



Grundlagen Waldstrassenerhalt



FACHSTELLE FÜR FORSTLICHE BAUTECHNIK
CENTRE POUR LE GÉNIE FORESTIER
CENTRO PER IL GENIO FORESTALE
POST SPEZIALISÀ PER TECNICA DA CONSTRUCCIUN FORESTALA

Bund, Kantone und Fürstentum Liechtenstein

Inhalt

1	Allgemeines	3
1.1	Geltungsbereich	
1.2	Gegenstand	
1.3	Zweck	
1.4	Begriffe	

2	Grundlagen	5
2.1	Erhaltung	
2.1.1	Betrieblicher Unterhalt (i.d.R. projektfrei)	
2.1.2	Baulicher Unterhalt (i.d.R. projektbasiert)	
2.1.3	Veränderung (projektbasiert)	
2.2	Schäden an Strassenverkehrsanlagen und deren Ursachen	

3	Erhaltungsmanagement	9
3.1	Einflussfaktoren des Erhaltungsmanagements	
3.2	Inhalt und Aufbau des Erhaltungsmanagements	
3.3	Erhaltungskonzept	
3.3.1	Inventarisierung und Strassenabschnittsbildung	
3.3.2	Kategorisierung	
3.3.3	Jährlicher Wertverlust	
3.3.4	Strategie mit strategischen Zielen sowie Kosten- und Leistungszielen	
3.3.5	Zustandserfassung und -beurteilung	
3.3.6	Massnahmenplanung und Massnahmenmanagement	
3.4	Baustellenplanung	
3.5	Veränderungen	

4	Ausführung	13
4.1	Unterhalt von Strassen mit ungebundenem Oberbau	
4.1.1	betrieblicher Unterhalt	
4.1.2	baulicher Unterhalt	
4.1.3	Veränderung	
4.1.4	Material	
4.2	Unterhalt von Hartbelagsstrassen	
4.3	Arbeitssicherheit	

5	Literaturverzeichnis	18
----------	-----------------------------	-----------

1 Allgemeines

1.1 Geltungsbereich

Dieses Dokument gilt für Verkehrsflächen (Strassen, Wege und Plätze) mit geringem Verkehrsaufkommen und in der Regel ungebundenem Oberbau, welche primär forstlichen Zwecken dienen, sowie den daran angeschlossenen Kunstbauten.

1.2 Gegenstand

Das Dokument bildet die Basis zum Erhalt von forstlichen Erschliessungsanlagen. Es behandelt die Begrifflichkeiten, das Erhaltungsmanagement und gibt Hinweise für die praktische Ausführung.

1.3 Zweck

Das Grundlagendokument bezweckt die effiziente und systematische Planung und Durchführung von Unterhaltsarbeiten. Es beschreibt die Grundsätze und Tätigkeitsabläufe zur Durchführung des Erhaltungsmanagements mit dem Ziel, Erhaltungsmaßnahmen zu optimieren, die bauliche Anlagensubstanz langfristig zu erhalten und die betrieblichen Mittel gezielt einzusetzen.

1.4 Begriffe

Ausbau	Anpassung der Forststrassen bzw. Kunstbauten an veränderte Nutzungsanforderungen, Umwelteinflüsse oder Unterdimensionierung.
Entwässerungskonzept	Bautechnische Methode, wie die Oberflächenentwässerung der Strasse sichergestellt wird. Die häufigsten sind: <ul style="list-style-type: none">– bombiertes Wegprofil– einseitig Querneigung mit oder ohne Querrinnen
Erneuerung	Die Erneuerung umfasst einmalige bauliche und technische Massnahmen zur Wiederherstellung und Ersatz der Forststrasse bzw. Kunstbaute zur langfristigen Gewährleistung der Betriebssicherheit und Substanzerhaltung.
Erweiterung	Die Erweiterung im Bereich der Fahrbahn beinhaltet die Erhöhung der Gebrauchstauglichkeit, Leistungsfähigkeit und Betriebs- und Verkehrssicherheit durch entsprechende Massnahmen im Rahmen eines Ausbaus der Verkehrsanlage. Die Erweiterung im Bereich der Kunstbauten umfasst den Ausbau bzw. Umbau aufgrund gestiegener Anforderungen resp. neuer zusätzlicher Aufgaben.

Gebrauchstauglichkeit	Mass für das Einhalten der für die Nutzung eines Bauwerks festgesetzten Anforderungen ^[1] .
Instandhaltung	Die Instandhaltung umfasst Massnahmen für die dauernde Gewährleistung des Betriebes und der Verkehrssicherheit ^[2] .
Instandsetzung	Die Instandsetzung umfasst geplante Einzelmassnahmen oder periodisch wiederkehrende, umfassende bauliche Unterhaltmassnahmen. Sie dient in erster Linie der langfristigen Substanzerhaltung der Fahrbahnen und Kunstbauten. Darunter fallen Belags- und Deckschichterenerungen, Oberflächenenerungen und bei Kunstbauten Sanierungen ^[2] .
Kunstbauten	Bauten des Tiefbaus wie Brücken, Stützmauern etc. Sie dienen meist der Überwindung von topografischen Hindernissen.
Netzsicht	Die Netzsicht befasst sich mit der Gesamtheit der Strassenabschnitte eines Strassennetzes.
Nutzungsanforderung	Aus der vereinbarten Nutzung resultierende Anforderungen an die Eigenschaften und das Verhalten eines Bauwerks ^[3] .
Nutzungszeitraum	Zeitraum im Jahr, in welchem die Forststrasse genutzt wird.
Objektsicht	Die Objektsicht ist die Betrachtungsebene einzelner Strassen bzw. Strassenabschnitte.
Tragsicherheit	Sicherheit gegen Tragwerksversagen ^[1] .
Unterhaltsstandard	Qualitätsniveau (Zustand) bezogen auf Fahrbahn (Oberbau), Bankette und Entwässerungselemente, welches langfristig erreicht bzw. aufrechterhalten werden soll.
Verstärkung	Verstärkungen sind punktuelle Verbesserungen der Tragwerke bezüglich Leistungsfähigkeit und Betriebs- sowie Verkehrssicherheit (z.B. Oberbauverstärkung) an bekannten Problemstellen.
Wiederaufbau	Der Wiederaufbau umfasst die definitive Instandsetzung und die Rekonstruktion der Bauten und Anlagen nach Naturgefahrenereignissen. Dabei ist deren Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit wiederherzustellen ^[12] .

Sämtliche in diesem Dokument erwähnten Begriffe sind angelehnt an die Normenwerke der Schweizerischen Normen-Vereinigung (SNV), des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) und des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA).

2 Grundlagen

2.1 Erhaltung

Die Erhaltung umfasst die Gesamtheit aller Massnahmen zur Gewährleistung der Betriebs- und Bauwerksicherheit sowie der Sicherstellung der Anlagesubstanz und des Anlagewertes der Strassenverkehrsanlage [2].

Ziele der Bauwerkserhaltung sind das Bewahren einer ausreichenden Sicherheit (Trag- und Betriebssicherheit), das Erhalten des wirtschaftlichen Werts eines Bauwerks unter Berücksichtigung der Betriebs- und Erhaltungskosten, das Sicherstellen der Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerks und das Wahrnehmen der gesetzlichen Verantwortung der Eigentümerschaft [1].

Die Tätigkeiten der Erhaltung sind in die Kategorien Unterhalt (baulich und betrieblich) sowie Veränderung unterteilt.

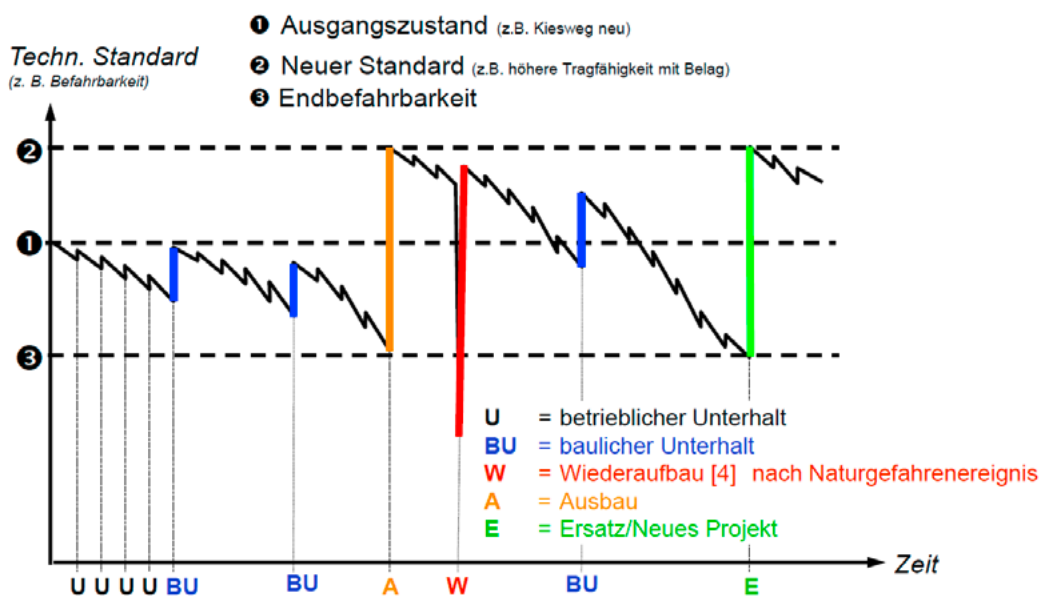


Abb. 1: Darstellung verschiedener Massnahmen zur Erhaltung einer Strasse ([13] angepasst)

Bestandteil	Beschreibung
Kontrolle	– Kontrolle von Strassenkörper, Böschungen, Lichtraumprofil, Entwässerungsanlagen (Durchlässe, Schächte, Gräben, Querrinnen etc.)
Reinigung	– Reinigung der Fahrbahn von Laub- und Nadelstreu, Oberbodenmaterial etc. – Reinigung der Entwässerungsanlagen (Durchlässe, Schächte, Gräben, Querrinnen, Sickerleitungen) von Laub- und Nadelstreu so-wie Oberbodenmaterial, Deckschichtmaterial etc.
Winterdienst	– Falls gefordert, Freihaltung der Fahrbahn von Schnee im Winter (bei ungebundenem Oberbau Weissräumung)
Grünpflege	– Entfernen von unerwünschtem Bewuchs an den Böschungen – Bankettpflege (mähen/mulchen, abränden, fräsen) – Lichtraumprofil freischneiden
Instandhaltung	– Rückholung des Deckschichtmaterials auf die Fahrbahn und Neuverteilung bei ungebundenem Oberbau
Reparatur von Kleinschäden	– Behebung von punktuellen Schäden an der Fahrbahn und den Entwässerungsanlagen, welche nicht im Zuge des systematischen Unterhaltskonzepts repariert werden können und Folgeschäden nach sich ziehen.

Tab. 1: Bestandteile des betrieblichen Unterhalts

2.1.1 Betrieblicher Unterhalt (i.d.R. projektfrei)

Der betriebliche Unterhalt bezweckt die fortwährende Instandhaltung der Strassen und umfasst alle Massnahmen zur Gewährleistung der Betriebssicherheit [2]. Der betriebliche Unterhalt, welcher i.d.R. in der laufenden Rechnung enthalten ist, wird grundsätzlich nach festgelegten Intervallen durchgeführt. Ausnahme bildet das Auslösen betrieblicher Unterhaltsmassnahmen aufgrund von Schäden, welche durch ausserordentliche Ereignisse (z.B. Starkniederschlag) entstanden sind. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Bestandteile des betrieblichen Unterhalts. → Tab. 1

2.1.2 Baulicher Unterhalt (i.d.R. projektbasiert)

Der bauliche Unterhalt umfasst sämtliche baulichen und technischen Massnahmen zur Gewährleistung der Bauwerkssicherheit, der Aufrechterhaltung der Anlagesubstanz und der Anlagefunktion [2]. Beim baulichen Unterhalt wird nichts an der Strassenkategorie geändert, sondern der Zustand der Forststrasse teilweise oder ganz auf Neubau-niveau wiederhergestellt. Bauliche Unterhaltsmassnahmen, welche i.d.R. Bestandteil der Investitionsrechnung sind, werden anhand einer vorgängig durchgeführten Zustandsbewertung in grösseren Zeitabständen geplant und durchgeführt. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Bestandteile des baulichen Unterhalts. → Tab. 2

Bestandteil	Beschreibung
Instandsetzung	– Abschälen des Mittelstreifens bei starkem Graseinwuchs – Aufreissen des Oberbaus – Verdichtung und Reprofilierung des Strassenkörpers mit Materialzufuhr – Erneuerung der Deckschicht – Reparatur von Kunstbauten
Erneuerung	– Wechsel von Anlageteilen wie Strassenpfosten, Signalisationsschildern etc.

Tab. 2: Bestandteile des baulichen Unterhalts

2.1.3 Veränderung (projektbasiert)

Veränderungen sind einmalige, nicht periodische, bauliche und technische Massnahmen oder Anpassungen an der Strassenverkehrsanlage [2]. Veränderungen werden dann durchgeführt, wenn die bestehende Strasse die ursprüngliche Aufgabe aufgrund veränderter Nutzungsansprüche, veränderter Umwelteinflüsse oder Unterdimensionierung nicht (mehr) erfüllen kann. Veränderungen gehören nur bedingt zum Erhalt, da sie einen wertvermehrenden Charakter haben. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Bestandteile der Veränderung.

Bestandteil	Beschreibung
Ausbau (inkl. Verstärkung)	<ul style="list-style-type: none">- Anpassung von Strassen/Kunstabauten an veränderte Verkehrsbelastungen und Transportmittel- Anpassung an veränderte Umwelteinflüsse (Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Entwässerungsanlagen etc.)- Wiederherstellung der Befahrbarkeit- Wiederaufbau nach Naturgefahrenereignissen [12]- Einbau einer dickeren Schicht zur Oberbauverstärkung
Erweiterung	<ul style="list-style-type: none">- Erhöhung der Leistungsfähigkeit- Erhöhung der Betriebs- und Verkehrssicherheit- Erhöhung der Gebrauchstauglichkeit

Tab. 3: Bestandteile der Veränderung



2.2 Schäden an Strassenverkehrsanlagen und deren Ursachen

Um Strassenverkehrsanlagen optimal erhalten zu können, müssen Schäden frühzeitig erkannt werden. Zudem ist es wichtig, dass im konkreten Einzelfall der korrekte Zusammenhang zwischen Schadbild und Ursache hergestellt wird, damit entsprechende Massnahmen ergriffen werden können. Tabelle 4 gibt eine Übersicht über mögliche Schäden und deren Ursachen. Einen ausführlichen bebilderten Schadenkatalog für Strassen mit gebundenem Oberbau gibt VSS 40925b-ANHANG [4]. Für ungebundene Oberbauten ist ein bebildeter Schadenkatalog als Praxismerkblatt «Schäden an ungebundenen Forststrassen» vorhanden [5].

Ursache	Schaden	Schadpotential	
Verkehr	Normalverkehr	Abnützung der Deckschicht, Fahrspur- und Schlaglochbildung	mittel
	Fremdverkehr (Landwirtschaft, Tourismus etc.)	Aufreissen der Deckschicht und Bankette, Verschmutzung der Fahrbahn	mittel
	Verkehr während der Tauphase	Rissbildung, Verdrückungen	hoch
	Befahren mit (zu) hohen Lasten	Fahrspur- und Schlaglochbildung, Verdrückung der Fahrbahn	hoch
	Schneeräumung	Aufreissen der Deckschicht und Bankette, Zerstörung der Profilierung, Beschädigung von Kunstbauten und Begleitbauwerken	hoch
Strasse als Arbeitsfläche	Fällen, Aufarbeiten und Rücken von Holz	Mechanische Schäden und Verschmutzung an Strassenkörper, Entwässerungssystemen, Böschungen und Banketten	mittel
Vegetation	Vegetationsbewuchs	Einwachsen von Gras und Sämlingen in Fahrbahn und offene Entwässerungssysteme, Verkehrsbehinderung durch Bäume und Sträucher, Einwachsen von Wurzeln in Sickerleitungen	normal
	Laub- und Nadelabfall	Verschmutzung der Fahrbahn und der Entwässerungssysteme	normal
Klima	(Niederschlags-)wasser	Erosion und strukturelle Schäden an Deckschicht, Böschungen, Banketten und Entwässerungssystemen, Verschmutzung der Fahrbahn, Verstopfung der Entwässerung	hoch
	Frost	Hebungen, Risse, Aufbrüche und Tragfähigkeitsverluste, Abwittern von Böschungen	hoch
	Besonnung	Austrocknung der ton-wassergebundenen Deckschicht (Feinanteilverlust)	gering

Tab. 4: Schadenmerkmale und mögliche Ursachen sowie deren Schadpotential

3 Erhaltungsmanagement

Das Erhaltungsmanagement umfasst alle Führungsaufgaben und Umsetzungsmassnahmen, die zur Erhaltung und Bewirtschaftung der Strassenverkehrsanlagen notwendig sind. Dabei werden bautechnische, ökologische und ökonomische Kriterien berücksichtigt. Dazu gehören u.a. Erhebung und Bewertung von Zustand und Beanspruchung, Massnahmenplanung, Massnahmenmanagement und Baustellenplanung [2]. Das Erhaltungsmanagement bezieht sich in der Regel auf ein ganzes Wegenetz, eine Region / Verwaltungseinheit.

3.1 Einflussfaktoren des Erhaltungsmanagements

Ein nachhaltiges und wirtschaftliches Erhaltungsmanagement muss dem ökologischen und wirtschaftlichen Umfeld, in welches ein Forstbetrieb eingebettet ist, angepasst sein. In Tabelle 5 sind die Einflussfaktoren aufgeführt, welche bei der Erhaltungsplanung berücksichtigt werden müssen.

Umgebung/Klima	<ul style="list-style-type: none">- Topografie- Höhenlage- Temperatur (Frost)- Niederschlag- (Hang)Wasser
Mindestanforderungen	<ul style="list-style-type: none">- Betriebliche Mindestanforderungen (Funktion, Fahrkomfort etc.)- Nationale und kantonale Mindestanforderungen (Normalien etc.)- Normen
Nutzung	<ul style="list-style-type: none">- forstliche Nutzung- forstfremde Nutzung- Nutzungszeitraum- Frequenzen- Belastung
Kosten	<ul style="list-style-type: none">- Neubaukosten (Wiederbeschaffungswert, Anlagenwert)- Unterhaltskosten
Strassenaufbau	<ul style="list-style-type: none">- Untergrund / Unterbau- Deckschichtaufbau- Querprofil (bombiert, einseitige Querneigung)
Entwässerung	<ul style="list-style-type: none">- Fahrbahnenentwässerung (Querrinnen, Neigung etc.)- Seitenentwässerung (Schächte, Gräben etc.)

Tab. 5: Einflussfaktoren und Aspekte, welche in das Erhaltungsmanagement direkt oder indirekt einfließen

Auf die genannten Einflussfaktoren wirken zusätzlich zwei übergeordnete, häufig limitierende Aspekte, die Netz- und Besitzstrukturen, sowie das verfügbare Budget. Ihr Einbezug sollte erst zuletzt stattfinden, da sonst der Ausschluss technisch vorteilhafter Massnahmen schon zu Beginn riskiert wird.

3.2 Inhalt und Aufbau des Erhaltungsmanagements

Das forstliche Erhaltungsmanagement wird in drei Hauptteile gegliedert: Ziele und Strategie, Massnahmenplanung/Massnahmenmanagement und Baustellenplanung. Der Aufbau ist in Abbildung 2 dargestellt. → **Abb. 2** Das Erhaltungsmanagement ist grundsätzlich ein zyklischer Prozess mit wiederkehrenden Arbeitsabläufen.

3.3 Erhaltungskonzept

Das Erhaltungskonzept dient der Umsetzung des Erhaltungsmanagements für einen definierten Forststrassenperimeter (Gemeinde, Forstrevier, Planungseinheit etc.). Es beinhaltet alle strategischen Entscheidungen auf Netzsicht sowie die Massnahmenplanung/das Massnahmenmanagement. Es stützt sich auf die betriebliche Strategie ab, welche auf alle Phasen des Erhaltungsmanagements einen Einfluss hat. Das Erhaltungskonzept wird für einen Zeitraum von ca. 10 – 15 Jahre erstellt und nach einer gewissen Zeit überarbeitet (z.B. im Zuge einer Betriebsplanrevision). Wie ein Erhaltungskonzept erarbeitet werden kann, ist im Praxismerkblatt «Erhaltungskonzept Forststrassen» enthalten [6].

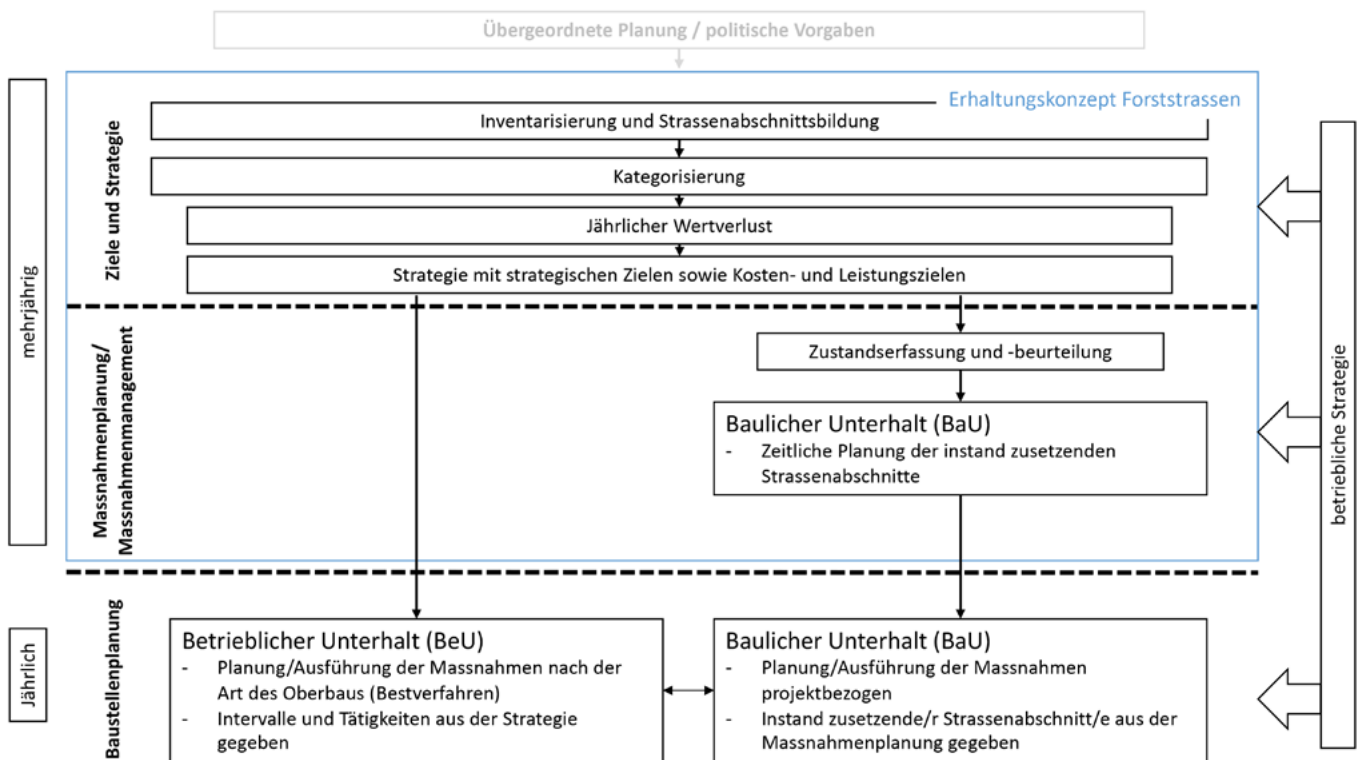


Abb. 2: Ablaufschema des Erhaltungsmanagements für Forststrassen. Blau umrandet sind die Elemente des Erhaltungskonzepts.

3.3.1 Inventarisierung und Strassenabschnittsbildung

Ein aktuelles Inventar des Forststrassennetzes und den daran angeschlossenen Kunstbauten bildet die Basis für das Erhaltungskonzept. Nach der Inventarisierung werden die Strassen in Abschnitte unterteilt, welche in sich einheitlich bezüglich Planung und Ausführung von Massnahmen sind.

3.3.2 Kategorisierung

Da nicht alle Strassen im Forststrassennetz gleich oft mit den gleichen Fahrzeugen befahren werden, wird eine Kategorisierung auf Netzebene durchgeführt. Aufgrund den Nutzungsanforderungen (Nutzungsintensität, Nutzungszeitraum etc.) an das Strassennetz werden verschiedene Klassen gebildet. Anschliessend wird jeder Strassenzug einer Kategorie zugeteilt.

3.3.3 Jährlicher Wertverlust

Als Orientierungswert für den Mittelbedarf zum Forststrassenerhalt wird der durchschnittliche jährliche Wertverlust berechnet. Dieser Wert entspricht dem Mittelbedarf, der für die langfristige Erhaltung der Funktionalität der Infrastruktur pro Jahr im Durchschnitt aufgewendet werden muss [7].

3.3.4 Strategie sowie Kosten- und Leistungsziele

Eine kurze Zusammenfassung (Situationsanalyse) der Ergebnisse der bisher durchgeführten Schritte (Inventarisierung, Strassenabschnittsbildung, Kategorisierung, jährlicher Wertverlust) dient als Grundlage für die Strategie. Ist dies bereits in einem vorhandenen Betriebsplan enthalten, entfällt dieser Schritt. Anschliessend werden strategische Ziele mit Unterhaltsstandards für jede Strassenkategorie definiert. Die Konkretisierung der Unterhaltsstandards erfolgt mittels Kosten- und Leistungszielen, daraus ergibt sich der finanzielle Mittelbedarf für den betrieblichen und baulichen Unterhalt. Die Strategie wird von politischer Seite genehmigt.

3.3.5 Zustandserfassung und -beurteilung

Die systematische Erfassung und Beurteilung des Ist-Zustandes der Forststrassen und Kunstbauten auf Netzsicht ist eine Momentaufnahme in Bezug auf den technischen Zustand und die Leistungsfähigkeit des Forststrassennetzes. Die Zustandserfassung kann entweder gutachtlich oder vermehrt mittels mechanischer/elektronischer Messsysteme durchgeführt werden und erfolgt in regelmässigen Intervallen. Die Klassierung des Ist-Zustandes in Schadstufen, angepasst an die Gesamtstrategie, erleichtert die Massnahmenplanung.

Messparameter	Technologie, Messinstrument	Kategorie
Oberflächenschäden	Visuelle Zustandsaufnahme, z.B. mittels standardisiertem Aufnahmeformular	Gutachtlich
Deflexion (Tragfähigkeit)	Benkelmanbalken	Mechanisch
CBR-Wert (Tragfähigkeit)	Farnell-Handpenetrometer	
CBR-Wert (Tragfähigkeit) Tragfähigkeitsklassen S0 bis S4 /CBR	Dynamischer Plattendruckversuch Statischer Plattendruckversuch	
Querebenheit	Seilverfahren	
Querebenheit	Richtlatteverfahren	
Längsebenheit	Planograf	Elektromechanisch
Längsebenheit	Goniograf	
Oberflächenschäden, Längs-, Querebenheit	Fotographie*, Light detection and ranging (LiDAR)*, terrestrisches Laserscanning (TLS)*	Lichtwellen
Schichtaufbau	Bodenradar (Ground Penetrating Radar, GPR)*	Radiowellen

Tab. 6: Eine Auswahl der Methoden zur Überwachung wichtiger Zustandsindikatoren von Forststrassen

*(für Waldstrassen) noch in Entwicklung

3.3.6 Massnahmenplanung und Massnahmenmanagement

Die Massnahmenplanung umfasst die technische Abklärung bzw. Festlegung der Massnahmen aufgrund der Bewertung und Beurteilung von Zuständen und Zustandsentwicklungen unter Berücksichtigung des Erhaltungskonzepts [2]. Eine Massnahmenplanung wird nur beim baulichen Unterhalt durchgeführt, beim betrieblichen ist diese durch die fixen Intervalle und Massnahmen aus den Kosten- und Leistungszielen gegeben.

Das Massnahmenmanagement im Gesamtsystem umfasst alle Tätigkeiten zur kurz-, mittel- und langfristig optimalen Wahl und Anordnung von Massnahmen [2].

3.4 Baustellenplanung

Die Planung von Baustellen hat zum Zweck, Massnahmen der Teilsysteme zeitlich und örtlich koordiniert innerhalb bestimmter Zeitfenster (bestimmte Zeitdauer) zu realisieren. Grundlage dazu bilden optimale Massnahmenpläne des Gesamtsystems, welche im Massnahmenmanagement zusammengestellt bzw. abgeleitet werden [2].

Es gelten folgende Grundsätze:

- Die Massnahmen werden mit dem höchstmöglichen Mechanisierungsgrad und im Bestverfahren umgesetzt.
- Zur Rationalisierung sollen, wenn möglich, Massnahmen zusammengeführt werden.

3.5 Veränderungen

Veränderungen wie der Ausbau und die Erweiterung von Strassenanlagen gehören ebenfalls zum Erhaltungsmanagement, solange die Massnahmen im Sinne einer Erhaltung der Einsatzfähigkeit des ursprünglichen Zwecks der Strasse geschieht (z.B. Anpassen der Kurvenradien an moderne Fahrzeuge, Erhöhung der Tragfähigkeit von Kunstbauten).

Ausbauten, welche durch die Baumassnahmen eine andere als die ursprünglich vorgesehene Funktion erfüllen (können) und eine Änderung der Strassenkategorie mit sich ziehen (z.B. Ausbau einer Rückegasse zu einer Lkw-befahrbaren Forststrasse) gehören nicht zum Erhaltungsmanagement.

Das Vorgehen bei baulichen Veränderungen wird in der Planung gleich gehandhabt wie die baulichen Unterhaltsmassnahmen (auf Basis von Zustandsbewertungen werden Massnahmen formuliert, geplant und umgesetzt).

Eine grundsätzliche Überprüfung des Wegenetzes bezüglich den veränderten Nutzungsanforderungen moderner Holzertesysteme ist empfohlen, gehört jedoch nicht direkt zum Erhaltungsmanagement.

4 Ausführung

4.1 Unterhalt von Strassen mit ungebundenem Oberbau

Um eine fachgerechte und wirtschaftliche Ausführung des betrieblichen und des baulichen Unterhaltes der ton- oder kalkwassergebundenen Verschleisschicht zu gewährleisten, sind folgende Voraussetzungen notwendig:

- Den Anforderungen genügende Tragfähigkeit der Strasse
- Grundsätzlich funktionierendes Entwässerungskonzept (wenige Wechsel zwischen den einzelnen Teilkonzepten)
- Weitestgehend maschinell unterhaltbare Fahrbahnoberflächen (Bombierung/Dachprofil)
- Geeignete und bezahlbare Materialquellen für den Oberbau



4.1.1 betrieblicher Unterhalt

Folgende Punkte sind bei der Ausführung des betrieblichen Unterhalts zu beachten:

Massnahme	Aspekte
Kontrolle	<ul style="list-style-type: none">- Visuelle Kontrollen können das ganze Jahr über vom Forstpersonal als beiläufige Massnahme durchgeführt werden. Allfällige Schäden sind systematisch zu protokollieren.- Zusätzliche Kontrollgänge im Rahmen des betrieblichen Unterhalts finden nur nach besonderen Ereignissen oder bei kritischen Bauwerken statt.
Reinigung	<ul style="list-style-type: none">- Laub- und Oberbodenmaterial auf der Fahrbahnoberfläche ist regelmässig (Turnus abhängig vom Eintrag, i.d.R. einmal jährlich) zu entfernen- Eine funktionierende Entwässerung ist elementar bei Strassen mit ungebundenem Oberbau, da ansonsten der Strassenkörper nachhaltig geschädigt werden kann.- Entwässerungs- und Sickerrohre an Fahrbahn und Kunstbauten werden einmal jährlich gespült.- Nach Arbeiten auf oder angrenzend an Strassen und Plätzen sind diese zu reinigen, da das Oberbaumaterial möglichst frei von Verunreinigungen am dauerhaftesten bleibt.
Grünpflege	<ul style="list-style-type: none">- Das jährliche maschinelle Mähen der Bankette verhindert Schäden am Strassenkörper durch Vegetationseinwuchs.- Ein genügend freigehaltenes Lichtraumprofil verhindert das Ausweichen auf Bankette und Schäden an den Fahrzeugen.
Winterdienst	<ul style="list-style-type: none">- Bei der Schneeräumung von Strassen mit ungebundenem Oberbau wird eine Weissräumung angestrebt [8].
Instandhaltung	<ul style="list-style-type: none">- Instandhaltungsarbeiten an ungebundenen Fahrbahnen bedingen einen geeigneten Feuchtegehalt der zu bearbeitenden Fahrbahn und den eingesetzten Gesteinsmaterialien.- Die regelmässige Instandhaltung der Deckschicht schützt den Oberbau vor Schäden und stellt die Entwässerung der Fahrbahn sicher.- Maschineller Unterhalt mit «hoher» Frequenz führt zu anhaltend guter Qualität bei verhältnismässig tiefen Kosten und hilft, die Intervalle eines baulichen Unterhalts zu verlängern.- Zugabe von Oberbaumaterial (Trag- oder Verschleissmaterial) ist beim betrieblichen Unterhalt nur in geringem Umfang und punktuell vorgesehen.- Durch einen hohen Mechanisierungsgrad mit speziellen Forststrassen-Pflegegeräten können mehrere Arbeitsgänge gleichzeitig erledigt werden und die Kosten somit tief gehalten werden.
Reparatur von Kleinschäden	<ul style="list-style-type: none">- Schadhafte Stellen sind möglichst bald nach ihrer Entstehung auszubessern, falls Folgeschäden drohen.- Bei der Reparatur von Kleinschäden im Bereich der Fahrbahn sind diese grosszügig, geradlinig und scharfkantig auszuführen. Dies dämpft den meist schwierigen Verbund zwischen alten und neuen Kiesmaterialien.- Das Kiesmaterial muss ausreichend verdichtet werden.- Technische Ausrüstungen wie Geländer, Kordons, Leitplanken, o.ä. müssen aus Haftungsgründen stets schadfrei sein.- Verstopfte und versinterte Entwässerungs- oder Sickereinrichtungen mittels Spülen oder gar Freibohren funktionstüchtig halten.

Tab. 7: Praxisempfehlungen für die Ausführung des betrieblichen Unterhalts, aufgeteilt nach der Art der Massnahme

4.1.2 baulicher Unterhalt

Folgende Punkte sind bei der Ausführung des baulichen Unterhalts zu beachten:

Massnahme	Aspekte
Instandsetzung	<ul style="list-style-type: none">- Die Deckschichten verlieren über die Jahre an Materialmenge, was über den baulichen Unterhalt mit neuem Material wieder ergänzt wird.- Ein maschinenpflegbares Wegeprofil (bombiert) ohne Entwässerungsrinnen erleichtert den betrieblichen Unterhalt. Daher ist zu prüfen, ob eine Änderung des Entwässerungskonzeptes möglich wäre.- Bei Frostschäden kann eine Verbesserung der frostempfindlichen Schichten des Oberbaues durch geeignete Stabilisierungsverfahren bzw. Materialersatz und/oder eine Entwässerung der Strasse bis zur Frosteindringtiefe Abhilfe schaffen- Das Entwässerungsregime ist nach einer Instandsetzung wieder konzeptentsprechend wie neu.- Schadhafte Kunstbauten werden über ein Projekt repariert.- Ebenso umfangreichere Schäden an technischen Ausrüstungen wie Geländer, Kordons, Leitplanken, Einlaufbauwerken o.ä.
Erneuerung	<ul style="list-style-type: none">- Holzpfeiler oder Latten von Geländern und Abschränkungen müssen von Zeit zu Zeit vollständig ersetzt werden.- Durchlassrohre sind teilweise nicht mehr zu reparieren oder mangels Abflusskapazität mit neuen zu ersetzen.- Entwässerungseinrichtungen, die trotz Spülen und Versuchen zur mechanischen Öffnung nicht mehr funktionieren, sind wenn immer möglich zu erneuern.

Tab. 8: Praxisempfehlungen für die Ausführung des baulichen Unterhalts, aufgeteilt nach der Art der Massnahme

4.1.3 Veränderung

Folgende Punkte sind bei der Ausführung von Veränderungen zu beachten:

Massnahme	Aspekte
Ausbau (inkl. Verstärkung)	<ul style="list-style-type: none">- Grundsätzlich soll fehlende Breite aus Kostengründen möglichst einseitig und aus bautechnischen Gründen bergseitig erfolgen.- Bei Verbreiterungen soll zumindest die oberste Schicht (evtl. Verschleisschicht) aus gleichem Material aufgebracht werden. Denn eine Verbreiterung bedeutet immer eine Inhomogenität der Materialbeschaffenheit im Oberbau, was bautechnisch nicht ideal ist.- Die Böschungsneigungen müssen der Materialstandfestigkeit und der Begrünungsmöglichkeit angepasst werden.- Die aktuelle Tragfähigkeit und notwendige ergänzende Schichten sind nach gängigen Verfahren nachzuweisen (Deflektionsmessung, Sondierschlitz, Materialstrukturwert o.ä.).- Ungenügend tragfähige, ungebundene Strassen werden meist mittels Hocheinbau von geeigneten Gesteinskörnungen verstärkt.- Wesentlich aufwändigere Varianten sind ein Tiefenbau, das Einbringen von bewehrenden Geotextilien oder die Stabilisation mit Bindemitteln und einer schützenden Deckschicht.- Ausbauprojekte richten sich nach den geometrischen Mindestmassen moderner Forststrassen (Gesamtlast 40 t, Fahrbahnbreite 3.5 m, Wenderadien 10 m, Kurvenverbreiterungen 26/R)

Tab. 9: Praxisempfehlungen für die Ausführung von Veränderungen, aufgeteilt nach der Art der Massnahme

4.1.4 Material

Die für den Strassenbau eingesetzten Gesteinskörnungen werden ungebundene Gemische genannt. Im Forststrassenbau setzt man für die Trag- wie auch die Deckschicht aus Kostengründen häufig ungebundenes Gemisch nicht normiert ein. Dies entspricht der früheren Bezeichnung Kies ab Wand. Bei höheren Anforderungen an die Trag- oder Fundationsschichten werden normierte, frostsichere Materialien eingesetzt nach SN 670 119 NA [9]. Man spricht auch von ungebundenem Gemisch normiert.

Grundsätzlich gilt:

- Die Qualität des Materials hat einen entscheidenden Einfluss auf die Tragfähigkeit und die Lebensdauer der Forststrasse.
- Durch die Verwendung von Material aus lokalen Kiesgruben im Rahmen von Bauprojekten können teure Materialtransporte vermieden werden. Die Materialqualität steht allerdings an erster Stelle, da ansonsten die Folgeschäden ein Vielfaches höher sein können als die Mehrkosten für das Material. Vorgängige Materialproben lohnen sich relativ schnell.
- Die richtige Handhabung von Gesteinsgemischen beim Transport und Einbau ist weiter sehr entscheidend für die Qualität der ausgeführten Strassenkörper.

Weitere Informationen zum Thema Lockergestein als Baustoff liefert das gleichnamige Skript der Fobatec [10].

Strassen mit ungebundenem Oberbau	Materialbezeichnungen	Eigenschaften
Trag-/Fundationsschichtmaterial	<ul style="list-style-type: none"> - Ungebundenes Gemisch nicht normiert - Ungebundenes Gemisch normiert (SN 670 119 NA) 	<ul style="list-style-type: none"> - (möglichst) frostsicher - gut verdichtbar (abgestuft) - lagestabil - kein Überkorn (>100mm) - möglichst homogene Mischung
Verschleisschichtmaterial	<ul style="list-style-type: none"> - Ungebundenes Gemisch nicht normiert 	<ul style="list-style-type: none"> - ton- oder kalkhaltig bindend - entsprechend Feinkornanteil (5-10%) - abdichtend gegen Wassereintritt - stabil gegenüber Verkehr und Wetter

Tab. 10: Oberbaumaterialien nach Schichten, deren Bezeichnung und gewünschten Eigenschaften

4.2 Unterhalt von Hartbelagsstrassen

Der Unterhalt von Hartbelagsstrassen wird gemäss den einschlägigen Normen des VSS durchgeführt [4,11].

4.3 Arbeitssicherheit

Bei der Ausführung von Erhaltungsmassnahmen sind die jeweiligen Arbeitssicherheitsbestimmungen zu beachten. Grundlegend ist im Bereich Bau die Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (Bauarbeitenverordnung, BauAV). Zur Konkretisierung von Schutzmassnahmen existieren diverse Publikationen verschiedener Institutionen.



5 Literaturverzeichnis

- [1] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (sia), 1997. Erhaltung von Bauwerken; Verständigung, Erhaltungsziele, Erhaltungsmassnahmen und -tätigkeiten, Bauwerksakten (sia 469). Sia, Zürich
- [2] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), 2004. Erhaltungsmanagement (EM); Grundnorm (SN 640 900a).
- [3] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (sia), 2011. Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken (sia 269). Sia, Zürich
- [4] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, 2019. Erhaltungsmanagement der Fahrbahnen (EMF): Anleitung zur visuellen Zustandserhebung und Indexbewertung mit dem Schadenkatalog (VSS 40 925b – ANHANG).
- [5] Fobatec, ohne Datum. Praxismerkblatt Schadbilderkatalog. Fachstelle für forstliche Bautechnik fobatec, Maienfeld.
- [6] Fobatec, ohne Datum. Praxismerkblatt Erhaltungskonzept. Fachstelle für forstliche Bautechnik fobatec, Maienfeld.
- [7] Organisation Kommunale Infrastruktur (OKI), 2017. Werterhalt von Strassen; Ein Leitfaden für Städte und Gemeinden (aktualisierte Ausgabe 2017). OKI, Bern.
- [8] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, 2019. Winterdienst; Schneeräumung (VSS 40 761b).
- [9] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, 2011. Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Strassenbau; Ungebundene Gemische – Anforderungen (SN 670 119-NA).
- [10] Fobatec, ohne Datum. Erläuterungen einiger geotechnischer Begriffe und Konzepte (mit Skizzen). Fachstelle für forstliche Bautechnik fobatec, Maienfeld.

- [11] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, 2019. Erhaltungsmanagement der Fahrbahnen (EMF): Zustandserhebung und Indexbewertung (VSS 40 925b).
- [12] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), 2019. Naturgefahren auf Strasseninfrastrukturen; Grundnorm (SN 640 990).
- [13] Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2014. Kreisschreiben 3/2014.