

2015

KLIMAWANDEL GRAUBÜNDEN

Arbeitspapier 2: Klimaschutz
ANALYSE DER HERAUSFORDERUNGEN UND
HANDLUNGSFELDER



Amt für Natur und Umwelt
Uffizi per la natira e l'ambient
Ufficio per la natura e l'ambiente

KLIMASCHUTZ

Impressum

Auftraggeber:

Amt für Natur und Umwelt (ANU) Kanton Graubünden
Abteilung Luft, Lärm und Strahlung
Gürtelstr. 89
7001 Chur

Auftragnehmende:

Global Risk Forum GRF Davos, Promenade 35, 7270 Davos Platz
info@grforum.org

Bergwelten 21 AG, Bahnhofstr. 8a, 7260 Davos Dorf
stoekli@bergwelten21.ch

Autorinnen/Autoren:

Veronika Stöckli (Bergwelten 21 AG)
Walter Ammann, Andrea Roth, Marc Stal (GRF Davos)

Projektbegleitung:

Georg Thomann, Hanspeter Lötscher (ANU)

Zitiervorschlag:

ANU (Amt für Natur und Umwelt Graubünden). 2015. Klimawandel Graubünden. Arbeitspapier 2: Klimaschutz. Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder. Chur, 100 S.

Zur Version:

Finale Fassung vom 20. Mai 2015, nach gemeinsamem Workshop vom 2. Dezember 2014 unter Beteiligung der folgenden Ämter und öffentlich rechtlichen Anstalten des Kantons Graubünden (in alphabetischer Reihenfolge): Amt für Energie und Verkehr (AEV), Amt für Jagd und Fischerei (AJF), Amt für Landwirtschaft und Geoinformation (ALG), Amt für Lebensmittelsicherheit und Tiergesundheit (ALT), Amt für Militär und Zivilschutz (AMZ), Amt für Natur und Umwelt (ANU), Amt für Raumentwicklung (ARE), Amt für Wald und Naturgefahren (AWN), Amt für Wirtschaft und Tourismus (AWT), Gesundheitsamt (GA), Tiefbauamt (TBA), Gebäudeversicherung Graubünden (GVG).

Chur, 20. Mai 2015

Zusammenfassung

Seit der Industrialisierung verändert der Mensch durch den Ausstoss von Treibhausgasen die Zusammensetzung der Atmosphäre. Dies führt zu Veränderungen des Klimas mit zum Teil ungewissen Folgen (IPCC, 2013). Die internationale Staatengemeinschaft, der Bund und der Kanton haben Massnahmen beschlossen, um die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre zu stabilisieren. Damit soll der gefährliche Eingriff in das Klimasystem unterbunden werden.

Die Treibhausgase umfassen die Gase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) sowie die synthetischen Gase, welche die halogenierten Fluorkohlenwasserstoffe (HFCs), die perfluorierten Kohlenwasserstoffe (PFCs) und das Schwefelhexafluorid (SF₆) umfassen. Die Emissionen dieser Gase stammen im Kanton Graubünden hauptsächlich von Aktivitäten der Energieumwandlung, der Industrie, des Verkehrs, der Haushalte, der Abfallbewirtschaftung sowie der Land- und Landwirtschaft.

Die Emissionen dieser Emissionsquellen sind in verschiedenen Datenbanken und Dokumenten aufgeführt. Für das vorliegende Arbeitspapier wurden Daten aus dem überarbeiteten Emissionskataster (INFRAS, 2015), aus der Datenbank ECOSPEEDRegion (ECOSPEEDRegion, 2015) und von Einzelquellen (ANU, nicht publizierte Dokumente) zusammengeführt. Zum Vergleich mit den schweizweiten Emissionen wurden Daten aus dem Treibhausgasinventar des Bundes verwendet (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a). Die Struktur des Arbeitspapiers folgt weitgehend jener des Arbeitspapiers 1 Klimaanpassung (Amt für Natur und Umwelt Graubünden, 2015a).

Die wichtigsten Treibhausgase im Kanton Graubünden sind das Kohlendioxid (rund 85 % aller Treibhausgasemissionen), das Methan (8 %), das Lachgas (4.5 %) und die synthetischen Gase (2 %). Die bedeutendsten Emissionsquellen sind die Industrie (37 % aller Emissionen), die Haushalte (24 %, inklusive Gewerbe und Dienstleistungen) der Verkehr (23 %), die Landwirtschaft (14 %) und die Energieumwandlung (2 %). Landwirtschaft und Abfallbewirtschaftung emittieren vergleichsweise geringe Treibhausgasemissionen. Die Treibhausgasemissionen aller Sektoren zusammengefasst sind im Kanton Graubünden mit rund 2 Mio. Tonnen (t) Kohlendioxid-Äquivalente (CO₂eq) vergleichsweise hoch. Die Treibhausgasemissionen pro Person (GR: 10 t; CH: 6.5 t) und pro erwirtschafteten Franken des BIP (GR: 174 g CO₂eq; CH: 94 g CO₂eq) unterstreichen dies. Die hohen Emissionen des Kantons werden in erster Linie durch industrielle Einzelquellen wie beispielsweise das Zementwerk in Untervaz und durch den hohen Wärmebedarf im vergleichsweise kühlen Klima erklärt. Knapp zwei Drittel der Emissionen sind energetisch bedingt.

Die Bemühungen, die Treibhausgasemissionen zu mindern sind international im Kyoto-Protokoll und national im CO₂-Gesetz geregelt. So sollen die Emissionen bis 2020 um 20 % reduziert werden im Vergleich zu jenen von 1990. In Ergänzung zu den Vorgaben des Bundes hält der Kanton Graubünden im Energiesgesetz fest, dass er bis 2035 höchstens 2000 Gigawattstunden Strom pro Jahr verbrauchen möchte. Zudem möchte er einen Beitrag an die Ziele des Bundes bezüglich einer 2000-Watt-Gesellschaft (Emissionen von 1 bis 1.5 Tonnen Kohlenstoffäquivalente pro Person und Jahr bis 2050) leisten. Weitere Ziele und Massnahmen in den verschiedenen Politikbereichen tragen zum Schutz des Klimas bei. Übergeordnetes Ziel ist es, mit einer Reduktion der Treibhausgasemissionen den globalen Temperaturanstieg auf weniger als 2 °C zu beschränken.

Im vorliegenden Arbeitspapier werden 45 Handlungsfelder vorgeschlagen. Davon betreffen 41 Handlungsfelder die Emissionsquellen und die übrigen vier betreffen die Grundlagen der Umsetzung. In diesen Handlungsfeldern sollen letztlich geeignete Massnahmen getroffen werden, um die Herausforderungen anzunehmen und die Ziele im Klimaschutz zu erreichen. Elf der Handlungsfelder werden als prioritär eingestuft. Aus ihnen lässt sich zusammenfassend der Handlungsbedarf im Klimaschutz des Kantons Graubünden herleiten.

Damit die Treibhausgasemissionen reduziert und die Ziele zum Klimaschutz erreicht werden können, resultieren zusammenfassend folgende drei Handlungsgebiete des Klimaschutzes (KS):

- **KS1: Den Energieverbrauch senken und die Ressourceneffizienz steigern.**
Die entsprechenden prioritären Handlungsfelder sind: E1 Effizienz Energieproduktion, E2 Fernwärme, I2 Nutzungsgrad Industrie, A5 Stoffliche Verwertung, V2 Fahrleistungen des Strassenverkehrs, H1 Energie Gebäude, L5 Düngung, L6 Energie Gebäude Landwirtschaft.
- **KS2: Die fossilen Energieträger durch erneuerbare ersetzen.**
Die entsprechenden prioritären Handlungsfelder sind: E2 Fernwärme, H1 Energie Gebäude, L6 Energie Gebäude Landwirtschaft.
- **KS3: Die Grundlagen für die Umsetzung des Klimaschutzes bereitstellen.**
Die entsprechenden prioritären Handlungsfelder sind: GU1 Monitoring, GU3 Sensibilisierung, Information und Koordination, GU4 Ressourcenbedarf und Finanzierung.

Das vorliegende Arbeitspapier präsentiert eine Übersicht zu den Treibhausgasemissionen und diskutiert Handlungsoptionen wie diese reduziert werden können. Das Thema Klimaschutz im Kanton Graubünden wird im vorliegenden Arbeitspapier nicht vollständig abgedeckt. Es soll dennoch Diskussionen rund um den Klimaschutz im Kanton Graubünden anregen und im Rahmen der kantonalen Klimastrategie zur Umsetzung geeigneter Massnahmen beitragen.

Resumaziun

Dapi l'industrialisaziun mida l'uman la cumposiziun da l'atmosfera cun emetter gas cun effect da serra. Quai chaschuna ina midada dal clima cun consequenzas per part intschertas (IPCC, 2013). La communitad internaziunala da stadis, la confederaziun ed il chantun han concludì mesiras per stabilisar la concentraziun dals gas cun effect da serra en l'atmosfera. Uschia duai l'intervenziun privlusa en il sistem climatic vegnir terminada.

Ils gas cun effect da serra cumpiglian ils gas dioxid carbonic (CO₂), metan (CH₄), gas ilarant (N₂O) sco er ils gas sintetics che cumpiglian ils clorofluorocarbons alogenads (HFCs), ils idrocarbons perfluorads (PFCs) ed il hexafluorid sulfuric (SF₆). En il chantun Grischun derivan las emissiuns da quests gas en emprima lingia da las activitads da transfurmar energia, da l'industria, dal traffic, da las chasadas, da la gestiun da ruments sco er da l'agricultura e da l'economia forestala.

Las emissiuns da questas funtaunas d'emissiuns èn registradas en differentas bancas da datas e sin divers documents. Per il document da lavur qua avant maun èn vegnidas unidas datas dal cataster d'emissiuns repassà (INFRAS, 2015), da la banca da datas ECOSPEEDRegion (ECOSPEEDRegion, 2015) e da funtaunas singulas (UNA, documents betg publitgads). Per cumparegliar las emissiuns chantunalas cun las emissiuns en las ulteriuras parts da la Svizra èn vegnidas duvradas datas da l'inventari da gas cun effect da serra da la confederaziun (uffizi federal d'ambient UFAM, 2014a). La structura dal document da lavur sa basa per gronda part sin quella dal document da lavur 1 davart l'adattaziun al clima (uffizi per la natira e l'ambient, 2015a).

Ils gas cun effect da serra ils pli impurtants en il chantun Grischun èn il dioxid carbonic (cun var 85 % da tut las emissiuns da gas cun effect da serra), il metan (8 %), il gas ilarant (4,5 %) ed ils gas sintetics (2 %). Las funtaunas d'emissiun las pli impurtantas èn l'industria (37 % da tut las emissiuns), las chasadas (24 %, inclusiv il mastergrn ed ils servetschs), il traffic (23 %), l'agricultura (14 %) e la transfurmaziun d'energia (2 %). L'economia forestala e la gestiun da ruments emettan quantitads da gas cun effect da serra relativamain pitschnas. La summa da tut las emissiuns da gas cun effect da serra da tut ils secturs en il chantun Grischun è relativamain gronda cun circa 2 milliuns tonnas (t) equivalents da dioxid carbonic (CO₂eq). Las emissiuns da gas cun effect da serra per persuna (GR: 10 t; CH: 6.5 t) e pro franc gudagnà dal product naziunal brut (GR: 174 g CO₂eq; CH: 94 g CO₂eq) suttastritgan quai. Las emissiuns grondas dal Grischun vegnan explitgadas en emprima lingia cun funtaunas industrialas singulas sco per exempel l'ovra da cement a Vaz sut e cun il grond basegn da chalira en il clima relativamain fraid. Stgars dus terzs da las emissiuns èn da derivanza energetica.

Las stentas da reducir las emissiuns da gas cun effect da serra èn fixadas sin plaun internaziunal en il protocol da Kyoto e sin plaun naziunal en la lescha davart il CO₂. Uschia duain las emissiuns vegnir reducidas fin l'onn 2020 per 20 % cumpareglià cun quellas da l'onn 1990. Sco cumplettaziun da las prescripziuns da la confederaziun fixescha il chantun Grischun en la lescha d'energia ch'el vuless consumar fin l'onn 2035 maximalmain 2000 uras da gigawatt electricitad per onn. Ultra da quai vuless el furnir ina contribuziun a la finamira da la confederaziun da realisar ina societad da 2000 watts (emissiun dad 1 fin 1,5 tonnas equivalents da dioxid carbonic per persuna ed onn fin l'onn 2050). Ulteriuras finamiras e mesiras en ils differents secturs politics gidan a proteger il clima. La finamira surordinada è quella da limitar l'augment da las temperaturas sin l'entir mund a main che 2 °C cun reducir las emissiuns da gas cun effect da serra.

En il document da lavur qua avant maun vegnan proponids 45 champs d'acziun. 41 da quels pertutgan las funtaunas d'emissiun ed ils ulteriurs 4 las basas da la realisaziun. En quests champs d'acziun duain la finala vegnir prendidas mesiras adattadas per acceptar las sfidas e per cuntanscher las finamiras en la protecziun dal clima. 11 champs d'acziun vegnan classifitgads sco prioritars. Dad els po vegnir deducì – sco resumaziun – il basegn d'agir en la protecziun dal clima dal chantun Grischun.

Per che las emissiuns da gas cun effect da serra possian vegnir reducidas e per che las finamiras da la protecziun dal clima possian vegnir cuntanschidas resultan – resumond – ils suandants trais secturs d'acziun da la protecziun dal clima (KS):

- **KS1: Reducir il consum d'energia ed augmentar l'effizienza da las resursas.**
Ils champs d'acziun prioritars correspundents èn: E1 effizienz da la producziun d'energia, E2 chalur a distanza, I2 grad d'utilisaziun da l'industria, A5 reutilisaziun da material, V2 kilometers charrads en il traffic sin via, H1 energia dals edificis, L5 ladada, L6 energia dals edificis agriculs.
- **KS2: Remplazzar ils purtaders d'energia fossila tras purtaders d'energia regenerabla.**
Ils champs d'acziun prioritars correspundents èn: E2 chalur a distanza, H1 energia dals edificis, L6 energia dals edificis agriculs.
- **KS3: Metter a disposiziun la basa per realisar la protecziun dal clima.**
Ils champs d'acziun prioritars correspundents èn: GU1 monitoring, GU3 sensibilisaziun, infurmaziun e coordinaziun, GU4 basegn da resursas e finanziaziun.

Il document da lavur qua avant maun preschenta ina survista da las emissiuns da gas cun effect da serra e discuta opziuns d'agir, co che quellas emissiuns pon vegnir reducidas. Il tema da la protecziun dal clima en il chantun Grischun na vegn betg resguardà cumplainamain en il document da lavur qua avant maun. El duai tuttina dar impuls per discussiuns davart la protecziun dal clima en il chantun Grischun e gidar a realisar mesiras adattadas en il rom da la strategia chantunala da clima.

Riassunto

L'uomo sta alterando la composizione dell'atmosfera fin dall'industrializzazione con l'emissione di gas a effetto serra. Ciò comporta cambiamenti climatici con conseguenze parzialmente incerte (IPCC, 2013). La comunità internazionale, la Confederazione e il Cantone hanno deciso degli interventi per stabilizzare la concentrazione di gas a effetto serra nell'atmosfera. In questo modo dovrebbe essere evitato il pericoloso intervento al sistema climatico.

I gas a effetto serra comprendono i gas anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O), nonché i gas sintetici che a loro volta comprendono gli idrocarburi alogenati (HFCs), i perfluorocarburi (PFCs) e l'esafluoruro di zolfo (SF₆). Le emissioni di questi gas nel Cantone dei Grigioni derivano prevalentemente dalle attività di conversione energetica, dall'industria, dal traffico, dalle economie domestiche, dalla gestione dei rifiuti e dalla gestione del territorio e del bosco.

Le emissioni da queste fonti d'emissione sono registrate in diversi documenti e banche dati. Per il presente documento di lavoro sono stati riuniti i dati derivanti dal catasto rielaborato delle emissioni (INFRAS, 2015), dalla banca dati ECOSPEEDRegion (ECOSPEEDRegion, 2015) e da fonti singole (UNA, documenti non pubblicati). Per il confronto delle emissioni a livello nazionale sono stati utilizzati i dati dell'inventario federale di gas serra (Ufficio federale dell'ambiente UFAM, 2014a). La struttura del documento di lavoro si orienta in gran parte a quella del documento di lavoro 1 adattamento ai cambiamenti climatici (Ufficio per la natura e l'ambiente Cantone dei Grigioni, 2015a).

I gas a effetto serra più importanti nel Cantone dei Grigioni sono: l'anidride carbonica (ben 85 % di tutte le emissioni di gas a effetto serra), il metano (8 %), il protossido d'azoto (4.5 %) e i gas sintetici (2 %). Le fonti d'emissione più importanti sono: l'industria (37 % di tutte le emissioni), le economie domestiche (24 % incl. l'artigianato e le prestazioni di servizio), il traffico (23 %), l'agricoltura (14 %) e la conversione energetica (2 %). La gestione del bosco e quella dei rifiuti causano invece emissioni piuttosto minori. Nel Cantone dei Grigioni le emissioni complessive di gas a effetto serra di tutti i settori sono di ben 2 milioni di tonnellate (t) di anidride carbonica equivalente (CO₂eq) e quindi abbastanza elevate. Ciò viene sottolineato dalle emissioni di gas a effetto serra a persona (GR: 10 t; CH: 6.5 t) e per ogni franco svizzero di PIL prodotto (GR: 174 g CO₂eq; CH: 94 g CO₂eq). Le emissioni alte vengono causate principalmente da fonti singole come per esempio il cementificio Untervaz e dall'alto fabbisogno termico in un clima piuttosto freddo. Quasi due terzi delle emissioni sono dovute a processi energetici.

Gli sforzi per ridurre le emissioni di gas a effetto serra sono regolati a livello internazionale nel protocollo di Kyoto e a livello nazionale nella Legge sul CO₂. Fino al 2020 le emissioni dovrebbero essere ridotte del 20 % rispetto a quelle del 1990. Aggiuntivamente alle direttive della Confederazione, il Cantone dei Grigioni precisa nella propria legge sull'energia di voler consumare al massimo 2000 gigawattora annui di elettricità fino al 2035. Inoltre vuole contribuire agli obiettivi della Confederazione riguardanti la Società a 2000 Watt (emissioni da 1 fino a 1.5 tonnellate di anidride carbonica equivalente a persona/anno fino al 2050). Ulteriori obiettivi e interventi nei settori politici contribuiscono alla protezione del clima. L'obiettivo principale è di ridurre l'aumento della temperatura globale a meno di 2 °C tramite una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra.

Nel presente documento di lavoro vengono proposti 45 campi d'azione, 41 di questi riguardano le fonti d'emissione e i rimanenti 4 le basi per l'utilizzo. In questi campi d'azione devono essere decisi degli interventi per poter affrontare le sfide e raggiungere gli obiettivi della protezione del clima. Undici dei campi d'azione sono considerati prioritari. Da quest'ultimi emerge il fabbisogno di intervento nella protezione del clima del Cantone dei Grigioni.

Per poter ridurre le emissioni di gas a effetto serra e raggiungere gli obiettivi della protezione del clima, sono stati elaborati i seguenti tre campi d'azione nella protezione del clima:

- **KS1: Ridurre il consumo energetico e aumentare l'efficienza delle risorse.**
I relativi campi prioritari d'azione sono: E1 efficienza produzione di energia, E2 teleriscaldamento, I2 grado di utilizzo industria, A5 riciclaggio di materie prime, V2 prestazione del traffico stradale, H1 energia edifici, L5 fertilizzazione, L6 energia edifici agricoltura
- **KS2: Sostituire i vettori energetici fossili con vettori energetici rinnovabili.**
I relativi campi prioritari d'azione sono: E2 teleriscaldamento, H1 energia edifici, L6 energia edifici agricoltura.
- **KS3: Mettere a disposizione le basi per la realizzazione della protezione del clima.**
I relativi campi prioritari d'azione sono: GU1 monitoraggio, GU3 sensibilizzazione, informazione e coordinazione, GU4 fabbisogno di intervento e finanziamento.

Il presente documento di lavoro presenta una panoramica sulle emissioni di gas a effetto serra e discute opzioni di intervento inerenti la riduzione delle emissioni. Il tema protezione del clima nel Cantone dei Grigioni non è discusso pienamente nel presente documento di lavoro. Tuttavia ha lo scopo di sollecitare discorsi sulla protezione del clima nel Cantone dei Grigioni e di contribuire alla realizzazione degli interventi in occasione della strategia climatica cantonale.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Orientierung.....	11
1.1 Klimaschutz als zweiter Teil einer kantonalen Klimastrategie	11
1.2 Inhalt und Abgrenzung des Arbeitspapiers 2 Klimaschutz.....	12
2 Herausforderungen	15
2.1 Vorbemerkungen	15
2.2 Energie	15
2.3 Treibhausgase	16
2.3.1 Kohlendioxid.....	17
2.3.2 Methan	17
2.3.3 Lachgas.....	17
2.3.4 Synthetische Gase	18
2.3.5 Indirekte Treibhausgase	18
2.4 Emissionsquellen und Emissionen	18
2.4.1 Energieumwandlung	19
2.4.2 Industrie	20
2.4.3 Abfall	21
2.4.4 Verkehr.....	21
2.4.5 Haushalte	22
2.4.6 Synthetische Gase	23
2.4.7 Landwirtschaft.....	24
2.4.8 Waldwirtschaft	25
3 Ziele und Grundsätze im Klimaschutz	27
3.1 Vorbemerkungen	27
3.2 Internationale Ziele.....	27
3.3 Ziele und Grundsätze des Bundes	27
3.4 Kantonale Ziele.....	28
3.5 Sektorielle Ziele.....	29
3.5.1 Energieumwandlung	29
3.5.2 Industrie	30
3.5.3 Abfall	31
3.5.4 Verkehr.....	32
3.5.5 Haushalte	33
3.5.6 Synthetische Gase	34
3.5.7 Landwirtschaft.....	35
3.5.8 Waldwirtschaft	36
4 Handlungsfelder.....	37
4.1 Vorbemerkungen	37
4.2 Handlungsfelder Emissionsquellen	39
4.2.1 Energieumwandlung	39
4.2.2 Industrie	40
4.2.3 Abfall	41
4.2.4 Verkehr.....	42

4.2.5	Haushalte	43
4.2.6	Synthetische Gase	44
4.2.7	Landwirtschaft	45
4.2.8	Waldwirtschaft	46
4.3	Grundlagen der Umsetzung als übergeordnete Handlungsfelder	47
5	Synthese und Diskussion	49
5.1	Treibhausgasemissionen und ihre Quellen	49
5.2	Bisherige Bilanz der Klimapolitik	50
5.3	Die bedeutendsten Herausforderungen.....	51
5.4	Reduktionspfad und Reduktionsziele im Klimaschutz	52
5.5	Prioritäre Handlungsfelder als Handlungsgebiete des kantonalen Klimaschutzes	53
5.6	Folgerungen und Ausblick	55
6	Glossar	57
6.1	Abkürzungen	57
6.2	Literaturverzeichnis.....	59
6.3	Erläuterung der Emissionsquellen	63
6.4	Gesetzliche Regelungen und Strategien	64
6.5	Abbildungsverzeichnis.....	65
6.6	Tabellenverzeichnis.....	66
7	Anhang.....	69
7.1	Vorbemerkungen	69
7.2	Handlungsfelder Emissionsquellen	70
7.2.1	Energieumwandlung	70
7.2.2	Industrie	73
7.2.3	Abfall	75
7.2.4	Verkehr.....	78
7.2.5	Haushalte	82
7.2.6	Synthetische Gase	85
7.2.7	Landwirtschaft.....	88
7.2.8	Waldwirtschaft	92
7.3	Handlungsfelder Grundlagen für die Umsetzung	95
7.4	Liste der Handlungsfelder	97
7.5	Entwicklung der Treibhausgasemissionen CH	99
7.6	Entwicklung der Treibhausgasemissionen GR	100

1 Orientierung

Seit der Industrialisierung verändert der Mensch durch den Ausstoss von Treibhausgasen die Atmosphäre. Dies führt zu Veränderungen des Klimas mit zum Teil ungewissen Folgen (IPCC, 2013). Die internationale Staatengemeinschaft hat die Gefahren des Eingriffs in das Klimasystem durch den Menschen erkannt. Mit dem Kyoto-Protokoll wurden völkerrechtlich verbindliche Grenzwerte für den Ausstoß von Treibhausgasen festgesetzt (UNFCCC, 2014). Ziel ist es, die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre zu stabilisieren und den Eingriff in das Klimasystem zu unterbinden. Dies muss rasch passieren, damit die Ökosysteme sich natürlicherweise anpassen können, die Produktion von Lebensmitteln nicht gefährdet wird und wirtschaftliche Entwicklung nachhaltig möglich ist (IPCC, 2014).

Die Schweiz hat sich zu den Zielen des Kyoto-Protokolls bekannt. Mit dem CO₂-Gesetz hat sie eine Grundlage für Massnahmen zum Schutz des Klimas gelegt. Bis 2020 müssen die Treibhausgasemissionen um 20 % unter das Niveau von 1990 sinken (CO₂-Gesetz). Energiegesetz (EnG), Energiestrategie 2050, Umweltschutzgesetz (USG) und Luftreinhalte-Verordnung (LRV) halten weitere Ziele des Klimaschutzes auf eidgenössischer Ebene fest.

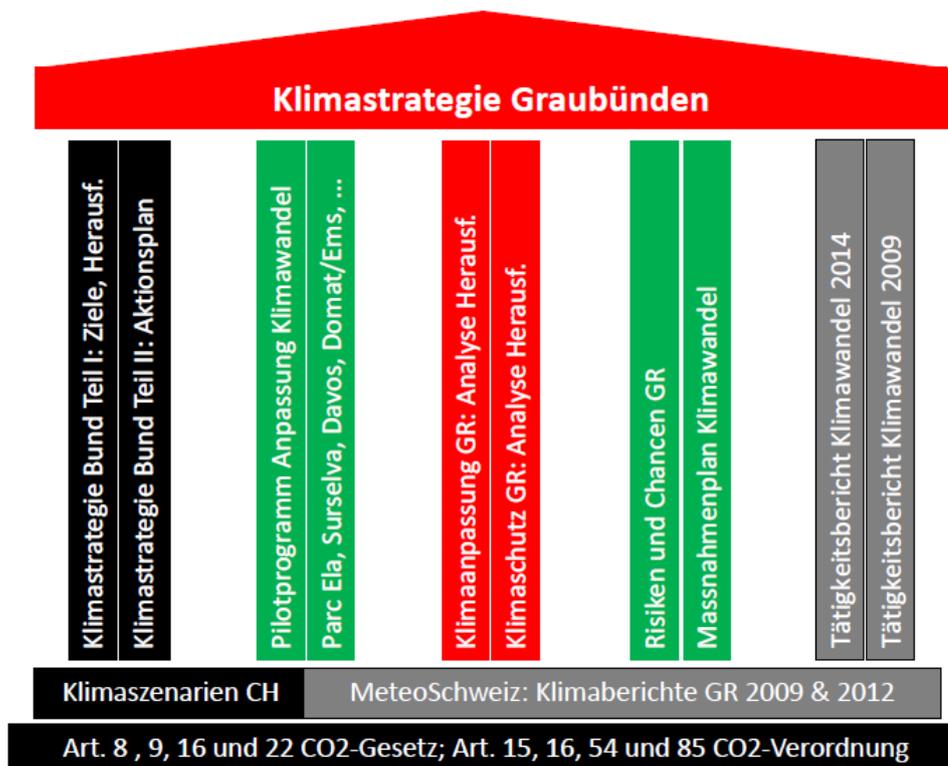


Abbildung 1. Elemente der Klimastrategie des Kantons Graubünden.

1.1 Klimaschutz als zweiter Teil einer kantonalen Klimastrategie

Die Kantone sind gefordert massgebliche Beiträge an die Ziele des Bundes zu leisten. Der Kanton Graubünden stellt sich diesen Aufgaben. Die Klimaschutzziele sind kantonal in erster Linie im Energiegesetz (BEG) und im Massnahmenplan Luftthygiene (MPL) festgehalten. Sie ergänzen die Ziele des Bundes. Als übergeordnetes Ziel will der Kanton einen Beitrag an die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft leisten (Art. 3 Abs. 1 Bündner Energiegesetz (BEG)). Das heisst, bis 2050 soll der Ausstoss von Treibhausgasen auf 1 bis 1.5 Tonnen (t) Kohlendioxid (CO₂) pro Person und Jahr verringert werden.

Um die Herausforderungen, Ziele und Massnahmen im Umgang mit dem Klimawandel zu bündeln, hat die Regierung im Herbst 2014 die Verwaltung damit beauftragt, eine kantonale Klimastrategie zu erarbeiten. Die Klimastrategie soll der Regierung als Instrument dienen, mit welchem sie die Herausforderungen des Klimawandels frühzeitig erkennen und mit passenden Massnahmen wirkungsvoll angehen kann. Als Grundlage für die Klimastrategie wurden drei Arbeitspapiere ausgearbeitet (Amt für Natur und Umwelt Graubünden, 2015a; 2015b; 2015c). Die Arbeitspapiere behandeln die Risiken und Chancen des Klimawandels sowie die Herausforderungen und Handlungsfelder des Klimaschutzes (vorliegendes Arbeitspapier) und der Klimaanpassung.

Die Abbildung 1 veranschaulicht das Konzept der kantonalen Klimastrategie. Die Strategie bildet das Dach des Gebäudes. Das CO₂-Gesetz und die CO₂-Verordnung sowie die Grundlagenberichte der MeteoSchweiz über die Klimaszenarien für die Schweiz (CH2011, 2011) und den Klimawandel in Graubünden (MeteoSchweiz, 2009; 2012) bilden das Fundament. Das Dach wird getragen von den Ecksäulen Klimastrategie Bund Teil I und Teil II (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2012a; 2014h) und den Tätigkeitsberichten Graubünden 2009 und 2014 (Amt für Natur und Umwelt Graubünden 2009; 2014).

Die zentralen Säulen der kantonalen Klimastrategie bilden die Arbeitspapiere 1 bis 3. Aus ihnen lässt sich der dringendste Handlungsbedarf im Umgang mit dem Klimawandel ableiten. Die Ergebnisse der Analysen werden zudem mit den Aufgaben, Tätigkeiten und Projekten der Verwaltung abgeglichen. Dadurch wird ersichtlich, wo weitere Massnahmen im Umgang mit dem Klimawandel nötig sind.

1.2 Inhalt und Abgrenzung des Arbeitspapiers 2 Klimaschutz

Struktur und Stellung des Arbeitspapiers

Das vorliegende Arbeitspapier beschreibt die Herausforderungen, die Ziele, die gesetzlichen Grundlagen und die Handlungsfelder eines effektiven Klimaschutzes im Kanton Graubünden. Der Aufbau des vorliegenden Arbeitspapiers folgt weitgehend jenem des Arbeitspapiers 1 zur Klimaanpassung (Amt für Natur und Umwelt Graubünden, 2015a). Nach einer kurzen Orientierung im Kapitel 1 werden die grössten Herausforderungen im Kapitel 2 umrissen. Es werden die Produktion und der Verbrauch von Energie beschrieben und die Treibhausgase und Emissionsquellen charakterisiert. In Kapitel 3 werden die Ziele und die gesetzlichen Regelungen für den Klimaschutz pro Emissionsquelle für Bund und Kanton aufgelistet. Auf dieser Grundlage wird in Kapitel 4 der Handlungsbedarf aufgeführt. In Kapitel 5 führt die Synthese die Ergebnisse der vorangehenden Kapitel zusammen und diskutiert sie. Es folgen das Glossar (Kapitel 6) und der Anhang (Kapitel 7) mit weiterführenden Erläuterungen.

Das vorliegende Arbeitspapier wird auf der Grundlage von Emissionsdaten und von Angaben aus der Literatur verfasst. Im Rahmen einer Vernehmlassung und eines verwaltungsinternen Workshops wurden die Inhalte durch die beteiligten kantonalen Fachstellen geprüft, diskutiert und verabschiedet. Im vorliegenden Arbeitspapier kann das Thema Klimaschutz im Kanton Graubünden weder vollständig noch abschliessend erörtert werden. Das Arbeitspapier präsentiert vielmehr eine grobe Übersicht zu den Treibhausgasemissionen und diskutiert Handlungsoptionen wie diese reduziert werden können. Es soll dadurch Diskussionen rund um den Klimaschutz im Kanton Graubünden anregen und schliesslich im Rahmen der kantonalen Klimastrategie zur Umsetzung passender Massnahmen beitragen.

Treibhausgase

Das vorliegende Arbeitspapier bilanziert die wichtigsten Treibhausgase. Es handelt sich dabei um Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) sowie um die synthetischen Gase (halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFCs), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFCs) und um Schwefelhexafluorid (SF₆). Die Angaben zu Emissionen der Treibhausgase Methan und Lachgas sind in den benutzten Quellen der nichtenergetischen Emissionen (Abfall, Landwirtschaft) des Kantons Graubünden enthalten, nicht aber in jenen der energetischen Emissionen (Industrie, Haushalte, Verkehr). Sie werden deshalb im Folgenden nicht vollständig angegeben werden können.

Fossiles, geogenes und biogenes Kohlendioxid

Die Herkunft des CO₂ wird üblicherweise in fossil, biogen und geogen unterteilt. Fossiles CO₂ stammt aus Energieträgern, welche in geologischer Vorzeit aus Abbauprodukten von toten Pflanzen und Tieren entstanden sind. Zu diesen Energieträgern gehören Erdöl oder Braunkohle. Als geogen wird CO₂ bezeichnet, welches etwa bei Prozessen der Zementindustrie emittiert wird. Als biogen gilt CO₂, welches beim Verbrennen von pflanzlichen Energieträgern entsteht. Zu diesen Energieträgern gehört beispielsweise Holz.

In der Bilanzierung der Treibhausgasemissionen werden im vorliegenden Arbeitspapier nur fossiles und geogenes CO₂ berücksichtigt, analog zu den Methoden der Bilanzierung der Schweiz (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2015b). Die biogenen Emissionen werden nicht mit eingerechnet, jedoch da und dort auf diese zusätzlichen Emissionen hingewiesen.

Emissionsquellen

Bei den untersuchten Emissionsquellen handelt es sich um die Energieumwandlung, die Industrie, die Abfallbewirtschaftung (im Folgenden als Abfall bezeichnet), den Verkehr, die Haushalte (inklusive Gewerbe und Dienstleistungen; im Folgenden als Haushalte bezeichnet), die Landwirtschaft und die Waldwirtschaft. Die synthetischen Gase werden ebenfalls als Emissionsquelle definiert. Die verwendeten Emissionsquellen entsprechen im Wesentlichen jenen des Treibhausgasinventars der Schweiz, respektive den Vorgaben des Kyoto-Protokolls (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a).

