

(Aus dem Institut für Verkehrswesen der Universität für Bodenkultur, Wien, Vorstand:  
o. Univ.-Prof. Dr. E. Marx)

## **Schwerverkehr auf ländlichen Straßen und Wegen**

Von W. HASLEHNER

(Mit 2 Abbildungen)

### **Zusammenfassung**

Im Rahmen der dargestellten Methode zur Analyse der Beanspruchungssituation bestehender Straßenaufbauten erfolgt die Beurteilung der bisher stattgefundenen Verkehrsbelastung und zusätzlich auch eine Abschätzung der zukünftigen Nutzungsdauer von ländlichen Straßen und Wegen. Im Zuge dieser Methode besteht die Möglichkeit, beliebige Transportfahrzeuge bzw. Fahrzeugkollektive zu berücksichtigen. Es können auch zu einem bestimmten Zeitpunkt geänderte Höchstwerte für Achslasten bzw. Gesamtgewichte – zum Beispiel mit Inkrafttreten der Regelungen zum Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) – berücksichtigt werden.

Zusätzlich zu den ausgeführten Überlegungen ist von Fall zu Fall die tatsächliche Situation im Hinblick auf (vorhandene und funktionstüchtige) Entwässerungseinrichtungen, Belastungsspitzen (speziell in der Frühjahrs-Tauperiode) oder bestimmte lokale hydrologische oder klimatische Bedingungen zu prüfen. Diese Faktoren üben ebenfalls entscheidenden Einfluß auf die zukünftige Nutzungsdauer einer bestimmten Straßenbefestigung aus.

Eine eingehende Untersuchung und Analyse der bestehenden Straßenkonstruktion, die Erhebung der Verkehrsbelastung und auch von speziellen Randbedingungen, sind wesentliche Bestandteile und auch Voraussetzung zur zielführenden Anwendung der aufgezeigten Methode zur Beanspruchungsanalyse im Rahmen des ländlichen Straßenbaues.

Schlüsselworte: Ländliche Straßen und Wege, Schwerverkehr, Beanspruchungsanalyse, Restnutzungsdauer.

### **Heavy truck traffic of minor rural roads**

#### **Summary**

Within the presented method for analyzing the wearing and tearing situation of existing road structures an assessment of occurred traffic in the past and a rating of residual future lifetime is performed. The proposed method includes the possibility to consider various types of trucks and truck combinations. Additionally, alterations of maximum values for axle loadings or total weights can be taken into account (e. g. regulations in consequence of the European Economic Area).

In special cases additional parameters have to be regarded, like drainage facilities (existing and working), concentration of heavy truck traffic (especially during spring – thaw period) or specific hydrological or climatic conditions. These factors as well exert a strong influence on residual lifetime of existing pavement structures.

Essential parts of the proposed method for analyzing the wearing and tearing situation of minor rural road structures are the examination of the existing pavement, the evaluation of truck traffic and the additional determination of specific variables and circumstances. The shown main parts form the basis for successful application of the presented method.

Key-words: minor rural roads, heavy truck traffic, wearing and tearing situation analysis, residual lifetime.

## 1. Einleitung

Unter dem Begriff „ländliches Straßen- und Wegenetz“ werden in erster Linie schwach belastete Verkehrsflächen verstanden, die vor allem der Erschließung ländlicher Gebiete dienen (RVS 3.8, 1987). Dieses Netz umfaßt somit alle Straßen, die nicht Bundes- oder Landesstraßen sind und den ländlichen Raum erschließen (z. B. Güterwege, Gemeindestraßen, Interessentenstraßen).

Mit dem Inkrafttreten der Bestimmungen über den Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) ab 1. Jänner 1994, ist eine Erhöhung der höchstzulässigen Achslasten und Gesamtgewichte für bestimmte Lastkraftfahrzeuge bzw. Fahrzeugkombinationen verbunden. Diese Erhöhung der Achslasten und auch der Gesamtgewichte hat – im Vergleich zu den vorher gültigen Festlegungen – eine erhöhte Beanspruchung speziell auch des ländlichen Straßen- und Wegenetzes (z. B. durch Holz- oder Schottertransporte, Milchtankwagen u. dgl.) zur Folge.

