

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 132 (1981)

Heft: 8

Artikel: Unterhalt von Wald- und Güterstrassen : Bedeutung, Systematik, Planung und Ausführung

Autor: Hirt, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-764437>

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: 03.05.2026

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

Unterhalt von Wald- und Güterstrassen: Bedeutung, Systematik, Planung und Ausführung

Von *R. Hirt*

Oxf.: 383.4

(Aus dem Institut für Wald- und Holzforschung der ETH Zürich,
Fachbereich Forstliches Ingenieurwesen)

1. Bedeutung des Unterhalts

Strassen als oberflächennahe Bauwerke sind in ganz besonderem Mass der witterungs- und gebrauchsbewingten Abnutzung unterworfen, welche zu einem Substanzverlust und/oder zu einer Minderung der ursprünglichen Qualität des Bauwerkes führt. Auf die Erstellung der Strasse folgt deshalb zwangsläufig der Strassenunterhalt, welcher gemäss der OECD-Dokumentation wie folgt definiert werden kann:

«Der Strassenunterhalt umfasst die Gesamtheit aller Arbeiten, die notwendig sind, damit die Strasse und ihre zugehörigen Teile (Banketten, Böschungen, Gräben), Entwässerungsanlagen und Kunstbauten vor progressiver Zerstörung durch die Wirkung des Verkehrs und der Witterung bewahrt werden und somit jederzeit eine sichere Benützung der Strasse mit den üblichen Fahrzeugen gewährleistet ist.»

Die Zielsetzung des Unterhalts enthält also mindestens drei Komponenten:

- die wirtschaftliche Substanzerhaltung
- die Gewährleistung der Verkehrssicherheit, d. h. Schutz der Benutzer vor Unfällen und Gefahren
- die Verhinderung von Schäden an den Fahrzeugen durch Erschütterungen und Schläge infolge ungenügender Ebenflächigkeit

Die Länge des schweizerischen Wald- und Güterstrassennetzes von gegen 60 000 km ergibt eine Strassenfläche von etwa 200 Mio. Quadratmetern, welche jährlich noch um etwa 1 bis 2 % vergrössert wird. Das vorhandene Wald- und Güterstrassennetz repräsentiert — mit heutigen Kosten gerech-

net — eine Investitionssumme von etwa 6 Milliarden Franken, welche zu grossen Teilen von der öffentlichen Hand getragen wurde. Sie hat deshalb in den entsprechenden Gesetzen und Verordnungen (Forstpolizeigesetz, Landwirtschaftsgesetz, Bodenverbesserungsverordnung) die Unterhaltungspflicht festgelegt, so dass der Substanzerhaltung für diese beträchtliche Investition die notwendige Beachtung geschenkt wird. Die jährlichen Unterhaltskosten — als Mittelwert aus laufendem und periodischem Unterhalt — liegen bei den Wald- und Güterstrassen in der Grössenordnung von Fr. 0.70 bis Fr. 1.— pro Laufmeter Strasse (1), was Gesamtkosten von rund 50 Mio. Franken ergibt. Dies entspricht einem jährlichen Aufwand von etwa 1 % des investierten Kapitals oder einem Viertel der Kosten des jährlichen Neubaus volumens. Im Waldgebiet führt dies beispielsweise zu einer jährlichen Belastung von Fr. 20.—/ha oder Fr. 5.—/m³ Nutzung.

Es scheint sich auch der seit den fünfziger Jahren festgestellte Trend weiter fortzusetzen, dass die Bauteuerung und auch die Unterhaltskosten wesentlich stärker ansteigen als die normale Teuerungsrate (Konsumentenpreisindex). Auch künftig ist, bedingt durch verschiedene Faktoren, wie höhere Kosten für Energie, für Bitumenprodukte, für felsgebrochene Zuschlagstoffe, für Transporte (Schwerverkehrssteuer) usw., nicht mit einer gegenläufigen Entwicklung zu rechnen. Die Last der Unterhaltskosten wird für die Strasseneigentümer in zunehmendem Mass drückender, so dass vor allem im finanzschwachen ländlichen Raum viele Wald- und Flurstrassenbesitzer versuchen, ihre Strassen in das Eigentum und die Unterhaltungspflicht der Gemeinde überzuführen.