Territorialprinzip

Die Systemgrenze der aufgeführten Emissionsmengen des Kantons Graubünden entsprechen den Grenzen des Kantons Graubünden. Wie beim Treibhausgasinventar des Bundes wird also das Verbrauchsprinzip (Territorialprinzip) verwendet. Dabei werden nach Möglichkeit alle Emissionen erfasst, welche innerhalb des Kantonsgebietes verursacht werden.

Energetische und nichtenergetische Emissionen

Die Treibhausgase werden durch verschiedene Prozesse emittiert. Diese Prozesse werden unterteilt in energetische Prozesse und nichtenergetische Prozesse. Das Verbrennen von Benzin oder Heizöl dient der Gewinnung von Energie. Die dabei entstehenden Emissionen werden zu den energetischen Emissionen gezählt. Treibhausgase welche etwa bei Zementherstellung ausgestossen werden oder durch Düngung in der Landwirtschaft entstehen, werden zu den nichtenergetischen Emissionen gezählt.

Unsicherheiten

Die Emissionsdaten der Schweiz und auch jene des Kantons Graubünden basieren auf Erhebungen, Annahmen und Modellrechnungen. Diese sind mit Unsicherheiten behaftet. Die Emissionsmengen sind jedoch in den folgenden Tabellen und Abbildungen ohne Angaben zu den Datenunsicherheiten aufgeführt. Dies deshalb, weil solche Angaben für den Kanton Graubünden nicht verfügbar sind. Schweizweit beträgt der Unsicherheitsbereich der Emissionen von CO₂ plus/minus 3 % (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a). Für die Emissionen des Kantons Graubünden dürfte dieser Bereich grösser sein (INFRAS, 2015).

Datenherkunft

Die Emissionen des Kantons Graubünden sind in verschiedenen Datenbanken und Dokumenten aufgeführt. Keines der Dokumente bilanziert die Treibhausgasemissionen vollständig. Deshalb werden für das vorliegende Arbeitspapier Daten aus unterschiedlichen Quellen verwendet. Es sind dies der überarbeitete Emissionskataster (INFRAS, 2015), die online-Datenbank ECOSPEEDRegion (ECOSPEEDRegion, 2015) und Angaben aus Emissionserklärungen, welche von der Industrie direkt an das ANU rapportiert werden. Als Vergleichsbasis werden Daten aus dem Treibhausgasinventar des Bundes verwendet (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a). In Kapitel 6.3 sind die Emissionsquellen und die Herkunft der Daten erläutert.

2 Herausforderungen

Das Klima ist seit Beginn der Messungen im 19. Jahrhundert im Kanton Graubünden je nach Region zwischen 1 °C und etwas über 2 °C pro 100 Jahre wärmer geworden (MeteoSchweiz, 2012). Der Klimawandel wird durch Treibhausgase verursacht, welche sich in der Atmosphäre anreichern. Sie reflektieren die Strahlung derart, dass es auf der Erdoberfläche wärmer wird. Die Treibhausgase sind mehrheitlich anthropogen verursacht. Sie entstehen typischerweise bei Verbrennungsprozessen, sei es zur Energieerzeugung, beim Energieverbrauch in der Industrie, beim Verkehr, bei den Haushalten (inklusive Dienstleistungen und Gewerbe) oder bei nichtenergetischen Prozessen in der Industrie, der Landwirtschaft oder der Abfallbewirtschaftung. Sie entstehen auch durch Aktivitäten der Land- und der Waldwirtschaft.

2.1 Vorbemerkungen

In diesem Kapitel werden der Verbrauch und die Produktion von Energie beschrieben, die Treibhausgase und ihre Entwicklung charakterisiert, sowie die Emissionen und Emissionsquellen aufgeführt. Dabei werden sowohl die Bündner als auch die schweizweiten Verhältnisse vorgestellt.

Die analysierten Treibhausgase sind:

- Kohlendioxid (CO₂),
- Methan (CH₄),
- Lachgas (N₂O),
- Synthetische Gase (halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFCs), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFCs), Schwefelhexafluorid (SF₆)).

Im Kapitel 2.3.5 wird zudem kurz auf einige Luftschadstoffe eingegangen, welche als indirekte Treibhausgase gelten, und deshalb für den Klimaschutz ebenfalls relevant sind.

Die untersuchten Emissionsquellen sind:

- Energieumwandlung,
- Industrie,
- Verkehr,
- Haushalte (inklusive Dienstleistungen und Gewerbe),
- Landwirtschaft,
- Waldwirtschaft,
- Abfall.

2.2 Energie

Energie ist ein grundlegendes Hilfsmittel unserer Gesellschaft. Weil die Nutzung von Energie für unterschiedlichste Zwecke die wichtigste Quelle der Treibhausgasemissionen ist, wird die Energieerzeugung und der Energieverbrauch der Schweiz und des Kantons Graubünden an dieser Stelle kurz charakterisiert.

In der Schweiz lag der Energieverbrauch im Jahr 2012 bei rund 1.15 Mio. Terajoule (TJ), was rund 0.3 Mio. Gigawattstunden (GWh) entspricht. Ein Fünftel dieser Energie ging verloren (Energieverluste, vgl. Kapitel 2.4.1). Der Rest, die genutzte Energie, ist der sogenannte Endenergieverbrauch. Dieser lag 2012 bei 0.88 Mio. TJ oder 0.24 Mio. GWh (Bundesamt für Energie BFE, 2013a). Die Energieträger sind dabei vorwiegend fossil. Der Anteil nichtfossiler Energieträger wie Holz, Sonne und Wind ist klein, steigt aber deutlich an.

Die Energiebilanz des Kantons Graubünden weist für das Jahr 2012 einen Endenergieverbrauch von rund 7600 GWh aus (Amt für Energie und Verkehr Graubünden, 2013). Die fossilen oder nichterneuerbaren Energieträger wie Erdölbrennstoffe, Gas, Kohle oder Treibstoffe, decken rund drei Viertel des Energiebedarfs im Kanton ab (vgl. Abbildung 2). Die Elektrizität macht ein Viertel des Endenergieverbrauchs aus, während erneuerbare Energieträger wie Holz oder Solarthermie nur knapp sechs Prozent aller Energieträger stellen (Amt für Energie und Verkehr Graubünden, 2013). Die Elektrizität wird nicht nur aus erneuerbaren Quellen generiert. In Chur etwa stammen 46 % der konsumierten Elektrizität aus nichterneuerbaren Quellen, in Davos sind es etwa 19 % (Swisspower, 2014a).

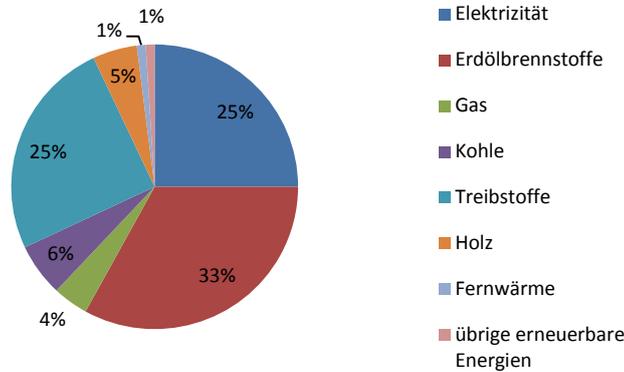


Abbildung 2. Konsumierte Energie nach Energieträgern (in %) für den Kanton Graubünden (Jahr 2012). Daten des Amts für Energie und Verkehr Graubünden, 2013.

Im Unterschied zur konsumierten Elektrizität ist im Kanton Graubünden die produzierte Elektrizität überwiegend erneuerbar. Sie wurde im Jahr 2010 zu 98 % aus Wasserkraft gewonnen, während die übrigen knapp 2 % aus der Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) Trimmis, dem Holzheizkraftwerk der Axpo Tegra (AT), oder aus Trinkwasserleitungen, Biogas-, Photovoltaik- und Windkraftanlagen stammten (Regierung des Kantons Graubünden, 2012).

2.3 Treibhausgase

Die Treibhausgase in der Atmosphäre haben seit der Industrialisierung erheblich zugenommen. Aus Lufteinschlüssen im Eis weiss man, dass mindestens in den vergangenen 80'000 Jahren ihre Konzentration nie so hoch war, wie sie heute ist (Hartmann et al., 2013). Die wichtigsten Treibhausgase sind das Kohlendioxid (CO₂), das Methan (CH₄), das Lachgas (N₂O) und die synthetischen Gase. Letztere umfassen die halogenierten Kohlenwasserstoffe (HFCs), die perfluorierten Kohlenwasserstoffe (PFCs) und das Schwefelhexafluorid (SF₆). Seit 2012 wird auch Stickstofftrifluorid (NF₃) als Treibhausgas reguliert (Swiss Confederation, 2013). Dieses Gas wird im vorliegenden Arbeitspapier jedoch nicht weiter erörtert.

Die verschiedenen Treibhausgase sind unterschiedlich klimawirksam. Um ihre Wirkung – das sogenannte Klimaerwärmungspotenzial – vergleichen zu können, werden die Gase in Kohlendioxid-Äquivalente (CO₂eq) umgerechnet. Bei gleicher Konzentration beträgt das relative Klimaerwärmungspotenzial für Kohlendioxid 1, für Methan 25, für Lachgas 298, bezogen auf 100 Jahre (CO₂-Verordnung). Die synthetischen Gase sind sogar mehrere tausendmal klimawirksamer als Kohlendioxid. Das Schwefelhexafluorid ist etwa 23'000 mal klimawirksamer als CO₂. Es entspricht daher rund 23'000 CO₂eq.

Die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre wird in relativen Mengen angegeben, analog zur Einheit Prozent. Die dazu benutzte Einheit ppm steht für parts per million.¹

¹ Die Einheit besagt, dass ein Molekül eines Gases auf eine Million anderer gasförmiger Moleküle kommt. Ein ppm ist also gleichbedeutend wie 0.0001 % oder ein Millionstel (10⁻⁶). Entsprechend bedeuten im deutschen Sprachgebrauch 1 ppb (parts per billion) 10⁻⁹, respektive 1 Teil pro Milliarde. Ein ppt (parts per trillion) steht für 10⁻¹², respektive 1 Teil pro Billion.

2.3.1 Kohlendioxid

Kohlendioxid (CO₂) ist ein natürlicher Bestandteil der Luft. Das Gas ist Endprodukt des pflanzlichen Stoffwechsels und zentrales Element des Kohlenstoffkreislaufs. Über die Prozesse Photosynthese, Respiration, Kompostierung und Verbrennung wird der Kohlenstoff (C) zwischen Biosphäre, Boden, Wasser und Atmosphäre natürlicherweise ausgetauscht. Neben diesen natürlichen Quellen entsteht das Gas auch, wenn kohlenstoffhaltige Materialien wie Heizöl oder Treibstoffe (Benzin, Diesel, Kerosin) verbrannt werden. Kohlendioxid lag im Jahr 2011 in einer Konzentration von rund 390 ppm in der Atmosphäre vor. Diese Menge liegt rund 40 % höher als vor dem Industriezeitalter (im Jahr 1750; Hartmann et al., 2013). Das Wasser und die Pflanzen binden das CO₂ aus der Luft. Dadurch wird der CO₂-Gehalt der Atmosphäre herabgesetzt und der Treibhauseffekt gemildert.

Kohlendioxid ist das bedeutendste Treibhausgas. Es macht in der Schweiz seit 1990 einen Anteil von rund 84 % der schweizerischen Treibhausgasemissionen aus (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a). Die CO₂-Emissionen sind jährlich unterschiedlich hoch, weil je nach Kälte im Winter unterschiedlich viel Heizöl verwendet wird. Auch im Kanton Graubünden ist Kohlendioxid das bedeutendste Treibhausgas (INFRAS, 2015).

2.3.2 Methan

Das Gas Methan (CH₄) ist die einfachste Kohlenwasserstoffverbindung. Methan entsteht in erster Linie durch biologische und geologische Prozesse. Es ist das Endprodukt des Stoffwechsels von Mikroorganismen, welche unter Luftabschluss Biomasse abbauen. So entsteht es etwa in Sedimenten von Seen, im Pansen von Rindern, oder im Klärschlamm. Methan verzeichnete im Jahr 2011 einen Anteil von 1803 ppb in der Atmosphäre (Hartmann et al., 2013). Dies ist rund 150 % mehr als vor der Industrialisierung. Die Landwirtschaft ist die bedeutendste Quelle nicht-natürlicher Methanemissionen.

Die Methanemissionen der Schweiz sind zwischen 1990 und 2010 um 20 % zurückgegangen. Dieser Sparerfolg ist in erster Linie auf das neue Deponieverbot von Abfall zurückzuführen (Swiss Confederation, 2013). Im Kanton Graubünden wurden 2010 rund 7500 t Methan emittiert. Dies entspricht rund 190'000 t CO₂eq. Zwischen 1990 und 2010 sind in Graubünden die Methanemissionen um 8 % zurückgegangen (ECOSPEEDRegion, 2015).

Entgegen diesen Trends hat Methan in der Atmosphäre in den vergangenen Jahrzehnten erheblich zugenommen (Hartmann et al., 2013). Das Gas hielt im Jahr 2011 einen Anteil von 7 % an den gesamten Treibhausgasemissionen der Schweiz (Swiss Confederation, 2013). Im Kanton Graubünden liegt der Anteil ähnlich hoch (8 %; ECOSPEEDRegion, 2015). Die Emissionen dieses Gases sind allerdings nicht vollständig erfasst.

2.3.3 Lachgas

Lachgas (N₂O), auch Distickstoffmonoxid genannt, entsteht durch mikrobiellen Abbau von Stickstoffverbindungen in Böden und im Wasser (Bildungsserver, 2014). Weltweit sind etwa 60 % der Lachgasemissionen natürlichen Ursprungs (EMPA, 2013). Lachgas ist nicht nur klimawirksam, sondern es ist auch schädlich für die Ozonschicht, ähnlich wie die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW; Bildungsserver, 2014). Das Gas ist in der Atmosphäre seit der Industrialisierung um 20 % angestiegen. Es beträgt heute 324 ppb (im Jahr 2011; Hartmann et al. 2013). Die Landwirtschaft emittiert am meisten Lachgas. Bodenbearbeitung, Stickstoffdünger und Gülle führen dazu, dass die Bakterien im Boden mehr Lachgas produzieren (FAO, 2006). Lachgas entsteht auch in der Industrie, etwa bei der Nylon- oder Salpetersäure-Produktion (EMPA, 2013).

Die Lachgasemissionen waren in der Schweiz bereits vor über hundert Jahren erheblich (über 2.6 Mio. t CO₂eq um 1900; Swiss Confederation, 2013). In den vergangenen 20 Jahren gingen sie zurück, und zwar um rund 11 % zwischen 1990 und 2011. In Graubünden betragen die Lachgasemissionen rund 330 t pro Jahr (Jahr 2010; ECOSPEEDRegion, 2015). Dies entspricht rund 100'000 t CO₂eq. Seit 1990 sind die Lachgasemissionen um 12 % zurückgegangen (ECOSPEEDRegion, 2014).

In der Atmosphäre stieg der Lachgasgehalt in den vergangenen Jahren (2005 bis 2012) um 1 ppb pro Jahr an (EMPA, 2013). Das Lachgas hält einen Anteil von 6 % der Treibhausgasemissionen der Schweiz (Swiss Confederation, 2013). Im Kanton Graubünden macht das Gas rund 4.5 % der Emissionen aus. Die Emissionen dieses Gases sind allerdings nicht vollständig erfasst.

2.3.4 Synthetische Gase

Als synthetische Gase werden fluorhaltige Verbindungen bezeichnet, welche überwiegend aus der Industrie stammen. Die synthetischen Gase werden für Reinigungs-, Lösungs-, Emulgier- oder Suspensierzwecke verwendet. Sie sind ausserdem in Halbleitern, Isolierflüssigkeiten, Schaumstoffen, Kältemitteln, Löschmitteln oder Aerosolpackungen enthalten (Chemikalien Risikoreduktionsverordnung (ChemRRV)). Die synthetischen Gase sind ausserordentlich klimaschädlich und oft sehr langlebig. Das Schwefelhexafluorid (SF₆) etwa verweilt für rund 3200 Jahre in der Atmosphäre. Die Konzentration von Schwefelhexafluorid in der Atmosphäre lag im Jahr 2012 bei 7.3 ppt. Sie ist seit 2005 um 1.6 ppt angestiegen (Hartmann et al., 2013).

Die Emissionen der synthetischen Gase betragen schweizweit rund 1.5 Mio. t CO₂eq (im Jahr 2012; Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a). Sie sind seit 1990 um über 500 % angewachsen. Rund 83 % der Emissionen synthetischer Gase machen die HFCs aus, die PFCs rund 2 % und das SF₆ rund 15 %. Die Emissionen der synthetischen Gase im Kanton Graubünden summierten sich im Jahr 2010 auf rund 20'000 t CO₂eq (ECOSPEEDRegion, 2015).

2.3.5 Indirekte Treibhausgase

Einige Luftschadstoffe gelten als indirekte Treibhausgase. Zu ihnen zählen die Stickoxide (NO_x), das Kohlenmonoxid (CO), die flüchtigen organischen Verbindungen ohne Methan (NMVOC) und das Schwefeldioxid (SO₂; Swiss Confederation, 2013). Diese Luftschadstoffe sind zwar selber nicht klimaktiv, sie beeinflussen jedoch chemische Reaktionen anderer Treibhausgase. Zudem zerstören sie die Ozonschicht. Ihre Verwendung ist deshalb in einem internationalen Abkommen geregelt, dem Montreal Protokoll (UNEP, 2014). Die Emissionen der indirekten Treibhausgase sind dank lokaler Massnahmen (vgl. etwa Amt für Natur und Umwelt Graubünden, 2007) und internationaler Beschlüsse in den vergangenen Jahren deutlich zurückgegangen, und zwar schweizweit je nach Gas um 48 % bis 75 % in den Jahren 1990 bis 2011 (Swiss Confederation, 2013), respektive um 30 % bis 34 % in den Jahren 2000 bis 2010 im Kanton Graubünden (INFRAS, 2013).

Weitere wichtige Stoffe sind die Aerosole und das Ozon, wobei die Rolle der Aerosole für das Klima beziehungsweise den Klimawandel unklar ist (wikipedia, 2014). Das Ozon der unteren Luftschichten (Troposphäre) entsteht hauptsächlich über die Spaltung von Stickoxiden. Dabei spielen andere Luftschadstoffe wie etwa flüchtige organische Verbindungen oder Kohlenstoffmonoxid und die Sonneneinstrahlung eine bedeutende Rolle. Ozon ist sehr kurzlebig und deshalb in der Troposphäre rund um den Globus in sehr unterschiedlich hoher Konzentration vorhanden. Der Strahlungsantrieb von Ozon beträgt etwa ein Fünftel des Strahlungsantriebs der langlebigen Treibhausgase (Kohlendioxid, Methan, Lachgas, synthetische Gase; Bildungsserver, 2014b). Die indirekten Treibhausgase werden im vorliegenden Arbeitspapier nicht vertieft analysiert oder besprochen.

2.4 Emissionsquellen und Emissionen

Die Schweiz und der Kanton Graubünden tragen mit ihren Treibhausgasemissionen mit zum Klimawandel bei. Im Folgenden werden die sieben wichtigsten Emissionsquellen beschrieben und die Entwicklung ihrer Emissionen schweizweit und im Kanton Graubünden erläutert.

Die Treibhausgasemissionen der Schweiz summierten sich im Jahr 2012 auf rund 51 Mio. t CO₂eq. Dies entspricht bei einer Bevölkerungszahl von 7.9 Mio. rund 6.5 t CO₂eq pro Person. Die meisten Emissionen gehen schweizweit vom Sektor Verkehr aus, gefolgt von den Haushalten und der Industrie (vgl. Abbildung 3).

In Graubünden wurden im Jahr 2010 rund 2 Mio. t CO₂eq emittiert (INFRAS, 2015; ECOSPEEDRegion, 2015). Die Emissionen der rund 194'000 Einwohnerinnen und Einwohner betragen rund 10 t CO₂eq pro Person. Dieser Wert liegt deutlich über dem schweizerischen Durchschnitt. Knapp zwei Drittel der Emissionen stammen aus energetischen Prozessen. Die Industrie verzeichnet mit 37 % den grössten Anteil der Treibhausgasemissionen im Kanton (vgl. Abbildung 4). Ein Grossteil der industriellen Emissionen stammt aus der Zementindustrie im Rheintal. Die Emissionen der Industrie liegen bedeutend höher als im schweizweiten Durchschnitt (vgl. Abbildung 3). Weiter verzeichnen die Haushalte (24 %), der Verkehr (23 %) und die Landwirtschaft (14 %) einen erheblichen Anteil an den Treibhausgasemissionen im Kanton (vgl. Abbildung 4).

Schweiz

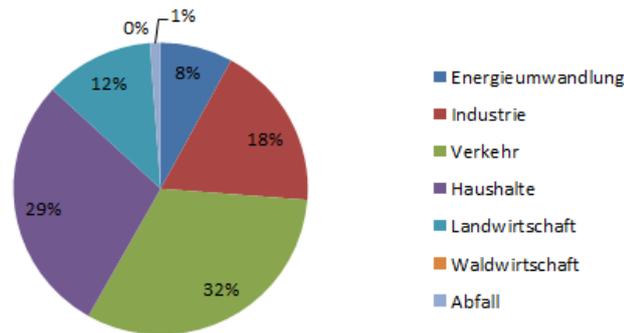


Abbildung 3. Anteil der Treibhausgasemissionen (in CO₂eq) nach Emissionsquellen in der Schweiz. Datenquelle: Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a.

Graubünden

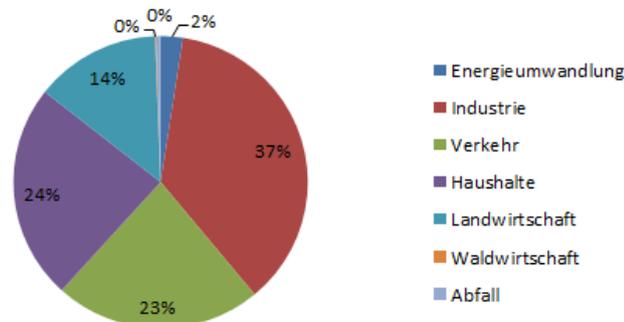


Abbildung 4. Anteil der Treibhausgasemissionen (in CO₂eq) nach Emissionsquellen im Kanton Graubünden. Datenquelle: INFRAS, 2015; ECOSPEEDRegion, 2015.

2.4.1 Energieumwandlung



Die Energieumwandlung bezeichnet Prozesse, über welche die Energie der verschiedenen Energieträger (Erdöl, Kohle, Uran) oder Energieformen (Elektrizität) nutzbar gemacht wird. Bei der Energieumwandlung geht Energie verloren. Die Verluste fallen an in Raffinerien, Elektrizitäts-, Gas- und Fernheizkraftwerken, in Biogasanlagen, in den Pumpspeicherwerken sowie bei der Übertragung in den Netzen (Bundesamt für Energie BFE, 2013a). Der Eigenverbrauch der Energiewirtschaft ist die Energie, welche während der Energieumwandlung von der Energiewirtschaft selbst verbraucht wird (Raffinerien, Holz Trocknung in Pelletwerken, usw.). Im Unterschied zu den Umwandlungs-, Transport-, Übertragungs-, Verteilungs- oder Speicherverlusten wird diese Energie nicht an die Umgebung abgegeben (verloren), sondern von der Energiewirtschaft als Prozesswärme oder als mechanische Arbeit eingesetzt.

Die Emissionen der Energieumwandlung (inklusive Kehrriechverbrennungsanlagen) betragen schweizweit rund 8 % aller Emissionen. In Graubünden ist ihr Anteil mit 2 % gering (vgl. Abbildungen 3 und 4 sowie Tabelle 1). Dies ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass ein wesentlicher Anteil der Energieumwandlung auf biogenen Energieträgern basiert. Zwei dieser Energieumwandler sind die Kehrriechverbrennungsanlage (KVA) in Trimmis (emittiert rund 100'000 t CO₂ pro Jahr, die Hälfte davon gilt als biogen) und das Holzheizkraftwerk Axpo Tegra in Domat/Ems. Die KVA gibt pro Jahr rund 364'000 MWh nutzbare Energie ab, wovon rund 59'000 MWh thermische Energie und 48'000 MWh elektrische Energie – also rund ein Drittel – genutzt werden. Die Axpo Tegra (emittiert rund 250'000 t CO₂, 100 % gelten als biogen) ist ein Holzheizkraftwerk, welches der Strom- und Wärmeproduktion dient. In der Periode 2013/2014 lieferte die Axpo Tegra 110'000 MWh Prozessdampf an die Ems Chemie und produzierte 128'000 MWh Strom (ANU, unpublizierte Daten). Heute dient das Kraftwerk vor allem der Stromproduktion (Curia Vista – Geschäftsdatenbank, 2015).

Tabelle 1. Emissionen der Emissionsquelle Energieumwandlung für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre.

	Schweiz		Graubünden	
	Emissionen ¹ (2012)	Trend ²	Emissionen ³ (2010)	Trend
Gase				
Kohlendioxid [Mio. t]	4.02	↗	0.05	k.A.
Methan [1000 t]	0.11	↗	k.A.	k.A.
Lachgas [1000 t]	0.14	↗	k.A.	k.A.

¹ Daten aus Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a; ² Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2012, geteilt durch den Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2002. Quotienten < 0.95 werden mit sinkendem Pfeil symbolisiert, Quotienten zwischen 0.95 und 1.05 mit waagrechttem Pfeil, und Quotienten > 1.05 mit steigendem Pfeil. ³ ECOSPEEDRegion, 2015. k.A.=keine Angaben (vgl. Anhang 7.5 und 7.6).



2.4.2 Industrie

Die Industrie produziert und verarbeitet Güter oder Waren. Die Branche ist im Umbruch. Seit 2001 nahm die Zahl der Unternehmen in der Schweiz um 400 Anlagen ab, während die Produktion und die Umsätze dieses Sektors (ohne Baugewerbe) zwischen 1990 und 2011 um 50 % zunahm (Bundesamt für Statistik BFS, 2013a).

In Graubünden zählte die Industrie im Jahr 2012 rund 2400 Betriebe und beschäftigte 25'000 Personen, über die Hälfte von ihnen im Baugewerbe (Graubündner Kantonalbank und Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden, 2013). Im Jahr 2012 exportierte allein die Chemisch-Pharmazeutische Industrie Graubündens Produkte im Wert von CHF 759 Mio., was über einem Drittel des Gesamthandelsvolumens entspricht (Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden, 2014).

Schweizweit emittierte die Industrie im Jahr 2012 rund 18 % aller Treibhausgasemissionen (vgl. Abbildung 3) und zwar über die Verbrennung, über industrielle Prozesse und über Lösemittel. Neben dem Kohlendioxid emittiert die Industrie auch Methan und Lachgas (vgl. Tabelle 2).

Im Kanton Graubünden betragen die CO₂-Emissionen der Industrie mehr als ein Drittel der gesamten Treibhausgasemissionen (vgl. Abbildung 4). Das Zementwerk in Untervaz etwa emittierte 2010 allein rund 0.5 Mio. t CO₂ (Amt für Natur und Umwelt Graubünden, unpublizierte Daten). Durch die jährlich schwankende Produktion ihrer Anlagen variieren die Emissionen der Industrie von Jahr zu Jahr erheblich. Die Pistenfahrzeuge – sie werden im Kanton der Emissionsquelle Industrie zugeordnet – präparieren rund 2000 km Skipisten. Diese Strecke entspricht knapp jener aller Gemeindestrassen im Kanton (vgl. Graubündner Kantonalbank und Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden, 2013).

Tabelle 2. Emissionen der Emissionsquelle Industrie für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre.

	Schweiz		Graubünden	
	Emissionen ¹ (2012)	Trend ²	Emissionen ³ (2010)	Trend ⁴
Gase				
Kohlendioxid [Mio. t]	7.71	→	0.72	↘
Methan [1000 t]	0.49	↗	k.A.	k.A.
Lachgas [1000 t]	0.41	↘	k.A.	k.A.

¹ Daten aus Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a; ² Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2012, geteilt durch den Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2002. Quotienten < 0.95 werden mit sinkendem Pfeil symbolisiert, Quotienten zwischen 0.95 und 1.05 mit waagrechttem Pfeil, und Quotienten > 1.05 mit steigendem Pfeil, ³ INFRAS, 2015, ⁴ Jahr 2000 geteilt durch Jahr 2010. k.A.=keine Angaben (vgl. Anhang 7.5 und 7.6).



2.4.3 Abfall

Die Emissionsquelle Abfall umfasst Deponie, Abwasserbehandlung und Abfallverbrennung ohne energetische Nutzung (vgl. Kapitel 6.3). In der Schweiz fallen Siedlungs-, Industrie- und Gewerbeabfälle im Umfang von 5.5 Mio. t pro Jahr an (im Jahr 2011), was 688 kg pro Person und Jahr entsprechen (Swiss Confederation, 2013). Davon wurden je die Hälfte wiederverwertet und in einer der 29 Kehrichtverbrennungsanlagen des Landes verbrannt. Zudem fallen etwa 12 Mio. t Bauabfälle an, welche zu 80 % wiederverwertet werden (Swiss Confederation, 2013). Zwischen 1990 und 2011 nahm der gesamte Abfallberg in der Schweiz um einen Drittel zu (Swiss Confederation, 2013). Dies wird auf das Bevölkerungswachstum, die zunehmende Anzahl der Haushalte und die ebenfalls angestiegenen Konsumausgaben zurückgeführt (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014c).

In Graubünden beträgt allein der Siedlungsabfall 469 kg pro Einwohnerin oder Einwohner (im Jahr 2013; Bundesamt für Statistik BFS, 2014a). Die Bündner Kehrichtverbrennungsanlage KVA in Trimmis nahm im Jahr 2012 rund 102'000 t Abfall entgegen, wovon rund zwei Drittel aus dem Kanton stammten (GEVAG, 2013). Wertstoffe werden aus der thermischen Behandlung des Abfalls zurückgewonnen (im Jahr 2011 knapp 3 % des Abfalls; GEVAG, 2013). Schweizweit reinigen 839 Abwasserreinigungsanlagen (ARA) knapp 1.7 Mrd. m³ Abwasser aus den Haushalten (69 %) und der Industrie (31 %) (Kind und Levy, 2012). Im Kanton Graubünden stehen 100 ARA in Betrieb. In 23 vorwiegend grösseren Anlagen wird der Klärschlamm ausgefault und das entstehende Faulgas wird verwertet. Daraus wird ca. 4 GWh Strom pro Jahr produziert (Amt für Energie und Verkehr Graubünden, 2011).

Die Emissionsquelle Abfall verursachte 2012 etwa 1 % der Gesamtemissionen der Schweiz (vgl. Abbildung 3), wobei neben CO₂ auch erhebliche Mengen Methan und Lachgas emittiert wurden (vgl. Tabelle 3). Im Gegensatz zu CO₂ und Methan steigen die Lachgasemissionen seit Beginn der Messungen 1990 kontinuierlich an. Im Kanton Graubünden verzeichnet die Emissionsquelle Abfall sinkende Emissionen der Treibhausgase CO₂ und Methan, während die Lachgasemissionen steigen, analog zum schweizweiten Trend (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3. Emissionen der Emissionsquelle Abfall für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre.

Gase	Schweiz		Graubünden	
	Emissionen ¹ (2012)	Trend ²	Emissionen ³ (2010)	Trend ⁴
Kohlendioxid [Mio. t]	0.01	↘	0.38	↘
Methan [1000 t]	13.69	↘	0.34	↘
Lachgas [1000 t]	0.94	↗	0.0037	↗

¹ Daten aus Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a; ² Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2012, geteilt durch den Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2002. Quotienten < 0.95 werden mit sinkendem Pfeil symbolisiert, Quotienten zwischen 0.95 und 1.05 mit waagrechttem Pfeil, und Quotienten > 1.05 mit steigendem Pfeil. ³ Daten aus ECOSPEEDRegion, 2015 (von CO₂eq umgerechnet auf CH₄ und N₂O. Trend⁴ analog zu Trend² ermittelt (vgl. Anhang 7.5 und 7.6).



2.4.4 Verkehr

Der Verkehr ist einer der wichtigsten Treibhausgasemittenten. Die demografische und die wirtschaftliche Entwicklung des Landes haben in den vergangenen Jahren zu einem Anstieg des Verkehrsvolumens geführt. Rund 5.8 Mio. Motorfahrzeuge sind hierzulande registriert, gut zwei Drittel mehr als 1980. Sie befahren ein Strassennetz von 71'500 km Länge (Bundesamt für Statistik BFS, 2013b). Im Personenverkehr haben die Fahrleistungen auf der Schiene seit 1995 um 40 % zugenommen (das Schienennetz ist 5200 km lang). Auf der Strasse hat der Verkehr um 25 % zugenommen (Bundesamt für Statistik BFS, 2013b). Drei Viertel der gesamten Verkehrsleistungen werden mit privaten Motorfahrzeugen zurückgelegt. Sie sind durchschnittlich mit 1.6 Personen besetzt und legen rund 93 Mia. Fahrzeugkilometer (FZKM) pro Jahr zurück (Bundesamt für Statistik BFS, 2013b).

In Graubünden sind rund 146'000 Motorfahrzeuge registriert, welche auf einem Strassennetz von 3700 km Länge unterwegs sind (Graubündner Kantonalbank und Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden, 2013; Bundesamt für Statistik BFS, 2013b). Graubünden unterscheidet sich im Mobilitätsverhalten nur unwesentlich von der übrigen Schweiz (Hartmann, 2012). Hier werden insgesamt 19 Mia. FZKM pro Jahr zurückgelegt (INFRAS, 2013), wobei die Verkehrsfrequenzen und der Fahr-

zeugbestand zunehmen (Graubündner Kantonalbank und Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden, 2013 und Ökoscience, 2012). Der wichtigste Reisezweck insgesamt ist die Freizeit. Auf sie fallen 42 % der täglichen Fahrdistanz (Hartmann, 2012). Etwas mehr als zwei Drittel der Distanz wird mit dem Privatauto bewältigt, während knapp ein Viertel mit dem öffentlichen Verkehr (ÖV) und 10 % per Langsamverkehr (Velo, zu Fuss) bewältigt werden (Hartmann, 2012). Der Güterverkehr der Rhätischen Bahn (RhB) ist rückläufig und im Gegensatz zur Entwicklung bei den SBB sind auch die Personenfahrten der RhB seit 2010 tendenziell rückläufig (Graubündner Kantonalbank und Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden, 2013).

Im Kanton Graubünden summieren sich die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen auf 0.45 Mio. t pro Jahr, was etwas mehr als ein Viertel der gesamten CO₂-Emissionen im Kanton ist (Jahr 2010; INFRAS, 2015). Die verkehrsbedingten Emissionen stammen hauptsächlich aus dem Strassenverkehr. Sein Anteil an den gesamten Emissionen des Kantons Graubünden beträgt 23 % (vgl. Abbildung 4).

Schweizweit ist rund ein Drittel der Treibhausgasemissionen auf den Verkehr zurückzuführen (vgl. Abbildung 3), wobei die Emissionen heute (2012) um 11 % höher liegen als 1990, seit 10 Jahren aber stabil bleiben (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014b). Der Verkehr emittiert neben Kohlendioxid auch Methan und Lachgas (vgl. Tabelle 4). In Graubünden emittierte der Verkehr im Jahr 2010 in etwa gleich viel Treibhausgase wie 10 Jahre zuvor.

Tabelle 4. Emissionen der Emissionsquelle Verkehr für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre.

Gase	Schweiz		Graubünden	
	Emissionen ¹ (2012)	Trend ²	Emissionen ³ (2010)	Trend ⁴
Kohlendioxid [Mio. t]	16.21	→	0.45	→
Methan [1000 t]	0.97	↘	k.A.	k.A.
Lachgas [1000 t]	0.33	↘	k.A.	k.A.

¹ Daten aus Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a; ² Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2012, geteilt durch den Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2002. Quotienten < 0.95 werden mit sinkendem Pfeil symbolisiert, Quotienten zwischen 0.95 und 1.05 mit waagrechttem Pfeil, und Quotienten > 1.05 mit steigendem Pfeil, ³ INFRAS, 2015, ⁴ Jahr 2000 geteilt durch Jahr 2010. k.A. = keine Angaben (vgl. Anhang 7.5 und 7.6).



2.4.5 Haushalte

Die Emissionsquelle Haushalte umfasst Dienstleistungen, Privathaushalte sowie das Gewerbe, exklusive die Land- und die Waldwirtschaft (vgl. Kapitel 6.3). Die Schweiz zählte 2012 rund 1.7 Mio. Gebäude mit Wohnnutzung, wobei etwas über die Hälfte davon Einfamilienhäuser waren (Bundesamt für Statistik BFS, 2014b). In den vergangenen Jahren ist die Zahl der Wohnungen schneller gewachsen als die Bevölkerungszahl, während die Anzahl Personen pro Wohnung konstant blieb. Gleichzeitig ist die durchschnittliche Wohnfläche pro Person leicht angestiegen (Bundesamt für Statistik BFS, 2014b). Im Jahr 2011 wurden in der Schweiz rund 413'000 marktwirtschaftliche Unternehmen gezählt, wobei drei von vier Unternehmen im Dienstleistungssektor tätig sind (Bundesamt für Statistik BFS, 2014b). Die Dienstleistungen sind schweizweit mit einem Anteil von 16 % am Endenergieverbrauch beteiligt (Bundesamt für Energie, 2014c). Knapp die Hälfte aller Gebäude wird mit Heizöl beheizt, während 15 % über eine Gasheizung verfügen und etwa je ein Zehntel mit Holz, Elektrizität oder Wärmepumpen beheizt wird. Der Rest verteilt sich auf Fernwärme, Kohle, Sonnenkollektoren und andere Energieträger (Bundesamt für Statistik, 2014b).

Im Kanton Graubünden waren 2012 rund 63'000 Gebäude mit Wohnnutzung registriert (Graubündner Kantonalbank und Amt für Wirtschaft und Tourismus, 2013). Rund ein Drittel der Privathaushalte sind Einzelpersonen-Haushalte. Mit 43 % liegt die Wohneigentumsquote im Kanton Graubünden über dem schweizweiten Durchschnitt von 37 % (Bundesamt für Statistik BFS, 2012a). Graubünden verfügte im Jahre 2000 über 48'000 Zweitwohnungen und wies damals mit 37 % den Schweizweit höchsten Zweitwohnungsanteil auf (Amt für Raumentwicklung Graubünden, 2010; für die Zeit nach dem Jahre 2000 gibt es keine kantonal vergleichbaren Zahlen). Der Sektor Dienstleistungen zählte 2008 rund 70'000 der insgesamt 103'000 Beschäftigten im Kanton. Am meisten Personen waren im Beherbergungs- und Gaststättengewerbe beschäftigt (Graubündner Kantonalbank und Amt für Wirtschaft und Tourismus, 2013).

Die Haushalte emittierten im Jahr 2012 rund 29 % der Treibhausgasemissionen der Schweiz (vgl. Abbildung 3), wobei die Privathaushalte knapp 70 % dazu beisteuerten (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a). Die Emissionen entfallen zu 88 % auf Raumwärme und zu 12 % auf Warmwasser (Bundesamt für Statistik BFS, 2012b). Die Emissionen sind rückläufig. Sie gingen zwischen 1990 und 2012 um rund 17 % zurück (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2013a). Dies in erster Linie weil die Gebäudehüllen verbessert wurden und weil erneuerbare statt fossile Energieträger verwendet werden (Swiss Confederation, 2013). Im Kanton Graubünden summieren sich die Emissionen der Haushalte auf rund einen Viertel der gesamten CO₂-Emissionen (vgl. Abbildung 4). Die Emissionen der Haushalte sind von 2000 bis 2010 mehr oder weniger gleich hoch geblieben (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5. Emissionen der Emissionsquelle Haushalte für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre.

Gase	Schweiz		Graubünden	
	Emissionen ¹ (2012)	Trend ²	Emissionen ³ (2010)	Trend ⁴
Kohlendioxid [Mio. t]	14.02	↘	0.47	→
Methan [1000 t]	2.48	↘	k.A.	k.A.
Lachgas [1000 t]	0.11	↘	k.A.	k.A.

¹ Daten aus Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a; ² Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2012, geteilt durch den Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2002. Quotienten < 0.95 werden mit sinkendem Pfeil symbolisiert, Quotienten zwischen 0.95 und 1.05 mit waagrechttem Pfeil und Quotienten > 1.05 mit steigendem Pfeil, ³ INFRAS, 2015, ⁴ Jahr 2000 geteilt durch Jahr 2010 (INFRAS, 2015), Trend⁴ analog zu Trend² ermittelt. k.A. = keine Angaben (vgl. Anhang 7.5 und 7.6).



2.4.6 Synthetische Gase

Die Emissionen der synthetischen Gase umfassen jene der halogenierten Fluorkohlenwasserstoffe (HFCs), der perfluorierten Kohlenwasserstoffe (PFCs) und des Schwefelhexafluorids (SF₆; vgl. Kapitel 2.3.4).

Der Anteil der synthetischen Gase an den Treibhausgasen der Schweiz stieg von 0.5 % im Jahr 1990 auf knapp 3 % im Jahr 2011 (Swiss Confederation, 2013). Die einzelnen Gase zeigen unterschiedliche Entwicklungen. Die Emissionen der HFCs sind heute schweizweit 39'000 mal höher als 1990. Dieser Anstieg ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die synthetischen Gase als Ersatz für die im Montreal Protokoll verbotenen chlorierten Kohlenwasserstoffe eingesetzt werden (Swiss Confederation, 2013). Die Emissionen der PFCs sind deutlich zurückgegangen (um 61 % seit 1990) dank Beschränkungen und Verboten (Swiss Confederation, 2013). Demgegenüber haben die Emissionen des SF₆ in den vergangenen 10 Jahren zugenommen (vgl. Tabelle 6). Die Emissionen der synthetischen Gase im Kanton Graubünden summierten sich im Jahr 2010 auf rund 20'000 t CO₂eq (HFCs), 815 t CO₂eq (PFCs) und 4260 t CO₂eq (SF₆; ECOSPEEDRegion, 2015).

In der Atmosphäre wird in den letzten Jahren ein rascheres Wachstum synthetischer Gase festgestellt (EMPA, 2013). Dieses verstärkte Wachstum wird darauf zurückgeführt, dass SF₆ insbesondere in Asien vermehrt verwendet wird.

Tabelle 6. Emissionen der Emissionsquelle synthetische Gase für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre.

Gase	Schweiz		Graubünden	
	Emissionen ¹ (2012)	Trend ²	Emissionen ³ (2010)	Trend ²
HFCs [1000 t CO ₂ eq]	1245.04	↗	20.08	↗
PFCs [1000 t CO ₂ eq]	33.08	↘	0.81	↘
SF ₆ [1000 t CO ₂ eq]	223.99	↗	4.26	↗

¹ Daten aus Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a, ² Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2012, geteilt durch den Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2002. Quotienten < 0.95 werden mit sinkendem Pfeil symbolisiert, Quotienten zwischen 0.95 und 1.05 mit waagrechttem Pfeil und Quotienten > 1.05 mit steigendem Pfeil, ³ ECOSPEEDRegion, 2015. Trend⁴ analog zu Trend² ermittelt (vgl. Anhang 7.5 und 7.6).



2.4.7 Landwirtschaft

Die Landwirtschaft bewirtschaftet knapp 24 % der Bodenfläche der Schweiz und weitere 7 % werden durch die Alpwirtschaft genutzt (Bundesamt für Statistik BFS, 2013c). Die bewirtschaftete Fläche hat in den vergangenen Jahren stark abgenommen und auch die Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe ist rückläufig. Gleichzeitig haben ihre Grösse und ihre Mechanisierung zugenommen. So ist seit 1990 die Anzahl Traktoren um 12 % auf 134'000 Fahrzeuge im Jahr 2011 angestiegen (Bundesamt für Statistik BFS, 2013c).

Im Kanton Graubünden wurden 2012 rund 2500 landwirtschaftliche Betriebe gezählt, in welchen 6800 Personen beschäftigt waren. Sie bewirtschaften eine Fläche von rund 55'000 ha (Bundesamt für Statistik BFS, 2013c). Der schweizweite Trend rückläufiger Betriebe ist auch im Kanton feststellbar. Vor zehn Jahren zählte Graubünden noch über 3000 Betriebe. Mehr als die Hälfte der Betriebe wird heute nach biologischen Richtlinien geführt, was weit über dem schweizerischen Durchschnitt von 11 % liegt (Bundesamt für Statistik BFS, 2013c). Im Kanton Graubünden wurden 2011 rund 74'000 Stück Rindvieh gehalten (ca. 4.7 % des schweizerischen Bestandes), während die Ackerfläche rund 2000 ha umfasst (Schweiz: 270'000 ha). Die Grünflächen machen 94 % der bewirtschafteten Fläche aus (Schweiz: 71 %; Bundesamt für Statistik BFS, 2014c; Bundesamt für Statistik BFS, 2014d).

Auf eidgenössischer Ebene war die Landwirtschaft (inklusive Nutztierhaltung, Hofdüngerbewirtschaftung, landwirtschaftliche Böden und energetische Emissionen der Land- und Waldwirtschaft) im Jahr 2012 für rund 12 % der Treibhausgasemissionen des Landes verantwortlich (vgl. Abbildung 3). Die Emissionen umfassen nebst CO₂ insbesondere die beiden Gase Methan (rund 150'000 t, entspricht 85 % aller Methanemissionen der Schweiz) und Lachgas (7000 t, entspricht 80 % aller Lachgasemissionen der Schweiz). Die Methanemissionen stammen im Wesentlichen aus der Tierhaltung, während die wichtigsten Quellen der Lachgasemissionen gedüngte Böden sind (vgl. Kapitel 2.3.3). In Graubünden liegen die Emissionen der Landwirtschaft bei rund 14 % der gesamten Emissionen des Kantons (vgl. Abbildung 4).

Die Emissionen der Landwirtschaft folgen weitgehend strukturellen Entwicklungen. Rückläufige Tierbestände und geringere Düngermengen haben in den Jahren 1990 bis 2004 zu einem Rückgang der Treibhausgasemissionen um 8 % geführt (Swiss Confederation, 2013). Seither sind die Methan- und Lachgasemissionen relativ stabil geblieben (vgl. Tabelle 7). Im Kanton Graubünden sinken sie.

Die Landwirtschaft beeinflusst mit ihrer Bewirtschaftung den Kohlenstoffhaushalt von Böden und Bodenvegetation. Die Böden in der Schweiz werden grundsätzlich als Senken betrachtet; sie binden laut Bolliger et al. (2008) rund 0.08 bis 0.25 t CO₂ pro Hektar und Jahr. Diese Kohlenstoffsenken können in der Schweiz im Gegensatz zu jenen des Waldes nicht an die CO₂-Emissionen angerechnet werden.

Tabelle 7. Emissionen der Emissionsquelle Landwirtschaft für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre. Die Kohlendioxidemissionen der Schweiz umfassen land- und waldwirtschaftliche Fahrzeuge.

Gase	Schweiz		Graubünden	
	Emissionen ¹ (2012)	Trend ²	Emissionen ³ (2010)	Trend ⁴
Kohlendioxid [Mio. t]	0.56	→	0.02	→
Methan [1000 t]	149.67	→	4.53	↘
Lachgas [1000 t]	7.73	→	0.15	↘

¹ Daten aus Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a; ² Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2012, geteilt durch den Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2002. Quotienten < 0.95 werden mit sinkendem Pfeil symbolisiert, Quotienten zwischen 0.95 und 1.05 mit waagrechttem Pfeil und Quotienten > 1.05 mit steigendem Pfeil, ³ INFRAS, 2015 (CO₂) und ECOSPEEDRegion, 2015 (aus CO₂eq auf CH₄ und N₂O umgerechnet), ⁴ Jahr 2000 geteilt durch Jahr 2010 (INFRAS, 2015, CO₂), Trend⁴ analog zu Trend² ermittelt (vgl. Anhang 7.5 und 7.6).



2.4.8 Waldwirtschaft

Die Waldfläche der Schweiz beträgt 1.2 Mio. ha. Sie nimmt rund einen Drittel der Landesfläche ein (Bundesamt für Statistik BFS, 2014e). Gegenläufig zur Entwicklung der landwirtschaftlich genutzten Fläche nehmen Dichte und Fläche des Waldes zu, insbesondere im Berggebiet.

Im Kanton Graubünden zählt die Waldwirtschaft rund 670 Arbeitsplätze (private und öffentliche Forstbetriebe; Kanton Graubünden, 2013). Der Wald nimmt eine Fläche von rund 200'000 ha ein (Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden, 2014). Dies entspricht 17 % der Waldfläche der Schweiz. Die mit Wald bestockte Fläche ist seit 2010 um rund 2000 ha angewachsen, in erster Linie weil ehemals landwirtschaftlich genutzte Flächen einwachsen. In den vergangenen acht Jahren erreichte die Holzproduktion ein Volumen zwischen 340'000 m³ und 430'000 m³ geschlagenes Holz, während der Holzvorrat ca. 51 Mio. m³ beträgt (12 % des Holzvorrats der Schweiz). Knapp 15 % der Waldfläche im Kanton ist in privatem Besitz (Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden, 2014).

Die Waldwirtschaft setzt in der Schweiz und im Kanton Graubünden vergleichsweise geringe Mengen an Treibhausgasen frei, und dies hauptsächlich über die benutzten Maschinen und Fahrzeuge. Diese Emissionen nehmen zu (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8. Treibhausgasemissionen der Waldwirtschaft, sowie der Trend der Emissionen in den vergangenen 10 Jahren. Die Kohlendioxidemissionen der Schweiz umfassen wald- und landwirtschaftliche Fahrzeuge.

	Schweiz		Graubünden	
	Emissionen ¹ (2012)	Trend ²	Emissionen ³ (2010)	Trend ⁴
Gase				
Kohlendioxid [Mio. t]	0.56	↗	0.0038	↗

¹ Daten aus Swiss Confederation, 2013; ² Durchschnitt der Jahre 2009 bis 2011, geteilt durch den Durchschnitt der Jahre 1999 bis 2001. Quotienten < 0.95 werden mit sinkendem Pfeil symbolisiert, Quotienten zwischen 0.95 und 1.05 mit waagrechttem Pfeil und Quotienten > 1.05 mit steigendem Pfeil, ³ INFRAS, 2015, ⁴ Jahr 2000 geteilt durch Jahr 2010 (INFRAS, 2015), Trend⁴ analog zu Trend² ermittelt. k.A. = keine Angaben (vgl. Anhang 7.5 und 7.6).

Weltweit sind die Emissionen der Waldwirtschaft beträchtlich. Rund 20 bis 30 % der zusätzlichen CO₂-Belastung der Atmosphäre stammen aus grossflächiger Brandrodung, welche hauptsächlich in den Tropen und Subtropen, aber auch im borealen Nadelwald erfolgt (WSL, 2013). Der Wald nimmt im Klimaschutz eine Sonderstellung ein. Bäume und Böden binden den Kohlenstoff aus der Luft und lagern ihn im Holz und im Humus ein. Der Humus enthält zwischen 110 und 150 t Kohlenstoff (C)/ha, während in der Biomasse der Bäume im Durchschnitt im Schweizer Wald etwa 120 t C/ha gespeichert werden (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2013c). Im Jahr 2011 hat der Wald in der Schweiz rein rechnerisch 7 % der Treibhausgasemissionen aus der Luft gebunden (Swiss Confederation, 2013). Die Senken des Bündner Waldes sind demgegenüber vergleichsweise hoch (rund 15 %; vgl. Tabelle 9). Weltweit bindet der Wald rund ein Achtel der CO₂-Emissionen (IPCC, 2007).

Tabelle 9. Kohlenstoffsinken des Waldes, sowie der Trend dieser Senken in den vergangenen 10 Jahren.

	Schweiz		Graubünden	
	Senken ¹ (2012)	Trend ²	Senken ³ (2010)	Trend ⁴
Gase				
Kohlendioxid [Mio. t]	-2.03	↗	-0.3	↘

¹ Daten aus Swiss Confederation, 2013; ² Durchschnitt der Jahre 2009 bis 2011, geteilt durch den Durchschnitt der Jahre 1999 bis 2001. Quotienten < 0.95 werden mit sinkendem Pfeil symbolisiert, Quotienten zwischen 0.95 und 1.05 mit waagrechttem Pfeil und Quotienten > 1.05 mit steigendem Pfeil, ³ Angaben zu den Emissionen aus ECOSPEEDRegion, 2015. Trend⁴ analog zu Trend² ermittelt (vgl. Anhang 7.5 und 7.6).

3 Ziele und Grundsätze im Klimaschutz

Die Einsicht, dass der Klimawandel durch anthropogene Treibhausgasemissionen angetrieben wird und dass dies bedrohliche Folgen nach sich zieht, führte zu Regelungen von internationaler bis lokaler Ebene. Diese zielen darauf ab, die ursächlichen Treibhausgasemissionen zu reduzieren und das Klima zu schützen. Übergeordnetes Ziel ist es, die Erderwärmung zu verlangsamen und sie auf einem für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt erträglichen Niveau zu stabilisieren (IPCC, 2007).

3.1 Vorbemerkungen

In diesem Kapitel werden die Ziele im Klimaschutz der Schweiz und des Kantons Graubünden aufgezeigt. Die zitierten gesetzlichen Regelungen und Strategien sind im Kapitel 6.4 aufgelistet. Emissionsquellen, für welche der Kanton Graubünden keine eigenen Ziele festhält, jedoch die Vorgaben des Bundes unterstützt, werden mit dem Hinweis „Keine Zielvorgaben“ vermerkt.

3.2 Internationale Ziele

International ist der Klimaschutz im Kyoto-Protokoll geregelt (UNFCCC, 2014). Das Protokoll von Montreal regelt zudem die ozonzerstörenden, halogenierten Kohlenwasserstoffe, welche ebenfalls klimaschädlich sind (UNEP, 2014). Das Kyoto-Protokoll setzt für die Industriestaaten verbindliche Reduktionsziele für Treibhausgasemissionen fest. Wie sie diese Ziele erreichen, ist den Staaten selbst überlassen. Der Wald erleichtert die Reduktionsaufgaben, denn der Netto-Zuwachs kann als Kohlenstoffsenke deklariert und in bestimmtem Umfang mit den vom Menschen verursachten Emissionen verrechnet werden (UNFCCC, 2014).

3.3 Ziele und Grundsätze des Bundes

Die nationale Klimapolitik wird in der Schweiz in erster Linie durch das revidierte CO₂-Gesetz geregelt. Der einleitende Zweckartikel hält fest, dass die Treibhausgasemissionen verringert werden sollen um letztlich den globalen Temperaturanstieg auf weniger als 2 °C zu beschränken. Das CO₂-Gesetz formuliert zudem ein konkretes Emissionssparziel für das Jahr 2020 (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10. Übergeordnete Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz der Schweiz und des Kantons Graubünden.

	Ziele	Gesetzliche Regelungen und Strategien	Instrumente
CH	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Emissionen um 20 % reduzieren bis 2020 im Vergleich zu 1990, davon <ul style="list-style-type: none"> ○ Gebäude: 40 % ○ Verkehr: 10 % ○ Industrie: 15 % • Energiekonsum pro Person um 16 % und Stromkonsum um 3 % reduzieren (bis 2020 im Vgl. zu 1990). • Endenergieverbrauch der privaten Haushalte bis 2030 mindestens auf dem Niveau zum Zeitpunkt des Inkrafttretens des Energiegesetzes stabilisieren. • CO₂-Emissionen auf 1 bis 1.5 t pro Person und Jahr senken bis 2050. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kyoto-Protokoll • CO₂-Gesetz, CO₂-Verordnung • Energiegesetz (EnG) • Energiestrategie 2050 • Umweltschutzgesetz (USG) • Luftreinhalte-Verordnung (LRV) 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Abgabe • Gebäudeprogramm • Kompensationsprojekte • Energieprogramm
GR	<ul style="list-style-type: none"> • Bis 2035 höchstens 2000 GWh Strom pro Jahr verbrauchen. • Beitrag leisten an die Ziele des Bundes (2000-Watt-Gesellschaft; 1 bis 1.5 t CO₂-Emissionen pro Person und Jahr bis 2050). 	<ul style="list-style-type: none"> • Energiegesetz (BEG) • Massnahmenplan Lufthygiene (MPL) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gebäudeprogramm • Diverse (vgl. folgende Kapitel)

Das Parlament und der Bundesrat haben 2004 zugestimmt, das Wachstum des Waldes im Umfang von maximal 1.8 Mio. t CO₂ pro Jahr als Kohlenstoffsенke zu nutzen. Das CO₂-Gesetz ermöglicht neu auch, den Kohlenstoff im verbauten Holz an die Treibhausgasbilanz des Landes anzurechnen, was allerdings noch nicht im Detail geregelt ist.

Neben dem CO₂-Gesetz formulieren auch andere Regelwerke Ziele und Massnahmen, um die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, namentlich in den Bereichen Energie, Land-, Wald- und Holzwirtschaft und Strassenverkehr. Das Schweizerische Energiegesetz (EnG) formuliert die Ziele zur Energieverwendung, während die Energiestrategie 2050 zukünftige CO₂-Emissionsobergrenzen festhält (vgl. Tabelle 10). Um die Ziele zu erreichen unterstützt das Energiegesetz eine klimafreundliche und effiziente Energienutzung sowie die Produktion von Energie aus Wasserkraft und aus erneuerbaren Energien (Schweizerischer Bundesrat, 2013). Das Umweltschutzgesetz schützt grundsätzlich Menschen und Umwelt gegen schädliche Einwirkungen, während die Luftreinhalte-Verordnung vor Luftverunreinigungen schützt und Emissionsbegrenzungen regelt. Die Ziele dieser und weiterer gesetzlicher Regelungen und Strategien zum Klimaschutz werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

3.4 Kantonale Ziele

Im Kanton Graubünden ist der Klimaschutz in erster Linie über die Energiegesetzgebung und den Massnahmenplan Lufthygiene (MPL) geregelt (vgl. Tabelle 10). Das kantonale Energiegesetz (BEG) unterstützt die langfristigen Reduktions- und Substitutionsziele einer 2000-Watt-Gesellschaft und das Bestreben, den CO₂-Ausstoss auf ein Minimum zu senken. Zudem schafft es die Grundlage, um den Verbrauch fossiler Energieträger zu senken und die Nutzung erneuerbarer Energieträger zu stärken. Dies wird auch durch das Regierungsprogramm 2013-2016 gestützt (Regierung des Kantons Graubünden, 2011). Eine kantonale Energiestrategie soll die dazu notwendigen Massnahmen formulieren und die entsprechenden finanziellen Mittel für deren Umsetzung beziffern (Art. 5 bis Art.7 BEG). Der Kanton unterstützt zudem energiesparende Massnahmen (Art. 31 BEG), so etwa den zeitlich befristeten und vergünstigten Erwerb sparsamer Kühlschränke und Waschmaschinen (Amt für Energie und Verkehr Graubünden, 2013). Der Massnahmenplan Lufthygiene regelt Luftschadstoffe, welche unter anderem auch indirekte Treibhausgase sind. Die 28 Massnahmen aus dem MPL zielen auf die Verbesserung der Lufthygiene im Kanton und tragen damit ebenfalls zum Schutz des Klimas bei.

Weitere Strategien und Organisationen tragen zum Klimaschutz bei, indem sie finanzielle Anreize setzen, um Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Beispiele sind etwa das Label Energiestadt oder die kantonale Immobilienstrategie (Regierung des Kantons Graubünden, 2009). Die Ziele und Regelungen zu den einzelnen Emissionsquellen werden in den folgenden Kapiteln beschrieben.

3.5 Sektorielle Ziele

3.5.1 Energieumwandlung

Tabelle 11. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Energieumwandlung.

		Ziele	Gesetzliche Regelungen und Strategien	Instrumente
	CH	<ul style="list-style-type: none"> Umweltverträgliche Bereitstellung und Verteilung der Energie 	<ul style="list-style-type: none"> Energiegesetz (EnG) Energiestrategie 2050 	<ul style="list-style-type: none"> Kompensation der Emissionen aus fossilthermischen Kraftwerken CO₂-Abgabe Kostendeckende Einspeisevergütung KEV Kompensationsprojekte nach CO₂-Gesetz
	GR	<ul style="list-style-type: none"> Umweltschonende Energieversorgung 	<ul style="list-style-type: none"> Energiegesetz (BEG) Strompolitik (Regierung des Kantons Graubünden, 2012) Richtplan (RIP) 	<ul style="list-style-type: none"> Energiemonitoring Graubünden 2012

Die Emissionsquelle Energieumwandlung kennt weder im Kanton Graubünden noch auf eidgenössischer Ebene spezifische Ziele. Grundsätzlich bezweckt das Energiegesetz unter anderem, dass die Energie umweltverträglich bereitgestellt und verteilt wird. Zudem strebt der Kanton eine umweltschonende Energieversorgung an (vgl. Tabelle 11).

Bund und Kanton unterstützen diese generellen Ziele über verschiedene Instrumente, welche im Bereich Energieumwandlung die Emissionen von Treibhausgasen reduzieren (vgl. Tabelle 11). Sie sind in erster Linie im eidgenössischen und im kantonalen Energiegesetz und ihren Verordnungen und im CO₂-Gesetz formuliert. Gemäss CO₂-Gesetz Art. 22 bis Art. 25 sind fossil-thermische Kraftwerke verpflichtet, die CO₂-Emissionen vollumfänglich zu kompensieren. Das Holzheizkraftwerk (Axpo Tegra) in Domat Ems ist von dieser Kompensation befreit, da ihre CO₂-Emissionen als biogen gelten. Die CO₂-Emissionen der Kehrrichtverbrennungsanlagen (KVA) gelten zu 50 % als biogen. KVA sind zudem bis Ende 2014 von der Teilnahme am Emissionshandelssystem (EHS) befreit, obschon sie grosse Mengen CO₂ emittieren (CO₂-Verordnung Art. 143). Ab 2015 werden die KVA ins EHS miteinbezogen, falls bis dahin keine zufriedenstellende Branchenlösung zustande kommt (Verordnung zum CO₂-Gesetz, erläuternder Bericht).

Nach Artikel 7 des CO₂-Gesetzes können über Kompensationsprojekte die emissionsarme Energieproduktion oder die Installation von Solarkollektoren und Photovoltaikanlagen gefördert werden. Auch eine Wärmepumpe als Ersatz für eine bestehende Heizung kann angerechnet werden.

3.5.2 Industrie

Tabelle 12. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Industrie.

		Ziele	Gesetzliche Regelungen und Strategien	Instrumente
	CH	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionsobergrenze jährlich um 1.7 % reduzieren bis 2020. • Individuelle Vereinbarungen für Grossverbraucher. 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Gesetz, CO₂-Verordnung • Energiegesetz (EnG) • Chemikalienrisikoreduktionsverordnung (CHemRRV) • Umweltschutzgesetz (USG) • Luftreinhalte-Verordnung (LRV) 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Abgabe • Individuelle Vereinbarungen • Emissionshandel • Kompensationsprojekte • Branchenvereinbarungen Zementindustrie
	GR	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung des Gross-Verbraucher-Artikels (Art. 14 BEG): Zielvereinbarungen mit allen Energiegrossverbrauchern im Kanton erarbeitet und umgesetzt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energiegesetz (BEG) • Massnahmenplan Lufthygiene (MPL) 	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung Abwärme- und Dampfnutzung • Förderung von Nutzungsgradverbesserungen gewerblicher oder industrieller Prozesse • Minderungsmaßnahmen für besondere Prozessanlagen und Grossemittenten (Massnahme A8, MPL) • Vereinbarung Zementwerk (Massnahme A9, MPL)

Die Industrie gehört zu den grossen Treibhausgasemittenten mit anhaltend hohen oder steigenden Emissionen (vgl. Kapitel 2.4.2). Der Bund hat deshalb für die Industrie spezifische Sparziele formuliert (vgl. Tabelle 12) und diese in erster Linie im CO₂-Gesetz festgehalten (Art. 15 bis Art. 21) und in der CO₂-Verordnung erläutert. Die Unternehmen, welche Anlagen mit hohen Treibhausgasemissionen betreiben, sind zur Teilnahme am Schweizer Emissionshandelssystem (EHS) verpflichtet und werden im Gegenzug von der CO₂-Abgabe befreit. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) hat unlängst die neuen Eckwerte für Unternehmen festgelegt, welche am EHS teilnehmen (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014d). In Graubünden ist einzig das Zementwerk in Untervaz von dieser Regelung betroffen. Das CO₂-Gesetz ermöglicht zudem Unternehmen bestimmter Wirtschaftszweige, welche Anlagen mit hohen Treibhausgasemissionen betreiben, freiwillig am EHS teilzunehmen (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2014).

Mit dem Vollzug des Gross-Verbraucher-Artikels (GVA) durch die Kantone sind viele Unternehmen angehalten, ihre Energieeffizienz zu steigern. Ein Unternehmen ist ein Energiegrossverbraucher, wenn der jährliche Wärmeverbrauch grösser ist als fünf Gigawattstunden oder der Elektrizitätsbedarf 0.5 GWh pro Jahr übersteigt. Das Energiegesetz (EnG), das CO₂ Gesetz sowie die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) bilden die Rahmenbedingungen für die Umsetzung des Grossverbraucherartikels in den Kantonen.

Die Zielvereinbarungen und der Vollzug des GVA zielen darauf ab, in Industrie- und Dienstleistungsunternehmen die Energieeffizienz zu steigern und die CO₂ Emissionen zu vermindern. Sie werden mit Hilfe des Bundes und den beauftragten Organisationen (z.B. Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW)) erarbeitet (KEEST, 2015). Die Regelungen zu den Emissionen synthetischer Gase, welche überwiegend aus der Industrie stammen, sind in der ChemRRV festgehalten (vgl. Kapitel 2.3.4). Zum Klimaschutz des Sektors Industrie zählen auch Massnahmen, welche den Ausstoss von Luftschadstoffen verringern, insbesondere von indirekten Treibhausgasen. So verpflichtet sich etwa die Zementindustrie ihre Stickoxidemissionen in bestimmtem Umfang zu reduzieren (NO_x-Branchenvereinbarung mit der Zementindustrie). Die eidgenössischen Regelungen zum Klimaschutz für die Emissionsquelle Industrie werden kantonal durch das Energiegesetz und den Massnahmenplan Lufthygiene (MPL) unterstützt. So wird jährlich eine NO_x-Frachtlimite für das Zementwerk in Untervaz festgelegt (MPL, Massnahme A9).

3.5.3 Abfall

Tabelle 13. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Abfall.

		Ziele	Gesetzliche Regelungen und Strategien	Instrumente
	CH	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltverträgliche Abfallentsorgung und nachhaltige Nutzung der Rohstoffe. 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Gesetz, CO₂-Verordnung • Energiegesetz (EnG) • Umweltschutzgesetz (USG) • Luftreinhalte-Verordnung (LRV) 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Abgabe • Kompensationsprojekte
	GR	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Zielvorgaben 	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltschutzgesetz (KUSG), Umweltschutzverordnung (KUSV) • Energiegesetz (BEG) • Richtplan (RIP) • Massnahmenplan Lufthygiene (MLP) 	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung Abwärme- und Dampfnutzung • Abfallplan

Für den Bereich Abfall haben Bund und Kanton keine spezifischen Ziele zum Klimaschutz formuliert. Der Bund fordert grundsätzlich eine umweltverträgliche Abfallentsorgung und eine nachhaltige Nutzung der Rohstoffe (vgl. Tabelle 13). Der Kanton propagiert im kantonalen Richtplan – analog zu Artikel 30 des Umweltschutzgesetzes – die Prioritätenordnung vermeiden-vermindern-verwerten-entsorgen (Amt für Raumentwicklung Graubünden, 2009). Das BAFU verlangt, dass die Stoffkreisläufe möglichst geschlossen werden, und dass zudem die Umweltbelastung minimal gehalten wird (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2012).

Verschiedene Gesetze und Verordnungen formulieren Massnahmen, welche den Klimaschutz im Bereich Abfall unterstützen (vgl. Tabelle 13). Im Kanton Graubünden wird der Umgang mit Abfall im kantonalen Umweltschutzgesetz und über die Abfallplanung geregelt (Amt für Raumentwicklung Graubünden, 2009). Unterstützung für klimaschonende Massnahmen im Bereich Abfall bieten die Kompensationsprojekte nach Artikel 7 des CO₂-Gesetzes (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2013b). So können Massnahmen, welche Methan auf Deponien und in Kläranlagen reduzieren, als Kompensationsprojekte eingereicht werden. Der Richtplan sieht zudem vor, Sparmassnahmen im Energiebereich der Abfallanlagen zu fördern und Synergien zur Energiegewinnung oder zur Stromerzeugung umzusetzen (Amt für Raumentwicklung Graubünden, 2009).

3.5.4 Verkehr

Tabelle 14. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Verkehr.

		Ziele	Gesetzliche Regelungen und Strategien	Instrumente
	CH	<ul style="list-style-type: none"> • Bis 2015 sollen die CO₂-Emissionen aus dem Sektor Verkehr höchstens 100 % der Emissionen des Jahres 1990 betragen. • Emissionsobergrenze 130 g CO₂/km im Durchschnitt pro Fahrzeugflotte. 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Gesetz, CO₂-Verordnung • Umweltschutzgesetz (USG) • Luftreinhalte-Verordnung (LRV) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompensation von CO₂-Emissionen aus Treibstoffen • Energieetikette für Personenwagen • Senkung der Mineralölsteuer für Biotreibstoffe und Erdgas
	GR	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Zielvorgaben 	<ul style="list-style-type: none"> • Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Strassenverkehr (EGzSVG) • Verordnung zum Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Strassenverkehr (RVzEGzSVG) • Raumplanungsgesetz für den Kanton Graubünden (KRG) • Massnahmenplan Lufthygiene (MPL) 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionsabhängige Motorfahrzeugsteuer (Massnahme A1, MPL) • Gütertransporte per Bahn (Massnahme A2, MPL) • Verlagerung auf ÖV (Massnahme A3, MPL) • Förderung Langsamverkehr (Massnahme A4, MPL)

Der Verkehr gehört zusammen mit der Industrie und den Haushalten zu den Hauptemittenten von Treibhausgasen. Das Verkehrsaufkommen nimmt weiter zu und auch die Emissionen liegen über den Zielvorgaben des Bundes. Im CO₂-Gesetz hat sich der Bund ursprünglich dazu verpflichtet, die Treibhausgasemissionen des Sektors bis 2010 um 8 % gegenüber dem Jahr 1990 zu reduzieren. Nach den neuesten Zahlen des BAFU lagen diese 2012 noch immer 12 % über dem Zielwert (vgl. Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a).

Neu will der Bund die Reduktionsziele im Verkehr mit Hilfe von Emissionsobergrenzen für erstmals in Verkehr gesetzte Personenwagen und über Kompensationsprojekte erreichen. Pro Flotte sollen die Emissionen bis Ende 2015 durchschnittlich maximal 130 g CO₂/km betragen (Art. 10 bis Art. 13 CO₂-Gesetz). Importeure fossiler Treibstoffe müssen bis 2020 10 % der CO₂-Emissionen aus dem Verkehr durch emissionsmindernde Massnahmen im Inland kompensieren (vgl. Tabelle 14). Die CO₂-Verordnung (Art. 3) nennt ein Zwischenziel. Dieses entspricht einer Reduktion um 1.9 Mio. t CO₂ bis 2015.

Der Kanton Graubünden hält keine spezifischen Reduktionsziele im Bereich Verkehr fest (vgl. Tabelle 14). Er unterstützt über das revidierte Raumplanungsgesetz (KRG) und den Massnahmenplan Lufthygiene die Klimaschutzziele des Bundes. So sollen grundsätzlich Siedlungsentwicklung und Verkehrerschliessung besser aufeinander abgestimmt werden. Auch kennt der Kanton die emissionsabhängige Motorfahrzeugsteuer. Gemäss Artikel 15 der Verordnung zum Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Strassenverkehr (RVzEGzSVG) erhalten Motorfahrzeuge 60 % bis 80 % Rabatt auf die Verkehrssteuern, wenn die durchschnittlichen Emissionen 130 g/km respektive 110 g/km nicht übersteigen. Das ANU hat im Rahmen der Luftreinhaltung weitere Massnahmen im Bereich des öffentlichen Verkehrs, der Gütertransporte per Bahn sowie im Bereich des Langsamverkehrs beschlossen (vgl. Tabelle 14; Amt für Natur und Umwelt, 2007).

3.5.5 Haushalte

Tabelle 15. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Haushalte.

		Ziele	Gesetzliche Regelungen und Strategien	Instrumente
	CH	<ul style="list-style-type: none"> • Bis 2015 betragen die Emissionen maximal 78 % der Emissionen von 1990. 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Gesetz, CO₂-Verordnung 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Abgabe • Gebäudeprogramm
	GR	<ul style="list-style-type: none"> • Verbrauch fossiler Energie für Heizen und Brauchwarmwasser gegenüber 2008 für alle Bauten bis zum Jahr 2035 um 25 % reduziert und zusätzlich um 40 % Prozent mit erneuerbaren Energien substituiert; für Neubauten: um 40 % reduziert; ab 2015 um 50 %; ab 2020 um 60 %; ab 2035 um 80 %. • Stromverbrauch kantonseigener Bauten zu 100 % mit erneuerbaren Energien decken und um 20 % (Basis 2011) reduzieren bis 2035. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energiegesetz (BEG), Energieverordnung • Strompolitik (Regierung des Kantons Graubünden, 2012) • Immobilienstrategie des Kantons (Regierung des Kantons Graubünden, 2009) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonus für Gesamtsanierungen • Förderung haustechnischer Anlagen (inklusive Ersatz von Elektroheizungen). • Förderung von Neubauten und Ersatzneubauten mit Vorbildcharakter • Förderung von GEAK Plus - Gebäudeenergieausweis der Kantone

Die Emissionsquelle Haushalte ist nach der Industrie die zweitgrösste Emissionsquelle im Kanton (vgl. Abbildung 4). Ihre Emissionen liegen leicht höher als jene des Verkehrs. Die Emissionen der Haushalte nehmen im Gegensatz zum Bund nicht ab. Sie sind seit 2000 mehr oder weniger gleich hoch (vgl. Kapitel 2.4.5).

Das revidierte CO₂-Gesetz (Art. 9) setzt für die Emissionsquelle Haushalte ambitionierte Ziele, welche das kantonale Energiegesetz (Art. 3) und seine Verordnung (Art. 14 ff) noch weiter differenzieren. Die vergleichsweise hohen Emissionssparziele sollen dank Förderprogrammen und Abgaben erreicht werden. Das zentrale Instrument um die Klimaschutzziele im Bereich Haushalte zu erreichen ist die CO₂-Abgabe (vgl. Tabelle 15). Diese Lenkungsabgabe verteuert die fossilen Brennstoffe und setzt somit Anreize zum sparsamen Verbrauch. Die CO₂-Abgabe beträgt 60 CHF pro Tonne emittiertes CO₂, dies entspricht 16 Rappen pro Liter Heizöl extraleicht (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014g). Rund zwei Drittel der Abgabbeerträge werden verbrauchsunabhängig an die Bevölkerung und an die Wirtschaft zurückverteilt. Ein Drittel der CO₂-Abgabe (rund CHF 300 Mio. seit 2014) wird für das Gebäudeprogramm verwendet (Swiss Confederation, 2013).

Für die Umsetzung des Gebäudeprogramms sind die Kantone zuständig. Die gesetzlichen Bestimmungen für Förderbeiträge sind im kantonalen Energiegesetz (BEG) festgehalten. So sind Beiträge für die energetische Erneuerung der Gebäudehülle, die Installation von Anlagen zur Gewinnung von Energie aus erneuerbaren Energieträgern, Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz oder der Gebäudeenergieausweis (GEAK) vorgesehen. Zudem werden Neubauten mit Vorbildcharakter unterstützt (vgl. Tabelle 15).

3.5.6 Synthetische Gase

Tabelle 16. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionen der synthetischen Gase.

		Ziele	Gesetzliche Regelungen und Strategien	Instrumente
	CH	<ul style="list-style-type: none"> • Bis 2010 die Emissionen der synthetischen Gase auf 2 % der Gesamtemissionen [CO₂eq] der Schweiz beschränken. 	<ul style="list-style-type: none"> • Chemikalienrisikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbote und Einschränkungen • Kompensationsprojekte
	GR	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Zielvorgaben 		

Die synthetischen Gase haben ein ausserordentlich hohes Klimaerwärmungspotenzial. Die Entwicklung dieser Treibhausgase ist schwer abschätzbar (vgl. Kapitel 2.3.4 und 2.4.6). Das ursprüngliche Ziel, die synthetischen Gase auf ein Niveau von höchstens 2 % der gesamten Treibhausgasemissionen des Landes zu beschränken, wurde verfehlt (vgl. Tabelle 16). Neue Ziele für die synthetischen Gase gibt es in der Schweiz aktuell nicht. Das geltende Recht soll hingegen den Ausstoss auf ein Minimum beschränken (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014f).

Die synthetischen Gase sind auf internationaler Ebene im Kyoto-Protokoll geregelt, während sie in der Schweiz in der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) geregelt werden. Unter dem Begriff „in der Luft stabile Gase“ formuliert die Verordnung Instrumente und Massnahmen, um die Emissionen der synthetischen Gase zu reduzieren (vgl. Tabelle 16). Die ChemRRV verbietet etwa den Einsatz von HFCs in Spraydosen, in Schaumstoffen (teilweise) und in Kühlschränken und fordert Bewilligungen für HFCs in Kühlanlagen (EMPA, 2013). Anreize, die Verwendung von synthetischen Gasen zu reduzieren, bestehen etwa über die Kompensationsprojekte für Betreiber von fossilthermischen Kraftwerken (vgl. Kapitel 3.3). Im Kanton Graubünden sind die synthetischen Gase nicht zusätzlich geregelt.

3.5.7 Landwirtschaft

Tabelle 17. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Landwirtschaft.

		Ziele	Gesetzliche Regelungen und Strategien	Instrumente
	CH	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhausgasemissionen bis 2050 um ein Drittel reduziert im Vergleich zu 1990. • Steigerung der Stickstoffeffizienz auf 33 % bis 2017. • Energiebedarf erneuerbar decken. 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Gesetz • Landwirtschaftsgesetz (LwG; Ressourcenprogramm) • Klimastrategie Landwirtschaft • Luftreinhalte-Verordnung (LRV) • Agrarpolitik 2014-17 	<ul style="list-style-type: none"> • Direktzahlungen • Kompensationsprojekte
	GR	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Zielvorgaben 	<ul style="list-style-type: none"> • Massnahmenplan Lufthygiene (MPL) 	<ul style="list-style-type: none"> • Direktzahlungen • Förderung Umstellung auf Biobetrieb • Ammoniak aus der Landwirtschaft (Massnahme D1, MPL) • Vermeidung Verbrennen von Grünabfällen (Massnahme C5, MPL) • Ressourcenprogramm NH₃ (Regierungsbeschluss 1144)

Die Schweizerische Landwirtschaft hat eine eigene Klimastrategie formuliert (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011). Auch das CO₂-Gesetz, das Landwirtschaftsgesetz (inklusive Ressourcenprogramm) und die Agrarpolitik 2014-17 unterstützen den Wandel hin zu einer klimafreundlicheren Landwirtschaft (vgl. Tabelle 17). Über die Direktzahlungen werden ausgeglichene Düngerbilanzen oder ein geeigneter Bodenschutz unterstützt (Swiss Confederation, 2013). Das Ressourcenprogramm unterstützt einen effizienten Einsatz von Stickstoff und Energie, sowie den Schutz und die nachhaltige Nutzung des Bodens (Swiss Confederation, 2013). Schliesslich können verschiedenste Massnahmen aus dem Bereich Landwirtschaft als Kompensationsprojekte eingereicht werden. Dazu zählt etwa, wenn Methangas energetisch genutzt, Düngemittel eingespart, oder erneuerbare Energieträger statt fossilen Energieträgern genutzt werden (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2013b).

Der Kanton Graubünden fördert den Klimaschutz der Landwirtschaft beispielsweise über den Massnahmenplan Lufthygiene. Dieser zielt darauf ab, die indirekten Treibhausgase zu reduzieren, namentlich NO_x, NH₃ und NMVOC (Amt für Natur und Umwelt Graubünden, 2007). Der Kanton beteiligt sich zudem am Ressourcenprogramm Ammoniak und an den Direktzahlungen (vgl. Tabelle 17). Diese Möglichkeiten werden in der Landwirtschaft offenbar genutzt. Der geringere Stickstoffeinsatz in der Fütterung – eine Massnahme, die letztes Jahr erstmals innerhalb des Ressourcenprogramms durchgeführt wurde – findet grossen Zuspruch im Kanton.

3.5.8 Waldwirtschaft

Tabelle 18. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Waldwirtschaft.

		Ziele	Gesetzliche Regelungen und Strategien	Instrumente
	CH	<ul style="list-style-type: none"> • Langfristig ausgeglichene CO₂-Bilanz der Effekte Waldsenke, Holzverwendung, Substitution. • Abschöpfung des Zuwachses. • Erhöhung des Substitutionseffektes um 1.2 Mio. t CO₂ pro Jahr gegenüber 1990. • Steigerung des Holzanteils im Gebäudepark Schweiz (Neubau) um mindestens 50 %. • Steigerung des Nutzungspotenzials von rund 3.1 Mio. m³/Jahr. • Ausschöpfen des Energieholznutzungspotenzials ausserhalb des Waldes von rund 2.9 Mio. m³/Jahr oder 7.8 TWh Wärme und Strom. 	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Gesetz • Waldpolitik 2020 • Ressourcenpolitik Holz und Aktionsplan Holz 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompensationsprojekte
	GR	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Zielvorgaben 		

Die Waldwirtschaft verzeichnet vergleichsweise geringe Treibhausgasemissionen und spielt auf gesetzlicher Ebene im Klimaschutz nur als Kohlenstoffsenke eine Rolle (vgl. Kapitel 2.4.8). Die klimarelevanten Ziele der Waldwirtschaft fokussieren deshalb eher auf die Klimaanpassung als auf den Klimaschutz. Die Ziele sind in verschiedenen Strategien festgehalten (vgl. Tabelle 18). Die Waldpolitik 2020 strebt eine nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes an (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2013d), während die Ressourcenpolitik Holz die nachhaltige Holznutzung und eine ressourceneffiziente Verwertung des Holzes unterstützt (Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Energie BFE, Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, 2014). Der Aktionsplan Holz dient der Umsetzung dieser Ziele. Holz aus Schweizer Wäldern soll nachhaltig bereitgestellt und ressourceneffizient genutzt werden, im Sinne einer optimierten Kaskadennutzung (Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Energie BFE, Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, 2014). Damit möchte die Wald- und Holzwirtschaft einen Beitrag an die klimapolitischen Ziele des Bundes leisten.

4 Handlungsfelder

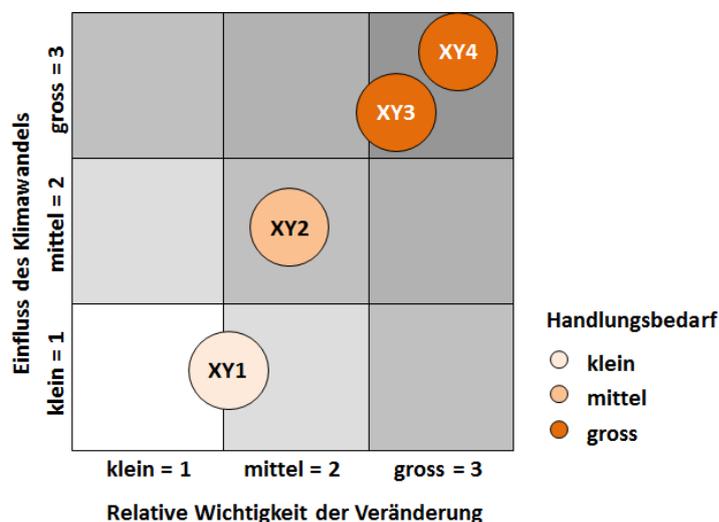
Die Herausforderungen im Klimaschutz (vgl. Kapitel 2) verlangen wirksame Massnahmen, um die gesetzten Ziele (vgl. Kapitel 3) zu erreichen. Bereiche, in welchen Massnahmen erforderlich sind, werden im Folgenden für jede Emissionsquelle als sogenannte Handlungsfelder festgelegt (vgl. Kapitel 4.2). Ähnlich wurde mit den Grundlagen für die Umsetzung verfahren (vgl. Kapitel 4.3). Die Handlungsfelder wurden aus bestehenden Klimastrategien übernommen, oder auf der Grundlage der Literatur neu formuliert. Sie sollen letztlich klimaschützende Massnahmen nach sich ziehen.

4.1 Vorbemerkungen

Die Handlungsfelder der einzelnen Emissionsquellen werden jeweils in ihrer klimaschützenden Wirkung und in der Dringlichkeit ihrer Umsetzung beurteilt. Sie werden in einer Neunfelder-Matrix dargestellt, analog zu den Handlungsfeldern in der Klimaanpassungsstrategie des Bundes, respektive dem Arbeitspapier 1 zur Klimaanpassung des Kantons Graubünden (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2012a; Amt für Natur und Umwelt Graubünden, 2015a). Die Handlungsfelder werden in den folgenden drei Dimensionen klassiert:

- Einfluss auf den Klimawandel,
- Reduktionspotenzial bei den Emissionen,
- Handlungsbedarf.

Die Gewichtung der Handlungsfelder erfolgt aus ihrer Position in der Matrix. Die Handlungsfelder werden je nach Position mit unterschiedlicher Anzahl Punkten bewertet (vgl. Abbildung 5).



Einfluss des Klimawandels:

Klein = 1
 Mittel = 2
 Gross = 3

Relative Wichtigkeit der Veränderung:

Klein = 1
 Mittel = 2
 Gross = 3

Handlungsbedarf:

Klein = 1
 Mittel = 2
 Gross = 3

Abbildung 5. Beispiel einer Neunfelder-Matrix zur Positionierung und Bewertung der vier hypothetischen Handlungsfelder der Emissionsquelle XY.

Die Punkte werden folgendermassen pro Dimension an die Handlungsfelder vergeben: klein=1 Punkt, mittel=2 Punkte, gross=3 Punkte. Die Punkte der Handlungsfelder werden miteinander multipliziert.

Tabelle 19. Handlungsfelder der Abbildung 7 versehen mit der Punktzahl ihrer Positionierung.

Emissionsquelle	Handlungsfelder	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Punktzahl
XY	• XY1 Handlungsfeld	1	1.5	1	1.5
	• XY2 Handlungsfeld	2	2	2	8
	• XY3 Handlungsfeld	3	3	3	27
	• XY4 Handlungsfeld	3	3	3	27

Es resultiert pro Handlungsfeld als minimale Punktzahl 1 (=1*1*1), maximal können 27 Punkte erreicht werden (=3*3*3). Handlungsfelder zwischen zwei Matrixfeldern werden mit halben Punkten in die Wertung aufgenommen (0.5, 1.5, 2.5). Die Punktzahl ermöglicht es, die Handlungsfelder untereinander zu vergleichen und sie zu priorisieren. Die Positionierung der Handlungsfelder ist gutachterlich vorgenommen.

Die Tabellen und Abbildungen in Kapitel 4.2 weisen jeweils die Matrix der Emissionsquelle aus und listen Handlungsfelder auf. Die Handlungsfelder sind oft nicht ausschliesslich sektorspezifisch. So zählen etwa die Emissionen aus dem Transport von Abfall auch zum Sektor Verkehr. Auf diese sektorübergreifenden Handlungsfelder gilt es in der Formulierung und Umsetzung von Massnahmen zu achten. Im Anhang (Kapitel 7.2) werden die Handlungsfelder erläutert und diskutiert.

4.2 Handlungsfelder Emissionsquellen

4.2.1 Energieumwandlung

Die Emissionsquelle Energieumwandlung weist hauptsächlich Handlungsfelder aus, welche darauf abzielen, die benötigte Energie zu gewinnen und effizient zu verteilen (vgl. Tabelle 20 und Abbildung 6 sowie Kapitel 7.2.1 für Erläuterungen zu den Handlungsfeldern). Damit kommen die hier vorgeschlagenen Handlungsfelder auch den Forderungen des Energiegesetzes und des Richtplans nach, welche eine effizient erzeugte, rationell eingesetzte und wirtschaftliche sowie umweltschonende Energieversorgung postulieren (vgl. Kapitel 3.5.1).

Tabelle 20. Handlungsfelder der Emissionsquelle Energieumwandlung. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.1.

Emissionsquelle	Handlungsfelder	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotential	Handlungsbedarf	Punktzahl
	• E1 Effizienz Energieproduktion	3	3	3	27
	• E2 Fernwärme	3	3	3	27
	• E3 Neue Energiequellen	2	2	2	8
	• E4 Bestehende Infrastrukturen	1	1	2	2

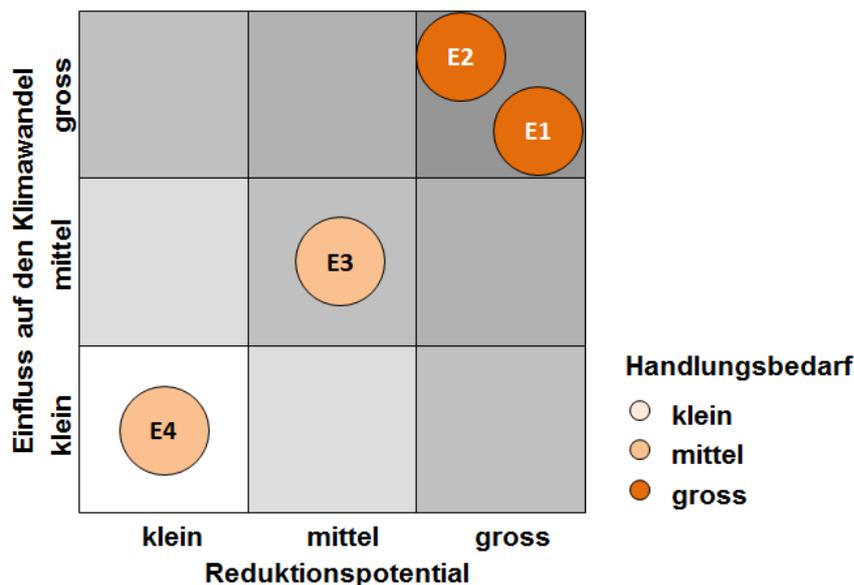


Abbildung 6. Beurteilung der Handlungsfelder der Emissionsquelle Energieumwandlung. Beurteilt sind: Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotential (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind in Kapitel 7.2.1 erläutert.

4.2.2 Industrie

Die Handlungsfelder der Emissionsquelle Industrie zielen darauf ab, industrielle Prozesse energetisch effizienter zu machen. Damit würden erhebliche Mengen fossiler Energien und Treibhausgasemissionen vermieden (vgl. Tabelle 21 und Abbildung 7, sowie Kapitel 7.2.2 für Erläuterungen zu den Handlungsfeldern). Dies unterstützt auch die Forderungen des Energiegesetzes, welches eine rationelle und nachhaltige Energienutzung postuliert (vgl. Kapitel 3.5.2). Auch die vorgeschlagenen Wirtschaftsfördermassnahmen des Kantons zielen in diese Richtung. Die Regierung des Kantons Graubünden schlägt vor, den Industrieunternehmen der Bündner Wirtschaft mit einem grossen Stromverbrauch den Strom zu attraktiven Bedingungen anzubieten, falls sie Stromeffizienzmassnahmen ergreifen (Regierung des Kantons Graubünden, 2012). Die Handlungsfelder wurden aus der Literatur hergeleitet.

Tabelle 21. Handlungsfelder der Emissionsquelle Industrie. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.2.

Emissionsquelle	Handlungsfelder	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotential	Handlungsbedarf	Punktzahl
	• I1 Industrielle Abwärme	3	2	2	12
	• I2 Nutzungsgrad Industrie	3	3	3	27
	• I3 Pistenfahrzeuge	1	2	2	4

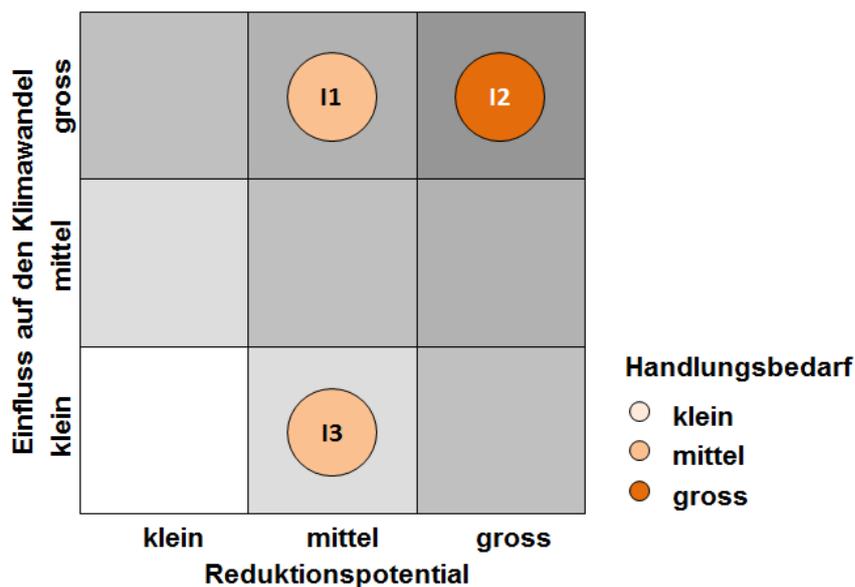


Abbildung 7. Beurteilung der Handlungsfelder der Emissionsquelle Industrie. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotential (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind in Kapitel 7.2.2 erläutert.

4.2.3 Abfall

Die Handlungsfelder der Emissionsquelle Abfall zielen in erster Linie darauf ab, den Abfall umweltschonend bis zur Entsorgungsstelle zu transportieren und die Energie aus dem Abfall und dem Abwasser effizienter zurückzugewinnen (vgl. Tabelle 22 und Abbildung 8, sowie Kapitel 7.2.3 für Erläuterungen zu den Handlungsfeldern). Dies steht auch im Einklang mit verschiedenen kantonalen Regelungen und Strategien, so etwa dem Richtplan oder dem Umweltschutzgesetz (vgl. Kapitel 3.5.3) Die Handlungsfelder der Emissionsquelle Abfall wurden aus der Literatur hergeleitet.

Tabelle 22. Handlungsfelder der Emissionsquelle Abfall. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.3.

Emissionsquelle	Handlungsfelder	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotential	Handlungsbedarf	Punktzahl
	• A1 Energieeffizienz Abfallverwertung	2	2	2	8
	• A2 Abfalltransport	1	2	2	4
	• A3 Energie aus Abwasser	2	2	2	8
	• A4 Energieeffizienz ARA	2	2	2	8
	• A5 Stoffliche Verwertung	3	3	3	27

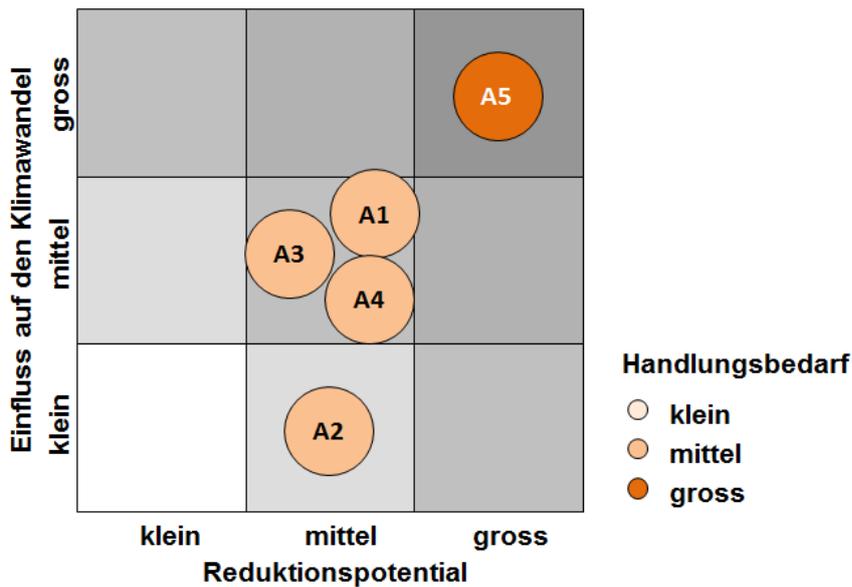


Abbildung 8. Beurteilung der Handlungsfelder der Emissionsquelle Abfall. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotential (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind in Kapitel 7.2.3 erläutert.

4.2.4 Verkehr

Die Handlungsfelder der Emissionsquelle Verkehr zielen hauptsächlich auf eine Verringerung der Emissionen pro Fahrzeug und auf die Verringerung der Fahrleistungen im privaten Autoverkehr ab (Tabelle 23 und Abbildung 9, sowie Kapitel 7.2.4 für Erläuterungen zu den Handlungsfeldern). Der Verkehr gehört auch im Kanton Graubünden zu den hauptsächlichen Emissionsquellen (vgl. Abbildung 4). Die vorgeschlagenen Handlungsfelder kommen den Forderungen des CO₂-Gesetzes entgegen. Die Handlungsfelder der Emissionsquelle Verkehr wurden in Anlehnung an die Massnahmen aus dem Massnahmenplan Lufthygiene formuliert.

Tabelle 23. Handlungsfelder der Emissionsquelle Verkehr. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.4.

Emissionsquelle	Handlungsfelder	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotential	Handlungsbedarf	Punktzahl
	• V1 Energieeffiziente und emissionsarme Fahrzeuge	2	2	2	8
	• V2 Fahrleistungen des Strassenverkehrs	3	3	3	27
	• V3 Gütertransporte per Bahn	2	2	3	12
	• V4 Öffentlicher Verkehr	2	2	3	12
	• V5 Langsamverkehr	2	3	2	12
	• V6 Abstimmung zwischen Siedlungsentwicklung und Verkehr	2	2	2	8

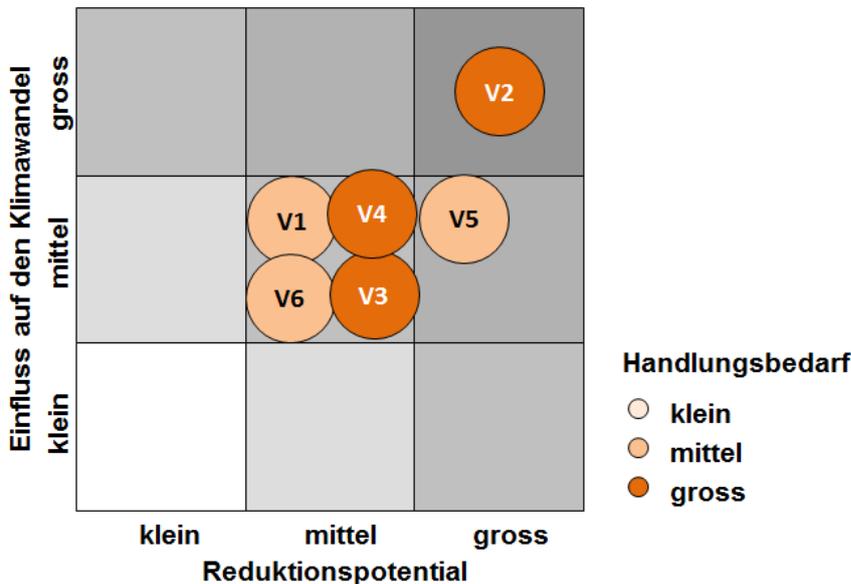


Abbildung 9. Beurteilung der Handlungsfelder der Emissionsquelle Verkehr. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotential (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind im Kapitel 7.2.4 erläutert.

4.2.5 Haushalte

Die Emissionsquelle Haushalte verzeichnet hohe Emissionen und weist zugleich ein grosses Potenzial aus, um diese zu reduzieren (vgl. Tabelle 24 und Abbildung 10, sowie Kapitel 7.2.5 für Erläuterungen zu den Handlungsfeldern). Vor allem durch eine Verbesserung der Energieeffizienz und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energieträger sowie durch verändertes Heizverhalten können die Treibhausgasemissionen dieses Sektors deutlich reduziert werden. Die kantonalen Massnahmen im Energiegesetz, sowohl Vorschriften wie Förderungen, fokussieren denn auch auf den Gebäudebereich. Im Neubau wurde die Energieeffizienz in den letzten Jahren bereits deutlich verbessert, während die Probleme bei Altbauten bestehen bleiben. Im Bereich des Gebäudebestands können für die Dienstleistungen Heizen/Kühlen beträchtliche Steigerungen durch Sanierungsmaßnahmen erreicht werden. Die Handlungsfelder der Emissionsquelle Haushalte wurden aus der Literatur hergeleitet.

Tabelle 24. Handlungsfelder der Emissionsquelle Haushalte. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.5.

Emissionsquelle	Handlungsfelder	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotential	Handlungsbedarf	Punktzahl
	• H1 Energie Gebäude	3	3	3	27
	• H2 Erneuerbare Energieträger	2	2	2	8
	• H3 Heizverhalten/effiziente Haustechnik	2	2	3	12
	• H4 Elektroheizungen	1	1	1	1
	• H5 Energie Maschinen und Geräte	1	1	1	1

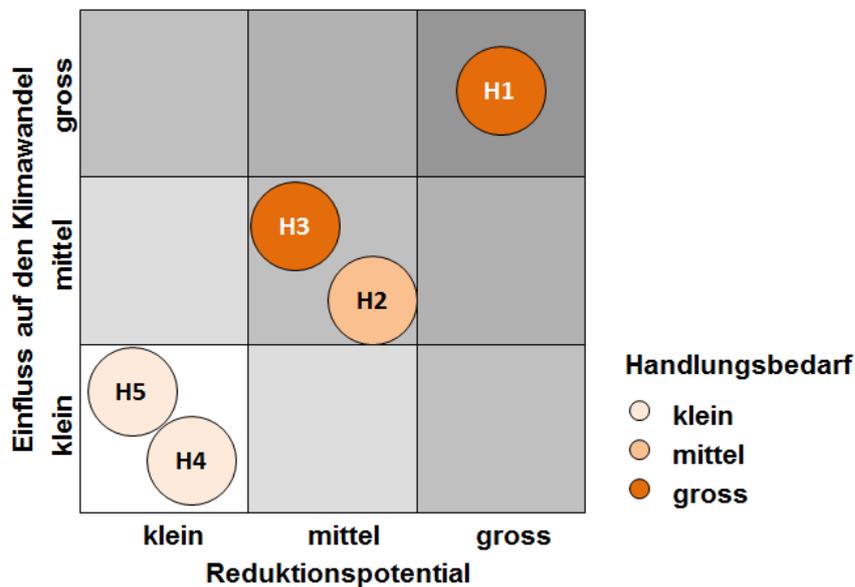


Abbildung 10. Beurteilung der Handlungsfelder aus der Emissionsquelle Haushalte. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotential (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder werden im Kapitel 7.2.5 erläutert.

4.2.6 Synthetische Gase

Die vorgeschlagenen Handlungsfelder der Emissionsquelle synthetische Gase reichen von Verboten ihrer Verwendung über Anreize, sie zu reduzieren, bis hin zu Informationen für die klimaschonendere Anwendung (vgl. Tabelle 25 und Abbildung 11, sowie Kapitel 7.2.6 für Erläuterungen zu den Handlungsfeldern). Die Emissionen der synthetischen Gase sind ein bedeutendes Thema im Klimaschutz, obschon ihr Anteil an den Treibhausgasemissionen des Landes nicht hoch ist. Das angestrebte Sparziel für das Jahr 2010 wurde verfehlt (vgl. Kapitel 3.5.6), weshalb nun einschneidende Massnahmen nötig sind. Zudem wird neben den bekannten Stoffen eine Vielzahl weiterer synthetischer Gase in der Atmosphäre vermutet, welche ebenfalls klimawirksam sind und über deren Emissionen wenig bekannt ist (EMPA, 2013). International gesehen hat sich die Produktion von synthetischen Gasen von den Industrieländern in die weniger von internationalen Regelungen betroffenen Schwellenländer verlagert. Deshalb sind vermehrt auch internationale Anstrengungen zur Kontrolle der synthetischen Gase nötig sind. Die Handlungsfelder der Emissionsquelle synthetische Gase wurden aus der Literatur hergeleitet.

Tabelle 25. Handlungsfelder der synthetischen Gase. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.6.

Emissionsquelle	Handlungsfelder	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotential	Handlungsbedarf	Punktzahl
	• FG1 Beschränkungen und Verbote	2	2	3	12
	• FG2 Einsparungen und Rückgewinnung	2	2	2	8
	• FG3 Steuern und Lenkungsabgaben	2	2	3	12
	• FG4 Beschaffungs- und Förderwesen	1	1	2	2
	• FG5 Information und Ausbildung	1	1	3	3

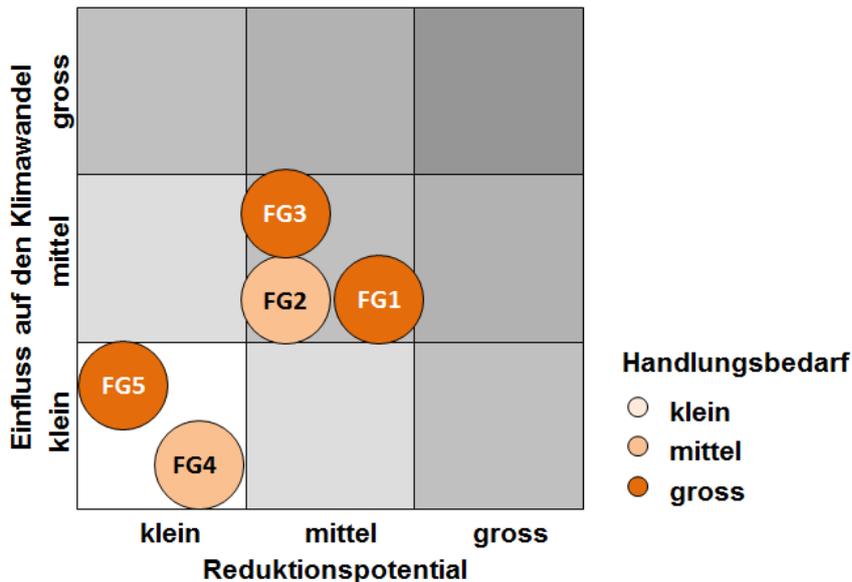


Abbildung 11. Beurteilung der Handlungsfelder aus der Emissionsquelle Synthetische Gase. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotential (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind im Kapitel 7.2.6 erläutert.

4.2.7 Landwirtschaft

In Graubünden sind die Voraussetzungen für eine klimaschonende Landwirtschaft günstig. Über die Hälfte der Betriebe sind Biobetriebe. Der Viehbestand ist zudem nicht hoch (vgl. Kapitel 2.4.7). Die vorgeschlagenen Handlungsfelder für die Emissionsquelle Landwirtschaft zielen in erster Linie auf den effizienten und effektiven Einsatz der Energie, die klimaschonende Fütterung, sowie auf die Tierhaltung, die Düngung und die schonende Bodenbearbeitung ab (vgl. Tabelle 26 und Abbildung 12, sowie Kapitel 7.2.7 für Erläuterungen zu den Handlungsfeldern). Zudem bestehen individuelle Verbesserungspotenziale, denn die Treibhausgasemissionen sind zwischen verschiedenen Betrieben und selbst zwischen Betrieben ähnlichen Typs sehr unterschiedlich (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011). Die im Folgenden aufgeführten Handlungsfelder lehnen sich im Wesentlichen an Vorschlägen aus der Klimastrategie der Landwirtschaft an (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011).

Tabelle 26. Handlungsfelder der Emissionsquelle Landwirtschaft. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.7.

Emissionsquelle	Handlungsfelder	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotential	Handlungsbedarf	Punktzahl
	• L1 Fütterung	3	3	1	9
	• L2 Tierhaltung	2	2	1	4
	• L3 Anbausysteme	1	2	1	2
	• L4 Bodenschutz	2	2	2	8
	• L5 Düngung	3	3	3	27
	• L6 Energie Gebäude Landwirtschaft	2	3	3	18
	• L7 Energie Maschinen Landwirtschaft	1	1	3	3
	• L8 Baulicher Umweltschutz	2	2	2	8

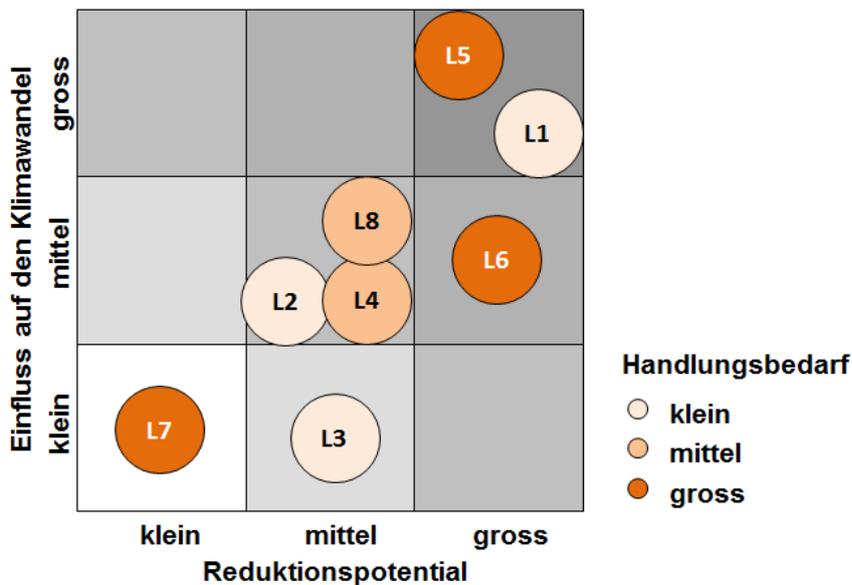


Abbildung 12. Beurteilung der Handlungsfelder der Emissionsquelle Landwirtschaft. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotential (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind im Kapitel 7.2.7 erläutert.

4.2.8 Waldwirtschaft

Die vorgeschlagenen Handlungsfelder der Emissionsquelle Waldwirtschaft reichen von der Bewirtschaftung des Waldes mit dem Ziel, die Kohlenstoffsinken zu fördern, bis hin zu Massnahmen, welche die Holzproduktion und die mehrphasige Verwendung des Holzes steigern (vgl. Tabelle 27 und Abbildung 13, sowie Kapitel 7.2.8 für Erläuterungen zu den Handlungsfeldern). Der walddreiche Kanton Graubünden mit seinem hohen Anteil an Wäldern in Besitz der öffentlichen Hand, hätte theoretisch gute Voraussetzungen, den Wald als Mittel zum Klimaschutz zu nutzen. Allerdings erscheint es widersprüchlich, die CO₂-Senken und -Speicher des Waldes zu fördern und gleichzeitig mehr Holz für Holzprodukte zu nutzen. Die vorgeschlagenen Handlungsfelder der Waldwirtschaft lehnen sich hauptsächlich an Vorschläge der CIPRA (CIPRA, 2012), sowie an jene der Waldpolitik 2020 des Bundesamts für Umwelt BAFU (2013d) an.

Tabelle 27. Handlungsfelder der Emissionsquelle Waldwirtschaft. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.8.

Emissionsquelle	Handlungsfelder	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotential	Handlungsbedarf	Punktzahl
	• F1 Naturnahe Wälder	3	1	1	3
	• F2 CO ₂ -Senken und -Speicher	3	1	1	3
	• F3 Holzprodukte	2	2	2	8
	• F4 Energie Maschinen Waldwirtschaft	1	1	2	2
	• F5 Erneuerbare Energien Waldwirtschaft	2	2	2	8

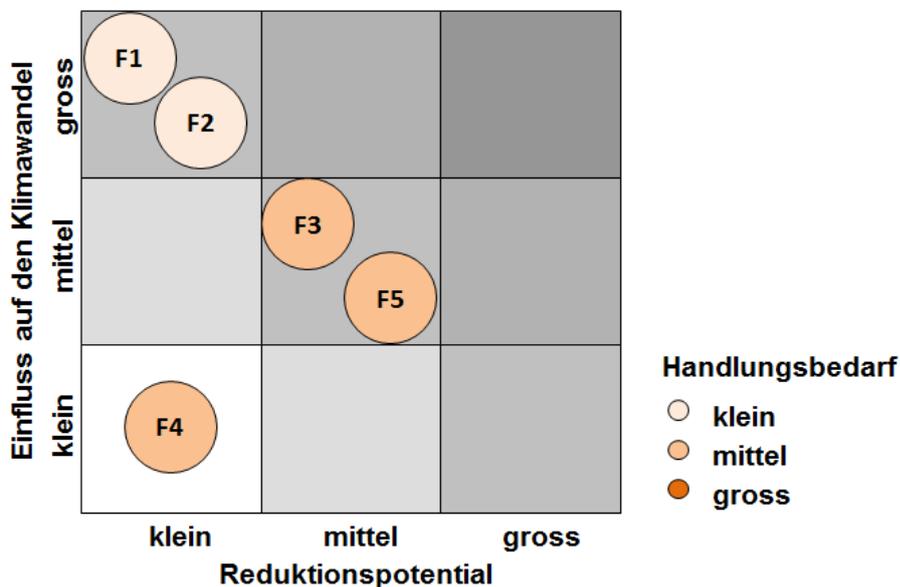


Abbildung 13. Beurteilung der Handlungsfelder der Emissionsquelle Waldwirtschaft. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotential (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind im Kapitel 7.2.8 erläutert.

4.3 Grundlagen der Umsetzung als übergeordnete Handlungsfelder

Die Handlungsfelder in Kapitel 4.2 zeigen den Handlungsbedarf bezüglich der einzelnen Emissionsquellen auf. Handlungsbedarf besteht zudem in grundlegenden Bereichen des Klimaschutzes. Sie reichen von der regelmässigen Dokumentation der Emissionen und der Information über den Klimaschutz bis hin zur Abklärung der Finanzierung von Massnahmen. Zu diesen Grundlagen für die Umsetzung von Massnahmen werden ebenfalls Handlungsfelder formuliert (vgl. Tabelle 28).

In den folgenden beiden Tabellen sind die Handlungsfelder zu den Grundlagen der Umsetzung dargestellt und gewichtet (vgl. Tabellen 28 und 29). Die Gewichtung der Handlungsfelder ist dabei rein gutachterlich vorgenommen, analog zur Einschätzung der Handlungsfelder in Kapitel 4.2. Die Einschätzung orientiert sich in erster Linie an der Verfügbarkeit von Daten zu den Emissionsmengen und zu den emittierten Treibhausgasen sowie an verfügbaren Informationen.

Tabelle 28. Handlungsfelder, welche die Grundlagen der Umsetzung von Klimaschutzmassnahmen betreffen. Die Details dazu finden sich in Tabelle 29 und in Kapitel 7.3.

Grundlagen für die Umsetzung	Handlungsfelder	Punktzahl Handlungsbedarf
	• GU1 Monitoring	19
	• GU2 Unsicherheiten und Wissenslücken	15
	• GU3 Sensibilisierung, Information und Koordination	24
	• GU4 Ressourcenbedarf und Finanzierung	16

Tabelle 29. Die Handlungsfelder aus dem Bereich Grundlagen für die Umsetzung, bilanziert über die analysierten Emissionsquellen in Kapitel 4.2. Die Färbung der Felder bedeutet: helles Beige=geringer Handlungsbedarf (=1 Punkt), mittleres Beige=mittlerer Handlungsbedarf (=2 Punkte), dunkles Braun=grosser Handlungsbedarf (=3 Punkte). In der letzten Spalte ist jeweils die Summe der Punkte pro Handlungsfeld aufgeführt.

									Summe Punktzahl Handlungsfelder
GU1 Monitoring	3	3	3	1	2	3	3	1	19
GU2 Unsicherheiten und Wissenslücken	3	3	2	1	1	3	1	1	15
GU3 Sensibilisierung, Information, Koordination	3	3	3	3	3	3	3	3	24
GU4 Ressourcenbedarf und Finanzierung	3	3	1	2	2	2	2	1	16

5 Synthese und Diskussion

Das vorliegende Arbeitspapier analysiert die Herausforderungen und Handlungsfelder für einen effektiven Klimaschutz im Kanton Graubünden. Es beschreibt und bilanziert die Treibhausgasemissionen und ihre wichtigsten Emissionsquellen, wobei die bedeutendsten Herausforderungen im Klimaschutz ersichtlich werden. Um die gesteckten Ziele im Klimaschutz zu erreichen sollen geeignete Massnahmen umgesetzt werden. Die Stossrichtungen dieser Massnahmen werden durch die prioritären Handlungsfelder vorgegeben. Im Folgenden werden die Erkenntnisse der Analyse von Herausforderungen und Handlungsfelder zusammengefasst und diskutiert.

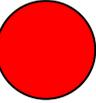
5.1 Treibhausgasemissionen und ihre Quellen

Kohlendioxid, Methan, Lachgas und eine Reihe synthetischer Gase sind die wichtigsten Treibhausgase. Sie reichern sich durch ihre Langlebigkeit in der Atmosphäre an und führen dazu, dass sich die Erdoberfläche erwärmt. Die Treibhausgasemissionen sind im Kanton Graubünden im gesamtschweizerischen Vergleich relativ hoch.

Tabelle 30. Treibhausgasemissionen nach Emissionsquellen und Gasen (in CO₂eq) für die Schweiz. Die Kreise symbolisieren die Emissionsmenge. Rot: CO₂-Emissionen; grün: CO₂-Senken. Daten aus Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a und Swiss Confederation, 2013.

CH							
Kohlendioxid							
Methan							
Lachgas							
Synthetische Gase							

Tabelle 31. Treibhausgasemissionen nach Emissionsquellen (in CO₂eq) in Graubünden. Die Grösse der Kreise symbolisiert die Emissionsmenge. Rot: Emissionen; grün: Senken. Angaben aus INFRAS, 2015 und ECOSPEED-Region, 2015. Das Kürzel „k.A.“ besagt, dass keine Angaben möglich sind.

GR							
Kohlendioxid							
Methan	k.A.			k.A.	k.A.		k.A.
Lachgas	k.A.			k.A.	k.A.		k.A.
Synthetische Gase		k.A.					

Die Treibhausgasemissionen im Kanton Graubünden erreichen rund 10 t CO₂eq pro Person und Jahr, während für die Schweiz 6.5 t CO₂eq pro Person und Jahr ermittelt wurden. Die Emissionsmengen in Bezug zur Wertschöpfung (BIP) unterscheiden sich ebenfalls zwischen Bund und Kanton. Rund 94 g CO₂eq werden schweizweit für einen Franken des BIP emittiert, während im Kanton für denselben Ertrag rund 174 g CO₂eq emittiert werden. Ein Vergleich der Emissionen zwischen Bund und Kanton bleibt aber nur begrenzt aussagekräftig.

Für die grossen Unterschiede zwischen den Emissionsmengen gibt es verschiedene Erklärungen. So ist es im Kanton vergleichsweise kalt, wodurch mehr Energie für die Raumwärme verbraucht wird. Zudem weilen zusätzlich zu den ständigen Einwohnerinnen und Einwohnern überdurchschnittlich viele Gäste in Graubünden. Auf ihrer Reise und während ihres Aufenthalts verbrauchen sie Ressourcen wie Treibstoffe, Strom oder Warmwasser, deren Emissionen schliesslich dem Kanton zugewiesen werden. Die vergleichsweise hohen Emissionen der Industrie sind auf wenige Einzelquellen im Rheintal zurückzuführen, in erster Linie auf das Zementwerk in Untervaz.

Absolut betrachtet sind die emissionsstärksten Sektoren im Kanton in absteigender Reihenfolge die Industrie, die Haushalte und der Verkehr (vgl. Kapitel 2.4 und Tabelle 31). Demgegenüber verzeichnet schweizweit der Verkehr die höchsten Emissionen (vgl. Tabelle 30 und Abbildung 3). Die Senken widerspiegeln die grosse Ausdehnung des Bündner Waldes (vgl. Kapitel 2.4.8).

Im internationalen Vergleich unter Industrienationen sind die Emissionen des Kantons Graubünden und der Schweiz eher gering. Sie widerspiegeln die typischen wirtschaftlichen Verhältnisse, welche in erster Linie durch den vergleichsweise emissionsarmen Dienstleistungssektor geprägt sind. Würde man hingegen die ausserhalb der Systemgrenzen anfallenden sogenannten grauen Emissionen importierter Güter miteinbeziehen, so würde die Bilanz bedeutend schlechter aussehen. Pro Person der Schweizerinnen und Schweizer würden die Emissionswerte um bis zweimal höher ausfallen (Swiss Confederation, 2013).

5.2 Bisherige Bilanz der Klimapolitik

Die bisherigen Anstrengungen im Klimaschutz zeigen Wirkung, wenn auch nicht ausreichend. Im Kanton Graubünden sind die Treibhausgasemissionen seit dem Jahr 2000 um knapp 3 % zurückgegangen (Jahr 2010; vgl. INFRAS, 2015; ECOSPEEDRegion, 2015). Am stärksten sind die Emissionen im Bereich Abfall zurückgegangen (minus rund 28 %), gefolgt von der Industrie (minus 7 %). Die übrigen Emissionen haben sich zwischen 2000 und 2010 um weniger als 1 % verändert. Die Gesamtemissionen der Schweiz waren im Jahr 2011 um insgesamt rund 6 % tiefer als im Vergleichsjahr 1990 (Swiss Confederation, 2013).

5.3 Die bedeutendsten Herausforderungen

Vor dem Hintergrund der Emissionsmengen und der gesellschaftlichen Entwicklungen im Kanton werden die wichtigsten Herausforderungen zusammengestellt (vgl. Tabellen 32 und 33). Sie bilden die Grundlage für die Formulierung von geeigneten Massnahmen im Klimaschutz.

Tabelle 32. Kurzfassung der Herausforderungen pro Emissionsquelle für den Kanton Graubünden (vgl. Kap.2).

Emissionsquelle	Herausforderungen
	<ul style="list-style-type: none"> • Effizienz der Energieproduktion ungenügend • Zum Teil keine Daten zu Emissionen
	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Emissionen • Ungenutzte Abwärme • Fehlende Sparanreize bei Pistenfahrzeugen
	<ul style="list-style-type: none"> • Zunehmende Abfallmengen • Ungenutzte Abwärme in ARA und KVA
	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Emissionen • Zunahme des Binnenverkehrs • Rückläufiger Gütertransport und Personenverkehr per Bahn
	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Emissionen • Hohe Anzahl Einfamilienhäuser und Zweitwohnungen
	<ul style="list-style-type: none"> • Hohes Klimaerwärmungspotenzial • Unbekannte Entwicklungen
	<ul style="list-style-type: none"> • Hauptemittentin von Methan und Lachgas • Zunehmend mehr und grössere Maschinen, die auch ausserhalb der Landwirtschaft genutzt werden
	<ul style="list-style-type: none"> • Rückgang der Holzproduktion • Senkenbewirtschaftung kompromittiert Holznutzung

Tabelle 33. Herausforderungen im Bereich Grundlagen für die Umsetzung.

Grundlagen für die Umsetzung	Herausforderungen
	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoring der Treibhausgase analog zum Bund fehlt • Koordination zwischen Fachstellen nötig

5.4 Reduktionspfad und Reduktionsziele im Klimaschutz

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen und das anhaltend wärmer werdende Klima erfordern neue Ziele im Klimaschutz. Der Klimaschutz wird in erster Linie durch das revidierte CO₂-Gesetz des Bundes umrissen und kantonal durch das Energiegesetz ergänzt. Das CO₂-Gesetz zielt darauf ab, die Treibhausgasemissionen bis ins Jahr 2020 um 20 % zu reduzieren im Vergleich zu 1990. Das kantonale Energiegesetz zielt darauf ab, einen Beitrag an die langfristigen Reduktions- und Substitutionsziele einer 2000-Watt-Gesellschaft zu leisten, im Bestreben, den CO₂-Ausstoss im Jahr 2050 auf 1 bis 1.5 t pro Einwohnerin oder Einwohner und Jahr zu senken (vgl. Abbildung 14).

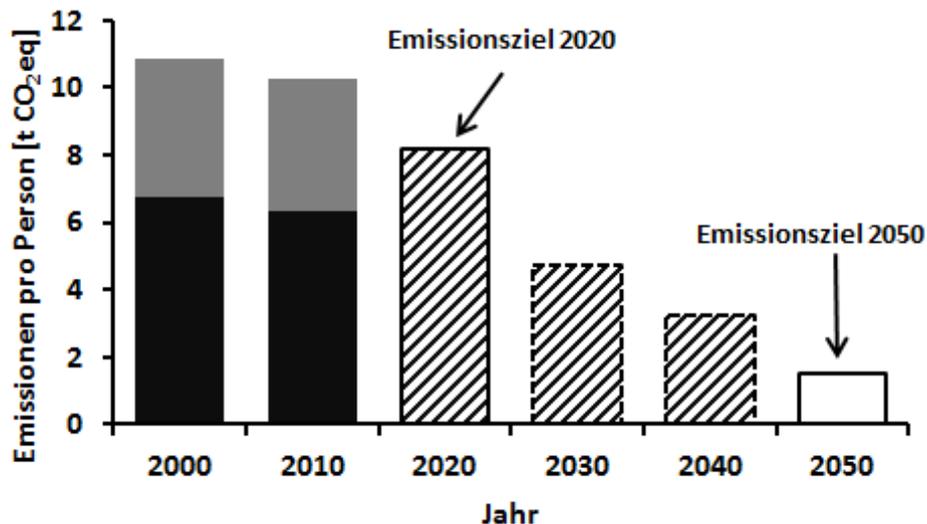


Abbildung 14. Emissionen, Ziele und Reduktionspfad der Treibhausgasemissionen pro Person und Jahr im Kanton Graubünden bis ins Jahr 2050. Die Emissionsmengen der Jahre 2000 und 2010 sind unterteilt in energetische Emissionen (schwarzer Bereich der Säulen) und nichtenergetische Emissionen (grauer Bereich der Säulen). Datenquellen: INFRAS, 2015; ECOSPEEDRegion, 2015. Der Unsicherheitsbereich der Emissionsdaten der Jahre 2000 und 2010 sind nicht bekannt.

Die wichtigsten Instrumente, um diese Ziele zu erreichen, sind die CO₂-Abgabe auf Brennstoffe, das Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen, die Kompensation der CO₂-Emissionen von Treibstoffen sowie das Energieprogramm. Das Energiegesetz formuliert dazu ambitionierte Ziele, insbesondere im Gebäudebereich. Ziele, gesetzliche Regelungen und Strategien oder Instrumente anderer Politikbereiche unterstützen die klimaschützenden Bemühungen von Bund und Kanton, namentlich etwa die Klimastrategie der Landwirtschaft.

5.5 Prioritäre Handlungsfelder als Handlungsgebiete des kantonalen Klimaschutzes

Im vorliegenden Arbeitspapier werden 45 Handlungsfelder vorgeschlagen. Aus den Emissionen und Emissionsquellen resultieren 41 Handlungsfelder (vgl. Abbildung 15 und Tabelle 44 im Anhang), während die Grundlagen für die Umsetzung vier weitere Handlungsfelder aufführen (vgl. Tabelle 34). Im thematischen Zusammenhang dieser Handlungsfelder sollen letztlich geeignete Massnahmen getroffen werden, um die Herausforderungen anzunehmen und die Ziele zu erreichen.

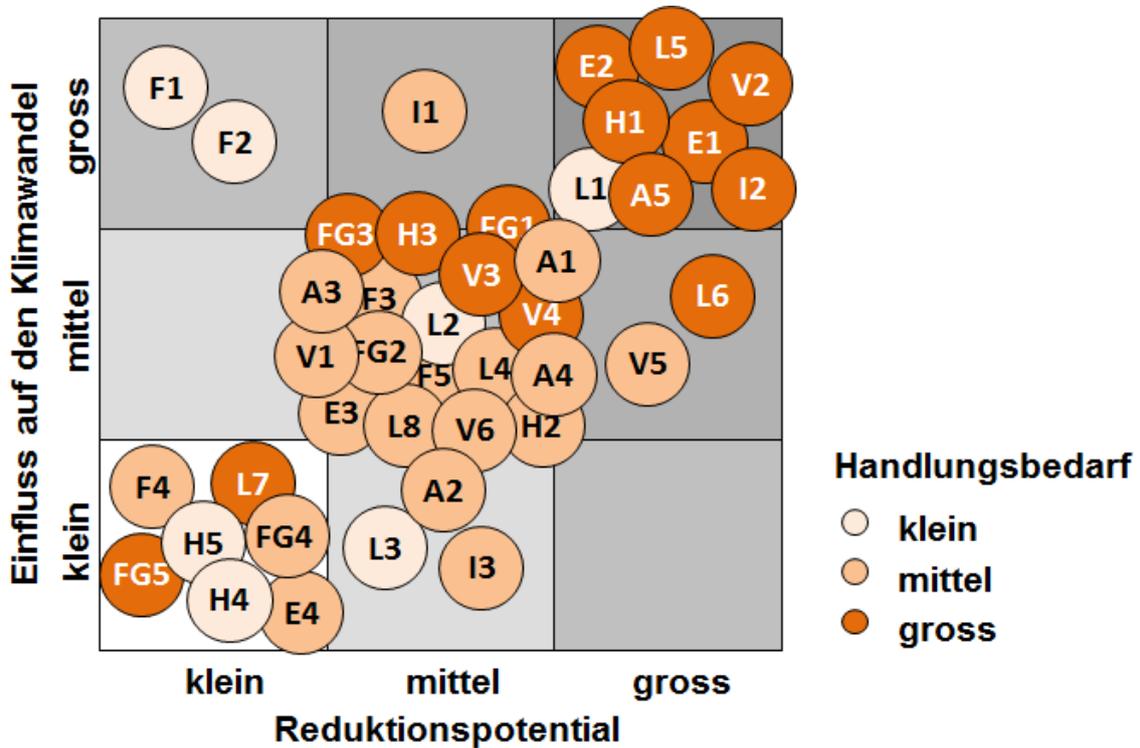


Abbildung 15. Summarische Darstellung der Handlungsfelder der Emissionsquellen im Kanton Graubünden. Beurteilt sind: Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotential (X-Achse) und der Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und Färbung der Handlungsfelder sind in Tabelle 44 erläutert.

Tabelle 34. Summarische Darstellung der Handlungsfelder, welche als Grundlagen für die Umsetzung von Massnahmen dienen. Die Färbung der Felder bedeutet: dunkles Braun=grosser Handlungsbedarf (≥16 Punkte), mittleres Beige=mittlerer Handlungsbedarf (8 bis 15 Punkte). Die Handlungsfelder sind in Kapitel 7.3 erläutert.

GU3	Sensibilisierung, Information, Koordination	24
GU1	Monitoring	19
GU4	Ressourcenbedarf und Finanzierung	16
GU2	Unsicherheiten und Wissenslücken	15

Die Handlungsfelder für die einzelnen Emissionsquellen unterscheiden sich erheblich in ihrem Einfluss auf den Klimawandel. Sie unterscheiden sich auch in ihrem Potenzial die Emissionen zu reduzieren und im Handlungsbedarf. In Kapitel 4.2 weisen insgesamt 8 Handlungsfelder der analysierten Emissionsquellen zwei Drittel und mehr der maximal möglichen Punkte auf (18 oder mehr von maximal möglichen 27 Punkten).

Zudem weisen drei Handlungsfelder der Grundlagen für die Umsetzung zwei Drittel und mehr der maximal möglichen Punkte auf (16 oder mehr von maximal möglichen 24 Punkten; vgl. Kapitel 4.3). Diese Handlungsfelder des Klimaschutzes (KS) werden als prioritär eingestuft.

Zusammenfassend lässt sich aus Abbildung 15 und Tabelle 34 der Handlungsbedarf im Klimaschutz des Kantons Graubünden herleiten. Damit die Treibhausgasemissionen reduziert und die Ziele zum Klimaschutz erreicht werden können, resultieren folgende drei Handlungsgebiete des Klimaschutzes:

- **KS1: Den Energieverbrauch senken und die Ressourceneffizienz steigern.**

Die zugehörigen prioritären Handlungsfelder sind:

- E1 Effizienz Energieproduktion,
- E2 Fernwärme,
- I2 Nutzungsgrad Industrie,
- A5 Stoffliche Verwertung,
- V2 Fahrleistungen des Strassenverkehrs,
- H1 Energie Gebäude,
- L5 Düngung,
- L6 Energie Gebäude Landwirtschaft.

- **KS2: Die fossilen Energieträger durch erneuerbare ersetzen.**

Die zugehörigen prioritären Handlungsfelder sind:

- E2 Fernwärme,
- H1 Energie Gebäude,
- L6 Energie Gebäude Landwirtschaft.

- **KS3: Grundlagen für die Umsetzung.**

Die zugehörigen prioritären Handlungsfelder sind:

- GU1 Monitoring,
- GU3 Sensibilisierung, Information und Koordination,
- GU4 Ressourcenbedarf und Finanzierung.

Auch weitere Handlungsfelder mit weniger Punkten unterstützen die obigen drei Handlungsgebiete. Tabelle 34 listet die Handlungsfelder der Grundlagen für die Umsetzung mit ihrer Punktzahl auf, Tabelle 44 im Anhang listet jene der Emissionsquellen auf.

Grundsätzlich gilt es zu beachten, dass der Handlungsspielraum des Kantons Graubünden zum Teil begrenzt ist, oder ein Alleingang des Kantons wenig Sinn macht. Dies trifft beispielsweise für Vorschriften technischer Art im Verkehr zu.

5.6 Folgerungen und Ausblick

Die Treibhausgasemissionen im Kanton Graubünden sind hoch und es sind erhebliche Anstrengungen nötig, um die angegebenen Ziele im Klimaschutz zu erreichen. Die vorgeschlagenen Handlungsgebiete umfassen die prioritären Handlungsfelder, in deren Rahmen Massnahmen zum Schutz des Klimas im Kanton Graubünden umgesetzt werden können und sollen. Dabei sollen in erster Linie die bedeutendsten Emissionsquellen und Handlungsfelder im Mittelpunkt stehen. Die übrigen Emissionsquellen und Handlungsfelder dürfen dabei jedoch nicht vergessen werden.

Der Klimaschutz ist eine umfassende wie herausfordernde Aufgabe. Er verlangt die Zusammenarbeit der verschiedenen Dienst- und Fachstellen von Gemeinden, Kanton und Bund. Genauso wichtig ist die Zusammenarbeit mit der Wirtschaft. Ein erfolgreicher Klimaschutz erfordert zudem, dass Politik und Fördermassnahmen passend aufeinander abgestimmt werden. Zudem muss der Klimaschutz mit den ständigen Veränderungen in Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft Schritt halten. Schliesslich muss die Nachhaltigkeit gewährleistet sein.

Das vorliegende Arbeitspapier präsentiert eine Übersicht zu den Treibhausgasemissionen und diskutiert Handlungsoptionen, wie diese reduziert werden können. Das Thema Klimaschutz im Kanton Graubünden wird im vorliegenden Arbeitspapier nicht vollständig abgedeckt. Es soll dennoch Diskussionen rund um den Klimaschutz anregen und im Rahmen der kantonalen Klimastrategie zur Umsetzung passender Massnahmen beitragen.

