

Arbeitshilfe zum Bau und Unterhalt von Mountainbike-Routen und -Pisten

Bestandsaufnahme und Empfehlungen für das Wallis



© Valais/Wallis Promotion, Pascal Gertschen

Auftraggeber: Projekt Bike Valais/Wallis

Erarbeitung: Im Zeitraum von Februar 2018 bis Februar 2019

Verfasser: BikePlan AG in Zusammenarbeit mit der Regions- und Wirtschaftszentrum Oberwallis AG (RWO AG), die Antenne Région Valais romand (ARVR) und Valais/Wallis Promotion (WVP)

Bezugsquelle: Regions- und Wirtschaftszentrum Oberwallis AG (RWO AG)
Antenne Région Valais romand (ARVR)

Version: 1.0

Ausgangslage	3
1 Trail-Design, Trail-Bau und Bautechniken	4
1.1 Grundlagen für nachhaltige Wege/Trails.....	6
1.1.1 Sieben Regeln für nachhaltige Wege	7
1.1.2 Lösungen zur Verhinderung von Erosion durch Wasser oder den Nutzer	11
1.2 Kurven.....	14
1.2.1 Allgemeine Konstruktions-Empfehlungen	14
1.2.2 Normale Kurve/Spitzkehre (Rolling Crown Switchback)	15
1.2.3 Anliegerkurve/Steilwandkurve (Insloped Turn)	15
1.3 Hangquerungen	17
1.3.1 Konstruktion	17
1.3.2 Böschungs- und Hangsicherung	18
1.4 Sprünge	20
1.5 Wegkreuzungen / Einmündungen bei MTB Pisten oder -Routen.....	21
1.5.1 Schikane zur Geschwindigkeitsreduktion vor Kreuzungen/Einmündungen	21
2 Wegunterhalt	23
2.1 Unterhaltskosten	23
2.2 Unterhaltsmassnahmen.....	24
2.3 Unterhaltsbegriffe.....	24
2.3.1 Laufender Unterhalt	24
2.3.2 Periodischer Unterhalt	25
2.3.3 Sanierungsmassnahmen	25
2.3.4 Wiederherstellungsmassnahmen	25
2.3.5 Abgrenzung zwischen Wegunterhalt und Neubau	26
2.4 Typische Schäden und empfohlene Unterhaltsmassnahmen (ohne Baubewilligung)	26
2.4.1 Erosionsschäden	27
2.4.2 Winterschäden	30
2.4.3 Trittschäden	31
2.4.4 Abnutzungs- und Bremsschäden	32
2.4.5 Unterhalt von Kurven	33
2.4.6 Massnahmen zur Tempokontrolle von Mountainbikern	34
2.4.7 Organisatorische und kommunikative Massnahmen zur Ermöglichung der Koexistenz	35
2.5 Empfehlungen.....	37
3 Schwierigkeitsgrade von Mountainbike-Routen und -Pisten	39
3.1 Geltende Vorschriften.....	39
3.2 Gute Beispiele	41
3.3 Empfehlungen.....	41

4	Signalisation von Mountainbike-Routen und -Pisten	42
4.1	Geltende Vorschriften.....	42
4.1.1	Richtungswegweiser Mountainbike-Routen	42
4.1.2	Richtungswegweiser/Beschilderung Mountainbike Pisten	42
4.1.3	Signalisation bei Kreuzungen oder Einmündungen	43
4.1.4	Verbote	44
4.1.5	Weitere Informationen	44
4.2	Empfehlungen.....	45
5	Literaturverzeichnis (Stand 01. Juni 2019)	46

Ausgangslage

Das Projekt «Bike Valais/Wallis» basiert auf einer Initiative des STRATOS-Destinationsnetzwerkes im Oberwallis, welches die mountainbikespezifische Regionsentwicklung im Wallis zum Ziel hat. Aufgrund dessen wurde im Herbst 2016 die kantonale Strategie «Velo & Bike Valais/Wallis» erarbeitet. Diese Strategie umfasst eine Standortbestimmung sowie die Vision des Kantons Wallis für den Velo- und Mountainbiketourismus. Die Strategie wurde vom Kanton im April 2017 genehmigt und der Staatsrat hat darauf entsprechende Arbeitsgruppen für die Realisierung eingesetzt.

Das vorliegende Dokument ist eine **Arbeitshilfe für den Bau, Unterhalt, Klassifizierung und Signalisation von Mountainbike (MTB)-Routen und -Pisten** und ergänzt als « Mountainbike-Kompendium » das Projekt « Bike Valais/Wallis ». Es richtet sich an **alle Akteure (insbesondere Gemeinden und Destinationen), die an der Planung, Realisierung und im Unterhalt von Mountainbike-Routen und -Pisten beteiligt sind**. Die Arbeitshilfe verweist auf bestehende Dokumente, Richtlinien und Gesetze im kantonalen sowie nationalen Kontext. Zudem zeigt sie Best-Practice Beispiele, sowie konkrete Massnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten im Rahmen des Unterhalts auf. Der Mehrwert dieses Dokumentes ist die mountainbike-spezifische Zusammenfassung der vorhandenen technischen und gesetzlichen Grundlagen, ergänzt mit den internationalen Standards bezüglich Trailbau- und Unterhalt.

In Kapitel 1 werden die allgemeinen Anforderungen an eine Mountainbike-Route /-Piste erläutert, sowie die Themen Trail-Design, Trail-Bau und Bautechniken erklärt, mit dem Schwerpunkt auf allgemeine Anforderungen an Mountainbikestrecken sowie spezifisch auf die Anlegung von Kurven, Hangquerungen und Sprüngen. Kapitel 2 widmet sich dem Wegunterhalt und den verschiedenen Unterhaltsmassnahmen bei Schäden oder Abnutzung, sowie speziellen Massnahmen bezüglich Koexistenz oder Tempokontrolle von Mountainbikern auf den Trails. Kapitel 3 behandelt die Klassifizierung von Schwierigkeiten. Kapitel 4 die damit einhergehenden Signalisationsarten für Mountainbike-Routen und -Pisten.

Der Auftraggeber für die Erarbeitung dieses Benutzerhandbuchs ist das Projekt Bike Valais/Wallis. Verfasser ist die BikePlan AG in Zusammenarbeit mit der RWO AG, der ARVR und WWP.

Gut zu wissen

- ➔ Für den Bau und Unterhalt von Wegen gelten im Wallis primär das **Gesetz über die Wege des Freizeitverkehrs (GWFV)**, sein **Reglement** sowie ergänzend dazu die **technischen Richtlinien** über die Wege des Freizeitsverkehrs.
- ➔ Die Planerstellung, die Anlage, die Kennzeichnung, der Unterhalt und der Erhalt der Wege und der dazugehörigen Bauwerke fällt unter die **Zuständigkeit der Gemeinden**. (GWFV Art. 3 Abs.2)

1 Trail-Design, Trail-Bau und Bautechniken



Bei der Erstellung von Bikewegen sollen **nachhaltige Techniken und Bauweisen** angewendet werden, damit negative Auswirkungen auf die Natur und auf das zu erhaltende Landschaftsbild möglichst gering bleiben. Nachhaltig gebaute Wege halten der Witterung stand, fügen sich unterordnend und schonend ins Landschaftsbild ein und bieten den unterschiedlichen Nutzern ein hohes Mass an Sicherheit, Fahrspass und Flow. Dem **Natureerlebnis** auf dem Trail wird eine besonders hohe Wichtigkeit zugeschrieben. Beim Neubau von Wegen sollen die unter den Empfehlungen erläuterten Techniken zur Anwendung kommen. So können qualitativ hochwertige, attraktive, marktgerechte und naturverträgliche Bikewege garantiert werden. Die Bauweise eines Weges entscheidet stark über die langfristig anfallenden Unterhaltskosten – ein qualitativ gut gebauter Trail ist in der Erstellung zwar teurer, generiert aber über seine Lebensdauer wesentlich weniger Unterhaltskosten und ist somit auf mittlere bis lange Sicht wirtschaftlicher und nachhaltiger zu betreiben.

Die **Erstellungskosten** eines neuen Trails hängen von verschiedenen Faktoren und Rahmenbedingungen ab. Üblicherweise werden bei der Planung je nach gewünschtem Trailtyp/Trailart, Steilheit des Geländes, Bodenbeschaffenheit, Zugänglichkeit/Höhenlage, etc. die Kosten pro Meter aufgrund bestehender Erfahrungswerte abgeschätzt.

- ➔ Weil Neubauten Einfluss auf den Raum haben und zusätzliche Eingriffe in die Natur und Landschaft bedeuten, sollen in erster Linie **bestehende Infrastrukturen genutzt** oder angepasst werden. Daher sind Neubauten nur nach sorgfältiger Prüfung und bei Notwendigkeit (Entflechtung, Unterhaltsminimierung/-optimierung, Sicherheit, Marktbedürfnis, usw.) sowie ökologischer Vertretbarkeit zu realisieren.
- ➔ Im Anhang steht die weiterführende „Planungsmatrix MTB Wege + Pisten“ bezüglich unterschiedlichen Mountainbike-Wegtypen und deren Eigenschaften, Auswirkungen, Kosten sowie den spezifischen Verfahren zur Realisierung zur Verfügung.

Bemerkung zu den verwendeten Begriffen

Das Gesetz über die Wege des Freizeitverkehrs (GWFV) definiert zwei Wegkategorien bezüglich Mountainbike: «Mountainbike-Piste» und Mountainbike-Abfahrtsstrecke» (Art. 2, Abs. 3c GWFV). Diese entsprechen jeweils den Bezeichnungen «Mountainbike-Weg» und «Mountainbike-Piste» in der nationalen Fachsprache (siehe VSS-Normen, technische Dokumente von SchweizMobil, bfu und ASTRA):

- **Mountainbike-Weg** : «Mountainbike-Wege sind allgemein zugängliche Wege oder Pfade im hügeligen oder bergigen Gelände, ohne Asphalt- oder Betonschichten. Sie können fahrtechnisch schwierige Abschnitte und Schiebe- und Tragepassagen aufweisen.» (Siehe VSS Norm SN 640 829a, S. 6).
- **Mountainbike-Piste**: «Mountainbike-Pisten schaffen auf einzelne Nutzergruppen zugeschnittene Angebote. Sie sind ausschliesslich dem Mountainbiken gewidmet (kein Mischverkehr- oder Gegenverkehr). Sie werden ausschliesslich abwärts befahren, enthalten gebaute Elemente und sind speziell signalisiert. In der Regel wird der Start einer Mountainbike-Piste mit einer Aufstiegs- hilfe erschlossen (Bergbahn, öffentlicher Verkehr).» (Siehe Mountainbikeland Schweiz - Manual Routen, S. 11). Leichte Mountainbike-Pisten (Schwierigkeitsgrad: blau) können in Mountainbike-Routen integriert werden.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeitshilfe werden die national standardisierten Begriffe "Mountainbike-Weg" (anstatt "Mountainbike-Piste" gem. GWFV) und "Mountainbike-Piste" (anstatt Mountainbike-Abfahrtsstrecke gem. GWFV) verwendet, bei welchen sich die technischen Anforderungen des GWFV und die nationalen Standards decken.

Der Begriff "Route" wird erst dann verwendet, wenn einzelne Wegabschnitte miteinander zu einer Route verbunden werden und die dazugehörige Beschilderung und Schwierigkeits-Klassifizierung erfolgt.

Hinweis zum Unterschied zwischen Bau und Unterhalt

Im Reglement zum kantonalen Gesetz über die Wege des Freizeitverkehrs wird zwischen Unterhalts-/Wiederherstellungsmassnahmen und baubewilligungspflichtigen Arbeiten unterschieden.

- Art. 7, Abs. 1 RWFV besagt: *Jedes Bauwerk von einem gewissen Ausmass, selbst wenn es auf einzelne Punkte beschränkt ist, das Auswirkung auf die Raumplanung und die Umwelt hat, wie etwa eine Brücke, ein Steg oder eine Anlage, der Belag, die Verbreiterung eines Wegabschnittes oder bedeutende Aufschüttungen und Abtragungen, erfordert eine Genehmigung der Pläne. Der Rechtsdienst des für die Strassenpläne zuständigen Departements entscheidet je nach Bedarf.*

Manche Arbeiten können ohne Baubewilligung ausgeführt werden, sofern sie nicht mit Trasseverbreiterungen, Eingriffen im Gewässerraum, punktuellen Wegverlegungen und dergleichen kombiniert werden:

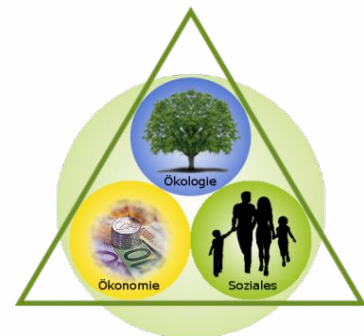
- Art. 7, Abs. 2 RWFV: *Eine Ausnahme bilden die Unterhalts- und Wiederherstellungsmassnahmen sowie Bauten von geringem Ausmass oder geringer Auswirkung, für die das Einverständnis des Grundeigentümers jedoch erforderlich ist.*

➔ Um diese Grenze von Fall zu Fall zu bestimmen steht der Rechtsdienst des für die Strassenpläne zuständigen Departements zur Verfügung.

1.1 Grundlagen für nachhaltige Wege/Trails

Ein guter Trail bedient ein möglichst breites Spektrum von Nutzern. Im Idealfall kann ein Trail vom Anfänger bis zum Könnler befahren werden und ist für alle gleichermaßen attraktiv. Ein Trail muss nachfolgende Anforderungen erfüllen:

- **Sicherheit:** Er muss die Sicherheitsanforderungen (Kreuzungen, Tempokontrolle, Exposition/Absturzsicherung, Warn- / Gefahrenschilder, Rettungswege, etc.) entsprechend seiner techn. Schwierigkeiten (leicht, mittel, schwer gemäss SchweizMobil) erfüllen.
- **Nachhaltigkeit:** Die 3 Bereiche Ökologie, Ökonomie und Soziales müssen gleichwertig berücksichtigt werden:
 - **Ökologisch/umweltverträglich:** Der Trail soll möglichst geringe Auswirkungen auf die Natur haben. Wichtig sind eine übergeordnete Planung unter Miteinbezug der Umweltschutzorganisationen, professionelles Traildesign + Bau. Fachgerechter Unterhalt sichert den Trail langfristig.
 - **Ökonomisch** heisst: Der Trail soll so gebaut werden, dass er später im Unterhalt möglichst wenig Ressourcen verbraucht/Kosten verursacht. Zudem darf er keine Spätfolgen auslösen wie z.B. Schäden an Fauna und Flora. Diese können hohe jährliche Zusatzkosten zur Folge haben.
 - **Sozial** bedeutet: Die Ansprüche und Bedürfnisse der unterschiedlichen Wegnutzer zu kennen und Nutzerkonflikte durch angepasste, spezifische Bauweise zu verhindern. Das Naturerlebnis soll für alle Nutzer die gleiche Qualität haben.
- **Fahrspass (Flow):** Der Trail soll Spass machen um die beworbene/n Nutzergruppe/n zu lenken. Unattraktive Trails/Abschnitte werden von den Nutzern gemieden, abgekürzt oder sie weichen auf andere Wege aus.
- **Naturerlebnis:** Es steht für die meisten Nutzer an oberster Stelle. Daher soll der Trail den Zugang zu Natur-Highlights ermöglichen oder an ihnen vorbeiführen.

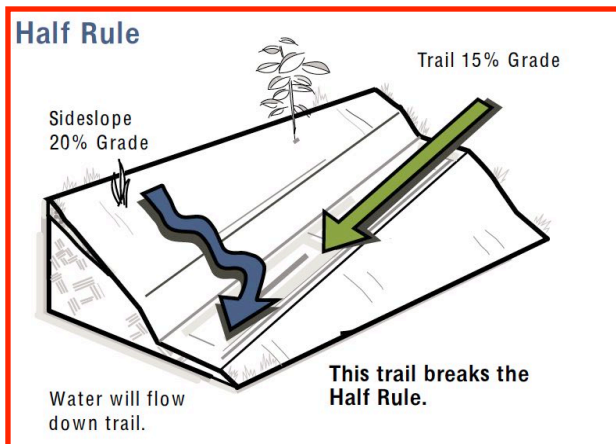


1.1.1 Sieben Regeln für nachhaltige Wege

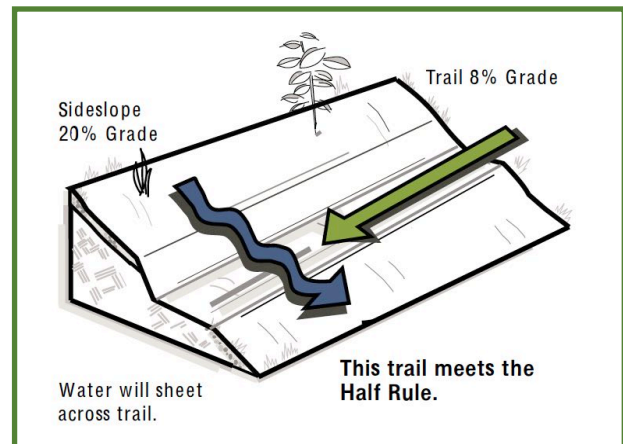
Folgende sieben Regeln gemäss IMBA (International Mountain Bicycling Association) sind sowohl bei Wegneubauten, als auch bei Sanierungen oder Instandstellungen zu berücksichtigen:

1. Regel: Die halbe Neigung

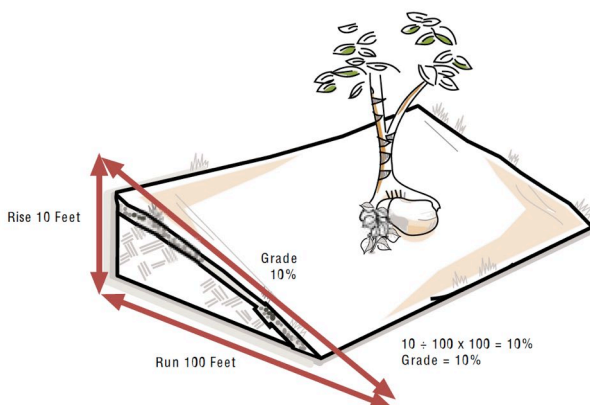
Das Gefälle des Trails sollte die Hälfte der Hangneigung nicht überschreiten. Damit wird verhindert, dass das Oberflächenwasser durch den Trail kanalisiert wird, auf diesem abfließt und durch Erosion Schaden nimmt. Das Wasser soll wo möglich seitlich über den Trail hinweg abfließen können.



