

# Das System der automatischen Ladegewichtsüberwachung

Die automatisierte Ladegewichtsüberwachung als weiteres wesentliches Element im digitalen Schienengüterverkehr

GÜNTER PETSCHNIG | CHRISTOPH LORENZUTTI

Der viel verwendete Terminus „digitaler Schienengüterverkehr“ umfasst vorrangig die digitale automatische Kupplung (DAK) und die automatische bzw. automatisierte Bremsprobe. Jedoch gibt es weitere Anwendungen, die bisher rein manuell durchgeführte Tätigkeiten in automatisierte Prozesse überführen und somit langjährige Problematiken lösen. An dieser Stelle sei die automatische Ladegewichtsüberwachung genannt. Der nachfolgende Beitrag gibt einen Überblick über das technische Grundkonzept, die Funktionalitäten sowie die Vorteile einer automatisierten Lösung für den Beladeprozess im Schienengüterverkehr (SGV).

## Die Ausgangssituation:

### Problematiken der manuellen Verladung

Der Beladeprozess im SGV wird – wie andere Prozesse auch – noch immer manuell durchgeführt. In der Logistik sind allerdings Schnelligkeit, Zuverlässigkeit und eine geringstmögliche Fehlerquote die entscheidenden Faktoren. Die Bahnlogistik ist mit einem hohen wirtschaftlichen Druck konfrontiert, sowohl innerhalb der Branche wie auch gegenüber dem Straßentransport. Eine manuell durchgeführte Beladung ist auf unterschiedlichen Ebenen problematisch.

Spediteure, Wagenhalter, Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) und Unternehmen allgemein stehen unter enormem Zeit- und Kostendruck. Das Businessmodell kann nur dann profitabel

sein, wenn Liefertermine zuverlässig eingehalten werden, Beförderungs- und Instandhaltungskosten so niedrig wie möglich sind und möglichst viel Ladevolumen genutzt wird.

Transportmaterialien wie Holz, Schüttgut oder Schrott gelten als „schwierig“, da sie aufgrund der unterschiedlichen Dichte nicht nach Volumen beladen werden können. Holz etwa weist je nach Feuchtigkeit einen Gewichtsunterschied von bis zu 50 % auf. Das Ladegewicht kann vom Ladepersonal nur geschätzt werden. (Abb. 3).

Das Ladepersonal vor Ort ist für die Beladung verantwortlich. Das führt dazu, dass zumeist mit einem Sicherheitsfaktor kalkuliert wird und die Wagen tendenziell unterladen sind. Das hat große Ineffizienzen zur Folge.

Sind hingegen die Waggons überladen, stellen sie ein Sicherheitsproblem dar und werden bei den Infrastrukturstellen ausgereiht. Auch asymmetrische Beladung führt aus Gründen der Sicherheit zum Aussetzen der Waggons. Jede Ausreihung von Waggons ist besonders zeit- und kostenintensiv. Überladene oder überbeanspruchte Wagen haben außerdem einen höheren Verschleiß und einen damit verbundenen höheren Reparaturbedarf.

Die Beladeinformationen werden per Papierlisten geführt und händisch in das jeweilige Verwaltungssystem übertragen. Beladeinformationen in Echtzeit sind daher nicht verfügbar und die analoge Datenaufzeichnung ist oftmals eine Fehlerquelle. Zusätzlich zu diesen Problematiken fehlen den Betreibern relevante Informationen über den Zustand des Güterwagens. In Summe verursacht eine manuelle Ladegewichtsüberwachung deutliche Kosten, Ineffizienzen und Unsicherheiten, die bei dem generell

hohen Kosten- und Zeitdruck als besonders schwerwiegend zu bewerten sind.

## Die Lösung:

### Automatische Ladegewichtsüberwachung

Basierend auf der o.a. Problem-Analyse wurden die Anforderungen an eine automatische Ladegewichtsüberwachung folgendermaßen definiert:

- Eine automatisierte Überwachung des Ladegewichts ist am effektivsten direkt am Beladungsstandort, sodass während des Beladungsprozesses Änderungen vorgenommen werden können.
- Eine weitere Zielvorgabe war das Erreichen der maximalen Ladekapazität sowie die Vermeidung von unzulässigen Ladezuständen. Dies alles erfordert eine Echtzeit-Messung des aktuellen Ladezustandes und eine vor-Ort-Anzeige für das Ladepersonal während des Ladevorgangs.
- Eine weitere Anforderung war es, relevante Monitoring-Daten über den Güterzug zu erfassen – und das in einem System, das darüber hinaus offen für zusätzliche Anwendungen ist.

### Ein digitales Gesamtsystem als Basisplattform

Basis ist das speziell für Güterwagen entwickelte digitale Gesamtsystem WaggonTracker (Abb. 1)[1]. Das System erfasst zugleich wichtige Monitoring-Informationen in Echtzeit und automatisiert Prozesse. Für eine autonome und leistungsstarke Stromversorgung sorgt ein Radnabengenerator.

Die ermittelten Daten werden über eine Internetverbindung direkt in ein Web-Portal



Abb. 1: Konzept der automatischen Ladegewichtsüberwachung

Quelle: PJM

gemeldet. Damit ist höchste Verfügbarkeit der Daten garantiert. Die Daten werden über eine verschlüsselte, gesicherte Verbindung übertragen.

Die Monitoring-Informationen werden je nach Anwendungs- bzw. Kundenbedarf festgesetzt und können grundsätzlich in zwei Datenblöcke unterteilt werden:

- Die Basisdaten umfassen üblicherweise Fahrleistung, aktuelle Position, letzte Meldung, letzte Bewegung, aktuelles Land, nächstgelegene Stadt, historische Daten, Geo-Fencing, Fahrtrichtung, Radsatzlaufleistung.
- Als weitere Daten sind verfügbar: Fahrverhalten, Achslager-Temperatur, Signalisierung/akustische Warnung bei Ladevorgängen direkt am Wagen, Entgleisung, Bremsstatus letzter Wagen, Diagnose fehlerhaft bremsender Wagen.

### Das technische Konzept der Ladegewichtsüberwachung

Aufbauend auf die Basisfunktionalitäten des digitalen Gesamtsystems, wurden die technischen Anforderungen an die automatische Überwachung des Ladegewichts folgendermaßen umgesetzt.

Für die Gewichtsbestimmung dient ein auf Dehnmessstreifen basierendes System, das wartungsfrei und langlebig ausgelegt ist. Diese Dehnmessstreifen werden am Drehgestellrahmen appliziert und abhängig vom gewünschten Funktionsumfang werden eine bis vier Messstellen am Wagenrahmen angebracht. Am Güterwagen sind Signallampen oder eine Digitalanzeige installiert, die als Vor-Ort-Visualisierung dienen und den Ladeverantwortlichen sofort Auskunft über den Beladezustand geben. Das System prüft zu vorgegebenen Zeitintervallen den Ladezustand bzw. aktiviert sich automatisch bei Gewichtsänderungen. Die Signallampen zeigen an, wenn das zulässige Maximalgewicht erreicht oder die Beladung asymmetrisch ist. (Abb. 2)



Abb. 2: Vor-Ort-Signalisierung informiert über den Beladezustand während des Ladevorgangs.

Quelle: PJM

Die Einstellung der Kalibrierwerte erfolgt über das Webportal, die Daten werden auf das System vor Ort übertragen und gespeichert. Die Funktionalität ist auch bei nicht vorhandener Internetverbindung gewährleistet. Damit stehen dem Belader immer die Informationen über einsatzbereite Wagen inkl. Kalibrierung und Beladegrenzwerte zur Verfügung.

Umfassende Monitoring-Informationen wie Fahrleistung, Ortung und Umgebungstemperatur stehen durch das digitale Gesamtsystem WaggonTracker standardmäßig zur Verfügung. Außerdem können z.B. nonkonforme Auflaufstoß-Überwachung, Vertikalstoß-Überwachung oder lauftechnische Sicherheitsüberwachung optional erfasst werden. Das System ist beliebig erweiterbar.

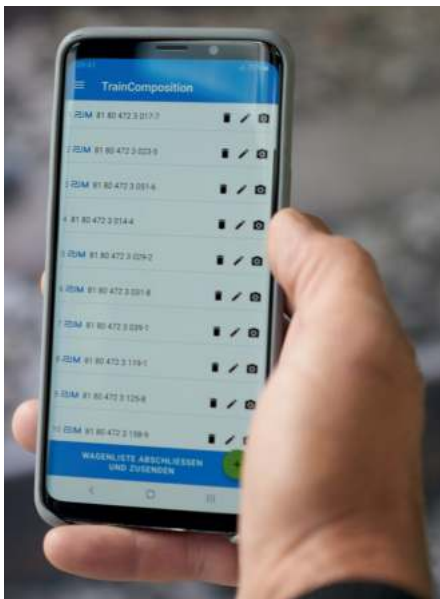
Dem Webportal kommt eine besondere Bedeutung zu. Die vom Messsystem erfassten und ins Webportal übermittelten Daten zeigen unter anderem:

- Zugbildung (auf Kundenwunsch): Die Züge werden durch den Wagenmeister am Waggon per App gebildet, via Scan von QR-Codes, NFC oder manueller Eingabe. Ziel ist die vereinfachte Erstellung von Zuglisten inkl. deren E-Mail-Versand. Auch Wagen ohne PJM-System können hinzugefügt werden.
- Web-Service mit API-Schnittstelle zur Integration der Beladedaten in das bestehende System des Anwenders.
- Live-Monitoring des Ladezustands von ganzen Zügen im Webportal mit dem Überblick, wie viele Waggons pro Zug oder komplette Züge bereits beladen oder entladen sind.
- Automatisierte Benachrichtigung per E-Mail bei Abweichungen, z.B. bei Überladung oder Stößen.
- Die unterschiedlichen Lastgrenzen für Ladestationen, Strecken oder Länder werden definiert und sind im System hinterlegt, sodass der Verloader vor Ort exakt nach dem vorgegebenen Ladeplan beladen kann.



Abb. 3: Optimal beladener Holztransport

Quelle: Transwaggon



**Abb. 4:** Per App sind alle relevanten Daten der Zugzusammenstellung in Echtzeit ersichtlich.

Quelle: PJM

### Nutzeneffekte der automatischen Ladegewichtsüberwachung

In der Anwendung der automatischen Ladegewichtsüberwachung zeigen sich mehrere positive Effekte, die für Spediteure und Wagenhalter, aber auch Unternehmen bedeutend sind:

- Die optimale Ladekapazität ist sichergestellt: Die Vor-Ort-Visualisierung per Direktanzeige am Waggon oder per App (Abb. 4) ist eine wichtige Unterstützung des Ladepersonals während des Ladeprozesses. Insbesondere bei „schwierigem“ Ladegut wie Holz, Schrott oder Schüttgut ist das eine große Erleichterung. Optimal beladene Güterwagen sind effizient, verhindern unnötige Mehrfahrten und sparen Kosten.
- Keine Überladung mehr: Ein Überschreiten des zulässigen Maximalgewichts wird in Echtzeit angezeigt und kann sofort korrigiert werden, ebenso wie eine asymmetrische Beladung. Das Ladepersonal wie auch Wagenhalter und Logistiker haben die Sicherheit einer optimalen, zulässigen Beladung.
- Zeitgewinn: Die Verladung kann schneller durchgeführt werden, da das Lademaximum schneller erreicht wird. Da die Wagen das zulässige Maximalgewicht nicht mehr überschreiten, entfallen auch zeitintensive Ausreihungen an Infrastrukturstellen. Viele Unternehmen legen zusätzliche Strecken für ein separates Wiegen zurück, um eine eventuelle Überladung festzustellen. In diesen Fällen kann der Zeitgewinn doppelt verbucht werden (zu den zusätzlichen Kosten, die für diese Fahrten entstehen).
- Reduzierter Prozessablauf: Durch die automatische Gewichtserkennung wird das manuelle Wiegen reduziert oder gänzlich vermieden.
- Papierlose Administration und damit deutlich geringere Fehlermöglichkeit: Die Wa-

genlisten stehen in übersichtlicher, digitaler Form zur Verfügung.

- Reduktion von Verschleiß- und Reparaturkosten: Da es keine überladenen Wagen mehr gibt, werden Radsätze und Rahmen weniger beansprucht und somit Reparaturen verringert bzw. die mögliche Laufleistung erhöht.
- Generell verbessertes Reparaturmanagement: Durch die frühzeitige Erkennung von z.B. Flachstellen werden aufwendige Reprofilierungen mit hohem Materialabtrag und ggf. Folgekosten vermieden und damit auch die besonders teuren Ausfallszeiten verhindert.
- Verbesserte Kommunikation: Endkunden wie auch Spediteure erhalten wichtige Informationen wie Beladefortschritt und Rangierzeiten in Echtzeit.
- Zuverlässige Datenübermittlung: Die Datenerfassung ist präzise und komfortabel. Anwender sparen damit Zeit und Kosten, da es keine aufwendige Fehlersuche mehr gibt.
- Sofort-Effekte: Die automatische Überwachung des Ladegewichts bringt umgehend Positiveffekte. Durch die deutliche Steigerung der Faktoren Systemeffizienz, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit wird ein rascher ROI-Effekt (ROI, Return on Investment) sichergestellt. Konkrete Effizienzsteigerungen sind durchgehend vorhanden, variieren jedoch je nach Transportmaterial.

Wie oben angeführt, summiert sich das Einsparungspotenzial aus mehreren Faktoren. Als konkretes Beispiel sei hier eine Kostenkalkulation hinsichtlich Ausreihung im Holztransport gezeigt:

Bei einer Ausreihung entstehen typischerweise rund 1000 EUR an Kosten (sofern Radsätze nicht getauscht werden müssen). Die Wertschöpfung bei einem konkreten Anwender liegt beim Holztransport im Bereich von 15 EUR/t. Durch den Einsatz des Systems zur automatischen Gewichtsüberwachung kann die durchschnittliche Beladung um rund 5 t erhöht werden, bei gleichzeitiger Vermeidung einer Ausreihung. Bei durchschnittlich 45 Fahrten jährlich mit erhöhter Transportleistung und gleichzeitiger Risikominimierung einer Ausreihung wird eine Einsparung von rund 4000 EUR/Jahr erreicht.

### Automatische Ladegewichtsüberwachung als elementarer Teil des digitalen SGV

Dass Digitalisierung und damit automatisierte Prozesse im SGV endlich Einzug halten müssen, ist unbestritten. Auch wenn die DAK oder die automatische bzw. automatisierte Bremsprobe aktuell im Fokus stehen, gibt es mit der automatischen Ladegewichtsüberwachung eine weitere Anwendung, die erhebliche Verbesserungen im SGV mit sich bringt. Der Nutzeneffekt gilt für beide Anwendungsebenen: Für Spediteure, Wagenhalter wie auch Unternehmen reduziert sich der Kosten- und Zeitdruck deutlich. Im Gegenzug profitieren die Anwender von einer höheren Wirtschaftlichkeit und Sicherheit, da der Beladeprozess

schneller, transparenter und zuverlässiger durchgeführt werden kann. Ein weiterer Vorteil ist die relativ einfache Integration des Systems in bestehende Fahrzeuge ebenso wie in den Betriebsablauf.

Für den SGV im Allgemeinen bringt jeder einzelne automatisierte Prozess die wichtige Weichenstellung in Richtung Wettbewerbsfähigkeit und Attraktivität gegenüber dem Lkw-Transport. Die automatische Ladegewichtsüberwachung ist ein weiterer wesentlicher Schritt in das überfällige Zeitalter des digitalen SGV. ■

#### QUELLE

[1] <https://pjm.co.at/waggontracker/>, 28.01.2021, 11:50 Uhr



**Dipl.-Ing. Günter Petschnig**  
Geschäftsführer  
PJ Messtechnik GmbH/  
PJ Monitoring GmbH, AT-Graz  
petschnig@pjm.co.at



**Christoph Lorenzutti**  
COO  
PJ Monitoring GmbH, AT-Graz  
lorenzutti@pjm.co.at