



Grundlagen Waldstrassenerhalt

# Praxismerkblatt

## Erhaltungskonzept Waldstrassen



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

Bund, Kantone und Fürstentum Liechtenstein

# Inhalt

---

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>3</b>
1.1	Geltungsbereich	
1.2	Gegenstand	
1.3	Zweck	
1.4	Begriffe	

---

<b>2</b>	<b>Erhaltungskonzept</b>	<b>5</b>
2.1	Elemente des Erhaltungskonzepts	
2.1.1	Inventarisierung und Strassenabschnittsbildung	
2.1.2	Kategorisierung	
2.1.3	Jährlicher Wertverlust	
2.1.4	Strategie	
2.1.5	Zustandserfassung und -beurteilung	
2.1.6	Massnahmenplanung	

---

<b>3</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>18</b>
----------	-----------------------------	-----------

# 1 Allgemeines

## 1.1 Geltungsbereich

Dieses Praxismerkblatt gilt für Verkehrsflächen (Strassen, Wege und Plätze) mit geringem Verkehrsaufkommen und (grossmehrheitlich) ungebundenem Oberbau, welche primär forstlichen Zwecken dienen, sowie den dazugehörenden Kunstbauten.

## 1.2 Gegenstand

Das Praxismerkblatt gibt Aufschluss über Inhalt, Aufbau und Umsetzung eines Erhaltungskonzepts im Sinne der Erhaltungsplanung für Forststrassen gemäss Grundlagen Waldstrassenerhalt [1].

## 1.3 Zweck

Dieses Praxismerkblatt dient Forstbetrieben, Weggenossenschaften usw. als Umsetzungshilfe zur Ausarbeitung eines Erhaltungskonzepts für das Forststrassennetz. Ein auf das gesellschaftliche, ökologische und ökonomische Umfeld angepasstes Erhaltungskonzept ist die Grundlage für eine wirtschaftliche Umsetzung von betrieblichen und baulichen Unterhaltmassnahmen sowie einen langfristigen Werterhalt des Forststrassennetzes.

## 1.4 Begriffe

### **Basiserschliessung**

Strassen, abzweigend vom öffentlichen Strassennetz, welche den Zugang zum Wald und seine Bewirtschaftung mit aktuellen Mitteln (LKW, idealerweise 40t) sicherstellen. Die Basiserschliessung muss mit möglichst effizienten, nach Strassenverkehrsgesetz zugelassenen Transportmitteln befahrbar sein.

### **Baustellenplanung / Projektierung**

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].

<b>Erhaltungsmanagement</b>	Das Erhaltungsmanagement ist ein übergeordneter strategischer Planungsprozess. Es dient der langfristigen systematischen Erhaltung der Strassenverkehrsanlage unter Berücksichtigung einer sicheren und wirtschaftlichen Nutzung [2].
<b>Feinerschliessung</b>	Elemente, welche den Zugang und die Bewirtschaftung innerhalb der Waldbestände ermöglichen. Die Feinerschliessung knüpft an der Basiserschliessung an und wird mit aktuellen Mitteln der Holzernte/-bringung genutzt (z.B. Rückegassen, Maschinenwege, Seilkranlinien).
<b>Massnahmenplanung</b>	Die Massnahmenplanung umfasst die technische Abklärung bzw. Festlegung der Massnahmen aufgrund der Bewertung und Beurteilung von Zuständen und Zustandsentwicklungen unter Berücksichtigung des Erhaltungskonzepts [2].
<b>Nutzungsintensität</b>	Ausmass, wie stark eine Forststrasse genutzt wird. Dazu gehören die Fahrzeugfrequenzen ebenso wie die vorkommenden Lasten.
<b>Werksinspektion</b>	Aufnahme des Ist-Zustands eines Bauwerks, nach Bauteilen gegliedert, inklusive Bewertung der Schäden sowie Formulierung von Konsequenzen.
<b>Zugangseffekt</b>	Effekt als Folge der Erschliessung. Dies können beispielsweise die Anbindung ans Strassennetz von forstfremden Anstössern (z.B. Alpwirtschaft) oder auch der erleichterte Zugang zum Wald sein.

---

Basisinformationen und weitere Begriffe zum Thema Erhalt bei Forststrassen sind im Grundlagen Waldstrassenerhalt [1] erklärt. Die in diesem Praxismerkblatt vorkommenden Begriffe richten sich nach den aktuellen Normen des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA) sowie der Schweizerischen Normenvereinigung (SNV).