„Halbe Neigung“ Regel NICHT eingehalten (Quelle: IMBA)



„Halbe Neigung“ Regel eingehalten (Quelle: IMBA)



Berechnung des Gefälles (Quelle: IMBA)

Gut zu wissen 💡
 Wie berechnet man das Gefälle:
 Höhenunterschied (Rise) / geteilt durch
 Länge (Run) multipliziert mit 100 =
 Hangneigung

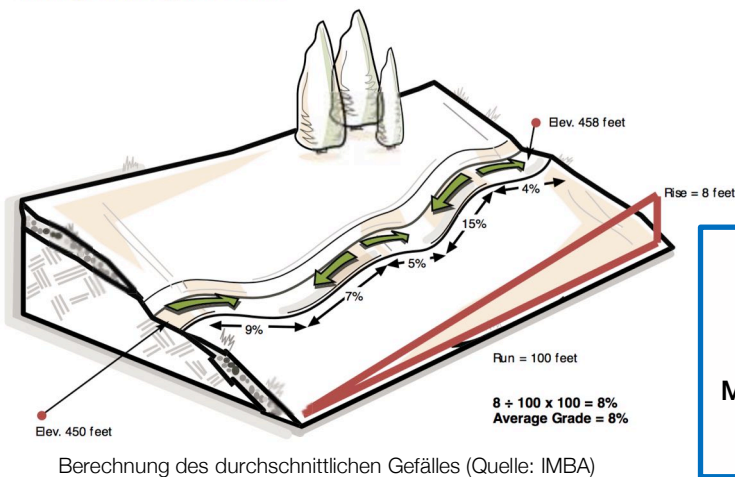
Wie berechnet man die Halbe Neigung:
 Hangneigung: 2 = Maximale Trail-Neigung

2. Regel: Durchschnittliche Neigung von 10%


Die Neigung eines Trails ist entscheidend für seine Nachhaltigkeit. Grundsätzlich wird empfohlen, dass ein Trail im Schnitt, d.h. über die kritische Gesamtlänge im Hang, 10% oder weniger steil angelegt wird. Trotzdem können punktuell oder abschnittsweise steilere Passagen gebaut werden, dies bis zu ca. 50 Meter Länge.

Je flacher ein Trail, desto weniger Bremskräfte durch den Mountainbiker wirken auf ihn ein. Zudem kann abfließendes Oberflächenwasser keine Geschwindigkeit aufbauen. Denn je mehr Geschwindigkeit und Volumen das Wasser aufbauen kann, desto grössere erodierende Kräfte entstehen. Abschnitte mit weniger als 10% Neigung mindern den Fahrspass nicht. Im Gegenteil, die Geschwindigkeit ist einfacher zu kontrollieren und das Sicherheitsempfinden des Nutzers ist höher.

Average Trail Segment Grade



Gut zu wissen

 **Flacher Trail = nachhaltiger Trail!**

Max. durchschnittliches Gefälle: 10%

Max. Gefälle (auf kurzen Abschnitten): 15%

Weiter ist zu empfehlen:

Gefälle über 10% ist möglich:

- Wenn ein Gegenanstieg folgt und das Tempo ohne grossen Einsatz der Bremsen reduziert werden kann.
- Wenn eine flache Passage folgt, welche ein Ausrollen ermöglicht.
- Wenn der Untergrund natürlich felsig ist oder künstlich mit Steinarmierung befestigt wird.

Gefälle über 10% sollte vermieden werden:

- Wenn eine Kurve folgt,
- vor unübersichtlichen Stellen,
- vor exponierten Stellen,
- wenn die Strecke besonders lang ist und keine flachen Teilstücke die steile Passage unterbrechen.

3. Regel: Maximales Gefälle

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die obere Grenze für das Gefälle von nachhaltigen Wegen bei 15% liegt. Bei längeren Passagen über 15% Gefälle ist mit einem erhöhten Unterhalt zu rechnen. Lassen sich solche Passagen nicht vermeiden, können z.B. Steinarmierungen eingebaut werden. Gut gebaut halten sie jahrzehnte oder jahrhunderte und halten sowohl der Erosion durch Wasser oder Nutzer stand.

Weiter gilt, anfängerfreundliche Trails wie z.B. Flowtrails sollten möglichst keine Abschnitte über 15% aufweisen.

Das maximale Gefälle kann ortsabhängig variieren und muss daher vor Ort analysiert werden. Folgende Kriterien sind für die Festlegung des maximalen Gefälles zu beurteilen:

- Die halbe Neigung
- Bodenbeschaffenheit
- Gestein
- Jährliche Niederschlagsmenge
- Neigungswechsel
- Nutzertypen + Anzahl Nutzer
- Schwierigkeitsgrad der Strecke

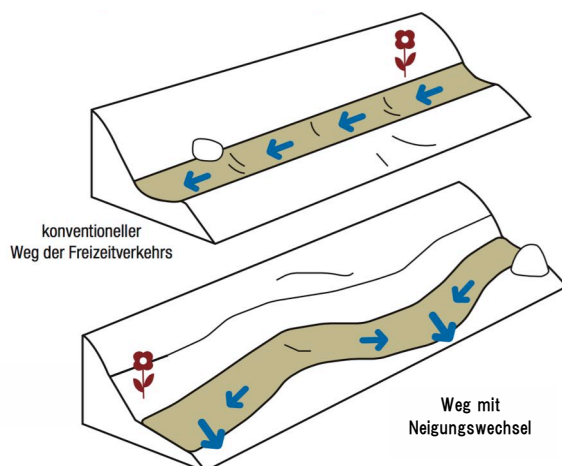
Gut zu wissen

Plane den Trail im Gelände in wenig steilen Abschnitten unter 8 oder 10 Prozent. Dies garantiert Flexibilität, falls man auf Hindernisse stösst (grosser Baum, Feuchtstelle, Felsblock, etc.) und den Trail daran vorbeiführen muss. Durch die Verwendung von flachen Neigungen kann die Route fortlaufend auch abschnittsweise steiler gestaltet werden, ohne dass der gesamte Trail neu geplant werden muss.

4. Regel: Neigungswechsel

Beim Neubau von Biketrails sollten regelmässig sanfte Neigungswechsel eingebaut werden. Geeignet sind Stellen, an welchen das Gelände eine kurze Gegensteigung aufweist. Hier kann das Wasser am tiefsten Punkt abfliessen, bevor es mehr Erosionskraft entwickelt. Neben einem effizienten Wassermanagement sorgen mehrere, geschickt dem Gelände und aufeinander abgestimmte Neigungswechsel für ein positives Fahrerlebnis. Diese werden «Rolling Contour» Trails genannt.

Auch mit Querabschlägen lässt sich das Wasser vom Trail seitlich ableiten. Sie werden oft auf Wegen im Alpenraum eingesetzt. Jedoch sollten diese bei Neubauten möglichst vermieden werden, da sie sehr aufwändig im Unterhalt sind den Fahrfluss unterbrechen oder ein Hindernis darstellen können.



Wo möglich: Entwässerungsproblem (Grafik oben) mittels Neigungswechseln lösen (Quelle: BikePlan AG, eigene Darstellung)



Beispiel eines Trails mit mehreren, dem Gelände angepassten Neigungswechseln (Quelle: IMBA)

5. Regel: Quergefälle

Die Fahrbahn sollte stets ein Quergefälle von ca. 5 % aufweisen, damit sie seitlich entwässert werden kann. In Senken, vor Sprüngen usw., wo im Voraus bereits bekannt ist, dass viel Oberflächenwasser anfallen wird, sollte das Quergefälle lokal auf einer Länge von ca. 1.5 bis 2 Meter auf 10 bis 15 % erhöht werden.



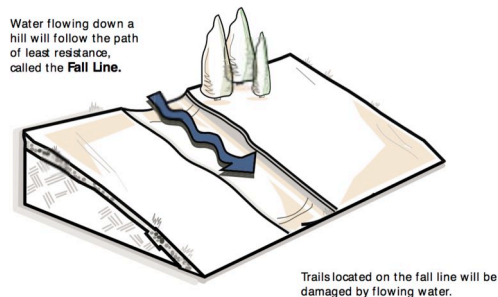
Quergefälle von 5% (Quelle: IMBA)

Mind. 5% Quergefälle: Wird beim Fahren kaum wahrgenommen und gewährleistet dennoch den Wasserabfluss quer über das Wegtrasse.

6. Regel: Falllinien-Wege vermeiden

Auf Wegen entlang der Falllinie kanalisiert sich das Wasser, da es nicht davon abfließen kann. Geschieht dies auf steileren Wegen, über Abstufungen oder über längere Abschnitte, nimmt die Fließgeschwindigkeit oder die Wassermasse schnell zu. Dies hat höhere Erosionskraft und grössere Schäden am Weg zur Folge. Deshalb sind, wenn immer möglich, Wege entlang der Falllinie zu vermeiden.

Fall-Line Trail



Wasser folgt dem Weg des geringsten Widerstands, der sog. Falllinie. Solche Trails müssen vermieden werden. (Quelle IMBA)



Ausgewaschener Falllinien-Weg. (Quelle: BikePlan AG)

7. Regel: Flache Abschnitte vermeiden

Flaches Gelände lockt auf den ersten Blick für einfache Trailkonstruktionen. Ein Weg in flachem Gelände kann jedoch bei Niederschlag zum Sammelbecken für stehendes Wasser werden. Das Wegtrasseee sollte daher auf mindestens einer Seite leicht über seiner unmittelbaren Umgebung liegen, damit das Wasser vom Weg abfließen kann.

Tipp – Erstellungszeitraum von MTB-Trails oder Pisten

Es empfiehlt sich, neue Wege oder Ausbauten in den Herbstmonaten durchzuführen. Durch den Schneefall im Winter und das Zusatzgewicht auf die neu gebauten Trails kann sich die Erdoberfläche absetzen und festigen, bevor die neuen Trails/Wege befahren/begangen werden.

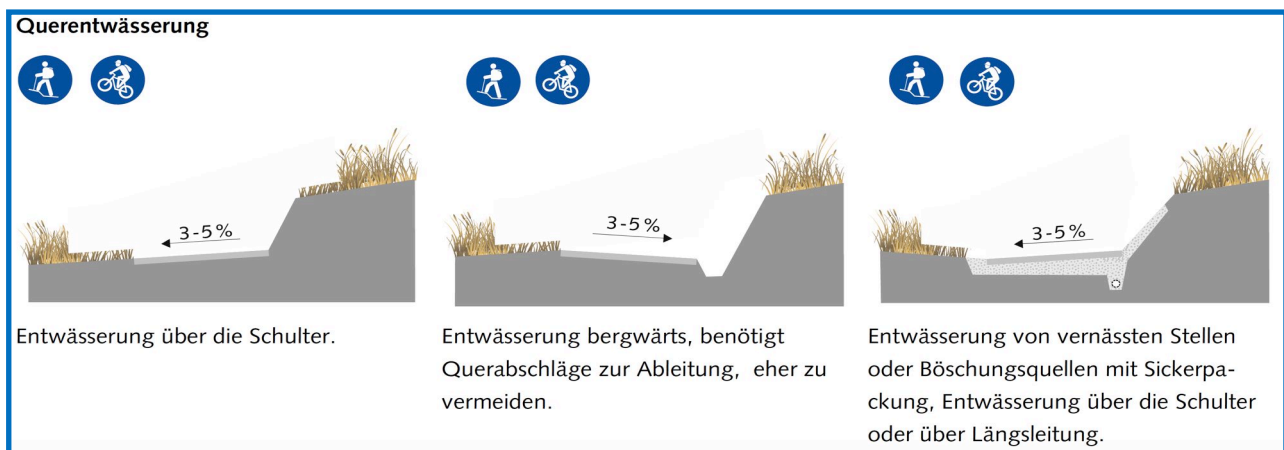
1.1.2 Lösungen zur Verhinderung von Erosion durch Wasser oder den Nutzer

Erosion ist der grösste Feind eines Trails. Sie ist der natürliche Prozess, durch den Gestein und Boden durch Wasser und Wind abgetragen werden. Wenn Erosion nicht eingedämmt wird, kann sie Wege zerstören und die Umwelt schädigen. Weiter wird die Trailerosion durch den Einfluss der Wegnutzer und der Schwerkraft beschleunigt. Alle Wegnutzer beeinträchtigen den Boden und tragen zur Erosion bei. Insbesondere auf steilen Wegen/Abschnitten haben sie einen negativen Einfluss, da sie sich der Schwerkraft widersetzen müssen.

Wasser verschlimmert das Problem, wenn es sich dem Weg entlang kanalisiert. Kanalisiertes Wasser gewinnt an Geschwindigkeit und Kraft, spült wertvolle Erde weg und schneidet immer tiefer ins Wegtrasse ein. Zusätzlich zum spezifischen Trail-Design (z.B. Rolling Contour Trails) kann Erosion mittels verschiedener Bautechniken verhindert oder zumindest vermindert werden. Die wichtigsten davon werden nachfolgend erläutert:

Querentwässerungen einbauen

Eine funktionierende Entwässerung der Wegoberfläche (vgl. Regel 5) und der unmittelbaren Umgebung ist für die nachhaltige Sicherung eines Weges unabdingbar. Grundsätzlich kann das Wasser über die Schulter (talseitig und direkt) oder bergwärts via eines Wassergrabens entlang des Weges abgeführt werden. Folgt unmittelbar eine Kurve, muss das Wasser mittels Rohr oder Querabschlag unter dem Trail hindurch abgeleitet werden.

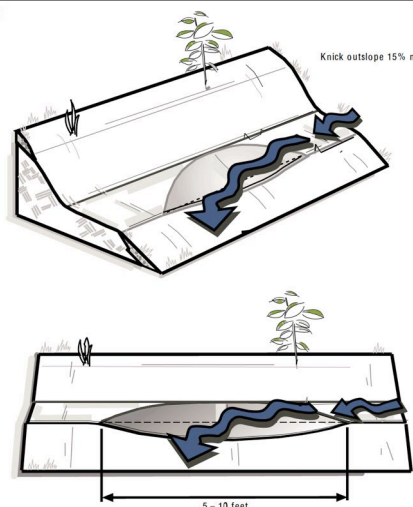



Querentwässerung bei Wander- oder Mountainbikewegen (Quelle: Kanton Graubünden, Fachstelle Langsamverkehr)

Böschungsquellen sind Stellen in der Böschung, wo das Hangwasser an die Oberfläche drückt. Es kann sich z.B. bergseitig am Weg sammeln.

