



ETAT DE FRIBOURG  
STAAT FREIBURG

Service des forêts et de la nature SFN  
Amt für Wald und Natur WNA

Route du Mont Carmel 5, Postfach  
1762 Givisiez  
T +41 26 305 23 43,  
[www.fr.ch/wna](http://www.fr.ch/wna), [sfn@fr.ch](mailto:sfn@fr.ch)

**Weisung 1305.1**

27.03.2025

**Forstliche Infrastruktur (FP-I, GF-I und PC-d)**

- Neue Weisung  
 Aktualisierung der Weisung 1305.1 vom 06.12.2019

**Inkrafttreten: 01.01.2025**

- Besetzung:*
- verfügbar über gemeinsames Verzeichnis des Dienstes
  - im Internet verfügbar
  - Informationen per E-Mail an:
    - WNA-Sektionen
    - Forstkreise
    - Forstreviere
  - auf Anfrage bei
    - andere Ämter, Gemeinden, Revierkörperperschaften, Waldeigentümer
    - spezialisierte oder betroffene Planungsbüros

*Bemerkung:* Aus Gründen der Vereinfachung bezieht sich die Verwendung der männlichen oder weiblichen Form gleichermaßen auf Personen männlichen oder weiblichen Geschlechts.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Ziel</b>	<b>4</b>
<b>2. Rechtliche Grundlagen und Referenzen</b>	<b>4</b>
<b>3. Rahmenbedingungen</b>	<b>4</b>
3.1. Anwendungsbereich	4
3.2. Technische Planung von Projekten	4
3.3. Priorisierung von Projekten	5
3.3.1. Forstliche Erschliessung	5
3.3.2. Betriebsgebäude und Hangar	5
3.4. Schliessung für den motorisierten Verkehr	5
3.5. Eigene Leistungen	5
3.6. Bewirtschaftungskonzept - Forstliche Erschliessung	5
<b>4. Bedingungen für Zuschüsse</b>	<b>7</b>
4.1. Forstliche Erschliessung ausserhalb von Schutzwäldern	7
4.2. Waldvernetzung in Schutzwäldern	8
4.3. Seilnutzung ausserhalb des Schutzwaldes	9
4.4. Betriebsgebäude zur Bewirtschaftung öffentlicher Wälder	10
4.5. Hangars und Holzlager	10
<b>5. Projektablauf - Forstliche Erschliessung oder Gebäude</b>	<b>12</b>
5.1. Planung und Priorisierung	12
5.2. Erstellung des Subventionsdossiers	12
5.3. Verfahren für eine Baubewilligung	12
5.3.1. Ohne Nutzungsänderung	12
5.3.2. Mit Nutzungsänderung	13
5.4. Durchführung der Arbeiten	13
5.5. Zwischenabrechnung der Arbeiten	13
5.6. Empfang der Arbeit	13
5.7. Endgültige Abrechnung	14
5.8. Aktualisierung des Katasters für die Waldbewirtschaftung	14
<b>6. Anhänge</b>	<b>15</b>
6.1. Referenzen	15
6.2. Formulare und Anhänge	15
6.3. Glossar	16
6.4. Baubewilligungen BVG und RPBG	17
6.4.1. BVG - Normales Verfahren	17
6.4.2. RPBG - Schema für Standardverfahren (vereinfacht), im Prinzip für Gebäude	18
6.5. Geometrische und technische Referenzen	21
6.5.1. Allgemeines	21
6.5.2. Grundlegende Begriffe	21
6.5.3. Besondere Elemente und Bauwerke	23
6.5.4. Horizontaler Verlauf	23
6.5.5. Vertikaler Verlauf	23
6.5.6. Querprofil	24
6.5.7. Wahl der Deckschicht	26
6.5.8. Tragfähigkeit und Dimensionierung der Versorgungsinfrastruktur	26
6.5.9. Wasserableitung	29

6.5.10. Überquerung von Bächen und Wildbächen	30
6.5.11. Ausweich- und Wendeplätze	31

## 1. Ziel

Diese Weisung regelt die Umsetzung und Subventionierung von Massnahmen zur Unterstützung der forstlichen Erschliessung und von Betriebsgebäuden für den öffentlichen Wald.

Die Umsetzung ist im Rahmen der Programmvereinbarung (PV) im Bereich Wald vorgesehen, die zwischen dem BAFU und dem Staat Freiburg abgeschlossen wurde.

Die PV unterscheidet zwischen Massnahmen, die innerhalb und ausserhalb von Schutzwäldern durchgeführt werden (Referenz: Silvaproject).

## 2. Rechtliche Grundlagen und Referenzen

Die folgende Tabelle identifiziert die gesetzlichen Grundlagen und spezifischen Referenzen.

Bundesgesetzgebung	Kantonale Gesetzgebung	Referenzdokumente
BV.: Art. 77		
WaG: Art. 1, 19, 20, 35, 37 und 38a	WSG: Art. 13, 24, 27 bis 30, 30a, 64 und 64c und 64e WSR: 17, 26 bis 31, 6	Handbuch zu den Programmvereinbarungen 2025-2028 im Umweltbereich (BAFU, 2023)
WaV: Art. 18, 19, 38, 38a, 40, 43 und 46 bis 50	Verordnung über die Kantonsbeiträge: Art. A1-2, A1-4 und A1-8	

Alle anderen gesetzlichen Grundlagen, die insbesondere die Raumplanung, den Umwelt-, Natur- und Landschaftsschutz, das Abkommen über das öffentliche Beschaffungswesen, die Strassensignalisation, das Bodenverbesserungsgesetz (BVG, SGF 917.1) sowie die entsprechenden Normen und Richtlinien betreffen, müssen bei der Ausarbeitung und von Infrastrukturprojekten berücksichtigt werden.

## 3. Rahmenbedingungen

### 3.1. Anwendungsbereich

Die vorliegende Weisung bezieht sich auf forstliche Infrastrukturanlagen im Sinne von Bauwerken zur forstlichen Bodenverbesserung gemäss Artikel 17 WSR. Als forstliche Infrastrukturanlagen gelten technische Bauwerke, die geeignet sind, die Bedingungen für die Waldbewirtschaftung zu verbessern (siehe Kap. 6.3 Glossar):

- > Elemente der forstlichen Erschliessung (Waldstrasse, Maschinenwege, Rückegasse, Holzlagerplatz, Parkplätze an Waldzufahrten);
- > Forstliche Betriebsgebäude (Hangar, Forstdepot, Forstwerkhof, Holz- und/oder Schnitzellager, offene Unterstände für die Erholungsfunktion);
- > Massnahmen zur Verhinderung von Waldbränden (Reservoirs, Erschliessung etc.).

### 3.2. Technische Planung von Projekten

Die vorliegende Weisung fasst die grundlegenden Elemente im Zusammenhang mit der technischen Planung von Versorgungsinfrastrukturen sowie die verfahrensrechtlichen Aspekte der Bewilligung auf technischer und administrativer Ebene und schliesslich die Bedingungen für die Durchführung solcher Projekte zusammen.

Diese Elemente werden aus Gründen der Lesbarkeit der Weisung in den Anhängen ausführlich behandelt. Diese Anhänge sind jedoch für die Umsetzung der Projekte genauso wichtig und verbindlich wie der Hauptteil.

### 3.3. Priorisierung von Projekten

#### 3.3.1. Forstliche Erschliessung

Die kantonale Priorität liegt in der Erhaltung oder gar Verbesserung der bestehenden Basiserschliessung. Die Prioritäten werden in folgender Reihenfolge gesetzt:

1. die Wiederherstellung bestehender Erschliessungen / Bauwerke,
2. die Verbesserung bestehender Erschliessungen / Bauwerke,
3. der Ersatz bestehender Erschliessungen / Bauwerke (einschliesslich Aufhebung oder Rückbau),
4. der Bau neuer Erschliessungen / Bauwerke.

Der Bau neuer Erschliessungen / Bauwerke muss von den Projektträgern auf der Ebene des Mehrwerts der Infrastruktur gerechtfertigt werden, um die Waldfunktionen zu gewährleisten. Alle neuen Bauten im Zusammenhang mit der Waldbrandverhütung müssen sich auf das kantonale Konzept beziehen.

#### 3.3.2. Betriebsgebäude und Hangar

Jeder Bau eines Gebäudes muss in einen regionalen Kontext eingebettet sein (mindestens auf Ebene der Bewirtschaftungseinheit), wobei unter anderem die Proportionalität zur Fläche des bewirtschafteten öffentlichen Waldes und die Notwendigkeit des Bauwerks für das rationelle Funktionieren einer Bewirtschaftungseinheit zu berücksichtigen sind.

### 3.4. Schliessung für den motorisierten Verkehr

Gemäss der eidgenössischen und kantonalen Gesetzgebung ist das Befahren mit nicht bewilligten Motorfahrzeugen auf dem Walderschliessungsnetz verboten.

### 3.5. Eigene Leistungen

Jede Bauherrschaft kann für die teilweise oder vollständige Durchführung der geplanten Arbeiten sein eigenes Personal beschäftigen, sofern dieses über die notwendigen Qualitäten und Fähigkeiten verfügt und die oben genannten Bedingungen und Forderungen eingehalten werden. Die Lieferung von Material (Holz, Kies, Steine, Blöcke usw.) oder die Anstellung von Maschinen oder Werkzeugen ist denkbar.

Solche Leistungen müssen vorab im technischen Bericht erwähnt und begründet werden. In diesem Fall dienen die normalen und anerkannten Tarife (Stundensätze für Personal, Maschinenkosten, Materiallieferung) als Referenz und dürfen bei der Berechnung der subventionierbaren Kosten nicht überschritten werden. Alle Eigenleistungen müssen durch formelle Belege nachgewiesen werden, die die notwendigen Informationen enthalten (Rechnungssteller, Empfänger, Datum, Art und Zeitpunkt der Leistung, Berechnungsgrundlagen, Stundendetail bzw. abgerechneter Betrag).

### 3.6. Bewirtschaftungskonzept - Forstliche Erschliessung

Um eine Planung und einen Überblick über die Walderschliessung zu erhalten, ist jeder Betreiber/Eigentümer einer Infrastruktur dafür verantwortlich, ein Konzept für die Bewirtschaftung seiner forstlichen Erschliessung zu erstellen.

Der Umfang, in dem das Konzept umgesetzt wird, hängt vom jeweiligen Betriebsleiter ab.

- > Wenn der Betriebsleiter eine Betriebseinheit oder eine Gemeinde ist, wird er ein Konzept für alle von ihm verwalteten Strassen erstellen.
- > Wenn es sich bei dem Betreiber um eine Genossenschaft oder eine andere Verwaltungseinheit handelt, wird diese ein Konzept für die von ihr verwaltete Infrastruktur erstellen, unabhängig von Forstreviergrenzen oder politischen Grenzen.

Basierend auf dem Walderschliessungskataster des WNA (auf Anfrage bereitgestellt) erstellen die Eigentümer/Bewirtschafter ein kurzes Dokument über die in ihrem Besitz/ihrer Verwaltung befindlichen Walderschliessungsanlagen mit:

- Identifikation des/der Eigentümer(s) der Erschliessung
- Beschreibung der Verwaltung der Walderschliessung (Verantwortung, allgemeine Verwaltung, Bauherrschaft usw.)
- Planung des laufenden Unterhaltes (Verantwortlicher, durchgeführte Arbeiten, Kosten)
- Planung der Instandsetzung der abschnittsweisen Erschliessung
- Identifikation von Problembereichen in Bezug auf Naturgefahren (z. B. Erdrutsch) oder auf die Infrastruktur selbst (z. B. Furt)

Das Vorhandensein eines Gesamtkonzepts zur Bewirtschaftung der forstlichen Erschliessung wird ab der PV 2029-2032 obligatorisch und ist ein exklusives Kriterium für den Erhalt von Subventionen. Die PV 2025-2028 dient als Übergangsperiode, in der die Betreiber der Erschliessungsanlagen auf die Notwendigkeit eines solchen Konzepts aufmerksam gemacht werden.

## 4. Bedingungen für Zuschüsse

### 4.1. Forstliche Erschliessung ausserhalb von Schutzwäldern

Hintergrund	<p>Die folgenden Arbeiten können im Rahmen des Teilprogramms Waldbewirtschaftung (7c-2) subventioniert werden, sofern sie für die Waldbewirtschaftung unerlässlich sind und eine Überdotierung vermieden wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; <u>Periodischer Unterhalt</u>: Umfasst die Erneuerung oder Reprofilierung der Deckschicht (Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands ohne Änderung der Art der Verschlusschicht).</li> <li>&gt; <u>Instandsetzung</u> (Wiederherstellung): Umfasst das Beheben von Schäden, die durch technische (Nutzung) oder natürliche Abnutzung entstanden sind. Sie hat zum Ziel, die Funktionsfähigkeit einer Infrastruktur (Tragfähigkeit, Befahrbarkeit) und die Verkehrssicherheit nach Ablauf der Bemessungsperiode oder nach einem Ereignis im Zusammenhang mit Naturgefahren (Schadensbehebung) wiederherzustellen.</li> <li>&gt; <u>Ausbau</u>: Umfasst die Anpassung der bestehenden Erschliessung an die Anforderungen einer modernen Bewirtschaftung und an die heutigen Forstmaschinen (Verbreiterung und Verstärkung der Erschliessung für neue Fahrzeugtypen und den Einsatz von Seilbahnen, Schaffung von Arbeitsflächen für die Holzabfuhr. usw.). Kleinräumige Ergänzungen können zugelassen werden, wenn der Bedarf im Sinne einer Gesamtoptimierung nachgewiesen wird.</li> <li>&gt; <u>Aufhebung und Rückbau von Einrichtungen</u>: Umfasst das Entfernen bestehender veralteter und unnötiger Infrastrukturen (gemäß Bewirtschaftungskonzept und Kataster für die Walderschliessung).</li> </ul>
Ziele	<p>Aufrechterhaltung eines forstlichen Basiserschliessungsnetzes, um den Fortbestand der Waldfunktionen und den Zugang zur Ressource Holz zu gewährleisten. Arbeitsgrundlage: Kataster der forstlichen Basiserschliessung, WNA</p>
Bedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Die Arbeiten betreffen nur die lastwagenbefahrbaren Waldwege.</li> <li>&gt; Eventuelle Eigenleistungen der Auftraggeber sind klar gekennzeichnet.</li> <li>&gt; Die Arbeit muss den geltenden und/oder empfohlenen technischen Standards entsprechen.</li> </ul>
Subventionierbare Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Kosten, die notwendig sind, um das Bauwerk nach den Regeln der Kunst zu errichten, und die nur diesem Zweck dienen.</li> <li>&gt; Alle Kosten im Zusammenhang mit der Sperrung der Walderschliessung sowie der Einrichtung von Lagerplätzen, inkl. der Einrichtung von Parkplätzen, die für die Umsetzung der Fahrverbote unerlässlich sind.</li> <li>&gt; Planung und Leitung der Arbeiten.</li> </ul>
Nicht beitragsberechtigte Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Der laufende Unterhalt (Überwachung, Reinigung, punktuelle oder oberflächliche Reparaturen)</li> <li>&gt; reine Verwaltungskosten, Sitzungsgelder, Zinsen und Bankgebühren, Versicherungsprämien, Kosten für Baubewilligungen und ähnliche Kosten</li> </ul>
Art der Subventionierung	Subventionierung der anerkannten tatsächlichen Kosten nach Beitragssatz: 60 %
Ablauf	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Der Ablauf eines Projekts zur Beantragung einer Subvention wird im Kapitel 5 beschrieben.</li> <li>&gt; Wenn die geplanten Arbeiten Abschnitte betreffen, die sowohl Schutzwälder als auch Nicht-Schutzwälder erschliessen, wird die Aufteilung der Subventionen auf die beiden Teilprogramme (<i>Schutzwälder</i> und <i>Waldbewirtschaftung</i>) entsprechend dem Anteil der jeweils erschlossenen Waldtypen festgelegt.</li> <li>&gt; Das Kataster der Waldbewirtschaftung wird nach der Realisierung des Projekts aktualisiert.</li> </ul>
Rechtsform	Subventionsvertrag
Baubewilligungsverfahren	Unterhalt, Instandsetzung: Keine Verfahren Verbesserung, Ausbau, neue Erschliessung: BVG (Siehe Kapitel 5.3 und 6.4.1)
Kontrollindikatoren	Höchstgrenzen: Fr. 500 /m <sup>2</sup> des Projekts und Fr. 8 000/ha bewirtschafteter Wald Grundsätzlich müssen beide Kriterien gleichzeitig erfüllt sein. Die Nichteinhaltung eines der beiden Indikatoren muss besonders begründet werden.
Gründe für die Subventionierung	GF-I (Infrastruktur ohne Schutzwald, Bundesprodukt) PC-d (Periodischer Unterhalt und Instandsetzung von forstlichen Infrastrukturen, kantonales Produkt)

## 4.2. Waldvernetzung in Schutzwäldern

Hintergrund	<p>Die folgenden Arbeiten können im Rahmen des Teilprogramms Schutzwälder (7a-2) subventioniert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; <u>Periodischer Unterhalt</u>: Umfasst die Erneuerung oder Reprofilierung der Deckschicht (Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands ohne Änderung der Art der Verschlusschicht).</li> <li>&gt; <u>Instandsetzung</u> (Wiederherstellung): Umfasst das Beheben von Schäden, die durch technische (Nutzung) oder natürliche Abnutzung entstanden sind. Sie hat zum Ziel, die Funktionsfähigkeit einer Infrastruktur (Tragfähigkeit, Befahrbarkeit) und die Verkehrssicherheit nach Ablauf der Bemessungsperiode oder nach einem Naturereignis (Schadensbehebung) wiederherzustellen.</li> <li>&gt; <u>Ausbau</u>: Umfasst die Anpassung der bestehenden Erschliessung an die Anforderungen einer modernen Bewirtschaftung und an die heutigen Forstmaschinen (Verbreiterung und Verstärkung der Erschliessung für neue Fahrzeugtypen und den Einsatz von Seilbahnen, Schaffung von Arbeitsflächen für die Holzabfuhr usw.). Kleinräumige Ergänzungen können zugelassen werden, wenn der Bedarf im Sinne einer Gesamtoptimierung nachgewiesen wird.</li> <li>&gt; <u>Bau</u>: Umfasst die Einrichtung neuer Versorgungsinfrastruktur, die durch das Betriebskonzept gerechtfertigt ist.</li> </ul>
Ziele	<p>Aufrechterhaltung und Optimierung eines modernen und effizienten Netzes von forstlichen Basiserschliessungsanlagen, um die Schutzfunktion des Waldes dauerhaft zu gewährleisten. Arbeitsgrundlage: Kataster der forstlichen Basiserschliessung, WNA</p>
Bedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Eventuelle Eigenleistungen der Auftraggeber sind klar gekennzeichnet.</li> <li>&gt; Die Arbeit muss den geltenden und/oder empfohlenen technischen Standards entsprechen.</li> <li>&gt; Die Erschliessung muss in einen Gesamtkontext eingebettet sein, der die Anbindung an das Basisstrassennetz berücksichtigt.</li> </ul>
Subventionierbare Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Kosten, die notwendig sind, um das Bauwerk nach den Regeln der Kunst zu errichten, und die nur diesem Zweck dienen.</li> <li>&gt; Alle Kosten im Zusammenhang mit der Sperrung der forstlichen Erschliessung sowie der Einrichtung von Lagerplätzen, inkl. der Einrichtung von Parkplätzen, die für die Durchsetzung von Fahrverboten unerlässlich sind.</li> <li>&gt; Planung und Leitung der Arbeiten.</li> </ul>
Nicht beitragsberechtigte Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Der laufende Unterhalt (Überwachung, Reinigung, punktuelle oder oberflächliche Reparaturen)</li> <li>&gt; reine Verwaltungskosten, Sitzungsgelder, Zinsen und Bankgebühren, Versicherungsprämien, Kosten für die Baubewilligung und ähnliche Kosten</li> </ul>
Art der Subventionierung	Subventionierung der anerkannten tatsächlichen Kosten nach Beitragssatz: 60 %
Ablauf	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Der Ablauf eines Projekts zur Beantragung einer Subvention wird im Kapitel 5 beschrieben.</li> <li>&gt; Wenn die geplanten Arbeiten Abschnitte betreffen, die sowohl Schutzwälder als auch Nicht-Schutzwälder erschliessen, wird die Aufteilung der Subventionen auf die beiden Teilprogramme (<i>Schutzwälder</i> und <i>Waldbewirtschaftung</i>) entsprechend dem Anteil der jeweils erschlossenen Waldtypen festgelegt.</li> <li>&gt; Das Kataster der Walderschliessung wird nach Abschluss der Arbeiten aktualisiert.</li> </ul>
Rechtsform	Subventionsvertrag
Baubewilligungsverfahren	Unterhalt, Instandsetzung: Keine Verfahren Verbesserung, Ausbau, neue Erschliessung: BVG (Siehe Kapitel 5.3 und 6.4.1)
Kontrollindikatoren	Höchstgrenzen: Fr. 500 / m' des Projekts und Fr. 8 000 / ha des bedienten Waldes Grundsätzlich müssen beide Kriterien gleichzeitig erfüllt sein. Die Nichteinhaltung eines der beiden Indikatoren muss besonders begründet werden.
Gründe für die Subventionierung	FP-I (Schutzwaldinfrastruktur, Bundesprodukt) PC-d (Periodischer Unterhalt und Instandsetzung von forstlichen Infrastrukturen, kantonales Produkt)

#### 4.3. Seilnutzung ausserhalb des Schutzwaldes

Hintergrund	<p>Die Planung, Montage und Demontage von Seillinien bei Seilnutzungen <u>ausserhalb von Schutzwäldern</u> kann subventioniert werden.</p> <p>Falls vorhanden, gibt das Bewirtschaftungskonzept des Forstreviers an, welche Waldabschnitte von dieser Bewirtschaftungsform betroffen sind.</p> <p>Die Umsetzung dieses Subventionsgrundes wird im Zeitraum 2025-2028 getestet und 2028 wird eine Bilanz gezogen.</p>
Ziele	Nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder, um ihre verschiedenen Funktionen zu gewährleisten, indem die Holznutzung in Beständen ohne befahrbare Erschliessung oder in <u>sensiblen Umgebungen</u> (Bodenqualität, Feuchtgebiete, besondere biologische Werte) ermöglicht wird.
Subventionierbare Kosten	<p>Einmaliger Pauschalbetrag von 3 500.-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Umfasst die Montage, Demontage und Planung der Seillinie.</li> <li>&gt; Beinhaltet nicht das Holzrücken</li> </ul>
Bedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Ausserhalb des Schutzwaldes.</li> <li>&gt; Das Projekt profitiert nicht von anderen spezifischen Finanzhilfen für die Holznutzung, die die Art des Holzrückens einschliessen würden (doppelte Subventionierung). Die Produkte Biodiversität im Wald und Waldbewirtschaftung schliessen bereits das Holzrücken ein. Es würde sich also um einen subventionsfreien Holzschlag handeln, und diese Subvention fördert den Bodenschutz.</li> <li>&gt; Die Seillinie wird in ForestMap eingetragen, um den Bundesanteil zu berechnen (Waldfläche, die von der Seillinie erschlossen wird).</li> <li>&gt; Die Seillinie wird nicht im Rahmen eines Eingriffsprogramms Schutzwald (doppelte Subventionierung) verwendet.</li> </ul>
Rechtsform	Beitragsverfügung
Gründe für die Subventionierung	GF-I (Infrastruktur ohne Schutzwald, Bundesprodukt)