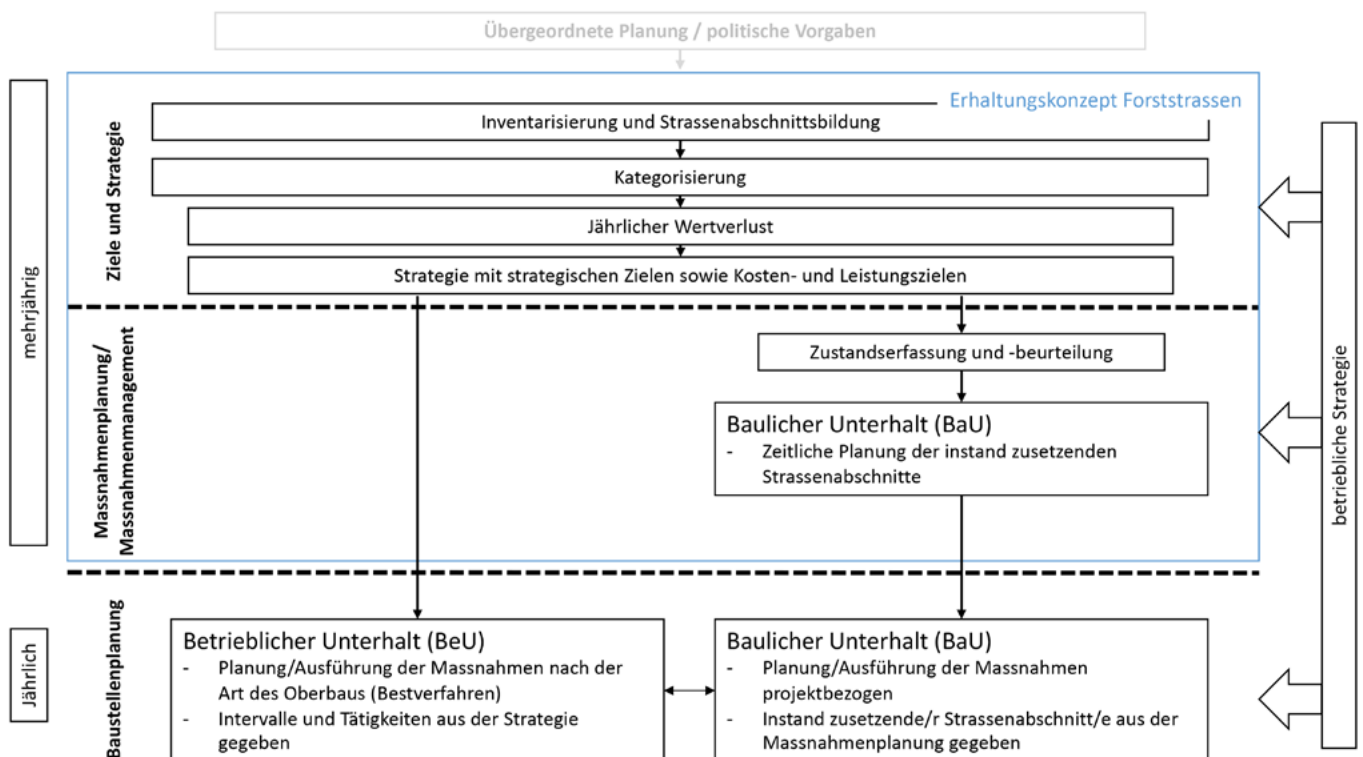
# 2 Erhaltungskonzept

## 2.1 Elemente des Erhaltungskonzepts

Das Erhaltungskonzept behandelt alle strategischen Schritte des Erhaltungsmanagements von Forststrassen und den dazugehörigen Kunstbauten sowie die Massnahmenplanung. Auf Basis des Erhaltungskonzepts geschieht die Baustellenplanung/Projektierung.

**Folgende Elemente müssen enthalten sein (siehe Abbildung 1):**

- Inventarisierung und Strassenabschnittsbildung
- Kategorisierung
- Jährlicher Wertverlust (in Anlehnung an den Wiederbeschaffungswert)
- Strategie mit strategischen Zielen sowie Kosten- und Leistungszielen
- Zustandserfassung und -beurteilung
- Massnahmenplanung und -management



**Abb. 1:** Einbettung des Erhaltungskonzepts in das Erhaltungsmanagement (siehe Grundlagen Waldstrassenerhalt [1]).

## 2.1.1 Inventarisierung und Strassenabschnittsbildung

### Begriffserklärung:

Die Inventarisierung des Forststrassennetzes ist eine Bestandaufnahme, welche Forststrassen und Kunstbauten in welcher technischen Ausführung vorhanden sind. Die Abschnittsbildung ist das Einteilen der Strasse in verschiedene Teilstücke.

### Ziel:

Die Inventarisierung dient der klaren Abgrenzung des Forststrassennetzes sowie den daran angeschlossenen Kunstbauten (Stützmauern, Brücken etc.), damit ein Erhaltungsmanagement aufgebaut werden kann. Die Abschnittsbildung dient dazu, Strassenteilstücke zu definieren, welche in sich einheitlich bezüglich Planung und Ausführung von Massnahmen sind.

### Vorgehen:

Die Erfassung und Katalogisierung der Daten geschehen elektronisch z.B. in einem geografischen Informationssystem (GIS). Das Forststrassennetz wird abschnittsweise inventarisiert. Es werden nur Elemente der Basiserschliessung, also LKW befahrbare Forststrassen (Tragschicht und Deckschicht) sowie die daran angeschlossenen Kunstbauten ins Inventar aufgenommen. Elemente der Feinerschliessung (z.B. Rückegassen) werden nicht aufgenommen. Situativ können befestigte Maschinenwege (mit Tragschicht, schwerlastbefahrbar) aufgenommen werden.

Grundsätzlich sind möglichst wenige Abschnitte zu bilden, wobei pro Strasse mindestens ein Strassenabschnitt ausgewiesen wird [5,6].

Ein neuer Strassenabschnitt wird gewählt, wenn:

- Der Strassenquerschnitt ändert (Oberbautyp, Querprofil, Entwässerungskonzept etc.).
- Die Nutzungsanforderungen ändern (oftmals bietet sich dazu die räumliche Anordnung des Forststrassennetzes an, z.B. von Kreuzung zur nächsten Gabelung)

Für jeden Strassenabschnitt und jede Kunstbaute werden mindestens folgende Parameter erhoben:

1. Eindeutige ID
2. Bei Forststrassen: Belagsart (ungebundener Oberbau, mit oder ohne Deckschicht, bituminös oder Betonbelag), Entwässerungskonzept (bombiert, einseitige Querneigung mit Querrinnen etc.), Tragfähigkeit, Fahrbahnbreite, Länge des homogenen Abschnittes
3. Bei Kunstbauten: Art/Bautyp, ggf. Tragfähigkeit, ggf. Fahrbahnbreite, geschätzter Neubauwert inkl. Planungskosten (nach heutigen Bedingungen)
4. Eventuelle Einschränkungen (z.B. eingeschränkte Tragfähigkeit, Schmalstellen etc.)

### Fallbeispiel Forstbetrieb Muster



**Abb. 2:** Strassenabschnittsbildung mit zugewiesener ID. Der mittlere Strassenzug ist in verschiedene Abschnitte unterteilt, da es einen Belagswechsel gibt (Abschnitt 6: Hartbelag, Abschnitte 7 und 17: Naturstrassenbelag).

ID	NUTZUNG	BREITE	TONNAGE	DECKSCHICH	Entwasseru	Laenge	
1	13	1	1	7	100	1	3943
2	16	2	2	13	100	1	2650
3	7	1	3	18	100	1	1902
4	5	1	3	18	200	0	1457
5	4	1	3	18	100	1	1301
6	14	1	3	18	100	2	1293
7	6	1	3	18	200	0	1044
8	2	1	1	13	100	0	807
9	12	1	1	13	100	1	805
10	3	1	2	18	100	1	459
11	10	1	1	13	100	1	447
12	8	1	3	18	100	1	319
13	9	1	3	28	100	2	260
14	17	1	3	18	200	0	185
15	1	1	3	28	100	0	180
16	15	2	3	18	100	0	175

**Abb. 3:** Tabellarische Ansicht eines Strasseninventars.

## 2.1.2 Kategorisierung

### Begriffserklärung:

Unter Kategorisierung wird die Schaffung verschiedener Strassenkategorien für das Forststrassennetz und die Einteilung des Strassennetzes in diese Kategorien verstanden.

### Ziel:

Die Nutzungsanforderungen an die Forststrassen können auf Netzsicht stark variieren. Beispielsweise werden Hauptabfuhrwege regelmässiger und mit höheren Geschwindigkeiten befahren als Zubringerwege (z.B. Stichstrassen). Mit den Nutzungsanforderungen einhergehend sind auch die Unterhaltsstandards für das Forststrassennetz unterschiedlich. Für einen optimalen Einsatz der Mittel wird jeder Strassenabschnitt «nur» den Mindestanforderungen entsprechend unterhalten. Eine Kategorisierung des Forststrassennetzes ist daher sinnvoll.

### Vorgehen:

Dieses Praxismerkblatt schlägt die Einteilung des Forststrassennetzes in folgende Kategorien (falls im untersuchten Perimeter vorhanden) vor. → [Tab. 1](#)

Von der Schaffung weiterer Strassenkategorien wird grundsätzlich abgeraten, es sollten nur so viele Strassenkategorien wie notwendig erstellt werden. Zu viele verschiedene Strassenkategorien sind nicht zielführend und führen dazu, dass die Planung wesentlich komplexer und aufwändiger wird.

Sind die Kategorien definiert, wird jeder Strassenabschnitt einer Strassenkategorie zugewiesen. Dabei müssen folgende Informationen (forstliche und nichtforstliche) bekannt sein:

- Nutzungsintensität
- Nutzungszeitraum
- Zugangseffekte (z.B. Waldbewirtschaftung, Alpwirtschaft etc.)
- Zum Einsatz kommende Fahrzeuge bzw. Art der Nutzung

Neben den Nutzungsanforderungen hat auch der Strassenaufbau einen Einfluss auf die Kategorisierung (je nach Variabilität der Strassenquerschnitte im untersuchten Forststrassennetz). Kantonale Normalien können Anhaltspunkte bezüglich verschiedener Strassenquerschnitte liefern.

<b>Kategorie 1</b>	Hartbelag	Gebundene Forststrassen (auch Betonspurwege)
<b>Kategorie 2</b>	Hauptweg	Ungebundene, regelmässig genutzte Forststrasse, schwerlasttauglich, guter Ausbaustandard
<b>Kategorie 3</b>	Nebenweg	Ungebundene Forststrasse, welche nur selten mit schweren Lasten befahren wird (z.B. Stichstrasse), Ausbaustandard kann variieren
<b>Kategorie S</b>	Spezialanforderungen	Gebundene oder ungebundene Strasse für spezifische Nutzungsanforderungen von Dritten (Land- und Alpwirtschaft, Tourismus etc.). Dies ermöglicht es, entsprechende Unterhaltskosten bzw. Zusatzaufwände für Dritte sichtbar zu machen und zu verrechnen.
<b>Kategorie N</b>	ungenügend	Spezialkategorie für jene Strassen (gebunden oder ungebunden), welche die an sie gestellten Nutzungsanforderungen nicht (mehr) erfüllen können (z.B. ältere Forstwege, welche für moderne Holzerntemethoden nicht geeignet sind).

Tab. 1

Die Kategorisierung kann nach folgendem Schema ablaufen:

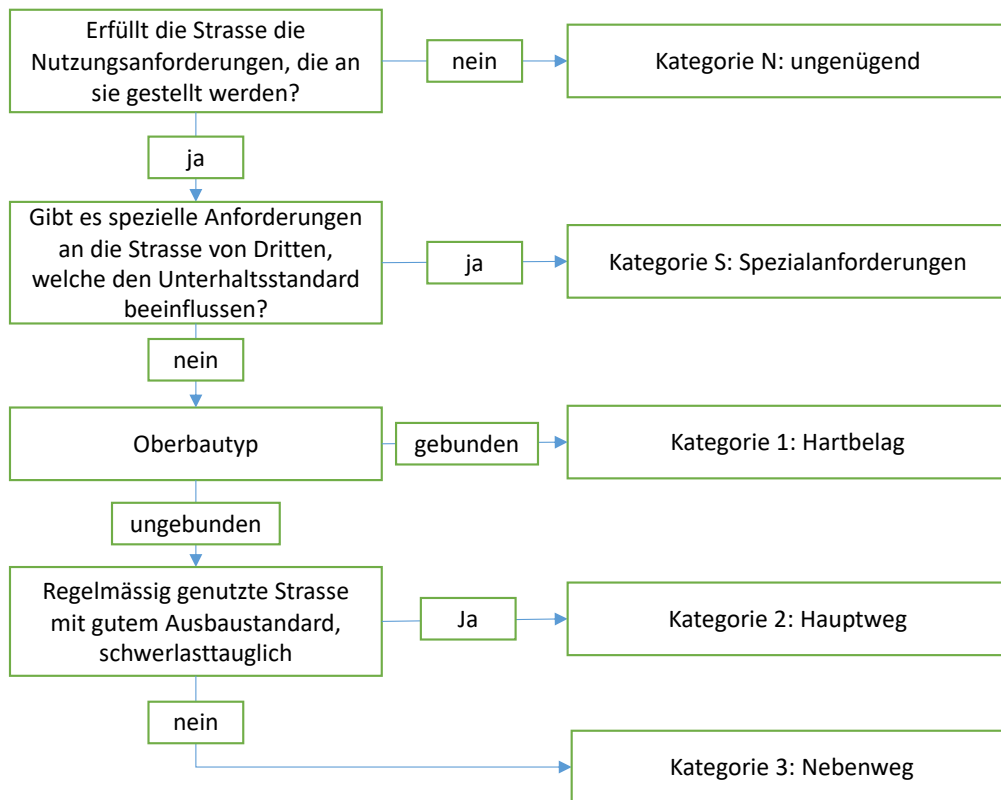


Abb. 4: Ablaufschema zur Einteilung der Strassenabschnitte in die einzelnen Strassenkategorien.