Der Unterhalt wird also zu einer Daueraufgabe und zu einer dauernden finanziellen Belastung, so dass schon beim Bau der Strassen, insbesondere bei der Erstellung grösserer Strassennetze, der künftige Unterhalt, d. h. der finanzielle und zeitliche Aufwand sowie die Anordnung, Ausführung und Kontrolle des Unterhalts geregelt werden sollten. Es gilt auch, den Strassenbesitzer und die Öffentlichkeit für die Notwendigkeit eines sachgerechten Unterhalts zu sensibilisieren, damit die finanziellen Mittel für die Erhaltung der grossen Investitionswerte bereitgestellt werden. Dies ist aber nur möglich, wenn einigermaßen zusammenhängende und wirtschaftlich erscheinende Modelle für die Dimensionierungs-, Unterhalts- und Erneuerungsstrategie der Strassen vorhanden sind. Zweifellos bestehen vereinzelte Resultate und Ansätze in dieser Richtung (2, 3). Allerdings sind verschiedene Grössen dieser Zusammenhänge vorläufig noch nicht analytisch quantifizierbar, so dass man insbesondere für die Bestimmung des Zeitpunkts notwendiger Unterhaltsaktionen und deren Kosten vorläufig noch auf wenige empirische Angaben angewiesen ist. Laufende Forschungsarbeiten (4) sind diesen Problemstellungen gewidmet und werden zweifellos zur Klärung dieser Zusammenhänge beitragen.

2. Systematik des Unterhalts

Der wesentlichste Teil des Unterhalts bei den Wald- und Güterstrassen umfasst den Unterhalt der eigentlichen Fahrbahn. Eine Schlüsselrolle kommt dabei dem Gebrauchswert der Strasse zu. Dieser ist für Strassen mit schwachem Verkehr eine noch nicht definierte Funktion verschiedener Faktoren, wie z. B. Ebenheit in Längs- und Querrichtung, Ausmass von Riss-, Schad- und Flickstellen, Oberflächenbeschaffenheit usw. Dieser Gebrauchswert wird auch etwa als Befahrbarkeit bezeichnet (2), wobei je nach Bedeutung und Verkehrsbelastung das Anforderungsprofil an die Befahrbarkeit anders anzusetzen ist. Beim Neu- oder Ausbau erhält die Strasse einen bestimmten Befahrbarkeitswert, der durch Abnutzung und Schäden zuerst langsam, dann — vor allem bei vernachlässigtem Unterhalt — progressiv abzusinken beginnt, bis ein unterer Grenzwert erreicht wird. Dann ist ein Ausbau der Strasse zur Wiederherstellung der Befahrbarkeit und Verkehrssicherheit notwendig.

Die Ursachen der gebrauchsbedingten Abnutzung und weiterer Schäden sind bei den Wald- und Güterstrassen die folgenden:

- Verkehr
- Klimatische Bedingungen:
Wasser, Frost, hohe Temperaturen, Schneeräumung
- Holzernte:
Reisten, Rücken, Aufarbeiten
- Land-, alpwirtschaftliche Nutzung:
Ackerbau, Viehtrieb
- Vegetation:
Pflanzeneinwuchs

Diese Ursachen können zu den folgenden drei grundsätzlichen Erscheinungsformen von Schäden führen:

- Verschmutzung mit Bodenmaterial, Blättern, Nadeln, Kot, Urin
- Lokale Beschädigungen, wie Schlaglöcher, Risse, Verdrückungen
- Abnutzung (Abrieb) der Deckschicht
- Strukturelle Zerstörung der Tragschicht

Zum Unterhalt im weiteren Sinn gehört die laufende visuelle Überwachung des Gebrauchszustandes der Strassen. Aufgrund dieser Zustandskontrollen werden bei ungenügender Befahrbarkeit die eigentlichen Unterhaltsaktivitäten ausgelöst, nämlich

