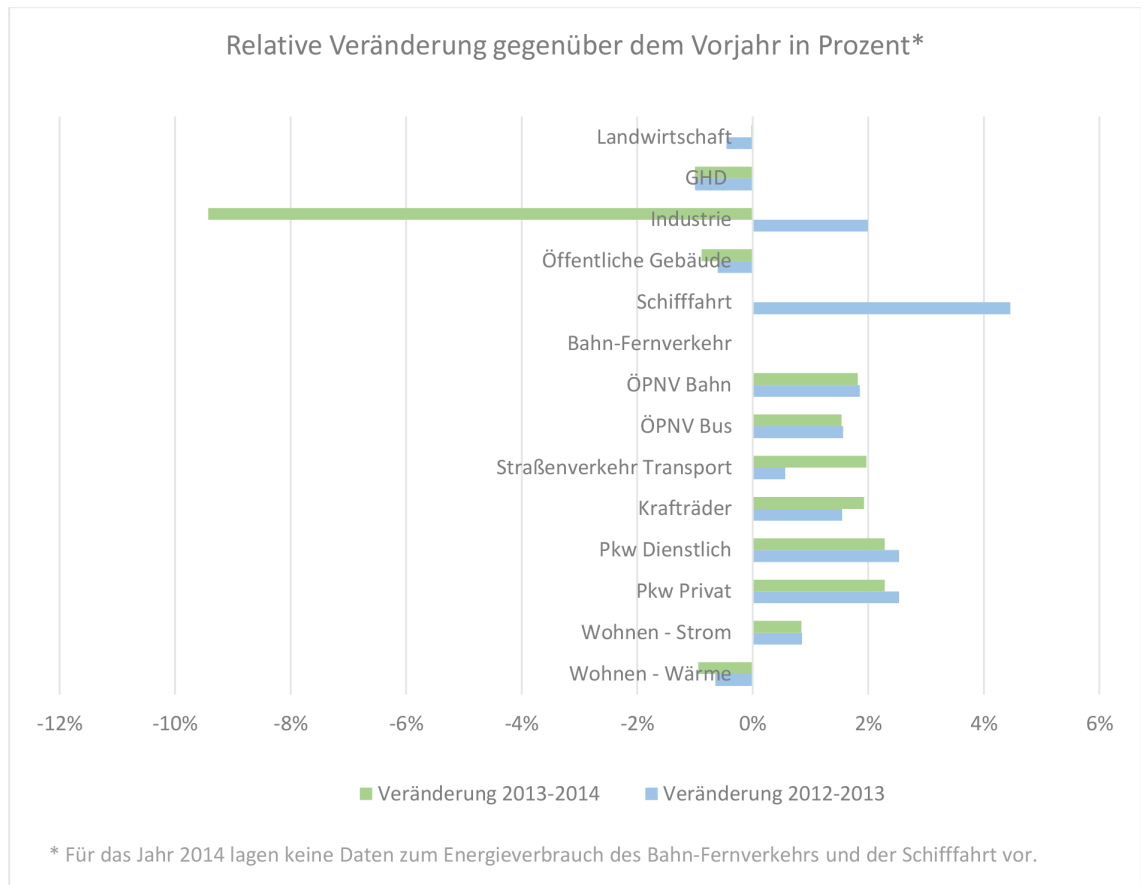


Abb. 18. Relative Veränderungen des Endenergieverbrauchs in Prozent

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 19 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.

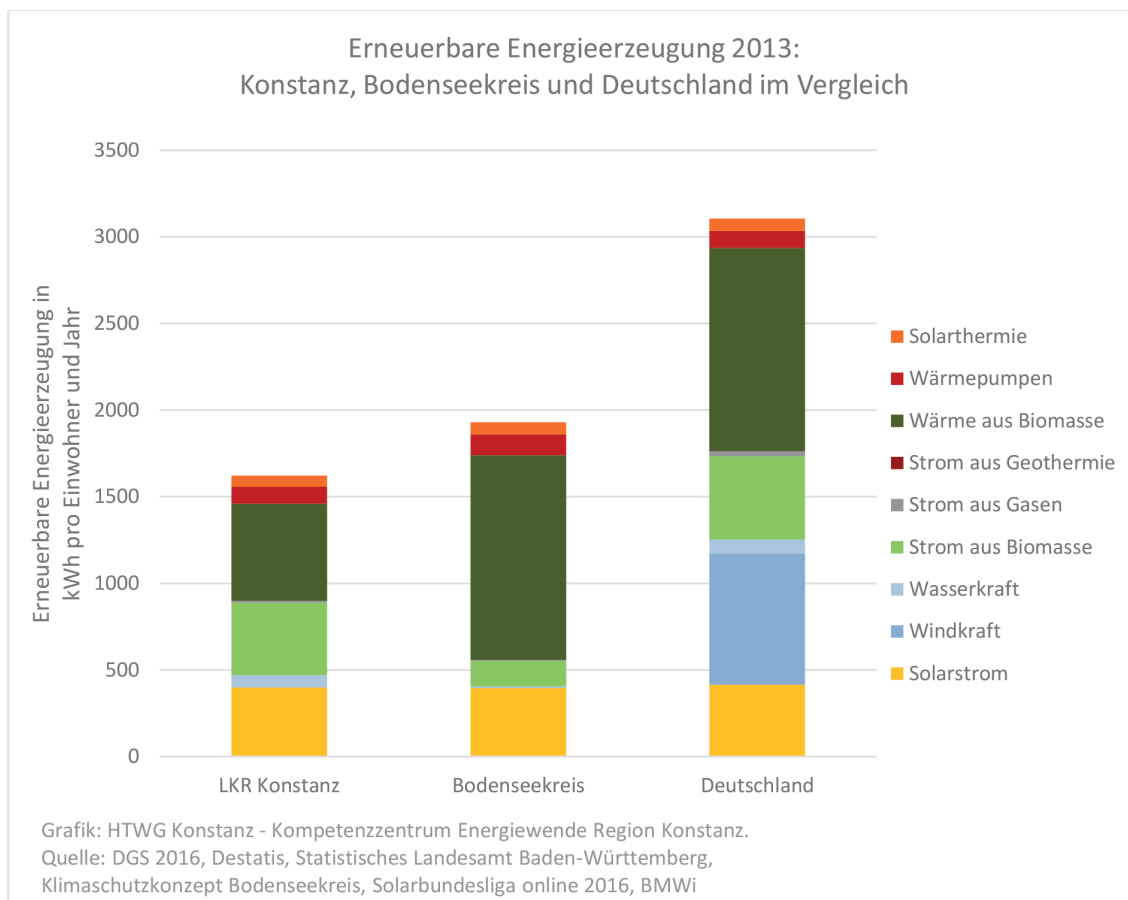


Abb. 19. Erneuerbare Energieerzeugung im Jahr 2013: Landkreis Konstanz, Bodenseekreis und Deutschland im Vergleich

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 27). Zum Vergleich: in Deutschland ist von 2012 auf 2013 sehr wohl einen 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 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 640 kWh pro Einwohner im Jahr 2014 bilanziert.

Wie im Vorjahr wirkt sich 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 Photovoltaik, für das vor allem die pro Einwohner vorhandenen Siedungs- und Gebäudeflächen entscheidend sind.

3.2.1. 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 Strom-Mix vorgestellt.

Demnach konnte der Landkreis Konstanz seinen Strombedarf des Jahres 2013 zu etwa 16,4 Prozent selbst decken (siehe Abbildung 20), 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.

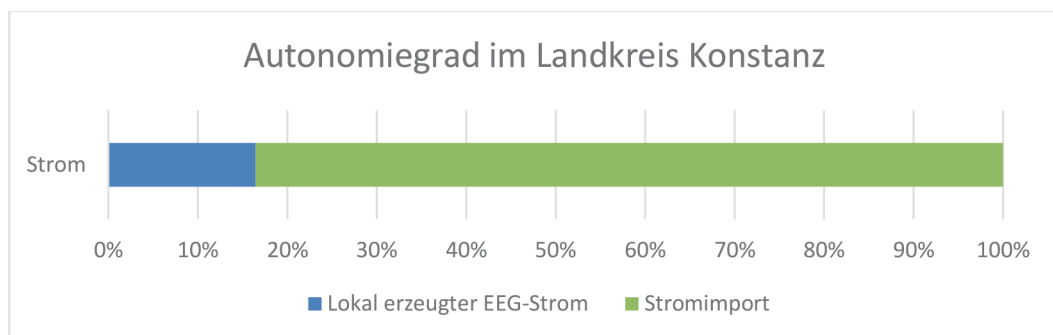


Abb. 20. Autonomiegrad des Stromverbrauchs im Landkreis Konstanz im Jahr 2013

3.2.1.1. Entwicklung Erzeugungskapazität bestehender EEG-Anlagen

In diesem Kapitel sind nur die installierte 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 21 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 bis ins Jahr 2015 rund 22 auf etwa 250 GWh pro Jahr ausgebaut.

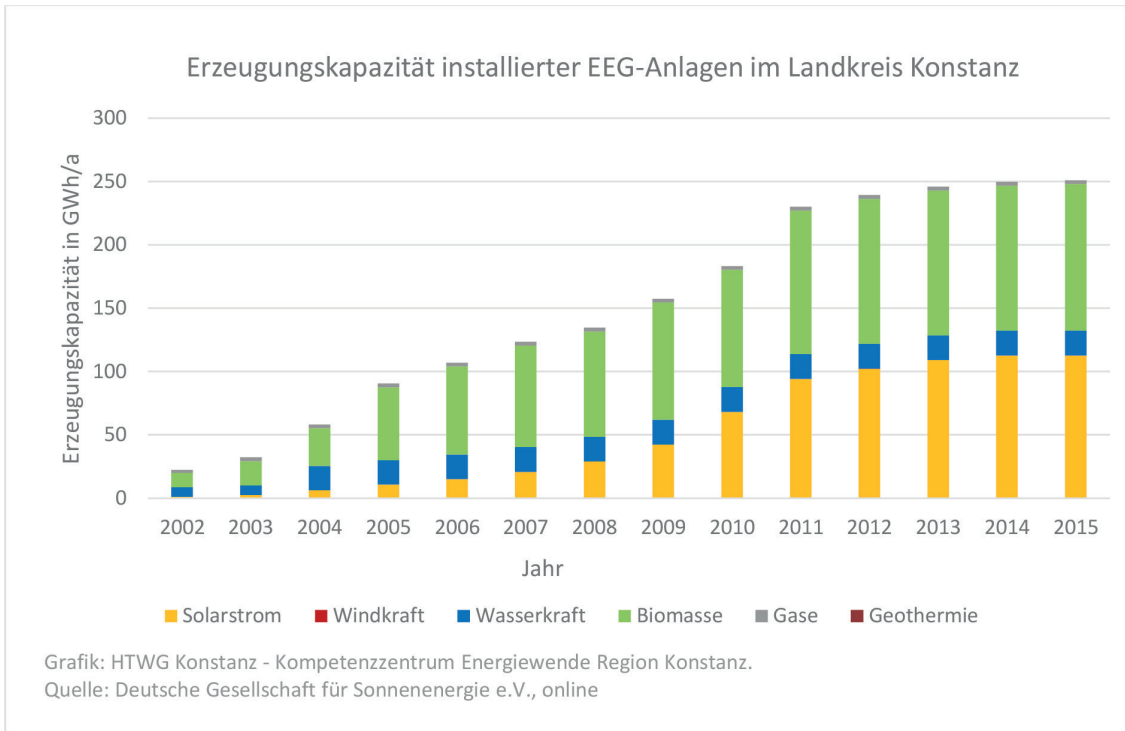


Abb. 21. Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz, in Jahressummen

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 22 und Abbildung 23) 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.

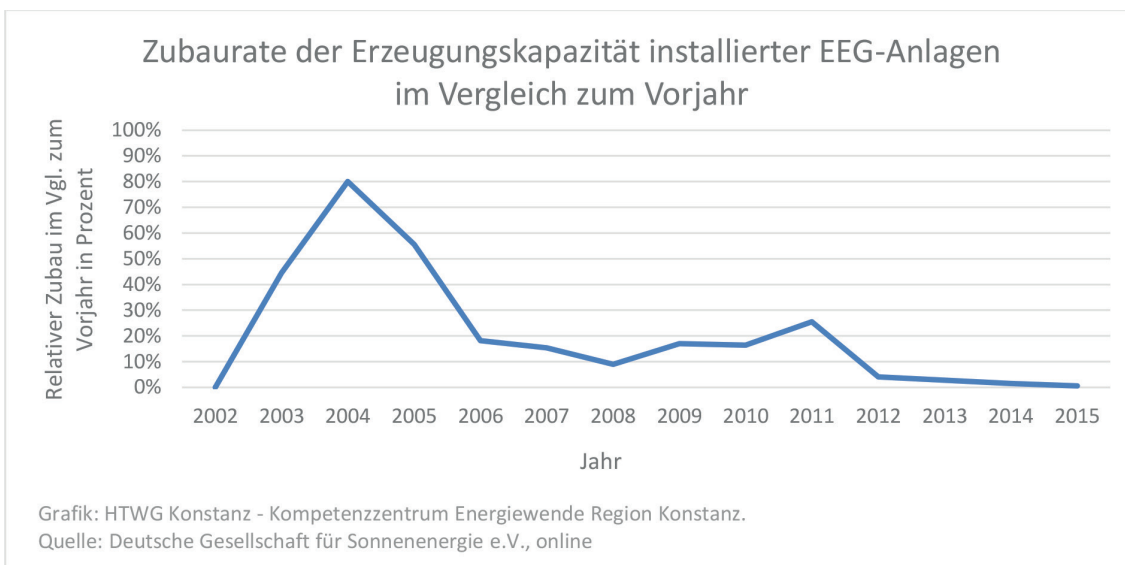


Abb. 22. Zubaurate der Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Vergleich zum Vorjahr

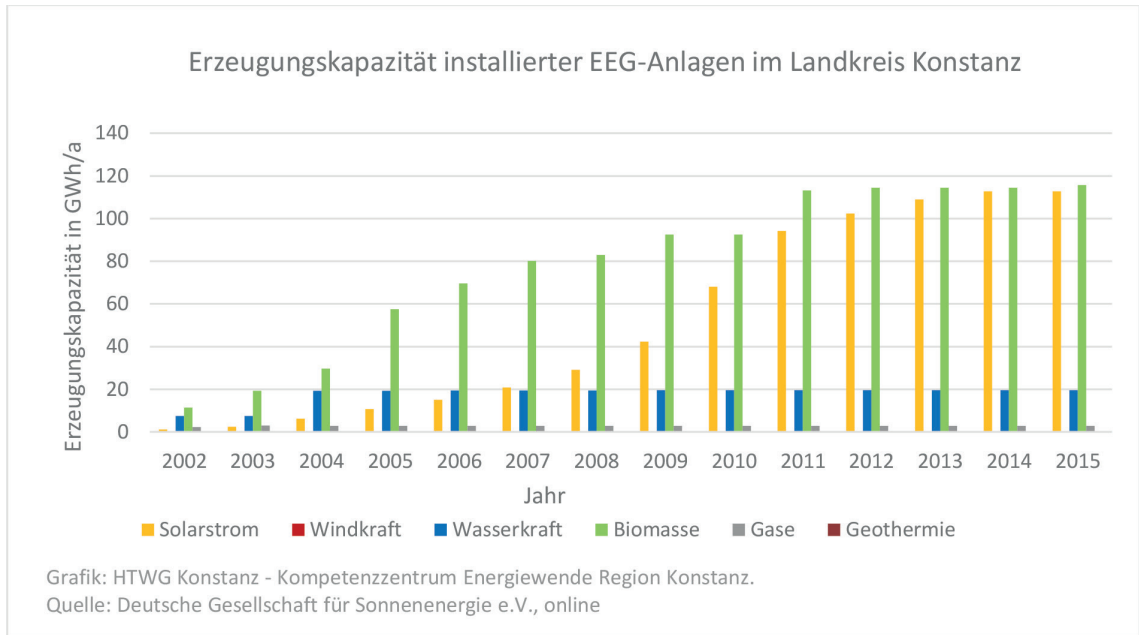


Abb. 23. Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis, nach Technologien

Die prozentuale Zusammensetzung der Erzeugungskapazität der EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz ist in Abbildung 24 dargestellt und hat sich in den Jahren von 2002 bis 2015 stark gewandelt. Anfangs stellten Biomasse und Wasserkraft den größten Anteil. Im Jahr 2015 liegen Biomasse und Solarstrom in etwa gleichauf und stellen den Hauptanteile der erneuerbaren Stromerzeugung. Wasserkraft spielt im Vergleich nur noch eine untergeordnete Rolle.

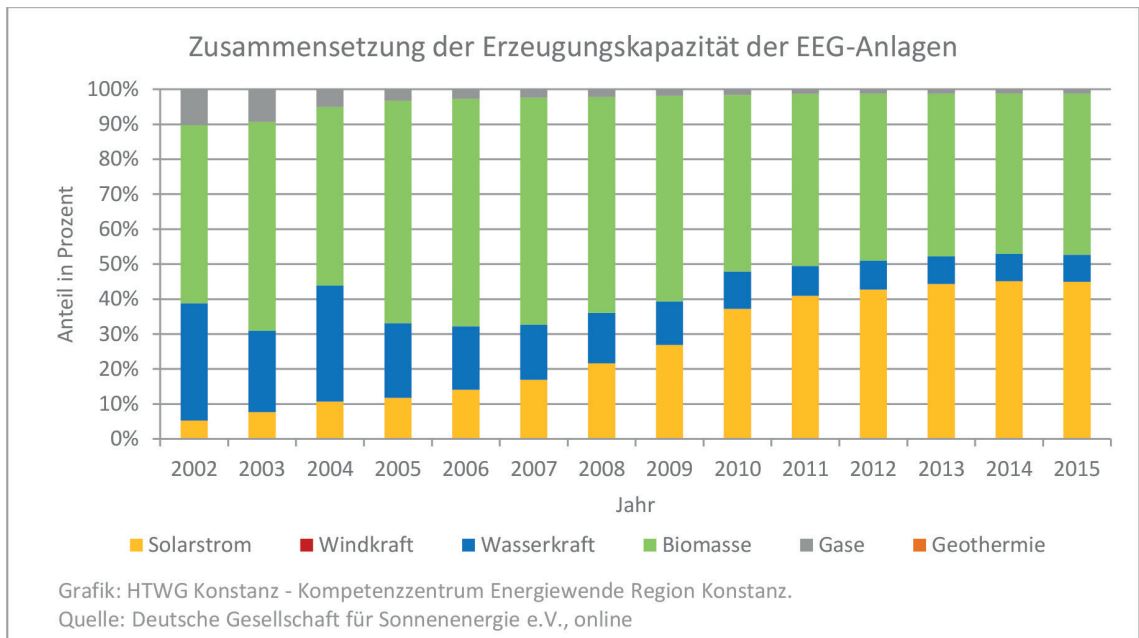


Abb. 24. Prozentuale Zusammensetzung der Erzeugungskapazität der EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz

Da die Daten der vorgestellten Erzeugungskapazität bei der DGS auch gemeindescharf vorliegen, lässt sich die erneuerbare Energieproduktion im Landkreis auch geographisch verorten. Die untenstehende Abbildung 25 zeigt die Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis 2013, in kWh pro km² und Jahr. Eine dunkle Einfärbung deutet auf eine hohe flächenbezogene Erzeugungskapazität hin.

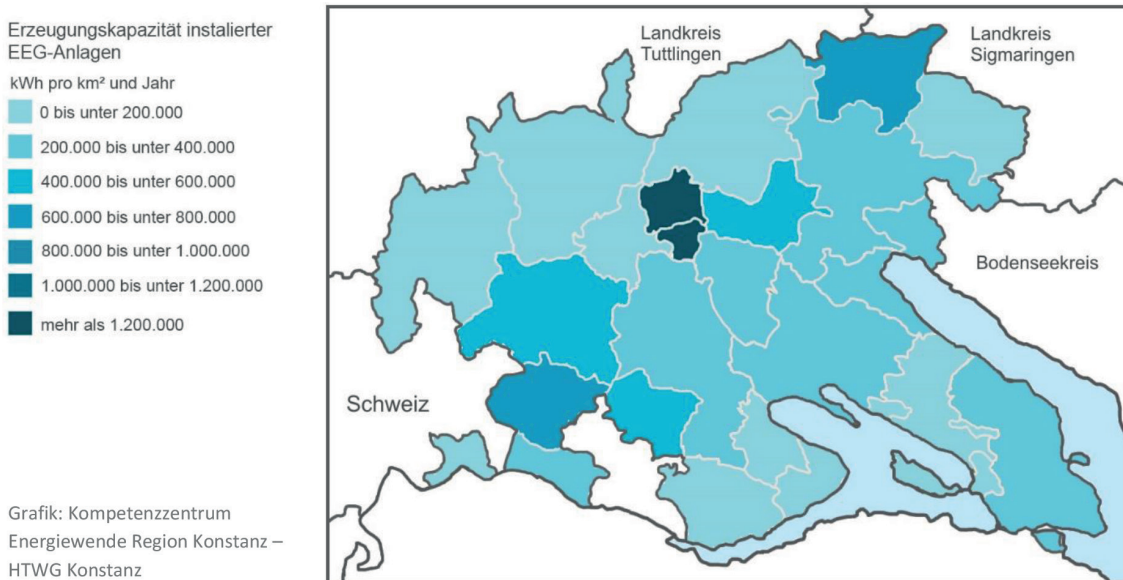


Abb. 25. Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz (Kartendarstellung)

Werden dieselben Daten im Diagramm aufgeführt (siehe Abbildung 26) 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.

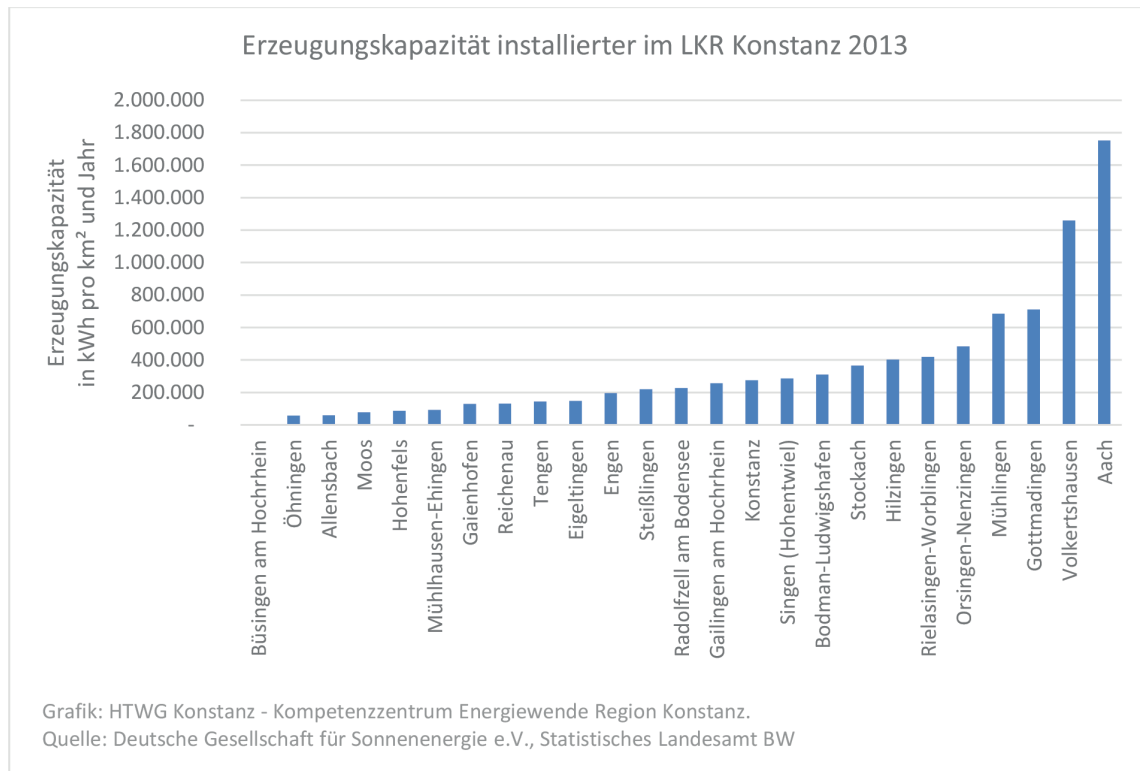


Abb. 26. Diagramm zur gemeinschaftlichen Darstellung Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz, flächenbezogen

Der flächenbezogene Vergleich der Erzeugungskapazitäten ist durch Rahmenbedingungen in den Gemeinden, wie z.B. unterschiedliche Gebietszuweisungen eingeschränkt. Trotzdem wird der Indikator zur Diskussion gestellt.

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)

3.2.1.2. Zubau der erneuerbaren Spitzenleistung

Analog zur Erzeugungskapazität wird in Abbildung 27 und Abbildung 28 die Summe der installierten Spitzenleistung, sowie ihr jährlicher Zubau im Zeitraum von 2002 bis 2015 dargestellt. Besonders Abbildung 28 verdeutlicht den starken Rückgang des Ausbaus seit 2011.

Der Ausbau der Spitzenleistung der Solarenergie übersteigt den der Bioenergie um etwa den Faktor 5. Dennoch wird mit Blick auf die oben gezeigte Erzeugungskapazität (siehe Abbildung 21) deutlich, dass die erneuerbare Energieproduktion beider Technologien im Bereich 115 GWh pro Jahr, also gleichauf liegen. Grund dafür sind die jeweiligen jährlichen Durchschnittserträge der Technologien: 950 kWh/a je kW für Solarstrom und 5700 kWh/a je kW Biomasse.

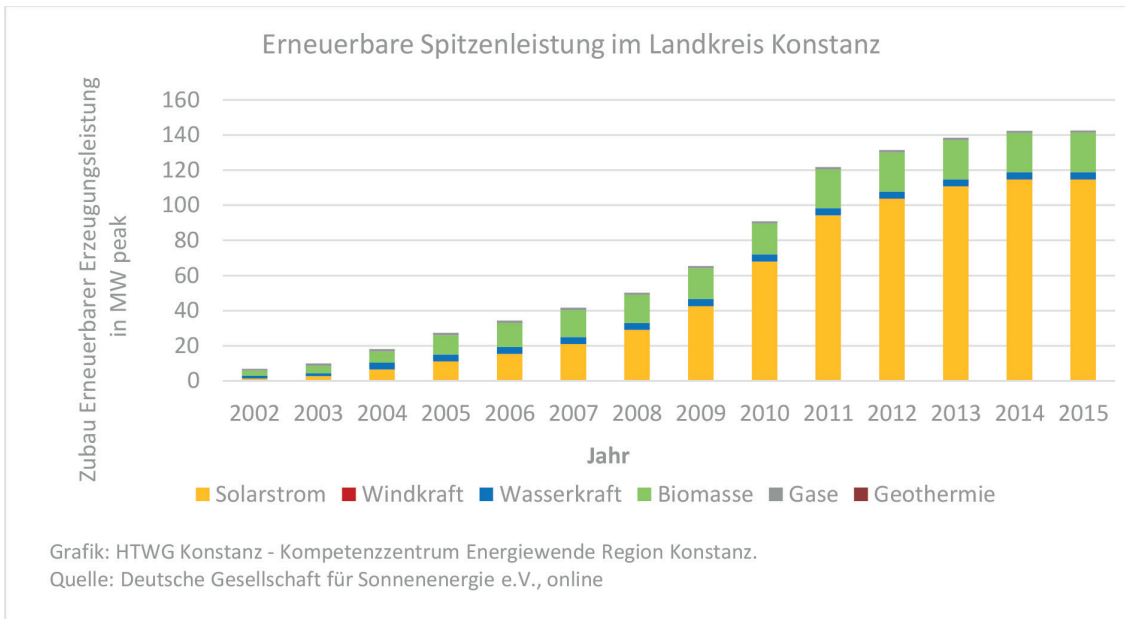


Abb. 27. Jahressummen der Spitzenleistung Erneuerbarer Energien zur Strombereitstellung im Landkreis Konstanz

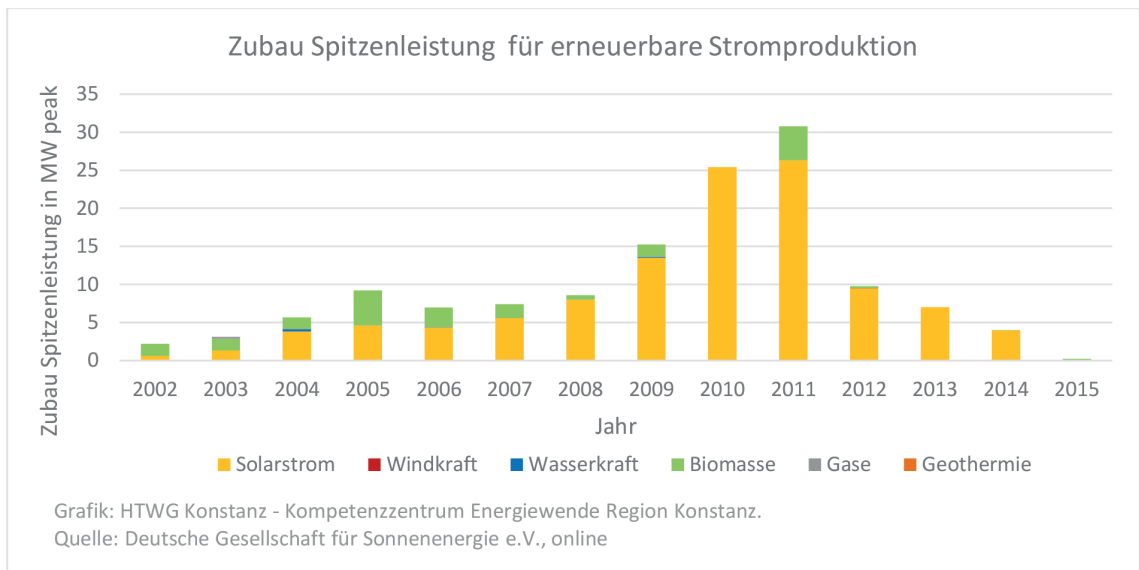


Abb. 28. Zubau der Spitzenleistung der Erneuerbaren Energien zur Strombereitstellung im Landkreis Konstanz

Die DGS bezieht 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. (DGS, 2016)

3.2.1.3. Der saisonale Strom-Mix

In Abbildung 29 ist der saisonale Strom-Mix 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.

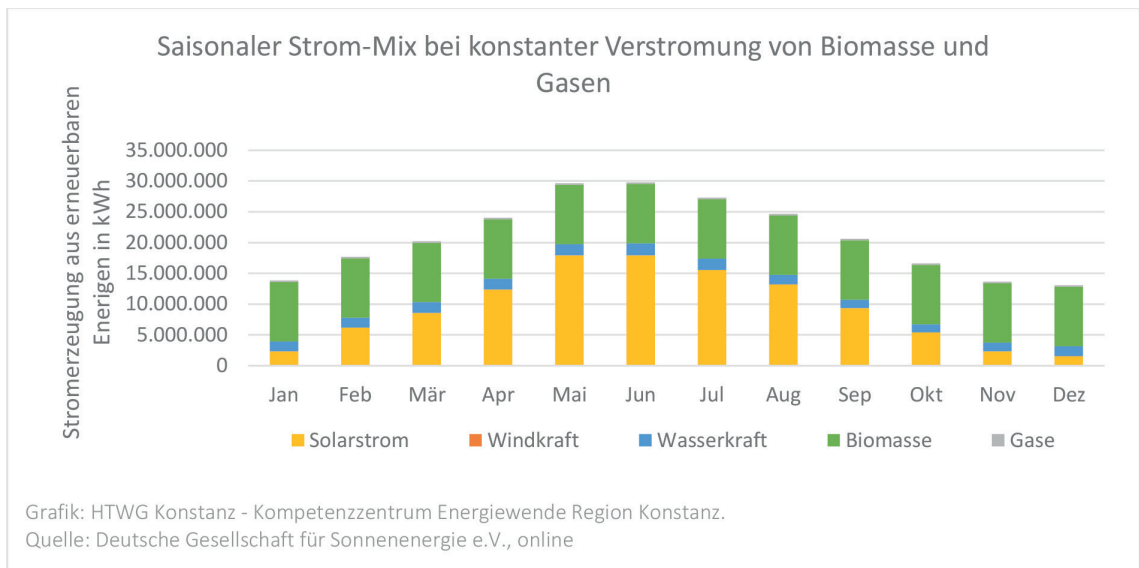


Abb. 29. Saisonaler Strom-Mix bei konstanter Verstromung von Biomasse und Gasen

Die DGS beschreibt einen optimalen Fall, bei dem die Energieproduktion relativ gleichmäßig verteilt wäre, mit einem leichten Winterüberschuss. Dieser Fall ist in Abbildung 30 dargestellt.

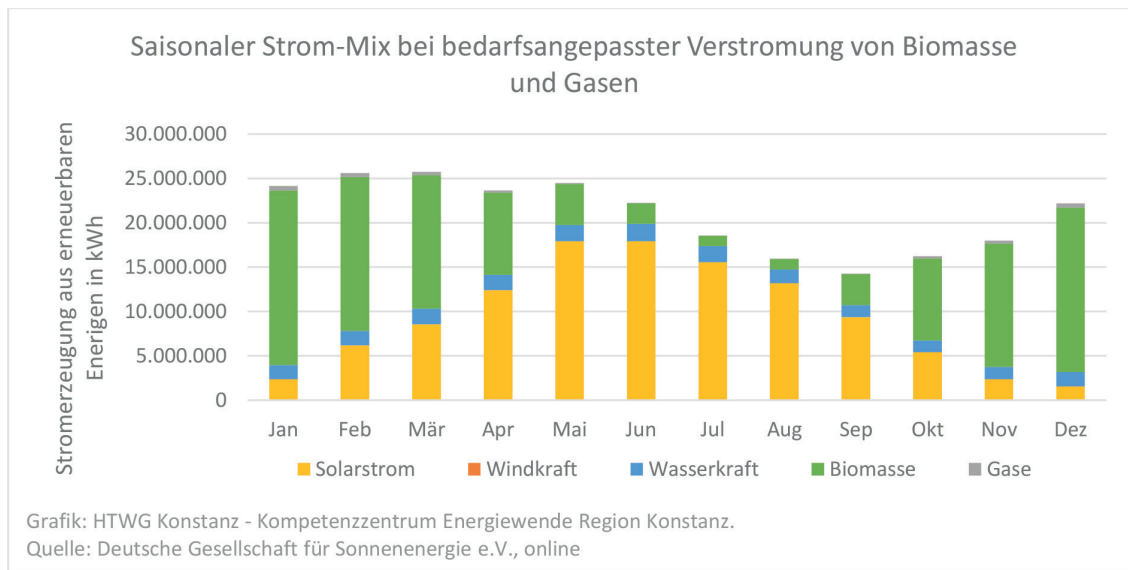


Abb. 30. Saisonaler Strom-Mix bei bedarfsangepasster Verstromung von Biomasse und Gasen

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 groben Orientierung dienen. (Vgl. DGS, 2016)

3.2.2. Erneuerbare Energien zur Wärmebereitstellung

Die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energiequellen hat absolut zwar zugenommen, pro Einwohner ergibt sich infolge des hohen Zuzugs von Neubürgern in der Schätzung aber für den Landkreis Konstanz ein leichter Rückgang. Für das Jahr 2014 wurde ein Wert von rund 630 kWh/Ea geschätzt. Diese stammen mit etwa 540 kWh/Ea nach wie vor überwiegend aus Biomasse.

Zugenommen hat der Anteil der Wärme, die mithilfe von Wärmepumpen gewonnen wird (vgl. Abbildung 30). Im Jahr 2012 lag der Anteil der Wärmepumpen an der Räumwärmebedarfsdeckung im Sektor Wohngebäude bei rund 1,4 Prozent. Anhand des jährlichen Zubaus, der in Deutschland im Jahr 2012 bei rund 24 Prozent und im Jahr 2013 bei 22,5 Prozent am gesamten Zubau lag, ergibt sich für den Landkreis Konstanz ein geschätzter Anstieg auf knapp 1,8 Prozent des Gesamtbestandes im Jahr 2014. Dies entspricht einer Wärmebereitstellung von fast 110 kWh pro Einwohner pro Einwohner. Bei einem Anteil der erneuerbaren Energien von 25,2 Prozent am Strommix wurden mithilfe von Wärmepumpen folglich rund 27 kWh Wärme pro Einwohner aus erneuerbaren Quellen bereitgestellt.

Solarthermieanlagen werden hauptsächlich zur Heizungsunterstützung und/oder zur Warmwasserbereitung eingesetzt. Die pro Einwohner installierte Fläche der Solarkollektoren im Landkreis Konstanz wurde 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 (AEE, 2013). Somit ergibt sich für den Landkreis ein Wert von ca. 65 kWh pro Einwohner und Jahr. Aufgrund des Bevölkerungszuwachses im Landkreis Konstanz wird der Wert bei einem durchschnittlichen Zubau leicht gesunken sein, auf geschätzte 64 kWh/Einwohner im Jahr 2014.

Die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien ist in Abbildung 31 dargestellt.

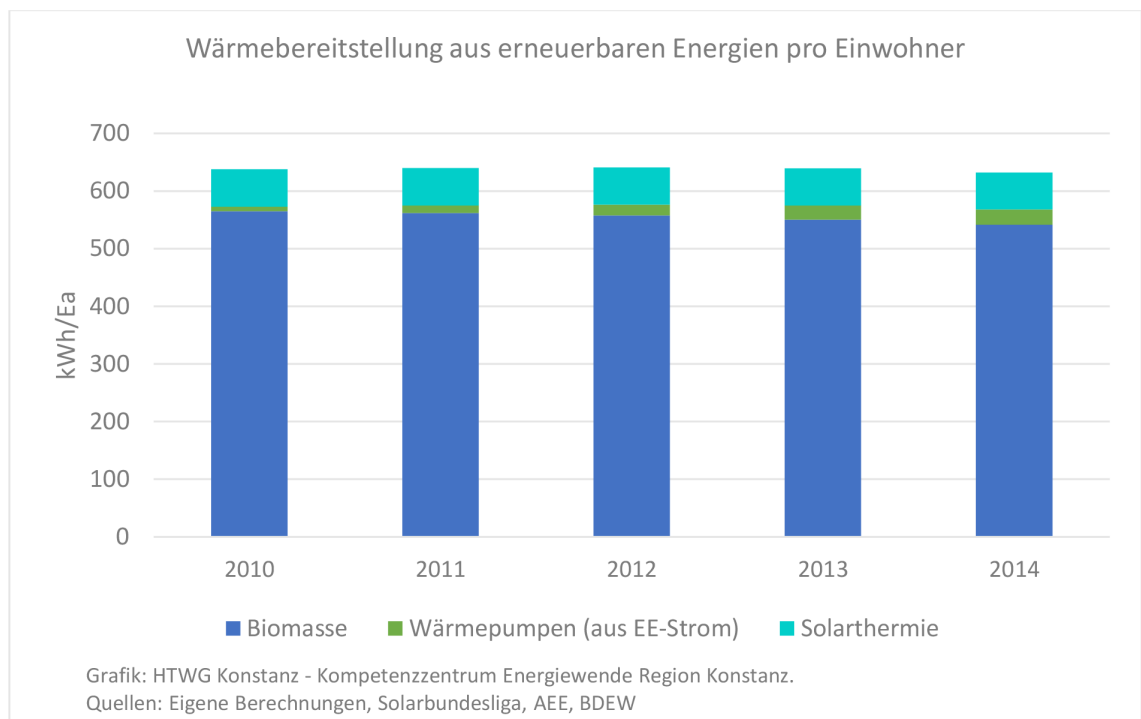


Abb. 31. Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien

3.3. Treibhausgasemissionen

3.3.1. Energiebedingte Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

Die berechneten energiebedingten Treibhausgasemissionen des Landkreises Konstanz betragen im Jahr 2014 rund 2,17 Millionen Tonnen CO₂-Äq., was knapp 7,9 Tonnen pro Einwohner entspricht. Aufgrund einer verbesserten Datengrundlage wurde der Wert für das Jahr 2013 auf etwas mehr als acht Tonnen pro Einwohner korrigiert. Im Vergleich zum Jahr 2013 sind die Gesamtemissionen somit um ca. 1,3 Prozent zurückgegangen. Pro Einwohner ergibt sich dadurch sowie aufgrund der gleichzeitigen Bevölkerungszunahme ein Rückgang der Emissionen um rund 2,1 Prozent.

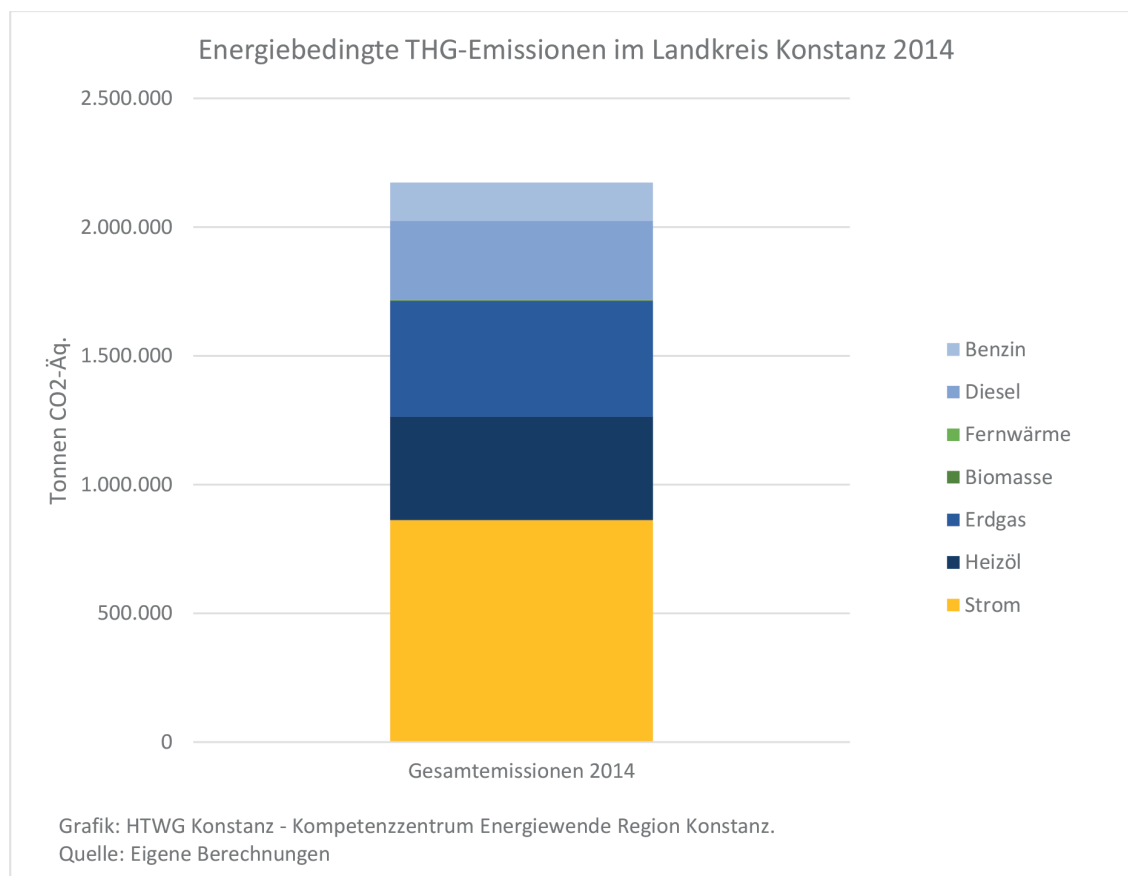


Abb. 32. THG-Emissionen pro Einwohner nach Energieträgern

In Abbildung 31 sind die Gesamtemissionen des Landkreises nach Energieträgern dargestellt. Mit rund 40 Prozent hat der Stromverbrauch den größten Anteil an den THG-Emissionen im Landkreis. 21 Prozent entfallen auf den Energieträger Erdgas, 18 Prozent auf Heizöl. 14 Prozent entstehen durch den Verbrauch Treibstoffe Diesel sowie sieben Prozent durch den Verbrauch von Benzin. Im Vergleich zum Jahr 2013 liegt der Anteil von Benzin an den Gesamtemissionen damit um ein Prozent niedriger, während der Anteil der Energieträger Strom und Diesel jeweils etwas größer geworden ist.

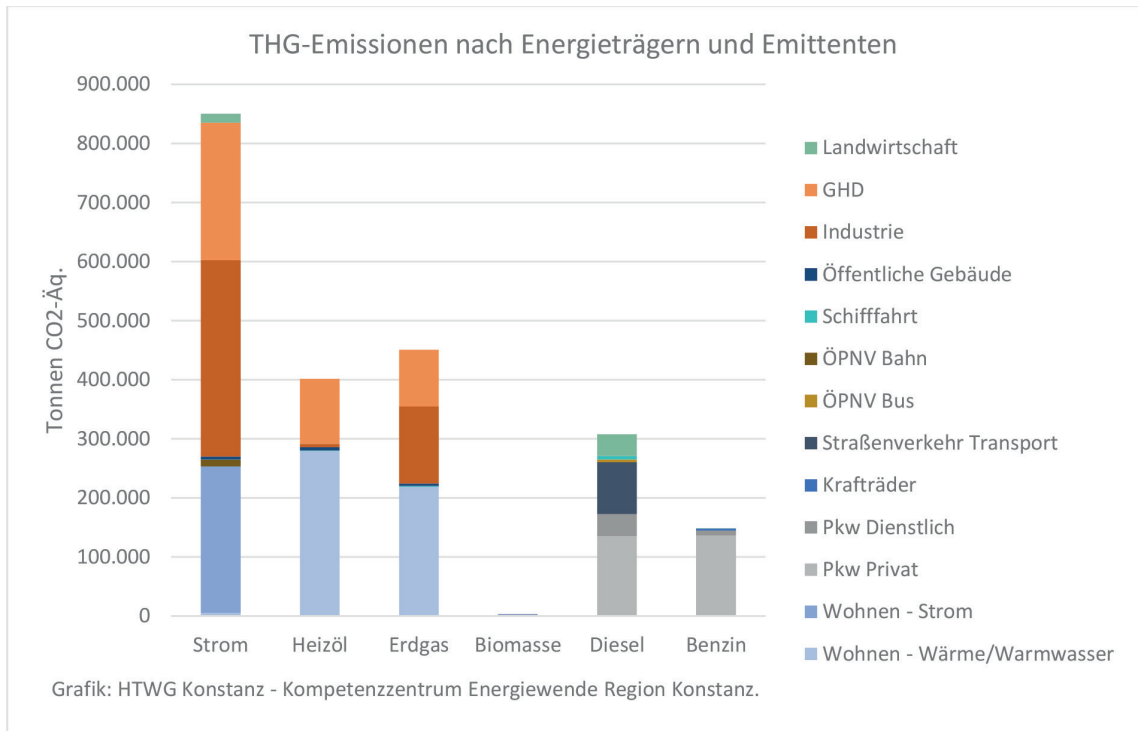


Abb. 33. Energiebedingte THG-Emissionen nach Energieträgern und Emittenten

Betrachtet man die Treibhausgasemissionen differenziert nach Energieträgern und Emittenten wie in Abbildung 32 dargestellt, so zeigt sich, dass der Stromverbrauch fast vollständig auf die Sektoren Wohnen, Industrie und GHD entfällt. Der Stromverbrauch dieser drei Sektoren verursacht fast 38 Prozent der gesamten energiebedingten Emissionen des Landkreises. Gut sichtbar wird zudem, dass der Verkehr bisher kaum zum Stromverbrauch beiträgt. Auch wird ersichtlich, in welchem hohen Maße die Privathaushalte zum Verbrauch aller Energieträger allein durch das Wohnen und den motorisierten Individualverkehr beitragen. Ihr berechneter Anteil am Stromverbrauch liegt bei rund 30 Prozent, am Dieselverbrauch bei rund 44 Prozent, am Erdgasverbrauch bei über 48 Prozent, am Heizölverbrauch bei rund 70 Prozent und am Benzinverbrauch bei über 90 Prozent. Damit setzen sie rund 47 Prozent der energiebedingten Treibhausgasemissionen des Landkreises frei.

3.3.2. Energiebedingte Treibhausgasemissionen nach Sektoren

Mit einem Anteil von unverändert rund 35 Prozent entstehen die meisten energiebedingten Treibhausgasemissionen durch das Wohnen. Die Industrie trug im Jahr 2014 mit 22 Prozent zum Ausstoß klimarelevanter Gase bei und somit ein Prozent weniger als im Jahr 2013. 20 Prozent wurden wie im Vorjahr durch Gewerbe, Handel, Dienstleistung und öffentliche Gebäude freigesetzt. Weitere 20 Prozent entfallen wie im Vorjahr auf den Verkehr und zwei Prozent auf die Landwirtschaft.

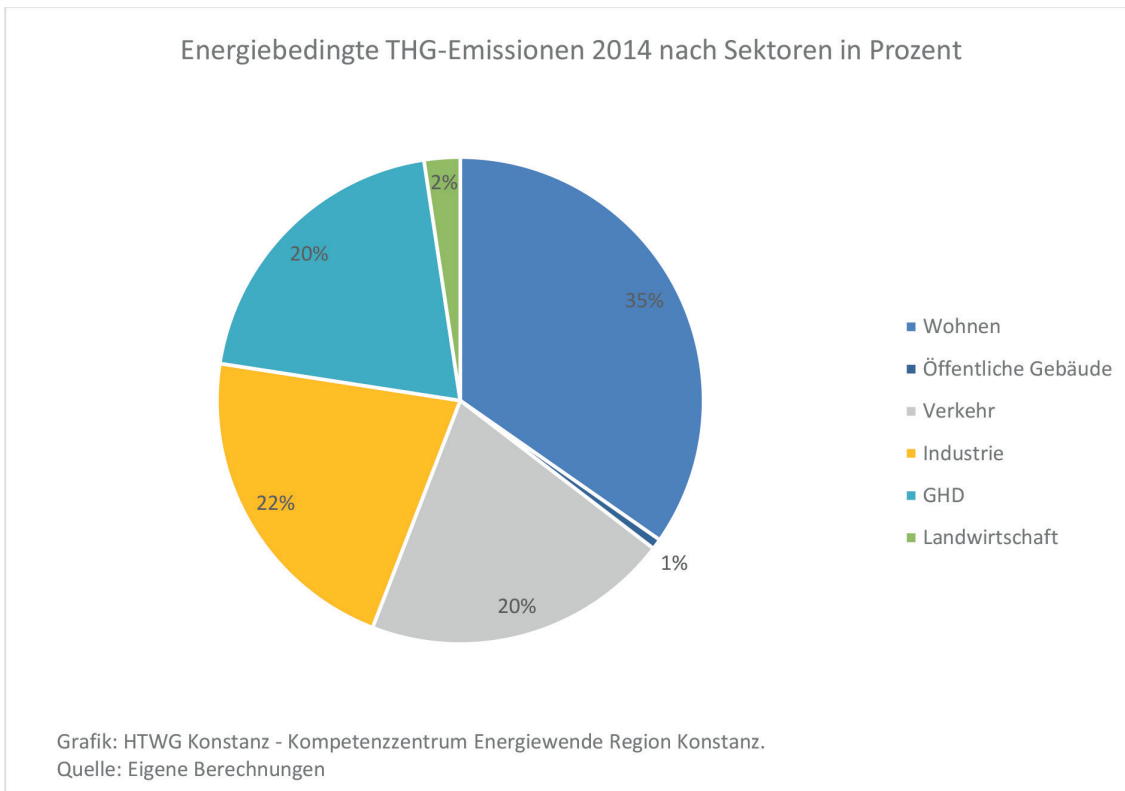


Abb. 34. Energiebedingte THG-Emissionen nach Sektoren in Prozent

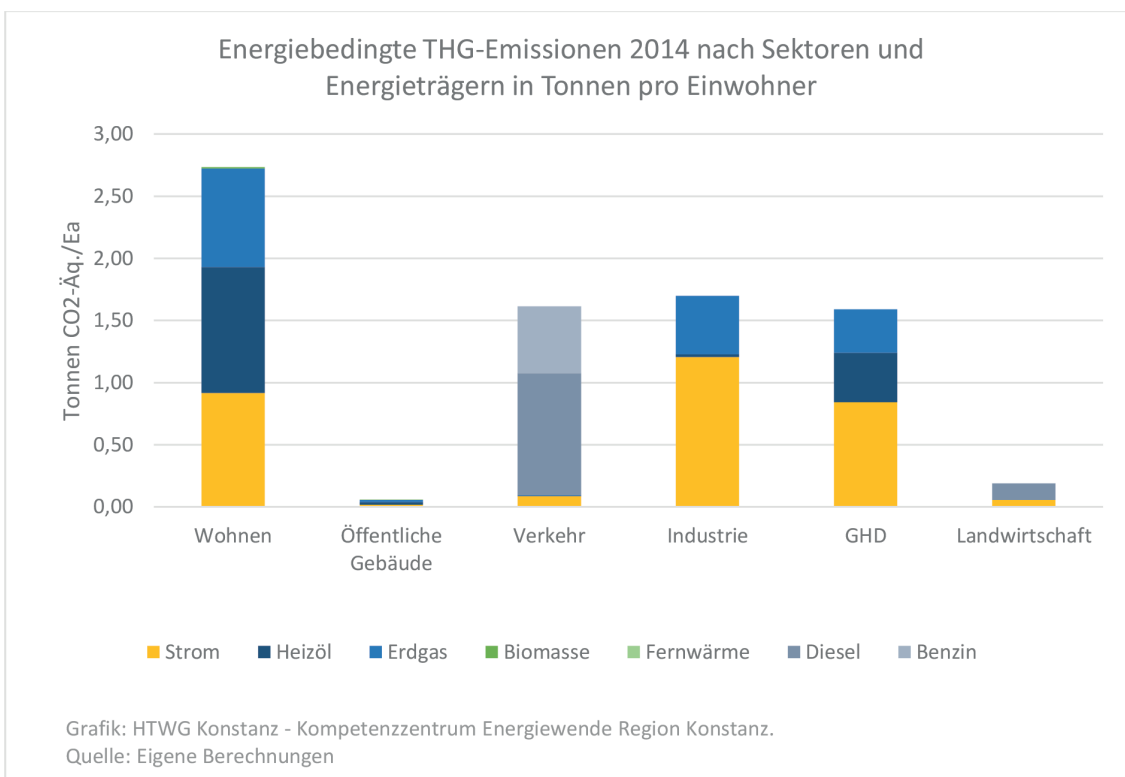


Abb. 35. Energiebedingte THG-Emissionen nach Sektoren in Tonnen pro Einwohner

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, zu neun Prozent durch leichte Nutzfahrzeuge (LNF) und elf Prozent durch schwere Nutzfahrzeuge (SNF) und Busse. Im Jahr 2014 betrug der Zuwachs gegenüber dem Vorjahr 2,3 Prozent.

Im Jahr 2014 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 36 dargestellt. Nachfolgend werden einzelne Indikatoren aus dem Sektor Verkehr betrachtet, die Aufschluss über geeignete Stellschrauben geben können.

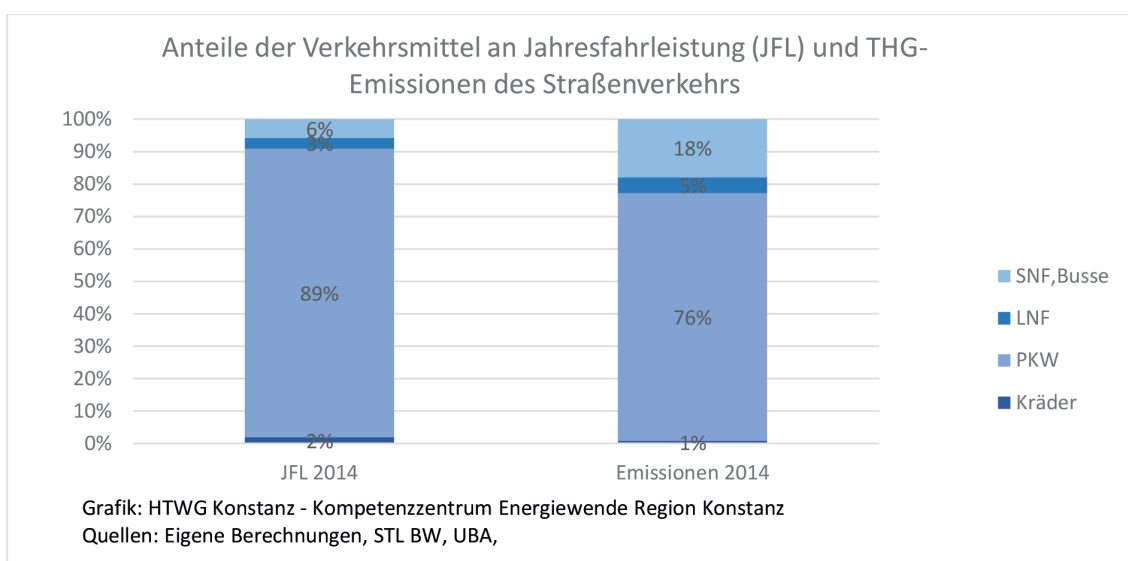


Abb. 36. Anteile der Verkehrsmittel an Jahresfahrleistung und THG-Emissionen des Straßenverkehrs

4.1.1. Berufspendler

Der Anteil der Berufseinpender an der Gesamtbevölkerung hat zwischen den Jahren 2003 und 2014 um 22 Prozent zugenommen, die der Berufsauspendler sogar um 32 Prozent. Die Gesamtzahl der Einpendler entsprach im Jahr 2014 8,8 Prozent, die der Auspendler sogar 10,0 Prozent der Erwerbstätigen am Arbeitsort Landkreis Konstanz (vgl. Abbildung 37). Die absolute Zahl der Einpendler hat sich damit in diesem Zeitraum um 37 Prozent erhöht, die der Auspendler sogar um 49 Prozent. Insgesamt betrug die Zuwachsrate der Berufspendler somit 43 Prozent und lag damit fast dreieinhalbmal so hoch wie die Zuwachsrate der Erwerbstätigenzahl, die lediglich 12,5 Prozent betrug.

