



Vereinfachte Treibhausgasbilanz

Rietschen

(Juli 2013)

Dipl.-Ing. (FH) Markus Will
[::M W::] sustainability consulting
Blumenstraße 32
02826 Europastadt Görlitz/Zgorzelec

1 Einleitung

Die Verknappung fossiler Ressourcen und damit verbundene Fragen der Versorgungssicherheit sowie die zu erwartenden Folgen des Klimawandels führen zu der Forderung, den Ausbau einer regenerativen Ressourcenbasis und Energieversorgung voran zu treiben. Die Bundesregierung hat sich in ihren Klimaschutzpolitischen Programmen und Maßnahmen ambitionierte Ziele gesteckt, bei deren Umsetzung den Entscheidungsträgern auf regionaler Ebene, den Kommunen, Städten und Gemeinden eine wichtige Rolle zukommt. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger soll von aktuell etwa 20% bis 2020 auf 35 % steigen und anschließend auf etwa 80% im Jahr 2050 kontinuierlich erhöht werden. Gemeinsam mit weiteren Maßnahmen in anderen Sektoren sollen die Treibhausgasemissionen um mindestens 80 bis 95% bis 2050 gesenkt werden.¹

Entscheidungsträger benötigen Grundlagen zur aktuellen Situation, zu Entwicklungen der Vergangenheit und Prognosen, damit Ziele für Klimaschutzmaßnahmen abgeleitet und deren Verfolgung überwacht werden können. Hierzu dienen regionale Treibhausgasbilanzen (THG-Bilanzen)². Mit einer Treibhausgasbilanz sollen die in einer Region emittierten Treibhausgase erfasst werden. Für die Erstellung von regionalen Treibhausgasbilanzen (THG-Bilanzen) liegen bisher keine methodischen Konventionen vor. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass THG-Bilanzen mit spezifischen „Hauskonzepten“ oder unter Nutzung von generischen Algorithmen (z.B. Softwarepakete Eco2region, etc.) berechnet werden. Grundsätzlich sind zwei Methoden zur Erstellung von THG-Bilanzen – die Quellen- und die Verbrauchsbilanz - zu unterscheiden. Quellenbilanzen erfassen direkte Emissionen am Ort ihrer Entstehung, es werden alle im Bilanzraum potentiell ausgestoßenen THG erfasst. Indirekte Emissionen, die etwa durch in den Bilanzraum importierte Güter verursacht werden, bleiben hingegen unberücksichtigt. Verursacherbezogene THG-Bilanzen versuchen die von Endverbrauchern im Bilanzraum etwa durch Konsum von Elektrizität oder Wärme hervorgerufenen THG-Emissionen

In der vorliegenden THG-Bilanz der Gemeinde Rietschen werden Berechnungen nach **Verursacher- und Quellenprinzip** angestellt. Es wird bilanziell davon ausgegangen, dass vor Ort produzierte Wärme und Elektrizität aus erneuerbaren Energien auch vor Ort konsumiert werden. Übersteigt die Produktion aus Erneuerbaren den Verbrauch, werden Gutschriften erteilt, die in negativen Werten der THG-Emissionen resultieren. Als weiterer Sektor wird der Verkehr in die Betrachtungen einbezogen. Dabei werden die gemeldeten Fahrzeuge mit einer jährlichen Fahrleistung und den entsprechenden Emissionsfaktoren der Fahrzeuge multipliziert. Schienenverkehr und öffentlicher Nahverkehr sind hier nicht einbezogen. Auch werden Landwirtschaft, Forstwirtschaft und andere Landnutzungen und damit auch mögliche „Senken“ nicht berücksichtigt. Emissionen infolge von industriellen Prozessen (z.B. Kalzinierung, Zementherstellung) werden nicht in die Untersuchung eingeschlossen. Die verwendeten Daten zu wärmebezogenen Emissionen sind temperaturbereinigt.