6 Glossar

6.1 Abkürzungen

Kürzel	Erläuterung
ANU	Amt für Natur und Umwelt Graubünden
ARA	Abwasserreinigungsanlage
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BEG	Bündner Energiegesetz
BFE	Bundesamt für Energie
BIP	Bruttoinlandprodukt
C	Kohlenstoff
°C	Grad Celsius
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
CO _{2eq}	Kohlendioxidäquivalent
CH	Schweiz
ChemRRV	Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung
CHF	Schweizer Franken
CH ₄	Methan
EFTC	European Fluorocarbon Technical Committee
EHS	Emissionshandelssystem der Schweiz
EMPA	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
EnAW	Energieagentur der Wirtschaft
EnG	Energiegesetz CH
EnV	Energieverordnung CH
EU	Europäische Union
EU-15	Die 15 Mitgliedstaaten, welche bis einschliesslich 2004 der EU beigetreten sind
ff	Folgende
FiBL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
FCKW	Fluorierte Kohlenwasserstoffe
FZKM	Fahrzeugkilometer
g	Gramm
GEAK	Gebäudeausweis der Kantone
GEWAG	Gemeindeverband für Abfallentsorgung in Graubünden
GR	Graubünden
GWh	Gigawattstunden
GVA	Gross-Verbraucher-Artikel
ha	Hektare
HFCs	Halogenierte Kohlenwasserstoffe
KEEST	Kompetenzzentrum erneuerbare Energie-Systeme

Kürzel	Erläuterung
kg	Kilogramm
kWh	Kilowattstunden
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
kUVG	Umweltschutzgesetz GR
KEV	Kostendeckende Einspeisevergütung
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
L	Liter
LRV	Luftreinhalte-Verordnung
Mia.	Milliarde
Mio.	Million
m ³	Kubikmeter
MLP	Massnahmenplan Lufthygiene
MuKE	Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich
MWh	Megawattstunden
NH ₃	Ammoniak
NMVO	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan
N ₂ O	Lachgas
NF ₃	Stickstofftrifluorid
NO _x	Stickoxide
NMVO	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PFCs	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe
ppm	parts per million (entspricht 1 pro 10 ⁶)
ppb	parts per billion (entspricht 1 pro 10 ⁹)
ppt	parts per trillion (entspricht 1 pro 10 ¹²)
RhB	Rhätische Bahn
SBB	Schweizerische Bundesbahn
SF ₆	Schwefelhexafluorid
SO ₂	Schwefeldioxid
t	Tonne
TJ	Terajoule
TWh	Terawattstunden
USG	Umweltschutzgesetz CH
%	Prozent

6.2 Literaturverzeichnis

(Gesetze und Verordnungen sind in Kapitel 6.4 bibliographiert)

- Amt für Energie und Verkehr Graubünden. 2011. Stromproduktion aus erneuerbaren Energien ohne Grosswasserkraft. Potenzialstudie 2011. Chur, 70 S.
- Amt für Energie und Verkehr Graubünden. 2013. Energiemonitoring Graubünden 2012. Chur, 18 S.
- Amt für Landwirtschaft und Geoinformation Graubünden. 2014. Kantonale Fördermassnahmen [online]. www.gr.ch. Abgerufen am 25.4.2014.
- Amt für Natur und Umwelt Graubünden. 2007. Stand der Luftreinhalte-Massnahmen im Kanton Graubünden 2006. Chur, 71 S.
- Amt für Natur und Umwelt Graubünden. 2009. Klima-Wandel. Umwelt-Info, Jahrgang 2009, Nummer 1. Chur, 120 S.
- Amt für Natur und Umwelt Graubünden. 2014. Klimawandel Graubünden. Zweiter Bericht über die Tätigkeiten und Projekte der Verwaltung in den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung Chur, 98 S.
- Amt für Natur und Umwelt Graubünden. 2015a. Klimawandel Graubünden. Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder im Bereich Klimaanpassung. Arbeitspapier 1 einer kantonalen Klimastrategie. Chur, 76 S.
- Amt für Natur und Umwelt Graubünden. 2015b. Klimawandel Graubünden. Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder im Bereich Klimaschutz. Arbeitspapier 2 einer kantonalen Klimastrategie. Chur, 89 S.
- Amt für Natur und Umwelt Graubünden. 2015c. Klimawandel Graubünden. Analyse der Risiken und Chancen. Arbeitspapier 3 einer kantonalen Klimastrategie. Chur, 109 S.
- Amt für Natur und Umwelt Graubünden. 2015d. Klimawandel Graubünden. Klimastrategie. Arbeitspapier 4 einer kantonalen Klimastrategie. Chur, 13 S.
- Amt für Raumentwicklung Graubünden. 2009. Richtplan Kanton Graubünden. Stand 30. Dezember 2009. Chur, 421 S.
- Amt für Raumentwicklung Graubünden. 2010. Erst- und Zweitwohnungen sowie touristische Beherbergung. In: Richtplan Kanton Graubünden. Stand 11. Mai 2010, Chur.
- Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden. 2014. Der Wald in Graubünden. Kennzahlen 2013 / 14. Kennzahlenblatt, Mai 2014. Chur, 2 S.
- Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden. 2014. Branchenstruktur [online]. www.gr.ch. Abgerufen am 3.3.2014.
- Baumann I. 2013. 12.4203 – Motion. Teilweise Befreiung der Treibstoffe für Pistenfahrzeuge von der Mineralölsteuer. Curia vista Geschäftsdatenbank [online]. www.parlament.ch. Abgerufen am 21.3.2014.
- Bildungsserver. 2014a. Lachgas [online]. www.bildungsserver.de. Abgerufen am 14.2.2014.
- Bildungsserver. 2014b. Ozon [online]. www.bildungsserver.de. Abgerufen am 26.5.2014.
- Bolliger J, Hagedorn F, Leifeld J, Böhl J, Zimmermann S, Soliva R, Kienast F. 2008. Effects of land-use change on carbon stocks in Switzerland. *Ecosystems* 11(6). 895-907.
- Bundesamt für Energie BFE. 2013a. Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2012. Bern, 64 S.
- Bundesamt für Energie BFE. 2013b. Energiestrategie 2050. Zusammenfassung. Bern, 40 S.
- Bundesamt für Energie BFE. 2014a. Energie in KVA [online]. www.bfe.admin.ch. Abgefragt am 17.3.2014.
- Bundesamt für Energie BFE. 2014b. Energie aus Abwasser [online]. www.bfe.admin.ch. Abgerufen am 17.3.2014.
- Bundesamt für Energie BFE. 2014c. Energieverbrauch – Kennzahlen Verbrauchergruppen [online]. www.bfe.admin.ch. Abgerufen am 3.12.2014.
- Bundesamt für Landwirtschaft BLW. 2011. Klimastrategie Landwirtschaft. Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel für eine nachhaltige Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft. Bern, 43 S.
- Bundesamt für Statistik BFS. 2012a. Bewohnte Wohnungen nach Bewohnertyp und Wohneigentumsquote, nach Kanton. Neuchâtel [online]. www.bfs.admin.ch. Abgerufen am 19.3.2014.
- Bundesamt für Statistik BFS. 2012b. Wohnverhältnisse – Daten, Indikatoren [online]. www.bfs.admin.ch. Abgerufen am 19.3.2014.
- Bundesamt für Statistik BFS. 2013a. Industrie und Dienstleistungen. Panorama. Neuchâtel, 9 S.
- Bundesamt für Statistik BFS. 2013b. Mobilität und Verkehr 2013. Neuchâtel, 91 S.
- Bundesamt für Statistik BFS. 2013c. Land- und Waldwirtschaft. Panorama. Neuchâtel, 9 S.

- Bundesamt für Statistik BFS. 2013d. Schweizer Landwirtschaft Taschenstatistik 2013. Neuchâtel, 35 S.
- Bundesamt für Statistik BFS. 2014a. Cercle Indicateurs [online]. www.bfs.admin.ch. Abgerufen am 21.2.2014.
- Bundesamt für Statistik BFS. 2014b. Bau und Wohnungswesen. Panorama. Neuchâtel, 6 S.
- Bundesamt für Statistik BFS. 2014c. Landwirtschaft - Indikatoren [online]. www.bfs.ch. Abgerufen am 20.2.2014.
- Bundesamt für Statistik BFS. 2014d. Landwirtschaft - Detaillierte Daten [online]. www.bfs.ch. Abgerufen am 20.2.2014
- Bundesamt für Statistik BFS. 2014e. Waldwirtschaft - Indikatoren [online]. www.bfs.ch. Abgerufen am 20.2.2014.
- Bundesamt für Strassen ASTRA. 2014. Langsamverkehr [online]. www.astra.admin.ch. Abgerufen am 30.4.2014.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2008. Ressourcenpolitik Holz. Strategie, Ziele und Aktionsplan Holz. Bern, 30 S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2009. Rohstoffe aus Abfällen. Natürliche Ressourcen in der Schweiz. Magazin Umwelt 03/09. Bern, 64 S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2012a. Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012. Bern, 66S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2012b. Analyse der Abfallpolitiken von EU und Vergleichsstaaten, Positionierung der Schweizer Abfallpolitik. Schlussbericht. Bern, 77 S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2013a. Emissionen nach CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll. Bern, 12 S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2013b. Projekte zur Emissionsverminderung im Inland. Ein Modul der Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde zur CO₂-Verordnung. Umwelt-Vollzug Nr. 1315. Bern, 66 S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2013c. Was sind Senken? [online]. www.bafu.admin.ch. Abgerufen am 4.2.2014.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2013d. Waldpolitik 2020. Visionen, Ziele und Massnahmen für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Schweizer Waldes. Bern, 66 S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2013e. Kosten und Potential der Reduktion von Treibhausgasen in der Schweiz. Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates 11.3523 von Nationalrat Bastien Girod vom 15. Juni 2011. Bern, 31 S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2014a. Treibhausgasinventar gemäss Klimakonvention. Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 [online]. www.bafu.admin.ch. Abgerufen am 22.4.2014.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2014b. Kernindikator Treibhausgasemissionen [online]. www.bafu.admin.ch. Abgerufen am 23.4.2014.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2014c. Zustandsbericht Abfallentsorgung [online]. www.bafu.admin.ch. Abgerufen am 23.4.2014.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2014d. Emissionshandel: Reduktionsziel für CO₂-intensive Industrie ist festgelegt [online]. www.bafu.admin.ch. Abgerufen am 3.3.2014.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2014e. Schweizer Klimapolitik auf einen Blick. Stand und Perspektiven auf Grundlage des Berichts 2014 der Schweiz an das UNO-Klimasekretariat. Bundesamt für Umwelt, Bern, 24 S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2014f. Den Wald gestalten. Natürliche Ressourcen in der Schweiz. Umwelt 1/2014. Bern, 63 S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2014g. Erhebung der CO₂-Abgabe auf Brennstoffen [online]. www.bafu.admin.ch. Abgerufen am 15.4.2014.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2014h. Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2014–2019. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates. Bern, 113 S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2015a. Emissionsinformationssystem der Schweiz EMIS [online]. www.bafu.admin.ch. Abgerufen am 20.2.2015.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2015b. Telefonische Auskunft Sektion Klimaberichterstattung und –anpassung (Adrian Schilt). Erhalten am 22.2.2015.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. 2015c. Aktionsplan Holz [online]. www.bafu.admin.ch. Abgerufen am 13.3.2015.
- Bundesamt für Umwelt BAFU und Bundesamt für Energie BFE. 2012. Einheitliche Heizwert- und Energiekennzahlenberechnung der Schweizer KVA nach europäischem Standardverfahren. Resultate 2011. Bern, 11 S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU und Bundesamt für Landwirtschaft BLW. 2011. Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Stand Mai 2012. Umwelt-Vollzug Nr. 1101. Bern, 123 S.
- Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Energie BFE, Staatssekretariat für Wirtschaft SECO. 2014. Ressourcenpolitik Holz. Strategie, Ziele und Aktionsplan Holz. Bern. 36 S.

- Bundesamt für Verkehr BAV. 2011. ÖV und Umwelt. Herausforderungen und Handlungsbedarf. Bern/Heidelberg, 116 S.
- CIPRA. 2012. Waldwirtschaft im Klimawandel. Hintergrundbericht der CIPRA. Compact Nr. 1/2012. Schaan, 52 S.
- Curia Vista – Geschäftsdatenbank. 2015. 13.5518 – Fragestunde. Frage: Axpo Tegra. Ist der Weiterbetrieb nach 2014 gesichert? [online]. www.parlament.ch. Abgerufen am 4.2.2015.
- ECOSPEEDRegion. 2015. Software für Klimaschutz [online]. www.region.ecospeed.ch. Abgerufen am 17.2.2015.
- EFCTC. 2014. Fluorocarbons and sulphur hexafluoride [online]. www.hexafluorocarbons.org. Abgerufen am 4.3.2014.
- Eicher HP. 2013. Wege zu mehr Marktanteilen. Zukunftsstrategie Fernwärme Schweiz (Kurzfassung Referat). Nah- und Fernwärme – Trends in der Schweiz. Fernwärme-Forum vom 24. Januar 2013 in Biel.
- EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt). 2013. Kontinuierliche Messung von Nicht-CO₂-Treibhausgasen auf dem Jungfrauoch (HALCLIM-5). 1. Zwischenbericht, Mai 2013. Dübendorf, 74 S.
- Energieschweiz. 2014. Gebäude [online]. www.Energieschweiz.ch. Abgerufen am 1.5.2014.
- FAO (Food and Agriculture Organisation). 2006. Livestock's long shadow. Environmentl issues and options. Rome, 416 S.
- FiBL (Forschungsinstitut für Biologischen Landbau). 2012. Klimaschonender Ackerbau durch reduzierte Bodenbearbeitung. Bioaktuell 5/12, 13-17.
- GEVAG (Gemeindeverband für Abfallentsorgung in Graubünden). 2013. Umweltbericht 2012. Untervaz, 45 S.
- Graubündner Kantonbank und Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden. 2013. Durchblick 2013. Graubünden in Zahlen. Chur, 31 S.
- Hartmann DL, Klein Tank AMG, Rusticucci M, Alexander LV, Brönnimann S, Charabi Y, Dentener FJ, Dlugokencky EJ, Easterling DR, Kaplan AB, Soden J, Thorne PW, Wild M and Zhai PM. 2013. Observations: Atmosphere and Surface. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, New York, USA.
- Hartmann P. 2012. Mobilität in Graubünden. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 GR. Chur, 13 S.
- Höpfli M. 2013. F-Gase-Verordnung und Kältemittelsituation Europa. SUISSE FRIO / Schweizer Kälte Forum 2013.
- INFRAS. 2013. Emissionskataster Kanton Graubünden 2000-2020. Zürich, Bern, Schaan, 61 S.
- INFRAS. 2015. Emissionskataster Kanton Graubünden 2000-2020. Aktualisierung Januar 2015. Zürich, Bern, Schaan, 64 S.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2000. Land use, land-use change and forestry. Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, 377 S.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2013. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, and Midgley PM (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).2014. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer O, Pichs-Madruga R, Sokona Y, Farahani E, Kadner S, Seyboth K, Adler A, Baum I, Brunner S, Eickemeier P, Kriemann B, Savolainen J, Schlömer S, von Stechow C, Zwickel T and Minx JC (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Kanton Graubünden. 2013. Land- und Waldwirtschaft [online]. www.gr.ch. Abgerufen am 10.2.2014.
- KEEST (Kompetenzzentrum erneuerbare Energie-Systeme). 2015. Energie-Grossverbraucher müssen ihre Energie-Effizienz steigern. www.keest.ch. Abgerufen am 28.1.2015.
- Kind E und Levy GA. 2012. Energieeffizienz und Energieproduktion auf ARA. Baden, 55 S.
- Klevenhusen F. 2010. Influence of diet type on the emission and carbon isotope composition of methane from dairy cows and their slurry. Diss. ETH No.: 18742. Zürich.
- Liechti J. 2012. Energieoptimierung der KVA. Basispapier zur Energie- und Ressourcenpolitik der Schweizer KVA. Zürich und Bern, 22 S.
- MeteoSchweiz. 2009. Klimabericht Kanton Graubünden 2009. Arbeitsbericht MeteoSchweiz Nr. 228, 48 S.
- MeteoSchweiz. 2012. Klimabericht Kanton Graubünden 2012. Fachbericht MeteoSchweiz, 242. 56 S.

- Nipkow J, Brunner CU. 2005. Energie effizient nutzen - Perspektiven des Elektrizitätsverbrauchs. Bulletin SEV/VSE, 9/2005: 27-32.
- Omonodea RA, Smith DR, Gálc A, Vyn TJ. 2011. Soil Nitrous Oxide Emissions in Corn following Three Decades of Tillage and Rotation Treatments. SSSAJ, Vol. 75 No. 1, p. 152-163.
- Ökoscience. 2012. Trends in den Flotten leichter Motorfahrzeuge in den Kantonen Graubünden und Thurgau bezüglich CO₂-Emissionen. Chur, 19 S.
- Regierung des Kantons Graubünden. 2009. Bericht zur Immobilienstrategie des Kantons Graubünden - Umsetzung Standort Chur. Botschaft der Regierung an den Grossen Rat. Chur, Heft Nr. 6 / 2009-2010. Chur, 41 S.
- Regierung des Kantons Graubünden. 2011. Bericht über das Regierungsprogramm und den Finanzplan für die Jahre 2013-2016. Botschaft der Regierung an den Grossen Rat. Chur, Heft Nr. 11 / 2010-2011. Chur, 100 S.
- Regierung des Kantons Graubünden. 2012. Bericht über die Strompolitik des Kantons Graubünden. Botschaft der Regierung an den Grossen Rat. Chur, Heft Nr. 6 / 2012 - 2013. Chur, 119 S.
- Regierung des Kantons St. Gallen. 2013. Energiekonzept Kanton St. Gallen – Teilbereich Strom. St. Gallen, 71 S.
- Schweizerischer Bundesrat. 2013. Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 (Revision des Energierechts) und zur Volksinitiative «Für den geordneten Ausstieg aus der Atomenergie (Atomausstiegsinitiative)». ern, 196 S.
- Swiss Confederation. 2013. Switzerland's Sixth National Communication and First Biennial Report under the UNFCCC, edited by Federal Office for the Environment. Bern, 321 S.
- Schweizerische Eidgenossenschaft. 2014. Emissionshandelsregister [online]. www.national-registry.ch. Abgerufen am 4.12.2014.
- Swisspower. 2014a. Stromkennzeichnung [online]. www.strommix-schweiz.ch. Abgerufen am 1.5.2014.
- Swisspower. 2014b. Vergleich Strommix [online]. www.strommix-schweiz.ch. Abgerufen am 1.5.2014.
- Swissolar. 2014. Energiewende [online]. www.swissolar.ch. Abgerufen am 1.5.2014.
- Taverna R, Hofer P, Werner F, Kaufmann E, Thürig E. 2007. CO₂-Effekte der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft. Umwelt-Wissen Nr. 0739. Bundesamt für Umwelt, Bern, 102 S.
- Umweltschutzgesetz, USG (Bundesgesetz über den Umweltschutz). 2014.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2014. Ozone Secretariat. The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer [online]. www.unep.org. Abgerufen am 19.5.2014.
- UNFCCC (United Nations Convention on Climate Change). 2014. Kyoto Protocol [online]. www.unfccc.int. Abgerufen am 19.5.2014.
- Wikipedia. 2014. Aerosole [online]. www.wikipedia.org. Abgerufen am 26.5.2014.
- WSL (Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft). 2013. Der Wald in der Klimapolitik [online]. www.wsl.ch. Abgerufen am 4.2.2014.

6.3 Erläuterung der Emissionsquellen

Emissionsquelle	Kanton Graubünden ^{1,2,3}	Berücksichtigte Treibhausgase	Schweiz ⁴	Berücksichtigte Treibhausgase
Energieumwandlung	Einzelquellen: Axpo-Tegra, KVA ³ .	CO ₂ fossil	Energieumwandlung, inklusive Kehrrichtverbrennungsanlagen	CO ₂ fossil
Industrie	Industrie-Einzelquellen, industrielle und gewerbliche Prozesse, Baumaschinen, Pistenfahrzeuge, Kiesabbau, industrielle Fahrzeuge, Verwendung von Lösungsmitteln, Verteilung Brenn- und Treibstoffe ¹ , Zementproduktion. ²	CO ₂ fossil und geogen	Verbrennung, industrielle Prozesse (synthetische Gase) und Lösungsmittel	CO ₂ fossil und geogen, CH ₄ , N ₂ O, Synthetische Gase
Abfall	Deponie, Abwasserbehandlung, Abfallverbrennung, andere Bereiche. ²	CO ₂ fossil, CH ₄ , N ₂ O	Deponie, Abwasserreinigung, industrielle Kompostierung/Vergärung, übrige Verbrennungen ohne energetische Nutzung	CO ₂ fossil, CH ₄ , N ₂ O
Verkehr	Strassenverkehr, Bahn, Luftfahrt (Starts und Landungen Flugplatz Samedan). ¹	CO ₂	Inlandflugverkehr (ohne Militär), Strassenverkehr, Bahn und Schifffahrt	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Haushalte	Raumwärme und Warmwasser Haushalte, Gewerbe und Dienstleistungen (Feuerungen), Garten und Hobby, Brand und Feuerschäden. ¹	CO ₂ fossil	Dienstleistungen, Privathaushalte, Gewerbe, exklusive Land- und Waldwirtschaft	CO ₂ fossil, CH ₄ , N ₂ O
Synthetische Gase	Flüchtige Emissionen ohne CO ₂ : Lackierung, Entfettung und chemische Reinigung, Herstellung und Anwendung chemischer Produkte. ²	HFC, PFC, SF ₆	Siehe Industrie	HFC, PFC, SF ₆
Landwirtschaft	Fermentation der Verdauung, Wirtschaftsdünger-Management, Landwirtschaftliche Böden, Verbrennen von Ernterückständen auf der Fläche. ² Landwirtschaftliche Fahrzeuge, waldwirtschaftliche Fahrzeuge. ^{1,2}	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Nutztierhaltung, Hofdüngerbewirtschaftung und landwirtschaftliche Böden und energetische Emissionen der Land- und Waldwirtschaft	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Waldwirtschaft, Emissionen	Waldwirtschaftliche Fahrzeuge ¹	CO ₂	Siehe Landwirtschaft	CO ₂
Waldwirtschaft, Senken	Waldnutzungsänderungen ²	CO ₂	Waldnutzungsänderungen	CO ₂

1 Datenherkunft: INFRAS, 2015

2 Datenherkunft: ECOSPEEDRegion, 2015

3 Datenherkunft: Nicht publizierte Daten ANU. Die Emissionen der Axpo Tegra gelten als 100 % biogen und werden deshalb nicht angerechnet. Jene der KVA gelten zu rund 50 % als biogen. Der verbleibende fossile Anteil wird angerechnet.

4 Datenherkunft: Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a

6.4 Gesetzliche Regelungen und Strategien

International

Montrealer Protokoll über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen (Montrealer Protokoll) vom 16. September 1987 (Stand am 1. März 2012).

Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (Kyoto-Protokoll) vom 16. März 1998 (Stand am 31. Januar 2011).

Verordnung (EG) Nr. 842/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase (F-Gase-Verordnung).

Schweiz

Aktionsplan Holz (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2015c).

Botschaft zur Energiestrategie 2050 vom 4. September 2013.

Botschaft zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik in den Jahren 2014–2017 (Agrarpolitik 2014–2017) vom 1. Februar 2012.

Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. November 2013).

Bundesgesetz über die Landwirtschaft (Landwirtschaftsgesetz, LwG) vom 29. April 1998 (Stand am 1. Januar 2014).

Bundesgesetz über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Gesetz) vom 23. Dezember 2011 (Stand am 1. Januar 2013).

Energiegesetz (EnG) vom 26. Juni 1998 (Stand am 1. Januar 2014).

Energieverordnung (EnV) vom 7. Dezember 1998 (Stand am 1. April 2014).

Klimastrategie Landwirtschaft (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011).

Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (Stand am 15. Juli 2010).

NOx- Branchenvereinbarung mit der Zementindustrie für die Periode vom 1. Januar 2006 bis zum 31. Dezember 2015.

Ressourcenpolitik Holz (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2008).

Verordnung über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Verordnung) vom 30. November 2012 (Stand am 1. Januar 2014).

Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen, (Chemikalienrisikoreduktionsverordnung, CHEMRRV) vom 18. Mai 2005 (Stand am 1. Januar 2014).

Waldpolitik 2020 (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2013d).

Kanton Graubünden

Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Strassenverkehr (EGzSVG) vom 11. Juni 2008.

Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Umweltschutz (Kantonales Umweltschutzgesetz, KUSG) vom Volke angenommen am 2. Dezember 2001 (Stand 1. Dezember 2011).

Energiegesetz des Kantons Graubünden (BEG) vom 20. April 2010.

Gesetz über die Erhaltung und Förderung der Landwirtschaft (Landwirtschaftsgesetz) Vom Volke angenommen am 25. September 1994 (Stand 1. Dezember 2012).

Immobilienstrategie (Regierung des Kantons Graubünden, 2009).

Kantonale Umweltschutzverordnung (KUSV) Gestützt auf Art. 57 des Einführungsgesetzes über den Umweltschutz (Kantonales Umweltschutzgesetz, KUSG) vom 2. Dezember 2001, von der Regierung erlassen am 13. August 2002.

Kantonaler Richtplan (Amt für Raumentwicklung Graubünden, 2009).

Massnahmenplan Lufthygiene des Kantons Graubünden (Amt für Natur und Umwelt Graubünden, 2007).

Raumplanungsgesetz für den Kanton Graubünden (KRG) vom 6. Dezember 2004, in Kraft seit: 1. November 2005.

Strompolitik (Regierung des Kantons Graubünden, 2012).

Verordnung zum Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Strassenverkehr (RVzEGzSVG) von der Regierung erlassen am 8. Dezember 2008 (Stand 1. Januar 2013).

6.5 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Elemente der Klimastrategie des Kantons Graubünden.	11
Abbildung 2. Konsumierte Energie nach Energieträgern (in %) für den Kanton Graubünden (Jahr 2012). Daten des Amts für Energie und Verkehr Graubünden, 2013.	16
Abbildung 3. Anteil der Treibhausgasemissionen (in CO ₂ eq) nach Emissionsquellen in der Schweiz. Datenquelle: Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a.	19
Abbildung 4. Anteil der Treibhausgasemissionen (in CO ₂ eq) nach Emissionsquellen im Kanton Graubünden. Datenquelle: INFRAS, 2015; ECOSPEEDRegion, 2015.	19
Abbildung 5. Beispiel einer Neunfelder-Matrix zur Positionierung und Bewertung der vier hypothetischen Handlungsfelder der Emissionsquelle XY.	37
Abbildung 6. Beurteilung der Handlungsfelder der Emissionsquelle Energieumwandlung. Beurteilt sind: Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotenzial (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind in Kapitel 7.2.1 erläutert.	39
Abbildung 7. Beurteilung der Handlungsfelder der Emissionsquelle Industrie. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotenzial (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind in Kapitel 7.2.2 erläutert.	40
Abbildung 8. Beurteilung der Handlungsfelder der Emissionsquelle Abfall. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotenzial (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind in Kapitel 7.2.3 erläutert.	41
Abbildung 9. Beurteilung der Handlungsfelder der Emissionsquelle Verkehr. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotenzial (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind im Kapitel 7.2.4 erläutert.	42
Abbildung 10. Beurteilung der Handlungsfelder aus der Emissionsquelle Haushalte. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotenzial (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder werden im Kapitel 7.2.5 erläutert.	43
Abbildung 11. Beurteilung der Handlungsfelder aus der Emissionsquelle Synthetische Gase. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotenzial (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind im Kapitel 7.2.6 erläutert.	44
Abbildung 12. Beurteilung der Handlungsfelder der Emissionsquelle Landwirtschaft. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotenzial (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind im Kapitel 7.2.7 erläutert.	45
Abbildung 13. Beurteilung der Handlungsfelder der Emissionsquelle Waldwirtschaft. Beurteilt sind: Relativer Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotenzial (X-Achse) und klimabedingter Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und die Färbung der Handlungsfelder sind im Kapitel 7.2.8 erläutert.	46
Abbildung 14. Emissionen, Ziele und Reduktionspfad der Treibhausgasemissionen pro Person und Jahr im Kanton Graubünden bis ins Jahr 2050. Die Emissionsmengen der Jahre 2000 und 2010 sind unterteilt in energetische Emissionen (schwarzer Bereich der Säulen) und nichtenergetische Emissionen (grauer Bereich der Säulen). Datenquellen: INFRAS, 2015; ECOSPEEDRegion, 2015. Der Unsicherheitsbereich der Emissionsdaten der Jahre 2000 und 2010 sind nicht bekannt.	52
Abbildung 15. Summarische Darstellung der Handlungsfelder der Emissionsquellen im Kanton Graubünden. Beurteilt sind: Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotenzial (X-Achse) und der Handlungsbedarf (Färbung der Kreise). Die Positionierung und Färbung der Handlungsfelder sind in Tabelle 44 erläutert.	53

6.6 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1. Emissionen der Emissionsquelle Energieumwandlung für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre.</i>	20
<i>Tabelle 2. Emissionen der Emissionsquelle Industrie für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre.</i>	20
<i>Tabelle 3. Emissionen der Emissionsquelle Abfall für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre.</i>	21
<i>Tabelle 4. Emissionen der Emissionsquelle Verkehr für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre.</i>	22
<i>Tabelle 5. Emissionen der Emissionsquelle Haushalte für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre.</i>	23
<i>Tabelle 6. Emissionen der Emissionsquelle synthetische Gase für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre.</i>	23
<i>Tabelle 7. Emissionen der Emissionsquelle Landwirtschaft für die Schweiz und für den Kanton Graubünden, sowie der Trend dieser Emissionen über die vergangenen zehn Jahre. Die Kohlendioxidemissionen der Schweiz umfassen land- und waldwirtschaftliche Fahrzeuge.</i>	24
<i>Tabelle 8. Treibhausgasemissionen der Waldwirtschaft, sowie der Trend der Emissionen in den vergangenen 10 Jahren. Die Kohlendioxidemissionen der Schweiz umfassen wald- und landwirtschaftliche Fahrzeuge.</i>	25
<i>Tabelle 9. Kohlenstoffsinken der Waldwirtschaft, sowie der Trend dieser Senken in den vergangenen 10 Jahren.</i>	25
<i>Tabelle 10. Übergeordnete Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz der Schweiz und des Kantons Graubünden.</i>	27
<i>Tabelle 11. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Energieumwandlung.</i>	29
<i>Tabelle 12. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Industrie.</i>	30
<i>Tabelle 13. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Abfall.</i>	31
<i>Tabelle 14. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Verkehr.</i>	32
<i>Tabelle 15. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Haushalte.</i>	33
<i>Tabelle 16. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionen der synthetischen Gase.</i>	34
<i>Tabelle 17. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Landwirtschaft.</i>	35
<i>Tabelle 18. Ziele, gesetzliche Regelungen, Strategien und Instrumente im Klimaschutz für die Emissionsquelle Waldwirtschaft.</i>	36
<i>Tabelle 19. Handlungsfelder der Abbildung 7 versehen mit der Punktzahl ihrer Positionierung.</i>	37
<i>Tabelle 20. Handlungsfelder der Emissionsquelle Energieumwandlung. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.1.</i>	39
<i>Tabelle 21. Handlungsfelder der Emissionsquelle Industrie. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.2.</i>	40
<i>Tabelle 22. Handlungsfelder der Emissionsquelle Abfall. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.3.</i>	41
<i>Tabelle 23. Handlungsfelder der Emissionsquelle Verkehr. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.4.</i>	42
<i>Tabelle 24. Handlungsfelder der Emissionsquelle Haushalte. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.5.</i>	43
<i>Tabelle 25. Handlungsfelder der synthetischen Gase. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.6.</i>	44
<i>Tabelle 26. Handlungsfelder der Emissionsquelle Landwirtschaft. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.7.</i>	45
<i>Tabelle 27. Handlungsfelder der Emissionsquelle Waldwirtschaft. Erläuterungen zu den Handlungsfeldern siehe Kapitel 7.2.8.</i>	46
<i>Tabelle 28. Handlungsfelder, welche die Grundlagen der Umsetzung von Klimaschutzmassnahmen betreffen. Erläuterungen finden sich in Kapitel 7.3.</i>	47
<i>Tabelle 29. Die Handlungsfelder aus dem Bereich Grundlagen für die Umsetzung, bilanziert über die analysierten Emissionsquellen in Kapitel 4.2. Die Färbung der Felder bedeutet: helles Beige=geringer Handlungsbedarf (=1 Punkt), mittleres Beige=mittlerer Handlungsbedarf (=2 Punkte), dunkles Braun=grosser Handlungsbedarf (=3 Punkte). In der letzten Spalte ist jeweils die Summe der Punkte pro Handlungsfeld aufgeführt.</i>	47
<i>Tabelle 30. Treibhausgasemissionen nach Emissionsquellen und Gasen (in CO₂eq) für die Schweiz. Die Kreise symbolisieren die Emissionsmenge. Rot: CO₂-Emissionen; grün: CO₂-Senken. Daten aus Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a und Swiss Confederation, 2013.</i>	49
<i>Tabelle 31. Treibhausgasemissionen nach Emissionsquellen (in CO₂eq) in Graubünden. Die Grösse der Kreise symbolisiert die Emissionsmenge. Rot: Emissionen; grün: Senken. Angaben aus INFRAS, 2015 und ECOSPEEDRegion, 2015. Das Kürzel „k.A.“ besagt, dass keine Angaben möglich sind.</i>	49
<i>Tabelle 32. Kurzfassung der Herausforderungen pro Emissionsquelle für den Kanton Graubünden (vgl. Kap.2).</i>	51
<i>Tabelle 33. Herausforderungen im Bereich Grundlagen für die Umsetzung.</i>	51

<i>Tabelle 34. Summarische Darstellung der Handlungsfelder, welche als Grundlagen für die Umsetzung von Massnahmen dienen. Die Färbung der Felder bedeutet: dunkles Braun=grosser Handlungsbedarf (≥16 Punkte), mittleres Beige=mittlerer Handlungsbedarf (8 bis 15 Punkte). Die Handlungsfelder sind in Kapitel 7.3 erläutert.</i>	53
<i>Tabelle 35. Handlungsfelder der Emissionsquelle Energieumwandlung und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.1. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.</i>	70
<i>Tabelle 36. Handlungsfelder der Emissionsquelle Industrie und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.2. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.</i>	73
<i>Tabelle 37. Handlungsfelder der Emissionsquelle Abfall und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.3. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.</i>	75
<i>Tabelle 38. Handlungsfelder der Emissionsquelle Verkehr und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.4. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.</i>	78
<i>Tabelle 39. Handlungsfelder der Emissionsquellen Haushalte und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.5. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.</i>	82
<i>Tabelle 40. Handlungsfelder der Emissionsquelle synthetische Gase und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.6. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.</i>	85
<i>Tabelle 41. Handlungsfelder der Emissionsquelle Landwirtschaft und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.7. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.</i>	88
<i>Tabelle 42. Handlungsfelder der Emissionsquelle Waldwirtschaft und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.8. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.</i>	92
<i>Tabelle 43. Handlungsfelder des Bereichs Grundlagen der Umsetzung und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.3. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder und in der vierten Spalte die Treibhausgase wiedergegeben. Die Färbung der dritten Spalte entspricht der Punktzahl der Handlungsfelder in Tabelle 28. Färbung: helles Beige=klein (=10 und weniger Punkte), mittleres Beige=mittel (=11 bis 17 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=18 und mehr Punkte). In der fünften Spalte sind Beispiele aufgeführt, und in der sechsten Spalte die Ziele, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die siebte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.</i>	95
<i>Tabelle 44. Bedeutung der Handlungsfelder der Emissionsquellen im Kanton Graubünden. Die Bedeutung wird ermittelt, indem die drei Dimensionen der Matrixdarstellung (Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotenzial (X-Achse) und der Handlungsbedarf (Färbung der Kreise) mit Punkten versehen und diese miteinander multipliziert werden (vgl. Kapitel 4.1). Handlungsfelder deren Punktzahl 18 oder mehr beträgt sind einer oder beiden thematischen Prioritäten KS1 und KS2 (Spalte „Handlungsbedarf“) zugewiesen. Die Handlungsfelder sind nach ihrer Punktzahl (in absteigender Reihenfolge) und nach der Reihenfolge der Emissionsquellen sortiert (vgl. Kapitel 4.2). Die Handlungsfelder sind in Kapitel 7.3 erläutert.</i>	97

7 Anhang

7.1 Vorbemerkungen

Die Tabellen in Kapitel 7.2 erläutern die Handlungsfelder der einzelnen Emissionsquellen und jene in Kapitel 7.3 die Handlungsfelder der Grundlagen für die Umsetzung. Sie beziehen sich auf die Positionierung und Gewichtung der Handlungsfelder, welche in den Tabellen und Abbildungen in Kapitel 4.2 und 4.3 gezeigt werden.