#### 4.4. Betriebsgebäude zur Bewirtschaftung öffentlicher Wälder

Hintergrund	Subventioniert werden kann der Bau, die Instandsetzung und die Anpassung eines Betriebsgebäudes (Werkhof), das für die direkte Bewirtschaftung öffentlicher Wälder bestimmt ist.
Ziele	Rationelle Bewirtschaftung der öffentlichen Wälder, Suche nach Synergien und Zentralisierung der Infrastruktur.
Bedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Die Planung einer solchen Infrastruktur muss dem tatsächlichen Bedarf der Betriebseinheit entsprechen, sowohl dem aktuellen als auch dem zukünftigen (von der MO zu demontieren)</li> <li>&gt; Kooperationsmöglichkeiten und Optionen für die gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen mit benachbarten Rechtseinheiten sind zu analysieren.</li> <li>&gt; Es muss eine Analyse der verfügbaren Parzellen in der Bauzone durchgeführt werden. Generell sollte das Bauen im Wald vermieden werden (Veränderung des Bedarfs im Laufe der Zeit). Für das WNA muss die Wahl eines Standorts im Wald das Ergebnis einer detaillierten Analyse des Bedarfs, der verschiedenen Optionen und der Vor-/Nachteile der vorgeschlagenen Lösung sein.</li> <li>&gt; Der Umsatz, die für Dritte durchgeführten Arbeiten, die direkt bewirtschaftete Waldfläche und die jährlich geerntete Holzmenge sind Schlüsselfaktoren bei der Bestimmung der Grösse der Infrastruktur. Sie werden als Gewichtungsfaktoren für die Schätzung der subventionsberechtigten Kosten verwendet.</li> <li>&gt; In jedem Fall ist die Gewichtung der Kosten</li> </ul>
Rechtsform	Subventionsvertrag
Subventionierbare Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Immobilienteil des Gebäudes: Bau des Betriebsgebäudes (Maschinenhalle, Technikraum, Werkzeugaum, Maschinenwerkstatt, technische Räume, Verwaltungsräume usw.).</li> <li>&gt; Verwaltungsräume (Büros, Sanitäranlagen, Speisesaal, Versammlungsraum)</li> <li>&gt; Erwerb des Grundstücks</li> <li>&gt; Erdarbeiten für das Gelände, das für die Nutzung des Gebäudes erforderlich ist (einschliesslich spezieller Beläge, falls erforderlich, Parkplätze)</li> </ul>
Nicht beitragsberechtigte Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Räumlichkeiten, die für andere Zwecke als die direkte Bewirtschaftung öffentlicher Wälder genutzt werden (z. B. Rohstoffverwertung, Wildhüterräume)</li> <li>&gt; Spezifische Infrastrukturen oder Fahrzeuge für staatliche Aufgaben (Forstrevier)</li> <li>&gt; Alle beweglichen Gegenstände (Maschinen, Fahrzeuge, Büro, Container, Schränke usw.).</li> <li>&gt; Zusätzliche Energieanlage (z. B. Sonnenkollektoren)</li> <li>&gt; Laufender Unterhalt (Überwachung, Reinigung, punktuelle oder oberflächliche Reparaturen)</li> <li>&gt; Reiner Verwaltungsaufwand, Sitzungsgelder, Bankzinsen und -gebühren, Versicherungsprämien, Baubewilligungsgebühren und andere ähnliche Kosten</li> </ul>
Gewichtung der subventionierbaren Kosten	<p>Die subventionierbaren Kosten werden mit den folgenden Kriterien gewichtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Durchschnittlicher Anteil der für Dritte erbrachten Leistungen in den letzten 10 Jahren (als Umsatz oder behandelte Waldfläche).</li> <li>&gt; Anteil des Schutzwaldes an der direkt bewirtschafteten Waldfläche.</li> </ul>
Art der Subventionierung	Kombination aus dem Bundesmotiv FP-I und dem kantonalen Motiv PC-d nach Massgabe der verfügbaren Mittel. Der endgültige Beitragssatz beträgt 60 % der beitragsberechtigten Kosten, nach Gewichtung
Baubewilligungsverfahren	Das Projekt muss ein Baubewilligungsverfahren nach dem RPBG durchlaufen.
Gründe für die Subventionierung	FP-I (Schutzwaldinfrastruktur, Bundesprodukt) PC-d (Periodischer Unterhalt und Instandsetzung von forstlichen Infrastrukturen, kantonales Produkt)

#### 4.5. Hangars und Holzlager

Hintergrund	Angesichts der Entwicklung der Energiemärkte besteht ein gewisser, wachsender Bedarf an Lager- und Trocknungsmöglichkeiten für Holzprodukte, insbesondere für die Lagerung von Holzschnitzeln.
-------------	--

	Ein Hangar/Holzlager sollte nur dazu dienen, den Rohstoff Holz (Rundholz, Holzschnitzel) zu lagern, bevor er in die sekundäre Verarbeitungskette (Energie, Industrie) eingeht.
Ziele	Schaffung von Holzlagerplätzen für Holzrohstoffe, die den Bedürfnissen des Marktes entsprechen.
Art der Subventionierung	Kantonales Produkt PC-d: <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 15 % der subventionierbaren Kosten für Hangars und Holzlager im Wald,</li> <li>&gt; 30 % der subventionierbaren Kosten für Hangars und Holzlager ausserhalb des Waldes.</li> </ul>
Bedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Die Bauherrschaft gehört zu einer öffentlichen Betriebseinheit und ist Eigentümer des Holzschnitzelhangars (Holzproduktionsbetrieb), aus dem die Holzschnitzel stammen.</li> <li>&gt; Mindestens 75 % des gelagerten Volumens stammen aus Holz, das vom Holzproduzenten selbst geliefert wird, und die Holzschnitzel bleiben während der Lagerungsphase sein Eigentum.</li> <li>&gt; Das Lagervolumen des Holzlagers beträgt mindestens 1'000 m<sup>3</sup>.</li> <li>&gt; Generell sollte der Bau im Wald vermieden werden (Veränderung des Bedarfs im Laufe der Zeit). Für das WNA sollte die Entscheidung für einen Standort im Wald das Ergebnis einer detaillierten Analyse des Bedarfs, der verschiedenen Optionen und der Vor-/Nachteile der vorgeschlagenen Lösung sein.</li> </ul>
Rechtsform	Subventionsvertrag
Subventionierbare Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Bau des Hangars/Holzlagers</li> <li>&gt; Erwerb des Grundstücks</li> <li>&gt; Erdarbeiten für das Gelände, das für die Nutzung des Hangars/Holzlagers erforderlich ist (einschliesslich spezieller Beläge, falls erforderlich)</li> </ul>
Nicht beitagsberechtigte Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Laufender Unterhalt (Überwachung, Reinigung, punktuelle oder oberflächliche Reparaturen)</li> <li>&gt; Zusätzliche Energieanlage (z. B. Sonnenkollektoren)</li> <li>&gt; Reiner Verwaltungsaufwand, Sitzungsgelder, Bankzinsen und -gebühren, Versicherungsprämien, Baubewilligungsgebühren und andere ähnliche Kosten</li> </ul>
Baubewilligungsverfahren	Das Projekt muss ein Baubewilligungsverfahren nach dem RPBG durchlaufen.
Kontrollindikatoren	Der Beitrag ist auf Fr. 200/m <sup>3</sup> (SIA m <sup>3</sup> -Preis) begrenzt.

## 5. Projektablauf - Forstliche Erschliessung oder Gebäude

In diesem Kapitel werden die verschiedenen Schritte beschrieben, die Sie unternehmen müssen, und die Dokumente, die Sie einreichen müssen (einige Schritte können parallel ablaufen).

### 5.1. Planung und Priorisierung

Der Forstkreis sorgt dafür, dass bei der Planung und Priorisierung der Projekte die verfügbaren Subventionen sinnvoll und optimal eingesetzt werden. Eine Planung pro Forstrevier schafft Übersicht und Kohärenz in den Massnahmen (Gesamtkonzept Walderschliessung).

Die Priorisierung der Projekte erfolgt durch den Forstkreis auf der Grundlage des von den Forstrevieren angemeldeten Bedarfs in Zusammenarbeit mit dem Produktverantwortlichen nach:

- > die ursprünglichen Ankündigungen für die Programmvereinbarung;
- > die in den Erschliessungskonzepten, sofern vorhanden, vorgeschlagene Priorisierung der Bedürfnisse;
- > die Bereitschaft der Waldbesitzer, die Arbeiten durchzuführen, und die Finanzierung ihres Anteils(Restkosten);
- > dringende Instandsetzungsarbeiten aufgrund von Unwettern, wenn die Kosten für die Instandsetzung durch rasch ergriffene Massnahmen gesenkt werden können (siehe Kapitel 6 Verfahren des vorzeitigen Baubeginns);
- > Notfälle bei Eingriffen in einem Schutzwald.

### 5.2. Erstellung des Subventionsdossiers

Von dem Moment an, in dem das Projekt bestätigt ist, muss ein Subventionsgesuch erstellt werden, der mindestens folgende Elemente enthält:

- > Ein technischer Bericht mit einer Beschreibung des Projekts und der Art der geplanten Massnahme;
- > Falls das Projekt andere Interessen überlagert (z. B. Biotope, Naturinventar, Wasserläufe), wird im technischen Bericht angegeben, welche Massnahmen entsprechend ergriffen werden;
- > Flächen mit Schutz- oder Nicht-Schutzwald, die von der Infrastruktur bedient werden;
- > Eine Schätzung der Projektkosten (wenn möglich mit Kostenvoranschlag);
- > Pläne des Projekts (Längsprofil, typischer Querschnitt, Standort).

### 5.3. Verfahren für eine Baubewilligung

Das Vorhandensein einer forstlichen Erschliessung ändert nichts an der Waldeigenschaft der betreffenden Flächen (Art. 2 WaG), solange sie vorrangig der Waldbewirtschaftung dient.

Je nach Art des Projekts gibt es zwei unterschiedliche Situationen, die im Folgenden beschrieben werden.

#### 5.3.1. Ohne Nutzungsänderung

Für die laufende (nicht subventionierbare) Unterhalt, die periodischer Unterhalt und die Instandsetzung ist kein Baubewilligungsverfahren erforderlich, solange:

- > Dass die Streckenführung gleich bleibt
- > Dass die Merkmale der Erschliessung unverändert bleiben (Lichtraumprofil, Belag, Material, Zweckbestimmung usw.).

### 5.3.2. Mit Nutzungsänderung

Verbesserungsarbeiten oder Neubauten erfordern eine Baubewilligung nach den folgenden zwei Verfahren

- > Forstliche Erschliessung: Baubewilligung gemäss BVG, Bewilligung durch die ILFD (siehe Kap. 6.4.1);
- > Gebäude: Baubewilligung gemäss RPBG, Bewilligung durch das Oberamt (und wenn ausserhalb der Bauzone Sonderbewilligung durch die RIMU, die nach demselben Verfahren ausgestellt wird) (siehe Kap. 6.4.2).

### 5.4. Durchführung der Arbeiten

Generell müssen die Arbeiten unter Einhaltung der geltenden Bauvorschriften und -normen sowie der geltenden Sicherheits- und Qualitätsvorschriften und -normen ausgeführt werden.

Sollten während der Durchführung der Arbeiten Unregelmässigkeiten festgestellt werden, ist das Amt berechtigt, zu reagieren und sofort Korrekturmassnahmen zu verlangen. Solche Reaktionen werden normalerweise an die Bauherrschaft oder die beauftragte Bauleitung gerichtet, die für die Korrektur verantwortlich ist.

### 5.5. Zwischenabrechnung der Arbeiten

Der BH kann mit Unterstützung des Forstkreis eine oder mehrere Zwischenabrechnungen der laufenden Arbeiten in zwei Formen erstellen:

- > Abrechnung nach Belegen: Subventionierung von Arbeiten, die auf der Grundlage von Belegen (Rechnungen, Abrechnungen) durchgeführt werden. Die Abrechnung nach Belegen ist das normale Verfahren.
- > Kostenschätzung: Im Falle eines Liquiditätsbedarfs des BH (der nachgewiesen werden muss), Subventionierung auf der Grundlage einer Schätzung der Arbeiten, die in einem Zeithorizont von einigen Monaten durchgeführt werden sollen. Maximal 80 % der Kosten der Arbeiten, die kurzfristig durchgeführt werden, können abgerechnet werden.

### 5.6. Empfang der Arbeit

Alle Infrastrukturarbeiten, die einem formellen technischen oder finanziellen Bewilligungsverfahren unterliegen, müssen gemäss den geltenden Normen abgenommen und offiziell anerkannt werden (vgl. SIA-Norm 118: Formular "Bauabnahme", oder mindestens Formular "Schlussabrechnung" dieser Weisung).

Die Kontrolle am Ende der Arbeiten bezieht sich auf die Gesamtkonformität der Arbeiten. In diesem Rahmen werden insbesondere kontrolliert:

- > die Art der durchgeführten Arbeiten (Art und Länge der Erschliessung),
- > die Zweckbestimmung der Infrastruktur (Schliessschicht für die Erschliessung, Nebennutzungen für Gebäude),
- > technische Details (Wasserabfuhrsystem),
- > die Schliessung des Dienstes,
- > die Eintragung im Katasterplan und/oder die Naturaufnahme,

Diese Elemente sind im Bericht der Schlussabrechnung hervorzuheben, und ihre Gesamtkonformität wird in dem von der Bauherrschaft, der Bauleitung und dem Forstkreis gegengezeichneten Einreichungsformular für die Schlussabrechnung bescheinigt.

## 5.7. Endgültige Abrechnung

Sobald die Arbeiten abgeschlossen sind, muss der BH mit Unterstützung des Forstkreises eine Schlussabrechnung erstellen. Sie enthält:

- > Ausgefüllte Subventionsformulare
- > Münzen über die geleistete Arbeit
- > Ein Abschlussbericht
- > Die aktualisierte GIS-Datenbank für das Bauwerk (GIS-Daten oder Excel-Datei, die vom WNA zu Beginn des Projekts übermittelt wird, siehe Kapitel 5.8)

Der Abschlussbericht muss die folgenden Mindestinformationen enthalten:

- > Durchführung der Arbeiten (Präsentation der durchgeföhrten Arbeiten, Begründung der Abweichungen von der Planung, aufgetretene Probleme und deren Lösungen)
- > Zukünftige Planung (nächste Instandsetzung, geplanter laufender Unterhalt) oder basierend auf dem Gesamtkonzept der forstlichen Erschließung (siehe Kapitel 3.6)
- > Fotodossier (vor und nach der Arbeit)

## 5.8. Aktualisierung des Katasters für die Waldbewirtschaftung

Bei der Schlussabrechnung muss der BH dem Amt mitteilen, ob Änderungen am Katalster der Walderschließung vorgenommen werden müssen oder nicht (die Daten sind beim Amt erhältlich). Im Falle einer Änderung muss ein Detailplan und/oder die GIS-Daten mit den verschiedenen Änderungen mit dem Schlussbericht übermittelt werden.

*Sig. französische Version*

Dominique Schaller  
Amtsvorsteher

Genehmigung durch die  
Direktion der Institutionen und der Land- und Forstwirtschaft  
und Wälder

*Sig. französische Version*

Didier Castella  
Staatsrat, Direktor

## 6. Anhänge

### 6.1. Referenzen

#### Dokumentation und allgemeine Grundlagen

BUWAL, "Praxishilfe - Geometrische Richtwerte von Waldwegen und Waldstrassen ", Bern, 1999

BUWAL, "Praxishilfe - Begriffe der forstlichen Erschliessung", Bern 1999

BAFU, "Richtlinie für die Verwertung von mineralischen Bauabfällen", Bern, 2006

V. KUONEN, "Wald- und Güterstrassen", Visp, 1983

#### Normen und Empfehlungen

VSS - 640 324: 2019, "Dimensionierung - Strassenoberbau des Strassenaufbaus Unterbau und Oberbau ", Zürich

VSS - 640 741: 2006, "Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau - Grundnorm", Zürich

VSS - 640 742: 2019, "Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau - Strassen", Zürich

VSS - 640 744: 2019, "Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau - Ausführung und Erhalt", Zürich

SIA 118: 2013 "Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten", Zürich

### 6.2. Formulare und Anhänge

#### Excel-Dateien

Formular FP-I-1, GF-I-1 und PC-d-1: Forstliche Infrastrukturanlagen - Vertrag zur Gewährung einer Subvention

Formular FP-I-10, GF-I-10 und PC-d-10: Forstliche Infrastrukturanlagen - Teilabrechnung

Formular FP-I-11, GF-I-11 und PC-d-11: Forstliche Infrastrukturanlagen - Schlussabrechnung

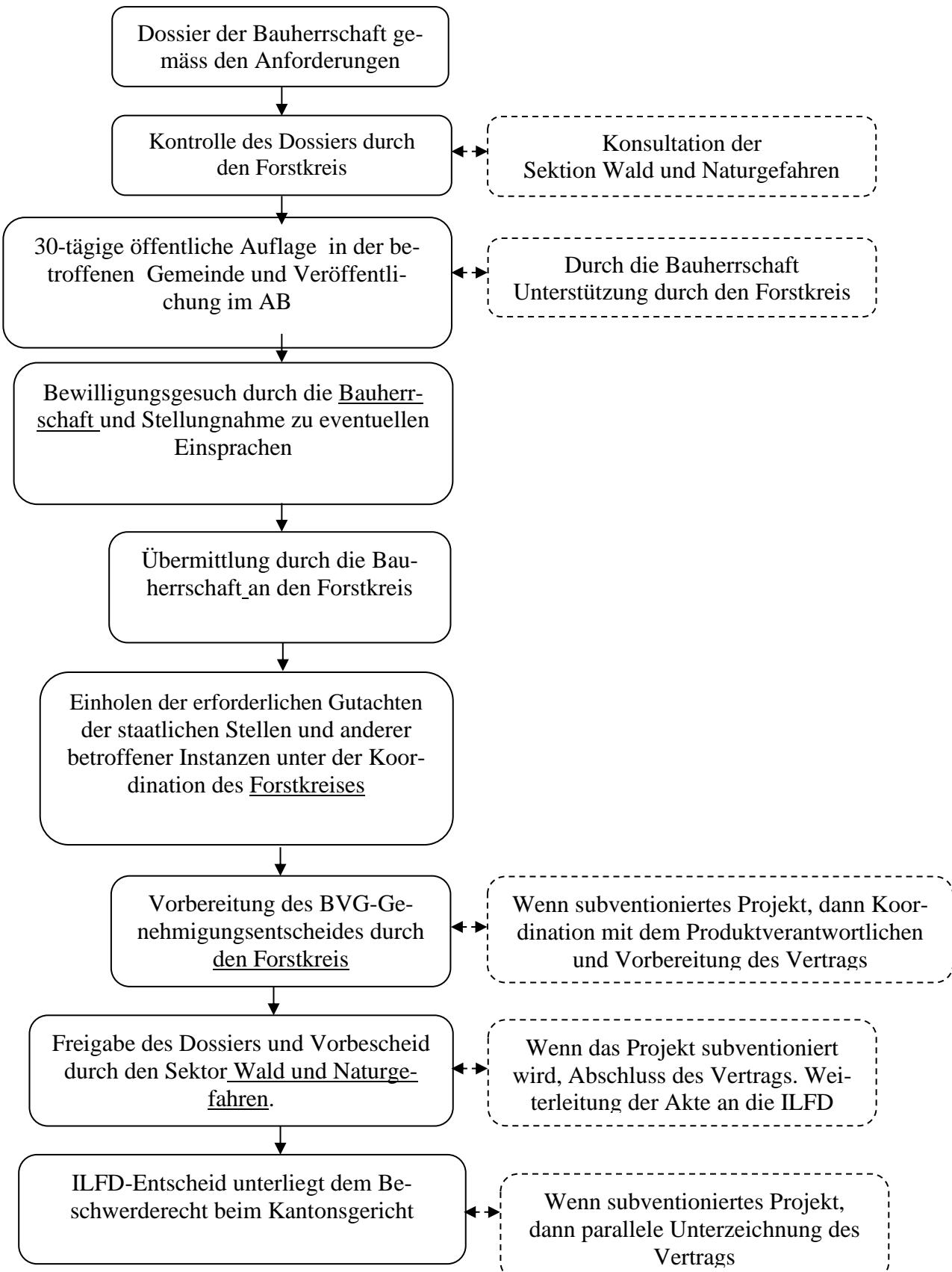
### 6.3. Glossar

Gemäss der "Praxishilfe - Begriffe der forstlichen Erschliessung" (BUWAL, 1999) werden die verschiedenen Kategorien auf der Ebene der Walderschliessung wie folgt definiert:

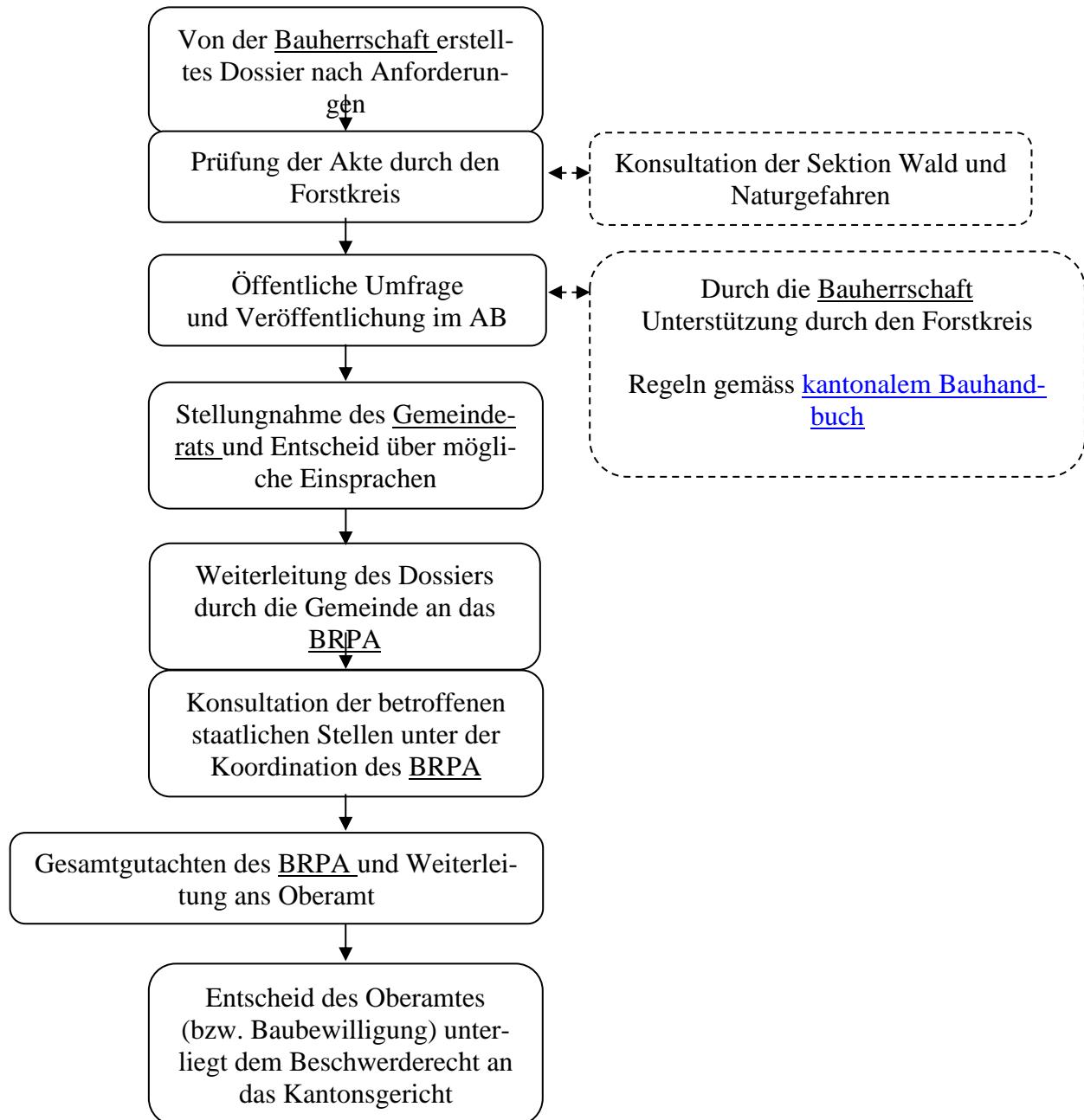
- > **Waldstrasse:** Waldstrassen sind künstlich angelegte und befestigte Transportanlagen, die jederzeit mit den nach der Strassenverkehrsgesetzgebung zugelassenen Fahrzeugen befahren werden können (ausser bei Schnee oder anderen Gefahren), die die Basiserschliessung darstellen und in erster Linie den Verkehrsbedürfnissen der Forstwirtschaft entsprechen müssen.  
Waldstrassen können auch anderen Zwecken dienen, z. B. der Landwirtschaft, der Alpwirtschaft, dem Schutz vor Naturgefahren, der Jagd und der Wildhut.  
Per Definition ist eine Waldstrasse mit Lastkraftwagen befahrbar.
- > **Maschinenweg:** Maschinenwege sind künstlich angelegte Transporteinrichtungen in Hanglagen bis zu 50 % Hangneigung. Sie sind häufig unbefestigt und dürfen nur für forstliche Zwecke von Gelände- und Rückefahrzeugen genutzt werden.
- > **Rückegasse:** Rückegassen sind einfache Transportlinien, die ohne Erdarbeiten angelegt werden. Sie dürfen nur zu forstlichen Zwecken und nur von Holzernte- und Rückefahrzeugen genutzt werden. Schneisen sind Teil der Holzernte- und Holzrückesysteme; für ihre Herstellung gelten die Regeln der Technik. Sie werden jedoch nicht als Infrastruktur betrachtet. Sofern das Gelände nicht verändert wird, unterliegt ihre Anlage keinem formellen Bewilligungsverfahren.
- > **Neubau:** bezeichnet die Errichtung einer bisher nicht vorhandenen Waldstrasse oder eines Maschinenweges oder wenn dieser Neubau nur teilweise einem bereits bestehenden Verlauf folgt.
- > **Verbesserung:** Bezeichnet die Erweiterung der Funktionsfähigkeit einer bestehenden Anlage. Die Verbesserung kann sich auf die Geometrie der Strassenführung, die Verbreiterung der Fahrbahn, die Erhöhung der Tragfähigkeit der Strasse (Verstärkung der Tragschicht) sowie den Einbau eines zuvor nicht vorhandenen Strassenbelags beziehen. Per Definition ermöglicht die Verbesserung, dass die Strasse einer neuen Nutzung oder Beanspruchung gerecht wird.
- > **Laufender Unterhalt:** Umfasst die Kontrolle, Reinigung, Reparatur kleinerer lokaler Schäden und die Wartung von Entwässerungsanlagen. Er dient der Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit der Infrastruktur und der Gewährleistung der Verkehrssicherheit. Sie wird je nach Bedarf durchgeführt, d. h. vor allem nach der Schneeschmelze, nach starken Regenfällen oder nach starker Beanspruchung. Der laufende Unterhalt ist nicht subventionsberechtigt.
- > **Periodischer Unterhalt:** hat zum Ziel, den Zustand und die Befahrbarkeit der Fahrbahn zu verbessern und die Tragfähigkeit der Strasse zu erhalten. Sie umfasst die Erneuerung oder Reprofilierung der Deckschicht (Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands ohne Änderung des Typs der Verschlusschicht) sowie die Kontrolle und Reparatur der Wasserableitungsvorrichtung. Der Zyklus der periodischer Unterhalt hängt von den Grundbedingungen (Boden, Topografie, Geologie), der Art und Dicke der Deckschicht, der Verkehrsintensität und den Witterungseinflüssen ab.
- > **Instandsetzung (Wiederherstellung):** Umfasst die Behebung von Schäden, die durch technische (Nutzung) oder natürliche Abnutzung entstanden sind. Sie hat zum Ziel, die Funktionsfähigkeit einer Infrastruktur (Tragfähigkeit, Befahrbarkeit) und die Verkehrssicherheit nach Ablauf der Bemessungsperiode oder nach einem Naturereignis (Schadensbehebung) wiederherzustellen.

## 6.4. Baubewilligungen BVG und RPBG

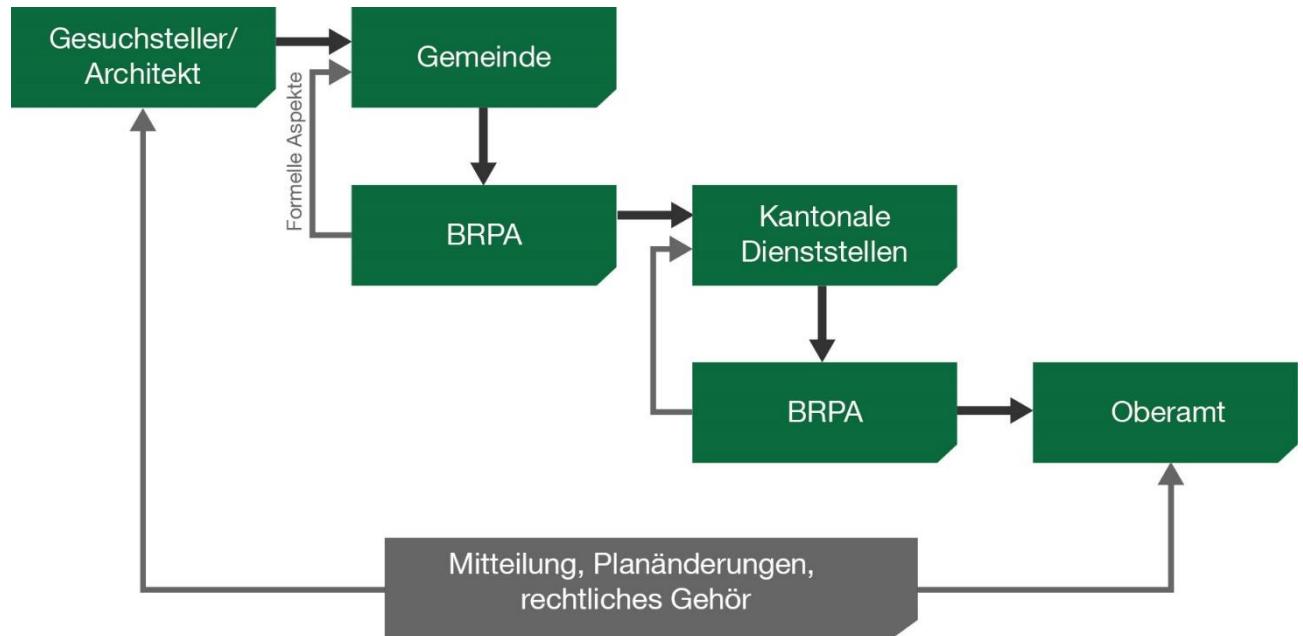
### 6.4.1. BVG - Normales Verfahren



#### 6.4.2. RPBG - Schema für Standardverfahren (vereinfacht), im Prinzip für Gebäude



Das vorliegende Schema basiert auf dem Schema, das vom BRPA für ein solches Verfahren erstellt wurde. Das offizielle und verbindliche Schema ist unter der folgenden Internetadresse abrufbar:  
[Baubewilligung | Staat Freiburg](#)



Beispiel - Standardtext für die Veröffentlichung einer öffentlichen Umfrage (BVG-Verfahren)

Gemeinde von {zu ergänzen}

### Öffentliche Anhörung

Gemäss Artikel 16 des Gesetzes vom 30. Mai 1990 über die Bodenverbesserungen (BVG) sowie Artikel 13 des Gesetzes vom 2. März 1999 über den Wald und den Schutz vor Naturereignissen (WSG) und Artikel 17 seines Ausführungsreglements vom 11. Dezember 2001 (WSR) legt {zu ergänzen}, Bauherrschaft, vom {zu ergänzen} bis {zu ergänzen} ein Projekt für {zu ergänzen} zur öffentlichen Auflage auf.

- > Technischer Bericht [in der Regel ohne finanzielle Aspekte].
- > Ausschnitt aus der Landeskarte 1:25'000
- > Situationsplan 1:5'000
- > Detailpläne, Standardprofil
- > [und alle anderen notwendigen Dokumente].

Das Projekt betrifft {zu ergänzen} [kurze Beschreibung mit Schlüsselwörtern; z. B. bei Wegen: Koordinaten, Lokalnamen, Länge, Breite, Fläche, Zweck].

Ort der öffentlichen Auflage: {zu ergänzen} [Gemeindeverwaltung oder anderer Ort wie WNA].

Einsichtnahme: während der Öffnungszeiten der Gemeindeverwaltung [z. B.].

Einsprachen sind vor Ablauf der Untersuchungsfrist (Datum des Poststempels) mit eingeschriebinem Brief zu richten an {zu ergänzen} [Adresse der öffentlich-rechtlichen Bauherrschaft, bei privater Bauherrschaft Adresse des Forstkreises].

Einsprüche müssen kurz begründet werden und Anträge enthalten.

Im Übrigen richtet sich das Verfahren nach den Artikeln 197 ff. des Gesetz über die Bodenverbesserungen (BVG) und nach den Artikeln 12 und 12a des Bundesgesetzes vom 1<sup>er</sup> Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz (NHG),

(sowie nach Artikel 14 des Bundesgesetzes vom 4. Oktober 1985 über Fuss- und Wanderwege (FWG)). [Nur wenn Fuss- und Wanderwege betroffen sein können und wenn später Bundesbeiträge beantragt werden].

