

A decorative graphic consisting of a grid of squares. The top row has five grey squares. The second row has two grey squares followed by the text. The third row has four red squares, a yellow square, and four red squares. The fourth row has five grey squares. The fifth row has three grey squares. A horizontal yellow bar is positioned below the grid.

BOZEN. DIE ENERGIEQUELLE.
BOLZANO. FONTE DI ENERGIA.

CO₂ Emissionen und mögliche Reduktionsszenarien für die Stadt Bozen



Città di Bolzano
Stadt Bozen

EURAC
research

Auftraggeber:

Klaus Ladiner
Helmuth Moroder
Renato Spazzini
Wolfram Pardatscher

Autoren:

Wolfram Sparber
Roberto Fedrizzi
Stefano Avesani
Dagmar Exner
Hannes Mahlkecht

01.02.2010

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
2	Zusammenfassung.....	7
	2.1 Der aktuelle Stand	7
	2.2 Einzelne Maßnahmen	8
	2.3 Gesamtszenario	9
	2.4 Finanzielle Aspekte	12
3	Schlussfolgerungen.....	15
4	Analyse der Daten zu Verbrauch, Produktion und CO ₂ Emissionen	17
	4.1 Verkehr	17
	4.2 Gebäude - Infrastrukturen	20
	4.3 Gemeindeverwaltung	21
	4.4 Gesamtverbrauch	22
5	Reduzierung der Emissionen: Analyse der einzelnen Maßnahmen	27
	5.1 Wärmedämmung der Gebäude eines gesamten Stadtviertels	27
	5.1.1 Methodologie	28
	5.1.2 Ergebnisse	30
	5.2 Änderung des Baustandards für neue Wohngebäude	32
	5.2.1 Änderung des Standards für Neubauten	33
	5.2.2 Einsatz von Solaranlagen bei Neubauten.....	33
	5.3 Energetische Sanierung der Öffentlichen Gebäude	35
	5.3.1 Heizenergieverbrauch	35
	5.3.2 Elektroenergieverbrauch.....	36
	5.4 Modernisierung der Müllverbrennungsanlage	36
	5.5 Bau von Wasserkraftwerken	37
	5.6 Vergleich der Effizienz der einzelnen Maßnahmen	38
6	Reduzierung der Emissionen: Gesamtszenario	39
	6.1.1 Mobilität	39
	6.1.2 Gebäude - Infrastrukturen.....	43
	6.1.3 Gesamtszenario	48
7	Quellenangabe.....	53
8	Bibliographie.....	57
9	Abbildungsverzeichnis	59

10	Tabellenverzeichnis.....	63
11	Anlage I - Methodologie	65
11.1	Entwurfsannahme	65
11.2	Zuordnungsgrundsätze	66
11.2.1	Raumzuordnung	66
11.2.2	Energiequellenzuordnung	66
11.3	Berechnungsansatz	67
11.4	Datenerfassung	68
11.5	Erforderliche Daten für die Ausgangsbilanz	68
11.5.1	Einwohner	68
11.5.2	Beschäftigte	69
11.6	Erforderliche Daten für die Endbilanz	70
11.6.1	Personenbeförderung.....	70
11.6.2	Straßengüterverkehr.....	73
11.6.3	Gütertransport auf der Schiene.....	74
11.6.4	Gebäude und Infrastrukturen	75
11.7	Berechnungsfaktoren für Energieverbrauch und Emissionen	82
11.7.1	Personentransport	83
11.7.2	Gütertransport auf der Straße	83
11.7.3	Gütertransport auf der Schiene.....	84
11.7.4	Umwandlung von Endenergie in Primärenergie - LCA-Energie.....	84
11.7.5	Umwandlung von Endenergie in CO2 Emissionen	85
11.7.6	Umwandlung von Endenergie in CO2-LCA Emissionen.....	86
11.7.7	Berechnung der Umwandlungsfaktoren für den Energieträger elektrische Energie.	86
11.7.8	Berechnung der Umwandlungsfaktoren für den Energieträger Fernwärme.	87
11.8	Kritische Punkte bei der Datenerfassung	90
12	Anlage II - Analyse des Fahrzeugverkehrs nach dem Territorialitätsansatz.....	91
12.1	Berechnungsmethodologie	91
12.1.1	Innerstädtischer Verkehr durch Ortsansässige.....	91
12.1.2	Innerstädtischer Verkehr durch Fahrzeuge, die von außerhalb der Gemeinde kommen	93
12.2	Ergebnisse	96
12.3	Analyse der Straßenbahn Bozen-Kaltern	97

1 Einleitung

Im Dezember 2009 fand in Kopenhagen der UN-Welt-Klimagipfel statt (1). In diesem Klimagipfel wurden Möglichkeiten diskutiert, gemeinsam die globalen CO₂ Emissionen in den kommenden Jahren schrittweise zu reduzieren. Als Ergebnis der Verhandlungen wurde das Abkommen von Kopenhagen von 192 Nationen verabschiedet (2). In diesem Abkommen erklären die Nationen, dass eine drastische Reduktion der Emissionen auf globaler Ebene notwendig ist, um die Erderwärmung auf 2°C zu begrenzen. (*"... We agree that deep cuts in global emissions are required according to science, and as documented by the IPCC Fourth Assessment Report with a view to reduce global emissions so as to hold the increase in global temperature below 2 degrees Celsius ..."*).

Neben den Nationalstaaten, spielen insbesondere lokale Strukturen, wie Regionen, Provinzen und Gemeinden eine zentrale Rolle bei der Reduktion der CO₂ Emissionen. Energierrelevante Entscheidungen wie die Infrastruktur der lokalen Mobilität, der Energie-Standard von Gebäuden, die Wahl der Rohstoffe zur Wärme-Versorgung der Gebäude sowie die Realisierung von dezentralen Kraftwerken auf Basis von erneuerbaren Energien hängt direkt von lokalen Entscheidungsträgern ab.

Die Gemeinde Bozen hat diese Notwendigkeit frühzeitig erkannt und entsprechend spezifische Schwerpunkte in den Bereichen Mobilität, Gebäude und Infrastrukturen gelegt. Im Herbst 2008 fanden mehrere Treffen zwischen Vertretern der EURAC und der Gemeinde Bozen statt, um über ein Gesamtkonzept in Bezug auf die CO₂ Emissionen der Stadt Bozen zu diskutieren und Möglichkeiten zu einer drastischen Reduktion der selben zu evaluieren. Es wurden insbesondere folgende Fragestellungen aufgeworfen:

- Wie hoch sind die gesamten CO₂ -Emissionen, die auf Aktivitäten der Bürger der Stadt zurück zu führen sind und welche sind die Haupt- Emissionsquellen?
- Durch welche Maßnahmen können diese Emissionen reduziert werden und welches sind die wesentlichen Handlungsbereiche?
- Ist es mittelfristig möglich, die vom Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) empfohlen Grenzen der CO₂-Emissionen, in Bozen zu erreichen?

Um Antworten auf diese Fragen zu finden, wurde eine ausführliche Studie im Jahr 2009 durchgeführt. Im folgenden Bericht werden die wichtigsten Ergebnisse vorgestellt.

2 Zusammenfassung

2.1 Der aktuelle Stand

Erste Zielsetzung der Studie war es eine Bilanz des Energieverbrauches und der CO₂-Emissionen, der Stadt Bozen aus zu arbeiten. Zu diesem Zweck wurde für den Zeitraum 1990-2008 eine Zeitreihe der Energieverbrauchsdaten rekonstruiert. Aus diesen Daten wurden anschließend die Werte der CO₂ Emissionen berechnet. Es wurde bei diesen Berechnungen der Kausalitätsansatz verfolgt. Nach diesem Ansatz wird der Energieverbrauch (die CO₂ Emissionen) berechnet, welche auf Tätigkeiten der Bozner Bürger innerhalb und außerhalb der Gemeindegrenzen zurück zu führen sind. Die in Folge präsentierten Daten wurden zum Großteil durch eine breite Datenerfassungskampagne erarbeitet. Ein bestimmter Teil der Daten wurde durch eine Berechnungssoftware für CO₂-Emissionen ermittelt, da es nicht möglich war die genauen Ausgangsdaten zu erhalten. Die angewandte Methodik ist im Detail in Anhang 1 und 2 erläutert.

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen durch den elektrischen Energieverbrauch wurde der nationale italienische Strommix herangezogen. Dieses Vorgehen ermöglicht einen direkten Vergleich mit CO₂ Studien anderer italienischer Gemeinden. Der Großteil der in Italien produzierten Energie wird aus fossilen Energiequellen gewonnen. Im Jahr 2007 lagen die CO₂ Emissionen pro verbrauchter MWh elektrischer Energie somit bei 0.45 Tonnen (3).

Die Gesamtemissionen pro Bozner Bürger wurden, basierend auf den durchgeführten Berechnungen, auf etwa **9,7 Tonnen** im Jahr 2007 geschätzt. In Abbildung 1 werden die drei wesentlichen Kategorien, nämlich Mobilität, elektrische Energie und thermische Energie dargestellt. Wie man erkennen kann, tragen die drei Kategorien fast in gleichem Maße zu den CO₂ Emissionen bei. In Kapitel 4 sind die einzelnen Emissionsquellen dieser Kategorien aufgeführt und ihre entsprechenden Anteile an CO₂ Emissionen detailliert beschrieben.

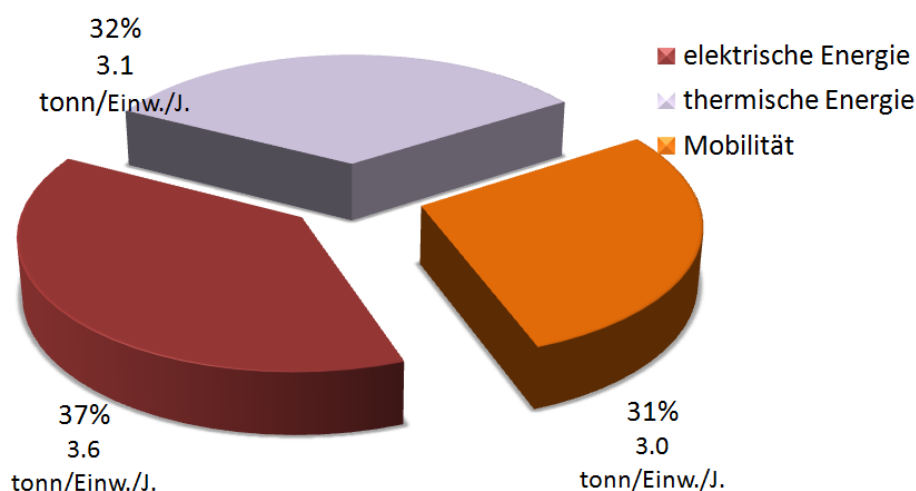


Abbildung 1 - CO₂ Emissionen der Einwohner der Stadt Bozen im Jahr 2007 in Tonnen/(Einwohner*Jahr)

Wird als Berechnungsbasis für die CO₂ Emissionen des verbrauchten elektrischen Stroms der Energiemix der Provinz Bozen herangezogen, ändert sich diese Grafik drastisch. Die CO₂ Emissionen pro Bozner Bürger reduzieren sich auf knapp über **6,1 Tonnen** und werden fast ausschließlich durch Mobilität und thermische Energie verursacht. In der Tat wird in Südtirol die elektrische Energie Großteils aus Wasserkraftwerken gewonnen, was zu einer deutlichen Reduzierung der CO₂ Emissionen pro MWh verbrauchten Stroms führt. Die detaillierten Daten des Südtiroler Strommix lagen zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes noch nicht vor. Sie werden im Rahmen des Klimaplanes der Provinz Bozen berechnet.

2.2 Einzelne Maßnahmen

Ausgehend vom aktuellen Stand der Emissionen, wurden einzelne Maßnahmen identifiziert und deren möglicher Beitrag zur CO₂ Reduktion quantifiziert. Im Kapitel 5 wird die detaillierte Analyse dieser Maßnahmen aufgeführt. Es handelt sich dabei um Maßnahmen in den Bereichen der Energieeffizienz der Gebäude, Steigerung der Nutzung der Solarenergie, Ausbau der energetischen Nutzung der Abfälle, sowie die Produktion erneuerbarer Energie durch Wasserkraftwerke.

Im Bereich der Energieeffizienz der Gebäude, sieht die seit 2007 gültige Bauordnung der Gemeinde Bozen den KlimaHaus B Standard verpflichtend für alle Neubauten vor (4). In vorliegender Studie wurde die Möglichkeit analysiert, den gesetzlichen Energiestandard für Neubauten von KlimaHaus B auf KlimaHaus A oder KlimaHaus Gold anzuheben. Das Anheben des Energie Standards wird in Zukunft auch aufgrund der neuen Europäischen Gebäuderichtlinie (5) notwendig sein, welche sich zurzeit in Ausarbeitung befindet. Die Möglichkeit der Energieeinsparung gegenüber dem Referenzszenario und mit Abschätzung einer konstanten Bautätigkeit wurde auf 300-400 MWh/Jahr berechnet.

Eine wesentliche Reduktion des Energiekonsums und der CO₂ Emissionen kann durch energetische Sanierungen der bestehenden Bauten erreicht werden. In der vorliegenden Studie wird als beispielhafte Berechnung, die Auswirkung einer energetischen Sanierung des gesamten Europaviertels dargestellt. Wie aus den Ergebnissen hervorgeht, kann der Heizenergieverbrauch um circa 75% reduziert werden. Bei einer energetischen Sanierung sämtlicher Gebäude zum Klimahaushaus Standard B sinkt der Heizenergieverbrauch von aktuell 97 GWh/Jahr auf ca. 23 GWh/Jahr, während er durch Sanierung auf den KlimaHaus Standard A auf 14 GWh/Jahr reduziert werden kann.

Was die Nutzung der Solarenergie anbelangt, besteht bereits heute eine Regelung für Neubauten und für Gebäude, welche einer relevanten Renovierung unterzogen werden, solarthermische Anlagen zu installieren. Diese Anlagen müssen derart dimensioniert werden dass mindestens 50% des Warmwasserbedarfs abgedeckt werden (4). In der vorliegenden Studie, wurde die Möglichkeit bewertet die gesamte Dachfläche von neuen Gebäuden mit solaraktiven Systemen zu nutzen. Hierdurch kann ca. 60% des Warmwasserbedarfs mittels solarthermischen Anlagen und ca. 70% des elektrischen Energiebedarfs mittels Photovoltaik Anlagen abgedeckt werden. Die jährlich produzierbare Energie wurde auf ca. 340 MWh/Jahr elektrische Energie und 160 MWh/Jahr thermische Energie berechnet.

Auch bei der Bausubstanz der Gemeinde Bozen bestehen Möglichkeiten zur Energieeinsparung. Es wurde die Möglichkeit einer energetischen Sanierung aller Gemeindebauten auf den KlimaHaus Standard B und KlimaHaus Standard A analysiert. Der Heizenergieverbrauch kann durch diese Maßnahmen von circa 32 auf 15 GWh/Jahr bzw. 9 GWh/Jahr reduziert werden. Auch in Bezug auf den Stromverbrauch, wurden

Abschätzungen zur möglichen Einsparungen durch Energieeffizienzsteigerungen durchgeführt. Hierbei handelt es sich im wesentlichen um den Einsatz Energie effizienter Geräte (Computer, Drucker,..), Beleuchtung und Kühlung. Der elektrische Gesamtenergieverbrauch der Gemeindeeigenen Gebäude betrug im Jahr 2006 13 GWh. Nach vorliegenden Abschätzungen kann dieser Verbrauch auf ca. 4 GWh/Jahr reduziert werden.

Zusätzlich wurden die Auswirkungen der Realisierung der neuen Müllverbrennungsanlage bewertet. In der derzeitige Müllverbrennungsanlage werden ca. 90.000 Tonnen Müll pro Jahr energetisch verwertet. Die geplante neue Anlage bietet die Möglichkeit diese Anzahl auf jährlich 130.000 Tonnen zu steigern. Hierbei werden ca. 68 GWh/Jahr elektrische Energie und 108 GWh/Jahr thermische Energie erzeugt. Die thermische Energie wird dabei über das Fernheiznetz an mehrere Bozner Stadtviertel verteilt. Die energetische Nutzung des Mülls (Verbrennung) trägt im Moment mit ca. 0,6 Tonnen / (Einwohner*Jahr) zu den CO₂-Emissionen der Stadt Bozen bei. Durch die produzierte thermische und elektrische Energie sinkt jedoch die Nutzung anderer Energieträger wie zum Beispiel Gas zur Beheizung der Gebäude und die Verwendung anderer fossiler Brennstoffe zur Erzeugung elektrischer Energie. Wie in Kapitel 5 dargestellt, führt die Produktionssteigerung der neuen Müllverbrennungsanlage im Vergleich zur bestehenden Anlage zu einer erheblichen spezifischen Reduktion der CO₂ Emissionen pro Tonne verbrannten Abfalls.

In der Gemeinde Bozen bestehen Überlegungen drei neue Wasserkraftwerke im Gemeindegebiet zu realisieren (5). Laut den Planungsunterlagen können durch diese Wasserkraftwerken 118 GWh/Jahr elektrische Energie erzeugt werden. Dies entspricht ca. 1/7 des aktuellen Stromverbrauches der Stadt Bozen.

2.3 Gesamtszenario

Aufbauend auf den Bewertungen der beschriebenen Maßnahmen wurde ein mittelfristiges Reduktionsszenario der CO₂ Emissionen berechnet. Dieses Szenario zeigt auf, wie die CO₂ Emissionen in den kommenden 20 Jahren auf einen Ausstoß von 2 Tonnen CO₂ pro-Kopf reduziert werden können. Dieser Wert wird vom IPCC als Schwelle angesehen, um die globale Erderwärmung langfristig auf 2° C zu beschränken (6).

Wie nachfolgende Grafiken deutlich machen, ist es notwendig relevante Maßnahmen in allen Sektoren der CO₂ Emissionen zu ergreifen, um dieses Ziel zu erreichen. Für die vorliegenden Berechnungen war es notwendig eine Reihe von Abschätzungen vor zu nehmen. Im Kapitel 6 werden alle getroffenen Abschätzungen detailliert beschrieben, um eine kritische Bewertung durch den Leser zu erlauben.

In Abbildung 2 sind die Auswirkungen der Reduktion der Emissionen im Bereich der Mobilität dargestellt. Im Sektor der Personenmobilität wurden im wesentlichen folgende Maßnahmen berücksichtigt:

- Eine Reduktion des PKW-Verkehrs durch eine verstärkte Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel sowie durch ein weiteres Ansteigen der Fußgänger und Fahrradfahrer.
- Steigerung der Energieeffizienz der Personenfahrzeuge basierend auf einer Steigerung der Effizienz der Verbrennungsmotoren sowie die schrittweise Verbreitung von Hybridmotoren und rein elektrisch betriebenen Fahrzeugen.

Im Bereich der Gütermobilität wurden insbesondere folgende Maßnahmen berücksichtigt:

- Reduktion der Transportstrecke, welche durchschnittlich für eine Gütertonne zurückgelegt werden.
- Verschiebung eines Anteils des Warentransportes vom Straßenverkehr auf den Schienenverkehr.
- Steigerung der Energieeffizienz der durchschnittliche verwendeten Lastkraftwagen.

Wie aus folgender Abbildung ersichtlich, sind insbesondere die Reduktion der CO₂ Emissionen im Bereich des Güterverkehrs von Bedeutung.

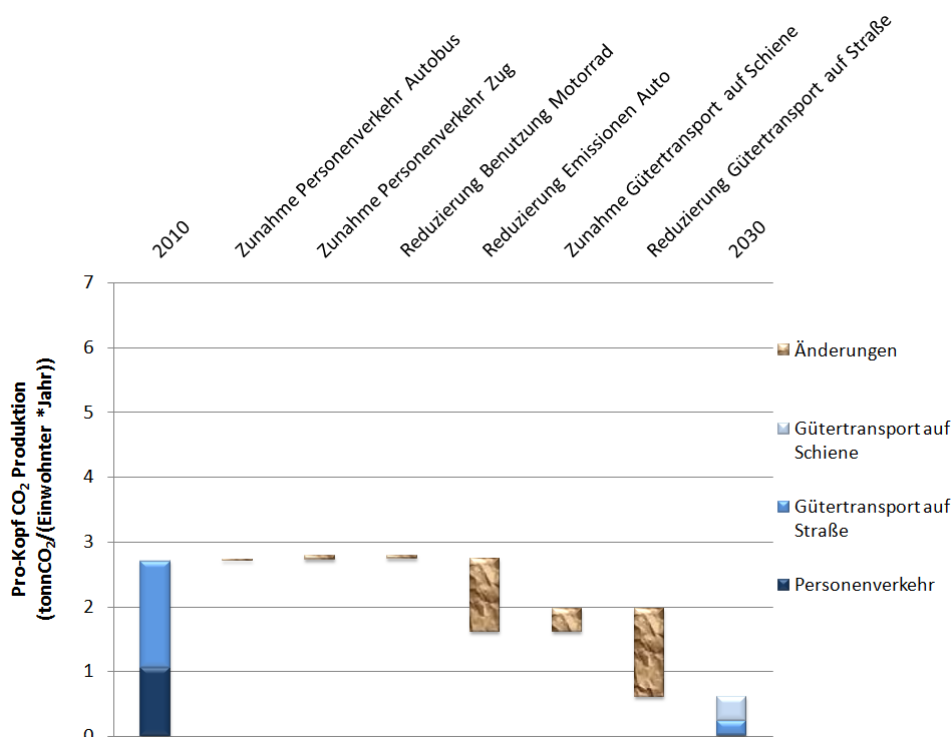


Abbildung 2 - Szenario zur Reduktion der CO₂ Emissionen im Bereich des Personen und Güterverkehrs. Angaben in Tonnen CO₂ pro Kopf..

In Abbildung 3 sind die Auswirkungen der Reduktion der CO₂ Emissionen in den Bereichen der thermischen und elektrischen Energie dargestellt. Zur Reduktion der CO₂ Emissionen im Bereich der elektrischen Energie wurden insbesondere folgende Maßnahmen betrachtet:

- Reduktion des jährlichen Strom-Verbrauchs um 2,5%
- Dezentrale Produktion elektrischer Energie aus erneuerbaren Energiequellen durch den Bau von Photovoltaik Anlagen auf Gebäude-Dächern und anderen geeigneten Infrastrukturen.

- Produktion elektrischer Energie in Wasserkraftwerken, bzw. Steigerung der Stromproduktion durch die Erweiterung der Kraft-Wärme-Koppelungsanlage und der Müllverbrennungsanlage in Bozen Süd.

Im Bereich der Reduktion der CO₂ Emissionen der thermischen Energie wurden im wesentlichen folgende Maßnahmen berücksichtigt:

- Die energetische Sanierung der bestehenden Bausubstanz in Bozen
- Steigerung der thermischen Energieproduktion durch Kraft-Wärme-Koppelung und durch die Müllverbrennungsanlage in Bozen Süd.
- Steigerung der Nutzung thermischer Energie, welche aus erneuerbaren Energiequellen stammt, wie die verstärkte Nutzung von solarthermischen Anlagen und die Verbrennung von Biomasse.

Schließlich ist in Abbildung 4 das Gesamtszenario dargestellt. In diesem sind die Auswirkungen der Maßnahmen im Bereich Verkehr und der thermischen- und elektrischen Energie dargestellt. Nach diesem Szenario sinken die CO₂ Emissionen auf 2 Tonnen / Bürger Jahr. Aus der Grafik wird ersichtlich, dass insbesondere drei Kategorien wesentlich zum Absinken der CO₂ Emissionen beitragen: Die Reduktion im Verkehrssektor, die Steigerung der Erzeugung elektrischer Energie basierend auf erneuerbaren Energiequellen und die Reduktion des thermischen Energiebedarfs, im wesentlichen durch die Sanierung der bestehenden Gebäude.

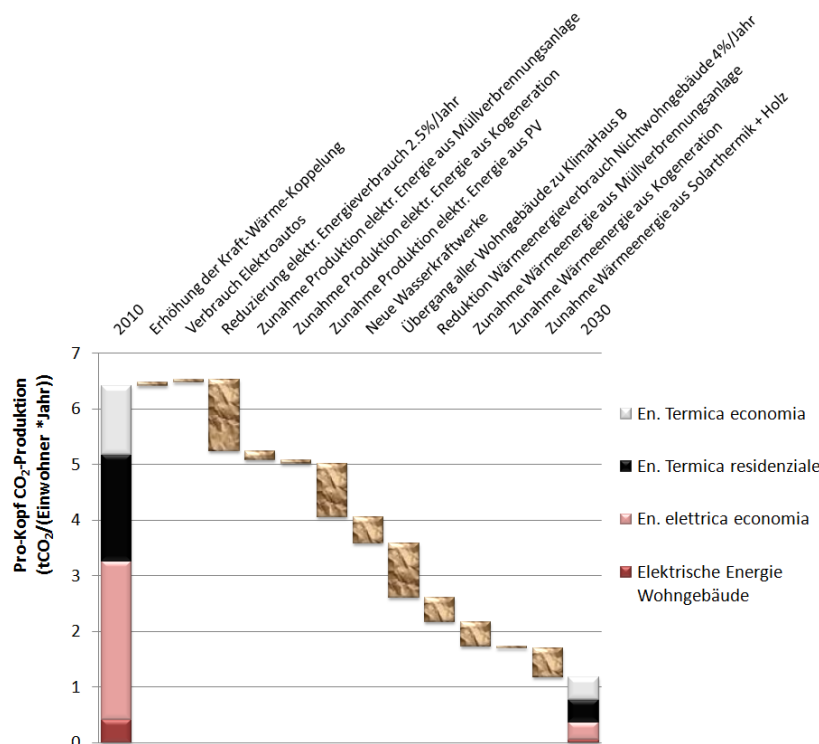


Abbildung 3 - Szenario zur Reduktion der CO₂ Emissionen im Bereich der thermischen und elektrischen Energie. Angaben in Tonnen CO₂ pro Kopf

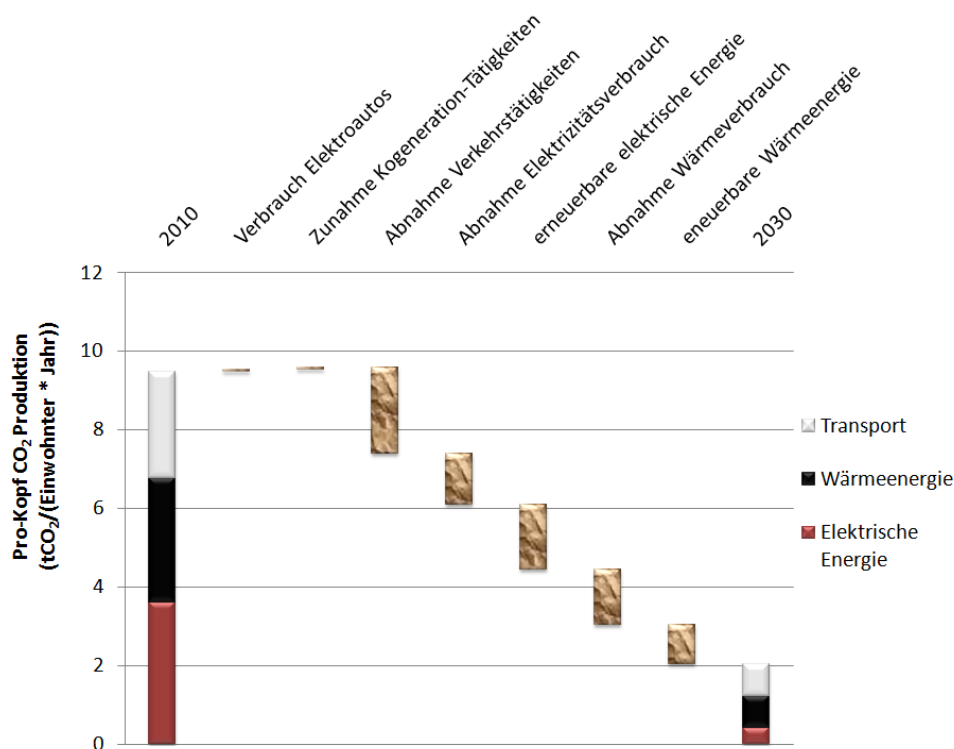


Abbildung 4 - Gesamtszenario zur Reduktion der CO₂ Emissionen der Bozner Bürger. Angaben in Tonnen CO₂ pro Kopf

2.4 Finanzielle Aspekte

Die Abbildung 5 fasst, die Auswirkungen der Umsetzung der im Gesamtszenario aufgeführten Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauches zusammen. Es ergibt sich:

1. Verkehr: Senkung des Energieverbrauchs um 680 GWh/Jahr
2. Elektrische Energie: Senkung des Energieverbrauchs um 380 GWh/Jahr
3. Thermische Energie: Senkung des Energieverbrauchs um 600 GWh/Jahr

Die Gesamtreduktion im Energieverbrauch beläuft sich damit auf 1650 GWh/Jahr.

In der vorliegenden Studie wurde keine detaillierte Aufschlüsselung der Investitions-Kosten der einzelnen Maßnahmen ausgearbeitet. Jedoch wird im Folgenden eine Schätzung der Reduktion der jährlichen Gesamtenergiekosten aufgeführt. Es handelt sich dabei um eine Berechnung basierend auf den aktuellen Energiekosten. In den drei Sektoren ergeben sich für die Bürger der Stadt Bozen folgende Kosteneinsparungen:

1. Verkehr: Reduktion der Kosten um 61 Mill. € (9c€/kWh)
2. Elektrische Energie: Reduktion der Kosten um 57 Mill. € (15c€/kWh)
3. Thermische Energie: Reduktion der Kosten um 42 Mill. € (7c€/kWh)

Nach den vorliegenden Berechnungen belaufen sich somit die Einsparungen im Bereich der Energiekosten auf 160 Mill. €/Jahr. Es kann dabei angemerkt werden, dass die Energiekosten mit großer Wahrscheinlichkeit in naher Zukunft empfindlich ansteigen werden. Zu den Einsparungen der Energiekosten summieren sich Einnahmen der Stadt Bozen aus eventuellen Verkäufen von Emissionszertifikaten; sofern diese Befugnis in Zukunft von den Nationalstaaten auf die lokalen Gemeindeverwaltungen übertragen wird. Betrachtet man die im vorliegenden Szenario nicht freigesetzte CO₂ Emissionen von 770 kt/Jahr und einen Preis der Emissionszertifikate von derzeitigen rund 13 €/Tonne CO₂, so kann die Gemeinde ca. 10 Mill €/Jahr zusätzlich einnehmen.

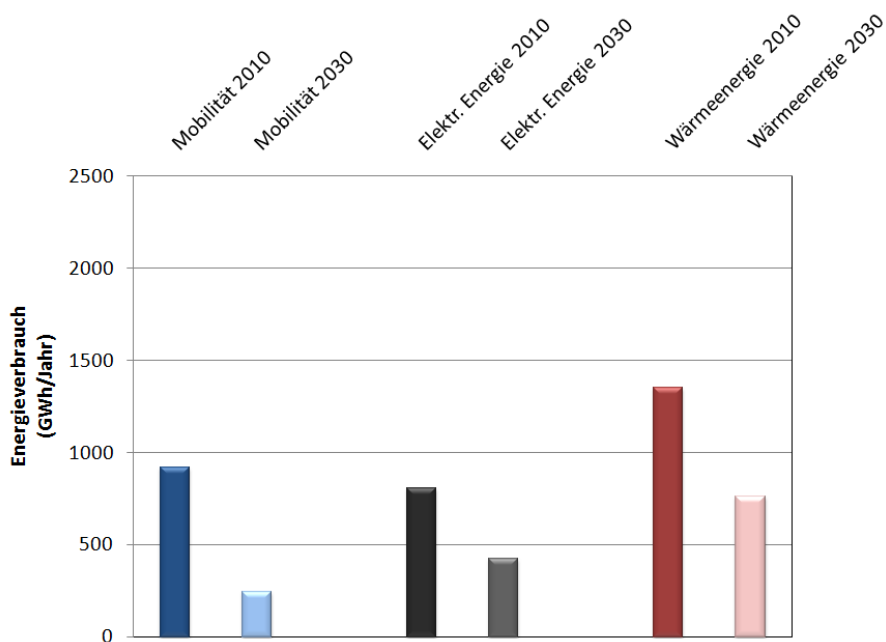


Abbildung 5 - Reduktion des Energieverbrauchs in den einzelnen Sektoren nach dem berechneten Gesamtszenario 2030.

3 Schlussfolgerungen

Die CO₂ Gesamtemissionen der Stadt Bozen wurden für das Jahr 2007 auf 9.7 Tonnen pro Einwohner geschätzt. Dabei wurde als Grundlage für die Berechnung der CO₂ Emissionen aufgrund der verbrauchten elektrischen Energie der nationale italienische Energiemix herangezogen. Wird für diese Berechnung hingegen die CO₂ Menge pro kWh des elektrischen Energiemix der Provinz Bozen verwendet, so belaufen sich die Emissionen auf knapp über 6.1 Tonnen pro Einwohner.

Mit diesem Ergebnis liegt Bozen auf einem Niveau mit anderen europäischen Städten wie zum Beispiel (München = 6.5 Tonnen CO₂/Person*Jahr) oder italienische Städte mit vergleichbarer Größe (Correggio (RE) = 13 Tonnen CO₂/Person*Jahr [14] und Reggio Emilia = 8.5 Tonnen CO₂/Person*Jahr [15]). Diese Tatsache kann verblüffen, wenn man sich Umfang und Anzahl der Maßnahmen zur nachhaltigen Entwicklung vor Augen führt, welche die Stadt Bozen in den letzten Jahren unternommen hat. Diese Initiativen haben auch zu deutlichen Ergebnissen geführt: als Beispiel kann der Modal Split des Bozner Personenverkehrs oder der hohe Energiestandard für Neubauten in Bozen angeführt werden. Insbesondere letztere Maßnahme hat sich kürzlich im Bau des Stadtviertels CasaNova verdeutlicht. Dieses wurde vom Italienischen Umweltministerium als energieeffizientestes Stadtviertel Italiens bezeichnet und als solches als Best-Practice in die Europäische Kampagne zur Nachhaltigen Energie eingebaut.

Andererseits ist die energetische historische Entwicklung der Stadt Bozen in vielen Bereichen ähnlich wie jene anderer europäischer Städte. Der Großteil der bestehenden Gebäude der Stadt Bozen wurde in Zeiten erbaut, in denen es keine gesetzlichen Bestimmungen in Bezug auf die Energieeffizienz gab, der elektrische Energieverbrauch ist in den letzten Jahren konstant angestiegen, der Anteil der Nutzung erneuerbarer Energien ist begrenzt und der Personen- und Warenverkehr auf der Straße ist deutlich höher als jener auf der Schiene.

Wie aus den aufgelisteten Maßnahmen und dem Gesamtszenario hervorgeht, gibt es viele Möglichkeiten die CO₂ Emissionen der Stadt Bozen zu senken.

Im Bereich der thermischen Energie ist insbesondere die energetische Sanierung des Baubestandes grundlegend. Weitere wesentliche Aspekte sind jene der Ausweitung des Fernheiznetzes, die bestmögliche Nutzung der thermischen Energie der Müllverbrennungsanlage (auch im Sommer) und eine Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energien.

Im Bereich des Verkehrs ist eine deutliche Reduktion des Personen- und insbesondere des Warenverkehrs auf der Straße ausschlaggebend. Mit dem Mobilitätsplan 2020, der am 27. Januar 2010 verabschiedet wurde, wurde in diesem Bereich bereits ein detailliertes Programm entwickelt. Die Steigerung der Energieeffizienz der einzelnen Fahrzeuge ist an die technisch globalen Entwicklungen gebunden, worauf die Stadt Bozen nur beschränkt Einfluss nehmen kann.

Im Bereich des elektrischen Energieverbrauchs ist eine Steigerung der Energieeffizienz vor allem im Büro- und Handelsbereich von Bedeutung. Wesentliche Beiträge können zusätzlich durch neue Wasserkraftwerke und eine verstärkte Nutzung von Photovoltaik auf bestehenden Dachflächen erreicht werden.

Wie aus dem Gesamtszenario hervorgeht, ist das Erreichen des Emissionsziels von 2 Tonnen CO₂ / (Einwohner*Jahr) sehr ambitioniert. Um es zu erreichen, ist eine drastische Reduktion der Emissionen in jedem möglichen Handlungsbereich nötig.

Unabhängig von der Beurteilung einzelner Maßnahmen und der zugrunde liegenden Annahmen, erlaubt es das Gesamtszenario einige allgemeine Schlussfolgerungen zu ziehen:

- Die Bandbreite der möglichen Handlungen zur Reduktion der CO₂ Emissionen ist sehr weitläufig.
- Um Eingriffe einleiten zu können, sind konkrete Maßnahmen und Entscheidungen in den einzelnen Handlungsbereichen erforderlich.
- Die Reduktion der CO₂ Emissionen ist als interdisziplinäres Thema zu betrachten, das in vielen Sektoren auch außerhalb des Umwelt- und Verkehrsbereiches beachtet werden muss.
- Einige der Maßnahmen erfordern zu Beginn der Umsetzung bedeutende Investitionen. Langfristig führen diese jedoch insgesamt zu deutlichen finanziellen Entlastungen und eventuell für zusätzliche Einnahmen der Stadt Bozen.

Um in den kommenden Jahren eine konkrete Strategie zur Reduktion der CO₂ Emissionen verfolgen zu können, wird zur Ausarbeitung spezifischer Aktionspläne in den einzelnen Handlungsbereichen angeraten. Die Umsetzung der Szenarien sollte in den Folgejahren detailliert überwacht werden. Um die Effizienz der einzelnen Maßnahmen zu verfolgen, wird zusätzlich eine Erhebung der CO₂ Emissionen der Stadt Bozen in regelmäßigen Zeiträumen empfohlen.