¹ <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiepolitik/energiekonzept.html>

<http://www.bmwi.de/DE/Themen/energie,did=405004.html> (Beschlüsse vom Juni 2011)

² Korrekterweise sollte von Treibhausgasinventaren gesprochen werden, da es sich nicht um eine Bilanz i.e.S.einer Input-/Output-Aufstellung handelt.

Da bisher keine anerkannte Methodik verbreitet ist, wurden eine Vielzahl von Instrumenten entwickelt, was die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Studien erschwert. Hinzu kommt, dass die für die Berechnung erforderlichen Daten nicht in jedem Fall regionalisiert vorliegen oder der Aufwand für die Beschaffung sehr hoch ist. Daher werden, so auch in der vorliegenden Berechnung, statistische Daten herangezogen und vereinfachende Abschätzungen getroffen. Damit nehmen jedoch die Unsicherheiten und systematischen Fehler in der Berechnung zu, was insbesondere bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden muss. Es ist aufgrund der Unsicherheiten angebracht, von einer Abschätzung der Treibhausgasemissionen zu sprechen.

Für die Gemeinde Rietschen wurde eine vereinfachte Treibhausgasbilanz erstellt, welche die Sektoren Energie und Wärme sowie den Bereich Verkehr beinhaltet. Die Berechnung basiert auf Zeitreihen aus den Jahren 2005 bis 2012. Fehlende Datensätze würden über generische Werte und Abschätzungen ermittelt. Um einen Vergleich auf das Bezugsjahr 1990 zu erlauben, wurden jüngst veröffentlichte Werte des Statistischen Landesamts des Freistaates Sachsen herangezogen. Die langfristigen Prognosen für den Ausbau der regenerativen Energien und der Senkung der Treibhausgasemissionen stellen Trendfortschreibungen dar und beziehen sich jeweils auf die Erfüllung oder Übererfüllung der Zielgrößen der Bundesrepublik Deutschland oder des Freistaates Sachsen.

2 Energiedaten der Gemeinde Rietschen

Die für die Berechnung der THG-Emissionen durch Verbrauch von Elektrizität benötigten Daten wurden aus Konzessionsangaben, aus den Aufzeichnungen Energiebilanz der Stadt sowie der Angaben der ENSO beschafft. Die Daten beinhalten den gesamten Leistungsabwurf in allen Spannungsebenen und umfassen somit private Verbraucher ebenso wie Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Die angegebenen Werte für Rietschen sind im Vergleich zum Inlandstromverbrauch (inkl. Haushalte, Industrie, GHD) in der Bunderepublik vergleichbar niedrig. Bezogen auf Einwohner liegt der Mittelwert in Rietschen bei 2644 kWh/EW*a, während der bundesdeutsche Mittelwert für den Brutto-Inlandstromverbrauch³ etwa 7500 kWh/EW*a ausmacht, allerdings inklusive der Netzverluste und des Eigenverbrauches der Erzeugungsanlagen. Aus anderen Statistiken ergeben sich Werte um 3900 kWh/EW*a für den Stromverbrauch.

³ Die Angaben beziehen sich auf die Erfassung der AG Energiebilanzen zum 15.02.2012 und basieren auf folgenden Datenquellen: Statistisches Bundesamt; Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie; BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.; Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. Die Angaben der Rietschen sind auf den Endenergieverbrauch bezogen, wohingegen der Bruttoinlandsstromverbrauch Netzverluste und den Eigenverbrauch der Erzeugungsanlagen einschließt.

Tabelle 1: Ausgangsdaten für die Berechnung der energiebezogenen THG-Emissionen der Gemeinde Rietschen

Jahr	Stromproduktion Photovoltaik [kWh]	Stromproduktion Biomasse [kWh]	Gesamtstromverbrauch [kWh]	Anteil Erneuerbarer Energien [%]
1991	0	0	8.948.9854	0
2005	k.A.	k.A.	7.999.379	k.A.
2006	k.A.	k.A.	8.012.082	k.A.
2007	k.A.	k.A.	7.393.113	k.A.
2008	51.927	1.552.013	7.484.515	21
2009	62.798	1.788.845	7.433.692	25
2010	149.480	1.987.190	7.849.987	27
2011	1.985.015	2.098.072	7.166.994	57
2012	2.666.318	1.703.968	7.505.821	58