Ort, Datum, Unterschrift {zu ergänzen}

## 6.5. Geometrische und technische Referenzen

### 6.5.1. Allgemeines

Mehrere spezifische Dokumente des BAFU und des Schweizerischen Verbands der Strassen- und Verkehrs fachleute (VSS) enthalten geometrische Referenzen und technische Normen für Waldstrassen und Maschinenwege. In diesem Kapitel sind die wichtigsten Elemente aufgeführt, insbesondere:

- > horizontale und vertikale Linienführung,
- > Querprofile (Fahrbahnbreite, Überbreiten in Kurven, Wahl des Standardprofils, Bankette und Seitenstreifen, Böschungen bei Aufschüttungen und Abgrabungen),
- > den Strassenoberbau (Wahl des Strassenbelags, Baumaterialien, Tragfähigkeit und Dimensionierung der Infrastruktur),
- > besondere Bauwerke (Entwässerung, Überquerung von Bächen und Wildbächen, Ausweich- und Wendeplätze, andere Kunstbauten).

### 6.5.2. Grundlegende Begriffe

Die **horizontale Linienführung** bezieht sich auf Geraden, Kurven und Kurvenradien. Grundsätzlich sollte der Verlauf von Waldwegen so gut wie möglich an die Topographie des Geländes angepasst werden, um die Auswirkungen auf die Landschaft möglichst gering zu halten und den betrieblichen Erfordernissen Rechnung zu tragen.

Die **vertikale Linienführung** umfasst die Frage der Steigungen und Anschlüsse. Bei der Festlegung der zulässigen Steigung müssen die Kriterien Sicherheit (Minimierung der mit der Nutzung verbundenen Risiken), Nachhaltigkeit (Optimierung der Infrastruktur im Hinblick auf ihre Nutzung während ihres Lebenszyklus) und Wirtschaftlichkeit (Minimierung der Bau- und Wartungskosten) berücksichtigt werden.

Der **Querprofil** von Waldstrassen und Maschinenwegen muss folgende Elemente berücksichtigen: die Breite der Fahrbahn, die Überbreite in Kurven, das typische Fahrbahnprofil, Bankette und Randsteine, berg- und talseitige Böschungen, die Fahrbahn (Material und Form), besondere Bauwerke sowie die Ableitung des Niederschlagswassers.

Bei der **Wahl des typischen Profils** müssen die Längsneigung der Erschliessung und die Art des zu erwartenden Verkehrs berücksichtigt werden. Es wird zwischen einem Profil mit einer einseitigen Querneigung (bergseitig oder talseitig) und einem bombierten (gewölbten) Profil unterschieden.

Grundsätzlich besteht der **Oberbau der Fahrbahn von Waldwegen** aus drei Schichten, nämlich einer Fundamentschicht, einer Tragschicht («Koffer») und einer Deckschicht (oder Verschleiss schicht). Häufig wird jedoch ein zweischichtiger oder im Falle von Maschinenwegen sogar ein einschichtiger Oberbau verwendet. Zu beachten ist, dass jede Art von Oberbau seine Vor- und Nachteile hat, die unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten analysiert werden müssen. Diese Entscheidungen bestimmen in hohem Masse die Haltbarkeit, den Wartungsaufwand und ihre spätere Erneuerung.

Je nach Zusammensetzung und Art dieser verschiedenen Schichten unterscheidet man:

- > **Ein befestigter Weg** ist ein Weg mit einer Deckschicht aus hydraulischen Bindemitteln (Betonbelag) oder bituminösen Bindemitteln (Asphaltbeton, Rollspalt). Zu dieser Kategorie gehören: Wege mit Betonplatten, Wege mit bituminösem Belag (Teerstrassen) und Wege mit bitumengebundenem, stabilisiertem Kies (einfache oder doppelte Oberflächenbehandlung).
- > **Ein unbefestigter Weg** ist ein Weg, der mit einer Deckschicht aus Kies mit zusammenhängenden feinen Bestandteilen (ton-wasser- oder kalk-wassergebundene Verschleissenschicht) versehen ist. Zu dieser Kategorie der sogenannten Kieswege gehören: Strassen und Pisten aus Rohkies, Verschleissenschichtmaterial, kalkstabilisiertem Kies und zementstabilisiertem Kies.

**Bei der Wahl des Belags** muss die Erosionsklasse der Erschliessung berücksichtigt werden, die von der Art des Verkehrs, den Niederschlägen, der Steigung und der Sonneneinstrahlung abhängt. Die an das Bewertungsschema von Hirt angelehnte Methode ermöglicht die Definition der Erosionsklasse.

**Die Baumaterialien**, die bei der Herstellung der Infrastruktur für die Erschliessung von Wäldern verwendet werden, umfassen:

- > **Kies** ist eine mineralische Gesteinskörnung, die aus einer Mischung aus Kies, Sand, Schluff und Ton besteht. Man unterscheidet zwischen Rohmaterial aus dem Betrieb von Kiesgruben (gesiebt und sortiert oder Allzweckmaterial) und gebrochenem Material, das durch Zerkleinerung beim Betrieb von Steinbrüchen entsteht.
- > **Bituminöse Materialien** für den Strassenbau bestehen aus mineralischen Zuschlagstoffen und bituminösen Bindemitteln.
- > **Hydraulische Baustoffe** sind Baustoffe, die aus hydraulischen Bindemitteln (Zement), mineralischen Zuschlägen (Kies, Sand), Wasser und ggf. Zusatzstoffen bestehen. Sie sind nach dem Aushärten des Zements stabil.
- > **Recyclingmaterial** für den Strassenbau ist wiederverwertetes Material, das aus inerten Bauabfällen stammt (bituminöses Abbruchmaterial aus Fräsaarbeiten, nicht bituminöses Abbruchmaterial, Abbruchbeton, unsortiertes Abbruchmaterial, Dachziegel, Ziegel).

### Recyclingmaterialien - Bauabfälle

Die unveränderte Verwendung von Recyclingmaterial und Bauabfällen ist nach dem WSG und der Spezialgesetzgebung verboten. Gemäss der Abfallverordnung (VVEA) und der Richtlinie für die Verwertung von mineralischen Bauabfällen (BAFU 2006) ist eine Wiederverwertung für den Einsatz in der Tragschicht nur möglich, wenn das Material zuvor in einer entsprechenden Anlage zu Recyclingkies oder Gesteinskörnungen aufbereitet wird. Für jede Art von Kies gibt es Verwendungsbeschränkungen (Verwendung in gebundener Form, unter einer wasserdichten Abdeckung usw.), um insbesondere das Eindringen von Wasser und die Verbreitung durch Erosion zu verhindern. Eine wilde Ausbringung dieser Art von Abfällen in Wäldern ist nicht zulässig.

Jegliche Verwendung dieser Materialien in Grundwasserschutzzonen (Zonen S) ist verboten. Im Wald dürfen nur Recyclingkies RC-P und RC-B (gemäss der Bundesrichtlinie) und Ziegelsplitt ohne Belag verwendet werden. Recyclingkies RC-A darf nicht oberirdisch verwendet werden.

Aufgrund ihres PAK-Gehalts, selbst in geringen Mengen, sollten bituminöse Gesteinskörnungen nicht als natürlicher Kies betrachtet werden. Ihre Verwendung hängt von ihrer Zusammensetzung ab und ist wie folgt geregelt:

Umsetzung		Wald und S-Gebiete	
in ungebundener Form	ohne Deckschicht	verboten	allgemein
	mit Deckschicht	zugelassen	für Planien unter einer Deckschicht
in gebundener Form	mit hydraulischen Bindemitteln	verboten	Bindemittel: Zement
	zu bituminösen Bindemitteln	zugelassen	Bindemittel: Bitumen, aggregiertes Element, Belag

Das Anlegen von Dämmen oder Aufschüttungen sowie die Geländemodellierung mit Fräsgut sind strengstens verboten.

**Die Dimensionierung des Oberbaus von Erschliessungsinfrastrukturen** ergibt sich direkt aus der Tragfähigkeit. Für diesen Aspekt empfehlen wir, die von der AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) definierte Methode zu befolgen, die übrigens auch in den VSS-Normen übernommen wurde.

**Die Mindesttragfähigkeit der Infrastruktur** ist abhängig von der Eigentragfähigkeit des natürlichen Geländes, der zu erwartenden Verkehrsbelastung und den örtlichen Gegebenheiten.

### Anmerkung zu 40-Tonnen-Fahrzeugen

Verschiedene Analysen auf schweizerischer Ebene haben gezeigt, dass sich die zusätzlichen Schäden durch 40-Tonnen-Fahrzeuge in Grenzen halten. Die Grundlagen für die Gestaltung von Wegen im ländlichen Raum und in Wäldern müssen daher nicht geändert werden. Das Gewicht der Fahrzeuge hat jedoch durchaus einen Einfluss auf die Gestaltung von Brücken mit grosser Spannweite, je nach Verhältnis zwischen der Länge des Fahrzeugs (Achsabstand) und dem Abstand zwischen den Auflagern (Widerlager, Zwischenpfeiler). Zur Veranschaulichung: Eine Brücke mit einer Tragfähigkeit von 8 m kann mit einem zweiachsigen Lkw (beladen mit 18 t) stärker belastet werden als mit einem fünfachsigen Lkw (beladen mit 40 t).

#### 6.5.3. Besondere Elemente und Bauwerke

**Ein optimales Entwässerungssystem** ist der Garant für die Verkehrssicherheit und die Nachhaltigkeit der Versorgungsinfrastruktur. Dieses umfasst die seitliche und transversale Ableitung von Niederschlagswasser.

Die Erfahrung zeigt deutlich, dass **Querungen von Gerinnen** von geringer Bedeutung, die kein Brückenbauwerk erfordern, ein wichtiges schwaches Glied in den Versorgungsnetzen darstellen. Die Verstopfung eines unterdimensionierten Durchlasses kann zur Unterspülung der oberhalb gelegenen Bankette und/oder zur Erosion der Tragschicht durch Auswaschung führen, wobei sich die Schäden bis zum nächsten Durchlass fortsetzen können. Ein weiteres Beispiel ist das Eindringen von Wasser unter die Asphaltdecke, gefolgt von einem Phänomen, das die Decke über grosse Entfernung anhebt. Die Planung und Einhaltung einiger Grundprinzipien und -regeln ist unerlässlich, um Schäden an der Versorgungsinfrastruktur selbst oder an weiter flussabwärts gelegenen Infrastrukturen zu vermeiden.

Die Einrichtung von **Ausweich- und Wendeplätzen sowie von Holzlager- und Arbeitsflächen** sind zentrale Elemente einer optimalen Auslastung der Erschliessung. Diese Elemente sind bei der Planung von Erschliessungsinfrastrukturen zu berücksichtigen.

Schliesslich versteht man im Forstbereich unter **Kunstbauten** den Bau von tal- oder bergseitigen Stützmauern sowie von Brücken. Dabei sind dann verschiedene Faktoren zu berücksichtigen:

- > Grundsatzentscheidung: Sanierung, Erschliessung, Neubau,
- > Breite der Begrenzungslinie für die Durchfahrt auf Brücken,
- > die für die Dimensionierung zuständig ist,
- > Wahl der Materialien (Holz, Beton, Holz/Stahl, Beton/Stahl, Gabionen, Gewichtsmauern aus Beton).

Die für den Bau solcher Bauwerke geltenden Konstruktionsstandards sollten als Grundlage für alle Arbeiten dieser Art dienen.

#### 6.5.4. Horizontaler Verlauf

Der minimale Kurvenradius hängt vom Wenderadius der erwarteten Fahrzeuge ab; im Forstbereich sollte der minimale Radius der Fahrbahnachse grundsätzlich nicht unter 10-12 m liegen, bei erwarteten Langholztransporten sogar unter 25 m. In Ausnahmefällen, wenn das Gelände stark abfällt, kann dieser Radius auf 6-8 m reduziert werden.