7.2 Handlungsfelder Emissionsquellen

7.2.1 Energieumwandlung

Tabelle 35. Handlungsfelder der Emissionsquelle Energieumwandlung und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.1. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgas	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
E1 Effizienz Energieproduktion	<p>Energieumwandlung, Übertragung und die Pumpspeicherwerke verzeichnen erhebliche Energieverluste (vgl. Kapitel 2.4.1). Diese sollten auf ein Minimum reduziert werden. Im ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 werden in ausgewählten Fällen künftig auch Effizienzmassnahmen in der bisher explizit ausgeschlossenen Produktion und Verteilung von Elektrizität (Reduktion von Umwandlungsverlusten bei Anlagen zur Elektrizitätsproduktion und -verteilung) unterstützt (Bundesamt für Energie BFE, 2013b). Die Richtlinie zur Energieeffizienz der EU etwa propagiert jährliche Energieeffizienzinventare für Erzeugungsanlagen (Regierung des Kantons St. Gallen, 2013). Dies im Kanton einzuführen würde erwartungsgemäss den Druck auf Massnahmen zur Effizienzsteigerung erhöhen. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.</p>	3	3	3	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeffizienzinventare für Erzeugungsanlagen, inklusive Pumpspeicherkraftwerke 	<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Energienutzung 	<ul style="list-style-type: none"> • E2 Fernwärme • A1 Energieeffizienz Abfallverwertung

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgas	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
E2 Fernwärme	Mit Fernwärme werden heute weniger als 1.5 % des Wärmebedarfs in Graubünden abgedeckt (CH: 3 %). In Graubünden sind 15 grössere Fernwärmeanlagen in Betrieb, acht davon werden mit Holzschnitzeln oder Biomasse betrieben, während bei sechs Anlagen Heizöl oder Erdgas als Energieträger dienen. Die KVA Trimmis schliesslich gewinnt Wärme durch das Verbrennen von Abfall. Gemäss Berechnungen kann langfristig bis zu einem Drittel des schweizerischen Niedertemperaturwärmebedarfs über Nah-/Fernwärmesysteme gedeckt werden (Eicher, 2013). Gemäss Eicher sollen dabei insbesondere Abwärme, die bei der Kehrichtverbrennung respektive bei der Erzeugung von Prozesswärme und bei Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen aus erneuerbaren Energien anfallen, für die Raumheizung und Warmwasserbereitung genutzt werden. Allerdings gilt es zu beachten, dass die Leistungsregelung für Raum-Fernwärme oft mit grossen Wirkungsgradverlusten verbunden ist. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.	3	3	3	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Abwärme etwa der KVA Trimmis und der Axpo Tegra besser nutzen • Nah- und Fernwärmeangebote in die Quartierplanung einbeziehen 	<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Energienutzung • Substitution fossiler Energieträger 	<ul style="list-style-type: none"> • E1 Effizienz Energieproduktion • E3 Neue Energiequellen • I1 Industrielle Abwärme • A1 Energieeffizienz Abfallverwertung • A3 Energie aus Abfall • A4 Energieeffizienz ARA
E3 Neue Energiequellen	Berechnungen zu Grosswärmepumpen mit See-, Fluss- und Grundwasser weisen langfristig eine nutzbare Wärme von ca. 2 bis 3 TWh/a aus. Der grosse Vorteil von See- und Grundwasser ist, dass damit auch eine passive Kälteerzeugung mittels Fernkälte möglich ist (Eicher, 2013). Der Einsatz der Geothermie liegt vorwiegend in Einzelgebäuden und weniger in Fernwärmesystemen. Tiefe Aquifere werden, ausser in Thermalquellen, nur in wenigen Anlagen erfolgreich genutzt (Eicher, 2013). Allerdings ist die Nutzung neuer Energiequellen noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.	2	2	2	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Energie etwa tiefer Aquifere für die Energiegewinnung nutzbar machen 	<ul style="list-style-type: none"> • Substitution fossiler Energieträger 	<ul style="list-style-type: none"> • E2 Fernwärme • E4 Bestehende Infrastrukturen • A3 Energie aus Abwasser • A4 Energieeffizienz ARA • H2 Erneuerbare Energieträger

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgas	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
E4 Bestehende Infrastrukturen	<p>Vernetzte Gebäude und Anlagen in grosser Höhe wie etwa Bergbahnen eignen sich für die Gewinnung von Solarenergie besser, als etwa Lawinenverbauungen. Massnahmen in diesem Handlungsfeld erreichen per se keine bedeutenden Treibhausgas-Einsparungen. Umso bedeutender sind sie in anderen Politikbereichen, wie etwa bei der Ressourceneffizienz, in der Raumplanung oder im Umweltschutz.</p>	1	1	2	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Erschlossene Bauten und Anlagen im Gebirge für die Gewinnung von Solarenergie nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Substitution fossiler Energieträger • Stromproduktion aus Erneuerbaren steigern 	<ul style="list-style-type: none"> • E3 Neue Energiequellen • H2 Erneuerbare Energieträger • L6 Energie Gebäude Landwirtschaft

7.2.2 Industrie

Tabelle 36. Handlungsfelder der Emissionsquelle Industrie und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.2. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
I1 Industrielle Abwärme	<p>Der Energiebedarf für Prozesswärme in der Industrie ist vergleichsweise hoch (vergl. Kapitel 2.4.2). Die Abwärme dieser Prozesswärme kann vermehrt intern wie auch extern genutzt werden. Der Anteil der in der Schweiz anfallenden und extern nutzbaren Abwärme aus Industrieprozessen wird auf 1 bis 2 TWh pro Jahr geschätzt (Eicher, 2013).</p> <p>Das Zementwerk Untervaz realisierte ein Projekt zur Verbesserung des Energiehaushalts. Ab dem Jahr 2012 soll durch den Einsatz eines neuartigen Wärmerückgewinnungssystems mit Ofenabwärme eine Turbine angetrieben werden, welche jährlich ca. 15 GWh Strom produzieren soll (Amt für Energie und Verkehr Graubünden, 2011). Eine kontinuierliche Betriebsweise hat das Zementwerk allerdings noch nicht erreicht. Grundsätzlich ist die Verteilung der Energiequelle Industrielle Abwärme sehr aufwändig.</p> <p>Der kantonale Richtplan sieht vor, die Abwärme- und Dampfnutzung aus Industrie- und Abfallanlagen zu fördern und Synergien zur Energiegewinnung oder Stromerzeugung bei Versorgungs- und Entsorgungsanlagen umzusetzen.</p> <p>Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.</p>	3	2	2	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> Wärme-Rückgewinnungssysteme für die interne Nutzung und Anbindung an die Fernwärme für die externe Nutzung 	<ul style="list-style-type: none"> Effiziente Energienutzung Substitution fossiler Energieträger 	<ul style="list-style-type: none"> E2 Fernwärme I2 Nutzungsgrad Industrie A1 Energieeffizienz Abfallverwertung A3 Energie aus Abwasser A4 Energieeffizienz ARA

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
I2 Nutzungsgrad Industrie	Durch den Ersatz von veralteten elektrischen Motoren und Systemen in Industrie- und Gewerbebauten kann der Stromverbrauch deutlich reduziert werden. Gemäss Art 14 BEG besteht die Möglichkeit, Grossverbraucher mit einem jährlichen Elektrizitätsverbrauch von mehr als 0.5 GWh zu verpflichten, ihren Verbrauch zu analysieren und zumutbare Massnahmen zur Optimierung zu realisieren. Zudem können verbindliche Verbrauchsziele vereinbart werden. Namhafte Grossverbraucher Graubündens haben mit der EnAW bereits Zielvereinbarungen abgeschlossen (Regierung des Kantons Graubünden, 2012). Effizienzsteigernde Massnahmen werden im Wettbewerb unterstützt, wobei Effizienzmassnahmen gefördert werden, die nicht wirtschaftlich sind oder denen andere Hemmnisse entgegenstehen (Bundesamt für Energie BFE, 2013b). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.	3	3	3	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Anreize setzen, um veraltete elektrische Motoren und Systeme in Industrie- und Gewerbebauten zu ersetzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Energienutzung • Substitution fossiler Energieträger • Emissionsobergrenze reduzieren 	<ul style="list-style-type: none"> • I1 Industrielle Abwärme • H3 Heizverhalten/effiziente Haustechnik • F5 Erneuerbare Energien Waldwirtschaft
I3 Pistenfahrzeuge	Der Grosse Rat des Kantons überwies in der Junisession 2012 einen Auftrag, wonach Pistenfahrzeuge von der Verkehrssteuer befreit werden sollen. Zudem wird das Mineralölsteuergesetz aufgrund einer angenommenen Motion zurzeit so umformuliert, dass Treibstoffe für Pistenfahrzeuge mindestens teilweise von der Mineralölsteuer befreit werden (Baumann, 2013). Somit fallen gleich zwei gewichtige Anreize weg, auf den Pisten des Kantons Energie, resp. Treibstoff zu sparen. Analog zu den ebenfalls Mineralölsteuerbefreiten Land- und Waldmaschinen sind neue Anreize gefragt, den Treibstoffverbrauch zu senken. Die Positionierung dieses Handlungsfeldes unterstreicht die Notwendigkeit, Anreize zur umweltschonenden Pistenpflege zu setzen und damit auch Ziele der Luftreinhaltung zu berücksichtigen.	1	2	2	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Anstelle der wegfallenden Verkehrs- und Mineralölsteuer neue Anreize formulieren für Treibstoffeinsparungen bei Pistenfahrzeugen 	<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Energienutzung 	<ul style="list-style-type: none"> • V1 Energieeffiziente und emissionsarme Fahrzeuge • L7 Energie Maschinen Landwirtschaft • F4 Energie Maschinen Waldwirtschaft

7.2.3 Abfall

Tabelle 37. Handlungsfelder der Emissionsquelle Abfall und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.3. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
A1 Energieeffizienz Abfallverwertung	<p>Gemäss dem Bundesamt für Energie kann der Energie-Output aus Kehrlichtverbrennungsanlagen gesamtschweizerisch noch deutlich gesteigert werden (Bundesamt für Energie BFE, 2014a). Durch eine Steigerung der Netto-Energieeffizienz der KVA vom heutigen Niveau auf 80 % liessen sich ca. 1 TWh Strom oder 3 TWh Wärme (oder eine Kombination davon) zusätzlich produzieren, ohne jeglichen zusätzlichen CO₂-Ausstoss (Liechti, 2012). Die mittlere Netto-Energieeffizienz beträgt heute ca. 55 %. Die KVA-Trimmis weist einen Wärmenutzungsgrad nach der EnV von 20.6 % auf (Klassenbeste 2011: KVA Basel mit 65.6 %) und einen Stromnutzungsgrad von 17.8 % (Klassenbeste 2011: KVA Giubiasco mit 23.3 %) und liegt damit knapp über der KEV-Vorgabelinie der EnV (GEVAG, 2013; Bundesamt für Umwelt BAFU und Bundesamt für Energie BFE, 2012).</p> <p>Der kantonale Richtplan sieht vor, die Abwärme- und Dampfnutzung aus Industrie- und Abfallanlagen zu fördern. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.</p>	2	2	2	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Vermehrt Abwärmenutzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Energienutzung • Stromproduktion aus erneuerbaren Energieträgern • Nachhaltige Nutzung von Rohstoffen 	<ul style="list-style-type: none"> • E1 Effizienz Energieproduktion • E2 Fernwärme • I1 Industrielle Abwärme • A4 Energieeffizienz ARA • A5 Stoffliche Verwertung

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
A2 Abfalltransport	Konsequenter Transport des Siedlungsabfalls des GEVAG via Schiene zur Verwertung in die KVA Trimmis. So kann beispielsweise der Bahntransport von Bündner Siedlungsabfällen vervollständigt werden, falls keine naheliegende und klimaschonende Lösung gefunden wird. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen. Anstrengungen in diesem Bereich unterstützen zudem die Ziele der Luftreinhaltung und unterstreichen die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand.	1	2	2	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Konsequente Verlagerung des Gemeindeabfalls auf die Schiene 	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltverträgliche Abfallentsorgung 	<ul style="list-style-type: none"> • V2 Fahrleistungen des Strassenverkehrs • V3 Gütertransporte per Bahn • V4 Öffentlicher Verkehr
A3 Energie aus Abwasser	Im Abwasser steckt viel Wärme, welche über Wärmepumpen für die Beheizung von Gebäuden genutzt werden kann. Gemäss dem Bundesamt für Energie hat Abwasser aus ARA ein hohes Potential zur Energienutzung, denn es kann zum Heizen oder zum Kühlen von Gebäuden genutzt werden (Bundesamt für Energie BFE, 2014b). Rund 5 % aller Gebäude könnten gemäss dem BFE mit Abwasserwärme versorgt werden. Voraussetzung für eine wirtschaftliche Nutzung der Abwasserenergie ist die Nähe des Energieverbrauchers zu einem grossen Abwasserkanal oder einer Kläranlage (Bundesamt für Energie BFE, 2014b). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.	2	2	2	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Anreize schaffen um Abwasserwärme vermehrt energetisch zu nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltverträgliche Abfallentsorgung und nachhaltige Nutzung der Rohstoffe • Substitution fossiler Energieträger 	<ul style="list-style-type: none"> • E2 Fernwärme • E3 Neue Energiequellen • I1 Industrielle Abwärme • A4 Energieeffizienz ARA • H2 Erneuerbare Energieträger
A4 Energieeffizienz ARA	Beispiele zeigen, dass mit innovativen Ideen und Konzepten bei der ARA erheblich Energie eingespart werden kann. Eine Studie im Auftrag des BAFU schätzt, dass Schweizweit ein Einsparpotential an Strom von rund 100 GWh pro Jahr, respektive von über einem Fünftel des heutigen Stromverbrauchs erreicht werden kann (Kind und Levy, 2012). Eine Vergleichsmöglichkeit spornt Gemeinden oder Betreiber allenfalls an, die Energieeffizienz der eigenen ARA zu verbessern. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.	2	2	2	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Anreize schaffen um Energieeffizienz in ARA zu steigern 	<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Energienutzung • Umweltverträgliche Abfallentsorgung und nachhaltige Nutzung der Rohstoffe • Substitution fossiler Energieträger 	<ul style="list-style-type: none"> • E2 Fernwärme • E3 Neue Energiequellen • I1 Industrielle Abwärme • A1 Energieeffizienz Abfallverwertung • A3 Energie aus Abwasser • H3 Heizverhalten/effiziente Haustechnik

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
A5 Stoffliche Verwertung	<p>Bei der stofflichen Verwertung geht es darum, aus dem Abfall neue Produkte herzustellen und diese in anderer Form wieder zu nutzen. Wird Abfall als Sekundärrohstoff wiederverwendet, trägt dies erheblich dazu bei, Ressourcen zu schonen und letztlich die Treibhausgasemissionen zu senken. So erfordert zum Beispiel die Neuproduktion von Metallen aus Erzen einen hohen Energieaufwand und belastet die Umwelt, was durch ihre stoffliche Verwertung verringert werden kann. In der Schweiz werden heute gut die Hälfte der Haushaltabfälle und ein Grossteil der Bauabfälle wiederverwertet (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2009). Die stoffliche Verwertung kann jedoch noch erheblich gesteigert werden. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.</p>	3	3	3	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Rückgewinnung von Erzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltverträgliche Abfallentsorgung und nachhaltige Nutzung der Rohstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> • A1 Energieeffizienz • Abfallverwertung • F5 Erneuerbare Energien • Waldwirtschaft • FG2 Einsparungen und Rückgewinnung

7.2.4 Verkehr

Tabelle 38. Handlungsfelder der Emissionsquelle Verkehr und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.4. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
V1 Energieeffiziente und emissionsarme Fahrzeuge	<p>Die 2012 in der Schweiz neu in Verkehr gesetzten Personenwagen stossen im Durchschnitt 155 g CO₂ pro km aus, 15 % mehr als in der EU-15 (Bundesamt für Statistik, 2013b). Durch die Förderung von energieeffizienten und emissionsarmen Fahrzeugen können die Emissionen pro gefahrenen Kilometer reduziert werden. Hierbei ist wichtig, dass Fördermassnahmen, wie z.B. Verkehrssteuerbegünstigungen, den neuesten technischen Standards und Normen angepasst werden.</p> <p>Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und unterstützt die Ziele der Luftreinhaltung.</p>	2	2	2	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Besteuerung emissionsintensiver Fahrzeuge • Förderung emissionsarmer Busse im ÖV 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion Emissionen aus dem Verkehr • Emissionsobergrenze für Neuwagenflotte 	<ul style="list-style-type: none"> • I3 Pistenfahrzeuge • L7 Energie Maschinen Landwirtschaft • F4 Energie Maschinen Waldwirtschaft

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
V2 Fahrleistungen des Strassenverkehrs	<p>Die Fahrleistungen im Strassenverkehr haben sich seit 1990 derart erhöht, dass der verkehrsbedingte CO₂-Ausstoss angestiegen ist trotz Energieeffizienterer und emissionsärmerer Fahrzeugflotte. Um dennoch die Emissionsziele zu erreichen, sind verschärfte Massnahmen nötig, wie etwa eine Reduktion der Fahrleistungen des Strassenverkehrs. In erster Linie ist eine Verlagerung von der Strasse auf den Langsamverkehr (siehe V5) und auf die Schiene (siehe V4) anzustreben, etwa indem der Schienenverkehr gegenüber dem Strassenverkehr attraktiver wird (schneller und günstiger). Weiter kann eine erhöhte Auslastung von Personenwagen zu einer Reduktion der Fahrleistungen führen. Mögliche Massnahmen sind Car Sharing, Mitfahrzentralen (online), Haltestellen oder die bevorzugte Behandlung von Fahrzeugen mit mind. 3 Personen (Zugang zu Kernzonen, reservierte Parkplätzen, Benutzung Spezialspuren etc.).</p> <p>Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und unterstützt die Ziele der Luftreinhaltung und des Lärmschutzes.</p>	3	3	3	CO ₂ (CH ₄ , N ₂ O)	<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung der Attraktivität des Langsamverkehrs und des ÖV • Car Sharing ausbauen und fördern • Bevorzugte Behandlung von Fahrzeugen mit mind. 3 Personen 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion Emissionen aus dem Verkehr 	<ul style="list-style-type: none"> • A2 Abfalltransport • V3 Gütertransporte per Bahn • V4 Öffentlicher Verkehr • V5 Langsamverkehr • V6 Abstimmung zwischen Siedlungsentwicklung und Verkehr
V3 Gütertransporte per Bahn	<p>Es sollen Anreize geschaffen werden, damit die Gütertransporte vermehrt auf die Schiene verlagert werden. Die RhB verzeichnet beim Güterverkehr rückläufige Zahlen (vgl. Kapitel 2.2.2).</p> <p>Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und unterstützt die Ziele der Luftreinhaltung.</p>	2	2	3	CO ₂ (CH ₄ , N ₂ O)	<ul style="list-style-type: none"> • Güter auf die Schiene 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion Emissionen aus dem Verkehr 	<ul style="list-style-type: none"> • A2 Abfalltransport • V2 Fahrleistungen des Strassenverkehrs • V4 Öffentlicher Verkehr

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
V4 Öffentlicher Verkehr	Die Bahn ist in der Schweiz zu gut 75 % mit erneuerbarer Energie unterwegs und ist damit vergleichsweise klimafreundlich (Bundesamt für Verkehr BAV, 2011). Der Bahnbetrieb ist zudem weitgehend schadstofffrei und aufgrund des hohen Ausstattungsgrades mit Dieselpartikelfiltern schonen auch die Autobusse Luft und Klima (Bundesamt für Verkehr BAV, 2011). Verbesserte Anschlüsse, mehr Verbindungen und verbesserte Erschliessung durch die RhB und durch Busse sollen die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs im Kanton steigern. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und unterstützt die Ziele der Luftreinhaltung.	2	2	3	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	<ul style="list-style-type: none"> • Anschlüsse, Verbindungen und Erschliessung durch emissionsarmen öffentlichen Verkehrs verbessern 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion Emissionen aus dem Verkehr 	<ul style="list-style-type: none"> • A2 Abfalltransport • V2 Fahrleistungen des Strassenverkehrs • V3 Gütertransporte per Bahn • V6 Abstimmung zwischen Siedlungsentwicklung und Verkehr
V5 Langsamverkehr	Der Langsamverkehr (Fuss- und Veloverkehr, etc.) weist ein erhebliches, derzeit noch ungenutztes Potenzial zur Verbesserung des Verkehrssystems, zur Entlastung der Umwelt und zur Förderung der Gesundheit auf. Zudem stärkt er den sanften Tourismus und führt zu Einsparungen bei den öffentlichen und privaten Ausgaben für die Mobilität (Bundesamt für Strassen ASTRA, 2014). Durch eine verstärkte Förderung des Langsamverkehrs im Kanton könnten insbesondere Kurzfahrten günstiger und einfacher etwa mit dem Fahrrad erledigt werden. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und unterstützt die Ziele der Luftreinhaltung, sowie des Umwelt- und des Lärmschutzes.	2	3	2	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrradwege und -spuren einrichten 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion Emissionen aus dem Verkehr 	<ul style="list-style-type: none"> • V2 Fahrleistungen des Strassenverkehrs • V6 Abstimmung zwischen Siedlungsentwicklung und Verkehr

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
V6 Abstimmung zwischen Siedlungsentwicklung und Verkehr	Fahrleistungen können reduziert werden, indem Siedlungen an den mit dem öffentlichen Verkehr gut erreichbaren Standorten verdichtet werden, Park and Ride-Angebote ausgebaut werden oder die Parkplatzbewirtschaftung verbessert wird. Es gilt allerdings zu bedenken, dass der Kanton Graubünden, durch die stark gegliederte Topografie, die geringe Bevölkerungsdichte und die grossen saisonalen Schwankungen im Verkehrsaufkommen und der Besiedelung, schwierigere Voraussetzungen hat als etwa das Mittelland. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und unterstützt die Ziele der Luftreinhaltung des Lärmschutzes und der Raumplanung.	2	2	2	CO ₂ (CH ₄ , N ₂ O)	<ul style="list-style-type: none"> • Park and Ride-Angebote ausbauen • Parkplatzbewirtschaftung verbessern 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion Emissionen aus dem Verkehr 	<ul style="list-style-type: none"> • V2 Fahrleistungen des Strassenverkehrs • V4 Öffentlicher Verkehr • V5 Langsamverkehr

7.2.5 Haushalte

Tabelle 39. Handlungsfelder der Emissionsquellen Haushalte und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.5. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
H1 Energie Gebäude	<p>Die Emissionen aus dem Gebäudebereich sind anhaltend hoch (vgl. Kapitel 2.4.5). Rund 50 % des schweizerischen Energieverbrauchs werden heute für Gebäude aufgewendet, wobei der grösste Teil davon für Heizung und Warmwasser verwendet wird (Energieschweiz, 2014). Gemäss Energieschweiz kann der Energieverbrauch um 10 bis 15 % gesenkt werden, indem die vorhandene Gebäudetechnik ideal aufeinander abgestimmt wird. Mit zusätzlichen, gezielten Erneuerungen können weitere 25 % Energie eingespart werden (Energieschweiz, 2014). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.</p>	3	3	3	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Verschärfte Standards, steuerliche Anreize für Passiv- und Minergie-P-Häuser 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionen von Gebäuden reduzieren • Stromverbrauch reduzieren • Emissionsreduktionsziele Neubauten • Substitution fossiler Energieträger • Effiziente Energienutzung 	<ul style="list-style-type: none"> • H2 Erneuerbare Energieträger • H3 Heizverhalten/effiziente Haustechnik • H4 Elektroheizungen • H5 Energie Maschinen und Geräte • L6 Energie Gebäude Landwirtschaft • L8 Baulicher Umweltschutz • F3 Holzprodukte

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
H2 Erneuerbare Energieträger	Durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger können fossile Energieträger ersetzt werden. Gerade im Gebäudebereich besteht nach wie vor sehr grosses Potenzial dazu, erneuerbare Energie zu gewinnen und einzusetzen, etwa bei der Solarenergie. Gemäss Swissolar könnten allein mit Photovoltaikanlagen auf Gebäuden bis zu 40 % des heutigen Strombedarfs erzeugt werden (Swissolar, 2014). Zur Umsetzung des Swissolar-Ziels braucht es eine Fläche von rund 90 km ² Photovoltaik-Modulen, was pro Einwohner 12 m ² entspricht. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.	2	2	2	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Solarkataster 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionen von Gebäuden reduzieren • Emissionsreduktionsziele Neubauten • Substitution fossiler Energieträger • Effiziente Energienutzung 	<ul style="list-style-type: none"> • E3 Neue Energiequellen • E4 Bestehende Infrastrukturen • A3 Energie aus Abwasser • H1 Energie Gebäude • H4 Erneuerbare Energieträger • L6 Energie Gebäude Landwirtschaft • F5 erneuerbare Energien Wald
H3 Heizverhalten/effiziente Haustechnik	Eine wirtschaftliche, effiziente und effektive Steuerung von Licht, Wärme und Kälte kann die Emissionen erheblich reduzieren. Die Stadt Chur hat beispielsweise in Zusammenarbeit mit dem Verein energo ² Betriebsoptimierungen bei sieben städtischen Liegenschaften durchgeführt (Schulen und Verwaltungsgebäude). Nach vier Jahren konnten 23 % Elektrizität und 12 % Wärme eingespart werden (Regierung des Kantons Graubünden, 2012). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.	2	2	3	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterbildung für Gebäudeverantwortliche • Energieeffizienz-Inventare 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionen von Gebäuden reduzieren • Stromverbrauch reduzieren • Emissionsreduktionsziele Neubauten • Substitution fossiler Energieträger • Effiziente Energienutzung 	<ul style="list-style-type: none"> • I2 Nutzungsgrad Industrie • A4 Energieeffizienz ARA • H1 Energie Gebäude • H4 Elektroheizungen • L6 Energie Gebäude Landwirtschaft

² Innerhalb des Programms EnergieSchweiz ist energo das Kompetenzzentrum für die Gesamtenergieeffizienz in bestehenden öffentlichen und privaten Gebäuden.

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
H4 Elektroheizungen	Gemäss Schätzungen werden heute in Graubünden rund 9'500 Gebäude mit Elektrizität beheizt. Dies liegt unter anderem daran, dass etliche Gemeinden (und auch der Kanton) aufgrund von Wasserrechtskonzessionen von tiefen Strompreisen profitieren und damit Heizen mit Strom noch immer die günstigste Variante darstellt (vgl. Kapitel 2.4.5). Würden alle Elektroheizungen durch Heizungen mit erneuerbaren Energien ersetzt, könnten nach Schätzungen des AEV jährlich rund 290 GWh Strom gespart werden (Amt für Energie und Verkehr Graubünden, 2011). Da der Strommix in Graubünden vergleichsweise CO ₂ -arme Energieträger ausweist sind die Emissionen durch Elektroheizungen trotz hohen Verbrauchs vergleichsweise tief. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.	1	1	1	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Ersatz bestehender Elektroheizungen forcieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionen von Gebäuden reduzieren • Stromverbrauch reduzieren • Substitution fossiler Energieträger • Effiziente Energienutzung 	<ul style="list-style-type: none"> • H1 Energie Gebäude • H2 Erneuerbare Energieträger • H3 Heizverhalten/effiziente Haustechnik • L6 Energie Gebäude Landwirtschaft
H5 Energie Maschinen und Geräte	Es wird angenommen, dass der Ersatz veralteter Haushaltgeräte durch neue, energieeffizientere Geräte jährlich rund 2% Energie einsparen würde (Nipkow und Brunner, 2005). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.	1	1	1	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Verbrauchsgrenzen und Stand-by-Limiten festlegen, Energieetikette 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionen von Gebäuden reduzieren • Stromverbrauch reduzieren • Effiziente Energienutzung 	<ul style="list-style-type: none"> • H1 Energie Gebäude • L7 Energie Maschinen Landwirtschaft • F4 Energie Maschinen Landwirtschaft

7.2.6 Synthetische Gase

Tabelle 40. Handlungsfelder der Emissionsquelle synthetische Gase und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.6. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
FG1 Beschränkungen und Verbote	Die Freisetzung der synthetischen Gase kann reduziert werden, indem die Ausnahmeregelungen gemäss Anhang 1.5 der ChemRRV einschränkt und oder aufgehoben werden. Zudem könnten weitere Grenzwerte eingeführt werden, etwa analog den Grenzwerten für Klimaanlageanlagen in Neuserien von Personwagen, für welche nur noch Stoffe mit einem Klimaerwärmungspotenzialwert von unter 150 verwendet werden dürfen (vgl. Kapitel 2.4.6 und Verordnung (EG) Nr. 842/2006 über bestimmte fluoridierte Treibhausgase). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.	2	2	3	synthetische Gase	<ul style="list-style-type: none"> • Maximales Klimaerwärmungspotenzial für Produkte mit und aus synthetischen Gasen festlegen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausstoss auf ein Minimum beschränken 	<ul style="list-style-type: none"> • FG2 Einsparungen und Rückgewinnung • FG3 Steuern und Lenkungsabgaben • FG4 Beschaffungs- und Förderwesen • FG5 Information und Ausbildung
FG2 Einsparungen und Rückgewinnung	Die Freisetzung der synthetischen Gase kann reduziert werden, indem sie effizienter und effektiver eingesetzt werden. So können die Füllmengen reduziert und Verluste durch Lecke vermieden werden (bei Kühlanlagen wird mit 10 % Verlusten gerechnet; Höpfli, 2013). Die Empfehlungen hierzu reichen von passenden Ventilen bis hin zu besser schliessenden Systemen und der effektiven Detektion von Leckstellen (EFCTC, 2014). Schliesslich können synthetische Gase vermehrt über den vollständigen Lebenszyklus wiedergewonnen und rezykliert werden, so etwa aus HFC-Kühlschränken und- Klimaanlageanlagen (EFCTC, 2014). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.	2	2	2	CO ₂ , synthetische Gase	<ul style="list-style-type: none"> • Dosierung minimieren • Recycling vorschreiben 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausstoss auf ein Minimum beschränken 	<ul style="list-style-type: none"> • A5 Stoffliche Verwertung • FG1 Beschränkungen und Verbote • FG3 Steuern und Lenkungsabgaben • FG4 Beschaffungs- und Förderwesen • FG5 Information und Ausbildung

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotential	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
FG3 Steuern und Lenkungsabgaben	<p>Die Besteuerung von Produkten, welche synthetische Gase enthalten, führt dazu, dass sie weniger verwendet werden. So wird beispielsweise in Dänemark der Einsatz von Kältemitteln auf der Grundlage synthetischer Gase besteuert, was schliesslich dazu führte, dass dort ausschliesslich natürliche Kältemittel eingesetzt werden (Höppli, 2013). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.</p>	2	2	3	synthetische Gase	<ul style="list-style-type: none"> • Besteuerung des Imports von Produkten, welche synthetische Gase enthalten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausstoss auf ein Minimum beschränken 	<ul style="list-style-type: none"> • FG1 Beschränkungen und Verbote • FG2 Einsparungen und Rückgewinnung • FG4 Beschaffungs- und Förderwesen • FG5 Information und Ausbildung
FG4 Beschaffungs- und Förderwesen	<p>Die Verwendung von synthetischen Gasen können auch über Massnahmen im Beschaffungs- und Förderwesen eingeschränkt werden. So können etwa Produkte, welche synthetische Gase enthalten, von Beschaffungen oder Förderungen ausgeschlossen werden. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und unterstreicht die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand.</p>	1	1	2	synthetische Gase	<ul style="list-style-type: none"> • Verzicht auf synthetische Gase als Kriterium für die öffentliche Beschaffung 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausstoss auf ein Minimum beschränken 	<ul style="list-style-type: none"> • FG1 Beschränkungen und Verbote • FG2 Einsparungen und Rückgewinnung • FG3 Steuern und Lenkungsabgaben • FG5 Information und Ausbildung • GU3 Sensibilisierung, Information und Koordination

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
FG5 Information und Ausbildung	<p>Verbesserte Kenntnisse und umfassendere Informationen könnten helfen, die Emissionen der synthetischen Gase weiter zu reduzieren. So sollten etwa Produkte, welche synthetische Gase enthalten, so gekennzeichnet werden, dass ihre Anwender die klimaschädigende Wirkung tatsächlich erkennen; statt der Aufschrift „Enthält vom Kyoto-Protokoll erfasste fluorierte Treibhausgase“, würde ein „Enthält klimaschädliche Treibhausgase“ eindeutiger über die Wirkung des Inhalts informieren. Analog zu den Icons für giftige Stoffe könnte zudem ein Icon für klimaschädliche Stoffe eingeführt und auf den entsprechenden Produkten sichtbar platziert werden. Mit der Schulung der Personen, welche Produkte oder Anlagen mit synthetischen Gasen bedienen, könnten ebenfalls Emissionen vermieden werden (EFCTC, 2014). Gemäss EFCTC ist eine falsche Bedienung eine Hauptquelle der synthetischen Gase. Schliesslich fehlt es an objektiven Informationen zum klimaschonenden Umgang mit synthetischen Gasen.</p> <p>Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und unterstützt die private Handlungsfähigkeit.</p>	1	1	3	synthetische Gase	<ul style="list-style-type: none"> • Icon für klimaschädliche Gase • Neue, klar verständliche Beschriftung • Schulung Personal im Umgang mit synthetischen Gasen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausstoss auf ein Minimum beschränken 	<ul style="list-style-type: none"> • FG1 Beschränkungen und Verbote • FG2 Einsparungen und Rückgewinnung • FG3 Steuern und Lenkungsabgaben • FG4 Beschaffungs- und Förderwesen

7.2.7 Landwirtschaft

Tabelle 41. Handlungsfelder der Emissionsquelle Landwirtschaft und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.7. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
L1 Fütterung	Die Menge an CH ₄ , welche von Wiederkäuern produziert wird, hängt stark von der Zusammensetzung des Futters und insbesondere von den unterschiedlichen Kohlenhydraten im Futter ab (Klevenhusen, 2010). Eine optimale Qualität des Futters (Art und Anteil des Rau- und Kraftfutters) führt entsprechend zu einer energetisch effizienteren Verdauung und damit zu einer besseren Futtermittelverwertung im Tier und zu einer Verminderung der relativen Emissionen je kg erzeugtes tierisches Lebensmittel (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und die erfolgreiche Umsetzung klimaschonender Massnahmen bei der Fütterung im Rahmen des Ressourcenprogramms.	3	3	1	CH ₄ NH ₃	<ul style="list-style-type: none"> • Art und Anteil Rau- und Kraftfutter optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft reduzieren • Steigerung Stickstoffeffizienz 	<ul style="list-style-type: none"> • L2 Tierhaltung • L5 Düngung
L2 Tierhaltung	Die Weidehaltung verringert die Emissionen, welche mit der Beschaffung der Futtermittel verbunden sind. Zudem ist die Methanbindung auf dem Feld tiefer und gleichzeitig wird der zu lagernde Hofdünger reduziert. Allerdings hat die Weidemast, durch den grossen Raufutteranteil, höhere Methanemissionen zur Folge als die Intensivmast (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011). Eine verbesserte Stallhygiene und tiefere Temperaturen im Stall haben emissionsmindernde Wirkung (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und berücksichtigt dabei die weit verbreitete Weidehaltung im Kanton.	2	2	1	CH ₄ NH ₃	<ul style="list-style-type: none"> • Konsequente Weidehaltung • Verbesserte Stallhygiene oder tiefere Temperaturen im Stall 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft reduzieren • Steigerung Stickstoffeffizienz • Nachhaltige Bewirtschaftung 	<ul style="list-style-type: none"> • L1 Fütterung • L5 Düngung

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotential	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
L3 Anbausysteme	Bodenbedeckung, der Anbau einer Zwischenfrucht oder von mehrjährigen Kulturen führen zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen. Ein vermehrter Anbau von Leguminosen reduziert, dank ihrer Fähigkeit den Luftstickstoff zu reduzieren, den Bedarf an Mineraldünger, welche mit energieaufwändigen und CO ₂ -intensiven Verfahren hergestellt werden (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und berücksichtigt auch Ziele der Biodiversität.	1	2	1	CO ₂ N ₂ O	<ul style="list-style-type: none"> • Bodenbedeckung, Zwischenfrucht oder mehrjährige Kulturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft reduzieren • Steigerung Stickstoffeffizienz • Nachhaltige Bewirtschaftung 	<ul style="list-style-type: none"> • L4 Bodenschutz
L4 Bodenschutz	Die reduzierte oder pfluglose Bodenbearbeitung führt dazu, dass Pflanzenreste in und auf dem Boden verbleiben. Dies verbessert das Wasserrückhaltevermögen des Bodens und führt zu höherer Bodenfruchtbarkeit. Zudem steigert es den Kohlenstoffgehalt im Boden, unterdrückt Lachgasemissionen und spart schliesslich Treibstoffe ein (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011). Gemäss IPCC (2000) kann diese zurückhaltende Bodenbearbeitung global 0.1 bis 1.3 t Kohlenstoff pro Hektare und Jahr binden. In einem Experiment in Amerika führte no-till farming zu um 40-70 % reduzierten Lachgas-Emissionen (Omonodea et al., 2011). Das FiBL stellte fest, dass mit dieser Bodenbewirtschaftung rund 17 % Diesel eingespart werden (Forschungsinstitut für Biologischen Landbau FiBL, 2012). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und sie berücksichtigt auch Ziele der Luftreinhaltung und der Biodiversität.	2	2	2	CO ₂ N ₂ O	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierte oder pfluglose Bodenbearbeitung 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft reduzieren • Steigerung Stickstoffeffizienz • Nachhaltige Bewirtschaftung 	<ul style="list-style-type: none"> • L3 Anbausysteme • L5 Düngung

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
L5 Düngung	Mit der Beschattung und Abdeckung von Lagerplätzen des Hofdüngers und dem Verzicht auf Rühren der Gülle können Emissionen vermindert werden (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011). Eine optimale Anpassung der Düngerform, -menge und des Zeitpunkts der Ausbringung auf den Bedarf der Pflanzen, den Bodenzustand und die Witterung kann ebenfalls zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen beitragen (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und sie berücksichtigt auch Ziele der Luftreinhaltung.	3	3	3	CH ₄ N ₂ O NH ₃	<ul style="list-style-type: none"> Abdeckung der Lagerplätze und Düngung mit Schleppschlauch 	<ul style="list-style-type: none"> Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft reduzieren Steigerung Stickstoffeffizienz Nachhaltige Bewirtschaftung 	<ul style="list-style-type: none"> L1 Fütterung L2 Tierhaltung L4 Bodenschutz L8 Baulicher Umweltschutz
L6 Energie Gebäude Landwirtschaft	Organisatorische, technische und bauliche Massnahmen an Ökonomiegebäuden oder etwa die Nutzung ihrer Abwärme können den Energiebedarf und dessen Emissionen senken (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011). Zudem bieten sich auf dem landwirtschaftlichen Betrieb mehrere Möglichkeiten um erneuerbare Energien zu produzieren und zu nutzen. Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen.	2	3	3	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> Nutzung Abwärme und Produktion erneuerbarer Energien 	<ul style="list-style-type: none"> Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft reduzieren Steigerung Stickstoffeffizienz Nachhaltige Bewirtschaftung Erneuerbare Energieträger 	<ul style="list-style-type: none"> E4 Bestehende Infrastrukturen H1 Energie Gebäude H2 Erneuerbare Energieträger H3 Heizverhalten/effiziente Haustechnik H4 Elektroheizungen
L7 Energie Maschinen Landwirtschaft	Ein effizienter und effektiver Einsatz der Maschinen oder Massnahmen, wie Wärmerückgewinnung (z.B. aus Milchkühlung oder Heubelüftung), können den Energiebedarf und die Emissionen mindern. Die Positionierung dieses Handlungsfeldes unterstreicht die Notwendigkeit, Anreize zu umweltschonenden Maschinen zu setzen und damit auch Ziele der Luftreinhaltung zu berücksichtigen.	1	1	3	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> Wärmerückgewinnung aus Milchkühlung oder Heubelüftung 	<ul style="list-style-type: none"> Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft reduzieren Steigerung Stickstoffeffizienz Nachhaltige Bewirtschaftung 	<ul style="list-style-type: none"> I3 Pistenfahrzeuge V1 Energieeffiziente und emissionsarme Fahrzeuge H5 Energie Maschinen und Geräte F4 Energie Maschinen Landwirtschaft

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotential	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
L8 Baulicher Umweltschutz	<p>Umsichtige Planung, Bau und Kontrolle von Bauten in der Landwirtschaft können viel zur Luftreinhaltung und damit auch zum Klimaschutz beitragen. So können etwa die Ammoniakemissionen bei korrekter Lagerung des Hofdüngers reduziert werden (Bundesamt für Umwelt BAFU und Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2011). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und sie berücksichtigt auch Ziele der Luftreinhaltung.</p>	2	2	2	CO ₂ CH ₄ NH ₃	<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächen für raschen Abfluss und Elemente zum raschen Ableiten von Harn auf Laufhöfen 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft reduzieren • Steigerung Stickstoffeffizienz • Nachhaltige Bewirtschaftung 	<ul style="list-style-type: none"> • H1 Energie Gebäude • L5 Düngung

7.2.8 Waldwirtschaft

Tabelle 42. Handlungsfelder der Emissionsquelle Waldwirtschaft und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.2.8. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten, vierten und fünften Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder wiedergegeben. Die Färbung der Spalten entspricht der Positionierung des Handlungsfeldes in der Matrix: helles Grau und helles Beige=klein (=1 Punkt), mittleres Grau und mittleres Beige=mittel (=2 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=3 Punkte). In der sechsten Spalte sind die betroffenen Treibhausgase aufgeführt, gefolgt von Beispielen (Spalte sieben) und den Zielen, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die letzte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
F1 Naturnahe Wälder	Naturnahe Wälder sind weniger anfällig auf Störungen und damit erwartungsgemäss beständigere Kohlenstofflager als Wälder mit standortfremden Arten und Provenienzen. Das Naturwaldreservat Bollement in St-Brais (JU) etwa wird gemäss Berechnungen im Laufe der nächsten 40 Jahre der Atmosphäre 10'000 Tonnen CO ₂ entziehen und so zum Klimaschutz beitragen (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014f). Auch das Totholz trägt zum Schutz des Klimas bei, indem es das CO ₂ nur sehr langsam an die Atmosphäre abgibt und schliesslich als Humus zum Kohlenstofflager des Bodens beiträgt (CIPRA, 2012). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die Bedeutung des Waldes im Klimaschutz und verweist auf die grosse Fläche naturnaher Wälder im Kanton.	3	1	1	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Am Standort nachwachsende Baumarten fördern 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhausgasemissionen reduzieren • Ausgeglichene CO₂-Bilanz Waldsenke Holzverwendung • Abschöpfen des Zuwachses 	<ul style="list-style-type: none"> • F2 CO₂-Senken und Speicher • F3 Holzprodukte
F2 CO₂-Senken und Speicher	Die Waldfläche wächst weiter an und der Wald verdichtet sich, wodurch CO ₂ aus der Atmosphäre gebunden wird (vgl. Kapitel 2.2.5). CO ₂ -Senken des Waldes werden in der Schweiz auf einem freiwilligen Markt verkauft. Die Oberallmeindkorporation Schwyz etwa hat eine Käuferin für die Kohlenstoffsenken ihres Waldes gefunden und nimmt damit im Jahr durchschnittlich rund 120'000 CHF ein (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014f). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die Bedeutung des Waldes im Klimaschutz und berücksichtigt den Wert seiner Rohstoffe.	3	1	1	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Wald und Waldboden als Kohlenstoffsenke und Kohlenstofflager bewirtschaften 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhausgasemissionen reduzieren 	<ul style="list-style-type: none"> • F1 Naturnahe Wälder • F3 Holzprodukte

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotential	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
F3 Holzprodukte	<p>Holzprodukte sind temporäre Speicher für Kohlenstoff, die Jahrzehnte bis Jahrhunderte andauern können. Zudem kann Holz energieintensive Werkstoffe wie Aluminium, Beton oder Kunststoffe ersetzen. Im neuen Kyoto-Abkommen kann Kohlenstoff in Holzprodukten in die nationale Treibhausgasbilanz miteinbezogen werden. Die Waldpolitik 2020 strebt danach, das Holznutzungspotenzial auszuschöpfen (vgl. Kapitel 3.5.8). Im Sinne einer Nutzungskaskade sollten möglichst grosse Anteile der geernteten Waldbiomasse erst nach ihrer stofflichen Verwertung zur Energieerzeugung verwendet werden (Taverna et al., 2007).</p> <p>Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die Bedeutung des Waldes im Klimaschutz und berücksichtigt den Wert seiner Rohstoffe als Energieträger und zur Substitution energieintensiver Materialien.</p>	2	2	2	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Holz statt energieintensive Materialien verwenden • Nutzungskaskade von Holz 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgeglichene CO₂-Bilanz Waldsenke Holzverwendung • Abschöpfen des Zuwachses • Steigerung des Holzanteils im Gebäudepark • Nutzungspotenzial Holz steigern 	<ul style="list-style-type: none"> • H1 Energie Gebäude • L6 Energie Gebäude Landwirtschaft • F1 Naturnahe Wälder • F2 CO₂-Senken und Speicher
F4 Energie Maschinen Waldwirtschaft	<p>Es gibt kaum Anreize, welche den Energieverbrauch und die Emissionen waldwirtschaftlicher Maschinen und Fahrzeuge reduzieren helfen. Eine regionale Aufarbeitung und der Verkauf des Holzes vor Ort würden den unnötigen Transport vermeiden. Der Bund sieht vor, regionale Wirtschaftskreisläufe zu unterstützen (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2013e).</p> <p>Die Positionierung dieses Handlungsfeldes unterstreicht die Notwendigkeit, Anreize für umweltschonende Maschinen zu setzen und damit auch Ziele der Luftreinhaltung zu berücksichtigen.</p>	1	1	2	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Energienutzung für Maschinen, Fahrzeuge und Gebäude 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgeglichene CO₂-Bilanz Waldsenke Holzverwendung • Abschöpfen des Zuwachses • Substitution fossiler Energieträger • Steigerung des Holzanteils im Gebäudepark • Nutzungspotenzial Holz steigern • Energieholz nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> • I3 Pistenfahrzeuge • V1 Energieeffiziente und emissionsarme Fahrzeuge • H5 Energie Geräte • L7 Energie Maschinen Landwirtschaft

	Erläuterungen	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
F5 Erneuerbare Energien Waldwirtschaft	<p>Für den Betrieb der Maschinen und Fahrzeuge und die Beheizung der Gebäude sollen vermehrt anstatt fossiler Energieträger erneuerbare Energien eingesetzt werden, wobei das Holz selber ein wichtiger Energieträger ist (vgl. Kapitel 3.5.8). Aus Bündner Energieholz kann gemäss dem Amt für Energie und Verkehr Graubünden zukünftig ca. 45 GWh Strom pro Jahr Strom erzeugt werden (Amt für Energie und Verkehr Graubünden, 2011). Das Holzkraftwerk der Axpo Tegra AG in Domat/Ems hat eigentlich genügend Kapazität, um sämtliches im Kanton Graubünden anfallende Energieholz zu verstromen (Amt für Energie und Verkehr Graubünden, 2011). Es gilt allerdings zu beachten, dass in Zukunft die anfallende Prozesswärme tatsächlich auch verwertet werden kann. Der Bund erstellt ein grundlegendes Konzept, wie das Cleantech-Potenzial von Holz gemessen und optimal nutzbar gemacht werden kann (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2013e). Die Positionierung des Handlungsfeldes widerspiegelt die erwarteten Emissionsreduktionen und den Wert des Holzes als Energieträger.</p>	2	2	2	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare und Energie aus Holz 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgeglichene CO₂-Bilanz Waldsenke Holzverwendung • Abschöpfen des Zuwachses • Substitution fossiler Energieträger • Steigerung des Holzanteils im Gebäudepark • Nutzungspotenzial Holz steigern • Energieholz nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> • I2 Nutzungsgrad Industrie • A5 Stoffliche Verwertung • H2 Erneuerbare Energieträger

7.3 Handlungsfelder Grundlagen für die Umsetzung

Tabelle 43. Handlungsfelder des Bereichs Grundlagen der Umsetzung und ihre Beurteilung gemäss Kapitel 4.3. In der ersten und zweiten Spalte der Tabelle sind jeweils die Handlungsfelder und die Erläuterungen aufgeführt. In der dritten Spalte sind die Bewertungen der Handlungsfelder und in der vierten Spalte die Treibhausgase wiedergegeben. Die Färbung der dritten Spalte entspricht der Punktzahl der Handlungsfelder in Tabelle 28. Färbung: helles Beige=klein (=10 und weniger Punkte), mittleres Beige=mittel (=11 bis 17 Punkte), dunkles Grau und dunkles Braun=gross (=18 und mehr Punkte). In der fünften Spalte sind Beispiele aufgeführt, und in der sechsten Spalte die Ziele, welche durch die Handlungsfelder unterstützt werden. Die siebte Spalte listet verwandte Handlungsfelder auf.

	Erläuterungen	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
GU1 Monitoring	Für eine passende Umsetzung von Massnahmen im Bereich des Klimaschutzes ist ein grundlegendes Monitoring von Daten zu den Treibhausgasemissionen unabdingbar. Die Daten zu den Treibhausgasemissionen im Kanton Graubünden sind nicht vollständig. Es fehlen beispielsweise Angaben zu den Emissionen von Methan, Lachgas und den synthetischen Gasen (vgl. Kapitel 2). Für spätere Analysen und Vergleiche wäre es hilfreich, wenn die Emissionen analog zum Bund erhoben würden. Die Positionierung des Handlungsfeldes unterstreicht die Bedeutung aktueller Daten als Grundlage und zum Controlling von Massnahmen.	19	Alle	<ul style="list-style-type: none"> • Regelmässiges Ermitteln der Treibhausgasemissionen (inkl. synthetische Gase, Methan und Lachgas) und Analyse der Fortschritte bei den Reduktionsbemühungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Alle 	<ul style="list-style-type: none"> • GU2 Unsicherheiten und Wissenslücken • GU3 Sensibilisierung, Information und Koordination • GU4 Ressourcenbedarf und Finanzierung
GU2 Unsicherheiten und Wissenslücken	Veränderungen der Rahmenbedingungen in Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt (Klima selbst) sind bei der Formulierung von Massnahmen zum Klimaschutz unabdingbar. Das Bundesamt für Umwelt BAFU etwa erwartet einen sinkenden Heizbedarf und damit einen Rückgang der Emissionen. Bevölkerungswachstum und die Zunahme der beheizten Wohnfläche erhöhen demgegenüber die CO ₂ -Emissionen. Die Stromproduktion wird über die Zeit ebenfalls tendenziell CO ₂ -intensiver (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2013e). Die Positionierung des Handlungsfeldes unterstreicht die Bedeutung umfassender Grundlagen und die Notwendigkeit Unsicherheiten und Wissenslücken offen anzugehen.	15	Alle	<ul style="list-style-type: none"> • Regelmässiges Ermitteln der Rahmenbedingungen der Bemühungen zum Klimaschutz 	<ul style="list-style-type: none"> • Alle 	<ul style="list-style-type: none"> • GU1 Monitoring • GU3 Sensibilisierung, Information und Koordination • GU4 Ressourcenbedarf und Finanzierung

	Erläuterungen	Handlungsbedarf	Treibhausgase	Beispiele	Unterstützte Ziele	Verwandte Handlungsfelder
GU3 Sensibilisierung, Information und Koordination	<p>Neben den gesetzlichen Regelungen liegt ein wesentliches Reduktionspotential im Klimaschutz im Bereich der freiwilligen, individuellen Verhaltensänderungen. Informationen, wo und wie jeder und jede einen Beitrag leisten kann wären für den Klimaschutz zielführend. Gemäss einer Studie zur öffentlichen Wahrnehmung von Umweltproblemen, ist der Klimawandel nach der Luftverschmutzung das wichtigste Umweltproblem (Diekmann et al., 2008 In Swiss Confederation, 2013). So ist etwa der Strommix nicht für alle Stromversorger im Kanton nachvollziehbar (Swisspower, 2014b). Eine wesentliche Voraussetzung für einen effektiven Klimaschutz ist zudem die Zusammenarbeit mit verwandten Themenbereichen (Luftreinhaltung), zwischen den Akteuren, zwischen Ämtern, sowie zwischen Bund, Kantonen, Gemeinden, Verbänden und privaten Initiativen.</p> <p>Die Positionierung des Handlungsfeldes zeigt wie wichtig es ist, selbständiges Handeln zum Schutz des Klimas zu befähigen.</p>	24	Alle	<ul style="list-style-type: none"> • Virtuelle und reelle Plattformen des Erfahrungsaustauschs, analog den Plattformen und Treffen der Forschungsgemeinschaft • Klare Kennzeichnung von emissionsintensiven Produkten (Herstellung wie Betrieb) • Koordination mit erfolgreichen Massnahmen der Luftreinhaltung 	<ul style="list-style-type: none"> • Alle 	<ul style="list-style-type: none"> • GU1 Monitoring • GU2 Unsicherheiten und Wissenslücken • GU4 Ressourcenbedarf und Finanzierung
GU4 Ressourcenbedarf und Finanzierung	<p>Die Umsetzung von Klimaschutzmassnahmen soll möglichst im Rahmen der bestehenden Sektorpolitiken erfolgen; sie soll durch Setzen von Prioritäten innerhalb der für die einzelnen Aufgabenbereiche verfügbaren Budgets aufgefangen werden. Wo für neue Massnahmen ein verstärktes Engagement des Kantons notwendig ist, soll der zusätzliche Bedarf an finanziellen und personellen Mitteln von den für die Massnahmen zuständigen Stellen evaluiert und Möglichkeiten zur Finanzierung vorgeschlagen werden.</p> <p>Die Positionierung des Handlungsfeldes unterstreicht, wie wichtig es ist, die Fragen nach dem Ressourcenbedarf und der Finanzierung zu klären.</p>	16	Alle	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten-Nutzen-Analyse von Massnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Alle 	<ul style="list-style-type: none"> • GU1 Monitoring • GU2 Unsicherheiten und Wissenslücken • GU3 Sensibilisierung, Information und Koordination

7.4 Liste der Handlungsfelder

Tabelle 44. Bedeutung der Handlungsfelder der Emissionsquellen im Kanton Graubünden. Die Bedeutung wird ermittelt, indem die drei Dimensionen der Matrixdarstellung (Einfluss auf den Klimawandel (Y-Achse), Reduktionspotenzial (X-Achse) und der Handlungsbedarf (Färbung der Kreise) mit Punkten versehen und diese miteinander multipliziert werden (vgl. Kapitel 4.1). Handlungsfelder deren Punktzahl 18 oder mehr beträgt sind einer oder beiden thematischen Prioritäten KS1 und KS2 (Spalte „Handlungsbedarf“) zugewiesen. Die Handlungsfelder sind nach ihrer Punktzahl (in absteigender Reihenfolge) und nach der Reihenfolge der Emissionsquellen sortiert (vgl. Kapitel 4.2). Die Handlungsfelder sind in Kapitel 7.3 erläutert.

Priorität	Handlungsfeld	Einfluss auf den Klimawandel	Reduktionspotenzial	Handlungsbedarf	Punktzahl
KS1	E1 Effizienz Energieproduktion	3	3	3	27
KS1, KS2	E2 Fernwärme	3	3	3	27
KS1	I2 Nutzungsgrad Industrie	3	3	3	27
KS1	A5 Stoffliche Verwertung	3	3	3	27
KS1	V2 Fahrleistungen des Strassenverkehrs	3	3	3	27
KS1, KS2	H1 Energie Gebäude	3	3	3	27
KS1	L5 Düngung	3	3	3	27
KS1, KS2	L6 Energie Gebäude Landwirtschaft	2	3	3	18
	I1 Industrielle Abwärme	3	2	2	12
	V3 Gütertransporte per Bahn	2	2	3	12
	V4 Öffentlicher Verkehr	2	2	3	12
	V5 Langsamverkehr	2	3	2	12
	H3 Heizverhalten/effiziente Haustechnik	2	2	3	12
	FG1 Beschränkungen und Verbote	2	2	3	12
	FG3 Steuern und Lenkungsabgaben	2	2	3	12
	L1 Fütterung	3	3	1	9
	E3 Neue Energiequellen	2	2	2	8
	A1 Energieeffizienz Abfallverwertung	2	2	2	8
	A3 Energie aus Abwasser	2	2	2	8
	A4 Energieeffizienz ARA	2	2	2	8
	V1 Energieeffiziente und emissionsarme Fahrzeuge	2	2	2	8
	V6 Abstimmung zwischen Siedlungsentwicklung und Verkehr	2	2	2	8
	H2 Erneuerbare Energieträger	2	2	2	8
	FG2 Einsparungen und Rückgewinnung	2	2	2	8
	L4 Bodenschutz	2	2	2	8
	L8 Baulicher Umweltschutz	2	2	2	8
	F3 Holzprodukte	2	2	2	8
	F5 Erneuerbare Energien Waldwirtschaft	2	2	2	8
	I3 Pistenfahrzeuge	1	2	2	4
	A2 Abfalltransport	1	2	2	4
	L2 Tierhaltung	2	2	1	4
	FG5 Information und Ausbildung	1	1	3	3
	L7 Energie Maschinen Landwirtschaft	1	1	3	3
	F1 Naturnahe Wälder	3	1	1	3
	F2 CO2-Senken und Speicher	3	1	1	3
	E4 Bestehende Infrastrukturen	1	1	2	2
	FG4 Beschaffungs- und Förderwesen	1	1	2	2
	L3 Anbausysteme	1	2	1	2
	H4 Elektroheizungen	1	1	1	1
	H5 Energie Maschinen und Geräte	1	1	1	1
	F4 Energie Maschinen Waldwirtschaft	1	1	1	1

7.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen CH

Jahr	Emissionen der Energieumwandlung, inklusive Energie aus Kerichverbrennung, nach Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a (Treibhausgasinventar). CO2 in Mio. t; CH4 in 1000t; N2O in 1000 t			Emissionen Industrie (Verbrennung inklusive industrielle Prozesse und Lösungsmittel) nach Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a (Treibhausgasinventar). CO2 in Mio. t; CH4 in 1000t; N2O in 1000 t			Emissionen Abfall (Deponie, Abwasserreinigung, industrielle Kompostierung/Vergärung, Verbrennung ohne energetische Nutzung) nach Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a (Treibhausgasinventar). CO2 in Mio. t; CH4 in 1000t; N2O in 1000 t			Emissionen Verkehr (Flugverkehr Inland ohne Militär, Strassenverkehr, Bahn, Schifffahrt) nach Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a (Treibhausgasinventar). CO2 in Mio. t; CH4 in 1000t; N2O in 1000 t			Emissionen Dienstleistungen, Gewerbe und Privathaushalte, exklusive energetische Emissionen Land- und Forstwirtschaft. Nach Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a (Treibhausgasinventar). CO2 in Mio. t; CH4 in 1000t; N2O in 1000 t			Emissionen synthetische Gase [in 1000 t CO2eq] aus industriellen Prozessen, nach Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a (Treibhausgasinventar)			Emissionen Landwirtschaft (Nutztierhaltung, Hofdüngerbewirtschaftung, landwirtschaftliche Böden (Methan und Lachgas), sowie Land- und forstwirtschaftliche Fahrzeuge (CO2)) nach Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014a (Treibhausgasinventar). CO2 in Mio. t; CH4 in 1000t; N2O in 1000 t			Emissionen Waldwirtschaft (land- und forstwirtschaftliche Fahrzeuge (CO2)) nach Swiss Confederation, 2013, CO2 in Mio. t			Senken des Waldes, nach Swiss Confederation, 2013. CO2 in Mio. t				
	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O	HFC	PFC	SF ₆	CO2	CH4	N2O	CO2	k.A.	k.A.	CO2	k.A.	k.A.		
1990	2.548	0.075	0.165	9.471	0.472	0.655	0.063	34.968	0.676	14.348	4.750	0.491	16.733	5.881	0.149	0.02	100.21	143.62	0.589	157.479	8.984	0.589				k.A.			
1991	2.812	0.084	0.148	9.293	0.491	0.621	0.060	34.795	0.686	14.830	4.439	0.549	17.902	6.261	0.161	0.25	84.70	145.92	0.587	157.038	8.941	0.587				k.A.			
1992	2.895	0.092	0.136	8.788	0.474	0.576	0.056	33.638	0.690	15.144	4.135	0.604	17.922	5.762	0.158	6.57	69.26	148.21	0.584	154.108	8.847	0.584				k.A.			
1993	2.545	0.081	0.118	8.433	0.483	0.552	0.050	31.130	0.679	14.095	3.536	0.590	17.158	5.537	0.151	14.67	29.69	126.35	0.582	152.364	8.638	0.582				k.A.			
1994	2.578	0.088	0.106	8.586	0.477	0.564	0.040	28.595	0.682	14.278	3.222	0.625	16.084	4.917	0.139	34.01	17.66	112.04	0.580	152.978	8.484	0.580				k.A.			
1995	2.609	0.091	0.104	8.611	0.489	0.549	0.035	28.569	0.686	13.970	2.885	0.629	17.071	5.036	0.147	181.66	14.69	97.73	0.578	152.436	8.446	0.578				k.A.			
1996	2.820	0.101	0.105	8.202	0.491	0.524	0.031	27.510	0.691	14.026	2.740	0.656	17.883	5.160	0.155	228.04	17.20	94.42	0.576	151.014	8.415	0.576				k.A.			
1997	2.779	0.095	0.104	7.912	0.474	0.480	0.028	27.074	0.699	14.578	2.653	0.680	16.840	4.404	0.142	301.30	20.05	130.61	0.573	147.939	8.061	0.573				k.A.			
1998	3.096	0.104	0.110	8.074	0.464	0.475	0.026	26.190	0.705	14.794	2.487	0.674	17.451	4.314	0.147	357.78	22.83	160.18	0.571	147.236	8.019	0.571				k.A.			
1999	3.128	0.106	0.112	8.052	0.441	0.460	0.023	25.142	0.702	15.403	2.411	0.677	16.943	4.107	0.142	420.98	35.88	146.90	0.569	145.482	7.923	0.569				k.A.			
2000	3.026	0.096	0.115	8.053	0.442	0.462	0.019	23.664	0.727	15.646	2.251	0.652	15.868	3.644	0.130	501.39	69.08	157.79	0.567	145.093	7.899	0.567				k.A.			
2001	3.149	0.096	0.116	8.356	0.462	0.462	0.016	22.709	0.722	15.366	2.073	0.603	16.696	3.715	0.138	596.96	45.21	157.09	0.557	146.645	8.005	0.557				-3.113			
2002	3.230	0.093	0.118	8.023	0.441	0.463	0.013	22.299	0.732	15.309	1.900	0.556	15.947	3.382	0.130	635.44	40.44	168.27	0.556	146.161	7.956	0.556				0.434			
2003	3.258	0.098	0.114	8.107	0.443	0.445	0.012	20.103	0.756	15.495	1.766	0.508	16.851	3.445	0.138	709.88	57.24	174.06	0.556	144.878	7.801	0.556				-2.222			
2004	3.579	0.105	0.116	8.353	0.479	0.453	0.012	20.070	0.772	15.628	1.653	0.336	16.784	3.364	0.137	820.50	53.00	189.84	0.555	144.310	7.796	0.555				-2.599			
2005	3.764	0.111	0.120	8.516	0.484	0.425	0.012	19.216	0.768	15.696	1.533	0.317	17.008	3.339	0.139	905.20	33.39	212.99	0.552	145.710	7.788	0.552				-2.49			
2006	4.035	0.103	0.132	8.606	0.483	0.439	0.012	18.874	0.786	15.819	1.390	0.293	16.144	3.149	0.134	936.23	32.84	200.87	0.547	147.030	7.758	0.547				-2.657			
2007	3.794	0.095	0.127	8.449	0.491	0.429	0.012	17.866	0.804	16.137	1.334	0.298	14.236	2.777	0.116	976.43	29.29	185.75	0.559	148.489	7.863	0.559				-1.784			
2008	3.981	0.108	0.132	8.432	0.509	0.455	0.013	16.621	0.863	16.503	1.256	0.305	15.225	2.897	0.126	1041.98	39.39	244.72	0.555	152.540	7.877	0.555				-1.121			
2009	3.907	0.103	0.130	8.000	0.443	0.422	0.012	15.537	0.883	16.307	1.164	0.306	14.748	2.768	0.122	1083.10	35.54	187.12	0.562	151.180	7.781	0.562				-1.257			
2010	4.136	0.114	0.135	8.312	0.493	0.435	0.013	14.961	0.906	16.204	1.086	0.305	15.958	2.875	0.133	1138.16	37.14	154.77	0.559	150.768	7.969	0.559				-1.823			
2011	3.924	0.097	0.134	7.757	0.479	0.406	0.012	14.256	0.925	16.086	1.022	0.315	12.768	2.315	0.103	1195.50	39.98	164.37	0.565	150.228	7.796	0.565				-1.862			
2012	4.018	0.105	0.141	7.706	0.488	0.405	0.012	13.688	0.941	16.210	0.967	0.326	14.020	2.484	0.114	1245.04	33.08	223.99	0.558	149.671	7.727	0.558				-2.032			
Trend ¹	↗	↗	↗	→	↗	↘	↘	↘	↗	→	↘	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↗	→	→	→	↗				↗			
Quotient ²	1.284	1.107	1.176	0.973	1.086	0.899	0.781	0.625	1.271	1.047	0.494	0.522	0.881	0.715	0.879	2.064	0.712	1.124	1.002	1.029	0.985	1.002				1.423			
¹ Trend: Quotienten <0.95 werden mit sinkendem Pfeil symbolisiert, Quotienten zwischen 0.95 und 1.05 mit waagrecht Pfeil und Quotienten >1.05 mit steigendem Pfeil																													
² Quotient aus dem Durchschnitt der Jahre 2010-2012 zum Durchschnitt der Jahre 2000-2002																													

7.6 Entwicklung der Treibhausgasemissionen GR

	Emissionen der Energieumwandlung nach ECOSPEEDRegion, 2015. Ohne biogene Emissionen. CO2 in Mio. t.			Emissionen Industrie-Einzelquellen, industrielle und gewerbliche Prozesse, Baumaschinen, Pistenfahrzeuge, Kiesabbau, industrielle Fahrzeuge, Verwendung von Lösungsmitteln, Verteilung Brenn- und Treibstoffe, Zementproduktion (gemäss INFRAS, 2015 und Angaben zu Einzelquellen). Ohne biogene Emissionen. CO2 in Mio. t.			Deponie, Abwasserbehandlung, Abfallverbrennung, andere Bereiche (gemäss ECOSPEEDRegion, 2015). CO2eq in 1000 t.			Emissionen Strassenverkehr, Bahn, Luftfahrt (Starts und Landungen Flugplatz Samedan; gemäss INFRAS, 2015). Ohne biogene Emissionen. CO2 in Mio. t.			Emissionen Dienstleistungen, Gewerbe und Privathaushalte, Raumwärme und Warmwasser Haushalte, Gewerbe und Dienstleistungen (Feuerungen), Garten und Hobby, Brand und Feuerschäden (gemäss INFRAS, 2015). Ohne biogene Emissionen. CO2 in Mio. t.			Emissionen synthetische Gase [in 1000 t CO2eq] aus industriellen Prozessen, nach ECOSPEEDRegion, 2015.			Emissionen Landwirtschaft (Fermentation der Verdauung, Wirtschaftsdünger-Management, Landwirtschaftliche Böden, Verbrennen von Ernterückständen auf der Fläche. Landwirtschaftliche Fahrzeuge (gemäss ECOSPEEDRegion, 2015 und INFRAS, 2015). CO2eq in Mio. t.			Emissionen Waldwirtschaft (waldwirtschaftliche Fahrzeuge; INFRAS, 2015). CO2 in Mio. t.			Senkenleistungen des Waldes (gemäss ECOSPEEDRegion, 2015). CO2 in Mio. t.			
	Jahr	CO2	k.A.	k.A.	CO2	k.A.	k.A.	CO2	CH4	N2O	CO2	k.A.	k.A.	CO2	k.A.	k.A.	HFCs	PFCs	SF6	CO2	CH4	N2O	CO2			CO2		
1990	k.A.			k.A.				k.A.			k.A.			k.A.						k.A.								
1999	k.A.			k.A.			0.657	13.362	0.737	k.A.			k.A.			9.115	0.870	3.482	k.A.	0.150	0.102	k.A.						
2000	k.A.			0.767			0.566	11.960	0.816	0.452			0.467			10.58	1.618	3.700	0.020	0.148	0.102	0.004				-0.500		
2001	k.A.			k.A.			0.486	11.654	0.854	k.A.			k.A.			12.293	1.067	3.645	k.A.	0.148	0.102	k.A.						
1999	k.A.			k.A.			0.377	8.617	1.104	k.A.			k.A.			18.304	0.863	4.208	k.A.	0.115	0.046	k.A.						
2010	0.048			0.716			0.375	8.587	1.100	0.449			0.471			20.077	0.815	4.261	0.020	0.113	0.046	0.004				-0.300		
2011	k.A.			k.A.			0.370	8.472	1.085	k.A.			k.A.			20.614	0.837	4.375	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.						
Trend ¹	k.A.			↘			↘	↘	↗	→			→			↗	↘	↗	→	↘	↘	↗				↘		
Quotient ²				0.933			0.657	0.694	1.366	0.995			1.009			1.844	0.707	1.186	1.001	0.769	0.453	1.056				0.600		

¹ Trend: Quotienten < 0.95 werden mit sinkendem Pfeil symbolisiert, Quotienten zwischen 0.95 und 1.05 mit waagrechttem Pfeil und Quotienten > 1.05 mit steigendem Pfeil

² Quotient: der Quotient entspricht dem Mittelwert der Jahre 2009 bis 2011 geteilt durch die Jahre 1999 bis 2001 (falls Daten vorhanden), oder Betrag 2010 geteilt durch Betrag 2000