In den folgenden Abschnitten wird eine mögliche Vorgangsweise zur Abschätzung der Beanspruchung und auch der Mehrbeanspruchung beschrieben, mit dem vorrangigen Ziel, eine umwelt- und bedarfsgerechte Infrastruktur in Form eines gut erhaltenen ländlichen Straßen- und Wegenetzes zu sichern.

## 2. Beurteilung der Beanspruchungssituation

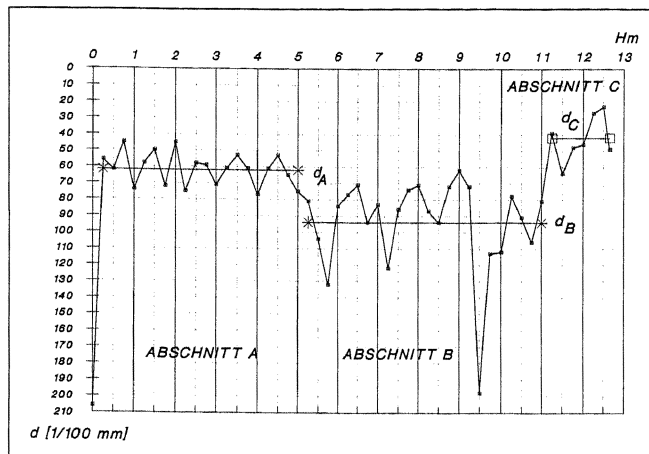
Die im folgenden beschriebene Vorgangsweise zur Ermittlung und Beurteilung der Beanspruchung eines bestimmten Straßenabschnittes wird grundsätzlich in die Analyse des Straßenaufbaues, die Erhebung der Verkehrsbelastung (unter Umständen auch der Transportmengen) und die darauffolgende Analyse der Beanspruchungssituation gegliedert.

### 2.1 Analyse des Straßenaufbaues

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Methoden und Versuche zur Analyse von Straßenaufbauten nicht im Detail ausgeführt, sondern es wird in erster Linie der Rahmen für mögliche und praktikable Untersuchungen im Bereich des ländlichen Straßenbaues aufgezeigt.

Im Zuge der Erhebung des Straßenzustandes wird nach dem Technischen Erhaltungsmodell für Ländliche Straßen – bei der Untersuchung eines abgegrenzten, größeren und zusammenhängenden Straßennetzes – in einem ersten Schritt eine generelle Zustandsaufnahme durchgeführt, mit dem Ziel der Differenzierung in Anlagen oder Teilabschnitte von Straßen mit gutem Zustand und solchen, die einen schlechten Zustand aufweisen (HASLEHNER 1992).

Abb. 1: Einsenkungslängenschnitt, Abschnittseinteilung – Beispiel



Für jene Straßen oder Straßenabschnitte, die sich in einem schlechten Zustand befinden, sind weitere detaillierte Untersuchungen erforderlich, bevor Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Solche detaillierte Untersuchungen, die genauen Aufschluß über die tatsächlich vorhandenen Verhältnisse geben, umfassen Einsenkungsmessungen, Lastplattenversuche, Materialuntersuchungen sowie jedenfalls die Bestimmung der vorhandenen Dicken der einzelnen Oberbauschichten.

In Abbildung 1 ist für eine 1,260 Kilometer lange Untersuchungsstrecke als Ergebnis der Einsenkungsmessung mit dem Benkelmanbalken ein ausgewerteter Einsenkungslängenschnitt dargestellt. Im Rahmen der Einsenkungsmessung wird im Prinzip die „rückfedernde“ Vertikalbewegung der Straßenoberfläche (Deflektion  $d$ , Ordinate in Abb. 1) nach Entlastung der Meßstelle durch das Belastungsfahrzeug (bzw. dessen Hinterachse mit 100 kN Gesamtgewicht) auf  $1/100$  mm genau gemessen. Es handelt sich dabei im Grundsatz um ein statisch arbeitendes Verfahren zur Bestimmung der Tragfähigkeit eines Straßenaufbaues.