#### 6.5.5. Vertikaler Verlauf

Grundsätzlich sind mässige Steigungen zwischen 3 % und 10 % zu bevorzugen. Die Längsneigung einer Waldstrasse sollte in der Regel nicht mehr als 12 % betragen, in Ausnahmefällen 15 % auf kurzen Abschnitten und unter schwierigen topografischen Bedingungen. Bei der Verbesserung einer bestehenden Strasse mit Steigungen von mehr als 12 % muss eine sorgfältige Interessenabwägung vorgenommen werden zwischen der Akzeptanz einer höheren Steigung als normal und der Suche nach einer neuen Trasse, die sowohl finanziell als auch landschaftlich grosse Auswirkungen haben könnte.

Für Maschinenwege gibt es zwar keine strengen Referenzen, aber es wird empfohlen, eine Steigung von 20 % nicht zu überschreiten, um die Erosion der Fahrbahn nicht zu fördern.

Wenn möglich sollten Steigungen von weniger als 2-3 % auf unbefestigten Wegen vermieden werden, um die Bildung von Schlaglöchern oder Spurrillen zu verhindern.

### 6.5.6. Querprofil

#### Breite der Fahrbahn

Unter Berücksichtigung einer maximal zulässigen Fahrzeugbreite von 2,55 m und seitlichen Sicherheitsstreifen von zweimal 0,35 m wird eine Fahrbahnbreite von 3,30 m empfohlen.

Um einen optimalen Einsatz der Rückefahrzeuge zu ermöglichen, sollte die Breite der Maschinenwege zwischen 3 und 3,50 m liegen.

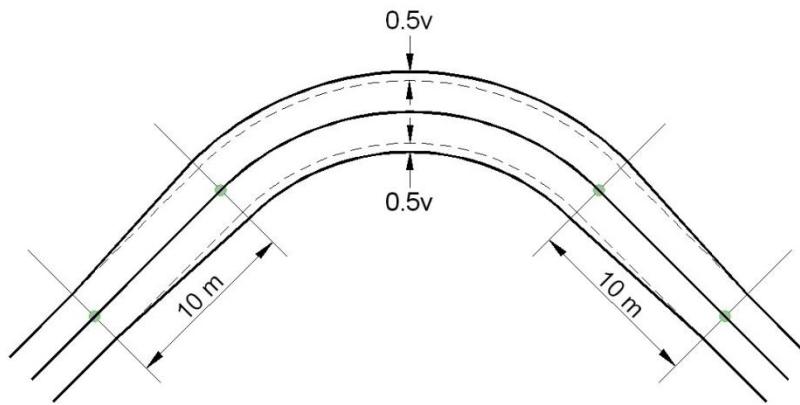
#### Überbreiten

Die Überbreite von Waldstrassen hängt von den Kurvenradien und der Länge der Fahrzeuge ab. Bis zu einem Kurvenradius von 30 m ist eine Überbreite unerlässlich, bis zu einem Kurvenradius von 100 m wird sie jedoch empfohlen.

Die Berechnung der Überbreiten erfolgt je nach Art der erwarteten Fahrzeuge nach folgenden Formeln:

- > Für LKWs ohne Anhänger:  
 $v = 14/r$  (wobei v die Gesamtüberbreite und r der Kurvenradius ist)
- > Für LKWs mit Anhängern oder Langholz:  
 $v = 26/r$  (wobei v die gesamte Überbreite und r der Kurvenradius ist)

Die Überbreite verteilt sich je zur Hälfte auf beide Seiten der Fahrbahn und wird schrittweise 10-15 m vor der Kurve angewendet und endet degressiv auf 10-15 m nach der Kurve.



### Wahl eines typischen Profils

Merkmal	bergseitige Querneigung	Talseitige Querneigung	Bombiertes (gewölbtes) Profil
Schema			
Querneigung mit Deckschicht ohne Deckschicht	> 3 % > 5 %	> 3 % > 5 %	> 5 % > 8 %
Ableitung von Wasser	Benötigt eine Längsentwässerung	Benötigt bei Spurrillenbildung Querabschläge	Benötigt eine Längsentwässerung
Erosionsgefahr	Bedeutend ohne Deckschicht	Bedeutend ohne Deckschicht	Gering, wenn ausgeprägtes Profil
Sicherheit	Hoch	Hohe Rutschgefahr	Kein seitliches Rutschen
Bemerkungen	Einlaufschächte manchmal schwer zu planen	Gefahr des Absenkens und/oder der Destabilisierung der talseitigen Straßenräder Gefahren durch Wasserkonzentration in Spurrillen Gefahr bei Verwendung im Winter	Ein stark gewölbtes Profil hilft, den unbefugten Verkehr einzuschränken Nicht geeignet bei Schneeräumung
Anwendbarkeit	Strassen mit Belag auf stark geneigtem Gelände	Strassen und Pisten mit oder ohne Belag auf leicht geneigtem Gelände	Unbefestigte Strassen und Pisten im Mittelland

### Bankette und Straßenräder

Die Fahrbahnen von Waldstrassen erfordern zwingend die Anlage von Banketten (Strassenschultern) mit einer Breite von etwa 0,5 m. Aus Gründen der Sicherheit und der Haltbarkeit der Fahrbahn wird empfohlen, dass das Bankett befahrbar ist bzw. dass die Tragschicht bis unter die Bankette reicht.

Obwohl ihre Notwendigkeit beschränkt bleibt, wird die Anlage von Seitenbanketten für Maschinenwege empfohlen.

## Abtrags- und Auftragsböschungen

Die Neigungen der Abtrags- und Auftragsböschungen müssen unbedingt an die vorherrschenden geotechnischen Bedingungen angepasst werden. Die folgenden Werte werden jedoch empfohlen:

	Lockergestein	Felsiges Material
Abtragsböschung	1/1	5/1
Auftragsböschungen	2/3	--

### 6.5.7. Wahl der Deckschicht

Die Festlegung der Erosionsklasse nach der an Hirts Bewertungsschema angelehnten Methode erfolgt durch Kumulierung der Punkte, die für die verschiedenen Parameter der folgenden Tabelle erzielt wurden:

Parameter	Wert	Punkte	Indikator
Verkehr	niedrig	0	nur Betrieb
	mittel	1	Betrieb + Autos
	stark	2	Verbindungsstrasse
Niederschlag	schwach	0	trocken Regionen
	mittel	1	Mittelland
	starke	2	Voralpen
Steigung	niedrig	0	< 4 %
	durchschnittlich	1	4-8 %
	stark	2	> 8%
Sonneneinstrahlung	niedrig	0	Wald
	stark	2	Felder
Gesamtpunktezahl	Minimum Maximum	0 - 8	

**Beispiel:**

Zugang zu einem Hof:	Verkehr:	1 Pkt
Voralpen	Niederschläge:	2 Pkte
Steigung 10 %	Steigung:	2 Pkte
Ausserhalb des Waldes	Sonneneinstrahlung:	2 Pkte
TOTAL		7 Pkte

Bis zu einer Erosionsklasse von 5 sollte bei der Wahl des Belagstyps eine Kiesstrasse gewählt werden. Ab Erosionsklasse 6 ist ein bituminöser Belag geeignet oder sogar sinnvoll.

### 6.5.8. Tragfähigkeit und Dimensionierung der Versorgungsinfrastruktur

#### Tragfähigkeit des natürlichen Geländes

Die Tragfähigkeitsklasse des natürlichen Bodens steht im Verhältnis zu seinem CBR-Faktor, der in % ausgedrückt wird. Der CBR-Faktor (California Bearing Ratio oder Tragfähigkeitsfaktor) ist das Verhältnis zwischen dem erforderlichen Eindringdruck in einem Testboden und dem erforderlichen Druck in einem vordefinierten Standardboden. Man kann dieses Verhältnis CBR - Tragfähigkeitsklassen nach:

Tragfähigkeitsklassen	CBR [%]
S0 - sehr geringe Tragfähigkeit	< 3
S1 - geringe Tragfähigkeit	3 - 6
S2 - mittlere Tragfähigkeit	6 - 12
S3 - hohe Tragfähigkeit	12 - 25
S4 - sehr hohe Tragfähigkeit	> 25

## **Beanspruchung durch den zu erwartenden Verkehr**

Die erwartete Verkehrsbeanspruchung wird durch die Achslast von 82 kN (8,16 t) definiert, die über die Lebensdauer der Infrastruktur von 30 bis 40 Jahren erwartet wird. Im Falle einer Infrastruktur zur Walderschliessung schwankt die Anzahl der Standardlasten zwischen 10'000 und 50'000, je nach Bedeutung des Abschnitts.

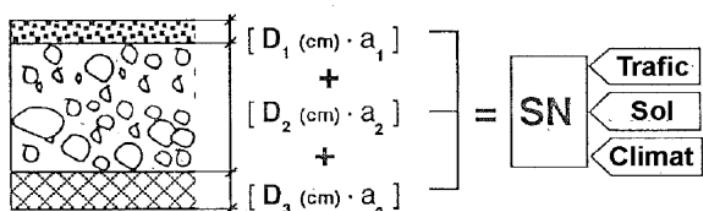
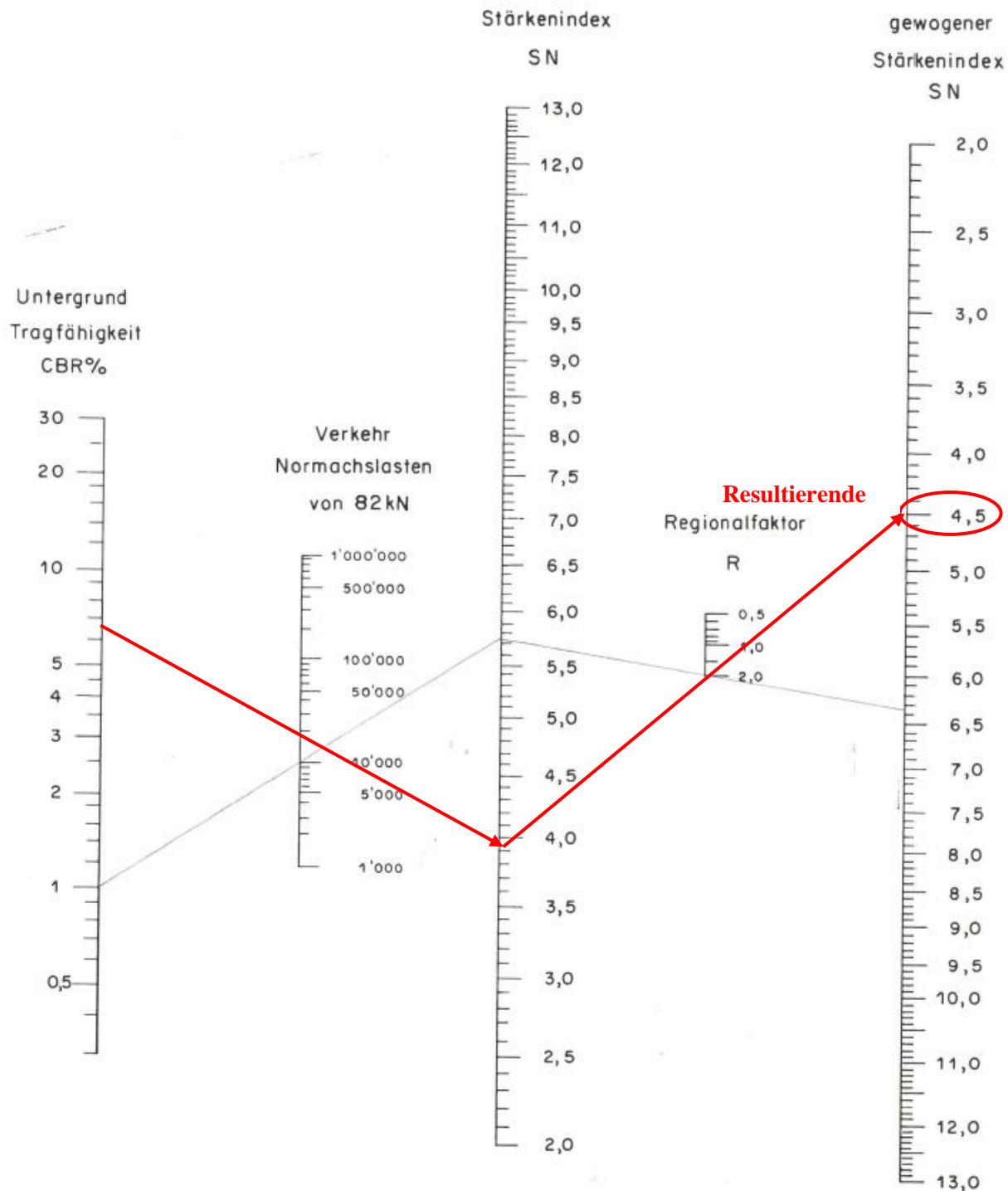
### **Regionaler Korrekturfaktor**

Um die Wetterbedingungen, denen die Erschliessung ausgesetzt sein wird, besser zu berücksichtigen, muss bei der Festlegung der Mindesttragfähigkeit ein regionaler Faktor gemäss der folgenden Tabelle berücksichtigt werden:

Kategorie des Pfades	Regionaler Faktor
Weg ohne Schneeräumung	1
Weg unterhalb von 700 m Höhe	1,3
Weg über 700 m Höhe	1,5
Weg mit günstigen hydrologischen Bedingungen	1,5
Weg mit ungünstigen hydrologischen Bedingungen	2

### **Methode der Dimensionierung**

Durch die Kombination der verschiedenen oben genannten Faktoren nach dem angepassten AASHTO-Nomogramm kann der SN-Faktor der Struktur bzw. ihre Mindesttragfähigkeit definiert werden.



$$SN = (a_1 * D_1) + (a_2 * D_2) + (a_3 * D_3)$$

Die Dicke des Oberbaus ergibt sich dann aus der Summe der jeweiligen Tragfähigkeitskoeffizienten multipliziert mit den Schichten, aus denen sie besteht, wobei letztere mindestens gleich der ermittelten Mindesttragfähigkeit sein muss, gemäss:

$$SN \leq S * (ai * Di)$$

wobei die folgenden Koeffizienten für die jeweiligen Schichten des Oberbaus berücksichtigt werden müssen:

Schicht	Koeffizient Auftriebskraft (a)	Minimale Dicke (cm)
Bituminöse Feinschichtbelag («Tapis») (Typ ACT 16)	0,44	7 cm
bituminöse Deckschicht mit gebrochenen Zuschlagstoffen	0,40	7 cm
Zementstabilisierter Schotter - in der Zentrale gemischt (60-80 kg/m <sup>3</sup> )	0,20	15 cm
Zementstabilisierter Kies - vor Ort gemischt (60-80 kg/m <sup>3</sup> )	0,15	15 cm
gebrochener, grober Sand-Kies	0,14	20 cm
Kies I (CBR > 80 %) (Durchm. 0 - 60 mm)	0,11	20 cm
Kies II (CBR: 30 - 80 %) (Durchm. 0 - 80 mm)	0,07	20 cm

### Überprüfung der Tragfähigkeit einer bestehenden Strasse mit der Benkelmann-Balken-Methode

Das WNA verfügt über eine "Benkelmann"-Ausrüstung, mit der die Verformung gemessen werden kann, die durch eine Standardlast (LKW) auf einer bestimmten Strasse verursacht wird. Diese Methode ermöglicht es, die lokale Tragfähigkeit und die Zweckmässigkeit von Verstärkungsarbeiten an der Tragschicht auf der gesamten Länge oder auf bestimmten Abschnitten zu beurteilen. Gegen eine Gebühr steht der Dienst für solche Messungen zur Verfügung.

#### 6.5.9. Wasserableitung

Die **Längsentwässerung** setzt sich aus folgenden Elementen zusammen:

- > Rinnen, Seitengräben, Mulden,
- > Seitliche Entwässerung mit kontinuierlichem Abfangen des Wassers (Belag gegen Schroppen) oder mit punktuell Abfangen des Wassers (Beispiel: Bitumenwulst und Einleiten in Schächten und Sammlern),

und des **Querabfuhrsystems**:

- > Querabschlägen vom Typ Leitplanke mit Ableitung des Wassers in die talseitige Böschung oder Aufnahme des Wassers in den seitlichen Längskanalisation,
- > Es sollte darauf geachtet werden, dass die Abstände zwischen den Querabschlägen je nach Steigung und Art des Belags optimiert werden; die folgende Tabelle gibt gute Hinweise für Waldstrassen ohne Belag:

Gefälle der Strasse	Abstand zwischen Querabschlägen	
	Mittelland	Voralpen
8 %	40 m	30 m
10 %	35 m	25 m
12 %	30 m	20 m
15 %	25 m	17 m
20 %	20 m	13 m

- > Es sollte darauf geachtet werden, dass das Wasser nicht in instabile Böschungen geleitet wird.

## 6.5.10. Überquerung von Bächen und Wildbächen

### Grundsätze

Bei Gerinnen mit einer natürlichen Gerinnebreite von mehr als 1 m müssen die Überquerungen in Form einer Brücke oder eines Stegs erfolgen, wann immer dies technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Eine detaillierte Planung der Art der Querung und deren Dimensionierung ist in jedem Fall erforderlich, basierend auf einer Analyse der verschiedenen möglichen Varianten. Häufig stellt die Anlage einer Furt eine gute und langfristige Lösung für die Querung von Wildbächen dar.

Bei anderen Wasserläufen von "geringer Bedeutung" ist die Verlegung eines Durchlasses oft die vernünftige Lösung. In diesem Fall gilt es, ökologische Aspekte zu berücksichtigen, insbesondere die Möglichkeiten, die freie Wanderung der Wasserfauna nicht zu unterbrechen. Es gibt kostengünstige Verbesserungsmöglichkeiten, wie z. B. - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - das Eingraben eines übergrossen Durchlasses mit konkaver Sohlen, die ein natürliches Bett am Boden des Rohrs bietet, das Befestigen von Querbalken im Rohr, um ein natürliches Kiesbett zurückzuhalten, oder das Verlegen eines Halbrohrs, obwohl die letztere Option komplizierter ist.

### Dimensionierung

Die Dimensionierung eines Durchlasses sollte auf der Einschätzung des potenziellen Hochwasserabflusses des Flusses basieren. Dieser kann einfach durch die Verwendung der empirischen Formel von Melli-Müller definiert werden:

$$Q_{\max} = E^{2/3} * y * l \quad \text{wobei} \quad Q = \text{Hochwasserabfluss [m}^3/\text{s]}. \\ E = \text{Fläche des Wassereinzugsgebiets [km}^2\text{].} \\ y = \text{Retentionskoeffizient} \\ l = \text{regionaler Niederschlagskoeffizient}$$

Auf der Grundlage des potenziellen maximalen Hochwasserabflusses wird der Durchlass dann nach der Strickler-Formel für einen "runden" Querschnitt dimensioniert, wobei zu berücksichtigen ist, dass ein optimaler Abfluss nicht mehr als 2/3 des Durchmessers des Durchlasses betragen sollte:

$$v = k * J^{1/2} * R^{(2/3)} \quad \text{und} \quad v = Q / A \quad \text{wobei} \quad v = \text{Strömungsgeschwindigkeit [m/s]} \\ k = \text{Rauhigkeitsfaktor} \\ J = \text{Abflussgefälle [\%]} \\ R = \text{hydraulischer Radius [m]} \\ Q = \text{Hochwasserabfluss [m}^3/\text{s]}. \\ A = \text{Wasseroberfläche [m}^2\text{].}$$

### Weitere zu berücksichtigende Aspekte

Bei der Planung eines Durchlasses sind zudem folgende Punkte unbedingt zu beachten:

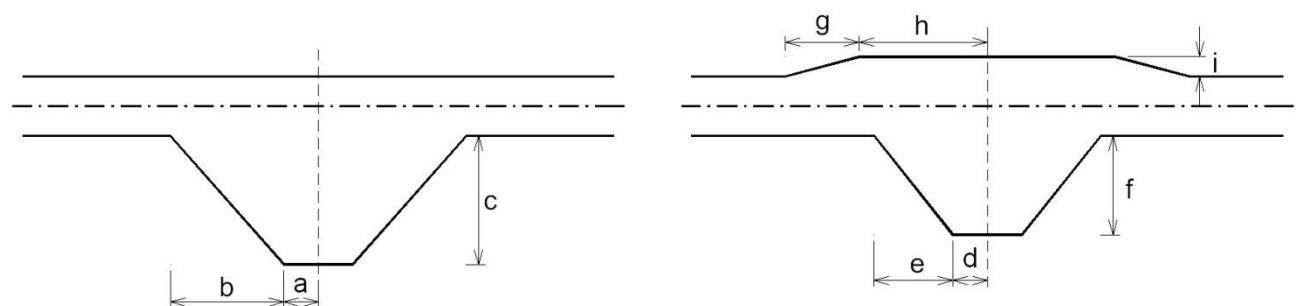
- > alle Berechnungen kommen nicht umhin, das Wassereinzugsgebiet vor Ort zu beurteilen, um die Gefahr von Erosion, Schlammablagerungen und potenziell mobilisierbarem Material zu bewerten,
- > die Einrichtung von Geschiebesammlern oberhalb des Durchlasses, die durch einen Rechen ergänzt werden, hilft, Situationen zu entschärfen, in denen die Querung verstopft ist,
- > Das Wasser sollte vor dem Eintritt in den Durchlass auf Geschwindigkeit gebracht werden, um eine bessere Transportkapazität für Feststoffe zu gewährleisten. Ebenso muss der Auslauf frei sein und mit einem kontinuierlichen Gefälle gestaltet werden, das verhindert, dass sich Material ansammelt und den Durchgang vom Unterlauf her verstopft,

- > bei Verstopfung des Haupstrohrs muss ein Notauslass in Betracht gezogen werden, entweder durch die Einrichtung einer rinnenartigen Notüberquerung oberhalb des Durchlasses oder einer Furt über dem Durchlass oder durch Ableiten des Wassers zu einem anderen Wasserlauf oder einem Durchlass weiter flussabwärts,
- > wenn ein reissender und/oder geschiebeführender Abfluss potenziell denkbar ist, müssen Überlastungsfälle in den Berechnungen berücksichtigt werden; dies bedeutet die Einhaltung einer zusätzlichen Marge von 50 % auf den berechneten Durchmesser des Durchlasses bzw. ein Freibord von 0,7 Metern.

#### 6.5.11. Ausweich- und Wendeplätze

Ausweichstellen sollten je nach Sichtweite (unübersichtliche Kurven) und an günstigen Stellen eingerichtet werden. Idealerweise sollten alle 150 bis 250 Meter Ausweichstellen geplant werden.

Die Geometrie solcher Einrichtungen kann den folgenden Beispielen folgen:



Fahrzeug	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Abstand zwischen den Achsen = 4,5 m	2 m	7 m	8 m	2 m	5 m	6,5 m	5 m	8 m	1,5 m
Abstand zwischen den Achsen > 5 m	2 m	8 m	10 m	2 m	6 m	8,5 m	5 m	10 m	1,5 m

Als Ergänzung zu den Ausweichplätzen sollten am Ende des Erschliessungsweges und/oder an günstigen Stellen Wendeplätze geplant werden. Die geometrische Planung kann dann den folgenden Beispielen folgen:

