

Standardisierung der Betankung von Schienenfahrzeugen

Standardization of refuelling of rail vehicles

Dipl.-Ing. Bernd Nabert, Dipl.-Ing. Winfried Hajek, Erfurt

Zusammenfassung

Es ist für jeden Autofahrer selbstverständlich, dass er mit einem Straßenfahrzeug jedes beliebigen internationalen Herstellers an einer Straßentankstelle seinen Tank auffüllen kann. Zapfventil, Einfüllstutzen und Einlaufrohr sind aufeinander abgestimmt und passen zueinander. Bei Schienenfahrzeugen ist das leider nicht sichergestellt. Die Systeme bei den einzelnen Staatsbahnen sind nicht kompatibel. Aber auch nach der Umwandlung von Bundes- und Reichsbahn in die Deutsche Bahn AG, einhergehend mit der Liberalisierung des Zugangs zum Schienennetz, sind in Deutschland Entwicklungen weg von einem einheitlichen Standard zu beobachten. DB Energie-Tankdienste – (vormals DBTankService) als Betreiber von mehr als 200 Tankstellen für Schienenfahrzeuge in Deutschland hat zunächst mit der Schaffung einer Bahnnorm den Versuch unternommen, diese Entwicklung zu beenden. Ziel ist die Schaffung einer DIN und EN. Dazu gehört auch, das bisher übliche Freifallbetanken durch ein geschlossenes System zu ersetzen.

Summary

Every car owner takes for granted to be able to fill up his car, of any given brand at every petrol station. Tapping valve, filler neck and infeed tube are attuned and fit together.

Unfortunately this is not secured for rail vehicles. The systems of different national railroads in Europe are incompatible to each other. Although the Deutsche Bahn AG was founded out of „Reichsbahn“ and „Bundesbahn“ and the entrance to the railroad system was liberalised, there is a tendency off the equally standard observable in Germany.

„DB Energie-Tankdienste“ (former „DBTankService“) is operator of more than 200 petrol stations for rail vehicles in Germany. With creation of a standard „DB Energie-Tankdienste“ attempted to stop this development. It is intended to phrase a DIN and an EN. Along with this, there should take place a substitution of the fuelling by free-flowing through a self-contained system.

1. Entwicklung der Dieseltraktion in Deutschland

Die Wurzeln der Dieseltraktion in Deutschland reichen zurück bis in die Zeit vor dem Ersten Weltkrieg. Die erste Diesellokomotive wurde 1910 gebaut. Erst nach dem ersten Weltkrieg wurde mit dem technologischen Fortschritt die Entwicklung beschleunigt. Das bekannteste Diesellokomotivfahrzeug zwischen den Weltkriegen war der „Fliegende Hamburger“, der in den dreißiger Jahren zwischen Berlin und Hamburg eingesetzt wurde und respektable Höchstgeschwindigkeiten und Reisezeiten erreichte.

In großem Stil eingeführt wurde die Dieseltraktion bei der Deutschen Bundesbahn (DB) und der Deutschen Reichsbahn (DR) in den fünfziger und sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts zur Ablösung der Dampftraktion im Nahverkehr in der Fläche, auf nicht elektrifizierten Hauptstrecken sowie im Rangierdienst. Heute fahren in Deutsch-

land zwischen 5 000 und 10 000 Schienenfahrzeuge mit Dieselantrieb. In den letzten Jahren wurden und in den nächsten Jahren werden noch insbesondere Triebwagen in relativ großen Stückzahlen für den Einsatz überwiegend im Nahverkehr in der Fläche ausgeliefert. Der Kraftstoffbedarf der Triebfahrzeuge insgesamt beträgt deutlich über 600 Mio. l/Jahr, dazu kommen einige Mio. l Heizöl für die Zugheizung.

2. Kraftstoffversorgung der Schienenfahrzeuge

Die im Vergleich zu Straßenfahrzeugen größeren spezifischen Kraftstoffverbräuche der Schienenfahrzeuge erfordern – zur Sicherstellung einer ausreichenden Reichweite – entsprechend dimensionierte Kraftstoffbehälter. So beträgt das Fassungsvermögen der Behälter der dieselgetriebenen Schienenfahrzeuge in Westeuropa üblicherweise etwa 500 bis zu 6000 l – je nach Baureihe. Um die

Zeiten für das Nachfüllen der Behälter zu begrenzen, sind größere Schüttleistungen der Zapfeinrichtungen an den Tankstellen notwendig, als es bei Straßenfahrzeugen üblich ist (Pkw 40 l/min, Lkw und Busse bis zu 120 l/min). Schüttleistungen um 200 l/min und mehr haben sich eingebürgert. Diese Leistungen sind mit herkömmlichen automatischen Zapfventilen ohne mechanische Verbindung mit dem Einfüllstutzen nicht beherrschbar.

Im Wesentlichen haben sich zwei Betankungssysteme herausgebildet

- offenes System mit Freifallbetankung mittels Zapfventil und
- geschlossenes System ohne/mit (Vollschlauch-) Trockenkupplung (Druckbetankung).

Beide Systeme können zusätzlich mit einem Grenzwertgeber ausgestattet sein, der den Betankungsvorgang bei Erreichen eines bestimmten Füllungsgrads (bei etwa 90 %) automatisch beendet.

2.1 Offenes System

Das offene System (Bild 1) ist dadurch gekennzeichnet, dass sich am Ende des Schlauchs ein Zapfventil befindet, das mittels Renkverschluss mit dem entsprechend ausgebildeten Einfüllstutzen am Fahrzeug mechanisch fest verbunden wird, d.h. von dem Bediener bei der Befüllung nicht gehalten werden muss.

- Die Beendigung des Tankvorgangs kann
- mittels Abfüllsicherung mit Grenzwertgeber (GWG),
 - bei entsprechender Ausbildung des Zapfventils und des Einfüllrohrs automatisch (wie bei Straßenfahrzeugen üblich) oder
 - manuell durch das Bedienungspersonal erfolgen.

Zwischen dem Zapfventil und dem Einfüllstutzen befindet sich eine ringförmige Öffnung, durch die beim Befüllen Luft, aber auch Kraftstoff austreten kann, wenn die Schütteleistung zu hoch ist und/oder die hydraulischen Verhältnisse hinter dem Einfüllstutzen ungeeignet sind. Die Freifallbetankung erfordert eine Führung des Einlaufrohrs so, dass ein freier Fall stattfinden kann. Horizontale oder annähernd horizontale Führungen des Rohres führen zu Problemen.

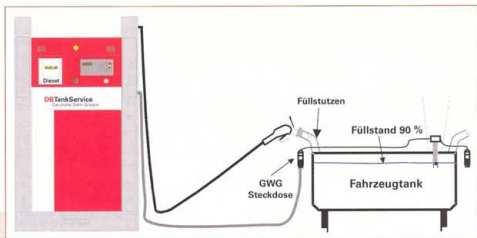


Bild 1: Offenes Betankungssystem

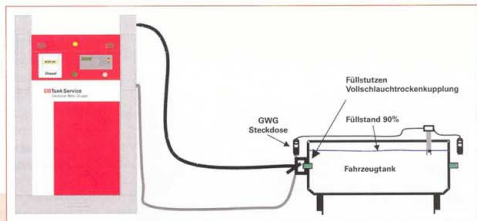


Bild 2: Geschlossenes Betankungssystem

2.2 Geschlossenes System

Bei diesem System (Bild 2) wird der mit der Trockenkupplung ausgerüstete Zapfschlauch mit einem einfachen Handgriff fest mit dem passenden Kupplungsstück auf dem Einfüllstutzen verbunden. Da an der Kupplung keine Entlüftungs-Öffnungen vorhanden sind, kann beim Befüllungsvorgang auch kein Kraftstoff austreten. Auf eine besondere Positionierung des Einfüllrohrs kommt es nicht an; es können höhere Schütteleistungen als bei der Freifallbetankung realisiert werden.

- Zwingend notwendig bei diesem System sind allerdings
- eine zuverlässige Tankentlüftung und
 - eine sichere Verhinderung der Überfüllung.

3.3 Verbreitung der Betankungssysteme

2.3.1 Deutschland

Bei den Bahnen für den öffentlichen Verkehr ist das offene System mit Freifall-

betankung und Grenzwertgeber weit verbreitet, das für Lokomotiven und auch ältere Triebwagen angewendet wird und einschließlich Grenzwertgeber ausgereift ist. Die grundsätzlichen Nachteile sind damit allerdings nicht ausgeräumt.

Die DR hatte vor der Zusammenführung der DB und der DR und der Bildung der Deutschen Bahn AG (DB AG) bei den Lokomotiven im Rangierdienst ein geschlossenes System mit Druckbetankung ohne Trockenkupplung und Grenzwertgeber entwickelt und eingesetzt. Die Bedienung wurde durch Tankwarte vorgenommen und es waren Leckagen möglich.

Ab 1994 wurde die Betankung der Schienenfahrzeuge der DB AG auf der Basis der Freifallbetankung mit Grenzwertgeber vereinheitlicht (Bild 3).

Das geschlossene System mit Trockenkupplung und auch mit Grenzwertgeber

wird bisher nur in wenigen Fällen bei einigen nicht bundeseigenen Bahnen verwendet.



Bild 3: Zapfventil im offenen System



Bild 4: Beispiel für geschlossene Betankung bei der Dänischen Staatsbahn



Bild 5: Füllrohre im ICE-TD



Bild 6: Kraftstoffaustritt bei der Befüllung



Bild 7: Zapfventil im Einfüllstutzen, nicht arretiert

2.3.2 Europa

Der grenzüberschreitende Einsatz von dieselbetriebenen Schienenfahrzeugen war im Zeitalter der Staatsbahnen sehr gering. Das hat sich auch nach Öffnung der Schienennetze noch nicht wesentlich geändert. Daher sind verschiedene Varianten der beiden beschriebenen Systeme anzutreffen. In den meisten Ländern werden offene Systeme mit Freifallbetankung, in Österreich, Dänemark (Bild 4) und Schweden geschlossene Systeme mit Trockenkupplung verwendet.

3. Standardisierung

3.1 Ausgangslage

Ab 1999 wurden bei der DB AG im großen Umfang Neubau-triebwagen in Dienst gestellt, die auf der

Grundlage funktionaler Ausschreibungen nach Gründung der DB AG entwickelt worden sind. Auch andere Eisenbahn-Verkehrsunternehmen verwenden diese Baureihen (BR). Prinzipiell sind diese Fahrzeuge mit dem offenen System (Freifallbetankung und Grenzwertgeber) ausgestattet. Nachteilig bei diesen Fahrzeugen ist aber, dass

- die Durchmesser der Einfüllstutzen zu klein sind und zu geringen Freiraum für das Zapfventil aufweisen oder
- die Füllrohre annähernd horizontal geführt und teilweise mit Wellrohrbögen ausgeführt sind (Bild 5).

Das hat zur Folge, dass die Befüllung nur mit verminderter Schütteleistung oder mit einem Kleinmengenventil wie beim Pkw vorgenommen werden kann, wobei die Grenzwertgeberfunktion nicht zum Tragen kommt.

Die Bilder 6 und 7 zeigen einige Ausführungsformen von Einfüllstutzen und die bei der Betankung auftretenden Probleme.

3.2 Vorhandene Normen

Die im vorigen Abschnitt genannten Probleme treten bei Straßenfahrzeugen nicht auf. Für jeden Autofahrer ist selbstverständlich, dass er mit einem Straßenfahrzeug jedes beliebigen unterschiedlichen Herstellers an einer Straßentankstelle problemlos seinen Tank auffüllen kann. Zapfventil, Einfüllstutzen und Einlaufrohr sind aufeinander abgestimmt und passen zueinander. Durch nationale und internationale Normen sowie technische Regeln und Richtlinien wird das sichergestellt.

Die beschriebenen Probleme resultieren offensichtlich unter anderem daraus, dass es bisher in Deutschland für die Betankung von Schienenfahrzeugen keine verbindlichen Normen, Regeln und Richtlinien gibt. Es ist lediglich das im Jahr 1980 erschienene UIC-Merkblatt 627 – 2 V „Nachfülleinrichtungen der Brennkraftschienenfahrzeuge“ bekannt. Folgender Auszug aus diesem Merkblatt soll hier zitiert werden:

0 – Anwendungsbereich

Nachstehende Bestimmungen gelten für die Ausrüstung mit Nachfülleinrichtungen der im internationalen Verkehr zu verwendenden neuzubauenden Brennkraftschienenfahrzeuge.

1 – Nachfülleinrichtungen für Kraftstoff der Motore und Brennstoff des Heizkessels

Jedes Triebfahrzeug muss mit Nachfülleinrichtungen für den Kraftstoff der Motore und Brennstoff des Heizkessels ausgerüstet sein, durch die von oben in freiem Einlauf aus einer Tankanlage nachgefüllt werden kann.

Die Nachfülleinrichtungen (Füllstutzen) sowie die Kraftstoff- und Brennstoffbehälter einschließlich ihrer Verbindungsleitungen und Belüftungsöffnungen müssen so bemessen sein, dass:

- in Behälter mit einem Inhalt kleiner als 500 l je Minute 200 l und
- in Behälter mit einem Inhalt größer als 500 l je Minute 400 l

Kraftstoff beziehungsweise Brennstoff nachgefüllt werden können.

(1.1) Bauart der Füllstutzen

Einfacher Füllstutzen, Füllöffnung im Lichten mindestens 70 mm Durchmesser.

(1.2) Anzahl und Lage der Füllstutzen

Für jede unabhängige Anlage je ein Füllstutzen auf beiden Längsseiten des Fahrzeugs. Mitte Füllstutzenöffnung höchstens 1 500 mm über Standposition.

(1.3) Verschlussdeckel

Der Füllstutzen muss mit einem Verschlussdeckel versehen und dieser gegen Verlust gesichert sein.

Bei den hier genannten Bedingungen ist es nicht anders zu erwarten, dass sich die Nachfülleinrichtungen bei den UIC-Bahnen so sehr unterschiedlich entwickelt haben. Aus heutiger Sicht ist die Forderung,

die Behälter im freien Einlauf mit 400 l/min befüllen zu können, außerordentlich anspruchsvoll.

Nationale und internationale Normen für diesen Bereich existieren bis heute nicht. Bis zur Gründung der DB AG haben bei der DB und DR Zentralbereiche (z.B. Zentralämter) zusammen mit der Schienenfahrzeugindustrie jeweils die Kompatibilität der Nachfülleinrichtungen neuer Fahrzeuge mit dem Bestand sichergestellt. Aus dieser Epoche existieren aber nur noch nicht allgemein zugängliche Dienstvorschriften/Richtlinien sowie Zeichnungen. Im Zeitalter der Liberalisierung des Schienenverkehrs und einer wachsenden Vielfalt von Schienenfahrzeugbetreibern erscheint es dringend notwendig, die Nachfülleinrichtungen der Kraftstoffbehälter von Schienenfahrzeugen und ihre Handhabung, nämlich ein *Betankungssystem für Schienenfahrzeuge*, normenmäßig zu beschreiben.

3.3 Bahnnorm

Das Geschäftsfeld Tankdienste der DB Energie GmbH, in dem seit 1998 sämtliche Aktivitäten der DB AG zur Versorgung der dieselgetriebenen Schienenfahrzeuge mit Kraftstoff und sonstigen für den Betrieb der Fahrzeuge notwendigen Betriebsstoffen konzentriert sind, hat zusammen mit dem Bereich Forschung und Technologie sowie Fahrzeugbetreibern zunächst eine Bahnnorm erarbeitet und in Kraft gesetzt.

In dieser Norm wird einerseits das herkömmliche offene System der DB AG mit Freiluftbetankung und Grenzwertgeber und andererseits das aus der Sicht des Bereichs Tankdienste zukunftssträchtige geschlossene System mit Vollschlauch-Trocken-

kupplung und Grenzwertgeber beschrieben. Einbezogen in die Norm wurde gleichfalls das inzwischen bei der DB AG eingeführte System zur Erkennung der Fahrzeugdaten als Ausgangspunkt für die automatische Tankdatenerfassung.