Fallbeispiel Forstbetrieb Muster

Kat.	Bezeichnung	Belagsart	Beschreibung
Hart	Hartbelag	gebunden	Hartbelagsstrasse mit unterschiedlichen Nutzungsanforderungen
Haupt	Hauptweg	ungebunden	Haupterschliessung, regelmässig genutzte Forststrasse, schwerlasttauglich
Neben	Nebenweg	ungebunden	Nebenerschliessung, seltene Befahrung mit schweren Lasten
N	ungenügend	ungebunden	Strasse, welche die an sie gestellten Nutzungsanforderungen nicht mehr erfüllen kann.

Tab. 2: Strassenkategorien mit Beschreibungen



## 2.1.3 Jährlicher Wertverlust

### Begriffserklärung:

Der durchschnittliche jährliche Wertverlust entspricht dem Mittelbedarf, der für die langfristige Erhaltung der Funktionalität der Infrastruktur pro Jahr im Durchschnitt aufgewendet werden muss <sup>[5]</sup>.

### Ziel:

Die Berechnung des jährlichen Wertverlusts verfolgt zwei Ziele: Einerseits dient der Wert als Orientierungswert für die Erhaltungsplanung. Er zeigt auf, wieviel Geld jährlich investiert werden müsste, damit der Anlagenwert langfristig erhalten bleibt. Andererseits können damit die finanziellen Mittel für den Forststrassenerhalt auf politischer Ebene gerechtfertigt werden.

### Vorgehen:

Der jährliche Wertverlust wird für jede Strassenkategorie einzeln berechnet und anschliessend addiert. Er lässt sich mit untenstehender Formel berechnen. → [Abb. 5](#)

### Spezifische Wiederbeschaffungswerte

Der spezifische Wiederbeschaffungswert beinhaltet die Kosten für Planung und Ausführung eines Neubaus je Strassenkategorie. Er orientiert sich an den gegenwärtigen Gegebenheiten (Technologie, Preise etc.) und wird in

CHF/lfm angegeben. Der spezifische Wiederbeschaffungswert bezieht sich nur auf den Strassenkörper, allfällig vorhandene Kunstbauten werden separat betrachtet.

Konkret werden die Wiederbeschaffungswerte je Strassenkategorie geschätzt. Da die Wiederbeschaffungswerte stark von den lokalen Gegebenheiten (Topografie, Materialverfügbarkeit, kantonale Vorgaben, geografische Lage etc.) abhängig sind, müssen sie von einer Fachperson unter genauer Kenntnis dieser Gegebenheiten hergeleitet werden. Idealerweise werden die spezifischen Wiederbeschaffungswerte aufgrund von ausgeführten Projekten im Untersuchungsperimeter definiert.

Für die Kunstbauten werden die bei der Inventarisierung geschätzten Neubauwerte inkl. Planungskosten verwendet.

### Alterungsbeiwert

Der Alterungsbeiwert gibt in Prozent des Wiederbeschaffungswertes an, wie viele Mittel langfristig durchschnittlich pro Jahr in den Erhalt einer Strasse investiert werden sollten, um Alterung und Verschleiss entgegenzuwirken <sup>[5]</sup>. Der Alterungsbeiwert berücksichtigt auch die Lebenszykluskosten. Dies sind sämtliche Kosten, welche im Lebenszyklus einer Forststrasse anfallen (Planung, Neubau, betrieblicher und baulicher Unterhalt, Rückbau). → [Abb. 6](#)

$$\text{Jährlicher Wertverlust} = \text{Wiederbeschaffungswert} * \frac{\text{Alterungsbeiwert}}{100}$$

Abb. 5

$$\text{Alterungsbeiwert} = \frac{\text{Lebenszykluskosten}}{\text{Wiederbeschaffungswert} * \text{Lebensdauer}}$$

Abb. 6

<b>Hartbelag und Kunstbauten</b>	1.5 %
<b>Naturstrasse</b>	2.5 %

Tab. 2: Alterungsbeiwerte, welche bei der Berechnung des jährlichen Wertverlusts verwendet werden können (in Anlehnung an <sup>[5]</sup>).

Kategorie	Länge	WBW pro lfm	WBW Total	Alterungsbeiwert	jährlicher Wertverlust Total
Hartbelag	2'501 m	CHF 700	CHF 1'750'700	1.5 %	CHF 26'261
Hauptweg	3'380 m	CHF 450	CHF 1'521'000	2.5 %	CHF 38'025
Nebenweg	5'344 m	CHF 400	CHF 2'137'600	2.5 %	CHF 53'440
ungenügend	6'133 m	CHF 600	CHF 3'679'800	2.5 %	CHF 91'995
<b>Total</b>	<b>17'358 m</b>		<b>CHF 9'089'100</b>		<b>CHF 209'721</b>

**Tab. 3:** Geschätzte Wiederbeschaffungswerte je Strassenkategorie sowie der dazugehörige jährliche Wertverlust. Im Wiederbeschaffungswert der Strassen sind die Kosten für allfällige Kunstbauten nicht eingerechnet (separat gemäss Inventar Kunstbauten), jedoch alle Arbeiten zu Erstellung des Planums (Materialverschiebungen, Felsabbau etc.).



## 2.1.4 Strategie

### Begriffserklärung:

In der Strategie werden die wichtigsten Kennzahlen zum Forststrassennetz zusammengefasst und die mittel- bis langfristigen Ziele und Unterhaltsstandards festgelegt. Diese werden mittels Kosten- und Leistungszielen konkretisiert und der finanzielle Aufwand zur Erreichung der Ziele festgelegt und mit dem Budget abgeglichen. Am Schluss wird die Strategie von politischer Seite genehmigt.

### Ziel:

Die Strategie definiert Leitplanken für den Strassenerhalt und ermöglicht dadurch finanzielle Planungssicherheit. Sie

schafft Transparenz, fördert die Sensibilisierung für das Thema Forststrassenerhalt auf politischer Ebene und legitimiert die finanziellen Aufwände.

