

Foto: Abächerli AG



Bei diesem 40-t-Lastzug der Abächerli Forstunternehmung AG, 6074 Giswil, ist die dritte Achse des Lkw gelenkt. Bei Leerfahrten wird der Anhänger auf das Zugfahrzeug aufgeladen.

Wahrnehmung und Wirklichkeit

40-Töner auf Waldstrassen

Seit dem 1. Januar 2005 sind in der Schweiz Last- und Sattelzüge mit einer Gesamtmasse von 40 t zugelassen, und das auch für den Abtransport von Holz aus unseren Wäldern. Noch immer scheinen aber viele Waldeigentümer und Förster die 40-t-Lastzüge auf Waldstrassen kritisch zu sehen – zu Recht?

Von Hans Rudolf Heinemann.

Die skeptische Haltung beruht einerseits auf dem Empfinden, dass «grösser gleich schlechter» bedeutet und umgekehrt «kleiner gleich besser». Ein weiterer Grund mag sein, dass das Gros unserer Waldstrassen-Netzwerke auf die Fahrzeugphilosophie der 1960 und 1970er-Jahre ausgerichtet ist, als die zulässige Fahrzeugbreite 2,30 m und die zulässige Masse für einen Lastzug 21 t betragen.

Welches sind nun aber die Charakteristiken von 40-t-Lastzügen für den Holztransport, was für Schäden können verschiedene Fahrzeug- und Lastzug-Kombinationen auf dem Strassenoberbau verursachen, und wie könnte das Waldstrassennetz «fit» für die heutigen Last- und Sattelzüge gemacht werden?

Für die zulässige Gesamtmasse von Last- und Sattelzügen gilt in der EU ebenso wie in der Schweiz derzeit eine Obergrenze von 40 t, wobei die Gesamtlänge auf 18,75 m beschränkt ist. Dies ist das Ergebnis einer längeren Entwicklung, welche die europäischen Verkehrsminister 1949 mit einer ersten Harmonisierung einleiteten. Sie legten damals die zulässige Gesamtbreite auf 2,50 m, die zulässige Gesamtmasse von Lastzügen auf 32 t und die zulässige Länge auf 18 m fest. 1965 erliess die europäische Wirtschaftsgemeinschaft eine Richtlinie, in der die zulässige Gesamtmasse für Last- und Sattelzüge auf 38 t angehoben wurde. 1995 trat die noch heute gültige Richtlinie EU 96/53 (EU, 1996) in Kraft, in der die noch gültige Grenze von 40 t fest-

geschrieben wurde. Diese Richtlinie erlaubt es den einzelnen Ländern, Last- und Sattelzüge mit einer wesentlich höheren Gesamtmasse zuzulassen, falls dies keine wesentlichen Nachteile für die anderen Länder hat. Der Grund für diese Regelung ist die Tatsache, dass Schweden und Finnland bereits seit 1972 Lastzüge mit einer Gesamtmasse von 60 t und einer Länge von 25,25 m im Einsatz hatten (Ramberg, 2004), und dies insbesondere für den Holztransport. Die Option der Erhöhung der Gesamtmasse führte auch zum Konzept des sogenannten «Eurocombi»-Konzeptes mit Lastzug- und Sattelzug-Kombinationen, die auf 60 t ausgerichtet sind. Diese «Giga»-Lastzüge sind allerdings nicht unumstritten; vor allem Umweltkreise machen gel-

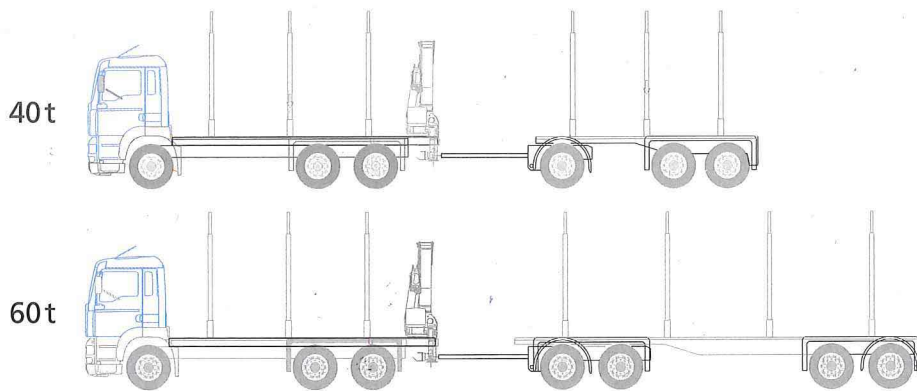


Abb. 1: Lastzug-Konfigurationen für zulässige Gesamtmassen von 40 und 60 t. Die 40-t-Variante ist jene Konfiguration, welche die geringste Schädigung verursacht, obwohl rechtlich gesehen auch andere Konfigurationen möglich sind. Die 60-t-Alternative ist in Finnland und Schweden üblich im Holztransport.

tend, dass damit der Schienentransport konkurrenziert und die Strasseninfrastruktur übermässig beansprucht werde, was allerdings – wie noch zu zeigen sein wird – grundlegend falsch ist.

Ganz anders verlief die Entwicklung in Schweden, wo 2007 ein Versuch mit einem Holztransport-Lastzug gestartet wurde, der eine Gesamtmasse von 90 t und eine Gesamtlänge von 30 m aufwies (Löfroth et al., 2012). Der dreijährige Versuch verlief positiv: Gegenüber der 60-t-Konfiguration resultierten eine Kosteneinsparung und eine CO₂-Senkung von 20% pro Kubikmeter.

Diese Beispiele sollen zeigen, dass die in der Schweiz geltende 40-t-Grenze nicht unverrückbar ist, dass in Zukunft in verschiedenen Ländern 60-t-Last- und Sattelzüge verwendet werden und dass dies Forderungen nach Anpassungen in allen Ländern nach sich ziehen wird.

Schweizer Sonderzügelein

Die schweizerischen Grenzen für die Fahrzeugmassen und -breiten entstanden sozusagen im Windschatten der europäischen Regelung und glichen sich mit einer Phasenverschiebung an die neuen technischen Möglichkeiten an. 1971 legte der Bundesrat eine Botschaft für eine Teilrevision des Strassenverkehrsgesetzes vor (BR-CH, 1971), die eine Anpassung der zulässigen Gesamtmasse für Last- und Sattelzüge auf 28 t und eine zulässige Breite von 2,50 m vorschlug. National- und Ständerat stimmten der 28-t-Limite zu, während sie die Breite von 2,50 m fallen liessen. Erst 1989 sollte sich die Erhöhung der zulässigen Breite von 2,30 auf 2,50 m durchsetzen (BV, 1989), womit die in Europa üblichen Lastwagen auch in der Schweiz zum Normalfall wurden.

Die Beschränkung der Fahrzeugbreite auf 2,30 m galt aber in jenem Zeitraum, in dem der Grossteil der schweizerischen Waldstrassen-Netzwerke gebaut wurde. Diese Strassen sind 2,80 bis 3,00 m breit, was für die heute üblichen 2,55-m-Fahrzeuge zu schmal ist.

1999 schloss die Schweiz mit der EU das sogenannte «Landverkehrsabkommen» ab (BV, 1999), das festlegte, die zulässige Gesamtmasse für Last- und Sattelzüge seien ab dem 1. Januar 2002 auf 34 t und ab dem 1. Januar 2005 auf die EU Regeln (40 t) anzuheben. Mit diesem Abkommen wurde der schweizerische Sonderweg für die Strassennutzfahrzeuge beendet, und in Zukunft wird die Schweiz verpflichtet sein, Änderungen des EU-Rechts zu übernehmen.

40-t-Lastzüge für den Holztransport

Für 40-t-Lastzüge sehen die derzeitigen Vorschriften zwei Möglichkeiten vor:

- (1) zweiachsiges Zugfahrzeug mit dreiachsigem Anhänger oder
- (2) dreiachsiges Zugfahrzeug mit zwei- oder dreiachsigem Anhänger.

Daneben gilt für 40-t-Sattelzüge:

- (1) zweiachsiges Zugfahrzeug mit dreiachsigem Sattelanhänger,
- (2) dreiachsiges Zugfahrzeug mit zwei- oder dreiachsigem Anhänger.

Auf Strassen mit geringem Verkehr, auf denen enge Kurvenradien vorkommen, sind Lastzüge vorzuziehen. Abbildung 1 illustriert einerseits einen 40-t-Lastzug, der – wie noch zu zeigen sein wird – eine geringe Schädigung aufweist und der aus einem dreiachsigen Zugfahrzeug und einem dreiachsigen Anhänger besteht. Abgebildet ist andererseits die 60-t-Last-

zug-Konfiguration, wie sie in Schweden und Finnland für Holztransporte seit mehr als 30 Jahren üblich ist: Anstelle eines dreiachsigen wird ein vierachsiger Anhänger verwendet, wobei die zulässige Länge von 18,75 auf 25,25 m erhöht wird.

Achslasten bestimmen die Schädigung, nicht die Gesamtmasse

Die Konfiguration von Last- und Sattelzügen ist so zu wählen, dass die Schädigung pro Tonne transportierten Gutes minimal ist. Die Schädigung hängt vom Achstyp (Einzel-, Tandem-, Tridemachse) und von der jeweiligen Achslast ab und nicht – wie oft angenommen wird – von der Gesamtmasse des Last- oder Sattelzuges! Aus dem AASHO-Strassenversuch (AASHO, 1961), der zwischen 1956 und 1960 südlich von Chicago durchgeführt wurde, ging das sogenannte «Gesetz der vierten Potenz» hervor (AASHO, 1962), das besagt, dass die Schädigung einer Achse mit der vierten Potenz der Achslast zunimmt. Dieser Effekt sei in einem einfachen Beispiel erläutert. Angenommen, eine Achslast von 80 kN (= ca. 8 t) wird erhöht auf 160 kN (= ca. 16 t), so ist dies mit einer Erhöhung der Schädigung um einen Faktor von 16 verbunden. Desgleichen lässt sich abschätzen, welchen Effekt ein Überladen um 20% hat, nämlich eine Erhöhung der Schädigung um mehr als das Doppelte. Diese einfachen Beispiele illustrieren, warum keinesfalls mit Überlasten gefahren werden sollte.

Neben der Achslast spielt aber auch die Achs-Konfiguration eine Rolle. Abbildung 2 zeigt, wie die Schädigung für eine Einzelachse als Funktion der Achslast zunimmt. Der AASHO-Strassenversuch führte ein dimensionsloses Mass für die Schädigung ein, den sogenannten Last-Äquivalenz-Faktor, der für eine Achslast von 80 kN (= ca. 8 t) den Wert 1 annimmt (siehe y-achse der Abbildung 2). Eine naheliegende Annahme ist, dass die Schädigung einer Tandemachse gleich der Summe der Schädigung von zwei Einzelachsen ist, was in Abbildung 2 mit der gestrichelten Kurve und dem Punkt dargestellt ist. Dieselbe Vermutung gilt auch für eine Tridemachse, die eine Achslast von 240 kN aufweist, was drei Einzelachsen mit einer Last von je 80 kN entsprechen müsste (gestrichelte Kurve und Punkt in Abbildung 2). Die Strassenversuche haben jedoch gezeigt, dass die Schädigung von Tandem- und Tridemachsen kleiner ist als jene von zwei resp. drei Einzelachsen. Das heisst, dass sich die Schädigung vermindern lässt, indem

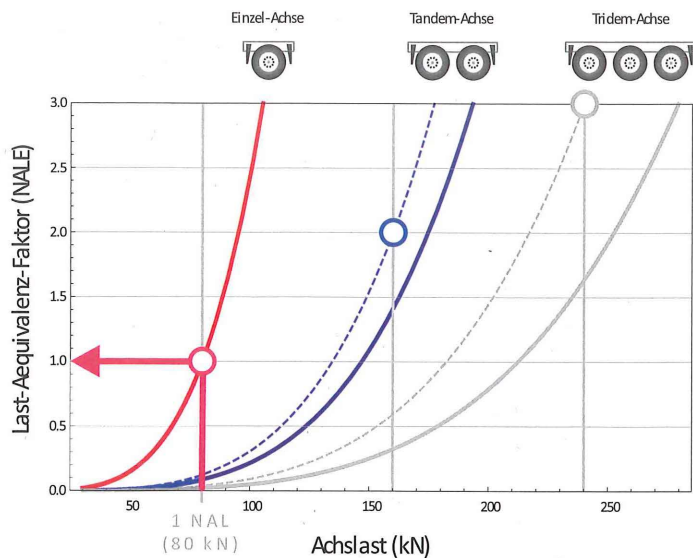


Abb. 2: Schadwirkung von Achslasten. Die landläufige Meinung ist, dass eine Tandemachse dieselbe Schadwirkung verursacht, wie zwei Einzelachsen mit je der halben Last der Tandemachse. Die gestrichelten Kurven repräsentieren diese Annahme für Tandem- und Triemachsen. Versuche haben ergeben, dass die Schadwirkung von Tandemachsen geringer, und dass dieser Effekt bei Triemachsen noch ausgeprägter ist. Die ausgezogenen Kurven liegen tiefer als die gestrichelten und repräsentieren diesen Tandem- und Triemachsen-Gewinn. Damit Fahrzeuge eine geringe Schadwirkung haben, sollten sie möglichst mit Tandem- und Triemachsen ausgerüstet sein.

man systematisch auf Tandem- und Triemachsen setzt. Die entsprechenden Schadenkurven (ausgezogene Linien in Abbildung 2) illustrieren die Schadwirkungsannahmen, die der schweizerischen Normung zugrunde liegen (SN 640 320, 2011).

Neben einer Quantifizierung der Schadwirkung (Abbildung 2) benötigen wir ein Instrument, um die Achslasten verschiedener Lastzug-Kombinationen im leeren und im vollgeladenen Zustand zu analysieren. *TrailerWIN* ist eine Software, mit der sich praktisch jede beliebige Konfiguration für eine grosse Zahl von Herstellern analysieren lässt. Abbildung 3 illustriert die Schadwirkung pro transportierte Tonne für sieben verschiedene Fahrzeug- und Lastzugtypen. Ein zweiachsiger Lastwagen weist demnach eine Schadwirkung von 0,45 pro Tonne auf, was der mit Abstand grösste Wert der untersuchten Konfigurationen ist! Geht man von einem zweiachsigen auf einen dreiachsigen Lastwagen, so lässt sich die Schadwirkung pro Tonne halbieren.

Abbildung 3 illustriert auch, das zwei- und dreiachsige Anhänger eine relativ geringe Schadwirkung pro Tonne aufwei-

sen, was zeigt, dass schadenarme Kombinationen auf das Konzept «mehr Anhänger» setzen müssen. Die Analyse zeigt auch, dass ein 40-t-Lastzug gegenüber dem zweiachsigen Lastwagen eine um rund zwei Drittel geringere Schadwirkung hat und damit eine äusserst strassenschonende Lösung ist. Interessant ist auch, dass der 60-t-Lastzug, wie er in Schweden und Finnland üblich ist, ungefähr dieselbe geringe Schadwirkung zeigt wie der 40-t-Lastzug.

In Abbildung 3 ist auch die Schadwirkung eines Lastzugs dargestellt, bei dem die 40-t-Limite auf 46 t – wie teilweise politisch gefordert – angehoben wird. Vorausgesetzt, es wird eine Lastzug-Konfiguration mit dreiachsiger Anhänger (Abbildung 1) verwendet, und die Zusatzlast wird vor allem auf den Anhänger geladen, so ergibt sich gegenüber dem 40 t Lastzug eine relativ kleine Erhöhung der Schadwirkung. In der Praxis dürfte es allerdings nicht ganz einfach sein, die korrekte Beladung von Zugfahrzeug und Anhänger durchzusetzen. Zudem müsste eine derartige Lösung an die Auflage «dreiachsiger Zugfahrzeug und dreiachsiger Anhänger» gebunden sein.

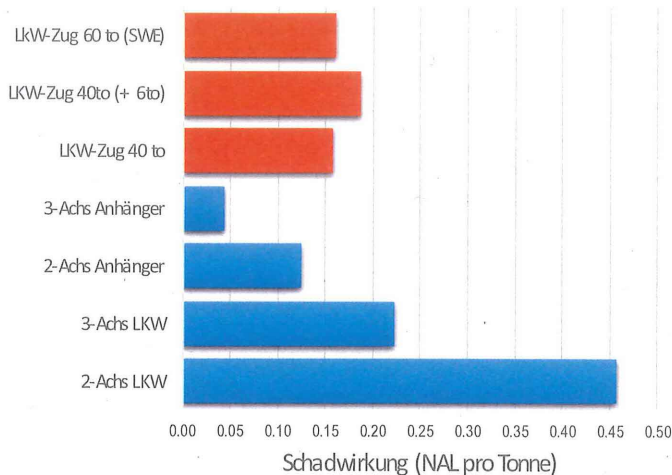


Abb. 3: Schadwirkung verschiedener Fahrzeug- und Lastzug-Konfigurationen pro Tonne transportierten Gutes. Nimmt man einen 2-Achs-Lkw als Referenz, so lässt sich die Schadwirkung um rund 50% reduzieren, falls der Transport mit einem 3-Achs-Lkw erfolgt. Dieser Effekt steigt bei einem 40-t- und 60-t-Lastzug auf etwa zwei Drittel.

Anforderungen von 40-t-Lastzügen an die Strassengeometrie

Die heutigen Waldstrassennetze sind nur teilweise für 40-t-Lastzüge geeignet. Eine maximale Fahrzeugbreite von 2,55 m bedingt – für eine Entwurfsgeschwindigkeit von 30 km/h – mindestens 3,50 m breite Strassen. Viele Waldstrassen sind aber nur 2,80 m breit. In Gebirgsgebieten weisen zudem viele Wendepunkten einen Minimalradius von 8 m auf, wie er in den SAFS Merkblättern (Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für den forstlichen Strassenbau) empfohlen wurde. Ein 40-t-Lastzug benötigt jedoch aus heutiger Sicht Wendepunkten mit mindestens 10 m Radius und einer Strassenbreite von mindestens 5,50 m.

Auch viele Brücken, die auf 16-t-Lastwagen bzw. 21-t-Lastzüge ausgerichtet wurden, genügen den heutigen Anforderungen nicht mehr und sind entsprechend zu verstärken. Damit stellt sich die Frage, wie diese Anpassungen am wirksamsten und effizientesten geschehen sollen. Es empfiehlt sich, zuerst eine Analyse der Strassennetze vorzunehmen, wobei festzulegen ist,

- (1) welche Strassenzüge erhalten bleiben,
- (2) welche Strassenzüge allenfalls aufgegeben und
- (3) welche Strassenzüge neu gebaut werden sollen.

In diese Überlegungen sind zwingend auch die heute üblichen Holzertesysteme einzubeziehen, welche andere An-

forderungen an die Erschliessung stellen als jene, die in den 1960 und 1970er Jahren üblich waren. In einem weiteren Schritt ist dann für sämtliche Strassenzüge, die erhalten bleiben sollen, eine Detailanalyse vorzunehmen, die zeigt, wo die Strassenbreiten vergrössert, welche Wendepfaden ausgebaut und welche Brücken saniert werden sollen. Aufgrund dieser Analysen lassen sich dann Ausbauprogramme formulieren, die möglichst rasch realisiert werden sollten.

Prof. Dr. Hans Rudolf Heinemann

Professur für forstliches Ingenieurwesen, ETH Zürich

Literaturhinweise

AASHO. 1961. The AASHO road test. History and Description of Project. National Academy of Sciences – National Research Council. Washington, D.C., 61A. 56 p.

AASHO. 1962. The AASHO Road Test – Report 5 Pavement Research. National Academy of Sciences – National Research Council. Washington, D.C.

BR-CH. 1971. Botschaft des Bundesrats an die Bundesversammlung betreffend Änderung des Bundesgesetzes über den Strassenverkehr. Bundesblatt. 123 (26): 1373–1402.

BV. 1989. Bundesgesetz über den Strassenverkehr. Änderung vom 6. Oktober 1989. Bundesblatt, (41): 943–949.

BV. 1999. Bundesgesetz zum Abkommen zwischen der schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Gemeinschaft über den Güter- und Personenverkehr auf Schiene und Strasse vom 8. Oktober 1999. Bundesblatt, (42): 8733–8735.

EU. 1996. Richtlinie 96/53/EG des Rates vom 25. Juli 1996 zur Festlegung der höchstzulässigen Abmessungen für bestimmte Straßenfahrzeuge im innerstaatlichen und grenzüberschreitenden Verkehr in der Gemeinschaft sowie zur

Fazit: 40-t-Lastzüge sachlich betrachten!

Seit dem 1. Januar 2005 sind 40-t-Lastzüge auch in der Schweiz und damit auch für den Holztransport zugelassen. Der vorliegende Beitrag verfolgte das Ziel, die Problematik der 40-t-Lastzüge sachlich darzustellen, dies insbesondere hinsichtlich der Schädigung am bestehenden Strassenoberbau. Die Auslegeordnung führt zu folgenden Resultaten:

- Ein 40-t-Lastzug für den Holztransport besteht aus einem dreiachsigen Lastwagen und einem zweiachsigen Anhänger (zur Schonung des Strassenoberbaus wäre ein dreiachsiger Anhänger noch besser).
- Ein derartiger 40-t-Lastzug reduziert die Schädigung pro Tonne im Vergleich zu einem zweiachsigen Lastwagen um rund zwei Drittel, womit sich die Wahrnehmung «grösser ist schlechter» als falsch erweist.
- 40-t-Lastzüge erfordern jedoch Strassenbreiten von mindestens 3,50 m und minimale Radien in Wendepfaden von mindestens 10 m.
- Viele Brücken der heutigen Waldstrassennetze wurden auf 16 oder 21 t Gesamtmasse ausgelegt, was für die heutigen Lastzüge ungenügend ist.

Die 40-t-Limite ist nicht als fixe Grenze anzusehen. Finnland und Schweden setzen für Holztransporte bereits seit 1972 60-t-Lastzüge ein, die sich vermutlich mit dem sogenannten «Eurocombi»-Konzept weiter ausbreiten werden. Die zunehmende Grösse der Lastzüge hat gemäss schwedischen Untersuchungen sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile; die Verbesserungen von 40 auf 60 t beträgt rund 20% und jene von 60- auf 90-t-Lastzüge nochmals etwa 20%.

In einem Gebirgsland wie der Schweiz sind 40-t-Lastzüge auf Waldstrassen eine realistische Option, während noch grösserer Lastzüge kaum flächendeckend eingeführt werden könnten. Immerhin wäre bei einem nächsten Grossturmergebnis zu prüfen, ob selektiv 60-t-Lastzüge eingesetzt werden könnten, was weniger Schädigung am Strassenoberbau bewirkte als eine Erhöhung der Limite für 40-t-Lastzüge auf 46 t.

Festlegung der höchstzulässigen Gewichte im grenzüberschreitenden Verkehr. Rat der Europäischen Union. Accessed [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0053&from=DE]

Löfroth, C., L. Larsson, J. Enström, G. Svenson, and A. Johansson. 2012. ETT-Modular System for Forest Transport—A three-year roundwood haulage test in Sweden. In HVTT12, International heavy vehicle symposium, 18. Stockholm, Sweden,

Ramberg, K. 2004. Three Short Become Two Long, if the EU Follows the Example Set by Sweden and Finland. Confederation of Swedish Enterprise. Accessed [Jul-11-2015]. [http://www.modularsystem.eu/download/facts_and_figures/confederation_of_swedish_enterprise_pub2004100041.pdf]

SN 640 320. 2011. Dimensionierung des Strassenaufbaus. Äquivalente Verkehrslast. Zürich: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute. 14 p.

Zu kaufen gesucht

Fi, Lä-Rundholz

ABC 5ml., 50+

Bu, Ei, Es, Ah-Rundholz

AB 50+

Bieten gute Preise.

Kontakt unter Chiffre Nr. 155270
Annoncen Agentur Biel AG
Längfeldweg 135, 2501 Biel-Bienne.

**Getriebe - Achse defekt
Was nun ??**

ATLAS
NEUSON
DIECI
DOOSAN
HYUNDAI
KOMATSU
KALMAR
MANITOU
LIEBHERR
NEW Holland
SANDVIK
THWAITES
HYSTER
usw usw

Tel. 044 840 62 21



www.achsen.ch

M. Knöpfli AG Regensdorf
Reparaturen 044- 840 62 13