4 Analyse der Daten zu Verbrauch, Produktion und CO₂ Emissionen

In diesem Kapitel sind die Ergebnisse dargestellt, die aus den Berechnungen zur Evaluierung des Endenergieverbrauchs und der damit verbundenen CO₂ Emissionen hervorgingen. Die zur Analyse verwendete Methodenforschung ist in Anlage I detailliert wiedergegeben.

4.1 Verkehr

Die Analyse der Verkehrsdaten wurde ausgehend vom Personenverkehr der Einwohnern Bozens, über einen „Modal Splits“ Vergleich (7) (8) (9) mit dem einer durchschnittlichen italienischen Stadt (10) durchgeführt. Aus Abbildung 6 geht klar hervor, dass das weit beliebteste motorisierte Verkehrsmittel der Bozner Bürger das Auto ist. Die Fortbewegung mit dem Fahrrad und zu Fuß ist aber in Großen und Ganzen mit der des PKWs vergleichbar.

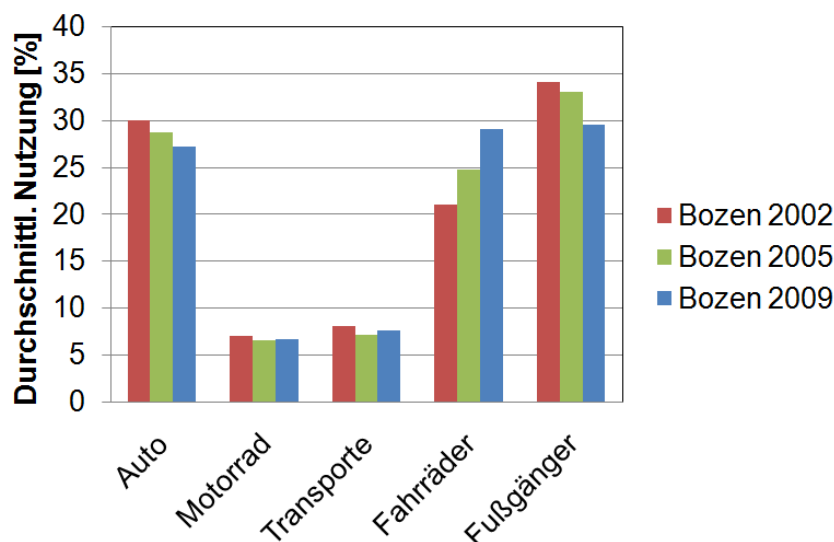


Abbildung 6 - Gegenüberstellung Modal Split von Bozen mit dem durchschnittlichen Verkehr italienischer Städte (7) (8) (9)

Wenn neben der Anzahl der fahrenden Fahrzeuge auch die Auslastung und die durchschnittlich gefahrenen Fahrtstrecken berücksichtigt werden, ist die obige Aussage noch eindeutiger. Abbildung 7 belegt, dass der Autoverkehr (verstanden als Gesamtzahl der jährlich von den Autofahrern zurückgelegten Kilometer) bei weitem der gewichtigste ist (600 Millionen Personen*Km/Jahr). Aus den Daten in Abbildung 7 wurden der Energieverbrauch und die CO₂ Emissionen ermittelt, die auf die Verbrennung von Kraftstoff im Personenverkehr zurückzuführen sind. Nach dem angewandten Kausalitätsprinzip bezieht sich dieser Wert auf alle Fahrten der Bozner Einwohner inner- und außerhalb der Gemeindegrenzen. Die angegebenen Werte berücksichtigen den Pendlerverkehr nicht. Abbildung 8 zeigt links den Energieverbrauch, rechts die Produktionen von CO₂; oben sind der Gesamtverbrauch und die Gesamtproduktionen aufgeführt, unten der Pro-Kopf-Verbrauch und die Pro-Kopf-Emissionen.

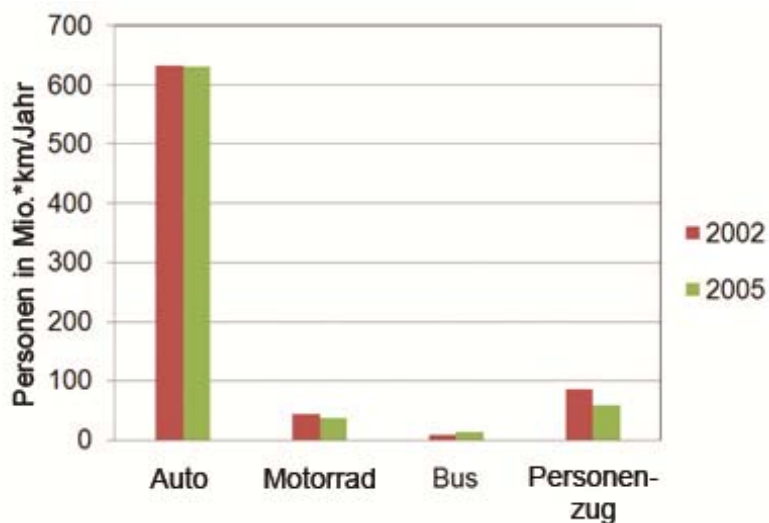


Abbildung 7 - Personenverkehr in Bozen, ausgedrückt in Millionen gefahrener Kilometer pro Jahr

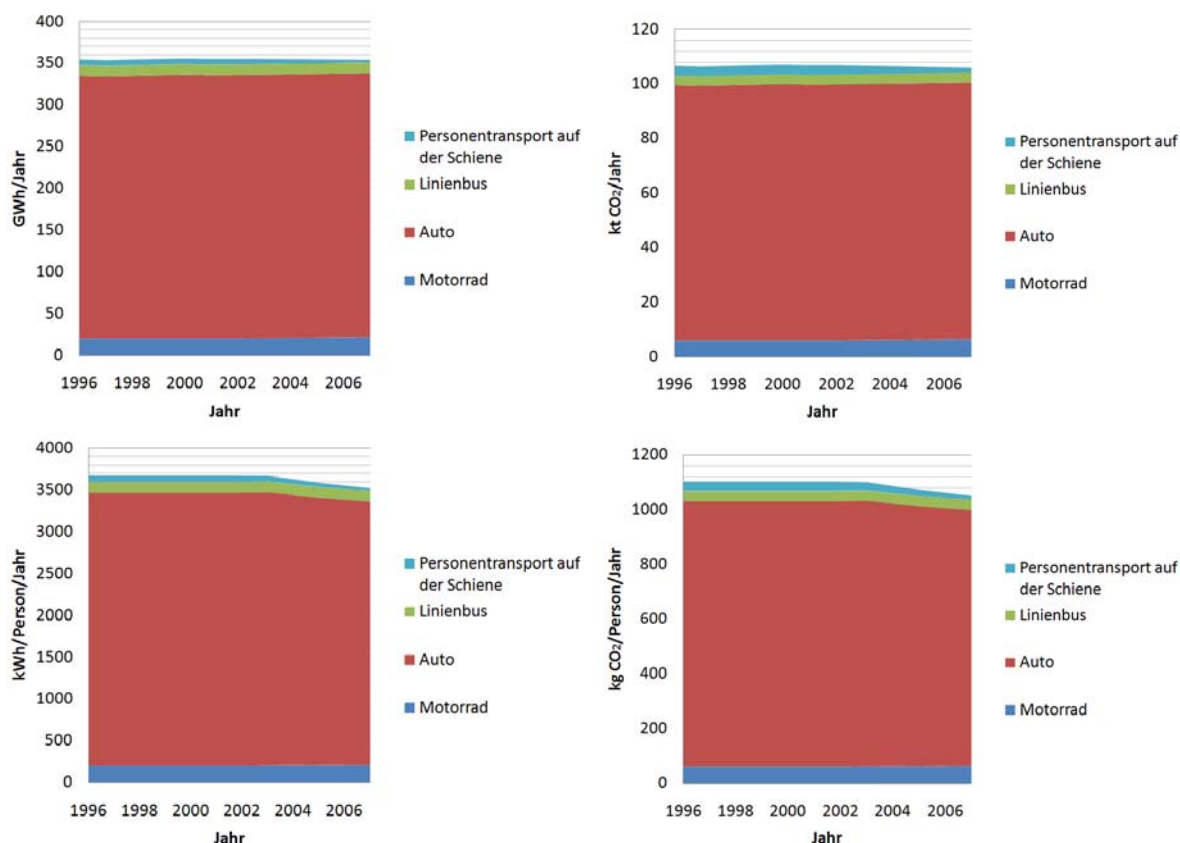


Abbildung 8 - Energieverbrauch und CO₂ Produktion aus dem Personenverkehr. Jahresgesamtverbrauch; Pro-Kopf-Jahresverbrauch; gesamte CO₂-Jahresproduktion; Pro-Kopf-CO₂-Jahresproduktion.

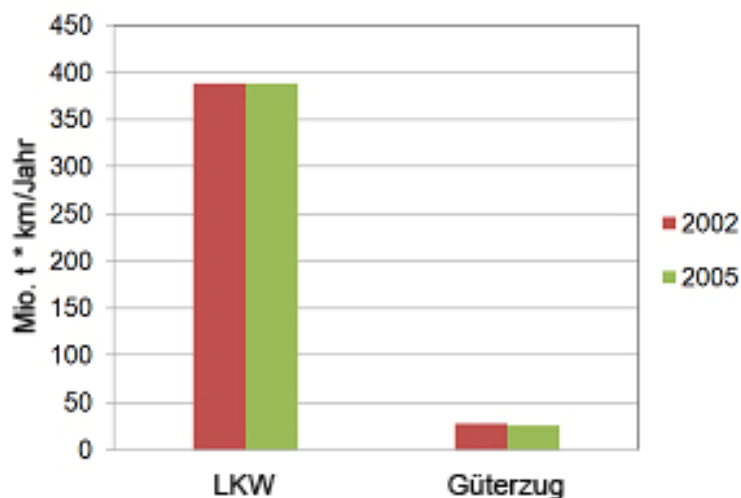


Abbildung 9 - Güterverkehr von und nach Bozen, ausgedrückt in Millionen Tonnen pro jährlich gefahrene Kilometer

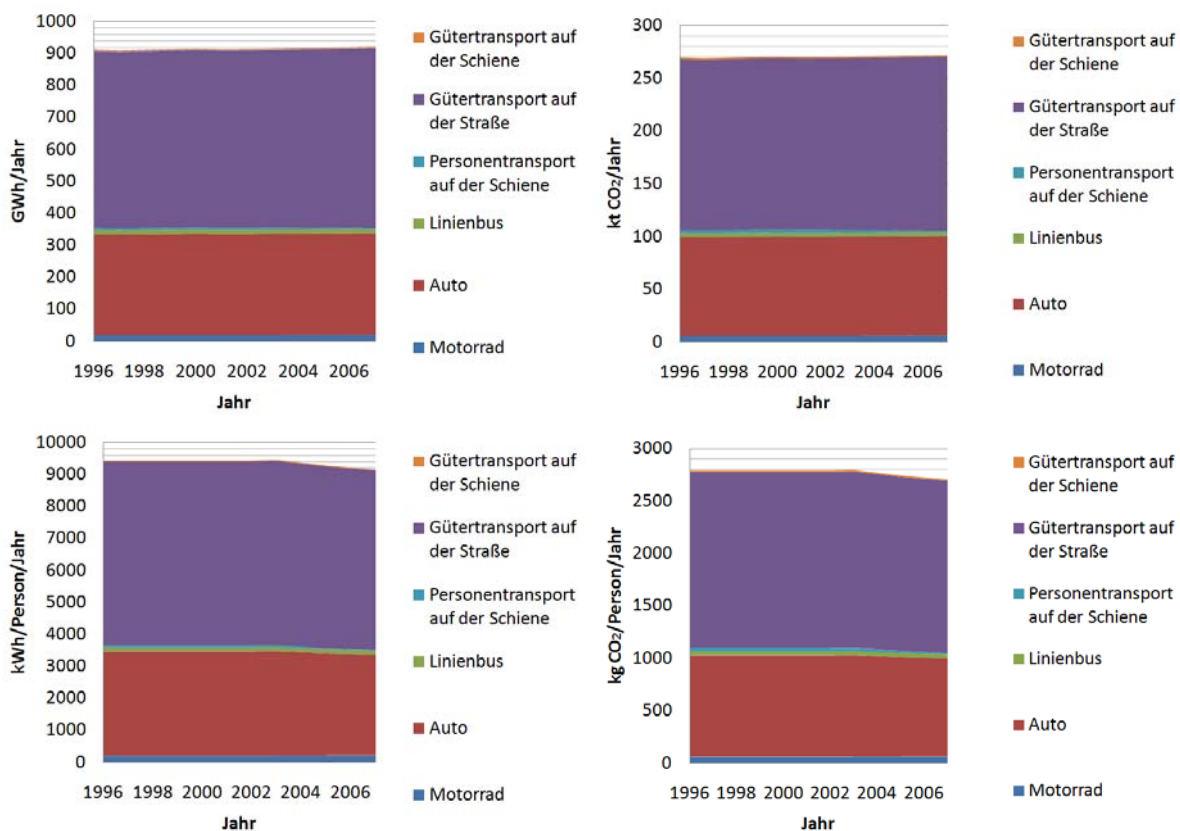


Abbildung 10 - Energieverbrauch und CO₂ Produktion aus dem Güter- und Personenverkehr. Jahresgesamtverbrauch; Pro-Kopf-Jahresverbrauch; Gesamte CO₂-Jahresproduktion; Pro-Kopf-CO₂-Jahresproduktion.

Abbildung 8 zeigt deutlich, dass ein entscheidender Teil des Verbrauchs und der Emissionen dem Autoverkehr zuzuordnen ist. Der dem öffentlichen Verkehr angelastete Verbrauch ist dagegen weitgehend unbedeutend. Für eine Einwohnerzahl von ca. 100.000 Personen, kann der Gesamtverbrauch mit 450 GWh/Jahr und ca. 1,3 Tonnen CO₂/Person/Jahr angegeben werden.

Die für die Berechnung verwendete Software schließt den Luftverkehr nicht mit ein. Der Beitrag an CO₂ Emissionen der Stadt Bozen durch den Flugverkehr des Flughafen Bozens hält sich in Grenzen: 600 Tonnen CO₂/Jahr, was 0.006 Tonnen CO₂/Person/Jahr im Jahr 2006 entspricht (11).

Der Güterverkehr aus der Stadt und in die Stadt, ist in Abbildung 9 dargestellt. Hier kann abgelesen werden, dass dieser ebenfalls vollständig der Straße und nicht der Schiene zuzuordnen ist. Der Primärenergieverbrauch und die CO₂ Emissionen des Güterverkehrs sind in Abbildung 10 zusammen mit den Daten zum Personenverkehr dargestellt.

Auch in diesem Fall wurde der Kausalitätsansatz herangezogen, der dem gesamten Bozner Verkehr berücksichtigt, der durch den Transport von Gütern aus Konsum und Erzeugung entsteht. Aus der Grafik ist ablesbar, dass der Schienenverkehr eine nicht wesentliche Bedeutung hat, während der Straßenverkehr ca. 50% der gesamten Verkehrsemissionen ausmacht. Absolut gesehen, geht der Gütertransport mit einem Verbrauch von ca. 550 GWh/Jahr einher, d.h. 1,6 TonnCO₂/Person/Jahr.

Die durch den Personenverkehr (der Bozner Einwohner) und dem Transport von Gütern aus- und in die Stadt verursachten CO₂ Emissionen betragen in Summe ca. 3 Tonnen CO₂/Person/Jahr. Für eine genauere Bestimmung der CO₂ Emissionen des Verkehrs, müsste eine punktuelle Erhebung der jährlich zurückgelegten Entfernungen der untersuchten Transportmittel gemacht werden.

4.2 Gebäude - Infrastrukturen

Der Energiekonsums wurde nicht nur im Transportbereich ermittelt, sondern auch als Elektrischer- und Thermischer Energieverbrauch im Wohnsektor und in verschiedenen Wirtschaftssektoren festgestellt. Die Nutzung thermischer Energie ist sowohl auf den Heizbedarf der Gebäude als auch auf den Bedarf industrieller und landwirtschaftlicher Aktivitäten zurückzuführen. Thermische Energie wird in erster Linie über die Verbrennung von Methangas und Heizöl sowie der Verbrennung von Müll in der Müllverbrennungsanlage Bozen bereitgestellt.

Abbildung 11 zeigt, dass der Gesamtendenergieverbrauch mehr als 2000 GWh/Jahr beträgt. Was die CO₂ Emissionen anbelangt, ist jede/r Bozner EinwohnerIn für ca. 6.8 Tonnen CO₂/Person/Jahr verantwortlich, die in die Atmosphäre freigesetzt werden.

Die größten Anteile stammen aus dem Konsum von Methangas zur Beheizung der Gebäude, aus Produktionstätigkeiten und aus dem Verbrauch elektrischer Energie (1000 GWh/Jahr und 800 GWh/Jahr jeweils im Jahr 2007). Was die CO₂ Emissionen betrifft, ist der Anteil an elektrischer Energie bedeutender: 3,6 Tonnen CO₂/Person/Jahr sind der Verbrennung von Erdgas zuzuordnen, während 2,3 Tonnen CO₂/Person/Jahr der elektrischen Energie zuzuschreiben sind. Der letzte Anteil wurde anhand des nationalen Strommixes berechnet.

Auch die Müllverbrennung trägt hier wesentlich bei. Erwähnenswert ist, dass nur ein kleiner Teil der erzeugten Wärmeenergie (ca. 25%) dem Endverbraucher in Form von Strom und Wärme geliefert wird. Durch eine bessere Energienutzung soll das Verhältnis zwischen

Emissionen und Energiebereitstellung an den Endnutzer erheblich gesteigert werden. Dies wird durch den Bau der neuen Müllverbrennungsanlage umgesetzt.

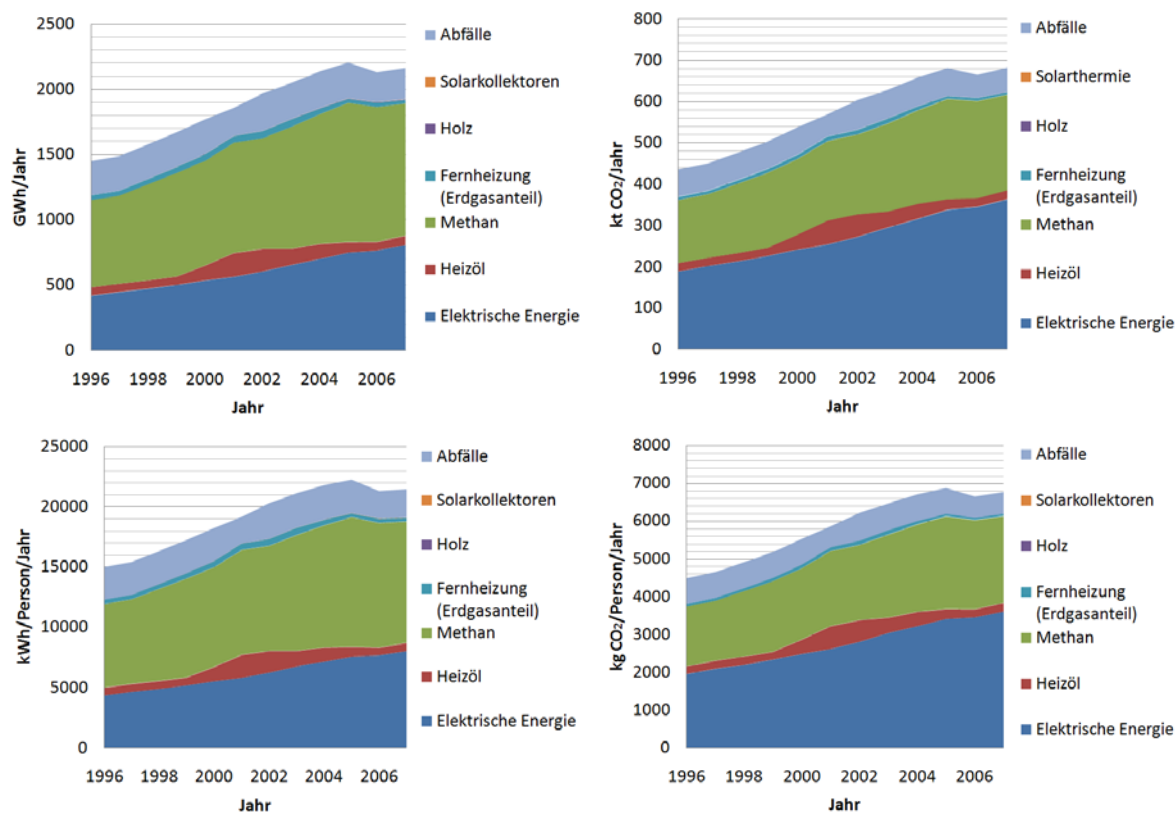


Abbildung 11 - Energieverbrauch und CO₂ Produktion des Gebäude- und Infrastrukturbereichs. Jahresgesamtverbrauch; Pro-Kopf-Jahresverbrauch; Gesamte CO₂-Jahresproduktion; Pro-Kopf-CO₂-Jahresproduktion.

4.3 Gemeindeverwaltung

Im Verbrauch des Gebäude- und Infrastrukturbereichs ist auch der Verbrauch der Gemeindeverwaltung mit eingeschlossen. Die Analyse des Erdgasverbrauchs zum Beheizen der Gebäude, des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung, der Beleuchtung und der Gebäudeanlagen ergibt einen absoluten Verbrauch von ca. 50 GWh/Jahr (2007), d.h. ca. 160 KgCO₂/Person/Jahr (wobei als Person die Bozner Einwohner und nicht die Gemeindeangestellten bezeichnet sind).

In diesem Fall macht der Erdgasverbrauch den größten Teil aus, obwohl der Stromverbrauch öffentlicher Gebäude, wahrscheinlich aufgrund des steigenden Bedarfs an Sommerkühlung durch elektrische Klimaanlage, ständig wächst. Der Energieverbrauch für die öffentliche Beleuchtung ist in den letzten Jahren leicht rückgängig (siehe Abbildung 12). Die Evaluierung der Daten zu den CO₂ Emissionen zeigt, dass der elektrische Energiekonsum in den Gebäuden erheblich angestiegen ist, wobei ein Rückgang des thermischen Energiekonsums und des Stromverbrauchs zur Beleuchtung in den letzten Jahren festgestellt wurde.

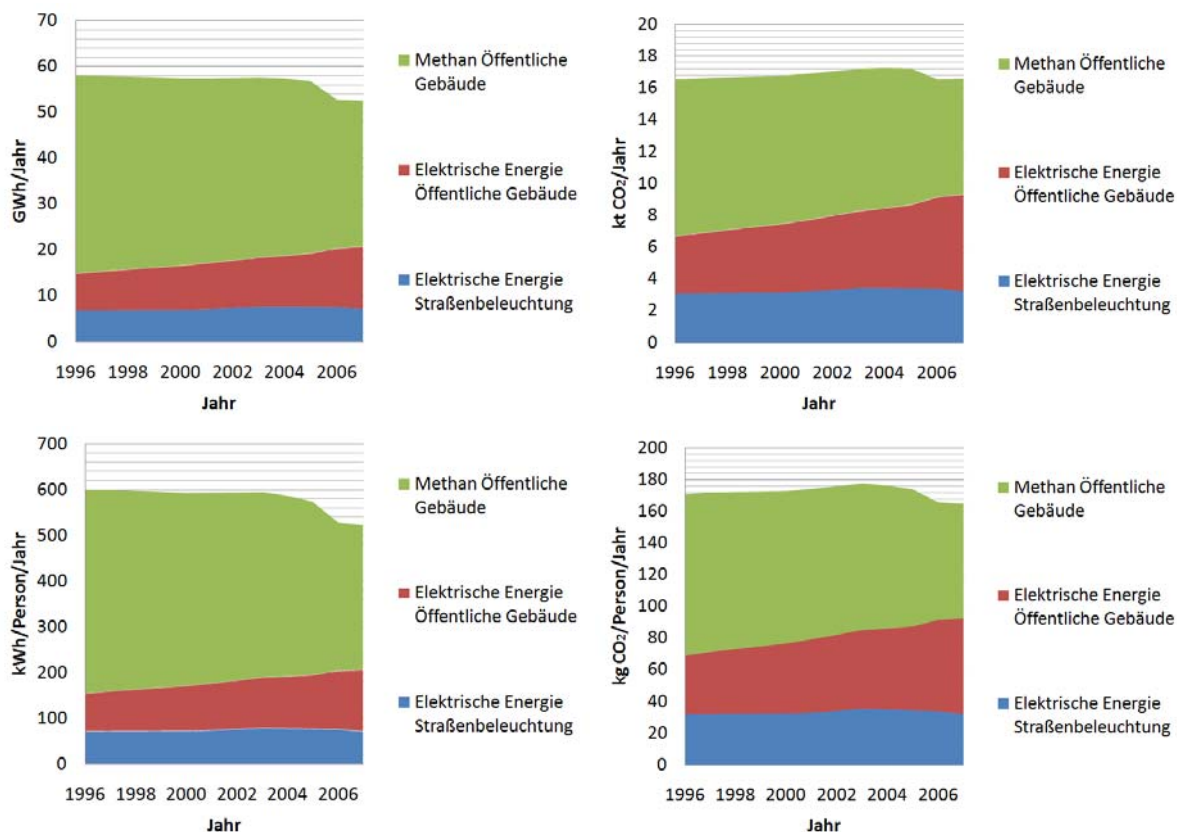


Abbildung 12 - Energieverbrauch und CO₂ Produktion der Gemeindeverwaltung. Jahresgesamtverbrauch; Pro-Kopf-Jahresverbrauch; gesamte CO₂-Jahresproduktion; Pro-Kopf-CO₂-Jahresproduktion.

4.4 Gesamtverbrauch

An dieser Stelle sind der Gesamtenergieverbrauch und die zugehörigen Gesamtemissionen der Stadt Bozen aufgelistet. In Abbildung 13 und Abbildung 16 werden jeweils der Verbrauch und die CO₂ Emissionen für das Jahr 2007 angegeben.

Der Gesamtenergieverbrauch beläuft sich auf ca. **3200 GWh/Jahr**. Davon sind ca. 37% auf die Gebäudeheizung und auf den Erdgaskonsum für Produktionstätigkeiten zurückzuführen, ca. 32% sind dem elektrischen Energieverbrauch zuzuschreiben und die restlichen 31% sind dem Transportbereich zuzuordnen. Daraus geht hervor, dass der Pro-Kopf-Energieverbrauch ca. **32 MWh/Person/Jahr** beträgt.

Die CO₂ Emissionen sind hingegen gleichmäßig verteilt und belaufen sich auf ca. **9,7 Tonn/Person/Jahr**.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass ein beachtlicher Teil des Energieverbrauchs (ungefähr 28%) nicht quantifiziert werden konnte (siehe Abbildung 17, halbtransparente Daten) Diese Daten wurden mit Hilfe der Berechnungssoftware ECO2Regio (siehe Annex I) zur Ermittlung der CO₂ Emissionen ermittelt. Auch wenn Näherungswerte verwendet wurden, konnte ein Unterbewerten des Gesamtbetrages der CO₂ Emissionen umgangen werden.

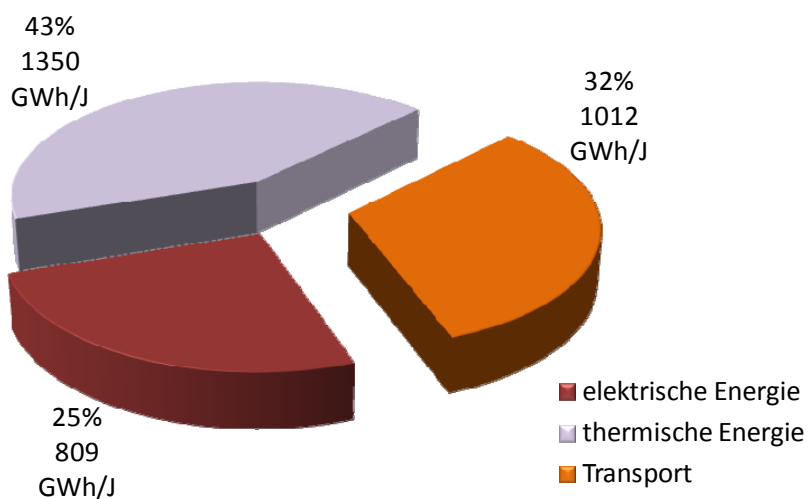


Abbildung 13 - Gesamtenergieverbrauch der Stadt Bozen

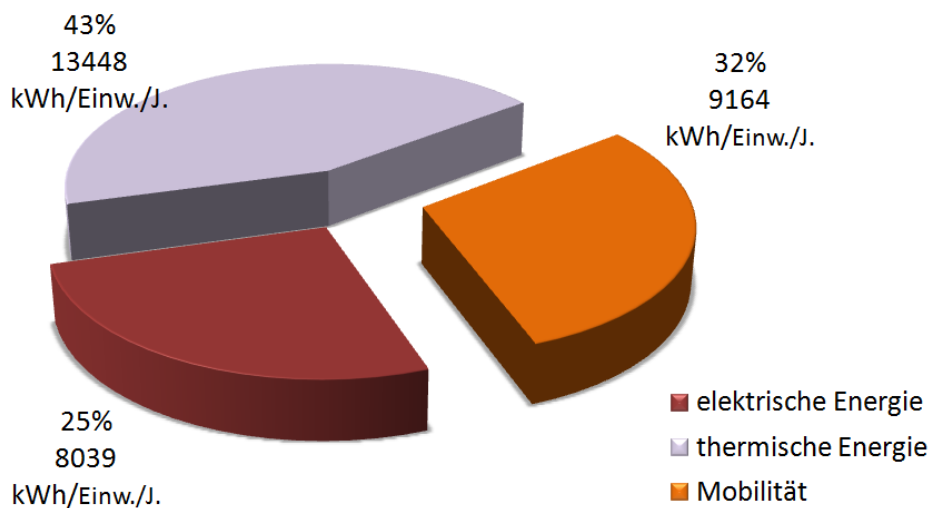


Abbildung 14 - Pro-Kopf Gesamtenergieverbrauch der Stadt Bozen

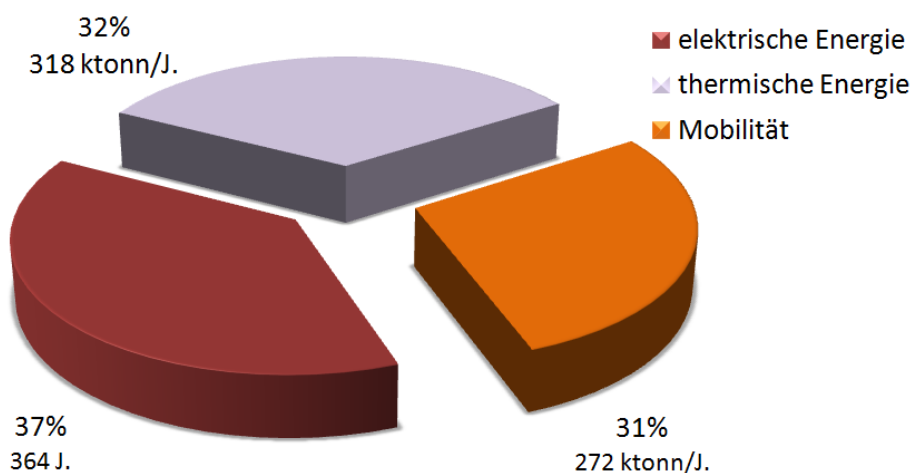


Abbildung 15 - Gesamte CO₂ Emissionen der Stadt Bozen

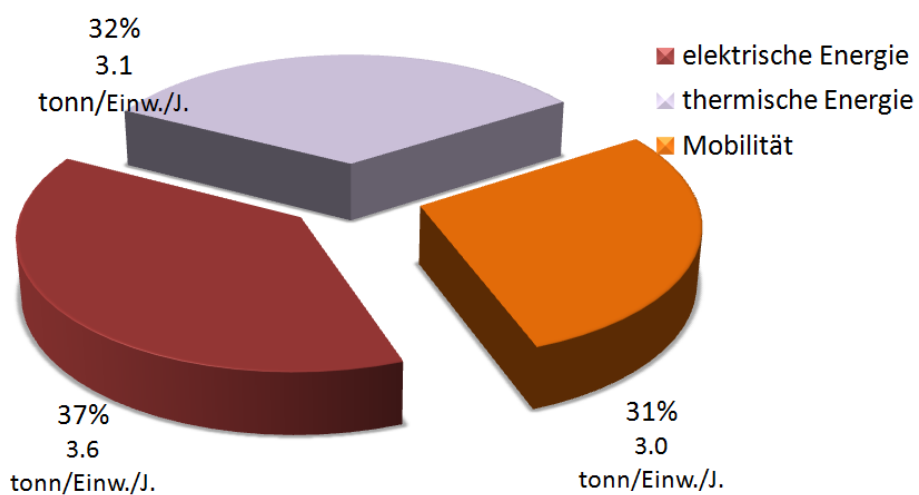


Abbildung 16 - Pro-Kopf CO₂ Emissionen der Stadt Bozen

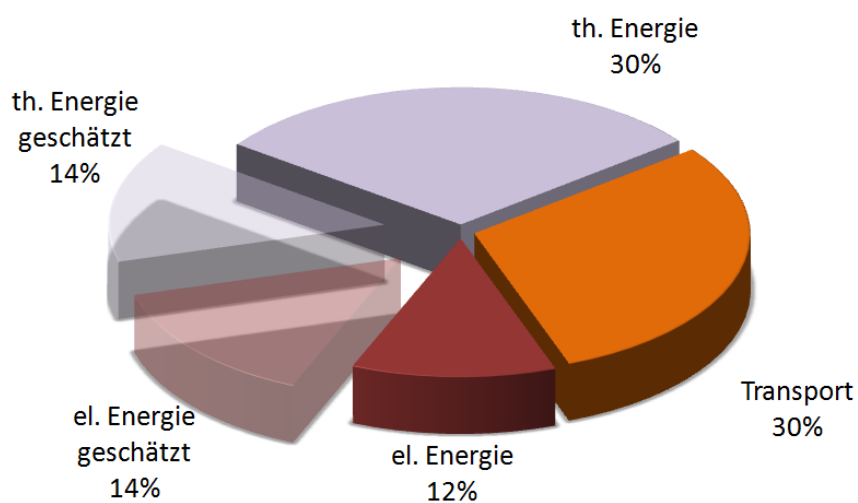


Abbildung 17 - Gesamtenergiekonsum der Stadt Bozen mit Aufgliederung nach: Zur Verfügung stehende reellen Daten (opak) und geschätzte Daten (halbtransparent).

5 Reduzierung der Emissionen: Analyse der einzelnen Maßnahmen

Nachdem der Energieverbrauch und die damit verbundene CO₂ Emissionen festgestellt wurden, wurde die Wirksamkeit einiger Interventionsmöglichkeiten bewertet, die die Stadt veranlassen könnte. Die untersuchten Maßnahmen sind:

- Wärmedämmung der Gebäudehülle eines gesamten Stadtviertels. Als Beispiel wurde der Stadtviertel Europa herangezogen.
- Anhebung des Baustandards für neue Wohngebäude von KlimaHaus B zu KlimaHaus A oder KlimaHaus Gold Standard.
- Verwendung von Photovoltaik und Solarthermie als Baustandard für neue Wohngebäude.
- Energetische Sanierung der öffentlichen Gebäude der Stadt Bozen.
- Bau von Wasserkraftwerken an Flüssen, die durch die Stadt fließen.
- Modernisierung der Müllverbrennungsanlage.

5.1 Wärmedämmung der Gebäude eines gesamten Stadtviertels

Aus den Daten der Volkszählung von 2001 (10) kann man entnehmen, dass 94,43% der Gebäude in Bozen vor 1991 erbaut wurden, 88,65% der Gebäude vor 1982 und 79,87% der Gebäude sogar vor 1972. Nur 7,5% der Bausubstanz stammen aus den Jahren nach 1991 (siehe Abbildung 18).

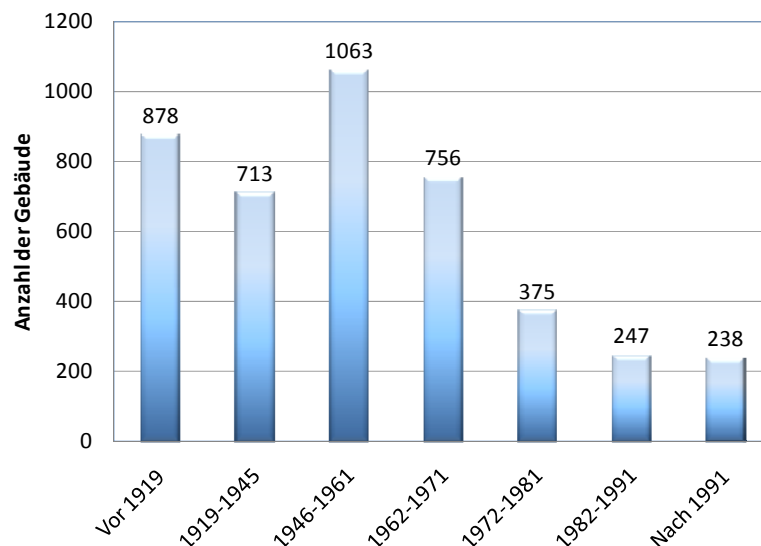


Abbildung 18 - Anzahl der Wohngebäude der Gemeinde Bozen nach ihrer Bauzeit.

