

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 167 (2016)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Stand der Walderschliessung mit Lastwagenstrassen in der Schweiz  
**Autor:** Brändli, Urs-Beat / Fischer, Christoph / Camin, Paolo  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1097432>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Stand der Walderschliessung mit Lastwagenstrassen in der Schweiz

**Urs-Beat Brändli** Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)\*  
**Christoph Fischer** Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (CH)  
**Paolo Camin** Bundesamt für Umwelt BAFU (CH)

## Stand der Walderschliessung mit Lastwagenstrassen in der Schweiz

Als Folge der technologischen Entwicklung und der aktuellen wald- und holzwirtschaftlichen Lage hat die Frage nach der optimalen Walderschliessung erneut an Bedeutung gewonnen. Das Schweizerische Landesforstinventar (LFI) erfasst seit über 30 Jahren periodisch den Zustand und die Veränderungen am Waldstrassennetz. Im LFI4 wurden 2013/2014 erstmals Merkmale zur Befahrbarkeit nach Lastwagentypen erhoben. Dies ermöglicht differenzierte Analysen zum Stand der Walderschliessung. Wurden von 1985 bis 1995 jährlich 280 km Waldstrassen neu gebaut, waren es von 2006 bis 2013 jährlich nur noch 26 km (12 km im Schutzwald, 14 km im übrigen Wald). Der Strassenumbau (Reengineering) hat dagegen mit aktuell 30 km pro Jahr zugenommen. 84% der im LFI erfassten Waldstrassen sind für 4-Achser von 28 bis 32 t Gesamtgewicht befahrbar. 72% sind für 5-bis 6-achsige Lastwagengespanne von 40 oder 44 t Gesamtgewicht dimensioniert. Im Schutzwald ist deren Anteil wesentlich kleiner als im übrigen Wald. Die Strassendichte für 28- bis 32-Töner beträgt im Mittel für die Schweiz 22 m/ha, variiert regional aber stark von 2 bis 57 m/ha bei den Produktionsregionen bzw. 0 bis 84 m/ha bei den Forstkreisen. Ausgehend von den heute lokal praktizierten Ernteverfahren und den entsprechenden optimalen und maximalen Transportentfernungen lässt sich sagen, dass 46% der nutzbaren Waldfläche in der Schweiz gut, 29% mässig und 25% schlecht oder nicht erschlossen sind. Die höchsten Anteile an schlecht oder nicht erschlossenen Wäldern befinden sich in den Alpen (44%) und auf der Alpensüdseite (53%). In den Voralpen beträgt der entsprechende Anteil 13%, im Jura 5% und im Mittelland 2%. Eine Studie der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL geht derzeit der Frage nach, wie gross der künftige Erschliessungsbedarf unter Verwendung der optimalen Ernteverfahren sein könnte.

**Keywords:** Swiss National Forest Inventory, forest infrastructure, forest road network, truck  
**doi:** 10.3188/szf.2016.0143

\* Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf, E-Mail urs-beat.braendli@wsl.ch

Eines der obersten Ziele der Waldpolitik 2020 (BAFU 2013) besteht in der weitgehenden Ausschöpfung des Nutzungspotenzials an nachwachsendem Holz in der Schweiz, verbunden mit der Pflege des Waldes zur Erhaltung und Verbesserung seiner vielfältigen Leistungen wie Schutz vor Naturgefahren, Erholungsraum und Biodiversität. Ein wichtiger Faktor, um dieses Ziel zu erreichen, ist eine ausreichende Erschliessung des Waldes mit Strassen. Die Bringungskosten aus dem Bestand bis zur Strasse sind für den Nutzungsentscheid der Waldbesitzer von zentraler Bedeutung. Ein angemessenes Netz an Waldstrassen ermöglicht den Einsatz von effizienten Holzernteverfahren und eine rasche Intervention bei ausserordentlichen Ereignissen wie grossflächigen Windwürfen.

Aus diesen Gründen wurde das Waldstrassennetz stetig ausgebaut. Der Boom im Waldstrassen-

bau hielt bis in die 1980er-Jahre an, so wurden im Zeitraum von 1972 bis 1982 im Durchschnitt jährlich 400 km subventionierte Waldstrassen gebaut (Zingg & Bachofen 1988). Aus dem ersten Landesforstinventar (LFI1) resultierte eine Netzlänge von rund 26000 km Waldstrassen (Breite mind. 2.5 m; EAFV & BFL 1988). Danach wurden gemäss LFI2 zwischen 1985 und 1995 jährlich rund 280 km Waldstrassen gebaut (Zinggeler et al 1999). Dieser Rückgang in der Bautätigkeit hatte mehrere Hintergründe: Gesamterschliessungsprojekte von mehr als 400 ha unterlagen neu einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und über die Auflageverfahren erhielt die Öffentlichkeit erstmals Mitspracherecht bei der Planung von Erschliessungsanlagen. Zudem hatte sich die Rücketechnologie weiterentwickelt: Forwarder (LFI4: 23%) sowie Mobilseilkräne (9%) kamen zunehmend zum Einsatz, und der Helikopter (5%)

wurde in schwer zugänglichen Gebirgsregionen zum anerkannten Rückemittel. Gemäss LFI3 wurden zwischen 1993/1995 und 2004/2006 jährlich noch rund 90 km Waldstrassen erstellt oder ausgebaut (Cioldi et al 2010).

Doch wie gut oder schlecht ist der Schweizer Wald heute erschlossen? Heinimann (2010) schätzt, basierend auf Daten des LFI2, das die Erschliessung im Mittelland und im Jura einen Ausbaugrad von nahezu 100% und im Alpengebiet von 75% aufweist. Doch das Gros der Waldstrassen wurde in den Jahren 1960 bis 1990 erstellt (interne Analyse des Bundesamtes für Umwelt, BAFU) und ist auf Fahrzeuge der 1960er- und 1970er-Jahre ausgerichtet, als die zulässige Fahrzeugbreite 2.3 m und die zulässige Masse für einen Lastenzug 21 t betrug (Heinimann 2015). Gewichtiger als der Bedarf an Neubauten ist in vielen Gebieten der Bedarf an Sanierungen und Ausbauten, denn viele der Strassen genügen den Anforderungen heutiger Lastwagen(-gespanne) hinsichtlich Tragfähigkeit, Fahrbahnbreite und Kurvenradius nicht mehr. Es stellt sich die Frage, wie die bestehenden Walderschliessungsnetze in eine neue Generation überführt werden können und wie dies finanziert werden kann. Bis ins Jahr 2003 hat der Bund den Bau von Waldstrassen im gesamten Waldareal mit Beiträgen unterstützt, seit 2007 gewährt er Beiträge nur noch an die Optimierung und Wiederinstandstellung im Schutzwald. Zunehmend wurden Forderungen laut, den Waldstrassenbau auch ausserhalb des Schutzwaldes wieder mit Bundesbeiträgen zu fördern und die Strassen auf 40-Tonnen-Lastwagen auszulegen. Mit der von beiden Räten Mitte März 2016 verabschiedeten Waldgesetzrevision wird der Bund künftig die Anpassung und die Wiederinstandstellung von Waldstrassen ausserhalb des Schutzwaldes wieder finanziell unterstützen können, nicht aber deren Erstellung.

