



Aktionsplan Green Deal für Graubünden Massnahmen zu Klimaschutz und Klima- anpassung

Situationsanalyse und Massnahmenplanung

01. Juni 2021



Projektteam EBP Schweiz AG (Verfasser)

Denise Fussen, Michel Müller, Christoph Hauser, Milena Krieger, Silvan Rosser, Tobias Widmer, Ladina Koch, Peter de Haan

Technische Begleitung

— **Projektteam econcept AG:** Benjamin Buser, Basil Odermatt

— **Projektteam INFRAS:** Jürg Füssler, Jürg Heldstab, Stefan Kessler, Markus Maibach, Donald Sigrist, Felix Weber

— **Projektteam Flury&Giuliani:** Gianluca Giuliani, Sibyl Huber

Auftraggeber und beteiligte Fachstellen

Georg Thomann, Hanspeter Lötscher, Veronika Stöckli (Bergwelten 21 AG), Nadine Hafner

Amt für Berufsbildung (AFB)
Amt für Energie und Verkehr (AEV)
Amt für Informatik (AFI)
Amt für Jagd und Fischerei (AJF)
Amt für Landwirtschaft und Geoinformation (ALG)
Amt für Natur und Umwelt (ANU)
Amt für Raumentwicklung (ARE)
Amt für Wald und Naturgefahren (AWN)
Amt für Wirtschaft und Tourismus (AWT)
Gebäudeversicherung (GVG)
Gesundheitsamt (GA)
Hochbauamt (HBA)
Tiefbauamt (TBA)
Personalamt (PA)

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8008 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 11 11
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Titelbild: Heizzentrale des GEVAG in Trimmis

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1. Orientierung	9
1.1 Ausgangslage	9
1.2 Auftrag	10
1.3 Grundsätze	11
1.4 Systemabgrenzung	11
1.5 Inhalt und Aufbau des vorliegenden Berichts	12
2. Auswirkungen des Klimawandels	13
3. Emissionen, Absenkpfade und Reduktionsbedarf	15
3.1 Bilanzierung der Energie und der Treibhausgasemissionen	15
3.1.1 Energiemonitoring	16
3.1.2 Treibhausgasemissionen	18
3.2 Absenkpfade und verbleibendes CO ₂ -Budget	19
3.3 Reduktionsbedarf und Reduktionsziele	26
4. Sektoranalyse und Massnahmen des AGD	29
4.1 Übersicht	29
4.2 Gebäude	31
4.2.1 Ist-Zustand	31
4.2.2 Massnahmen des AGD	34
4.3 Verkehr	37
4.3.1 Ist-Zustand	37
4.3.2 Massnahmen des AGD	40
4.4 Industrie	44
4.4.1 Ist-Zustand	44
4.4.2 Massnahmen des AGD	47
4.5 Energiewirtschaft	49
4.5.1 Umbau des Energiesystems	49
4.5.2 Massnahmen des AGD	52
4.6 Landwirtschaft	54
4.6.1 Ist-Zustand	54
4.6.2 Massnahmen des AGD	57
4.7 Weitere Sektoren Klimaschutz	59

4.7.1	Tourismus	60
4.7.2	Konsum	61
4.8	Klimaanpassung	62
4.8.1	Umgang mit Naturgefahren stärken (Waldbrand, Risikoübersicht und Permafrost)	62
4.8.2	Wald klimaangepasst bewirtschaften	64
4.8.3	Landwirtschaft klimaangepasst umsetzen	65
5.	Übersicht der Wirkung und Kosten der AGD Massnahmen	67
6.	Umsetzung	69
6.1	Finanzierung der Massnahmen	69
6.2	Monitoring und Controlling der Massnahmen	71
6.3	Etapplierung der Massnahmen und Zusammenarbeit der Akteure	72

Anhang

A1	Verzeichnisse	74
A1.1	Begriffe	74
A1.2	Abkürzungen	76
A1.3	Literatur	78
A1.3.1	Kantonsspezifische Grundlagen	78
A1.3.2	Generelle Grundlagen	79
A1.4	Abbildungen	80
A1.5	Tabellen	82
A2	Zusätzliche technische Unterlagen	84
A2.1	Methodik der Erarbeitung des Berichts	84
A2.1.1	Prozess der Massnahmenerarbeitung	84
A2.2	Modellierung der Klimaschutzszenarien Graubünden bis 2050	87
A2.3	Faktenblatt Gebäude	98

Zusammenfassung

Der Kanton Graubünden ist bereits heute vom Klimawandel betroffen und wird es in Zukunft noch stärker sein. Aufgrund aktueller politischer Vorstösse wurde der Kanton aufgefordert, einen *Aktionsplan Green Deal für Graubünden: Klimaschutz als Chance nutzen (Vorstoss Session vom 13. Februar 2019)* (AGD), zu erstellen. Dieser ergänzt die bestehende Klimastrategie und behandelt die Themen Klimaschutz und Klimaanpassung. Der Klimaschutz ermöglicht die Erreichung von Netto-Null-Emissionen bis 2050 und die Klimaanpassung identifiziert die angemessene Reaktion auf die negativen Auswirkungen des Klimawandels und der Nutzung ihrer Chancen. Auch sollen mit dem AGD die Innovationskraft der lokalen Wirtschaft und Gesellschaft gestärkt werden.

Aktionsplan Green Deal für Graubünden: Klimaschutz als Chance nutzen

Im Jahre 2018 betrug in Graubünden der Gesamtenergieverbrauch 6400 GWh. 59 % der Energie stammt aus CO₂-relevanten fossilen Brennstoffen (33 % bzw. 25 %). 31 % der Energie wird in Form von Strom aus erneuerbarer Wasserkraft und 10 % aus weiteren erneuerbaren Quellen bezogen.

Gesamtenergieverbrauch von 6400 GWh, davon 59% fossil

Der Ausstoss an Treibhausgasen (THG-Emissionen) des Kantons Graubünden summierten sich im Jahr 2018 je nach Bilanzierungsmethode zwischen 2,14 und 2,45 Mio. tCO₂eq¹. Die Industrie ist mit fast der Hälfte der Emissionen des Kantons der grösste Emittent.

Industrie als grösster Emittent

Die folgende Abbildung zeigt die energiebedingten CO₂-Emissionen im Kanton Graubünden von 1990 bis 2018 sowie die Absenkpfade bis 2050 zur Erreichung der Zielvorgaben von Netto-Null bis 2050.

Absenkpfade Kanton Graubünden

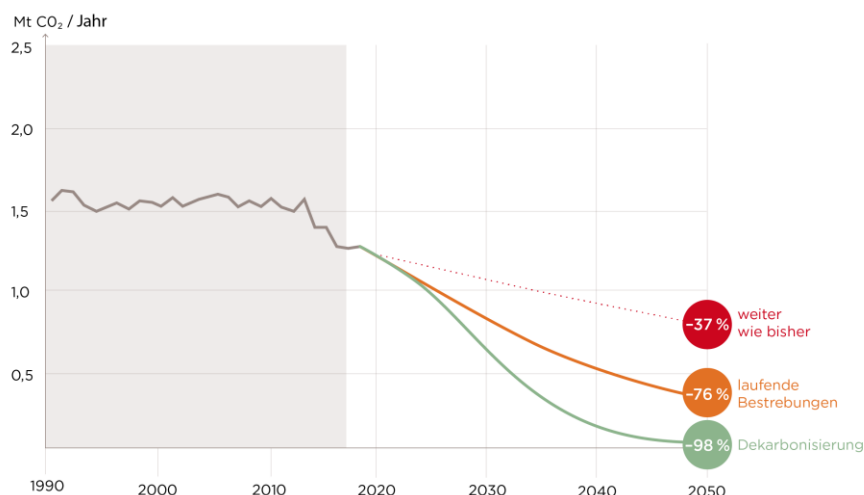


Abbildung 1 Energiebedingten CO₂-Emissionen in Graubünden von 1990 bis 2018 sowie Absenkpfade bis 2050. Quelle: Eigene Darstellung.

1 Der angegebene Bereich resultiert aufgrund der erheblichen Unsicherheiten in der Bilanzierung der Emissionen des Gebäudeparks; je nach Methode ergeben sich in diesem Sektor Unterschiede in der Grössenordnung eines Faktors 3.

Die aus den kumulierten energiebedingten CO₂-Emissionen abgeleiteten Risiken und Schäden aufgrund des daraus resultierenden Temperaturanstiegs liegen bei allen Absenkpfeilen im Bereich mittel bis hoch. Der Temperaturanstieg wird bereits Mitte dieses Jahrzehnts bei lokal 3,0 °C liegen. Dies entspricht dem im Pariser Abkommen definierten Ziel, global einen maximalen Anstieg von 1,5 °C anzustreben².

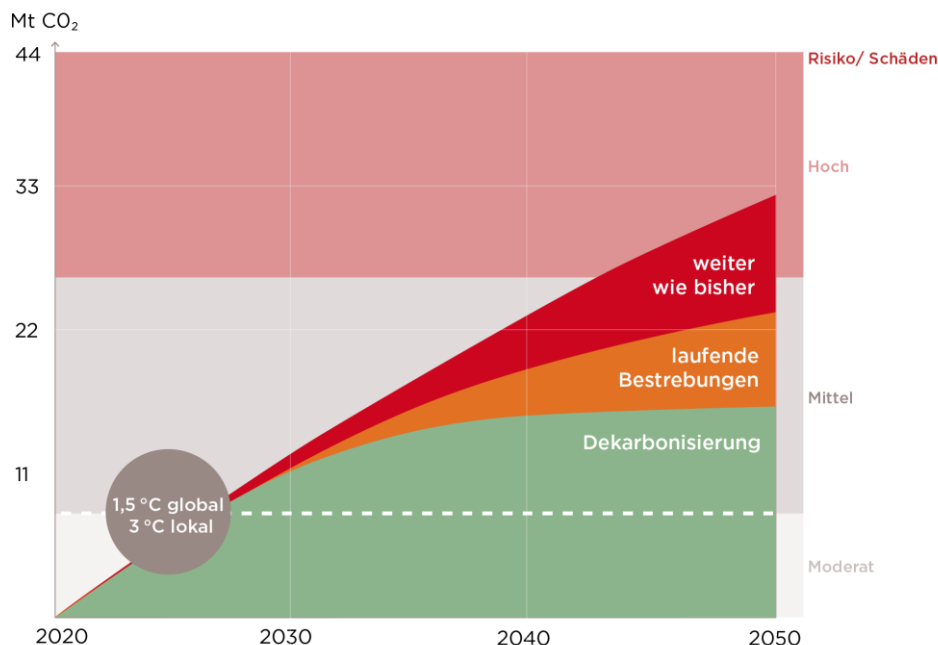


Abbildung 2 Kumulierte energiebedingte CO₂-Emissionen bis 2050 mit prognostiziertem Temperaturanstieg und entsprechend erwarteten Risiken und Schäden in Graubünden.
Quelle: Eigene Darstellung.

Um die entsprechenden Risiken und Schäden so gering wie möglich zu halten, ist ein konsequenter Klimaschutz und die damit verbundene Dekarbonisierung unabdingbar. Um den Absenkpfad *Dekarbonisierung* zu erreichen, braucht es deutlich stärkere Bestrebungen als die aktuell geltenden Massnahmen (Absenkpfad *weiter wie bisher*) und den laufenden Bestrebungen auf nationaler und kantonaler Ebene (Absenkpfad *laufende Bestrebungen*). Auf die gesamte Periode von 2018–2050 ergibt sich zur Erreichung der Zielvorgaben ein kumulierter Reduktionsbedarf der beiden Absenkpfade *absehbare Entwicklung* und *Dekarbonisierung* von 17,27 Mio. tCO₂ für die energiebedingten CO₂-Emissionen. Dieser Reduktionsbedarf umfasst die Wirkung von Massnahmen aller involvierter Akteure von Bund, Kanton, Gemeinden und Privaten.

Reduktionsbedarf
von insgesamt
17 Mio. tCO₂

Zur Erreichung des Netto-Null-Ziels bis 2050 reichen Reduktionsmassnahmen nicht aus, sondern es sind sogenannte Negativemissionen notwendig, wie beispielsweise Negativemissionstechnologien (NET, auch *Carbon Dioxide Removal*) oder natürliche Senkenleistungen von Wald und Boden.

Negativemissionen

² Siehe Kapitel 3.2 des Berichts.

Die folgende Tabelle fasst die Massnahmen des AGD der verschiedenen Sektoren zusammen und zeigt deren kumulierte Wirkung und Kosten.

Sektor	ID	Massnahme	Kumulierte Kosten (bis 2050)	Kumulierte Wirkung (bis 2050)
Gebäude	KS.G-1.1	SM Forcierung der Gebäudeparktransformation mit ergänzten Energievorschriften und justierter finanzieller Förderung	475 Mio. CHF	533 000 tCO ₂
	KS.G-1.2	FM Sensibilisierung und Beratung der Akteure zu Gebäudeeffizienz und erneuerbar Heizen	1,6 Mio. CHF	27 000 tCO ₂
	KS.G-1.3	FM Verbesserung Gebäudeeffizienz und Umstellung auf erneuerbare Heizungen in Kantonsgebäuden (inkl. Gebäudehüllensanierung)	27 Mio. CHF	50 000 tCO ₂
Verkehr	KS.V-1.1	SM Förderung öffentlicher Verkehr	300 Mio. CHF	240 000 tCO ₂
	KS.V-1.2	SM Stärkung Schienengüterverkehr (Förderung der Verlagerung des Güterverkehrs von der Strasse auf die Schiene)	67 Mio. CHF	100 000 tCO ₂
	KS.V-1.3	FM Förderung von betrieblichem Mobilitätsmanagement (BMM) für Firmen	15 Mio. CHF	15 000 tCO ₂
	KS.V-2.1	SM Förderung neuer Antriebssysteme im Verkehr	115 Mio. CHF	497 000 tCO ₂
	KS.V-2.2	SM Prüfung der Anpassung der kantonalen Bauvorschriften bezüglich Ladestationen	0,9 Mio. CHF	100 000 tCO ₂
	KS.V-2.3	SM Ökologisierung der Motorfahrzeugsteuer	0,75 Mio. CHF	48 000 tCO ₂
Industrie	KS.I-1.1	SM Identifikation von innovativen Projekten zur Erreichung des Netto-Null-Ziels	150 Mio. CHF	520 000 tCO ₂
	KS.I-1.2	FM Förderung erneuerbare Prozesswärme	59 Mio. CHF	312 000 tCO ₂
Energie-wirtschaft	KS.E-1.1	SM Förderung erneuerbare Stromproduktion, besonders Winterstromproduktion	60 Mio. CHF	3300 GWh
	KS.E-1.2	SM Entwicklung erneuerbarer Fernwärme und -kälte	60 Mio. CHF	2280 GWh
	KS.E-1.3	FM Interessenabwägung bei Projekten zu erneuerbaren Energien	nicht quantifiziert	nicht quantifiziert
	KS.E-1.4	FM Photovoltaikanlagen und Solarthermie an kantonalen Liegenschaften	7 Mio. CHF	90 GWh
Landwirtschaft	KS.L-1.1	Pilotphase mit 50 Betrieben (bis 2025)	6,4 Mio. CHF	261 000 tCO ₂ eq
	KS.L-1.2	Expansionsphase (2026-2030) und Fortsetzung Expansionsphase (ab 2030)	Reduktion: 99 Mio. CHF (davon 17.5 «low hanging fruits») Kompensation: 135 Mio. CHF	Reduktion: 2,3 M tCO ₂ eq Kompensation: 1,7 M tCO ₂ eq
Tourismus	KS.T-1.1	SM klimaneutrale Tourismusregionen (Green Deal Tourismus)	27,5 Mio. CHF	nicht quantifiziert

Sektor	ID	Massnahme	Kumulierte Kosten (bis 2050)	Kumulierte Wirkung (bis 2050)
Konsum	KS.K-1.1	SM Förderung suffizientes Konsumverhalten	825 000 CHF	indirekte Wirkung
	KS.K-1.2	FM Förderung klimaschonende Freizeitgestaltung	1,6 Mio. CHF	indirekte Wirkung
	KS.K-1.3	FM Finanzielle Förderung von Start-ups mit innovativen, klimaschonenden Produkten	1,5 Mio. CHF	indirekte Wirkung
	KS.K-2.1	FM Kompensationsplattform	50 000 CHF	indirekte Wirkung
	KS.K-2.2	FM Förderung von Recycling-Projekten	1,5 Mio. CHF	indirekte Wirkung
Klima-anpassung	KA.N-1.1	SM Erarbeitung Risikoübersicht aus Naturgefahren	22,5 Mio. CHF	210 Mio. CHF
	KA.N-1.2	SM Reduktion Waldbrandgefahr	60 Mio. CHF	100 Mio. CHF
	KA.F-1.1	SM Resilienz im Schutzwald	33 Mio. CHF	nicht bezifferbar
	KA.L-1.1	SM Umgang mit Trockenheit in der Landwirtschaft	35 Mio. CHF	82 Mio. CHF
TOTAL			1761 Mio. CHF	6,7 Mio. tCO₂eq 5670 GWh 392 Mio. CHF

Tabelle 1 Kosten und Wirkung der Massnahmen des *Aktionsplan Green Deal für Graubünden*. SM = Schlüsselmassnahme; FM = Flankierende Massnahme (siehe auch Kapitel 4).

Durch den *Aktionsplan Green Deal für Graubünden* kann eine Einsparwirkung von 6,7 Mio. tCO₂eq erzielt werden (ausschliesslich der nicht quantifizierbaren Wirkung des Sektors Tourismus und der indirekten Wirkung des Sektors Konsum). Ausserdem werden 5670 GWh erneuerbare Energie erzeugt. Im Bereich der Klimaanpassung entsteht ein Nutzen von 392 Mio. Franken.

Die Gesamtkosten für die Massnahmen im Klimaschutz und in der Klimaanpassung liegen insgesamt bei 1 761 Mio. Franken bis 2050. Dies beinhaltet auch die Kosten für die in der Wirkung nicht beinhalteten Kosten für die Sektoren Tourismus und Konsum.

1. Orientierung

1.1 Ausgangslage

Die neusten Klimaszenarien der Schweiz (CH2018) bestätigen die bisherigen Erkenntnisse. Sie zeigen auf, wie die Schweiz vom Klimawandel betroffen ist. Der Kanton Graubünden als Berg- und Tourismuskanton steht bereits heute – und in der Zukunft noch verstärkt – vor grossen Veränderungen: Bis im Jahr 2060 werden in Chur ohne umfassenden Klimaschutz (global wie lokal) jährlich rund 30 Tage mit Temperaturen über 30 °C (Hitzetage) erwartet. Dies sind deutlich mehr als die in der Referenzperiode 1981–2010 gemessenen fünf Hitzetage pro Jahr. Auch in Davos sind bis 2060 rund fünf Hitzetage pro Jahr wahrscheinlich, während bis anhin noch kein einziger Hitzetag registriert wurde. Die Neuschneetage nehmen markant ab, von heute 13 auf 8 im Jahr 2060 in Chur und von 49 auf 35 in Davos, und der erste Schneefall des Winters setzt deutlich später ein als bisher.

Klimaänderung im Berggebiet

Der Klimawandel ist auf den Ausstoss von Treibhausgasen (THG) zurückzuführen, welche den Energiefluss von und zur Erde beeinflussen und durch ihre zunehmende Konzentration in der Atmosphäre die Erde immer mehr erwärmen. Auch der Kanton Graubünden trägt zu dieser Entwicklung bei. Er belastet die Atmosphäre jährlich mit über 2 Mio. tCO₂eq (2018), wovon ein Grossteil auf fossile Brenn- und Treibstoffe zurückzuführen ist (ANU 2018).

Ursache: Treibhausgasemissionen

Der Klimawandel ist ein grosses Risiko für den Kanton Graubünden, dessen Wirtschaft stark auf den Wintertourismus ausgerichtet ist. Falls es gelingt, die Emissionen erheblich zu drosseln, nehmen die Risiken bis 2060 um einen jährlichen Schadenerwartungswert in zweistelliger Millionenhöhe zu. Geht die (globale und lokale) Entwicklung der Treibhausgasemissionen weiter wie bisher, so verdoppelt sich der Schadenerwartungswert. Indirekte Schäden, Extremereignisse oder ganze Wirkungsketten sind dabei nicht berücksichtigt. Diese würden den Schadenerwartungswert noch deutlich erhöhen. Für einzelne Aspekte reduzieren sich bestehende Risiken oder es eröffnen sich gar neue Chancen durch den Klimawandel (ANU 2015d).

Auswirkungen des Klimawandels

Die Dringlichkeit des Umgangs mit dem Klimawandel ist international anerkannt. Die Staatengemeinschaft hat sich im Pariser Abkommen im Jahr 2015 dazu geeinigt, die durchschnittliche globale Erwärmung bis 2050 im Vergleich zur vorindustriellen Zeit auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen. Sie strebt dabei einen maximalen Anstieg von 1,5 °C an. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Treibhausgasemissionen rasch gedrosselt werden. Die Schweiz hat sich im Rahmen des Pariser Übereinkommens zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen von 50 % bis 2030 und von 70 bis 85 % bis 2050 gegenüber 1990 verpflichtet. Dabei hat die Schweiz vorgesehen, einen Teil der Reduktion über Aktivitäten im Ausland umzusetzen (BAFU 2019a).

Pariser Abkommen

In Anbetracht der zunehmenden Risiken des Klimawandels für die Schweiz hat der Bundesrat im Sommer 2019 beschlossen, die Klimaschutzziele der Schweiz deutlich zu verschärfen und bis 2050 netto keine Treibhausgase

Bundesrat: Netto-Null bis 2050

mehr auszustossen. «Netto» bedeutet, dass auch jene Mengen an Treibhausgasen mitberücksichtigt werden, die natürlicherweise zum Beispiel durch Pflanzen und Böden oder auf technologischem Wege der Atmosphäre entzogen werden. Gleichzeitig beauftragte der Bundesrat das Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), eine langfristige Klimastrategie der Schweiz zu erarbeiten. Diese wurde im Januar 2021 publiziert. Sie setzt die Leitlinien für eine Klimapolitik bis 2050 und legt die strategischen Ziele für die verschiedenen Sektoren fest (Bundesrat 2021).

Bereits seit 2008 setzt der Bund mit dem CO₂-Gesetz rechtliche Grundlagen im Umgang mit dem Klimawandel. Diese werden im Einklang mit den internationalen Übereinkommen und den nationalen Entwicklungen laufend revidiert.

CO₂-Gesetz

Die Regierung des Kantons Graubünden hat die Problematik des Klimawandels bereits frühzeitig erkannt. So war Graubünden im Jahr 2015 einer der ersten Kantone mit einer umfassenden Klimastrategie. Die Strategie fordert, den Klimaschutz und die Anpassung an die Klimaveränderung (im Folgenden Klimaanpassung genannt) mit zehn Handlungsschwerpunkten anzugehen. Letztere definieren die Stossrichtungen der Massnahmen für einen effektiven und zielführenden Klimaschutz und eine risikomindernde sowie chancenorientierte Klimaanpassung (ANU 2015d).

Bestehende Klimastrategie

Seit der Publikation der kantonalen Klimastrategie im Jahr 2015 haben sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Klimawandel verdichtet und auf internationaler sowie nationaler Ebene wurden die Ziele deutlich ambitionierter gesetzt. Um das international angestrebte 1,5 °C-Ziel zu erreichen, sind weitreichende Anstrengungen – auch in Graubünden – nötig. Diese betreffen sowohl den Klimaschutz als auch die Klimaanpassung, da die Klimaveränderung schneller voranschreitet und ihre Auswirkungen massiver ausfallen werden als bisher angenommen – auch im Falle baldiger Emissionsreduktionen.

Ambitioniertere Massnahmen sind nötig, um die neuen Ziele zu erreichen

1.2 Auftrag

Die Erkenntnis, dass zusätzliche Massnahmen im Umgang mit dem Klimawandel nötig sind, zeigt sich im Kanton auch auf politischer Ebene. Wie in vielen Kantonen wurden auch im Kanton Graubünden politische Vorstösse für einen stärkeren Klimaschutz eingereicht. Der Auftrag Wilhelm zum *Aktionsplan Green Deal für Graubünden* (oder abgekürzt AGD): Klimaschutz als Chance nutzen (Vorstoss Session vom 13. Februar 2019) wurde in der Junisession 2019 an die Regierung überwiesen (Parlament Graubünden 2019). Ergänzend zur bestehenden Klimastrategie und bereits laufenden Aktivitäten wird die Regierung beauftragt, mit höchster zeitlicher Priorität einen umfassenden Aktionsplan «Green Deal für Graubünden» vorzulegen, der konkrete und wirksame Massnahmen zum Klimaschutz inklusive Finanzierungsplan und notwendige Anpassungen von gesetzlichen Grundlagen enthält. Damit soll Graubünden die Energiewende einleiten, die sich daraus ergebenden Chancen nutzen und damit eine Vorreiterrolle beim Klimaschutz einnehmen (Grosser Rat 2019).

Parlamentarischer Vorstoss Wilhelm

Antwort der Regierung

Die Regierung begrüsst den Auftrag Wilhelm, da dieser den bisherigen Weg der Klimastrategie stärkt. In seiner Antwort hält die Regierung fest, dass der AGD beide Bereiche – Klimaschutz und Klimaanpassung – beinhalten soll. Beim Klimaschutz stehen die signifikante und nachhaltige Senkung des Verbrauchs fossiler Brenn- und Treibstoffe durch Steigerung der Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien im Zentrum. In der Antwort wird grob abgeschätzt, dass der AGD einmalige Investitionen von 25 bis 26 Mio. Franken und jährlich wiederkehrende Kosten von 20 bis 50 Mio. Franken für Bund, Kanton und Gemeinden verursachen wird. Die investierten Mittel sollen ein möglichst gutes Kosten-Wirkungsverhältnis haben. Die nötigen Investitionen sind sehr hoch, sie fördern jedoch die Innovationsfähigkeit und können nach einer Transformationsphase die Wertschöpfung im eigenen Einflussbereich erhöhen. Die Erarbeitung und Umsetzung des Auftrags soll innerhalb der bereits mit der Klimastrategie geschaffenen Strukturen und Abläufe geschehen und somit fachlich sowie politisch breit abgestützt sein. Der AGD betrachtet hauptsächlich die Handlungsspielräume des Kantons, die je nach Bereich die verschiedenen Interessensgruppen und Akteure aus Wirtschaft und Gesellschaft berühren und miteinbeziehen (Regierung des Kantons Graubünden 2019).

1.3 Grundsätze

Basierend auf den übergeordneten Zielvorgaben und auf der Grundlage der in der Antwort der Regierung zum Auftrag Wilhelm formulierten Stossrichtungen ergeben sich folgende drei Grundsätze, an welchen sich die Massnahmen im AGD orientieren:

Grundsätze AGD

1. Die Treibhausgasemissionen des Kantons Graubünden werden bis 2050 auf netto Null reduziert.
2. Auf die negativen Auswirkungen des Klimawandels wird angemessen und zielgerichtet reagiert und die sich bietenden Chancen werden konsequent genutzt.
3. Zur Zielerreichung des Green Deals Graubünden wird die Innovationskraft der lokalen Wirtschaft und Gesellschaft gestärkt.

1.4 Systemabgrenzung

Gemäss der Antwort der Regierung soll der AGD die beiden Bereiche Klimaschutz und Klimaanpassung angehen und auf den Handlungsspielraum des Kantons fokussieren. Die folgende Tabelle zeigt die Systemabgrenzung auf räumlicher, inhaltlicher und zeitlicher Ebene. Ziele und Massnahmen des AGD orientieren sich entsprechend an den Eckwerten dieses Systems. Es gilt das Territorialprinzip, das heisst, die indirekten THG-Emissionen aus vor- und nachgelagerten Aktivitäten ausserhalb des Kantons Graubünden sind nicht berücksichtigt.

Systemgrenzen

Aspekt	Systemgrenze	Bemerkungen
Räumlich	Gesamter Kanton Graubünden	Territorialprinzip
Inhaltlich	Klimaschutz: — Direkte Emissionen in tCO₂eq (Emissionen, Sektoranalysen)³ — CO₂ (fossil/geogen/biogen), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und F-Gase (fluorierte Gase) — Emissionsquellen (Sektoren): Wärmeerzeugung für Haushalte, Gewerbe und Dienstleistungen; Verkehr; Industrie; Land- und Forstwirtschaft sowie Deponien, Kompostierung, Vergärung und Abwasserreinigungsanlagen (ARAs). Klimaanpassung: — Auswirkungen des Klimawandels	Emissionskataster GR und Energiemonitoring Klimaszenarien Schweiz (CH 2018 2018)
Zeitlich	Klimaschutz: — Historische Entwicklung seit 2000 bis 2017 — Künftige Entwicklung bis 2050 Klimaanpassung: — Referenzperiode: Normperiode 1981–2010 — Emissionsszenario RCP8.5⁴ — Künftige Entwicklung bis 2085 (Perioden 2035, 2060 und 2085)	Gemäss Energiekonzept und Emissionskataster GR Gemäss Klimaszenarien Schweiz (CH 2018 2018)

Tabelle 2 Systemgrenzen für die Bilanzierung der Energie und der Treibhausgasemissionen.

1.5 Inhalt und Aufbau des vorliegenden Berichts

Der vorliegende Bericht gliedert sich in sechs Kapitel. Nach einer Orientierung (Kapitel 1) werden im Kapitel 2 die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels im Kanton beschrieben. Anschliessend werden in einer kurzen Situationsanalyse die Treibhausgasemissionen des Kantons aufgezeigt und das verbleibende CO₂-Budget zur Erreichung des Netto-Null- und des Temperatur-Ziels berechnet. Darauf basierend werden der Absenkpfad und der Reduktionsbedarf hinsichtlich Emissionen auf kantonaler Ebene abgeleitet (Kapitel 3). Die kantonalen Berechnungen werden anschliessend auf die jeweiligen Sektoren heruntergebrochen und den bestehenden Massnahmen in diesen Sektoren gegenübergestellt. Daraus ergibt sich der Reduktionsbedarf pro Sektor, den es durch den AGD zu decken gilt. Die dafür notwendigen Massnahmen sind anschliessend kurz beschrieben. Für alle weiteren Sektoren wird eine vereinfachte Analyse gemacht und die jeweiligen bestehenden und innerhalb des AGD identifizierten Massnahmen aufgelistet (Kapitel 4). Die Massnahmen der jeweiligen Sektoren, ihre Kosten und die Wirkung sind anschliessend in einer zusammenfassenden Übersicht dargestellt (Kapitel 5). Letztlich werden die Umsetzungsplanung und Finanzierung sowie der Monitoring- und Controllingprozess dargelegt (Kapitel 6). Die zwei Anhänge A1 bis A2 enthalten ergänzende Informationen zu den Kapiteln 1 bis 6.

Aufbau und Inhalt
des Berichts

3 Die indirekten Emissionen des Kantons Graubünden werden in der Bilanzierung und der Sektoranalyse nicht quantifiziert und einbezogen. Bei der Identifizierung der Massnahmen sind diese jedoch (teilweise) berücksichtigt.

4 RCP8.5 entspricht dem Emissionsszenario *Ohne Klimaschutz*; d. h., wenn weltweit die THG ungehindert ausgestossen werden.

2. Auswirkungen des Klimawandels

Die Auswirkungen des Klimawandels sind bereits seit Längerem zu beobachten. Abbildung 3 zeigt die beobachteten Veränderungen in der Schweiz über die vergangenen Jahrzehnte für verschiedene Klimaindikatoren.

Beobachtungen
seit Messbeginn in
der Schweiz

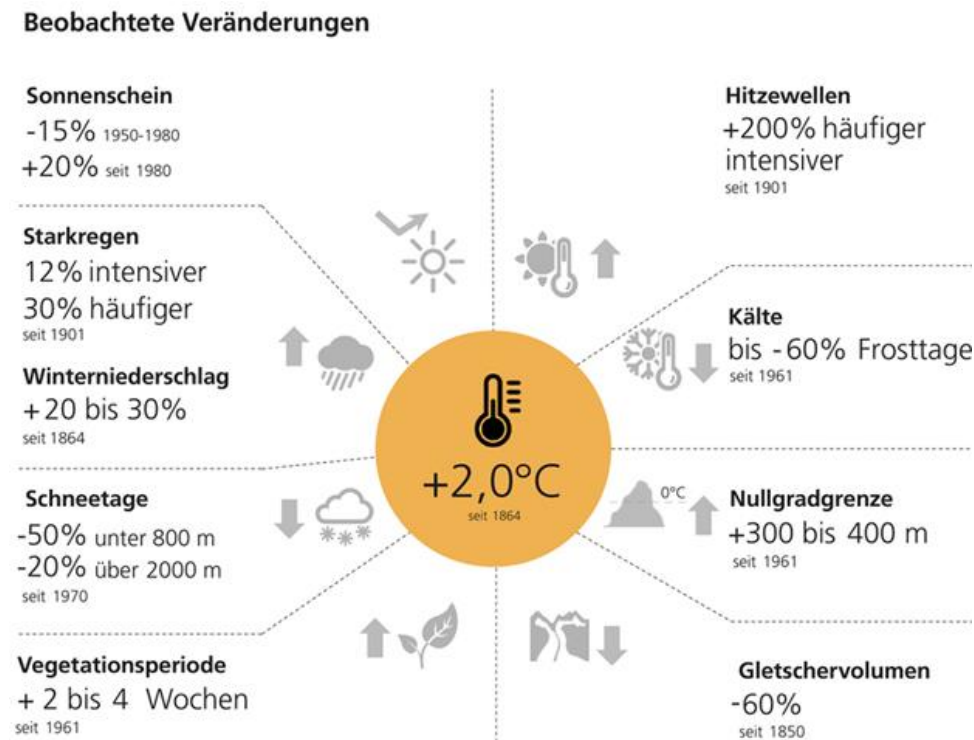


Abbildung 3 Beobachtete Veränderungen von ausgewählten Klimaindikatoren in der Schweiz seit Messbeginn. Quelle: CH2018 2018.

Gemäss den Klimaszenarien des Bundes (CH2018 2018) wird sich der Trend der Klimaerwärmung fortsetzen und je nach Anstrengungen zum Schutz des Klimas für Graubünden, als Berg- und Tourismuskanton, erhebliche Auswirkungen zeigen. So muss in der Zukunft vermehrt mit trockenen Sommern und Hitzewellen, intensiveren Starkniederschlägen sowie schnee-armen Wintern gerechnet werden.

Auswirkungen des
Klimawandels im
Kanton

Während im Mittelland je nach Klimaszenario die Temperatur im Mittel um 2 bis 3 °C gegenüber heute steigen wird, sind es in den Südtälern und den alpinen Regionen 2 bis 4 °C (CH2018 2018). Ohne Klimaschutz werden beispielsweise in Chur im Jahr 2060 rund 30 Hitzetage pro Jahr erwartet. In Scuol wird die Anzahl der Hitzetage von heute fast 0 auf rund 21 steigen (ANU 2019).

Hitzetage und
Trockenheit

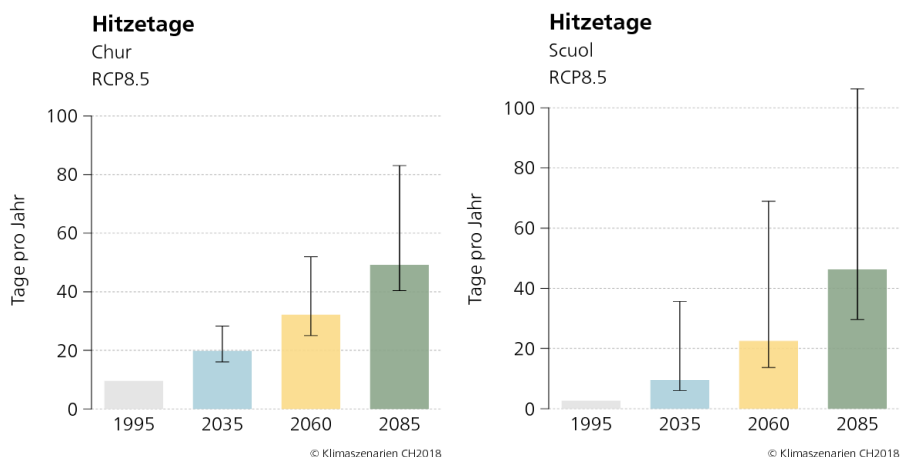


Abbildung 4 Erwartete Anzahl Hitzetage pro Jahr unter dem Emissionsszenario RCP8.5 in Chur (556 m ü. M.) und Scuol (1304 m ü. M.). Quelle: webatlas NCCS (CH 2018 2018).

In Kombination mit längeren Trockenperioden – vor allem im Sommer – erhöht sich die Waldbrandgefahr (ANU 2019). Die Waldbrandproblematik wird sich zu einem ganzjährigen Phänomen analog der Südseite entwickeln. In Tallagen sind schon heute bei entsprechender Schneearmut häufiger Waldbrände möglich. Grossbrände sind im Sommer eher zu erwarten, föhnbegünstigt können diese jedoch ganzjährig entstehen (AWN 2021).

Auch das Niederschlagsregime verändert sich deutlich: Starkniederschläge werden häufiger und intensiver, im Sommer wird es weniger und im Winter mehr Niederschlag geben.

Niederschläge

Trotz mehr Niederschlag nimmt die Anzahl der Neuschneetage ab. Grund dafür sind die steigenden Temperaturen. Kombiniert mit einem späteren Wintereintritt gehen die Anzahl der Neuschneetage in Chur von heute 12 auf 8 im Jahr 2060 zurück, und in Scuol von 25 auf 15 (ohne griffigen Klimaschutz RCP8.5; CH2018 2018). Die reduzierte Schneebedeckung hat zur Folge, dass die als Schnee gespeicherte Wassermenge geringer wird. Das veränderte Niederschlagsregime wirkt sich auf den Wasserabfluss aus, wobei die Gewässer während der kalten Jahreszeit mehr und während der warmen Jahreszeit weniger Wasser führen werden (ANU 2019).