Um das Energieeinsparungspotential und die CO₂ Emissionsreduktion der bestehenden Bausubstanz im Detail zu beurteilen, ist es notwendig, den Energiekonsum (thermischen und elektrischen Energiekonsum) eines jeden Gebäudes zu kennen. Aus den Daten des Realverbrauchs und ihrer Verknüpfung mit der Nettowohnfläche des Gebäudes, ist es

möglich, den Verbrauch pro Fläche festzustellen: das Ergebnis wird darauf mit den Bezugsdaten des KlimaHaus Qualitätsstandards verglichen werden. Da keine Energieverbrauchsdaten für jedes einzelne Gebäude vorhanden sind, wurde die Beurteilung des gebäudespezifischen Verbrauchs aus dem Baujahr, der Nettogeschossfläche, und dem durchschnittlichen Verbrauch eines Gebäudes zugehörig zu einer bestimmten Bauzeit bewertet. Angesichts der großen Datenmenge, die zu verarbeiten waren, beschloss man, sich ausschließlich auf ein Stadtviertel zu konzentrieren. Genauer genommen, hat man das Stadtviertel Europa herangezogen, da man hier von durchwegs homogenen Erbauungsjahren ausgehen konnte (Abbildung 19).

Das Ziel dieser Werteermittlung war es, die potentielle Reduzierung des Energieverbrauchs zu ermitteln, die man durch Sanierung der Gebäude des betrachteten Viertels durch Anhebung der Energieeffizienz auf KlimaHaus Standard B und KlimaHaus Standard A erreichen könnte.



Abbildung 19 - Das Stadtviertel Europa

5.1.1 Methodologie

Da keine Realenergieverbrauchsdaten für jedes einzelne Gebäude vorhanden waren, wurde der Verbrauch pro Gebäude anhand folgender Anfangskriterien abgeschätzt.

- Das analysierte Gebiet ist im Süden von der Mailand-Straße, im Norden von der Drususallee, im Osten von der Palermo-Straße und im Westen von der Reschen-Straße umgrenzt. Insgesamt wurden 202 Gebäude gezählt: 174 Mischgebäude (Wohn- und Handelsgebäude), 11 Handelsgebäude, 15 öffentliche Gebäude (Schulen, Kirchen) und 2 Dienstgebäude.
- Aus der Datenbank, des online Gemeindedienstes "Urbanistik online" (12) wurden die Bruttogeschossflächen und Höhen der Gebäude des Stadtviertels Europa entnommen. Zur Ermittlung der Anzahl der Stockwerke eines jeden Gebäudes, wurde eine Geschosshöhe von 3 m pro Stockwerk angenommen: diese Annahme wurde in einem Lokalausganschein im Juni 2009 übergeprüft, wobei die Anzahl der Stockwerke der Gebäude kontrolliert wurden.
- Dank des "Online-Archives" der Gemeinde Bozen (13) konnte das Jahr der Ausstellung der Bewohnbarkeitserklärung für jedes Gebäude festgestellt werden, welches als Baujahr desselben Gebäudes betrachtet wurde. Diese Daten wurden mit der Anzahl der im Stadtviertel Europa vorhandenen Gebäude verknüpft: so konnte jedes Gebäude je nach Baujahr einer entsprechenden Bauperiode zugeordnet werden. In nachfolgender

Auflistung Bauperiode kann man entnehmen, dass der Großteil der betrachteten Gebäude in den sechziger und siebziger Jahren erbaut wurde (siehe Abbildung 20):

- 1940 - 1949: 2,5%
 - 1950 - 1959: 12,6%
 - 1960 - 1969: 43,4%
 - 1970 - 1979: 27,3%
 - 1980 - 1989: 8,6%
 - 1990 - 1999: 4,0%
 - 2000 - 2009: 1,5%.
- Je nach Bauperiode wurde für die Stadt Bozen ein Heizenergieverbrauch pro Gebäude angenommen (siehe Abbildung 21) (14).

Die beheizte Nettowohnfläche für das Stadtviertel wurde wie folgt berechnet: Die Nettowohnfläche wurde aus der Bruttogeschossfläche multipliziert mit einem Faktor von 0.8 errechnet.

$$A_{\text{Nettogeschossfläche Gebäude}} = \sum_i^n A_{\text{Nettogeschossfläche } i} \cdot n_{\text{Stockwerke Gebäude } i} \text{ [m}^2 \text{]}$$

Die Anzahl der Stockwerke jedes Gebäudes ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen der Gebäudehöhe, die aus dem Wert der Höchstquote des Gebäudes (12), und einem Wert von 3 m berechnet wird, der als Geschosshöhe für Wohngebäude angenommen wird. Das Online-Archiv der Provinz gibt auch Aufschluss über die Nutzungstypologie eines jeden Gebäudes. Für Handelsgebäude wurde eine Geschosshöhe von 4 m angenommen. Diese Annahmen und geometrischen Hypothesen wurden sodann anhand eines Lokalausweises validiert. Der Heizenergieverbrauch der betrachteten Gebäude wurde mit folgender Formel ermittelt:

$$E_{\text{Jahr Stadtviertel}} = E_{\text{spez nach Bauperiode}} \cdot A_{\text{Nettogeschossfläche Gebäude}} \text{ [GWh/anno]}$$

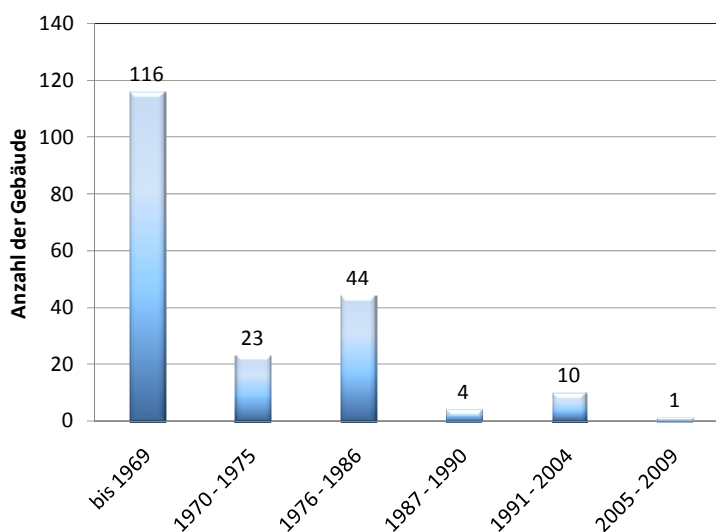


Abbildung 20 - Stadtviertel Europa: Anzahl der Gebäude pro Bauzeit.

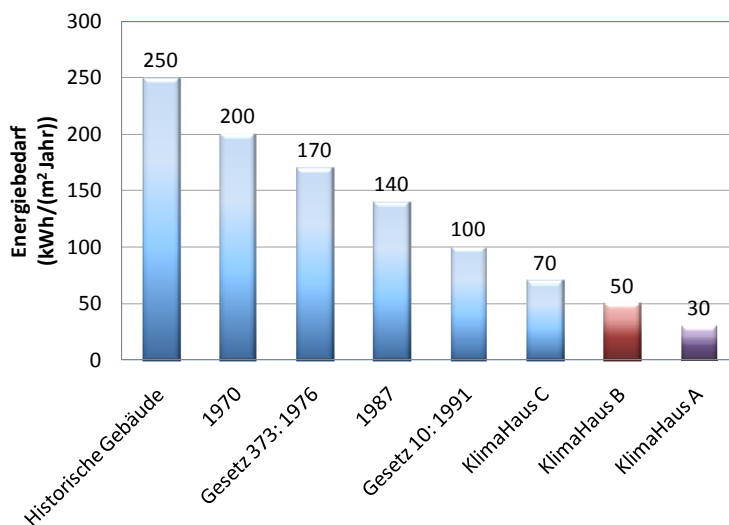


Abbildung 21 - Energieverbrauchswerte für Heizung je Flächeneinheit für Gebäude unterschiedlicher Bauzeiten (14).

5.1.2 Ergebnisse

Dank dieser Methodologie konnte man den aktuellen spezifischen Heizenergieverbrauch des analysierten Stadtviertels beurteilen. Dieser Wert wurde dann mit dem Wert des spezifischen Verbrauchs von 50 kWh/m² (Standard für KlimaHaus B) und 30 kWh/m² (Standard für KlimaHaus A) verglichen. Tabelle 1 zeigt die Verbrauchswerte der analysierten Gebäude. Wie aus der Tabelle ersichtlich, ergibt die Berechnung einen jährlichen Gesamtwert von ca. 100 GWh/Jahr, wobei der höchste Teilbeitrag den vor dem Jahr 1970 erbauten Gebäuden zuzuschreiben ist.

Tabelle 1 - Berechnung des jährlichen Energieverbrauchs der bestehenden Gebäude

		Bis 1969	1970-1975	1976-1986	1987-1990	1991-2004	2005-2009
Anzahl der Gebäude	<i>[n]</i>	116	23	44	4	10	1
Bedarf je Zeitraum	<i>[kWh/m² J]</i>	250	200	170	140	100	70
Fläche	<i>[m²]</i>	204.784	85.820	149.618	21.511	5.872	220
Gesamten ergieverbr	<i>[GWh/J]</i>	51	17	25	3	0.6	0.01
Gesamtwert		<i>97 [GWh/J] und 208 [kWh/m²/J]</i>					

Die Grafiken in Abbildung 22 und Abbildung 23 vergleichen den Energieverbrauch des Wohnbaubestands im Stadtviertel Europa mit dem Energieverbrauch desselben Baubestands (mit derselben Wohnfläche), der nach dem Baustandard KlimaHaus B und A durch eine energetische Sanierung erreicht wird. Es geht hier eindeutig hervor, dass der aktuelle Verbrauch von 97 GWh/Jahr auf ca. 23 bzw. 14 GWh/Jahr reduziert würde.

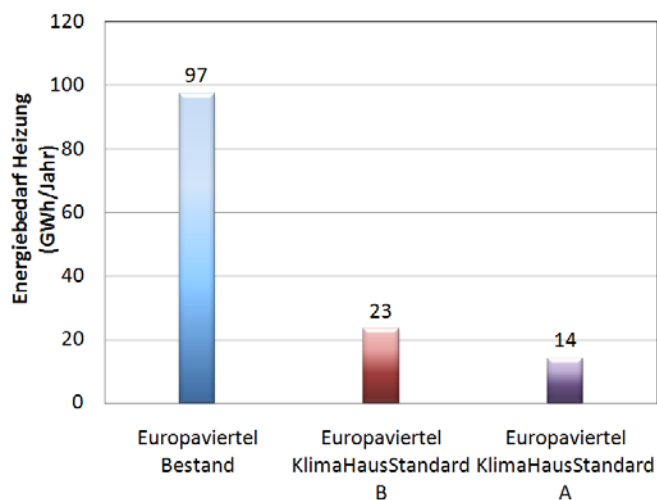


Abbildung 22 - Heizenergieverbrauch des Wohnbaubestands des Stadtviertels Europa (blau), verglichen mit dem Verbrauch derselben Gebäude, wenn sie nach Baustandard KlimaHaus B (rot) oder A (lila) erbaut wären.

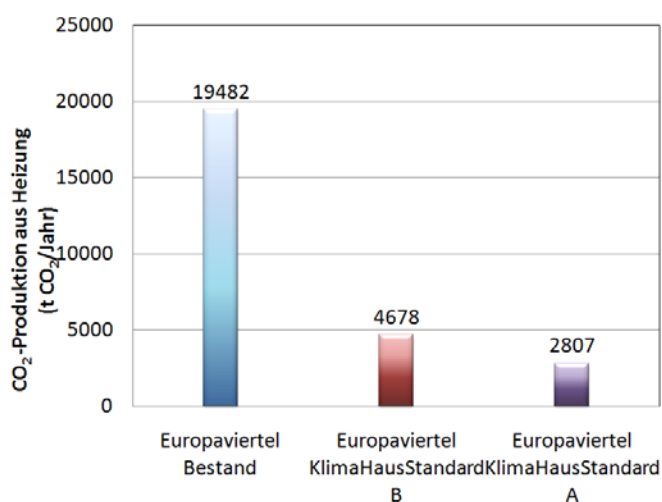


Abbildung 23 - CO₂ Emissionen der Heizanlagen des Wohnbaubestands des Stadtviertels Europa (blau), verglichen mit dem Verbrauch derselben Gebäude, wenn sie nach Baustandard KlimaHaus B (rot) oder A (lila) erbaut wären.

Wenn man eine realistische Sanierung der betrachteten Gebäude auf einen Baustandard KlimaHaus B annimmt, und eine angemessene Reduzierung der Kosten mit einrechnet, würde man eine Jahresenergieeinsparung von ca. 74 GWh/Jahr erreichen. Eine Sanierung der Gebäude auf KlimaHaus Standard A würde eine Energieeinsparung von weiteren 9 GWh/Jahr mit sich bringen. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die für das Stadtviertel Europa durchgeführten Berechnungen von Verbrauchsdaten und Schätzungen des Heizenergiebedarfs ausgehen und den Energieverbrauch für Warmwasser und für den Haushalt (Küche, Elektroanlagen, usw.) nicht beinhalten.

Außerdem kann bezüglich Emissionsreduzierung durch eine Sanierung auf KlimaHaus Standard B eine Einsparung von ca. 17 kt CO₂/Jahr erfolgen, und eine weitere Erhöhung des KlimaHaus Standards zu einer Einsparung von weiteren 2 kt CO₂/Jahr führen.

Die Kosten der Sanierungsarbeiten pro Flächeneinheit wurden ausgehend von den Kosten einer Sanierung, die am Gebäude der Dalmatien-Straße Nr. 60-60-62 vom Institut für den sozialen Wohnbau des Landes Südtirol (WOBI Bozen) durchgeführt wurde, kalkuliert. Zu den Investitionskosten wurden nur Posten welche die Gebäudehülle und die damit verbundenen Bauarbeiten betreffen, berücksichtigt. Der berechnete Wert liegt bei ca. 250 €/m². Wenn man zusätzlich auch die Kosten zur Zentralisierung der Heizungsanlage mit entsprechender Steigerung der Effizienz des Produktions- und Verteilungssystems (inklusive Isolierung der Rohrleitungen) berücksichtigt, würden sich die Investitionskosten auf 440 €/m² belaufen.

Im Falle eins würde die Sanierung des gesamten Stadtviertels ca. 117 M€ kosten, im zweiten Fall 206 M€. Dieser Betrag kann mit der jährlichen Ersparnis durch Reduzierung des Energieverbrauchs (74 GWh/Jahr) verglichen werden. Wenn man einen aktuellen Preis zur Produktion thermischer Energie aus Methangas von ca. 76 €/MWh (15) annimmt, erhält man eine jährliche Kosteneinsparung von circa 5.6Mio € (vom zu erwartende Preisanstieg des Treibstoffes von 4-5% pro Jahr wurde in dieser Berechnung abgesehen).

5.2 Änderung des Baustandards für neue Wohngebäude

Die Energieregulierung im Bauwesen der Gemeinde Bozen betrifft sowohl den Bau neuer Gebäude als auch die Sanierung bestehender Gebäude. Wenn man Neubauten betrachtet, können verschiedene Szenarien zur Reduzierung der CO₂ Emissionen durchgespielt werden. Die Analyse solcher Szenarien hängt jedoch vom Ausgangsdatum und der damit verbundenen Anzahl neuer Gebäude ab, die innerhalb eines Jahres erbaut werden. Die Schätzung dieser Daten wurde vom Amt für Urbanistik der Gemeinde Bozen durchgeführt und gibt als Ergebnis die Anzahl der in einem Jahr in Bozen realisierten neuen Wohnbauten an. Sie beläuft sich auf etwa 200 Wohngebäude pro Jahr. Die zweite Angabe, die für die Analyse erforderlich ist, betrifft die zugewiesene Wohnfläche für neue Wohngebäude. Für diese Schätzung wurde ein Durchschnittswert für die Wohnfläche je Wohneinheit in der Gemeinde Bozen verwendet, nämlich 79 m² je Wohneinheit (16). Aus diesen Daten erhält man für Neubauten eine Wohnfläche von 15800 m²/Jahr, unter Annahme dass die Wohnbauten im Durchschnitt 5 Stockwerke und 4 Wohnungen pro Stockwerk besitzen. Die Anzahl der Neubauten ist mit 10 Gebäuden pro Jahr festgelegt, jedes mit einer Grundfläche von ca. 316 m², was einer Geschossfläche von 3160 m² entspricht (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 - Schätzung zu Neubauten im Gemeindegebiet Bozen.

Anzahl neue Wohnungen	<i>[Nw/Jahr]</i>	200	Amt für Urbanistik Gemeinde BZ
Durchschnitt Wohnfläche	<i>[m²]</i>	79	ASTAT
Jährliche Wohnfläche	<i>[m²]</i>	15800	
Anzahl Bewohner		3	
Anzahl Wohnungen pro Stockwerk	<i>[Wohn./Stock]</i>	4	Schätzung Eurac
Anzahl Stockwerke	<i>[Stock./Gebäude]</i>	5	Schätzung Eurac
Anzahl neue Gebäude	<i>[Gebäude/Jahr]</i>	10	
Durchschnittsgrundfläche pro Gebäude	<i>[m²]</i>	316	
Gesamtfläche neue Gebäude	<i>[m²]</i>	3160	

5.2.1 Änderung des Standards für Neubauten

Anhand der Schätzung der jährlich durchschnittlich erbauten Wohnfläche für Neubauten kann der Heizenergieverbrauch für Gebäude der verschiedenen KlimaHaus Standards B, A und Gold einfach berechnet werden:

$$E_{\text{geschätzt KlimaHaus}} = A_{\text{Wohnfläche Neubauten}} \cdot C_{\text{Limit KlimaHaus}} \text{ [GWh/anno]}$$

Die Ergebnisse zeigen, dass die jährliche Energieeinsparung durch Verbesserung des KlimaHaus-Standards für neue Wohngebäude von KlimaHaus Standard B auf KlimaHaus Standard A oder Gold ca. 300-400 MWh/Jahr beträgt.

Dies zeigt, dass trotz hoher Energiestandards für neue Wohngebäude eine wesentliche Reduzierung des Heizenergieverbrauchs nur dann erreicht werden kann, wenn dies in Kombination mit einer massiven Umstrukturierung des bestehenden Baubestandes erfolgt: der gesamte Energieverbrauch des Wohnbaubereichs belief sich im Jahr 2007 auf 745 GWh/Jahr.

5.2.2 Einsatz von Solaranlagen bei Neubauten

Außerdem wurde die Möglichkeit der Pflichtinstallation von Photovoltaik- oder Solaranlagen auf Neubauten evaluiert. Thermische Solaranlagen sollten einen Teil des Wärmebedarfs für Warmwasser decken (diese Maßnahme ist in der Gemeinde Bozen schon gültig).

Im folgenden werden zwei Szenarien zur Anwendung der Solarenergie vorgeschlagen: im ersten Fall wird die komplette Eindeckung der verfügbaren Dachflächen der Neubauten mit Photovoltaikpaneele untersucht; im zweiten Fall wird der Einsatz von thermischen Solarkollektoren, welche 60% des Gesamtbedarfs an Warmwasser decken sollten, in Betracht gezogen, und für die verbleibende Fläche Photovoltaikpaneele eingesetzt. Um eine theoretische Obergrenze festzumachen wurde beschlossen, die gesamte neu erbaute Grundfläche der Gebäude (3160 m²/Jahr) für die Installation von Solaranlagen in Betracht zu ziehen. In beiden Fällen wurden die berechneten Daten mit dem Energieverbrauch einer typischen Wohnung verglichen (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3 - Bezugsdaten zum Energieverbrauch einer typischen Wohnung in Italien (Bozen) nach nationalen und lokalen Standards.

Gerbrauchslasten			Quelle
Heizen	[kWh/m ² J]	30	KlimaHaus A B
Kühlen	[kWh/m ² J]	5	EURAC-Schätzung auf Grund dynamischer Simulationen
Stromverbrauch	[kWh/m ² J]	31	Durchschnittswert Italiens (EURECO – Politecnico di Milano)
Kochen	[kWh/m ² J]	22	UNI/TS 11300 -2 (für eine Durchschnittsfläche von 80 m ²) (18)
Warmwasserbereitung.	[kWh/m ² J]	17	UNI/TS 11300 -2 (für eine Durchschnittsfläche von 80 m ²) (18)
Gesamtwert	[kWh/m ² J]	125	

Im ersten Fall ergibt sich aus den Berechnungen, dass 80% des elektrischen Energiebedarfs abgedeckt werden können- unter Berücksichtigung der Tatsache, dass in den Breiten von

Bozen 1 kWp Photovoltaik ca. eine Fläche von 8 m² einnimmt und ca. 1 MWh/Jahr elektrische Energie erzeugt. In Abbildung 24 sind die berechneten Werte illustriert. Die jährliche Energieproduktion der Photovoltaikanlagen an Neubauten (Grenzfall bei Nutzung der gesamten Grundfläche) würde sich also auf ca. 395 MWh/Jahr belaufen.

Für das zweite Szenario, bei dem für den Breitengrad der Stadt Bozen ein Arbeitsvermögen der Thermischen Solaranlage von 400 kWh/m²/Jahr angenommen wird, zeigen die durchgeführten Analysen, dass eine Abdeckung des Warmwasserbedarfs von 60% mit der Abdeckung von 70% des Elektroenergiebedarfs gekoppelt werden kann. Dieses Ergebnis ist auf die größere Effizienz bei Umwandlung der Solarstrahlung in Wärmeenergie als in elektrische Energie zurückzuführen. Unter den genannten Bedingungen beläuft sich daher die jährlich aus Photovoltaik und Solarthermie erzeugbare Energie auf ca. 343 elektrische MWh/Jahr bzw. 161 thermische MWh/Jahr.

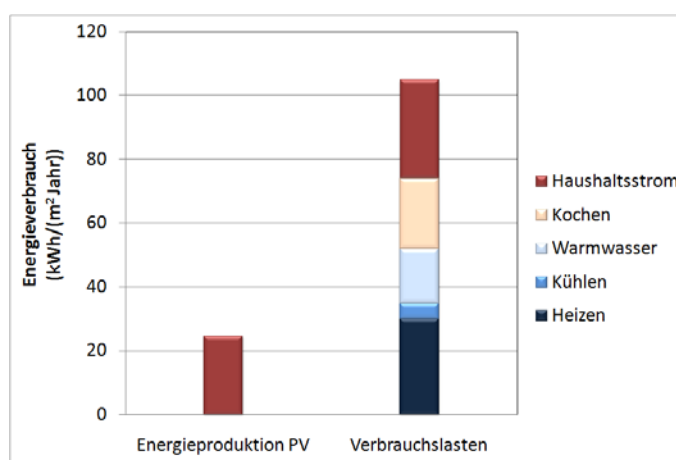


Abbildung 24 - Vergleich der Verbrauchslasten einer Wohnung mit Standard KlimaHaus B und der Produktion elektrischer Energie durch eine Photovoltaikanlage, welche ausgelegt auf den Extremfall, die Nutzung der gesamten Dachfläche des Gebäudes vorsieht.

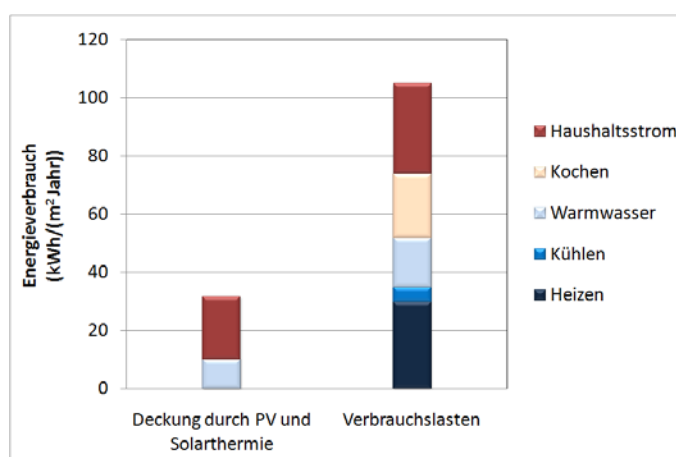


Abbildung 25 - Vergleich zwischen den Gesamtlasten einer Wohnung mit Standard KlimaHaus B, der Produktion von elektrischer Energie aus Photovoltaikanlage und der Warmwasserproduktion aus Solarthermie, im Grenzfall der Benutzung der gesamten Grundfläche des Gebäudes.

5.3 Energetische Sanierung der Öffentlichen Gebäude

Im Folgenden werden Ergebnisse zur Untersuchung potentieller Energieeinsparung, die durch die energetische Sanierung der Öffentlichen Gebäude erreicht werden könnten, präsentiert.

Die Anzahl der Gebäude und die beheizten Bruttogeschossflächen der Gebäude wurden aus dem „Bericht über den Energieverbrauch der Gemeinde Bozen - 1996“ entnommen, der vom Ökoinstitut im Januar 1998 (17) verfasst worden war. Die beheizte Bruttogeschossfläche der einzelnen Gebäude wurden aufsummiert, um einen Gesamtwert für das ganze Gemeindegebiet zu erhalten. Aus dem Katasterplan geht hervor, dass 234 Gebäude gezählt wurden: diese Anzahl beinhaltet jedoch auch Strukturen wie Strom-Verteilerhäuschen, Parkgaragen und andere Flächen, die keine Heizanlage haben. Hingegen beläuft sich die Anzahl der Gebäude, die im Jahr 1996 einen Liefervertrag für Gas und Elektrizität hatten auf 133 Einheiten. Die beheizte Bruttogeschossfläche dieser Gebäude beträgt insgesamt 291423 m².

Aus den Daten der Energielieferungsverträge der Jahre 2004-2005-2006, die auf Namen der Gemeinde Bozen ausgestellt sind, ergeben sich außerdem 134 beheizte Gebäude/Strukturen. Als Bezugswert für die Gemeindefläche bezog man sich daher auf Werte des Berichts von 1996. Die verwendeten Daten sind in Tabelle 4 wiedergeben.

Tabelle 4 - Anzahl der Öffentlichen Gebäude und beheizte Bruttogeschossfläche.

		1996	2006
Anzahl der Öffentlichen Gebäude	<i>[A Gebäude]</i>	133	134
Beheizte Bruttogeschossfläche	<i>[m²]</i>	291423	

5.3.1 Heizenergieverbrauch

Für die Jahre 2004, 2005 und 2006 wurden die Daten des Erdgasverbrauchs erfasst (Quelle Dienststelle für Anlagen der Gemeinde Bozen). Anhand dieser Daten berechnete man einen Verbrauchsindex pro Fläche, wie in Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5 - Heizenergieverbrauch Öffentlicher Gebäude als Jahreswerte und als Jahreswerte pro Fläche.

		1996	2006
Heizenergieverbrauch der Öffentlichen Gebäude	<i>[GWh/Jahr]</i>	35	32
Spezifischer Heizenergieverbrauch pro Flächeneinheit	<i>[kWh/m² Jahr]</i>	120	111

Die zwei betrachteten Szenarien bewerten die Energieeinsparung, die durch eine mögliche energetischen Sanierung aller Gemeindegebäude erzielt werden könnte, wenn diese auf Energiestandard KlimaHaus B (50 kWh/m² J) oder KlimaHaus A (30 kWh/m² J) gebracht werden würden. Dafür wurde die in Tabelle 4 berechnete Fläche mit dem spezifischen Energieverbrauch der beiden Standards multipliziert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 dargestellt. Die hier dargestellten Szenarien weisen eine Reduzierung des Heizenergieverbrauchs von 55% bis 73% auf.

Tabelle 6 - Heizenergieverbrauch der der Öffentlichen Gebäude.

		1996	2006	KlimaHaus B	KlimaHaus A
Heizenergieverbrauch pro Jahr	<i>[GWh/Jahr]</i>	35.	32	15	9
Jahreseinsparung gegenüber 2006	<i>[GWh/Jahr]</i>	/	/	18	24

5.3.2 Elektroenergieverbrauch

Genauso wie im vorigen Abschnitt wurde der Verbrauch pro Flächeneinheit anhand historischer Verbrauchswerte der Jahre 2004 bis 2006 berechnet.

Wenn man die berechneten Werte pro Fläche mit den typischen Daten eines Büros mit hoher Energieeffizienz vergleicht (Laptop, energiesparende Drucker und Faxgerät, LED-Lampen, Strategien zur automatischen Beleuchtungskontrolle...), erzielt man eine Energieeinsparung von bis zu 65% des Verbrauchswerts des Jahres 2006. Die Bezugsdaten für ein Geschäftsgebäude mit Büronutzung, das nach Prinzipien hoher Energieeffizienz geplant wurde, wurden an der EURAC berechnet. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 7.

Tabelle 7 - Elektroenergieverbrauch der Öffentlichen Gebäude.

		2004	2005	2006
Jahresverbrauch elektrische Energie	<i>[GWh/Jahr]</i>	11	12	13
Jahresverbrauch elektrische Energie pro Fläche	<i>[kWh/m²/J]</i>	38	40	44
Jahresverbrauch elektrische Energie - Büros mit hoher Energieeffizienz	<i>[kWh/m²/J]</i>	15		

5.4 Modernisierung der Müllverbrennungsanlage

Derzeit ist eine neue Müllverbrennungsanlage in Bozen in Bau. Ihre Kapazitäten zu Müllverbrennungsmenge und produzierter Energie sind in Tabelle 8 aufgelistet. Wie aus der Aufstellung ersichtlich, wird die Müllverbrennungsanlage imstande sein, bis zu 130000 Tonnen Abfälle jährlich zu entsorgen, und dabei ca. 68 GWh/Jahr elektrische Energie sowie 108 GWh/Jahr Wärmeenergie (eingespeist in das Fernheiznetz) bereitzustellen. Die Wärmeproduktion ist durch die Anzahl der maximalen Betriebsstunden (4000) beschränkt.

Die Einträge an elektrischer und thermischer Energie werden vom Energieverbrauch, der bisher mit fossilen Brennstoffen gedeckt wird, abgezogen. Nicht ohne Bedeutung ist jedoch die Zunahme der Müllmenge, die von aktuellen 70000 Tonnen/Jahr auf vorhersehbaren 130000 Tonnen/Jahr (Berechnung EcoCenter) ansteigen wird. Wenn auch der vorgesehene Betriebsplan der Müllverbrennungsanlage eine Reduzierung von ca. 0,5 Tonnen CO₂/Person/Jahr- dank höherer Leistung gegenüber der jetzigen Anlage vorsieht, so ist dennoch mit einer Zunahme der Emissionen um ca. 0,1 Tonnen CO₂/Person/Jahr zu rechnen, da die Menge an verbranntem Müll zunehmen wird.

Tabelle 8 - Charakteristiken der neuen Müllverbrennungsanlage. Quelle EcoCenter.

N. Cella	Descrizione	U.M.	Assetto di marcia invernale	Assetto di marcia estivo	Totale annuo
A	Ore di funzionamento annue	[h]	4000	4000	8000
B	Potenza termica	[MWt]	58.86	58.86	-
C	Potenza elettrica ai morsetti del generatore in assetto di produzione combinata di elettricità e calore	[Mwe]	8.5	13.7	-
D	Potenza termica destinata al teleriscaldamento in assetto di produzione combinata di elettricità e calore	[Mwt]	30	0	-
E	Ec (energia primaria del combustibile utilizzato)	[MWh]	235444	235444	470889
E.1	Portata rifiuti trattati	[t/h]	16.3	16.3	16.3
E.2	PCI	[MJ/t]	13000	13000	13000
F	Ee (produzione di energia elettrica netta)	[MWh]	23405	44205	67610
F.1	Energia elettrica prodotta dalla turbina	[MWh]	34000	54800	88800
F.2	Autoconsumi degli ausiliari	[MWh]	10595	10595	21190
G	Et (produzione di energia termica utile)	[Mwh]	108000	0	108000
G.1	Energia termica prodotta dalla turbina	[MWh]	120000	0	120000
G.2	Energia termica dissipata	[MWh]	12000	0	12000
G.3	Et-civ	[Mwh]	97200	0	97200
G.4	Et-ind	[Mwh]	10800	0	10800

5.5 Bau von Wasserkraftwerken

Eine weitere Maßnahme, die in Betracht gezogen wurde, ist die mögliche Errichtung von drei Wasserkraftwerken an Bozens Flüssen (siehe Abbildung 26, (5)). Die geplante Leistung der Anlagen beläuft sich auf ca. 118 GWh/Jahr, was ca. 1/7 des gesamten Jahresverbrauchs an elektrischer Energie ausmacht und eine Einsparung von 0.5 Tonnen CO₂/Person/Jahr bewirkt.



Abbildung 26 - Möglicher Standort von Wasserkraftwerken an Flüssen, die durch die Stadt fließen (5).

5.6 Vergleich der Effizienz der einzelnen Maßnahmen

In Abbildung 27 sind in zusammenfassender Form die Auswirkungen der einzelnen durchführbaren Maßnahmen dargestellt. Abgebildet sind die Energieeinsparungen und Produktionssteigerung im Bereich thermischer und elektrischer Energie. Aus der Grafik wird ersichtlich, dass die Wärmedämmung des Gebäudebestandes über einen längeren Zeitraum betrachtet, die wichtigste Energiesparmaßnahme ist. Die Dämmung des Stadtviertels Europa hat einen Effekt, der mit dem Anstieg der thermischen Energieproduktion der neuen Müllverbrennungsanlage vergleichbar ist. Maßgebende Beiträge werden ebenso durch die erhöhte Stromerzeugung der neuen Müllverbrennungsanlage und durch jene eventueller Wasserkraftwerke gesetzt.

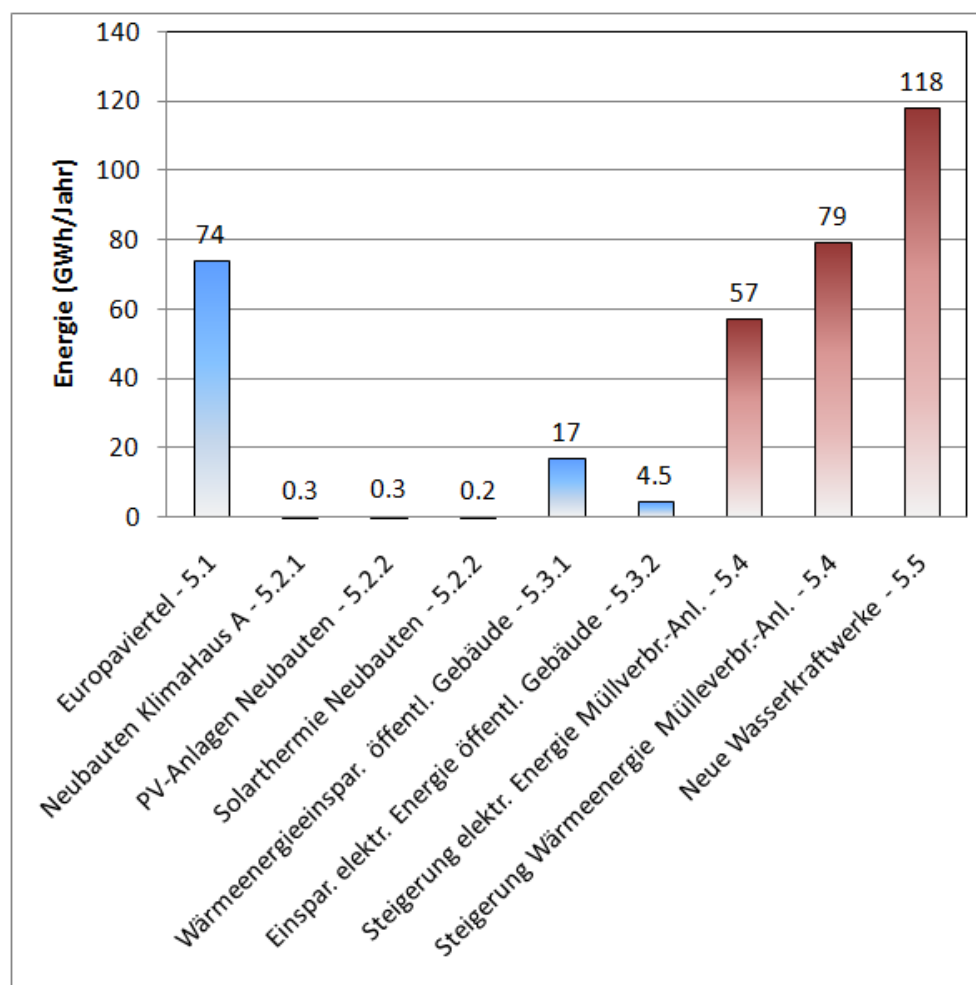


Abbildung 27: Möglichkeiten der Energieeinsparung und der Steigerung der Energieproduktion in der Stadt Bozen anhand der beschriebenen Maßnahmen. Eingesparte Energie (blau) und Produktionssteigerung (rot).

6 Reduzierung der Emissionen: Gesamtszenario

In den vorherigen Abschnitten wurde eine Reihe von Maßnahmen beschrieben, die zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der CO₂ Emissionen herangezogen werden können. Die Auswirkung dieser Maßnahmen wurde in Funktion der vorgefundenen Charakteristiken eines betrachteten Gebietes quantifiziert (Kennzeichen des Baubestands, Anzahl der jährlichen Neubauten, usw.), sowie anhand von Projektdaten aus Ausführungsplanung oder aus konkreten Durchführungen (neue Müllverbrennungsanlage und neue Wasserkraftwerke) bestimmt.

Die Analyse wurde unter Betrachtung konkreter Beispiele durchgeführt, um mögliche Handlungsbereiche zur Reduzierung der Emissionen aufzeigen, und um die Menge einer solchen Reduzierung zu ermitteln. Aus den berechneten Daten wird ersichtlich, dass die Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz im Bereich des neuen Wohnungsbaues und im Bereich der Öffentlichen Gebäude eine begrenzte Auswirkung haben. Im Gegensatz dazu können wesentliche Auswirkungen durch die Steigerung der Energieeffizienz des bestehenden Wohnbaubestandes und durch den Bau von Kraftwerken, die erneuerbare Energien nutzen, erreicht werden. Ebenso können durch die Effizienzsteigerung der Müllverbrennungsanlage über das Fernheiznetz und durch Maßnahmen zur Förderung einer nachhaltigen Mobilität, bedeutende Energieeinsparungen erzielt werden.