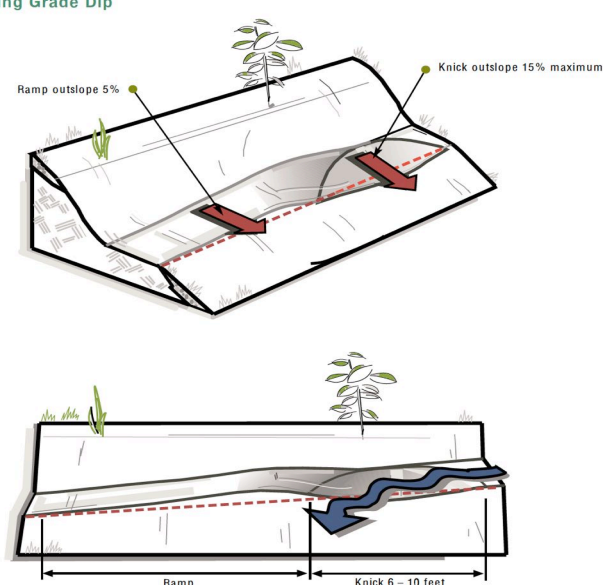
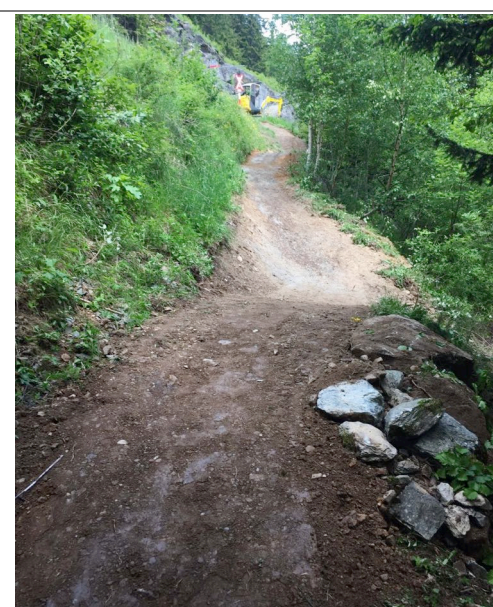
Halbkreis-Senke: Punktuelle Wasserableitung in flachen Traversen:

Eine Halbkreis-Senke ist ein halbkreisförmiger, nach aussen geneigter Abschnitt des Trails mit einem Durchmesser von 1.5 bis 3 Metern. Die Senke ist sanft und unauffällig; viele Nutzer bemerken sie nicht einmal. Die Mitte der Senke ist mit etwa 15 Prozent Gefälle nach aussen geneigt, damit das Wasser gut vom Weg abfließt. Damit eine Halbkreis-Senke funktioniert, muss der Boden neben dem Trail tiefer liegen. So hat das Wasser Platz zum Abfließen. Halbkreis-Senken werden typischerweise auf eher flachen Wegen gebaut, auf denen sich das Wasser einfach sammeln und Pfützen bilden kann.

<p>Knick</p> 	
<p>Punktuelle Halbkreis-Senke auf flacher Traverse (Quelle: IMBA, „Knick“)</p>	<p>Beispiel einer sanften Halbkreis-Senke über ca. 3m (Quelle: https://forums.mtbr.com/)</p>

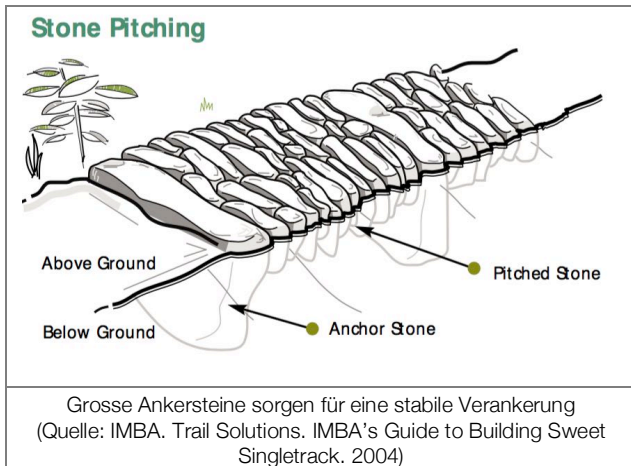
Halbkreis-Senke mit Gegenanstieg und Rampe: Punktuelle Wasserableitung bei Hangtraversen/Querungen

Eine Halbkreis-Senke mit Gegenanstieg (HSG) baut auf der Halbkreis-Senke auf. Sie weist ebenfalls eine nach aussen abfallende Vertiefung in der Lauffläche auf, gefolgt von einem Gegenanstieg und einer Abwärtsrampe. HSGs kann man sich mit einem Suppenlöffel vorstellen, der auf dem Weg liegt; die Schaufel des Löffels ist der Einschnitt in den Weg, und der Griff des Löffels ist ein kurzer Gegenanstieg, gefolgt von einer sanft abfallenden Rampe. Die Senke sollte länger sein als ein Fahrrad (ca. 2.5 Meter). Die ausgehobene Erde aus der Senke wird verwendet, um den Gegenanstieg und die Rampe zu erstellen. Diese Rampe sollte 3 - 6 Meter lang sein, abhängig von der Steilheit des Wegprofils. Sie sollte ebenfalls ein Aussengefälle von 5% aufweisen, wie bei einem normalen Wegprofil. Die Gesamtlänge einer HSG variiert stark je „nach Steilheit des Wegprofils, grundsätzlich liegen sie zwischen 4 und 9 Metern.

<p>Rolling Grade Dip</p> 	
<p>Punktuelle Entwässerung mit Senke und kurzem Gegenanstieg an sanft abfallender Rampe (Quelle: IMBA „Rolling Grade Dip“)</p>	<p>Beispiel punktuelle Senke mit Gegenanstieg auf 3-5m Länge, Wasser kann abfließen (Quelle: Allegra Tourismus AG, Bernina Express, GR)</p>

Steinarmierungen (Rock Armoring/Stone Pitching)

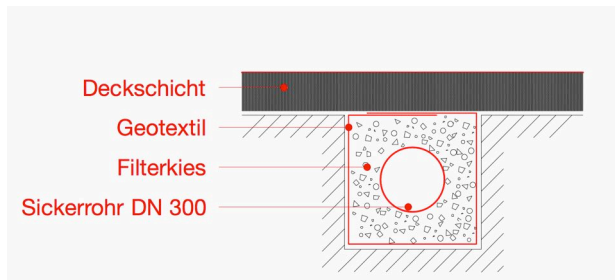
Kurze, steile Abschnitte können mit Steinarmierungen befestigt werden, um Erosion durch das Bremsen (blockierte Räder) oder Wasser zu verhindern. Das sogenannte Rock Armoring kann bei kurzen, feuchten Abschnitten ebenfalls angewendet werden um die Erosion zu minimieren. Eine besondere nachhaltige Form des Rock Armoring ist das Stone Pitching – eine Wegbautechnik mit grossen Ankersteinen als Stabilisatoren, die im Alpenraum seit Jahrhunderten für wichtige Verkehrswege und Verbindungen eingesetzt wurde («Steinbikki» in Walliserdeutsch).



Sickerpackungen

Eine Sickerpackung wird erstellt, indem wasserdurchlässige, längliche Textilien mit grobkörnigem Kies gefüllt und in einen Graben gelegt werden. Das Sickerwasser kann durch die Hohlräume zwischen dem durchlässigen Kies abfließen.

Sickerpackungen mit oder ohne Rohr eignen sich zur Kanalisierung des Wassers in feuchtem Gelände. Rohre sind allerdings anfällig auf Verstopfungen und ziehen laufende Unterhaltsarbeiten mit sich. Damit keine Feinanteile in die Sickerpackung geschwemmt werden, sollte diese mit einem Geotextil / Geovlies umhüllt werden.



Aufbau einer Sickerpackung (Quelle: BikePlan AG, eigene Darstellung)



Bau einer Sickerpackung beim Moos-Trail, Zermatt (Foto: BikePlan AG)

Als Filterkies werden idealerweise faustgrosse Steine verwendet, ähnlich dem Schotterbett eines Eisenbahntrasses.

1.2 Kurven

Es werden folgende **Kurvenbauarten** unterschieden:

- Normale Kurve/Spitzkehre, sogenannte («Rolling Crown Switchback»)
- Anlieger-/Steilwandkurve, sogenannte («Insloped Turn», gegen innen geneigte Kurve)

1.2.1 Allgemeine Konstruktions-Empfehlungen

- Kurven ohne Anliegerkonstruktion bei flachen Hangneigungen bis ca. 7 % einsetzen.
- Keine oder nur minimale Anliegerkonstruktion auf Trails, die z.B. mit Wandernden gemeinsam genutzt werden. Sie erfordern langsamerer Tempo beim Befahren.
- Vor und nach der Kurve: Einbau von Senken oder Drainagen zur Oberflächenwasserregulierung.
- 180°-Kurven sollten, wenn sie übereinander zu liegen kommen, versetzt angelegt werden, damit sich das Wasser nicht akkumulieren und in die darunterliegende Kurve fließen kann.
- Innenbereich der Kurve: Platzierung von natürlichen oder künstlichen Hindernissen zum Verhindern von Abkürzungen.



Kurze Gegenanstiege vor der Kurve zur Verhinderung von Bremswellen und Erosion

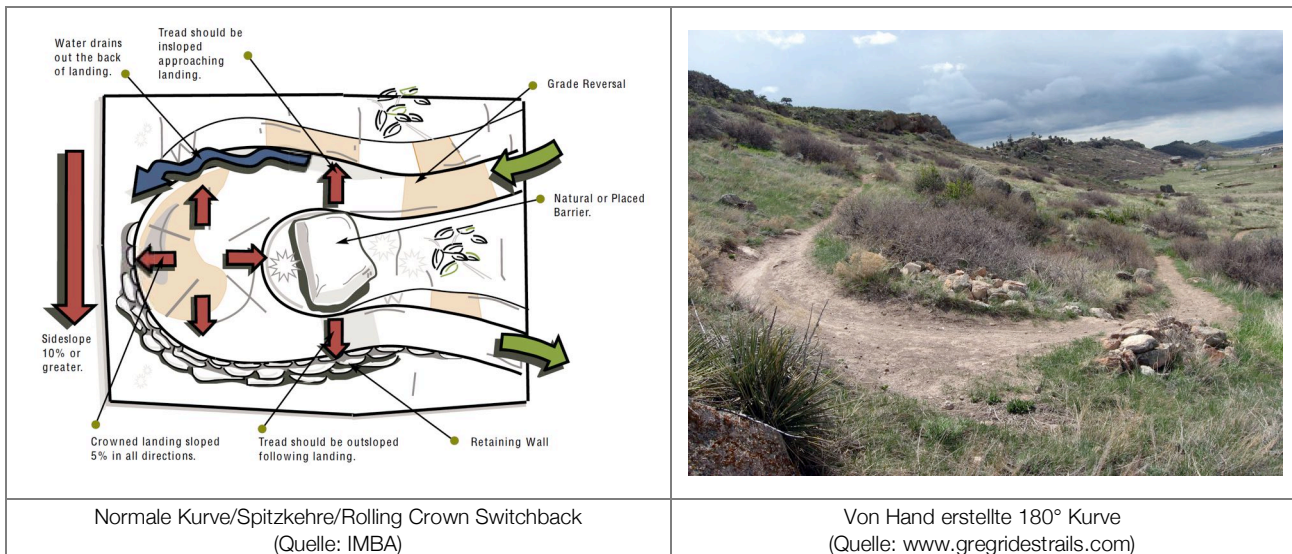
Empfehlung: Kurzer Gegenanstieg vor Kurven zur Verhinderung von Bremswellen und Erosion (Quelle: Tiroler MTB-Modell 2.0)

1.2.2 Normale Kurve/Spitzkehre (Rolling Crown Switchback)

- Bei neu angelegten Kurven ohne erhöhte Seitenwände sollte die Kurve mit mindestens 2m Radius erstellt werden, damit die Kurve von Mountainbikern problemlos befahren und damit Abkürzungen und daraus folgende Erosion verhindert werden. Bestehende Wanderwege mit engen Spitzkehren sollten wo möglich entsprechend angepasst werden.
- Für eine optimale Entwässerung sollten einige Meter vor und nach der Kurve **Neigungswechsel**, z.B. punktuelle Senke mit Gegenanstieg eingebaut werden (vgl. Kapitel 1.1.2).
- Die Richtungsänderung der Kurve sollte auf einer flachen, bzw. leicht erhöhten Plattform stattfinden (Oberflächenwasserregulierung: Oberflächenwasser kann sanft in alle Richtungen der Kurve ablaufen)

Die schematische Darstellung unten links zeigt das optimale Design einer normalen Kurve aus der Vogelperspektive. Das Bild rechts davon ist ein gutes Beispiel aus der Praxis, wobei die Neigungswechsel vor und nach der Kurve nur schwach erkennbar sind.

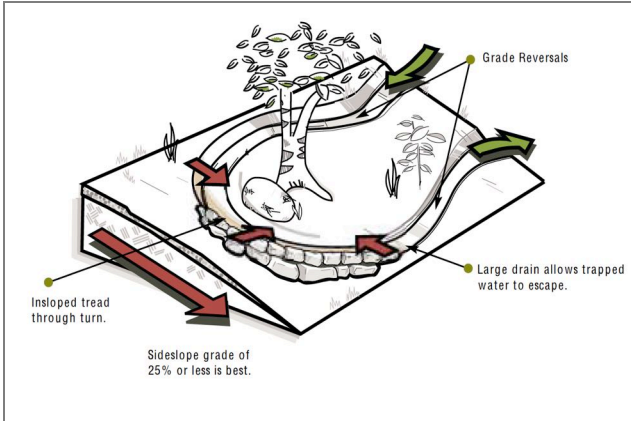
Normale 180°-Kurve:



1.2.3 Anliegerkurve/Steilwandkurve (Insloped Turn)

- Um eine Anliegerkurve nachhaltig zu gestalten, muss sie solide gebaut werden. Dafür eignet sich insbesondere eine Steinkonstruktion als Fundament, in Kombination mit Schotter/Erde und einer Deckschicht, die verdichtet wird. Sie sollte einen **Radius zwischen 2.5 und 4.5 Meter** haben.
- Je **flacher eine Kurve** gebaut ist, desto sicherer/einfacher ist sie zu fahren und desto weniger Bremsrillen von blockierten Rädern entstehen. Dies hat auch einen deutlich weniger aufwändigen Unterhalt zur Folge.
- Das **Oberflächenwasser** sollte vor und nach der Kurve z.B. mittels **Neigungswechseln oder punktuellen Senken mit Gegenanstieg** vom Trail abgeleitet werden, um zu verhindern, dass das Wasser in der Kurve abläuft.

Anliegerkurve:

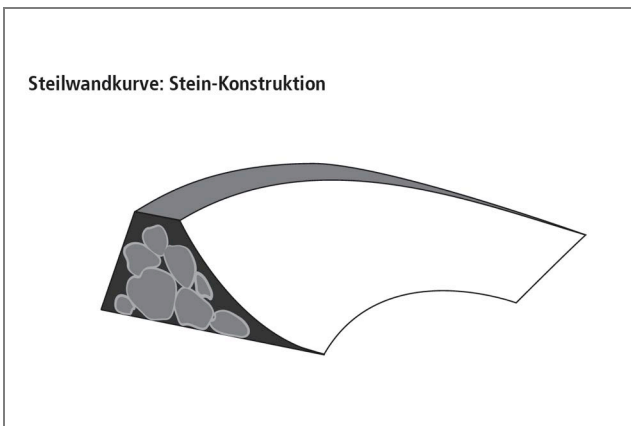


Steilwandkurve mit Unterstüztungsmauer
(Quelle: IMBA)



Maschinell erstellte Anliegerkurve, Bentonville USA
(Quelle: www.arkansasoutside.com)

Detail einer Anliegerkurve mit Steinkonstruktion als Aufbau:



Querschnitt Steilwandkurve mit Steinbett als Rückhalt (Quelle: bfu, Fachdokumentation 2.040 - Mountainbikeanlagen Schweiz)



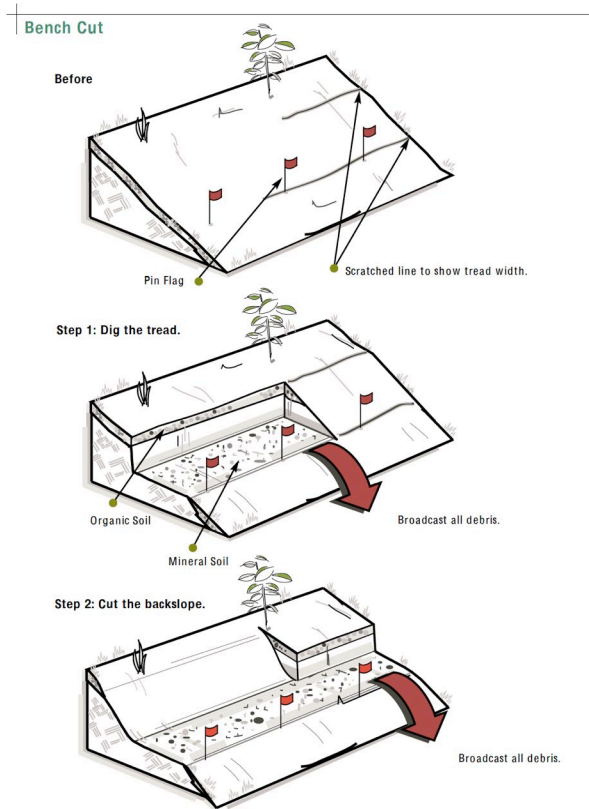
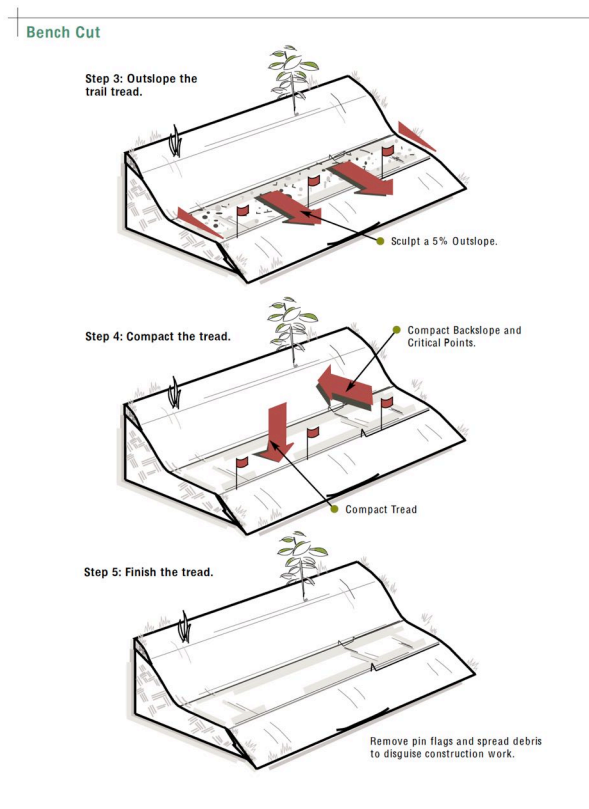
Anliegerkurve mit sichtbarem Stein-Aufbau, Bentonville USA
(Quelle: www.outerbike.com/bentonville-2018/)

1.3 Hangquerungen

Hangquerungen sollten grundsätzlich mittels eines kompletten Hangeinschnitts mit Abtragung der Böschung erfolgen. Der Untergrund bei einem kompletten Einschnitt ist bereits gefestigt und daher stabiler und widerstandsfähiger als eine aufgeschüttete oder teil-aufgeschüttete Fahrbahn. Ebenfalls ist zu empfehlen, die Böschung sauber abzutragen, den Abtrag unterhalb des Weges zu verfestigen und in steilem Gelände zu sichern. Mehr dazu unter Kapitel 1.3.2.

1.3.1 Konstruktion

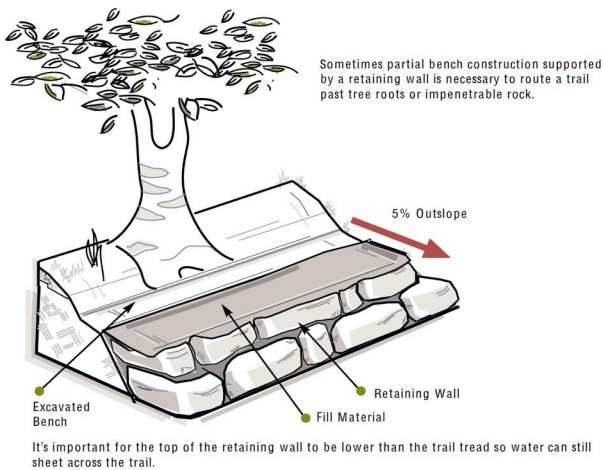
Bau eines Trails in den Hang mit komplettem Hangeinschnitt in 5 Schritten:

0. Trailrand mit Fähnchen talseitig markieren, Trailbreite bergseitig markieren	3. 5% Quergefälle nach aussen auf Fahrbahn hinzufügen
1. Wegtrasse ausgraben, Aushubmaterial unterhalb Trail ablagern	4. Fahrbahn und Böschung mittels Kompression (z.B. mit Vibrationsplatten) festigen
2. Böschung abtragen, max. 45° steil	5. Trasse säubern und fertigstellen
<p>Building a Full Bench Trail with Hand Tools</p> <p>Bench Cut</p>  <p>The diagram illustrates the five steps of building a bench trail with hand tools. Step 0 shows marking the trail edge with flags and the tread width with a scratched line. Step 1 shows digging the tread, with organic soil being broadcasted to the sides. Step 2 shows cutting the backslope, also with debris broadcasted. Step 3 shows creating a 5% outslope on the tread. Step 4 shows compacting the tread and the backslope. Step 5 shows the final finished trail with debris spread to disguise construction work.</p>	<p>Bench Cut</p>  <p>The diagram illustrates the final three steps of building a bench trail. Step 3 shows creating a 5% outslope on the tread. Step 4 shows compacting the tread and the backslope. Step 5 shows the final finished trail with debris spread to disguise construction work.</p>

Empfehlung: Bau eines Trails mit komplettem Hangeinschnitt (Quelle: IMBA)

Falls kein voller Hangeinschnitt realisiert werden kann, beispielsweise weil Werkleitungen gequert werden müssen oder ein angrenzender Baum nicht gefällt werden soll, ist zu empfehlen, den Fahrbahnrand talseitig zu erhöhen und z.B. mit Blocksteinen oder einer Stützmauer zu sichern.

Partial Bench Trail with Retaining Wall



Teil-Hangeinschnitt + Stützmauer (Quelle IMBA)

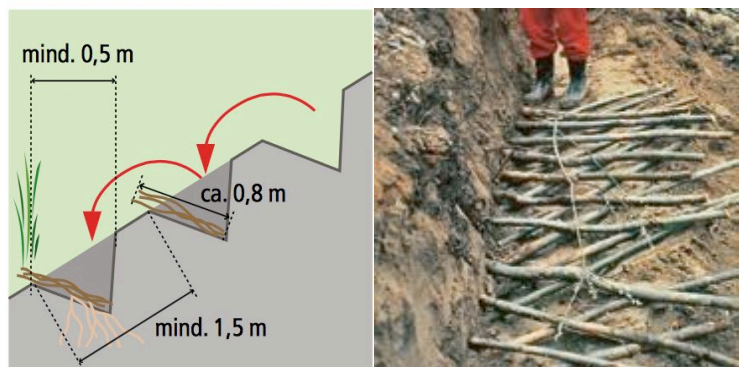
Teil-Hangeinschnitt mit Stützmauer : Manchmal ist ein Teil-Hangeinschnitt mit Stützmauer nicht zu vermeiden – und sinnvoll ; z.B. bei Bäumen/wichtigem Wurzelwerk, grossen Felsblöcken, Werkleitungen, etc.

1.3.2 Böschungs- und Hangsicherung

Beim Wegebau in Hanglagen entstehen Böschungen, die vor Erosion geschützt werden müssen. Die **maximale stabile Neigung** von Auftragsböschungen (wenn Erdmaterial aufgeschüttet wird) beträgt gut **30 Grad bzw. 60% (2:3)**, diejenige von **Abtragsböschungen** **45 Grad bzw. 100% (1:1)**. Bei diesen Neigungen ist eine Begrünung als Erosionsschutz in der Regel ausreichend; bei Böschungen mit grösseren Neigungen sind zusätzliche Verbauungen sinnvoll, die nachfolgend beschrieben werden. Böschungs- und Hangsicherungen sollten durch Fachleute geplant und gebaut werden.

Begrünung und Lebendverbau

Begrünungen und Lebendverbau (Grünverbau) sind hochwirksame und kostengünstige Methoden für die Böschungssicherung. Das dichte Wurzelgeflecht der Pflanzen festigt den Boden mechanisch. Gleichzeitig entzieht es ihm Wasser, was zusätzlich stabilisierend wirkt.



Bsp. Buschlage (Quelle: ASTRA, Schweizer Wanderwege, Handbuch)

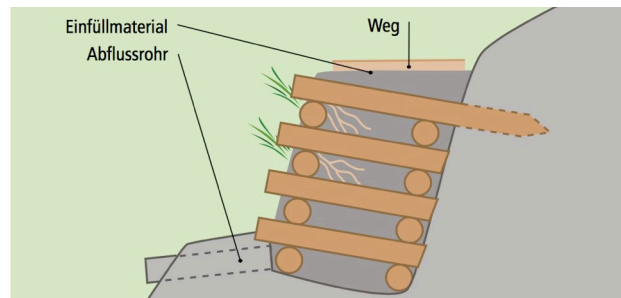
Beispiele :

- Busch- und Heckenlagen
- Rasengitterziegel
- Ansaat
- Flechtzaun, Faschinen

Verbauungen aus Holz

Zur Sicherung von steilen Böschungen mit Neigungen von 45 Grad (100 %) bis 60 Grad (175%) sind neben dem Lebendverbau zusätzliche Bauten aus Holz möglich. Beispiele:

- **Holzgrünschwelle, Holzkasten:**
Holzkasten genannt, sind für die Sicherung neuer und bestehender Böschungen anwendbar. Interessant sind Holzgrünschwellen besonders zur Sanierung der talseitigen Böschungen, weil der Weg anschliessend über die Schwelle geführt werden kann.
- **Hangroste:**
Böschungen mit einer maximalen Höhe von 20m lassen sich mit Hangrosten sichern. Dazu werden lange Kant- oder Rundhölzer mit einem Durchmesser von 10 bis 30 cm über Kreuz auf den Hang gelegt und mit Holzpflocken oder Armierungseisen im Untergrund fixiert. Zusätzlich wird der Rost am Hangfuss abgestützt. Anschliessend werden die Zwischenräume mit Erdmaterial aufgefüllt und mit Busch- oder Heckenlagen bepflanzt.



Bsp. Holzkasten (Quelle: ASTRA, Schweizer Wanderwege, Handbuch)

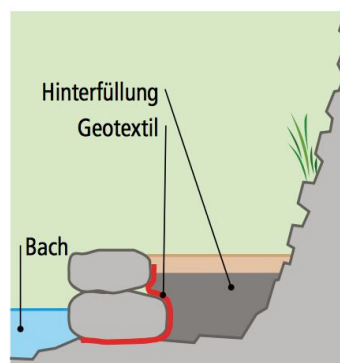


Bsp. Holzkasten unterhalb Weg und Hangrost oberhalb Weg (Quelle: ASTRA, Schweizer Wanderwege, Handbuch)

Verbauungen aus Stein

Bei Neigungen von mehr als 60 Grad bzw. 175% werden für die Böschungssicherung in der Regel Bauten aus Stein erstellt. Beispiele:

- **Trocken- und Blocksteinmauern**
Sofern geeignetes Natursteinmaterial zur Verfügung steht, sollten Trockenmauern erstellt werden. Da sie ohne Mörtel oder Beton aufgebaut werden, brauchen Trockenmauern keine aufwändigen Fundamente.



Bsp. Blocksteine (links) und Trockensteinmauer (Quelle: ASTRA, Schweizer Wanderwege, Handbuch)



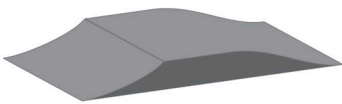
Leichte Setzungen oder Bewegungen durch Frost werden von der Mauer abgedefert. Der Bau von Trockenmauern sollte durch Fachleute begleitet werden.

- **Steinkörbe:** Sie können in Siedlungsnahen Gebieten als Alternative zu Mauern für die Böschungssicherung eingesetzt werden. Der Aufbau erfolgt gemäss den Empfehlungen des Herstellers. Steinkörbe sind gegenüber Bewegungen im Baugrund unempfindlicher als Trocken- oder Blocksteinmauern.

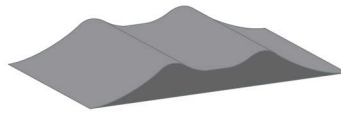
1.4 Sprünge

Damit eine Anlage für Einsteiger kein unkalkulierbares Risiko darstellt, ist es ratsam, allfällige Sprünge so zu gestalten, dass sie auch mit tiefem Tempo überrollt werden können. Die Lücke zwischen Absprung und Landehügel ist so aufzufüllen, dass niemand zu Schaden kommen kann, wenn ein Sprung zu kurz ausfällt. Entsprechend ist das Bauen einer Erhöhung, die sogenannte «Table»-Bauart die **sicherste Variante** und besonders bei anfängerfreundlichen Infrastrukturen zu empfehlen. Schwierigere Hindernisse können auch mittels einer optionalen Linienführung über ein einfacheres (kein) Hindernis umfahren werden. Diese einfachere Linienführung wird im Fachjargon «Chicken Line» genannt. Beide Linienführungen müssen für den Biker frühzeitig erkennbar sein und entsprechend signalisiert werden. Eine sogenannte «Double » oder «Roller»-Konstruktion, bei der zwei Erhöhungen gebaut werden, kann von einem weniger guten Fahrer überrollt werden. Der Könnler kann beide Hügel überspringen oder sogenannt «gapen» und hat damit eine zusätzliche Herausforderung. Die Sprünge sollen möglichst naturnah gestaltet sein, nach Möglichkeit sollen vorhandene Wellen oder Geländeübergänge ins Traildesign miteinbezogen werden. Nicht erwünscht auf naturnahen Singletrails sind gross errichtete Sprunghügel oder Holzkonstruktionen als Sprünge (Kunstabauten).

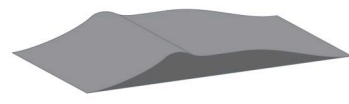
Table (empfohlen):



Double/Roller:



Stepdown:



Verschiedene Sprung-Bauarten (Quelle: bfu, Mountainbike-Anlagen, Fachdokumentation 2.040)



Spielerische Gestaltung eines naturnah gebauten Trails mit Roller, Table-Sprung, Mini-Anliegerkurven
 (Quelle: IMBA, Guidelines for a Quality Trail Experience)

1.5 Wegkreuzungen / Einmündungen bei MTB Pisten oder -Routen

Es ist selten der Fall, dass eine neue Mountainbike-Piste oder -Route keine bestehenden Wege oder Strassen kreuzt. Deshalb gilt – zusätzlich zur Signalisation – Kreuzungen, Einmündungen und Abzweigungen so zu gestalten, dass sie möglichst sicher befahrbar und für alle Nutzer gefahrlos benutzbar sind.

1.5.1 Schikane zur Geschwindigkeitsreduktion vor Kreuzungen/Einmündungen

Bei der Projektierung ist speziell darauf zu achten, dass die Kreuzungspunkte bzw. Einmündungen an **übersichtlichen Orten** zu liegen kommen. Um die Biker zur Geschwindigkeitsreduktion bis auf Schritttempo zu zwingen, führt die Strecke auf den letzten Metern vor der Kreuzung durch eine Schikane und verläuft dann parallel zur Forststrasse oder Strasse. Die MTB-Piste oder Route verläuft im Idealfall vor einem Kreuzungspunkt leicht bergauf, sodass sich das Tempo des Bikers automatisch reduziert. Biker und andere Wegnutzer haben somit ausreichend Zeit, um aufeinander aufmerksam zu werden. Damit sich die Verkehrsteilnehmenden frühzeitig sehen können, darf das Blickfeld nicht eingeschränkt werden. Um dies sicherzustellen, ist der Kreuzungsbereich von rasch wachsender Vegetation freizuhalten.

Weil MTB-Pisten nur für eine Nutzergruppe – abwärtsfahrende Mountainbiker oder Downhill-Fahrer – konzipiert werden und die Fahrer auch hohe Tempi erreichen können, sind die Anforderungen an die Sicherheit bei Kreuzungen/Einmündungen höher als bei MTB-Routen. Dementsprechend grösser ist der bauliche Aufwand zur Erstellung von Schikanen auf MTB-Pisten.

Im Wallis fordert die Dienststelle für Mobilität bei Kreuzungen, Abzweigungen oder Einmündungen mit einer Kantonsstrasse zusätzliche Informationen zu verschiedenen technischen Punkten, z.B.: Vor Kreuzungen oder Einmündungen mit unübersichtlichen Kantonsstrassen ist ein Wartebereich erforderlich, der mindestens 1,9 Meter lang sein muss. An Kreuzungen sollte der Mountainbike-Weg / die Mountainbike-Piste immer unterbrochen werden, grundsätzlich mit einer Schikane.

Die vollständigen Anforderungen und aktuellsten Informationen sind bei der Dienststelle für Mobilität erhältlich.

Die Anforderungen an die bauliche Ausgestaltung einer Schikane sind bei einer Mountainbike-Route weniger hoch als bei einer Mountainbike-Piste, aufgrund der unterschiedlichen Charakteristik (Geschwindigkeitsunterschiede, eigenes Trasse, Koexistenz, etc.). Die folgenden Beispiele veranschaulichen dies.

Schikane auf MTB-Route vor Trail-Ende mittels Holzzaun oder Steinblöcken:



Einfache Schikane/Verengung auf MTB-Route vor Einmündung auf eine Strasse (Quelle: BikePlan AG > Uetliberg-Trail)



Trail-Ende; Einmündung MTB-Route mit Alpstrasse (Quelle: BikePlan AG > SchweizMobil Route 647, Rinerhorn/Sertig)

Schikane auf MTB-Piste bei Kreuzung/Einmündung auf Wanderweg/Strasse



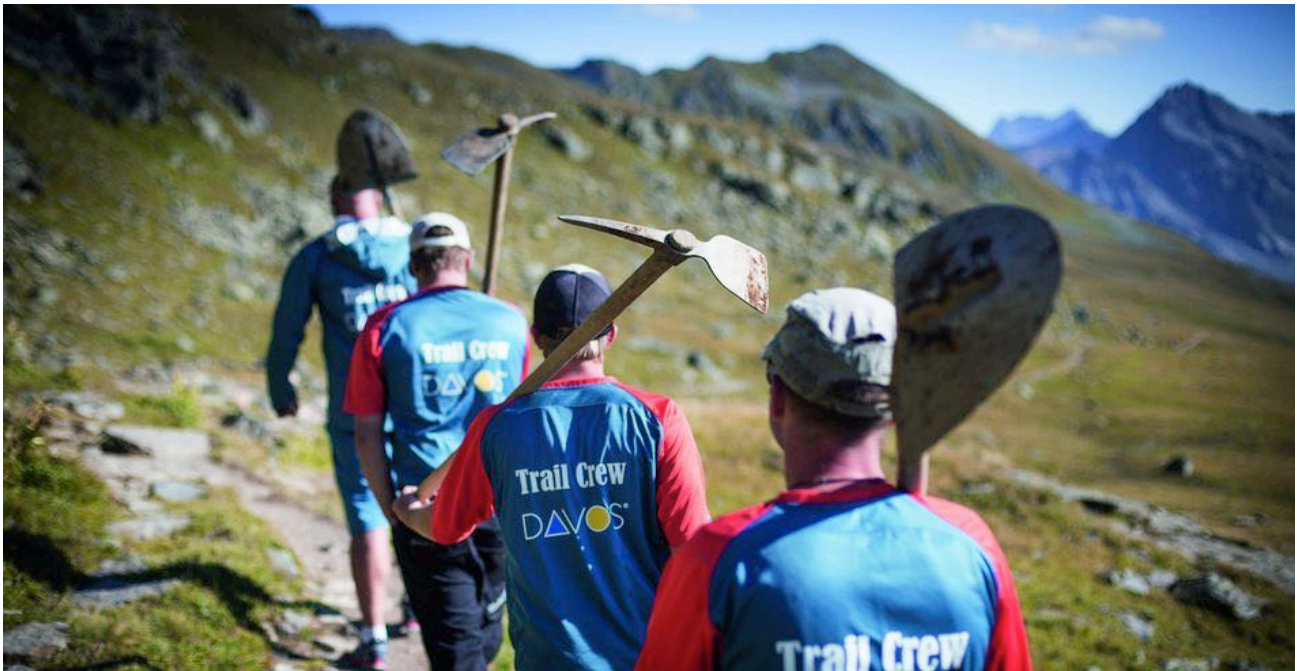
Kreuzung MTB-Piste / Route mit einem Weg (Quelle: bfu-Fachdokumentation 2.040 – Mountainbike-Anlagen)



Aufwändige Schikane auf MTB-Piste vor einer Einmündung auf eine Forststrasse (Quelle: BikePlan AG > Sunnegga-Trail)

Die Signalisation bei Kreuzungen/Einmündungen wird in Kapitel 4.1.3 erklärt.

2 Wegunterhalt



Best-Practice: Trail Crew Davos (Quelle: Davos Klosters Tourismus)

Gemäss dem Walliser Gesetz über die Wege des Freizeitverkehrs (GWFV – Art. 3, Abs. 2) sind die Gemeinden für den Unterhalt und Erhalt ihrer Wege zuständig.

Der zu erwartende Aufwand für den Unterhalt eines Bikeweges ist stark von seiner Bauweise und Frequentierung abhängig. Erosion, Bremslöcher, Wellenbildungen oder Trittschäden (verursacht durch Weidetiere) sind klassische Abnutzungserscheinungen eines Biketrails. Eine konsequente und koordinierte Umsetzung der nachfolgenden Unterhaltsempfehlungen garantiert ein qualitativ hochwertiges Mountainbikewegnetz, welches nachhaltig und kostengünstig bewirtschaftet werden kann.

Wie beim Bau neuer Mountainbikewege sollen auch beim Unterhalt nachhaltige Techniken und Bauweisen angewendet werden, sodass die Eingriffe und negativen Auswirkungen auf die Natur und auf die zu schützende Landschaft möglichst gering bleiben. Dem Gast steht somit auch längerfristig ein sicheres, attraktives und naturnahes Bikewegnetz zur Verfügung. Zudem kann ein gut bewirtschaftetes Wegsystem laufend weiterentwickelt und den wechselnden Bedürfnissen der Gäste angepasst werden.

2.1 Unterhaltskosten

Der Unterhaltsaufwand auf Wander- oder Mountainbikewegen ist schwierig standardisierbar, da es sich oft um Linienbaustellen handelt, die sehr spezifisch (bzgl. Nutzung durch Mountainbiker), abgelegen und im Gelände verteilt sein können. Der zeitliche Aufwand ist deshalb i.d.R. viel ausschlaggebender als die Materialkosten.

Die Kosten variieren in Abhängigkeit der Geländeverhältnisse (Geologie, Geomorphologie, Vegetation, Höhenlage, Steilheit), der Niederschlagsmenge, Nutzungsintensität und des Transportaufwands.

Auf der Basis des Weginventars und von Richtwerten können der jährliche Zeit- und Kostenaufwand für den Wegunterhalt grob geschätzt und entsprechend budgetiert werden. Für verlässliche, den lokalen Gegebenheiten angepasste Richtwerte empfiehlt sich die Nachkalkulation der effektiven Aufwände.

Unterhaltsarbeiten in CHF per km und Jahr	laufend CHF / km	periodisch CHF / km	Leistung / Mannstunde laufender Unterhalt
Wege oberhalb Waldgrenze, mit längerem/aufwendigen Anfahrtsweg	500 - 600	300 - 400	ca. 100m
Wege unterhalb Waldgrenze	350 - 450	650 - 750	ca. 150m
Maschinen-/Erdweg	550 - 650	850 - 950	ca. 200m
Wald-/Forstrassestrasse (LKW, Naturbelag)	250 - 350		ca. 200m

Richtwerte Unterhaltskosten (Vgl.: Handbuch graubündenBIKE, 3.122 - Wegunterhalt)

2.2 Unterhaltsmassnahmen

Sachgemässer **Unterhalt** und regelmässige **Kontrollen** tragen in hohem Mass zur **Sicherheit und Attraktivität** von Mountainbike-Routen und Pisten bei. Für die eigene Sicherheit sind Bikende in erster Linie selbst verantwortlich. Jedoch dürfen Wege, Pisten und Kunstbauten keine unvorhersehbaren Fallen bergen. Bauliche Vorrichtungen auf Wegen müssen mängelfrei erstellt und sachgemäss unterhalten werden.

Bevor ein Eingriff in die Natur bzw. in den Trail vorgenommen wird, soll stets die Verhältnismässigkeit der Unterhaltsmassnahme abgewogen werden. Eine intakte Natur und ein authentisches Landschaftsbild sind eine wesentliche Basis für eine attraktive Wander- und Bikeregion.

Bei Hinweisen zu Mängeln, welche die Sicherheit der Wegbenützer tangieren, muss rasch reagiert werden. Ist eine sofortige Reparatur oder Instandstellung nicht möglich, ist die Gefahrenstelle entsprechend zu kennzeichnen. Unter Umständen ist eine Sperrung mit entsprechender Signalisation notwendig.

2.3 Unterhaltsbegriffe¹

Es werden folgende Unterhaltsarten unterschieden:

- Laufender Unterhalt
- Periodischer Unterhalt
- Sanierungsmassnahmen
- Wiederherstellungsmassnahmen

Die Massnahmen werden in den nachfolgenden Unterkapiteln beschrieben. Weiterführende Hinweise dazu finden sich im Handbuch GraubündenBike.

2.3.1 Laufender Unterhalt

Der laufende Unterhalt umfasst Massnahmen, welche den sicheren Betrieb eines Weges gewährleisten. Er wird mindestens ein- bis zweimal jährlich mit einfachen Geräten durchgeführt und benötigt kaum ortsfremdes Material. Es empfiehlt sich den laufenden Unterhalt sogleich nach der Schneeschmelze im Frühjahr zu starten.

¹ Kanton Graubünden, Fachstelle Langsamverkehr (2015) Handbuch graubündenBIKE, Unterhalt von Wander- und Mountainbikewegen

Dazu gehören folgende Tätigkeiten:

- Kontrolle von Weganlagen und Signalisation
- Unterhalt der Entwässerungsanlagen
- Beseitigen der Gras-/Buschvegetation, Gehölzrückschnitt; kürzen von in den Wegkorridor ragenden Ästen/Bäumen
- Beheben von kleinen Schadstellen
- Reinigen von verstopften Abläufen wie Wasserrinnen, Dolen und Rohren
- Auszäunen von Wegen, um Schäden durch Tiere zu vermeiden - insbesondere während niederschlagsreichen Zeiten
- Fahrbare Zaundurchgänge installieren

2.3.2 Periodischer Unterhalt

Der periodische Unterhalt beinhaltet in grösseren Zeitabständen von fünf bis zehn Jahren wiederkehrende umfassende Massnahmen zur Substanz- und Werterhaltung. Meist braucht es dazu im Vergleich zu den laufenden Unterhaltsarbeiten zusätzliches Material und grössere Maschinen.

Folgende Tätigkeiten fallen unter den periodischen Unterhalt:

- Erneuerung der Wegsubstanz
- Erneuerung der Signalisationen (mehr dazu im Kapitel 4 «Signalisation von Mountainbike-Routen und -Pisten»)
- Verbesserungen und Verstärkungen zur Reduktion des Aufwandes für den laufenden Unterhalt

2.3.3 Sanierungsmassnahmen

Sanierungsmassnahmen sind erforderlich, wenn ein Weg die Anforderungen an einen Mountainbikeweg nicht mehr erfüllt. Sie sind in der Regel einmalig und können folgende Tätigkeiten umfassen:

- Abtrag von Felsköpfen
- Optimale Kurvenausformungen
- Neue Linienführungen auf kurzen Abschnitten

Sanierungen sollten auch dazu beitragen, den laufenden und periodischen Unterhalt durch Ursachenbekämpfung zu reduzieren. Wird ein bisher als Wanderweg angelegter Weg neu als Bikeweg genutzt, kann es vorteilhaft sein, diesen mittels einer Sanierung an die neuen Bedürfnisse anzupassen. Dies in der Regel vor dem ersten Schneefall im Herbst.

2.3.4 Wiederherstellungsmassnahmen

Wiederherstellungsmassnahmen können nach ausserordentlichen Ereignissen wie Rutschungen, Steinschlag oder Murgängen notwendig sein. Zeigt sich bei der Evaluation der baulichen Massnahmen, dass der Aufwand und Ertrag unverhältnismässig hoch sind, ist eine Verlegung der Strecke zu prüfen.

2.3.5 Abgrenzung zwischen Wegunterhalt und Neubau

Bei Wegverlegungen, Trasseeverbreiterungen, Eingriffen im Gewässerraum, Rodungen und dergleichen stellt sich die Frage, ob es sich um Unterhalts- oder bauliche Massnahmen handelt. Es wird empfohlen, vorgängig Kontakt mit den zuständigen kantonalen Ämtern aufzunehmen, um die Bewilligungspflicht und das notwendige Verfahren abzuklären. Meist macht eine informelle Vorprüfung des Projekts Sinn. Es empfiehlt sich zudem, die Umweltschutzorganisationen frühzeitig in die Planung miteinzubeziehen (WWF, Pro Natura, Stiftung Landschaftsschutz).

2.4 Typische Schäden und empfohlene Unterhaltsmassnahmen (ohne Baubewilligung)

Hauptursache von Wegschäden ist die Erosion durch Wasser, weshalb dem Wassermanagement besondere Bedeutung beim Unterhalt zukommt und eine strukturelle Verbesserung der Entwässerung angestrebt werden soll. Weitere häufige Schadensursachen sind Trittschäden durch Vieh oder andere schwere Nutztiere oder anthropogene Abnutzungsschäden (Wanderer, Mountainbiker (z.B. Bremschäden) oder Trial-Motorradfahrer). Je nach Gebiet und Höhenlage des Weges können unter Umständen wiederkehrend Winterschäden auftreten. Folgende Massnahmen zur Behebung von Erosions- Trittschäden, Abnutzungs- oder Winterschäden können zur Verbesserung ergriffen werden (vgl. Kapitel 1.1.2. «Lösungen zur Verhinderung von Erosion durch Wasser oder den Nutzer»).

- Wiederherstellen des talseitigen Quergefälles von ca. 5%
- Sanfte Neigungswechsel einbauen, sogenannte «Grade Reversals» → In regelmässigen Abständen erstellte und aufeinander abgestimmte Neigungswechsel ergeben einen «Rolling Contours Trail»
- Halbkreis-Senke: Punktuelle Wasserableitung in flachen Traversen
- Halbkreis-Senke mit Gegenanstieg und Rampe: Punktuelle Wasserableitung bei Hangtraversen/Querungen
- Querabschläge zur Wasserableitung optimieren und/oder ergänzen
- Nasse stellen mit Steinen armieren - «Bikki», sogenanntes „Rock Armoring“ oder „Stone Pitching“ erstellen
- Wege insbesondere bei Kuhweiden auszäunen, um Trittschäden durch das Vieh zu verhindern.

Diese Arbeiten können ohne Baubewilligung ausgeführt werden (gemäss Reglement zum kantonalen Gesetz über die Wege des Freizeitverkehrs Art. 7, Abs. 2), sofern sie nicht mit Trasseeverbreiterungen, Eingriffen im Gewässerraum, punktuellen Wegverlegungen und dergleichen kombiniert werden. Sie werden im folgenden Kapitel 2.4.1 genauer erläutert.

2.4.1 Erosionsschäden

Unter dem Begriff „Erosion“ (von lateinisch „erodere“ = abnagen) verstehen Geologen und andere Geowissenschaftler die natürliche Abtragung der Erdoberfläche.

Unter Bodenerosion wird meist die Wassererosion und die Winderosion verstanden. Da der Boden jedoch auch durch Schneedeckenbewegungen, Rutschungen oder Abtreten durch Mensch und Weidetiere abgetragen wird, werden unter dem Begriff „Bodenerosion“ alle Bodenumlagerungsprozesse infolge von Wasser-, Wind- und mechanischer Einwirkung verstanden, die durch menschliche Eingriffe ermöglicht oder unmittelbar verursacht werden.

In diesem Kapitel geht es grundsätzlich um die Erosion durch das Wasser und die Nutzer. Die folgenden Bilder zeigen typische Beispiele von Erosionsschäden:



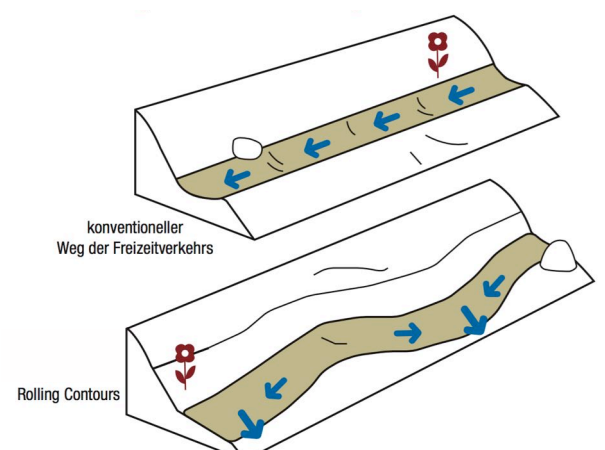

Massnahmen:

Nachfolgend werden versch. Techniken beschrieben, mit denen die genannten Wasser- oder Erosionsschäden behoben oder verhindert werden können.

Neigungswechsel einbauen

Dieser Abschnitt vertieft die in Kapitel 1.1.1. beschriebene Regel 4 zu den Neigungswechseln. Bei Problemen mit der Entwässerung kann der bestehende Weg im Rahmen des Unterhalts mit sanften Neigungswechseln, engl. «Grade Reversals» versehen werden. Ein Neigungswechsel ist genau das, wonach es tönt – ein Trailabschnitt mit einem Wechsel der Neigung nach oben oder unten. Dort wo es aufwärts geht, muss das Wasser quer über das Trasse vom Weg ablaufen. Sie mindern die Wegerosion deutlich und können, richtig gebaut, den Fahrspass erhöhen. Neigungswechsel werden heute standardmässig bei neu erstellten Strecken wie z.B. Flow Trails eingesetzt. Bei bereits existierenden Wegen oder Bike-Strecken können sie auch abgeflacht/sanfter nachträglich hinzugefügt werden.