Die Norm ist unter der Bezeichnung „Schnittstelle zwischen Tankanlage und Schienenfahrzeuge“ mit den Teilen „Geschlossenes Befüllsystem“ (BN 411 013-01) und „Offenes Befüllsystem“ (BN 411 013 – 02) erschienen und im Juni 2001 in Kraft getreten. Einen Überblick zum Inhalt dieser Norm gibt Tafel 1.

Aktivitäten zur Schaffung von nationalen Normen (DIN) und internationalen Normen (EN) auf der Basis der Bahnnorm sind beim Normenausschuss Schienenfahrzeuge des DIN (FSF) eingeleitet.

4. Umstellung vorhandener Schienenfahrzeuge auf das geschlossene Betankungssystem

Die Vorteile des geschlossenen Betankungssystems sind so überzeugend, dass es sich lohnt, darüber nachzudenken, wie auch die Fahrzeuge und Anlagen aus dem Bestand umgerüstet werden können. Bei der bekannten Langlebigkeit der Schienenfahrzeuge würde eine Umstellung nur für neue Fahrzeuge Jahrzehnte dauern und einen langfristigen Parallelbetrieb bedingen. Dabei sind beide Seiten der Schnittstelle zu beachten: die Tankstelle und die Nachfülleinrichtung der Fahrzeuge.

Für die Zapfstellen auf den Tankstellen hat der Bereich Tankdienste von DB Energie zusammen mit der Industrie relativ schnell und

Tafel 1: Übersicht über die Bahn-Norm BN 411 013 – 01 u. 02 vom Mai 2001

Titel: Dieseltreibfahrzeuge – Schnittstelle zwischen Tanklager und Schienenfahrzeug	
BN 411 013 – 01 Geschlossenes Befüllsystem	BN 411 013 – 02 Offenes Befüllsystem
Vorwort	Vorwort
1. Anwendungsbereich	1. Anwendungsbereich
2. Normative Verweisungen	2. Normative Verweisungen
3. Zweck	3. Zweck
4. Begriffe	4. Begriffe
5. Anforderungen	5. Anforderungen
5.1 Allgemeine Anforderungen	5.1 Allgemeine Anforderungen
5.2 Anforderungen an die Abgabeeinrichtung	5.2 Anforderungen an die Abgabeeinrichtung
5.3 Anforderungen an das Schienenfahrzeug	5.2.1 Zapfventil Großmengenbefüllung
6. Automatische Überfüllsicherung	5.2.2 Kleinmengenbefüllung
7. Geschlossenes Befüllsystem	5.3 Anforderungen an das Schienenfahrzeug
8. Werkstoffe	6. Automatische Überfüllsicherung
	7. Großmengenbefüllung
	8. Kleinmengenbefüllung
	9. Werkstoffe



Bild 8: Adapterlösung bei der BR 642



Bild 9: Fester Anschluss mit Vatterteil bei der BR 641

kostengünstig realisierbare Lösungen entwickelt. Das kann sein der Austausch eines Zapfventils an einem der üblicherweise zwei Schläuchen gegen eine Trockenkupplung oder aber die Nachrüstung mit einem weiteren Schlauch mit Trockenkupplung. Da die Zahl der Zapsäulen im Vergleich zur Zahl der Fahrzeuge gering ist, würden sich die Kosten für eine Umrüstung in relativ engen und – vorbehaltlich einer vertiefenden Untersuchung – vertretbaren Grenzen halten.

Für die Fahrzeuge, insbesondere die jüngste Triebwagengeneration, wurden Adapter entwickelt, die auf oder in den Einfüllstutzen – abhängig vom Durchmesser – geschraubt werden können. Je nach Anwendungsfall sind lösbare und nicht lösbare Verbindungen denkbar (Bilder 8 und 9).

Die Alternativlösungen werden zur Zeit in Zusammenarbeit mit Fahrzeugbetreibern erprobt. Die ersten Ergebnisse sind vielversprechend, so dass der Bereich Tankdienste in Kürze Kontakte mit den Herstellern und insbesondere den Fahrzeugbetreibern aufnehmen wird, um Empfehlungen für das weitere Vorgehen zunächst bei den kritischsten BR vorzustellen.

Aus der Sicht des Bereichs Tankdienste wird die Nachrüstung bestimmter BR nicht zu umgehen sein, um eine sachgerechte Betankung sicherzustellen.

5. Ausblick

Eine Standardisierung der Betankung von Schienenfahrzeugen in Europa ist dringend erforderlich. Es wird empfohlen, die bei der DB AG eingeführte Bahnnorm zu einer deutschen und europäischen Norm (DIN und EN) weiterzuentwickeln.

Als optimales Betankungssystem erscheint das geschlossene System auf der Basis (Vollschlauch-)Trockenkupplung mit Grenzwertgeber mit im Wesentlichen folgenden positiven Eigenschaften:

- Möglichkeit der Selbstbedienung durch Triebfahrzeugführer,
- kurze Betankungszeiten durch hohe mögliche Schüttleistungen,
- Unabhängigkeit von der Form des Kraftstoffbehälters und dem Verlauf der Füllrohre,
- keine Leckagen, d.h. verbesserter Arbeits- und Umweltschutz sowie
- Schutz vor Kraftstoffdiebstahl.

Bei Neubaufahrzeugen dürften die Kosten dafür kaum höher sein. Die Kosten für die Umrüstung von Bestandsfahrzeugen können durch sinnvolle Adapterlösungen minimiert werden. Die notwendige Umrüstung an den Tankstellen (Trockenkupplung statt Zapfventil, ggf. zusätzlicher Schlauch) wird sich vermutlich durch geringere Leckagen und damit verbunden tendenziell geringere Reinigungs- und Entsorgungskosten sowie geringeren Zeitbedarf für die Betankung kurzfristig amortisieren.

(Indexstichworte: Brennkraft-Triebfahrzeuge, Umweltschutz) – A 581 –

(Bildnachweis: 1 bis 9, Verfasser)



Dipl.-Ing. Winfried Hajek (49). Studium des Maschinenbaus an der Technischen Hochschule Karl-Marx-Stadt bis 1976. Von 1976 bis 1980 Konstrukteur im Werkzeugmaschinenbau (Drehmaschinenwerk Leipzig). Von 1980 bis

1987 Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Eisenbahnwesen. Von 1988 bis 1990 Experte im Wissenschaftlich-Technischen Zentrum der Deutschen Reichsbahn (DR). Anschließend Mitarbeiter in den Zentralstellen Wagentechnik und Maschinenteknik beim Geschäftsbereich Werke und Traktion der DR und Deutschen Bahn AG.

Seit 1998 Mitarbeiter im Bereich Technik der Zentrale BahnTankService. Jetzt Leiter Technik im Bereich Tankdienste der DB Energie GmbH.



Dipl.-Ing. Bernd Nabert (56), DMG. Studium der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Darmstadt bis 1970. Von 1971 bis 1973 Referendariat bei der Deutschen Bundesbahn (DB) und 2. Staatsprüfung zum Bauassessor. 1973 bis 1980

Abteilungsleiter in den DB-Ausbesserungswerken Paderborn und Kassel. 1980 bis 1987 Wissenschaftlicher Mitarbeiter in den Bereichen Maschinenteknik und Werke der Hauptverwaltung der DB. 1987 bis 1992 Leiter Abteilung Elektrotechnik der DB-Direktion Frankfurt/M. 1992 bis 1997 Hauptabteilungsleiter im Bereich Controlling der Hauptverwaltung der DB und Leiter Controlling des Geschäftsbereichs Traktion der Deutschen Bahn AG. Von 1998 bis 2001 Leiter und Geschäftsführer der DBTankService GmbH. Ab 2002 Leiter Bereich Tankdienste und Eisenbahnbetriebsleiter der DB Energie GmbH.

Anschritt der Autoren: DB Energie GmbH, Herrenbreitengasse 4, 99084 Erfurt, Deutschland.