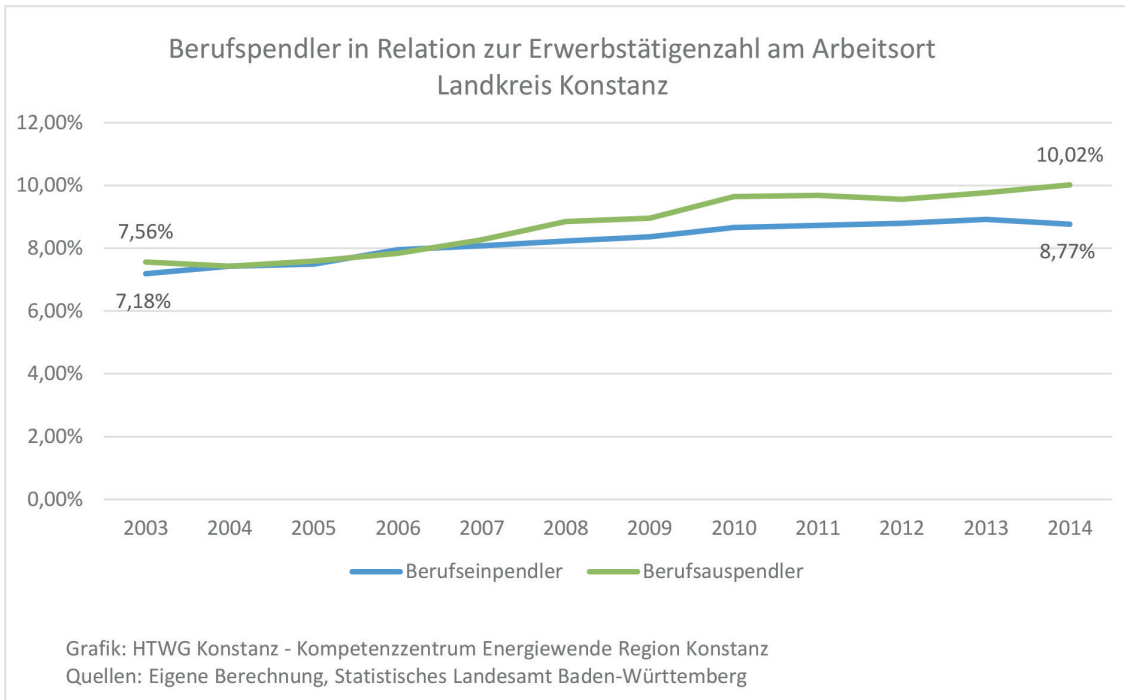
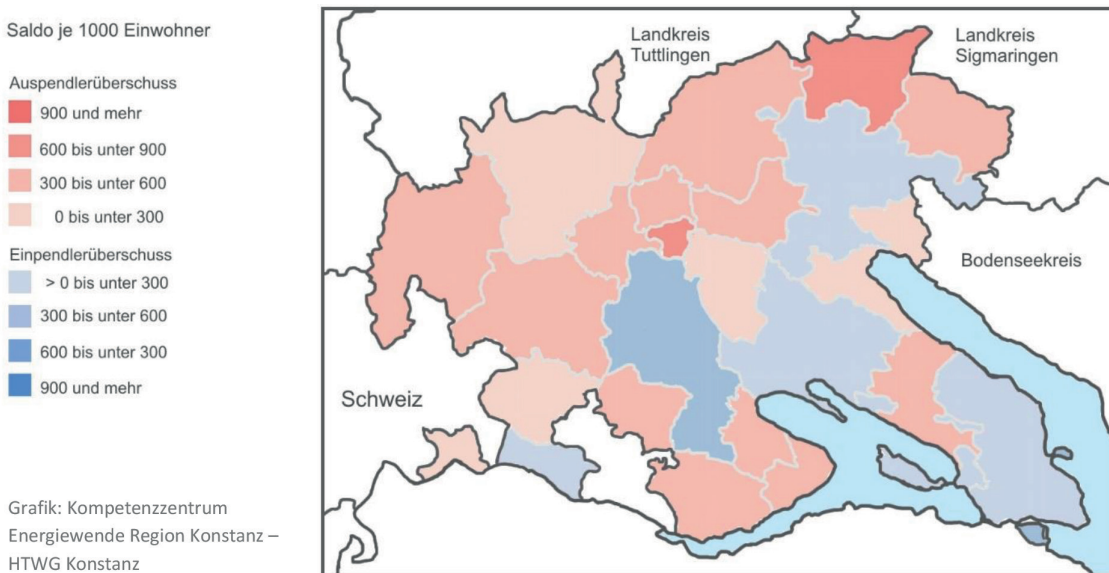


Abb. 37. Berufspendler in Relation zur Erwerbstätigenzahl am Arbeitsort

In Abbildung 38 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. 38. Berufspendlersaldo in den Gemeinden 2013

4.1.2. 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. Zwischen 2013 und 2015 betrug die Zunahme rund viereinhalb Prozent, was in absoluten Zahlen einem Zuwachs von 93,1 Millionen Kilometern entspricht. Die jährliche Zunahme des Verkehrs hat sich somit verdreifacht.

Jahr	Krafträder	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
2014	41.482	1.862.676	71.551	108.934	12.062	2.096.705
2015 ¹⁾	42.245	1.905.908	72.992	107.922	11.882	2.140.949

1) vorläufige Daten
Quelle: Statistisches Landesamt (STL BW) 2015a.

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

Der Pkw-Verkehr hat mit 89 Prozent den größten Anteil am gesamten Verkehrsaufkommen, sowie am jährlichen Zuwachs. Der Pkw-Verkehr wirkt sich im Landkreis somit auch am deutlichsten auf den Energieverbrauch und die THG-Emissionen des Verkehrs aus.

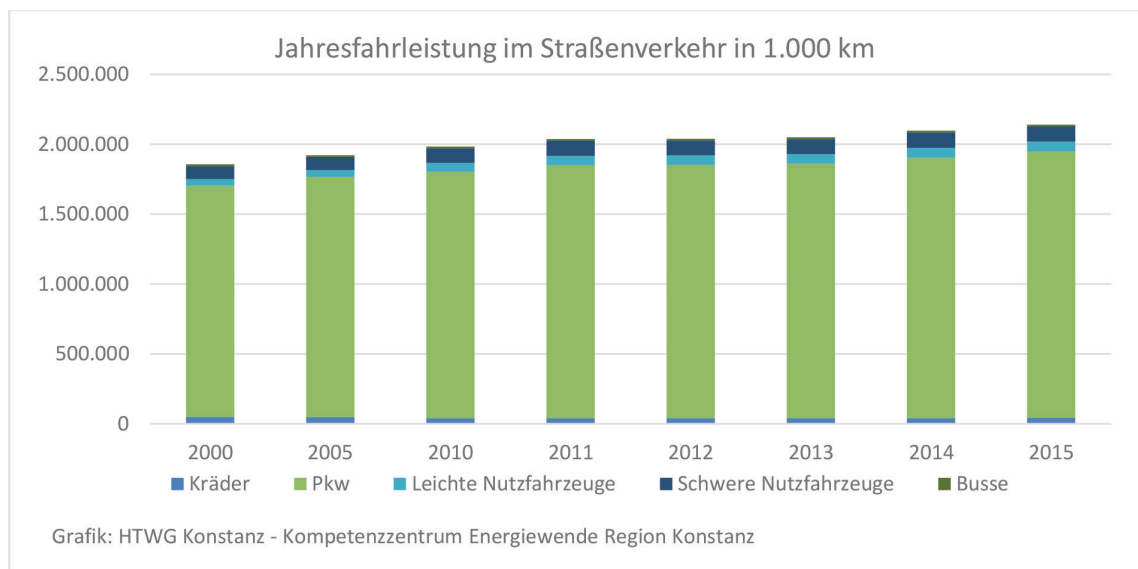


Abb. 39. Jahresfahrleistung im Straßenverkehr in 1.000 km

Vergleicht man die relative Veränderung der Jahresfahrleistungen zwischen den Jahren 2000 und 2013 mit der relativen Veränderung zwischen den Jahren 2013 und 2015, so fällt auf, dass sich der jährliche Zuwachs (jeweils bezogen auf das Ausgangsjahr 2000 bzw. 2013) nach 2013 deutlich vergrößert hat, obwohl es sich im Jahr 2013 um einen wesentlich größeren Ausgangswert handelte. Den größten Zuwachs weisen nach wie vor leichte Nutzfahrzeuge (LNF) auf. Ausschlaggebend für die Gesamtentwicklung ist aber vor allem der Pkw-Verkehr. Der Unterschied zur Bevölkerungsentwicklung hat sich zwischen 2013 und 2015 noch einmal erheblich vergrößert (vgl. Abbildung 40).

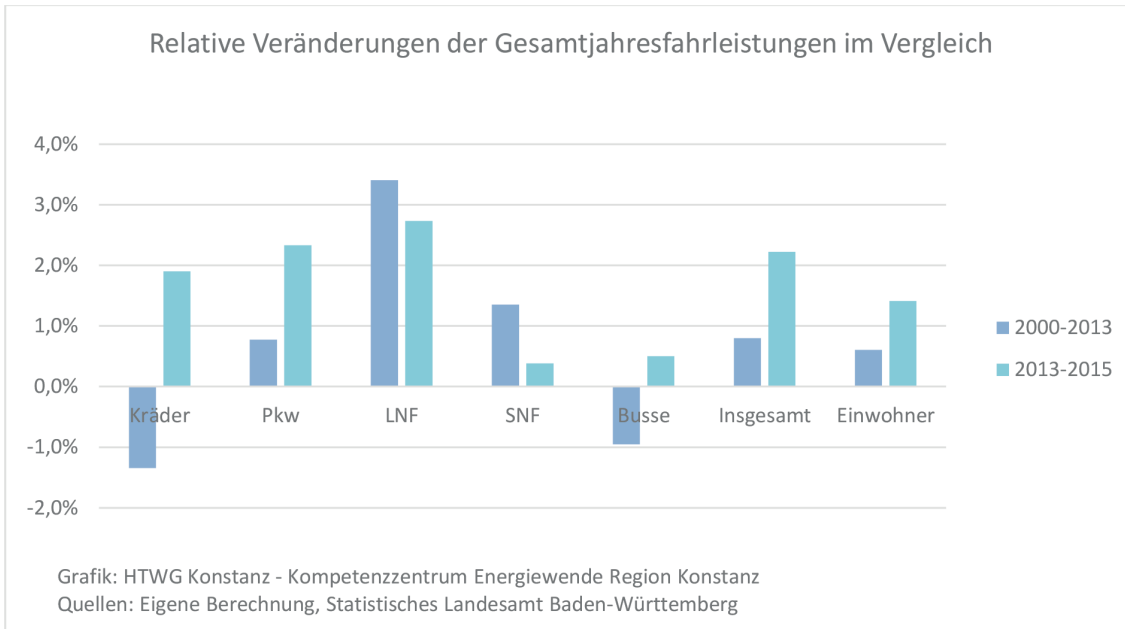


Abb. 40. Relative Veränderungen der Gesamtjahresfahrleistungen im Vergleich

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 entscheidender 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 41 dargestellt sind. 88 Prozent des Zuwachses zwischen den Jahren 2000 und 2015 wurden durch Pkw verursacht, und zwar hauptsächlich auf Außerortsstraßen und Autobahnen.

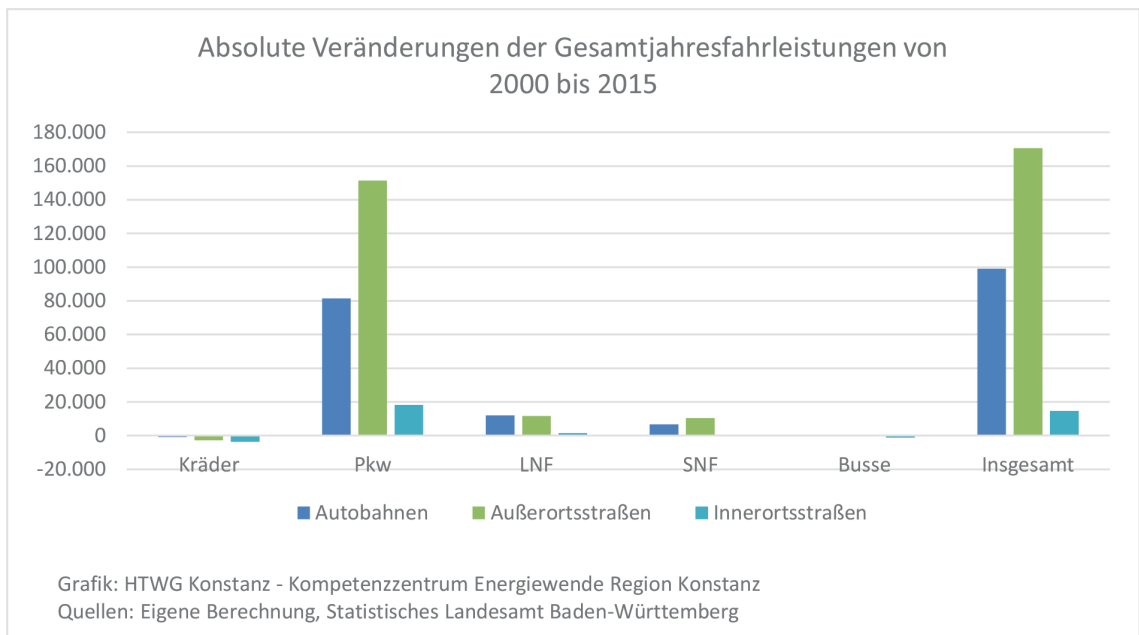


Abb. 41. Absolute Veränderungen der Jahresfahrleistungen nach Straßenkategorien von 2000 bis 2013

Dass es im Straßenverkehr einige langfristige Trends gibt, die einer rascheren Energieeinsparung entgegenwirken, wird besonders deutlich beim Blick auf die relativen Veränderungen der einzelnen Verkehrsmittel zwischen 2000 und 2013 (vgl. Abbildung 42). 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.

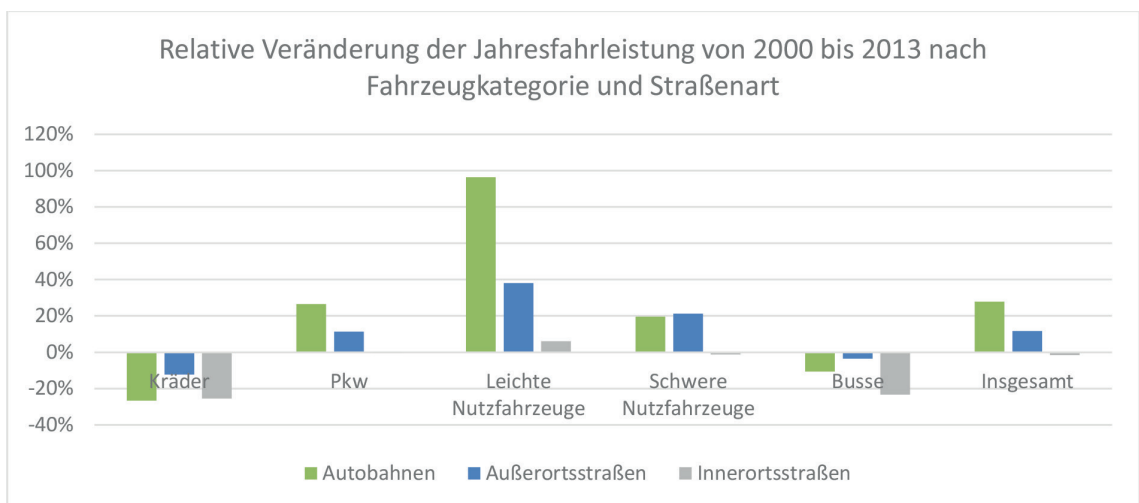


Abb. 42. Relative Veränderungen der Jahresfahrleistungen nach Straßenkategorien von 2000 bis 2013

Die neuen Zahlen für die Jahre 2013 bis 2015 deuten darauf hin, dass eine Trendumkehr bei den energieeffizienteren Personenverkehrsmitteln stattgefunden hat: Sowohl die Fahrleistungen von Bussen als auch von Kraftträdern haben in diesen beiden Jahren zugenommen. Allerdings weisen die leichten Nutzfahrzeuge nach wie vor sehr hohe Zuwachsraten aus. Neu ist dabei, dass der Einsatz von LNF auch innerorts deutlich zugenommen hat und mit sieben Prozent sogar die höchste Zuwachsrate in dieser Statistik aufweist. Zudem fällt auf, dass der Pkw-Verkehr auf allen Straßenarten erheblich zugenommen hat und mit einem Zuwachs von insgesamt 4,7 Prozent fast so hohe Zuwachsraten aufweist, wie der LNF-Verkehr mit insgesamt 5,5 Prozent.

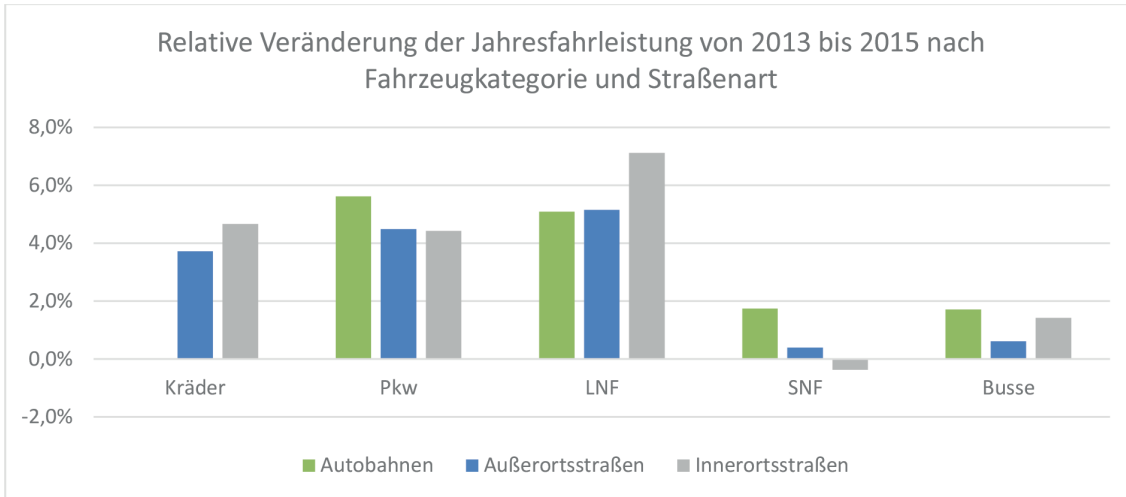


Abb. 43. Relative Veränderungen der Jahresfahrleistungen nach Straßenkategorien von 2013 bis 2015

Abbildung 44 zeigt das Verkehrsaufkommen in den Jahren 2000 im Vergleich zu den Jahren 2013, 2014 und 2015 nach Straßenkategorien. Insgesamt ist zwischen den Jahren 2000 und 2015 eine Zunahme des Verkehrsaufkommens um 15 Prozent zu verzeichnen.

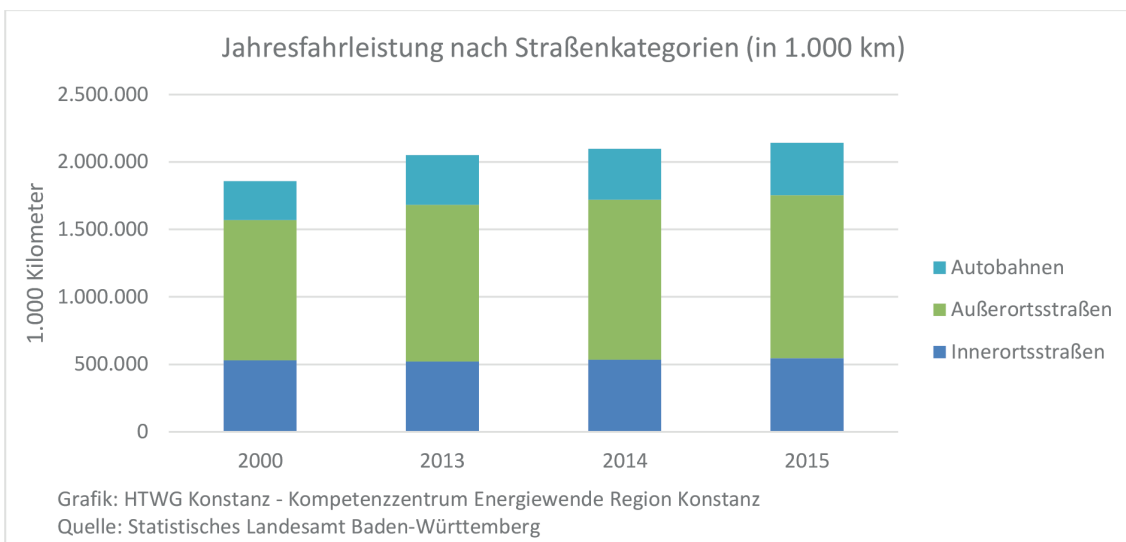


Abb. 44. Gesamtverkehrsaufkommen nach Straßenkategorien

4.1.3. 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, im Jahr 2014 7.603 km und im Jahr 2015 7.638 km. Die absolute Fahrleistung pro Einwohner ist in Abbildung 45 dargestellt.

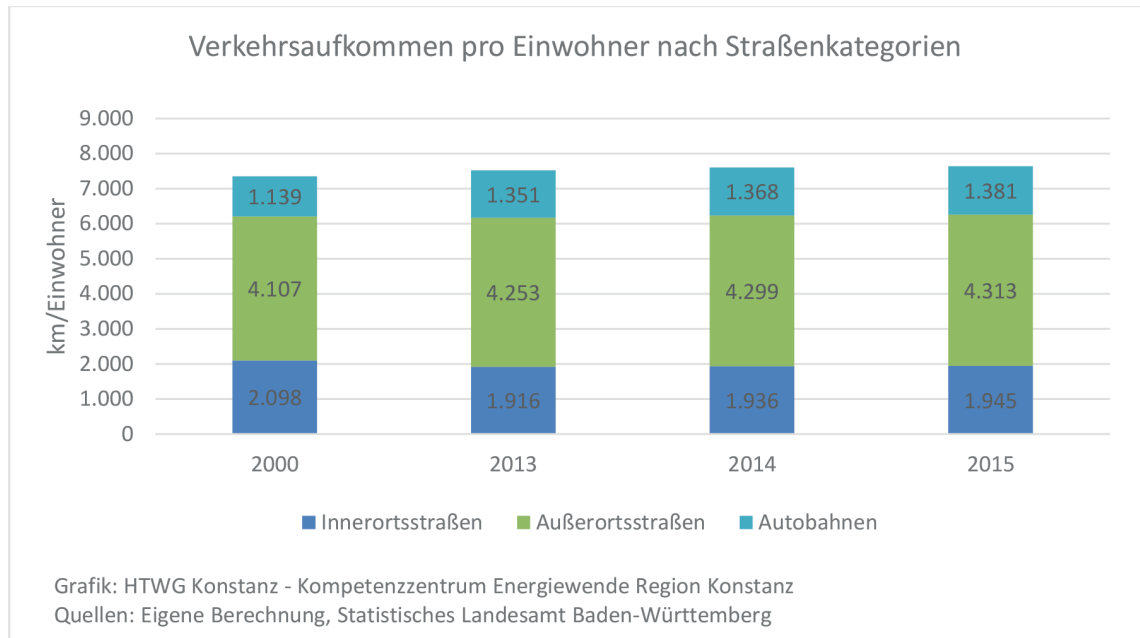


Abb. 45. Verkehrsaufkommen pro Einwohner nach Straßenkategorien

In Abbildung 46 ist die Veränderung der Jahresfahrleistung pro Einwohner zwischen den Jahren 2000 und 2013 sowie zwischen den Jahren 2013 und 2015 in Kilometern nach Straßenkategorien dargestellt.

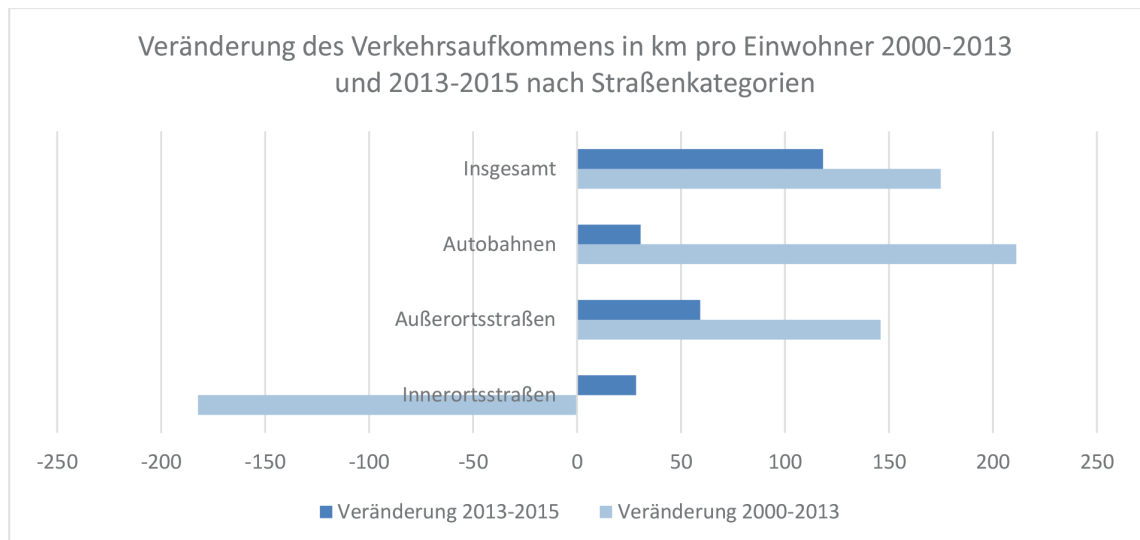


Abb. 46. Veränderung des Verkehrsaufkommens pro Einwohner nach Straßenkategorien

In Abbildung 47 ist die Jahresfahrleistung pro Einwohner in Kilometern in den Jahren 2013 bis 2015 nach Fahrzeugkategorien abgebildet. Der Anteil des Pkw-Verkehrs liegt bei 89 Prozent mit steigender Tendenz, der von schweren Nutzfahrzeugen bei fünf Prozent, der von leichten Nutzfahrzeugen bei drei, der von Kraftträdern bei zwei und der von Bussen ein Prozent. Dies verdeutlicht die Bedeutung des Pkw-Verkehrs für den Energiebedarf des Verkehrs im Landkreis Konstanz. Die Fahrleistung der Pkw ist zwischen den Jahren 2000 und 2015 um fast 300 km pro Einwohner gestiegen und betrug im Jahr 2015 bereits 6.800 km. Die gesamte Jahresfahrleistung summierte sich im gleichen Jahr auf 7.638 km.

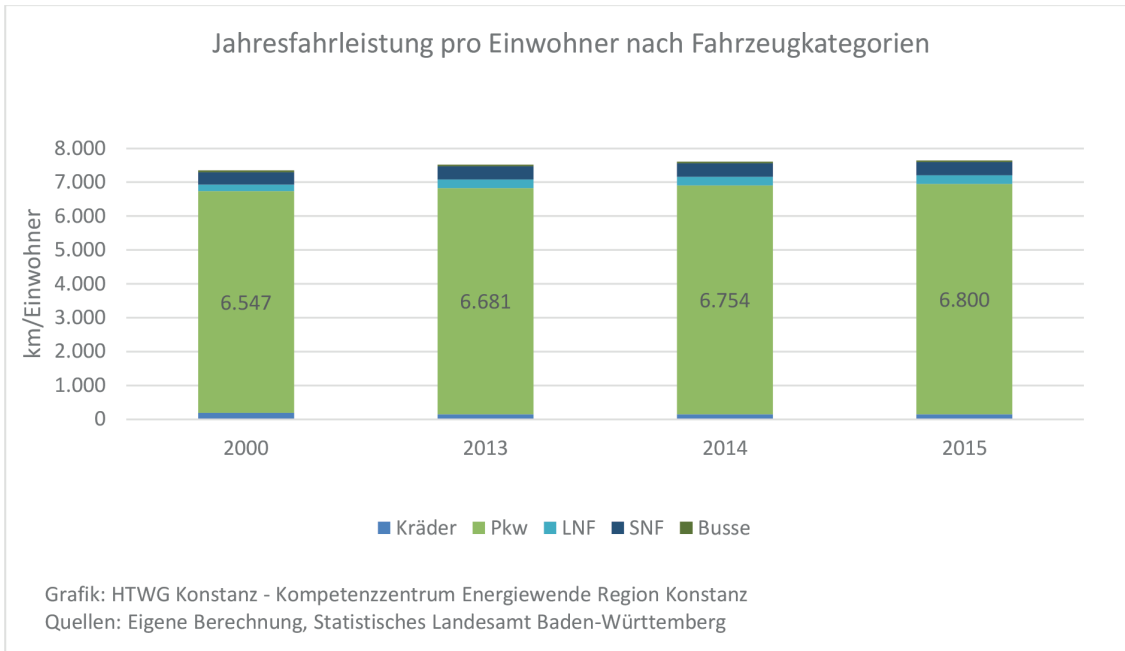


Abb. 47. Jahresfahrleistung pro Einwohner im Jahr 2013 nach Fahrzeugkategorien

Abbildung 48 zeigt die Veränderung der Jahresfahrleistung in Kilometern pro Einwohner zwischen den Jahren 2000 und 2013 sowie zwischen den Jahren 2013 und 2015 nach Fahrzeugkategorien. Im Jahr 2014 hat sich die Zunahme des Straßenverkehrs pro Einwohner im Vergleich zum Zeitraum zwischen den Jahren 2000 und 2013 erheblich beschleunigt. So wurde allein im Jahr 2014 eine Verkehrszunahme verzeichnet, die knapp der Hälfte der Zunahme im Zeitraum zwischen 2000 und 2013 entspricht. Dieser Trend setzte sich im Bereich des Pkw-Verkehrs auch im Jahr 2015 fort, sodass in nur zwei Jahren eine Zunahme der pro Einwohner erbrachten Pkw-Fahrleistung erfolgte, die fast der gesamten Zunahme der vorhergehenden 13 Jahre entspricht (zu 88 Prozent). Minimal zurückgegangen ist dagegen die Fahrleistung im Transportbereich, weil es einen Rückgang bei den schweren Nutzfahrzeugen gab, der den Zuwachs bei den leichten Nutzfahrzeugen kompensierte.

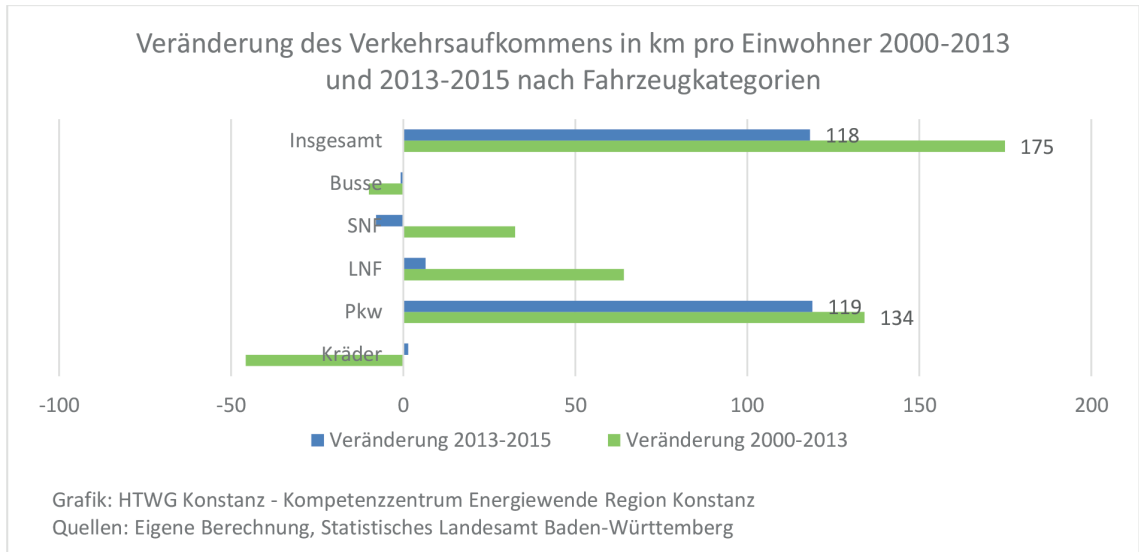


Abb. 48. Veränderung des Verkehrsaufkommens in km pro Einwohner nach Fahrzeugkategorien

4.1.4. Jahresfahrleistung der Pkw pro Einwohner

Die Jahresfahrleistung der Pkw pro Einwohner ist aufgrund des hohen Anteils an der Gesamtfahrleistung von besonderer Bedeutung. Bis zum Jahr 2011 stieg die Fahrleistung pro Einwohner an, sank dann bis zum Jahr 2013 leicht und stieg dann erneut auf den bisherigen Höhepunkt im Jahr 2015 an (vgl. STL BW 2017rd). Zwischen den Jahren 2000 und 2015 hat die Jahresfahrleistung um 3,3 Prozent zugenommen. Der Energieverbrauch pro Einwohner ist zwischen 2000 und 2012 aufgrund verbesserter technologischer Effizienz um neun Prozent zurückgegangen. Seit dem Jahr 2012 gibt es keine Steigerung der Effizienz mehr, weshalb der Energieverbrauch der Pkw aufgrund der erhöhten Fahrleistung zwischen 2012 und 2015 wieder um 130 kWh pro Einwohner gestiegen ist. Die zwischen 2000 und 2015 erzielte Einsparung beträgt weniger als sechs Prozent, obwohl der Treibstoffverbrauch je 100 Kilometer zwischen den Jahren 2000 und 2012 um zwölf Prozent gesunken ist, bevor er aufgrund des Trends zu immer größeren und leistungsstärkeren Pkw bis zum Jahr 2015 stagnierte.

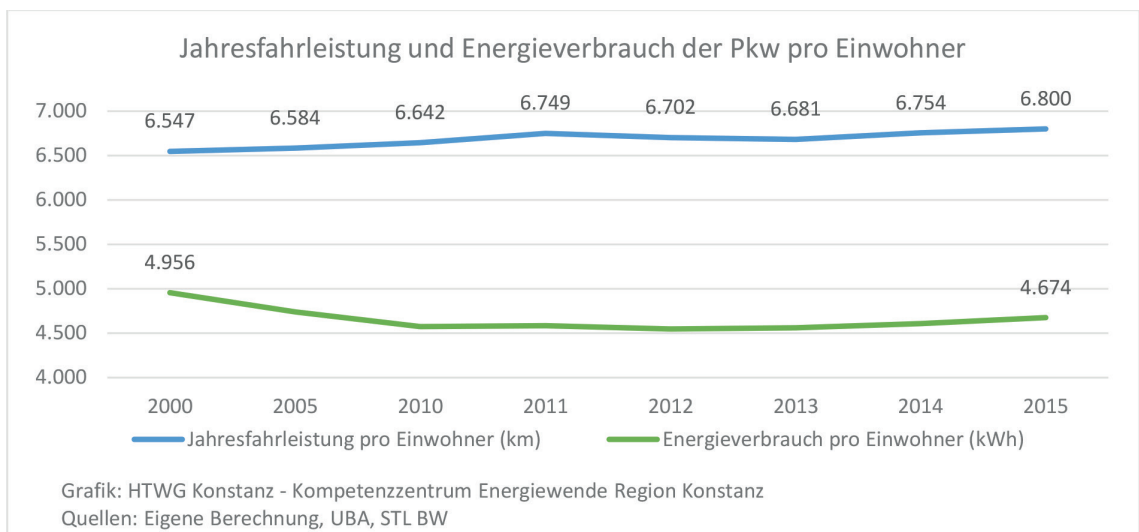


Abb. 49. Jahresfahrleistung und Energieverbrauch der Pkw pro Einwohner 2000 - 2015

Über die Ursachen des Rückgangs der Jahresfahrleistung pro Einwohner zwischen 2011 und 2013 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 in Konstanz). 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. Darauf deuten auch die Zahlen aus den Jahren 2014 und 2015 hin, in denen die Bevölkerung überdurchschnittlich stark gewachsen ist, während sich der Zuwachs der Studierendenzahl um mehr als die Hälfte auf nur noch rund 300 pro Jahr reduziert hat. Der Trend zu einer steigenden Jahresfahrleistung pro Einwohner hält in der Gesamtbevölkerung offenbar an. Da zugleich der Trend zu Pkw mit einem höheren Verbrauch anzuhalten scheint, werden sowohl die Energiesparziele als auch die Klimaschutzziele verfehlt.

4.1.5. Pkw-Bestand

Der Pkw-Bestand im Landkreis Konstanz lag im Jahr 2013 bei 143.427 Fahrzeugen. Der Zuwachs zwischen den Jahren 2000 und 2013 betrug etwa 20 Prozent. Der jährliche Zuwachs hat deutlich zugenommen. Zwischen 1990 und 2000 wuchs der Bestand um rund 1.600 Pkw pro Jahr, zwischen 2000 und 2010 betrug der Zuwachs rund 1.700 Pkw pro Jahr (vgl. STL BW 2017rd). Im Zeitraum zwischen 2010 und 2015 stieg er auf über 2.300 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 33,4 Prozent im Jahr 2015. 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 2015 mehr als verdoppelt (vgl. STL BW 2015b und STL BW 2017a).

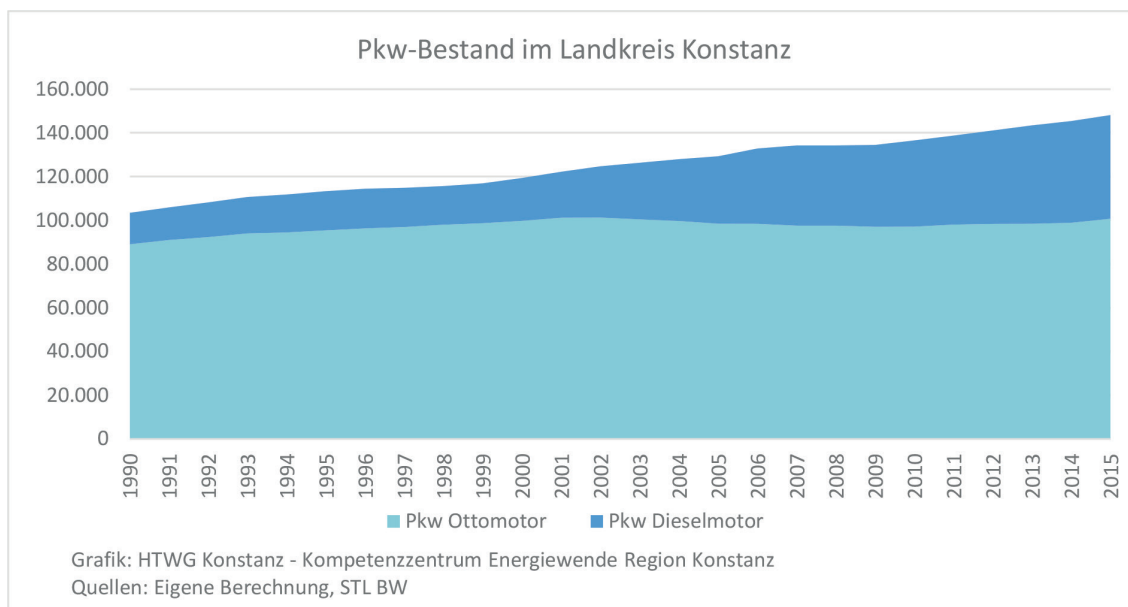


Abb. 50. Pkw-Bestand im Landkreis Konstanz

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, STL BW 2015c und STL BW 2017a). 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.

4.1.6. Pkw-Bestand pro 1.000 Einwohner

Im Jahr 2015 waren im Landkreis Konstanz 528 Pkw pro 1.000 Einwohner zugelassen. Dies sind 56 Pkw mehr als im Jahr 2000. Im Zeitraum 2008/2009 gab es aufgrund der sogenannten Umweltprämie, die auch als Abwrackprämie bekannt ist, einen einmaligen Rückgang. Ansonsten ist der Trend zu mehr Pkw pro 1.000 Einwohner ungebrochen und auch eine Verlangsamung des Zuwachses gegenüber den 1990er Jahren ist noch nicht zu erkennen. Der jährliche Zuwachs des Pkw-Bestandes pro 1.000 Einwohner betrug zwischen 1990 und 2000 im Durchschnitt 2,8 Fahrzeuge. Zwischen 2000 und 2015 lag der jährliche Zuwachs bei 2,9 Fahrzeugen, obwohl er in den Jahren 2014 und 2015 auf jeweils ein Fahrzeug pro Jahr sank. Dieser Rückgang des Zuwachses hat jedoch sehr wahrscheinlich mit dem überdurchschnittlichen Bevölkerungswachstum und einem hohen Anteil von Neubürgern (z. B. Asylsuchende) zu tun, die kein Auto besitzen. Es muss sich daher noch zeigen, ob dieser jüngste Trend von Dauer sein wird.

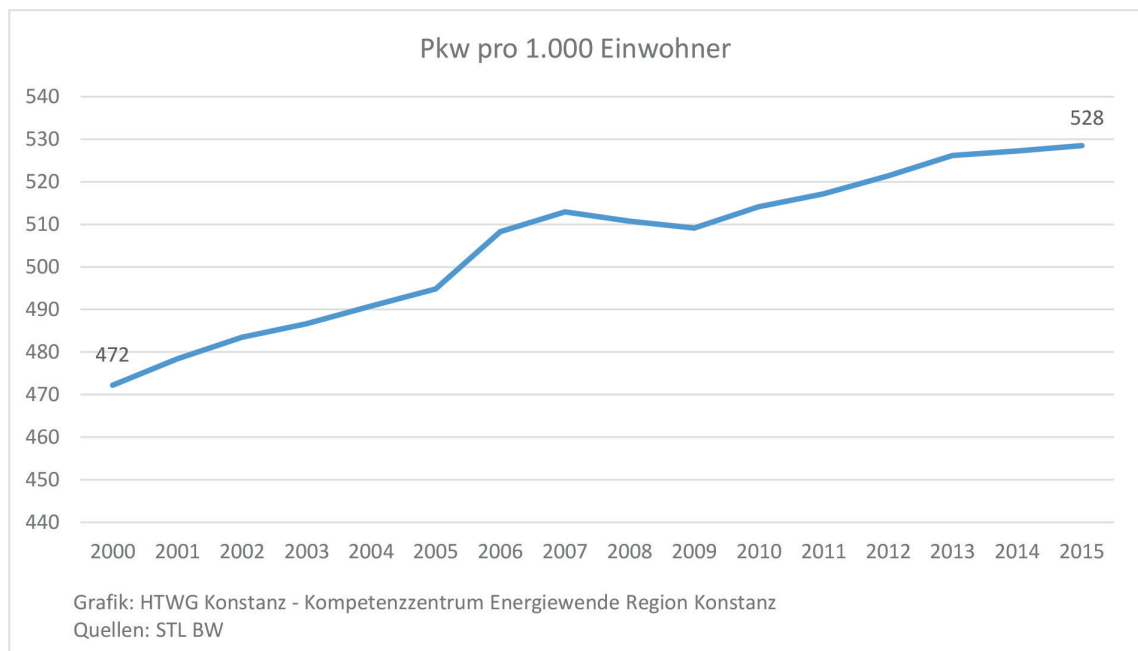


Abb. 51. Pkw-Bestand pro 1.000 Einwohner im Landkreis Konstanz 1990 bis 2015

In den einzelnen Gemeinden können große Unterschiede bezüglich der Pkw-Dichte festgestellt werden. Die Spanne reicht im Jahr 2015 von 413 bis 683 je 1.000 Einwohner. Zwischen den Jahren 2010 und 2015 weisen die meisten Gemeinden wie auch der gesamte Landkreis eine steigende Pkw-Dichte auf. Die Entwicklung der Pkw-Dichte in den einzelnen Gemeinden ist in Abbildung 52 dargestellt.

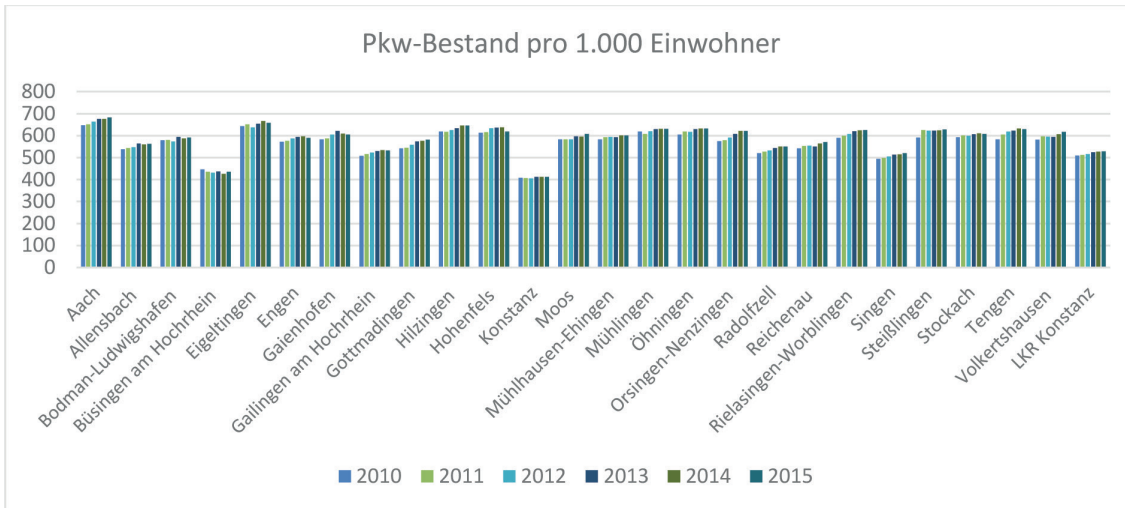
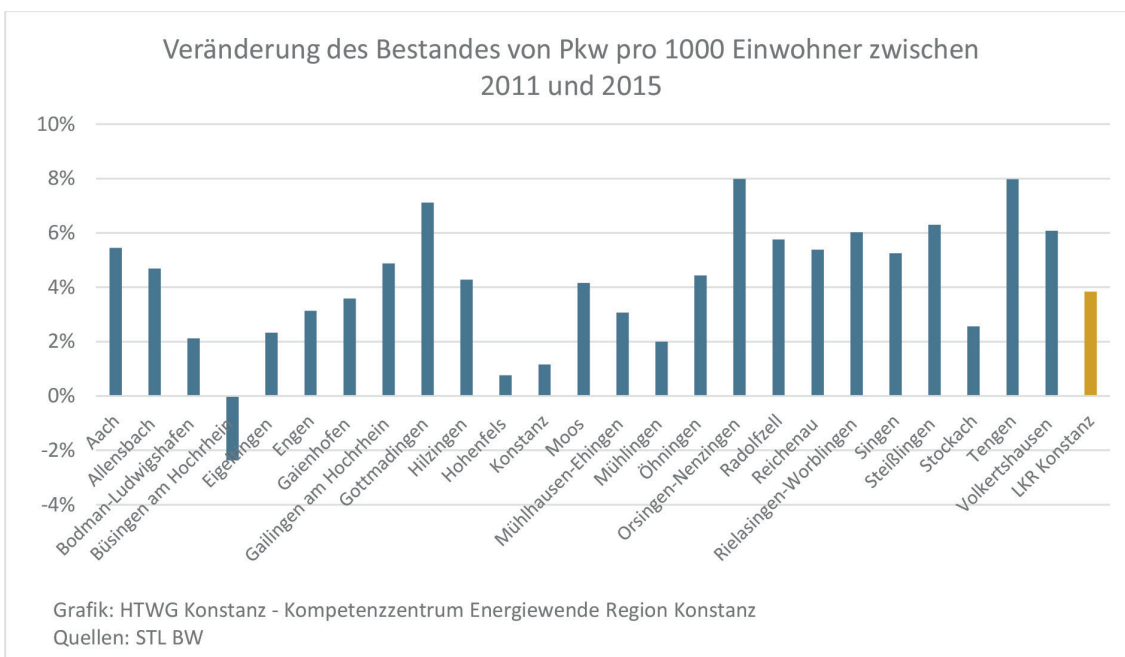


Abb. 52. Pkw-Bestand pro 1.000 Einwohner in den Gemeinden 2010- 2015

Die Entwicklung des Pkw Bestandes stellt sich in den Gemeinden des Landkreises jedoch 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, Bisingen und Singen weisen nicht nur die geringste Pkw-Dichte auf, sondern auch relativ niedrige Zuwachsraten. Unter allen Gemeinden mit hoher Pkw-Dichte weist Hohenfels die geringsten Zuwächse auf. Ein Rückgang des Pkw-Bestandes pro 1.000 Einwohner ist nur in Bisingen festzustellen. Mit fast -2 Prozent fällt dieser jedoch nicht mehr so deutlich aus, wie noch im Jahr 2013. In Konstanz hat die Pkw-Dichte, die zwischen 2010 und 2013 leicht rückläufig war, wieder etwas zugenommen und liegt 2015 um ein Prozent höher als 2010. Relativ niedrige Zuwächse sind zudem in Bodman-Ludwigshafen, Eigeltingen, Engen, Mühlhausen-Ehingen, Mühligen und Stockach zu verzeichnen. In Moos, das bis 2014 nur geringe Zuwächse aufwies, hat sich die Dichte im Jahr 2015 deutlich erhöht. Am höchsten sind die Zuwachsraten in Orsingen-Nenzingen und Tengen mit jeweils acht Prozent, sowie in Gottmadingen mit sieben Prozent.



Grafik: HTWG Konstanz - Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz
 Quellen: STL BW

Abb. 53. Veränderung des Bestandes von Pkw pro 1.000 Einwohner zwischen 2011 und 2015

In Abbildung 54 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 zwischen 2011 und 2014 nur in drei von 25 Gemeinden abnahm. Ein Jahr später traf dies nur noch auf die Gemeinde Büsingen zu.

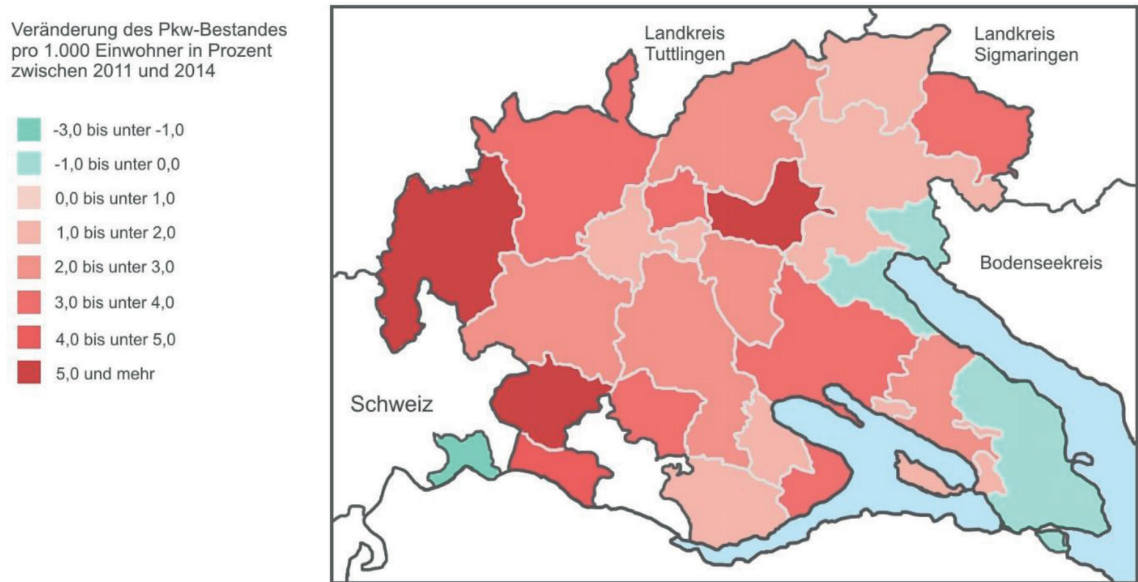


Abb. 54. Veränderung des Pkw-Bestandes pro 1.000 Einwohner in Prozent zwischen 2011 und 2014

4.1.7. 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.

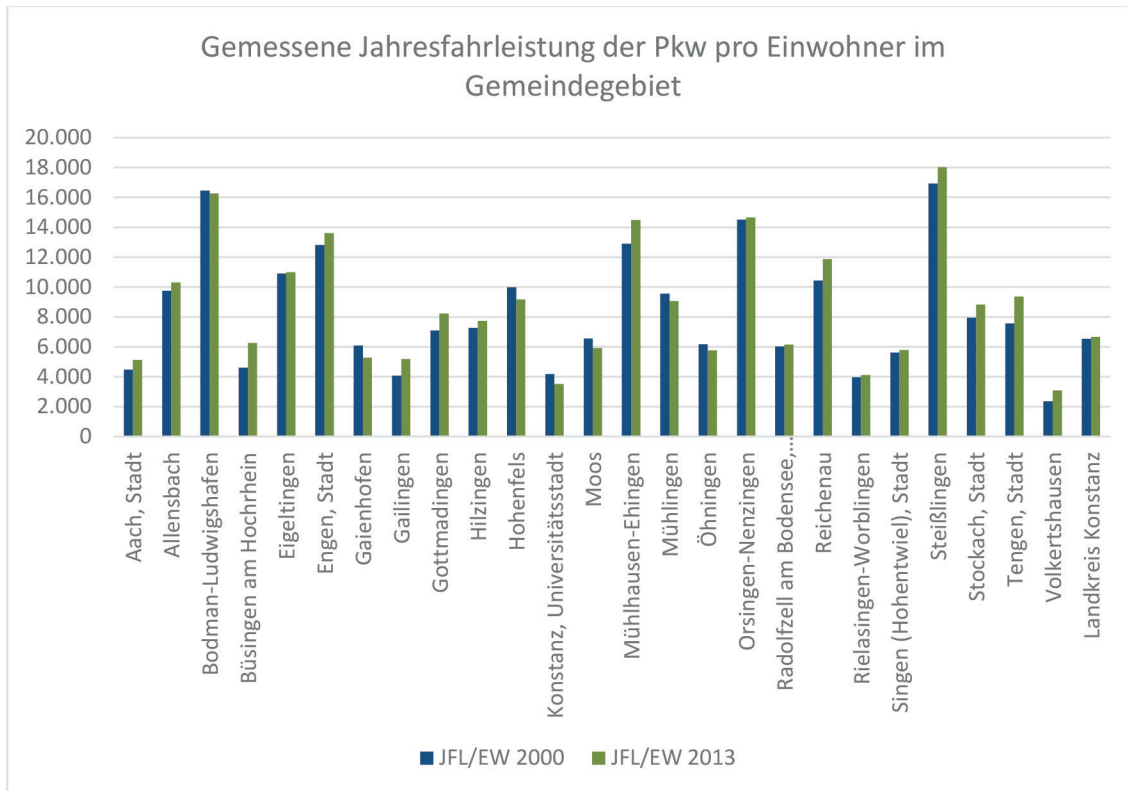


Abb. 55. Gemessene Jahresfahrleistung der Pkw pro Einwohner im Gemeindegebiet

4.1.8. 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 55/Abbildung 56 dargestellt ist. In 12 verglichenen Stadt und Landkreisen¹ 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 Abbildung 56 dargestellt.

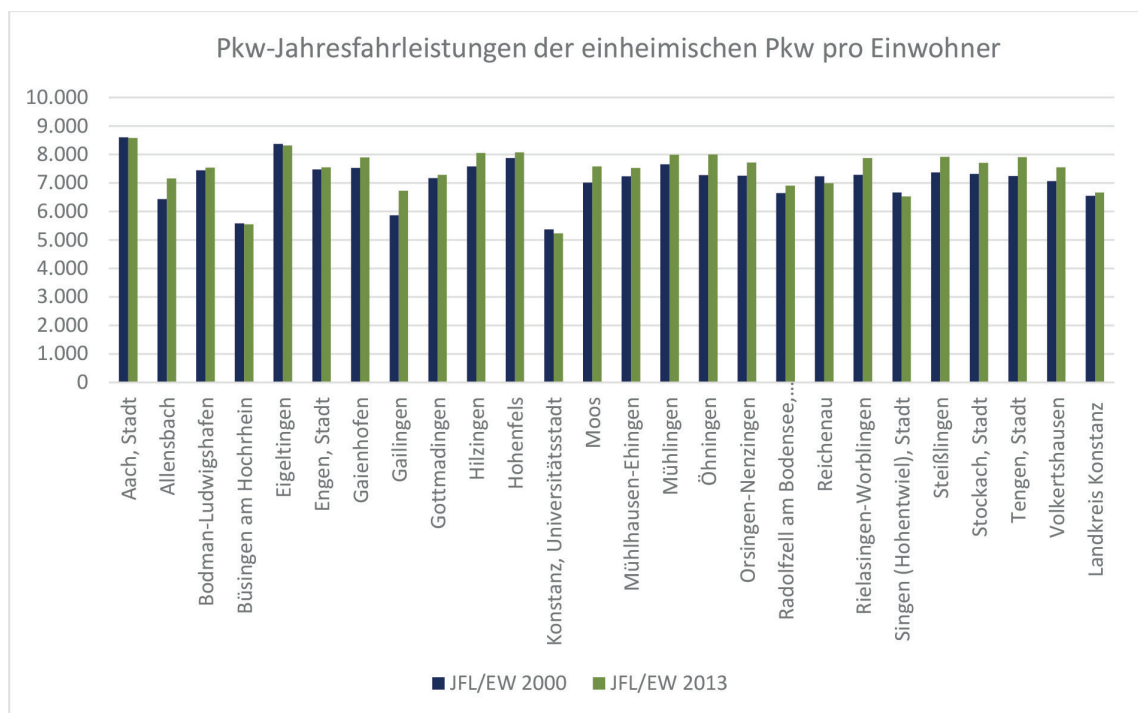


Abb. 56. Pkw-Jahresfahrleistungen der einheimischen Pkw pro Einwohner

¹ Konstanz (LKR), Esslingen (LKR), Reutlingen (LKR), Tübingen (LKR), Göppingen (LKR), Rems-Murr-Kreis (LKR), Stuttgart (SKR), Ulm (SKR), Bodenseekreis (LKR), Ravensburg (LKR), Mannheim (SKR), Ludwigsburg (LKR)

4.1.9. 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. In Kilowattstunden betrug die durchschnittliche Einsparung bezogen auf das Ausgangsjahr 2000, rund 0,7 Prozent. In absoluten Zahlen ausgedrückt: Der Energieverbrauch pro Person sank im Durchschnitt in jedem Jahr um 36 kWh gegenüber dem Vorjahr.

