



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



Umwelt | Ressourcen
Management

Kanton Graubünden Abfallplanung 2022

Bericht

31. August 2022



Impressum

Kanton Graubünden: Abfallplanung 2022

Auftraggeber: Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden
Projektverantwortliche: Stefan Covanti, Georg Thomann, Christian Marchesi,
Rolf Sidler, Rahel Egli

Auftragnehmer: GEO Partner AG, Basel
Projektleitung: Regula Winzeler, Patrick Plüss (Stv.)
Fachbearbeitung: Regula Winzeler, Patrick Plüss, Ruedi Taverna, Regula
Rüegg
Qualitätssicherung: Patrick Plüss, Regula Winzeler

Mitwirkende der Begleitgruppe: siehe Anhang A.5



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
1.1	Ausgangslage.....	6
1.2	Rechtliche Grundlagen	6
1.2.1	Rechtliche Grundlagen auf Bundesebene	6
1.2.2	Rechtliche Grundlagen auf Ebene Kanton Graubünden	6
2	Rahmenbedingungen für den Kanton Graubünden.....	7
2.1	Systemgrenzen (Bezugsjahr, Planungshorizont).....	7
2.2	Geografie, Demografie und Tourismus	7
2.3	Wirtschaft und Raumplanung.....	9
2.4	Übergeordnete Vorgaben und Entwicklungen	10
2.4.1	Abfallvermeidung	10
2.4.2	Entsorgung und Verwertung nach dem Stand der Technik	10
2.4.3	Definition der Siedlungsabfälle und Entsorgungsmonopol	11
2.4.4	Pflicht für Entsorgungskonzept bei Bauvorhaben	11
2.4.5	Die Grenzen der stofflichen Verwertung	12
2.4.6	Urban Mining	12
2.4.7	Abfallwirtschaft und Klimaschutz	13
2.4.8	Energetischer Umbau des Gebäudeparks.....	14
2.4.9	Food Waste	14
2.4.10	Sammlung und Verwertung von Kunststoffabfällen	15
3	Zielsetzungen für die künftige Abfallwirtschaft.....	17
3.1	Übergeordnete Grundlagen und Zielsetzungen auf Bundesebene.....	17
3.2	Ziele der Abfallwirtschaft Graubünden 2022.....	18
4	Erfolgskontrolle Abfallplanung 2016.....	20
4.1	Vorgehen	20
4.2	Massnahmen der Abfallplanung 2016	20
4.3	Resultate der Erfolgskontrolle	20
4.4	Fazit.....	22
5	Situationsanalyse der Abfallarten	23
5.1	Brennbare Siedlungsabfälle	23
5.1.1	Organisation	23
5.1.2	Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019	27
5.1.3	Künftige Mengenentwicklung 2020-2029	28
5.1.4	Anlagekapazitäten und Stand der Technik	29
5.1.5	Vermeidungs- und Verwertungspotenziale	31
5.1.6	Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf	32
5.1.7	Massnahmen	33
5.2	Getrennt gesammelte Siedlungsabfälle (Wertstoffe).....	34
5.2.1	Organisation	34
5.2.2	Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019	35
5.2.3	Künftige Mengenentwicklung 2020-2029	37
5.2.4	Anlagekapazitäten.....	37
5.2.5	Vermeidungs- und Verwertungspotenziale	37
5.2.6	Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf	38
5.2.7	Massnahmen	39
5.3	Grünabfälle inkl. Lebensmittelabfälle	40
5.3.1	Organisation	40
5.3.2	Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019	41
5.3.3	Künftige Mengenentwicklung 2020-2029	42



5.3.4	Anlagekapazitäten und Stand der Technik.....	42
5.3.5	Vermeidungs- und Verwertungspotenziale	43
5.3.6	Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf	43
5.3.7	Massnahmen	44
5.4	Rückstände aus der KVA Trimmis	45
5.4.1	Organisation	45
5.4.2	Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019	45
5.4.3	Künftige Mengenentwicklung 2020-2029	46
5.4.4	Anlagekapazitäten und Stand der Technik.....	47
5.4.5	Verwertungspotenziale	47
5.4.6	Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf	47
5.4.7	Massnahmen	48
5.5	Holzasche aus Altholzfeuerungsanlagen.....	49
5.5.1	Organisation	49
5.5.2	Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019	49
5.5.3	Künftige Mengenentwicklung 2020-2029	50
5.5.4	Anlagekapazitäten und Stand der Technik.....	50
5.5.5	Erfüllung der Zielsetzungen und Handlungsbedarf	50
5.5.6	Massnahmen	51
5.6	Strassenbürtige Abfälle	52
5.6.1	Organisation	52
5.6.2	Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019	53
5.6.3	Künftige Mengenentwicklung 2020-2029	54
5.6.4	Anlagekapazitäten.....	55
5.6.5	Vermeidungs- und Verwertungspotenziale	55
5.6.6	Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf	56
5.6.7	Massnahmen	57
5.7	Mineralische Bauabfälle.....	58
5.7.1	Organisation	58
5.7.2	Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019	58
5.7.3	Künftige Mengenentwicklung 2020-2029	60
5.7.4	Anlagekapazitäten.....	62
5.7.5	Vermeidungs- und Verwertungspotenziale	62
5.7.6	Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf	63
5.7.7	Fazit und Massnahmen	64
5.8	Weitere Abfallarten	66
5.8.1	Sonderabfälle und andere kontrollpflichtige Abfälle (akb/ak)	66
5.8.2	Holzabfälle	69
5.8.3	Klärschlamm	73
5.8.4	Kunststoffabfälle aus Haushalten und aus der Landwirtschaft	74
6	Deponien und Materialverwertungen	76
6.1	Aushub- und Ausbruchmaterial (Material Typ A).....	76
6.1.1	Einzugsgebiete, regionale Planung	76
6.1.2	Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019	77
6.1.3	Künftige Mengenentwicklung 2020-2045	78
6.1.4	Bewilligte und geplante Deponievolumen und Volumenbedarf	79
6.1.5	Verwertung von Aushub- und Ausbruchmaterial	83
6.1.6	Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf	84
6.1.7	Fazit und Massnahmen	85
6.2	Inertstoffe (Material Typ B).....	86
6.2.1	Einzugsgebiete, regionale Planung	86
6.2.2	Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019	87
6.2.3	Künftige Mengenentwicklung 2020-2045	88
6.2.4	Bewilligte und geplante Deponievolumen und Volumenbedarf	89
6.2.5	Vermeidungs- und Verwertungspotenziale	92
6.2.6	Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf	92
6.2.7	Fazit und Massnahmen	93



6.3	Schlacke und Reaktorstoffe (Material Typ D und E).....	93
6.3.1	Einzugsgebiete, regionale Planung	93
6.3.2	Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019	94
6.3.3	Künftige Mengenentwicklung 2020-2045	95
6.3.4	Bewilligte und geplante Deponievolumen und Volumenbedarf	96
6.3.5	Vermeidungs- und Verwertungspotenziale	98
6.3.6	Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf	98
6.3.7	Fazit und Massnahmen	99
6.4	Etablierung eines Stoffflussmodells für Kies, Aushub und Rückbaumaterial (KAR).....	99
6.4.1	Einleitung	99
6.4.2	Evaluation	100
6.4.3	Fazit und Massnahmen	101
7	Einfluss der Abfallentsorgung auf das Klima	103
7.1	Einleitung und Überblick	103
7.2	Kehrichtverbrennung und Metallrückgewinnung (inkl. Transporte) ..	104
7.3	Zementwerk	105
7.4	Deponien	106
7.5	Kunststoffrecycling	108
7.6	Getrennt gesammelte Siedlungsabfälle (kommunale Wertstoffe)	109
7.7	Vergärung und Kompostierung	110
7.8	Abwasserreinigung	111
7.9	Fazit und Massnahmen	112
7.9.1	Gesamte Auswirkungen der Abfallentsorgung auf das Klima	112
7.9.2	Massnahmen	114
8	Massnahmenplan	115
8.1	Massnahmenplan Abfallarten	115
8.2	Massnahmenplan Deponien und Materialverwertungen	118
8.3	Massnahmenplan zu den Auswirkungen auf das Klima	119
Anhang	120
A.1	Abkürzungsverzeichnis	120
A.2	Glossar	121
A.3	Verzeichnis rechtlicher Grundlagen	124
A.4	Zitierte Grundlagen	126
A.5	Mitwirkende der Begleitgruppe	128

Separater Beilagenband

(enthält detaillierte Tabellen mit Zahlen und Berechnungen zu ausgewählten Abfallarten und Themen)



1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Kantone sind gemäss Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG), Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung VVEA) sowie dem kantonalen Umweltschutzgesetz (KUSG) verpflichtet, eine Abfallplanung zu erstellen und periodisch zu aktualisieren. Die Abfallplanung des Kantons Graubünden wurde 2016 letztmals vollständig neu bearbeitet [1].

Gesetzliche Pflicht zur Abfallplanung

Die Abfallplanung liefert die wesentlichen Grundlagen und Massnahmen, um die kantonale Abfallwirtschaft gezielt steuern und entwickeln zu können. Sie ist der Nachhaltigkeit verpflichtet und berücksichtigt ökologische, ökonomische wie auch soziale Aspekte.

Der Nachhaltigkeit verpflichtet

Die Abfallplanung nimmt neue Themen und Abfallarten auf und integriert diese soweit sinnvoll in die Planung. Der Massnahmenplan benennt die konkreten Massnahmen und die Verantwortlichkeiten für die Umsetzung der Massnahmen. Die Abfallplanung ist für den Kanton Graubünden das geeignete Steuer- und Führungsinstrument, um die Entwicklung von der Entsorgungswirtschaft zu einer Stoff- und Ressourcenwirtschaft voranzutreiben.

Abfallplanung als Steuer- und Entwicklungsinstrument

1.2 Rechtliche Grundlagen

1.2.1 Rechtliche Grundlagen auf Bundesebene

Die Pflicht zur Abfallplanung ist im Umweltschutzgesetz (Art. 31) verankert und in der VVEA (Art. 4) bzgl. Inhalt ausgeführt. Die Abfallplanung umfasst:

USG und VVEA

- Massnahmen zur Vermeidung und zur Verwertung von Abfällen
- Bedarf an Anlagen zur Entsorgung von Siedlungsabfällen und anderen Abfällen, deren Entsorgung dem Kanton übertragen ist.
- Bedarf an Deponievolumen und Standorte von Deponien (Deponieplanung)
- Notwendige Einzugsgebiete der Abfallanlagen
- Massnahmen zur Nutzung des Energieinhalts von thermisch behandelten Abfällen

Die Vollzugshilfe zur VVEA [2] umfasst verschiedene Module und Modul-Teile, in welchen der Vollzug der VVEA konkretisiert wird. Einige Module der Vollzugshilfe sind bereits publiziert, andere noch in Erarbeitung.

Vollzugshilfe VVEA

Diverse weitere Verordnungen zum USG sowie weitere Gesetze und Verordnungen mit Bezug zur Abfallwirtschaft sind in Anhang A.3 aufgelistet.

1.2.2 Rechtliche Grundlagen auf Ebene Kanton Graubünden

Rechtliche Grundlagen auf Kantonsebene mit Bezug zu Abfallthemen sind das kantonale Umweltschutzgesetz (KUSG) und die kantonale Umweltschutzverordnung (KUSV). Sie sind in Anhang A.3 aufgelistet.

KUSG und KUSV



2 Rahmenbedingungen für den Kanton Graubünden

2.1 Systemgrenzen (Bezugsjahr, Planungshorizont)

Die zeitlichen Systemgrenzen der Abfallplanung Graubünden sind folgende:

Bezugsjahr für die in Kapitel 5 dargestellte Situationsanalyse ist für alle Abfallarten das Jahr 2019.

Bezugsjahr 2019

Im Rückblick der Mengenentwicklungen wird der Zeitraum von 2015-2019 betrachtet, soweit plausible Daten vorhanden sind. Andernfalls umfasst die Mengenentwicklung einen kürzeren Zeitraum.

Rückblick: 5 Jahre

Der Planungshorizont für die künftigen Entwicklungen der Abfallarten und die Bedarfsabschätzungen für die Abfallanlagen beträgt 10 Jahre. Künftige Entwicklungen werden somit für die Jahre 2020-2029 dargestellt.

Planungshorizont Abfallarten und Abfallanlagen: 10 Jahre

Der Planungshorizont für die Deponien umfasst 25 Jahre und somit den Zeitraum von 2020-2045.

Planungshorizont Deponien: 25 Jahre

Die räumlichen Systemgrenzen umfassen die geografischen Grenzen des Kantons Graubünden. Details zur räumlichen Gliederung finden sich in Kapitel 2.2.

Räumliche Systemgrenzen

2.2 Geografie, Demografie und Tourismus

Der Kanton Graubünden ist mit 7'100 km² bezüglich Fläche der grösste Kanton der Schweiz. Rund 40% seiner Fläche sind unproduktiv. Mit einer Einwohnerzahl von 199'015 (Stand Ende 2019) und 28 Personen/km² ist der Kanton Graubünden gleichzeitig der am dünnsten besiedelte Kanton der Schweiz. Er ist in viele, durch hohe Gebirgszüge und Passübergänge abgegrenzte Täler gegliedert.

Räumliche Gliederung

Der Kanton Graubünden bestand im Jahr 2019 aus 106 politischen Gemeinden (am 1.11.2015 waren es noch 125 gewesen). Nur fünf Gemeinden weisen fast 5'000 Einwohner oder mehr auf: Chur (ca. 35'500), Davos (ca. 10'900), Landquart (ca. 8'900), Domat/Ems (ca. 8'100) und St. Moritz (ca. 4'900). Knapp die Hälfte der Gemeinden haben weniger als 1'000 Einwohnende. Die Gemeinden sind auch bezüglich Flächenausdehnung sehr unterschiedlich.

Demografie



Abbildung 1: Gliederung des Kantons Graubünden nach Regionen

2019 wurden rund 5.6 Mio. Logiernächte (Hotellerie und Kurbetriebe¹) registriert. Die Logiernächte konzentrieren sich auf wenige Monate, was in den meisten Regionen zu einer starken saisonalen Schwankung des Abfallanfalls führt. Deshalb müssen die Abfallmengen für ein zutreffendes Bild auf die Einwohnergleichwerte (statt Einwohnende) bezogen werden. Die Einwohnergleichwerte betrugen 2019 rund 250'000 EE (Einwohnereinheiten); Einwohnende waren es Ende Jahr 2019 im Kanton Graubünden knapp 200'000.

Logiernächte und Einwohnergleichwerte

Das Bundesamt für Statistik (BFS) hat für den Kanton Graubünden zur Bevölkerungsentwicklung 3 Szenarien der Bevölkerungsentwicklung für die Jahre 2020 bis 2050 erstellt (Prognose HOCH, Prognose MITTEL und Prognose TIEF). Die Prognose MITTEL geht von einer sehr geringen jährlichen Zunahme der Bündner Einwohnenden im Promillebereich aus (jährlich weniger als +0.1%), ab etwa 2030 wird die Bevölkerung tendenziell abnehmen. Beim Szenario HOCH wird die Bevölkerung bis ins Jahr 2047 leicht zu- und danach leicht abnehmen. Im Szenario TIEF wird eine leichte Abnahme der Bevölkerung schon ab 2020 angenommen.

3 Szenarien der Bevölkerungsentwicklung im Kanton Graubünden

¹ Früher (und damit in der Abfallplanung 2016) wurde die sogenannte Parahotellerie (Ferienwohnungen und Kollektivunterkünfte) zu den Logiernächten dazugezählt; diese lagen etwa in der gleichen Grössenordnung wie Hotellerie und Kurbetriebe.

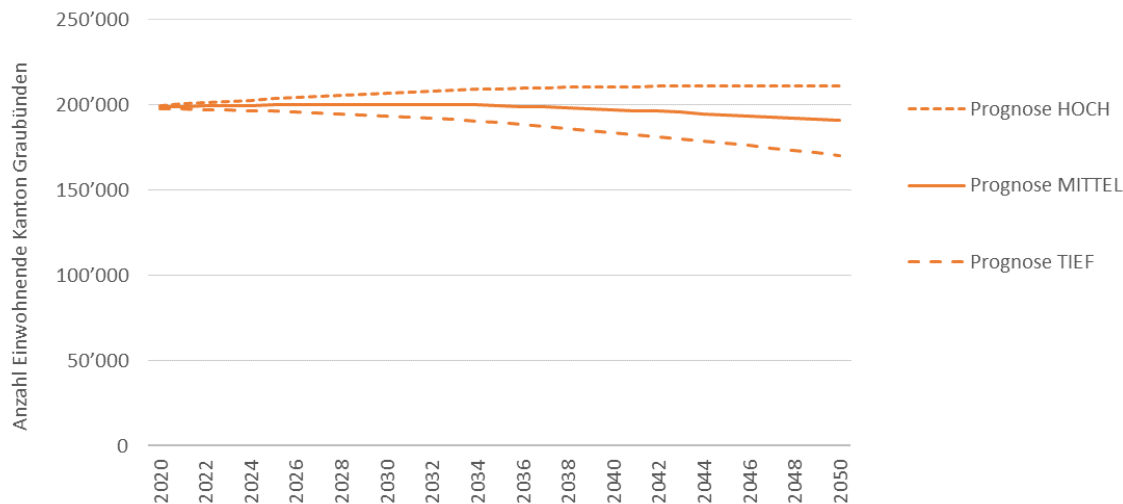


Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung des Kantons Graubünden in 3 Szenarien (Anzahl Einwohnende: Prognose HOCH, Prognose MITTEL, Prognose TIEF)

2.3 Wirtschaft und Raumplanung

Der Kanton Graubünden erwirtschaftete 2019 ein kantonales Bruttoinlandprodukt (BIP) in der Höhe von gut 15.1 Mia. CHF, was einem Anteil von 2.1% am Schweizer BIP entspricht. Das kantonale BIP-Wachstum fiel in den letzten Jahren stets geringer aus als im nationalen Mittel; 2019 war das Bündner Wirtschaftswachstum allerdings überdurchschnittlich gut und nahm gegenüber 2018 um 2.6% zu, während im Schweizer Durchschnitt nur eine Zunahme von 1.2% gegenüber dem letzten Jahr zu verzeichnen war [14].

BIP des Kantons Graubünden 2019

Pro Einwohner erwirtschaftet der Kanton Graubünden ein BIP in der Höhe von 75'841 CHF (2019). Dieser Wert liegt im breiten Mittelfeld der Kantone, jedoch unter dem nationalen Mittel von 84'803 CHF pro Einwohner.

BIP pro Einwohner Kanton Graubünden 2019

Der Wertschöpfungsanteil im Kanton Graubünden wird wesentlich durch folgende Bereiche erwirtschaftet [15]:

Wertschöpfungsanteil Kanton Graubünden 2019

- Öffentlicher Sektor: 18.8% (CH: 18.9%)
- Handel: 10.3% (CH: 14.2%)
- Baugewerbe: 9.4% (CH: 5.3%)
- Verkehr und Lagerei: 6.7% (CH: 4.1%)
- Gastgewerbe: 5.8% (CH: 1.7%)

Dabei erwirtschaften die Branchen Baugewerbe, Verkehr und Lagerei sowie Gastgewerbe im Kanton Graubünden einen deutlich höheren Anteil als der Schweizer Durchschnitt. Auch der Beschäftigtenanteil ist in diesen Branchen

Höhere Wertschöpfung für Baugewerbe, Tourismus und Verkehr als Schweizer Durchschnitt



deutlich höher als der Schweizer Durchschnitt. Baugewerbe (primär Tiefbauarbeiten), Tourismus und Verkehr sind somit wesentliche spezifische Branchen im Kanton Graubünden.

Der Richtplan des Kantons Graubünden besteht aus dem kantonalen Richtplan und aus den regionalen Richtplänen der Regionen (vgl. Abbildung 1 in Kap. 2.2). Die Erarbeitung dieser Richtpläne wird als Verbundaufgabe zwischen dem Kanton und den Regionen ausgeführt und koordiniert. Deponien und Materialverwertungen (Wiederauffüllung von Abbaustellen) werden im Richtplan eingetragen (vgl. Kap. 6.1.4); soweit erforderlich werden dort auch die Standorte von Sammel- und Sortierplätzen für Bauabfälle (SSB) ausgewiesen (vgl. Kap. 5.7.1). Im vorliegenden Bericht wird nicht zwischen dem kantonalen und den regionalen Richtplänen unterschieden, sondern immer die Bezeichnung „Richtplan“ verwendet.

Richtplan

2.4 Übergeordnete Vorgaben und Entwicklungen

2.4.1 Abfallvermeidung

Die Erzeugung von Abfällen ist soweit möglich zu vermeiden (USG Art. 30 Abs. 1 und 30a Bst. c, VVEA Art. 11) und zwar während des gesamten Lebenszyklus eines Produktes bzw. entlang der ganzen Wertschöpfungskette. Das BAFU arbeitet an einer Strategie zur Abfallvermeidung. Es hält fest, dass „Abfallvermeidung das Resultat der effizienten und effektiven Nutzung von Rohstoffen entlang der gesamten Wertschöpfungskette“ ist [4]. Das BAFU identifiziert wenige grosse Hebel zur Abfallvermeidung, etwa beim Abbau von Rohstoffen, in der Produktion, beim Konsum, im Recycling, bei der Sammlung und in der Ablagerung.

Gesetzliche Verankerung

Wer Produkte herstellt, muss die Produktionsprozesse gemäss VVEA Art. 11 nach dem Stand der Technik so ausgestalten, dass möglichst wenig Abfälle anfallen. Die anfallenden Abfälle sollten möglichst wenig Schadstoffe enthalten.

Abfallvermeidung bei der Produktherstellung

Die Verantwortlichkeit zur Abfallvermeidung liegt somit bei allen beteiligten Akteuren. Im Rahmen der Abfallplanung wird der Fokus auf die Verantwortung des Kantons gelegt, da der Kanton nur die eigenen Aktivitäten direkt beeinflussen kann.

Abfallvermeidung im Einflussbereich des Kantons

2.4.2 Entsorgung und Verwertung nach dem Stand der Technik

Der Stand der Technik entspricht dem, was basierend auf gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft und Technik in der Praxis aktuell technisch machbar ist. Gemäss VVEA Art. 3 Bst. m sind Verfahren, Einrichtungen und Betriebsabläufe gemeint, die bei vergleichbaren Anlagen oder Tätigkeiten (im Inland oder Ausland) erfolgreich eingesetzt wurden und auf andere Anlagen oder Tätigkeiten übertragbar sind. Der Stand der Technik muss für einen mittleren und wirtschaftlich gesunden Betrieb wirtschaftlich tragbar sein.

Stand der Technik gemäss VVEA



Die Verwertungsanlagen und die Entsorgungsanlagen müssen nach dem Stand der Technik betrieben werden (VVEA Art. 12 und Art. 26). Die Vollzughilfe VVEA [2] enthält in den verschiedenen Modulen und Modul-Teilen Hinweise zum Stand der Technik zur Entsorgung und Verwertung der verschiedenen Abfallarten.

Entsorgung nach dem Stand der Technik

2.4.3 Definition der Siedlungsabfälle und Entsorgungsmonopol

Seit 1. Januar 2019 gelten nach Art. 3 Bst. a VVEA als «Siedlungsabfälle»:

- Abfälle, die aus Haushalten stammen
- Abfälle, die aus Unternehmen mit weniger als 250 Vollzeitstellen stammen, und deren Zusammensetzung betreffend Inhaltstoffe und Mengenverhältnisse mit Abfällen aus Haushalten vergleichbar sind.

Neu-Definition Siedlungsabfälle

Solche Abfälle aus grösseren Unternehmen sind keine Siedlungsabfälle und unterliegen demnach nicht der Pflicht zur Entsorgung durch die öffentliche Hand. Unternehmen mit 250 und mehr Vollzeitstellen müssen ihre Abfälle seit 2019 selbst entsorgen.

Betriebe mit > 250 Vollzeitstellen

Seit 1. April 2020 gelten auch haushaltsähnliche Abfälle aus öffentlichen Verwaltungen von Bund, Kantonen und Gemeinden als Siedlungsabfälle, unabhängig von der Anzahl Vollzeitstellen.

Haushaltsähnliche Abfälle aus öffentlichen Verwaltungen

Das Entsorgungsmonopol für Siedlungsabfälle liegt bei der öffentlichen Hand. Private dürfen ohne Zustimmung keine Siedlungsabfälle sammeln. An Private ausgelagerte Abfallaufgaben (z.B. Betreiben einer Hauptsammelstelle im Auftrag der Gemeinde) sowie von privaten Unternehmen angebotene Abfalldienstleistungen benötigen eine Konzession. Zudem müssen die Unternehmen sicherstellen können, dass die abfall- und umweltrechtlichen Voraussetzungen eingehalten werden.

Entsorgungsmonopol der öffentlichen Hand

Auch Klärschlamm, strassenbürtige Abfälle (Strassensammlerschlämme und Strassenwischgut) sowie Abfälle, deren Inhaber/in nicht ermittelt werden kann oder zahlungsunfähig ist, gehören gemäss Art. 31b USG zu den Siedlungsabfällen und fallen demnach unter das Entsorgungsmonopol der Gemeinden.

Klärschlamm und strassenbürtige Abfälle sind Siedlungsabfälle

Gemäss der laufenden Teilrevision des USG (Parlamentarische Initiative «Schweizer Kreislaufwirtschaft stärken») wird es künftig vermutlich erlaubt sein, dass Anbieter aus der Privatwirtschaft unter bestimmten Bedingungen keine Konzession mehr benötigen, um Wertstoffe aus privaten Haushalten und kleinen Unternehmungen zu sammeln. Damit würde das bestehende Entsorgungsmonopol der Gemeinden geschwächt.

Mögliche Auswirkungen der USG-Teilrevision auf das Entsorgungsmonopol der Gemeinden

2.4.4 Pflicht für Entsorgungskonzept bei Bauvorhaben

In Art. 16 der VVEA ist die Pflicht der Bauherren zur Erstellung eines Entsorgungskonzepts verankert. Dieses Entsorgungskonzept ist der Baubewilligungsbehörde (meist die Gemeinde) im Rahmen des Baugesuchs für Bauvorhaben

Entsorgungskonzept und Schadstoffermittlungspflicht



einzureichen, bei welchen mit Schadstoffen zu rechnen ist, oder wenn mehr als 200 m³ Bauabfälle zu erwarten sind. Das Entsorgungskonzept enthält alle notwendigen Angaben über die Art, Qualität und Menge der anfallenden Abfälle und über die vorgesehene Entsorgung. So müssen, je nach Bauvorhaben, im Entsorgungskonzept Angaben zu anfallenden Rückbaumaterialien, Aushub, Boden und zur Neophytensituation gemacht werden.

Im Weiteren wird die Bauherrschaft mit Art. 16 Abs. 2 VVEA verpflichtet, auf Verlangen der für die Baubewilligung zuständigen Behörde einen Entsorgungsnachweis einzureichen.

Der zugehörige Modul-Teil "Ermittlung von Schadstoffen und Angaben zur Entsorgung von Bauabfällen" der Vollzugshilfe zur VVEA wurde 2020 vom BAFU veröffentlicht [20].

Im Kanton Graubünden ist das Entsorgungskonzept gestützt auf Art. 16 Abs. 1 KUSV in Form eines besonderen Formulars, der „Entsorgungserklärung für Bauabfälle“ einzureichen. Seit Juni 2021 steht dieses Formular den Bauherrschaften neu als Online-Service unter www.anu.gr.ch/bauabfaelle zur Verfügung.

2.4.5 Die Grenzen der stofflichen Verwertung

Die VVEA räumt der gezielten stofflichen Verwertung von Abfällen einen hohen Stellenwert ein. Die stoffliche Verwertung stösst jedoch an Grenzen. Wenn ein möglichst hoher Rückgewinnungsgrad angestrebt wird, steigt der ökologische Aufwand (die Umweltbelastung) ab einem bestimmten Punkt stark an; gleiches gilt für die Kosten. So sind die zur weiteren Verarbeitung von beispielsweise Metallabfällen notwendige Energie und die eingesetzten Chemikalien einerseits teuer, andererseits verursacht ihre Bereitstellung auch eine höhere Schädigung der Umwelt. Bei Rückgewinnungsgraden oberhalb des „ökologischen Optimums“ verursacht die stoffliche Verwertung sogar grössere Umweltschäden als die ursprüngliche (primäre) Gewinnung der Rohstoffe (Primärgewinnung). Oft ist ein maximaler Rückgewinnungsgrad also auch mit grossen Kosten verbunden.

Maximierte stoffliche Verwertung
verursacht oft selbst Umweltschäden und hohe Kosten

Ziel der stofflichen Verwertung ist somit keine maximierte, sondern eine optimierte stoffliche Verwertung. Diese liegt bei jeder Abfallart an einem anderen Punkt.

Optimierte stoffliche Verwertung
als Ziel

2.4.6 Urban Mining

Als Urban Mining wird die Rückgewinnung von Rohstoffen (hauptsächlich Metallen) aus Abfällen bezeichnet. Der Siedlungsraum wird dabei als riesige Rohstoffmine angesehen. Für die Rückgewinnung von Rohstoffen aus Abfall besteht somit grosses Potenzial. Durch den vermuteten langfristigen Preisanstieg knapper Primärrohstoffe wird die Rückführung von Wertstoffen auch finanziell zunehmend attraktiver werden.

Definition Urban Mining,
Siedlungsraum als Rohstofflager



Wichtig für die Akzeptanz auf dem Absatzmarkt ist die Gewährleistung der Qualität des Sekundärrohstoffes. Dazu müssen sich die entsprechenden Verfahren durchsetzen. Betreiber von bereits bestehenden Anlagen müssen sich kontinuierlich am Stand der Technik orientieren und die Verfahren und Anlagen zur Sortierung von Stoffen anpassen und ergänzen. Beispiele dafür sind die verbesserten Rückgewinnungstechniken von Metallen aus der Schlacke von Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) wie Nassmechanische Aufbereitung, Trockenaustrag der Schlacke sowie die Metallrückgewinnung aus Filteraschen (insbesondere von KVA und Altholzfeuerungen). Mit dem vorgesehenen Umbau des Schlackenaustrags von Nass- auf Trockenaustrag wird es der KVA Trimms möglich sein, vermehrt Metalle aus der Schlacke zurückzugewinnen.

Rückgewinnung von Rohstoffen nach dem Stand der Technik

Im Rahmen des Projektes SwissZinc, an welchem sich die meisten KVAs der Schweiz beteiligen, soll die Metallentfrachtung der KVA-Filteraschen mit einem neuen Verfahren in der Schweiz ermöglicht werden. Dazu wird derzeit ein Verfahren entwickelt, mit welchem die (aus der sauren Flugaschenwäsche entstehenden) metallhaltigen Hydroxidschlämme aufbereitet bzw. die darin enthaltenen Metalle künftig hierzulande zurückgewonnen werden können. Aus den Hydroxidschlämmen werden hochreines Zink sowie Blei, Kupfer und Cadmium sowie Gips in verwertbarer Form gewonnen werden können.

Projekt SwissZinc: Metallentfrachtung von KVA-Filteraschen

Die Pflicht zur Rückgewinnung von Metallen aus der Filterasche von KVA gilt ab dem 1. Januar 2026. Filteraschen aus Altholzfeuerungen dürfen noch bis am 31. Dezember 2025 unbehandelt auf Deponien des Typs D und E (je nach TOC-Gehalt, d.h. organischem Anteil) abgelagert werden.

Rückgewinnungspflicht für Metalle

2.4.7 Abfallwirtschaft und Klimaschutz

Seit 1950 verändert sich das Klima besonders rapide. Der Bund hat in seiner CO₂-Gesetzgebung klare Vorgaben gemacht und 2012 eine Strategie zur Klimaanpassung [9] verabschiedet. Auch der Kanton Graubünden geht das Thema aktiv an: 2015 hat die Regierung eine Klimastrategie, bestehend aus vier Arbeitspapieren, präsentiert [10].

Klimastrategie Graubünden

Im Arbeitspapier 2 wird die Bedeutung der Abfallwirtschaft als Emittentin von Treibhausgasen thematisiert. Die Emissionsquelle Abfallwirtschaft umfasst demnach Deponien, Abwasserbehandlung und Abfallverbrennung ohne energetische Nutzung. Die Klimastrategie sieht für die Abfallwirtschaft fünf Handlungsfelder für einen erhöhten Beitrag zum Klimaschutz:

Bedeutung der Abfallwirtschaft

- A1 Energieeffizienz Abfallverwertung
- A2 Abfalltransport
- A3 Energie aus Abwasser
- A4 Energieeffizienz ARA
- A5 Stoffliche Verwertung

Wichtigstes Handlungsfeld stoffliche Verwertung



Der stofflichen Verwertung von Abfällen (A5) wird dabei im Vergleich zu den anderen Handlungsfeldern der grösste Einfluss auf den Klimawandel sowie auch das grösste Reduktionspotenzial zugeschrieben.

2.4.8 Energetischer Umbau des Gebäudeparks

Die Reduktion des Energieverbrauchs von Gebäuden ist ein zentrales Element der Schweizer Energiestrategie 2050. Laut dem Bundesamt für Energie (BFE) sowie dem BAFU ist der Schweizer Gebäudepark aktuell für etwa 50% des Primärenergieverbrauchs und für 27% der Gesamtemissionen an CO₂-Äquivalenten in der Schweiz verantwortlich. Auch im Kanton Graubünden besteht ein grosses Potenzial für energetische Sanierungen von Gebäuden oder für Ersatzneubauten zur Erhöhung der Energieeffizienz nach Minergie-P oder gleichwertigem Standard.

**Hoher Primärenergieverbrauch
Gebäudepark**

Sowohl vom Bund wie vom Kanton gibt es dafür Fördermassnahmen. Bei einer Steigerung der Sanierungsrate auf 1.5 bis 2% pro Jahr gegenüber heute 1% würden das energetische Sanierungsvolumen und auch die Zahl der Ersatzneubauten zukünftig deutlich zunehmen. Vor allem wegen der Ersatzneubauten wäre auch die Abfallwirtschaft betroffen, da durch den Rückbau der alten Gebäude mehr Bauabfälle anfallen werden.

Zusätzliche Bauabfälle bei höherer Sanierungsrate

2.4.9 Food Waste

Der unnötige Verlust von essbaren Lebensmitteln innerhalb der Wertschöpfungskette ist seit ein paar Jahren auf der Agenda und noch immer ein aktuelles, kaum gelöstes Thema.

Definition Food Waste

Jedes Jahr geht in der Schweiz rund ein Drittel aller Nahrungsmittel, die für den Konsum produziert werden, verloren. Von den pro Person und Jahr produzierten 900 kg Nahrungsmitteln sind dies also rund 300 kg/Person und Jahr, die verlustig gehen. Bereits auf dem Weg vom Feld bis auf den Teller gehen 150 kg/Person und Jahr verloren (Food Loss), danach in der Gastronomie 15 kg/Person und Jahr und im privaten Haushalt 135 kg/Person und Jahr (Food Waste) [5].

Grosse Lebensmittelverluste

Die Kehrichtsack-Analyse des BAFU von 2012 zeigt, dass fast ein Drittel (32.2%) des Hauskehrichts aus Grünabfällen inkl. Lebensmittelabfällen besteht. Etwa die Hälfte davon und damit ein Sechstel des untersuchten Hauskehrichts besteht aus Nahrungsmitteln (ohne Rüstabfälle) [6]. Das heisst, dass pro Person und Jahr etwa 30 kg rohe oder gekochte Esswaren sowie abgelaufene oder noch geniessbare Lebensmittel im Kehrichtsack landen. Zusätzlich wird eine unbekannte Menge an Essensresten und nicht konsumierten Lebensmitteln über die Bioabfallsammlung abgeführt, im Garten kompostiert, landet im Futternapf von Tieren oder im Abwasser (Lavabo, WC).

Anteil Food Waste im Kehrichtsack 2012



Wie die im Juli 2022 publizierte, repräsentative Analyse zur Zusammensetzung des Hauskehrichts in der Stadt Basel zeigt, machen die Lebensmittelabfälle im Kehrichtsack gut 20% aus, sind somit gegenüber dem Stand 2012 nicht gesunken, sondern - zumindest im städtischen Bereich - eher gestiegen [36].

Anteil Food Waste im Kehrichtsack 2021

Food Waste wurde auch im Rahmen einer Fraktionsanfrage der SVP vom 10. Juni 2020 «betreffend CO₂-Reduktion dank Food Waste-Bekämpfung - Für ein besseres Klima in Graubünden» thematisiert; die Fraktionsanfrage wurde von der Regierung des Kantons Graubünden am 11. August 2020 beantwortet. Da es im Kanton Graubünden auf die Einwohnerwerte bezogen mehr Gastro- und Hotelbetriebe als in anderen Kantonen gibt, dürfte der Food Waste-Anteil hier über dem nationalen Durchschnitt liegen. Der Food Waste-Anteil aus der Gastronomie beträgt etwa ein Viertel des Food Waste-Anteils aus den Haushalten; genaue Zahlen fehlen. Auch für den Food Waste-Anteil aus der Landwirtschaft fehlen Daten; aufgrund der Schweizer Daten ist der Anteil im Vergleich zu anderen Sektoren gering.

Food Waste in der Gastro- und Hotellerie sowie in der Landwirtschaft

Die Regierung unterstützt Massnahmen zur Reduktion von Food Waste, da diese einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zur Umweltbelastung und damit auch zu den CO₂-Emissionen liefert. Auch das ANU gibt finanzielle Unterstützung für Veranstaltungen zur Sensibilisierung betreffend Food Waste (z.B. Save Food Bankett der Stadt Chur, 2021 und 2022). Massnahmen zur Reduktion von Food Waste werden im Rahmen des Aktionsplans Green Deal (AGD) geprüft. Food Waste ist zudem Teil der Massnahmen des Entwicklungsschwerpunkts «Klimaneutrale Landwirtschaft» im Regierungsprogramm 2021 bis 2024. Zentral sind insbesondere Sensibilisierungs- und Bildungsmassnahmen für Food Waste aus Haushalten, weil das Verhalten der Konsumentinnen und Konsumenten bei der Bekämpfung von Food Waste einen hohen Stellenwert einnimmt. Die kantonalen Dienststellen unterstützen u.a. lokale Initiativen im Rahmen der gesetzlichen und finanziellen Möglichkeiten.

Geplante Massnahmen und laufende Aktivitäten zur Reduktion von Food Waste

Aufgrund der verschiedenen bereits geplanten Aktionsplänen mit Massnahmen und den weiteren Unterstützungsaktionen, die geleistet werden oder vorgesehen sind, wird im Rahmen der vorliegenden Abfallplanung auf die Festlegung weiterer Massnahmen verzichtet.

2.4.10 Sammlung und Verwertung von Kunststoffabfällen

Seit einigen Jahren werden in den Gemeinden im Kanton Graubünden vermehrt Kunststoffe aus Haushaltungen gesammelt, entweder als gemischte Kunststoffe in kostenpflichtigen Säcken oder als selektive Separatsammlung von z.B. Kunststoffflaschen. Zurzeit sind mehrere Sammelsysteme und (kostenpflichtige) Sammelsäcke auf dem Markt. Diese sind meist initiiert von privaten Unternehmen oder auch von Verbänden, die die Sammlung für ihre Gemeinden mit einem verbandseigenen Sammelsack organisieren. Grossverteiler bieten die Sammlung von Kunststoffflaschen, teilweise zusammen mit Getränkekartons, an. Die Rückgabe in den Läden oder bei den kommunalen Sammelstellen ist kostenlos.

Zunahme der Kunststoffsammlungen in Gemeinden



Die Sammlung von Kunststoffabfällen ist umstritten, da der ökologische Nutzen im Vergleich zu einer Verbrennung in der KVA gering ist ([7], Stand 2017, vgl. auch Kap. 5.8.4), während der Aufwand und damit die Kosten bei den Gemeinden hoch sind. Die Quote der stofflichen Verwertung liegt meist unter 50%, höhere Werte sind mittlerweile möglich. Das Sammeln und Rezyklieren von Kunststoffen kann gemäss einem 2020 erschienenen Artikel des Kantons Zürich [21] unter gewissen Bedingungen einen Beitrag an den Klimaschutz liefern (durch Einsparen von Emissionen an CO₂-Äquivalenten, die bei der Verbrennung in der KVA entstehen). Zwingende Voraussetzung ist, dass die Stoffströme transparent sind und ein entsprechendes Monitoring mit Audit durchgeführt wird. Es muss bekannt sein bzw. nachgewiesen werden können, welche Mengen Kunststoffe wo wie rezykliert werden und welche Mengen an nicht verwertbaren, aussortierten Fremdstoffen wo verbrannt werden. Weitere wichtige Voraussetzung ist, dass das Material bestmöglich stofflich verwertet wird.

Sammlung von Kunststoffen aus Haushalten umstritten, kann aber Betrag an den Klimaschutz liefern

Die Verwertungswege und Stoffströme sind von einigen Anbietern mittlerweile offengelegt (im Rahmen der Zertifizierung durch den Verein Schweizer Plastic Recycler VSPR). Derzeit erfolgt die Sortierung und teilweise auch die Verwertung bzw. die Verbrennung der aussortierten Anteile jedoch noch im Ausland.

Verwertungswege und Stoffströme

Im Nationalrat wurde am 19. Mai 2020 die Motion 20.433 «Schweizer Kreislaufwirtschaft stärken» eingereicht. Sie will u.a. mit einer Änderung des Umweltschutzgesetzes Hersteller und Händler verpflichten, Verpackungen aus kreislauffähigen Materialien zu verwenden. Ferner wurde am 17. Juni 2020 die Motion 20.3695 «Förderung der Kreislaufwirtschaft. Die Schweiz soll mehr Plastik recyceln» eingereicht und vom Nationalrat und vom Ständerat angenommen. Aufgrund der parlamentarischen Vorstösse und der aktiven Empfehlung mit Vorgaben von Kantonen wie z.B. dem Kanton Zürich, der mit Verwertern Verwertungsvereinbarungen mit Nachweispflicht abgeschlossen hat, ist davon auszugehen, dass vermehrt Sammlungen von Kunststoffen aus Haushaltungen eingeführt werden.

Politische Vorstösse betreffend Kunststoffsammlungen

Die Sammlung von PET-Getränkeflaschen ist schweizweit und seit vielen Jahren als separate Sammlung (vom Verein PET-Recycling Schweiz, PRS) organisiert. Sie ist von den politischen Vorstössen nicht betroffen und soll weiterhin separat erfolgen.

Sammlung von PET-Getränkeflaschen weiterhin als separate Sammlung

Auch für sortenreine Kunststoffe gibt es Sammellösungen, z.B. für Siloballenfolien aus der Landwirtschaft (vgl. Kap. 5.8.4).

Sammlung Siloballenfolien aus Landwirtschaft



3 Zielsetzungen für die künftige Abfallwirtschaft

3.1 Übergeordnete Grundlagen und Zielsetzungen auf Bundesebene

1999 wurde die Förderung der nachhaltigen Entwicklung in der Bundesverfassung [3] verankert. Die Verwertung/Entsorgung von Abfällen soll unter Gewichtung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten optimiert und verbessert werden.

Nachhaltigkeit in der Bundesverfassung seit 1999

Das BAFU hat 2006 die Vision einer nachhaltigen Nutzung von Rohstoffen sowie eines nachhaltigen Umgangs mit Abfällen publiziert [8]. Die wesentlichen Forderungen sind, dass der Verbrauch von nicht erneuerbaren und knappen Rohstoffen zu minimieren ist, während gleichzeitig der Verbrauch von erneuerbaren Ressourcen nicht grösser sein soll als deren Regenerationsrate. Für das System Rohstoffnutzung und Abfallentsorgung Schweiz wurden vier Ziele formuliert:

Vision 2006 des BAFU zu einer nachhaltigen Rohstoffnutzung und Abfallbewirtschaftung

1. Nachhaltige Nutzung der Rohstoffe
2. Umweltverträgliche Abfallentsorgung
3. Gewährleistung der Entsorgungssicherheit
4. Beachtung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Anforderungen an eine nachhaltige Rohstoffnutzung und Abfallentsorgung

Ziele der BAFU-Vision 2006

Basis für die übergeordneten Zielsetzungen auf Bundesebene, die sich an nachhaltigen Aspekten orientieren, bilden zudem die rechtlichen Grundlagen, nämlich das Umweltschutzgesetz und die Abfallverordnung (VVEA).

USG und VVEA als Basis für übergeordnete Ziele auf Bundesebene

Mit dem Ressourcen Trialog wurden 2014 bis 2017 zusammen mit Verbänden und Institutionen² Lösungsansätze in der Abfall- und Ressourcenwirtschaft der Schweiz 2030 diskutiert. Die Resultate wurden in einem Schlussbericht zusammengefasst [13]. Die beteiligten Akteure haben sich gemeinsam auf Leitsätze zur Entwicklung der Abfall- und Ressourcenwirtschaft bis 2030 zu mehreren Themen geeinigt: Eigenverantwortlichkeit, fairer Wettbewerb, Abfallvermeidung, Kreislaufwirtschaft, Verantwortung, Primär- und Sekundärrohstoffe, Effizienz und Effektivität, Transparenz, Qualität, Optimierung und globale Wirkung.

Ressourcen Trialog 2017 mit Leitsätzen

² Bundesamt für Umwelt BAFU, cernsuisse, economiesuisse, Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie FSKB, Interessengemeinschaft Detailhandel Schweiz IG DHS, Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter der Schweiz KVV (Cercle déchets), Organisation Kommunale Infrastruktur OKI, Baustoff-Recycling Schweiz arv, Stiftung PUSCH / WWF Schweiz / Cosedec, Swiss Recycling, Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen VBSA; Gastgeber und Organisator war der Kanton Aargau.



3.2 Ziele der Abfallwirtschaft Graubünden 2022

Der Kanton Graubünden möchte die Ziele neu an den Leitsätzen des Ressourcen Dialogs ausrichten. Die bisherigen Ziele und Strategien des Kantons Graubünden finden ihre Entsprechung in den Leitsätzen des Ressourcen Dialog 2017 sehr gut. Einzelne Leitsätze des Ressourcen Dialogs wie beispielsweise die «globale Wirkung» sind auf Ebene Kanton nicht von Bedeutung und werden weglassen. Einzelne Themen/Ziele sind leicht angepasst, erweitert, ergänzt oder neu gruppiert.

Ausrichtung der Ziele an den Leitsätzen des Ressourcen Dialogs

Nachfolgend sind die am Ressourcen Dialog ausgerichteten Ziele der Abfallwirtschaft im Kanton Graubünden 2022 erläutert. Diese Ziele dienen in der Situationsanalyse (siehe Kap. 5) dazu, den Handlungsbedarf bei den einzelnen Abfallarten zu bestimmen.

Ziele der Abfallwirtschaft Graubünden 2022

Tabelle 1: Ziele der Abfallwirtschaft Graubünden 2022

Ziele der Abfallwirtschaft Graubünden 2022

Ziel 1: Eigenverantwortlichkeit und fairer Wettbewerb

- Die Entsorgung erfolgt regional und zeitlich in Eigenverantwortung, mit dem Ziel, künftigen Generationen möglichst wenige Altlasten/ungelöste Problemstellungen zu hinterlassen. Unter „regional“ werden auch über die Kantonsgrenzen hinausgehende Lösungen verstanden. Internationale Lösungen sind akzeptierbar, wenn dabei der gesamte Entsorgungsweg überwacht werden kann.
- Damit die Akteure der Abfallwirtschaft eigenverantwortlich handeln können, brauchen sie klare Leitplanken für ihre Tätigkeiten. Der Staat muss diese vorgeben und auch durchsetzen können.
- Allenfalls notwendige Eingriffe des Kantons in die Ressourcen- und Abfallwirtschaft erfolgen nach klaren und überprüfbaren Kriterien und ermöglichen einen fairen Wettbewerb.

Ziel 2: Optimierte Entsorgungssicherheit und Kapazitäten für Abfallanlagen und Deponien

- Die Entsorgungssicherheit ist gegeben, wenn anfallende Abfälle innert nützlicher Frist umweltgerecht verwertet oder entsorgt werden können. Logistik und Infrastruktur der Entsorgung sowie der Markt für Sekundärrohstoffe werden laufend optimiert. Die Reservekapazitäten der Abfallanlagen weichen nur so weit vom effektiven Bedarf ab, dass Überkapazitäten auf längere Sicht sicher vermieden werden können.
- Entsorgungssicherheit bzw. Kapazitäten von Abfallanlagen und Deponien sind für die mengenmässig und vom Schadstoffgehalt her bedeutenden Abfallarten definiert, ebenso für deren Entsorgungswege und Behandlungsarten.

Ziel 3: Abfallvermeidung

- Produktionsbetriebe sorgen durch geeignete Prozesse dafür, dass in der Produktion möglichst wenige Abfälle entstehen.
- Im Bereich der Siedlungsabfälle leisten Haushalte bzw. die Bevölkerung ihren Beitrag zur Abfallvermeidung (z.B. Reduktion von Food Waste).
- Neben der Abfallvermeidung an der Quelle wird auch die Wiederverwendung von Materialien und Gütern als Möglichkeit zur Abfallvermeidung genutzt.
- Fehlanreize, die zu vermeidbaren Abfällen führen, sind soweit möglich abgebaut.



Ziel 4: Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung

- Erneuerbare Ressourcen werden nachhaltig genutzt, sodass die Nutzungsrate die Erneuerungsrate nicht übersteigt.
- Stoffkreisläufe werden soweit ökologisch und ökonomisch sinnvoll geschlossen. Stoffe sind wiederverwertbar, endlagerfähig oder umweltverträglich verteilbar (dissipierbar). Die Grenzen der Aufnahmefähigkeit der Ökosysteme sind zu berücksichtigen.
- Schadstoffe werden nicht im Kreislauf geführt, sondern ausgeschleust.
- Durch Effizienzsteigerung in der Produktion sinken der Ressourcenverbrauch und die Menge Abfall pro produzierte Einheit, womit Ressourcen insgesamt, aber auch seltene Ressourcen geschont werden.

Ziel 5: Primär- und Sekundärrohstoffe

- Sekundärrohstoffe werden gegenüber Primärrohstoffen grundsätzlich bevorzugt verwendet, sofern dadurch die Nachhaltigkeit gefördert wird (d.h. die Umwelt nicht höher belastet wird als bei der Verwendung von Primärrohstoffen) und die Qualitätsstandards eingehalten werden. Dies gilt insbesondere für Recyclingbaustoffe oder Baustoffe mit hohen Anteilen an Sekundärrohstoffen.
- Die öffentliche Hand als Bauherrin wie auch private Bauherren setzen auf die Verwendung von sekundären Baustoffen. Dazu gehört auch die Verwendung von (modularen) Baumaterialien, die beim Rückbau möglichst sortenrein gesammelt und einer stofflichen Verwertung zugeführt werden können.

Ziel 6: Effizienz und Effektivität, Optimierung

- Massnahmen zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen sind in Bezug auf ihre ökologische und ökonomische Effizienz und Effektivität priorisiert.
- Die stoffliche Verwertung orientiert sich am ökologischen und ökonomischen Optimum und nicht an der maximierten Verwertung mit möglichst hohen Recyclingquoten.
- Die Sammlung von Abfällen ist soweit möglich ökologisch (Transporte) und ökonomisch (Aufwand, Kosten) optimiert.

Ziel 7: Information und Transparenz, klare Entsorgungswege

- Die öffentliche Hand betreibt gegenüber der Bevölkerung und den Betrieben aktive Aufklärung betreffend Verwertungs-/Entsorgungswegen (Abfallberatung).
- Informationen der Abfallwirtschaft sind allen Betroffenen zugänglich und bilden die notwendige Grundlage für fundiertes Mitwirken und Mitbestimmen, soweit solches vorgesehen ist. Entscheidungen und Entscheidungsabläufe erfolgen jederzeit in transparenter Art und Weise. Interessierten wird die Abfallplanung 2022 zugänglich gemacht. Daten der kantonalen Abfallstatistik werden regelmässig publiziert.
- Die Kostensituation der Abfallentsorgung wird, soweit die öffentliche Hand dafür zuständig ist (im Bereich des Entsorgungsmonopols, insbesondere bei Siedlungsabfällen), gegenüber der interessierten Öffentlichkeit jederzeit offen gelegt.

Ziel 8: Qualitätsstandards, Stand der Technik

- In Produktion und/oder im Konsum entstandene Abfälle werden entweder stofflich verwertet oder energetisch genutzt, wenn die Umwelt dadurch weniger belastet wird als durch eine Beseitigung (Behandlung und Ablagerung).
- Bei der Verwertung und Behandlung von Abfällen sind hohe Standards eingehalten; sie erfolgt nach dem Stand der Technik.
- Die Entsorgungssysteme werden entsprechend dem Stand der Technik weiterentwickelt, mit dem Ziel, schädliche und lästige Wirkungen auf Mensch und Umwelt weiter zu reduzieren.
- Die aus Sekundärrohstoffen hergestellten Produkte erfüllen die vorgegebenen Qualitätsstandards/Normen.



4 Erfolgskontrolle Abfallplanung 2016

4.1 Vorgehen

Die Erfolgskontrolle der Massnahmen aus der Abfallplanung 2016 umfasst die Beurteilung, ob die Massnahmen umgesetzt wurden (Ja, Teilweise, Nein) und ob die gewünschte Wirkung der umgesetzten Massnahme erzielt wurde (Ja, Teilweise, Nein, Unklar). Ergänzt wird die Beurteilung durch eine Begründung, wie bzw. weshalb die Massnahme umgesetzt bzw. nicht umgesetzt wurde und warum allenfalls die Wirkung nicht oder nur teilweise erzielt werden konnte.

Prüfung, ob Massnahmen umgesetzt wurden und ob sie Wirkung erzielt haben

4.2 Massnahmen der Abfallplanung 2016

Im Massnahmenplan der Abfallplanung 2016 wurden gemäss dem damals festgestellten Handlungsbedarf 25 Massnahmen in folgenden Bereichen definiert:

Abfallplanung 2016 mit 25 Massnahmen

Tabelle 2: 25 Massnahmen der Abfallplanung 2016, gegliedert nach Bereichen

Bereiche	Anzahl Massnahmen
B = Bauabfälle	2
A = Ablagerungsstellen für unverschmutzten Aushub	9
I = Deponien Typ B (Inertstoffe)	3
S = Deponien Typ C, D und E (Reststoffe, Schlacke, Reaktorstoffe)	1
D = Gefährdungsabschätzung von Deponien	1
K = Zwischenlager für Grünabfälle	3
G = Geschiebesammlermaterial	2
P = Phosphorrecycling	1
U = Urban Mining	1
M = Strassensammlerschlämme	1
N = Neue Abfallstatistik	1
Summe	25

4.3 Resultate der Erfolgskontrolle

Nachfolgend wird eine Übersicht über die Umsetzung der Massnahmen und die erzielte Wirkung gegeben. Die detaillierten Ergebnisse der Erfolgskontrolle mit Beurteilung für jede einzelne Massnahme mit Begründung befinden sich im separaten Beilagenband.

Übersicht Resultate, Details in Anhang A.5

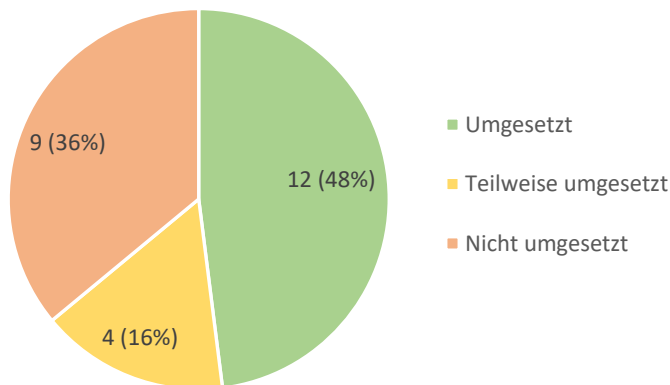


Abbildung 3: Umsetzung der 25 Massnahmen der Abfallplanung 2016 (Umsetzungskontrolle)

Knapp zwei Drittel (16) der 25 Massnahmen der Abfallplanung 2016 wurden vollständig (12) oder teilweise (4) umgesetzt. Hingegen wurde gut ein Drittel (9) der Massnahmen nicht umgesetzt.

Bilanz der Umsetzung der Massnahmen

Die nicht oder nur teilweise umgesetzten Massnahmen stammen aus den Bereichen Bauabfälle (B), Ablagerungsstellen für unverschmutzten Aushub (A), Depo-nien Typ B (I), Zwischenlager für Grünabfälle (K) und Geschiebesammlermaterial (G).

Bereiche mit mangelnder Umsetzung

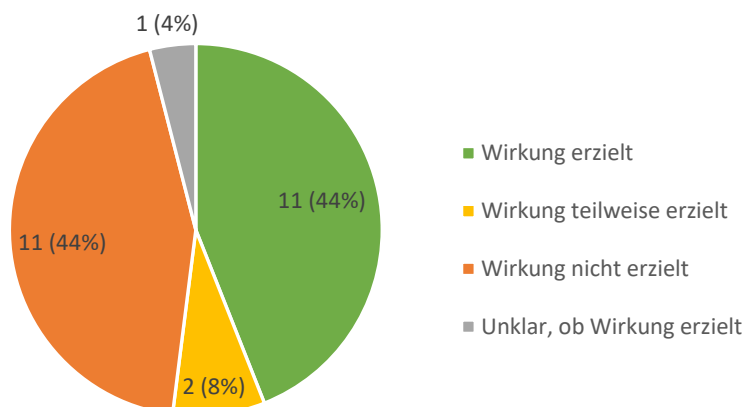


Abbildung 4: Erzielte Wirkung der 25 Massnahmen der Abfallplanung 2016 (Wirkungskontrolle)

Bei 11 der 12 vollständig umgesetzten Massnahmen wurde die gewünschte Wirkung erzielt. Bei 2 vollständig oder teilweise umgesetzten Massnahmen wurde eine Teilwirkung erreicht. Die andern Massnahmen wurden nicht umgesetzt und/oder erzielten keine Wirkung.

Bilanz und Bereiche mit nicht erzielter Wirkung



Tabelle 3 zeigt Umsetzung und Wirksamkeit der Massnahmen der Abfallplanung 2016 nach Bereichen.

Tabelle 3: Umsetzung und Wirksamkeit der Massnahmen der Abfallplanung 2016 nach Bereichen

Bereiche	Anzahl Massnahmen	Massnahmen umgesetzt			Wirkung erzielt			
		Ja	Teilweise	Nein	Ja	Teilweise	Nein	Unklar
B = Bauabfälle	2		1	1		1	1	
A = Ablagerungsstellen für unverschmutzten Aushub	9	4	2	3	4		4	1
I = Deponien Typ B (Inertstoffe)	3	1		2			3	
S = Deponien Typ C, D und E (Reststoffe, Schlacke, Reaktorstoffe)	1	1			1			
D = Gefährdungsabschätzung von Deponien	1	1			1			
K = Zwischenlager für Grünabfälle	3	1	1	1	1	1	1	
G = Geschiebesammlermaterial	2			2			2	
P = Phosphorrecycling	1	1			1			
U = Urban Mining	1	1			1			
M = Strassensammlerschlämme	1	1			1			
N = Neue Abfallstatistik	1	1			1			
Summe	25	12	4	9	11	2	11	1

Massnahmen, die vollständig umgesetzt wurden, gab es in fast allen Bereichen. Bei den Bauabfällen und beim Geschiebesammlermaterial hingegen wurde keine Massnahme vollständig umgesetzt.

In 9 von 11 Bereichen wurden Massnahmen umgesetzt

In fünf Bereichen wurden die Massnahmen nur teilweise umgesetzt oder gar nicht: Bauabfälle, Ablagerungsstellen für unverschmutzten Aushub, Deponien Typ B, Zwischenlager für Grünabfälle und Geschiebesammlermaterial. In diesen Bereichen liegen auch sämtliche Massnahmen, bei denen keine oder nur eine teilweise Wirkung erzielt wurde oder die Wirkung unklar ist.

5 Bereiche mit mangelnder Umsetzung und mangelnder Wirkung

4.4 Fazit

Es gab bei den 25 Massnahmen der Abfallplanung 2016 keine Massnahmen, die für die Umsetzung und Entfaltung der gewünschten Wirkung gänzlich ungeeignet gewesen wären. Sie waren grundsätzlich zielführend.

Massnahmen der Abfallplanung 2016 grundsätzlich geeignet und zielführend

Viele der nicht umgesetzten Massnahmen sind in den Bereichen Bauabfälle, Ablagerungsstellen für unverschmutzten Aushub (Aushubdeponien), Deponien Typ B sowie Geschiebesammlermaterial zu finden. Die Deponieplanung wurde bisher in der Regel in den Regionen durchgeführt; die Planungen erfolgten deshalb mehrheitlich ohne Einbezug des ANU. Bei einigen der nicht umgesetzten Massnahmen war eine Abstimmung unter den Ämtern vorgesehen, die gemäss Angaben des ANU zu wenig konsequent stattgefunden hat.

Zur künftigen Überprüfung der Massnahmenumsetzung ist neu ein regelmässiges Controlling mit Kontrollblatt für diejenigen Massnahmen vorgesehen, die im Verantwortungsbereich des ANU sind.

Künftig Controlling vorgesehen



5 Situationsanalyse der Abfallarten

5.1 Brennbare Siedlungsabfälle

5.1.1 Organisation

a) Zuständigkeiten und Trägerschaften der Siedlungsabfallbewirtschaftung

In der Abfallbewirtschaftung nehmen Kanton, Gemeinden, Abfallbewirtschaftungsverbände und private Unternehmen unterschiedliche Aufgaben wahr.

Zuständigkeiten und Trägerschaften der Siedlungsabfallbewirtschaftung

Die Aufgaben des Kantons in der Abfallbewirtschaftung liegen primär in den Bereichen der übergreifenden Planung, der Überwachung/Kontrolle, der Koordination und Information/Beratung sowie dem Vollzug der eidgenössischen und kantonalen Gesetze und Verordnungen. Der Kanton bzw. das ANU als Fachstelle Abfall ist Bewilligungsbehörde für sämtliche abfallrechtlichen Bewilligungen.

Aufgaben des Kantons

Die Gemeinden sind gemäss Art. 35 des KUSG für die Entsorgung von Siedlungsabfällen, strassenbürtigen Abfällen, Klärschlamm sowie von Abfällen zuständig, deren Inhaber/Inhaberin nicht ermittelt werden kann. Die Gemeinden sind deshalb insbesondere auch zuständig für:

Aufgaben der Gemeinden

- Sammlung der Siedlungsabfälle und Transport zu den Abfallanlagen
- Bau und Betrieb der notwendigen Abfallanlagen
- Einrichtung von Sammelstellen für kleinere Mengen von Sonderabfällen aus Haushalten und Kleingewerbe

Die Gemeinden können diese Aufgaben öffentlich-rechtlichen Körperschaften oder geeigneten privaten Unternehmen übertragen.

Übertragung der Aufgaben auf Dritte

Gemäss Art. 36 KUSG sorgen die Gemeinden dafür, dass verwertbare Anteile von Siedlungsabfällen soweit möglich getrennt gesammelt und verwertet werden. Sie fördern das Verwerten von kompostierbaren Abfällen in Garten, Hof oder Quartier. Sie betreiben soweit möglich und sinnvoll Kompostierungsanlagen für kompostierbare Abfälle, die nicht dezentral kompostiert oder anderweitig umweltverträglich verwertet werden können.

Trennung von verwertbaren Anteilen der Siedlungsabfälle

Die Sammlung und umweltverträgliche Entsorgung bzw. Verwertung der brennbaren Siedlungsabfälle, der Wertstoffe (getrennt gesammelte Siedlungsabfälle) und der Grünabfälle (inkl. Lebensmittelabfälle) liegen teilweise im Verantwortungsbereich der Gemeinden.

Sammlungsverantwortung der Gemeinden für Siedlungsabfälle

Im Kanton Graubünden haben sich die Gemeinden zu sieben regionalen, unterschiedlich grossen Abfallbewirtschaftungsverbänden zusammengeschlossen (vgl. Abbildung 5). Die Aufgabenteilung zwischen den Gemeinden und den regionalen Abfallbewirtschaftungsverbänden ist unterschiedlich festgelegt. In den meisten Fällen ist die regionale Trägerschaft für die Sammlung, den Transport und die Beseitigung des Kehrriechts sowie die Sammlung und den Transport der

Aufgabenteilung zwischen Gemeinden und den regionalen Abfallbewirtschaftungsverbänden



Wertstoffe (Glas, Papier etc.) zuständig. Eine Ausnahme bildet die GEVAG, die ihre Aktivitäten im Wesentlichen auf den Betrieb der KVA Trimmis konzentriert.

In der Region Surselva (RS) ist die Abfallbewirtschaftung als Dienststelle der Region organisiert. Die Abfallbewirtschaftung ist über eine Leistungsvereinbarung zwischen Region und Gemeinden geregelt. Die RS wird im Abfallplanungsbericht aus Gründen der Übersichtlichkeit unter dem Begriff „Abfallbewirtschaftungsverbände“ subsummiert, auch wenn dies organisatorisch nicht korrekt ist.

Abfallbewirtschaftung in der Region Surselva

Die Gemeinde Flims organisiert die Abfallbewirtschaftung selbständig.

Flims

Die Privatwirtschaft übernimmt verschiedene wichtige Aufgaben in der Abfallbewirtschaftung. Zu nennen sind etwa der Kehr- und Sperrgut-Sammel- und Transportdienst, die Sortierung, Verwertung und Entsorgung von Bauabfällen sowie die Sammlung, Sortierung, Weiterleitung und Entsorgung von Sonderabfällen sowie verschiedener Wertstoffe (Glas, Papier, Karton, Metallschrott, Elektro-/Elektronikschrott, Textilien und Schuhe oder sortenreine Kunststoffe).

Aufgaben der Privatwirtschaft

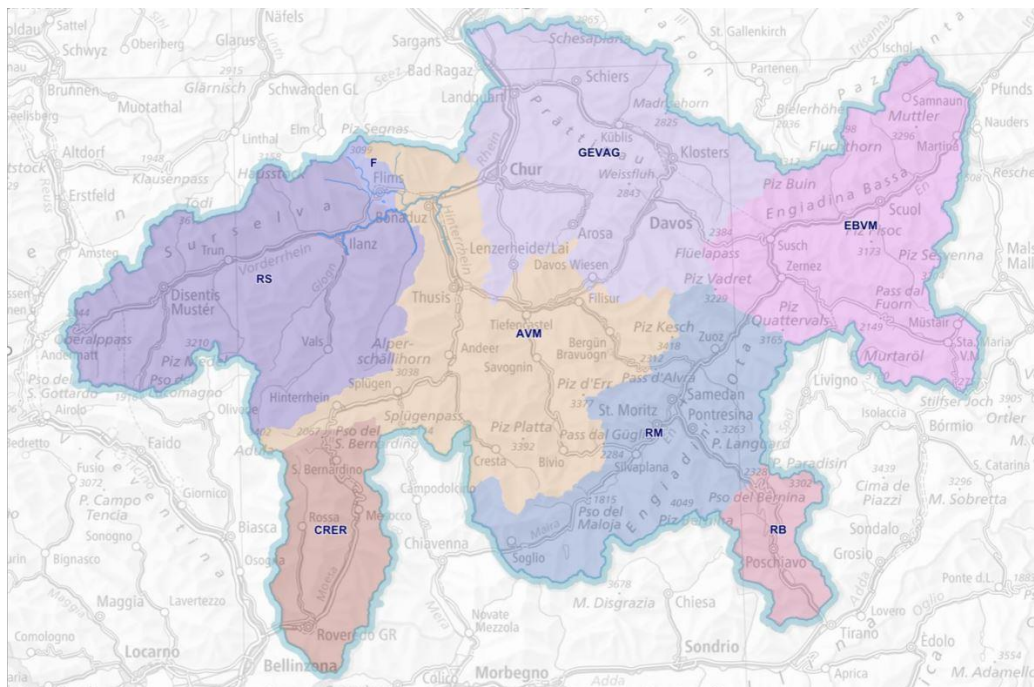


Abbildung 5: Die sieben Abfallbewirtschaftungsverbände des Kantons Graubünden (**GEVAG**: Öffentlich-rechtliche Anstalt GEVAG, **AVM**: Abfallbewirtschaftungsverband Mittelbünden, **RS**: Region Surselva, **RM**: Region Maloja (ehemals ABVO), **EBVM**: Region Engiadina Bassa Val Müstair (ehemals PEB und CDVM; Gemeinde Val Müstair mit eigenständig organisierter Abfallentsorgung), **CRER**: Corporazione dei comuni del Moesano, **RB**: Regione Berrina³. **F**: Flims (die Gemeinde ist nicht in einen Abfallbewirtschaftungsverband eingebunden)

Eine Liste der Gemeinden mit Zugehörigkeit zu den einzelnen Abfallbewirtschaftungsverbänden ist im separaten Beilagenband enthalten.

³ Die Gemeinden Brusio und Poschiavo waren 2019 im Abfallbewirtschaftungsverband Regione Berrina (RB) organisiert, agieren mittlerweile aber selbständig.



Tabelle 4: Strukturdaten in den sieben Abfallbewirtschaftungsverbänden, 2019

Verband	Strukturdaten 2019						
	Anzahl Gemeinden	Einwohner- de 2019	Logiernächte 2019	Logier- nächte/100	Einwohner- Einheiten EE 2019*	Tourismus- anteil** [%]	Anteil EE an GR [%]
GEVAG (Plessur, Imboden, Prättigau/Davos, Landquart)	26	96'723	2'064'512	20'645	117'368	17.6	46.7
AVM (Viamala, Albula)	33	37'432	264'809	2'648	40'080	6.6	15.9
RS (Surselva)	15	21'289	481'881	4'819	26'108	18.5	10.4
Flims	1	2'912	199'743	1'997	4'909	40.7	2.0
RM (Maloja)	12	18'184	1'632'903	16'329	34'513	47.3	13.7
EBVM (Engiadina bassa, Val Müstair)	5	9'191	532'364	5'324	14'515	36.7	5.8
RB (Bernina)	2	4'613	57'806	578	5'191	11.1	2.1
CRER (Moesano)	12	8'671	21'998	220	8'891	2.5	3.5
TOTAL	106	199'015	5'256'016	52'560	251'575		100

* Einwohnereinheiten = Einwohnerde + (Logiernächte/100)

** Tourismusanteil = 100 / Einwohnereinheiten * (Logiernächte/100)

Die Logiernächte umfassen heute nur noch die Hotel- und Kurbetriebe. Diese machen geschätzt etwa die Hälfte der früher mit erfassten Ferienwohnungen und Kollektivunterkünfte (Parahotellerie) aus. Die Berechnung der Einwohnereinheiten (EE) wurde deshalb im Vergleich mit der Abfallplanung 2016, wo die Parahotellerie noch enthalten war, entsprechend angepasst.

Logiernächte heute ohne Parahotellerie

b) Transport der Siedlungsabfälle

Für den Transport der Abfälle müssen aufgrund der dezentralen Siedlungsstruktur in den meisten Regionen grosse Distanzen zu den Abfallanlagen zurückgelegt werden. Der Transport der Siedlungsabfälle über grössere Distanzen soll nach Art. 34 KUSG mit der Bahn erfolgen, wenn dies wirtschaftlich ist und die Umwelt dadurch weniger belastet wird als durch andere Transportmittel. Die brennbaren Siedlungsabfälle werden über Kehrrichtumladestationen (ULS) in Container umgeladen und ab dort per Bahn im kombinierten Transport Bahn/Strasse oder ausschliesslich per Strasse befördert.

Transport per Bahn

Die Umladestationen (ULS) des Kantons Graubünden befinden sich an folgenden Standorten:

Umladestationen für den Umschlag auf die Bahn

- ULS in **Davos**, mit Bahnanschluss: **Bahntransport**
- ULS in **Arosa**, mit Bahnanschluss: **Bahntransport**
- ULS Unterrealta des AVM in **Cazis**: **Strassentransport**
- ULS Plaun Grond der RS in **Rueun**, Bahnanschluss in Salavras, Rueun: **Mehrheitlich Bahn-/teilweise Strassentransport**
- ULS Cho d'Punt der RM in **Samedan**, mit Bahnanschluss: **Bahntransport** (seit 1. Januar 2021 zur KVA Trimmis)
- ULS **Scuol** der Region EBVM, mit Bahnanschluss: **Bahntransport**
- ULS **Val Müstair**: Strassentransport der Abrollcontainer ab Sammelstelle Sot Graveras und Bahnumschlag am Bahnhof Zernez: **Strassentransport und Bahntransport**
- Gemeinde Brusio: **Bahntransport**



Nur die von Davos und Arosa angelieferten Transportbehälter können direkt von der Bahn in den Bunker der KVA Trimmis entleert werden. Bei den anderen Umladestationen wird der kombinierte Güterverkehr angewendet. Die Container werden per Lastwagen zur Bahn gebracht, auf die Bahn umgeladen, transportiert, abgeladen und in einem kurzen Nachtransport per Strasse zur KVA Trimmis gefahren.

Die brennbaren Siedlungsabfälle werden gemäss Zuweisung im kantonalen Umweltschutzgesetz und den vom Regierungsrat genehmigten Ausnahmen, Art. 31 und 32 KUSG aus fast allen Abfallbewirtschaftungsverbänden in der KVA Trimmis behandelt. Die RM liefert ihre Siedlungsabfälle seit 1. Januar 2021 ebenfalls an die KVA Trimmis (davor zur KVA Linth, GL). Der CRER (Moesano) liefert seine Abfälle weiterhin in die ICTR Giubiasco (TI), was aufgrund der geografischen Ausrichtung Richtung Süden ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll ist und von der Regierung des Kantons Graubünden im Sinne von Art. 32 KUSG genehmigt worden ist.

Alle Verbände liefern an KVA Trimmis, ausser die Region Moesa

Die Abfallbewirtschaftungsverbände verfügen über zehnjährige Verträge mit der KVA Trimmis, die mit Ausnahme desjenigen der RM (Region Maloja) bald erneuert werden müssen.

Verträge mit KVA Trimmis und ICTR Giubiasco

c) Finanzierung der Siedlungsabfallentsorgung

Die Gemeinden bzw. die Abfallbewirtschaftungsverbände erheben nach Massgabe des Bundesrechts für die Entsorgung der Siedlungsabfälle kostendeckende und verursachergerechte Gebühren (Art. 32a USG, Art. 37 KUSG). Die Kehrichtsackgebühr ist in allen Gemeinden des Kantons Graubünden eingeführt und wird meist in Kombination mit einer Grundgebühr erhoben.

Gebühren nach Volumen und Anteil Grundgebühr

Gemäss Art. 47 KUSG leistet der Kanton Beiträge an den Bahntransport von Siedlungsabfällen ab den jeweiligen Umschlagstationen zur Abfallverbrennungsanlage in Trimmis. Die Höhe der einzelnen Beträge hängt ab von der Menge der transportierten Abfälle und der Distanz zwischen Umschlagstation und Abfallverbrennungsanlage. Die Regierung legt die Beiträge fest und regelt das Beitragsverfahren.

Finanzielle Beiträge des Kantons an Bahntransportkosten

Die KUSV regelt in Art. 24-26 die Beiträge des Kantons an Bahntransporte zuhanden der Abfallbewirtschaftungsverbände im Detail. Unterschiedliche Aufwendungen der Gemeinden für Sammlung und Transport der Siedlungsabfälle werden in einzelnen Verbänden verbandsintern ausgeglichen.

d) Abfallkategorien und Einzugsgebiete

Unter den brennbaren Siedlungsabfällen werden Kehricht und Sperrgut zusammengefasst.

Abfallkategorien

Für die Entsorgung von brennbaren Siedlungsabfällen gibt es vorgegebene Einzugsgebiete. Die Gemeinden des Verbands CRER (Moesano) sind der Kehrichtverbrennungsanlage ICTR Giubiasco (TI) zugewiesen, die übrigen Gemeinden

Einzugsgebiete



des Kantons Graubünden der KVA Trimmis (wobei zu erwähnen ist, dass die Gemeinden des Abfallbewirtschaftungsverbands RM im Bezugsjahr 2019 ihre brennbaren Siedlungsabfälle noch an die KVA Linth im Kanton Glarus geliefert haben).

5.1.2 Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019

Unter den brennbaren Siedlungsabfällen werden Kehricht/Sperrgut aus Haushalten und Betrieben (kommunale Sammlung) und Direktanlieferungen aus Industrie und Gewerbe (Marktkehricht) zusammengefasst.

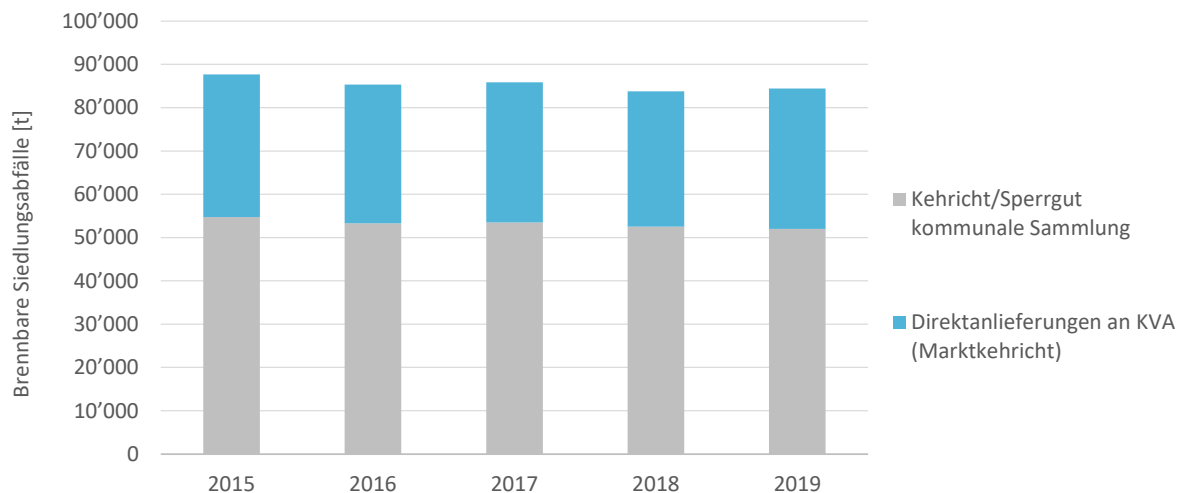


Abbildung 6: Mengenentwicklung brennbare Siedlungsabfälle, 2015-2019

Die Gesamtmengen an brennbaren Siedlungsabfällen nahmen im Zeitraum 2015-2019 mit geringen Schwankungen leicht ab, von 87'700 t (2015) auf 84'500 t (2019; -4%), jedoch nicht signifikant. Die Anteile kommunale Sammlung (ca. 62%) und Marktkehricht (ca. 38%) blieben stabil.

Mengen leicht rückläufig

Abfallbewirtschaftungsverband	Kehricht/Sperrgut kommunale Sammlung	Direktanlieferungen an KVA (Marktkehricht)	Summe brennbare Abfälle
GEVAG (Plessur, Imboden, Prättigau/Davos, Landquart)	25'828	31'701	57'529
AVM (Viamala, Albula)	6'177	205	6'382
RS (Surselva)	5'794	149	5'943
Flims	1'026	75	1'101
RM (Maloja)	7'426	314	7'740
EBVM (Engiadina bassa, Val Müstair)	3'002	keine Daten verfügbar	3'002
RB (Bernina)	939	keine Daten verfügbar	939
CRER (Moesano)	1'821	keine Daten verfügbar	1'821
TOTAL	52'013	32'444	84'457

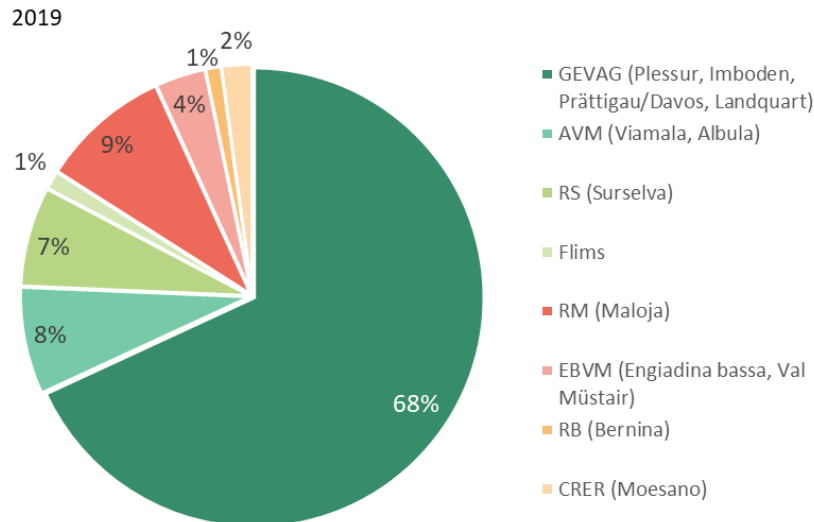


Abbildung 7: Mengen (Kehricht/Sperrgut kommunale Sammlung sowie Direktanlieferungen an KVA (Marktkehricht)) und Anteile brennbarer Siedlungsabfälle aus den Verbänden, 2019 (gemäss Angaben der Verbände)

Insgesamt wurden 2019 aus dem Kanton Graubünden 84'500 t brennbare Siedlungsabfälle an 3 KVA geliefert: an die KVA Trimmis, die KVA Linth (GL) und die ICTR in Giubiasco (TI). Aus der kommunalen Sammlung der sieben Abfallbewirtschaftungsverbände und Flims stammten rund 52'000 t (62%), als Marktkehricht wurden 32'500 t (38%) direkt an die KVA Trimmis angeliefert. Der Marktkehricht stammt mehrheitlich aus den Gebieten der Abfallbewirtschaftungsverbände GEVAG sowie AVM, RS und RM (der weitaus grösste Teil stammt dabei aus dem Gebiet der GEVAG). Die Marktkehrichtmengen aus den übrigen Abfallbewirtschaftungsverbänden sind nicht bekannt, jedoch erwartungsgemäss gering.

Anteile kommunale Sammlung
und Marktkehricht aus den Ver-
bänden

Der grösste Mengenanteil von brennbaren Siedlungsabfällen stammt aus dem Verbandsgebiet der GEVAG (68%), gefolgt von RM (9.2%), RS (8.3%) und AVM (7.6%).

Mengenanteile brennbare Sied-
lungsabfälle aus Verbänden

5.1.3 Künftige Mengenentwicklung 2020-2029

Die Prognose für die brennbaren Siedlungsabfälle ist in Abbildung 8 dargestellt.

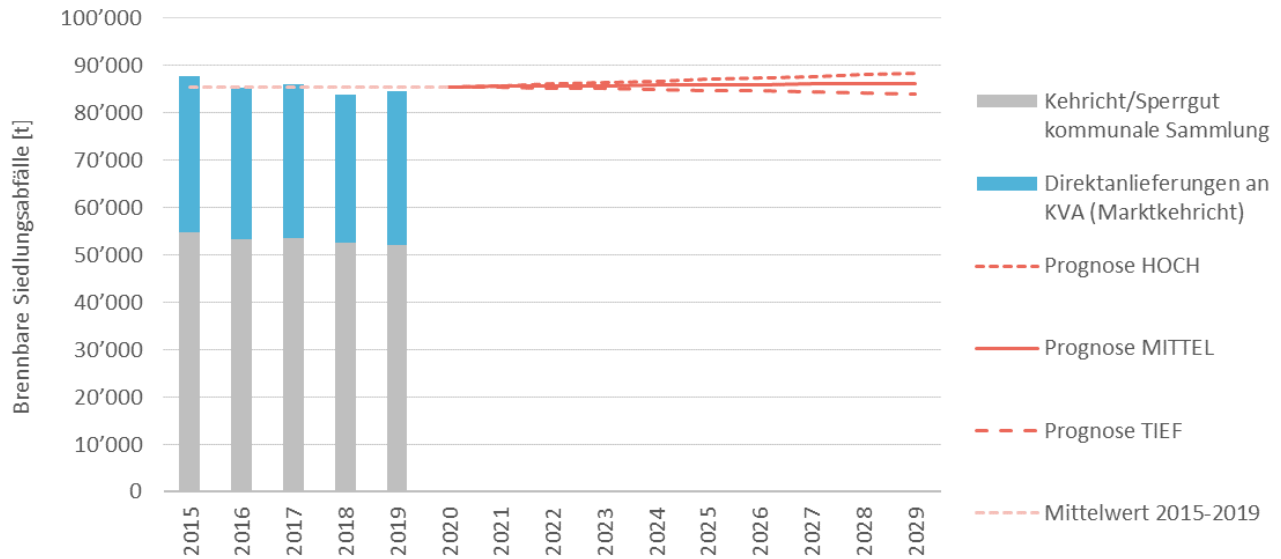


Abbildung 8: Mengenentwicklung brennbare Siedlungsabfälle, Prognose bis 2029

Die Prognose 2020-2029 für die brennbaren Siedlungsabfälle basiert auf den Bevölkerungsszenarien des Bfs (Prognose HOCH, MITTEL (Referenzszenario), TIEF) für den Kanton Graubünden. Dabei startet die prognostizierte Entwicklung beim Mittelwert der Jahre 2015-2019 (85'431 t), da die leichte Abnahme der Menge an brennbaren Siedlungsabfällen in den vergangenen Jahren nicht als signifikant zu betrachten ist. Das Bevölkerungsszenario Referenz (Prognose MITTEL) geht von einem Wachstum von <0.1% pro Jahr aus. Entsprechend gering ist die erwartete Entwicklung der brennbaren Siedlungsabfälle bis 2029. Der berechnete Wert für 2029 beträgt für das Referenzszenario (Prognose MITTEL) 86'101 t brennbare Siedlungsabfälle.

5.1.4 Anlagekapazitäten und Stand der Technik

Seit 1975 betreibt die GEVAG in Trimmis eine KVA mit Rostfeuerung. 1990 wurden die zwei alten Ofenlinien durch eine Anlage mit Wärmeverwertung und weitergehender Rauchgasreinigung mit einer Kapazität von ca. 50'000 t/Jahr ersetzt. 1999 kam die DeNOx-Anlage hinzu. 2005 wurde die Ersatzofenlinie mit ca. 65'000 t Kapazität in Betrieb genommen. 2007 erfolgte die Mengenanpassung auf 125'000 t/Jahr (bewilligte maximale Kapazität) bzw. 95'000 t/Jahr (verbandsintern festgelegte Limite). 2010 wurde der Rauchgaswäscher der älteren Ofenlinie 1 ersetzt. 2010/2011 wurden der Abfallbunker vergrössert und die Logistik angepasst sowie die Zentrale für Heisswasser der Fernwärme Chur Nord erstellt.

Technische Anpassungen der KVA
Trimmis 1990-2011

In den folgenden Jahren wurden die Fernwärmenetze weiter ausgebaut bzw. neue erschlossen (Erweiterung Chur, Trimmis, Zizers, Landquart sowie weitere)

Technische Anpassungen der KVA
Trimmis seit 2012



und 2017 ein Gesamtkonzept Energieversorgung und Redundanz Fernwärme/ Prozessdampf erarbeitet. Es erfolgten weitere technische Instandsetzungen und Sanierungen der Anlagen, z.B. 2010-2013 Instandsetzung Ofenlinie 1, 2016/ 2018 Erneuerung und Optimierung des Schlackenverlads, 2019 Inbetriebnahme einer Kammerfilterpresse für die Hydroxidschlämme, Ersatz der Durchlaufneutralisation und Sanierung Rauchgaswäscher Ofenlinie 2.

Ende 2020 hat die GEVAG entschieden, den Schlackenausstrag vom Nass- auf das Trockenverfahren umzustellen. Damit verbunden ist die externe Aufbereitung und Metallentfrachtung der Schlacke durch die ZAV Recycling AG in Hinwil. Die aufbereitete Schlacke wird letztlich auf der Schlackendeponie in Unterrealta abgelagert.

Die KVA Trimmis betreibt eine saure Filteraschenwäsche. Diese ist Voraussetzung für die Hydroxidschlammaufbereitung und Metallentfrachtung, welche künftig in der Schweiz betrieben werden soll (Projekt SwissZinc, vgl. Kap. 2.4.6). Dadurch wird die Rückgewinnung von hochwertigem Zink, Blei, Kupfer, Cadmium und von Gips ermöglicht.

Mit diesen laufenden technischen Anpassungen wird die KVA Trimmis entsprechend dem aktuellen Stand der Technik betrieben werden.

Stand der Technik eingehalten

Die Kapazität der KVA Trimmis ist genügend gross, um sämtliche im Kanton Graubünden anfallenden Siedlungsabfälle entgegen nehmen zu können. Dies zeigt die folgende Tabelle zu den Anlieferungsmengen brennbarer Abfälle, u.a. Siedlungsabfälle aus dem Kanton Graubünden, an die KVA Trimmis.

Kapazität der KVA Trimmis genügend gross

Tabelle 5: Anlieferungsmengen brennbarer Abfälle an die KVA Trimmis, 2019 (Quelle: Jahresbericht KVA Trimmis [11])

Anlieferungen brennbare Abfälle an KVA Trimmis	Menge 2019 (t)	Anteil (%)
Aus kommunalen Sammlungen (ohne RM und CRER)	47'463	42.9
Direktanlieferungen (Gewerbe, Industrie, Private)	32'444	29.3
Summe brennbare Siedlungsabfälle aus dem Kanton Graubünden	79'907	72.2
Aus der übrigen Schweiz	3'400	3.1
Aus dem Ausland	15'662	14.2
Summe brennbare Siedlungsabfälle ausserkantonale	19'062	17.2
Sonderabfälle GR	1'584	1.4
Andere kontrollpflichtige Abfälle GR	38	0.0
Summe Sonderabfälle und andere kontrollpflichtige Abfälle	1'622	1.5
Biomasse (Laub Strassenreinigung, Astwerk, Neophyten, Altholz)	10'054	9.1
Summe Biomasse	10'054	9.1
TOTAL	110'645	100.0

RM: Region Maloja CRER: Corporazione dei comuni del Moesano

2019 wurden in der KVA Trimmis 110'600 t brennbare Siedlungsabfälle und andere brennbare Abfälle angenommen und verbrannt (2014: 106'000 t).

In KVA Trimmis verbrannte Abfälle



Die brennbaren Siedlungsabfälle machten 72% der verbrannten Menge aus; ca. 47'500 t (43%) stammen aus kommunalen Sammlungen der Bündner Abfallbewirtschaftungsverbände (ohne RM und CRER⁴) und 32'400 t (29%) sind Direktanlieferungen von brennbaren Abfällen aus Industrie und Gewerbe sowie von Privaten).

Verbrannte Siedlungsabfälle aus dem Kanton Graubünden

Die Mengen aus den kommunalen Sammlungen des Kantons Graubünden, die gemäss Jahresbericht der GEVAG in der KVA Trimmis verbrannt worden sind (vgl. Tabelle 5) stimmen nicht genau mit den Mengenangaben der Abfallbewirtschaftungsverbände (vgl. Abbildung 7) überein. Dies ist teilweise auf Weiterleitungen von der KVA Trimmis an andere KVA im Verbund thermischer Verwertungsanlagen Ostschweiz (VTV) während Revisionen, Kapazitätsengpässen etc. zurückzuführen

Vergleich Angaben der KVA Trimmis und der Abfallbewirtschaftungsverbände

Die brennbaren Siedlungsabfälle aus der übrigen Schweiz (3'400 t; 3%) stammen aus der Ostschweiz, primär aus dem Kanton St. Gallen. Gemäss Geschäftsbericht der GEVAG 2019 [11] wurden davon 1'400 t im Sinne einer Aushilfe unter den Anlagen des Verbunds thermischer Verwertungsanlagen Ostschweiz (VTV) angenommen.

Verbrannte Siedlungsabfälle aus der übrigen Schweiz

Aus dem Ausland wurden insgesamt 15'600 t (14%) angeliefert (ca. 9'200 t aus Italien, 5'900 t aus Österreich und ca. 500 t aus Süddeutschland); somit rund 2'000 t mehr als 2014.

Verbrannte Siedlungsabfälle aus dem Ausland

Mit 10'100 t (9%) Biomasse (Laub aus der Strassenreinigung, Astwerk, Neophytenmaterial und Altholz) wurde 2019 eine doppelt so hohe Menge wie 2014 verbrannt.

Verbrannte Biomasse

Die Menge verbrannter Sonderabfälle und anderer kontrollpflichtiger Abfälle war mit 1.5% Anteil (ca. 1'600 t) vergleichsweise gering.

Verbrannte Sonder- und andere Abfälle

Im Jahr 2019 wurden gemäss Geschäftsbericht der GEVAG 2019 [11] 35'860 MWh thermische Energie als Prozessdampf an die Papierfabrik in Landquart sowie zwei Unternehmen im Lebensmittelbereich geliefert. 81'567 MWh thermische Energie wurden als Heisswasser in mehrere Fernwärmenetze eingespiessen (u.a. Chur, Trimmis, Zizers, Landquart). 2019 wurden 58'638 MWh elektrische Energie abgegeben. Die Fernwärmenetze werden laufend ausgebaut, womit künftig noch vermehrt Energie aus Abfällen zur Erzeugung von Wärme und Strom genutzt sowie als Prozessdampf direkt in der Industrie eingesetzt werden kann. Dem Anliegen gemäss Art. 4 lit. f VVEA, die Energie aus Abfällen zu nutzen, kann so zunehmend entsprochen werden.

In der KVA Trimmis produzierte thermische und elektrische Energie

5.1.5 Vermeidungs- und Verwertungspotenziale

Das grösste Vermeidungspotenzial im Bereich der brennbaren Siedlungsabfälle wird heute allgemein im Bereich der Lebensmittelabfälle (Food Waste) geortet.

Vermeidungspotenzial

⁴ RM lieferte bis Ende 2020 ihre brennbaren Siedlungsabfälle in die KVA Linth. Die brennbaren Siedlungsabfälle des CRER (Moesano) werden in der ICTR in Giubiasco verbrannt.



Diese Thematik wird im Kapitel 0 (Grünabfälle inkl. Lebensmittelabfälle) abgehandelt.

Verwertungspotenziale beschränken sich bei den Siedlungsabfällen auf die noch konsequentere Abtrennung verwertbarer Anteile aus dem Kehricht in den Haushalten. Dies trifft insbesondere auf die Grünabfälle inkl. Lebensmittelabfälle zu, deren Anteile im Kehrichtsack schweizweit durchschnittlich 32% betragen (knapp die Hälfte davon, ca. 15%, ist dabei auf Food Waste zurückzuführen [12]). Gemäss einer im Juli 2022 publizierten Studie der Stadt Basel sind es sogar gut 20% [36]. Dieses Verwertungspotenzial wird ebenfalls in Kapitel 5.3 thematisiert. Weitere Anteile im Kehrichtsack mit gut nutzbarem Verwertungspotenzial sind Papier, Karton und Glas (vgl. [12]).

Verwertungspotenzial

5.1.6 Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf

Nachfolgend wird für die brennbaren Siedlungsabfälle anhand der Situationsanalyse die Zielerfüllung für die Ziele 1 bis 8 beurteilt und der Handlungsbedarf abgeleitet. Je nach Zielerfüllung gibt es Handlungsbedarf, teilweisen Handlungsbedarf oder keinen (Ja, Teilweise, Nein). Bei bestehendem oder teilweisem Handlungsbedarf werden in der Regel Massnahmen definiert.

Tabelle 6: Brennbare Siedlungsabfälle: Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung sowie Handlungsbedarf

Ziele	Brennbare Siedlungsabfälle: Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung	Handlungsbedarf
Ziel 1: Eigenverantwortlichkeit und fairer Wettbewerb	Die Gemeinden bzw. Verbände nehmen die ihnen zugewiesene Verantwortung in der Entsorgung der brennbaren Siedlungsabfälle wahr. Sie bieten die gesetzlich vorgegebene Sammlung an. Die Kehrichtsammlungen werden in der Region Surselva regelmässig (und auch nach ökologischen Kriterien) öffentlich ausgeschrieben. In den übrigen Verbänden und Gemeinden ist dies noch nicht der Fall, obwohl die Submissionsgesetzgebung dies ab einem bestimmten Schwellenwert vorschreibt.	Teilweise
Ziel 2: Optimierte Entsorgungssicherheit und Kapazitäten für Abfallanlagen und Deponien	Die Entsorgungssicherheit der KVA Trimmis als Hauptentsorgungsort für die brennbaren Siedlungsabfälle ist gegeben. Die GEVAG sorgt für eine sichere Entsorgung und hält die notwendigen Kapazitäten für die im Kanton entstandenen brennbaren Siedlungsabfälle vor. Sie organisiert die Annahme von Marktkehricht und nimmt weitere Abfälle aus anderen Kantonen und dem Ausland entgegen, um die Anlage optimal auszulasten. Sie übernimmt auch Aushilfslieferungen, um damit bei Bedarf selbst Aushilfe in Anspruch nehmen zu können.	Nein
Ziel 3: Abfallvermeidung	Die Abfallvermeidung bei den brennbaren Siedlungsabfällen ist durch die Gemeinden/Verbände nicht beeinflussbar. Die Bevölkerung selbst muss in der Abfallvermeidung engagiert sein.	Nicht anwendbar
Ziel 4: Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung	Schadstoffe werden durch die Abfallsammlung und die Verbrennung in der KVA aus dem Kreislauf ausgeschleust und entsorgt.	Nein
Ziel 5: Primär- und Sekundärrohstoffe	Nicht relevant, da es sich bei den brennbaren Siedlungsabfällen um eine thermische Behandlung handelt (kein Bezug zur Verwendung von Rohstoffen).	Nicht anwendbar
Ziel 6: Effizienz und Effektivität, Optimierung	a) Der Kehrichtsack enthält wesentliche Anteile von Wertstoffen wie Papier und Karton, Glas und Metalle, die separat gesammelt und verwertet werden könnten. b) Die thermische Behandlung von Kehricht erfolgt in einer Anlage gemäss Stand der Technik; die Gewinnung von Energie ist gegeben. Die Nettoenergieeffizienz der KVA Trimmis lag 2019 mit 58% über der Mindestanforderung gemäss VVEA von 55%, welche	Ja Nein



	ab 2026 gilt. Die Nettoenergieeffizienz lag 2019 unterhalb des Durchschnitts der anderen KVA der Schweiz (66%).	
	c) Die Sammlung von Kehrriecht wird - mit Ausnahme der Region Surselva - nicht regelmässig ausgeschrieben, und die Sammellogistik ist nicht überall über die Gemeindegrenzen hinweg optimiert. Die Kehrriichtsammung ist somit umwelt- und kostenmässig nicht optimiert.	Ja
Ziel 7: Information und Transparenz, klare Entsorgungswege	Die Gemeinden/Verbände verfügen über Homepages und Informationsmaterial (u.a. Abfallkalender), über welche die Bevölkerung über die Entsorgungsvorgaben und -termine für brennbare Siedlungsabfälle ausreichend informiert ist. Die Gebühren für die Entsorgung (wie auch die Annahmepreise der KVA Trimmis) sind klar und offen deklariert. Die Entsorgungswege für brennbare Siedlungsabfälle sind bekannt. Die GEVAG und der AVM publizieren ihre Jahresberichte auf ihren Homepages, die anderen Abfallbewirtschaftungsverbände nicht.	Nein
Ziel 8: Qualitätsstandards, Stand der Technik	In den gesetzlich vorgeschriebenen Ausschreibungen der Kehrriichtsammungen müssen zur Zielerreichung hohe Standards vorgegeben, d.h. beispielsweise bei den Sammelfahrzeugen abgasarme/CO ₂ -neutrale Antriebe vorgeschrieben werden.	Ja
Handlungsbedarf:	<div>Ja (Massnahmen nötig)</div> <div>Teilweise (Massnahmen ggf. nötig)</div> <div>Nein (Keine Massnahmen nötig)</div> <div>Nicht anwendbar / nicht bestimmbar</div>	

5.1.7 Massnahmen

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Brennbare Siedlungsabfälle			
BS-1	Regelmässiges Ausschreiben der Kehrriecht/ Sperrgutsammlungen, mit Forderung nach abgasarmen/CO ₂ -neutralen Antrieben der Sammelfahrzeuge	Verbände und Gemeinden (ausgenommen ist RS)	1, 6 c), 8
BS-2	Optimieren der Sammellogistik über die Gemeindegrenzen hinweg durch Einführen gemeindeübergreifender Sammlungen mit gemeinsamer Ausschreibung und Forderung nach abgasarmen/CO ₂ -neutralen Antrieben der Sammelfahrzeuge	Benachbarte Gemeinden gemeinsam (ausgenommen ist RS)	6 c)
BS-3	Sensibilisieren der Bevölkerung bezüglich der Wertstoffe Papier/Karton, Glas, Metalle sowie Grünabfälle und Lebensmittelabfälle, die unnötigerweise im Kehrriichtsack landen, über Fehlwürfe/Fremdstoffe in Wertstoff- und Grünabfallsammlungen. Die Sensibilisierung erfolgt über verschiedene Kanäle, mit dem Ziel erhöhter Wertstoffsammelmengen, geringerer Fremdstoffanteile sowie erhöhtem Erlös für die Wertstoffe	Verbände	6 a)



5.2 Getrennt gesammelte Siedlungsabfälle (Wertstoffe)

5.2.1 Organisation

Bei den Wertstoffen werden folgende separat gesammelten Siedlungsabfälle aus den kommunalen Sammlungen zusammengefasst:

- Papier/Karton
- Glas
- Alu/Stahlblech
- Metalle gemischt

Abfallkategorien

Die Wertstoffsammlungen werden durch die Gemeinden bzw. die Verbände organisiert.

Organisation durch Gemeinden/Verbände

Neben den kommunalen Wertstoffsammlungen (in der Regel unbediente Sammelstellen mit Containern) gibt es im Kanton Graubünden auch rund 35 Schrottsammel- und Recyclingplätze (mit abfallrechtlicher Bewilligung), an die verschiedenste Abfälle und Wertstoffe angeliefert werden. Dabei handelt es sich um Altmetal-Recyclinganlagen, Sortieranlagen für I+G-Abfälle, Elektronikschrott-Recyclinganlagen und Altfahrzeugverwertungsanlagen, an welche verschiedene Metallabfälle (Eisenmetalle, Bundmetalle, Metallmischschrott aus Haushalten, Alu/Stahlblech), Schreddermaterial (Altfahrzeuge, Fahrräder etc.), Altreifen, Papier und Karton, elektrische und elektronische Geräte (inkl. Kühlschränke) sowie Altkabel angeliefert werden. Die angelieferten Mengen stammen aus Haushalten oder aus Industrie- und Gewerbebetrieben.

Schrottsammel- und Recyclingplätze von privaten Unternehmen

Zudem nehmen die grösseren Schrottplätze Produktionsabfälle (z.B. Metalle) aus Industrie- und Gewerbebetrieben sowie Materialien aus dem Bahnunterhalt (Gleisschwellen, Gleise etc.) an. Diese Mengen sind in der kommunalen Abfallstatistik nicht enthalten, werden aber von den Betrieben erfasst und dem Kanton zur Verfügung gestellt. Diese Menge bewegte sich 2019 in der Grössenordnung von ca. 130'000 t. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein Teil der Mengen bereits in der kommunalen Statistik enthalten und somit doppelt erfasst ist. Wie gross der Anteil der Doppelzählungen ist, ist nicht bekannt.

Neben den kommunalen Sammlungen gibt es im Kanton Graubünden somit mehrere Abgabemöglichkeiten/Sammelplätze für Metallschrott und Wertstoffe. Diese werden in der Regel durch private Unternehmen betrieben. Erst wenige Gemeinden betreiben einen gemeindeeigenen Recyclinghof oder lassen einen solchen im Auftrag durch private Unternehmen betreiben.

Meist kein gemeindeeigener Recyclinghof vorhanden

Für die Verwertung von getrennt gesammelten Siedlungsabfällen (Wertstoffe) gibt es keine vorgegebenen Einzugsgebiete; die Gemeinden/Verbände sind frei, die Verwertungsanlagen zu wählen.

Keine Einzugsgebiete



5.2.2 Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019

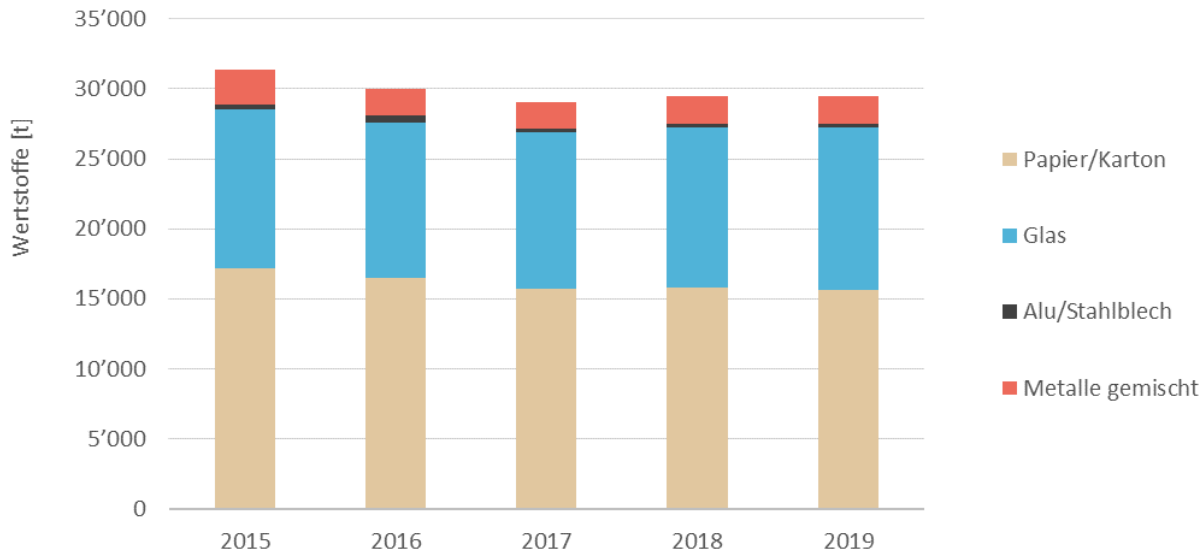


Abbildung 9: Mengenentwicklung getrennt gesammelte Siedlungsabfälle (Wertstoffe), 2015-2019 (ohne Mengen, die über private Schrott- und Recyclingplätze abgewickelt werden).

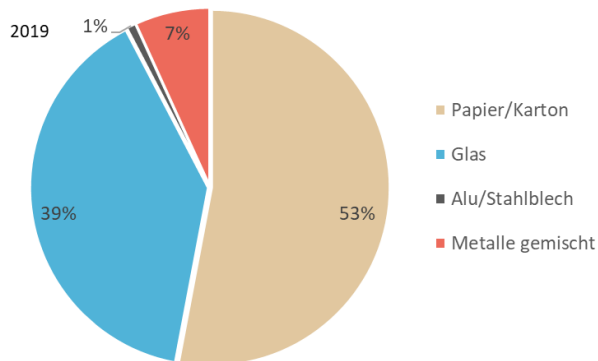


Abbildung 10: Anteile der getrennt gesammelten Siedlungsabfälle (Wertstoffe), 2019 (ohne Mengen, die über private Schrott- und Recyclingplätze abgewickelt werden).

Die Mengenentwicklung der getrennt gesammelten Siedlungsabfälle (Wertstoffe; Abbildung 9) war von 2015-2017 leicht rückläufig und blieb dann stabil bei etwa 29'000t (2019). Den grössten Anteil der Wertstoffe (Abbildung 10) machten 2019 Papier/Karton aus (15'600 t; 53%), gefolgt von Glas (11'600 t; 39%). Deutlich geringer waren die Mengenanteile bei den gemischten Metallen (2'000 t; 7%) und bei Alu/Stahlblech (250t; 1%).

Der Anteil Papier/Karton hat von 2015-2019 um 1.8% abgenommen, der Anteil Metalle gemischt um 1.2%, der Anteil Alu/Stahlblech um 0.3%. Gestiegen ist hingegen der Anteil Glas (+3.3%).

Rückgänge von Papier/Karton, Metalle gemischt und Alu/Stahlblech. Zunahme bei Glas.



Würde Papier separat betrachtet, würde wohl ein grösserer Rückgang resultieren; dieser wäre zurückzuführen auf das veränderte Leseverhalten mit einer Abnahme von Printmedien und einer Zunahme des Konsums elektronischer Medien. Bei separater Betrachtung von Karton hingegen wäre wohl - aufgrund des gestiegenen Versandhandels - eine etwas höhere Zunahme sichtbar. Insgesamt resultiert die beschriebene Mengenabnahme beim Papier/Karton.

Papier und Karton mit gegenläufigen Trends

Beim Alu/Stahlblech wird vermutet, dass eine höhere Sammelmenge durch die Reduktion des spezifischen Gewichts bei Aludosen und Stahlblechbüchsen weitgehend aufgehoben wird.

Sammelmenge Alu/Stahlblech zunehmend, spezifisches Gewicht abnehmend

Bei Glas hat das spezifische Gewicht über die Jahre deutlich abgenommen; rund 40% innert 10 Jahren, während die Sammelmenge von Glasflaschen zugenommen hat. Die beiden gegenläufigen Trends ergeben zusammen die beschriebene Zunahme der Glasmenge um 3.3%.

Glassammelmenge zunehmend, spezifisches Gewicht von Glas abnehmend

Tabelle 7: Getrennt gesammelte Siedlungsabfälle (Wertstoffe) nach Verbänden, 2019

Verband	Papier/Karton	Glas	Alu/Stahlblech	Metalle gemischt	Summe Wertstoffe
GEVAG (Plessur, Imboden, Prättigau/Davos, Landquart)	6'513	4'646	123	953	12'235
AVM (Viamala, Albula)	2'459	2'184	8	619	5'270
RS (Surselva)	1'733	1'273	52	167	3'225
Flims	253	322	0	51	626
RM (Maloja)	2'194	1'768	47	0	4'009
EBVM (Engiadina bassa, Val Müstair)	1'164	714	0	70	1'948
RB (Bernina)	541	280	22	97	940
CRER (Moesano)	755	421	0	37	1'213
TOTAL	15'612	11'608	252	1'994	29'466

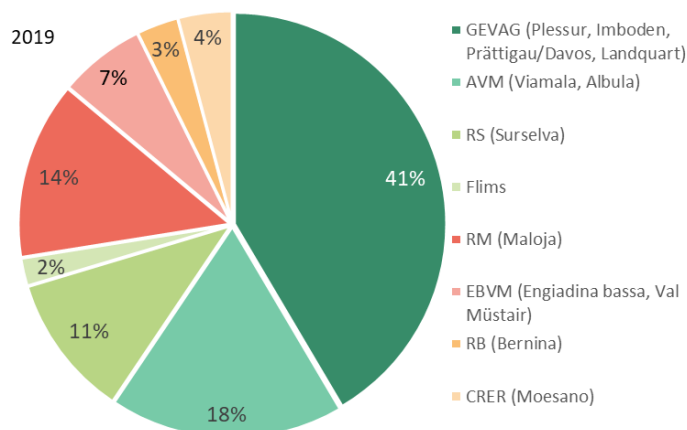


Abbildung 11: Anteile der getrennt gesammelten Siedlungsabfälle (Wertstoffe) nach Verbänden, 2019 (Angaben der Abfallbewirtschaftungsverbände)

Die getrennt gesammelten Wertstoffe stammen mengenmässig vor allem aus dem Verbandsgebiet der GEVAG, des AVM, der RM und der RS.



5.2.3 Künftige Mengenentwicklung 2020-2029

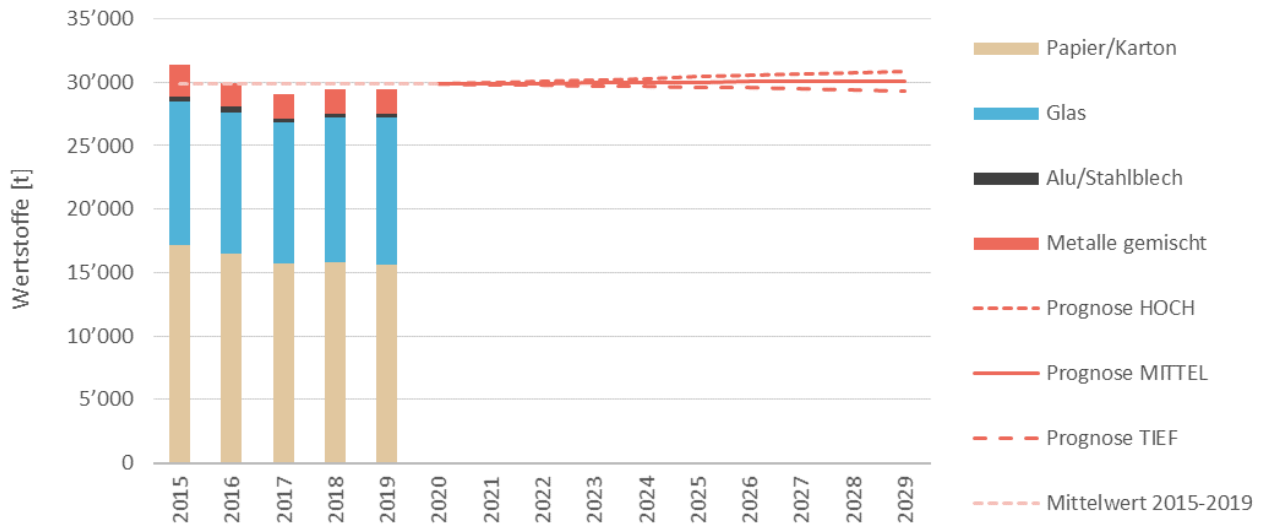


Abbildung 12: Mengenentwicklung getrennt gesammelte Siedlungsabfälle (Wertstoffe), Prognose bis 2029

Die Berechnung der Prognose für die nächsten zehn Jahre erfolgt für die getrennt gesammelten Siedlungsabfälle nach der gleichen Methode wie bei den brennbaren Siedlungsabfällen. Für den Start der Prognose wird vom Mittelwert der letzten fünf Jahre ausgegangen. Es wird - unter Einbezug der leicht zunehmenden Bevölkerungsentwicklung von <0.1% pro Jahr - eine geringe Zunahme der Wertstoffmengen bis 2029 erwartet. Der berechnete Wert für 2029 beträgt für das Referenzszenario (Prognose MITTEL) 28'800 t brennbare Siedlungsabfälle. Dieser Wert liegt sogar noch tiefer als der Wert für 2019 (29'500 t), weil im Mittelwert das Jahr 2015 mit dem höchsten Wert enthalten ist.

Prognose: Wertstoffmengen mit geringer Zunahme

5.2.4 Anlagekapazitäten

Die Aufbereitung der Wertstoffe zur Wiederverwertung erfolgt auf verschiedenen, bewährten Verwertungswegen durch spezialisierte Aufbereitungsunternehmen im freien Markt. Die Anlagekapazitäten sind vorhanden.

Anlagekapazitäten im freien Markt vorhanden

5.2.5 Vermeidungs- und Verwertungspotenziale

Gemäss Erhebung der Kehrichtzusammensetzung 2012 des BAFU wird das im Kehrichtsack schlummernde, ungenutzte Verwertungspotenzial bezogen auf die gesamte in den KVA verbrannte Abfallmenge auf rund 12% geschätzt ([12], Seite 9). Im Kehrichtsack landen neben Grünabfällen inkl. Lebensmittelabfällen

Verwertungspotenzial



(welche im Kapitel 5.3 abgehandelt werden) vor allem Wertstoffe wie Papier/Karton, Glas und Kunststoffe. Dabei handelt es sich zu einem grossen Teil um Verpackungsmaterialien.

Vermeidungsstrategien müssten primär bei der Verpackungsindustrie und bei der Lebensmittelgesetzgebung ansetzen. Diese Aufgabe kann nicht von einem Kanton allein übernommen werden, sondern erfordert eine überregionale Initiative.

Vermeidungspotenzial

5.2.6 Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf

Tabelle 8: Getrennt gesammelte Siedlungsabfälle (Wertstoffe): Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung sowie Handlungsbedarf

Ziele	Getrennt gesammelte Siedlungsabfälle (Wertstoffe): Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung	Handlungsbedarf
Ziel 1: Eigenverantwortlichkeit und fairer Wettbewerb	Die Gemeinden bzw. Verbände nehmen die ihnen zugewiesene Verantwortung in der Entsorgung der separat gesammelten Siedlungsabfälle (Wertstoffe) wahr, indem sie die gesetzlich vorgegebenen Sammlungen bzw. Abgabemöglichkeiten für Wertstoffe anbieten. Die Sammlungen der Wertstoffe werden in der Region Surselva regelmässig (und auch nach ökologischen Kriterien) öffentlich ausgeschrieben. In den übrigen Verbänden und Gemeinden ist dies noch nicht der Fall, obwohl die Submissionsgesetzgebung dies ab einem bestimmten Schwellenwert vorschreibt.	Teilweise
Ziel 2: Optimierte Entsorgungssicherheit und Kapazitäten für Abfallanlagen und Deponien	Die Gemeinden bzw. Verbände haben wenig Möglichkeiten, die Entsorgungssicherheiten der privaten Verwertungsunternehmen aktiv zu beeinflussen. Sie sammeln die Wertstoffe (oder lassen sie durch Dritte sammeln) und organisieren den Transport zu den Verwertungsanlagen. Durch die Vorgabe der Verwertung in der Schweiz oder wenn nicht möglich in der EU (im Rahmen von öffentlichen Ausschreibungen) wird die Entsorgungssicherheit in der Schweiz indirekt gefördert. Die Verwertung der Wertstoffe ist für die meisten Wertstoffe in der Schweiz sichergestellt.	Nein
Ziel 3: Abfallvermeidung	Die Abfallvermeidung bei den getrennt gesammelten Siedlungsabfällen (Wertstoffen) ist durch die Gemeinden/Verbände direkt wenig steuerbar. Gemeinden/Verbände könnten jedoch mit gutem Beispiel vorangehen und bei öffentlichen Veranstaltungen Abfallvermeidung vorleben. Sie könnten der Bevölkerung über Öffentlichkeitsarbeit Ideen zur Abfallvermeidung vermitteln. Hier besteht Handlungsbedarf.	Ja
Ziel 4: Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung	Durch Sammlung, Verwertung und Wiedereinsatz von getrennt gesammelten Siedlungsabfällen (Wertstoffen) in der Produktion können Stoffkreisläufe geschlossen werden und Rohstoffe geschont werden. Bei diesen Wertstoffen ist eine hohe stoffliche Verwertungsquote möglich, die Verwertungsverfahren sind etabliert.	Nein
Ziel 5: Primär- und Sekundärrohstoffe	Bei den Wertstoffen wie Papier/Karton, Glas, Metalle gemischt und Alu/Stahlblech ist der Einsatz der aufbereiteten Rohstoffe in der Produktion von Glas, hochwertigen Papieren, Kartonagen und Metallen gegeben, wenn sie die Qualitätsanforderungen erfüllen.	Nein
Ziel 6: Effizienz und Effektivität, Optimierung	a) Die stoffliche Verwertung ist bei den Wertstoffen Papier/Karton, Glas, Metalle gemischt und Alu/Stahlblech ökologisch sinnvoll und zu vertretbaren Kosten möglich.	Nein
	b) Die Sammlung der Wertstoffe ist - mit Ausnahme der Region Surselva - aufgrund der fehlenden regelmässigen öffentlichen Ausschreibungen umwelt- und kostenmässig nicht optimiert. Die Sammellogistik ist nicht überall über die Gemeindegrenzen hinweg optimiert.	Teilweise
Ziel 7: Information und Transparenz, klare Entsorgungswege	a) Die Verbände verfügen über Homepages und Informationsmaterial (u.a. Abfallkalender), über welche die Bevölkerung über die Verwertungs-/ Abgabemöglichkeiten/ Sammeltermine für Wertstoffe ausreichend informiert ist. Dass diese Wertstoffe kostenlos abgegeben werden können, ist bekannt gemacht.	Nein



	b) Die Gemeinden/Verbände verfügen nicht alle über eigene bediente Recyclinghöfe, um die Sammelquoten zu erhöhen, die Bevölkerung bei der Entsorgung zu unterstützen und weitergehend zu informieren.	Ja
	c) Die unbedienten Sammelstellen sind noch nicht in allen Verbänden und Gemeinden klar bezeichnet, sehen ansprechend aus und motivieren, die Wertstoffe selbständig korrekt in die entsprechenden Gebinde zu verteilen (keine Verschmutzungen mit Fremdstoffen, kein illegales Ablagern an Sammelstellen etc.).	Ja
Ziel 8: Qualitätsstandards, Stand der Technik	Es ist davon auszugehen, dass die Einhaltung des Stands der Technik bei den Verwertungsanlagen in der Schweiz für Papier/Karton, Glas, Metalle und Alu/Stahlblech (so weit möglich) über die Betriebsbewilligungen der Standortkantone sichergestellt ist.	Nein
Handlungsbedarf:	<div>Ja (Massnahmen nötig)</div> <div>Teilweise (Massnahmen ggf. nötig)</div> <div>Nein (Keine Massnahmen nötig)</div> <div>Nicht anwendbar / nicht bestimmbar</div>	

5.2.7 Massnahmen

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Getrennt gesammelte Siedlungsabfälle (Wertstoffe)			
WS-1	Realisieren von regionalen, von mehreren Gemeinden gemeinsam betriebenen (oder zumindest gemeinsam finanzierten) Sammelstellen für die Sammlung von Wertstoffen, zur Erhöhung der Abgabemöglichkeiten für Wertstoffe. Evtl. Lancieren und allenfalls auch Betreiben dieser regionalen Wertstoffsammelstellen durch die Abfallbewirtschaftungsverbände.	Gemeinden oder benachbarte Gemeinden gemeinsam, ggf. Verbände	7 b)
WS-2	Regelmässiges Ausschreiben der Abtransporte der Wertstoffe (Papier/Karton, Glas, Alu/Weissblech, Metalle)	Verbände bzw. Gemeinden (ausgenommen ist RS)	1
WS-3	Einführen gemeindeübergreifender Abtransporte der Wertstoffe mit Durchführen gemeinsamer Ausschreibungen	Benachbarte Gemeinden gemeinsam	6 b)
WS-4	Sensibilisieren der Bevölkerung hinsichtlich Verpackungsmaterialien und Motivieren zum Kauf von Produkten mit wenig Verpackungsmaterial (Die Sensibilisierung erfolgt über die Massnahme BS-3)	vgl. Massnahme BS-3	3



5.3 Grünabfälle inkl. Lebensmittelabfälle

5.3.1 Organisation

Grünabfälle inkl. Lebensmittelabfälle werden in folgende Kategorien unterschieden:

- Grünabfälle aus kommunalen Sammlungen
- Grünabfälle aus Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe

Abfallkategorien

Bei den Grünabfällen sind einerseits Gartenabfälle, andererseits auch Lebensmittelabfälle wie Rüstabfälle, Speisereste und noch geniessbare Lebensmittel mitenthalten. Im Folgenden wird der Einfachheit halber von «Grünabfällen» gesprochen.

Betritt Grünabfälle

Holzabfälle sind bei den Grünabfällen nicht enthalten; diese werden in einem eigenen Kapitel abgehandelt (vgl. Kap. 5.8.2: Holzabfälle).

Verwertungswege

Die Hauptverwertungswege für Grünabfälle sind die Kompostierung und die Vergärung. Ausnahmsweise werden Grünabfälle verbrannt.

Die bewilligten Kompostierungsanlagen mit > 100 t Abfallmenge/Jahr oder die landwirtschaftlichen Vergärungsanlagen werden entweder durch Gemeinden/Gemeindeverbände oder durch private Unternehmen betrieben. Die Verwertung von Grünabfällen in Kompostierungs- und Vergärungsanlagen ist mit Kosten verbunden, die in der Grössenordnung der thermischen Behandlung in einer KVA liegen.

Verwertung ist mit Kosten verbunden

Neben den genannten bewilligten Verwertungsanlagen gibt es viele dezentrale Kompostierungsanlagen, die weniger als 100 t/Jahr verwerten und somit keine Bewilligung benötigen. Die Mengen dieser Anlagen werden nicht erhoben.

Viele dezentrale Kompostierungsanlagen/-plätze; Mengen werden nicht erfasst

Neben den landwirtschaftlichen Co-Vergärungsanlagen gibt es noch industrielle Co-Vergärungsanlagen bei den ARA, die u.a. Speiseöle und -fette verwerten.

Industrielle Vergärungsanlagen

Die Abgabe von Grünabfällen bei Sammelstellen/Kompostplätzen der Gemeinde ist in der Regel kostenlos, während die Sammlung von Grünabfällen im Holprinzip (Haus- zu Haus-Sammlung), welche von einigen Gemeinden angeboten wird, in der Regel kostenpflichtig ist.

Kosten Sammlung

Für die Verwertung von Grünabfällen gibt es keine vorgegebenen Einzugsgebiete; die Verwertungsanlagen können frei gewählt werden.

Keine Einzugsgebiete



5.3.2 Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019

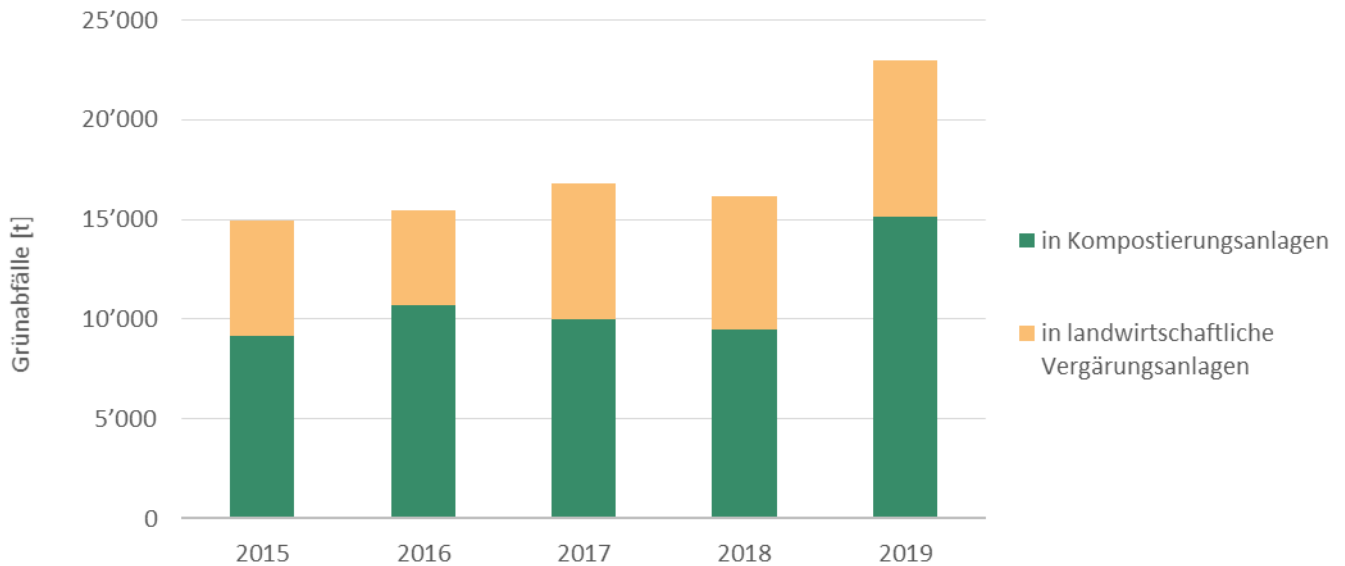


Abbildung 13: Mengenentwicklung angenommene Grünabfälle in bewilligten Kompostierungsanlagen und Vergärungsanlagen, 2019

Die von den bewilligten Verwertungsanlagen angenommenen Grünabfälle haben von 2015 bis 2018 von 15'000 t auf 16'100 t zugenommen; anschliessend sind die Mengen von 2018 auf 2019 sprunghaft auf 23'000 t angestiegen. Die Zunahme ist vor allem auf die kompostierten Abfälle zurückzuführen, die von 2015 bis 2018 zwischen 9'200 t und 10'700 t betrugen, 2019 jedoch 15'100 t. Die vergärten Abfälle nahmen von 5'800 t (2015) mit Schwankungen auf 7'900 t (2019) zu.

Entwicklung biogener Abfälle mit deutlichen Schwankungen

Ob die Grünabfälle kompostiert oder vergärt werden, hat einerseits mit ihrer Zusammensetzung bzw. dem Mischungsverhältnis zu tun. Verholzte Abfälle wie Strauchschnitt, Gartenabraum etc. werden tendenziell eher kompostiert, während Rüstabfälle und Speiseabfälle feucht sind und eher vergärt werden. Je nach Mischungsverhältnis, das die Verwertungsbetriebe realisieren können, werden mehr Abfälle kompostiert oder mehr vergärt. Es ist andererseits auch wesentlich, wie viele Kompostierungsanlagen und Vergärungsanlagen in Betrieb sind und wie viele Grünabfälle sie effektiv annehmen.

Kompostierung oder Vergärung

2019 waren 3 bewilligungspflichtige Kompostierungsanlagen in Betrieb (in Landquart, Chur und Bever) und 6 Vergärungsanlagen (in Cazis, Chur, Zernez, Silvaplana, Davos und Zuoz).

Anzahl Kompostierungs- und Vergärungsanlagen

Bei den 6 Vergärungsanlagen im Kanton Graubünden handelt es sich um landwirtschaftliche Co-Vergärungsanlagen, in welchen einerseits Co-Substrate vergärt werden (z.B. Grünabfälle aus Haushalten oder aus Gewerbebetrieben), andererseits Hofdünger vom eigenen oder von anderen Landwirtschaftsbetrieben.

Landwirtschaftliche Co-Vergärungsanlagen



2019 wurden in den Co-Vergärungsanlagen 7'900 t Grünabfälle (Co-Substrate) vergärt, sowie 20'100 t betriebseigener Hofdünger und 9'600 t betriebsfremder Hofdünger (insgesamt 37'600 t) vergärt.

In den 7 industriellen Vergärungsanlagen (Co-Vergärungsanlagen bei den ARA), werden insgesamt etwa 1'000 bis 1'500 t Grünabfälle und Hofdünger verarbeitet.

Industrielle Vergärungsanlagen

In den 3 Kompostierungsanlagen wurden 2019 7'900 t Komposte, Holzschnitzel und Gartenerde hergestellt.

In Kompostierungsanlagen hergestellter Produkte

In den 6 landwirtschaftlichen Vergärungsanlagen wurden aus Grünabfällen (Co-Substraten) und Hofdünger einerseits Energie, andererseits 35'500 t Produkte, grossmehrheitlich Gärgülle sowie geringere Mengen Gärmist und Gärgut, produziert.

In Vergärungsanlagen hergestellte Produkte

5.3.3 Künftige Mengenentwicklung 2020-2029

Wie sich die künftigen Mengen in den nächsten zehn Jahren entwickeln werden, ist schwer abzuschätzen. In der Regel führt das Angebot von zusätzlichen Anlagen dazu, dass Mengen umgelenkt werden; somit kann bei Eröffnung einer neuen Anlage die Menge auf den Kompostierungs- und Vergärungsanlagen insgesamt zunehmen, auch wenn die anfallende Menge biogener Abfälle faktisch nicht zunimmt. Auch eine Umverteilung zwischen Kompostierungsanlagen und Vergärungsanlagen ist bis zu einem gewissen Grad möglich, wenn in einer Region eine neue Anlage den Betrieb aufnimmt.

Künftige Mengenentwicklung schwierig abzuschätzen

Da in Zukunft eher davon auszugehen ist, dass neue Anlagen entstehen, als dass bisherige schliessen, wird angenommen, dass die in Kompostierungs- und Vergärungsanlagen verwerteten Grünabfälle zunehmen werden.

Zunahme aufgrund neuer Anlagen erwartet

5.3.4 Anlagekapazitäten und Stand der Technik

Die aktuell in Betrieb stehenden 3 Kompostierungsanlagen und 6 landwirtschaftlichen Vergärungsanlagen verfügen über genügend Kapazitäten, um die Grünabfälle aus dem Kanton Graubünden verwerten zu können.

Verarbeitungskapazität ist genügend gross

Die Anlagen im Kanton Graubünden werden jährlich vom Inspektorat der Kompostier- und Vergärbranche Schweiz inspiziert, wobei unter anderem auch der Stand der Technik überprüft wird. Gemäss den jährlichen Inspektionsberichten wurde der Stand der Technik von den Anlagen bisher immer eingehalten.

Stand der Technik ist eingehalten



5.3.5 Vermeidungs- und Verwertungspotenziale

Aufgrund von schweizweiten Erfahrungszahlen [12] wird davon ausgegangen, dass rund 32% der Siedlungsabfälle im Kehrortsack aus Grünabfällen inkl. Lebensmittelabfällen bestehen und rund die Hälfte davon essbare Lebensmittel sind. Eine neuere Analyse einer grösseren Schweizer Stadt hat gezeigt, dass diese Zahlen nach wie vor gelten und im städtischen Bereich sogar noch grösser sein könnten. Bei den essbaren Lebensmitteln (Food Waste) aus Haushalten besteht ein klarer Handlungsbedarf im Bereich Abfallvermeidung.

Vermeidungspotenzial gegeben

Das Verwertungspotenzial ist bei den Grünabfällen aus Haushalten noch nicht ausgeschöpft. Ein grosser Teil der Grünabfälle im Kehrortsack könnte - so er nicht vermieden wird - zumindest einer Verwertung zugeführt werden, entweder im eigenen Garten oder durch Abgabe bei einer öffentlichen Sammelstelle oder einer öffentlichen Sammlung (Haus zu Haus). Es gibt noch keine flächendeckenden Sammlungen der öffentlichen Hand.

Verwertungspotenzial gegeben

5.3.6 Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf

Tabelle 9: Grünabfälle inkl. Lebensmittelabfälle: Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung sowie Handlungsbedarf

Ziele	Grünabfälle inkl. Lebensmittelabfälle: Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung	Handlungsbedarf
Ziel 1: Eigenverantwortlichkeit und fairer Wettbewerb	Die Gemeinden bzw. Verbände nehmen die ihnen zugewiesene Verantwortung in der Entsorgung der separat gesammelten Siedlungsabfälle (Grünabfälle) noch nicht vollständig wahr, da es noch keine flächendeckenden Sammel- bzw. Abgabemöglichkeiten für Grünabfälle gibt.	Teilweise
Ziel 2: Optimierte Entsorgungssicherheit und Kapazitäten für Abfallanlagen und Deponien	Die Gemeinden bzw. Verbände haben wenig Möglichkeiten, die Entsorgungssicherheiten der privaten Verwertungsunternehmen aktiv zu beeinflussen. Es gibt genügend Verwertungsanlagen für Grünabfälle. Bei zunehmenden Grünabfällen würden, wie die Erfahrung zeigt, entweder die Kapazität der bestehenden Anlagen erhöht oder neue Anlagen gebaut. Der Abtransport der Grünabfälle wird noch nicht in allen Verbänden bzw. Gemeinden öffentlich ausgeschrieben, obwohl die Submissionsgesetzgebung dies ab einem bestimmten Schwellenwert vorschreibt.	Ja
Ziel 3: Abfallvermeidung	Das noch nicht ausgeschöpfte Potenzial bei der Abfallvermeidung von Grünabfällen bzw. noch geniessbaren Lebensmitteln (Food Waste) ist relevant. Ebenso gibt es ein relevantes noch nicht ausgeschöpftes Potenzial zur vermehrten Verwertung von Grünabfällen. Das Angebot an Sammelstellen ist zu wenig gut ausgebaut. Sensibilisierung und Information über die Verwertungsmöglichkeiten sind ebenfalls ausbaufähig.	Ja
Ziel 4: Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung	Die Stoffkreisläufe im Bereich Grünabfälle sind noch nicht geschlossen, sodass auch Nährstoffe verloren gehen. Bei diesen Wertstoffen ist eine hohe stoffliche Verwertungsquote möglich, die Verwertungsverfahren sind etabliert. In den gesammelten Grünabfällen sind gemäss Angaben der Verwertungsanlagen zu viele Fremdstoffe (Lebensmittelverpackungen etc.) enthalten, die die Verwertungsprozesse stören und mittels Sensibilisierung reduziert werden müssen.	Ja
Ziel 5: Primär- und Sekundärrohstoffe	Bei den Grünabfällen ist der Absatz der produzierten Produkte (z.B. Kompost) teilweise erschwert, da sich kein Markt dafür findet. Ein Problem ist auch das im Kompost enthaltene Mikroplastik, das z.B. durch Plastikverpackungen im Sammelgut in den Stoffkreislauf gelangt und sowohl Böden und Gewässer verschmutzt. Eine flächendeckende Sensibilisierung gibt es noch nicht.	Ja



Ziel 6: Effizienz und Effektivität, Optimierung	a) Die stoffliche Verwertung ist bei den Grünabfällen ökologisch sinnvoll und zu vertretbaren Kosten möglich.	Nein
	b) Die Sammlung ist aufgrund der fehlenden Abgabemöglichkeiten für Grünabfälle noch nicht optimal.	Ja
Ziel 7: Information und Transparenz, klare Entsorgungswege	a) Die Verbände verfügen über Homepages und Informationsmaterial (u.a. Abfallkalender), über welche die Bevölkerung über die Verwertungs-/ Abgabemöglichkeiten/ Sammeltermine für Grünabfälle - sofern überhaupt vorhanden - ausreichend informiert ist.	Nein
	b) Die Gemeinden/Verbände verfügen nicht alle über eigene (oder zusammen mit anderen Gemeinden betriebene) bediente Recyclinghöfe, um die Sammelquoten zu erhöhen, die Bevölkerung bei der Entsorgung zu unterstützen und weitergehend zu informieren.	Ja
Ziel 8: Qualitätsstandards, Stand der Technik	Die Verwertungsanlagen werden jährlich über das Branchen-Inspektorat kontrolliert. Gemäss den Inspektionsberichten ist der Stand der Technik der Verwertungsanlagen gegeben.	Nein
Handlungsbedarf:	Ja (Massnahmen nötig) Teilweise (Massnahmen ggf. nötig) Nein (Keine Massnahmen nötig) Nicht anwendbar / nicht bestimmbar	

5.3.7 Massnahmen

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Grünabfälle inkl. Lebensmittelabfälle			
Bio-1	Flächendeckendes Umsetzen einer Grünabfallsammlung (über gemeindeeigene Sammelstellen oder gemeinsame Sammelstellen mehrerer Gemeinden)	Verbände oder Gemeinden oder benachbarte Gemeinden gemeinsam	1, 4, 6 b), 7 b)
Bio-2	Holsammlung: Regelmässiges Ausschreiben der Abtransporte der Grünabfälle	Verbände und Gemeinden	1
Bio-3	Sensibilisieren der Bevölkerung bzgl. Grünabfällen im Kehrichtsack sowie bzgl. «keine Fremdstoffe in der Grünabfallsammlung» (die Sensibilisierung erfolgt über die Massnahme BS-3)	vgl. Massnahme BS-3	3, 5

Bezüglich Food Waste gibt es andere Projekte/Initiativen mit Massnahmen zur Reduktion von Food Waste (vgl. Kap. 2.4.9). Deshalb wird im Rahmen der Abfallplanung auf eigene Massnahmen hierzu verzichtet.

Massnahmen Food Waste in anderen Projekten/Initiativen enthalten



5.4 Rückstände aus der KVA Trimmis

5.4.1 Organisation

Bei der Verbrennung fallen in der KVA folgende Rückstände an:

- Schlacke (inkl. Kesselasche aus der Dampferzeugung (= Energiegewinnung))
- Filterasche aus der Staubabscheidung
- Hydroxidschlamm aus der sauren Wäsche der Rauchgasreinigungsrückstände

Typischerweise fallen pro Tonne verbrannten Abfalls knapp 25% Schlacke an (darin enthalten weniger als ein Zehntel Metalle). Filterasche und die Rückstände aus der weitergehenden Rauchgasreinigung machen rund 2% bzw. 0.5% der Abfallmenge aus.

5.4.2 Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019

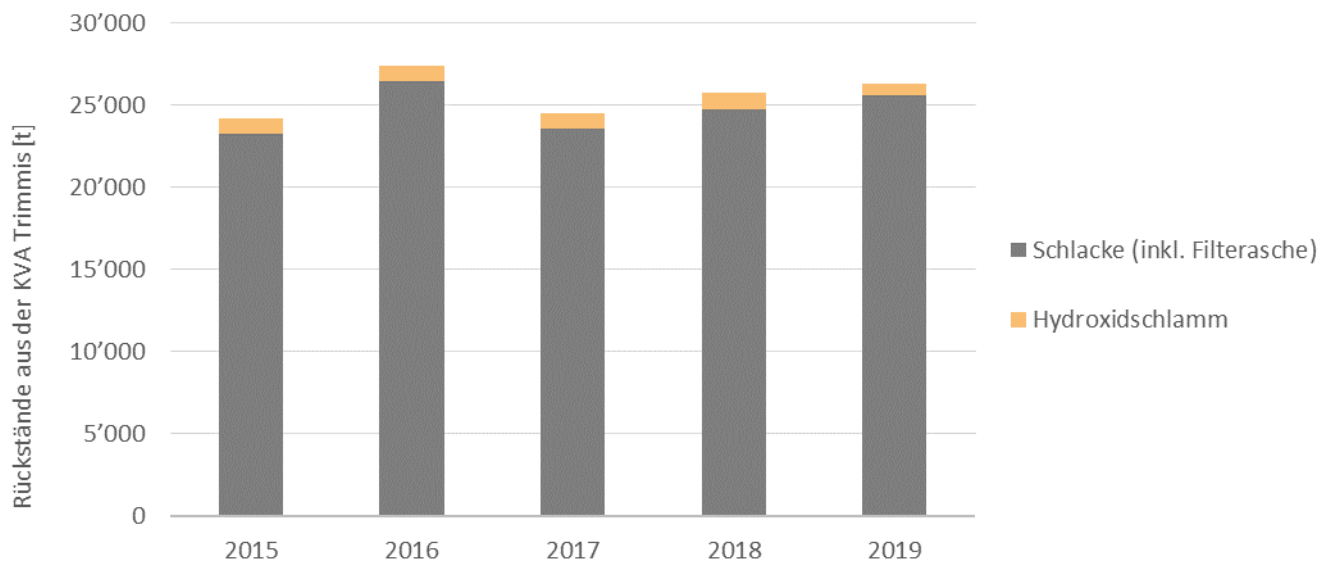


Abbildung 14: Mengenentwicklung Rückstände aus der KVA Trimmis, 2015-2019

2019 wurden 25'600 t Schlacke inkl. Filterasche (97%) und 700 t Hydroxidschlamm (3%) aus der KVA Trimmis entsorgt. Die Rückstände aus der KVA Trimmis waren im Zeitraum 2015-2019 - primär aufgrund der Schlackenmenge - regelmässigen Schwankungen unterworfen. Die leichte Zunahme der Mengen von 2015 bis 2019 (mit Ausnahme 2016) kann teilweise mit der zunehmenden Menge der in der KVA Trimmis verbrannten Abfälle erklärt werden. Neben der Zunahme der Siedlungsabfallmenge könnten auch Schwankungen der Bautätigkeit und die daraus resultierenden Schwankungen der brennbaren Bauabfälle ein Grund für die Schwankungen beim Schlackenanteil sein.

Menge Schlacke (inkl. Filterasche)
und Hydroxidschlamm



Tabelle 10: Schlacke aus der KVA Trimmis und Rückgewinnung von Metallen, 2019 [11]

Schlacke und zurückgewonnene Metalle	Menge 2019 (t)
Schlacke (inkl. Filterasche)*	26'278
davon Filterasche (inkl. Kesselasche)**	2'213
Zurückgewonnener Metallschrott	1'950
davon Eisenmetalle	1'791
davon Buntmetalle / NE-Metalle (Alu, Kupfer, Bronze etc.)	96
davon Chromstahl	63
* nach Rückgewinnung der Metalle	
** geschätzter Wert: 2% von Summe verbrannter Abfälle	

Aus den im Jahr 2019 insgesamt 110'600 t verbrannten Abfällen (vgl. Tabelle 10) blieb nach Rückgewinnung von 1'950 t Metallen eine Schlackenmenge von 26'300 t (24%) zurück. Den grössten Anteil der rückgewonnenen Metalle machen die Eisenmetalle (92%) aus. Interessant sind aufgrund ihres finanziellen Wertes die Buntmetalle/Nichteisen-Metalle (5%; z.B. Alu, Kupfer) und Chromstahl (3%).

Aufbereitung Schlacke / Metallrückgewinnung

Die Schlacke aus der KVA Trimmis wurde 2019 zu 43% auf den Schlackendepotien Unterrealta (in Cazis) und Plaun Grond (bei Ilanz) abgelagert. 51% der Schlacke wurden auf ausserkantonale Deponien (Kantone ZH und SH) geführt. Ein kleiner Teil wurde ins Ausland exportiert (7%, nach Österreich).

Ablagerung der Schlacke

Tabelle 11: Hydroxidschlamm aus der Rauchgasreinigung der KVA Trimmis [11]

Hydroxidschlamm und abgereicherte Schwermetalle (t)	Menge 2019 (t)
Hydroxidschlamm	693.000
Abgereicherte Schwermetalle	44.493
davon Zink	35.330
davon Blei	8.670
davon Cadmium	0.460
davon Quecksilber	0.003
davon Arsen	0.030

Als Rückstand aus der Rauchgasreinigung entstand 2019 durch die saure Wäsche eine Hydroxidschlammmenge von 693 t an. Damit konnte die Filterasche um 35 t Schwermetalle (insbesondere Zink und Blei) abgereichert werden.

Hydroxidschlammmenge aus der Rauchgasreinigung

5.4.3 Künftige Mengenentwicklung 2020-2029

Die in der KVA Trimmis anfallende Schlackenmenge hat in den Jahren 2015-2019 um +/- 5% geschwankt (vgl. Abbildung 14), in Abhängigkeit von den Anlieferungen vertraglich nicht gesicherter Mengen wie Sonderabfälle, ak-Abfälle und Biomasse (vgl. Tabelle 5). Die Schlackenmenge sowie die übrigen Rück-

Schlacken- und übrige Rückstandsmengen künftig in gleicher Grössenordnung wie 2019, auch künftig mit Schwankungen



standsmengen (Filterasche und Hydroxidschlämme) werden sich in den nächsten zehn Jahren mit leichten Schwankungen in der gleichen Grössenordnung wie 2019 bewegen.

5.4.4 Anlagekapazitäten und Stand der Technik

Die Kapazität zur Schlackenaufbereitung im heutigen Nassverfahren ist gegeben. Nach der Umstellung auf den Trockenaustrag wird die Schlacke ab 2023 bei der ZAV Recycling AG in Hinwil von Metallen entfrachtet. Die entsprechenden Kapazitäten sind vertraglich zu sichern. Der Stand der Technik ist sowohl mit dem Nassaustrag wie mit dem Trockenaustrag gegeben.

Schlackenaufbereitungskapazitäten; Stand der Technik gegeben

Mit der Deponie Unterrealta in Cazis und der Deponie Plaun Grond bei Ilanz bestehen Möglichkeiten zur langfristigen Ablagerung der Schlacke im Kanton Graubünden. Die Deponiekapazitäten werden im Kapitel 6.3 abgehandelt.

Die benötigte Kapazität zur Behandlung der Hydroxidschlämme in der geplanten Anlage von SwissZinc sind für den Kanton Graubünden eingeplant. Die Kapazitäten sind vertraglich zu sichern. Der Stand der Technik ist mit dem neuen Verfahren gegeben.

Behandlungskapazität Hydroxidschlämme und Stand der Technik

5.4.5 Verwertungspotenziale

Durch die geplante Umstellung des Schlackenaustrags von Nass- auf Trockenaustrag kann die Menge an zurückgewonnenen Metallen aus der Schlacke signifikant erhöht werden. Durch die Aufbereitung des Hydroxidschlammes kann die zurückgewonnene Menge an Zink, Blei, Cadmium und weiterer Metalle gesteigert werden. Die Aufbereitung erfolgt im Rahmen des Projekts SwissZinc in der Schweiz.

5.4.6 Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf

Tabelle 12: Rückstände aus der KVA Trimmis: Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung sowie Handlungsbedarf

Ziele	Rückstände aus der KVA Trimmis: Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung	Handlungsbedarf
Ziel 1: Eigenverantwortlichkeit und fairer Wettbewerb	Die GEVAG ist im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben selbst zuständig, wie sie die Rückstände der KVA Trimmis behandelt und wo sie diese ablagert.	Nein
Ziel 2: Optimierte Entsorgungssicherheit und Kapazitäten für Abfallanlagen und Deponien	Die Planung der Reserven für die Schlackenablagerung obliegt den Gemeinden bzw. den Verbänden, insbesondere der GEVAG als Betreiberin der KVA Trimmis. Die Behandlung von Filterasche (saure Wäsche FLUWA) erfolgt auf der Anlage selbst. Die GEVAG nimmt auch geringe Mengen ausserkantonale Filterasche zur Wäsche entgegen (von der KVA St. Gallen). Der daraus resultierende Hydroxidschlamm wird heute zur Entsorgung exportiert.	Nein
Ziel 3: Abfallvermeidung	Die entstehenden Rückstände aus der Verbrennung sind systembedingt und lassen sich nicht vermeiden.	Nicht anwendbar



Ziel 4: Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung	Auf das Jahr 2023 ist geplant, die Anlage auf Trockenaustrag der Schlacke umzustellen und die Metallrückgewinnung aus der Schlacke durch die ZAV Recycling AG in Hinwil durchführen zu lassen. Damit wird die Rückgewinnungsquote künftig deutlich gesteigert. Weiter soll der Hydroxidschlamm künftig in der neuen geplanten Anlage von SwissZinc in der Schweiz behandelt werden, womit diverse Metalle zurückgewonnen werden können.	Nein
Ziel 5: Primär- und Sekundärrohstoffe	Siehe Ziel 4	Nein
Ziel 6: Effizienz und Effektivität, Optimierung	Siehe Ziel 4	Nein
Ziel 7: Information und Transparenz, klare Entsorgungswege	Die Angaben über die Behandlung und die Mengen der Rückstände aus der KVA Trimmis sind im Jahresbericht der KVA enthalten und somit offengelegt.	Nein
Ziel 8: Qualitätsstandards, Stand der Technik	Der Stand der Technik bei der Schlackenaufbereitung ist aktuell nicht mehr gegeben, wird aber mit der geplanten Umstellung von Nass- auf Trockenaustrag wieder erreicht. Bei der Hydroxidschlammaufbereitung kann die Qualität aktuell nicht beurteilt werden. Mit der geplanten Umsetzung SwissZinc-Projektes wird auch diesbezüglich der Stand der Technik erreicht werden.	Nein
Handlungsbedarf:	Ja (Massnahmen nötig) Teilweise (Massnahmen ggf. nötig) Nein (Keine Massnahmen nötig) Nicht anwendbar / nicht bestimmbar	

5.4.7 Massnahmen

Es sind keine Massnahmen notwendig, da die entsprechenden Weichen für die zukünftige Behandlung der Verbrennungsrückstände (SwissZinc) und die Metallrückgewinnung aus der Schlacke (Rückgewinnung bei der ZAV Recycling AG) bereits heute richtig gestellt sind.

Keine Massnahmen notwendig



5.5 Holzasche aus Altholzfeuerungsanlagen

5.5.1 Organisation

Im Kanton Graubünden gibt es zwei Biomassekraftwerke, welche Altholz bzw. Holzabfälle (also Abfall) wie auch grosse Mengen Frischholz (Waldholz, Landschaftspflegeholz etc.) thermisch verwerten: ein sehr grosses in Domat/Ems (Axpo Tegra AG) und ein kleines bei Ilanz (EWZ). Die beiden, im Folgenden Altholzfeuerungsanlagen genannten, Betriebe verfügen über eine gesamthaft installierte Leistung von 85 MW.

Zwei Biomassekraftwerke

Es gibt keine zugewiesenen Einzugsgebiete.

Keine Einzugsgebiete

5.5.2 Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019

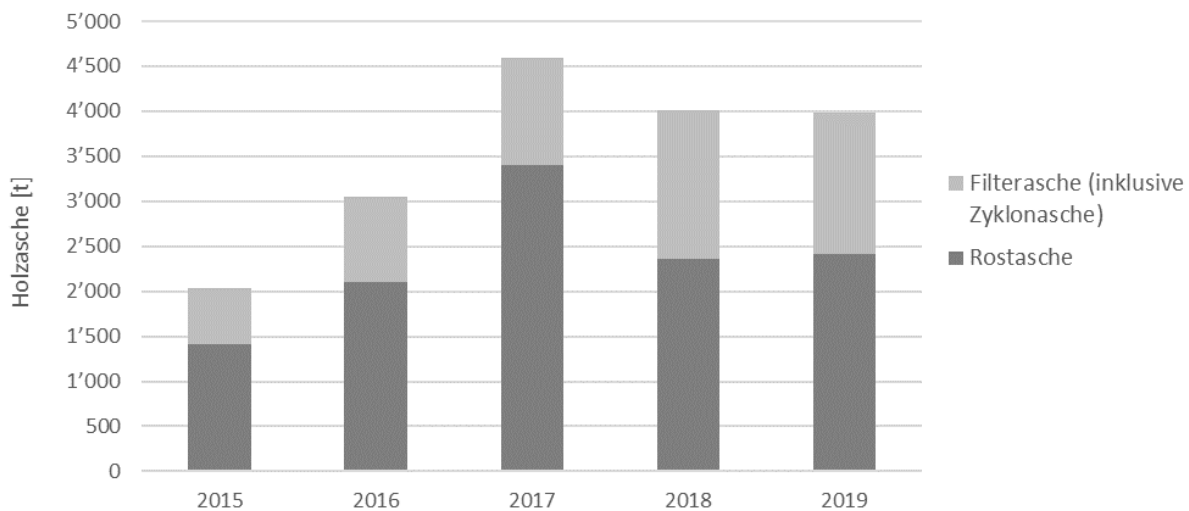


Abbildung 15: Mengenentwicklung der Holzasche, 2015-2019

Die Mengen an Rostasche und an Filterasche (inkl. Zyklonasche) schwanken entsprechend der angenommenen bzw. verbrannten Altholzmenge. Der Anteil der Filterasche (inkl. Zyklonasche) hat über die Jahre tendenziell zugenommen.

Schwankende Holzaschemenge

Die 2019 angefallene Holzasche von ca. 4'000 t entspricht 2.4% der im Jahr 2019 angelieferten und verbrannten Holzabfälle von 167'000 t (vgl. Kap. 5.8.2). Dies entspricht einem guten Ausbrandergebnis.

Holzasche entspricht gut 2% der verbrannten Holzmenge

Nur die Rostasche aus der Altholzfeuerungsanlage der EWZ bei Ilanz (2.4% der gesamten Asche) wird im Kanton Graubünden (auf der Deponie Plaun Grond in Rueun) deponiert. Die restliche Rostasche aus der Altholzfeuerungsanlage der Axpo Tegra in Domat/Ems (97.6%) wird ausserkantonale abgelagert.

Ablagerung Rostasche primär ausserkantonale



Die Filterasche aus den Altholzfeuerungsanlagen werden heute noch von der Firma Recyplus Entsorgung AG ausserkantonal entsorgt bzw. deponiert. 2021 wurde im Auftrag der Axpo Tegra AG eine Studie zur Aufbereitung von Filteraschen mit Metallrückgewinnung erarbeitet. Die Aufbereitung der Filteraschen zusammen mit Filteraschen aus der KVA ist als mögliche Lösung in Diskussion.

Entsorgung Filterasche, Projekt zur Metallrückgewinnung

5.5.3 Künftige Mengenentwicklung 2020-2029

Die künftige Mengenentwicklung bei der Holzasche hängt massgeblich von den angenommenen/verbrannten Holzabfallmengen ab. Da die Altholzfeuerungsanlagen im freien Markt agieren, ist eine Prognostizierung nicht möglich. Die Holz- aschemengen sind in den Jahren vor 2015 noch deutlich höher gewesen.

Künftige Mengenentwicklung Holzasche schwierig abschätzbar

5.5.4 Anlagekapazitäten und Stand der Technik

Die beiden Altholzfeuerungsanlagen verfügen zusammen über eine gesamte installierte Leistung von 85 MW.

Installierte Leistung

Sie agieren bezüglich Entsorgung von Rostasche wie auch bezüglich Entsorgung von Filterasche (inkl. Zyklonasche) nach dem Stand der Technik. Die Lösung für die künftige, ab dem 31. Dezember 2025 obligatorische Rückgewinnung der Metalle aus der Filterasche ist in Erarbeitung (vgl. Kap. 5.5.2).

Entsorgung gemäss Stand der Technik

5.5.5 Erfüllung der Zielsetzungen und Handlungsbedarf

Tabelle 13: Holzasche aus Altholzfeuerungsanlagen: Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung sowie Handlungsbedarf

Ziele	Holzasche aus Altholzfeuerungsanlagen: Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung	Handlungsbedarf
Ziel 1: Eigenverantwortlichkeit und fairer Wettbewerb	Sowohl die Axpo Tegra wie auch die EWZ sind im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben selbst dafür verantwortlich, wie sie die Holzaschen behandeln und wo sie sie ablagern. Sie nehmen diese Verantwortung wahr.	Nein
Ziel 2: Optimierte Entsorgungssicherheit und Kapazitäten für Abfallanlagen und Deponien	Die Planung der Reserven für die Rostaschen (Deponietypen D und E) obliegt den Verursachern, d.h. den Betreibern von Altholzfeuerungsanlagen. Die Filterasche aus den Altholzfeuerungsanlagen wird derzeit noch nicht behandelt. Die Filterasche muss ab 31. Dezember 2025 vor der Ablagerung behandelt werden. Diese Behandlung muss geplant werden und bis zu diesem Datum sichergestellt sein. Die Betreiber der beiden Altholzfeuerungsanlagen sind an der Erarbeitung einer entsprechenden Lösung.	Ja
Ziel 3: Abfallvermeidung	Die entstehenden Rückstände aus der Verbrennung sind systembedingt und lassen sich nicht vermeiden.	Nicht anwendbar
Ziel 4: Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung	Die aktuelle Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rost- und Filteraschen entspricht nicht dem Stand der Technik, da heute noch keine Metalle zurückgewonnen werden.	Ja
Ziel 5: Primär- und Sekundärrohstoffe	Siehe Ziel 4	Ja
Ziel 6: Effizienz und Effektivität, Optimierung	Siehe Ziel 4	Ja



Ziel 7: Information und Transparenz, klare Entsorgungswege	Angaben über die Mengen der Rückstände aus den Altholzfeuerungsanlagen sind in den Jahresberichten zuhanden ANU enthalten, werden jedoch nicht veröffentlicht.	Nein
Ziel 8: Qualitätsstandards, Stand der Technik	Die Rostaschen müssen je nach TOC-Gehalt auf einer Deponie Typ D (max. 20'000 mg/kg) oder Typ E (max. 50'000 mg/kg) deponiert werden. Filteraschen dürfen gemäss Art. 52 VVEA noch bis am 31. Dezember 2025 ohne vorgängige Behandlung auf Deponien des Typs D resp. E (je nach TOC-Gehalt) abgelagert werden. Danach müssen die Filteraschen vorgängig behandelt, z.B. sauer gewaschen, werden. Dies geschieht derzeit noch nicht; die Lösung zur Metallrückgewinnung ist bei beiden Altholzfeuerungsanlagen derzeit in Erarbeitung.	Teilweise
Handlungsbedarf:	Ja (Massnahmen nötig) Teilweise (Massnahmen ggf. nötig) Nein (Keine Massnahmen nötig) Nicht anwendbar / nicht bestimmbar	

5.5.6 Massnahmen

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Holzasche aus Altholzfeuerungsanlagen			
HAs-1	Erarbeiten und umsetzen einer Lösung zur Aufbereitung der Filteraschen, welche per 31. Dezember 2025 realisiert sein muss.	Axpo Tegra AG und EWZ	2, 4, 5, 6, 8



5.6 Strassenbürtige Abfälle

5.6.1 Organisation

Unter strassenbürtigen Abfällen werden Abfälle aus dem Strassenunterhalt zusammengefasst:

- Strassensammlerschlämme (aus Strassenschächten)
- Strassenwischgut (aus der Reinigung von Strassen)

Abfallkategorien

a) Strassensammlerschlämme

Strassensammlerschlämme fallen in Schlamm-sammlern von Ablaufschächten entlang der Strassen an. Sie bestehen in der Regel aus mineralischer Substanz, enthalten aber auch organisches Material und sind mit Schad- und Fremdstoffen belastet (Schwermetalle, Kohlenwasserstoffe aus Pneuabrieb, Bremsstaub etc.) [16].

Strassensammlerschlämme:
- Zusammensetzung und Schadstoffe

Strassensammlerschlämme sind Sonderabfälle und einer Aufbereitungsanlage zuzuführen; sie dürfen nicht deponiert werden.

- Entsorgung

Strassensammlerschlämme werden durch private Unternehmen im Auftrag der Gemeinden sowie durch das kantonale Tiefbauamt gesammelt.

- Organisation Sammlung

b) Strassenwischgut

Strassenwischgut stammt aus der Reinigung von Strassen und Wegen. Es enthält mineralische Bestandteile, brennbare Abfälle sowie organische Anteile (Herbstlaub etc.). Strassenwischgut kann mit Schadstoffen, vor allem mit Kohlenwasserstoffen (KW) und polyaromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) sowie mit Schwermetallen (mehrheitlich Zink von Bremsbelägen, aber auch Blei) belastet sein. Auch Fremdstoffe wie Zigaretten, PET-Flaschen etc. können enthalten sein.

Strassenwischgut:
- Zusammensetzung und Schadstoffe

Trotz der möglichen Belastung gilt Strassenwischgut nicht als Sonderabfall. Primär ist Strassenwischgut einer Aufbereitungsanlage zuzuführen. Bei hohem organischem Anteil kann Strassenwischgut einer KVA übergeben werden. Fällt es als reines Herbstlaub an, kann es kompostiert oder allenfalls vergärt werden.

- Entsorgung

Strassenwischgut wird entweder durch die Gemeinden selbst, durch private Unternehmen im Auftrag der Gemeinden oder durch den Kanton gesammelt. Mit kleinen Saugkehrmaschinen aufgenommenes Strassenwischgut wird häufig über die Werkhofmulde in der KVA entsorgt.

- Organisation Sammlung

c) Aufbereitungsanlagen und Entsorgung

Strassensammlerschlämme und für die Aufbereitung geeignetes Strassenwischgut werden in entsprechenden Aufbereitungsanlagen unter Zuhilfenahme von Flockungs- und Fällungsmitteln mit physikalischen Methoden behandelt, um die verwertbaren mineralischen Fraktionen (Sand, Kies, Steine) zur weiteren Verwendung als Recyclingbaustoffe abzutrennen. Die nach der Abtrennung der mineralischen Fraktionen übrigbleibenden Feinfraktionen und Schlämme müssen

Aufbereitungsanlagen für Strassensammlerschlämme und Strassenwischgut



entsprechend ihrer Belastung entsorgt (thermisch behandelt oder deponiert) werden.

Im Kanton Graubünden gibt es 8 stationäre Anlagen, in welchen Strassensammlerschlämme und Strassenwischgut aufbereitet werden können. Zudem gibt es 7 mobile Aufbereitungsanlagen (Saugwagenfahrzeuge). Bei den stationären und mobilen Anlagen handelt es sich um reine Entwässerungsanlagen (ohne weitergehende Behandlung).

Anzahl stationäre und mobile
Aufbereitungsanlagen

Strassenwischgut wird je nach Zusammensetzung in Aufbereitungsanlagen behandelt (siehe oben), in Zementwerken und KVAs thermisch behandelt (bei hohem Anteil an Siedlungsabfällen) oder kompostiert/vergärt (unverschmutztes Herbstlaub). Untersuchungen des Cercle déchets Ostschweiz aus dem Jahr 2016 zeigen, dass Strassenwischgut, welches mit Siedlungsabfällen verunreinigt ist, oft in KVA entsorgt wird. Obwohl die GEVAG in ihrem Geschäftsbericht angenommenes Strassenwischgut nicht separat ausweist, kann davon ausgegangen werden, dass dies auch im Kanton Graubünden der Fall ist.

Entsorgungswege für Strassen-
wischgut

d) Einzugsgebiete

Für Strassensammlerschlämme wie auch für Strassenwischgut gibt es keine zugewiesenen Einzugsgebiete.

Keine Einzugsgebiete für strassen-
bürtige Abfälle

5.6.2 Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019

a) Strassensammlerschlämme

Tabelle 14: Menge der im Kanton Graubünden entstandenen Strassensammlerschlämme (mit Entsorgung im eigenen Kanton, in anderen Kantonen oder im Ausland) (Quelle: Eigene Auswertung aus VeVA-Online)

Menge entstandener Strassensammlerschlämme (t)	2017	2018	2019	2020
Im Kanton GR angefallen				
(in GR, in anderen Kantonen oder Ausland entsorgt)	6'013	6'239	7'280	6'524
davon im Kanton GR entsorgt	4'501	4'520	5'614	4'774
davon in anderen Kantonen entsorgt	1'511	1'719	1'665	1'750
davon im Ausland entsorgt	0	0	0	0

Rund drei Viertel der im Kanton Graubünden entstandenen Strassensammlerschlämme werden im eigenen Kanton aufbereitet bzw. entsorgt. Ein Viertel wird in anderen Kantonen aufbereitet, primär im Kanton St. Gallen, teilweise auch im Kanton Schwyz (geringe Mengen in den Kantonen Tessin und Zürich). Ins Ausland werden keine Strassensammlerschlämme exportiert.

Entstandene Mengen mehrheitlich im Kanton GR entsorgt



Tabelle 15: Menge der im Kanton Graubünden entsorgten Strassensammlerschlämme (welche im eigenen Kanton, in anderen Kantonen oder im Ausland entstanden sind) (Quelle: Eigene Auswertung aus VeVA-Online)

Menge entsorgter Strassensammlerschlämme (t)	2017	2018	2019	2020
Im Kanton GR entsorgt				
(Herkunft GR, übrige Kantone oder Ausland)	5'405	5'333	6'131	5'433
davon Herkunft GR	4'501	4'520	5'614	4'774
davon Herkunft andere Kantone	904	813	516	659
davon Herkunft Ausland	0	0	0	0

Knapp 90% der im Kanton Graubünden in Anlagen aufbereiteten/entsorgten Strassensammlerschlämme sind im eigenen Kanton entstanden. Rund 10% stammen aus der übrigen Schweiz, grossmehrheitlich aus dem Kanton Tessin, zunehmend aus dem Kanton St. Gallen (eine geringe Menge aus dem Kanton ZH). Vom Ausland werden keine Strassensammlerschlämme zur Entsorgung/Aufbereitung in den Kanton Graubünden importiert.

Im Kanton GR entsorgte Strassensammlerschlämme überwiegend aus dem eigenen Kanton stammend

2019 wurden knapp 1'700 t entwässerte Strassensammlerschlämme aus den Aufbereitungsanlagen schliesslich auf Deponien abgelagert (2020 waren ist knapp 1'800 t).

Entwässerte Strassensammlerschlämme deponiert

b) Strassenwischgut

Für Strassenwischgut gibt es keine Zahlen, da die gesammelten Strassenwischgutmengen von den Gemeinden und dem Kanton nicht erfasst werden.

Keine Zahlen vorhanden

Gemäss dem Bericht «Koordination Abfall- und Deponieplanung Zentralschweiz (KAZe), Modul 3» [16] fallen in der Zentralschweiz jährlich 5-9 kg Strassenwischgut pro Einwohner*in an. Vergleichszahlen aus anderen Kantonen zeigen Werte von 8-18 kg Wischgut/E und Jahr [16]. Für den Kanton Graubünden werden für die Abschätzung der jährlich anfallenden Strassenwischgutmengen die Werte von 10 kg/E und Jahr (Durchschnittswerte) bzw. 18 kg/E und Jahr (Höchstwert, da eine vergleichsweise hohe Anzahl Strassen-km zu erwarten ist) als massgebende Ausgangswerte angenommen.

Massgebende Ausgangswerte für Abschätzung der Mengen

Daraus ergibt sich für den Kanton Graubünden bei einer Einwohnerzahl von 199'015 eine geschätzte Strassenwischgutmenge von ca. 2'000-3'500 t für das Jahr 2019.

Geschätzte Strassenwischgutmenge

Die effektiv anfallende Strassenwischgutmenge ist stark von der Witterung abhängig (schwankende Menge Rollsplitt im Winter, höheres Gewicht des Strassenwischguts bei Nässe etc.) und schwankt daher von Jahr zu Jahr.

Jährliche Schwankungen der Menge

5.6.3 Künftige Mengenentwicklung 2020-2029

a) Strassensammlerschlämme

Die Entwicklung der Menge an Strassensammlerschlämmen ist schwierig zu prognostizieren.

Prognose der Mengen ist schwierig



Trotz eines tendenziellen Anstiegs der Mengen in den letzten Jahren könnte sich die anfallende Menge an Strassensammlerschlämmen in Zukunft auch verringern. Grund dafür könnte der vermehrte Einsatz von modernen Saugfahrzeugen mit integrierter Vorbehandlung sein, wodurch der Schlamm teilentwässert wird und damit in geringerer Menge anfällt [16]. Es ist unklar, ob diese Trendwende schon eingeleitet ist oder nicht.

b) Strassenwischgut

Strassenwischgutmengen könnten künftig in Abhängigkeit der Bevölkerungsentwicklung und der damit verbundenen zunehmenden Strassenfläche tendenziell leicht zunehmen. Viel grösser ist jedoch die bereits angesprochene Abhängigkeit der Strassenwischgutmenge von der Witterung. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass die Strassenwischgutmenge in den nächsten zehn Jahren in der gleichen Grössenordnung liegen wird, wie für das Jahr 2019 abgeschätzt wurde. Gleichzeitig wird die Strassenwischgutmenge auch weiterhin starken jährlichen Schwankungen unterliegen.

Strassenwischgutmenge künftig weiterhin stark schwankend, mit geringer erwarteter Zunahme

5.6.4 Anlagekapazitäten

Es gibt im Kanton Graubünden genügend Anlagen zur Entwässerung der im Kanton Graubünden anfallenden strassenbürtigen Abfälle.

Kapazität zur Entwässerung der strassenbürtigen Abfälle gegeben

Der Stand der Technik der Aufbereitungsanlagen ist nicht befriedigend. Denn die Aufbereitung von strassenbürtigen Abfällen ergibt aktuell noch keine gut wiederverwertbaren Wertstoffe. Diese sind oft auch nach der Behandlung noch verschmutzt (beispielsweise Kohlenwasserstoffe, die der mineralischen Fraktion anhaften), oder sie genügen den Qualitätsanforderungen nicht (abgerundeter Splitt, der nicht wieder als Splitt eingesetzt werden kann).

Stand der Technik ungenügend

Eine Studie des BAFU (noch nicht publiziert) zeigt, dass die Reinigungsleistung von heute in der Schweiz bestehenden Aufbereitungsanlagen in 80% der untersuchten Anlagen ungenügend ist.

BAFU-Studie zur Aufbereitung von Strassensammlerschlämmen

Seit dem Jahr 2022 werden aufbereitete Strassensammlerschlämme (nach Entfernung der mineralischen Bestandteile und nach Entwässerung) im Zementwerk Untervaz als Sekundärbrennstoff thermisch verwertet. Dies ist gemäss entsprechenden Versuchen ohne Zunahme von Schadstoff-Emissionen möglich. Im Zementwerk Untervaz werden künftig voraussichtlich 10'000 t Strassensammlerschlämme pro Jahr verbrannt. Damit steht neben der Verbrennung in der KVA Trimmis ein weiterer Entsorgungsweg zur Verfügung.

Verbrennung in KVA Trimmis und als Sekundärbrennstoff im Zementwerk Untervaz

5.6.5 Vermeidungs- und Verwertungspotenziale

a) Vermeidungspotenzial

Die Menge der Strassenabfälle (Strassensammlerschlämme und Strassenwischgut) hängt von der Länge des Strassennetzes und dessen Entwässerungssystem

Kein Vermeidungspotenzial vorhanden



ab. Für Strassenabfälle gibt es bei wachsendem Strassennetz kein Vermeidungspotenzial.

b) Verwertungspotenzial

Über die Mengen und den Einsatz der verwertbaren mineralischen Fraktionen aus der Behandlung von Strassensammlerschlamm und Strassenwischgut liegen keine genauen Angaben vor. Der Absatz der in den Aufbereitungsanlagen abgetrennten Kies-/Sand-/Splitt-Fraktion ist schwierig, was auf die hohen Qualitätsanforderungen der Belags- und Betonwerke zurückgeführt wird. Erfahrungen aus mehreren Kantonen zeigen, dass rezyklierter Splitt aufgrund der Abrundung nicht mehr direkt als Splitt eingesetzt werden kann, und dass die aufbereiteten mineralischen Materialien mit Kohlenwasserstoffen belastet sein können. Das Verwertungspotenzial ist entsprechend eingeschränkt.

Verwertung/Wiedereinsatz nicht
genau bekannt und schwierig

5.6.6 Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf

Tabelle 16: Strassenbürtige Abfälle: Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung sowie Handlungsbedarf

Ziele	Strassenbürtige Abfälle: Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung			Handlungsbedarf
Ziel 1: Eigenverantwortlichkeit und fairer Wettbewerb	Die Entsorgung von Strassensammlerschlamm und Strassenwischgut erfolgt in Eigenverantwortung der Gemeinden und des Kantons sowie mehrheitlich im eigenen Kanton. Die effektive Aufbereitung übernehmen private Unternehmen im Auftrag der öffentlichen Hand. Diese nimmt ihre Verantwortung wahr.			Nein
Ziel 2: Optimierte Entsorgungssicherheit und Kapazitäten für Abfallanlagen und Deponien	Die Aufbereitung von Strassensammlerschlamm und Strassenwischgut erfolgt im freien Markt. Es gibt genügend Anlagen für die Aufbereitung und Entsorgung der im Kanton Graubünden anfallenden strassenbürtigen Abfälle.			Nein
Ziel 3: Abfallvermeidung	Die Entstehung von Strassensammlerschlamm und Strassenwischgut kann nicht vermieden werden.			Nicht anwendbar
Ziel 4: Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung	Der Stand der Technik der Aufbereitungsanlagen ist nicht befriedigend, da die bei der Aufbereitung erzielten Fraktionen teilweise noch verschmutzt sind und/oder die Qualitätsstandards für einen Wiedereinsatz nicht erfüllen. Eine Ressourcenschonung wird so nicht erreicht.			Ja
Ziel 5: Primär- und Sekundärrohstoffe	Siehe Ziel 4			Ja
Ziel 6: Effizienz und Effektivität, Optimierung	Siehe Ziel 4			Ja
Ziel 7: Information und Transparenz, klare Entsorgungswege	Es gibt Mengenangaben zu den Strassensammlerschlamm, jedoch keine Mengenangaben zum Strassenwischgut. Die Mengen wie auch die Kosten der Entsorgung werden von der öffentlichen Hand nicht offen gelegt. Die Entsorgungs-/Verwertungswege sind geklärt, wenn sie auch keine befriedigenden Ergebnisse bringen (vgl. Ziel 4).			Ja
Ziel 8: Qualitätsstandards, Stand der Technik	Der Stand der Technik bei den Aufbereitungsanlagen ist ungenügend, da die erzielten Fraktionen teilweise noch verschmutzt sind oder den Qualitätsstandards für einen Wiedereinsatz nicht entsprechen (vgl. Ziel 4).			Ja
Handlungsbedarf:	Ja (Massnahmen nötig)	Teilweise (Massnahmen ggf. nötig)	Nein (Keine Massnahmen nötig)	Nicht anwendbar / nicht bestimmbar



5.6.7 Massnahmen

Es gibt bezüglich verschiedener Ziele Handlungsbedarf. Insbesondere ist der Stand der Technik der Aufbereitungsanlagen heute unbefriedigend. Dies ist allerdings ein schweizweites Thema und nicht spezifisch für den Kanton Graubünden.

Handlungsbedarf ist gegeben, jedoch nicht GR-spezifisch

Die Aufbereitungsanlagen für strassenbürtige Abfälle müssten eine technologische Weiterentwicklung durchmachen, die sich derzeit nicht abzeichnet. Es gibt aktuell keine zielführenden Massnahmen zur Umsetzung, die der Kanton Graubünden anstossen könnte. Deshalb wird in diesem Bereich auf Massnahmen verzichtet.

Verzicht auf Massnahmen

Beim Strassenwischgut bestünde zwar Datenbedarf, der Nutzen ist jedoch unklar, weshalb auch in diesem Bereich auf Massnahmen verzichtet wird.



5.7 Mineralische Bauabfälle

5.7.1 Organisation

Für die mineralischen Bauabfälle und die daraus produzierten Recyclingbaustoffe werden vier Kategorien unterschieden.

Kategorien

Tabelle 17: Kategorien mineralische Bauabfälle und Recyclingbaustoffe

Mineralische Bauabfälle	Recyclingbaustoffe
Mischabbruch	Mischabbruchgranulat oder Mischgranulat
Betonabbruch	Betongranulat
Ausbauasphalt	Asphaltgranulat
Strassenaufbruch	Recycling-Kiessand A, B und P

Im Kanton Graubünden werden 42 Aufbereitungsplätze für mineralische Bauabfälle durch private Firmen auf dem freien Markt betrieben [22]. Bauabfallsortierungsanlagen werden als Information in den Richtplan aufgenommen, wenige Regionen erklären ihre Standorte als verbindliche Planung. Die heutige regionale Verteilung der Sammel- und Sortierplätze ermöglicht allen Regionen die Verwertung von Bauabfällen. In Gebieten mit grösserem Bauvolumen finden sich meist mehrere Möglichkeiten. Wenige Plätze verfügen über permanente Aufbereitungsanlagen für mineralische Bauabfälle. Die meisten fahren Kampagnen zur Materialaufbereitung mit mobilen Aufbereitungsanlagen. Die mineralischen Bauabfälle werden zu Recyclingbaustoffen aufbereitet. Wenige Anlagen bereiten zudem auch Bausperrgut auf.

Aufbereitung regional verteilt
und privatwirtschaftlich organisiert

5.7.2 Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019

Für die nachfolgenden Darstellungen der Mengenentwicklung wurden die vorhandenen Daten der obengenannten mineralischen Bauabfälle ausgewertet, für den Output die entsprechenden Recyclingbaustoffe (Abbildung 16, Abbildung 17). Die Lagermengen entsprechen der Summe von mineralischen Bauabfällen und Recyclingbaustoffen der jeweiligen Kategorie (Abbildung 18).

Ermittlung der Mengen

Mengenverschiebungen von mineralischen Bauabfällen und Recyclingbaustoffen zwischen verschiedenen Aufbereitungsanlagen innerhalb des Kantons und über die Kantons Grenzen hinaus (sog. Weiterleitungen) können aus den vorliegenden Daten nicht ermittelt und herausgerechnet werden. Es sind folglich Doppelzählungen möglich, die dargestellten Mengen sind somit tendenziell zu hoch. Zudem enthalten die ausgewerteten Daten keine Informationen zum Import und Export mineralischer Bauabfälle. Für die vollständige Nachvollziehbarkeit der Stoffflüsse sind zukünftig Informationen zur Identifikation der Weiterleitungen sowie der Import- und Exportmengen notwendig.

Doppelzählungen, Importe und Exporte nicht bekannt

Die mineralischen Bauabfälle werden in Tonnen angegeben (und nicht in den auch oft verwendeten m^3 (lose oder fest)).

Mengen in t

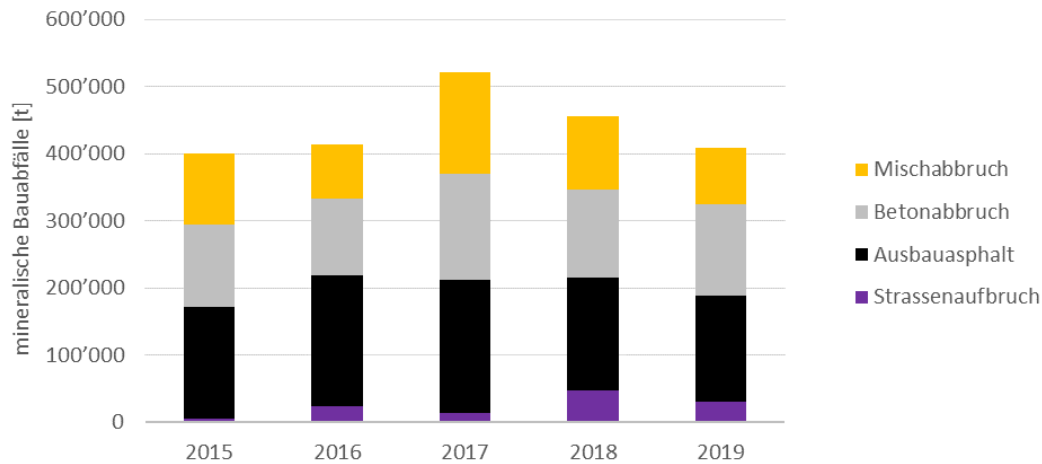


Abbildung 16: Mengenentwicklung mineralische Bauabfälle, 2015-2019

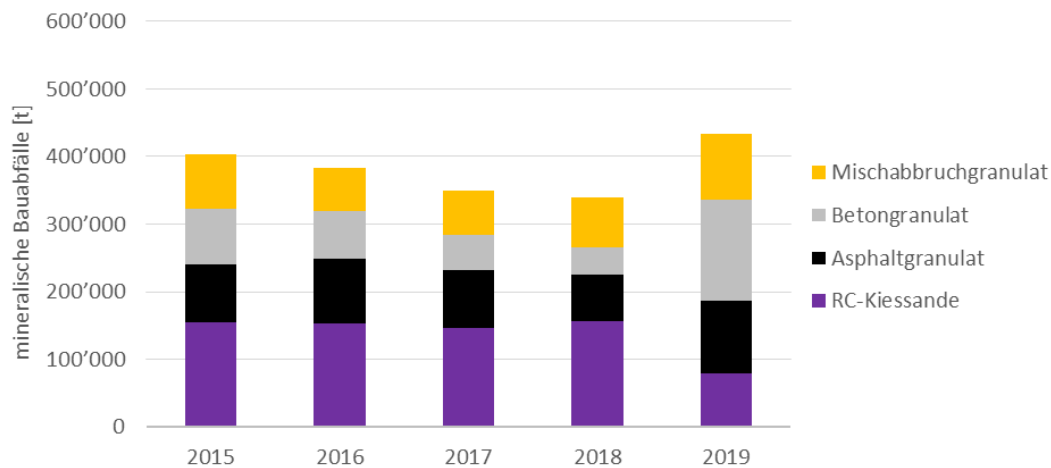


Abbildung 17: Mengenentwicklung Recyclingbaustoffe, 2015-2019

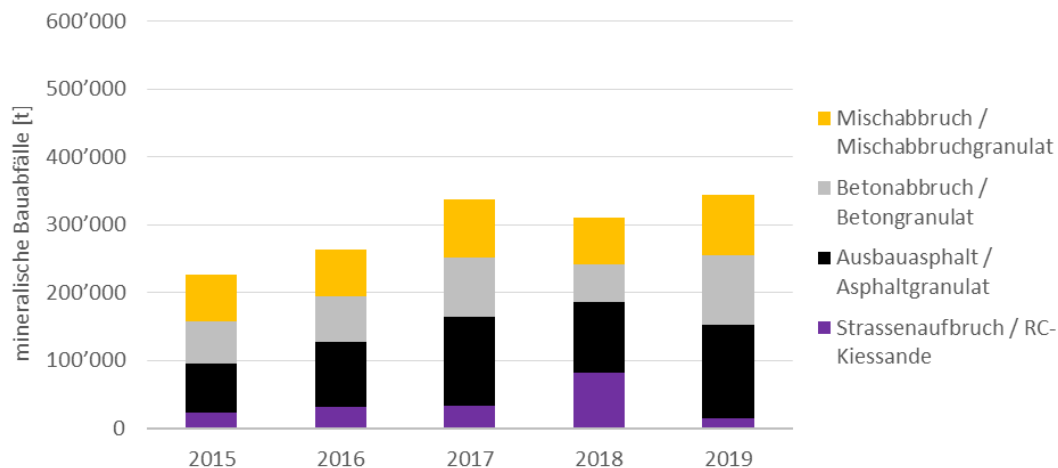


Abbildung 18: Lagermengen mineralische Bauabfälle und aufbereitete Recyclingbaustoffe, 2015-2019



Aus den obigen Darstellungen ist ersichtlich, dass generell ein Inputüberschuss vorhanden ist und daher die Lagermengen zunehmen. Rechnerisch entspricht die Lagerzunahme aber nicht der Differenz aus Input und Output. Das liegt primär daran, dass die erfassten Zahlen in den Jahren 2015-2018 aufgrund veralteter Erfassungsmethoden unvollständig und daher nur bedingt aussagekräftig sind. Erst mit dem Wechsel auf ARVIS und RESSIS wurden ab 2019 genauere Datengrundlagen generiert.

In den elf Regionen des Kantons Graubünden (vgl. Abbildung 1) unterscheidet sich die Mengenentwicklung stark vom kantonalen Durchschnitt. Alle Regionen weisen grosse Schwankungen auf. Die regionale Auswertung der mineralischen Bauabfälle ist im separaten Beilagenband im entsprechenden Kapitel ersichtlich.

grosse regionale Unterschiede

5.7.3 Künftige Mengenentwicklung 2020-2029

Die Prognose für die künftige Mengenentwicklung der mineralischen Bauabfälle basiert auf der Prognosestudie des Graubündnerischen Baumeisterverbands in Zusammenarbeit mit BAK Economics zum Bauvolumen in der Bündner Wirtschaftsregion 2020-2024 (BAK-Studie [15]).

Grundlage BAK-Studie

Für die Jahre 2020 bis 2024 wird gemäss BAK-Studie zusammenfassend und unter Berücksichtigung aller im Bericht beleuchteten Aspekte (Bevölkerung, Finanzierung, Grossprojekte, Leerstände etc.) nur ein leichter Anstieg des durchschnittlichen Bauvolumens erwartet (+ 0.4% gegenüber Mittelwert 2015-2019). Im Hochbau werden -1.2% (Mittelwert Wohnbau und übriger Hochbau), im Tiefbau +1.5% erwartet.

**Erwartetes Bauvolumen Hochbau
-1.2%, Tiefbau +1.5%**

Das Bauinvestitionsvolumen lässt nur bedingt Rückschlüsse auf die mineralischen Bauabfälle zu. Grossprojekte wie der Albula-Tunnel, Neubauten auf der grünen Wiese oder Massnahmen zur besseren Energieeffizienz in Gebäuden (Heizungsersatz, Sanierung Fenster oder Dächer) verursachen im Verhältnis zum Bauinvestitionsvolumen nur geringe Mengen an mineralischen Bauabfällen⁵. Im Gegensatz dazu stehen Ersatzneubauten, da hier aufgrund des vorangehenden Gebäudeabbruchs relevante Mengen an Rückbaumaterialien anfallen.

Bauinvestitionsvolumen nur bedingt aussagekräftig

Für die künftige Mengenentwicklung werden die Kategorien Betonabbruch und Mischabbruch dem Hochbau, Ausbausphal und Strassenaufbruch dem Tiefbau zugeordnet. Diese Annahme ist eine Vereinfachung, da grundsätzlich alle Abfallkategorien sowohl im Hochbau wie auch im Tiefbau entstehen können. Wie aus früheren Studien bekannt ist, ergibt die Zuordnung aber ein gutes Bild der Grössenverhältnisse (vgl. z.B. [23]).

**Zuordnung der Abfallkategorien
zu Hoch- und Tiefbau**

Basierend auf den oben beschriebenen Grundlagen wird für die künftige Mengenentwicklung in der Periode 2020-2029 von folgenden Szenarien ausgegangen:

Tiefbau

⁵ Beim Albula-Tunnel fallen vor allem Tunnelausbruchmaterialien an und nur wenig mineralische Bauabfälle wie Strassenaufbruch, Ausbausphal, Betonabbruch und Betonabbruch



- Tiefbau: Beim Tiefbau wird mit einer im Mittel gleichbleibenden Menge an mineralischen Bauabfällen der Kategorien Asphalt und Strassenaufbruch gerechnet. Der Wert ergibt sich aus dem Mittelwert der Mengen der Periode 2015-2019 multipliziert mit dem prognostizierten, mittleren Wachstum gemäss BAK-Studie für den Tiefbau (+1.5%). Diverse Tiefbauprojekte wie der Bahnhof Landquart oder Strassenerneuerungsprojekte des Kantons und des ASTRA sind darin enthalten.
- Szenario MITTEL: Wie beim Tiefbau wird auch beim Hochbau mit einer im Mittel gleichbleibenden Menge an mineralischen Bauabfällen (Kategorien Mischabbruch und Beton) gerechnet. Der Wert ergibt sich aus dem Mittelwert der Mengen der Periode 2015-2019, multipliziert mit dem prognostizierten, mittleren Rückgang gemäss BAK-Studie für den Hochbau (- 1.2%). In der Summe heben sich die Entwicklung im Tiefbau und im Hochbau praktisch auf, d.h. das Szenario MITTEL (Summe Tiefbau + Hochbau) entspricht ziemlich genau dem Mittelwert der totalen Bauabfallmenge der Periode 2015-2019 (vgl. Abbildung 19).
- Szenario HOCH: Die durchschnittliche Lebensdauer eines Gebäudes beträgt rund 30 bis 50 Jahre. Da im Kanton Graubünden knapp 77% der Gebäude vor 1990 gebaut wurden [15] und somit älter als 30 Jahre sind, ist das Potenzial für Sanierungsinvestitionen gross. Angestrebt wird eine Steigerungsrate von heute knapp 1% auf künftig 1.5 bis 2% pro Jahr (vgl. Kap. 2.4.8). Für das Szenario HOCH wird angenommen, dass auch die Erneuerungsrate bei den Ersatzneubauten entsprechend zunimmt, und zwar kontinuierlich von 1 auf 1.5% innerhalb der nächsten 10 Jahre. Daraus resultiert eine Zunahme der Bauabfallmengen im Hochbau (Kategorien Mischabbruch und Beton) um +50% bis ins Jahr 2029 gegenüber 2019. Für das Szenario HOCH (Summe der Bauabfälle aus Tiefbau und Hochbau) entspricht dies einer Zunahme von +27% gegenüber dem Szenario MITTEL.

Szenario MITTEL

Szenario HOCH

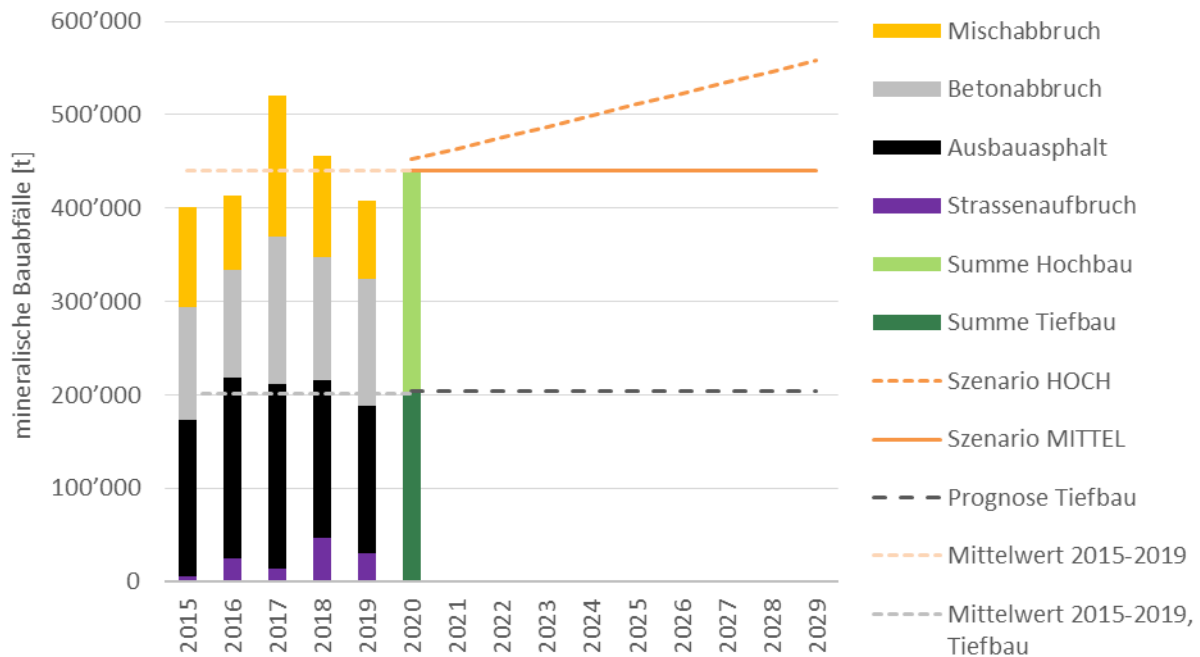


Abbildung 19: Mengenentwicklung mineralische Bauabfälle, Prognose bis 2029

5.7.4 Anlagekapazitäten

Die Aufbereitung von verwertbaren mineralischen Bauabfällen erfolgt durch private Unternehmer, welche auf bewilligten Plätzen vorwiegend mobile oder semimobile Brech- und Siebanlagen einsetzen (vgl. Kap. 5.7.1). Die Unternehmer können dadurch flexibel auf die Schwankungen des Anfalls reagieren. Aufgrund der privaten Organisation der Bauabfallverwertung kann davon ausgegangen werden, dass Änderungen in der Nachfrage privatwirtschaftlich bedient werden. Es besteht kein Bedarf, weitere Kapazitäten durch den Kanton Graubünden zu planen.

Privatwirtschaftliche Regulierung
der Kapazitäten

5.7.5 Vermeidungs- und Verwertungspotenziale

Für die Rückbaumaterialien wird eine Wiederverwendung von Bauteilen (ohne Aufbereitung) als Vermeidung betrachtet. Dabei kommt der Planung der zukünftigen Gebäude eine grosse Bedeutung zu. Nur wenn Rückbauarbeiten respektive die Recyclingfähigkeit der Bauwerke in der Planung entsprechend berücksichtigt werden, ist ein späteres Baustoffrecycling ohne Schwierigkeiten möglich. Neuartige Planungsmethoden wie BIM (Building Information Modeling) fördern diese Entwicklung. Die Vermeidung von Baumaterialien durch Wiederverwendung ist weit weniger fortgeschritten als die Aufbereitung und Wiederverwertung von mineralischen Recyclingbaustoffen. Zur Vermeidung von

Vermeidungspotenzial



Bauabfällen durch die vermehrte Wiederverwendung von Bauteilen liegen keine Angaben vor, es wird jedoch ein relevantes Potenzial erwartet.

Die Mengen der anfallenden mineralischen Bauabfälle sind für Misch- und Betonabbruch sowie Ausbauasphalt im Durchschnitt deutlich höher als die im Bauprozess verwerteten Recyclingbaustoffe (vgl. Kap. 5.7.2). Die Überschüsse führen dazu, dass insbesondere für Ausbauasphalt/Asphaltgranulat die Lagermenge zwischen 2015 und 2019 kontinuierlich anwuchs. Das Potenzial, die Verwertungsquote im Tief- und Hochbau zu erhöhen, ist generell gegeben. Insbesondere bei der Verwendung von Mischabbruchgranulat im Konstruktionsbeton besteht ein zusätzliches Potenzial bestehen.

Verwertungspotenzial

In den «Besondere Bestimmungen Teil 2 (BB2)» des Tiefbauamtes Graubünden wurde die Anforderung aufgenommen, dass Recyclingbaustoffe je nach Verfügbarkeit einzusetzen sind [29]. Das Hochbauamt Graubünden wurde 2019 bezüglich einem vermehrten Einsatz von Recyclingbaustoffen geschult. Im Juni 2021 wurde eine Informationsbroschüre zu Einsatzmöglichkeiten von Recyclingbaustoffen im Hoch- und Tiefbau publiziert. Die öffentliche Hand ist sensibilisiert. Ausstehend ist noch eine entsprechende Sensibilisierung der Privatwirtschaft (z.B. an der kantonalen Baufachtagung 2022).

Sensibilisierung

5.7.6 Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf

Tabelle 18: Mineralische Bauabfälle: Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung sowie Handlungsbedarf

Ziele	Mineralische Bauabfälle: Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung	Handlungsbedarf
Ziel 1: Eigenverantwortlichkeit und fairer Wettbewerb	Aufbereitungsanlagen sind über alle Regionen verteilt und werden privatwirtschaftlich erstellt und betrieben, eine staatliche Intervention ist weder erforderlich noch vorhanden. Die Mengen an Bauabfällen und Recyclingbaustoffen werden kontinuierlich erfasst, die Datenqualität ist jedoch erst seit der Einführung neuer Erfassungssysteme für die Jahre 2018 bis 2019 zufriedenstellend. Auch werden die Weiterleitungen von mineralischen Bauabfällen und Recyclingbaustoffen nicht konsequent erfasst. Daher sind es Doppelzählungen möglich, womit eine vollständige Interpretation der festgestellten Inputüberschüsse nicht möglich ist. Es sind somit keine hinreichenden Grundlagen für die Vorgabe von Leitplanken oder notwendigen Eingriffen durch den Kanton vorhanden. Es besteht Handlungsbedarf.	Ja
Ziel 2: Optimierte Entsorgungssicherheit und Kapazitäten für Abfallanlagen und Deponien	Die Aufbereitung der anfallenden Menge an mineralischen Bauabfällen ist mit den bestehenden Anlagen gesichert, die Verwertungswege sind genügend definiert.	Nein
Ziel 3: Abfallvermeidung	Zur Vermeidung von Bauabfällen durch die vermehrte Wiederverwendung von Bauteilen liegen zwar keine konkreten Angaben vor. Es darf aber davon ausgegangen werden, dass das Potenzial relevant ist. Auch für die Erhöhung der Verwertungsquote von mineralischen Bauabfällen besteht noch Potenzial. Handlungsbedarf ist gegeben.	Ja
Ziel 4: Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung	Bauabfälle werden in gesetzeskonformen Anlagen behandelt und zu Recyclingbaustoffen aufbereitet. Der Einsatz von Recyclingbaustoffen wird bei Bauprojekten aber noch zu wenig priorisiert, eine vollständige Verwertung kann deshalb mangels Nachfrage,	Ja



	insbesondere beim Asphaltgranulat, nicht garantiert werden. Die Schliessung des Stoffkreislaufts ist deshalb unvollständig und somit die Schonung von Primärrohstoffen (Kies und Splitt) ungenügend. Es besteht Handlungsbedarf (vgl. Ziel 5).	
Ziel 5: Primär- und Sekundärrohstoffe	Die öffentliche Hand strebt als Bauherrin die Verwendung von Sekundärrohstoffen an. Sie stellt Unterlagen und Informationsmaterial zur Verfügung ([29], [30]) und führt Schulungen durch. Im konkreten Einsatz von Sekundärbaustoffen bei eigenen Projekten agiert sie noch zu wenig konsequent und nimmt demnach ihre Vorreiterrolle noch zu wenig wahr. Es besteht Handlungsbedarf. Viele Marktteilnehmende bevorzugen Primärrohstoffe, da Unsicherheiten bei der Materialqualität der Sekundärbaustoffe und mangelndes Fachwissen bei den Einsatzmöglichkeiten bestehen. Die diesbezügliche Sensibilisierung der Privatwirtschaft (Schulung und Beratung) ist teilweise noch ausstehend. Es besteht Handlungsbedarf.	Ja
Ziel 6: Effizienz und Effektivität, Optimierung	Bauabfälle werden lokal aufbereitet und regional wieder eingesetzt. Die vielen und räumlich gut verteilten stationären und mobilen Aufbereitungsanlagen ermöglichen eine effektive und effiziente Aufbereitung der mineralischen Bauabfälle. Es gibt keinen Handlungsbedarf.	Nein
Ziel 7: Information und Transparenz, klare Entsorgungswege	Die Zielvorgaben bezüglich Information, Transparenz und Entsorgungswege sind durch die Publikation in der Abfallplanung und die veröffentlichten Informationsmaterialien erfüllt. Es besteht kein Handlungsbedarf.	Nein
Ziel 8: Qualitätsstandards, Stand der Technik	Die Aufbereitung des Ausbauasphalts ist noch nicht zufriedenstellend (Asphaltqualität nimmt bei zu hohem Anteil Asphaltgranulat ab). Es finden aktuell viele Aktivitäten zur Lösungsfindung auf nationaler Ebene statt, der Stand der Technik ist noch nicht gefunden. Für den Kanton Graubünden besteht daher aktuell (noch) kein Handlungsbedarf.	Nein
Handlungsbedarf:	Ja (Massnahmen nötig) Teilweise (Massnahmen ggf. nötig) Nein (Keine Massnahmen nötig) Nicht anwendbar / nicht bestimmbar	

5.7.7 Fazit und Massnahmen

Der Handlungsbedarf bei den mineralischen Bauabfällen besteht darin, eine verbesserte Datenerfassung sicherzustellen (Doppelzahlungen vermeiden) sowie den Absatz der produzierten Recyclingbaustoffe zu fördern. Dazu werden drei Massnahmen formuliert.

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Mineralische Bauabfälle			
BA-1	Verbessern der Datenqualität durch Erfassen der weitergeleiteten Mengen von mineralischen Bauabfällen/Recyclingbaustoffen sowie von Importen und Exporten (Die Verbesserung erfolgt durch die umfassendere Datenerfassung und Modellierung und mit dem KAR-Modell, vgl. Massnahme Dep-10).	vgl. Massnahme Dep-10	1



Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
BA-2	Leisten von Aufklärungsarbeit bei privaten Bauherrschaften betreffend Wiederverwendung von Bauteilen und Verwendung von Recyclingbaustoffen (Informationsveranstaltungen, Bekanntmachung von Bauteilbörsen).	ANU	3
BA-3	Konsequentes Umsetzen der Vorreiterrolle des Kantons durch prioritären Einsatz von Recyclingbaustoffen bei Bauten der öffentlichen Hand. HBA und TBA werden eingebunden und es wird eine gemeinsame Strategie erarbeitet (Pilot- und Leuchtturmprojekte lancieren).	ANU zusammen mit HBA und TBA	4, 5



5.8 Weitere Abfallarten

5.8.1 Sonderabfälle und andere kontrollpflichtige Abfälle (akb/ak)

Gemeinsam mit den Sonderabfällen werden auch die anderen kontrollpflichtigen Abfälle mit Begleitscheinpflicht (akb-Abfälle) dargestellt. Zu den akb-Abfällen gehören drei Abfallarten/Abfall-Codes: stark belasteter abgetragener Ober- oder Unterboden, starkverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial sowie stark verschmutzter Gleisaushub.

Die anderen kontrollpflichtigen Abfälle (ak-Abfälle) werden separat ausgewiesen. Sie enthalten neben diversen Abfallgruppen die weniger stark verschmutzten Aushub- und Ausbruchmaterialien, Gleisaushubmaterialien und Böden.

a) Sonderabfälle und akb-Abfälle

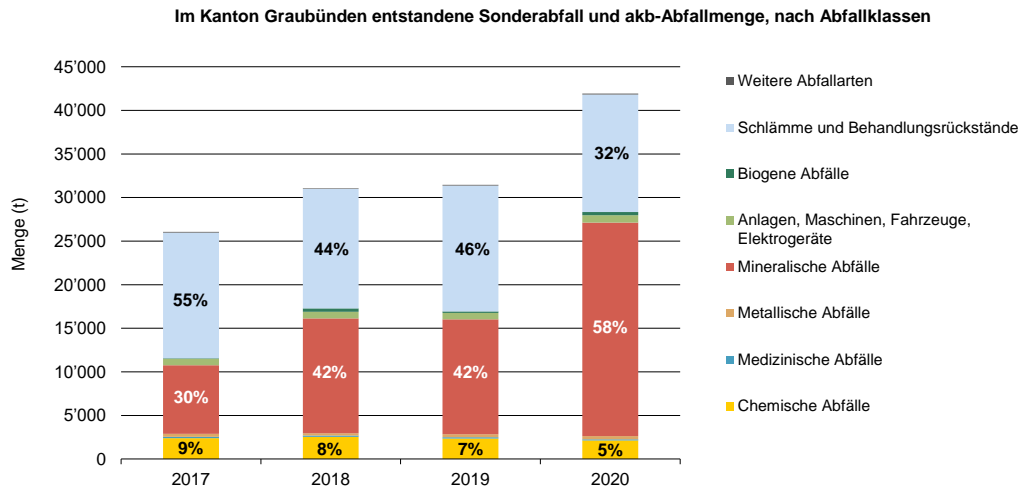


Abbildung 20: Im Kanton Graubünden entstandene Menge Sonderabfälle/akb-Abfälle, nach Abfallklassen, 2017-2020

Die angefallenen Sonderabfälle/akb-Abfälle haben in den letzten Jahren tendenziell zugenommen, von 26'000 (2017) auf 42'000 t (2020). Die grössten Mengenanteile gibt es bei den mineralischen Abfällen sowie den Schlämmen und Behandlungsrückständen. Die chemischen Abfälle liegen im einstelligen Prozentbereich. Absolut gesehen nahmen die mineralischen Abfälle (in Abhängigkeit der Bautätigkeit) von 8'000 t auf 25'000 t stark zu, während Behandlungsrückstände (14'000 t) und chemische Abfälle (2'300 t) etwa gleich blieben.

Menge im Kanton Graubünden
angefallener S/akb-Abfälle zunehmend

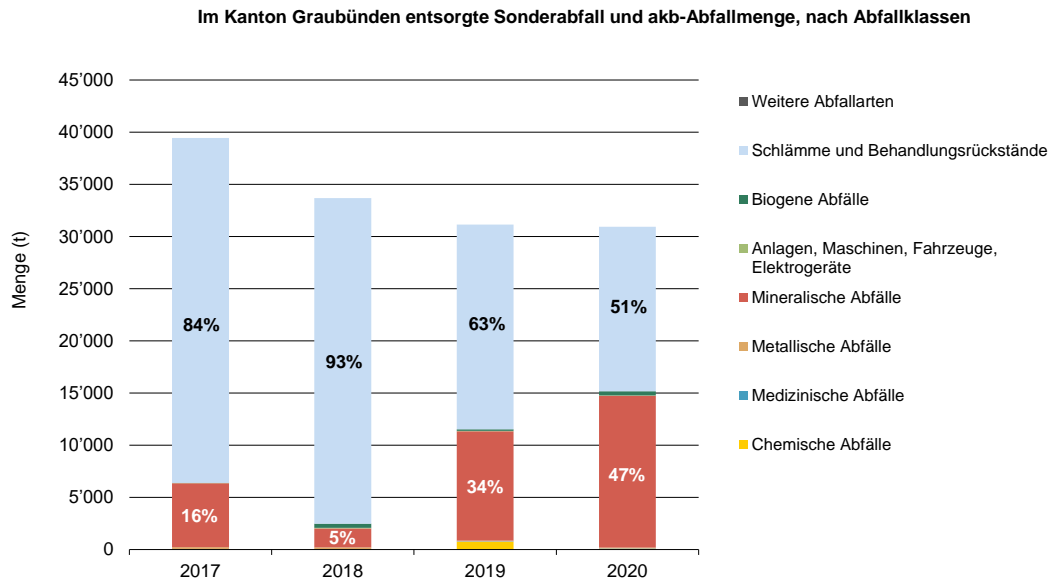


Abbildung 21: Im Kanton Graubünden entsorgte Menge Sonderabfälle/akb-Abfälle, nach Abfallklassen, 2017-2020

Im Gegensatz zu den entstandenen haben die entsorgten Sonderabfälle/akb-Abfälle in den letzten Jahren tendenziell abgenommen, von 39'000 (2017) auf 31'000 t (2020). Die grössten Mengenanteile gibt es bei den Schlämmen und Behandlungsrückständen, gefolgt von den mineralischen Abfällen. In absoluten Zahlen schwankten die mineralischen Abfälle stark (zwischen 2'000 und 15'000 t), die Schlämme und Behandlungsrückstände ebenfalls (zwischen 16'000 t und 33'000 t).

Menge im Kanton Graubünden entsorgter S/akb-Abfälle abnehmend

Von den entsorgten Sonderabfällen/akb-Abfällen wurden 28% chemisch-physikalisch behandelt, 26% stofflich verwertet, 25% deponiert und 21% in einer KVA verbrannt.

Behandlungsarten

Bei den Sonderabfällen/akb-Abfällen gibt es kein Vermeidungs- oder Verwertungspotenzial. Handlungsbedarf gibt es bei der Eingabe in VeVA-Online: Hier gibt es immer wieder Falsch-Einträge (falsche Mengen, falsche Abfall-Codes).

Handlungsbedarf Sonderabfälle/akb-Abfälle

Im Rahmen der neuen Berichterstattung gemäss VVEA, welche ab 1. Januar 2022 für alle Kantone Pflicht ist und ab 2022 für nk-Abfälle sowie ab 2023 für Sonderabfälle, akb- und ak-Abfälle über das elektronische Portal Abfall & Rohstoffe (eGOV) erfolgen muss, werden seitens BAFU entsprechende Schulungen für Betriebe angeboten, um diesen Missstand zu beheben.

Massnahme Sonderabfälle/akb-Abfälle



b) ak-Abfälle

Im Kanton Graubünden entsorgte ak-Abfälle, nach Gruppen

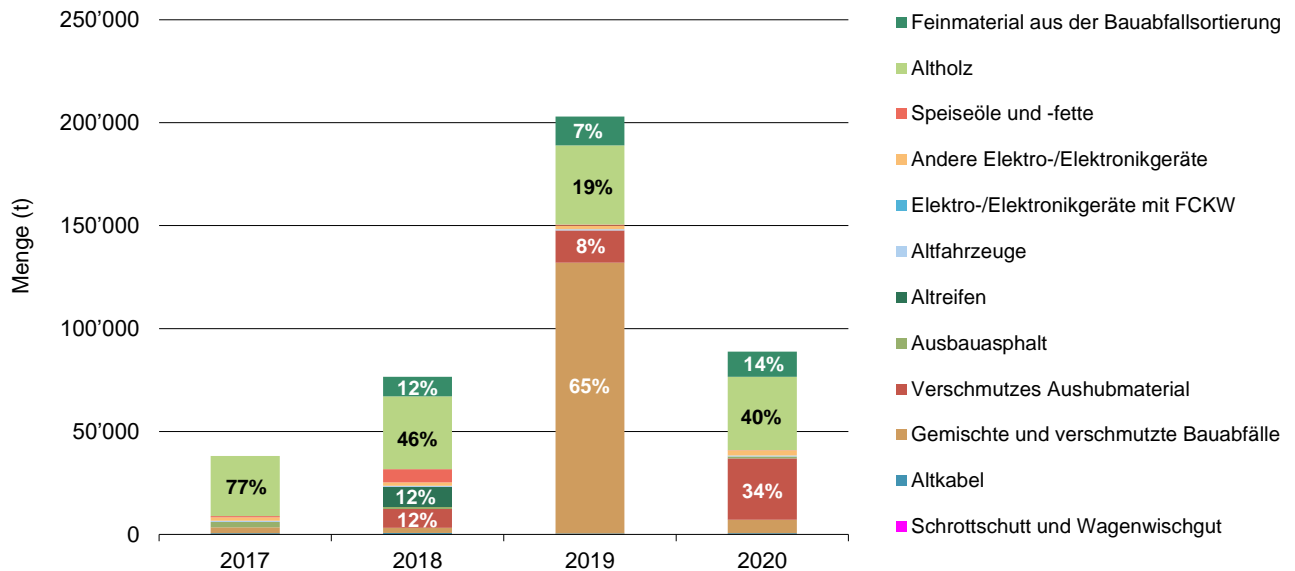


Abbildung 22: Im Kanton Graubünden entsorgte Menge ak-Abfälle, nach Abfallklassen, 2017-2020

Bei den im Kanton Graubünden entsorgten ak-Abfällen standen folgende Abfallfraktionen im Vordergrund: Gemischte und verschmutzte Bauabfälle (nur 2019), Altholz, verschmutztes Aushubmaterial, Feinmaterial aus der Bauabfallsortierung sowie Altreifen (nur 2018). Die Mengen schwankten von Jahr zu Jahr sehr stark (2017: 38'000 t, 2019: 203'000 t). 2019 wurde eine sehr grosse Menge an gemischten und verschmutzten Bauabfällen entsorgt (131'000 t). Die Schwankungen der entsorgten Menge an verschmutztem Aushubmaterial lagen zwischen 0 t und 30'000 t. Die Altholzmengen schwankten deutlich weniger stark (zwischen 29'000 t und 38'000 t).

Sehr stark schwankende ak-Mengen

Bei den ak-Abfällen gibt es kein Vermeidungspotenzial, jedoch teilweise Verwertungspotenzial, z.B. bei den Holzabfällen (vgl. Kap. 5.8.2). Handlungsbedarf gibt es bei den ak-Abfällen (wie bei den Sonderabfällen/akb-Abfällen) bei der Eingabe in VeVA-Online (Falscheinträge, insbesondere bei den Mengen und Abfall-Codes).

Handlungsbedarf ak-Abfälle

Auf Massnahmen bei den S/akb- und den ak-Abfällen wird verzichtet, da das BAFU für Betriebe Schulungen zur verbesserten Eingabe von Abfallmengen ins Portal eGOV anbietet. Somit wird dem Missstand der Falscheinträge und Falschcodierungen entgegen gewirkt.

Verzicht auf Massnahme für S/akb- und ak-Abfälle



5.8.2 Holzabfälle

Im Jahr 2021 wurden 31 Betriebe, die im Kanton Graubünden Holzabfälle annehmen, mittels Betriebsbesuchen oder Betriebsbefragungen einer Vollzugskontrolle unterzogen. Gleichzeitig wurden Mengenerhebungen durchgeführt. Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf den Ergebnissen des Berichts «Vollzugskontrolle Holzabfälle Graubünden und Holzabfallflüsse» [17]. Das Bezugsjahr ist 2020.

Die Holzabfälle aus dem Kanton Graubünden gelangen in viele verschiedene Betriebe und werden auf unterschiedliche Art und Weise verwertet; sei dies stofflich oder thermisch im Kanton Graubünden oder ausserkantonale oder auch im Ausland. Im Jahr 2020 nahmen 31 Betriebe im Kanton Graubünden Holzabfälle an. Dazu kommen noch eine unbekannte Anzahl Annahmestellen der Gemeinden für Holzabfälle aus Haushalten (v.a. Sperrgut).

Im Jahr 2020 gelangte der grösste Teil der Holzabfälle aus dem Kanton Graubünden in die KVA Trimmis (rund 15'000 t). Rund 2'700 t wurden in ausserkantonalen KVA verbrannt (ICTR Giubiasco, KVA Buchs SG, KVA Linth etc.). Rund 3'300 t Holzabfälle wurden in innerkantonale und rund 800 t in ausserkantonale Altholzfeuerungen transportiert. Rund 1'300 t Holzabfälle wurden zur thermischen Verwertung exportiert. Rund 800 t wurden einer ausserkantonalen stofflichen Verwertung zugeführt, gut 7'000 t wurden, hauptsächlich nach Italien, exportiert. Rund 34'000 t Holzabfälle wurden vom Ausland in den Kanton Graubünden importiert und thermisch verwertet (vgl. Abbildung 24 und [17]).

Ca. 10'000 t Restholz aus den Holzverarbeitenden Betrieben (z.B. Schreinereien) wurden in betriebseigenen Feuerungen verwertet und rund 1'000 t Restholz gelangten in innerkantonale Altholzfeuerungen. Rund 100 t Restholz wurden in der KVA Trimmis verbrannt.

Nebst der Verteilung der Holzabfälle an die Endabnehmer (KVA, Altholzfeuerungen, Spanplattenhersteller) gibt es auch einen kantonsinternen Handel unter den Annahmebetrieben. So wurden 2020 rund 5'700 t Holzabfälle von einer Sammel- und Sortieranlage zur anderen verschoben.

Die Holzabfalllager sind im Vergleich zu den umgesetzten Mengen von geringer Grösse. Sie betrugen mit rund 1'600 t im Jahr 2020 rund 5% des Holzabfallinputs in die verschiedenen Sammel- und Sortieranlagen.

Die Zuteilung der Holzabfälle zu den verschiedenen Holzabfallkategorien ist aufgrund der heutigen Datenlage kaum möglich. Die Betriebe vergeben die Abfallcodes für Holzabfälle nach eigenem Gutdünken. Die folgende Tabelle 19 stellt deshalb einen «best guess» dar; dieser basiert auf den Befragungen der Holzabfallverarbeitenden Betriebe [17]. Abbildung 24 zeigt die prozentuale Aufteilung in die vier Holzabfallkategorien gemäss VVEA sowie in gemischte brennbare Holzabfälle.

Betriebsbesuche 2021, Zahlen aus dem Jahr 2020

Thermische und stoffliche Nutzung im Kanton GR und ausserhalb

Holzabfälle gehen hauptsächlich in die KVA Trimmis sowie in die ausländische Spanplattenproduktion

Hauptsächlich innerbetriebliche Nutzung von Restholz

Regel innerkantonaler Handel

Unbedeutende Lager

Unsichere Zuteilung zu Holzabfallkategorien



Tabelle 19: Geschätzte Mengen der an Entsorgungs- und Holzfeuerungsanlagen im Kanton Graubünden angelieferten Holzabfälle, nach Abfallkategorien, 2020

Holzabfallkategorie	Mengen [t] gerundet 2020
Problematische Holzabfälle [S], VVEA-Code 6101	700
Altholz [ak], VVEA-Code 6202	18'000
Restholz [nk], VVEA-Code 6302	11'000
Naturbelassenes Holz [nk], VVEA-Code 6301	2'200
Gemischte brennbare Holzabfälle [nk]*	13'000
Total	44'000**

* Hauptsächlich Holzanteil von Sperrmüll⁶, LVA-Code 20 03 07

** Neben Holzabfällen werden in Holzfeuerungsanlagen auch grosse Mengen Frischholz (Waldholz, Landschaftspflegeholz etc.) thermisch verwertet.

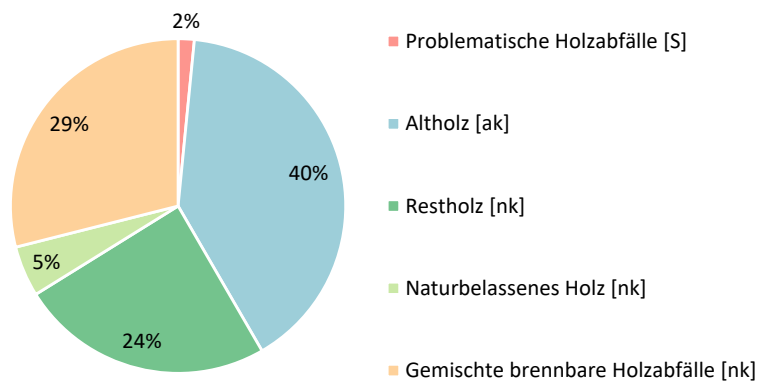


Abbildung 23: Geschätzte Anteile der an Entsorgungs- und Holzfeuerungsanlagen im Kanton Graubünden angelieferten Holzabfälle, nach Abfallkategorien, 2020

Bemerkungen zu stark abweichenden Mengenangaben gegenüber bisherigen Statistiken:

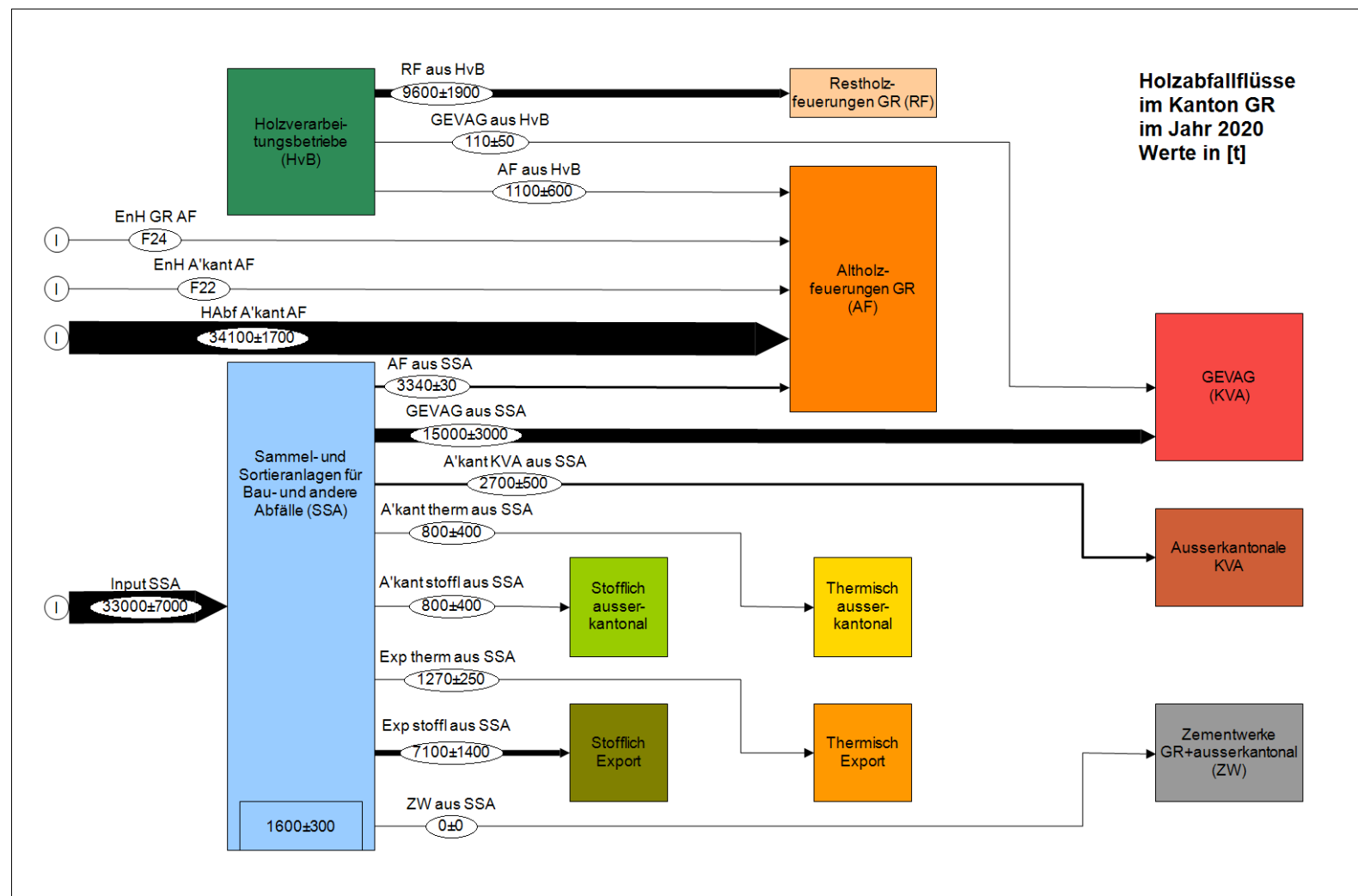
- Frisches Energieholz aus dem Wald wurde von der AXPO Tegra bis anhin fälschlicherweise unter den Abfallcodes 02 01 07 (Abfälle aus der Forstwirtschaft) und 19 12 07 (Abfälle von naturbelassenem Holz) verbucht. Dabei handelt es sich aber nicht um einen Abfall. Die ausgewiesenen Mengen an naturbelassenem Holz (VVEA-Code 6301) waren deshalb viel zu gross.
- Die ausserkantonale beschafften Holzabfälle der AXPO Tegra wurden unter dem Abfallcode 03 01 98 [ak] (Restholz, mit Ausnahme desjenigen, das unter 03 01 04 oder 03 01 05 fällt) erfasst. Es ist fraglich, ob es sich dabei wirklich um Restholz gemäss Definition und nicht eher um Altholz gemäss LVA-Codes 17 02 97 [ak], 19 12 98 [ak] oder 03 01 98 [ak], 15 01 03 [ak], 20 01 98 [ak] oder 17 02 97 [ak] handelt.

⁶ Die Sperrmüllmenge der Gemeindesammelstellen wurde ausgehend von den Sammelmengen bei der Multisammelstelle in Chur über die Einwohnerzahl des Kantons Graubünden und einem Verringerungsfaktor für die ländlichen Gemeinden gegenüber Chur berechnet (vgl. [17]).



- Die totalen Restholzmengen (LVA-Codes 03 05 01 oder 15 01 98) wurden über den spezifischen Restholzanfall je Holzverarbeitungsbetrieb und Vollzeitäquivalent der entsprechenden Branchen berechnet.

Abbildung 24 zeigt schematisch die Holzabfallflüsse im Kanton Graubünden für das Jahr 2020.



Legende: **AF:** Altholzfeuerung, **A'kant:** ausserkantonale, **EnH:** Energieholz (hier nicht dargestellt), **Exp:** Export, **HABf:** Holzabfälle, **HvB:** Holzverarbeitungsbetriebe, **KVA:** Kehrlichtverwertungsanlage, **RF:** Restholzfeuerung, **SSA:** Sammel- und Sortieranlagen für Bau- und andere Abfälle, **stoffl:** stofflich, **therm:** thermisch, **ZW:** Zementwerke

Abbildung 24: Holzabfallflüsse Graubünden 2020, ohne Energieholzmengen



Bei den Holzabfällen besteht relevanter Handlungsbedarf (vgl. auch [17]). Die Betriebe vergeben die Holzabfall-Codes nach eigenem Gutdünken, sodass keine schlüssigen Angaben zu den Mengen möglich sind. Somit ist auch keine Erfolgskontrolle oder Lenkung der Abfallströme möglich. Das Betriebspersonal ist deshalb dringend zu schulen. Solche Schulungen, zwecks Korrekter Erfassung der Abfallcodes und der Mengen, bietet das BAFU den Betrieben künftig an. Ebenso führt das ANU im Jahr 2022 Schulungen für die Holzabfallbetriebe durch, mit dem Ziel, dass die angenommenen Holzabfälle den entsprechenden Abfallcodes korrekt zugeordnet werden und dass die jährlich geforderte Abfallmeldung korrekt erfasst wird. Weiter sollen die Betriebe in der korrekten Probenahme von Holzabfällen für chemische Analysen geschult werden. Deshalb sind in diesem Bereich keine zusätzlichen Massnahmen notwendig ist.

Handlungsbedarf relevant

Folgende Massnahmen sind vorgesehen:

Massnahmen

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Holzabfälle:			
Ho-1	Vereinfachen/reduzieren der Anzahl der zu vergebenden Abfallcodes gemäss Vorschlag Faktenblatt BAU 7 (Umgang mit Holzabfällen) des Cercle déchets OST und Anpassen der Abfallcodes in den Betriebsbewilligungen der holzabfallverarbeitenden Betriebe	ANU	4, 7, 8
Ho-2	Durchsetzen der Pflicht zur Probenahme bei Holzabfällen gemäss Vollzugshilfe des BAFU zur VeVA (Kontrolle der Qualität von Holzabfällen) und ergänzen der Betriebsbewilligungen der holzabfallverarbeitenden Betriebe	ANU	4, 7, 8

5.8.3 Klärschlamm

Die im Jahr 2019 angefallene Menge Klärschlamm aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) betrug 4'463 t Trockensubstanz (TS).

Menge getrockneter Klärschlamm

4'296 t TS wurden grösstenteils in der Trocknungsanlage in Chur getrocknet, ein kleiner Teil in der Trocknungsanlage in Trun. Diese Mengen wurden in der Zementindustrie verbrannt. 167 t TS wurden in der KVA Trimmis verbrannt. Die restlichen 534 t TS wurden anderswo entwässert und entsorgt.

Entsorgung des Klärschlammes

Da die überwiegende Menge des (getrockneten) Klärschlammes im Zementwerk verbrannt wird, kann die Menge Klärschlammmasche nicht bestimmt werden.

Menge Klärschlammmasche nicht bekannt



Im Bereich des Klärschlammes gibt es keinen aktuellen Handlungsbedarf und somit keine Massnahmen zur Umsetzung. Hingegen sind die ARA aufgrund des Ausstosses von Lachgas klimarelevante Anlagen, weshalb in diesem Bereich Massnahmen notwendig sind (vgl. Kapitel 7.8 sowie den entsprechenden Massnahmenplan in Kapitel 8.3).

Kein Handlungsbedarf, keine Massnahmen notwendig

5.8.4 Kunststoffabfälle aus Haushalten und aus der Landwirtschaft

Der ökologische Vorteil einer gemischten Kunststoffsammlung aus Haushaltungen ist im Vergleich zu einer Verbrennung in einer energieeffizienten KVA gemäss der KuRve-Studie aus dem Jahr 2017 gering [7]. Meist sind die in den Gemeinden gesammelten Gemischtkunststoffe mit Verbundstoffen und Fremdstoffen durchsetzt, sodass keine hohen stofflichen Verwertungsquoten erreicht werden können. Zudem ist der Aufwand für Sammlung, Transport und Sortierung hoch, entsprechend auch die Kosten.

Ökologischer Nutzen gering, Kosten hoch

Die Sammlung von Kunststoffen aus Haushaltungen wird nur empfohlen, wenn mindestens 70% des gesammelten Kunststoffes stofflich hochwertig verwertet werden können und wenn sowohl die Finanzierung (verursachergerecht und kostendeckend) sowie auch der Absatz langfristig gesichert sind. Dies soll von den Sammel sack-Anbietern transparent dargelegt werden, was von den grösseren Anbietern über das Label des VSPR mittlerweile auch gemacht wird.

Anforderungen an die Kunststoffsammlung

Die Sammlung von Kunststoffen kann auch einen Beitrag zum Klimaschutz liefern (vgl. Kap. 2.4.10).

Beitrag zum Klimaschutz

Im Kanton Graubünden kann die Bevölkerung beispielsweise in der Gemeinde Landquart über einen Gemischtkunststoff-Sammelsack Kunststoffe sammeln und bei einer Sammelstelle vor Ort abgeben. Die Konzession dafür wurde von der Gemeinde an ein privates Unternehmen erteilt. Die gesammelten Kunststoffe werden in Lustenau (Vorarlberg) sortiert und anschliessend in der Ostschweiz oder im Ausland stofflich verwertet. Auch in weiteren Gemeinden und Regionen um Landquart werden über solche Sammelsäcke Kunststoffe gesammelt. Die Mengen dazu werden von den Unternehmen erfasst, sind den Gemeinden jedoch nicht in jedem Fall bekannt.

Kunststoffsammlung Landquart und Region

In der Surselva können über einen verbandseigenen Sammelsack ebenfalls Kunststoffe aus Haushalten gesammelt werden. Die Sammelsäcke können in verschiedenen Gemeinden an den Sammelstellen abgegeben werden. Dort werden sie in Pressmulden verpresst. In der Deponie Plaun Grond gibt es ebenfalls eine Sammelstelle. Dort werden die Kunststoffsammelsäcke mit einer grossen Ballenpresse zu Ballen gepresst und die Ballen anschliessend mit Transportfahrzeugen nach Lustenau (Vorarlberg) zur Sortierung gefahren. Die Mengen sind bekannt, nicht jedoch wie gross der Anteil der stofflichen Verwertung der sortierten Kunststofffraktionen ist.

Kunststoffsammlungen in der Surselva



Die im Kanton Graubünden im Jahr 2020 gesammelte Kunststoffmenge, die im Land Vorarlberg (Österreich) sortiert und in der Ostschweiz bzw. im Ausland stofflich verwertet wurde, betrug ca. 80 t.

Sammelmenge Gemischtkunststoffe 2020

Die Sammlung von PET-Getränkeflaschen ist schweizweit durch den Verein PET-Recycling Schweiz (PRS) organisiert, welche die PET-Sammelcontainer zur Verfügung stellt. Die gesammelten PET-Getränkeflaschen werden auf Abruf von fünf im Kanton Graubünden tätigen Sammelpartnern im Auftrag von PRS abgeholt. Es gibt auch Direktlieferungen von Verteilzentren oder von Abfüllern in die Sortiercenter von PRS oder direkt in die Verwertungsanlage in Bilten (GL). Das schweizweit gesammelte PET wird in Frauenfeld sortiert und anschliessend in Bilten verwertet, wo es zu einem Granulat aufbereitet wird.

Sammlung PET-Getränkeflaschen

2019 wurden im Kanton Graubünden 1'715 t PET gesammelt.

Sammelmenge PET-Getränkeflaschen 2019

Neben der Sammlung von Kunststoffen aus Haushaltungen gibt es im Kanton Graubünden Sammlungen von anderen Kunststoffarten, z.B. die Sammlung von Siloballenfolien aus der Landwirtschaft oder die Sammlung von Kunststoffen aus dem Baubereich.

Kunststoffe aus der Landwirtschaft und aus dem Baubereich

Bei der Sammlung von Siloballenfolien handelt es sich um eine sortenreine schweizweit lancierte Sammlung (RESI Recycling von Silofolien), die seit 2017 besteht. Im Jahr 2019 wurden im Kanton Graubünden knapp 90 t Siloballenfolien aus Landwirtschaftsbetrieben gesammelt.

Sammelmenge Siloballenfolien aus der Landwirtschaft 2019

Im Jahr 2020 wurden im Kanton Graubünden rund 600 t Kunststoffabfälle aus Gewerbe/Industrie und Landwirtschaft gesammelt und im Vorarlberg/in der Ostschweiz sortiert und einer Verwertung zugeführt.

Kunststoffmengen aus Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft



6 Deponien und Materialverwertungen

6.1 Aushub- und Ausbruchmaterial (Material Typ A)

6.1.1 Einzugsgebiete, regionale Planung

Die Deponieplanung für unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial erfolgt über den ganzen Kanton Graubünden sowie für die einzelnen Wirtschaftsregionen gemäss folgender Einteilung (Abbildung 25).

Wirtschaftsregionen



Abbildung 25: Regionen für die Deponieplanung (entspricht Abbildung 1)

Bei der Ablagerung von unverschmutztem Aushub (Material Typ A) wird unterschieden zwischen Materialverwertungen (Wiederauffüllen von Entnahmestellen wie Kiesgruben oder anderen Abbaustellen), Ablagerung auf Deponien Typ A oder Ablagerung in Kompartimenten Typ A auf Deponien Typ B.

Per Ende 2019 gab es im Kanton Graubünden folgende Anzahl Ablagerungsstellen für die Ablagerung von Material Typ A:

- 29 Materialverwertungen
- 56 Deponien Typ A
- 7 Deponien Typ B mit Kompartimenten für die Ablagerung von Typ A

Ablagerungsstellen für Material
Typ A



Zur Vereinfachung wird in den nachfolgenden Ausführungen keine Unterscheidung zwischen reinen Typ A-Deponien und Deponien des Typs B mit Typ A-Kompartimenten gemacht.

6.1.2 Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019

Die von den Betreibern der Ablagerungsstellen gemeldeten Ablagerungsmengen von Aushub- und Ausbruchmaterial sind in der Deponiedatenbank des ANU Graubünden erfasst. In der folgenden Abbildung 26 sind diese Ablagerungsmengen für den gesamten Kanton Graubünden dargestellt. Die detaillierten Auswertungen in Tabellenform sind im separaten Beilagenband ersichtlich.

Deponiedatenbank ANU GR

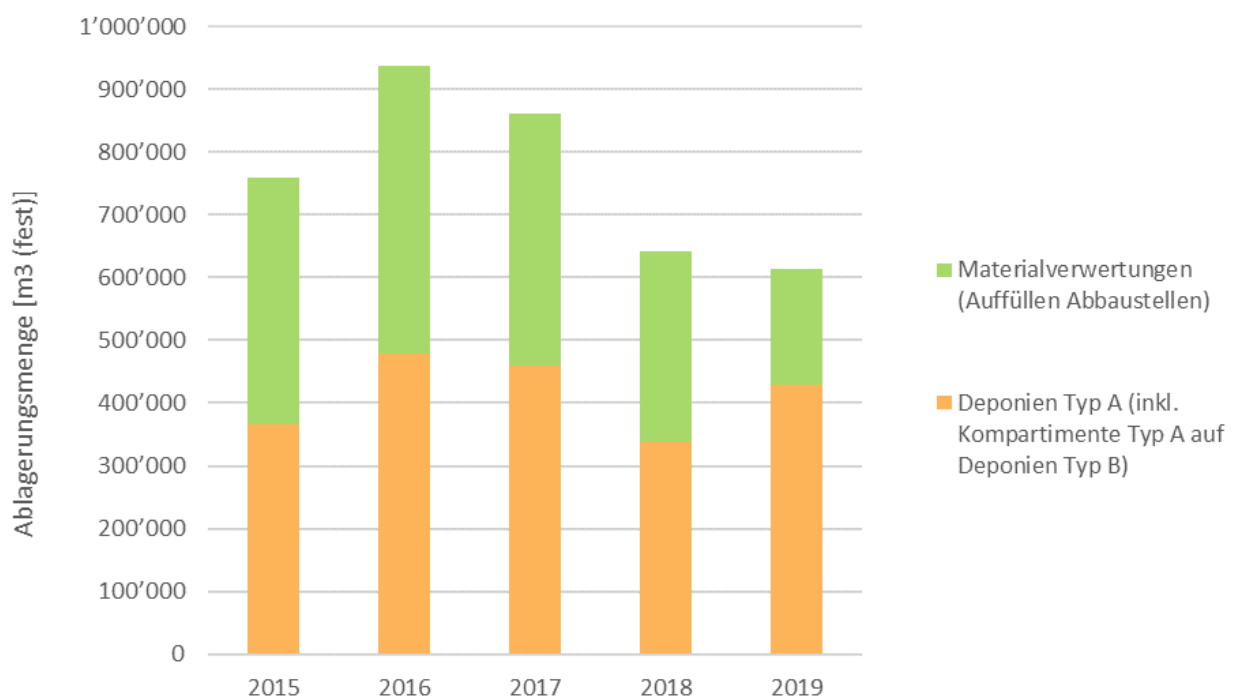


Abbildung 26: Jährliche Ablagerung Material Typ A (unverschmutzter Aushub) als Materialverwertung (Auffüllen von Abbaustellen) und auf Deponien Typ A (inkl. Kompartimente Typ A auf Deponien Typ B)

Die Ablagerungsmengen sind über den in Abbildung 26 betrachteten Zeitraum 2015-2019 tendenziell rückläufig. Der Rückgang zeigt sich vor allem bei den Materialverwertungen.

Rückläufige Mengen

Der Verlauf der Ablagerungsmengen in den einzelnen Regionen ist sehr unterschiedlich (vgl. folgende Abbildung 27).

Unterschiedlicher Verlauf in den Regionen

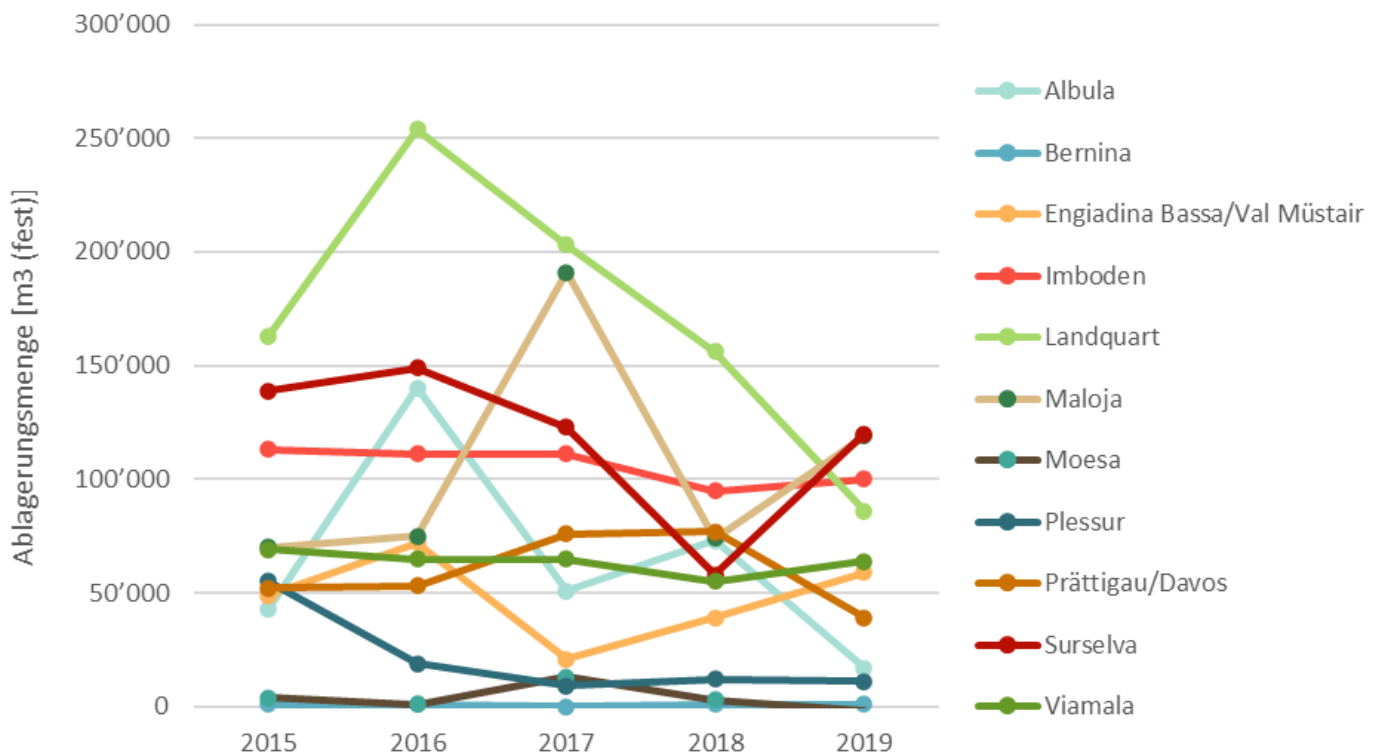


Abbildung 27: Jährliche Ablagerung Material Typ A (unverschmutzter Aushub) in den Regionen (Summe Materialverwertung, Deponien Typ A inkl. Kompartimente Typ A auf Deponien Typ B)

6.1.3 Künftige Mengenentwicklung 2020-2045

Gemäss der Prognosestudie des Bündnerischen Baumeisterverbandes zu den Bauvolumina in den Bündner Wirtschaftsregionen 2020-2024 [15] betragen die Bauinvestitionen 2020 bis 2024 in Relation zu 2015 bis 2019 gesamthaft⁷ 100.4%.

Diese prognostizierten Bauinvestitionen enthalten zahlreiche Erneuerungs- oder Sanierungsprojekte. Der Verlauf der Aushubmengen ist hingegen geprägt von der künftigen Anzahl Neubauprojekte (bei Erneuerungen oder Sanierungen von Bauwerken fällt der Aushub viel weniger ins Gewicht, da dieser bereits ganz oder teilweise erfolgt ist). In Anbetracht der prognostizierten, rückläufigen Bevölkerungszahlen im Kanton Graubünden (vgl. Abbildung 2) muss deshalb tendenziell eher mit einem Rückgang der Aushubmengen gerechnet werden. Dieser Trend kann in der bisherigen Mengenentwicklung 2015-2019 ebenfalls festgestellt werden (vgl. Kap. 6.1.2).

Basierend auf diesen Grundlagen werden für die künftigen Aushubmengen zwei Szenarien definiert:

Prognose Bauvolumina

Rückläufige Aushubmengen aufgrund rückläufiger Bevölkerungsentwicklung

⁷ Summe aus Wohnungsbau, übrigen Hochbau und Tiefbau



- Szenario HOCH: Jährliches Wachstum von 0.1% gegenüber Ausgangswert, die zukünftigen Ablagerungsmengen 2020-2024 entsprechen 100.4% des Mittelwerts der bisherigen Mengenentwicklung 2015-2019 (entsprechend Prognose der künftigen Bauinvestitionen gemäss [15]).
- Szenario TIEF: Bei den Materialverwertungen wird angenommen, dass der abnehmende Trend anhält (Extrapolation als exponentielle Abnahme), bei den Ablagerungen Typ A und B wird von einer gleichbleibenden Menge ausgegangen (Mittelwert der Jahre 2015-2019).

Die beiden Szenarien sind in der folgenden Abbildung 28 ersichtlich.

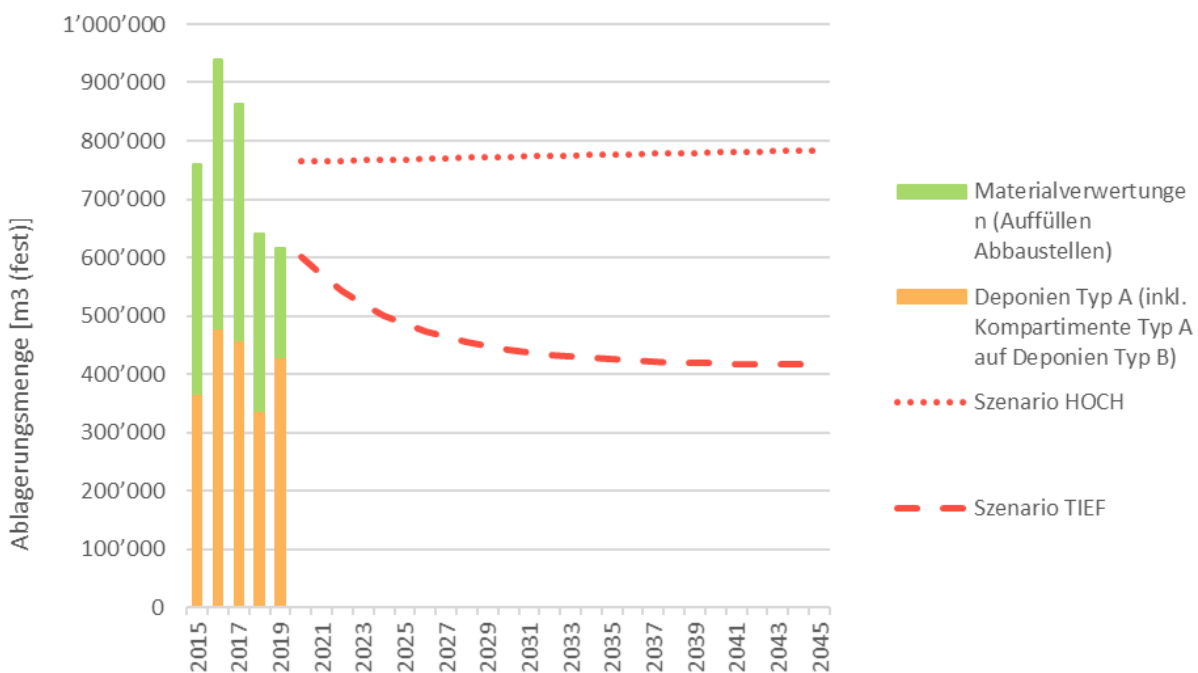


Abbildung 28: Ablagerung Typ A-Material, bisherige Entwicklung, zukünftige Entwicklung mit Szenarien HOCH und TIEF

6.1.4 Bewilligte und geplante Deponievolumen und Volumenbedarf

Die per Ende 2019 bekannten, für die Ablagerung von Material des Typs A ab dem Jahr 2020 zur Verfügung stehenden Deponievolumen werden folgendermassen unterschieden:

- Bewilligt: Auf bestehenden Anlagen per Ende 2019 vorhanden und abfallrechtlich bewilligt
- Geplant: Heute bekannte, in der Projektierungsbereits fortgeschrittene Deponie- oder Materialabbauprojekte, Richtplaneintrag vorhanden, Realisierungszeitpunkt unklar

Zukünftig verfügbare Deponievolumen für Material Typ A

Definition bewilligt und geplant



Insbesondere bei den geplanten Deponievolumen fehlt heute ein definierter Abgleich mit den im Richtplan eingetragenen Standorten. Dieser soll in Zukunft regelmässig stattfinden und betrifft nicht nur den Deponietyp A, sondern auch die weiteren Deponietypen B, D und E (vgl. auch Kap. 6.1.7, Massnahmen).

Abgleich mit Richtplan

Die bereits bewilligten und die geplanten Deponievolumen für Material Typ A sind in der folgenden Abbildung 29 dargestellt.

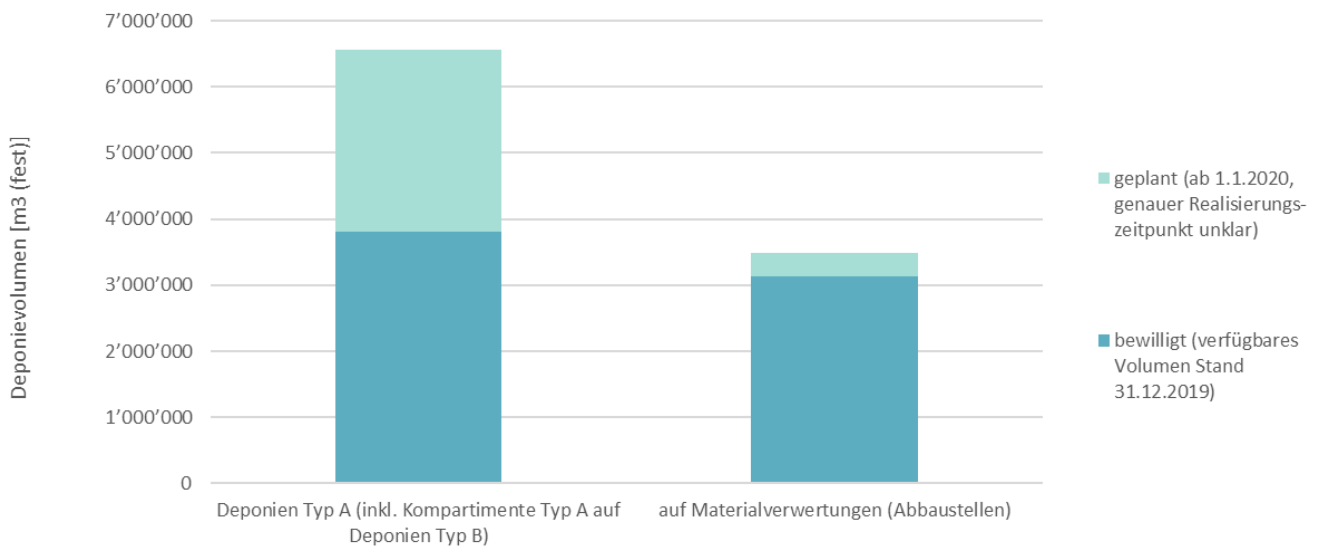


Abbildung 29: Verfügbare Deponievolumen für Material Typ A, bereits bewilligte und geplante Anlagen

In der folgenden Abbildung 30 werden einerseits die bewilligten und geplanten Deponievolumen aus Abbildung 29 dargestellt (als Summe der Materialverwertungen und Deponien Typ A). Andererseits wird der zukünftige Bedarf an Deponievolumen anhand der kumulierten, zukünftigen Ablagerungsmengen gemäss den Szenarien HOCH und TIEF (Abbildung 28) aufgezeigt.

Vergleich Volumen und Ablagerungsmengen

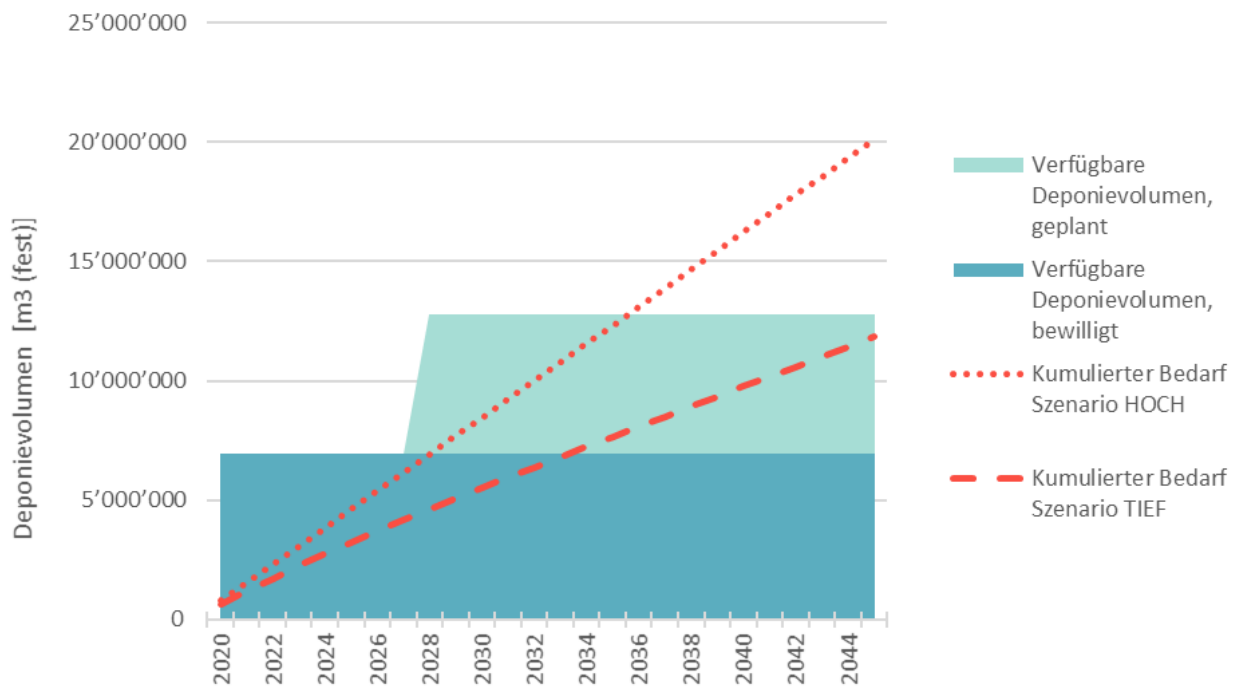


Abbildung 30: Bewilligte und geplante Deponievolumen für Material Typ A und kumulierter Bedarf an Deponievolumen gemäss den Szenarien HOCH und TIEF

Die bereits bewilligten Deponievolumen sind im Szenario HOCH innerhalb von ca. 8 Jahren (2028) und im Szenario TIEF innerhalb von ca. 14 Jahren (2034) verfüllt (Schnittstelle «Verfügbare Deponievolumen, bewilligt» mit kumuliertem Bedarf gemäss Abbildung 30). Werden die Deponievolumen der geplanten Anlagen ebenfalls berücksichtigt, verlängert sich die Dauer bis zur vollständigen Verfüllung auf ca. 12 Jahre (2032, Szenario HOCH) bzw. ca. 21 Jahre (2041, Szenario TIEF).

Dauer bis zur vollständigen Verfüllung der verfügbaren Deponievolumen

In der folgenden Abbildung 31 sind die Resultate einer regionalen Betrachtung der vorhandenen Deponievolumen und des Volumenbedarfs ersichtlich. Der Bedarf wurde hier vereinfacht als Mittelwert der Ablagerungen im Kanton Graubünden von 2015-2019 angenommen. Die Aufteilung des Bedarfs auf die einzelnen Regionen erfolgte proportional zum BIP (vgl. BAK-Studie [15]).

Regionale Betrachtung

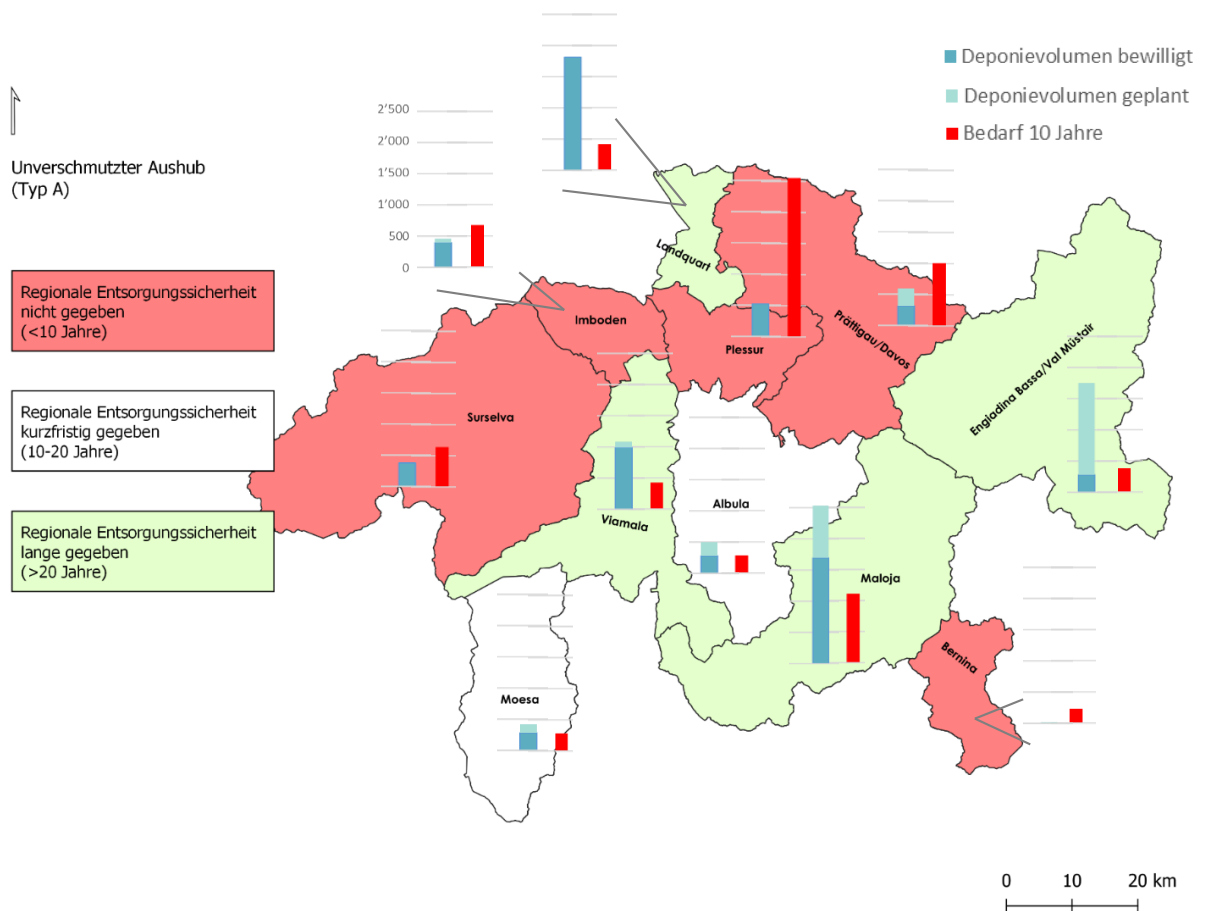


Abbildung 31: Regionale Auswertung vorhandene Deponievolumen Typ A und Bedarf für 10 Jahre (Mengen in 1'000 m³ fest)

Für die verschiedenen Regionen ergeben sich sehr unterschiedliche Befunde. In den Regionen des nördlichen Kantonsteils besteht in der Region Landquart eine Über-, in den Regionen Plessur und Imboden jedoch eine Unterversorgung. Die drei Regionen können als gemeinsamer Handlungsraum betrachtet werden. Die Überversorgung in der Region Landquart ist jedoch nicht ausreichend, um die Unterversorgung in den beiden anderen Regionen zu kompensieren. Wie in der Grafik ersichtlich ist, übersteigt vor allem der Bedarf über 10 Jahre in der Region Plessur das vorhandene Ablagerungsvolumen in der Region Landquart bereits deutlich⁸. Insbesondere in der Region Plessur ist deshalb die Schaffung von zusätzlichem Deponieraum für Material des Typs A notwendig.

Unterversorgung im nördlichen Kantonsteil

Im südlichen Kantonsteil ergibt sich in der Region Bernina eine ungenügende Entsorgungssicherheit. Hier ist ein grösseres Deponieprojekt in Planung (Motta Miralago), welches aufgrund seines aktuellen Planungsstandes noch nicht in

Südlicher Kantonsteil

⁸ Wie aus der Abbildung 31 leicht ersichtlich ist, kann die Unterversorgung nicht durch die Region Landquart kompensiert werden. Der Befund der Unterversorgung ist somit für den nördlichen Kantonsteil als Ganzes ebenfalls zutreffend.



den obigen Zahlen enthalten ist, aber den Bedarf in der Region in Zukunft abdecken wird. Somit besteht in der Region Bernina kein Handlungsbedarf. In den Regionen Albula und Moesa sind die Ablagerungsvolumen kurz- bis mittelfristig ausreichend (für 10-20 Jahre), in den restlichen Regionen des südlichen Kantons teil auch längerfristig (> 20 Jahre).

6.1.5 Verwertung von Aushub- und Ausbruchmaterial

Die Auffüllung von Abbaustellen gilt bei unverschmutztem Aushub als Materialverwertung. Gemäss Abbildung 26 ist ersichtlich, dass der Anteil dieser Materialverwertung rückläufig ist. Weitere Verwertungen von Aushubmaterial stellen die direkte Verwertung auf der Baustelle (Hinterfüllungen, Terrainveränderungen) sowie die Aufbereitung kieshaltiger Aushubmaterialien zu Baumaterialien (Kies/Sand) dar. Über diese weiteren Verwertungen liegen im Kanton Graubünden zurzeit keine konsolidierten Daten vor.

Anteil Materialverwertung
auf Abbaustellen rückläufig

Um sich ein Bild von der ungefähren Grössenordnung der weiteren Verwertungen machen zu können, sind in der folgenden Abbildung 32 die Transferkoeffizienten der Aushubmaterialflüsse anhand von Daten der Kantone Aargau, Bern, Luzern, St. Gallen und Zürich dargestellt. Die Transferkoeffizienten sind als Mittelwert der genannten Kantone angegeben. Die Daten zu den Transferkoeffizienten stammen aus dem aktuellen Bericht des KAR-Modells ([24], vgl. auch Kap. 6.4).

Transferkoeffizienten Verwertung

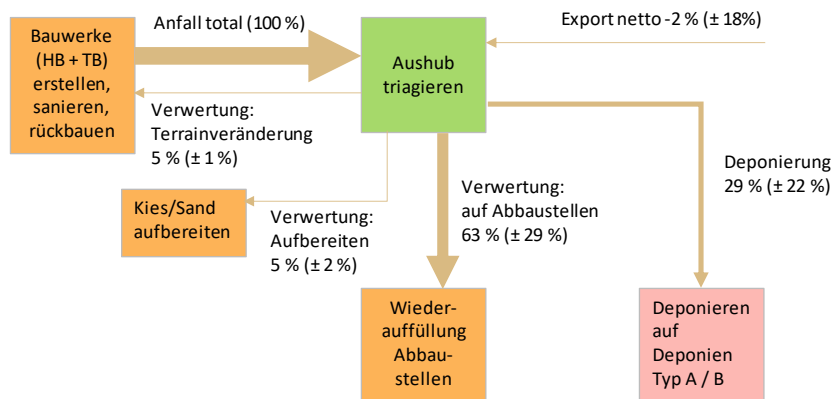


Abbildung 32: Transferkoeffizienten Aushub-Materialflüsse, Mittelwert und Standardabweichungen (in Klammern) der Kantone Aargau, Bern, Luzern, St. Gallen und Zürich gemäss KAR-Modellierung, Bezugsjahr 2018 [24]

Der Anteil der weiteren Verwertungen (Terrainveränderungen und Aufbereitung) ist mit je 5% klein. Auch die Standardabweichungen der Transferkoeffizienten (in Klammern) sind klein, d.h. die weiteren Verwertungen sind in allen betrachteten Kantonen von untergeordneter Bedeutung.

Untergeordnete Bedeutung der
weiteren Verwertungen

Die Verwertungsquote für Aushub- und Ausbruchmaterial entspricht der Summe der Verwertungen, dividiert durch den totalen Anfall. In Abbildung 32 ergibt sich daraus für die betrachteten Kantone eine mittlere Verwertungsquote

Bestimmung der
Verwertungsquote



von 73%. Unter der Annahme, dass die weiteren Verwertungen (Terrainveränderungen und Aufbereitung) im Kanton Graubünden gleich wie bei den betrachteten Kantonen rund 10% des Totals entsprechen und die Nettoexporte vernachlässigbar sind, können die Verwertungsquoten für die letzten fünf Jahre, basierend auf den Daten aus Abbildung 26, gemäss folgender Tabelle 20 abgeschätzt werden.

Tabelle 20: Abschätzung Verwertungsquoten für unverschmutzten Aushub basierend auf den Ablagerungen Typ A/B und der Materialverwertung gemäss Abbildung 26 und Annahmen zu den weiteren Verwertungen und der Importe/Exporte gemäss Abbildung 32

		2015	2016	2017	2018	2019
Verwertung Auffüllen Abbaustellen	in 1'000 m3 (fest)	394	459	403	303	186
	in %	47%	44%	42%	43%	27%
Weitere Verwertungen (Terrainveränderg./Aufbereitung)	in %	10%	10%	10%	10%	10%
Ablagerung auf Deponien Typ A/B	in 1'000 m3 (fest)	366	480	459	338	429
	in %	43%	46%	48%	47%	63%
Import/Export	in %	0%	0%	0%	0%	0%
Abschätzung Verwertungsquote		57%	54%	52%	53%	37%

Die abgeschätzten Verwertungsquoten sind im Vergleich zu den anderen betrachteten Kantonen (Abbildung 32) eher klein. Um die Aussagekraft der abgeschätzten Verwertungsquoten zu verbessern, können die getroffenen Annahmen für die weiteren Verwertungen (Terrainveränderungen und Aufbereitung) durch Erhebungen oder bessere Abschätzungen ersetzt werden. Für eine Abschätzung des Verwertungspotenzials der heute auf Deponien Typ A oder Materialabbaustellen abgelagerten Abfälle müsste ausserdem deren Zusammensetzung besser untersucht werden. Der wichtigste Indikator dafür ist der Kies- und Sandgehalt. Mit diesen Angaben Zielvorgaben für eine zukünftige Verwertungsquote abgeleitet werden.

Erhöhung Verwertungsquote,
Verwertungseignung

6.1.6 Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf

Tabelle 21: Aushub- und Ausbruchmaterial (Material Typ A): Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung sowie Handlungsbedarf

Ziele	Aushub- und Ausbruchmaterial (Deponien Typ A): Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung	Handlungsbedarf
Ziel 1: Eigenverantwortlichkeit und fairer Wettbewerb	<p>Leitplanken und Eingriffe des Kantons:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zielvorgaben für eine Verwertungsquote fehlen aufgrund fehlender Angaben zu den weiteren Verwertungen (Terrainveränderungen, Verwertung zu Kies und Sand) und des Verwertungspotenzials der heute auf Deponien Typ A/B abgelagerten Abfälle. Für allenfalls notwendige Eingriffe des Kantons besteht deshalb aktuell keine hinreichende Grundlage. Es besteht Handlungsbedarf für die bessere Untersuchung der weiteren Verwertungen und der Verwertbarkeit des abgelagerten Aushubs. - Die Genauigkeit der Zielvorgaben bezüglich Bereitstellung von Deponievolumen in den Deponieregionen ist unbefriedigend. Der Abgleich zwischen dem ANU und dem ARE bezüglich der vorhandenen und geplanten Deponiekapazitäten in den Regionen findet noch nicht regelmässig statt. 	Ja
Ziel 2: Optimierte Entsorgungssicherheit	Die Entsorgungssicherheit für den gesamten Kanton ist für die nächsten rund 12 (Szenario HOCH) bis 21 Jahre (Szenario TIEF) gegeben. Es kann angenommen werden, dass	Ja



und Kapazitäten für Abfallanlagen und Deponien	der Bedarf für die Ablagerung zukünftig eher abnimmt und die Entsorgungssicherheit dadurch über einen längeren Zeitraum gewährleistet ist. Dieser Beurteilung trifft jedoch nur für den Kanton als Ganzes zu. Vor allem im nördlichen Kantonsteil besteht ein Defizit an Deponievolumen für Material des Typs A, insbesondere in der Region Plessur. Die Prognosen für den zukünftigen Anfall an (nicht verwertbarem) Aushub- und Ausbruchmaterial und den verfügbaren Ablagerungsvolumen basieren auf Erfahrungsdaten und Angaben zur wirtschaftlichen Entwicklung. Beim Aushub bestehen jedoch übergeordnete Zusammenhänge zwischen Anfall und verfügbarem Volumen sowie weiteren Parametern. Diese Zusammenhänge können mit einer Stoffflussmodellierung dargestellt werden. Ein entsprechendes Modell steht zur Verfügung (vgl. Kap. 6.4) und kann auch auf den Kanton Graubünden angewendet werden. Die Prognosequalität könnte dadurch deutlich verbessert werden.	
Ziel 3: Abfallvermeidung	Der Anfall von unverschmutztem Aushub- und Ausbruchmaterial ist bei entsprechender Bautätigkeit nicht vermeidbar. Dieses Ziel ist hier nicht anwendbar.	Nicht anwendbar
Ziel 4: Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung	Durch die erhöhte Verwertung von Aushubmaterial als Kies- und Sandersatz können die entsprechenden Primärressourcen substituiert werden. Die Verwertbarkeit (Anteil Aushubmaterialien mit genügend hohen Kies- und Sandanteilen) des heute abgelagerten Aushubs ist aber nicht bekannt (vgl. Ziel 1). Ein allfälliger Handlungsbedarf ist deshalb heute nicht bestimmbar.	Nicht bestimmbar
Ziel 5: Primär- und Sekundärrohstoffe	Das Ziel ist nicht anwendbar, da Aushub kein Sekundärbaustoff darstellt. Zur Nutzung von verwertbarem Aushub zur Ressourcenschonung siehe Ziel 4.	Nicht anwendbar
Ziel 6: Effizienz und Effektivität, Optimierung	Durch die Feststellung der Verwertbarkeit (Ziel 1) wird die ökologische und ökonomische Effizienz/Optimierung zukünftig sichergestellt. Es besteht kein Handlungsbedarf.	Nein
Ziel 7: Information und Transparenz, klare Entsorgungswege	Die Zielvorgaben bezüglich Information, Transparenz und klaren Entsorgungswegen sind durch die Publikation der Abfallplanung erfüllt. Es besteht kein Handlungsbedarf.	Nein
Ziel 8: Qualitätsstandards, Stand der Technik	Heutige Deponien des Typs A sind nach TVA oder VVEA erstellt worden und entsprechen deshalb dem Stand der Technik. Es besteht kein Handlungsbedarf.	Nein
Handlungsbedarf:	Ja (Massnahmen nötig) Teilweise (Massnahmen ggf. nötig) Nein (Keine Massnahmen nötig) Nicht anwendbar / nicht bestimmbar	

6.1.7 Fazit und Massnahmen

Das Verwertungspotenzial des abgelagerten Aushubs ist nicht bekannt. Ebenfalls bestehen Kenntnislücken zu den heutigen Verwertungswegen und die Prognose des zukünftigen Bedarfs an Ablagerungsvolumen für Material des Typs A ist unsicher. Mit zwei Massnahmen sollen diese Kenntnislücken geschlossen werden.

Im nördlichen Kantonsteil besteht ein deutliches Defizit an Deponievolumen für die Ablagerung von Material des Typs A, insbesondere in der Region Plessur. Hier soll die Schaffung von neuem Deponieraum initiiert werden.

Insbesondere bei den geplanten Deponievolumen fehlt heute ein definierter Abgleich mit den im Richtplan eingetragenen Standorten. Dieser soll in Zukunft regelmässig stattfinden.



Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Aushub- und Ausbruchmaterial (Abbaustellen und Deponien Typ A)			
Dep-1	Durchführen von Untersuchungen betreffend Verwertungspotenzials von heute auf Deponien abgelagerten bzw. künftig abzulagernden Aushubmaterialien (Material Typ A)	ANU	1
Dep-2	Verbessern der Datenqualität und Prognosequalität der Aushubflüsse, inkl. den heute nicht erhobenen, weiteren Verwertungen (Die Verbesserung erfolgt durch die umfassendere Datenerfassung und Modellierung und mit dem KAR-Modell, vgl. Massnahme Dep-10).	vgl. Massnahme Dep-10	1, 2
Dep-3	Initiieren von Aktivitäten zur Schaffung von neuem Deponieraum Typ A in den Regionen Plessur, Surselva, Imboden, Prättigau/Davos und Bernina	Regionen, ANU	1
Dep-4	Systematischer Abgleich der Grundlagendaten zu den vorhandenen und geplanten Deponievolumen und der Richtplaneinträge in den Regionen (Die Massnahme gilt für Materialien aller Deponietypen A, B, D und E.).	ANU und ARE	1

6.2 Inertstoffe (Material Typ B)

6.2.1 Einzugsgebiete, regionale Planung

Die regionale Einteilung für die Ablagerung von Inertstoffen ist identisch mit jener für unverschmutzten Aushub (vgl. Kap. 6.1.1).

Der Grossteil der Inertstoffe wird auf Deponien des Typs B abgelagert. Auf zwei Deponien des Typs D/E werden jedoch ebenfalls Inertstoffe abgelagert.

Per Ende 2019 war folgende Anzahl Deponien für die Ablagerung von Material Typ B in Betrieb:

- 15 Deponien Typ B
- 2 Deponien Typ D/E, auf welchen Material des Typs B in separaten Kompartimenten abgelagert wurde (vgl. auch Tabelle 23, Kapitel 6.3.1)

In den nachfolgenden Ausführungen erfolgt keine Unterscheidung zwischen Deponien Typ B und Deponien Typ D/E mit separaten Kompartimenten.



6.2.2 Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019

Die Mengen abgelagerter Inertstoffe sind in der Deponiedatenbank des Kantons Graubünden erfasst.

Inertstoffablagerung auf Deponien Typ B sowie Typ D/E

In der folgenden Abbildung 33 sind die Ablagerungsmengen in den einzelnen Regionen und in der Summe für den gesamten Kanton (Säulentotal) dargestellt. Die Regionen Bernina, Imboden und Landquart erscheinen in der Abbildung nicht, da keine Deponien zur Ablagerung von Material des Typs B vorhanden sind.

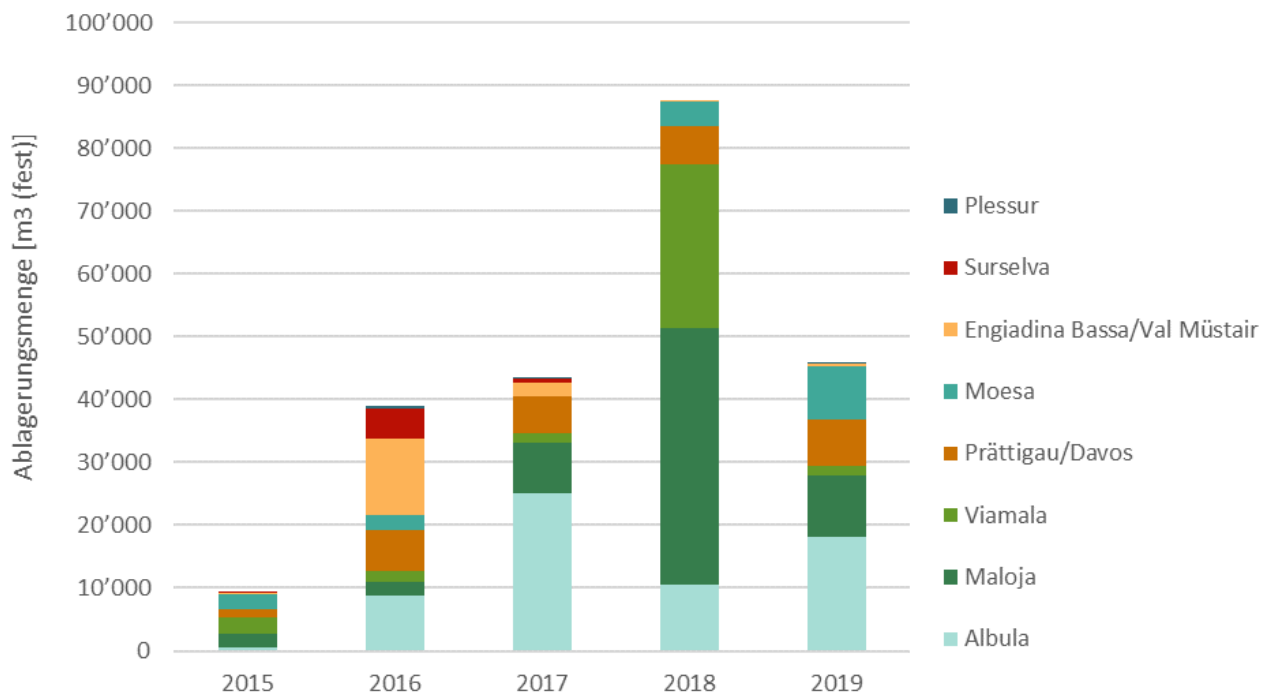


Abbildung 33: Ablagerung von Inertstoffen (Material Typ B) auf Deponien Typ B und Typ D/E nach Regionen. In den Regionen Bernina, Imboden und Landquart sind keine Deponien zur Ablagerung von Material des Typs B vorhanden.

Die Ablagerungsmengen zeigen ausgeprägte jährliche Schwankungen. Im Jahr 2018 wurden in den Regionen Maloja und Viamala aussergewöhnlich grosse Mengen an Inertstoffen abgelagert. Im Jahr 2015 ist Ablagerungsmenge gemäss der Auswertung jedoch aussergewöhnlich tief. Eine Plausibilitätsüberprüfung der Daten ergab, dass die grossen Schwankungen einerseits auf Grossprojekte zurückzuführen sind. Andererseits sind in den Jahren 2015 bis 2018 vermutlich Datenlücken vorhanden.

In der Deponiedatenbank werden für die abgelagerten Inertstoffe auch die einzelnen Abfallarten erfasst. Die folgende Abbildung 34 zeigt daraus die Zusammensetzung (einzelne Abfallarten aufsummiert über den Zeitraum 2015-2019).

Zusammensetzung der abgelagerten Inertstoffe

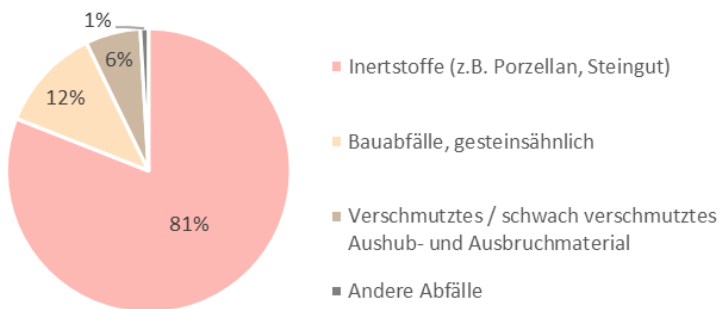


Abbildung 34: Zusammensetzung der abgelagerten Inertstoffe (Durchschnittswerte über den gesamten Zeitraum 2015-2019)

6.2.3 Künftige Mengenentwicklung 2020-2045

Bei den Inertstoffen handelt es sich mehrheitlich um Rückbaumaterialien aus Gebäudeabbrüchen bei Ersatzneubauten. Der Anteil verschmutzter Aushubmaterialien ist klein (vgl. Abbildung 34). Für die Prognose der zukünftigen Ablagerungsmengen gelten deshalb die gleichen Überlegungen wie bei den mineralischen Bauabfällen (Kap. 5.7.3). Es werden die folgenden zwei Szenarien betrachtet (Abbildung 35):

Prognose mit Bezug zu den mineralischen Bauabfällen

- Szenario MITTEL: Die leichte prognostizierte Steigerung beim Tiefbau und der leichte prognostizierte Rückgang beim Hochbau gemäss BAK-Prognosestudie [15] heben sich bei der Gesamtmenge ungefähr auf. Die Mengen des Szenarios MITTEL für die Jahre 2020-2045 entsprechen deshalb dem Mittelwert der bisherigen Ablagerungen von 2015-2019.
- Szenario HOCH: Angenommen wird eine kontinuierliche Erhöhung der Erneuerungsrate bei den Ersatzneubauten im Hochbau von heute 1% auf 1.5% während der nächsten 10 Jahre. Dies entspricht einer Zunahme von rund 27% gegenüber dem Szenario MITTEL. Danach (Jahre 2031-2045) wird von einer gleichbleibenden Erneuerungsrate bzw. Mengenanfall ausgegangen.

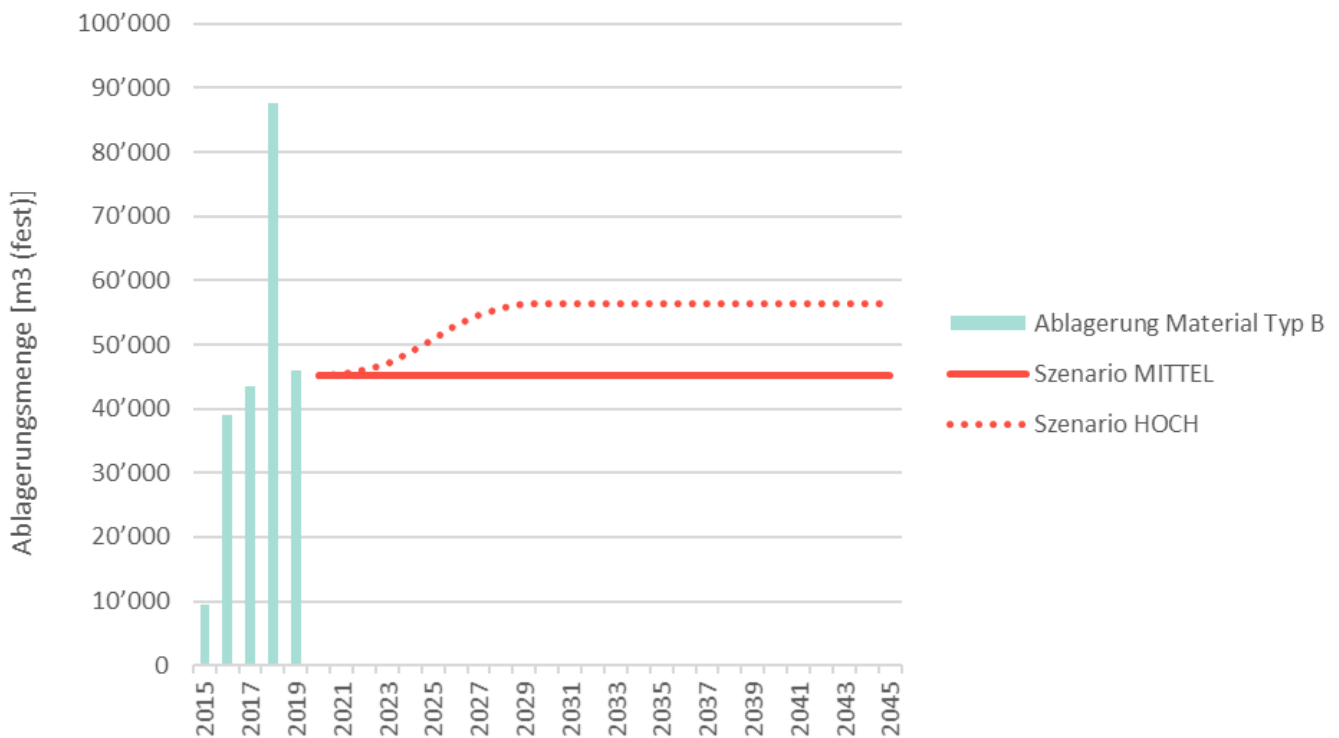


Abbildung 35: Ablagerung Material Typ B, bisherige Entwicklung, zukünftige Entwicklung mit Szenarien MITTEL und HOCH

6.2.4 Bewilligte und geplante Deponievolumen und Volumenbedarf

Die bereits bewilligten, auf bestehenden Anlagen Ende 2019 vorhandenen sowie die ab 2020 geplanten Deponievolumen für Material Typ B sind in der folgenden Abbildung 36 dargestellt. Dabei wurde angenommen, dass auch künftig nur ein Teil der bereits bewilligten Volumen auf den Deponien Typ B für die Ablagerung von Material des Typs B verwendet wird (im Durchschnitt rund 21% entsprechend den Ablagerungsmengen 2015-2019, vgl. separater Beilagenband). Der andere Teil wird für die Ablagerung von Material des Typs A verwendet und ist bei den Deponievolumen des Typs A enthalten (Kap. 6.1.4).

Verfügbare Deponievolumen für Material Typ B

Obwohl auch eine wesentliche Menge an Material des Typs B auf Deponien des Typs D und E abgelagert wird, wurden diese Anteile bei den verfügbaren Deponievolumen nicht berücksichtigt.

Verfügbare Volumen auf Deponien Typ D/E nicht berücksichtigt

In Abbildung 36 wird ausserdem der zukünftige Bedarf an Deponievolumen anhand der kumulierten, zukünftigen Ablagerungsmengen gemäss den Szenarien HOCH und MITTEL (Abbildung 35) aufgezeigt.

Vergleich verfügbare Volumen mit Bedarf

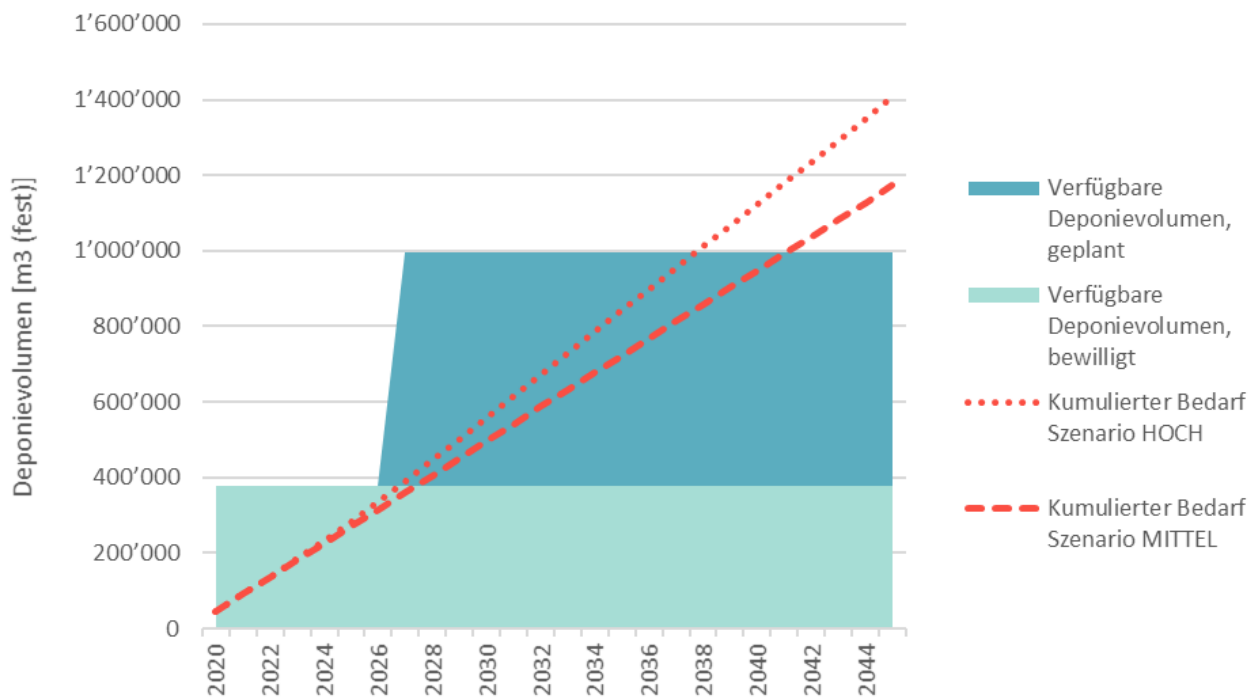


Abbildung 36: verfügbares Ablagerungsvolumen für Material Typ B und kumulierter Bedarf an Deponievolumen gemäss den Szenarien MITTEL und HOCH

Die bewilligten Deponievolumen bestehender Anlagen sind im Szenario HOCH innerhalb von ca. 7 Jahren (2027) und im Szenario MITTEL innerhalb von ca. 8 Jahren (2027) verfüllt (Schnittstelle verfügbares Deponievolumen mit kumuliertem Bedarf gemäss Abbildung 36). Werden die Deponievolumen der geplanten Anlagen ebenfalls berücksichtigt, verlängert sich die Dauer bis zur vollständigen Verfüllung auf ca. 18 Jahre (2038, Szenario HOCH) bzw. ca. 21 Jahre (2041, Szenario MITTEL).

Dauer bis zur vollständigen Verfüllung der verfügbaren Deponievolumen

In der folgenden Abbildung 37 sind die Resultate einer regionalen Betrachtung der vorhandenen Deponievolumen und des Volumenbedarfs ersichtlich. Der Bedarf wurde hier vereinfacht als Mittelwert der Ablagerungen im Kanton Graubünden von 2015-2019 angenommen. Die Aufteilung des Bedarfs auf die einzelnen Regionen erfolgte proportional zum BIP (vgl. BAK-Studie [15]).

Regionale Betrachtung

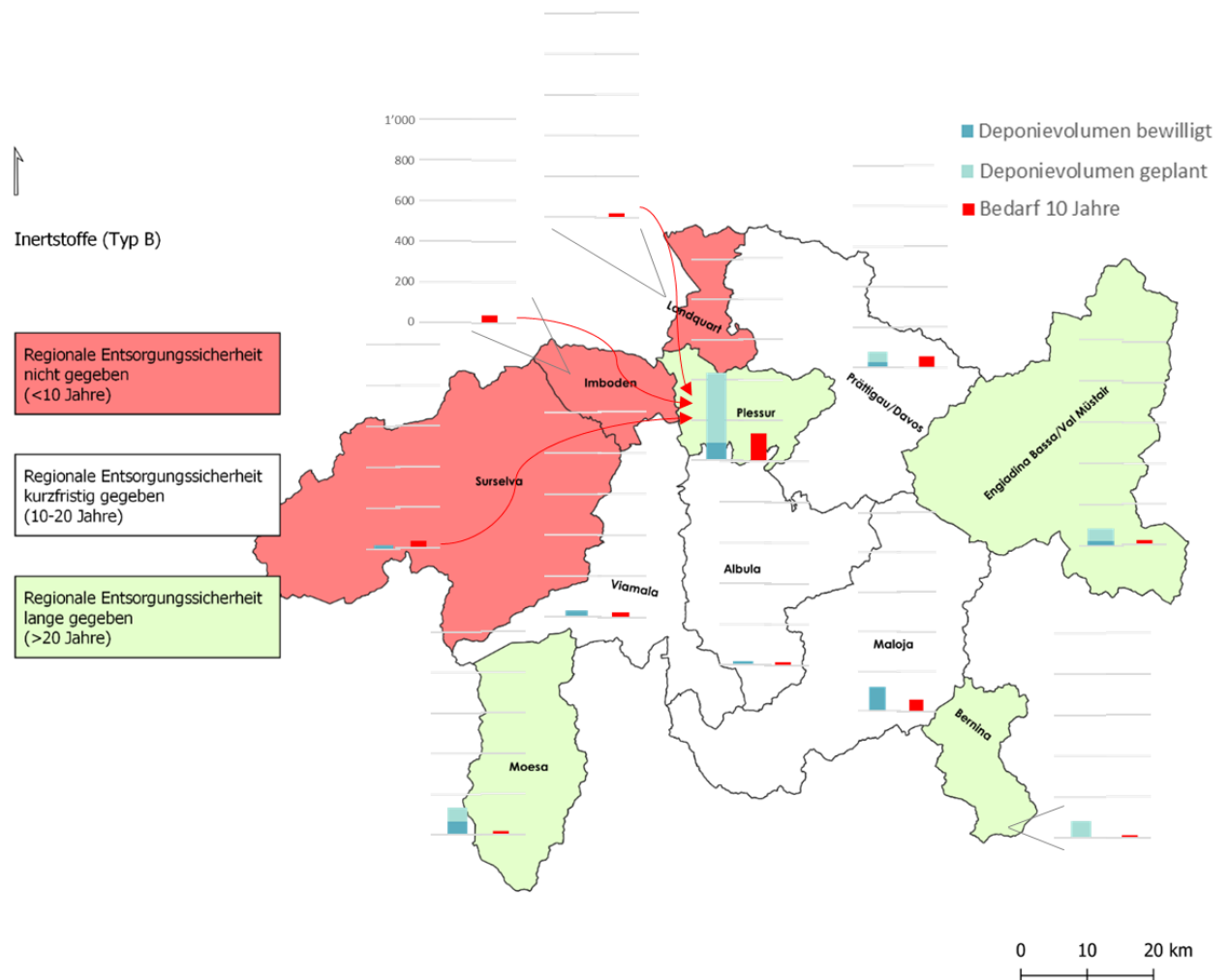


Abbildung 37: Regionale Auswertung Deponievolumen Typ B und Bedarf für 10 Jahre (Mengen in 1'000 m³ fest)

In einzelnen Teilregionen im nördlichen Kantonsteil (Imboden, Landquart) existieren keine Ablagerungsvolumen für Materialien des Typs B. Die Entsorgung kann jedoch durch das geplante Volumen in der Region Plessur sichergestellt werden. In der Region Surselva ist auf der Deponie Tschantaneras ein Kompartiment des Typs B vorhanden, welches den Bedarf für die nächsten 10 Jahre jedoch nicht abdecken kann. Auch hier könnte der zusätzliche Bedarf durch das geplante Volumen in der Region Plessur abgedeckt werden. Für die Region Surselva sind die Transportdistanzen bis zur Region Plessur jedoch gross. Es besteht deshalb ein Bedarf zur Schaffung von zusätzlichem Deponievolumen für Material des Typs B. In den restlichen Regionen ist die Entsorgungssicherheit mittelfristig (10-20 Jahre) oder langfristig (> 20 Jahre) gewährleistet.

Bedarf Region Surselva



6.2.5 Vermeidungs- und Verwertungspotenziale

Ein Teil des Materialanfalls Typ B kann durch eine möglichst vollständige Triage von verwertbaren Rückbaumaterialien vermieden werden. Über mögliche Mengen dieser abgelagerten, verwertbaren Rückbaumaterialien liegen keine Angaben vor. Erfahrungen aus anderen Kantonen (vgl. z.B. [25]) legen nahe, dass hier mit einem Potenzial gerechnet werden kann.

Potenzial verwertbare Rückbaumaterialien

6.2.6 Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf

Tabelle 22: Inertstoffe (Material Typ B): Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung sowie Handlungsbedarf

Ziele	Inertstoffe (Deponien Typ B): Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung	Handlungsbedarf
Ziel 1: Eigenverantwortlichkeit und fairer Wettbewerb	Leitplanken und Eingriffe des Kantons: <ul style="list-style-type: none"> - Für Zielvorgaben zur Verwertung von Material des Typs B fehlen heute entsprechende Daten. Für allenfalls notwendige Eingriffe des Kantons besteht deshalb keine hinreichende Grundlage. Es besteht Handlungsbedarf für die bessere Untersuchung von Verwertungspotenzialen (abgelagerte, verwertbare Rückbaumaterialien). - Die Genauigkeit der Zielvorgaben bezüglich Bereitstellung von Deponievolumen in den Deponieregionen ist unbefriedigend. Der Abgleich zwischen dem ANU und dem ARE bezüglich der vorhandenen und geplanten Deponiekapazitäten in den Regionen findet noch nicht regelmässig statt. 	Ja
Ziel 2: Optimierte Entsorgungssicherheit und Kapazitäten für Abfallanlagen und Deponien	Die Entsorgungssicherheit für den gesamten Kanton ist für die nächsten rund 18 (Szenario HOCH) bis 21 Jahre (Szenario MITTEL) gegeben. Regional betrachtet trifft das teilweise nicht zu. In der Region Surselva besteht aufgrund langer Transportdistanzen zu Ablagerungsstellen in anderen Regionen in ca. 5 bis 10 Jahren ein Defizit. Die Prognosen für den zukünftigen Anfall an (nicht verwertbarem) Aushub- und Ausbruchmaterial und den verfügbaren Ablagerungsvolumen basieren auf Erfahrungsdaten und Angaben zur wirtschaftlichen Entwicklung. Es bestehen jedoch übergeordnete Zusammenhänge zwischen der Bautätigkeit und weiteren Parametern wie dem Baubestand. Diese Zusammenhänge können mit einer Stoffflussmodellierung dargestellt werden. Ein entsprechendes Modell steht zur Verfügung (vgl. Kap. 6.4). Die Prognosequalität könnte dadurch deutlich verbessert werden. Über allfällige Unter- oder Überkapazitäten können mit der heutigen Prognosequalität keine verlässlichen Aussagen gemacht werden.	Ja
Ziel 3: Abfallvermeidung	Für das Vermeidungspotenzial liegen keine Angaben vor (vgl. Ziel 1). Der Handlungsbedarf für Ziel 3 ist deshalb zurzeit nicht bestimmbar.	Nicht bestimmbar
Ziel 4: Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung	Es gelten die gleichen Überlegungen wie bei Ziel 3. Ein allfälliger Handlungsbedarf ist heute nicht bestimmbar.	Nicht bestimmbar
Ziel 5: Primär- und Sekundärrohstoffe	Das Ziel ist nicht anwendbar, da Material Typ B kein Sekundärbaustoff darstellt. Vermeidung von verwertbarem Material Typ B zur Ressourcenschonung vgl. Ziel 3.	Nicht anwendbar
Ziel 6: Effizienz und Effektivität, Optimierung	Es gelten die gleichen Überlegungen wie bei Ziel 3. Ein allfälliger Handlungsbedarf ist heute nicht bestimmbar.	Nicht bestimmbar
Ziel 7: Information und Transparenz, klare Entsorgungswege	Die Zielvorgaben bezüglich Information, Transparenz und Entsorgungswegen sind durch die Publikation der Abfallplanung erfüllt. Kein Handlungsbedarf.	Nein
Ziel 8: Qualitätsstandards, Stand der Technik	Heutige Deponien Typ B sind nach TVA oder VVEA erstellt worden und entsprechen deshalb dem Stand der Technik. Es besteht kein Handlungsbedarf.	Nein
Handlungsbedarf:	Ja (Massnahmen nötig) Teilweise (Massnahmen ggf. nötig) Nein (Keine Massnahmen nötig) Nicht anwendbar / nicht bestimmbar	



6.2.7 Fazit und Massnahmen

Die Verwertungspotenziale abgelagerter Materialien des Typs B sind nicht bekannt und müssen besser untersucht werden. Die Prognosen für den zukünftigen Anfall an nicht verwertbarem Material des Typs B sind unsicher. Mit zwei Massnahmen sollen diese Kenntnislücken geschlossen werden.

In der Region Surselva besteht ein Defizit an Deponieraum. Hier soll die Schaffung neuer Ablagerungskapazitäten für Material des Typs B initiiert werden.

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Inertstoffe (Deponien Typ B)			
Dep-5	Durchführen von Untersuchungen des Verwertungspotenzials von heute auf Deponien abgelagerten Rückbaumaterialien (Material Typ B)	ANU	1
Dep-6	Verbessern der Datenqualität und Prognosequalität der Rückbaumaterialflüsse (Die Verbesserung erfolgt durch die umfassende Datenerfassung und Modellierung und mit dem KAR-Modell, vgl. Massnahme Dep-10)	vgl. Massnahme Dep-10	2
Dep-7	Initiieren von Aktivitäten zur Schaffung von neuem Deponieraum Typ B in der Region Surselva	Region Surselva, ANU	1
Dep-8	Systematisches Abgleichen der Grundlagendaten zu den vorhandenen und geplanten Deponievolumen und der Richtplaneinträge in den Regionen (Die Massnahme gilt für Materialien aller Deponietypen A, B, D und E, vgl. Massnahme Dep-4.)	vgl. Massnahme Dep-4	1

6.3 Schlacke und Reaktorstoffe (Material Typ D und E)

6.3.1 Einzugsgebiete, regionale Planung

Die Einzugsgebiete der Deponien Typ D und E sind regionsübergreifend. Es gibt keine Festlegungen zu den Einzugsgebieten. Für die vier Standorte der im Kanton GR bestehenden Deponien des Typs D und E wird nachfolgend jeweils die Wirtschaftsregion (vgl. Kap. 6.1.1) angegeben.

Keine Einzugsgebiete

Auf den vier Deponien wurden 2015-2019 Abfälle gemäss folgender Tabelle 23 abgelagert.

Abgelagerte Materialtypen



Tabelle 23: Deponien Typ D/E im Kanton Graubünden (X = abgelagerte Materialtypen)

Deponie Bezeichnung	Wirtschafts- region	Ablagerung Material Typ		
		D (Schlacke)	E (Reaktor)	B (Inert, vgl. Kap. 6.2.1)
Unterrealta Schlackendeponie	Viamala	X		
Tech Bianch, tappa 4A, 4B + 5	Moesa	X	X	
Plaun Grond Etappe 2	Surselva	X	X	X
Sass Grand Etappe 1 + 2	Maloja		X	X

6.3.2 Bisherige Mengenentwicklung 2015-2019

Die bisherige Mengenentwicklung für Materialien des Typs D und E sind in der Deponiedatenbank des Kantons Graubünden erfasst. In den folgenden beiden Abbildungen sind die Mengen für Schlacke (Material Typ D, Abbildung 38) und Reaktormaterial (Material Typ E, Abbildung 39) dargestellt.

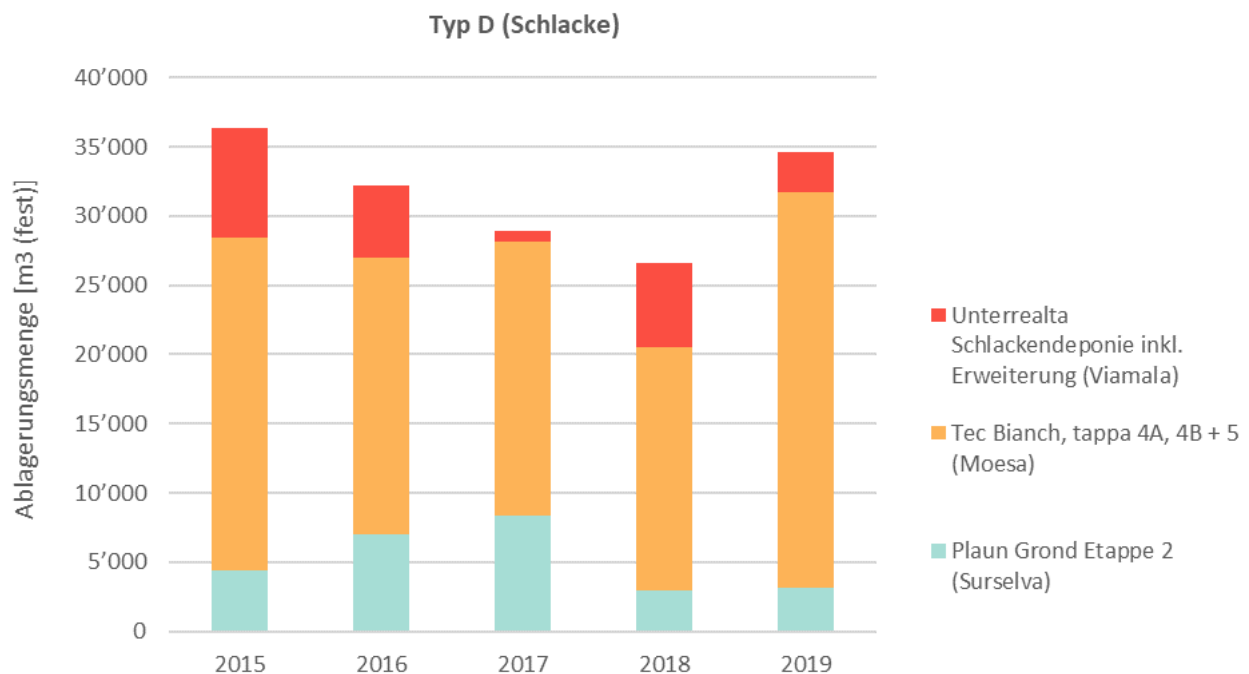


Abbildung 38: Ablagerung von Schlacke (Material Typ D) auf Deponien Typ D/E

Die Schlackenablagerung liegt in allen Jahren im Zeitraum 2015-2019 in der Grössenordnung von rund 30'000 m³ (fest).

Jahresmengen Material Typ D

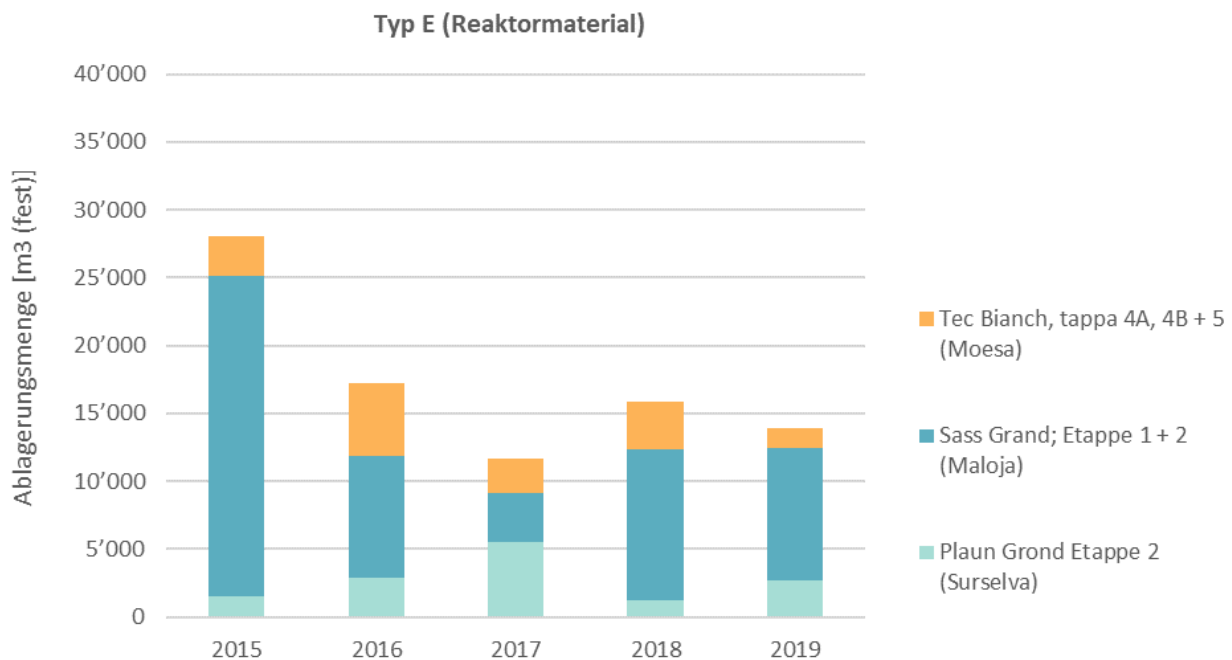


Abbildung 39: Ablagerung von Reaktormaterial (Material Typ E) auf Deponien Typ D/E

Die Ablagerung von Reaktormaterialien (Material Typ E) zeigt im Zeitraum von 2015-2019 einen abnehmenden Trend. Die Ablagerungsmengen liegen in den Jahren 2016-2019 auf einem Niveau von rund 15'000 m³ (fest), d.h. etwa halb so hoch wie die Schlackenablagerungen.

**Abnehmender Trend bei
Materialien Typ E**

6.3.3 Künftige Mengenentwicklung 2020-2045

Für die künftige Mengenentwicklung wird bei den Materialien des Typs D und E jeweils vom Mittelwert der Jahre 2015-2019 ausgegangen.

Die Schlackemengen (Material Typ D) verlaufen parallel zu der Entwicklung der Siedlungsabfälle. Diese können proportional zur Bevölkerungsentwicklung prognostiziert werden. Die Bevölkerungsentwicklung tendiert gemäss dem Szenario Referenz des BfS nur im Bereich von wenigen Prozent gegen unten (vgl. Kap. 2.2). Mit dem Mittelwert ist die Entwicklung der Schlackemengen zur Überprüfung des Volumenbedarfs (Kap. 6.3.4) somit hinreichend gut abgestützt.

**Schlackemengen parallel
zu Siedlungsabfällen**

Für die Materialien des Typs E ist die Verwendung des Mittelwerts bei der Überprüfung des Volumenbedarfs (Kap. 6.3.4) aufgrund des abnehmenden Trends auf der sicheren Seite.

**Mittelwert Material Typ E auf der
sicheren Seite**



6.3.4 Bewilligte und geplante Deponievolumen und Volumenbedarf

Die per Ende 2019 bereits bewilligten sowie die ab 2020 geplanten Deponievolumen für die Materialien Typ D (Schlacke) und Typ E (Reaktormaterial) sind in den folgenden Abbildungen dargestellt (Abbildung 40, Abbildung 41).

Die bereits bewilligten Volumen werden im Verhältnis zu den Ablagerungsmengen der Materialien Typ D und Typ E von 2015-2019 aufgeteilt. Bei den neu geplanten Volumen wurde bei der Deponie Plaun Grond das Volumen ebenfalls nach diesem Verhältnis aufgeteilt. Die geplanten Deponievolumen auf der Deponie Tech Bianch und Unterrealta sind dagegen zu 100% für die Schlackenablagung vorgesehen.

Annahmen bewilligte und geplante Volumen

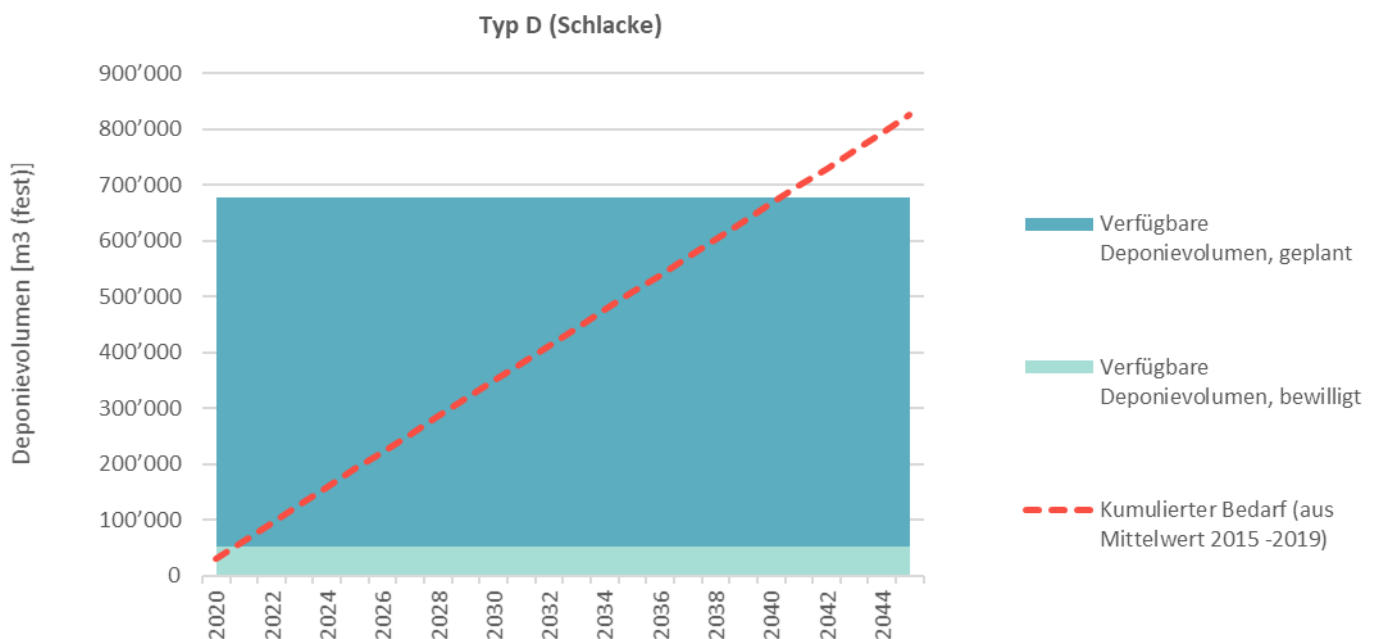


Abbildung 40: Verfügbares Ablagerungsvolumen für Material Typ D (Schlacke) und kumulierter Bedarf an Deponievolumen (aus Mittelwert der Ablagerungen in den Jahren 2015-2019), Stand Ende 2019

Die verfügbaren Deponievolumen für Schlacke (Material Typ D) auf den bestehenden Anlagen sind gemäss Abbildung 40 innerhalb von rund 1 Jahr (2021) verfüllt (Schnittstelle verfügbare Deponievolumen mit kumuliertem Bedarf). Werden die Deponievolumen der geplanten Anlagen ebenfalls berücksichtigt, verlängert sich die Dauer bis zur vollständigen Verfüllung auf ca. 23 Jahre (2043).

Dauer bis zur vollständigen Verfüllung der verfügbaren Deponievolumen Typ D

Für die Deponien Plaun Grond, Tech Bianch und Unterrealta liegen seit Mitte 2020 bzw. Ende 2021 die Bewilligungen von gesamthaft rund 630'000 m³ zu-

Inzwischen bewilligte Volumen Plaun Grond, Tech Bianch und Unterrealta



sätzlichem Deponievolumen des Typs D vor. Aufgrund der im vorliegenden Bericht einheitlich festgelegten Bezugsjahre (bewilligte Volumen nur bis Ende 2019 berücksichtigt) sind diese Volumen in der obigen Abbildung 40 noch den geplanten Volumen zugeordnet. Aktuell (2022) können daher sämtliche geplanten Volumen gemäss Abbildung 40 bereits dem Status «bewilligt» zugeordnet werden.

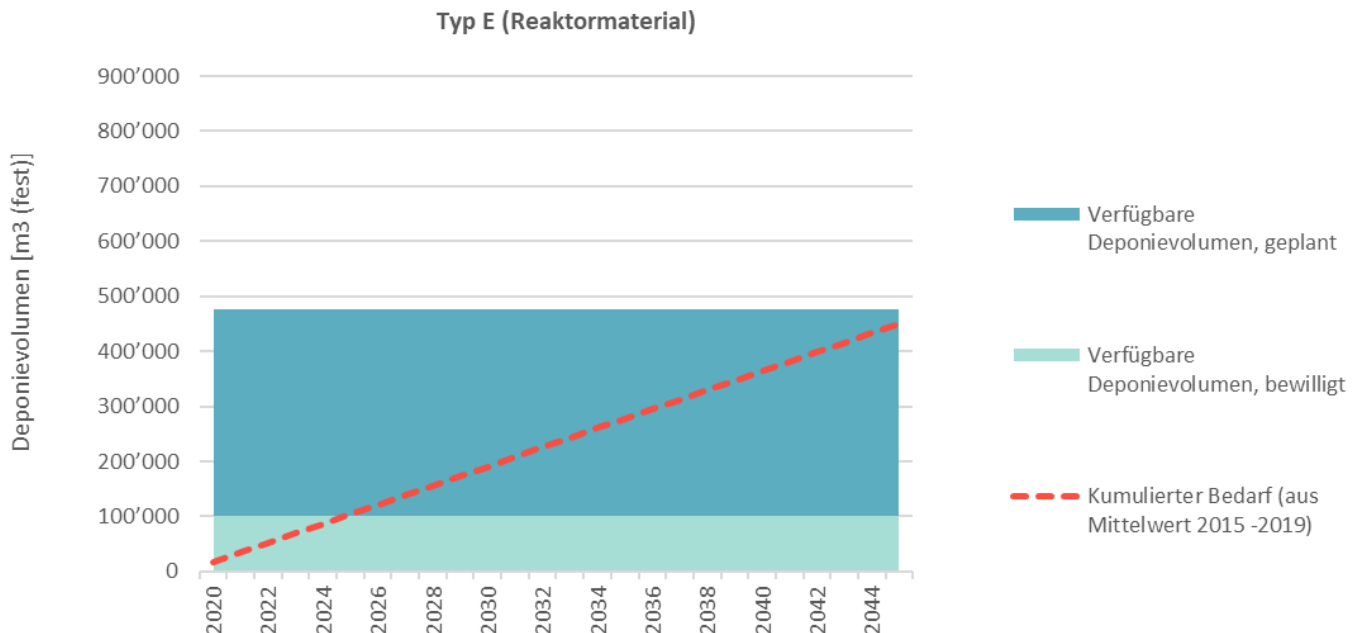


Abbildung 41: verfügbares Ablagerungsvolumen für Material Typ E (Reaktormaterial) und kumulierter Bedarf an Deponievolumen (aus Mittelwert der Ablagerungen in den Jahren 2015-2019). Stand Ende 2019

Die verfügbaren Deponievolumen für Reaktormaterial (Material Typ E) auf den bestehenden Anlagen sind gemäss Abbildung 41 innerhalb von rund 5 Jahren (2025) verfüllt (Schnittstelle verfügbares Deponievolumen mit kumuliertem Bedarf). Werden die Deponievolumen der geplanten Anlagen ebenfalls berücksichtigt, verlängert sich die Dauer bis zur vollständigen Verfüllung auf rund 25 Jahre (2045).

Dauer bis zur vollständigen Verfüllung der verfügbaren Deponievolumen Typ E

Rund 90'000 m³ der geplanten Deponievolumen gemäss Abbildung 41 stammen von der Etappe 3 der Deponie Plaun Grond. Dieses Volumen wurde Ende 2021 bewilligt. Aktuell (2022) kann dieses geplante Volumen gemäss Abbildung 41 somit bereits dem Status «bewilligt» zugeordnet werden. Weitere rund 350'000 m³ der geplanten Volumen stammen von einer Erweiterung der Deponie Sass Grond, welche gemäss heutigem Kenntnisstand im Jahr 2024 in Betrieb gehen soll.

Inzwischen bewilligtes Volumen Plaun Grond



6.3.5 Vermeidungs- und Verwertungspotenziale

Die Verwertungspotenziale bei der Schlacke (Material Typ D) liegen nach heutigen Erkenntnissen vor allem bei der Rückgewinnung von Metallen. Diese Verwertungspotenziale sind bereits in Kapitel 5.4.5 abgehandelt. Für Schlacke bestehen keine Vermeidungspotenziale.

Metallrückgewinnung vgl.
Kap. 5.4.5

Allfällige Vermeidungs- oder Verwertungspotenziale von Reaktormaterialien (Material Typ E) sind nicht erkennbar.

**Keine erkennbaren
Potenziale Typ E**

6.3.6 Beurteilung Zielerfüllung und Handlungsbedarf

Tabelle 24: Schlacke und Reaktorstoffe (Material Typ D und E): Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung sowie Handlungsbedarf

Ziele	Schlacke und Reaktorstoffe (Deponien Typ D und E): Situationsanalyse und Beurteilung Zielerfüllung	Handlungsbedarf
Ziel 1: Eigenverantwortlichkeit und fairer Wettbewerb	Leitplanken und Eingriffe des Kantons: <ul style="list-style-type: none"> - Die Genauigkeit der Zielvorgaben bezüglich Bereitstellung von Deponievolumen in den Deponieregionen ist unbefriedigend. Der Abgleich zwischen dem ANU und dem ARE bezüglich der vorhandenen und geplanten Deponiekapazitäten in den Regionen findet noch nicht regelmässig statt. - Die Datenlage ist für das Setzen von Leitplanken oder für Eingriffe des Kantons ist ansonsten ausreichend. Die Eigenverantwortung bei der Entsorgung wird wahrgenommen. Es besteht kein weiterer Handlungsbedarf. 	Ja
Ziel 2: Optimierte Entsorgungssicherheit und Kapazitäten für Abfallanlagen und Deponien	Die Entsorgungssicherheit für den gesamten Kanton ist für die nächsten rund 43 Jahre (Material Typ D, Schlacke) bzw. 10 Jahre (Material Typ E, Reaktormaterial) gegeben. Die Prognosequalität für den zukünftigen Anfall bzw. Bedarf an Deponievolumen ist ausreichend. Es besteht kein Handlungsbedarf.	Nein
Ziel 3: Abfallvermeidung	Es liegen keine erkennbaren Vermeidungspotenziale vor. Es besteht kein Handlungsbedarf.	Nein
Ziel 4: Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung	Verwertungspotenziale sind bereits bei anderen Abfallarten abgehandelt oder nicht erkennbar. Es besteht kein Handlungsbedarf.	Nein
Ziel 5: Primär- und Sekundärrohstoffe	Das Ziel ist nicht anwendbar, da Materialien des Typ D und E kein Sekundärbaustoff darstellen.	Nicht anwendbar
Ziel 6: Effizienz und Effektivität, Optimierung	Es gelten die gleichen Überlegungen wie bei Ziel 3 und 4. Es besteht kein Handlungsbedarf.	Nein
Ziel 7: Information und Transparenz, klare Entsorgungswege	Die Zielvorgaben bezüglich Information, Transparenz und Entsorgungswegen sind durch die Publikation der Abfallplanung erfüllt. Kein Handlungsbedarf.	Nein
Ziel 8: Qualitätsstandards, Stand der Technik	Heutige Deponien Typ D oder E sind nach TVA oder VVEA erstellt worden und entsprechen deshalb dem Stand der Technik. Es besteht kein Handlungsbedarf.	Nein
Handlungsbedarf:	Ja (Massnahmen nötig) Teilweise (Massnahmen ggf. nötig) Nein (Keine Massnahmen nötig) Nicht anwendbar / nicht bestimmbar	



6.3.7 Fazit und Massnahmen

Die nachfolgend aufgeführte Massnahme betrifft alle Deponietypen. Es besteht kein weiterer Handlungsbedarf und es sind somit keine weiteren Massnahmen zur Umsetzung notwendig.

Keine weiteren Massnahmen notwendig

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Inertstoffe (Deponien Typ D und E)			
Dep-9	Systematisches Abgleichen der Grundlagendaten zu den vorhandenen und geplanten Deponievolumen und der Richtplaneinträge in den Regionen (Die Massnahme gilt für Materialien aller Deponietypen A, B, D und E, vgl. Massnahme Dep-4.)	vgl. Massnahme Dep-4	1

6.4 Etablierung eines Stoffflussmodells für Kies, Aushub und Rückbaumaterial (KAR)

6.4.1 Einleitung

Zwischen der Kiesgewinnung, der Entstehung, Verwertung und Ablagerung von (meist) unverschmutztem Aushub bei Neubauten sowie Rückbaumaterial bei Abbrüchen bestehen diverse Zusammenhänge. So wirkt sich beispielsweise eine höhere Verwertungsquote bei den Rückbaumaterialien auf den Bedarf an Primärkies aus. Der Bedarf an Primärkies wiederum wirkt sich direkt auf die neu verfügbaren Ablagerungsvolumen für unverschmutzten Aushub auf den Entnahmestellen aus.

Zusammenhänge zwischen Materialflüssen

Die Materialflüsse für Kies, Aushub und Rückbaumaterialien sind gross, sie liegen im Kanton Graubünden im Bereich von ein bis zwei Millionen Tonnen pro Jahr. Sie fallen dezentral an und unterliegen zudem keiner Deklarationspflicht. Daher ist es schwierig, die jährlich umgesetzten Mengen zuverlässig zu erfassen. Im Kanton Graubünden sollen die oben genannten Zusammenhänge zukünftig genutzt werden, um die Materialflüsse anhand eines Stoffflussmodells besser zu erfassen, zu verstehen und transparent zu machen. Damit wird die Prognosequalität verbessert und die Bedarfsnachweise für Abbau- und Deponieprojekte können besser abgestützt werden.

Bedarfsnachweise besser abstützen

6.4.2 Evaluation

Das KAR-Modell [26] simuliert die Kies-, Aushub- und Rückbaumaterialflüsse. Es wurde 2008 für den Kanton Zürich erstellt und wird seither laufend weiterentwickelt. Aktuell wird es von 10 Kantonen der Schweiz und vom BAFU regelmässig eingesetzt und aktualisiert.

KAR-Modell

Das KAR-Modell besteht aus drei voneinander abhängigen Teil-Modellen:

- Das statische Modell ist eine klassische Stofffluss-Analyse (SFA) für jeweils einen Kanton und ein gegebenes Bezugsjahr.
- Das überregionale Modell gleicht die Importe und Exporte der verschiedenen Kantonsmodelle eines Jahres aus und schätzt den Austausch der mineralischen Materialien mit den Nachbarkantonen.
- Das dynamische Modell rechnet für einen Kanton Szenarien der Entwicklung bis ins Jahr 2035.

In der folgenden Abbildung 42 ist zur Illustration das Stofffluss-Diagramm des KAR-Modells am Beispiel des Kantons Zürich abgebildet.

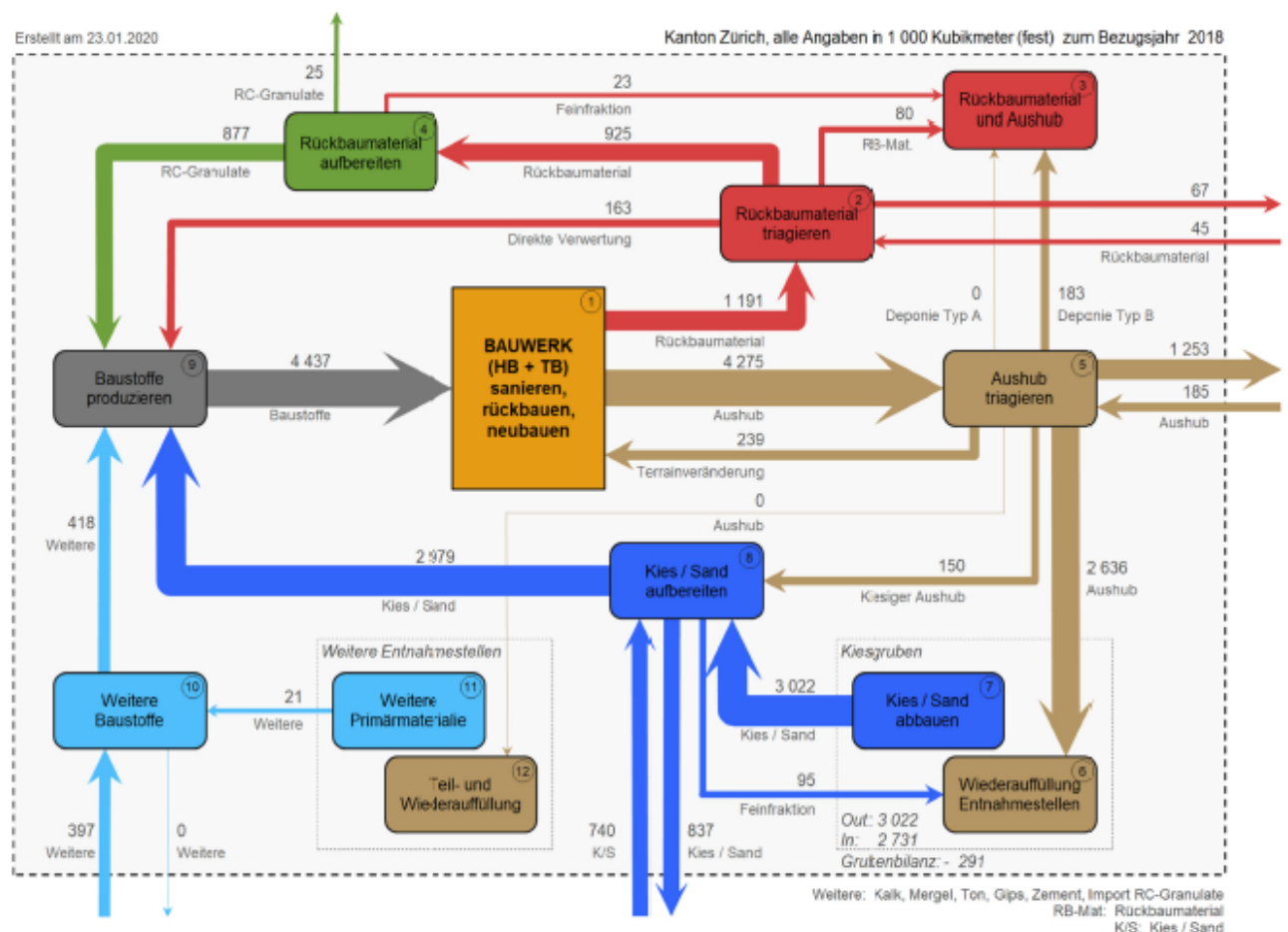


Abbildung 42: Stoffflussdiagramm KAR-Modell, Beispiel für den Kanton ZH, Bezugsjahr 2018
(Quelle: Energie- und Ressourcenmanagement GmbH [24])



Für die Speisung des KAR-Modells werden verschiedene Datengrundlagen benötigt, welche durch den Kanton bereitgestellt werden müssen. Die Ablagerungsmengen auf die verschiedenen Deponien (Kap. 6.1 bis 6.3) sowie der Anfall von mineralischen Bauabfällen und die Produktion von Recyclingbaustoffen (Kap. 5.7) sind ein Teil davon. Darüber hinaus werden weitere Daten benötigt, welche heute im Kanton Graubünden nicht oder nur unvollständigerhoben werden:

- Importe und Exporte von Kies / Sand, Aushub, Rückbaumaterialien und weiteren Baustoffe (Kalk, Ton, Gips, Zement)
- Offene Volumen in Kiesgruben und weiteren Abbaustellen, total und kurz- bis mittelfristig zur Ablagerung von Aushub nutzbar
- Aufbereitung und Verwertung von Aushub als Terrainveränderungen

Die Daten zu den offenen Volumen in Kiesgruben und Abbaustellen sind bereits heute zu einem grossen Teil vorhanden. Ab dem Bezugsjahr 2021 werden diese neu durch den FSKB vollständig erhoben. Gleiches gilt für die Importe und Exporte.

Das KAR-Modell wird 2023 für die bereits involvierten Kantone auf der Basis der Daten des Jahres 2022 aktualisiert. Damit der Kanton Graubünden in diesen Erneuerungsturnus einsteigen kann, ist eine erstmalige Durchführung der Stofffluss-Analyse (statisches und dynamisches Modell) in der zweiten Jahreshälfte 2022 auf der Basis der Daten 2021 anzustreben.

Die oben genannten, heute noch unvollständigen Daten werden zu diesem Zeitpunkt möglicherweise noch nicht vorliegen (die Datenerfassung des FSKB wird erst gegen Ende des Jahres 2022 abgeschlossen sein). Gemäss Rücksprache mit dem Entwickler des KAR-Modells können für die Einführung des KAR-Modells jedoch problemlos auch Abschätzungen verwendet und die vollständigen Datengrundlagen später im Rahmen der Aktualisierung des KAR-Modells ergänzt werden. Die vorhandenen Datengrundlagen sind somit für die Einführung des KAR-Modells ausreichend.

Vergleichbare Alternativen zum KAR-Modell sind zurzeit nicht vorhanden. Eine Möglichkeit wäre, die Prognosen wie bisher auf der Basis vorhandener Ablagerungsmengen und wirtschaftlichen Indikatoren für die Zukunft abzuschätzen. Durch zusätzliche Datenerhebungen, welche bereits in anderen Teilkapiteln als Handlungsbedarf identifiziert wurden (Importe/Exporte von Bauabfällen, Verwertung von Aushub und Nutzung für Terrainveränderungen) könnte eine vollständigere Übersicht über die Materialflüsse gewonnen werden. Ein ähnlich hohe Prognosequalität für die Ablagerungsmengen wie beim KAR-Modell wird dadurch aber nicht erreicht.

6.4.3 Fazit und Massnahmen

Das KAR-Modell bietet die sehr gute Möglichkeit, den zukünftigen Bedarf an Ablagerungsvolumen für Materialien des Typs A und B mit hoher Prognosequalität abschätzen zu können. Das Modell ist etabliert und daher relativ kostengünstig

Datengrundlagen

Zeitpunkt der Einführung

Datengrundlagen ausreichend

Alternativen zum KAR-Modell

KAR-Modell geeignet



in der Einführung. Es wird deshalb empfohlen, das KAR-Modell auch im Kanton Graubünden einzuführen.

Die Einführung des KAR-Modells erfordert Aufwand in Form von zusätzlichen Datenerhebungen. Einige der zusätzlichen Datenerhebungen sind ohnehin geplant oder wurden bereits in anderen Teilkapiteln als Handlungsbedarf identifiziert. Unvollständige Daten können bei der Einführung durch einfache Abschätzungen substituiert werden. Die Einführung des KAR-Modells ist daher bereits im zweiten Halbjahr 2022 möglich. Dazu wird eine entsprechende Massnahme formuliert.

Einführung KAR-Modell

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Etablierung eines Stoffflussmodells für Kies, Aushub und Rückbauflüsse (KAR-Modell)			
Dep-10	Aufzeigen der gegenseitigen Abhängigkeiten von Kies, Aushub und Rückbaumaterial und Verbessern der Prognosequalität des künftigen Materialanfalls durch Einführung KAR-Modell im 2. Halbjahr 2022	ANU	2



7 Einfluss der Abfallentsorgung auf das Klima

7.1 Einleitung und Überblick

Abfälle werden in absehbarer Zukunft anfallen und sind in dem Sinne bis auf Weiteres systemgegeben. In der Abfallwirtschaft entstehen durch Transporte sowie Behandlungs- und Verwertungsprozesse Treibhausgasemissionen (z.B. CO₂-Emissionen aus der Kehrichtverbrennung). Durch das Recycling von beispielsweise Metallen aus der Schlacke oder der Energierückgewinnung bei der Verbrennung hilft die Abfallwirtschaft aber auch mit, Ressourcen zu schonen und damit Emissionen zu vermeiden. Im Folgenden soll die Relevanz der Abfallwirtschaft bzw. ihrer massgebenden Prozesse bezüglich Klima anhand der Emissionen und Gutschriften von CO₂-Äquivalenten abgeschätzt werden.

Positive und negative Auswirkungen der Abfallwirtschaft

Die folgende Aufzählung (Tabelle 25) gibt einen qualitativen Überblick über die Auswirkungen der Abfallwirtschaft auf das Klima.

Tabelle 25: Qualitative Auswirkungen der Abfallwirtschaft auf das Klima

Aktivität	Positive Auswirkungen	Negative Auswirkungen
Abfalltransporte	keine	CO ₂ -Emissionen aus Fahrzeugabgasen bei der Sammlung und dem Transport zur Abfallanlage
Kehrichtverbrennung	Erzeugung von Fernwärme und Strom und damit potenzielle Verminderung des Einsatzes von fossilen Energieträgern bei den Wärme- und Strombezügen	CO ₂ -Emissionen aus Verbrennungsabgasen bei der Verbrennung von Abfällen aus fossilen Quellen (z.B. Kunststoffe)
Zementwerk	Substitution von fossilen Brennstoffen durch den Einsatz von Ersatzbrennstoffen (z. B. Kunststoffe)	CO ₂ -Emissionen aus Verbrennungsabgasen bei der Verbrennung von Abfällen aus fossilen Quellen (z.B. Kunststoffe)
Aufbereitung von Verbrennungsrückständen (z.B. Metallrückgewinnung)	Schonung von Ressourcen und Verhinderung von CO ₂ -Emissionen bei der Primärproduktion	Energieverbrauch für Aufbereitung
Deponierung von Materialien und Rückständen	Verhinderung von wilden Deponien mit Methan-Emissionen*	CO ₂ -Emissionen aus Abgasen von Fahrzeugen und Baumaschinen durch Transport und Einbau von Materialien. Die Ablagerung von verwertbaren Materialien führt zu unnötigen Emissionen für den Abbau / die Herstellung von Primärressourcen. Methan-Emissionen aus Deponien
Separatsammlungen von Abfällen	Schonung von Ressourcen und Verhinderung von CO ₂ -Emissionen bei der Primärproduktion	CO ₂ -Emissionen aus Abgasen bei der Sammlung (Transporte)
Vergärung und Kompostierung	Erzeugung von Energie und Nährstoffen und damit Verminderung vom Einsatz von fossilen Energieträgern. Verminderung von Methan- und Lachgasemissionen im Falle von wilden Grüngut-Deponien	CO ₂ -Emissionen aus Abgasen bei der Sammlung (Transporte) sowie Methanemissionen bei der Kompostierung
Abwasserreinigung	Substitution von fossilen Brennstoffen und Strom durch das Verwerten des entstehenden Faulgases	Lachgas- und Methanemissionen bei der biologischen Reinigungsstufe

* Methan-Emissionen sind seit dem Deponierungsverbot von organischen Abfällen auf Deponien stark rückläufig (gilt sowohl für die positiven wie die negativen Auswirkungen)



Die folgenden Kapitel geben detaillierter Auskunft über ausgewählte Bereiche der Abfallwirtschaft. Es wurden Angaben aus bestehenden Studien verwendet oder mittels angenommener Faktoren und Mengen die Auswirkungen auf den Kanton Graubünden berechnet. Bei den Berechnungen handelt es sich um grobe Abschätzungen der Grössenordnungen und nicht um eine abschliessende CO₂-Bilanz der Abfallwirtschaft.

Grobe Abschätzung der Grössenordnung

7.2 Kehrichtverbrennung und Metallrückgewinnung (inkl. Transporte)

Für die Transportemissionen wurde unterschieden zwischen dem eigentlichen Sammeln, den Fahrten zwischen den Dörfern und zu den Umladestationen sowie den Fahrten zur KVA in Trimmis (per Strasse oder Bahn). Beim Marktkehricht (Direktanlieferung an die KVA) wurde von einheitlichen Fahrzeugen mit derselben Nutzlast wie bei einem Kehrichtsammelfahrzeug ausgegangen. Für die Transporte der Schlacke zur Deponie und des Hydroxidschlammes zum Aufbereitungswerk wurde von ausgelasteten 40 t Lastwagen ausgegangen. Im Falle der Deponien wurden die effektiven Distanzen und beim Aufbereitungswerk für Hydroxidschlamm ein fiktives Werk in 300 km Entfernung verwendet.

Berechnung der Transportemissionen

Bei der Kehrichtverbrennung werden biogene und nicht biogene Stoffe verbrannt. Entsprechend muss die CO₂-Menge in den Abgasen einem fossilen und einem biogenen Teil zugeordnet werden. Die hier dargestellte Menge entspricht nur dem fossilen CO₂, da das im kurzfristigen C-Stoffkreislauf verbleibende biogene CO₂ nicht langfristig klimawirksam ist. Die Aufteilung wurde einem Dokument für den Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung entnommen [31].

Fossiler Anteil im Abgas

Als Gutschrift gilt die produzierte Menge an Wärme und genutztem Dampf sowie Elektrizität. Dabei wurde der Eigenverbrauch ebenfalls als Gutschrift verrechnet, weil der Betrieb einer KVA eine Notwendigkeit ist. Die produzierten thermischen und elektrischen Energiemengen wurden mit den offiziellen Emissionsfaktoren des BAFU verrechnet. Beim Strom wurde vom Schweizer Produktionsmix ausgegangen [27]. Die Gutschriften für die rückgewonnenen Metalle wurden aufgrund von CO₂-Emissionsfaktoren für verschiedene Metalle aus einem internen AWEL-Bericht berechnet [28]. Dabei wurde als Referenz die Produktion via Primärabbau verwendet.

Produzierte Wärme, Dampf und Strom als Gutschrift

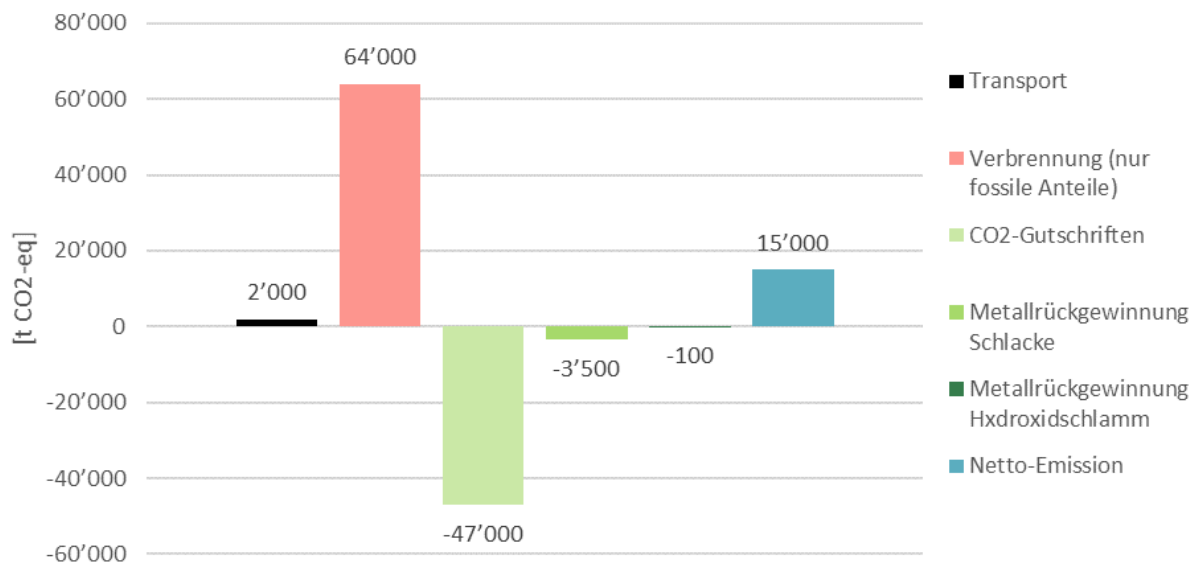


Abbildung 43: Berechnete CO₂-Äquivalent-Emissionen KVA Trimmis durch Transporte und Kehrichtverbrennung (fossile Anteile). Gutschriften für die Energiegewinnung und Metallrückgewinnung bei der Schlacke und Hydroxidschlamm, 2019

In der Summe weist die Kehrichtverbrennung im Kanton Graubünden eine Netto CO₂-Emission von rund 15'000 t CO₂ auf.

Netto CO₂-Emissionen

7.3 Zementwerk

Beim Zementwerk in Untervaz wurden die Transportemissionen für die Beschaffung der Ersatzbrennstoffe (Kunststoffe, Trockenklärschlamm und Tiermehl) mit materialabhängigen Nutzlasten und einheitlich angenommenen Distanzen und angenommenen Emissionsfaktoren berechnet.

Transport von Ersatzbrennstoffen

Die Emissionsmenge der Verbrennung wird über Emissionsfaktoren des BAFU für Ersatzbrennstoffe in Zementwerken berechnet. Sie umfasst in der folgenden Abbildung jedoch nur den fossilen Anteil der eingesetzten Abfälle als Ersatzbrennstoffe. Die Gutschrift durch Ersatzbrennstoffe (fossil und biogen) wurde anhand der dadurch substituierten/ersetzten thermischen Energie aus Braunkohle berechnet.

Emissionen aus Verbrennung

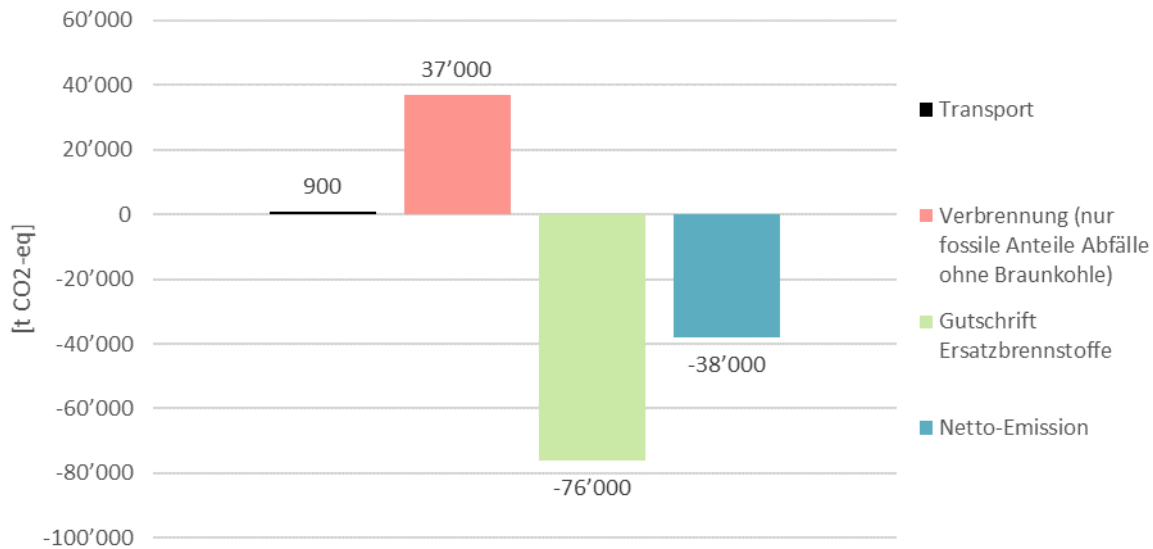


Abbildung 44: Berechnete CO₂-Äquivalent-Emissionen durch den Einsatz von fossilen Primär-Brennstoffen (Braunkohle) und Abfällen als Ersatzbrennstoffe (nur fossile Anteile). Gutschriften durch Substitution von Braunkohle durch die Ersatzbrennstoffe aus Abfällen im Zementwerk in Untervaz, 2019

Durch den Einsatz von Ersatzbrennstoffen ergibt sich für das Zementwerk eine positive CO₂-Bilanz (Netto-Emission) von rund 38'000 t CO₂-Äquivalenten.

Positive CO₂-Bilanz

Die prozessbedingten CO₂-Emissionen bei der Herstellung von Klinker, welche durch das Austreiben von CO₂ aus dem Gesteinsmaterial entstehen, sind in der obigen Bilanz nicht berücksichtigt. Gemäss eigenen Angaben der Holcim stammten 2019 rund 280'000 t CO₂ direkt aus dem Rohmaterial (Klinkerherstellung). Weiter führte der Einsatz von konventionellen fossilen Brennstoffen (Braunkohle) gemäss Holcim 2019 zu Emissionen von rund 100'000 t CO₂. Die Verringerung der Netto-Emissionen aufgrund des Einsatzes von Ersatzbrennstoffen entspricht also 2019 rund 10% der gesamten CO₂-Emissionen der Zementproduktion (ohne Emissionen aus Biomasse).

CO₂-Emissionen Klinkerherstellung nicht berücksichtigt

7.4 Deponien

Für die Deponien wurden die CO₂-Emissionen aller Materialtransporte abgeschätzt. Dabei wurde ein einfaches Transportdistanz-Modell entwickelt, welches die durchschnittlichen Transportdistanzen für den Transport von Material des Typs A, B, D und E abschätzt. Das Modell berücksichtigt insbesondere, dass die durchschnittlichen Transportdistanzen kürzer werden, je mehr Deponien des jeweiligen Typs im Kanton Graubünden vorhanden sind. Für die Berechnung der CO₂-Emissionen werden die durchschnittlichen Transportdistanzen mit den totalen Ablagerungsmengen sowie mit den Emissionsfaktoren für den Transport auf der Strasse multipliziert.

Transporte, Transportdistanz-Modell



Für die Deponien wurden ausserdem die CO₂-Emissionen durch den Maschineneinsatz für den Einbau des Deponiematerials abgeschätzt. Dazu wurde basierend auf Erfahrungszahlen die notwendige Maschineneinsatzzeit pro Kubikmeter abgelagertem Deponiematerial bestimmt und diese Zahl mit den Ablagemengen und den Emissionsfaktoren für CO₂ gemäss der Non-Road-Datenbank des BAFU multipliziert.

Deponierung (Materialeinbau)

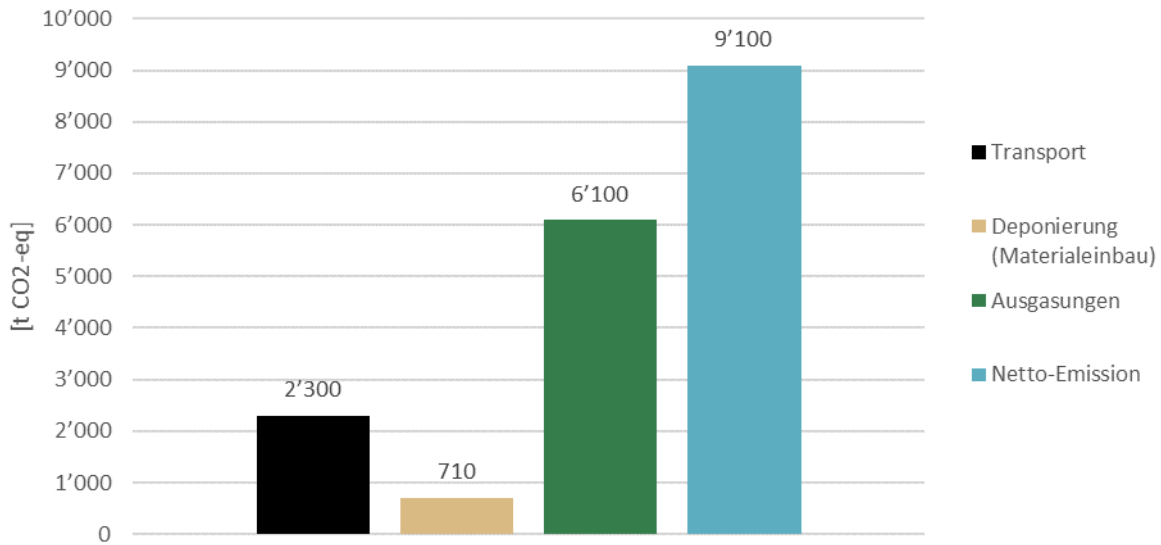


Abbildung 45: Berechnete CO₂-Äquivalent-Emissionen durch Materialtransporte auf Deponien sowie durch den Einbau von Deponiematerial (Durchschnitt der Jahre 2015-2019)

Weiter wurden dem Emissionskataster des Kantons Graubünden [32] die Treibhausgasemissionen aufgrund der aktuellen Methanemissionen⁹ entnommen (die alten, längst abgeschlossenen Kehrichtdeponien sind hier mitenthalten und massgebend für die Emissionen). Dargestellt werden die CO₂-Äquivalent-Mengen. Bei diesen Werten handelt es sich um stetig abnehmende Emissionen aus alten Mischabfalldeponien. Der dargestellte Wert von 6'100 t CO₂-Äquivalent entspricht den Emissionen aus dem Jahr 2020. Für das Jahr 2030 werden noch Emissionen von 3'800 t CO₂-Äquivalent prognostiziert.

Methanemissionen

Durch den Transport und den Einbau von rund 840'000 m³ (fest) Deponiematerial (Durchschnitt der Jahre 2015-2019) entstehen Emissionen von rund 3'000 t CO₂-Äquivalenten. Die Schlacke aus der KVA Trimmi ist dabei nicht enthalten, da diese Emissionen bereits in Kapitel 7.2 berücksichtigt sind. Die Deponieemissionen werden (noch) von den Methanemissionen dominiert. Mit rund 70% der Transport-Emissionen und rund 90% der Emissionen durch den Materialeinbau dominieren der Transport bzw. die Deponierung von Material des Typs A die netto CO₂-Emissionen von unverschmutztem Aushub.

Netto CO₂-Emissionen

⁹ Bei den Methanemissionen gemäss Emissionskataster des Kantons Graubünden handelt es sich nicht um gemessene, sondern um berechnete Werte. Diese wurden von den gesamtschweizerischen Emissionen über die Wohnereinheiten (vgl. Tabelle 4 in Kapitel 5.1.1) auf die Situation des Kantons Graubünden heruntergerechnet.



7.5 Kunststoffrecycling

Für die Berechnung der Transportemissionen für die Separatsammlung von Kunststoffen wurde ein Transport zu einer fiktiven Umladestation mit Lieferwagen und der Transport zu einem fiktiven Aufbereitungswerk per Lastwagen berücksichtigt. Die Distanzen dorthin, sowie die Nutzlast und die Emissionsfaktoren der Transportfahrzeuge wurden gutachtlich angenommen.

Im Kanton Graubünden wurden 2019 rund 80 t gemischte Kunststoffe aus Haushalten und 90 t Siloballenfolien aus der Landwirtschaft separat gesammelt. Die Emissionseinsparung durch den Einsatz von Recyclingkunststoffen wurde aufgrund geschätzter Emissionsfaktoren berechnet. Die eingesammelte Menge gemischter Kunststoffe wurde mit einem Faktor von 50% verrechnet, um die tatsächlich verwertbare Menge abzuschätzen. Bei den Siloballenfolien wurde mit der gesamten eingesammelten Menge gerechnet.

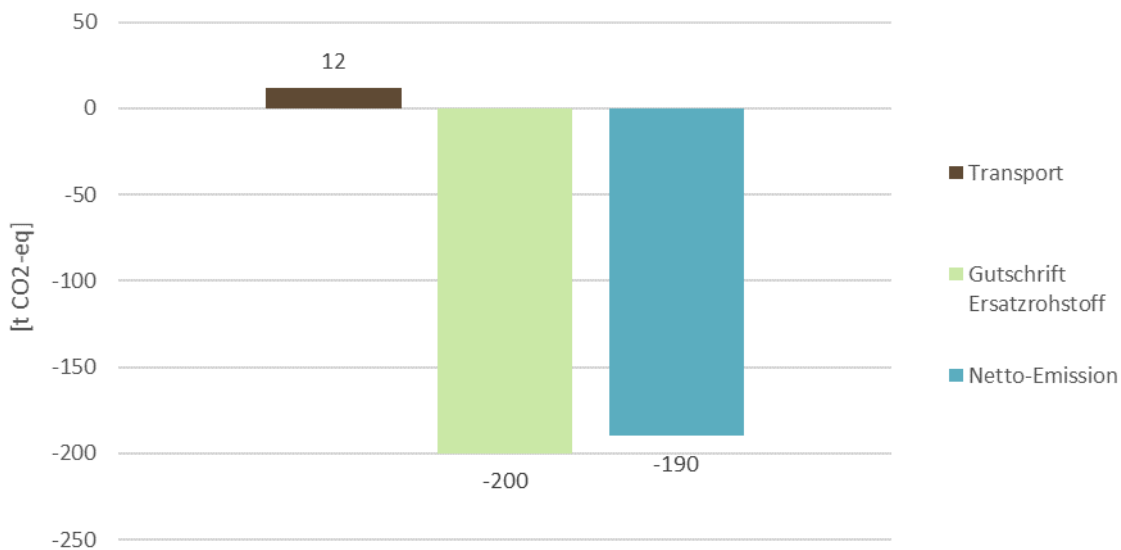


Abbildung 46: Berechnete CO₂-Äquivalent-Emissionen und Gutschriften durch die Separatsammlung von Kunststoffen im Kanton Graubünden, 2019

Mit den getroffenen Annahmen resultiert aus der 2019 im Kanton Graubünden separat gesammelten Kunststoffmenge aus Haushalten und Siloballenfolien aus der Landwirtschaft eine Nettoeinsparung von ca. 190 t CO₂-Äquivalente.

Erfahrungen des Verbands KVA Thurgau mit dem KUH-BAG (Sammelsack für gemischte Haushalt-Kunststoffe) zeigen, dass von einem kurzfristig realistisch zu erreichenden Potenzial von 2.5 kg/Einwohner separat gesammeltem Kunststoff aus Haushalten ausgegangen werden kann. Umgerechnet auf die Einwohnerzahl des Kantons Graubünden (200'000 EW) ergäbe das ein Potenzial von ca. 500 t separat gesammeltem Kunststoff, also gut fünf Mal mehr als heute. Bezogen auf die Einwohnereinheiten (250'000 EE, d.h. inkl. Tourismusanteil) wären es sogar 625 t Kunststoffe aus Haushalten pro Jahr bzw. 8 mal mehr als heute.

Potenzial Kunststoffsammelmenge aus Haushalten



Bezogen auf die Haushaltskunststoffe (ohne Sillofolien) würden die Netto-Emission damit bei ca. -480 t CO₂-Äquivalenten liegen.

Für die Siloballenfolien fehlen Vergleichszahlen.

7.6 Getrennt gesammelte Siedlungsabfälle (kommunale Wertstoffe)

Die Transportemissionen der getrennt gesammelten Siedlungsabfälle (Papier/Karton, Glas, Alu/Stahlblech und Metalle gemischt) umfassen nur geschätzte Transporte zu den Aufbereitungsanlagen, nicht aber die Emissionen für den Weg zur Separatsammlung.

Wie Abbildung 47 zeigt, weisen die Papier/Karton-, die Glas- und die gemischte Metallsammlung in etwa dieselben Grössenordnung bezüglich CO₂-Effekten auf (Transport, Gutschriften und resultierende Netto-Emissionen). Die Alu/Stahlblechsammlung weist nur rund 4% des Gesamteffekts der Wertstoffsammlung auf.

Ausgeglichene Effekte ausser Alu/Stahlblech

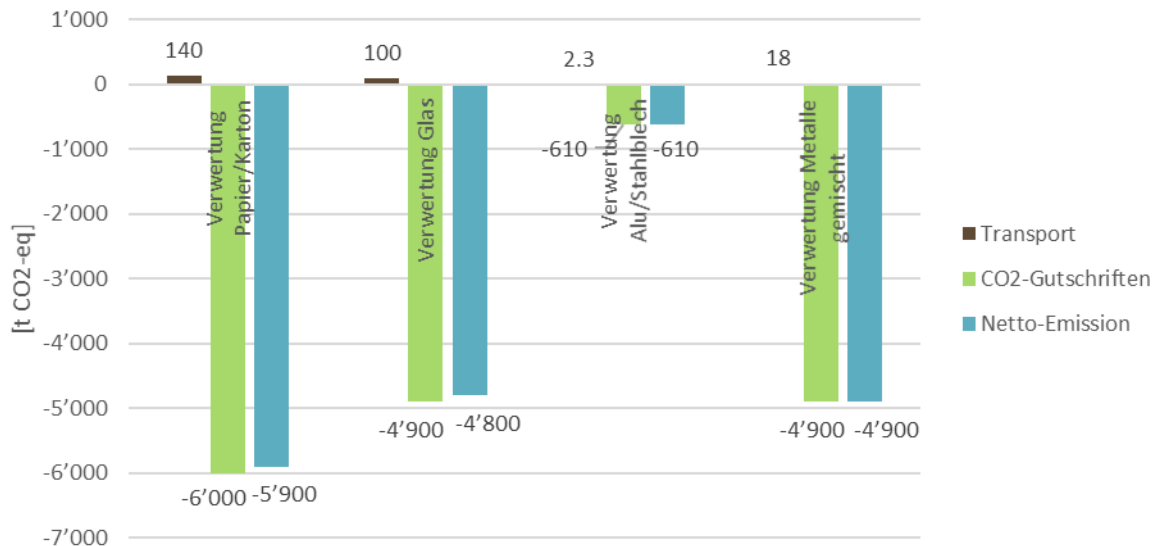


Abbildung 47: Berechnete CO₂-Äquivalent-Emissionen und Gutschriften aus Sammlung der getrennt gesammelten Siedlungsabfälle (kommunale Wertstoffe) im Kanton Graubünden, 2019

In der Summe resultiert eine Netto-Emission aus den vier Wertstoffsammlungen von -16'000 t CO₂-Äquivalent pro Jahr.



7.7 Vergärung und Kompostierung

Bei der Vergärung und Kompostierung spielen nebst den Transportemissionen (hin zu den Anlagen) die gewonnene Energie und die Methanemissionen eine Rolle.

Bei den Transportemissionen wurden den einzelnen Abfallfraktionen (z. B. pflanzliche und tierische Öle und Fette) verschiedene Nutzlasten und Transportdistanzen je nach Anlage zugeordnet. Mit diesen Angaben errechnen sich jährliche Emissionen von 87 t resp. 49 t CO₂-Äquivalent für die Vergärung resp. die Kompostierung, total also 115 t CO₂-Äquivalent an Transportemissionen für die Vergärung und Kompostierung.

Laut Emissionskataster Graubünden [32] emittierten im Jahr 2020 aus den Kompostier- und Vergärungsanlagen 118 t Methan und 1 t Lachgas. Das entspricht einer jährlichen Menge von 3'400 t CO₂-Äquivalent.

Dem gegenüber stehen Gutschriften von 1'800 t CO₂-Äquivalent für die Energiegewinnung aus der Vergärung. Dabei werden die verhinderten Emissionen der fossilen Energieträger verrechnet. Als Annahme wird für Biogas Erdgas und für Wärme Heizöl ersetzt. Die Stromproduktion ersetzt Emissionen gemäss dem Schweizer Strommix.

Marginale Transportemissionen

Beträchtliche Methanemissionen

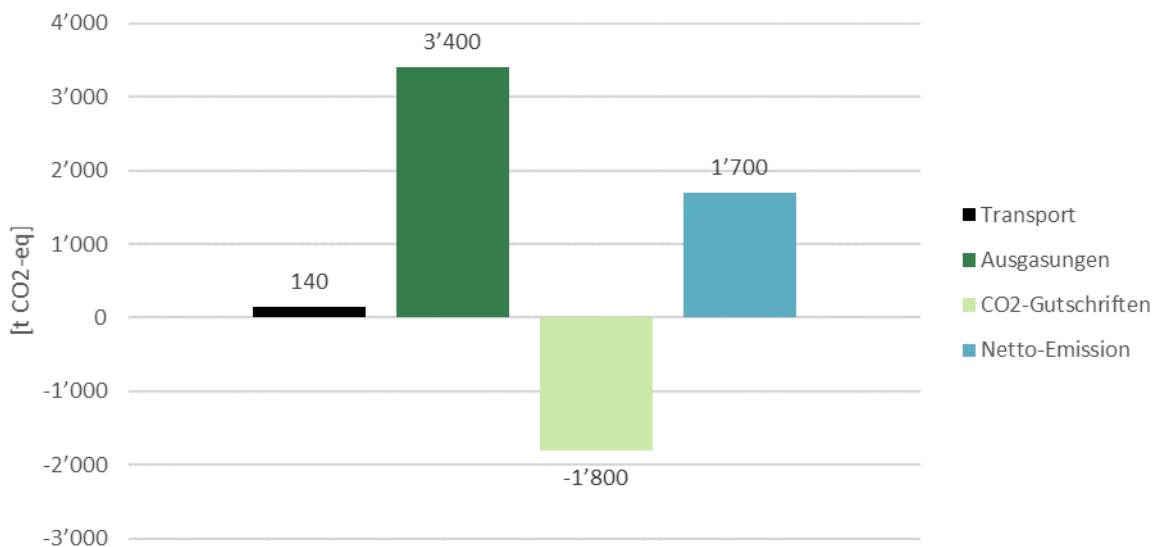


Abbildung 48: Berechnete CO₂-Äquivalent-Emissionen und Gutschriften aus den Kompostier- und Vergärungsanlagen im Kanton Graubünden, 2020

In der Summe resultieren damit jährliche Emissionen von 1'700 t CO₂-Äquivalent. Nicht berücksichtigt dabei sind die produzierten Mengen an Kompost und die Gärrückstände für den landwirtschaftlichen Einsatz sowie der Effekt, von einem allfälligen Verbrennen in einer KVA.



7.8 Abwasserreinigung

Die Abwasserreinigung hat im strengerem Sinne nichts mit der Abfallplanung zu tun, weil Abwasser kein Siedlungsabfall ist. Trotzdem werden hier die Auswirkungen dargestellt, da neuste Untersuchungen der Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) zeigen¹⁰, dass die Emissionen von Lachgas (N_2O) deutlich höher sind als bisher angenommen und die Abwasserreinigung im weiteren Sinne zur Abfallwirtschaft gehört. Es wird neu grob von Emissionen von rund 50 kg CO_2 -Äquivalent pro Person und Jahr ausgegangen [33]¹¹. Damit erhöhen sich die bisher im Emissionskataster für den Kanton Graubünden [32] angegebenen Lachgasemissionen um mehr als den Faktor 3 auf gut 11'000 t CO_2 -Äquivalent. Diese Werte sind aber sehr unsicher und müssen anlagenspezifisch überprüft werden. Nebst den Lachgasemissionen treten auch noch Methanemissionen von umgerechnet 4'300 t CO_2 -Äquivalent auf.

Viel höhere Lachgasemissionen als bisher gedacht

Weiter wird für den Betrieb der ARA Strom, Heizöl und Erdgas genutzt. Diese werden zum Antreiben der Pumpen, der Beheizung der Faultürme etc. verwendet. Sie schlagen mit rund 1'100 t CO_2 -Äquivalent zu Buche.

Weitere Energiequellen für Betrieb notwendig

Die Transportemissionen werden mit Null angenommen, obwohl wahrscheinlich an gewissen Orten Pumpen für den Transport des Abwassers in die ARA notwendig sind.

Keine Transportemissionen

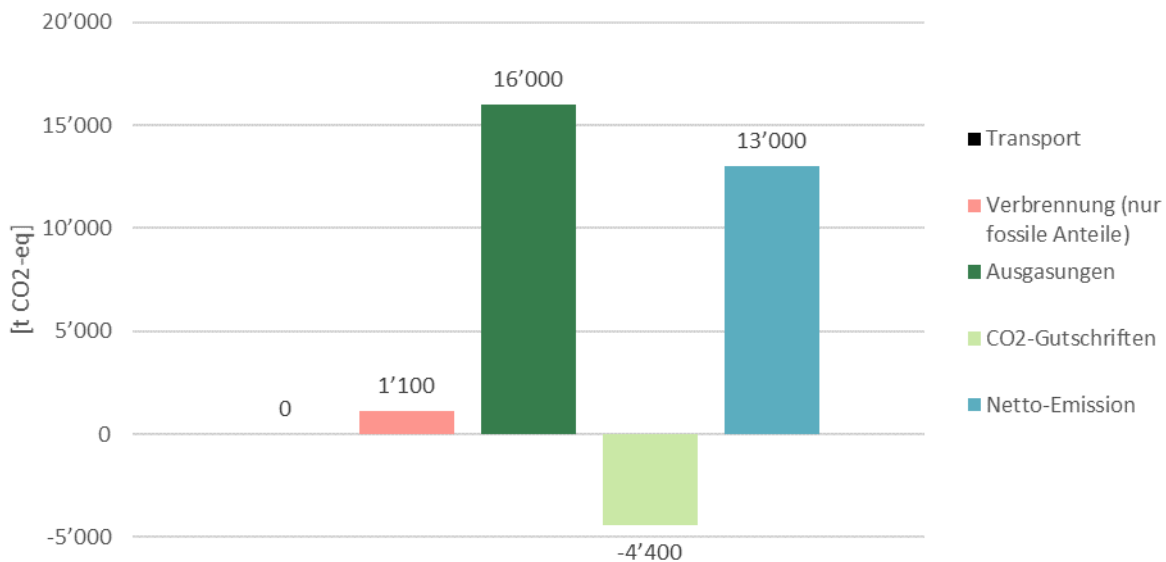


Abbildung 49: Berechnete CO_2 -Äquivalent-Emissionen und Gutschriften aus der Abwasserreinigung im Kanton Graubünden, 2020

¹⁰ <https://www.eawag.ch/en/departement/eng/projects/abwasser/n2oara/>

¹¹ Bei den Lachgasemissionen gemäss Emissionskataster des Kantons Graubünden handelt es sich nicht um gemessene, sondern um berechnete Werte. Diese wurden von den gesamtschweizerischen Emissionen über die Wohnereinheiten (vgl. Tabelle 4 in Kapitel 5.1.1) auf die Situation des Kantons Graubünden heruntergerechnet.



Die verkaufte und für den Eigenbedarf genutzte Energiemenge (auch die Abwärme aus der Stromproduktion) wird als CO₂-Gutschrift verbucht. Damit resultieren jährliche Netto-Emissionen von 13'000 t CO₂-Äquivalent.

7.9 Fazit und Massnahmen

7.9.1 Gesamte Auswirkungen der Abfallentsorgung auf das Klima

Die folgende Abbildung 50 gibt eine Zusammenfassung der CO₂-Auswirkungen der in den Kapiteln 7.2 bis 7.8 behandelten Bereiche der Abfallwirtschaft im Kanton Graubünden. Positive Mengen entsprechen CO₂-Emissionen und negative Mengen stellen CO₂-Gutschriften dar. Die unter «Netto-Emission» angegebenen Mengen stellen die Summe aller Emissionen (positiv und negativ) dar.

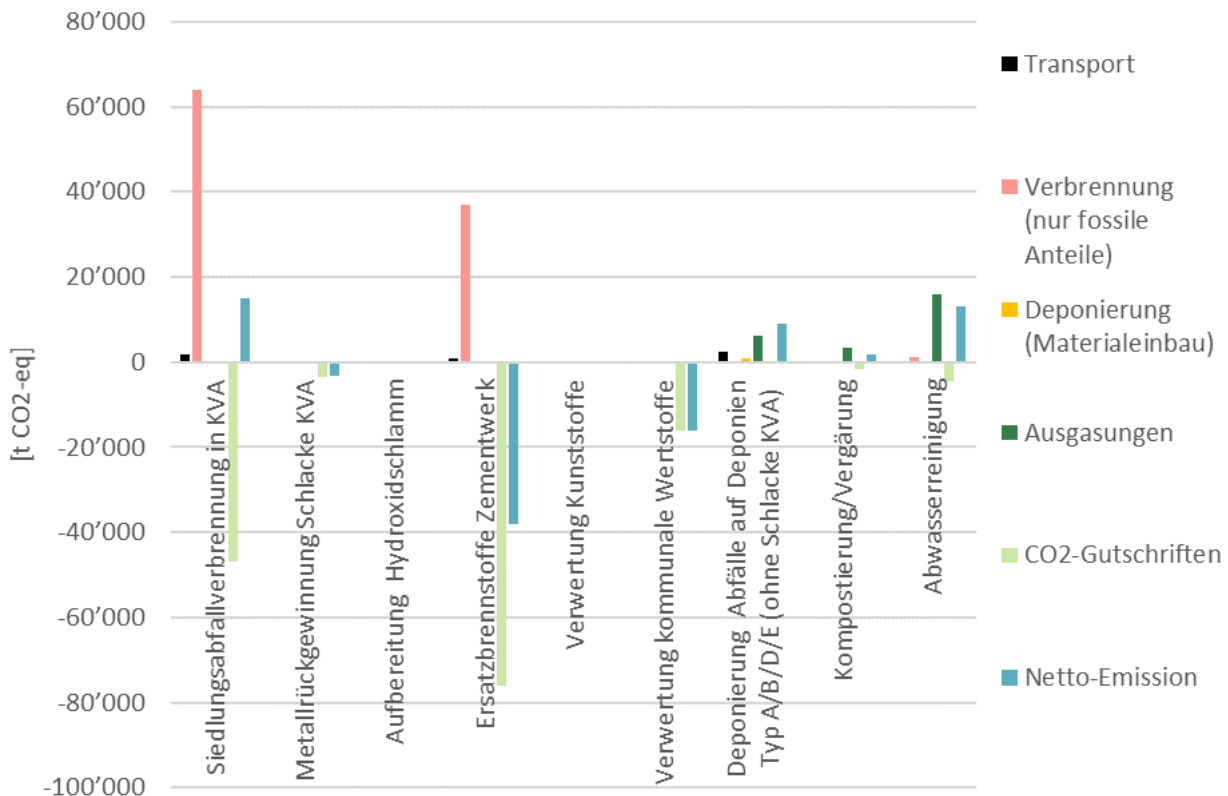


Abbildung 50: Berechnete CO₂-Äquivalent-Auswirkungen (Emissionen und Gutschriften) der betrachteten Behandlungs- und Verwertungsprozesse im Kanton Graubünden, 2019

Wie Abbildung 50 zeigt, sind die Auswirkungen der Verbrennung der Siedlungsabfälle in der KVA und der Verbrennung von Ersatzbrennstoffen im Zementwerk die wichtigsten Bereiche.

Verbrennungsemissionen zentral

Aufgrund der Verbrennung von Ersatzbrennstoffen im Zementwerk und der dadurch erreichten Substitution von fossilen Brennstoffen (Braunkohle) ergibt

Zementproduktion insgesamt mit sehr grossen CO₂-Emissionen



sich insgesamt durch die Abfallwirtschaft eine positive CO₂-Bilanz. Insgesamt resultieren aus der Zementproduktion jedoch Netto-Emissionen von rund 370'000 t CO₂ (Einsatz von Braunkohle als Brennstoff und geogene CO₂-Emission aus der Klinkerproduktion) [31].

Die CO₂-Gutschriften aus der Separatsammlung der vier betrachteten Wertstoffe liefern einen substanziellen Beitrag zur Klimabilanz der Abfallwirtschaft. Dabei weisen die Effekte aus der Papier/Karton-, der Glas- und der gemischten Metallsammlung je sehr ähnliche Effekte auf (vgl. Kapitel 7.6).

Papier/Karton-Sammlung wichtig

Die nächstwichtigsten Emissionen stammen aus den Ausgasungen der Abwasserreinigung, der Deponien sowie der Kompostier- und Vergärungsanlagen. Hier sind besonders die Lachgasemissionen aus den ARA problematisch, wobei diese strenggenommen nicht zur Abfallwirtschaft gehören.

Ausgasungen nicht vernachlässigbar

Die Metallerückgewinnung aus der KVA-Schlacke hat aktuell noch einen kleinen Effekt. Dieser fällt so tief aus, weil die Rückgewinnungsquote an NE-Metallen zurzeit sehr tief ist. Hier ist ein relevantes Verbesserungspotenzial vorhanden und wird durch den geplanten Umbau auf Trockenausstrag der Schlacke und die Metallerückgewinnung durch die ZAV Recycling AG wohl auch erreicht werden.

Relevantes Verbesserungspotenzial bei der Metallerückgewinnung

Die CO₂-Emissionen aus der Deponierung sind trotz den sehr hohen umgesetzten Mengen von rund 840'000 m³ (fest) in der Bilanz beinahe vernachlässigbar.

Vernachlässigbare Deponierung

Die Summe der (negativ zu Buche schlagenden) Transportemissionen liegt ungefähr in derselben Grössenordnung wie die positiven Effekte der Metallerückgewinnung aus der Schlacke. In der gesamten Bilanz sind die Transportemissionen unbedeutend.

Unbedeutende Transportemissionen

Die Auswirkungen der Metallerückgewinnung aus dem Hydroxidschlamm und aus der Separatsammlung von Kunststoffen¹² sind im Vergleich so klein, dass sie in dieser Darstellung nicht sichtbar sind. Auch wenn das kurzfristig realisierbare Potenzial bei den Kunststoffen aus Haushalten ausgenutzt wird, bleiben die CO₂-Auswirkungen im Vergleich zu anderen Abfällen unbedeutend.

Hydroxidschlamm- und Kunststoff-Effekte unsichtbar

Insgesamt resultiert für die Abfallwirtschaft im Kanton Graubünden damit eine negative Emission von rund 19'000 t CO₂-eq (vgl. Abbildung 51). Die CO₂-Gutschriften vermögen die Emissionen aus der Verbrennung und der Ausgasung von klimaschädlichen Gasen (Lachgas und Methan) damit zu kompensieren. Gerade die Ausgasungen von Lachgas sind aber mit grossen Unsicherheiten verbunden. Diese Werte zeigen einfach, dass es sich lohnt, dieses Thema weiter zu verfolgen. Angesichts der grossen Unsicherheiten bei den Annahmen, seien die Emissionsfaktoren oder auch Systemgrenzen, sind diese Angaben nur als grobe Anhaltspunkte zu verwenden.

Ungefähr ausgeglichene Klimabilanz

¹² Die jährliche Einsparung aus der Separatsammlung von aktuell 58 t Kunststoffen in Graubünden und deren Aufbereitung entspricht dem CO₂-eq.-Effekt der Emissionen einer Kuhherde von 23 Tieren.

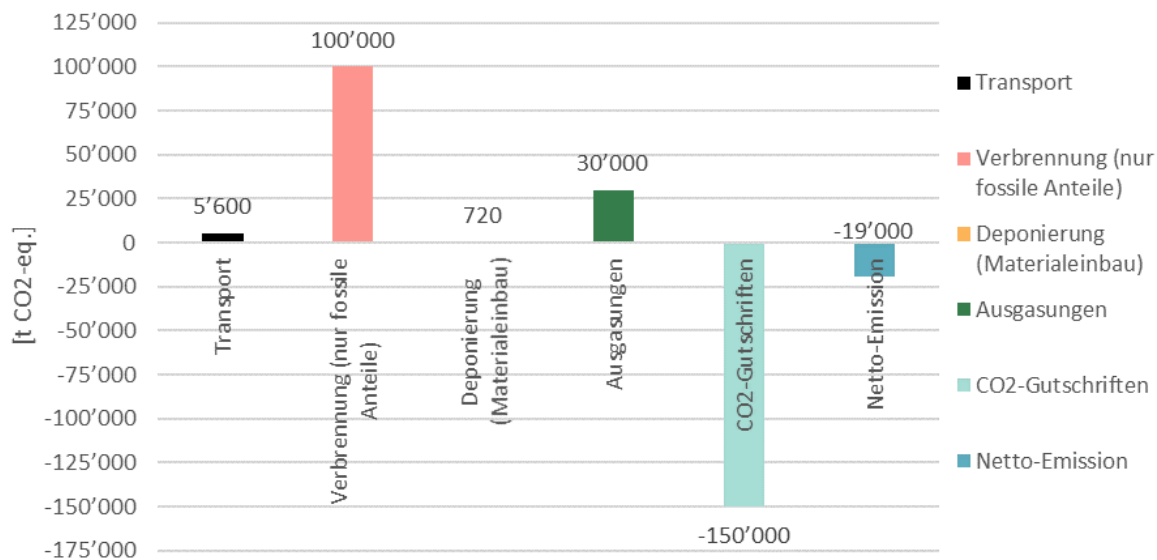


Abbildung 51: Berechnete CO₂-Äquivalent-Auswirkungen (Emissionen und Gutschriften) der betrachteten Prozesse der Abfallwirtschaft im Kanton Graubünden, 2019

7.9.2 Massnahmen

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Klima			
Kli-1	Verringern der Abfallmenge und Bei behalten resp. verstärken der Verwertung von Wertstoffen (Papier/Karton, Glas, Alu/ Stahlblech, Metalle gemischt und Kunststoffe) (Diese Massnahme ist bereits durch die entsprechenden Massnahmen BS-3, WS-1 und WS-4 abgedeckt.)	vgl. Massnahmen BS-3, WS-1 und WS-4	3, 4, 6
Kli-2	Optimieren der ARA im Hinblick auf die Lachgasemissionen (falls vom Gewässerschutz her möglich, das Hauptgewicht auf die Denitrifikation statt auf die Reduktion des Kohlenstoffgehalts (DOC) legen)	Gemeinden, ANU	8
Kli-3	Prüfen von Reduktionsmöglichkeiten zur Fassung und Verwertung oder Abfackelung des Methangases aus alten Kehrichtdeponien. Die erwarteten Methanemissionen gehen gemäss Angaben des Emissionskataster im Laufe der Zeit ohnehin zurück.	ANU	8

Die erhöhte Rückgewinnung von Metallen aus der Schlacke ist ebenfalls eine wichtige Massnahme zur Verbesserung der Auswirkungen auf das Klima. Wie in Kapitel 5.4 erläutert, ist dieser Prozess jedoch bereits im Gang, da die KVA Trimmis den Trockenaustrag der Schlacke mit anschliessender, stark verbesserter Aufbereitung plant.



8 Massnahmenplan

Der Massnahmenplan zeigt im Überblick alle Massnahmen, die für die untersuchten Abfallarten und Themenbereiche vorgesehen sind. Die Massnahmen werden jeweils beschrieben und die für die Umsetzung verantwortlichen Akteure genannt. Der Umsetzungshorizont umfasst grundsätzlich die nächsten fünf Jahre 2023-2027. In der letzten Spalte wird der Bezug zu den Zielen gemäss Kapitel 3.2 hergestellt; so kann aufgezeigt werden, zur Erreichung welcher Ziele eine Massnahme beiträgt.

Aufbau Massnahmenplan

Der Massnahmenplan wird in drei Unterkapitel gegliedert, den «Massnahmenplan Abfallarten» und den «Massnahmenplan Deponien und Materialverwertungen» und den Massnahmenplan «zu den Auswirkungen auf das Klima».

Gliederung Massnahmenplan und Zuordnung Klima-Massnahmen

Für diejenigen Massnahmen, die im Verantwortungsbereich (Lead) des ANU liegen (Kern-Massnahmen), ist neu ein regelmässiges Controlling mit Kontrollblatt vorgesehen, mit welchem die Umsetzung der Massnahmen überprüft werden kann. Der Umsetzungsstand von Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU liegt, wird laufend intern mit den zuständigen Stellen besprochen.

Controlling der Massnahmen-Umsetzung

8.1 Massnahmenplan Abfallarten

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahmen abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Brennbare Siedlungsabfälle			
BS-1	Regelmässiges Ausschreiben der Kehricht/ Sperrgutsammlungen, mit Forderung nach abgasarmen/CO ₂ -neutralen Antrieben der Sammelfahrzeuge	Verbände und Gemeinden (ausgenommen ist RS)	1, 6 c), 8
BS-2	Optimieren der Sammellogistik über die Gemeindegrenzen hinweg durch Einführen gemeindeübergreifender Sammlungen mit gemeinsamer Ausschreibung und Forderung nach abgasarmen/CO ₂ -neutralen Antrieben der Sammelfahrzeuge	Benachbarte Gemeinden gemeinsam (ausgenommen ist RS)	6 c)
BS-3	Sensibilisieren der Bevölkerung bezüglich der Wertstoffe Papier/Karton, Glas, Metalle sowie Grünabfälle und Lebensmittelabfälle, die unnötigerweise im Kehrichtsack landen, über Fehlwürfe/Fremdstoffe in Wertstoff- und Grünabfallsammlungen. Die Sensibilisierung erfolgt über verschiedene Kanäle, mit dem Ziel erhöhter Wertstoffsammelmengen, geringerer Fremdstoffanteile sowie erhöhtem Erlös für die Wertstoffe	Verbände	6 a)
Getrennt gesammelte Siedlungsabfälle (Wertstoffe)			



Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
WS-1	Realisieren von regionalen, von mehreren Gemeinden gemeinsam betriebenen (oder zumindest gemeinsam finanzierten) Sammelstellen für die Sammlung von Wertstoffen, zur Erhöhung der Abgabemöglichkeiten für Wertstoffe. Evtl. Lancieren und allenfalls auch Betreiben dieser regionalen Wertstoffsammelstellen durch die Abfallbewirtschaftungsverbände.	Gemeinden oder benachbarte Gemeinden gemeinsam, ggf. Verbände	7 b)
WS-2	Regelmässiges Ausschreiben der Abtransporte der Wertstoffe (Papier/Karton, Glas, Alu/Weissblech, Metalle)	Verbände bzw. Gemeinden (ausgenommen ist RS)	1
WS-3	Einführen gemeindeübergreifender Abtransporte der Wertstoffe mit Durchführen gemeinsamer Ausschreibungen	Benachbarte Gemeinden gemeinsam	6 b)
WS-4	Sensibilisieren der Bevölkerung hinsichtlich Verpackungsmaterialien und Motivieren zum Kauf von Produkten mit wenig Verpackungsmaterial (Die Sensibilisierung erfolgt über die Massnahme BS-3)	vgl. Massnahme BS-3	3
Grünabfälle inkl. Lebensmittelabfälle			
Bio-1	Flächendeckendes Umsetzen einer Grünabfallsammlung (über gemeindeeigene Sammelstellen oder gemeinsame Sammelstellen mehrerer Gemeinden)	Verbände oder Gemeinden oder benachbarte Gemeinden gemeinsam	1, 4, 6 b), 7 b)
Bio-2	Holsammlung: Regelmässiges Ausschreiben der Abtransporte der Grünabfälle	Verbände und Gemeinden	1
Bio-3	Sensibilisieren der Bevölkerung bzgl. Grünabfällen im Kehrichtsack sowie bzgl. «keine Fremdstoffe in der Grünabfallsammlung» (die Sensibilisierung erfolgt über die Massnahme BS-3)	vgl. Massnahme BS-3	3, 5
Bezüglich Food Waste gibt es andere Projekte/Initiativen mit Massnahmen zur Reduktion von Food Waste (vgl. Kap. 2.4.9). Deshalb wird im Rahmen der Abfallplanung auf eigene Massnahmen hierzu verzichtet.			
Rückstände aus der KVA Trimmis			
Keine Massnahmen vorgesehen, da kein Handlungsbedarf besteht (mit der Umsetzung des Projektes SwissZinc sind die zentralen Forderungen erfüllt.)			
Holzasche aus Altholzfeuerungsanlagen			
HAs-1	Erarbeiten und umsetzen einer Lösung zur Aufbereitung der Filteraschen, welche per 31. Dezember 2025 realisiert sein muss.	Axpo Tegra AG und EWZ	2, 4, 5, 6, 8
Strassenbürtige Abfälle (Strassensammlerschamm und Strassenwischgut)			
Keine Massnahmen vorgesehen, da zwar Handlungsbedarf besteht (der Stand der Technik bei den Aufbereitungsanlagen für strassenbürtige Abfälle ist ungenügend), dieser aber nicht durch den Kanton Graubünden allein behoben werden kann. Hier braucht es die Initiative von mehreren Kantonen gemeinsam (Cercle déchets Ost) oder die schweizweite Initiative der Kantone (Cercle déchets Schweiz). Beim Strassenwischgut bestünde zwar Datenbedarf, der Nutzen ist aber unklar. Deshalb ist auch in diesem Bereich keine Massnahme vorgesehen.			
Mineralische Bauabfälle			
BA-1	Verbessern der Datenqualität durch Erfassen der weitergeleiteten Mengen von mineralischen Bauabfällen/Recyclingbaustoffen sowie von Importen und Exporten (Die Verbesserung	vgl. Massnahme Dep-10	1



Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
	erfolgt durch die umfassendere Datenerfassung und Modellierung und mit dem KAR-Modell, vgl. Massnahme Dep-10).		
BA-2	Leisten von Aufklärungsarbeit bei privaten Bauherrschaften betreffend Wiederverwendung von Bauteilen und Verwendung von Recyclingbaustoffen (Informationsveranstaltungen, Bekanntmachung von Bauteilbörsen).	ANU	3
BA-3	Konsequentes Umsetzen der Vorreiterrolle des Kantons durch prioritären Einsatz von Recyclingbaustoffen) bei Bauten der öffentlichen Hand. HBA und TBA werden eingebunden und es wird eine gemeinsame Strategie erarbeitet (Pilot- und Leuchtturmprojekte lancieren).	ANU zusammen mit HBA und TBA	4, 5

Weitere Abfallarten

Sonderabfälle/akb- und ak-Abfälle:

Keine Massnahmen vorgesehen, da zwar Handlungsbedarf besteht (Verbesserung der Eingaben in VeVA-Online und ins künftige eGOV ist notwendig), dieser aber durch die vorgesehenen Schulungen durch das BAFU behoben wird. eGOV wird in den kommenden Monaten laufend optimiert und benutzerfreundlicher gestaltet.

Holzabfälle:

Ho-1	Vereinfachen/reduzierender Anzahl der zu vergebenden Abfallcodes gemäss Vorschlag Faktenblatt BAU 7 (Umgang mit Holzabfällen) des Cercle déchets OST und Anpassen der Abfallcodes in den Betriebsbewilligungen der holzabfallverarbeitenden Betriebe	ANU	4, 7, 8
Ho-2	Durchsetzen der Pflicht zur Probenahme bei Holzabfällen gemäss Vollzugshilfe des BAFU zur VeVA (Kontrolle der Qualität von Holzabfällen) und ergänzen der Betriebsbewilligungen der holzabfallverarbeitenden Betriebe	ANU	4, 7, 8

Eine weitere Massnahme bei den Holzabfällen (Schulungen, die zur verbesserten Eingabe von Abfallcodes und Mengen ins künftige eGOV führen sollen) wird durch das BAFU sowie durch das ANU umgesetzt. Die Schulung durch das ANU umfasst auch die korrekte Probenahme von Holzabfällen für chemische Analysen.

Klärschlamm:

Keine Massnahmen vorgesehen, da kein Handlungsbedarf besteht. Die ARAs sind jedoch klimarelevante Anlagen, vgl. Kapitel 7.

Kunststoffabfälle aus Haushalten und aus der Landwirtschaft:

Keine Massnahmen vorgesehen, da kein relevanter Handlungsbedarf besteht.



8.2 Massnahmenplan Deponien und Materialverwertungen

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Aushub- und Ausbruchmaterial (Abbaustellen und Deponien Typ A)			
Dep-1	Durchführen von Untersuchungen betreffend Verwertungspotenzials von heute auf Deponien abgelagerten bzw. künftig abzulagernden Aushubmaterialien (Material Typ A)	ANU	1
Dep-2	Verbessern der Datenqualität und Prognosequalität der Aushubflüsse, inkl. den heute nicht erhobenen, weiteren Verwertungen (Die Verbesserung erfolgt durch die umfassendere Datenerfassung und Modellierung und mit dem KAR-Modell, vgl. Massnahme Dep-10).	vgl. Massnahme Dep-10	1, 2
Dep-3	Initiieren von Aktivitäten zur Schaffung von neuem Deponieraum Typ A in den Regionen Plessur, Surselva, Imboden, Prättigau/Davos und Bernina	Regionen, ANU	1
Dep-4	Systematischer Abgleich der Grundlagendaten zu den vorhandenen und geplanten Deponievolumen und der Richtplaneinträge in den Regionen (Die Massnahme gilt für Materialien aller Deponietypen A, B, D und E.).	ANU und ARE	1
Inertstoffe (Deponien Typ B)			
Dep-5	Durchführen von Untersuchungen des Verwertungspotenzials von heute auf Deponien abgelagerten Rückbaumaterialien (Material Typ B)	ANU	1
Dep-6	Verbessern der Datenqualität und Prognosequalität der Rückbaumaterialflüsse (Die Verbesserung erfolgt durch die umfassendere Datenerfassung und Modellierung und mit dem KAR-Modell, vgl. Massnahme Dep-10.)	vgl. Massnahme Dep-10	2
Dep-7	Initiieren von Aktivitäten zur Schaffung von neuem Deponieraum Typ B in der Region Surselva	Region Surselva, ANU	1
Dep-8	Systematischer Abgleich der Grundlagendaten zu den vorhandenen und geplanten Deponievolumen und der Richtplaneinträge in den Regionen (Die Massnahme gilt für Materialien aller Deponietypen A, B, D und E, vgl. Massnahme Dep-4).	vgl. Massnahme Dep-4	1
Schlacke und Reaktorstoffe (Deponien Typ D und E)			
Dep-9	Systematischer Abgleich der Grundlagendaten zu den vorhandenen und geplanten Deponievolumen und der Richtplaneinträge in den Regionen (Die Massnahme gilt für Materialien aller Deponietypen A, B, D und E, vgl. Massnahme Dep-4.)	vgl. Massnahme Dep-4	1



Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Etablierung eines Stoffflussmodells für Kies, Aushub und Rückbauflüsse (KAR-Modell)			
Dep-10	Aufzeigen der gegenseitigen Abhängigkeiten von Kies, Aushub und Rückbaumaterial und Verbessern der Prognosequalität des künftigen Materialanfalls durch Einführung KAR-Modell im 2. Halbjahr 2022	ANU	2

8.3 Massnahmenplan zu den Auswirkungen auf das Klima

Legende:

Kern-Massnahmen, die im Lead des ANU sind

Massnahmen, bei denen der Lead nicht beim ANU, sondern bei andern Akteuren liegt

Massnahmen, die bereits durch andere Massnahme abgedeckt sind

Keine Massnahmen, da kein Handlungsbedarf besteht

Nr.	Massnahmen	Verantwortliche Akteure	Zielbezug (vgl. Ziele gemäss Kap. 3.2)
Klima			
Kli-1	Verringern der Abfallmenge und beibehalten resp. verstärken der Verwertung von Wertstoffen (Papier/Karton, Glas, Alu/Stahlblech, Metalle gemischt und Kunststoffe) (Diese Massnahme ist bereits durch die entsprechenden Massnahmen BS-3, WS-1 und WS-4 abgedeckt.)	vgl. Massnahmen BS-3, WS-1 und WS-4	3, 4, 6
Kli-2	Optimieren der ARA im Hinblick auf die Lachgasemissionen (falls vom Gewässerschutz her möglich, das Hauptgewicht auf die Denitrifikation statt auf die Reduktion des Kohlenstoffgehalts (DOC) legen)	Gemeinden, ANU	8
Kli-3	Prüfen von Reduktionsmöglichkeiten zur Fassung und Verwertung oder Abfackelung des Methangases aus alten Kehrichtdeponien. Die erwarteten Methanemissionen gehen gemäss Angaben des Emissionskataster im Laufe der Zeit ohnehin zurück.	ANU	8

Die erhöhte Rückgewinnung von Metallen aus der Schlacke ist ebenfalls eine wichtige Massnahme zur Verbesserung der Auswirkungen auf das Klima. Wie in Kap. 5.4 erläutert, ist dieser Prozess jedoch bereits im Gang, da die KVA Trimmis den Trockenaustrag der Schlacke mit anschliessender, starkverbesserter Aufbereitung plant.

Mögliche Technologien zur Verringerung von Treibhausgasemissionen sind die sog. BECCS – Technologien (Bio Energy Carbon Capture and Storage), welche die Abscheidung und Speicherung von CO₂ bei Verbrennungsprozessen ermöglichen. Die Einsetzung solcher Technologien bei den KVA, Holzheizkraftwerken oder im Zementwerk wäre eine weitere Massnahme zur Reduktion der Treibhausgasemissionen in der Abfallwirtschaft. Solche Bestrebungen sollen mittels entsprechender Massnahmen im Aktionsplan "Green Deal für Graubünden" [35] gezielt gefördert werden und werden folglich hier nicht als Massnahme aufgelistet.



Anhang

A.1 Abkürzungsverzeichnis

ak-Abfälle	Andere kontrollpflichtige Abfällen (ohne Begleitscheinpflicht)
akb-Abfälle	Andere kontrollpflichtige Abfällen mit Begleitscheinpflicht
AJF	Amt für Jagd und Fischerei
ALG	Amt für Landwirtschaft und Geoinformation
ANU	Amt für Natur und Umwelt
ARA	Abwasserreinigungsanlage
ARE	Amt für Raumentwicklung
arv	Verband Baustoffrecycling Schweiz
AVM	Abfallbewirtschaftungsverband Mittelbünden (Region Viamala und Albula)
BA	Bauabfälle
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
BIP	Bruttoinlandprodukt
CRER	Corporazione dei comuni del Moesano
DA	Diverse Abfälle
E	Einwohnende
EBVM	Regiun Engiadina Bassa Val Müstair (ehemals PEB und CDVM)
EE	Einwohnereinheiten
eGOV	Elektronisches Portal Abfall & Rohstoffe
FLUWA	Verfahren zur sauren Wäsche von Filterasche
GEVAG	Öffentlich-rechtliche Anstalt GEVAG (betreibt die KVA Trimmis)
GIS	Geografisches Informationssystem
GR	Kanton Graubünden
kg	Kilogramm
KUSG	Kantonales Umweltschutzgesetz
KUSV	Kantonale Umweltschutzverordnung
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
KW	Kohlenwasserstoffe
MB	Ablagerungsstellen zur Materialbeseitigung (Aushubdeponien zur ausschliesslichen Ablagerung von unverschmutztem Aushub)
MV	Materialablagerungen zur Materialverwertung und Wiederherstellung von Materialentnahmesstellen
NE-Metalle	Nichteisen-Metalle
nk	Nicht kontrollpflichtige Abfälle
PAK	Polyaromatische Kohlenwasserstoffe
PE	Polyethylen
PET	Polyethylenterephthalat
PP	Polypropylen
PRS	Verein PET-Recycling Schweiz
PVC	Polyvinylchlorid
RM	Regiun Maloja (ehemals ABVO)



RS	Regiun Surselva
RB	Regierungsratsbeschluss
RB	Regione Bernina
RhB	Rhätische Bahn
RIP	Richtplan
S	Sonderabfälle
SA	Siedlungsabfälle
SFA	Stoffflussanalyse
t	Tonne
TBA	Tiefbauamt
TOC	Total organic compound (gesamter organischer Kohlenstoff)
TS	Trockensubstanz
ULS	Umladestation
USG	Umweltschutzgesetz
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VBBK	Verband Bündner Beton- und Kiesindustrie
VEG	Vorgezogene Entsorgungsgebühr (gesetzlich vorgegeben)
VeVA	Verordnung über den Verkehr mit Abfällen
VRB	Vorgezogener Recyclingbeitrag (von Branchen auf freiwilliger Basis eingeführt)
VREG	Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte
VSPR	Verein Schweizer Plastic Recycler
VTV	Verbund thermischer Verwertungsanlagen Ostschweiz
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung)

A.2 Glossar

Abfälle	Sachen, deren sich der Inhaber entledigt oder deren Entsorgung im öffentlichen Interesse geboten ist.
Abfallanlage	Anlage, in der Abfälle behandelt werden. Dazu gehören z.B. Kehrlichtverbrennungsanlagen, Deponien, Umladestationen oder Sortieranlagen für Bauabfälle.
Abfallbehandlung	Als Behandlung von Abfällen gilt jede physikalische, chemische oder biologische Veränderung der Abfälle. Dem Behandeln gleichgestellt ist das Zwischenlagern. Nicht als Behandeln gelten das Sammeln und Transportieren von Abfällen.
Abfallentsorgung	Verwertung oder Ablagerung von Abfällen, sowie die Vorstufen Sammlung, Beförderung, Zwischenlagerung und Behandlung
Abfallverbrennung	Thermischer Prozess zur Volumenreduzierung der brennbaren Bestandteile des Abfalls.
Abfallverwertung	Gewinnung von definierten Rohstoffen und Produkten aus Abfall (direkte Wiederverwendung und stoffliche Verwertung von Altmaterialien) oder dessen energetische Nutzung. Recycling (im engeren Sinn) heisst Umarbeitung von Abfällen zu gleichwertigen Materialien.
Ausbauasphalt	Oberbegriff für den durch schichtweises Kaltfräsen eines Asphaltbelages gewonnenen kleinstückigen Fräsasphalt und den beim Aufbrechen bituminöser Schichten in Schollen anfallenden Ausbruchasphalt



Aushubmaterial	Kurzform für Aushub- und Ausbruchmaterial, das bei Bautätigkeiten wie Hoch- und Tiefbauarbeiten, Tunnel-, Kavernen- und Stollenbauten anfällt. Dazu gehören Lockergesteine, gebrochener Fels und Material aus Auffüllungen oder belasteten Standorten.
Bauabfälle	Alle Abfälle, die bei Bau- und Abbruchtätigkeiten anfallen. Dazu gehören z.B. verschmutzter und unverschmutzter Aushub, mineralische Bauabfälle, Bausperrgut.
Bausperrgut	Unsortierte vermischte Bauabfälle, frei von Sonderabfällen und Aushub.
Betonabbruch	Durch Abbrechen oder Fräsen von bewehrten oder unbewehrten Betonkonstruktionen und -belägen entstehendes Material (Bauabfall)
Brennbare Bauabfälle	Brennbare Fraktion der Bauabfälle, wie z.B. Holzabfälle, Kunststoffabfälle etc.
Bringsystem	Im Bringsystem bringen die Abfallinhaber die Abfälle zu einer definierten Sammelstelle.
Deponie	Abfallanlage, in der Abfälle endgültig und kontrolliert abgelagert werden.
Deponierung	Endgültige und kontrollierte Ablagerung von Abfällen, oberhalb oder unterhalb der Erdoberfläche.
DeNOx-Anlage	Anlagenteil z.B. einer Kehrlichtverbrennungsanlage, welche der Entstickung, d.h. der Abscheidung von Stickoxiden aus Abgasen dient.
Deponie Typ A	Deponie für die Ablagerung von unverschmutztem Aushub- und Ausbruchmaterial und anderen unverschmutzten Materialien wie Geschiebesammlermaterial, Bodenmaterial und Kieswaschschlamm gemäss Anh. 5 Ziff. 1 VVEA.
Deponie Typ B	Deponie, in der nur gesteinsähnliche, schadstoffarme Materialien eingelagert werden dürfen, die beim Auswaschen mit Wasser kaum Schadstoffe abgeben, gemäss Anh. 5 Ziff. 2 VVEA. Dazu gehören z.B. Bauabfälle wie Beton, Ziegel, Glas, Strassenaufbruch sowie unverschmutztes Erdreich, das nicht anderweitig verwendet werden kann. (Früher: Inertstoffdeponie)
Deponie Typ C	Deponie für Reststoffe. Reststoffe sind schwermetallreiche Materialien mit bekannter Zusammensetzung und nur geringen organischen Anteilen, die weder Gase noch leicht wasserlösliche Stoffe abgeben können, gemäss Anh. 5 Ziff. 3 VVEA. Typische Reststoffe sind verfestigte Filteraschen oder Rauchgasreinigungsrückstände aus Kehrlichtverbrennungsanlagen sowie verglaste Behandlungsrückstände (Früher: Reststoffdeponie).
Deponie Typ D	Deponie für die Ablagerung von Kehrlichtschlacke aus der Kehrlichtverbrennungsanlage und ähnlichen Abfällen, gemäss Anh. 5 Ziff. 4 VVEA. (Früher: Schlackenkompartiment auf Reaktordeponie).
Deponie Typ E	Deponie für die Ablagerung von Reaktorabfällen, gemäss Anh. 5 Ziff. 5 VVEA. Bei Reaktorabfälle ist mit chemischen und biologischen Prozessen zu rechnen. (Früher: Reaktordeponie).
Direktanlieferungen	Brennbare Siedlungsabfälle aus Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben, die nicht mit der kommunalen Sammlung gesammelt werden, sondern von den Betrieben direkt an eine Kehrlichtverbrennungsanlage angeliefert werden.
Downcycling	Umwandlung von Abfällen zu Materialien minderer Qualität.
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr (angegeben in Anzahl Fahrzeuge/Tag)
eGOV	Elektronisches Portal Abfall & Rohstoffe des Bundes
Einwohnereinheiten	Einwohnereinheiten EE = Einwohner E + (Anzahl Logiernächte, dividiert durch 100)
Emissionen	Freisetzung von Luftverunreinigungen, Lärm, Erschütterungen und Strahlen aus Anlagen (am Ort ihres Einwirkens werden sie als Immissionen bezeichnet).
Grünabfälle	Pflanzliche Abfälle aus Gärten und Parkanlagen wie Baumschnitt, Äste und Zweige, Gras, Laub (mit Ausnahme von Strassenkehrlicht) sowie Speise- und Rüstabfälle.
Hauskehrlicht	Gemischte brennbare Siedlungsabfälle aus Haushaltungen.



Hauskehrichtähnliche Abfälle	Abfälle mit ähnlicher Zusammensetzung wie Hauskehricht, die aus Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben stammen.
Holsystem	Im Holsystem werden die Abfälle beim Abfallinhaber abgeholt.
Hotellerie	Hotellerie bezeichnet den Bereich des Gastgewerbes, welcher sich auf den Bereich des Hotels konzentriert.
ICTR	Impianto cantonale di termovalorizzazione dei rifiuti (Kehrichtverbrennungsanlage im Kanton Tessin)
Industrie- und Gewerbekehricht	Kehrichtähnliche gemischte Siedlungsabfälle aus Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben
Inertabfälle	Abfälle, die keinen wesentlichen physikalischen, chemischen oder biologischen Veränderungen unterliegen.
Kehricht	Gemischte brennbare Siedlungsabfälle
Kehrichtsackgebühr	Siehe Sackgebühr
Kehrichtschlacke	Schlacke aus der Kehrichtverbrennung, die auf einer Reaktor- oder Reststoffdeponien abgelagert werden darf.
Klärschlamm	Klärschlamm fällt in der Kläranlage bei der Reinigung von (häuslichen) Abwässern an und ist eine Mischung aus Wasser und Feststoffen. Bei den Feststoffen handelt es sich um Schwebestoffe, die sich in der Kläranlage aus dem Wasser absetzen und zu Boden sinken.
Kommunale Sammlung	Von Haus zu Haus-Sammlung von Kehricht aus Haushaltungen sowie kehrichtähnlicher Abfälle aus Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben.
Kompost	Stabiles, hygienisiertes und humusartiges Material, das reich an organischer Masse ist und keine Geruchsbelastung aufgrund der Kompostierung getrennt gesammelter Bioabfälle verursacht.
Kompostierung	Fachgerechte Verrottung von pflanzlichen und tierischen Materialien unter Luftzutritt zu Kompost.
Kehrichtverbrennungsanlage	Anlage zur thermischen Behandlung von Abfällen
Materialablagerung	Ablagerung von unverschmutztem Aushub- und Ausbruchmaterial. Im Kanton Graubünden wird unterschieden zwischen Materialablagerung zur Verwertung (MV, z.B. Wiederauffüllungen von Kiesgruben) und zur Beseitigung (MB, Deponie Typ A für unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial und weitere Materialien wie Kieswaschlamm, Ober- und Unterboden, Geschiebesammlermaterial).
Mischabbruch	Gemisch von ausschliesslich mineralischen Bauabfällen von Massivbauteilen wie Beton, Backstein-, Kalksandstein- und Natursteinmauerwerk
Parahotellerie	Die Parahotellerie ist Teil des Beherbergungsgewerbes. Darunter werden sämtliche Unterkunftsmöglichkeiten, die nicht ein Hotel sind, verstanden wie Appartements, Ferienwohnungen, Pensionen, Jugendherbergen, Chalets, Zeltplätze, Touristenlager etc.
Recycling	Siehe Abfallverwertung
Recyclingbaustoffe	Die aus Bauabfällen hergestellten und zu Bauzwecken eingesetzten Materialien, welche die ökologischen und bautechnischen Anforderungen erfüllen. Sie sind Rohstoffe und gelten nicht mehr als Abfälle.
Sackgebühr	Zum Volumen der Säcke mit den angelieferten Siedlungsabfällen proportionale Gebühr
Sammelstelle	Standort für die Sammlung verschiedener, durch die Bevölkerung getrennter Abfallsorten
Sammel- und Sortierplätze	Sammel- und Sortierplätze zur Aufbereitung von Bauabfällen (mineralische Bauabfälle, Bausperrgut)
Schlacke	Siehe Kehrichtschlacke



Sekundärrohstoffe	Rohstoffe, die durch Verwertung von Abfällen hergestellt wurden.
Separatsammlungen	Separate Sammlung von Wertstoffen aus Haushaltungen wie z.B. Karton/Papier, Alu/Weissblech oder Glas.
Siedlungsabfälle	Die aus Haushalten stammenden Abfälle sowie andere Abfälle vergleichbarer Zusammensetzung
Sperrgut	Sperrige Siedlungsabfälle aus Haushalten, Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungs-Betrieben
Sonderabfälle	Abfälle, deren umweltverträgliche Entsorgung auf Grund ihrer Zusammensetzung oder ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften umfassende besondere technische und organisatorische Massnahmen erfordert.
Strassenaufbruch	Oberbegriff für das durch Ausheben, Aufbrechen oder Fräsen von nicht gebundenen Fundationsschichten und von stabilisierten Fundations- und Tragschichten gewonnene Material
Thermische Behandlung	Oberbegriff für die Abfallbehandlung durch Verbrennung, Pyrolyse oder Vergasung
Umladestation	Ort, wo Siedlungsabfälle aus einem bestimmten Gebiet angenommen, ev. zwischengelagert und ev. verdichtet werden, bevor sie in Containern oder Fahrzeugen in eine Behandlungsanlage transportiert werden.
Unverschmutztes Aushubmaterial	Kurzform für unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial. Dieses gilt als unverschmutzt, wenn seine natürliche Zusammensetzung durch menschliche Tätigkeit weder chemisch noch durch Fremdstoffe (z.B. Siedlungsabfälle, Grünabfälle, andere Bauabfälle) verändert wurde.
Verbrennung	Reaktion von Brennstoffen mit Sauerstoff unter Wärmeentwicklung
Vergärung	Biologische, sauerstofffreie Zersetzung von Bioabfällen unter kontrollierten Bedingungen durch die Aktivität von Mikroorganismen (einschliesslich Methanbildender Bakterien) mit dem Ziel der Erzeugung von Biogas sowie von festen Gärrückständen.
Verwertung	Die Verwertung von Altmaterialien, zum Beispiel das Einschmelzen von Almetallen in der Giesserei oder die Kartonherstellung aus Altpapier.
Wertstoffe aus kommunalen Sammlungen	Wiederverwertbare Siedlungsabfälle aus Haushaltungen wie z.B. Karton/Papier, Alu/Weissblech oder Glas, die separat gesammelt werden.

A.3 Verzeichnis rechtlicher Grundlagen

Rechtsgrundlagen auf Bundesebene

- Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG; SR 814.01) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2021)
- Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA; SR 814.600) vom 4. Dezember 2015 (Stand am 1. April 2022)
- Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA; SR 814.610) vom 22. Juni 2005 (Stand am 1. Januar 2020)
- Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen (LVA; SR 814.610.1) vom 18. Oktober 2005 (Stand am 1. Januar 2018)



- Verordnung zum Register über die Freisetzung von Schadstoffen sowie den Transfer von Abfällen und von Schadstoffen in Abwasser (PRTR-V; SR 814.017) vom 15. Dezember 2006 (Stand am 1. März 2007)
- Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo; SR 814.12) vom 1. Juli 1998 (Stand am 12. April 2016)
- Luftreinhalte-Verordnung (LRV; SR 814.318.142.1) vom 16. Dezember 1985 (Stand am 1. Januar 2020)
- Bundesgesetz über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikaliengesetz, ChemG; SR 813.1) vom 15. Dezember 2000 (Stand am 1. Januar 2017)
- Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV; SR 814.81) vom 18. Mai 2005 (Stand am 1. März 2021)
- Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (AltIV; SR 814.680) vom 26. August 1998 (Stand am 1. Mai 2017)
- Verordnung über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten (VASA; SR 814.681) vom 26. September 2008 (Stand am 1. Januar 2016)
- Freisetzungsverordnung (FrSV; SR 814.911) vom 10. September 2008 (Stand am 1. Januar 2020)
- Verordnung über den Schutz vor Störfällen (StFV; SR 814.012) vom 27. Februar 1991 (Stand am 1. August 2019)
- Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) vom 19. Oktober 1998 (Stand am 1. Oktober 2016)
- Verordnung über die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten (VTNP; SR 916.441.22) vom 25. Mai 2011 (Stand am 1. Mai 2021)
- Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte (VREG; SR 814.620) vom 14. Januar 1998 (Stand am 1. Januar 2006)
- Verordnung über Getränkeverpackungen (VGV; SR 814.621) vom 5. Juli 2000 (Stand am 1. Januar 2008)
- Verordnung über die Höhe der vorgezogenen Entsorgungsgebühr für Getränkeverpackungen aus Glas (SR 814.621.4) vom 7. September 2001 (Stand am 16. Oktober 2001)
- Verordnung des UVEK über die Höhe der vorgezogenen Entsorgungsgebühr für Batterien (SR 814.670.1) vom 28. November 2011 (Stand am 1. Januar 2020)
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG; SR 814.20) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Januar 2021)
- Gewässerschutzverordnung (GSchV; SR 814.201) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Januar 2021)

Rechtsgrundlagen auf kantonaler Ebene

- Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Umweltschutz (Kantonales Umweltschutzgesetz, KUSG) vom 2. Dezember 2001
- Kantonale Umweltschutzverordnung (KUSV) vom 13. August 2002



A.4 Zitierte Grundlagen

- [1] Kanton Graubünden, Amt für Natur und Umwelt (ANU): Abfallplanung Graubünden 2016, Bericht vom 5. Mai 2027, erstellt von GEO Partner AG
- [2] Vollzugshilfe VVEA: Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (die Vollzugshilfe-Module und Teil-Module werden laufend erarbeitet und publiziert)
- [3] Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999 (Stand am 18. Mai 2014), Art. 2 und 73
- [4] Bundesamt für Umwelt (BAFU): Abfälle vermeiden – die Strategie des BAFU, Präsentation von Kaarina Schenk an der VBSA-Fachtagung vom 5. Dezember 2017 in Olten
- [5] Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL): Food Waste: Mengenströme pro Person und Jahr in der Schweiz, November 2014
- [6] Bundesamt für Umwelt (BAFU): Erhebung der Kehrrechtzusammensetzung, Bern, 2012
- [7] Bundesamt für Umwelt (BAFU) et al.: Kurzbericht KuRve (Kunststoff Recycling und Verwertung), Ökonomisch-ökologische Analyse von Sammel- und Verwertungssystemen von Kunststoffen aus Haushalten in der Schweiz. UMTEC & Carbotech, Basel, 13. Juli 2017
- [8] Bundesamt für Umwelt (BAFU): Nachhaltige Rohstoffnutzung und Abfallentsorgung – Grundlagen für die Gestaltung der zukünftigen Politik des Bundes, Umwelt-Wissen, Abfälle, 12/06, Bern, Dezember 2006
- [9] Schweizerische Eidgenossenschaft, Der Bundesrat: Langfristige Klimastrategie der Schweiz, beschlossen am 28. August 2019
- [10] Kanton Graubünden, Amt für Natur und Umwelt (ANU): Klimawandel Graubünden: Arbeitspapier 1: Klimaanpassung – Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder. Arbeitspapier 2: Klimaschutz – Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder. Arbeitspapier 3: Risiken und Chancen – Analyse der Risiken und Chancen. Arbeitspapier 4: Synthese der Herausforderungen und Handlungsfelder. Chur, 2015
- [11] GEVAG: Jahresbericht der Geschäftsleitung (44. Geschäftsbericht) 2019 (mit Zahlen 2019)
- [12] Bundesamt für Umwelt (BAFU): Erhebung der Kehrrechtzusammensetzung 2012, Bern, 28. Januar 2014
- [13] Ressourcen Trialog: Ein Dialog über Herausforderungen und Lösungsansätze in der Abfall- und Ressourcenwirtschaft der Schweiz 2030, Schlussbericht, Aarau, Oktober 2017
- [14] Amt für Wirtschaft und Tourismus: Faktenblatt BIP der Kantone, 2009-2019
- [15] Graubündnerischer Baumeisterverband in Zusammenarbeit mit BAK Economics: Prognosen der Bauvolumina in den Bündner Wirtschaftsregionen 2020-2024, Chur, November 2019, Seite 43
- [16] Umweltfachstellen der Kantone Uri, Schwyz, Obwalden, Nidwalden, Luzern und Zug: Koordination Abfall- und Deponieplanung Zentralschweiz (KAZE), MODUL 3: Strassensammlerschlämme und Strassenwischgut, 7. Juli 2018
- [17] Kanton Graubünden, Amt für Natur und Umwelt (ANU): Vollzugskontrolle Holzabfälle Graubünden und Holzabfallflüsse, Bericht erstellt durch GEO Partner AG, 25. November 2021
- [18] Cercle Déchets Ost (CdOST): Faktenblatt BAU 7: Umgang mit Holzabfällen, 18. Juni 2019
- [19] Bundesamt für Umwelt (BAFU): Kontrolle der Qualität von Holzabfällen in Vollzugshilfe über den Verkehr mit Sonderabfällen und anderen kontrollpflichtigen Abfällen in der Schweiz, Link: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/fachinformationen/abfallpolitik-und-massnahmen/vollzugshilfe->



[ueber-den-verkehr-mit-sonderabfaellen-und-anderen-/umweltvertraegliche-entsorgung-von-sonderabfaellen-und-anderen-k/umweltvertraegliche-entsorgung-von-holzabfaellen/kontrolle-der-qualitaet-von-holzabfaellen.html](#)

- [20] Bundesamt für Umwelt (BAFU): Ermittlung von Schadstoffen und Angaben zur Entsorgung von Bauabfällen, Teil des Moduls Bauabfälle der Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA), Umwelt-Vollzug, Abfall und Rohstoffe, 2020
- [21] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL): Kunststoffabfälle aus Haushalten recyceln nutzt dem Klima. Zürcher Umweltpraxis Nr. 97 Juli 2020, S. 13-16
- [22] Kanton Graubünden, Erziehungs-, Kultur- und Umweltschutzdepartement: Mehr mineralische Recyclingprodukte für mehr Nachhaltigkeit, Medienmitteilung, 18. August 2021
- [23] Bundesamt für Strassenbau: Stoffliche Zusammensetzung und Beurteilung der langfristigen Umweltverträglichkeit von Sekundärbaustoffen, VSS 1998/071, Oktober 2002
- [24] Energie- und Ressourcen-Management GmbH: KAR-Modell – Modellierung der Kies-, Rückbau- und Aushubmaterialflüsse: Nachführung Bezugsjahr 2018, März 2020
- [25] ZENTRUM Zentralschweizer Umweltfachstellen: Koordination Abfall- und Deponieplanung Zentralschweiz (KAZE), MODUL 1: Deponien Typ B, C, D, E. 4. Juli 2018
- [26] kar-modell.ch: Das KAR-Modell, eine Simulation der Kies-, Aushub- und Rückbaumaterialflüsse. TINU SCHNEIDER Datenanalyse, Thun und Energie- und Ressourcen-Management GmbH, Freienbach
- [27] BAFU (Hrsg.) 2021: Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland. Ein Modul der Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde zur CO₂-Verordnung. 7. aktualisierte Auflage 2021; Erstausgabe 2013. Umwelt-Vollzug Nr. 1315: 85 S.
- [28] Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL): CO₂-Gutschriften für die Metallrückgewinnung aus Kehrrechtverwertungsanlagen im Kanton Zürich, 25. April 2020
- [29] Kanton Graubünden, Amt für Natur und Umwelt: Besondere Bestimmungen Teil 2 (BB2), enthaltend geltende Richtlinien und Weisungen des Tiefbauamtes Graubünden für ausführende Unternehmungen: Vollzugshilfe Bewirtschaftung von Bauabfällen, VH-401-02, Stand 1. Juni 2021
- [30] Kanton Graubünden, Amt für Natur und Umwelt, Verband Bündner Beton- und Kiesindustrie VBBK: Mineralische Recycling-Baustoffe, 1. Auflage, Juni 2021
- [31] Kanton Graubünden, Amt für Natur und Umwelt, File Export_Grossbetriebe_181031.xlsx. Internes Dokument zu Emissionen von Grossbetrieben
- [32] Amt für Natur und Umwelt (ANU): Emissionskataster Kanton Graubünden. Luftschadstoffe und Treibhausgase, Entwurf Schlussbericht, 1. November 2018
- [33] Gruber, W. et al.: Lachgasemissionen aus ARA. In Aqua & Gas Nr. 1, 2022, S. 14-22
- [34] Gasser, M. et al: Gemischte Sammlung von Kunststoffen aus Haushalten - Monitoring der Pilotphase des KUH-BagSystems. 2017, S. 58-60
- [35] Kanton Graubünden, Botschaft der Regierung an den Grossen Rat. Aktionsplan «Green Deal für Graubünden» – Zwischenbericht zur Massnahmenplanung mit Finanzierungskonzept und Verpflichtungskredit für die Etappe I. Heft Nr. 4 / 2021-2022
- [36] Kanton Basel-Stadt, Amt für Umwelt und Energie: Kehrrechtzusammensetzung Stadt Basel 2021 – Untersuchung von 600 gesammelten Bebbi-Säcken, Basel, 21.7.2022, erarbeitet durch GEO Partner AG in Zusammenarbeit mit Amt für Umwelt und Energie, Statistisches Amt und Tiefbauamt/Stadtreinigung



A.5 Mitwirkende der Begleitgruppe

Eine Gruppe aus rund 40 Personen hat die Erarbeitung des Abfallplanungsberichtes begleitet. In der Begleitgruppe haben VertreterInnen folgender Organisationen mitgewirkt:

- Erziehungs-, Kultur- und Umweltschutzdepartment (EKUD)
- Alle Abfallbewirtschaftungsverbände des Kantons Graubünden
- Alle Regionen des Kantons Graubünden
- Branchenverbände, Unternehmungen (Axpo Tegra AG, Zementwerk Holcim, Verband Bündner Beton- und Kiesindustrie (VBBK), Rhätische Bahn (RhB))
- Kantonale Ämter (Amt für Landwirtschaft und Geoinformation (ALG), Amt für Lebensmittelsicherheit und Tiergesundheit (ALT), Amt für Natur und Umwelt (ANU), Amt für Raumentwicklung (ARE), Hochbauamt (HBA) und Tiefbauamt (TBA))
- Bundesamt für Strassen (ASTRA)