### Vorgehen:

Die Analyse der Ausgangslage beinhaltet zwei Elemente. Einerseits wird der aktuelle Ist-Zustand aufgezeigt. Dabei geht es primär um die betriebliche Ausrichtung des Forstbetriebs und die Situation der Forststrassenerschliessung inkl. Zustand und Wertverlust. Andererseits sollen mögliche Einflussfaktoren und damit einhergehende Entwicklungen, welche das Forststrassennetz betreffen, erkannt werden. Tabelle 4 zeigt beispielhaft mögliche Einflussfaktoren.

Einflussfaktor	Beispiele möglicher Entwicklungen	Mögliche Auswirkungen
Übergeordnete Planung	– Behördliche Planungsinstrumente (Waldentwicklungspläne, Verkehrsrichtpläne etc.)	– Änderungen der Rahmenbedingungen (z.B. Subventionswesen)
Wirtschaftliche Entwicklung	– Veränderung der betrieblichen Rahmenbedingungen (z.B. Holzmarkt)	– Verstärkte bzw. abnehmende Nutzung der Forststrassen – Veränderte Nutzungsanforderungen – Rückbau bzw. Neubau/Ausbau von Forststrassen
Betriebliche Planung	– Anstehende Projekte (Waldwirtschaft, Naturschutz Schutzwald)	– Verstärkte bzw. abnehmende Nutzung der Forststrassen – Veränderte Nutzungsanforderungen – Rückbau bzw. Neubau/Ausbau von Forststrassen
Umwelt	– Klimawandel (Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen)	– Anpassungen am Forststrassennetz notwendig (z.B. Entwässerung)
Technologie	– Neue Technologien für die Erfüllung der betrieblichen Aufgaben	– Erleichterung / Effizienzsteigerung bei der Erfüllung der betrieblichen Aufgaben – technische Neuerungen Baustoffe und Bauverfahren
Öffentliche Beiträge	– Veränderungen im Subventionswesen	– Substanzerhaltung kann erleichtert / erschwert werden
Raumentwicklung	– Abnahme / Zunahme von Waldanstössern	– Verstärkte bzw. abnehmende Nutzung von Dritten – Veränderte Nutzungsanforderungen von Dritten
Politik	– Zusammenlegung von Forstbetrieben	– Zusammenlegung der Netze und Ressourcen
Gesetzliche Vorgaben	– Technische Standards ändern sich	– Höherer / tieferer Aufwand bei Neubauten / Ausbauten

Tab. 4: Auswahl an Einflussfaktoren und daraus resultierende Entwicklungen und Auswirkungen.

### Strategische Ziele definieren:

Die strategischen Ziele definieren, welche Zustände im Erhaltungsmanagement mittel- bis langfristig angestrebt werden. Sie berücksichtigen die betriebliche Ausrichtung. Für jede Strassenkategorie werden Unterhaltsstandards festgelegt, wobei der Ist-Zustand nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Die Unterhaltsstandards leiten sich aus den Anforderungen an die jeweilige Strassenkategorie (siehe Kapitel Kategorisierung) ab und definieren den gewünschten technischen Minimalzustand für:

- Fahrbahn (Oberbau)
- Entwässerung
- Bankette
- Lichtraumprofil

**Hinweis:** Die Messbarkeit von Unterhaltsstandards und tolerierbaren Schäden ist eine Herausforderung. Fotos schaffen ein einheitliches Verständnis unter verschiedenen Stakeholdern. Es existieren ebenfalls gutachtliche Methoden zur Klassierung von Waldstrassen (z.B. WIS-Schadstufensystem [7]).

### Fallbeispiel Forstbetrieb Muster

## Strategie Forstbetrieb Muster

### Übergeordnete Planungsinstrumente

Als übergeordnete Planungsinstrumente gilt der Waldentwicklungsplan (WEP) des AWN. Darin sind für die Waldflächen Vorrangfunktionen definiert. Dies ist vor allem bei allfälligen Beiträgen der öffentlichen Hand im Bereich Strassen von Belang.

### Ausgangslage Strassennetz

Der Forstbetrieb Muster betreut ein Strassennetz von total 17'358 m. Dies sind einerseits Forststrassen, andererseits auch Zubringerwege zu Alpen und Meliorationsstrassen. Es kommen verschiedene Bauweisen vor (Asphaltstrassen, Betonstrassen, Betonspurwege, Strassen mit ungebundenem Oberbau). Diese sind gemäss Inventar in folgende Klassen unterteilt:

Kategorie	Oberbautyp	Länge	Allgemeiner Zustand
Hartbelag	Asphaltbeton oder Betonspurstrasse	2'501 m	gut
Hauptweg	ungebunden	3'380 m	<b>Eher schlecht:</b> Verschleisschicht ausgefahren, Koffermaterial teilweise an Oberfläche, Feinanteil teilweise ausgespült.
Nebenweg	ungebunden	5'344 m	
ungenügend	ungebunden	6'133 m	
<b>Total</b>		<b>17 358 m</b>	

Tab. 5: Inventar Waldstrassen

Der Wiederbeschaffungswert für das Strassennetz ohne Kunstbauten beläuft sich auf rund 9 Millionen Franken, der jährliche Wertverlust beträgt 210'000 Franken.

## Ausgangslage Kunstbauten

Im Gemeindeperimeter gibt es 30 Kunstbauten, die durch den Forstbetrieb betreut und unterhalten werden.

ID	Bautyp	Tragfähigkeit	Breite
1	Betonbrücke	40 t	3 m
2	Weiderost	40 t	3 m
3	Durchlass	40 t	-
4	Durchlass (Rohr)	40 t	-
5	Furt	40 t	3,5 m
6	Weiderost	40 t	3 m
7	Brücke (Holz)	28 t	3 m
8	Steinkörbe (2 Lagen)	-	-
9	Weiderost	40 t	3 m

Tab. 6: Inventar Kunstbauten (Beispielauszug)

Der Wiederbeschaffungswert der Kunstbauten beläuft sich auf 1.03 Mio Franken, der jährliche Wertverlust beträgt rund 15 500 Franken.

Der Zustand der Kunstbauten variiert stark, wobei die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Kunstbauten aktuell, zumindest visuell gegeben sind.

## Zukünftige Entwicklungen

Einflussfaktor	Auswirkungen
<b>Betriebliche Planung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spitzstrasse: Vorstudie zum Ausbau der Erschliessung abgeschlossen.</li> <li>- Zufahrt zur Alp Fritschi langfristig weniger genutzt, da der Betrieb höchstwahrscheinlich teilweise runtergefahren wird.</li> </ul>
<b>Umwelt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klimawandel bringt erhöhtes Risiko für Starkniederschlag</li> <li>- Aufgrund des Klimawandels werden Quellgebiete immer wichtiger. Am Nesselberg gibt es verschiedene Quellen.</li> </ul>
<b>Raumentwicklung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Löschbecken zur Waldbrandbekämpfung im Bereich der Alp Fritschi angedacht.</li> </ul>
<b>Politik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projekte zur Revierzusammenlegung angedacht, allerdings keine konkrete Umsetzung vorgesehen in naher Zukunft.</li> </ul>

Tab. 7: Künftig erwartete Entwicklungen

## Strategische Ziele

Die Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit der Strassen muss gegeben sein.

Für die eingeteilten Strassenkategorien gelten folgende Unterhaltsstandards:

Kategorie / Strassenzug	Unterhaltsstandard (Fahrbahn (Oberbau), Bankette, Entwässerung)	Entwicklung gegenüber aktuellem Zustand	WIS-Schadstufe
Hartbelag	<b>Fahrbahn:</b> Keine grösseren Schäden (Rissbildungen etc.), Fahrsicherheit gegeben <b>Entwässerung:</b> sichergestellt <b>Bankette:</b> ohne Bewuchs <b>Lichtraumprofil:</b> sichergestellt	➔	-
Hauptweg	<b>Fahrbahn:</b> Verschleisschicht flächendeckend vorhanden, Querprofil intakt ohne starke Spurrinnenbildung, keine Schlaglöcher <b>Entwässerung:</b> sichergestellt <b>Bankette:</b> ohne Bewuchs <b>Lichtraumprofil:</b> sichergestellt	➔	2
Nebenweg	<b>Fahrbahn:</b> Befahrbarkeit gemäss Nutzungsanforderungen gegeben, Fahrsicherheit sichergestellt, Fahrbahnschäden toleriert. <b>Entwässerung:</b> sichergestellt <b>Bankette:</b> ohne Bewuchs <b>Lichtraumprofil:</b> sichergestellt	➔	3
Ungenügend (Erschliessung Spitzstrasse)	Behandlung gemäss Nebenweg (Substanzerhaltung, bis das Ausbauprojekt realisiert wird)	➔	3

**Tab. 8:** Strategisch festgelegte Zustandsziele der definierten Strassenkategorien und spezieller Strassenzüge. Die Unterhaltsstandards wurden in das Schadstufen-System aus dem Wegeinformationssystem Thüringen [7] eingeteilt, damit sie besser abgrenzbar sind.

### Kosten- und Leistungsziele:

Bei der Ausarbeitung von Kosten- und Leistungszielen werden die strategischen und die operativen Ebenen zusammengeführt. Mit Blick auf die Ausgangslage wird eruiert, wie die strategischen Ziele mit den verfügbaren finanziellen Mitteln realisiert werden können.

Bei der Erarbeitung von Kosten- und Leistungszielen wird wie folgt vorgegangen:

1. Definieren von Kosten- und Leistungszielen: Es wird für jede Strassenkategorie und die Kunstbauten eines oder mehrere Ziele für den betrieblichen und baulichen Unterhalt definiert, welche die Unterhaltsstandards

konkretisieren. Beim Festlegen von Zielen sind die Voraussetzungen (klimatische Bedingungen, Topografie, Charakteristik der Strassen, technische Möglichkeiten etc.) unbedingt zu berücksichtigen. Ist die Forststrasse mit öffentlichen Geldern finanziert worden, haben möglicherweise daran geknüpfte Bedingungen ebenfalls einen Einfluss auf die Tätigkeiten und Intervalle des (betrieblichen) Unterhalts.

Anschliessend wird der Investitionsbedarf berechnet. Dies ist jene Summe, welche zur Realisierung der Ziele aufgewendet werden muss.

2. Gegenüberstellung des Investitionsbedarfs und des Budgets. Bei grösseren Differenzen müssen entweder die strategischen Ziele oder das Budget angepasst werden.

Der Prozess ist iterativ und wird solange durchgeführt, bis sich das Budget und der Investitionsbedarf (und damit die Kosten- und Leistungsziele) auf gleichem Niveau bewegen. Allfällige Beiträge der öffentlichen Hand für den Forststrassenerhalt sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Der Vergleich zwischen der Finanzplanung und dem jährlichen Wertverlust des Forststrassennetzes gibt einen Anhaltspunkt, wie sich langfristig das Anlagevermögen und der Zustand des Forststrassennetzes entwickeln.

### Beschluss der Strategie:

Die Strategie wird durch die zuständige politische Instanz (z.B. Gemeinderat) bewilligt und damit legitimiert.

#### Fallbeispiel Forstbetrieb Muster

Kategorie	Länge / Anzahl	Einheit	Massnahmen betrieblich	Periodizität	Jährlich behandelte Strassenlänge	Kosten / lfm	Kosten total jährlich
Hartbelag	2'501	Meter	Kleinreparaturen (nur absolut notwendige)	jährlich			CHF 3'000
			Entwässerung sicherstellen (Schächte, Durchlässe etc.)	jährlich	2'501	CHF 0.40	CHF 1'000
			Bankette mähen	jährlich	2'501	CHF 0.50	CHF 1'251
Hauptweg	3'380	Meter	Umfangreicher Fahrbahnunterhalt: Verschleisschicht ausgleichen, Schlaglöcher, punktuell Lichtraumprofil, Reinigen org. Ablagerungen	halbjährlich	6'760	CHF 1.00	CHF 6'760
			Entwässerung sicherstellen (Querrinnen, Durchlässe, Schächte etc.)	halbjährlich	6'760	CHF 1.50	CHF 10'140
			Bankette mähen	jährlich	3'380	CHF 0.50	CHF 1'690
Nebenweg	11'377	Meter	Entwässerung sicherstellen (Querrinnen, Durchlässe, Schächte etc.)	halbjährlich	22'754	CHF 1.50	CHF 34'131
Kunstabauten	30	Anzahl	Kleinreparaturen Kunstbauten				CHF 3'500
<b>TOTAL</b>							<b>CHF 61'472</b>

