

Energie- und Ressourcen-Management GmbH

Wolleraustrasse 15g
CH-8807 Freienbach
Tel.: 044 371 40 90
Fax: 044 371 40 04
Natel: 079 541 38 89
rubli@energie-ressourcen.ch
www.energie-ressourcen.ch



Aktualisierung der regionalen Modelle zur Beschreibung der Kies-, Aushub- und Rückbaumaterialflüsse für die elf Regionen des Kantons Graubünden

Bezugsjahr 2024

Erstellt durch:

Energie- und Ressourcen-Management GmbH
Dr. Stefan Rubli

Freienbach, April 2026

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage	4
2. Methodische Grundlagen	4
3. Resultate	5
3.1 Materialflüsse zwischen den Regionen	5
3.2 KAR-Modellierung Bezugsjahr 2022 (statischer Modellteil)	8
3.2.1 Materialflüsse in der Region Albula	9
3.2.2 Materialflüsse in der Region Bernina	10
3.2.3 Materialflüsse in der Region Unterengadin/Val Müstair	12
3.2.4 Materialflüsse in der Region Imboden	14
3.2.5 Materialflüsse in der Region Landquart	16
3.2.6 Materialflüsse in der Region Maloja	18
3.2.7 Materialflüsse in der Region Moesa	20
3.2.8 Materialflüsse in der Region Plessur	22
3.2.9 Materialflüsse in der Region Prättigau/Davos	24
3.2.10 Materialflüsse in der Region Surselva	26
3.2.11 Materialflüsse in der Region Viamala	28
4. Fazit und Ausblick	31
4.1 Fazit	31
4.2 Ausblick	32
5. Literatur	33
6. Anhang	34

Glossar

BFS	Bundesamt für Statistik
KAR-Modell	Kies-, Aushub- und Rückbaumaterialflussmodell
m ³	Kubikmeter: Alle Angaben in m ³ beziehen sich auf das Festmass!
Primärmaterialabbau	Umfasst den Abbau der mineralischen Rohstoffe Kies/Sand, Kalk, Mergel, Gestein und Tonminerale.
RC	Recycling
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen

Definitionen

Aushub-/ Ausbruchmaterial	Oftmals wird bei der Entsorgung von Aushub- und Ausbruchmaterial keine Unterscheidung zwischen Bodenabtrag und Aushubmaterial gemacht. Im vorliegenden Bericht entsprechen die angegebenen Volumina dem gesamten Aushub, das heisst, der Summe von A-, B- und C-Horizont. In den Abbildungen und Tabellen wird das Aushub- und Ausbruchmaterial unter dem vereinfachten Begriff «Aushub» zusammengefasst.
Rekultivierung	Unter dem Begriff «Rekultivierung» ist die Wiederauffüllung von Materialentnahmestellen zu verstehen.
Aushubanfall	Aushub-/Ausbruchmaterial und Bodenaushub, das/der aus der Bewirtschaftung des Bauwerks anfällt → entspricht dem Materialfluss vom Prozess «Bauwerk» in den Prozess «Triage Aushub».
Baustoffe	Der Begriff Baustoffe beinhaltet Kies und Sand als Hauptkomponenten. Die Beiträge von Zement (bzw. Kalk/Mergel), Back- und Kalksandsteinen sowie Ziegeln (bzw. Tonmineralabbau) zu den Baustoffflüssen sind grob abgeschätzt
Rückbaumaterial	Als Rückbaumaterial wird sämtliches während einer Sanierung bzw. eines Rückbaus anfallendes mineralisches Material (z.B. Misch- und Betonabbruch, Ausbauasphalt usw.), welches noch nicht aufbereitet wurde, bezeichnet.
Rückbaustoffe	Rückbaustoffe umfassen sämtliche mineralische Rückbau-materialien, welche aus Aufbereitungsanlagen stammen und als rezyklierte Gesteinskörnung dem Baustoffkreislauf zugeführt werden.

Abkürzungen für Regionen

Imboden:	IM	Maloja:	MA
Plessur:	PL	Moesa:	MO
Landquart:	LQ	Prättigau/Davos:	PR
Albula:	AL	Surselva:	SU
Bernina:	BE	Viamala:	VI
Engiadina Bassa/Val Müstair:	EM		

1. Ausgangslage

Der Kanton Graubünden betreibt ein Modell zur Beschreibung der Kies, Aushub- und Rückbaumaterialien → Abkürzung «KAR» für vorgegebene Bezugsjahre. Mit dem Modell können mittels vorgegebener Szenarien, welche auf der Bevölkerungsentwicklung basieren, die künftigen Entwicklungen ausgewählter Materialflüsse bis zum Jahr 2050 abgeschätzt werden (dynamischer Modellteil). Damit wird ein proaktives Vorgehen zur Steuerung der Materialflüsse sowie die Planung entsprechender Deponie- und Verwertungskapazitäten in den einzelnen Regionen des Kantons möglich. Zudem unterstützen die mit dem Modell generierten Grafiken und Tabellen die Behörden bei der Kommunikation mit den betroffenen Akteuren.

In den vergangenen Jahren wurden für den Kanton Graubünden für die 11 Planungsregionen regionale Modelle entwickelt, um die regionalen Aspekte der Baumaterialbewirtschaftung abbilden zu können. Ein erster vollständiger Modellierungszyklus mit den 11 Planungsregionen wurde für das Bezugsjahr 2022 durchgeführt (Rubli, 2025). Im Abstand von jeweils zwei Jahren werden diese Modelle nun aktualisiert. Der vorliegende Bericht bezieht sich somit auf die Modellierungen bzw. auf die Resultate aus den Modellierungen der KAR-Materialflüsse in den 11 Regionen für das Bezugsjahr 2024.

2. Methodische Grundlagen

Die methodischen Grundlagen zur Entwicklung der statischen und dynamischen Modelle sind in den Berichten zur KAR-Modellierung für die Kantone zu finden (Rubli, 2020 – 2026). Die statischen und dynamischen Modelle sind so aufgebaut, dass die Modellierung der KAR-Flüsse auf regionaler Basis möglich ist. Im Folgenden wird kurz der Ablauf des Modellierungsprozesses grob beschrieben:

- 1. Datenerhebung:** Erfassung der Gebäudevolumen und der Daten zur Infrastruktur (Strassen- und Leitungslängen/-breiten usw.) mittels GIS-Auswertungen. Abschätzung der Materialflüsse mittels Erneuerungsraten. Erhebungen zum jährlichen Kiesabbau, zur Aushubablagerung, zur Deponierung und Aufbereitung der Rückbaumaterialien, sowie zu den Importen und Exporten von Kies,- Aushub- und Rückbaumaterial in bzw. aus den Regionen, sofern diese verfügbar sind.
- 2. Input-Output-Analyse:** Auf Basis der Import-/Exportdaten und weiteren Abschätzungen werden über Input-Output-Analysen und Ausgleichsrechnungen die besten Schätzungen zu den Importen und Exporten für die einzelnen Regionen erstellt. Diese Daten werden in das statische Modell eingelesen.
- 3. Erstellung der statischen Modelle:** Die Modellierung der Materialflüsse für ein Bezugsjahr (hier 2024) erfolgt mittels verschiedener Parametereinstellungen wie beispielsweise Neubau-, Sanierungs- und Rückbauraten sowie erhobenen Daten. In einem iterativen Prozess und mittels weiterer Validierungsmassnahmen werden die Materialflüsse bestimmt.
- 4. Erstellung der dynamischen Modelle:** Die dynamischen Modelle basieren auf der Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2050 in den verschiedenen Regionen (ARE GR, 2020). In der Abbildung 1 ist der indexierte Bevölkerungszuwachs (Referenzjahr 2019) in Prozenten für das Szenario REFERENZ für die elf Regionen (ausgezogene Linien) und den Kanton Graubünden (gepunktete Linie) dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Entwicklungen in den verschiedenen Regionen unterschiedlich verlaufen. In rund der Hälfte der Regionen ist von einer Schrumpfung auszugehen (Werte < 1). Diese Entwicklungen bilden die Basis für die Modellierung der Materialflüsse. In einem zweiten Szenario wird zudem das Bevölkerungsentwicklungsszenario «Hoch» gerechnet.

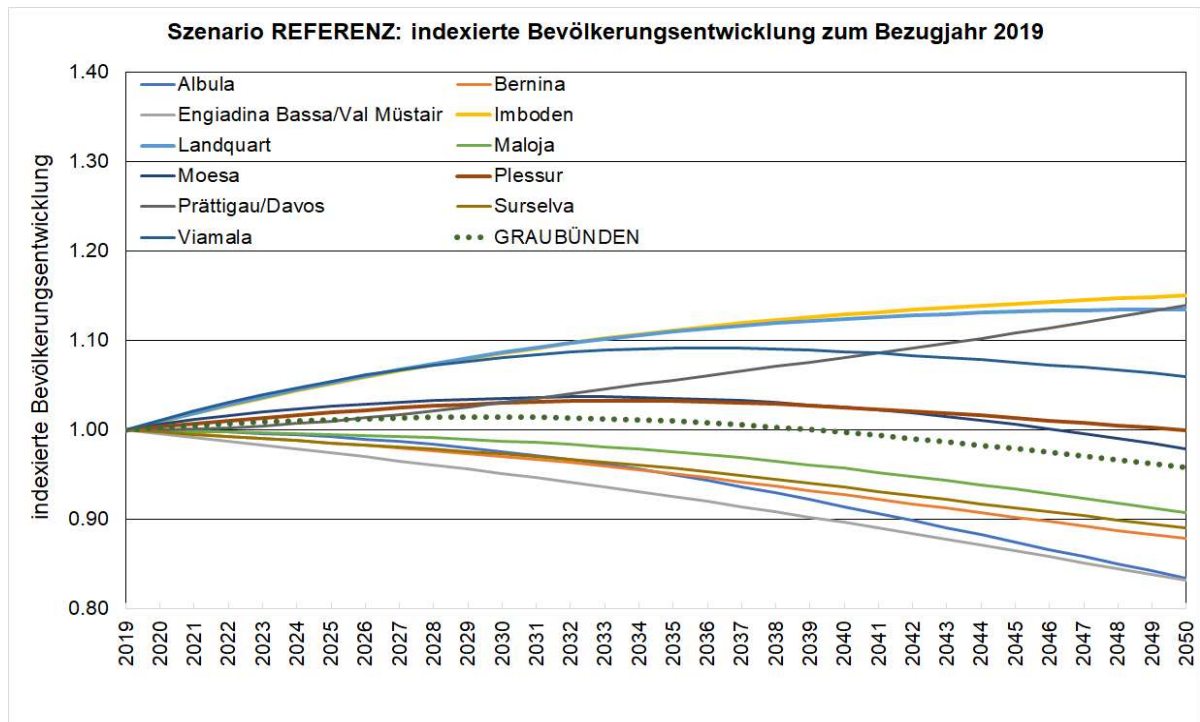


Abbildung 1: Indexierter Bevölkerungszuwachs in Prozenten (Referenzjahr 2019) für das Szenario REFERENZ für die elf Regionen (ausgezogene Linien) und den Kanton Graubünden (gepunktete Linie).

Zudem können über die Veränderung von Modellparametern zusätzliche Szenarien gerechnet werden. Im vorliegenden Fall wurden jedoch die meisten Parameter konstant gehalten, um aufzuzeigen, wie sich die Materialflüsse entwickeln, falls der heutige Zustand fortgesetzt wird und sich nur die Bevölkerungsentwicklung verändert (REFERENZ vs. HOCH). Eine Ausnahme bildet die Verwertung bzw. Deponierung von Rückbaumaterial. Hier wird angenommen, dass sich die Verwertungsquoten bis zum Jahr 2050 deutlich erhöhen und nur noch geringe Anteile des anfallenden Rückbaumaterials deponiert werden müssen.

3. Resultate

3.1 Materialflüsse zwischen den Regionen

In den Abbildungen 2 bis 4 sind die regionsübergreifenden Materialflüsse getrennt nach den Materialien Kies, Aushub- und Rückbaumaterial, dargestellt (Angabe jeweils in Kubikmeter Festmass). Die Exportflüsse sind jeweils gleich eingefärbt wie die Farbe der Regionsflächen. Die Summen der Importe und Exporte sind für jede Region und für alle elf Regionen zusammen (links oben) angegeben. Die Datengrundlagen zu den regionsübergreifenden Materialflüssen sind nicht vollständig. Teilweise müssen die Materialflüsse abgeschätzt werden, indem die Materialflüsse aus den statischen Modellen analysiert und weiter ausgewertet werden. Teilweise sind nur grobe Abschätzungen möglich. Bei den Rückbaumaterialflüssen sind die Unsicherheiten grösser als beim Kies und Aushub. Dennoch geben die Daten eine recht gute Übersicht zu den regionsübergreifenden Materialflüssen.

Kiesflüsse

Im Bezugsjahr 2024 wurden vor allem zwischen den Regionen Imboden (IM) und Plessur (PL) grosse Kiesmengen verschoben (Abbildung 2). Die Region Imboden (IM) exportierte mit insgesamt 100'800 m³ deutlich mehr Kies als sie importierte (36'000 m³). Umgekehrt ist die Situation in der Region Plessur (PL). Diese Region importierte Kies im Umfang von 103'000 m³ und exportierte 75'000 m³ Kies. Auch die Region Landquart ist durch starke Import- und Exportflüsse geprägt: So exportierte die Region im Bezugsjahr 2024 netto 51'000 m³ Kies in den Kanton St.Gallen und weitere 19'000m³ in die Nachbarregionen. Die Importe stammen in etwa zu gleichen Teilen aus den Nachbarregionen. In den anderen Regionen bewegte sich der Austausch von Kies auf deutlich tieferem Niveau. Die Regionen Surselva (SU), Moesa (MO), Engiadina Bassa/Val Müstair, Viamala (VI), Maloja (MA) waren Nettoimporteure von Kies. Die anderen Regionen (PR, AL) waren Nettoexporteure von Kies und die Region Bernina (BE) weist eine ausgeglichene Bilanz auf.

Auf der Ebene des Kantons Graubünden exportierte der Kanton mit 59'000 m³ deutlich mehr Kies als er importierte (34'000 m³) (in Abbildung 2 links oben). Dies ist vor allem auf die oben erwähnten Kiesexporte der Region Landquart in den Kanton St. Gallen zurückzuführen.

Kies/Sand

In: 34 000
Out: 59 000 } Total alle Regionen (Austausch mit anderen Kantonen und mit umliegenden Ländern)

Angaben in Kubikmeter fest pro Jahr

Es sind nur Materialflüsse ab 100m³ abgebildet, das kann zu Rundungsfehlern in den Summen führen. Flüsse über zwei oder mehr Regionen sind nicht dargestellt, sie sind aber in den Bilanzen (In/Out) der Regionen berücksichtigt. Bezugsjahr der Daten: 2024
Stand vom 31.03.2026

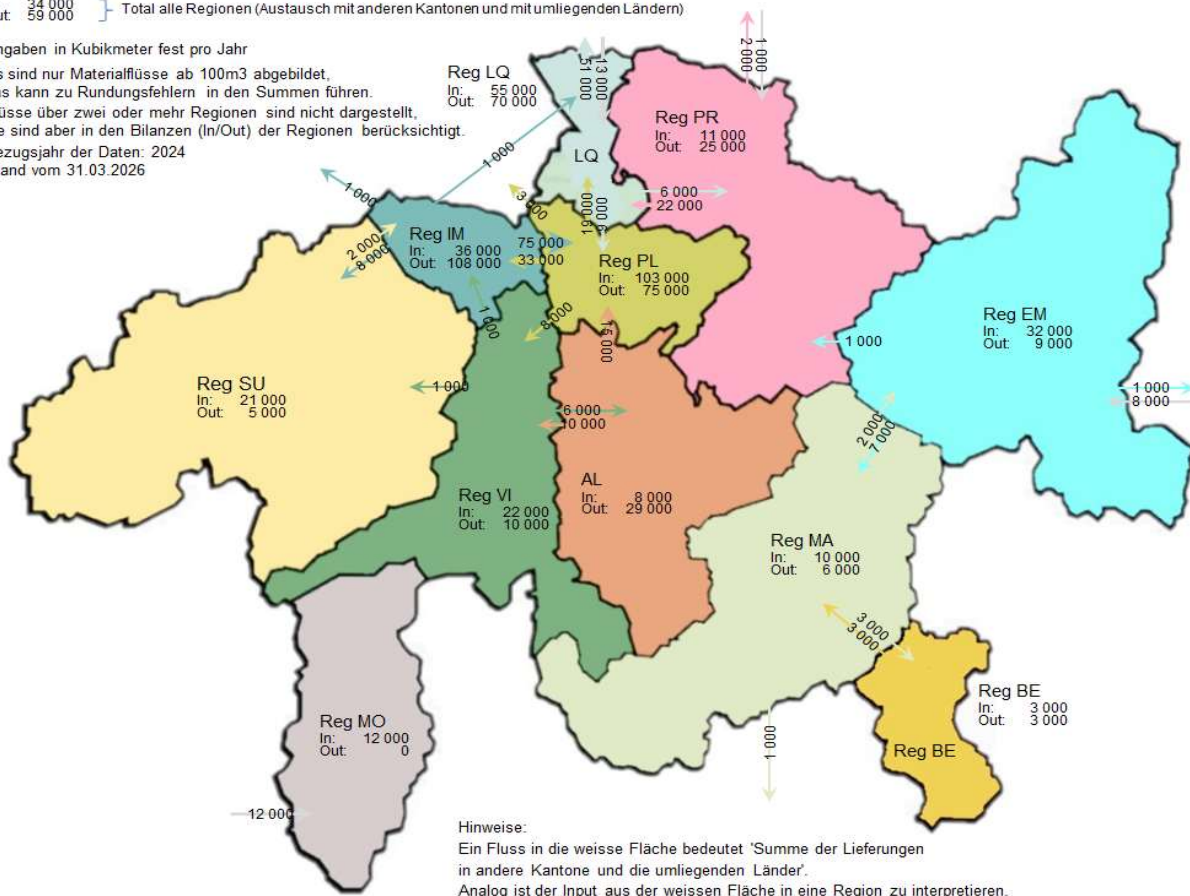


Abbildung 2: Kiesflüsse über die Regionsgrenzen im Jahr 2024. Die Werte unterhalb der Regionsbezeichnungen bzw. unter dem Grafiktitel «Kies/Sand» entsprechen jeweils der Summe der Importe und Exporte. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Aushubflüsse

Bei der Aushubbilanz fällt vor allem der massive Aushubimport der Region Landquart (LQ) von 98'000m³ aus dem Kanton St. Gallen und anderen Kantonen sowie aus dem Fürstentum Liechtenstein auf (Abbildung 3). Auch die Regionen Landquart und Imboden importieren netto Aushubmaterial, aber in deutlich geringerem Umfang. Die Regionen Prättigau/Davos (PR) und Viamala (VI) exportierten im Jahr 2024 netto 5'000 m³ bzw. 19'000 m³ Aushub. Die anderen Regionen (AL, BE, EM, MA, MO und SU) verzeichnen eine relativ ausgeglichene Import-/Exportbilanz.

Auf der Ebene des Kantons Graubünden importierte der Kanton mit 101'000 m³ deutlich mehr Aushub als er exportierte (2'000 m³) (in Abbildung 3 links oben). Der grösste Teil davon gelangte, wie oben erwähnt, in die Region Landquart.

Aushub

In: 101'000
Out: 2'000 Total alle Regionen (Austausch mit anderen Kantonen und mit umliegenden Ländern)

Angaben in Kubikmeter fest pro Jahr

Es sind nur Materialflüsse ab 100m³ abgebildet, das kann zu Rundungsfehlern in den Summen führen. Flüsse über zwei oder mehr Regionen sind nicht dargestellt, sie sind aber in den Bilanzen (In/Out) der Regionen berücksichtigt.

Bezugsjahr der Daten: 2024
Stand vom 31.03.2026

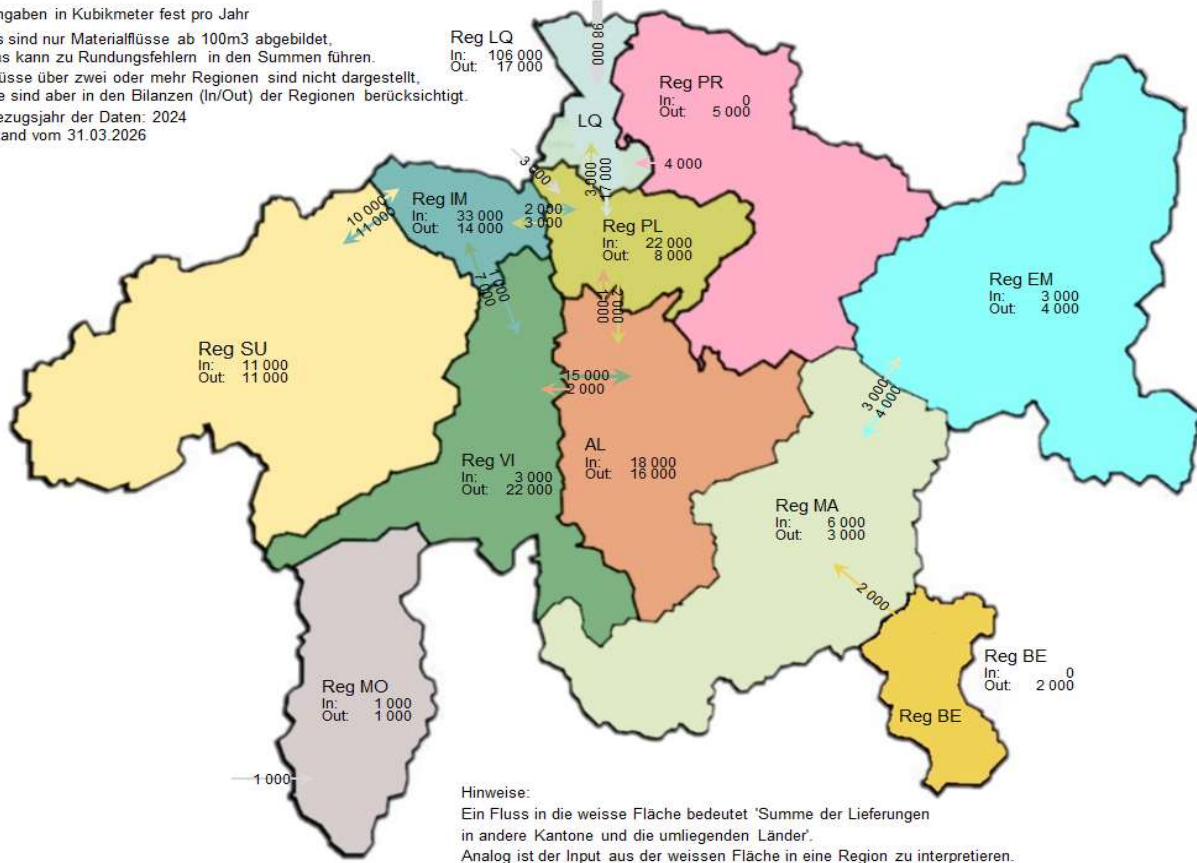


Abbildung 3: Aushubflüsse über die Regionsgrenzen im Jahr 2024. Die Werte unterhalb der Regionsbezeichnungen bzw. unter dem Grafiktitel «Aushub» entsprechen jeweils der Summe der Importe und Exporte. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Rückbaumaterialflüsse

Die Rückbaumaterialflüsse über die Regionsgrenzen hinweg (Abbildung 4) bewegen sich im Vergleich mit dem Kies und Aushubmaterial teilweise auf deutlich tieferem Niveau. Eine Ausnahme bildet insbesondere die Region Imboden, welche ein grosser Nettoimporteur von Rückbaumaterial im Umfang von 132'000m³ ist. Die Rückbaumaterialimporte stammen vor allem aus den Nachbarregionen PL (43'000 m³), SU (33'000 m³) und VI (41'000 m³). Mit Ausnahme der beiden Regionen IM und im geringen Umfang LQ sind sämtliche Regionen Nettoexporteure von Rückbaumaterial. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass diese Regionen Ausbauasphalt zur Aufbereitung ins Mischgutwerk in der Region Imboden exportieren. Die Region Imboden ist aber auch Umschlagplatz für die anderen Rückbaumaterialkategorien. Es ist davon auszugehen, dass grosse Mengen an aufbereiteten Rückbaustoffen wieder zurück in die anderen Regionen exportiert werden. Diese RC-Baustoffflüsse sind in der Abbildung 4 nicht dargestellt, da Rückbaustoffe in verschiedenen Baustoffen (lose und gebunden) eingesetzt werden, die sowohl natürliche Gesteinskörnungen als auch RC-Granulate enthalten.

Rückbaumaterial

In: 13 000 Out: 26 000 Total alle Regionen (Austausch mit anderen Kantonen und mit umliegenden Ländern)

Angaben in Kubikmeter fest pro Jahr

Es sind nur Materialflüsse ab 100m³ abgebildet, das kann zu Rundungsfehlern in den Summen führen.
 Flüsse über zwei oder mehr Regionen sind nicht dargestellt, sie sind aber in den Bilanzen (In/Out) der Regionen berücksichtigt.
 Bezugsjahr der Daten: 2024
 Stand vom 31.03.2026

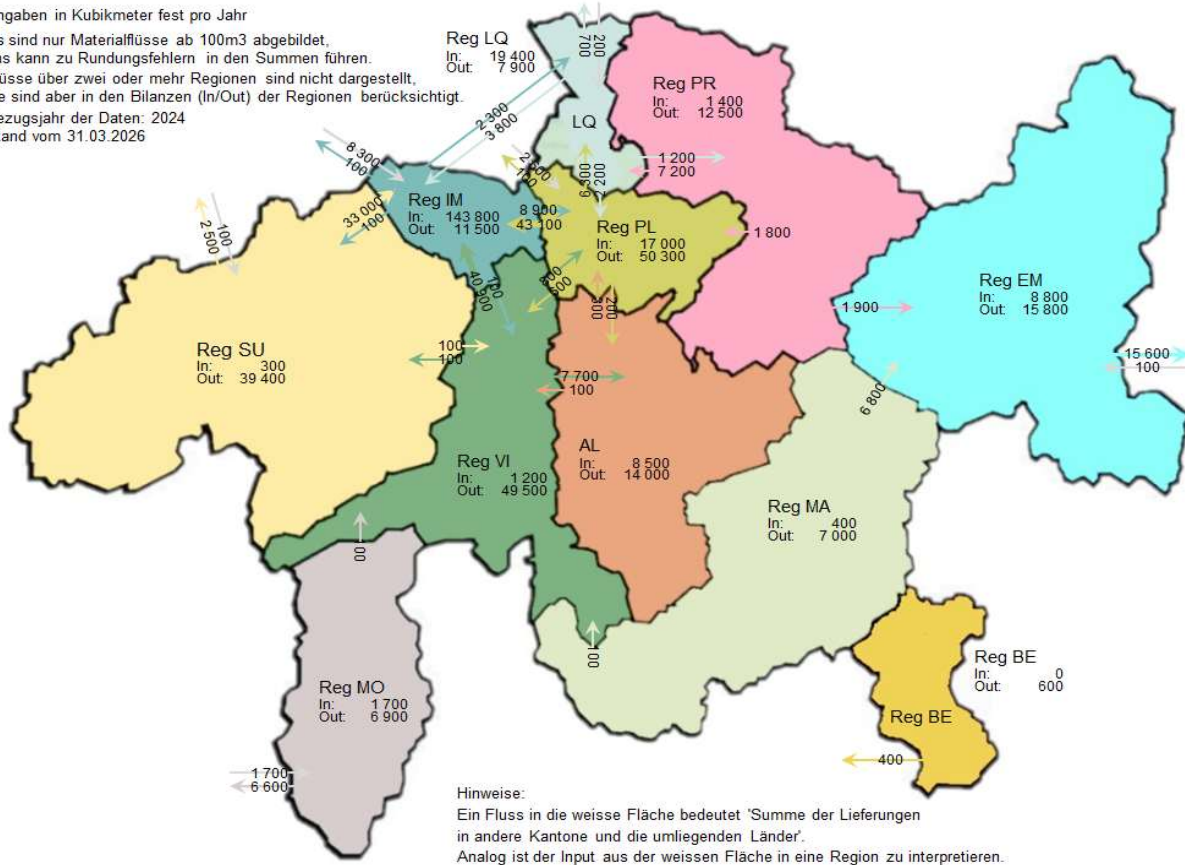


Abbildung 4: Rückbaumaterialflüsse über die Regionsgrenzen im Jahr 2024. Die Werte unterhalb der Regionsbezeichnungen bzw. unter dem Grafiktitel «Rückbaumaterial» entsprechen jeweils der Summe der Importe und Exporte. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

3.2 KAR - Modellierung Bezugsjahr 2024

In den nachfolgenden Unterkapiteln wird kurz auf die Materialflüsse in den einzelnen Regionen eingegangen. Diese wurden, wie im Kapitel 2 beschrieben, mittels erhobenen und abgeschätzten Materialflüssen und weiteren Parametereinstellungen abgeschätzt, wobei die modellierten Materialflüsse möglichst nahe bei den erhobenen Materialflüssen liegen sollen. Um dies zu sehen, sind in den Tabellen A.1 – A.3 im Anhang jeweils die modellierten Werte den erhobenen Daten gegenübergestellt. Bei der Modellierung der Materialflüsse wird darauf geachtet, dass diese Differenzen so klein wie möglich sind. Soweit möglich, wurde für die Interpretation der Resultate das Feedback des ANU zu den erfassten Materialflüssen berücksichtigt.

3.2.1 Materialflüsse in der Region Albula

Statisches Modell

Die Modellierung der Materialflüsse für die Region Albula ergibt im Grundsatz nachvollziehbare Materialflüsse, wenn angenommen wird, dass 48'000 m³ (2022: 30'000 m³) Aushubmaterial aus Grossprojekten (im HB- und vor allem im TB-Bereich) stammen.

Wie in den anderen ländlich geprägten Regionen des Kantons Graubünden, bewegen sich die pro-Kopf-Werte deutlich über den durchschnittlichen Werten der Kantone (Tabelle A. 1). Auffällig ist, wie bereits im Modell des Bezugsjahres 2022 dargestellt, der grosse Rückbaumaterialanfall für eine solch kleine Region. Liegt dieser doch bei rund 50% des gesamten Baustoffbedarfes. Es ist anzunehmen, dass diese grossen Materialflüsse vor allem aus dem Unterhalt/der Sanierung von Strassen und Wegen stammen.

Auch der Aushubanfall ist im Verhältnis zum Baustoffbedarf sehr hoch, was wie erwähnt, mit den potenziellen Grossprojekten, in denen Aushub angefallen ist, zusammenhängen kann.

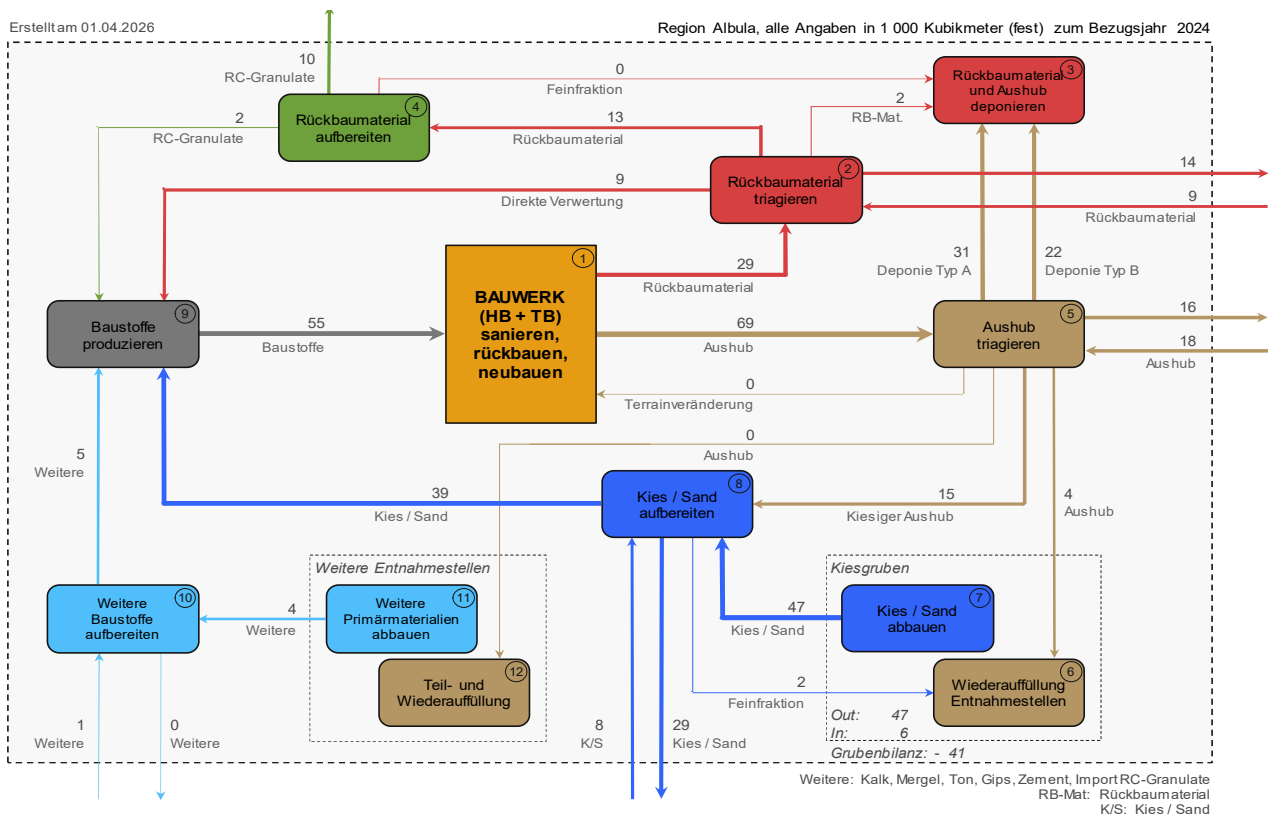


Abbildung 5: Mit dem statischen Modell modellierte Materialflüsse in der Region Albula für das Bezugsjahr 2024. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Dynamisches Modell

Die Entwicklung der meisten Materialflüsse in der Region Albula verläuft bis ins Jahr 2050 leicht rückläufig, da das Bevölkerungswachstum abnimmt (Abbildung 1). Eine Ausnahme bildet der Rückbaumaterialanfall, welcher zunimmt, weil der Gebäudebestand kontinuierlich wächst. Auch bei gleichbleibenden Sanierungs- und Rückbauraten nimmt deshalb der Rückbaumaterialanfall in Zukunft zu. Die kumulierte Differenz aus Kiesabbau und Aushubablagerung verläuft gegen das Ende des Betrachtungszeitraums in den negativen Bereich, was bedeutet, dass «Gruben» entstehen, weil mehr Kies abgebaut wird als Aushubmaterial abgelagert wird. Allerdings ist dabei nicht berücksichtigt, dass im Kanton Graubünden auch Kies aus Gewässern entnommen wird. Die Deponierung von Rückbaumaterial nimmt ab dem Jahr 2025 recht stark ab, weil angenommen wird, dass die Verwertungsquoten in Zukunft ansteigen werden. Die dunkelblauen Säulen zeigen die Jahreswerte der Jahre aus den entsprechenden statischen Modellen. Die hellblauen Säulen entsprechen den Angaben aus den Erhebungen der Materialflüsse. Je mehr von diesen Daten vorliegen, umso besser können die dynamischen Modelle kalibriert und validiert werden.

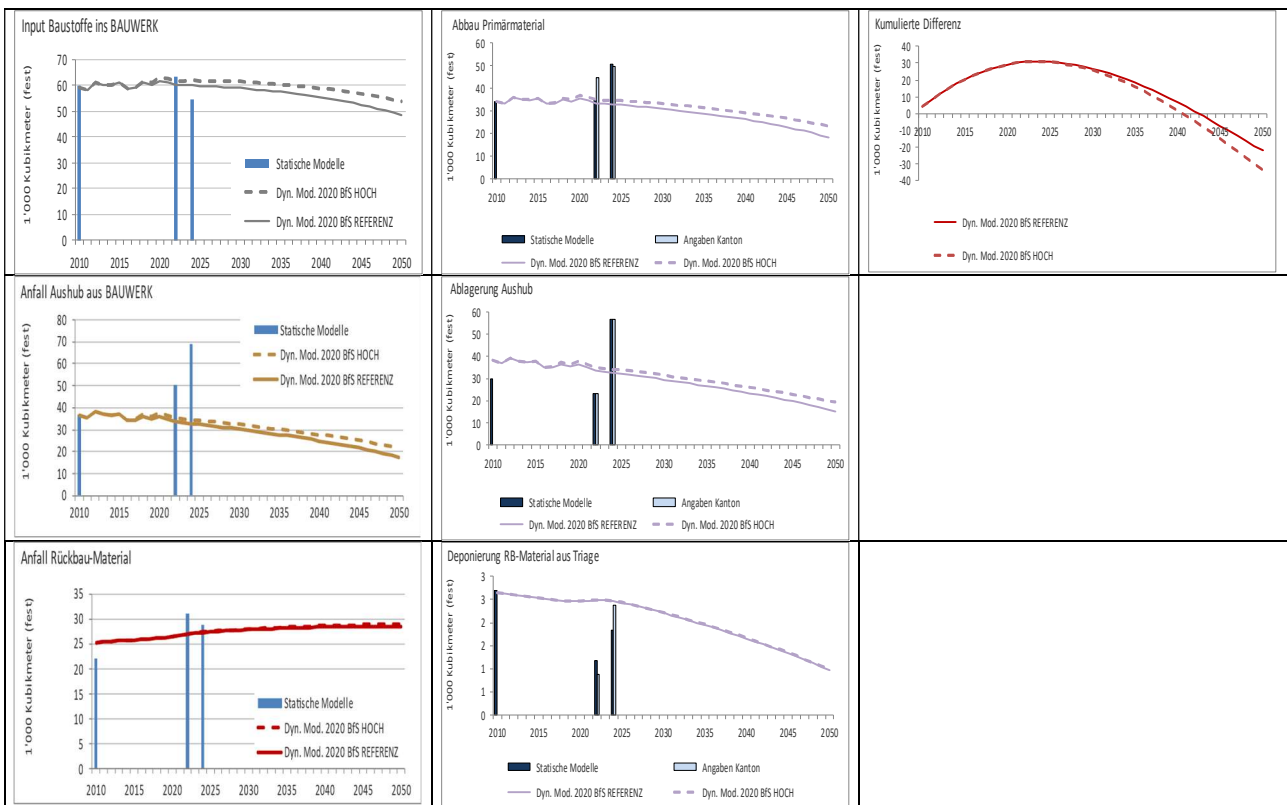


Abbildung 6: Resultate aus der dynamischen Modellierung der Materialflüsse in der Region Albula für die Szenarien REFERENZ (ausgezogene Linien) und HOCH (gestrichelte Linien). Angaben in 1'000 m³ Festmass.

3.2.2 Materialflüsse in der Region Bernina

Statisches Modell

Die Region Bernina weist im Hochbau ein nur geringfügiges Wachstum von rund 0.3% auf. Die Materialflüsse werden mit grosser Wahrscheinlichkeit vorwiegend durch den Tiefbau ausgelöst. Die eingesetzte Neubaurate für den Tiefbaubereich liegt bei 1.8%, was einen entsprechenden Baustoffbedarf auslöst, der bei knapp 10m³/Ew liegt (Tabelle A. 2). Der Aushubanfall fällt hingegen sehr moderat aus, was darauf hinweisen könnte, dass der hohe Baustoffbedarf vor allem durch den Bau/die Erweiterung von neuen Strassen/Infrastruktur ausgelöst wurde. (Abbildung 7).

Wie im Modell des Bezugsjahres 2022 sind die Rückbaumaterialströme im Modell 2024 überdurchschnittlich hoch, was erstaunt, da die Bautätigkeit im Hochbaubereich eher tief ist. Es ist anzunehmen, dass diese vor allem aus dem materialintensiven Strassenbau/-unterhalt stammen.

Da im Jahr 2024 in der Region Bernina keine Aushubablagerung stattfand und der Aushubexport sehr klein war, wurde angenommen, dass der grösste Teil des Aushubmaterials für Terrainveränderungen eingesetzt wurde.

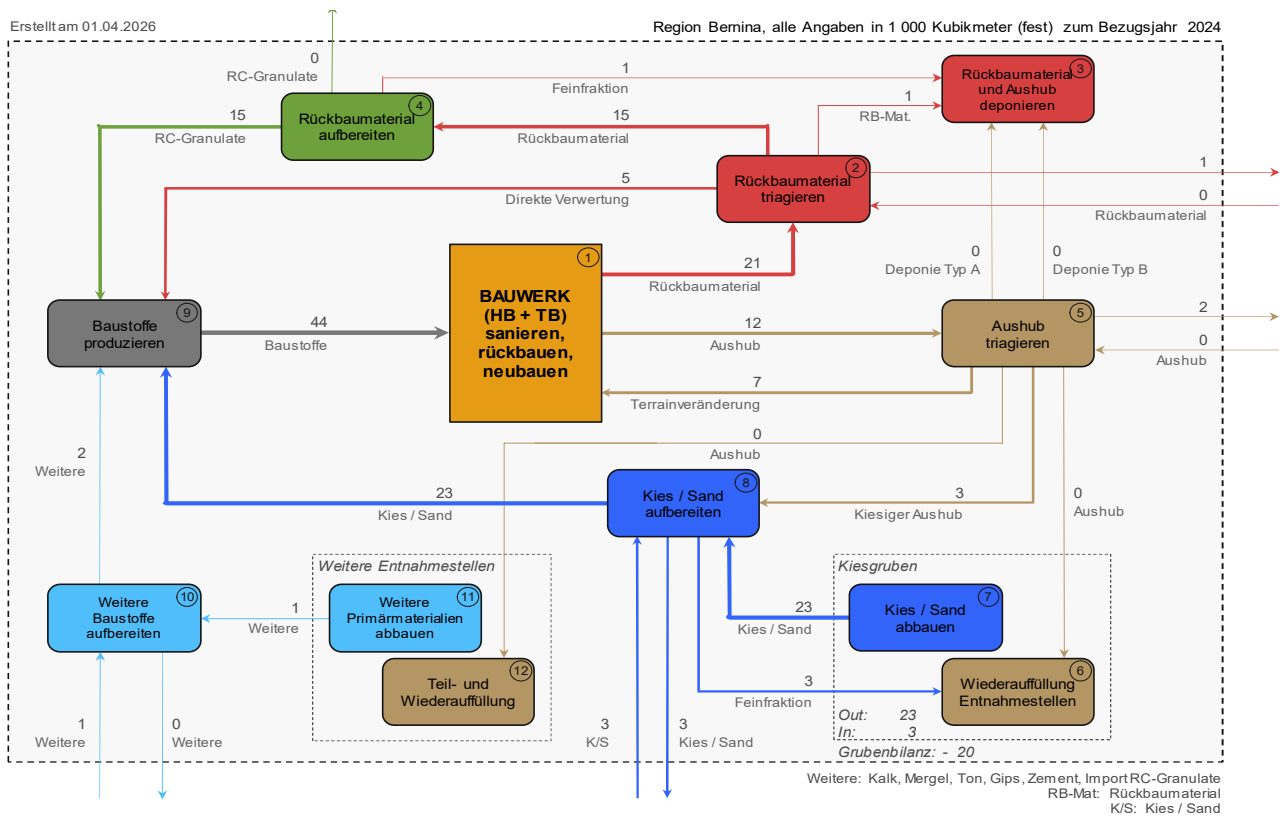


Abbildung 7: Mit dem statischen Modell modellierte Materialflüsse in der Region Bernina für das Bezugsjahr 2024. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Dynamisches Modell

Die Entwicklung des Baustoffinputs, des Primärmaterialabbaus und des Rückbaumaterialanfalls verläuft in der Region Bernina zunächst relativ konstant und nimmt gegen Ende des Betrachtungszeitraumes leicht ab (Abbildung 8), was hauptsächlich auf die Bevölkerungsentwicklung zurückzuführen ist, welche für die Region Bernina eine abnehmende Tendenz aufweist (Abbildung 1). Die Abnahme fällt trotzdem moderat aus, weil für diese Region relativ hohe Neubau- und Erneuerungsraten im Tiefbaubereich angenommen werden. Ansonsten würden sich bei den oben erwähnten Materialflüssen eine ähnliche Entwicklung wie bei der Aushubablagerung abzeichnen.

Die kumulierte Differenz aus Kiesabbau und Aushubablagerung verläuft stark in den negativen Bereich, was bedeutet, dass «Gruben» entstehen, weil mehr Kies abgebaut wird, als Aushubmaterial abgelagert wird. Dies ist vor allem auf die oben erwähnte Annahme zurückzuführen, dass der Materialbedarf im Tiefbaubereich auch künftig recht hoch sein wird. Dort fällt aber im Vergleich zum Hochbau weniger Aushubmaterial an. Aus diesem Grund wird deutlich mehr Kies abgebaut, als Aushub abgelagert wird.

Sollte in der Region Bernina Kies aus Gewässern entnommen werden, dann resultiert eine weniger negative «kumulierte Differenz». Die Deponierung von Rückbaumaterial nimmt ab 2025 stark ab, weil angenommen wird, dass die Verwertungsquoten in der Region Bernina künftig ansteigen werden.

Es gilt das Gleiche wie bei der Region Albula und den nachfolgenden Regionen: Die dunkelblauen Säulen entsprechen jeweils den Jahreswerten aus den statischen Modellen. Die hellblauen Säulen entsprechen den Angaben aus den Erhebungen der Materialflüsse. Je mehr von diesen Daten vorliegen, umso besser können die dynamischen Modelle kalibriert und validiert werden.

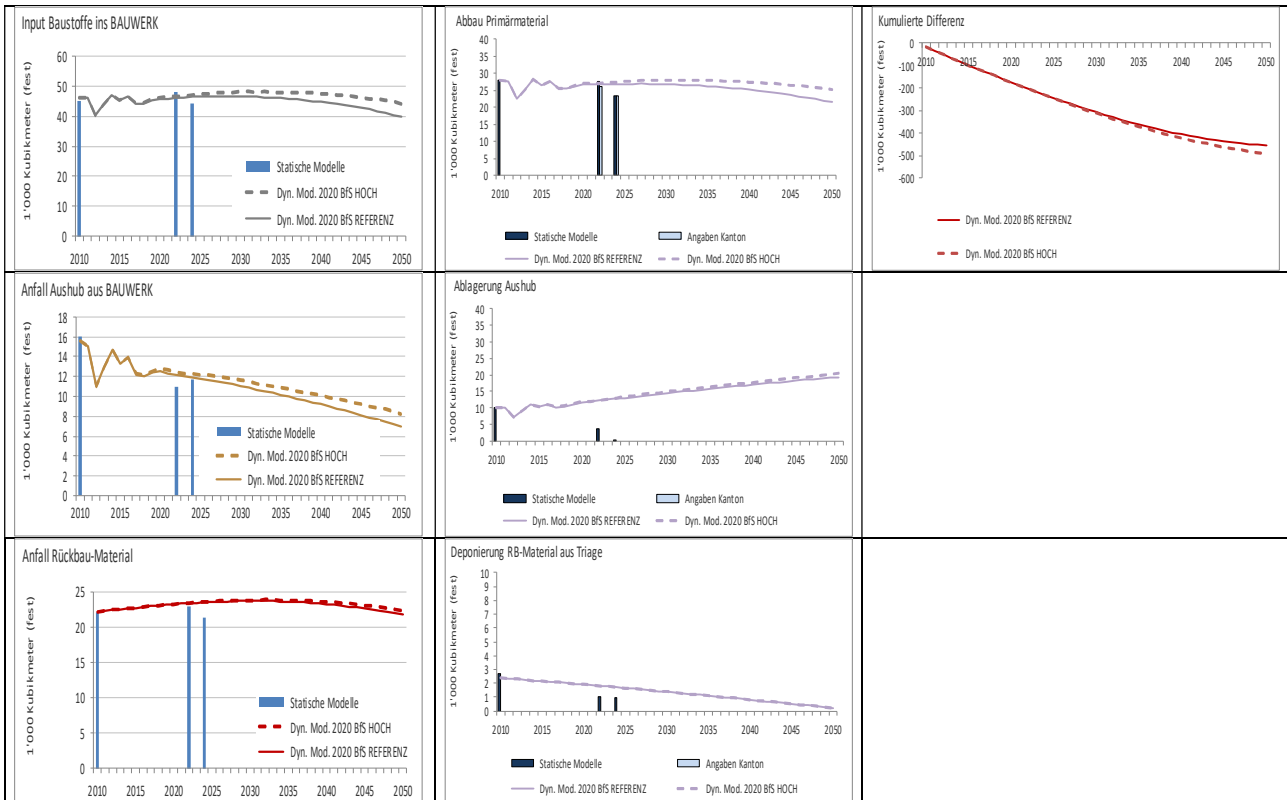


Abbildung 8: Resultate aus der dynamischen Modellierung der Materialflüsse in der Region Bernina für die Szenarien REFERENZ (ausgezogene Linien) und HOCH (gestrichelte Linien). Angaben in 1'000 m³ Festmass.

3.2.3 Materialflüsse in der Region Unterengadin/Val Müstair

Statisches Modell

In der Region Engadin/Val Müstair sind alle Materialflüsse deutlich höher als die Durchschnittswerte der Kantone (Tabelle im Anhang), was vor allem auf den Neubau und die Sanierung von Strassen bzw. Bahntrassen zurückzuführen sein dürfte.

Bei den Neubauraten (in Bezug auf die zugebauten Gebäudevolumen) wurden Werte von 0.3% (Wohnen und Nichtwohnen) eingesetzt. Im Tiefbau wurde eine Neubaurate von 2.0% angenommen, um die Baustoff- und Aushubmaterialflüsse in Einklang mit den erhobenen Materialmengen zu bringen. Da sich die Neubaurate im Hochbau in dieser Region auf relativ tiefem Niveau bewegt, müssen die überdurchschnittlichen pro-Kopf-Werte auf eine starke Bautätigkeit im Tiefbaubereich (Strassen/Bahn/Infrastruktur) stammen.

Der Aushubanfall liegt nun im Verhältnis zum Baustoffbedarf aus modelltechnischer Sicht «im grünen Bereich». Dies bedeutet, es gibt nun für diese Region nachvollziehbarere Materialflüsse für das Bezugsjahr 2024 im Vergleich zum Modell 2022. Für die Modellierung wurde nun angenommen, dass nur noch 20'000 m³ (2022: 107'000 m³) Aushubmaterial aus Grossprojekten stammen. Der Grund für diese Reduktion liegt vor allem darin, dass wie bei der Region Maloja ein deutlich höherer Aushubanteil bei Hochbauten angenommen wurde. Das heisst, es wird angenommen, dass pro Kubikmeter Neubauvolumen rund 65% Aushubvolumen entstehen (bzw. 0.65 m³). Offensichtlich wird in der Region deutlich mehr in den Untergrund gebaut als in anderen Regionen, was einerseits auf die Erstellung von Gebäuden in Hanglage zurückzuführen sein könnte. Andererseits dürften in dieser Region auch grössere Garagenvolumina und Kellerräume erstellt werden, als in anderen Regionen.

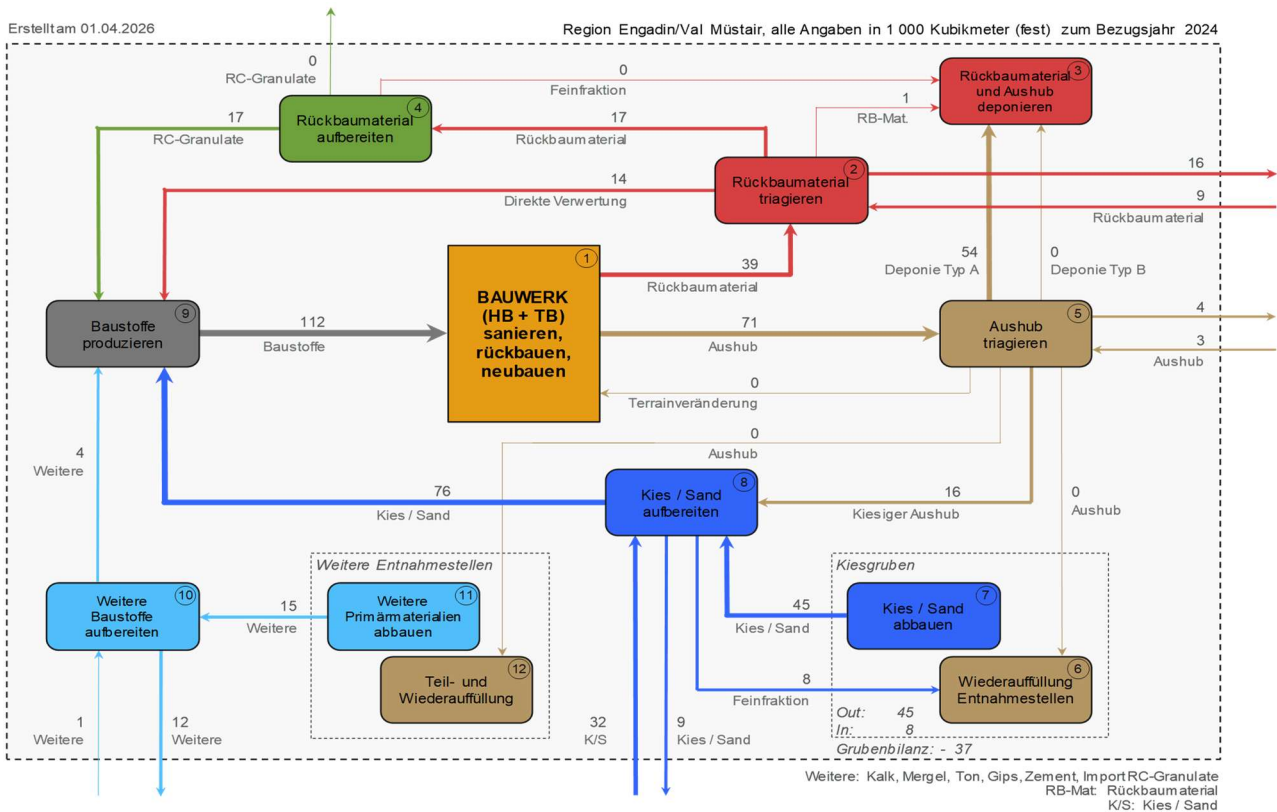


Abbildung 9: Mit dem statischen Modell modellierte Materialflüsse in der Region Unterengadin/Val Müstair für das Bezugsjahr 2024. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Dynamisches Modell

Die Entwicklung des Baustoffinputs und des Primärmaterialabbaus verläuft in der Region Unterengadin/Val Müstair je nach Szenario abnehmend (Szenario REFERENZ) oder steigend (Szenario HOCH) (Abbildung 10). Die Entwicklungen dieser Materialflüsse sind somit stark von der Bevölkerungsentwicklung in der Region abhängig, d.h. sie sind davon abhängig, welches Bevölkerungsentwicklungsszenario tatsächlich eintreffen wird.

Der Aushubanfall nimmt hingegen bei beiden Szenarien mehr oder weniger stark ab. Der Rückbaumaterialanfall nimmt hingegen bei beiden Szenarien kontinuierlich zu, weil auch der Gebäudebestand kontinuierlich wächst. Bei gleichbleibenden oder ansteigenden Sanierungs- und Rückbauraten nimmt deshalb der Rückbaumaterialanfall stetig zu.

Die kumulierte Differenz aus Kiesabbau und Aushubablagerung verläuft stark in den positiven Bereich, was bedeutet, dass «Aushubhügel» entstehen, weil weniger Kies abgebaut als Aushubmaterial abgelagert wird. Diese Aushubhügel würden sich noch akzentuieren, wenn in der Region über längere Zeit ähnliche Mengen wie in den vergangenen Jahren anfallen würden.

Der Vergleich zwischen den Säulen (Resultate aus statischen Modellierungen und Datenerhebungen) und den modellierten Entwicklungen der verschiedenen Materialflüsse (Linien) zeigt, dass die Übereinstimmungen bei den meisten Materialflüssen recht gut ist. Aus diesem Grund ist für diese Region im Moment keine Änderung bei den Modellparametern im dynamischen Modell angezeigt.

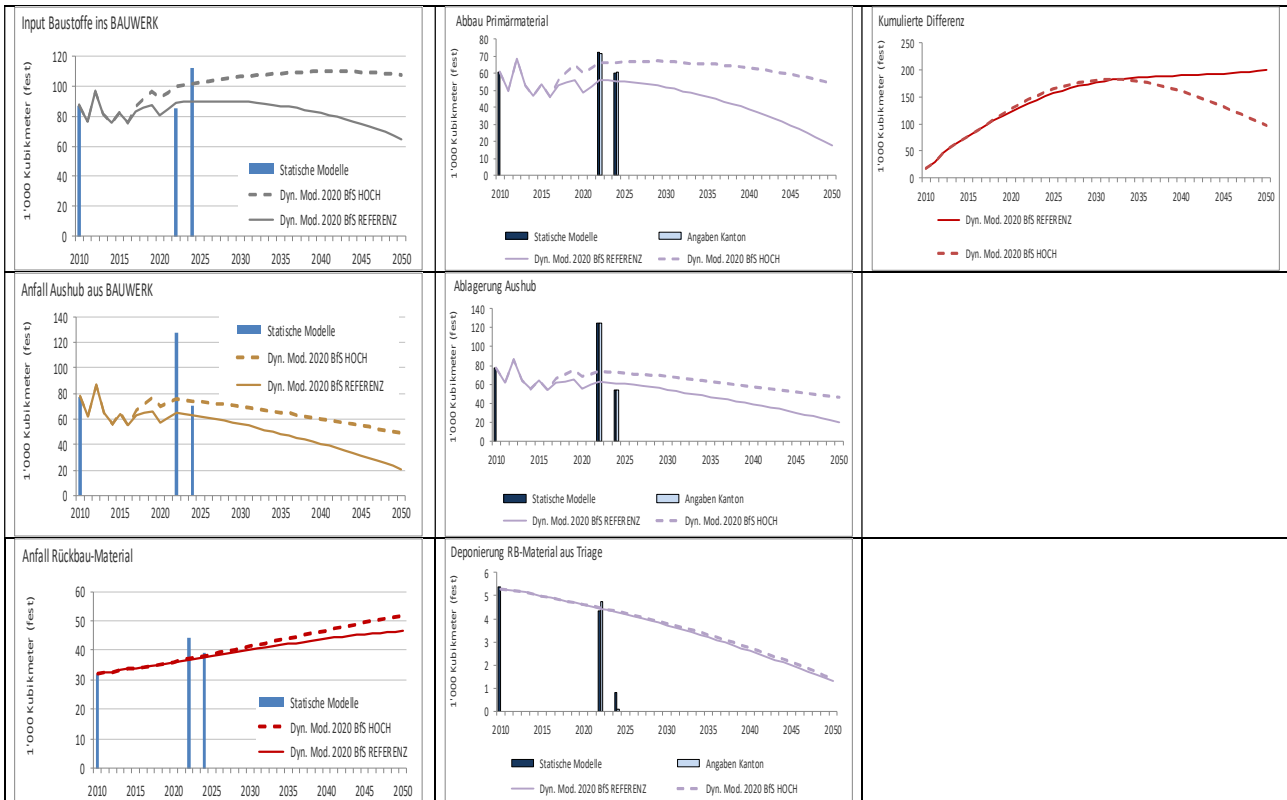


Abbildung 10: Resultate aus der dynamischen Modellierung der Materialflüsse in der Region Engadin/Val Müstair für die Szenarien REFERENZ (ausgezogene Linien) und HOCH (gestrichelte Linien). Angaben in 1'000 m³ Festmass.

3.2.4 Materialflüsse in der Region Imboden

Statisches Modell

Die Modellierung der Materialflüsse in der Region Imboden ist eine Herausforderung, da diese Region stark von Rückbaumaterialimporten und Kiesexporten geprägt ist. Die Rückbaumaterialimporte liegen beinahe um den Faktor 10 höher als der regionale Rückbaumaterialanfall (Abbildung 11). Auch die Kiesexporte liegen um den Faktor zwei höher als der Kiesbedarf in der Region. Hierbei ist zu erwähnen, dass gemäss den Datenerhebungen im Jahr 2024 nur 23'000 m³ Kies abgebaut wurden und nicht, wie modelliert 110'000 m³ (Tabelle im Anhang). Der angegebene Kiesabbau kann nicht stimmen, weil die Materialflüsse ansonsten nicht aufgehen würden. Eine Erklärung für die geringe Kiesabbauemenge könnte sein, dass ein aus den Vorjahren aufgebautes Kieslager im Umfang von rund 87'000 m³ aufgelöst wurde, um den regionalen Kiesbedarf und die Kiesexporte zu decken.

Eine deutlich nachvollziehbarere Erklärung ist jedoch, dass in der ausgewiesenen Kiesexportmenge die in der Region aufbereiteten Rückbaustoffe enthalten sind. Da die Region im Jahr 2024 144'000 m³ Rückbaumaterial importiert hat, könnte es durchaus der Fall sein, dass erhebliche Anteile der aufbereiteten Rückbaustoffe in den Kiesexporten enthalten sind, da gemäss Modellannahme nur 69'000 m³ Rückbaustoffe (Angabe 45'000 m³) exportiert wurden. Würde dies für die Bilanzierung des Kiesexportes berücksichtigt, würden sich dieser um 71'000 m³ auf 37'000 m³ reduzieren. Der Kiesabbau läge dann noch bei 38'000 m³ und somit deutlich näher bei der erhobenen Kiesabbauemenge von 23'000 m³.

Die erhobenen Rückbaumaterial- und Rückbaustoffflüsse passen somit nicht zueinander. Dies bedeutet, dass keine Modellierung möglich ist, welche die erhobenen Materialflüsse abbilden. Die Modellierung zeigt, dass der Rückbaumaterialfluss (Fluss A24) deutlich höher sein muss (100'000 m³ anstatt der erhobenen 28'000

m³), damit nachvollziehbare Materialflüsse resultieren. In der Region Imboden steht ein Belagswerk. Es ist durchaus möglich, dass der Asphaltgranulatanteil, welcher in die Mischgutproduktion gelangt, nicht vollständig in den erhobenen Daten enthalten ist. Dies wäre zumindest eine mögliche Erklärung für die Diskrepanz zwischen modellierten und erhobenen Rückbaumaterialflüssen. Im Modell ist auch ein Rückbaumaterialfluss in die Deponierung von 45'000 m³ (Fluss A23) angegeben. Da gemäss den erhobenen Daten kein Rückbaumaterial in die Deponien der Region geht, muss angenommen werden, dass diese 45'000 m³ Rückbaumaterialien in Zwischenlagern der Aufbereitungsunternehmen deponiert wurden oder dieses Volumen, ist wie oben beschrieben, in den Kiesexporten enthalten.

Im Bezugsjahr 2022 wurde Aushub im Umfang von 156'000 m³ in die Region Imboden importiert. Im Bezugsjahr 2024 waren es nur noch 33'000 m³. Trotzdem wurden 115'000 m³ Aushub abgelagert (2022: 172'000 m³), womit ein recht hoher Aushubanfall in der Region Imboden resultiert.

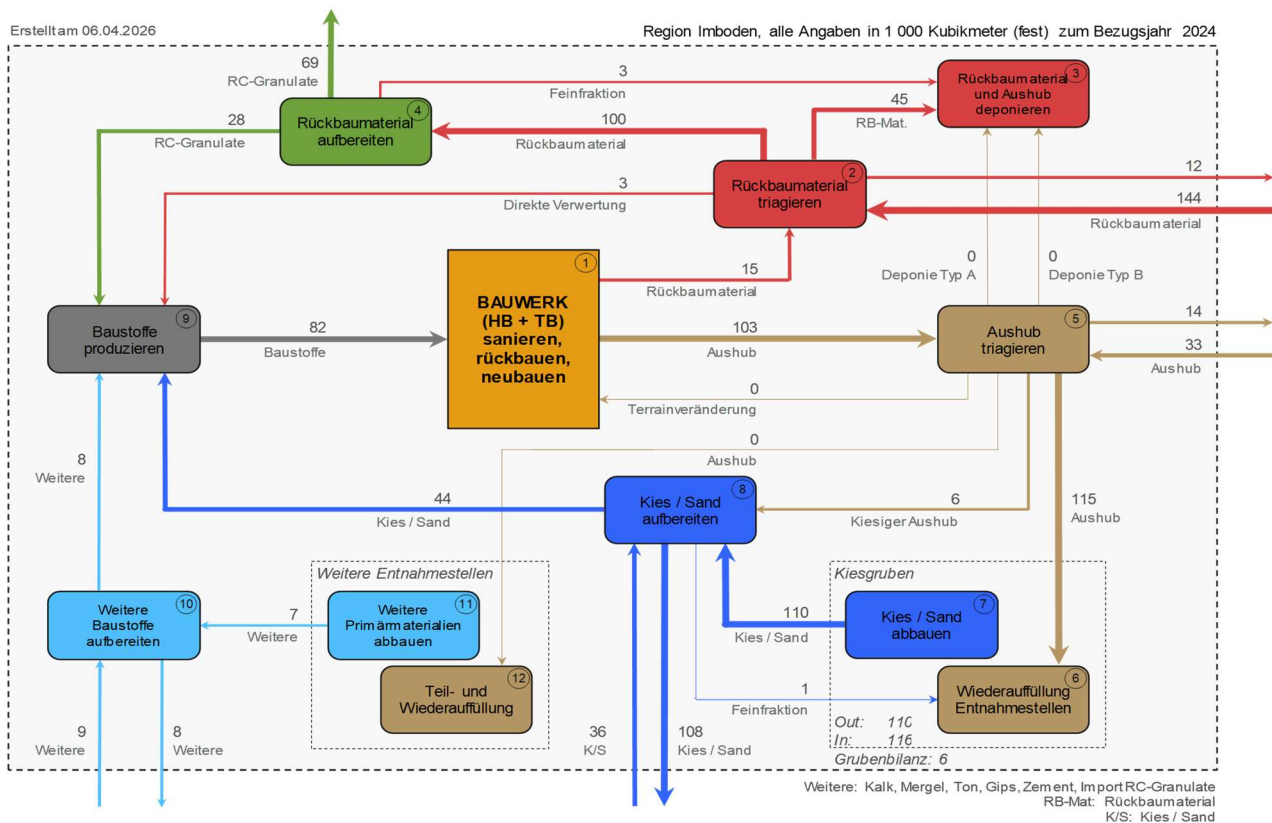


Abbildung 11: Mit dem statischen Modell modellierte Materialflüsse in der Region Imboden für das Bezugsjahr 2024. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Dynamisches Modell

Für die Region Imboden stehen bereits Daten aus den vier Bezugsjahren 2020, 2021, 2022 und 2024 zur Verfügung. Der Vergleich dieser Daten (hell- und dunkelblaue Säulen) mit der modellierten Entwicklung der Materialflüsse zeigt, bis auf zwei Ausnahmen, eine recht gute Übereinstimmung (Abbildung 12).

Auffallend sind insbesondere die Abweichungen beim Aushubanfall im Bezugsjahr 2024 zur modellierten Entwicklung des Aushubanfalls. Wie oben beschrieben ist der Aushubimport im Vergleich zum Jahr 2022 stark zurückgegangen. Zwar wurde auch etwas weniger Aushub abgelagert, aber der Rückgang war weniger stark als derjenige bei den Importen, somit resultiert Aushubanfall, der sowohl im Vergleich zur modellierten Entwicklung als auch zu den Vorjahren deutlich höher ist.

Eine starke Abweichung ist auch zwischen der modellierten Entwicklung der Rückbaumaterialflüsse in die Deponien für das Bezugsjahr 2024 festzustellen. Wie in den Vorjahren sollte dieser Materialfluss eher

unterhalb der Schwelle von 10'000 m³ liegen. Die starke Abweichung im Bezugsjahr 2024 dürfte, wie oben beschrieben, darauf zurückzuführen sein, dass rund 45'000m³ Rückbaumaterial auf den Aufbereitungsplätzen der Unternehmen zwischengelagert wurden.

Die kumulierte Differenz aus dem Kiesabbau und Aushubablagerung verläuft unter den modellierten Rahmenbedingungen stark in den positiven Bereich, was bedeutet, dass ein «Aushubhügel» entstehen würden, weil weniger Kies abgebaut als Aushubmaterial abgelagert wird.

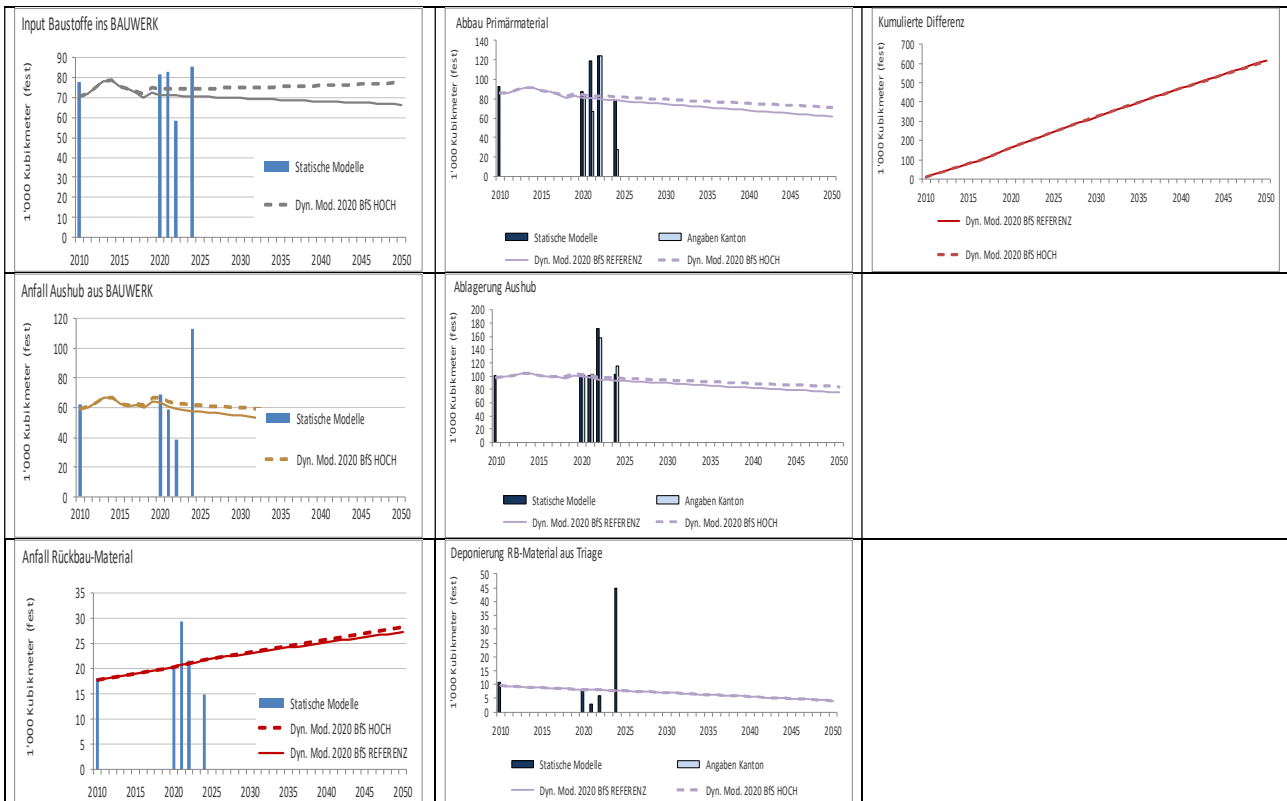


Abbildung 12: Resultate aus der dynamischen Modellierung der Materialflüsse in der Region Imboden für die Szenarien REFERENZ (ausgezogene Linien) und HOCH (gestrichelte Linien). Angaben in 1'000 m³ Festmass.

3.2.5 Materialflüsse in der Region Landquart

Statisches Modell

Die Modellierung der Materialflüsse liefert grundsätzlich nachvollziehbare Ergebnisse (Abbildung 13).

Allerdings ist im Bezugsjahr 2024 gemäss der Modellierung relativ wenig Aushubmaterial angefallen. Im Jahr 2024 gelangten nur 85'000 m³ Aushubmaterial in die Rekultivierung. Im Jahr 2022 waren es mit 162'000 m³ beinahe doppelt so viel. Damit die Aushubflüsse aufgehen, musste angenommen werden, dass 37'000 m³ Aushub in Terrainanpassungen gelangten. Trotzdem liegt der Aushubmaterialanfall mit 49'000 m³ noch immer sehr tief.

Die Region ist wie bereits im Jahr 2022 durch erhebliche Importe/Exporte von Kies und Aushubmaterial über die regionalen Grenzen geprägt. Die Region war auch im Bezugsjahr 2024 ein starker Nettoimporteur von Aushubmaterial. Kies wurde im geringeren Umfang netto exportiert. Die Grubenbilanz fällt leicht negativ aus. Die Region ist ein Nettoimporteur von Rückbaumaterialien.

Insgesamt wurden knapp 332'000 m³ Kalk und Mergel abgebaut. Der grösste Teil davon wird in Form von Zement entweder in die verschiedenen Regionen des Kantons, aber vor allem in die umliegenden Kantone

exportiert. Gemäss der Tabelle A.5 wurden im Jahr 2024 195'000 m³ weitere Baustoffe exportiert. Der grösste Teil davon ist Zement. Gemäss Modell werden jedoch 337'000 m³ weitere Baustoffe exportiert. In diesem Exportfluss sind auch die geogen ausgestossenen CO₂-Mengen aus der Zementproduktion enthalten, welche einen Anteil von rund 40% an der Gesamtmenge einnehmen.

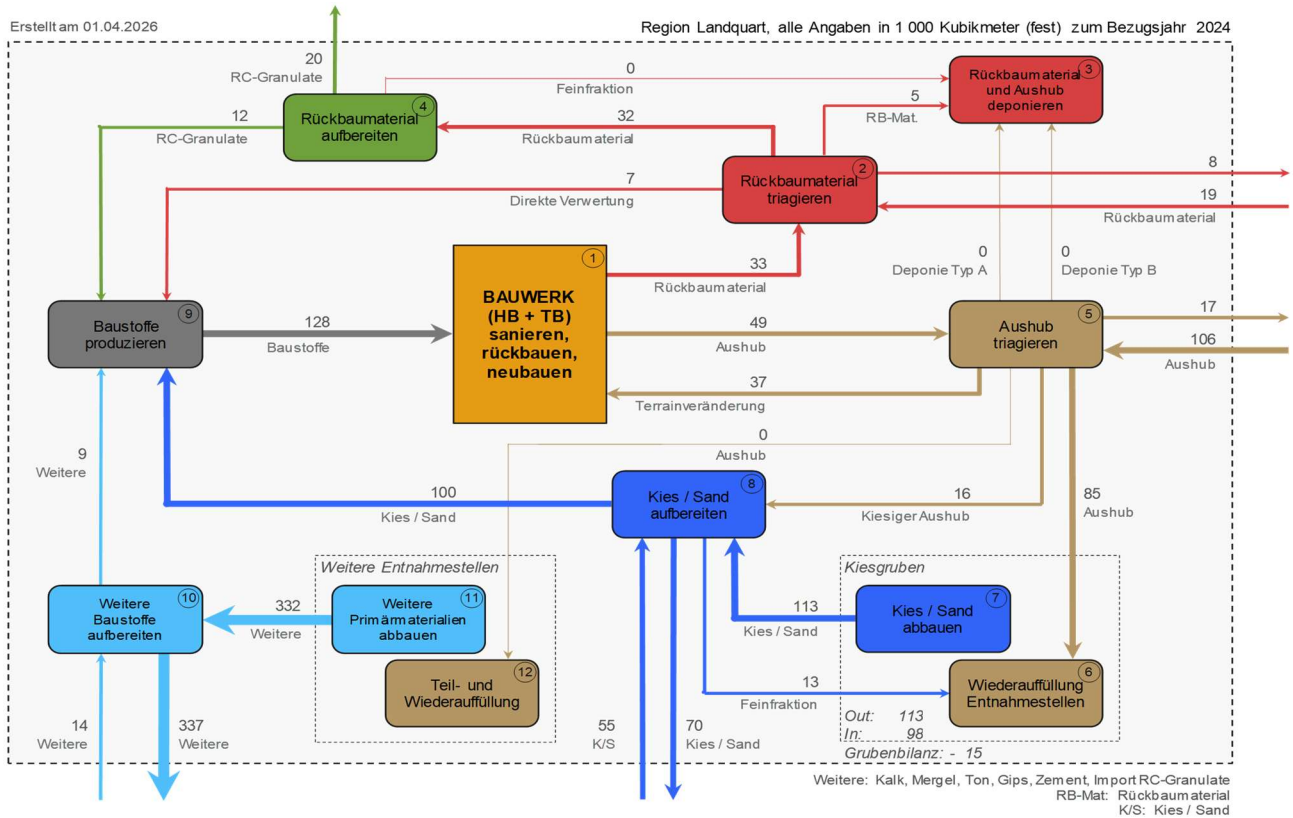


Abbildung 13: Mit dem statischen Modell modellierte Materialflüsse in der Region Landquart für das Bezugsjahr 2024. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Dynamisches Modell

Auch für die Region Landquart stehen nun schon Daten für die vier Bezugsjahre 2020, 2021, 2022 und 2024 zur Verfügung. Der Vergleich dieser Daten (hell- und dunkelblaue Säulen) mit der modellierten Entwicklung der Materialflüsse zeigt nach wie vor eine recht gute Übereinstimmung, wobei der Wert für das Bezugsjahr 2024 beim Aushubanfall relativ stark von jenen der Vorjahre und von der modellierten Entwicklung abweicht (Abbildung 14). Wie bereits oben erwähnt, wurde gemäss den Erhebungen im Jahr 2024 sehr wenig Aushub abgelagert. Eventuell wurden erhebliche Aushubmengen bei den Unternehmen zwischengelagert, welche erst später der Rekultivierung zugeführt wurden. Es wird sich in den kommenden Jahren zeigen, ob sich der Aushubanfall wieder der modellierten Entwicklung annähern wird.

Der Primärmaterialabbau lag im Jahr 2024 etwas unterhalb der Vorjahre und der modellierten Entwicklung. Dieser ist vor allem durch den Kalk- und Mergelabbau für die Zementproduktion geprägt. Möglicherweise ging die Zementnachfrage im Jahr 2024 etwas zurück oder es wurden Lagerbestände abgebaut.

Die kumulierte Differenz entwickelt sich stark in den negativen Bereich und erreicht gemäss Modell einen Wert von rund -14 Mio. Kubikmetern Festmass. Dies ist auf den schon oben beschriebenen Kalk- und Mergelabbau zurückzuführen. Es handelt sich um einen theoretischen Wert, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass diese Abbaustelle wieder vollständig aufgefüllt wird.

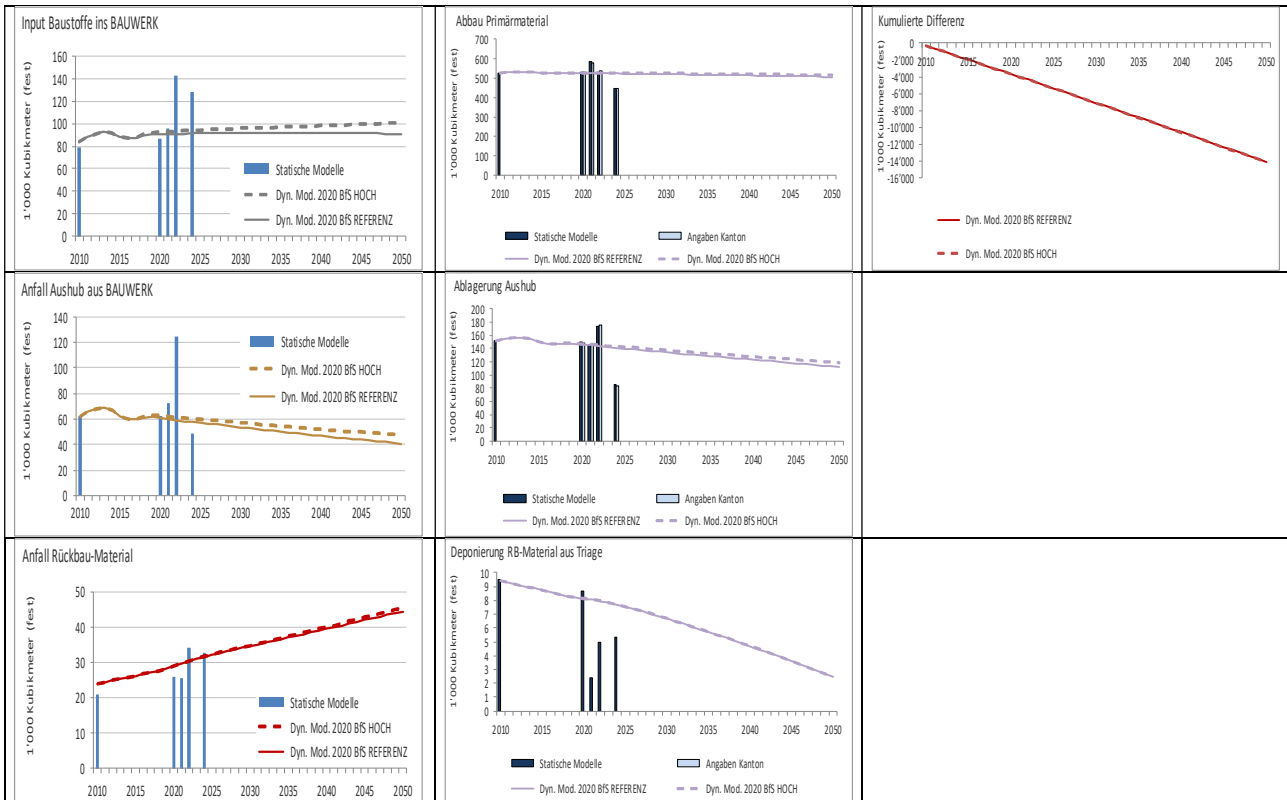


Abbildung 14: Resultate aus der dynamischen Modellierung der Materialflüsse in der Region Landquart für die Szenarien REFERENZ (ausgezogene Linien) und HOCH (gestrichelte Linien). Angaben in 1'000 m³ Festmass.

3.2.6 Materialflüsse in der Region Maloja

Statisches Modell

In der Region Maloja sind die Verhältnisse ähnlich wie in der Region Engadin/Val Müstair. Auch hier ist der Aushubanfall deutlich grösser als der Baustoffbedarf (Abbildung 15). Dies könnte damit zu tun haben, dass in der Region Maloja wie in der Region EM Bauprojekte realisiert werden, welche stark in den Untergrund gelegt werden, womit entsprechend viel Aushubmaterial anfallen würde. Normalerweise wird in den Modellen angenommen, dass der Aushubanfall bei Hochbauprojekten bei rund 35% +/- 5% des erstellten Gebäudevolumens liegt. Für die Region Maloja wurde dieser Wert nun auf 90% des Gebäudevolumens hochgesetzt. Dies bedeutet, dass knapp die Hälfte des neu erstellten Gebäudevolumens im Untergrund liegt.

Die durchschnittliche Neubaurate (in Bezug auf die zugebauten Gebäudevolumen) lag in den vergangenen Jahren (2017 – 2021) bei rund 0.55% bezüglich des Gebäudebestandes. Diese Werte wurden auf 0.65% hoch gesetzt. Im Tiefbau wurde eine Neubaurate von 2.0% (2022: 1.55%) eingesetzt, um den Baustoffbedarf und die Aushubmaterialflüsse in Einklang mit den erhobenen Materialmengen zu bringen.

Bei den Rückbaumaterialflüssen sind die resultierenden Materialflüsse nachvollziehbar. Der relativ hohe Rückbaumaterialfluss in die Deponien ist darauf zurückzuführen, dass die Unternehmen in dieser Region recht grosszügig die Feinfraktion absieben und deponieren. Dies wurde nun bei der Modellierung entsprechend berücksichtigt.

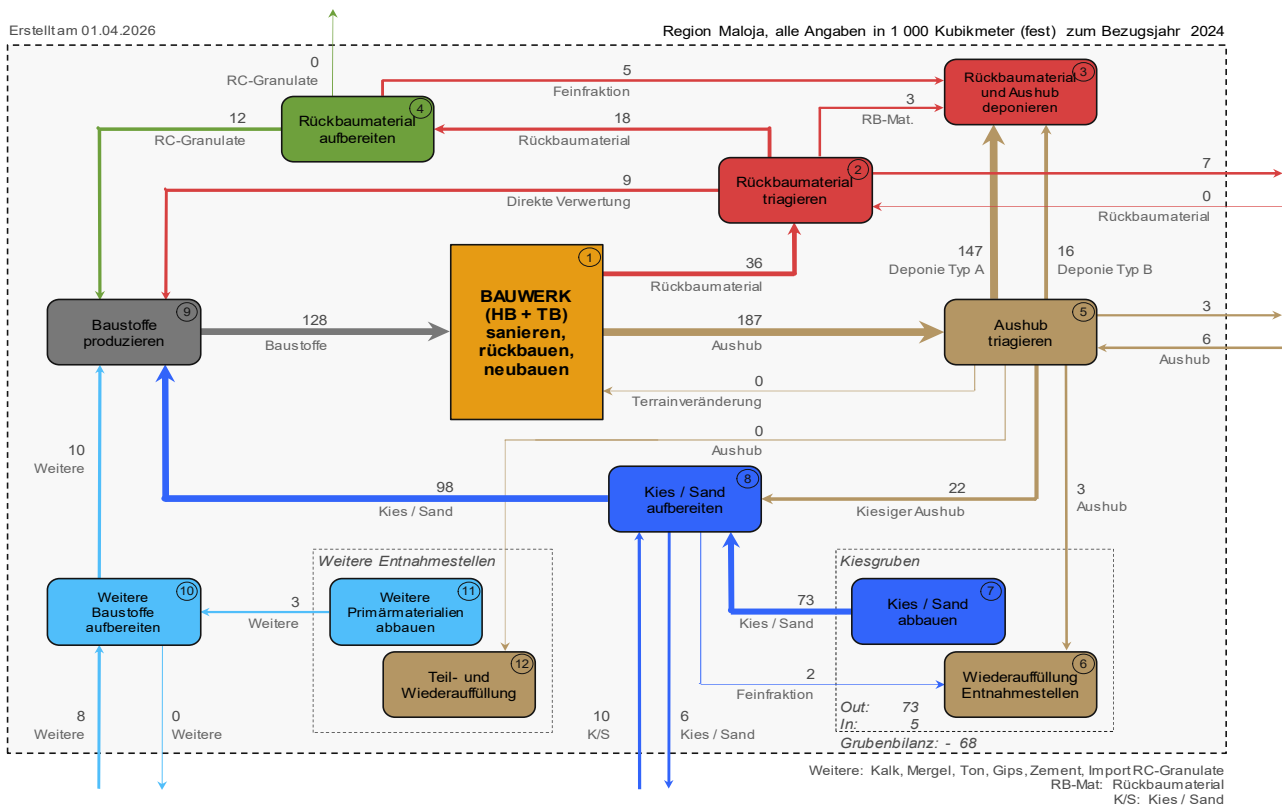


Abbildung 15: Mit dem statischen Modell modellierte Materialflüsse in der Region Maloja für das Bezugsjahr 2024. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Dynamisches Modell

Die Entwicklung des Baustoffinputs verläuft in der Region Maloja je nach Szenario leicht zunehmend (Szenario HOCH) oder leicht abnehmend (Szenario REFERENZ) (Abbildung 16). Wie bereits beschrieben, ist die Entwicklung dieser Materialflüsse von der Bevölkerungsentwicklung in der Region abhängig, d.h. sie sind davon abhängig, welches Bevölkerungsentwicklungsszenario tatsächlich eintreffen wird.

Der Aushubanfall und die Aushubablagerung nehmen bei beiden Szenarien mehr oder weniger stark ab. Zu erkennen ist zudem (Grafiken in der Mitte), dass die hellblauen bzw. die dunkelblauen Säulen für die Bezugsjahre 2022 und 2024 deutlich über die braune bzw. lila Linie ragen. Wie erwähnt, wird in dieser Region deutlich stärker in den Untergrund gebaut als in anderen Regionen oder Kantonen im Flachland. Sollte sich dieser Trend im nächsten Modellierungszyklus fortsetzen, werden die Modellparameter des dynamischen Modells entsprechend angepasst, so dass die resultierenden Entwicklungen der Materialflüsse auf der gleichen Höhe wie die Säulen der Bezugsjahre 2022 und 2024 verlaufen.

Der Rückbaumaterialanfall nimmt bei beiden Szenarien kontinuierlich zu, weil der Gebäudebestand kontinuierlich wächst. Auch bei gleichbleibenden Sanierungs- und Rückbauraten nimmt deshalb der Rückbaumaterialanfall stetig zu.

Die kumulierte Differenz aus Kiesabbau und Aushubablagerung verläuft zunächst stark in den positiven Bereich, ab ca. dem Jahr 2030 geht diese aber wieder zurück und erreicht im Jahr 2050 beinahe wieder den Ausgangszustand. Dies bedeutet, dass zunächst mehr Aushubmaterial anfällt als Kies abgebaut wird. Danach kehrt sich diese Bilanz um: Ab dem Jahr 2030 wird mehr Kies abgebaut als Aushubmaterial abgelagert wird. Da die Kiesabbauengen und die Aushubablagerungen sehr nahe beieinander liegen, führen schon kleine Veränderungen zu einer Umkehrungen der Situation. So führt der im Vergleich zum Kiesabbau stärkere Rückgang beim Aushubanfall ab 2030 zu einer entsprechenden Veränderung der Bilanz. In der kumulierten Differenz sind die Aushubvolumen, welche aus allfälligen Grossprojekten stammen, nicht berücksichtigt. Diese können einen grossen Einfluss auf die Entwicklung der kumulierten Differenz haben.

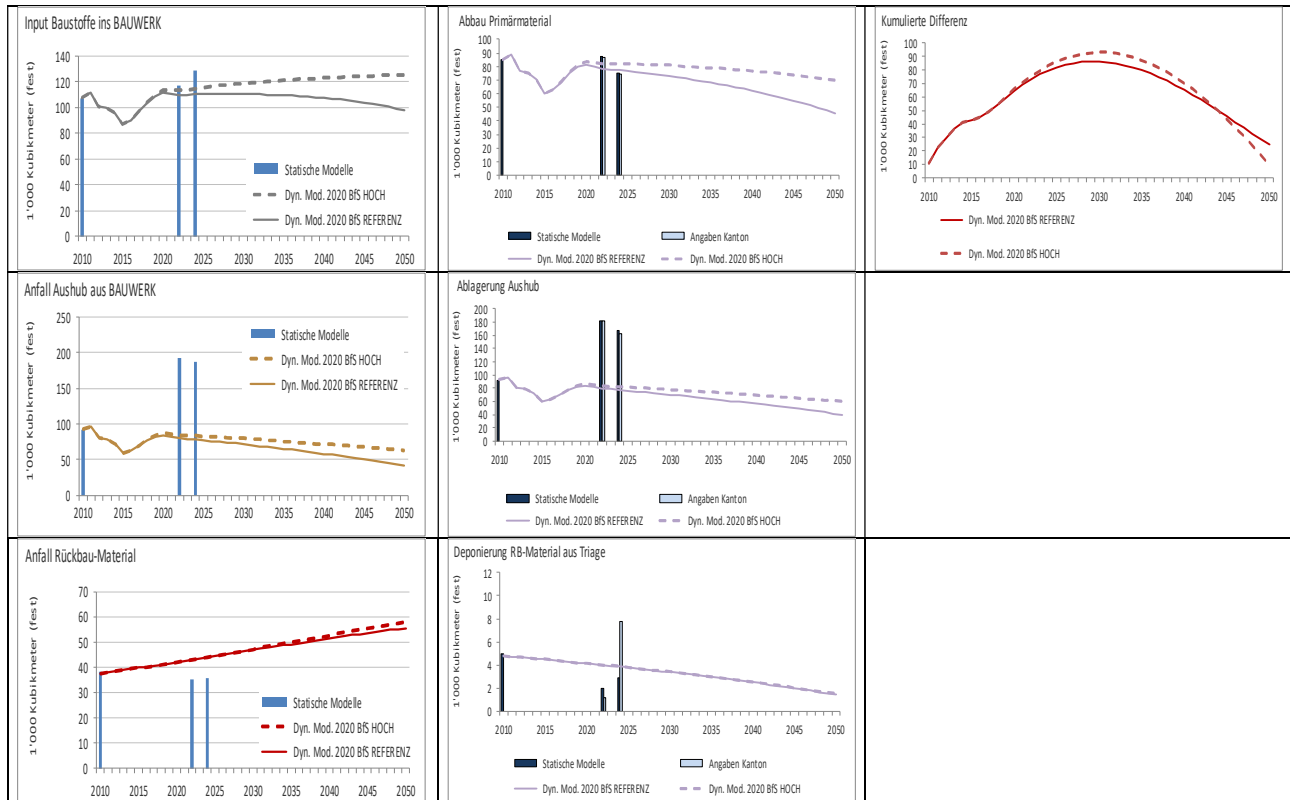


Abbildung 16: Resultate aus der dynamischen Modellierung der Materialflüsse in der Region Maloja für die Szenarien REFERENZ (ausgezogene Linien) und HOCH (gestrichelte Linien). Angaben in 1'000 m³ Festmass.

3.2.7 Materialflüsse in der Region Moesa

Statisches Modell

Die durchschnittliche Neubaurate in der Region Moesa (in Bezug auf die zugebauten Gebäudevolumen) lag in den vergangenen Jahren (2017 – 2021) bei rund 0.35% bezüglich des Gebäudebestandes. Damit die Materialflüsse aufgehen, wurde für das Jahr 2024 mit einer Neubaurate 0.2% gerechnet. Im Tiefbau wurde eine Neubaurate von 0.3% eingesetzt, um die Baustoff- und Aushubmaterialflüsse in Einklang mit den erhobenen Materialmengen zu bringen.

Die Materialflüsse in der Region Moesa bewegen sich insgesamt auf tiefem Niveau, ausser beim Aushubanfall (Abbildung 17). Dieser lag im Jahr 2022 bei rund 13'000 m³ und nahm im 2024 auf 53'000 m³ zu, was einer Vervierfachung gegenüber 2022 entspricht. Aus diesem Grund musste angenommen werden, dass 41'000 m³ Aushubmaterial aus Grossprojekten oder aus Naturereignissen stammen. Letzteres dürfte wohl der Fall gewesen sein, weil es im Juni 2024 zu grösseren Murgängen kam, bei denen unter anderem auch die Nationalstrasse A13 beschädigt wurde.

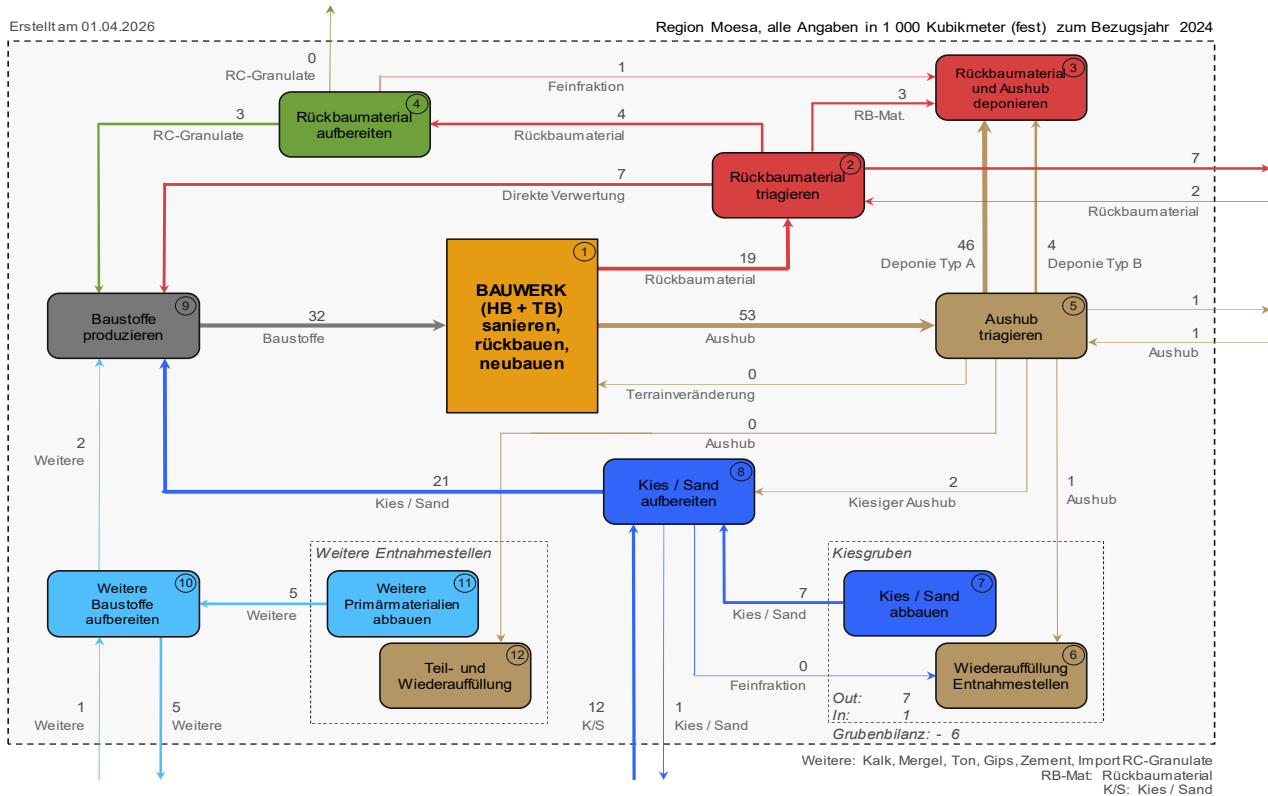


Abbildung 17: Mit dem statischen Modell modellierte Materialflüsse in der Region Moesa für das Bezugsjahr 2024. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Dynamisches Modell

Die Entwicklungen des Baustoffinputs, des Aushubanfalls, des Primärmaterialabbaus und der Aushubablagerung verlaufen in der Region Moesa für beide Modellszenarien abnehmend (Abbildung 18), weil die Bevölkerung gemäss den Bevölkerungsentwicklungsszenarien bis 2050 abnehmen wird.

Die Übereinstimmung der Resultate aus den statischen Modellen (Säulen) und der dynamischen Modellierung der Materialflüsse (Linien) ist für den Baustoffbedarf und den Primärmaterialabbau gut. Der Rückbaumaterialanfall bewegt sich jeweils stark um die modellierte Entwicklung.

Die Abweichung beim Aushubanfall und bei der Aushubablagerung sind auf die ausserordentlichen Rahmenbedingungen im Bezugsjahr 2024 zurückzuführen. Der mit den Murgängen verbundene Anstieg beim Aushubanfall im Jahr 2024 führte auch zu erhöhten Aushubablagerungen. Aus diesem Grund müssen die Modellparameter vorerst nicht angepasst werden. Bei normalen Rahmenbedingungen sollte sowohl der Aushubanfall als auch die Aushubablagerung auf das Niveau von 2022 zurückgehen.

Die kumulierte Differenz aus dem Kiesabbau und Aushubablagerung verläuft unter den modellierten Rahmenbedingungen in den positiven Bereich, was bedeutet, dass «Aushubhügel» entstehen würden, weil weniger Kies abgebaut als Aushubmaterial abgelagert wird. Diese «Aushubhügel» würden gar noch wachsen, wenn ein Teil des Kieses nicht in Kiesgruben abgebaut, sondern aus Gewässern entnommen würde.

Da sich in der Region die Materialflüsse auf einem relativ tiefen Niveau bewegen, können schon kleine Änderungen bei den Importen oder Exporten oder bei der Realisierung von Grossprojekten starke Auswirkungen auf die inneren Materialflüsse haben.

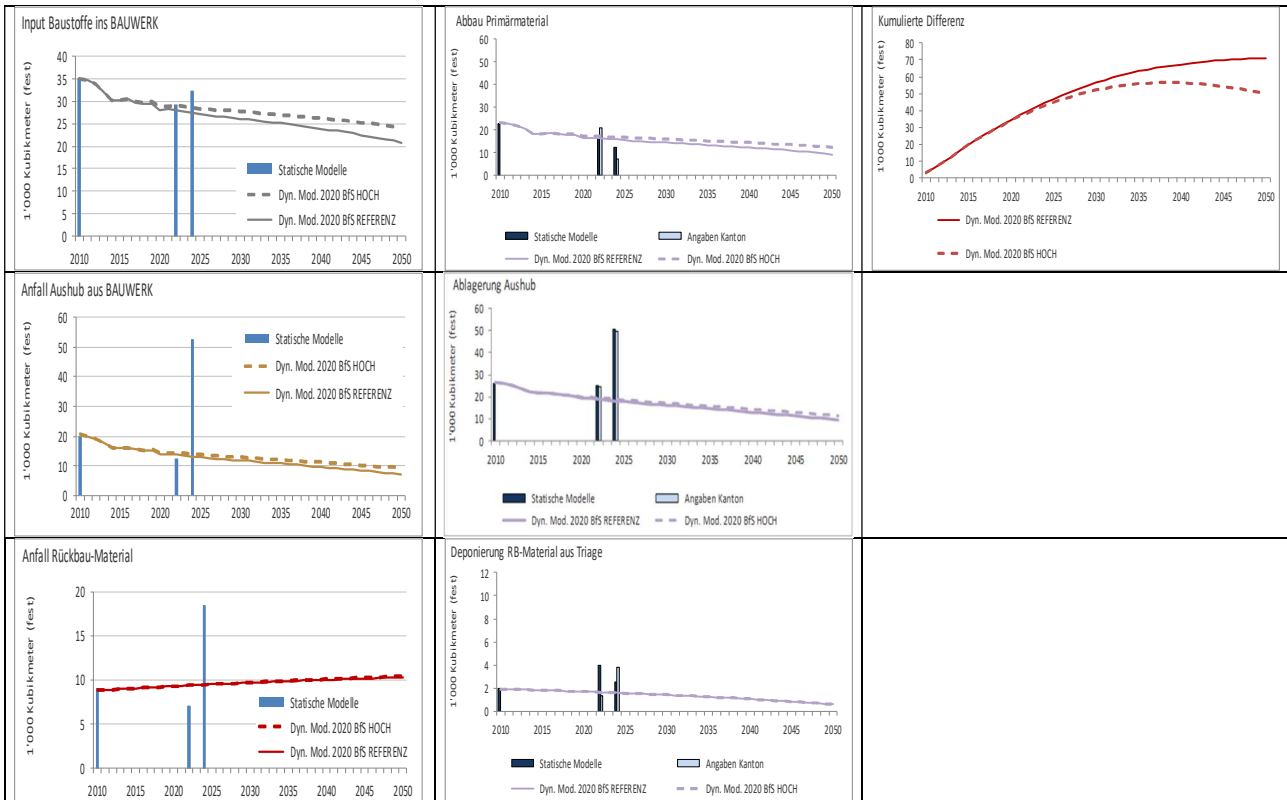


Abbildung 18: Resultate aus der dynamischen Modellierung der Materialflüsse in der Region Moesa für die Szenarien REFERENZ (ausgezogene Linien) und HOCH (gestrichelte Linien). Angaben in 1'000 m³ Festmass.

3.2.8 Materialflüsse in der Region Plessur

Statisches Modell

In der Region Plessur lag die durchschnittliche Neubaurate im Hochbau in den vergangenen Jahren (2017 – 2021) bei rund 0.76% wobei die jährlichen Schwankungen recht gross waren (0.39% – 1.08%). Damit die Materialflüsse aufgehen, wurde für das Jahr 2024 mit einer Neubaurate 0.85% gerechnet. Im Tiefbau wurde eine Neubaurate von 1.1% eingesetzt, um die Baustoff- und Aushubmaterialflüsse in Einklang mit den erhobenen Materialmengen zu bringen.

Die Modellierung der Materialflüsse liefert insgesamt nachvollziehbare Ergebnisse (Abbildung 19). Allerdings liegt der Aushubanfall eher im unteren Bereich, wenn man diesen in Bezug zum Baustoffbedarf setzt. Im Vergleich zum Jahr 2022, in dem mit 228'000 m³ sehr viel Aushubmaterial angefallen ist, waren es im Bezugsjahr 2024 nur 74'000 m³, was einer Reduktion von knapp 70% entspricht.

Auch diese Region ist durch relativ starke Importe/Exporte sämtlicher Materialkategorien über die regionalen Grenzen geprägt. Die Region war im Bezugsjahr 2024 ein Nettoimporteur sowohl von Kies (Nettoimport: 28'000 m³) als auch von Aushubmaterial (Nettoimport: 14'000 m³). Da knapp 45% des anfallenden Aushubmaterials aufbereitet wurde, gelangten nur 37'000 m³ in die Rekultivierung. Es resultiert eine leicht negative Grubenbilanz von -15'000 m³.

Die Region ist ein starker Nettoexporteur von Rückbaumaterialien. Sie exportiert auf Nettobasis rund 55% des Rückbaumaterialanfalls. Deshalb ist auf den ersten Blick der Anteil an RC-Baustoffen am Baustoffbedarf kleiner 10%. Es ist aber davon auszugehen, dass die Region RC-Granulate aus anderen Regionen (v.a. Regionen Landquart und Imboden) bezieht. Diese sind vermutlich in den ausgewiesenen Kiesimporten

enthalten, können jedoch nicht beziffert werden. Es könnte aber durchaus sein, dass 30'000 – 40'000 m³ Rückbaustoffe als «Kies» in die Region Plessur importiert wurden.

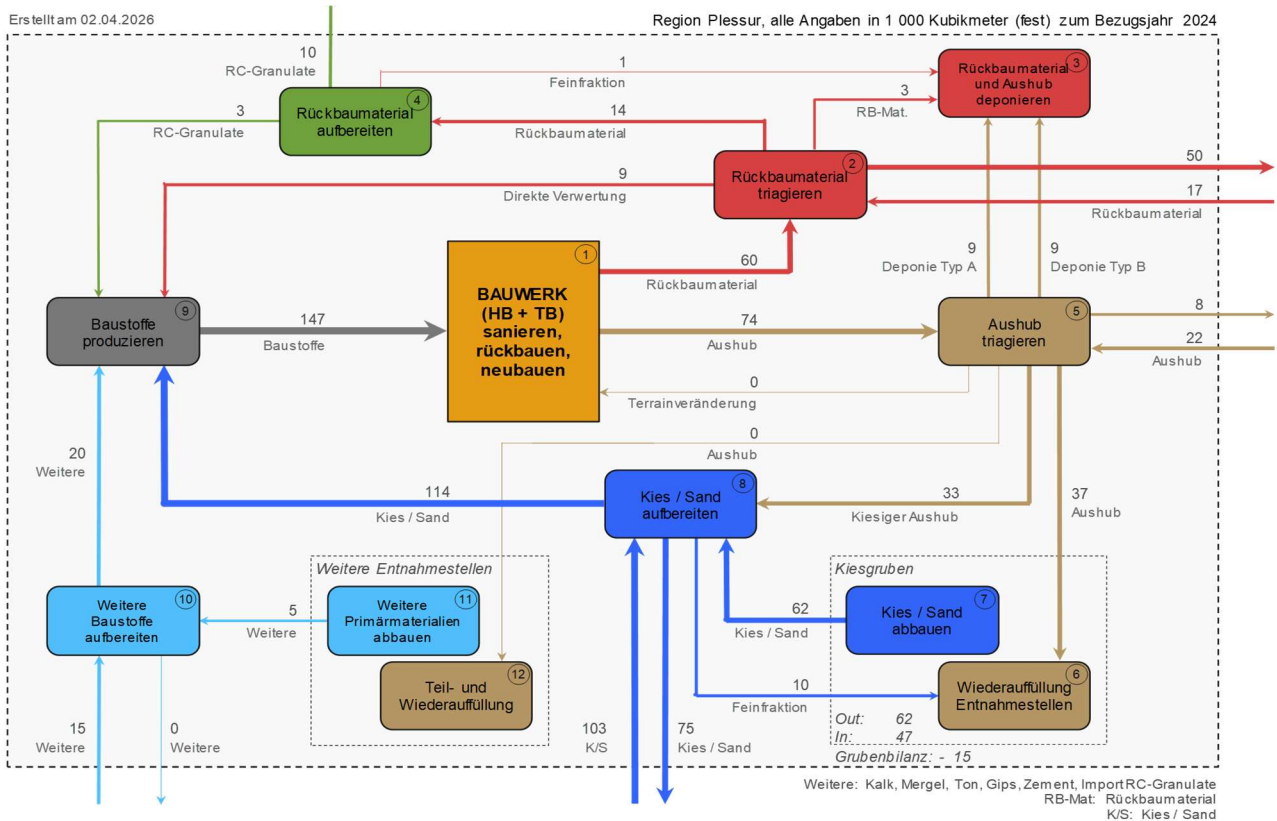


Abbildung 19: Mit dem statischen Modell modellierte Materialflüsse in der Region Plessur für das Bezugsjahr 2024. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Dynamisches Modell

Für die Region Plessur stehen nun bereits Daten für die Bezugsjahre 2020, 2021, 2022 und 2024 zur Verfügung. Der Vergleich dieser Daten (hell- und dunkelblaue Säulen) mit der modellierten Entwicklung der Materialflüsse (Linien) zeigt, dass die modellierten Entwicklungen bei allen Materialflüssen im Bereich der einzelnen Jahre liegen (Abbildung 20). Die Materialflüsse der einzelnen Jahre können aber stark variieren.

Beim Baustoffbedarf und beim Aushubanfall liegen die Werte für das Bezugsjahr 2024 wieder recht nahe an den modellierten Entwicklungen dieser Materialflüsse. Somit waren die Jahre 2021 und 2022 vermutlich durch überdurchschnittliche Bautätigkeiten oder besonders materialintensive Bauprojekte geprägt.

Der Rückbaumaterialanfall war in der Region Plessur im Jahr 2024 eher überdurchschnittlich, trotzdem gelangte gemäss modellierten Materialflüssen weniger Material in die Deponierung. Hier ist zu erwähnen, dass gemäss Datenerhebung nur sehr geringe Mengen an Rückbaumaterial deponiert wurden, was bedeutet, dass dieses Material in andere Regionen exportiert wurde.

Die kumulierte Differenz entwickelt sich in der Region Plessur stark in den negativen Bereich und erreicht gemäss Modell einen Wert von rund -2 Mio. Kubikmetern Festmass im Jahr 2050. Die kumulierte Differenz würde sich drastisch ändern, wenn die Entwicklung der Aushubmenge in die Ablagerung im dynamischen Modell auf das Niveau der Bezugsjahre 2021 und 2022 hochgesetzt würde. Damit würden jährlich rund 100'000 m³ mehr Aushub in der Region abgelagert. Die kumulierte Differenz würde vermutlich leicht im positiven Bereich verlaufen. Da sich die Aushubmenge in die Ablagerung im Bezugsjahr 2024 nun aber wieder der modellierten Entwicklung annähert, kann davon ausgegangen werden, dass sich die kumulierte Differenz gemäss der Modellierung entwickelt.

Es sind somit vorerst keine Anpassungen bei den Modellparametern im dynamischen Modell notwendig.

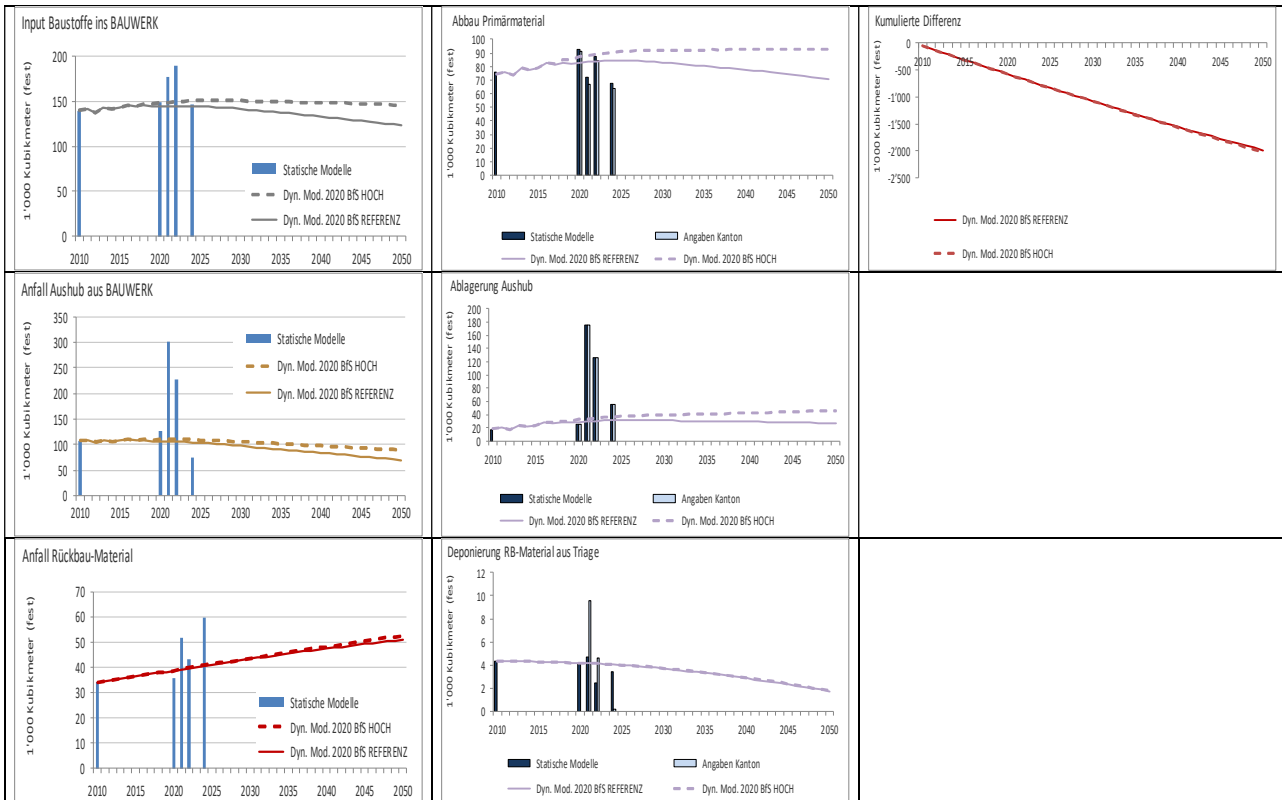


Abbildung 20: Resultate aus der dynamischen Modellierung der Materialflüsse in der Region Plessur für die Szenarien REFERENZ (ausgezogene Linien) und HOCH (gestrichelte Linien). Angaben in 1'000 m³ Festmass.

3.2.9 Materialflüsse in der Region Prättigau/Davos

Statisches Modell

Das Modell liefert wiederum für sämtliche Baustoffflüsse nachvollziehbare Materialflüsse, welche im Bereich der durchschnittlichen Werte von verschiedenen Kantonen liegt (Tabelle A. 9). Im Vergleich zu den anderen Regionen bewegen sich die Import- und Exportflüsse in Bezug auf den Kiesabbau und den Aushub- und Rückbaumaterialanfall auf tieferem Niveau. Nur der Nettoexport von Kies ist diesbezüglich etwas höher.

Die durchschnittliche Neubaurate (in Bezug auf die zugebauten Gebäudevolumen) lag in den vergangenen Jahren (2017 – 2021) bei rund 0.7% bezüglich des Gebäudebestandes und wurde so beibehalten. Im Tiefbau wurde eine Neubaurate von 0.8% eingesetzt, um die Baustoff- und Aushubmaterialflüsse in Einklang mit den erhobenen Materialmengen zu bringen.

In der Abbildung 21 ist zu erkennen, dass der Baustoffbedarf rund 30% höher liegt als der Aushubanfall. Damit bewegt sich dieses Verhältnis im Bereich des durchschnittlichen Verhältnisses der Mittellandkantone. Insgesamt bewegen sich der Baustoffbedarf sowie der Aushub- und Rückbaumaterialanfall auf etwas höherem Niveau als im Jahr 2022, was auf die höhere Neubaurate im Tiefbaubereich zurückzuführen ist.

Trotz des höheren Baustoffbedarfs im Bezugsjahr 2024 wurde im Vergleich zum Jahr 2022 weniger Kies abgebaut. Dies ist darauf zurückzuführen, dass auf Nettobasis mit 14'000 m³ deutlich weniger Kies exportiert wurde als im Jahr 2022 (Nettoexport von Kies: 32'000 m³).

Der RC-Anteil am Baustoffbedarf liegt wie bereits im Jahr 2022 bei rund 20%. Dieser Anteil bewegt sich eher am unteren Rand der Bandbreite der Mittellandkantone. Dies liegt jedoch nicht an einer niedrigen Recyclingrate, sondern daran, dass insbesondere die Rückbauraten in der Region bzw. im gesamten Kanton

Graubünden meistens niedriger liegen als in anderen Kantonen, vor allem in Kantonen mit grossen Städten und städtischen Agglomerationen.

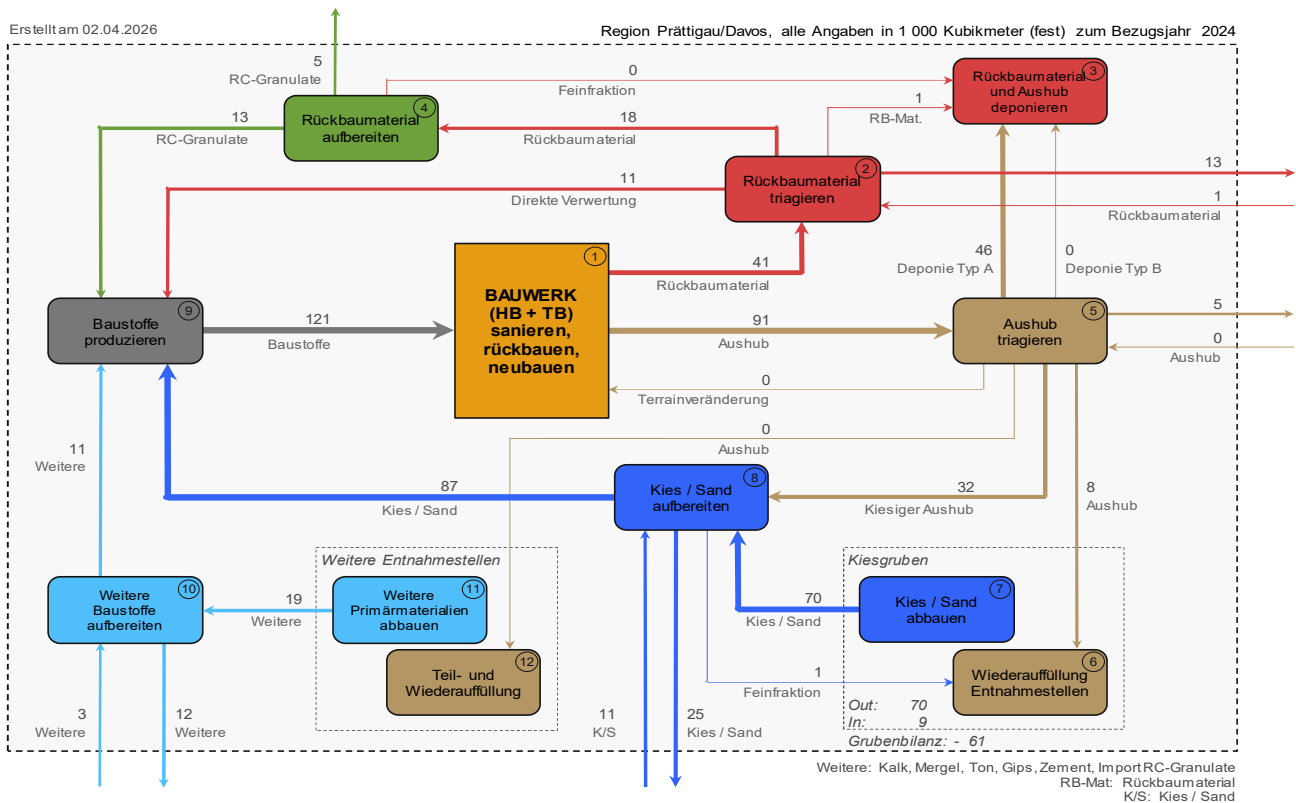


Abbildung 21: Mit dem statischen Modell modellierte Materialflüsse in der Region Prättigau/Davos für das Bezugsjahr 2024. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Dynamisches Modell

Die Entwicklung des Baustoffinputs und des Aushubanfalls verläuft in der Region Prättigau/Davos je nach Szenario zunehmend (Szenario HOCH) oder leicht abnehmend (Szenario REFERENZ) (Abbildung 21). Da die Entwicklungen dieser Materialflüsse von der Bevölkerungsentwicklung in der Region abhängig sind und insbesondere im Szenario HOCH ein deutliches Bevölkerungswachstum prognostiziert wird, steigen die Materialflüsse in diesem Szenario recht stark an.

Der Rückbaumaterialanfall nimmt bei beiden Szenarien kontinuierlich zu, weil der Gebäudebestand kontinuierlich wächst. Der Unterschied zwischen den zwei Szenarien ist deshalb nur gering.

Die kumulierte Differenz aus dem Kiesabbau und der Aushubablagerung verläuft relativ stark in den negativen Bereich. Es entstehen somit «Gruben». Sollte in der Region Kies aus Gewässern entnommen werden, dann resultiert eine weniger negative «kumulierte Differenz». Die Region könnte allenfalls auch Aushubmaterial aus anderen Regionen importieren, um ihre Gruben zu füllen. Allerdings dürfte dies nur sinnvoll sein, falls die Transportdistanzen nicht zu gross wären, was in der Region Prättigau/Davos nicht zutreffen dürfte.

Die Deponierung von Rückbaumaterial nimmt kontinuierlich ab, weil angenommen wird, dass die Verwertungsquoten in der Region künftig noch etwas ansteigen werden. Gemäss den Erhebungen gelangt teilweise kein Material in die Deponien in der Region, was bedeutet, dass dieses in andere Regionen exportiert wird. Im Modell wird trotzdem angenommen, dass dieses Material zumindest teilweise in der Region Prättigau/Davos abgelagert wird.

Insgesamt liegen die modellierten Entwicklungen der Materialflüsse im Bereich der Säulen, zudem gibt es neben dem Startjahr 2010 erst für die zwei Bezugsjahre 2022 und 2024 Resultate aus den statischen Modellen. Aus diesem Grund sind noch keine Änderungen von Modellparametern im dynamischen Modell notwendig.

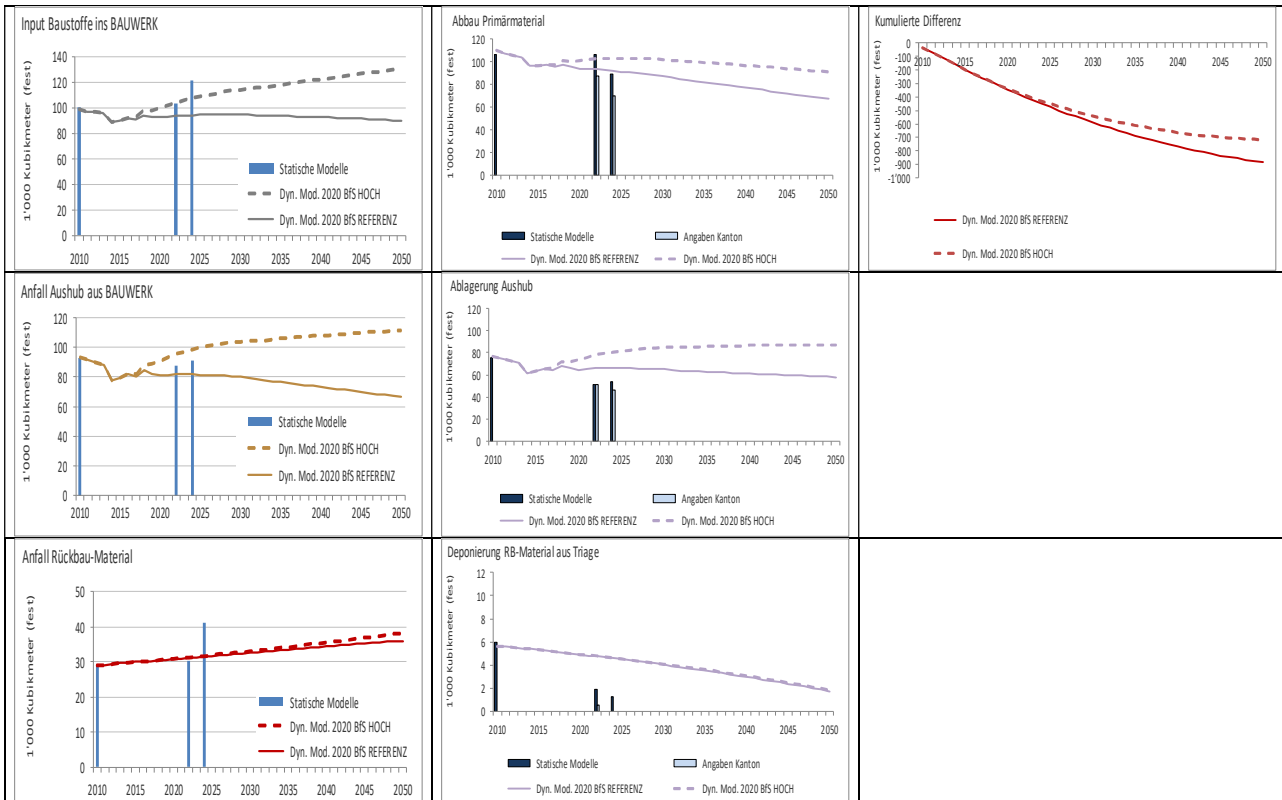


Abbildung 22: Resultate aus der dynamischen Modellierung der Materialflüsse in der Region Prättigau/Davos für die Szenarien REFERENZ (ausgezogene Linien) und HOCH (gestrichelte Linien). Angaben in 1'000 m³ Festmass.

3.2.10 Materialflüsse in der Region Surselva

Statisches Modell

Die Modellierung der Region Surselva zeigt, dass die Materialflüsse vor allem durch die Bautätigkeit im Tiefbau/Strassenbau geprägt sein dürften. Die durchschnittliche Neubaurate (in Bezug auf die zugebauten Gebäudevolumen) lag in den vergangenen Jahren (2017 – 2021) bei rund 0.55% bezüglich des Gebäudebestandes. Für das Jahr 2024 wurden eine Neubaurate von 0.4% eingesetzt. Für den Tiefbau wurde eine Neubaurate von 0.8% eingesetzt.

Der Baustoffbedarf und der Aushubanfall haben sich im Vergleich zum Jahr 2022 nur unwesentlich verändert. Der Rückbaumaterialanfall hat sich hingegen von 32'000 m³ auf 66'000 m³ verdoppelt (Abbildung 23). Aus diesem Grund sind die Rückbaumaterialexporte in die Nachbarregionen von 4'000 m³ auf 39'000 m³ angestiegen. Trotz den relativ tiefen Neubau- und Rückbauquoten im Hochbau ist der Baustoffbedarf als auch der Aushub- und Rückbaumaterialanfall im Vergleich zum Mittelwert von 10 Kantonen relativ hoch (Tabelle A. 10). Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass der Kanton Graubünden wie auch die Region Surselva überdurchschnittlich grosse Strassenlängen aufweisen. Diese müssen zudem intensiver unterhalten werden, was zu deutlich höheren Materialumsätzen führt. Hinzu kommt der Materialbedarf zum Unterhalt/Neubau der Bahninfrastruktur der rhätischen Bahn, welcher nicht zu vernachlässigen ist.

Das Verhältnis von Baustoffbedarf und Aushubanfall bewegt sich in einem nachvollziehbaren Bereich.

Der RC-Anteil von rund 18% am gesamten Baustoffbedarf liegt relativ tief trotz bereits hohen Verwertungsquoten. Der geringe Anteil ist vielmehr auf die tiefen Rückbau- und Sanierungsraten im Hochbaubereich zurückzuführen. Zudem können RC-Baustoffe auch im Primärmaterial enthalten sein, weil diese teilweise in

die Produktion von Baustoffen integriert werden, ohne dass diese als RC-Baustoffe deklariert werden (z.B. bei der Asphaltproduktion).

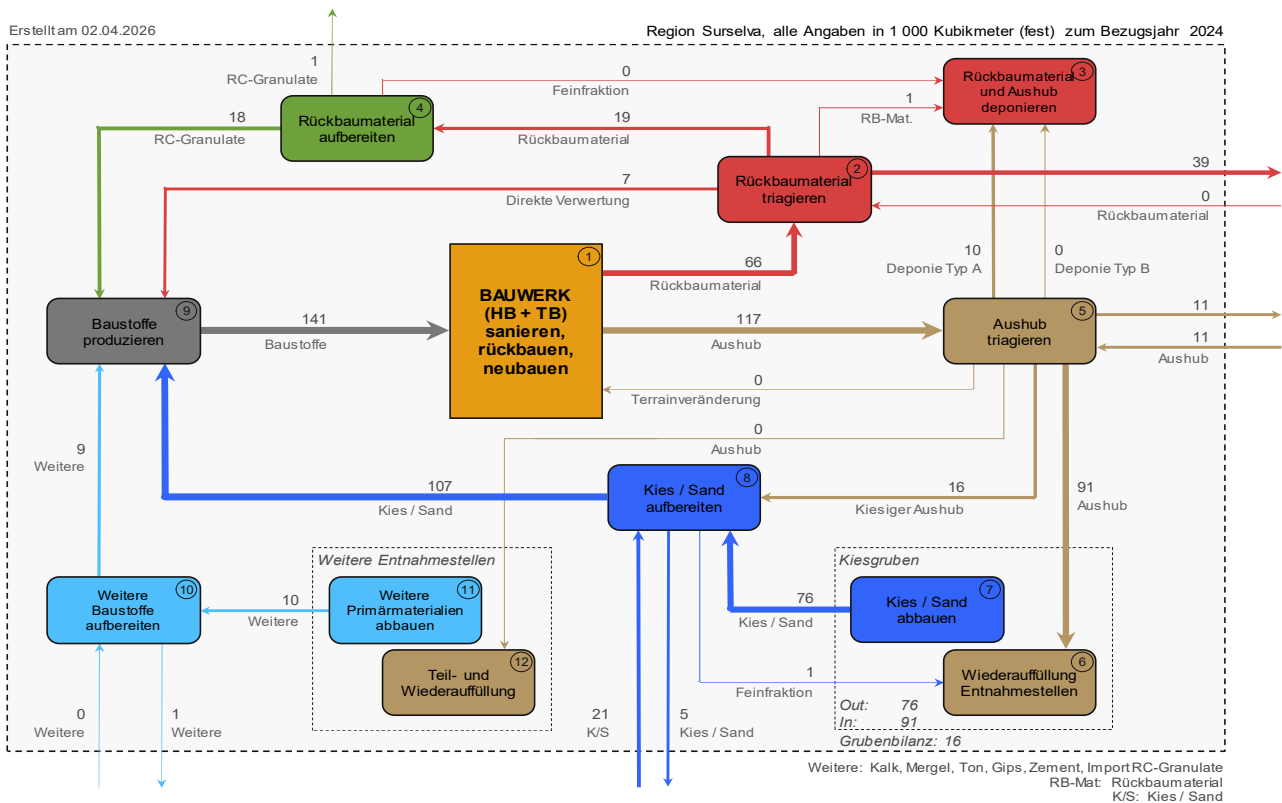


Abbildung 23: Mit dem statischen Modell modellierte Materialflüsse in der Region Surselva für das Bezugsjahr 2024. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Dynamisches Modell

Die Entwicklungen des Baustoffinputs und des Primärmaterialabbaus verlaufen in der Region Surselva aufgrund der Bevölkerungsentwicklung für das Szenario REFERENZ abnehmend und für das Szenario HOCH zunächst leicht ansteigend und dann abnehmend (Abbildung 24). Die Aushubflüsse nehmen bei beiden Szenarien ab, weil diese zu grösseren Anteilen aus dem Hochbaubereich stammen und die Schrumpfung der Bevölkerung zu einer geringeren Bautätigkeit im Hochbau führen wird.

Wie bereits bei anderen Regionen erwähnt, nimmt der Rückbaumaterialanfall bei beiden Szenarien kontinuierlich zu, weil der Gebäudebestand kontinuierlich wächst. Auch bei gleichbleibenden Sanierungs- und Rückbauraten nimmt deshalb der Rückbaumaterialanfall stetig zu. Trotz dieses Anstieges wird in Zukunft weniger Rückbaumaterial deponiert, weil im dynamischen Modell davon ausgegangen wird, dass die Verwertungsquoten aufgrund der eingeleiteten Massnahmen weiter ansteigen werden. Im Jahr 2024 liegen die Werte deutlich höher als die modellierte Entwicklung. Wie erwähnt, dürfte dies auf ein grösseres Ersatzneubau- oder Sanierungsprojekt im Strassenbau oder in der Bahninfrastruktur zurückzuführen sein.

Die kumulierte Differenz aus dem Kiesabbau und Aushubablagerung verläuft unter den modellierten Rahmenbedingungen zunächst in den positiven Bereich. Ab 2030 bzw. 2035 reduziert sich die kumulierte Differenz in beiden Szenarien wieder, wobei im Szenario HOCH eine Reduktion bis zum Ausgangsniveau resultiert.

Die modellierten Entwicklungen der Materialflüsse im dynamischen Modell stimmen bis auf den Rückbaumaterialanfall gut mit den einzelnen Bezugsjahren überein. Es sind deshalb noch keine Änderungen von Modellparametern im dynamischen Modell notwendig.

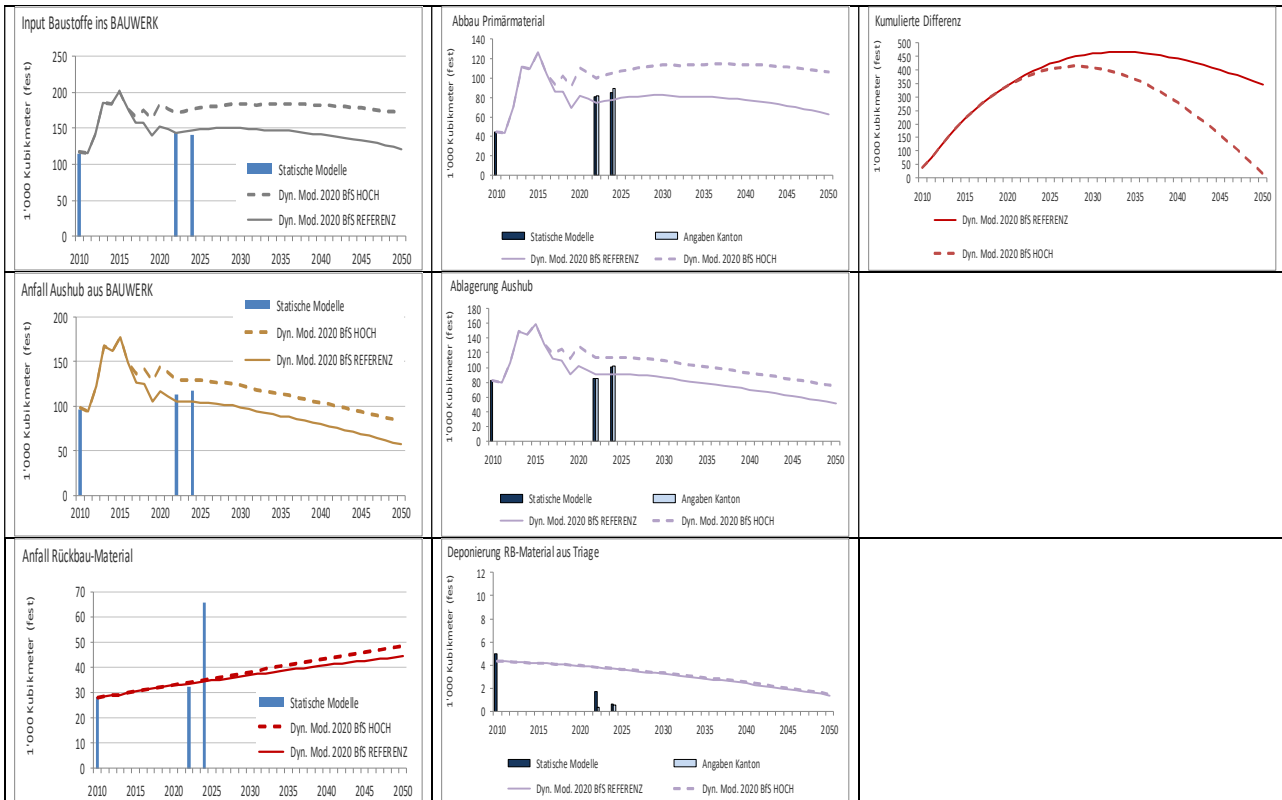


Abbildung 24: Resultate aus der dynamischen Modellierung der Materialflüsse in der Region Surselva für die Szenarien REFERENZ (ausgezogene Linien) und HOCH (gestrichelte Linien). Angaben in 1'000 m³ Festmass.

3.2.11 Materialflüsse in der Region Viamala

Statisches Modell

Die Bautätigkeit in der Region Viamala bewegte sich im Bezugsjahr 2024 sowohl im Hoch- als auch im Tiefbau in etwa auf dem Niveau von 2022. Die durchschnittliche Neubaurate im Hochbau lag in den vergangenen Jahren (2017 – 2021) bei rund 0.58% bezüglich des Gebäudebestandes. Für das Bezugsjahr 2024 wurde eine Neubaurate von 0.50% eingesetzt. Die Neubaurate im Tiefbau wurde wie im Jahr 2022 ebenfalls auf 0.5% gesetzt. Damit die Materialflüsse über alle Prozesse aufgehen, wurde angenommen, dass 30'000 m³ Aushubmaterial aus Grossprojekten stammen. Im Jahr 2024 wurden diverse Sicherheitsstollen in der Region Viamala realisiert, deshalb ist die erwähnte Annahme zu den Grossprojekten durchaus nachvollziehbar.

Der Baustoffbedarf und der Aushubanfall lag im Jahr 2024 um ca. 20% höher als im Jahr 2022, was vermutlich auf die Realisierung der zuvor erwähnten Sicherheitsstollen zurückzuführen ist (Abbildung 25). Der Rückbaumaterialanfall stieg von 37'000 m³ (2022) auf 58'000 m³ an. Der grösste Teil davon, nämlich 50'000 m³ wurden vor allem in die Nachbarregionen, d.h. vor allem in die Region Imboden exportiert.

Der Baustoffbedarf sowie der Aushub- und Rückbaumaterialanfall auf pro-Kopf-Basis ist in der Region Viamala deutlich höher als in den Mittellandkantonen (Tabelle A10.11), was einerseits mit der Lage in den Bergen erklärt werden kann, andererseits ist auch der Strassen- und Bahntrassenunterhalt in den Bergregionen materialintensiver.

Das Verhältnis von Baustoffbedarf und Aushubanfall bewegt sich im Bereich der Mittellandkantone. Vom anfallenden Aushub werden knapp 25% verwertet, d.h. dieser wird gewaschen und die Kiesfraktion wird in den Baustoffkreislauf zurückgeführt.

Die Region weist relativ ausgeglichene Materialimporte -und exporte auf, was darauf hindeutet, dass sich die Region weitgehend autark versorgen kann.

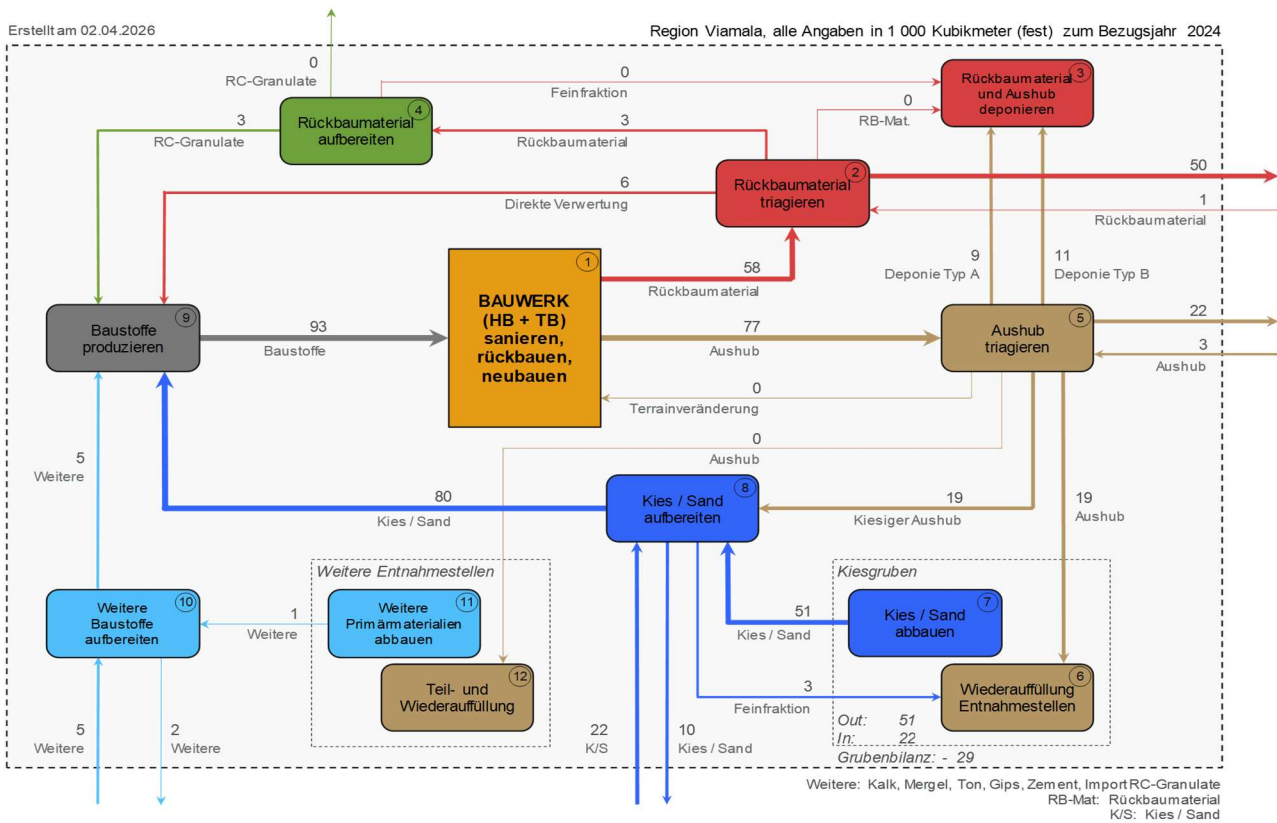


Abbildung 25: Mit dem statischen Modell modellierte Materialflüsse in der Region Viamala für das Bezugsjahr 2024. Angaben in 1'000 m³ (Festmass).

Dynamisches Modell

In der Region Viamala verläuft die Bevölkerungsentwicklung in den kommenden Jahren zunächst leicht ansteigend und nach 2035 leicht abnehmend. Die Unterschiede zwischen den beiden Szenarien REFERENZ und HOCH sind gering (Abbildung 26). Der Baustoffbedarf nimmt bis 2050 leicht und die Aushubflüsse nehmen stärker ab, wobei keine wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden Szenarien festzustellen sind. Die Aushubflüsse nehmen bei beiden Szenarien stärker ab, weil diese zu grösseren Anteilen aus dem Hochbaubereich stammen und das geringe Bevölkerungswachstum zu einer schwachen Bautätigkeit im Hochbau führen wird.

Der Rückbaumaterialanfall nimmt bei beiden Szenarien aus genannten Gründen kontinuierlich zu, deshalb gelangt immer mehr Rückbaumaterial in den Baustoffkreislauf zurück. Dies ist wiederum der Grund warum der Primärmaterialabbau deutlich stärker abnimmt als der Baustoffbedarf.

Insgesamt liegen die Säulen des Bezugsjahres 2024 über den modellierten Entwicklungen der Materialflüsse, was auf spezielle Rahmenbedingungen in diesem Jahre hindeuten könnte, welche zumindest teilweise mit der Realisierung von ausserordentlichen Grossprojekten zusammenhängen könnte.

Die kumulierte Differenz aus dem Kiesabbau und Aushubablagerung verläuft unter den modellierten Rahmenbedingungen zunächst in den positiven Bereich. Ab dem Jahr 2030 reduziert sich die kumulierte Differenz in beiden Szenarien wieder und endet im Jahr 2050 in etwa im Bereich des Ausgangspunkts des Jahres 2010.

Auch hier wird sich in den kommenden Jahren zeigen, ob die modellierten Entwicklungen der Materialflüsse im dynamischen Modell mit den einzelnen Bezugsjahren weiter übereinstimmen. Derzeit müssen die Modellparameter im dynamischen Modell nicht angepasst werden.

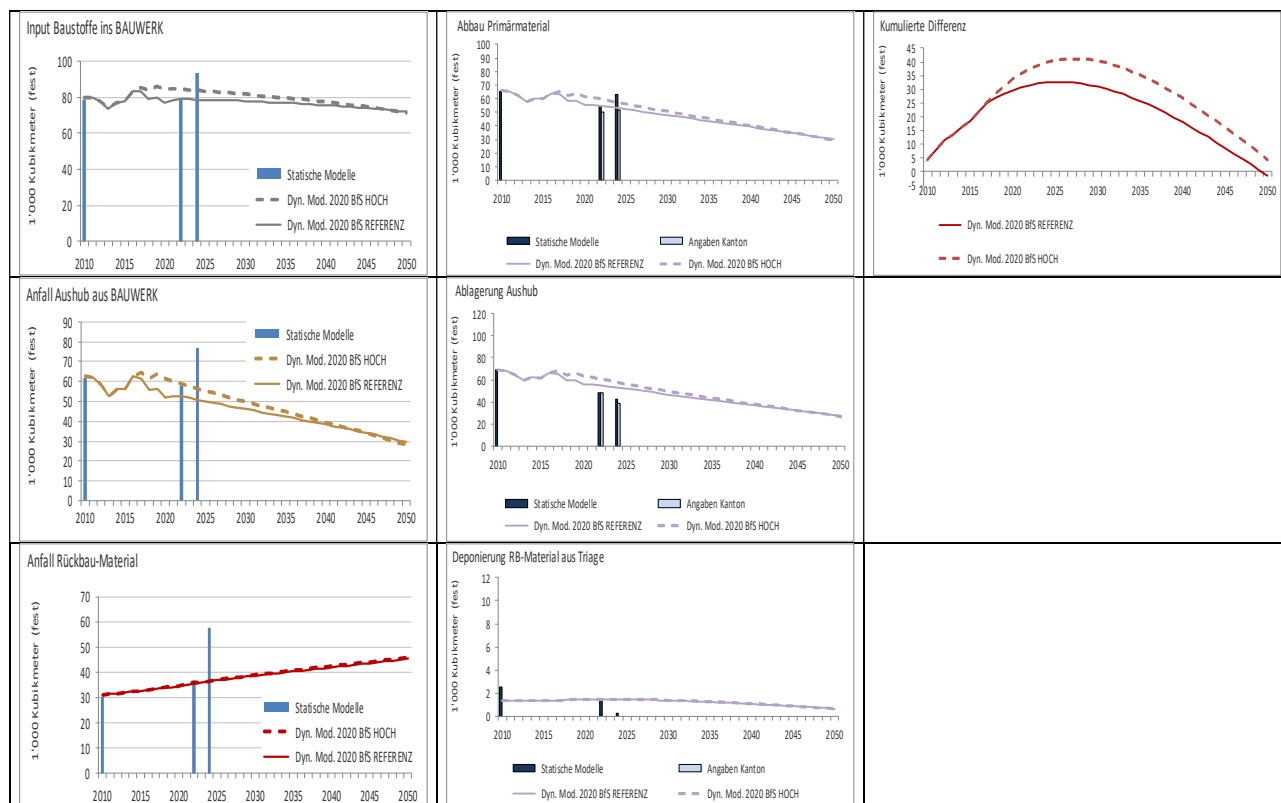


Abbildung 26: Resultate aus der dynamischen Modellierung der Materialflüsse in der Region Viamala für die Szenarien REFERENZ (ausgezogene Linien) und HOCH (gestrichelte Linien). Angaben in 1'000 m³ Festmass.

4. Fazit und Ausblick

4.1 Fazit

Die regionalen Modelle liefern für die meisten Regionen nachvollziehbare Materialflüsse. Teilweise sind zwar erhebliche Unterschiede zwischen erhobenen und modellierten Materialflüssen festzustellen (siehe Tabellen A.1 – A.11 im Anhang). Dies kann darauf hinweisen, dass in einigen Regionen eventuell noch nicht alle erhobenen Materialflüsse stimmig sind. Der Vergleich der modellierten zeitlichen Entwicklung der Materialflüsse bis zum Jahr 2050 im dynamischen Modell mit den einzelnen modellierten Bezugsjahren, zeigt jedoch für fast alle Regionen eine gute Übereinstimmung. Abweichungen bei einigen spezifischen Materialflüssen können mit ausserordentlichen Ereignissen wie die Realisierung von grösseren Bauprojekten in einer Region oder Naturereignissen wie Murgänge und der damit verbundenen Entsorgung des Geschiebes erklärt werden. Eine wesentliche Erkenntnis aus der Modellierung ist deshalb, dass die statischen als auch die dynamischen Modelle mit den Daten validiert werden können.

In der untenstehenden Tabelle 1 sind die erhobenen Daten aus den elf Regionen und jeweils das Total für den Kanton Graubünden für das Bezugsjahr 2024 zusammengefasst. Beim «Kiesabbau» ist zu erkennen, dass insgesamt etwas mehr als ein Drittel des Kiesabbaus von 575'000 m³ (2022: 722'000 m³) aus der Entnahme von Gewässern stammt. Es ist wichtig, diesen Anteil zu kennen, weil im Gegensatz zum abgebauten Kies das entstehende Volumen bei der Entnahme aus Gewässern kaum für die Ablagerung von Aushub zur Verfügung steht. Für die fehlenden Volumina müssen Aushubdeponien geschaffen werden.

Die Region Landquart sticht beim Abbau «Weitere Primärmaterialien» hervor. In dieser Region wird Kalk- und Mergel zur Zementproduktion abgebaut.

Im Kanton Graubünden wurden im Jahr 2024 rund 927'000 m³ Aushub abgelagert (2022: 1'136'000 m³) oder aufbereitet. Der Anteil an aufbereitetem Aushub lag bei knapp 18%.

Tabelle 1: Vergleich der erhobenen Materialflüsse für die einzelnen Regionen und das Total für den Kanton Graubünden für das Bezugsjahr 2024. Angaben in Kubikmetern Festmass.

Abbau Primärmaterialien	Imboden	Plessur	Landquart	Albula	Bernina	Eng/Val M.	Maloja	Moesa	Prättigau	Surselva	Viamala	Kanton GR
Abbau Kies / Sand	23'038	63'663	113'799	45'955	23'333	45'436	73'142	-	70'281	80'040	35'955	574'642
davon Entnahme aus Gewässer	6'000	13'394	22'332	30'802	-	39'889	8'555	-	65'645	14'375	1'692	202'684
Abbau "Weitere Primärmaterialien"	4'895	-	246'673	3'719	-	15'050	1'425	11'969	-	8'826	15'391	307'948
davon Fels (Kalk, Mergel, ...)	-	-	246'673	-	-	-	-	-	-	-	-	246'673
davon Ton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
davon Gips	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
davon andere, zB Hartgesteine, ...	4'895	-	-	3'719	-	15'050	1'425	11'969	-	8'826	15'391	61'275
Ablagerung Aushub												
Unerschmutzter Aushub in Kiesgruben (Rekultivierung)	115'025	37'026	83'478	4'079	-	-	-	-	-	35'178	18'822	293'608
Unerschmutzter Aushub in "Weitere Abbaustellen" (Rekultivierung)	-	-	-	-	-	-	-	-	63	-	-	63
Kiesiger Aushub in Aufbereitung	6'000	34'798	15'629	14'698	3'187	16'484	22'171	-	31'215	-	19'130	163'312
Aushub in Deponien Typ A	67	9'017	-	30'988	-	53'610	146'758	45'490	46'233	66'295	8'872	407'330
Aushubmaterial in Deponien Typ B	-	8'515	-	21'839	-	159	16'210	4'235	-	394	11'090	62'442
Terrainanpassung mit Aushub	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Aushubentsorgung in Region/Kanton	121'092	89'356	99'108	71'604	3'187	70'254	185'139	49'725	77'511	101'866	57'914	926'755
Rückbaumaterial												
Rückbau-Material in die Deponie	-	186	-	2'372	-	59	7784	3'769	-	557	-	14'727
Rückbau-Material in die Aufbereitung	28'173	14'382	30'987	12'070	16'249	16'570	18'419	4'047	17'597	19'442	2'933	180'868
davon Betonabbruch	4'396	5'583	9'031	5'824	2'833	5'824	6'551	2'242	9'560	6'713	1'250	59'805
davon Mischabbruch	9'955	5'561	3'806	3'186	5'633	3'186	6'833	-	6'621	4'514	433	49'727
davon Strassenaufbruch	-	-	-	-	-	4'500	-	-	-	-	-	4'500
davon Ausbauspalt	13'822	3'239	18'150	3'060	7'783	3'060	5'035	1'805	1'417	8'215	1'250	66'836
Aufbereitete RC-Granulate	28'439	12'811	30'970	10'934	16'145	10'987	14'688	3'878	17'609	22'953	2'921	172'335

Im Vergleich zum Jahr 2022 wurde im Jahr 2024 rund 20% weniger Kies abgebaut und es fielen rund 20% weniger Aushub an. Beim Rückbaumaterial in die Aufbereitung ist ebenfalls eine geringe Abnahme von 185'000 m³ auf 181'000 m³ zu verzeichnen, was auf eine geringere Bautätigkeit im Bezugsjahr 2024 hindeutet.

Wie oben beschrieben, stellt die Modellierung der Region Imboden eine Herausforderung dar. Die Region ist stark von Rückbaumaterialimporten und Kiesexporten geprägt sind. So liegen die Rückbaumaterialimporte beinahe um den Faktor 10 höher als der regionale Rückbaumaterialanfall (Abbildung 11). Auch die Kiesexporte liegen um den Faktor zwei höher als der Kiesbedarf in der Region. Mit den erhobenen Materialflüssen ist keine 1 : 1- Modellierung möglich, weil die Materialflüsse im System nicht in «Einklang» gebracht werden können. Es mussten deshalb viele Annahmen getroffen werden. Es ist deshalb davon auszugehen, dass der als Kiesexport angegebene Materialfluss hohe Mengen an Rückbaustoffen enthält. Nur mit dieser Annahme lassen sich die Materialflüsse in der Region Imboden einigermaßen nachvollziehbar modellieren. Dies bedeutet jedoch, dass grosse Abweichungen zwischen modellierten und erhobenen Materialflüssen entstehen (siehe Tabelle A.4).

Es ist deshalb zu empfehlen, dass bei den Erhebungen für das Bezugsjahr 2026 ein besonderes Augenmerk auf die Materialbuchhaltungen der Betriebe in der Region Imboden gehalten wird. Diese Region ist ebenfalls zentral für die Materialflüsse in den entsprechenden Nachbarregionen.

4.2 Ausblick

Die Modelle der elf Regionen zeigen die Zusammenhänge der Kies-, Aushub- und Rückbaumaterialflüsse auf nachvollziehbare Weise auf. Die Resultate aus der dynamischen Modellierung der Materialflüsse und der Vergleich mit den Resultaten aus den statischen Modellen zeigen, dass die modellierten Entwicklungen in allen Regionen recht gut übereinstimmen. Zum jetzigen Zeitpunkt sind deshalb keinen Änderungen an den Modellparametern in dem dynamischen Modell notwendig.

Der Modellierung der Materialflüsse für das Bezugsjahr 2024 zeigt aber, dass die erhobenen Materialflüsse in der Region Imboden nicht stimmen können. Mit den gemachten Angaben können die Materialflüsse nicht modelliert werden. Aus diesem Grund ist im nächsten Modellierungszyklus 2026 bei der Erfassung der Materialflüsse in der Region Imboden abzuklären, ob bzw. in welchem Umfang die Rückbaustoffe in den Kiesexporten enthalten sind. Da die Region grossen Mengen an Rückbaumaterial importiert und diese Menge nicht selber in der Region verbauen kann, empfehlen wir, die Erfassung der Rückbaumaterialströme im Rahmen einer separaten Untersuchung zu analysieren, damit diese in Zukunft besser nachvollzogen und modelliert werden können.

5. Literatur

- Amt für Raumentwicklung des Kantons Graubünden, 2020: Bevölkerungsperspektiven Kanton Graubünden 2019 – 2050. Graubünden.
- Rubli Stefan, 2020: *KAR-Modell - Modellierung der Kies-, Rückbau- und Aushubmaterialflüsse: Modellerweiterung und Nachführung 2018*. Umweltämter der Kantone Aargau, Bern, Luzern, Thurgau, Schwyz, Solothurn, St.Gallen, Zug und Zürich.
- Rubli Stefan, 2022: *KAR-Modell - Modellierung der Kies-, Rückbau- und Aushubmaterialflüsse: Modellerweiterung und Nachführung 2020*. Umweltämter der Kantone Aargau, Basel Landschaft und Basel Stadt, Bern, Luzern, Thurgau, Schwyz, Solothurn, St.Gallen, Zug und Zürich.
- Rubli Stefan, 2022: KAR-Modell des Kantons Graubünden - Modellierung der Kies-, Aushub- und Rückbaumaterialflüsse: Bezugsjahr 2020 und dynamische Modellierung, Amt für Natur und Umwelt Graubünden.
- Rubli Stefan, 2023/1: Entwicklung von Modellen zur Beschreibung der Kies-, Aushub- und Rückbaumaterialflüsse in den drei Regionen Imboden, Landquart und Plessur: Bezugsjahr 2020, Amt für Natur und Umwelt Graubünden.
- Rubli Stefan, 2023/2: *KAR-Modell - Modellierung der Kies-, Rückbau- und Aushubmaterialflüsse: Modellerweiterung und Nachführung 2022*. Umweltämter der Kantone Aargau, Basel Landschaft und Basel Stadt, Bern, Graubünden, Luzern, Thurgau, Schwyz, Solothurn, St.Gallen, Zug und Zürich.
- Rubli Stefan, 2025: Regionale Modelle zur Beschreibung der Kies-, Aushub- und Rückbaumaterialflüsse für die elf Regionen des Kantons Graubünden: Bezugsjahr 2022, Amt für Natur und Umwelt Graubünden.
- Rubli Stefan, 2026: *KAR-Modell - Modellierung der Kies-, Rückbau- und Aushubmaterialflüsse: Modellerweiterung und Nachführung 2024*. Umweltämter der Kantone Aargau, Basel Landschaft und Basel Stadt, Bern, Graubünden, Luzern, Thurgau, Schwyz, Solothurn, St.Gallen, Waadt, Uri, Zug und Zürich.

6. Anhang

Tabelle A. 1: Vergleich Modell vs. Daten Region Albula

Vergleich Modell-Daten		Modell	Daten	Abweichung
		1000m3 (fest)	1000m3 (fest)	= (Modell / Daten) -
A23 + A43	RB-Material und Feinfraktion	2	2	-7%
A24	Rückbaumaterial	13	12	4%
A29	Direkte Verwertung	9	0	na
A43	Feinfraktion	0	0	na
A49	RC-Granulate	2	11	-82%
A51	Terrainveränderung	0	0	na
A53.A	Deponie Typ A	31	31	0%
A53.B	Deponie Typ B	22	22	0%
A56	Aushub	4	4	-2%
A58	Kiesiger Aushub	15	15	-1%
A512	Aushub	0	0	na
A78	Kies / Sand	47	46	2%
A86	Feinfraktion	2	0	na
A89	Kies / Sand	39	0	na
A91	Baustoffe	55	0	na
A1110	Weitere	4	4	0%
A100	Weitere	0	0	na
A010	Weitere	1	0	na

na: not available

Anzahl Einwohner 8'172 Personen

Berechnete Dichte für Weitere (Prozesse 10 t 2.53 t/m³ (fest)

Kennzahlen BAUWERK in Kubikmeter pro Einwohner

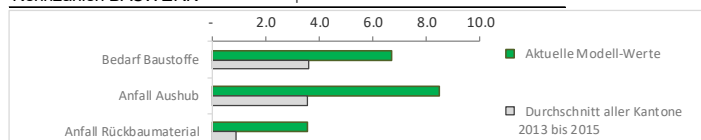


Tabelle A. 2: Vergleich Modell vs. Daten Region Bernina

Vergleich Modell-Daten		Modell	Daten	Abweichung
		1000m3 (fest)	1000m3 (fest)	= (Modell / Daten) -
A23 + A43	RB-Material und Feinfraktion	1	0	na
A24	Rückbaumaterial	15	16	-7%
A29	Direkte Verwertung	5	0	na
A43	Feinfraktion	0	0	na
A49	RC-Granulate	15	16	-9%
A51	Terrainveränderung	6	0	na
A53.A	Deponie Typ A	0	0	na
A53.B	Deponie Typ B	0	0	na
A56	Aushub	0	0	na
A58	Kiesiger Aushub	3	3	-8%
A512	Aushub	0	0	na
A78	Kies / Sand	23	23	-2%
A86	Feinfraktion	3	0	na
A89	Kies / Sand	23	0	na
A91	Baustoffe	44	0	na
A1110	Weitere	1	0	na
A100	Weitere	0	0	na
A010	Weitere	1	0	na

na: not available

Anzahl Einwohner 4'604 Personen

Berechnete Dichte für Weitere (Prozesse 10 t 2.29 t/m³ (fest)

Kennzahlen BAUWERK in Kubikmeter pro Einwohner

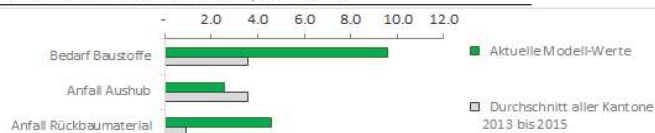


Tabelle A. 3: Vergleich Modell vs. Daten Region Unterengadin/Val Müstair

Vergleich Modell-Daten		Modell	Daten	Abweichung
		1000m3 (fest)	1000m3 (fest)	= (Modell / Daten) -
A23 + A43	RB-Material und Feinfraktion	1	0	1255%
A24	Rückbaumaterial	17	17	3%
A29	Direkte Verwertung	14	0	na
A43	Feinfraktion	0	0	na
A49	RC-Granulate	17	11	55%
A51	Terrainveränderung	0	0	na
A53.A	Deponie Typ A	54	54	0%
A53.B	Deponie Typ B	0	0	0%
A56	Aushub	0	0	na
A58	Kiesiger Aushub	16	16	-6%
A512	Aushub	0	0	na
A78	Kies / Sand	45	45	-1%
A86	Feinfraktion	8	0	na
A89	Kies / Sand	76	0	na
A91	Baustoffe	112	0	na
A1110	Weitere	15	15	1%
A100	Weitere	12	0	na
A010	Weitere	1	0	na

na: not available

Anzahl Einwohner **9'119 Personen**

Berechnete Dichte für Weitere (Prozesse 10 t **2.92 t/m³ (fest)**)

Kennzahlen BAUWERK in Kubikmeter pro Einwohner

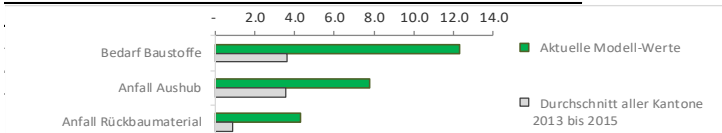


Tabelle A. 4: Vergleich Modell vs. Daten Region Imboden

Vergleich Modell-Daten		Modell	Daten	Abweichung
		1000m3 (fest)	1000m3 (fest)	= (Modell / Daten) -
A23 + A43	RB-Material und Feinfraktion	48	0	na
A24	Rückbaumaterial	99	28	253%
A29	Direkte Verwertung	3	0	na
A43	Feinfraktion	3	0	na
A49	RC-Granulate	27	28	-3%
A51	Terrainveränderung	0	0	na
A53.A	Deponie Typ A	0	0	0%
A53.B	Deponie Typ B	0	0	na
A56	Aushub	115	115	0%
A58	Kiesiger Aushub	6	6	3%
A512	Aushub	0	0	na
A78	Kies / Sand	110	23	379%
A86	Feinfraktion	1	0	na
A89	Kies / Sand	44	0	na
A91	Baustoffe	82	0	na
A1110	Weitere	6	5	32%
A100	Weitere	8	8	0%
A010	Weitere	9	0	na

na: not available

Anzahl Einwohner **22'137 Personen**

Berechnete Dichte für Weitere (Prozesse 10 t **2.84 t/m³ (fest)**)

Kennzahlen BAUWERK in Kubikmeter pro Einwohner

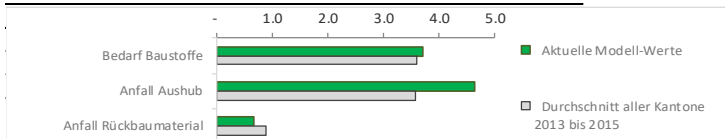


Tabelle A. 5: Vergleich Modell vs. Daten Region Landquart

Vergleich Modell-Daten		Modell 1000m3 (fest)	Daten 1000m3 (fest)	Abweichung = (Modell / Daten) -
A23 + A43	RB-Material und Feinfraktion	5	0	na
A24	Rückbaumaterial	32	31	2%
A29	Direkte Verwertung	7	0	na
A43	Feinfraktion	0	0	na
A49	RC-Granulate	12	31	-63%
A51	Terrainveränderung	37	0	na
A53.A	Deponie Typ A	0	0	na
A53.B	Deponie Typ B	0	0	na
A56	Aushub	85	83	2%
A58	Kiesiger Aushub	16	16	4%
A512	Aushub	0	0	na
A78	Kies / Sand	112	114	-1%
A86	Feinfraktion	13	0	na
A89	Kies / Sand	100	0	na
A91	Baustoffe	128	0	na
A1110	Weitere	332	332	0%
A100	Weitere	337	195	73%
A010	Weitere	14	0	na

na: not available

Anzahl Einwohner 26'671 Personen

Berechnete Dichte für Weitere (Prozesse 10 t 2.85 t/m³ (fest)

Kennzahlen BAUWERK in Kubikmeter pro Einwohner



Tabelle A. 6: Vergleich Modell vs. Daten Region Maloja

Vergleich Modell-Daten		Modell 1000m3 (fest)	Daten 1000m3 (fest)	Abweichung = (Modell / Daten) -
A23 + A43	RB-Material und Feinfraktion	8	8	5%
A24	Rückbaumaterial	18	18	-4%
A29	Direkte Verwertung	9	0	na
A43	Feinfraktion	5	0	na
A49	RC-Granulate	12	15	-16%
A51	Terrainveränderung	0	0	na
A53.A	Deponie Typ A	147	147	0%
A53.B	Deponie Typ B	16	16	0%
A56	Aushub	3	0	na
A58	Kiesiger Aushub	22	22	1%
A512	Aushub	0	0	na
A78	Kies / Sand	73	73	0%
A86	Feinfraktion	2	0	na
A89	Kies / Sand	98	0	na
A91	Baustoffe	128	0	na
A1110	Weitere	3	1	78%
A100	Weitere	0	0	1500%
A010	Weitere	8	0	na

na: not available

Anzahl Einwohner 18'309 Personen

Berechnete Dichte für Weitere (Prozesse 10 t 2.79 t/m³ (fest)

Kennzahlen BAUWERK in Kubikmeter pro Einwohner

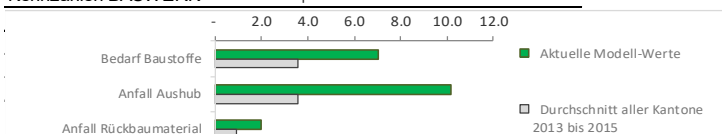


Tabelle A. 7: Vergleich Modell vs. Daten Region Moesa

Vergleich Modell-Daten		Modell 1000m3 (fest)	Daten 1000m3 (fest)	Abweichung = (Modell / Daten) -
A23 + A43	RB-Material und Feinfraktion	4	1	215%
A24	Rückbaumaterial	12	5	171%
A29	Direkte Verwertung	3	0	na
A43	Feinfraktion	0	0	na
A49	RC-Granulate	9	6	48%
A51	Terrainveränderung	5	0	na
A53.A	Deponie Typ A	16	16	0%
A53.B	Deponie Typ B	8	8	0%
A56	Aushub	1	1	30%
A58	Kiesiger Aushub	1	0	na
A512	Aushub	0	0	na
A78	Kies / Sand	11	10	3%
A86	Feinfraktion	0	0	na
A89	Kies / Sand	15	0	na
A91	Baustoffe	29	0	na
A1110	Weitere	5	11	-51%
A100	Weitere	4	4	0%
A010	Weitere	0	0	na

na: not available

Anzahl Einwohner 9'071 Personen

Berechnete Dichte für Weitere (Prozesse 1C) 3.02 t/m² (fest)

Kennzahlen BAUWERK in Kubikmeter pro Einwohner

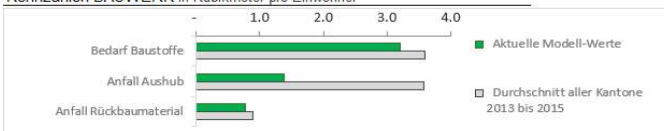


Tabelle A. 8: Vergleich Modell vs. Daten Region Plessur

Vergleich Modell-Daten		Modell 1000m3 (fest)	Daten 1000m3 (fest)	Abweichung = (Modell / Daten) -
A23 + A43	RB-Material und Feinfraktion	4	0	2314%
A24	Rückbaumaterial	14	14	-6%
A29	Direkte Verwertung	9	0	na
A43	Feinfraktion	1	0	na
A49	RC-Granulate	3	13	-80%
A51	Terrainveränderung	0	0	na
A53.A	Deponie Typ A	9	9	0%
A53.B	Deponie Typ B	9	9	0%
A56	Aushub	37	37	1%
A58	Kiesiger Aushub	33	35	-4%
A512	Aushub	0	0	na
A78	Kies / Sand	62	64	-2%
A86	Feinfraktion	10	0	na
A89	Kies / Sand	114	0	na
A91	Baustoffe	146	0	na
A1110	Weitere	5	0	na
A100	Weitere	0	0	na
A010	Weitere	15	0	na

na: not available

Anzahl Einwohner 44'759 Personen

Berechnete Dichte für Weitere (Prozesse 10 t) 2.64 t/m³ (fest)

Kennzahlen BAUWERK in Kubikmeter pro Einwohner



Tabelle A. 9: Vergleich Modell vs. Daten Region Prättigau/Davos

Vergleich Modell-Daten		Modell	Daten	Abweichung
		1000m3 (fest)	1000m3 (fest)	= (Modell / Daten) -
A23 + A43	RB-Material und Feinfraktion	2	0	281%
A24	Rückbaumaterial	15	15	4%
A29	Direkte Verwertung	7	0	na
A43	Feinfraktion	0	0	na
A49	RC-Granulate	14	16	-12%
A51	Terrainveränderung	0	0	na
A53.A	Deponie Typ A	49	49	0%
A53.B	Deponie Typ B	2	2	0%
A56	Aushub	0	0	na
A58	Kiesiger Aushub	18	19	-2%
A512	Aushub	0	0	na
A78	Kies / Sand	88	88	0%
A86	Feinfraktion	1	0	na
A89	Kies / Sand	73	0	na
A91	Baustoffe	103	0	na
A1110	Weitere	18	0	na
A100	Weitere	13	13	0%
A010	Weitere	4	0	na

na: not available

Anzahl Einwohner 26'323 Personen

Berechnete Dichte für Weitere (Prozesse 1C) 2.73 t/m³ (fest)

Kennzahlen BAUWERK in Kubikmeter pro Einwohner

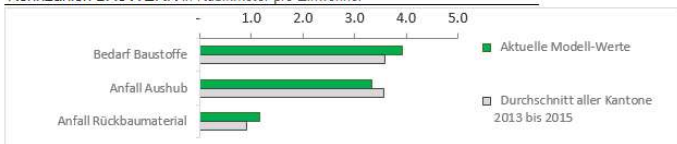


Tabelle A. 10: Vergleich Modell vs. Daten Region Surselva

Vergleich Modell-Daten		Modell	Daten	Abweichung
		1000m3 (fest)	1000m3 (fest)	= (Modell / Daten) -
A23 + A43	RB-Material und Feinfraktion	1	1	14%
A24	Rückbaumaterial	19	19	-4%
A29	Direkte Verwertung	7	0	na
A43	Feinfraktion	0	0	na
A49	RC-Granulate	18	23	-23%
A51	Terrainveränderung	0	0	na
A53.A	Deponie Typ A	10	10	0%
A53.B	Deponie Typ B	0	0	0%
A56	Aushub	90	91	-1%
A58	Kiesiger Aushub	16	0	na
A512	Aushub	0	0	na
A78	Kies / Sand	76	80	-5%
A86	Feinfraktion	1	0	na
A89	Kies / Sand	107	0	na
A91	Baustoffe	141	0	na
A1110	Weitere	10	9	10%
A100	Weitere	1	1	0%
A010	Weitere	0	0	na

na: not available

Anzahl Einwohner 21'887 Personen

Berechnete Dichte für Weitere (Prozesse 10 t) 2.87 t/m³ (fest)

Kennzahlen BAUWERK in Kubikmeter pro Einwohner

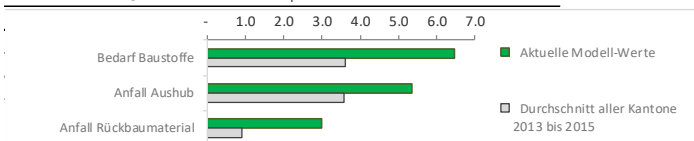


Tabelle A. 11: Vergleich Modell vs. Daten Region Viamala

Vergleich Modell-Daten		Modell 1000m3 (fest)	Daten 1000m3 (fest)	Abweichung = (Modell / Daten) -
A23 + A43	RB-Material und Feinfraktion	0	0	na
A24	Rückbaumaterial	3	3	11%
A29	Direkte Verwertung	6	0	na
A43	Feinfraktion	0	0	na
A49	RC-Granulate	3	3	8%
A51	Terrainveränderung	0	0	na
A53.A	Deponie Typ A	9	9	0%
A53.B	Deponie Typ B	11	11	0%
A56	Aushub	19	19	2%
A58	Kiesiger Aushub	19	19	1%
A512	Aushub	0	0	na
A78	Kies / Sand	51	50	2%
A86	Feinfraktion	3	0	na
A89	Kies / Sand	80	0	na
A91	Baustoffe	93	0	na
A1110	Weitere	1	1	-23%
A100	Weitere	2	2	0%
A010	Weitere	5	0	na

na: not available

Anzahl Einwohner 14'442 Personen

Berechnete Dichte für Weitere (Prozesse 10 t 3.96 t/m³ (fest)

Kennzahlen BAUWERK in Kubikmeter pro Einwohner