- Reinigungsarbeiten
- Reparaturarbeiten (Flick- und Ergänzungsarbeiten)
- Erneuerung der Deckschicht

Von der zeitlichen Abfolge, der Häufigkeit und dem flächenmässigen Umfang her gesehen ist eine Unterteilung in laufenden und periodischen Unterhalt zweckmässig. Diese können etwa wie folgt beschrieben werden:

Der *laufende Unterhalt* bezweckt die dauernde Aufrechterhaltung der Befahrbarkeit und Verkehrssicherheit der Strasse. Er wird nach Bedarf — aber meistens jährlich — durchgeführt. Nebst der Kontrolle und Reinigung umfasst er die rasche Behebung (Reparatur) meist kleinerer Schäden und Schadstellen. Diese treten vorwiegend auf bei Starkregen, bei der Schneeschmelze, bei unsachgemässer Schneeräumung, bei der Holzerei, beim Bestellen der Äcker, bei Viehtrieb, bei starker Reiterei, bei überdurchschnittlicher Verkehrsbelastung (Baustellentransporte, Militär) usw. Diese Schäden, welche durch den laufenden Unterhalt behoben werden, haben ihre Ursache nicht in einer ungenügenden Tragfähigkeit der Strassen, und die Schichten des Strassenaufbaus sind in ihrem strukturellen Bestand nicht gefährdet.

Zustandskontrollen und eventuell notwendige Reinigungen sollten jährlich, insbesondere nach der Schneeschmelze, und bei Bedarf, z. B. nach grossen Niederschlägen, bei übermässiger Verkehrsbelastung usw., durchgeführt werden.

Der *periodische Unterhalt* bezweckt neben der Verbesserung der Befahrbarkeit und Verkehrssicherheit zusätzlich auch die eigentliche Substanzerhaltung des Strassenkörpers. Er umfasst somit den Teilbereich Erneuerung der Deckschicht (Verschleisschicht, Belag). Durch die Abnutzung des Verkehrs und der Niederschläge, durch Alterung und Ausmagerung des Bindemittels wird die Deckschicht mit der Zeit derart abgenützt, dass die darunterliegenden Schichten in ihrem Bestand und ihrer Substanz gefährdet werden.

Durch das Aufbringen einer neuen Verschleisschicht oder das grossflächige Ergänzen der bestehenden Verschleisschicht bzw. Reprofilierung (inkl. einer eventuellen Ergänzung) der wassergebundenen Verschleisschicht werden die Tragschichten in ihrem strukturellen Bestand geschützt.

Die Arbeiten des periodischen Unterhalts umfassen in der Regel die gesamte Strassenoberfläche oder wesentliche Teile davon. Der Unterhaltsturnus ist abhängig von der Art und Dicke der Verschleisschicht sowie von der Intensität der äusseren Faktoren, welche zu ihrer Abnutzung führen.

Im Gesamtkomplex des Baus und Unterhalts sind also zwei Stufen der Unterhaltsaktivitäten auszuscheiden, nämlich die Tätigkeiten zur Erhaltung und die zur Verbesserung der Strassen; diese Arbeiten sind gesetzlich vorgeschrieben, werden aber nicht subventioniert.

Nach Ablauf des Dimensionierungsverkehrs bzw. nach Unterschreitung von Mindestanforderungen an die Befahrbarkeit und Verkehrssicherheit muss der Gebrauchswert der Strasse durch eine Verstärkung wieder hergestellt, d. h. an eine zusätzliche Verkehrsbelastung angepasst werden. Diese Ausbau- und Verstärkungsarbeiten werden, wie auch die Wiederherstellungs-