Der Anteil der erneuerbaren Energieträger konnte insbesondere durch den massiven Zubau an Photovoltaik-Kapazitäten in den Jahren 2008 bis 2012 von 21% auf 58% gesteigert werden. Setzt sich dieser Trend fort, werden die bundesdeutschen Ausbauziele i.H.v. 80% bis 2050 erreicht werden können. Bereits bei einer linearen Fortschreibung der Ausbaudynamik der regenerativen Energien lassen eine Überkompensation erwarten, d.h. es wird mehr Energie und Wärme erzeugt, als vor Ort verbraucht wird.

3 Ermittlung der Werte für die Treibhausgasbilanz

3.1 Ermittlung der elektrizitätsbezogenen THG-Emissionen

Zur Ermittlung der elektrizitätsbezogenen THG-Emissionen wurden Emissionsfaktoren für die einzelnen Energieträger nach GEMIS 4.6 (2010) und GEMIS 4.8 (2013) herangezogen. Diese Emissionsfaktoren werden genutzt, um den potenziellen Beitrag zum Klimawandel durch die Nutzung der Energieträger zu ermitteln (Global Warming Potential - GWP₁₀₀, angegeben in CO₂-Äquivalenten). Die Werte beziehen sich auf den gesamten Lebensweg, d.h. alle Prozesse zur Ressourcengewinnung und Verstromung sowie Transporte und Materialvorleistungen werden mit einbezogen. Für den Stromverbrauch wurde der bundesdeutsche Energiemix herangezogen (0,562 kg CO₂-äq. / kWh; GEMIS 4.8), um die potenziellen Treibhausgasemissionen zu berechnen. Für die Eigenproduktion von Strom aus erneuerbaren Energien aus Photovoltaik und Biomasse sowie Erdgas über KWK-Anlagen, wurde ein Bonus gewährt, der von den Gesamtemissionen abgezogen wurde. Auch die Erzeugung von Elektrizität aus erneuerbaren Energieträgern ist mit Emissionen verbunden, die z.B. aus der Herstellung der PV-Module oder dem Anbau von Biomasse resultieren und wurden entsprechend berücksichtigt. Es wird ferner davon ausgegangen, dass der erzeugte Strom aus erneuerbaren Energien entweder in das Niederspannungsnetz eingespeist wird und dann bilanziell als „vor Ort verbraucht“ gilt oder eine Einspeisung in das Hochspannungsnetz erfolgt und damit THG-Emissionen andernorts eingespart werden können. Da ein Vergleich mit historischen Werten bis 1990/1991 gefordert wurde, mussten auch hier weitere Annahmen getroffen werden. Für Werte von 1991 wurde der damalige Endener-

⁴ Annahme: Der Gesamtstromverbrauch hat sich in Sachsen im Zeitraum von 1991 bis 2010 um etwa 13% verringert.

gieverbrauch⁵ mit dem zeitlich entsprechenden Emissionsfaktor des Strommixes i.H.v. 744 g CO₂/kWh verrechnet.

Aus den Berechnungen ergibt sich ein Einwohnerwert von 1,88 t CO₂-äq./EW im Jahr 1990. Dieser Wert wurde auf 0,89 t CO₂-äq./EW im Jahr 2012 gesenkt, was durch den Rückgang der Verbräuche im Industriebereich in der Nachwendezeit, aber durch die verstärkte Nutzung von erneuerbaren Energien insbesondere der Photovoltaik zu erklären ist.

Tabelle 2: Berechnung der energiebezogenen THG-Emissionen der Gemeinde Rietschen

Jahr	THG Strom gesamt [t CO ₂ -äq.]	Einwohnerwert [t CO ₂ -äq. pro EW]
1990	6.658	1,88
2005	4.496	1,47
2006	4.503	1,48
2007	4.155	1,40
2008	3.604	1,24
2009	3.482	1,22
2010	3.605	1,30
2011	2.394	0,86
2012	2.440	0,89

3.2 Ermittlung der raumwärmebezogenen THG-Emissionen

Die Erhebung von spezifischen Daten zur Wärmeversorgung in der Gemeinde Rietschen hätte den Rahmen dieser Untersuchung weit überschritten. Daher wurden statistische Daten zum Raumwärmebedarf pro Person verwendet⁶. Für die vor Ort produzierte Fernwärme könnte entsprechend der Brennstoffzusammensetzung ein Bonus berechnet werden, der dann von den statistischen Werten abgezogen wird. Eine gesonderte Ausweisung des Wärmebedarfes von öffentlichen Liegenschaften, Industrie und GHD erfolgt nicht.

Tabelle 3: Berechnung der raumwärmebezogenen THG-Emissionen der Gemeinde Rietschen

Jahr	THG Wärme [t CO ₂ -eq.]	THG Wärme/EW [t CO ₂ -eq./EW]
1990	30.236	8,54
2005	7.479	2,45
2006	7.635	2,52
2007	6.843	2,31
2008	7.140	2,45
2009	6.925	2,42
2010	6.725	2,43
2011	6.793	2,44
2012	6.729	2,46

⁵ Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2013)

⁶ Vgl. UBA 2011: Energieeffizienz in Zahlen. Endbericht. Umweltbundesamt, Dessau.

Die historischen Werte für 1990 ergeben sich aus der Annahme eines temperaturbereinigten Raumwärmebedarfs pro Person i.H.v. 7400 kWh p.a. und einer unterstellten Heizungsstruktur von 70% Braunkohle und je 15% Heizöl und Erdgas. Für die Jahre ab 2005 wurden die Werte auf Grundlage des temperaturbereinigten Raumwärmebedarfes und den statistischen Angaben zur Heizungsstruktur in Deutschland ermittelt⁷, wobei hier die Nutzung von Erdgas und Heizöl dominiert. Als Emissionsfaktoren für die Fernwärme aus Gas, Öl und Holz wurden die Werte für entsprechende BHKW aus GEMIS 4.6 genutzt. Für den sonstigen Raumwärmebedarf wurden Emissionsfaktoren für Wärmeerzeugungsanlagen in Häusern (niedrigerer Leistungsbereich) nach GEMIS 4.5 herangezogen.

3.3 Ermittlung verkehrsbedingter THG-Emissionen

Für den Bereich Verkehr wurden der Bestand an gemeldeten KfZ auf Basis der Regionaldaten der Gemeindestatistik Sachsen herangezogen. Damit werden nur PKW, LKW, Zugmaschinen und Krafträder betrachtet. Der schienengebundene Verkehr sowie der öffentliche Nahverkehr bleiben unberücksichtigt. Es wurden Werte für die bundesweite durchschnittliche Fahrleistung⁸ auf die Region übertragen und Emissionsfaktoren aus dem Verkehrsbilanzmodell TREMOD⁹ übernommen. Die Werte wurden hier nur von 2005 bis 2010 ermittelt, da für die vorhergehenden Jahre keine Daten zur Verfügung standen.

Tabelle 4: Berechnung der verkehrsbezogenen THG-Emissionen der Gemeinde Rietschen

Jahr	THG Verkehr (statistisch) [t CO ₂ -eq.]	THG Verkehr/EW [t CO ₂ -eq./EW]
2005	11126,27	3,64
2006	11018,24	3,63
2007	12497,70	3,53
2008	11581,41	3,97
2009	11609,37	4,06
2010	11471,74	4,05
2011	6039,72	2,18
2012	9413,55	3,37

