

Ausbau der Achslasterfassung auf Bundesautobahnen – Verfahren zur Abnahme und Kontrolle der Messgenauigkeit von Achslasterfassungsgeräten

FA 1.151

Forschungsstelle: Technische Universität Braunschweig,
Institut für Fahrzeugtechnik
(Prof. Dr.-Ing. F. Küçükay)

Bearbeiter: Lückmann, T.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und
Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: März 2003

1. Aufgabenstellung

Das Verkehrsaufkommen ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Nach der Wende erhöhte sich z. B. der Transitverkehr nach Osten außergewöhnlich stark. Besonders der Schwerlastverkehr hat schlagartig zugenommen. Eine Verlagerung des Schwerlastverkehrs auf die Schiene wird angestrebt, trotzdem ist in den nächsten Jahren mit einer weiteren Steigerung des Lkw-Aufkommens zu rechnen. Da die genaue Anzahl der fahrenden Lkw und deren Gesamtgewicht (GG) für viele Gruppen wie z. B. Straßenplaner oder -bauer wichtig ist, wurden in einer ersten Phase insgesamt 6 dynamische Achslastmessstellen in Baden-Württemberg und in Hessen errichtet. Später wurde in einer weiteren Stufe die Anzahl der Messstellen um 10 erhöht. Die Anzahl der vermessenen Fahrstreifen stieg damit von 15 auf 42. Die neuen Messstellen sind über das Bundesgebiet verteilt. Großräumige Erfassungen der Transportleistungen sind somit möglich. Um zu gewährleisten, dass die Wiegeplatten korrekte Ergebnisse liefern, müssen die Achslasterfassungsgeräte regelmäßig kontrolliert werden. Gemäß zweier verschiedener Stufen werden die Messstellen mit definiert beladenen Lkw überfahren. Die dynamisch bestimmten Achslasten dieser Lkw werden mit statischen Lasten verglichen. Ziel dieses Projektes ist es, die deutschlandweit vorhandenen Achslasterfassungsgeräte der 1. und 2. Ausbaustufe zu kontrollieren bzw. abzunehmen. Eine zu entwickelnde Routenplanung soll dabei den Fahraufwand während einer Kontrollperiode optimieren. Die verwendeten Verfahren sollen kritisch beurteilt werden. Eine Analyse der erzielten Überfahresultate soll eine Aussage über den Zeitraum bis zu nächsten Kontrollmessungen zulassen. Weiter ist es Gegenstand der Untersuchungen, ob durch einen Motorwagen mit 18 t Gesamtgewicht die Belastung eines mit 40 t voll beladenen Sattelzuges nachgebildet werden kann. Zudem soll der Einfluss der Straßentemperatur auf das Ergebnis der dynamisch bestimmten Gewichte analysiert werden.

2. Untersuchungsmethodik

Die Verwiegung während der Überfahrt wird im internationalen Raum als "Weight-in-Motion" (WIM) bezeichnet. Sie stellt eine besondere Herausforderung dar, da sowohl große Geschwindigkeits- als auch Gewichtsbereiche vermessen werden sollen. Eine direkte Messung an speziell ausgerüsteten Lkw ist zwar möglich, aber aufwändig. Bei stationär eingebauten Achslasterfassungsgeräten sind dynamische Gewichtsänderungen der zu verwiegenden Fahrzeuge während der Überfahrt zu vermeiden. Diese dynamischen Gewichtsänderungen werden durch Schwingungen des Fahrzeugs und der Achsen/Räder hervorgerufen, die durch Fahrbahnebenheiten angeregt werden. Daher werden spezielle Anforderungen an die Fahrbahn im Bereich der Achslastsensoren gestellt. Es sind verschiedene Ver-

fahren entwickelt worden, mit denen dynamische Achslastmess-einrichtungen überprüft werden können.

Für die EU wurde eine europäische Spezifikation von der "European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research" (COST) unter der Nr. 323 erstellt. Ein Entwurf Nummer 3 (1999) listet Verfahren und Anforderungen/Empfehlungen bezüglich Standortauswahl, Installation, Operation, Kalibrierung und Test von WIM-Systemen auf. In enger Anlehnung an COST 323 wurde von der BASt ein eigenes Verfahren definiert. Es unterscheidet 2 Stufen:

- Stufe 1: Überprüfung der Kalibrierung eines Achslasterfassungsgerätes,
- Stufe 2: Abnahme der Messgenauigkeit eines Achslasterfassungsgerätes.

Ersteres Verfahren wird mit einem zweiachsigen Lkw (Motorwagen), letzteres wird zusätzlich mit einem Sattelzug – bestehend aus einem zweiachsigen Sattelfahrzeug und einem dreiachsigen Auflieger – durchgeführt.

Die Überprüfung der Kalibrierung von Achslasterfassungsgeräten und deren Abnahme erfolgt durch statische Vergleichswägungen von beiden obigen Schwerverkehrsfahrzeugen. Die Fahrzeuge müssen in einem technisch einwandfreien Zustand sein, die Fahrzeugladung muss gegen Verrutschen und Bewegung während der Fahrt gesichert sein und es darf keine flüssige Ladung verwendet werden.

Zur Überprüfung der Kalibrierung (Stufe 1) wird das Achslasterfassungsgerät insgesamt 15-mal mit dem Motorwagen und dem max. zulässigen Gesamtgewicht von 18 t bei drei festgelegten Geschwindigkeiten überfahren. Vor und nach allen Fahrten ist das Fahrzeug statisch zu verwiegen. Die dynamisch und statisch ermittelten Achslasten und Gesamtgewichte sind mit einem bestimmten Verfahren aufzubereiten.

Das so für die Achslast und das Gesamtgewicht ermittelte Wertepaar

$$\left(|m_{AL}|/s_{AL} ; \delta_{AL}/s_{AL} \right)$$

bzw. $\left(|m_{GG}|/s_{GG} ; \delta_{GG}/s_{GG} \right)$

ist dann in vorgegebene Diagramme einzutragen. (Dabei bedeuten m die mittlere relative Abweichung vom statischen Wert, s die Standardabweichung und δ die von der BASt gemäß verschiedener Güteklassen erlaubte Abweichung.) Die durchgeführte Kalibrierung des Achslasterfassungsgerätes gilt dann als akzeptiert, wenn beide Wertepaare oberhalb bzw. genau auf der jeweiligen Grenzkurve liegen.

Im Rahmen der Abnahme der Messgenauigkeit (Stufe 2) wird das Achslasterfassungsgerät mit zwei Fahrzeugen, einem zweiachsigen Motorwagen und einem Sattelzug insgesamt 60-mal überfahren. Beide Fahrzeuge werden sowohl einmal mit vollem als auch einmal mit halbem Gesamtgewicht versehen.

Die so zusammengestellten Daten für die Achslasten, Achsgruppenlasten und Gesamtgewichte des Fahrzeugs sind mit einem bestimmten Verfahren aufzubereiten.

Die maßgeblichen Wertepaare für

- die Achslast $\left(|m_{AL}|/s_{AL} ; \delta_{AL}/s_{AL} \right)$,
- die Achsgruppenlast, $\left(|m_{AG}|/s_{AG} ; \delta_{AG}/s_{AG} \right)$,
- und das Gesamtgewicht $\left(|m_{GG}|/s_{GG} ; \delta_{GG}/s_{GG} \right)$

sind in zugehörige Diagramme einzutragen.

Die Messgenauigkeit des Achslasterfassungssystems hinsichtlich der Achslastermittlung gilt dann als abgenommen, wenn alle drei Wertepaare oberhalb bzw. auf der jeweiligen Grenzkurve liegen.

3. Untersuchungsergebnisse

Da die neuen Messstellen nach einem anderem Prinzip als die seit 1997 in Betrieb genommenen Geräte der 1. Ausbaustufe arbeiten und Erfahrungen mit der neuen Messtechnik fehlten, wurde zuerst ein Prototyp aufgebaut. Als Messort war die Messstelle A 9 Dessau in Fahrtrichtung Berlin vorgesehen. Die Abnahmefahrten wurden im Juli 2000 durchgeführt. Insgesamt stellte sich heraus, dass die Messstelle den Anforderungen gerecht wurde. Bei der Achsgruppe, dem Gesamtgewicht und den Achslasten wurden die Abnahmebedingungen eingehalten.

Die restlichen Messstellen neuerer Bauart wurden nach vielfältigen Verzögerungen im Sommer 2001 abgenommen. Dabei stellte sich heraus, dass gravierende Mängel auftraten. Die Speicherung auf PCMCIA-Karten funktionierte nicht richtig, sodass viele Überfahrten nicht aufgezeichnet wurden. Weiter war die Klassifizierung fehlerhaft. Es gab bei allen Messstellen häufig Lkw mit 9 Achsen, deren Gesamtlänge teilweise über 150 m lag und die Geschwindigkeiten zum Teil über 220 km/h betragen. Wahrscheinlich sind diese Datensätze durch Zusammenfassen von mehreren Fahrzeugen entstanden. Der Abstand zum nächsten Fahrzeug würde die große Länge, ein Zusammenfassen mit einem schnellen Pkw die hohe Geschwindigkeit erklären.

Bezüglich der Kalibrierung ist zu bemerken, dass insgesamt nur 5 von 25 Achslasterfassungsgeräten die Abnahmeanforderungen erfüllten.

Aus den Ergebnissen der Überfahrten eines Fahrzeuges kann nur bedingt auf das zu erwartende Ergebnis des anderen Lkw geschlossen werden. Die jeweiligen relativen Abweichungen vom Mittelwert und die Standardabweichungen liegen zwar in derselben Größenordnung, Unterschiede von bis zu 50 % zwischen den beiden Lkw sind jedoch zu verzeichnen. Große Abweichungen vom statisch ermittelten Wert traten zudem bei der Verwiegung der leichten Drillingsachse des Aufliegers auf.