Kategorie	Länge / Anzahl	Einheit	Massnahmen baulich	Periodizität	Jährlich behandelte Strassenlänge	Kosten / lfm	Kosten total jährlich
Hartbelag	2'501	Meter	Instandsetzung: Abschnittweise Belagsrep/evtl. Deckbelag, einzelne Schächte anpassen/ersetzen	Alle 20 Jahre	125	CHF 80	CHF 10'004
Hauptweg	3'380	Meter	Instandsetzung: Ergänzung Strassenmaterial (Brecher), teilw. Ersatz Querrinnen/DL	Alle 10 Jahre	338	CHF 30	CHF 10'140
Nebenweg	11'377	Meter	Instandsetzung: Ergänzung Strassenmaterial (Brecher), teilw. Ersatz Querrinnen/DL, Lichtraumprofil	Alle 15 Jahre	758	CHF 30	CHF 22'754
Kunstabauten	30	Anzahl	Instandsetzung: Grossrep., oder Ersatz Kunstbauten	Alle 20 Jahre			CHF 13'000
<b>TOTAL</b>							<b>CHF 55'898</b>

Kategorie	Länge / Anzahl	Einheit	jährlicher Wertverlust	Unterhalt betrieblich	Unterhalt baulich	Subventionen baulichen Unterhalt (70 %)	jährliche Unterhaltskosten	Budget
Hartbelag	2'501	Meter	CHF 26'261	CHF 5'251	CHF 10'004	CHF 7'003	CHF 8'252	
Hauptweg	3'380	Meter	CHF 38'025	CHF 18'590	CHF 10'140	CHF 7'098	CHF 21'632	
Nebenweg	11'377	Meter	CHF 145'435	CHF 34'131	CHF 22'754	CHF 15'928	CHF 40'957	
Kunstabauten	30	Anzahl	CHF 15'450	CHF 3'500	CHF 13'000	CHF 9'100	CHF 7'400	
<b>TOTAL</b>			<b>CHF 225'171</b>	<b>CHF 61'472</b>	<b>CHF 55'898</b>	<b>CHF 39'129</b>	<b>CHF 78'241</b>	<b>CHF 63'000</b>

**Abb. 7:** Kosten- und Leistungsziele für den betrieblichen und baulichen Unterhalt. Unter Berücksichtigung der Subventionen wird das jährliche Investitionsvolumen berechnet und mit dem Budget verglichen. Bei zu grossen Differenzen müssen entweder die Ziele oder das Budget angepasst werden.

## 2.1.5 Zustandserfassung und -beurteilung

### Begriffserklärung:

Bei der Zustandserfassung wird die aktuelle technische Beschaffenheit der Strasse aufgenommen. Bei der Zustandsbeurteilung werden die Aufnahmen mittels eines Index verschiedenen Zustandsklassen zugeteilt und somit vergleichbar gemacht.

### Ziel:

Die Zustandserfassung und -beurteilung ermöglicht einen Abgleich zwischen den in der Strategie definierten angestrebten Unterhaltsstandards und den tatsächlichen Ist-Zuständen der Strassen. Dadurch können in der Massnahmenplanung Prioritäten festgelegt werden.

### Vorgehen:

Bei der Zustandserfassung werden folgende Kriterien erfasst:

- Profilierung der Strasse
- Struktureller Aufbau der Strasse
- Bankette und Seitengräben
- Oberflächenentwässerungselemente (z.B. Querabschläge, Durchlässe)
- Kunstbauten

Für die Zustandserfassung und -beurteilung von Strassen mit ungebundenem Oberbau gibt es kein standardisiertes Vorgehen. Die Erfassung kann gutachtlich z.B. durch Standardformulare erfolgen. Die Beurteilung kann ebenfalls gutachtlich (z.B. durch praxisnahe, gutachtliche Zustandsbeurteilungsraster [7]) oder bei sehr guter Kenntnis direkt vom Betriebsleiter / der Betriebsleiterin gemacht werden. Möglichkeiten der elektronischen Zustandserfassung und -beurteilung von Strassen mit ungebundenem Oberbau wurden bereits erfolgreich getestet, sind jedoch noch nicht in der alltäglichen Anwendung angekommen.

Für die Zustandserfassung und -beurteilung von Hartbelagstrassen kann gemäss VSS 40 925b [8] bzw. 40 925b-ANHANG [9] verfahren werden. Bei diesen Strassen ist die digitale Zustandserfassung mit Messfahrzeugen Standard. Die Vorteile sind neben der raschen Aufnahme die georeferenzierte Speicherung der aufgenommenen Daten. Der Zustand der Kunstbauten wird visuell erfasst und beurteilt.

Zur gezielten Massnahmenplanung bei den Kunstbauten genügt ein einfaches Abstufungssystem (Beispiel):

- Zustand gut – keine Schäden ersichtlich, keine spezialisierte Überprüfung notwendig, keine Massnahmen notwendig
- Zustand kritisch – Schäden vorhanden (keine visuellen Hinweise auf Tragsicherheits- und gravierende Gebrauchstauglichkeitsprobleme), Werksinspektion situationsabhängig durchführen, mittelfristig bauliche Massnahmen vorsehen
- Zustand alarmierend – Schäden vorhanden (Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit visuell erkennbar eingeschränkt), Werksinspektion notwendig, (bauliche) Sofortmassnahmen vorsehen

Eine Werksinspektion wird gegliedert nach funktionalen Bauteilen gemäss SIA 469 [3] durchgeführt.

### Fallbeispiel Forstbetrieb Muster

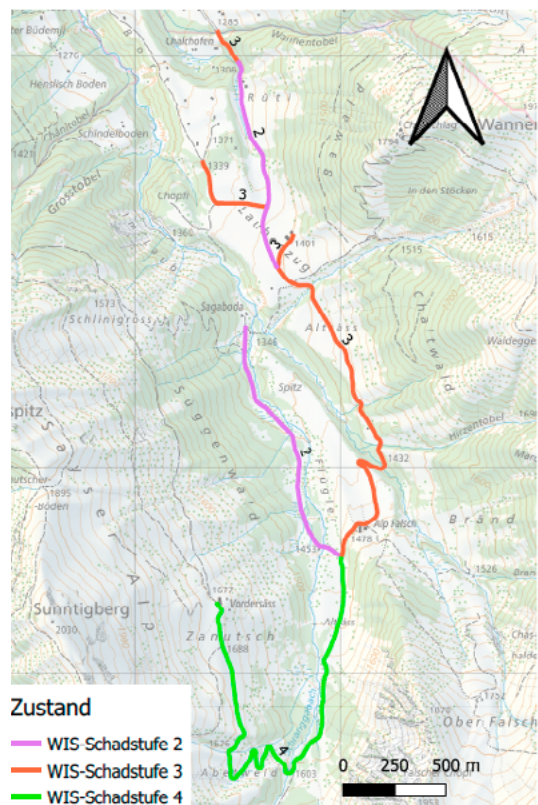


Abb. 8: Strassenzug eingeteilt in verschiedene Zustandsklassen gemäss Weginformationssystem [7].



## 2.1.6 Massnahmenplanung

### Begriffserklärung:

Für jeden Strassenabschnitt werden die baulichen Unterhaltsmassnahmen für die Zeitdauer des Unterhaltskonzepts (ca. 10 – 15 Jahre) geplant. Auf Basis der Zustandsbeurteilung werden für jedes Jahr je nach Handlungsbedarf Massnahmenpakete gebildet. Für den betrieblichen Unterhalt ist dies nicht notwendig, da die Intervalle und Tätigkeiten bereits in der Strategie festgelegt sind und unabhängig vom Zustand der Strasse durchgeführt werden.

### Ziel:

Die Massnahmenplanung schafft Klarheit, welche Strassenabschnitte wann baulich Instand gesetzt werden und welche entsprechenden Mittel bereitgestellt werden müssen.

### Vorgehen:

Die Wahl und zeitliche Auslegung der baulichen Massnahmen werden aufgrund des Ist-Zustands (je schlechter der Zustand, desto dringender die Massnahme) im Vergleich mit den angestrebten Unterhaltsstandards getroffen. Aus der Zustandsbewertung ist ersichtlich, wo der grösste Handlungsbedarf besteht und welche Forststrassenabschnitte in welcher Reihenfolge baulich unterhalten werden sollen. Weitere Kriterien können sein:

- Realisierbarkeit der Massnahme im gewählten Zeitrahmen
- Erschliessungsstrategische Überlegungen und zukünftige Entwicklungen (z.B. Änderung der Nutzungsanforderungen)
- Öffentliche Beiträge (z.B. Berücksichtigung der NFA-Perioden)

Bei der Planung von baulichen Unterhaltsmassnahmen ist eine Anpassung der Forststrassengeometrie und der Dimensionierung an gegenwärtige Standards zu prüfen, damit die Strasse den Anforderungen moderner Holzermaschinen gerecht wird.

### Fallbeispiel Forstbetrieb Muster

Jahr	Kategorie	ID	Länge [m]	Kostenschätzung aus Budget	Bemerkungen
2022	Haupt	14	1293	CHF 38'790	
2023	Neben	16	2650	CHF 79'500	
		16		CHF 12'000	Durchlassersatz: separate Finanzierung
2024					
2025	ungenügend	2	807	CHF 24'210	Einzelprojekt: separate Finanzierung
	ungenügend	10	447	CHF 13'410	Einzelprojekt: separate Finanzierung
	ungenügend	11	131	CHF 28'930	Einzelprojekt: separate Finanzierung
	ungenügend	12	805	CHF 24'150	Einzelprojekt: separate Finanzierung
	ungenügend	13	3943	CHF 118'290	Einzelprojekt: separate Finanzierung
2026	Haupt	7	1902	CHF 57'060	
	Haupt	17	185	CHF 5'550	
		17		CHF 48'000	Brückenersatz: separate Finanzierung
2027	Neben	9	260	CHF 7'800	
		8	319	CHF 9'570	
		1	180	CHF 5'400	
2028					
2029					
2030	Hartbelag	6	1044	CHF 83'520	
2031					
2032	Haupt	14	1293	CHF 38'790	
2033	Neben	15	175	CHF 5'250	
		3	459	CHF 13'770	
		3		CHF 28'000	Furt anstelle DL: sep. Finanzierung
2034	Hartbelag	5	1457	CHF 43'710	
2035					
2036	Neben	4	1301	CHF 39'030	
2037					

**Abb. 9:** Jährliche Massnahmenplanung Strassen für die Dauer des Erhaltungskonzepts inkl. Kostenschätzung für die Massnahme. Allfällige Beiträge der öffentlichen Hand sind noch nicht berücksichtigt.

# 3 Literaturverzeichnis

- [1] Fobatec, ohne Datum. Grundlagendokument Forststrassenerhalt. Fachstelle für forstlicher Bautechnik fobatec, Maienfeld.
- [2] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), 2004. Erhaltungsmanagement (EM); Grundnorm (SN 640 900a).
- [3] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (sia), 1997. Erhaltung von Bauwerken; Verständigung, Erhaltungsziele, Erhaltungsmassnahmen und -tätigkeiten, Bauwerksakten (sia 469). Sia, Zürich
- [4] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (sia), 2013. Grundlagen der Projektierung von Tragwerken (sia 260). Sia, Zürich
- [5] Organisation Kommunale Infrastruktur (OKI), 2017. Werterhalt von Strassen; Ein Leitfaden für Städte und Gemeinden (aktualisierte Ausgabe 2017). OKI, Bern.
- [6] Organisation Kommunale Infrastruktur (OKI), 2014. Handbuch Infrastrukturmanagement; Empfehlungen für die strategische Planung, Erstellung und Werterhaltung kommunaler Netzinfrastrukturen (Ausgabe 2014). OKI, Bern.
- [7] Thüringenforst, ohne Datum. Dienstordnung 2.3, Anlage 3 – Hilfestellung zur Schadstufenerfassung im WIS.
- [8] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, 2019. Erhaltungsmanagement der Fahrbahnen (EMF): Zustandserhebung und Indexbewertung (VSS 40 925b).
- [9] 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).