BEZEICHNUNG	LAUFENDER UNTERHALT	PERIODISCHER UNTERHALT	VERSTÄRKUNG AUSBAU	WIEDERHERSTELLUNG
URSACHEN VON SCHÄDEN	Verkehr Witterung Bewirtschaftung	Verkehr Witterung	Verkehr bes. Schwerverkehr	Elementarereignisse
SCHÄDEN	Verschmutzung kleinfl. Schadstellen (Löcher, Risse)	Abnutzung der Deckschicht	strukturelle Zerstörung Längs-/Querunebenheit	Rutschung Zerstörung
MASSNAHMEN	Kontrolle Reinigung Reparatur	Erneuerung der Deckschicht Reprofilierung (Naturstrasse)	Verstärkung der Tragschicht Belagseinbau	Wiederherstellung
ZIEL	Erhaltung: - Befahrbarkeit - Verkehrssicherheit	Verbesserung: - Befahrbarkeit - Verkehrssicherheit Substanzerhaltung	Wiederherstellung: - Befahrbarkeit - Verkehrssicherheit	Wiederherstellung: - Befahrbarkeit - Verkehrssicherheit
AUSMASS DER MASSNAHMEN	örtlich begrenzt kleinflächlich	grossflächig, meist ganze Fahrbahn	ganze Fahrbahn	Schadenstelle
ZEITPUNKT DER MASSNAHMEN	nach Bedarf mindestens jährlich	periodisch in grösseren Abständen	nach Ablauf des Dimensionierungs- verkehrs	nach dem Ereignis
FINANZIERUNG	Eigentümer	Eigentümer	Eigentümer +Subvention	Eigentümer +Subvention

Tabelle 1. Übersicht über die Unterhalts- und Wiederherstellungsarbeiten.

arbeiten bei Elementarschäden, durch die öffentliche Hand subventioniert. Eine Übersicht zur Begriffsbestimmung der Unterhalts- und Wiederherstellungsarbeiten gibt Tabelle 1. Daraus geht deutlich hervor, dass der laufende und periodische Unterhalt, die Verstärkung bzw. der Ausbau sowie die Wiederherstellung letztlich auf die Befahrbarkeit und Verkehrssicherheit ausgerichtet sind. Die Massnahmen unterscheiden sich aber in ihrem Ausmass, in der Häufigkeit, in der Finanzierung und in der Grösse der entsprechenden Kosten.

3. Planung und Ausführung des Unterhalts

Für die organisatorische und finanzielle Planung, Anordnung und rationelle Ausführung sowie Kontrolle des laufenden und periodischen Unterhalts sollten genügend relevante Daten über den Zustand des bestehenden Strassennetzes in einer Datenbank (Kartei, Übersichtskarte) verfügbar sein. Dabei sind für Wald- und Güterstrassen etwa die folgenden Informationen bedeutsam:

Allgemeine Angaben:	— Eigentümer
	— Strassenname
	— Erstellungsjahr
	— Strassenlänge
	— Strassenfläche
Geometrische Daten:	— Normalprofile
	— Steigungsverhältnisse
Klimadaten:	— Niederschlagsverhältnisse
	— Höhenlage
	— Schneeräumung
Aufbau der Strasse:	— Untergrundsverhältnisse
	— Schichtdicken
	— Materialeigenschaften
Beanspruchung der Strasse:	— Funktion der Strasse
	— Verkehrsverhältnisse
	— Verkehrsregelung
Bisheriger Unterhalt:	— Laufender Unterhalt
	— Periodischer Unterhalt
Kosten:	— Baukosten
	— Unterhaltskosten
	(laufend, periodisch)
Zustandserhebung:	— Daten der visuellen Inspektion
	— Messdaten (Deflektion, M_E -Wert)
Unterhaltsaktivität:	— Anordnung
	— Ausführung
	— Kontrolle der Ausführung

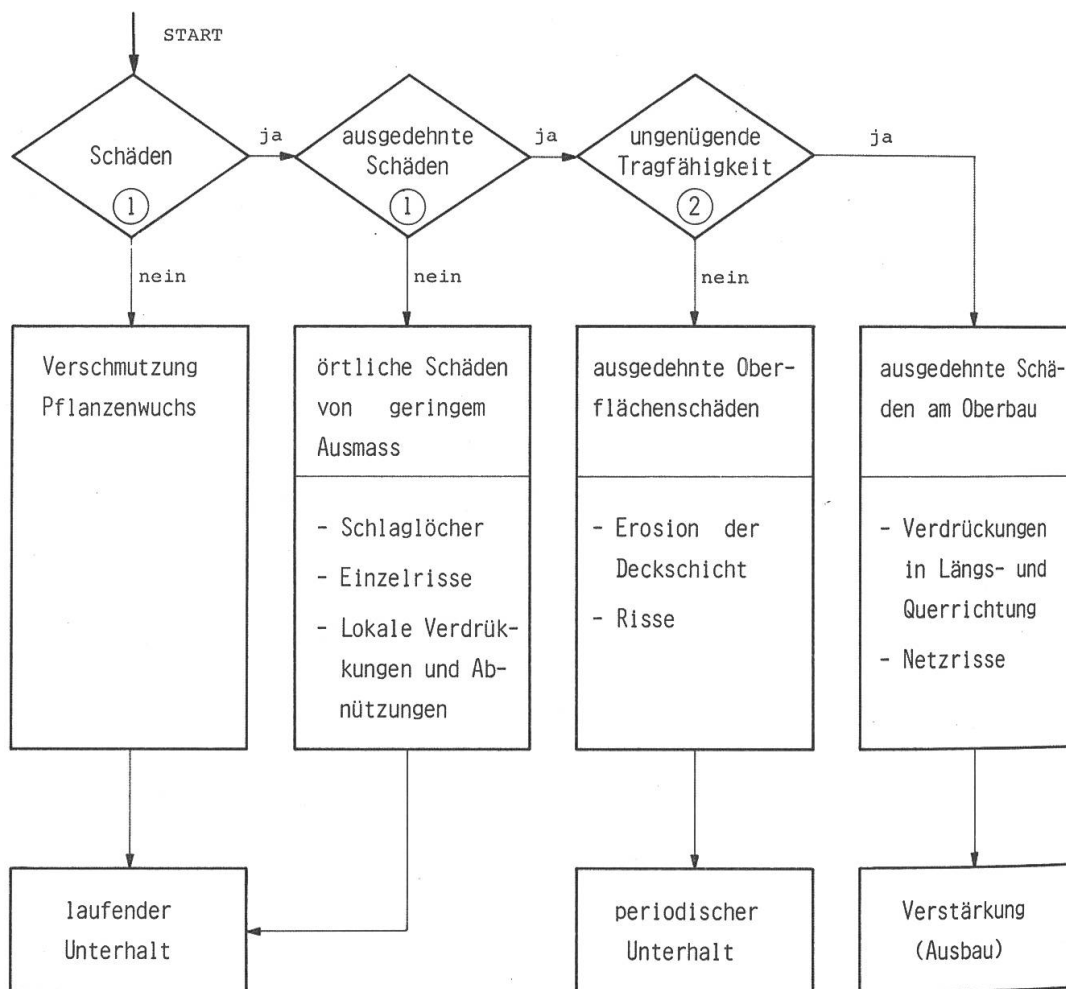
Derartige geordnete Informationen sind sowohl beim übergeordneten Strassennetz als auch bei den Wald- und Güterstrassen nur sehr spärlich verfügbar, weil dem Problem des Unterhalts in Forschung und Praxis bis anhin keine hohe Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Dies mag zu einem Teil davon herrühren, dass das Prestige des Strassenunterhalts im Vergleich zum Strassenneubau als eher niedrig eingestuft wird.

Der laufende Unterhalt, umfassend die Reinigungs- und Reparaturarbeiten, kann in jedem Fall aufgrund einer visuellen Inspektion allein festgelegt werden (Abb. 1). Für die Ausführung der Arbeiten sind nur einfache Geräte und Maschinen notwendig, so dass sie auch mit betriebseigenen Leuten durchgeführt werden können. Es sind auch entsprechende Merkblätter und Normen verfügbar, welche diese Arbeiten gut beschreiben: SAFS-Merkblatt Nr. 610: Unterhalt von Strassen mit einer ton-wassergebundenen Verschleisschicht (Naturstrassen), SN-Normen 640 733—60 735: Reparatur bituminöser Beläge (5, 6).

Für die Festlegung des Zeitpunkts des periodischen Unterhalts kann in vielen Fällen die visuelle Beurteilung des Strassenzustandes allein ausreichen, insbesondere dann, wenn einer Datenbank die wichtigsten Angaben über den Aufbau, die «Verhaltensgeschichte» der Strasse und die Entwicklung der Unterhaltskosten entnommen werden können. Allerdings ermöglicht die visuelle Beurteilung allein nicht immer eine eindeutige Entscheidung, ob bei einem bestimmten Schadenbild und Schadenausmass ein periodischer Unterhalt für die Herstellung der notwendigen Befahrbarkeit ausreicht oder ob dazu eine eigentliche Verstärkung der Strasse notwendig ist. In den Zweifelsfällen kann mit Hilfe von Tragfähigkeitsmessungen eine eindeutige Entscheidung getroffen werden. Die weitestgehenden Erfahrungswerte für diese Beurteilung basieren auf den Deflektionsmessungen mit dem Benkelman-Balken (2). In diesen Fällen wird abgeklärt, ob die vorhandenen Tragfähigkeitswerte (Deflektion, M_E -Wert) noch im zulässigen Bereich liegen. Ein Entscheidungsdiagramm für die Wahl der zweckmässigen Unterhaltsmassnahmen ist in der Abbildung 1 schematisch dargestellt.

Bei den Wald- und Güterstrassen sind folgende Deck- oder Verschleisschichten (bzw. Tragschichten ohne erstmaliges Aufbringen einer Verschleisschicht) üblich.

- Wassergebundene Schichten (Naturstrassen)
- Cutback-Beläge (CB)
- Heissmischtragschichten (HMT A, B, Typ Melioration)
- Oberflächenbehandlungen (OB): 1- bis 2fach
- Schottertränkungen
- Asphaltbeton- bzw. Teerasphaltbeläge (AB, TA)
- Betonbeläge



- ① Beurteilung: visuell
 ② Beurteilung: visuell oder Messung (Deflektion, M_E - Wert)

Abbildung 1. Entscheidungsmodell für die Ausführung des Unterhalts.

Bei den Betonbelägen ist praktisch kein periodischer Unterhalt notwendig. Bei den Naturstrassen besteht der periodische Unterhalt in der Reprofilierung (inkl. eventueller Ergänzung) der vorhandenen Verschleisschicht mittels Grader und Walzen.

Bei allen bituminösen Schichten bietet sich fast nur die einfache OB als periodische Unterhaltmassnahme an. Die dickeren (2—4 cm) Schichten, wie z. B. der Cutback-Belag CB 10, AB 6 oder Sandasphaltbeläge müssen mit dem Fertiger eingebaut werden, was von der Kostenseite her zurzeit kaum mehr praktikabel erscheint.

Bei der Ausführung der OB werden aufgrund der Unterlage die folgenden Typen bezüglich des Bindemittelgehalts unterschieden:

- Typ A auf wassergebundenen Schichten
- Typ B auf offenen bituminösen Unterlagen
- Typ C auf geschlossenen Unterlagen, z. B. HMT

Nach der Ausführungsart wird sodann weiter unterschieden in

- einfache OB
- einfache OB mit zweifachem Abstreuen

Die OB kann im Kaltverfahren mit Bitumenemulsion oder im Heissverfahren mit Teer, Bitumenteer oder Cutback ausgeführt werden. Diese Ausführungsarten sind normiert (SN-Norm 640 410 b und 640 415 b).

4. Ausblick

Die Technik des laufenden und periodischen Unterhalts ist recht gut bekannt und auch normiert. Dagegen ist eine rationelle Planung und Organisation des Unterhalts in den meisten Fällen, sowohl bei den Hauptverkehrsstrassen als auch bei den Wald- und Güterstrassen, kaum gelöst. Dies liegt vielleicht darin begründet, dass der Strassenunterhalt bei den Strassenbau-fachleuten wenig Prestige einbringt und die Beurteilung des Gebrauchszu-standes bzw. die Auslösung einer Unterhaltsaktion zurzeit noch auf der rein subjektiven Ebene der gutachtlichen Beurteilung und der Erfahrung beruht. Die Erfassung des Unterhalts nach der Art und Häufigkeit der Massnahmen und nach der Höhe der Kosten erweist sich als äusserst schwierig, so dass auch Wirtschaftlichkeitsvergleiche verschiedener Strassenaufbauten noch relativ schlecht abgesichert sind. Als Folge dieser fehlenden Grundlagen ist es ausserdem noch kaum möglich, brauchbare und wirtschaftliche Unterhalts-strategien für grössere Strassennetze zu entwickeln. Dies sollte aber nicht da-von abhalten, mit den vorhandenen Kenntnissen und Unterlagen eine Über-sicht über den aktuellen Zustand des Strassennetzes zu erarbeiten, so dass aufgrund von Erfahrungswerten und subjektiver Beurteilung eine grobe Pla-nung des Unterhalts ausgeführt werden kann. Daher sollten etwa die folgen-den Punkte erfasst, bewertet und festgelegt werden:

- Bewertung des Istzustandes
- Beurteilung der Unterhaltsbedürftigkeit
- Festlegung von Prioritäten
- Festlegung des jährlichen Arbeitsvolumens
- Festlegung des jährlichen Finanzbedarfs

Der grosse und weiter zunehmende Umfang der Unterhaltsarbeiten und die damit verbundene steigende Belastung der Strasseneigentümer legen die Notwendigkeit nahe, das Problem des Unterhalts künftig besser in Griff zu bekommen, denn die Fachleute sind sich darin einig, dass eine ständige Ver-nachlässigung des Unterhalts weit mehr kostet als die Einsparungen, die man dadurch zu erzielen glaubt.

Résumé

L'entretien des routes forestières et rurales: importance, définitions, organisation, exécution.

L'entretien des routes forestières et rurales est d'une importance croissante. Pour les 200 millions de mètres carrés de ce réseau secondaire les dépenses annuelles atteignent 50 millions de francs.

L'entretien doit d'une part assurer la sécurité de la circulation et d'autre part conserver l'intégrité structurelle de la route.

Les décisions se rapportant à l'entretien (solutions techniques, plan d'intervention, organisation et gestion) découlent aujourd'hui uniquement de constatations subjectives, à défaut d'études systématiques permettant d'apprécier l'état de dégradations, les conditions de confort et de sécurité ainsi que les conséquences financières. Ces points mentionnés sont actuellement l'objet de recherches approfondies.

En tenant compte des connaissances existantes concernant l'entretien des routes, il est maintenant possible d'établir une banque de données routières et d'évaluer des modèles pour l'organisation, l'exécution et le contrôle de l'entretien des routes secondaires.

Literatur

- (1) *Steinlin, H.* et al.: Gesamtkonzeption für eine schweizerische Wald- und Holzwirtschaftspolitik. Eidg. Departement des Innern, Bern, 1975.
- (2) *Burlet, E.*: Dimensionierung und Verstärkung von Strassen mit geringem Verkehr und flexiblem Oberbau. Diss. ETH Zürich, Nr. 6711, Zürich, 1980.
- (3) *Hirt, R.*: Bau- und Unterhaltskosten von Wald- und Güterstrassen. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, (128), Nr. 4, April 1977, S. 199—217.
- (4) *Lienert, S.*: Zustand, Unterhalt und Ausbau von Wald- und Güterstrassen, dargestellt am Beispiel des Kantons Schwyz, Diss. ETH Zürich (in Vorbereitung).
- (5) SAFS-Merkblatt Nr. 610: Unterhalt von Strassen mit einer ton-wassergebundenen Verschleisschicht (Naturstrassen), Bezugsquelle: Geschäftsstelle SAFS, Haldenstrasse 6, 3084 Wabern.
- (5) SN-Normen 640 733—60 735: Reparatur bituminöser Beläge. Bezugsquelle: VSS, Seefeldstrasse 9, 8008 Zürich.