Auf Prognosen wird zunächst verzichtet, derzeit keine plausiblen Schätzungen zum KfZ-Bestand und zur Fahrleistung getroffen werden können. Es ist von weiteren Reduzierungen auszugehen, vor allem aufgrund der Effizienzsteigerungen beim motorisierten Individualverkehr und den Umstieg auf alternative Antriebe. Dagegen kann beim Güterverkehr mit Zuwächsen gerechnet werden, die hier nicht berücksichtigt sind, da vom sogenannten Inländerprinzip ausgegangen wird, indem der Durchgangsverkehr und generell in die Region kommender Verkehr nicht berücksichtigt wurde. Ebenso sind Pendlerströme nicht erfasst, weil die Jahresfahrleistung aller in Rietschen gemeldeten Fahrzeuge

⁷ Siehe BDEW 2011: Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes; BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.; UBA 2011: Energieeffizienz in Zahlen. Endbericht. Umweltbundesamt, Dessau.

⁸ DIW Wochenbericht Nr. 48.2011

⁹ Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu): Daten- und Rechenmodell TREMOD: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960–2030. Heidelberg, Version 4.17 vom 12.12.2006

berücksichtigt wird, unabhängig von der Frage wo die damit verbundenen Emissionen anfallen (Inländerprinzip, vgl. Verbrauchsbilanz).

3.4 Weitere Sektoren

Für eine umfassende CO₂-Bilanz sollten weitere Daten einbezogen werden (Verkehr, Industrie, Gärung im Magen, Düngewirtschaft, Landnutzungsänderungen, Emissionen aus aggregierten Quellen, Abfall sowie atmosphärische Deposition). In der vorliegenden THG Bilanz wurden diese Sektoren nicht berücksichtigt, weil die Datenerhebung mit großem Aufwand verbunden wäre. Die energiebezogenen THG-Emissionen machen ca. 80% der Gesamtemissionen aus (inkl. Industrie/GHD).

4 Zusammenfassung und Ausblick

4.1 Zentrale Ergebnisse

Im Rahmen dieser Untersuchung entfallen auf jeden Einwohner der **Gemeinde Rietschen 6,71 t CO₂-äq.** pro Einwohner für das Bezugsjahr 2012. Dies ist **vergleichbar guter Wert**, der deutlich den Bundesdurchschnitt von 13,5 t CO₂-äq. pro Einwohner (2010) unterschreitet. Der niedrige Wert ist mit den vergleichbar hohen Einspeisungen an Strom aus erneuerbaren Energiequellen sowie den eher niedrigen Gesamtstromverbräuchen zu begründen.

Tabelle 5: THG-Emissionen verschiedener Sektoren der Gemeinde Rietschen

	THG - Elektrizität	THG - Wärme	THG-Verkehr	THG gesamt	THG Reduktion
Jahr	[t CO ₂ -eq./EW]	[t CO ₂ -eq./EW]	[t CO ₂ -eq./EW]	[t CO ₂ -eq./EW]	%
1990	1,88	8,54		10,42	0,0
2005	1,47	2,45	3,64	7,56	27,4
2006	1,48	2,52	3,63	7,63	26,7
2007	1,17	2,31	3,53	7,01	32,7
2008	1,24	2,45	3,97	7,66	26,5
2009	1,22	2,42	4,06	7,71	26,0
2010	1,27	2,43	4,05	7,75	25,6
2011	0,87	2,44	2,18	5,48	47,4
2012	0,87	2,46	3,37	6,71	35,6

4.2 Bezug zu klimapolitischen Zielen

Aufgrund der zugrundeliegenden Daten und den Annahmen über die zukünftige Entwicklung kann festgestellt werden, dass das Ziel der Bundesregierung bis zum Jahr 2050 die Treibhausgasemissionen um 80 bis 95% zu senken, erreicht werden kann. Voraussetzung hierfür ist der weitere Zubau von erneuerbaren Energien. Die folgende Tabelle stellt Vergleiche mit den klimapolitischen Zielstellungen des Bundes und des Freistaates Sachsen und nimmt Bezug auf Szenarien aus dem Energie- und Klimakonzept des Regionalen Planungsverbandes Oberlausitz-Niederschlesien. Es wird außerdem ein Rahmen für ein Minimum-Szenario und ein Max-Szenario dargestellt:

- Das Minimum-Szenario ist daran orientiert, dass ein Ausbauziel von 80% erneuerbaren Energien am Stromverbrauch bis 2050 erreicht werden soll. Entsprechend erfolgt für die Senkung der THG-Emissionen die Orientierung an der unteren Zielgrenze von 80% ggü. 1990.

- Das Maximum-Szenario geht darüber hinaus und setzt eine Stromvollversorgung mit erneuerbaren Energien und damit bilanzielle Autarkie. Entsprechend erfolgt für die Senkung der THG-Emissionen die Orientierung an der oberen Zielgrenze von 95% ggü. 1990.

Tabelle 6: Zielwerte für den Anteil der erneuerbaren Energien für die Gemeinde Rietschen

Jahr	Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch [%]				
	Bund	Sachsen	RPV	Rietschen (MIN)	Rietschen (MAX)
1990	0	0	0	0	0
2010	16,8	15,2	28	27	27
2012	22,9	20,1	k.A.	58	58
2020	35	28	38-98	63	69
2030	65	k.A.	k.A.	69	80
2040	k.A.	k.A.	k.A.	74	90
2050	80	k.A.	k.A.	80	101

Tabelle 7: Zielwerte für die Reduktion von THG für die Gemeinde Rietschen

Jahr	Reduktion der THG-Emissionen				
	Bund	Sachsen	RPV	Rietschen (MIN)	Rietschen (MAX)
1990	0	0	0	0	0
2010	21,4	56	54	25,6	25,6
2012					
2020	40	62	62	40	50
2030	55	68	66	55	65
2040	70	74	71	70	80
2050	80 – 95	80 – 95	82	80	95

4.3 Einschränkungen

Die vorliegende Emissionsbilanz zeigt Gegebenheiten auf und erlaubt Rückschlüsse auf deren Ursachen. Damit können z. B. Fragen nach den emissionsintensivsten Bereichen geklärt und Lösungsansätze zur Emissionsminderung erarbeitet werden. Um spezifische Einflussnahme auf ursächliche Gegebenheiten zu ermöglichen, müsste eine detaillierte Datenerfassung stattfinden. Insofern muss die Interpretation der Ergebnisse immer unter Berücksichtigung der Datenlage erfolgen. Für eine Kontrolle der Wirksamkeit der ergriffenen Maßnahmen und für eine generelle Ermittlung der Tendenzen sind regelmäßige Emissionsbilanzen erforderlich. Eine Vergleichbarkeit mit der vorliegenden Bilanz kann nur durch die Anwendung der dieser Arbeit zugrunde liegenden Methodik garantiert werden.

Die Erfassung kommunaler Daten und die Bilanzierung bedeutet einen großen zeitlichen sowie personellen Aufwand. Andererseits ist eine kontinuierliche Berechnung der klimarelevanten Emissionen nach einheitlicher Methodik die Basis für eine wirksame Klimaschutz- und Energiepolitik. Wollen Kommunen bzw. Landkreise Kontrolle über die Wirksamkeit lokaler Emissionsminderungskonzepte, so empfiehlt sich eine langfristige Zusammenarbeit mit einem Team von Wissenschaftlern, welches regelmäßige Bilanzierungen vornimmt.

Bei den dargestellten zukünftigen Zielwerten für die THG-Reduktion und den Anteil regenerativer Energieträger handelt es sich um lineare Fortschreibungen bzw. um lineare Zielwertsuchen für bestimmte Jahre, welche sich an den klimapolitischen des Bundes und des Landes Sachsen sowie an den Szenarien im regionalen Energie- und Klimaschutzkonzept orientieren. Als Planungsgrundlage machen sich allerdings detailliertere und differenziertere Untersuchungen notwendig, die auch auf die vorhandenen theoretischen und technischen Umsetzungspotenziale Bezug nehmen und eine Kosten-Nutzen-Betrachtung vornehmen. Dieses war jedoch im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich.