

Energieautarke Region Goslar/Wolfenbüttel

Potenziale für eine zukunftssichere Energieversorgung

Hans-Heinrich Schmidt-Kanefendt

Von Ölpreis-Kapriolen und Klimawandel gehen deutliche Signale aus - die fossilen Energien sind nicht zukunftsfähig. Eine Befreiung aus der Abhängigkeit ist unumgänglich. Zum Übergang auf erneuerbare Energien gibt es keine Alternative. In den Regionen wächst die Erkenntnis, dass damit gleichzeitig die Wirtschaftskraft gestärkt und die Versorgung dauerhaft gesichert werden kann.

Für die Landkreise Goslar und Wolfenbüttel wurde deshalb untersucht, inwieweit der heutige Energiebedarf für Wärme und Strom künftig allein mit erneuerbaren Energien aus heimischen Quellen zu decken wäre. Welche Technologien könnten zum Einsatz kommen und welche Deckungsbeiträge würden sie liefern? Hier eine Ergebnisübersicht:

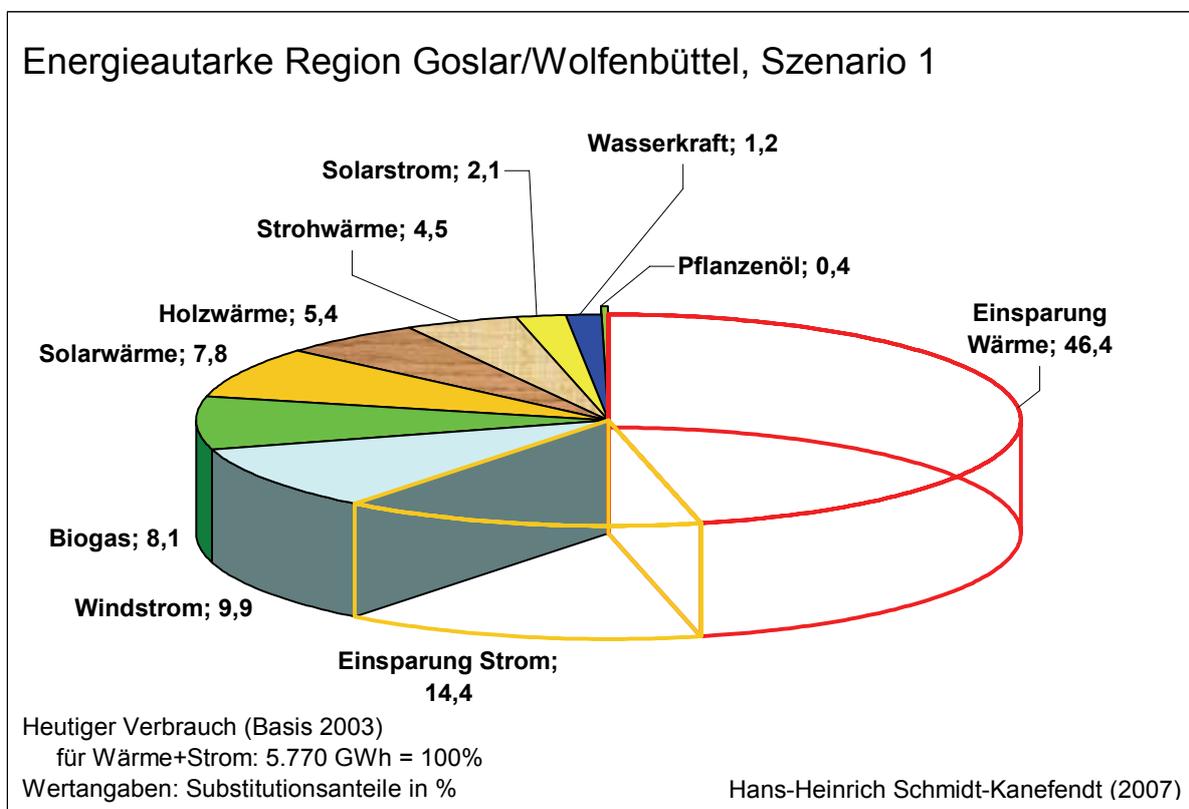


Abbildung 1

Die wichtigsten Annahmen, auf denen die Ergebnisse beruhen, sind auf der folgenden Seite tabellarisch aufgeführt, im Anschluss daran folgt eine ausführliche Darstellung.

Es wird ersichtlich, dass in dem gewählten Szenario mehr als ein Drittel des heutigen Bedarfs aus erneuerbaren Energien der Region dauerhaft gedeckt werden könnte. Eine vollständige Abdeckung lässt sich erreichen, wenn der Bedarf entsprechend gesenkt wird. Bereits mit heute bekannten Technologien bestehen gute Aussichten, einen wesentlichen Teil der erforderlichen Einsparung durch effiziente Technik zu erbringen (vgl. „Faktor vier“ [1]).

Von den technisch erschließbaren Potenzialen her kann also das Ziel 'Energieautarke Region Goslar/Wolfenbüttel' als durchaus realistisch angesehen werden.

[1] Von Weizsäcker, Ernst Ulrich u. a.: „Faktor vier“ (Kaur-Verlag 1995)

Übersicht

| | | Landkreise GS/WF | | Lk Konstanz |
|---|----------------------|------------------|---------|-------------|
| | | Heute | Szen.1 | (Referenz) |
| Bezugsgrößen: | | | | |
| Strombedarf pro Kopf: | MWh/a | 5,46 | | |
| Wärmebedarf pro Kopf: | MWh/a | 13,47 | | |
| Anzahl Einwohner: | Personen | 278.894 | 278.894 | 274.692 |
| Sonnenstrahlung: | | | | |
| Deckungsbeitrag PV-Strom: | % | | 2,1 | 2,6 |
| Deckungsbeitrag Kollektor-Wärme: | % | | 7,8 | 9,6 |
| Gleiches Potenzial an geeigneten Dachflächen pro Einwohner wie im Landkreis Konstanz angenommen | | | | |
| Anteil Solarwärme-Nutzung an geeigneten Dachflächen: | % | | 50 | 50 |
| Anteil Solarstrom-Nutzung an geeigneten Dachflächen: | % | | 50 | 50 |
| Windkraft: | | | | |
| Deckungsbeitrag Strom: | % | 2,5 | 9,9 | 2,7 |
| Anlagen-Leistungsklasse: | kW | 500-2000 | 2.000 | |
| Flächenanteil Windparks bezogen auf landwirtschaftliche Flächen: | % | 0,636 | 2,5 | |
| Wasserkraft: | | | | |
| Deckungsbeitrag Strom: | % | | 1,2 | 0,7 |
| Gleiches Potenzial wie Landkreis Konstanz (konservative Annahme wegen doppelter Fläche der LK GS/WF) | | | | |
| Holz: | | | | |
| Deckungsbeitrag Wärme: | % | | 5,4 | 3,6 |
| Jährliche Holzerte in den Wäldern: | m ³ /ha/a | 8,3 | 8,3 | |
| (Waldflächen konstant, übriger Holzanfall nicht berücksichtigt) | | | | |
| Anteil des energetisch genutzten Holzes an der Erntemenge (Derbholz): | % | | 34,8 | |
| Biogas: | | | | |
| Deckungsbeitrag KWK-Strom: | % | 0,3 | 1,5 | 0,6 |
| Deckungsbeitrag KWK-Wärme: | % | 0,4 | 1,8 | 1,0 |
| Deckungsbeitrag Wärme direkt: | % | 0,0 | 4,9 | 0,0 |
| Anteil Energiepflanzenanbau an Landwirtschaftl. Flächen: | % | 2,0 | 20 | |
| (Reststoffverwertung nicht berücksichtigt, Basis Mitte 2007) | | | | |
| Anteil Verstromung in BHKW: | % | 100 | 50 | |
| (Rest wird direkt für Prozesswärme genutzt) | | | | |
| Pflanzenöl: | | | | |
| Deckungsbeitrag KWK-Strom: | % | 0,0 | 0,2 | 0,1 |
| Deckungsbeitrag KWK-Wärme: | % | 0,0 | 0,2 | 0,1 |
| Deckungsbeitrag Wärme direkt: | % | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Anteil Pflanzenölanbau an Landwirtschaftl. Flächen: | % | 3,4 | 3,4 | |
| Summe Energiepflanzen und Ölfrüchte: | | | | |
| Anteil Energiepflanzen und Ölfrüchte für energetische Nutzung an Landwirtschaftlichen Flächen: | % | 5,4 | 23,4 | |
| Stroh: | | | | |
| Deckungsbeitrag Wärme: | % | 0,0 | 4,5 | 0,0 |
| Anteil Getreideanbau an Ackerfläche: | % | 72 | 54 | |
| (Verringerung wegen Energiepflanzenanbau) | | | | |
| Anteil des energetisch genutzten Strohs: | % | 0 | 50 | |
| Geothermie: | | | | |
| Deckungsbeitrag Strom: | % | 0,0 | 0,0 | 3,8 |
| Deckungsbeitrag Wärme: | % | 0,0 | 0,0 | 16,0 |
| (Breiteneinsatz-Reife zur Zeit nicht absehbar) | | | | |
| Effizienz, Einsparung: | | | | |
| Deckungsbeitrag Strom: | % | 0,0 | 14,4 | 18,3 |
| Deckungsbeitrag Wärme: | % | 0,0 | 46,4 | 41,0 |
| Annahme: Der Teil des heutigen Bedarfs, der nicht aus erneuerbaren Quellen gedeckt wird, muss durch Einsparung erbracht werden, vorzugsweise durch effiziente Technologien. | | | | |

Einleitung

Anlass

Im Jahr 2007 bildeten Unternehmer, Politiker und interessierte Privatpersonen einen Initiativkreis mit dem Ziel, die Energiewende in der Region Goslar - Wolfenbüttel voranzubringen. Geplant war die Gründung eines Bürgerunternehmens, das auf eine Vollversorgung der Region mit erneuerbaren Energien aus heimischen Quellen hin arbeitet. Zwar wurde das Vorhaben nach intensiven Vorarbeiten wegen mangelnder Erfolgsaussichten abgebrochen, es konnten aber wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden. Dazu gehört eine Abschätzung der regionalen Energiepotenziale, die hiermit nun in einer publizierbaren Form vorliegt.

Vorgehensweise bei der Potenzialabschätzung

Im Interesse der Aufwands-Minimierung wurde eine fundierte Potenzialstudie aus einer anderen Region als Gerüst verwendet: "Erneuerbare Energien in der Region Hegau/Bodensee - Übersicht der technisch verfügbaren Potenziale", herausgegeben im Jahr 2001 von der Firma solarcomplex GmbH. (Z1 <http://www.solarcomplex.de/info/service/download.php>)

Mögliche Ungenauigkeiten durch die Übernahme von Daten wurden in Kauf genommen, da es zunächst einmal um die schnelle Erfassung der Größenordnungen ging.

Der Arbeit liegt die Frage zugrunde: Wie kann der heutige Energiebedarf der Landkreise Goslar und Wolfenbüttel künftig mit erneuerbaren Energien aus heimischen Quellen gedeckt werden? Das heißt, welche Technologien könnten zum Einsatz kommen und welche Deckungsbeiträge würden sie liefern?

In die Beantwortung der Frage gehen eine Vielzahl von Parametern ein, die teilweise nicht in belastbarer Form vorlagen oder aber wahlfrei sind. In solchen Fällen waren Annahmen zu treffen. Es sind neben dem hier vorgestellten Szenario 1 natürlich auch beliebig viele weitere Szenarien mit anderen Annahmen denkbar. Das für die Potenzialabschätzung entwickelte Kalkulationsblatt ermöglicht es, auch solche Alternativszenarien durchzuspielen. (Siehe Anhang)

In diesem Text steht ‚Zielregion‘ für die Landkreise Goslar/Wolfenbüttel und ‚Referenzregion‘ für den Landkreis Konstanz, analog dazu werden ‚Zielszenario‘ beziehungsweise ‚Referenzszenario‘ benutzt. Als Vergleichsmaßstab für das Zielszenario werden die heutige Situation (soweit bekannt) und das Referenzszenario mit dargestellt.

Im Folgenden werden einerseits zu jeder relevanten Quelle beziehungsweise Technologie die Überlegungen dargelegt, die zu den getroffenen Annahmen geführt haben. Zum Andren werden die Ergebnisse interpretiert und Hinweise auf mögliche Umsetzungs-Hemmnisse gegeben.

Anhand des Kalkulationsblattes kann die Herleitung eines jeden Ergebniswertes nachvollzogen werden. (Siehe Anhang)

Die kursiv gesetzten Verweise in diesem Text beziehen sich auf die Zeilennummer der Tabellen im Anhang.

Erläuterungen

Vergleichbarkeit mit der Referenzregion

Die als Referenzszenario heran gezogene Potenzialstudie für die Region Hegau/Bodensee ist auf das Gebiet des Landkreises Konstanz bezogen, der einige Ähnlichkeiten mit den Landkreisen Goslar / Wolfenbüttel aufweist:

- Einwohnerzahlen annähernd gleich.
- Industrie und mittelständische Unternehmen, aber überwiegend ländlich strukturiert; es ist von einem ähnlichen Energiebedarf pro Einwohner auszugehen, der wurde aus dem Referenzszenario übernommen.
- Nördliches Gebirgs-Vorland

Wesentliche Unterschiede:

- Fläche des Landkreises Konstanz ist nur etwa halb so groß; dem wurde Rechnung getragen, beispielsweise durch Ansatz der tatsächlichen Acker- und Forstflächen.
- Die Solarstrahlung ist im Landkreis Konstanz etwas stärker, die Windgeschwindigkeiten sind dafür deutlich geringer; dies wurde berücksichtigt.

- Für Tiefen-Geothermie werden im Landkreis Konstanz gute Bedingungen erwartet, für die Region Goslar/Wolfenbüttel blieb dieses Potenzial aber wegen fehlender Erfahrungen vor-sichtshalber unberücksichtigt.

Im Folgenden wird die Verfahrensweise bei Abweichungen vom Referenzszenario jeweils Fallweise im Detail beschrieben.

Energiebedarf

Der erreichbare Deckungsgrad mit erneuerbaren Energien orientiert sich am heutigen Energiebedarf. Dem liegt die Vorstellung zu Grunde, dass möglichst alle heute mit Einsatz von Energie erbrachten Leistungen in der Region auch nach der Umstellung erbracht werden sollen. Aus dem Referenzszenario wurde allerdings die Beschränkung auf Strom- und Wärmebedarf übernommen, der Verkehrssektor ist somit nicht einbezogen. (Z1S. 30)

Wegen der Aussparung des Verkehrssektors wird hier nur gut 70% des gesamten Endenergiebedarfs betrachtet, das ist bei der Bewertung der Ergebnisse zu beachten. (A15)

Genau wie im Referenzszenario wurde für den Energiebedarf der bundesdeutsche Durchschnitt angenommen, ermittelt aus den offiziellen Energiestatistiken für das Jahr 2003, gleich bleibende Einwohnerzahlen vorausgesetzt. (Z3)

Im Referenzszenario wurden Strom- und Wärmebedarfswerte aus dem Jahr 1999 verwendet, diese liegen um 9% bzw. 8% niedriger. (A24 A26)

Der Grund für diese Differenzen wurde nicht weiter ermittelt, da sie für den beabsichtigten Zweck unerheblich sind, es geht hier zunächst um die Abschätzung von Größenordnungen.

Der regionale Energiebedarf in den Sektoren Haushalt, Gewerbe und Industrie für Strom und Wärme ist gleich Hundert Prozent gesetzt. Darauf sind sämtliche in dieser Studie angegebenen Deckungsanteile bezogen (siehe Abbildung 1).

Sonnenstrahlung

Zitat Referenzstudie: "Es erscheint weder sinnvoll noch wünschenswert, andere als ohnehin überbaute Flächen zum Auffangen der Solarstrahlung zu nutzen. Umgekehrt ist nicht einzusehen, warum alle ohnehin überbauten und damit für natürliche Kreisläufe weitgehend verlorenen Flächen nicht mit einer zusätzlichen Funktion der Energieerzeugung versehen werden sollten - vorausgesetzt, dass keine baulichen, statischen, denkmalschützerischen oder sonstigen gewichtigen Gründe dagegen sprechen." (Z1 S. 40)

Demzufolge wurden für die Wärmegewinnung mit Sonnenkollektoren und die Stromgewinnung mit Photovoltaik nur die geeigneten Dachflächen der Region angesetzt. Auf diese Weise sind Nutzungskonkurrenzen ausgeschlossen.

Die Erfassung der geeigneten Dachflächen im Referenzszenario erfolgte rechnerisch auf Basis statistischer Daten für verschiedene Gebäudetypen, erfasst sind sowohl Wohn- als auch Wirtschaftsgebäude. Firstrichtung, Dachneigung, Hindernisse wie Schornsteine oder Dachfenster und Verschattung sind dabei berücksichtigt. (Z1 S. 41)

Für den Fall, dass nicht alle theoretisch geeigneten Dachflächen genutzt werden, könnte ein Ausgleich mit Anlagen an Fassaden oder über versiegelten Freiflächen erreicht werden, deren Potenziale nicht in die Bewertung einbezogen wurden. (Z1 S. 44 ff)

Der Wert für geeignete Dachflächen in der Zielregion Goslar/Wolfenbüttel basiert auf dem Referenzszenario. Dabei wurde angenommen, dass deren Größe proportional zur Einwohnerzahl ist. (B12)

Auch für die erzielbaren Jahreserträge in der Zielregion dienten die Werte des Referenzszenarios als Basis, eine um 12% geringere Strahlungsleistung ist dabei berücksichtigt. (B10)

Solarwärme

Annahme für die Zielregion: Die Hälfte aller geeigneten Dachflächen sind mit Solarkollektoren belegt, überwiegend Gebäude mit Warmwasserbedarf, also Wohngebäude.

Sie dienen primär der Erwärmung von Brauchwasser, aber auch der Heizungsunterstützung bei Neubauten und energetisch optimierten Gebäuden. (Z1 S. 44)

Zur Bereitstellung von Solarwärme auch im sonnenarmen Winterhalbjahr könnten neben Großspeichern zur Versorgung von Nahwärmenetzen verstärkt auch Latenzspeicher zum Einsatz kommen, die eine verlustlose Speicherung des sommerlichen Überangebotes erlauben.

Deckungsbeiträge um die 8% sind so erreichbar. (B17)

Attraktiv ist vor allem die relativ einfache Technik und die völlige Unabhängigkeit von Brennstoffpreisen.

Solarstrom

Annahme für die Zielregion: Die Hälfte aller geeigneten Dachflächen sind mit Photovoltaik-Modulen belegt, vorzugsweise Gebäude ohne Warmwasserbedarf. (Z1 S. 40 ff)

Der Strom wird vorzugsweise lokal genutzt, der übrige Strom wird ins Netz eingespeist und reduziert so den Brennstoffverbrauch in Kraftwerken.

Deckungsgrade von über 2 % sind auf diese Weise erreichbar. (C13)

Wesentliche Vorzüge der Photovoltaik sind die Möglichkeit zur starken Dezentralisierung durch kleine Anlagengrößen, die Wartungsfreiheit über lange Betriebszeiträume und die völlige Brennstoffunabhängigkeit.

Eine Ausweitung der Solarstromgewinnung erscheint aber eher kritisch:

- Die Photovoltaik-Jahreserträge pro Flächeneinheit liegen heute bei einem Viertel von Solar Kollektoren, auch bei zu erwartenden Entwicklungsfortschritten wird ein deutlicher Unterschied bleiben; das spricht für die vorrangige Belegung von solchen Flächen, in deren Nähe kein Wärmebedarf besteht.
- Die Investitionskosten pro jährlichem Energieertrag liegen heute bei dem 6 - 8 fachen von Windkraftanlagen, auch bei den zu erwartenden Preissenkungen wird auf absehbare Zeit ein erheblicher Abstand bleiben.
- Die starken saisonalen Schwankungen haben ihr Erzeugungs-Minimum in Zeiten des höchsten Bedarfs, im Gegensatz zum Windstrom.
- Die Speicherung von Strom ist wesentlich teurer als beispielsweise die Speicherung von Wärme, und sie wird es aus heutiger Sicht wohl auch bleiben.

Windkraft

Annahme für die Zielregion: Windparks auf 2,5 Prozent der Ackerfläche, mit Anlagen von 2 MW Leistung, 82 m Rotordurchmesser und 100 m Nabenhöhe. (D20 D4 D5)

Der Anlagenabstand in den Windparks ist mit 5 Rotordurchmessern angesetzt. (D6)

Die Nutzungskonkurrenz mit der Landwirtschaft ist unbedeutend, da der größte Teil der Windparkfläche ohne Abstriche weiter als Ackerland genutzt werden kann.

Der Strom wird ins Netz eingespeist und reduziert so den Brennstoffverbrauch in Verbrennungskraftwerken.

Windstrom ist attraktiv durch relativ geringe Investitions- und Betriebskosten und die völlige Brennstoffunabhängigkeit.

Ein Deckungsbeitrag von um die 10 Prozent ist auf diese Weise zu erreichen, der heutige Wert liegt für die Zielregion bereits bei etwa 2,5 %. (D23)

Auch für eine Ausweitung der Windstromgewinnung darüber hinaus dürften noch genügend geeignete Flächen zu finden sein. Der maximal sinnvolle Ausbau dürfte eher durch die erforderliche Regelleistung und Regelenergie begrenzt werden:

Für Zeiten mit witterungsbedingtem Unterangebot bzw. Überangebot ist die Kombination mit anderen Energieerzeugern, -Abnehmern und Speichern erforderlich, deren aktivierbare Leistung mindestens der der Windkraftanlagen entsprechen muss und deren Kapazität auch die Überbrückung mehrwöchiger Schwachwindphasen erlaubt.

Interessant könnte zum Beispiel die Kombination mit Wärmepumpen für Gebäudebeheizung sein, die Überschuss-Strom nutzen, um Wärmespeicher mit Umgebungswärme aufzuheizen (siehe auch Geothermie). Da im Winterhalbjahr mit erhöhtem Wärmebedarf auch die größten Winderträge auftreten, könnten die Solarwärmespeicher immer wieder nachgeheizt werden, was den Bau aufwändiger Saisonspeicher überflüssig machen würde.

Wasserkraft

Annahme für die Zielregion: Das Wasserkraft-Potenzial pro Quadratkilometer entspricht dem der Referenz-Region. (Z1 S. 50 ff)

Dieser stark vereinfachende Ansatz erscheint vertretbar, da es sich in beiden Fällen um nördliche Vorgebirgs-Regionen handelt, die ähnliche Niederschlagsmengen und Gefälle-Situationen aufweisen dürften. Außerdem würden sich Fehleinschätzungen in diesem Fall wegen des relativ kleinen Deckungsbeitrages nur unwesentlich auf das Gesamtbild auswirken.

Ein Deckungsbeitrag von gut einem Prozent ist so erreichbar. (E7)

Eine Ausweitung der Wasserkraft-Nutzung über diesen Betrag hinaus wird kaum möglich sein, da mit einem angenommenen Gewässer-Ausbaugrad von 40 Prozent bereits die theoretische Obergrenze erreicht ist. (Z1 S. 52)

Ein wesentlicher Vorzug der Wasserkraft gegenüber Windkraft und Solarstrahlung liegt in einem gleichmäßigeren Angebot. Im Fall von Talsperren sind zudem nennenswerte Speicherkapazitäten für die Gewinnung positiver Regelenergie nutzbar, womit ein Beitrag zum Ausgleich von Unterangebot bei Windkraft und Photovoltaik geleistet werden kann.

Holz

Annahme für die Zielregion: 35 Prozent der durchschnittlichen jährlichen Holzernte in Höhe von 8,3 Festmetern entsprechend 4 Tonnen Trockensubstanz pro Hektar Waldfläche bestehen aus Derbholz (Schwachholz, Kronen) und werden in vollem Umfang energetisch verwertet. (F11 F9)

Damit kann ein Deckungsbeitrag von über 5 Prozent erreicht werden. F21

Im Zielszenario wurde das Derbholz-Potenzial voll angesetzt anstatt halb im Referenzszenario, dafür wurden aber erhebliche Potenziale aus Landschaftspflegeholz, Industrierestholz und Altholz unberücksichtigt gelassen. (Z1 S. 62 ff)

So ist davon auszugehen, dass der Deckungsbeitrag auch dann erreicht wird, wenn das Derbholz-Potenzial nicht voll genutzt werden kann. (F19)

Das gesamte Potenzial ist hier zur Wärmebereitstellung mit Kachelöfen, Holzheizkesseln, Hackschnitzelkesseln oder Holzpelletkesseln angesetzt. Die zusätzliche Erzeugung von Strom in Heizkraftwerken wäre möglich, wurde im Zielszenario aber nicht vorgesehen. Dem liegt der Gedanke zu Grunde, dass das Brennholz, welches im häuslichen Bereich einfach zu nutzen ist und seit Urzeiten genutzt wird, auch den Privathaushalten vorbehalten bleiben soll. Kleinere Beiträge zur Strombedarfsdeckung könnten Stirlingmotoren in den häuslichen Heizkesseln liefern, so fern es gelingt, diese zur Anwendungsreife zu bringen.

Die gegenüber Gas- und Ölheizungen geringeren Wirkungsgrade von Holzheizungen inkl. Nahwärme-Verbundsystemen wurden berücksichtigt. (F16)

Eine Ausweitung der Wärmeengewinnung aus Holz erscheint wenig sinnvoll, da es künftig als Bau- und Konstruktionsmaterial noch an Bedeutung gewinnen wird und die Nutzung von Importholz der Vollversorgung aus regionalen Quellen widersprechen würde. Auch eine Ausweitung der Waldfläche wird nicht weiter in Betracht gezogen, da sie größtenteils zu Lasten der landwirtschaftlichen Nutzfläche gehen würde.

Die wesentlichen Vorzüge von Holzwärme liegen in unbegrenzter Lagerfähigkeit, bedarfsgerechter Abrufbarkeit und Unabhängigkeit von Hochtechnologien.

Die Verbrennung von Holz ist zwar CO₂-neutral, da lediglich die Kohlenstoffmenge freigesetzt wird, die vorher während der Wachstumsphase gebunden wurde. Allerdings entstehen gesundheitsschädliche Schadstoffe wie Stickoxide und Feinstaub, die durch Einsatz entsprechender Technik zu minimieren sind.

Stroh

Annahme für die Zielregion: 50 Prozent des beim Getreideanbau anfallenden Strohs in Höhe von 3 Tonnen pro Hektar jährlich werden für die Wärmeerzeugung genutzt. (G15 G11)

Dabei wurde von einer Getreideanbaufläche im heutigen Umfang ausgegangen, vermindert um die Flächen für ausgeweiteten Energiepflanzenanbau. (G21)

Ein Deckungsbeitrag von knapp 5 Prozent ist so erreichbar. (G26)

Im Referenzszenario ist eine energetische Strohverwertung nicht vorgesehen.

Die Verwertung erfolgt entweder in größeren Öfen zum Beispiel durch Einsatz von Rundballen für die Versorgung von Nahwärmenetzen, oder in kleinen, automatisch betreibbaren Strohpellet-Öfen. Die zusätzliche Erzeugung von Strom in Heizkraftwerken wäre möglich, wurde im Zielszenario aber nicht vorgesehen.

Eine Ausweitung der Wärmegewinnung aus Stroh erscheint wenig sinnvoll wegen der konkurrierenden Nutzungen als Streu-, Bau- und Dämmmaterial und zur Bodenverbesserung. Auch eine Ausweitung der Getreideanbaufläche ist kaum möglich, da der Anteil an der gesamten Ackerfläche bereits bei 70 Prozent liegt. (G18)

Die wesentlichen Vorzüge von Strohwärme liegen in unbegrenzter Lagerfähigkeit, bedarfsgerechter Abrufbarkeit und der Nutzung ohnehin anfallender Reststoffe.

Die Verbrennungseigenschaften sind denen von Holz ähnlich, allerdings mit verschärfter Schadstoffproblematik. Für die Rückführung der in der Asche enthaltenen Mineralien auf die Ackerflächen müssten geeignete Technologien entwickelt werden, um einer Auslaugung der Böden entgegen zu wirken.

Biogas

Annahme für die Zielregion: Biogas-Gewinnung aus Energiepflanzen-Anbau, wobei die Anbaufläche von heute 2 Prozent auf 20 Prozent der gesamten Ackerfläche ausgeweitet wird. (H11)

Ein Minderertrag des ökologischen gegenüber dem konventionellen Anbau wurde berücksichtigt, da letzterer nicht ohne Zufuhr von Importstoffen und damit nicht nachhaltig betrieben werden könnte. (H8)

Für die Referenzregion wurde dagegen angenommen, dass Biogas ausschließlich aus Reststoffen wie Gülle und Abfällen gewonnen wird. (Z1 S. 66 ff)

Für die Zielregion blieben die Reststoffe unberücksichtigt, hier könnten noch zusätzliche Potenziale erschlossen werden.

Im Zielszenario wird angenommen, dass zur Vermeidung unnötiger Umwandlungs-Verluste die Hälfte des gewonnenen Biogases über Einspeisung in das Gasnetz oder Mikrogasleitungen beim Verbraucher direkt als Prozesswärme genutzt werden kann, beispielsweise zum Kochen und Backen. Mit dieser direkten Nutzung kann ein Deckungsbeitrag von knapp 5 Prozent erzielt werden. (H15)

Die andere Hälfte wird in Blockheizkraftwerken verstromt, wobei die nicht benötigte Abwärme für Heizzwecke genutzt wird. (H13)

Damit können zusätzliche Deckungsbeiträge von 1,5 Prozent bei Strom und 1,8 Prozent bei Wärme erzielt werden. (H19 H21)

Eine Ausweitung der Energiepflanzen-Anbaufläche über 20 Prozent erscheint wegen der konkurrierenden Flächennutzungen für Nahrungs- und Futterpflanzenanbau kaum sinnvoll.

Die wesentlichen Vorzüge von Biogas liegen in der kontinuierlichen Energielieferung, der universellen Verwendbarkeit, der Speicherbarkeit, der Transportfähigkeit und der Eignung des ausgegorenen Substrats zur Rückführung in die nachhaltige Landwirtschaft. Die Technik eignet sich hervorragend zum Ausgleich von Zeiten mit Wind- bzw. Solarstrom-Untergebot.

Kritisch zu bewerten ist der niedrige Netto-Energieertrag über die gesamte Erzeugungskette von maximal 45 Prozent und die Konkurrenz zur Nahrungsproduktion. (Z20 S. 24)

Pflanzenöl

Annahme für die Zielregion: Anbau Ölfrüchte in heutigem Umfang auf 3,4 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Flächen, ausschließlich energetische Nutzung. (I11)

Eine Ausweitung ist wegen des geringen Flächenertrages (Biogas liegt bei der dreifachen Energiemenge) und aus ackerbaulichen Gründen (unklar, ob z. B. Rapsanbau in größerem Maßstab nachhaltig sein kann, Beeinträchtigung der Bodengüte) nicht vorgesehen.

