



# *Die Treibhausgas- emissionen*

**ROBERTO VACCARO**

MIT UNTERSTÜTZUNG VON **ROBERTA PERNETTI,  
FEDERICO CAVALLARO, ANNA SCUTTARI,  
THOMAS STREIFENER, GEORG NIEDRIST  
UND CHRISTIAN HOFFMAN**

2

## EMISSIONEN IN SÜDTIROL

Die Gesamtemissionen in Südtirol betragen nach Zahlen von 2013 2733kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent; 44% davon (1203kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent) verursacht der **Verkehrssektor**, 36% (985kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent) stammen aus der Erzeugung von **Wärmeenergie**, 18% (489kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent) aus der **Landwirtschaft** und 2% (57kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent) entfallen auf die Kategorie **Sonstige**.

Die Emissionen des Verkehrssektors stammen zu 99% aus dem Straßenverkehr. Die Kategorie „Wärmeenergie“ umfasst die für Heizzwecke und industrielle Prozesse produzierte Energie, aber auch die Verluste in den Gasverteilernetzen, die in Südtirol für 2,3% aller Treibhausgasemissionen verantwortlich sind. Unter „Sonstige“ fallen vor allem die mit der Abfallbehandlung verbundenen Emissionen, mit Ausnahme der Müllverbrennungsanlage in Bozen, deren Emissionen aufgrund des Fernwärmenetzes in der Kategorie Wärmeenergie verbucht werden.

Als **Pro-Kopf-Mittelwert** ausgedrückt bedeutet dies, dass **jährlich auf jeden Einwohner Südtirols 5,3 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent** kommen. Der im Klimaplan „Energie-Südtirol-2050“ genannte Wert ist geringer (4,4 Tonnen), da er nicht jene Methan- und Distickstoffoxid-Emissionen enthält, die nicht aus Verbrennungsprozessen stammen; diese Emissionen produziert in Südtirol vorwiegend die Landwirtschaft.

Der Gesamtwert setzt sich zusammen aus 76,4% Kohlendioxid, 15,2% Methan und 8,4% Distickstoffoxid. Dies spiegelt die sozioökonomischen Besonderheiten Südtirols wider, die der Vergleich mit den nationalen Daten noch deutlicher macht. Wir haben dafür die Daten von 2013 herangezo-

gen, denn für dieses Jahr steht sowohl das von der ISPRA erarbeitete nationale Emissionsinventar zur Verfügung als auch die letzte vollständige Erfassung der Luftschadstoffe in Südtirol (erstellt vom Amt für Luft und Lärm der Landesagentur für Umwelt der Autonomen Provinz Bozen).

Die Zahlen zeigen, dass **der Straßenverkehr und die Landwirtschaft sich in Südtirol stärker auswirken als im italienischen Durchschnitt, Industrie und Heizung dagegen geringeres Gewicht haben**.

Besonders signifikant ist der Unterschied im Sektor Energieerzeugung: In Südtirol entstehen aufgrund der überwiegenden Nutzung von Wasserkraft kaum Emissionen. Lediglich die Fernwärme, die zum Teil mit fossilen Brennstoffen (Gas, Öl) betrieben wird, erzeugt geringfügige Emissionen. In Italien schließt der Sektor auch die Erzeugung von elektrischer Energie aus Gas, Öl oder Kohle sowie die Raffination und Verarbeitung von Erdöl ein.

Einige Schlüsselfaktoren erklären das Gesamtbild:

1) Der starke Transitverkehr entlang der Brenner-Achse, 2) der hohe Anteil erneuerbarer Energieträger an der Energieerzeugung in Südtirol und 3) die unterschiedliche Wirtschaftsstruktur, die in Südtirol stark auf Landwirtschaft und Tourismus ausgerichtet ist (letzterer Aspekt ist aus der Tabelle jedoch nicht ersichtlich). Gesondert zu betrachten sind die Waldgebiete der Region, die als Kohlenstoffspeicher dienen (→ Wald als Kohlenstoffspeicher, S. 35).

## ENERGIEERZEUGUNG

Die Energieerzeugung in Südtirol ist durch einen hohen Anteil an erneuerbaren Energien gekennzeichnet.

### WIE DIE EMISSIONEN BERECHNET WERDEN

Um Treibhausgasemissionen bewerten und vergleichen zu können, rechnen Wissenschaftler die Emissionsmengen in „Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent“ um. Dieses „Treibhauspotential“ beschreibt das Vermögen des einzelnen Gases, den Treibhauseffekt zu verursachen.