Neuschneetage
und
Schneebedeckung

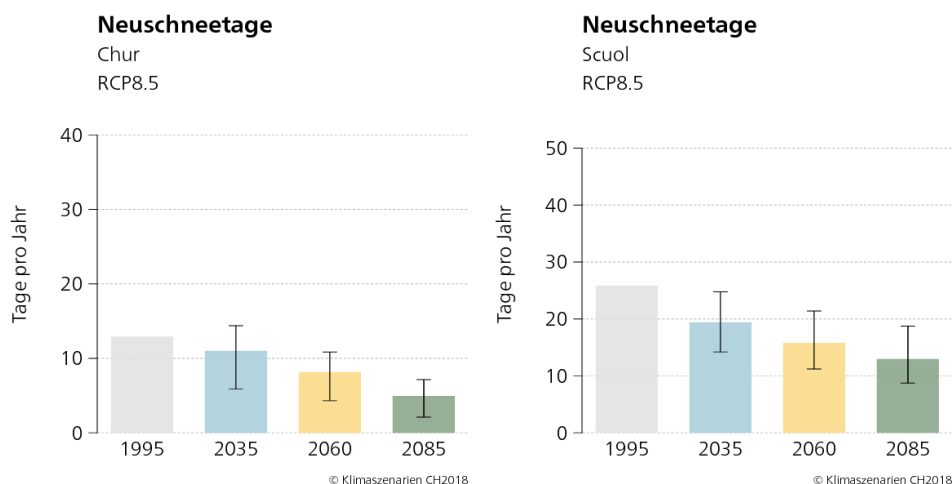


Abbildung 5 Erwartete Anzahl Neuschneetage pro Jahr unter dem Emissionsszenario RCP8.5 in Chur (556 m ü. M.) und Scuol (1304 m ü. M.). Quelle: webatlas NCCS (CH 2018 2018).

Durch wärmere Temperaturen und dem damit zusammenhängenden Anstieg der Nullgradgrenze sowie dem verminderten Schneefall werden auch die Gletscher deutlich an Volumen verlieren. Kleinere Gletscher werden ganz verschwinden. Der Permafrost wird sich weiter erwärmen und möglicherweise auftauen. Dies kann stellenweise zu Steinschlag oder Felssturz führen (ANU 2019).

Gletscher und Permafrost

Hochwasser- und Murgangereignisse werden durch die verschiedenen Veränderungen, die den Wasserhaushalt und das Abflussregime immer stärker und ungünstiger beeinflussen, tendenziell häufiger.

Hochwasser und Murgänge

Der Klimawandel entwickelt sich ergänzend zu weiteren sozio-ökonomischen Veränderungen, die in der Analyse und Erarbeitung von entsprechenden Massnahmen berücksichtigt werden müssen. Dies sind beispielsweise die Bevölkerungsentwicklung und die Entwicklung von wichtigen Wirtschaftssektoren, wie der Tourismus.

Kopplung mit sozio-ökonomischen Veränderungen

Diese Auswirkungen beeinträchtigen nicht nur die Natur, sondern auch die Wirtschaft und unsere Gesellschaft. Sowohl im Tourismus als auch in der Industrie werden die Veränderungen immer stärker spürbar. In der Klimastrategie des Kantons Graubünden wurde der jährliche Schadenserwartungswert für den Kanton bis 2060 abgeschätzt. Dieser liegt pro Jahr im zweistelligen Millionenbereich – für den Fall, dass die weltweiten THG-Emissionen gemäss dem Pariser Abkommen reduziert werden können. Gelingt die Reduktion nicht, wird sich der Schadenserwartungswert mindestens verdoppeln (ANU 2015d).

Kosten in zweistelliger Millionenhöhe zu erwarten

3. Emissionen, Absenkpfade und Reduktionsbedarf

3.1 Bilanzierung der Energie und der Treibhausgasemissionen

Die THG-Emissionen des Kantons Graubünden werden im Emissionskatalog ausgewiesen (ANU 2018). Dieser beziffert die THG-Emissionen für die

Grundlagen

Jahre 2000 bis 2017 und schätzt die künftigen THG-Emissionen bis 2030 ab. Ergänzt wird der Emissionskataster durch das kantonale Energiemonitoring, das im Rahmen des Energiekonzepts seit 2011 alle vier Jahre erstellt wird (AEV 2019). Innerhalb des Energiemonitorings werden sowohl der Energieverbrauch als auch die Energieproduktion erhoben.

Diese beiden Grundlagen ermöglichen es, die THG-Emissionen des Kantons zu bilanzieren. Dabei werden die energetischen CO₂-Emissionen aus dem Energiemonitoring verwendet und die restlichen Emissionen stammen aus dem Emissionskataster. In den folgenden Abschnitten sind die entsprechenden Grundlagen und Resultate präsentiert.

3.1.1 Energiemonitoring

Der Gesamtenergieverbrauch im Kanton Graubünden beträgt rund 6400 GWh (Zahlen 2018). 59 % der Energie stammt aus CO₂-relevanten fossilen Brenn- und Treibstoffen (34 % bzw. 25 %), 31 % der Energie wird in Form von Strom aus erneuerbarer Wasserkraft und weiteren erneuerbaren Quellen bezogen. Die Wärmeproduktion mit Holz, erneuerbarer Fernwärme und die übrigen erneuerbaren Energien haben mit 10 % einen geringen Anteil am Gesamtenergieverbrauch (siehe Abbildung 6).

Gesamtenergieverbrauch von 6400 GWh, davon 59 % fossil

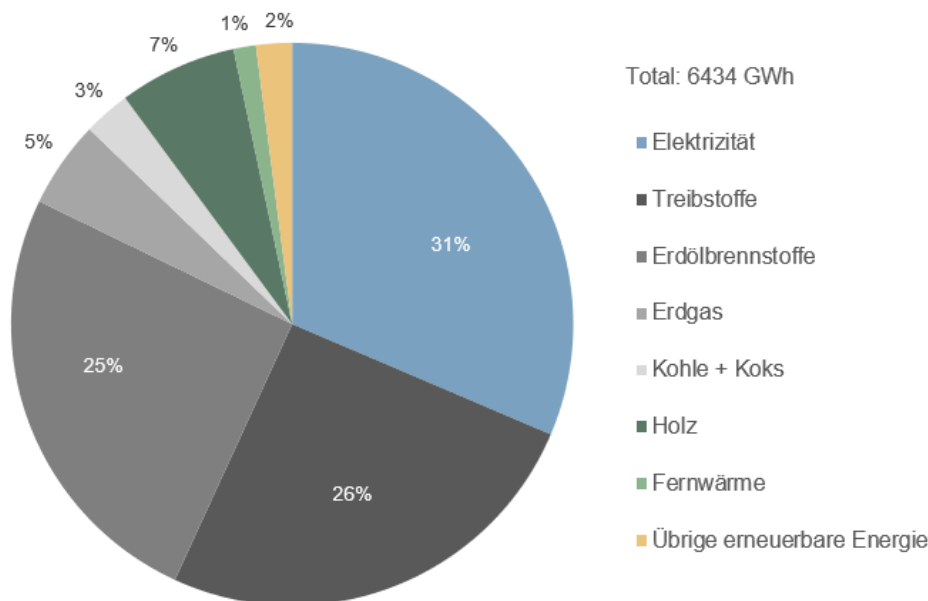


Abbildung 6 Energiebilanz im Kanton Graubünden 2018. Quelle: eigene Darstellung basierend auf AEV 2019.

Die Sektoren Gebäude (Haushalte, Gewerbe und Dienstleistungen) und Industrie verbrauchen mit rund 2400 GWh, bzw. 2300 GWh am meisten Energie (37 %, bzw. 36 % des Gesamtenergieverbrauchs). Die restlichen rund 1700 GWh des Gesamtenergieverbrauchs gehen zu Lasten des Verkehrs (25 % motorisierter Verkehr (ohne Eisenbahn) und 2 % Eisenbahn, siehe Abbildung 7).

Fossile Energieträger machen im Sektor Gebäude rund 700 GWh (knapp 30 % des Energieverbrauchs des Sektors Gebäude) aus. Im Sektor Industrie

sind es 1450 GWh und 63 % des Energieverbrauchs der Industrie. Der Sektor Verkehr (ohne Eisenbahn) hat einen Anteil an fossilen Energien von 100 % und die Eisenbahn von 4 % (siehe Abbildung 7).

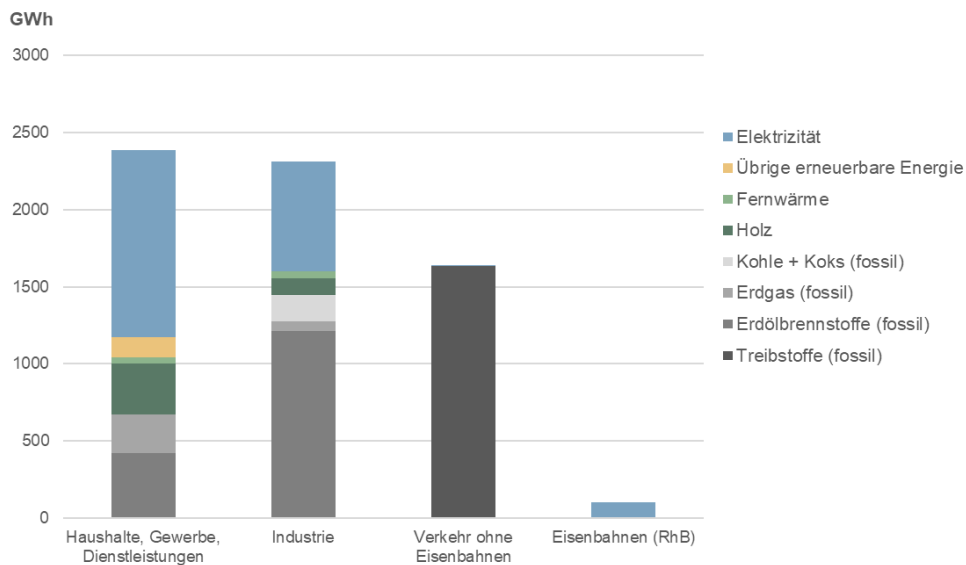


Abbildung 7 Energiebilanz nach Sektoren im Kanton Graubünden 2018. Quelle: eigene Darstellung basierend auf AEV 2019.

In Graubünden wird mit rund 8000 GWh pro Jahr sehr viel Strom produziert. Davon werden 70 % exportiert (siehe Abbildung 8). Gross- und Kleinwasserkraftwerke machen 97 % der gesamten Stromproduktion aus. Die restlichen 3 % werden durch erneuerbare Energien wie Biomasse-, Wind- und Solar-energie erzeugt (AEV 2019).

Energiekanton

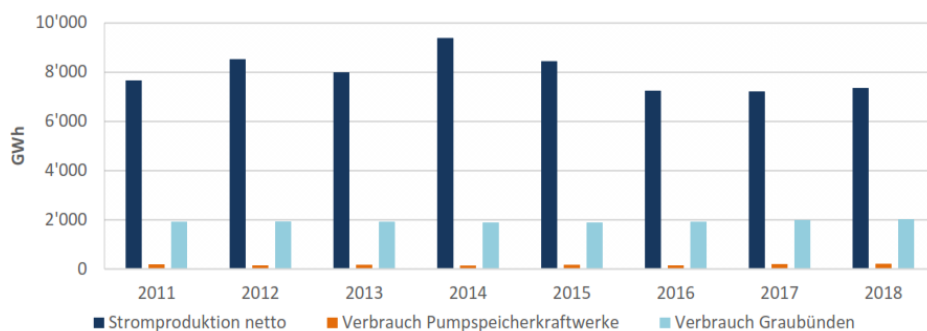


Abbildung 8 Stromproduktion und -verbrauch in Graubünden. Quelle: AEV 2019.

In den letzten Jahren ist der Stromverbrauch gestiegen (siehe Abbildung 9). Gemäss Energiekonzept des Kantons Graubünden kann dies auf die gestiegenen Übernachtungszahlen in Hotels und Parahotellerie und die zunehmende Beschneidung zurückgeführt werden (AEV 2019).

Stromverbrauch

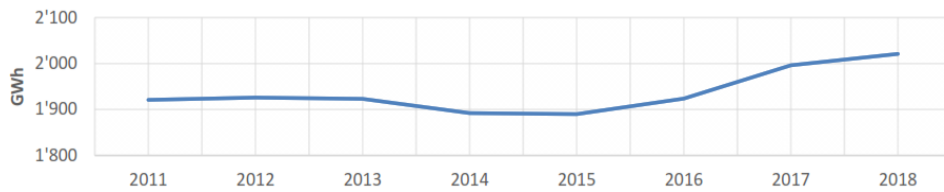


Abbildung 9 Entwicklung Stromverbrauch in Graubünden. Quelle: AEV 2019.

Im Vergleich zur Schweiz übertrifft der durchschnittliche Stromverbrauch pro Kopf im Kanton Graubünden den Schweizer Schnitt um rund 2000 kWh pro Jahr (siehe Abbildung 10). Dabei ist ein gegensätzlicher Trend sichtbar. Während schweizweit der elektrische Energieverbrauch sinkt, steigt dieser in Graubünden aufgrund der oben genannten Gründe seit 2015 an (AEV 2019).

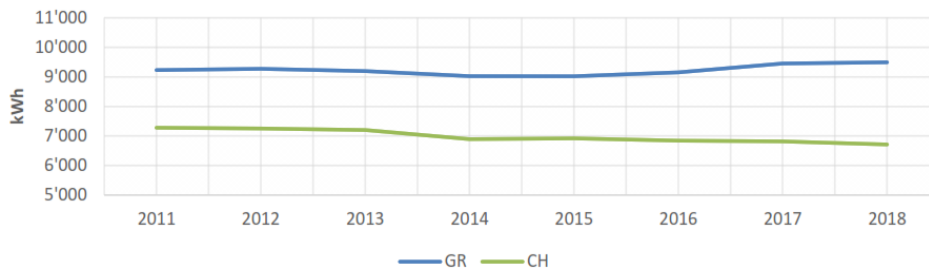


Abbildung 10 Spezifischer Stromverbrauch je Einwohner pro Jahr. Vergleich Schweiz-Graubünden. Quelle: AEV 2019.

3.1.2 Treibhausgasemissionen

Die Treibhausgasemissionen des Kantons Graubünden werden im Emissionskataster erhoben. Ergänzend erhebt das Energiemonitoring die Emissionen der Gebäude mit einer anderen Bilanzierungsmethodik als diejenige des Emissionskatasters. Die THG-Emissionen lagen im Jahre 2018 je nach Bilanzierungsmethode zwischen 2,14 und 2,45 Mio. tCO₂eq⁵.

Die fossilen Emissionen aus CO₂ liegen im Kanton Graubünden je nach Berechnungsmethodik zwischen 1,34 und 1,64 Mio. tCO₂. Diese Emissionen an fossilem CO₂ entstehen grösstenteils durch die Verbrennung von fossilen Brenn- und Treibstoffen. Sie stammen zwischen 44 % und 54 % (0,72 Mio. tCO₂) aus Prozessen der Industrie, zwischen 27 % und 33 % (0,44 Mio. tCO₂) aus dem Verkehr und zwischen 12 % und 29 % (0,17 oder 0,47 Mio. tCO₂) von Gebäuden. Aus der Landwirtschaft stammen 1 bis 2 % (0,02 Mio. tCO₂) aus fossilen Quellen.

Die restlichen Emissionen stammen aus nicht-fossilen Quellen durch biogenes CO₂ aus der Holzverbrennung, geogenes CO₂ aus der Zementherstellung, Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und F-Gase (fluorierte Treibhausgase). Sie stammen grösstenteils aus industriellen Einzelquellen sowie aus industriellen und gewerblichen Prozessen (0,45 Mio. tCO₂eq) und aus der Tierhaltung in der Landwirtschaft (0,24 Mio. tCO₂eq). Die verbleibenden 0,11 Mio.

⁵ Der angegebene Bereich resultiert aufgrund der erheblichen Unsicherheiten in der Bilanzierung der Emissionen des Gebäudeparks; je nach Methode ergeben sich in diesem Sektor Unterschiede in der Grössenordnung eines Faktors 3.

tCO₂eq stammen aus biogenen Quellen wie Holz oder Biomasse (0,08 Mio. tCO₂eq) und aus der Entgasung von Deponien, ARAs, Kompostier- und Vergärungsanlagen (0,03 Mio. tCO₂eq). Diese werden mehrheitlich zur Wärme-gewinnung in der Industrie oder in Privathaushalten genutzt (ANU 2015b).

Im Jahr 2018 entfallen rund 5 % der schweizweiten THG-Emissionen auf den Kanton Graubünden (exkl. CO₂-biogen, BAFU 2019b). Dieser Anteil ist deutlich höher als die Bevölkerungszahl im Kanton im Vergleich zur Schweiz (2,4 % im Jahr 2015, Bundesamt für Statistik 2019). Wird der THG-Ausstoss pro Einwohnerin oder Einwohner betrachtet, liegt der Ausstoss des Kantons bei rund 11 tCO₂eq. Dieser Ausstoss liegt über dem schweizweiten Mittel von rund 6 tCO₂eq. Folgende Umstände erklären dies:

Vergleich mit nation-
alen Emissionen

- Emissionsintensive Industrie: Im Churer Rheintal sind mehrere emissi-
onsintensive Industrien angesiedelt, wie beispielsweise eines der sechs
Zementwerke der Schweiz oder die Kehrrechtverbrennungsanlage. Wäh-
rend in der Schweiz der Industriesektor rund 20 % der THG-Emissionen
ausmacht, beträgt der Anteil im Kanton Graubünden 45 % (ANU 2018).
- Landwirtschaft: Der Anteil der THG-Emissionen des Sektors Landwirt-
schaft im Kanton entspricht rund 4 % der Landwirtschaftsemissionen der
gesamten Schweiz. Die landwirtschaftliche Produktion hat in Graubünden
einen hohen Stellenwert und ein bedeutender Anteil der produzierten
Nahrungsmittel fliesst aus dem Kanton. Dies führt zu einem durchschnitt-
lich höheren THG-Ausstoss der Landwirtschaft im Kanton gemessen an
der Bevölkerungszahl, die aber zur Versorgung einer deutlich höheren
Anzahl Personen beiträgt. Zusätzlich ist die Tierdichte im Kanton Grau-
bünden mit 0,44 Tieren pro ha höher als im Schweizer Durchschnitt mit
0,38 Tieren pro ha, weil aufgrund der naturräumlichen Standortbedingun-
gen im Berggebiet ein überdurchschnittlich hoher Anteil der landwirt-
schaftlichen Fläche als Grasland genutzt wird (95 % im Vergleich zum
Schweizer Schnitt von 80 %). Die Haltung von Wiederkäuern hat im Ver-
gleich zu anderen landwirtschaftlichen Aktivitäten einen höheren Treib-
hausgasausstoss, kann aber im Kanton nicht substituiert werden, da der
Grossteil der landwirtschaftlichen Fläche nicht für den Ackerbau geeignet
ist. Entsprechend können diese Flächen nur über die Haltung von raufut-
terverzehrenden Tieren für die Ernährung genutzt werden. Die Tierhal-
tung trägt zur Produktion von Nahrungsmitteln, zur Ernährungssicherheit,
zur Pflege der Kulturlandschaft und zur Erhaltung der natürlichen Res-
ourcen bei.

3.2 Absenkpfade und verbleibendes CO₂-Budget

Aufgrund der anhaltenden anthropogenen THG-Emissionen steigt die Kon-
zentration der THG in der Atmosphäre an. Wegen der langen Verweildauer
der Gase in der Atmosphäre hält der Treibhauseffekt z.T. über Jahrhunderte
an und die Temperaturen steigen weiter. Es ist deshalb wichtig, die THG-
Emissionen so rasch wie möglich zu reduzieren, um den Temperaturanstieg
so gering wie möglich zu halten.

Langanhaltender
Treibhauseffekt

CO₂-Budgets

Um das internationale Ziel des Pariser Abkommens zu erreichen, darf in der verbleibenden Zeit bis 2050 nur noch eine begrenzte Menge an Treibhausgasen ausgestossen werden. Der Weltklimarat (*Intergovernmental Panel on Climate Change* [IPCC]) hat im Jahr 2018 einen Bericht veröffentlicht, der aufzeigt, wie das 1,5 °C-Ziel erreicht werden kann. Darin berechnet er das weltweite CO₂-Budget (nur fossile und geogene CO₂-Emissionen⁶, exkl. weiterer THG), das ab 2018 noch emittiert werden darf (IPCC 2018, Kapitel 2). Das CO₂-Budget dient quasi als Richtwert für die maximal erlaubte Menge an CO₂-Emissionen, die insgesamt noch ausgestossen werden dürfen.

Die Einhaltung des CO₂-Budgets beeinflusst somit den globalen Temperaturanstieg: Je mehr CO₂-Budget verbraucht wird, desto höher wird der Temperaturanstieg ausfallen. Auf den Landmassen und auch im Kanton Graubünden erhöhen sich die Temperaturen jedoch stärker als die globale Temperatur, die sowohl die Landmassen als auch die Meere umfasst. Bei einem globalen Temperaturanstieg von 1,5 °C wird für den Kanton Graubünden eine mittlere Temperaturerhöhung von 3,0 °C erwartet.

Temperaturanstieg
im Kanton Graubünden

Die folgende Tabelle 3 zeigt die CO₂-Budgets ab 2018 für die Welt, die Schweiz und den Kanton Graubünden für den erwarteten Temperaturanstieg auf weltweiter Ebene und den für Graubünden (Territorialprinzip⁷).

CO₂-Budgets des
Kantons Graubünden ab 2018

Weltweite mittl. Temp. erhöhung	Mittl. Temp. erhöhung GR ⁸	Welt [GtCO ₂]	CH [Mio. tCO ₂]	Graubünden [Mio. tCO ₂]				
				Gebäude	Verkehr	Industrie	Land- und Forst	Total
1,50 °C	3,00 °C	580	237	1,7	2,6	3,9	0,1	8,3
1,75 °C	3,25 °C	1040	754	5,3	8,3	12,5	0,4	26,5
2,00 °C	3,50 °C	1500	1270	8,9	13,9	21,1	0,7	44,6

Tabelle 3 CO₂-Budget der Welt, der Schweiz und des Kantons Graubünden ab 2018.

Die Ermittlung des Temperaturanstiegs und der CO₂-Budgets im Kanton Graubünden sind in Anhang A2.2 erläutert.

Aus der Netto-Null-Vorgabe für 2050 und den zur Zielerreichung definierten Massnahmen lassen sich sogenannte Absenkpfade ermitteln. Absenkpfade bezeichnen den Verlauf der Emissionen über die Zeit. Je nach Zielvorgaben, beziehungsweise je nach Umfang und Wirkung der ergriffenen Massnahmen, unterscheiden sich diese jährlichen Emissionen und damit der Verlauf der Absenkpfade stark. Der gewählte Absenkpfad hat einen direkten Einfluss

Absenkpfade

6 CO₂-Emissionen, die nicht durch Brennstoffe bedingt sind (z. B. aus Kalzinierungsprozessen in der Zementindustrie).

7 Territorialprinzip: Dies entspricht dem aktuellen Ansatz der Treibhausgasinventare und beinhaltet alle Emissionen, die innerhalb des Kantons Graubündens entstehen (d. h. ohne die Emissionen, die importiert und als "graue" Emissionen bezeichnet werden).

8 Die mittlere Temperaturerhöhung bis Ende des Jahrhunderts gegenüber dem vorindustriellen Niveau im Kanton Graubünden.

auf den Verbrauch des CO₂-Budgets im Kanton Graubünden und damit auf den globalen Temperaturanstieg (siehe Info-Box unten).

Die folgenden Abschnitte beschreiben die Absenkpfade des Kantons Graubünden, das dafür benötigte CO₂-Budget sowie die damit zusammenhängenden Temperaturanstiege. Die detaillierten Resultate pro Sektor sind im darauffolgenden Kapitel 4 enthalten.

Info-Box: Absenkpfade und CO₂-Budgets

Diese zeigen auf, wie sich die künftigen CO₂-Emissionen, je nach Umsetzung von bestimmten Massnahmen, entwickeln werden. Die entsprechenden Absenkpfade sind in Abbildung 11 (Grafik links) schematisch aufgezeigt: grün = zuerst grosse und danach kleine Reduktion, blau = gleichbleibende Reduktion und rot = zuerst klein und danach grosse Reduktion. Die Absenkpfade beschreiben, wie viel CO₂ pro Jahr im jeweiligen Massnahmenszenario bis 2050 ausgestossen wird. Die im Beispiel grün schraffierte Fläche beschreibt den gesamten CO₂-Ausstoss für das grüne Massnahmenszenario.

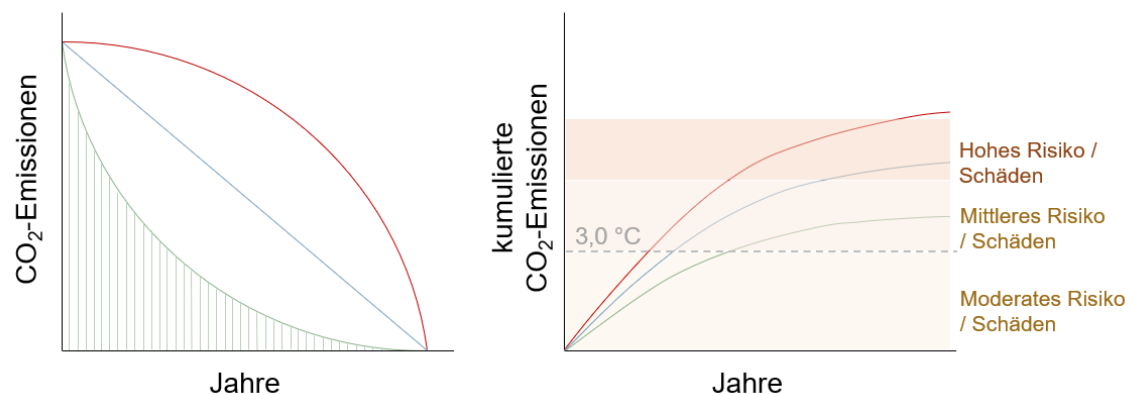


Abbildung 11 Beispiel Entwicklung des CO₂-Ausstosses (links) und kumulierte CO₂-Emissionen je Massnahmenszenario (rechts), inkl. den zu erwartenden Risiken und Schäden im Kanton Graubünden (0/0 = Stand heute). Quelle: eigene Darstellung.

Für einen Vergleich der Absenkpfade mit dem CO₂-Budget muss der kumulierte CO₂-Ausstoss der Absenkpfade bis zum Jahr 2050 berechnet werden. Dies entspricht dem insgesamt über alle Jahre ausgestossenen CO₂ bis 2050. Die CO₂-Emissionen sind in der rechten Grafik in Abbildung 11 kumuliert dargestellt.

Der kumulierte CO₂-Ausstoss kann mit dem CO₂-Budget verglichen werden. Dies gibt eine Einschätzung, ob und ab wann das Budget für den jeweiligen globalen Temperaturanstieg aufgebraucht ist (siehe graue Linie in der rechten Grafik für das Budget bei einem globalen Temperaturanstieg von 3,0 °C). Hierbei ist zu beachten, dass der Kanton nur seine eigenen Emissionen beeinflussen kann, der Temperaturanstieg jedoch von den globalen THG-Emissionen abhängt. Die graue Linie beinhaltet somit die Annahme, dass die weltweiten Emissionen sich in gleichem Massstab entwickeln wie diejenigen des Kantons Graubünden.

Wie die Grafiken aufzeigen, wird eine schnelle Reduktion der CO₂-Emissionen benötigt, um den Temperaturanstieg so gering wie möglich zu halten. Selbst wenn mit dem roten Absenkpfad (langsame Reduktion) bis 2050 Netto-Null erreicht wird, würde im Zeitraum bis 2050 so viel THG ausgestossen, dass alle CO₂-Budgets überschritten würden und sich der Temperaturanstieg weit über den angestrebten 3,0 °C befindet.

Je höher der Temperaturanstieg auf globaler Ebene ist, desto höher sind die Auswirkungen des Klimawandels und die daraus resultierenden Risiken und Schäden (moderat bis 3,0 °C, mittel bis 3,25 °C, hoch bis 3,5 °C). Die erwarteten Auswirkungen für Graubünden sind im Kapitel 2 aufgeführt.

Für den Kanton Graubünden wurden drei Absenkpfade modelliert. Diese stützen sich auf Massnahmenszenarien und bilden die möglichen Entwicklungen der energiebedingten CO₂-Emissionen im Kanton Graubünden bis 2050 ab. Die Absenkpfade entsprechen folgenden Szenarien:

Drei Absenkpfade
bis 2050

- **weiter wie bisher:** Ausschliesslich Massnahmen, die bereits heute auf Ebene Kanton und Bund gelten, werden umgesetzt (Stand Anfang 2021).
- **laufende Bestrebungen auf nationaler und kantonaler Ebene:** Zusätzliche, bereits absehbare Massnahmen auf Ebene Kanton und Bund werden umgesetzt. Dabei wird die Wirkung der Teilrevision des kantonalen Energiegesetzes (Stand Ende 2019) und die künftige Revision des nationalen CO₂-Gesetzes abgebildet (Stand Anfang 2021).
- **Dekarbonisierung:** Zusätzliche Massnahmen werden ergriffen, um sowohl das Pariser Abkommen (Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 °C, dies entspricht einer Begrenzung im Kanton Graubünden auf deutlich unter 3.5 °C) und das Netto-Null-Ziel («Dekarbonisierung») bis 2050 zu erreichen. Der AGD entspricht der Erreichung dieses Absenkpads.

Detaillierte Informationen zur Modellierung sind im Anhang A2.2 erläutert.

Die energiebedingten CO₂-Emissionen im Kanton Graubünden von 1990 bis 2018 sowie die Absenkpfade bis 2050 sind in Abbildung 12 und Tabelle 4 dargestellt.

Absenkpfad Kanton
Graubünden

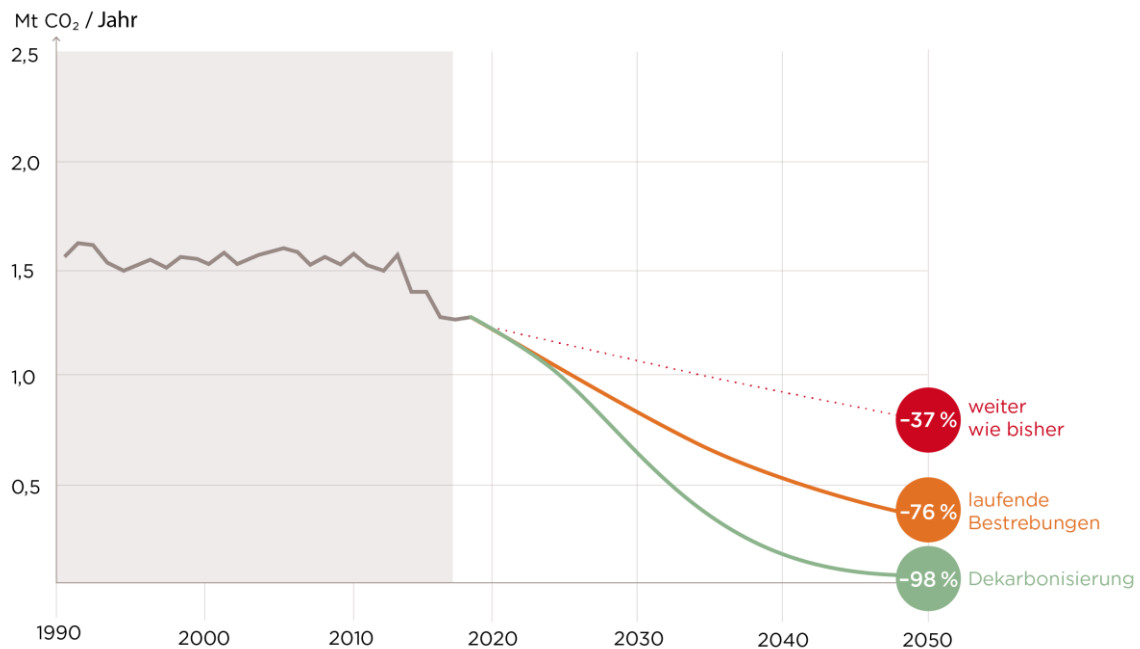


Abbildung 12 Energiebedingte CO₂-Emissionen in Graubünden von 1990 bis 2018 sowie Ziel-pfade je Massnahmenszenario bis 2050. Quelle: Eigene Darstellung.

Energiebedingte CO ₂ -Emissionen	2018	2030	2050
weiter wie bisher	1,26 Mio. tCO ₂ (100 %)	1,07 Mio. tCO ₂ (–15 %)	0,79 Mio. tCO ₂ (–37 %)
Mit der heutigen Gesetzesgrundlage (ohne künftige Revision des CO ₂ -Gesetzes) können die energiebedingten CO ₂ -Emissionen im Kanton Graubünden bis 2030 gegenüber 2018 um 15 %, bis 2050 um ca. 36 % reduziert werden.			
laufende Bestrebungen auf nationaler und kantona- ler Ebene	1,26 Mio. tCO ₂ (100 %)	0,81 Mio. tCO ₂ (–36 %)	0,31 Mio. tCO ₂ (–76 %)
Mit den Massnahmen der künftigen Revision des CO ₂ -Gesetzes und dem kantonalen Energiegesetz können die energiebedingten CO ₂ -Emissionen bis 2030 um 36 % gegenüber 2018 reduziert werden ⁹ . Bis 2050 ist eine Reduktion um 75 % möglich. Das Netto-Null-Ziel wird mit diesem Absenkpfad klar verfehlt werden.			
Die Massnahmen sind die Weiterführung und Verstärkung der bestehenden Klimainstrumente und bilden damit den Rahmen für die notwendige Klimaschutzwende. Der Kanton unterstützt dabei die nationalen Bestimmungen durch entsprechende kantonale Rahmenbedingungen. Um die entsprechende Wirkung zu entfalten, ist die rasche und konsequente Einführung der Bestimmungen auf kantonaler Ebene notwendig. Ausserdem braucht es eine über die nächsten Jahre und Jahrzehnte dauernde Unterstützung der betroffenen Akteure in Form von Förderungen sowie Information und Sensibilisierung.			
Dekarbonisierung	1,26 Mio. tCO ₂ (100 %)	0,60 Mio. tCO ₂ (–53 %)	0,03 Mio. tCO ₂ (–98 %)
Bei Umsetzung des Absenkpfeils <i>Dekarbonisierung</i> könnten die CO ₂ -Emissionen bis 2030 um 53 % und bis 2050 auf nahezu Null-Emissionen (–98 %) reduziert werden.			
Dieser Absenkpfad verlangt eine Transformation auf allen Ebenen: Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Nur wenn neue, kreative und innovative Massnahmen von allen Ebenen gemeinsam umgesetzt werden, kann die Dekarbonisierung erreicht werden.			

Tabelle 4 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen im Kanton Graubünden je Massnahmenszenario.

Die kumulierten energiebedingten CO₂-Emissionen und die davon abgeleiteten Risiken und Schäden aufgrund der benötigten CO₂-Budgets und des daraus resultierenden Temperaturanstiegs sind in Abbildung 13 aufgeführt (siehe auch Info-Box Absenkpfade und CO₂-Budgets oben).

⁹ Mit der Schlussabstimmung vom 25. September 2020 wurde die Gesetzesrevision abgeschlossen und ein Inkrafttreten per 1. Januar 2022 beschlossen. Verschiedene Gruppierungen haben jedoch ein Referendum angekündigt.

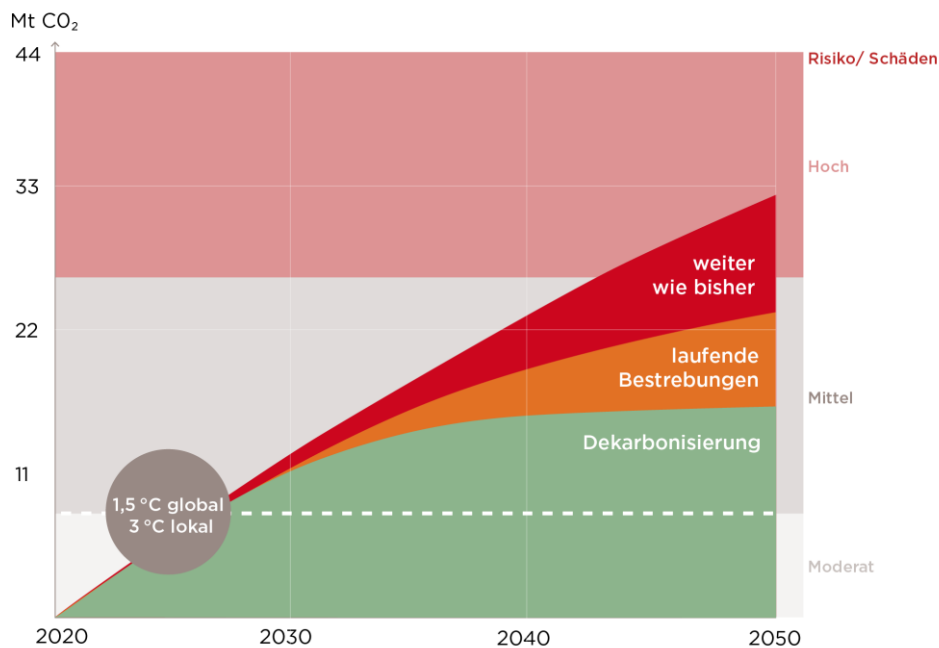


Abbildung 13 Kumulierte energiebedingte CO₂-Emissionen bis 2050 mit prognostiziertem Temperaturanstieg und entsprechend erwarteten Risiken und Schäden in Graubünden.
Quelle: Eigene Darstellung.