Bei der Diskussion um die Notwendigkeit von Waldstrassen muss beachtet werden, dass diese vielfältig genutzt werden. Besonders im urbanen Raum und in touristischen Gebieten sind sie eine wichtige Voraussetzung für die Freiraumerholung (Brändli & Ulmer 2001). Waldstrassen erschliessen oftmals auch Land- und Alpwirtschaftsflächen, Infrastrukturen zur Wasser- oder Energieversorgung sowie Schutzbauten gegen Naturgefahren. Aber ein weiterer Ausbau des Waldstrassennetzes erhöht nicht nur die Unterhaltskosten, sondern stösst in Kreisen des Natur- und Landschaftsschutzes auf Widerstand (Pro Natura 2004). Bei der Erschliessung des Waldes sind, mit dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung, immer ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Interessen gegeneinander abzuwägen.

Mit dem LFI wird das Waldstrassennetz seit 1983 periodisch erhoben und im GIS nachgeführt (Brändli 2010). Dabei wurden bisher Strassen ab 2.5 m Breite erfasst. Der Trend hin zu immer gröse-

ren Transportfahrzeugen und die aktuelle Diskussion über den Sanierungsbedarf gaben Anlass, die LFI-Erhebung in den Jahren 2013/2014 mit den drei zusätzlichen Attributen Strassenbreite, Fahrzeugtyp und Hindernis zu erweitern (Fischer & Camin 2013; Müller et al 2016, dieses Heft). Auf dieser Basis ist es nun erstmals möglich, detaillierte Angaben zum Stand der Walderschliessung in der Schweiz zu machen. Die vorliegende Arbeit geht den folgenden Fragen nach:

- 1) Wie hat sich die Erschliessung mit Waldstrassen in jüngster Zeit entwickelt?
- 2) Wie weit entsprechen diese Waldstrassen den heutigen Ansprüchen?
- 3) Wie unterscheidet sich der Ausbaustand im Schutzwald und ausserhalb?
- 4) Wie gross ist der Anteil an schlecht oder nicht erschlossener Waldfläche?

Die folgenden Analysen zum Istzustand geben die Situation unter den heute praktizierten Ernteverfahren nach Auskunft der Förster wieder. Die Frage nach der optimalen Walderschliessung unter Einsatz der geeignetsten Verfahren ist Gegenstand künftiger Studien durch die LFI-Partner BAFU und WSL.

## Material und Methoden

### LFI-Erhebungsmethoden und Datenquellen

Das LFI ist eine Stichprobenerhebung auf der Basis von rund 6500 permanenten Probeflächen im Wald. Jährlich wird ein Neuntel der Probeflächen auf alternierenden landesweiten Unternetzen des LFI im Luftbild interpretiert (Ginzler et al 2005), anschliessend im Feld aufgesucht und umfassend inventarisiert (Keller 2013a). Alle vier bis fünf Jahre finden zu den erhobenen Probeflächen Interviews (Umfragen) beim lokalen Forstdienst statt. Dabei werden jeweils alle rund 830 Revierförster, deren Reviere die gesamte Fläche der Schweiz abdecken, zu Themen wie Eigentum, Waldfunktionen, Planung,



**Abb 1** Die Waldstrassen der LFI-Zeitreihe weisen eine Mindestbreite von 2.5 m auf, sind für Achslasten von 10 t dimensioniert und damit allesamt für Fahrzeuge wie im Bild befahrbar.

Foto: Fritz Frutig



**Abb 2** Die vom BAFU definierte Mindestbreite einer Waldstrasse beträgt 3 m und die Strasse soll mindestens für Fahrzeuggespanne von 28–32 t befahrbar sein. Foto: Paul Rienh



**Abb 3** Gut ausgebaute Waldstrassen im Mittelland sind auf Fahrzeuggespanne ab 40 t Gesamtgewicht (in der Regel 5 Achsen) dimensioniert und haben eine Breite von 3.5 m und mehr. Foto: Paul Rienh

Waldnutzung und Holzernte befragt (Keller 2013b). Alle neun Jahre wird im Rahmen der Umfrage auch die Walderschliessung als Vollerhebung nachgeführt (vgl. dazu Müller et al 2016, dieses Heft) letztmals in den Jahren 2013/2014.

Zur Erhaltung der Datenreihe sind die Kriterien für die Erfassung einer Waldstrasse im LFI seit 1983 unverändert: Die Strasse muss eine Mindestbreite von 2.5 m aufweisen, der Oberbau muss auf Fahrzeuge mit einer Achslast von 10 t ausgelegt sein und diesen Standard aktuell auch erfüllen (Keller 2013b; Abbildung 1). Als weitere Charakteristik wird auch der Belagstyp erfasst. Für die Berechnung von Veränderungen wird festgehalten, welche Strassenabschnitte neu gebaut oder zurückgebaut wurden.

Um aktuellen Informationsbedürfnissen gerecht zu werden, wurden im Rahmen der Erschliessungserhebung 2013/2014 für Strassen ab einer Breite von 3 m und einer Befahrbarkeit für Fahrzeuge ab 26 t Gesamtgewicht zusätzliche Attribute zur Strassenbreite, zur Befahrbarkeit (Fahrzeugtyp, Tonnage) und zu Hindernissen erhoben (Keller 2013b). Unterschieden wurde in zwei Breiteklassen (3.0–3.4 m,  $\geq 3.5$  m) und drei Fahrzeugtypen beziehungsweise Gewichtsklassen ( $\geq 26$  t,  $\geq 28$ –32 t,  $\geq 40$ –44 t; Abbildungen 2 und 3; Müller et al 2016, dieses Heft). Dabei wurden erstmals auch die wichtigsten Verbindungsstrassen zwischen dem Wald und dem übergeordneten Strassennetz (z.B. Haupt- und Kantonsstrassen) erfasst. Für Sackgassen im Wald wurde zudem vermerkt, ob für Lastwagenspanne eine Wendemöglichkeit besteht. Hindernisse (Unterdimensionierung, behördliche Einschränkung) wurden in zwei Klassen als Abschnitte eingetragen. Die Attributierung basierte ausschliesslich auf den gutachtlichen Einschätzungen der Revierförster. Messungen wurden keine durchgeführt.

Für die vorliegende erste Analyse blieben die Hindernisse ausser Acht, d.h., Strassenabschnitte hinter einem Hindernis wurden nicht «deklassiert».

