



Dorfkern von Roveredo, eigene Aufnahme (April 2021)

Die Autobahn in Roveredo GR

Wie sich die Nutzung der Fläche und das damit verbundene Dorfklima über die letzten 60 Jahre verändert haben

Projektarbeit Raumbezogene Ingenieurwissenschaften

Autorinnen:

Anne Dickmann

Livia Gysel

Joëlle Meister

Anna Minor

Leitung: Prof. Dr. Lorenz Hurni, Prof. Dr. Martin Raubal

Betreuer: Dr. Peter Kiefer, Dr. Christian Häberling

Abgabedatum: 15.6.2021

Frühlingssemester 2021

IKG

Institut für Kartografie
und Geoinformation

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Lagebeschreibung von Roveredo und Gebietseingrenzung.....	1
1.2	Methodik und Hypothese.....	2
2	Geschichte.....	3
2.1	Roveredo vor der Autobahn A13 und deren Bau durch das Dorfzentrum (bis 1969)	3
2.2	Das Leben mit der Autobahn A13 (bis 2016) – Planung und Bau der Umfahrung.....	4
2.3	Nach der Eröffnung des Umfahrungstunnels um Roveredo (ab 2016).....	5
3	Umweltrelevante Aspekte	6
3.1	Landnutzung	6
3.1.1	Bauzonen und Roveredo Viva	6
3.1.2	Biodiversität	7
3.2	Lärmemissionen.....	7
3.2.1	Richtwerte der Lärmemissionen in der Schweiz	7
3.2.2	Die Lärmemission an der Autobahn	8
3.2.3	Die Lärmemissionen seit der Umfahrung.....	9
3.3	Luftbelastung	11
3.3.1	Richtwerte für die Luftbelastung in der Schweiz	11
3.3.2	Ausgangslage.....	11
3.3.3	Erfolgskontrollen der Luftqualität im Misox mit Flechtenuntersuchungen von 1991 bis 2012	11
3.3.4	Entwicklung der Luftschadstoffimmissionen	14
4	Fazit.....	17
5	Blick in die Zukunft.....	18
6	Verzeichnisse	19
6.1	Quellenangaben	19
6.2	Tabellenverzeichnis	22
6.3	Abbildungsverzeichnis	22

1 Einleitung

Mit unserer Projektarbeit vom Frühjahrssemester 2021 behandeln wir das Thema «Entwicklung umweltrelevanter Aspekte in einer Schweizer Region». In unserer Gruppe entschieden wir uns für das Dorf Roveredo in Graubünden. Wir alle kennen den Stau am Gotthardtunnel aus den Nachrichten am Radio oder haben ihn auch schon selbst erlebt. Jedes Mal wird die Autobahn A13 via San Bernardino als Alternativroute vorgeschlagen. Auch diese Route ist uns wohl bekannt und die meisten von uns sind sie auch schon gefahren. Doch den wenigsten Reisenden wird aufgefallen sein, dass auf der Südseite des San Bernardino Tunnels die Autobahn A13 bis 2016 direkt durch das Dorfzentrum von Roveredo führte. Die Bevölkerung von Roveredo litt unter der Durchtrennung ihres Dorfes und des ständigen Verkehrs während 50 Jahren enorm. Durch den Bau des Umfahrungstunnels sollte der Dorfkern wieder hergestellt werden. Ein Zeitungsartikel machte uns auf das Gebiet aufmerksam, weshalb wir uns entschieden, die Geschichte von Roveredo, sowie deren Auswirkung auf die Bevölkerung und die Umwelt genauer analysieren zu wollen.

1.1 Lagebeschreibung von Roveredo und Gebietseingrenzung

Roveredo gehört zum Kanton Graubünden und ist mit knapp 2'500 Einwohnerinnen und Einwohnern der Hauptort des italienischsprachigen Tales Misox (Comune di Roveredo, 2021). Das Misox liegt auf der Alpensüdseite, südlich vom San Bernardino Pass und nord-östlich von Bellinzona (Abbildung 1).

In unserer Arbeit werden wir uns auf die Analyse der lokalen Auswirkungen beschränken. Daher haben wir das Gebiet sehr klein gehalten: Es beinhaltet das Dorf sowie den Tunnel Galleria di San Fedele und die beiden Tunnelportale der Umfahrungsstrasse (Abbildung 2). Dabei ist zu beachten, dass wir uns bei der Analyse der Umweltauswirkungen vor allem auf den Dorfkern von Roveredo beziehen werden.

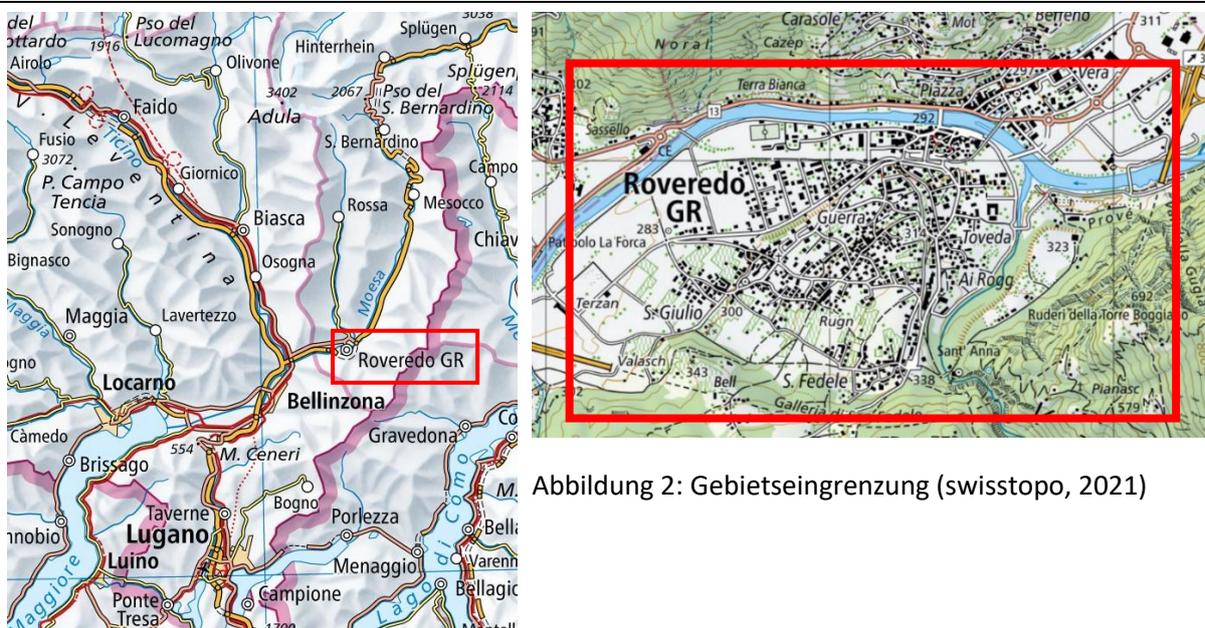


Abbildung 2: Gebietseingrenzung (swisstopo, 2021)

Abbildung 1: Die Lage von Roveredo (swisstopo, 2021)

1.2 Methodik und Hypothese

In unserer Arbeit werden wir zuerst die Geschichte des Dorfes aufrollen, um ein besseres Verständnis zu erlangen. Dafür haben wir die Geschichte in folgende drei Phasen aufgeteilt:

Phase 1: Roveredo vor der Autobahn A13 und deren Bau durch das Dorfzentrum (bis 1969)

Phase 2: Das Leben mit der Autobahn A13 (bis 2016)

Phase 3: Nach der Eröffnung des Umfahrungstunnels um Roveredo (ab 2016)

Der Grund dafür ist, dass sich diese drei Phasen stark voneinander unterscheiden, was die Strasse und den damit verbundenen Verkehr betrifft. Wir werden in unserer Arbeit jeweils auf die drei Phasen verweisen und dazu Stellung nehmen. Dabei setzen wir den Fokus auf die Unterschiede zwischen Phase 2 und Phase 3.

Zu Beginn der Arbeit haben wir folgende Hypothese aufgestellt:

Die neugewonnene Fläche im Dorfkern kann besser genutzt werden, wodurch Roveredo an Attraktivität gewinnen wird. Zudem gehen wir davon aus, dass die Umfahrung einen positiven Einfluss auf das Dorfklima, die Umwelt und die Biodiversität hat.

Unser Ziel ist es, diese Annahmen genauer zu analysieren und die Veränderungen der in der Hypothese genannten Umweltaspekte in Roveredo zu diskutieren. Dafür möchten wir uns mehrere Untersuchungen ansehen, insbesondere die Umweltberichte des Kantons Graubünden und des Bundesamts für Umwelt. Zudem stehen uns das nationale und Bündner Geoportal zu Verfügung. Diese liefern uns Karten zu verschiedenen Themen, welche wir in Bezug auf unsere Umweltaspekte analysieren möchten. Als Abschluss werden wir einen kurzen Blick in die Zukunft werfen.

2 Geschichte

2.1 Roveredo vor der Autobahn A13 und deren Bau durch das Dorfzentrum (bis 1969)

Die Geschichte von Roveredo ist stark geprägt vom San Bernardino Pass nördlich der Gemeinde. Funde aus der Region um Roveredo berichten, dass der San Bernardino Pass schon in vorrömischer Zeit benutzt wurde und das Misox zu der Zeit bereits bewohnt war (Rütimann, 1984, pp. 4, forts.). Zudem hatte Roveredo eine starke Bindung zur Diözese in Chur (Comune di Roveredo, 2021).

Der San Bernardino Pass galt als eine der wichtigsten Handelsrouten zwischen der Nord- und der Südseite der Alpen. Mit dem Bau der Gotthardbahn im Jahre 1882 verlor die Handelsroute über den San Bernardino Pass jedoch stark an Bedeutung. Daraufhin wurde in den 1890er Jahren mit der Planung einer Eisenbahnstrecke durch das Misox, von Bellinzona bis nach Mesocco, zuhinterst im Tal, und damit durch das Dorf Roveredo begonnen. 1907 wurde die sogenannte Bellinzona-Mesocco-Bahn als Schmalspurbahn eröffnet. Ein etwas später geplanter Ausbau, welcher Bellinzona mit Chur verbinden sollte, kam aber nie zur Ausführung. (Rütimann, 1984, p. 15)

Mit dem Bau der Bellinzona-Mesocco-Bahn erhoffte man sich, dass die San Bernardino Route wieder an Bedeutung zunehmen würde, doch dies war nicht der Fall. Statt weiterer Investitionen in die Bahn entschied man sich deshalb dazu, die parallel zur Bahnstrecke verlaufende Nationalstrasse N13 in den 1960er Jahren zur Autobahn auszubauen. Erneut erhoffte man sich einiges: Bessere Transit-Möglichkeiten und mehr Tourismus standen im Zentrum.

1967 wurde mit der Eröffnung des San Bernardino Tunnels ein wichtiger Schritt des Ausbaus der A13 vollendet. Als erster Strassentunnel durch die Alpen bot der San Bernardino Tunnel eine ganzjährige Verbindung ins Rheintal und nach Chur. Das Misox war damit nicht mehr halbjährig vom Rest des Kantons abgeschnitten.

Ebenfalls im Zuge des Ausbaus der Nationalstrasse wurde 1969 die A13 in Roveredo mitten durch das Dorfzentrum gebaut. Da Roveredo mit der Zeit aus der Vereinigung verschiedener Weiler und Siedlungen entstanden war und das Dorfzentrum eine grosse Bedeutung hatte, war dies ein harter Schlag. In Abbildung 3 ist sichtbar, wie sich ein helles Band, die Autobahn, durch das Dorfzentrum schlängelte.

Der erhoffte positive Effekt blieb letztendlich auch beim Autoverkehr über die A13 und den San Bernardino Tunnel aus. Der Verkehr nahm immer stärker zu, etwas später vor allem zu Ferienzeiten, da die San Bernardino Route oftmals als Alternative zum Gotthardtunnel genutzt wird. Die Touristen bleiben dem Tal trotzdem fern, die A13 wird lediglich als Durchgangsrouten befahren. So kommt es, dass die Autobahn im Endeffekt nur viel Lärm und Gestank mit sich brachte und die Leidensgeschichte der Bevölkerung Roveredos begann. (Caprez, 2017)

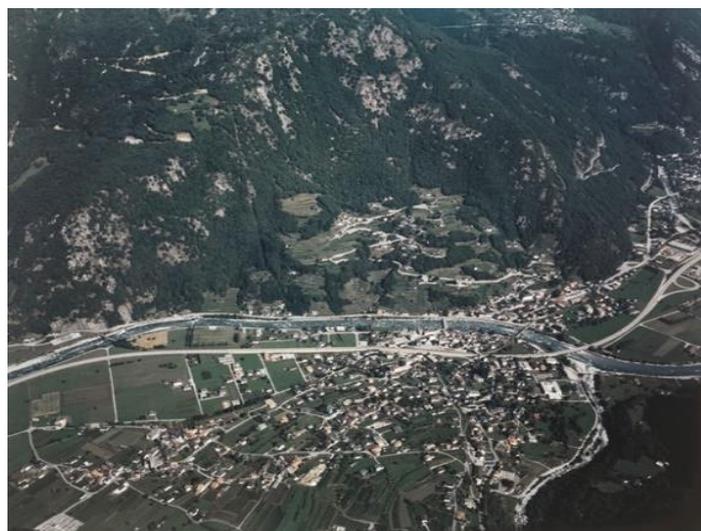


Abbildung 3: Roveredo am 6.9.1988
(Swissair Photo AG, 1988)

2.2 Das Leben mit der Autobahn A13 (bis 2016) – Planung und Bau der Umfahrung

1969 wurde die Einstellung des Personenverkehrs der Bellinzona-Mesocco-Bahn verkündet. Trotz Protesten aus dem Tal und einer Petition mit 5000 Unterschriften wurde der Personenverkehr 1972 stillgelegt, der seither mit Postautos geführt wird. (Rütimann, 1984, p. 39) Der Güterverkehr wurde allerdings bis 2003 auf Teilgebieten aufrechterhalten und führte nach wie vor direkt durch das Dorfzentrum von Roveredo. 2003 wurde die Bahn komplett eingestellt und die Gleise zurückgebaut, dies auch aufgrund dessen, dass die Bellinzona-Mesocco-Bahn eine Schmalspurbahn war und nicht mit dem restlichen Schienennetz des Kantons Tessins verbunden war.

Nachdem sich die Bevölkerung von Roveredo viele Jahre über die A13 quer durch das Dorf beschwert hatte, begannen die kantonalen Behörden 1992, ein generelles Projekt einer Umfahrung auszuarbeiten (ASTRA, 2016). Dieses wurde im August 1998 vom Bundesrat genehmigt. Geplant war, das Autobahnstück in Roveredo abzureissen und die Autobahn in den neuen Tunnel San Fedele zu verlegen, welcher das Dorf südlich umrunden sollte. Zusätzlich sollten auch die Autobahnanschlüsse von Roveredo und San Vittore neugestaltet werden. Die Ausarbeitung des Konzeptes überliess der Bund dem Kanton Graubünden. (Anon., 2021) Die zwei folgenden Karten dienen als Vergleich dieser beiden geschichtlichen Phasen (siehe Abbildung 4 und Abbildung 5).

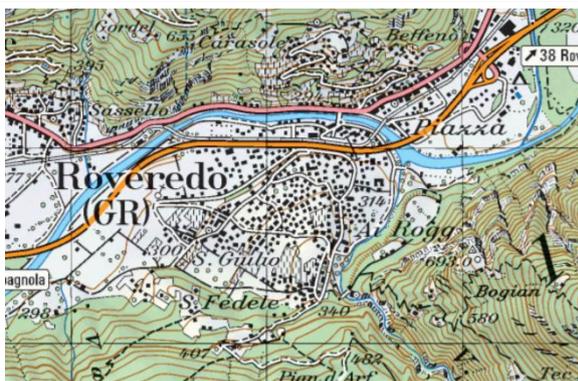


Abbildung 4: Roveredo (2000) mit der Autobahn durch das Dorf (swisstopo, 2021)

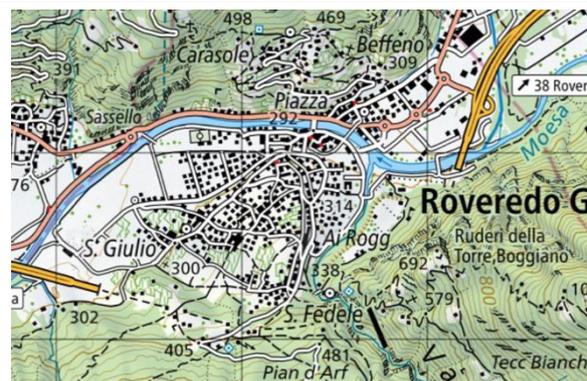


Abbildung 5: Roveredo (2020) mit der Umfahrung (swisstopo, 2021)

Im November 2000 einigten sich der Kanton Graubünden und die Gemeinde Roveredo in einer Vereinbarung, wer welche Kosten für das Projekt übernehmen sollte. Der Kanton willigte ein, die Kosten für den Abbruch der alten Strasse und für die Instandsetzung der Fläche, welche an die Gemeinde abgetreten wurde, zu übernehmen. Von dieser Fläche sollte laut Vereinbarung ein Teil humusiert werden, während der andere im damaligen Zustand übergeben werden sollten. Zusätzlich stimmte der Kanton zu, der Gemeinde einen Betrag von 2.4 Millionen Franken für die Gestaltung des neuen Ortskerns zur Verfügung zu stellen. (Anon., 2021)

Ursprünglich war geplant, 2004 mit den Bauarbeiten zu beginnen und die Neuanlage 2012 in Betrieb zu nehmen. Weiter hätte der Rückbau der alten A13 und die Ortskerngestaltung bis Ende 2015 erfolgen sollen (Tiefbauamt Graubünden, 2001). Das ausgearbeitete Projekt wurde jedoch erst 2004 genehmigt. In den folgenden acht Jahren wurde die Haupttröhre des Tunnels gebohrt und vier neue Brücken gebaut. Dazu kamen die neuen Anschlüsse von San Vittore und Roveredo. Eröffnet wurde das neue Stück der Autobahn erst im Jahr 2016 mit vier Jahren Verspätung. (ASTRA, 2016) Dadurch verzögerte sich auch das Abreissen des Trassees durch Roveredo.

2.3 Nach der Eröffnung des Umfahrungstunnels um Roveredo (ab 2016)

Durch den Bau der Umfahrung und den Rückbau der A13 entstand eine neue ungenutzte Fläche von ca. 80'000 m², welche landwirtschaftlich und forstwirtschaftlich genutzt werden sollte. Dabei stellte sich die Frage, was mit der neu gewonnen Fläche innerhalb von Roveredo passieren sollte. Aus diesem Grund suchte die Gemeinde nach potenziellen Investoren, die in kürzester Zeit und mit der bestehenden Infrastruktur ein neues Dorfzentrum gestalten würden.

Die Wahl fiel auf das Projekt *Roveredo Viva* von der Alfred Müller AG. Diese plante für 60 Mio. Franken neue Plätze und Wohn- und Gewerbeflächen (Piazze, piccoli commerci e abitazioni) zu gestalten sowie den Bau einer Tiefgarage mit gut 80 Parkplätzen. 14 vierstöckige Blöcke mit insgesamt 99 Wohnungen sollten entstehen, wobei mindestens 15 Wohnungen für betagte Personen zu Verfügung stehen sollten. Ausserdem sollte das Quartier für Menschen in allen Alters- und Einkommensstufen sowie für Familien erschwinglich sein (Comunale, 11. Juli 2018). Zusätzlich plante die Alfred Müller AG zwei neue öffentliche Plätze, die Piazza al Sant und Piazza Malcanton, und den Park Mondan (Parco ai Modan) in der Grösse von 6'000 m² (Anon., 2021).

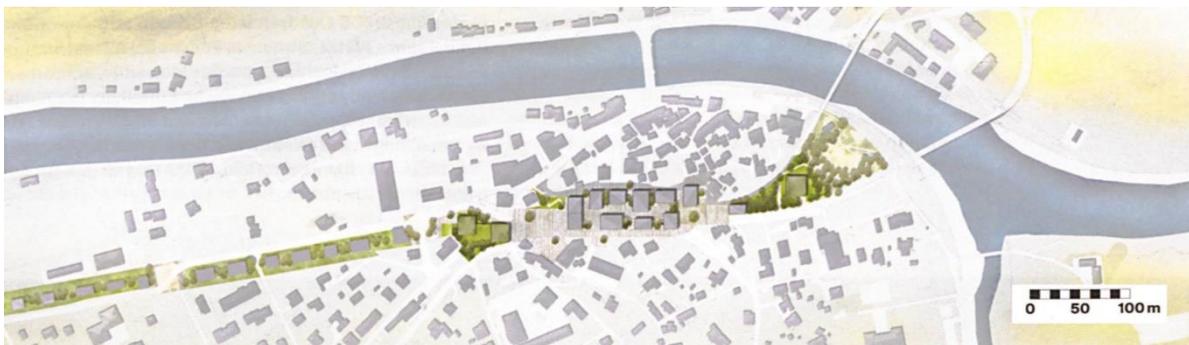


Abbildung 6: Übersicht vom Projekt Roveredo Viva (Simmen, 2018)



Abbildung 7: Das Projekt Roveredo Viva (Alfred Müller AG, 2021)

2017 wurde in Roveredo eine Wahl bezüglich dieses Projektes durchgeführt, wobei die Mehrheit der Bevölkerung zugestimmt hatte. Dadurch konnte am 10. November 2017 eine Vereinbarung zur Umsetzung des Projektes zwischen der Gemeinde und der Alfred Müller AG getroffen werden. Ein Jahr darauf im September 2018 genehmigte der Stadtrat den Verkauf der Grundstücke an die Projektleiter. Im Jahr 2020 wurde die endgültige Planung abgeschlossen, um dann mit der Umsetzung zu starten und das Projekt bis 2024 fertigzustellen. (Alfred Müller AG, 2021)

3 Umweltrelevante Aspekte

3.1 Landnutzung

3.1.1 Bauzonen und Roveredo Viva

Die neugewonnene Fläche ist auf dem Bauzonenplan als Wohn-, Misch- und Zentrumszonen eingetragen (Abbildung 8).

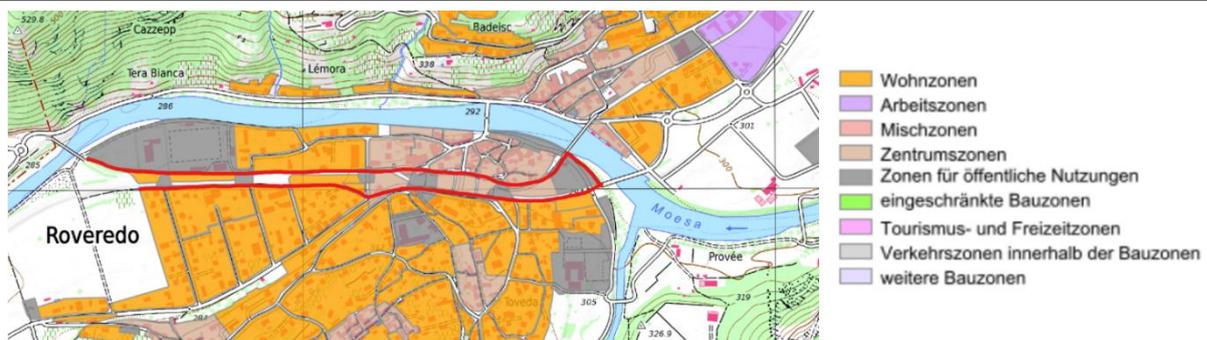


Abbildung 8: Bauzonenplan von Roveredo (Kanton Graubünden, 2021)

Wie in 2.3 erwähnt, waren im Rahmen des Projektes *Roveredo Viva* ein Park, Gewerbeflächen und Wohnungen geplant. Dadurch soll die Fläche wieder zum Dorfzentrum werden, welches die beiden Hälften zusammenführt. Diese Verbindung wird durch die beiden Dorfplätze Piazza Malcantone und Piazza al Sant gestärkt. Der Park Mondan bietet zudem ein neues Erholungsgebiet für die Bevölkerung. Der Bau der Umfahrung bietet somit viele Möglichkeiten, die Fläche für das Wohl der Gemeinde vor Ort zu verbessern und die Fläche sinnvoll zu nutzen.

Doch nicht die gesamte Bevölkerung ist zufrieden mit dem Projekt *Roveredo Viva*. Die vielen geplanten Wohn- und Gewerbeflächen und die damit verbundene Überbauung werden teilweise stark kritisiert. Nach Aussagen von Gabriel Bertossa, der in Roveredo aufgewachsen ist, wird befürchtet, dass diese neuen Flächen zu einem «Aggloquartier» werden, denn aufgrund der Nähe zu Bellinzona ist die Gegend um Roveredo ein beliebter Wohnort. (Simmen, 2018)

Dabei kann man sich fragen, wieso die Bevölkerung 2017 mit ca. 2/3 diesem Projekt zugesagt hat. Der Grund liegt wahrscheinlich darin, dass die Grösse dieser neuen Fläche vielen erst durch den Abbruch der A13 bewusst wurde. Doch der grösste Kritikpunkt liegt darin, dass die Gemeinde den Einwohner und Einwohnerinnen keine Mitbestimmung bei der Umsetzung des Projektes gelassen hat. Aufgrund von Streitereien in der Gemeindeverwaltung wurde 2013 ein Kommissär eingesetzt. Diesem wurde vorgeworfen, nicht mehr auf den Projektinhalt zu achten, sondern nur noch auf der Suche nach einem Investor zu sein. Die Petition „Un Cher per Rorè“ der Gegner forderte, dass die Gemeinde die Umsetzung selbst in die Hand nehmen soll. Es werden mehr Grünflächen, mehr Freiräume und weniger Überbauungen verlangt (Simmen, 2018). Der Vertrag zum Verkauf der Grundstücke wurde jedoch bereits abgeschlossen. So wie es aussieht wird dieses Projekt trotz kritischen Stimmen umgesetzt.

3.1.2 Biodiversität

Die Umnutzung der Fläche in Roveredo hatte nicht nur starke Veränderungen für die Menschen zur Folge, sondern auch für die Natur. Der Bau der A13 im Misox führte zu einer Habitatfragmentierung. Durch den neuen Umfahrungstunnel San Fedele konnten Wildkorridore in Roveredo und der Umgebung wiederhergestellt werden, sodass sich die Tiere in ihrem natürlichen Lebensraum wieder freier bewegen können (ANU, 2021a). Ein Ziel des Kantons Graubünden, um die Biodiversität zu fördern, ist im Raumkonzept festgehalten. Eine effizientere Mobilität soll dabei keinen Schaden für die Umwelt zur Folge haben. Dafür muss das Verkehrssystem Rücksicht auf die Natur nehmen und, wie im Falle von Roveredo, angepasst werden. (Feiner, 2014)

Es sind sehr wenige Quellen vorhanden, welche den Einfluss der Umfahrung auf die Biodiversität in Roveredo genauer beleuchten. Bei einem Besuch des Dorfkerns von Roveredo konnten wir aber feststellen, dass das Vogelgezwitscher im Dorf intensiver ist als neben der Autobahn. Der Park Mondan könnte ein zusätzliches Mittel bieten, um die Biodiversität zu steigern, da er Raum für Flora und Fauna bietet. Zudem kann die neu entstandene Fläche ausserhalb des Dorfes für die Forst- und Landwirtschaft genutzt werden.

3.2 Lärmemissionen

3.2.1 Richtwerte der Lärmemissionen in der Schweiz

In der Schweiz gibt es drei Belastungsgrenzwerte für Lärmemissionen: Planungswert, Immissionsgrenzwert und Alarmwert. Der Planungswert gilt für Errichtung neuer lärm erzeugender Anlagen. Das heisst, dass neue Anlagen so geplant werden müssen, dass ihre Lärmemissionen unter dem Planungswert liegen. Der Immissionsgrenzwert legt fest, ab wann der Lärm die Bevölkerung erheblich stört. Damit können die Lärmemissionen bestehender Anlagen geprüft werden. Ausschlaggebend für eine Massnahme der Behörden ist aber erst der Alarmwert: Wenn dieser überschritten wird, ist eine Sanierung und der Einbau von Schallschutzfenstern nötig. Dabei gelten im Wohngebiet folgende Werte (BAFU, 2019):

Tabelle 1: Belastungsgrenzwerte für Lärmemissionen in der Schweiz (BAFU, 2019)

[dB(A)]	Planungswert	Immissionsgrenzwert	Alarmwert
Tag (6:00 – 22:00)	55	60	70
Nacht (22:00 – 6:00)	45	50	65

3.2.2 Die Lärmemission an der Autobahn

In der Zeit von 1969 bis 2016 war die Lärmbelastung in Roveredo sehr hoch. Die Abbildung 9 zeigt die Lärmbelastung für die Bevölkerung sehr gut.

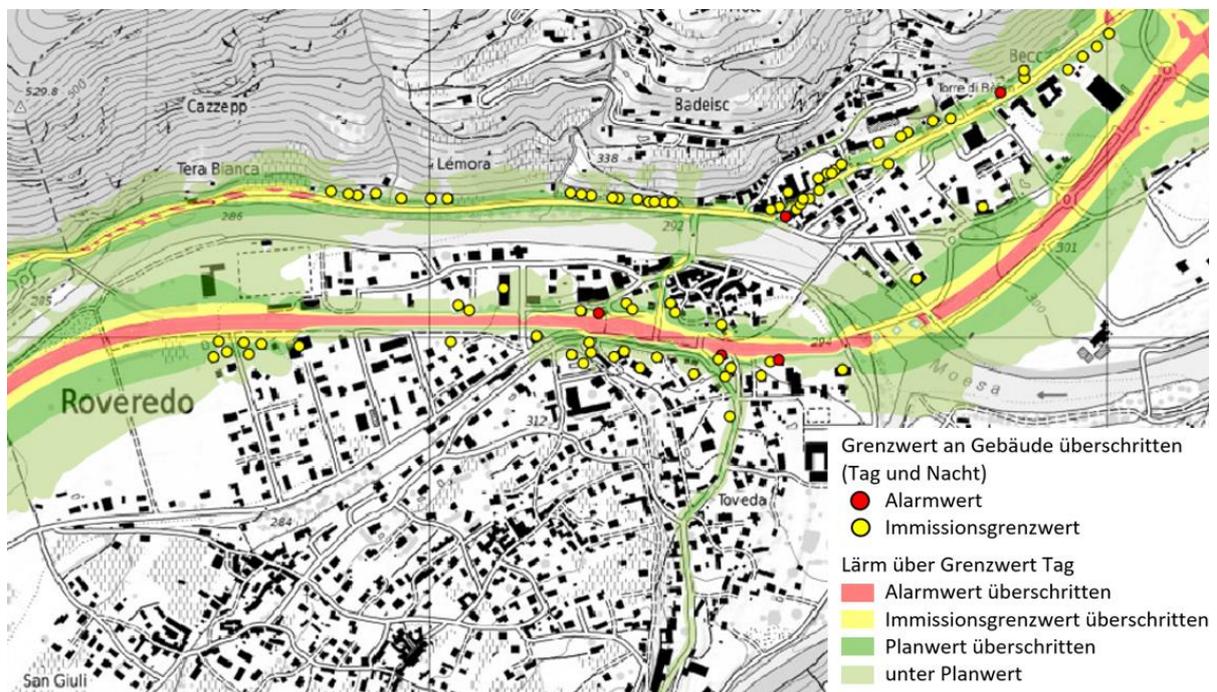


Abbildung 9: Tageswerte der Lärmbelastung, Roveredo (Kanton Graubünden, 2015)

Die hinterlegte Basiskarte stammt aus dem Jahr 2020, deshalb ist die Autobahn auf der Karte bereits um das Dorf eingezeichnet. Die überliegenden Lärmdaten stammen aus Berechnungen vom Bundesamt für Umwelt und basieren auf einem Mobilitätsmodell aus dem Jahr 2015. Es handelt sich dabei also nicht um die in der Realität gemessenen Daten. (BAFU, 2015) Dennoch zeigt die Grafik sehr schön, dass die Autobahn für die Bevölkerung eine grosse Belastung darstellte. Durch die Berechnungen wird ersichtlich, dass an vielen Gebäuden entlang der Autobahn der Immissionsgrenzwert überschritten wurde. Sie sind in der Abbildung 9 mit gelben Punkten markiert. An drei Gebäuden direkt neben der Autobahn wurde tagsüber sogar der Alarmwert erreicht (rote Punkte). Vermutlich sind der gelbe und rote Bereich so schmal, weil entlang der Autobahn Schallschutzwände standen. Es ist aber fraglich, wie gross der Nutzen der Wände für mehrstöckige Gebäude wirklich war. Ein Foto von Swissinfo (Abbildung 10) zeigt, dass die Wände nur sehr dünn und kaum höher als zwei Meter waren und somit keinen vollständigen Lärmschutz bieten konnten. Die Karte zeigt auch, dass viele der gelb markierten Gebäude im grünen Bereich liegen. Vermutlich war die Lärmbelastung für die umliegenden Gebäude also sogar höher als in der Karte eingezeichnet.



Abbildung 10: Schallschutzwände entlang der A13 (swissinfo, 2016)

3.2.3 Die Lärmemissionen seit der Umfahrung

Neue, offizielle Berechnungen zum Strassenlärm sind im Moment nicht verfügbar. Um herauszufinden, wie stark der Lärm in Roveredo gesunken ist, haben wir deshalb an drei verschiedenen Standorten selbst Lärmmessungen durchgeführt: Als ersten Standort wählten wir den Dorfkern von Roveredo. Der zweite Standort befindet sich in der Nähe des neuen Tunnelportals Nord. Da wir nicht näher als 50 Meter an die Autobahn herankamen, haben wir einen Standort gesucht, welcher ähnliche Bedingungen wie die alte Autobahn hat. Dabei stiessen wir auf die Forchautobahn A52: Diese ist einspurig und es gilt Tempo 100, wie dies auch auf der Autobahn durch Roveredo der Fall war. Insofern geben die Werte eine gute Referenz. Über die Forchautobahn führt in Scheuren (Forch) eine Brücke, daher kann der Strassenlärm dort sehr gut gemessen werden. Am dritten Standort haben wir eine weitere Messung hinter einer Schallschutzwand getätigt, um zu sehen, wie viel Lärm absorbiert wird.

Für die Messungen haben wir zwei verschiedene Apps zur Schallmessung verwendet. Die Apps nehmen beide für 30 Sekunden den Schall auf und berechnen dann den Mittelwert. So erhielten wir d

Tabelle 2: Messwerte der Lärmemissionen (eigene Daten)

Standort	Messung 1	Messung 2
Dorfkern Roveredo	50 dB	38 dB
Tunnelportal Nord, Roveredo	59 dB	45 dB
Forchautobahn A52	72 dB	60 dB
Forchautobahn A52, hinter Schallschutzwand	62 dB	51 dB

Bei der genaueren Betrachtung von den Werten in der Tabelle fällt auf, dass die Messungen der ersten App jeweils deutlich höher sind als die der zweiten App. Da sie aber immer um etwa 12 dB voneinander abweichen, kann davon ausgegangen werden, dass dies an der Kalibrierung liegt.

Wenn man die Werte von Roveredo und der Forchautobahn vergleicht, ist zu erkennen, dass die Werte der Autobahn deutlich höher sind als die aus dem Dorfkern. Daraus kann man schliessen, dass die Lärmbelastung im Dorf gesunken ist. Beide Messungen im Dorfkern liegen unter dem national festgelegten Planungswert. Das einzige Gebiet, welches eventuell noch heute von der Autobahn tangiert ist, ist das Gebiet um das nördliche Tunnelportal. Betrachtet man dieses aber im Bauzonenplan (Kanton Graubünden, 2015), sieht man, dass dort nur sehr wenige Gebäude stehen und es sich dabei nicht um Wohnzonen handelt. Zudem ist die neue Umfahrung um einiges weiter von den Gebäuden entfernt als die alte Autobahn. Insofern ist die Bevölkerung heute deutlich weniger von der Autobahn betroffen als noch vor 10 Jahren.

Interessant ist auch die Messung hinter der Schallschutzwand. Wie man sieht, wird der Lärm zwar reduziert, aber die Messung 1 liegt noch immer über dem Immissionsgrenzwert. Wenn man aber die Kurve der Messung betrachtet, fällt auf, dass die Spitzen durch die Wand gebrochen werden und die ganze Kurve etwas flacher wird (Abbildung 11 und Abbildung 12). Zudem haben wir festgestellt, dass der Lärm durch die Wand deutlich gedämpfter ertönt. Wie bereits erwähnt ist es aber fraglich, wie viel die Schallschutzwände in Roveredo überhaupt genützt haben, da viele Gebäude ohnehin höher als diese waren (Abbildung 11, Abbildung 12).

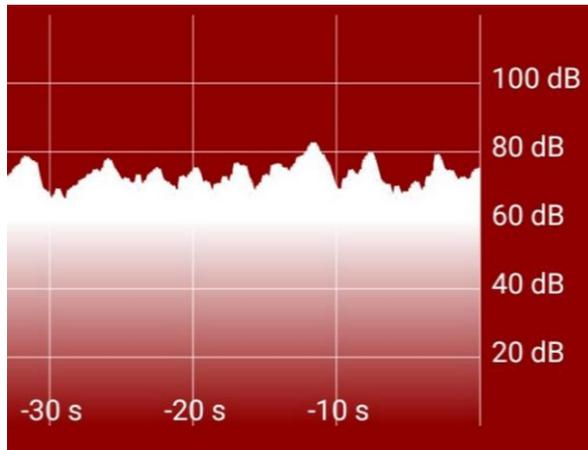


Abbildung 11: Schallkurve direkt an der Autobahn (eigene Messung)

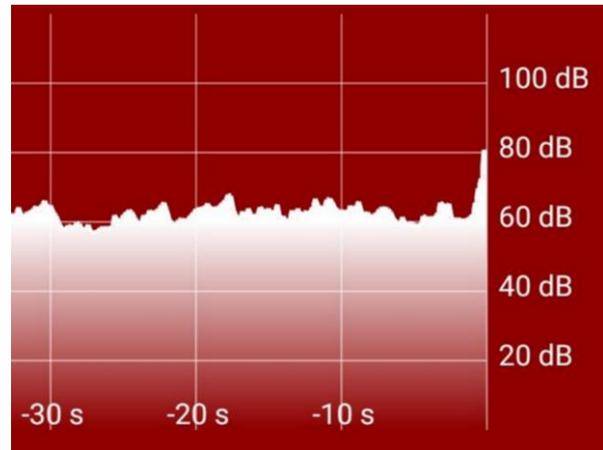


Abbildung 12: Schallkurve hinter der Schallschutzwand (eigene Messung)

3.3 Luftbelastung

3.3.1 Richtwerte für die Luftbelastung in der Schweiz

In diesem Bericht wird hauptsächlich die Entwicklung der Luftschadstoffimmissionen von Feinstaub (PM₁₀)¹, Stickstoffdioxid (NO₂) und Ozon (O₃) genauer betrachtet, da diese im Misox sehr hoch und daher diskutierbedürftig sind. Für Feinstaub (Schwebestaub) und Stickstoffdioxid beträgt der Immissionsgrenzwert laut Luftreinhalte-Verordnung 20 µg/m³ und für Ozon 120 µg/m³ (LVR, 2020). Bezüglich des Ozons werden häufig die Anzahl Stunden, in denen der Ozon-Wert den Grenzwert überschreitet, gemessen.

3.3.2 Ausgangslage

Da gemäss Umweltschutzgesetz (USG) und Luftreinhalte-Verordnung (LRV) in der Schweiz die Kantone dazu verpflichtet sind bei übermässigen Luftschadstoffbelastungen Massnahmen zur Verbesserung der Luftqualität festzulegen und umzusetzen, gibt es seit 1992 in Graubünden einen Massnahmenplan zur Lufthygiene, der seitdem regelmässig angepasst wird (ANU, 2016). Für dessen Umsetzung wurde das heutige Amt für Natur und Umwelt (ANU) beauftragt. Dieses führt seither immer wieder Erfolgskontrollen der umgesetzten Massnahmen durch. Laut Messresultaten des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) hat sich in den letzten 30 Jahren eine deutliche Verbesserung der gesamten Luftqualität in der Schweiz bezüglich der Schadstoffkonzentrationen gezeigt (BAFU, Empa, 2019).

3.3.3 Erfolgskontrollen der Luftqualität im Misox mit Flechtenuntersuchungen von 1991 bis 2012

Im Misox hat das ANU unter anderem in den Jahren 1991, 1999 und 2012 Untersuchungen der Gesamtbelastung der Luft anhand von Flechten durchgeführt, worauf im Folgenden eingegangen wird. Voraussichtlich wird die Untersuchung der Gesamtbelastung der Luft anhand von Flechten im Jahr 2022 fortgeführt. Flechten eignen sich besonders, um Auswirkungen von Luftschadstoffgemischen auf sensible Organismen aufzuzeigen, weil sie schon auf kleinste Beeinträchtigungen der Luftqualität reagieren: Mit zunehmender Luftbelastung verschwinden die Flechten, jedoch kehren diese bei Verbesserung der Schadstoffbelastung rasch wieder zurück (ANU, 2014).

Für die Erstellung von Luftgütekarten wurden sechs Luftgütezone festgelegt, welche verschiedene Belastungsgrade beschreiben. Die Belastungsgrade sind abhängig vom Flechtenbewuchs: Bei geringem Flechtenbewuchs an Baumstämmen ist die Luftbelastung sehr hoch, bei hohem Flechtenbewuchs ist diese sehr gering. Die sechs Luftgütezone sind in Abbildung 13 (S. 12) ersichtlich. Im Jahr 2012 war der Flächenanteil mit grosser Gesamtbelastung mit 63.9% am grössten, gefolgt von der Fläche mit sehr grosser Gesamtbelastung. Auffallend ist, dass der Flächenanteil mit sehr grosser Gesamtbelastung sich prozentual sehr stark erhöht hat und die Flächenanteile mit mässiger, geringen und sehr geringen Gesamtbelastung verringert haben und zum Teil völlig verschwunden sind. Vor allem im südlichen Misox, das heisst in der Region um Roveredo, welche zum Tessin hin exponiert ist, hat sich die rote Luftgütezone mit sehr grosser Gesamtbelastung entlang der A13 und der Kantonsstrasse stark vergrössert, was in den Luftgütekarten in Abbildung 14 und Abbildung 15 (S. 13) ersichtlich ist. Bereits im Jahr 1991 konnte eine sehr hohe Gesamtbelastung im Dorfkern von Roveredo beobachtet werden. Dies hat zum einen damit zu tun, dass Roveredo an einer topografisch ungünstigen Stelle liegt, an der in kalten

¹ Schwebestoffe mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 10 µm.

Jahreszeiten eine mangelnde Durchlüftung herrscht und besonders in Roveredo der Brennholzverbrauch offenbar sehr hoch ist (ANU, 2014). Zum anderen hat sich auch die Autobahn im Dorf negativ auf die Luftbelastung ausgewirkt. Da im Misox seit 2003 kein Schienennetz mehr vorhanden ist, hat sich der Schwerverkehr auf der A13 vergrössert. Obwohl dieser nur gerade 5-10% der Gesamtverkehrsmenge ausmacht, verursacht der Schwerverkehr allein bis zu 40% der Stickoxid-Immissionen und CO₂-Emissionen. (ANU, 2014) Zudem hat die Gesamtverkehrsmenge seit 1999 im Misox auf der A13 um 30% zugenommen (ANU, 2014).² Industrien und Gewerbe sind emissionsmässig eher von geringer Bedeutung, da im Misox hauptsächlich kleinere und mittlere Betriebe ansässig sind (ANU, 2014). Im Nordosten von Roveredo konnte am Tunnelportal während des Tunnelbaus und des Baus der Anschlussstrassen eine sehr starke Verschlechterung der Luftbelastung gemessen werden, was in Abbildung 16 (S. 13) mit der dunkelvioletten Einfärbung am besagten Ort ersichtlich ist. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Gesamtbelastung der Luft im Dorf Roveredo seit der Fertigstellung des Umfahrungstunnels stark verbessert hat (ANU, 2014).

Im Jahr 2012 lebten 13.5% der gesamten Misoxer Wohnbevölkerung in Roveredo in der flächenmässig kleinen und am stärksten belasteten roten Zone, welche nur 3.2% der Gesamtfläche des Tales Misox ausmacht (Abbildung 15 und Abbildung 16, S. 13). Der Grossteil der Misoxer Bevölkerung, 75.2%, lebte in der orangenen Zone mit grosser Belastung. Das heisst, dass 2012 87.8% der Bevölkerung in stark bis sehr stark belastete Zonen lebten. (ANU, 2014)

Misox (6 Luftgüte-zonen)	Flechtenbewuchs	Zonen-Farbe	relative Flächenanteile [%]			relative Flächenveränderung [%]	
			1991	1999	2012	2012/'91	2012/'99
			%	%	%	21 Jahre	13 Jahre
übermässige Gesamtbelastung	vereinzelt	magenta	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
sehr grosse Gesamtbelastung	sehr wenig	rot	12.7	10.3	30.1	147.7	198.9
grosse Gesamtbelastung	wenig	orange	60.1	60.7	63.9	10.9	9.7
mässige Gesamtbelastung	mittel	gelb	18.3	24.0	3.0	-82.8	-86.9
geringe Gesamtbelastung	viel	grün	4.8	4.9	3.0	-35.2	-37.0
sehr geringe Gesamtbelastung	sehr viel	blau	4.2	0.0	0.0	-100.0	-100.0

Abbildung 13: Vergleich der Flächenanteile in den 6 Luftgüte-zonen (ANU, 2014)

² Das Misox verfügt in Roveredo erst seit 1999 über Messungen des Verkehrs.

Luftgütekarten 1991 und 2012

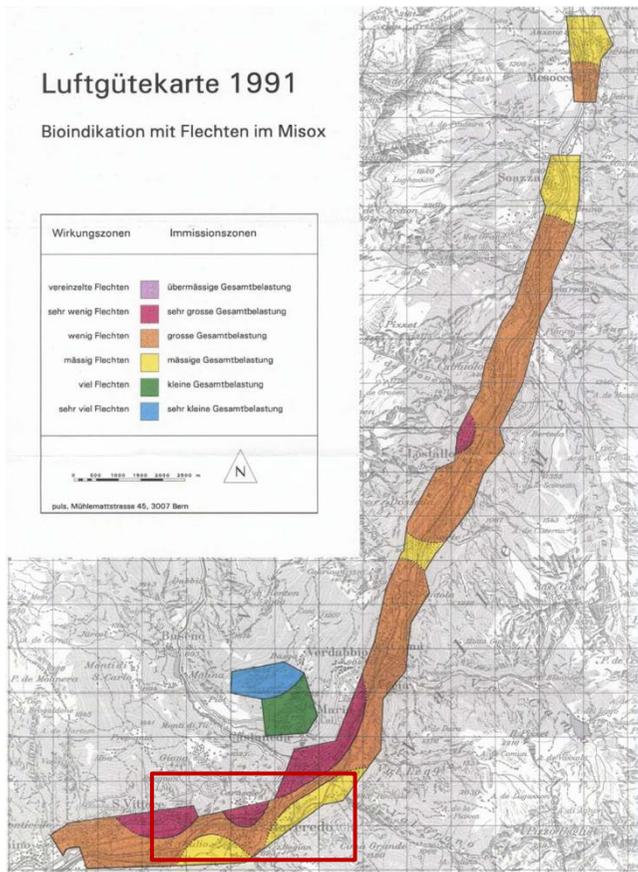


Abbildung 14: Luftgütekarte 1992 (ANU, 2014)

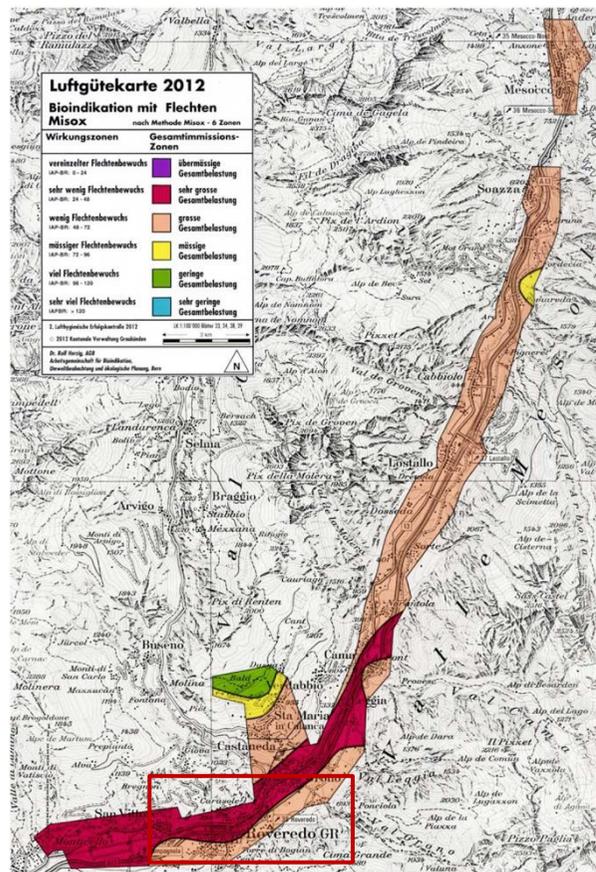


Abbildung 15: Luftgütekarte 2012 (ANU, 2014)

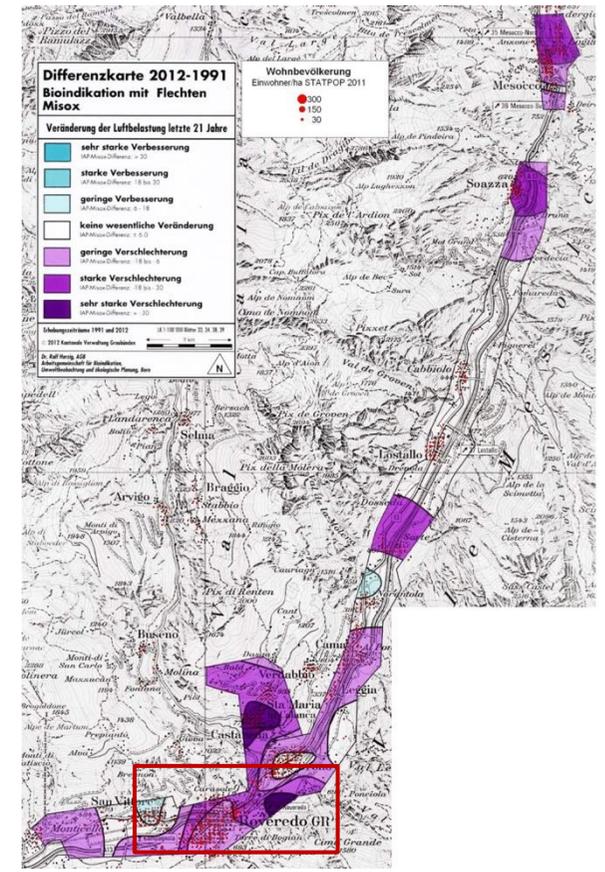


Abbildung 16: Differenzkarte 2012 - 1991 (ANU, 2014)

3.3.4 Entwicklung der Luftschadstoffimmissionen

Feinstaub (PM10)

Feinstaub ist ein komplexes Gemisch, welches aus primären und sekundären Partikeln besteht. Die primären Partikel werden direkt durch Verbrennungsprozesse wie etwa durch Dieselmotoren und Holzfeuerungen und durch mechanischen Abtrieb von Reifen und Strassenbelag verursacht. Da der Durchmesser von Feinstaubpartikeln weniger als $10\ \mu\text{m}$ beträgt, können diese in die feinsten Verästelungen der Lunge eindringen und sind daher gesundheitsgefährdend. (BAFU, 2018) Besonders bei Inversionslagen im Winter und bei speziellen topografischen Gegebenheiten, welche zu einer schlechten Durchlüftung führen, treten hohe Feinstaubbelastungen auf.

Neben dem Churer Rheintal werden auch im Unteren Misox Grenzwertüberschreitungen gemessen. Im Unteren Misox werden hauptsächlich die schon vorhin erwähnten Holzfeuerungen verantwortlich gemacht und nicht etwa die Autobahn (auch schon vor der Fertigstellung der Umfahrungsstrecke im Jahr 2016). In Abbildung 21 (S. 16) ist ersichtlich, dass in Roveredo und im Nachbardorf San Vittore das Feinstaub-Jahresmittel im Jahr 2014 die höchsten Werte im Kanton Graubünden gemessen wurden, diese jedoch mit der Zeit zunehmend abgenommen haben. Leider gibt es keine aktuellen Daten bezüglich der Feinstaubimmissionen in Roveredo (die letzten sind aus dem Jahr 2016), jedoch besteht Grund zur Annahme, dass der PM10-Jahresmittelwert im Dorf Roveredo seit der Fertigstellung des Umfahrungstunnels weiter abgenommen hat und unter dem Grenzwert liegt (siehe dazu Abbildung 17).

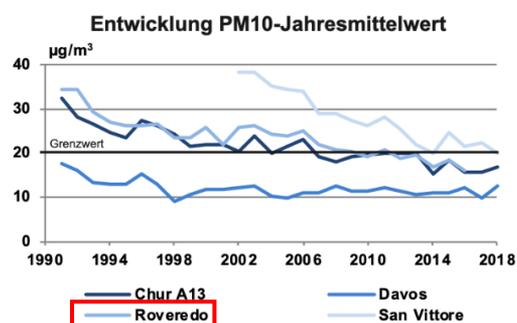


Abbildung 17: Entwicklung PM10-Jahresmittelwert (ANU, 2019)

Stickstoffdioxid (NO₂)

Stickstoffdioxid stammt zu rund zwei Dritteln aus der Landwirtschaft und zu einem Drittel aus Verbrennungsprozessen (BAFU, 2008). NO₂ führt zu Erkrankungen der Atemwege und zur Überdüngung von Ökosystemen, schädigt Pflanzen und beeinträchtigt die Biodiversität (ANU, 2016).

Im Misox sind an Hauptverkehrsachsen wie der A13 in Abbildung 21 (S. 16), erhöhte Belastungen zu erkennen. 2014 wurde in Roveredo sogar im NO₂-Jahresmittel der Grenzwert, der bei $20\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt, überschritten. Nach der Fertigstellung des Umfahrungstunnels, hat der NO₂-Wert in Roveredo im Jahresmittel stark abgenommen (Abbildung 18). Zu bemerken ist, dass in Abbildung 18 der Grenzwert bei $30\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben ist – laut der Luftreinhalte-Verordnung liegt dieser jedoch bei $20\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, was in Abbildung 21 (S. 16) auch so angegeben ist.

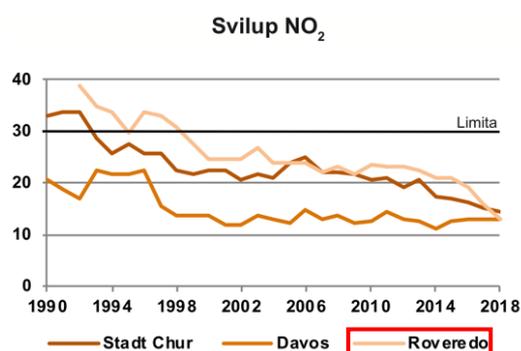


Abbildung 18: NO₂-Entwicklung (ANU, 2019)

Ozon (O₃)

Bodennahes Ozon wird aus Vorläuferschadstoffen wie Stickoxiden (NO_x) und flüchtigen Kohlenwasserstoffen (VOC) gebildet. Die Hauptverursacher für die Vorläuferschadstoffe sind vor allem der motorisierte Verkehr, Industrie und Gewerbe. Ozon ist gesundheitsgefährdend und schädigt Pflanzen. (BAFU, 2020) Im Sommer ist die Ozonbelastung am stärksten.

In der Schweiz weisen das Misox und das Tessin die höchste Ozonbelastung auf (ANU, 2016). Dies ist in Abbildung 19 ersichtlich, in der die Nachbardörfer Roveredo und Castaneda die meisten Stunden mit einer Grenzüberschreitung aufweisen. In Roveredo ist der Wert der Ozonbelastung im Vergleich zum Tal Misox (Mesolcina) etwas geringer (Abbildung 21, S. 16). Seit dem Jahr 1991 hat die Ozonbelastung in Roveredo tendenziell etwas abgenommen (siehe Abbildung 20), sie ist aber immer noch sehr hoch und weist jährlich Grenzüberschreitungen auf. Im Jahr 2018 hat sich die Anzahl Stunden, in denen der Ozon-Wert über dem Grenzwert lag, von 128 Stunden im Jahr 2014 auf 383 Stunden erhöht, was aus dem Vergleich der Abbildung 19 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und Abbildung 21 ersichtlich ist. Es kann daher angenommen werden, dass der Umfahrungstunnel nicht oder kaum zu einer Reduzierung der Ozonwerte geführt hat.

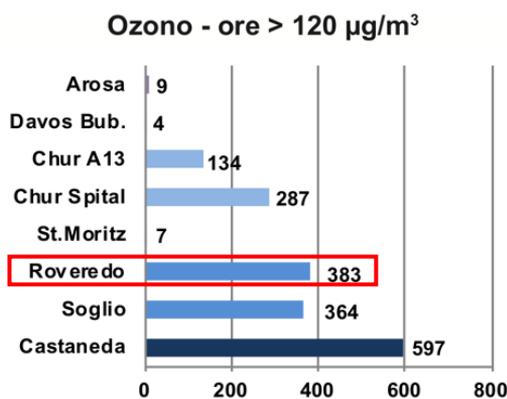


Abbildung 19: Anzahl Stunden mit einem Ozonwert über dem Grenzwert 2018 (ANU, 2019)

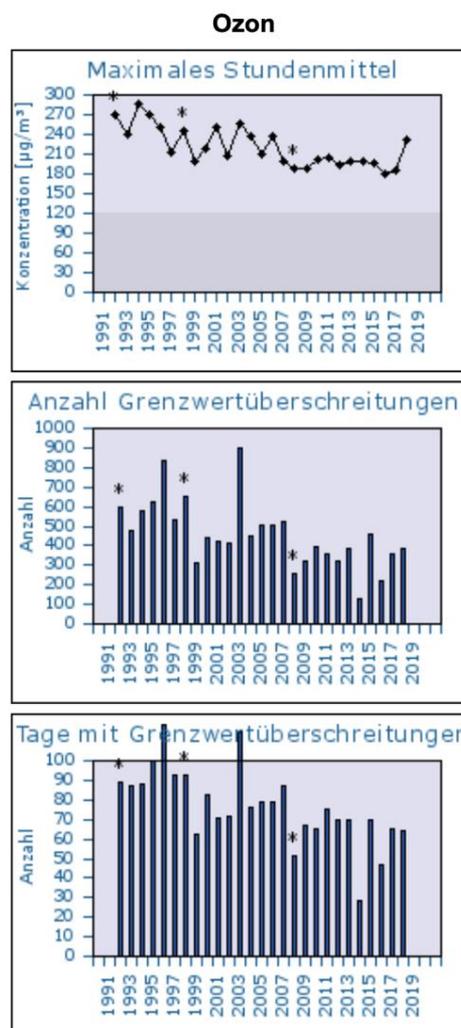


Abbildung 20: Jahresentwicklung Ozon in Roveredo Municipio (ANU, 2021b)

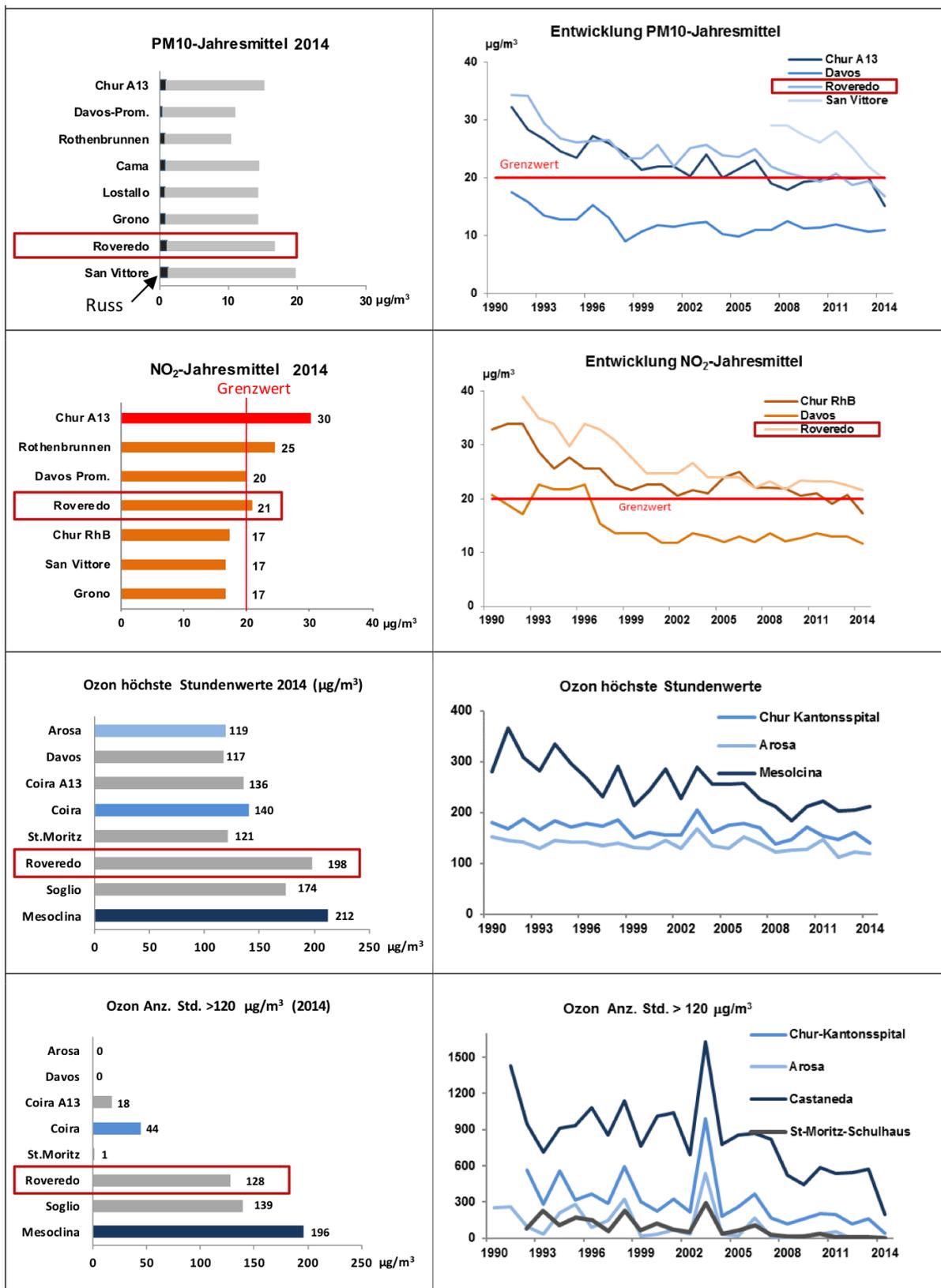


Abbildung 21: PM10-, NO₂- und Ozon-Immissionen 2014 (ANU, 2016)

4 Fazit

Abschliessend kann gesagt werden, dass die Unzufriedenheit über die A13 durch den Dorfkern mit dem Umfahrungstunnel gelöst werden konnte. Dennoch hat die Frage der Nutzung der Fläche für viele Diskussionen gesorgt, da die Umwelt der Bevölkerung durch die neue Nutzung direkt tangiert ist. Während die einen das Überbauungsprojekt *Roveredo Viva* unterstützen, sind die neuen Wohnungen für andere ein Dorn im Auge. Die Fläche hätte grundsätzlich Platz für beides, der Streitpunkt liegt aber in der Aufteilung.

Obwohl das Projekt auch einige Uneinigkeiten mit sich bringt, kann festgehalten werden, dass sich die Situation in Roveredo in vielen Punkten stark verbessert hat. Durch die Umnutzung der Fläche konnten Wildkorridore wiederhergestellt werden. Zudem bietet die neue Nutzung Raum für Flora und Fauna, wodurch die Biodiversität im Dorf erhöht werden könnte. Mit mehr Grünanlagen könnte diese zwar noch stärker gefördert werden, aber selbst, wenn nur der Park Mondan als Erholungsgebiet umgesetzt wird, ist das schon mehr Grünfläche als vorher.

Zusätzlich zur positiven Auswirkung auf die Natur, wurden die Lärmemissionen im Dorf stark reduziert: Der Kern ist heute nicht mehr von der Autobahn betroffen und im Gebiet um das Nordportal konnten die Emissionen genügend weit gesenkt werden, sodass sich die Wohnqualität deutlich verbessern konnte. Auch in Bezug auf die Luftbelastung konnten seit der Fertigstellung des Umfahrungstunnels eine deutliche Verbesserung der Luftqualität gemessen werden, nachdem sich die Luftqualität kurzzeitig während des Baus noch stärker verschlechtert hat. Besonders hat das Stickstoffdioxid im Dorf Roveredo seit 2016 stark abgenommen, was als direkte Folge des Umfahrungstunnels betrachtet werden kann. Aufgrund der Lage Roveredos und der vielen Holzfeuerungen ist die Luft in Roveredo jedoch immer noch teilweise stark belastet. Zudem ist in der Region bereits vorher eine Verbesserung der Luftqualität sichtbar, was auf andere Faktoren zurückzuführen ist. Des Weiteren sollte die Luftqualität nicht auf allzu kleinem Raum betrachtet werden, da es regional zu Luftdurchmischung kommt.

Die Hypothese, dass sich die Nutzung der Fläche, das Dorfklima und die Biodiversität in Roveredo verbessert, kann aufgrund unserer Erkenntnisse in den meisten Punkten bestätigt werden. Allerdings sollte beachtet werden, dass für ein aussagekräftiges Fazit einige Daten fehlen. Zur Biodiversität im Dorf findet man kaum Informationen, wie viel die Parkanlage wirklich nützt, ist fraglich. Von der Flechtenuntersuchung des Amtes für Natur und Umwelt fehlen zurzeit aktuelle Studien, dasselbe gilt für die Lärmbelastung. Dies ist verwunderlich: Das Projekt Roveredo war von nationaler Bedeutung, da das erste Mal in der Schweiz überhaupt ein Stück Autobahn zurückgebaut wurde. Dennoch werden die Auswirkungen auf die Umwelt weder von Bund noch Kanton gross beobachtet, neue Studien aufgrund des Projektes gibt es keine.

5 Blick in die Zukunft

In Zukunft wird Roveredo durch die Umsetzung des Projektes *Roveredo Viva* über neue Infrastrukturen und mehr Grünflächen verfügen. Das Dorfzentrum wird nicht mehr von einer Hauptverkehrsachse durchtrennt und bietet somit mehr Naherholung und Freiraum für die Einwohner und Einwohnerinnen. Dies sind Bemühungen der Behörden, welche in der ganzen Schweiz zu beobachten sind: Es wird versucht den Verkehr in den Dörfern und Städten zu reduzieren, zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung sowie der Natur. Dieses Phänomen wird vermehrt auftreten, da mit einem starken Zuwachs an Personen- sowie Güterverkehr zu rechnen ist. (ARE, 2017) Insbesondere den Güterverkehr betreffend bietet sich die Option der Verlagerung unter die Erde, wie es beispielsweise bei dem Projekt *Cargo sous terrain* bereits geplant ist. Dabei soll das Verkehrssystem entlastet, die Lärmemissionen reduziert und die Umwelt geschont werden. (terrain, 2021) Betreffend der Handelsroute A13, die durch den San Bernardino führt, stellt sich somit die Frage nach einer Ausarbeitung des Untergrundverkehrs, insbesondere da sie stark vom Güterverkehr geprägt ist.

Die Umgestaltung von Roveredo repräsentiert dabei ein positives Vorreitermodell, auf welches in Zukunft als Referenz verwiesen werden kann. Besonders mit Blick in die Zukunft: Angesichts des Klimawandels sind verdichtetes Bauen, mehr Grünraum und Naherholung sowie effiziente und umweltschonende Verkehrssysteme mehr gefragt denn je.

6 Verzeichnisse

6.1 Quellenangaben

Alfred Müller AG, 2021. *Roveredo Viva*. [Online]

Available at: <https://www.roveredoviva.ch/le-tappe>

[Zugriff am 19 März 2021].

Anon., 2021. *Roveredo Viva: Le Tappe*. [Online]

Available at: <https://www.roveredoviva.ch/le-tappe>

[Zugriff am 14.05.2021].

ANU, 2014. *Amt für Natur und Umwelt GR, Luftqualitätsuntersuchungen mit Flechten im Kanton Graubünden*

ANU, 2016. *Amt für Natur und Umwelt GR, Massnahmenplan Lufthygiene*

ANU, 2019. *Amt für Natur und Umwelt GR, Jahresbericht Luft*

ANU, 2021a. *Amt für Natur und Umwelt GR*. [Online]

Available at:

<https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/projekte/naturundlandschaft/Biodiversitaet/Seiten/Biodiversitaet.aspx>

[Zugriff am 29 April 2021].

ANU, 2021b. *Amt für Natur und Umwelt GR*. [Online]

Available at: [https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/projekte/luft/aktuelle-daten/Seiten/Karte.aspx#!id=rueckblick-jahr&tx_ostluft_rueckblick_jahr\[action\]=detail&tx_ostluft_rueckblick_jahr\[messstationId\]=41f9d7a3-57f0-45ab-87f1-4b75bb77a748](https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/projekte/luft/aktuelle-daten/Seiten/Karte.aspx#!id=rueckblick-jahr&tx_ostluft_rueckblick_jahr[action]=detail&tx_ostluft_rueckblick_jahr[messstationId]=41f9d7a3-57f0-45ab-87f1-4b75bb77a748)

[Zugriff am 16 Mai 2021].

ARE, 2017. *Eidgenössisches Departement Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation*. [Online]

Available at: <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/verkehr/zukunft-mobilitaet-schweiz.html>

[Zugriff am 3 Mai 2021].

ASTRA, 2016. *Bundesamt für Strassen, Bundesrätin Doris Leuthard eröffnet neue Umfahrung Roveredo*. [Online]

Available at:

<https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/dokumentation/medienmitteilungen/anzeigemeldungen.msg-id-64402.html>

[Zugriff am 14.05.2021].

BAFU, Empa, 2019. *Bundesamt für Umwelt, Luftqualität 2018, Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL)*

BAFU, 2008. *Bundesamt für Umwelt, Stickstoffhaltige Luftschadstoffe beeinträchtigen auch die Biodiversität*. [Online]

Available at:

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/fachinformationen/luftqualitaet-in-der-schweiz/stickstoffhaltige-luftschadstoffe-beeintraechtigen-auch-die-biod.html>

[Zugriff am 7 Mai 2021].

BAFU, 2015. *Bundesamt für Umwelt, Lärmbelastung durch Strassenverkehr (Lr_Tag)*. [Online]

Available at: https://www.geocat.ch/geonetwork/srv/ger/md.viewer#/full_view/87f3f029-4685-4d51-9de2-2a409b32aff5/tab/complete

[Zugriff am 7 Mai 2021].

BAFU, 2018. *Bundesamt für Umwelt, Feinstaub*. [Online]

Available at:

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/fachinformationen/luftqualitaet-in-der-schweiz/feinstaub.html>

[Zugriff am 7 Mai 2021].

BAFU, 2019. *Bundesamt für Umwelt, Belastungsgrenzwerte für Lärm*. [Online]

Available at:

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/laerm/fachinformationen/laermbelastung/grenzwerte-fuer-laerm/belastungsgrenzwerte-fuer-laerm.html>

[Zugriff am 7 Mai 2021].

BAFU, 2020. *Bundesamt für Umwelt, Ozon - Sommersmog*. [Online]

Available at:

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/fachinformationen/luftqualitaet-in-der-schweiz/ozon---sommersmog.html>

[Zugriff am 10 Mai 2021].

Caprez, C., 2017. *SRF: 50 Jahre San-Bernardino-Tunnel - "Die Stille ging mit dem Tunnel verloren"*. [Online]

Available at: <https://www.srf.ch/news/schweiz/50-jahre-san-bernardino-tunnel-die-stille-ging-mit-dem-tunnel-verloren>

[Zugriff am 14 05 2021].

Comunale, C., 11. Juli 2018. *Ricucitura Roveredo*

Comune di Roveredo, 2021. *Comune di Roveredo*. [Online]

Available at: <https://www.roveredo.ch/>

[Zugriff am 14 05 2021].

Feiner, A. f. R. G. -. J., 2014. *Raumkonzept Graubünden*

Kanton Graubünden, 2015. *Geoportal der kantonalen Verwaltung*. [Online]

Available at: https://map.geo.gr.ch/gr_webmaps/wsgi/theme/Basisinformationen

[Zugriff am 7 Mai 2021].

Kanton Graubünden, 2021. *GEO GR*. [Online]

Available at:

<https://geogr.mapplus.ch/viewer/geogr/?lang=de&basemap=av&blp=1&x=2762500&y=1170000&z=0&hl=0&layers=bauzonen>

LVR, 2020. *Luftreinhalte-Verordnung (LVR)*

Rütimann, R., 1984. *Bellinzona-Mesocco-Bahn*. Zürich: Ernst B. Leutwiler Verlag.

Simmen, A., 2018. *Roveredo zusammennähen*, ETH: Hochparterre: Zeitschrift für Architektur und Design.

Swissair Photo AG, 1988. *ETH-Bibliothek Zürich*. [Online]

Available at: <http://doi.org/10.3932/ethz-a-000323678>

[Zugriff am 25 April 2021].

swissinfo, 2016. *Wenn die verhasste Autobahn zum neuen alten Dorfplatz wird*

swisstopo, 2021. *map.geo.admin*. [Online]

Available at:

https://map.geo.admin.ch/mobile.html?lang=de&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.bafu.laerm-strassenlaerm_tag,ch.swisstopo.zeitreihen&layers_opacity=0.7,1&E=2729321.36&N=1122064.62&zoom=6.11610301291337&layers_timestamp=,20161231

[Zugriff am 3 April 2021].

terrain, c. s., 2021. *cargo sous terrain*. [Online]

Available at: <https://www.cst.ch/was-ist-cst/>

[Zugriff am 2 Mai 2021].

Tiefbauamt Graubünden, 2001. *Projekt der Umfahrung Roveredo in der öffentlichen Auflage*

6.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Belastungsgrenzwerte für Lärmemissionen in der Schweiz (BAFU, 2019).....	7
Tabelle 2: Messwerte der Lärmemissionen (eigene Daten).....	9

6.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Lage von Roveredo (swisstopo, 2021).....	1
Abbildung 2: Gebietseingrenzung (swisstopo, 2021).....	1
Abbildung 3: Roveredo am 6.9.1988 (Swissair Photo AG, 1988) Fehler! Textmarke nicht definiert.	
Abbildung 4: Roveredo (2000) mit der Autobahn durch das Dorf (swisstopo, 2021).....	4
Abbildung 5: Roveredo (2020) mit der Umfahrung (swisstopo, 2021).....	4
Abbildung 6: Übersicht vom Projekt Roveredo Viva (Simmen, 2018).....	5
Abbildung 7: Das Projekt Roveredo Viva (Alfred Müller AG, 2021).....	5
Abbildung 8: Bauzonenplan von Roveredo (Kanton Graubünden, 2021).....	6
Abbildung 9: Tageswerte der Lärmbelastung, Roveredo (Kanton Graubünden, 2015).....	8
Abbildung 10: Schallschutzwände entlang der A13 (swissinfo, 2016) Fehler! Textmarke nicht definiert.	
Abbildung 11: Schallkurve direkt an der Autobahn (eigene Messung).....	10
Abbildung 12: Schallkurve hinter der Schallschutzwand (eigene Messung).....	10
Abbildung 13: Vergleich der Flächenanteile in den 6 Luftgütezonen (ANU, 2014).....	12
Abbildung 14: Luftgütekarte 1992 (ANU, 2014).....	13
Abbildung 15: Luftgütekarte 2012 (ANU, 2014).....	13
Abbildung 16: Differenzkarte 2012 - 1991 (ANU, 2014).....	13
Abbildung 17: Entwicklung PM10-Jahresmittelwert (ANU, 2019).....	14
Abbildung 18: NO ₂ -Entwicklung (ANU, 2019).....	14
Abbildung 19: Anzahl Stunden mit einem Ozonwert über dem Grenzwert 2018 (ANU, 2019).....	15
Abbildung 20: Jahresentwicklung Ozon in Roveredo Municipio (ANU, 2021b).....	15
Abbildung 21: PM10-, NO ₂ - und Ozon-Immissionen 2014 (ANU, 2016).....	16