Nicht berücksichtigt wurden: Biomüll, Grünschnitt, Speisereste (durch Nutzung dieser Quellen könnte ein Teil des Ölfruchtertrages für Nahrungsmittel- und Industrierohstoff-Gewinnung freigesetzt werden), Stilllegungsflächen (wird es wegen des erhöhten Flächenbedarfs und wegen des zu erwartenden Rückgangs von Nahrungs- und Futtermittelimporten mittelfristig aller Voraussicht nach nicht mehr geben), BTL, Bioethanol (würde zusätzlichen Konkurrenzdruck auf Biogas- und Holzproduktion schaffen, bei fortschreitender Entwicklung könnten Effizienzvorteile innovativer Technologien Teile der klassischen Biomasse-Nutzung ablösen). (Z1 S. 70 ff)

Im Zielszenario ist die Verwendung des Pflanzenöls ausschließlich für die stationäre Strom- und Wärmeerzeugung in Blockheizkraftwerken vorgesehen.

Ein Deckungsbeitrag von 0,2 Prozent ließe sich so erreichen. (I33)

Bei Erweiterung des Szenarios um den Verkehrssektor würde sich allerdings eher die mobile Nutzung anbieten, zum Beispiel für die landwirtschaftlichen Geräte.

Die wesentlichen Vorzüge von Pflanzenöl liegen in der Speicherbarkeit, Transportfähigkeit, Eignung für mobilen Einsatz, Ähnlichkeit zu heutigen Erdölprodukten.

Geothermie

Annahme für die Zielregion: Keine Erdwärmenutzung im Gegensatz zum Referenzszenario, in dem Wärme und Strom aus Tiefengeothermie den größten Deckungsbeitrag liefern sollen. (Z1 S. 75 ff)

In der Referenzregion wurde allerdings trotz besonders günstiger geologischer Bedingungen bisher noch keine Anlage in Angriff genommen, vermutlich wegen des hohen Kapitalbedarfs und der großen Risiken von Fehlbohrungen.

Für die Zielregion ist die Lage näher zu untersuchen, ohne belastbare Resultate werden die Deckungsbeiträge für Strom und Wärme aus Tiefengeothermie vorsichtshalber mit Null angesetzt.

Oberflächennahe Geothermie ist auf Temperaturerhöhung durch Wärmepumpen angewiesen, die üblicherweise mit Strom oder seltener mit Gas betrieben werden. Während mit fossilem Strom betriebene Wärmepumpen heute wegen der großen Kraftwerksverluste weder Primärenergie-Einsparung noch Klimaentlastung bringen, ist für die Energiewende denkbar, überschüssigen Strom (z. B. aus Starkwindphasen) über Wärmepumpen mit Umgebungswärme zu veredeln und Wärmespeicher damit zu laden. Damit könnten Überangebote sinnvoll genutzt und die erforderlichen Saisonspeicher für Solarwärme wesentlich kleiner dimensioniert werden. Zunächst wird aber auch hier der Deckungsbeitrag für Wärme mit Null angesetzt, die Stromgewinnung scheidet wegen der niedrigen Temperaturen bei oberflächennaher Geothermie ohnehin aus.

Die wesentlichen Vorzüge der Geothermie insgesamt liegen in der Abrufbarkeit und der Unabhängigkeit von Brennstoffen.

Effizienz

Annahme für die Zielregion: Da mit den Potenzialen an erneuerbaren Energien nicht der gesamte heutige Bedarf zu decken sein wird, bleibt nur die Einsparung des fehlenden Betrages nach dem Motto: Die beste Energie ist die, die erst gar nicht verbraucht wird.

Die erforderlichen Einsparungen sollten, soweit möglich, durch Effizienzsteigerung in der gesamten Versorgungskette erreicht werden - ein eventuell verbleibender Rest ist schließlich durch Einschränkungen beim Energiekonsum zu erbringen.

In der Ziel- wie in der Referenzregion sind jeweils etwa zwei Drittel des Bedarfs an Wärme und Strom durch Einsparung zu erbringen, die damit den mit Abstand größten Deckungsbeitrag zu liefern hat. (L4 M4)

Im Wärmebereich betrifft das vor allem Wärmedämmung und Wärmerückgewinnung bei Gebäuden. Viele praktische Beispiele von Niedrigenergie- und Passivhäusern oder auch Altbausanierungen zeigen die Erschließbarkeit sehr großer Einsparpotenziale. Damit kann es als machbar angesehen werden, zumindest den größten Teil der erforderlichen Einsparungen im Wärmebereich durch Effizienzsteigerung zu erbringen. Die wesentlichen Vorzüge von Wärmedämmung und Wärmerückgewinnung sind die langfristige und praktisch wartungsfreie Nutzung und die Unabhängigkeit von Energiezufuhr und Hochtechnologie. Wegen des großen Anteils von vor Ort zu erbringender Wertschöpfung ist dieses Thema auch hinsichtlich Regionalisierung von höchster Bedeutung.

Ambitionierte Wärmeschutzmaßnahmen bei Gebäuden bilden so das mit Abstand wichtigste Element für eine zukunftssichere Energieversorgung.

Im Strombereich betrifft das vor allem effiziente Gerätetechnologien. Auch hier zeigen die Fortschritte bei der Entwicklung energiesparender Geräte, dass ein erheblicher Teil der erforderlichen Einsparungen durch Effizienzsteigerung zu erbringen sein wird.

Mobilität

Der Verkehrssektor wird weder im Ziel- noch im Referenzszenario betrachtet, die Erarbeitung eines ergänzten Szenarios ist vorgesehen. Auf den Verkehr innerhalb Deutschlands entfallen zurzeit 28% des Endenergieverbrauches. (A15)

Da Fahrzeuge (mit Ausnahme elektrischer Bahnen) ihre Treibstoffe mitführen müssen, kommen nur Energieträger mit einer hohen Energiedichte in Frage. Der Ersatz der fossilen Treibstoffe durch erneuerbare Energien stellt deswegen im Verkehrssektor eine besondere Herausforderung dar.

Ausblick

Das für diese Studie entwickelte elektronische Kalkulationsblatt eröffnet weitere Möglichkeiten:

- Durch Veränderung der Annahmen lassen sich einfach und schnell andere Szenarien für die Zielregion durchspielen, wobei die Ergebnisse sofort angezeigt werden; dies ist auch live während einer Sitzung möglich, in der beispielsweise die Teilnehmergruppe ihr Wunsch-Szenario kreiert.
- Durch Anpassung der Regionspezifischen Basisdaten lässt sich das Kalkulationsblatt auch für andere Zielregionen nutzen.
- Weitere, bisher nicht berücksichtigte Technologien lassen sich nachrüsten.
- Neue Erkenntnisse können eingebracht und so zur Präzisierung der Kalkulation genutzt werden.

In diesem Sinne wird der Autor die Thematik weiter vorantreiben.

Autor

Hans-Heinrich Schmidt-Kanefendt, Dipl.-Ing. (FH), befasst sich als 'kritischer Bürger' seit Mitte der 1970er Jahre außerberuflich mit den Möglichkeiten einer zukunftsfähigen Energieversorgung und hat verschiedene Projekte mit Bürgerbeteiligung organisiert, u. a.: Ehrenamtlicher Energiebeauftragter der Stadt Vienenburg (1988-2002), Initiierung eines Bürgerwindparks (1993), Ehrenamtliche Geschäftsführung Windkraft Vienenburg GmbH (1993-2005), Modellstudie für die Vollversorgung der Stadt Vienenburg mit erneuerbaren Energiequellen (1999), Feldversuch zur energetischen Optimierung privater Haushalte (2005-2008).

Kontakt, Anforderung Newsletter: info@wattweg.net

WWW: <http://wattweg.net>

Versionen

| | |
|------------|---|
| 30.06.2007 | Präsentation vor Starterkreis Bürgerunternehmen |
| 04.12.2008 | Aufsatz in Kurzfassung, mit leicht modifizierten Annahmen |
| 08.01.2009 | Aufsatz in Langfassung einschließlich Kalkulation |

Anhang

Der folgende Anhang besitzt eine eigene Seitennummerierung und ist untergliedert in Kalkulationsblatt (Seiten 1 – 9), Umrechnungsfaktoren (Seite 10) und Quellen (Seite 11).

Erläuterungen zur Spalte Datengrundlage: Links befinden sich ein oder mehrere Verweise auf die Zeilen, aus denen die für den aktuellen Schritt verwendeten Daten stammen. Entweder handelt es sich um die Übernahme eines Wertes aus einer Literaturquelle (Z..) oder um die Berechnung mit Werten aus anderen Zeilen des Kalkulationsblattes. In der Mitte befinden sich im Falle von Literaturquellen Angaben zum Urheber, andernfalls ist hier Raum für Bemerkungen zur Datengrundlage. Rechts befinden sich im Falle von Literaturquellen Angaben zur Textstelle wie Seite oder Tabelle; andernfalls kann auf Zeilen verwiesen sein, deren Werte zur Plausibilisierung dienen.

Erläuterungen zur Spalte Allg./Heute: Hier werden alle die Werte hergeleitet, die Szenario-unspezifisch sind bzw. den Ist-Zustand widerspiegeln und als Grundlage für die Zukunftsprojektion dienen.

Erläuterungen zur Spalte Zielszenario 1: Die gelb hinterlegten Felder beinhalten frei bestimmbare Werte, mit denen das Szenario gestaltet wurde. Die grün hinterlegten Felder beinhalten die Endergebnisse.

Die Umrechnungsfaktoren sind mit Y.. gekennzeichnet.

