

# DIPLOMARBEIT

## Möglichkeiten und Grenzen der Erhöhung der Produktivität im Eisenbahn-Güterverkehr

### BEARBEITER



Name: Christian Seeländer  
Studium: Verkehrsingenieurwesen

### BETREUER

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Fengler  
Dipl.-Ing. Sven Hietzschold

### AUFGABE

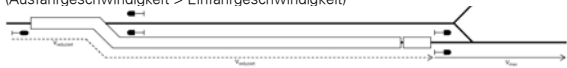

Mit der zunehmenden Verkehrsnachfrage im Schienengüterverkehr zeichnen sich starke Auslastungen und Überlastungen von Teilen der Netzinfrastruktur ab. Um den umfangreichen Neubau von Verkehrsinfrastruktur zu vermeiden, stellt sich die Frage, wie auf dem existierenden Streckennetz größere Verkehrsmengen bewältigt werden können.

Neben der Untersuchung, inwiefern höhere Achslasten sowie eine größere Fahrzeugumgrenzung zu diesem Ziel beitragen, liegt der inhaltliche Schwerpunkt auf der Untersuchung überlanger Güterzüge. Dabei spielen sowohl rechtliche, fahrzeugtechnische als auch betrieblich-sicherungsrechtliche Aspekte eine Rolle. Kernpunkt der Arbeit sind die infrastrukturellen Rahmenbedingungen, die bei einer Vergrößerung der maximalen Zuglänge mögliche Grenzen setzen. Unter Verwendung eisenbahnbetriebswissenschaftlicher Software (STRELE) ist zu untersuchen, ob und in welchem Maße überlange Güterzüge die Leistungsfähigkeit und Betriebsqualität einer Strecke beeinflussen. Im Anschluss daran ist zu ermitteln, ob und welche infrastrukturellen am Streckenlayout vorgenommen werden müssen, um überlange Güterzüge vorteilhaft einzusetzen.

### RECHTLICHE BEDINGUNGEN

- Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO), §34:  
„Ein Zug darf nicht länger sein, als es seine Bremsverhältnisse, Zug- und Stoßeinrichtungen und die Bahnanlagen zulassen.“  
→ Keine konkrete Vorgabe, bei Änderungen: Nachweis gleicher Sicherheit
- Richtlinie 408 „Züge fahren und Rangieren“ der Deutschen Bahn, Modul 0711:  
„(1) Ein Zug darf in der Regel höchstens 250 Achsen stark sein. [...]“  
„(2) Ein Wagenzug darf höchstens 700 m lang sein. [...]“  
→ Änderung bei Einführung überlanger Güterzüge erforderlich

### SICHERUNGSTECHNISCHE BEDINGUNGEN

- Mittelweichenproblematik: Änderung betrieblicher Regelungen erforderlich (Ausfahrtschwindigkeit > Einfahrtschwindigkeit)
- 
- Austausch einer Achszählerbauform, welche lediglich bis zu 256 bzw. 386 Achsen zählt
  - Verschiebung von 500-Hz-Magneten
  - Austausch von LZB-Bordgeräten, Software-Änderungen in LZB-Streckenzentralen
  - Gefahr von Oberleitungsbränden durch signalbedingte ungünstige Stellung des nachschiebenden Triebfahrzeugs und hohe Leistungsaufnahme: Änderung von Planungsrichtlinien erforderlich
- 

### FAHRZEUGTECHNISCHE BEDINGUNGEN

- Bei Verwendung von zwei Triebfahrzeugen wächst die Kraft am Zughaken  
→ Einsatz der automatischen Mittelpufferkupplung oder  
→ Stellung des zweiten Triebfahrzeugs in Zugmitte („verteilte Traktion“)
- Verzögerter Bremskraftaufbau führt zu unzulässig hohen Längskräften  
→ Einsatz der elektropneumatischen Bremse oder zusätzlichen Zugbremsventilen  
→ Verteilte Traktion günstig, da zweites Triebfahrzeug auch die Bremsung auslöst
- Bis 1000 m Zuglänge: Fahren mit Bremsstellung G möglich
- Nachweis der Bremswegsicherheit (1000 m Bremsweg) erforderlich
- Gefahr der Entgleisung durch hohe Längskräfte  
→ Spurkranzschmierung, Verringerung der Geschwindigkeit, Einsatz der automatischen Mittelpufferkupplung, homogene Zugbildung, hohe Achslasten
- Bremstechnisch bedingte Höchstgeschwindigkeit: 90 km/h

### THESEN

- Es ist sowohl mittel- bis langfristig ein erhebliches Wachstum des Güterverkehrsaufkommens auf der Schiene zu erwarten, welchem die gegenwärtige Infrastruktur auf ausgewählten Korridoren nicht gerecht wird.
- Der Einsatz überlanger Güterzüge erfordert neben betrieblichen und sicherungstechnischen vor allem auch fahrzeugtechnische Änderungen, insbesondere im Bereich der Bremstechnik, welche sich jedoch in der Gesamtheit ihres Umfangs in einem moderaten Rahmen bewegen.
- Die Verlängerung von Güterzügen über das derzeitige Höchstmaß hinaus ist ein geeignetes Mittel, das steigende Güterverkehrsaufkommen zu bewältigen und die Betriebsqualität auf überlasteten Strecken zu verbessern.
- Die dazu notwendigen Umbaumaßnahmen im infrastrukturellen Bereich sind gering, eine Umlegung auf die Trassenkosten erhöht diese nur marginal.

### INFRASTRUKTURELLE BEDINGUNGEN

- Die Gleisnutzlängen in den Rangierbahnhöfen genügen nicht für überlange Güterzüge
- Die Zugbildung und -auflösung in Unterwegsbahnhöfen ist möglich, jedoch umständlich

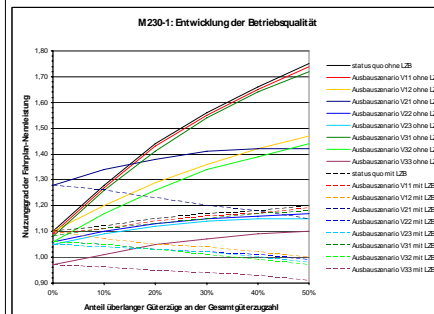
### LEISTUNGSUNTERSUCHUNG

Untersuchung der Streckenstandards M230, M160 und G120 (nach DB-Richtlinie 413) mit STRELE auf folgende Fragestellungen:

- Ist bei befriedigender Betriebsqualität durch überlanger Güterzüge eine Erhöhung der Produktivität zu erreichen?
- Besteht bei überlasteten Strecken die Möglichkeit, durch den Einsatz überlanger Güterzüge die Betriebsqualität zu verbessern?
- Mit welchen infrastrukturellen Maßnahmen kann bei Einsatz überlanger Güterzüge eine befriedigende Betriebsqualität erreicht werden?

### ERGEBNISSE

- Über die Erhöhung der Zugzahlen ist bei befriedigender Betriebsqualität ein größerer Produktivitätszuwachs erreichbar als über den Einsatz überlanger Güterzüge
- Der Einsatz überlanger Güterzüge auf überlasteten Strecken führt zu einer zusätzlichen Verschlechterung der Betriebsqualität



Darstellung der Beziehung zwischen Nutzungsgrad und Anteil überlanger Güterzüge: Es ist ersichtlich, dass der Einsatz überlanger Güterzüge die Betriebsqualität erheblich verschlechtert und nur die Maximalvariante des Streckenausbaus (V3) unter Nutzung der LZB zu einer befriedigenden Betriebsqualität (Nutzungsgrad < 1) führt.

- Bei den Streckenstandards M230 und M160 führt lediglich ein umfangreicher Infrastrukturausbau (Verlängerung und Bau zusätzlicher Überholungsgleisen, Blockverdichtung) zu einer befriedigenden Betriebsqualität bei Einsatz überlanger Güterzüge
- Beim Streckenstandard G120 genügt die Blockverdichtung zum Sicherstellen der befriedigenden Betriebsqualität

### ZUSAMMENFASSUNG

- Der Einsatz überlanger Güterzüge ist technisch und betrieblich möglich, jedoch mit umfangreichen Vorarbeiten und Investitionen verbunden
- Überlanger Güterzüge stellen kein Mittel dar, auf überlasteten Strecken ohne infrastrukturelle Maßnahmen die Betriebsqualität zu verbessern