Die Risiken des Klimawandels sind in keinem der drei gezeigten Szenarien moderat und der Temperaturanstieg gegenüber vorindustrieller Zeit wird bereits Mitte dieses Jahrzehnts lokal bei 3,0 °C liegen.

Risiken und Schäden der Absenkpfade

- **weiter wie bisher:** Wenn sich die globalen Emissionen im gleichen Masse entwickeln, wie der Absenkpfad *weiter wie bisher* werden die Temperaturen so ansteigen, dass das Risiko und die daraus resultierenden Schäden hoch sein werden.
- **laufende Bestrebungen auf nationaler und kantonaler Ebene:** Mit dem Absenkpfad *laufende Bestrebungen* liegt das Risiko im mittleren Bereich.
- **Dekarbonisierung:** Um den Temperaturanstieg in Graubünden deutlich unter 3,5 °C zu halten, müssen weitreichende Massnahmen in allen relevanten Sektoren sowohl auf globaler als auch lokaler Ebene zeitnah ergriffen werden. Dies entspricht dem Absenkpfad *Dekarbonisierung*, welcher mit dem AGD verfolgt werden soll. Damit dies gelingt, braucht es eine rasche und konsequente Reduktion der THG-Emissionen.

Die obige Analyse beinhaltet ausschliesslich der energiebedingten CO₂-Emissionen. Wenn nun zusätzlich noch die weiteren Treibhausgase der Landwirtschaft dazugekommen würden, erhöht sich der kumulierte Gesamtausstoss zwischen 4,02 Mio. tCO₂eq mit dem Absenkpfad *Dekarbonisierung* und 7,69 Mio. tCO₂eq mit dem Absenkpfad *weiter wie bisher*.

3.3 Reduktionsbedarf und Reduktionsziele

Basierend auf den modellierten Absenkpfeilen kann der jeweilige Reduktionsbedarf berechnet werden. Die Differenz zwischen dem Absenkpfad "weiter wie bisher" und dem Absenkpfad "Dekarbonisierung" bildet den notwendigen Reduktionsbedarf ab, um die Klimaziele zu erreichen.

Bis 2050 ergibt sich ein kumulierter Reduktionsbedarf der beiden Absenkpfeile *absehbare Entwicklung* und *Dekarbonisierung* von 17,27 Mio. tCO₂ für die energiebedingten CO₂-Emissionen.

Reduktionsbedarf
von insgesamt
17 Mio. tCO₂

Für die weiteren Treibhausgase der Landwirtschaft ergänzt sich dazu ein Reduktionsbedarf von 3,67 Mio. tCO₂eq (insgesamt für die Landwirtschaft (energiebedingte CO₂-Emissionen und andere THG) ist dies ein Reduktionsbedarf von 4,05 Mio. tCO₂eq).

Auch 2050 wird der Kanton noch THG-Emissionen ausstossen, beispielsweise aus der Kalzinierung des Zementes oder in der Landwirtschaft. Um bis 2050 das Netto-Null-Ziel zu erreichen, sind deshalb sogenannte Negativemissionen notwendig. Hierbei wird mittels Negativemissionstechnologien (NET, auch *Carbon Dioxide Removal*) der Erdatmosphäre dauerhaft CO₂ entzogen (siehe Info-Box).

Negativemissionen

Info-Box: Negativemissionen

Die begrenzten CO₂-Budgets verlangen ein schnelles Reduzieren der THG-Emissionen. Allerdings sind selbst bei sehr ambitionierten Absenkpfeilen die Ziele ohne so genannte Negativemissionstechnologien kaum erreichbar.

Hierbei soll der Atmosphäre CO₂ entzogen und das bereits in Anspruch genommene CO₂-Budget «kompensiert» werden. Beschriebene Negativemissionstechnologien sind gegenwärtig sehr vielschichtig und reichen von bereits anwendbaren Vorschlägen, wie zum Beispiel Aufforstung, bis zu technischen Lösungen, die sich noch in der Entwicklung befinden. Unter anderem werden folgende Vorschläge für Negativemissionstechnologien diskutiert.

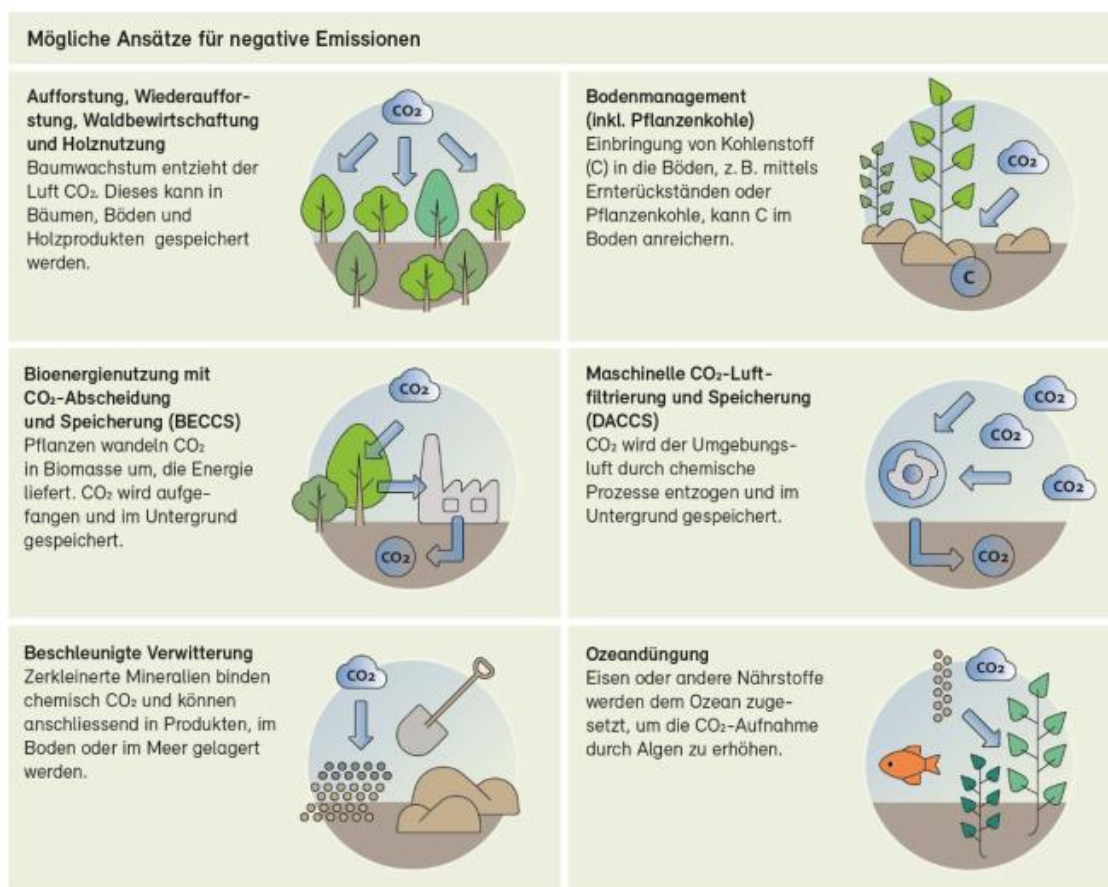


Abbildung 14: Vorschläge für Negativemissionstechnologien. Quelle: Bundesrat 2020 gestützt auf MCC 2016

Gemäss der 2020 veröffentlichten Studie des BAFU zum Potenzial von Negativemissionstechnologien besteht in der Schweiz ein langfristiges, theoretisches Senkenpotenzial von 6 Mio. tCO₂ pro Jahr. Das realisierbare Potenzial liegt jedoch deutlich tiefer.

Negativemissions-technologie	Theoretisches Potenzial in der Schweiz im Jahr 2050²¹ (Senkenleistung pro Jahr, ausser für DACCS total; Einzelbetrachtungen je Ansatz, z. T. mit Überlappungen)	Kosten pro Tonne aus der Atmosphäre entferntes CO₂²² (heute und mögliche zukünftige Kostenuntergrenze)
<i>Waldbewirtschaftung und Holznutzung</i>	3,1 Mio. Tonnen CO ₂ / Jahr (inkl. Substitutionseffekte von 1–2 Mio. Tonnen CO ₂)	1–100 Franken
<i>Bodenmanagement</i>	2,7 Mio. Tonnen CO ₂ / Jahr (für wenige Jahrzehnte)	0–80 Franken
<i>Einbringung von Pflanzenkohle</i>	2,2 Mio. Tonnen CO ₂ / Jahr (falls fast alle verfügbare Trockenbiomasse genutzt wird)	10–135 Franken
<i>Bioenergienutzung mit CO₂-Abscheidung und Speicherung (BECCS)</i>	5,1 Mio. Tonnen CO ₂ / Jahr (falls alle verfügbare Trockenbiomasse genutzt wird)	50–250 Franken
<i>Maschinelle Luftfiltrierung und Speicherung (DACCS)</i>	2'500 Mio. Tonnen CO ₂ (<u>totales</u> theoretisches geologisches Speicherpotenzial)	40–1000 Franken
<i>Beschleunigte Verwitterung (via Zement)</i>	2,5 Mio. Tonnen CO ₂ / Jahr	20– über 1000 Franken
Geschätztes theoretisches Gesamtpotenzial gemäss Stakeholdern²¹ (Portfolio-Ansatz, Gesamtbeurteilung ohne Überlappungen)	6 Mio. Tonnen CO ₂ / Jahr	

Abbildung 15: Theoretisches Potenzial und Kosten pro Tonne CO₂ für negative Emissionen. Quelle: Bundesrat 2020

Das konkrete Potenzial für Kohlenstoffsenken im Kanton Graubünden wurde innerhalb der oben genannten Studie nicht erhoben. Auf Basis der im AGD identifizierten Massnahmen schätzen wir aber den Bedarf für NETs im Jahr 2050 auf die Grössenordnung von 0,03 Mio. tCO₂.

Das Ausmass tatsächlich realisierbarer Kohlenstoffsenken im Wald ist wahrscheinlich eher gering, weil andere Ansprüche an den Wald wie Schutzfunktion oder Holznutzung Vorrang haben. Ausserdem kann das Potenzial für Kohlenstoffsenken durch Ereignisse, wie einen Waldbrand oder einen Sturm schlagartig vernichtet werden oder in eine Emissionsquelle umschlagen. Auch in der Landwirtschaft ist das CO₂-Speicherpotenzial aufgrund der geringen Ackerflächen klein. BECCS könnte in der Industrie und Kehrlichtverbrennungsanlage (KVA) realisiert werden und DACCS in der KVA.

Im Kanton Graubünden werden bereits einige Aktivitäten im Hinblick auf die negativen Emissionen durchgeführt, wie zum Beispiel:

- Holznutzung: Eine Fallstudie aus dem Jahr 2007 identifizierte die mögliche CO₂-Senkenleistung des Waldes und die Effekte auf die Holznutzung durch die Erweiterung des Holzlagers im Zivilisationskreislauf und durch die Substitution von fossilen Werkstoffen und Energieträgern.
- DACCS: Das ETH Spin-off Climeworks filtert CO₂ maschinell aus der Luft, reinigt dieses und bereitet es zur Wiederverwendung für das Mineralwasser von Valser auf.

4. Sektoranalyse und Massnahmen des AGD

4.1 Übersicht

In den folgenden Abschnitten sind die verschiedenen Sektoren detailliert analysiert.

Im Bereich Klimaschutz entsprechen die Sektoren jenen des Emissionskatalogs und des Energiemonitorings (siehe Kapitel 3). Zusätzlich wurden zwei weitere Sektoren ergänzt:

Sektoren

- Tourismus: Aufgrund des hohen Stellenwerts des Tourismus im Kanton Graubünden
- Konsum: Aufgrund der erheblichen indirekten Emissionen, die durch den privaten Konsum entstehen

Im Bereich Klimaanpassung wurde keine Aufteilung in spezifische Sektoren vorgenommen. Die aufgeführten Informationen sind ergänzend zur kantonalen Klimastrategie zu verstehen.

Die Analyse beinhaltet eine Kurzbeschreibung des jeweiligen Sektors. Je nach Sektor ist diese ausführlicher gestaltet und beinhaltet unterschiedliche Informationen:

Kurzbeschreibung

- Die Sektoren Gebäude, Verkehr, Industrie und Landwirtschaft beinhalten einen ausführlichen Ist-Zustand. Dieser beschreibt den Sektor, die laufenden Aktivitäten zur Reduktion der THG-Emissionen sowie die modellierten Absenkpfade. Basierend auf dem daraus resultierenden Handlungsbedarf und dem Handlungsspielraum wird der entsprechende Reduktionsbedarf identifiziert.
- Der Sektor Energiewirtschaft beinhaltet eine Beschreibung des nötigen Umbaus des Energiesystems und die bereits laufenden Aktivitäten innerhalb des Kantons. Darauf basierend ergibt sich der Bedarf an erneuerbaren Energien und des dafür nötigen Zubaus innerhalb des Kantons.
- Die weiteren Sektoren beinhalten jeweils eine Auflistung der laufenden Aktivitäten.

Basierend auf der Kurzbeschreibung und der darin realisierten Analysen sind Massnahmen definiert, die den identifizierten Reduktionsbedarf so gut

Massnahmen

wie möglich abdecken sollen. Die Massnahmen werden pro Sektor einem Wirkungsbereich zugeordnet und zu Massnahmenpaketen zusammengefasst.

Die folgende Tabelle 5 zeigt die jeweiligen Wirkungsbereiche und Massnahmenpakete der Sektoren zu Klimaschutz und Klimaanpassung.

Sektor	Wirkungsbereich	Massnahmenpaket
Klimaschutz		
Gebäude	Effiziente und klimaneutrale Gebäude	Gebäudeeffizienz erhöhen (Wärme und Strom) und Heizungen auf erneuerbare Energien umstellen
Verkehr	Verkehr vermeiden und verlagern	Unnötigen Verkehr vermeiden und Verkehr verlagern
	Effiziente und erneuerbare Mobilität	Ladeinfrastruktur bereitstellen und effiziente und erneuerbar angetriebene Fahrzeuge in Verkehr bringen
Industrie	Effiziente und erneuerbare Industrie	Prozesse klimaneutral gestalten
Energiewirtschaft	Erneuerbare Energieproduktion	Saisonale Energie bedarfsgerecht produzieren
Landwirtschaft	Klimaneutrale Landwirtschaft (Pilotphase und Expansionsphase)	Bilanzierung und Know-how-Transfer (Pilotphase und Expansionsphase)
		Pilotprojekte und Innovation (Pilotphase und Expansionsphase)
Tourismus	Klimaneutraler Tourismus	Klimaschonenden Tourismus fördern
Konsum	Klimaneutraler Konsum	Klimaschonenden Konsum fördern
Klimaanpassung		
Klimaanpassung	Klimaangepasste Aktivitäten	Umgang mit Naturgefahren stärken (Waldbrand, Risikoübersicht und Permafrost)
		Wald klimaangepasst bewirtschaften
		Landwirtschaft klimaangepasst umsetzen

Tabelle 5 Wirkungsbereiche und Massnahmenpakete pro Sektor.

Insgesamt werden drei Typen von Massnahmen unterschieden:

- Schlüsselmassnahmen (SM): Schlüsselmassnahmen sind Massnahmen, die für die Erreichung des AGDs zentral sind und umgesetzt werden müssen.
- Flankierende Massnahmen (FM): Flankierende Massnahmen sind Massnahmen, die die Umsetzung der Schlüsselmassnahmen unterstützen.
- Einzelmassnahmen (EM): Einzelmassnahmen sind konkrete Massnahmen innerhalb der Schlüsselmassnahmen oder der flankierenden Massnahmen und sind für die Umsetzung detailliert auszuarbeiten.

Die Massnahmentypen werden zudem kategorisiert, um einerseits zwischen bestehenden, beziehungsweise angepassten sowie neuen Massnahmen zu unterscheiden und andererseits die Massnahmen bezüglich Erreichung eines bestimmten Absenkpades einzuordnen:

- ↑ = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen*;
- + = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*;
- ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*. Diese Massnahmen benötigen entsprechende gesetzliche und/oder organisatorische Anpassungen.

Für die Massnahmentypen SM, FM und EM wird jeweils eine grobe Wirkungs- und Kostenabschätzung gemacht:

Wirkung und
Kosten

- Wirkung: Die Wirkung einer Massnahme wird mit Ausnahme der Landwirtschaft als kumulierte Einsparung von energetischen CO₂-Emissionen bis 2050 aufgezeigt. Bei der Landwirtschaft bezieht sich die Einsparung auf CO₂eq. Die Wirkungsabschätzung entspricht Experteneinschätzungen und basiert auf der Annahme, dass das gesamte Massnahmenpaket des AGD des jeweiligen Sektors umgesetzt wird. Bei isolierter Umsetzung von einzelnen Massnahmen wird die Wirkung entsprechend geringer ausfallen.
- Kosten: Die Kosten sind grobe Schätzungen der Gesamtkosten für alle involvierten Akteure (Investitionskosten und jährliche Kosten). Indirekte und längerfristige Effekte (reduzierte oder erhöhte Anpassungs-, Betriebs- und Energiekosten; Steuereinnahmen oder -ausfälle) sind nicht mit eingerechnet.

4.2 Gebäude

4.2.1 Ist-Zustand

Im Kanton Graubünden werden rund 60 % der Gebäude mit Wohnnutzung fossil beheizt. Dies entspricht rund 26 000 fossilen Heizungen (Kanton Graubünden 2019). Im Jahr 2018 wurden für Raumwärme und Warmwasser rund 670 GWh fossile Energien (69 % Erdöl und 31 % Erdgas) verbraucht. Die Emissionen im Gebäudesektor (Haushalte, Gewerbe und Dienstleistungen) stammen somit überwiegend aus der Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser.

Raumwärme und
Warmwasser als
grösster Emittent

Der Kanton setzt ergänzend zur nationalen CO₂-Abgabe bereits heute verschiedene Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Sektor Gebäude um, wie beispielsweise:

Laufende Aktivitäten
im Kanton
Graubünden

- **Kantonales Energiegesetz:** Die Kantone sind zuständig, über ihre Energiegesetzgebung mit Massnahmen dafür zu sorgen, die Energieeffizienz von Gebäuden zu steigern und vermehrt erneuerbare Energien einzusetzen. Das seit dem 1. Januar 2021 geltende, teilrevidierte Energiegesetz des Kantons Graubünden enthält dazu energetische Bauvorschriften und sieht die Umsetzung von Schlüsselteilen der MuKE 2014 (Teil F) vor. Hierbei muss beim Ersatz des Wärmeerzeugers ein Anteil erneuerbarer Energien eingesetzt werden. Zudem werden Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz gefordert.

— **Kantonales Förderprogramm:** Graubünden setzt schweizweit deutlich überdurchschnittlich viel Fördergelder für erneuerbare Energie und Energieeffizienz in Gebäuden ein. Dabei werden überdurchschnittlich viele Objekte sowie Massnahmen mit einer hohen Wirkung gefördert. 2019 wurden gemäss Statistik des Gebäudeprogrammes 12 Mio. Franken Förderbeiträge ausbezahlt. Mit CHF 60 pro Einwohnerin oder Einwohner ist dies unter den Kantonen der höchste Wert. Erzielt wurde mit diesem Förderprogramm eine Reduktion von rund 63 000 Tonnen CO₂ (berechnet über die technische Lebensdauer der Massnahmen). Dies ergibt Kosten von rund CHF 190 pro tCO₂.

Die folgende Abbildung 16 und die Tabelle 6 zeigen die Modellierung der Absenkpfade der energiebedingten CO₂-Emissionen des Sektors Gebäude. Die Modellierung basiert auf bestehenden Wirkungsmodellen, insbesondere aus EBP (2018). Die oben beschriebenen Massnahmen fliessen in den Absenkpfad *laufende Bestrebungen* ein.

Absenkpfad

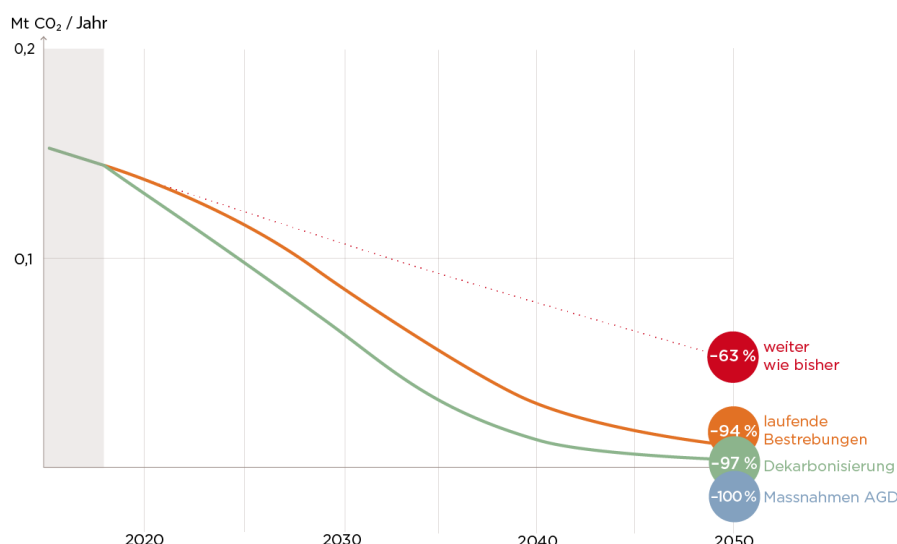


Abbildung 16 Absenkpfade der energiebedingten CO₂-Emissionen der Gebäude in Graubünden. Die Massnahmen AGD sind im nächsten Kapitel beschrieben. Quelle: Eigene Darstellung.

Absenkpfade Gebäude	2018	2030	2050
laufende Bestrebungen auf nationaler und kantonaler Ebene	0,15 Mio. tCO ₂ (100 %)	0,10 Mio. tCO ₂ (-37 %)	0,01 Mio. tCO ₂ (-94 %)

Mit der seit 2021 in Kraft getretenen Teilrevision des kantonalen Energiegesetzes und der künftigen Revision des CO₂-Gesetzes können die CO₂-Emissionen im Sektor Gebäude bereits bis 2030 um 37 % und bis 2050 um 94 % gegenüber 2018 reduziert werden. Zentral sind dabei die Einführung von Teil F der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEN) von 2014 und die Einführung von CO₂-Grenzwerten für Gebäude durch das künftige CO₂-Gesetz. Die vorgesehenen Grenzwerte führen ab 2043 zu einem Verbot fossiler Heizungen. Um die Reduktionswirkung zu erreichen, braucht es neben diesen Bestimmungen begleitende Massnahmen wie eine verstärkte Förderung des Heizungsersatzes und eine gezielte Information und Sensibilisierung der Akteure.

Absenkpfade Gebäude	2018	2030	2050
Dekarbonisierung	0,15 Mio. tCO ₂ (100 %)	0,07 Mio. tCO ₂ (–51 %)	0,00 Mio. tCO ₂ (–97 %)

Durch die frühzeitige Einführung strenger CO₂-Grenzwerte für Gebäude durch den Kanton, die einem faktischen Verbot für fossile Heizungen entsprechen, würden die CO₂-Emissionen bis 2030 um 51 % und bis 2050 um 97 % sinken. Auch hier sind ergänzende Massnahmen wie die zusätzlich verstärkte Förderung sowie die Information und Sensibilisierung wichtig, um die Reduktionsziele zu erreichen.

Tabelle 6 Entwicklung der CO₂-Emissionen der Gebäude in Graubünden je Szenario.

Die detaillierten Beschreibungen und Annahmen für die Modellierung der Absenkpfade sind in Anhang A2.2 aufgeführt.

Aus der obigen Analyse können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Im Gebäudesektor wird durch kantonale Vorschriften und die Förderung freiwilliger Massnahmen bereits heute einiges erreicht. Die *laufenden Bestrebungen auf nationaler und kantonaler Ebene* zeigen eine starke Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2050. Bei Neubauten ist die Energieeffizienz hoch und die Anwendung erneuerbarer Energien ist faktisch zum Stand der Technik geworden. Der Handlungsbedarf ist jedoch weiterhin gross, um die entsprechende Wirkung zu erreichen. Die Herausforderungen konzentrieren sich dabei auf den Gebäudebestand. Ein grosser Teil der bestehenden Gebäude wird mit fossilen Energieträgern beheizt und beim Heizungswechsel werden heute oft weiterhin fossile Energieträger eingesetzt. Handlungsbedarf: gross
- Im Gebäudesektor hat der Kanton einen grossen Handlungsspielraum. Zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen* hat der Kanton mit der Teilrevision des Energiegesetzes bereits wichtige Weichenstellungen vorgenommen. Wichtig ist hierbei auch künftige Revision des CO₂-Gesetzes auf nationaler Ebene. Diese ergänzt die laufenden Bestrebungen des Kantons. Handlungsspielraum: gross
- Zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung* hat der Kanton weiteren Handlungsspielraum. Er kann beispielsweise strenge CO₂-Grenzwerte für Gebäude festlegen und damit den Einsatz fossiler Heizungen beim Ersatz des Wärmeerzeugers faktisch ausschliessen.
- Der Reduktionsbedarf zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen* im Sektor Gebäude entspricht kumuliert 0,87 Mio. tCO₂ bis 2050 (energiebedingte CO₂-Emissionen). Reduktionsbedarf
- Der Reduktionsbedarf zwischen den Absenkpfeilen *laufende Bestrebungen* und *Dekarbonisierung* im Sektor Gebäude entspricht kumuliert 0,48 Mio. tCO₂ bis 2050 (energiebedingte CO₂-Emissionen).
- Der *Aktionsplan Green Deal für Graubünden* umfasst im Sektor Gebäude somit den kumulierten Reduktionsbedarf von insgesamt 1,36 Mio. tCO₂ bis 2050 (energiebedingte CO₂-Emissionen). Durch die nationalen Bestrebungen können rund 55 % der Emissionen reduziert werden. Damit verbleiben 45 % des Reduktionsbedarfs für den Kanton Graubünden. Dies entspricht kumuliert 0,61 Mio. tCO₂ bis 2050.

Zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung* müssen fossile Energien von rund 670 GWh für die Wärme- und Warmwasserbereitstellung reduziert oder durch erneuerbare Quellen substituiert werden. Durch die Steigerung der energetischen Sanierungen in bestehenden Gebäuden und durch Vorschriften für Neubauten kann ein wichtiger Beitrag zur Reduktion in der Grössenordnung von 21 % geleistet werden. Die restliche benötigte Energie muss emissionsfrei bereitgestellt werden. Dies kann beispielsweise durch die Nutzung von Wärmepumpen, Solarwärme oder erneuerbare Fernwärme geschehen. Wenn die benötigte Energie durch Wärmepumpen generiert wird, führt dies besonders im Winter zu einem höheren Stromverbrauch. Um den Absenkpfeil *Dekarbonisierung* zu erreichen, muss der zusätzlich benötigte Strom entsprechend mit erneuerbaren Quellen bereitgestellt werden. Hierbei ist die Stromerzeugung durch Hydroenergie, Solarenergie oder Windkraft zentral, ebenso die Möglichkeit der saisonalen Speicherung der Energie mittels Wasserelektrolyse (Erzeugung von Wasserstoff), Methanisierung (synthetisches Methan aus Wasserstoff und CO₂) oder Methanolisierung (synthetisches Methanol aus Methan und CO₂) (siehe Kapitel 4.5).

Umbau Energiesystem im Sektor Gebäude

4.2.2 Massnahmen des AGD

Die Umsetzung des *Aktionsplans Green Deal für Graubünden* fokussiert im Sektor Gebäude auf die forcierte Förderung der Wärmegewinnung aus erneuerbaren Energien (Heizungersatz), begleitet durch die kontinuierliche Steigerung der Gebäudeeffizienz (siehe die jeweilige Beschreibung der Massnahmen in Tabelle 7):

- Heizungersatz: Vor allem der Heizungersatz bringt in den nächsten zehn Jahren einen Sprung in der Dekarbonisierung und wird getragen durch die künftige Revision des CO₂-Gesetzes. Im ganzen AGD ist der Heizungersatz die Massnahme mit der grössten Klimaschutzwirkung. Sie weist ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis auf.
- Gebäudeeffizienz: Aus übergeordneten Gründen der Resilienz, der Verfügbarkeit erneuerbaren Winterstroms oder der Haustechnik sollte der Heizungersatz, wenn immer möglich, mit Massnahmen der Gebäudeeffizienz ergänzt werden. Dies soweit die finanziellen Möglichkeiten dies erlauben (siehe Faktenblatt Gebäude im Anhang A2.3).

Zentrale Ergänzungen bilden weiterhin die Sensibilisierung und Beratung sowie die Vorbildfunktion durch die kantonalen Gebäude.

Der zusätzliche Strombedarf der Gebäudewärme aus erneuerbarer Energie (z. B. Wärmepumpen) sollte durch geeignete kantonale Zusatzförderung für Gebäude-PV ausbalanciert werden (siehe Kapitel 4.5).

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Gesamtkosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in tCO ₂ bis 2050)
KS.G-1.1	SM Forcierung der Gebäudeparktransformation mit ergänzten Energievorschriften und justierter finanzieller Förderung Justieren des kantonalen Förderprogramms: — Förderbeiträge für den Ölheizungsersatz hinsichtlich Globalbeitragsberechtigung des Bundes auf das maximal mögliche Niveau von 50 % der dem Heizungsersatz anzurechnenden Gesamtinvestitionen erhöhen (in einem frühzeitig angekündigten und zeitlich klar begrenzten Spezialprogramm beispielsweise von 2023 bis 2033. Der Zweck ist dabei ein Klimaschutz-Impuls sowie Übergangsmassnahmen zur Sicherstellung der gesellschaftlichen Akzeptanz bezüglich der (künftigen) gesetzlichen Anforderungen an den Heizungsersatz). — Erfolgreiche bestehende kantonale Förderung in den Bereichen Gebäudehülle und Ölheizungsersatz nur dann anpassen bzw. reduzieren, wenn der wachsende kantonale Finanzierungsanteil politisch nicht mehr tragbar ist. Es ist zu prüfen, in welchem Bereich mit dem oben beschriebenen Spezialprogramm auf Maximalniveau weitergefahren werden soll. Bei zu hohem Fördermittelbedarf können je nach Resultat der Prüfung bei der Gebäudehüllenförderung oder beim Ölheizungsersatz entsprechende Mittel eingespart werden, je nachdem, was sich als weniger effizient erweist. Weitere Erläuterungen gemäss Anhang A2.3.	↑+	AEV	475 Mio. CHF Anteil Kanton 23 % (109 Mio.CHF)	533 000 tCO ₂
KS.G-1.2	FM Sensibilisierung und Beratung der Akteure zu Gebäudeeffizienz und erneuerbar Heizen Weiterführen und Intensivieren der bestehenden Angebote in Bezug auf die Beratung und Information der relevanten Akteure. Dies umfasst folgende Instrumente: — Schulungsangebot für Fachpersonen: Aus- und Weiterbildungen für Architekten, Installateure, Hauseigentümer, usw. Hier kann mit verschiedenen Institutionen zusammengearbeitet werden, wie beispielsweise HTW, Hauseigentümerverband, usw. Wichtig ist, dass die Entscheidungsträger von neuen Heizsystemen und Gebäudesanierungen die nötigen Grundlagen kennen in Bezug auf die Regelungen und technischen Möglichkeiten. — Runder Tisch <i>Klimaneutrale Gebäude</i>: Kreieren eines runden Tisches, der die relevanten Akteure zusammenbringt und gemeinsam mit ihnen nach Lösungen sucht, um die Gebäudesanierungen und den Heizungsersatz der Gebäude im Kanton rasch voranzutreiben. — Aufbauen einer aktiven Kommunikationskampagne zur Information und Sensibilisierung der relevanten Akteure – von den Installateuren, den Hauseigentümern bis hin zur Bevölkerung. Diese Kommunikationskampagne beinhaltet verschiedene Aspekte und soll breit abgestützt sein, um alle Zielgruppen anzusprechen. Möglichkeiten dafür sind: Webseite und Social Media für die (junge) Bevölkerung, Printmedien für Fachpersonen, Informationsveranstaltungen für Hauseigentümer und Bevölkerung. Auch hier kann mit verschiedenen	↑+	AEV	1,6 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	27 000 tCO ₂

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Gesamtkosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in tCO ₂ bis 2050)
Institutionen zusammengearbeitet werden und Synergien gesucht werden, wie z. B. mit Energiestadt.					
KS.G-1.3	FM Verbesserung Gebäudeeffizienz und Umstellung auf erneuerbare Heizungen in Kantonsgebäuden (inkl. Gebäudehüllensanierung) Begleiten der kantonalen Institutionen in der Optimierung der Gebäudeeffizienz und der Umstellung auf erneuerbare Heizungen in ihren Gebäuden (inkl. Gebäudehüllensanierungen). Dies erfolgt über die Analyse und die Erarbeitung einer Sanierungsplanung für die kantonalen Gebäude und der entsprechenden Umsetzung über die nächsten 10 Jahre. Sensibilisieren und Anregen der kantonsnahen Institutionen zur Thematik und Anbieten von entsprechenden Unterstützungen zur Umsetzung. Mögliche Aktivitäten könnten eine entsprechende Weisung oder die Integration in die Leistungsaufträge der Institutionen sein. In einem ersten Schritt können die kantonsnahen Institutionen identifiziert und die möglichen Handlungsoptionen von Seiten des Kantons eruiert werden. In einem zweiten Schritt sollten gemeinsam mit den Institutionen die Möglichkeiten besprochen und definiert werden.	++	AEV HBA	27 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	50 000 tCO ₂
Total				504 Mio. CHF Anteil Kanton 138 Mio. CHF	610 000 tCO₂
Bestehende, aber angepasste Massnahmen (↑ und ↑+)				477 Mio. CHF	560 000 tCO ₂
Neue Massnahmen, die gesetzliche und/oder organisatorische Anpassungen benötigen (++)				27 Mio. CHF	50 000 tCO ₂

Tabelle 7 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑ = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen*; + = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Die identifizierten Massnahmen ergeben eine kumulierte Wirkung von insgesamt 0,61 Mio. tCO₂ bis 2050. Damit kann der Reduktionsbedarf von Seiten des Kantons von 45 % des gesamten Reduktionsbedarfs gedeckt werden. Die Gesamtkosten belaufen sich kumuliert auf rund 504 Mio. Franken bis 2050.

Folgende Grafik vergleicht die definierten Absenkpfade mit der Wirkung der Massnahmen des *Aktionsplans Green Deal für Graubünden* im Sektor Gebäude (Kurve *Massnahmen AGD*).

Die Massnahmen des *Aktionsplans Green Deal für Graubünden* ermöglichen die vollständige Reduktion der CO₂-Emissionen und somit die Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung* des Sektors Gebäude.

Die Massnahmen haben folgenden Beitrag zur Erreichung des Ziels im Bereich Gebäude. Die Erreichung des Ziels wird den entsprechenden Kosten der jeweiligen Massnahmen gegenübergestellt.

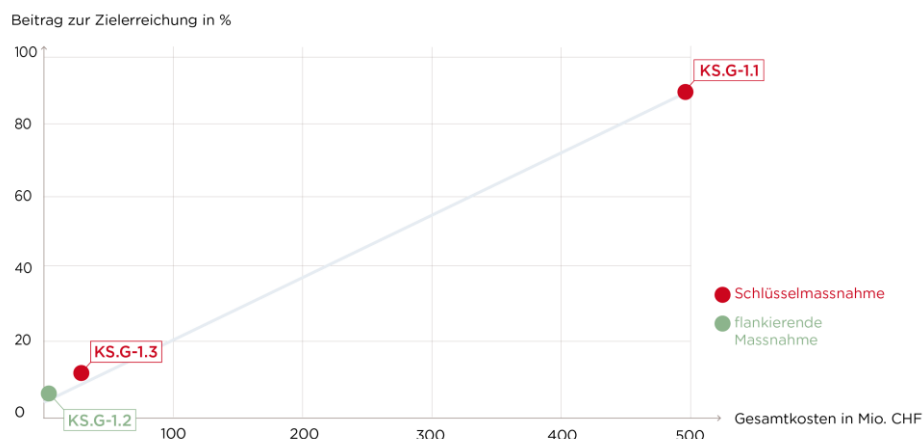


Abbildung 17 Beitrag zur Zielerreichung der Massnahmen des AGD für den Sektor Gebäude.
Die graue Linie entspricht der Trendlinie der Massnahmen. Quelle: econcept.

Die Abbildung zeigt, dass die wirkungsvollste Massnahme *Forcierung der Gebäudeparktransformation* (KS.G-1.1) auch hohe Kosten aufweist, während die Massnahmen mit geringerer Wirkung auch geringere Kosten generieren.

4.3 Verkehr

4.3.1 Ist-Zustand

Die energiebedingten CO₂-Emissionen im Sektor Verkehr des Kantons Graubünden stammen zum Grossteil aus dem Strassenverkehr (99 %). Insgesamt wurde 2018 eine Energiemenge von rund 1630 GWh in Form von fossilen Treibstoffen verbraucht.