1t Kohlendioxid = 1t CO<sub>2</sub>-Äquivalent

1t Methan = 24t CO<sub>2</sub>-Äquivalent

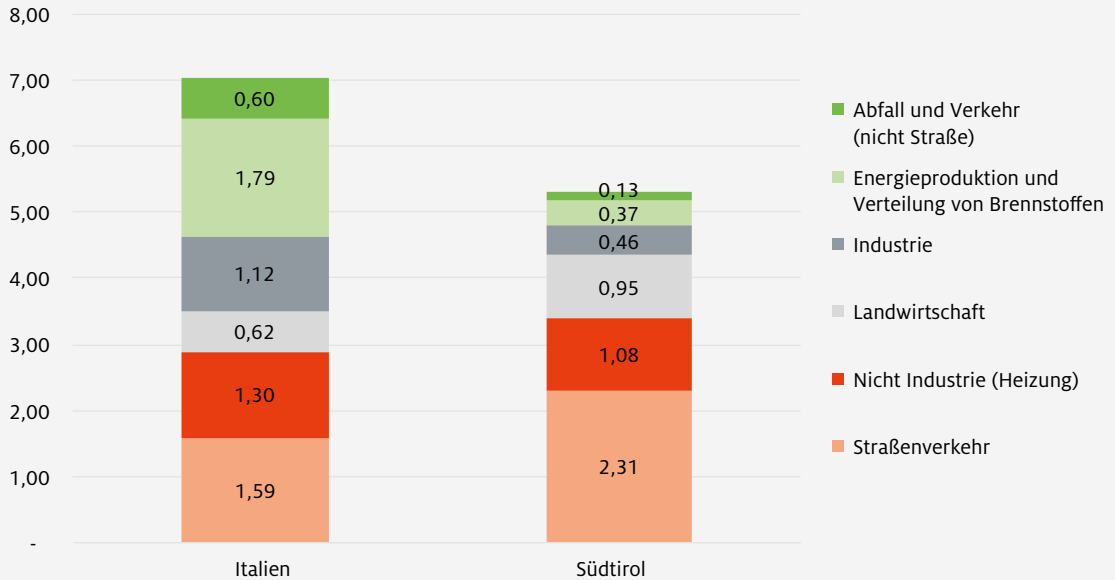
1t Distickstoffoxid (Lachgas) = 310t CO<sub>2</sub>-Äquivalent

Da es unmöglich ist, alle relevanten Emissionen direkt zu messen, verwendet man aggregierte Aktivitätsdaten und multipliziert sie mit spezifischen Emissionsfaktoren: So wird zum Beispiel die Menge des in Heizkesseln verbrauchten Heizöls mit der Menge CO<sub>2</sub> multipliziert, die pro ver-

brauchtem Liter ausgestoßen wird. Um die Aktivitätsdaten zu erfassen, gibt es mehrere Methoden; international durchgesetzt hat sich jene des IPCC, die wir auch in diesem Bericht verwenden. Sie folgt dem Territorialprinzip: Quantifiziert werden alle Emissionen, die in einem bestimmten geographischem Gebiet entstehen. Damit erhält man eine umfassende globale Bilanz; nicht zugeordnet wird dabei allerdings die Verantwortung für die sogenannten „grauen Emissionen“, die mit dem Konsum von eingeführten Produkten zusammenhängen. Verbucht man auch die grauen Emissionen, kommen nach Berechnungen der KlimaHaus-Agentur auf jeden Einwohner Südtirols jährlich fast 7,5 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent.



**INDIKATOR: TREIBHAUSGAS-AUSSTOSS PRO KOPF IN SÜDTIROL UND IN ITALIEN IM JAHR 2013, AUFGESCHLÜSSELT NACH SEKTOREN (IN TONNEN CO<sub>2</sub>-ÄQUIVALENT)**

 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent /pro-Kopf in Südtirol und in Italien nach Sektoren in 2013


**Abb. 12:** t Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent /pro-Kopf in Südtirol und in Italien nach Sektoren in 2013. (Daten: ISPRA, Amt für Luft und Lärm, Autonome Provinz Bozen. Darstellung: Eurac Research)

Bei der Produktion von Wärmeenergie ist die Nutzung von Biomasse weit verbreitet: Im Jahr 2015 wurden 77 Fernwärmanlagen mit Biomasse betrieben (1). Dazu kommt das Holz, das die Haushalte zum Heizen verwenden. Wie wir aus den Energieverbrauchsdaten der Landesagentur für Umwelt berechnet haben, wurden im Jahr 2013 rund 38% des Bedarfs an Wärmeenergie durch Biomasse abgedeckt. Das ist von Bedeutung, da die Nutzung von Biomasse – abgesehen von den bei Produktion und Transport entstehenden Emissionen – als CO<sub>2</sub>-neutral angesehen werden kann: Ausgestoßen wird jenes CO<sub>2</sub>, das von den Bäumen beim Wachsen aufgenommen wurde.

Die bei weitem wichtigste erneuerbare Energiequelle ist allerdings Wasserkraft. Zwischen 2011 und 2014 wurden durchschnittlich 6,5TWh (Terawattstunden) Elektroenergie aus Wasserkraft erzeugt – das ist mehr als doppelt so viel Energie, wie im gleichen Zeitraum durchschnittlich verbraucht wurde (2,3). Dazu kommen die Photovoltaikanlagen (ca. 250GWh, Gigawattstunden) und

die Stromerzeugung aus Biomasse (etwas mehr als 100GWh). Trotz ihres hohen Anteils können erneuerbare Energien aber nicht das ganze Jahr hindurch den gesamten lokalen Bedarf abdecken: Teilweise muss elektrische Energie über das nationale Stromnetz importiert werden. Diese wird weitgehend aus fossilen Brennstoffen, vor allem Methan, erzeugt, jedoch sind die Mengen so klein und die damit verbundenen Emissionen so gering, dass sie vernachlässigt werden können. Wir haben abgeschätzt, dass dieser Anteil im Jahr 2013 ca. 7kt betrug, das bedeutet nur etwas mehr als 0,2% der Gesamtemissionen.

Ein Teil der oben berücksichtigten Wärmeenergie trägt in Heizkraftwerken mit Kraft-Wärme-Kopplung zur Erzeugung elektrischer Energie bei, aber auch diese Emissionen sind sehr gering und wurden daher nicht separat ausgewiesen. Dass in Südtirol pro Kopf 1,4 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent weniger ausgestoßen werden als im italienischen Durchschnitt, lässt sich dadurch erklären, dass hier die Stromerzeugung so gut wie keine Emissionen verursacht.



Das Heizen von Gebäuden verursacht viele Emissionen. Im Rahmen des Projekts Sinfonia werden in Bozen mehrere Wohngebäude energetisch saniert – so wie diese Kondominien am Köstenweg.

## INDUSTRIE

Die für Südtirol ermittelten Pro-Kopf-Emissionen der Industrie sind nicht einmal halb so hoch wie die nationalen Werte – 0,46 gegenüber 1,12 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr – denn es gibt hier deutlich weniger Industrien, die für ihre Fertigungsprozesse fossile Brennstoffe verwenden. Damit ist aber noch nicht der Einfluss von Industrien bewertet, die Elektroenergie verwenden, deren CO<sub>2</sub>-Emissionen also in Südtirol aufgrund der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien vernachlässigbar sind. Deshalb haben wir den Stromverbrauch des Industriesektors ebenfalls analysiert; das Ergebnis: Auch diese Art von Industrien sind in Südtirol seltener.

## VERKEHR

Für 99% der Emissionen des Verkehrssektors ist der Straßenverkehr verantwortlich.

Die Daten für diesen Bericht wurden mithilfe einer speziellen Software der Umweltagentur gewonnen, die aus Informationen zu Straßennetz, Straßengefälle und Fahrzeugbestand die Emissionen verschiedener Schadstoffe berechnet.

**Insgesamt werden die Verkehrsemissionen in Südtirol auf 1191kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent geschätzt; den größten Teil davon verursachen Privatautos (ca. 690kt), es folgen der Schwerlastverkehr (306kt) und der leichte Güterverkehr (168kt). Die restlichen Emissionen stammen von Motorrädern. Der Pro-Kopf-Wert ist deutlich höher als im nationalen Durchschnitt: 2,31 gegenüber 1,59 CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Dies ist auf den starken Güter- und Autoverkehr auf der Brennerautobahn zurückzuführen. Der Autobahnverkehr verursacht in Südtirol 33% der Verkehrsemissionen und 14% der Gesamtemissionen.**

## GEBÄUDE

60% der Gebäude in Südtirol sind über 50 Jahre alt, und die jährliche Sanierungsrate ist mit einem Wert von 1,2% gering (4). Dies bedeutet, dass der Energieverbrauch zur Wärmeerzeugung und also auch der damit verbundene Emissionsausstoß hoch ist.

Um zu beziffern, welche Emissionen das Heizen von Gebäuden verursacht, haben wir aus Tabelle 1 folgende Werte addiert: die Emissionen des nicht-industriellen Sektors, die Emissionen der Kategorie „Energieerzeugung und -umwandlung“ (die in Südtirol praktisch nur die Fernwärme umfasst), und jene Verluste in den Gasverteilernetzen, die nicht dem industriellen Sektor zuzuschlagen sind. Die Summe ergab ca. 730kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent, das heißt ca. 27% der gesamten Treibhausgasemissionen. Ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Kopf sind



Der Verkehr ist in Südtirol die größte Emissionsquelle.

dies rund 1,43 Tonnen – der Wert ist damit höher als der italienische Durchschnitt von 1,30 Tonnen, der jedoch nicht die Emissionen aus Fernwärme und Gasnetzverlusten enthält.

Diese Werte zu vergleichen ist allerdings problematisch, denn die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen haben großen Einfluss auf die Emissionen, ebenso Parameter wie die Zusammensetzung des Gebäudebestandes (etwa der Anteil an Gebäuden, die für Verwaltung, Handel und Tourismus genutzt werden), die unterschiedlichen Bauweisen, die Nutzung erneuerbarer Energien usw.

All diese Aspekte haben wir im Rahmen des Projekts „Regional Energy Modelling“ (RegEnMod, s. Box in Kap 5) im Detail überprüft. Anhand der vorläufigen Ergebnisse können wir den Heizungsverbrauch der Wohngebäude abschätzen: ca. 2,7TWh/Jahr, mit einem Durchschnitt von 150kWh/m<sup>2</sup>/Jahr pro Haushalt. In CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgewandelt entspricht dies ca. 13% der Gesamtemissionen.

## TOURISMUS

Für die Emissionen des Tourismussektors gibt es nicht eine einzige Kennzahl. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß des durchschnittlichen Touristen verteilt sich auf verschiedene Sektoren, etwa den **Verkehr** oder den **Energieverbrauch der Beherbergungsbetriebe**; ein Teil hängt auch mit den **Urlaubsaktivitäten**

zusammen, beispielsweise mit dem Betrieb von Schneekanonen, Skiliften oder anderen Sportinfrastrukturen. Spezifisch für Südtirol gibt es dazu noch keine Forschungsarbeiten. Wir haben einige Daten abgeschätzt.

Was den Verkehr betrifft, so ist bekannt, welcher Anteil der Touristen während des Urlaubs das Auto nutzt, für durchschnittlich welche Strecken und mit wie vielen Passagieren. Auf dieser Grundlage ergibt unsere Schätzung einen Emissionswert von ca. 30kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent, was heißt, dass Touristen fast 3% der gesamten Verkehrsemissionen verursachen.

Für die Beherbergungsbetriebe sind keine spezifischen Daten verfügbar, aber wir haben abgeschätzt, dass ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen in Südtirol fast 5% beträgt – nicht verwunderlich angesichts der etwa 23 Millionen Übernachtungen im Jahr 2013, die faktisch einen Bevölkerungsanstieg von 12% bedeuten. Zum Energieverbrauch des Skitourismus liegen konkrete Daten vor. Im Jahr 2012 (vergleichbar mit unserem Referenzjahr 2013) haben die Betreiber der Skigebiete ca. 120GWh Strom für Lifte und Schneekanonen verbraucht (5). Dies entspricht 4% des Gesamtverbrauchs an elektrischer Energie im selben Jahr in Südtirol, trägt aber wegen des hohen Anteils erneuerbarer Energie wie erwähnt nur unwesentlich zu den Gesamtemissionen bei.



Die Landwirtschaft trägt vor allem mit Methan- und Lachgas-Emissionen aus der Tierhaltung zum Klimawandel bei.

## LANDWIRTSCHAFT

Der Treibhausgas-Ausstoß der Landwirtschaft liegt in Südtirol mit ca. 0,95t CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Kopf deutlich über dem nationalen Durchschnitt von 0,62t. Dies spiegelt die Bedeutung des Sektors wider: **17,88% aller Emissionen in Südtirol entfallen auf die Landwirtschaft.**

Etwa 7% dieser landwirtschaftlichen Emissionen stammen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe für Maschinen und Fahrzeuge. Die restlichen 93% sind Methan und Distickstoffoxid aus den Zuchtbetrieben. Damit ist die Landwirtschaft für 67% der Methan- und für 75% der Distickstoffoxid-Emissionen in der Provinz Bozen verantwortlich. Nicht berücksichtigt ist in dieser Aufschlüsselung, dass sich die Emissionen der Landwirtschaft über verschiedene Sektoren verteilen und wie beim Tourismus z. T. zu Sektoren wie Wärmeenergie und Verkehr gezählt werden.

Es liegen jedoch mehrere Studien vor, die den spezifischen Energieverbrauch einiger landwirtschaftlicher Produktionsbereiche berechnen und dabei auch jene Emissionen berücksichtigen, die bei Lagerung, Verarbeitung und Transport entstehen. Die Produktion von Äpfeln im Jahr 2014 (vergleichbar mit unserem Bezugsjahr 2013) hat

demnach Emissionen von ca. 0,040kg CO<sub>2</sub> pro kg Apfel erzeugt, also 44kt insgesamt (6): Dies entspricht etwa 1,6% der Gesamtemissionen.

Zum Weinbau gibt es mehrere in anderen Regionen durchgeführte Studien, die man auf die Produktionswerte in Südtirol übertragen kann und die zu Emissionswerten zwischen 0,2% und 2,6% der Gesamtemissionen kommen (7-10).

Auf die Milchproduktion in Südtirol haben wir die Daten einer Studie der Universität München (11) übertragen, bei der, anders als in diesem Bericht, sowohl die bereits in anderen Sektoren verbuchten Emissionen berücksichtigt wurden (Heizung der Gebäude, Transport etc.) wie auch alle außerhalb der Provinz erzeugten Emissionen, eingeschlossen jener, die bei Futterproduktion und Transport entstehen. Das Ergebnis ist erstaunlich: Bei der Produktion von 388kt Milch in Südtirol entstehen Emissionen von 540kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent, das heißt 1,4kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Liter Milch. Damit wäre allein dieser Bereich für mehr Emissionen verantwortlich, als wir sie jetzt dem gesamten Agrarsektor zuschreiben.

Diese Beispiele zeigen, wie unterschiedlich die Ergebnisse je nach Berechnungsansatz ausfallen – und wie sich damit auch der Blickwinkel ändert.

## DER WALD ALS KOHLENSTOFFSENKE

STEFANO MINERBI, CHRISTIAN HOFFMANN

In der politischen Diskussion zum Klimaschutz infolge des Pariser Abkommens von 2015 spielen der Wald und seine nachhaltige Bewirtschaftung eine wichtige Rolle (→ Pariser Abkommen, S. 18). Vor allem um das 1,5°C bzw. 2,0°C Ziel einzuhalten, setzen die Mitgliedsstaaten auf das Potenzial jener terrestrischen Ökosysteme, die als Kohlenstoffsenke funktionieren.

In Südtirol liefert dazu seit 1998 die CO<sub>2</sub>-Langzeit-Messstation „Ritten-Grünwald“ (1730m) Daten, die auch in das weltweite Messstationen-Netzwerk FLUXNET einfließen. Der Altholzbestand rund um die Messstation speicherte in den letzten 15 Jahren netto zwischen 3 und 4,22 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar und Jahr (tC ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup>). Dieser Wert übertrifft den europäischen Durchschnitt von 0,9tC ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> bei weitem (15). Es handelt sich hier allerdings um eine Punktmessung, die nicht auf die gesamten 336.689ha Wald in Südtirol übertragbar ist. Da die Waldfläche im Almenbereich zunimmt und Südtirols Wälder, vor allem wegen ihrer Steilheit, extensiv bewirtschaftet werden (nur 36 – 46% des Zuwachses von durchschnittlich 5,5 Festmetern je Hektar werden genutzt), steigt der Kohlenstoffvorrat in Südtirols Wäldern stetig an (16). Für 2012 haben die Nationale Forstinventur (MIPAAF/

CRA-ISAF) und die Inventur zur forstlichen Kohlenstoffsenke [INFC] gemeinsam mit der Südtiroler Forstverwaltung nachgewiesen, dass in Südtirols Wäldern ca. 82tC ha<sup>-1</sup> oberirdisch gespeichert sind (16) und durchschnittlich mit 1,15tC ha<sup>-1</sup>y<sup>-1</sup> zur Netto-Kohlenstoffbindung beitragen (17). Dies entspricht umgerechnet in Kohlendioxid einer Speicherkapazität von 3 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Einwohner Südtirols. Viel bedeutender ist allerdings die Speicherung von Kohlenstoff im Boden. Bis zu 70% des gesamten Kohlenstoffs, der im Ökosystem Wald gespeichert ist, befindet sich im Waldboden (18). Während die Bestandsbiomasse regelmäßigen Schwankungen unterliegt, bleiben die im Waldboden gebundenen Kohlenstoffvorräte über Jahrzehnte konstant. Der Schutz des Waldbodens und seine nachhaltige Bewirtschaftung sind damit von fundamentaler Bedeutung.



1. Cescatti, A., Montagnani, L., Rodeghiero, M., Bascietto, M., Bertagnoli, A., Kerschbaumer, G., Minach, L., Minerbi, S. (2002): Carbon fluxes and pools in a sub-alpine Norway spruce forest. Workshop: Quantifying terrestrial carbon sinks: science, technology and policy - Wengen-2002.
2. Autonome Provinz Bozen (2012 & 2015): Agrar- und Forstbericht.
3. Ministro delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (2009): Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC) - Caratteri quantitativi.
4. Autonome Provinz Bozen, unveröffentlichte Daten.

### Literatur

1. <http://ambiente.provincia.bz.it> (Letzter Zugang: Mai 2016)
2. Autonome Provinz Bozen, Landesinstitut für Statistik - ASTAT (2016): Statistisches Jahrbuch für Südtirol 2016. <http://astat.provincia.bz.it/de/statistisches-jahrbuch.asp>
3. <https://www.terna.it/it-it/sistemaelettrico/statisticheeprevisioni/dati-statistici.aspx> (Letzter Zugang: Juni 2017)
4. Autonome Provinz Bozen, Landesinstitut für Statistik - ASTAT (2012): Südtiroler Energiebilanz 2009. [http://astat.provincia.bz.it/de/aktuelles-publikationen-info.asp?news\\_action=300&news\\_image\\_id=899217](http://astat.provincia.bz.it/de/aktuelles-publikationen-info.asp?news_action=300&news_image_id=899217)
5. Autonome Provinz Bozen, Landesinstitut für Statistik ASTAT (2014): Seilbahnen in Südtirol 2013. Autonome Provinz Bozen – Südtirol: Bozen, [http://astat.provincia.bz.it/it/news-pubblicazioni.asp?news\\_action=4&news\\_article\\_id=474496](http://astat.provincia.bz.it/it/news-pubblicazioni.asp?news_action=4&news_article_id=474496) (Letzter Zugang: Mai 2017)
6. Zanotelli, D., Mazzetto, F., Unterholzner, S.F., Tagliavini, M. (2014): Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des Apfels aus Trentino-Südtirol. Obst/Weinbau 07/08 2014: S. 217-221, <https://www.sciencesouthtyrol.net/blob/86427,,UNIBZ,70,-1.pdf>
7. Artisan Wines (2011): Nachhaltigkeitsbericht 2010/2011.
8. LWG Bayern/Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (2017): Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Fränkischen Weinwirtschaft. <http://www.lwg.bayern.de/weinbau/087354/index.php?layer=print&#tab-19>, (Letzter Zugang: Januar 2018)
9. Wetterstein, S., Stucki, M., Meier, M., Schumacher, P., Buchli, J. (2016): Ökobilanz von Schweizer Wein aus ÖLN- und biologischer Produktion. Wädenswil, [https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wirtschaft-konsum/externe-studien-berichte/oekobilanz\\_von\\_schweizerweinausoen-undbiologischerproduktion.pdf.download.pdf/oekobilanz\\_von\\_schweizerweinausoen-undbiologischerproduktion.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wirtschaft-konsum/externe-studien-berichte/oekobilanz_von_schweizerweinausoen-undbiologischerproduktion.pdf.download.pdf/oekobilanz_von_schweizerweinausoen-undbiologischerproduktion.pdf)
10. Benedetton, G. (2013): The environmental impact of a Sardinian wine by partial Life Cycle. In: Assessment Wine Economics and Policy, 2(1), S. 33–41. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212977413000227#>
11. Zehetmeier, M., Heißenhuber, A. (2012): Zweinutzungsrasse im Vergleich zu Spezialrasen Klimarelevante Emission bei der Produktion von Milch und Rindfleisch, FLECKVIEHWELT (3).