Neben den neu errichteten Messstellen wurden auch die älteren Achslasterfassungsgeräte kontrolliert. Dazu wurde gemäß Stufe 1 des BAST-Verfahrens ein zweiachsiger Lkw mit 18 t Gesamtgewicht verwendet. Die neueren Messstellen wurden nach den Abnahmefahrten ebenfalls mit einem Motorwagen kontrolliert. Kontrollmessungen fanden mehrfach im Zeitraum zwischen März 2000 und November 2001 statt.

Bei den älteren Messstellen stellte sich heraus, dass auf Grund der hohen Auslesezeit des Ringspeichers, verbunden mit einer instabilen Datenübertragung, eine Online-Aufzeichnung nötig war. Dazu wurde ein Laptop direkt an die Messstation angeschlossen. Auch die Online-Aufzeichnung brach teilweise zusammen, sodass eine Reihe von Überfahrten hätte wiederholt werden müssen. Nur in zwei Fällen war es möglich, dieses einige Tage später zu erledigen. Die Messstellen neuerer Bauart hatten weiterhin Probleme mit der verwendeten Software, sodass viele Überfahrten nicht aufgezeichnet wurden. Eine Untersuchung auf die Kalibrierung der einzelnen Messstellen ergab, dass die Anforderungen bis auf wenige Ausnahmen nicht erfüllt wurden, wobei die Ergebnisse der Geräte der 2. Ausbaustufe

gegenüber den Geräten der 1. Ausbaustufe etwas bessere Genauigkeiten lieferten.

Eine Temperaturabhängigkeit der Achslasterfassungsgeräte konnte weder bei den älteren noch bei den neueren Messstellen festgestellt werden.

Eine Untersuchung der Messergebnisse auf eine Normalverteilung ergab positive Resultate, sodass die Voraussetzungen für die verwendeten Verfahren gegeben sind.

Ein Schwerpunkt des Projektes sollte auf der Abschätzung des Zeitraums bis zur nötigen Nachkalibrierung liegen. Dazu wurden Ende 2002 mehrere Kontrollfahrten in schneller Reihenfolge durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten keine systematische Drift, allerdings wiesen die Achslastwaagen schon bei Beginn der Fahrten eine schlechte Kalibrierung auf.

Ein alternatives Verfahren von Wald/Wolfowitz ergibt gleichwertige Ergebnisse wie das Verfahren COST 323/BAST.

4. Folgerungen für die Praxis

Es stellte sich heraus, dass die Straßenbeschaffenheit großen Einfluss hat. So sollte in Zukunft noch mehr darauf geachtet werden, dass im Bereich der Achslastwaage die Straßenoberfläche möglichst eben ist, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Auf Grund starker Abweichungen bei der Achsgruppe des Aufliegers erscheint bei der Abnahme die Verwendung eines 5-achsigen Sattelzuges weiterhin sinnvoll.

Ein mit 18 t GG beladener Motorwagen weist zwar ähnliche Achslasten und gleiche Achslastverteilungen wie ein Sattelzug (GG 40 t) auf, trotzdem lässt sich von den Ergebnissen des einen Fahrzeuges nur bedingt auf das zu erwartende Ergebnis des anderen Lkw schließen. Dennoch wäre ein Einsatz eines Motorwagens mit 18 t GG und eines 5-achsigen Sattelzuges mit 20 t GG zu überdenken, da bei dieser Kombination sowohl Aussagen bei der Achse mit der größten Achslast als auch bei der problematischen leichten Drillingsachse des Aufliegers gemacht werden können. Die Kontrollfahrten sollten weiterhin aus Zeit- und Kostengründen mit dem Motorwagen durchgeführt werden.

Wegen der erheblichen Probleme mit den Messstationen ist zu empfehlen, vor Beginn der Überfahrten die Messstation hinsichtlich ihrer Funktionstüchtigkeit zu überprüfen. Bei den Messstellen älterer Bauart sollte auf ein Auslesen des Ringspeichers verzichtet und eine Online-Aufzeichnung der Sensordaten angestrebt werden. Zudem sollte das Ausleseverfahren der Ringspeicher verbessert werden. Anstatt den gesamten Speicher auszulesen, sollten einzelne Tage bzw. einzelne Zeitabschnitte anwählbar sein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Messstellen keinen befriedigenden Zustand aufweisen und somit der praktische Gebrauch in Frage steht. Besonders die Erwartungen hinsichtlich Messgenauigkeit und Datenübertragung wurden nicht erfüllt.

Auf Grund der vielen Probleme beim Aufbau der 2. Ausbaustufe sollte die geplante 3. Ausbaustufe verschoben werden, bis die bestehenden Achslasterfassungsgeräte den Erwartungen entsprechen. Dazu sind regelmäßige Kontrollen der schon vorhandenen Achslasterfassungsgeräte unabdingbar. 