Mit diesem Beispiel in Abbildung 1 wird gezeigt, daß – auch bei möglicherweise optisch homogenem Erscheinungsbild – aufgrund der im Abstand von 25 Metern ermittelten Einsenkungsmesswerte eine Unterteilung in Abschnitte mit unterschiedlichem Tragfähigkeitsniveau durchgeführt werden muß.

Bei dem in Abbildung 1 dargestellten Einsenkungslängenschnitt wurde eine Unterteilung durchgeführt in den Abschnitt A mit gutem und gleichmäßigem Tragverhalten, in den Abschnitt B mit niedrigem und ungleichmäßigem Tragfähigkeitsniveau sowie in den Abschnitt C mit sehr guten, aber wenig gleichmäßigen Tragfähigkeitsbedingungen. Zusätzlich ist in Abbildung 1 der für die einzelnen Abschnitte errechnete Mittelwert  $d_A$ ,  $d_B$  und  $d_C$  eingetragen, um die Abweichungen vom jeweiligen Abschnittsmittelwert zu verdeutlichen. Die am Beginn der Untersuchungsstrecke (bei Hektometer Null) durchgeführte Einsenkungsmessung liegt in einem durch Grabungsarbeiten aufgelockerten Bereich und wurde aus diesem Grund im Rahmen der Auswertungen nicht berücksichtigt, da in solchen Fällen gesonderte Überlegungen anzustellen sind.

Infolge der einfachen Versuchsdurchführung und der umfangreichen Aussagemöglichkeiten aufgrund der Ergebnisse, wird diese Methode der Einsenkungsmessung mit dem Benkelmanbalken – gemäß SN 670362a (1991) – im Rahmen des ländlichen Straßen- und Wegebauwes heute bereits in der Praxis bevorzugt angewendet.

Die Durchführung von Lastplattenversuchen – gemäß ÖNORM B4417 (1979) – ist in erster Linie auf den übergeordneten Straßenbau beschränkt. Seine Anwendung im Rahmen des ländlichen Straßenbaues ist auf jene Fälle eingeschränkt, wo punktuell und gezielt Aussagen über das Tragfähigkeitsniveau einer bestimmten Straßenkonstruktion getroffen werden müssen.

Ein sehr wesentliches Kriterium im Rahmen des ländlichen Straßenbaues, das auch entscheidenden Einfluß auf die Haltbarkeit und somit die Lebensdauer der Straßenbefestigung ausübt, ist die Frostsicherheit der ungebundenen Tragschicht. Im Rahmen von Materialuntersuchungen gemäß ÖNORM B4412 (1974) wird – anhand von Proben – die Sieblinie des ungebundenen Tragschichtmaterials ermittelt und deren Frostgefährdung beurteilt.

Die Entnahme des Tragschichtmaterials erfolgt zweckmäßigerweise in jenen Schürfen bzw. Schlitzten, die zur Bestimmung der tatsächlichen Dicken der einzelnen Oberbauschichten angeordnet werden.

## 2.2 Verkehrsbelastung – Transportmengen

Maßgebende Einflußgrößen für die Abschätzung der Nutzungsdauer von bestimmten Straßenabschnitten oder Weganlagen sind einerseits die Tragfähigkeit des Gesamtsystems sowie andererseits die bereits erfolgte bzw. zukünftig zu erwartende Verkehrsbelastung.

Bei bestehenden Straßen oder Weganlagen hat die Ermittlung und Bewertung der bisherigen Verkehrsbelastung – seit der Baufertigstellung – eine sehr große Bedeutung. Im Zuge der Ermittlung der bisherigen Verkehrsbelastung ist in erster Linie der Lastverkehr maßgebend. Es sind aber auch vergleichbare Belastungen heranzuziehen. Daraus ergibt sich, daß Fahrten mit Fahrzeugen unter 3,5 Tonnen (35 KN) Gesamtgewicht im Rahmen der Ermittlung der strukturellen Straßenbeanspruchung nicht berücksichtigt werden müssen.

Im Rahmen der Erhebung der Verkehrsbelastung wird somit der bisher stattgefundenen LKW-Verkehr bestimmt. Das gilt insbesondere dort, wo zum Beispiel in mehr oder weniger regelmäßigen Intervallen Holztransporte stattfinden (bzw. natürlich auch für die Routen von Milchtankwagen, Schottertransporte usw.). Gerade im Rahmen des ländlichen Straßenbaues ist diese Erhebung möglichst genau durchzuführen. Ist eine Erhebung von tatsächlichen Fahrtenzahlen allerdings nicht möglich, so besteht näherungsweise auch die Möglichkeit der Rückrechnung aus eventuell bekannten bisherigen Transportmengen.

Zusätzlich ist der jeweils verwendete Fahrzeugtyp (zum Beispiel 2-Achs-LKW, 3-Achs-LKW) zu erheben. Nur auf der Grundlage dieser Erhebungunterlagen kann im nächsten Schritt die Analyse der Beanspruchungssituation durchgeführt werden.

## 2.3 Analyse der Beanspruchungssituation

Im Rahmen der Analyse der Beanspruchungssituation wird einerseits unterschieden in die Beurteilung der Auswirkungen der bisher eingesetzten Transportfahrzeuge und andererseits in die Gegenüberstellung zur Bemessungsverkehrsbelastung für einen bestimmten Straßenaufbau. Die Bemessungsverkehrsbelastung gibt dabei die Zahl der rechnerisch möglichen Übergänge einer Normachslast an und wird in Bemessungsnormlastwechseln (BNLW) ausgedrückt.

### 2.3.1 Beurteilung der Transportfahrzeuge

Im Rahmen der Beurteilung der eingesetzten Transportfahrzeuge wird die bisher stattgefundenen Verkehrsbelastung auf die äquivalente Belastung durch

eine „Normachslast“ (Normlastwechsel, NLW) umgerechnet. Diese Umrechnung erfolgt über die Anzahl der bisherigen Übergänge eines bestimmten Transportfahrzeuges und den zugehörigen Achslastäquivalenzfaktoren (FGSV 1968).

Für Einzelachsen beträgt der Achslastäquivalenzfaktor

$$k_i = (L_i/100)^4 \quad (1)$$

wobei  $L_i$  (KN) eine bestimmte, in der Praxis auftretende Achslast darstellt.

Durch Einsetzen einer Einzelachslast  $L_i$  in die angeführte Formel (1), kann die Zahl der äquivalenten Normlastwechsel (NLW) pro Achse bzw. pro Überfahrt eines zweiachsigen Transportfahrzeuges errechnet werden.

In Tabelle 1 wird diese Umrechnung der tatsächlich stattgefundenen Belastung auf die Belastung durch eine Normachslast (10 Tonnen bzw. 100 KN) am Beispiel eines zweiachsigen Transportfahrzeuges gezeigt. Im Rahmen dieses theoretischen Beispiels in Tabelle 1 werden entsprechende Annahmen und Festlegungen über Gewichte und Achslasten im Zustand „leer“, „gesetzlich beladen“ (Abbildung 2, Variante 1) und „20%ige Gesamtgewichtsüberschreitung“ (Abbildung 2, Variante 2) getroffen.