Rolling Contours/Rollende Konturen = mehrere aneinander gereihete Neigungswechsel:

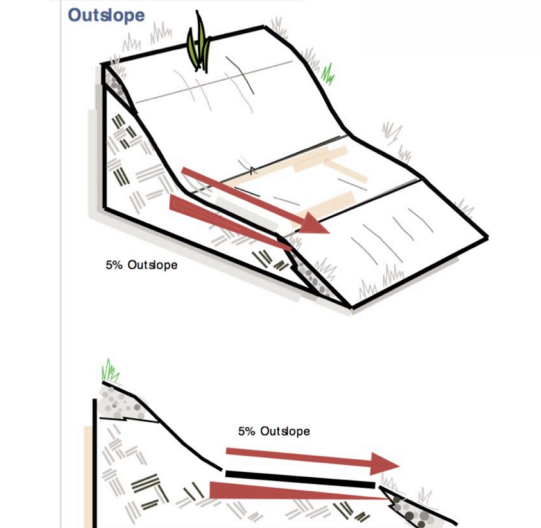
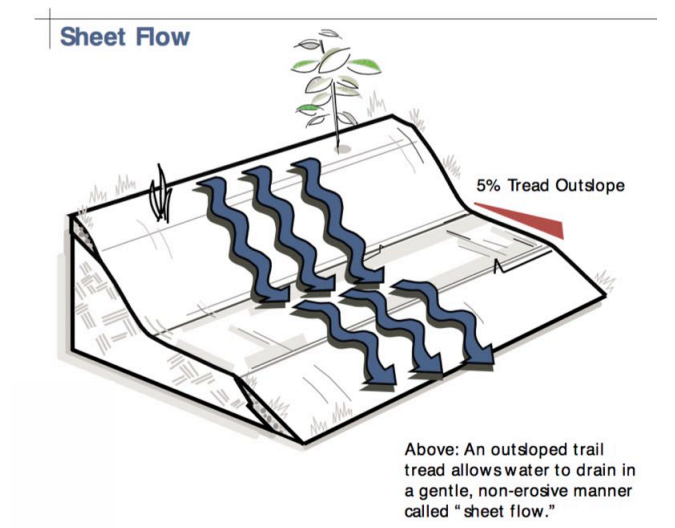
	
<p>Wo immer möglich Entwässerung über Neigungswechsel lösen (Quelle: BikePlan AG, eigene Darstellung)</p>	<p>Beispiel „Rolling Contours“ Trail beim Corviglia Flowtrail, St. Moritz (Quelle: www.flowzone.ch)</p>

Quergefälle nach aussen (5%): V-Profil entfernen und talseitiger Wegrand abtragen

Dieser Abschnitt vertieft die in Kapitel 1.1.1. beschriebene Regel 5 zum Quergefälle.

Abtragen der talseitigen Ränder bei V-Profilbildungen, um den Wasserabfluss entlang des Wegs zu verhindern und die weitere V-Bildung des Wegprofils zu minimieren. Optimal ist ein talseitiges Quergefälle von 5 %. Bei grösserem Gefälle und auf Abschnitten wo der Längsabfluss nicht verhindert werden kann, wird der Einbau von Neigungswechseln wie oben beschrieben oder Querabschlägen empfohlen.

Quergefälle von 5% (wieder)herstellen:

	 <p>Above: An outsloped trail tread allows water to drain in a gentle, non-erosive manner called "sheet flow."</p>
<p>Talseitiges Quergefälle von 5% einbauen (Quelle: IMBA)</p>	<p>Oberflächenwasser kann kontinuierlich über den Trail hinweg abfliessen (Quelle: IMBA)</p>

Halbkreis-Senke: Punktuelle Wasserableitung in flachen Traversen:

→ Wird in Kapitel 1.1.2 im Detail erklärt

Halbkreis-Senke mit Gegenanstieg und Rampe: Punktuelle Wasserableitung bei Hangtraversen/Querungen

→ Wird in Kapitel 1.1.2 im Detail erklärt

Querabschläge optimieren oder ergänzen

Querabschläge stellen im Wallis bisher die wahrscheinlich häufigste Form der Entwässerung dar. Sie können mit relativ wenig Aufwand erstellt werden, sind dafür aber im Unterhalt aufwändig. Bei Wegoptimierungen oder Neubauten sollten sie nur dort zum Einsatz kommen, wo Neigungswechsel/punktuelle Senken oder ausreichendes Quergefälle nicht möglich sind oder die finanziellen Rahmenbedingungen dies nicht zulassen. Eine spezielle Art von Querabschlägen sind Eisenbahnschienen. Sie sind aufwändiger zu erstellen, dafür weniger unterhaltsintensiv. Sie eignen sich in erster Linie für Flurwege oder Forststrassen mit motorisiertem Verkehr.

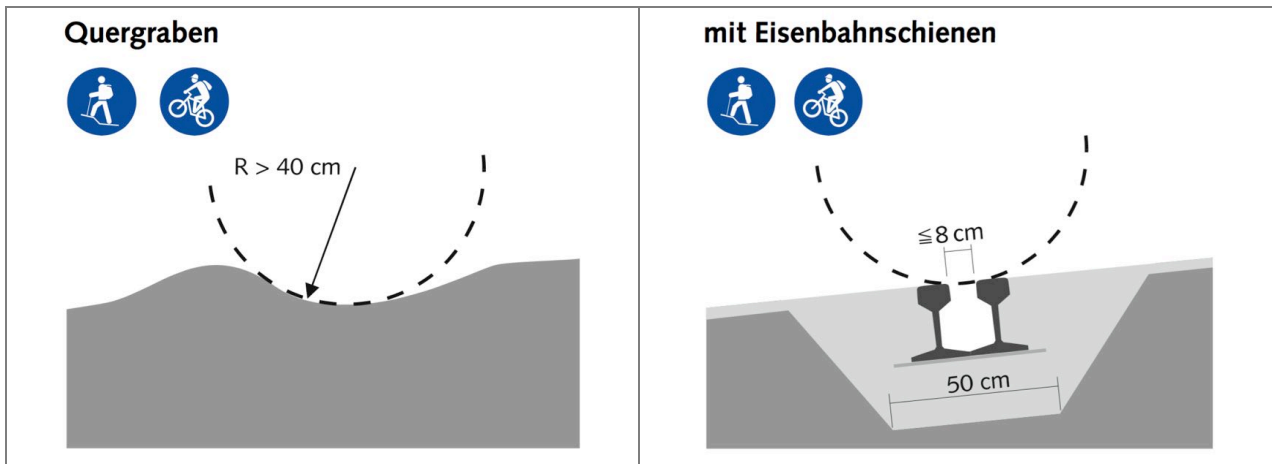
Im Wallis häufig auf Wanderwegen vorkommende Querabschläge in Form von **gestellten Steinplatten** (90° horizontal gestellt, meist scharfkantig) sind nicht geeignet auf Mountainbikerouten oder Pisten und sollten nach Möglichkeit ersetzt werden. Ist dies nicht möglich oder erwünscht, können Sie auch in einem **flacheren Winkel (mit der Kante wegabwärts, 45° oder flacher)** eingebaut werden, damit der Mountainbiker besser und ohne Sturzgefahr darüberrollen kann.

Bei historischen Verkehrswegen, insbesondere jene, die im Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS) enthalten sind, muss vor einer Änderung zuerst mit der zuständigen kantonalen Sektion Archäologie (Dienststelle für Kultur) Rücksprache genommen werden.

Anwendung:

- Der Abstand zwischen den Querabschlägen hängt vom Längsgefälle des Weges ab, er beträgt in der Regel 10 bis 50 Meter
- Die Abweichung eines Querabschlages zur Längsachse des Weges sollte max. 60 Grad betragen
- Der Radius eines Quergrabens sollte mindestens 40 cm betragen

Einsatzgebiete Quergräben	Einsatzgebiete Querabschlag mit Eisenbahnschienen
<ul style="list-style-type: none"> • Bei Wegen/Trails, die nicht mit Maschinen/Fahrzeugen befahren werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Wegen mit motorisiertem Verkehr und bei starkem Längsgefälle. • Nicht in Naturschutzgebieten anwenden!



Quergraben oder Querabschlag mit Eisenbahnschienen zum Entwässern des Weges
 (Quelle: Handbuch graubündenBIKE, Unterhalt von Wander- und Mountainbikewegen)

Steinarmierung (Rock Armoring, Stone Pitching)

Auf steilen Wegabschnitten, bei feuchten Abschnitten oder ähnlichem, wo der Weg nicht verlegt werden kann, können Steinarmierungen den Trail nachhaltig vor Erosion schützen. Die Technik dazu wird in Kapitel 1.1.2. bereits erläutert.

2.4.2 Winterschäden

Insbesondere in alpinen Lagen kann es wiederholt zu Winterschäden kommen. Diese werden primär durch Schnee oder Lawinen verursacht und werden nach der Schneeschmelze sichtbar. Als Folge davon bleiben Baumstämme, Äste, Steine, Geröll auf Wegen zurück oder es können kleinere Erdrutsche, Fischmäuler, etc. auftreten. Die Schadengrösse hängt primär von der Hangneigung, Bodenbeschaffenheit, Höhenlage, Exposition und den im Winter vorherrschenden Schneebedingungen/Schneemenge ab. Auch die Schneeschmelze im Frühling in Kombination mit starkem Wasserabfluss (z.B. durch Gewitter) kann zu Hangrutschungen oder Steinschlag und damit zu erheblichen Schäden auf alpinen Wegen führen.

Diese Schäden gilt es im Frühling zu erkennen und zu beheben.

Beispiele von typischen Winterschäden:



Massnahmen:

- Als Sofortmassnahme sollten nicht sicher befahrbare Wege gesperrt und falls möglich mit einer temporären Umleitung signalisiert werden. Die Umleitung ist über Kanäle von Gemeinde und Tourismus zu kommunizieren. Sind SchweizMobil-Routen betroffen, ist SchweizMobil zu informieren – sie erstellen einen Warnhinweis auf ihren Online-Kanälen (Karten-Portal und Mobile-App).
- Den Weg blockierendes, gefährliches oder die Wegführung beeinflussendes Material wie beispielsweise Steine, Geröll, Baumstämme, Äste, etc. vom Weg entfernen.
- Falls das Wegtrasseee beschädigt oder abgerutscht ist: Aufwandschätzung vornehmen. Abwägen zwischen Sanierungs-/Wiederherstellungsmassnahmen oder Wegverlegung, falls der Aufwand sehr gross ist und dieselben Schäden künftig mit grosser Wahrscheinlichkeit wieder zu erwarten sind.
- Die abgerutschte Stelle ist z.B. mit Holzkästen zu stabilisieren und der Weg darüber zu führen (weitere Informationen im Kapitel 1.3.2)

2.4.3 Trittschäden

Trittschäden entstehen meist auf Wegen die durch beweidete (Alp-)Gebiete führen oder treten in der Nähe von Stallungen und Bauernhöfen auf.

Beispiele von typischen Trittschäden:



Trittschäden in feuchtem Weidegebiet und Schäden an der Brücke (Quelle: BikePlan AG)



Stark zertrampelter Flurweg in der Nähe einer Stallung (Quelle: BikePlan AG)

Massnahmen:

- Wo immer möglich sollen Wege «ausgezäunt» werden. Die Zäune sollten so angelegt werden, dass die Tiere keinen Zugang zum Weg haben. So können einerseits Konflikte zwischen Mensch und Tier und andererseits Trittschäden verhindert werden. Bedeutend ist eine frühzeitige Kontaktaufnahme und Absprache mit den Eigentümern oder Bewirtschaftern/Pächtern der Weide- oder Alpgebiete.
- Ist ein «Auszäunen» nicht möglich oder zu aufwändig, ist ein regelmässiger Unterhalt wichtig und ggf. spezifische Massnahmen wie Steinarmierungen oder Bodenverdichtungen nötig. Auch hier ist

ein gutes Verhältnis und regelmässige Kommunikation zwischen den Verantwortlichen für den Wegunterhalt und den Eigentümern oder Pächtern zentral.

2.4.4 Abnutzungs- und Bremsschäden

Entgegen der oftmals vorherrschenden Meinung belasten Wandern und Mountainbiking die Natur oder Infrastrukturen in vergleichbarem Masse² Das Vorkommen und die Intensität der verschiedenen Beeinträchtigungen hängen jedoch stark von der Situation vor Ort ab. So sind beispielsweise Wegschäden vor allem von der Topographie, der Weganlegung, den geologischen und mikroklimatischen Verhältnissen abhängig und weniger von der Sportart oder der Nutzungshäufigkeit³

Abnutzungs- oder Bremsschäden entstehen erfahrungsgemäss fast ausschliesslich auf steileren Wegabschnitten mit mehr als 15% Hangneigung oder dort, wo unvorhergesehen abrupt abgebremst werden muss. Intensive Nutzung von schlecht angelegten oder zu steilen Wegabschnitten beschleunigt die Abnutzung und den bereits vorhandenen Prozess der Erosion. Horizontal angelegte Wege oder solche mit einem geringen Gefälle, wie z.B. die Suonenwege, sind kaum von solchen Schäden betroffen, da wenig mechanische Verschiebung von Oberflächenmaterial z.B. durch Bremsen oder Rutschen verursacht wird.

Beispiele von typischen Abnutzungs- und Bremsschäden auf sehr steilen Wegabschnitten:



Massnahmen:

- Wenn es das Gelände, die Platzverhältnisse und situativen Gegebenheiten erlauben, sollte auf diesem Abschnitt eine Wegverlegung geprüft werden. Bei teilweise neuer Linienführung mit weniger

² Marion & Wimpey (2007), Environmental Impacts of Mountain Biking: Science Review and Best Practices.; Pickering et al. (2000), Comparing hiking, mountain biking and horse riding impacts on vegetation and soils in Australia and the United States of America.

³ Rupf R (2016), Planungsansätze im Outdoorsport – Wandern und Mountainbiking. Swiss Academies Factsheets 11

Gefälle, muss jedoch der zusätzliche Platzbedarf berücksichtigt werden. Gegebenenfalls ist für solche Massnahmen eine Baubewilligung erforderlich (Wegverlegung). Alle Informationen zu Wegneubauten finden sich im Kapitel 1 «Trail-Design, Trail-Bau und Bautechniken».

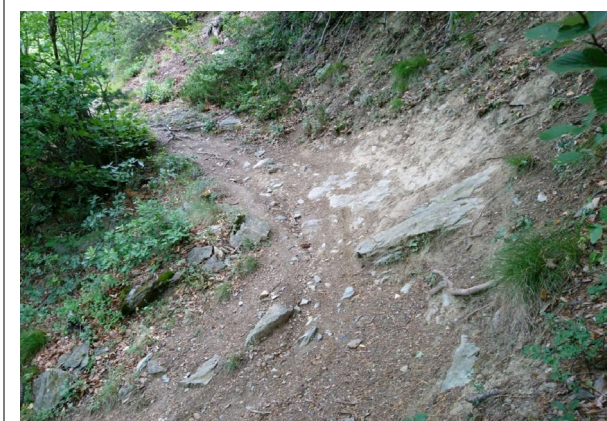
- Ist eine Wegverlegung oder Umgestaltung nicht möglich, kann der Unterhaltsaufwand mit Steinarmerungen/«Bikki», evtl. Rolling Contours oder Querabschlägen wie in Kapitel 1.1.2 «Lösungen zur Verhinderung von Erosion durch Wasser oder den Nutzer» beschrieben, minimiert werden.
- Mittels Signalisation soll beim Routenstart kenntlich gemacht werden, für welche Nutzer der Weg geeignet ist. Handelt es sich um eine kurze, einzelne Passage, ist auch ein Gebotsschild das zum Absteigen und Schieben verpflichtet, denkbar.

2.4.5 Unterhalt von Kurven

Kurven auf bestehenden Wegen kommt beim bikespezifischen Unterhalt besondere Bedeutung zu, da sie früher in steileren Hanglagen meist mit kleinen Radien gebaut wurden (Spitzkehren). Sie sind zudem oft steil und aus diesen Gründen schwierig zu fahren und werden deshalb oft abgekürzt. Als Folge können Bremsrillen entstehen und Erosion einsetzen (Vgl. Kapitel 2.4.4.).

Falls der laufende Unterhalt der Kurve zu gross wird (Bremsrinnen auffüllen, Böschung sichern, Kurve festigen etc.), sollte eine Vergrösserung, Umlegung oder sogar Neubau der Kurve in Erwägung gezogen werden. Alle Informationen zum Bau von Kurven im Kapitel 1.2 «Trail-Design, Trail-Bau und Bautechniken» > Kurven.

Beispiele von typischen Abnutzungs- oder Erosionsschäden in Kurven :



Ausgefahrene Böschung in einer steilen Kurve, teilweise erodiert
(Quelle: BikePlan AG)



Unerwünschter „Shortcut“/Abkürzung in einer steilen Kurve
(Quelle: BikePlan AG)

Massnahmen:

- Möglichst flache Kurve erstellen (Passestrassen-Prinzip)
- Kurvenradius wenn möglich auf über 2m vergrössern
- Kurveninnenseite befestigen, um Befahrung zu verhindern, z.B. mit grossen Steinen, Sträuchern, Baumstämmen/Holz.
- In steilem Gelände: Bergseitige Hangeinschneidung graben, Böschung sichern oder abflachen. Talseitiges Bankett erstellen mit Steinmaueraufbau um Höhe zu gewinnen und Stabilität zu erhalten.
- Alternativ: Den Shortcut/die Abkürzung bestehen lassen und diese festigen. Aussenseitig ist die zweite Entflechtungsspur für Wanderer zu behalten. Für diese ist eine Spitzkehre mit kleinem Radius möglich.

2.4.6 Massnahmen zur Tempokontrolle von Mountainbikern

Einige Wege oder Trails verleiten unerfahrene Mountainbiker zu überhöhter Geschwindigkeit. Dies kann für sie selber und andere Wegnutzer gefährlich werden. Das überraschende Auftauchen eines Bikers mit hoher Geschwindigkeit führt bei Fussgängern und Wanderern meist zu einem Schreckmoment und wird als negativ wahrgenommen. Abruptes Bremsen mit blockiertem Hinterrad vor Kurven oder Hindernissen kann den Trail zudem beschädigen. Aus diesen Gründen wird die Geschwindigkeit am Besten vom Wegverlauf/von der Weggestaltung und nicht vom Fahrer gesteuert. Bei einem Neubau wird der Geschwindigkeitskontrolle schon beim Trail-Design/der Linienwahl Rechnung getragen. Existiert der Weg bereits, gibt es verschiedene punktuelle Anpassungsmöglichkeiten, um das Tempo der Biker zu kontrollieren oder gezielt zu reduzieren.

Wegverbreiterungen können kontraproduktiv sein, da diese häufig zu erhöhten Geschwindigkeiten führen, was hinsichtlich koexistenter Wegnutzung suboptimal ist. Die Forderung nach einer bestimmten Wegbreite ist daher für die Koexistenz nicht immer nützlich, teilweise sogar gefährlich. Hierfür sind differenzierte Analysen für jeden Wegabschnitt erforderlich.

Massnahmen:

- **Punktuelle Verengungen** einbauen mittels wegsäumenden Elementen wie grossen Steinen oder Pflanzen/Gebüsch. Diese sollten kurz vor den Stellen im Trail installiert werden, an denen die Nutzer langsamer werden sollten, wie z.B. scharfe Kurven und Wegkreuzungen.
- **«Slalom» einbauen:** Geschickte, aufeinander folgende Positionierung von Anker-elementen – links und rechts abwechselnd – bilden eine Art natürlicher Slalom und zwingen den Biker dazu, langsamer zu fahren.
- Die Ankerobjekte sollten genug schwer sein und teilweise im Boden eingegraben werden, damit sie sich nicht verschieben.
- **Wichtig: Das Sichtfeld** darf durch diese Massnahmen nicht eingeschränkt werden!

Temporeduktion mittels Trail-Design und gezielt platzierten, wegsäumenden Objekten:

<p>Der ursprünglich geradeaus verlaufende Weg kann durch Anpassung der Wegführung auf dem bestehenden Wegtrasseee und Platzierung von wegsäumenden Elementen spielerisch und attraktiv gestaltet werden. (Quelle: IMBA, Trail Solutions)</p>	<p>Geländeangepasstes Trail-Design und gezielte Platzierung von wegsäumenden Elementen verhindern zu schnelles Fahren (Quelle: IMBA, Trail Solutions)</p>

Ankerobjekte geschickt platzieren:



Bei Verzweigungen oder Kreuzungen zwischen Strassen, Wegen oder Pisten mit unterschiedlichen Nutzergruppen und insbesondere auch unterschiedlichen Geschwindigkeiten werden ebenfalls Schikannen eingesetzt. Diese tragen dazu bei, die Mountainbikenden zu verlangsamen und den Sichtkontakt zwischen den Nutzern zu ermöglichen. Weitere Informationen zu diesem Thema finden sich in Kapitel 1.5. « Wegkreuzungen / Einmündungen bei MTB Pisten oder -Routen ».

2.4.7 Organisatorische und kommunikative Massnahmen zur Ermöglichung der Koexistenz

Um die aktuellen und potentiell neuen Wegnutzer generell zu sensibilisieren und zu informieren ist es unerlässlich, Informations-/Hinweistafeln und entsprechende Verhaltensregeln für die Nutzer zu kommunizieren/aufzustellen.

Um das Kreuzen unterschiedlicher Wegnutzer auf Wegen zu vereinfachen oder zu ermöglichen, beispielsweise entlang von exponierten oder viel begangenen/befahrenen Abschnitten, können z.B. punktuelle Wegverbreiterungen, Gehölz-Rückschnitt hilfreich sein.

Nachfolgend einige gute Beispiele aus versch. Bikeregionen weltweit.

Kommunikative Massnahmen:



Organisatorische Massnahmen:



Es wird empfohlen, Mountainbikende über **attraktive Angebote** anstatt über Verbote zu lenken. Damit einher geht eine positive, zielgruppengerechte Kommunikation und Information. Ist ein touristisches Bedürfnis vorhanden und wird diesem mit Verboten begegnet, ist dies eine meist schlecht funktionierende und wenig nachhaltige Lösung. Darum ist der Einsatz von Fahrverboten wo immer möglich zu vermeiden, ausser wenn keine anderen Massnahmen für eine sichere und funktionierende Koexistenz auf dem Weg oder Abschnitt möglich sind.

Hierzu gibt es weitere Massnahmen, die zu einem positiven Zusammenleben beitragen können, wie beispielsweise das Verteilen von Bike-Glocken. Auch Poster, Postkarten, humorvolle Tafeln usw. haben sich bewährt.

		
<p>Swiss Trail Bell: Montage am Lenker. Macht Mountainbiker von weitem bemerkbar (Quelle: www.swisstrailbell.ch)</p>	<p>Respekt statt Sperrung (Quelle: Gemeinde Val Müstair, GR)</p>	<p>«Der gemeinsame Weg ist das Ziel» Offizielle Kommunikation von Graubünden Tourismus</p>

Ist eine Koexistenz von verschiedenen Nutzergruppen nicht möglich oder nicht gewünscht, ist es am sinnvollsten, den beiden Nutzergruppen eigene Infrastrukturen zur Verfügung zu stellen, sprich von einander zu trennen.



2.5 Empfehlungen

- Unterhalts-Know-How und bikespezifisches Fachwissen regional aneignen, implementieren und verankern, um den Weg- und Trailunterhalt qualitativ und effizient (kostengünstig) zu organisieren.
- Trail-Unterhaltsscrew regional aufbauen und koordinieren. Z.B. anhand des Beispiels der «Trail Crew Davos»

<https://www.davos.ch/sommer/aktivitaeten/bike/mountainbike/trail-crew/>

- **Regelmässige Kontrollen:**
Die Kontrolle der Mountainbikewege und Kunstbauten erfolgt durch Begehungen oder Befahrungen und sollten jährlich mindestens ein Mal erfolgen. Je nach Gebiet oder Beschaffenheit und Alter eines Bauwerks können auch kürzere Kontrollabstände sinnvoll sein. Vor allem auf besonders anfälligen Wegabschnitten und insbesondere nach starken Unwettern. Oft wird gleichzeitig mit der Wegkontrolle auch die Signalisation überprüft.
 - Es wird empfohlen, Kontrollgänge und gemachte Unterhaltsarbeiten zu protokollieren, um sich bei Unfällen und Haftungsfragen zu schützen. Hilfsmittel für die Kontrolle des Wegzustandes sind unter <https://www.wandern.ch/de/wanderwegmitarbeiter/handbuechermerkblaetter> abrufbar.
 - **Schadensmeldungen:**
Das systematische Erfassen von Schadensmeldungen ist ein wirksames Instrument zur Qualitätsförderung. Ein gutes Kontaktnetz zu lokalen Betrieben (Forstbetriebe, Bahnen, Alpschaften, Landwirtschaft, etc.) trägt dazu bei, dass festgestellte Schäden rasch gemeldet werden. Kontaktadressen an Wegweiserstandorten erleichtern Schadensmeldungen durch Mountainbiker oder Wandernde. Nützlich sind auch Meldeformulare, z.B. über ein Onlineformular oder via Mobile App's.
-




3 Schwierigkeitsgrade von Mountainbike-Routen und -Pisten

Eine gute Einteilung der Mountainbike-Strecken nach Schwierigkeitsgraden ist sowohl für die Kommunikation, als auch aus Sicherheits- und Wartungsgründen von zentraler Bedeutung. Da der Aktionsradius der Mountainbikenden über die Gemeindegrenzen hinausgeht und die Einteilung der Routen in die Zuständigkeit der Walliser Gemeinden fällt, ist es wichtig, dass alle beteiligten Akteure die gleiche Sprache sprechen. Es gibt zwei Arten der Einteilung: einerseits nach der technischen und andererseits nach der physischen Schwierigkeit, wobei einige Einteilungssysteme diese auch vermischen. Da in unseren Regionen aufgrund der zahlreichen Aufstiegshilfen und der Zunahme des E-Mountainbikes vor allem die Abfahrten von grosser Bedeutung sind, werden hier vor allem technische Schwierigkeiten thematisiert.

3.1 Geltende Vorschriften

Im Gegensatz zu den Wanderwegen ist in der Schweiz die Bestimmung des Schwierigkeitsgrades einer Mountainbike-Route oder einer Mountainbike-Piste nicht in einer einheitlichen oder rechtlichen Grundlage festgelegt.

SchweizMobil unterscheidet bei **Mountainbike-Routen** zwischen 3 unterschiedlichen Stufen: Leicht, Mittel und Schwer. Dieses System wird von der Mehrheit der Schweizer Akteure im Mountainbike-Bereich so verwendet. Für den Nutzer ist es hilfreich, die Einteilung sowohl aus konditioneller als auch aus technischer Sicht vorzunehmen.

			
Technik	Leicht	Mittel	Schwer
Anforderungen:	<ul style="list-style-type: none"> Keine spezifischen Mountainbike-Kenntnisse nötig 	<ul style="list-style-type: none"> Mountainbike-Grundkenntnisse 	<ul style="list-style-type: none"> Erfahrener Mountainbiker mit guter Mountainbike-Fahrtechnik Kenntnisse der Gefahren im Gebirge (Steinschlag, Rutsch- / Absturzgefahr, Wetterumsturz)
Wegqualität:	<ul style="list-style-type: none"> In der Regel gut befestigte Wege und Strassen (wenn möglich nicht asphaltiert) 	<ul style="list-style-type: none"> In der Regel verkehrsfreie möglichst nicht asphaltierte Wege und Trails Anspruchsvolle kurze Abschnitte nur in Ausnahmefällen (z.B. Schiebepassagen) 	<ul style="list-style-type: none"> In der Regel verkehrsfreie, möglichst nicht asphaltierte, technisch anspruchsvolle Wege und Trails Hindernisse, Schiebepassagen und Tragstrecken sind möglich
Gefahrenstellen:	<ul style="list-style-type: none"> Kaum mit Gefahrenstellen 	<ul style="list-style-type: none"> Einzelne Gefahrenstellen 	<ul style="list-style-type: none"> Häufiger mit Gefahrenstellen
Ausrüstung:	<ul style="list-style-type: none"> Robustes Tourenrad (Mountainbike empfohlen) 	<ul style="list-style-type: none"> Mountainbike notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> Mountainbike notwendig (Federung empfohlen)

Einteilung technische Schwierigkeit von Mountainbike-Routen (Quelle: SchweizMobil)

Kondition*	Leicht	Mittel	Schwer
Länge:	bis 40 km	bis 50 km	> 50 km
Höhenmeter:	bis 800 hm	bis 1200 hm	> 1200 hm
Fahrzeit:	bis 4 h	bis 5 h	> 5 h

* Beurteilung von Tagesetappen

Einteilung konditionelle (physische) Schwierigkeit von Mountainbike-Routen (Quelle: SchweizMobil)

Die technische Einteilung von **Mountainbike-Pisten** (rein abwärts-orientierte Strecken) basiert auf dem dreifarbigem System der bfu (Beratungsstelle für Unfallverhütung): Blau, Rot und Schwarz. In Anlehnung an die Schwierigkeitsgrade von Skipisten im Winter). Diese Kategorisierung ist gegenwärtig sehr verbreitet. Einige Destinationen haben noch zusätzlich die Kategorie Grün ergänzt. Diese 4. Kategorie soll die einfachste Pistenart repräsentieren (vgl. Schneesport-Einteilung in Frankreich). Das Risiko der Einführung einer zusätzlichen Kategorie besteht in der Verschiebung der anderen Kategorien um eine Stufe nach oben.

Kategorisierung und bauliche Ausbildung Mountainbike-Pisten			
Generelle Einteilung	Blau	Rot	Schwarz
Schwierigkeitsgrad Pistencharakter	Einfach rollbar ohne Sprünge, mit Flowtrail-Charakter	Mittel teilweise steil, rollbar mit einfachen Sprüngen, mit Flowtrail-Charakter	Schwer steil, grösstenteils rollbar, mit hohen Sprüngen und schwierigen Northshore-Elementen
Nutzerprofil	geeignet für Pisteneinsteiger mit MTB-Erfahrung, kann Teil einer MTB-Route gemäss SN 640 829a sein	für erfahrene Pistenbiker	für sehr erfahrene Pistenbiker
Nutzungspotential	hoch	mittel	klein
Empfehlung für bauliche Ausbildung			
Vertikale Linienführung			
durchschnittliches Gefälle über ganze Länge maximal	5–8 %	8–20 %	> 20 %
maximales Gefälle bei kurzen, geraden Rampen	20 %	30 %	
Kanten quer zur Längsrichtung	ausgerundete Ausbildung	ausgerundete Ausbildung	ausgerundete Ausbildung
Quergefälle, in der Regel	5–10 %	5–10 %	
Quergefälle in Steilwandkurven/Anlieger	in Abhängigkeit von Radius und Kurvenwinkel		
Horizontale Linienführung			
minimaler Kurvenradius, gemessen am Kurveninnenrand	2,00 m	1,50 m	1,00 m
Querschnittsgestaltung			
minimale Pistenbreite	0,80 m	0,50 m	0,50 m
freie Durchfahrthöhe	2,50 m	2,50 m	2,50 m
seitliche Hindernisfreiheit, je	0,50 m	0,50 m	0,50 m
Oberfläche	stabil und fest, kleine Wurzeln, Wasserrinnen, Steine	teilweise unbefestigt	meist unbefestigt
Stufen, Sprünge	maximal 0,10 m, grössere können immer umfahren werden	maximal 0,40 m, grössere können immer umfahren werden	unterschiedliche Stufen, Absätze und Sprünge, können nicht immer umfahren werden
Kurze Stege bis 3,00 m Länge, Northshore-Elemente			
minimale Breite	1,00 m	0,50 m	0,10 m
maximale Höhe über Grund	0,50 m	1,00 m	
Oberfläche	gesandet	gesandet	gesandet
Sichtweiten	angepasst an Geschwindigkeitsniveau der Piste		
Abschränkungen / Sturzräume	im Sinne einer fehlerverzeihenden Anlage: Anordnung/Ausbildung in Abhängigkeit vom Gefährdungspotenzial (Linienführung und Gelände)		

Kategorisierung der Mountainbike-Pisten (Quelle: bfu, SchweizMobil und Fachstelle Langsamverkehr Graubünden)

3.2 Gute Beispiele

Die oben genannten Vorschläge sind eine gute Grundlage für die Umsetzung in den Walliser Regionen. Die von SchweizMobil vorgeschlagene Lösung für Mountainbike-Routen ist breit abgestützt und vielerorts bereits implementiert.

Andere Klassifizierungen werden z.B. in den USA (5 Grade > IMBA) oder Neuseeland (6 Grade) verwendet, wo alle Fahrrad- und Mountainbike-Strecken in einer einzigen Kategorisierung vereint sind. Auch wenn diese beiden Alternativen für Mountainbikende besser geeignet erscheinen, als die in der Schweiz standartisierte 3-Farben-Klassifizierung, sind sie zum heutigen Zeitpunkt schwer in die Schweizer Normen und Praktiken zu integrieren und werden deshalb auch nicht eingesetzt.

3.3 Empfehlungen

- Die Einteilung von **SchweizMobil für Mountainbike-Routen** und die Klassifizierung der **bfu** (in Zusammenarbeit mit SchweizMobil und der Fachstelle Langsamverkehr Graubünden) für **Mountainbike-Pisten** (auch Downhill- oder Freeride Pisten) benutzen.
- Bei Verwendung der offiziellen Schwierigkeitsgrade sind deren Vorgaben strikt zu beachten. Vermeiden sie es, Mountainbike-Routen oder -Pisten einfacher zu klassifizieren, als sie nach objektiver Analyse der SchweizMobil oder bfu-Kriterien eigentlich sind, oder umgekehrt. So können negative Auswirkungen bezüglich Vermarktung und Sicherheit vermieden werden.
- Wenn eine Gemeinde oder Region die oben genannten Klassifizierungen nicht verwenden möchte, sollte sie zumindest für das gesamte Gebiet oder besser die gesamte Region eine durchgehend einheitliche Klassifizierung wählen.
- Wenn eine Gemeinde oder Region den Schwierigkeitsgrad einer **Mountainbike-Route** vor Ort auf den Wegweisern angeben möchte, sollte diese Angabe in 1. Priorität die technische Schwierigkeit der Route bezeichnen. Die Information kann z.B. auf dem Routenfeld-Kleber der jeweiligen Route farblich unterschiedlich dargestellt werden (Hintergrundfarbe des Klebers oder farbiger Balken gemäss techn. Schwierigkeit der Route/n).
- Ein Übersichtsplan (digital oder print) kann weitere Informationen über die Routen enthalten: Länge, Höhen-/Tiefenmeter, Transportmöglichkeiten, Highlights, Service-Orte, Restaurants, E-Bike Ladestationen, etc.

4 Signalisation von Mountainbike-Routen und -Pisten

Eine gute und zuverlässige Beschilderung von Mountainbike-Routen ist unerlässlich. Im Wallis liegt die Signalisation von Mountainbike-Routen in der Verantwortung der Gemeinden. Da der Aktionsradius der Mountainbikenden oder die Routen selbst meist über einzelne Gemeindegrenzen hinausgehen, ist es wichtig, dass alle betroffenen Akteure für eine einheitliche Signalisierung zusammenarbeiten. Für Mountainbike-Routen und Mountainbike-Pisten gibt es je eigene, unterschiedliche nationale Grundlagen und dazu Manuals in Bezug auf die technischen Standards.

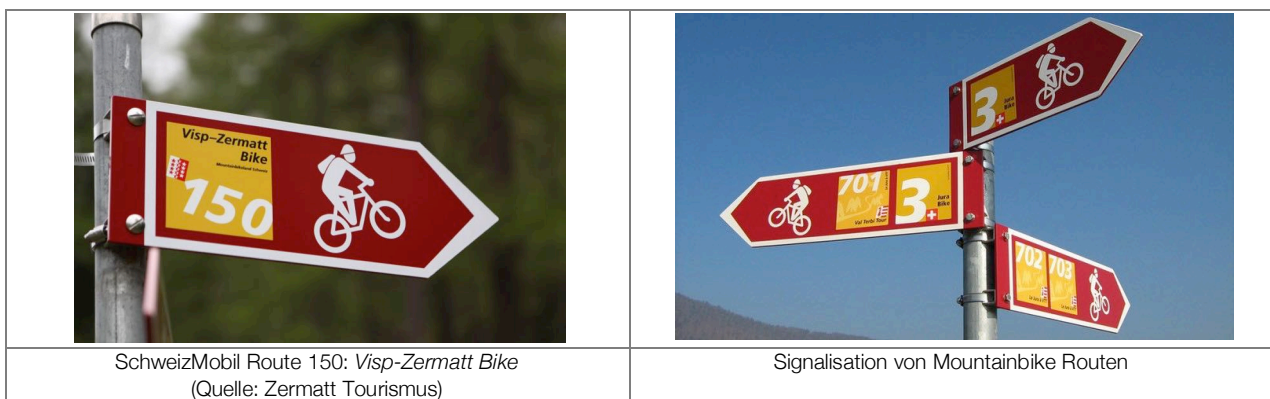
Zusätzlich zu den für die Orientierung vorgesehenen Signalisierung können den Wegnutzern durch verschiedene Beschilderungen weitere Informationen mitgeteilt werden (z. B. Koexistenz mit anderen Wegnutzern, Ruhezeiten für Wildtiere, Informationen zu Fauna und Flora, usw.).

4.1 Geltende Vorschriften

Mountainbike-Routen und -Pisten haben eine unterschiedliche Signalisation.

4.1.1 Richtungswegweiser Mountainbike-Routen

Die Signalisation (ihre Masse, Farbe, Positionierung, etc.) von Mountainbike-Routen ist in der VSS-Norm SN 640 829a "Signalisation Langsamverkehr" geregelt. Für die Routenkennzeichnung wird in der Regel das von SchweizMobil vorgeschlagene Routenfeld (gelber Kleber auf Bild unten) markiert.



Die Signalisation muss auch von der **kantonalen Kommission für Strassensignalisation (KKSS)** genehmigt werden. Die Planung der Signalisation erfolgt in der Regel parallel zur Routenplanung und die Einreichung des Genehmigungsdossiers an die KKSS meist parallel zum Routengenehmigungsverfahren (Gesetz über die Routen des Freizeitverkehrs - GWFV). Der Inhalt des Dossiers ist in der kantonalen technischen Richtlinie für Freizeitrouten beschrieben. Die KKSS oder Valrando informieren die Gemeinden oder ihre Vertreter über den Inhalt und die erforderlichen Unterlagen.

4.1.2 Richtungswegweiser/Beschilderung Mountainbike Pisten

Es gibt derzeit keine einheitliche Praxis für die Beschilderung von Mountainbike-Pisten. Die Norm SN 640 829a regelt die Signalisierung von Langsamverkehr, aber Downhill-Mountainbike-Pisten sind eine besondere Form des Mountainbike-Sports, deren Signalisierung in der Norm nicht definiert ist. Der Kanton Graubünden empfiehlt eine einheitliche Beschilderung für Pisten und hat in Zusammenarbeit mit der bfu und SchweizMobil die **Fachdokumentation «2.270 - Signalisation Mountainbike-Pisten»**

veröffentlicht. In Graubünden sind viele Mountainbike-Pisten entsprechend diesen Empfehlungen signalisiert. Zu erwähnen ist die Region Lenzerheide, die auf dieser Basis ein eignes Beschilderungskonzept erstellt hat.

	
<p>Signalisation einer blauen Mountainbike-Piste (Quelle: Broschüre Signalisation von Mountainbike-Pisten, bfu)</p>	<p>Beispiel für die Signalisation von Mountainbike-Pisten (Lenzerheide: Lenzerheide Bikepark)</p>

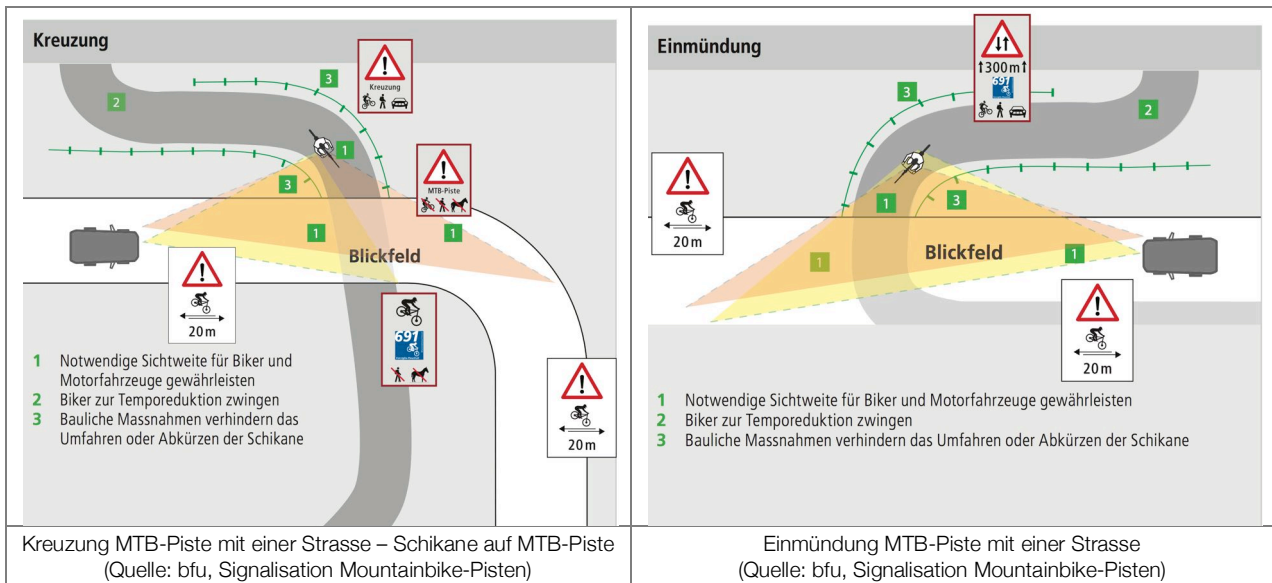
Die Signalisation von Mountainbike-Pisten (grundsätzlich auf von anderen Nutzergruppen getrennten Wegen) ist nicht Gegenstand eines formellen Signalisations-Verfahrens, es sei denn, die Piste führt über ein offizielles Strassennetz. Diese Signalisation unterliegt auch keinen spezifischen Richtlinien oder Normen. In den entsprechenden Handbüchern (z.B. bfu) finden sich Empfehlungen für die Signalisation. Die Kontinuität einer Route und deren Signalisation muss gewährleistet sein. Wenn der Start- oder Endpunkt einer Mountainbike-Route nicht direkt an das bestehende Routen-Netz, das öffentliche Verkehrsnetz oder eine Bergbahn angeschlossen ist, ist eine Homologation und Signalisierung des betroffenen Abschnitts erforderlich.

4.1.3 Signalisation bei Kreuzungen oder Einmündungen

MTB-Routen werden gemäss Schweizer Norm (SN) 640 829 «Signalisation Langsamverkehr» signalisiert. Das SchweizMobil-Handbuch «Wegweisung für Velos, Mountainbikes und fahrzeugähnliche Geräte» beschreibt alle Grundsätze und Richtlinien bezüglich Signalisation und Wegweisung.

MTB-Pisten müssen deutlich höhere sicherheitstechnische Anforderungen erfüllen als MTB-Routen. Kreuzungen/Einmündungen werden gemäss bfu-Fachdokumentation 2.040: «Mountainbike-Anlagen» erstellt und gemäss bfu-Fachbroschüre «2.270 - Signalisation Mountainbike-Pisten» signalisiert.

Signalisation bei Kreuzung oder Einmündung MTB-Piste mit Strasse:



Detaillierte Informationen zu Signalisation bei Wegkreuzungen/Einmündungen von MTB-Pisten finden sich in der bfu-Fachbroschüre «2.270 - Signalisation Mountainbike-Pisten»

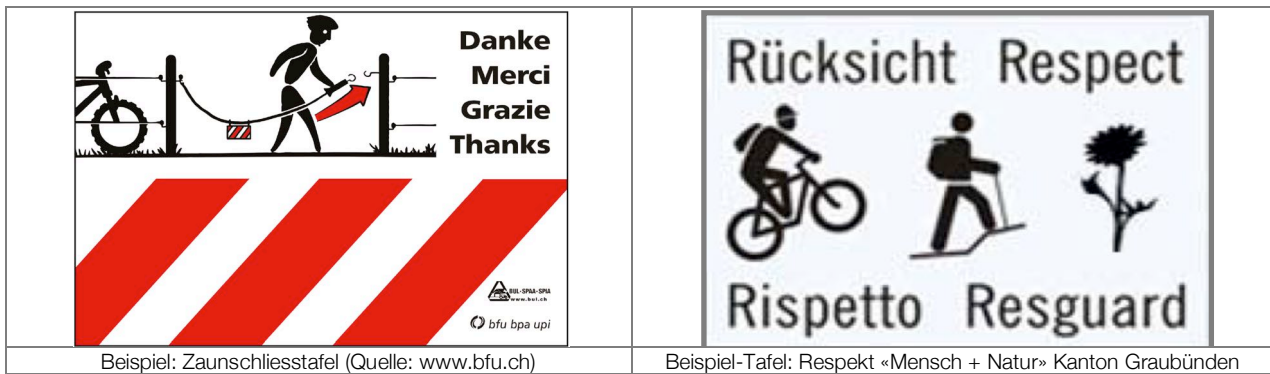
4.1.4 Verbote

Verbote für Fussgänger z.B. auf homologierten Mountainbike-Pisten werden mit der Signalisation des Typs OSR 2.15 "Kein Fussgängerzugang" beschildert. Verbote für Mountainbiker umgekehrt mit dem Signalisations-Typ 2.05 "Radfahren verboten" z.B. auf einem zugelassenen Fussgängerweg. Unter Umständen können zusätzliche Hinweisschilder angebracht werden, die das Schieben des Mountainbikes über einen bestimmten Wegabschnitt verlangen. Hierzu sind die Strassenverkehrsvorschriften massgebend.

4.1.5 Weitere Informationen

Zahlreiche weitere nützliche Informationen für den Nutzer können entlang von Mountainbikestrecken oder -Anlagen platziert werden:

- Start und Ende einer Mountainbike-Route oder einer Mountainbike-Piste
- Infos zur Sicherheit und Ausrüstung
- Infos zu Fauna und Flora
- Infos zu Weidegebieten, Nutztieren oder Herdenschutz-Gebieten
- Koexistenz mit anderen Nutzern oder Verkehrsteilnehmern
- etc.



Die meisten der oben genannten Punkte sind Gegenstand von Empfehlungen, insbesondere der bfu, der Beratungsstelle für Unfallverhütung, des Bundesamtes für Landwirtschaft (BUL) oder des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).

Die Koexistenz mit dem motorisierten Verkehr und den Fussgängern unterliegt einer detaillierteren Reglementierung. Für den motorisierten Individualverkehr gilt die Bundesverordnung über die Verkehrssicherheit.

4.2 Empfehlungen

- Die Signalisation von Mountainbike-Routen muss der VSS-Norm SN 640 829a "Signalisation Langsamverkehr" entsprechen.
- Die Signalisation von Mountainbike-Pisten sollte auf der von der bfu vorgeschlagenen Lösung basieren, welche einfach verständlich und bereits aus dem Wintersport bekannt ist.
- Unabhängig von der gewählten Lösung sollte die Gemeinde ein Signalisationkonzept erstellen und auf dem gesamten Gemeindegebiet einheitlich umsetzen und mit den benachbarten Gemeinden und Destinationen und der Signalisation des Wanderwegnetzes abstimmen. Eine sorgfältige Planung der Signalisation ist unerlässlich.
- Es wird empfohlen, bestehende Signalisationsstangen oder -Pfeile so gut als möglich wiederzuverwenden. Eine Signalisation an freistehenden Bäumen oder anderweitigen Objekten ist zu vermeiden.
- Die Koordination mit Valais/Wallis Promotion und SchweizMobil wird für die Einrichtung neuer Routen oder bei grösseren Änderungen dringend empfohlen. Dies garantiert die Kommunikation der neuen offiziellen Angebote via die kantonalen und nationalen Plattformen.

5 Literaturverzeichnis (Stand 01. Juni 2019)

Kantonal:

- Kantonaler Richtplan, Koordinationsblatt B.6 - Freizeitlangsamverkehr
- Kanton Wallis, Gesetz über die Wege des Freizeitverkehrs (GWFV)
- Reglement über die Wege des Freizeitverkehrs (RWFV)
- Kanton Wallis; Dienststelle Raumentwicklung (2018) Technische Richtlinie - Wege des Freizeitverkehrs

Die Walliser Dokumentation findet man [auf der Webseite der Dienststelle für Raumentwicklung](https://www.vs.ch/de/web/sdt/wege-des-freizeitverkehrs):
<https://www.vs.ch/de/web/sdt/wege-des-freizeitverkehrs>

National:

- Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege (FWG)
- VSS-Norm, SN 640 829a «Strassensignale – Signalisation Langsamverkehr»
- Bundesamt für Strassen ASTRA, Schweizer Wanderwege (2017) Bau und Unterhalt von Wanderwegen, Handbuch
- Bundesamt für Strassen ASTRA, SchweizMobil (2010) Wegweisung für Velos, Mountainbikes und fahrzeugähnliche Geräte, Handbuch
- SchweizMobil, Schweizer Wanderwege (2012) Schwierigkeitsgrade Langsamverkehr LV, Manual
- bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung (2012) Mountainbike-Anlagen, Leitfaden für Planung, Bau und Betrieb, bfu-Fachdokumentation 2.040
- bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung, Fachstelle Langsamverkehr Graubünden, SchweizMobil (2016) Signalisation Mountainbike-Pisten, bfu-Fachbroschüre 2.270
- bfu.ch - Ratgeber, Wo darf ich mit meinem Mountainbike fahren?
- Schweizer Wanderwege, bfu, Swiss Cycling, SchweizMobil, Schweizer Alpen-Club SAC, Seilbahnen Schweiz, Schweiz Tourismus (2017) *Koexistenz Wandern und Velo/Mountainbike, Gemeinsame Position*
- Swiss Academies Factsheets (2016) Planungsansätze im Outdoorsport – Wandern und Mountainbiking.
- Mountain Wilderness Schweiz, Pro Natura, Stiftung Landschaftsschutz Schweiz, BirdLife Schweiz, WWF Schweiz (2019) Mountainbiking, Natur- und Landschaftsschutz. Positionspapier
- Kanton Graubünden, Fachstelle Langsamverkehr (2015) Handbuch graubündenBIKE, Unterhalt von Wander- und Mountainbikewegen
- Kanton Graubünden, Amt für Raumentwicklung (2015) Handbuch graubündenBIKE, Mountainbike und Raumplanung

Der Grossteil der erwähnten Dokumente ist unter [schweizmobil.org](https://www.schweizmobil.org) abrufbar:
<https://www.schweizmobil.org/schweizmobil/downloads/manuals/ML.html>

International:

- IMBA – International Mountain Bicycling Association (2017) Guidelines for a Quality Trail Experience, mountain bike trail guideline
- IMBA – International Mountain Bicycling Association (2004) Trail Solutions, IMBA's Guide to Building Sweet Singletrack
- Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Waldschutz, Landschaftsdienst (2018) Trailbauhandbuch, Im Rahmen des Tiroler MTB Modells 2.0
- Marion JL, Wimpey JF (2007) Environmental Impacts of Mountain Biking: Science Review and Best Practices.
- Pickering CM, Hill W, Newsome D, Leung YF (2010) Comparing hiking, mountain biking and horse riding impacts on vegetation and soils in Australia and the United States of America.