Die Quellenverweise sind mit Z.. gekennzeichnet.

| Zeile | Bedeutung | Datengrundlage | Einheit | Allg./Heute | Zielszenario 1 | Referenzszen. |
|-------|---|--|----------|---------------|----------------|---------------|
| A1 | Energiebedarf heute | | | | | |
| A2 | Ansatz: Heutiger Energiebedarf pro Kopf in den Landkreisen Goslar und Wolfenbüttel (Zielregion) entspricht den für den Landkreis Konstanz (Referenzregion) angenommenen Werten. | | | | | |
| A3 | Strombedarf Referenzregion (Endenergie jährlich 1999) | Z1 solarcomplex GmbH S. 31 | GWh/a | 1500 | | |
| A4 | Wärmebedarf Referenzregion (Endenergie jährlich 1999) | Z1 solarcomplex GmbH S. 31 | GWh/a | 3700 | | |
| A5 | Anzahl Einwohner Referenzregion | Z2 Statistisches Landesamt Baden-Württemberg | Personen | 274.692 | | |
| A6 | Endenergieverbrauch Deutschland 2003 sämtliche Sektoren | Z3 AG Energiebilanzen Tab. 2.5 | Pjoule/a | 9.206 | | |
| A7 | Endenergieverbrauch Deutschland 2003 sämtliche Sektoren | A6 Y8 | MWh/a | 2.559.268.000 | | |
| A8 | Einwohner Deutschland 2003 | Z4 Statistisches Bundesamt Deutschland | Personen | 82.531.671 | | |
| A9 | Endenergieverbrauch Deutschland pro Kopf 2003 sämtliche Sektoren (AG Energiebilanzen) | A7 A8 | .M Wh/a | 31,0 | | |
| A10 | Endenergieverbrauch Deutschland pro Kopf 2003 sämtliche Sektoren (solarcomplex) | Z1 solarcomplex GmbH S. 30 | MWh/a | 28,8 | | |
| A11 | Anteil Strom am Endenergieverbrauch Deutschland 2003 | Z3 AG Energiebilanzen Tab. 2.5 | Pjoule/a | 1790 | | |
| A12 | Anteil Strom am Endenergieverbrauch Deutschland 2003 | A11 Y8 | M Wh/a | 497.620.000 | | |
| A13 | Strombedarf Deutschland pro Person (Endenergie jährlich) | A12 A8 plausibilisiert mit: A24 | MWh/a | 6,03 | | |
| A14 | Endenergieverbrauch im Verkehrssektor Deutschland 2003 | Z3 AG Energiebilanzen Tab. 2.9 | Pjoule/a | 2.595 | | |
| A15 | Anteil des Verkehrs am Endenergieverbrauch Deutschland 2004 | A14 A6 | Prozent | 28,19 | | |
| A16 | Energiebedarf im Sektor Verkehr Deutschland 2003 pro Person (Endenergie jährlich) | A10 A15 | MWh/a | 8,12 | | |
| A17 | Wärmebedarf Deutschland pro Person (Endenergie jährlich) | A10 A13 A16 Vereinfachender Ansatz: Wärmebedarf = Gesamtbedarf - Strom - Verkehr, plausibilisiert mit: A26 | MWh/a | 14,65 | | |
| A18 | Anzahl Einwohner Zielregion | Z6 | Personen | 278.894 | | |
| A19 | Anzahl Einwohner Referenzregion relativ zu Zielregion | A18 A5 | % | 98 | | |
| A20 | Strombedarf Zielregion (Endenergie jährlich, über Einwohnerzahlen hochgerechnet aus Bundesdurchschnitt 2003) | A13 A18 | GWh/a | 1.682 | | |
| A21 | Wärmebedarf Zielregion (Endenergie jährlich, über Einwohnerzahlen hochgerechnet aus Bundesdurchschnitt 2003) | A17 A18 | GWh/a | 4.086 | | |
| A22 | Energiebedarf Zielregion (Endenergie Strom und Wärme jährlich) | A20 A21 | GWh/a | 5.768 | | |
| A23 | Plausibilisierung | | | | | |
| A24 | Strombedarf pro Person (Endenergie jährlich, Hochrechnung aus Referenzregion) | A3 A5 | MWh/a | 5,46 | | |
| A25 | Der für Referenzszenario angenommene Strombedarf pro Person in Relation zum Bundesdurchschnitt 2003: | A24 A13 | % | 90,6 | | |

| Zeile | Bedeutung | Datengrundlage | Einheit | Allg./Heute | Zielszenario 1 | Referenzszen. |
|-----------|--|---|----------|-------------|----------------|---------------|
| A26 | Wärmebedarf pro Person (Endenergie jährlich, Hochrechnung aus Referenzregion) | A4 A5 plausibilisiert mit: A10 A13 (Wärme=Gesamtverbrauch - Strom - Mobilität) | MWh/a | 13,47 | | |
| A27 | Der für Referenzszenario angenommene Wärmebedarf pro Person in Relation zum Bundesdurchschnitt 2003: | A26 A17 | % | 91,9 | | |
| B1 | Sonnenwärme | | | | | |
| B2 | Ansatz: Solarkollektoren auf der Hälfte aller geeigneten Dachflächen von Wohn- und Wirtschaftsgebäuden (Neigung, Verschattung, verbaute Teile usw. berücksichtigt), Orientierung am Wert für die Referenzregion mit etwas geringerer Einwohnerzahl und damit geringerer anzunehmender Dachfläche, aber ca. 10% höherer Sonneneinstrahlung. | | | | | |
| B3 | Für Nutzung der Solarstrahlung insgesamt geeignete Dachflächen in Referenzregion: | Z1 solarcomplex GmbH S. 42 | m2 | | | 2.556.368 |
| B4 | Anteil Solarthermie-Nutzung an den insgesamt geeigneten Dachflächen in Referenzregion: | Z1 solarcomplex GmbH S. 46 | Prozent | | | 50 |
| B5 | Jährlicher spezifischer Wärmeertrag Konstanz: | Z1 solarcomplex GmbH S. 46 | kWh/m2/a | | | 400 |
| B6 | Energieertrag aus Solarthermie in Referenzregion nach Energiewende (rechnerisch) | B3 B4 B5 | GWh/a | | | 511 |
| B7 | Energieertrag aus Solarthermie in Referenzregion nach Energiewende | Z1 solarcomplex GmbH S. 31, S. 46, S. 41ff | GWh/a | | | 500 |
| B8 | Durchschnittlicher Solarstrom-Ertrag PLZ-Gebiet 7xxx in 2007: | Z19 Solarförderverein | kWh/kWhp | 1027 | | |
| B9 | Durchschnittlicher Solarstrom-Ertrag PLZ-Gebiet 3xxx in 2007: | Z19 Solarförderverein | kWh/kWhp | 903 | | |
| B10 | Nutzbare Solarstrahlung in der Zielregion relativ zur Referenzregion. | B9 B8 | % | 88 | | |
| B11 | Jährlicher spezifischer Wärmeertrag Referenzregion: | Z3 solarcomplex GmbH S. 46 | kWh/m2/a | 400 | | |
| B12 | Insgesamt verfügbare Dachfläche in Zielregion proportional zum Einwohnerzahl-Verhältnis zur Referenzregion: | B3 A5 A18 | m2 | | 2.595.473 | |
| B13 | Anteil Solarthermie-Nutzung an den insgesamt geeigneten Dachflächen in Zielregion: | (frei bestimmbar, aber Nutzungskonkurrenz mit Sonnenstrom beachten) | Prozent | | 50 | 50 |
| B14 | Jährlicher spezifischer Wärmeertrag Zielregion: | B11 B10 solarcomplex GmbH S. 46 | kWh/m2/a | | 352 | |
| B15 | Energieertrag aus Solarthermie in Zielregion nach Energiewende (rechnerisch) | B12 B13 B14 | GWh/a | | 456 | |
| B16 | Energieertrag aus Solarthermie Zielregion nach Energiewende | Annahme, gestützt auf: B15 | GWh/a | | 450 | 500 |
| B17 | Deckungsbeitrag | B16 A20 A21 | Prozent | | 7,8 | 9,6 |
| C1 | Sonnenstrom | | | | | |
| C2 | Ansatz: PV-Module auf der Hälfte aller geeigneten Dachflächen von Wohn- und Wirtschaftsgebäuden (Neigung, Verschattung, verbaute Teile usw. berücksichtigt), Orientierung am Wert für die Referenzregion mit etwas geringerer Einwohnerzahl und damit geringerer anzunehmender Dachfläche, aber ca. 10% höherer Sonneneinstrahlung. | | | | | |
| C3 | Anteil Sonnenwärme-Nutzung an den insgesamt geeigneten Dachflächen in Referenzregion | Z1 solarcomplex GmbH S. 42 | Prozent | | | 50 |
| C4 | Spezifischer Flächenbedarf für Sonnenstromnutzung mit PV-Modulen: | Z1 solarcomplex GmbH S. 42 | m2/kWp | 8 | | 8 |

| Zeile | Bedeutung | Datengrundlage | Einheit | Allg./Heute | Zielszenario 1 | Referenzszen. |
|-------|---|---|-------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| C5 | Spezifischer Jahresstromertrag in Referenzregion | Z1 solarcomplex GmbH S42 | kWh/a/kWp | | | 860 |
| C6 | Spezifischer Jahresstromertrag Zielregion aus Wert für Referenzregion unter Berücksichtigung der geringeren Strahlung | C5 B10 | kWh/a/kWp | 756 | | |
| C7 | Energieertrag aus PV in Referenzregion nach Energiewende (rechnerisch) | B3 C3 C4 C6 | | | | 137 |
| C8 | Energieertrag aus PV in Referenzregion nach Energiewende | Z1 solarcomplex GmbH S. 31, S 41ff | GWh/a | | | 135 |
| C9 | Anteil von geeigneten Dachflächen, die noch nicht durch Solarwärme-Nutzung belegt sind: | B13 | Prozent | | 50 | |
| C10 | Anteil von geeigneten Dachflächen mit Solarstrom-Nutzung: | (frei bestimmbar, aber begrenzt durch Solarwärme-Nutzung) | Prozent | | 50 | 50 |
| C11 | Energieertrag aus PV in Zielregion nach Energiewende (rechnerisch) | B12 C4 C6 C10 | GWh/a | | 122,7 | |
| C12 | Energieertrag aus PV Zielregion nach Energiewende | Annahme, gestützt auf: C11 | GWh/a | | 120 | 135 |
| C13 | Deckungsbeitrag | C12 A20 A21 | Prozent | | 2,1 | 2,6 |
| D1 | Windkraft | | | | | |
| D2 | Ansatz: Großer Anteil der landwirtschaftlichen Flächen bieten genügend Wind (>60W/m2 Rotorfläche) | | | | | |
| D3 | Referenzanlage | Z5 Schmidt-Kanefendt u. a. Tab. WiK | | E40, LK GS, NH 50m | E82, LK WF, NH 100m | |
| D4 | Anlagenleistung | Z5 Schmidt-Kanefendt u. a. Tab. WiK | kW | 500 | 2.000 | |
| D5 | Rotordurchmesser: | Z5 Schmidt-Kanefendt u. a. Tab. WiK | m | 40 | 82 | |
| D6 | Optimaler Anlagenabstand im Windpark: | Z5 Schmidt-Kanefendt u. a. Tab. WiK | Rotor-Durch. | 5 | 5 | |
| D7 | Abstandsflächenbedarf pro Anlage (quadratisch): | D5 D6 | m2 | 40.000 | 168.100 | |
| D8 | Abstandsflächenbedarf pro Anlage (quadratisch): | D7 Y1 | ha | 4 | 16,81 | |
| D9 | Jahresertrag | Z5 Schmidt-Kanefendt u. a. Tab. WiK | kWh/a | 835000 | 5.000.000 | |
| D10 | Flächenertrag | D9 D7 plausibilisiert mit: D27 | kWh/m2/a | 20,9 | 29,7 | |
| D11 | Flächenertrag | D10 Y1 | kWh/ha/a | 208.750 | 297.442 | |
| D12 | Flächenertrag | D10 Y2 Y7 | GWh/km2/a | 20,9 | 29,7 | |
| D13 | Landwirtschaftliche Flächen Zielregion | Z6 Schmidt-Kanefendt (Stat. Landesamt Nds.) Tab. Daten | km² | 766 | 766 | |
| D14 | Installierte Leistung pro Fläche | D4 D7 Y2 Y4 | MW/km2 | 13 | 12 | |
| D15 | Jahresertrag pro installierte Leistung = Volllaststunden | D9 D4 | kWh/kW/a bzw. h/a | 1.670 | 2.500 | |
| D16 | Installierte Leistung in Zielregion 2006 | Z7 Schmidt-Kanefendt (SOWIWAS GmbH / Volkswind GmbH) | MW | 58 | | |
| D17 | Jahresertrag Windkraft in Zielregion 2006 | D16 D15 da überwiegend moderne Anlagen, wird der Szen.1-Wert angenommen | .G Wh/a | 145 | | |
| D18 | Mit Windkraft-Nutzung in Zielregion belegte Flächen 2006 | D16 D14 da überwiegend moderne Anlagen, wird der Szen.1-Wert angenommen | .km² | 4,87 | | |

| Zeile | Bedeutung | Datengrundlage | Einheit | Allg./Heute | Zielszenario 1 | Referenzszen. |
|-------|--|--|----------------|-------------|----------------|---------------|
| D19 | Anteil der 2006 mit Windparks belegten Landwirtschaftlichen Flächen in Zielregion | D18 D13 | Prozent | 0,636 | | |
| D20 | Anteil Windpark-Fläche an Landwirtschaftliche Fläche in Zielregion: | Freie Annahme in Relation zu: D19 | Prozent | | 2,5 | |
| D21 | Windparkfläche auf Landwirtschaftlichen Flächen in Zielregion: | D13 D20 Vgl. D18 | km² | | 19,15 | |
| D22 | Jahresertrag Windkraft | D12 D21 | | 145 | 569,6014277 | 140 |
| D23 | Deckungsbeitrag | D22 A20 A21 | Prozent | 2,5 | 9,9 | 2,7 |
| D24 | Jahresertrag Windkraft in Referenzregion | Z1 solarcomplex GmbH S. 31 | .G Wh/a | | | 140 |
| D25 | Mit Windkraft-Nutzung in Referenzregion theoretisch zu belegende Flächen | Z1 solarcomplex GmbH S. 58 | .km2 | | | 28 |
| D26 | Mit Windkraft-Nutzung in Referenzregion theoretisch gewinnbare Energie | Z1 solarcomplex GmbH S. 58 | .G Wh/a | | | 586 |
| D27 | Flächenertrag | D26 D25 plausibilisiert mit: D10 | kWh/m2/a | | | 20,9 |
| D28 | Ausweitung der mit Windkarft-Nutzung zu belegenden Flächen gegenüber heute | D21 D18 | | | 3,9 | |
| D29 | Installierte Leistung in Zielregion nach Energiewende | D28 D16 | MW | | 227,8 | |
| E1 | Wasserkraft | | | | | |
| E2 | Ansatz: Orientierung am Potenzial in Referenzregion (Harz-/Vorharz-Region ist der Voralpen-Region ähnlich, Ertrag proportional zur Gesamtfläche) bei einem Ausbaugrad von 40% | | | | | |
| E3 | Technisch nutzbares Wasserkraft-Potenzial in Referenzregion | Z1 solarcomplex GmbH S. 50 ff | GWh/a | | | 35 |
| E4 | Gesamtfläche Ziel- bzw. Referenzregion: | Z2 Z6 Statistische Landesämter Baden-Württemberg und Niedersachsen | km2 | 1687 | | 818 |
| E5 | Technisch nutzbares Wasserkraft-Potenzial in Zielregion rechnerisch aus Referenzszenario: | E3 E4 | GWh/a | | 72 | |
| E6 | Technisch nutzbares Wasserkraft-Potenzial in Zielregion | E3 | GWh/a | | 70 | 35 |
| E7 | Deckungsbeitrag | E6 A20 A21 | Prozent | 0,0 | 1,2 | 0,7 |
| F1 | Holzwärme | | | | | |
| F2 | Ansatz: Potenzial an nicht stofflich verwendetem Derbholz (Schwachholz, Kronen, Wurzelstöcke...) in Referenzregion hochgerechnet auf Zielregion. Im Gegensatz zum Referenzszenario wurde das Derbholz-Potenzial voll statt halb angesetzt, dafür aber erhebliche Potenziale aus Landschaftspflegeholz, Industrierestholz und Altholz unberücksichtigt gelassen. Die gegenüber Gas- und Ölheizungen geringeren Wirkungsgrade von Holzheizungen inkl. Nahwärme-Verbundsystemen wurde berücksichtigt. | | | | | |
| F3 | Derbholzanfall in Referenzregion pro Jahr | Z1 solarcomplex GmbH S. 62ff | t/a tro | | | 38.000 |
| F4 | Waldfläche in Referenzregion | Z2 Statistisches Landesamt Baden-Württemberg | km² | | | 271,89 |
| F5 | Holzzuwachs Wald Deutschland | Z16 Folie 24 | Millionen m3/a | 94,8 | | |
| F6 | Waldfläche in Deutschland | Z17 | Millionen ha | 11,1 | | |
| F7 | Holzzuwachs in deutschen Wäldern durchschnittlich pro Jahr | F5 F6 Festmeter | m3/ha/a | 8,54 | | |
| F8 | Durchschnittliche Ernte in deutschen Wäldern pro Jahr | Z18 (Festmeter, Nadelbäume 10, Laubbäume 4,6) | m3/ha/a | 8,3 | | |
| F9 | Durchschnittliche Ernte in deutschen Wäldern pro Jahr | F8 Y17 | t/a tro/ha | 4,020401429 | | |
| F10 | Durchschnittliche jährliche Ernte in Referenzregion | F4 F9 Y3 | t/a tro | 109.311 | | |

| Zeile | Bedeutung | Datengrundlage | Einheit | Allg./Heute | Zielszenario 1 | Referenzszen. |
|-------|---|---|-------------|-------------|----------------|---------------|
| F11 | Anteil Derbholz an der durchschnittlichen Ernte im Referenzszenario | F10 F3 | Prozent | 35 | | |
| F12 | Waldfäche in Zielregion | Z6 Schmidt-Kanefendt (Stat. Landesamt Nds.) | km² | | 689,1 | |
| F13 | Derbholzanfall in Zielregion (Hochrechnung von Referenzregion) | F3 F12 F4 | t/a tro | | 96.310 | |
| F14 | Heizwert Laubholz/Nadelholz gemischt | Z14 Hans-Peter Ebert, FHS Rottenburg | kWh/kg | | 4,3 | |
| F15 | Energieertrag Derbholz in Zielregion nach Energiewende | F13 F14 Y11 | GWh/a | | 414 | |
| F16 | Nutzungsgrad Wärmeerzeugung aus Holz | Z1 solarcomplex GmbH S. 65 | | | 0,75 | |
| F17 | Nutzenergieertrag aus Landschaftspflegeholz, Industrierestholz, Altholz und Derbholz im Z1 Konstanz nach Energiewende | Z1 solarcomplex GmbH S. 65 | GWh/a | | 0 | 185 |
| F18 | Nutzenergieertrag allein aus Derbholz in Zielregion nach Energiewende | F15 F16 | GWh/a | | 311 | |
| F19 | Anteil des für Wärmeerzeugung genutzten Derbholzes | (frei bestimmbar) | Prozent | | 100 | |
| F20 | Wärmeerzeugung allein aus Derbholz in Zielregion nach Energiewende | F18 F19 | GWh/a | | 311 | 185 |
| F21 | Deckungsbeitrag | F20 A20 A21 | Prozent | | 5,4 | 3,6 |
| G1 | Stroh | | | | | |
| G2 | Ansatz: Beibehaltung der heutigen Getreideanbaufläche, vermindert um Flächenausweitung für Energiepflanzen-Anbau (in Referenzregion unberücksichtigt) | | | | | |
| G3 | Brennwert | Z9 neue energie 12.2005, S. 79 | kJ/kg | | 15 | |
| G4 | Brennwert | G3 Y9 Plausibilität überprüft mit: G5 | kWh/kg | | 4,17 | |
| G5 | Brennwert Stroh gegenüber Öl | Z9 neue energie 03.2006, S. 56 | | | 0,5 | |
| G6 | Strohertrag | Z10 Landvolk-Zeitung | t/ha | | 5 | |
| G7 | Strohertrag min. | G6 neue energie 03.2006, S. 56 | t/ha | | 5 | |
| G8 | Strohertrag max. | Z9 neue energie 03.2006, S. 56 | t/ha | | 6 | |
| G9 | Strohertrag (spanische Verhältnisse) | Z9 neue energie 12.2005, S. 79 | t/ha | | 2,5 | |
| G10 | Strohertrag („Ethanol aus Zuckerrüben und Stroh“) | Z9 neue energie 05.2007, S. 59ff | t/ha | | 2,8 | |
| G11 | Strohertrag (Annahme) | Annahme in Relation zu: G10 | t/ha | 3 | 3 | |
| G12 | Insgesamt in Deutschland verfügbare Strohmenge | Z9 ne 03.2006, S 56 03.2006, S. 56 | Millionen t | | 34,1 | |
| G13 | Insgesamt in Deutschland energetisch nutzbare Strohmenge | Z9 ne 03.2006, S 56 03.2006, S. 56 | Millionen t | | 30 | |
| G14 | Anteil des maximal energetisch nutzbaren Strohs | G13 G12 erscheint sehr hoch gegriffen | Prozent | | 88,0 | |
| G15 | Anteil des energetisch genutzten Strohs – Annahme | Annahme in Relation zu: G14 | Prozent | 0 | 50 | |
| G16 | Landwirtschaftliche Flächen in Zielregion | Z6 Schmidt-Kanefendt (Stat. Landesamt Nds.) | ha | 48.832 | 48.832 | |
| G17 | Flächen Weizen- (30.000) und Gersten-Anbau (4000) in Zielregion | Z11 Ulrich Lühr, Bauernverband | ha | 34.000 | 34.000 | |
| G18 | Anteil Weizen- und Gersten-Anbau in Zielregion | G17 G16 | Prozent | 69,6 | 69,6 | |

| Zeile | Bedeutung | Datengrundlage | Einheit | Allg./Heute | Zielszenario 1 | Referenzszen. |
|-------|---|--|------------------|-------------|----------------|---------------|
| G19 | Landwirtschaftliche Flächen Zielregion | Z6 Schmidt-Kanefendt (Stat. Landesamt Nds.) | .km ² | 766 | 766 | |
| G20 | Anbaufläche Weizen, Gerste und Biomasse-Anbau in Zielregion | G21 G19 H11 | ha | 56.471 | 56.471 | |
| G21 | Anbaufläche nur Weizen und Gerste (ohne Biomasse-Anbau) in Zielregion | G21 G18 H11 Schmidt-Kanefendt (Stat. Landesamt Nds.) | ha | 54.903 | 41.151 | |
| G22 | Insgesamt in der Region anfallende Strohmenge | G21 G11 | t | 164.708 | 123.453 | |
| G23 | Energetisch genutzte Strohmenge der Region | G22 G15 | t | 0 | 61.727 | |
| G24 | Potenzial des energetisch genutzten Strohs aus der Region bei heutiger Getreideanbaufläche | G23 G4 Y11 | kWh/a | 0 | 257.194.790 | |
| G25 | Potenzial des energetisch genutzten Strohs aus der Region | G24 Y7 | GWh/a | 0 | 257 | 0 |
| G26 | Deckungsbeitrag | G25 A20 A21 | Prozent | 0,0 | 4,5 | 0,0 |
| H1 | Biogas | | | | | |
| H2 | Ansatz: Biogasproduktion ausschließlich aus eigens dafür angebauten Energiepflanzen (zusätzliches Potenzial aus Reststoffverwertung unberücksichtigt) | | | | | |
| H3 | Reichweite PKW (5l/100km) mit der Jahresproduktion Energiepflanzen von 1ha: | Z12 DER SPIEGEL S. 117 | km | 99.600 | 99.600 | |
| H4 | spezifischer Verbrauch des PKW | Z12 DER SPIEGEL S. 117 | Liter/100km | 5 | 5 | |
| H5 | Jahres-Energieertrag von 1 ha in Liter Diesel | H4 H3 | Liter Diesel | 4.980 | 4.980 | |
| H6 | Heizwert Diesel | Z13 Dipl.-Ing. Steffen Roß, wiro-consultants | kWh/l Diesel | 9,86 | 9,86 | |
| H7 | Jahres-Energieertrag von 1 ha | H5 H6 | kWh/a/ha | 49.103 | 49.103 | |
| H8 | Minderertrag bei nachhaltiger Landwirtschaft | Annahme, zu verifizieren | Prozent | 75 | 75 | |
| H9 | Fläche für Anbau Biogas-Substrat (Mais) im Landkreis WF heute | Z11 Ulrich Löhr, Bauernverband | ha | 1000 | | |
| H10 | Fläche für Anbau Biogas-Substrat (Mais) im Landkreis WF heute | H9 Y3 | km ² | 10 | | |
| H11 | Anteil Landwirtschaftliche Fläche für Energiepflanzenanbau in Zielregion nach Energiewende (Annahme) | H9 G16 (frei bestimmbar) | Prozent | 2,048 | 20 | |
| H12 | Energieertrag Biogas in Zielregion nach Energiewende aus nachhaltiger Landwirtschaft | H7 G19 H11 H8 Y3 Y7 | GWh/a | 58 | 564 | 126 |
| H13 | Anteil des in BHKW verstromten Biogases (Annahme) | (frei bestimmbar) | Prozent | 100 | 50 | |
| H14 | Direkt genutztes Biogas (Prozesswärme) in Zielregion nach Energiewende aus nachhaltiger Landwirtschaft (Annahme) | H12 H13 | GWh/a | 0 | 282 | 0 |
| H15 | Deckungsbeitrag | H14 A20 A21 | Prozent | 0,0 | 4,9 | 0,0 |
| H16 | BHKW Anteil Strom | Z1 solarcomplex GmbH S. 67 | Prozent | 30 | 30 | 30 |
| H17 | BHKW Anteil Wärme | Z1 solarcomplex GmbH S. 67 | Prozent | 36 | 36 | 36 |
| H18 | Strom aus Biogas-Verstromung in Zielregion nach Energiewende aus nachhaltiger Landwirtschaft | H12 H13 H16 | GWh/a | 17,3 | 84,6 | 33 |
| H19 | Deckungsbeitrag | H18 A20 A21 | Prozent | 0,3 | 1,5 | 0,6 |
| H20 | Wärme aus Biogas-Verstromung in Zielregion nach Energiewende aus nachhaltiger Landwirtschaft | H12 H13 H17 | GWh/a | 20,8 | 101,6 | 50 |

| Zeile | Bedeutung | Datengrundlage | | Einheit | Allg./Heute | Zielszenario 1 | Referenzszen. |
|-------|---|----------------|--|------------|--------------|----------------|---------------|
| H21 | Deckungsbeitrag | H20 A20 A21 | | Prozent | 0,4 | 1,8 | 1,0 |
| I1 | Pflanzenöl | | | | | | |
| I2 | Ansatz: Anbau Ölfrüchte in heutigem Umfang, keine Ausweitung; Nutzung Biomüll, Grünschnitt, Speisereste und Stilllegungsflächen nicht berücksichtigt, kein BTL, kein Bioethanol | | | | | | |
| I3 | Energieertrag aus Ölfrüchten und Abfällen in Referenzregion nach Energiewende | Z1 | solarcomplex GmbH | S. 31, 71 | GWh/a | | 65 |
| I4 | - davon aus Ölfrüchten | Z1 | solarcomplex GmbH | S. 69 | GWh/a | | 15,5 |
| I5 | - davon aus Biomüll, Grünschnitt von kommunalen Flächen, Speiseresten der Gastronomie, Energiepflanzen von Stilllegungsflächen | I3 I4 | | | GWh/a | | 49,5 |
| I6 | Anbaufläche Raps in Zielregion 2003 | Z15 | Nds. Landvolk, Bezirksverband Braunschweig | | ha | 1.195 | |
| I7 | Anbaufläche Raps in Zielregion 2003 | Z15 | Nds. Landvolk, Bezirksverband Braunschweig | | ha | 1.411 | |
| I8 | Anbaufläche Raps in Zielregion 2003 | I7 I6 | | | ha | 2.606 | |
| I9 | Landwirtschaftliche Flächen Zielregion | Z6 | Schmidt-Kanefendt (Stat. Landesamt Nds.) | Tab. Daten | km² | 766 | 766 |
| I10 | Anteil Raps-Anbaufläche an gesamter landwirtschaftlich genutzter Fläche in Zielregion 2003 | I8 Y3 I9 | | | Prozent | 3,40 | |
| I11 | Anteil Raps-Anbaufläche an gesamter landwirtschaftlich genutzter Fläche in Zielregion nach Energiewende | I10 | (frei bestimmbar) | | Prozent | 3,4 | |
| I12 | Anbaufläche Ölfrüchte in Zielregion nach Energiewende | I9 I11 Y3 | (frei bestimmbar) | | ha | 2.604 | |
| I13 | Extrahierbarer Ölertrag bei Raps | Z1 | solarcomplex GmbH | S. 68 | t/ha/a | 1,2 | |
| I14 | spez. Energiegehalt von Rapsöl | Z1 | solarcomplex GmbH | S. 69 | MJ/t | 36.500 | |
| I15 | spez. Energieertrag Rapsöl | I13 I14 | | | MJ/ha/a | 43.800 | |
| I16 | spez. Energieertrag Rapsöl | I15 Y10 | plausibilisiert mit: I21 | | kWh/ha/a | 12.167 | |
| I17 | Reichweite PKW (5l ?/100km) mit der Jahresproduktion Rapsdiesel von 1ha: | Z12 | DER SPIEGEL | S. 117 | km | 28.210 | |
| I18 | spezifischer Verbrauch des PKW | Z12 | DER SPIEGEL | S. 117 | Liter/100km | 5 | |
| I19 | Jahres-Energieertrag von 1 ha in Liter Diesel | I18 I17 | | | Liter Diesel | 1.411 | |
| I20 | Heizwert Diesel | Z13 | Dipl.-Ing. Steffen Roß, wiro-consultants | | kWh/l Diesel | 9,86 | |
| I21 | Jahres-Energieertrag von 1 ha | I19 I20 | | | kWh/a/ha | 13.908 | |
| I22 | Energieertrag aus Ölfrüchten in Zielregion nach Energiewende. | I12 I16 Y7 | | | GWh/a | 31,7 | |
| I23 | Anteil für Strom und Wärme zu nutzenden Pflanzenöls (Annahme): | | (frei bestimmbar) | | Prozent | 100 | |
| I24 | Strom und Wärme aus Pflanzenöl | I22 I23 | | | GWh/a | 31,7 | 15,5 |
| I25 | Anteil des in BHKW verstromten Pflanzenöls (Annahme) | | (frei bestimmbar) | | Prozent | 100 | 100 |
| I26 | Direkt genutztes Pflanzenöls (Prozesswärme) in Zielregion nach Energiewende aus nachhaltiger Landwirtschaft (Annahme) | I24 I25 | | | GWh/a | 0 | 0 |
| I27 | Deckungsbeitrag direkt genutztes PÖL | I26 A20 A21 | | | Prozent | 0,0 | 0,0 |

| Zeile | Bedeutung | Datengrundlage | Einheit | Allg./Heute | Zielszenario 1 | Referenzszen. |
|-------|--|---------------------------------------|---------|-------------|----------------|---------------|
| I28 | BHKW Anteil Strom (analog zu Biogas) | Z1 solarcomplex GmbH S. 67 | Prozent | 30 | 30 | 30 |
| I29 | BHKW Anteil Wärme (analog zu Biogas) | Z1 solarcomplex GmbH S. 67 | Prozent | 36 | 36 | 36 |
| I30 | Strom aus Pflanzenöl-Verstromung in Zielregion nach Energiewende aus nachhaltiger Landwirtschaft | I24 I25 I28 | GWh/a | 0,0 | 9,5 | 4,7 |
| I31 | Deckungsbeitrag | I30 A20 A21 | Prozent | 0,0 | 0,2 | 0,1 |
| I32 | Wärme aus Pflanzenöl-Verstromung in Zielregion nach Energiewende aus nachhaltiger Landwirtschaft | I24 I25 I29 | GWh/a | 0,0 | 11,4 | 5,6 |
| I33 | Deckungsbeitrag | I32 A20 A21 | Prozent | 0,0 | 0,2 | 0,1 |
| J1 | Geothermie (Wärme) | | | | | |
| J2 | Ansatz: Für die Referenzregion wird der größte Energiewende-Beitrag für Wärme wegen der guten örtlichen Bedingungen aus Tiefengeothermie angenommen. Allerdings wurde bisher noch keine Anlage in Angriff genommen, vermutlich wegen des hohen Kapitalbedarfs und der großen Risiken von Fehlbohrungen. Für die Zielregion ist die Lage näher zu untersuchen, bis zu belastbaren Resultaten wird der Beitrag aus Tiefengeothermie vorsichtshalber mit Null angesetzt. Oberflächennahe Geothermie ist auf Temperaturerhöhung mit Wärmepumpen angewiesen, die üblicherweise mit Strom oder seltener mit Gas betrieben werden. Zunächst werden aber auch diese Beiträge mit Null angesetzt. | | | | | |
| K1 | Geothermie (Strom) | | | | | |
| K2 | Ansatz: Für die Referenzregion wird der größte Energiewende-Beitrag für Strom wegen der guten örtlichen Bedingungen aus Tiefengeothermie angenommen. Allerdings wurde bisher noch keine Anlage in Angriff genommen, vermutlich wegen des hohen Kapitalbedarfs und der großen Risiken von Fehlbohrungen. Für die Zielregion ist die Lage näher zu untersuchen, bis zu belastbaren Resultaten wird der Beitrag aus Geothermie vorsichtshalber mit Null angesetzt. Aus oberflächennaher Geothermie ist die Stromgewinnung wegen der geringen Temperaturen praktisch nicht möglich. | | | | | |
| L1 | Wärmeeffizienz | | | | | |
| L2 | Ansatz: Der größten Anteil an der Ablösung der fossilen und atomaren Energien wird - weit vor den erneuerbaren Energien wegen deren Begrenztheit - durch Energieeinsparung und Energieeffizienz zu erbringen sein. Im Wärmebereich betrifft das vor allem Wärmedämmung und Wärmerückgewinnung bei Gebäuden. Wegen des großen Anteils von vor Ort zu erbringender Wertschöpfung ist dieses Thema auch hinsichtlich Regionalisierung von höchster Bedeutung. Wärmeeffizienz liefert im Referenzszenario den mit Abstand größten Deckungsbeitrag, die Machbarkeit wird angenommen, aber nicht detailliert betrachtet. | | | | | |
| L3 | Heutiger Wärmebedarf abzüglich der Deckungsbeiträge aus erneuerbaren Energien. | A21 G25 H14 H20 F20 B16 I32 GW5 | GWh/a | 4.086 | 2.673,6 | 2.129,4 |
| L4 | Deckungsbeitrag | L3 A20 A21 | Prozent | 0,0 | 46,4 | 41,0 |
| M1 | Stromeffizienz | | | | | |
| M2 | Ansatz: Der größten Anteil an der Ablösung der fossilen und atomaren Energien wird - weit vor den erneuerbaren Energien wegen deren Begrenztheit - durch Energieeinsparung und Energieeffizienz zu erbringen sein. Im Strombereich betrifft das vor allem effiziente Gerätetechnologien. Wärmeeffizienz liefert im Referenzszenario den zweitgrößten Deckungsbeitrag, die Machbarkeit wird angenommen, aber nicht detailliert betrachtet. | | | | | |
| M3 | Heutiger Strombedarf abzüglich der Deckungsbeiträge aus erneuerbaren Energien. | A20 D22 E6 H18 C12 I30 GS4 | GWh/a | 1.682 | 827,8 | 952,4 |
| M4 | Deckungsbeitrag | M3 A20 A21 | Prozent | 0,0 | 14,4 | 18,3 |
| O1 | Mobilität | | | | | |

| Zeile | Bedeutung | Datengrundlage | Einheit | Allg./Heute | Zielszenario 1 | Referenzszen. |
|-------|--|----------------|---------|-------------|----------------|---------------|
| 02 | Ansatz: Auf den Verkehr entfallen 27% des Endenergieverbrauches. Da Fahrzeuge (mit Ausnahme elektrischer Bahnen) ihre Treibstoffe mitführen müssen, kommen nur Energieträger mit einer hohen Energiedichte in Frage. Der Ersatz der fossilen Treibstoffe durch erneuerbare Energien stellt deswegen im Verkehrssektor eine besondere Herausforderung dar. Dieser Bereich wird im Referenzszenario völlig ausgespart. | | | | | |

| Zeile | Bedeutung | Wert 1 | Einheit 1 | = | Wert 2 | Einheit 2 | Hinweise | Zielszenario 1 |
|-------|----------------------|--------|-----------------|---|---------------|----------------|------------------------------|----------------|
| Y1 | Fläche | 1 | ha | = | 10.000 | m ² | | |
| Y2 | Fläche | 1 | km ² | = | 1.000.000 | m ² | | |
| Y3 | Fläche | 1 | km ² | = | 100 | ha | | |
| Y4 | Dezimale | 1 | Kilo | = | 1.000 | | | |
| Y5 | Dezimale | 1 | Mega | = | 1.000.000 | | | |
| Y6 | Dezimale | 1 | Giga | = | 1.000.000.000 | | | |
| Y7 | Dezimale | 1 | Giga | = | 1.000.000 | Kilo | | |
| Y8 | Energie | 1 | Pjoule | = | 278.000.000 | kWh | | |
| Y9 | Energie | 1 | kWh | = | 3600 | kJoule | | |
| Y10 | Energie | 1 | kWh | = | 3,6 | Mjoule | | |
| Y11 | Gewicht | 1 | t | = | 1.000 | kg | | |
| Y12 | Holzmenge | 1 | rm | = | 0,7 | fm | (Konst.xls, _F10) | |
| Y13 | Holzmenge Laubholz | 1 | rm | = | 482 | kg | (bei 18% Feuchtigkeit) S. 87 | Z1 |
| Y14 | Holzmenge Nadelholz | 1 | rm | = | 345 | kg | (bei 18% Feuchtigkeit) S. 87 | Z1 |
| Y15 | Holzmenge Laub+Nadel | 1 | rm | = | 413,5 | kg | (bei 18% Feuchtigkeit) | Y13 Y14 |
| Y16 | Holzmenge Laub+Nadel | 1 | rm | = | 339,07 | kg | (bei 0% Feuchtigkeit) | Y15 |
| Y17 | Holzmenge Laub+Nadel | 1 | fm | = | 0,484385714 | t tro | | Y16 Y12 |

| Zeile | Urheber | Titel | Datum | Verweis extern |
|-------|--|--|--------------------|---|
| Z1 | solarcomplex GmbH | Erneuerbare Energien in der Region Hegau/Bodensee | 2001 | http://www.solarcomplex.de/info/service/download.php |
| Z2 | Statistisches Landesamt Baden-Württemberg | für das Jahr 2005 | 02.2007 | http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/home.asp |
| Z3 | AG Energiebilanzen | Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2003 | 10.2004 | http://www.ag-energiebilanzen.de/ |
| Z4 | Statistisches Bundesamt Deutschland | Fortschreibung des Bevölkerungsstandes Deutschland | 02.2006 | https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/Online.jsessionid=6AC36989BEA5CA4E8C7DD37D8BA119A2 |
| Z5 | Schmidt-Kanefendt u. a. | Energiegewinnungs-Technologien | 02.2007-05.2007 | |
| Z6 | Schmidt-Kanefendt (Stat. Landesamt Nds.) | Entscheidungsgrundlage Region | 02.2007 | |
| Z7 | Schmidt-Kanefendt (SOWIWAS GmbH / Volkswind GmbH) | Übersicht über Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen in den Landkreisen Wolfenbüttel und Goslar | 04.2007 -05.2007 | |
| Z8 | BMW i / TU München | CO ₂ -Vermeidungskosten im Kraftwerksbereich, bei den erneuerbaren Energien sowie bei nachfrageseitigen Energieeffizienzmaßnahmen | 04.2004 | http://www.bmw.de/BMWi/Navigation/Energie/energie-und-klima_did=69744.render=renderPrint.html |
| Z9 | neue energie | das magazin für erneuerbare energien - Organ des Bundesverbands für Windenergie ur des Bundesverbands für erneuerbare Energien | monatlich | |
| Z10 | Landvolk-Zeitung | Artikel: Aus Stroh wird Treibstoff | 30.03.2006 | |
| Z11 | Ulrich Lühr, Bauernverband | Vortrag in Schladen: Nachwachsende Rohstoffe - Perspektiven für den Landkreis | 08.05.2007 | |
| Z12 | DER SPIEGEL | Special 5/2006: Kampf um Rohstoffe | 07.2006 | |
| Z13 | Dipl.-Ing. Steffen Roß, wiro-consultants | Erdgasfahrzeuge -EVU-Dienstleistungen rund ums Auto | 2004 | http://www.wiro-consultants.de/download/Erdgasfahrzeuge-EVU-Dienstleistungen.pdf |
| Z14 | Hans-Peter Ebert, FHS Rottenburg | Holzfeuerung für alle Ofenarten | 2006 | |
| Z15 | Nds. Landvolk, Bezirksverband Braunschweig | Zahlen - Daten - Fakten | 2003 (28.05.07) | http://www.landvolk-braunschweig.de/html/zahlen_daten_fakten.html |
| Z16 | BMWVEL | Bundeswaldinventur 2004 | 06.2007 | http://www.nwp-online.de/fileadmin/redaktion/dokumente/Tisch-16/tisch-162e.pdf |
| Z17 | BMWVEL | Bundeswaldinventur Internet | 6.2007 | http://www.bundeswaldinventur.de/enid/067b1d534da6166c2588040a16053a05_dedd0a305f7472636964092d09323130/4e.htm |
| Z18 | BMWVEL | Bundeswaldinventur Internet | 6.2007 | http://www.bundeswaldinventur.de/enid/067b1d534da6166c2588040a16053a05_0/4u.html |
| Z19 | Solarfördereverein | Bundesweite monatliche Stromertragsdaten von PV-Anlagen | 2007 | http://www.pv-ertraege.de/cgi-bin/pvdaten/src/region_uebersichten_auswahl.pl/gr |
| Z20 | Prof. Konrad Scheffer in Solarzeitalter 4/2008, S. 23 ff | Vom Bioenergiedorf zur autonomen Energie-Region | 2008 | |