Tabelle 1

*Zweiachs-LKW, Gewichte, Achslasten, Normlastwechsel*

Zweiachs-LKW	Fahrzeug	
	Vorderachse	Hinterachse
		Leer
Gesamtgewicht [To]		9
Achslasten [To]	3	6
NLW/Achse	0,0081	0,1296
NLW/Fahrt		0,1377
	ohne Gesamtgewichtsüberschreitung	
Gesamtgewicht [To]		18
Achslasten [To]	6,5	11,5
NLW/Achse	0,1785	1,7490
NLW/Fahrt		1,9275
	ca. 20%ige Gesamtgewichtsüberschreitung	
Gesamtgewicht [To]		22
Achslasten [To]	8	14
NLW/Achse	0,4096	3,8416
NLW/Fahrt		4,2512

Mit der in Tabelle 1 gezeigten Vorgangsweise kann für jedes maßgebende Transportfahrzeug – bzw. Fahrzeugkombination – und für jede in der Praxis vorhandene Gewichtsverteilung, die Zahl der äquivalenten Übergänge einer Normachslast ermittelt werden. Diese Methode kann somit auch für die im Zuge der Regelungen zum Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) gültigen höheren Achslasten und Gesamtgewichte angewendet werden. In der Zusammenstellung und Berechnung in Tabelle 1 werden bereits die seit 1. Jänner 1994 in Österreich gültigen höheren Achslasten und Gesamtgewichte für zweiachsige Transportfahrzeuge berücksichtigt.

### 2.3.2 Gegenüberstellung zur Bemessungsverkehrsbelastung

Im Rahmen dieses Abschnittes wird die im vorigen Abschnitt – unter Punkt 2.3.1 – ermittelte Zahl der bisherigen Übergänge einer Normachslast (NLW),

der für eine bestimmte Oberbaukonstruktion zulässigen Zahl von Normlastwechseln (Bemessungsnormlastwechsel, BNLW) gegenübergestellt.

Die Ermittlung der für eine bestimmte Straßen- oder Weganlage zulässigen Zahl an Normlastwechseln kann in Anlehnung an sogenannte Standardoberbauten erfolgen, wie sie für den Bereich des ländlichen Straßenbaues im Entwurf vorliegen (SMRZKA 1989).

Diese zulässige Zahl von Normlastübergängen für bestimmte Straßenkonstruktionen ist unter anderem von der Untergrundtragfähigkeit, den Schichtdicken und den Materialeigenschaften abhängig. Da die angeführten Faktoren in der Praxis starken Schwankungen unterliegen können, sind für jene Fälle, wo eine Vergleichbarkeit mit Standardaufbauten nicht gegeben ist, getrennte Überlegungen anzustellen bzw. sind in diesen Fällen gesonderte Dimensionierungsberechnungen durchzuführen, die die jeweilige tatsächliche Situation entsprechend berücksichtigen.

In Abbildung 2 erfolgt – als Beispiel – die grafische Darstellung der beschriebenen Methode der Gegenüberstellung von tatsächlichen bisherigen Normlastwechseln zu den theoretisch insgesamt möglichen Bemessungsnormlastwechseln.

In Abbildung 2 wird die Zahl der bisherigen äquivalenten Übergänge einer Normachlast für den Fall einer gesetzlichen Beladung der Transportfahrzeuge (NLW\_VAR1) als Summenlinie ab dem Jahr 1968 dargestellt. Zusätzlich wird auch die Summenlinie der bisherigen Normlastwechsel für den Fall einer 20%igen Gesamtgewichtsüberschreitung der eingesetzten Transportfahrzeuge (NLW\_VAR2) dargestellt, wobei davon ausgegangen wird, daß die in beiden Fällen jeweils abtransportierte Menge gleich groß ist.