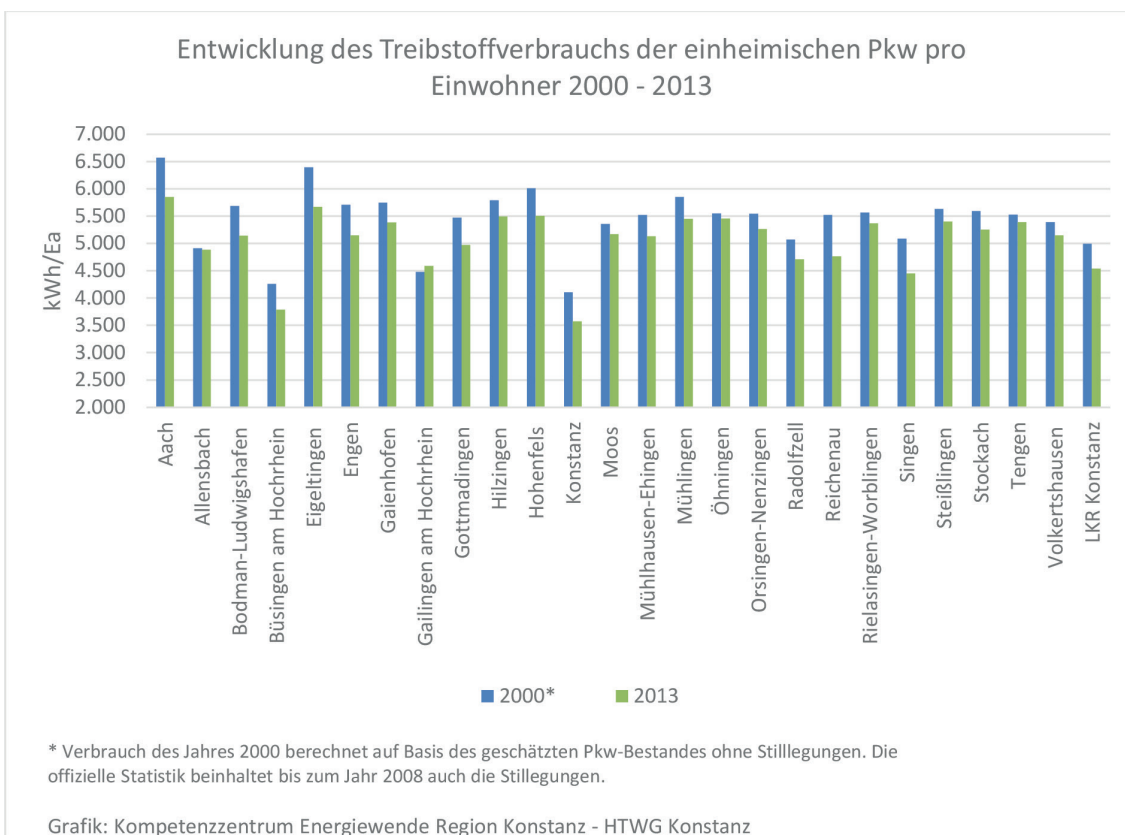
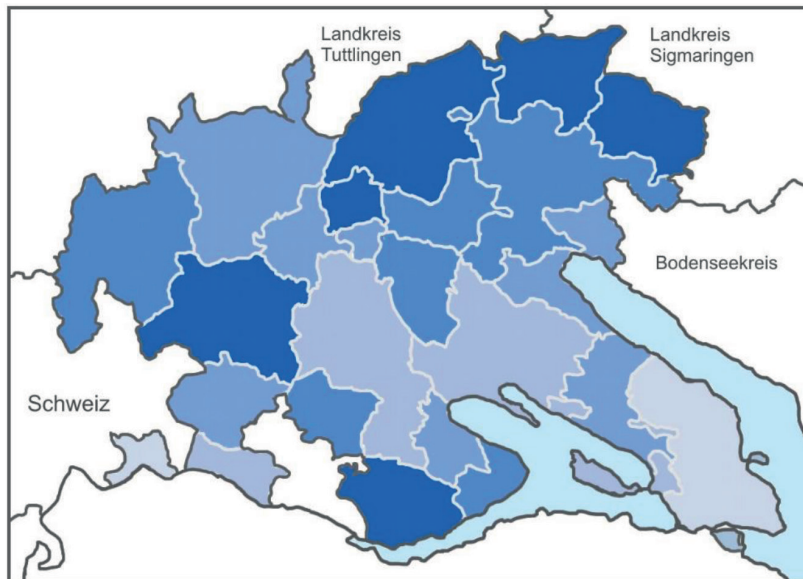


Abb. 57. Entwicklung des Treibstoffverbrauchs der einheimischen Pkw pro Einwohner 2000 - 2013

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 also 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 58 ist der in der Schätzung berechnete Treibstoffverbrauch in einer Kartenansicht dargestellt. In dieser Darstellung wird der deutlich Unterschied zwischen den größeren Städten und den ländlicher geprägten Gemeinden gut sichtbar.

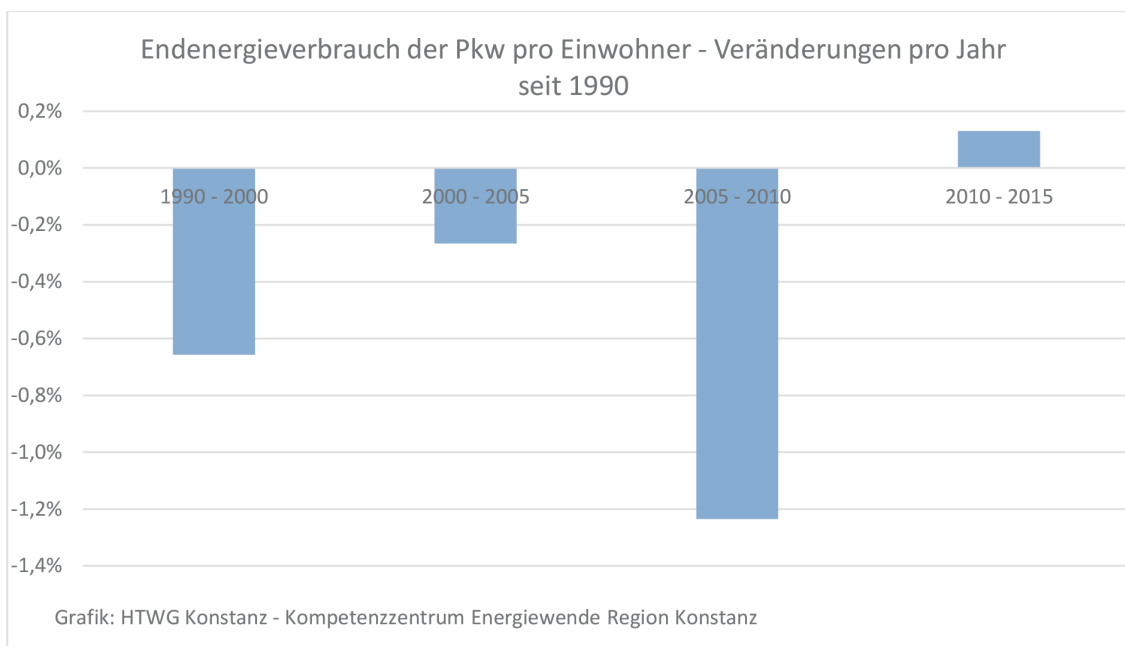
Pkw-Treibstoffverbrauch in kWh/Ea



Grafik: Kompetenzzentrum
Energiewende Region Konstanz –
HTWG Konstanz

Abb. 58. 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 den vorliegenden Vergleichszeiträumen zwischen 1990 und 2010 immer abgenommen hat. Allerdings fiel die durchschnittliche Reduktion pro Jahr (jeweils bezogen auf das Ausgangsjahr des jeweiligen Zeitraumes) 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. Zwischen den Jahren 2010 und 2015 hat sich der Trend zunächst verlangsamt und bevor er sich im Jahr 2014 umgekehrt hat. Durch die deutliche Verbrauchszunahme in den Jahren 2014 und 2015 gab es erstmals seit 1990 über einen Zeitraum von mindestens fünf Jahren eine Verbrauchszunahme.



Grafik: HTWG Konstanz - Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz

Abb. 59. Endenergieverbrauch der Pkw pro Einwohner - Veränderungen pro Jahr seit 1990

4.1.10. Treibstoffverbrauch im Landkreis Konstanz nach Fahrzeugkategorien

Über die Fahrleistung der Fahrzeugkategorien und die durchschnittlichen Treibstoffverbräuche der Fahrzeugkategorien wurde der Treibstoffverbrauch im Landkreis geschätzt. Mit 79 Prozent trug der Pkw im Jahr 2015 mit großem Abstand den größten Teil zum Treibstoffverbrauch bei.

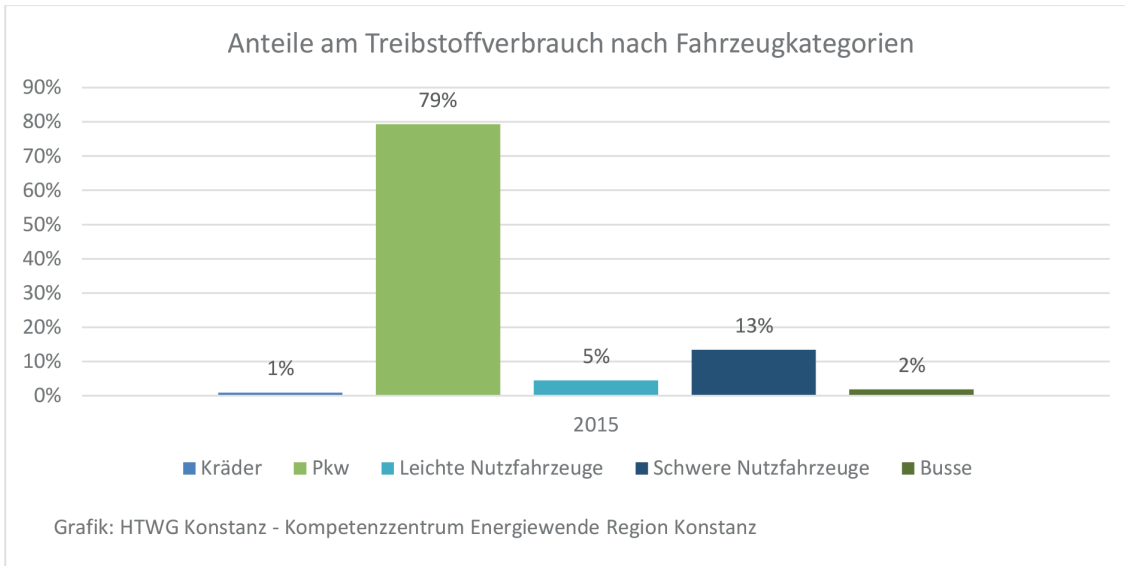


Abb. 60. Treibstoffverbrauch im Landkreis Konstanz nach Fahrzeugkategorien

Die größten Zuwächse sind jedoch bei den leichten und schweren Nutzfahrzeugen zu verzeichnen. Ihr geschätzter Energieverbrauch ist seit dem Jahr 2000 um rund neun Prozent auf 311 GWh im Jahr 2015 gestiegen. Den größten Anteil hatten daran die leichten Nutzfahrzeuge. Ihr Verbrauch stieg um mehr als ein Drittel aufgrund der stark gestiegenen Jahresfahrleistung.

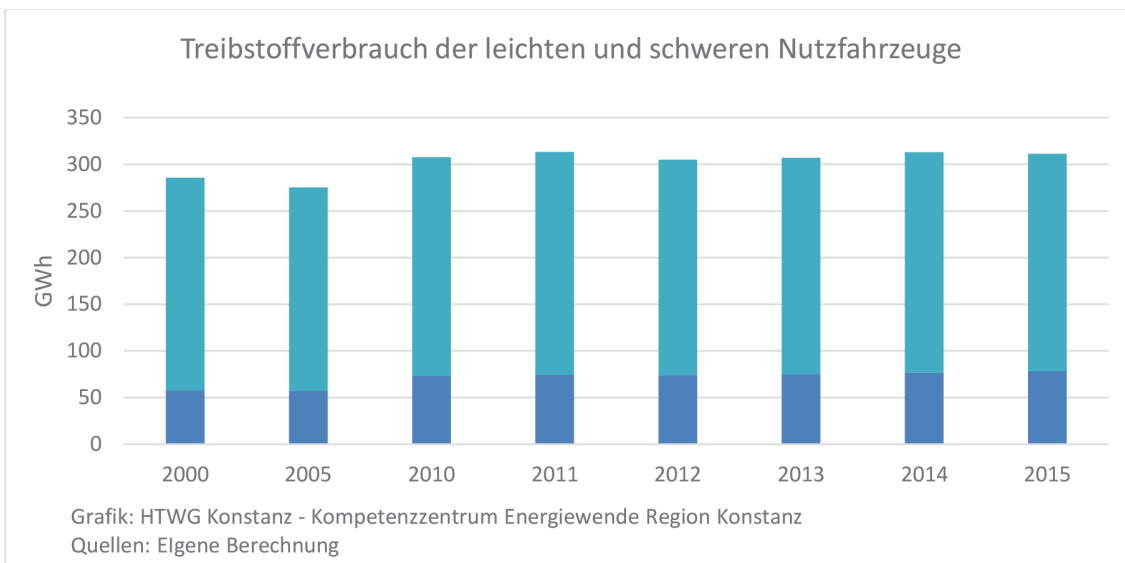


Abb. 61. Treibstoffverbrauch der leichten und schweren Nutzfahrzeuge (GWh)

4.1.11. Endenergieverbrauch im Straßenverkehr: Trend und Ziele

Der Endenergieverbrauch im Straßenverkehr lag im Jahr 2015 bei rund 5,95 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 2015 bei rund 20 kWh pro Jahr. Durch die Steigerung des Verbrauchs in den Jahren 2014 und 2015 hat sich damit die notwendige jährliche Einsparung um 44 Prozent bzw. um 80 kWh pro Einwohner erhöht. Die erreichte jährliche Einsparung muss also um den Faktor 13 gesteigert werden. Um das Ziel für 2020 noch zu erreichen, müssen zwischen 2015 und 2020 je Einwohner rund 260 kWh (ca. 28 Liter Treibstoff) pro Jahr eingespart werden. Der bisherige Endenergieverbrauch und die Ziele bis 2020 sind in Abbildung 62 dargestellt.

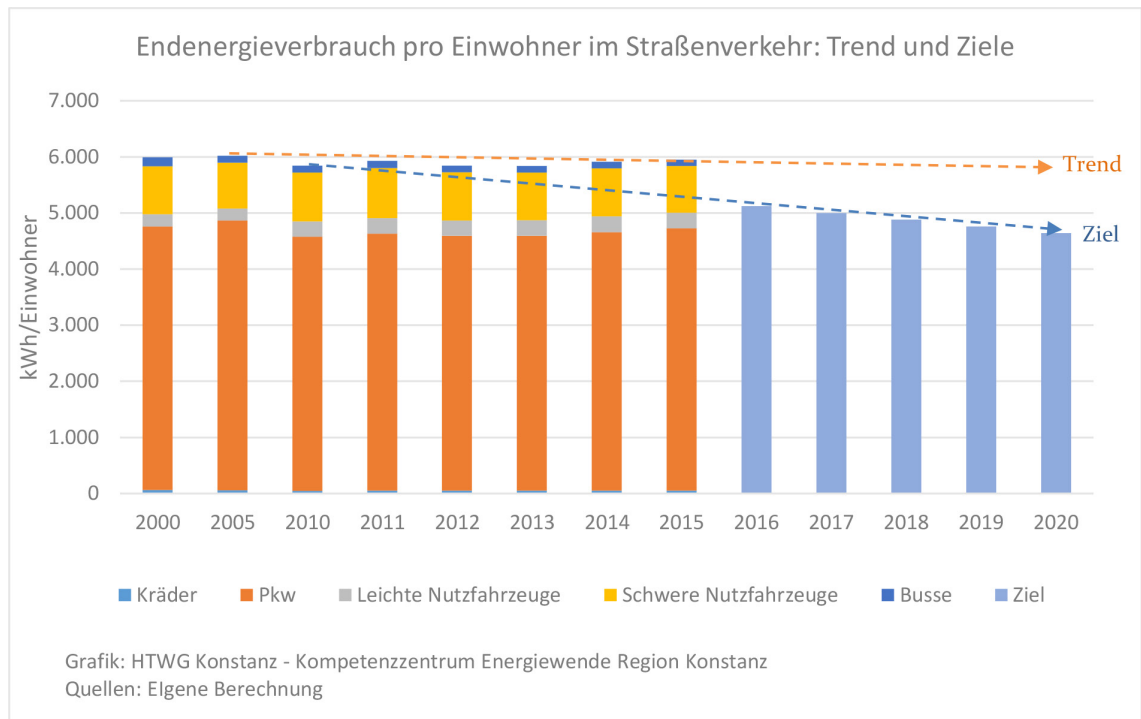


Abb. 62. Endenergieverbrauch pro Einwohner im Straßenverkehr: Trend und Ziele

4.1.12. 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 63 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 Dieselmotorkraftstoff auf 100 km verbrauchen sowie 22 Pkw-Modelle, die zwischen 4,8 und 5,8 Litern Benzin auf 100 km benötigen².

Das in Abbildung 63 dargestellte Suffizienz-Szenario zeigt, wie sich der Energieverbrauch theoretisch entwickelt hätte, wenn Pkws ab dem Jahr 2013 im Durchschnitt statt 7,3 l nur, wie technisch problemlos möglich, 5,5 l je 100km 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.

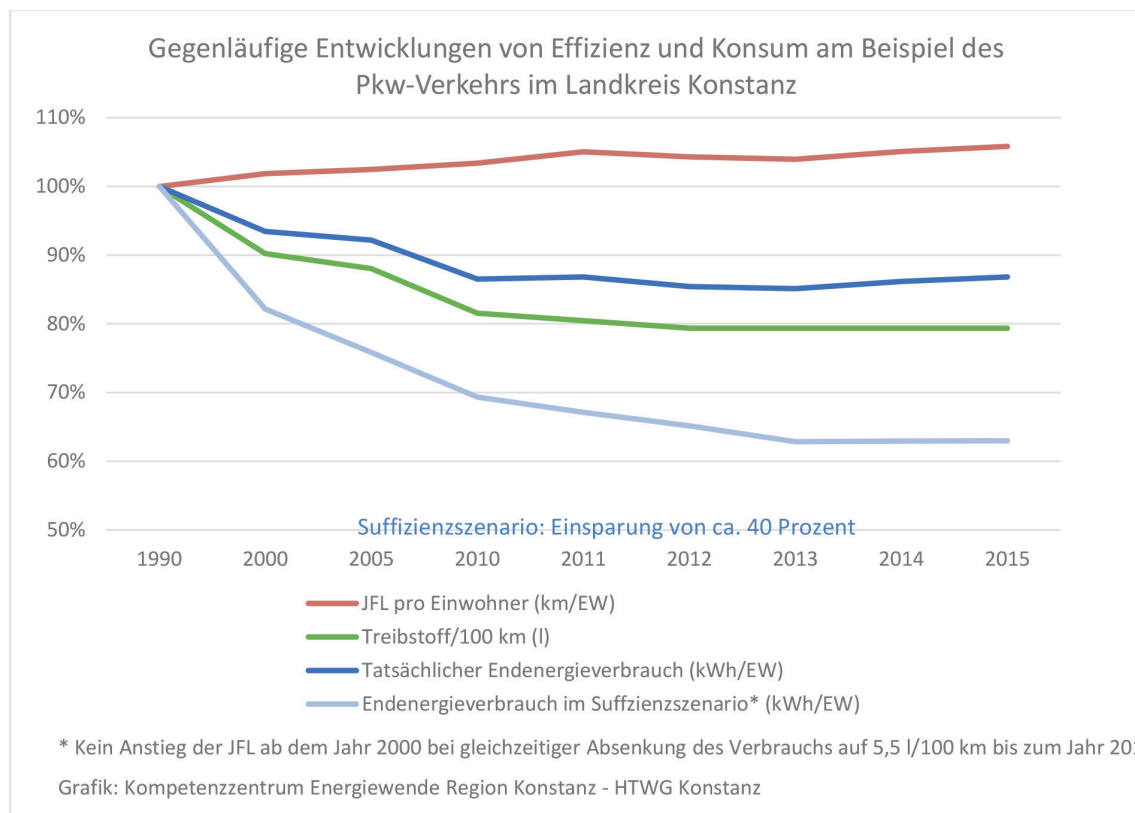


Abb. 63. Gegenläufige Entwicklungen von Effizienz und Konsum am Beispiel des Pkw-Verkehrs

² http://www.spritmonitor.de/de/die_sparsamsten_autos.html

4.1.13. Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs

Die Jahresfahrleistung ist neben dem spezifischen Treibstoffbedarf (kWh/100 km) der Faktor, der die THG-Emissionen des Straßenverkehrs am stärksten beeinflusst. Die Art des Treibstoffs ist ein weiterer wichtiger Faktor, jedoch bisher noch nicht von entscheidender Bedeutung. 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 2015 um 29 Prozent von 1,66 Mrd. Kilometer auf 2,14 Mrd. Kilometer gestiegen. Pro Einwohner hat sich die Jahresfahrleistung um 13 Prozent erhöht, von 6.766 Kilometer auf 7.638 Kilometer (vgl. Abbildung 64).

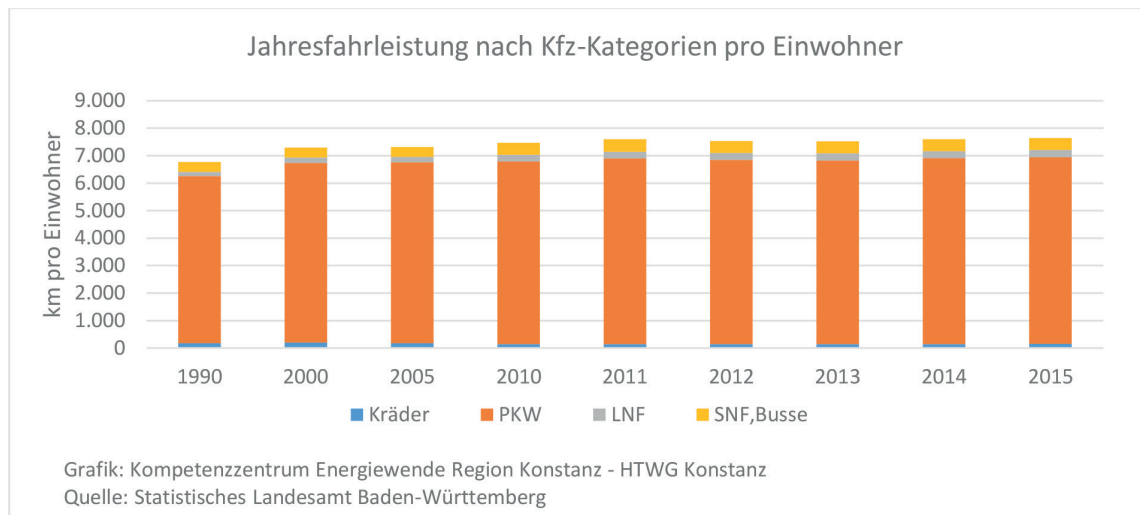


Abb. 64. Jahresfahrleistung nach Kfz-Kategorien pro Einwohner

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 Minderung um vier Prozent, von 1,63 im Jahr 1990 auf 1,56 t/Ea im Jahr 2013. In den Jahren 2014 und 2015 ist allerdings wieder ein Anstieg um jeweils ein Prozent erfolgt, sodass die THG-Emission im Jahr 2015 1,58 t pro Einwohner betragen.

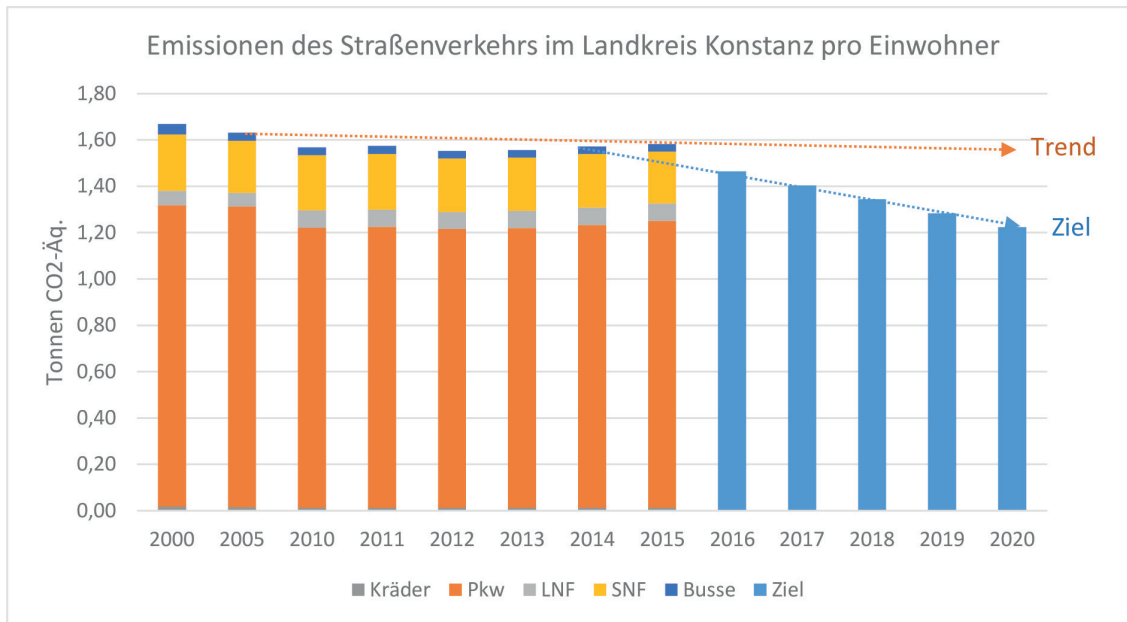


Abb. 65. Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs pro Einwohner

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. Da die Emissionen im Jahr 2015 jedoch zugenommen haben, muss die jährliche Einsparung bis 2020 nun 70 kg CO₂ betragen.

4.1.14. 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 7.236 im Jahr 2015 gestiegen (vgl. KBA 2008 – 2016a). 2009 war infolge der sogenannten Umweltprämie³ ein deutlicher Anstieg auf 10.248 Neuzulassungen zu verzeichnen. Seit dem Jahr 2011 ist die Zahl der Neuzulassungen pro Jahr auf einem relativ stabilen Niveau. Die 7.236 Neuzulassungen im Jahr 2015 entsprachen etwa 4,9 Prozent des Pkw-Bestandes. Die Entwicklung der Neuzulassungen zwischen den Jahren 2008 und 2015 ist in Abbildung 66 dargestellt.

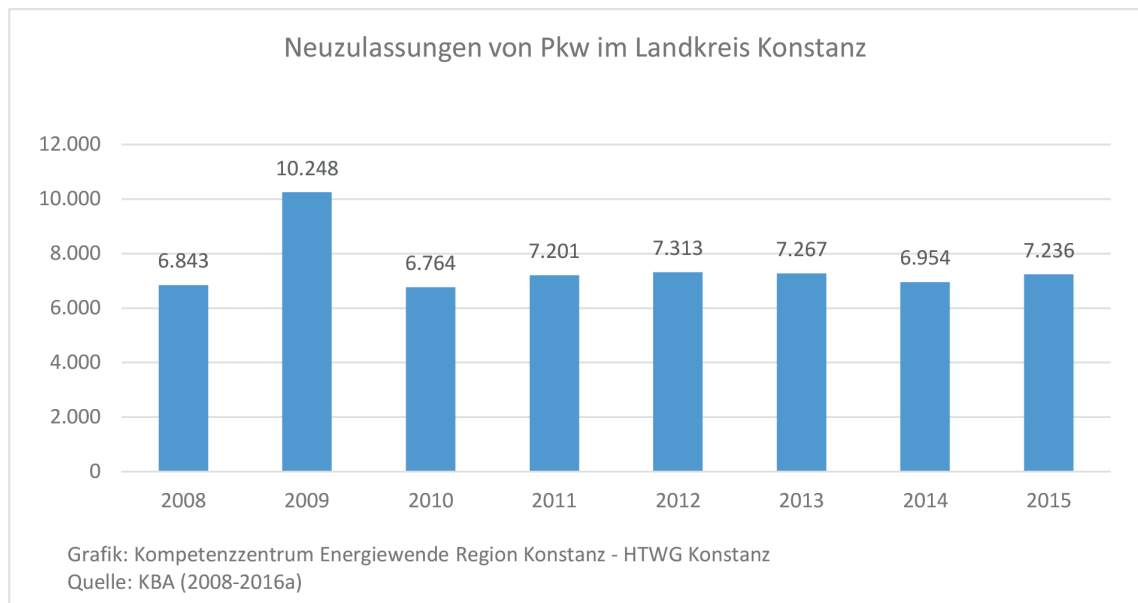


Abb. 66. Neuzulassungen von Pkw im Landkreis Konstanz

³ Die Umweltprämie, auch Abwrackprämie, war eine staatliche Prämie in Höhe von 2.500 Euro, die in Deutschland unter bestimmten Voraussetzungen gewährt wurde, wenn ein altes Kraftfahrzeug verschrottet und ein Neuwagen oder Jahreswagen zugelassen wurde. Die Prämie wurde 2009 infolge der Finanzkrise im Rahmen des Konjunkturpakets II eingeführt.

4.1.15. 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 2015 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 68). Ihr Anteil hat sich mehr als verdoppelt, von 11 Prozent auf 23 Prozent. Deutlich gesunken (von 27 Prozent auf 20 Prozent) ist dagegen der Anteil der Mittelklasse. Geringer 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.

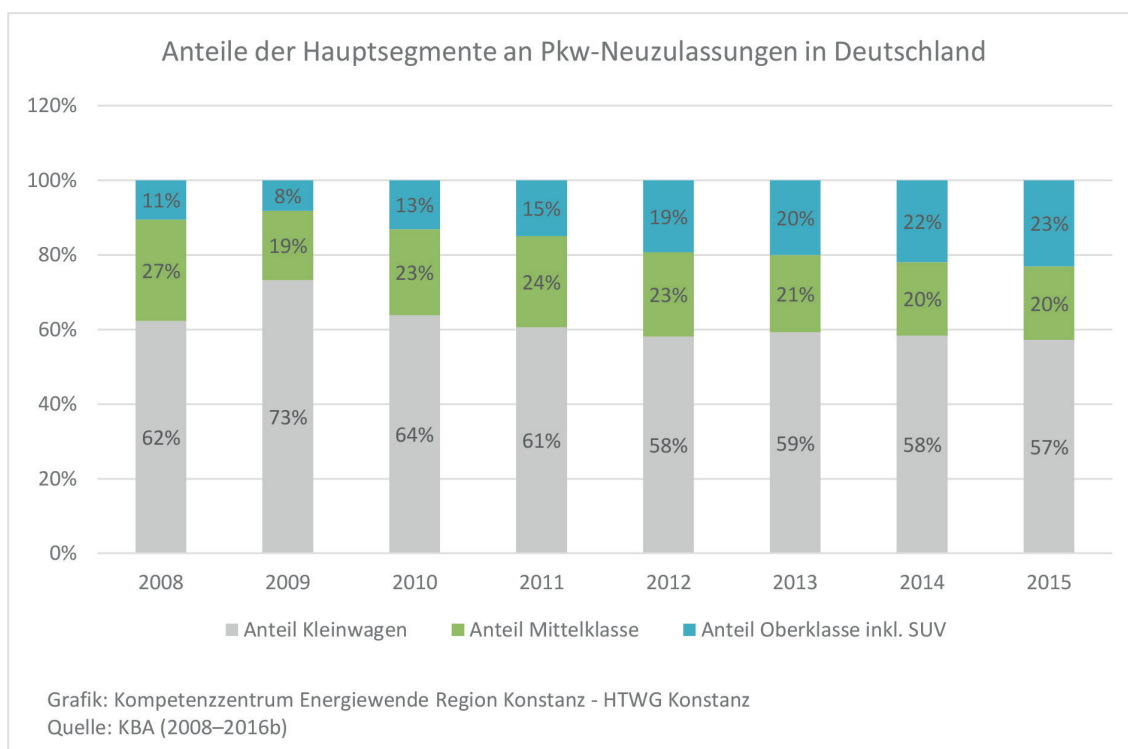


Abb. 67. Anteile der Hauptsegmente an Pkw-Neuzulassungen in Deutschland

4.1.16. 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. Zwischen den Jahren 2012 und 2015 lag der durchschnittliche Verbrauch des Gesamtbestandes konstant bei rund 7,3 l/100 km. Eine Übersicht der Durchschnittsemissionen der einzelnen Segmente im Vergleich zur Kompaktklasse ist in Abbildung 68 dargestellt.

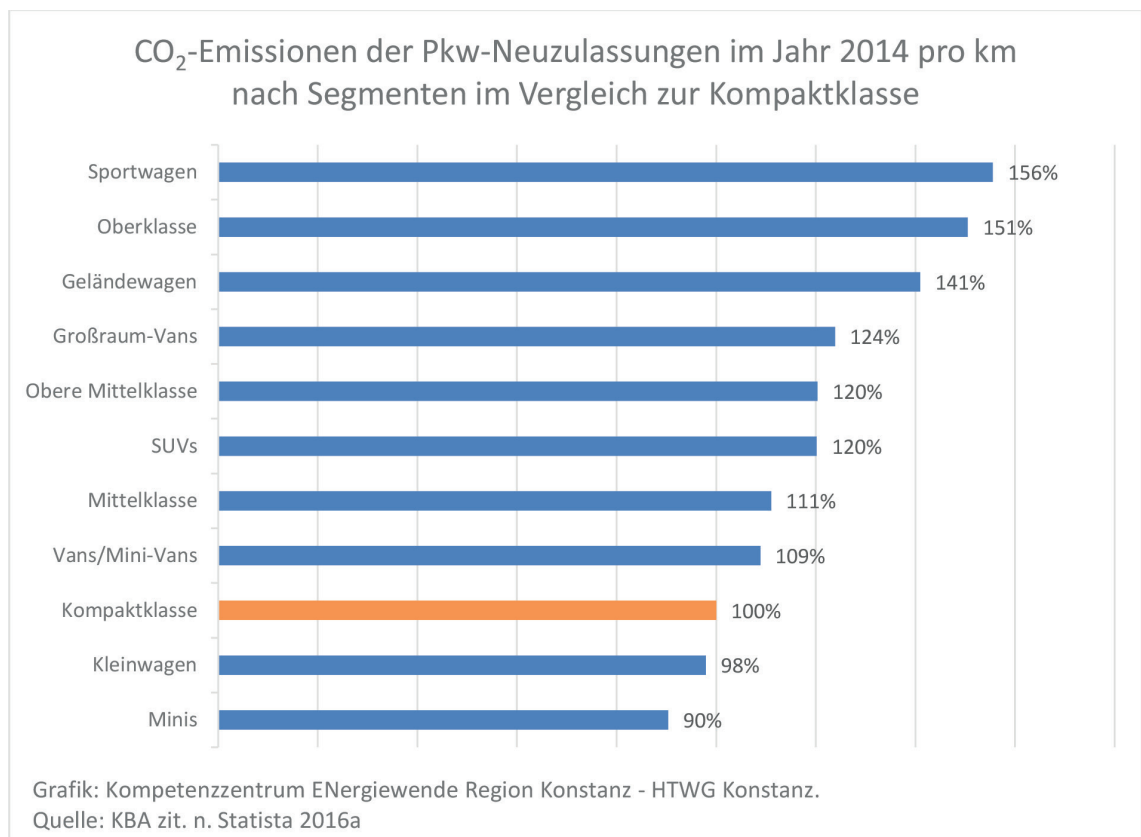


Abb. 68. CO₂-Emissionen der Pkw-Neuzulassungen im Jahr 2014 pro km nach Segmenten im Vergleich zur Kompaktklasse

4.1.17. 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 69 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. In den folgenden Jahren 2014 und 2015 blieben sie relativ stabil auf dem Niveau von 2013 mit leicht sinkender Tendenz.

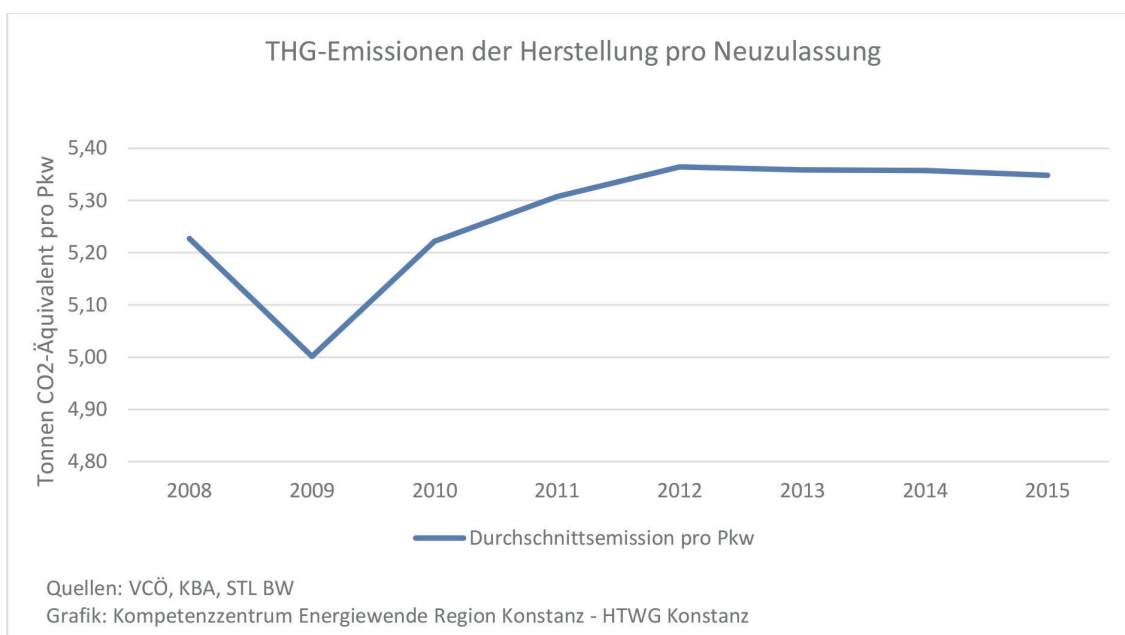


Abb. 69. THG-Emissionen der Herstellung pro Neuzulassung im Landkreis Konstanz

In Abbildung 70 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. 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. Im Vergleich zu den im Landkreis entstehenden energiebedingten Emissionen von 7,9 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.

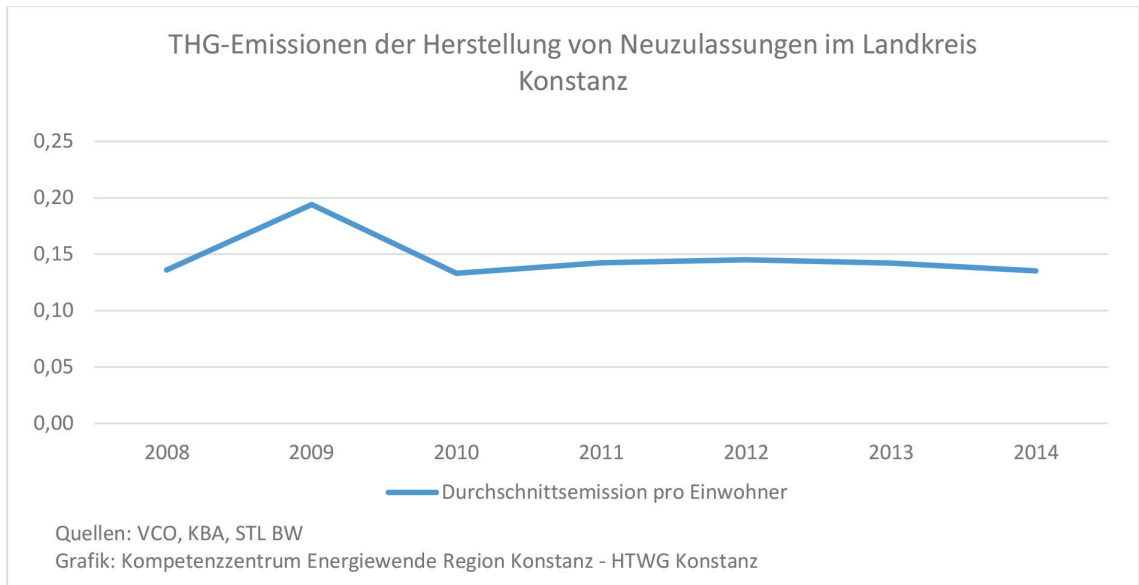


Abb. 70. THG-Emissionen der Herstellung von Neuzulassungen im Landkreis Konstanz

4.1.18. Elektrofahrzeuge

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 61 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.

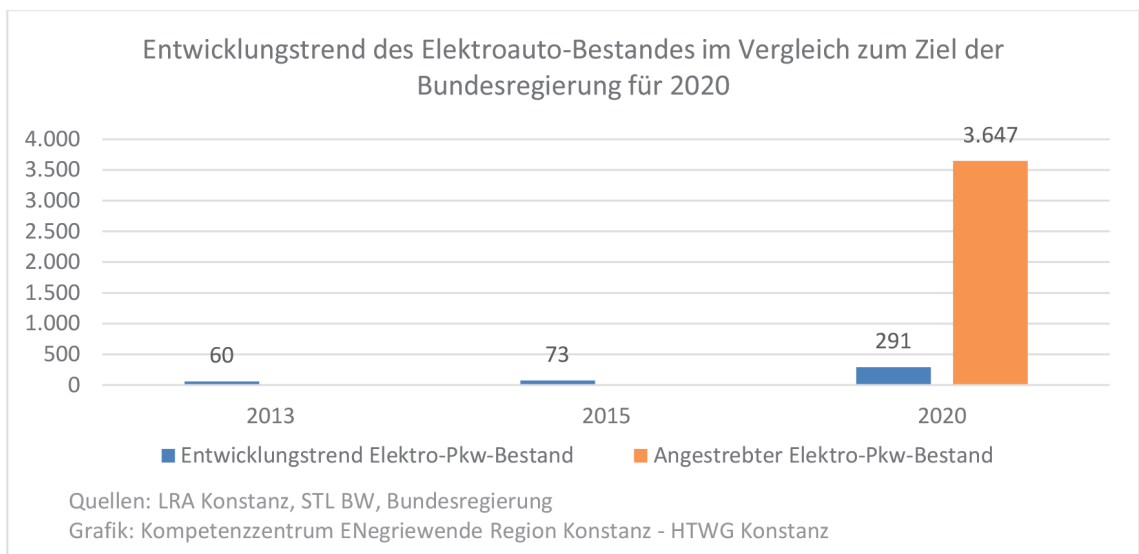


Abb. 71. Entwicklungstrend des Elektroauto-Bestandes im Vergleich zum Ziel für 2020

4.1.19. Neuzulassungen von Lastkraftwagen im Landkreis Konstanz

In Abbildung 72 sind die Neuzulassungen von Lastkraftwagen zwischen 2008 und 2015 dargestellt. Ihre Entwicklung weist auf den Transportbedarf innerhalb des Landkreises hin.

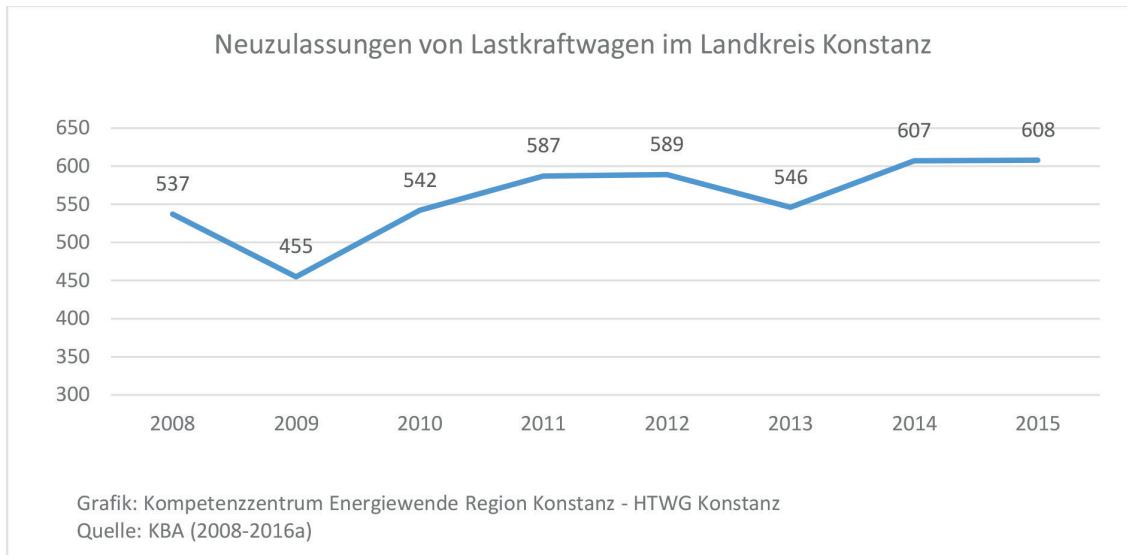


Abb. 72. Neuzulassungen von Lastkraftwagen im Landkreis Konstanz

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/100km.. 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)

4.1.20. 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.

Verkehrsmittel	PKM	PKM	PKM	PKM 2014	PKM 2015
BUS	76.000.000	120.000.000	128.000.000	132.000.000	137.277.859
ZUG	76.000.000	101.000.000	108.000.000	112.000.000	116.546.287

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 2015 um 67 Prozent zugenommen. Der geschätzte Energieverbrauch hat dadurch um 64 Prozent zugenommen (vgl. Tabelle 5 und Abbildung 73).

Energiebedarf Gesamt	Geschätzter Energiebedarf des VHB in kWh				
	2000	2010	2012	2014	2015
BUS	9.880.000	15.600.000	16.640.000	17.160.000	17.846.000
BAHN	14.440.000	19.190.000	20.520.000	21.280.000	22.143.800
VHB GESAMT	24.320.000	34.790.000	37.160.000	38.440.000	39.989.800
Energiebedarf pro EW	2000	2010	2012	2014	2015
BUS	37	58	62	62	64
BAHN	54	72	76	77	79
VHB GESAMT	91	130	137	139	143

Tab. 5. Geschätzter Energiebedarf des VHB

Der Gesamtenergieverbrauch der Personenbeförderung durch den VHB lag im Jahr 2014 bei geschätzten 38,4 GWh, im Jahr 2015 bei rund 40,0 GWh. Etwas mehr als die Hälfte des Energiebedarfs entfällt auf den Bahnverkehr des VHB.

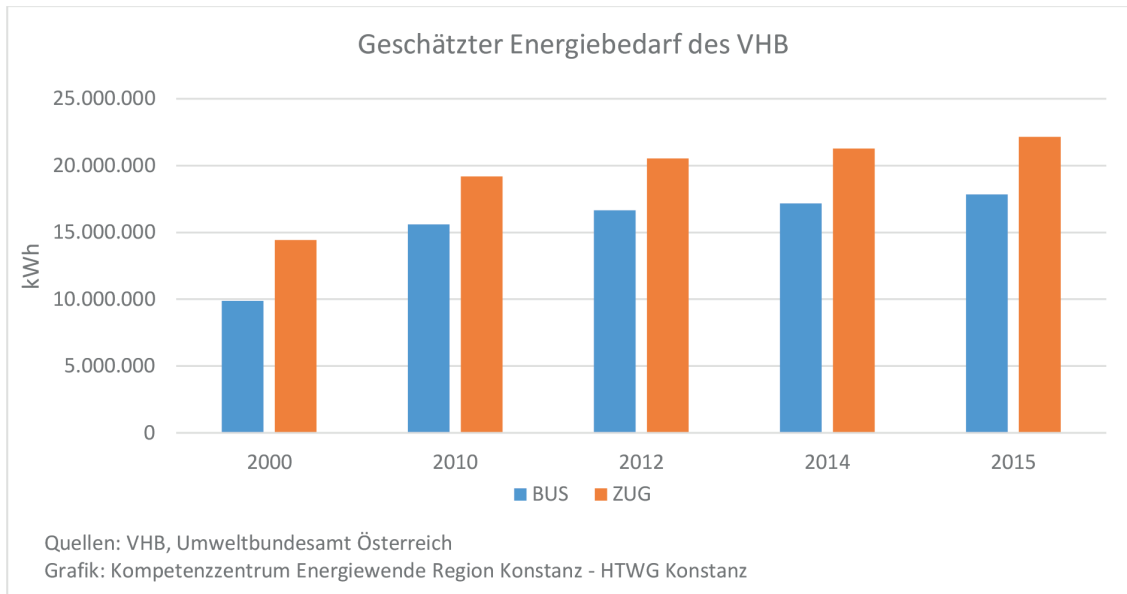


Abb. 73. Geschätzter Energiebedarf des VHB

Wäre die gleiche Beförderungsleistung des Jahres 2015 mit Pkw erbracht worden, hätte der Energiebedarf 141,1 GWh betragen. Durch die Beförderungsleistung des VHB wurden rund 72 Prozent dieses Energiebedarfs vermieden, was im Jahr 2015 102,1 GWh entsprach.

	2000	2010	2012	2014	2015
Energiebedarf von Pkw bei gleicher Fahrleistung	85.120.000	123.760.000	132.160.000	136.640.000	142.141.522
Durch VHB vermiedener Pkw-Energiebedarf in kWh	60.800.000	88.970.000	95.000.000	98.200.000	102.151.606
Durch VHB vermiedener Pkw-Energiebedarf in Prozent	71%	72%	72%	72%	72%

Tab. 6. Energieeinsparung durch Personentransport des VHB in kWh

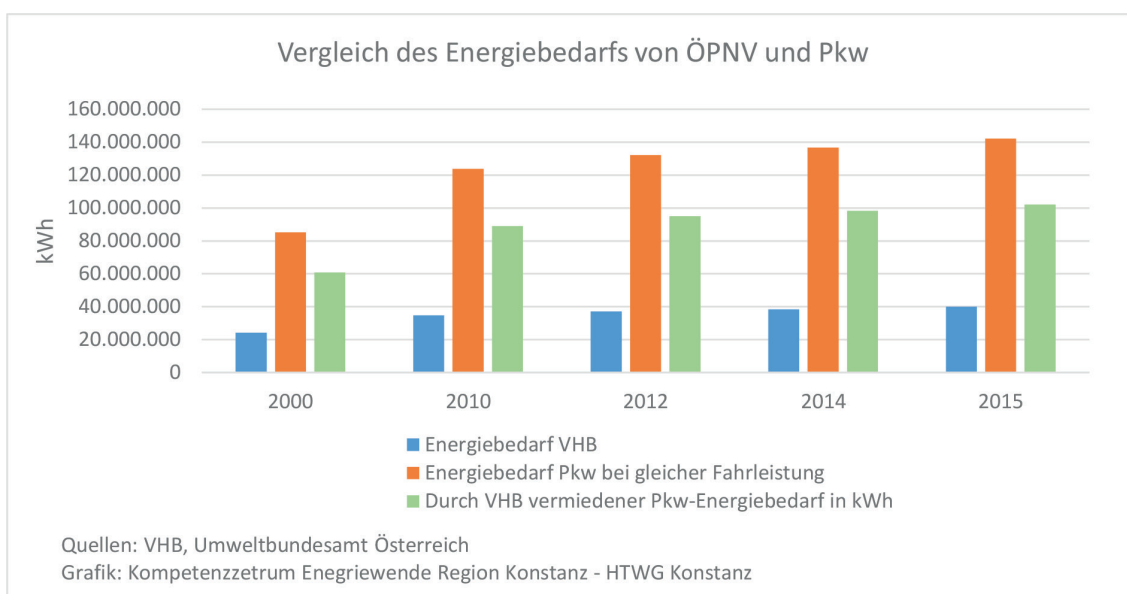


Abb. 74. Vergleich des Energiebedarfs von ÖPNV und Pkw

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.

4.2.1. 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).

4.2.2. 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 75 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 erhöh- ten Zuzug von Neubürgern ist die Wohnfläche pro Person zwischen den Jahren 2011 und 2014 wieder leicht reduziert worden, auf rund 46 m² pro Einwohner.

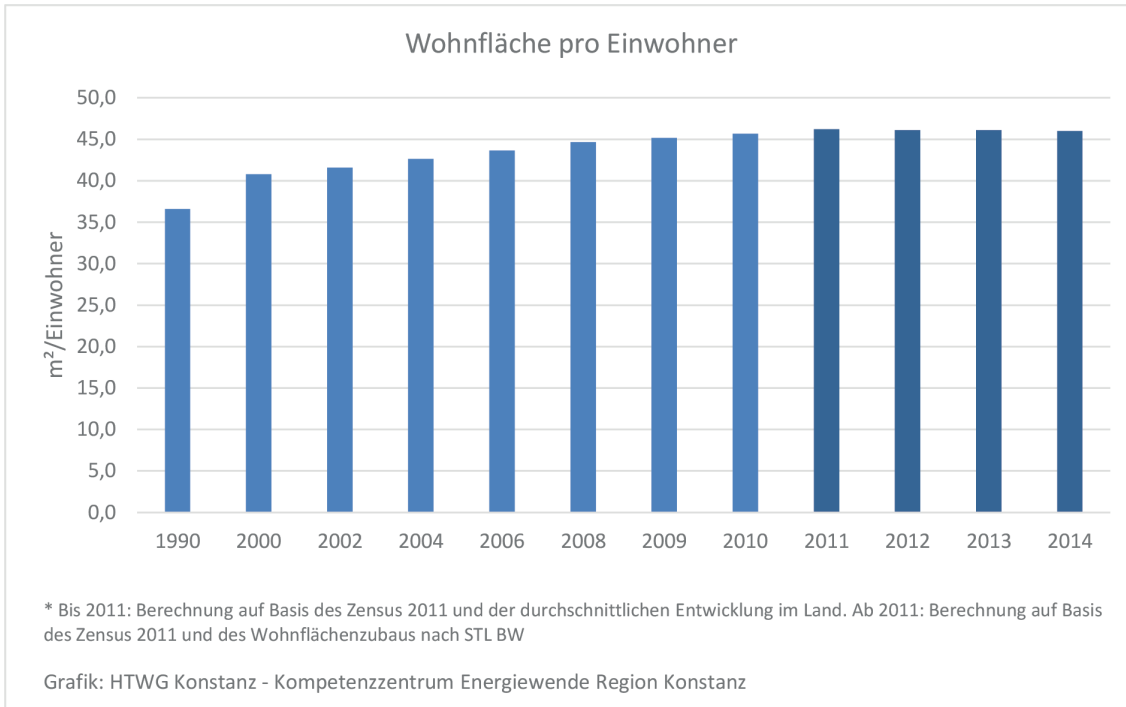


Abb. 75. Wohnfläche pro Einwohner

4.2.3. Wohnflächenzubau pro Neubürger (m²/Person)

In Abbildung 76 ist der Wohnflächenzubau pro Neubürger in den Jahren 2011 bis 2014 dargestellt. Im Durchschnitt betrug er rund 42 Quadratmeter pro Person und somit etwas weniger, als die im Landkreis durchschnittlich pro Person vorhandene Wohnfläche.

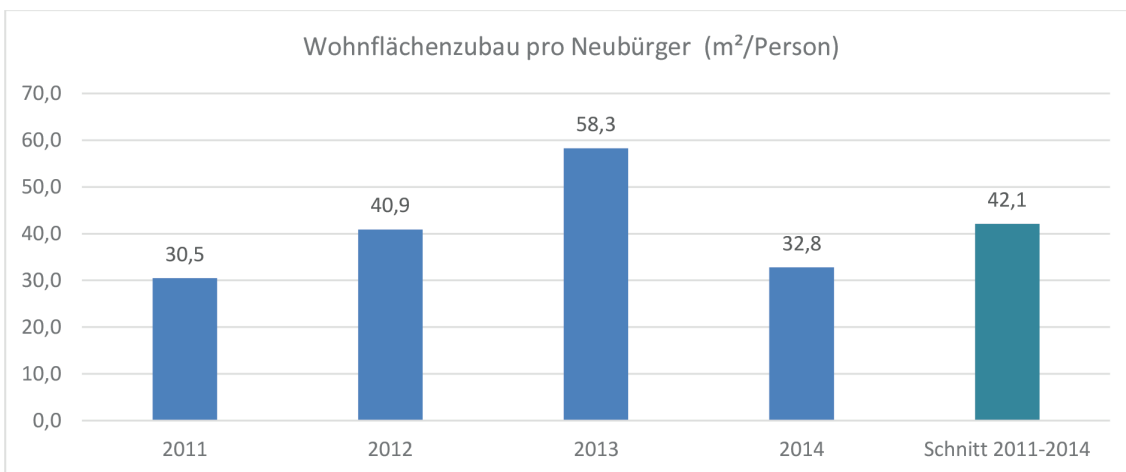


Abb. 76. Wohnflächenzubau pro Neubürger

4.2.4. 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 2014 ca. 23 Prozent beträgt, aber ein großer Teil der so erzielten Einsparung durch den Zuwachs der pro Einwohner genutzten Wohnfläche, der rund 13 Prozent betrug, kompensiert wurde. So betrug die tatsächlich erzielte Einsparung pro Einwohner nur 13 Prozent.

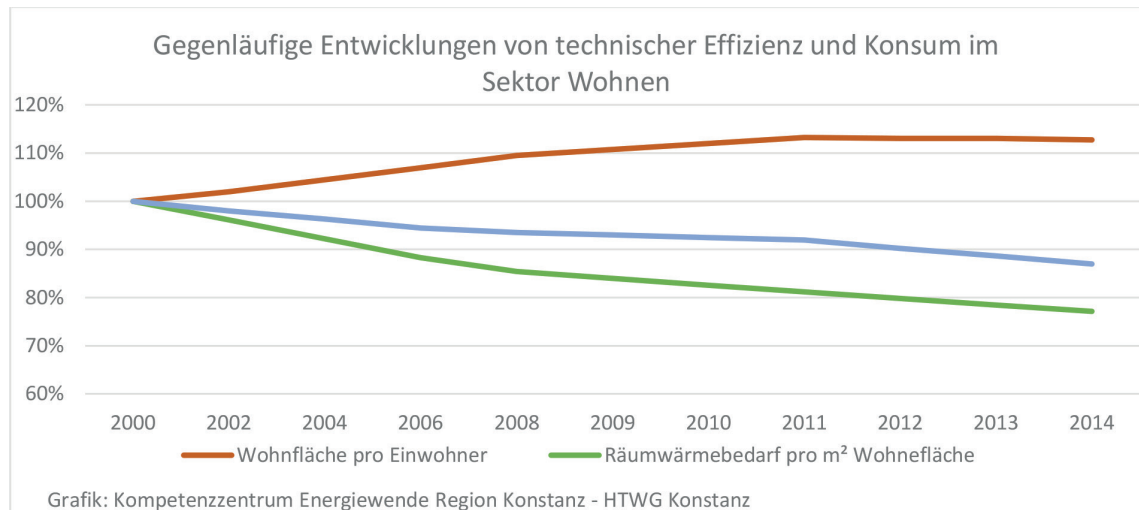


Abb. 77. Gegenläufige Entwicklungen von technischer Effizienz und Konsum im Sektor Wohnen

4.2.5. Heizenergiebedarf 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. Die über die Wärmebedarfsentwicklung (nach co2online) und die Wohnflächenentwicklung (nach STL BW 2017rd) geschätzte Einsparung zwischen den Jahren 2009 und 2014 beträgt etwa 82 kWh pro Einwohner und Jahr. Erforderlich wäre eine Einsparung von 101 kWh/Ea gewesen. Um die Differenz zu kompensieren, müsste die Einsparung zwischen den Jahren 2014 und 2020 bei 106/kWh pro Jahr liegen. Mit jedem weiteren Jahr, in dem dieser Wert unterschritten wird, steigt der Einsparbedarf für die folgenden Jahre. Zu berücksichtigen ist dabei zudem, dass eine hohe Absenkung des Durchschnittsbedarfs immer schwieriger zu erreichen wird, je weiter die Sanierung des Bestandes fortschreitet. Deshalb müsste die Einsparung heute größer als die laut Zielpfad erforderliche Einsparung sein. 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. Denn bisher wirkte sich nicht zuletzt der geringe Heizenergiebedarf des Neubaus positiv auf den Gesamtdurchschnitt aus. Angesichts dessen, reicht die bisherige Sanierungsquote nicht aus.

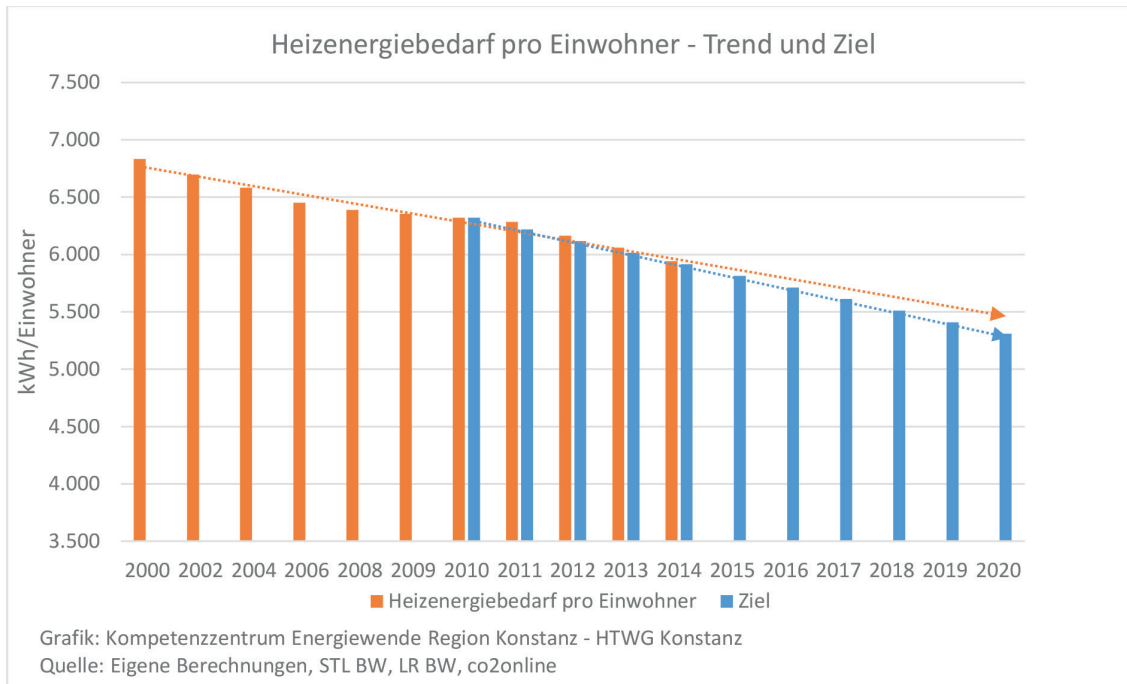


Abb. 78. Heizenergiebedarf pro Einwohner - Trend und Ziel

4.2.6. 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 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 79 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.

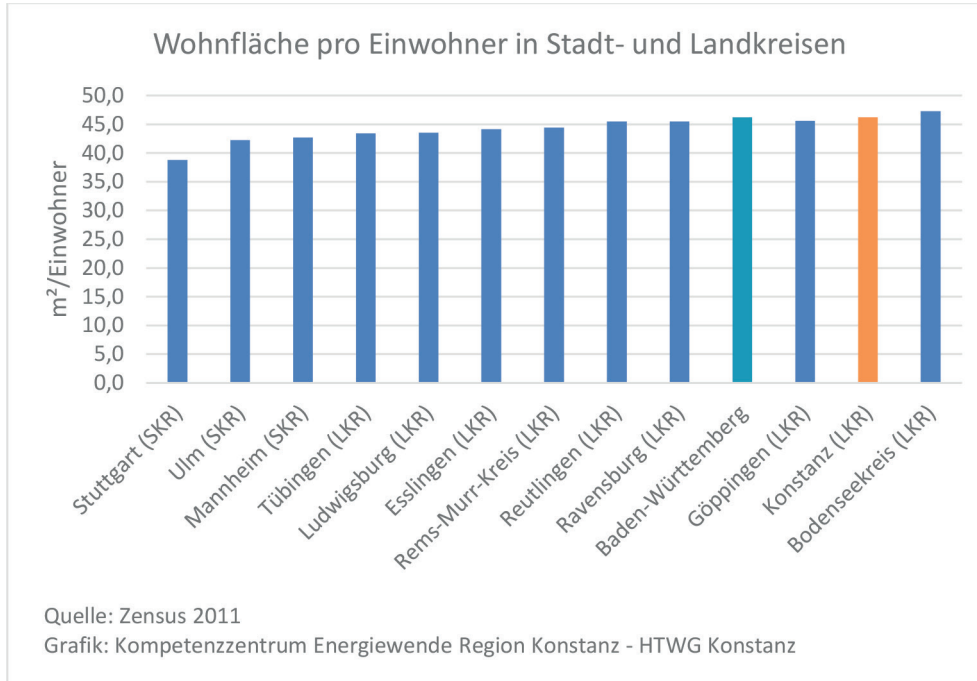


Abb. 79. Wohnfläche pro Einwohner in Stadt- und Landkreisen im Vergleich

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.

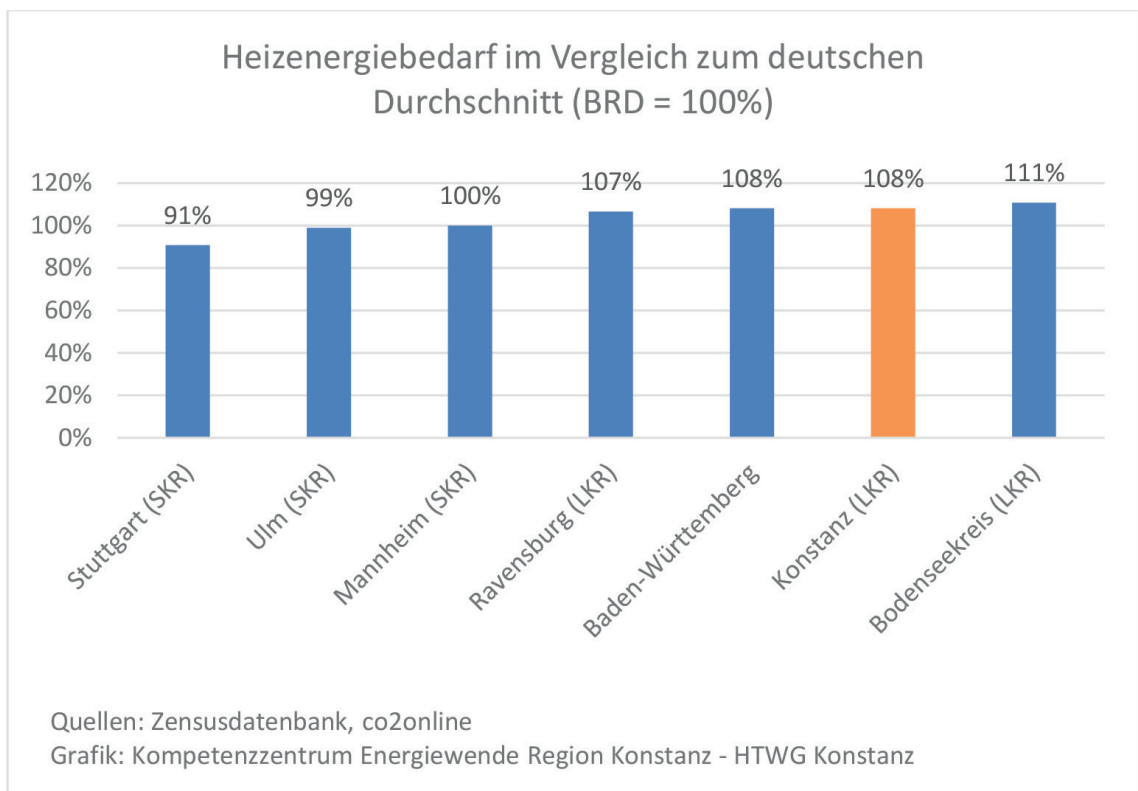


Abb. 80. Heizenergiebedarf im Vergleich zum deutschen Durchschnitt

4.2.7. Durchschnittlicher Energiebedarf pro Haushalt nach Haushaltsgröße

In Abbildung 81 ist der durchschnittliche Strombedarf von Privathaushalten pro Person nach Haushaltsgrößenklassen abgebildet, in Abbildung 82 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.

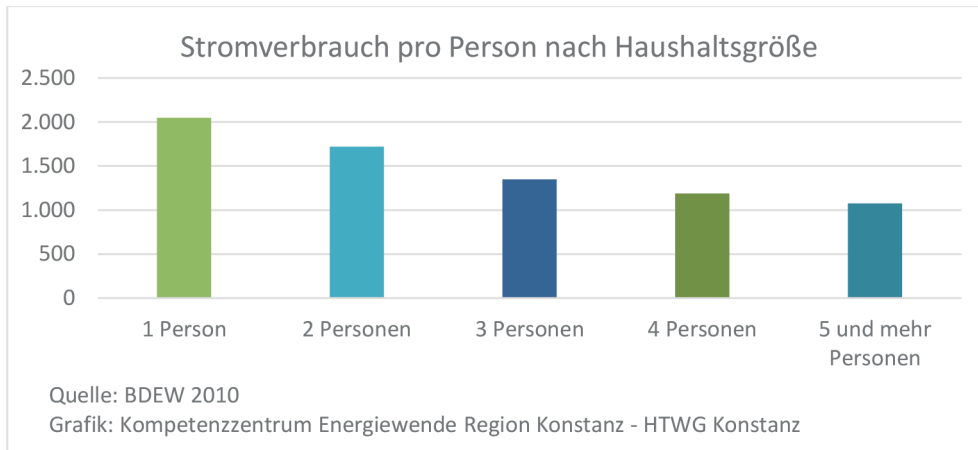


Abb. 81. Stromverbrauch pro Person nach Haushaltsgröße

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.

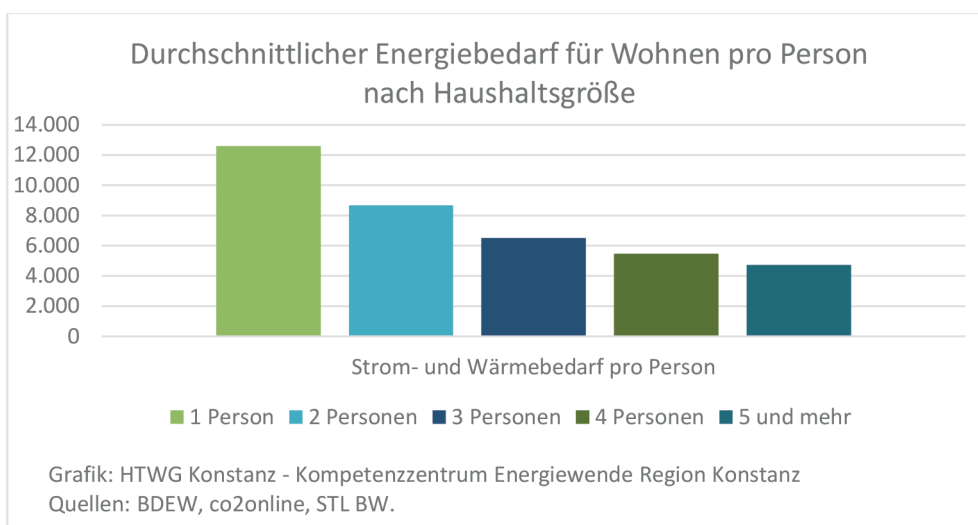


Abb. 82. Durchschnittlicher Energiebedarf für Wohnen pro Person nach Haushaltsgröße

4.2.8. Durchschnittliche Haushaltsgröße

Aufgrund der großen Bedeutung der durchschnittlichen Haushaltsgröße für den Energiebedarf der Haushalte pro Einwohner (wie in Abbildung 81 und Abbildung 82 dargestellt) wirkt sich die Entwicklung der durchschnittlichen Haushaltsgröße direkt auf den Strom- und Wärmebedarf der privaten Haushalte im Landkreis aus. In Abbildung 83 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. Im Jahr 2015 ist die Zahl der Personen pro Haushalt nach mehreren Jahren erstmals wieder leicht gestiegen.

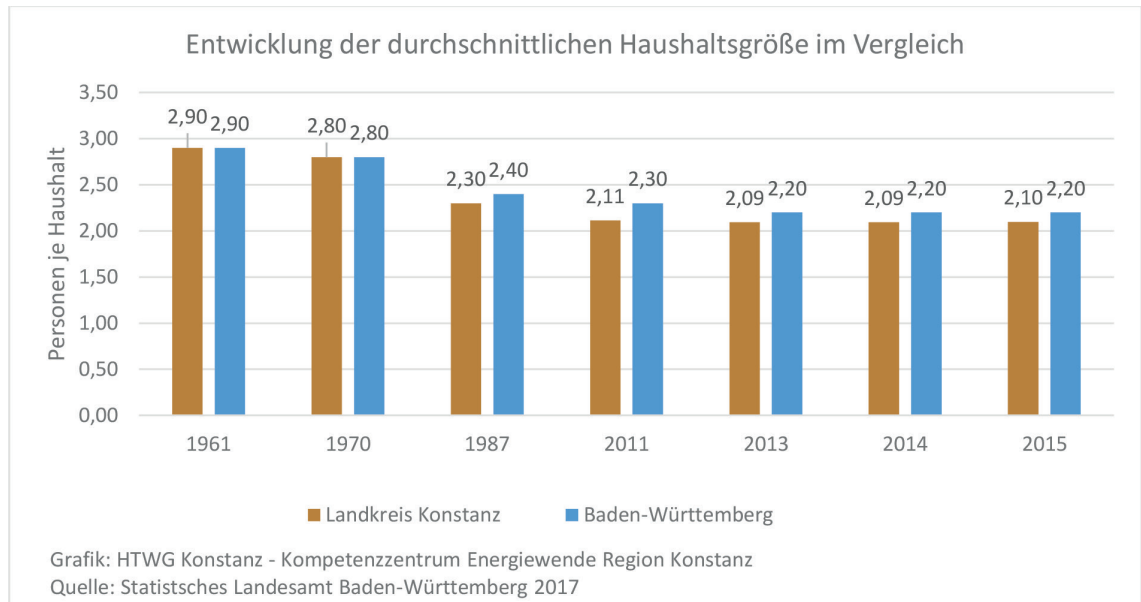


Abb. 83. Entwicklung der durchschnittlichen Haushaltsgröße des Landkreises im Vergleich

In Abbildung 84 sind die durchschnittlichen Haushaltsgrößen in den Gemeinden des Landkreises abgebildet. Dabei zeigen sich von Gemeinde zu Gemeinde große Unterschiede. Die Gemeindedurchschnitte reichten im Jahr 2015 von 1,73 Personen bis zu 2,53 Personen pro Haushalt.

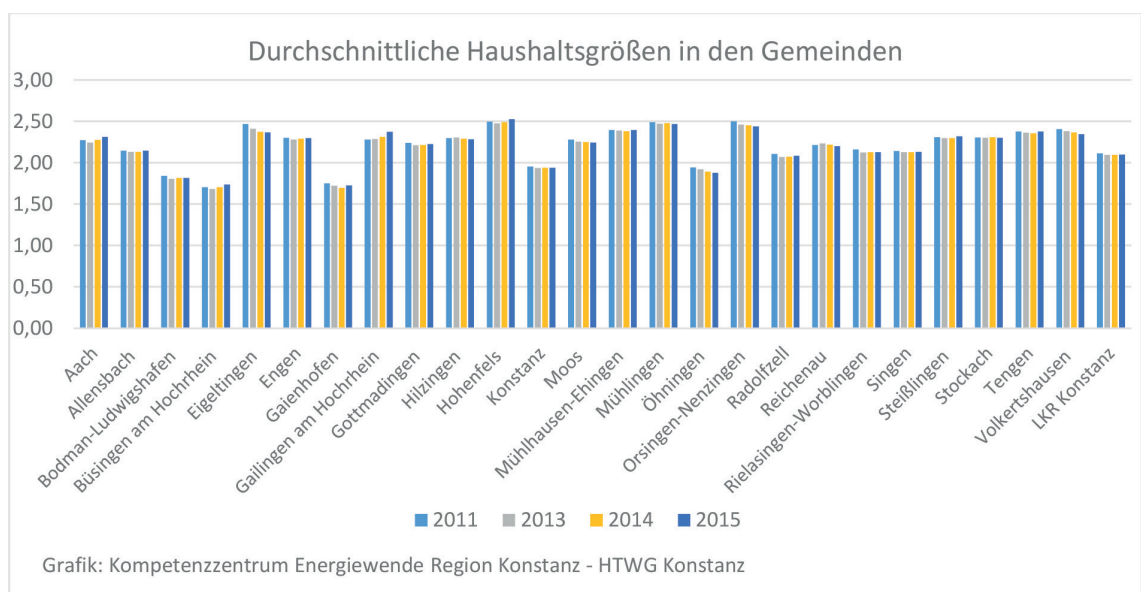


Abb. 84. Entwicklung der durchschnittlichen Haushaltsgrößen in den Gemeinden

Neben der durchschnittlichen Haushaltsgröße unterscheidet sich im Landkreis Konstanz auch ihre Entwicklung von Gemeinde zu Gemeinde erheblich. Sie ist in Abbildung 85 dargestellt. Während die durchschnittliche Haushaltsgröße in vier Gemeinden zwischen den Jahren 2011 und 2015 zugenommen hat, hat sie in den übrigen 21 Städten und Gemeinden im gleichen Zeitraum teils deutlich abgenommen. Durch den starken Zuzug im Jahr 2015 hat sich die durchschnittliche Haushaltsgröße allerdings in vielen Gemeinden erhöht, in einigen Fällen (z. B. in Hohenfels, Gaienhofen oder Büsingen) sogar deutlich entgegen dem vorhergehenden Entwicklungstrend. Die Gemeindedurchschnitte liegen zwischen +4,1 Prozent und -4,2 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. Radolfzell, Singen und Konstanz weisen jedoch sehr ähnliche Entwicklungen zwischen -0,5 und -0,8 Prozent auf.

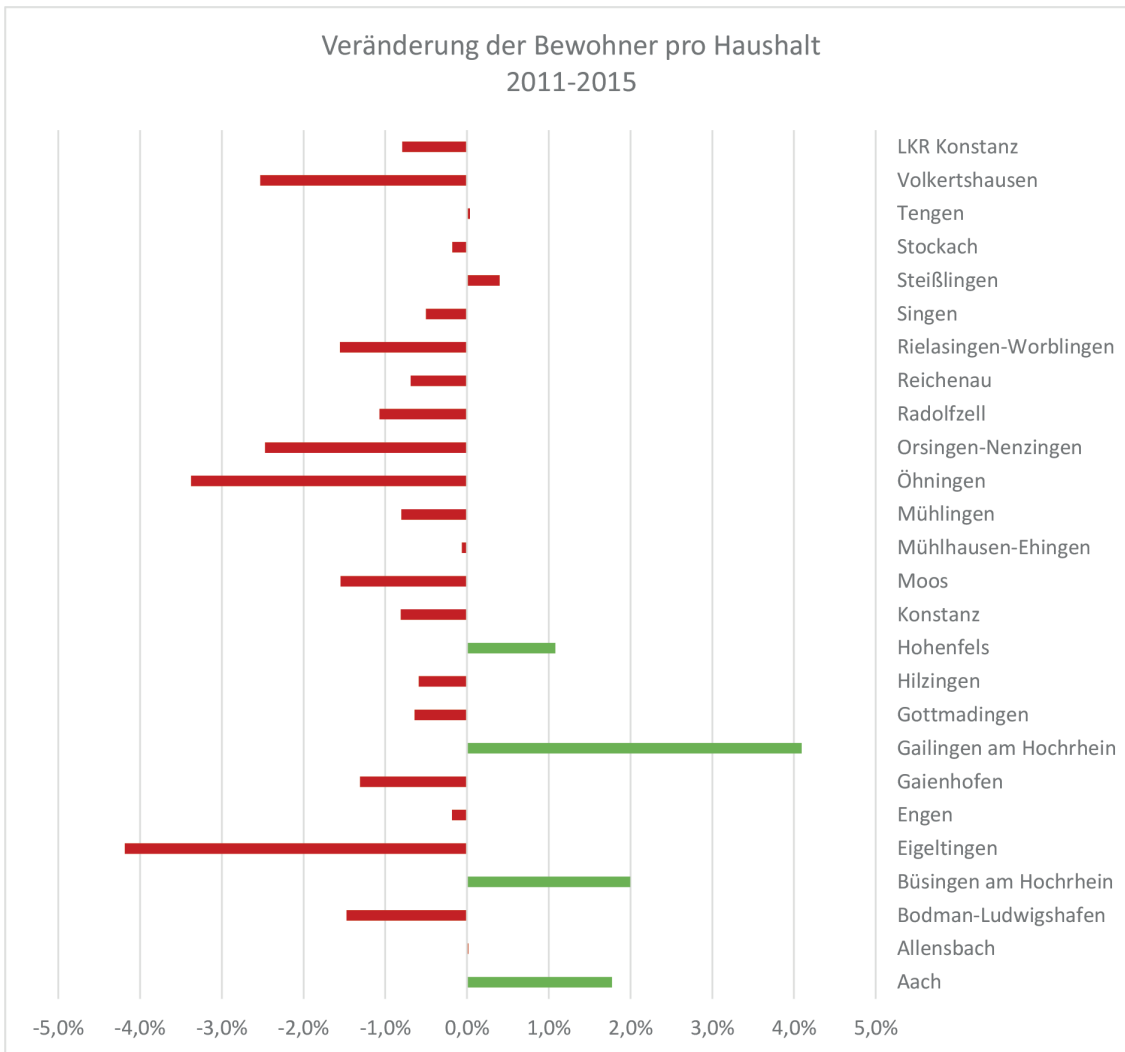


Abb. 85. Veränderung der Haushaltsgrößen in den Gemeinden 2011-2015

4.2.9. 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 86) und den Strombedarf pro Einwohner (vgl. Abbildung 87), 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.

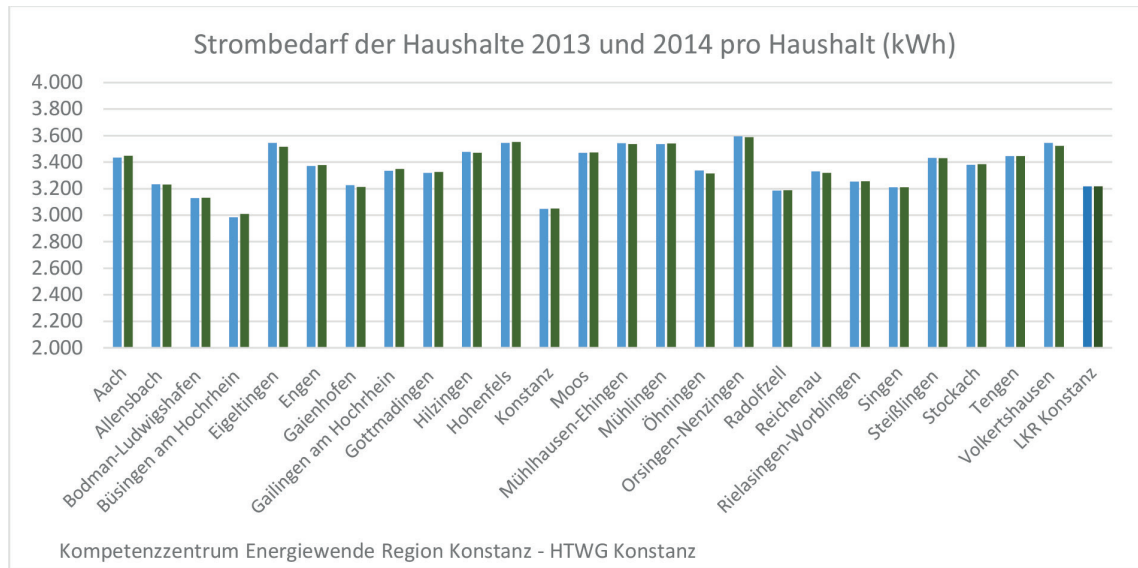


Abb. 86. Strombedarf der Haushalte 2013 und 2014 pro Haushalt (kWh)

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, Büsingen am Hochrhein und Gaienhofen, die nach Angaben des Statistischen Landesamtes eine Belegungsdichte von deutlich unter 2,0 Personen pro Haushalt aufweisen.

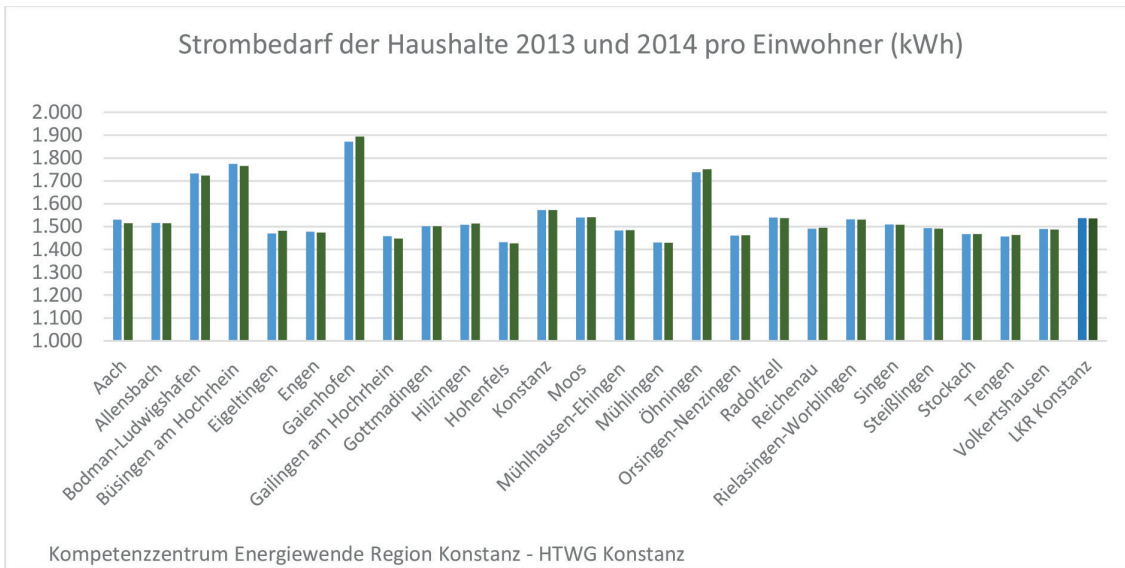


Abb. 87. Strombedarf der Haushalte 2013 und 2014 pro Einwohner (kWh)

Den niedrigsten Strombedarf pro Einwohner weisen die Haushalte der Gemeinden Hohenfels und Mühllingen 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 88 und Abbildung 89 als Übersichtskarten dargestellt. Hier zeigt sich, dass der Strombedarf pro Haushalt in den südlicher gelegenen Gemeinden etwas höher ausfällt als in den nördlicher gelegenen.

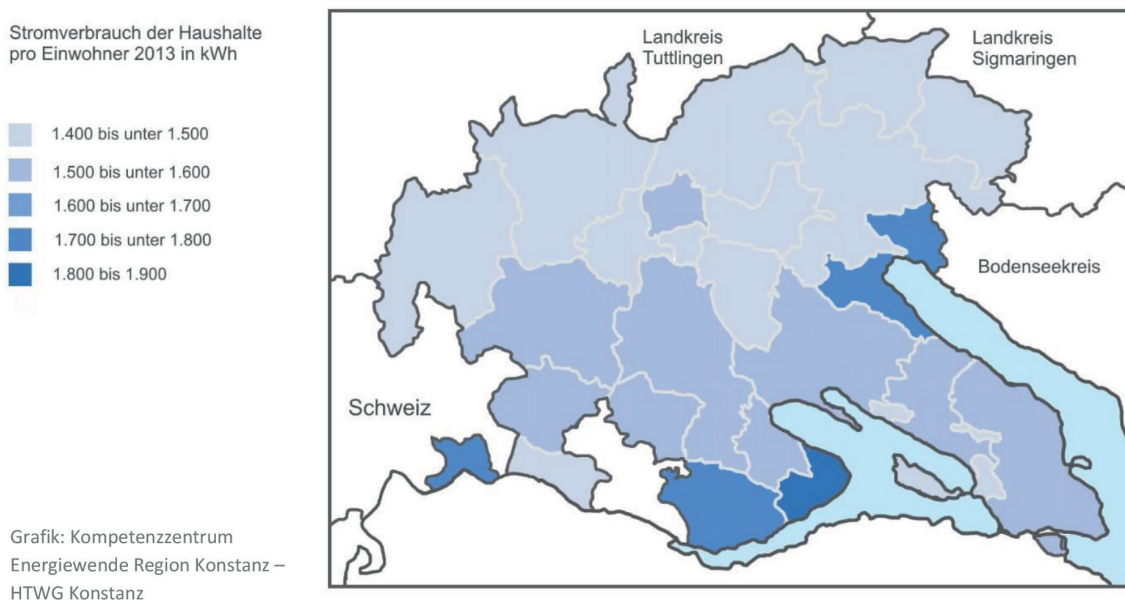
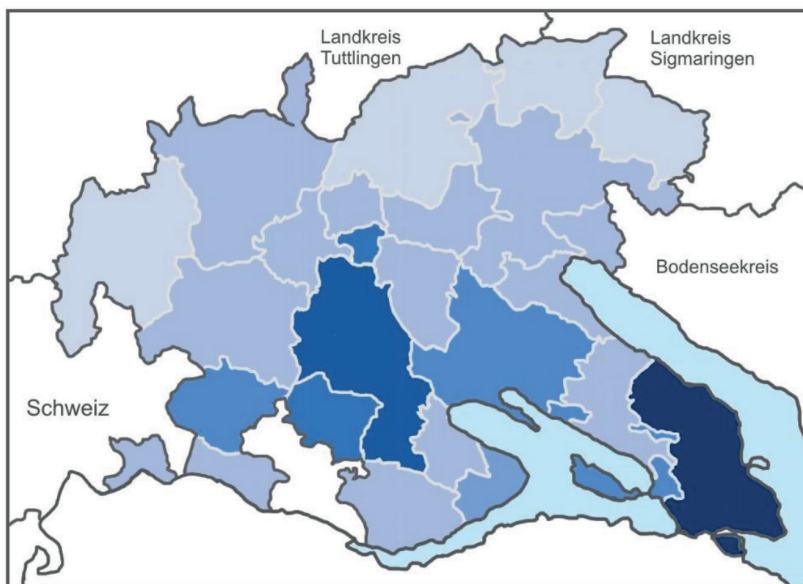
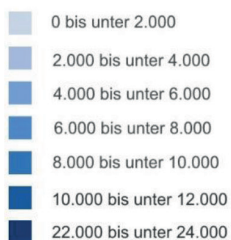


Abb. 88. Strombedarf der Haushalte pro Einwohner (Kartendarstellung)

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.

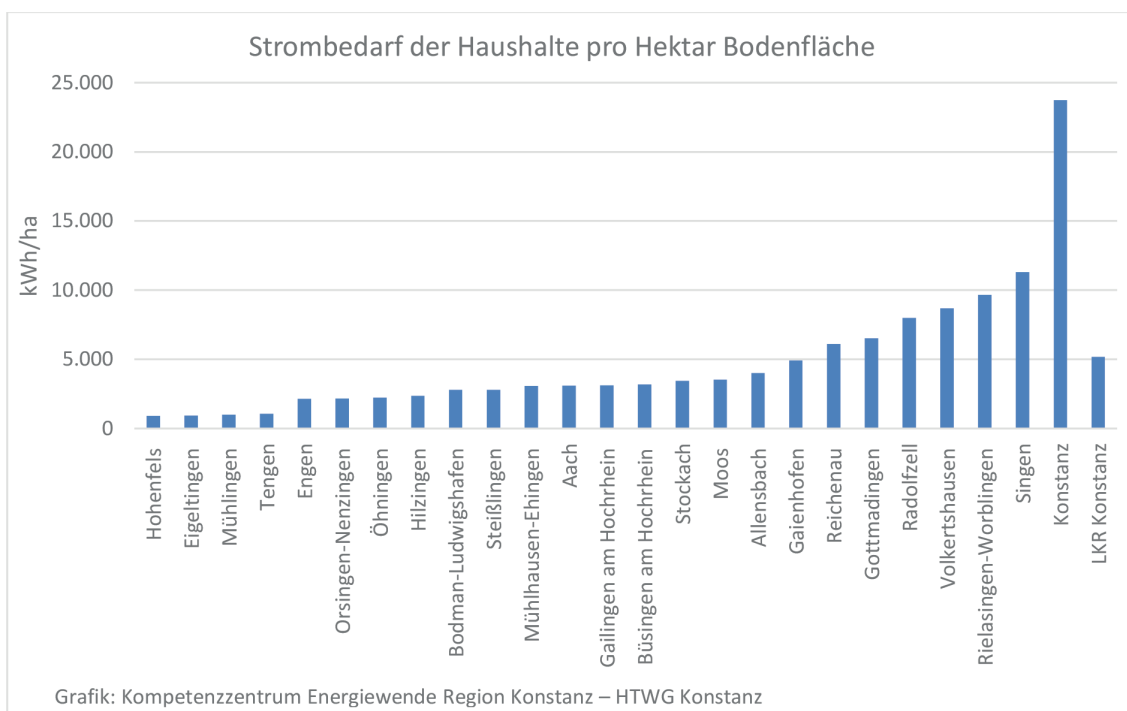
Stromverbrauch der Haushalte pro Hektar 2013 in kWh



Grafik: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz – HTWG Konstanz

Abb. 89. Strombedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche

Wie groß die Unterschiede beim Strombedarf pro Hektar aufgrund der Besiedlungsdichte ausfallen, ist in Abbildung 90 noch einmal veranschaulicht. Die Gemeindedurchschnitte reichen von 920 kWh/ha bis zu 23.400 kWh/ha. Im Landkreis lag der Strombedarf der Haushalte im Jahr 2014 insgesamt bei 5.178 kWh/ha.



Grafik: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz – HTWG Konstanz

Abb. 90. Strombedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche

4.2.10. 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.

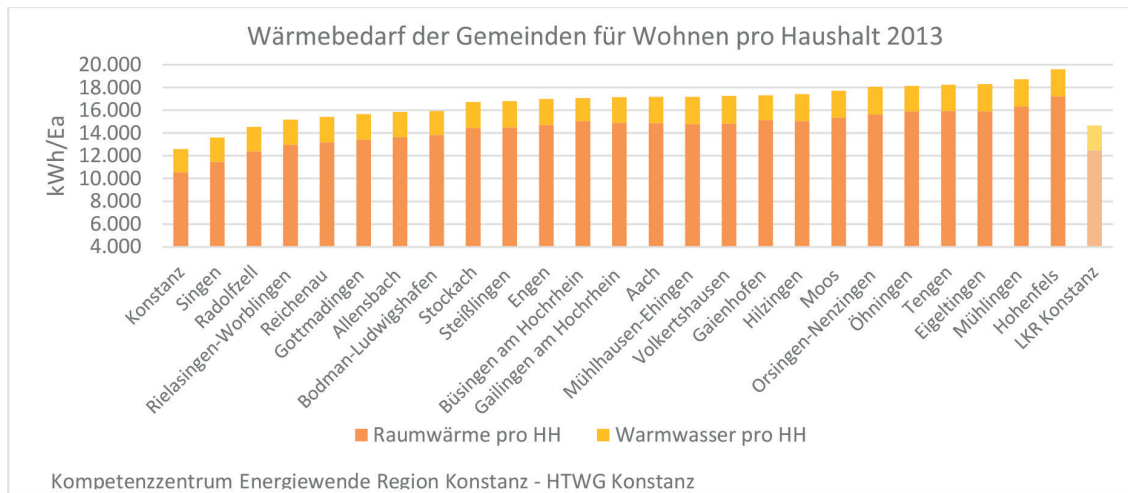


Abb. 91. Wärmebedarf der Gemeinden für Wohnen pro Haushalt

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.

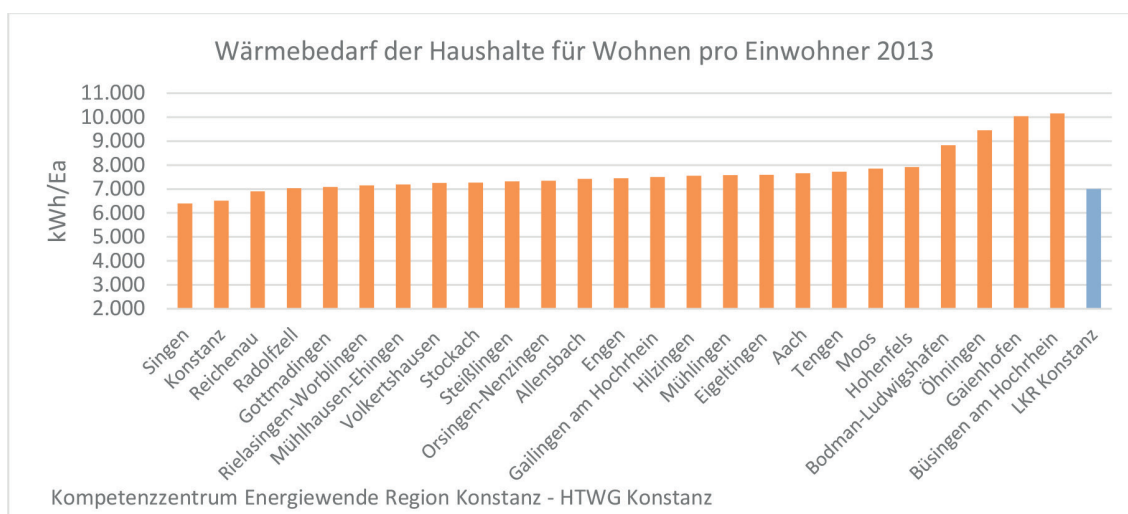


Abb. 92. Wärmebedarf der Gemeinden für Wohnen pro Einwohner

In Abbildung 93 ist der Wärmeverbrauch der Haushalte als Karte dargestellt.

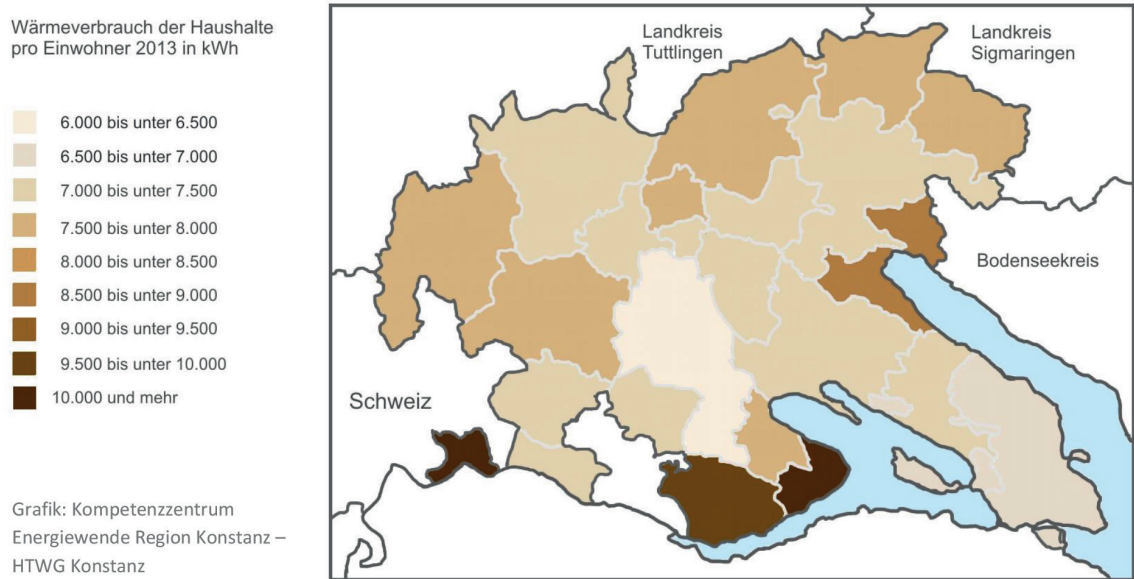


Abb. 93. Wärmeverbrauch der Haushalte pro Einwohner (Kartendarstellung)

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 94 und Abbildung 95 dargestellt. Der durchschnittliche Bedarf liegt im Landkreis insgesamt bei 23.400 kWh/ha.

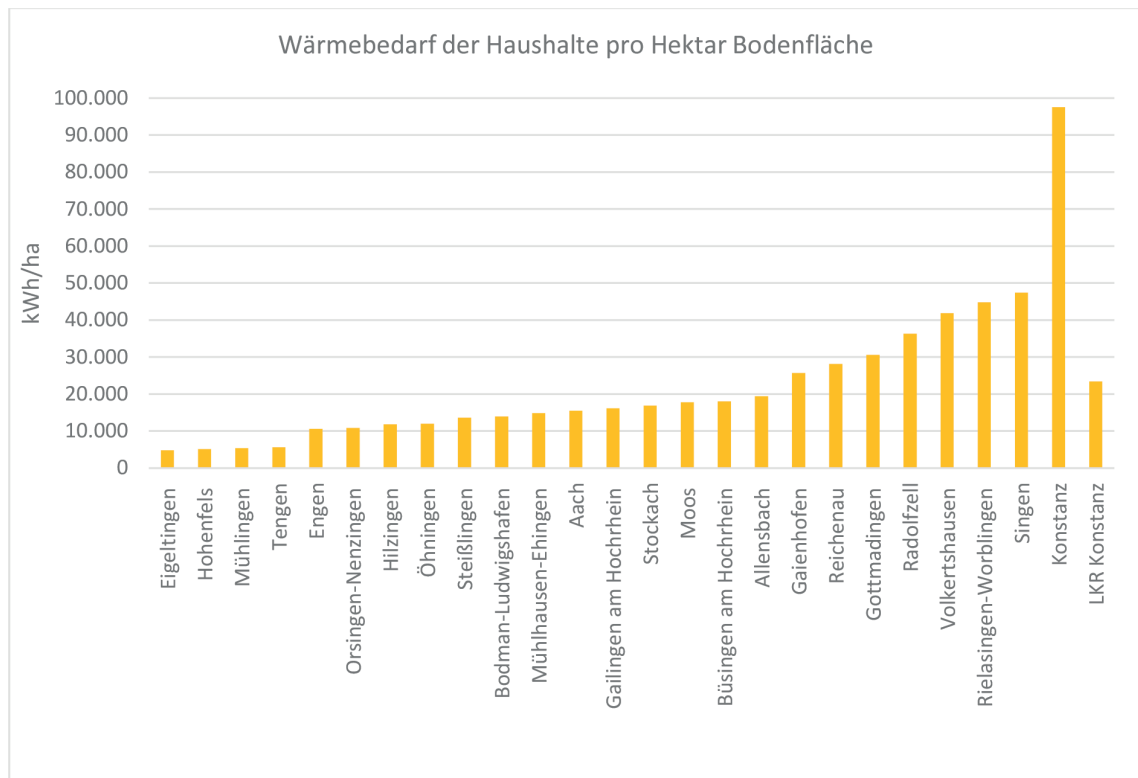


Abb. 94. Wärmebedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche

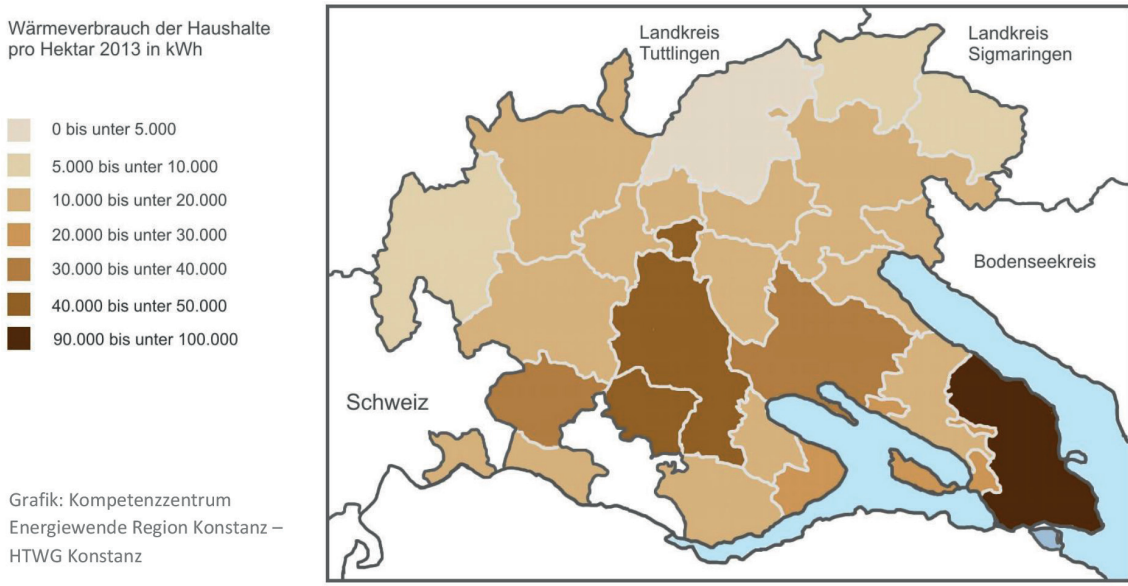


Abb. 95. Wärmebedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche (Kartendarstellung)

Abbildung 96 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.

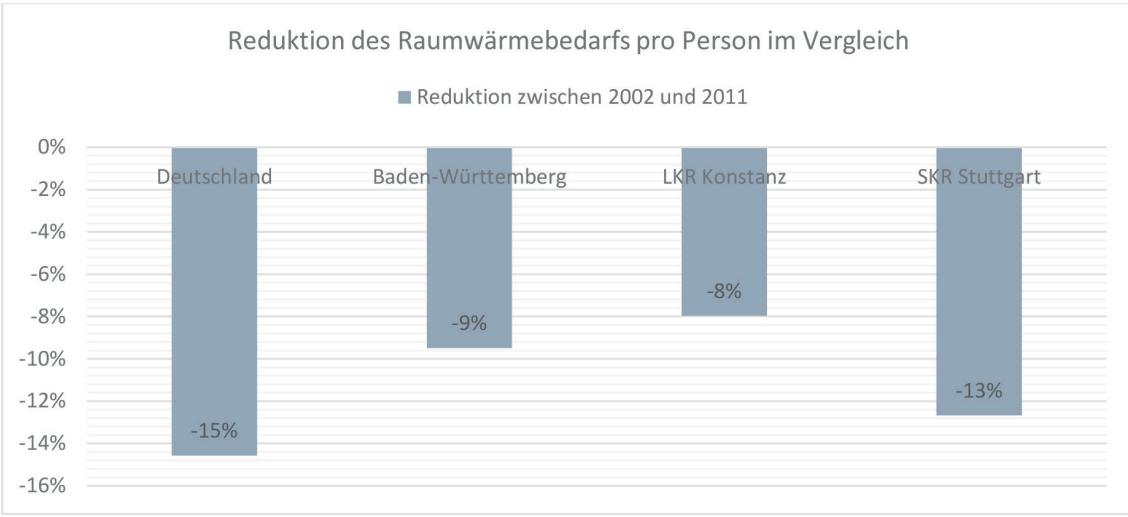


Abb. 96. Reduktion des Raumwärmebedarfs pro Person im Vergleich

4.2.11. Beheizungsstruktur

Die Beheizungsstruktur des Gebäudebestandes ist im Landkreis Konstanz noch weitgehend unbekannt. Sie wurde deshalb über den Landesdurchschnitt 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 sowie Daten aus Energieberichten und Klimaschutzkonzepten der Städte Stockach, Radolfzell, Singen und Konstanz. Zudem wurde das Kreisforstamt befragt. Geeignete 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. Relativ zahlreich sind im Landkreis Bioenergiedörfer, 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 2014 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 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.

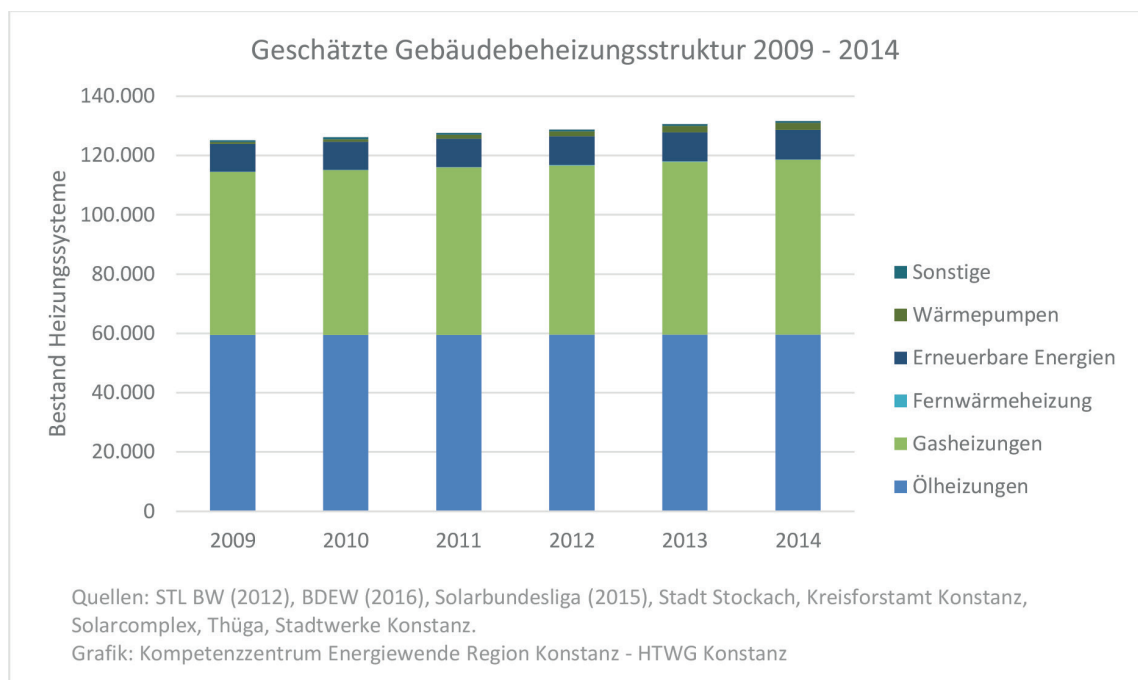


Abb. 97. Geschätzte Gebäudebeheizungsstruktur

In Abbildung 98 ist die geschätzte Struktur der Wohnungsbeheizung im Neubau in Deutschland dargestellt. Die Anteile von Gas und Wärmepumpen sind in Deutschland 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 2014 von 13 auf 21,5 Prozent gestiegen, der Anteil von Holz ist von neun auf sechs Prozent gesunken. Strom und Heizöl haben jeweils einen Anteil von einem Prozent. Für die Schätzung wurde die Entwicklung in Deutschland übertragen und unter Bezug auf lokale Informationsquellen angepasst. So ist im Landkreis Konstanz kein Zubau von Abwärmenutzung mittels Fernwärme bekannt. Die Anteile der Fernwärme wurden unter Bezug auf die lokalen Quellen und entsprechend der Anteile am Neubau auf die übrigen Heizungsarten verteilt, womit sie hauptsächlich dem Energieträger Erdgas und der Wärmepumpentechnologie aufgeschlagen wurden.

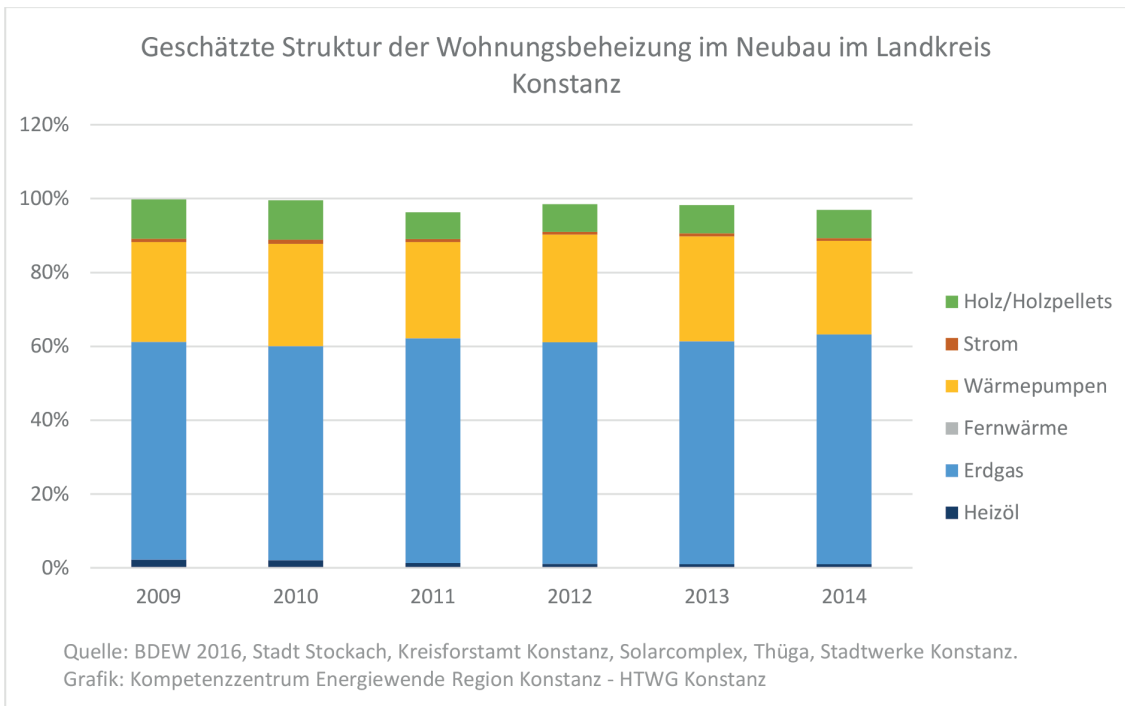


Abb. 98. Anteile an Neubau von Gebäudeheizungen im Landkreis Konstanz

4.2.12. 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 im Durchschnitt bei 17.900 kWh pro Haushalt. Die gerundeten Gemeindedurchschnittsreihen reichen von 15.700 kWh/Haushalt in Konstanz bis zu 23.200/Haushalt in Hohenfels (vgl. Abbildung 99).

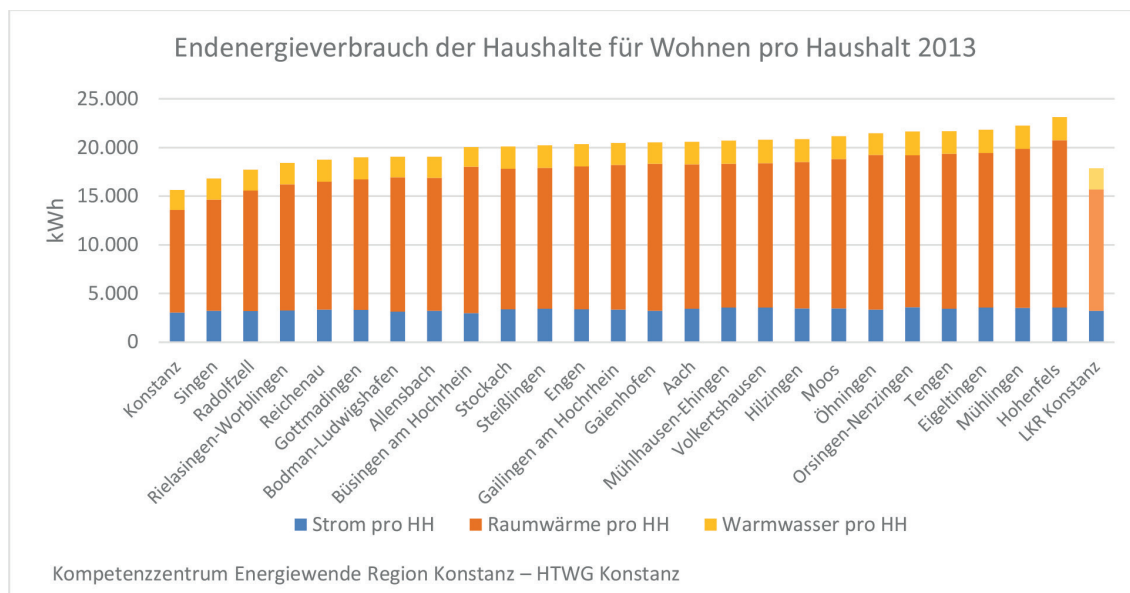


Abb. 99. Endenergieverbrauch der Haushalte für Wohnen pro Haushalt 2013

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 100).

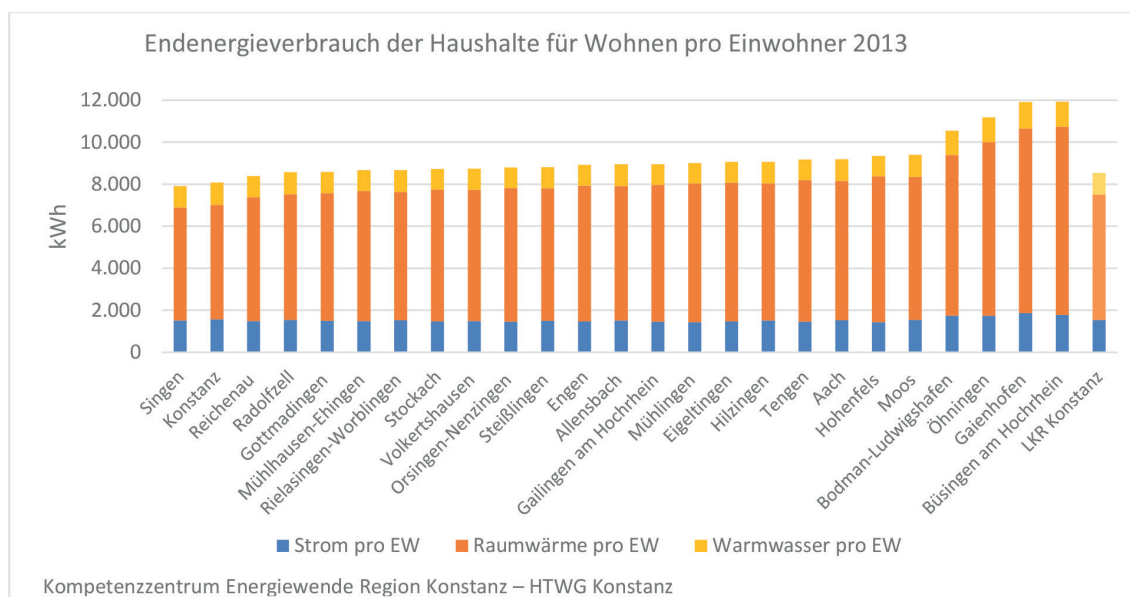


Abb. 100. Endenergieverbrauch der Haushalte für Wohnen pro Einwohner 2013

4.2.13. 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.

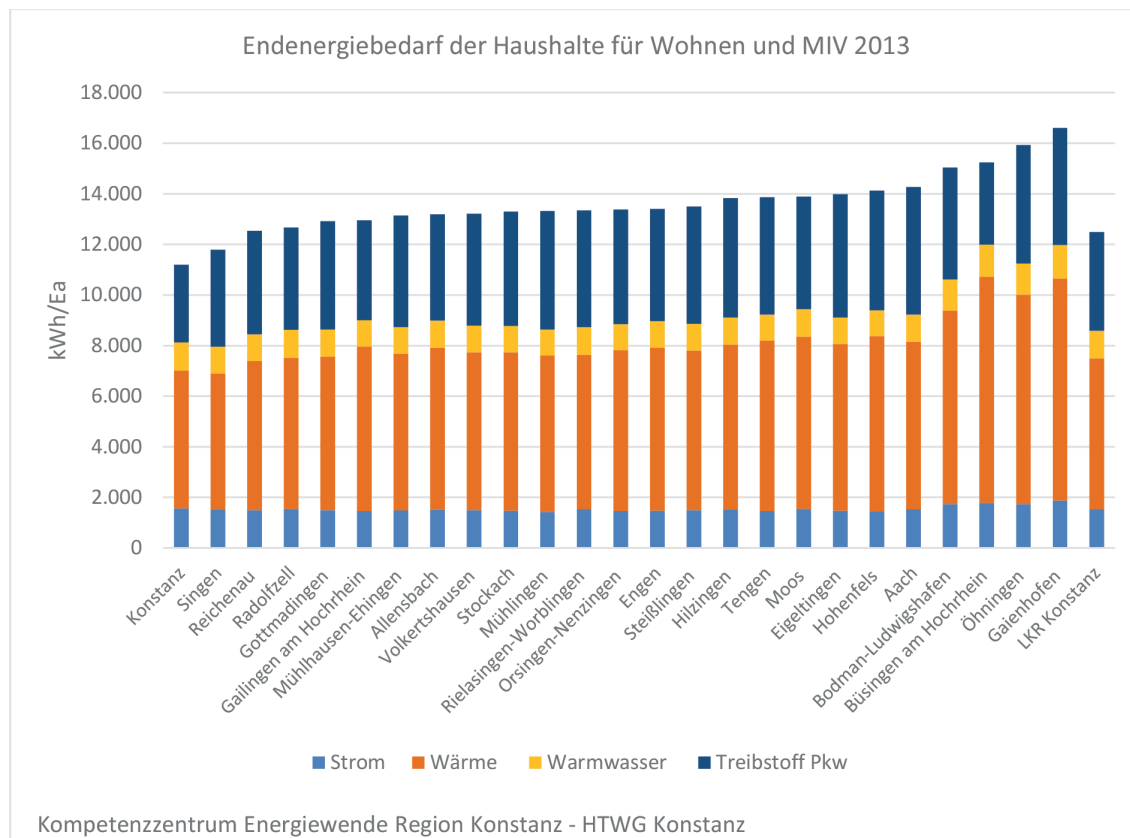


Abb. 101. Endenergiebedarf der Haushalte für Wohnen und Treibstoffe 2013

4.2.14. Exkurs: Mögliche Auswirkungen der Sanierung und des Neubaus von Wohnungen auf den Energiebedarf

Für den Landkreis Konstanz erwartet das Statistische Landesamt Baden-Württemberg in einer Bevölkerungsvorausrechnung bis 2035 ein Anwachsen der Bevölkerung auf rund 291.900 Einwohner im Jahr 2025 und danach einen leichten Bevölkerungsrückgang auf 291.100 Einwohner im Jahr 2035 (vgl. STL BW 2017rd).