Strassenverkehr
als grösster
Emittent

Der Kanton setzt bereits heute verschiedene Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Sektor Verkehr um, wie beispielsweise:

Laufende Aktivitäten
im Kanton
Graubünden

- **Agglomerationsprogramm Chur:** Die Agglomeration Chur (Regionen Imboden, Plessur und Landquart) erarbeitet bis 15. September 2021 die vierte Generation des Agglomerationsprogramms und sieht verschiedene Massnahmen im Bereich Siedlungs- und Verkehrsinfrastruktur vor. Diese beinhalten unter anderem bauliche Infrastrukturprojekte in den Teilbereichen öffentlicher Verkehr (ÖV) / Multimodalität, Gesamtverkehr, motorisierter Individualverkehr, Fuss- und Veloverkehr sowie planerische Massnahmen im Bereich der Siedlungs- und Verkehrsentwicklung. In der Region Chur leisten diese Projekte einen wichtigen Beitrag zur Vermeidung und Verlagerung des Verkehrs und können als Inspiration für kantonale Massnahmen dienen.
- **Koordination Siedlungs- und Verkehrsentwicklung in Chur West:** Der Stadtteil Chur West ist in den letzten Jahren stark gewachsen. Die Stadt Chur will das Quartier in den nächsten Jahren mit zusätzlichen Hochhäusern stark weiterentwickeln. So ist beispielsweise 2020 auch die kantonale Verwaltung mit 14 Organisationseinheiten in das Verwaltungszentrum «sinergia» umgezogen. Ebenso befindet sich in Chur West die Fachhochschule (FHGR) mit einer wachsenden Anzahl an Studierenden. Alle

diese Entwicklungen machen einen nachhaltigen Ausbau der Verkehrerschliessung im ganzen Raum Chur West notwendig. Nur mit der Sicherstellung von qualitativ und quantitativ guten ÖV- und Fernverkehr-Verbindungen können MIV-Fahrten verlagert werden. Die S-Bahn-Haltestelle Chur West soll als ÖV-Drehscheibe aufgewertet und mit den Buslinien und dem Fuss- sowie Veloverkehr besser verknüpft werden.

- **Sachplan Velo des Kantons Graubünden:** Der Sachplan Velo des Kantons Graubünden verfolgt unter anderem das Ziel, den Alltagsverkehr (Arbeits-, Ausbildungs-, Einkaufswege usw.) mit dem Velo zu fördern. Der Kanton subventioniert das Alltagsverkehrsnetz mit 60–80 % (Grundnetz) bzw. 30–50 % (Ergänzungsnetz). Damit die Vielzahl im Sachplan aufgezeigter Massnahmen prioritätsgerecht umgesetzt werden, erstellt die Fachstelle Langsamverkehr des kantonalen Tiefbauamtes (TBA) eine Prioritätenübersicht pro Gemeinde, um aufzuzeigen, welche Massnahme den grössten Nutzen (Aufwand und Ertrag) für den Langsamverkehr je Gemeinde aufweist.
- **Ausbau ÖV-Angebot mit dem RhB-Konzept *Retica 30+*:** Die RhB möchte bis 2023 mit dem Angebotskonzept *Retica 30+* den Halbstundentakt auf den wichtigsten Linien ihres Netzes realisieren (Prättigau/Davos, Ilanz, Oberengadin und S-Bahn Chur). Mit der Weiterentwicklung des Angebots zu *Retica 30+* sollen weitere Strecken im Kanton Graubünden den Halbstundentakt erhalten. Mit diesem Angebotsausbau im öffentlichen Verkehr können folgende Regionen und Zentren in einem Halbstundentakt erschlossen werden: Scuol-Tarasp, Disentis, Arosa (saisonal), Thusis und die Berninalinie (saisonal). Durch die Attraktivitätssteigerung im öffentlichen Verkehr ermöglicht *Retica 30+* eine Verlagerung vom MIV auf den öffentlichen Verkehr.

Die Abbildung 18 und die Tabelle 8 zeigen die Modellierung der Absenkpfade der energiebedingten CO₂-Emissionen des Sektors Verkehr. Modelliert wurde der Strassenverkehr im Kanton Graubünden¹⁰. Die oben beschriebenen Massnahmen fliessen in den Absenkpfad *laufende Bestrebungen* ein.

Absenkpfad

¹⁰ Im Gegensatz zu Kapitel 3.4 wurde bei den Sektoranalysen auf das Abbilden des Absenkpads *weiter wie bisher* verzichtet.

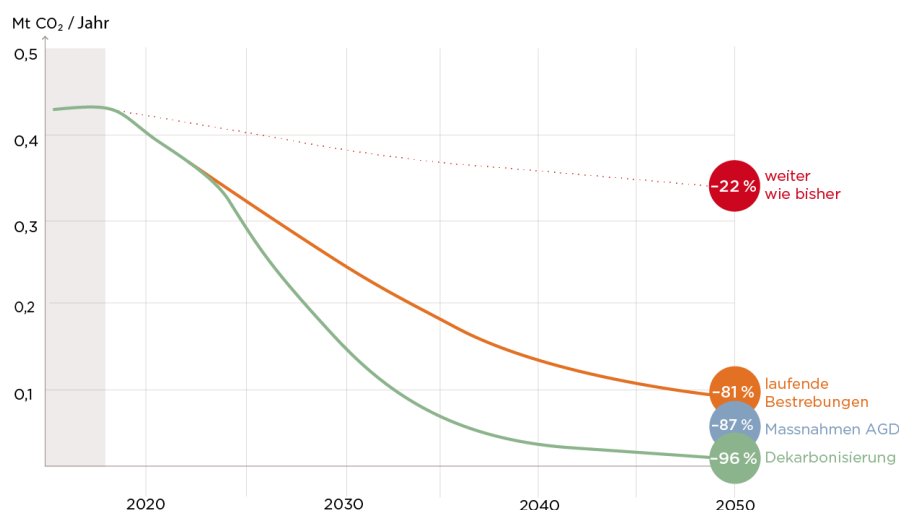


Abbildung 18 Absenkpfade der energiebedingten CO₂-Emissionen im Strassenverkehr in Graubünden. Die Massnahmen AGD sind im nächsten Kapitel beschrieben. Quelle: eigene Darstellung.

Absenkpfade Strassenverkehr	2018	2030	2050
laufende Bestrebungen auf nationaler und kantonaler Ebene	0,44 Mio. tCO ₂ (100 %)	0,26 Mio. tCO ₂ (-40 %)	0,08 Mio. tCO ₂ (-81 %)
Mit laufenden Bestrebungen und der damit einhergehenden Umsetzung der künftigen Revision des CO ₂ -Gesetzes können die CO ₂ -Emissionen im Sektor Verkehr bis 2030 um knapp 40 % gegenüber 2017 reduziert werden. Bis 2050 ist eine Reduktion um 81 % möglich. Entscheidend für diese Entwicklung sind der Emissionsgrenzwert für Neufahrzeuge und dessen schrittweise Reduktion auf 33 gCO ₂ /km bis 2040.			
Dekarbonisierung	0,44 Mio. tCO ₂ (100 %)	0,18 Mio. tCO ₂ (-59 %)	0,02 Mio. tCO ₂ (-96 %)
Zur Erreichung der Dekarbonisierung müssen die Emissionsgrenzwerte für Neufahrzeuge bis 2025 um 85 % gegenüber 2017 reduziert werden. Ab 2040 dürften neuzugelassene Fahrzeuge praktisch kein CO ₂ mehr ausstossen. Aufgrund der strikten Senkung der Emissionsvorschriften können die CO ₂ -Emissionen bis 2030 um 59 % und bis 2050 um 96 % reduziert werden.			

Tabelle 8 Entwicklung der CO₂-Emissionen im Strassenverkehr in Graubünden.

Die detaillierten Beschreibungen und Annahmen für die Modellierung der Absenkpfade sind im Anhang A2.2 aufgeführt. Aus der obigen Analyse können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Der Sektor Verkehr verursacht rund 27 % des kantonalen CO₂-Ausstosses. Zudem liegt der durchschnittliche CO₂-Ausstoss von Neuzulassungen von Personenwagen mit rund 150 gCO₂/km deutlich über dem nationalen Durchschnitt (Stand 2019, siehe Kapitel 4.1). Der Handlungsbedarf ist entsprechend gross. Handlungsbedarf: gross
- Der Handlungsspielraum des Kantons im Sektor Verkehr ist klein, da viel in der Kompetenz des Bundes liegt, wie beispielsweise die Emissionsvorschriften oder die Kompensation der Treibstoffimporte. In Bezug auf die Raumnutzung liegen ausserdem viele Kompetenzen bei den Gemeinden. Der Kanton kann vor allem über die Fahrzeugsteuern Einfluss nehmen und Rahmenbedingungen für Gemeinden und Agglomerationen schaffen. Handlungsspielraum: klein

Reduktionsbedarf

- Der Reduktionsbedarf zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen* im Sektor Verkehr entspricht kumuliert 4,86 Mio. tCO₂ bis 2050 (energiebedingte CO₂-Emissionen).
- Der Reduktionsbedarf zwischen den Absenkpfeilen *laufende Bestrebungen* und *Dekarbonisierung* entspricht kumuliert 2,23 Mio. tCO₂ (energiebedingte CO₂-Emissionen).
- Der *Aktionsplan Green Deal für Graubünden* beinhaltet somit den kumulierten Reduktionsbedarf von insgesamt 7,09 Mio. tCO₂ bis 2050 (energiebedingte CO₂-Emissionen). Diesen kann der Kanton nicht im Alleingang abdecken. Er ist auf zusätzliche nationale und kommunale Massnahmen angewiesen. Der Kanton kann rund 14 % des Reduktionsbedarfs (1 Mio. tCO₂) mit zusätzlichen Massnahmen zu den bereits definierten Aktivitäten schliessen.

Zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung* muss der Treibstoffverbrauch reduziert und durch nicht-fossile Energie substituiert werden. Für die Zielerreichung müssen insgesamt 1630 GWh reduziert bzw. substituiert werden. Bei einem vollständigen Umstieg der bestehenden fossilbetriebenen Fahrzeugflotte in Graubünden auf elektrobasierte Antriebe ist zusätzlicher Strom nötig, der erneuerbar zur Verfügung gestellt werden muss (siehe Kapitel 4.5).

Umbau Energiesystem im Sektor Verkehr

4.3.2 Massnahmen des AGD

Die Umsetzung des *Aktionsplans Green Deal für Graubünden* integriert im Sektor Verkehr die drei zentralen Strategieelemente Verkehr vermeiden, Verkehr verlagern und Klimaeffizienz verbessern:

- Unnötigen Verkehr vermeiden und Verkehr auf umweltfreundliche Transportmittel verlagern: Zentral sind hierbei die Unterstützung der Verkehrspolitik des Bundes und der Aktivitäten der Gemeinden in der Raumplanung, inkl. entsprechender Informations- und Sensibilisierungsaktivitäten. Ergänzend zu bereits bestehenden Massnahmen liegt der Fokus des AGD in der Stärkung des Schienengüterverkehrs und dem betrieblichen Mobilitätsmanagement für Firmen.
- Effiziente und erneuerbare Mobilität: Die Dekarbonisierung des Verkehrs kann nur durch die rasche Umstellung auf erneuerbare Antriebe gelingen. Hier gilt es, die entsprechenden Rahmenbedingungen zu schaffen für die Umrüstung der Mobilitätsflotten der verschiedenen Akteure hin zu emissionsfreien Fahrzeugen. Im Fokus des AGD stehen hier Massnahmen zur Förderung von Ladeinfrastruktur und von neuen Antriebssystemen.

Die Bereitstellung der nötigen Energie für die erneuerbaren Antriebe muss durch geeignete kantonale Zusatzförderung für erneuerbare Stromerzeugung ausbalanciert werden (siehe Kapitel 4.5).

Unnötigen Verkehr vermeiden und Verkehr verlagern

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Gesamtkosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in tCO ₂ bis 2050)
KS.V-1.1	SM Förderung öffentlicher Verkehr Durch die Förderung des öffentlichen Verkehrs können wichtige Impulse zum Umsteigen vom Privatauto auf den öffentlichen Verkehr gesetzt werden. Massnahmen können sein: – bessere Infrastruktur für ÖV – gute Anbindung und Verbindung – Tarifierleichterungen	↑+	AEV	300 Mio. CHF Anteil Kanton 45 % (135 Mio.CHF)	240 000 tCO ₂
KS.V.1.2	SM Stärkung Schienengüterverkehr (Förderung der Verlagerung des Güterverkehrs von der Strasse auf die Schiene) Verstärken der Massnahmen, die in der aktuell laufenden Teilrevision des Gesetzes über den öffentlichen Verkehr im Kanton Graubünden (GöV) angedacht sind. Dies in Form einer zusätzlichen finanziellen Unterstützung (Investitionsbeiträge, Förderprämien, usw.). Mögliche Massnahmen hierfür sind: — Investieren in Umschlaganlagen des unbegleiteten kombinierten Verkehrs (UKV) — Fördern von Entwicklung/Einsatz von intelligenten Güterwagen (teilautomatisiert, automatisiert) — Stärken und vermehrte Nutzung von Synergien zwischen Personen- und Güterverkehrszügen — Schaffen von besseren Rahmenbedingungen zur Nutzung der Bahn durch Verlagerer/Logistikdienstleister bei güterverkehrsintensiven Einrichtungen — Unterstützen von Marketing-/Verkaufsförderungsmaßnahmen zur Gewinnung von Bahnkunden mit grossen Transportvolumen — Erhalten und bedarfsgerechtes Erhöhen der Abgeltungen für Schienentransportleistungen RhB — Sicherstellen des Zugangs zum Schienengüternetz durch raumplanerische Sicherung der bestehenden und neuen Verladeanlagen (KV-Terminals, Freiverlade, Anschlussgleise) und Güterbahnhöfe	↑+	AEV	67 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	100 000 tCO ₂
KS.V-1.3	FM Förderung von betrieblichem Mobilitätsmanagement (BMM) für Firmen Fördern von betrieblichem Mobilitätsmanagement für Firmen zur Umsetzung von integrierten Themen, wie beispielsweise Homeoffice-Regelungen, Geschäftsfahrten mit Bike, Sharing-Angebote, Velostationen, usw. Anreize schaffen für Firmen, die ein Mobilitätsmanagement erarbeiten und erfolgreich umsetzen. Mögliche Formen von Aktivitäten sind: — Einmalbeitrag für die Erarbeitung eines BMM — Förderung von konkreten Massnahmen, wie z. B. Ladestationen für Bikes oder Autos, Prämie für Anschaffung von E-Fahrzeugen. Die Förderung kann durch eine Kommunikationskampagne begleitet werden, die gute Beispiele aufzeigt und die Firmen bekannt macht, die aktiv sind. Mögliche Aktivitäten sind: — Aufzeigen der Chancen der Digitalisierung	++	AEV	15 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	15 000 tCO ₂

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Gesamtkosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in tCO ₂ bis 2050)
	— Label für Firmen, die ein BMM machen und umsetzen im Kanton — Austauschplattformen zu BMM mit Firmen — Wettbewerb und Prämierung der Firmen, die am meisten reduziert haben oder die innovativste Idee umgesetzt haben (Award) Wichtig ist hierbei auch die Zusammenarbeit mit den Tourismusdestinationen und der Möglichkeit, die Aktivitäten für die Vermarktung zu nutzen.				
Total				382 Mio. CHF Anteil Kanton 217 Mio. CHF	355 000 tCO₂
Bestehende, aber angepasste Massnahmen				367 Mio. CHF	340 000 tCO ₂
Neue Massnahmen, die gesetzliche und/oder organisatorische Anpassungen benötigen				15 Mio. CHF	15 000 tCO ₂

Tabelle 9 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑ = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen*; + = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Effiziente und erneuerbare Mobilität

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Kosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in tCO ₂ bis 2050)
KS.V-2.1	SM Förderung neuer Antriebssysteme im Verkehr Aufbau eines Fördersystems, um den Wechsel auf erneuerbare Antriebssysteme voranzutreiben. Dies beinhaltet Aktivitäten in Bezug auf die Infrastruktur (Ladestationen) und die entsprechenden Fahrzeugflotten. Mögliche Förderungen sind: — Fördern der Erstellung von Ladestationen mit einem Investitionsbeitrag in Mehrfamilienhäuser und Parkierungsanlagen (befristet auf eine kurze Zeit von 5 Jahren) — Umsetzen von Vorzeigeprojekten Wasserstoff (z. B. Realisieren von Wasserstoff-Tankstellen für Langstreckenbusse, Wasserstoff-LKW-Flotte von Bündner Flottenbetreibern, lokale Wasserstofferzeugung in Kombination mit Bündner-Wasserkraftwerken) — Erarbeiten und Umsetzen einer erneuerbaren Bus-Strategie GR (Finanzierung von E- oder Wasserstoff-Bussen und Ladeinfrastruktur, intelligenter Einbezug weiterer Mittel wie Seilbahnen und dem strassengebundenen öV) — Fördern erneuerbarer Antriebe für PKW, LKW und kommunale Fahrzeuge — Umsetzen von Vorzeigeprojekten mit Partnern (z. B. Einsatz von LKW und Bussen mit alternativen Antriebssystemen bei Post und Verkehrsbetrieben, CO₂-freie Baustellen)	++	AEV	115 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	497 000 tCO ₂

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Kosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in tCO ₂ bis 2050)
	Begleitet wird das Förderprogramm durch eine Informations- und Kommunikationskampagne für unterschiedliche Zielgruppen. Hierbei sollen auch Themen zu innovativen Technologien und zur Digitalisierung integriert werden Wichtig ist hierbei auch die Zusammenarbeit mit den Tourismusdestinationen und die Möglichkeit, die Aktivitäten für die Vermarktung zu nutzen.				
KS.V-2.2	SM Prüfung der Anpassung der kantonalen Bauvorschriften bezüglich Ladestationen Erlassen von Vorschriften, damit der Gebäudebestand (im Rahmen der Erneuerung wesentlicher Gebäude-Elemente) und Neubauten das Laden zu Hause und am Arbeitsplatz künftig ermöglichen. Die Prüfung einer Anpassung der kantonalen Bauvorschriften soll bei der nächsten Teilrevision des Bündner Energiegesetzes erfolgen.	↑+	AEV	0,9 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	100 000 tCO ₂
KS.V-2.3	SM Ökologisierung der Motorfahrzeugsteuer Anpassen und Ausbau der Motorfahrzeugsteuer in Abstimmung auf ökologische Kriterien: — Sukzessives Anpassen der heutigen Befreiung von E-Fahrzeugen hin zu einer gewichtsabhängigen und CO ₂ -differenzierten Steuer — Prüfen von Synergien mit Mobility Pricing und CO ₂ -Abgabe auf Treibstoffen (Bundesmassnahmen) — Prüfen eines Zuschlags zur Finanzierung des Programms «Förderung E-Mobilität» — Erweitern der Motorfahrzeugsteuer im Hinblick auf die Innovationsförderung innerhalb des Kantons: Beispielsweise über einen CO ₂ -Zuschlag, der zweckgebunden für innovative Projekte zur Reduktion der Treibhausgase innerhalb des Kantons eingesetzt wird	↑+	StVA / TBA	0,75 Mio. CHF Anteil Kanton 100 % (0,75 Mio. CHF)	48 000 tCO ₂
Total				117 Mio. CHF Anteil Kanton 117 Mio. CHF	645 000 tCO₂
Bestehende, aber angepasste Massnahmen				2 Mio. CHF	148 000 tCO ₂
Neue Massnahmen, die gesetzliche und/oder organisatorische Anpassungen benötigen				115 Mio. CHF	497 000 tCO ₂

Tabelle 10 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑ = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen*; + = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Die identifizierten Massnahmen ergeben eine kumulierte Wirkung der beiden Massnahmenpakete von insgesamt 999 000 tCO₂ bis 2050. Damit kann der Reduktionsbedarf von Seiten des Kantons von rund 14 % des gesamten Reduktionsbedarfs gedeckt werden. Die dafür nötigen Gesamtkosten bis im Jahr 2050 liegen bei 117 Mio. Franken.

Folgende Grafik vergleicht die definierten Absenkpfade mit der Wirkung der Massnahmen des *Aktionsplans Green Deal für Graubünden* im Sektor Verkehr (Kurve *Massnahmen AGD*).

Die Massnahmen des *Aktionsplans Green Deal für Graubünden* ermöglichen somit die Erreichung einer Reduktion der CO₂-Emissionen von 87 %. Für die Erreichung der Dekarbonisierung sind ergänzend Massnahmen von weiteren Akteuren wie des Bundes und der Gemeinden nötig.

Die Massnahmen haben folgenden Beitrag zur Erreichung des Ziels im Bereich Verkehr. Die Erreichung des Ziels wird den entsprechenden Kosten der jeweiligen Massnahmen gegenübergestellt.

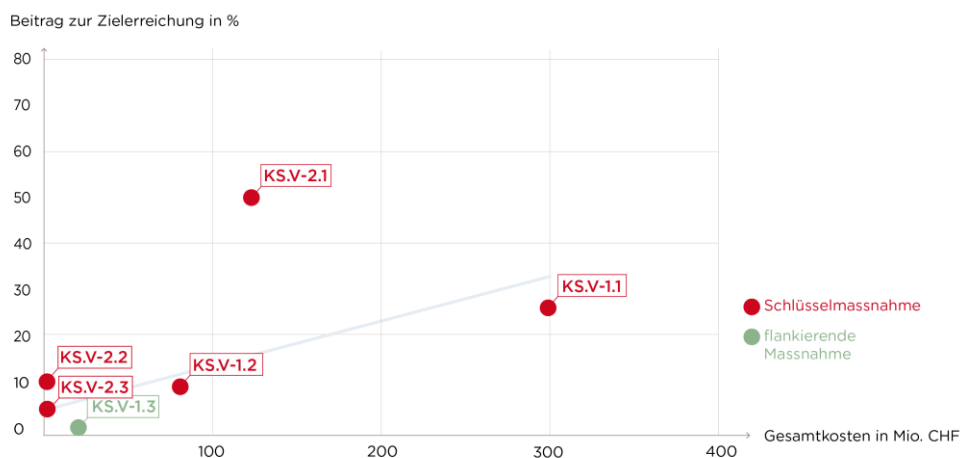


Abbildung 19 Beitrag zur Zielerreichung der Massnahmen des AGD für den Sektor Verkehr. Die graue Linie entspricht der Trendlinie der Massnahmen. Quelle: econcept.

Die Abbildung zeigt, dass die Massnahmen sehr unterschiedliche Beiträge und Kosten aufweisen. Die wirkungsvollste Massnahme ist die *Förderung neuer Antriebssysteme* (KS.V-2.1). Diese zeigt auch relativ geringe Kosten auf gegenüber den anderen Massnahmen (sie befindet sich deutlich oberhalb der Trendlinie). Die *Förderung des öffentlichen Verkehrs* (KS.V-1.1) leistet auch einen wichtigen Beitrag, kostet aber relativ viel gegenüber den anderen Massnahmen (sie befindet sich deutlich unterhalb der Trendlinie).

4.4 Industrie

4.4.1 Ist-Zustand

Der CO₂-relevante Energieverbrauch für Heizöl, Erdgas und Kohle/Koks im Sektor Industrie liegt bei 1450 GWh. Die wichtigsten Energiekonsumenten und damit CO₂-Emittenten sind die im Bündner Rheintal angesiedelten Grossindustrien, allen voran das Zementwerk in Untervaz.

Zement-Herstellung als grösster Emittent

Ergänzend zu den nationalen Klimaschutzinstrumenten setzt der Kanton bereits heute verschiedene Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Sektor Industrie um, wie beispielsweise:

Laufende Aktivitäten im Kanton Graubünden

— **Grossverbraucherartikel:** Seit 2014 wird im Kanton der Grossverbraucherartikel in über 185 Betriebsstätten umgesetzt.

- **Industrieförderung:** Der Kanton lancierte in der Vergangenheit gezielte Industrieförderungen wie die Förderung von Beleuchtungssanierungen in den Jahren 2016 bis 2018.
- **Kantonales Förderprogramm:** Neben den Förderungen für erneuerbare Energie und Energieeffizienz in Gebäuden (vgl. Kapitel 4.1), fördert der Kanton Graubünden auch die Nutzungsgradverbesserung gewerblicher oder industrieller Prozesse.

Die Abbildung 20 und die Tabelle 11 zeigen die Modellierung der Absenkpfade der energiebedingten CO₂-Emissionen des Sektors Industrie.

Absenkpfad

Die Absenkpfade im Sektor Industrie konnten weniger detailliert modelliert werden als diejenigen der Sektoren Gebäude und Verkehr. Es wurde die Methodik der Kaya Identity¹¹ verwendet, um die energiebedingten CO₂-Emissionen für die bedeutenden Bereiche wie beispielsweise die Zementherstellung und die Chemie fortzuschreiben.

Die Modellierungen berücksichtigen das Bruttoinlandsprodukt und den Anteil der Industrie an der Wirtschaftsleistung, sowie die Energieintensität und den Anteil der erneuerbaren Energien am Energieeinsatz in der Industrie. Hierbei wird bei allen Absenkpfeilen von einem steigenden BIP pro Kopf, jedoch einem leicht sinkenden Anteil der Industrie an der Wirtschaftsleistung, ausgegangen¹². Die oben beschriebenen Massnahmen fliessen in den Absenkpfad *laufende Bestrebungen* ein.

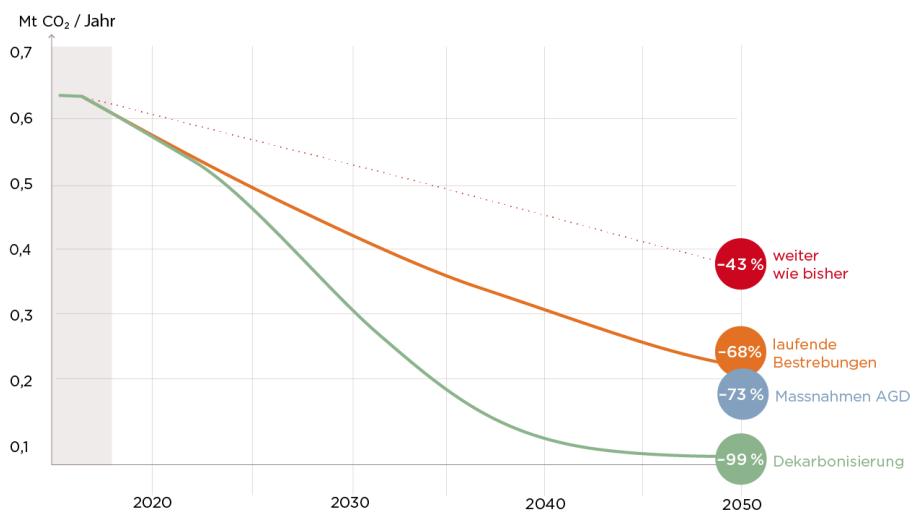


Abbildung 20 Absenkpfade der energiebedingten CO₂-Emissionen in der Industrie in Graubünden. Die Massnahmen AGD sind im nächsten Kapitel beschrieben. Quelle: eigene Darstellung

11 CO₂-Emissionen als Funktion der Bevölkerung, BIP, Energieintensität, CO₂-Intensität des Energieeinsatzes

12 Im Gegensatz zu Kapitel 3.4 wurde bei den Sektoranalysen auf das Abbilden des Absenkpfeils *weiter wie bisher* verzichtet.

Absenkpfade Industrie	2018	2030	2050
laufende Bestrebungen auf nationaler und kantonaler Ebene	0,66 Mio. tCO ₂ (100 %)	0,44 Mio. tCO ₂ (–32 %)	0,21 Mio. tCO ₂ (–68 %)
Mittels der definierten Massnahmen für die Industrie in der künftigen Revision des nationalen CO ₂ -Gesetzes können die CO ₂ -Emissionen im Sektor Industrie bereits bis 2030 um 32 % gegenüber 2017 reduziert werden. Bis 2050 ist eine Reduktion um 68 % möglich. Im Zentrum stehen dabei die Weiterführung und schrittweise Verstärkung der CO ₂ -Abgabe und der bestehenden Instrumente für die CO ₂ -Abgabebefreiung (Zielvereinbarungen, Emissionshandelssystem (EHS)). Der Kanton kann diese Massnahmen über Förderinstrumente begleiten und die Reduktion der Treibhausgase der Industrie unterstützen.			
Dekarbonisierung	0,66 Mio. tCO ₂ (100 %)	0,33 Mio. tCO ₂ (–49 %)	0,01 Mio. tCO ₂ (–99 %)
Um eine vollständige Dekarbonisierung unter Einhaltung der Zielvorgaben zu erreichen, müssten die CO ₂ -Emissionen bis 2030 um 49 % und bis 2050 um 99 % reduziert werden. Ein zentraler Aspekt zur Erreichung der Dekarbonisierung ist die enge Zusammenarbeit mit den lokalen Industriebetrieben, insbesondere mit den wenigen, grossen Emittenten. Diese können durch innovative und neue Verfahren als Vorzeigeprojekte eine überkantonale Sichtbarkeit schaffen und die Innovationskraft im Kanton stärken. Die Massnahmen fördern die lokale Innovationskraft der Unternehmen und erhöhen damit die lokale Wertschöpfung.			

Tabelle 11 Entwicklung der CO₂-Emissionen im Sektor Industrie in Graubünden je Szenario

Detaillierte Annahmen für die Modellierung der Absenkpfade sind im Anhang A2.2 aufgeführt.

Aus der obigen Analyse können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Der Sektor Industrie ist für rund 45 % des kantonalen CO₂-Ausstosses verantwortlich. Der sektorale Anteil liegt damit deutlich über dem Schweizer Durchschnitt. Der Handlungsbedarf ist gross – dies auch wenn die Produkte der grossen Emittenten wie beispielsweise Zementwerk und Spezialchemie nicht innerhalb des Kantons konsumiert werden. Handlungsbedarf: gross
- Innerhalb des Sektors Industrie werden in erster Linie bundesweite Instrumente wie die CO₂-Abgabe, die Zielvereinbarungen und das Emissionshandelssystem (EHS) angewendet. Über Art. 46 des nationalen Energiegesetzes ist der Kanton verpflichtet, mit den Grossverbrauchern im Rahmen eines mit dem Bund harmonisierten Modells verbindliche Ziele zur Steigerung der Energieeffizienz abzuschliessen. Der zusätzliche Handlungsspielraum für den Kanton beschränkt sich damit auf die Unterstützung von Unternehmen und die Schaffung der nötigen Rahmenbedingungen. Handlungsspielraum: klein
- Der Reduktionsbedarf zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen* im Sektor Industrie entspricht kumuliert 3,77 Mio. tCO₂ bis 2050 (energiebedingte CO₂-Emissionen). Reduktionsbedarf
- Der Reduktionsbedarf zwischen den Absenkpfeilen *Dekarbonisierung* und *laufende Bestrebungen* im Sektor Industrie entspricht kumuliert 4,7 Mio. tCO₂ (energiebedingte CO₂-Emissionen).
- Der *Aktionsplan Green Deal für Graubünden* beinhaltet somit den kumulierten kantonalen Reduktionsbedarf von insgesamt 8,47 Mio. tCO₂ bis 2050 (energiebedingte CO₂-Emissionen). Die Massnahmen beinhalten hauptsächlich Aktivitäten auf nationaler Ebene, die durch die Industriebetriebe umgesetzt werden müssen. Der Anteil, der durch ergänzende und

unterstützende, kantonale Aktivitäten erzielt werden kann, ist auf 10 % geschätzt. Dies entspricht einem kantonalen Reduktionsbedarf von 0,85 Mio. tCO₂ bis 2050.

Zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung* muss der Verbrauch fossiler Energien vollständig durch erneuerbare Quellen substituiert werden. Analog zum Sektor Verkehr ist beim Sektor Industrie der Handlungsbedarf gross und dringend. Insgesamt müssen im Sektor Industrie fossile Energien in der Höhe von rund 1450 GWh reduziert oder substituiert werden (siehe Kapitel 4.5).

Umbau Energiesystem im Sektor Industrie

4.4.2 Massnahmen des AGD

Die Industrielandschaft im Kanton Graubünden ist charakterisiert durch wenige grosse Produktionsstätten mit sehr hohen Emissionen bzw. einem hohen Anteil an den kantonalen Gesamtemissionen und teilweise grosser Innovationskraft. Für den *Aktionsplan Green Deal für Graubünden* liegt darin das Potenzial für eine deutlich engere Zusammenarbeit zwischen Kanton und ansässiger Industrie (analog Pilotprojekte zum Beispiel in Vorarlberg). Solche Pilotprojekte sind ein erster Schritt hin zur notwendigen weitgehenden Dekarbonisierung bis 2050 und unterstützen die Industrie gleichzeitig, international mit «klimafreundlichen» Produkten konkurrenzfähig zu bleiben oder gar sich einen Marktvorteil zu verschaffen. Dies zum Beispiel im Kontext des EU Green Deals, etwa mit neuen Technologien zur fossilfreien Erzeugung von Hochtemperaturprozesswärme, Kohlenstoff-Abscheidung und -Speicherung (CCS) usw.

Weiteres Potenzial besteht in der Förderung erneuerbarer Prozesswärme und der Erstellung und Umsetzung von Dekarbonisierungsstrategien (Massnahmenpläne zur Dekarbonisierung) für Unternehmen. Diese Aspekte können im Rahmen der nächsten Überarbeitung des kantonalen Energiegesetzes geprüft werden.

Die Bereitstellung der erneuerbaren Energie für die Industrie kann durch geeignete kantonale Zusatzförderung für erneuerbare Wärme- und Kältenetze unterstützt werden (siehe Kapitel 4.5).

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Gesamtkosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in tCO ₂ bis 2050)
KS.I-1.1	SM Identifikation von innovativen Projekten zur Erreichung des Netto-Null-Ziels Eingehen von Partnerschaften mit der lokalen Industrie zur Identifizierung und Umsetzung von Forschungs- und Innovationsprojekten mit der lokalen Industrie und der KVA Trimmis. Definieren eines Rahmenkredits zur finanziellen Unterstützung der identifizierten Projekte. Beispiele sind: — Chemie: CO ₂ -freie Prozessenergie, Entwicklung und Intensivierung der Abwärmenutzung, BECCS erproben	++	ANU	150 Mio. CHF Anteil Kanton 33 % (50 Mio. CHF)	520 000 tCO ₂

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Mass- nahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Feder- führung	Kumulierte Ge- samtkosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in tCO ₂ bis 2050)
	— Zement: CO₂-freier Zement (nationales Forschungsprojekt mit Anwendung im Graubündner Zementwerk), BECCS erproben — KVA: CO₂-Abscheidung und Speicherung, Intensivierung der Abwärmenutzung, Pilotprojekt zur Erzeugung von Hochtemperaturprozesswärme — Weiterverfolgung des Klima-Innovationsparks oberes Rheintal — CO₂-Abscheidung zur Produktion von erneuerbaren Gasen — Umsetzung Forschungsprojekt «Zero Industrial Waste» Mit innovativen Projekten kann die lokale Industrie und die KVA eine Vorreiterrolle in der Schweiz und über die Landesgrenzen hinaus übernehmen. Der Kanton kann diese Bestrebungen unterstützen und damit die lokale Industrie stärken.				
KS.I- 1.2	FM Förderung erneuerbare Prozesswärme Schaffen einer gesetzlichen Grundlage für die finanzielle Förderung der Substitution von fossiler Prozesswärme durch erneuerbare Energiequellen. Die Förderung beinhaltet folgende Aspekte: — Investitionsbeiträge für klimaneutrale Wärmeerzeugung — Förderung der Analyse und Nutzung von industriellen Abwärmepotenzialen — Anreize zur maximalen Nutzung von industriellen Abwärmepotenzialen — Förderung der Erstellung und Umsetzung von ganzheitlichen Dekarbonisierungsstrategien für Unternehmen und die KVA Diese Massnahme muss im Rahmen der Überarbeitung des kantonalen Energiegesetzes geprüft, diskutiert und definiert werden.	++	AEV	59 Mio. CHF Anteil Kanton 33 % (19 Mio. CHF)	312 000 tCO ₂
Total				209 Mio. CHF Anteil Kanton 69 Mio. CHF	832 000 tCO₂
Bestehende, aber angepasste Massnahmen				0 Mio. CHF	0 tCO ₂
Neue Massnahmen, die gesetzliche und/oder organisatorische Anpassungen benötigen				209 Mio. CHF	832 000 tCO ₂

Tabelle 12 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑ = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen*; + = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Die identifizierten Massnahmen ergeben eine kumulierte Wirkung von insgesamt 832 000 tCO₂eq bis 2050. Damit kann der kantonale Anteil des Reduktionsbedarfs von 10 % des gesamten Reduktionsbedarfs geschlossen werden. Die kumulierten Gesamtkosten bis ins Jahr 2050 sind rund 209 Mio. Franken.

Folgende Grafik vergleicht die definierten Absenkpfade mit der Wirkung der Massnahmen des *Aktionsplans Green Deal für Graubünden* im Sektor Industrie (Kurve *Massnahmen AGD*).

Die Massnahmen des *Aktionsplans Green Deal für Graubünden* ermöglichen somit die Erreichung einer Reduktion der CO₂-Emissionen von 73 %. Für die Erreichung der Dekarbonisierung sind ergänzend Massnahmen von weiteren Akteuren wie dem Bund und der Industrie (private Akteure) nötig.

Die Massnahmen haben folgenden Beitrag zur Erreichung des Ziels im Bereich Industrie. Die Erreichung des Ziels wird den entsprechenden Kosten der jeweiligen Massnahmen gegenübergestellt.

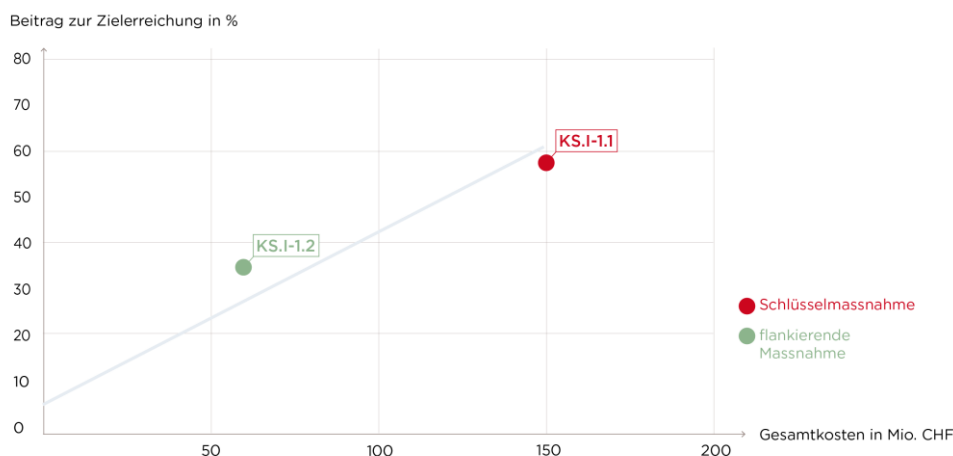


Abbildung 21 Beitrag zur Zielerreichung der Massnahmen des AGD für den Sektor Industrie. Die graue Linie entspricht der Trendlinie der Massnahmen. Quelle: econcept.

Die Abbildung zeigt, dass die Massnahmen sehr unterschiedliche Beiträge und Kosten aufweisen. Beide Massnahmen befinden sich nahe der Trendlinie und haben daher ein ähnliches Verhältnis zwischen den Kosten und dem Beitrag zur Zielerreichung. Die wirkungsvollste Massnahme ist die *Identifikation von innovativen Projekten* (KS.I-1.1).

4.5 Energiewirtschaft

4.5.1 Umbau des Energiesystems

Um die notwendigen nicht-fossilen Energien in den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie bereitzustellen, ist ein Umbau des bestehenden Energiesystems in Richtung erneuerbare Energien und ein Wechsel zu Strom nötig. Die Massnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen führen zu einer verstärkten Elektrifizierung in allen Sektoren, insbesondere aufgrund eines verstärkten Einsatzes von Wärmepumpen im Gebäudesektor und der Elektromobilität im Verkehr. Strom wird als zentraler Energieträger zu einer Kopplung aller Sektoren führen. Eine zuverlässige Stromversorgung, insbesondere im Winter, ist deshalb ein wichtiger Baustein einer Strategie zur Erreichung des Netto-Null-Ziels.

Umbau des Energiesystems ist nötig

Der Kanton setzt bereits heute verschiedene Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Sektor Energiewirtschaft um, wie beispielsweise:

Laufende Aktivitäten im Kanton Graubünden

- **Energiegesetz des Kantons Graubünden:** Das Energiegesetz ordnet die dem Kanton obliegenden Aufgaben und Tätigkeiten in der Energiepolitik. Ein zentraler Aspekt des Gesetzes ist eine wirtschaftliche und umweltschonende Energieversorgung und Substitution von fossilen Energieträgern bei einer verstärkten Nutzung einheimischer und erneuerbarer Energien.
- **Weitere gesetzliche Grundlagen:** Neben dem Energiegesetz regeln das Stromversorgungsgesetz (StromVG GR) und das Wassergesetz (BWRG) die kantonale Energiewirtschaft.
- **Kantonale Richtplanung:** Der Richtplan ist das Führungsinstrument der kantonalen Regierung für die räumliche Entwicklung. Das Kapitel 7.2 des Richtplans gibt dabei die Entwicklung im Energiebereich vor und befasst sich mit dem Umgang von kleineren und grösseren Anlagen, elektrischen Übertragungsleitungen sowie den Windenergieanlagen.
- **Kantonales Förderprogramm:** Neben erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz in Gebäuden (vgl. Kapitel 4.1) sowie der Nutzungsgradverbesserung gewerblicher oder industrieller Prozesse (vgl. Kapitel 4.3) fördert der Kanton Graubünden auch den Anschluss an Fernwärmenetze sowie Wärmeverbunde ab 70 kW Heizleistung.
- **Fernwärme von der GEVAG (KVA in Trimmis) nach Landquart (Netzverdichtung):** Bereits heute wird Prozessdampf an die Papierfabrik Landquart geliefert. Zusätzlich werden verschiedene gemeindeeigene Bauten (Forum, Schulhäuser) und grössere Industriebetriebe (Emmi, RhB, usw.) mit Fernwärme beliefert. Dieses Netz hat noch Potenzial und kann nachverdichtet werden. Im Rahmen der laufenden Energierichtplanung von Landquart ist dies vorgesehen. Mit zusätzlichen Mitteln könnten auch Gebiete mit geringerem spezifischem Wärmebedarf angeschlossen werden.
- **Fernwärme von der GEVAG (KVA in Trimmis) nach Chur:** Energieabgabe ins Fernwärmenetz der Fernwärme Chur AG. Auch hier besteht noch ein gewisses Ausbaupotenzial.

Insgesamt müssen in den drei relevanten Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie bis 2050 rund 2300 GWh fossile Energie reduziert oder durch erneuerbare Energiequellen substituiert werden (siehe Abbildung 22, die oben beschriebenen Massnahmen fliessen in den Pfad *laufende Bestrebungen* ein). Beim Umbau des Energiesystems werden Effizienzgewinne bereits eingerechnet. Deshalb weicht die hier besprochene zusätzlich benötigte erneuerbare Energie (2300 GWh) vom heutigen fossilen Anteil der Energiebilanz (3800 GWh) ab. Im Gebäudesektor wird angenommen, dass Wärmepumpen mit einem COP-Wert von mindesten 3 eingesetzt werden. Im Sektor Verkehr rechnet man damit, dass fossile Verbrennungsantriebe mit einem Wirkungsgrad von 35 % oder weniger durch Elektrofahrzeuge mit einem Wirkungs-

Reduktion und Substitution von 2300 GWh

grad von 90 % ersetzt werden. Im Sektor Industrie müssen für die Substitution der nötigen Prozesswärme zusätzlich 1450 GWh pro Jahr aus erneuerbaren Energiequellen bereitgestellt werden.

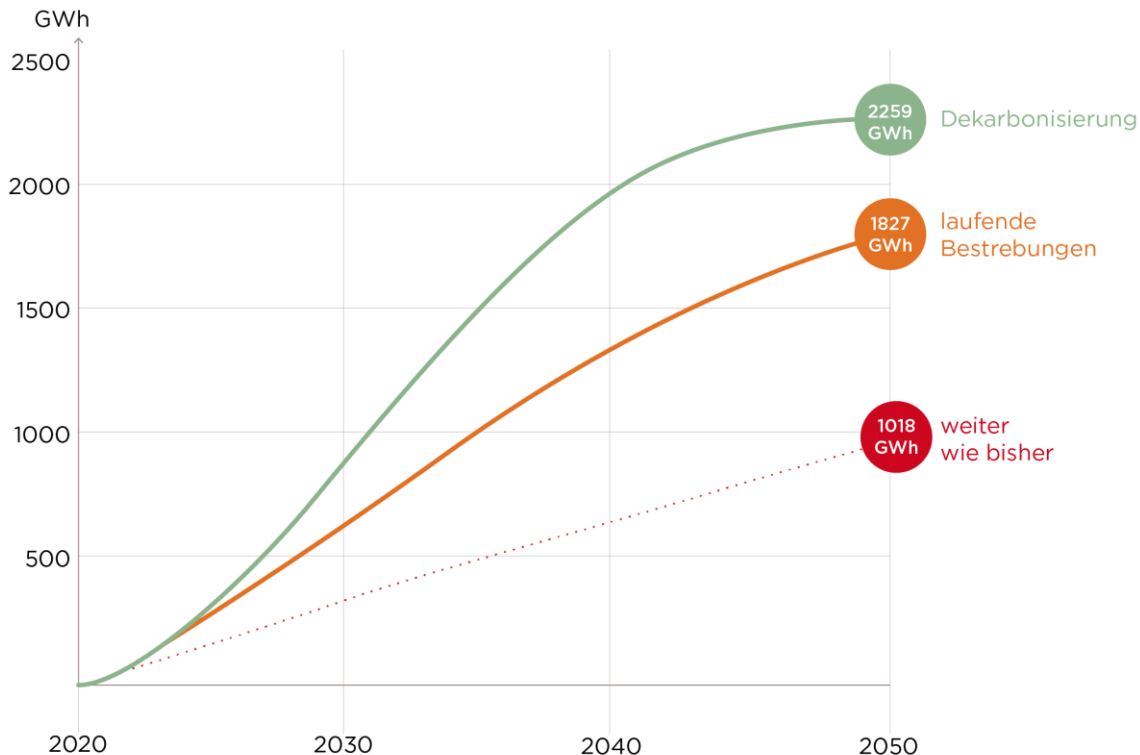


Abbildung 22 Gesamter erneuerbarer Energiebedarf, welcher durch eine Reduktion oder Substitution der fossilen Energien bis 2050 bereitgestellt werden muss (Ausgangswert: Energieverbrauch 2018). Quelle: eigene Darstellung.

Ein Umbau des Energiesystems ermöglicht nicht nur die Erreichung des Netto-Null-Ziels, sondern stärkt auch die lokale Wirtschaft. Die lokale Energieproduktion kann die Innovation fördern, ermöglicht die Entwicklung neuer Subbranchen und erhöht die Wertschöpfung im Kanton.

Grosse wirtschaftliche Chancen für den Kanton

Wie bereits beschrieben, müssen im Jahr 2050 rund 2300 GWh pro Jahr aus erneuerbaren Energiequellen bereitgestellt werden.

Zubau

- Der Zubau im Sektor Energiewirtschaft zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen* in den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie entspricht kumuliert 16 325 GWh an erneuerbarer Energie bis 2050.
- Um den Reduktionsbedarf zwischen den Absenkpfeilen *Dekarbonisierung* und *laufende Bestrebungen* in den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie erreichen zu können, müssen im Sektor Energiewirtschaft zusätzlich 12 450 GWh an erneuerbarer Energie bis 2050 bereitgestellt werden.
- Der *Aktionsplan Green Deal für Graubünden* beinhaltet somit den kumulierten Zubau erneuerbarer Energie von insgesamt 28 775 GWh bis 2050. Die Massnahmen beinhalten hauptsächlich Aktivitäten auf nationaler Ebene, wie beispielsweise die Förderung erneuerbarer Energien durch die Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV), oder Grossprojekte für die erneuerbare Energieerzeugung. Der Anteil, der durch ergänzende

und unterstützende, kantonale Aktivitäten erzielt werden kann, ist auf 20 % geschätzt. Dies entspricht einem Zubau von Seiten des Kantons von kumuliert 5755 GWh bis 2050, was im Mittel pro Jahr von knapp 200 MWh für die nächsten 30 Jahre entspricht.

4.5.2 Massnahmen des AGD

Die rasche Erhöhung der erneuerbaren Produktions-Kapazitäten von Strom und Wärme sind zentral für die Elektrifizierung in den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie:

- Strom: Der Kanton Graubünden kann sich als «Winterstromkanton» positionieren. Dies aufgrund des hohen Potentials für erneuerbare Energien, insbesondere für PV im Winterhalbjahr, unterstützt von den bestehenden Stärken in der Wasserkraft. Mit der zu erwartenden Wertsteigerung wegen ihres Nutzens für das Gesamtsystem ist dies eine Chance für den Kanton. Grundlage für eine solche Positionierung sind vereinfachte Verfahren zur Nutzung von erneuerbaren Energien sowie eine systematische Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure, nicht zuletzt zur Erarbeitung innovativer Lösungen in wichtigen Zielkonflikten, vor allem im Bereich Orts- und Landschaftsschutz. Ausserdem kann auch hier der Kanton mit seinen eigenen Liegenschaften als Vorbild vorangehen.
- Wärme und Kälte: Ein weiterer Pfeiler bildet der lokale Ausbau erneuerbarer Fernwärme und -kälte, die bereits im Energiegesetz vorgesehen ist und weiter gestärkt werden kann.

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Gesamtkosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in GWh bis 2050)
KS. E- 1.1	SM Förderung erneuerbare Stromproduktion, besonders Winterstromproduktion Ausbau der bestehenden Förderung für erneuerbare Stromproduktion und entsprechender Technologien (z. B. Einmalvergütung von PV-Anlagen, Pilot- und Demonstrationsprojekte). Dies als Ergänzung zu den mehrheitlich nationalen Aktivitäten in der Breitenförderung der erneuerbaren Stromproduktion und punktuell finanziellen Anreizen. Weitere mögliche Aktivitäten und Unterstützungsleistungen zur Förderung der erneuerbaren Stromproduktion sind: — Verstärkung Engagement beim Bund (in Zusammenarbeit mit anderen Kantonen und Städten) zur Einführung minimaler Stromrückspesisetarife. — Kantonale Fachabteilung schaffen, die PV-Grossanlagenprojekte in Graubünden «Investment-ready» macht für Finanzierungsmittel von Bund, anderen Kantonen, Städten, Privaten. — Analyse und Nutzung entstehender Produktionspotentiale im Zuge der Durchführung von Sanierungsmassnahmen bei bestehenden Wasserkraftanlagen. — Förderung und Ausbau von situativen Speicherkapazitäten wie Power-to-Gas (Wasserstoffproduktion), Batteriespeicher oder Pumpspeicherkraftwerke.	↑+	AEV	60 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	3300 GWh

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Mass- nahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Feder- führung	Kumulierte Ge- samtkosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in GWh bis 2050)
	— Erstellen eines Netzwerks von (neuartigen) Wärmepumpen oder anderen neuartigen Technologien zur Extraktion und Wiederverwendung von Wärme aus auftauendem Permafrostboden (KS.E-1.1.1). Diese Massnahme dient sowohl dem Klimaschutz (fossilfreie Energiegewinnung) als auch der Klimaanpassung (Vermeidung lokales Auftauen des Permafrostes). In Zusammenhang mit der erneuerbaren Stromproduktion ist die Zusammenarbeit der involvierten Akteure zentral, insbesondere im Hinblick auf die Lösungsfindung von bestehenden Zielkonflikten, wie beispielsweise im Bereich des Orts- und Landschaftsschutzes.				
KS. E- 1.2	SM Entwicklung erneuerbarer Fernwärme und -kälte Stärken der bestehenden Förderung für Fernwärme gemäss Gesetz. Mögliche Massnahmen sind hierfür (Auswahl): — Anschlusspflichten — Planungshilfen und vereinfachte Verfahren — Förderungen, z. B. Leitungsbau, Senkung Fernwärmepreis, usw. — Unterstützen von konkreten Projekten: Fernwärmeleitung von Domat/Ems (Axpo Tegra) nach Chur West (EM 15), Initiieren von (Klein-)Fernwärmeverbunden in Tourismusdestinationen.	↑+	AEV	60 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	2280 GWh
KS. E- 1.3	FM Interessenabwägung bei Projekten zu erneuerbaren Energien Projekte zur Nutzung erneuerbarer Energien sollen bei der Interessenabwägung gegenüber anderen öffentlichen und privaten Interessen eine hohe Bedeutung erhalten. Die beteiligten Amtsstellen und insbesondere die Leitbehörde legen im Rahmen der Interessenabwägung besonderes Gewicht auf die Interessen des Klimaschutzes und damit auf die Produktion erneuerbarer Energien. Die verschiedenen Interessen sind für den Einzelfall im Entscheid sorgfältig darzustellen und gegeneinander abzuwägen	↑+	ARE DIEM	nicht quantifi- ziert	nicht quantifi- ziert
KS. E- 1.4	FM Photovoltaikanlagen und Solarthermie an kantonalen Liegenschaften Ausschöpfen von weiterem Potenzial (inkl. vertikalen Flächen) von PV und Solarthermie an kantonalen Liegenschaften gemäss der Solarpotenzialanalyse der Immobilien des Kantons Graubünden (reech 2021).	↑+	HBA	7 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	90 GWh
Total				127 Mio. CHF Anteil Kanton 127 Mio. CHF	5670 GWh
Bestehende, aber angepasste Massnahmen				127 Mio. CHF	5670 GWh
Neue Massnahmen, die gesetzliche und/oder organisatorische Anpassungen benötigen				-	-

Tabelle 13 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑ = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen*; + = bestehende,

aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Die identifizierten Massnahmen ergeben eine kumulierte Wirkung von insgesamt 5670 GWh. Damit kann der von Seiten des Kantons identifizierte Zubau von erneuerbaren Energien von 5755 GWh gedeckt werden. Die kumulierten Gesamtkosten belaufen sich auf 127 Mio. Franken bis 2050.

Die Massnahmen haben folgenden Beitrag zum nötigen Zubau erneuerbarer Energien. Die Erreichung des Ziels wird den entsprechenden Kosten der jeweiligen Massnahmen gegenübergestellt.

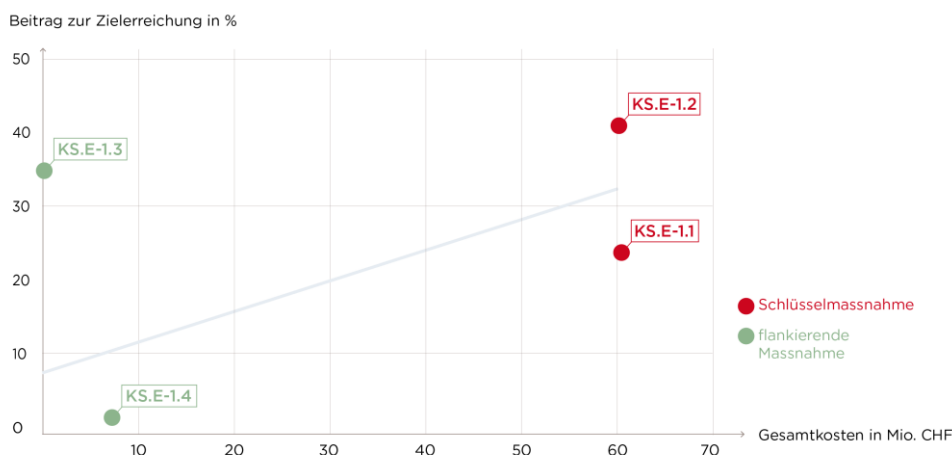


Abbildung 23 Beitrag zum Zubau erneuerbarer Energien der Massnahmen des AGD für den Sektor Energiewirtschaft. Die graue Linie entspricht der Trendlinie der Massnahmen. Quelle: econcept.

Die Abbildung zeigt, dass die Massnahmen sehr unterschiedliche Beiträge und Kosten aufweisen. Die beiden Schlüsselmassnahmen (KS.E-1.1 und KS.E-1.2) haben ein ähnliches Verhältnis zwischen dem Beitrag zur Zielerreichung und den Kosten (sie befinden sich bei der Trendlinie). Die Massnahme *Vereinfachung der Verfahren* (KS.E.1.3) hat keine Kosten und weist eine sehr hohe Wirkung auf.

4.6 Landwirtschaft

4.6.1 Ist-Zustand

Der Sektor Landwirtschaft stösst jährlich rund 270'000 tCO₂eq aus. Davon stammen gemäss Treibhausgaskataster rund 8 % aus der Nutzung fossiler Energieträger und 92 % aus der Bewirtschaftung des Bodens und der Tierhaltung..

Tierhaltung als grösster Emittent

Bisher setzt der Kanton verschiedene Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Sektor Landwirtschaft um, wie beispielsweise:

Laufende Aktivitäten im Kanton Graubünden

— **Beteiligung an Ressourcenprojekten:** Der Kanton beteiligte sich an zwei klimarelevanten nationalen Ressourcenprogrammen. In den Jahren 2011 – 2016 wurde das Ressourcenprojekt Ammoniak zur Verminderung

der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft in der Fütterung, Stallhaltung, Lagerung und Ausbringung der Hofdünger durchgeführt. Im Projekt von IP-Suisse wird ein massnahmenbasiertes Punktesystem für mehr Klimaschutz in Landwirtschaftsbetrieben erarbeitet und angewendet.

- **Biogasanlage:** Der Kanton ist seit 2012 an der Biogasanlage auf dem kantonalen Gutsbetrieb Realta beteiligt. In der Biogasanlage wird neben anderen Substraten auch Hofdünger aus der Region in Energie und hochwertigen Dünger umgewandelt und THG-Emissionen in der Lagerung und Ausbringung von Hofdünger eingespart. Mindestens sechs weitere Biogasanlagen werden von Landwirtschaftsbetrieben geführt, davon eine als Gemeinschaftsanlage.
- **Vorabklärung «Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden»:** Im Jahr 2019 hat der Kanton ein Konsortium von Landwirten, landwirtschaftlichen Dienststellen und Organisationen und einer Beratungsfirma mit der Erarbeitung eines Konzeptes für eine Klimastrategie der Bündner Landwirtschaft beauftragt. In der Vorabklärung wurden ein detailliertes Umsetzungskonzept und eine Kostenschätzung für eine Pilotphase bis 2025 erarbeitet, sowie ein erstes Konzept für eine aufbauende Expansionsphase entworfen.

Das kantonale Ziel im Sektor Landwirtschaft bis 2050 ist die Klimaneutralität. Ab diesem Zeitpunkt soll der Jahresausstoss Netto-Null betragen. Dies soll einerseits durch eine Reduktion der THG-Emissionen in den Produktionssystemen um insgesamt ca. 50%, andererseits durch eine Erhöhung der gespeicherten Menge an CO₂ in den Böden, als Kompensation, erreicht werden.

Absenkpfad

Die Abbildung 28 zeigt den modellierten Absenkpfad der THG-Emissionen aus der Landwirtschaft bis 2050. Das Netto-Null-Ziel soll durch Einsparungen von Emissionen in insgesamt drei Bereichen erreicht werden:

- **Reduktion:**
 - Low-Hanging-Fruits: Mit der Optimierung der Betriebsstrukturen, und -prozesse sowie durch die Implementierung von kosteneffizienten und einfach umsetzbaren Massnahmen wird eine Einsparung von 20 % der Emissionen angestrebt ("low hanging fruits"). Die Modellierung zeigt, dass diese Massnahmen bereits 2035 ihre volle Wirkung entfalten, danach aber stagnieren. Um die "low hanging fruits" rasch und vollständig umzusetzen, soll das Wissen der Betriebsleiter im Klimaschutz gefördert und fortlaufend erweitert, auf eine spezifische Entschädigung von Massnahmen allerdings verzichtet werden.
 - Innovationsmassnahmen: Die Reduktion weiterer THG-Emissionen erfordert strengere Massnahmen, die nicht ohne Umstellung in den Betrieben umgesetzt werden können und die entsprechend entschädigt werden müssen. Mit Hilfe von politischen und marktwirtschaftlichen Fördermechanismen von innovativen Massnahmen wird eine Senkung der landwirtschaftlichen THG-Emissionen um weitere 30 % angestrebt, so dass ein Gesamtnutzen von rund -50 % resultiert.

— Kompensation:

- Kompensationsmassnahmen: In einem Bergkanton wie Graubünden, in welchem die graslandbasierte Haltung von raufutterverzehrenden Tieren zur Produktion von Nahrungsmitteln die standortangepasste Nutzungsform der landwirtschaftlichen Fläche darstellt, ist es nicht möglich, den Ausstoss von THG komplett zu vermeiden. Entsprechend wird angestrebt, 50 % der Emissionen bis 2050 durch Kompensationsmassnahmen (grün schraffierte Fläche in der Grafik), insbesondere der Speicherung von CO₂ in Böden, einzusparen, so dass die angestrebte Klimaneutralität erreicht werden kann.

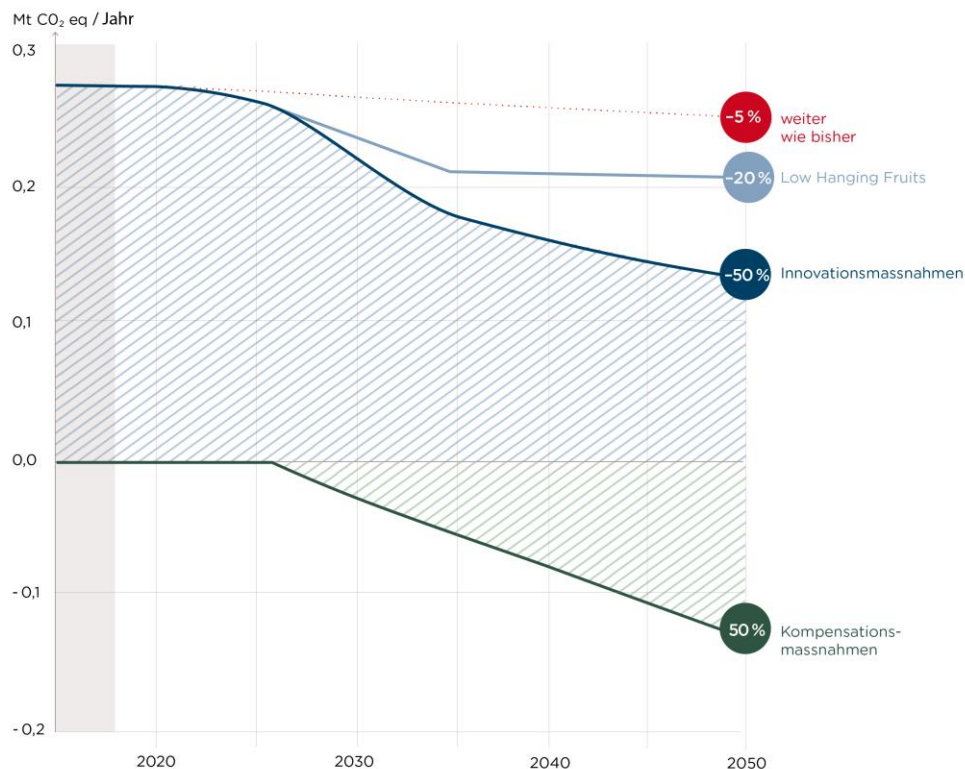


Abbildung 24 Entwicklung der jährlichen CO₂eq-Emissionen in der Landwirtschaft in Graubünden.
Quelle: eigene Darstellung.

Aus der obigen Analyse können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Der Sektor Landwirtschaft ist für rund 12 % des kantonalen CO₂-Ausstosses verantwortlich. Mit zunehmenden gesellschaftlichen Anforderungen, den ambitionierten Zielen der Schweizer Klimastrategie und den Reduktionserfolgen in den anderen Sektoren steigt der Druck auf die Landwirtschaft allerdings an.
- Der Sektor Landwirtschaft wird grundsätzlich auf nationaler Ebene koordiniert. Trotzdem bestehen auf nationaler Ebene (noch) wenige Fördersystem, Regulationen oder Verbote hinsichtlich der THG im Sektor Landwirtschaft. Mit der Sistierung der AP22+ wurden entsprechende Vorstösse vorerst aufgeschoben. Entsprechend kann der Kanton eine Vorreiterrolle im Bereich Landwirtschaft und Klimaschutz einnehmen. Ein Paradigmenwechsel im Förderansatz soll dazu führen, dass die beteiligten

Handlungsbedarf:
hoch

Handlungsspielraum:
mittel

Betriebe auf freiwilliger Basis und mit hoher Eigenmotivation die Komplexität des Klimawandels verstehen und mit individuell angepassten Lösungen die gewünschte Reduktion von Treibhausgasen erzielen. Der Kanton soll mit der Entwicklung innovativer Förderansätze die nötigen Anreize, Strukturen und Rahmenbedingungen schaffen.

- Die Bündner Landwirtschaft setzt sich zum Ziel, die effektiven Emissionen aus dem Sektor bis 2050 auf 50 % des heutigen Levels, das heisst auf 135 000 tCO_{2eq}/Jahr zu reduzieren. Zur Erreichung des Netto-Null Zieles soll dieser verbleibende Ausstoss durch Massnahmen, die eine Speicherung von CO₂ in den landwirtschaftlichen Nutzflächen in derselben Höhe ermöglichen, kompensiert werden. Wird dieses Ziel erreicht, werden kumuliert bis 2050 2.3 Mio. tCO_{2eq} durch Reduktionsmassnahmen und 1.7 Mio. tCO_{2eq} durch Kompensationsmassnahmen eingespart.

Reduktionsziel

4.6.2 Massnahmen des AGD

Zur Reduktion der Treibhausgase in der Landwirtschaft hat der Kanton die Umsetzung des zweiphasigen Pilotprojekts «Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden» initiiert. Dieses soll den Wandel zu einer klimaschonenden Landwirtschaft anstossen, die THG-Emissionen der Bündner Landwirtschaft substanziell senken und die Widerstandskraft der Betriebe gegenüber den negativen Folgen des Klimawandels stärken. Ebenso sollen sich die Bündner Bäuerinnen und Bauern mit individuellen, praxistauglichen Klimamassnahmen und -projekten einen Wissens- und Umsetzungsvorsprung verschaffen, der in einem wachsenden Markt für klimaschonend produzierte Nahrungsmittel und Dienstleistungen einen Wettbewerbsvorteil schafft.

Von 2020 bis 2025 werden in einer Pilotphase auf 50 Betrieben konkrete Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen umgesetzt. Die Erprobung der Praxistauglichkeit und Wirksamkeit der Massnahmen hat zum Ziel, das Potenzial verschiedener Strategien und Lösungsansätze zu evaluieren und mittel- und langfristig die gesamte landwirtschaftliche Wertschöpfungskette im Kanton in Bezug auf Klimaschutz und Ressourceneffizienz zu integrieren. Das zweigliedrige Pilotprojekt umfasst einen Bereich «Bilanzierung und Know-how Transfer», welcher das nötige Grundlagenwissen bezüglich Klimaschutz in der Landwirtschaft bei den Betrieben sicherstellt, und einen Bereich «Pilotprojekte und Innovationen», in welchem konkrete, innovative Projekte gefördert werden. Für die Pilotphase von 2020 bis 2025 mit den 50 Betrieben ergeben die identifizierten Massnahmen eine kumulierte Wirkung von insgesamt 261 000 tCO_{2eq} für 5 Jahre. Die erzielten Reduktionen im Pilotprojekt sind aufgrund der beschränkten Anzahl Betriebe im Absenkpfad für den Sektor nur marginal sichtbar (siehe Abbildung 24). Die kumulierten Gesamtkosten belaufen sich auf 6,4 bis 7,0 Mio. Franken bis 2025. Detaillierte Informationen sind im Antrag «Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden» enthalten (Regierung des Kantons Graubünden, Beschluss vom 22. September 2020, Protokoll Nr. 810).

Pilotphase

Die aus dem Pilotprojekt erlangten Erkenntnisse sollen zwischen 2026 und 2030 in einer Expansionsphase auf die gesamte Bündner Landwirtschaft ausgedehnt werden. Insbesondere sollen Massnahmen, Projekte und Strategien zur Reduktion der THG auf den Betrieben, die sich zur Multiplikation

Expansionsphase

eignen und sich im Rahmen einer standortangepassten Landwirtschaft im Kanton umsetzen lassen, identifiziert und umgesetzt werden. Diese Massnahmen sollen mit innovativen politischen Fördermechanismen und über marktwirtschaftliche Entschädigungsmechanismen unterstützt werden. Der zeitliche Verlauf der Expansionsphase wird durch die gesetzlichen und finanziellen Randbedingungen, insbesondere der Agrarpolitik bestimmt. Die kumulierte Wirkung der Massnahmen der Expansionsphase (bis 2030) und der Erweiterung der Expansionsphase (bis 2050) beinhaltet eine Reduktion der THG um 2,3 Mio. tCO_{2eq} und eine Speicherung von THG von 1,7 Mio. tCO_{2eq} bis 2050. Die Kosten für die Expansionsphase werden folgendermassen geschätzt und sind als erste Annäherung zu verstehen: Für die Reduktion der 20 % THG im Kontext der «low hanging fruits» (siehe oben) werden jährliche Kosten von 1 Mio. Franken in den ersten 10 Jahren und 0,5 Mio. Franken in den Folgejahren angenommen. Für die Reduktion der weiteren 30 % THG, sowie für die Kompensation von 50 % der THG werden die Kosten basierend auf einem Preis von CHF 80 pro Tonne reduziertem CO_{2eq} abgeschätzt. Die Aufteilung der Wirkung und Kosten auf die einzelnen Massnahmen lässt sich nicht bewerkstelligen, da das finale Massnahmenpaket erst basierend auf den Erkenntnissen der Pilotphase entwickelt wird. Ebenfalls lässt sich nicht voraussehen, welchen Anteil der Finanzierung durch den Kanton geleistet werden muss, beziehungsweise welche Anteile über nationale Förderprogramme oder marktwirtschaftliche Mechanismen abgegolten werden können.

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme - EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Gesamtkosten (in CHF bis 2025)	Kumulierte Wirkung (in tCO _{2eq} bis 2025)
KS.L-1.1	Pilotphase mit 50 Betrieben (bis 2025) Zur Reduktion der Treibhausgase in der Landwirtschaft hat der Kanton die Umsetzung eines Pilotprojekts zum Aufbau einer klimaneutralen Landwirtschaft initiiert, in welchem auf 50 Betrieben konkrete Massnahmen umgesetzt werden. Das zweigliedrige Pilotprojekt wurde in den ersten Bereich «Bilanzierung und Know-how Transfer» und den zweiten Bereich «Pilotprojekte und Innovationen» eingeteilt. Folgende Massnahmen werden dabei in den beiden Bereichen umgesetzt: <u>Bilanzierung und Know-how-Transfer</u> — SM Bilanzierung von 50 Betrieben (PA1) — FM Kurse, Arbeitskreise & Beratung (PA2) — FM Kommunikation (PA3) <u>Pilotprojekte und Innovationen</u> — FM Fachgruppe Klima (PB1) — FM Begleitforschung (PB2) — SM Innovative Projekte THG-Reduktion Tierhaltung (PB3) — SM Innovative Projekte THG-Reduktion Pflanzenbau (PB4) — SM Innovative Projekte THG-Reduktion Energieproduktion und -verbrauch (PB5) — SM Innovative Projekte THG-Reduktion Sequestrierung (PB6)	++	ALG	6,4 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	261 000 tCO _{2eq}

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Mass- nahme - EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Feder- führung	Kumulierte Gesamtkosten (in CHF bis 2025)	Kumulierte Wirkung (in tCO _{2eq} bis 2025)
KS.L- 1.2	Expansionsphase (2026-2030) und Fortsetzung Expansi- onsphase (ab 2030) Die aus dem Pilotprojekt erlangten Erkenntnisse sollen ab 2026 in einer Expansionsphase auf die gesamte Bündner Landwirtschaft ausgedehnt werden. Das Massnahmenpaket besteht ebenfalls aus den zwei Bereichen «Bilanzierung und Know-how-Transfer» und «Pilotprojekte und Innovationen». Folgende Massnahmen werden dabei in den beiden Berei- chen umgesetzt: <u>Bilanzierung und Know-how-Transfer</u> — FM Skalierung der Bilanzierungsergebnisse (EA1) — SM Kurse, Arbeitskreise & Beratung (EA2) — FM Innovationszentrum für Klima und Landwirtschaft (EA3) <u>Pilotprojekte und Innovationen</u> — SM Etablierung von marktwirtschaftlichen Entschädi- gungsmassnahmen für klimaneutrale Produktion von Nahrungsmitteln (EB1) — SM Etablierung von marktwirtschaftlichen Entschädi- gungsmassnahmen für klimaneutrale Produktion von Nahrungsmitteln (EB2) — SM Etablierung von marktwirtschaftlichen Entschädi- gungsmassnahmen klimaneutrale Agroenergieproduk- tion (EB3) — SM Politische Fördermechanismen für eine klimaneutrale Landwirtschaft (EB4) — FM Leistungserfassung bei Kompensationsmassnahmen (EB5)	++	ALG	Reduktion: 99 Mio. CHF (davon 17,5 «low hanging fruits») Kompensa- tion: 135 Mio. CHF	Reduktion: 2,3 Mio. tCO _{2eq} Kompensa- tion: 1,7 Mio. tCO _{2eq}
Total				241 Mio. CHF	4,3 Mio. tCO_{2eq}
Bestehende, aber angepasste Massnahmen				-	-
Neue Massnahmen, die gesetzliche und/oder organisatori- sche Anpassungen benötigen				241 Mio. CHF	4,3 Mio. tCO _{2e}

Tabelle 14 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑+ = bestehende, aber angepasste Mass-
nahmen; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung einer Klimaneutralität.

4.7 Weitere Sektoren Klimaschutz

Für die weiteren Sektoren werden die bereits laufenden Aktivitäten und Mas-
snahmen sowie die identifizierten Massnahmen für die Umsetzung des *Akti-
onsplans Green Deal für Graubünden* aufgeführt.

4.7.1 Tourismus

Bereits laufende Aktivitäten, Massnahmen, Instrumente, usw.

Das AWT baute im Rahmen eines zeitlich befristeten Programms ein **Online-Qualitätsportal** www.qualitaet-gr.ch auf. Im Sinne einer Hilfe zur Selbsthilfe, aber auch zur Schaffung von Orientierung und Transparenz, standen den Interessierten eine Vielzahl von nützlichen Hilfsmitteln zur Verfügung: Vergleichstools wie ein Benchmark-Rechner oder ein Angebotscheck zur Produkteattraktivität, Nachschlagewerke und Leitfäden zu Themen wie Erlebnisinszenierung oder Umweltqualität, Informationen zu aktuellen Qualitätslabels und Klassifizierungen im Tourismus. Ein wesentlicher Bestandteil des Programms war die Schaffung von Angebots- und Qualitätsleuchttürmen, welche als Best-Practice-Beispiele einen Nachahmungseffekt im Bündner Tourismus auslösen sollen. Daher fanden damals in allen Tourismusdestinationen Gespräche mit den Tourismusverantwortlichen statt. Des Weiteren wurden auch Ortsbegehungen durchgeführt. Im Fokus stand die Erlebniskette des Gastes, indem die Durchgängigkeit der Erlebniskette überprüft wurde und Schwachstellen vor Ort besprochen wurden.

Massnahmen Aktionsplan Green Deal für Graubünden (Massnahmenpaket Klimaschonender Tourismus fördern)

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Kosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in tCO ₂ eq bis 2050)
KS.T-1.1	SM klimaneutrale Tourismusregionen (Green Deal Tourismus) Initiieren eines Innovations- und Förderprogramms für Tourismusdestinationen zur Umstellung auf erneuerbare Energien in Gebäuden, im Verkehr, bei Bergbahnen usw. Der Kanton kann dabei die Akteure der Tourismusdestinationen unterstützen, klimaneutral zu werden und dies entsprechend vermarkten zu können. Dieses kann unter anderem folgende Aktivitäten und Initiativen beinhalten: — Anreize schaffen für Tourismusdestinationen in Richtung Klimaneutralität — Förderprogramm klimaneutrales Graubünden aufbauen und umsetzen (Tourismus) (EM KS.T-1.1.1, EM KS.T-1.1.2, EM KS.T-1.1.4) — Klima- und Energie-Label für die Tourismusbranche «Graubünden-Klimaneutral» unter Einbezug des AEV und des ANU (EM KS.T-1.1.3), inkl. Charta für einen klimaneutralen Tourismus in Graubünden — Pilotprojekt mit 2-3 Tourismusdestinationen im Hinblick auf klimaneutrale Angebote: Umstellung auf E-Mobilität, erneuerbare Heizungen, emissionsfreie Pistenbullys in Koordination mit dem AEV	++	AWT	27,5 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	Nicht quantifiziert, da in den anderen Sektoren abgedeckt

Tabelle 15 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑+ = bestehende, aber angepasste Massnahmen; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

4.7.2 Konsum

Bereits laufende Aktivitäten, Massnahmen, Instrumente, usw.

Die Regierung unterstützt Massnahmen zur Reduktion von Food Waste, da dieser einen Beitrag zur Umweltbelastung und damit auch zu den CO₂-Emissionen liefert. Lokale Initiativen werden bereits heute im Rahmen der gesetzlichen und finanziellen Möglichkeiten durch die kantonalen Dienststellen unterstützt (Regierungsbeschluss RB 643, 14. August 2020).

- So wird beispielsweise die Sensibilisierungskampagne «Save Food – Fight Waste» finanziell unterstützt.
- Food Waste ist ebenfalls Teil der Massnahmen des Entwicklungsschwerpunktes «Klimaneutrale Landwirtschaft», indem der Klimaschutz und die Ressourceneffizienz über die gesamte landwirtschaftliche Wertschöpfungskette im Kanton Graubünden realisiert werden soll. Der Wissens- und Umsetzungsvorsprung soll den involvierten Landwirtschaftsbetrieben einen Wettbewerbsvorteil eröffnen und ihnen ermöglichen, sich frühzeitig im Markt für klimaschonend produzierte Nahrungsmittel und Dienstleistungen (CO₂-Kompensationsleistungen) zu positionieren.
- Mit «Tischlein deck dich» verfügt Graubünden im Rahmen einer Public-Private-Partnership über ein ganzjähriges Konzept zur Sicherstellung der Lebensmittelabgabe in den meisten Regionen des Kantons. Ergänzt wird dieses Angebot durch den Caritas Markt in Chur, welcher vom Kanton finanzielle Unterstützung erhält. In Zusammenarbeit mit den kantonalen Sozialdiensten werden punktuell auch Lebensmittel in andere Regionen geliefert. Im Jahr 2019 hat der Caritas Markt rund 53 700 Besuche registriert. Daneben gibt es verschiedene private Initiativen wie z. B. «too good to go» (in Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Bauernverband) und «Save Food – Fight Waste» (unter Beteiligung des Bundes und des kantonalen Amts für Natur und Umwelt (ANU)).

Massnahmen Aktionsplan Green Deal für Graubünden (Massnahmenpaket Klimaschonenden Konsum fördern)

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Kosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in tCO ₂ eq bis 2050)
KS.K-1.1	SM Förderung suffizientes Konsumverhalten Informieren und Sensibilisieren der Bevölkerung in Bezug auf die Auswirkungen des Konsums auf die Treibhausgasbilanz. Teilbereiche dieser Aktivität sind: — Label für klimaschonende Produktion im Kanton Graubünden — Klimaschonende Ernährung / Vermeidung von Food Waste- Förderung suffizientes Konsumverhalten für einen energieeffizienten und CO₂-armen Güterverkehr (KS.K-1.1.1) — Förderung von Holzbau in der Bauindustrie — ...	++	offen	825 000 CHF Anteil Kanton 100 %	indirekte Wirkung (nicht quantifiziert)

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Kosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in tCO ₂ eq bis 2050)
KS.K-1.2	FM Förderung klimaschonende Freizeitgestaltung Informieren und Sensibilisieren in Bezug auf klimaschonende Freizeitgestaltung der Bevölkerung und Gäste in Graubünden: — Erhalten des energetisch günstigen Zustandes in Bezug auf die Freizeitbeschäftigung Jagd/Fischerei (KS.K-1.2.1) — ...	++	offen	1,6 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	indirekte Wirkung (nicht quantifiziert)
KS.K-1.3	FM Finanzielle Förderung von Start-ups mit innovativen, klimaschonenden Produkten Fördern von innovativen und neuen Produkten von Start-ups die den suffizienten und klimaschonenden Konsum fördern.	++	ANU	1,5 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	indirekte Wirkung (nicht quantifiziert)
KS.K-2.1	FM Kompensationsplattform Unterstützen der Entwicklung einer Kompensationsplattform für die Bündner Wirtschaft zur Förderung von innovativen Aktivitäten zur Erreichung des Netto-Null-Ziels.	++	ANU	50 000 CHF Anteil Kanton 100 %	indirekte Wirkung (nicht quantifiziert)
KS.K-2.2	FM Förderung von Recycling-Projekten Fördern von Aktivitäten, die das Recycling von Materialien erhöhen. Beispielsweise: — Recycling Silofolien (KS.K-2.2.1) — FM Etablierung Technologieförderungsprojekt Recycling-Asphalt (Highly Recycled Asphalt Pavement): Umsetzen des Projekts der EMPA, ETH Zürich, Industriepartnern und den Kantonen ZH und GR zur möglichst vollständigen Wiederverwendung von Asphalt-Abfall (KS.K-2.2.2)	++	ANU	1,5 Mio. CHF Anteil Kanton 33 % (500 000 CHF)	indirekte Wirkung (nicht quantifiziert)
Total				5,5 Mio. CHF Anteil Kanton 4,5 Mio. CHF	indirekte Wirkung (nicht quantifiziert)
Bestehende, aber angepasste Massnahmen				0 Mio. CHF	indirekte Wirkung (nicht quantifiziert)
Neue Massnahmen, die gesetzliche und/oder organisatorische Anpassungen benötigen				5,5 Mio. CHF	indirekte Wirkung (nicht quantifiziert)

Tabelle 16 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑+ = bestehende, aber angepasste Massnahmen; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

4.8 Klimaanpassung

4.8.1 Umgang mit Naturgefahren stärken (Waldbrand, Risikoübersicht und Permafrost)

Bereits laufende Aktivitäten, Massnahmen, Instrumente, usw.

- Entwicklungsschwerpunkt 8.1 im Regierungsprogramm 2021–2024: Verbesserter Schutz vor Naturgefahren. Das integrale Risikomanagement bei Naturgefahren ist in Graubünden etabliert und erlaubt fundierte und risikobasierte Entscheide bezüglich der zu treffenden Abwehrmassnahmen: Fertigstellung von kantonsweiten Gefahrenhinweiskarten und Erarbeitung von kantonsweiten Risikohinweiskarten jeweils für Lawinen,

Hochwasser, Sturz und Rutschung, Verbesserung der Verfügbarkeit des Löschwassers für Waldbrandprävention, Resilienz der Schutzwälder durch Grundlagenarbeit stärken, Aufbau und Inbetriebnahme eines kantonsinternen Warn-Teams beim AWN für die Beurteilung von Meteo- und Naturgefahrenwarnungen des Bundes.

- Mit der Teilrevision des kantonalen Waldgesetzes (KWaG) und der Erarbeitung einer neuen Verordnung zum integralen Risikomanagement IRMV, beides per 01.01.2021 in Kraft gesetzt, verfügt der Kanton Graubünden über rechtliche und fachliche Grundlagen nach neuestem Stand. Die Umsetzung dieser neuen Regelungen hat v. a. Aufwand bei den Grundlagen und den organisatorischen Massnahmen in der Prävention zur Folge. Neben Gefahren- und Risikogrundlagen sind hier v. a. die Notfallplanung Naturgefahren und die Aus- und Weiterbildung der lokalen Naturgefahrenberater zu erwähnen.

Massnahmen Aktionsplan Green Deal für Graubünden

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Kosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung ¹³ (in CHF bis 2050)
KA.N-1.1	SM Erarbeitung Risikoübersicht aus Naturgefahren — Erstellen und regelmässiges Aktualisieren von Gefahren- und Risikogrundlagen — Erarbeiten und Nachführen von Notfallplanungen Naturgefahren und Aus- und Weiterbildung von lokalen Naturgefahrenberatern für Gemeinden — Erarbeiten einer Übersicht zu technischen Risiken auf Strassen	↑+	AWN, TBA	22,5 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	210 Mio. CHF
KA.N-1.2	SM Reduktion Waldbrandgefahr - Umsetzen von Aktivitäten zur Reduktion der Waldbrandgefahr, wie beispielsweise: — Massnahmen gemäss Konzept Waldbrandprävention 2030 (KA.N-1.2.1) — Wassermangelkonzept Waldbrand (KA.N-1.2.2)	↑+	AWN	60 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	100 Mio. CHF
Total				83 Mio. CHF Anteil Kanton 83 Mio. CHF	310 Mio. CHF
Bestehende, aber angepasste Massnahmen				83 Mio. CHF	310 Mio. CHF
Neue Massnahmen, die gesetzliche und/oder organisatorische Anpassungen benötigen				-	-

Tabelle 17 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑+ = bestehende, aber angepasste Massnahmen; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils Dekarbonisierung.

13 In der Klimaanpassung entspricht die kumulierte Wirkung der Schätzung der vermiedenen Schäden durch die Massnahmen, bzw. zusätzlichen Einkünften.

4.8.2 Wald klimaangepasst bewirtschaften

Bereits laufende Aktivitäten, Massnahmen, Instrumente, usw.

In seiner Klimastrategie konzentriert sich der Kanton Graubünden mit seinem Handeln auf zehn Bereiche. Diese umfassen Massnahmen zum Klimaschutz (KS) und Anpassungen im Zuge des Klimawandels (KA). Im Handlungsschwerpunkt HS6 der Klimastrategie (Standortgerechte Produktion/Leistung in Land- und Waldwirtschaft) sind die prioritären Handlungsfelder definiert. Die entsprechenden prioritären Handlungsfelder sind: W4 Bewässerung, N1 Hochwasser, L3 Trockenheit, L5 Schadorganismen, F101, L101, B101 Baum- und Waldgrenze, F3 Klimasensitive Waldstandorte, B3 Ausbreitung invasiver, gebietsfremder Arten, G1T über Vektoren übertragene Infektionskrankheiten (Tier). Das AWN und das ALG arbeiten bei verschiedenen Fragestellungen zusammen, um Anpassungsmassnahmen in den entsprechenden Handlungsfeldern umsetzen zu können. Projekte, die zur klimaangepassten Waldbewirtschaftung beitragen sind beispielsweise:

- Sensitive Standorte und Bestände (Projekt AWN, F3): Identifizierung von Wäldern, die besonders sensitiv auf den Klimawandel reagieren dürften. Erarbeitung einer Methode zur Eruierung / Abgrenzung von behandlungsbedürftigen Beständen und zur Priorisierung von Anpassungsmassnahmen aufgrund der Gefährdung der Bestände und des Ausmasses des nötigen Baumartenwechsels. Erarbeitung schweizweiter Grundlagen für die Umsetzung des Pilotprojektes und die spätere Übertragung der Methode auf weitere Kantone.
- Strategie Waldbiodiversität Graubünden 2035: Die Vielfalt an Arten und Lebensräumen im Wald ist auch im Hinblick auf den Klimawandel von entscheidender Bedeutung. Die Waldbiodiversität trägt direkt zur verbesserten Anpassungsfähigkeit der Bündner Wälder bei, dies mittels Waldreservaten (davon werden einige als Generhaltungsgebiete zum Erhalt der genetischen Vielfalt ausgeschieden) oder der Förderung von besonderen Gehölzen zur Verbesserung der Baumartenmischung. Die Strategie Waldbiodiversität GR2035 zeigt auf, in welche Richtung sich die Erhaltung und Förderung der Waldbiodiversität im Kanton Graubünden in den kommenden Jahren und Jahrzehnten, basierend auf wissenschaftlichen Grundlagen, entwickeln soll. Sie orientiert sich am etablierten System der unterschiedlichen Förderkategorien, welche durch die Inkraftsetzung des Waldentwicklungsplans WEP2018+ im Jahr 2019 gestützt wird. Der ermittelte Handlungsbedarf orientiert sich an der heutigen Situation und den regional sowie lokal unterschiedlichen Bedingungen, welche zu einem grossen Anteil auch von der Motivation der Waldeigentümerinnen und Waldeigentümer abhängig ist.
- Testpflanzungen zukunftsfähiger Baumarten: Der Klimawandel stellt die Waldbewirtschaftler vor grosse Herausforderungen, da sich die Standortbedingungen im Laufe der kommenden Jahrzehnte stark verändern werden. Welche Baumarten an welchen Standorten die Waldfunktionen auch unter veränderten Bedingungen nachhaltig erfüllen können, wird in den

nächsten 30 Jahren in Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL und dem Bundesamt für Umwelt BAFU auch in Graubünden an acht Standorten untersucht.

- Verschiebung der Waldgrenze: Bis heute gibt es keine gesicherten Angaben, wo und wie stark sich die obere Waldgrenze aufgrund des fortschreitenden Klimawandels verschieben wird. Auch die heutigen Waldgrenzen sind vielerorts durch ehemalige oder aktuelle Bewirtschaftungsformen geprägt und nicht direkt von den vorherrschenden Klimabedingungen abhängig. In einer Analyse wird untersucht, ob natürlich einwachsende Flächen zukünftig dem Schutz vor Naturgefahren dienen könnten, oder wo einwachsende Flächen die Biodiversität gefährden und möglichst vermieden werden sollen.
- Ausbreitung von Schadorganismen im Wald: Die Anzahl und Ausbreitung einheimischer und eingeschleppter Schadorganismen nimmt zu, unter anderem durch sich verändernde Klimabedingungen. Mittels eines Projekts soll eruiert werden, wie Schwellenwerte für heutige sowie zukünftige Ausbreitungsareale von Schadorganismen eruiert werden können. Dadurch können Sensibilisierungsmassnahmen eingeleitet werden, um die Waldfunktionen wie den Schutz vor Naturgefahren oder den Erhalt der Biodiversität langfristig zu gewährleisten.

Massnahmen Aktionsplan Green Deal für Graubünden

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Kosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in CHF bis 2050)
KA.F-1.1	SM Resilienz im Schutzwald Ermitteln und Erhöhen der Resilienz im Schutzwald	↑+	AWN	33 Mio. CHF Anteil Kanton 100 %	nicht bezifferbar

Tabelle 18 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑+ = bestehende, aber angepasste Massnahmen; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils Dekarbonisierung.

4.8.3 Landwirtschaft klimaangepasst umsetzen

Bereits laufende Aktivitäten, Massnahmen, Instrumente, usw.

In seiner Klimastrategie konzentriert sich der Kanton Graubünden mit seinem Handeln auf zehn Bereiche (vgl. 4.8.2). Projekte, die zu einer klimaangepassten Landwirtschaft beitragen sind beispielsweise:

Massnahmen Aktionsplan Green Deal für Graubünden

ID	Massnahme (SM = Schlüsselmassnahmen, FM = flankierende Massnahme, EM = Einzelmassnahme)	Kat.	Federführung	Kumulierte Kosten (in CHF bis 2050)	Kumulierte Wirkung (in CHF bis 2050)
KA.L-1.1	SM Umgang mit Trockenheit in der Landwirtschaft Identifizieren und Umsetzen von konkreten Massnahmen zum Umgang mit der Trockenheit in der Landwirtschaft:	↑+	ALG	35 Mio. CHF Anteil Kanton 33%	82 Mio. CHF

-
- Landwirtschaftliche Bewässerungen in Gebieten mit Defiziten (KA.L-1.1.1)
 - Tröpfchenbewässerung im Kartoffelanbau (KA.L-1.1.2)
 - Erneuern und Verbessern von Alpwasserversorgungen (KA.L-1.1.3)
-

Tabelle 19 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑+ = bestehende, aber angepasste Massnahmen; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

5. Übersicht der Wirkung und Kosten der AGD Massnahmen

Die folgende Tabelle fasst die Massnahmen des AGD der verschiedenen Sektoren zusammen und zeigt deren kumulierte Wirkung und Kosten. Übersicht

Sektor	ID	Massnahme	Kumulierte Kosten (bis 2050)	Kumulierte Wirkung (bis 2050)
Gebäude	KS.G-1.1	SM Forcierung der Gebäudeparktransformation mit ergänzten Energievorschriften und justierter finanzieller Förderung	475 Mio. CHF	533 000 tCO ₂
	KS.G-1.2	FM Sensibilisierung und Beratung der Akteure zu Gebäudeeffizienz und erneuerbar Heizen	1,6 Mio. CHF	27 000 tCO ₂
	KS.G-1.3	FM Verbesserung Gebäudeeffizienz und Umstellung auf erneuerbare Heizungen in Kantonsgebäuden (inkl. Gebäudehüllensanierung)	27 Mio. CHF	50 000 tCO ₂
Verkehr	KS.V-1.1	SM Förderung öffentlicher Verkehr	300 Mio. CHF	240 000 tCO ₂
	KS.V-1.2	SM Stärkung Schienengüterverkehr (Förderung der Verlagerung des Güterverkehrs von der Strasse auf die Schiene)	67 Mio. CHF	100 000 tCO ₂
	KS.V-1.3	FM Förderung von betrieblichen Mobilitätsmanagement (BMM) für Firmen	15 Mio. CHF	15 000 tCO ₂
	KS.V-2.1	SM Förderung neuer Antriebssysteme im Verkehr	115 Mio. CHF	497 000 tCO ₂
	KS.V-2.2	SM Prüfung der Anpassung der kantonalen Bauvorschriften bezüglich Ladestationen	0,9 Mio. CHF	100 000 tCO ₂
	KS.V-2.3	SM Ökologisierung der Motorfahrzeugsteuer	0,75 Mio. CHF	48 000 tCO ₂
Industrie	KS.I-1.1	SM Identifikation von innovativen Projekten zur Erreichung des Netto-Null-Ziels	150 Mio. CHF	520 000 tCO ₂
	KS.I-1.2	FM Förderung erneuerbare Prozesswärme	59 Mio. CHF	312 000 tCO ₂
Energie-wirtschaft	KS.E-1.1	SM Förderung erneuerbare Stromproduktion, besonders Winterstromproduktion	60 Mio. CHF	3300 GWh
	KS.E-1.2	SM Entwicklung erneuerbarer Fernwärme und -kälte	60 Mio. CHF	2280 GWh
	KS.E-1.3	FM Interessenabwägung bei Projekten zu erneuerbaren Energien	nicht quantifiziert	nicht quantifiziert
	KS.E-1.4	FM Photovoltaikanlagen und Solarthermie an kantonalen Liegenschaften	7 Mio. CHF	90 GWh
Landwirtschaft	KS.L-1.1	Pilotphase mit 50 Betrieben (bis 2025)	6,4 Mio. CHF	261 000 tCO _{2eq}
	KS.L-1.2	Expansionsphase (2026-2030) und Fortsetzung Expansionsphase (ab 2030)	Reduktion: 99 Mio. CHF (davon 17.5 «low hanging fruits»)	Reduktion: 2,3 Mio. tCO _{2eq} Kompensation: 1,7 Mio. tCO _{2eq}

Sektor	ID	Massnahme	Kumulierte Kosten (bis 2050)	Kumulierte Wirkung (bis 2050)
			Kompensation: 135 Mio. CHF	
Tourismus	KS.T-1.1	SM klimaneutrale Tourismusregionen (Green Deal Tourismus)	27,5 Mio. CHF	nicht quantifiziert
Konsum	KS.K-1.1	SM Förderung suffizientes Konsumverhalten	825 000 CHF	indirekte Wirkung
	KS.K-1.2	FM Förderung klimaschonende Freizeitgestaltung	1,6 Mio. CHF	indirekte Wirkung
	KS.K-1.3	FM Finanzielle Förderung von Start-ups mit innovativen, klimaschonenden Produkten	1,5 Mio. CHF	indirekte Wirkung
	KS.K-2.1	FM Kompensationsplattform	50 000 CHF	indirekte Wirkung
	KS.K-2.2	FM Förderung von Recycling-Projekten	1,5 Mio. CHF	indirekte Wirkung
Klima-anpassung	KA.N-1.1	SM Erarbeitung Risikoübersicht aus Naturgefahren	22,5 Mio. CHF	210 Mio. CHF
	KA.N-1.2	SM Reduktion Waldbrandgefahr	60 Mio. CHF	100 Mio. CHF
	KA.F-1.1	SM Resilienz im Schutzwald	33 Mio. CHF	nicht bezifferbar
	KA.L-1.1	SM Umgang mit Trockenheit in der Landwirtschaft	35 Mio. CHF	82 Mio. CHF
TOTAL			1761 Mio. CHF	6,7 Mio. tCO₂eq 5670 GWh 392 Mio. CHF

Tabelle 20 Kosten und Wirkung der Massnahmen des Aktionsplan Green Deal für Graubünden.

Durch den *Aktionsplan Green Deal für Graubünden* kann eine Einsparwirkung von 6,7 Mio. tCO₂eq erzielt werden (ausschliesslich der nicht quantifizierbaren Wirkung des Sektors Tourismus und der indirekten Wirkung des Sektors Konsum). Ausserdem wird die Erzeugung von 5670 GWh erneuerbarer Energie ausgelöst. Im Bereich der Klimaanpassung entsteht ein Nutzen von 392 Mio. Franken.

Die Gesamtkosten für die Massnahmen im Klimaschutz und in der Klimaanpassung liegen insgesamt bei 1 761 Mio. Franken bis 2050. Dies beinhaltet auch die Kosten für die in der Wirkung nicht quantifizierten Kosten für die Sektoren Tourismus und Konsum.

6. Umsetzung

6.1 Finanzierung der Massnahmen

Die Kosten für die Umsetzung der aufgeführten Massnahmen sind hoch. Sie belaufen sich bis 2050 auf knapp 1 761 Mio. Franken und entsprechen damit in etwa den in der Antwort der Regierung zum Vorstoss Wilhelm veranschlagten Kosten. Auf die privaten Haushalte und Unternehmen entfallen rund 240 Mio. Franken, welche langfristig durch ihre jährlichen Ersparnisse resp. Gewinne finanziert werden können. Den Gemeinden wurde kein direkter Kostenanteil zugewiesen, sie besitzen allerdings ausreichende finanzielle Ressourcen, um eigene Massnahmen in Ergänzung zum AGD umzusetzen. Der Bund soll sich mit knapp 440 Mio. Franken durch seine bestehenden energie- und klimapolitischen Instrumente an der Finanzierung der Massnahmen beteiligen. Die hierfür notwendigen Mittel stammen primär aus der nationalen CO₂-Abgabe, Stromabgabe und ordentlichen Steuermitteln.

Gesamtkosten und
Aufteilung Akteure

Die verbleibenden Kosten im Umfang von 1 087 Mio. Franken bis 2050 entfallen auf den Kanton Graubünden. Die geschätzten Kostenanteile für den Kanton übertreffen die bislang für den AGD im ordentlichen Budget reservierten Finanzmittel erheblich. Die Umsetzung des AGD mit den oben erläuterten Massnahmen erfordert deshalb ein eigenes Finanzierungskonzept.

Kosten des Kantons

Das im Auftrag des ANU entwickelte Finanzierungskonzept (econcept, 2021) stellt einen Bündner Klimafonds ins Zentrum. Dieser Fonds soll aus verschiedenen Quellen mit einmaligen und regelmässigen Einlagen alimentiert werden. Die Fondseinlagen können aus Steuermitteln und zweckgebundenen Abgaben stammen.

AGD-Klimafonds

Bei den Steuermitteln handelt es sich entweder um akkumulierte Reserven (d.h. Steuereinnahmen aus der Vergangenheit) des Kantons oder jährlich anfallende Steuereinnahmen. Gegebenenfalls reichen die erwarteten Fiskalerträge bei geltenden Steuerbelastungen nicht aus, um die Finanzierung der Massnahmen zu gewährleisten. Eine Steuererhöhung, ggf. zweckgebunden und temporär, müsste geprüft werden.

Zur AGD-Finanzierung mittels Abgaben besteht die Option zur Einführung einer Stromabgabe, einer kantonalen CO₂-Abgabe auf Wohneigentum und Fahrzeuge oder einer Klima-Tourismus-Abgabe. Auch eine Umwidmung von derzeit überschüssigen Mitteln aus der Spezialfinanzierung Strassen ist möglich. Der Bericht betreffend Finanzierungskonzept (econcept, 2021) zeigt drei mögliche Szenarien auf, wie die Ausgaben des Bündner Klimafonds mittels diesen Finanzierungsinstrumenten gedeckt werden könnten. Dabei streben die Finanzierungsszenarien die bestmögliche Einhaltung der finanzpolitischen Richtwerte des Kantons an. Tabelle 21 zeigt die drei Finanzierungsszenarien des AGD-Klimafonds zur Finanzierung der kantonalen Kostenanteile.

Finanzierung AGD-Klimafonds	Beträge in Mio. CHF		
Kantonale Kosten AGD	1 087		
Finanzierungsquelle	Szenario		
	«Steuern»	«Abgaben»	«Querbeet»
Einmalige Einlage aus kantonalen Reserven	200 (18 %)	-	100 (9 %)
Zuweisungen aus ordentlichem Budget	284 (26 %)	-	284 (26 %)
Zuweisungen aus Gebäudeprogramm	150 (14 %)	-	150 (14 %)
Finanzierung durch Steuererhöhung	400 (37 %)	-	33 (3 %)
Finanzierung durch Stromabgabe	-	526 (48 %)	210 (19 %)
Finanzierung durch CO ₂ -Abgabe auf Wohneigentum	-	55 (5 %)	27 (3 %)
Finanzierung durch CO ₂ -Abgabe auf Fahrzeuge	-	137 (13 %)	68 (6 %)
Finanzierung durch Klima-Tourismusabgabe	-	125 (11 %)	63 (6 %)
Einmalige Einlage aus Verkehrsfonds	55 (5 %)	45 (4 %)	50 (5 %)
Regelmässige Einlage aus Verkehrsfonds	-	203 (19 %)	101 (9 %)
Total AGD-Klimafonds	1 089 (100 %)	1 090 (100 %)	1 088 (100 %)
Temporäre Unterdeckung	bis 80	bis 230	bis 120

Tabelle 21 Finanzierung AGD-Klimafonds mit den Szenarien «Steuern», «Abgaben» und «Querbeet». Quelle: econcept, 2021.

Alle drei Szenarien führen bis 2050 zu einem positiven Fondsvermögen. Temporäre Unterdeckungen treten in jedem Szenario auf, diese müssen über die Möglichkeit zur direkten Kreditaufnahme durch den Fonds überbrückt werden. Die geschätzte Unterdeckung erreicht temporär 80 Mio. Franken bis 230 Mio. Franken. Abbildung 25 zeigt, wie sich der Fonds in den drei Szenarien im Zeitverlauf mit den geschätzten Einlagen und Entnahmen entwickeln könnte.

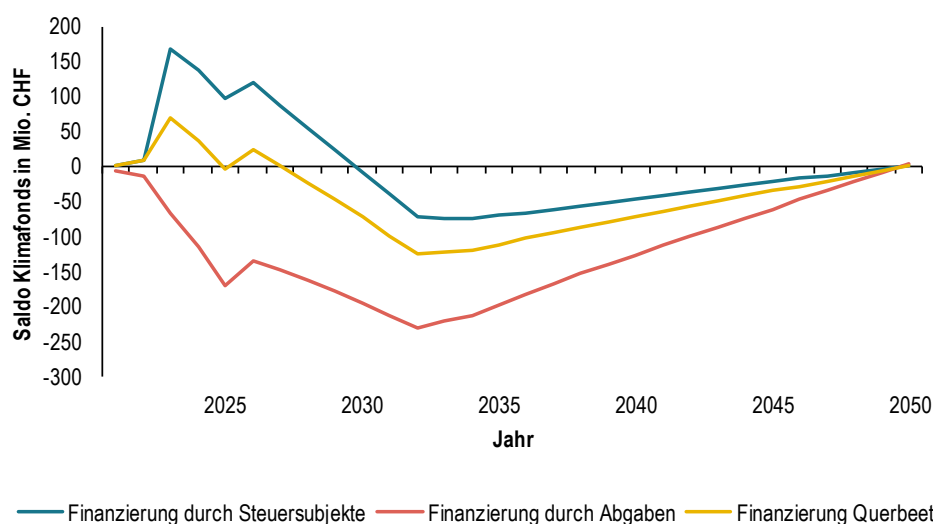


Abbildung 25 Verlauf der Fondssaldi für den AGD-Klimafonds nach den Szenarien. Quelle: econcept, 2021

Die Kosten zur Umsetzung der Massnahmen des AGD sind zwar hoch, die zu tätigen Investitionen des AGD kommen aber der lokalen Wirtschaft zugute. Gemäss Schätzungen mittels kantonalem Input-Output-Modell führen die Investitionen zu Wertschöpfungseffekten innerhalb des Kantons in

der Höhe von 1 100 Mio. Franken. Der kumulierte Beschäftigungseffekt liegt bei 13 000 Vollzeitstellen. Daneben wird auch der Innovationsgrad der Bündner Wirtschaft gestärkt und es bieten sich Chancen für neuartige Geschäftsfelder. Dies führt insgesamt zu einer höheren Standortattraktivität.

6.2 Monitoring und Controlling der Massnahmen

Die Umsetzung der AGD-Massnahmen soll ein laufendes Monitoring mit regelmässiger Berichterstattung an den kantonalen Klimalenkungsausschuss resp. an die Kantonsregierung erhalten. Durch die laufende Dokumentation der Umsetzung erhält der Kanton die Möglichkeit zu prüfen, ob und wie die Zielerreichung des angestrebten Absenkpfeils der THG-Emissionen eingehalten wird. Die Prüfung lässt sich in ein Controlling integrieren, welches aus der laufenden Beurteilung der Fortschritte und unter Berücksichtigung der Umfeldentwicklung (bspw. nationale und kantonale Politik, Technologie, wirtschaftliche und gesellschaftliche Trends) mögliche Anpassungen, Schwerpunkts- und Mittelverlagerungen etc. empfehlen kann.

Laufendes Monitoring und Controlling

Für Monitoring und Controlling sieht das zuständige ANU ein Steuerungstool vor, welches die Detailinformationen zu sämtlichen geplanten Massnahmen sowie deren Umsetzung enthält und auf aggregierter Ebene die relevanten Daten und Grafiken zu den erwarteten und tatsächlichen Wirkungen und Kosten ausgeben kann. Für die in der AGD-Umsetzung involvierten Ämterstellen können so die notwendigen Informationen automatisiert bereitgestellt werden und sie in ihrer Aufgabenerfüllung unterstützen. Das Steuerungstool erlaubt überdies eine Integration von bisherigen Massnahmen im Rahmen der bestehenden kantonalen Energie- und Klimapolitik.

Steuerungstool

6.3 Etappierung der Massnahmen und Zusammenarbeit der Akteure

Der Projektstart der Massnahmen des *Aktionsplan Green Deal für Graubünden* ist stufenweise ab 2022 bis 2025 geplant, wobei die Pilotphase der klimaneutralen Landwirtschaft bereits gestartet ist. Die bestehenden, aber angepassten Massnahmen können einfach und ohne grosse organisatorische oder gesetzliche Anpassungen ab sofort umgesetzt werden. Die neuen Massnahmen starten jeweils unterschiedlich je nach Stand der vorbereitenden Arbeiten. So können beispielsweise die Massnahmen im Gebäude- und Verkehrsbereich rasch umgesetzt werden und die Massnahmen in der Industrie starten erst 2025.

Projektstart: 2021–2025

Wie im Kapitel 4 aufgezeigt, braucht es für die Erreichung der Dekarbonisierung die enge Zusammenarbeit mit anderen Akteuren wie dem Bund, den anderen Kantonen, den Gemeinden, den lokalen Institutionen und auch den Unternehmen und der Bevölkerung:

Zusammenarbeit der Akteure

- Bund: Mit dem AGD kann der Kanton proaktiv auf die anderen Akteure zugehen und die Zusammenarbeit suchen. Auch kann er gegenüber dem Bund und den nationalen Institutionen mit klaren Erwartungen auftreten und Massnahmen zur Dekarbonisierung forcieren.
- Kantone: Der Erfahrungsaustausch mit anderen Kantonen ist zentral im Hinblick auf die Identifikation von wirkungsvollen Herangehensweisen und den Umgang mit komplexen Situationen. Auch können Massnahmen anderer Kantone als Inspiration für die Umsetzung des AGD dienen.
- Gemeinden und lokale Institutionen: Mit den Bündner Gemeinden ist ein Austausch zentral, um die Zielsetzung und die Massnahmen wirkungsvoll umsetzen zu können. Lokale Institutionen können die Implementierung von gewissen Massnahmen unterstützen, beispielsweise in der Kommunikation, und damit die Wirkung deutlich erhöhen. Die Gemeinden und lokalen Institutionen sind dabei wichtige Multiplikatoren zur Erreichung der Bevölkerung.
- Unternehmen: Verschiedene Massnahmen sind spezifisch auf Unternehmen ausgerichtet. Der Dialog und die Unterstützung der Unternehmen ist für die Umsetzung des AGD zentral, vor allem in Bezug auf die Stärkung der lokalen Wirtschaft.
- Bevölkerung: Für eine vollständige Dekarbonisierung ist auch ein Umdenken der Bevölkerung und ihres Beitrages zentral. Eine übergeordnete Kommunikationsstrategie kann ergänzend zu den identifizierten Massnahmen im AGD die Bevölkerung (und weitere Akteure) adressieren und die Inhalte des AGD und der übergeordneten Kernaussagen vermitteln.

Wichtig hierbei ist die Entwicklung einer gemeinsamen Vision mit den involvierten Akteuren: die Umsetzung des *Aktionsplan Green Deal für Graubünden* kann nur gelingen, wenn die Dekarbonisierung von allen Akteuren als erstrebenswerte Zukunft anerkannt wird.

Dem Kanton kommt die Vorreiterrolle zu. Er soll als Vorbild agieren und die Massnahmen zur Erreichung des AGD in den kantonseigenen Prozessen

Vorbildrolle des Kantons

und Liegenschaften umsetzen. Dies nicht nur für die im AGD definierten Massnahmen, sondern auch auf übergeordneter Ebene, wie beispielsweise:

- Verwaltungsinterne Treibhausgasbilanz erstellen, inkl. konkreten Massnahmen in den Bereichen Gebäude, Verkehr, Mitarbeitermobilität, usw.
- Kantonsinterne Prozesse, Strategien und Leitbilder auf die Klimaverträglichkeit prüfen
- Kantonale Projekte in Bezug auf die Anforderungen einer beschleunigten Klimaschutzentwicklung prüfen (z. B. Infrastrukturausbaupläne)

A1 Verzeichnisse

A1.1 Begriffe

- Absenkpfad: Massnahmenszenarien, die aufzeigen, wie sich die künftigen CO₂-Emissionen je nach Umsetzung von bestimmten Massnahmen entwickeln werden. Es sind insgesamt drei Absenkpfade definiert:
 - weiter wie bisher: Ausschliesslich Massnahmen, die bereits heute auf Ebene Kanton und Bund gelten, werden umgesetzt.
 - laufende Bestrebungen: Zusätzliche, bereits absehbare Massnahmen auf Ebene Kanton und Bund werden umgesetzt. Dabei wird die Wirkung der Teilrevision des kantonalen Energiegesetzes (seit 2021 in Kraft) und der künftigen Revision (Stand Ende 2020) des nationalen CO₂-Gesetzes abgebildet.
 - Dekarbonisierung: Entspricht einem Szenario, in dem Massnahmen angesetzt werden, mit welchen das System schnellstmöglich geändert wird, um den Temperaturanstieg möglichst tief zu halten.
- CO₂eq: CO₂-Äquivalente sind eine Masseinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase.
- CO₂-Budget: Menge an CO₂-Emissionen, die bis 2050 emittiert werden dürfen, um einen bestimmten Temperaturanstieg nicht zu überschreiten.
- CO₂ fossil: CO₂-Emissionen, die durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern entstehen, die in geologischer Vorzeit aus Abbauprodukten von toten Pflanzen und Tieren entstanden sind.
- CO₂ geogen: CO₂-Emissionen, die nicht durch Brennstoffe bedingt sind (z. B. aus Kalzinierungsprozess in der Zementindustrie).
- CO₂ biogen: Die Verbrennung von Biomasse führt zu Emissionen, die als CO₂-neutral angesehen werden, weil der Kohlenstoff aus dem neutralen CO₂-Kreislauf entsteht.
- Direkte Emissionen: Treibhausgasemissionen, die innerhalb des Kantons Graubünden (auf seinem Territorium) entstehen.
- Einzelmassnahmen: Einzelmassnahmen sind konkrete Massnahmen innerhalb der Schlüsselmassnahmen oder der flankierenden Massnahmen und sind für die Umsetzung detailliert auszuarbeiten.
- Flankierende Massnahmen: Flankierende Massnahmen sind Massnahmen, die die Umsetzung der Schlüsselmassnahmen unterstützen.
- Indirekte Emissionen: Treibhausgasemissionen, die ausserhalb des Kantons Graubünden (nicht auf seinem Territorium) entstehen.
- Kaya Identity: CO₂-Emissionen als Funktion der Bevölkerung, BIP, Energieintensität, CO₂-Intensität des Energie einsatzes
- Kosten: Die Kosten sind eine Grobabschätzung der Umsetzungskosten für den Kanton Graubünden. Indirekte und längerfristige Effekte (reduzierte Anpassungs-, Betriebs- und Energiekosten; Steuereinnahmen) des

Kantons werden nicht abgeschätzt. Kosten- und Einnahmeneffekte anderer Akteure (Gemeinden, Bund, Firmen und Haushalte) sind nicht abgebildet.