Zusätzlich ist in Abbildung 2 – in Abhängigkeit von der zulässigen Zahl an Normlastwechseln – die jeweils verbleibende Zahl von Normlastwechseln

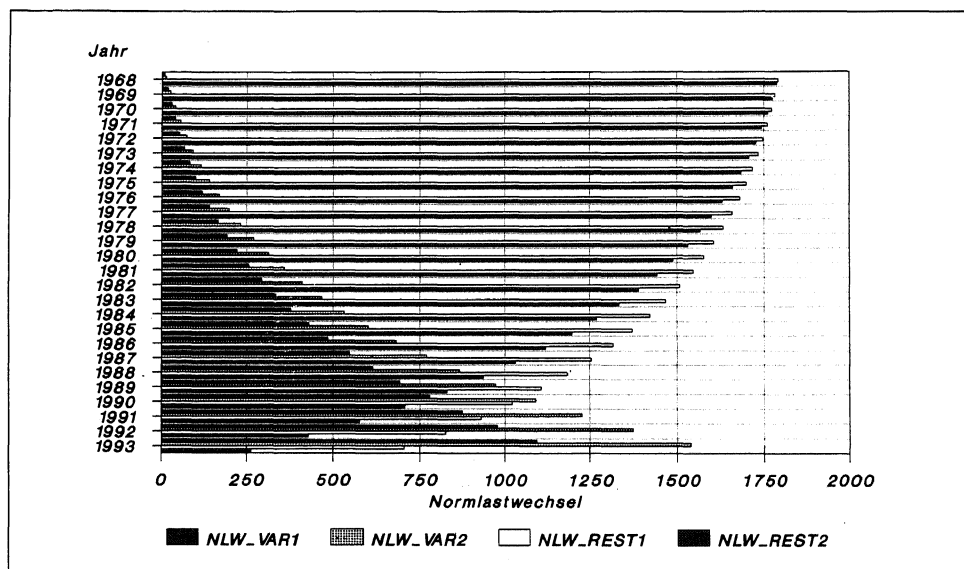


Abb. 2: Gegenüberstellung, tatsächliche bisherige Normlastwechsel – Bemessungsnormlastwechsel (Summenlinien), Beispiel

(NLW\_Rest) dargestellt, wobei wiederum unterschieden wurde in verbleibende Normlastwechsel für den Fall, daß keine Gesamtgewichtsüberschreitung stattgefunden hat (NLW\_REST1) bzw. unter der Annahme einer rund 20%igen Gesamtgewichtsüberschreitung (NLW\_REST2) im Rahmen der stattgefundenen Transportfahrten.

Aus dem in Abbildung 2 dargestellten Diagramm kann unter anderem abgelesen werden, wie groß die zu bestimmten Zeitpunkten noch verbleibende Zahl an Normlastwechseln – und somit von Überfahrten bestimmter Transportfahrzeuge – ist, unter Berücksichtigung der bisher stattgefundenen Verkehrsbelastung.

### Literatur

- FGSV (FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR DAS STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN), 1968: Der AASHO-Road-Test. Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen, Heft 73, Kirschbaum Verlag, Bonn - Bad Godesberg.
- HASLEHNER, W., 1992: Straßenerhaltungsplanung unter besonderer Berücksichtigung des ländlichen Straßennetzes. Mitteilungen des Institutes für Verkehrswesen, Heft 21, Universität für Bodenkultur, Wien.
- ÖNORM B 4412, 1974: Erd- und Grundbau, Untersuchung von Bodenproben, Korngrößenverteilung.
- ÖNORM B 4417, 1979: Erd- und Grundbau, Untersuchung von Böden, Lastplattenversuch.
- RVS (RICHTLINIEN UND VORSCHRIFTEN FÜR DEN STRASSENBAU), Österr. Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen im ÖLAV, gem. mit BMwA: RVS 3.8, 1987: Straßenplanung, Ländliche Straßen und Wege.
- SMRZKA, B., 1989: Oberbaubemessung ländlicher Straßen. Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Universität für Bodenkultur, Wien.
- VSS (VEREINIGUNG SCHWEIZERISCHER STRASSENFACHLEUTE), Normblätter, Zürich: SN 670 362a, 1991: Benkelmanbalken, Gerät, Meßvorgang und Auswertung.

(Manuskript eingelangt am 31. Jänner 1994, angenommen am 14. März 1994)

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang HASLEHNER, Institut für Verkehrswesen, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien