



Universität Basel
Departement Umweltwissenschaften
Geographisches Institut
Abteilung Physiogeographie und Umweltwandel



Die Prüfung der SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk auf Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit und die Erarbeitung von Verbesserungsvorschlägen

Masterarbeit:

Denise Bussinger
Hauptstrasse 10
4461 Böckten
denise.bussinger@stud.unibas.ch
2014/2015

Betreuung:

Dr. phil. Biol., Dr. h.c. iur. Raimund Rodewald
Prof. Dr. Nikolaus Kuhn

Dank

Das Thema der vorliegenden Masterarbeit wurde von der Stiftung Landschaftsschutz Schweiz (SL-FP) ausgeschrieben und vom Geschäftsleiter der Stiftung, Dr. phil. Biol., Dr. h.c. iur. Raimund Rodewald, thematisch betreut. Prof. Dr. Nikolaus Kuhn übernahm die Zweitbeurteilung. Ich danke beiden für die Unterstützung und Hilfestellung bei fachlichen Fragen. Für die Begleitung bei den Feldbegehungen und für die Auswertung der Flora möchte ich mich ganz herzlich bei dem Biologen Martin Blattner und dem Bryologen Josef Bertram bedanken. Dank der freundlichen und grossen Unterstützung der beiden konnte die Auswertung in diesem Umfang durchgeführt werden.

Ein grosses Dankeschön gebührt auch Sven Ziegenrucker vom SIA-Verlag. Er hat mir die gewünschten SIA-Normen kostenlos zur Verfügung gestellt.

Zugleich möchte ich mich bei Dr. Philipp Rück, dem Präsidenten der Arbeitsgruppe SIA 266/2, bedanken. Er beantwortete unermüdlich meine Fragen über die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk. Ein weiteres Dankeschön gilt allen Mitgliedern der SIA-Arbeitsgruppe und allen Ingenieuren vom Tiefbauamt Graubünden und vom GeoplanTeam Hutzli + Kluser in Nidau, die sich die Zeit für die Beantwortung der Fragenkataloge genommen haben.

Ausserdem möchte ich mich bei allen Fachexperten recht herzlich bedanken, die sich für die vielen projektbezogenen Gespräche und Treffen Zeit genommen haben. Ohne diese Hintergrundinformationen wäre die Auswertung der Fallbeispiele nicht möglich gewesen.

Zu guter Letzt geht ein ganz herzliches Dankeschön an meine Familie und meine Freunde. Sie standen mir während der Masterarbeit tatkräftig und hilfsbereit zur Seite. Mit viel Geduld haben sie die Arbeit gegengelesen und mich mit hilfreichen Tipps und Anmerkungen unterstützt. Vielen Dank!

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	IX
Abkürzungen.....	XI
Glossar	XII
1. Einleitung	1
2. Theoretische Grundlagen.....	3
2.1 Der SIA.....	3
2.1.1 Das Normenwerk.....	4
2.1.2 Rechtliche Grundlagen	6
2.2 SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk.....	7
2.2.1 Trockensteinmauern	8
2.2.2 Entwicklung des Natursteinmauerwerks	12
2.2.3 Vorgängige Normen.....	13
2.3 Landschaftsverträglichkeit	14
2.3.1 Natur- und Umweltverträglichkeit	15
3. Untersuchungsgebiet	19
3.1 Traditionelle Trockensteinmauern Septimerpass	19
3.2 Rebmauern linkes Bielerseeufer	21
3.3 Stützmauern Engadiner Hauptstrassen	22
4. „State of the art“	25
4.1 Landschaftskonzept Schweiz.....	25
4.2 SIA-Dokumentationen.....	26
5. Methodik.....	28
5.1 Fragenkataloge zur Rolle der SIA-Normen	28
5.1.1 Begründung der Methodenwahl	28
5.2 Prüfung auf Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit.....	29
5.2.1 Auswahl der Fallbeispiele	29
5.2.2 Methodenwahl	29

5.2.3	Kriterienkatalog.....	30
5.2.4	Landschaftsökologischer Bezug	32
5.2.5	Grundlagen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele	33
5.2.6	Rückschlüsse auf die SIA-Normen und Verbesserungsvorschläge.....	33
5.2.7	Begründung der Methodenwahl.....	34
6.	Ergebnisse	35
6.1	Ergebnisse Fragenkataloge zur Rolle der SIA-Normen.....	35
6.1.1	Zur Rolle und Funktion der Normen.....	35
6.1.2	Zu den Zielen der Normen.....	37
6.1.3	Zur Standardisierung und den fehlenden Aspekten der Normen.....	37
6.2	Prüfung traditioneller Trockensteinmauern Septimerpass.....	39
6.2.1	Grundlagen zum Untersuchungsgebiet.....	39
6.2.2	Analyse Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele.....	44
6.2.3	Auswertung	50
6.3	Prüfung Rebmauern linkes Bielerseeufer.....	53
6.3.1	Grundlagen zum Untersuchungsgebiet.....	53
6.3.2	Analyse Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele.....	61
6.3.3	Auswertung	66
6.4	Prüfung Stützmauern Engadiner Hauptstrassen	68
6.4.1	Grundlagen zum Untersuchungsgebiet.....	68
6.4.2	Analyse Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele.....	72
6.4.3	Auswertung	79
7.	Diskussion	83
7.1	Rolle der SIA-Normen.....	83
7.2	Rückschlüsse auf die SIA-Normen und Verbesserungsvorschläge.....	85
7.2.1	Fallbeispiel traditionelle Trockensteinmauern Septimerpass.....	85
7.2.2	Fallbeispiel Rebmauern linkes Bielerseeufer	89
7.2.3	Fallbeispiel Stützmauern Engadiner Hauptstrassen.....	92
7.3	Fehlende Aspekte der Normen	95

7.3.1	Konkrete Verbesserungsvorschläge	97
7.4	Diskussion der Methoden	101
8.	Fazit	103
9.	Ausblick.....	104
10.	Zusammenfassung	105
11.	Literaturverzeichnis.....	A
11.1	Bücher	A
11.2	Buchkapitel	B
11.3	Zeitschriftenartikel.....	C
11.4	Projektunterlagen und Broschüren.....	D
11.5	Lexikoneinträge	F
11.6	Internetquellen 	F
11.7	Persönliche Korrespondenz.....	M
11.8	Karten.....	N
12.	Abbildungsquellen	P
	Anhangsverzeichnis	b

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Die Aufbauorganisation der unterschiedlichen Ebenen im Normenwesen des SIA	5
Abb. 2: Weidegrenzen aus Steinen in Latsch, Kanton GR.....	9
Abb. 3: Die Mauern strukturieren die Rebberge des Vispertals, Kanton VS.....	11
Abb. 4: Natursteinmauerwerke als traditionelles Element im Strassenbau im Engadin, Kanton GR	13
Abb. 5: Eine Mauereidechse versteckt sich in den Ritzen einer Trockensteinmauer.....	16
Abb. 6: Die Mauerraute als typische Pflanzenart der Mauerritzen und -fugen.....	17
Abb. 7: Der Septimerpass, der die Verbindung zwischen Bivio im Norden und Casaccia im Süden darstellt	20
Abb. 8: Die Lage von Ligerz am nördlichen Bielerseeufer	21
Abb. 9: Der untersuchte Mauerabschnitt einer Stützmauer entlang der Engadinerstrasse in der Nähe von St. Moritz-Bad	23
Abb. 10: Die Lage von Plaun da Lej am Silsersee.....	24
Abb. 11: Eine Schotterstrasse schlängelt sich an der Seite des Baches durch das nördliche Tal des Septimers zur Passhöhe hinauf.....	40
Abb. 12: Das Schild weist den Wanderern und Bikern den Weg zu Franca`s-Beizli	40
Abb. 13: Der historische Verkehrsweg von nationaler Bedeutung über den Septimerpass	43
Abb. 14: Die sanierungsbedürftigen Trockensteinmauern auf dem Septimerpass	44
Abb. 15: Die Trockensteinmauern auf dem Septimer wurden in regionaltypischer Bauweise erstellt und saniert.....	45
Abb. 16: Die Trockensteinmauern strukturieren die Alpenlandschaft und verlaufen als wegbegleitende Elemente entlang der Passstrasse	46
Abb. 17: Die Trockensteinmauern und die Alphütten sind Zeugen der regionalen Nutzungsgeschichte	47
Abb. 18: Die Trockensteinmauern auf der rechten Bildseite, die Alphütten und der Passweg sind in die einmalige Natur- und Kulturlandschaft integriert und bilden ein einheitliches Landschaftsbild	48
Abb. 19: Die Weinbauregion umfasst ein BLN-Objekt sowie schützenswerte Ortsbilder...	56
Abb. 20: Die neu erstellten Mauern nach dem Mauertyp „Schafis“ mit den betonierten Horizontalfugen.....	58
Abb. 21: Trockensteinmauer entlang eines historischen Verkehrsweges	59
Abb. 22: Das Mauerbild des Typs „Twann“ nähert sich dem Mauerbild einer Trockensteinmauer an.....	60

Abb. 23: Eine neu erstellte Stampfbetonmauer am Neuweg.....	61
Abb. 24: Betonierte Mauerfussicherungen zum Schutz der wertvollen Trockensteinmauern	62
Abb. 25: Rebmauern tragen zur strukturellen Vielfalt der Landschaft bei.....	63
Abb. 26: Mauern als charakteristisches Element entlang des Pilgerwegs.....	64
Abb. 27: Das Oberengadin mit dem Lej da Segl im Vordergrund.....	69
Abb. 28: Klimadiagramm von Segl-Maria im Engadin.....	70
Abb. 29: Der historische Verkehrsweg von nationaler Bedeutung verläuft entlang der heutigen Malojastrasse	72
Abb. 30: Die gestufte Stützmauer bei St. Moritz-Bad ist nach hinten versetzt.....	74
Abb. 31: Gemischtmauerwerkstyp MX 1.....	74
Abb. 32: Die Stützmauern bei Plaun da Lej werden regelmässig von Felswänden unterbrochen.....	75
Abb. 33: Gemischtmauerwerkstyp MX 3.....	75
Abb. 34: Der Mauerwerksverband wirkt lebhaft, passt sich aber trotzdem in die natürliche Landschaft ein.....	76
Abb. 35: Der regelmässige Mauerwerksverband als gelungener Ausgleich zu den rauen Felswänden.....	76
Abb. 36: Natursteinmauern als Abgrenzungs- und Übergangsraum zwischen der Engadinerstrasse und den umliegenden Strukturen	77
Abb. 37: Der Dickblättrige Mauerpfeffer als mauertypische Art.....	78
Abb. 38: Eine mit Zement überdeckte Mauerkrone.....	80
Abb. 39: Die Ergänzung der technischen SIA-Normen mit fehlenden Aspekten	97

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Kriterienkatalog zur Analyse der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele von Mauern und deren Umgebung	31
Tab. 2: Die Anzahl verschickter und beantworteter Fragenkataloge	35
Tab. 3: Kultureller Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten auf dem Septimerpass	45
Tab. 4: Natürlicher Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten auf dem Septimerpass	46
Tab. 5: Identifikation und Heimatbildung der spezifischen Landschaftsqualitäten auf dem Septimerpass	47
Tab. 6: Kontextueller Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten auf dem Septimerpass	48
Tab. 7: Kultureller Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele auf dem Septimerpass	49
Tab. 8: Natürlicher Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele auf dem Septimerpass	49
Tab. 9: Identifikation und Heimatbildung der Landschaftsentwicklungsziele auf dem Septimerpass	50
Tab. 10: Kontextueller Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele auf dem Septimerpass	50
Tab. 11: Das Verhältnis der mauertypischen Pflanzenarten zu den insgesamt gezählten Pflanzenarten am untersuchten Mauerabschnitt auf dem Septimer	52
Tab. 12: Kultureller Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten am linken Bielerseeufer	62
Tab. 13: Natürlicher Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten am linken Bielerseeufer	63
Tab. 14: Identifikation und Heimatbildung der spezifischen Landschaftsqualitäten am linken Bielerseeufer	64
Tab. 15: Kontextueller Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten am linken Bielerseeufer	64
Tab. 16: Kultureller Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele am linken Bielerseeufer	65
Tab. 17: Natürlicher Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele am linken Bielerseeufer	65
Tab. 18: Identifikation und Heimatbildung der Landschaftsentwicklungsziele am linken Bielerseeufer	66
Tab. 19: Kontextueller Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele am linken Bielerseeufer	66

Tab. 20: Das Verhältnis der mauertypischen Pflanzenarten zu den insgesamt gezählten Pflanzenarten an den untersuchten Mauern im Rebbauggebiet von Ligerz und Twann-Tüscherz am linken Bielerseeufer	67
Tab. 21: Kultureller Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten an den Engadiner Hauptstrassen	73
Tab. 22: Natürlicher Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten an den Engadiner Hauptstrassen	75
Tab. 23: Identifikation und Heimatbildung der spezifischen Landschaftsqualitäten an den Engadiner Hauptstrassen	76
Tab. 24: Kontextueller Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten an den Engadiner Hauptstrassen	77
Tab. 25: Kultureller Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele an den Engadiner Hauptstrassen	78
Tab. 26: Natürlicher Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele an den Engadiner Hauptstrassen	78
Tab. 27: Identifikation und Heimatbildung der Landschaftsentwicklungsziele an den Engadiner Hauptstrassen	79
Tab. 28: Kontextueller Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele an den Engadiner Hauptstrassen	79
Tab. 29: Das Verhältnis der mauertypischen Pflanzenarten zu den insgesamt gezählten Pflanzenarten am untersuchten Mauerabschnitt an der Engadinerstrasse bei St. Moritz-Bad	81
Tab. 30: Das Verhältnis der mauertypischen Pflanzenarten zu den insgesamt gezählten Pflanzenarten am untersuchten Mauerabschnitt an der Malojastrasse bei Plaun da Lej	82
Tab. 31: Kriterienkatalog zur Analyse der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele vor Projektierungsbeginn	100

Abkürzungen

BLN	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung
IVS	Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz
LBP	Landschaftspflegerische Begleitplanung
n. d.	no date
NK	Normenkommission
Pers. Korr.	Persönliche Korrespondenz
RGZ TLTA	Rebgüterzusammenlegung Twann-Ligerz-Tüscherz-Alfermée
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SL-FP	Stiftung Landschaftsschutz Schweiz
SNK	sektorielle Normenkommission
SUS	Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz
ZNO	Zentralkommission für Normen und Ordnungen

Glossar

Im Folgenden werden diejenigen Begriffe definiert, die in der vorliegenden Arbeit nicht näher beschrieben werden. Im Fliesstext sind diese Begriffe mit einem Verweis auf das Glossar gekennzeichnet.

- Kulturlandschaft: Eine Kulturlandschaft ist ein historisch gewachsenes und nach aussen abgrenzbares Gefüge, das durch die Entwicklung, Ansiedlung und Lebensweise von Gesellschaften und Generationen über Jahre hinweg geprägt wird. Die Rahmenbedingungen der so entstandenen ablesbaren Strukturen sind durch die natürliche Umgebung gegeben. Eine Kulturlandschaft kann als Kulturgut beschrieben werden, das durch das Wirkungsgefüge von Mensch und Natur entstanden ist und weiterhin definiert wird (*UNESCO-Zentrum für das Erbe der Welt* (Hrsg.) 2005: 🌐; *Schmithüsen* 1968; *Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung* (Hrsg.) 1998: 🌐).
- Landschaftsentwicklungsziele: Unter den Entwicklungszielen einer Landschaft werden die formulierten Ansprüche der Bevölkerung auf die zukünftige Entwicklung der vorhandenen Landschaftsqualitäten verstanden (*Europarat* (Hrsg.) 2000: 🌐; *Rodewald, Schwyzer & Liechti* 2014: 🌐).
- Landschaftsleistungen: Die Leistungen einer Landschaft ergeben sich aus den vielseitigen Funktionen, die sie für den Menschen ausführt. So entstehen unmittelbare wirtschaftliche, materielle, physische und psychische Vorteile für den Menschen. Mit ihren Qualitäten kann eine Landschaft die physischen und psychischen Bedürfnisse des Menschen stillen (*Stremlow* 2008: 🌐; *Grêt-Regamey et al.* 2012).

Landschaftsqualitäten:

Unter Landschaftsqualitäten werden die vielseitigen Eigenschaften, Charakteristika und Merkmale einer Landschaft verstanden. Es sind objektiv messbare Kennzeichen und Besonderheiten einer Landschaft, die jeder Mensch verschieden wahrnehmen und aufnehmen kann. Mithilfe der Landschaftsqualitäten lassen sich die Landschaftsleistungen gewährleisten (*Rodewald, Schwyzer & Liechti 2014: 🌐; Grêt-Regamey et al. 2012*).

Naturlandschaft:

Eine Naturlandschaft ist eine räumliche Einheit, die durch ihre natürlichen Einflussfaktoren und Landschaftselemente geprägt wird. Ihr Wirkungsgefüge bezieht sich auf natürliche Faktoren und schliesst die menschliche Einflussnahme aus (*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung (Hrsg.) 1998: 🌐; Schmithüsen 1968*).

1. Einleitung

Die Planungs- und Bauprozesse basieren in der Schweiz auf Normen, die zum Ziel haben, die Sicherheit und Funktionalität von Bauwerken zu gewährleisten (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013a). Da der freie Landschaftsraum aber mehr und mehr verbaut und besiedelt wird, spielt auch die Art und Weise der Bebauung des noch freien Landschaftsraumes eine zentrale Rolle. Die Frage nach der Landschafts- und Naturverträglichkeit sowie der Nachhaltigkeit der Bauprozesse und Bauobjekte muss aufgrund des verstärkten Eingriffes in die Naturräume berücksichtigt werden, denn die Landschaft bildet eine unverzichtbare Lebensgrundlage sowohl für den Menschen als auch für Tiere und Pflanzen (*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung* (Hrsg.) 1999).

Oftmals werden vor allem einfache und nicht unbedingt aufsehenerregende Bauwerke in die Landschaft gebaut, ohne den Blick für die Umgebung und die lokalen Rahmenbedingungen zu schärfen (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2005a). So entstehen Bauwerke, die nicht in die Landschaft eingepasst sind. Jedoch sollte besonders bei „gewöhnlichen“ Baukonstruktionen auf die Einpassung in die Landschaft und auf deren Anpassung an die regionalen Rahmenbedingungen geachtet werden. Nur wenn es eine Übereinstimmung zwischen baulicher Planung und Natur-, Heimat- und Umweltschutz gibt, kann der Landschaftsraum weiterhin in gewohntem Ausmass genutzt und eine nachhaltige Bebauung ermöglicht werden. Und nur unter diesen Umständen kann die Eigenart einer Landschaft gewährleistet werden.

Natursteinmauern können in den meisten Fällen zu solch „gewöhnlichen“ Baukonstruktionen gezählt werden. „Richtig“ konstruiert, sind Natursteinmauern aber nachhaltige und dauerhafte Bauwerke. Trockensteinmauern werden ohne Mörtel errichtet und weisen neben ihrer Nachhaltigkeit zusätzlich noch eine äusserst wertvolle ökologische und kulturelle Bedeutung auf (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2012).

Diese Werte gilt es zu erhalten und zu fördern. Durch Standardisierungen der Normen kann dies jedoch nicht erreicht werden. Deshalb muss eine erhöhte Sensibilisierung für den Wert von Natursteinmauern und für deren ökologisches sowie kulturelles Potenzial stattfinden.

Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit ist es, die Baunormen des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA), die sich auf das Natursteinmauerwerk beziehen, auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit zu prüfen und Verbesserungsvorschläge auszuarbeiten.

Mit dieser Arbeit wird versucht, einen Anstoss im Planungs- und Bauprozess zu erzielen, damit die baulichen Normen vermehrt auf Eigenheiten der Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit sensibilisiert werden. Hierfür müssen ökologische, ästhetische, kulturelle, traditionelle, regionaltypische und landschaftsspezifische Aspekte während der Bauprozesse genügend berücksichtigt werden.

In diesem Zusammenhang stellen sich folgende Forschungsfragen:

- Was wird unter Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit verstanden und wie lassen sich bauliche Normen diesbezüglich prüfen?
- Welche Rolle spielen die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk allgemein und welche Funktionen, welche Ziele und welche Rechtsgrundlage haben sie? Sind die Normen durch eine Standardisierung gekennzeichnet?
- Wie kann eine Standardisierung der Normen (falls vorhanden) aufgebrochen werden und wie lassen sich ökologische, ästhetische, kulturelle, traditionelle, regionaltypische und landschaftsspezifische Aspekte in die Normen einbringen?

Ausgehend von diesen Forschungsfragen wird von nachstehenden Hypothesen ausgegangen:

- Es wird erwartet, dass die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk allgemein ein hohes Mass an Standardisierung beinhalten, da sie eine relativ beschränkte Berücksichtigung von Aspekten der landschaftlichen und naturbedingten Kontextsituation aufweisen.
- Es wird vermutet, dass bei der Projektierung und dem Bau von Natursteinmauern nach SIA-Normen der ganzheitliche Blick und die Einbeziehung kontextueller Aspekte zu wenig gewichtet wird.

Damit diese Hypothesen auf ihre Richtigkeit untersucht werden können, muss die Rolle der SIA-Normen näher beleuchtet werden. Es werden Einblicke in die Funktionen, die Ziele und die rechtlichen Grundlagen der Normen gegeben. Weiter wird mithilfe der Analyse von Landschaftsqualitäten und -entwicklungszielen (vgl. Glossar) an verschiedenen Fallbeispielen die Prüfung auf Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit an bereits erbauten Natursteinmauern durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Analyse werden genutzt, um Rückschlüsse auf die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit der SIA-Normen zu erzielen. Folglich können Verbesserungsvorschläge und Empfehlungen erarbeitet werden, damit die Normen zum Natursteinmauerwerk vermehrt ökologische, ästhetische, kulturelle, traditionelle, regionaltypische und landschaftsspezifische Aspekte berücksichtigen. Anhand dieser Empfehlungen soll einer möglichen Standardisierung der Normen entgegengewirkt werden.

2. Theoretische Grundlagen

In diesem Kapitel werden zuerst der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA) und sein Normenwerk kurz vorgestellt. In einem nächsten Schritt werden die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk näher beleuchtet. Dabei werden auch die Geschichte und die Entwicklung des Natursteinmauerbaus (inklusive der Trockenmauerbauweise) erläutert. In einem weiteren Schritt wird beschrieben, was unter Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit zu verstehen ist. In diesem Zusammenhang wird auch auf den Lebensraum Natursteinmauer eingegangen.

2.1 Der SIA

Der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein, kurz SIA, ist ein Berufsverband, dem Fachexperten aus Bau, Technik und Umwelt angehören. Gesamthaft umfasst der Verein heute mehr als 15`000 Mitglieder aus der Ingenieur- und Architekturbranche. Unter der Zielsetzung das Fachwissen durch den Austausch von Berufserfahrungen zu erhöhen, wurde die Gesellschaft Schweizerischer Ingenieure und Architekten im Jahre 1837 gegründet. Neben der Erarbeitung von Ordnungen, die die Kooperation aller Mitwirkenden während des Planungs- und Bauprozesses regeln, veröffentlicht der SIA seit 1883 auch technische Normen. Heute besteht der SIA aus einem umfassenden fachübergreifenden Netzwerk und versteht sich als wesentlicher Träger der Schweizer Normenschaffung. Er verfolgt das Ziel, den Lebensraum der Schweiz nachhaltig, zukunftstauglich und qualitativ hochwertig zu gestalten (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2010; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013a; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013c: 🌐; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2014a: 🌐; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2014c: 🌐; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2005b).

Der SIA ist in die vier Berufsfelder Architektur, Ingenieurbau, Technik und Umwelt gegliedert. Die Mitglieder sind diesen vier Berufsfeldern zugeordnet, in denen sie berufsspezifische Anliegen behandeln. 18 regionale Sektionen gewährleisten die Vernetzung der Mitglieder. Die Sektionen stehen zudem in Kontakt mit lokalen Behörden, politischen Instanzen und Ausbildungsstätten. Dies ermöglicht den Einbezug lokaler und regionaler Anliegen und die Integration von kulturspezifischen Aspekten (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013c: 🌐; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2014b: 🌐).

Die Mitwirkung des SIA in allen baulichen Belangen und der aktiven Raumgestaltung der Schweiz ist sehr umfassend. Er gibt sich der aktiven Mitgestaltung der Baukultur in der Schweiz hin und setzt sich für die daran beteiligten Berufs- und Fachleute ein. Zudem

organisiert er Tagungen und Kongresse in Bezug auf gegenwärtige oder bevorstehende Aufgabenstellungen. Aus- und Weiterbildungskurse sowie Empfehlungen bei Rechtsfragen werden auch angeboten. Des Weiteren spielt der Berufsverband im Bildungswesen eine wichtige Rolle (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2014a: 🌐).

2.1.1 Das Normenwerk

Das umfassende Normenwerk ist das Aushängeschild des SIA. Es beinhaltet Normen, Ordnungen, Richtlinien, Empfehlungen und Dokumentationen. Dieses Normenwerk wird von insgesamt 200 Kommissionen laufend unterhalten und fortentwickelt (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2014a: 🌐).

Normen können als Regeln und Leitlinien verstanden werden. Technische Normen sind vereinheitlichende Regeln der Baukunde, die sich mit der Festlegung von Qualitätsanforderungen in Bezug auf die Baustoffe, die Bauteile und das gesamte Bauwerk befassen. Sie enthalten ausserdem Leitlinien zu Herstellungsverfahren, Produktebezeichnungen und Sicherheitsansprüchen. Technische Normen haben eine Harmonisierung der technischen Angelegenheiten zum Ziel. Zudem stellen sie den aktuellen Stand des Wissens und der Erfahrung im Baubereich dar (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013b; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013a; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2005b; *Bühler* 1993).

Ziel ist es, so viele Normen wie nötig, aber so wenige wie möglich zu entwickeln. Diesbezüglich wird das aus der Erfahrung erworbene Wissen festgehalten und dokumentiert. Das neue, aus der Forschung generierte Wissen wird für die praktische Anwendung bereitgestellt. Die Erarbeitung von Normen erfolgt dementsprechend durch das Zusammenwirken von Praktikern und Theoretikern (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013a; *Lendi* 1983). Die Ansprüche an die Normen sind vielseitig: Normen müssen nützlich sein, sie müssen sich in der Praxis bewähren und auch wirklich angewendet werden. Weiter sollen durch Normen die Sicherheit der Bauwerke, ihre Funktionalität, Dauerhaftigkeit und ihre Wirtschaftlichkeit während des Planungs-, Bau- und Erhaltungsprozesses garantiert werden, ohne dabei die Kreativität einzugrenzen (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013a).

Damit Normen diesen Ansprüchen gerecht werden können, müssen sie den aktuellen Stand der Technik widerspiegeln. Aufgrund der fortwährenden technischen Weiterentwicklung werden die Normen regelmässig überprüft und angepasst. Allgemein wird von einer fünfjährigen Gültigkeit der Normen ausgegangen. Nach dieser Zeitspanne müssen sie teilweise oder gesamthaft überarbeitet werden (*Schweizerischer Ingenieur- und*

Architektenverein (Hrsg.) 2013b; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013a; Steiger 2008: 10).

Bei der Erarbeitung der Normen beachtet der SIA auch die Entwicklung innerhalb der europäischen und internationalen Normen. Zudem besteht eine enge Kooperation mit der Schweizerischen Normen-Vereinigung (SNV) (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013a).

In Bezug auf seine Normenschaffung arbeitet der SIA mit weiteren Institutionen, die ihr Interesse am Normenwesen bekunden, zusammen. Die innere Aufbaustruktur der SIA-Normenentwicklung ist vernetzt und läuft auf unterschiedlichen Ebenen ab.

Die oberste Instanz der Normenschaffung ist die Zentralkommission für Normen und Ordnungen, kurz ZNO. Die Aufgabe der ZNO ist die Führung und die Koordination der gesamten Normenaufgaben. Zudem entscheidet sie über die Tätigkeiten innerhalb des Normenwesens, genehmigt Normen und kontrolliert die ihr unterstellten Kommissionen. Die fünf sektoriellen Normenkommissionen (SNK) sind direkt der ZNO unterstellt und gliedern sich in unterschiedliche Bereiche, für die sie verantwortlich sind (vgl. Abb. 1). Diese sektoriellen Normenkommissionen haben eine Aufsichtsfunktion über die ihnen zugeordneten Normenkommissionen (NK). Die Normenkommissionen agieren als eigentliche Träger der Normenschaffung. Sie setzen sich aus Planern, Bauherren, Unternehmern, Lieferanten, Behörden und Vertretern von Hochschulen zusammen, die alle gleichgestellt die ihnen zugeordneten Normen als Volontäre erarbeiten (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2005b; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013a).

Die folgende Abbildung (Abb. 1) stellt die Aufbauorganisation innerhalb der Normenschaffung schematisch dar.

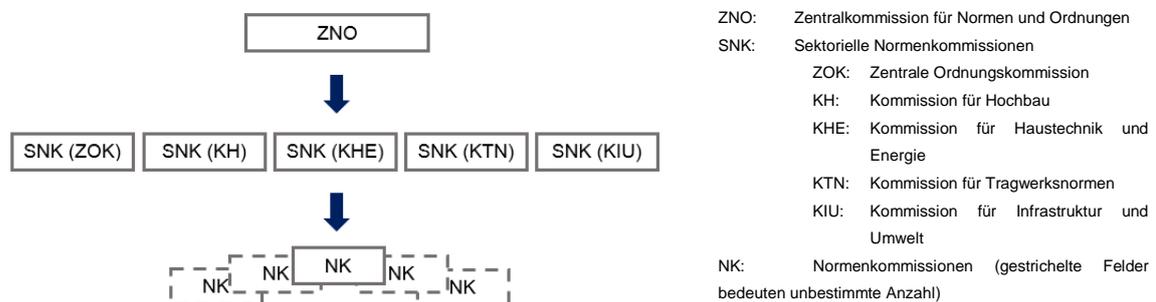


Abb. 1: Die Aufbauorganisation der unterschiedlichen Ebenen im Normenwesen des SIA (verändert nach *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2005b: 2).

Nach der Fertigstellung der jeweiligen Norm folgt eine öffentliche Vernehmlassung und die Möglichkeit zur Erhebung von Einsprachen. Ist dieser Prozess abgeschlossen und wurden allfällige Anpassungen vorgenommen, muss die NK die Freigabe der Norm über die SNK

bei der ZNO beantragen. Erst wenn auch diese Phase beendet ist, wird die Norm veröffentlicht (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2005b).

2.1.2 Rechtliche Grundlagen

Die technische Entwicklung verläuft heutzutage sehr rasant. Der Gesetzgeber kann den laufenden Fortschritt der technischen Angelegenheiten nicht umfassend überblicken und darüber entscheiden. Diese Wissenslücke kann mithilfe von Experten und deren Erfahrungen, die in Normen festgehalten werden, geschlossen werden (*Brunner* 1991).

Da die bautechnischen Regeln in der Schweiz nicht vom Bund entworfen werden, sieht sich der SIA als privater Verein dafür verantwortlich, diese Aufgabe zu übernehmen. Dabei handelt es sich nicht um einen vom Gesetzgeber delegierten Auftrag. Der SIA hat sich diese Aufgabe selbst erteilt, um den Bedarf an bautechnischen Regelungen und Fachwissen zu decken. Die Bedeutung dieser Normenschaffung ist folglich sehr gross und der SIA ist in seiner Funktion innerhalb der Schweiz konkurrenzlos (*Lendi* 1983).

Die Geltung der SIA-Normen lässt sich aber nicht durch einen gesetzlichen Hintergrund erklären, sondern durch ihre sachliche Korrektheit. Die Legitimation und der Wert einer technischen Norm liegen somit in ihrer fachwissenschaftlichen Richtigkeit sowie in ihrer Anerkennung innerhalb der Fachwelt und nicht in einer gesetzlichen Verankerung (*Lendi* 1983; *Bühler* 1993; *Brunner* 1991).

Eine Kooperation von Gesetzgebung und SIA ist trotzdem vorhanden. Der Gesetzgeber legt die grundlegenden Anforderungen in den bauspezifischen Bereichen fest und der SIA konkretisiert mithilfe technischer Normen die fachwissenschaftlichen Angelegenheiten. Auf diese Weise verweist der Gesetzgeber innerhalb der Gesetzestexte regelmässig auf SIA-Normen. Diese Verweise können rechtliche Konsequenzen zur Folge haben. Wie bereits dargelegt, zeigen die SIA-Normen zudem den aktuellen Stand der Technik auf. Bei baulichen Tätigkeiten müssen die Normen nicht eingehalten werden, doch die Befolgung des gegenwärtigen Entwicklungsstandes muss gewährleistet sein. Die technischen Normen haben auch in diesem Fall eine Rechtswirkung (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013b).

Des Weiteren wird in Verträgen regelmässig auf SIA-Normen verwiesen. Die Vertragsparteien können sich anhand der Normen in Bezug auf die zu erbringenden Anforderungen verständigen. Die SIA-Normen sind in einem solchen Falle verbindlich, wenn auch nur für die beiden Vertragsparteien. Zudem können sie im Streitfall immer als Referenz hinsichtlich des aktuellen Standes der Technik herangezogen werden (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013b).

Folglich können die SIA-Normen eine Rechtswirkung haben, obwohl sie keine Gesetze sind und ihre Befolgung dementsprechend nicht zwingend ist.

Im Hinblick auf die Prüfung der SIA-Normen auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit sind vor allem die Rahmenbedingungen der Kooperation zwischen Staat und privater Normenschaffung interessant. Es stellt sich die Frage, wie stark der Bund die Normenschaffung beeinflussen und die Integration von ökologischen, ästhetischen, kulturellen und weiteren Faktoren verordnen kann.

Wie bereits erwähnt wurde, ist die Bedeutung der SIA-Normen in Bezug auf bauliche Tätigkeiten sehr gross. Zudem sind die Normen in der Gesetzgebung präsent. Aus diesem Grund sind nicht nur Einzelpersonen von den Normen betroffen, sondern die Allgemeinheit. Dieser Sachverhalt wirkt sich wiederum auf die Normenschaffung aus: Da die Normen von allgemeinem Interesse sind, führen die Normenschaffenden eine öffentliche Funktion aus (*Brunner 1991*).

Der Staat als Behüter der öffentlichen Angelegenheiten sollte die Entwicklung der Normenschaffung beeinflussen können. Dadurch kann er die Berücksichtigung der öffentlichen Interessen gewährleisten. Doch die gesetzliche Verankerung in Bezug auf die Einflussnahme des Staates in die private Normenschaffung fehlt (*Brunner 1991*).

So liegt es am SIA inwieweit er ökologische, ästhetische, kulturelle, regionaltypische und landschaftsspezifische Aspekte in seinen Normen verankert und berücksichtigt.

Die Einflussnahme des Staates darf jedoch nicht zu grundlegenden Veränderungen in der Normenstruktur führen. Schliesslich ist der Staat auf das technische Wissen und den aktuellen Stand der Technik, der von den Normen gewährleistet wird, angewiesen (*Brunner 1991*).

2.2 SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk

Natursteinmauern sind aufgeschichtete Bauwerke aus natürlichen Steinen. Die Mauersteine können mit Mörtel verbunden sein. Natursteinmauerwerke sind statisch entscheidende Konstruktionen, die sich durch ihre Dauerhaftigkeit auszeichnen (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) 2012; Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) 2011*).

Sie werden im Landschaftsbau, als Böschungs- und Hangsicherung, aber auch als Stützwerk im Hochbau verwendet. Beim Einsatz von Natursteinmauern spielen erhöhte ästhetische Anforderungen oft eine Rolle. Doch nur mit der Verwendung von Natursteinen kann diese Anforderung nicht erfüllt werden. Die heute gängigen Blocksteinmauerwerke entlang von Strassen sind passende Beispiele dafür. Doch durch die Berücksichtigung von ästhetischen Aspekten und bautechnischer Erfahrung stellen Natursteinmauern eine Aufwertung für die Kulturlandschaft (vgl. Glossar) dar (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) 2012*).

Natursteinmauern, die naturnah erbaut und gestaltet wurden, nehmen eine wichtige Vernetzungsfunktion ein. Ihre langgezogene Bauform kann von Flora und Fauna als Korridor zwischen unterschiedlichen Biotopen genutzt werden. Vor allem Mauern, die nach der Technik des Trockensteinmauerbaus erstellt wurden, sind als Vernetzungselemente in unserer Landschaft sehr wertvoll. Die ökologische Bedeutung dieser Mauern ist besonders hoch, da sie aufgrund ihrer Hohlräume Lebensraum für viele Tiere und Pflanzen bieten (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2012).

Damit Natursteinmauern ihre Funktion als Bereicherung der Umwelt wahrnehmen können (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2012), ist eine Prüfung der folgenden zwei SIA-Normen auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit sinnvoll:

- SIA 266/2 Natursteinmauerwerk (Gültig seit 1. Januar 2012)
- SIA 269/6-1 Erhaltung von Tragwerken - Mauerwerksbau, Teil 1: Natursteinmauerwerk (Gültig seit 1. Januar 2011)

Dabei beinhaltet die Norm 266/2 Angaben zum Neubau von Natursteinmauern und die Norm 269/6-1 beschäftigt sich mit der Erhaltung bereits bestehender Mauern. Die Erhaltung von Mauerwerken umfasst alle Massnahmen zur Gewährleistung des Fortbestandes des Baukörpers wie auch zur Sicherstellung der materiellen und kulturellen Qualitäten (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2012; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2011; *Steiger* 2008: 🌐).

Beide Normen beziehen bautechnische Aspekte in Bezug auf das Trockensteinmauerwerk ein. Jedoch sind solche bauspezifischen Angaben sehr knapp aufgeführt (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2012; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2011). Deshalb werden im Folgenden die Trockensteinmauern sowie deren historische Rahmenbedingungen genauer beleuchtet.

2.2.1 Trockensteinmauern

Die Technik des Trockenmauerbaus, also die Aufschichtung von Natursteinen zu einem Mauerwerk ohne Verwendung von Mörtel (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2012), ist eine uralte Tradition und Kunst. Die in die natürliche Umgebung angepasste Bauweise vereint auf ästhetische Weise menschliche Nutzung und Natur. Die Erstellung solcher Mauern zeugt von einer alten Handwerkskunst, die statischen, hydrologischen, bautechnischen, wirtschaftlichen und ökologischen Ansprüchen in gleichem Masse entspricht (*Steiger* 2009: 🌐).

Steine gehören zu den ältesten Bausubstanzen der Menschheit. Bereits in der Steinzeit bauten die Menschen erste Trockensteinmauern. Diese Bauwerke lassen sich daher durch die ganze Menschheitsgeschichte hindurch verfolgen. Die Begründung für die Präsenz von Bauwerken in Trockenbauweise liegt in der Vielfalt an Vorteilen, die die Arbeit mit Steinen bietet. Einerseits braucht es für die Errichtung relativ wenig Werkzeug, andererseits verfügen die Bauwerke über eine hohe Dauerhaftigkeit sowie Resistenz gegen Feuer, Wasser und Erdbeben. Ausserdem vermindern sie die natürlichen Ressourcen nicht und werten die Landschaft aufgrund ihres ästhetischen Faktors auf (*Dry Stone Conservancy* (Hrsg.) 2013: 🌍; *Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS* (Hrsg.) 2014).

Gerhard Stoll, ein anerkannter Trockensteinmaurer der Schweiz, nannte weitere Vorzüge der Trockenmauerbauweise. Ihm zufolge sei der Bau von Trockensteinmauern weniger aufwendig als die Arbeit mit Mörtel. Wenn die Anfertigung von Mörtel auf der Baustelle wegfalle, dann brauche es folglich auch kein Wasser und die Steine müssten nicht gesäubert werden. Vor allem früher, zur Zeit des Kalkmörtels, habe die Anfertigung von Mörtel viel Energie gebraucht (*Stoll* 2014: Pers. Korr.).

Auch heute, im Zeitalter des Betons, verbraucht die Produktion von Beton und der Prozess zu dessen Wiederverwendung weitaus mehr Energie als der Bau einer Trockensteinmauer (*Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS* (Hrsg.) 2014).

Früher wurden Trockensteinmauern vor allem als Weidebegrenzung genutzt (Abb. 2). Da Holz an vielen Orten Mangelware war, wurden Steine eingesetzt (*Tufnell et al.* 2009).



Abb. 2: Weidegrenzen aus Steinen in Latsch, Kanton GR (*eigenes Foto*: 25.06.2014).

Die Verwendung von Steinen bot sich auch in Gegenden an, wo das Einschlagen von Holzpfählen aufgrund des steinigen Bodens nicht möglich war. In Gebieten, die reich an Steinen waren, mussten die Weiden und Wiesen zur besseren Bewirtschaftung von diesen befreit werden. Der Bau von Trockensteinmauern als Weidegrenzen eignete sich als günstige Wiederverwendung der Steine (*Tufnell et al.* 2009).

Die Errichtung von Trockensteinmauern stand auch in engem Zusammenhang mit der Weinbaukultur. Ohne den Einsatz von Trockensteinmauern zur Terrassierung des steilen Geländes wäre die Kultivierung der sonnigen Hanglagen nicht möglich gewesen. Neben

der Terrassierung des Geländes dienten die Mauern zudem als Schutzmassnahme gegen die Erosion (Theler 2004; Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS (Hrsg.) 2014).

Trockensteinmauern, die als Weidegrenzen oder zur Terrassierung des Geländes benutzt wurden, gehören meistens zur „anonymen Architektur“ (Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS (Hrsg.) 2014: 101). Solche Mauern wurden nicht von berühmten Architekten erstellt, sondern von anonymen Personen. Bauwerke dieser Art sind vor allem fernab der grossen Städte in ländlichen Gebieten anzutreffen. Der Grund ihrer Errichtung lag in der Notwendigkeit für die wirtschaftliche Nutzbarmachung des Geländes. Dementsprechend spielten sie für den Lebensalltag der ländlichen Bevölkerung eine grosse Bedeutung. Solche Trockensteinmauern wurden nicht von Einzelpersonen, sondern durch eine Gemeinschaft erbaut. Ein weiteres Merkmal der anonymen Bauweise ist ihre Einpassung in die Landschaft. Die Mauern wurden durchgehend in die Umgebung integriert und an die natürlichen Bedingungen des Geländes angepasst. Die konsequente Eingliederung in die natürliche Umgebung entstand auch aufgrund der ausschliesslichen Verwendung regionaltypischen Baumaterials (Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS (Hrsg.) 2014).

Neben der anonymen Bauweise von Trockensteinmauern existiert auch eine „ingenieurmässige Verwendung“ (Stoll 2004: 4: 🌐). Vor allem Bauten aus der Zeit der industriellen Revolution zeugen von dieser Bauweise, bei der die Mauern entsprechend der Technik des Ingenieurwesens berechnet wurden und statische Anforderungen im Vordergrund standen. Die Wurzeln dieser zweiten Trockenmauerbauweise liegen im Militärwesen zur Zeit der Aufklärung und der Französischen Revolution. Damals befassten sich Militäringenieure mit den statischen Merkmalen der Bautechnik (Stoll 2004: 🌐). In Kapitel 2.2.2 werden Beispiele dieser zweiten Trockenmauerbauweise genannt.

Die Zeit der Trockenmauerbauweise endete mit der fortschreitenden Industrialisierung. Durch die Mechanisierung der Landwirtschaft konnte die Anzahl an Arbeitern reduziert werden. Darauf folgte eine Abwanderung von Arbeitern, die ihre Zukunft in der Industrie oder im Dienstleistungssektor in der Stadt suchten. Für die Instandhaltung der Trockensteinmauern fehlte es mehr und mehr an Arbeitskräften. Zudem wurde der Neubau von Trockensteinmauern aufgrund des hohen zeitlichen Aufwandes im Vergleich zu modernen Zäunen immer teurer. Die Modernisierung in der Landwirtschaft nach dem Zweiten Weltkrieg führte zu Flurbereinigungen und Umstrukturierungen. Kleine landwirtschaftlich genutzte Parzellen, die zu wenig Gewinn brachten, wurden aufgegeben (Tufnell et al. 2009; Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS (Hrsg.) 2014).

Gerhard Stoll erwähnte darüber hinaus die Entwicklung von modernen Baumaterialien, die aufgrund der Industrialisierung vermehrt eingesetzt worden seien und die Trockensteinmauerbauweise zurückgedrängt hätten (Stoll 2014: Pers. Korr.).

Heute finden sich vor allem noch bei zwei Typen von Kulturlandschaften (vgl. Glossar) alte Trockensteinmauern, die auf ihre frühere Bedeutung hinweisen: Die Terrassenlandschaften der Schweiz werden oftmals von alten Mauern strukturiert (Abb. 3) und bei alten Weidelandschaften in gebirgigen Gegenden sind Trockensteinmauern noch als prägendes Element vorhanden. Die Funktionen, die die Trockensteinmauern bei diesen zwei Kulturlandschaftstypen ausübten, sind heute noch erkennbar. Dies lässt sich dadurch erklären, dass eine Intensivierung der Nutzung bei diesen Landschaften aufgrund der topographischen Bedingungen nicht möglich war. Deshalb blieben diesen Landschaften die Zeugen der menschlichen Bautradition erhalten (Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS (Hrsg.) 2014).



Abb. 3: Die Mauern strukturieren die Rebberge des Vispertals, Kanton VS (Trefzer 2011).

Aufgrund ihrer Qualitätsvielfalt und ihres kulturellen Wertes wird den Trockensteinmauern seit einigen Jahrzehnten wieder vermehrt Beachtung geschenkt. Ihre Bedeutung als Erben einer nachhaltigen Landschaftsentwicklung soll erhalten werden (Colas, Morel & Garnier 2010).

In der Schweiz machte die Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz (SUS) in den 90er-Jahren erste Versuche, das traditionelle Handwerk des Trockenmauerbaus wieder aufzugreifen. Eine Anknüpfung an das alte Wissen war aber nicht mehr möglich. Die Kenntnisse des Trockenmauerbaus waren bereits verloren. Die Stiftung musste ihre Suche nach dem alten Wissen über die Landesgrenzen ausweiten und wurde schliesslich bei der Dry Stone Walling Association of Great Britain fündig. Durch den Import des Fachwissens dieses Verbandes wurden in der Schweiz Experten ausgebildet, die das Handwerk des Trockensteinmauerns nun wieder weitergeben können. Die SUS hat sich in Bezug auf Trockensteinmauern zur führenden Organisation der Schweiz entwickelt. In den letzten 20

Jahren realisierte sie an 100 Standorten Sanierungen und Neubauten von Trockensteinmauern (Hassenstein 2009: 🌐; Lutz, Schmidt & Stoll 2000: 🌐).

2.2.2 Entwicklung des Natursteinmauerwerks

Vor der Zeit des Stahlbetons wurden Natursteinmauerwerke auch für Bauwerke benutzt, die sehr hohen statischen Ansprüchen genügen mussten. So wurden Natursteinmauern im Hochbau, zum Beispiel bei Türmen, sakralen Gebäuden, Burgen und mehrgeschossigen Bauten, eingesetzt. In den letzten Jahrzehnten wurden Natursteinmauern vor allem noch für Konstruktionen verwendet, deren statische Beanspruchungen weniger hoch sind (Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.) 1996b).

Angelehnt an die Tradition der Trockensteinmauern können Natursteinmauern als freistehende Mauern konstruiert werden (doppelhäuptige Mauern) oder als einseitig gebaute Mauerwerke, bei denen die zweite Mauerseite die Erde berührt (einhäuptiges Mauerwerk). Die erstgenannte Bauweise dient zur Abgrenzung von Grundstücken, zur Raumgliederung oder wurde früher zum Schutz einer Siedlung eingesetzt. Die zweitgenannte Konstruktion wird vor allem zur Terrassierung oder zur Hangsicherung genutzt. Solche Mauern funktionieren als Stützmauern (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) 2012; Sperber 2003).

Vor allem im Gebirge wurden Stützmauern häufig eingesetzt, um Flächen für die Landwirtschaft nutzbar zu machen. Die dafür verwendeten Steine waren meistens vor Ort vorhanden. Weiter wurden auch die Stützmauern für das Verkehrsnetz im Gebirge aus Natursteinen konstruiert (Sperber 2003). So gehören Stützmauern aus Naturstein seit dem Bau der ersten Kunststrassen zu Beginn des 19. Jahrhunderts zum Strassenbild der Alpen. Aber auch andere grosse infrastrukturelle Bauten, wie die Gotthardeisenbahn oder Verbauungen gegen Lawinen, wurden mit Natursteinen errichtet. Zunächst wurden solche Mauerwerke in Trockenmauerbauweise erstellt. Diese Bauart erlebte im 19. Jahrhundert in Zusammenhang mit der industriellen Revolution ihren letzten Höhepunkt (Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 1994: 🌐; Stoll 2004: 🌐). Nach und nach kam es zum Einsatz von Mörtel und ab Mitte des 20. Jahrhunderts vermehrt zum Bau von Betonmauern und schliesslich zur Verdrängung der Natursteinmauern (Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 2012b; Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) 2011). Grund für die abnehmende Verwendung von Natursteinen war hauptsächlich die teure Bearbeitung im Gegensatz zum Beton (Haller 1965). Für den Ausbau des Strassen- und Schienennetzes im 20. Jahrhundert wurden im grossen Stil Betonstützmauern eingesetzt. Die mangelnde Einpassung dieser Betonstützmauern in das natürliche Landschaftsbild haben dazu geführt, dass Beton auch eine abwertende Bedeutung erhielt (Figi 2005).

Aufgrund der Verknappung von Zement während der Kriegszeit im 20. Jahrhundert kam es kurzzeitig zu einer Rückkehr der Verwendung von Natursteinmauern. Schon damals waren ausreichende bautechnische Kenntnisse für die Konstruktion von Natursteinmauerwerken nur noch bedingt vorhanden. Seinerzeit ist es dennoch gelungen, an die alte Tradition des Natursteinmauerwerks anzuknüpfen (*Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein* (Hrsg.) 1994).

Vor allem im Strassenbau ist die Tradition des Natursteinmauerwerks bis heute nicht ganz verschwunden (Abb. 4). Es kommt sogar wieder zur vermehrten Anwendung von Natursteinmauern. Jedoch werden solche Mauern heute meist als Sichtmauerwerke (sichtbarer Teil der Mauer aus Natursteinen, sonst Betonhinterfüllung) erbaut (*Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein* (Hrsg.) 1996b; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2003; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2012).



Abb. 4: Natursteinmauerwerke als traditionelles Element im Strassenbau im Engadin, Kanton GR (*eigenes Foto: 11.06.2014*).

2.2.3 Vorgängige Normen

Mauern werden erst seit Mitte des 19. Jahrhunderts nach Normen erbaut. Der Beginn der Normenschaffung in Bezug auf Natursteinmauern steht in Zusammenhang mit dem Bahnbau (*Schneller* 1996).

So wurden die ersten Normen auch von den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) erarbeitet. Erst im Jahre 1943 folgten erste vom SIA veröffentlichte provisorische Normen zu Mauerwerken. Diese provisorischen Normen galten als Richtlinien für den Mauerwerksbau aus natürlichen oder künstlichen Steinen und wurden im Jahre 1965 durch die endgültige Norm SIA 113 ersetzt (*Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein* (Hrsg.) 1994).

Im Jahre 1980 wurde die SIA-Norm 113 neu als SIA-Norm 178 veröffentlicht. Die Norm 178 enthielt keine Angaben zu Trockensteinmauerwerken (*Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein* (Hrsg.) 1980). Erst die Empfehlung V 178, die die SIA-Norm 178 von 1980 ersetzte, umfasste wieder Hinweise zum Trockenmauerbau. Die 1996 veröffentlichte Empfehlung thematisierte sowohl den Neubau von Natursteinmauern als auch Massnahmen zu deren Erhaltung (*Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein* (Hrsg.) 1996b). Die in dieser Masterarbeit auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit untersuchten aktuellen SIA-Normen (266/2 und 269/6-1) ersetzen die Empfehlung V 178 (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2012; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2011).

2.3 Landschaftsverträglichkeit

Die Landschaftsverträglichkeit bezieht sich auf den Wert einer Landschaft. Wird dem Wert einer Landschaft innerhalb eines baulichen Vorhabens umfassend Rechnung getragen, dann kann das Projekt als landschaftsverträglich eingestuft werden. Unter Landschaft wird der gesamte Raum verstanden, der vom Menschen gelebt und erlebt wird. Der Charakter einer Landschaft ergibt sich aus dem dynamischen Wirkungsgefüge von natürlichen und anthropogenen Aspekten. Natürliche Grössen wie Gesteine, Boden, Wasser, Luft, Licht, Fauna und Flora stehen in Zusammenhang mit der menschlichen Nutzung und Gestaltung des Raumes. Die Landschaft ist ein Ort, der die physischen und psychischen Bedürfnisse eines Einzelnen, aber auch der Gesellschaft als Ganzes, zu befriedigen vermag. Die Funktionen einer Landschaft sind dementsprechend äusserst vielseitig. Neben Regulierungsaufgaben dient eine Landschaft zudem als Produktionsort, bietet Lebensraum für Pflanzen und Tiere, stellt Wohnraum zur Verfügung und hat eine für den Menschen identifikationsstiftende Wirkung. Weiter bietet eine Landschaft Raum für kulturelle Objekte und Sehenswürdigkeiten. Durch diese unterschiedlichen Funktionen entstehen Landschaftsleistungen (vgl. Glossar), die der Mensch sehr ausgiebig nutzt (*Stremlow* 2008: 🌐; *Grêt-Regamey et al.* 2012; *Europarat* (Hrsg.) 2000: 🌐; *Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung* (Hrsg.) 1998: 🌐; *Groupe de Réflexion* (Hrsg.) 2013: 🌐).

Der Wert einer Landschaft soll in den Planungsentscheiden berücksichtigt und nicht minimiert werden. Dabei umfasst der Wert einer Landschaft eine Vielzahl von unterschiedlichen Faktoren. So entsteht ein Nebeneinander von ökologischen, ökonomischen, spirituellen, physischen, psychischen und ästhetischen Qualitäten (*Groupe de Réflexion* (Hrsg.) 2013: 🌐).

Aufgrund dieser Vielfältigkeit an Qualitäten und Nutzungsformen einer Landschaft können bauliche Eingriffe, die nicht unter Berücksichtigung aller wichtigen Aspekte durchgeführt werden, negative Konsequenzen nach sich ziehen (*Kleiner & Schmitt* 2001).

Diese negativen Einwirkungen auf die Landschaft haben sowohl für Mensch und Tier als auch für Pflanzen irreversible Folgen. Deshalb soll die vorliegende Arbeit Anregungen geben, damit die Qualitäten der Landschaft bei baulichen Eingriffen berücksichtigt werden und auch für zukünftige Generationen erhalten bleiben.

2.3.1 Natur- und Umweltverträglichkeit

Unter Natur- und Umweltverträglichkeit wird der Bezug auf die ökologischen Qualitäten einer Landschaft verstanden. In diesem Sinne handelt es sich um eine vertiefte Analyse innerhalb der Landschaftsverträglichkeit, die den Blick einerseits auf den Lebensraum Natursteinmauer wirft, andererseits den kontextuellen Bezug der Mauer zur Umwelt betrachtet.

Ein bauliches Vorhaben kann als natur- und umweltverträglich bezeichnet werden, wenn die Lebensgrundlagen und Lebensräume, das natürliche Wirkungsgefüge, die Wechselwirkungen und die Biodiversität einer Landschaft nachhaltig bewahrt und aufgewertet werden (*Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft* (Hrsg.) 1983: 🌍).

Wie die Prüfung einer Mauer auf die Natur- und Umweltverträglichkeit im Detail aussieht, wird in Kapitel 5.2.4 erläutert.

Lebensraum Natursteinmauer

Die Einflussnahme des Menschen ist heute in fast allen natürlichen Bereichen Tatsache. Nahezu nichts entspricht mehr der Natur im ursprünglichen Verständnis, also ohne menschliche Beeinflussung (*Stolzenberger-Ramirez* (Hrsg.) 2012b: 🌍). Auch Natursteinmauern sind von Menschen erstellte Objekte. Doch vor allem Trockensteinmauern, die seit vielen Jahren die Landschaft prägen, haben wichtige Funktionen im natürlichen Haushalt übernommen. Sie speichern die Wärme der Sonne und bieten Lebensraum für wärmeliebende Tiere. Weiter wachsen an Trockenmauern und älteren Natursteinmauern auch spezielle Pflanzenarten, die sogenannte Mauervegetation (*Ewald* 1997; *Sperber* 2003).

Natursteinmauern, und insbesondere Trockensteinmauern, können als grosse lineare Lebensräume dienen (*Dry Stone Walling Association of Great Britain* (Hrsg.) 2011: 🌍). Sie weisen viele Mikrohabitate mit unterschiedlichen Mikroklimaten auf. Die Artenvielfalt kann aufgrund dieser Heterogenität umfangreicher sein als bei Biotopen, die durch homogenere Strukturen geprägt sind (*Townsend, Begon & Harper* 2009). Natursteinmauern sind

meistens relativ trockene Biotope mit geringer Wasserzufuhr. Im Allgemeinen ist die Sonnenbestrahlung überdurchschnittlich, sodass die Hitzeresistenz von Pflanzen und Tieren Voraussetzung für die Besiedlung von Natursteinmauern ist. Die Wärmekapazität einer Mauer unterscheidet sich je nach Gesteinsfarbe und -porosität. Diese Faktoren beeinflussen die unterschiedlichen Mikroklimaten, die bei einer Mauer auf kleinstem Raum nebeneinander vorkommen. Die Temperaturunterschiede im Tages- und Jahresrhythmus sind bei jeder Natursteinmauer erheblich. Zudem ist das Nährstoffangebot begrenzt. Trotz dieser extremen Lebensbedingungen kann auf und in Natursteinmauern eine Vielfalt an Pflanzen- und Tierarten nachgewiesen werden (Abb. 5). Diese Arten sind an die vorgegebenen Rahmenbedingungen angepasst und schöpfen die unterschiedlichen Lebensraumqualitäten aus (Tufnell et al. 2009; Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS (Hrsg.) 2014).



Abb. 5: Eine Mauereidechse versteckt sich in den Ritzen einer Trockensteinmauer (eigenes Foto: 25.06.2014).

Die Bedingungen, die auf die Mikrohabitate und Mikroklimaten einer Natursteinmauer einwirken, sind auch vom Standort der Mauer abhängig. Aus diesem Grund weisen Mauern, die sich in der geographischen Lage, der Exposition, der Umgebung, der Bauart und der Funktion unterscheiden, auch verschiedenartige Pflanzen- und Tierarten auf. Eine freistehende Mauer ist normalerweise trockener als eine einhäuptige Mauer, die oftmals mit Wasser aus dem Erdreich versorgt wird und nur einseitig der Energie von Sonne und Wind ausgesetzt ist. Weiter beeinflussen das Alter und die Materialwahl einer Mauer das Artenspektrum (Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS (Hrsg.) 2014).

Natursteinmauern fungieren als Ersatzstandorte für Pflanzenarten, die sonst auf Felsen, Geröllhalden, Felsschuttf Flächen und in kiesigen Auen anzutreffen sind (Landolt 1996). Solche Biotope sind ausserhalb des Alpenraumes eher selten und ihre Existenz ist vor allem in tieferen Lagen durch menschliche Eingriffe wie Ausbeutung, Gewässerbegradigungen und bauliche Tätigkeiten bedroht (Delarze et al. 2008).

Aufgrund der voranschreitenden Zerstörung der natürlichen Lebensbedingungen erhalten Natursteinmauern als Ersatzlebensräume zunehmend Bedeutung (Junghans 2002: 🌍).

Natursteinmauerwerke als sekundäre Felsbiotope weisen trotz der Abweichungen, die durch die unterschiedlichen Rahmenbedingungen einer Mauer verursacht werden, häufig eine typische Mauervegetation auf. Neben den regionaltypischen Pflanzenarten, die sich von Region zu Region unterscheiden, wachsen in den Mauerritzen oftmals Arten der Mauerrauten-Zimbelkraut-Gesellschaften (Centrantho-Parietation) (Kremer & Bellmann 2000; Delarze et al. 2008; Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.) n. d. b: 🌍).

Zudem sind teilweise auch Arten der Felsgrusgesellschaften (Sedo-Scleranthetea) vorzufinden (Delarze et al. 2008; Licht 2013).

Eine Natursteinmauer kann in drei unterschiedliche Mauerbereiche unterteilt werden. Diese Bereiche werden wiederum durch verschiedene Mikroklimaten charakterisiert und differenzieren sich aufgrund ihrer Wuchsgesellschaften. Auf der Mauerkrone sind oft Arten der Fingersteinbrech-Gesellschaft, zu der auch die Sedum-Arten gehören, anzutreffen. In den Mauerritzen und -fugen der seitlichen Mauerflächen wachsen die Mauerrauten-Zimbelkraut-Gesellschaften (Abb. 6). Die Pflanzenarten am Mauerfuss sind häufig den Ruderalgesellschaften zuzuordnen (Kremer & Bellmann 2000).



Abb. 6: Die Mauerraute als typische Pflanzenart der Mauerritzen und -fugen (eigenes Foto: 16.07.2014).

Durch das Einsetzen von Herbiziden und die Erneuerung alter Mauern durch neue, vermörtelte und fugenfreie Mauern ist die typische Mauervegetation jedoch stark gefährdet (Delarze et al. 2008).

Die Ansiedlung von mauertypischen Pflanzenarten kann durch das satte Aneinanderreihen der Steine ohne Verwendung von Mörtel gefördert werden. So entstehen schmale, offene Zwischenräume, die fast vollkommen frei von Erde bleiben und dadurch Lebensräume für typische Mauerarten bieten, die so konkurrenzfrei wachsen können (Pauli 2010a).

Ein Bewuchs mit solchen Pflanzenarten hat keinen negativen Einfluss auf die Lebensdauer einer Mauer. Er wirkt als Schutz vor Wind und Wetter und schwächt die externen Einflussgrößen ab. Die Gefahr einer Frost- oder Salzsprengung kann beispielsweise durch leichten Bewuchs vermindert werden. Gehölze wiederum können zu einer Verminderung der Lebensdauer einer Mauer führen. Aufgrund der Ausdehnung ihrer Wurzeln entsteht Druck, der das Mauerwerk schwächen kann. Bei Unterhaltmassnahmen sollten deshalb Gehölze möglichst früh entfernt werden. Eingriffe zur Beseitigung des leichten Mauerbewuchses sind zur Erhaltung einer Mauer nicht nötig (*Ineichen* 1996).

Solche Eingriffe zerstören die natürliche Sukzession und reduzieren den ökologischen Wert einer Natursteinmauer.

3. Untersuchungsgebiet

In diesem Kapitel werden die drei untersuchten Fallbeispiele kurz vorgestellt und geographisch eingeordnet. Dies soll dazu dienen, einen ersten Einblick in die Auswahl der Fallbeispiele zu geben. Da für die Analyse der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele einige physiogeographische und kulturgeographische Faktoren entscheidend sind, werden die bestimmenden Grundlagen fallspezifisch erst in Zusammenhang mit der Prüfung der jeweiligen Mauer auf die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit in Kapitel 6 erläutert.

Bei der Auswahl der Fallbeispiele wurde trotz Beschränkung auf drei Beispiele eine möglichst umfassende Beleuchtung der unterschiedlichen Funktionen und der regionalen Verwendungsarten von Natursteinmauern angestrebt. In diesem Sinne wurden auch Objekte untersucht, die die traditionelle Entwicklung der Mauern aufzeigen sollen, um den historischen Hintergrund des Natursteinmauerbaus darzulegen. Weiter geben neu erstellte Natursteinmauern Rückschlüsse auf die gegenwärtige Funktion der Mauern und auf die heutige Bedeutung des traditionellen Mauerhandwerks. Die Auswahl der Fallbeispiele umfasst zwei Aspekte: Einerseits wird der traditionelle Kontext der Natursteinmauern berücksichtigt, andererseits werden auch Mauern analysiert, die seit der Veröffentlichung der vorgängigen Normen der heutigen SIA-Norm 266/2 ab den 1960er-Jahren erstellt wurden (*Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein* (Hrsg.) 1994).

3.1 Traditionelle Trockensteinmauern Septimerpass

Beim ersten Fallbeispiel wurden Trockensteinmauern in den Schweizer Alpen untersucht. Es handelt sich dabei um Mauern der ersten grossen Trockenmauerbauweise, die auch „*anonyme Architektur*“ (Stoll 2002: 157: 🌐) genannt wird. Objekte dieser Bauweise müssen nur begrenzten statischen Belastungen standhalten können (Stoll 2004: 🌐) und unterscheiden sich von den Trockenmauerwerken des zweiten Fallbeispiels (vgl. 3.2), bei dem statische Beanspruchungen eine übergeordnete Rolle spielen.

Die Mauern auf dem Septimerpass dienen zur Beleuchtung der regionalen, traditionellen Verwendungsart von Trockensteinmauern in den Alpen und ihrer Bedeutung in Verbindung mit den historischen Verkehrswegen der Schweiz.

Der Septimerpass liegt in den Schweizer Alpen im Kanton Graubünden und ist Teil der Bergkette, die das Oberengadin auf der linken Seite abschliesst. Der Passübergang verbindet den Talort Bivio im Norden (Bezirk Albula) mit dem Talort Casaccia im Süden (Bezirk Maloja). Die Passhöhe beträgt 2311m ü. M. (*Knapp, Borel & Attinger* (Hrsg.) 1908). In der folgenden Abbildung (Abb. 7) ist die Passhöhe des Septimerpasses durch eine rote Markierung und die Lage der untersuchten Trockensteinmauern im Val Tgavretga durch

eine gelbe Linie innerhalb des gelben Kreises gekennzeichnet. Die analysierten Mauern liegen auf einer Höhe von 1928m ü. M. und haben die Koordinaten 770`397/146`801 (geo.admin.ch (Hrsg.) 2014d: Karte).

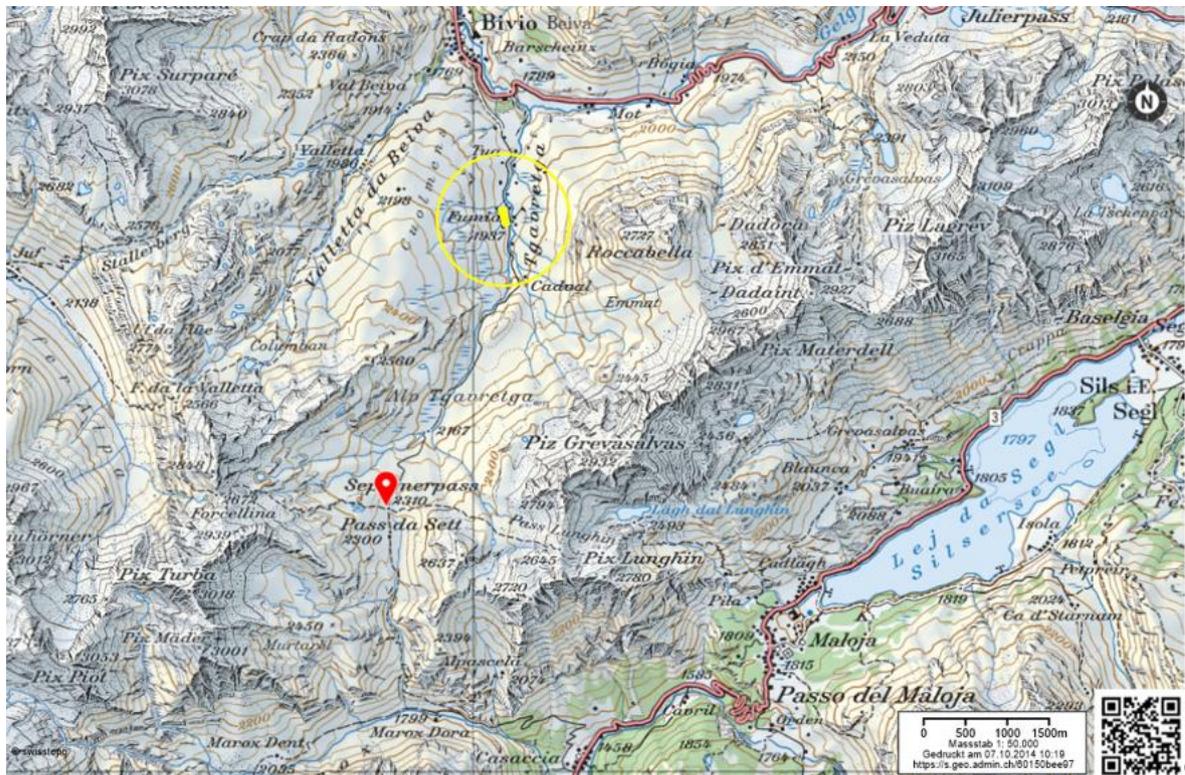


Abb. 7: Der Septimerpass, der die Verbindung zwischen Bivio im Norden und Casaccia im Süden darstellt. Die gelb markierten Trockensteinmauern befindet sich auf der Nordseite des Passes (verändert nach geo.admin.ch (Hrsg.) 2014e).

Der Septimer gilt als einer der ältesten Passübergänge in den Schweizer Alpen. Bereits die Römer nutzten ihn und im Mittelalter war der Passübergang die wichtigste Verbindung zwischen Deutschland und Italien. Erst im 19. Jahrhundert verlor der Septimer mit dem Bau der Oberen Strasse seine Vorrangstellung als Bergübergang zugunsten des Julierpasses (Knapp, Borel & Attinger (Hrsg.) 1908).

Die untersuchten Mauern auf dem Septimerpass weisen ein sehr hohes Alter auf und geben Aufschluss über die Bedeutung des historischen Verkehrswegs. Zudem widerspiegeln sie die geschichtliche Bedeutung und Entwicklung des Natursteinmauerwerks auf äusserst eindrucksvolle Weise. Aufgrund des schlechten Zustands der Mauern werden sie zurzeit abschnittsweise saniert.

Dieses Sanierungsprojekt lässt Rückschlüsse auf die gegenwärtige Bedeutung des traditionellen Mauerhandwerks zu.

Trockensteinmauerbau in Zusammenhang mit heutigen mechanischen Ansprüchen an Mauern.

Weiter wurden auch die neu erstellten, vermörtelten Rebmauern unter die Lupe genommen. Deren anfängliche Bauweise hat zu heftigen Diskussionen in Bezug auf die Landschaftsverträglichkeit geführt. Folglich kam es zu Projektänderungen und zur Ausarbeitung eines neuen Mauertyps, der besser an die regionalspezifischen Rahmenbedingungen angepasst ist (*Kron 2010*). In diesem Sinne widerspiegelt das zweite Fallbeispiel die Wichtigkeit einer detaillierten Analyse der landschaftsspezifischen Gegebenheiten.

Aufgrund der unterschiedlichen Mauertypen im Rebgebiet der Gemeinden Ligerz und Twann-Tüscherz wäre die Beschränkung auf die Analyse einer einzigen Mauer nicht repräsentativ. In der Analyse wurde deshalb versucht, alle Mauertypen zu berücksichtigen. Wie dies im Detail aussieht, wird in Kapitel 6.3.2 dargelegt.

3.3 Stützmauern Engadiner Hauptstrassen

Das letzte Fallbeispiel umfasst die Analyse von vermörtelten Natursteinmauern entlang von Strassen. Dafür wurden ein Stützmauerabschnitt an der Engadinerstrasse (Hauptstrasse von Silvaplana bis Vinadi (*Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 2012a*)) und eine weitere Stützmauer entlang der Malojastrasse (Hauptstrasse von Silvaplana bis Castasegna (*Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 2012a*)) im Kanton Graubünden untersucht. Seit dem Bau der ersten Kunststrassen zu Beginn des 19. Jahrhunderts prägen Stützmauern das Strassenbild der Alpen. Damals wurden die gebauten Strassen mit ihren in die Landschaft eingepassten Stützmauern als Errungenschaften des Strassenbaus und Aufwertung der Landschaft bewertet. Solche Strassen wurden von Kutschen und Fuhrwerken befahren. Der damalige Verkehr forderte nur verhältnismässig kleinräumige Eingriffe in die Landschaft (*Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 1994: ④*).

Doch die Strassen mussten schrittweise dem modernen Verkehrssystem angepasst werden. Solche Baumassnahmen hatten oft starke Eingriffe in den Landschaftsraum zur Folge, die auch als „*Vergewaltigung der Landschaft*“ (*Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 1994: 3: ⑤*) wahrgenommen wurden. Heutige Neubauten nähern sich wieder an die alte Tradition der ursprünglichen Strassenstützmauern an. Durch die Einpassung der Mauern in die Kulturlandschaft, die Beachtung ästhetischer Aspekte und die Rückbesinnung auf die „*als schön und als Bereicherung der Landschaft*“ (*Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 1994: 3: ⑥*) eingestuft Stützmauern, kommt es zu einer bewussten Projektierung und Ausführung von Natursteinmauern im Strassenbau (*Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 1994: ⑦*).

Der gesamtheitliche Blick auf die Kulturlandschaft und die Erhaltung des regionalspezifischen Landschaftsbildes werden zunehmend wieder mehr gewichtet. Inwieweit das zutrifft und in welchen Bereichen noch vermehrt Verbesserungen gemacht werden können, soll mithilfe dieses Fallbeispiels gezeigt werden.

Als erstes Beispiel von Stützmauern entlang von Strassen wurde ein Mauerabschnitt in der Nähe von St. Moritz-Bad an der Engadinerstrasse zwischen St. Moritz und Silvaplana analysiert. Die Stützmauer mit den Koordinaten 782`953/150`122 (Höhe: 1790m ü. M.) befindet sich auf dem Gemeindegebiet von St. Moritz, das den Ortsteil St. Moritz-Bad einschliesst (geo.admin.ch (Hrsg.) 2014b: Karte).

Der untersuchte Mauerabschnitt ist in der folgenden Abbildung durch eine gelbe Linie innerhalb des gelben Kreises gekennzeichnet (Abb. 9).



Abb. 9: Der untersuchte Mauerabschnitt (gelbe Linie) einer Stützmauer entlang der Engadinerstrasse in der Nähe von St. Moritz-Bad (verändert nach geo.admin.ch (Hrsg.) 2014g).

Das analysierte Mauerstück ist Bestandteil eines relativ langen Mauerbands, das durch einen konstanten Mauerwerksverband gekennzeichnet ist.

Unter Mauerwerksverband wird die Art und Weise der Aufschichtung der Steine verstanden. Je nach Grösse, Form, Bearbeitungsweise und Anordnung der Steine entstehen unterschiedliche Verbandsarten (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) 2012).

Die Bedeutung der Einpassung der Mauerwerksverbände in die natürliche Landschaft und in die umgebende Kulturlandschaft lässt sich mit diesem Beispiel besonders gut zeigen.

Das zweite Beispiel einer vermörtelten Stützmauer befindet sich in der Nähe von Plaun da Lej an der Malojastrasse zwischen den Ortschaften Sils im Engadin und Maloja. Die untersuchte Stützmauer mit den Koordinaten 776°219/144°258 (Höhe: 1810m ü. M.) befindet sich auf dem Gemeindegebiet von Sils im Engadin, zu dem die Ortschaft Plaun da Lej dazugehört (*geo.admin.ch* (Hrsg.) 2014a: Karte). In der folgenden Abbildung ist das Mauerstück durch eine gelbe Linie innerhalb des gelben Kreises gekennzeichnet (Abb. 10).

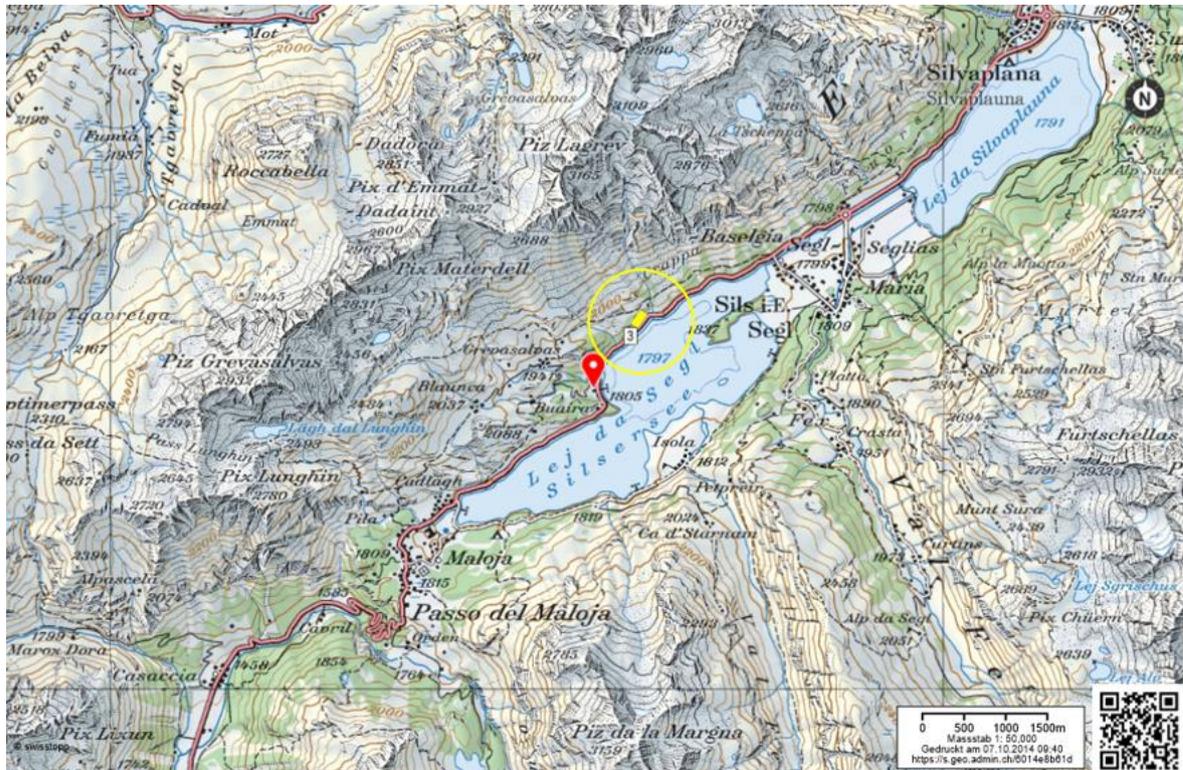


Abb. 10: Die Lage von Plaun da Lej (rote Markierung) am Silsersee. Der untersuchte Mauerabschnitt liegt nordöstlich des Ortes (gelbe Linie) (verändert nach *geo.admin.ch* (Hrsg.) 2014h).

Die Malojastrasse verläuft entlang des Lej da Segl und ist ebenfalls durch einen über mehrere Kilometer gleichbleibenden Mauerwerksverband gekennzeichnet. Das Mauerband wird teilweise durch Felswände unterbrochen. Dieser Wechsel zwischen Mauerabschnitten und Felswänden verlangt eine landschaftsspezifische Anpassung des Mauerwerkverbandes.

4. „State of the art“

Dieses Kapitel beinhaltet eine kurze Vorstellung des aktuellen wissenschaftlichen Forschungsstandes in Bezug auf die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit der SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk. In diesem Sinne ist einerseits auf das Landschaftskonzept Schweiz einzugehen, andererseits werden die wichtigsten SIA-Dokumentationen hinsichtlich der Natursteinmauerwerke angesprochen.

4.1 Landschaftskonzept Schweiz

Aufgrund von rasanten wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklungen unterlag die Landschaft in den letzten Jahrzehnten einschneidenden Veränderungen. Diese Umbrüche hatten den Verlust von regionaltypischen Landschaftselementen und von naturnahen Landschaften, die Lebensräume für die vielfältige einheimische Flora und Fauna gewährleistet hatten, zur Folge (*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung* (Hrsg.) 1998: 6). Nach Artikel 13 des Raumplanungsgesetzes (RPG) soll der Bund seine raumwirksame Funktion mit der Ausarbeitung von Konzepten und Sachplänen wahrnehmen (*Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft* (Hrsg.) 1979: 6). Diese Aufgabe wurde mit der Erarbeitung des Landschaftskonzepts Schweiz erfüllt, welches eine nachhaltige Entwicklung der Landschaft und eine verstärkte Berücksichtigung des Landschaftsschutzes in Bezug auf raumplanerische Eingriffe verfolgt. Der Bundesrat hat auf diese Weise ein Planungsinstrument entworfen, das den haushälterischen Umgang mit der Landschaft fördern und die biologische und landschaftliche Vielfalt erhalten und schützen soll. Zusätzlich dient das Landschaftskonzept Schweiz auch als Koordinationsinstrument in der Zusammenarbeit zwischen den Kantonen, Gemeinden und dem Bund. Die allgemeinen Ziele des Landschaftskonzepts Schweiz werden in 13 unterschiedlichen Politikbereichen als Sachziele ausformuliert und sollen mithilfe von erarbeiteten Massnahmen innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne realisiert werden. Dementsprechend sind die Zielsetzungen für die zuständigen Ämter des Bundes verpflichtend. Für die Kantone ist das Landschaftskonzept hinsichtlich delegierter Bundesaufgaben und der Ausführung von Bundesaufgaben verbindlich. Zudem ist das Konzept in die Richtplanung einzubeziehen. Das Landschaftskonzept Schweiz wurde 1997 vom Bundesrat befürwortet (*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung* (Hrsg.) 1998: 6; *Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung* (Hrsg.) 1999).

Die allgemeinen Zielsetzungen des Landschaftskonzepts Schweiz zur Natur und Landschaft sind vielfältig. Unter anderem wird der Schutz der Eigenart von Naturlandschaften (vgl. Glossar), natürlichen Landschaftsformen und -elementen erstrebt.

Für die Eigenentwicklung der Natur soll Raum freigehalten werden. Ausserdem werden die Sicherstellung und die Förderung von Lebensräumen für unsere vielfältige heimische Flora und Fauna gefordert. Diese Lebensräume sollen aufgewertet und miteinander vernetzt werden. Ein weiteres Ziel bezieht sich auf die Erhaltung der Eigenart von Kulturlandschaften (vgl. Glossar) sowie deren Geschichte und Bedeutung. Einzigartige Kulturobjekte, Kulturlandschaften, Siedlungen und Denkmäler sollen in ihrem passenden Umfeld bewahrt werden. Zusätzlich sind abwechslungsreiche Ausgleichsräume zu gestalten und fördern. Es soll auch eine stärkere Verbindung zwischen der Natur, der Landschaft und dem Kulturgut entstehen und zusammenhängende Lebensräume sollen geschaffen und geschützt werden. Darüber hinaus formuliert das Konzept Ziele zum Schutz des charakteristischen Ortsbildes und der ortstypischen Qualitäten. Bei Nutzungen wird verlangt, dass naturnahe Übergänge erhalten und geschaffen werden, die als natürliche Lebensräume genutzt werden können und zur Gestaltung der Landschaft dienen (*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung* (Hrsg.) 1999).

Das Landschaftskonzept Schweiz dient zur Koordinierung der verschiedenen Bereiche, in denen der Schutz und die Erhaltung der landschaftlichen Vielfalt vorangetrieben wird (*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung* (Hrsg.) 1999).

Die Ziele, die im Konzept aufgeführt werden, können als grundlegender Massstab für die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit von Bauprojekten gesehen werden.

Dementsprechend stellt sich nun die Frage, inwiefern diese Zielsetzungen in den SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk berücksichtigt werden und wo sie noch verstärkt Einfluss finden können.

4.2 SIA-Dokumentationen

Wird der Fokus auf SIA-Veröffentlichungen gerichtet, die den Bezug der Natursteinmauerwerksnormen auf die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit aufzeigen, sind folgende Dokumentationen aufschlussreich:

Eine erste SIA-Dokumentation (D 0210) wurde als Ergebnis einer Tagung der Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau im Jahre 2005 veröffentlicht. Sie beschäftigt sich mit Entwurfs- und Gestaltungsgrundsätzen von alltäglichen Bauwerken wie Stützmauern. Neben Gestaltungsgrundsätzen für Stützmauern aus Naturstein im Gebirge wird ausserdem auf die Gestaltungsrichtlinien für Ingenieurbauwerke der SBB verwiesen (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2005a). Diese im Jahre 1992 erschienenen Gestaltungsrichtlinien der SBB enthalten neben Grundsätzen zum

Erscheinungsbild eines Ingenieurbauwerkes auch ökologische Leitlinien (*Bau GD Ib & Bau GD Hb* (Hrsg.) 1992).

Eine zweite SIA-Dokumentation (D 0134) spezialisiert sich hinsichtlich der Sanierung historischer Natursteinmauern auch auf deren Ökologie. Die Mauer wird als Lebensraum spezifischer Pflanzen und Tiere beleuchtet und bewertet. Die Dokumentation wurde auf Grundlage einer Tagung des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins erstellt, die in Kooperation mit dem Gartenbauamt der Stadt Zürich abgehalten wurde. Der Schweizerische Ingenieur- und Architekten-Verein setzte sich für die 1990er-Jahre das Ziel, in seinen Aufgaben und Funktionen verstärkt die gesamte gestaltbare Umwelt zu berücksichtigen. Dieses Anliegen umfasst auch die ökologischen Komponenten, die bei einem Projekt zu beachten sind. Die Weiterbildungsveranstaltung fand in diesem Rahmen statt und thematisierte die Erhaltung und Pflege historischer Mauern und deren Lebensräume (*Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein* (Hrsg.) 1996a).

Schlussfolgernd ist festzuhalten, dass das vom Bundesrat erarbeitete Landschaftskonzept Schweiz eine umfassende Grundlage hinsichtlich des Verständnisses der Begrifflichkeiten von Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit bietet. So zeigt es die wichtigsten Aspekte, die in Bezug auf eine Prüfung auf die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit bedeutend sind, auf. Weiter verbinden die erwähnten SIA-Dokumentationen auch einige dieser Aspekte mit den Natursteinmauern. So sind bereits Veröffentlichungen vorhanden, die sich mit ästhetischen und ökologischen Faktoren von Natursteinmauerwerken befassen. Was aber fehlt, ist eine gesamthafte Analyse aller relevanten Aspekte in Bezug auf die baulichen Grundlagen respektive auf die SIA-Normen. Denn schliesslich entscheidet der Inhalt der Normen, ob eine Mauer landschafts-, natur- und umweltverträglich gebaut wird oder nicht.

Ziel dieser Arbeit ist es, diese Lücke zu schliessen und den Blick für eine ganzheitliche Betrachtung aller wesentlichen Faktoren in Bezug auf die Normen zum Natursteinmauerwerk zu schärfen.

Wenn das Bauen weiterhin als kulturelle Handlung verstanden werden soll, müssen sich Bauwerke umfassend auf ihre umgebende Landschaft beziehen (*Kleiner & Schmitt* 2001). Dies setzt voraus, dass die Normen kontextuelle Aspekte berücksichtigen.

5. Methodik

In diesem Kapitel werden die gewählten Methoden beschrieben und deren Verwendung erläutert. Das Kapitel untergliedert sich in zwei Teile. In Kapitel 5.1 wird das Vorgehen hinsichtlich der Rolle der SIA-Normen aufgezeigt. Kapitel 5.2 beinhaltet die Darstellung der Methode zur Prüfung der SIA-Normen auf die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit. Mit der Begründung der Methodenwahl schliessen die beiden Teile jeweils ab.

5.1 Fragenkataloge zur Rolle der SIA-Normen

Die vorliegende Arbeit fragt in einem ersten Schritt nach der Rolle der SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk. Mithilfe eines Fragenkatalogs werden die Funktionen und die Ziele der Normen durchleuchtet. Zudem werden Aussagen über den Anwendungsbereich der Normen und die Standardisierung innerhalb der Normen gemacht. Der Fragenkatalog dient zur Vertiefung der in Kapitel 2 dargelegten theoretischen Grundlagen der SIA-Normen.

Dafür wurden neben theoretischen Fragen auch subjektive Meinungsfragen in den Katalog integriert. Es wurden zwei verschiedene Versionen von Fragenkatalogen zusammengestellt. Sie beinhalten dieselben Grundfragen und unterscheiden sich nur durch einige spezifische Fragen. Der eine Fragenkatalog gewichtet die Hintergründe der Erarbeitung der Normen und wurde von den Mitgliedern der SIA-Mauerwerkskommission 266 ausgefüllt. Der andere Fragenkatalog beinhaltet vermehrt Fragenstellungen zum Anwendungsbereich der Normen. Er wurde von Fachpersonen vom Tiefbauamt Graubünden und vom GeoplanTeam in Nidau beantwortet. Diese zwei Büros sind unter anderem für die Fallbeispiele der Stützmauern an den Engadiner Hauptstrassen und der Rebmauern am linken Bielerseeufer zuständig.

Die Ergebnisse werden in Kapitel 6.1 zusammenfassend aufgeführt. In Kapitel 7.1 erfolgt die Diskussion der Resultate. Im Anhang ist in Kapitel 2 jeweils ein ausgefüllter Fragenkatalog pro Version aufgeführt.

5.1.1 Begründung der Methodenwahl

Da Informationen zur Rolle der SIA-Normen und vor allem zur Bedeutung der Natursteinmauerwerksnormen in der Literatur relativ spärlich zu finden sind, erschien es sinnvoll, anhand eines Fragenkatalogs diese Komponenten zu beleuchten. Die Ausarbeitung zweier Fragenkataloge mit unterschiedlichen Schwerpunkten ermöglicht es, einen vertieften Eindruck sowohl von den theoretischen Hintergründen als auch vom praktischen Anwendungsbereich der Normen zu gewinnen.

5.2 Prüfung auf Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit

Der zweite Teil der Arbeit befasst sich mit der Prüfung der SIA-Normen auf die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit. Dafür wurden Natursteinmauern vor Ort untersucht und anschliessend Rückschlüsse auf die SIA-Normen gezogen. Auf diese Weise konnte die Prüfung auf die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit an praktischen Beispielen angewendet und dementsprechend Verbesserungsvorschläge erarbeitet werden.

5.2.1 Auswahl der Fallbeispiele

Wie bereits in Kapitel 3 erwähnt, wurde bei der Auswahl der Fallbeispiele eine möglichst breite Beleuchtung der unterschiedlichen traditionellen und aktuellen Funktionen sowie der regionalen Verwendungsarten von Natursteinmauern angestrebt. Um diese Vielseitigkeit zu gewährleisten, wurden an insgesamt 12 unterschiedlichen Standorten und in drei unterschiedlichen Kantonen (Graubünden, Bern und Basel-Landschaft) Natursteinmauern auf ihre jeweilige Funktion untersucht. Die Auflistung der Standorte ist im Anhang in Kapitel 1.1 zu finden. Die Mauern wurden anhand vertiefter Lektüre und gezielter Anfragen bei Ingenieurbüros und Institutionen ausgewählt. Die Projektierung dieser Natursteinmauern beruht nicht direkt auf Grundlage der SIA-Normen, da sich die Suche nach solchen Mauern als erfolglos erwies (mögliche Gründe für diesen Umstand werden in Kapitel 7.1 und 7.3 aufgeführt).

Die ersten Feldbegehungen dienten zur funktionalen Einschätzung der Mauerwerke (vgl. Anhang 1.2). In einem nächsten Schritt wurden die erhobenen Daten miteinander verglichen und die Mauern ihrer Funktion entsprechend geordnet. Daraus erfolgte die Auswahl derjenigen drei Fallbeispiele, welche die regionale Bedeutung und Tradition der jeweiligen Mauerfunktion am besten verdeutlichen. Die Mauern im Kanton Basel-Landschaft wurden gänzlich ausgeklammert, da ihre Funktion den Rebmauern am linken Bielerseeufer entspricht.

5.2.2 Methodenwahl

In einem nächsten Schritt stand die Wahl einer passenden Methode für die Prüfung der Fallbeispiele auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit an. Eine geeignete Grundlage für das methodische Vorgehen bot eine Veröffentlichung der Stiftung Landschaftsschutz Schweiz (SL-FP). Die Stiftung hat zur Konkretisierung der verschiedenen Landschaftswerte und ihrer Schutzziele einen Katalog herausgegeben, der zur Identifikation der Qualitäten unserer Kulturlandschaften (vgl. Glossar) herangezogen werden kann. In diesem Katalog sind 39 charakteristische Kulturlandschaften der Schweiz aufgeführt. Jede Kulturlandschaft verfügt über Landschaftsleistungen (vgl. Glossar), die

mittels Landschaftsqualitäten (vgl. Glossar) gewährleistet werden. Der Katalog bietet die Grundlage zur Bestimmung der Landschaftsqualitäten einer Kulturlandschaft und zur anschliessenden Festlegung von Landschaftsentwicklungszielen (vgl. Glossar). Durch die Identifikation und Bewertung der Kulturlandschaften und ihrer Landschaftsqualitäten ist es möglich, den Wert einer Landschaft zu präzisieren und schliesslich in raumplanerischen Projekten zu berücksichtigen. Somit kann eine nachhaltige Entwicklung der Landschaft erzielt werden (Rodewald, Schwyzer & Liechti 2014: 6).

Dementsprechend stellt dieser Katalog eine gute Ausgangslage für die Prüfung der Natursteinmauern auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit dar. Anhand eines mauerspezifischen Katalogs nach obigem Beispiel lassen sich die Qualitäten und Werte einer Mauer und ihrer umgebenden Landschaft ermitteln. Zudem können auf dieser Grundlage Entwicklungsziele erarbeitet werden, die für die Erhaltung der Landschaftswerte von Bedeutung sind.

5.2.3 Kriterienkatalog

Zur Ermittlung der Landschaftsqualitäten wurde ein mauerspezifischer Kriterienkatalog (vgl. Tab. 1) auf Grundlage des Katalogs der SL-FP (Rodewald, Schwyzer & Liechti 2014: 6) erarbeitet. Zusätzlich wurde für die Darlegung der Entwicklungsziele das Landschaftskonzept Schweiz (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung (Hrsg.) 1998: 6) als Leitfaden herangezogen. Zur detaillierten Ausarbeitung des Kriterienkatalogs wurden zudem das Raumplanungsgesetz (Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (Hrsg.) 1979: 6), die Raumplanungsverordnung (Schweizerischer Bundesrat (Hrsg.) 2000: 6) sowie das Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (Hrsg.) 1966: 6) hinzugezogen. Weiter diente der vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) herausgegebene Leitfaden zur Landschaftsästhetik (Gremminger, Thomas et al. 2001) als Grundlage.

Der auf diesem Fundament erstellte Kriterienkatalog liess sich für jedes Fallbeispiel im Feld anwenden, indem die im Katalog aufgelisteten Landschaftsqualitäten mit den vor Ort vorhandenen Qualitäten verglichen wurden. Dafür waren mehrere Begehungen nötig, bei denen die fallspezifischen Landschaftsqualitäten analysiert, aufgelistet und mit Fotos visualisiert wurden.

In einem weiteren Schritt wurden die Felddaten am Computer überarbeitet und mithilfe des Kriterienkatalogs fallspezifische Entwicklungsziele formuliert.

Die folgende Tabelle (Tab. 1) zeigt den erstellten Kriterienkatalog.

Tab. 1: Kriterienkatalog zur Analyse der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele von Mauern und deren Umgebung (verändert nach Rodewald, Schwyzer & Liechti 2014: .

Landschaftsleistungen	Kultureller Ausdruck	Natürlicher Ausdruck	Identifikation und Heimatbildung	Kontextueller Ausdruck
Landschaftsqualitäten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regionaltypische Bauweise der Mauer ▪ Integration und Einpassung in die regionaltypische Kulturlandschaft ▪ Historisches Ortsbild → ablesbare Zeugen der Geschichte ▪ Zeugen der regionalspezifischen und traditionellen Baukunst ▪ Traditionelles Handwerk ▪ Zeugen vergangener und aktueller Nutzung und Funktion ▪ Form der Nutzungsaufteilung und -abgrenzung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strukturierende Landschaftskomponente ▪ Wegbegleitende Struktur ▪ Integration und Einpassung der Mauer in die natürliche Landschaft (Anpassung an geomorphologische Gegebenheiten und Verwendung von regionaltypischem Baumaterial) ▪ Mauertypische Flora ▪ Regionaltypische Flora ▪ Seltene und gefährdete Flora ▪ Natürliche Sukzessionsstadien ▪ Lebensraumqualitäten aufgrund der mikro-klimatischen Bedingungen ▪ Strukturelle Vielfalt ▪ Vernetzendes Element ▪ Zusätzlich vernetzende Kleinstrukturen ▪ Unterstützung des natürlichen Wirkungsgefüges und der Funktion und des Services der Landschaft ▪ Standortangepasste Unterhaltung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verankerung des Landschaftselements Mauer und der umgebenden Kulturlandschaft in der lokalen Bevölkerung ▪ Hoher Stellenwert für das Verständnis der örtlichen Geschichte ▪ Erkennbare regional-spezifische Nutzungsgeschichte ▪ Ablesbare Hinweise auf die heutige lokale Bedeutung ▪ Ablesbare Zeichen der ortstypischen Baukunst ▪ Lokales Mauerhandwerk als identifikationsstiftend ▪ Eigenart (das Charakteristische und Prägende) des Objekts → für lokale Identität und Heimatgefühl ausschlaggebend ▪ Erlebnischarakter der Landschaft (emotionale Beziehung zur Landschaft) → für lokale Identität und Heimatgefühl sehr bedeutend 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vernetzung zu umliegenden Biotopen, Strukturen und Kulturlandschaften (Bsp. Reblandschaften kombiniert mit Terrassenlandschaften → Identifikation der unterschiedlichen Layer der Kulturlandschaften) ▪ Strukturüberschreitende Zusammenhänge und Wechselbeziehungen ▪ Übergangsräume (hohe Artenvielfalt) ▪ Integration in räumliche Einheit
Landschaftsentwicklungsziele	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderung von regionaltypischen Landschaftselementen ▪ Sensibilisierung und Erhaltung der regionalspezifischen Bauweise und des traditionellen Handwerks ▪ Historisches Ortsbild schützen und ablesbar halten ▪ Authentische Erhaltung und Erneuerung der Mauern ▪ Verbundenheit mit Landschaft, Natur und Kulturgut fördern 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Platz für Eigenentwicklung und -dynamik der Natur schaffen ▪ Lebensräume für die vielfältige heimische Flora und Fauna bewahren, schützen und miteinander vernetzen ▪ Artenschutzmassnahmen lancieren ▪ Strukturelle Vielfalt begünstigen ▪ Abwechslungsreiche und vielfältige Ausgleichsflächen und -räume bewahren und fördern ▪ Nutzungsübergänge naturnah gestalten ▪ Der Flora und Fauna entsprechende Pflegemassnahmen ▪ Haushälterischer und umweltschonender Umgang mit dem Boden ▪ Optimale Einpassung und Eingliederung in die umgebende, regionaltypische Landschaft 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vertrautes Landschafts- und Ortsbild bewahren und schützen ▪ Erhalt der geschichtsträchtigen Bauwerke der Landschaft ▪ Lokales und traditionelles Mauerhandwerk als Teil der lokalen Geschichte und Identifikation erhalten ▪ Bevölkerung für altes Kulturgut und kulturelles Erbe sensibilisieren ▪ Eigenart und Erlebnischarakter der Landschaft erhalten ▪ Landschaftsästhetische Aspekte verstärkt gewichten und einbeziehen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusammenhängende Lebensräume fördern und bewahren ▪ Vernetzung und Wechselbeziehungen zwischen Biotopen stärken ▪ Strukturvielfalt erhöhen ▪ Übergangsräume als Orte mit hoher Artenvielfalt schützen und aufwerten ▪ Nachhaltige und ästhetische Landschaftsentwicklung fördern ▪ Schutz und Förderung der Eigenart von Naturlandschaften, natürlichen Landschaftsformen und Landschaftselementen ▪ Erhaltung der Eigenart von Kulturlandschaften sowie deren Geschichte und Bedeutung ▪ Einzigartige Kulturobjekte, Kulturlandschaften, Siedlungen und Denkmäler in passendem Umfeld bewahren

5.2.4 Landschaftsökologischer Bezug

Wie bereits in Kapitel 2.3.1 erwähnt, ist die Einflussnahme des Menschen heute in fast allen natürlichen Bereichen Tatsache und Naturlandschaften (vgl. Glossar) ohne menschliche Beeinflussung sind sehr selten geworden (*Stolzenberger-Ramirez* (Hrsg.) 2012b: 🌐). So sind auch Natursteinmauern vom Menschen erstellte Objekte. Die Prüfung einer Mauer hinsichtlich der Natur- und Umweltverträglichkeit muss diese Gegebenheit einbeziehen.

Mithilfe eines landschaftsökologischen Bezuges kann dieser Aspekt integriert werden. Dabei wird einerseits die anthropogene Beeinflussung des natürlichen Gefüges berücksichtigt, andererseits wird der Aspekt der Umwelt einbezogen (*Stolzenberger-Ramirez* (Hrsg.) 2012a: 🌐).

Die Prüfung der Mauern auf die Natur- und Umweltverträglichkeit wurde mithilfe zweier Untersuchungsschwerpunkten durchgeführt:

- Um den Lebensraum Natursteinmauer näher zu beleuchten, wurde die Artenvielfalt der Flora der Mauern im Feld aufgenommen. Die Zusammensetzung der Pflanzenarten einer Mauer geben Hinweise auf deren Bauweise. Dementsprechend können mithilfe der Artenvielfalt Rückschlüsse auf die ökologische Qualität eines Mauerwerkes gezogen werden. Wie bereits in Kapitel 2.3.1 erläutert, stellen ökologisch wertvolle Mauern, insbesondere Trockensteinmauern, wichtige Standorte für die gefährdete Mauervegetation dar.

Der ökologische Wert einer Mauer wurde ermittelt, indem die totale Artenvielfalt einer Mauer in ein tabellarisches Verhältnis mit den vorhandenen mauertypischen Arten gestellt wurde. Diese Tabellen wurden mithilfe der Software Microsoft Excel 2013 gestaltet. Eine im Vorfeld zusammengestellte Liste beinhaltet die an Natursteinmauern typischerweise vorkommenden Arten. Diese Artenliste ist im Anhang in Kapitel 3 aufgeführt.

Zur besseren Übersicht der Tabellen wurden die im Feld aufgenommenen Arten taxonomisch in Blütenpflanzen, Farne und Moose unterteilt.

Es ist festzuhalten, dass aufgrund der Standortunterschiede der Fallbeispiele in Bezug auf die Artenvielfalt keine Vergleiche zwischen den untersuchten Mauern gezogen werden konnten.

Ausserdem ist zu bemerken, dass sich die Datenerhebung und -auswertung ausschliesslich auf die Flora stützt, da sich eine umfassende Erhebung der Fauna als äusserst schwierig herausgestellt hat.

- Damit der landschaftsökologische Bezug sichergestellt ist, wurden die analysierten Mauern in einen Zusammenhang mit ihrer Umwelt gesetzt. Der Blick auf die Umgebung der Mauern und die umliegenden Biotope gibt Aufschlüsse über die

kontextuelle Vernetzung der Landschaft, deren strukturüberschreitende Zusammenhänge und Wechselbeziehungen. Die Perspektive auf die räumliche Umgebung einer Mauer ermöglicht es, die Wechselwirkungen und das Wirkungsgefüge einer Mauer mit der Umwelt aufzuzeigen (*Stolzenberger-Ramirez* (Hrsg.) 2012d: 🌐).

Der Kriterienkatalog zur Analyse der Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele bezieht sich mit den Kriterien des natürlichen und des kontextuellen Ausdrucks auf diese zwei Untersuchungsschwerpunkte (vgl. Tab. 1).

5.2.5 Grundlagen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele

Zur umfassenden Ermittlung der Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele wurden für jedes Fallbeispiel physio- und humangeographische, geschichtliche und projektbezogene Grundlagen hinzugezogen und dargestellt. Mündliche Gespräche und schriftliche Korrespondenzen mit Fachpersonen, Projektbeteiligten und Anwohnern lieferten weitere Informationen zum Kontext der Fallbeispiele. Aussagen dieser Fachpersonen sind im Text mit (*Name Fachperson* 2014: Pers. Korr.) zitiert. Weitere Angaben zu den Fachpersonen finden sich im Literaturverzeichnis unter „Persönliche Korrespondenzen“.

Die Vorgehensweise der Prüfung einer Natursteinmauer auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit stützt sich auf die Fallstudie Oberes Wynental der SL-FP, die zur Überprüfung der praktischen Anwendbarkeit des Katalogs der charakteristischen Kulturlandschaften der Schweiz (*Rodewald, Schwyzer & Liechti* 2014: 🌐) durchgeführt wurde (*Liechti* 2014: 🌐).

Das Verfahren gliedert sich jeweils in drei Schritte (vgl. 6.2., 6.3 und 6.4). Auf die Grundlagen zum Untersuchungsgebiet folgt die Analyse der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele. Eine Auswertung mit einer kurzen Darstellung der erhobenen Flora und einer Zusammenfassung der wichtigsten Resultate rundet die Prüfung ab.

5.2.6 Rückschlüsse auf die SIA-Normen und Verbesserungsvorschläge

Die Ergebnisse der Prüfung der Fallbeispiele lassen Rückschlüsse auf die SIA-Normen zu. Hierfür wurden die baulichen Grundlagen, nach welchen die Natursteinmauern erstellt worden waren, mit den SIA-Normen verglichen. Auf diese Weise konnte festgestellt werden, inwieweit Hinweise auf Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele in den Normen enthalten sind. Demgemäss konnten Aussagen über die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit der SIA-Normen gemacht werden. Anschliessend wurden Verbesserungsvorschläge formuliert, die es ermöglichen sollen, ökologische, ästhetische, kulturelle und weitere Aspekte in die Normen einzubeziehen.

Die fehlenden Aspekte der SIA-Normen und die Verbesserungsvorschläge werden in Kapitel 7.3 zusammenfassend aufgeführt und grafisch dargestellt.

5.2.7 Begründung der Methodenwahl

Die Prüfung der SIA-Normen auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit ist sehr umfassend. Aus diesem Grund wurde für die detaillierte Analyse ein Kriterienkatalog eingesetzt. Dies ermöglichte die Erfassung der vielseitigen Landschaftsqualitäten von Mauern und deren Umgebung. Oft wird übersehen, dass der Wert einer Landschaft im Nebeneinander und der Vielfalt ihrer Qualitäten liegt. Aufgrund seiner Vielschichtigkeit ermöglicht der Kriterienkatalog einen ganzheitlichen Blick und kommt deshalb einer bewussten und nachhaltigen Entwicklung der Landschaft zugute.

6. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden in einem ersten Teil die wichtigsten Ergebnisse der Fragenkataloge hinsichtlich der Rolle der SIA-Normen aufgezeigt. Der zweite Teil befasst sich mit den Prüfungen der drei Fallbeispiele auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit.

6.1 Ergebnisse Fragenkataloge zur Rolle der SIA-Normen

Der Fragenkatalog, der die Hintergründe der Erarbeitung der SIA-Normen gewichtet, wurde an elf Mitglieder der SIA-Mauerwerkskommission 266 verschickt. Davon wurden vier Fragenkataloge (36%) (vgl. Tab. 2) beantwortet. Der zweite Fragenkatalog, der den Schwerpunkt auf den Anwendungsbereich der SIA-Normen legt, wurde an sechs Ingenieure des Tiefbauamtes Graubünden, das unter anderem für das Fallbeispiel an den Engadiner Hauptstrassen verantwortlich ist, gesendet. Zudem bekamen zwei Personen des Ingenieurbüros GeoplanTeam in Nidau, das für den Rebmauerbau am linken Bielerseeufer zuständig ist, den zweiten Fragenkatalog zugeschickt. Vier (50%) von den acht Ingenieuren haben den Fragenkatalog beantwortet, wobei drei der vier Ingenieure beim Tiefbauamt Graubünden arbeiten.

Tab. 2: Die Anzahl verschickter und beantworteter Fragenkataloge (*eigene Darstellung*).

	SIA-Mauerwerkskommission	Tiefbauamt Graubünden	GeoplanTeam	Total
Fragenkatalog verschickt	n=11 (100%)	n=6 (100%)	n=2 (100%)	n=19 (100%)
Fragenkatalog beantwortet	n=4 (36%)	n=3 (50%)	n=1 (50%)	n=8 (42%)

Im Anhang in Kapitel 2 ist jeweils ein Beispiel der beiden Fragenkataloge abgebildet.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Fragenkataloge zur Rolle und Funktion, zu den Zielen, zur Standardisierung und den fehlenden Aspekten der SIA-Normen vorgestellt. In einem ersten Schritt werden jeweils die Resultate der SIA-Kommissionsmitglieder dargelegt. Darauf folgt die Darstellung der Ergebnisse der Ingenieure. In Kapitel 7.1 werden die Ergebnisse miteinander verglichen und diskutiert.

6.1.1 Zur Rolle und Funktion der Normen

Ergebnisse Kommissionsmitglieder

Zwei der vier SIA-Kommissionsmitglieder haben die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk als gleich wichtig wie andere SIA-Normen eingestuft. Die anderen beiden Mitglieder haben die Verbreitung der Natursteinnormen im Vergleich zu anderen Tragwerksnormen (Beton oder Stahl) als relativ beschränkt eingeschätzt. Philipp Rück, der Präsident der Arbeitsgruppe der Natursteinmauerwerksnorm 266/2, argumentierte, dass

die Natursteinbranche im Vergleich zu anderen Fachrichtungen relativ klein sei (*Rück* 2014: Pers. Korr.). Ein weiterer Grund für eine begrenzte Anwendung liegt laut Kerstin Lang darin, dass heutzutage nur wenige Bauwerke aus Natursteinmauern neu gebaut werden und die Normen deshalb hauptsächlich für die Bewertung bereits bestehender Mauern, zum Beispiel in Bezug auf Erdbeben, angewendet werden (*Lang* 2014: Pers. Korr.).

Die Fragenkataloge haben ergeben, dass die Normen die primäre Funktion haben, den gegenwärtigen Stand der Technik zum Zeitpunkt der Veröffentlichung aufzuzeigen. Folglich würde es sich um Regeln der Natursteinbautechnik handeln, die als Fundamente für die Projektierung und Ausführung von Mauerwerken dienen und eine Absicherung für die Vertragspartner gewährleisten würden. Laut den Kommissionsmitgliedern halten sich Ingenieure an die Normen, damit sie sich im Falle von auftretenden Schäden am Bauwerk und in Streitfällen auf die Anwendung der Normen beziehen können. Kerstin Lang führte die grosse Bedeutung der SIA-Normen im Schadenfall auf den Mangel von höher gestellten Gesetzen zurück. Sie betonte, dass deshalb im Schadenfall auf die SIA-Normen Bezug genommen würde (*Lang* 2014: Pers. Korr.).

Ergebnisse Ingenieure

Für die vier Ingenieure spielen die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk jeweils eine zweitrangige Rolle. Im Falle des Tiefbauamtes Graubünden wird für die Projektierung und den Bau von Natursteinmauern eine eigene Wegleitung angewendet. Diese wurde nach Aussage von Gion Dosch auf den SIA-Normen aufbauend entwickelt (*Dosch* 2014: Pers. Korr.).

Die SIA-Normen haben für drei der vier Ingenieure eine hauptsächlich informative Funktion. Einer befragten Person dienen die Normen als Referenzwerk für den aktuellen Stand der Technik sowie zur Standardisierung der Bauprojekte. Einem der Befragten verhelfen die Normen neben dem informativen Nutzen auch zur Absicherung bei vertraglichen Vereinbarungen. In Bezug auf die Frage, weshalb man sich an die SIA-Normen hält, haben zwei Ingenieure vermerkt, dass die Normen eine rechtliche Absicherung der Projektierungs- und Bauphase und eine Harmonisierung der Bauprojekte gewährleisten würden. Zwei der vier Ingenieure haben diese Frage nicht beantwortet.

6.1.2 Zu den Zielen der Normen

Ergebnisse Kommissionsmitglieder

Gemäss den SIA-Kommissionsmitgliedern müssen die SIA-Normen eine hinreichende Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Mauerwerke erzielen. Wenn das Auftreten von Schäden an Mauern ausbleibt, dann wurden die Ziele der Normen erreicht. Zudem gelten die Normen laut Philipp Rück als Grundlage für die Projektierung und Ausführung von Natursteinmauern und gewährleisten eine gewisse Absicherung für die Anwender, da die Normen in Problemfällen als Referenz herangezogen werden. Philipp Rück verdeutlichte, dass die Normen jedoch keine Lehrbücher seien und dass ihre Anwendung das Fachwissen der Ingenieure voraussetzen würde. Er äusserte sich zudem hinsichtlich der Überprüfung der Ziele. Die Revision der Normen basiere auf der Grundlage von Rückmeldungen und Anmerkungen der Anwender. Falls die Ziele der Normen nicht erreicht würden, hätten die Normenbenutzer die Möglichkeit, dies beim SIA zu melden (*Rück 2014: Pers. Korr.*).

Ergebnisse Ingenieure

Die vier Ingenieure haben bezüglich der zwei wichtigsten Ziele der Normen unterschiedliche Antworten gegeben. Die Standardisierung/Vereinheitlichung technischer Sachverhalte und der Bauqualität vermerkten drei der Befragten. Die Sicherheit der Bauwerke wurde zweimal als wichtiges Ziel genannt. Ausserdem wurden einmal die Gewährleistung der Verständigungs- und Rechtsgrundlagen und einmal die Vereinfachung der Ausschreibungen durch den Verweis auf die Normen als wesentliche Ziele angegeben. Laut den vier Ingenieuren werden diese Ziele grösstenteils erreicht. Christof Lussi vom GeoplanTeam in Nidau ergänzte, dass die Qualität von Natursteinmauern entscheidend vom Rohstoff und vom handwerklichen Können abhängig sei (*Lussi 2014: Pers. Korr.*). Entsprechend den Antworten der Ingenieure wird die Sicherheit eines Bauwerkes erreicht, wenn ein Mauerbruch ausbleibt. Die Überprüfung der Qualitätssicherung sei ausserdem mithilfe eines Kontrollplanes möglich.

6.1.3 Zur Standardisierung und den fehlenden Aspekten der Normen

Ergebnisse Kommissionsmitglieder

In Bezug auf die Standardisierung der Natursteinnormen und deren Berücksichtigung regionalspezifischer Rahmenbedingungen haben sich lediglich zwei von den vier Kommissionsmitgliedern geäussert. Kerstin Lang argumentierte, dass die Bedingungen für die Tragsicherheit für die gesamte Schweiz identisch seien. Regionalspezifische Rahmenbedingungen würden jedoch hinsichtlich der äusseren Einwirkungen auf eine Mauer (Schnee, Erdbeben, Wind, usw.) einbezogen (*Lang 2014: Pers. Korr.*). Philipp Rück hielt fest, dass die Normen situationsbedingte Abweichungen zulassen würden, falls diese

hinreichend begründet würden und plausibel seien. Gewisse Freiheiten seien demnach gestattet. So sei die Auswahl der Verbandsarten für hochwertiges Mauerwerk eingeschränkt, jedoch könne bei einem normalen Mauerwerk die Verbandsart frei ausgewählt werden (*Rück 2014: Pers. Korr.*).

Zwei Kommissionsmitglieder hielten die Erweiterung der SIA-Normen mit ästhetischen, ökologischen, kulturellen und weiteren Aspekten für unnötig. Sie begründeten ihre Antwort damit, dass die Normen den technischen Anforderungen genügen müssten und deshalb in der vorliegenden Form vollständig seien. Rück verdeutlichte, dass die Normen primär technische Aspekte regeln müssten und dass die Berücksichtigung von erweiterten Aspekten grundsätzlich bei SIA-Normen nicht vorgesehen sei. Persönlich sei er aber offen für weiterführende Aspekte. Er drückte ausserdem aus, dass Normen missbraucht werden könnten. Dies sei der Fall, wenn die Normen ohne Eigenverantwortung angewendet würden (*Rück 2014: Pers. Korr.*). Das vierte SIA-Mitglied äusserte sich zu der Frage nach fehlenden Aspekten nicht.

Ergebnisse Ingenieure

Hinsichtlich der Standardisierung der Normen haben sich die vier Ingenieure nur indirekt geäussert: Einer der Befragten schätzte die Berücksichtigung der Normen in Bezug auf regionalspezifische Rahmenbedingungen als angemessen ein. Sven Fehler vom Tiefbauamt Graubünden hielt fest, dass eine Norm nur in beschränktem Umfang regionalspezifische Rahmenbedingungen einbeziehen könne. Er meinte, dass dies auch nicht die Aufgabe von Normen sei, sondern dass der jeweilige Projektleiter solche Aspekte beim Bau einer Mauer berücksichtigen müsse (*Fehler 2014: Pers. Korr.*). Eine ähnliche Meinung vertrat Christof Lussi, der die Einschliessung von regionalspezifischen Rahmenbedingungen in den Normen aufgrund der Vielfältigkeit der Schweiz als nicht sinnvoll einstufte. Er fügte hinzu, dass lokale Experten für die Einbeziehung von landschaftsspezifischen Aspekten während der Projektierungsphase kontaktiert werden sollten (*Lussi 2014: Pers. Korr.*). Der vierte Ingenieur hielt die Beurteilung der Standardisierung als schwer einschätzbar.

Alle vier Ingenieure haben die Erweiterung der SIA-Normen mit ästhetischen, ökologischen, kulturellen und weiteren Aspekten als nicht notwendig eingeschätzt. Begründet wurde diese Meinung einerseits damit, dass die SIA-Normen ausschliesslich bautechnische Aspekte beinhalten sollten, andererseits solle nicht versucht werden, alles mit Normen festzulegen. Sven Fehler vertrat seine Ansicht damit, dass jedes Gebiet seine Eigenart habe und die Normen mit weiterführenden Aspekten dieser Tatsache nicht gerecht würden (*Fehler 2014: Pers. Korr.*).

6.2 Prüfung traditioneller Trockensteinmauern Septimerpass

Wie bereits in Kapitel 3.1 angedeutet, gibt das Fallbeispiel von Trockensteinmauern auf dem Septimerpass Aufschluss über die traditionelle und regionaltypische Bedeutungsgeschichte und frühere Verwendung der Trockensteinbauweise. So wurden die Trockensteinmauern auf dem Septimerpass in Zusammenhang mit dem früheren Passweg errichtet (*Parc Ela* (Hrsg.) 2013). Aufgrund solcher Zeugen aus vergangener Zeit gehört der Septimer zu den historischen Verkehrswegen des Landes und wurde in das Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS) aufgenommen. Das Inventar verfolgt das Ziel, die Überreste der historischen Verkehrselemente zu schützen (*Bundesamt für Strassen ASTRA* (Hrsg.) 2006a: 🌐).

6.2.1 Grundlagen zum Untersuchungsgebiet

Die Trockensteinmauern im Val Tgavretga, auf der Nordseite des Passes, grenzten den Alpenpfad seitlich ab und dienten den Hirten und ihren Herdentieren als Orientierungshilfe auf ihrem Weg zur Alp. Zusätzlich stellten sie auch die Grenze zwischen dem öffentlichen Weideland und den privaten Wiesen dar (*Parc Ela* (Hrsg.) 2013).

Für die Analyse der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele des Fallbeispiels sind diese historischen und kulturellen Aspekte sehr bedeutend. Deshalb werden die wichtigsten physio- und humangeographischen sowie die geschichtlichen Grundlagen anschliessend kurz dargelegt. Auf dieses Fundament folgt in einem weiteren Schritt die Analyse der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele (vgl. 6.2.2). Die Auswertung schliesst die Prüfung der Trockensteinmauern auf dem Septimer auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit ab. Zusätzlich werden die wichtigsten Resultate zusammengefasst (vgl. 6.2.3).

Physio- und humangeographische Grundlagen

Die hohe Bedeutung des Septimerpasses im Mittelalter lässt sich durch seine geographische Lage erklären. Der Alpenübergang war eine der direktesten Verbindungen zwischen der Alpennord- und der Alpensüdseite. Im Gegensatz zum Julier, bei dessen Überquerung noch ein Umweg ins Engadin in Kauf genommen werden musste, war die Lombardei über den Septimer auf direktem Wege erreichbar (*Bundesamt für Strassen ASTRA* (Hrsg.) 2006d: 🌐; *Ringel* 2011).

Heute ist kaum mehr vorstellbar, dass der Septimerpass als Alpenübergang einst so wichtig war. Im Vergleich zu anderen Passübergängen, die für die heutige Mobilität in starkem Masse ausgebaut und mit breiten, asphaltierten Fahrbahnen versehen wurden, führt beim Septimer lediglich eine befahrbare Schotterstrasse die nördliche Pässeite hinauf (Abb. 11). Der Weg wird vor allem als Wander- und Bikeroute genutzt.



Abb. 11: Eine Schotterstrasse schlängelt sich an der Seite des Baches durch das nördliche Tal des Septimers zur Passhöhe hinauf (eigenes Foto: 06.08.2014).

Das Val Tgavretga ist durch die landwirtschaftliche Nutzung gekennzeichnet. Im Sommer bewirtschaften die Bauern die Alpweiden oder lassen sie von ihrem Vieh beweiden. Kleine landwirtschaftlich genutzte Gebäude strukturieren die Talandschaft bis auf fast 2000m Höhe (Ringel 2011). Weitläufige Trockensteinmauern grenzen die Weiden voneinander ab und prägen die Berglandschaft. Laut

eines ortsansässigen Bauern werden die Trockensteinmauern nach wie vor als Weidegrenzen genutzt und aufgrund ihrer Dauerhaftigkeit geschätzt. Da die Mauern aber zum Teil stark sanierungsbedürftig sind, treten sie oft in Kombination mit Drähten auf.

Neben der Landwirtschaft wird das Val Tgavretga heute auch touristisch genutzt. Die Einzelhöfe besaßen wahrscheinlich bereits im Mittelalter ihre Funktion im Passverkehr (Ringel 2011). Angelehnt an die Tradition führt heute die Wander- und Bikeroute auf den Septimerpass immer wieder Touristen ins Val Tgavretga. Dies nutzt die Besitzerin eines kleinen Hofes für gastgewerbliche Zwecke. So



Abb. 12: Das Schild weist den Wanderern und Bikern den Weg zu Franca`s-Beizli (eigenes Foto: 06.08.2014).

haben vorbeigehende Wanderer oder Biker die Möglichkeit, sich in einer kleinen Gaststätte zu verköstigen (Abb. 12). Franca Guidon, die Besitzerin der Gaststätte, erklärte, dass sie seit fast zehn Jahren für die vielen Wanderer und Biker Spezialitäten aus lokalen Produkten zubereiten würde (Guidon 2014: Pers. Korr.). Das einmalige Ambiente der Landschaft fernab der Hektik des Alltages dient dem Val Tgavretga dementsprechend als touristisches Aushängeschild.

Durch das hügelige Tal der nördlichen Passseite schlängelt sich der Bergbach Eva dal Sett (Bundesamt für Landestopografie swisstopo (Hrsg.) 2011: Karte). Die befahrbare Schotterstrasse folgt meist dem Lauf des klaren Gewässers. Auch die kleinen Höfe liegen nahe an der Fahrstrasse und dehnen sich über die gesamte Tallänge aus. Der Weg durch

das Val Tgavretga steigt nur ganz sanft an. So kann der Wanderer die einmalige Naturschönheit der Landschaft mit ihrer reichen Alpenflora genießen. Auch hydrologisch ist der Septimer von Bedeutung: Er stellt die Wasserscheide zwischen Rhein, Po und Donau dar (*Knapp, Borel & Attinger* (Hrsg.) 1908).

Der Septimerpass ist infolge der Alpenbildung entstanden. Aufgrund der Kollision der Europäischen und der Afrikanischen Platte kam es zu einer Falten- und Deckenbildung der übereinanderschiebenden Gesteinsmassen. In diesem Deckenstapel sind Spuren eines ehemaligen Ozeanbeckens vorhanden. Die Gesteine des Faltengebirges können dementsprechend in zwei Altersgruppen eingeteilt werden. Die mesozoischen Sedimente bilden die erste Gruppe. Sie sind infolge der Ozeanablagerungen entstanden. Die zweite und ältere Gruppe enthält die vormesozoischen Gesteine, die das kristalline Grundgebirge und somit das Fundament der Sedimente bilden (*Labhart* 2009).

Der Deckenstapel der Alpen wird in eine helvetische, eine penninische, eine ostalpine und eine südalpine Decke gegliedert. Es handelt sich dabei um flächige Gesteinskomplexe, die nicht mehr ortsfest sind, die also aufgrund der Alpenfaltung über weite Strecken transportiert wurden (*Labhart* 2009). Der nördliche Teil des Septimerpasses wird durch die penninische Decke geprägt (*Kanton Graubünden* (Hrsg.) 2014b: Karte). Bei der penninischen Decke wurde das kristalline Grundgebirge mitgefaltet. Deshalb ist die penninische Decke durch Gesteinsschichten aus Sedimenten und Kristallin gekennzeichnet (*Labhart* 2009).

Neben der Alpenfaltung wurde die Landschaft, in der die untersuchten Trockensteinmauern zu finden sind, glazial geprägt. Moränen, die Spuren der Gletscher des letzteiszeitlichen Maximums und des Spätglazials, formen die nördliche Passseite. Weitere Ablagerungen entstanden durch fluviale Prozesse. So liegen die untersuchten Trockensteinmauern teilweise in einem Schwemmfächer (*Kanton Graubünden* (Hrsg.) 2014a: Karte; *Stolzenberger-Ramirez* (Hrsg.) 2012c: .

Gesteine, die auf dem Septimerpass vorkommen, sind hauptsächlich graue Bündnerschiefer, Grünschiefer und Serpentine (*Knapp, Borel & Attinger* (Hrsg.) 1908; *Kanton Graubünden* (Hrsg.) 2014b: Karte; *Bundesamt für Wasser und Geologie* (Hrsg.) 2005: Karte).

Geschichtliche Grundlagen

Die Bedeutung des Septimers im Mittelalter kann nicht nur mit seiner geographischen Vorrangstellung als direkte Nord-Süd-Verbindung erklärt werden. Auch politische Gründe führten dazu, dass der Septimer ab dem 11. Jahrhundert zu einem so wichtigen Alpenübergang wurde. Damals erweiterte der Bischof von Chur sein Territorium aufgrund von Schenkungen und gelang auf diese Weise in den Besitz von Gebieten auf dem

Septimer. Dadurch gelang es ihm, den Fernverkehr über seine Ländereien zu lenken. Das Hospiz auf der Passhöhe, das im 12. Jahrhundert erbaut wurde, trug wiederum zur prioritären Stellung des Passes bei (*Bundesamt für Strassen ASTRA* (Hrsg.) 2006d: 🌐).

Der Septimer wurde zu einer bedeutenden Transitroute, die von Händlern, Reisenden und Pilgern benutzt wurde. Der Transitverkehr war mit wirtschaftlichen Vorteilen für die Region verbunden. Deshalb entwickelte sich der Transport von Handelsware neben der Landwirtschaft zu der wichtigsten wirtschaftlichen Einnahmequelle. Es wurden Unternehmen zum Transport der Waren gegründet, die sogenannten Porten. Neben dem Warenhandel hatten auch der Einzug von Zöllen und der Unterhalt des Passweges direkt mit dem Passübergang zu tun (*Gredig* 1990; *Roth-Bianchi* 2007).

Obwohl der Passübergang im 14. Jahrhundert ausgebaut wurde, blieb sein Ruf als sehr strapaziöse, steinige und nur zu Fuss überwindbare Alpenüberquerung bestehen. Auch aufgrund der hohen Zölle wurde der Septimer im Gegensatz zu anderen Pässen immer weniger konkurrenzfähig. Naturgefahren, wie beispielsweise Lawinen, waren weitere Gründe, weshalb dem Septimer andere Alpenübergänge, wie der Gotthard- oder der Splügenpass, den Rang abliefen. Als im 19. Jahrhundert die Julierstrasse ausgebaut wurde, verlor der Septimerpass seine Vorrangstellung im Transitverkehr an den Julier. Nur noch lokal und regional behielt er seine Bedeutsamkeit. So wurde er bis Mitte des 20. Jahrhunderts noch benutzt, um freundschaftliche und familiäre Beziehungen zwischen den drei Talschaften Oberhalbstein, Bergell und Avers, welche am Fusse des Passes liegen, zu pflegen. Aber auch diese Kontakte brachen nach und nach ab. Der Septimerübergang wird heute vor allem noch von Wanderern benutzt (*Bundesamt für Strassen ASTRA* (Hrsg.) 2006d: 🌐; *Gredig* 1990; *Roth-Bianchi* 2007).

Die Spuren der gemeinsamen Geschichte der drei Talschaften sind bis heute erkennbar. So gibt es in Bivio Familiennamen, die auf einen Bergeller Ursprung schliessen lassen. Zudem wird in Bivio neben Deutsch und Rätoromanisch auch Italienisch gesprochen (*Gredig* 1990).

Schutzgebiet

Aufgrund der hohen geschichtlichen Bedeutung des Septimerpasses im früheren Transitverkehr verwundert die Aufnahme der Route ins IVS nicht. Solche historischen Verkehrswege sind für das Verständnis unserer Kultur und als identitätsstiftende Elemente massgebend. Sie müssen deshalb als kulturelles Erbe bewahrt und gepflegt werden. Damit die Menschen für solche kulturstiftende Komponenten sensibilisiert werden, ist es sinnvoll, historische Verkehrswege in das heutige Langsamverkehrsnetz einzugliedern. So fördern Wanderwege entlang von historischen Verkehrswegen nicht nur den nachhaltigen

Tourismus, sondern tragen auch zum Verständnis der kulturellen Landschaft bei. Ausserdem sind durch die Integration historischer Verkehrswege in das Wanderwegnetz der Schweiz der Schutz und der Unterhalt dieser wertvollen, historischen Wegstrecken sichergestellt. Im Falle der Septimerstrecke wird der Unterhalt des historischen Wegverlaufs vom Verband Schweizer Wanderwege übernommen (*Bundesamt für Strassen ASTRA* (Hrsg.) 2007; *Gredig* 1990; *Schweizer Wanderwege* (Hrsg.) 2013: 🌐).

In der folgenden Abbildung ist der Verlauf des historischen Verkehrsweges von nationaler Bedeutung über den Septimerpass dargestellt (Abb. 13). Die analysierten Trockensteinmauern liegen innerhalb des gelben Kreises im Val Tgavretga.

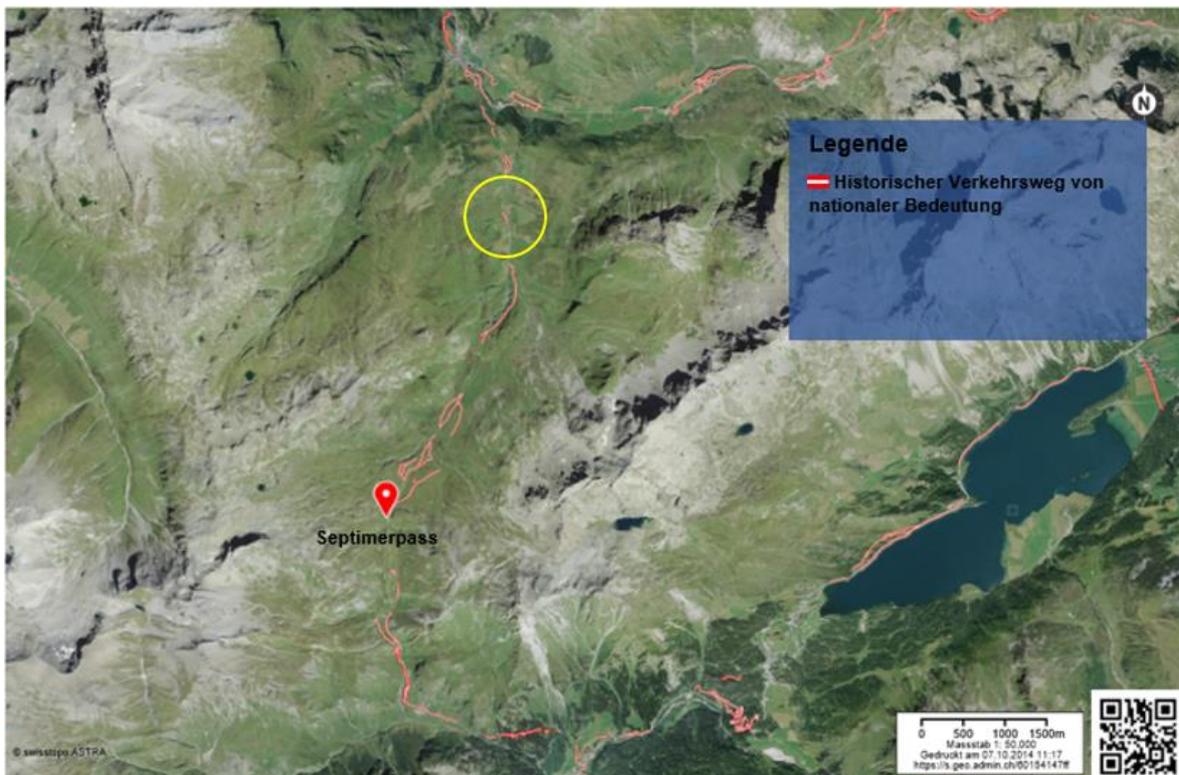


Abb. 13: Der historische Verkehrsweg von nationaler Bedeutung über den Septimerpass. Die untersuchten Trockensteinmauern liegen im gelben Kreis (verändert nach *geo.admin.ch* (Hrsg.) 2014i).

Auf der Nordseite des Septimerpasses ist der ursprüngliche Verlauf des historischen Weges nicht einfach erkennbar. Der Bau und wiederholte Ausbau der Schotterstrasse durch das Militär und der Kraftwerkbau in jüngster Vergangenheit haben einige Spuren des Weges beseitigt. Aufgrund des relativ offenen Geländes im Val Tgavretga können vermutlich mehrere historische Wegvarianten, die nebeneinander benutzt wurden, in Betracht gezogen werden (*Gredig* 1990).

Aufgrund der Unsicherheiten in Bezug auf den genauen Verlauf des historischen Weges am nördlichen Passübergang, ist es auch sehr schwierig, das Alter der untersuchten Trockensteinmauern herauszufinden.

Wie bereits erwähnt wurde, säumten die Mauern im Val Tgavretga als Abgrenzungselemente zwischen öffentlichen und privaten Weiden den Alpenpfad (*Parc Ela*



Abb. 14: Die sanierungsbedürftigen Trockensteinmauern auf dem Septimerpass (*eigenes Foto: 06.08.2014*).

(Hrsg.) 2013). Die Steine der Mauern sind stark mit Flechten überwachsen. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Steine schon eine sehr lange Zeit in dieser Konstruktion liegen. Auch die sanierungsbedürftige Mauerstruktur weist auf ein hohes Alter hin (Abb. 14). Laut Luciano Giorgetta, dem Verantwortlichen des gegenwärtigen Mauersanierungsprojektes, sind die Mauern mehrere hundert Jahre alt. Er

erklärte, dass die Steine der Mauern teilweise aus dem nahe gelegenen Steinbruch auf dem Bergkamm stammen würden. Dieser Steinbruch sei bis vor ungefähr zweihundert oder dreihundert Jahren noch in Betrieb gewesen (*Giorgetta 2014: Pers. Korr.*).

Die untersuchten Trockensteinmauern im Val Tgavretga liegen im Gebiet des Naturparks Parc Ela (*Parc Ela* (Hrsg.) 2005c: 🌐).

Die Sanierung der Trockensteinmauern auf dem Septimer ist eines der Projekte, die der Naturpark zum Schutz seiner einmaligen Natur- und Kulturlandschaften durchführt (*Parc Ela* (Hrsg.) 2005a: 🌐).

Die alte Tradition des Trockenmauerhandwerks wird vom Verein Parc Ela bei Sanierungsarbeiten vermittelt und somit vor der Vergessenheit bewahrt. Seit dem Jahre 2009 werden im Gebiet des Naturparks jährlich 150 Laufmeter Trockensteinmauern saniert. Dies geschieht auf Initiative des Vereins Parc Ela und ausschliesslich unter der Leitung eines Fachexperten. In den Jahren 2013 bis 2015 werden im Val Tgavretga zwei freistehende Mauern von insgesamt 300m Länge saniert. Die Arbeitseinsätze werden von Gruppen durchgeführt, die sich aus Zivildienstleistenden, Schulklassen, Firmen, Feriengästen und weiteren Personen zusammensetzen. Informationstafeln, die in unmittelbarer Nähe zur Baustelle stehen, bringen vorbeigehenden Wanderern und Bikern das laufende Sanierungsprojekt näher und geben kurze Inputs rund um das Thema Trockensteinmauer (*Parc Ela* (Hrsg.) 2013; *Parc Ela* (Hrsg.) 2005b: 🌐).

6.2.2 Analyse Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele

Die Analyse der Trockensteinmauern im Val Tgavretga auf die spezifischen Landschaftsqualitäten (Tab. 3 bis Tab. 6) und -entwicklungsziele (Tab. 7 bis Tab. 10) erfolgte während der etappenweisen Sanierung der Trockensteinmauern. Für die Erhebung

der Flora wurde ein Mauerabschnitt untersucht, bei dem die Sanierung noch aussteht. Für die Ermittlung der anderen Landschaftsqualitäten und der -entwicklungsziele wurden auch die bereits sanierten Mauerabschnitte einbezogen.

Spezifische Landschaftsqualitäten

Tab. 3: Kultureller Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten auf dem Septimerpass (*eigene Darstellung*).

Kultureller Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Begrenzung des historischen Verkehrsweges durch Trockensteinmauern als regionaltypische, traditionelle Funktion → Zeugen der früheren Verwendung in Zusammenhang mit historischem Passübergang▪ Mauern wurden in regionaltypische Kulturlandschaft integriert und eingepasst▪ Mauern in regionaltypischer, traditioneller Bauweise (Abb. 15) → geschichtliche Bautätigkeit ist ablesbar▪ Mauerbilder widerspiegeln das traditionelle Handwerk▪ Zeugen der traditionellen und aktuellen Nutzung und Funktion → Abgrenzung der Weidegrenzen (heute in Kombination mit Drähten verwendet)▪ Trockensteinmauern als Zeugen der historischen Bedeutung des Septimers als Transitroute und Verbindung zwischen den drei lokalen Talschaften

Anmerkung: Im Kanton Graubünden wurden die alten freistehenden Trockensteinmauern meist in regionaltypischer Bauweise erstellt. Nach Aussage von Regula Ott, der Projektleiterin Natur und Landschaft des Naturparks Parc Ela, gibt es viele Mauern, die in einer wallähnlichen Bauweise erstellt wurden. Sie erläuterte, dass es sich dabei um relativ einfache Baukonstruktionen handeln würde, bei denen Steine von



Abb. 15: Die Trockensteinmauern auf dem Septimer wurden in regionaltypischer Bauweise erstellt und saniert (*eigenes Foto*: 06.08.2014).

sehr unterschiedlicher Form und Ausmass zu meist niedrigen Wällen aufgeschichtet würden. Auf diese Weise seien Mauern entstanden, die sich aufgrund ihres relativ ungleichmässigen Musters stark von freistehenden Trockensteinmauern aus anderen Regionen unterscheiden würden. Bei Sanierungsprojekten würde darauf geachtet werden, diesen traditionellen Bautyp beizubehalten (*Ott 2014: Pers. Korr.*).

Tab. 4: Natürlicher Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten auf dem Septimerpass (*eigene Darstellung*).

Natürlicher Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Trockensteinmauern strukturieren die Alpenlandschaft und sind prägendes und wegbegleitendes Element des Passübergangs (Abb. 16)▪ Mauern sind in die natürliche glazial geprägte Landschaft eingepasst → aufgrund ihres hohen Alters sind Mauern mit der Naturlandschaft verschmolzen und zum Teil durch starke Überwachsung mit Pflanzen kaum sichtbar▪ Trockensteinmauern sind laut Luciano Giorgetta ausschliesslich aus regionaltypischen und vor Ort vorhandenen Steinen (Bündnerschiefer und Granit) erbaut (<i>Giorgetta 2014: Pers. Korr.</i>) → gute Einpassung in die natürliche Landschaft▪ Mauern weisen regionaltypische Flora auf (vgl. Tab. 11)▪ Natürliches Sukzessionsstadium erkennbar → Mauersteine sind fast flächendeckend mit Flechten bewachsen▪ Mauern werten Alpenlandschaft mit unterschiedlichen Lebensraumqualitäten ökologisch auf und tragen zur strukturellen Vielfalt und Vernetzung mit natürlichen Kleinstrukturen (Moränenablagerungen) bei▪ Trockensteinmauern unterstützen aufgrund ihrer Durchlässigkeit das natürliche Wirkungsgefüge der Landschaft und dienen als Wärmespeicher



Abb. 16: Die Trockensteinmauern strukturieren die Alpenlandschaft und verlaufen als wegbegleitende Elemente entlang der Passstrasse (*eigene Foto: 06.08.2014*).

Tab. 5: Identifikation und Heimatbildung der spezifischen Landschaftsqualitäten auf dem Septimerpass (*eigene Darstellung*).

Identifikation und Heimatbildung

- Trockensteinmauern als traditionelles Element der landwirtschaftlichen Nutzung in den Alpen und als Zeugen ihrer früheren Funktion im Passverkehr → Nutzungsgeschichte ist ablesbar
- Mauern als wesentliche Komponenten des Erlebnischarakters der Landschaft → Prägung der Alpenlandschaft
- Trockensteinmauern als prägende Elemente für das Verständnis der Geschichte der Passübergänge in den Alpen → identitätsstiftende Komponenten für das Verständnis der Kultur und der örtlichen Geschichte (familiäre und wirtschaftliche Beziehungen der drei Talschaften)
- Historische und gegenwärtige Bedeutung der Mauern trägt zur lokalen Identität und Heimatgefühl bei → Mauern als touristisches Aushängeschild
- Sensibilisierung der Bevölkerung auf historische und gegenwärtige Bedeutung und Funktion der Mauern durch deren Sanierung
- Mauern und landwirtschaftlich genutzte Gebäude (Alphütten) als Zeugen regionaler Nutzungsgeschichte und lokalen Mauerhandwerks (Abb. 17)
- Heutige Funktion der Mauern und Höfe im Kontext mit Wanderweg und Gaststätte („Bergbeizli“) als Kontinuität der traditionellen Einbindung der Höfe in den Passverkehr
- Eigenart der Trockensteinmauern sehr hoch → charakteristisches und typisches Element innerhalb der Kulturlandschaft (ortstypischer Bautyp)



Abb. 17: Die Trockensteinmauern und die Alphütten sind Zeugen der regionalen Nutzungsgeschichte (*eigenes Foto: 06.08.2014*).

Tab. 6: Kontextueller Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten auf dem Septimerpass (*eigene Darstellung*).

Kontextueller Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Mauern als Vernetzung zu umliegenden Biotopen (Moränenablagerungen, Wirtschaftsgebäude, Bach)▪ Trockensteinmauern und Höfe als typische und prägende Nutzungselemente der Alpenkulturlandschaft → strukturierende Weidemauern▪ Mauern als prägendes Element der historischen Verkehrsinfrastrukturlandschaft → kulturhistorisch wichtiger Passübergang und Handelsweg▪ Objektüberschreitende Zusammenhänge und Wechselbeziehungen zwischen den unterschiedlichen Strukturen → gastwirtschaftliche Nutzung („Bergbeizli“) der historisch wichtigen Handelsverbindung▪ Mauern als Abgrenzungs- und Übergangselement zwischen Passweg und umliegenden Alpweiden und Wirtschaftsgebäuden → hohe Artenvielfalt▪ Eingliederung von Mauern, Passweg und den im Sommer genutzten Höfen (Alphütten) in Natur- und Kulturlandschaft → bilden Einheit (Abb. 18)



Abb. 18: Die Trockensteinmauern auf der rechten Bildseite, die Alphütten und der Passweg sind in die einmalige Natur- und Kulturlandschaft integriert und bilden ein einheitliches Landschaftsbild (*eigenes Foto: 06.08.2014*).

Landschaftsentwicklungsziele

Tab. 7: Kultureller Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele auf dem Septimerpass (*eigene Darstellung*).

Kultureller Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Erhaltung und Schutz der Trockensteinmauern als Zeugen der traditionellen Nutzungsgeschichte und des regionaltypischen Handwerks → Sanierung der Mauern und Vermittlung des Mauerbau-Know-hows▪ Integration in die regionaltypische Kulturlandschaft durch authentische Erhaltung und Erneuerung der Trockensteinmauern sicherstellen → regionalen Bautyp beibehalten▪ Mauern als Teil der historischen Verkehrsrouten schützen und pflegen▪ Mauern als prägende Elemente des historischen Landschaftsbildes, der regionaltypischen Bauweise sowie der traditionellen wie gegenwärtigen Nutzung erhalten▪ Verbundenheit mit Natur, Landschaft und Kulturgut erhalten und stärken und Bevölkerung darauf sensibilisieren → Integration des historischen Verkehrsweges in Wander- und Bikeroute

Tab. 8: Natürlicher Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele auf dem Septimerpass (*eigene Darstellung*).

Natürlicher Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Mauern mit Reichtum an unterschiedlichen Lebensraumqualitäten für die Erhaltung der vielfältigen heimischen Flora und Fauna und der strukturellen Vielfalt sicherstellen, aufwerten und vermehrt vernetzen▪ Förderung der mauertypischen und regionaltypischen Flora und Fauna durch angepasste Mauerunterhaltung und schützenden Saum, der Mauerflora vor intensiven Auswirkungen der Beweidung schützt → eventuell Drähte in genügendem Abstand zur Mauer anbringen▪ Eigenentwicklung und Dynamik der Natur durch natürliche Sukzession zulassen▪ Optimale Eingliederung in die natürliche, regionaltypische Landschaft erhalten und bei weiteren Sanierungsprojekten sicherstellen▪ Trockensteinmauern als Vernetzungskorridore entlang des Passübergangs und Strukturelemente der Alpenlandschaft erhalten und fördern

Tab. 9: Identifikation und Heimatbildung der Landschaftsentwicklungsziele auf dem Septimerpass (*eigene Darstellung*).

Identifikation und Heimatbildung
<ul style="list-style-type: none">▪ Trockensteinmauern und Alphütten als Teil des heimatlichen Landschaftsbilds und der traditionellen Nutzungsgeschichte der Alpen schützen und erhalten und Verankerung in Bevölkerung durch Bewusstseinsbildung stärken → mit Tourismus verbinden▪ Sensibilisierung für lokales und traditionelles Mauerhandwerk als Teil der lokalen Geschichte, die für kulturelles Erbe der Landschaft prägend ist → Trockensteinmauerkurse und Arbeitseinsätze Parc Ela▪ Eigenart der Trockensteinmauern schützen und fördern → vertrautes Landschaftsbild bewahren▪ Entwicklungsgeschichte des Passübergangs und der örtlichen Geschichte (Verbindung der Talschaften) durch Erhaltung der Trockensteinmauern ablesbar halten

Tab. 10: Kontextueller Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele auf dem Septimerpass (*eigene Darstellung*).

Kontextueller Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Bedeutung der Trockensteinmauern als Teil der charakteristischen Kulturlandschaft der Alpen und der historischen Verkehrsinfrastrukturlandschaft durch Bewusstseinsbildung und sanften Tourismus sicherstellen → Wander- und Bikeroute▪ Mauern als Elemente zusammenhängender Lebensräume in einem grossflächigen Kontext als Einheit sichern und Wechselbeziehungen fördern → auch als Übergangsräume mit hoher Artenvielfalt bewahren▪ Eigenart, strukturelle Vielfalt und Schönheit der einmaligen Kulturlandschaft als Ganzes schonend entwickeln und ihre Geschichte und Bedeutung ablesbar halten▪ Baulicher und kultureller Wert der historischen Kulturlandschaft erhalten und fördern▪ Kulturhistorisch bedeutungsvolle Bauten wie Trockensteinmauern und Alphütten in sinngebendem Umfeld erhalten und strukturüberschreitende Zusammenhänge sichern und intensivieren → Zusammenspiel Passverkehr und Gastgewerbe („Bergbeizli“)

6.2.3 Auswertung

Der Wert der Natur- und Kulturlandschaft im Val Tgavretga auf der nördlichen Pässeite des Septimers liegt in den vielfältigen Landschaftselementen und -strukturen, die sich

optimal in das Gesamtbild der Landschaft eingliedern. So kommt es zu einem Nebeneinander von unterschiedlichen Kulturlandschaften, die sich in die glazial geprägte Alpenlandschaft integriert haben. Einerseits wird die regionaltypische landwirtschaftliche Nutzung der Tallandschaft mit den Trockensteinmauern als traditionelle Form der Weidebegrenzung und den traditionellen Alphütten ablesbar gehalten. Andererseits sind die Trockensteinmauern Zeugen einer historischen Verkehrsinfrastrukturlandschaft. Der historische Verkehrsweg ist in das heutige Wander- und Bikewegnetz eingegliedert. Dadurch kann das historische Verkehrsnetz geschützt und seine Bedeutung und Geschichte für die Bevölkerung bewahrt werden. Ausserdem kann die historisch wichtige Transitroute über den Septimer als Aushängeschild für den sanften Tourismus genutzt werden. So können Zusammenhänge und Wechselbeziehungen zwischen den unterschiedlichen Strukturen entstehen, die das Gebiet aufwerten. Ein weiteres Beispiel dafür ist die gastwirtschaftliche Nutzung („Bergbeizli“) der historisch wichtigen Transitroute. Diese Wechselbeziehungen sensibilisieren die Bevölkerung und die Touristen für das kulturelle Erbe der Landschaft und für die örtliche Geschichte.

Die Trockensteinmauern stellen das verbindende Element dieser genannten Strukturen dar. Ihre Funktion ist sehr vielseitig: So sind sie als Vernetzungskorridore entlang des Passübergangs und Strukturelemente der Alpenlandschaft äusserst prägend und zudem auch ökologisch wertvoll. Viele regionaltypische Pflanzenarten wachsen auf den Steinen der Mauer. Als Beispiele können der Alpen-Ampfer, der Meisterwurz, das Alpen-Vergissmeinnicht, der Alpenhelm, der Kurzblättrige Enzian, der Berg-Blasenfarn und das Alpen-Ruchgras aufgeführt werden (*Lauber, Wagner & Gygax* 2012). Die Mauern bieten Lebensraum für die wertvolle Alpenflora auf dem Septimer, die es zu erhalten gilt.

Trotz der relativ reichen Vielfalt von 56 gezählten Pflanzenarten, gehören gesamthaft lediglich vier Arten zu den mauertypischen Pflanzen (vgl. Tab. 11). Zu diesen vier Arten wurden auch das Kräuselige Gabelzahnperlmoos und das Fels-Streifenmoos gezählt. Das Vorkommen dieser zwei Moosarten ist für den Lebensraum Gestein charakteristisch (*Düll & Düll-Wunder* 2012). Da der sanierungsbedürftige Mauerabschnitt, der für die Artenerhebung untersucht wurde, eher einem langgezogenen Steinwall als einer Mauer gleicht, schien es vertretbar, diese beiden Moosarten zu den mauertypischen Arten zu zählen. Auch das Versteckfrüchtige Spalthütchen gehört in die Kategorie der mauertypischen Moosarten. Folglich lassen sich von insgesamt vier gezählten Moosarten drei (also 75%) den mauertypischen Arten zuweisen. Bei den Blütenpflanzen konnte lediglich das Frühlings-Fingerkraut als mauertypische Art eingeordnet werden. Es wurde sowohl am Mauerfuss als auch an der Mauerfläche lokalisiert. Die ausführliche Auflistung der Datenerhebung ist im Anhang unter Kapitel 4 aufgeführt.

Tab. 11: Das Verhältnis der mauertypischen Pflanzenarten zu den insgesamt gezählten Pflanzenarten am untersuchten Mauerabschnitt auf dem Septimer (*eigene Darstellung*).

	Mauerbereich	Mauerfuss	Mauerfläche= Mauerkrone	Artenvielfalt total
	Taxon			
Arten total	Blütenpflanzen	26	27	56
	Farne	0	1	
	Moose	0	4	
	Total	26	32	
Mauertypische Arten	Blütenpflanzen	1	1	4
	Farne	0	0	
	Moose	0	3	
	Total	1	4	
Verhältnis (mauertypisch:total in %)	Blütenpflanzen	4%	4%	
	Farne	-	-	
	Moose	-	75%	

Der relativ bescheidene Anteil von mauertypischen Arten an der Gesamtzahl der erhobenen Pflanzenarten könnte mit dem hohen Alter der Mauer begründet werden. Die Mauer ist sanierungsbedürftig, was auch daran zu erkennen ist, dass die Mauerfläche und die Mauerkrone nicht mehr voneinander unterscheidbar sind. Die Steine liegen meist ziemlich weit auseinander. Die grossen Zwischenräume haben sich mit Erde angereichert und bilden gute Voraussetzungen für die Ansiedlung diverser Pflanzenarten. Die Konkurrenz ist deshalb grösser und die Bedingungen für mauertypische Pflanzen sind erschwert. Zudem können Arten wie der Alpen-Ampfer oder der Rot-Klee auf Überdüngung hinweisen (Lauber, Wagner & Gygax 2012). Es könnte also sein, dass die typische Mauervegetation auch aufgrund der Beweidung eher mager ausfällt. Der ökologische Wert der Mauer könnte vermutlich mit einer extensiveren Beweidung oder mit einem schützenden Saum entlang der Mauer gesteigert werden.

Die Trockensteinmauern fungieren ausserdem als Verbindungselemente der kulturhistorischen Werte der Alpenlandschaft. Neben ihrer Nutzung als Weidegrenzen hatten sie auch eine wichtige Funktion als Orientierungshilfe auf dem historischen Weg zur Passhöhe.

Zudem sind die Trockensteinmauern aufgrund ihrer regionaltypischen Bauweise sehr wertvoll. Diesen kulturhistorischen Wert gilt es unbedingt zu bewahren. Der Naturpark Parc Ela setzt sich deshalb für die Erhaltung und fachgerechte Sanierung des regionalen Bautyps ein und trägt dadurch dazu bei, dass das traditionelle Handwerk des Trockenmauerns nicht in Vergessenheit gerät.

Die laufenden Sanierungsprojekte der Trockensteinmauern auf dem Septimer verdeutlichen das Interesse, den einzigartigen Wert dieser Kulturlandschaft zu bewahren.

Darüber hinaus werden Leute aus ganz unterschiedlichen Fachrichtungen in den Arbeitseinsätzen für die Schönheit der Landschaft und für ihre kulturhistorische Bedeutung sensibilisiert. Die Informationstafeln klären die vorbeikommenden Wanderer und Biker über das Projekt und seinen Hintergrund auf.

Das Fallbeispiel der Trockensteinmauern auf dem Septimer verdeutlicht die Vielzahl an Qualitäten, die eine Landschaft aufweisen kann. Die Erhaltung und Förderung dieser Werte haben bei Eingriffen oberste Priorität. Massnahmen, die den kulturellen Wert dieser Landschaft schmälern, gilt es zu vermeiden.

Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass die untersuchten Trockensteinmauern und das laufende Sanierungsprojekt eine umfassende Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit aufweisen. Der Beweis dafür liegt in den Bemühungen, die Einzigartigkeit der Kulturlandschaft auf allen Ebenen zu bewahren.

6.3 Prüfung Rebmauern linkes Bielerseeufer

Die neuen Rebmauern, die infolge der Rebgüterzusammenlegung Twann-Ligerz-Tüscherz-Alfermée (RGZ TLTA) am linken Bielerseeufer erbaut werden, verdeutlichen auf eindrückliche Weise den Vorteil einer frühzeitigen Analyse der regionalspezifischen Landschaftsqualitäten. Die charakteristischen Werte einer Landschaft können so erkannt und in den Projektierungs- und Bauprozess einbezogen werden. Darüber hinaus verdeutlicht der Bau von mit Maschinen befahrbaren Trockensteinmauern die Verbindung zwischen traditioneller Bauweise und den heutigen mechanischen Ansprüchen in der Landwirtschaft.

6.3.1 Grundlagen zum Untersuchungsgebiet

Im Folgenden werden wiederum zuerst die wichtigsten physio- und humangeographischen sowie die geschichtlichen Grundlagen des Fallbeispiels dargelegt. Weiter werden die Rahmenbedingungen des Rebmauerprojekts erläutert. Auf dieses Fundament folgt dann in einem weiteren Schritt die Analyse der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele (vgl. 6.3.2). Die Auswertung schliesst die Prüfung der Rebmauern am Bielersee auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit ab und fasst die wichtigsten Resultate gleichzeitig kurz zusammen (vgl. 6.3.3).

Physio- und humangeographische Grundlagen

Der Bielersee gehört zu den Juraseen, denen auch der Neuenburgersee und der Murtensee angehören. Er liegt am Jurasüdfuss und demnach im Übergang zwischen Mittelland und Jura. Das Nordufer ist durch die steil abfallenden, felsigen Hänge des Kettenjuras geprägt.

Im Gegensatz dazu ist der Seeuntergrund hauptsächlich durch die Molasse des Mittellandes geformt (*Knapp, Borel & Attinger* (Hrsg.) 1902).

Diese Molasse wurde infolge der Alpenfaltung und den daraus resultierenden Abtragungsmassen gebildet. So entstanden Sedimentschichten aus Konglomeraten, Sandsteinen, Ton und Mergel. Das Mittelland ist ausserdem stark durch eiszeitliche Strukturen der Vergletscherungen geprägt. Viele ortsfremde Gesteine sind Zeugen der eiszeitlichen Endmoränen des Rhonegletschers (*Labhart 2009; Knapp, Borel & Attinger* (Hrsg.) 1902).

Im letzten Abschnitt der Alpenfaltung wurde das Juragebirge mitgefaltet. Es besteht aus einem kristallinen Grundgebirge, das nicht mitgefaltet wurde und den darauf liegenden mesozoischen Sedimenten, den Ablagerungen des Urmittelmeeres (Tethys). Die Sedimente des Juragebirges setzen sich vor allem aus Kalkstein, Mergel und Ton, aber auch Dolomit, Sandstein, Anhydrit und Steinsalz zusammen. Charakteristisch ist der hohe Anteil an Kalkstein. Die höchsten Erhebungen des Juragebirges liegen an der südlichen Grenze und schliessen das Juragebirge in Form von Ketten zum Mittelland ab (*Labhart 2009*).

Sowohl die genannten geomorphologischen Rahmenbedingungen als auch das milde Klima begünstigen den Weinanbau am linken Bielerseeufer. Die südöstlichen Hänge am Seeufer sind trocken, steinig und durch Kalk geprägt. Zudem werden sie durch Terrassierungen strukturiert. Diese mikroklimatischen Bedingungen eignen sich bestens für die Weinanpflanzung. Ausserdem profitiert der Weinanbau vom Wärmespeichervermögen des Sees (*Knapp, Borel & Attinger* (Hrsg.) 1902; *Rebgesellschaft Bielersee* (Hrsg.) 2010b: 🌍). Das Zusammenspiel dieser Faktoren begründet die lange Tradition der Weinbauregion. Seit mehr als 1100 Jahren werden an den Hängen oberhalb des Bielersees Reben angebaut (*Rebgesellschaft Bielersee* (Hrsg.) 2010c: 🌍).

Nicht nur die Reben profitieren von den milden klimatischen Bedingungen, sondern auch eine artenreiche Flora, die das linke Bielerseeufer schmückt (*Knapp, Borel & Attinger* (Hrsg.) 1902).

Geschichtliche Grundlagen

Im Mittelalter bewirtschafteten Abteien und Klöster die Reben, nach der Reformation wurde diese Arbeit von den Patrizierfamilien aus Bern übernommen. Das Wissen der heutigen Winzerfamilien über den Weinbau wurde oft über viele Generationen weitergegeben (*Rebgesellschaft Bielersee* (Hrsg.) 2010c: 🌍).

Demzufolge ist die Landschaft geprägt durch die lange Tradition des Weinbaus. Die Winzer gestalteten, pflegten und bauten die Reblandschaft aus. Anhand der unterschiedlichen

Bauweisen der vielfältigen Rebmauern lässt sich die Geschichte der Weiterentwicklung der Reblandschaft ablesen (*Ernst 2012a; Ernst 2010*).

Beispielhaft für historische bauliche Entwicklungen ist der sogenannte Rebenweg. Dieser führt von Biel/Vingelz bis nach La Neuveville durch die einmalige Reblandschaft. Entstanden ist er aufgrund der Gewitterschäden in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Starke Regengüsse haben zu einer Abtragung von grossen Humusmengen geführt. Um dem entgegenzuwirken, wurde in den 1930er-Jahren ein Querweg durch die Reben gebaut, der parallel zum Seeufer verläuft. Der Bau des Rebenwegs gilt als erstes Meliorationsprojekt am linken Bielerseeufer. Zur selben Zeit wurden Rebenschutzzonen eingeführt. Damit wurde eine unüberlegte Bebauung unterbunden (*Krebs 2001: 6*).

Die Erhaltung der wertvollen Reblandschaft am linken Bielerseeufer bis in die Gegenwart ist den vielen Winzergenerationen zu verdanken, die sich für den Schutz der Kulturlandschaft eingesetzt haben. Ohne die bis heute ablesbaren Merkmale dieser Winzergenerationen, würde die gegenwärtige Kulturlandschaft ein anderes Bild aufweisen (*Ernst 2012a*).

Schutzgebiet

Das linke Bielerseeufer im Perimeter von La Neuveville, Ligerz, Twann und Tüscherz-Alfermée ist geprägt durch die alte Kulturlandschaft des zusammenhängenden Rebbergs und der traditionellen und gut erhaltenen Winzerdörfer. Zudem wertet die Twannbachschlucht das Gebiet auf. In der Landschaft zeugen verstreute Felsblöcke des Rhonegletschers von der Eiszeit. Felsenheiden, Trockenwiesen und Eichenwälder prägen das einmalige Landschaftsbild und tragen dazu bei, dass das linke Bielerseeufer zu den Objekten des Bundesinventars der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) zählt (*Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) 2011b: 6*). Das Inventar schützt die Schönheit der Landschaft, die Vielfalt und die Eigenart, die natürlichen Ressourcen und die Biodiversität der Objekte (*Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) 2013: 6*).

Die untersuchte Landschaft des linken Bielerseeufers wird weiter durch die Ortsbilder der Dörfer Ligerz, Twann und Tüscherz und der Weiler Bipschal und Wingreis charakterisiert. Diese sind im Sinne des Bundesinventars der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung. Das Bundesinventar dient dazu, die Eigenart und die Qualitäten der Ortsbilder zu erhalten (*Bundesamt für Kultur Sektion Heimatschutz und Denkmalpflege ISOS (Hrsg.) 2014b: 6*; *Bundesamt für Kultur Sektion Heimatschutz und Denkmalpflege ISOS (Hrsg.) 2014a: 6*). In der nachfolgenden Abbildung (Abb. 19) sind das BLN-Objekt zusammen mit den schützenswerten Ortsbildern farblich hervorgehoben.



Abb. 19: Die Weinbauregion umfasst ein BLN-Objekt sowie schützenswerte Ortsbilder (verändert nach *geo.admin.ch* (Hrsg.) 2014j).

Zusätzlich zeichnet sich das Gebiet durch historische Verkehrswege von nationaler, regionaler und lokaler Bedeutung aus (*Bundesamt für Strassen ASTRA* (Hrsg.) 2006b: Karte). Diesbezüglich ist der Pilgerweg zu nennen, der von regionaler Bedeutung ist und durch die Reblandschaft zur Pilgerkirche Ligerz führt, die mitten im Rebberg liegt. Der Pilgerweg am linken Bielerseeufer wurde von Pilgern genutzt, um nach Santiago de Compostela zu gelangen (*Bundesamt für Strassen ASTRA* (Hrsg.) 2006c: 🌐).

Rebgüterzusammenlegung (RGZ TLTA)

Aufgrund steigender Produktionskosten im Rebbau fand im Jahre 2004 die Rebgiüterzusammenlegung Twann-Ligerz-Tüscherz-Alfermée (RGZ TLTA) statt. In diesem Rahmen wurde zudem die Erschliessung des Rebbergs verbessert. Da die Reblandschaft über einen so hohen kulturellen Wert verfügt, mussten die Zielsetzungen der Umstrukturierungen breit gefasst werden. Es galt zum einen die einzigartige Kulturlandschaft am linken Bielerseeufer zu erhalten und zu schützen, zum anderen musste die Existenz der Winzerfamilien und der mit dem Weinanbau in wirtschaftlichem Zusammenhang stehenden Personen gesichert werden. Weiter sollte es auch keinen Verlust an ökologischen Landschaftselementen geben. Die Umstrukturierung sollte zum Erhalt und zur Förderung von wertvollen, ökologischen Flächen und Elementen führen (*Rebgesellschaft Bielersee* (Hrsg.) 2010a: 🌐).

So wurden die bereits bestehenden ökologischen Flächen mit zusätzlichen Ausgleichsflächen (von einer Grösse von rund einem Hektar) ergänzt. Diese dienen als Vernetzungselemente und Korridore zwischen den vorhandenen Arealen. Die angepassten Bewirtschaftungsanforderungen dieser Ausgleichsflächen sind für die Grundbesitzer verbindlich. Zusätzlich zu diesen ökologischen Massnahmen wurde der Waldrand, der oberhalb des Rebbergs liegt, stark ausgelichtet. So entstand ein gestufter, ökologisch wertvoller Waldrand und die angrenzenden Reben profitieren ausserdem von mehr Sonneneinstrahlung (Ryf 2009).

Durch die Neuzuteilungen der Parzellen kommt es zu neuen Besitzverhältnissen. In diesem Zusammenhang müssen alte Rebmauern versetzt oder neu gebaut werden (Kron 2010). Dabei sollen auch beschädigte Rebmauern instand gesetzt werden. Damit die Bewirtschaftung der Reben konkurrenzfähig bleibt, muss die gesamte Infrastrukturanlage modernisiert werden. Die Wege sollen für Kleinlastwagen befahrbar sein. Die Dimensionierung dieser Wege und Ausweichplätze muss zudem der Topographie angepasst werden (Ryf 2009).

Neben diesen technischen Auflagen müssen die Bauarbeiten an den Rebmauern aber auch kulturellen und ökologischen Anforderungen entsprechen. Denn die Rebmauern am linken Bielerseeufer, die eine Gesamtlänge von 82 Kilometer einnehmen, sind für die vom Bund geschützte Reblandschaft charakteristisch und prägend (Kron 2010).

Nach Martin Ernst, dem Vertreter der für das Mauerprojekt zuständigen Schutzorganisationen, wurden die meisten dieser charakteristischen Rebmauern in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts erbaut. Es handelt sich dabei um vermörtelte Natursteinmauern, die das Landschaftsbild durch ihre schlanke Bauweise bestimmen. Im Rebberg gibt es auch einige Trockensteinmauern, die, gemäss Ernst, durch ein hohes Alter gekennzeichnet sind, aber im Gegensatz zu den vermörtelten Mauern einen kleinen Teil der Gesamtlänge der Rebmauern einnehmen (Ernst 2014: Pers. Korr.).

Rebmauertyp „Schafis“

Die Mauern, die zu Beginn der Bauarbeiten im Jahre 2010 erstellt wurden, werden den kulturellen Ansprüchen nicht gerecht. Es handelt sich um Mauern des Typs „Schafis“ (Kron 2010). Diese betonierten Rebmauern aus grossen Steinblöcken verfügen über ein Betonfundament und breite, betonierte Horizontalfugen. Zwischen den Steinlagen wird ein Armierungsnetz als Erdanker in den Beton eingebracht. Die Vertikalfugen werden nicht betoniert (GeoplanTeam dipl. Ing. ETH/SIA Hutzli + Kluser Vermessung, Geoinformatik, Umwelttechnik (Hrsg.) 2009). Sie bleiben offen, um Kleintieren Lebensraum zu schaffen und um die Ansiedlung von Pflanzen zu begünstigen (Kron 2010). Diese Hohlräume sind aber so gross, dass sich darin Erde sammelt. Bei den Pflanzen, die aus diesen

Vertikalfugen wachsen, handelt es sich demnach nicht um typische Mauerarten. Denn die typischen Mauerpflanzen bevorzugen schmale Spalten und Fugen, in denen sich so gut wie keine Erde ansammeln kann. Bei solchen Rahmenbedingungen sind sie konkurrenzfähig und werden nicht durch andere Arten verdrängt (Pauli 2010a).

Die neu erstellten „Schafis“ Mauern wirken infolge ihrer Wuchtigkeit und den steifen Horizontalfugen nicht nur als Fremdkörper in der Landschaft, sie können auch den ökologischen Anforderungen nicht nachkommen.

Um zur Förderung und Erhaltung der Biodiversität beizutragen, müssten Mauern erstellt werden, die die Voraussetzungen für die Ansiedlung der typischen Pflanzenarten an Mauern gewährleisten würden. Mit dem Bau von neuen Trockensteinmauern würden optimale Bedingungen für die Förderung typischer Mauerpflanzen geschaffen werden (Pauli 2010a).

Die SL-FP setzte sich kurz nach Baubeginn für die Errichtung von Trockensteinmauern anstelle der „Schafis“ Mauern ein. Sie argumentierte, dass die neu erstellten „Schafis“ Mauern die Einzigartigkeit und Schönheit der Kulturlandschaft zerstören würden. Die breiten horizontalen Betonfugen, die die unterschiedlichen Steinhöhen ausgleichen sollen (Abb. 20), passen vom ästhetischen und kulturellen Aspekt her nicht in die schützenswerte Landschaft (Kron 2010).



Abb. 20: Die neu erstellten Mauern nach dem Mauertyp „Schafis“ mit den betonierten Horizontalfugen (eigenes Foto: 16.07.2014).

Trockensteinmauern

Durch die Kritik konnte erreicht werden, dass eine Projektänderung durchgeführt wurde. Von den 6500 Quadratmetern Mauern, die neu gebaut werden, sollen 1000 Quadratmeter als Trockensteinmauern erstellt werden (Kron 2010). Diese Trockensteinmauern werden an historisch wichtigen Verkehrswegen in der Reblandschaft und bei der Kirche Ligerz errichtet (Abb. 21) (Ernst 2012b). Neben den Mehrkosten, die durch den Trockenmauerbau entstehen, gab es anfangs auch kritische Stimmen aufgrund der maschinellen Belastung der Mauern (Kron 2010). Denn die Mauern müssen für Kleinfahrzeuge befahrbar sein, um

den Ansprüchen der Bewirtschaftung der Reben zu genügen. Zusätzlich zu den Stützmauern werden auch befahrbare Rampen als Trockensteinmauern gebaut (Ernst 2012b). Gemäss Andreas Fiechter, dem Gemeindepräsidenten von Ligerz, waren es die statischen Bedenken, weshalb der Wunsch nach einer Norm geäussert wurde (Fiechter 2014: Pers. Korr.). Sowohl die im Jahre 1996 herausgegebene SIA-Empfehlung V 178 zum Natursteinmauerwerk als auch die im Januar 2012 erschienene SIA-Norm 266/2 berücksichtigen den Trockensteinmauerbau (Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.) 1996b; Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) 2012). Da laut Hans-Karl Gerber, dem für die fachtechnische Überwachung des Trockenmauerbaus am Bielersee Verantwortlichen, die SIA-Normen aber hauptsächlich nur auf das Trockenmauerwerk verweisen (Gerber 2014: Pers. Korr.), mussten weitere bautechnische Grundlagen hinzugezogen werden. Deshalb erarbeitete die Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz (SUS) eine speziell auf das Projekt zugeschnittene Anleitung zum Trockenmauerbau der Rebгүйterzusammenlegung Twann-Ligerz-Tüscherz-Alfermée (Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS (Hrsg.) 2011). Nach Aussage von Peter Feitknecht, dem Präsidenten der Rebgesellschaft Bielersee, wurden die letzten Zweifel hinsichtlich der Statik schliesslich während der Bauphase der ersten Mauern vollkommen beseitigt. Und da die Mehrkosten des Trockensteinmauerbaus von Sponsoren übernommen werden, befürworten laut dem Präsidenten der Rebgesellschaft Bielersee die meisten Winzer die Trockensteinmauern (Feitknecht 2014: Pers. Korr.).



Abb. 21: Trockensteinmauer entlang eines historischen Verkehrsweges (eigenes Foto: 28.08.2014).

Rebmauertyp „Twann“

Anstelle des Mauertyps „Schafis“ wurde ausserdem ein neuer Mauertyp entworfen, der den kulturellen, ästhetischen und ökologischen Ansprüchen besser entspricht. Der unter der Zusammenarbeit mit den Schutzorganisationen entstandene Mauertyp „Twann“ nähert sich optisch dem Mauerbild einer Trockensteinmauer an (Abb. 22). Zudem werden die Vertikalfugen geschlossen, indem die Steine anliegend zusammengestossen werden. Um

grössere Hohlräume, die sich mit Erde füllen, zu umgehen, werden die Vertikalfugen mit kleineren Steinen hinterfüllt. So bleiben kleine Hohlräume für die Mauertiere bestehen (GeoplanTeam dipl. Ing. ETH/SIA Hutzli + Kluser Vermessung, Geoinformatik, Umwelttechnik (Hrsg.) 2010; Pauli 2010b). Weiter verschwindet beim Mauertyp „Twann“ die breite Horizontalfuge. Diese bleibt betoniert, wird aber auf ca. fünf Zentimeter verringert und gelegentlich durch hochgestellte Steine unterbrochen (GeoplanTeam dipl. Ing. ETH/SIA Hutzli + Kluser Vermessung, Geoinformatik, Umwelttechnik (Hrsg.) 2010).

In diesem Sinne wurde mit dem Rebmauertyp „Twann“ unter Berücksichtigung der spezifischen Rahmenbedingungen ein landschaftsverträglicher Mauertyp entwickelt (Ernst 2012a).



Abb. 22: Das Mauerbild des Typs „Twann“ nähert sich dem Mauerbild einer Trockensteinmauer an (eigenes Foto: 28.08.2014).

Der Mauertyp „Twann“ wird dort eingesetzt, wo zu Beginn nach dem Mauertyp „Schafis“ gebaut werden sollte (GeoplanTeam dipl. Ing. ETH/SIA Hutzli + Kluser Vermessung, Geoinformatik, Umwelttechnik (Hrsg.) 2010). Die anfängliche Idee, dass der Mauertyp „Schafis“ überall durch neue Trockensteinmauern ersetzt werden könnte, ist nach Mitteilung von Martin Ernst aufgrund der hohen Kosten nicht möglich. Er betonte ausserdem, dass die meisten älteren Mauern im Rebberg keine Trockensteinmauern seien (Ernst 2014: Pers. Korr.).

Stampfbetonmauern

Die Vielfalt an unterschiedlichen Mauertypen in der Reblandschaft am linken Bielerseeufer ist einmalig. So lassen die meisten Wege in den Rebbergen auf eine eigene Bauepoche schliessen. Die Mauern eines Weges bilden dadurch ein zusammenhängendes Gesamtwerk, das in sich geschlossen in die umliegende Kulturlandschaft integriert ist. Die Vielfalt der Rebmauertypen muss bei der Neuerstellung und der Sanierung der Rebmauern berücksichtigt werden. Deshalb mussten auch hinsichtlich der Stampfbetonmauern am Neuweg, der in den 1930er-Jahren erstellt worden war, geeignete Baumassnahmen getroffen werden (Ernst 2010). Gemäss Martin Ernst ist dieser Weg mit seinen Mauern als

Merkmal der damaligen Bautechnik historisch sehr wertvoll. Ernst erläuterte, dass der Weg als Teilstück des Rebenweges die erste horizontale Verbindung gewesen sei, die im Rebberg gebaut worden wäre. Für die Einmaligkeit der Kulturlandschaft sei dieser Weg äusserst kennzeichnend (*Ernst 2014: Pers. Korr.*). Deshalb wurde für die aufgrund der Mechanisierung erforderlichen Stützmauern am Neuweg ebenso Stampfbeton gewählt (Abb. 23). Diese bauliche Massnahme musste laut Ernst ohne die Beiziehung von SIA-Normen durchgeführt werden (*Ernst 2014: Pers. Korr.*). Da der Stampfbeton seit dem Aufkommen des Stahlbetons an Bedeutung verloren hat, wird er für gegenwärtige Bauprojekte nicht mehr eingesetzt. Bei der Stampfbetontechnik wird Kies mit Zement eingestampft. Die Gesteinskörnung ist daher relativ grob (*LKG-Ingenieurbüro für Bautechnik* (Hrsg.) 2013: 🌐). Aufgrund seiner grobkörnigen Maueroberfläche ist Stampfbeton im Vergleich zu anderen Betonarten ökologisch wertvoll, da sich Staub und Erdpartikel besser ansammeln können. Das Wachstum von mauertypischen Pflanzen wird dadurch begünstigt.



Abb. 23: Eine neu erstellte Stampfbetonmauer am Neuweg (*eigenes Foto: 28.08.2014*).

6.3.2 Analyse Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele

Die Prüfung der Rebmauern im Perimeter der RGZ TLTA auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit erfolgte während der Bauphase der neuen Rebmauern. Mithilfe der nachfolgenden Analyse der spezifischen Landschaftsqualitäten (Tab. 12 bis Tab. 15) und -entwicklungsziele (Tab. 16 bis Tab. 19) können die unterschiedlichen Mauertypen aufgezeigt und hinsichtlich ihrer Anpassung an die regionaltypischen Rahmenbedingungen bewertet werden. Unterschiede in Bezug auf die Landschaftsverträglichkeit der verschiedenen Mauertypen werden unter „Anmerkung“ erörtert. Für die allgemeine Analyse der Reblandschaft wurden sowohl ältere als auch neu erstellte Mauertypen berücksichtigt. Dabei wurde das Ziel verfolgt, den Wert der Vielfalt dieser Reblandschaft aufzuzeigen.

Spezifische Landschaftsqualitäten

Tab. 12: Kultureller Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten am linken Bielerseeufer (*eigene Darstellung*).

Kultureller Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Unterschiedliche Bauweisen der Rebmauern → vielfältiges Erscheinungsbild der Kulturlandschaft. Historische Bautätigkeiten und traditionelles Handwerk sind ablesbar▪ Neu erstellte Mauern und alte Mauern, die von der vielfältigen, regionaltypischen Bauweise zeugen → überwiegend an Kulturlandschaft angepasst▪ Rebmauern als ablesbare Zeugen der Geschichte der Kulturlandschaft → für historisches Ortsbild sehr bedeutend▪ Zusammenhängende Rebberge mit durchgehenden Mauern als Abbild der traditionellen sowie der gegenwärtigen Nutzung▪ Rebmauern als Elemente der Nutzungsaufteilung- und Nutzungsabgrenzung

Anmerkung: Es gibt bessere und schlechtere Varianten von Rebmauern in Bezug auf die Anpassung an die regionaltypische Kulturlandschaft. Bauarten, die sich in die Umgebung einpassen und eingliedern ohne stark aufzufallen, gehören zu den integrierten Mauertypen. Die neuen Trockensteinmauern und die Mauern nach dem Rebmauertyp „Twann“ gelten als gute Beispiele dafür. Auch die neuen Stampfbetonmauern gliedern sich in die Landschaft ein, denn sie stellen eine Fortsetzung des jeweiligen standortspezifischen Mauertyps dar. Die unverkennbare baugeschichtliche Tätigkeit in Bezug auf die Rebmauern wird dadurch erhalten. Die neuen Mauern nach Typ „Schafis“ inklusive Metallgeländer fallen jedoch als Fremdkörper in der Landschaft auf. Die breiten Horizontalfugen sind sehr markant und dominieren das Gesamtbild.

Sanierungsarbeiten werden auch an alten, sehr wertvollen Trockensteinmauern durchgeführt. Aufgrund des instabilen Geländes werden Trockensteinmauern mit betonierte Mauerfussicherungen gestützt (*Ernst 2013*). Diese Mauerfussicherungen aus Beton wirken exponiert und fallen in Verbindung zu den Trockensteinmauern als unangepasste Elemente auf (Abb. 24). Martin Ernst nahm zur Sanierungsmassnahme Stellung und erklärte, dass aufgrund der Rahmenbedingungen des



Abb. 24: Betonierte Mauerfussicherungen zum Schutz der wertvollen Trockensteinmauern (*eigenes Foto: 28.08.2014*).

Geländes Beton zur Sicherung gewählt worden sei. Eventuell wäre eine Mauerfussicherung gemäss dem Mauertyp „Twann“ möglich gewesen. Doch Ernst verdeutlichte, dass infolge des ökologischen und kulturhistorischen Wertes die Erhaltung der Trockensteinmauern Priorität habe. Ein vollständiges Ersetzen der Mauern habe er deshalb nicht riskieren wollen (*Ernst 2014: Pers. Korr.*).

Tab. 13: Natürlicher Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten am linken Bielerseeufer (*eigene Darstellung*).

Natürlicher Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Rebmauern strukturieren die Reblandschaft und sind permanente Wegbegleiter der kleinräumigen Kulturlandschaft → strukturelle Vielfalt (Abb. 25)▪ Mauern sind den geomorphologischen Verhältnissen angepasst → Bildung von Terrassen, die mit der teilweise felsigen Landschaft harmonieren▪ Natursteinmauern sind laut Martin Ernst aus regionaltypischem Jurakalkstein erbaut und beinhalten einige Findlinge des eiszeitlichen Rhonegletschers (<i>Ernst 2014: Pers. Korr.</i>) → gute Einpassung in die natürliche Landschaft▪ Ältere Mauern weisen artenreiche mauertypische und regionaltypische Pflanzen auf (vgl. Tab. 20)▪ Natürliche Sukzessionsstadien an Rebmauern sind ablesbar▪ Mikroklimatische Bedingungen der Mauern sorgen für unterschiedliche Lebensraumqualitäten▪ Mauern als Vernetzungskorridore innerhalb der Reblandschaft → verbindende Elemente zu natürlichen Kleinstrukturen wie Moränenablagerungen▪ Trockensteinmauern und Mauertyp „Twann“ unterstützen das natürliche Wirkungsgefüge der Landschaft und bilden vielfältige Lebensraumqualitäten▪ standortangepasste Unterhaltung der Mauern



Abb. 25: Rebmauern tragen zur strukturellen Vielfalt der Landschaft bei (*eigenes Foto: 28.08.2014*).

Tab. 14: Identifikation und Heimatbildung der spezifischen Landschaftsqualitäten am linken Bielerseeufer (*eigene Darstellung*).

Identifikation und Heimatbildung
<ul style="list-style-type: none">▪ Rebenlehrpfad entlang des Rebenweges, Rebbau-Museum und Weinkeller als Hinweise der Verankerung der Reblandschaft in der Bevölkerung → Heimatbildung▪ Weinanbau als wesentliches Element für das Verständnis der Geschichte des linken Bielerseeufers▪ Traditionelle regionalspezifische Nutzungsgeschichte bis in die Gegenwart erkennbar → ortstypische Bauweisen der Mauern als identitätsstiftende Elemente▪ Eigenart der Rebmauern sehr hoch → charakteristisches und typisches Element innerhalb der Kulturlandschaft (Strukturvielfalt)▪ Mauern als kennzeichnende Elemente für den Erlebnischarakter des Landschaftsbildes (zum Beispiel entlang des Pilgerwegs) (Abb. 26) → starke freizeithliche Frequentierung des Rebbergs



Abb. 26: Mauern als charakteristisches Element entlang des Pilgerwegs (*eigenes Foto: 28.08.2014*).

Tab. 15: Kontextueller Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten am linken Bielerseeufer (*eigene Darstellung*).

Kontextueller Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Rebmauern als Vernetzungskorridore zwischen Biotopen (Ausgleichsflächen, Wald, See und Kleinstrukturen wie Moränenablagerungen)▪ Weinbau als typische landwirtschaftliche Nutzung einer Seenlandschaft mit mildem Klima und südexponierten Hängen▪ Terrassierte Reblandschaft trägt zusammen mit traditionellen, gut erhaltenen Winzerdörfern zu einmaliger ländlicher Kulturlandschaft bei

- Historische Kulturlandschaft mit wertvollen Bauten → Kirche Ligerz mitten im Rebberg (sakrale Landschaft mit historischen Verkehrswegen)
- Vernetzung vielfältiger Strukturen ergibt einzigartige Landschaft mit strukturüberschreitenden Wechselbeziehungen → touristischer Aspekt (Standseilbahn, Schifffahrt, Rebenweg) unterstützt wirtschaftlichen Aspekt des Weinanbaus (und umgekehrt)

Landschaftsentwicklungsziele

Tab. 16: Kultureller Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele am linken Bielerseeufer (*eigene Darstellung*).

Kultureller Ausdruck
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderung und Erhaltung derjenigen Mauertypen, die sich in die regionaltypische Kulturlandschaft integrieren → Mauertyp „Twann“ und Trockensteinmauern als Alternativen zum Mauertyp „Schafis“ beibehalten → Winzer für landschaftsverträgliche Bauweise sensibilisieren ▪ Unterschiedliche Rebmauern als prägende Elemente des historischen Landschaftsbildes, der Entwicklungsgeschichte und des vielfältigen Erscheinungsbildes der Kulturlandschaft, der regionaltypischen Bauweise sowie der traditionellen wie gegenwärtigen Nutzung erhalten ▪ Authentische Erhaltung und Erneuerung der regionaltypischen Rebmauern (ohne Fremdkörpercharakter) ▪ Verbundenheit mit Natur, Landschaft und Kulturgut erhalten und stärken und Bevölkerung dafür sensibilisieren

Tab. 17: Natürlicher Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele am linken Bielerseeufer (*eigene Darstellung*).

Natürlicher Ausdruck
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rebmauern mit mikroklimatischen Bedingungen als vielfältige Lebensräume für die Erhaltung der heimischen Flora und Fauna sicherstellen und aufwerten ▪ Förderung der mauertypischen Flora und Fauna durch angepassten Mauerbau und Mauerunterhaltung ▪ Mauern als Aufwertung der strukturellen Vielfalt erhalten und als verbindende Elemente zu natürlichen Kleinstrukturen der Landschaft schützen ▪ Nutzungsübergänge naturnah gestalten ▪ Nur Mauertypen bauen, die sich optimal in die natürliche, regionaltypische Landschaft einpassen und eingliedern

Tab. 18: Identifikation und Heimatbildung der Landschaftsentwicklungsziele am linken Bielerseeufer (*eigene Darstellung*).

Identifikation und Heimatbildung
<ul style="list-style-type: none">▪ Reblandschaft als wesentliche Komponente des heimatlichen Landschafts- und Ortsbildes erhalten und Verankerung in Bevölkerung bewahren▪ Bedeutung des Weinanbaus für das Verständnis der lokalen Geschichte und für Heimatbildung sicherstellen▪ Sensibilisierung für lokales, traditionelles Mauerhandwerk → Rebmauern als Teil des kulturellen Erbes der Landschaft verstärkt gewichten▪ Eigenart der Rebmauern schützen und fördern → landschaftsästhetische Aspekte umfassend berücksichtigen und frühzeitig einbeziehen

Tab. 19: Kontextueller Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele am linken Bielerseeufer (*eigene Darstellung*).

Kontextueller Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Zusammenhängende Lebensräume innerhalb der vielfältigen Landschaft erhalten und Rebmauern als Vernetzungskorridore zwischen Biotopen fördern▪ Strukturelle Vielfalt bewahren und aufwerten sowie die daraus resultierende hohe Artenvielfalt sicherstellen▪ Nachhaltige und ästhetische Landschaftsentwicklung bei weiteren baulichen Massnahmen verstärkt beachten und strukturüberschreitende Wechselbeziehungen unterstützen▪ Eigenart, Vielfalt und Schönheit der einmaligen Kulturlandschaften als Ganzes schonend entwickeln und deren Geschichte und Bedeutung ablesbar halten▪ Einzigartige Kulturobjekte und historische Kulturlandschaft in charakteristischem Umfeld bewahren

6.3.3 Auswertung

Der Wert der Kulturlandschaft am linken Bielerseeufer liegt in der Vielfältigkeit von Kulturlandschaften, Lebensräumen, Strukturen und Elementen, die fließend ineinander übergehen. Die verschiedenartigen Rebmauern zeigen dies beispielhaft. Die Wege in den Rebbergen mit ihren zusammenhängenden Mauern, die jeweils nach einer bestimmten Bauepoche errichtet wurden, tragen zum vielseitigen Erscheinungsbild der Kulturlandschaft bei. Zudem halten sie die historischen Bautätigkeiten ablesbar. Trotz dem Nebeneinander unterschiedlicher Bauweisen gliedern sich die meisten Rebmauern in die Umgebung ein und bilden ausserdem wertvolle Vernetzungselemente. Als ständige Wegbegleiter

strukturieren sie die Kulturlandschaft und tragen wesentlich zum Erlebnischarakter des Landschaftsbildes bei.

Angesichts der Kritik am Mauertyp „Schafis“ kam es durch die darauffolgende Projektänderung zu einer differenzierten Gestaltung der Rebmauern.

Demgemäss wurden unter anderem Stampfbetonmauern errichtet, die zur authentischen Erhaltung der regionaltypischen Mauern am Neuweg aus den 1930er-Jahren beitragen. Die neuen Trockensteinmauern sind ebenfalls eine Fortführung der Tradition. Sie werten zudem das Gebiet ökologisch auf und tragen in besonderem Masse zur Erhaltung der vielfältigen heimischen Flora und Fauna bei. Auch der neu entworfene Mauertyp „Twann“ ist neben seinen ästhetischen Vorzügen zusätzlich ökologisch wertvoll. Da die Rebberge eine relativ grosse Vielfalt an mauertypischer Flora aufweisen (vgl. Tab. 20), sollte die Erhaltung des ökologischen Wertes bei Baumassnahmen eine prioritäre Rolle spielen.

Tab. 20: Das Verhältnis der mauertypischen Pflanzenarten zu den insgesamt gezählten Pflanzenarten an den untersuchten Mauern im Rebbauggebiet von Ligerz und Twann-Tüscherz am linken Bielerseeufer (*eigene Darstellung*).

	Mauerbereich	Mauerfuss	Mauerfläche	Mauerkrone	Artenvielfalt total
	Taxon				
Arten total	Blütenpflanzen	13	23	14	54
	Farne	0	3	0	
	Moose	0	10	0	
	Total	13	36	14	
Mauertypische Arten	Blütenpflanzen	2	9	6	21
	Farne	0	3	0	
	Moose	0	6	0	
	Total	2	18	6	
Verhältnis (mauertypisch:total in %)	Blütenpflanzen	15%	39%	43%	
	Farne	-	100%	-	
	Moose	-	60%	-	

Die vorhergehende Tabelle umfasst lediglich einen Ausschnitt aus der Artenvielfalt der Mauerflora in den Rebbergen. Insgesamt wurden 54 Pflanzenarten erhoben. Der Edel-Gamander, der Wilde Lattich, der Schriffarn und das Kelch-Steinkraut gehören zu den regionaltypischen Pflanzenarten (*Lauber, Wagner & Gyga* 2012). Von den insgesamt 54 Arten lassen sich 21 Arten den mauertypischen Pflanzen zuordnen. Mauertypische Arten sind bei allen drei Taxa vorzufinden. Weisses Mauerpfeffer, Edel-Gamander, Zimbelkraut, Thymian, Hauswurz und Gundelrebe sind mauertypische Arten, die zu den Blütenpflanzen zählen. Das Zimbelkraut kann ausserdem als Charakterart eingestuft werden. Das Vorkommen solcher Charakterarten ist für die Identifikation des Lebensraums Mauer

zentral, da solche Arten nur selten in anderen Biotopen anzutreffen sind (*Delarze et al.* 2008). Bei den Farnen wurden an der Mauerfläche die Mauerraute, der Braunstielige Streifenfarn und der Schrifffarn erhoben. Alle drei Farne (also 100%) gehören zu den mauertypischen Arten. Von den gesamthaft zehn untersuchten Moosarten sind 60% mauertypische Moose. Davon gehören das Haarblättrige Birnmoos, das Seidenmoos und das Stein-Goldhaarmoos zu den Charakterarten einer Mauer (*Düll & Düll-Wunder* 2012). Die ausführliche Auflistung der erhobenen Pflanzenarten ist im Anhang unter Kapitel 5 aufgeführt.

Die Einzigartigkeit der Kulturlandschaft am linken Bielerseeufer kann durch das Nebeneinander von neu erstellten Stampfbetonmauern, Trockensteinmauern und Rebmauern nach dem Typ „Twann“ sichergestellt werden. In Verbindung mit den bestehenden Mauern entsteht ein zusammenhängendes Kulturgut, das für das heimatische Landschafts- und Ortsbild prägend ist. Die Erhaltung der Eigenart der vielfältigen und ökologisch wertvollen Rebmauern muss bei weiteren Bauprojekten gewährleistet sein. Um die Einzigartigkeit der Landschaft sicherzustellen, ist es unabdingbar, das Miteinander von Natur, Landschaft und Kulturgut zu fördern und landschaftsästhetische Aspekte vermehrt zu gewichten. Eingriffe, die einen negativen Einfluss auf die Eigenart, Vielfalt und Schönheit der Landschaft als Ganzes haben, sind zu vermeiden.

Schlussfolgernd ist die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit der Rebmauern am linken Bielerseeufer mit Ausnahme der Objekte des Mauertyps „Schafis“ als hoch einzustufen. Die Änderungen innerhalb des Mauerprojekts erzielten eine differenzierte Gestaltung der neuen Rebmauern. Mit der Ausarbeitung von landschaftsspezifischen Lösungen wurde einerseits die Grundlage für ein landschafts-, natur- und umweltverträgliches Mauerprojekt geschaffen, andererseits verweist das Fallbeispiel auf die Relevanz einer frühzeitigen Berücksichtigung charakteristischer Landschaftsqualitäten.

6.4 Prüfung Stützmauern Engadiner Hauptstrassen

Die Stützmauern prägen das Bild der Strassen im Kanton Graubünden. Ihre Funktion im Strassenbau der Alpen ist seit dessen Beginn sehr bedeutend (*Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 1994: 🌐). Aufgrund der Allgegenwärtigkeit von Stützmauern ist es wichtig, dass sie in die Kulturlandschaften eingepasst werden. Mit der Rückbesinnung auf die traditionelle Baukultur soll den ästhetischen und kulturellen Aspekten wieder vermehrt Bedeutung geschenkt werden (*Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 1994: 🌐).

6.4.1 Grundlagen zum Untersuchungsgebiet

Um einen ganzheitlichen Eindruck des Strassenbildes entlang der Engadiner Hauptstrassen zu erlangen, wurden die Engadiner- und Malojastrasse von Maloja bis

Cinuos-chel (Oberengadin) abefahren. Auf dieser Strecke wurden zwei Stützmauerabschnitte aus Natursteinen genauer untersucht. Diese Mauerabschnitte unterscheiden sich durch ihren Mauerwerksverband, der an die jeweilige natürliche Situation angepasst ist.

Im Folgenden werden wiederum die wichtigsten physio- und humangeographischen sowie die geschichtlichen Grundlagen dargelegt. Damit wird die nachfolgende Analyse der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele in einen Kontext gestellt (vgl. 6.4.2). Die Auswertung schliesst die Prüfung der Stützmauern entlang der Engadiner Hauptstrassen auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit ab. Zusätzlich werden die wichtigsten Resultate kurz zusammengefasst (vgl. 6.4.3).

Physio- und humangeographische Grundlagen

Das Engadin umfasst das schweizerische Teilstück des Flusstales des Inns. Das Tal fällt von Südwesten nach Nordosten leicht ab. Obwohl es nicht ganz parallel zu den Bergketten liegt, besitzt es den Charakter eines Längstales. Es gliedert sich in zwei Teile, das Ober- und das Unterengadin. Die Grenze dieser zwei Talabschnitte liegt unterhalb von S-chanf. Das Oberengadin entspricht einem flachen Muldental mit offener Talsohle, das von hohen Gipfeln umgeben ist. Drei Seen prägen die Landschaft, in der, aufgrund der geographischen Verhältnisse, die Sonnenbestrahlung überdurchschnittlich hoch liegt (Abb. 27). Aufgrund des bestimmenden Hoch- und Längstaklimas, ist die durchschnittliche Niederschlagsmenge relativ gering. Des Weiteren ist das Engadin durch starke jährliche Temperaturschwankungen gekennzeichnet. Im Vergleich mit Gebieten ähnlicher Höhe, die über eine entsprechende durchschnittliche Jahrestemperatur verfügen, weist das Engadin wesentlich kältere Winter und wärmere Sommer auf (Hornung 2012; Knapp, Borel & Attinger (Hrsg.) 1904).



Abb. 27: Das Oberengadin mit dem Lej da Segl im Vordergrund (Luftbilder der Schweiz (Hrsg.) 2010).

Die mittlere Jahrestemperatur im Oberengadin bei Segl-Maria (Höhe: 1798m ü. M.) liegt für die Normperiode von 1981 bis 2010 bei 2.3°C. Wie das dargestellte Klimadiagramm zeigt (Abb. 28), ist die durchschnittliche Januar-temperatur bei -6.8°C und die mittlere Julitemperatur bei 11.5°C angesiedelt. Die durchschnittliche Niederschlagssumme im Jahr beträgt 1011mm (*Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz* (Hrsg.) 2013: 🌐).

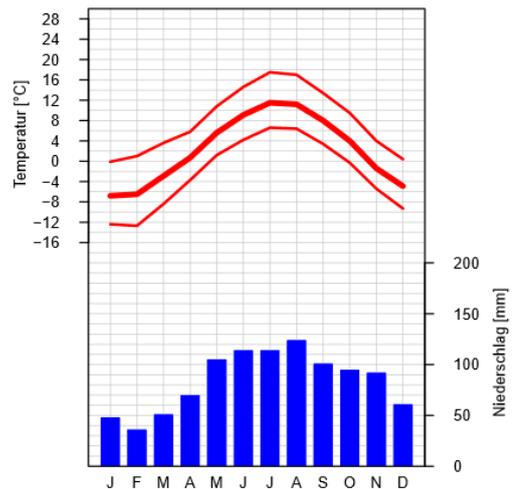


Abb. 28: Klimadiagramm von Segl-Maria im Engadin (*Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz* (Hrsg.) 2013).

Im Gegensatz zum leichten Gefälle in nordöstliche Richtung, bricht das Tal des Engadins gegen das Bergell in südwestlicher Richtung am Malojapass jäh ab. Das benachbarte Bergell ist ebenfalls für die typischen klimatischen Verhältnisse des Engadins verantwortlich. Der sogenannte Malojawind ist ein tagesperiodischer Wind, der entsteht, wenn sich über dem Oberengadin ein Hitzetief bildet und vom Bergell her als Druckausgleich Luft angezogen wird. Die Luft des Bergells steigt dann am Malojapass über den Talrand des Engadins und fließt talabwärts (*Knapp, Borel & Attinger* (Hrsg.) 1905; *MeteoSchweiz* (Hrsg.) 2010: 🌐).

Die klimatischen Verhältnisse des Hochtals wirken sich vorteilhaft auf die Vegetation aus. Die Artenvielfalt an Pflanzen ist im Engadin im Vergleich zu anderen Teilen der Alpen dementsprechend hoch. Zudem kommen Arten vor, die an anderen Orten in der Schweiz kaum anzutreffen sind. So der Lappländer Spitzkiel oder die Kärntner Saumnarbe (*Knapp, Borel & Attinger* (Hrsg.) 1904; *Lauber, Wagner & Gyax* 2012).

Neben dem Tourismus, dem stärksten Wirtschaftszweig des Kantons Graubündens, ist die Mineralwasserproduktion sehr bedeutend. Zudem ist für den Bergkanton die Land- und Forstwirtschaft sehr charakteristisch (*Kanton Graubünden* (Hrsg.) 2014c: 🌐; *Kanton Graubünden* (Hrsg.) 2014d: 🌐).

Die geologischen Bedingungen des Engadins und der benachbarten Berge sind sehr vielfältig und komplex (*Knapp, Borel & Attinger* (Hrsg.) 1904). Zusammenfassend wird das Oberengadin durch die penninische Decke und die ostalpine Decke geprägt (*Kanton Graubünden* (Hrsg.) 2014a: Karte). Kristallines Gestein und Sedimentgestein sind deshalb für die Gegend charakteristisch (*Kanton Graubünden* (Hrsg.) 2014b: Karte). Die

Geomorphologie des Hochtals umfasst viele glaziale Einheiten. So wird die Topographie hauptsächlich durch Moränen bestimmt (*Kanton Graubünden* (Hrsg.) 2014a: Karte).

Geschichtliche Grundlagen

Funde belegen, dass das Engadin bereits zur Zeit der Römer als Durchgangsstrecke zwischen der Lombardei und dem heutigen Süddeutschland benutzt wurde. Im Mittelalter tritt das Engadin als Handelsroute zwischen den italienischen und deutschen Wirtschaftsräumen in Erscheinung. Zudem war das Engadin mit den Transitstrecken über den Julier- und Albulapass auch als Verbindung nach Norden wichtig (*Bundesamt für Strassen ASTRA* (Hrsg.) 2006f: 🌐).

In den Jahren 1846 bis 1865 erfolgte der Bau der Engadinerstrasse von Silvaplana bis Martina. Sie fungierte sowohl als Handelsstrasse als auch als Verbindung zwischen den verschiedenen Tälern des Kantons (*Bundesamt für Strassen ASTRA* (Hrsg.) 2006g: 🌐).

Das Oberengadin wurde nicht nur aufgrund seiner geographischen Lage und seiner Naturschönheit weltberühmt, sondern auch wegen den Heilquellen. Bereits im 19. Jahrhundert wurden grosse Hotels für den florierenden Tourismus gebaut. Seit dem Zweiten Weltkrieg führt die Tourismusbranche die Wirtschaftskraft an. Dies hatte auch folgen auf den Bausektor. Aus den kleinen Bergorten wurden grössere Siedlungsgebiete, die den Landschaftsraum zunehmend prägen (*Hornung* 2012).

Auch die Infrastruktur wurde infolge der wachsenden Tourismusbranche ausgebaut. Die Rhätische Bahn, die seit 100 Jahren den Personenverkehr im Oberengadin regelt und aufgrund des in die Gebirgslandschaft eingepassten Schienennetzes von hohem kulturellem Wert ist, wurde als UNESCO Welterbe ausgezeichnet (*Rhätische Bahn AG* (Hrsg.) 2014: 🌐; *Hornung* 2012). Der Ausbau der Infrastruktur verlagerte sich zunehmend auf den Strassenverkehr. Damit der Charme der Ortskerne nicht durch den zunehmenden Autoverkehr reduziert wird, wurden Umfahrungsstrassen gebaut (*Hornung* 2012). Der Verlauf dieser neuen Linienführung unterscheidet sich streckenweise von der alten Engadinerstrasse (*Bundesamt für Strassen ASTRA* (Hrsg.) 2006g: 🌐).

Schutzgebiet

Der Verlauf der heutigen Malojastrasse zeigt abschnittsweise historische Relikte alter Verkehrswege auf. Obwohl die historische Strasse im 19. und 20. Jahrhundert aufgrund der steigenden Mobilität ausgebaut wurde und die alten Trockensteinstützmauern meist durch vermörtelte Natursteinmauern oder Betonstützmauern ersetzt wurden, entspricht der gegenwärtige Verlauf der Strasse grösstenteils dem historischen Weg (*Bundesamt für Strassen ASTRA* (Hrsg.) 2006e: 🌐; *Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 2012a).

Die folgende Abbildung (Abb. 29) zeigt den Verlauf des historischen Verkehrsweges auf. Die untersuchte Stützmauer in der Nähe von Plaun da Lej befindet sich auf dieser Strecke.

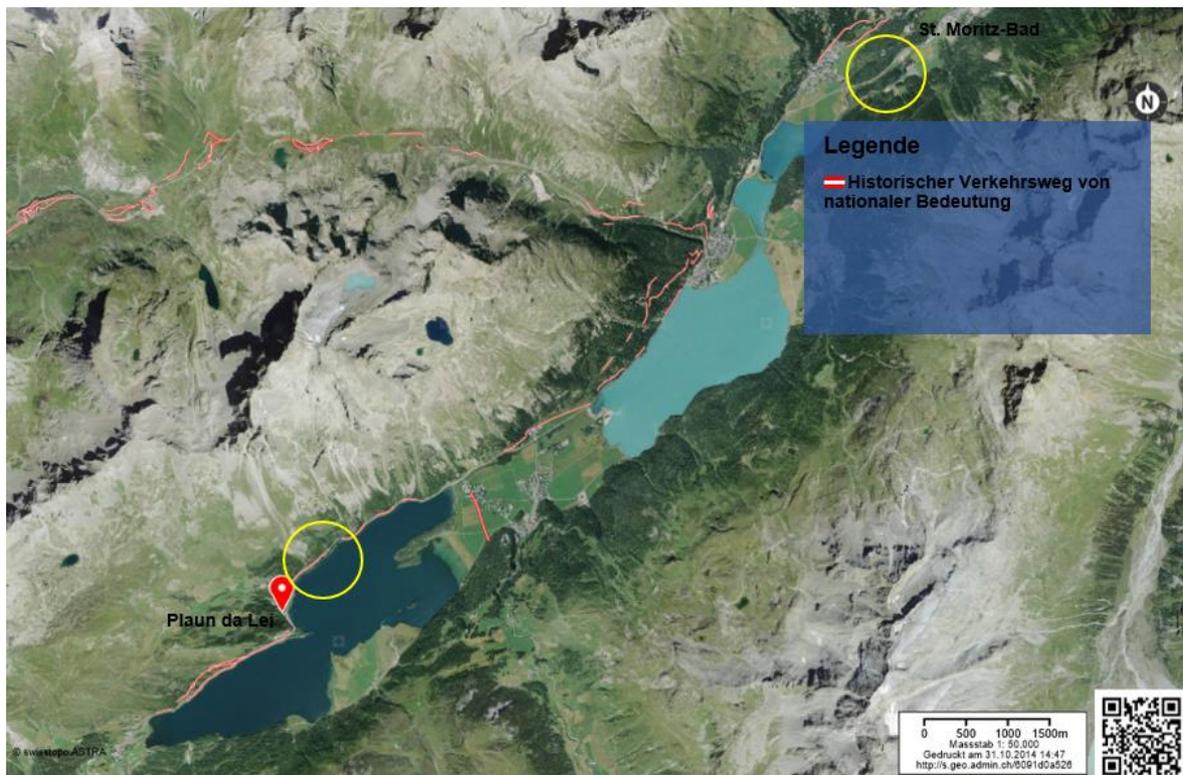


Abb. 29: Der historische Verkehrsweg von nationaler Bedeutung verläuft entlang der heutigen Malojastrasse. Die untersuchten Stützmauern liegen in den gelben Kreisen (verändert nach geo.admin.ch (Hrsg.) 2014k).

Zudem liegt die Stützmauer bei Plaun da Lej innerhalb eines Objektes des BLN. Das Objekt 1908 (Oberengadiner Seenlandschaft und Berninagruppe) zählt zu den schönsten Berglandschaften im Kanton Graubünden und zeichnet sich durch eine starke Vergletscherung und ein Hochtal aus. In diesem Hochtal liegen die drei Seen Lej da Segl, Lej da Silvaplauna und Lej da Champfèr. Weiter ist das Plateau durch unterschiedliche glaziale Erscheinungen und Landschaftsformen geprägt. Auch die Alpenflora widerspiegelt die ehemaligen eiszeitlichen Rahmenbedingungen. Grossflächige Lärchen- und Arvenwälder werten die Landschaft zusätzlich auf. Aufgrund dieser unzähligen Landschaftsqualitäten ist das Gebiet als Wanderparadies weltberühmt (*Bundesamt für Umwelt BAFU* (Hrsg.) 2011a: 🌍).

6.4.2 Analyse Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele

Im Folgenden werden die spezifischen Landschaftsqualitäten (Tab. 21 bis Tab. 24) und -entwicklungsziele (Tab. 25 bis Tab. 28) der beiden untersuchten Stützmauerabschnitte zusammenfassend aufgezeigt. Auf die Unterschiede der beiden Mauern wird bei den Anmerkungen eingegangen. In die Ermittlung der Qualitäten fließen auch immer die Stützmauern der Engadiner Hauptstrassen als Ganzes ein.

Spezifische Landschaftsqualitäten

Tab. 21: Kultureller Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten an den Engadiner Hauptstrassen (*eigene Darstellung*).

Kultureller Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Stützmauern aus Natursteinen als typisches Bauelement der Engadiner Hauptstrassen▪ Beide Mauerabschnitte in regionaltypischer Bauweise erstellt → vermörtelte Natursteinmauern▪ Mauerabschnitte sind jeweils in regionaltypische Kulturlandschaft integriert▪ Engadiner Strassenmauern von unterschiedlicher Bauweise (Trockensteinmauern, vermörtelte Natursteinmauern und Betonmauern) → historische Bautätigkeiten sind ablesbar▪ Vielfältige Mauerwerksverbände zeugen von der vielfältigen, regionaltypischen Bauweise und traditionellem Handwerk▪ Zeugen der traditionellen und aktuellen Nutzung und Funktion → Stützfunktion der Strasse (historischer Verkehrsweg)▪ Stützmauern als Nutzungsabgrenzung zwischen Strasse und Naturlandschaft

Anmerkung: Die Mauern entlang der Engadiner- und Malojastrasse sind nach unterschiedlicher Bauweise erstellt. Grösstenteils handelt es sich im untersuchten Strassenabschnitt von Maloja bis Cinuos-chel um Natursteinmauern, deren Steine nach Aussage von Christoph Nänni, dem Geologen des Tiefbauamtes Graubünden, zu 90% aus der näheren Umgebung stammen (*Nänni 2014: Pers. Korr.*). Diese Natursteinmauern weisen unterschiedliche Verbände auf. Meistens integrieren sie sich mit der Art ihres Mauerwerkverbandes sehr gut in die umliegende Natur- und Kulturlandschaft. Ein Mauerverband bleibt mehrheitlich über eine gewisse Strecke konstant und ist für die räumliche Einheit, in der die Mauer liegt, charakteristisch. Diese in sich geschlossenen Einheiten ergeben durch unterschiedliche Mauerhöhen, Versetzung einzelner Mauerabschnitte nach hinten und den Einbau von Stufen ein dynamisches Gesamtbild der Strassenstützmauern, das nicht starr wirkt.

Die über grössere Strecken durchgehenden Mauerbilder sind meist ästhetisch schöne Natursteinmauern, die durch ihren der Landschaft angepassten Mauerwerksverband auffallen und als immer wiederkehrende Wegbegleiter die Hauptstrasse visuell aufwerten. Die so entstehenden in sich abgeschlossenen und einheitlichen Mauerbänder geben den Strassenabschnitten ein konstantes Erscheinungsbild. Die Stützmauern an der

Engadiner- und Malojastrasse sind daher meist optimal ihrer Nutzung und Funktion angepasst.

Die zwei untersuchten Mauerabschnitte sollen als Beispiele für die Verwendung von unterschiedlichen Mauerwerksverbänden dienen:

Die bergseitige Stützmauer in der Nähe von St. Moritz-Bad (Engadinerstrasse) wurde nach Angaben von Andres Marugg, der beim Tiefbauamt Graubünden für die Dokumentation der Erhaltung der Kunstbauten zuständig ist, um das Jahr 1980 gebaut (Marugg 2014: Pers. Korr.). Der untersuchte Mauerabschnitt ist ein Teilstück eines langen Mauerbandes mit durchgehendem Verband. Im Gegensatz zum übrigen Mauerband ist er gestuft und nach hinten versetzt (Abb. 30).



Abb. 30: Die gestufte Stützmauer bei St. Moritz-Bad ist nach hinten versetzt (eigenes Foto: 06.08.2014).

Zwischen der Mauer und der Strasse liegt ein drei Meter breiter, grüner Saumstreifen. Die Natursteinmauer wurde laut Christoph Nänni mit granitischem Gneis konstruiert (Nänni 2014: Pers. Korr.). Die Steine sind in Beton eingelegt und auch die breiten Fugen bestehen aus Beton. Dementsprechend handelt es sich um ein Gemischtmauerwerk, also um eine Mauer, die aus Beton besteht und mit Steinen verkleidet ist (Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 2013: 🌐; Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 2012b).



Abb. 31: Gemischtmauerwerkstyp MX 1 (Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 2013: 36).

Wird die Mauer den Mauerwerkstypen des Tiefbauamtes Graubünden zugeordnet, dann handelt es sich um den Gemischtmauerwerkstyp MX 1 (Abb. 31). Der Mauerwerksverband dieses Mauertyps ist nur begrenzt regelmässig. Die Unregelmässigkeiten, die aufgrund der unterschiedlichen Steinformen und -grössen entstehen, werden mit kleineren Steinen ausgeglichen (Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 2013: 🌐).

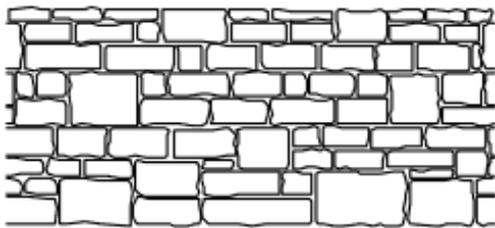
Das Alter der bergseitigen Stützmauer in der Nähe von Plaun da Lej (Malojastrasse) ist laut Andres Marugg nicht ganz sicher zu bestimmen. Er meinte, dass die Mauer während des Ausbaus des Strassenstücks entlang des Lej da Segl im Jahre 1964 erbaut worden sei (Marugg 2014: Pers. Korr.). Der untersuchte Mauerabschnitt ist Bestandteil einer längeren Mauerstrecke, die immer wieder von Felswänden unterbrochen wird (Abb. 32).

Laut Christoph Nänni ist auch diese Mauer mit granitischem Gneis erbaut (Nänni 2014: Pers. Korr.). Die Steine wurden in Beton eingelegt und die Fugen mit Mörtel aufgefüllt (Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 2013: 36).



Abb. 32: Die Stützmauern bei Plaun da Lej werden regelmässig von Felswänden unterbrochen (eigenes Foto: 06.08.2014).

Der Mauerwerksverband ist wesentlich regelmässiger als beim ersten Beispiel. Die Steine sind geschichtet und weisen relativ gleichmässige Formen auf. Nach Einteilung des Tiefbauamtes



Graubünden entspricht diese Mauer dem Gemischtmauerwerkstyp MX 3 (Abb. 33) (Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 2013: 36).

Abb. 33: Gemischtmauerwerkstyp MX 3 (Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) 2013: 36).

Tab. 22: Natürlicher Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten an den Engadiner Hauptstrassen (eigene Darstellung).

Natürlicher Ausdruck
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stützmauern strukturieren die Alplandschaft und sind permanente und prägende Wegbegleiter entlang der Hauptstrassen ▪ Mauern sind den geomorphologischen Verhältnissen angepasst → zum Teil sehr starke Integration in Felswände und durch überwachsene Mauerkronen in die natürliche Umgebung ▪ Natursteinmauern sind hauptsächlich aus regionaltypischen Steinen erbaut → gute Einpassung in die natürliche Landschaft ▪ Mauerwerksverband ist jeweils an natürliche Umgebung angepasst ▪ Mauern weisen teilweise mauertypische und regionaltypische Pflanzenarten auf (vgl. Tab. 29 und Tab. 30) ▪ Stützmauern als Vernetzungskorridore entlang der Engadiner Hauptstrassen und verbindendes Element zu natürlichen Kleinstrukturen (Moränenablagerungen) ▪ Weitere vernetzende Strukturen wie grüne Saumstreifen unterhalb der Stützmauern werten Landschaft auf



Abb. 34: Der Mauerwerksverband wirkt lebhaft, passt sich aber trotzdem in die natürliche Landschaft ein (*eigenes Foto: 06.08.2014*).

Anmerkung: Stützmauer St. Moritz-Bad: Die Mauerkrone ist überwachsen und geht übergangslos in die Wiese oberhalb der Mauer über. Die Mauer wird auch am Mauerfuss von einem grünen Wiesenstreifen abgelöst. Auf der Wiese am Talhang wachsen Nadelbäume und vereinzelt sind Steine verbreitet. In der Talsohle auf der anderen Strassenseite verläuft der Fluss (Inn). Der gegenüberliegende Talhang ist mit einem Nadelwald bewachsen. Aufgrund der

ausgedehnten grünen Flächen macht die Landschaft einen einheitlichen und ruhigen Gesamteindruck. Durch die überwachsene Mauerkrone wird die Mauer optimal in die Umgebung integriert. Der Mauerwerksverband wirkt lebhaft und wertet das gesamthafte Erscheinungsbild durch die Verbindung von Natur und Strassenbau auf (Abb. 34).

Stützmauer Plaun da Lej: Der felsige Talhang oberhalb der Mauer ist mit einem Nadelwald bedeckt. Regelmässig treten Felswände und einzelne Steinblöcke auf. Unterhalb der Mauer verläuft die Strasse, die nur wenige Meter vom Seeufer entfernt ist. Die felsige Bergseite wirkt relativ rau. Die bergseitigen Stützmauern mit ihrem regelmässigen Mauerwerksverband bringen eine gewisse Ruhe in das gesamte Erscheinungsbild (Abb. 35). Zudem bringt der Verband die Ebenmässigkeit des Sees zum Ausdruck.



Abb. 35: Der regelmässige Mauerwerksverband als gelungener Ausgleich zu den rauen Felswänden (*eigenes Foto: 06.08.2014*).

Tab. 23: Identifikation und Heimatbildung der spezifischen Landschaftsqualitäten an den Engadiner Hauptstrassen (*eigene Darstellung*).

Identifikation und Heimatbildung
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stützmauern als traditionelles Element des Strassenbaus seit seiner Entstehung ▪ Natursteinmauern an sehr stark frequentierten Hauptstrassen → Bedeutung der Mauern wird wahrgenommen und trägt zur lokalen Identität und Heimatgefühl bei ▪ Stützmauern als prägende Elemente für das Verständnis der Geschichte des Strassenbaus in den Alpen

- Nebeneinander unterschiedlicher Bauweisen der Mauern halten Entwicklungsgeschichte des Mauer- und Strassenbaus ablesbar
- Stützmauern als beständige Elemente regionaler Nutzungsgeschichte und traditioneller Mauerhandwerkskunst
- Eigenart der Natursteinmauern sehr hoch → regionales Steinmaterial und an Umgebung angepasste Mauerwerksverbände ergeben charakteristische und typische Elemente innerhalb der Kulturlandschaften
- Natursteinmauern als wesentlicher Teil für Erlebnischarakter des Landschaftsbildes → Prägung der Engadiner Hauptstrassen durch Stützmauern

Tab. 24: Kontextueller Ausdruck der spezifischen Landschaftsqualitäten an den Engadiner Hauptstrassen (*eigene Darstellung*).

Kontextueller Ausdruck
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stützmauern aus Natursteinen als typische Nutzungselemente der historischen und gegenwärtigen Verkehrsinfrastrukturlandschaften in den Alpen ▪ Natursteinmauern als Vernetzung zu Seenlandschaft, Flusslandschaft und Waldlandschaft ▪ Mauern als Abgrenzungs- und Übergangsraum zwischen Engadiner Hauptstrassen und umliegenden Alpweiden, Wald, Felsen, Gewässer und Siedlungen (Abb. 36) ▪ Wechselbeziehungen und strukturüberschreitende Zusammenhänge zwischen Natursteinmauern und benachbarten Kleinstrukturen wie Moränenablagerungen ▪ Mauern als angepasste Elemente eines grossflächigen und vielfältigen Kontextes → Strasse mit Natursteinmauern und umgebende Landschaft bilden Einheit



Abb. 36: Natursteinmauern als Abgrenzungs- und Übergangsraum zwischen der Engadinerstrasse und den umliegenden Strukturen (*eigenes Foto: 06.08.2014*).

Landschaftsentwicklungsziele

Tab. 25: Kultureller Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele an den Engadiner Hauptstrassen (*eigene Darstellung*).

Kultureller Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Förderung und Erhaltung der regionaltypischen Natursteinmauern als prägendes Element der historischen und aktuellen Verkehrsinfrastrukturlandschaften entlang der Engadiner Hauptstrassen▪ Unterschiedliche Mauerwerksverbände als regionaltypische und in die Kulturlandschaft integrierte Baumassnahmen sowie traditionelle Mauerhandwerkskunst pflegen und weitergeben▪ Authentische Erhaltung und Erneuerung der Stützmauern → Verzicht auf unangepasste Sanierungen und Neubauten (kein Fremdkörpercharakter)▪ Verbundenheit mit Natur, Landschaft und Kulturgut erhalten und stärken sowie Bevölkerung darauf sensibilisieren

Tab. 26: Natürlicher Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele an den Engadiner Hauptstrassen (*eigene Darstellung*).

Natürlicher Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Mauern als Lebensräume mit unterschiedlichen mikroklimatischen Bedingungen für die Erhaltung der vielfältigen heimischen Flora und Fauna fördern und aufwerten▪ Förderung der mauertypischen Flora und Fauna durch angepassten Mauerbau (weniger Beton und Mörtel, dafür offene Fugen) und Mauerunterhaltung → leichten Bewuchs zulassen und Platz für Eigendynamik der Natur schaffen (Abb. 37)▪ Mauern als Vernetzungskorridore entlang der Engadiner Hauptstrassen erhalten und mit weiteren vernetzenden Strukturen (Saumstreifen am Mauerfuss) aufwerten▪ Nur solche Mauertypen bauen, die sich optimal in die natürliche und regionaltypische Landschaft einpassen und eingliedern (Natursteinmauern mit möglichst wenig Beton und Mörtel, überwachsene Mauerkronen, ausnahmslose Verwendung regionaltypischer Baumaterialien)



Abb. 37: Der Dickblättrige Mauerpfeffer als mauertypische Art (*eigenes Foto: 11.06.2014*).

Tab. 27: Identifikation und Heimatbildung der Landschaftsentwicklungsziele an den Engadiner Hauptstrassen (*eigene Darstellung*).

Identifikation und Heimatbildung
<ul style="list-style-type: none">▪ Natursteinmauern als Teil des heimatlichen Landschafts- und Ortsbildes und der traditionellen Nutzungs- und Baugeschichte schützen und erhalten sowie Verankerung in Bevölkerung durch durchgehende regionaltypische Bauweise stärken▪ Sensibilisierung für traditionelle Mauerhandwerkskunst, die für kulturelles Erbe der Landschaft prägend ist▪ Entwicklungsgeschichte des Strassenbaus anhand der unterschiedlichen Bauweisen und -stile der Stützmauern ablesbar halten▪ Eigenart der Strassenstützmauern schützen und fördern → landschaftsästhetische Aspekte verstärkt gewichten und einbeziehen

Tab. 28: Kontextueller Ausdruck der Landschaftsentwicklungsziele an den Engadiner Hauptstrassen (*eigene Darstellung*).

Kontextueller Ausdruck
<ul style="list-style-type: none">▪ Vernetzung und Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Strukturen und Biotopen durch naturnahe Bauweise der Natursteinmauern stärken▪ Die Zerschneidung der Landschaft aufgrund des Strassenbaus durch Kompensationsmassnahmen wie vernetzende Elemente (Saumstreifen am Mauerfuss) und Wildtierkorridore reduzieren▪ Optimale Integration der Verkehrsinfrastrukturlandschaft in natürliche Landschaft anstreben und nachhaltige Landschaftsentwicklung fördern▪ Natursteinmauern als Bestandteil der historischen Verkehrsinfrastrukturlandschaft der Alpen bewahren und Entwicklungsgeschichte ablesbar halten▪ Eigenart, Vielfalt und Schönheit der einmaligen Kultur- und Naturlandschaften sowie deren prägende Elemente als Ganzes schonend entwickeln sowie deren Geschichte und Bedeutung ablesbar halten

6.4.3 Auswertung

Der Wert der Stützmauern entlang der Engadiner Hauptstrassen liegt in der überwiegenden Verwendung von Natursteinmauern. Somit wird nicht nur an die lange Tradition der Strassenbaukultur angeknüpft, sondern es wird mit dem Einsatz von regionaltypischem Baumaterial zudem eine Anpassung an die natürlichen Rahmenbedingungen erreicht. Durch den Gebrauch unterschiedlicher Mauerwerksverbände wird eine optimale Integration

der Stützmauern in ihre jeweilige Umgebung angestrebt. Das Mauerband entlang des Lej da Segl wird wiederholt von rauen Felswänden unterbrochen. Der regelmässige Mauerwerksverband und die Verwendung von regionalem Steinmaterial tragen zu einer zufriedenstellenden Eingliederung der Stützmauern in das natürliche Landschaftsbild bei.

Bei zukünftigen Neubauten sollten diese ästhetischen Aspekte, die die Anpassung der Stützmauern an die natürlichen Rahmenbedingungen anstreben, unbedingt beachtet werden. Auf unangepasste Sanierungen und Neubauten sollte verzichtet werden. Einige Natursteinmauern entlang der untersuchten Strassenstrecke zwischen Maloja und Ciuos-chel weisen relativ breite, vermörtelte Fugen auf (so auch die analysierte Stützmauer in der Nähe von St. Moritz-Bad). Werden breite Horizontalfugen der ganzen Mauerlänge nach nicht unterbrochen, dann führt das zu einem steifen und unangepassten Gesamtbild. Auch allzu wuchtige, mit Zement überdeckte Mauerkronen machen einen steifen und schwerfälligen Eindruck und lassen die Mauer als Fremdkörper in der Landschaft erscheinen (Abb. 38). Solche Stützmauern werten das Landschaftsbild ab und sollten deshalb vermieden werden.



Abb. 38: Eine mit Zement überdeckte Mauerkrone (in Ciuos-chel) (eigenes Foto: 11.06.2014).

Die Stützmauern könnten mit einer Reduktion von Beton und Mörtel ökologisch aufgewertet werden. Durch schmale, offene Fugen kann die mauertypische Flora gefördert werden. Die Mauern würden dementsprechend auch in ihrer Funktion als Vernetzungskorridore entlang der Engadiner Hauptstrassen gestärkt werden. Eine Mauerunterhaltung, die vermehrt leichten Bewuchs zulässt und Platz für eine begrenzte Eigendynamik der Natur bietet, würde eine weitere ökologische Verbesserung zur Folge haben. Eingebaute Stufen, wie bei der Stützmauer bei St. Moritz-Bad, ermöglichen weitere Lebensräume mit unterschiedlichen mikroklimatischen Bedingungen für die vielfältige heimische Flora und Fauna. Im Gegensatz zum genannten Beispiel sollten solche Stufen aber nicht betoniert werden. Zudem zeigt die Stützmauer bei St. Moritz-Bad die wertvolle Funktion eines Saumstreifens am Mauerfuss auf. Als weitere vernetzende Struktur gleicht er die Zerschneidung der Landschaft stückweise aus und trägt zu verstärkten Wechselbeziehungen zwischen den umliegenden Kleinstrukturen und Biotopen bei. Ausserdem dient der Saumstreifen als Pufferzone zwischen Strasse und Mauer.

Die Stützmauern aus Natursteinen fungieren als Abgrenzungs- und Übergangselemente zwischen den Engadiner Hauptstrassen und den umliegenden Seen-, Fluss- und Waldlandschaften. Dementsprechend werten ökologisch wertvolle Natursteinmauern die

grossflächige Umgebung auf und übernehmen Funktionen im natürlichen Wirkungsgefüge der Landschaft.

Die folgenden Tabellen (Tab. 29 und Tab. 30) geben einen Überblick über die Erhebung der Pflanzenarten an den Stützmauern in der Nähe von St. Moritz-Bad und Plaun da Lej. An der Natursteinmauern bei St. Moritz-Bad wurden insgesamt 23 unterschiedliche Pflanzenarten gezählt. Davon gehören das Hoppes Habichtskraut, die Rätische Berg-Distel und das Gewöhnliche Alpen-Hornkraut zu den regionaltypischen Pflanzenarten (Lauber, Wagner & Gyga 2012). Zu den mauertypischen Arten können lediglich der Schildblättrige-Ampfer bei den Blütenpflanzen (am Mauerfuss und an der Mauerfläche) und das Rasen-Birnmoos bei den Moosen gezählt werden (vgl. Tab. 29). Die ausführliche Auflistung der erhobenen Pflanzenarten ist im Anhang unter Kapitel 6 aufgeführt.

Tab. 29: Das Verhältnis der mauertypischen Pflanzenarten zu den insgesamt gezählten Pflanzenarten am untersuchten Mauerabschnitt an der Engadinerstrasse bei St. Moritz-Bad (eigene Darstellung).

	Mauerbereich	Mauerfuss	Mauerfläche	Mauerkrone	Artenvielfalt total
	Taxon				
Arten total	Blütenpflanzen	10	10	10	
	Farne	0	0	0	
	Moose	0	0	1	
	Total	10	10	11	
Mauertypische Arten	Blütenpflanzen	1	1	0	
	Farne	0	0	0	
	Moose	0	0	1	
	Total	1	1	1	
Verhältnis (mauertypisch:total in %)	Blütenpflanzen	10%	10%	-	
	Farne	-	-	-	
	Moose	-	-	100%	

An der Natursteinmauer in der Nähe von Plaun da Lej an der Malojastrasse wurden insgesamt zwölf Pflanzenarten gezählt. Das Alpen-Sonnenröschen, die Hallers Margerite und das Crantz` Fingerkraut können als regionaltypische Arten gelten (Lauber, Wagner & Gyga 2012). Trotz relativ bescheidener Artenvielfalt, können drei mauertypische Pflanzenarten gezählt werden (vgl. Tab. 30). Bei den Blütenpflanzen gehören der Dickblättrige Mauerpfeffer, der sowohl an der Mauerfläche als auch auf der Mauerkrone wächst, zu diesen Arten. Bei den insgesamt drei gezählten Moosarten sind das Rasen-Birnmoos und das Steife Doppelzahnmoos als mauertypisch einzustufen (also sind 67% der totalen Moosarten mauertypische Arten). Die ausführliche Auflistung der Datenerhebung ist im Anhang unter Kapitel 7 dargestellt.

Tab. 30: Das Verhältnis der mauertypischen Pflanzenarten zu den insgesamt gezählten Pflanzenarten am untersuchten Mauerabschnitt an der Malojastrasse bei Plaun da Lej (*eigene Darstellung*).

	Mauerbereich	Mauerfuss	Mauerfläche	Mauerkrone	Artenvielfalt total
	Taxon				
Arten total	Blütenpflanzen	0	1	9	12
	Farne	0	0	0	
	Moose	0	0	3	
	Total	0	1	12	
Mauertypische Arten	Blütenpflanzen	0	1	1	3
	Farne	0	0	0	
	Moose	0	0	2	
	Total	0	1	3	
Verhältnis (mauertypisch:total in %)	Blütenpflanzen	-	100%	11%	
	Farne	-	-	-	
	Moose	-	-	67%	

Beide Natursteinmauern sind relativ schwach bewachsen. Eine weniger intensive Mauerunterhaltung und eine beschränkte Verwendung von Beton und Mörtel beim Mauerbau würden die Artenvielfalt wahrscheinlich erhöhen. Offene, schmale Fugen und nachhaltige Unterhaltmassnahmen, die einen leichten Bewuchs ermöglichen, würden zudem das Wachstum von mauertypischen Pflanzenarten fördern. Auf diese Weise könnte der ökologische Wert der Mauern gesteigert werden.

Da Stützmauern seit dem Beginn des Strassenbaus prägende und regelmässig auftretende Element der Verkehrsinfrastrukturlandschaft im Alpenraum sind, gehören sie zu den kulturellen Zeugen sowohl der traditionellen als auch der gegenwärtigen Nutzungsgeschichte. Der historische Wert dieser Stützmauern und vor allem die Bedeutung der regionaltypischen Mauerhandwerkskunst sind bis heute ablesbar. Dementsprechend sind die Stützmauern aus Natursteinen auch identitätsstiftende Elemente, die ein Heimatgefühl erzeugen. Sie prägen das heimatliche Landschafts- und Ortsbild und leisten einen bedeutenden Beitrag zur Eigenart der Kultur- und Naturlandschaften des Engadins.

Zusammenfassend können die zwei untersuchten Natursteinmauern als landschaftsverträgliche Bauwerke eingestuft werden. Die Mauern sind mit passendem Mauerwerksverband und regionaltypischem Baumaterial in den grossflächigen und vielfältigen Kontext der Landschaft integriert. Dadurch entsteht ein einheitliches Gesamtbild. Mit einer Sensibilisierung auf die ökologischen Aspekte könnten die Stützmauern natur- und umweltverträglicher gebaut und gepflegt werden. So könnten die Mauern ihre Funktion als wertvolle Vernetzungselemente der Landschaft verstärkt wahrnehmen.

7. Diskussion

Dieses Kapitel umfasst die Diskussion der Ergebnisse aus Kapitel 6. In einem ersten Teil werden die Resultate der Fragenkataloge interpretiert. Anschliessend werden in einem zweiten Schritt mithilfe der Ergebnisse der drei untersuchten Fallbeispiele Rückschlüsse auf die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit der SIA-Normen gezogen. Die fehlenden Aspekte der Normen werden veranschaulicht und konkrete Verbesserungsvorschläge erläutert. Die Diskussion der Methoden schliesst das Kapitel ab.

7.1 Rolle der SIA-Normen

Die Fragenkataloge sollen die Rolle der SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk verdeutlichen und deren Funktionen und Ziele in der Praxis genauer beleuchten. Zusätzlich wird der Frage nach der Standardisierung der Normen nachgegangen.

Gemäss den Antworten aus den Fragenkatalogen spielen die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk in der Praxis für alle vier Ingenieure eine zweitrangige Rolle. Die Normen haben hauptsächlich eine informative Funktion und kommen deshalb bei Projektierungen nur indirekt zum Einsatz. Sie dienen als Referenzwerk für den aktuellen Stand der Technik, zur rechtlichen Absicherung sowie zur Harmonisierung der Bauprojekte. Auch die Antworten der Kommissionsmitglieder weisen darauf hin, dass die Rolle der Normen zum Natursteinmauerwerk im Vergleich zu anderen SIA-Normen eher beschränkt ist. Dies wurde damit begründet, dass die Natursteinbranche relativ klein ist und heute nur in begrenztem Masse neue Natursteinmauern gebaut werden.

Folglich muss die Frage vertieft werden, weshalb die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk eine untergeordnete Rolle spielen und die Fallbeispiele nicht direkt auf Grundlage dieser Normen erbaut wurden. Wie in Kapitel 5.2.1 dargelegt, war die Suche nach Mauern, die direkt nach der SIA-Norm 266/2 erbaut wurden, erfolglos. Philipp Rück, der Präsident der Arbeitsgruppe der Natursteinmauerwerksnorm 266/2, nannte diesbezüglich mehrere Gründe: Einerseits würden sich die Ingenieure in der Schweiz traditionellerweise vor allem auf ihr eigenes Wissen und ihre Erfahrung stützen und deshalb nicht streng nach Normen konstruieren. Andererseits seien die aktuellen SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk womöglich noch nicht allen Ingenieuren bekannt. Vor allem in kleineren Büros könne dies der Fall sein. Die Veröffentlichung überarbeiteter Normen, die meist mit einem Wechsel der Normennummer erfolge, führe deshalb oftmals zu Unsicherheiten. Die Anwender wüssten teilweise nicht, welche Norm aktuell sei und welche bereits veraltet. Die neue Norm 266/2 bedürfe folglich einer vollständigen Einführung (Rück 2014: Pers. Korr.).

Die Auswahl der Fallbeispiele hat jedoch gezeigt, dass auch die Suche nach Mauern, die nach den vorgängigen Normen der aktuellen Norm 266/2 konstruiert wurden, ergebnislos ausfiel. Um diesem Sachverhalt weiter nachzugehen, muss untersucht werden, ob die vom SIA gesetzten Ziele der Normen der praktischen Umsetzung dienen. Dafür können die Ergebnisse der Fragenkataloge in Zusammenhang mit den theoretischen Grundlagen aus Kapitel 2.1 gebracht werden.

Laut Kommissionsmitgliedern zielen die SIA-Normen auf eine ausreichende Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Mauerwerke ab. Ausserdem stellen sie eine Absicherung für die Anwender im Schadenfall dar. Die Antworten der Ingenieure haben diese Aussagen für die Praxis bestätigt. Zudem hielten die Ingenieure die Standardisierung technischer Sachverhalte und der Bauqualität als wichtiges Ziel der Normen fest. Der Vergleich dieser Funktion der Normen mit den Zielsetzungen des SIA aus Kapitel 2.1 verdeutlicht, dass der SIA eine Harmonisierung der technischen Angelegenheiten beabsichtigt (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013a). Eine Norm strebt grundsätzlich eine Vereinheitlichung an (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013b). Die Normen müssen jedoch auch gewisse situationsbedingte Abweichungen zulassen. Solche Abweichungen müssen immer gerechtfertigt sein und sachlich belegt werden (*Lendi* 1983). Dementsprechend stellt sich die Frage, wie die Standardisierung der Normen in der Praxis eingeschätzt wird.

Den Antworten der Ingenieure ist keine direkte Stellungnahme in Bezug auf die Standardisierung der Normen zu entnehmen. Die Berücksichtigung der Normen hinsichtlich regionalspezifischer Rahmenbedingungen schätzten sie jedoch mehrheitlich als nicht zweckmässig ein, da sie dies nicht als Aufgabe der Normen einstufen. Aus diesem Grund wurde die Erweiterung der Normen mit ästhetischen, ökologischen, kulturellen und weiteren Aspekten von allen vier Ingenieuren als unnötig angesehen. Ähnlich reagierten die SIA-Kommissionsmitglieder. Sie begründeten ihre Meinung damit, dass die Normen grundlegend technischen Ansprüchen genügen müssen. Philipp Rück bestätigte jedoch, dass es dadurch zu einer negativen Anwendung der Normen kommen könne. Die Normen würden die Möglichkeit bieten, sich aus der Verantwortung eines situationsgemässen Handelns zu ziehen (*Rück* 2014: Pers. Korr.).

Zu einem solch „*unkritischen Anwenden*“ (*Lendi* 1983: 179) der Normen kommt es, wenn sie als allgemeingültige Anweisungen interpretiert werden, die den Anwender von der Verantwortung, das eigene Fachwissen und die eigene Erfahrung einzusetzen, befreien. Dabei sollte der Anwender mit seinem Fachwissen verantworten, wie die Angaben der SIA-Normen situationsbedingt zu gewichten sind (*Lendi* 1983). Die SIA-Normen dürfen

nicht dazu verleiten, „als bequemer Ersatz für sorgfältiges ingenieurmässiges Denken und Handeln“ (Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.) 1994: 5) missbraucht zu werden. Ebenso wenig dürfen die Normen dazu dienen, die Verantwortung der Berücksichtigung der jeweiligen landschaftlichen und naturbedingten Kontextsituation einfach abzuschieben. Nach *Kleiner & Schmitt* (2001) wurden schweizweit viele technische Bauten in die Landschaft gesetzt, ohne sie den landschaftsspezifischen Rahmenbedingungen anzupassen. Um solch unangepasste Bauwerke zu vermeiden, muss eine Verbindung zwischen Landschaft und Bau angestrebt werden (*Kleiner & Schmitt* 2001).

Die Vereinheitlichung der technischen Angelegenheiten kann durchaus als sinnvoll eingestuft werden. Sie dient unter anderem der Sicherheit der Mauerwerke, der Verständigung und der Bestimmung von Anforderungen an Baumaterialien (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013a; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2005b). Jedoch muss eine Standardisierung, die aufgrund der fehlenden Beachtung der Landschaft entsteht, kritisch betrachtet werden.

Inwieweit die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk eine Einbeziehung der landschaftsspezifischen Aspekte berücksichtigen, wird anhand der Fallbeispiele nachfolgend ausgewertet. Zudem soll das Kapitel 7.2 dazu dienen, eine Antwort auf die weiterhin offene Frage, weshalb die Fallbeispiele nicht direkt auf Grundlage der SIA-Normen erbaut wurden, zu finden. Da gemäss den Antworten der Ingenieure die Normen zum Natursteinmauerwerk eine untergeordnete Rolle spielen, wurden die drei untersuchten Fallbeispiele nach anderen baulichen Grundlagen konstruiert. Diese Grundlagen gilt es im Anschluss näher zu beleuchten.

7.2 Rückschlüsse auf die SIA-Normen und Verbesserungsvorschläge

Um auf die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit der SIA-Normen schliessen zu können, werden im Folgenden die baulichen Grundlagen, nach welchen die untersuchten Natursteinmauern erstellt wurden, mit den SIA-Normen verglichen.

7.2.1 Fallbeispiel traditionelle Trockensteinmauern Septimerpass

Der Wert der Natur- und Kulturlandschaft im Val Tgavretga auf der nördlichen Passseite des Septimers ergibt sich aus den vielfältigen Landschaftselementen und -strukturen, die sich optimal in das Gesamtbild der Landschaft integrieren. Die alten Trockensteinmauern halten die kulturelle Nutzungsgeschichte ablesbar und verbinden die kulturhistorischen Qualitäten der Landschaft. Die Erhaltung dieser regionaltypischen Mauern als kulturelles Erbe muss deshalb unbedingt gewährleistet sein.

Nach Aussage von Regula Ott, der Projektleiterin Natur und Landschaft des Naturparks Parc Ela, werden die Sanierungsprojekte im Rahmen des Naturparks mithilfe der Bauleitung der SUS durchgeführt (Ott 2014: Pers. Korr.). Dieses Werk beinhaltet sowohl Anweisungen für den Neubau als auch für die Reparatur von Trockensteinmauern (Tufnell et al. 2009). Des Weiteren würde bei der Instandstellung der Mauern im Parc Ela in besonderem Masse darauf geachtet werden, den lokalen Bautyp zu erhalten, so Ott weiter (Ott 2014: Pers. Korr.).

In diesem Sinne soll nun die erwähnte Anleitung der SUS mit der SIA-Norm 269/6-1 verglichen werden. Diese SIA-Norm thematisiert die Erhaltung von Natursteinmauerwerken.

Die Anleitung der SUS für den Bau und die Reparatur von Trockensteinmauern enthält viele Verweise auf die kulturellen Aspekte, die beim Arbeitseinsatz berücksichtigt werden müssen. Ein kurzer Abriss zur Bedeutungsgeschichte von Trockensteinmauern sensibilisiert den Leser für deren kulturellen Wert (Tufnell et al. 2009).

Auch die SIA-Norm erwähnt im Vorwort das kulturelle Erbe älterer Natursteinmauern und die Wichtigkeit dessen Erhaltung. Dabei wird vom Erhaltungswert einer Mauer ausgegangen, der bei Erhaltungsmassnahmen grundsätzlich nicht geschmälert werden darf (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) 2011).

Für eine genauere Beschreibung des Erhaltungswertes kann das SIA-Merkblatt 2017 beigezogen werden. Die SIA-Norm 269/6-1 verweist aber nicht auf das Merkblatt, obwohl dieses neben der Auflistung der unterschiedlichen Werte eines Bauwerkes auch Anweisungen zur Bewertung des Erhaltungswertes enthält (Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.) 2000).

Das Merkblatt verdeutlicht, dass für die Beurteilung des Erhaltungswertes eines Bauwerkes neben den materiellen Werten, die sich unter anderem auf die Lage, die Nutzung und die Bausubstanz beziehen, auch immaterielle Werte gewichtet werden sollten. Dazu soll der Situationswert (räumliche Bedeutung), der historisch-kulturelle, der gestalterische, der handwerklich-technische, der soziokulturelle und der emotionale Wert eines Bauwerkes eingeschätzt werden. Zusätzlich wird eine umfassende Bewertung der ökologischen Verträglichkeit des gesamten Bauprozesses und der zukünftigen Entwicklung des Bauwerks in Bezug zur Umwelt vorausgesetzt. Die Berücksichtigung von materiellen Werten, die sich nach dem Vorhandenen richten, und von immateriellen Werten, die sich auf subjektive Bewertungen stützen, ermöglicht eine ganzheitliche Bewertung des Bauobjektes und setzt es in Kontext zu seiner Umgebung (Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.) 2000).

Mithilfe der Angaben dieses Merkblattes könnten folglich die spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele eines Bauwerkes und seiner Umgebung ermittelt werden. Die SIA-Norm könnte solche ganzheitlichen Bewertungen fördern, indem sie auf dieses Merkblatt Bezug nehmen oder darauf verweisen würde.

In der SIA-Norm wird lediglich auf einzelne Aspekte des materiellen Erhaltungswertes wie auf die Bauweise, die Baustoffe und das Erscheinungsbild einer Natursteinmauer eingegangen. Dementsprechend soll bei Instandsetzungsmassnahmen das ursprüngliche Erscheinungsbild der Mauer erhalten bleiben. Deshalb müssen die für die Reparatur verwendeten Baustoffe und Techniken dem vorhandenen Mauerwerk angeglichen werden. Bei Erhaltungseingriffen gilt es demzufolge den materiellen Erhaltungswert möglichst ungeschmälert zu bewahren (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2011).

In diesem Sinne werden durch den materiellen Erhaltungswert einige ästhetische und regionaltypische Aspekte in der SIA-Norm 269/6-1 berücksichtigt. Es kann deshalb stückweise von einer Landschaftsverträglichkeit dieser Norm ausgegangen werden. Beim weiteren Vergleich mit der Bau- und Reparaturanleitung der SUS fällt auf, dass diese Anleitung den kulturellen Kontext einer Mauer umfassend gewichtet (*Tufnell et al.* 2009). Vor allem bei Trockenmauern ist der traditionelle Aspekt sehr wichtig. Denn der Wert solcher Mauern kann nur dann verstanden werden, wenn auch Kenntnisse über die Bedeutungsgeschichte und die Kunst des traditionellen Mauerhandwerks gegeben sind. Die Trockensteinmauern auf dem Septimer dienen als wertvolle Zeugen der traditionellen Nutzungs- und Bedeutungsgeschichte sowohl der Landwirtschaft als auch der historischen Verkehrsinfrastruktur. Deshalb gehören die Trockensteinmauern auf dem Septimer zu den historischen Verkehrswegen der Schweiz. Mit dem Ziel, die Überreste dieser historischen Verkehrselemente zu schützen (*Bundesamt für Strassen ASTRA* (Hrsg.) 2006a: ) , leistet das IVS einen Beitrag dazu, damit den Landschaften kulturelles Erbe erhalten bleibt. Mit angemessenen Hinweisen hinsichtlich des kulturellen Wertes von Trockensteinmauern könnte die SIA-Norm solche Bemühungen unterstützen.

Die SIA-Norm verzichtet allerdings vollkommen auf spezifische Ausführungen bezüglich Trockensteinmauern und deren kulturellen Kontext.

Die SIA-Norm stellt ausserdem keine Verbindung zur umgebenden Landschaft her. Die Anleitung der SUS geht hingegen auf die Einpassungsfähigkeit der Mauern in ihre Umgebung ein. Demzufolge ist die passende Eingliederung in die Landschaft eine wichtige Voraussetzung sowohl beim Neubau einer Mauer als auch bei Reparaturarbeiten. Deshalb ist ein lokaler Baustil zu wählen respektive zu erhalten (*Tufnell et al.* 2009).

Die Sanierungsarbeiten auf dem Septimerpass sind beispielhaft für die Anwendung und Erhaltung der traditionellen und regionaltypischen Mauerhandwerkskunst. Darüber hinaus bemüht sich der Naturpark Parc Ela das Mauerbau-Know-how bei den Sanierungsarbeiten zu vermitteln und sowohl die Beteiligten als auch die vorbeigehenden Wanderer und Biker für die Bedeutung der regionalen Handwerkskunst zu sensibilisieren. Die Anleitung der SUS wurde demnach sorgfältig umgesetzt.

Weiter beinhaltet die Anleitung der SUS auch ökologische Aspekte. Einerseits wird die Bedeutung von Mauern als Biotope für viele Tiere und Pflanzen hervorgehoben, andererseits wird auch die vernetzende Funktion der Mauern zwischen unterschiedlichen Lebensräumen unterstrichen (*Tufnell et al. 2009*).

Im Vergleich zur Anleitung der SUS begnügt sich die SIA-Norm 269/6-1 auf sehr beschränkte Ausführungen ökologischer Aspekte. Anmerkungen zum Mauerbewuchs werden lediglich hinsichtlich der Instandhaltung gemacht. Demzufolge soll schädlicher Bewuchs regelmässig beseitigt werden (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) 2011*). Erläuterungen in Bezug auf den ökologischen Wert von Natursteinmauern fehlen gänzlich.

Obwohl Abweichungen von der Norm grundsätzlich durch eine angemessene Begründung zugelassen werden (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) 2011*), sind die Normen aufgrund ihres fehlenden Bezuges zum Kontext des Bauwerkes durch eine Standardisierung geprägt. Demzufolge kann die in der Einleitung formulierte Hypothese, dass die SIA-Normen eine relativ beschränkte Berücksichtigung von Aspekten der landschaftlichen und naturbedingten Kontextsituation aufweisen und deshalb ein hohes Mass an Standardisierung beinhalten, für die SIA-Norm 269/6-1 bestätigt werden.

Die Standardisierung der SIA-Norm könnte aber aufgehoben werden, indem innerhalb der Norm an den wichtigen Stellen Anmerkungen eingefügt würden. Diese Methode wird bei Verweisen innerhalb des Normenwerkes des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins bereits angewendet. Für die Gewährleistung der Berücksichtigung von spezifischen Landschafts- und Naturaspekten wäre es deshalb sinnvoll, wenn die SIA-Norm in Bezug auf die Sanierung von Trockensteinmauern auf die Bau- und Reparaturanleitung der SUS hinweisen würde. So könnte bei der Projektierung und dem gesamten Reparaturprozess fallspezifischer vorgegangen werden. Insbesondere wäre die Einbeziehung des traditionellen Wertes von Trockensteinmauern gewährleistet.

Durch solche Anmerkungen würde die Norm ihren hauptsächlich technischen Aspekt nicht verlieren. Vielmehr könnte die Standardisierung mit Hinweisen auf spezifische Literatur und weiterführende bauliche Grundlagen aufgebrochen werden.

Weiter würde der Verweis auf das SIA-Merkblatt 2017 im Hinblick auf den Erhaltungswert einer Mauer und dessen Bewertung einen umfassenderen Blick auf das Bauwerk ermöglichen. Es wäre sinnvoll, wenn im Vorfeld jeder Sanierung der Erhaltungswert eines Bauwerkes anhand dieses Merkblattes genau analysiert werden würde.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die SIA-Norm 269/6-1 die Erhaltung ästhetischer und regionaltypischer Werte von Natursteinmauern teilweise berücksichtigt. Trotzdem ist die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit nur in beschränkter Weise vorhanden. So fehlt der Bezug zur Umgebung und zu den kulturellen Rahmenbedingungen. Aus diesem Grund können Erhaltungsmaßnahmen zu einem Wertverlust führen. Durch die frühzeitige Sensibilisierung für die verschiedenen Werte, die jedes Bauwerk in Zusammenhang mit seiner Entstehung und seinem Platz in der Landschaft hat, kann die Standardisierung der SIA-Norm jedoch aufgehoben und das kulturelle Erbe einer Mauer geschützt werden.

7.2.2 Fallbeispiel Rebmauern linkes Bielerseeufer

Der hohe Wert der Reblandschaft am Bielersee, der in der Vielfältigkeit von Kulturlandschaften, Lebensräumen und Landschaftselementen liegt, ist an der Verschiedenartigkeit der Rebmauern beispielhaft ablesbar. Zur Einzigartigkeit der Kulturlandschaft am Bielersee tragen Mauern als Strukturelemente in besonderem Masse bei. Umso wichtiger ist es, dass bauliche Normen die Sicherstellung der Werte dieser Kulturelemente unterstützen.

Die baulichen Massnahmen anlässlich der Rebgüterzusammenlegung stützen sich aufgrund der Verschiedenartigkeit der Neubauten auf unterschiedliche bauliche Grundlagen. Dementsprechend wurden die Baubeschreibungen der Rebmauertypen „Schafis“ und „Twann“ von der Bauleitung (Ingenieurbüro GeoplanTeam Hutzli + Kluser) dokumentiert. Der Rebmauertyp „Schafis“ wurde 1991 infolge der damaligen Rebergmelioration Schafis - La Neuveville in Zusammenarbeit mit den Schutzorganisationen durch das Ingenieurbüro erarbeitet (*GeoplanTeam dipl. Ing. ETH/SIA Hutzli + Kluser Vermessung, Geoinformatik, Umwelttechnik* (Hrsg.) 2009). Die Dokumentation des Rebmauertyps „Twann“ entstand im Rahmen der RGZ TLTA im Jahre 2010 aufgrund der kritischen Stimmen in Bezug auf die „Schafis“ Mauern. Die Ausarbeitung erfolgte wiederum durch das Ingenieurbüro GeoplanTeam Hutzli + Kluser und in Zusammenarbeit mit Schutzorganisationen (*GeoplanTeam dipl. Ing. ETH/SIA Hutzli + Kluser Vermessung, Geoinformatik, Umwelttechnik* (Hrsg.) 2010).

Wie bereits in Kapitel 6.3.1 erwähnt, wurden die Trockensteinmauern auf Grundlage einer von der SUS speziell für das Projekt erstellten Anleitung gebaut. Hans-Karl Gerber, der

Verantwortliche für die fachtechnische Überwachung des Trockenmauerbaus, erläuterte, dass diese Anleitung auf Grundlage eigener Erfahrungen und mit Einbezug der örtlichen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen entstanden sei. Die Anleitung bilde aber nur das statische Grundgerüst, denn jede Trockensteinmauer unterscheide sich hinsichtlich des Mauerbildes (*Gerber 2014: Pers. Korr.*).

Alle drei Mauertypen basieren folglich nicht direkt auf den SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk. Trotzdem dienen diese Mauern zur Prüfung der SIA-Normen auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit. Nachfolgend wird ermittelt, ob die SIA-Norm 266/2, die sich mit dem Neubau von Natursteinmauern befasst, die in Kapitel 6.3.2 analysierten Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele einbezieht. Dafür werden auch Vergleiche zwischen der SIA-Norm und den oben erwähnten baulichen Grundlagen angestellt.

Beim Vergleich der formulierten Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele mit der SIA-Norm 266/2 ist festzustellen, dass die Norm sehr wenige Aspekte zur Förderung und Erhaltung der Landschaftsqualitäten enthält. In der Einleitung der Norm finden sich Äusserungen zum gesteigerten ästhetischen Bedürfnis beim Bau von Mauern aus Naturstein und zum hohen ökologischen Wert von Natursteinmauern sowie zu deren Funktion als Vernetzungselemente von Lebensräumen. Dennoch muss für eine Konkretisierung der ökologischen Eigenschaften auf die Fachliteratur zurückgegriffen werden (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) 2012*). Die Norm gibt demnach keine weiteren Erläuterungen oder Erklärungen zu Baumassnahmen, die sich auf den ökologischen Wert von Natursteinmauern beziehen. Alle Landschaftsentwicklungsziele, die sich auf die Erhaltung und Förderung der Biodiversität beziehen, finden in der Norm keine Erwähnung. Doch vor allem hinsichtlich der relativ grossen Vielfalt an mauertypischer Flora am linken Bielerseeufer wäre dieser Aspekt sehr wichtig. Deshalb wurde bei der Ausarbeitung des Mauertyps „Twann“ darauf geachtet, dass mit den eng zusammengestossenen Vertikalfugen Lebensräume für die typische Mauervegetation geschaffen werden (*Pauli 2010a*). Die neuen Trockensteinmauern dienen ebenfalls zur Förderung und Sicherstellung der Biodiversität.

Die SIA-Norm könnte einen Beitrag zur Erhaltung der Biodiversität leisten, indem sie auf ökologisch wertvolle Mauertypen (Trockensteinmauern und Mauertyp „Twann“) und artenfördernde Baumassnahmen verweist.

In der SIA-Norm finden sich keine Anmerkungen in Bezug auf die Einpassung und Eingliederung der Natursteinmauern in die regionaltypische Landschaft. Die Norm unterscheidet nicht, ob beim Mauerbau ortstypisches Steinmaterial verwendet wird oder nicht (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) 2012*). Der Gebrauch von

ortstypischen Steinen ist aber für die Einpassung der Mauern in die umgebende Landschaft wichtig. Hinweise hinsichtlich der Anwendung ortstypischer Bearbeitungsarten und eines an die Landschaft angepassten Mauerbildes wären für die Integration der Mauern in die natürliche und kulturelle Umgebung zusätzlich wertvoll. Die Mauern nach dem Typ „Schafis“ haben verdeutlicht, wohin eine mangelhafte Berücksichtigung der kontextuellen Aspekte führen kann. Da das linke Bielerseeufer im BLN enthalten ist, bedarf es dem uneingeschränkten Schutz dieser Landschaft und der Beachtung der Ziele des Bundesinventars. Schliesslich profitiert auch die Region davon, wenn die Eigenart und Schönheit der Landschaft gemäss dem Bundesinventar geschützt wird, denn für die Wirtschaft ist die Schönheit dieser Landschaft als Aushängeschild sehr bedeutend (*Bundesamt für Umwelt BAFU* (Hrsg.) 2013: 🌐; *Ernst* 2012a).

Wie bereits die SIA-Erhaltungsnorm 269/6-1 (vgl. 7.2.1), ist auch die SIA-Norm 266/2 aufgrund des durchgehend fehlenden Bezuges zur Umgebung und den kulturellen Rahmenbedingungen durch eine Vereinheitlichung gekennzeichnet, die negative Folgen nach sich ziehen kann.

Das Fallbeispiel am linken Bielerseeufer verdeutlicht, dass bei der Neuerstellung der Natursteinmauern keine allgemeingültige Methode angewendet werden darf (*Ernst* 2010). Damit sich die Umstrukturierungen der Rebgüterzusammenlegung in die einmalige Landschaft eingliedern, mussten jeweils orts- und situationsspezifische Lösungen und bauliche Grundlagen gefunden werden (*Ernst* 2012a). Das Ergebnis der Ausarbeitungen von diesen landschaftsspezifischen Lösungen kann als Vorbild für ein landschafts-, natur- und umweltverträgliches Mauerprojekt eingestuft werden.

Damit bei der Projektierung und dem Bau von Natursteinmauern nach SIA-Norm der Blick für die kontextuellen Aspekte gewährleistet ist, muss die Standardisierung der SIA-Norm durchbrochen werden. In diesem Sinne sollte die SIA-Norm darauf hinweisen, zu Beginn jedes Bauprojektes eine Analyse der spezifischen Qualitäten einer Landschaft durchzuführen. Mithilfe eines frühzeitigen Einbezugs der Werte und Entwicklungsziele einer Landschaft kann umgangen werden, dass es erst während der Bauphase zu Einsparungen kommt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die SIA-Norm 266/2 landschafts-, natur- und umweltverträgliche Bezüge nicht in genügendem Masse berücksichtigt. Wird diese Tatsache auf das Projekt am linken Bielerseeufer bezogen, dann würde die SIA-Norm zwischen dem Bau des Rebmauertyps „Schafis“ und dem Mauertyp „Twann“ nicht unterscheiden. Das Rebmauerprojekt verdeutlicht aber, dass eine solche Standardisierung zu folgenschweren Eingriffen in eine einzigartige Kulturlandschaft führen kann.

7.2.3 Fallbeispiel Stützmauern Engadiner Hauptstrassen

Der Wert der Stützmauern entlang der Engadiner Hauptstrassen besteht in der überwiegenden Verwendung von Natursteinmauern aus regionaltypischem Steinmaterial. Die kulturelle Bedeutung der Stützmauern wird aus der traditionellen als auch aus der gegenwärtigen Nutzungsgeschichte der prägenden Strassenelemente generiert. Die Anknüpfung an die traditionelle Baukunst des alpinen Strassenbaus und die regionaltypische Mauerhandwerkskunst wirkt identitätsstiftend. Somit werden auf diese Weise Mauern gebaut, die sich optimal in die umgebenden Natur- und Kulturlandschaften eingliedern. Das heimatliche Landschafts- und Ortsbild wird so einerseits erhalten, andererseits auch die Eigenart der räumlichen Einheit als Ganzes aufgewertet.

Die Engadiner Hauptstrassen werden massgebend von Stützmauern geprägt. Ihre Funktion ist für den Strassenbau in den Alpen entscheidend. Dies lässt sich durch ihr häufiges Auftreten entlang der Strassen belegen. Dabei steht nicht jedes Element für sich alleine, sondern es kommt auf die Gesamtwirkung eines Mauerabschnittes in seiner Umgebung an. Das Mauermuster verlangt deshalb eine Anpassung an die jeweilige Situation und die charakteristischen Rahmenbedingungen (*Figi 2005; Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 1994: ).

Verschiedene Strassenabschnitte mit jeweils einheitlichem Mauermuster zeugen von einer guten Einpassung der notwendigen Stützmauern in die umgebende Landschaft. Das Tiefbauamt Graubünden wollte auch bei zukünftigen Projekten an diese traditionelle, ästhetische Baukunst anknüpfen. Dementsprechend sollten Stützmauern wieder vermehrt als Teil einer Baukultur, mithilfe derer die Werte dieser Bauobjekte ausreichend berücksichtigt werden, angesehen werden. In diesem Zusammenhang wurden bauliche Grundlagen erarbeitet, die diese Aspekte einbeziehen. Seit rund 20 Jahren dienen diese Leitlinien als Grundsatz für die Projektierung und den Bau neuer Stützmauern (*Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 1994: .

Obwohl die beiden analysierten Natursteinmauerabschnitte an der Engadiner- und Malojastrasse bereits älter sind, können diese Leitlinien als allgemeine bautechnische Grundlagen für den Bau von Stützmauern an den Engadiner Hauptstrassen herangezogen werden, denn sie orientieren sich sehr stark an bereits bestehenden Mauerstrecken.

Zusätzlich zu diesen allgemeinen Leitlinien führte das Tiefbauamt Graubünden für jede Haupt- und Verbindungsstrasse im Kanton eine Bestandaufnahme durch, um die jeweiligen charakteristischen Merkmale der Stützmauern aufzunehmen. Dafür wurden die Strassen auf begrenzbare Abschnitte mit einheitlichem Mauerbild und spezifischen Gestaltungsmerkmalen untersucht. Eine Analyse der verschiedenen Mauertypen einer Strasse in Bezug auf das Material und die allgemeine Gestaltung ermöglichte eine

Bewertung dieser Stützmauern. Ein Mauerkonzept enthält schliesslich für jede Haupt- und Verbindungsstrasse Anweisungen für zukünftige Baumassnahmen. Wertvolle und prägende Mauerbilder sollen erhalten und weitergeführt werden. Neubauten sollen sich möglichst in die bestehenden, einheitlichen Mauerabschnitte eingliedern (*Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 1994: 🌐).

Sowohl die baulichen Leitlinien für die Projektierung und Ausführung von Stützmauern, die in einer allgemeinen Wegleitung zusammengefasst sind, als auch die spezifischen Mauerkonzepte der Engadiner- und Malojastrasse können mit der SIA-Norm 266/2 verglichen werden.

Die Wegleitung beinhaltet Grundsätze, die der Erhaltung der charakteristischen Merkmale eines Strassenabschnittes dienen. Alle Baumassnahmen sollen sich dem übergeordneten Muster eines abgrenzbaren Strassenteilstückes anpassen. Damit die Eigenart eines Mauerbandes erhalten bleibt, ist eine ganzheitliche Betrachtung und Bewertung des Mauerabschnitts im Kontext mit seiner Umgebung notwendig (*Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 1994: 🌐).

Die SIA-Norm 266/2 bezieht bereits bestehende Bauten und umliegende Landschaften nicht mit ein. Gestalterische Faktoren sollen gemäss Norm ausschliesslich in Bezug auf den Zweck und die technischen Aspekte erfolgen (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2012).

Der Wert der Stützmauern entlang der Engadiner Hauptstrassen liegt aber in den über längere Strecken gleichbleibenden und der Umgebung angepassten Natursteinmauerwerksverbänden. Die Eigenart solcher Mauerabschnitte kann nur erhalten werden, wenn die umliegenden Grössen genügend Beachtung finden. Deshalb wäre es vorteilhaft, wenn die SIA-Norm den Blick für das Gesamtbild von Mauer und Umgebung schärfen würde. Mit einem kurzen Hinweis auf die Bedeutung der Verbindung zwischen Mauer und Landschaft hinsichtlich gestalterischer Aspekte könnte schon viel erreicht werden.

Damit eine Natursteinmauer an ihre Umgebung angepasst werden kann, sollen nach Wegleitung des Tiefbauamtes Graubünden nur Steine verwendet werden, die möglichst aus unmittelbarer Nähe stammen. Damit kann gewährleistet werden, dass das Erscheinungsbild der Natursteinmauer dem regionaltypischen Charakter der Landschaft entspricht. Zudem soll das Steinmaterial eines Strassenabschnittes einheitlich sein (*Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 1994: 🌐).

Im Gegensatz dazu enthält die SIA-Norm keine Anordnungen hinsichtlich der Verwendung von regionaltypischem Gestein. Mauern aus Steinen, die nicht dem Charakter der

Umgebung entsprechen, wirken jedoch als Fremdkörper und können sich nicht in die Landschaft integrieren.

Die SIA-Norm könnte anmerken, dass bei Natursteinmauern regionaltypisches Steinmaterial aus möglichst naher Umgebung verwendet werden soll. Da die SIA-Norm im Anhang bereits eine Liste mit den lieferbaren Natursteinen der Schweiz und deren Vorkommen enthält (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2012), könnte mit dem Hinweis auf die Verwendung regionaltypischer Steinarten direkt auf diese Auflistung verwiesen werden.

Die Mauerkonzepte der Engadiner- und Malojastrasse enthalten spezifische Merkmale zu den Strassenverläufen. Diese Merkmale sind für die Eigenart der Strassenabschnitte von hoher Bedeutung und sollen bei Baumassnahmen erhalten bleiben. Auf beiden Strassenstrecken ist der ausschliessliche Einsatz von Natursteinmauern nach dem Gemischtmauerwerkstyp MX 3 (vgl. 6.4.2) beizubehalten (*Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 1998a: ; *Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 1998b: ). Dieser Mauerwerkstyp knüpft an die Tradition des Mauerbaus mit dünnen Fugen und gleichmässigem, ruhigem Mauerbild an (*Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 1994: ). Die Förderung und Erhaltung der charakteristischen, regionaltypischen Natursteinmauern und deren Bauweise als prägende Elemente der historischen und aktuellen Verkehrsinfrastrukturlandschaft entlang der Engadiner- und Malojastrasse kann mithilfe der Mauerkonzepte dementsprechend gesichert werden.

Weiter gelten die überwachsenen Mauerkronen der bergseitigen Stützmauern als Charakteristikum der Engadinerstrasse. Die Integration der Mauer in die natürliche Umgebung wird dadurch unterstützt. Auch bei zukünftigen Baumassnahmen sollen solche Mauerkronen als besonderes Merkmal der Strassenstrecke erhalten und gefördert werden (*Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 1998a: ).

Eine allgemeine Norm wie die SIA-Norm 266/2 kann selbstverständlich nicht in gleichem Masse auf spezifische Merkmale eingehen wie dies bei den beiden Mauerkonzepten der Engadiner- und Malojastrasse der Fall ist. Trotzdem können die Mauerkonzepte als Vorzeigebispiele herangezogen werden, denn sie zeigen, dass die Qualitäten einer Landschaft und deren Entwicklungsziele auf relativ einfache Art und Weise erkannt und umgesetzt werden können. Diese Vorgehensweise sollte auf die SIA-Norm übertragen werden. Die Norm sollte darauf verweisen, dass zu Beginn eines Bauprojektes die spezifischen Qualitäten und Entwicklungsziele der Landschaft, in die das Objekt gebaut wird, zu ermitteln sind.

Im Gegensatz zur Wegleitung des Tiefbauamtes Graubünden geht die SIA-Norm 266/2 kurz auf die Begrünung von Natursteinmauern ein. Demnach hat leichter Bewuchs keine

negativen Auswirkungen auf eine Mauer (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2012). Die SIA-Norm sollte aber verstärkt natur- und umweltbezogene Aspekte gewichten. So wäre es vorteilhaft, wenn auf die Zerschneidungsfunktion von Strassen eingegangen würde. Zusätzlich verbindende Strukturen wie Saumstreifen entlang der Mauern könnten die negativen Folgen des Strassenbaus reduzieren. Mit Anmerkungen auf weiterführende Literatur (etwa auf die SIA-Dokumentation D 0167 Landschaftsgerecht planen und bauen) würde die SIA-Norm einen Beitrag leisten, damit Natursteinmauern ihre Funktion als Vernetzungselemente verstärkt wahrnehmen könnten. Vor allem im Hinblick auf die heutige Stützmauerbauweise an Strassen in Form von Steinverkleidungen (*Tiefbauamt Graubünden* (Hrsg.) 2012b) wäre es sinnvoll, den ökologischen Wert solcher Mauern mit weiteren vernetzenden Massnahmen aufzuwerten.

Wie bereits in Kapitel 7.2.2 festgestellt wurde, verdeutlicht auch dieses Fallbeispiel, dass die Einbeziehung kontextueller Aspekte einer Mauer bei der SIA-Norm 266/2 fehlt. Dementsprechend kommt es zwangsläufig zu einer Standardisierung und es besteht das Risiko, dass die Berücksichtigung von Aspekten der landschaftlichen und naturbedingten Kontextsituation während baulicher Massnahmen zu schwach erfolgt.

7.3 Fehlende Aspekte der Normen

Der Vergleich der aufgezeigten baulichen Grundlagen mit den SIA-Normen hat ergeben, dass die SIA-Normen den Einbezug landschaftsspezifischer Aspekte nicht in genügendem Masse gewichten. Obwohl gemäss den Fragenkatalogen die Ergänzung der SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk mit ästhetischen, ökologischen, kulturellen und weiteren Aspekten als unnötig eingestuft wurde, verdeutlichen die drei Fallbeispiele, dass die angewendeten baulichen Grundlagen solch landschaftsspezifische Aspekte beinhalten. Es wäre denkbar, dass die Normen für die befragten Ingenieure eine untergeordnete Rolle spielen, weil sie im Gegensatz zu den verwendeten Baugrundlagen durch eine starke Standardisierung gekennzeichnet sind. Diese Standardisierung entsteht durch die fehlende Integration der Landschaft. So wurden die Fallbeispiele vielleicht deshalb nicht direkt auf Grundlage der SIA-Normen erbaut, weil für eine gebührende Gewichtung der landschaftlichen Besonderheiten jeweils weitere spezifischere Grundlagen beigezogen werden mussten. Ein weiterer Grund könnte darin liegen, dass sich die Ingenieure nicht zu stark auf die SIA-Normen stützen wollen und die eigene regionaltypische Baukunst sowie spezifische Leitlinien bewahren möchten. Diese Annahme deckt sich mit der Aussage von Philipp Rück, der den Ingenieuren in der Schweiz traditionellerweise eine nicht streng nach Normen orientierte Bauweise zuwies (vgl. 7.1). Zudem wäre mit dieser Annahme auch ein Erklärungsansatz gefunden, weshalb alle vier Ingenieure die Erweiterung der SIA-Normen

mit landschaftsspezifischen Aspekten als unnötig einstufen. Beide Begründungsansätze müssen jedoch als Hypothesen stehen bleiben.

Während die hier untersuchten Fallbeispiele die Integration von Aspekten der landschaftlichen und naturbedingten Kontextsituation mit Ausnahme des Rebmauertyps „Schafis“ gewährleisten, macht der SIA auf gängige Blockmauerwerke aufmerksam, die diesen Aspekten nicht gerecht werden (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2012).

Der SIA versteht es jedoch als wesentliches Ziel, den Lebensraum der Schweiz nachhaltig, zukunftsfähig und qualitativ hochwertig zu gestalten (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013c: ④). Ausserdem setzt der SIA auf eine interdisziplinäre Zusammenarbeit, um alle Aspekte der zu gestaltenden Umwelt in den Planungsprozess einzubeziehen. Dieses Bestreben umfasst die Integration von ökologischen, regional- und kulturspezifischen Anliegen (*Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein* (Hrsg.) 1996a; *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2013c: ④). Mit seinen Dokumentationen verdeutlicht der SIA die Wichtigkeit einer landschaftsgerechten Bauweise (*Kleiner & Schmitt* 2001). Dabei schliesst er einerseits an die Bestrebungen des Landschaftskonzepts Schweiz (*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung* (Hrsg.) 1998: ④), andererseits an die Planungsgrundsätze (Artikel 3) des Raumplanungsgesetzes (*Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft* (Hrsg.) 1979: ④) sowie an die Beschlüsse (Artikel 1) des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz (*Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft* (Hrsg.) 1966: ④) an. Allerdings fehlt bei den untersuchten Normen zum Natursteinmauerwerk die Inklusion dieser vom SIA angestrebten Aspekte.

Wie bereits in Kapitel 2.1.2 aufgezeigt wurde, ist die Bedeutung der Normenschaffung des SIA sehr gross, da der SIA in seiner Tätigkeit innerhalb der Schweiz konkurrenzlos ist (*Lendi* 1983). Zudem sind die Normen von öffentlichem Interesse und betreffen die Allgemeinheit (*Brunner* 1991). In diesem Sinne kommt es dem Gemeinwohl zugute, wenn die vom SIA geäusserten Bestrebungen einer landschaftsgerechten Gestaltung der Umwelt in die technische Normenschaffung einfliessen. Eine verstärkte Kooperation zwischen Staat und privater Normenschaffung könnte die nötige Integration von ökologischen, ästhetischen, kulturellen und weiteren Faktoren fördern. Die Berücksichtigung fehlender landschaftsspezifischer Aspekte könnte durch eine gesetzlich formulierte staatliche Einflussnahme auf die private Normenschaffung sichergestellt werden. Somit würde auch die negative Anwendung der SIA-Normen eingeschränkt werden. Die SIA-Normen sollten

nicht dazu dienen, ihre Standardisierung, die sich auf die technischen Angelegenheiten beschränken sollte, bei der Gestaltung der Umwelt anzuwenden.

Die Errichtung von Bauwerken ist Bestandteil unserer Kultur (*Kleiner & Schmitt 2001*). Um diese Komponente gebührend zu gewichten, ist deshalb nicht nur der technische Aspekt des Bauens zu beachten. Zumal die fehlende Einbeziehung von spezifischen Landschaftsaspekten zwangsläufig zu einer Banalisierung unserer Kultur führt.

Die folgende Grafik (Abb. 39) stellt die fehlenden Aspekte der SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk dar und ergänzt den technischen Schwerpunkt der Normen mit landschaftsökologischen, ästhetischen und kulturellen Aspekten. Daraus resultiert eine ganzheitliche Betrachtungsweise, die der Standardisierung der Normen entgegenwirken kann.



Abb. 39: Die Ergänzung der technischen SIA-Normen mit fehlenden Aspekten (*eigene Darstellung*).

7.3.1 Konkrete Verbesserungsvorschläge

Mit den konkreten Verbesserungsvorschlägen soll erzielt werden, die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk mit den in Abbildung 39 dargestellten fehlenden Aspekten zu ergänzen, ohne den technischen Akzent der Normen zu verschieben. Damit der Umfang der Normen weiterhin überschaubar bleibt, bietet es sich an, Verweise in die Normen einzufügen. Die SIA-Normen enthalten jeweils auf den ersten Seiten eine Übersicht mit Verweisen. An dieser Stelle werden Normen, Empfehlungen und Dokumentationen

aufgezählt, auf die die Norm Bezug nimmt (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2011). Wie in Kapitel 4.2 gezeigt, veröffentlichte der SIA Dokumentationen, die sich mit Gestaltungsgrundsätzen von Natursteinmauerwerken (D 0210 *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2005a) und dem Lebensraum Mauer (D 0134 *Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein* (Hrsg.) 1996a) beschäftigen. Dementsprechend wäre es sinnvoll, wenn die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk auf diese Dokumentationen verweisen würden. Die Kapitel der Norm 266/2 mit den konstruktiven Grundsätzen und der Begründung könnten mit Anmerkungen auf diese SIA-Dokumentationen ergänzt werden.

Ebenso sollte die Erhaltungsnorm 269/6-1 bezüglich des Erhaltungswertes auf das SIA-Merkblatt 2017 (*Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein* (Hrsg.) 2000) verweisen. Zudem sollte bei Erhaltungsmassnahmen die Beurteilung des Erhaltungswertes gemäss dem Merkblatt durchgeführt werden. Auf diese Weise würde die Ermittlung der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele ermöglicht und eine ganzheitliche Bewertung eines Bauwerkes und seiner Umgebung gefördert.

Die Fallbeispiele haben ausserdem gezeigt, dass Kulturlandschaften mit alten Natursteinmauern häufig Objekte des IVS oder BLN sind. Der kulturelle Wert solcher Mauern muss bei Erhaltungsmassnahmen und Neubauten erhalten bleiben. Die SIA-Norm 269/6-1 enthält bereits eine Anmerkung, die besagt, dass „*bei geschützten und schützenswerten Bauten aus Natursteinmauerwerk die Aspekte der mitspracheberechtigten Instanzen in Planung und Ausführung von Erhaltungsmassnahmen zu berücksichtigen sind*“ (*Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein* (Hrsg.) 2011: 8). Das Fallbeispiel der Rebmauern am linken Bielerseeufer verdeutlichte, dass solche Instanzen auch bei Neubauten frühzeitig in die Planung einzubeziehen sind. Ebenso die Ziele der genannten Inventare (IVS und BLN). Mit Anmerkungen entsprechend dem Vermerk der SIA-Norm 269/6-1 würde auch die SIA-Norm 266/2 den kulturellen Wert von Natursteinmauern gewichten.

Zusätzlich sollte auf die SIA-Dokumentation D 0167 (*Kleiner & Schmitt* 2001) verwiesen werden. Dieser Leitfaden beabsichtigt den Landschaftsaspekt im gesamten Planungs- und Bauprozess einzubeziehen. Dies wird mithilfe einer Landschaftspflegerischen Begleitplanung (LBP) angestrebt. Durch die LBP werden gestalterische und ökologische Gesichtspunkte mit technischen Aspekten verknüpft (*Kleiner & Schmitt* 2001). Die LBP strebt damit eine umfassende Einbeziehung der landschaftsökologischen und ästhetischen Aspekte (vgl. Abb. 39) an. Zusätzlich integriert die LBP die Zielsetzungen des

Landschaftskonzepts Schweiz und die Bestimmungen des Natur- und Heimatschutzes (*Kleiner & Schmitt 2001*).

Mit den hier genannten Dokumentationen hat der SIA Grundlagen erarbeitet, die den technischen Schwerpunkt der Normen mit weiteren Aspekten ergänzen könnte. Deshalb wäre es sinnvoll, diese Dokumentationen in das Normenwerk einfließen zu lassen.

Da die Ausführungen zum Trockensteinmauerwerk in den SIA-Normen 266/2 und 269/6-1 relativ knapp ausfallen, scheint es zweckmässig, in Bezug auf Trockensteinmauern auf die Bau- und Reparaturanleitung der SUS (*Tufnell et al. 2009*) hinzuweisen. Mit dem Vermerk auf solche weiterführende bauliche Grundlagen würde das Trockensteinmauerwerk gebührend berücksichtigt werden.

Der nachfolgende Kriterienkatalog auf Seite 100 (vgl. Tab. 31) dient zur Sensibilisierung für die verschiedenen Werte einer Landschaft. Die SIA-Norm 266/2 könnte diesen Katalog integrieren und dadurch eine Analyse der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele vor Projektierungsbeginn empfehlen. Der Kriterienkatalog basiert auf dem in Kapitel 5.2.3 dargestellten Katalog und dessen Grundlagen (vgl. Tab. 1). Des Weiteren bezieht er die in Abbildung 39 aufgeführten fehlenden Aspekte mit ein. Die formulierten Entwicklungsziele integrieren die Bestrebungen des Landschaftskonzepts Schweiz. Zusätzlich wird bei den aufgeführten Baumassnahmen auf weiterführende Literatur verwiesen. Die Kriterien sind nicht abschliessend und müssen fallspezifisch angepasst und erweitert werden.

Der Katalog wirkt der Standardisierung der SIA-Norm 266/2 entgegen, da die angepassten Baumassnahmen die Aspekte der landschaftlichen und naturbedingten Kontextsituation berücksichtigen. In diesem Sinne werden ein ganzheitlicher Blick und die Einbeziehung kontextueller Aspekte während des Bauprozesses gewährleistet.

Tab. 31: Kriterienkatalog zur Analyse der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele vor Projektierungsbeginn (verändert nach Rodewald, Schwyzer & Liechti 2014: ).

Landschaftsleistungen	Kultureller Ausdruck	Natürlicher Ausdruck	Identifikation und Heimatbildung	Kontextueller Ausdruck
Landschaftsqualitäten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Landschaft in IVS oder BLN → Schutzgebiete ▪ regionaltypische Kulturlandschaft ▪ Historisches Ortsbild → ablesbare Zeugen der Geschichte ▪ Zeugen der regionalspezifischen und traditionellen Baukunst ▪ Zeugen vergangener und aktueller Nutzung und Funktion 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ geomorphologische Gegebenheiten ▪ regionaltypisches Gestein ▪ Biotope ▪ Regionaltypische Flora ▪ Seltene und gefährdete Flora ▪ Strukturelle Vielfalt ▪ Vernetzende und strukturierende Elemente und Kleinstrukturen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kulturlandschaft für das Verständnis der regionalen und lokalen Geschichte entscheidend ▪ Erkennbare regional-spezifische Nutzungsgeschichte ▪ Ablesbare Hinweise auf die traditionelle und die gegenwärtige lokale Bedeutung ▪ Eigenart → für lokale Identität und Heimatgefühl ausschlaggebend ▪ Erlebnischarakter der Landschaft → emotionale Beziehung zur Landschaft 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifikation der unterschiedlichen Layer der Kulturlandschaften ▪ Vernetzung zwischen Biotopen, Strukturen und Kulturlandschaften ▪ Strukturüberschreitende Zusammenhänge und Wechselbeziehungen
Landschaftsentwicklungsziele	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kultureller Wert der Landschaft erhalten ▪ Förderung von regionaltypischen Landschaftselementen ▪ Sensibilisierung und Erhaltung der regionalspezifischen Bauweise und des traditionellen Handwerks ▪ Historisches Ortsbild schützen und ablesbar halten ▪ Verbundenheit mit Landschaft, Natur und Kulturgut fördern 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Platz für Eigenentwicklung und -dynamik der Natur schaffen ▪ Lebensräume für die vielfältige heimische Flora und Fauna bewahren, schützen und miteinander vernetzen ▪ Artenschutzmassnahmen lancieren ▪ Strukturelle Vielfalt begünstigen ▪ Abwechslungsreiche und vielfältige Ausgleichsflächen und -räume bewahren und fördern ▪ Nutzungsübergänge naturnah gestalten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vertrautes Landschafts- und Ortsbild bewahren und schützen ▪ Erhalt der geschichtsträchtigen Bauwerke der Landschaft ▪ Traditionelle Nutzungsgeschichte ablesbar halten ▪ Bevölkerung für altes Kulturgut und kulturelles Erbe sensibilisieren ▪ Eigenart und Erlebnischarakter der Landschaft erhalten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Integration und Einpassung in räumliche Einheit ▪ Zusammenhängende Lebensräume fördern und bewahren ▪ Vernetzung und Wechselbeziehungen zwischen Biotopen und Kulturlandschaften stärken ▪ Schutz und Förderung der Eigenart von Naturlandschaften, natürlichen Landschaftsformen und Landschaftselementen ▪ Einzigartige Kulturobjekte, Kulturlandschaften, Siedlungen und Denkmäler in passendem Umfeld bewahren
Angepasste Baumassnahmen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kultureller Wert unter Berücksichtigung der Ziele des IVS und BLN mit angepasstem Mauerbau aufwerten ▪ Authentische Erhaltung und Erneuerung der Mauern (vgl. SIA-Merkblatt 2017) ▪ Mauern in regionaltypische Kulturlandschaft einpassen (vgl. SIA-Dokumentation D 0210) ▪ Regionaltypische Bauweise und traditionelles Mauerhandwerk wählen ▪ Bei Trockensteinmauern Anleitung der SUS beziehen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Integration und Einpassung der Mauer in die natürliche Landschaft → Mauerwerksverband an Mauerbild von Trockensteinmauern anpassen ▪ Ausschliessliche Verwendung von regionaltypischem Steinmaterial (vgl. SIA-Norm 266/2 Anhang C) ▪ ökologisch wertvolle Mauertypen (v. a. Trockensteinmauern), artenfördernde Baumassnahmen (offene, schmale Fugen) und der Flora und Fauna entsprechende Pflegemassnahmen (vgl. SIA-Dokumentation D 0134) ▪ Vor allem an Strassen zusätzlich vernetzende Strukturen schaffen (vgl. SIA-Dokumentation D 0167) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anknüpfung an Bedeutungsgeschichte und kulturelles Erbe der Bauwerke durch Wahl einer traditionellen Mauerbauweise (vgl. SIA-Dokumentation D 0167) ▪ Charakteristische Eigenart der Landschaft durch angepassten Mauerwerksverband aufwerten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbindung zwischen Mauer und Landschaft und ästhetische Komponente der Landschaft bei Projektierung einbeziehen (vgl. SIA-Dokumentation D 0167) ▪ Mauern als Vernetzungselemente von Lebensräumen und Kulturlandschaften angepasst gestalten ▪ Mauer als Element einer bestehenden Raumeinheit projektieren

7.4 Diskussion der Methoden

Um die Rolle der SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk näher zu beleuchten, wurden zwei unterschiedliche Fragenkataloge mit theoretischem und praktischem Schwerpunkt zusammengestellt. Auf diese Weise sollten sowohl die theoretischen Hintergründe der Normen als auch der praktische Anwendungsbereich veranschaulicht werden. Mitglieder der SIA-Mauerwerkskommission 266 beantworteten den theoretischen Fragenkatalog. Zum Fragenkatalog des Anwendungsbereiches äusserten sich Ingenieure vom Tiefbauamt Graubünden und vom GeoplanTeam in Nidau.

Von den 19 verschickten Fragenkatalogen wurden nur 8 (also 42% vgl. Tab. 2) beantwortet. Aufgrund dieser geringen Datenmenge konnte die Rolle der SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk nicht zufriedenstellend beurteilt werden. Die Antworten der Ingenieure liessen auf eine untergeordnete Rolle der SIA-Normen schliessen. Jedoch muss darauf hingedeutet werden, dass von den insgesamt acht befragten Ingenieuren nur vier antworteten und dass drei dieser vier Ingenieure im selben Büro tätig sind (vgl. 6.1). Ebenso blieben Rückfragen, weshalb die SIA-Normen eine untergeordnete Rolle spielen, meist unbeantwortet. Wie bereits in Kapitel 5.1.1 erwähnt, präsentiert sich die Literatur zur Rolle der SIA-Normen neben den Beiträgen des SIA relativ bescheiden. Die Ergebnisse der Fragenkataloge konnten demzufolge auch nicht ausführlich in Zusammenhang mit weiterführender Literatur gestellt werden.

Es stellte sich als äusserst schwierig heraus, Fachleute für die Beantwortung der Fragen zu gewinnen. Oft verzichteten die Befragten auf die Beantwortung mit der Begründung, nicht direkt nach SIA-Normen zu bauen. Die Fragenkataloge sind aber so aufgebaut worden, dass sie auch in diesem Falle hätten ausgefüllt werden können.

Um die Rolle der SIA-Normen umfassender zu beleuchten, müssten weitere Fragenkataloge an unterschiedliche Büros verschickt werden. Dies wurde ansatzweise noch versucht, erwies sich jedoch auch als unbefriedigend, da die Rückmeldungen bescheiden ausfielen.

Für die Prüfung der SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk auf die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit wurden Natursteinmauern vor Ort untersucht und anschliessend Rückschlüsse auf die SIA-Normen gezogen. Die Fallbeispiele wurden nicht direkt nach SIA-Normen konstruiert. Die Suche nach solchen Mauern erwies sich als erfolglos. Deshalb konnte die Hypothese, dass bei der Projektierung und dem Bau von Natursteinmauern nach SIA-Normen der ganzheitliche Blick und die Einbeziehung kontextueller Aspekte zu wenig gewichtet wird, nicht zuverlässig belegt werden. Dafür hätte es ein Fallbeispiel gebraucht, das direkt nach SIA-Normen erstellt wurde. Der Vergleich der SIA-Normen mit anderen baulichen Grundlagen lässt jedoch vermuten, dass die Hypothese zutrifft.

Die Prüfung der Fallbeispiele auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit erfolgte mittels Kriterienkataloges, der auf Grundlage des von der Stiftung Landschaftsschutz Schweiz veröffentlichten Kataloges der charakteristischen Kulturlandschaften der Schweiz (Rodewald, Schwyzer & Liechti 2014: 10) erstellt wurde. Mit diesem Katalog hat die SL-FP eine Methode zur Ermittlung der Qualitäten von Landschaften und zur Erfassung konkreter Entwicklungsziele erarbeitet (Rodewald, Schwyzer & Liechti 2014: 11). Dementsprechend bildete dieser Katalog eine gute Ausgangslage, um einen spezifischen Katalog mit umfassenden Kriterien zur Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit von Mauern und ihrer Umgebung auszuarbeiten. Die Auswahl und Gewichtung der Kriterien muss kritisch beurteilt werden: Obwohl zur Ausarbeitung der Kriterien mehrere literarische Grundlagen (vgl. 5.2.3) beigezogen wurden, handelt es sich dennoch um eine subjektive, nicht abschliessende Einschätzung.

Der Katalog liess eine ausführliche Erfassung der Qualitäten und Werte aller Fallbeispiele zu. Es muss allerdings festgehalten werden, dass die Methode eine begrenzte zeitliche Aussagekraft aufweist, also den Ist-Zustand widerspiegelt. Für eine detaillierte Analyse der Fallbeispiele sollten laut Rodewald, Schwyzer & Liechti (2014: 12) lokale Experten hinzugezogen werden. Dem wurde in dieser Masterarbeit mit persönlichen Korrespondenzen Folge geleistet. Auf diese Weise konnten beispielsweise historische Nutzungsformen, Aspekte der Identifikation und Heimatbildung sowie kulturelle Werte zuverlässig erfasst werden. Um eine erweiterte zeitliche Aussagekraft zu erlangen, wurden die Fallbeispiele mit geschichtlichen Hintergrundinformationen in einen Kontext gesetzt. Die Ergebnisse liessen schliesslich Rückschlüsse auf die SIA-Normen zu. Durch den Vergleich der SIA-Normen mit weiteren baulichen Grundlagen war es möglich, die Standardisierung der Normen aufzuzeigen.

Gemäss Liechti (2014: 13) lässt sich der Katalog der SL-FP für verschiedene Landschaftsanliegen anwenden. Mit einer klaren Zielsetzung kann die Perspektive jeweils geändert und der Aufwand der Erfassung sowie die Stärke der Vertiefung angepasst werden (Liechti 2014: 13). In diesem Sinne erwies sich die Methode des Kriterienkataloges auch für die Erarbeitung der Verbesserungsvorschläge als sehr geeignet. Die Kriterien wurden entsprechend angepasst und erweitert.

8. Fazit

Die Prüfung der SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk auf die Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit hat ergeben, dass die Normen durch eine starke Standardisierung gekennzeichnet sind, die sich aufgrund der fehlenden Integration von landschaftsspezifischen Aspekten ergibt. Neben einer vom SIA angestrebten Standardisierung der technischen Angelegenheiten, beinhalten die Normen auch eine Standardisierung in Bezug auf die Gestaltung der Umwelt. Das Fallbeispiel der Rebmauern am linken Bielerseeufer hat jedoch verdeutlicht, dass eine solche Standardisierung zu folgenschweren Eingriffen in die Einzigartigkeit unserer Kulturlandschaften führen kann.

Damit die Integration der Aspekte der landschaftlichen und naturbedingten Kontextsituation bei Baumassnahmen gebührend gewichtet wird, muss eine frühzeitige Erfassung der spezifischen Landschaftsqualitäten und -entwicklungsziele erfolgen. Auf diese Weise kann ein Bauprojekt in die Landschaft eingepasst und eine Erhaltung der Landschaftswerte sichergestellt werden.

Die formulierte Hypothese, dass bei der Projektierung und dem Bau von Natursteinmauern nach SIA-Normen der ganzheitliche Blick und die Einbeziehung kontextueller Aspekte zu wenig gewichtet wird, kann nicht zuverlässig beantwortet werden. Da keine Fallbeispiele untersucht werden konnten, die direkt nach SIA-Normen errichtet wurden, muss diese Hypothese so stehen gelassen werden. Da sich jedoch bestätigt hat, dass im Vergleich mit anderen baulichen Grundlagen Aspekte der Landschaft bei den SIA-Normen nicht beachtet werden, kann davon ausgegangen werden, dass die These zutrifft.

Den SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk wurde gemäss Fragenkatalogen eine untergeordnete Rolle zugesprochen. Inwiefern dies mit der starken Standardisierung zusammenhängt, bleibt dahingestellt. Es wurde hingegen deutlich, dass die Normen grundsätzlich technischen Ansprüchen genügen müssen. Dadurch kann es aber zu einer negativen Anwendung der Normen kommen, denn sie bieten die Möglichkeit, sich aus der Verantwortung eines situationsgemässen Handelns im Hinblick auf die Verbindung von Landschaft und Bauwerk zu ziehen.

Damit der technische Fokus der SIA-Normen nicht zu einer Banalisierung unserer Kultur führt, müssen die Normen mit landschaftsökologischen, ästhetischen und kulturellen Aspekten ergänzt werden. Dies kann mithilfe eines Kriterienkataloges erreicht werden. Auf diese Weise kommt es zu einer ganzheitlichen Integration der relevanten Aspekte, die eine nachhaltige Bebauung unserer Landschaft gewährleisten.

9. Ausblick

Da die Prüfung der Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit an Natursteinmauern durchgeführt wurde, die nicht direkt nach SIA-Normen erstellt wurden, wäre es interessant, auch Mauern zu prüfen, die direkt nach SIA-Normen erstellt wurden. Die Resultate könnten schliesslich mit den Ergebnissen dieser Masterarbeit verglichen werden. Direkt nach SIA-Normen erbaute Natursteinmauern lassen sich womöglich bei Stützmauern der SBB finden. Solche Mauern weisen oft ein grosses Volumen auf, weshalb die Untersuchungen angepasst werden müssten. Ausserdem wäre es aufschlussreich, weitere SIA-Normen auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit zu prüfen und jeweils geeignete Verbesserungsmöglichkeiten zu erarbeiten.

Des Weiteren würde es sich anbieten, die Frage nach der Rolle der SIA-Normen zu vertiefen. Wie bereits in Kapitel 7.4 festgestellt wurde, müssten dafür weitere Fragenkataloge an unterschiedliche Büros verschickt werden. Möglicherweise könnten die in dieser Masterarbeit aufgrund geringer Datenmenge entstandenen Probleme umgangen werden, indem nicht nur auf die Normen zum Natursteinmauerwerk Bezug genommen würde, sondern auf die Rolle der SIA-Normen allgemein. Gemäss den Fragenkatalogen sind Tragwerksnormen zum Beton oder Stahl beispielsweise stärker verbreitet als die Normen zum Natursteinmauerwerk.

In Kapitel 2.2 wurde vermerkt, dass die aktuellen SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk nur sehr eingeschränkt auf bautechnische Aspekte in Bezug auf das Trockensteinmauerwerk eingehen. In der Einleitung wurde auf den hohen ökologischen und kulturellen Wert dieser Mauerbauweise verwiesen. Dementsprechend bietet sich diese Bauweise im Sinne einer nachhaltigen Landschaftsentwicklung besonders an. Die Trockensteinmauern am linken Bielerseeufer haben zudem gezeigt, dass solche Mauern den heutigen Nutzungsansprüchen genügen können. Deshalb wäre es interessant, der Frage nachzugehen, weshalb auf diese Bauweise in den Normen nur sehr knapp Bezug genommen wird. In einer weiterführenden Arbeit könnten ausserdem Möglichkeiten gesucht werden, um das Trockensteinmauerwerk verstärkt in die SIA-Normen zu integrieren. Einen ersten Schritt in diese Richtung macht der SIA mit der geplanten Erarbeitung eines Merkblattes zum Neubau von Trockensteinmauern.

10. Zusammenfassung

Der freie Landschaftsraum wird in der Schweiz mehr und mehr verbaut. Vor allem „gewöhnliche“ Baukonstruktionen wie Natursteinmauern werden oftmals in die Landschaft gebaut, ohne sie den landschaftsspezifischen Rahmenbedingungen anzupassen. Auf diese Weise entstehen Bauwerke, die nicht in die Landschaft integriert sind und einen Verlust der Landschaftswerte zur Folge haben. Durch die Berücksichtigung von ästhetischen Aspekten und Einsatz von traditionellem Wissen können Natursteinmauern unsere Kulturlandschaften jedoch aufwerten und aufgrund ihres ökologischen Wertes eine wichtige Funktion im natürlichen Haushalt übernehmen.

Um eine nachhaltige Bebauung zu gewährleisten, müssen die Baunormen landschaftsspezifische Aspekte angemessen einbeziehen. In diesem Sinne prüft die vorliegende Masterarbeit die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit.

Die Fragenkataloge zur Rolle der SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk haben ergeben, dass die Normen eine untergeordnete Rolle spielen und deshalb beim Bau von Mauern weitere bauliche Grundlagen zum Einsatz kommen. Es stellte sich deshalb die Frage, inwiefern sich die SIA-Normen von anderen Baugrundlagen unterscheiden.

Folglich wurden drei Fallbeispiele ausgewählt, die nicht direkt nach SIA-Normen erbaut wurden. Die Trockensteinmauern auf dem Septimerpass, die Rebmauern am linken Bielerseeufer und die Stützmauern an den Engadiner Hauptstrassen wurden mittels eines Kriterienkataloges auf ihre Landschafts-, Natur- und Umweltverträglichkeit untersucht. Der Katalog diente zur Erfassung der spezifischen Landschaftsqualitäten der Mauern und ihrer Umgebung sowie zur Bestimmung von passenden Landschaftsentwicklungszielen. Daraus resultierte, dass die Fallbeispiele grösstenteils an die regionalen Rahmenbedingungen angepasst sind und sie die Landschaft aufwerten. Anschliessend wurden die SIA-Normen mit den baulichen Grundlagen der Fallbeispiele verglichen. Auf diese Weise konnte festgestellt werden, inwieweit die SIA-Normen Landschaftsqualitäten einfließen lassen.

Die Ergebnisse liessen auf eine Standardisierung der Normen schliessen, die sich aufgrund der fehlenden Integration von landschaftsspezifischen Aspekten ergibt. Um einer Banalisierung unserer Baukultur entgegenzuwirken, muss der technische Fokus der SIA-Normen mit landschaftsökologischen, ästhetischen und kulturellen Aspekten ergänzt werden. Dafür wurde ein Kriterienkatalog erarbeitet, der vor jeder Projektierungsphase zur Ermittlung der Qualitäten einer Landschaft herangezogen werden kann. Somit können konkrete Ziele für die zukünftige Entwicklung der Landschaft festgelegt werden. Die Baumassnahmen lassen sich den spezifischen Landschaftsqualitäten und

Entwicklungszielen anpassen und gewährleisten eine nachhaltige Gestaltung unseres Lebensraumes.

11. Literaturverzeichnis

11.1 Bücher

Bau GD Ib & Bau GD Hb (Hrsg.) (1992) *Gestaltungsrichtlinien für Ingenieurbauwerke der SBB. Weisung Bau GD 40/92*. Bern, 1-73.

Brunner A. (1991) *Technische Normen in Rechtsetzung und Rechtsanwendung*. Basler Studien zur Rechtswissenschaft. Reihe B: Öffentliches Recht. Band 32. Basel, 1-220.

Bühler T. (1993) *Technische Normen, technische Vorschriften und Konformitätsnachweis nach EG-Recht. Einführung in die Grundsätze. Die Lage für die Schweiz ohne EWR*. Zürich, 1-174.

Bundesamt für Strassen ASTRA (Hrsg.) (2007) *Historische Verkehrswege im Kanton Graubünden*. Bern, 1-68.

Delarze R. & Y. Gonseth (unter Mitarbeit von Galland P., Eggenberg S. & M. Vust) (2008) *Lebensräume der Schweiz. Ökologie – Gefährdung - Kennarten*. 2., vollständig überarbeitete Auflage. Bern, 1-424.

Düll R. & B. Düll-Wunder (2012) *Moose einfach und sicher bestimmen. Ein illustrierter Exkursionsführer zu den Arten Deutschlands und angrenzender Länder*. 2., korrigierte und verbesserte Auflage. Wiebelsheim, 1-512.

Gredig H. (1990) *Arbeitsgrundlage zur IVS-Dokumentation Septimer-Pass. Auszug aus den IVS-Dokumentationen 1256 Bivio und 1276 Val Bregaglia*. Bern, 1-115.

Gremminger T., Keller V., Roth U., Schmitt H.-M., Stremlow M. & W. Zeh (2001) *Landschaftsästhetik. Wege für das Planen und Projektieren. Leitfaden Umwelt Nr. 9*. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (Hrsg.). Bern, 1-92.

Grêt-Regamey A., Neuenschwander N., Wissen Hayek U., Backhaus N. & S. Tobias (2012) *Landschaftsqualität in Agglomerationen. Forschungsstudie Nationales Forschungsprogramm 54*. Zürich, 1-90.

Kleiner J. & H.-M. Schmitt (2001) *Dokumentation D 0167. Landschaftsgerecht planen und bauen. Wegleitung zur landschaftspflegerischen Begleitplanung*. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.). Zürich, 1-86.

Labhart T. P. (2009) *Geologie der Schweiz*. 8. Auflage. Bern, 1-211.

Lauber K., Wagner G. & A. Gygax. (2012) *Flora Helvetica*. 5., vollständig überarbeitete Auflage. Bern, 1-1656.

Licht W. (2013) *Zeigerpflanzen. Erkennen und Bestimmen*. Wiebelsheim, 1-485.

Ringel I. H. (2011) *Der Septimer. Wahrnehmung und Darstellung eines Alpenpasses im Mittelalter*. Chur, 1-452.

Schmithüsen J. (1968) *Was ist eine Landschaft? Saarbrücker Universitätsreden 10. Festvortrag gehalten am 6. Mai 1963 anlässlich der Immatrikulationsfeier für das Sommersemester 1963*. Universität des Saarlandes und Vereinigung der Freunde der Universität des Saarlandes e.V. (Hrsg.). Saarbrücken, 1-26.

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.) (1994) *Tragwerksnormen 1892-1956. Eine Sammlung der in der Schweiz zwischen 1892 und 1956 erlassenen Verordnungen, Vorschriften und Normen für Tragwerke aus Stahl, Beton, Mauerwerk und Holz*. Zürich, 1- 312.

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.) (1996a) *Dokumentation D 0134. Leben zwischen den Steinen. Sanierung historischer Mauern. Publikation in Zusammenarbeit mit dem Gartenbauamt der Stadt Zürich*. Zürich, 1-47.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2005a) *Dokumentation D 0210. Ingenieurentwurf - Formgebung und Gestaltung von Ingenieurbauwerken. Referate der Tagung vom 26. November 2004. FBH Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau*. Zürich, 1-125.

Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS (Hrsg.) (2014) *Trockenmauern. Grundlagen, Bauanleitung, Bedeutung*. Bern, 1-464.

Townsend C. R., Begon M. & J. L. Harper (2009) *Ökologie*. 2. Auflage. Berlin, 1-622.

Tufnell R., Rumpe F., Ducommun A. & M. Hassenstein (2009) *Trockenmauern: Anleitung für den Bau und die Reparatur*. 9. Auflage. Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS (Hrsg.). Bern, 1-83.

11.2 Buchkapitel

Figi H. (2005) Stützmauern im Gebirge. In: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.): *Dokumentation D 0210. Ingenieurentwurf - Formgebung und Gestaltung von Ingenieurbauwerken. Referate der Tagung vom 26. November 2004. FBH Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau*. Zürich, 59-72.

Hornung R. (2012) Das Oberengadin um St. Moritz. In: Görlich U. & M. Wandeler (Hrsg.): *Auf Gemeindegebiet. Schlieren-Oberengadin. Fotografien zum räumlichen Wandel im Mittelland und in den Alpen seit 1945. On Common Ground. Schlieren-Upper Engadine. Photographs of Spatial Development in Suburban Regions and the Alps Since 1945.* Zürich, 9–10.

Ineichen S. (1996) Mauervegetation: schädlich oder nützlich für das Mauerwerk? In: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): *Dokumentation D 0134. Leben zwischen den Steinen. Sanierung historischer Mauern. Publikation in Zusammenarbeit mit dem Gartenbauamt der Stadt Zürich.* Zürich, 21–22.

Landolt E. (1996) Bedeutung der Mauern als Lebensraum für Pflanzen. In: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): *Dokumentation D 0134. Leben zwischen den Steinen. Sanierung historischer Mauern. Publikation in Zusammenarbeit mit dem Gartenbauamt der Stadt Zürich.* Zürich, 24–28.

Roth-Bianchi W. (2007) Die Geschichte des Kantons Graubünden ist die Geschichte seiner Alpenpässe und Verkehrswege. Von den Saumpfaden zur Nationalstrasse. In: Bundesamt für Strassen ASTRA (Hrsg.): *Historische Verkehrswege im Kanton Graubünden.* Bern, 8-21.

Schneller F. (1996) Bautechnische Probleme alter Stützmauern in Natursteinmauerwerk - Schwergewichtsmauern. In: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): *Dokumentation D 0134. Leben zwischen den Steinen. Sanierung historischer Mauern. Publikation in Zusammenarbeit mit dem Gartenbauamt der Stadt Zürich.* Zürich, 8–14.

11.3 Zeitschriftenartikel

Colas A.-S., Morel J.-C. & D. Garnier (2010) Full-scale field trials to assess dry-stone retaining wall stability. *Engineering Structures* 32: 1215–1222.

Ewald K. C. (1997) Die Natur des Naturschutzes im landschaftlichen Kontext - Probleme und Konzeptideen. *GAIA* 6/4: 253–264.

Haller P. (1965) Mauerwerk im Ingenieurbau: Betrachtungen zu den neuen SIA-Normen Nr. 113: Vortrag. *Schweizerische Bauzeitung* 83/7: 103–107.

Kremer B. P. & H. Bellmann (2000) Auch Mauerwerk ist Lebensraum. *Biologie in unserer Zeit* 30/2: 97–104.

Kron B. (2010) Steine des Anstosses. *Baublatt. Aktuelle Informationen für die Schweizer Baubranche* 50: 6-9.

Lendi M. (1983) Die SIA-Normen - Struktur und Geltung. *Schweizer Ingenieur und Architekt* 101/7: 177–181.

Ryf K. (2009) Rebgüterzusammenlegung Twann-Ligerz-Tüscherz-Alfermée (TLTA). *Geomatik Schweiz: Geoinformation und Landmanagement* 107/7: 352–356.

Sperber H. H. (2003) Die Natursteinmauer. Ein prägender Kleinlebensraum in Städten und Dörfern. *Stadt+Grün* 8: 36–40.

Theiler L. (2004) Verschwinden die Trockenmauern aus der Landschaft? *FLS Bulletin. FSP Bollettino* 20: 4–6.

Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) (2012b) Stützmauern als landschaftsprägendes Bauelement. *Tiefbauamt Graubünden info* 93: 1-4.

11.4 Projektunterlagen und Broschüren

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung (Hrsg.) (1999) *Landschaftskonzept Schweiz. Kurzfassung*. Bern, 1-56.

Ernst M. (2010) *Beitragsgesuch FLS. Trockenmauern. Projektziele aus der Sicht des Landschaftsbildes. RGZ TLTA Rebmauern-Wegbau. Problemanalyse 14.08.2010*. Bern, 1-3.

Ernst M. (2012a) *Rebmauern am linken Bielerseeufer - Gedanken zu einer langen und spannenden Geschichte*. Bern, 1-3.

Ernst M. (2012b) *RGZ TLTA Trockenmauerprojekt-Begleitkommission. 1. Sitzung vom 21.02.2012*. Bern, 1-1.

Ernst M. (2013) *RGZ TLTA Weg 31 oberhalb und westlich vom Lachenweg*. Bern, 1-3.

GeoplanTeam dipl. Ing. ETH/SIA Hutzli + Kluser Vermessung, Geoinformatik, Umwelttechnik (Hrsg.) (2009) *Neue Natursteinmauern. Im Rebberg Twann-Ligerz-Tüscherz-Alfermée. Dokumentation und Aufbau des Rebmauertyps "Schafis"*. Nidau, 1-4.

GeoplanTeam dipl. Ing. ETH/SIA Hutzli + Kluser Vermessung, Geoinformatik, Umwelttechnik (Hrsg.) (2010) *Neue Natursteinmauern. Im Rebberg*

Twann-Ligerz-Tüscherz-Alfermée. Dokumentation und Aufbau des Rebmauertyps "Twann". Nidau, 1-2.

Parc Ela (Hrsg.) (n. d.) *Trockenmauer-Inventar Parc Ela: Anleitung, Definitionen für Feldarbeit.* Chur, 1-4.

Parc Ela (Hrsg.) (2013) *Sanierung Trockenmauern am Septimer. Risanamento dei muri a secco sul Settimo.* Savognin, Informationstafeln auf dem Septimer.

Pauli H. R. (2010a) *Mauerbau im Perimeter der Rebgüterzusammenlegung Twann-Ligerz-Tüscherz-Alfermée: Förderung der Biodiversität.* Twann, 1-3.

Pauli H. R. (2010b) *Strukturen der neuen Rebmauern. Förderung der Biodiversität.* Twann, 1-1.

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.) (1980) *Naturstein-Mauerwerk. Norm Ausgabe 1980. 178.* Zürich, 1-28.

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.) (1996b) *Naturstein-Mauerwerk. Empfehlung Ausgabe 1996. V 178.* Zürich, 1-48.

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.) (2000) *Merkblatt 2017. Erhaltungswert von Bauwerken.* Zürich, 1-12.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2003) *Mauerwerk 266.* Zürich, 1-44.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2005b) *Leitfaden für das Normenschaften beim SIA.* Zürich, 1-23.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2010) *Norm. Berufsinstrumente Planen und Bauen. Instruments pour concevoir et bâtir. Strumenti professionali per progettare e costruire.* Zürich, 1-12.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2011) *Erhaltung von Tragwerken – Mauerwerksbau, Teil 1: Natursteinmauerwerk 269/6-1.* Zürich, 1-40.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2012) *Natursteinmauerwerk 266/2.* Zürich, 1-60.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2013a) *Normungspolitik SIA.* Zürich, 1-5.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2013b) *Normung und Recht - der rechtliche Status von Normen*. Zürich, 1-7.

Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS (Hrsg.) (2011) *Anleitung Trockenmauerbau Rebgrüterzusammenlegung Twann Ligerz Tüscherz Alfermée*. Bern, 1-12.

Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) (2012a) *Daten Strassenbau Hauptstrassen*. Chur, 1-9.

11.5 Lexikoneinträge

Knapp C., Borel M. & V. Attinger (Hrsg.) (1902) Bielersee. In: *Geographisches Lexikon der Schweiz*. Erster Band. Neuenburg, 255-258.

Knapp C., Borel M. & V. Attinger (Hrsg.) (1904) Engadin. In: *Geographisches Lexikon der Schweiz*. Zweiter Band. Neuenburg, 8-14.

Knapp C., Borel M. & V. Attinger (Hrsg.) (1905) Maloja. In: *Geographisches Lexikon der Schweiz*. Dritter Band. Neuenburg, 280-282.

Knapp C., Borel M. & V. Attinger (Hrsg.) (1908). Septimerpass. In: *Geographisches Lexikon der Schweiz*. Fünfter Band. Neuenburg, 503-504.

11.6 Internetquellen

Bundesamt für Kultur Sektion Heimatschutz und Denkmalpflege ISOS (Hrsg.) (2014a) *Das ISOS in Kürze*. Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.bak.admin.ch/isos/03188/index.html?lang=de> [Stand: 18.11.2014]

Bundesamt für Kultur Sektion Heimatschutz und Denkmalpflege ISOS (Hrsg.) (2014b) *Liste der Ortsbilder von nationaler Bedeutung*. Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.bak.admin.ch/isos/03198/03215/index.html?lang=de> [Stand: 18.11.2014]

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz (Hrsg.) (2013) *Klimanormwerte Segl-Maria. Normperiode 1981-2010*. Zürich, 1-2. Online verfügbar. URL: http://www.meteoschweiz.admin.ch/files/kd/climsheet/de/SIA_norm8110.pdf [Stand: 02.11.2014]

Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.) (n. d. a) *Flora Web*. Bonn. Online verfügbar. URL: <http://www.floraweb.de/index.html> [Stand: 13.09.2014]

Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.) (n. d. b) *Informationen zu Pflanzengesellschaften*. Bonn. Online verfügbar. URL:

http://www.floraweb.de/vegetation/PflGesHomepageLayout.php3?taxon_id=914 [Stand: 29.10.2014]

Bundesamt für Strassen ASTRA (Hrsg.) (2006a) *Das Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz IVS*. Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.ivs.admin.ch/index.php?id=242> [Stand: 08.10.2014]

Bundesamt für Strassen ASTRA (Hrsg.) (2006c) *Inventar historischer Verkehrswege der Schweiz. IVS Dokumentation. Kanton Bern. BE 2144. Geschichte*. Bern, 1-4. Online verfügbar. URL: https://dav0.bgdi.admin.ch/kogis_web/downloads/ivs/beschr/de/BE21440000.pdf [Stand: 18.11.2014]

Bundesamt für Strassen ASTRA (Hrsg.) (2006d) *Inventar historischer Verkehrswege der Schweiz. IVS Dokumentation. Kanton Graubünden. GR 29. Geschichte*. Bern, 1-6. Online verfügbar. URL: https://dav0.bgdi.admin.ch/kogis_web/downloads/ivs/beschr/de/GR00290000.pdf [Stand: 09.10.2014]

Bundesamt für Strassen ASTRA (Hrsg.) (2006e) *Inventar historischer Verkehrswege der Schweiz. IVS Dokumentation. Kanton Graubünden. GR 33.10. Geschichte*. Bern, 1-4. Online verfügbar. URL: https://dav0.bgdi.admin.ch/kogis_web/downloads/ivs/beschr/de/GR00331000.pdf [Stand: 02.11.2014]

Bundesamt für Strassen ASTRA (Hrsg.) (2006f) *Inventar historischer Verkehrswege der Schweiz. IVS Dokumentation. Kanton Graubünden. GR 59. Geschichte*. Bern, 1-3. Online verfügbar. URL: https://dav0.bgdi.admin.ch/kogis_web/downloads/ivs/beschr/de/GR00590000.pdf [Stand: 02.11.2014]

Bundesamt für Strassen ASTRA (Hrsg.) (2006g) *Inventar historischer Verkehrswege der Schweiz. IVS Dokumentation. Kanton Graubünden. GR 59.10. Geschichte*. Bern, 1-5. Online verfügbar. URL: https://dav0.bgdi.admin.ch/kogis_web/downloads/ivs/beschr/de/GR00591000.pdf [Stand: 02.11.2014]

Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) (2011a) *Beschreibungen der BLN-Objekte. 19 Graubünden*. Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.bafu.admin.ch/bln/02687/11211/index.html?lang=de> [Stand: 01.11.2014]

Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) (2011b) *Beschreibungen der BLN-Objekte. 10 Ketten- und Plateaujura*. Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.bafu.admin.ch/bln/02687/11211/index.html?lang=de> [Stand: 19.07.2014]

Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) (2013) *Ziel und Zweck des BLN*. Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.bafu.admin.ch/bln/07124/index.html?lang=de> [Stand: 26.07.2014]

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft & Bundesamt für Raumplanung (Hrsg.) (1998) *Landschaftskonzept Schweiz. Teil 1 Konzept; Teil II Bericht. Konzepte und Sachpläne (Art. 13 RPG), BRP*. Bern, 1-175. Online verfügbar. URL: <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00836/index.html?lang=de> [Stand 10.07.2014]

Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (Hrsg.) (1966) *Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966 (Stand am 1. September 2014)*. 451. Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19660144/index.html> [Stand 06.09.2014]

Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (Hrsg.) (1979) *Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG) vom 22. Juni 1979 (Stand am 1. Mai 2014)*. 700. Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19790171/index.html> [Stand 04.06.2014]

Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (Hrsg.) (1983) *Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Juli 2014)*. 814.01. Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19830267/index.html> [Stand 01.09.2014]

Dry Stone Conservancy (Hrsg.) (2013) *Preserving dry-laid stone structures & promoting the ancient craft of dry stone masonry. History of Dry Stone Construction*. Lexington. Online verfügbar. URL: <http://www.drystone.org/history/> [Stand 26.10.2014]

Dry Stone Walling Association of Great Britain (Hrsg.) (2011) *Dry stone walls and wildlife*. Milnthorpe, 1-2. Online verfügbar. URL: <http://www.dswa.org.uk/userfiles/file/Leaflets/Walls-and-Wildlife-updated-2011.pdf> [Stand 29.10.2014]

Europarat (Hrsg.) (2000) *Europäisches Landschaftsübereinkommen*. Florenz. Online verfügbar. URL: <http://conventions.coe.int/Treaty/GER/Treaties/Html/176.htm> [Stand 19.10.2014]

Groupe de Réflexion (Hrsg.) (2013) *Landschaftswerte. Leitfaden Landschaftsverträglichkeit. Teil 1: Landschaftsverträgliche Ausgestaltung bzw. Prüfung der Landschaftsverträglichkeit von Planfestsetzungen und Projekten*. Bern, 1-9. Online verfügbar. URL: http://www.landschaftswerte.ch/landschaftswerte.ch/Home_files/Leitfaden_Text.pdf [Stand 20.03.2014]

Hassenstein M. (2009) *Von Menschen gebaut - für Mensch und Natur*. Stiftung Umweltschutz Schweiz SUS (Hrsg.). Zürich. Online verfügbar. URL: <http://www.umwelteinsatz.ch/trockenmauern/die-sus-und-der-trockenmauerbau/> [Stand 27.10.2014]

Info Flora (Hrsg.) (2004) *info flora. Das nationale Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora*. Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.infoflora.ch/de/> [Stand 20.09.2014]

Institut für Systematische Botanik (Hrsg.) (2014) *Moosflora der Schweiz*. Universität Zürich. Online verfügbar. URL: <http://www.swissbryophytes.ch/content/> [Stand 12.09.2014]

Junghans T. (2002) Lebendiges Mauerwerk. Erhalt und Förderung pflanzlicher Vielfalt an Mauern im Siedlungsbereich. Online-Zusatzinformationen zur Ausgabe 4/02. *NABU Naturschutz heute* 4: 1–7. Online verfügbar. URL: <http://www.nabu.de/nabu/nh/archiv/00751.html> [Stand 29.10.2014]

Kanton Graubünden (Hrsg.) (2014c) *Land- und Forstwirtschaft*. Chur. Online verfügbar. URL: <http://www.gr.ch/DE/kanton/ueberblick/Seiten/Landwirtschaft.aspx> [Stand: 03.11.2014]

Kanton Graubünden (Hrsg.) (2014d) *Wirtschaft*. Chur. Online verfügbar. URL: <http://www.gr.ch/DE/kanton/ueberblick/Seiten/Wirtschaft.aspx> [Stand: 03.11.2014]

Krebs O. (2001) *Von Rebbauern, von Reben, von Rebläusen, vom Regen, vom Rutsch und vom Rebenweg. Die Geschichte des Rebenweges am Bielersee*. Schriftenreihe VBS Nr. 10. Verein Bielerseeschutz VBS (Hrsg.). Biel, 1-8. Online verfügbar. URL: http://www.netzwerkbielersee.ch/downloads/vbs_schriftenreihe/schriftenreihe10.pdf [Stand: 17.11.2014]

Liechti K. (2014) *Oberes Wynental. Fallstudie zum Katalog der charakteristischen Kulturlandschaften der Schweiz*. Stiftung Landschaftsschutz Schweiz (SL-FP) (Hrsg.). Bern, 1-42. Online verfügbar. URL: <http://www.sl-fp.ch/index.php?bereich=forschung&sprache=d&bild=1> [Stand: 10.08.2014]

LKG-Ingenieurbüro für Bautechnik (Hrsg.) (2013) *Stampfbeton*. Wiesbaden. Online verfügbar. URL: <http://www.elkage.de/src/public/showterms.php?id=3564> [Stand: 21.06.2014]

Lutz M., Schmidt T. & G. Stoll (2000) Dry Stone Walls in Switzerland. In: Willer H. & U. Meier (Hrsg.): *Proceedings 6th International Congress on Organic Viticulture. 25 to 26 August 2000 Convention Center Basel. IFOAM 2000 - The world grows organic*. Frick, 136-137. Online verfügbar. URL: <http://orgprints.org/548/1/willer-meier-2000-winecongress.pdf#page=137> [Stand: 20.10.2014]

MeteoSchweiz (Hrsg.) (2010) *Malojawind*. Zürich. Online verfügbar. URL: <http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/faq/malojawind.html> [Stand 03.11.2014]

Parc Ela (Hrsg.) (2005a) *Das ist ein Naturpark*. Savognin. Online verfügbar. URL: <http://www.parc-ela.ch/parc-ela/naturpark-ela/das-ist-ein-naturpark.html> [Stand: 12.10.2014]

Parc Ela (Hrsg.) (2005b) *Trockenmauersanierung*. Savognin. Online verfügbar. URL: <http://www.parc-ela.ch/natureinsaetze-umweltbildung/natureinsaetze/trockenmauersanierung.html> [Stand: 12.10.2014]

Parc Ela (Hrsg.) (2005c) *Wir sind Naturpark! Nous ischan parc natural! Siamo un parco naturale!* Savognin. Online verfügbar. URL: <http://www.parc-ela.ch/> [Stand: 12.10.2014]

Rebgesellschaft Bielersee (Hrsg.) (2010a) *Rebgüterzusammenlegung*. Twann. Online verfügbar. URL: <http://www.bielerseewein.ch/rgzl.asp> [Stand: 19.07.2014]

Rebgesellschaft Bielersee (Hrsg.) (2010b) *Vielfalt und Gegensätze*. Twann. Online verfügbar. URL: http://www.bielerseewein.ch/Weinbauregion_Bielersee.asp [Stand: 19.07.2014]

Rebgesellschaft Bielersee (Hrsg.) (2010c) *Wo der Wein Geschichte schreibt*. Twann. Online verfügbar. URL: <http://www.bielerseewein.ch/geschichtliches.asp> [Stand: 19.07.2014]

Rhätische Bahn AG (Hrsg.) (2014) *Bahnstrecken. Die Kernzone*. Chur. Online verfügbar. URL: <https://www.rhb.ch/de/unesco-welterbe/bahnstrecken> [Stand: 02.11.2014]

Rodewald R., Schwyzer Y. & K. Liechti (2014) *Katalog der charakteristischen Kulturlandschaften der Schweiz. Grundlagen zur Ermittlung von Landschaftsentwicklungszielen*. Stiftung Landschaftsschutz Schweiz (SL-FP) (Hrsg.). Bern, 1-98. Online verfügbar. URL: <http://www.sl-fp.ch/index.php?bereich=forschung&sprache=d&bild=1> [Stand: 10.08.2014]

Schweizerischer Bundesrat (Hrsg.) (2000) *Raumplanungsverordnung (RPV) vom 28. Juni 2000 (Stand am 1. Mai 2014). 700.1*. Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20000959/index.html> [Stand 04.06.2014]

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2013c) *SIA Broschüre*. Muttenz, 1-28. Online verfügbar. URL: http://www.sia.ch/fileadmin/content/download/SIA_allgemein/broschueren/Der-SIA_Broschuere.pdf [Stand 22.10.2014]

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2014a) *Der SIA*. Zürich. Online verfügbar. URL: <http://www.sia.ch/de/der-sia/der-sia/> [Stand 21.10.2014]

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2014b) *Der SIA. Berufsgruppen*. Zürich. Online verfügbar. URL: <http://www.sia.ch/de/der-sia/berufsgruppen/> [Stand 22.10.2014]

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2014c) *Der SIA. Geschichte*. Zürich. Online verfügbar. URL: <http://www.sia.ch/de/der-sia/der-sia/geschichte/> [Stand 21.10.2014]

Schweizer Wanderwege (Hrsg.) (2013) *Über uns. Schweizer Wanderwege-eine Erfolgsgeschichte.* Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.wandern.ch/de/verband/Ueber-uns> [Stand 12.10.2014]

Steiger M. (2009) *Geschichte des Trockenmauerbaus.* Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS (Hrsg.). Zürich. Online verfügbar. URL: <http://www.umwelteinsatz.ch/trockenmauern/geschichte-und-oekologie/> [Stand 06.04.2014]

Steiger R. (2008) *Das SIA-Normenprojekt 269 - Erhaltung von Tragwerken. Holzbautag Biel 2008.* Biel, 1–12. Online verfügbar. URL: http://www.forum-holzbau.ch/pdf/steiger_rene_biel08.pdf [Stand 22.10.2014]

Stoll G. (2002) *Aspekte der Geschichte des ingenieurmässig bemessenen Trockenmauerwerks in der Schweiz. Beitrag am 08. internationalen Kongress der ASMPS in Visp, 2002.* Wald, 157-161. Online verfügbar. URL: http://www.stonewalls.ch/sites/default/files/documents/downloads//retaining_drystone_wall_s.pdf [Stand 11.01.2015]

Stoll G. (2004) *Retaining walls in dry stone masonry.* Wald, 1-8. Online verfügbar. URL: http://www.stonewalls.ch/sites/default/files/documents/downloads/TM_Dry_stone_retaining_walls.pdf [Stand 11.01.2015]

Stolzenberger-Ramirez A. (Hrsg.) (2012a) Landschaftsökologie. In: *GeoDZ.com. Das Lexikon der Erde.* San Salvador de Jujuy. Online verfügbar. URL: <http://www.geodz.com/deu/d/Landschafts%C3%B6kologie> [Stand 01.09.2014]

Stolzenberger-Ramirez A. (Hrsg.) (2012b) Natur. In: *GeoDZ.com. Das Lexikon der Erde.* San Salvador de Jujuy. Online verfügbar. URL: <http://www.geodz.com/deu/d/Natur> [Stand 01.09.2014]

Stolzenberger-Ramirez A. (Hrsg.) (2012c) Schwemmfächer. In: *GeoDZ.com. Das Lexikon der Erde.* San Salvador de Jujuy. Online verfügbar. URL: <http://www.geodz.com/deu/d/Schwemmf%C3%A4cher> [Stand 09.10.2014]

Stolzenberger-Ramirez A. (Hrsg.) (2012d) Umwelt. In: *GeoDZ.com. Das Lexikon der Erde.* San Salvador de Jujuy. Online verfügbar. URL: <http://www.geodz.com/deu/d/Umwelt> [Stand 02.09.2014]

Stremlow M. (2008) *BAFU-Begriffsverständnis 'Landschaft'*. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK & Bundesamt für Umwelt BAFU Abteilung Natur und Landschaft (Hrsg.). Bern, 1-5. Online verfügbar. URL: http://www.bafu.admin.ch/landschaft/00516/00940/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2YUq2Z6gpJCFE395gmym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A-- [Stand 06.02.2014]

Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) (1994) *Wegleitung für die Projektierung und Ausführung von Stützmauern*. Chur, 1-46. Online verfügbar. URL: http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/tba/dokumentation/DokumentationKunstbauten/80-81-01-01_st-m_wegleitung.pdf [Stand 20.03.2014]

Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) (1998a) *Projektierungsgrundlagen Kunstbauten. 4 Projektierung und Ausführung von Stützmauern. Stützmauerkonzepte Hauptstrassen. H27 Engadinerstrasse*. Chur, 1-21. Online verfügbar. URL: <http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/tba/dokumentation/planungsunterlagen/kunstbauten/Seiten/kunstbauten.aspx> [Stand 10.11.2014]

Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) (1998b) *Projektierungsgrundlagen Kunstbauten. 4 Projektierung und Ausführung von Stützmauern. Stützmauerkonzepte Hauptstrassen. H3b Malojastrasse*. Chur, 1-13. Online verfügbar. URL: <http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/tba/dokumentation/planungsunterlagen/kunstbauten/Seiten/kunstbauten.aspx> [Stand 10.11.2014]

Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) (2013) *Projektierungsgrundlagen Kunstbauten*. Chur, 1-42. Online verfügbar. URL: http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/tba/dokumentation/DokumentationKunstbauten/80-80-6_.pdf [Stand 04.11.2014]

UNESCO-Zentrum für das Erbe der Welt (Hrsg.) (2005) *Richtlinien für die Durchführung des Übereinkommens zum Schutz des Kultur- und Naturerbes der Welt*. Paris. Online verfügbar. URL: http://www.dnk.de/_uploads/media/185_2005_UNESCO_Richtlinien.pdf [Stand 19.10.2014]

11.7 Persönliche Korrespondenz

Bertram J., Bryologe, Lindenstrasse 33/11, CH-3423 Allschwil.

Dosch G., Leiter Projektierung/Bau Bezirk 1, Chur, Tiefbauamt Graubünden, Ringstrasse 11, CH-7001 Chur.

Ernst M., Vertreter der für die Rebgüterzusammenlegung Twann-Ligerz-Tüscherz-Alfermée (RGZ TLTA) zuständigen Schutzorganisationen, Hochbühlweg 3, CH-3012 Bern.

Fehler S., Ingenieur Projektierung und Bauleitung, Tiefbauamt Graubünden, Leso 340C, CH-6563 Mesocco.

Feitknecht P., Präsidenten der Rebgesellschaft Bielersee, Chlyne Twann 16, CH-2513 Twann.

Fiechter A., Gemeindepräsident Ligerz, Schernelzstrasse 40, CH-2514 Ligerz.

Gerber H.-K., Mitarbeiter Trockenmauern, Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz, Lilienweg 19, CH-3007 Bern.

Giorgetta Luciano, Verantwortlicher für das Trockensteinmauersanierungsprojekt auf dem Septimerpass, Parc Ela, CH-7450 Tiefencastel.

Guidon F., Franca`s-Beizli, CH-7457 Bivio.

Lang K., Prüffingenieurin, Kanton Zürich Baudirektion Tiefbauamt Ingenieur-Stab, Walcheplatz 2, CH-8090 Zürich.

Lussi C., Bauplanung/Bauleitung, GeoplanTeam AG, Egliweg 6, CH-2560 Nidau.

Marugg A., Dokumentation Erhaltung Kunstbauten, Tiefbauamt Graubünden, Sägenstrasse 78, CH-7001 Chur.

Nänni C., Geologe Strassenbaulabor, Abteilung Kunstbauten, Tiefbauamt Graubünden, Sägenstrasse 78, CH-7001 Chur.

Ott R., Projektleiterin Natur und Landschaft Parc Ela Management, CH-7450 Tiefencastel.

Rück P., Präsident Arbeitsgruppe SIA 266/2. Materialtechnik am Bau AG, Gäbigasse 3, CH-5107 Schinznach Dorf.

Stoll G., Trockensteinmaurer und Architekt, Hüblistrasse 28, CH-8636 Wald.

11.8 Karten

Bundesamt für Landestopografie swisstopo (Hrsg.) (2011) 1256. *Bivio. 1:25'000. Landeskarte der Schweiz.* Wabern.

Bundesamt für Strassen ASTRA (Hrsg.) (2006b) *Das Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz IVS. IVS-GIS. Ligerz (BE) - Ligerz: IVS National und IVS*

Regional und Lokal und IVS Kanton Bern. Bern. Online verfügbar. URL: <http://www.ivs.admin.ch/index.php?id=242> [Stand 09.10.2014]

Bundesamt für Wasser und Geologie (Hrsg.) (2005) *Geologische Karte der Schweiz. Carte géologique de la Suisse. 1:500`000.* Bern-Ittigen.

geo.admin.ch (Hrsg.) (2014a) *Kartenviewer: Visualisieren von Geodaten. Plaun da Lej (GR) - Sils im Engadin/Segl: Gemeindegrenzen und Landeskarte 1: 50`000.* Wabern. Online verfügbar. URL: <http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/vis.html> [Stand 05.10.2014]

geo.admin.ch (Hrsg.) (2014b) *Kartenviewer: Visualisieren von Geodaten. St. Moritz-Bad (GR) - St. Moritz: Gemeindegrenzen und Landeskarte 1: 50`000.* Wabern. Online verfügbar. URL: <http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/vis.html> [Stand 05.10.2014]

geo.admin.ch (Hrsg.) (2014c) *Kartenviewer: Visualisieren von Geodaten. Twann-Tüscherz (BE): Gemeindegrenzen und Landeskarte 1: 50`000.* Wabern. Online verfügbar. URL: <http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/vis.html> [Stand 16.11.2014]

geo.admin.ch (Hrsg.) (2014d) Wabern. Online verfügbar. URL: <https://map.geo.admin.ch/?X=190000.00&Y=660000.00&zoom=1&lang=de&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe> [Stand 01.11.2014]

Kanton Graubünden (Hrsg.) (2014a) *Geoportal der kantonalen Verwaltung Graubünden. Karten. Geologie.* Chur. Online verfügbar. URL: <http://map.geo.gr.ch/geologie/> [Stand 09.10.2014]

Kanton Graubünden (Hrsg.) (2014b) *Geoportal der kantonalen Verwaltung Graubünden. Karten. Geologie. Gesteinsart.* Chur. Online verfügbar. URL: <http://map.geo.gr.ch/geologie/> [Stand 09.10.2014]

12. Abbildungsquellen

- Abb. 1: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Hrsg.) (2005b) *Leitfaden für das Normenschaftern beim SIA*. Zürich, 2.
- Abb. 3: Trefzer R. (2011) Winzer mit Steigeisen. *Handelszeitung* 30.03.2011. Online verfügbar. URL: <http://www.handelszeitung.ch/lifestyle/essen-trinken/winzer-mit-steigeisen> [Stand 28.10.2014]
- Abb. 7: geo.admin.ch (Hrsg.) (2014e) *Kartenviewer: Visualisieren von Geodaten. Septimerpass (GR) - Bivio: Landeskarte 1: 100'000*. Wabern. Online verfügbar. URL: <http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/vis.html> [Stand 07.10.2014]
- Abb. 8: geo.admin.ch (Hrsg.) (2014f) *Kartenviewer: Visualisieren von Geodaten. Ligerz (BE) - Ligerz: Landeskarte 1: 100'000*. Wabern. Online verfügbar. URL: <http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/vis.html> [Stand 05.10.2014]
- Abb. 9: geo.admin.ch (Hrsg.) (2014g) *Kartenviewer: Visualisieren von Geodaten. St. Moritz-Bad (GR) - St. Moritz: Landeskarte 1: 100'000*. Wabern. Online verfügbar. URL: <http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/vis.html> [Stand 07.10.2014]
- Abb. 10: geo.admin.ch (Hrsg.) (2014h) *Kartenviewer: Visualisieren von Geodaten. Plaun da Lej (GR) - Sils im Engadin/Segl: Landeskarte 1: 100'000*. Wabern. Online verfügbar. URL: <http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/vis.html> [Stand 07.10.2014]
- Abb. 13: geo.admin.ch (Hrsg.) (2014i) *Kartenviewer: Visualisieren von Geodaten. Luftbild Septimerpass (GR) -Bivio: IVS National*. Wabern. Online verfügbar. URL: <http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/vis.html> [Stand 07.10.2014]
- Abb. 19: geo.admin.ch (Hrsg.) (2014j) *Kartenviewer: Visualisieren von Geodaten. Luftbild Bielersee: Bundesinventar ISOS und BLN*. Wabern. Online verfügbar. URL: <http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/vis.html> [Stand 19.07.2014]
- Abb. 27: Luftbilder der Schweiz (Hrsg.) (2010) *Oberengadiner Seen 1995*. © Schweizer Luftwaffe. Bern. Online verfügbar. URL: http://luftbilder-der-schweiz.ch/images/b/b6/Oberengadin_1_B952650.jpg [Stand 25.12.2014]

Abb. 28: Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz (Hrsg.) (2013) Klimanormwerte Segl-Maria. Normperiode 1981-2010. Zürich, 1. Online verfügbar. URL: http://www.meteoschweiz.admin.ch/product/output/climate-data/climate-diagrams-normal-values-station-processing/SIA/climsheet_SIA_np8110_d.pdf [Stand: 02.11.2014]

Abb. 29: geo.admin.ch (Hrsg.) (2014k) *Kartenviewer: Visualisieren von Geodaten. Luftbild Plaun da Lej (GR) - Sils im Engadin/Segl: IVS National. Wabern.* Online verfügbar. URL: <http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/vis.html> [Stand 31.10.2014]

Abb. 31: Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) (2013) *Projektierungsgrundlagen Kunstbauten.* Chur, 36. Online verfügbar. URL: http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/tba/dokumentation/DokumentationKunstbauten/80-80-6_.pdf [Stand 04.11.2014]

Abb. 33: Tiefbauamt Graubünden (Hrsg.) (2013) *Projektierungsgrundlagen Kunstbauten.* Chur, 36. Online verfügbar. URL: http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/tba/dokumentation/DokumentationKunstbauten/80-80-6_.pdf [Stand 04.11.2014]



Universität Basel
Departement Umweltwissenschaften
Geographisches Institut
Abteilung Physiogeographie und Umweltwandel



**Anhang zur Masterarbeit „Die Prüfung der SIA-Normen zum
Natursteinmauerwerk auf Landschafts-, Natur- und
Umweltverträglichkeit und die Erarbeitung von
Verbesserungsvorschlägen“**

Anhangsverzeichnis

Tabellenverzeichnis Anhang	c
1. Vorauswahl Fallbeispiele	d
1.1 Liste der Vorauswahl	d
1.2 Leitfaden für erste Begehung.....	e
2. Fragenkataloge	g
2.1 Fragenkatalog für die Mitglieder der SIA-Mauerwerkskommission 266	g
2.2 Fragenkatalog für die Ingenieure	j
3. Mauertypische Arten	m
4. Datenerhebung der Pflanzenarten: Trockensteinmauer Septimerpass	q
5. Datenerhebung der Pflanzenarten: Rebmauern linkes Bielerseeufer	r
6. Datenerhebung der Pflanzenarten: Stützmauer Engadinerstrasse	t
7. Datenerhebung der Pflanzenarten: Stützmauer Malojastrasse	u
Redlichkeitserklärung	v

Tabellenverzeichnis Anhang

Tab. 1: Artenliste mit den an Natursteinmauern typischerweise vorkommenden Arten.....m	
Tab. 2: Die Auflistung der Datenerhebung der Artenvielfalt auf dem Septimerpass..... q	
Tab. 3: Die Auflistung der Datenerhebung der Artenvielfalt am linken Bielerseeufer r	
Tab. 4: Die Auflistung der Datenerhebung der Artenvielfalt an der Engadinerstrasse bei St. Moritz-Bad t	
Tab. 5: Die Auflistung der Datenerhebung der Artenvielfalt an der Malojastrasse bei Plaun da Lej..... u	

1. Vorauswahl Fallbeispiele

Anschliessend folgen die Liste der Vorauswahl der Natursteinmauern und der Leitfaden für die erste Begehung.

1.1 Liste der Vorauswahl

Die folgenden Natursteinmauern wurden zu Beginn der Feldarbeiten auf ihre jeweilige Funktion untersucht:

Kanton Graubünden:

Septimerpass:	Koordinaten: 770`397/146`801 (<i>geo.admin.ch</i> (Hrsg.) 2014d: Karte) Funktion: Weidegrenze, Wegrund
Malojapass:	Koordinaten: 773'240/140'899 Funktion: Stützmauer Strasse
Julierpass: Mauer 1:	Koordinaten: 770'542/148'299 Funktion: Stützmauer Strasse
Mauer 2:	Koordinaten: 779'558/148'467 Funktion: Stützmauer Strasse
Malojastrasse, Plaun da Lej:	Koordinaten: 776`219/144`258 Funktion: Stützmauer Strasse
Engadinerstrasse, Cinuos-chel:	Koordinaten: 797'727/168'694 Funktion: Stützmauer Strasse
Engadinerstrasse, St. Moritz-Bad:	Koordinaten: 782`953/150`122 Funktion: Stützmauer Strasse
Bergün, Latsch:	Koordinaten: 776'795/167'780 Funktion: Weidegrenze
Bergün, Stugl:	Koordinaten: 775'442/169'321 Funktion: Wegrund, Stützmauer
Bergün: Mauer 1:	Koordinaten: 776'240/166'573 Funktion: Wegrund, Stützmauer
Mauer 2:	Koordinaten: 776'184/166'479 Funktion: Wegrund

Kanton Bern:

Linkes Bielerseeufer:	Koordinaten: mehrere Mauern Funktion: Stützmauern Rebmauern
-----------------------	--

Kanton Basel-Landschaft:

Rothenfluh, Ramstel:	Koordinaten: 636'415/257'877 Funktion: Stützmauer
Maisprach: Mauer 1:	Koordinaten: 631'128/263'673 Funktion: Stützmauer Rebmauer
Mauer 2:	Koordinaten: 630'803/264'136 Funktion: Stützmauer Rebmauer

1.2 Leitfaden für erste Begehung

Ort:

Datum:

Erfassen der geographischen Lage und der Umgebung:

Meter über Meer

Umgebung: Vernetzung/Ökosysteme/Strukturen

Erste Merkmale der Mauer:

Funktion der Mauer (Weidegrenze, Wegrand, Stützmauer, Schutzmauer, usw.)

Anonyme Architektur oder ingenieurmässige Verwendung

Länge und Höhe der Mauer

Angrenzende Fläche zur Mauer (Saumstreifen, Strasse, Weg, usw.)

Mauertyp (Stützmauer oder freistehende Mauer)

Bestimmen des Gesteins:

Gesteinsart (Foto)

Fugenbild (Hohlraumgrösse)

Technik des Aufbaus (Bautechnik: vermörtelt, Trockenmauerwerk, Blockmauerwerk)

Erfassen der Flora:

Gehölze an oder auf der Mauer

Intensität der Begrünung

Bestimmen der Pflanzen:

Mauerfuss	Mauerfläche	Mauerkrone

Quelle: (stark verändert nach *Parc Ela* (Hrsg.) n.d.).

2. Fragenkataloge

Im Folgenden wird jeweils ein Beispiel eines beantworteten Fragenkatalogs für die SIA-Mauerwerkskommission und für die Ingenieure aufgeführt.

2.1 Fragenkatalog für die Mitglieder der SIA-Mauerwerkskommission 266

Fragenkatalog für die SIA-Mauerwerkskommission 266 zu der Rolle der SIA-Normen 266/2 und 269/6-1 (und vorgängige Normen)

Die Fragen beziehen sich immer auf diese zwei Normen und deren vorgängige Normen. Bitte Antworten in jeweiliges Antwortfeld schreiben. Bei Auswahlfragen bitte zutreffende Antworten ankreuzen.

Name: Kerstin Lang
Berufliche Funktion: Prüfsingenieurin
Firma: Kanton Zürich Baudirektion Tiefbauamt Ingenieur-Stab

1. Welche Rolle spielen die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk im Bauwesen? (266/2 Natursteinmauerwerk und 269/6-1 Erhaltung von Tragwerken – Mauerwerksbau, Teil 1: Natursteinmauerwerk) Welche Wichtigkeit haben diese Normen im Vergleich zu anderen SIA-Normen? Wie verbreitet ist Ihrer Meinung nach die Anwendung dieser Normen? (Begründung)

Die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk sind im Bauwesen wahrscheinlich im Vergleich zu den anderen Tragwerksnormen (Beton, Stahl...) relativ wenig verbreitet, da heute nur wenige Ingenieurbauwerke aus Natursteinmauerwerk bemessen werden. Der Anwendungsbereich dieser Normen im Ingenieurwesen liegt vor allem bei der Beurteilung bestehender Bauwerke aus Natursteinmauerwerk (z.B. bzgl. Erdbeben).

2. Welche/n Funktion/Zweck haben diese Normen?

Die SIA-Normen stellen die Regeln der Baukunde dar (state-of-the-art).
--

3. Wieso hält man sich an die Normen? Wann hält man sich an die Normen?

Im Schadenfall wird mangels höher stehender Gesetze auf die SIA-Normen zurückgegriffen.

4. Was sind die Ziele dieser Normen? Was wollen diese Normen erreichen?

Ausreichende Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Bauwerke

5. Werden diese Ziele erreicht? Wie wird geprüft, ob die gewünschten Ziele der Normen erreicht werden?

Bei Einhalten der Normen sind Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit gewährleistet. Unter Gebrauch sind keine Schäden zu erwarten.

6. Wie sind die Normen in der Gesetzgebung der Schweiz verankert? (Rechtliche Grundlagen der Normen?)

Die SIA-Normen sind nicht Gesetz. Sie werden vom Schweizer Ingenieur- und Architektenverein herausgegeben.

7. Wer/was steht hinter den Normen? (Wer entscheidet, ob eine Norm erstellt wird?)

Schweizer Ingenieur- und Architektenverein

8. Wie setzt sich die Arbeitsgruppe der SIA zusammen? Wer kann sich beteiligen und wer entscheidet das?

In der Normenkommission (NK) sind Vertreter von:

Hochschulen

Unternehmung

Projektierung

Industrie

Behörde

Grundsätzlich werden Arbeitsgruppen mit Personen gebildet, die Fachwissen auf dem Gebiet der zu erarbeitenden Norm haben.

Wer in eine NK aufgenommen wird, entscheidet die NK und der KTN. Wer in einer Arbeitsgruppe mitarbeitet, entscheidet die Arbeitsgruppe und die zuständige NK.

9. Wie stark ist die Standardisierung der Normen zu beurteilen/einzuschätzen? Wie empfänglich sind die Normen für regionalspezifische Rahmenbedingungen eines Projekts? (Lassen die Normen regionalspezifische Rahmenbedingungen zu?)

Die Anforderungen an die Tragsicherheit werden für die ganze Schweiz einheitlich festgelegt. Regionalspezifische Rahmenbedingungen werden bei den Einwirkungen (z.B. Schnee, Wind, Erdbeben etc.) berücksichtigt.

10. Wäre es Ihrer Meinung nach sinnvoll (in Bezug auf die sehr starke Verbauung des freien Landschaftsraums) die Normen mit weiteren Aspekten zu ergänzen?

Nein. Grund: Die SIA-Normen haben zum Ziel, Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Bauwerke zu gewährleisten. Untenstehende Aspekte sind anderswo geregelt.

Ja: (Bitte die wichtigsten zwei Antworten ankreuzen)

Ästhetische Aspekte

Beispiel:

Ökologische Aspekte

Beispiel:

Kulturelle Aspekte

Beispiel:

Traditionelle Aspekte

Beispiel:

Juristische Aspekte

Beispiel:

Wirtschaftliche Aspekte

Beispiel:

Weiterer Aspekt (welcher):

Beispiel:

Herzlichen Dank für die Beantwortung der Fragen!

2.2 Fragenkatalog für die Ingenieure

Fragenkatalog für Ingenieure zu der Rolle der SIA-Normen 266/2 und 269/6-1 (und vorgängige Normen)

Die Fragen beziehen sich immer auf diese zwei Normen und deren vorgängige Normen. Bitte Antworten in jeweiliges Antwortfeld schreiben. Bei Auswahlfragen bitte zutreffende Antworten ankreuzen.

Name: Dosch Gion
Berufliche Funktion: Leiter Projektierung/Bau Bezirk 1, Chur
Firma: Tiefbauamt Graubünden

1. Welche Rolle spielen für Sie die SIA-Normen zum Natursteinmauerwerk allgemein? (266/2 Natursteinmauerwerk und 269/6-1 Erhaltung von Tragwerken – Mauerwerksbau, Teil 1: Natursteinmauerwerk) Welche Wichtigkeit haben diese Normen für Sie und wie stark greifen Sie auf diese zurück?

Persönlich eher beschränkt. Da beim TBA eigene Richtlinien vorhanden sind, an die wir uns halten. Diese Richtlinien wurden aber in Anlehnung an die SIA / VSS Normierung angelegt. Bei Fragen ziehen wir allerdings sporadisch (jährlich ca. 1-2 Mal) auch die SIA Normen bei.

2. Welche/n Funktion/Zweck haben diese Normen für Sie? (Bitte die wichtigsten zwei Antworten ankreuzen.)

<input checked="" type="checkbox"/> Referenzwerk für den aktuellen Stand der Technik <input type="checkbox"/> Informative Funktion <input checked="" type="checkbox"/> Standardisierung/Vereinheitlichung der Bauprojekte <input type="checkbox"/> Sicherung der Bauqualität <input type="checkbox"/> Absicherung bei vertraglichen Vereinbarungen <input type="checkbox"/> Weitere/n Funktion/Zweck (welche/n):
Bemerkung:

3. Wieso hält man sich (halten Sie sich) an die Normen? Wann hält man sich (halten Sie sich) an die Normen? (Bitte die wichtigsten zwei Antworten ankreuzen.)

<input checked="" type="checkbox"/> Zur rechtlichen Absicherung der ganzen Projektierungs- und Bauphase

Aufgrund der Harmonisierung der Bauprojekte

Zur Abschliessung von Verträgen

Weiterer Grund (welcher):

Bemerkung:

4. Was sind Ihrer Meinung nach die Ziele dieser Normen? Was wollen diese Normen erreichen? (Bitte die wichtigsten zwei Antworten ankreuzen.)

Sicherheit der Bauwerke

Standardisierung/Vereinheitlichung technischer Sachverhalte und der Bauqualität

Gewährleistung der Verständigungs- und Rechtsgrundlagen

Regulatorische Funktion in Bezug auf den aktuellen Stand der Technik

Weiteres Ziel (welches):

Bemerkung:

5. Werden diese Ziele erreicht? Wie wird geprüft, ob die gewünschten Ziele der Normen erreicht werden?

Grundsätzlich werden die Ziele erreicht.

6. Wie sind die Normen in der Gesetzgebung der Schweiz verankert? (Rechtliche Grundlagen der Normen?)

Gelten meines Wissens nur als Empfehlung, nicht als Gesetz.

7. Führen Sie alle Natursteinmauerwerk-Projekte auf der Grundlage dieser Normen durch? Oder gibt es auch Mauern, die von Ihnen anhand von Richtlinien oder anderen Leitfäden (wenn ja: welchen?) konstruiert werden? In welchem Fall werden die Normen als Grundlage verwendet und in welchem Fall die Richtlinien/oder andere Leitfäden?

Die TBA Richtlinie kommt grundsätzlich immer zur Anwendung.

8. Haben Sie Natursteinmauerwerk-Projekte bereits nach den vorgängigen Normen durchgeführt? Wenn nicht: Was war der hauptsächliche Grund dafür?

Dito 7.

9. Wie stark ist die Standardisierung der Normen Ihrer Meinung nach zu beurteilen/einzuschätzen? Wie empfänglich sind die Normen für regionalspezifische Rahmenbedingungen eines Projekts? (Lassen die Normen regionalspezifische Rahmenbedingungen zu?)

Ist gebührend berücksichtigt.

10. Sollten diese Normen Ihrer Meinung nach (in Bezug auf die sehr starke Verbauung des freien Landschaftsraums) mit weiteren Aspekten ergänzt werden?

Nein. Grund: Reglementierung ist bereits genügend.

Ja: (Bitte die wichtigsten zwei Antworten ankreuzen)

Ästhetische Aspekte

Beispiel:

Ökologische Aspekte

Beispiel:

Kulturelle Aspekte

Beispiel:

Traditionelle Aspekte

Beispiel:

Juristische Aspekte

Beispiel:

Wirtschaftliche Aspekte

Beispiel:

Weiterer Aspekt (welcher):

Beispiel:

Herzlichen Dank für die Beantwortung der Fragen!

3. Mauertypische Arten

Die nachfolgende Artenliste wurde auf Grundlage mehrerer Quellen zusammengestellt, die anschliessend an die Tabelle zitiert und im Literaturverzeichnis detailliert aufgeführt werden.

Tab. 1: Artenliste mit den an Natursteinmauern typischerweise vorkommenden Arten (*eigene Darstellung*).

Blütenpflanzen	Farne	Moose
Garten-Löwenmaul (<i>Antirrhinum majus</i>) F	Mauerraute (<i>Asplenium ruta-muraria</i>) F	Gemeines Kissenmoos/Polster-Kissenmoos (<i>Grimmia pulvinata</i>)
Niederliegendes Löwenmaul (<i>Asarina procumbens</i>) F	Gemeiner Tüpfelfarn (<i>Polypodium vulgare</i>)	Haar-Kissenmoos (<i>Grimmia crinita</i>)
Goldlack (<i>Erysimum cheiri</i>) F	Gallischer Tüpfelfarn (<i>Polypodium cambricum</i>)	Seidenmoos (<i>Homalothecium sericeum</i>)
Gelber Lerchensporn (<i>Corydalis lutea</i>) F	Gesägter Tüpfelfarn (<i>Polypodium interjectum</i>)	Stein-Goldhaarmoos (<i>Orthotrichum anomalum</i>)
Karvinskis Berufkraut (<i>Erigeron karvinskianus</i>) F	Schriftfarn (<i>Ceterach officinarum</i>) F	Becherförmiges Goldhaarmoos (<i>Orthotrichum cupulatum</i>)
Niederliegendes Glaskraut (<i>Parietaria judaica</i>) F	Echter Wurmfarne (<i>Dryopteris filix-mars</i>)	Haarblättriges Birnmoos (<i>Bryum capillare</i>)
Aufrechtes Glaskraut (<i>Parietaria officinalis</i>) F	Braunstielliger Streifenfarn (<i>Asplenium trichomanes</i>) F	Rasen-Birnmoos (<i>Bryum caespitium</i>)
Rote Spornblume (<i>Centranthus ruber</i>) F	Nordisches Streifenfarn (<i>Asplenium septentrionale</i>) F	Mauer-Drehzahnmoos (<i>Tortula muralis</i>) F
Mauer-Zimbelkraut (<i>Cymbalaria muralis</i>) F	Zerbrechlicher Blasenfarn (<i>Cystopteris fragilis</i>) F	Dach-Drehzahnmoos (<i>Tortula ruralis</i>) F
Pontischer Beifuss/Wermut (<i>Artemisia pontica</i>)	Hirschzunge (<i>Phyllitis scolopendrium</i>) F	Gedrehtfrüchtiges Glockenhutmoos (<i>Encalypta streptocarpa</i>)
Echter Wermut (<i>Artemisia absinthium</i>)		Verstecktfrüchtiges Spalthütchen (<i>Schistidium apocarpum</i>)
Schöllkraut (<i>Chelidonium majus</i>)		Dickhaar-Spalthütchen (<i>Schistidium crassipilum</i>)
Venusnabel (<i>Umbilicus rupestris</i>)		Echtes Goldmoos (<i>Homalothecium lutescens</i>)
Blaukissen (<i>Aubrieta deltoidea</i>)		Zurückgerolltes Scheinfransenmoos (<i>Pseudocrossidium revolutum</i>)
Felsen-Steinkraut (<i>Aurinia saxatilis</i>)		Mauer-Schnabeldeckelmoos (<i>Rhynchostegium murale</i>)

Kommeline/Tagblume (<i>Commelina communis</i>)		Steifes Doppelzahnmoos (<i>Didymodon rigidulus</i>)
Efeu (<i>Hedera helix</i>)		Faltblattmoos (<i>Ptychodium plicatum</i>)
Weisser Mauerpfeffer (<i>Sedum album</i>) K		
Dickblättriger Mauerpfeffer (<i>Sedum dasyphyllum</i>) K		
Spanischer Mauerpfeffer (<i>Sedum hispanicum</i>) K		
Kriechender Mauerpfeffer (<i>Sedum sarmentosum</i>) K		
Scharfer Mauerpfeffer (<i>Sedum acre</i>) K		
Dunkler Mauerpfeffer (<i>Sedum atratum</i>) K		
Kaukasus-Fettkraut (<i>Sedum spurium</i>) K		
Gewöhnliches Riesen-Fettkraut (<i>Sedum telephium</i> ssp. <i>maximum</i>) K		
Dach-Hauswurz (<i>Sempervivum tectorum</i>)		
Berg-Hauswurz (<i>Sempervivum montanum</i>)		
Spinnweb-Hauswurz (<i>Sempervivum arachnoideum</i>)		
Wein-Raute (<i>Ruta graveolens</i>)		
Ruprechtskraut (<i>Geranium robertianum</i>) F		
Schildblättriger Ampfer (<i>Rumex scutatus</i>) F		
Echter Dost (<i>Origanum vulgare</i>)		
Dreifingeriger Steinbrech (<i>Saxifraga tridactylites</i>)		
Trauben-Steinbrech (<i>Saxifraga paniculata</i>)		
Kriechendes Fingerkraut (<i>Potentilla reptans</i>)		

Frühlings-Fingerkraut (<i>Potentilla neumanniana</i>)		
Quendelblättriges Sandkraut (<i>Arenaria serpyllifolia</i>) K		
Mauerlattich (<i>Mycelis muralis</i>)		
Echte Goldnessel (<i>Lamium galeobdolon</i>)		
Sand-Thymian (<i>Thymus serpyllum</i>)		
Echter Erdrauch (<i>Fumaria officinalis</i>)		
Zypressenblättrige Wolfsmilch (<i>Euphorbia cyparissias</i>)		
Gewöhnlicher Natternkopf (<i>Echium vulgare</i>)		
Langhaariges Habichtskraut (<i>Hieracium pilosella</i>)		
Edel-Gamander (<i>Teucrium chamaedrys</i>)		
Frühlings-Hungerblümchen (<i>Erophila verna</i>) K		
Echte Osterluzei (<i>Aristolochia clematitis</i>)		
Rotes Seifenkraut (<i>Saponaria ocymoides</i>)		
Kartäuser-Nelke (<i>Dianthus carthusianorum</i>)		
Stein-Nelke (<i>Dianthus sylvestris</i>)		
Gewöhnliche Gundelrebe (<i>Glechoma hederacea</i>)		
Platthalm-Rispengras (<i>Poa compressa</i>) K		
Grosse Brennnessel (<i>Urtica dioica</i>)		
Echte Zaunwinde (<i>Calystegia sepium</i>)		
Rostblättrige Alpenrose (<i>Rhododendron ferrugineum</i>)		
Wildrosen (<i>Rosa</i>)		

Zwerg-Wacholder (<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>alpina</i>)		
Schneeball (<i>Viburnum</i>)		
Schwarz- und Weissdorn (<i>Prunus spinosa</i> , <i>Crataegus</i>)		
Brombeere (<i>Rubus</i> sp.)		
Buchs (<i>Buxus sempervirens</i>)		
Feigenbaum (<i>Ficus carica</i>)		
Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)		

Legende:

Fett Charakterart, deren Vorkommen bei der Identifikation des Biotops zentral ist, da sie selten in anderen Biotopen anzutreffen ist (*Delarze et al.* 2008; *Düll & Düll-Wunder* 2012).

F Vegetation der Mauerfugen

K Vegetation der Mauerkrone

Quellen: (*Bundesamt für Naturschutz (BfN)* (Hrsg.) n. d. a: ; *Delarze et al.* 2008; *Düll & Düll-Wunder* 2012; *Info Flora* (Hrsg.) 2004: ; *Institut für Systematische Botanik* (Hrsg.) 2014: ; *Kremer & Bellmann* 2000; *Lauber, Wagner & Gyga* 2012; *Licht* 2013; *Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz SUS* (Hrsg.) 2014; *Bertram* 2014: Pers. Korr.).

4. Datenerhebung der Pflanzenarten: Trockensteinmauer Septimerpass

Tab. 2: Die Auflistung der Datenerhebung der Artenvielfalt auf dem Septimerpass (*eigene Darstellung*).

Artenvielfalt (Flora) an der Trockensteinmauer Septimerpass (Bivio)	
Mauerfuss	Mauerfläche=Mauerkrone
Rote Waldnelke	Knöllchen-Knöterich
Alpen-Ampfer	<i>Frühlings-Fingerkraut</i>
Gemeines Fettblatt	Alpen-Labkraut
Wald-Storchschnabel	Labkraut sp. II
Alpenmasslieb	Gewöhnliche Wiesen-Schafgarbe
Gewöhnlicher Scharfer Hahnenfuss	Meisterwurz
Eisenhutblättriger Hahnenfuss	Gewöhnliche Wiesen-Margerite
Gewöhnlicher Hornklee	Rot-Klee
Gemeiner Frauenmantel	Rundköpfige Rapunzel
Gelbes Berg-Veilchen	Grosser Wiesenknopf
Heidelbeere	Wiesen-Kerbel
Grüner Alpenlattich	Gemeiner Germer
Schlangen-Knöterich	Alpen-Vergissmeinnicht
Wilde Möhre	Europäische Trollblume
Wiesen-Sauerampfer	Alpenhelm
Gewöhnliche Wiesen-Schafgarbe	Kriechender Klee
Gestutztes Läusekraut	Gewöhnlicher Löwenzahn
Sumpf-Dotterblume	Alpen-Hornklee
Breitblättriges Knabenkraut	Öhrchen Habichtskraut
<i>Frühlings-Fingerkraut</i>	Voralpen-Kreuzblume
Alpen-Ruchgras	Kurzblättriger Enzian
Wiesen-Fuchsschwanz	Gewöhnliches Alpen-Hornkraut
Wiesen-Goldhafer	Platanenblättriger Gelb-Eisenhut
Rot-Schwingel	Feld-Hainsimse
Knolliges Rispengras	Dreiblütige Binse
Alpen-Rispengras	Berg-Reitgras
	Läger-Rispengras
	Berg-Blasenfarn
	<i>Kräuseliges Gabelzahnperlmoos</i>
	<i>Fels-Streifenmoos</i>
	<i>Versteckfrüchtiges Spalthütchen</i>
	Kleines Berg-Kurzbüchsenmoos
26	32
<i>Kursiv → mauertypische Arten</i>	
<i>Kursiv rot → typische Arten für Gestein</i>	

5. Datenerhebung der Pflanzenarten: Rebmauern linkes Bielerseeufer

Tab. 3: Die Auflistung der Datenerhebung der Artenvielfalt am linken Bielerseeufer (*eigene Darstellung*).

Artenvielfalt (Flora) an den vermörtelten Natursteinmauern am linken Bielerseeufer (Ligerz und Twann-Tüscherz)		
Mauerfuss	Mauerfläche	Mauerkrone
Gewöhnliches Einjähriges Berufkraut	Weisser Mauerpfeffer	Wilder Lattich
Rundblättrige Glockenblume	Kelch-Steinkraut	Winde sp.
Gewöhnliches Geflecktes Johanniskraut	Zimbelkraut	Brennnessel sp.
Gewöhnliche Wiesen-Schafgarbe	Winde sp.	Hopfenklee
Eisenkraut	Efeu	Distel sp.
Gänsedistel sp.	Spitz-Wegerich	Weisser Mauerpfeffer
Ruprechtskraut	Färber-Hundskamille	Kriechendes Fingerkraut
Kleiner Wiesenknopf	Hauswurz sp.	Gundelrebe
Weisser Mauerpfeffer	Edel-Gamander	Rundblättrige Glockenblume
Wilde Möhre	Gewöhnlicher Hornklee	Hunds-Rose
Grüne Borstenhirse	Rundblättrige Glockenblume	Italienisches Raygras
Taube Trespe	Labkraut sp.	Kriechende Quecke
Flaum-Wiesenhafer	Himbeere	Rot-Schwingel
	Thymian sp.	Gewöhnliche Pyramiden-Kammschmiele
	Kriechendes Fingerkraut	
	Wicke sp.	
	Pippau sp.	
	Gewöhnlicher Löwenzahn	
	Gänsedistel sp.	
	Gundelrebe	
	Margerite sp.	
	Kleine Malve	
	Echter Lavendel	
	Mauerraute	
	Braunstielliger Streifenfarn	
	Schriftfarn	
	Birnmoos sp.	
	Silber-Birnmoos	
	Haarblättriges Birnmoos	
	Brutfaden-Birnmoos	
	Seidenmoos	
	Stein-Goldhaarmoos	
	Faltblattmoos	
	Haarloser Haar-Drehzahn	

	<i>Dach-Drehzahnmoos</i>	
	<i>Dickhaar-Spalthütchen</i>	
13	36	14
<i>Kursiv</i> → mauertypische Arten		
<i>Kursiv und Fett</i> → Mauer-Charakterarten		

6. Datenerhebung der Pflanzenarten: Stützmauer Engadinerstrasse

Tab. 4: Die Auflistung der Datenerhebung der Artenvielfalt an der Engadinerstrasse bei St. Moritz-Bad (*eigene Darstellung*).

Artenvielfalt (Flora) an der vermörtelten Natursteinmauer Engadinerstrasse (St. Moritz Bad)		
Mauerfuss	Mauerfläche und Stufe	Mauerkrone
Gewöhnlicher Löwenzahn	Gewöhnlicher Löwenzahn	Gewöhnliches Alpen-Hornkraut
Felsen-Greiskraut	Felsen-Greiskraut	Purpur-Weide
Wicke sp.	Hornkraut sp.	Hahnenfuss sp.
Wiesen-Bocksbart	Distel sp.	Wicke sp.
Hoppes Habichtskraut	Säuerling	Distel sp.
<i>Schildblättriger Ampfer</i>	Pfirsichblättriger Knöterich	Gewöhnliche Wiesen-Schafgarbe
Rätische Berg-Distel	Gewöhnliche Wiesen-Schafgarbe	Labkraut sp.
Berg-Distel	<i>Schildblättriger Ampfer</i>	Berg-Reitgras
Gewöhnliche Wiesen-Schafgarbe	Süßgrasart I	Schwingel sp.
Einjähriger Bergfenchel	Süßgrasart II	Süßgrasart
		<i>Rasen-Birnmoos</i>
10	10	11
<i>Kursiv → mauertypische Arten</i>		

7. Datenerhebung der Pflanzenarten: Stützmauer Malojastrasse

Tab. 5: Die Auflistung der Datenerhebung der Artenvielfalt an der Malojastrasse bei Plaun da Lej (*eigene Darstellung*).

Artenvielfalt (Flora) an der vermörtelten Natursteinmauer Malojastrasse (Plaun da Lej)		
Mauerfuss	Mauerfläche	Mauerkrone
	<i>Dickblättriger Mauerpfeffer (in senkrechter Mauerritze)</i>	<i>Dickblättriger Mauerpfeffer</i>
		Distel sp.
		Säuerling
		Alpen-Sonnenröschen
		Labkraut sp.
		Hallers Margerite
		Crantz` Fingerkraut
		Lärche
		Flaum-Wiesenhafer
		<i>Rasen-Birmmoos</i>
		<i>Steifes Doppelzahnmoos</i>
		Zerbrechliches Spiralzahnmoos
0	1	12
<i>Kursiv → mauertypische Arten</i>		

Redlichkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich vertraut bin mit den von der Philosophisch-Historischen Fakultät der Universität Basel herausgegebenen „Regeln zur Sicherung wissenschaftlicher Redlichkeit“ und diese gewissenhaft befolgt habe.

Böckten, 14.01.2015

Unterschrift:

Erklärung zur wissenschaftlichen Redlichkeit

(beinhaltet Erklärung zu Plagiat und Betrug)

Bachelorarbeit / Masterarbeit (*nicht Zutreffendes bitte streichen*)

Titel der Arbeit (*Druckschrift*):

Name, Vorname (*Druckschrift*): _____

Matrikelnummer: _____

Hiermit erkläre ich, dass mir bei der Abfassung dieser Arbeit nur die darin angegebene Hilfe zuteil wurde und dass ich sie nur mit den in der Arbeit angegebenen Hilfsmitteln verfasst habe.

Ich habe sämtliche verwendeten Quellen erwähnt und gemäss anerkannten wissenschaftlichen Regeln zitiert.

Diese Erklärung wird ergänzt durch eine separat abgeschlossene Vereinbarung bezüglich der Veröffentlichung oder öffentlichen Zugänglichkeit dieser Arbeit.

ja nein

Ort, Datum: _____

Unterschrift: _____

Dieses Blatt ist in die Bachelor-, resp. Masterarbeit einzufügen.