Die präsentierten Daten wurden als Basisdaten für die Ausarbeitung eines Langzeitszenarios (2010-2030) zur Emissionsreduzierung verwendet. Die fachfolgend präsentierten Maßnahmen stellen „vernünftig durchführbare“ Handlungen dar, die das Ziel verfolgen, die Emissionen wesentlich zu verringern. Die Machbarkeit der Interventionen wurde nicht im Detail analysiert. Außerdem wurden nur einige der möglichen Interventionen dargestellt. Ihr Potential zur Senkung der CO₂ Emissionen ist in den vorhergehenden Absätzen bzw. Kapiteln bewertet. Andere Maßnahmen, deren Quantifizierung sich extrem schwierig gestaltet (beispielsweise der Ausbau von Biomasse und Geothermie, Erhöhung des Pflanzenwachstums), wurden nicht in Betracht gezogen, obwohl ihr Beitrag bedeutend sein kann.

6.1.1 Mobilität

Der aktuelle Gesamtenergieverbrauch im Transportbereich beläuft sich auf ca. 900 GWh/Jahr, was einem CO₂ Emissionswert von ca. 2.7 Tonnen CO₂/Person/Jahr entspricht. Die Reduzierung dieser Werte kann durch eine Reihe von Maßnahmen erreicht werden, die den Personenverkehr vom privaten PKW auf öffentliche Verkehrsmittel (Autobusse, aber vor allem Züge) verlagern soll. Im betrachteten Szenario zum Personenverkehr, ging man insbesondere davon aus, dass im Jahr 2030:

1. die Anzahl der in Bozen zugelassenen Personenwagen, dem aktuell rückläufigen Trend folgend, von derzeit 53000 auf ca. 40000 sinken wird.
2. die Bevölkerung ihre Privatfahrzeuge außerdem nur halb so oft benutzt.
3. 66% der benutzten Autos mit Hybrid-Motoren betrieben werden, deren spezifischer Durchschnittsverbrauch der Hälfte des Verbrauchs des aktuellen Fahrzeugbestands entspricht (aktueller Durchschnittsverbrauch eines Hybridautos).

4. 33% der benutzten Autos mit Elektromotoren betrieben werden, die einen Verbrauch von 0,2 kWh/Km (aktueller Durchschnittsverbrauch eines Elektroautos) haben.
5. die Anzahl der zugelassenen Motorräder von ca. 10000 auf 5000 sinken wird.
6. der Verbrauch der Motorräder im Vergleich zum aktuellen Verbrauch halbiert ist.
7. Ein Teil des Privatverkehrs (ca. 460 Millionen Personen*Km/Jahr) auf öffentliche Verkehrsmittel übergehen wird.
8. der Verbrauch der Autobusse im Vergleich zum aktuellen Verbrauch halbiert ist.

Das Ergebnis der aufgelisteten Hypothesen spiegelt sich in den Grafiken von Abbildung 28 bis Abbildung 31 wider. Man bemerkt eine begrenzte Zunahme des Verbrauchs und der Emissionen aufgrund der Verlagerung des Verkehrs von Private auf Öffentliche Verkehrsmittel. Andererseits ermöglichen die eingeschränkte Nutzung von Autos und Motorrädern sowie der Einsatz effizienterer Technologien (Hybrid- und Elektroautos) eine Reduzierung des Energieverbrauchs von ca. 300 GWh/Jahr und eine Reduzierung der Emissionen von ca. 1 TonnCO₂/Person/Jahr. In diesen Berechnungen wird der zusätzliche Verbrauch elektrischer Energie für die Benutzung der Elektroautos nicht berücksichtigt.

Was den Güterverkehr angeht, ging man davon aus, dass im Jahr 2030:

1. 80% der Güter (ca. 8 Millionen Tonnen) auf der Straße und 20% auf der Schiene transportiert werden. Unter Annahme, dass die Masse des transportierten Warentransportes nicht zunimmt, da auf einen zukünftigen besseren Einsatz der Verpackungen gesetzt wird.
2. die Güter kürzere Strecken zwischen Produktion und Verbraucher zurücklegen werden: durchschnittlich 65 Km statt 130 Km auf der Straße und 200 Km statt 290 Km auf der Schiene; dies setzt auf eine Steigerung regional- ökonomischer Zyklen, die durch steigende Energiekosten- hier Transportkosten, angekurbelt werden.
3. Lastkraftwagen ungefähr die Hälfte des Treibstoffs im Vergleich zu den derzeitigen LKWs verbrauchen werden.

Das folgende Szenario ist wiederum in den Abbildungen 28 - Abbildung 31 wiedergegeben. Zur Steigerung des Verbrauchs und der Emissionen aufgrund der Verlagerung des Verkehrs auf die Schiene (+50 GWh/Jahr, +0.2 TonnCO₂/Person/Jahr) stellt sich zugleich eine Reduzierung aufgrund geringerer Verwendung von Straßenverkehrsmitteln ein (-450 GWh/Jahr - 1.3 TonnCO₂/Person/Jahr). Insgesamt geht der Endenergieverbrauch von ca. 900 GWh/Jahr auf 250 GWh/Jahr und die Emissionen von 2.7 Tonnen CO₂/Person/Jahr auf 0.8 Tonnen CO₂/Person/Jahr zurück.

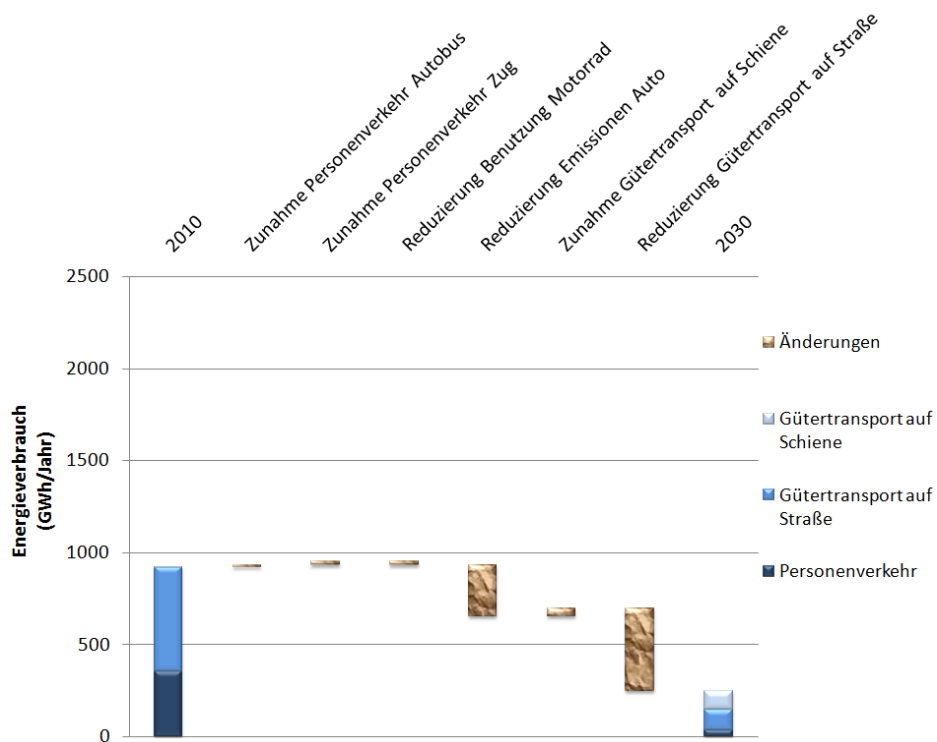


Abbildung 28 - Szenario zur Reduzierung des Energiekonsums durch Personen- und Gütertransport

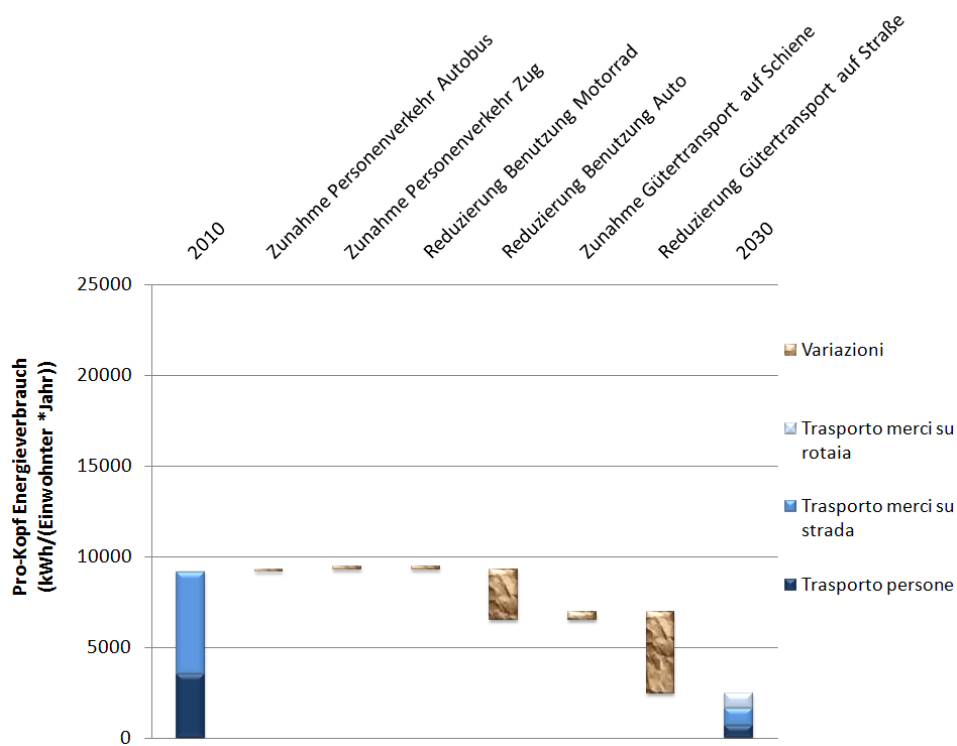


Abbildung 29 - Szenario zur Reduzierung des Energiekonsums des Personen- und Gütertransports. Pro-Kopf Verbrauch.

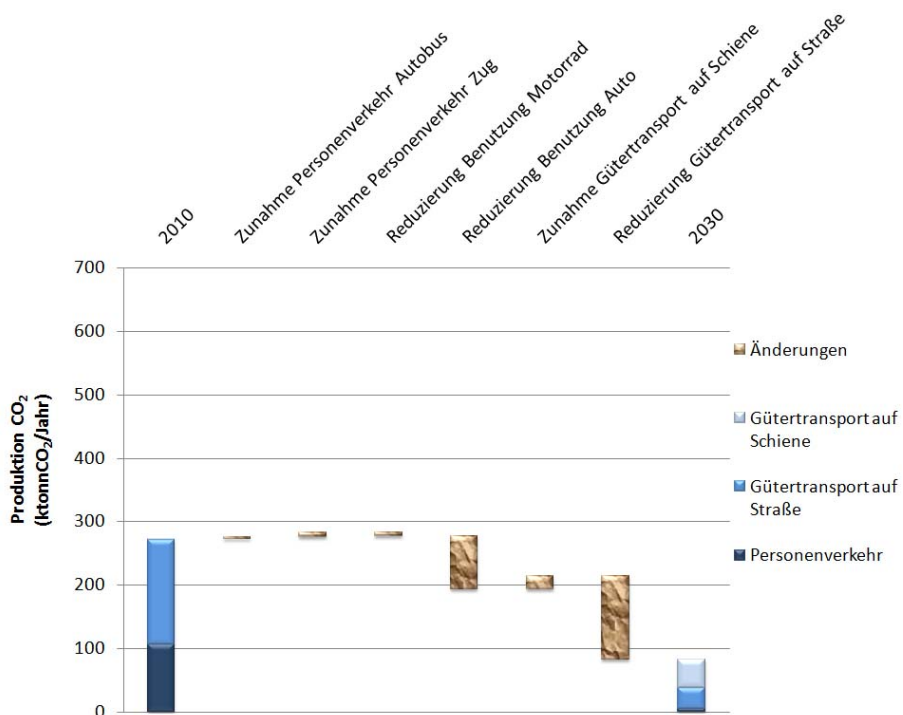


Abbildung 30 - Szenario zur Reduzierung der CO₂ Emissionen des Personen- und Gütertransports. Gesamtemissionen.

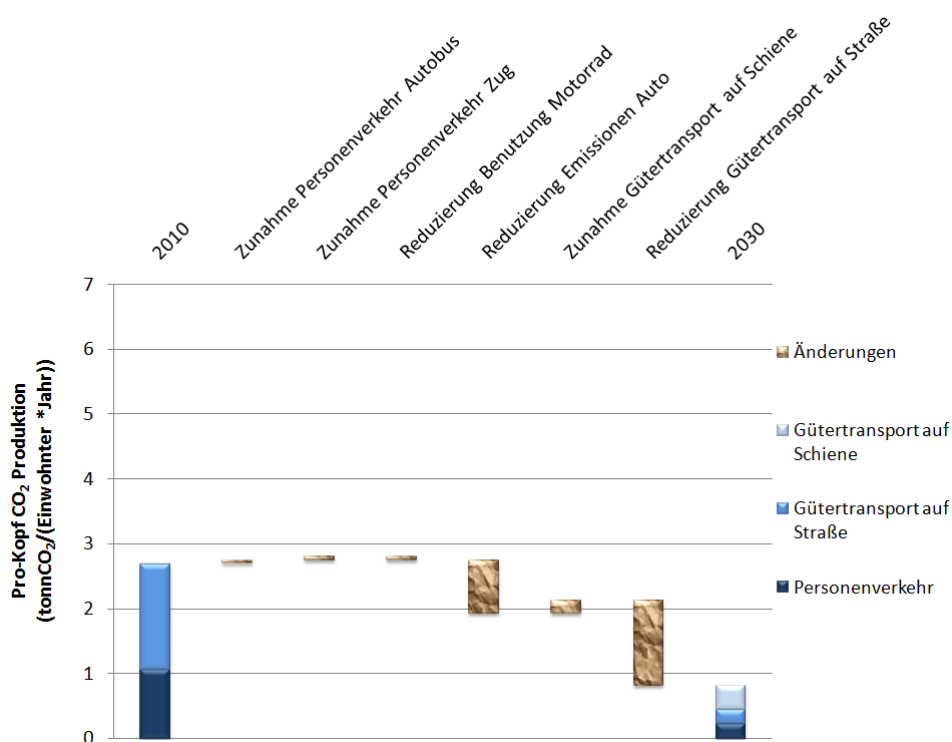


Abbildung 31 - Szenario zur Reduzierung der CO₂ Emissionen des Personen- und Gütertransports. Pro-Kopf Emissionen.

6.1.2 Gebäude - Infrastrukturen

Der derzeitige Gesamtenergieverbrauch aus elektrischer und thermischer Energie beläuft sich auf ca. 2,2 GWh/Jahr, was einem CO₂ Emissionswert von ca. 6.8 Tonnen CO₂/Person/Jahr entspricht.

In einem Szenario für 2030 wurden in diesem Fall folgende Anstiege mitberücksichtigt:

1. Anstieg des Verbrauchs elektrischer Energie aufgrund des Betriebs von Elektroautos wie im vorigen Abschnitt beschrieben. Diese Steigerung wurde auf ca. 12 GWh/Jahr (0.05 Tonnen CO₂/Person/Jahr) geschätzt.
2. Anstieg des Erdgasverbrauchs aufgrund der Zunahme der Tätigkeiten im Bereich Kraft-Wärme-Koppelung, welche auf das neue Kraftwerk des Fernheiznetzes zurückzuführen ist. Dank der SEL Daten wurde ein Endenergieverbrauch von ca. 6 Mio m³/Jahr geschätzt, was einer Produktion von CO₂ Emissionen von 0.1 Tonnen CO₂/Person/Jahr entspricht.
3. Trotz der im Abschnitt 5.4 beschriebenen Projektprognose, ging man davon aus, dass bis zum Jahr 2030 die Abfallmenge, die von der Verbrennungsanlage verbrannt wird, der heutigen (70.000 Tonnen/Jahr) entsprechen wird, was einer Zunahme der Mülltrennung zugrunde liegt. Das Erreichen der Nennleistung (130.000 Tonnen/Jahr) der neuen Müllverbrennungsanlage wird dadurch bewirkt, dass mehr Biomasse aus Verpackungen stammend, verwertet wird.

Der Energieverbrauch kann hingegen durch folgende Maßnahmen reduziert werden:

1. Jährliche Reduzierung des Verbrauchs elektrischer Energie um 2.5%. Obwohl dieser Wert eher begrenzt scheint, wird darauf hingewiesen, dass die Internationale Energie-Agentur einen durchschnittlichen Anstieg des Weltverbrauchs an elektrischer Energie von 2 bis 4% für die nächsten Jahre prognostiziert. Eine Entwicklung in Richtung Reduzierung ist daher ehrgeizig, und wenn zutreffend von geringem Ausmaß. Die berücksichtigte Reduzierung wird im Jahr 2030 eine Einsparung an elektrischer Energie von ca. 320 GWh/Jahr (1.3 Tonnen CO₂/Person/Jahr) mit sich führen.
2. Durch das Anheben des Energiestandards der bestehenden Wohngebäude auf KlimaHaus Standard B
3. Jährliche Reduzierung des Verbrauchs thermischer Energie um 4% durch Eingriffe, die nicht an den Wohnsektor gebunden sind. Das Erreichen dieses Trends scheint noch ehrgeiziger als der vorherige zu sein, wenn man bedenkt, dass solche Maßnahmen sowohl die Heizenergie der Gebäude aller verschiedener Wirtschaftszweige, als auch den direkten Energiekonsum von Produktionstätigkeiten, den Energieaufwand für die Verteilung und für die Dienstleistungsbereiche umfasst. Die betrachtete Reduzierung beläuft sich auf ca. 190 GWh/Jahr (0.8 TonnCO₂/Person/Jahr).

Abbildung 32 zeigt das Potential der Verbrauchsreduzierung in Folge der Anpassung der Energiestandards an den KlimaHaus B, A, und Gold Standard. Um mit den zur Verfügung stehenden Daten eine möglichst korrekte Einschätzung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe im Wohnungssektor durchführen zu können, wurden Verbrauchsdaten für Heizenergie, für den Energieaufwand zur Bereitstellung von Brauchwasser, für die Energie zum Kochen und

für die Effizienz der Wärmeumwandlung und -verteilung (Annahme der Gesamteffizienz mit 90%, Schätzung EURAC) verwendet. Die in dieser Berechnung verwendeten Parameter und Werte sind in Tabelle 9 dargestellt.

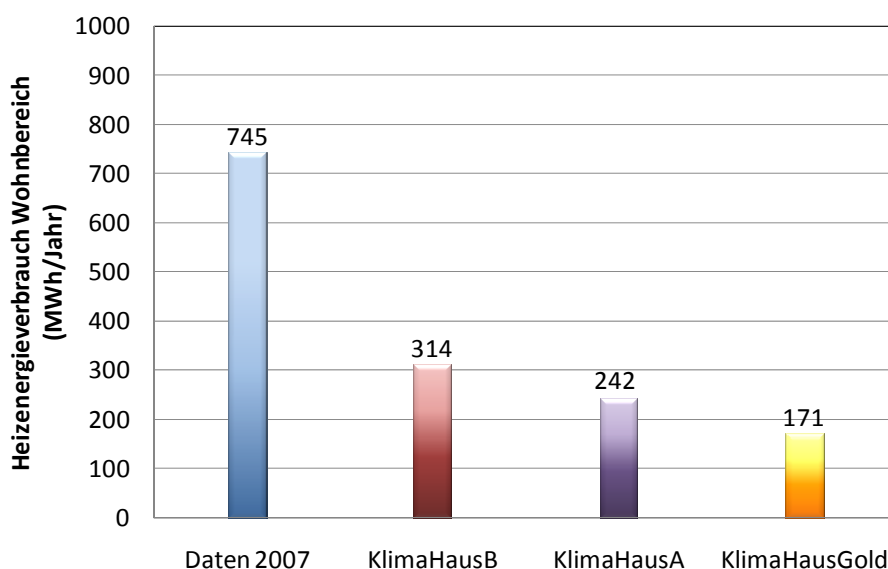


Abbildung 32 - Heizenergieverbrauch des gesamten Wohnbaubestands der Stadt im Falle einer Sanierung auf KlimaHaus Standard B (rot), A (grün) und Gold (gelb). Vergleich mit der Realsituation des Jahres 2007 (blau).

Wie ersichtlich, würde die Sanierung des gesamten Wohnbestands auf KlimaHaus Standard B eine Heizenergieeinsparung von ca. 430 GWh/Jahr (0.8 TonnCO₂/Person/Jahr) bewirken. Durch eine weitere Anhebung des Standards auf KlimaHaus A oder Gold entstehen in Anbetracht der relativ geringeren Verbrauchsreduktionen, exzessive Investitionskosten, die durch den Einsatz aufwendigerer technischer Lösungen im Zuge einer Sanierung herangezogen werden müssten. Aus diesem Grund wurde die Entscheidung gefasst, den Standard KlimaHaus B als Bezugswert zu nehmen.

Tabelle 9 - Vergleich der Verbrauchswerte thermischer Energie im Baubestands (Jahr 2007) und Szenario mit Gebäuden nach KlimaHaus Standard B, A und Gold. Verluste von 10% der Summe Heizung + Warmwasserbereitung

	Heizung		Warmwasserbereitung		Verluste [GWh/J]	Kochen		Gesamtverbrauch [GWh/J]	Einsparung [GWh/J]
	[kWh/m ² J]	[GWh/J]	[kWh/m ² J]	[GWh/J]		[kWh/m ² J]	[GWh/J]		
2010	-	-	-	-	-	-	-	745	-
KlimaHaus B	50	163	17	55	44	22	74	314	431
KlimaHaus A	30	98	17	55	31	22	74	242	503
KlimaHaus Gold	10	33	17	55	18	22	74	171	574

Die angeführten Energieeinsparungen können den aktuellen Energieverbrauch von 2100 GWh/Jahr auf ca. 1200 GWh/Jahr für das Jahr 2030 reduzieren (siehe Abbildung 33).

Außer den bereits beschriebenen Maßnahmen, wurden weitere Aktionen berücksichtigt, deren Auswirkung nicht eine Reduzierung der verbrauchten Endenergie sondern die Reduzierung der CO₂ Emissionen betrifft (siehe Abbildung 36). In diesem Zusammenhang wurde Folgendes betrachtet:

1. Erhöhung der Wärmeenergieproduktion durch Kraft-Wärme-Koppelung der Müllverbrennungsanlage. Die CO₂ Emissionen dieser Maßnahme sind gleich null, da sie schon bei den Anstiegen mit einkalkuliert wurden. Für beide Posten wurde eine ständige Wärmeversorgung, unter Berücksichtigung einer Versorgung mit Fernwärme im Sommer und Fernkühlung im Winter, angenommen. Mit Bezugnahme auf die Projektdaten des Abschnitts 5.4 (8000 Betriebsstunden, gleiche Wärmeenergieproduktion in Sommer und Winter = 2*108 GWh/Jahr), schätzte man eine Emissionsreduzierung der Müllverbrennungsanlage von ca. 0.4 Tonnen CO₂/Person/Jahr. Unter Berücksichtigung derselben Anzahl von Betriebsstunden für die Kraft-Wärme-Koppelungsanlage schätzt man eine Produktionszunahme von ca. 15 GWh/Jahr an Wärmeenergie und eine Reduzierung der Emissionen von 0.06 Tonnen CO₂/Person/Jahr.
2. Erhöhung der Stromproduktion aus der Kraft-Wärme-Koppelungsanlage und aus der Müllverbrennungsanlage. Die Emissionen dieser Maßnahme wurden schon bei den Steigerungen miteinkalkuliert. Für die Berechnung ging man davon aus, dass die Turbine der Verbrennungsanlage dasselbe Arbeitsvermögen während des ganzen Jahres aufweist (2*23 GWh/Jahr). Die elektrische Leistung der Kraft-Wärme-Koppelungsanlage wurde auf 14 GWh/Jahr geschätzt (Quelle SEL). Die Reduzierung der Emissionen aus diesen zwei Posten beläuft sich auf 0.5 Tonnen CO₂/Person/Jahr.
3. Die Erhöhung der Produktion elektrischer Energie aus Wasserkraftwerken gemäß dem Projekt im Abschnitt 5.5. Die Produktion von 118 GWh/Jahr aus Wasserkraft vermeidet eine Luftverunreinigung der Atmosphäre von 0.5 Tonnen CO₂/Person/Jahr.
4. Die Erhöhung der Produktion von elektrischer Energie aus Photovoltaik. Ausgehend von den Prognosen des EPIA für 2020 (18), die das Potential der Photovoltaik auf 12% der gesamteuropäischen elektrischen Energieproduktion schätzt, wurde für die Stadt Bozen im Jahr 2030 eine Abdeckung von 30% der gesamten elektrischen Energie aus Photovoltaikstrom angenommen. Dies entspricht einer Energieproduktion von 240 GWh/Jahr. Die zur Realisierung der notwendigen Anlagen erforderliche Fläche beträgt 190 Hektar und könnte durch die Nutzung von 5% der Wohnfläche und 40% der Industriezone der Stadt erreicht werden. Die ersparten Emissionen belaufen sich auf 0.9 Tonnen CO₂/Person/Jahr.
5. Zunahme der Nutzung der Solarthermie mit dem Zweck 60% des Warmwasserbedarfs des gesamten Wohnbaubestands abzudecken. Außerdem wird eine Steigerung der Nutzung von Biomasse bis hin zu einer Gesamtproduktion von 200 GWh/Jahr an thermischer Energie (einschließlich des Beitrags der Müllverbrennungsanlage) berücksichtigt. Die Emissionsreduzierung beträgt in diesem Fall 0.5 Tonnen CO₂/Person/Jahr.

Werden die beschriebenen Maßnahmen durchgeführt werden, so können die CO₂ Emissionen durch Interventionen im Gebäude- und Infrastruktur-Bereich von aktuellen 6.8 Tonnen CO₂/Person/Jahr auf ca. 1,2 Tonnen CO₂/Person/Jahr für das Jahr 2030 gesenkt werden.

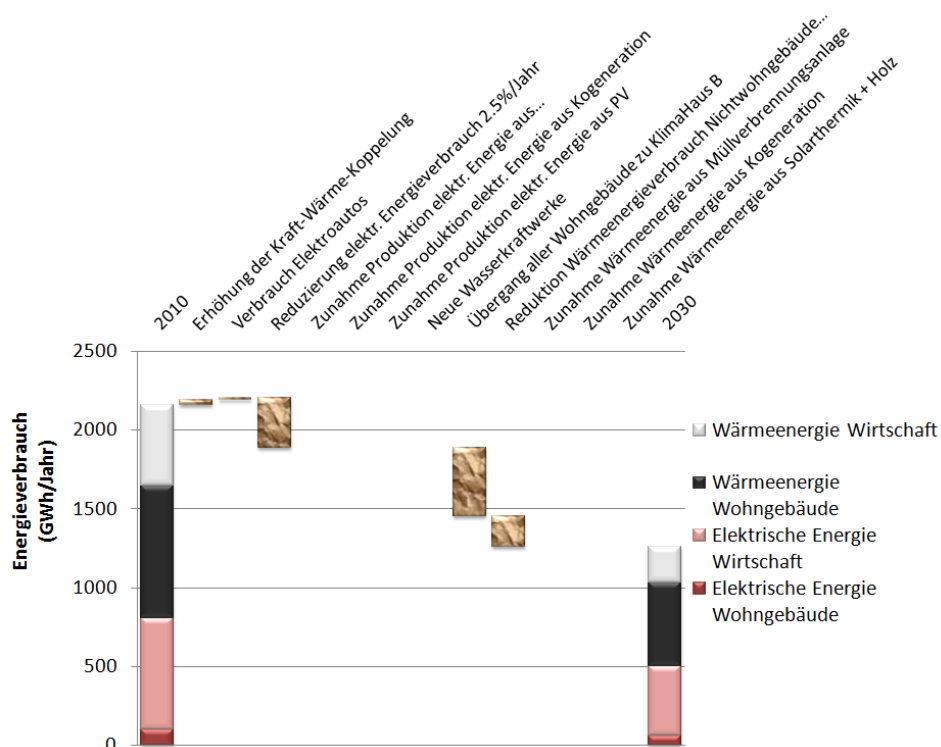


Abbildung 33 - Szenario zur Reduzierung des Energieverbrauchs durch Maßnahmen im Wohn- und Wirtschaftssektor. Gesamtverbrauch

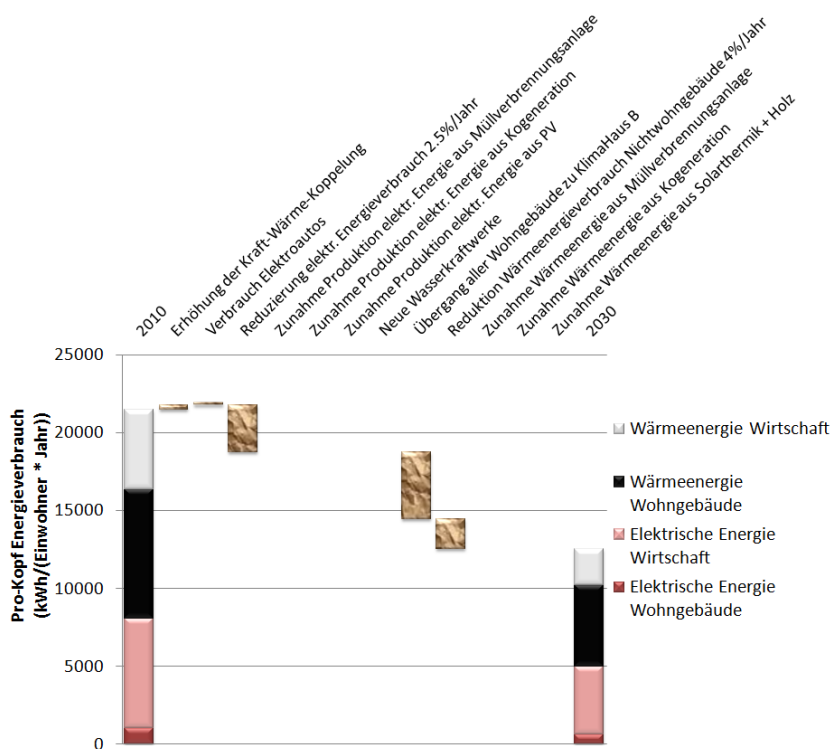


Abbildung 34 - Szenario zur Reduzierung des Energieverbrauchs durch Maßnahmen im Wohn- und Wirtschaftssektor. Pro-Kopf Verbrauch

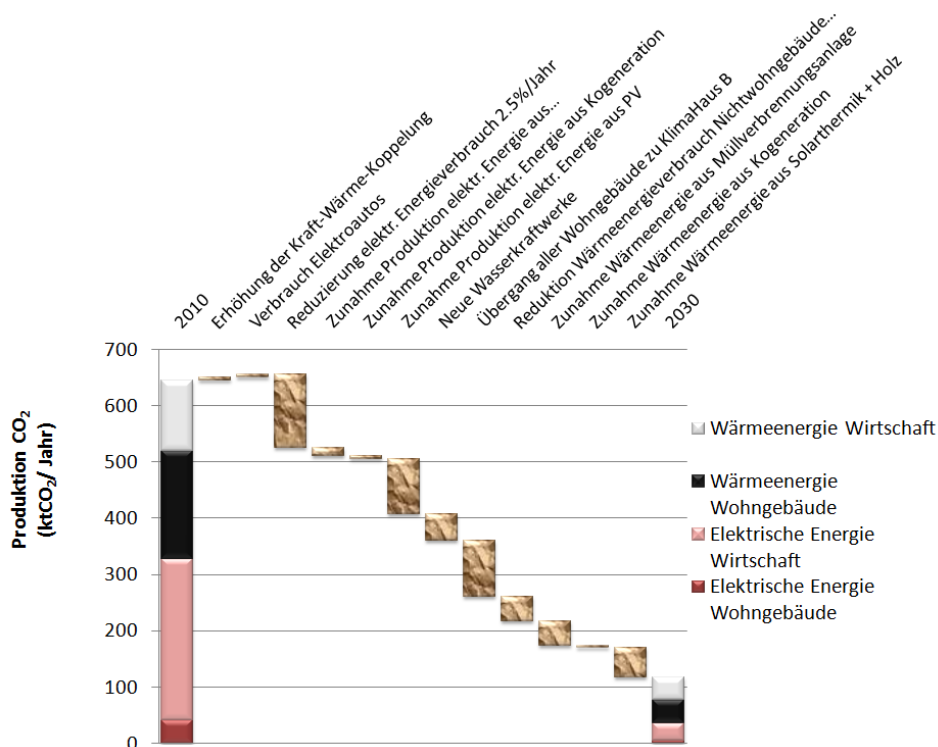


Abbildung 35 - Szenario zur Reduzierung des Energieverbrauchs durch Maßnahmen im Wohn- und Wirtschaftssektor. Gesamtemissionen

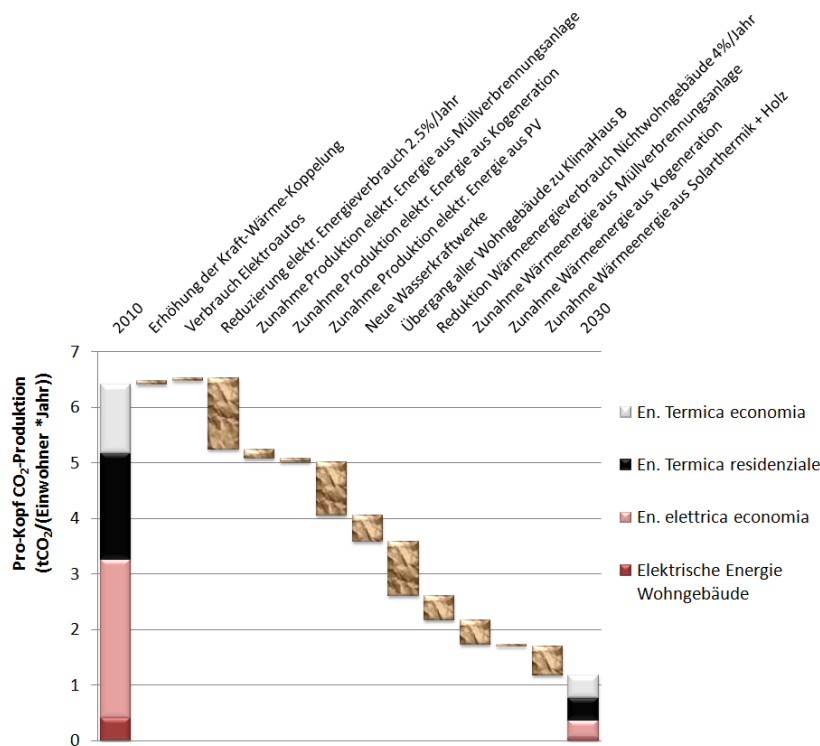


Abbildung 36 - Szenario zur Reduzierung des Energieverbrauchs durch Maßnahmen im Wohn- und Wirtschaftssektor. Pro-Kopf Emissionen

6.1.3 Gesamtszenario

Die Grafiken von Abbildung 37 bis Abbildung 40 stellen eine Zusammenfassung der bisher beschriebenen Szenarien dar. Eine Zunahme des Energieverbrauchs aufgrund der Nutzung von Elektroautos sowie der Betriebssteigerung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage ist im Szenario berücksichtigt. Die Umsetzung der Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen in den verschiedenen betrachteten Bereichen haben folgende Auswirkungen:

1. Verkehr: Verbrauchsreduzierung von 680 GWh/Jahr
2. Elektrische Energie: Verbrauchsreduzierung von 380 GWh/Jahr
3. Wärmeenergie: Verbrauchsreduzierung von 600 GWh/Jahr

Der Gesamtverbrauch an Endenergie würde sich daher auf 1650 GWh/Jahr belaufen.

Die CO₂ Emissionen betreffend, haben die betrachteten Maßnahmen folgende Auswirkungen:

1. Verkehr: Reduzierung von 2.2 Tonnen CO₂/Person/Jahr
2. Elektrische Energie: Reduzierung von 2.9 Tonnen CO₂/Person/Jahr
3. Wärmeenergie: Reduzierung von 2.4 Tonnen CO₂/Person/Jahr.

Die gesamten Emissionen der Stadt Bozen würden sich daher auf ca. 2.0 TonnCO₂/Person/Jahr belaufen. Die Verkehrsemissionen sind überdies sehr bedeutend (ca. 40%; siehe Abbildung 44), obwohl im beschriebenen hypothetischen Zukunftsszenario der Verbrauch an elektrischer und thermischer Energie im Vergleich mit dem Verbrauch im Transportbereich überwiegen (vergleiche Abbildung 41 mit Abbildung 13). Der Großteil der Emissionen im Jahre 2030 wäre darauf zurückzuführen, dass die fossilen Brennstoffe nicht vollständig durch erneuerbare Energien in den Bereichen Transport, Heizung und Industrie ersetzt werden können.

In der vorliegenden Studie wurde keine detaillierte Aufschlüsselung der Kosten nach Maßnahmen ausgearbeitet. Im Anschluss ist jedoch eine Schätzung zur Kosteneinsparung auf Basis aktueller Energiekosten dargestellt.