Um zu prognostizieren, wie sich dieses Bevölkerungswachstum auf den Energieverbrauch des Sektors Wohnen auswirken kann, müssen diverse Annahmen getroffen werden. Zu berücksichtigen sind dabei vor allem die weiteren Entwicklungen verschiedener Parameter:

- Wohnungsfertigstellungen pro Jahr
- Wohnfläche pro fertiggestellte Wohnung
- Belegungsdichte in Bestand und Neubau (Personen pro Haushalt)
- Wohnfläche pro Einwohner
- Leerstandsquote
- Energiestandards der neu gebauten Wohnungen
- Energiestandards der sanierten Wohnungen vor und nach der Sanierung.
- Sanierungsquote

Anhand dieser Parameter lässt sich eine große Zahl von Szenarien durchspielen. Eingeschränkt sind die Möglichkeiten, möglichst realitätsnahe Szenarien zu entwickeln, vor allem durch die Tatsache, dass für den Landkreis Konstanz weder zu den Energiestandards der Neubauwohnungen noch zu den Energiestandards im Bestand verfügbare Daten vorliegen. Es sind daher nur Schätzungen anhand von Durchschnittswerten möglich.

Energiestandard des Neubaus

Für Neubauten wurde ausgehend von der aktuellen Energieeinsparverordnung eine weitere Absenkung des Energiestandards in sechsjährlichen Schritten von 45 kWh/m² auf 15 kWh/m² im Jahr 2035 angenommen. Wie sich der Energiebedarf oder der Energieüberschuss in unterschiedlichen Szenarien darstellen würde, wenn der gesamte Wohnungsneubau im gleichen Energiestandard erstellt würde, ist in Abbildung 102 dargestellt. Verglichen wird dabei ein Szenario, in dem sich alle Trends wie bisher fortsetzen, mit einem Szenario, in dem die Wohnfläche pro Wohnung begrenzt wird, und einem dritten Szenario, in dem nur halb so viele Wohnungen gebaut werden, die jedoch die heute typische Größe haben. Der angenommene Plusenergiehaus-Standard orientiert sich am Beispiel eines Plusenergiehauses in Brieselang mit einem Energieüberschuss von 10,8 kWh/m². Mit höherem Aufwand sind pro Quadratmeter allerdings auch deutlich höhere Überschüsse möglich. So erreichte beispielsweise ein Plusenergiehaus im oberbayrischen Burghausen einen Überschuss von 67 kWh/m² (vgl. Morhart 2016). Im Geschosswohnungsbau dürften derartige Überschüsse jedoch schwieriger zu erreichen sein.

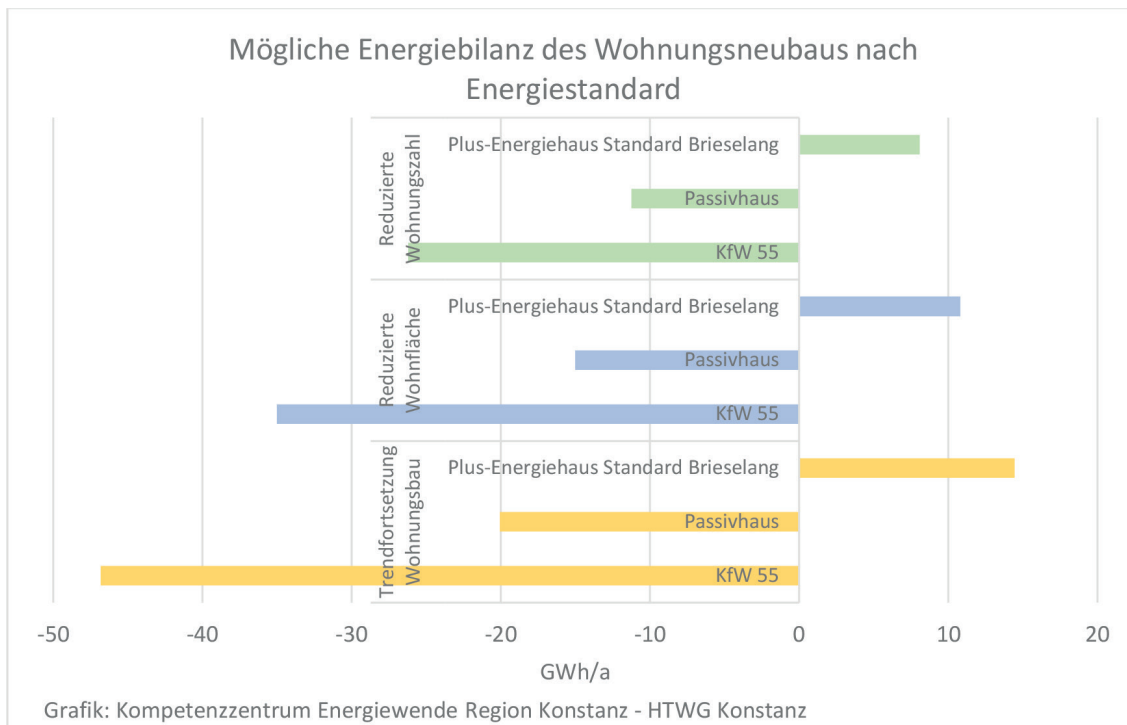


Abb. 102. Mögliche Energiebilanz des künftigen Wohnungsneubaus im Landkreis Konstanz nach Energiestandard

Energiestandard der Bestandsgebäude

Die größten Energieeinsparungen sind in der Regel bei älteren Gebäuden mit einem hohen Energiebedarf zu erzielen. So wurde angenommen, dass es sich bei den Sanierungen der nächsten Jahre überwiegend um Gebäude mit einem Baujahr vor 1980 handelt und der Energiestandard der zu sanierenden Gebäude erst im Laufe der Zeit sinken wird. Der Energiestandard von Gebäuden, deren Baujahr vor dem Jahr 1979 liegt, wird von Frondel und Ritter (o. J., S. 6) mit rund 160 kWh/m², von Spät und Seeberger (2007, S.12) mit 190 bis 250 kWh/m² und vom Bund der Energieverbraucher (2013) sowie von Renner (2016, S. 8) mit rund 210 kWh/m² angegeben. Deshalb wurde auch für die vorliegende Schätzung ein Energiestandard von rund 210 kWh/m² vor der Sanierung und von 84 kWh/m² nach der Sanierung, was einer Einsparung von 60 Prozent entspricht. Dies liegt in dem Bereich zwischen 70 und 90 kWh/m², der nach Spät und Seeberger bei umfassend sanierten Gebäuden zu erwarten ist (vgl. Spät und Seeberger 2007, S. 12). Bei Renner liegt dieser Bereich für Gebäude aus der Zeit zwischen 1919 und 1978 zwischen 73 und 94 kWh/m² (vgl. Abbildung 103).

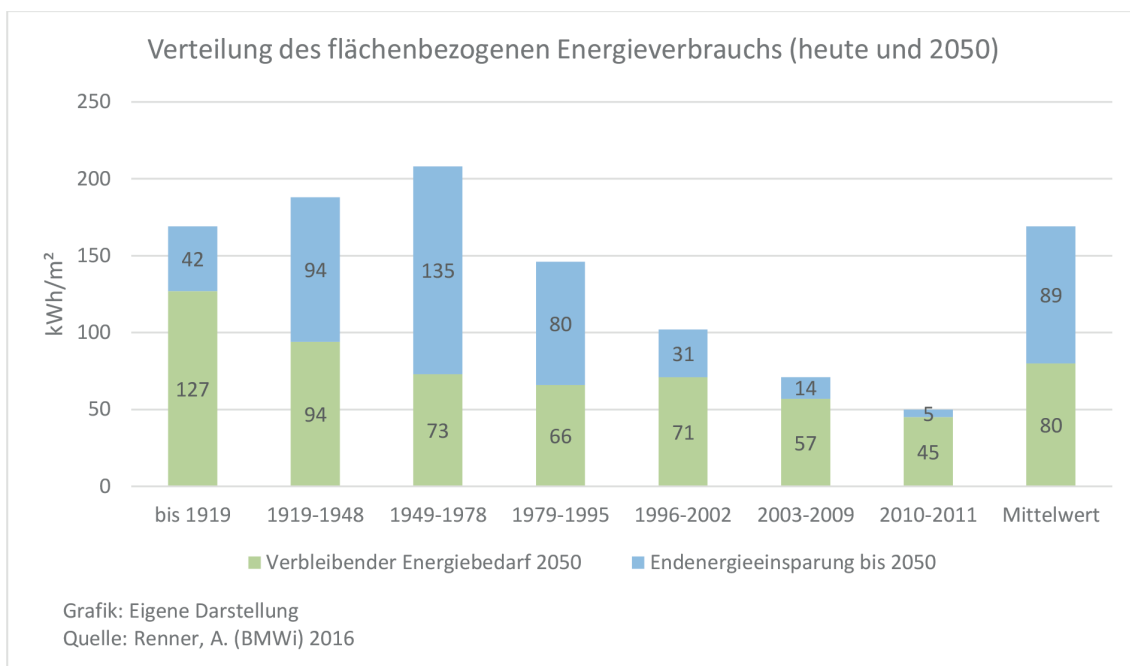


Abb. 103. Verteilung des flächenbezogenen Energieverbrauchs (heute und 2050)

Die Zahl der Wohnungen wurde anhand der Daten des Zensus 2011 geschätzt, die Auskunft über die Zahl der Gebäude im Landkreis Konstanz nach Baujahr und Anzahl der Wohnungen bezogen auf das Jahr 2011 geben. Das Ergebnis der Schätzung ist in Tabelle 7 dargestellt.

Zahl der Wohnungen	vor 1950	1950-1969	1970-1989	1990 und später
1 Wohnungen	7.375	6.590	8.426	8.851
2 Wohnungen	5.608	5.990	6.878	4.400
3-6 Wohnungen	12.465	10.186	10.736	9.258
7-12 Wohnungen	3.078	10.249	7.840	7.505
13 und mehr Wohnungen	234	2.626	3.705	3.133
Summe	28.761	35.641	37.585	33.147
Anteil	21%	26%	28%	25%

Tab. 7. Wohnungen im Jahr 2011 nach Baujahr (Hochrechnung nach Zensus 2011)

Im nächsten Schritt erfolgte eine Zusammenführung der Altersklassen mit einer Schätzung der Anteile anhand des Zubaus von Wohnungen seit 1979, der aus der Regionaldatenbank des Statistischen Landesamtes zu entnehmen ist (vgl. STL BW 2017rd). Die Wohnungen, die nach 2011 fertiggestellt wurden, wurden hinzugerechnet, um den Bestand des Jahres 2014 zu erhalten.

Baujahr	vor 1950	1950-1978	1979-1989	ab 1990	Gesamt
Energiebedarf 2014 in kWh/m ²	169 ¹⁾	208 ¹⁾	146 ¹⁾	92 ¹⁾	
Wohnungen im Jahr 2014	28.746 ²⁾	63.772	14.137 ³⁾	31.585 ³⁾	138.240 ³⁾
Anteil am Wohnungsbestand 2014	21%	46%	10%	23%	100%
1) geschätzt nach Renner 2016 2) geschätzt nach Zensus 2011 3) geschätzt nach STL BW 2017rd					

Tab. 8. Gebäudebestand nach Alter und Energiebedarf (Schätzung)

Gemäß dieser Schätzung dürften rund zwei Drittel aller Wohnungen im Landkreis Konstanz vor dem Jahr 1979 fertiggestellt worden sein. Um diese 92.500 Wohnungen energetisch zu sanieren, benötigt man bei einer Sanierungsquote von einem Prozent des Gesamtbestandes (bezogen auf das Jahr 2002) 73 Jahre. Bei einer Erhöhung Sanierungsquote auf zwei Prozent ab dem Jahr 2017 können alle Gebäude dieser Altersklasse bis zum Jahr 2047 saniert werden, sofern seit 2002 keine jüngeren Gebäude saniert wurden. Bei einer Erhöhung der Sanierungsquote auf drei Prozent könnte dieses Ziel bereits um das Jahr 2035 erreicht werden. Soll der gesamte Wohnungsbestand bis zum Jahr 2050 saniert sein, muss die Sanierungsquote in dieser Größenordnung liegen.

Welche Sanierungsquote und welcher Energiestandard nach der Sanierung tatsächlich erreicht werden, ist jedoch ungewiss und hängt von vielen Faktoren ab. Aus diesem Grund soll bei der im Folgenden dargestellten Schätzung der Fokus weniger auf dem berechneten Energieverbrauch pro Einwohner im Jahr 2035 liegen, als darauf, wie sich die berechneten Verbräuche der verschiedenen Szenarien im Vergleich zueinander darstellen.

Neubaubedarf und Leerstandsquote

Der Bedarf an neuen Wohnungen wurde geschätzt, indem der sinkende Entwicklungstrend der Belegungsdichte fortgeführt wurde. Daraus ergibt sich beim prognostizierten Bevölkerungszuwachs von rund 8.200 Personen zwischen 2016 und 2035 ein Neubaubedarf von fast 12.500 Wohnungen, weil die Belegungsdichte innerhalb des Bestandes deutlich abnimmt. Ein weiterer Grund für die Differenz ist der erwartete Bevölkerungsrückgang zwischen 2025 und 2035, weil ein Abriss von Gebäuden in einer dementsprechenden Größenordnung nicht erwartet wird. Bei dieser Schätzung wurde zudem davon ausgegangen, dass die Leerstandsquote weiterhin sinkt, von 4,4 Prozent im Jahr 2016 auf 2,5 Prozent der Wohnungen im Jahr 2035.

Die Szenarien

Um trotz der Vielzahl von Parametern eine gewisse Übersichtlichkeit zu bewahren, wurden daher nur Szenarien verglichen, die sich jeweils nur in der Sanierungsquote und/oder in einem weiteren Parameter voneinander unterscheiden. Untersucht wurde neben der Auswirkung einer höheren Sanierungsquote, welche Folgen die folgenden Anpassungen auf den Energieverbrauch der Wohngebäude haben:

- Reduktion der durchschnittlichen Wohnfläche pro Neubauwohnung vom heutigen Stand von 107 m² auf rund 80 m².
- Halbierung des Wohnungsneubaubedarfs im Vergleich zum berechneten Bedarf durch eine Erhöhung der Belegungsdichte.
- Vollständiger Verzicht auf weiteren Neubau

Im Szenario I („Trendfortsetzung“) wurde davon ausgegangen, dass sich alle Trends wie bisher fortsetzen. In diesem Fall dürfte die Sanierungsquote weiterhin bei rund einem Prozent liegen. Im Falle einer Trendfortsetzung bei der Entwicklung der Belegungsdichte ergibt sich ein Neubaubedarf von rund 12.500 Wohnungen zwischen den Jahren 2016 und 2035. Die Zahl der benötigten Wohnungen übersteigt damit die Zahl der Neubürger um rund 50 Prozent. Die Wohnfläche pro Neubauwohnung beträgt entsprechend dem Durchschnitt zwischen 2011 und 2014 im Schnitt weiterhin rund 107 m². Der Energiestandard eines Bestandsgebäudes nach einer Sanierung wurde für den Durchschnitt aller Sanierungen auf 40 Prozent des Energiebedarfs festgelegt, den das Gebäude vor der Sanierung hatte. Bei einem Ausgangswert von 210 kWh/m² für vor dem Jahr 1980 erbaute Gebäude entspräche dies 84 kWh/m².

In den weiteren Szenarien II bis IX wurden die bereits beschriebenen Parameter wie erläutert verändert. Die Szenarien sind in Tabelle 9 benannt und beschrieben.

Nr.	Szenario	Beschreibung
I	I: Trendfortsetzung mit 1,0% Sanierungsquote	Bevölkerungsentwicklung nach Prognose des STL BW, Fortsetzung des Trends bei der Belegungsdichte, 107m ² Wohnfläche pro Neubauwohnung, sechsjährliche Absenkung Energiestandard im Neubau um jeweils 10 kWh/m ² von 45 kWh/m ² auf 15 kWh/m ² , Sanierungsquote von 1,0 Prozent, Reduktion des Energiebedarfs durch Sanierung von 210 kWh/m ² auf 84, kWh/m ² (60 Prozent Einsparung ggü. 2011)
II	II: 2,0% Sanierungsquote, ansonsten Trendfortsetzung	Wie Szenario I mit einer Sanierungsquote von 2,0 Prozent
III	III: 2,5% Sanierungsquote, ansonsten Trendfortsetzung	Wie Szenario I mit einer Sanierungsquote von 2,5 Prozent
IV	IV: 3,0% Sanierungsquote, ansonsten Trendfortsetzung	Wie Szenario I mit einer Sanierungsquote von 3,0 Prozent
V	V: 2,0% Sanierungsquote, Neubaubegrenzung 80 m ² pro Wohnung,	Wie Szenario I mit einer Sanierungsquote von 2,0 Prozent und einer Begrenzung der durchschnittlichen Wohnfläche im Neubau auf 80 m ² pro Wohnung
VI	VI: 2,0% Sanierungsquote, 50% weniger Neubau, Neubaubegrenzung 80m ² pro Wohnung	Wie Szenario I mit einer Sanierungsquote von 2,0 Prozent, 50 Prozent weniger Neubauwohnungen und einer Begrenzung der durchschnittlichen Wohnfläche im Neubau auf 80 m ² pro Wohnung.
VII	VII: 2,0% Sanierungsquote und höhere Einsparung durch Sanierung	Wie Szenario I mit einer Sanierungsquote von 2,0 Prozent und einer größeren Reduktion des Energiebedarfs durch Sanierung von 210 kWh/m ² auf 70 kWh/m ² (60 Prozent Einsparung ggü. 2011)
VIII	VIII: 2,0% Sanierungsquote, Kein Neubau	Wie Szenario II ohne Neubau
IX	IX: 2,8% Sanierungsquote, geringere Einsparung von nur 90 kWh/m ²	Wie Szenario I mit einer geringeren Einsparung von nur 90 kWh/m ² und einer angepassten Sanierungsquote von 2,8 Prozent

Tab. 9. Beschreibung Szenarien Heizenergiebedarfsentwicklung bis 2035

Die in Abbildung 104 dargestellten Ergebnisse machen es offensichtlich, dass die jährliche Sanierungsquote und der durch die Sanierung erreichte Energiestandard für die Größe der erreichbaren Einsparung entscheidend sind. Sämtliche anderen Parameter und Stellschrauben spielen nur eine untergeordnete Rolle. Der Neubau fällt aufgrund seiner im Vergleich zum Bestand geringen Wohnfläche kaum ins Gewicht. Es macht deshalb nur einen geringen Unterschied von etwa 30 bis 75 kWh/Ea aus, ob die Wohnfläche der neuen Wohnungen begrenzt wird oder die Zahl der Neubauwohnungen pro Jahr im Vergleich zum Trend halbiert wird. Sogar ein vollständiger Verzicht auf den Bau neuer Wohnungen wie in Szenario VIII, brächte je nach Energiestandard nur eine zusätzliche Einsparung von bis zu 160 kWh/Ea. Die Sanierungsquote fällt im Vergleich dazu etwa zehnfach stärker ins Gewicht. Der Unterschied zwischen dem Szenario I (Trendfortsetzung) und dem Szenario II, die sich nur in der

Sanierungsquote unterscheiden, beträgt (bezogen auf die Gesamtbevölkerung) rund 1.000 kWh pro Einwohner und Jahr. Jede weitere Erhöhung der Sanierungsquote um ein halbes Prozent bringt weitere 500 kWh/Ea Endenergieeinsparung. (Vgl. Szenarien III und IV)

Fällt jedoch die pro Quadratmeter erzielte Einsparung geringer aus, muss die Sanierungsquote entsprechend höher liegen. Beträgt die erzielte Einsparung beispielsweise nur 90 kWh/m² statt der zuvor angenommen 126 kWh/m², muss die Sanierungsquote von 2,0 auf 2,8 Prozent erhöht werden, um das gleiche Ergebnis zu erzielen. Dieser Fall wurde in Szenario IX simuliert. Da es sich bei vielen Gebäudesanierungen nicht um Vollsanierungen handelt, dürfte dies sogar der wahrscheinlichere Fall sein.

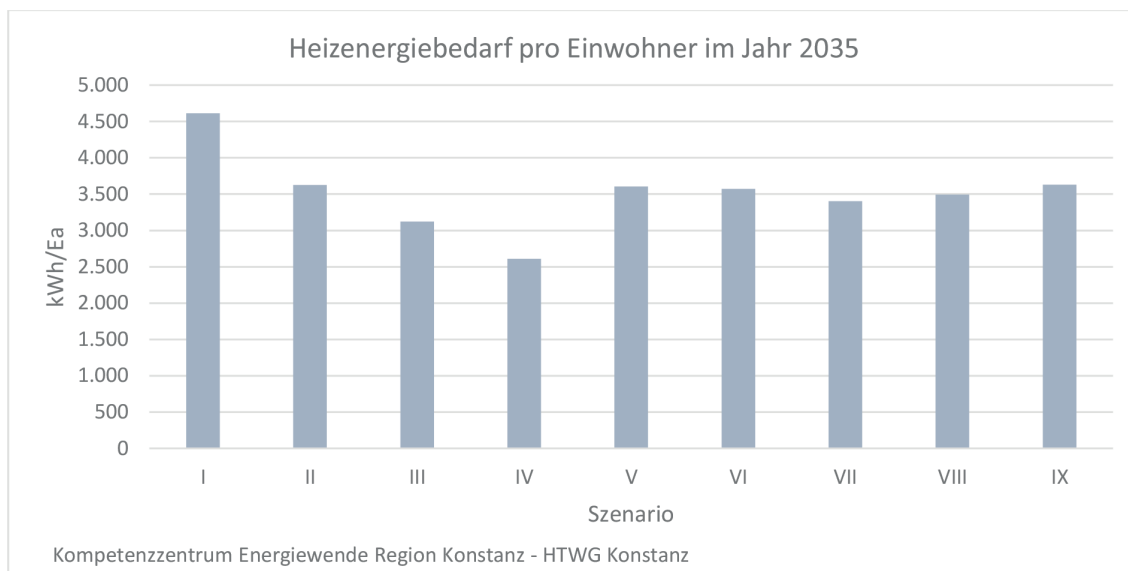


Abb. 104. Heizenergiebedarf der privaten Haushalte pro Einwohner im Jahr 2035 nach Szenario

Der Vergleich der Szenarien zeigt, dass die Höhe der Sanierungsquote sowie die Differenz zwischen dem Energiestandard vor der Sanierung und dem Energiestandard nach der Sanierung ausschlaggebend dafür sind, ob die Energie- und Klimaschutzziele eingehalten werden können. Im Folgenden werden die Maßnahmen und die damit erzielbaren Einsparungen noch einmal zusammengefasst:

- Erhöht man die Sanierungsquote um ein Prozent des Wohnungsbestandes und erreicht dabei eine Einsparung von 126 kWh/m², erhöht sich die mögliche Einsparung jeweils um 15 bis 17 Prozent. (Vgl. Szenarien I bis VI)
- Erreicht man sogar eine Energieeinsparung von 140 kWh/m², um im Altbau nach der Sanierung auf einen Energiestandard von 70 kWh/m² zu kommen, lassen sich zusätzlich 3,5 Prozent Endenergie einsparen. (Vgl. Szenario VII)
- Reduziert man die Wohnfläche auf durchschnittlich 80 m² pro Neubauwohnung, spart man dadurch lediglich 0,3 Prozent zusätzlich ein. (Vgl. Szenario V)
- Verzichtet man nicht nur auf mehr Wohnfläche pro Neubauwohnung sondern auch auf die Hälfte der Neubauwohnungen, spart dies insgesamt knapp ein Prozent ein. (Vgl. Szenario VI)
- Verzichtet man komplett auf den Neubau von Wohnungen, erzielt man etwas mehr als zwei Prozent zusätzliche Einsparung. (Vgl. Szenario VIII)
- Wird durch die Sanierung nur eine Einsparung von 90 kWh/m² erzielt, ist eine Erhöhung der Sanierungsquote von 2,0 auf 2,8 Prozent erforderlich um die gleiche Einsparung zu erzielen (Vgl. Szenario IX)

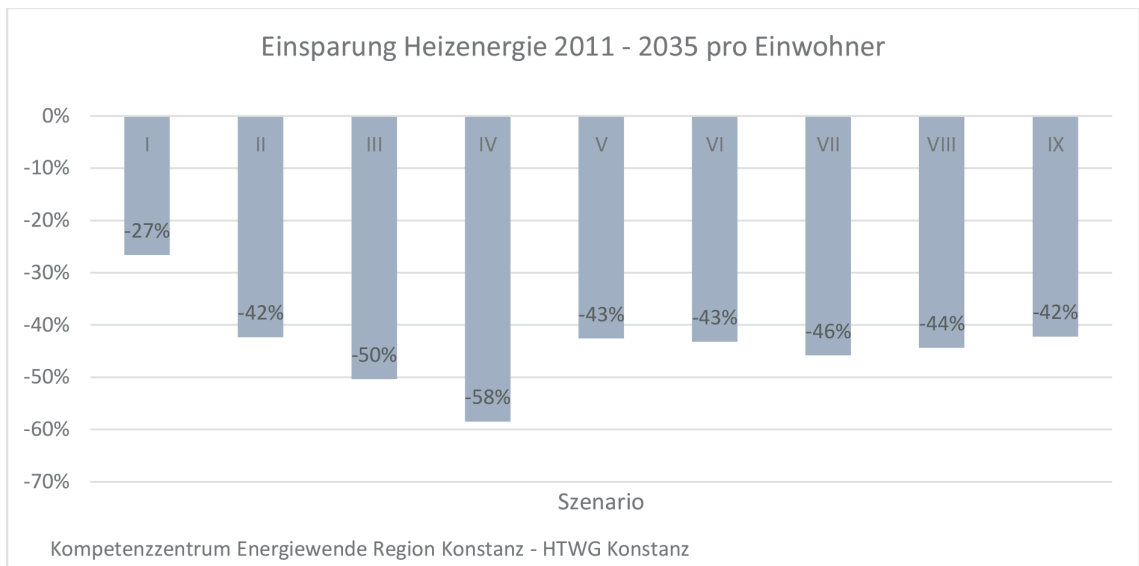


Abb. 105. Einsparung Heizenergie pro Einwohner bis 2035 nach Szenario

Fazit: Sollen die Klimaschutzziele Baden-Württembergs auch im Bereich der Gebäudebeheizung eingehalten werden (Endenergieeinsparung von 42 Prozent bis zum Jahr 2040), lässt sich anhand der berechneten Szenarien für das Jahr 2035 abschätzen, dass die Sanierungsquote im Landkreis Konstanz mindestens 1,7 Prozent und die erzielten Einsparungen nicht weniger als 126 kWh je Quadratmeter sanierte Wohnfläche betragen müssen. Fallen die pro Quadratmeter erzielten Einsparungen geringer aus, muss die Sanierungsquote je 10 kWh Differenz um mehr als 0,2 Prozent erhöht werden.

4.3. Industrie

Der Endenergieverbrauch der Industrie im Landkreis Konstanz betrug im Jahr 2014 rund 1,67 Terrawattstunden. Er wird jährlich durch das Statistische Landesamt erfasst und ist der Landesdatenbank (vgl. STL BW 2015d) zu entnehmen.

4.3.1. 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 sich auf die vorliegende Endenergiebilanz für das Jahr 2014 erheblich auswirkt. Im Jahr 2015 stieg der Verbrauch wieder etwas an. Der Bedarf wird jeweils fast 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.

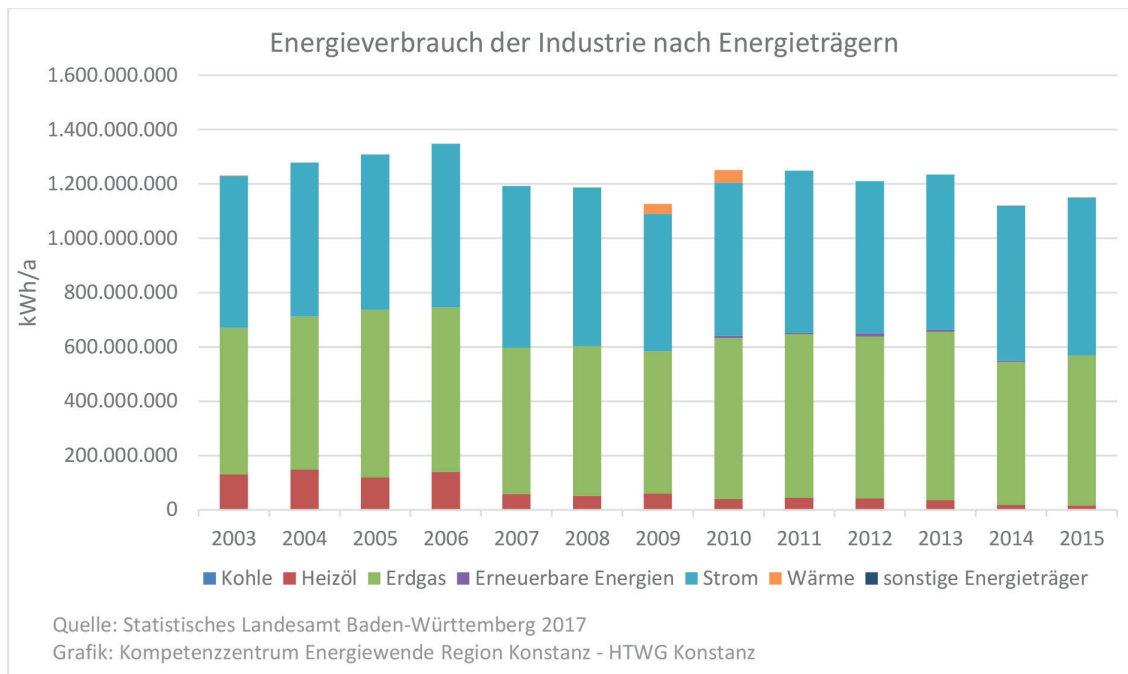


Abb. 106. Energieverbrauch der Industrie nach Energieträgern

4.3.2. 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 ähnliche Schwankungen aufweist, wie der absolute Energieverbrauch der Industrie. Im Gegensatz zum Gesamtverbrauch zeigte sich jedoch zwischen 2003 und 2013 keine sinkende, sondern eine steigende Tendenz. Die Zunahme betrug 13 Prozent innerhalb von zehn Jahren. Im Jahr 2014 gab es jedoch mit einem Minus von fast acht Prozent den deutlichsten Rückgang seit der Finanzkrise. Dass sich nicht wie beim absoluten Verbrauch eine sinkende Tendenz zeigt, liegt vor allem darin begründet, dass der Endenergieverbrauch nicht in gleichem Maße gesunken ist, wie die Zahl der Erwerbstätigen (vgl. STL BW 2015rd). Die Entwicklung ist in Abbildung 107 dargestellt. 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.

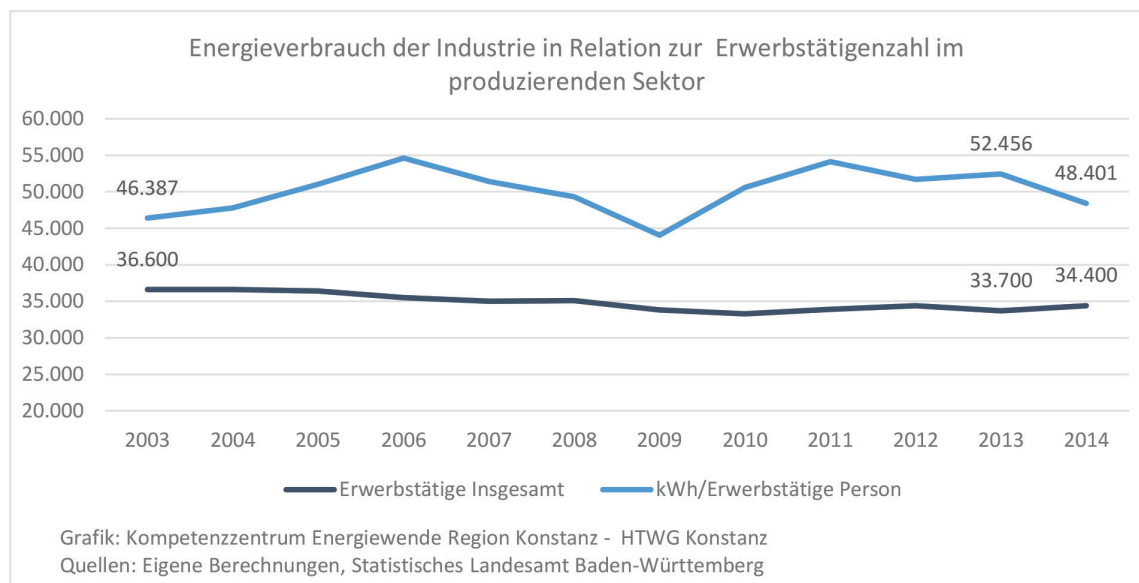


Abb. 107. Energieverbrauch der Industrie in Relation zur Erwerbstätigenzahl im produzierenden Sektor

4.4. Gewerbe, Handel, Dienstleistung

Für den Landkreis Konstanz sowie für die meisten seiner Gemeinden liegen zum Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD) 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 Fernwärmenutzung 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.

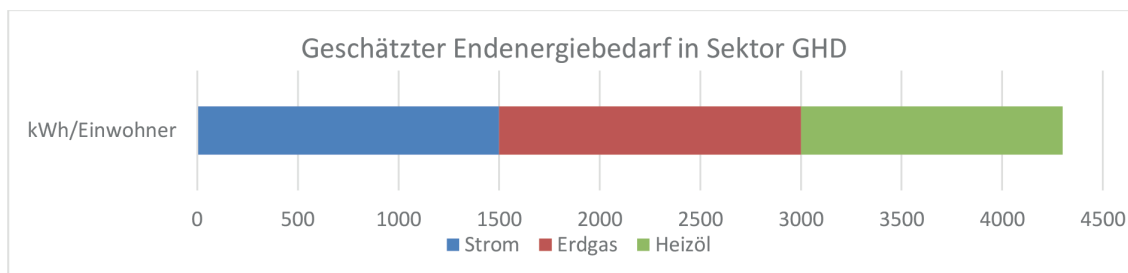


Abb. 108. Geschätzter Endenergiebedarf in Sektor GHD

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.

4.4.1. 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).

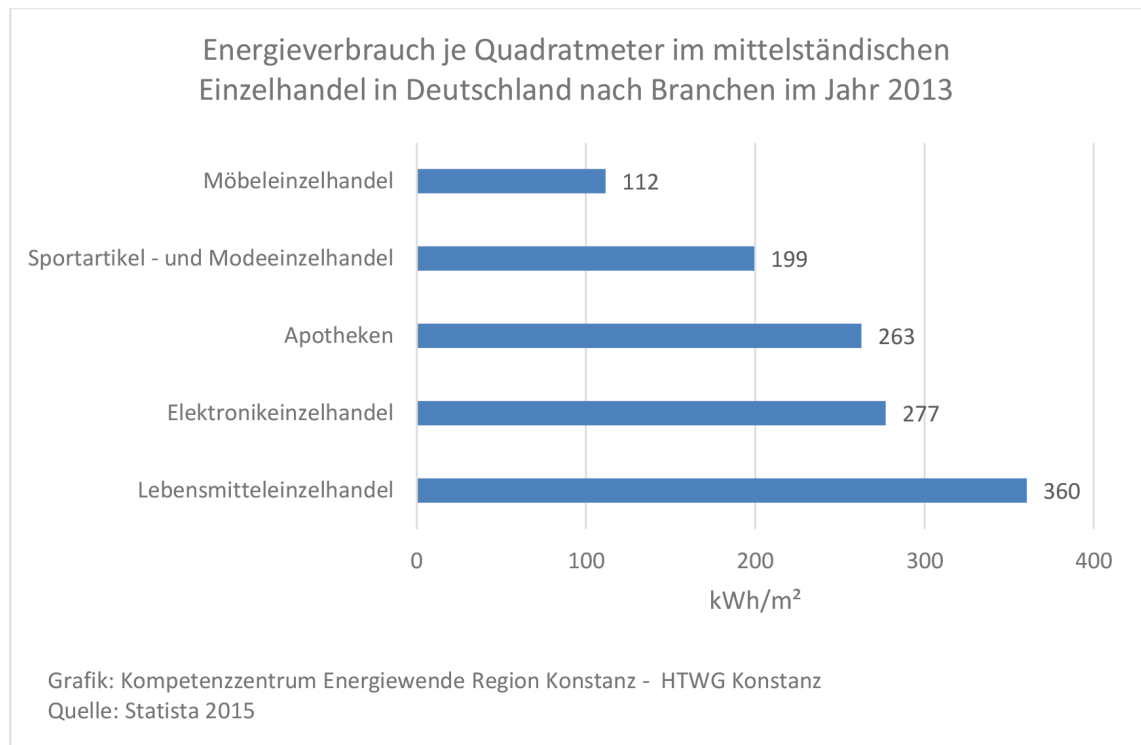


Abb. 109. Energieverbrauch je Quadratmeter im mittelständischen Einzelhandel in Deutschland

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).

4.4.2. 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*a im Herstellungsgewerbe bis hin zu rund 14,7 MWh/Beschäftigten*a im Kfz-Herstellungsgewerbe und 15 MWh/Beschäftigten*a im Lebensmittel-Einzelhandel reichen (vgl. Schlomann et al. 2013). Eine Übersicht zum Energieverbrauch im Sektor GHD nach Schlomann et al. ist in Abbildung 110 dargestellt. Die ermittelten Energiebedarfe liegen damit teils sehr deutlich unter den Werten einiger Industriezweige sowie der Landwirtschaft.

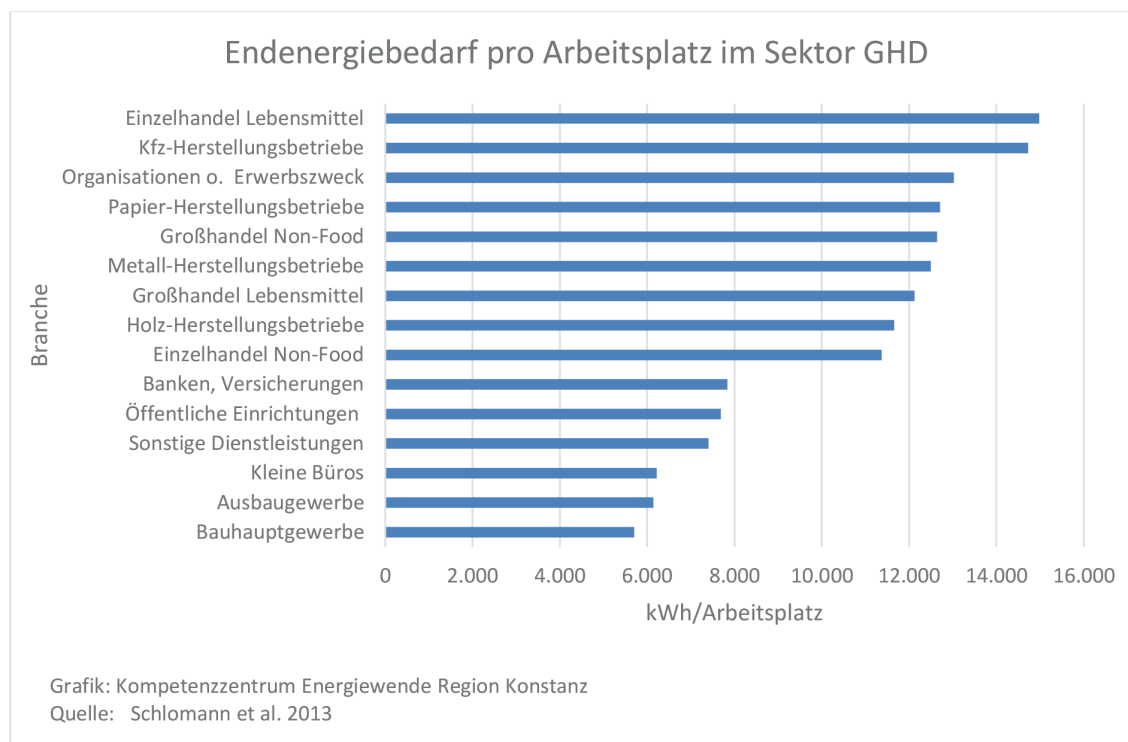


Abb. 110. Endenergiebedarf pro Arbeitsplatz im Sektor GHD

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.

4.5.1. 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. 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*a 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 111). Pro Erwerbstätige Person ist der Bedarf entsprechend gestiegen. Näheres dazu folgt in Kapitel 4.5.4.

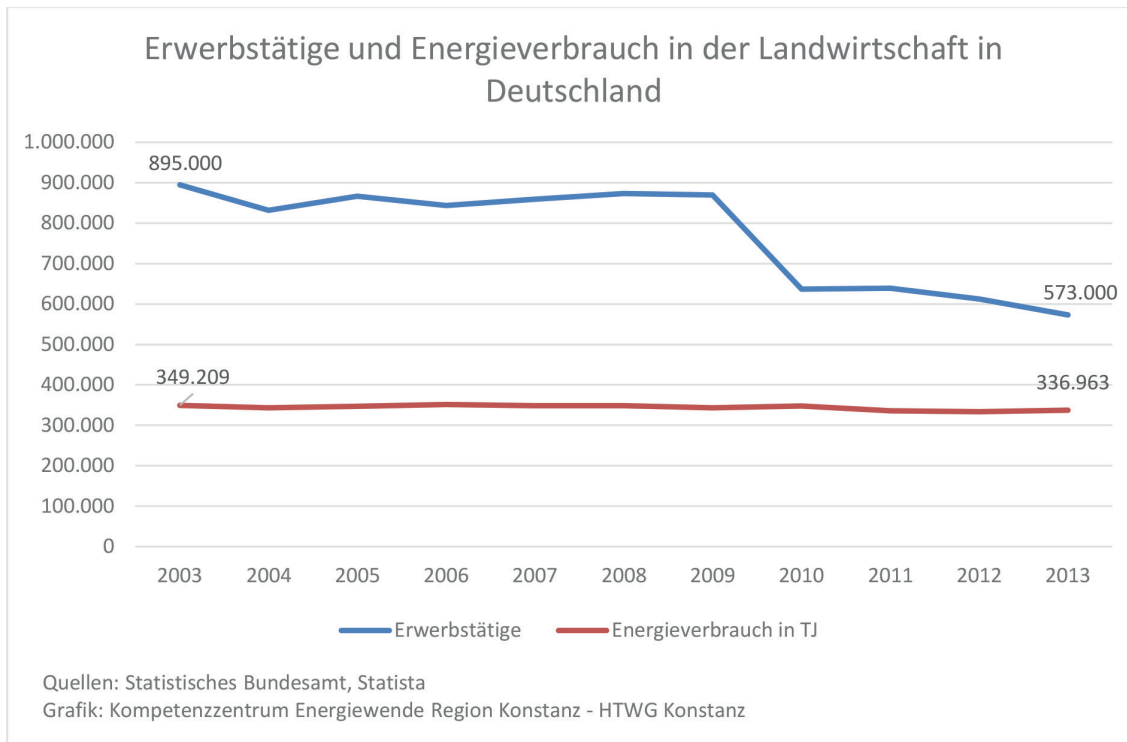


Abb. 111. Erwerbstätige und Energieverbrauch in der Landwirtschaft in Deutschland

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 für 2013 ein geschätzter direkter Energiebedarf der Landwirtschaft von rund 600 kWh, was knapp 2,5 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs entspricht. Im Jahr 2013 sank dieser Wert auf 595 kWh/Ea.

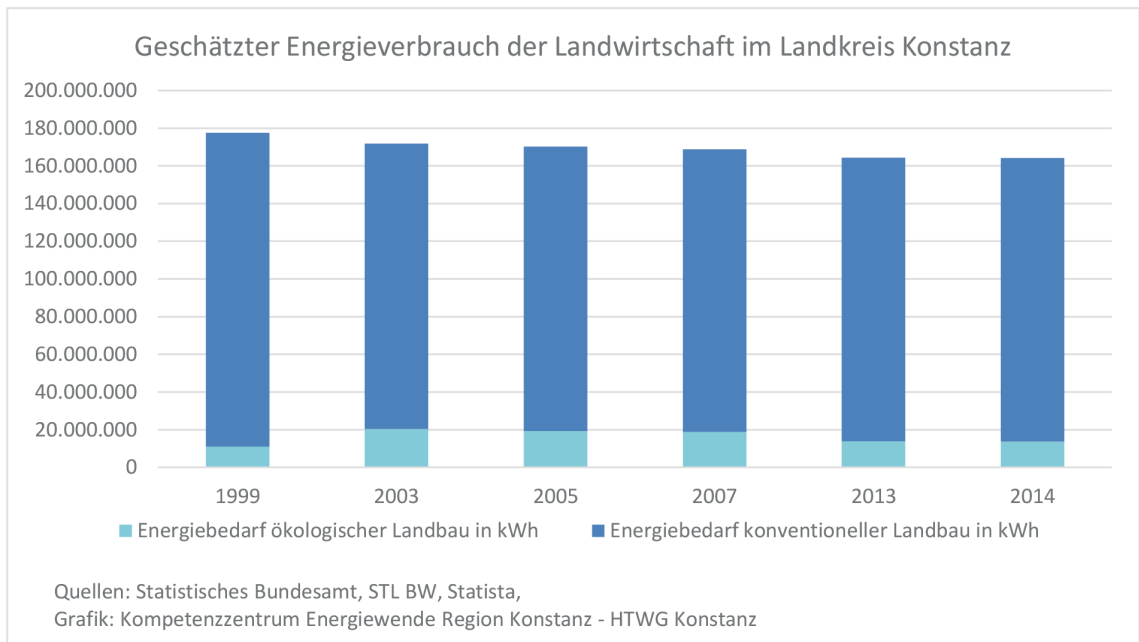


Abb. 112. Geschätzter Energieverbrauch der Landwirtschaft im Landkreis Konstanz

Anders als in der Ausgabe des Monitors 2016 wurde in dieser Ausgabe der Energieverbrauch nur für die landwirtschaftliche Nutzfläche und nicht mehr für die gesamte landwirtschaftliche Fläche berechnet, weil die Nutzungsintensität der übrigen Flächen kaum abschätzbar ist.

Der in Abbildung 112 sichtbare Rückgang des Energieverbrauchs ist auf den Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzfläche zurückzuführen. Ursächlich dafür können wirtschaftliche Gründe oder auch fortschreitender Flächenverbrauch sein. 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.

4.5.2. 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 113 dargestellt.

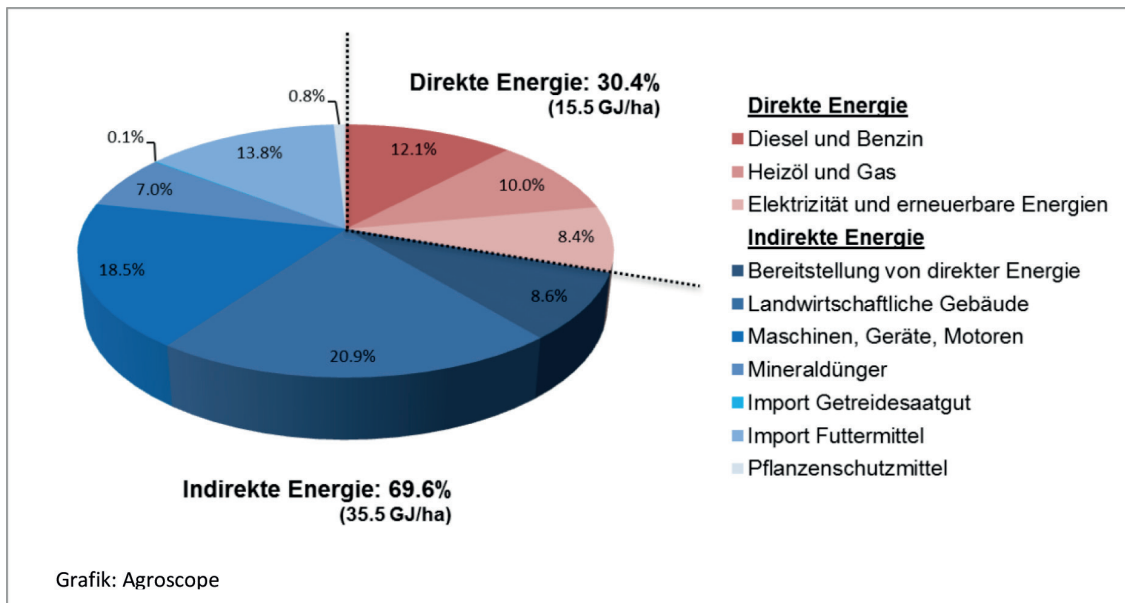


Abb. 113. Anteile der verschiedenen Energieträger am Energieverbrauch der Landwirtschaft

4.5.3. 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 114).

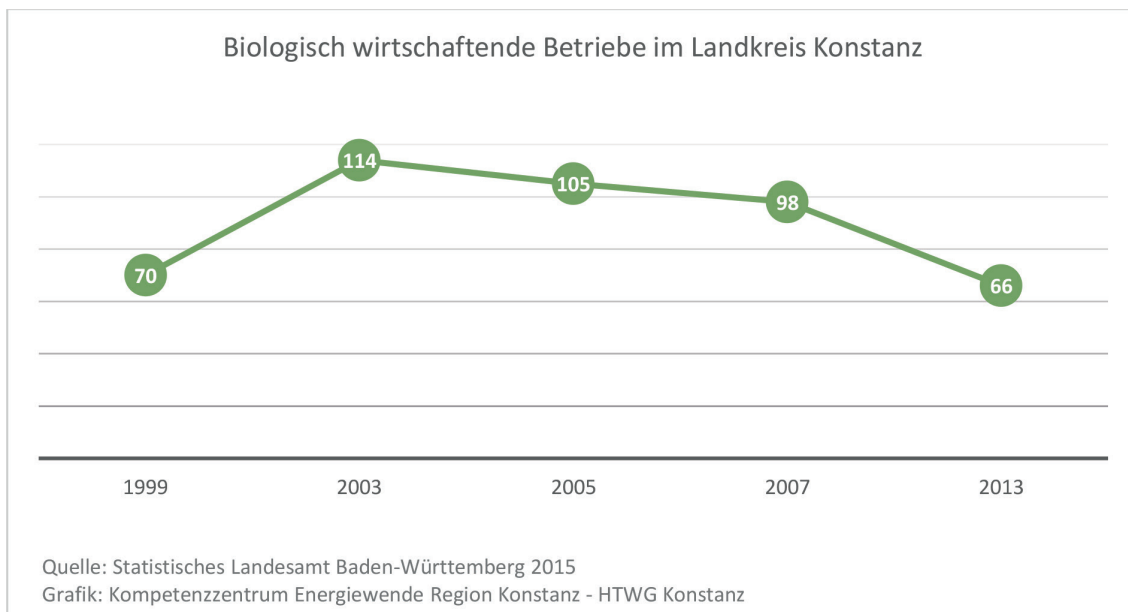


Abb. 114. Landwirtschaftliche Betriebe im Landkreis Konstanz mit ökologischem Landbau

Parallel zu den Veränderungen bei der Betriebsanzahl vollzog sich die 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. Daten zum Anteil der ökologisch bewirtschafteten LNF sind in der Regionaldatenbank des Statistischen Landesamtes inzwischen nicht mehr verfügbar.

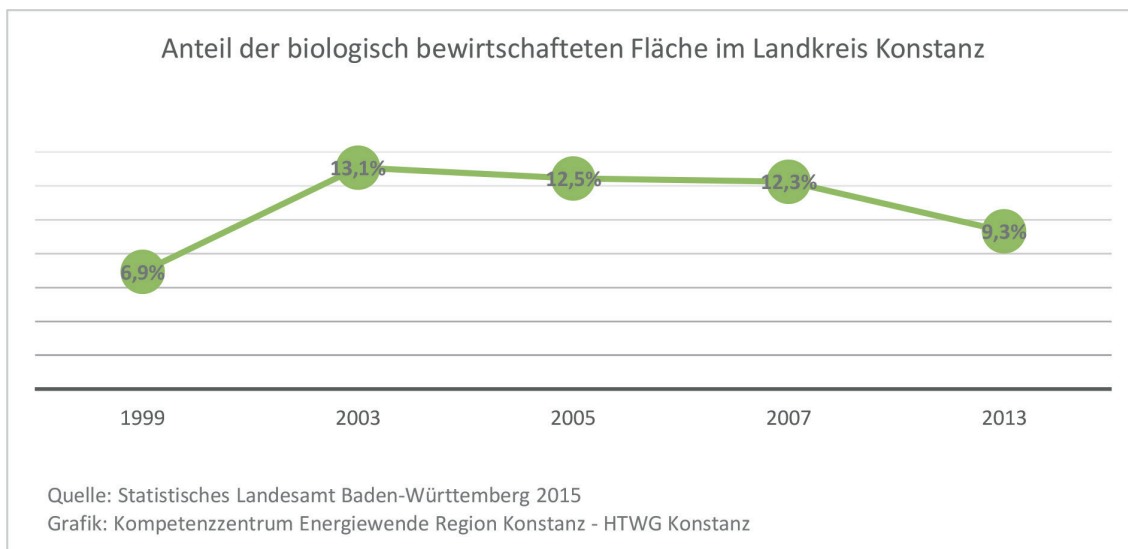


Abb. 115. Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche im Landkreis Konstanz

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.

4.5.4. 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 Endenergieverbrauch je erwerbstätige Person um 40 Prozent unter dem Bundesdurchschnitt. Einschränkend muss man anmerken, dass die vorliegenden Daten zur Erwerbstätigenzahl im Landkreis relativ grob gerundet sind.

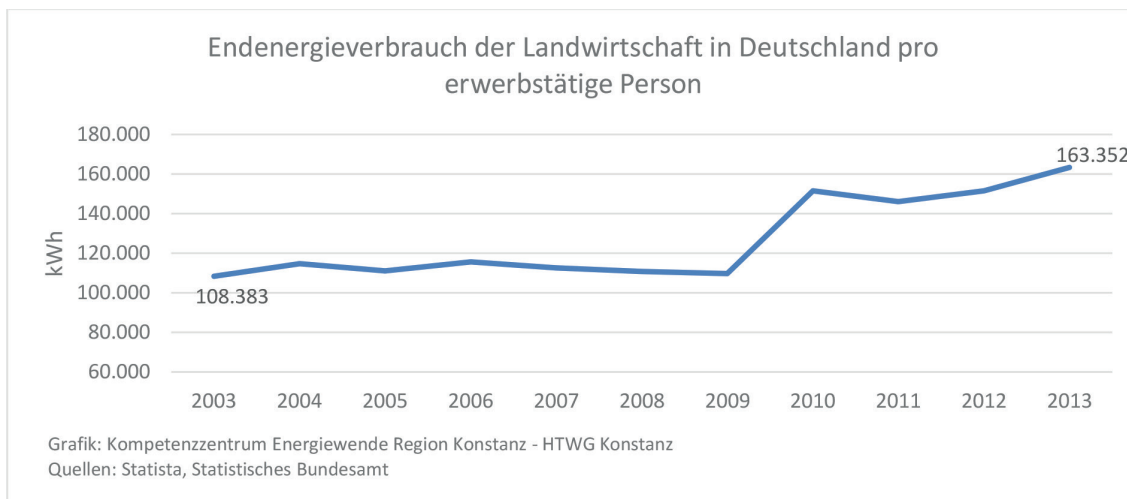


Abb. 116. Endenergieverbrauch der Landwirtschaft in Deutschland pro erwerbstätige Person

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 2014 auf rund 75 MWh/a geschätzt.

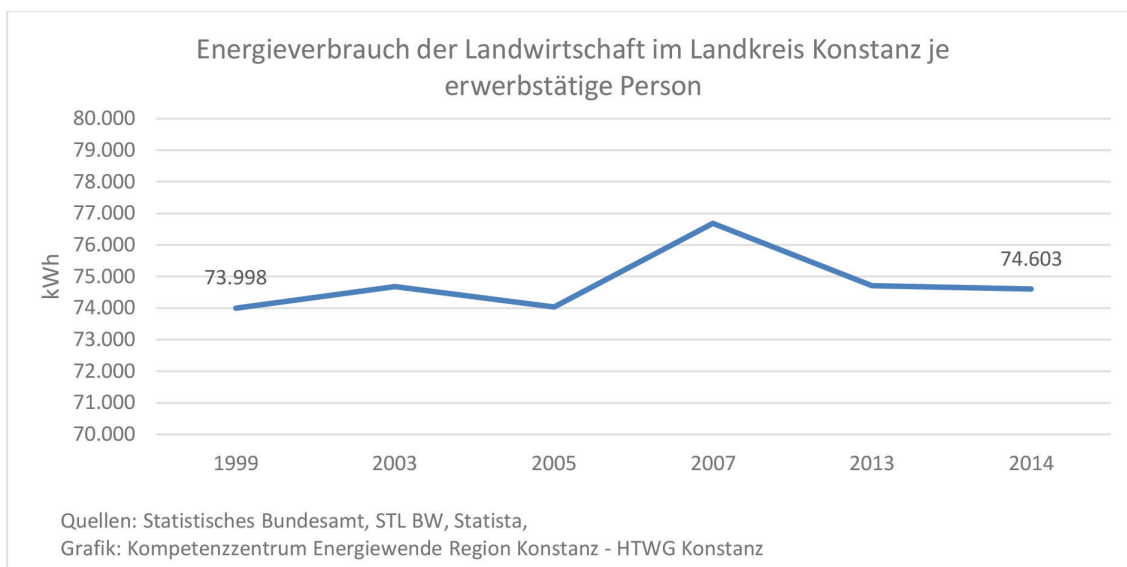


Abb. 117. Geschätzter Endenergiebedarf der Landwirtschaft im Landkreis Konstanz pro erwerbstätige Person

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.

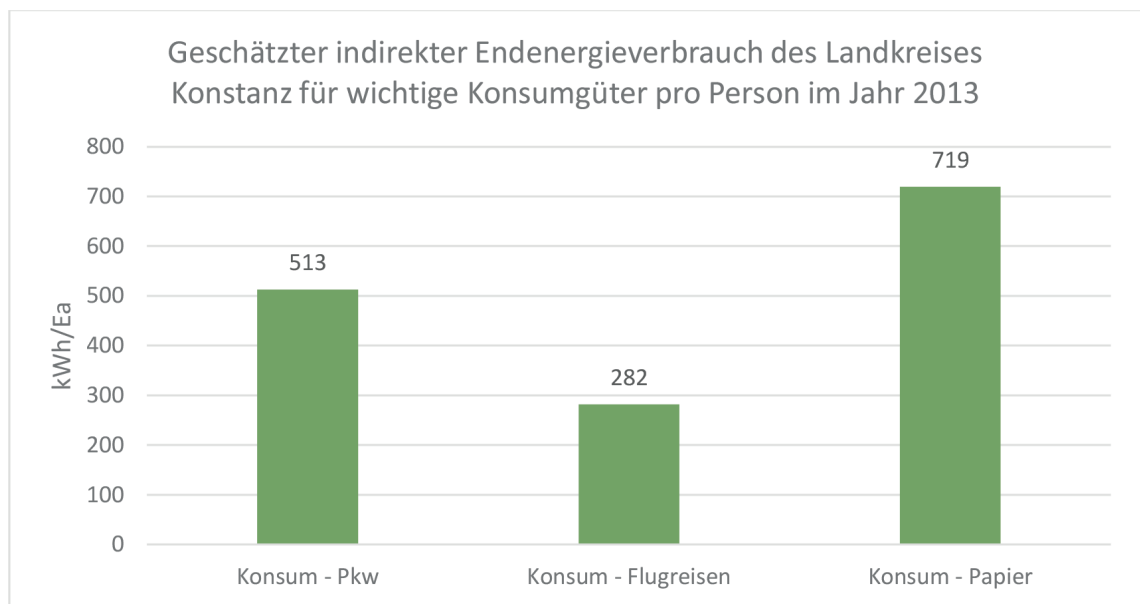


Abb. 118. Überblick – Indirekter Energieverbrauch für wichtige Konsumgüter 2013

4.6.1. 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 119 dargestellt.

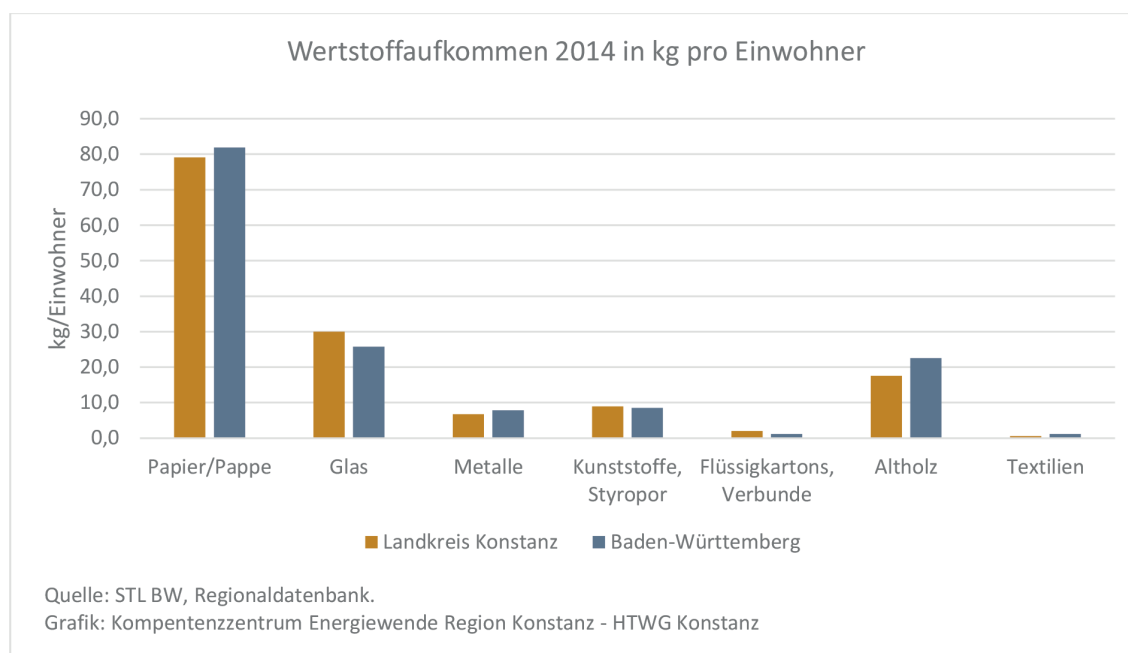


Abb. 119. Wertstoffaufkommen 2014 in kg pro Einwohner

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 Sustain

durchgeführt. Dabei wurde angenommen, ein Konsument hätte im untersuchten Jahr 2013 seinen gesamten Kleiderkonsum ausschließlich mit den von der Sustain-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 120 dargestellt. Hinzu kämen allerdings noch weitere Emissionen für den Verbrauch von sonstigen Naturfasern (Wolle, Jute etc.) und Viskosefasern, zu denen jedoch keinerlei Emissionsbilanzen vorlagen.

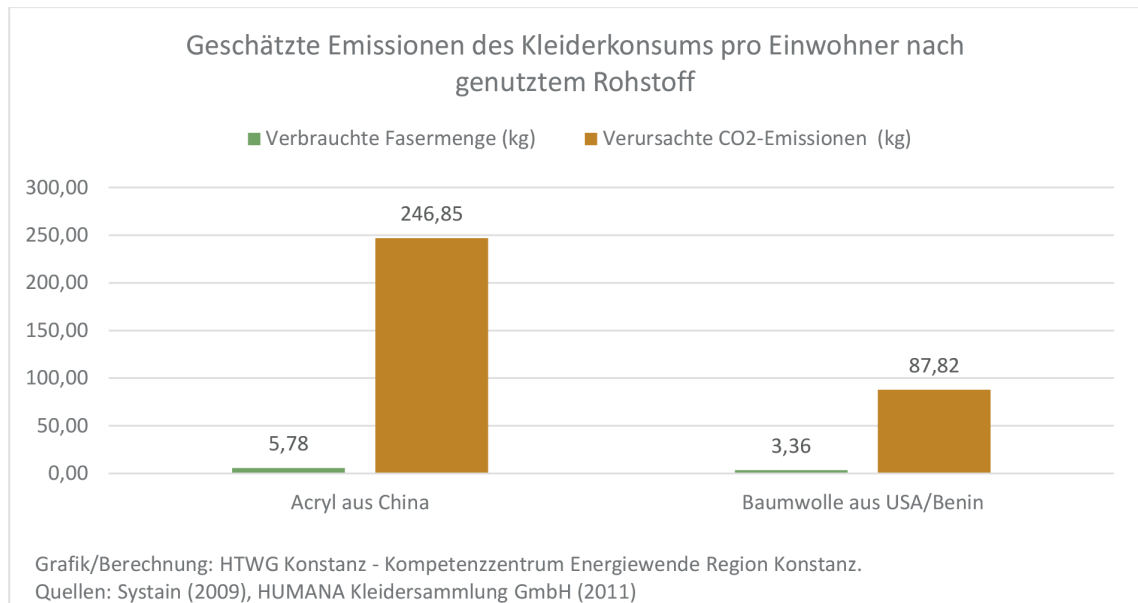


Abb. 120. Geschätzte Emissionen des Kleiderkonsums pro Einwohner nach genutztem Rohstoff

Anhand der in Deutschland durchschnittlich verbrauchten Fasermengen wurde anhand der von Sustain 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 Sustain 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.

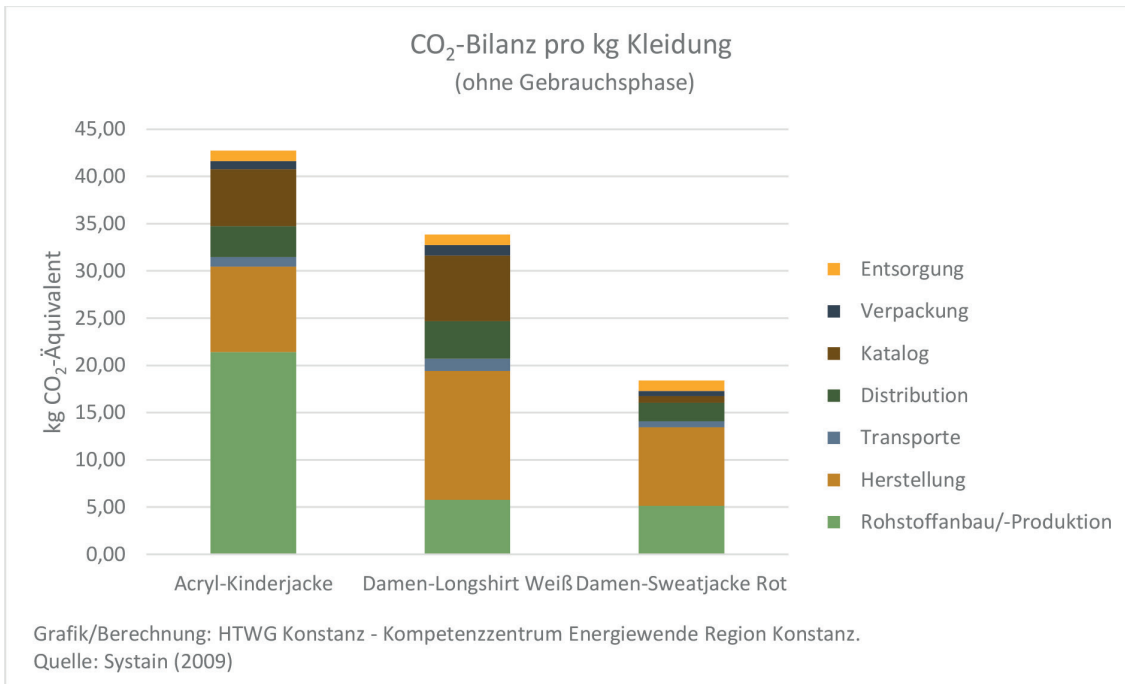


Abb. 121. CO₂-Bilanz pro kg Kleidung

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).

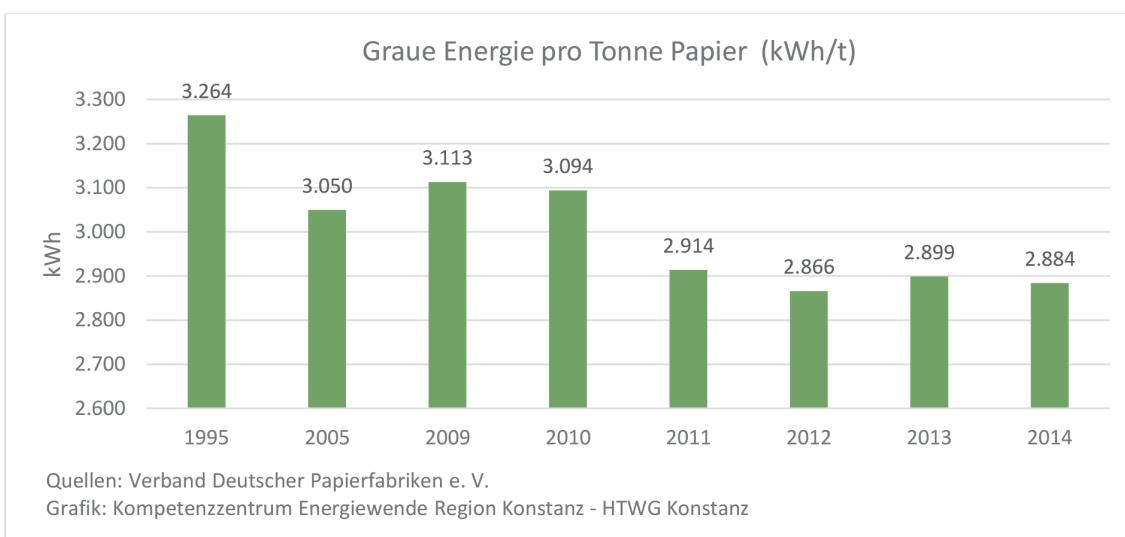


Abb. 122. Graue Energie pro Tonne Papier

Da aber der Papierverbrauch zwischen 1995 und 2013 um 28,5 Prozent angestiegen ist (vgl. Abbildung 123), wurde dadurch ein großer Teil der erreichten technischen Effizienzsteigerung kompensiert.

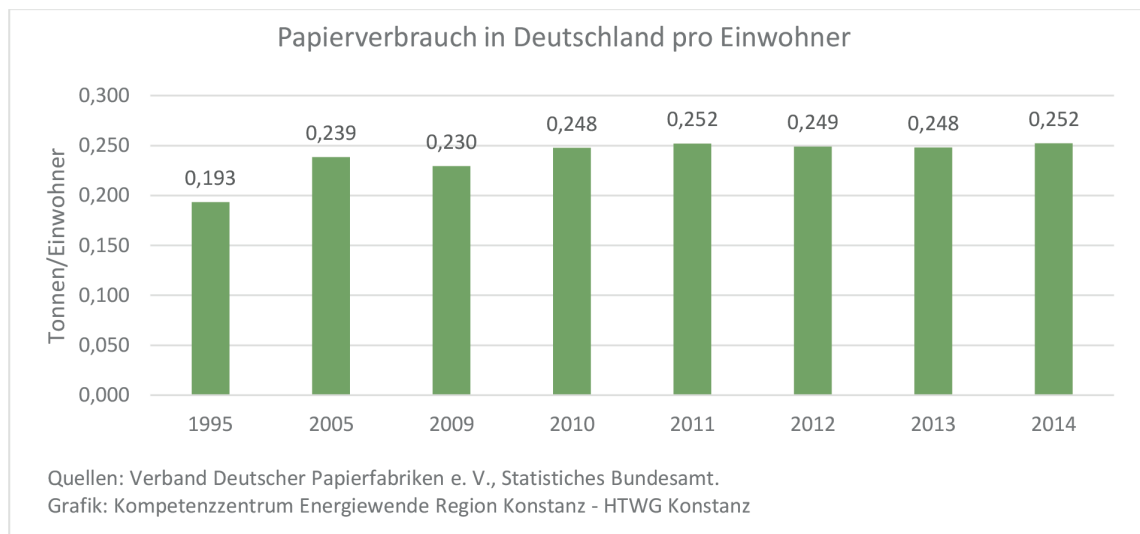


Abb. 123. Papierverbrauch in Deutschland pro Einwohner

Abbildung 124 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 Suffizienzzenario 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.

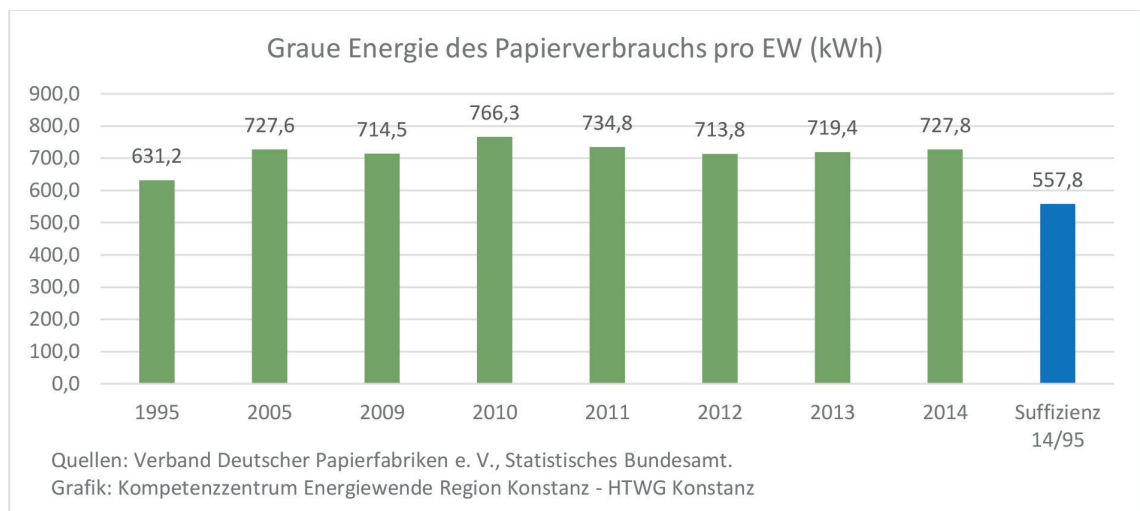


Abb. 124. Graue Energie des Papierverbrauchs pro EW (kWh)

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

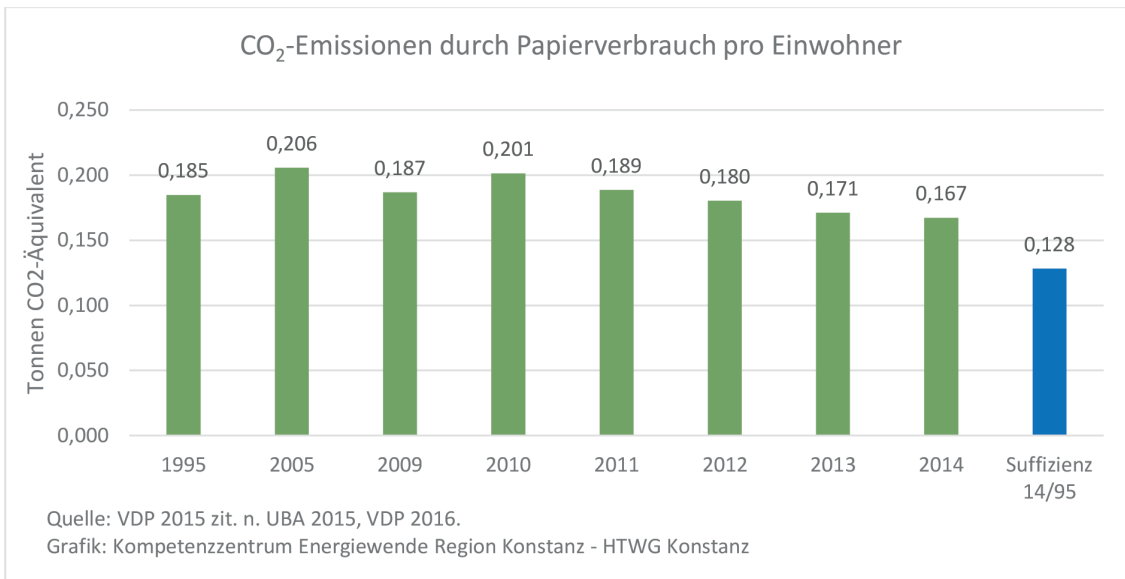


Abb. 125. CO₂-Emission durch Papierverbrauch pro Einwohner

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).

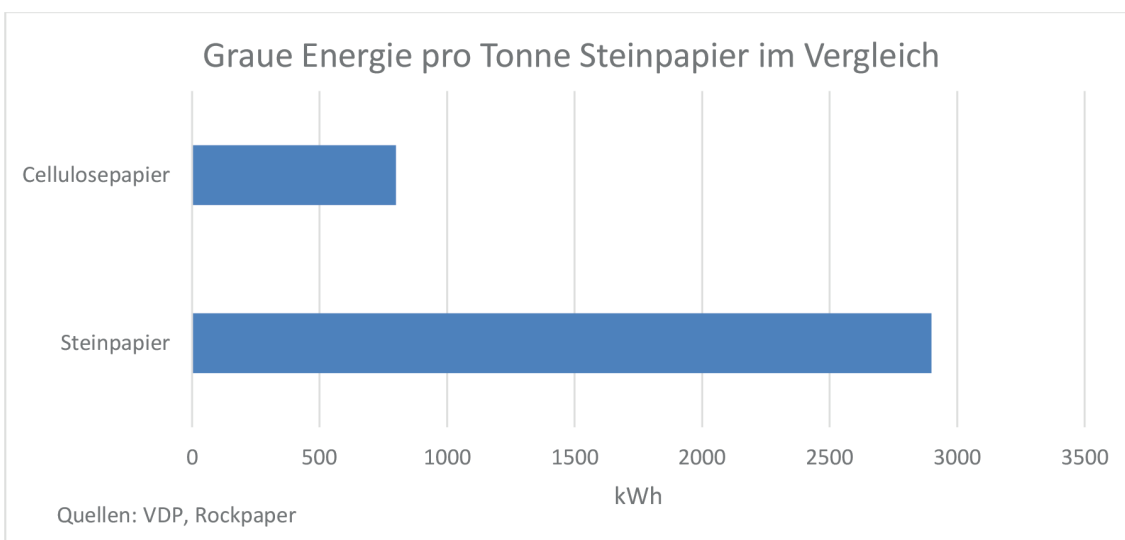


Abb. 126. Graue Energie pro Tonne Steinpapier im Vergleich

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 128 und Abbildung 129 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.

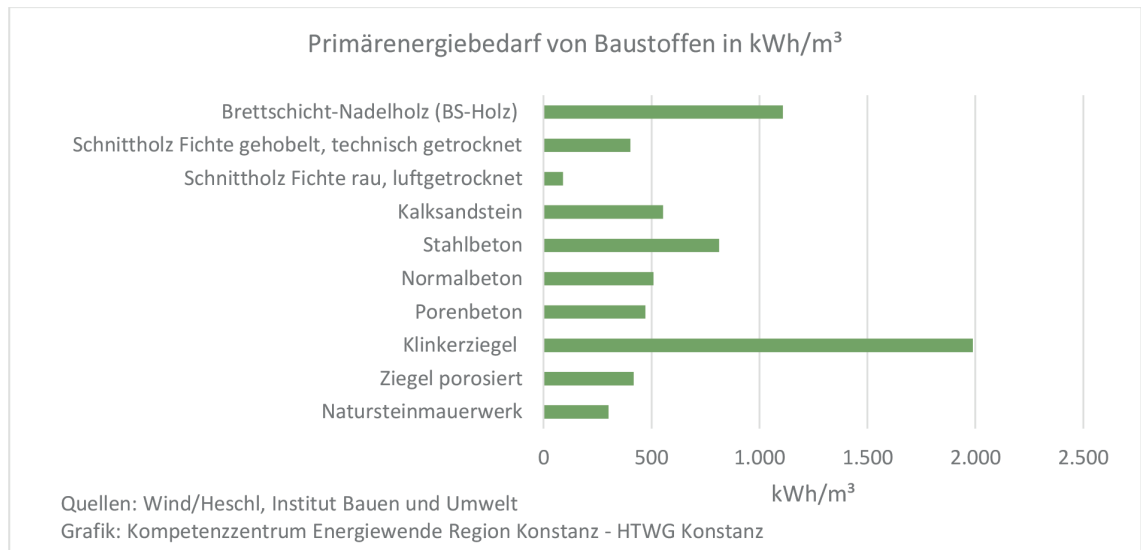


Abb. 127. Primärenergiebedarf von Baustoffen in kWh/m³

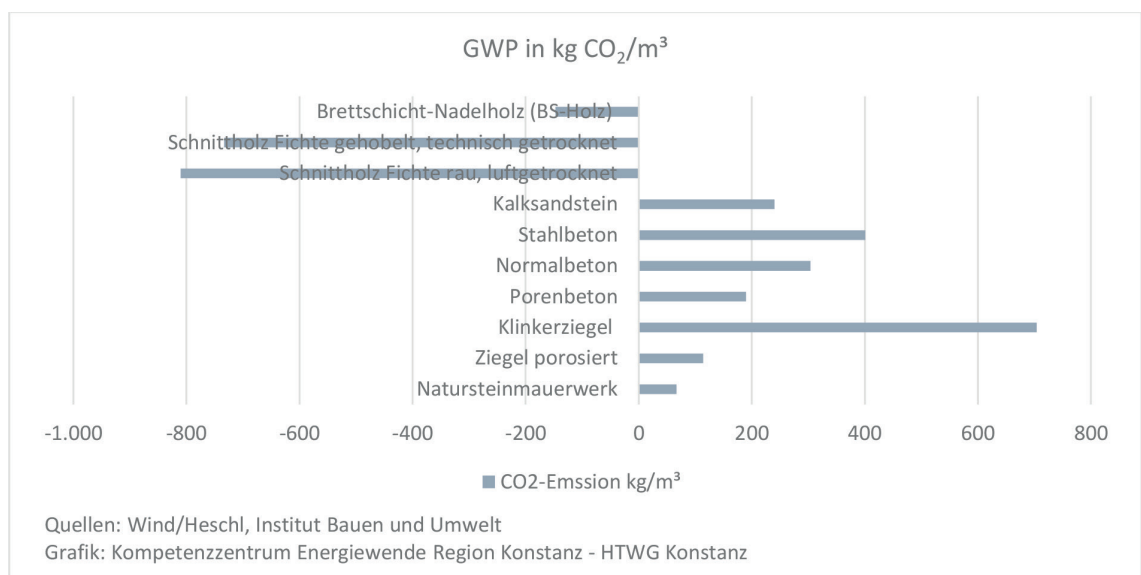


Abb. 128. Global Warming Potential (GWP) von Baumaterialien pro m³

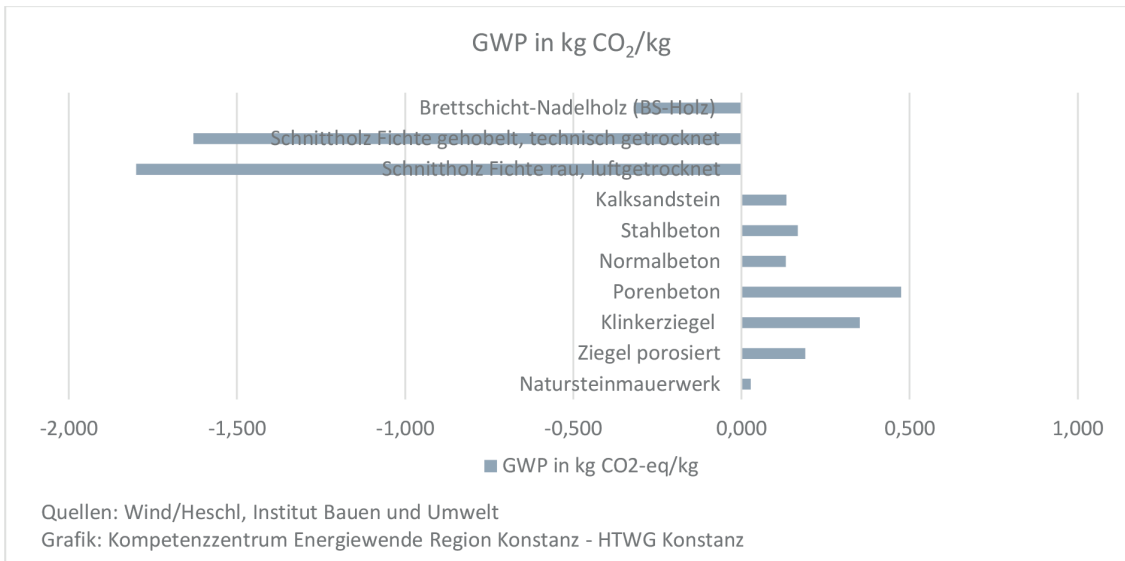


Abb. 129. Global Warming Potential (GWP) von Baumaterialien pro kg

In Abbildung 130 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.

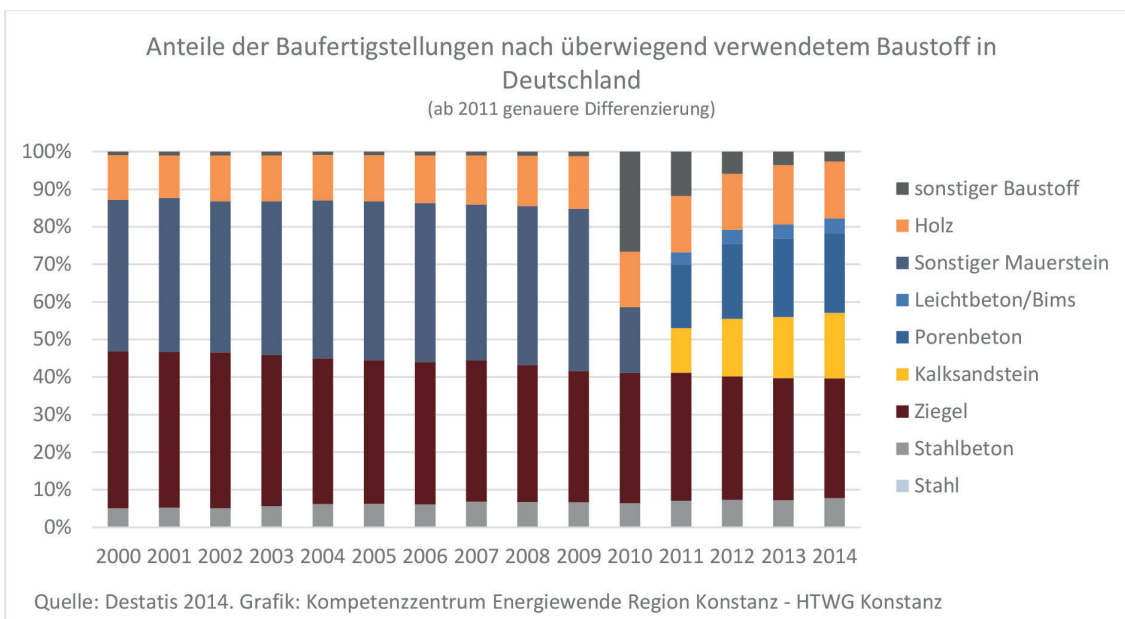


Abb. 130. Anteile der Baufertigstellungen nach überwiegend verwendetem Baustoff in Deutschland

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.

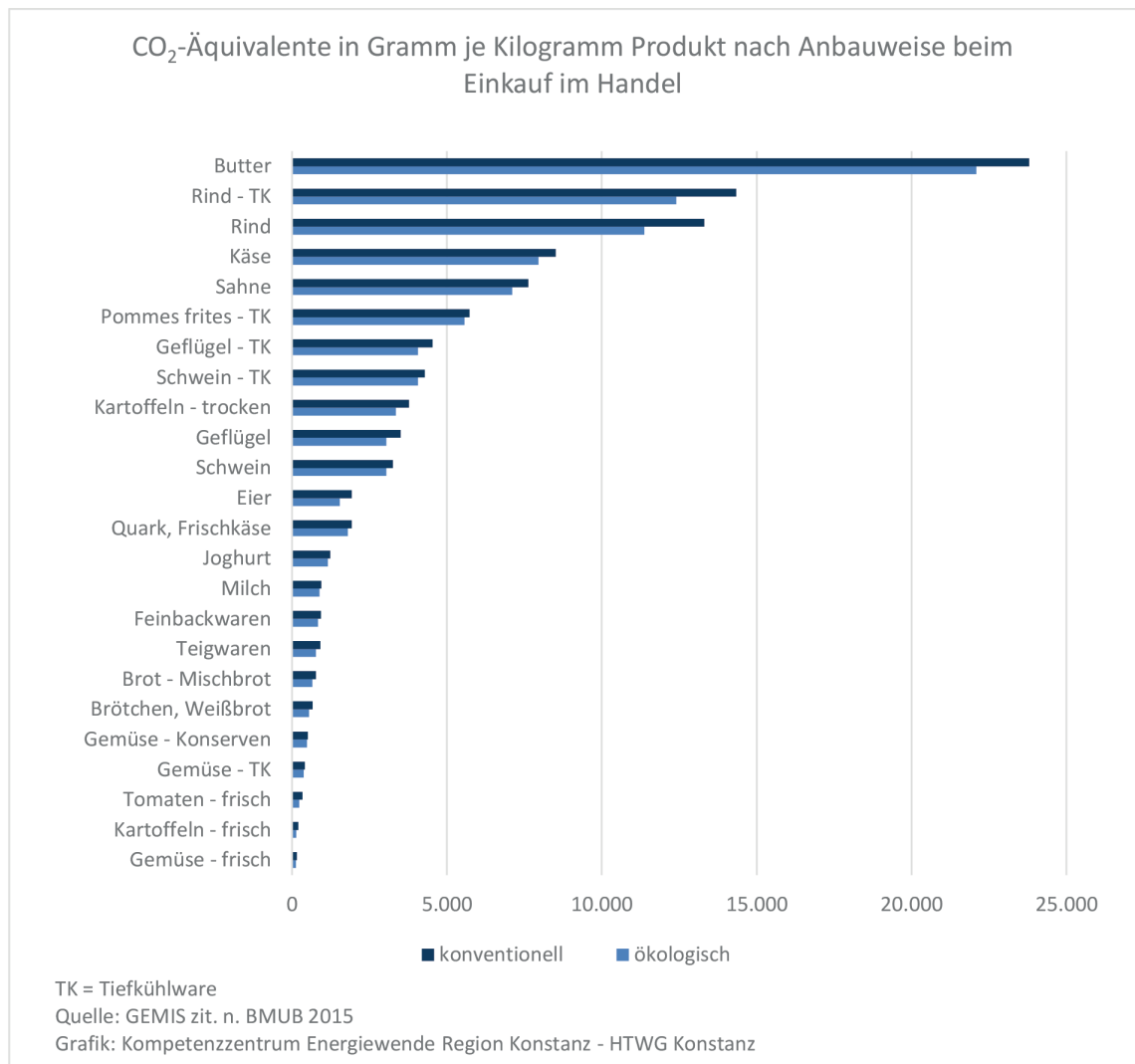


Abb. 131. CO₂-Äquivalente in Gramm je Kilogramm Produkt nach Anbauweise beim Einkauf im Handel

In Abbildung 132 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).

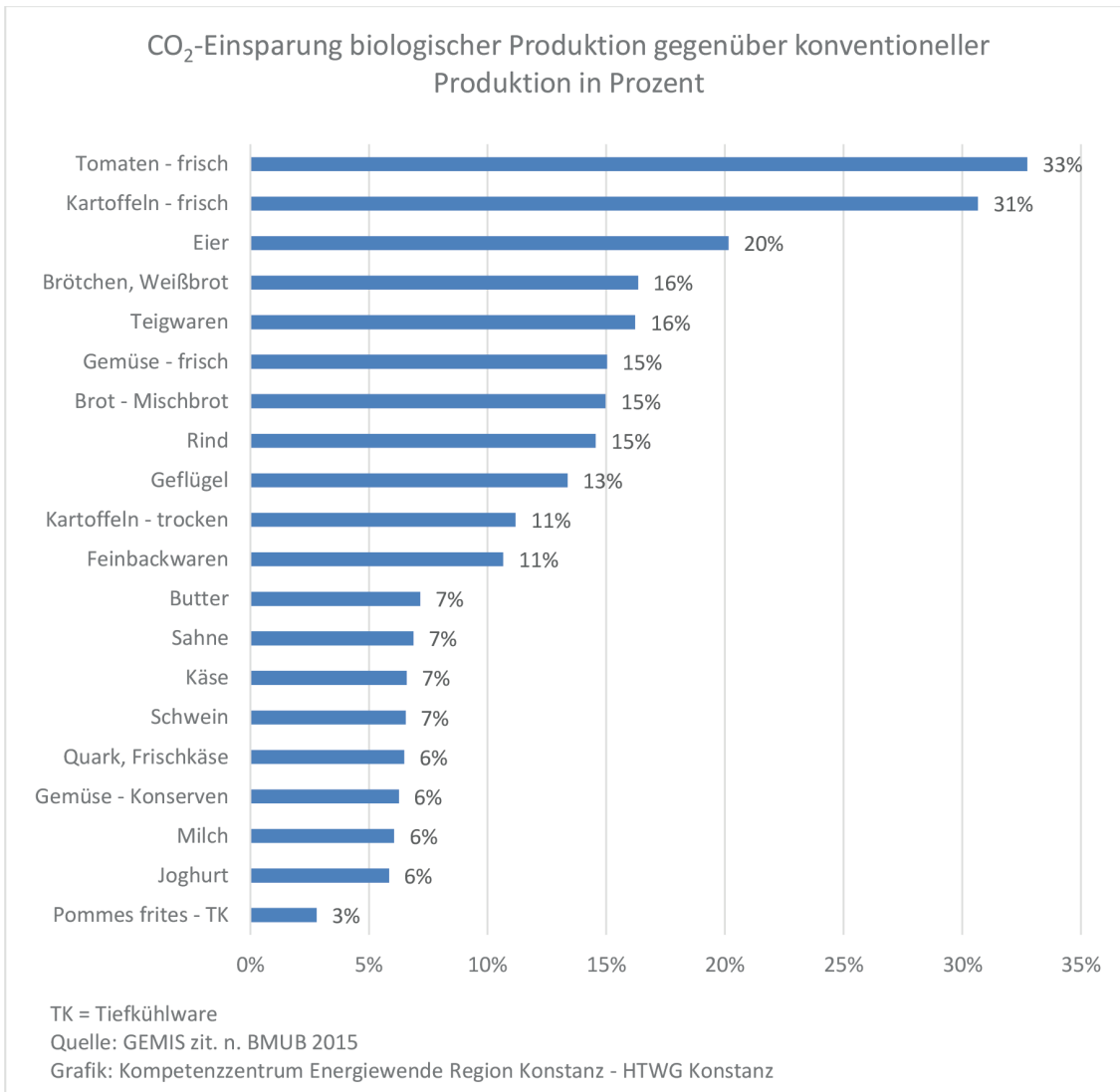


Abb. 132. CO₂-Einsparung biologischer Produktion gegenüber konventioneller Produktion in Prozent

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 133 dargestellt ist.

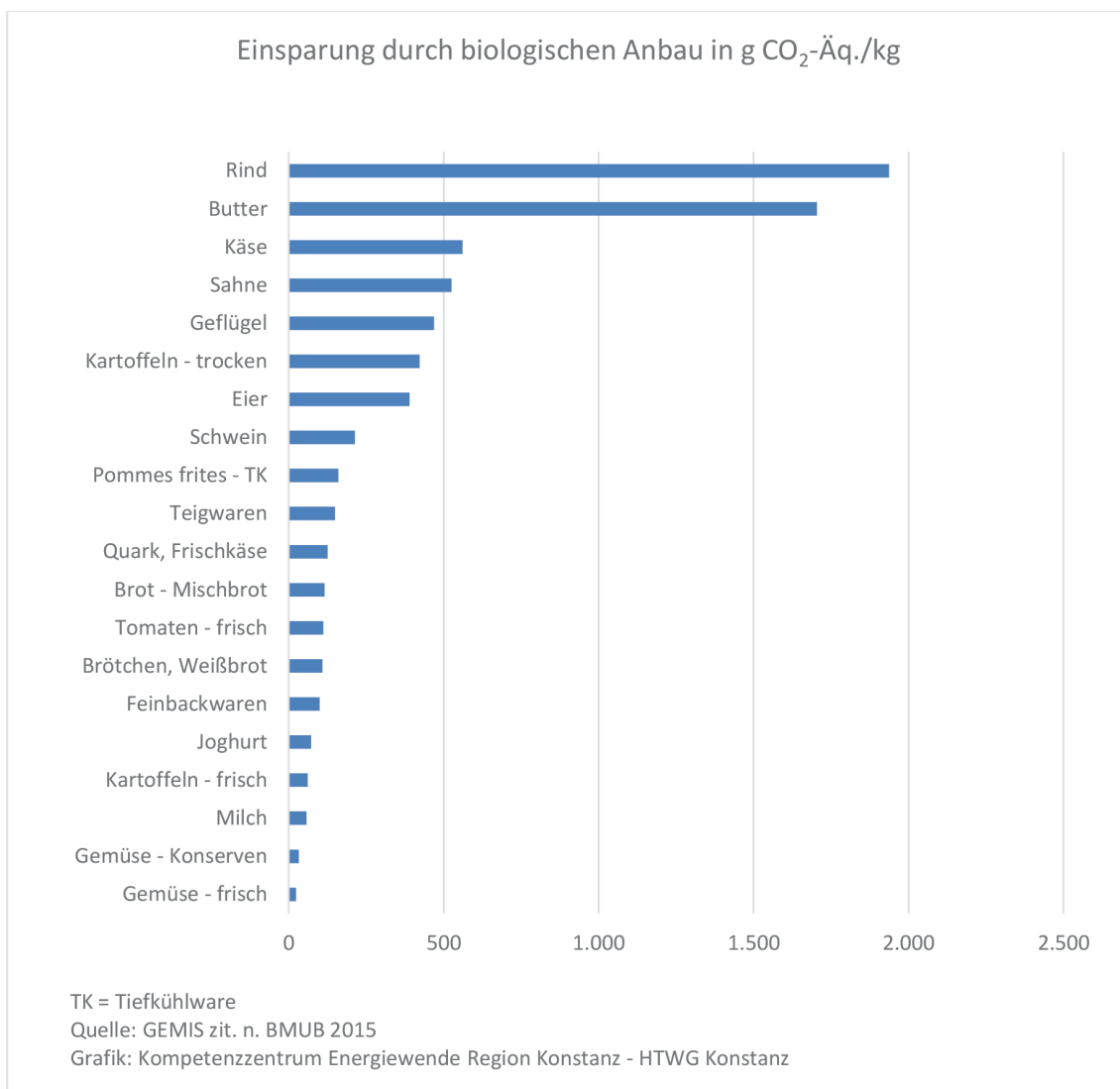


Abb. 133. Potenzial zur THG-Einsparung durch biologischen Landbau in g CO₂-Äq./kg

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 10 ist der so geschätzte Fleischkonsum im Landkreis dargestellt.

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

Tab. 10. Fleischkonsum im Landkreis Konstanz

Abbildung 134 zeigt den Verzehr tierischer Produkte im Landkreis Konstanz. Im Jahr 2014 waren es etwa 1.900 Tonnen Eier, 23.500 Tonnen Milchprodukte und 12.100 Tonnen Fleischprodukte.

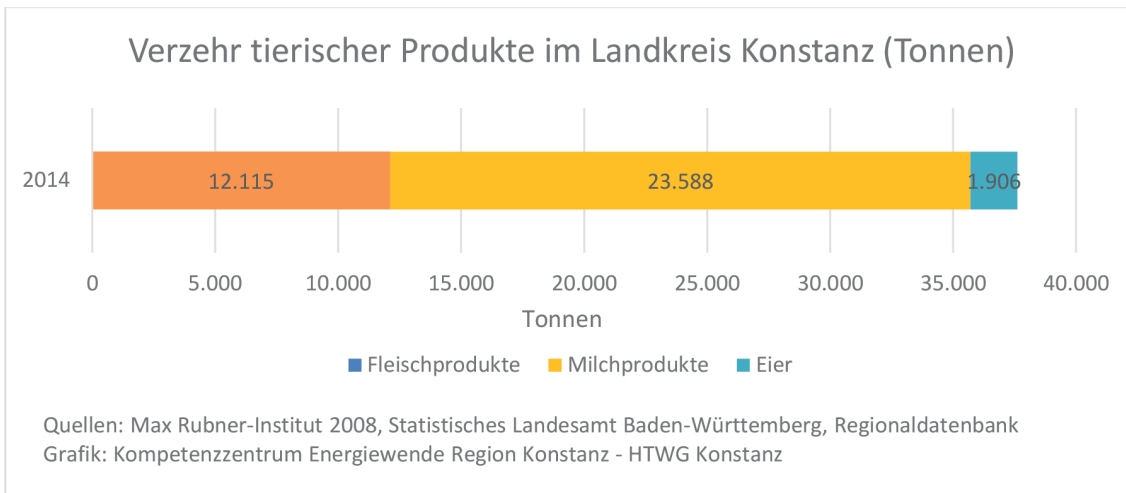


Abb. 134. Verzehr tierischer Produkte im Landkreis Konstanz

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.

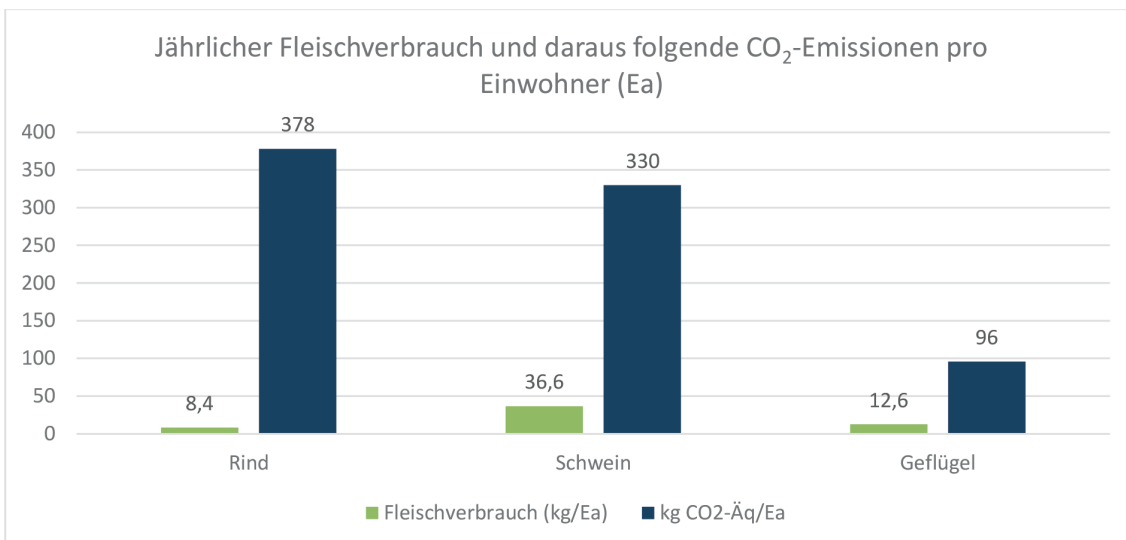


Abb. 135. Jährlicher Fleischverbrauch und daraus folgende CO₂-Emissionen pro Einwohner

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 2016), 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 2014 rund 1,49 € pro Liter Superbenzin und 1,35 € pro Liter Diesel. Im Jahr 2000 lagen die Preise bei 1,02 €/l für Benzin und 0,80 €/l für Diesel (vgl. Abbildung 136).

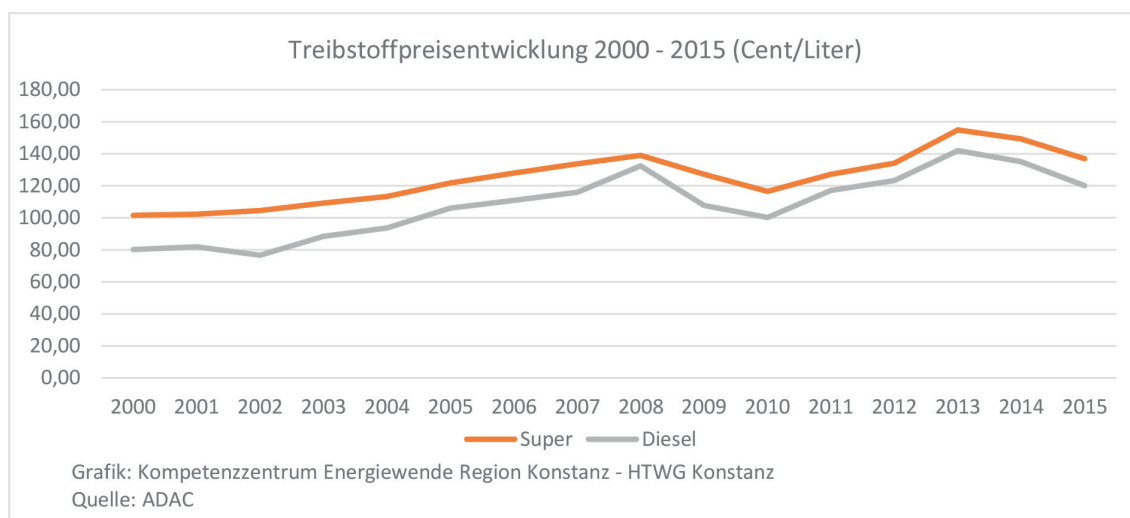


Abb. 136. Treibstoffpreisentwicklung 2000 – 2015

Die mit den Jahresfahrleistungen der Pkw verbundenen Treibstoffkosten summierten sich im Jahr 2014 auf rund 193 Millionen Euro. Dies entspricht einem Wert von rund 700 Euro pro Einwohner. Auf die Zahl der Erwerbstätigen bezogen ergibt dies einen Wert von 1.400 Euro pro Person (vgl. Abbildung 137). Die Treibstoffkosten der privaten Haushalte werden auf einen Wert von rund 145 Millionen Euro geschätzt. Dies entspricht 1.100 Euro pro Haushalt bzw. 520 Euro pro Einwohner. (vgl. Abbildung 138)

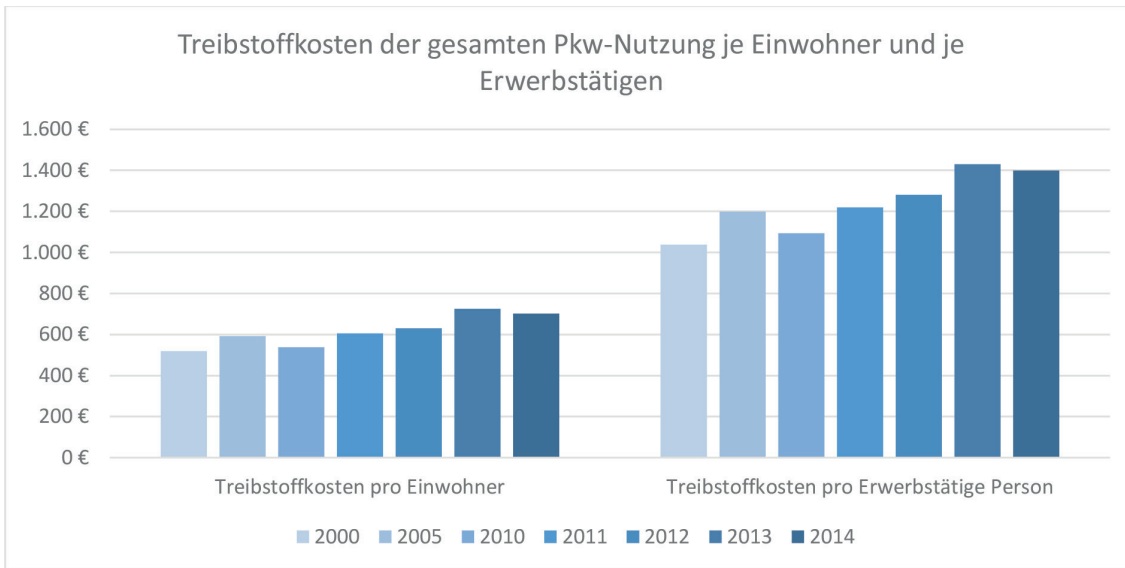


Abb. 137. Treibstoffkosten der Pkw-Nutzung je Einwohner und je erwerbstätige Person

Die Energiekosten der Haushalte sind im Gesamtzeitraum zwischen den Jahren 2000 und 2014 von rund 2.120 € auf rund 3.070 € pro Haushalt gestiegen. Auf dem Höhepunkt im Jahr 2012 betragen sie 3.272 € pro Haushalt. Während der Jahre 2013 und 2014 gab es jedoch jeweils einen deutlichen Kostenrückgang zu verzeichnen.

Je Einwohner betrug die Summe im Jahr 2014 rund 1.460 €. Die Ausgaben der Haushalte für Strom haben sich im dargestellten Zeitraum fast verdoppelt, während die Ausgaben für Wärme um 40 Prozent und für Treibstoffe um weniger als 20 Prozent gestiegen sind. Die relativ geringen Kostensteigerungen für Wärme und Treibstoffe im Vergleich zum Strom sind jedoch nicht so sehr auf einen geringeren Verbrauch oder gesteigerte Effizienz zurückzuführen, sondern vor allem auf den deutlichen Preisrückgang bei fossilen Energieträgern seit dem Jahr 2014 (vgl. Abbildung 138). Es zeigt sich, dass immer noch hauptsächlich die Entwicklungen der Weltmarktpreise von Erdöl und Erdgas ausschlaggebend sind und die geringen bisherigen Heizenergieeinsparungen auf die Kosten noch keinen entscheidenden Einfluss haben.

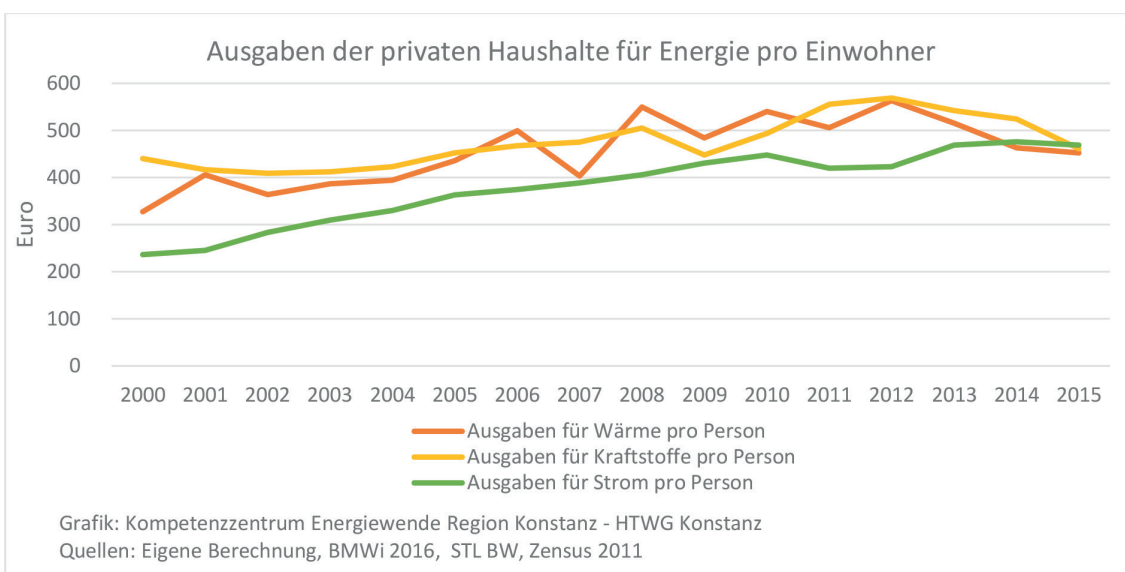


Abb. 138. Ausgaben der privaten Haushalte für Energie pro Einwohner

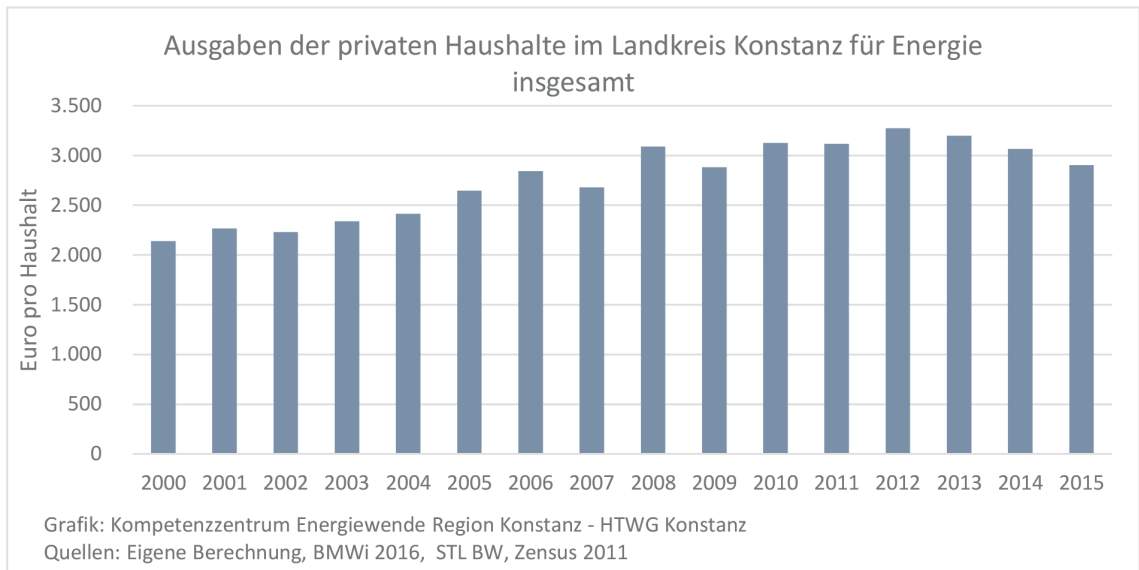


Abb. 139. Ausgaben der Haushalte für Energie im Landkreis Konstanz pro Haushalt

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 64 Prozent gestiegen, auf rund 420 Millionen Euro im Jahr 2013 (vgl. Abbildung 140). Die Differenz zu den Angaben im Monitor 2016, in dem für das Jahr 2013 rund 450 Millionen Euro angegeben wurden, ergibt sich durch eine veränderte Datengrundlage. Das BMWi gibt in seiner Ausgabe der Energiedaten Tabelle 28 (Stand 21.10.2016) aktualisierte Werte für das Jahr 2013 an, die für die vorliegende Ausgabe des Monitors rückwirkend übernommen wurden. Auf dieser Datengrundlage wurden für die Jahre 2014 und 2015 Energiekosten der Haushalte von 403 bzw. 388 Millionen Euro berechnet.

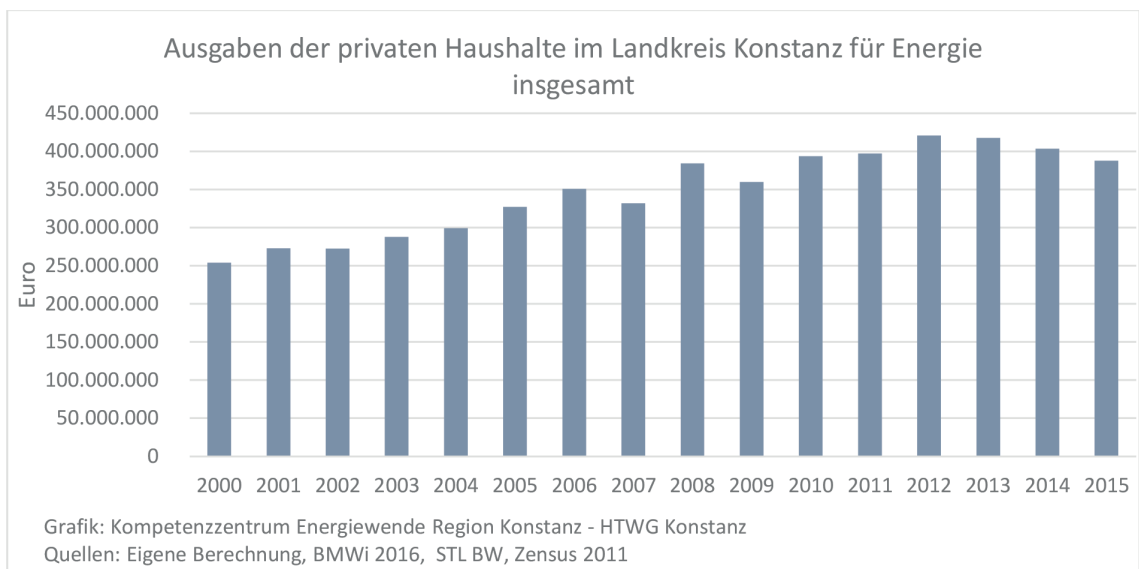


Abb. 140. Ausgaben der Haushalte im Landkreis Konstanz für Energie insgesamt

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 liegen keine Daten zur Energieproduktivität für den Landkreis Konstanz vorliegen, wird das BIP des Landkreises im Jahr 2014, welches 31.701 Euro pro Einwohner betrug (vgl. STL BW 2016b), mit dem in Kapitel 3.1 berechnetem Endenergieverbrauch kombiniert, um die Endenergieproduktivität zu ermitteln. Analog dazu wurde die Endenergieproduktivität des Landes Baden-Württemberg berechnet. Aus dem Verhältnis des Endenergieverbrauchs (277 TWh) zum BIP (423,4 Mrd. €) ergibt sich eine Endenergieproduktivität von 1,580 Mio. €/TWh (vgl. STL BW 2016c und STL BW 2017c). Für den Landkreis Konstanz ergibt sich ein Wert von 1,339 Mio. €/TWh. Im Vergleich zum Jahr 2013 hat die Endenergieproduktivität im Landkreis Konstanz im Jahr 2014 um rund 1,7 Prozent zugenommen. Tabelle 11 verdeutlicht, dass das Land Baden-Württemberg eine erheblich größere Zunahme der Endenergieproduktivität verzeichnen kann. War sie im Jahr 2013 noch um neun Prozent höher, liegt die Endenergieproduktivität des Landes im Jahr 2014 um 18 Prozent über der Endenergieproduktivität des Landkreises Konstanz.

	BIP in Mio. €	Endenergieverbrauch in TWh	Energieproduktivität in Mio. € pro TWh	Vergleich in Prozent
2013				
Landkreis Konstanz	8.691	6,6	1.317	100%
Land Baden-Württemberg	423.440	294	1.438	109%
2014				
Landkreis Konstanz	8.743	6,5	1.339	100%
Land Baden-Württemberg	437.317	277	1.580	118%
Tabelle: Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz – HTWG Konstanz Quellen: STL BW 2016b, STL BW 2016c, STL BW 2017c, Eigene Berechnung.				

Tab. 11. Endenergieproduktivität 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 141 und Abbildung 142 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.

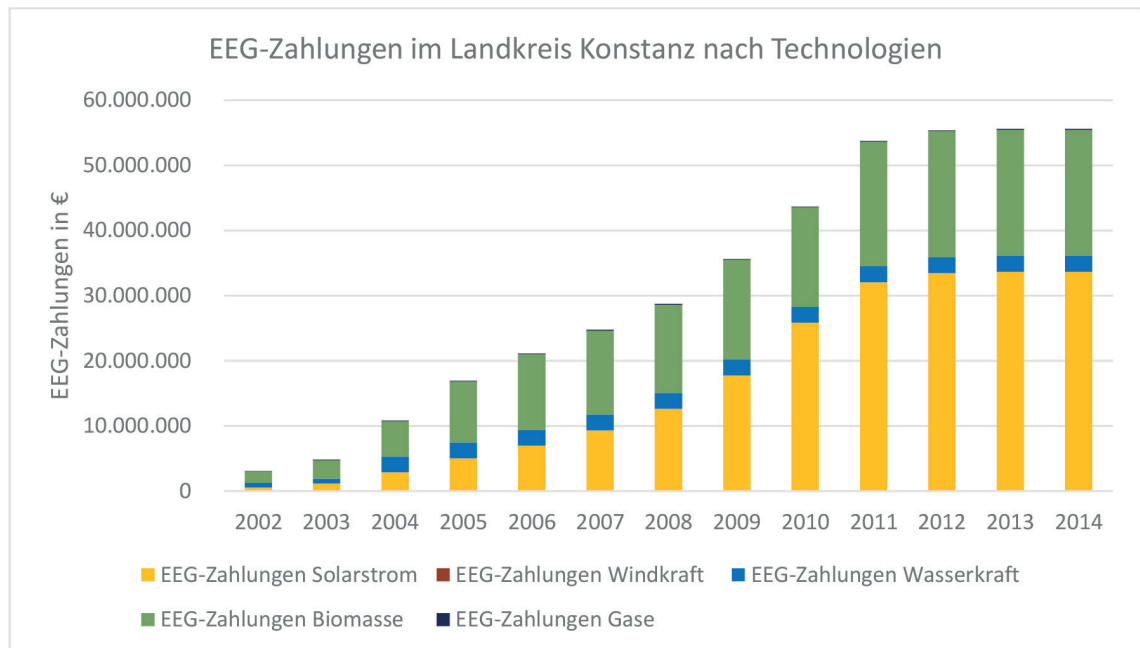


Abb. 141. EEG-Zahlungen im Landkreis auf Basis der Erzeugungskapazität

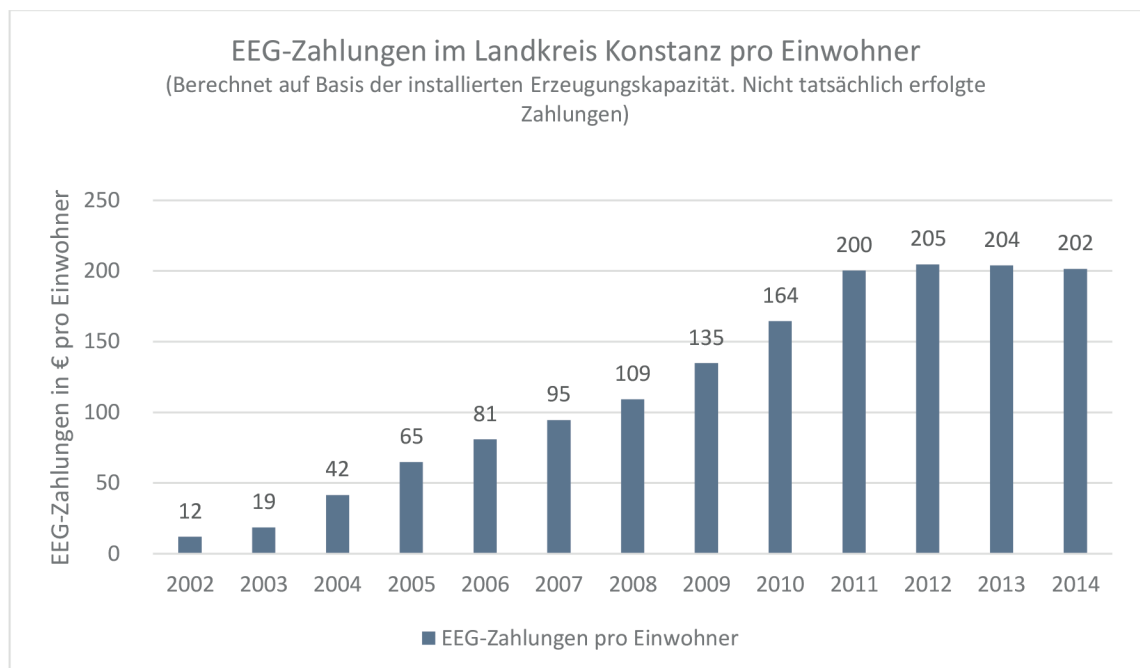


Abb. 142. EEG-Zahlungen im Landkreis auf Basis der Erzeugungskapazität pro Einwohner

In Abbildung 143 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.

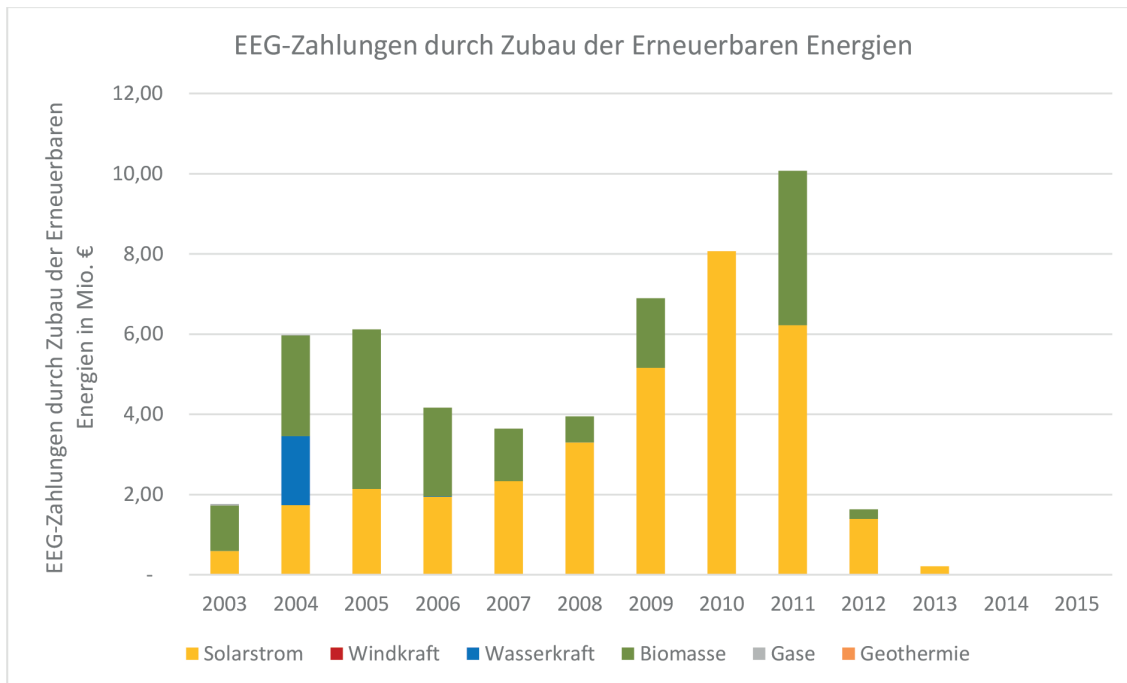


Abb. 143. Erhöhung der jährlichen EEG-Zahlungen durch Zubau der Erneuerbaren Energien in den Landkreis Konstanz

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 144 sind die Anteile der verschiedenen Energiequellen in Prozent auf Basis der Daten von 2010 bis 2013 dargestellt.

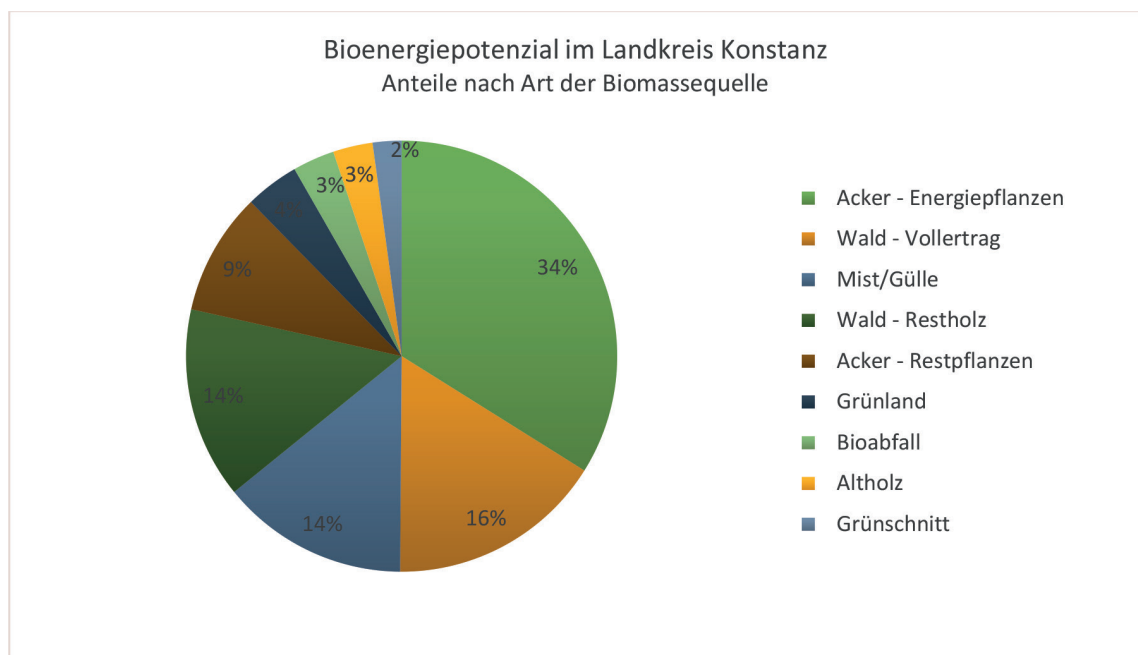


Abb. 144. Bioenergiepotenzial im Landkreis Konstanz

6.1.1. Aktueller Bioenergienutzungsgrad

Abbildung 145 zeigt den berechneten Nutzungsgrad des lokalen Bioenergiepotenzials. Die vorhandene Stromproduktion aus Biomasse schöpft das lokale Potenzial etwa zur Hälfte aus. Die geschätzte Wärmeengewinnung 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.

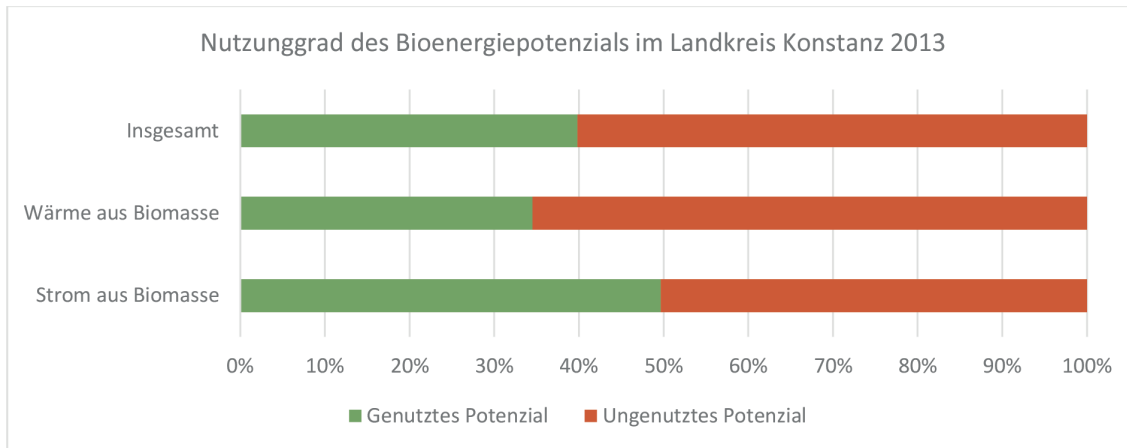


Abb. 145. Nutzungsgrad des Bioenergiepotenzials im Landkreis Konstanz 2013

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 145 dargestellt.

6.1.2. 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 146).

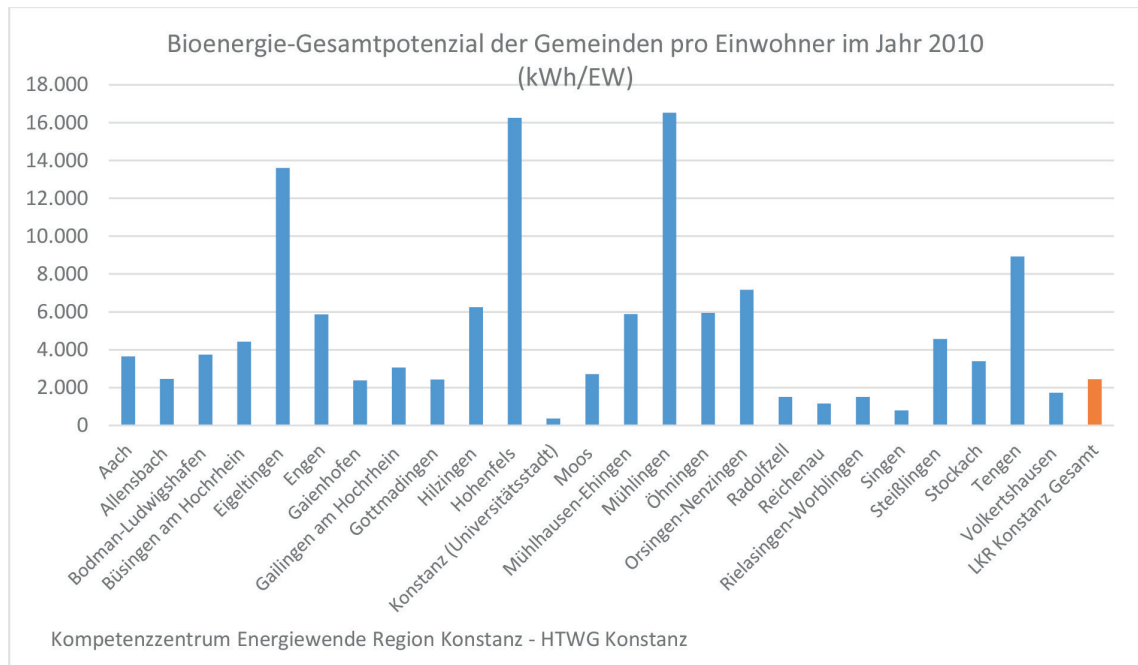


Abb. 146. Bioenergie-Potenzial der Gemeinden pro Einwohner

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



Abb. 147. Bioenergiepotenziale der Gemeinden (Kartendarstellung)

In Abbildung 148 ist das Energiepotenzial des bereits anfallenden Grünschnitts dargestellt, welches von der Bodenseestiftung ermittelt wurde.



Abb. 148. Energiepotenzial des Grünschnittaufkommens (Kartendarstellung)

6.1.3. 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.

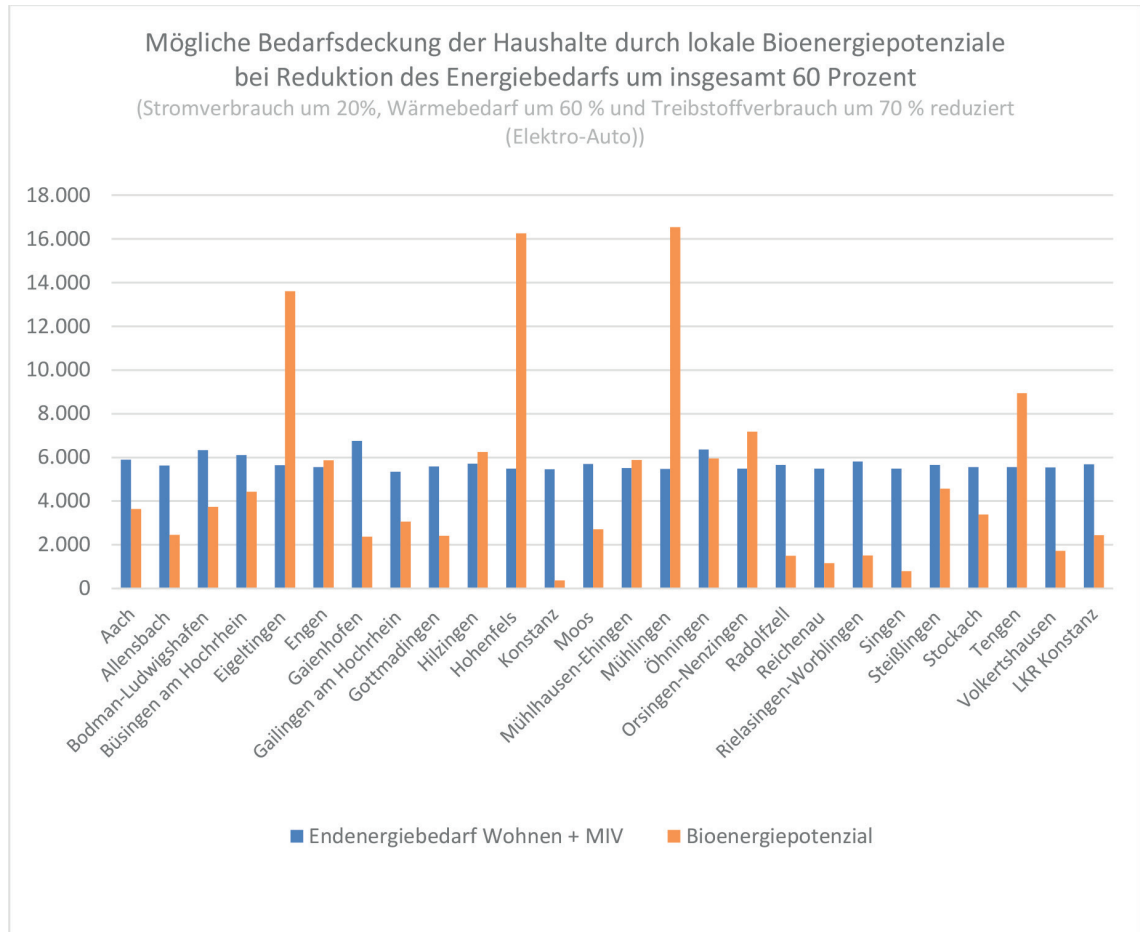


Abb. 149. Mögliche Bedarfsdeckung der Haushalte durch lokale Bioenergiepotenziale

6.1.4. 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.

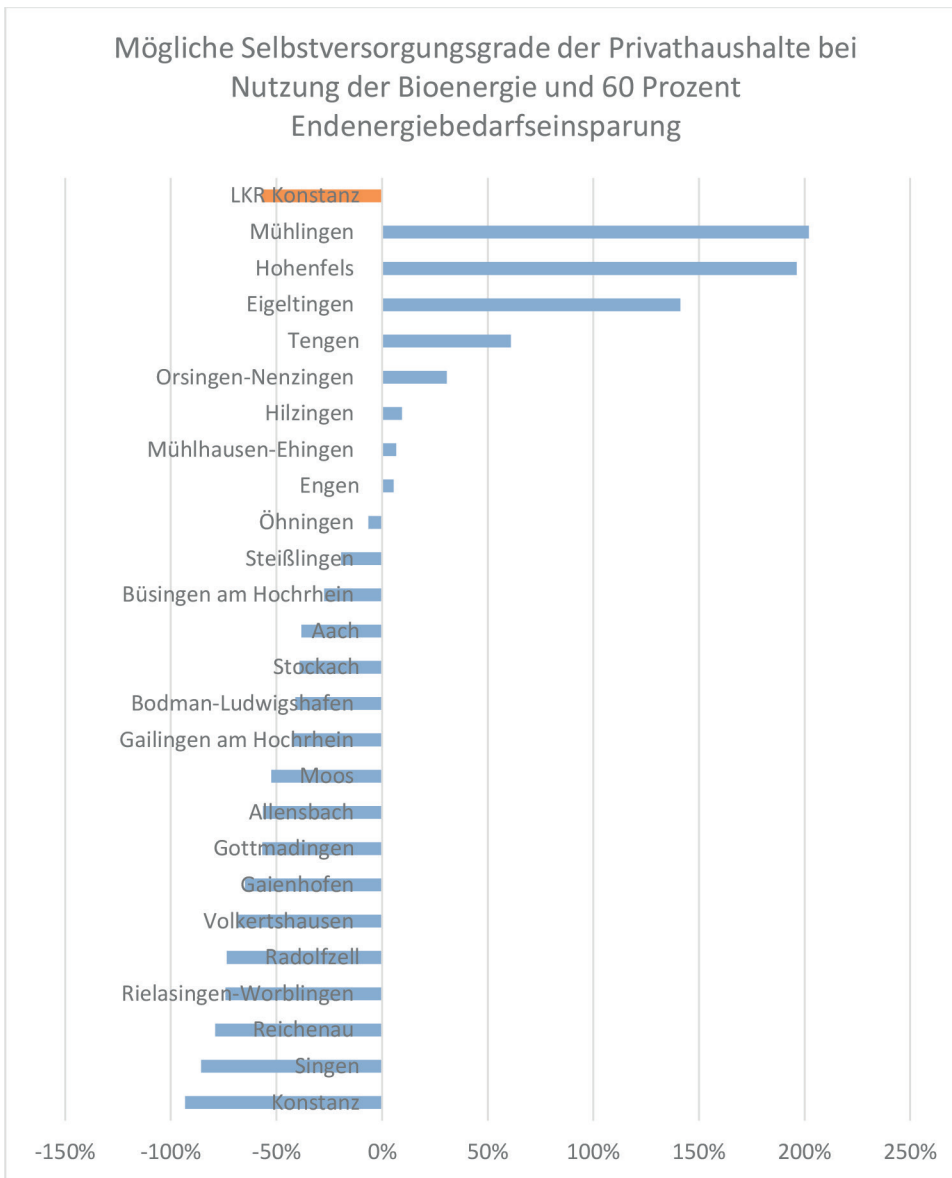


Abb. 150. Mögliche Selbstversorgungsgrade der Privathaushalte bei Nutzung der Bioenergie

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.

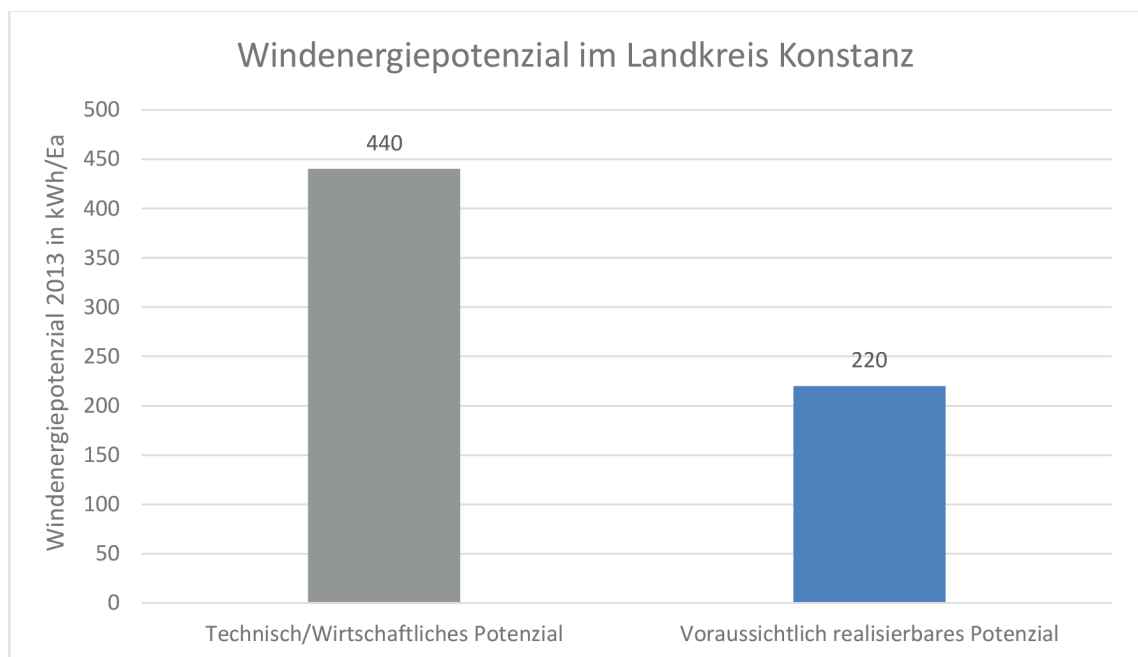


Abb. 151. Windenergiepotenzial

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

6.3.1. Dachflächen-Fotovoltaik

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.

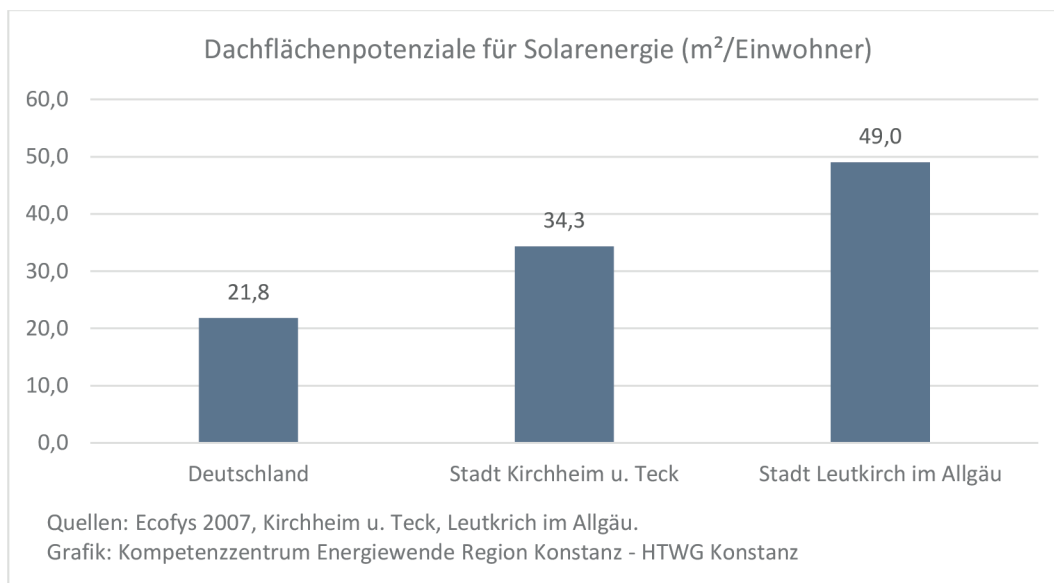


Abb. 152. Dachflächenpotenziale für Solarenergie (m²/Einwohner)

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 153)

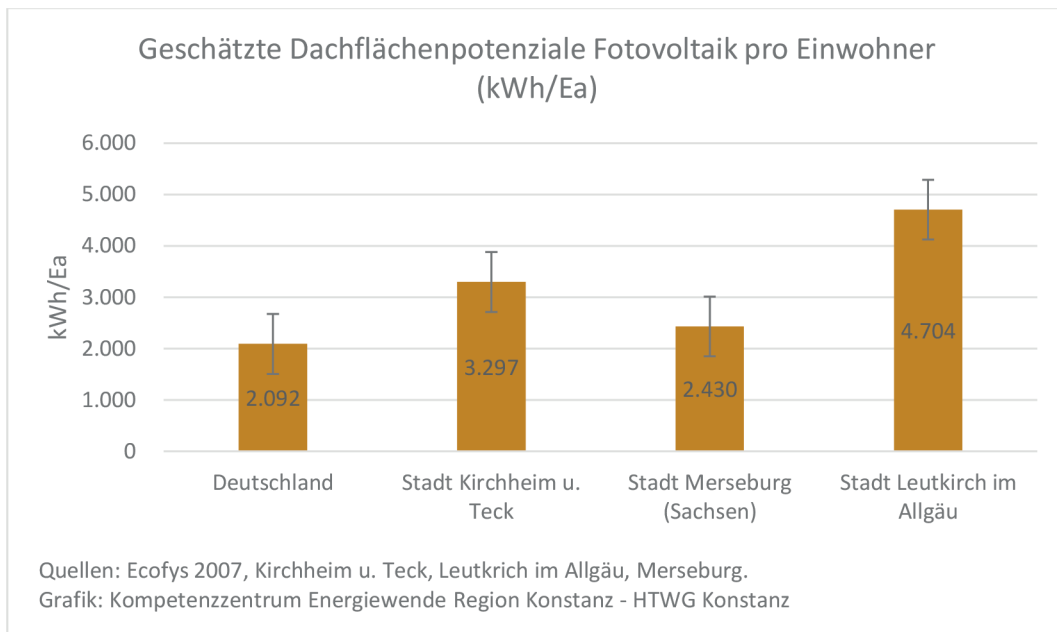


Abb. 153. Geschätzte Dachflächenpotenziale Fotovoltaik pro Einwohner in kWh/Ea

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 154).

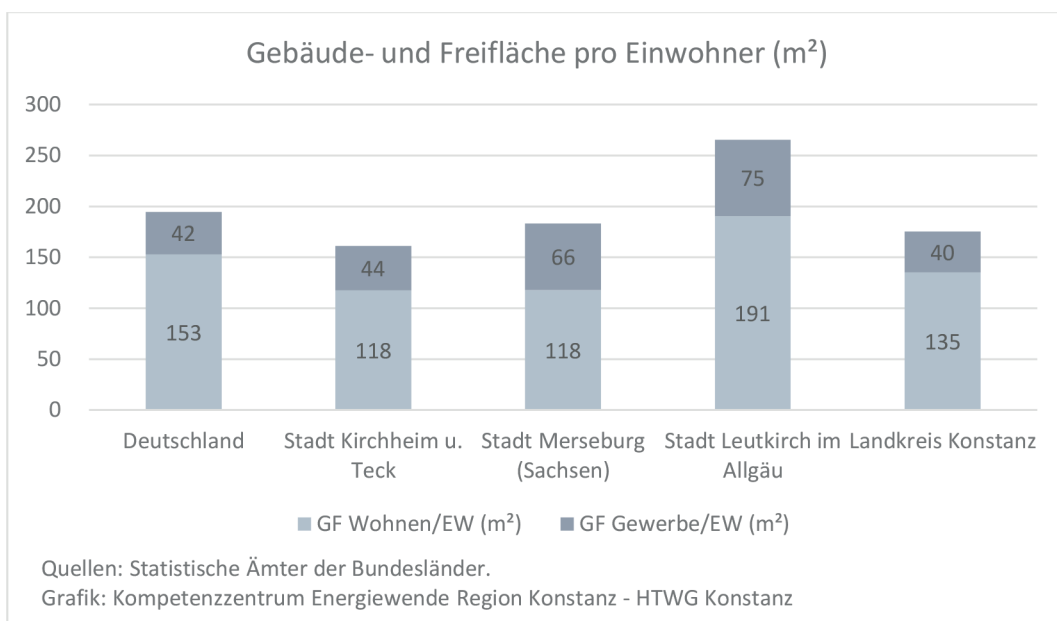


Abb. 154. Gebäude- und Freifläche pro Einwohner im Vergleich

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. Es handelt sich dabei um eine grobe Schätzung. Eine genauere Ermittlung der tatsächlichen Potenziale ist unabdingbar.

6.3.2. 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 155 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.

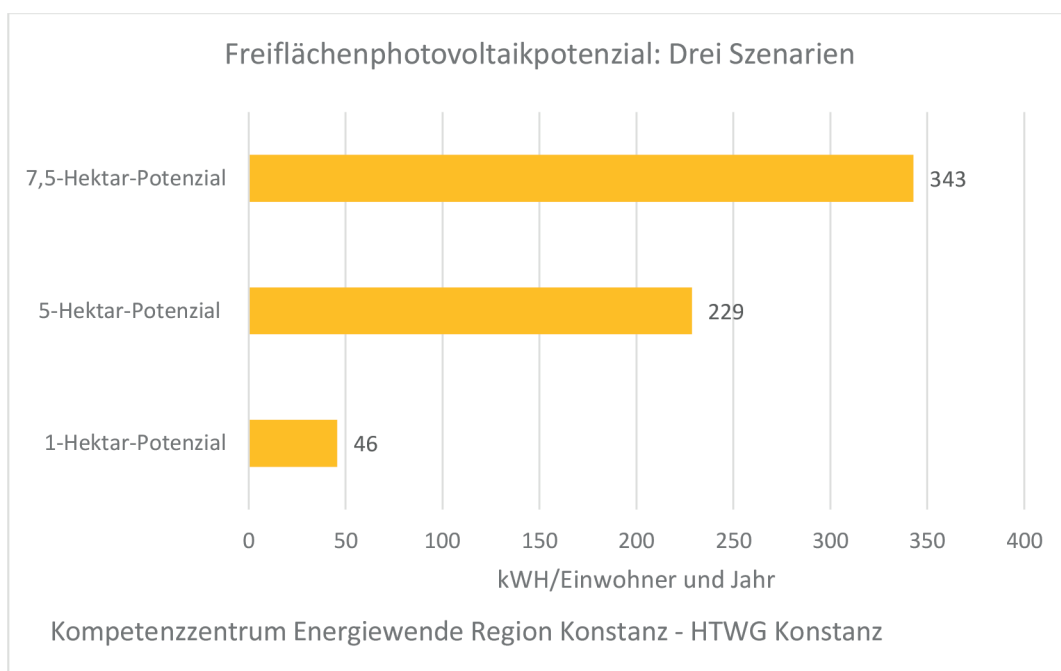


Abb. 155. Freiflächenphotovoltaikpotenzial: Drei Szenarien

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 Freiflächensolaranlagen 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 geneigten 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.

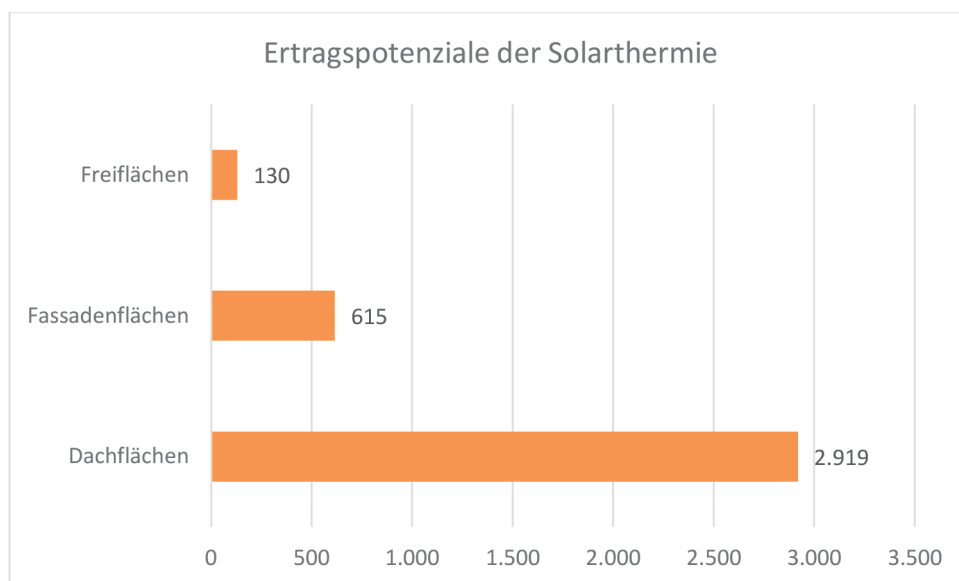


Abb. 156. Ertragspotenziale der Solarthermie pro Einwohner

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 157 in Kilowattstunden pro Einwohner und Jahr (kWh/Ea) dargestellt. In Abbildung 158 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).

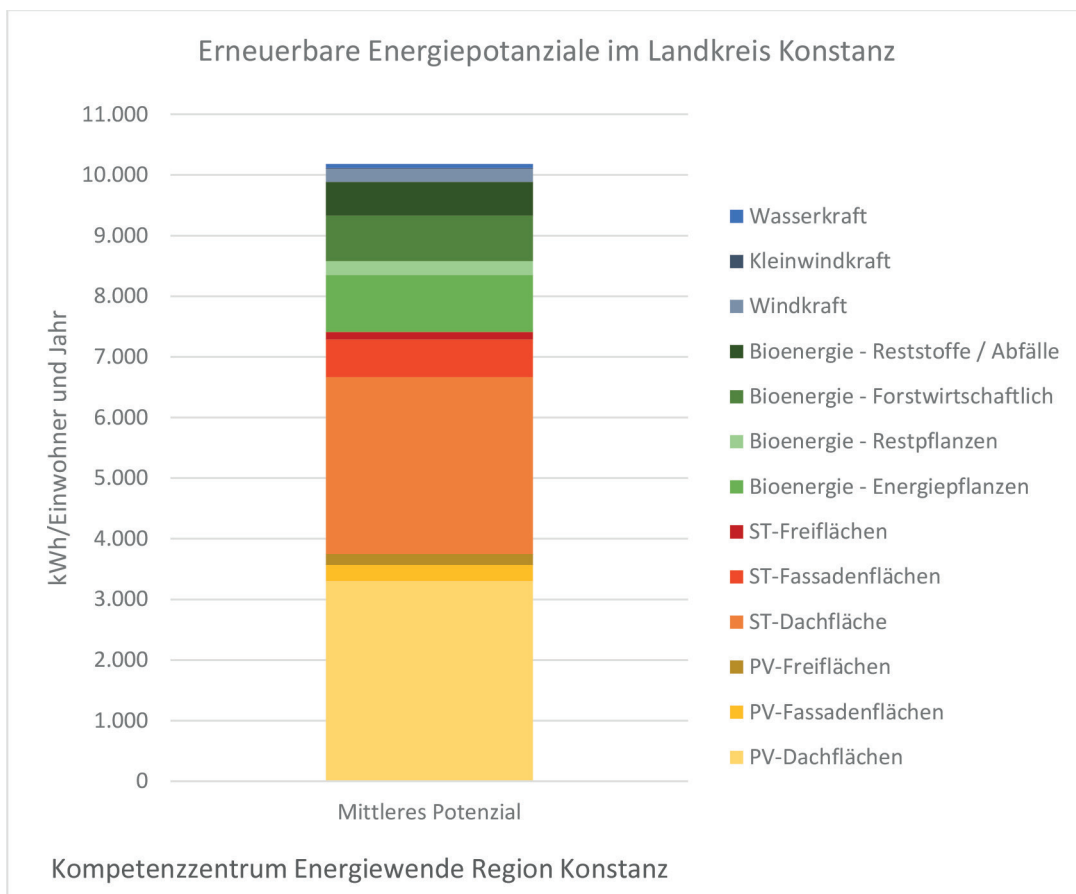


Abb. 157. Erneuerbare Energiepotenziale im Landkreis Konstanz

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.

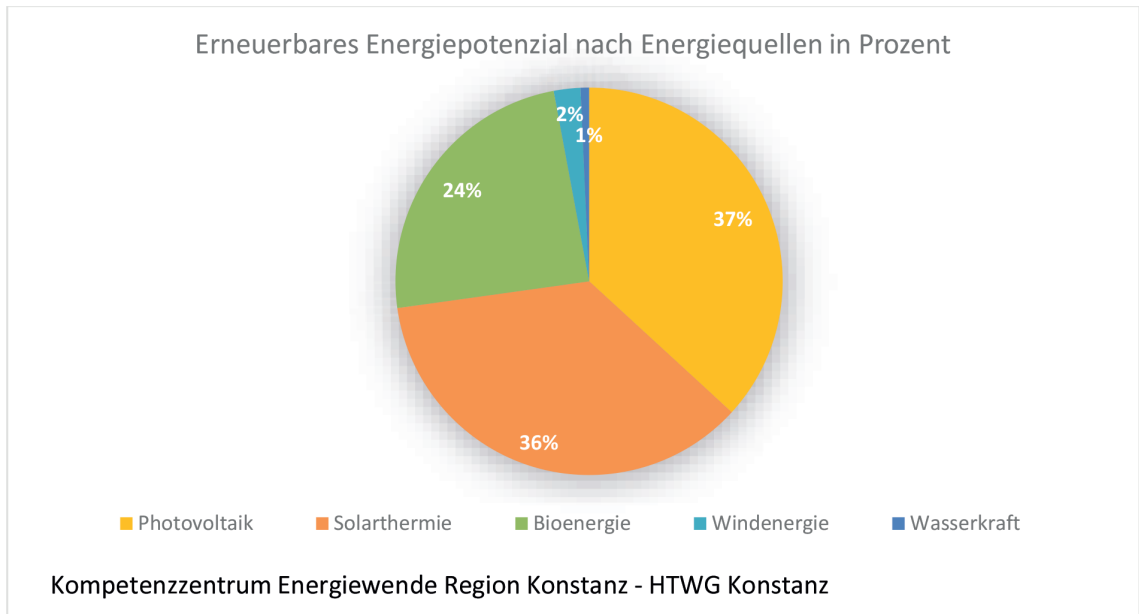


Abb. 158. Erneuerbares Energiepotenzial nach Energiequellen in Prozent

6.6. Bisherige Nutzung der erneuerbaren Energiepotenziale

In Abbildung 159 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.

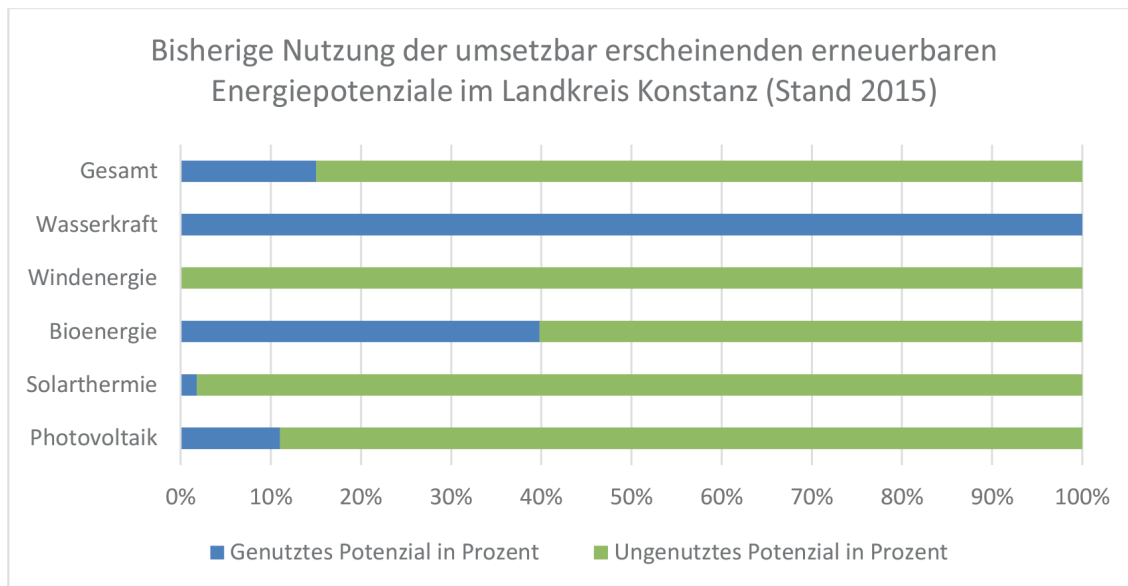


Abb. 159. Bisherige Nutzung der umsetzbar erscheinenden erneuerbaren Energiepotenziale

Im Bereich der Wasserkraftnutzung dürfte kaum noch zusätzlich erschließbares Potenzial vorhanden sein. Gar nicht genutzt wird bisher das Windenergiepotenzial. Allerdings ist das Gesamtpotenzial der Windenergie im Vergleich zu den Potenzialen von Solar- und Bioenergie eher gering. 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.

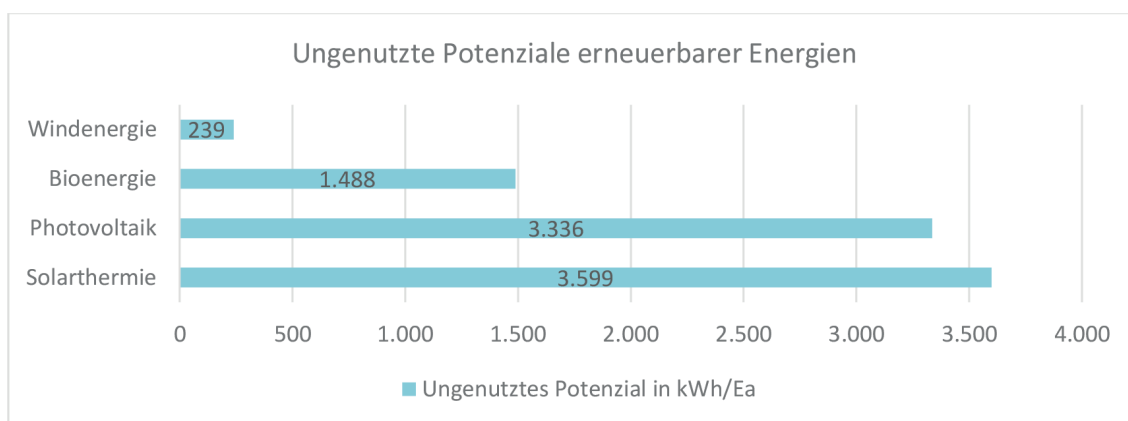


Abb. 160. Ungenutzte Potenziale erneuerbarer Energien

6.7. Exkurs: Mögliche Auswirkungen von Neubaugebieten auf lokale Energiepotenziale

Die Bevölkerungsentwicklungsprognose des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg für den Landkreis Konstanz geht von einem weiteren Wachstum auf rund 292.000 Personen im Jahr 2025 aus und erwartet dann eine relativ konstante Bevölkerung mit einem leichten Rückgang bis zum Jahr 2035 auf rund 291.100 Personen.

Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass die Belegungsdichte der Wohnungen, die derzeit bei einem Wert von 2,1 liegt, weiterhin sinkt. Damit einher geht nicht nur eine Zunahme des Endenergiebedarfs für Wohnen und Mobilität. Zu erwarten ist auch ein mit dem Zuzug verbundener Flächenverbrauch, der sich auf die Potenziale zur Versorgung mit Energie, Nahrung und Rohstoffen aus lokalen Quellen auswirken wird.

Es ist daher sinnvoll, sich frühzeitig einen Überblick über die möglichen Auswirkungen zu verschaffen, die der Bevölkerungszuwachs auf Energiebedarfe und Energiepotenziale haben kann. Erheblichen Einfluss hat dabei, welche Bauweise und Dichte für die neuen Wohngebiete gewählt wird.

Um eine Schätzung der möglichen Auswirkungen des Neubaus durchzuführen, wurden neun verschiedene Szenarien entworfen und miteinander verglichen. Die Ergebnisse dieser Schätzung werden nachfolgend erläutert. Über welche Potenziale der Landkreis Konstanz im Innenbereich der Siedlungen für eine weitere Nachverdichtung verfügt, ist nicht bekannt. Weitere Potenziale bietet beispielsweise die Aufstockung von Gebäuden, die auch in der Stadt Konstanz diskutiert wird. Andererseits hat die Zuwanderung der vergangenen Jahre seit 2014 die Erwartungen übertroffen, sodass auch nicht ausgeschlossen werden kann, dass die Prognose von 292.000 Einwohnern im Jahr 2025 auch übertroffen werden kann. Der Druck, neue Baugebietsflächen im Außenbereich auszuweisen, könnte dementsprechend weiter zunehmen. Vereinfachend wurde daher für den Vergleich der Szenarien angenommen, dass der neue Wohnraum vollständig in Neubaugebieten geschaffen wird, um die Auswirkungen zu veranschaulichen, die unterschiedliche Neubaugebiete auf die lokalen Potenziale erneuerbarer Energien haben.

6.7.1. Flächenbedarf für Wohnen und Gewerbe

Setzt man die Bevölkerungsentwicklung und den Zuwachs der Gewerbegebietsfläche ins Verhältnis, zeigen sich relativ große Schwankungen, die eine Prognose erschweren. Betrachtet man die Entwicklung zwischen den Jahren 2000 und 2014 in etwa gleichlangen Zeitabschnitten, lag der Zuwachs der Gewerbegebietsfläche je 1.000 Neubürger von 2000 bis 2004 bei rund 4,4 ha, von 2004 bis 2009 bei 17,9 ha und von 2009 bis 2014 bei 7,6 ha. Über den gesamten Zeitraum lag der Wert im Mittel bei 8,0 ha. Vereinfachend wurde dieser Mittelwert für die Schätzung herangezogen. Setzt sich die Entwicklung in diesem Verhältnis fort, ist bei einem Wert von 8,0 ha Gewerbegebiet je 1.000 Neubürger und der prognostizierten Bevölkerungsentwicklung bis 2035 von einem Anwachsen der Gewerbegebietsfläche um 86 ha auszugehen.

Um den Flächenbedarf für Wohnen zu schätzen, wurden verschiedene Szenarien entwickelt. Angenommen wurde ein Szenario, in dem 20 Prozent der Neubürger in Einfamilienhäusern (EFH) und 80 Prozent in mehrgeschossigen Wohnhäusern (Geschosswohnungsbau/GWB) Wohnraum finden werden. Im zweiten Szenario wurde angenommen, dass jeweils ein Drittel der Neubürger in Einfamilienhausneubaugebieten, in verdichtetem Flachwohnungsbau (VDWB) und in mehrgeschossigen Wohnhäusern wohnen wird. Im dritten Szenario wohnt jeweils eine Hälfte der Neubürger in verdichtetem Flachwohnungsbau und in mehrgeschossigen Wohnhäusern. Im vierten und Szenario werden alle Neubürger in mehrgeschossigen Wohnhäusern wohnen.

Der jeweilige Flächenbedarf für neue Wohngebietsflächen wurde über Kennwerte typischer Nettowohndichten nach Angaben des BMV (1995) geschätzt. Diese sind in Tabelle 12 dargestellt.

Bebauungsart	Einwohner pro Hektar	Wohneinheiten pro Hektar
Freistehende Einfamilienhäuser	50 – 70	16 - 25
Verdichtete Flachbebauung	150 – 250	50 - 83
Mischbebauung	220 – 280	73 - 93
Durchgängige Mehrgeschossbebauung	280 – 400	93 - 133

Quelle: BMV (1995) zit. n. Schröter, F.

Tab. 12. Nettowohndichten

Dieser Tabelle wurde die Annahme zugrunde gelegt, dass die Belegungsdichte bei 2,8 - 3,1 EW/WE „gemäß Analyse neuer suburbaner Wohnanlagen“ liegt (vgl. Schröter). Da heute zwar die Belegungsdichte meist etwas niedriger liegt, zugleich aber eine höhere Wohndichte (WE/ha) als 1995 angestrebt wird, wurden diese Werte als Grundlage für die vorliegende Schätzung übernommen. Für eine Übernahme der Werte spricht auch, dass zwei aktuelle Studien zur Bevölkerungsstruktur in Neubaugebieten bei München und Zürich ergeben haben, dass der Anteil von Haushalten mit zwei oder mehr Personen in Neubaugebieten deutlich höher liegt als in älteren Stadtteilen und auch Familien mit Kindern deutlich zahlreicher sind (vgl. Geißler 2013 und Kobi et al. 2001). Dies scheint auch für die Region Konstanz nicht unwahrscheinlich.

Anhand der genannten Ausgangsdaten ergeben sich für die vier Szenarien folgende Flächenbedarfe:

Szenario	EFH 20, GWB 80	EFH 33, VDW 33, GWB 33	VDW 50, GWB 50	GWB 100
Neue Fläche EFH (ha)	36,0	60,1	0,0	0,0
Neue Fläche VDW (ha)	0,0	18,0	27,0	0,0
Neue Fläche GWB (ha)	25,4	10,6	15,9	31,8
Neue Wohngebietsfläche Gesamt (ha)	61,5	88,7	42,9	31,8

Quelle: eigene Berechnung

Tab. 13. Flächenbedarf für neue Wohngebiete nach Bevölkerungsprognose in vier Szenarien

Anhand der Szenarien wird deutlich sichtbar, dass der Flächenbedarf in Einfamilienhäusern pro Bewohner sechsmal größer ist als im Geschosswohnungsbau.

6.7.2. Potenziale erneuerbarer Energien auf städtischen und landwirtschaftlichen Freiflächen

Die Potenziale der erneuerbaren Energien im Siedlungsbereich unterscheiden sich erheblich von den Potenzialen im Außenbereich. So ist die gezielte Produktion von Biomasse im Siedlungsbereich kleinteiliger und aufwendiger als auf landwirtschaftlichen Flächen. Gleiches gilt für die Nutzung der Photovoltaik. Große zusammenhängende Flächen mit einer Größe von mehreren Hektar gibt es im Siedlungsbereich relativ selten. So liegen die durchschnittlichen Potenziale der Photovoltaik je nach Stadtraumtyp zwischen rund 30 MWh/ha*a und rund 250 MWh/ha*a (vgl. Genske et al. 2009, S. 32). Moderne Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen in Süddeutschland können im Jahresmittel deutlich mehr als 500 MWh/ha*a erreichen. Je nach Witterung und verwendeter Modulart können die Erträge aber auch deutlich darunter liegen.

Stadtraumtyp	Energieertrag PV in MWh/ha
1 Vorindustrielle Stadt / Altstadt	109
2 Innerstädtische Baublöcke der Gründer- und Vorkriegszeit	78
3 Wiederaufbau-Ensembles der 50er-Jahre	154
4 Dörfliche und kleinteilige Strukturen	32
5 Werks- und Genossenschaftssiedlungen der Gründer und Vorkriegszeit	29
6 Siedlungen des sozialen Wohnungsbaus der 50er Jahre	88
7 Hochhaus-siedlungen der 70er-Jahre & Plattenbausiedlungen in den neuen Bundesländern	167
8 Geschosswohnungsbau seit den 60er Jahren	94
9 Einfamilienhausgebiete	34
10 Gewerbe- und Industriegebiete	248
11 Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	126
Quelle: Genske et. al (2009)	

Tab. 14. Energieertrag Photovoltaik der Stadtraumtypen je Hektar

Aus den Nettowohndichten und den Photovoltaikpotenzialen der unterschiedlichen Wohngebietstypologien ergeben sich unterschiedliche Photovoltaikpotenziale pro Neubürger. Pro Neubürger können in Einfamilienhausgebieten die meisten Kilowattstunden im Jahr gewonnen werden. Das Potenzial pro Bewohner liegt bei freistehenden Einfamilienhäusern mit rund 570 kWh/Ea etwa doppelt so hoch, wie bei durchgängiger Mehrgeschossbebauung mit rund 280 kWh/Ea. Die Unterschiede zwischen der Mehrgeschossbebauung, der Mischbebauung (300 kWh/Ea) und der verdichteten Flachbebauung (320 kWh/Ea) sind dagegen relativ gering (vgl. Abbildung 160).

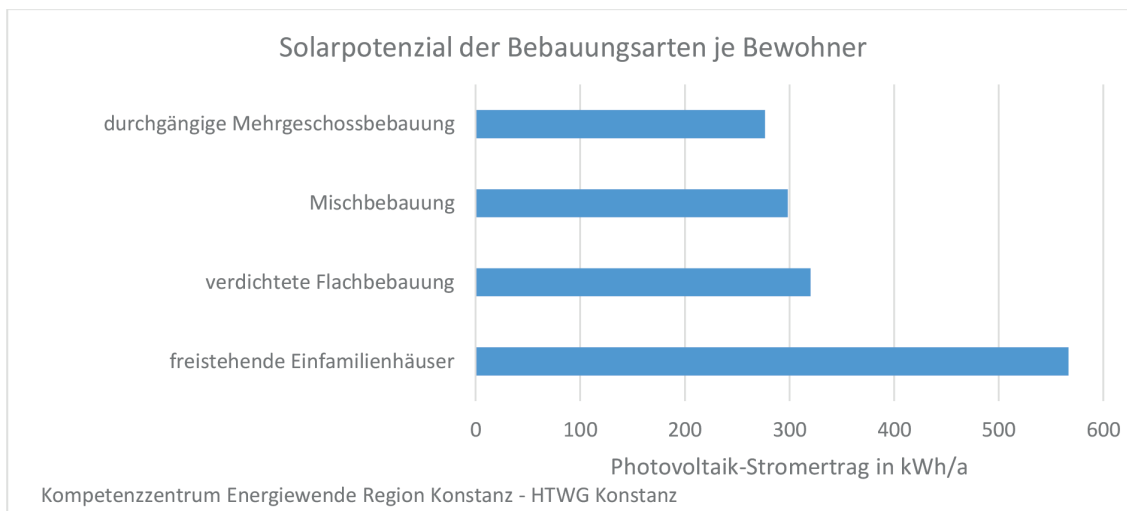


Abb. 161. Solarpotenzial der Bebauungsarten je Bewohner

Die Erträge von Anbaubiomasse auf landwirtschaftlichen Flächen liegen zwischen rund 10 und über 100 MWh pro Hektar. Die einjährige Pflanze Raps liefert, wenn man ausschließlich das Rapsöl energetisch nutzt, rund 14 MWh/ha*a. Die mehrjährige Pflanze Miscanthus, auch Chinaschilf genannt, liefert im Mittel rund 85 MWh/ha*a. Silomais liegt mit rund 49 MWh/ha*a dazwischen. (Vgl. KTBL 2012) Im Mittel sind bei einer ökologisch sinnvollen Nutzung mehrerer verschiedener Energiepflanzen auf einer Fläche von 30 bis 90 Hektar rund 55 MWh/ha*a als Durchschnittsertrag durchaus realistisch.

Energiepflanze	Mittlerer Energieertrag in MWh/ha
Grünland (Silage)	25
Raps (Öl)	14
Sorghum als Sommerzwischenfrucht (Biogas)	16
Weide (Festbrennstoff)	26
Durchwachsene Silphie (Biogas)	35
Pappel (Festbrennstoff)	38
Silomais (Biogas)	49
Winterweizen, Ganzpflanze (Festbrennstoff)	65
Miscanthus (Festbrennstoff)	85
Quelle: KTBL (2012)	

Tab. 15. Energieertrag von Energiepflanzen je Hektar

Eine weitere Möglichkeit auf landwirtschaftlichen Flächen Energie zu gewinnen, wird derzeit noch erforscht: Dabei wird eine Photovoltaikanlage in einer Höhe über den landwirtschaftlichen Flächen installiert, die es ermöglicht darunter weiterhin klassische Landwirtschaft zu betreiben. Die Stromerträge sind in diesem Fall zwar niedriger, dafür verursachen die Anlagen keine Anbauflächenverluste. In einem Versuch, der seit September 2016 läuft und vom Bundesforschungsministerium gefördert wird, werden in Heggelbach am Bodensee die Solar- und Biomasseerträge in einem solchen Agrophotovoltaik-System erforscht. Die Anlage steht auf einer Fläche von 2,5 Hektar und weist eine Leistung von 190 kWp auf (vgl. Fraunhofer ISE 2016). Geht man von einem Solarstromertrag von mehr als 900 kWh/kWp aus, scheint ein Ertrag von über 70 MWh/ha*a zusätzlich zur Gemüse- oder Getreideproduktion realistisch zu sein. Dies entspricht pro Hektar ungefähr dem Energieertrag ertragreicher Energiepflanzen. Vermutlich ist auch eine Kombination von Energiepflanzen und Agrophotovoltaik möglich. Versuche dazu gibt es jedoch, soweit bekannt, noch nicht.

6.7.3. Auswirkungen von Neubau- Wohngebieten auf die Energiepotenziale

Neubaugelbiete werden in der Regel auf Kosten von Grünland oder Ackerflächen ausgewiesen. Mit der Bebauung dieser Flächen gehen geeignete Standorte für die Produktion von Anbaubiomasse oder die Errichtung von Freiflächensolaranlagen verloren.

Gleichzeitig entstehen im Siedlungsbereich neue Dach- und Freiflächen, die z. B. für die Gewinnung von Solarenergie (durch Photovoltaik oder Solarthermie) oder Umgebungswärme (z. B. durch Luft- oder Erdwärmepumpen) geeignet sein können. Da Solarthermie sich keiner allzu hohen Nachfrage mehr erfreut und Wärmepumpen erneuerbaren Strom benötigen, wurde für den vorliegenden Vergleich im ersten Fall lediglich das hinzugewinnbare Photovoltaikpotenzial dem Verlust an Bioenergiepotenzial gegenüber gestellt. Im zweiten Fall wurde angenommen, dass auf der Baugelbietsfläche Freiflächen-Photovoltaikanlagen hätten errichtet werden können, auch wenn dies aufgrund gesetzlicher Einschränkungen für die Errichtung auf landwirtschaftlichen Flächen zumindest aktuell deutlich unwahrscheinlicher erscheint.

Nimmt man an, dass auf der Fläche der Neubaugelbiete Energiepflanzen produziert worden wären, ergeben sich je nach Szenario deutlich unterschiedliche Auswirkungen auf das erneuerbare Energiepotenzial der „verbrauchten“ Fläche. So ergibt sich für das Szenario mit 100 Prozent Geschosswohnungsbau (GWB 100) ein Potenzialzuwachs von 1,1 GWh/a. Wenn die Neubürger zu je einem Drittel in Einfamilienhausgelbieten, in verdichtetem Flachbaugelbieten und durchgängiger Mehrgeschossbebauung wohnen (Szenario EFH 33, VDW 33, GWB 33), ergibt sich dagegen ein Potenzialverlust von mehr als 1,1 GWh/a. Im Szenario mit 80 Geschosswohnungsbau und 20 Prozent Einfamilienhäusern zeigt sich dagegen ein sehr geringer Potenzialverlust. Werden die Neubürger je zur Hälfte in verdichteter Flachbebauung und in Mehrgeschossbebauung wohnen, ergibt sich ein Potenzialzugewinn von 0,65 GWh/a. Die Nettobilanzen sind in Abbildung 162 dargestellt. Es zeigt sich damit, dass die Nettowohndichte von größerer Bedeutung ist als das Gebäudeflächenpotenzial pro Einwohner, weil mit dem höheren Flächenverbrauch infolge geringerer Wohndichte mehr Bioenergiepotenzial verloren geht, als auf den Gebäudeflächen Solarpotenzial hinzugewonnen wird.

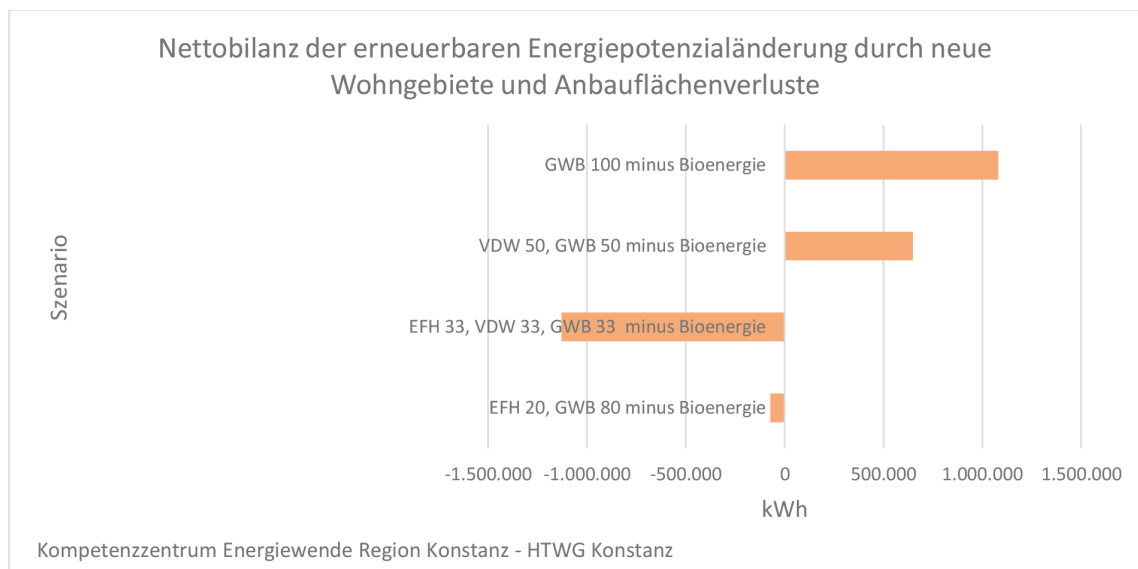


Abb. 162. Nettobilanz der erneuerbaren Energiepotenzialänderung durch neue Wohngebiete und Anbauflächenverlust

Anders verhält es sich, wenn man das Potenzial von Freiflächenphotovoltaikanlagen als Verlust zugrunde legt (vgl. Abbildung 163). In diesem Fall weisen sämtliche Szenarien einen deutlichen Verlust an erneuerbarem Energiepotenzial auf. Die Verluste liegen zwischen 13,5 GWh/a und 42 GWh/a.

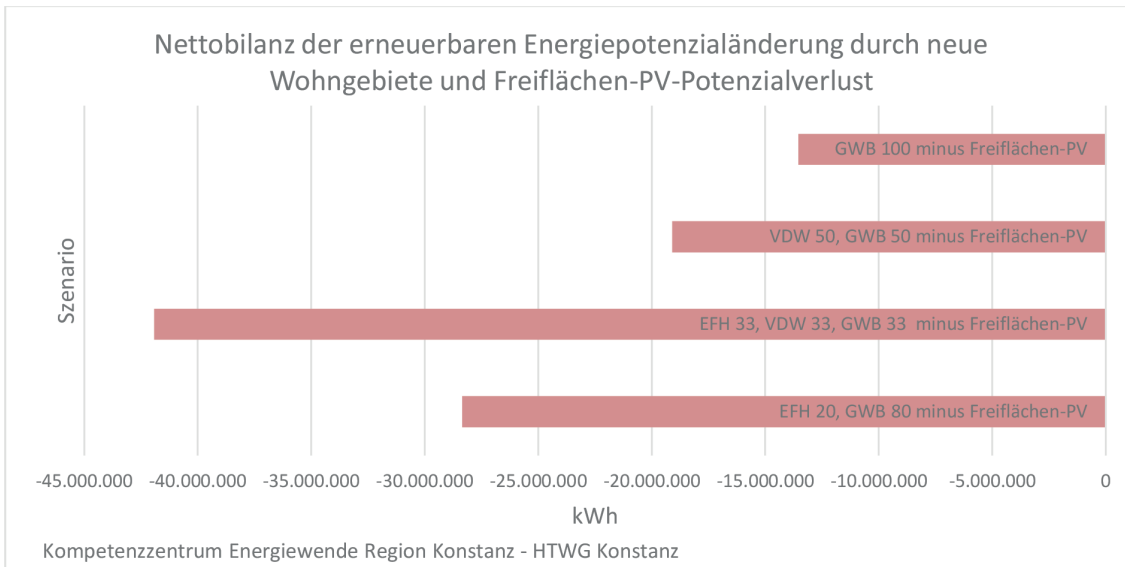


Abb. 163. Nettobilanz der erneuerbaren Energiepotenzialänderung durch neue Wohngebiete und Freiflächen-PV-Potenzialverlust

6.7.4. Auswirkungen von neuen Gewerbegebieten auf die erneuerbaren Energiepotenziale

Gewerbegebiete weisen nach Genske et al. ein Photovoltaikpotenzial von 248 MWh/ha*a auf. Demgegenüber stehen Potenzialverluste von z. B. 85 MWh/ha*a im Falle des Anbaus von Miscanthus oder 500 MWh/ha*a, wenn man auf der gleichen Fläche eine Freiflächenphotovoltaikanlage errichten würde. Je nachdem, welche der beiden Varianten man wählt, ergibt sich entweder ein Zugewinn für das erneuerbare Energiepotenzial von 163 MWh/ha*a oder ein Verlust von mehr als 250 MWh/ha*a.

Rechnet man nun eine Gewerbegebietsfläche von acht Hektar je 1.000 Neubürger hinzu, so ergeben sich für die vier bereits beschriebenen Szenarien folgende Flächenverbräuche.

Szenario	EFH 20, GWB 80	EFH 33, VDW 33, GWB 33	VDW 50, GWB 50	GWB 100
Wohnen	61,5	88,7	42,9	31,8
Gewerbe	86,0	86,0	86,0	86,0
Summe (ha)	147,6	174,6	128,9	117,8

Tab. 16. Möglicher Flächenverbrauch nach Bevölkerungsprognose insgesamt

In Abbildung 164 wird sichtbar, dass Gewerbegebiete ein derart großes Solarenergiepotenzial aufweisen, dass sie bei den angenommenen Flächenverhältnissen den Verlust an Bioenergiepotenzial auf der gesamten Neubaugebietsfläche mehrfach kompensieren.

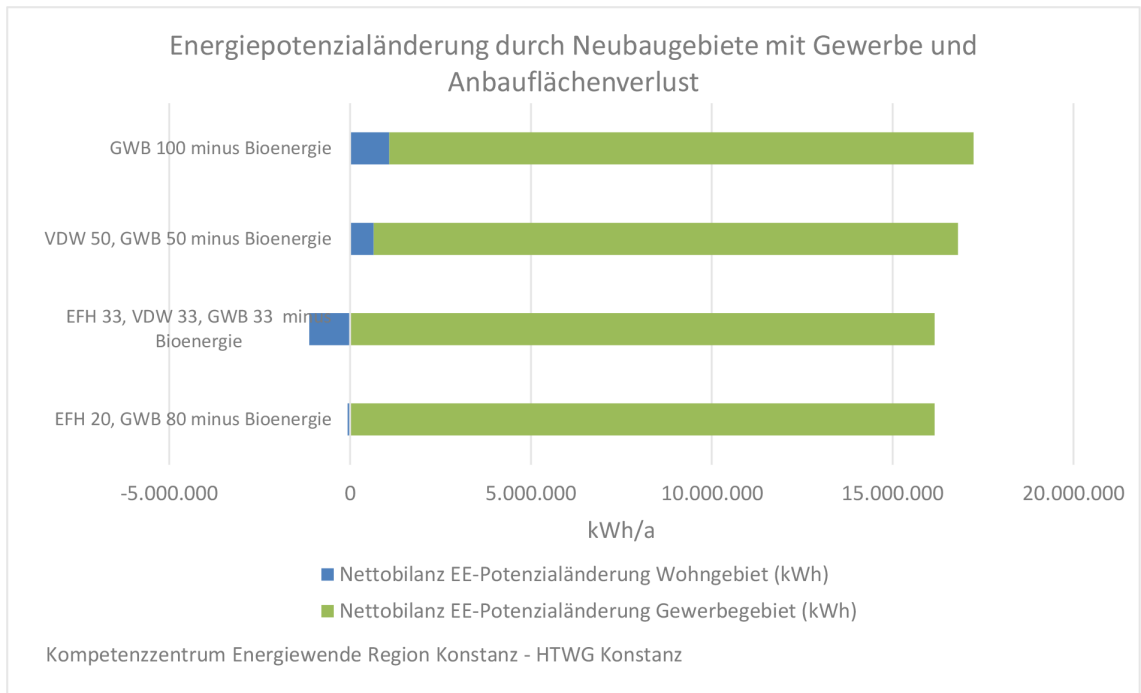


Abb. 164. Energiepotenzialänderung durch Neubaugebiete mit Gewerbe und Anbauflächenverlust

Setzt man den Potenzialgewinn dagegen erneut ins Verhältnis zu möglichen Erträgen durch Freiflächensolaranlagen, zeigt sich erneut ein ganz anderes Bild. Die deutlichen Potenzialverluste, die sich dann in allen Szenarien ergeben, sind in Abbildung 165 dargestellt.

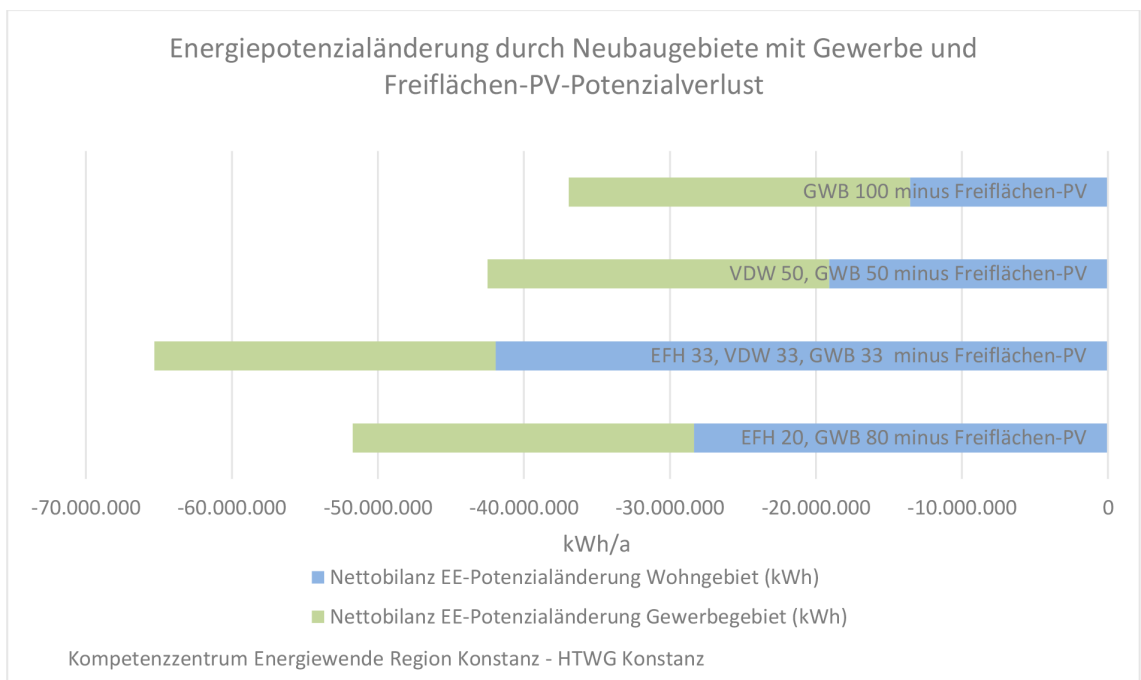


Abb. 165. Energiepotenzialänderung durch Neubaugebiete mit Gewerbe und Freiflächen-PV-Potenzialverlust

Abschließend wurde in einem Vergleich der Szenarien durchgespielt, welche Auswirkungen sich auf das erneuerbare Energiepotenzial ergeben, wenn zu den Wohngebieten keine Gewerbegebietsflächen hinzukämen und stattdessen auf der Fläche von acht Hektar pro 1.000 Neubürger Freiflächen-photovoltaikanlagen errichtet würden. Dadurch ergäbe sich für alle vier Szenarien ein Zugewinn von rund 40 GWh, was etwa dem Ertrag von acht großen Windenergieanlagen entspräche. In Abbildung 166 ist dargestellt, welches erneuerbare Energiepotenzial sich dadurch netto pro Neubürger ergeben würde. Im Szenario GWB 100 könnten so mehr als 3.750 kWh pro Einwohner netto hinzu gewonnen werden.

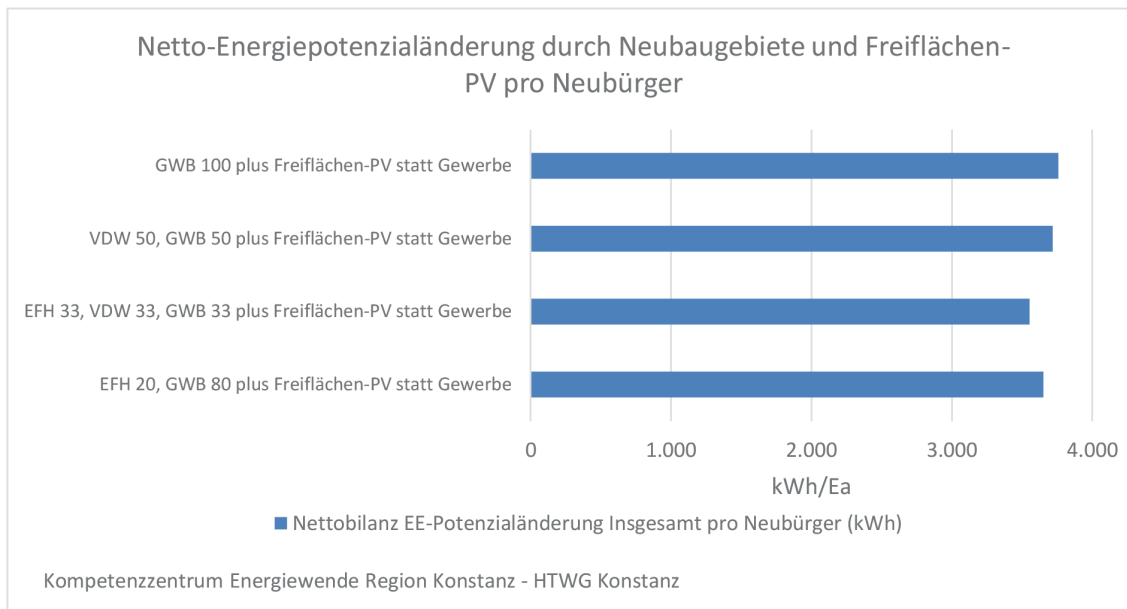


Abb. 166. Netto-Energiepotenzialänderung durch Neubaugebiete und Freiflächen-PV pro Neubürger nach Szenario

7. Energie- und Klimaschutzziele

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

7.1. 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.

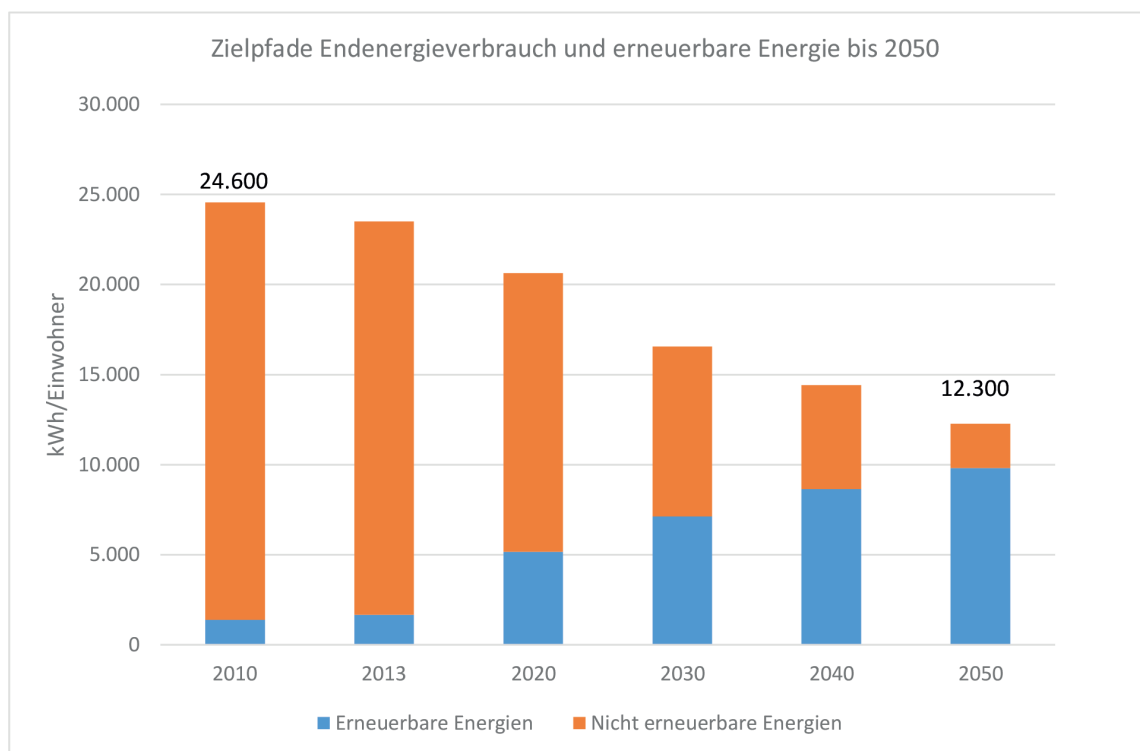


Abb. 167. Zielpfad Endenergie und erneuerbare Energien bis 2050

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	2014	275.785	7,9	2.173.549			
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. 17. 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.

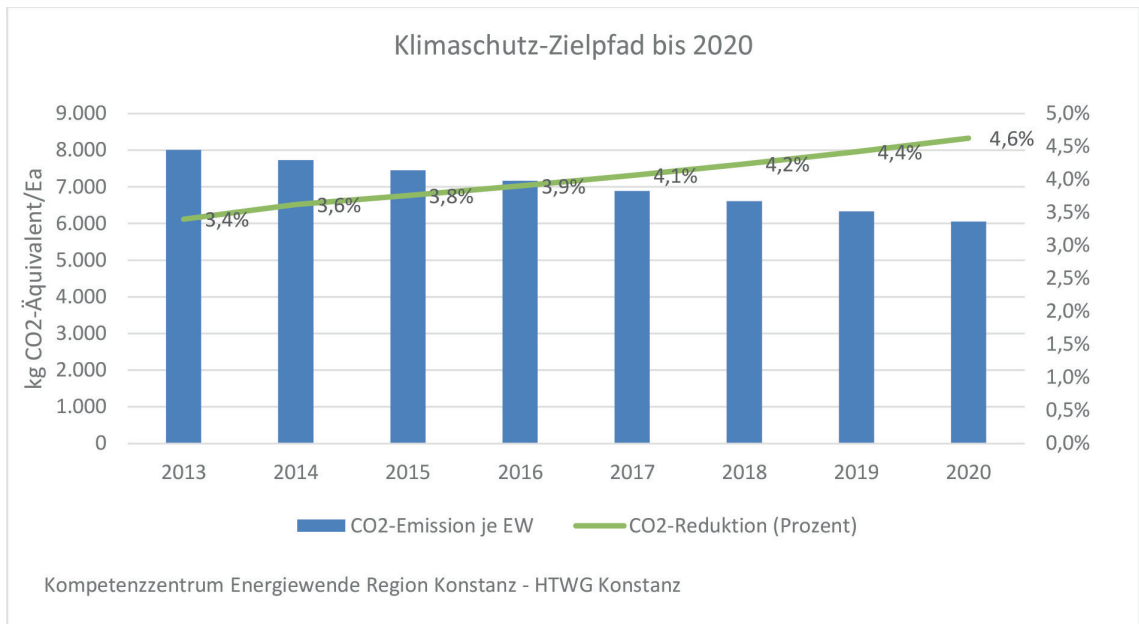


Abb. 168. Klimaschutz-Zielpfad bis 2020

Abbildung 169 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.

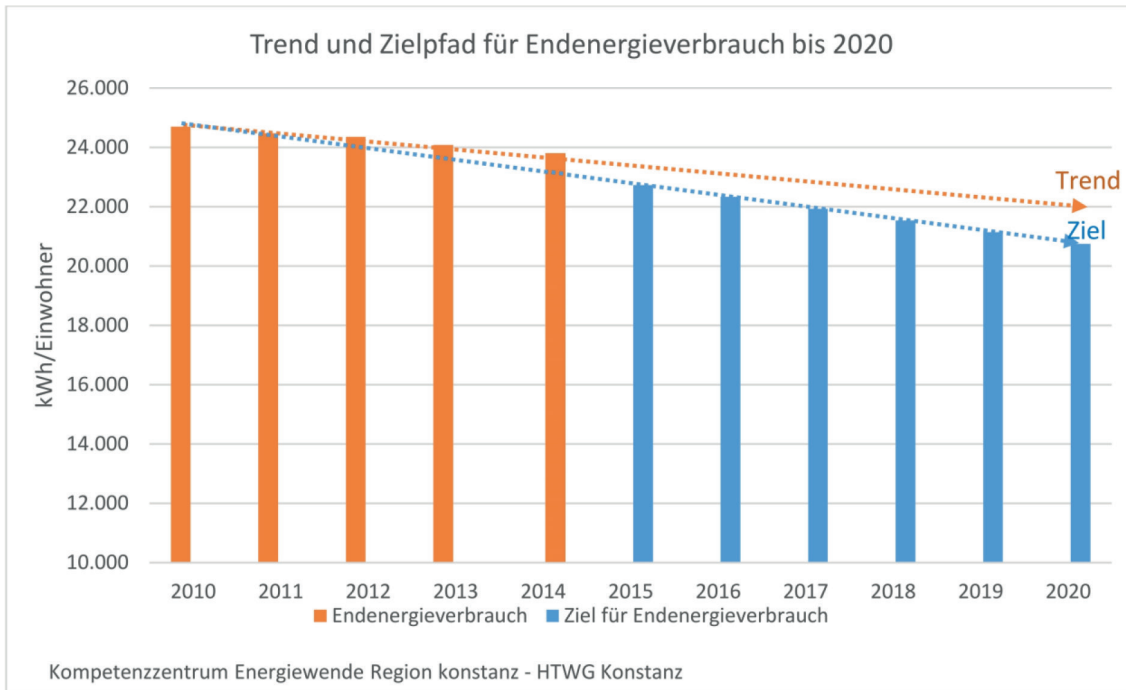


Abb. 169. Trend und Zielpfad für den Endenergieverbrauch bis 2020

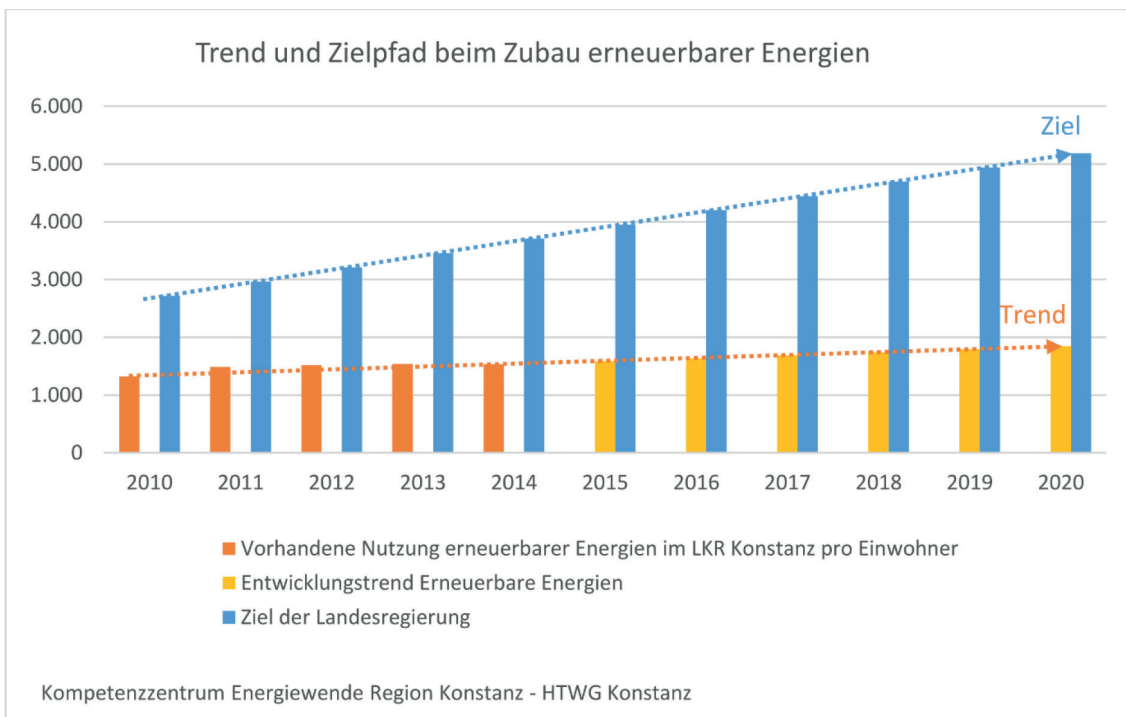


Abb. 170. Trend und Zielpfad beim Zubau erneuerbarer Energien

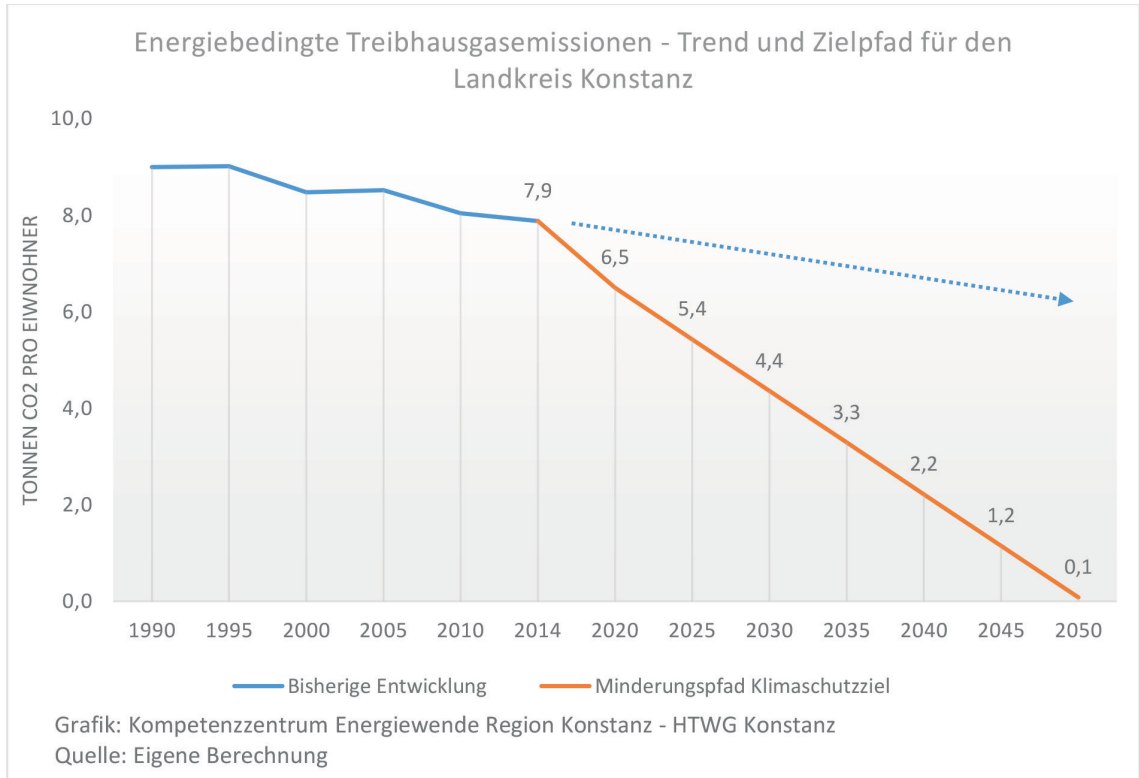


Abb. 171. Energiebedingte Treibhausgasemissionen - Trend und Zielpfad

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 Energiewende Region Konstanz* zeigt, 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 Zielpfaden zurückbleiben. Sollten die Entwicklungen nicht beschleunigt werden, scheinen die Ziele der Energiewende und des Klimaschutzes für 2020 nicht erreichbar.

Mithilfe des Monitors wurden auch Stellschrauben für verschiedene Sektoren identifiziert, die sichtbar machen, 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

- AADAC (o. J.):** Jährliche Durchschnittspreise Kraftstoffe seit 1950. URL: <https://www.adac.de/infotestrat/tanken-kraftstoffe-und-antrieb/kraftstoffpreise/kraftstoff-durchschnittspreise/default.aspx>. Abgerufen am: 11.05.2017
- 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. (2016):** Beheizungsstruktur in Wohnungsneubau und Wohnungsbestand: Entwicklung der Beheizungsstruktur im Wohnungsneubau in Deutschland, URL: [https://bdew.de/internet.nsf/id/F9DF572148E57A34C1258066003FFEC4/\\$file/Folien_BDEW_Beheizungsstruktur_Neubau_Bestand.pdf](https://bdew.de/internet.nsf/id/F9DF572148E57A34C1258066003FFEC4/$file/Folien_BDEW_Beheizungsstruktur_Neubau_Bestand.pdf). Abgerufen am 06.05.2017
- 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
- BMV Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.) (1995):** Verkehrliche Mindestanforderungen an die Regional- und Landesplanung in den neuen Bundesländern. Bonn 1995
- 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. Energiedaten Tabelle 28. Veröffentlicht am 30.9.2015. URL: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/energiepreise-und-energiekosten1-entwicklung-energiepreise-preisindizes,property=blob,bereich=bmwiz2012,sprache=de,rwb=true.xls>. Abgerufen am: 03.06.2016
- BMWi (2016):** Energiekosten der privaten Haushalte. Energiedaten Tabelle 28. Stand 21.10.2016. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Binaer/Energiedaten/Energiepreise-und-Energiekosten/energiedaten-energiepreise-2.xls.xlsx?__blob=publicationFile&v=15. Abgerufen am: 07.06.2017
- 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

- 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
- Bund der Energieverbraucher e.V. (2013):** Gebäuderechner. (Stand 20.06.2013). URL: http://www.energieverbraucher.de/de/Gebaeuderechner__501/. Abgerufen am: 06.06.2017
- 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
- Fraunhofer ISE (2016):** Factsheet Projekt »APV-Resola«: Pilotanlage Demeter-Hofgemeinschaft Heggelbach. Freiburg, 18. September 2016. URL: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/presseinformationen/2016/ISE_FactSheet_d_AgroPV_Pilotanlage_final.pdf. Abgerufen am 03.05.2017
- Frondel, M.; Ritter, N. (RWI Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung) (o. J.):** Datenauswertung zum Energieverbrauch der privaten Haushalte differenziert nach Gebäudemerkmale. Sonderauswertung im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS).
- Geißler, P. (2013):** Die Bevölkerungsstruktur in ausgewählten Münchner Neubaugebieten. Erschienen in: Münchner Statistik, 3. Quartalsheft, Jahrgang 2013. Seiten 1-11. Herausgeber: Statistisches Amt der Landeshauptstadt München.
- Genske, D.; Jödecke, T.; Ruff, A. (2009):** Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien. Herausgeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Berlin
- 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 – 2016a):** Fahrzeugzulassungen (FZ) Neuzulassungen, Besitzumschreibungen, Außerbetriebsetzungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken. Jeweilige Ausgaben der Jahre 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016.
- KBA Kraftfahrt-Bundesamt (2008 – 2016b):** Neuzulassungen von Personenkraftwagen nach Segmenten und Modellreihen. Jeweilige Ausgaben der Jahre 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016.
- KEK Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz (2015):** Monitor Energiewende Region Konstanz. Konstanz
- Kirchheim unter Teck (2013):** Integriertes Klimaschutzkonzept Große Kreisstadt Kirchheim unter Teck.

- Kobi, S.; Wülser, P.; Gehrig, M.; Hongler, H.; Markus Kunz, M.; Weiss, T. (2011):** Sozialraumanalyse von Adliswil und den Neubaugebieten Dietlimoos und Grütpark. Monitoringbericht 1. Herausgeber: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, 2011.
- 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
- 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
- Morhart, A. (2016):** Teures Plusenergiehaus mit großem „Plus“. Messdaten eines Ziegelhauses im KfW-40-Standard liegen vor. Bericht vom 10.05.2016, veröffentlicht auf EnBausa.de. URL: <https://www.enbausa.de/daemmung/aktuelles/artikel/teures-plusenergiehaus-mit-groessem-plus-4772.html>. Abgerufen am: 06.06.2017
- 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
- Renner, Alexander (BMWi) (2016):** Die Gebäudestrategie der Bundesregierung: Effektivität und Wirtschaftlichkeit, Energieeffizienz und Erneuerbare, Sanierungsrate und Qualität. 19. September 2016. Vortragsfolien zur Tagung „Energiewende im Gebäudesektor. Klimaschutz und Wirtschaftlichkeit durch technikoffene Lösungen“. Tagung am 19. und 20. September 2016. Ausrichter: Evangelische Akademie Loccum.
- 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
- Schröter, F.:** „Orientierungswerte (Richtwerte) für die Planung“, im Internet: „Homepage Dr. Schröter“, (URL: <http://www.dr-frank-schroeter.de>), URL: <http://www.dr-frank-schroeter.de/planungsrichtwerte.htm#Literatur>, Stand: 24. Feb. 2016, Abgerufen am 11.05.2017
- Simon, Sven (2011):** Nutzungspotenziale lokaler Energiequellen am Beispiel von zwei Gemeinden. Hochschule Konstanz.

- SÖL Stiftung Ökologie & Landbau (2011):** Energieverbrauch in der Landwirtschaft. Jährlicher Energieeinsatz pro Hektar im konventionellen und biologischen Landbau. Erschienen in: Ökologie & Landbau, Heft Nr. 160, 4/2011
- Solarbundesliga (2016):** Solarthemen. URL: <http://www.solarbundesliga.de/>. Abgerufen am 15.02.2016
- Spät, T.; Seeberger J. (2007):** Energiemanagement im Geschosswohnungsbestand für Wohnungsunternehmen, Hausverwaltungen und Hauseigentümer. Herausgeber: EnergieRegion Nürnberg e.V./Netzwerk Bau und Energie, 2007
- Spiegel Online (2007):** Klimabilanz: Ein Kilo Fleisch verursacht 36 Kilogramm Kohlendioxid. URL: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/klimabilanz-ein-kilo-fleisch-verursacht-36-kilogramm-kohlendioxid-a-495414.html>. Abgerufen am 31.05.2016
- 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 (2016a):** 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
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2016b):** Pressemitteilung 266/2016 Stuttgart, 14. September 2016 Wirtschaftsleistung je Einwohner 2014: Stuttgart vorn Baden-Württemberg: Böblingen erreicht unter den Landkreisen die höchste Wirtschaftskraft. URL: <http://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2016266>. Abgerufen am 07.06.2017
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2016c):** Energiebericht 2016 für Baden-Württemberg. Ergebnisse im Überblick. Erschienen in: Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 10/20.. Seiten 36-43. URL: http://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Monatshefte/PDF/Beitrag16_10_07.pdf
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2017a):** Landesdatenbank. Kraftfahrzeugbestand und Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr in Baden-Württemberg seit 1950 URL: <http://statistik-bw.de/Verkehr/KFZBelastung/LRt1506.jsp>. Abgerufen am: 23.05.2017
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2017b):** Landesdatenbank. Energieverbrauch der Industrie seit 2003. Energieverbrauch der Industrie in Baden-Württemberg nach Stadt- und Landkreisen. <http://www.statistik-bw.de/Energie/ErzeugVerwend/EV-Industrie.jsp>. Abgerufen am 06.05.2017
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2017c):** Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen: Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung. URL: <http://www.statistik-bw.de/GesamtwBranchen/VGR/LRtBWSjewPreise.jsp>. Abgerufen am 07.06.2017
- STL BW Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2017rd):** Regionaldatenbank. URL: <http://statistik-bw.de/SRDB/?E=GS>
- 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
- 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_durchschn-kraftstoffverbr_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

VCÖ – Mobilität mit Zukunft (2011): Factsheed: VCÖ: Gesamtbilanz zeigt die wahren Umweltschäden durch den Verkehr.

VDP Verband Deutscher Papierfabriken e. V. (2015): Ein Leistungsbericht.

VDP Verband Deutscher Papierfabriken e. V. (2016): Statistik – Lange Reihe 2015.

VM Viessmann Deutschland GmbH (2008): Planungshandbuch Solarthermie.

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. 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)	37
Tab. 3.	Personenbeförderungsleistung des VHB	63
Tab. 4.	Energiebedarf pro Personenkilometer (Pkm)	63
Tab. 5.	Geschätzter Energiebedarf des VHB	63
Tab. 6.	Energieeinsparung durch Personentransport des VHB in kWh	64
Tab. 7.	Wohnungen im Jahr 2011 nach Baujahr (Hochrechnung nach Zensus 2011)	85
Tab. 8.	Gebäudebestand nach Alter und Energiebedarf (Schätzung)	86
Tab. 9.	Beschreibung Szenarien Heizenergiebedarfsentwicklung bis 2035	87
Tab. 10.	Fleischkonsum im Landkreis Konstanz	111
Tab. 11.	Endenergieproduktivität des LKR Konstanz und Land BW im Vergleich	116
Tab. 12.	Nettowohndichten	134
Tab. 13.	Flächenbedarf für neue Wohngebiete nach Bevölkerungsprognose in vier Szenarien	134
Tab. 14.	Energieertrag Photovoltaik der Stadtraumtypen je Hektar	135
Tab. 15.	Energieertrag von Energiepflanzen je Hektar	136
Tab. 16.	Möglicher Flächenverbrauch nach Bevölkerungsprognose insgesamt	138
Tab. 17.	Ziele für die Minderung energiebedingter Treibhausgasemissionen	142

11. Abbildungen

Abb. 1.	Hauptflächennutzungen in Hektar	4
Abb. 2.	Veränderungen der Flächennutzung 2000 - 2010	5
Abb. 3.	Veränderung der pro Einwohner verfügbaren Flächen 2000 - 2010	5
Abb. 4.	Entwicklung der Hauptflächennutzungsarten 2000 - 2014	6
Abb. 5.	Verfügbare forst- und landwirtschaftliche Flächen pro Einwohner	6
Abb. 6.	Bevölkerungsentwicklung im Landkreis Konstanz	7
Abb. 7.	Studierende in Konstanz	8
Abb. 8.	Erwerbstätige im Landkreis Konstanz – Anteile der Sektoren	9
Abb. 9.	Erwerbstätige im Landkreis Konstanz nach Wirtschaftsbereichen 2000 bis 2013	10
Abb. 10.	Klimaschutzkonzepte im Landkreis Konstanz	11
Abb. 11.	CO ₂ -Bilanz der Gemeinde Gailingen am Hochrhein	13
Abb. 12.	Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2014 pro Person nach Energieträgern	15
Abb. 13.	Anteile der Energieträger Endenergieverbrauch 2013	16
Abb. 14.	Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2014 nach Sektoren	17
Abb. 15.	Endenergieverbrauch pro Einwohner nach Verwendung 2014	18
Abb. 16.	Endenergieverbrauch nach Verwendung im Jahr 2014 in GWh	19
Abb. 17.	Absolute Veränderungen des Endenergieverbrauchs in MWh	20
Abb. 18.	Relative Veränderungen des Endenergieverbrauchs in Prozent	21
Abb. 19.	Erneuerbare Energieerzeugung im Jahr 2013: Landkreis Konstanz, Bodenseekreis und Deutschland im Vergleich	22
Abb. 20.	Autonomiegrad des Stromverbrauchs im Landkreis Konstanz im Jahr 2013	23
Abb. 21.	Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz, in Jahressummen	24
Abb. 22.	Zubaurate der Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Vergleich zum Vorjahr	24
Abb. 23.	Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis, nach Technologien	25

Abb. 24.	Prozentuale Zusammensetzung der Erzeugungskapazität der EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz	25
Abb. 25.	Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz (Kartendarstellung)	26
Abb. 26.	Diagramm zur gemeindescharfen Darstellung Erzeugungskapazität installierter EEG-Anlagen im Landkreis Konstanz, flächenbezogen	27
Abb. 27.	Jahressummen der Spitzenleistung Erneuerbarer Energien zur Strombereitstellung im Landkreis Konstanz	28
Abb. 28.	Zubau der Spitzenleistung der Erneuerbaren Energien zur Strombereitstellung im Landkreis Konstanz	29
Abb. 29.	Saisonaler Strom-Mix bei konstanter Verstromung von Biomasse und Gasen	29
Abb. 30.	Saisonaler Strom-Mix bei bedarfsangepasster Verstromung von Biomasse und Gasen	30
Abb. 31.	Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien	31
Abb. 32.	THG-Emissionen pro Einwohner nach Energieträgern	32
Abb. 33.	Energiebedingte THG-Emissionen nach Energieträgern und Emittenten	33
Abb. 34.	Energiebedingte THG-Emissionen nach Sektoren in Prozent	34
Abb. 35.	Energiebedingte THG-Emissionen nach Sektoren in Tonnen pro Einwohner	34
Abb. 36.	Anteile der Verkehrsmittel an Jahresfahrleistung und THG-Emissionen des Straßenverkehrs	35
Abb. 37.	Berufspendler in Relation zur Erwerbstätigenzahl am Arbeitsort	36
Abb. 38.	Berufspendlersaldo in den Gemeinden 2013	36
Abb. 39.	Jahresfahrleistung im Straßenverkehr in 1.000 km	37
Abb. 40.	Relative Veränderungen der Gesamtjahresfahrleistungen im Vergleich	38
Abb. 41.	Absolute Veränderungen der Jahresfahrleistungen nach Straßenkategorien von 2000 bis 2013	39
Abb. 42.	Relative Veränderungen der Jahresfahrleistungen nach Straßenkategorien von 2000 bis 2013	39
Abb. 43.	Relative Veränderungen der Jahresfahrleistungen nach Straßenkategorien von 2013 bis 2015	40
Abb. 44.	Gesamtverkehrsaufkommen nach Straßenkategorien	40
Abb. 45.	Verkehrsaufkommen pro Einwohner nach Straßenkategorien	41
Abb. 46.	Veränderung des Verkehrsaufkommens pro Einwohner nach Straßenkategorien	41
Abb. 47.	Jahresfahrleistung pro Einwohner im Jahr 2013 nach Fahrzeugkategorien	42
Abb. 48.	Veränderung des Verkehrsaufkommens in km pro Einwohner nach Fahrzeugkategorien	43

Abb. 49.	Jahresfahrleistung und Energieverbrauch der Pkw pro Einwohner 2000 - 2015	43
Abb. 50.	Pkw-Bestand im Landkreis Konstanz	44
Abb. 51.	Pkw-Bestand pro 1.000 Einwohner im Landkreis Konstanz 1990 bis 2015	45
Abb. 52.	Pkw-Bestand pro 1.000 Einwohner in den Gemeinden 2010- 2015	46
Abb. 53.	Veränderung des Bestandes von Pkw pro 1.000 Einwohner zwischen 2011 und 2015	46
Abb. 54.	Veränderung des Pkw-Bestandes pro 1.000 Einwohner in Prozent zwischen 2011 und 2014	47
Abb. 55.	Gemessene Jahresfahrleistung der Pkw pro Einwohner im Gemeindegebiet	48
Abb. 56.	Pkw-Jahresfahrleistungen der einheimischen Pkw pro Einwohner	49
Abb. 57.	Entwicklung des Treibstoffverbrauchs der einheimischen Pkw pro Einwohner 2000 - 2013	50
Abb. 58.	Treibstoffverbrauch in den Gemeinden je Einwohner und Jahr (Kartendarstellung)	51
Abb. 59.	Endenergieverbrauch der Pkw pro Einwohner - Veränderungen pro Jahr seit 1990	51
Abb. 60.	Treibstoffverbrauch im Landkreis Konstanz nach Fahrzeugkategorien	52
Abb. 61.	Treibstoffverbrauch der leichten und schweren Nutzfahrzeuge (GWh)	52
Abb. 62.	Endenergieverbrauch pro Einwohner im Straßenverkehr: Trend und Ziele	53
Abb. 63.	Gegenläufige Entwicklungen von Effizienz und Konsum am Beispiel des Pkw-Verkehrs	54
Abb. 64.	Jahresfahrleistung nach Kfz-Kategorien pro Einwohner	55
Abb. 65.	Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs pro Einwohner	56
Abb. 66.	Neuzulassungen von Pkw im Landkreis Konstanz	57
Abb. 67.	Anteile der Hauptsegmente an Pkw-Neuzulassungen in Deutschland	58
Abb. 68.	CO ₂ -Emissionen der Pkw-Neuzulassungen im Jahr 2014 pro km nach Segmenten im Vergleich zur Kompaktklasse	59
Abb. 69.	THG-Emissionen der Herstellung pro Neuzulassung im Landkreis Konstanz	60
Abb. 70.	THG-Emissionen der Herstellung von Neuzulassungen im Landkreis Konstanz	61
Abb. 71.	Entwicklungstrend des Elektroauto-Bestandes im Vergleich zum Ziel für 2020	61
Abb. 72.	Neuzulassungen von Lastkraftwagen im Landkreis Konstanz	62
Abb. 73.	Geschätzter Energiebedarf des VHB	64
Abb. 74.	Vergleich des Energiebedarfs von ÖPNV und Pkw	64
Abb. 75.	Wohnfläche pro Einwohner	66
Abb. 76.	Wohnflächenzubau pro Neubürger	66

Abb. 77.	Gegenläufige Entwicklungen von technischer Effizienz und Konsum im Sektor Wohnen	67
Abb. 78.	Heizenergiebedarf pro Einwohner - Trend und Ziel	68
Abb. 79.	Wohnfläche pro Einwohner in Stadt- und Landkreisen im Vergleich	69
Abb. 80.	Heizenergiebedarf im Vergleich zum deutschen Durchschnitt	69
Abb. 81.	Stromverbrauch pro Person nach Haushaltsgröße	70
Abb. 82.	Durchschnittlicher Energiebedarf für Wohnen pro Person nach Haushaltsgröße	70
Abb. 83.	Entwicklung der durchschnittlichen Haushaltsgröße des Landkreises im Vergleich	71
Abb. 84.	Entwicklung der durchschnittlichen Haushaltsgrößen in den Gemeinden	71
Abb. 85.	Veränderung der Haushaltsgrößen in den Gemeinden 2011-2015	72
Abb. 86.	Strombedarf der Haushalte 2013 und 2014 pro Haushalt (kWh)	73
Abb. 87.	Strombedarf der Haushalte 2013 und 2014 pro Einwohner (kWh)	74
Abb. 88.	Strombedarf der Haushalte pro Einwohner (Kartendarstellung)	74
Abb. 89.	Strombedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche	75
Abb. 90.	Strombedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche	75
Abb. 91.	Wärmebedarf der Gemeinden für Wohnen pro Haushalt	76
Abb. 92.	Wärmebedarf der Gemeinden für Wohnen pro Einwohner	76
Abb. 93.	Wärmeverbrauch der Haushalte pro Einwohner (Kartendarstellung)	77
Abb. 94.	Wärmebedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche	77
Abb. 95.	Wärmebedarf der Haushalte pro Hektar Bodenfläche (Kartendarstellung)	78
Abb. 96.	Reduktion des Raumwärmebedarfs pro Person im Vergleich	78
Abb. 97.	Geschätzte Gebäudebeheizungsstruktur	79
Abb. 98.	Anteile an Neubau von Gebäudeheizungen im Landkreis Konstanz	80
Abb. 99.	Endenergieverbrauch der Haushalte für Wohnen pro Haushalt 2013	81
Abb. 100.	Endenergieverbrauch der Haushalte für Wohnen pro Einwohner 2013	81
Abb. 101.	Endenergiebedarf der Haushalte für Wohnen und Treibstoffe 2013	82
Abb. 102.	Mögliche Energiebilanz des künftigen Wohnungsneubaus im Landkreis Konstanz nach Energiestandard	84
Abb. 103.	Verteilung des flächenbezogenen Energieverbrauchs (heute und 2050)	85
Abb. 104.	Heizenergiebedarf der privaten Haushalte pro Einwohner im Jahr 2035 nach Szenario	88
Abb. 105.	Einsparung Heizenergie pro Einwohner bis 2035 nach Szenario	89

Abb. 106. Energieverbrauch der Industrie nach Energieträgern	90
Abb. 107. Energieverbrauch der Industrie in Relation zur Erwerbstätigenzahl im produzierenden Sektor	91
Abb. 108. Geschätzter Endenergiebedarf in Sektor GHD	92
Abb. 109. Energieverbrauch je Quadratmeter im mittelständischen Einzelhandel in Deutschland	93
Abb. 110. Endenergiebedarf pro Arbeitsplatz im Sektor GHD	94
Abb. 111. Erwerbstätige und Energieverbrauch in der Landwirtschaft in Deutschland	96
Abb. 112. Geschätzter Energieverbrauch der Landwirtschaft im Landkreis Konstanz	97
Abb. 113. Anteile der verschiedenen Energieträger am Energieverbrauch der Landwirtschaft	98
Abb. 114. Landwirtschaftliche Betriebe im Landkreis Konstanz mit ökologischem Landbau	99
Abb. 115. Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche im Landkreis Konstanz	99
Abb. 116. Endenergieverbrauch der Landwirtschaft in Deutschland pro erwerbstätige Person	100
Abb. 117. Geschätzter Endenergiebedarf der Landwirtschaft im Landkreis Konstanz pro erwerbstätige Person	100
Abb. 118. Überblick – Indirekter Energieverbrauch für wichtige Konsumgüter 2013	101
Abb. 119. Wertstoffaufkommen 2014 in kg pro Einwohner	102
Abb. 120. Geschätzte Emissionen des Kleiderkonsums pro Einwohner nach genutztem Rohstoff	103
Abb. 121. CO ₂ -Bilanz pro kg Kleidung	104
Abb. 122. Graue Energie pro Tonne Papier	104
Abb. 123. Papierverbrauch in Deutschland pro Einwohner	105
Abb. 124. Graue Energie des Papierverbrauchs pro EW (kWh)	105
Abb. 125. CO ₂ -Emission durch Papierverbrauch pro Einwohner	106
Abb. 126. Graue Energie pro Tonne Steinpapier im Vergleich	106
Abb. 127. Primärenergiebedarf von Baustoffen in kWh/m ³	107
Abb. 128. Global Warming Potential (GWP) von Baumaterialien pro m ³	107
Abb. 129. Global Warming Potential (GWP) von Baumaterialien pro kg	108
Abb. 130. Anteile der Baufertigstellungen nach überwiegend verwendetem Baustoff in Deutschland	108
Abb. 131. CO ₂ -Äquivalente in Gramm je Kilogramm Produkt nach Anbauweise beim Einkauf im Handel	109
Abb. 132. CO ₂ -Einsparung biologischer Produktion gegenüber konventioneller Produktion in Prozent	110

Abb. 133. Potenzial zur THG-Einsparung durch biologischen Landbau in g CO ₂ -Äq./kg	111
Abb. 134. Verzehr tierischer Produkte im Landkreis Konstanz	112
Abb. 135. Jährlicher Fleischverbrauch und daraus folgende CO ₂ -Emissionen pro Einwohner	112
Abb. 136. Treibstoffpreisentwicklung 2000 – 2015	113
Abb. 137. Treibstoffkosten der Pkw-Nutzung je Einwohner und je erwerbstätige Person	114
Abb. 138. Ausgaben der privaten Haushalte für Energie pro Einwohner	114
Abb. 139. Ausgaben der Haushalte für Energie im Landkreis Konstanz pro Haushalt	115
Abb. 140. Ausgaben der Haushalte im Landkreis Konstanz für Energie insgesamt	115
Abb. 141. EEG-Zahlungen im Landkreis auf Basis der Erzeugungskapazität	117
Abb. 142. EEG-Zahlungen im Landkreis auf Basis der Erzeugungskapazität pro Einwohner	117
Abb. 143. Erhöhung der jährlichen EEG-Zahlungen durch Zubau der Erneuerbaren Energien in den Landkreis Konstanz	118
Abb. 144. Bioenergiepotenzial im Landkreis Konstanz	119
Abb. 145. Nutzungsgrad des Bioenergiepotenzials im Landkreis Konstanz 2013	120
Abb. 146. Bioenergie-Potenzial der Gemeinden pro Einwohner	121
Abb. 147. Bioenergiepotenziale der Gemeinden (Kartendarstellung)	121
Abb. 148. Energiepotenzial des Grünschnittaufkommens (Kartendarstellung)	122
Abb. 149. Mögliche Bedarfsdeckung der Haushalte durch lokale Bioenergiepotenziale	123
Abb. 150. Mögliche Selbstversorgungsgrade der Privathaushalte bei Nutzung der Bioenergie	124
Abb. 151. Windenergiepotenzial	125
Abb. 152. Dachflächenpotenziale für Solarenergie (m ² /Einwohner)	126
Abb. 153. Geschätzte Dachflächenpotenziale Fotovoltaik pro Einwohner in kWh/Ea	127
Abb. 154. Gebäude- und Freifläche pro Einwohner im Vergleich	127
Abb. 155. Freiflächenphotovoltaikpotenzial: Drei Szenarien	128
Abb. 156. Ertragspotenziale der Solarthermie pro Einwohner	129
Abb. 157. Erneuerbare Energiepotenziale im Landkreis Konstanz	130
Abb. 158. Erneuerbares Energiepotenzial nach Energiequellen in Prozent	131
Abb. 159. Bisherige Nutzung der umsetzbar erscheinenden erneuerbaren Energiepotenziale	132
Abb. 160. Ungenutzte Potenziale erneuerbarer Energien	132
Abb. 161. Solarpotenzial der Bebauungsarten je Bewohner	136

Abb. 162. Nettobilanz der erneuerbaren Energiepotenzialänderung durch neue Wohngebiete und Anbauflächenverlust	137
Abb. 163. Nettobilanz der erneuerbaren Energiepotenzialänderung durch neue Wohngebiete und Freiflächen-PV-Potenzialverlust	138
Abb. 164. Energiepotenzialänderung durch Neubaugebiete mit Gewerbe und Anbauflächenverlust	139
Abb. 165. Energiepotenzialänderung durch Neubaugebiete mit Gewerbe und Freiflächen-PV-Potenzialverlust	139
Abb. 166. Netto-Energiepotenzialänderung durch Neubaugebiete und Freiflächen-PV pro Neubürger nach Szenario	140
Abb. 167. Zielpfad Endenergie und erneuerbare Energien bis 2050	141
Abb. 168. Klimaschutz-Zielpfad bis 2020	143
Abb. 169. Trend und Zielpfad für den Endenergieverbrauch bis 2020	144
Abb. 170. Trend und Zielpfad beim Zubau erneuerbarer Energien	144
Abb. 171. Energiebedingte Treibhausgasemissionen - Trend und Zielpfad	145

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.energie-wende-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