- Massnahmenkategorie: Die Massnahmenkategorien umfassen Vorschriften, Förderung, Information und Sensibilisierung.
- Massnahmenpakete: Die Massnahmen sind in grösseren Massnahmenpaketen zusammengefasst. Jedes Massnahmenpaket beinhaltet sowohl Schlüsselmassnahmen als auch flankierende Massnahmen.
- Netto-Null Emissionen: Netto-Null entspricht dem Zustand, wenn die Negativemissionen den nicht vermeidbaren Emissionen entsprechen und somit «netto» keine Emissionen ausgestossen werden.
- Negativemissionen: Negativemissionen sind Emissionen, die aus der Atmosphäre entfernt und langfristig gespeichert werden.

Reduktionsbedarf: Differenz zwischen dem Absenkpfad *laufende Bestrebungen* und *Dekarbonisierung*.
- Schlüsselmassnahmen: Schlüsselmassnahmen sind Massnahmen, die für die Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung* zentral sind und umgesetzt werden müssen.
- Sektor: Die verschiedenen Massnahmen sind in die jeweiligen Sektoren aufgeteilt. Im AGD sind folgende Sektoren enthalten: Gebäude, Verkehr, Industrie, Energiewirtschaft¹⁴ und weitere Sektoren (Landwirtschaft, Tourismus, Konsum). Die Massnahmen der Klimaanpassung sind separat ausgewiesen.
- Territorialprinzip: Dies entspricht dem aktuellen Ansatz der Treibhausgasinventare und beinhaltet alle Emissionen, die innerhalb des Kantons Graubündens entstehen (d. h. ohne die grauen Emissionen, die importiert werden).
- Wirkung: Die Einsparwirkung ist als kumulierte Wirkung bis 2050 aufgezeigt. Diese basiert auf geschätzten, jährlichen Einsparungen der Treibhausgasemissionen. Die Wirkungsabschätzung basiert auf der Annahme, dass das gesamte Massnahmenpaket des AGD umgesetzt wird. Bei isolierter Umsetzung von einzelnen Massnahmen kann die Wirkung entsprechend stärker oder schwächer ausfallen.
- Wirkungsbereich: Jeder Sektor beinhaltet einen oder mehrere Wirkungsbereiche. Diese entsprechen den groben Stossrichtungen der Massnahmen im Hinblick auf deren Wirkung.

¹⁴ Der Sektor Haushalte, Gewerbe und Dienstleistungen der Treibhausgasbilanz wird innerhalb der Massnahmen in zwei Sektoren aufgeteilt: Gebäude (Gebäudeeffizienz und erneuerbare Heizungen) und Energiewirtschaft (Energiebereitstellung).

A1.2 Abkürzungen

AFB	Amt für Berufsbildung
AEV	Amt für Energie und Verkehr
AFI	Amt für Informatik
AFJ	Amt für Jagd und Fischerei
AGD	Aktionsplan Green Deal für Graubünden
ALG	Amt für Landwirtschaft und Geoinformation
ANU	Amt für Natur und Umwelt
ARA	Abwasserreinigungsanlage
ARE	Amt für Raumentwicklung
AVS	Amt für Volksschule und Sport
AWN	Amt für Wald und Naturgefahren
AWT	Amt für Wirtschaft und Tourismus
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BECCS	Bio Energy Carbon Capture and Storage
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMM	Betriebliches Mobilitätsmanagement
BWRG	Wasserrechtsgesetz
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
COP	Coefficient of Performance
CH ₄	Methan (1 Tonne CH ₄ entspricht 25 tCO ₂ eq)
CHF	Schweizer Franken
DACCS	Maschinelle Luftfilterung und Speicherung
EM	Einzelmassnahme
FM	Flankierende Massnahme
F-Gase	Flourierte Treibhausgase
FV	Fernverkehr
GA	Gesundheitsamt
GöV	Gesetz über den öffentlichen Verkehr im Kanton Graubünden
Gt	Gigatonne

GVG	Gebäudeversicherung
GWh	Gigawattstunden
HBA	Hochbauamt
IPCC	International Panel on Climate Change
KEV	Kostendeckende Einspeisevergütung
KV	Kombinierter Verkehr
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
kWh	Kilowattstunden
MIV	Motorisierter Individualverkehr
Mt	Megatonne
MuKE	Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich
NET	Negativemissionstechnologie
LKW	Lastkraftwagen
N ₂ O	Lachgas (1 Tonne N ₂ O entspricht 298 tCO ₂ eq)
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PA	Personalamt
PV	Photovoltaik
PW	Personenkraftwagen
RhB	Räthische Bahn
SBB	Schweizerische Bundesbahn
SM	Schlüsselmassnahme
StromVG	Stromversorgungsgesetz
TBA	Tiefbauamt
tCO ₂	Tonnen CO ₂
tCO ₂ eq	Tonnen CO ₂ -Äquivalent
THG	Treibhausgas
UKV	Umgeleiteter kombinierter Verkehr
UVEK	Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

A1.3 Literatur

A1.3.1 Kantonsspezifische Grundlagen

AEV (2019): Energiekonzept – Bericht 2018

ANU (2015a): Klimawandel Graubünden – Arbeitspapier 1: Klimaanpassung

ANU (2015b): Klimawandel Graubünden – Arbeitspapier 2: Klimaschutz

ANU (2015c): Klimawandel Graubünden – Arbeitspapier 3: Risiken und Chancen

ANU (2015d): Klimawandel Graubünden – Arbeitspapier 4: Synthese der Herausforderungen und Handlungsfelder

ANU (2018): Emissionskataster Kanton Graubünden – Luftschadstoffe und Treibhausgase

ANU (2019): Klimawandel Graubünden, Gefahren und Effekte: Grundlagen

Amt für Wald und Naturgefahren (AWN 2018): Wie geht es dem Bündner Wald? Ein Bericht zur Nachhaltigkeit. [Link](#)

AWN (2021): Rückmeldungen des AWN zum Berichtsentwurf vom 17.02.2021.

Das Gebäudeprogramm (2019): Jahresbericht 2019

EBP (2019b): Rating der kantonalen Gebäude-Klimapolitik

EBP (2019a): Grundlagen für eine Revision der Motorfahrzeugabgabe

econcept AG (2021): Finanzierungskonzept Aktionsplan Green Deal Graubünden. Studie im Auftrag des Kantons Graubünden, Zürich.

Grosser Rat (2019): Auftrag Wilhelm betreffend Green Deal für Graubünden: Klimaschutz als Chance nutzen. Chur, 4 S.

Kanton Graubünden (seit 2011): Energiegesetz des Kantons Graubünden (BEG)

Kanton Graubünden (2019): Botschaft der Regierung an den Grossen Rat. Heft Nr. 7/2019–2020. Inhalt: 9. Teilrevision des Energiegesetzes des Kantons Graubünden.

Regierung des Kantons Graubünden: 2019. Auftrag Wilhelm betreffend Green Deal für Graubünden: Klimaschutz als Chance nutzen. Antwort der Regierung. Chur, 2 S.

Parlament Graubünden (2019): Grossratsprotokoll – Session vom 11. Juni 2019 bis 14. Juni 2019; Mittwoch, 12. Juni 2019, Nachmittag und Donnerstag, 13. Juni 2019, Auftrag Wilhelm betreffend Green Deal für Graubünden: Klimaschutz als Chance nutzen. Beschluss. [Link](#)

reech (2021): Solarpotenzialanalyse der Immobilien des Kantons Graubünden. Analyse im Auftrag des Kantons Graubünden. Version 2.5 vom 25.02.2021.

A1.3.2 Generelle Grundlagen

BAFU (2014): Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2014–2019. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates vom 9. April 2014.

[Link](#)

BAFU (2017c): Totalrevision des CO₂-Gesetzes für die Zeit nach 2020. Entwurf des Bundesrates vom 1.12.2017. [Link](#)

BAFU (2017a): Klimabedingte Risiken und Chancen. Eine schweizweite Synthese. [Link](#)

BAFU (2019a): Das Übereinkommen von Paris. [Link](#)

BAFU (2019b): Treibhausgasinventar Schweiz. [Link](#)

Begert M., Stöckli R., Croci-Maspoli M. (2018): Klimaentwicklung in der Schweiz – Vorindustrielle Referenzperiode und Veränderung seit 1864 auf Basis der Temperaturmessung. Fachbericht MeteoSchweiz, 274, 23 pp.

BFE (2019): Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen und leichten Nutzfahrzeuge 2018

BFS (2017): Verkehrsverhalten der Bevölkerung – Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015

Biosuisse (2018): Bio in Zahlen. [Link](#)

BMWi (2018): Technologien für die Energiewende – Politikbericht. Wuppertal Institut, Fraunhofer ISI und izes im Auftrag des BMWi.

Bundesamt für Statistik (BFS) (2019): Kantonsportrait Graubünden. [Link](#) (konsultiert am 16.12.2019)

Bundesrat (2020): Von welcher Bedeutung können negative CO₂-Emissionen für die künftigen klimapolitischen Massnahmen der Schweiz sein? Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulats 18.4211 Thorens Goumaz vom 12. Dezember 2018.

CH2018 (2018): CH2018 – Climate Scenarios for Switzerland, Technical Report, National Centre for Climate Services, Zurich, 271 pp. ISBN: 978-3-9525031-4-0. [Link](#), Web-Atlas: [Link](#)

Bundesrat (2021): Langfristige Klimastrategie der Schweiz. Bern, 65 S.

EBP (2019): Kurzgutachten zur Wirkung von Art. 9 CO₂-Gesetz. Gutachten im Auftrag des WWF Schweiz.

EBP (2019a): Grundlagen für eine Revision der Motorfahrzeugabgabe

EBP (2019b): Rating der kantonalen Gebäude-Klimapolitik

EBP (2018): Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen 2016, Sektor Gebäude. Im Auftrag des BAFU.

EBP (2018): Szenarien der Elektromobilität in der Schweiz – Update 2018.

EBP (2018): Relevante Faktoren für ein Mobilitätssystem mit geringen Umweltwirkungen. Im Auftrag des BAFU.

EBP (2013): Vergleich politischer Instrumente zur Förderung von Gebäudesanierungen. Im Auftrag des WWF Schweiz.

EMPA (2019): Potenzialanalyse Power-to-Gas in der Schweiz. Studie im Auftrag des BAFU.

IPCC (2018): Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.

MCC (2016): Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change – Kurzdossier: Negative Emissionen. [Link](#)

NCCS (Hrsg.) 2018: CH2018 – Klimaszenarien für die Schweiz. National Centre for Climate Services, Zürich.

NFP (2020). NFP 70 und 71. Projekte. [Link](#)

Rogelj et al. (2012): Global warming under old and new scenarios using IPCC climate sensitivity range estimates. Nature climate change. 5 February 2012. [Link](#)

A1.4 Abbildungen

Abbildung 1	Energiebedingten CO₂-Emissionen in Graubünden von 1990 bis 2018 sowie Absenkpfade bis 2050. Quelle: Eigene Darstellung. 5
Abbildung 2	Kumulierte energiebedingte CO₂-Emissionen bis 2050 mit prognostiziertem Temperaturanstieg und entsprechend erwarteten Risiken und Schäden in Graubünden. Quelle: Eigene Darstellung. 6
Abbildung 3	Beobachtete Veränderungen von ausgewählten Klimaindikatoren in der Schweiz seit Messbeginn. Quelle: CH2018 2018. 13
Abbildung 4	Erwartete Anzahl Hitzetage pro Jahr unter dem Emissionsszenario RCP8.5 in Chur (556 m ü. M.) und Scuol (1304 m ü. M.). Quelle: webatlas NCCS (CH 2018 2018).....14
Abbildung 5	Erwartete Anzahl Neuschneetage pro Jahr unter dem Emissionsszenario RCP8.5 in Chur (556 m ü. M.) und Scuol (1304 m ü. M.). Quelle: webatlas NCCS (CH 2018 2018).....15
Abbildung 6	Energiebilanz im Kanton Graubünden 2018. Quelle: eigene Darstellung basierend auf AEV 2019.16
Abbildung 7	Energiebilanz nach Sektoren im Kanton Graubünden 2018. Quelle: eigene Darstellung basierend auf AEV 2019.....17
Abbildung 8	Stromproduktion und -verbrauch in Graubünden. Quelle: AEV 2019.....17

Abbildung 9	Entwicklung Stromverbrauch in Graubünden. Quelle: AEV 2019.	18
Abbildung 10	Spezifischer Stromverbrauch je Einwohner pro Jahr. Vergleich Schweiz-Graubünden. Quelle: AEV 2019.	18
Abbildung 13	Beispiel Entwicklung des CO₂-Ausstosses (links) und kumulierte CO₂-Emissionen je Massnahmenszenario (rechts), inkl. den zu erwartenden Risiken und Schäden im Kanton Graubünden (0/0 = Stand heute). Quelle: eigene Darstellung.	22
Abbildung 12	Energiebedingte CO₂-Emissionen in Graubünden von 1990 bis 2018 sowie Zielpfade je Massnahmenszenario bis 2050. Quelle: Eigene Darstellung.	23
Abbildung 13	Kumulierte energiebedingte CO₂-Emissionen bis 2050 mit prognostiziertem Temperaturanstieg und entsprechend erwarteten Risiken und Schäden in Graubünden. Quelle: Eigene Darstellung.	25
Abbildung 16:	Vorschläge für Negativemissionstechnologien. Quelle: Bundesrat 2020 gestützt auf MCC 2016.	27
Abbildung 17:	Theoretisches Potenzial und Kosten pro Tonne CO₂ für negative Emissionen. Quelle: Bundesrat 2020	28
Abbildung 16	Absenkpfade der energiebedingten CO₂-Emissionen der Gebäude in Graubünden. Die Massnahmen AGD sind im nächsten Kapitel beschrieben. Quelle: Eigene Darstellung.	32
Abbildung 17	Beitrag zur Zielerreichung der Massnahmen des AGD für den Sektor Gebäude. Die graue Linie entspricht der Trendlinie der Massnahmen. Quelle: econcept.	37
Abbildung 18	Absenkpfade der energiebedingten CO₂-Emissionen im Strassenverkehr in Graubünden. Die Massnahmen AGD sind im nächsten Kapitel beschrieben. Quelle: eigene Darstellung.	39
Abbildung 19	Beitrag zur Zielerreichung der Massnahmen des AGD für den Sektor Verkehr. Die graue Linie entspricht der Trendlinie der Massnahmen. Quelle: econcept.	44
Abbildung 20	Absenkpfade der energiebedingten CO₂-Emissionen in der Industrie in Graubünden. Die Massnahmen AGD sind im nächsten Kapitel beschrieben. Quelle: eigene Darstellung.	45
Abbildung 21	Beitrag zur Zielerreichung der Massnahmen des AGD für den Sektor Industrie. Die graue Linie entspricht der Trendlinie der Massnahmen. Quelle: econcept.	49
Abbildung 22	Gesamter erneuerbarer Energiebedarf, welcher durch eine Reduktion oder Substitution der fossilen Energien bis 2050 bereitgestellt werden muss (Ausgangswert: Energieverbrauch 2018). Quelle: eigene Darstellung.	51
Abbildung 23	Beitrag zum Zubau erneuerbarer Energien der Massnahmen des AGD für den Sektor Energiewirtschaft. Die graue Linie entspricht der Trendlinie der Massnahmen. Quelle: econcept.	54
Abbildung 24	Entwicklung der jährlichen CO₂eq-Emissionen in der Landwirtschaft in Graubünden. Quelle: eigene Darstellung.	56
Abbildung 25	Verlauf der Fondssaldi für den AGD-Klimafonds nach den Szenarien. Quelle: econcept, 2021	70
Abbildung 28	Vorgehen Entwicklung Aktionsplan Green Deal für Graubünden. Quelle: eigene Darstellung.	84
Abbildung 29	Massnahmenebenen und Begrifflichkeiten. Quelle: eigene Darstellung	86

A1.5 Tabellen

Tabelle 1 Kosten und Wirkung der Massnahmen des *Aktionsplan Green Deal für Graubünden*. SM = Schlüsselmassnahme; FM = Flankierende Massnahme (siehe auch Kapitel 4).

Tabelle 2 Systemgrenzen für die Bilanzierung der Energie und der Treibhausgasemissionen.

Tabelle 3 CO₂-Budget der Welt, der Schweiz und des Kantons Graubünden ab 2018.

Tabelle 4 Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen im Kanton Graubünden je Massnahmenszenario.

Tabelle 5 Wirkungsbereiche und Massnahmenpakete pro Sektor.

Tabelle 6 Entwicklung der CO₂-Emissionen der Gebäude in Graubünden je Szenario.

Tabelle 7 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑ = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen*; + = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Tabelle 8 Entwicklung der CO₂-Emissionen im Strassenverkehr in Graubünden.

Tabelle 9 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑ = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen*; + = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Tabelle 10 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑ = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen*; + = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Tabelle 11 Entwicklung der CO₂-Emissionen im Sektor Industrie in Graubünden je Szenario

Tabelle 12 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑ = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen*; + = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Tabelle 13 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑ = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *laufende Bestrebungen*; + = bestehende, aber angepasste Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Tabelle 14 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑+ = bestehende, aber angepasste Massnahmen; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung einer Klimaneutralität.

Tabelle 15 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑+ = bestehende, aber angepasste Massnahmen; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Tabelle 16 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑+ = bestehende, aber angepasste Massnahmen; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Tabelle 17 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑+ = bestehende, aber angepasste Massnahmen; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Tabelle 18 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑+ = bestehende, aber angepasste Massnahmen; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Tabelle 19 Massnahmen AGD. Kat. = Kategorie: ↑+ = bestehende, aber angepasste Massnahmen; ++ = neue Massnahmen zur Erreichung des Absenkpfeils *Dekarbonisierung*.

Tabelle 20 Kosten und Wirkung der Massnahmen des Aktionsplan Green Deal für Graubünden.

Tabelle 21 Finanzierung AGD-Klimafonds mit den Szenarien «Steuern», «Abgaben» und «Querbeet». Quelle: econcept, 2021.

Tabelle 22 Emissionsszenario und entsprechende erwartete weltweite Temperaturerhöhung. Quelle: Rogelj et al. (2012) und Begert et al (2018).

Tabelle 23 Weltweites CO₂-Budget. Quelle: IPCC (2018).

Tabelle 24 CO₂-Budget der Schweiz. Quelle: BAFU (2019b).

Tabelle 25 CO₂-Budget der Schweiz verteilt auf die Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie. Quelle: BAFU (2019b).

Tabelle 26 CO₂-Budget der Schweiz verteilt auf die Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie. Quelle: ANU (2018).

Tabelle 27 Beschreibung der drei Szenarien im Gebäudesektor

Tabelle 28 Annahmen zur Modellierung im Sektor Gebäude

Tabelle 29 Beschreibung der drei Szenarien im Strassenverkehr

Tabelle 30 Annahmen zur Modellierung im Sektor Personenwagen

Tabelle 31 Annahmen zur Modellierung im Sektor Strassengüterverkehr

Tabelle 32 Beschreibung der drei Szenarien im Sektor Industrie

Tabelle 33 Annahmen zur Modellierung im Sektor Industrie

A2 Zusätzliche technische Unterlagen

A2.1 Methodik der Erarbeitung des Berichts

A2.1.1 Prozess der Massnahmenerarbeitung

Folgende Grafik zeigt den Prozess der Massnahmenidentifikation im Rahmen des *Aktionsplan Green Deal für Graubünden*.

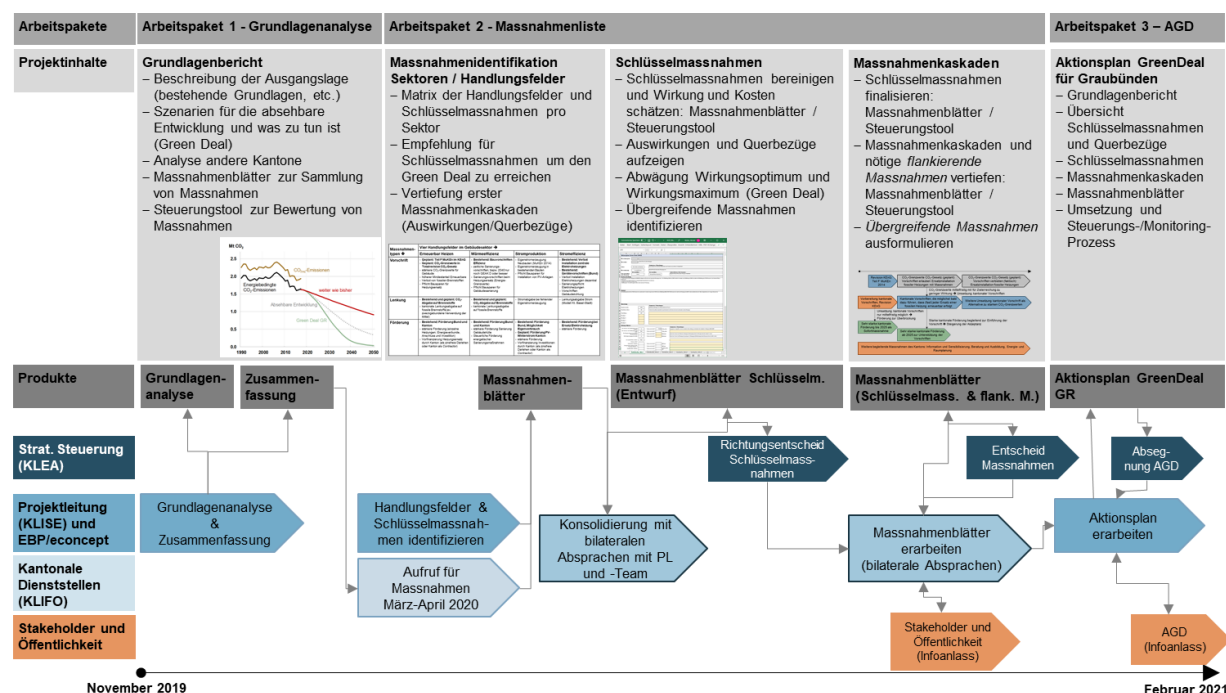


Abbildung 26 Vorgehen Entwicklung *Aktionsplan Green Deal für Graubünden*. Quelle: eigene Darstellung.

Die Bearbeitung erfolgte in drei Paketen, wobei die Massnahmenbearbeitung in Arbeitspaket 2 enthalten ist:

Vorgehen in drei Arbeitspaketen

- Arbeitspaket 1 – Grundlagenanalyse: In einem ersten Schritt wurde die Grundlagenanalyse gemacht und in Form einer Zusammenfassung synthetisiert. Diese bildete die Basis für die Identifikation der Massnahmen des AGD.
- Arbeitspaket 2 – Massnahmenliste: Die kantonalen Dienststellen wurden im März und April 2020 aufgerufen, Massnahmen für den AGD einzureichen. Diese wurden anschliessend geprüft und innerhalb der Sektoren und entsprechenden Handlungsfeldern strukturiert. Die erste Liste der Massnahmen wurde anschliessend aufgrund von bilateralen Gesprächen ergänzt und weiterentwickelt. Die finalen Massnahmen des Green Deals GR wurden anschliessend in Massnahmenblättern finalisiert und in ein Steuerungstool (siehe folgend) integriert.
- Arbeitspaket 3 – Aktionsplan AGD: Die Resultate sind in diesem Bericht als Synthese dokumentiert und finalisiert.

Steuerungstool AGD

Die Massnahmen sind im sogenannten Steuerungstool dokumentiert. Dieses fasst alle Massnahmen des *Aktionsplans Green Deal für Graubünden* zusammen und ermöglicht verschiedene Analysen und Darstellungen.

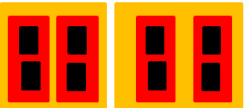
Die Massnahmen sind auf verschiedenen Ebenen angesiedelt und gruppiert. Folgende Begrifflichkeiten wurden benutzt:

Begrifflichkeiten
Steuerungstool

- Sektor: Die verschiedenen Massnahmen sind in die jeweiligen Sektoren aufgeteilt. Im AGD sind folgende Sektoren enthalten: Gebäude, Verkehr, Industrie, Energiewirtschaft¹⁵ und weitere Sektoren (Landwirtschaft, Tourismus, Konsum). Die Massnahmen der Klimaanpassung sind separat ausgewiesen.
- Wirkungsbereich: Jeder Sektor beinhaltet einen oder mehrere Wirkungsbereiche. Diese entsprechen den groben Stossrichtungen der Massnahmen im Hinblick auf deren Wirkung.
- Massnahmenkategorie: Die Massnahmenkategorien umfassen Vorschriften, Förderung, Information und Sensibilisierung.
- Massnahmenpakete: Die Massnahmen sind in grösseren Massnahmenpaketen zusammengefasst. Jedes Massnahmenpaket beinhaltet sowohl Schlüsselmassnahmen als auch flankierende Massnahmen.
- Schlüsselmassnahme (SM): Schlüsselmassnahmen sind diejenigen Massnahmen innerhalb einer spezifischen Massnahmenkategorie, die für die Erreichung des AGD zentral sind.
- Flankierende Massnahme (FM): Flankierende Massnahmen innerhalb einer spezifischen Massnahmenkategorie ergänzen die Schlüsselmassnahmen eines Wirkungsbereichs.
- Einzelmassnahmen (EM): Einzelmassnahmen sind konkrete Massnahmen innerhalb der Schlüssel- und flankierenden Massnahmen.

Die folgende Abbildung zeigt das Verständnis und die Zusammenhänge der verschiedenen Ebenen und Begrifflichkeiten.

¹⁵ Der Sektor Haushalte, Gewerbe und Dienstleistungen der Treibhausgasbilanz wird innerhalb der Massnahmen in zwei Sektoren aufgeteilt: Gebäude (Gebäudeeffizienz und erneuerbare Heizungen) und Energiewirtschaft (Energiebereitstellung).

Massnahmen-Kategorie ↓	Wirkungsbereich (mit verschiedenen Handlungsfeldern)	
	Wirkungsbereich 1	Wirkungsbereich 2
Vorschrift		
Förderung		
Information und Sensibilisierung		

M-Paket
SM
FM
EM

Abbildung 27 Massnahmenebenen und Begrifflichkeiten. Quelle: eigene Darstellung

Diese Begrifflichkeiten sind entsprechend im Steuerungstool abgebildet.

A2.2 Modellierung der Klimaschutzszenarien Graubünden bis 2050

Die Modellierung berücksichtigt nur die energiebedingten CO₂-Emissionen. Dies aus folgenden Gründen:

- Die CO₂-Budgets beschränken sich auf die CO₂-Emissionen.
- 95 % der kantonalen CO₂-Emissionen der Sektoren Gebäude (Haushalt/Gewerbe/Dienstleistungen), Verkehr und Industrie entsprechen energiebedingten CO₂-Emissionen (inkl. geogenen CO₂-Emissionen für die Herstellung von Klinker in der Zementproduktion).

Hintergrund und Methodik zur Berechnung der Temperaturerhöhung im Kanton Graubünden

Die weltweite Temperaturerhöhung von 1,5 °C bis 2 °C wirkt sich in den verschiedenen Regionen unterschiedlich aus. So erwärmt sich die Schweiz deutlich stärker als andere Regionen. Die entsprechende Temperaturerhöhung für den Kanton Graubünden wurde wie folgt berechnet:

- **Identifizieren des Emissionsszenarios:** Es bestehen verschiedene globale Emissionsszenarien, die zu unterschiedlichen Temperaturerhöhungen führen (Rogelj et al. 2012).
- **Temperaturen der vorindustriellen Zeit:** Gemäss der Studie von Begert et al (2018) entspricht die vorindustrielle Referenzperiode für die Schweiz den Jahren 1871–1900. Die entsprechenden mittleren Monatsdaten wurden für die Stationen Davos und Segl-Maria mit langen Messreihen ausgewertet.
- **Identifizieren der Temperaturerhöhung bis 2085 in Graubünden:** Mit den Klimaszenarien (NCCS 2018) konnte anschliessend für die beiden Emissionsszenarien RCP2.6 und RCP4.5 die entsprechenden erwarteten mittleren Monatstemperaturen in den Stationen Davos und Sils-Maria ermittelt werden. Dabei wurden der Mittelwert der tieferen und höheren Schätzwerte der Temperaturszenarien für Ende des Jahrhunderts (Periode 2070–2099, Stichjahr 2085) berechnet. Da die Temperaturerhöhung zwischen Davos und Sils-Maria ähnlich ausfällt, wurde für die weiteren Berechnungen die Daten von Davos weiterverwendet.
- **Abschätzen Temperaturanstieg Graubünden:** Die Temperaturerhöhung (Differenz zwischen 2085 und der vorindustriellen Referenzperiode) für den Kanton Graubünden wird mit dem weltweiten Temperaturanstieg verglichen. Für die Temperaturerhöhung von 2 °C wurde eine Interpolation zwischen 1,5 °C und 2,5 °C vorgenommen.

Emissionsszenario	Temperaturanstieg weltweit	Gesamte Temperaturerhöhung GR seit vorindustrieller Zeit (1871–1900)
RCP2.6	1,50 °C	3,00 °C
-	2,00 °C	3,50 °C
RCP4.5	2,50 °C	4,00 °C

Tabelle 22 Emissionsszenario und entsprechende erwartet weltweite Temperaturerhöhung.
Quelle: Rogelj et al. (2012) und Begert et al (2018).

Hintergrund und Methodik zur Berechnung des CO₂-Budgets für den Kanton Graubünden

An der Klimakonferenz in Paris Ende 2015 wurde für die Zeit nach 2020 ein neues Übereinkommen verabschiedet, welches das Ziel verfolgt, die durchschnittliche globale Erwärmung im Vergleich zur vorindustriellen Zeit auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen. Dabei wird ein maximaler Anstieg von 1,5 °C angestrebt.

Pariser Abkommen:
Begrenzung glo-
bale Erwärmung

Um die Implikationen des Ziels von 1,5 bis 2 °C abzuschätzen, beschreibt der IPCC Special Report *Global Warming of 1.5 °C* das weltweite CO₂-Budget (nur CO₂-Emissionen, exkl. weiterer THG), welches ab 2018 noch emittiert werden darf (IPCC 2018).

CO₂-Budget global

Das für den Kanton Graubünden noch verfügbare CO₂-Budget wurde anhand von fünf Schritten berechnet:

Berechnung
CO₂-Budget für
Graubünden in fünf
Schritten

- **Schritt 1 – Weltweites CO₂-Budget ab 2018:** Um die Implikationen des 1,5–2 °C Ziel abzuschätzen, beschreibt der IPCC Special Report *Global Warming of 1.5 °C* im Kapitel 2 das weltweite CO₂-Budget (nur CO₂-Emissionen, exkl. weiterer Treibhausgase), welches ab 2018 noch emittiert werden darf, ohne dabei die beschlossene Temperaturgrenze zu überschreiten. Die errechneten Budgets variieren gemäss verschiedenen Temperaturanstiegen zwischen 1,5 und 2 °C und der Wahrscheinlichkeit des Eintritts des jeweiligen Temperaturanstiegs. In vorliegender Untersuchung wurde die Entwicklung drei unterschiedlicher Temperaturanstiegs-szenarien mit den entsprechenden Budgets und jeweils bei 50 % Eintrittswahrscheinlichkeit untersucht. Des Weiteren wurden die jeweiligen Budgets aufgrund der vorhergesagten *Earth System Feedbacks*¹⁶ um jeweils 100 GtCO₂ reduziert (IPCC 2018).
- **Schritt 2 – Betrachtungsperiode CO₂-Budgets ab 1990:** Mit der Verabschiedung des Kyoto-Protokolls ist auf internationaler Ebene das Betrachtungsjahr in Bezug auf Emissionsreduktionen das Jahr 1990. Dies ermöglicht eine Betrachtung der CO₂-Budgets im Vergleich zum Jahr 1990 und den Miteinbezug der bereits emittierten CO₂-Emissionen in den Jahren 1990–2017. Dazu wurden den globalen CO₂-Budgets ab 2018 der historische globale CO₂-Ausstoss der Jahre 1990–2017 hinzugerechnet.

Temperatur- anstieg	Eintrittswahr- scheinlichkeit	CO ₂ -Budget ab 2018	<i>Earth System Feedbacks</i>	Weltweit verfü- bares CO ₂ - Budget ab 2018	Weltweite CO ₂ - Emissionen 1990–2017	Weltweit verfü- bares CO ₂ - Budget ab 1990
1,50 °C	50 %	580 GtCO ₂	–100 GtCO ₂	480 GtCO ₂	816 GtCO ₂	1296 GtCO ₂
1,75 °C	50 %	1040 GtCO ₂	–100 GtCO ₂	940 GtCO ₂	816 GtCO ₂	1756 GtCO ₂
2,00 °C	50 %	1500 GtCO ₂	–100 GtCO ₂	1400 GtCO ₂	816 GtCO ₂	2216 GtCO ₂

Tabelle 23 Weltweites CO₂-Budget. Quelle: IPCC (2018).

¹⁶ *Earth System Feedbacks* = zusätzlich emittierte *natürliche* CO₂-Emissionen durch beispielsweise das Auftauen von Permafrostböden, wodurch gespeicherte CO₂-Emissionen emittiert werden

- **Schritt 3 – CO₂-Budget für die Schweiz:** Die globalen Budgets ab 1990 wurden gemäss dem proportionalen Bevölkerungsanteil 2018 der Schweiz gegenüber der Welt auf die Schweiz umgelegt. Danach wurden die historischen CO₂-Emissionen der Schweiz der Jahre 1990–2017 vom Budget 1990 abgezogen, um das CO₂-Budget ab 2018 zu berechnen (BAFU 2019b).

Temperatur- anstieg	Eintrittswahr- scheinlichkeit	Weltweit verfügbares CO ₂ -Budget ab 1990	CO ₂ -Budget für die Schweiz ab 1990	CO ₂ -Emissionen der Schweiz 1990–2017	Verfügbares CO ₂ - Budget für die Schweiz ab 2018
1,50 °C	50 %	1296 GtCO ₂	1455 Mio. tCO ₂	1218 Mio. tCO ₂	237 Mio. tCO ₂
1,75 °C	50 %	1756 GtCO ₂	1972 Mio. tCO ₂	1218 Mio. tCO ₂	754 Mio. tCO ₂
2,00 °C	50 %	2216 GtCO ₂	2489 Mio. tCO ₂	1218 Mio. tCO ₂	1270 Mio. tCO ₂

Tabelle 24 CO₂-Budget der Schweiz. Quelle: BAFU (2019b).

- **Schritt 4 – CO₂-Budget pro Sektor:** Die CO₂-Emissionen des Kantons Graubünden unterscheiden sich in den verschiedenen Sektoren (Gebäude, Verkehr, Industrie) grundlegend von den Emissionen in der Schweiz. Um dies zu berücksichtigen, wurde das CO₂-Budget der Schweiz gemäss Anteil der sektoralen Treibhausgasemissionen auf die jeweiligen Sektoren verteilt (BAFU 2019b).

Tempera- tur- anstieg	Eintritts- wahr- scheinlich- keit	Verfügbares CO ₂ - Budget für die Schweiz ab 2018	Verkehr (Schweiz)	Gebäude (Schweiz)	Industrie (Schweiz)	Land- und Forst- wirtschaft (Schweiz)
1,50 °C	50 %	237 Mio. tCO ₂	92 Mio. tCO ₂	99 Mio. tCO ₂	44 Mio. tCO ₂	3 Mio. tCO ₂
1,75 °C	50 %	754 Mio. tCO ₂	291 Mio. tCO ₂	314 Mio. tCO ₂	139 Mio. tCO ₂	9 Mio. tCO ₂
2,00 °C	50 %	1270 Mio. tCO ₂	491 Mio. tCO ₂	529 Mio. tCO ₂	235 Mio. tCO ₂	15 Mio. tCO ₂

Tabelle 25 CO₂-Budget der Schweiz verteilt auf die Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie. Quelle: BAFU (2019b).

- **Schritt 5 – CO₂-Budget für den Kanton Graubünden:** Danach wurden die CO₂-Budgets der Schweiz pro Sektor gemäss Anteil der kantonalen THG-Emissionen für Graubünden berechnet (ANU 2018).

Tempera- tur- anstieg	Eintritts- wahr- scheinlich- keit	Verfügbares CO ₂ - Budget für GR ab 2018	Verkehr (Schweiz)	Gebäude (Schweiz)	Industrie (Schweiz)	Land- und Forst- wirtschaft (Schweiz)
1,50 °C	50 %	8,3 Mio. tCO ₂	2,6 Mio. tCO ₂	1,7 Mio. tCO ₂	3,9 Mio. tCO ₂	0,1 Mio. tCO ₂
1,75 °C	50 %	26,5 Mio. tCO ₂	8,3 Mio. tCO ₂	5,3 Mio. tCO ₂	12,5 Mio. tCO ₂	0,4 Mio. tCO ₂
2,00 °C	50 %	44,6 Mio. tCO ₂	13,9 Mio. tCO ₂	8,9 Mio. tCO ₂	21,1 Mio. tCO ₂	0,7 Mio. tCO ₂

Tabelle 26 CO₂-Budget der Schweiz verteilt auf die Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie. Quelle: ANU (2018).

Detaillierte Annahmen zur Modellierung der Sektoren Gebäude (Haushalte/Gewerbe/Dienstleistungen), Verkehr und Industrie

Modellierung Haushalte, Gewerbe, Dienstleistungen	- Energiebedingte CO₂-Emissionen der Gebäude in den Sektoren Haushalte, Gewerbe und Dienstleistungen - Detailliertes Gebäudeparkmodell
Modellierung Verkehr	- CO₂-Emissionen der Personenwagen, Lieferwagen und Lastwagen - Detailliertes Fahrzeugkohortenmodell (Realverbräuche)
Modellierung Industrie	- CO₂-Emissionen Industrie / Gewerbe (energiebedingte) - Grobes Wirkungsmodell

Die folgenden Tabellen zeigen die detaillierten Informationen für den jeweilig betrachteten Sektor.

Gebäude (Haushalte, Gewerbe, Dienstleistungen)

Szenarien Gebäude	Beschreibung
weiter wie bisher	- Neubauten weisen eine hohe Energieeffizienz auf, die Wärme wird nahezu ausschliesslich mit erneuerbarer Energie erzeugt. - Zur Steigerung der Energieeffizienz und des Anteils erneuerbarer Energie bei bestehenden Gebäuden setzt der Kanton Graubünden neben Vorschriften auf die Förderung von freiwilligen Massnahmen. Das im kantonalen Vergleich überdurchschnittlich dotierte Förderprogramm ist abgebildet. - Die heutige CO₂-Abgabe von CHF 96 pro tCO₂ ist berücksichtigt.
laufende Bestrebungen auf nationaler und kantonaler Ebene	- Neubauten weisen eine hohe Energieeffizienz auf, die Wärme wird nahezu ausschliesslich mit erneuerbarer Energie erzeugt. - Zusätzlich zum Referenzszenario wird die Teilrevision des kantonalen Energiegesetzes und dabei insbesondere die Einführung von Teil F der «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich» – MuKEN 2014 abgebildet. Hier wird eine Einführung im Jahr 2021 angenommen. Auch wird der aktuelle Stand der künftigen Revision des CO₂-Gesetzes berücksichtigt. Es wird angenommen, dass die CO₂-Grenzwerte für Gebäude (Stand Ende Dezember 2019) umgesetzt werden. Diese wirken für alle Gebäude beim Ersatz des Wärmeerzeugers. Für Kantone, welche Teil F der MuKEN 2014 umgesetzt haben, gilt: Ab 2026 gilt ein CO₂-Grenzwert von 20 kg pro m² Energiebezugsfläche (EBF); ab 2028 gilt ein CO₂-Grenzwert von 15 kg pro m² Energiebezugsfläche (EBF); dieser Grenzwert wird alle 5 Jahre um 5 kg pro m² EBF verschärft; ab 2043 gilt eine Vorgabe von 0 kg pro m² EBF. - Die Wirkung einer stetig erhöhten CO₂-Abgabe von heute CHF 96 pro tCO₂ auf maximal CHF 180 pro tCO₂ ist berücksichtigt.
Dekarbonisierung	- Zielszenario mit Vorgaben für den Absenkpfad, damit der AGD eingehalten wird. - Neubauten weisen eine hohe Energieeffizienz auf, die Wärme wird ausschliesslich mit erneuerbarer Energie erzeugt. - Strenge CO₂-Grenzwerte für Gebäude, oder ähnlich wirksame Massnahmen, müssen früh umgesetzt werden: ab 2021 10 kg pro m² EBF; ab 2025 5 kg pro m² EBF; ab 2030 0 kg pro m² EBF. - Zusätzlich muss die Ersatzrate fossiler Heizungen gegenüber den anderen Szenarien erhöht werden.

Tabelle 27 Beschreibung der drei Szenarien im Gebäudesektor

Für die Modellierung wurden folgende Annahmen getroffen.

Gebäude	Referenzszenario	Laufende Bestrebungen	Dekarbonisierung
Annahmen für alle Szenarien	Annahmen zum Gebäudebestand (Verteilungen Baujahr, Energieträger und Energiekennzahlen) übernommen aus der Berichterstattung an das BAFU für das Jahr 2016 und den Grundlagen für den Bericht «Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen, 2016». Sanierungsraten und Wechselraten beim Ersatz des Wärmeerzeugers gemäss statistischen Daten (Grundlage: BAFU-Bericht «Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen» und zugrundeliegendes Wirkungsmodell)		
Betrachtete Massnahmen für die Wirkungsberechnung	- Förderprogramm des Kantons Graubünden (überdurchschnittlich im kantonalen Vergleich) - Vorschriften eines Energiegesetzes gemäss MuKEN 2008	Teilrevision kantonales Energiegesetz: Umsetzung von MuKEN Teil F für den Absenkpfad, damit im Kanton Graubünden mit Förderung eines Mindestanteils erneuerbare Energie von 10 % beim Wärmeerzeugerersatz. Wirkung auf Wohngebäude mit GEA-Klasse E oder schlechter. Annahme, dass Umsetzung auf 2021 hin erfolgt.	Zielszenario mit Vorgaben der AGD eingehalten wird.

	— Wirkung der CO₂-Abgabe von heute CHF 96 pro tCO₂ CO₂-Grenzwerte für Gebäude gemäss künftiger Revision des CO₂-Gesetzes, Stand Ende 2019: Für Kantone, welche 2023 MuKEn Teil F umgesetzt haben, gilt 2026 ein CO₂-Grenzwert von 20 kg pro m² Energiebezugsfläche (EBF); ab 2028 gilt ein CO₂-Grenzwert von 15 kg pro m² Energiebezugsfläche (EBF); dieser Grenzwert wird alle 5 Jahre um 5 kg pro m² EBF verschärft; ab 2043 gilt eine Vorgabe von 0 kg pro m² EBF; CO₂-Grenzwerte werden wirksam beim Ersatz des Wärmeerzeugers; Wirkung auf alle Gebäude. — Wirkung einer stetig erhöhten CO₂-Abgabe von heute CHF 96 pro tCO₂ auf maximal CHF 180 pro tCO₂.
Annahmen Wirkungs- berechnung Referenz	Ersatzraten für Heizungen: — Beim Ersatz einer Ölheizung wird angenommen, dass 60 % wieder eine Ölheizung wählen. — Beim Ersatz einer Gasheizung wird angenommen, dass 80 % wieder eine Gasheizung wählen.
Annahmen Wirkungs- berechnung politische Mass- nahmen	Wirkung MuKEn Teil F Die Anforderung kann mit vielfältigen Lösungen erfüllt werden (Standardlösungen). Manche dieser Lösungen führen zu einer 100 % erneuerbaren Wärmeversorgung, andere Lösungen reduzieren den Anteil fossiler Energie ungefähr im geforderten Ausmass (z. B. Sonnenkollektoren für Warmwasser, Dämmung des Dachs). Folgende Annahmen wurden getrennt für Ölheizungen und Gasheizungen getroffen: — Beim Ersatz einer Ölheizung wird angenommen, dass 75 % eine Standardlösung mit Umstieg auf eine 100 % erneuerbare Wärmeversorgung wählen. — Beim Ersatz einer Gasheizung wird angenommen, dass 60 % eine Standardlösung mit Umstieg auf eine 100 % erneuerbare Wärmeversorgung wählen. — 5 % Ausnahmen, die die Vorgabe nicht erfüllen müssen Wirkung Grenzwerte Die Grenzwerte können mit vielfältigen Lösungen erfüllt werden. Manche dieser Lösungen führen zu einer 100 % erneuerbaren Wärmeversorgung, andere Lösungen reduzieren den Anteil fossiler Energie ungefähr im geforderten Ausmass (z. B. Sonnenkollektoren für Warmwasser, Dämmung des Dachs). Die Wahl der Lösung hängt im Einzelfall entscheidend davon ab, wie gross die Reduktion ist, die aufgrund der CO₂-Grenzwerte gefordert wird. Für die Wirkungsschätzung wurden zwei grundlegende Fälle unterschieden: — Grosse Reduktion gefordert (Sprung über rund 2 GEAK-Klassen oder mehr): 100 % erneuerbare Heizsysteme werden sehr oft eingesetzt — Weniger grosse Reduktion gefordert (Sprung über weniger als 2 GEAK-Klassen): In diesen Fällen können die CO₂-Grenzwerte einfacher durch Massnahmen erfüllt werden, die den Anteil fossiler Energie ungefähr im geforderten Ausmass reduzieren. Beim Ersatz einer Ölheizung beispielsweise durch Umstellung auf Erdgas, beim Ersatz einer Erdgasheizung durch den Einsatz erneuerbarer Gase. — 5 % Ausnahmen, die die Vorgabe nicht erfüllen müssen

Tabelle 28 Annahmen zur Modellierung im Sektor Gebäude

Verkehr

Im Sektor Verkehr wurden Personenwagen und Strassengüterverkehr (Lieferwagen und Lastwagen) separat modelliert.

Szenarien Strassenverkehr	Beschreibung
weiter wie bisher	— Weiterer Anstieg des Personenwagenbestands in Graubünden aufgrund des Bevölkerungswachstums und steigendem Motorisierungsgrad. — Zunahme der Fahrleistung der Personenwagen, Liefer- und Lastwagen, leichte Abnahme der Jahresfahrleistung je Personenwagen. — Emissionsvorschriften für neue Personenwagen: 130 gCO₂/km, ab 2025: 116 gCO₂/km, ab 2030: 108 gCO₂/km, ab 2035: 100 gCO₂/km, ab 2040: 93 gCO₂/km. — Ausgangswert gCO₂/km, für GR aufgrund historischer Werte höher als in Rest-Schweiz (Mittelwert 2019 für neu zugelassene Fahrzeuge = 150 gCO₂/km). — Langsamer Rückgang der spezifischen Verbräuche von Liefer- und Lastwagen.
laufende Bestrebungen auf nationaler und kantonaler Ebene	— Weiterer Anstieg des Personenwagenbestands in Graubünden aufgrund des Bevölkerungswachstums und leicht steigendem Motorisierungsgrad. — Leichte Abnahme der Fahrleistung der Personenwagen. — Zunahme der Fahrleistung der Liefer- und Lastwagen. — Emissionsvorschriften für neue Personenwagen: 95 gCO₂/km, ab 2025: 81 gCO₂/km, ab 2030: 62 gCO₂/km, ab 2035: 45 gCO₂/km, ab 2040: 33 gCO₂/km. — Ausgangswert gCO₂/km, für GR aufgrund historischer Werte höher als in Rest-Schweiz (Mittelwert 2019 für neu zugelassene Fahrzeuge = 150 gCO₂/km). — Stetiger Rückgang der spezifischen Verbräuche von Liefer- und Lastwagen.
Dekarbonisierung	— Zielszenario mit Vorgaben für den Absenkpfad, damit der AGD eingehalten wird. — Anstieg des Personenwagenbestands in Graubünden aufgrund des Bevölkerungswachstums und leicht steigendem Motorisierungsgrad. — Leichte Abnahme der Fahrleistung der Personenwagen. — Zunahme der Fahrleistung der Liefer- und Lastwagen. — Emissionsvorschriften für neue Personenwagen: bis 2015 95 gCO₂/km, ab 2025: 15 gCO₂/km, ab 2030: 10 gCO₂/km, ab 2040: 5 gCO₂/km, ab 2045: 0 gCO₂/km. — Sehr schneller Rückgang der spezifischen Verbräuche von Liefer- und Lastwagen.

Tabelle 29 Beschreibung der drei Szenarien im Strassenverkehr

Für die Modellierung wurden folgende Annahmen getroffen.

Personenwagen	Referenzszenario	Laufende Bestrebungen	Dekarbonisierung
Bevölkerungsentwicklung	Mittleres BFS-Bevölkerungsszenario: ständige Wohnbevölkerung in GR steigt von 199 800 (2018) auf 212 000 (2050) an.		
Ausgangswert CO ₂ -Absenkpfad ab 2017	24 % (=mittlerer Anteil am kantonalen CO ₂ -Ausstoss für die Jahre 2010–2017) des kantonalen CO ₂ -Ausstosses im Ausgangsjahr 2017.		
Motorisierungsgrad Personenwagen	Fortschreibung historische Entwicklung: sehr hohe Zunahme bis 2050 (+49 %) des Motorisierungsgrads (Personenwagen pro 1000 Einwohner). Anstieg von 574 (2018) auf 858 (2050) PW pro 1000 Einwohner.		
Personenwagenbestand	Wohnbevölkerung x Motorisierungsgrad: Sehr hoher Anstieg des Personenwagenbestandes von 115 000 (2018) auf 182 000 (2050) [+ 59 %]. Nur in urbanen Gebieten sinkt der		

Personenwagen	Referenzszenario	Laufende Bestrebungen	Dekarbonisierung
	Motorisierungsgrad. Getrieben durch einen weiteren Anstieg in Agglomeration und ländlichen Gebieten steigt der Motorisierungsgrad insgesamt an.		
Neuwagenmarkt Personenwagen	Überlebensraten der Personenwagen gemäss Kohortenmodell Schweiz. Neuwagenmarkt gemäss Vorgabe Personenwagenbestand. Ca. 11 000 Neuzulassungen p.a., Anteil Neuzulassungen am Bestand 6–7 % p.a.		
Fahrleistung und Aufteilung auf Fahrzeugbestand (Personenwagen)	Gemäss Referenzszenario der Verkehrsperspektiven (ASTRA). GR = Durchschnitt Schweiz, anteilmässig am Personenwagenbestand. GR: Anstieg der jährlichen Personenwagenkilometer [in Mio.] von 1406 (2018) auf 2322 Mio. (2050) [+65 %]. Leichte Abnahme der Fahrleistung pro Fahrzeug bis 2050. Aufteilung der Fahrleistung auf Fahrzeugalter: neue Personenwagen fahren weiter als alte.	Aufgrund kantonaler Mobilitätsmassnahmen sinkt die Gesamtfahrleistung der Personenwagen im Kanton Graubünden zwischen 2018 bis 2050 [–5 %]. Abnahme der Fahrleistung pro Fahrzeug bis 2050. Aufteilung der Fahrleistung auf Fahrzeugalter: neue Personenwagen fahren weiter als alte.	Aufgrund kantonaler Mobilitätsmassnahmen sinkt die Gesamtfahrleistung der Personenwagen im Kanton Graubünden zwischen 2018 bis 2050 [–5 %]. Abnahme der Fahrleistung pro Fahrzeug bis 2050. Aufteilung der Fahrleistung auf Fahrzeugalter: neue Personenwagen fahren weiter als alte.
Emissionswerte der neuen Personenwagen	Emissionsvorschriften für Neuwagen 130 gCO₂/km wird ab 2021 eingehalten, technologischer Fortschritt ohne Vorschriften bis 2050 –1,5 % p.a. 2021: 130 gCO₂/km, 2025: 116 gCO₂/km, 2030: 108 gCO₂/km, 2035: 100 gCO₂/km, 2040: 93 gCO₂/km	Emissionsvorschriften für Neuwagen 95 gCO₂/km (künftige Revision CO₂-Gesetz) wird ab 2021 eingehalten, weitere Verschärfung bis 2030 gemäss EU. Nach 2030 Fortschreibung Absenkpfad um –6 % p.a. (bedarf neue Emissionsvorschriften) 2021: 95 gCO₂/km, 2025: 81 gCO₂/km, 2030: 62 gCO₂/km, 2035: 45 gCO₂/km, 2040: 33 gCO₂/km	Emissionsvorschriften für Neuwagen 95 gCO₂/km (künftige Revision CO₂-Gesetz) wird ab 2021 eingehalten. Danach Vorgabe der Emissionsvorschriften für Neuwagen, damit AGD eingehalten wird. 2021: 95 gCO₂/km, 2025: 15 gCO₂/km, 2030: 10 gCO₂/km, 2040: 5 gCO₂/km, 2045: 0 gCO₂/km
Realverbrauch und Abweichung GR	Der Realverbrauch liegt teilweise deutlich über den angegebenen Emissionswerten der Neuwagen. Entsprechend werden die Werte korrigiert. Ab 2020 +25 % konstant. In GR liegen die Emissionswerte der Neuwagen historisch + ca. 25 gCO₂/km (2018: 134 gCO₂/km CH und 149 gCO₂/km für GR) über dem Schweizer Durchschnitt. Diese Abweichung wird beibehalten bis 2050.		

Tabelle 30 Annahmen zur Modellierung im Sektor Personenwagen

Strassengüterverkehr	Referenzszenario	Laufende Bestrebungen	Dekarbonisierung
Fahrzeugbestand und Fahrleistung	Starke Zunahme des Fahrzeugbestandes, vor allem bei Lieferwagen Zunahme der Fahrleistung bis 2050 gegenüber 2018 bei Lieferwagen (+45 %) und bei Lastwagen (+30 %). GR-Anteil der Lieferwagen und Lastwagen am Schweizer Markt konstant für Lieferwagen (3,0 %) und Lastwagen (4,5 %): Aufteilung der Fahrleistung je Lieferwagen und Lastwagen gleichmässig auf Fahrzeuge.		

Spezifischer Verbrauch CO ₂ /km	%-Absenkpfad des spezifischen Verbrauchs analog zu Personenwagen.
---	---

Tabelle 31 Annahmen zur Modellierung im Sektor Strassengüterverkehr

Industrie

Szenarien Industrie	Beschreibung
weiter wie bisher	— BIP pro Kopf weiter steigend, Anteil Industrie an Wirtschaftsleistung leicht sinkend. — Energieintensität der Industrie gegenüber 2017: 2030: –15 %, 2040: –27 %, 2050: –37 %. — Anteil erneuerbare Energien am Energieeinsatz ggü. 2017: 2030: +18 %, 2040: +29 %, 2050: +39 %.
laufende Bestrebungen auf nationaler und kantonaler Ebene	— BIP pro Kopf weiter steigend, Anteil Industrie an Wirtschaftsleistung leicht sinkend. — Energieintensität der Industrie gegenüber 2017: 2030: –20 %, 2040: –33 %, 2050: –43 %. — Anteil erneuerbare Energien am Energieeinsatz ggü. 2017: 2030: +33 %, 2040: +50 %, 2050: +63 %.
Dekarbonisierung	— BIP pro Kopf weiter steigend, Anteil Industrie an Wirtschaftsleistung leicht sinkend. — Energieintensität der Industrie gegenüber 2017: 2030: –24 %, 2040: –40 %, 2050: –53 %. — Anteil erneuerbare Energien am Energieeinsatz ggü. 2017: 2030: +47 %, 2040: +89 %, 2050: +99 %.

Tabelle 32 Beschreibung der drei Szenarien im Sektor Industrie

Für die Modellierung wurden folgende Annahmen getroffen.

Industrie/Gewerbe	Referenzszenario	Laufende Bestrebungen	Dekarbonisierung
Bevölkerungsentwicklung	Mittleres BFS-Bevölkerungsszenario: ständige Wohnbevölkerung in GR steigt von 199 800 (2018) auf 212 000 (2050) an.		
BIP pro Einwohner und Anteil Industrie an BIP	BIP/Kopf-Wachstum von 1,5 % p.a. bis 2050. Von CHF 70 909 (2017) auf CHF 116 471 (2050) [+69 %] in GR. Anteil Industrie leicht sinkend von 23 % in 2017 auf 20 % in 2050.		
Ausgangswert CO ₂ -Absenkenpfad ab 2017	44 % (=mittlerer Anteil am kantonalen CO ₂ -Ausstoss für die Jahre 2010–2017) des kantonalen CO ₂ -Ausstosses im Ausgangsjahr 2017.		
Energieintensität der Industrie (Energieeffizienz)	Gemäss Energieperspektiven WWB (BFE/ Prognose 2012) 2017: 100 % 2030: –15 % 2040: –27 % 2050: –37 %	Gemäss Energieperspektiven POM (BFE/ Prognose 2012) 2017: 100 % 2030: –20 % 2040: –33 % 2050: –43 %	Berechnet für Ziele AGD 2017: 100 % 2030: –24 % 2040: –40 % 2050: –53 %
Anteil erneuerbare Energien am Energieeinsatz (CO ₂ -Intensität)	Annahme +1,5 % p.a. 2030: +18 % 2040: +29 % 2050: +39 %	Annahme +3 % p.a. 2030: +33 % 2040: +50 % 2050: +63 %	Berechnet für Ziele AGD (+8 bis +14 % p.a.) 2030: +66 % 2040: +89 % 2050: +98 %

Tabelle 33 Annahmen zur Modellierung im Sektor Industrie

Treibhausgasemissionen im Kanton Graubünden

- Es wurden alle Szenarien zusammengefügt. Ausgangswert ist der kantonale CO₂-Ausstoss gemäss Emissionskataster.
- CO₂-Emissionen: Werte 2000–2017 gemäss Emissionskataster. Werte 1990–1999 = mittlerer Anteil der kantonalen CO₂-Emissionen am Schweizer Ausstoss für die Jahre 2000–2017 x Schweizer CO₂-Ausstoss je Jahr 1990–1999.
- CO₂eq-Emissionen: Werte 2000–2017 gemäss Emissionskataster. Werte 1990–1999 = mittlerer Anteil der kantonalen CO₂eq-Emissionen bezogen auf kantonale CO₂-Emissionen x berechnete CO₂-Emissionen (siehe vorheriger Punkt) je Jahr 1990–1999.

A2.3 Faktenblatt Gebäude

Um Netto-Null zu erreichen, muss der Fokus auf den Heizungsersatz gelegt werden

Mit dem Pariser Klimaabkommen und den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen hat der Bundestrat im Jahr 2019 das Netto-Null-Ziel bis 2050 beschlossen. Dies bedingt einen wesentlich steileren Absenkpfad der THG-Emissionen als bisher angenommen. Das verbleibende THG-Budget macht steile Absenkpfade bis 2050 zwingend, selbst wenn ein Beitrag seitens der Negativ-Emissionstechnologien, wie beispielsweise Kohlenstoffabscheidung und -Lagerung miteinbezogen wird.

Netto-Null bis 2050

Im Gebäudebereich galt es aus energiepolitischer Sicht bisher als Königsweg, zunächst die Gebäudehülle zu sanieren und dann erst bzw. gleichzeitig die Heizung zu ersetzen. Ein Öl-Öl-Heizungsersatz machte dann unter Umständen Sinn, wenn seitens Gebäudehülle bis zur umfassenden Sanierung noch ein Heizungslebenszyklus abgewartet werden konnte. Aufgrund der langsamen THG-Reduktionsentwicklung seit den 1980er-Jahren ist die Situation heute im Gebäudebereich aufgrund der viel höheren Dringlichkeit des Klimaschutzes eine ganz andere: Bei heute 1 % bis 1,5 % Sanierungsraten bei den Gebäudehüllen brauchen wir für die 60 % fossil beheizten Gebäude sogar unter Annahme einer Sanierungsratenverdoppelung deutlich mehr als 20 Jahre. Das ist in mehrerlei Hinsicht nicht ausreichend und unrealistisch, weil die Gebäudehüllensanierung in vielen Fällen keine zwingend zu ergreifende Massnahme ist und viel höhere Investitionen bedingt als der Heizungsersatz. Selbst unter der Annahme einer sehr starken finanziellen Förderung und wesentlich höherer CO₂-Abgabe würden Gebäudehüllen nicht in dem Tempo saniert. Ausserdem sind weitgehende Gebäudehüllen-Sanierungspflichten in den nächsten zwei Jahrzehnten politisch kaum realistisch (und selbst wenn diese mit einem verschärften CO₂-Gesetz nach 2030 eingeführt würden, würden sie nicht mehr ausreichen).

Aktueller Königsweg ist überholt

In Frage kommt als neuer Überbau einer «Paris-kompatiblen» Energie- und Klimapolitik letztlich nur eine neue Grundlogik, die den beschleunigten Gas- und Ölheizungsersatz mit erneuerbaren Wärmequellen als höchste Priorität behandelt und hierbei ein dafür notwendiges Niveau an Gebäudehüllensanierungen einbezieht. Dieses orientiert sich einerseits an der Ausgangslage auf Ebene Haus, weil in dicht besiedelten und/oder hoch gelegenen Gebieten die Gebäudehülle in vielen Fällen aus unterschiedlichen Gründen teilweise mitoptimiert werden muss. Mögliche Gründe sind unter anderem nicht genügend lokal verfügbare erneuerbare Energie, Grundwasser-/Naturschutzanforderungen, Lärmproblematik sowie Stromeffizienznachteile von Luftwärmepumpen, Vorlauftemperatur-Anforderungen aufgrund der Wärmeverteilung im Gebäude usw. Andererseits sind übergeordnete systemische Risiken einzubeziehen, insbesondere die künftige Verfügbarkeit von CO₂-armem Winterstrom zu zumutbaren Preisen. In diesem Sinne erhöhen Gebäudehüllensmassnahmen auch die Resilienz in Bezug auf die Unsicherheiten der übergeordneten, grossräumigen Klimazielerreichung sowie klimaschutzkompatiblen Stromwende.

Heizungsersatz als Kernelement

Vor dem Hintergrund der gegebenen nationalen Rahmenbedingungen ist aus kantonaler Sicht die finanzielle Förderung aktuell und in der nahen Zukunft das einzige Instrument zur Beschleunigung des fossilen Heizungsersatzes. Dies auch im Hinblick auf die Aufrechterhaltung der Akzeptanz im Kanton für die stark erhöhte staatliche Eingriffstiefe in künftigen Revisionen des CO₂-Gesetzes sowie folgerichtigen kantonale Energievorschriften. Positiv ist, dass die finanzielle Förderung nachweislich wirksam ist, auch wenn sie als «second-best»-Instrument volkswirtschaftlich weniger effizient ist als eine starke Preislenkung bzw. noch schärfere Vorschriften.

Finanzielle Förderung als kantonales Instrument

Mit dem CO₂-Gesetz stehen weiterhin Mittel aus der CO₂-Abgabe zur Verfügung¹⁷ und diese sollen möglichst in die beschleunigte Transformation des Gebäudeparks auf Kantonsgebiet fliessen. Alle, bzw. viele, Kantone werden ihre Förderung im Rahmen des Gebäudeprogramms intensivieren. Es ist daher heute schon absehbar, dass seitens der Kantone mehr als die verfügbaren Mittel nachgefragt werden. Die anrechenbare Energie- und CO₂-Wirkung, die der Bund zur Verteilung der Mittel auf die Kantone zugrunde legt, ist ausserdem beim Heizungsersatz um mehrere Faktoren höher als bei der Gebäudehüllen-Förderung. Für den Kanton Graubünden liegen die Förderkosten für Bund und Kanton pro eingesparte Tonne CO₂ bei 75 Franken für den Heizungsersatz gegenüber 600 Franken für Gebäudesanierungen (grobe Schätzung basierend auf Jahresbericht Gebäudeprogramm 2019). Um eine möglichst hohe Wirkung mit den eingesetzten Fördermitteln zu erzielen, ist somit die kantonale Heizungsersatzförderung maximal zu intensivieren.

Fokus Heizungsersatzförderung

Die kantonalen Finanzierungsrisiken sind bei einer Heizungsersatz-Förderung gering. Selbst bei einer starken Beschleunigung der Heizungsersatzraten im Gesamtmarkt werden sich die dafür notwendigen Fördermittel im Vergleich zur Gebäudehüllenförderung in überschaubarem Rahmen halten. Mit der Annahme, dass die noch verbleibenden 30 000 Gebäudeheizungen innerhalb des Erneuerungszyklus von 20 Jahren konsequent auf erneuerbare Heizungen ersetzt werden, ergibt dies 1500 Heizungsförderungen pro Jahr. Basierend auf den erwarteten Entwicklungen, wird der Heizungsersatz teilweise früher stattfinden als im Erneuerungszyklus – daher kann davon ausgegangen werden, dass gegebenenfalls bis zu 2000 Heizungsförderungen pro Jahr anfallen. Eine Förderung von 10 000 Franken pro Heizungsersatz (Durchschnitt der Mehrkosten von erneuerbaren Heizungen) ergäbe dies eine gesamte Förderung für den Heizungsersatz von 20 Mio. Franken pro Jahr (für Bund und Kanton).

Finanzierungsrisiken sind gering

Falls sich beim Finanzierungsanteil des Kantons zu hohe Belastungen ergeben, kann die Förderintensität in Übereinstimmung mit oben beschriebener Grundlogik sowie aufgrund der bundesseitigen Wirkungsanrechnung bei der Gebäudehülle entsprechend reduziert werden. Im Jahr 2019 hat das Gebäudeprogramm gemäss Webseite insgesamt CHF 265 Mio. ausbezahlt, davon gingen rund CHF 12 Mio. an den Kanton Graubünden, der diese mit

17 Zusätzlich stehen weitere Mittel zur Verfügung, bei denen der Zusammenhang zur kantonalen Förderaktivität aber letztlich nur indirekt berücksichtigt werden muss (Mittel aus dem Kompensationspflicht-System für Treibstoffimporteure, Mittel aus dem neu zu schaffenden Klimafonds).

CHF 3 Mio. ergänzt auf eine Förderung von CHF 15 Mio.. Bei einer maximalen Ausschüttung der max. CHF 450 Mio. des Bundes und der Annahme, dass die Verteilung der Beiträge an die Kantone gleich bleibt¹⁸ wie im Jahr 2019 ergeben sich Beiträge des Bundes von rund CHF 20 Mio. pro Jahr für den Kanton Graubünden. Mit den ergänzenden Beiträgen des Kantons im gleichen Verhältnis wie bisher würde dies eine Fördersumme von CHF 25 Mio. pro Jahr ausmachen. Ausgehend von den obigen Ausführungen für die Förderung des Heizungersatzes würden somit für die Gebäudesanierungen nur noch rund CHF 5 Mio. zur Verfügung stehen anstelle der bisherigen CHF 12 Mio. (grobe Schätzung basierend auf Jahresbericht Gebäudeprogramm 2019). Der Kanton kann somit wie oben beschrieben, die Förderung der Gebäudehüllen entsprechend reduzieren oder die Fördermittel von Seiten Kanton erhöhen, dies vor allem im Hinblick auf die Stärkung der Resilienz in Bezug auf die Unsicherheiten der übergeordneten, grossräumigen Klimazielerreichung sowie klimaschutzkompatiblen Stromwende.

Auf Basis dieser Ausführungen sind zur Optimierung des kantonalen «Basis-Massnahmenmix» – ausgehend von der Annahme eines künftig revidierten CO₂-Gesetzes – folgende Massnahmen zu prüfen:

Optimierung des kantonalen «Basis-Massnahmenmix»

A) Umsetzung CO₂-Grenzwert-Logik in den kantonalen Energievorschriften.

- Vereinfachungen: Die Grenzwertlogik ist vor allem auch für den Vollzug sehr komplex und führt in der Periode 2023–2028 letztlich dazu, dass weiterhin fossile Heizungen mit fossilen Lösungen ersetzt werden. In Abstimmung mit dem Bund und der CO₂-Gesetzgrundlage sind aus technischer und juristischer Sicht bessere und einfachere Umsetzungsvarianten nötig.
- Detailregelungen Gasheizungen (im Kanton GR generell nicht so relevant): Die Konkretisierungen auf Verordnungsstufe werden noch zeigen, wie es beim Gasheizungersatz um die Anrechenbarkeit «erneuerbarer» Gase stehen wird. Es ist möglich, dass den Kantonen hier gewisse Freiheiten gelassen werden. Allfällige Lücken sind hier konsequent zu schliessen im Hinblick auf den Grundsatz: Gas soll nicht zum Heizen eingesetzt werden, egal welche ökologische Qualität es hat.

B) Optimierung des kantonalen Förderprogramms hinsichtlich obenstehender neuer Grundlogik sowie bezüglich Maximierung des Bundes-Finanzierungsanteils:

- Heizungersatz weg vom Öl: auf beispielsweise 7 Jahre begrenztes Programm mit maximal möglichen Fördersätzen (50 % der dem Heizungersatz anrechenbaren Gesamtinvestitionen). Wichtig ist hierbei die zeitliche Begrenzung mit frühzeitiger Ankündigung.
- Heizungersatz weg vom Gas (im Kanton GR nur bedingt relevant): im Grundsatz gilt das gleiche wie beim Ersatz weg vom Öl, aber die Förderlogik muss auf die kantonale (und letztlich kommunale) Energieplanung

¹⁸ Die Verteilung der Globalbeiträge des Bundes hängen von vielen verschiedenen Faktoren ab, unter anderem von den Einnahmen der CO₂-Abgabe, der Wirkung der geförderten Massnahmen pro Kanton oder der Fördermittel der anderen Kantone.

abgestimmt werden. Der Gasrückzug aus dem Gebäudebereich ist letztlich eine energieplanerische Aufgabe. Eine dezentrale Förderung auf Ebene Einzelheizung ist an sich nicht konsistent¹⁹. Aufgrund der Dringlichkeit muss die Schraube «von beiden Seiten» angezogen werden.

- Förderung Fernwärmeausbau: Mit den Kompensationsprojekten können Projekteigner bereits Geld abholen, eine ergänzende und darauf abgestimmte kantonale Gebäudeprogrammförderung kann implementiert werden. Einzelne Grossprojekte können zu einer erheblichen Verbesserung des bundesseitigen Wirkungsfaktors führen. Eine kantonale Förderung kann sich daher lohnen.
- Förderung Gebäudehülle: Die hohe kantonale Priorität kann und soll sinnvollerweise beibehalten werden, wenn sich hiermit keine kantonsseitigen Finanzierungsprobleme ergeben²⁰. Falls diese eintreten oder befürchtet werden, sind folgende Optimierungen zu prüfen:
 - Senkung Dach-Beitrag auf HFM-Minimum (d. h. 40 Fr./m²). Die energetische Dachsanierung erfolgt bei sowieso zu sanierendem Dach heute eigentlich immer. Bei der Einzelbauteilförderung macht die Dachförderung mit Abstand den grössten Teil aus: z. B. Verpflichtungen 2019 rund CHF 4,5 Mio. für Dach, im Vergleich zu Fassade rund CHF 2,4 Mio.. Hier wäre der Effekt seitens Finanzierungsbedarf also relevant.
 - Überprüfung Gesamtsanierungsbonus: Gesamtsanierungen sind in mehrerlei Hinsicht sehr wünschenswert. Allerdings hängen die aus der betriebswirtschaftlichen Sicht machbaren Gesamtsanierungsoptionen häufig stark von der Ausgangslage des Gebäudes ab²¹. In diesem Sinne ist auch hier fraglich, welche Zusatzwirkung die Förderung effektiv bringt. Es ist zu bedenken, dass im Rahmen von Gesamtsanierungen schon über die Einzelbauteilbeiträge viel Fördergeld an die Projekte fliessen. Zudem wird bei der offiziellen Wirkungsberechnung seitens BFE bzw. gemäss HFM für diesen Bonus keine zusätzliche Wirkung angerechnet. Der kantonale Wirkungsfaktor und damit der Bundesfinanzierungsanteil könnten zukünftig weiter verbessert werden: bei den Verpflichtungen 2020 machten die Bonuszahlungen CHF 2,5 Mio. der Gesamtverpflichtungen von CHF 17 Mio. aus, ein bedeutender Anteil, der ggf. sogar noch ansteigen wird bei gegebener Förderausgestaltung.
 - Überprüfung kantonale, nicht globalbeitragsberechtigter Zusatzförderung: Falls hier relevante Fördersummen aufgewendet werden, könnte

19 Wenn die übergeordnete Energie- und Gasversorgungsplanung nicht konsequent auf einen Gasrückzug im Heizbereich ausgelegt ist, wirkt eine dezentral auf einzelne Hauseigentümer ausgelegte finanzielle Förderung nicht bzw. nicht effizient. Man kämpft dann mit solchen Einzelbeiträgen im Prinzip gegen ein grösseres strukturelles Problem an.

20 Heutige Förderung mit hohen Fördersätzen von 60 Fr./m² und ergänzende rein kantonale Förderung von Fenstern und Wärmedämmung gegen unbeheizte Räume sowie einem Gesamtsanierungsbonus.

21 Gebäude, die heute umfassend saniert werden, haben diesbezüglich sehr häufig eine günstige Ausgangslage (wichtige, investitionsintensive Bau- und Gebäudeteile mit etwa ähnlichem Lebensalter bzw. Sanierungsbedarf). Am deutlichsten zeigt sich das bei den rein rational agierenden grossen Eigentümerschaften.

die Förderung hinsichtlich Mitnahmeeffekte und Finanzierungsbedarf nochmals geprüft werden.

Hinweis: Die Fensterförderung macht im Kanton Graubünden entgegen der Mitnahmeeffekt-Diskussion auch aus anderen Gründen Sinn, weil es im Kanton eine nicht unbedeutende regionalwirtschaftlich nachhaltige Fensterproduktion gibt.

Fazit

Um die Emissionen im Gebäudebereich zu reduzieren ist ein rascher Ersatz aller noch bestehenden, fossilen Heizungen notwendig. Ergänzend zu den vorgesehenen Vorschriften im künftig revidierten CO₂-Gesetz kann der Kanton mit einer verstärkten Förderung den Heizungsersatz unterstützen. Dabei muss der aktuelle Fokus auf Gebäudesanierungen in Richtung Heizungsersatz orientiert werden.

Aufgrund der deutlich höheren Effektivität der Heizungsersatzförderung liegt das Kosten-Nutzen-Optimum der Förderung grundsätzlich bei einer 100 % Förderung von Heizungsersatz. Im Hinblick auf den deutlich höheren Stromverbrauch durch die verschiedenen Massnahmen zur Erreichung der Klimaziele des Kantons Graubünden ist eine gänzliche Aufhebung der Förderung der Gebäudesanierungen aus Sicht des Gesamtsystems nicht erstrebenswert. Daher liegt das optimale Kosten-Nutzen-Verhältnis der Förderung im Gebäudesektor bei der maximalen Heizungsersatzförderung und einer ergänzenden Förderung für die Gebäudesanierungen. Dies ermöglicht auch eine maximale Berücksichtigung in der Verteilung der Globalbeiträge des Bundes, da diese von der Wirkung der Förderungen abhängen. In Bezug auf die Förderung der Gebäudesanierungen ist zu beachten, dass die Förderkosten für die Gebäudesanierungen tendenziell steigen werden. Daher kann mit den gleichen Mitteln nicht mehr dieselbe Wirkung erzielt werden.

Im Hinblick auf die deutlich höheren Mittel, die von Seiten Bund zur Verfügung gestellt werden und der entsprechenden Aufstockung der Mittel des Kantons, kann der Heizungsersatz aller noch bestehenden, fossilen Heizungen gefördert werden. Damit ist jedoch mit einer beträchtlichen Einbusse bei den Gebäudesanierungen zu rechnen. Der Kanton hat dabei zu entscheiden, ob er Gebäudesanierungen weniger fördern möchte oder im Gegenzug mehr Mittel in die Förderung der Gebäudesanierungen investiert (gegenüber der bestehenden Aufteilung der Fördergelder des Bundes und des Kantons). Eine weitere Möglichkeit besteht auch darin, nicht alle Heizungsersätze zu fördern und die damit freiwerdenden Beträge den Gebäudesanierungen zuzuschreiben.