Durch die Reduzierung des Energiekonsums des dargestellten Szenarios, erhält man eine Kosteneinsparung zu Gunsten der Bozner Bürger von:

1. Verkehr: Reduzierung der Kosten um 61 Mio€ (9c€/kWh)
2. Elektrische Energie: Reduzierung der Kosten um 57 Mio€ (15c€/kWh)
3. Thermische Energie: Reduzierung der Kosten um 42 Mio€ (7c€/kWh)

Das bedeutet eine insgesamt Einsparung von 160 Mio€/Jahr. Zur Einsparung summieren sich eventuellen Einnahmen der Stadt Bozen aus Verkäufen von Emissionszertifikaten, sofern diese Befugnis den lokalen Gemeindeverwaltungen übertragen wird. Betrachtet man nicht freigesetzte CO₂ Emissionen von 770 kt/Jahr und einen Preis der Emissionszertifikate von derzeitigen rund 13 €/Tonne CO₂, so kann die Gemeinde ca. 10Mio€/Jahr einnehmen.

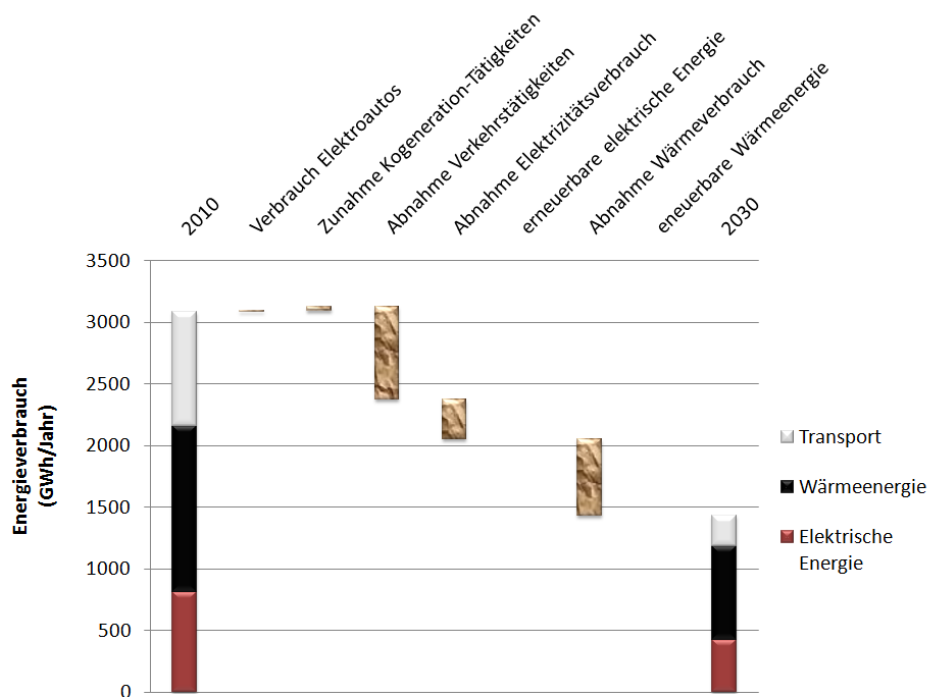


Abbildung 37 - Szenario zur Energieverbrauchsreduzierung. Zusammenfassung. Gesamtverbrauch

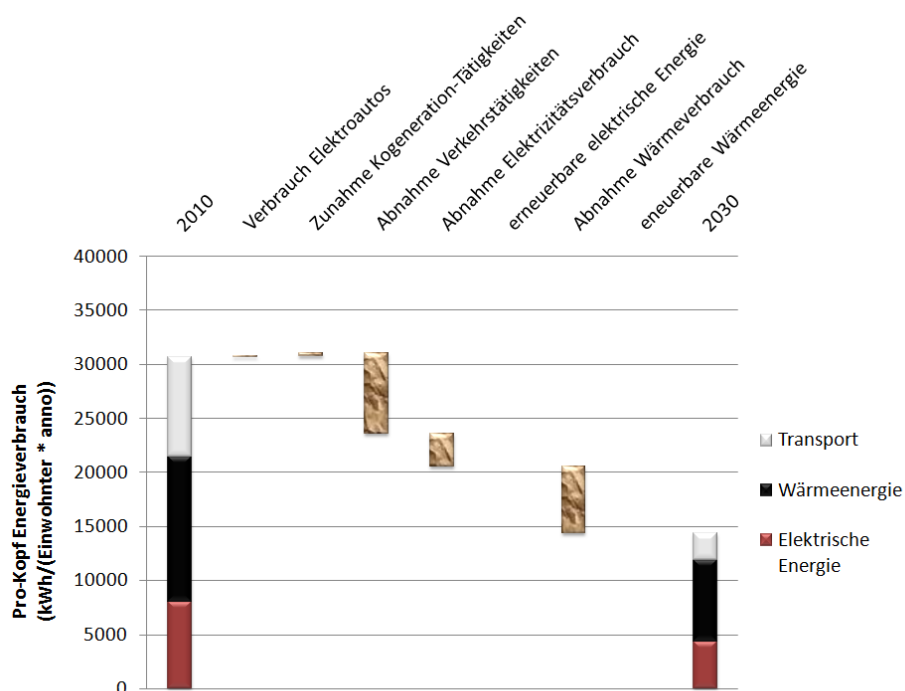


Abbildung 38 - Szenario zur Energieverbrauchsreduzierung. Zusammenfassung. Pro-Kopf Verbrauch

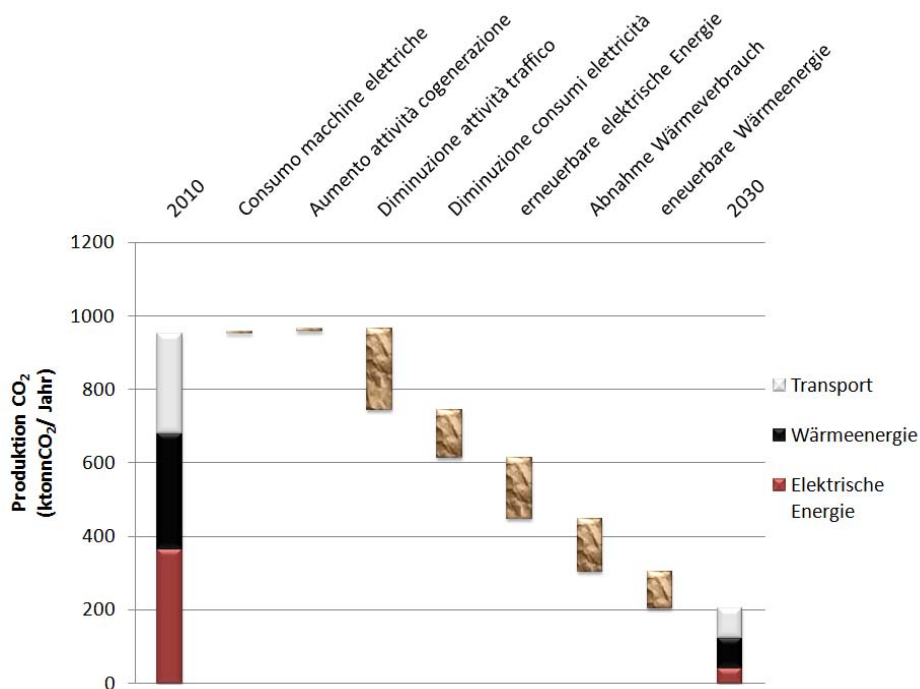


Abbildung 39 - Szenario zur Reduzierung der CO₂ Emissionen. Zusammenfassung. Gesamtemissionen

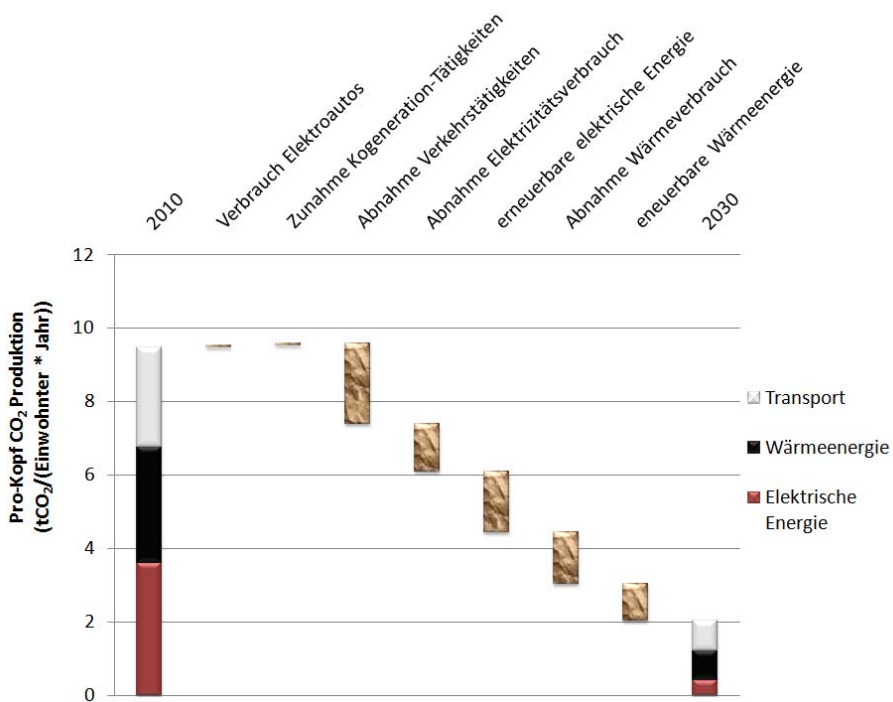


Abbildung 40 - Szenario zur Reduzierung der CO₂ Emissionen. Zusammenfassung. Pro-Kopf Emissionen

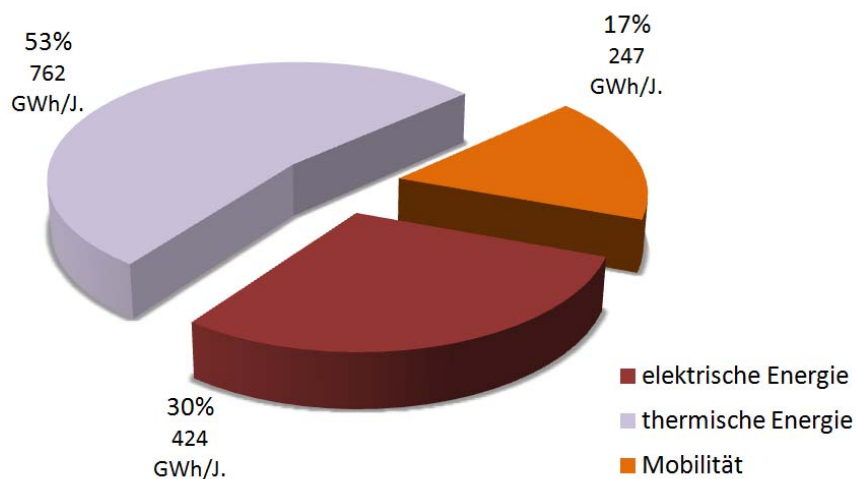


Abbildung 41 - Aufteilung des Energieverbrauchs im Jahr 2030 nach den beschriebenen Szenarien

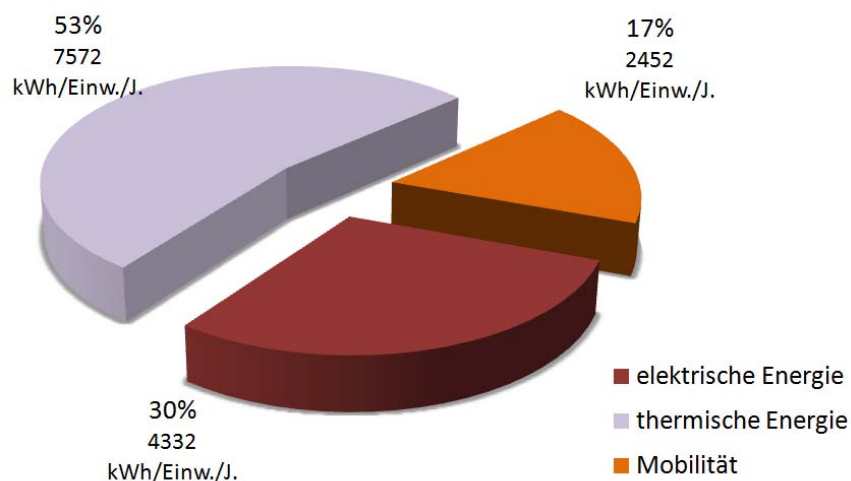


Abbildung 42 - Aufteilung des Pro-Kopf Energieverbrauchs im Jahr 2030 nach den beschriebenen Szenarien

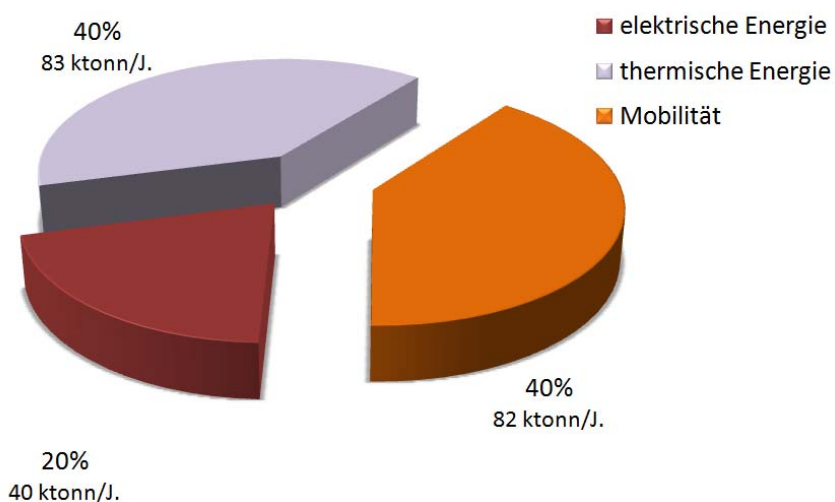


Abbildung 43 - Aufteilung der CO₂ Emissionen im Jahr 2030 nach den beschriebenen Szenarien

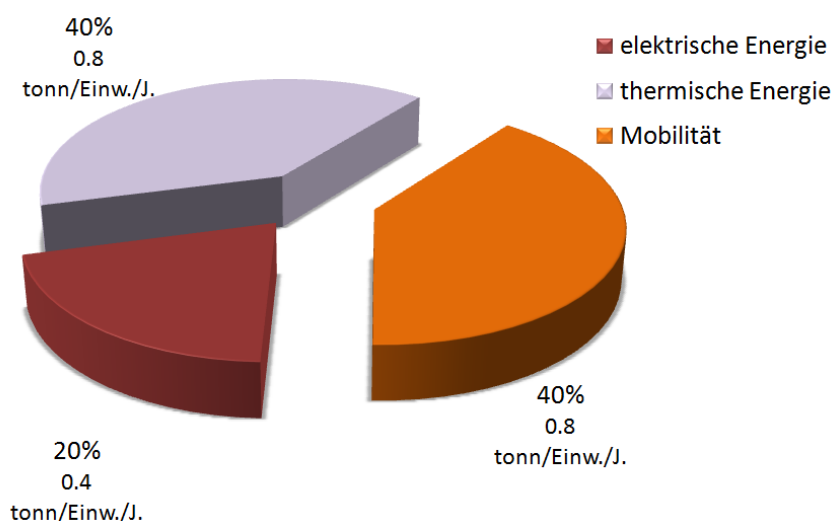


Abbildung 44 - Aufteilung der Pro-Kopf CO₂ Emissionen im Jahr 2030 nach den beschriebenen Szenarien

7 Quellenangabe

1. Ministry of Foreign Affairs of Denmark. UN Climate Change Conference 2009 - cop15.dk. *The official website of Denmark*. [Online] www.denmark.dk/en/menu/Climate-Energy/COP15-Copenhagen-2009/.
2. COP15. *Decision -/CP.15*. Copenhagen : UNFCCC, 2009. The Conference of the Parties, Takes note of the Copenhagen Accord of 18 December 2009.
3. ECO Speed. *ECO Speed*. [Online] ECO Speed. <http://eco5.ecospeed.ch/ecospeedhome/index.html?sc=0>.
4. Comune di Bolzano. Regolamento edilizio comunale 2007. *Comune di Bolzano*. [Online] 2007. http://www.comune.bolzano.it/UploadDocs/3057_Regolaento_Edilizio_allegatoB_telecomunicazioni.pdf.
5. Studio Perwanger - Hepperger. Bolzano : s.n., 2000.
6. IPCC. *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change - Chapter1: Introduction - Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA : Cambridge University Press, 2007.
7. Apollis. *Modal split 2001-2002*. Bolzano : Apollis, 2002.
8. —. *Modal split 2005*. Bolzano : Apollis, 2005.
9. —. *Modal split 2009*. Bolzano : Apollis, 2009.
10. ISTAT. 14° censimento della popolazione 2001 - Edifici e abitazioni. 2001.
11. L. Minach, P. Guariento. *Analisi delle emissioni dell'aeroporto di Bolzano*. Bolzano : Ufficio Aria Rumore - Provincia Autonoma di Bolzano, 2007.
12. Bolzano, Comune di. Urbanistica on line. *Comune di Bolzano*. [Online]
13. —. Archivi on line - Pratiche edilizie. *Comune di Bolzano*. [Online]
14. Bolzano, Ufficio risparmio energetico - Provincia di. *Efficienza energetica nelle ristrutturazioni*. Bolzano : Ufficio risparmio energetico, 2007.
15. Autorità dell'Energia. Dati statistici - Autorità dell'Energia. *Autorità dell'Energia*. [Online] <http://www.autorita.energia.it/it/dati/gp27.htm>.
16. Istituto Provinciale di Statistica ASTAT - Provincia di Bolzano. *Annuario statistico 2008*. Bolzano : Istituto Provinciale di Statistica ASTAT - Provincia di Bolzano, 2008.
17. Ökoinstitute Südtirol / Alto Adige. Relzione sui consumi energetici del Comune di Bolzano - 1996. Bolzano : s.n., 1998.
18. EPIA. SET for 2020. *EPIA*. [Online] 2009. <http://www.setfor2020.eu/>.
19. IPCC . *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. s.l. : Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC, 2006.
20. European Commission - Energy. Covenant of Mayors. *European Commission - Energy*. [Online] EU.
21. Öko-Institut e.V. GEMIS. *Öko-Institut e.V.* [Online] Öko-Institut e.V. <http://www.oeko.de/service/gemis/en/index.htm>.

22. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. Ecoinvent database. *Ecoinvent Centre*. [Online] Swiss Centre for Life Cycle Inventories. <http://www.ecoinvent.ch/>.
23. ISTAT. *Archivio ASIA 1996, 2001, 2006*. s.l. : ISTAT.
24. Istituto Provinciale di Statistica ASTAT - Provincia di Bolzano. *Mobilità e traffico in Provincia di Bolzano 2007*. Bolzano : Istituto provinciale di statistica ASTAT - Provincia di Bolzano, 2009.
25. Istituto provinciale di statistica ASTAT - Provincia di Bolzano. *Mobilità e traffico in Provincia di Bolzano - 2006*. Bolzano : Istituto provinciale di statistica ASTAT - Provincia di Bolzano, 2008.
26. ACI. Dati e statistiche ACI. *ACI*. [Online] ACI. <http://www.aci.it/index.php?id=54>.
27. European Commission. Eurostat statistics. *Eurostat*. [Online] European Commission. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes>.
28. Ferrovie dello Stato. *I costi ambientali e sociali della mobilità in Italia - Quinto rapporto*. s.l. : Ferrovie dello Stato, 2005.
29. Istituto provinciale di statistica ASTAT - Provincia di Bolzano. *Traffico in Alto Adige - Banca dati. Istituto provinciale di statistica ASTAT - Provincia di Bolzano*. [Online] Provincia di Bolzano. http://qlikview.services.silag.it/qlikview/AjaxZfc/traffico_zfc_ajax/SH25.htm.
30. STC Srl. *Indagine sul traffico dalla galleria S.Giacomo a Bolzano Nord*. Bolzano : Ufficio mobilità - Comune di Bolzano, 2008.
31. Technische Universität Wien. *Machbarkeitsstudie - Klärung der Voraussetzungen für die Verwirklichung eines schienengebundenen Nahverkehrssystems zwischen dem Überetsch und Bozen*. 2002.
32. Project, PELLETS@LAS IEE. *Pellets@LAS*. [Online] [Cited: 13 05 2009.] <http://www.pelletcentre.info/CMS/site.aspx?p=5344>. [6].
33. Manuel, Benedikter. *Ansitz Kofler*. 2006.
34. Lantschner, Norbert. *CasaClima: Il piacere di abitare*. Bolzano : Athesia, 2007.
35. CdM. *Decreto Legislativo n.115/2008*. s.l. : Supplemento ordinario n.196 della Gazzetta Ufficiale n.195 del 21 agosto 2008, 2008. [4].
36. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds). *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change - Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007*. Cambridge - UK and New York - USA : Cambridge University Press, 2007.
37. Gestore Servizi Elettrici. *GSE*. [Online] [Cited: 10 05 2009.] ([http://www.gse.it/attivita/Ritiro%20dedicato/Documents/Prezzi%20minimi%20garantiti%202009%20\(28-01-09\).pdf](http://www.gse.it/attivita/Ritiro%20dedicato/Documents/Prezzi%20minimi%20garantiti%202009%20(28-01-09).pdf)). [3].
38. Autorità per l'energia elettrica e il gas. *AEEG*. [Online] [Cited: 10 05 2009.] <http://www.autorita.energia.it/dati/eep35.htm>. [2].
39. UNI/TS. UNI/TS 11300-1:2008 "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale". s.l. : UNI/TS, 2008.
40. *Una scuola che fa scuola*. Ottobre 2007, Casa & Clima n. 9, pp. 46-52. [1].

41. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. *Sustainable Urban Infrastructure Ausgabe München - Wege in eine CO2-freie Zukunft*. German : Siemens, 2009.
42. Comune di Correggio e En.Cor. srl. *Programma Energetico Comunale*. Correggio : Comune di Correggio, 2008.
43. Comune di Reggio Emilia - Giacomo Bizzarri. *Piano energetico comune di Reggio Emilia*. Reggio Emilia : NeroColore, 2007.
44. Lorenzo Bertuccio - Euromobility. *Il mobility manager: funzioni e linee guida*. s.l. : Euromobility, Ottobre 2006.
45. *DEMAND-SIDE MANAGEMENT End-use metering campaign in 400 households of the European Community Assessment of the Potential Electricity Savings*. EURECO Project. 2002.
46. Council of the European Union. *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the*. Brussels : s.n., 2009.

8 Bibliographie

EUROCITIES. *Declaration on Climate Change*.

City of Stockholm. *Stockholm's Action Programme Against Greenhouse Gas Emissions 2002*.

Landschaft Davos Gemeinde, Eidg. Forschungsanstalt WSL Birmensdorf, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung. *Bilanzierung und Reduktion der CO₂-Emissionen in der Landschaft Davos*. Davos, 2006.

Comune di Modena - Settore Ambiente. *Piano energetico comunale - marzo 2008*. Modena: Artestampa srl, 2008.

ICLEI and City of Stockholm. *Highlight and Results of the conference "A Future with Zero CO₂ Emissions"*. Stockholm, Sweden, 15 - 17 May 2006. ICLEI - Local Governements for Sustainability, 2006.

Stadt Zürich. *Masterplan Energie der Stadt Zürich*. Zürich: Department der Industriellen Betriebe, 2008.

Comune di Correggio . *Energia e Trasporti*. Presentazione al convegno "Facciamo luce sull'energia", Piacenza 13 Dicembre 2008.

Silvia Maffii - TRT Trasporti e Territorio srl. *Energia e Trasporti*. Presentazione al convegno "Facciamo luce sull'energia", Piacenza 13 Dicembre 2008.

AICARR. *La certificazione e l'efficienza energetica del sistema edificio-impianto. Aspetti interpretativi, tecnici e procedurali*. Monza: AICARR, 2006.

Fondazione Lombardia per l'Ambiente. *Progetto Kyoto Lombardia*. Milano: Isabel litografia, 2008.

Ökoinstitut Südtirol / Alto Adige. *Piano della mobilità ciclistica a Bolzano. Rapporto prima fase*. Bolzano, 30 marzo 2001.

ICLEI. *ICLEI World Congress 2006*. ICLEI, 2006. www.iclei.org/worldcongress2006.

City of Freiburg and ICLEI. *Highlights and Results of the Conference "Local Renewables Freiburg 2007"*. Freiburg, Germany, 13 -15 Giugno 2007.

ICLEI. *Year in Review 2007*. November 2007. www.iclei.org/local-renewables.

Alleanza per il clima. Progetto "*Amica*". www.climatealliance.it/100-81/ITA/Amica

Allanza per il clima. Progetto "*Climate compass*". www.climatealliance.it/100-82/ITA/Climate-Compass

Comune di Corerggio e En.Cor. srl. *Programma Energetico Comunale*. Correggio, 2008. http://www.campagnaseeitalia.it/doc/Programmaenergeticocomunale_Correggio.pdf

Servizio Energia - Dipartimento Urbanistica e fonti energetiche - Assessorato Urbanistica, Fonti Energetiche e Riforme Istituzionali - Provincia di Trento. *Piano Energetico - ambientale provinciale*. Trento, 2003.

UNI EN. *UNI EN 832 Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento. Edifici residenziali*. 2001.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - CO ₂ Emissionen der Einwohner der Stadt Bozen im Jahr 2007 in Tonnen/(Einwohner*Jahr)	7
Abbildung 2 - Szenario zur Reduktion der CO ₂ Emissionen im Bereich des Personen und Güterverkehrs. Angaben in Tonnen CO ₂ pro Kopf..	10
Abbildung 3 - Szenario zur Reduktion der CO ₂ Emissionen im Bereich der thermischen und elektrischen Energie. Angaben in Tonnen CO ₂ pro Kopf	11
Abbildung 4 - Gesamtszenario zur Reduktion der CO ₂ Emissionen der Bozner Bürger. Angaben in Tonnen CO ₂ pro Kopf.....	12
Abbildung 5 - Reduktion des Energieverbrauchs in den einzelnen Sektoren nach dem berechneten Gesamtszenario 2030.....	13
Abbildung 6 - Gegenüberstellung Modal Split von Bozen mit dem durchschnittlichen Verkehr italienischer Städte (7) (8) (9)	17
Abbildung 7 - Personenverkehr in Bozen, ausgedrückt in Millionen gefahrener Kilometer pro Jahr	18
Abbildung 8 - Energieverbrauch und CO ₂ Produktion aus dem Personenverkehr. Jahresgesamtverbrauch; Pro-Kopf-Jahresverbrauch; gesamte CO ₂ -Jahresproduktion; Pro-Kopf-CO ₂ -Jahresproduktion.	18
Abbildung 9 - Güterverkehr von und nach Bozen, ausgedrückt in Millionen Tonnen pro jährlich gefahrene Kilometer	19
Abbildung 10 - Energieverbrauch und CO ₂ Produktion aus dem Güter- und Personenverkehr. Jahresgesamtverbrauch; Pro-Kopf-Jahresverbrauch; Gesamte CO ₂ -Jahresproduktion; Pro-Kopf-CO ₂ -Jahresproduktion.	19
Abbildung 11 - Energieverbrauch und CO ₂ Produktion des Gebäude- und Infrastrukturbereichs. Jahresgesamtverbrauch; Pro-Kopf-Jahresverbrauch; Gesamte CO ₂ -Jahresproduktion; Pro-Kopf-CO ₂ -Jahresproduktion.	21
Abbildung 12 - Energieverbrauch und CO ₂ Produktion der Gemeindeverwaltung. Jahresgesamtverbrauch; Pro-Kopf-Jahresverbrauch; gesamte CO ₂ -Jahresproduktion; Pro-Kopf-CO ₂ -Jahresproduktion.	22
Abbildung 13 - Gesamtenergieverbrauch der Stadt Bozen	23
Abbildung 14 - Pro-Kopf Gesamtenergieverbrauch der Stadt Bozen.....	23
Abbildung 15 - Gesamte CO ₂ Emissionen der Stadt Bozen.....	24
Abbildung 16 - Pro-Kopf CO ₂ Emissionen der Stadt Bozen	24
Abbildung 17 - Gesamtenergiekonsum der Stadt Bozen mit Aufgliederung nach: Zur Verfügung stehende reellen Daten (opak) und geschätzte Daten (halbtransparent).	25
Abbildung 18 - Anzahl der Wohngebäude der Gemeinde Bozen nach ihrer Bauzeit.....	27
Abbildung 19 - Das Stadtviertel Europa	28
Abbildung 20 - Stadtviertel Europa: Anzahl der Gebäude pro Bauzeit.	29

Abbildung 21 - Energieverbrauchswerte für Heizung je Flächeneinheit für Gebäude unterschiedlicher Bauzeiten (14).....	30
Abbildung 22 - Heizenergieverbrauch des Wohnbaubestands des Stadtviertels Europa (blau), verglichen mit dem Verbrauch derselben Gebäude, wenn sie nach Baustandard KlimaHaus B (rot) oder A (lila) erbaut wären.	31
Abbildung 23 - CO ₂ Emissionen der Heizanlagen des Wohnbaubestands des Stadtviertels Europa (blau), verglichen mit dem Verbrauch derselben Gebäude, wenn sie nach Baustandard KlimaHaus B (rot) oder A (lila) erbaut wären.	31
Abbildung 24 - Vergleich der Verbrauchslasten einer Wohnung mit Standard KlimaHaus B und der Produktion elektrischer Energie durch eine Photovoltaikanlage, welche ausgelegt auf den Extremfall, die Nutzung der gesamten Dachfläche des Gebäudes vorsieht.	34
Abbildung 25 - Vergleich zwischen den Gesamtlasten einer Wohnung mit Standard KlimaHaus B, der Produktion von elektrischer Energie aus Photovoltaikanlage und der Warmwasserproduktion aus Solarthermie, im Grenzfall der Benutzung der gesamten Grundfläche des Gebäudes.	34
Abbildung 26 - Möglicher Standort von Wasserkraftwerken an Flüssen, die durch die Stadt fließen (5).....	37
Abbildung 27: Möglichkeiten der Energieeinsparung und der Steigerung der Energieproduktion in der Stadt Bozen anhand der beschriebenen Maßnahmen. Eingesparte Energie (blau) und Produktionssteigerung (rot).....	38
Abbildung 28 - Szenario zur Reduzierung des Energiekonsums durch Personen- und Gütertransport	41
Abbildung 29 - Szenario zur Reduzierung des Energiekonsums des Personen- und Gütertransports. Pro-Kopf Verbrauch.	41
Abbildung 30 - Szenario zur Reduzierung der CO ₂ Emissionen des Personen- und Gütertransports. Gesamtemissionen.....	42
Abbildung 31 - Szenario zur Reduzierung der CO ₂ Emissionen des Personen- und Gütertransports. Pro-Kopf Emissionen.	42
Abbildung 32 - Heizenergieverbrauch des gesamten Wohnbaubestands der Stadt im Falle einer Sanierung auf KlimaHaus Standard B (rot), A (grün) und Gold (gelb). Vergleich mit der Realsituation des Jahres 2007 (blau).	44
Abbildung 33 - Szenario zur Reduzierung des Energieverbrauchs durch Maßnahmen im Wohn- und Wirtschaftssektor. Gesamtverbrauch.....	46
Abbildung 34 - Szenario zur Reduzierung des Energieverbrauchs durch Maßnahmen im Wohn- und Wirtschaftssektor. Pro-Kopf Verbrauch	46
Abbildung 35 - Szenario zur Reduzierung des Energieverbrauchs durch Maßnahmen im Wohn- und Wirtschaftssektor. Gesamtemissionen.....	47
Abbildung 36 - Szenario zur Reduzierung des Energieverbrauchs durch Maßnahmen im Wohn- und Wirtschaftssektor. Pro-Kopf Emissionen	47
Abbildung 37 - Szenario zur Energieverbrauchsreduzierung. Zusammenfassung. Gesamtverbrauch	49
Abbildung 38 - Szenario zur Energieverbrauchsreduzierung. Zusammenfassung. Pro-Kopf Verbrauch	49

Abbildung 39 - Szenario zur Reduzierung der CO ₂ Emissionen. Zusammenfassung. Gesamtemissionen	50
Abbildung 40 - Szenario zur Reduzierung der CO ₂ Emissionen. Zusammenfassung. Pro-Kopf Emissionen	50
Abbildung 41 - Aufteilung des Energieverbrauchs im Jahr 2030 nach den beschriebenen Szenarien.....	51
Abbildung 42 - Aufteilung des Pro-Kopf Energieverbrauchs im Jahr 2030 nach den beschriebenen Szenarien	51
Abbildung 43 - Aufteilung der CO ₂ Emissionen im Jahr 2030 nach den beschriebenen Szenarien.....	52
Abbildung 44 - Aufteilung der Pro-Kopf CO ₂ Emissionen im Jahr 2030 nach den beschriebenen Szenarien	52
Abbildung 45 - Vergleich zwischen Modal Split von Bozen und einer durchschnittlichen Stadt Italiens (24) (25).	71
Abbildung 46 - Abbildung der fixen Messstationen um die Stadt Bozen (Quadrate, Autonome Provinz Bozen), sowie der vorübergehenden Messstationen (Kreise, Gemeinde Bozen), die in den Jahren 2006 und 2007 benutzt wurden.	92
Abbildung 47 - Aufstellung der Messstellen für die Untersuchung 2008 über den Verkehr vom St.Jakob-Tunnel bei Bozen Nord.	94
Abbildung 48 - Umverteilung des Autostroms bei den verschiedenen verfügbaren Messstellen.....	95
Abbildung 49 - Aufstellung der Messstellen, die zur Umverteilung des Verkehrs auf der Eisackuferstraße und dem aus der Autobahn und der Schnellstraße MEBO benutzt wurden	96
Abbildung 50 - Umverteilung des Autostroms bei den verschiedenen verfügbaren Messstationen Nr. 68 (Frangart Pillhof) und Nr. 20 (Etschbrücke).	98

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Berechnung des jährlichen Energieverbrauchs der bestehenden Gebäude.....	30
Tabelle 2 - Schätzung zu Neubauten im Gemeindegebiet Bozen.....	32
Tabelle 3 - Bezugsdaten zum Energieverbrauch einer typischen Wohnung in Italien (Bozen) nach nationalen und lokalen Standards.	33
Tabelle 4 - Anzahl der Öffentlichen Gebäude und beheizte Bruttogeschossfläche.	35
Tabelle 5 - Heizenergieverbrauch Öffentlicher Gebäude als Jahreswerte und als Jahreswerte pro Fläche.	35
Tabelle 6 - Heizenergieverbrauch der der Öffentlichen Gebäude.	36
Tabelle 7 - Elektroenergieverbrauch der Öffentlichen Gebäude.....	36
Tabelle 8 - Charakteristiken der neuen Müllverbrennungsanlage. Quelle EcoCenter.....	37
Tabelle 9 - Vergleich der Verbrauchswerte thermischer Energie im Baubestands (Jahr 2007) und Szenario mit Gebäuden nach KlimaHaus Standard B, A und Gold. Verluste von 10% der Summe Heizung + Warmwasserbereitung	44
Tabelle 10 - Einwohner Bozen	68
Tabelle 11 - Occupati nei diversi settori produttivi a Bolzano.	69
Tabelle 12 - Daten zu benutzten Verkehrsmitteln.	72
Tabelle 13 - Modal Split und Gewohnheitsfaktoren	73
Tabelle 14 - Traffico passeggeri [milioni passeggeri*km/anno].	73
Tabelle 15 - Traffico beni su strada [milioni veicoli*km/anno].	74
Tabelle 16 - Traffico beni su rotaia [milioni tonn*km/anno].	74
Tabelle 17 - Consumi energetici edifici-infrastrutture [GWh/anno].	78
Tabelle 18 - Frazione di consumi energetici relativi al settore residenziale [%].	79
Tabelle 19 - Anteil des Energiekonsums des Primären Wirtschaftssektors [%].	80
Tabelle 20 - Anteil des Energiekonsums des Sekundären Wirtschaftssektors [%].	80
Tabelle 21 - Anteil des Energiekonsums des Tertiären Wirtschaftssektors [%].	81
Tabelle 22 - Energiekonsum der öffentlichen Infrastrukturen [GWh/anno].	81
Tabelle 23 - LCA-Faktoren zur Umwandlung der Endenergie in Primärenergieverbrauch [-].	84
Tabelle 24 - CO ₂ -Emissionsfaktoren des Endenergieverbrauchs [tonn/GWh].	85
Tabelle 25 - CO ₂ -Emissionsfaktoren des Primärenergieverbrauchs [tonn/GWh].	85
Tabelle 26 - Nationaler Energiemix zur Produktion Elektrischer Energie [%].	86
Tabelle 27 - LCA-Faktoren zur Umwandlung der Endenergie in Primärenergie [-].	86
Tabelle 28 - Faktoren zur Umwandlung der Primärenergie in CO ₂ Emissionen [Tonnen/GWh].	87

Tabelle 29 - Nationaler Energiemix zur Produktion von Fernwärme [%].	88
Tabelle 30 - LCA-Faktoren zur Umwandlung der Endenergie in Primärenergie [-].	88
Tabelle 31 - Faktoren zur Umwandlung der Endenergie in CO ₂ -Emissionen [Tonnen/GWh].	88
Tabelle 32 - Energiemix der Gemeinde Bozen zur Produktion von Fernwärme [%].	89
Tabelle 33 - Faktoren zur Umwandlung von Endenergie in CO ₂ -Emissionen [Tonnen/GWh].	89
Tabelle 34 - Zusammenfassung Berechnung der von den Einwohnern zwischen den Stadtvierteln von Bozen gefahrener Km. Apollis Untersuchung 2002 und 2005.	92
Tabelle 35 - Bestimmungsort des durchschnittlichen Tagesleichtverkehrs 2007 auf den einzelnen Autobahnstrecken der Brennerautobahn (geordnet nach Richtung)	93
Tabelle 36 - PKW-Verkehr innerhalb der Gemeinde Bozen [Millionen Personen * Km/Jahr]	97
Tabelle 37 - - Daten des Zufahrtverkehrs in Bozen bei den Messstellen Etschbrücke und Frangart Pillhof	98

11 Anlage I - Methodologie

Die Gemeinde Bozen ist einer Pilotgruppe beigetreten, deren Zweck die Entwicklung und Anwendung einer Software für die überschlägige Berechnung von CO₂-Emissionen kleinerer Landeseinheiten wie Gemeinden und Provinzen ist. Die Software ECO2Regio ist eine online-Plattform (<http://ecospeed.ch/eco2region/it>), die von der ECOSpeed AG (3) entwickelt wird. Die Entwicklung ist dank der Kooperation der Pilotgruppe bestehend aus den Gemeinden Bozen, Jesi, Reggio Emilia, Modena, Schio und den Provinzen Ancona und Roma mit dem Klimabündnis Italien („Alleanza per il Clima Italia“) möglich. Letztere koordiniert die Arbeiten. Die Software wird in der Schweiz und in Deutschland bereits verwendet und soll mittels der verfügbaren Daten und den maßgeblichen Berechnungsfaktoren, die im Anschluss beschrieben werden, an die italienische Verhältnisse angepasst werden.

Die ECO2Regio Software benutzt die Methodik und die Berechnungsfaktoren, die von der „Intergovernmental Platform on Climate Change“, IPCC, vorgeschlagen werden. Sie bezieht sich auf die 2006 in fünf Bänden veröffentlichten Richtlinien, „2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“ (19). Der erste Band „General Guidance and Reporting“ beschreibt die allgemeine Methodik und die Daten, die zur Berechnung der Emissionen notwendig sind. Der zweite Band, „Energy“, stellt die Emissionen stationärer Quellen wie Gebäude und Infrastrukturen, sowie beweglicher Quellen wie Transportmittel dar.

Die Gemeinde Bozen ist dieser Initiative beigetreten, um über ein Instrument zu verfügen, das auf einer zuverlässigen, auf nationaler und internationaler Ebene verwendeten Berechnungsmethode basiert. Die Software befindet sich außerdem in der Akkreditierungsphase bei der Europäischen Union, um als Instrument für die Berechnung von CO₂ Emissionen und für die daraus folgende Erarbeitung eines lokalen Energieplans, den die Gemeinde Bozen infolge der Unterzeichnung des „Covenant of Mayors“ (20) durchzuführen hat, eingesetzt zu werden.

Die im Folgenden behandelte Diskussion hat das Ziel die Software ECO2Regio zu beschreiben, die verwendeten Berechnungsmethoden und Rechenfaktoren, die angestellten Hypothesen und der von der Eurac ermittelten Resultate zur Bewertung der Resultate darzustellen. Die in den vorigen Kapiteln angegebenen Werte wurden entsprechend der in der Software verwendeten Methoden erhoben und mit dem Klimabündnis und der Gemeinde Bozen abgestimmt.

11.1 Entwurfsannahme

Wie schon erwähnt, erlaubt die verwendete Methode eine vereinfachte Berechnung der CO₂-Emissionen, um die Phase der Datenerfassung zu reduzieren und damit die Kosten zu Lasten der Lokalverwaltung für die genannte Analyse zu senken. Sie stützt sich als solche auf eine Reihe von Annahmen, die im Folgenden beschrieben werden.

- Unter dem Begriff „CO₂-Emissionen“ versteht sich die Menge an Kohlendioxid, die bei Verbrennungsprozessen, die mit jeweiligen Tätigkeiten verbunden sind, erzeugt wird. Hiermit werden daher die Emissionen anderer Treibhausgase, wie Wasserdampf (H₂O), Stickstoffoxid (NO), Erdgas (CH₄) nicht berücksichtigt, die normalerweise im Parameter „CO₂-Äquivalent“ berechnet werden.

- Es wurden nur die mit dem Gebrauch von fossilen Brennstoffen zusammenhängenden CO₂-Emissionen betrachtet. Die Berechnung schließt alle anderen Prozesse, die CO₂ emittieren bzw. absorbieren, aus. Die Bepflanzung, die Vegetationsaktivitäten von Pflanzen, die Verdauungsaktivitäten von Zuchttieren oder eventuelle andere Industrieprozesse, die Treibhausgasemissionen als potentielle Folge der Produktionsprozesse haben, werden nicht berücksichtigt.
- Ebenfalls nicht bemessen werden die so genannten "indirekten Emissionen", die mit menschlichen Tätigkeiten verbunden sind, welche keine direkte Verbrennung verursachen (Ernährung, Gebrauch von Konsumgütern, usw.), jedoch Quellen von CO₂-Emissionen wegen der damit verbundenen Prozesse sind (Produktion, Verpackung, Verteilung, usw.).
- Ausgeschlossen sind auch die Emissionen aus der Nutzung von Luftfahrzeugen mit Abflug und Landung in Flughäfen der Gemeinde bzw. der Provinz. Aus diesem Grund wurde für die Stadt Bozen eine separate Ermittlung durchgeführt.

Die eingeführten vereinfachten Annahmen können zum Teil zur Unter-, zum Teil zur Überschätzung der CO₂-Emissionen führen. Das angewandte Modell erlaubt allerdings die quantitative und synthetische Bewertung der Emissionsquellen und ihre Belastung im lokalen Rahmen und ermöglicht so die Ergreifung von gezielten verringernden Maßnahmen.

11.2 Zuordnungsgrundsätze

Die Auswahl der Daten für die Berechnung der Emissionen kann auf Grund des Territorialitätsprinzip (Raumzuordnung) bzw. des Kausalitätsprinzips (Quellenzuordnung) erfolgen.

11.2.1 Raumzuordnung

Es wurden ausschließlich fossile Energien, die innerhalb des betrachteten Kontrollvolumens (Gemeinde-/ Provinzgebiet) verbraucht werden, berücksichtigt. In der Bilanz findet man nur die Endenergie (und die damit verbundenen CO₂ Emissionen), die aus der Verbrennung der jeweiligen fossilen Brennstoffe stammt. Eine Schätzung der Emissionen, die aus der Förderung, dem Transport und der Verteilung dieser Energieträger im Gebiet abhängen, ist jedoch nicht möglich. Außerdem wurden die Emissionen aus dem Konsum von elektrischer Energie und Wärmeenergie aus dem Fernheizwerk mit Null angenommen, falls deren Produktion außerhalb des Gebietes erfolgte.

Dieser Ansatz führt daher zu einer partiellen Darstellung der CO₂-Emissionen des Gebietes.

11.2.2 Energiequellenzuordnung

Die Fossilenergie, die für die Produktion und Verteilung einer Energiequelle notwendig ist, wird der jeweiligen Energiequelle auf der Basis des Endverbrauchs zugeordnet.

Den Energiequellen ohne Emissionen (elektrische Energie, Fernwärme) im Endenergieverbrauch werden die, so genannten, grauen Emissionen zugeordnet. Für die fossilen Energiequellen kann der Fossilverbrauch der jeweiligen Produktionskette zum Endenergieverbrauch hinzugerechnet werden. Praktisch gesehen, werden die **Endenergiewerte** mit einem LCA_{Energie}-Faktor (Life Cycle Assessment, größer als 1)

multipliziert, der den Betrag an grauer Energie, welcher mit jedem Verbrennungsprozess der betrachteten Energiequelle verbunden ist, berücksichtigt. Auf diese Weise ergibt sich der Wert der **Primärenergie**, der für die Erzeugung der spezifischen Menge von Endenergie gebraucht wird. Die in ECO2Regio benutzten Daten stammen aus den Datenbanken GEMIS 4.2 (21) und Ecoinvent 2.0 (22).

Bei importierten Energiequellen werden in der Bilanz mehr Emissionen betrachtet, als diejenigen, die tatsächlich im Gebiet entstehen, während die Emissionen aus Kraftwerken und Fernwärme auf dem Gebiet nur in Bezug auf den effektiven Lokalverbrauch der erzeugten Energie berücksichtigt werden. Gleichzeitig produziert der Personen- und Güterverkehr auch Emissionen außerhalb des betrachteten Gebiets, wenn er durch die Bürger dieses Gebietes verursacht wird (Verantwortlichen des Gebietes).

Aus einem praktischen Gesichtspunkt können die Emissionen bezüglich der verbrauchten Endenergie mit einem LCA_{CO_2} -Faktor multipliziert werden: dadurch ergibt sich der Gesamtwert der Emissionen für die spezifische Fossilquelle, bezogen auf die verbrauchte Primärenergie.

Diese Bilanzmethode kann daher „Kausalitätsprinzip“ genannt werden, da sie die insgesamt erzeugten Emissionen auf der Basis der Ursache (der Verbraucher) betrachtet, die deren Erzeugung bedingen.

Für die vorgelegte Analyse wurde entschieden, das Kausalitätsprinzip anzuwenden, da es für konservativer und richtiger gehalten wird und weil es eine Sensibilisierung der Bürger gegenüber der eigenen Handlungen ermöglicht, die inner- und außerhalb des betrachteten Gebiets ausgeübt werden (siehe Transportgewohnheiten).

11.3 Berechnungsansatz

Das verwendete Programm erlaubt es den Energiekonsum und die damit verbundenen CO₂-Emissionen auf zwei Arten zu berechnen, die entweder separat oder parallel angewandt werden können.

Nach dem vereinfachten Ansatz (*top-down*-Ansatz) können die Werte der Endenergieverbrauch von nationaler auf lokale Ebene, durch einen angemessenen Vergleich zwischen nationaler und lokaler Bevölkerung (Anzahl der Einwohner), sowie zwischen nationalen und lokalen Beschäftigten, in den verschiedenen Produktionsbereichen zurückgerechnet werden. Gemäß diesem Ansatz wird die Nutzung von fossilen Brennstoffen im betrachteten Gebiet direkt proportional zum nationalen Durchschnitt in Funktion der Einwohner und der im Gebiet vorhandenen Produktionstätigkeiten angenommen. Dies hebt also nicht hervor, welche Energieträger im Gebiet effektiv verwendet werden, in welchem Umfang Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Reduzierung des Verkehrs usw. erfolgen müssen.

Der *bottom-up*-Ansatz wurde in dieser Studie verwendet, wo immer es möglich war ihn anzuwenden. Er sieht die Erfassung der Verbrauchsdaten von Fossilbrennstoffen oder der direkt verbrauchten Endenergie vor. Die Emissionswerte werden durch die in der Software vorhandenen Faktoren festgelegt.

Der zweite Ansatz verlangt die Erfassung einer großen Anzahl von Daten, die nicht immer verfügbar sind. Der erste Ansatz hingegen erfordert nur die Erfassung der Daten zur Einwohnerzahl und zur Anzahl der Art der Beschäftigten im Gebiet.

Die verwendete Software erlaubt es eine vereinfachte top-down „Ausgangsbilanz“ zu ermitteln, um eine erste knappe approximative Übersicht des Verbrauchs und der

Emissionen zu erhalten. Dort wo genauere Daten zum Endenergieverbrauch zur Verfügung stehen, können diese mit den anfänglich berechneten Daten ersetzt werden. Darauf kann zu einer genauere und wirklichkeitsnähere „Endbilanz“ fortgeschritten werden. Die Ausgangsbilanz wird von der Software aufgrund der fehlenden Energieverbrauchsdaten berechnet.

Wie bereits erwähnt, wurde in der vorliegenden Studie fast immer der bottom-up-Ansatz angewandt, der ausschließlich die Durchführung der Endbilanz verlangen würde. Trotz alledem, wurde auch die Ausgangsbilanz erstellt, um die gesammelten Daten zu validieren. Der Datensatz der Endenergiewerte, die anfänglich in der Ausgangsbilanz berechnet wurden, sind an einem späteren Zeitpunkt fast vollständig ersetzt worden. Die Bearbeitung der Daten wird im Folgenden detailliert beschrieben.

11.4 Datenerfassung

Mehrere Akteure wurden in der Phase der Datenerfassung involviert: Gemeinde Bozen, Provinzialkommando der Finanzpolizei (BZ), Etschwerke, SEAB, Eco Center, TIS-Renertec, Landesagentur für Umwelt - Amt für Luft und Lärm, Zollamt, Amt für Abgaben der Provinz Bozen, ASTAT, CISMA, Cristoforetti Petroli, Petrolvilla&Bortolotti, Mitterrutzner, Kuen Falca. In der Phase der Datenverarbeitung haben außerdem das Ökoinstitut Südtirol bei der Analyse der Verkehrsdaten und die KlimaHaus Agentur bei der Erarbeitung der Maßnahmen für die Energieeinsparung in den Gebäuden mitgewirkt.

Im Folgenden werden die erforderlichen Daten für die Schätzung der Werte der verbrauchten Energie (End- und Primärenergie) und der damit verbundenen CO₂-Emissionen beschrieben. Die Daten werden entsprechend ihrer Anwendung innerhalb der Software aufgeführt: Ausgangsbilanz, Endbilanz. In der Anlage III werden die Tabellen mit den für die Berechnung benutzten Daten wiedergeben, die im Titel jedes Abschnittes angegeben sind. Die Faktoren für die Berechnung des Energieverbrauchs und der Emissionen werden in einem separaten Abschnitt beschrieben.

11.5 Erforderliche Daten für die Ausgangsbilanz

11.5.1 Einwohner

Die Quelle für die Erhebung dieser Daten ist ASTAT (Provinz Bozen) (16).

Berechnungsmethode

Für diese Kategorie von Eingabedaten ist es nicht notwendig, die ursprünglichen Daten zu verarbeiten.

Die Daten müssen in die Software unter dem Posten: [Quantitative Struktur -> Einwohner](#) eingegeben werden.

Tabelle 10 - Einwohner Bozen

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Assoluto <input checked="" type="checkbox"/>	97.311, ^x	97.209, ^x	97.107, ^x	97.005, ^x	96.903, ^x	96.801, ^x	96.699, ^x	96.444, ^x	96.659, ^x	96.864, ^x	97.016, ^x	96.864, ^x	96.912, ^x	96.879, ^x	97.895, ^x	98.969, ^x	99.792, ^x	100.57 ^x

11.5.2 Beschäftigte

Unter diesem Posten wird die Anzahl der beschäftigten Personen in den verschiedenen Wirtschaftssektoren aufgeführt. Die betrachteten Bereiche sind Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Bergbauindustrie, Verarbeitungsindustrie, Energie- und Wasserversorgung, Bauwesen, Handel, Wartung und Reparatur von Kraftfahrzeugen, Tankstellen, Hotels und ähnliche Strukturen, Datentransfer, Banken und Versicherungen, Immobilienbereich, öffentliche Verwaltung, Verteidigung und Sozialversicherung (in öffentlichen Diensten), Bildungswesen, Gesundheit und Fürsorge, öffentliche und private Dienste, Familien, Organisationen.

In diesem Fall ist die Hauptdatenquelle die ISTAT, für die Daten aus den Volkszählungen 1991 und 2001 (10), sowie das ASIA-Archiv für die Daten aus den Jahren 1996, 2005 und 2006 (23). Da dieses die öffentlichen Arbeitnehmer und die Angestellten im Bereich Land-, Forstwirtschaft und Fischerei nicht mitzählt, wurden die diesbezüglichen Daten anderweitig eingeholt: das Arbeitsamt der Autonomen Provinz Bozen lieferte die Daten des Bereichs Land-, Forstwirtschaft und Fischerei seit 1998, während ASTAT und Gemeinde Bozen die Daten der öffentlichen Angestellten 2005 und 2006 zur Verfügung stellten.

Berechnungsmethodologie

Da es nicht möglich war, den vollständigen Datensatz für alle Jahre von 1990 bis 2007 zu erhalten, wurden die Werte der Jahre, in den die Daten nicht vorhanden waren, linear ausgeglichen und interpoliert. Die Jahre vor 1996 sind extrem bruchstückhaft, während die Daten der letzten Jahre mit einer guten Annäherung ermittelt werden konnten.

Die Daten müssen in die Software unter dem Posten:

Quantitative [Struktur](#) -> [Wirtschaft](#) -> [Beschäftigten](#) eingegeben werden.

Tabelle 11 - Occupati nei diversi settori produttivi a Bolzano.

Settori economici	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agricoltura, silvicoltura e pesca	1.149	1.149	1.149	1.149	1.149	1.149	1.149	1.149	1.149	1.100	1.128	1.155	1.234	1.236	1.204	1.186	1.164	1.123
Estrazione di minerali	14	14	14	14	14	14	14	14	13	13	12	12	23	34	45	56	68	79
Attività manifatturiere	4.766	5.020	5.274	5.528	5.782	6.036	6.290	6.544	6.797	7.051	7.304	7.558	8.234	8.909	9.585	10.260	10.630	11.306
Produzione e distribuzione di energia elettrica, gas e acqua	463	490	517	544	571	598	625	652	679	706	734	761	766	771	775	780	701	706
Costruzioni	3.240	3.327	3.414	3.501	3.588	3.675	3.762	3.849	3.935	4.022	4.108	4.195	4.998	5.800	6.602	7.405	7.461	8.264
Commercio, manutenzione e riparazione autoveicoli, distributori	12.005	11.940	11.875	11.810	11.745	11.680	11.615	11.550	11.485	11.419	11.354	11.289	12.301	13.313	14.326	15.338	15.528	16.540
Alberghi e ristoranti	1.637	1.729	1.821	1.913	2.005	2.097	2.189	2.281	2.373	2.466	2.559	2.651	3.439	4.228	5.014	5.801	5.480	6.268
Trasporti, magazzinaggio e comunicazioni	2.996	3.122	3.248	3.374	3.500	3.626	3.752	3.878	4.003	4.129	4.254	4.380	4.494	4.607	4.721	4.834	5.002	5.116
Istituti di credito e assicurazioni	2.360	2.382	2.404	2.426	2.448	2.470	2.492	2.514	2.537	2.559	2.582	2.604	2.606	2.609	2.611	2.613	2.746	2.748
Attività immobiliari	4.897	5.304	5.711	6.118	6.525	6.932	7.339	7.746	8.154	8.561	8.969	9.376	9.832	10.289	10.745	11.201	12.051	12.507
Amministrazione pubblica e difesa, assicurazione sociale	5.784	5.820	5.856	5.892	5.928	5.964	6.000	6.036	6.072	6.109	6.145	6.181	6.145	6.109	6.073	6.037	5.875	5.839
Istruzione	3.494	3.495	3.496	3.497	3.498	3.499	3.500	3.501	3.501	3.502	3.502	3.503	2.699	1.894	1.090	285	244	211
Sanità e altri servizi sociali	4.098	-3.193	-2.288	-1.383	-478	427	1.332	2.237	3.142	4.048	4.953	5.858	4.832	3.806	2.780	1.754	1.857	1.600
Altri servizi pubblici, sociali e personali	2.836	2.830	2.824	2.818	2.812	2.806	2.800	2.794	2.789	2.783	2.778	2.772	2.600	2.428	2.255	2.083	2.286	2.114
Attività svolte da famiglie e convivenze	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organizzazioni ed enti extra-territoriali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Somma	41.543	43.429	45.315	47.201	49.087	50.973	52.859	54.745	56.629	58.468	60.382	62.295	64.203	66.031	67.826	69.633	71.093	74.421

11.6 Erforderliche Daten für die Endbilanz

Wie bereits erwähnt, sind die oben angegebenen Daten für die Bestimmung des Energieverbrauchs und der Emissionen auf dem Gemeindegebiet durch eine Ausgangsbilanz ausreichend. Der Endenergieverbrauch kann mit einer besseren Übereinstimmung mit der örtlichen Realität eingeschätzt werden, wenn dabei die Daten bezüglich des Transports und der Verwendung von fossilen Brennstoffen in den Haushalten und in den Produktionsbereichen berücksichtigt werden.

11.6.1 Personenbeförderung

Die Berechnung des Energieverbrauchs und der Emissionen aus Personenbeförderung erfolgt aus den Verkehrszahlen von Personenkraftwagen, Motorrädern, Autobussen und Zügen und wird in [Passagiere*Km/Jahr] ausgedrückt. Dieser Wert wird für jede Kategorie von Transportmitteln aus dem Produkt aus der Anzahl der transportierten Passagiere multipliziert mit der mittleren jährlichen Fahrzeit dieses Verkehrsmittels (Transportleistungen für Personen), bestimmt. Die Schätzung des Verbrauchs und der Emissionen wird von der Software mithilfe der Faktoren ermittelt, die im Folgenden beschrieben werden.

Für die Kategorie der Eingabedaten wurden zwei Berechnungsmethoden eingesetzt:

Berechnungsmethode nach dem Kausalitätsansatz

Das verwendete Modell berücksichtigt die Benutzung von Verkehrsmitteln innerhalb und außerhalb der Gemeindegrenzen der Bewohner von Bozen.

Was den Straßenverkehr betrifft, so wird eine Unterscheidung nach verschiedenen Verkehrsmitteln vorgenommen. Multipliziert werden die im Gemeindegebiet zugelassenen Fahrzeugbestand mit einer durchschnittlich jährlichen Fahrzeit des Fahrzeuges und mit einem durchschnittlichen Besetzungsfaktor des Fahrzeuges, der angibt wie viele Personen im Schnitt in diesem Verkehrsmittel fahren.

$$\begin{aligned}
 & (\text{Fahrzeugbestand} \cdot \text{Fahrzeit}_{\text{jährlich}} \cdot \text{Faktor}_{\text{Besetzung}}) \\
 & \cdot \text{Faktor}_{\text{Gewohnheit}} \left[\frac{\text{Personen} \cdot \text{km}}{\text{Jahr}} \right] \\
 \text{Faktor}_{\text{Gewohnheit}} = & \frac{\text{Benutzung Fahrzeug Bz}}{\text{Benutzung Fahrzeug Durchschnitt Italien}}
 \end{aligned}$$

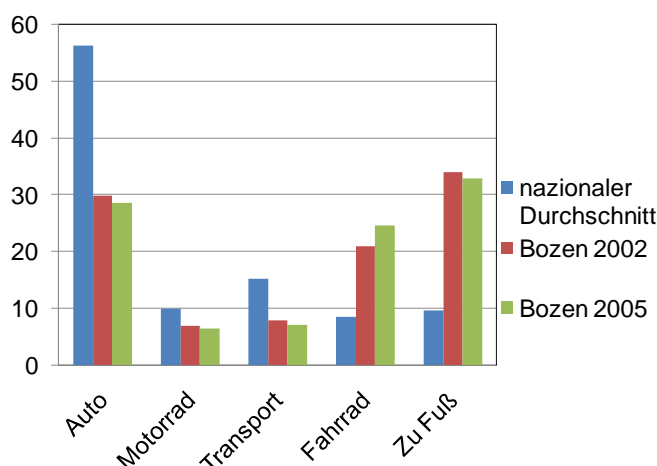
Da die mittlere Fahrzeit und der Mitfahrfaktor nationale Durchschnittswerte sind, die von ihrer Natur aus die lokalen Gegebenheiten nicht widerspiegeln, wurde dem oben erhaltenen Wert ein Gewohnheitsfaktor auferlegt, der die Fahrgewohnheiten der Bozner Bürger berücksichtigt. Er vergleicht die Reisegewohnheiten der Bozner Bürger mit denen eines italienischen Durchschnittsbürgers. Dieser Faktor besteht für jede Fahrzeugkategorie aus dem Verhältnis zwischen dem Modal Split der Gemeinde Bozen und der einer durchschnittlichen Stadt Italiens. Abbildung 45 zeigt diese Werte für einen durchschnittlichen Arbeitstag. Dabei wurden die Fahrgewohnheiten am Wochenende als überall gleichwertig betrachtet, da diese hauptsächlich Erholungszwecken dienen. Wenn

man 220 Jahresarbeitstage berücksichtigt, wird also der Gewohnheitsfaktor wie folgt berechnet (siehe Datei Tabelle Transportberechnung.xls):

$$Faktor_{Gewohnheit} = \frac{\frac{Benutzung_{BZ}}{Benutzung_{ITALIEN}} * 220gg + 1 * (365 - 220)}{365}$$

Die Berechneten Daten sind in Tabelle 1 dargestellt. Die vorgeschlagene Methode weist zwei Einschränkungen auf:

1. Der Mitfahrfaktor entspricht nicht den lokalen Gegebenheiten. Die Genauigkeit der Verkehrsdaten kann dadurch etwas verfälscht sein. Um diesen Wert genau zu bestimmen, wären gezielte Untersuchungen erforderlich.
2. Das Modell erlaubt keine direkte Quantifizierung der Auswirkungen von Beschränkungsmaßnahmen für den Motorrad- und Kraftwagenverkehr. Die Auswirkungen können ausschließlich im Nachhinein geprüft werden, wenn diese Maßnahmen Änderungen in den Fahrgewohnheiten der Bevölkerung verursachen. Das Modell erlaubt weiterhin keine Feststellung der Auswirkungen des Pendelverkehrs sowie der Maßnahmen, die seine Intensität beschränken sollten.



3.

Abbildung 45 - Vergleich zwischen Modal Split von Bozen und einer durchschnittlichen Stadt Italiens (24) (25).

Was den Personenschienenverkehr anbelangt, wurde die durchschnittliche Zugreisezeit aus den nationalen Daten über Schienenverkehr und beförderte Personen berechnet. Da die Anzahl der Personen in An- und Abfahrt in/aus Bozen bekannt war, konnte man den Personenschienenverkehr für Bozen berechnen.

$$Verkehr_{BZ} = \frac{Verkehr_{ITALIEN}}{Passagiere_{ITALIEN}} * Passagiere_{BZ} \left[\frac{\text{Personen} * \text{km}}{\text{Jahr}} \right]$$

Auch in diesem Fall weist das Modell eine Einschränkung auf, indem hier keine Unterscheidung zwischen dem von den Bozner Einwohnern und dem von anderen Personen produzierten Verkehr gemacht wurde. Da diese Verkehrskategorie jedoch zum gesamten Energieverbrauch geringfügig beiträgt, wurde die Überschätzung der verwendeten Werte akzeptiert.

Trotz der festgestellten Einschränkungen wurde der Kausalitätsansatz aufgrund der einfachen Datenerhebung benutzt, der ihn für jede Lokalverwaltung anwendbar macht und daher die Verarbeitung von direkt vergleichbaren Daten erlaubt.

Die für das Datenerfassung benutzten Quellen sind ACI für den örtlich gemeldeten Fahrzeugbestand (26), EUROSTAT für die durchschnittliche Fahrzeit der Fahrzeuge (27), sowie die Publikation „Die Umwelt- und Sozialkosten der Mobilität in Italien“ der Ferrovie dello Stato (28), für die Bewertungen der Mitfahrfaktoren der Fahrzeuge. Die nationalen Daten über den Schienenverkehr wurden von der EuroSTAT, die über den lokalen Transport vom Bulletin „Infomob“ der ASTAT (25) (24) erhoben. Die erfassten Daten beziehen sich auf die Jahre 2002 und 2005 (für den Vergleich mit den Modal Split Daten von Bozen) und werden nachstehend aufgeführt (Tabelle 12 und Tabelle 13).

Die Daten müssen in der Software unter dem Punkt (siehe Tabelle 14): [Quantitative Struktur -> Transport -> Transportleistung -> Personentransport](#) eingegeben werden.

Tabelle 12 - Daten zu benutzten Verkehrsmitteln.

		Dati nazionali		Dati Bolzano	
		2002	2005	2002	2005
Macchina	veicoli	33706000	34636000	54241	53119
	Fattore riempimento	1.75	1.75	1.75	1.75
	Mil. passeggeri*km/anno	667217	714942	771	772
	km/anno	11312	11795	8124	8308
Moto	veicoli	8475	9934	8384	9979
	Fattore riempimento	1.2	1.2	1.2	1.2
	Mil. passeggeri*km/anno	74135	79438	60	63
	km/anno	7290	6664	5971	5258
Bus	veicoli	92	94	407	434
	Fattore riempimento	15.2	15.2	15.2	15.2
	Mil. passeggeri*km/anno	28693	29000	90	91
	km/anno	20518	20297	14604	13728
Treno passeggeri	migliaia passeggeri	492000	760000	889	889
	Mil. passeggeri*km/anno	47800	50088	86	59
	km/anno	97	66	97	66

Tabelle 13 - Modal Split und Gewohnheitsfaktoren

	Modal Split - valori percentuali				
	Auto	Moto	Trasporti	Bici	Piedi
Media nazionale	56	10	15	9	10
Bolzano 2002	30	7	8	21	34
Bolzano 2005	29	7	7	25	33
	Fattori di abitudine				
Bolzano 2002	72%	82%	71%	186%	252%
Bolzano 2005	70%	79%	68%	212%	245%

Tabelle 14 - Traffico passeggeri [milioni passeggeri*km/anno].

Categorie trasporto persone	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Germania	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65
Motoveicoli	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Autovetture	774	773	773	772	771	770	769	767	769	771	772	771	771	771	772	772	772	773
Autobus di linea	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	91	91	91	92
Tramvie/Metropolitane	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trasporti extraurbani su rotaia	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	77	68	59	50	41
Somma	1.011	1.010	1.009	1.008	1.007	1.006	1.005	1.002	1.004	1.007	1.008	1.007	1.007	1.000	992	985	978	970

11.6.2 Straßengüterverkehr

Die Berechnung des Energieverbrauchs und der Emissionen aus dem Straßengüterverkehr erfolgt ausgehend von den Verkehrswerten, die in [Fahrzeuge*Km/Jahr] ausgedrückt werden. Dieser Wert wird aus der Anzahl der Fahrzeuge, die für den Gütertransport von und nach Bozen benutzt werden, multipliziert mit der mittleren jährlichen Reisezeit dieser Fahrzeuge, ermittelt. Die Einschätzung des Verbrauchs und der Emissionen wird von der Software unter der Berücksichtigung der Faktoren durchgeführt, die im Folgenden beschrieben werden.

In diesem Fall wurde nur der Kausalitätsansatz angewendet.

Berechnungsmethodologie

Die Berechnung des Güterverkehrs wurde ausgehend von den Gütermassen, die von und nach Bozen transportiert werden, durchgeführt. Die von der Provinz erhaltenen Daten wurden im Verhältnis zur Bevölkerung auf den Wert von Bozen (ca. 10 Mtonn/Jahr) gebracht. Dieser wurde dann mit der mittleren Transportzeit der Masseneinheit eines allgemeinen Gutes (130 Km/Tonn) multipliziert und durch einen mittleren Füllfaktor eines schweren Gütertransports dividiert (6.19 Tonn/Fahrzeug, siehe Datei: Tabelle Transportberechnung.xls).

$$\text{Verkehr}_{\text{BZ}} = \frac{\text{Transportierte Masse}}{\text{Auslastungsfaktor}} * \text{durchschnittliche Reisezeit} \left[\frac{\text{Fahrzeug} * \text{km}}{\text{Jahr}} \right]$$

Es wurde angenommen, dass alle Transportmittel zur Kategorie "schwer" zählen, da die Berechnungssoftware Faktoren zur Berechnung des Energieverbrauchs und der Emissionen ausschließlich für diese Kategorie zur Verfügung stellt. Außerdem wurde diese Hypothese als eine nicht bedeutende Überschätzung der kalkulierten Energieverbrauchswerte beurteilt.

Die benutzte Datenquelle für die Erfassung der Daten über die Menge der nach/von Bozen transportierten Güter ist EUROStat (21), die mittlere Transportzeit der Güter von/nach Bozen ist dem Bulletin "Infomob" (24) (25) entnommen und der Füllfaktor der Lastkraftwagen wurde im Bericht der Ferrovie dello Stato "Umwelt- und Sozialkosten der Mobilität in Italien" (28) erfasst.

Die Daten müssen in die Software unter dem Posten (siehe Tabelle 15): [Quantitative Struktur -> Transport -> Transportleistung -> Straßengüterverkehr](#) eingegeben werden.

Tabelle 15 - Traffico beni su strada [milioni veicoli*km/anno].

Categorie trasporto beni su strada	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Veicoli commerciali	209	209	208	208	208	208	208	207	207	208	208	208	208	209	209	210	211	211

11.6.3 Gütertransport auf der Schiene

Die Berechnung des Energieverbrauchs und der Emissionen aus dem Schienengüterverkehr erfolgt ausgehend von den Verkehrswerten, die in [Tonnen*Km/Jahr] ausgedrückt werden. Die Daten beziehen sich auf die Kilometer, die jährlich von den im Gemeindegebiet einfahrenden bzw. aus dem Gemeindegebiet ausfahrenden Gütern zurückgelegt werden. Auch in diesem Fall wurde der Kausalitätsansatz angewendet.

Berechnungsmethodologie

Das angewandte Berechnungsmodell geht aus dem nationalen Mittelwert der jährlichen Fahrtstrecke der Güter im Schienenverkehr hervor. Wenn man diesen Wert mit der Gütermasse multipliziert, die jährlich im Gemeindegebiet ein- bzw. ausfahren, erhält man den gesuchten Index (siehe Tabelle Transportberechnung.xls):

$$Verkehr_{BZ} = Transportierte\ Masse * Durchschnittliche\ Fahrzeit \left[\frac{t * km}{Jahr} \right]$$

Die Daten der transportierten Gütermasse wurde dem Bulletin "Infomob" (24) (25) entnommen, während die mittlere Transportzeit der Güter auf Schienen von der EUROStat (27) stammt.

Die Daten müssen in die Software unter dem Posten (siehe Tabelle 16): [Quantitative Struktur -> Transport -> Transportleistung -> Anderer Gütertransport](#) eingegeben werden.

Tabelle 16 - Traffico beni su rotaia [milioni tonn*km/anno].

Categorie altro trasporto beni	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Trasporto beni su rotaia	28,12	28,09	28,06	28,03	28,00	27,97	27,94	27,86	27,93	27,99	28,03	27,99	28,00	27,33	26,67	26,00	25,33
Trasporto nautico beni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Somma	28,12	28,09	28,06	28,03	28,00	27,97	27,94	27,86	27,93	27,99	28,03	27,99	28,00	27,33	26,67	26,00	25,33

11.6.4 Gebäude und Infrastrukturen

Zu dieser Kategorie zählen alle Energieverbrauchsarten (sowohl elektrische als auch thermische), die in den Bereichen Haushalt und Produktion anfallen. Die Daten für die Software berücksichtigen die Werte des Endenergieverbrauchs, die wie folgt unterteilt sind:

- "Gesamt": gesamter Endenergieverbrauch je Quelle/Energieträger.
- "Haushaltsquote": gesamter Endenergieverbrauch je Quelle/Energieträger bezogen auf das Haushaltswesen.
- "Wirtschaftsquote": gesamter Endenergieverbrauch je Quelle/Energieträger bezogen auf die primären, sekundären, tertiären Wirtschaftsbereiche.
- "Quote der Gemeindeverwaltung": sie bezieht sich auf den Endenergieverbrauch der öffentlichen Infrastrukturen (Straßenbeleuchtung, öffentliche Gebäude, usw.).

Auch in diesem Fall wurde der Kausalitätsansatz angewendet. Außerdem wurden der Brutto- (Endenergie) und nicht der Nettoenergieverbrauch pro Verbraucher berechnet. Die Werte des Heizungsverbrauchs wurden beim Berechnen des benutzten Brennstoffvolumens mit seinem unteren Heizwert multipliziert. So erhielt man die von der Verbrennung freigesetzte Wärmemenge, d.h. einen von der tatsächlichen Leistungswärme des Gebäudes abweichenden Wert.

11.6.4.1 GesamtError! Reference source not found.

Die Eingabedaten in diese Eingabetypologie beschreiben den jährlichen Endenergieverbrauch für Gebäude und Infrastrukturen aufgeschlüsselt nach Energiequelle oder Energievektor.

Berechnungsmethode

- Elektroenergie (Quelle Azienda Energetica): die erhaltenen Daten beziehen sich auf direkt konsumierte elektrische Energie in der Gemeinde Bozen. Die eingeholten Daten beziehen sich nur auf Benutzer AE/EW (ca. 450 GWh/Jahr im Jahr 2007), während Benutzer die an große Anbieter (ENEL) angeschlossen sind, nicht eingeholt werden konnten. Dies hinterlässt eine Spur großer Ungenauigkeit bezüglich der verwendeten Daten, da die großen Stromabnehmer der Industrie und ein guter Teil der Aktivitäten im Dienstleistungsbereich der ENEL zuzuschreiben sind. Im Falle der elektrischen Energiekonsums war es deshalb nicht möglich den bottom-up- Ansatz anzuwenden. Darum wurde der top-down Ansatz verwendet. Genauer gesagt, es wurde der von der Software berechnete Energieverbrauch aus der Ausgangsbilanz (ca. 800 GWh/Jahr im Jahr 2007) berücksichtigt. Der Vergleich zwischen den beiden ermittelten Daten, zeigt dass eine Überprüfung von ca. 350 GWh/Jahr elektrischer Energie aussteht. Dies wurde allerdings, da in Übereinstimmung mit Schätzungen der EURAC basierend auf informellen Gesprächen und Befragungen an die Akteure, akzeptiert.
- Heizöl (Quelle Petrolvilla AG): die erfassten Daten betreffen die Heizölliter, die zu Heizungszwecken in der Gemeinde Bozen abgegeben werden. Die Summe der

verschiedenen Kategorien wurde mit dem unteren Heizwert des Gasöls multipliziert ($UHW_{\text{Gasöl}} = 9.907 \cdot 10^{-6} \text{ GWh/l}$):

$$E_{\text{Heizöl}} = \text{LiterHeizöl}_{\text{Jahr}} \cdot HU_{\text{Heizöl}} \text{ [GWh/Jahr]}$$

Da im Stadtgebiet weitere Heizöllieferanten tätig sind, die ihre Umsatzdaten nicht zur Verfügung gestellt haben (Cristoforetti AG, Kuen Falca), beschloss man, die von Petrolvilla gelieferten Daten zu verdreifachen, indem man für jeden Lieferant einen gleichen Marktanteil annahm. Man nahm an, dass Importe von außerhalb der Provinz von geringer Bedeutung seien. Obwohl der verwendete Wert einen hohen Grad an Ungenauigkeit aufweist, hat man sich in diesem Fall entschieden, den berechneten Wert aus der Ausgangsbilanz nicht zu verwenden, da er als überhöht eingeschätzt wurde.

- Erdgas (Quelle EW, Landesagentur für Umwelt): die erfassten Daten betreffen die Kubikmeter Erdgas, die im Gebiet Bozen geliefert werden. Der Wert wurde mit dem unteren Heizwert für Erdgas multipliziert ($PCI_{\text{Erdgas}} = 9.6 \cdot 10^{-6} \text{ GWh/Nm}^3$):

$$E_{\text{Methangas}} = \text{KubikmeterMethan}_{\text{Jahr}} \cdot HU_{\text{Methan}} \text{ [GWh/anno]}$$

Die Abnehmer von ENEL Gas und SNAM konnten nicht eingeholt werden. Deshalb wurden wiederum Werte der Berechnungssoftware aus der Ausgangsbilanz, in Übereinstimmung mit Schätzungen der EURAC basierend auf informellen Gesprächen und Befragungen an die Akteure, verwendet.

- Holz (Quelle Amt für Energieeinsparung - Autonome Provinz Bozen): durch die Daten der jährlichen Investitionen für die Einrichtung von Pelletsanlagen oder Holzöfen konnte man die jährlich aus diesen Quellen erzeugte Energie einschätzen, die dann unter den Posten „Holz“ erfasst wurde. Der Ausgangswert war die von den Antragstellern angegebene Investitionssumme. Indem man die Investitionssumme durch eine Schätzung des Kostenkoeffizient für 1 kW für die Provinz Bozen ($C_{\text{Kosten}}=860 \text{ €/kW}$ für Pellets-, Holzspananlagen; $C_{\text{Kosten}}=670 \text{ €/kW}$ für Holzöfen, Quelle: ENERGYTECH INGENIEURE srl) dividierte, wurden die jährlich installierten kW berechnet. Wenn man eine jährliche Betriebszeit (t_f) gleich 1600 Stunden/Jahr annimmt und die installierten kW mit diesem Wert multipliziert, erhält man eine Einschätzung der aus dieser Energiequelle erzeugten Endenergie. Im Folgenden werden die Berechnungen für die Einschätzung dieses Wertes zusammengefasst.

$$kW_{\text{Holz installiert Jahr } i} = \text{Investition}_{\text{Holz Jahr } i} / C_{\text{Kosten Holz}} \text{ [kW]}$$

$$kW_{\text{Holz Gesamt Jahr } t} = \sum_i^t kW_{\text{Holz installiert Jahr } i} \text{ [kW]}$$

$$E_{\text{Holz Produktion Jahr } t} = kW_{\text{Holz installiert Jahr } t} \cdot t_f \cdot 10^{-6} \text{ [GWh/anno]}$$

- Geothermie: die Benutzung dieser Energiequelle wurde in der Gemeinde Bozen nicht erfasst.
- Solarkollektoren (Quelle Amt für Energieeinsparung - Autonome Provinz Bozen): die mittels dieser Quelle erzeugte Wärmeenergie wurde durch die Investitionssummen erfasst, die in den Genehmigungsanträgen für die Installation von Solarkollektoren für Warmwasser und Heizung angegeben wurden. Der Kostenkoeffizient für die thermische Solarkollektoren betrug 900 €/m² (Schätzung EURAC) Wenn die in dem betrachteten Jahr investierte Summe durch den Kostenkoeffizient dividiert, erhält man das Ausmaß der Oberfläche, die mit thermischen Solarkollektoren bedeckt wurde. Unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Gesamtwärmeleistung von 40% (inklusive aller Verluste im Umwandlungsprozess der Sonnenenergie in nützliche Energie für den Verbraucher) und eines Wertes der am Kollektor ausgestrahlten Netto-Sonnenenergie (I_{Jahr}) von 1000 kWh/(m² Jahr), erhält man die Schätzung der erzeugten Wärmeenergie. Nachstehend werden die angewandten Gleichungen zusammengefasst.

$$Fläche_{\text{sol installiert Jahr } i} = Investition_{\text{sol Jahr } i} \cdot C_{\text{Fläche sol}} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$Fläche_{\text{sol gesamt Jahr } t} = \sum_i^t Fläche_{\text{sol installiert Jahr } i} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$E_{\text{sol Produzierte Jahr } t} = Fläche_{\text{sol gesamt Jahr } t} \cdot I_{\text{Jahr}} \cdot \eta_{\text{Kollektor}} \cdot 10^{-6} \text{ [GWh/anno]}$$

- Biogas: es wurden keine Biogasanlagen für die Energieerzeugung erfasst. Die Produktion der Biogasanlage Lana wurde vollständig der Gemeinde Lana zugeordnet, obwohl sie zum Teil auch Abfälle der Gemeinde Bozen verarbeitet.
- Abfälle (Quelle EcoCenter): diese Kategorie beinhaltet die Energieproduktion der Müllverbrennungsanlage Bozen. Ausgangswert ist die Menge der jährlich in der Verbrennungsanlage entsorgten Abfälle, die mit dem durchschnittlichen Heizwert der Abfälle multipliziert wird (gleich $3.48 \cdot 10^{-6}$ GWh/Tonn, Quelle EcoCenter).

$$E_{n_{\text{Müll}}} = HU_{\text{Müll}} \cdot Masse_{\text{Müll}} \text{ [GWh/Jahr]}$$

Auf diese Weise erhält man die Thermische Endenergie aus der Müllverbrennung. Die thermische Energie (Fernwärme) wird nicht von der elektrischen Energie (die ins öffentliche Stromnetz eingespeist) wird, unterschieden. Um eine Berechnung anzustellen, die nicht zweimal dieselbe Energiequelle heranzieht, und man an die Eingabekategorien der Software gebunden ist, schließt der Wert „Müll“ auch die gesamte Energieproduktion der Müllverbrennungsanlage von Bozen mit ein.

- Fernwärme (Quelle IPES, SEL): Der Anteil des Fernheiznetzes wird ausschließlich der Betrag durch Kraft-Wärme-Koppelung aus Gas betrachtet. Auch in diesem Fall wird die Thermisch produzierte Energie berechnet, indem das jährlich verbrannte Methangasvolumen mit dem entsprechenden Unteren Brennwert multipliziert wird.
- Braunkohle: die Benutzung dieser Energiequelle wurde in der Gemeinde Bozen nicht erfasst.
- Steinkohle: die Benutzung dieser Energiequelle wurde in der Gemeinde Bozen nicht erfasst.

Die Daten müssen in die Software unter den Posten (Tabelle 17):

Energieverbrauch -> Gebäude/Infrastrukturen -> Gesamt eingegeben werden.

Tabelle 17 - Consumi energetici edifici-infrastrutture [GWh/anno].

Fonte energetica edifici/infrastrutture	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Energia elettrica	299,3	317,3	339,4	360,7	387,7	410,3	420,2	449,1	474,2	503,1	537,7	564,8	606,3	656,0	702,3	751,6	767,5	808,6
Olio combustibile - Gasolio	63,3	63,2	63,1	63,1	63,0	62,9	62,9	62,7	62,9	63,0	113,8	182,6	171,4	121,8	115,2	80,8	65,6	68,5
Metano	462,6	527,1	526,9	566,8	547,5	622,1	670,1	675,9	738,0	795,4	803,4	843,5	847,7	933,6	990,8	1.063,8	1.031,0	1.014,2
Teleriscaldamento	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	37,6	39,7	44,4	49,2	51,5	54,1	58,1	44,8	31,4	34,0	29,0
Biomassa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	0,9	1,2	1,7	2,2	3,0	3,5
Geotermia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Collettori solari	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,7	0,8	1,0	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,9	2,3
Biogas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rifiuti	265,8	265,5	265,2	265,0	264,7	264,4	264,1	263,4	264,0	264,6	265,0	214,0	286,0	275,0	279,0	272,0	226,0	235,0
GPL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lignite	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carbone fossile	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Somma	1.127,1	1.209,2	1.230,7	1.291,6	1.299,1	1.395,9	1.453,4	1.489,4	1.579,7	1.671,7	1.770,9	1.858,3	1.967,5	2.047,0	2.135,2	2.203,4	2.129,0	2.161,1

11.6.4.2 Haushaltsquote

Die erfassten Daten des jährlichen Energieverbrauch von Gebäuden und Infrastrukturen, die in diesem Abschnitt erklärt werden, werden je nach Endverbrauch in vier Kategorien unterteilt: Haushalt, Primär-, Sekundär- und Tertiärsektor.

Tabelle 18 - Frazione di consumi energetici relativi al settore residenziale [%].

Fonte energetica edifici/infrastrutture	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Energia elettrica	23,4	22,7	22,0	21,3	20,6	19,9	19,2	18,5	17,8	17,1	16,4	15,7	15,0	14,3	13,6	12,9	12,2	12,9
Olio combustibile - Gasolio	49,1	50,0	47,4	43,3	36,0	37,5	36,6	33,5	31,6	29,9	27,7	27,0	24,7	22,8	21,8	20,2	19,6	17,8
Metano	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,4	75,1	74,2	72,8	69,1
Teleriscaldamento	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5
Biomassa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Geotermia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Collettori solari	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Biogas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rifiuti	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5
GPL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lignite	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carbone fossile	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Berechnungsmethode

Die vorhandenen Daten sind zum Großteil in die oben erwähnten Kategorien unterteilt. Wo dies nicht möglich ist, werden Schätzungen mit Verweis auf deren Quelle verwendet.

- Elektrische Energie (Quelle Azienda Energetica): Es wird darauf hingewiesen, dass die Endverbraucher aus dem Wohnsektor sich auf AE/EW beziehen. Der Anteil der Stromlieferung an Haushalte des Wohnsektors entspricht laut AE/EW ca. 13% des totalen Energiekonsums. Dieser Wert stimmt exakt mit dem in der Software berechnetem Wert überein.
- Metano (fonte Azienda Energetica): Es wird darauf hingewiesen, dass die Endverbraucher aus dem Wohnsektor sich auf AE/EW beziehen. Der Anteil der Lieferung an Haushalte des Wohnsektors entspricht laut AE/EW ca. 70% des totalen Energiekonsums des Jahres 2007.
- Heizöl (Quelle Petrolvilla AG): der Ausgangswert weist die Unterteilung in "Kraftstoff" und „Heating“ auf. Der Anteil des Haushaltsbereichs ist a priori nicht bekannt, daher ist eine Unterteilung wie die der Energiequelle „Erdgas“ angenommen worden.
- Fernwärme (Quelle SEL): Nach den Daten verbraucht das Haushaltswesen 45.5% der Wärmeenergie, wenn man das einzige Erdgaswärmekraftwerk berücksichtigt.
- Holz (Quelle Amt für Energieeinsparung - Autonome Provinz Bozen): Die Energie bezüglich der Kategorie "Holz" wird vollständig der Haushaltsquote zugeschrieben. Der eingegebene Wert ist also 100%.
- Solarkollektoren (Quelle Amt für Energieeinsparung): Die Energie bezüglich der Kategorie "Solarkollektoren" wird vollständig der Haushaltsquote zugeschrieben. Der eingegebene Wert ist also 100%.

- Abfälle (Quelle SEL): Da keine genauen Daten vorhanden waren, entschied man, die von der SEL gelieferte Vertragsunterteilung über zur Fernwärme zu verwenden. 45.5% der Lieferungen wurde dem Haushaltsbereich zugeschrieben.

Die Daten müssen in die Software unter dem Posten (Tabelle 18):

Energieverbrauch -> Gebäude/Infrastrukturen -> Haushaltsquote eingegeben werden.

11.6.4.3 Wirtschaftsquote *Error! Reference source not found.*

Da genaue Daten fehlten, wurden Werte aus der Ausgangsbilanz der Software verwendet. Eine Ausnahme bilden die Daten zu Müll und Fernheizung, deren Anteil welcher nicht dem Wohnsektor zugeordnet werden kann, der Industrie angerechnet wurde (siehe Tabelle 19, Tabelle 20, Tabelle 21).

Die Daten müssen in die Software unter folgendem Posten eingegeben werden:

Energieverbrauch -> Gebäude/Infrastrukturen -> Wirtschaftsquote

Tabelle 19 - Anteil des Energiekonsums des Primären Wirtschaftssektors [%].

Settore	Fonte energetica edifici/infrastrutture	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Settore primario	Energia elettrica	1,40	1,34	1,31	1,39	1,36	1,28	1,19	1,18	1,19	1,17	1,17	1,18	1,13	1,17	1,04	0,99	0,95	0,91
	Gasolio	15,26	14,77	16,49	18,91	19,84	19,21	19,84	18,24	17,23	15,55	15,96	15,69	16,64	16,68	15,72	14,72	14,35	14,22
	Metano	0,08	0,29	0,30	0,32	0,33	0,36	0,35	0,33	0,31	0,29	0,28	0,28	0,29	0,31	0,30	0,33	0,28	0,28
	Teleriscaldamento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Biomassa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Geotermia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Collettori solari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Biogas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Rifiuti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GPL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lignite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Carbone fossile	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle 20 - Anteil des Energiekonsums des Sekundären Wirtschaftssektors [%].

Settore	Energia elettrica	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Settore secondario	Energia elettrica	56,27	55,79	56,19	55,73	56,30	57,72	59,24	59,36	58,98	59,02	60,39	61,67	61,28	60,49	60,66	59,64	58,83	58,70
	Gasolio	62,17	61,59	62,15	61,45	65,26	62,98	61,42	63,71	61,96	62,79	64,04	63,78	64,24	67,32	71,54	72,00	77,49	80,88
	Metano	59,21	56,48	59,81	59,32	64,89	61,42	59,57	59,76	56,38	54,98	57,13	55,68	57,47	57,23	59,05	58,66	57,96	57,10
	Teleriscaldamento	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Biomassa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Geotermia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Collettori solari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Biogas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Rifiuti	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	GPL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lignite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Carbone fossile	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle 21 - Anteil des Energiekonsums des Tertiären Wirtschaftssektors [%].

Settore terziario	Energia elettrica	42,33	42,87	42,50	42,88	42,34	41,00	39,57	39,47	39,83	39,81	38,44	37,15	37,59	38,34	38,29	39,37	40,22	40,39
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Olio combustibile - Gasolio	22,57	23,64	21,36	19,64	14,90	17,81	18,74	18,05	20,81	21,66	20,00	20,54	19,12	15,99	12,74	13,28	8,16	4,90
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Metano	40,71	43,24	39,89	40,36	34,78	38,22	40,08	39,90	43,30	44,72	42,58	44,04	42,24	42,46	40,65	41,00	41,76	42,62
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Teleriscaldamento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Biomassa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Geotermia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Collettori solari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Biogas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Rifiuti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	GPL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Lignite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Carbone fossile	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 22 - Energiekonsum der öffentlichen Infrastrukturen [GWh/anno].

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Energia elettrica	Illuminazione stradale	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	7,0	7,0	7,0	7,1	7,4	7,6	7,6	7,6	7,6	7,2
Energia elettrica	Edifici pubblici	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,3	10,7	11,1	11,65	12,74	13,5	
Metano	Edifici pubblici	43,1	43,1	43,1	43,1	43,1	43,1	42,5	42,0	41,4	40,9	40,3	39,7	39,2	38,6	37,5	32,4	31,8	

11.6.4.4 Gemeindeverwaltung

Damit die öffentliche Verwaltung das Ausmaß des Energieverbrauchs wahrnimmt, für den sie direkt verantwortlich ist, und um sie in die Lage zu versetzen, beispielhafte Maßnahmen in Richtung einer merklichen Emissionsminderung zu treffen, können die spezifischen Posten des Verbrauchs für „Straßenbeleuchtung“, „Öffentliche Gebäude“ und „Öffentliche Infrastrukturen“ separat angegeben und von den vorher erwähnten Posten abgezogen werden.

Berechnungsmethode

- „Öffentliche Beleuchtung“ (Quelle Amt für Mobilität Gemeinde Bozen): Was den Energieverbrauch durch öffentliche Beleuchtung angeht, werden die Daten als installierte elektrische Leistung berücksichtigt. Dieser Wert wurde mit einer Schätzung der jährlichen Betriebsstunden von 4000 multipliziert, um den Wert der verbrauchten elektrischen Energie zu erhalten.

Da keine genauen Daten über die Unterscheidung zwischen den oben genannten Energieverbrauchskategorien seitens der öffentlichen Verwaltung zur Verfügung stehen, werden alle angegebenen Energieverbrauchsdaten dem Posten „öffentliche Gebäude“ zugeschrieben. Die erfassten Daten beziehen sich auf die Mengen von Erdgas und elektrischer Energie, die, entsprechend verschiedener Verträge der öffentlichen Gebäude (inklusive Schulen, Kindergärten, Ämter, Sportanlagen,...) in den Jahren 1996, 2004 (nur elektrische Energie), 2005 und 2006 verbraucht wurden.

- Elektrische Energie: Die ursprünglichen Daten geben die Menge der elektrischen Energie wieder, die für die angegebenen Jahre verbucht wurde.

- Erdgas: Wie für die anderen Energiequellen unter dem Posten „Gebäude und Infrastrukturen“ wird auch für Erdgas das Jahresvolumen des verbrauchten Gases mit dem entsprechenden PCI multipliziert, um den Jahresenergieverbrauch zu erhalten.

Die Daten müssen in die Software unter folgendem Posten eingegeben werden (siehe Tabelle 22): [Energieverbrauch -> Gebäude/Infrastrukturen -> Öffentliche Verwaltung](#)

11.7 Berechnungsfaktoren für Energieverbrauch und Emissionen

Die im Folgenden beschriebenen Berechnungen wurden vom Klimabündnis in Funktion durchschnittlicher Nationalwerte festgelegt. Da sehr viele Quellen verwendet wurden, beschloss man, nicht alle anzugeben. Doch werden sie von der Software, entsprechend jeder in Folge erwähnten Tabelle, zitiert. Bei Vorhandensein von Daten, die der lokalen Wirklichkeit mehr entsprechen, ist es möglich, die von der Software vorgeschlagenen Daten zu ersetzen.

Für die Berechnung der Transportwerte ist die Verwendung von anfänglichen Ausgangsfaktoren des spezifischen Verbrauchs und des verwendeten Brennstoffmix erforderlich. So ist es möglich, von den vorher angegebenen Verkehrskennzahlen zu Energieverbrauchs- und Emissionswerten zu gelangen. Dieser Schritt ist für die Berechnungen der Kategorie „Gebäude-Infrastrukturen“ nicht notwendig, denn in die Software werden Endenergieverbrauchswerte direkt eingegeben. Von diesen Werten ausgehend erlaubt die Software folgende Größen zu berechnen:

1. Primärenergieverbrauch
 2. CO₂-Emissionen des Endenergieverbrauchs
 3. CO₂-Emissionen des Primärenergieverbrauchs
1. Den so berechneten Endenergiewerten sind Multiplikationsfaktoren für CO₂-Emissionen zugeordnet („Faktoren zu CO₂ Emission für Endenergie“). Diese Werte beziehen sich ausschließlich auf Emissionen aus Tätigkeiten, welche direkte Verbrennung von Seiten der Bewohner des Gebiets (Bozens in diesem Fall) verursachen. Die Emissionen bezüglich des Verbrauchs elektrischer Energie, Fernwärme und erneuerbarer Quellen (Sonne, Holz, Pflanzenöle, Biogas) ergeben sich somit als null. Was das Heizen mit Fernwärme angeht, ist im Fall von Bozen diese Annahme nicht ganz korrekt, da sich die SEL-Kraft-Wärme-Kopplungsanlage im Gemeindegebiet befindet.
 2. Die Endenergiewerte werden je nach Energiequelle mit LCA-Faktoren (Life Cycle Assessment) multipliziert, um davon die damit verbundenen Primärenergiewerte abzuziehen. Es handelt sich dabei um Werte, die auch die Energieanteile beinhalten, die für die Produktion/Transport der betrachteten Energiequelle sowie für die Produktion/Benutzung/Wartung der Anlagen für deren Nutzung notwendig sind.
 3. Die CO₂-Emissionen des Primärenergieverbrauchs werden ermittelt, indem die Endenergiewerte mit entsprechenden CO₂-Ausstoß Faktoren multipliziert werden,

welche auch Produktion/Transport entsprechend der Energiequelle und Produktion/Benutzung/Wartung der Anlagen für deren Nutzung („Faktoren der CO₂-Emission für LCA-Energie“) berücksichtigen. Diese bilden die Emissionen des Primärenergieverbrauchs. Die so berechneten CO₂-Emissionen aus elektrischer Energie, Fernwärme und erneuerbaren Energien sind nicht gleich Null.

11.7.1 Personentransport

Der spezifische Verbrauch bezeichnet den Verbrauch (ausgedrückt in MJ/(Passagier*Km)) von Endenergie, verbunden mit dem Personentransport (ausgedrückt in Passagiere*Km/Jahr, siehe Kapitel 11.6.1) für jede betrachtete Fahrzeugkategorie und für jeden eingesetzten Energieträger. Wenn man diese Daten mit den in Tabelle 14 angegebenen Werten multipliziert, erhält man den Endenergieverbrauch, unterteilt nach Transportmittel und Energieträger. Die betreffenden Daten drücken Durchschnittswerte bezüglich des nationalen Fahrzeugbestands aus: sie berücksichtigen nicht den effektiv auf dem Gebiet vorhandenen Fahrzeugbestand (Zusammensetzung und durchschnittliches Alter).

Die Daten des spezifischen Verbrauchs befinden sich in:

[Faktoren -> Transport -> Spezifischer Verbrauch > Personentransport.](#)

Der Mix der gebrauchten Treibstoffe ermöglicht die Berücksichtigung der Verteilung der Energieträger, die vom Fahrzeugbestand verbraucht werden. Beim jetzigen Stand stellen Benzin und Diesel fast die Ganzheit des Treibstoffmixes für Straßenverkehrsmittel dar, während elektrische Energie die Gesamtheit des Schienentransportverbrauchs abdeckt.

Die Daten des Treibstoffmixes befinden sich in:

[Faktoren -> Transport -> Treibstoffmix > Personentransport.](#)

11.7.2 Gütertransport auf der Straße

Der spezifische Verbrauch definiert den Endenergieverbrauch (ausgedrückt in MJ/(Fahrzeug*m)), welcher sich auf den Gütertransport auf der Straße (ausgedrückt in Fahrzeuge*Km/Jahr, siehe 11.6.1, 11.6.2) für Güterfahrzeuge (keine Unterscheidung zwischen Leicht-und Schwerfahrzeugen) und für den jeweiligen Energieträger bezieht. Multipliziert man diese Daten mit den in Tabelle 15 aufgelisteten Werten, erhält man den Endenergieverbrauch, unterteilt nach Energieträger. Die betreffenden Daten drücken auch in diesem Fall Durchschnittswerte des nationalen Fahrzeugbestands aus.

Die Daten zum spezifischen Verbrauch sind eingegeben unter:

[Faktoren -> Transport -> Spezifischer Verbrauch > Straßengüterverkehr.](#)

Der Mix der gebrauchten Treibstoffe ermöglicht die Berücksichtigung der Verteilung der Energieträger, die vom Fahrzeugbestand gebraucht werden. Beim jetzigen Stand stellt Diesel fast die Ganzheit des Treibstoffmixes für Straßengütertransport dar.

Die Daten des Treibstoffmixes befinden sich in:

[Faktoren -> Transport -> Treibstoffmix > Straßengüterverkehr.](#)

11.7.3 Gütertransport auf der Schiene

Der spezifische Verbrauch bezeichnet den Verbrauch (ausgedrückt in MJ/(Tonn*Km)) von Endenergie, verbunden mit dem Schienengüterverkehr (ausgedrückt in Tonn*Km/Jahr, siehe 11.6.1, 11.6.2, 11.6.3) für jeden eingesetzten Energieträger. Wenn man diese Daten mit den in Tabelle 16 angegebenen Werten multipliziert, erhält man den Endenergieverbrauch, unterteilt nach Energieträger.

Die Daten des spezifischen Verbrauchs befinden sich in:

[Faktoren -> Transport -> Spezifischer Verbrauch > Anderer Gütertransport.](#)

Elektrische Energie (88%) und Diesel (12%) werden als die einzigen auf nationaler Ebene eingesetzten Energieträger betrachtet.

Die Daten des Treibstoffmixes befinden sich in:

[Faktoren -> Transport -> Treibstoffmix > Anderer Gütertransport.](#)

11.7.4 Umwandlung von Endenergie in Primärenergie - LCA-Energie

Die Werte der nationalen LCA-Faktoren, die für die Umrechnung von Endenergie in verbrauchte Primärenergie verwendet wurden, befinden sich in Tabelle 23. Die Primärenergie wird durch das Multiplizieren der Endenergie mit diesen Faktoren erhalten. Was die beiden Energiebeiträge elektrische Energie und Fernwärme angeht, werden die LCA-Faktoren in Funktion des für ihre Produktion benutzten Energiemixes bestimmt, wie im Folgenden beschrieben.

Die nationalen LCA-Faktoren befinden sich in: [Faktoren -> Nationale Faktoren -> Gesamte Energiequellen -> LCA-Faktoren.](#)

Sollten Daten vorhanden sein, die der lokalen Wirklichkeit näher sind, können sie in folgende Tabelle eingegeben werden: [Faktoren -> Gesamte Energiequellen -> LCA-Faktoren.](#)

Zum jetzigen Stand stimmen die beiden genannten Tabellen überein.

Tabelle 23 - LCA-Faktoren zur Umwandlung der Endenergie in Primärenergieverbrauch [-].

Fonte energetica	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Energia elettrica	2,871 ^x	2,817 ^x	2,867 ^x	2,862 ^x	2,846 ^x	2,881 ^x	2,825 ^x	2,786 ^x	2,743 ^x	2,642 ^x	2,605 ^x	2,597 ^x	2,645 ^x	2,594 ^x	2,495 ^x	2,464 ^x	2,443 ^x	2,362 ^x
Ollo combustibile EL	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹	1,200 ¹
Benzina	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²	1,260 ²
Diesel	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²	1,200 ²
Cherosene	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²
Metano	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²	1,170 ²
Teleriscaldamento	1,197 ^x	1,197 ^x	1,197 ^x	1,197 ^x	1,197 ^x	1,197 ^x	1,199 ^x	1,201 ^x	1,203 ^x	1,205 ^x	1,207 ^x	1,208 ^x	1,209 ^x	1,210 ^x	1,211 ^x	1,212 ^x	1,213 ^x	1,214 ^x
Biomassa	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²	1,320 ²
Carbone	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²	1,300 ²
Geotermia	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²	0,700 ²
Collettori solari	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²	1,340 ²
Biogas	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²	1,904 ²
Rifiuti	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²	1,280 ²
GPL	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹	1,170 ¹
Ollo vegetale	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²	1,164 ²
Biodiesel	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²	1,889 ²
Lignite	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²	1,240 ²
Carbone fossile	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²	1,400 ²

11.7.5 Umwandlung von Endenergie in CO2 Emissionen

Die Werte der nationalen Faktoren für die Umwandlung von verbrauchter Endenergie in CO₂-Emissionen sind in Tabelle 14 dargestellt. Wie schon erwähnt, werden die Faktoren für elektrische Energie, Fernwärme und erneuerbare Energien in der Software mit Null betrachtet, da diese Emissionen nicht direkt den Bozner Einwohnern zugeschrieben werden können. Die Emissionen werden durch das Multiplizieren der Endenergie mit diesen Faktoren ermittelt. Was die beiden Energiekonsums elektrische Energie und Fernwärme angeht, werden die Faktoren in Funktion des Energiemixes, der für ihre Produktion benutzt wird, bestimmt. Dies wird im Folgenden beschrieben.

Die nationalen Umwandlungsfaktoren sind eingegeben in:

[Faktoren -> Nationale Faktoren -> Gesamte Energiequellen -> Faktoren der CO2 Emissionen aus Endenergie.](#)

Sollten Daten vorhanden sein, die der lokalen Wirklichkeit näher sind, können sie in folgende Tabelle eingegeben werden:

[Faktoren -> Gesamte Energiequellen -> Faktoren der CO2 Emissionen für Endenergie.](#)

Tabelle 24 - CO₂-Emissionsfaktoren des Endenergieverbrauchs [tonn/GWh].

Fonte energetica	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Energia elettrica	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x
Olio combustibile EL	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹
Benzina	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹
Diesel	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹
Cherosene	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹	257 ¹
Metano	199 ¹	199 ¹	199 ¹	199 ¹	199 ¹	200 ¹	200 ¹	200 ¹	200 ¹	200 ¹	200 ¹	199 ¹	201 ¹	200 ¹	200 ¹	200 ¹	200 ¹	200 ¹
Teleriscaldamento	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x
Biomassa	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹
Carbone	336 ¹	336 ¹	336 ¹	336 ¹	336 ¹	336 ¹	337 ¹	337 ¹	337 ¹	337 ¹	337 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	339 ¹	342 ¹
Geotermia	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹
Collettori solari	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹
Biogas	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹
Rifiuti	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹
GPL	232 ¹	232 ¹	232 ¹	232 ¹	232 ¹	232 ¹	232 ¹	232 ¹	232 ¹	232 ¹	232 ¹	234 ¹	234 ¹	234 ¹	234 ¹	234 ¹	234 ¹	234 ¹
Olio vegetale	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹
Biodiesel	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹
Lignite	405 ¹	405 ¹	405 ¹	405 ¹	405 ¹	405 ¹	404 ¹	404 ¹	404 ¹	404 ¹	404 ¹	403 ¹	404 ¹	404 ¹	404 ¹	404 ¹	404 ¹	404 ¹
Carbone fossile	336 ¹	336 ¹	336 ¹	336 ¹	336 ¹	336 ¹	337 ¹	337 ¹	337 ¹	337 ¹	337 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	338 ¹	339 ¹	339 ¹

Tabelle 25 - CO₂-Emissionsfaktoren des Primärenergieverbrauchs [tonn/GWh].

Fonte energetica	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Energia elettrica	517 ¹	490 ¹	482 ¹	464 ¹	470 ¹	494 ¹	477 ¹	470 ¹	468 ¹	451 ¹	449 ¹	450 ¹	465 ¹	467 ¹	469 ¹	462 ¹	466 ¹	450 ¹
Olio combustibile EL	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x	320 ^x
Benzina	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x	302 ^x
Diesel	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x	292 ^x
Cherosene	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x	284 ^x
Metano	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x	228 ^x
Teleriscaldamento	258 ^x	258 ^x	258 ^x	258 ^x	258 ^x	258 ^x	255 ^x	252 ^x	249 ^x	246 ^x	244 ^x	242 ^x	241 ^x	239 ^x	238 ^x	237 ^x	235 ^x	232 ^x
Biomassa	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x	24 ^x
Carbone	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x	371 ^x
Geotermia	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x	164 ^x
Collettori solari	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x	25 ^x
Biogas	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x	15 ^x
Rifiuti	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x	250 ^x
GPL	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x	241 ^x
Olio vegetale	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x	36 ^x
Biodiesel	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x	87 ^x
Lignite	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x	438 ^x
Carbone fossile	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x	365 ^x

11.7.6 Umwandlung von Endenergie in CO2-LCA Emissionen

Die nationalen Faktoren zur Umrechnung von Endenergieverbrauch in CO2-LCA Emissionen sind in Tabelle 25 angegeben. Die Faktoren sind immer größer als die Daten in Tabelle 24 angeführten Werte. Die Emissionen werden durch das Multiplizieren der Endenergie mit diesen Faktoren berechnet. Was die zwei Energieträger elektrische Energie und Fernwärme angeht, werden die Faktoren in Funktion des Energiemixes, der für ihre Produktion benutzt wird, bestimmt. Dies wird im Folgenden beschrieben.

Die nationalen Umrechnungsfaktoren befinden sich in:

[Faktoren -> Nationale Faktoren -> Gesamte Energiequellen -> Faktoren der CO2 Emissionen für LCA-Energie.](#)

Sollten Daten vorhanden sein, die der lokalen Wirklichkeit näher sind, können sie in folgende Tabelle eingegeben werden:

[Faktoren -> Gesamte Energiequellen -> Faktoren der CO2 Emissionen für LCA-Energie.](#)

Zum heutigen Zeitpunkt stimmen die beiden Tabellen überein.

11.7.7 Berechnung der Umwandlungsfaktoren für den Energieträger elektrische Energie.

Die Werte aus den Faktoren zur Umwandlung der elektrischen Energie (Paragraph 11.7.4-11.7.6) sind auf Basis eines Energiemixes, der für die Stromerzeugung verwendet wird, festgelegt. Die Software erlaubt es den Nationalen Energiemix beim Fehlen von genauen Daten zu verwenden (siehe Tabelle 26). Je nach Energiequelle wurden folgende Umwandlungsfaktoren zur Umwandlung von Endenergie in Primärenergie (Tabelle 27) und in CO2 Emissionen verwendet (Tabelle 28).

Tabelle 26 - Nationaler Energiemix zur Produktion Elektrischer Energie [%].

Prodotti di energia elettrica	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Idroelettrico	13,87 ¹	17,65 ¹	17,40 ¹	16,85 ¹	17,59 ¹	14,91 ¹	16,58 ¹	15,94 ¹	15,55 ¹	16,42 ¹	15,67 ¹	16,03 ¹	13,67 ¹	12,43 ¹	13,77 ¹	11,72 ¹	11,64 ¹	10,71 ¹
Nucleare	13,71 ¹	13,57 ¹	13,42 ¹	14,94 ¹	13,86 ¹	13,32 ¹	13,17 ¹	13,30 ¹	13,38 ¹	13,32 ¹	13,65 ¹	14,38 ¹	14,63 ¹	14,31 ¹	12,59 ¹	13,42 ¹	12,06 ¹	12,89 ¹
Metano	15,46 ¹	13,88 ¹	13,37 ¹	15,00 ¹	14,89 ¹	16,53 ¹	17,52 ¹	20,77 ¹	23,06 ¹	27,34 ¹	30,04 ¹	28,51 ¹	28,75 ¹	32,93 ¹	35,79 ¹	40,75 ¹	42,37 ¹	48,07 ¹
Fotovoltaico	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,01 ¹
Biogas	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,01 ¹	0,04 ¹	0,10 ¹	0,15 ¹	0,17 ¹	0,16 ¹	0,18 ¹	0,23 ¹	0,24 ¹	0,27 ¹	0,26 ¹	0,29 ¹	0,40 ¹
Rifiuti	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,05 ¹	0,08 ¹	0,07 ¹	0,09 ¹	0,07 ¹	0,08 ¹	0,09 ¹	0,12 ¹	0,17 ¹	0,20 ¹	0,23 ¹	0,29 ¹	0,84 ¹
Eolico	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,01 ¹	0,04 ¹	0,08 ¹	0,13 ¹	0,18 ¹	0,35 ¹	0,41 ¹	0,41 ¹	0,51 ¹	0,64 ¹	0,80 ¹	1,12 ¹	
Biomassa	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,01 ¹	0,00 ¹	0,02 ¹	0,07 ¹	0,04 ¹	0,05 ¹	0,20 ¹	0,29 ¹	0,28 ¹	0,29 ¹	0,41 ¹	0,69 ¹	
Petrolio	41,61 ¹	41,28 ¹	45,06 ¹	44,22 ¹	43,97 ¹	44,13 ¹	42,34 ¹	39,94 ¹	37,16 ¹	32,13 ¹	29,34 ¹	28,13 ¹	28,94 ¹	25,33 ¹	21,07 ¹	17,72 ¹	17,14 ¹	9,85 ¹
Lignite	0,41 ¹	0,36 ¹	0,25 ¹	0,23 ¹	0,10 ¹	0,05 ¹	0,04 ¹	0,03 ¹	0,01 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹
Carbone fossile	13,67 ¹	12,02 ¹	9,18 ¹	7,37 ¹	8,33 ¹	9,76 ¹	8,88 ¹	8,46 ¹	9,11 ¹	8,94 ¹	9,39 ¹	10,93 ¹	11,70 ¹	12,39 ¹	14,04 ¹	13,50 ¹	13,52 ¹	13,85 ¹
Geotermia	1,27 ¹	1,23 ¹	1,31 ¹	1,39 ¹	1,26 ¹	1,22 ¹	1,33 ¹	1,34 ¹	1,38 ¹	1,40 ¹	1,45 ¹	1,34 ¹	1,35 ¹	1,50 ¹	1,50 ¹	1,45 ¹	1,48 ¹	1,55 ¹
Somma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabelle 27 - LCA-Faktoren zur Umwandlung der Endenergie in Primärenergie [-].

Prodotti di energia elettrica	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Idroelettrico	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x	1,06 ^x
Nucleare	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x	3,16 ^x
Metano	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x	2,06 ^x
Fotovoltaico	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x	1,46 ^x
Biogas	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x	1,20 ^x
Rifiuti	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x	7,67 ^x
Eolico	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x	1,04 ^x
Biomassa	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x	3,80 ^x
Petrolio	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x	3,85 ^x
Lignite	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x	2,74 ^x
Carbone fossile	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x	2,63 ^x
Geotermia	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x	0,00 ^x

Tabelle 28 - Faktoren zur Umwandlung der Primärenergie in CO2 Emissionen [Tonnen/GWh].

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Prodotti di energia elettrica	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹
Idroelettrico	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹
Nucleare	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹	8 ¹
Metano	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹	457 ¹
Fotovoltaico	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹	109 ¹
Biogas	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹	25 ¹
Rifiuti	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹	889 ¹
Eolico	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹	18 ¹
Biomassa	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹	29 ¹
Petrolio	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹	697 ¹
Lignite	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹	1.142 ¹
Carbone fossile	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹	1.081 ¹
Geotermia	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹	131 ¹

Tabelle 26, Tabelle 27 und Tabelle 28 befinden sich in:

Faktoren -> Nationale Faktoren -> Elektrische Energie -> Mix Elektrische Energie

Faktoren -> Nationale Faktoren -> Elektrische Energie -> LCA-Faktoren aus dem Produkt der elektrischen Energie

Faktoren -> Nationale Faktoren -> Elektrische Energie -> Emissionsfaktoren aus dem Produkt der elektrischen Energie

Faktoren -> Nationale Faktoren -> Elektrischer Energiemix

11.7.8 Berechnung der Umwandlungsfaktoren für den Energieträger Fernwärme.

Die Werte der Umwandlungsfaktoren für Fernwärme (siehe Abschnitte 11.74-11.7.6) werden anhand des nationalen Energiemixes bestimmt, die für die Produktion der Fernwärme eingesetzt werden (siehe Tabelle 29). In Bezug auf jede Energiequelle werden folgende Umwandlungsfaktoren für Endenergie in Primärenergie (Tabelle 27) und in CO2-Emissionen (Tabelle 31) verwendet.

Die angegebenen Tabellen befinden sich in:

Faktoren -> Nationale Faktoren -> Fernwärme -> Mix Fernwärme

Faktoren -> Nationale Faktoren -> Fernwärme -> LCA Faktoren

Faktoren -> Nationale Faktoren -> Fernwärme -> Emissionsfaktoren

Tabelle 32 - Energiemix der Gemeinde Bozen zur Produktion von Fernwärme [%].

Fonte energetica edifici/infrastrutture	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Energia elettrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olio combustibile - Gasolio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metano	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Teleriscaldamento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Biomassa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Geotermia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Collettori solari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Biogas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rifiuti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GPL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lignite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbone fossile	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Somma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabelle 33 - Fattori zur Umwandlung von Endenergie in CO₂-Emissionen [Tonnen/GWh].

Fonte energetica	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Energia elettrica	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹
Olio combustibile EL	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	264 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹	263 ¹
Benzina	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹	256 ¹
Diesel	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x	269 ^x
Cherosene	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x	257 ^x
Metano	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x
Teleriscaldamento	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x	199 ^x
Biomassa	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x
Carbone	336 ^x	336 ^x	336 ^x	336 ^x	336 ^x	336 ^x	337 ^x	337 ^x	337 ^x	337 ^x	337 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	339 ^x	339 ^x
Geotermia	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x
Collettori solari	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x
Biogas	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x
Rifiuti	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x
GPL	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x	231 ^x
Olio vegetale	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x
Biodiesel	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x
Lignite	405 ^x	405 ^x	405 ^x	405 ^x	405 ^x	405 ^x	404 ^x	404 ^x	404 ^x	404 ^x	404 ^x	403 ^x	404 ^x	404 ^x	404 ^x	404 ^x	404 ^x	404 ^x
Carbone fossile	336 ^x	336 ^x	336 ^x	336 ^x	336 ^x	336 ^x	337 ^x	337 ^x	337 ^x	337 ^x	337 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	338 ^x	339 ^x	339 ^x

Wie man sehen kann, unterscheidet sich die Zusammensetzung des in der Software angegebenen Mixes von dem effektiv auf dem Gebiet vorhandenen Mixes. Wie bereits erwähnt, wurde außerdem unter dem Posten Fernwärme ausschließlich der Gebrauch von Erdgas berücksichtigt. Um diese Überlegungen in die Berechnung zu übertragen, wurde die Tabelle **Faktoren -> Fernwärme -> Mix Fernwärme** der Tabelle 32 angepasst.

Außerdem wurden, um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass das Fernheiznetz sich im Gemeindegebiet befindet, die Endenergie-Emissionsfaktoren gleich derer der LCA-Emissionsfaktoren gesetzt. Normalerweise werden diese in der Software mit Null angegeben (siehe Tabelle 33).

11.8 Kritische Punkte bei der Datenerfassung

Der erste Gesichtspunkt, auf den die Aufmerksamkeit zu richten ist, ist die Phase der Datenerfassung. Sie ist gleichzeitig die wichtigste und anspruchsvollste Phase der gesamten Analyse.

Die Genauigkeit und Gültigkeit der erhältlichen Bilanzdaten hängen im Wesentlichen von den am Anfang eingegebenen Daten ab. Dies gilt zum einen für die Zuverlässigkeit jeder einzelnen Datenquelle, zum anderen für die Anzahl der Institutionen, die bereit sind, Daten zur Verfügung zu stellen: Einige der kooperationsbereiten Beteiligten, würden, auch wenn sie über zuverlässige Daten verfügten, einen Großteil der Datenerhebung der Anwendung von Schätzungen überlassen, die als solche unpräzise sind. Es ist daher von grundlegender Bedeutung, dass die gesamte Analyse auf einer konsequenten und präzisen Datenbank beruht, die alle zu berücksichtigenden Bereiche größtmöglich abdecken kann.

Diese Phase kann sehr zeitaufwendig werden, da die gesuchten Daten oft in strukturierter Form vorhanden oder nach gewissen Kriterien geordnet sind, die sich aber von den verwendeten Kriterien unterscheiden. Daher werden sie aufgrund des für ihre Verarbeitung erforderlichen enormen Arbeitsaufwands als „nicht verfügbar“ angesehen. Anders ausgedrückt, sind die Daten oft in Papierform vorhanden (Rechnungen, Konzessionsanträge, ...) jedoch nicht in digitaler Form und/oder sie sind nach wirtschaftlichen und bürokratischen Parametern, nicht aber nach energetischen Parametern organisiert/katalogisiert. Beispielsweise sind Daten zur jährlichen Installationsfläche von Solarkollektoren als Datenbanken nicht vorhanden, obwohl die Kosten der durchgeführten Investition bekannt sind. Ein anderes Beispiel betrifft die Verteilung von Energieträgern wie dem Heizöl: das Datum findet sich zwar auf der Energieabrechnungen, jedoch kann es nicht eingesehen werden, weil normalerweise nur der angerechnete Betrag notiert wird. Im Falle der Verkehrsdatenberechnung nach dem Kausalitätenprinzip, war es hingegen notwendig eine durchschnittliche jährliche Fahrzeit für jedes Transportmittel zu schätzen. Im Falle des Personentransportes auf der Straße, wäre eine statistische Untersuchung in Hinblick auf das Verkehrsverhalten der Bozner Bürger notwendig, um ihre effektive Benutzung der Transportmittel in- und außerhalb der Stadt zu überprüfen. Als Alternative könnte eine statistische Erfassung des jährlichen Fahrkilometerstands periodisch bei Revisionen der Fahrzeuge durchgeführt werden.

en größten Schwierigkeiten bei der Datenbeschaffung wurde beim Einholen der Daten bei den Energielieferanten der „großen“ Gesellschaften wie ENEL und SNAM begegnet, die die angeforderten Daten nicht zur Verfügung stellten, obwohl sie mehrmals kontaktiert wurden. Infolgedessen weisen die Daten zum Verbrauch von elektrischer Energie und Methangas einen hohen Grad an Unsicherheit auf, obwohl sie mit der verwendeten Software überprüft wurden. Deshalb wäre es in den kommenden Jahren erstrebenswert, die Daten direkt zu beschaffen.

12 Anlage II - Analyse des Fahrzeugverkehrs nach dem Territorialitätsansatz.

Die Berechnung des Energieverbrauchs wurde im Allgemeinen nach dem Kausalitätsansatz durchgeführt, da man die Absicht hatte, das Verantwortungsprinzip in Bezug auf die Einwohner eines bestimmten Gebiets und deren Produktion von CO₂-Emissionen anzuwenden.

Der gewählte Ansatz, wenn auch konservativ und korrekt aus formellen Gründen, kann jedoch einige Lücken aufweisen. Und zwar in Bezug auf die Unmöglichkeit, die Emissionen zu bewerten, die auf die Präsenz von nicht Ortsansässigen auf diesem Gebiet zurückzuführen sind. Ein typisches Beispiel betrifft den Pendelverkehr: eine Provinzhauptstadt wie Bozen wird jeden Tag von einer bedeutenden Anzahl von Pendlern angefahren, die im Gemeindegebiet arbeiten, aber in den Nachbargemeinden ansässig sind.

Auch wenn diese Information für die Bewertung der Gesamtemissionen, die dem Autoverkehr zuzuschreiben sind, nicht relevant ist (der im vorigen Abschnitt beschriebene Ansatz ist konservativ und ausreichend zu diesem Zweck), kann sie trotzdem interessant sein, um die Auswirkung der Maßnahmen, die die Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel - vor allem im Bereich des Pendelverkehrs von und nach Bozen - fördern wollen, einzuschätzen (siehe Bahnstrecke Bozen-Kaltern und Stadtbahn Bozen-Meran).

Dieses Ziel kann durch den Territorialitätsansatz erreicht werden, bei dem die Fahrzeiten der betrachteten Fahrzeuge innerhalb des Gebiets, ohne Unterscheidung nach Zugehörigkeit des Fahrzeugs, berücksichtigt werden. Die CO₂-Emissionen werden dem so berechneten Verkehrsdatum zugeordnet. Wenn man die Abnahme des Autoverkehrs infolge der Ergreifung einer Maßnahme zur Förderung des nachhaltigen Transports analysiert, erlaubt das Modell die Identifizierung des entsprechenden Rückgangs der Emissionen.

Im Folgenden wird die in Zusammenarbeit mit dem Ökoinstitut Südtirol/Alto Adige durchgeführte Studie präsentiert, in der eine Evaluierung des Autoverkehrs auf dem Gemeindegebiet Bozens untersucht wurde.

12.1 Berechnungsmethodologie

Die Verkehrsanalyse nach dem Ansatz des Territorialitätsansatzes erforderte die Ausarbeitung von Daten aus mehreren verschiedenen Quellen. Insbesondere wurden Daten zu täglichem Verkehrsaufkommen von Leichtfahrzeugen aus Verkehrsmessstationen an den Stadtzufahrten (29) und Hauptverkehrsstraßen der Stadt [Quelle Amt für Mobilität der Stadt Bozen] mit den Daten der Ein- und Ausfahrten an der Autobahnmautstelle (24) und mit den Daten der Ermittlungen Apollis 2002 und 2005 (7) (8) zur Studie der PKW-Benutzung der Bozner Bürger, verknüpft.

12.1.1 Innerstädtischer Verkehr durch Ortansässige

Die Daten, die sich auf den Modal Split beziehen, zeigen die Anzahl der Fahrten der Bozner Bürger innerhalb des Gemeindegebiets. Insbesondere ist die Anzahl der Gesamtfahrten zwischen den Stadtvierteln vorhanden. Während aber in der Untersuchung von 2005 die Anzahl der Fahrten dem eingesetzten Fahrzeug zugeordnet ist, sind die in der Analyse 2002 verfügbaren Informationen nicht so detailliert aufgeschlüsselt. Für das Jahr 2005

kann man die Anzahl der Autofahrten zwischen den verschiedenen Stadtvierteln unmittelbar feststellen, für das Jahr 2002 hingegen wurde diese durch das Multiplizieren der Gesamtfahrten mit dem gesamten Modal Split ermittelt (siehe Tabelle 34). Der gesamte innerstädtische Verkehr verursacht durch die Ortsansässigen, wurde durch das Multiplizieren der Anzahl der Jahresfahrten mit der durchschnittlichen Entfernung der jeweils betrachteten Stadtviertel untereinander (Entfernung über die Straße mit dem größten Verkehr) und mit einem Mitfahrfaktor des Fahrzeugs berechnet (1,75, siehe Anlage I).

Tabelle 34 - Zusammenfassung Berechnung der von den Einwohnern zwischen den Stadtvierteln von Bozen gefahrener Km. Apollis Untersuchung 2002 und 2005.

quartieri	distanza [km]	INDAGINE APOLLIS 2002				INDAGINE APOLLIS 2005			
		spostamenti giornalieri [-]	modal split auto	traffico giornaliero auto [km/gg]	traffico annuale auto [Mper*km/a]	spostamenti giornalieri [-]	spostamenti giornalieri auto [-]	traffico giornaliero auto [km/gg]	traffico annuale auto [Mper*km/a]
Ospedale-gries	2	3987	33.6%	2679	2	6210	3810	7620	5
Ospedale-Europa	2.2	6677		4936	3	4210	4240	9328	6
gries-roma	1	39223		13179	8	37660	9550	9550	6
gries-centro	1.5	23847		12019	8	24620	7420	11130	7
centro-piani	1	14337		4817	3	8490	4100	4100	3
piani-oltrisarco	2	1652		1110	1	2730	1030	2060	1
oltrisarco-centro	2.4	9760		7870	5	9560	4410	10584	7
centro-roma	1.4	39287		18481	12	29400	8690	12166	8
roma-europa	1.8	33617		20332	13	27310	10720	19296	12
europa-don bosco	1	14781		4966	3	16100	7060	7060	5
don bosco-roma	1.5	32496		16378	10	21850	6950	10425	7
roma-oltrisarco	1.3	16762		7322	5	11100	1030	1339	1
oltrisarco-zona ind	1.5	8678		4374	3	13686	10330	15495	10
zona ind-don bosco	1.2	7701		3105	2	15760	12520	15024	10
zona ind-roma	2.4	6954		5608	4	7010	3480	8352	5
Totale				127175	81			143529	92

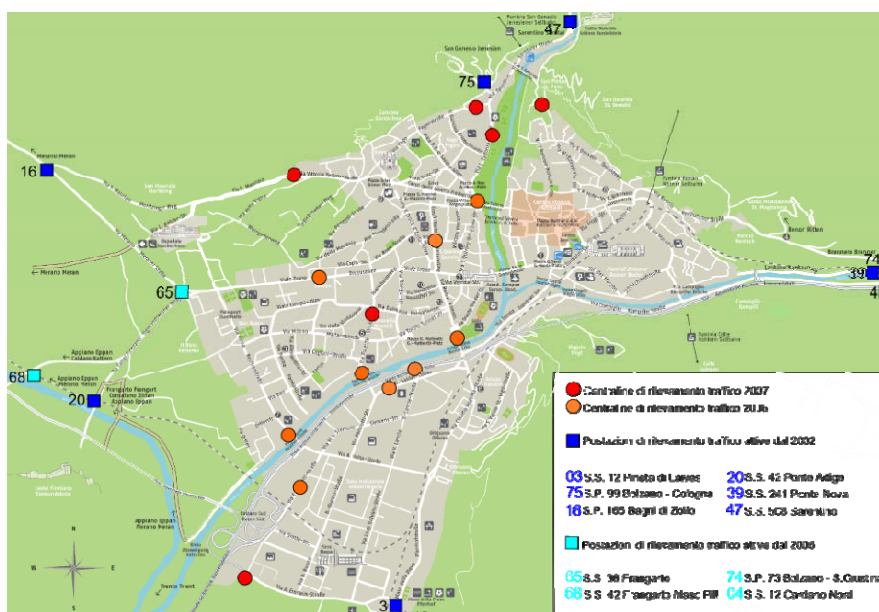


Abbildung 46 - Abbildung der fixen Messstationen um die Stadt Bozen (Quadrate, Autonome Provinz Bozen), sowie der vorübergehenden Messstationen (Kreise, Gemeinde Bozen), die in den Jahren 2006 und 2007 benutzt wurden.

12.1.2 Innerstädtischer Verkehr durch Fahrzeuge, die von außerhalb der Gemeinde kommen

Dem Dokument "Mobilität und Verkehr in der Provinz Bozen 2007" (24) wurden die hauptsächlichen Datenquellen für die Berechnung des „leichten“, in Bozen einfahrenden Verkehrsstroms entnommen. Unter leichtem Verkehr versteht man den Personenverkehr, sowohl auf Motorrädern, als auch auf Autos: die Daten aus den Messstationen verfügen nicht über nach Fahrzeugtyp geordnete Daten. Die Erfassungsstellen des in Bozen einfahrenden innerstädtischen Verkehrs (10 insgesamt) sind in Abbildung 46, wiedergegeben. Die Durchfahrtsdaten bei den Messstationen sind online in der Datenbank (29) verfügbar.

Außerdem wurden die Daten der ausfahrenden Autoströme bei den Autobahnausfahrten Bozen Süd und Bozen Nord im Jahre 2007 katalogisiert (Tabelle 35).

Tabelle 35 - Bestimmungsort des durchschnittlichen Tagesleichtverkehrs 2007 auf den einzelnen Autobahnstrecken der Brennerautobahn (geordnet nach Richtung)

Uscita	Direzione nord	Direzione sud	Uscita
Leggero Leggero			
BRENNERO - VIPITENO			
		1.076	Bolzano sud
		661	Bolzano nord
VIPITENO - BRESSANONE			
		1.330	Bolzano sud
		884	Bolzano nord
BRESSANONE - BRESSANONE Z.I.			
		2.491	Bolzano sud
		1812	Bolzano nord
BRESSANONE Z.I. - CHIUUSA			
		2.491	Bolzano sud
		1812	Bolzano nord
CHIUUSA - BOLZANO NORD			
		3.491	Bolzano sud
		2621	Bolzano nord
BOLZANO NORD - BOLZANO SUD			
Bolzano nord	1747	4020	Bolzano sud
BOLZANO SUD - EGNA/ORA			
Bolzano sud	8406		
Bolzano nord	1203		
EGNA/ORA - SAN MICHELE			
Bolzano sud	5913		
Bolzano nord	963		

Das verarbeitete Modell teilt den einfahrenden Verkehr (gemessen von den „peripheren“ Messstationen) nach den Standorten der Messstationen in verschiedene Stadtzonen auf (gemessen von den „internen“ Messstationen, siehe wieder Abbildung 46) [Datenquelle: Amt für Mobilität - Gemeinde Bozen]. Es wird angenommen, dass der bei jeder internen Messstation gemessene Verkehr von einer oder mehreren „peripheren“ Messstationen herkommt. So wird der externe Verkehr innerstädtisch umverteilt und die gezählten Durchfahrten werden, indem man annimmt, dass das Fahrzeug die kürzeste Strecke zwischen den betrachteten Stellen fährt, einer gefahrenen Strecke zugeordnet.

Der von außerhalb der Stadt einfahrende Verkehr wurde in drei unterschiedliche Segmente unterteilt:

- Segment 1 (Verkehr aus Süd-Ost und Süd-West). Die Analyse stützt sich auf Daten der 2008 durchgeführten Untersuchung über den Verkehr aus dem St.Jakob-Tunnel bei Bozen Nord (30). Es war möglich, den aus 4 "peripheren" Messstationen kommenden Verkehr (Steinmannwald, Birchabruck, Sankt Justina und Kardaun Nord, siehe Abbildung 46) auf 5 "interne" Messstationen umzuverteilen. Über fünf Messstellen über drei Tage (Mittwoch, 16. Februar, Donnerstag, 17. Februar und Samstag, 19. Februar) hat die Studie die Art und Weise überwacht, auf die sich der Verkehr aus der S.S. 12 innerhalb der Stadt Bozen umverteilt (Untersuchung Herkunftsort-Bestimmungsort). Die Abbildung 47 - Aufstellung der Messstellen für die Untersuchung 2008 über den Verkehr vom St.Jakob-Tunnel bei Bozen Nord.
- zeigt die Stellen der Messungen. An jeder Stelle wurden die in den Stoßzeiten an Werktagen (7.00 - 9.00) und am Wochenende (8.00 - 10.00) durchfahrenden Autos gezählt. Außerdem versuchte man mit Hilfe der Autokennzeichen die verschiedenen Fahrtziele der Autos an der Einfahrt der Rombrücke, der Rampe Virgl Nord und der Kampillerbrücke zu erkennen. Die letzte Messstelle überwachte hingegen den Verkehr, der die Eisackuferstrasse durchfährt und weiterfährt, ohne in Bozen einzufahren. Durch den Vergleich der aus der Untersuchung stammenden Daten war es also möglich, eine Unterteilung des aus Richtung Süd-Ost kommenden Verkehrs zu erarbeiten:
- 78% des Verkehrs fährt in die Stadtviertel Don Bosco und Industriezone ein (da dieser bei der Messstelle 2 nicht erkannt wurde);
- 10% des bei der Rombrücke erkannten Verkehrs erreicht die Stadtviertel Gries und Romstraße;
- 5% des bei der Messstelle 3 erkannten Verkehrs fährt in Richtung Zentrum;
- 3% des bei der Messstelle 4 erkannten Verkehrs fährt in Richtung Bozner Boden;
- Die restlichen 4% fahren weiter, ohne in Bozen einzufahren.

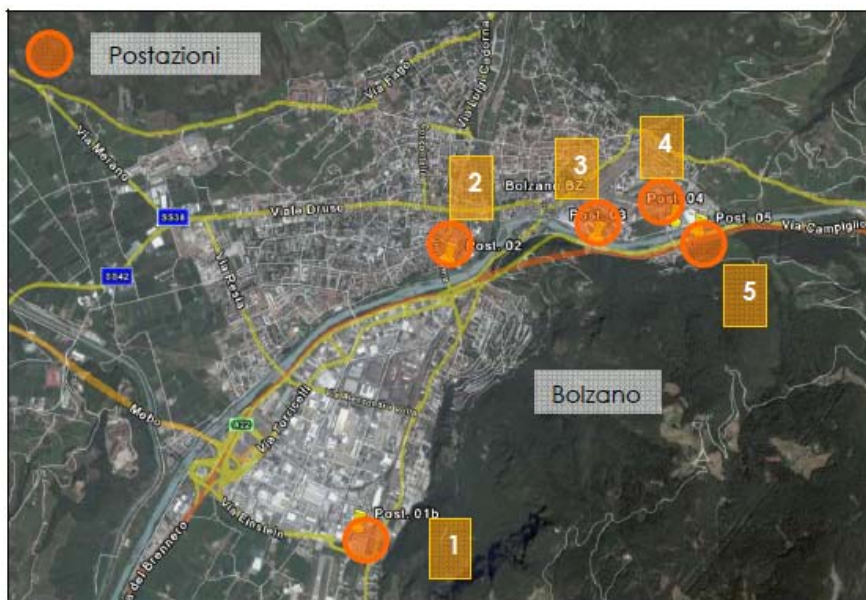


Abbildung 47 - Aufstellung der Messstellen für die Untersuchung 2008 über den Verkehr vom St.Jakob-Tunnel bei Bozen Nord.

Dasselbe Modell wurde umgekehrt für den Autoström angewandt, der von der Messstelle 5 (süd-westlich von der Kampillstraße, was in unserem Fall dem aus

Kardaun, Sankt Justina und Birchabruck kommenden Autoverkehr entspricht) in die Gegenrichtung fährt (in Richtung Messstelle 1).

Segment 2 (Verkehr aus Nord, West und Ost). Die Umverteilung des von den restlichen 6 Messstationen kommenden Verkehrs, die an der Einfahrt von Bozen aufgestellt wurden (St. Jenesien, Sarnthein, Schwefelbad, Eppan und Frangart, siehe Abbildung 46^{Error! Reference source not found.}), wurde in Funktion der Daten 2006 und 2007 aus insgesamt 11 „internen“ Überwachungsstationen durchgeführt. Die Fahrzeuge wurden wie folgt umverteilt (siehe Abbildung 48- Umverteilung des Autostroms bei den verschiedenen verfügbaren Messstellen

•):

- Messstelle 16, Messstelle 65, Messstelle 68, Messstelle 20: Durchfahrten wurden von 6 Messstellen übermittelt
- Messstelle 75 und Messstelle 47: Durchfahrten wurden von 5 Messstellen übermittelt.

Der innerstädtische Verkehr wurde erfasst, indem man die Anzahl der jährlichen Durchfahrten mit der Entfernung zwischen der Einfahrtstelle und dem Standort der Messstationen multiplizierte und dann nochmals mit dem Faktor zwei (man nahm an, dass die für die Ausfahrt benutzte Straße, die der Einfahrt entspricht).

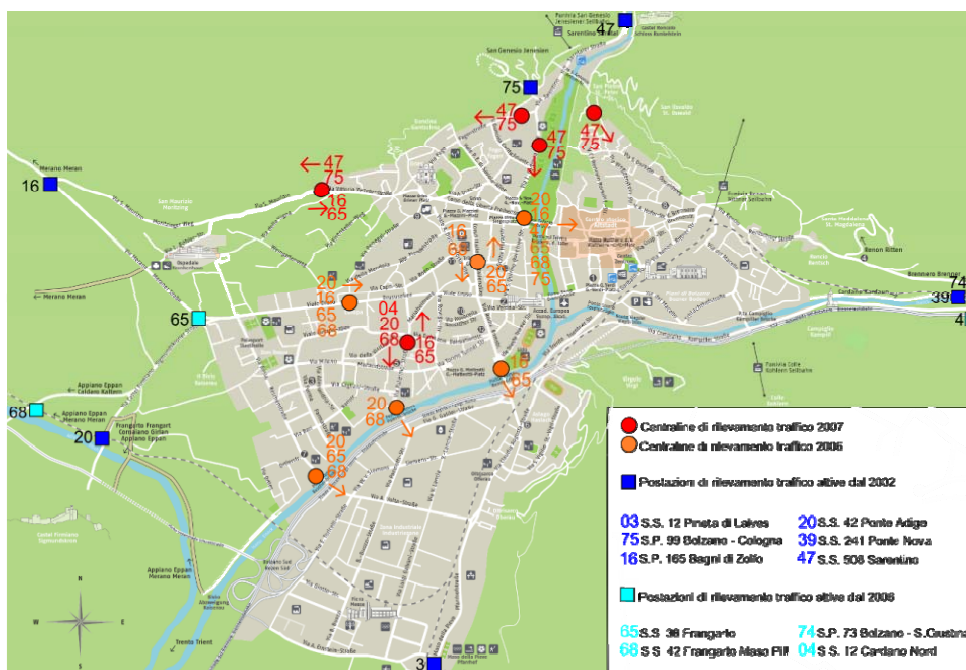


Abbildung 48 - Umverteilung des Autostroms bei den verschiedenen verfügbaren Messstellen

- Segment 3 (Verkehr auf der Eisackuferstraße, aus der Autobahn und der MEBO). Die einfahrenden Durchfahrten aus den Autobahnausfahrten Bozen Süd, Bozen Nord, aus der Schnellstraße MEBO vom 2007 und aus der Eisackuferstraße (Daten 2006 und 2007) wurden mit den Daten 2006-2007 aus 4 Messstellen verglichen (siehe Abbildung 49).

Man verwendete einen ähnlichen Ansatz wie der vorher beschriebene, indem man die Einfahrtszählungen in Bozen Süd in 2007 (umverteilt bei 3 Messstellen in der Einsteinstrasse, bzw. Torricelli-Straße „2007“ und Reschenbrücke „2006“) mit den Einfahrten in die MEBO und in die Eisackuferstraße (umverteilt bei den Messstellen der Torricelli-Straße und Galilei-Straße „2007“) summierte. Die Einfahrtanzahl aus der Autobahnausfahrt Bozen Nord wurde mit einer geschätzten Kilometerfahrleistung von ca. 6 Kilometer pro Ausfahrt und Einfahrt multipliziert.

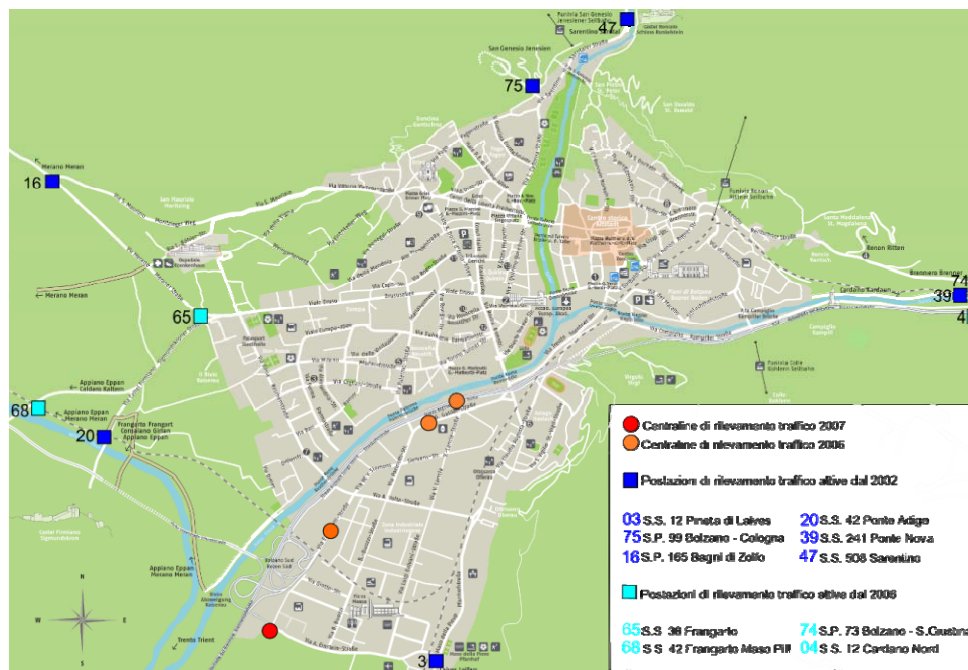


Abbildung 49 - Aufstellung der Messstellen, die zur Umverteilung des Verkehrs auf der Eisackuferstraße und dem aus der Autobahn und der Schnellstraße MEBO benutzt wurden

Die so erzielten Verkehrsdaten beziehen sich auf die Jahre 2006 und 2007, die im vorgelegten Modell als ein einziges Jahr betrachtet werden, da nicht alle innerstädtischen Messungen jedes Jahr wiederholt wurden. Die Ermittlung der Daten über den externen Verkehr für die Jahre 2002 und 2005 wurde mittels der Jahresänderung zwischen den Durchfahrten 2006 und 2007 bei den „peripheren“ Messstellen durchgeführt: +4% von 2006 bis 2007.

12.2 Ergebnisse

Wie man an der Tabelle 36 feststellen kann, variiert der Verkehr innerhalb der Gemeinde Bozen, ausgedrückt in Millionen Personen*Km/Jahr bezogen auf Fahrzeuge, von ca. 348 im Jahre 2002 bis ca. 426 im Jahre 2007.

Tabelle 36 - PKW-Verkehr innerhalb der Gemeinde Bozen [Millionen Personen * Km/Jahr]

	2002	2005	2007
Verkehr Ortsansässige	81	92	99
Verkehr Pendler	267	302	327
Summe	348	393	426

Diese Daten sind, wie bereits erwähnt, niedriger als die Verkehrsdaten, die mit dem Kausalitätsansatz berechnet wurden. Trotzdem erbringen beide vorgeschlagene Methoden relativ vergleichbare Werte. Die durchgeführte Analyse ermöglicht deshalb, die mit dem Kausalitätsansatz erzielten Daten zu bewerten. Sie erlaubt außerdem, die Auswirkung besonderer Initiativen zur Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf die Schiene (siehe Abschnitt 12.3) zu evaluieren.

In Anbetracht der großen Menge an verfügbaren Daten, (die vom Internet leicht downloadbar sind), über den in Bozen einfallenden Autoverkehr wäre es in Zukunft zweckmäßig, die Messstellen für die Zählung der Autoströme innerhalb der Stadt und an den Autobahneinfahrten besser zu verteilen. Die Analyse der vorhandenen Daten ist, aufgrund der Nicht-Übereinstimmung der innerhalb der Stadt durchgeführten Messungen, ungenau. 2006 konnten zum Beispiel 8 Messstellen die wichtigsten Stadteinfahrten aus West-Ost relativ gleichmäßig abdecken, stimmten jedoch in Bezug auf die Süd- und Nordeinfahrten nicht überein.

Es geht klar hervor, dass ein großes Interesse an der Berechnung der Einfahrten in die Stadt Bozen in Jahreszeiträumen besteht, die von einer besonderen Zunahme des Fahrzeugverkehrs gekennzeichnet sind (wie Dezember und die Sommermonate). Wenn man aber eine Jahreseinschätzung erzielen will, wären drei oder vier Messungen pro Jahr (jede über 7 Tage) erforderlich, und zwar bei den 12 wichtigsten Einfahrtstellen (wenn man auch die Autobahnausfahrten Bozen Süd und Bozen Nord berücksichtigt), von denen seit 2002 Daten vorhanden sind.

12.3 Analyse der Straßenbahn Bozen-Kaltern

Die Gemeinde arbeitet derzeit neue Richtlinien zur Umsetzung nachhaltiger Mobilität aus. Insbesondere wird die Verlagerung des Personenverkehrs von der Straße auf die Schiene untersucht. Zu diesem Zweck wird derzeit eine Hauptstudie (31) erarbeitet, die die Realisierung der Überlandbahn Bozen-Kaltern beinhaltet. Die 2002 durchgeführte Studie betrachtete die Verkehrsdaten, die von der Messstelle Etschbrücke erfasst wurden (ca. 10000 Durchfahrten täglich, siehe Abbildung 50). Daraus folgend wurden die Auswirkungen des Baus der Straßenbahn anhand zweier Szenarien bewertet und insbesondere folgende Verlagerungen betrachtet:

- a) Verlagerung von 20% des von der SS42 kommenden Verkehrs auf die Schiene.
- b) Verlagerung von 20% des von der SS42 kommenden Verkehrs und 10% des von den Stadtvierteln südlich von Bozen kommenden Verkehrs auf die Schiene.

Die Reduzierung der CO₂ Emissionen wurde je nach berücksichtigtem Szenario mit 3 bis 9 Tonnen CO₂ pro Tag geschätzt. Diese Werte beziehen sich auf die gesamte Fahrtstrecke der Fahrzeuge, inner- und außerhalb der Gemeindegrenzen.

Um ausschließlich die Auswirkungen auf die Gemeinde Bozen untersuchen zu können, wurde in dieser Studie ein gebietsbezogener Ansatz angewandt, der die Schätzung des

Verkehrsvorsicht, welcher sich innerhalb der Gemeindegrenzen aufgrund der von südlich von Bozen kommenden Fahrzeuge entwickelt. Es wurde außerdem beschlossen, die Anzahl der Fahrzeug Durchfahrten bei der Messstelle Frangart Pillhof (errichtet im Jahr 2006. Siehe Abbildung 50) Umverteilung des Autostroms bei den verschiedenen verfügbaren Messstationen Nr. 68 (Frangart Pillhof) und Nr. 20 (Etschbrücke).

Zusätzlich zu den 2002 verwendeten Daten zu berücksichtigen. Dadurch wurde die Anzahl der gesamten Tages Durchfahrten mit ca. 23000 bewertet.

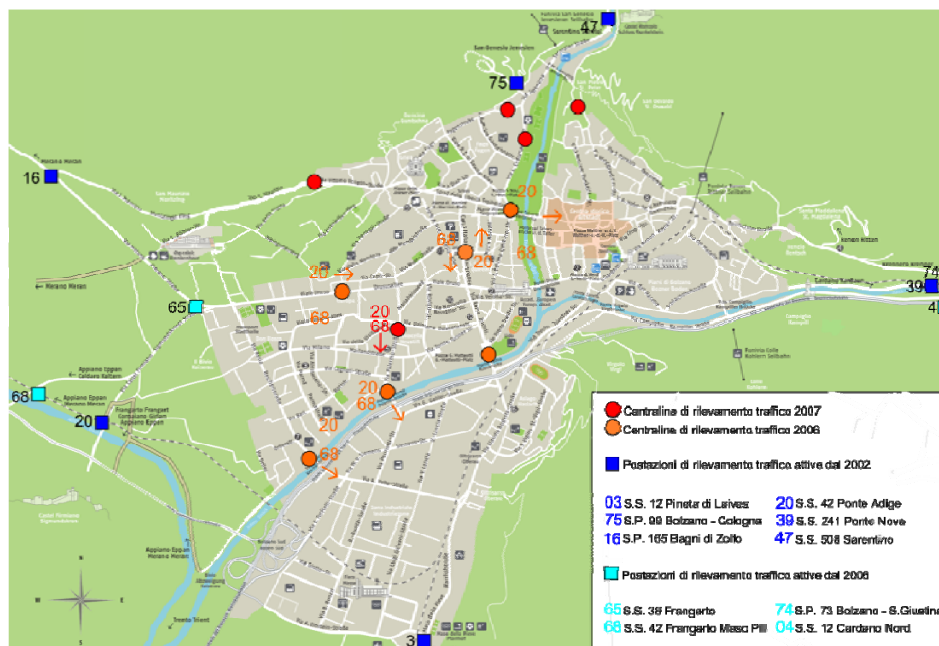


Abbildung 50 - Umverteilung des Autostroms bei den verschiedenen verfügbaren Messstationen Nr. 68 (Frangart Pillhof) und Nr. 20 (Etschbrücke).

Unter Anwendung der beschriebenen Berechnungsmethode wurde dann der Verkehr berechnet, der sich innerhalb der Gemeindegrenzen aufgrund dieser Durchfahrten entwickelt. In Folge wurde die Verkehrsreduktion evaluiert, die sich aus den oben beschriebenen Szenarien a) und b) ergibt, sowie der entsprechende Beitrag zur Reduzierung der CO2 Emissionen ermittelt.

Tabelle 37 zeigt die berechneten Daten: bis zum heutigen Tage ist der von den zwei genannten Messstellen erfasste Verkehr verantwortlich für den Verkehr von ca. 112 Millionen Personen*Km/Jahr innerhalb der Stadt, sowie für Emissionen von ca. 18000 Tonnen CO2/Jahr. In Abhängigkeit vom betrachteten Szenario, könnte daher eine Reduzierung von 20% bis 50% der Emissionen des betrachteten Verkehrsaufkommens erzielt werden.

Tabelle 37 - - Daten des Zufahrtverkehrs in Bozen bei den Messstellen Etschbrücke und Frangart Pillhof

	Prozentuelle Reduzierung	Personenverkehr [MioPersonen km/ Jahr]	Kraftstoffverbrauch [GWh/Jahr]	CO2 Emissionen [t/Jahr]
Aktueller Wert		112	59	17630
Szenario 1 TVU	20%	90	47	14104
Szenario 2 TVU	30%	63	33	9873