Neben den Stichprobedaten und den GIS-Daten zur Walderschliessung werden im LFI weitere flächendeckende, georeferenzierte räumliche Daten verwendet. Hierzu gehören Datensätze zu den Waldfunktionen wie der Schutzwaldperimeter gemäss Ausscheidung «SilvaProtect» (Losey & Wehrli 2013) oder die Perimeter der Waldreservate (BAFU 2014). Andere flächendeckende LFI-Datenquellen sind das Vegetationshöhenmodell (Ginzler & Hobi 2015) sowie die darauf basierende Waldmaske (Waser et al 2015). Diese Datensätze dienen der kleinräumigen Analyse der Biomasse oder der Waldstrukturen (Lücken, Dichte, Höhen) und zur Festlegung von Waldflächen und Waldrändern (Ginzler & Hobi 2016, dieses Heft). Weitere flächige Datensätze sind auch die digitalen Landeskarten des Bundesamts für Landestopografie (swisstopo; 2006, 2012), die ebenfalls Bezugsflächen und Waldränder zur Berechnung der Walderschliessung enthalten.

#### Berechnung von Strassenlänge und -dichte

Für die Berechnung der Länge und der Dichte von Waldstrassen werden im LFI alle Strassen innerhalb des Waldes mit dem Zählerfaktor 1 gewichtet (1 km Strasse bleibt 1 km Strasse). Zum Wald zählen dabei auch aufgelöste Bestockungen bis zu einem Deckungsgrad von 20% gemäss LFI-Walddefinition (Zingg & Bachofen 1988), nicht aber Gebüschwald. Strassen am Waldrand werden mit 0.5 gewichtet, und erfasste Strassen ausserhalb des Waldes (im freien Feld) werden mit 0 gewichtet beziehungsweise nicht eingerechnet. Seit der zweiten Erhebung (1993/1995) werden die Strassen digitalisiert und im GIS ausgewertet (Hägeli & Zinggeler 1996).

Die Waldstrassenlänge ist unmittelbar abhängig vom zugrundeliegenden massgebenden Waldperimeter (Waldfläche, Waldrand). Bis anhin wurden die Waldsignaturen aus der Landeskarte 1:25 000 von swisstopo benutzt. Im Rahmen von Arbeiten zur Qualitätssicherung des LFI wurde die Konsistenz der bisherigen Lagebestimmung (Nichtwald, Wald,

Bezugssystem	Ausgabe/ Stand	Waldfläche (ha)	Strassenlänge (km)
VECTOR25	2006	1 106 515	29 148
swisTLM <sup>3D</sup>	2012	1 108 396	28 896
Waldmaske	21.9.2015	1 294 046	30 297
LFI4	2013	1 239 008	–

**Tab 1** Waldflächen (ohne Gebüschwald) und Länge der Waldstrassen ab 2.5 m Breite, ausgelegt auf 10 t Achslast (LFI-Zeitreihe). Stand 2013 nach Bezugssystem des Waldperimeters.

Waldrand, aufgelöste Bestockung) überprüft. Aus der Überprüfung wurde geschlossen, dass im Bereich der aufgelösten Bestockungen auf der Basis der Landeskarten keine konsistente Datenreihe besteht. Anhand der Signaturen kann vielfach nicht reproduzierbar entschieden werden, ob eine Strasse in einer aufgelösten Bestockung oder im (mit Einzelbäumen bestockten) Nichtwald liegt. Zeitreihenanalysen sollten sich folglich auf die Signatur «geschlossener Wald» zum Zeitpunkt der ersten Vergleichserhebung beschränken.

Vergleiche der Landeskarte mit dem LFI zeigen aber auch, dass die Waldfläche ohne Gebüschwald im topografischen Landschaftsmodell von swisstopo (swisTLM<sup>3D</sup>) fast 11% kleiner ist als jene des LFI (Tabelle 1). Die LFI-Waldmaske (Waser et al 2015), die aus dem Vegetationshöhenmodell (Ginzer & Hobi 2015) berechnet wird, ergibt dagegen eine Waldfläche, die zwar etwas grösser ist als jene des LFI, aber die Differenz beträgt nur gut 4%. Aus diesen Gründen wurde entschieden, bei der Datenanalyse eine Methodenänderung vorzunehmen. Wie im vorliegenden Beitrag wird wohl auch künftig beim LFI der Perimeter der LFI-Waldmaske für Auswertungen der Waldstrassen verwendet. Die LFI-Waldmaske wird weiter optimiert, um die aktuelle Überschätzung der Waldfläche gegenüber dem LFI zu reduzieren. Mit dieser Methodenänderung erfolgt neu auch die Zuordnung der Waldrandstrassen automatisch: Alle Strassen, die in einem Puffer von je 10 m innerhalb oder ausserhalb des Waldperimeters liegen, gelten als Waldrandstrassen. Durch dieses Verfahren ist die Basis für eine objektive, reproduzierbare Ausscheidung der Wald(rand)strassen gelegt.

Nicht betroffen von der Wahl des Waldperimeters sind Variablen zur Walderschliessung, die sich auf Stichprobenpunkte beziehen. Die Horizontaldistanz (Transportentfernung) und die Schrägdistanz von der Probefläche zur nächsten Strasse sind, wie auch die Rückedistanz, zentrale Grössen zur Beurteilung der Walderschliessung.

Die absoluten Strassenlängen (m, km) werden beim LFI direkt mit dem GIS berechnet unter Verwendung der Waldflächenperimeter von swisstopo oder der LFI-Waldmaske. Die Strassendichten (m/ha) werden dagegen bezogen auf die LFI-Waldprobeflächen ermittelt. Dabei wird seit dem zweiten LFI

im GIS für jede Probefläche eine Umgebung von 500 × 500 m (25 ha) betrachtet. Für dieses Quadrat wird die Strassenlänge berechnet und durch die entsprechende Waldfläche geteilt. Dadurch resultiert für jede Waldprobefläche eine Strassendichte. Diese findet Eingang in die statistische LFI-Software NAFIDAS (Speich 2010; Traub et al, in Vorbereitung<sup>1</sup>).

### Herleitung des Erschliessungsgrades

Eine optimale Walderschliessung ist im Wesentlichen abhängig von natürlichen (Topografie, Bodentragfähigkeit, Standortgüte, Schäden am Ökosystem), technischen (Holzernterverfahren), ökonomischen (Aufwand/Ertrag) und sozioökonomischen Aspekten (Waldfunktionen, Arbeitssicherheit). Da viele dieser Aspekte einem dauernden Wandel unterworfen sind, besitzen Aussagen zur optimalen Walderschliessung immer nur eine zeitlich begrenzte Gültigkeit.

### Natürliche Gegebenheiten

Wir gehen davon aus, dass grundsätzlich der gesamte Schweizer Wald genutzt werden kann, mit Ausnahme festgelegter Schutzgebiete (Naturwaldreservate). Rund 3.3% der LFI-Waldprobeflächen sind jedoch unzugänglich, d.h. ohne Sicherungsmassnahmen nicht begehbar. Weitere 5.3% sind Gebüschwald, der wenig Ertrag liefert und international nicht zum Wald zählt. Die Analysen zum Erschliessungsgrad beschränken sich deshalb auf den zugänglichen Wald ohne Gebüschwald und Naturwaldreservate. Je grösser der nachhaltige Holzzuwachs an einem Standort ist, desto eher lohnen sich langfristige Investitionen. Für die Beurteilung des potenziellen nachhaltigen Zuwachses an einem Standort wird die Gesamtwuchsleistung (Keller 1978) verwendet und in vier Standortgüteklassen aufgeteilt.

### Technische Aspekte

Je nach Topografie kommen bodengestützte (bis rund 40% Neigung; Fahrzeuge) oder seiltragwerk- (Seilkran) und luftgestützte (Helikopter) Holzernterverfahren zu Anwendung. Die optimale Erschliessung hat sich dabei am Stand der neuesten, effizienten und umweltverträglichen Technologien auszurichten. An die Stelle herkömmlicher Holzernterverfahren (Motorsäge und Schlepper) treten vermehrt vollmechanisierte (Harvester und Forwarder), und der konventionelle Seilkran wird auf kürzeren Rückedistanzen abgelöst durch den Mobilseilkran. Zunehmend kommen auch Forwarder und Harvester mit Traktionshilfswinden zum Einsatz.

<sup>1</sup> TRAUB B, MEILE R, SPEICH S, RÖSLER E (in Vorbereitung)  
NAFIDAS – The National Forest Inventory Data Analysis System of the Swiss NFI.

Strassen	Belag	Schutzwald	Übriger Wald	Gesamter Wald
		(km/Jahr)	(km/Jahr)	(km/Jahr)
Neubau	Natur	10.1	13.4	23.6
	Asphalt	1.3	0.4	1.7
	Beton	0.5	0.2	0.7
	Gesamt	12.0	14.0	26.0
Ausbau	Natur	10.9	15.8	26.7
	Asphalt	1.6	0.8	2.4
	Beton	0.7	0.4	1.1
	Gesamt	13.3	17.0	30.3
Rückbau	Gesamt	0.1	1.2	1.3
Auflassung	Gesamt	5.4	14.4	19.8
Sanierungsfall	Gesamt	10.0	6.7	16.7

**Tab 2** Veränderung des Bestands an Waldstrassen ab 2.5 m Breite, ausgelegt auf 10 t Achslast (LFI-Zeitreihe) zwischen 2006 und 2013 bezogen auf die LFI-Waldmaske (Wald ohne Gebüschwald).

Belag	Schutzwald		Übriger Wald		Gesamter Wald	
	km	%	km	%	km	%
Natur	5487	66	18094	82	23580	78
Asphalt	2714	33	3688	17	6402	21
Beton	82	1	232	1	314	1
Gesamt	8284	100	22013	100	30297	100

**Tab 3** Bestand an Waldstrassen ab 2.5 m Breite, ausgelegt auf 10 t Achslast (LFI-Zeitreihe) nach Belagstyp. Stand 2013 bezogen auf die LFI-Waldmaske (Wald ohne Gebüschwald).

Mangels Modellen zur Herleitung der optimalen Erschliessung werden für die vorliegende Ermittlung des Erschliessungsgrades die derzeit lokal praktizierten Ernteverfahren betrachtet und in die zwei Gruppen bodengestützte sowie seiltragwerk- und helikoptergestützte Verfahren zusammengefasst. Im befahrbaren flachen Gelände liegt die wirtschaftlich optimale Erschliessung für Schlepper und Forwarder zwischen 10 und 40 m/ha (Heinimann 2010). Daraus ergeben sich theoretische Strassenabstände von 250 bis 1000 m beziehungsweise Transportentfernungen von 125 bis 500 m. Wir verwenden diese Werte stark vereinfachend als Grenzwerte für gute und mässige Erschliessung. Die entsprechenden Distanzen im Seilkrangelände sind 500 m und 1500 m (mündliche Mitteilung F. Frutig; Bont 2015<sup>2</sup>). Diese Grenzwerte für eine «mässige» Erschliessung erscheinen nicht unplausibel in Anbetracht der Tatsache, dass gemäss LFI4 in den letzten zehn Jahren beim Rücken mit Schlepper bzw. Forwarder die Rückedistanzen zu 29% bzw. 24% im Bereich von 126 bis 500 m und beim konventionellen Seilkran zu 37% im Bereich von 501 bis 1500 m lagen. Grössere Distanzen kamen bei allen erwähnten Rückemitteln noch zu 5 bis 6% vor.

In der vorliegenden Analyse zum Erschliessungsgrad wurden nur Strassen berücksichtigt, die mindestens 3 m breit und mit einem 4-achsigen Fahrzeug mit einem Gesamtgewicht von mindestens 28–32 t befahrbar sind (Abbildungen 2 und 3).

#### Ökonomische Aspekte

Aus Sicht des Forstbetriebes sollten die Aufwände für den Strassenbau, den Strassenunterhalt und die Holzernte kleiner sein als die Erträge aus dem Holzerlös und den Beiträgen im Schutzwald. Dabei sind die meist schwer monetarisierbaren Vorteile einer guten Erschliessung für die übrigen Waldleistungen nicht einbezogen.

Weil die Ermittlung des erntekostenfreien Erlöses Gegenstand eines laufenden LFI-Projektes ist, werden die ökonomischen Aspekte für die vorliegende Untersuchung ausgeklammert.

#### Sozioökonomische Aspekte

Eine optimale Erschliessungsdichte ist auf die lokale Zielsetzung des Waldmanagements ausgerichtet. Diese übergeordneten gesellschaftlichen Ziele (Waldfunktionen) sind im regionalen Waldentwicklungsplan (WEP) festgehalten und werden auch im LFI erhoben. Vorliegend werden lediglich die Verhältnisse im Schutzwald (hier definiert als LFI-Waldprobenflächen in der schadenrelevanten Prozessfläche gemäss SilvaProtect [Losey & Wehrli 2013]) und im übrigen Wald verglichen.

## Resultate und Diskussion

### Entwicklung und Stand der Walderschliessung

In der Zeit von 2006 bis 2013 wurden jährlich 26 km Waldstrassen (Breite mindestens 2.5 m) neu gebaut und 30 km ausgebaut. Das Verhältnis von Neu- zu Ausbau ist im Schutzwald praktisch gleich wie im übrigen Wald (Tabelle 2). Rund 45% der Neu- und Ausbauten wurden im Schutzwald erstellt, der gemäss LFI 42% der Schweizer Waldfläche ausmacht. Beim Waldstrassenbau der letzten Jahre zeigen sich demnach keine wesentlichen Unterschiede zwischen dem Schutzwald (4.6 m/[ha×Jahr]) und dem übrigen Wald (4.2 m/[ha×Jahr]). Im gleichen Zeitraum wurden demgegenüber jährlich 1.3 km Strassen rückgebaut (zu über 90% ausserhalb des Schutzwaldes) und bei jährlich rund 20 km Strassen wurde der Unterhalt mangels Nutzungsbedarf eingestellt (Auflassung).

Die Groberschliessung im Schweizer Wald besteht derzeit aus rund 30000 km Waldstrassen, die der Definition der LFI-Zeitreihe entsprechen (Ta-

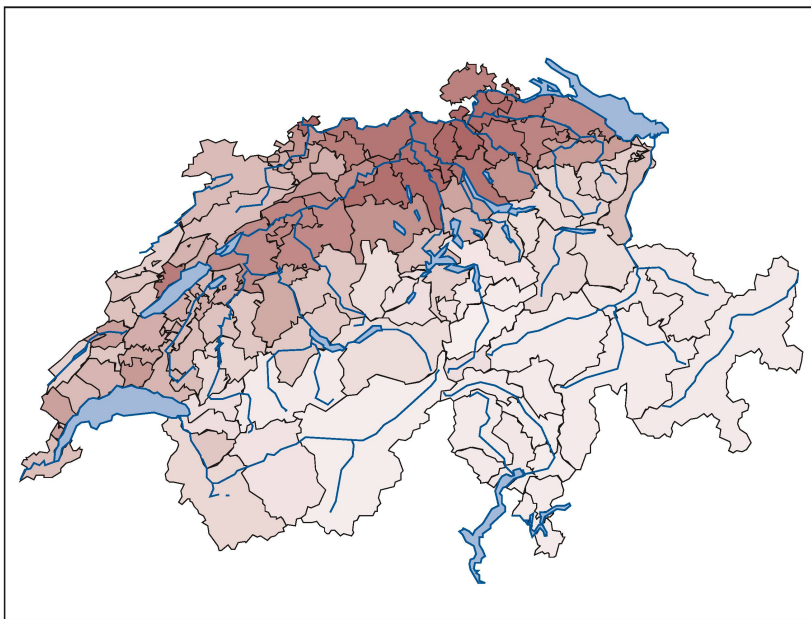
<sup>2</sup> BONT L (2015) Mathematische Modelle für die Analyse und das Überarbeiten von Erschliessungen. Vortrag gehalten am Kurs «Reengineering von Erschliessungsstrassen im Wald» vom 26. Juni 2015 der Fortbildung Wald und Landschaft.

Dimensionierung			Schutzwald		Übriger Wald		Gesamter Wald	
Fahrzeug	Gewicht	Strassenbreite	km	%	km	%	km	%
–	20–25 t	2.5–2.9 m	755	9	895	4	1649	5
3-Achser	26 t	3.0–3.4 m	1798	22	1169	5	2967	10
		≥3.5 m	113	1	52	0	165	1
4-Achser	28–32 t	3.0–3.4 m	1567	19	1833	8	3400	11
		≥3.5 m	153	2	79	0	232	1
5–6-Achser	40–44 t	3.0–3.4 m	3432	41	16505	75	19937	66
		≥3.5 m	466	6	1480	7	1946	6
Gesamt			8284	100	22013	100	30297	100
Breite ≥3 m, Gewicht ≥28–32 t			5618	68	19897	90	5618	84

**Tab 4** Dimensionierung der Waldstrassen. Stand 2013 bezogen auf die LFI-Waldmaske (Wald ohne Gebüschwald).

Lage	Eigentum	Produktionsregion											
		Jura		Mittelland		Voralpen		Alpen		Alpensüdseite		Schweiz	
		m/ha	±	m/ha	±	m/ha	±	m/ha	±	m/ha	±	m/ha	±
Tief-lagen	Öffentlich	48	2	65	2	31	3	12	1	3	1	42	1
	Privat	29	3	48	2	17	2	8	2	4	1	30	1
	Total	44	2	57	1	22	2	11	1	4	1	37	1
Hoch-lagen	Öffentlich	26	2	28	7	15	1	4	0	1	0	8	0
	Privat	9	2	36	21	8	1	3	1	0	.	6	1
	Total	21	2	30	7	12	1	4	0	1	0	7	0
Total	Öffentlich	41	1	63	2	20	1	6	0	1	0	23	1
	Privat	20	2	48	2	12	1	4	1	4	1	19	1
	Total	36	1	57	1	16	1	5	0	2	0	22	0

**Tab 5** Dichte der Waldstrassen ab 3 m Breite und Befahrbarkeit für mindestens 4-achsige Fahrzeuge mit 28–32 t Gesamtgewicht (Mittelwert ± Standardfehler) nach Produktionsregion, Höhenlage und Eigentum, Stand 2013 im zugänglichen Wald ohne Gebüschwald.



**Abb 4** Dichte der Waldstrassen ab 3 m Breite und Befahrbarkeit für mindestens 4-achsige Fahrzeuge mit 28–32 t Gesamtgewicht nach Forstkreisen. Stand 2013 im zugänglichen Wald ohne Gebüschwald. Die Dichte nimmt ab von dunkelrot (Maximum 84 m/ha) bis hellrot (Minimum 0 m/ha).

belle 1). Diese Strassen sind mindestens mit einem 2-Achser von 20 t Gesamtgewicht befahrbar (Abbildung 1). 78% dieser Strassen sind mit Naturbelägen ausgestattet (Tabelle 3). Im Schutzwald, wo die Strassen oft steiler und die Gefahr von Oberflächen-erosion grösser sind, ist der Anteil an Hartbelägen (Asphalt, Beton) mit 34% wesentlich höher als im übrigen Wald (18%).

Von den in der LFI-Zeitreihe erfassten Waldstrassen sind 84% mindestens 3 m breit und für 4-achsige Lastwagen mit 28–32 t Gesamtgewicht gebaut (Tabelle 4, Abbildung 2) und entsprechen damit der aktuellen Definition des BAFU für eine lastwagenbefahrbare Waldstrasse. Rund 72% sind für 5- bis 6-achsige Lastwagen oder Lastwagengespanne von 40 oder 44 t Gesamtgewicht ausgelegt (Abbildung 3). Im Schutzwald sind die Waldstrassen erheblich schwächer dimensioniert als im übrigen Wald. Nur 47% sind mit 40-Tönnern befahrbar gegenüber 82% im übrigen Wald (Tabelle 4). Die Unterschiede dürften hauptsächlich durch die Lage der Schutzwälder begründet sein: Der Bau von Strassen mit grossen Kurvenradien für lange Fahrzeuge ist in steilem Gelände erheblich aufwendiger. Der Anteil an Strassen mit Breiten von mindestens 3.5 m beträgt derzeit erst 8%.

Die Strassendichte ist ein klassisches Mass zur Beschreibung der Walderschliessung. Solche Mittelwerte erlauben zwar keine differenzierte Beurteilung der Erschliessung, generelle Vergleiche zwischen verschiedenen Gebieten sind jedoch möglich. Je nach Forstkreis bewegt sich die Erschliessungsdichte der mindestens 3 m breiten und mit einem 4-Achser von 28–32 t Gesamtgewicht befahrbaren Waldstrassen zwischen 0 m/ha (Uri, Forstkreis 3) und 84 m/ha (Zürich, Forstkreis 6; Abbildung 4). Ebenfalls gross sind die Unterschiede zwischen den Produktionsregionen. Hier reicht die Spannweite von 2 m/ha auf der Alpensüdseite bis 57 m/ha im Mittelland. Im Durchschnitt über die Schweiz beträgt die Erschliessungsdichte 22 m/ha (Tabelle 5). Im Privatwald ist die Erschliessungsdichte mit 19 m/ha tiefer als im öffentlichen Wald (23 m/ha), ebenso ist sie in den Hochlagen (7 m/ha) niedriger als in den Tieflagen (37 m/ha). Im Schutzwald ist die Erschliessungsdichte mit 10 m/ha nur ein Drittel so gross wie im übrigen Wald (31 m/ha; nicht dargestellt). Dies hängt u.a. damit zusammen, dass in den Alpen die Strassen zu einem kleineren Teil auf vierachsige Fahrzeuge ausgelegt sind und der Schutzwald überwiegend im Seilkrangelände steht, was eine geringere Basiserschliessung erfordert.

### Erschliessungsgrad

Basierend auf den derzeit praktizierten Holzernteverfahren ist fast die Hälfte (46%) des nutzbaren Waldes in der Schweiz gut mit Strassen für Fahrzeuge ab 28–32 t Gesamtgewicht erschlossen

(Tabelle 6). Weitere 29% haben eine mässige Erschliessung, die eine effiziente Holzernte nur bedingt ermöglicht. Ein Viertel (25%) der nutzbaren Waldfläche, 285 000 ha, ist schlecht oder gar nicht erschlossen. Nach Ausschluss von Standorten mit geringer Standortgüte, wo der Gesamalterszuwachs für Fichte bei durchschnittlich  $2 \text{ m}^3/(\text{ha}\times\text{Jahr})$  liegt, sind immer noch 225 000 ha schlecht oder gar nicht erschlossen.

Im Wäldern, wo heute seilkran- und helikoptergestützte Ernteverfahren zum Einsatz kommen, ist der Erschliessungsgrad im Schutzwald etwa gleich wie im übrigen Wald (Tabelle 6), in den Regionen Voralpen und Alpen etwas besser (nicht dargestellt). Dort, wo bodengestützte Ernteverfahren angewendet werden, sind bei schweizweiter Betrachtung die Erschliessungsverhältnisse im Schutzwald schlechter als im übrigen Wald (Tabelle 6). Bei einer differenzierten Betrachtung nach Produktionsregionen zeigt sich aber, dass die Schutzwälder in allen Regionen, ausser im Mittelland, besser erschlossen sind

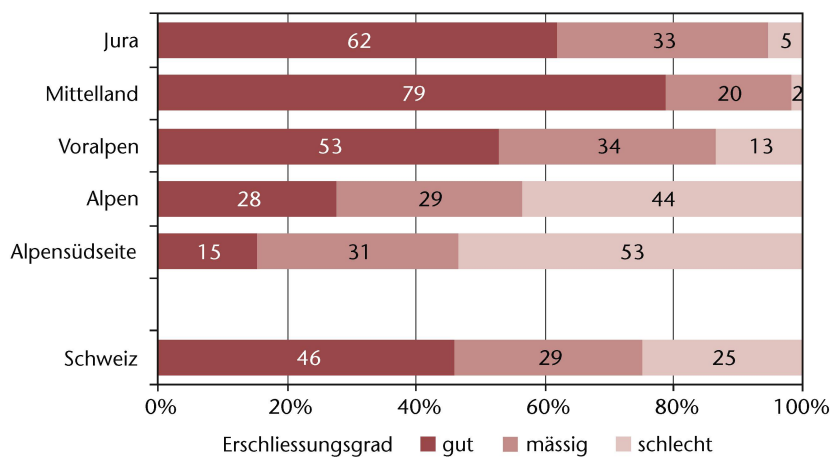
als der übrige Wald. Generell am besten erschlossen sind die Wälder im Mittelland (Abbildung 5). Hier weisen 79% der Wälder einen guten Erschliessungsgrad auf und lediglich 2% sind schlecht oder nicht erschlossen. Auch die Produktionsregionen Jura (5%) und Voralpen (13%) haben kleine Anteile an schlecht oder nicht erschlossenen Wäldern, in den Alpen sind es dagegen 44%. Auf der Alpensüdseite sind gar 53% schlecht oder nicht erschlossen. Die schlecht oder nicht erschlossenen Gebiete entfallen zu 57% auf die Alpen, zu 28% auf die Alpensüdseite und zu 10% auf die Voralpen.

## Folgerungen und Ausblick

Nach umfangreichen Neubauten in den 1960er- bis 1980er-Jahren hat der Waldstrassenbau in der Schweiz sukzessive abgenommen. Strassenbauten sind heute bereits etwas häufiger als Neubauten. Viele der Strassen sind, bei einem angenom-

Bodengestützte Holzernteverfahren												
	Schutzwald				Übriger Wald				Gesamter Wald			
	Schrägdistanz zur Strasse				Schrägdistanz zur Strasse				Schrägdistanz zur Strasse			
	≤125 m	126–500 m	>500 m	Gesamt	≤125 m	126–500 m	>500 m	Gesamt	≤125 m	126–500 m	>500 m	Gesamt
<b>Standortgüte (1000 ha)</b>												
Gering	8	4	3	15.0	12	12	6	30	20	16	9	45
Mässig	11	10	28	48.7	20	24	29	73	31	34	57	122
Gut	36	23	16	75.0	86	46	19	151	122	69	35	226
Sehr gut	15	8	3	26.2	168	42	5	215	183	50	8	242
Total	69	45	50	164.8	286	124	59	469	355	169	110	633
<b>Erschliessungsgrad (%)</b>												
	42	28	30	100	61	26	13	100	56	27	17	100
Seiltragwerk- und helikoptergestützte Holzernteverfahren												
	Schutzwald				Übriger Wald				Gesamter Wald			
	Schrägdistanz zur Strasse				Schrägdistanz zur Strasse				Schrägdistanz zur Strasse			
	≤500 m	501–1500 m	>1500 m	Gesamt	≤500 m	501–1500 m	>1500 m	Gesamt	≤500 m	501–1500 m	>1500 m	Gesamt
<b>Standortgüte (1000 ha)</b>												
Gering	13	20	24	58	11	18	26	55	25	39	50	113
Mässig	46	48	72	166	19	27	28	74	65	75	100	240
Gut	52	37	20	108	18	11	5	34	70	47	25	142
Sehr gut	6	1	1	8	6	0	0	7	13	1	1	15
Total	116	106	117	339	55	56	59	170	172	162	176	509
<b>Erschliessungsgrad (%)</b>												
	34	31	35	100	33	33	34	100	34	32	34	100
Gesamtbilanz Erschliessungsgrad aus boden-, seiltragwerk- und helikoptergestützten Holzernteverfahren												
Waldfläche	Schutzwald				Übriger Wald				Gesamter Wald			
	Gut	Mässig	Schlecht	Gesamt	Gut	Mässig	Schlecht	Gesamt	Gut	Mässig	Schlecht	Gesamt
In 1000 ha	186	151	167	504	341	180	118	639	527	331	285	1143
Anteil (%)	37	30	33	100	53	28	19	100	46	29	25	100

**Tab 6** Waldfläche nach Waldfunktion, Schrägdistanz zur nächsten Strasse und Standortgüte (1000 ha) sowie Erschliessungsgrad (%) in Abhängigkeit der heute lokal praktierten Holzernteverfahren und der entsprechenden optimalen und maximalen Schrägdistanzen. Stand 2013, zugänglicher Wald ohne Gebüschwald und Naturwaldreservate, Strassen ab 3 m Breite und Befahrbarkeit für 4-achsige Fahrzeuge mit Gesamtgewicht von mindestens 28–32 t.



**Abb 5** Waldfläche nach Erschliessungsgrad mit Waldstrassen ab 3 m Breite und Befahrbarkeit für 4-achsige Fahrzeuge mit Gesamtgewicht von mindestens 28–32 t, nach Produktionsregion. Stand 2013, zugänglicher Wald ohne Gebüschwald und Naturwaldreservate.

menen Lebenszyklus von 40 bis 50 Jahren, in einem Alter und zumindest theoretisch in einem Zustand, in dem sie grundlegend saniert werden müssten. Diese Umstände sind Anzeichen für einen zunehmenden Bedarf an einem Reengineering des Strassennetzes. Zwar entsprechen 84% der im LFI erfassten Waldstrassen der heutigen Definition einer lastwagenbefahrbaren Strasse gemäss BAFU (Abteilung Wald; mindestens 3 m breit, für 4-achsige Fahrzeuge mit 28–32 t Gesamtgewicht befahrbar). Doch gelten 25% der Waldfläche, gemessen an diesem Strassentyp und den heute praktizierten Ernteverfahren, als schlecht oder nicht erschlossen. Diese Gebiete liegen zu 85% in den Alpen und auf der Alpensüdseite, wo folglich das grösste Potenzial für ein Reengineering vermutet wird. Entsprechend ist auch im Schutzwald das Potenzial grösser als im übrigen Wald. Würde man den Ausbaustandard auf eine Befahrbarkeit mit 5- bis 6-achsigen Fahrzeugen mit 40–44 t Gesamtgewicht auslegen, dann würde dieser Standard von annähernd drei Vierteln derjenigen Strassen erreicht, die heute die BAFU-Waldstrassendefinition erfüllen.

Für differenzierte Diskussionen zur Walderschliessung in der Schweiz ist es notwendig, dass eine einheitliche Wald- und Waldstrassendefinition verwendet wird. Mit dem LFI wurde vor 30 Jahren eine Basis gelegt, die heute landesweite Aussagen zum Stand und zur Entwicklung der Walderschliessung ermöglicht. Dank der Erhebung von zusätzlichen Attributen zur Dimensionierung der Waldstrassen im Rahmen der Revierförsterbefragung der Jahre 2013/2014 und den umfassenden Walddaten kann das LFI der Praxis und der Forschung Grundlagen für vertiefte regionale oder nationale Analysen liefern.

Sobald die im LFI erfassten Strassendaten zu einem digitalen Netzwerk aufbereitet sind, lässt sich auch abschätzen, wie gross das Problem von Hindernissen und Engpässen (Dorfdurchfahrten, Brücken-

tragfähigkeiten) ist. Dieses Problem sowie der Bedarf für ein Waldstrassenreengineering sind auf nationaler Ebene noch kaum untersucht. Im LFI wurde deshalb ein Projekt gestartet, bei dem Modelle entwickelt werden, mit denen unter den natürlichen Gegebenheiten und den jeweiligen Bewirtschaftungszielen (Waldfunktionen) die optimalen Ernteverfahren und das dazu erforderliche Waldstrassennetz regional und nach Möglichkeit auch national ermittelt werden können. Aus dem Vergleich mit der heutigen Situation wird sich dann der potenzielle Handlungsbedarf ableiten lassen.

*Eingereicht: 19. Oktober 2015, akzeptiert (mit Review): 24. März 2016*

## Dank

Wir danken Bruno Rösli (BAFU) für die kritische Prüfung des Manuskriptes und Fritz Frutig (WSL) für die zahlreichen fachlichen Hinweise zur Beurteilung der aktuellen Erschliessung.

## Literatur

- BAFU (2014) Waldreservate in der Schweiz. Bericht über den Stand Ende 2012. Bern: Bundesamt Umwelt. 25 p.
- BAFU, EDITOR (2013) Waldpolitik 2020. Visionen, Ziele und Massnahmen für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Schweizer Waldes. Bern: Bundesamt Umwelt. 66 p.
- BRÄNDLI UB, ULMER U (2001) Recreational function. In: Brassel P, Lischke H, editors. Swiss National Forest Inventory: Methods and models of the second assessment. Birmensdorf: Swiss Federal Research Institute WSL. pp. 254–264.
- BRÄNDLI UB, EDITOR (2010) Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anstalt WSL. 312 p.
- CIOLDI F, BALTENSWEILER A, BRÄNDLI UB, DUC P, GINZLER C ET AL (2010) Walddressourcen. In: Brändli UB, editor. Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anstalt WSL. pp. 31–113.
- EAFV, BFL (1988) Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Erstaufnahme 1982–1986. Birmensdorf: Eidgenöss. Anst. forstl. Vers.wes, Ber 305. 375 p.
- FISCHER C, CAMIN P (2013) Umfrage und Erschliessungserhebung im LFI4. Infobl. Arbeitsgr. Waldplan -manage (2): 6–8.
- GINZLER C, HOBI ML (2016) Das aktuelle Vegetationshöhenmodell der Schweiz: spezifische Anwendungen im Waldbereich. Schweiz Z Forstwes 167: 128–135. doi: 10.3188/szf.2016.0128
- GINZLER C, HOBI ML (2015) Countrywide stereo-image matching for updating digital surface models in the framework of the Swiss National Forest Inventory. Remote Sens 7: 4343–4370.
- GINZLER C, BÄRTSCHI H, BEDOLLA A, BRASSEL P, HÄGELI M ET AL (2005) Luftbildinterpretation LFI3. Interpretationsanleitung zum dritten Landesforstinventar. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anstalt WSL. 85 p.
- HÄGELI M, ZINGGELER J (1996) Digitalisierung der lastwagenbefahrbaren Waldstrassen im zweiten Landesforstinventar. Vermess. Photogramm. Kult.tech 94: 225–229.
- HEINIMANN HR (2015) 40-Töner auf Waldstrassen. Wahrnehmung und Wirklichkeit. Wald Holz 96 (9): 35–38.
- HEINIMANN HR (2010) 701-0005-00 Erschliessungs- und Erntesysteme der Landnutzung. Zürich: ETH Zürich, Professur forstliches Ingenieurwesen, Vorlesungsskripten. 103 p.

- KELLER M, EDITOR (2013A)** Schweizerisches Landesforstinventar. Feldaufnahme-Anleitung 2013. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anstalt WSL. 214 p.
- KELLER M, EDITOR (2013B)** Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Umfrage- und Erschliessungserhebung 2013. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anstalt WSL. 40 p.
- KELLER W (1978)** Einfacher ertragskundlicher Bonitätsschlüssel für Waldbestände in der Schweiz. Mitt Eidgenöss. Forsch.anst Wald Schnee Landsch 54 (1): 3–98.
- LOSEY S, WEHRLI A (2013)** Schutzwald in der Schweiz. Vom Projekt SilvaProtect-CH zum harmonisierten Schutzwald. Bern: Bundesamt Umwelt. 29 p.
- MÜLLER K, FRAEFEL M, CIOLDI F, CAMIN P, FISCHER C (2016)** Der Datensatz «Walderschliessungsstrassen 2013» des Schweizerischen Landesforstinventars. Schweiz Z Forstwes 167: 136–142. doi: 10.3188/szf.2016.0136
- PRO NATURA (2004)** Standpunkt Wald. Basel: Pro Natura. 14 p.
- SPEICH S (2010)** Ergebnisse im Internet. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anstalt WSL, LFI info 12: 1–4.
- WASER LT, FISCHER C, WANG Z, GINZLER C (2015)** Wall-to-wall forest mapping based on digital surface models from image-based point clouds and a NFI forest definition. Forests 6: 4510–4528.
- ZINGG A, BACHOFEN H (1988)** Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Erstaufnahmen 1982–1986. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anst WSL, Ber 304. 134 p.
- ZINGGELER J, PASCHEDAG I, ULMER U (1999)** Erschliessung und Bewirtschaftung. In: Brassel P, Brändli UB, editors. Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993–1995. Bern: Haupt. pp. 233–253.

## Quellen

- Bundesamt für Landestopografie swisstopo. VECTOR25. Das digitale Landschaftsmodell der Schweiz, Stand 2006.
- Bundesamt für Landestopografie swisstopo. Topografisches Landschaftsmodell swissTLM<sup>3D</sup>, Version 1.1, Ausgabe 2012.

## Etat de la desserte forestière accessible aux poids lourds en Suisse

En raison du développement technologique et de la situation actuelle de l'exploitation des forêts et du bois, la question d'un accès optimal aux forêts est revenue au premier plan. L'Inventaire forestier national suisse (IFN) collecte périodiquement depuis plus de 30 ans l'état et les évolutions du réseau de routes forestières. Les caractéristiques de viabilité selon les types de poids lourds ont été recueillies pour la première fois au cours de l'IFN4 en 2013/2014. Ceci permet des analyses différenciées sur l'état de la desserte des forêts. De 1985 à 1995, 280 km de nouvelles routes ont été construits chaque année, alors que de 2006 à 2013 ce ne sont plus que 26 km (12 km en forêts de protection, 14 km dans les autres forêts). La rénovation des routes (reengineering) a par contre augmenté pour atteindre actuellement 30 km par an. Les routes forestières présentes dans l'IFN sont à 84% accessibles aux véhicules à quatre essieux de 28 à 32 tonnes de poids total, tandis que 72% sont dimensionnées pour des semi-remorques à cinq ou six essieux de 40 ou 44 tonnes de poids total. Dans les forêts de protection, leur proportion est bien plus faible que dans les autres forêts. La densité de routes pour les véhicules de 28 à 32 tonnes s'élève en moyenne pour la Suisse à 22 m/ha, mais varie fortement régionalement (plage de 2–57 m/ha pour les régions de production, respectivement 0–84 m/ha pour les arrondissements forestiers). En se référant aux procédures d'exploitation pratiquées aujourd'hui localement et aux distances de transport optimales et maximales, on peut dire que 46% de la surface forestière utile suisse est bien desservie, 29% moyennement et 25% mal ou pas du tout desservie. La proportion de forêts mal ou pas du tout desservie est la plus haute dans les Alpes (44%) et sur le versant sud des Alpes (53%). Dans les Préalpes, cette proportion se monte à 13%, dans le Jura à 5% et sur le Plateau à 2%. Une étude de l'Institut fédéral de recherches WSL se penche actuellement sur l'ampleur des besoins en viabilisation en liaison avec le mode d'exploitation optimal.

## Status of the forest transportation system in Switzerland with regard to roads for trucks

Questions concerning the best possible forest transportation system have once again grown in significance as a result of technological developments and the current situation in the forestry and timber industry. For more than 30 years, the Swiss National Forest Inventory (NFI) has periodically recorded the condition of and changes to the forest road network. NFI4 first incorporated attributes for trafficability according to types of truck in 2013/2014, thus making possible to conduct differentiated analyses of the status of the forest transportation system. Between 1985 and 1995, 280 kilometres of new forest roads were laid every year, while only 26 kilometres of road were laid per year from 2006 to 2013 (12 km in protection forests, 14 km in other forests). In contrast, road redevelopment (reengineering) has increased, with 30 kilometres of road currently being redeveloped every year. 84% of the forest roads included in the NFI can be accessed by four-axle trucks weighing 28 to 32 tonnes in total, while 72% are suitable for five- and six-axle truck sets with a total weight of 40 to 44 tonnes. There are considerably fewer of these roads in protection forests than in other forests. The road density in Switzerland for 28- to 32-tonne trucks totals on average 22 metres/hectare, though this varies widely from region to region (ranging from 2 to 57 metres/hectare in production regions and from 0 to 84 metres/hectare in forested areas). Based on harvesting methods currently applied at local level and the corresponding optimum and maximum transport distances, 46% of useable forested areas in Switzerland is good, 29% is moderately good, and 25% is poor or undeveloped. The percentage of poor or undeveloped forests is highest in the Alps (44%) and the south side of the Alps (53%). In the Alpine foothills the percentage of poor or undeveloped forests is 13%, in the Jura Mountains 5% and on the Plateau 2%. A current study of the Swiss Federal Institute WSL is striving to determine the potential scale of the need for transportation systems in the future upon application of the best harvesting methods.