

**Flottenmanagement und Bewirtschaftung revitalisierter ÖPNV-Fahrzeuge:
ein Beitrag zur Terminologiebildung**

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieur

an der Fakultät Bauingenieurwesen

der Bauhaus-Universität Weimar

vorgelegt von

Diplom-Ingenieur

Andreas FRIEDRICHSEN

aus Leverkusen

Gutachter:

Univ.-Prof. Prof. E.h. Dr.-Ing. Ulrich BRANNOLTE

[Betreuer gem. § 5 (4) der Promotionsordnung der Fakultät]

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe PLANK-WIEDENBECK

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe KÖHLER

Tag der Disputation: 10. Juni 2015

Andreas Friedrichsen



Fotomontage: © Stadtwerke Bonn, Martin Magunia

Flottenmanagement und Bewirtschaftung revitalisierter ÖPNV-Fahrzeuge:

ein Beitrag zur Terminologiebildung

Copyright VPT Weimar und Bauhaus-Universitätsverlag

Alle Rechte, auch des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Bauhaus-Universität Weimar
Professur Verkehrsplanung und Verkehrstechnik
c/o Professur Verkehrssystemplanung
Marienstraße 13 D, 99421 Weimar

Satz und Gestaltung: Andreas Friedrichsen

Umschlaggestaltung: Asmus Schriewer

Druck: Schätzl Druck und Medien, Donauwörth

Bauhaus-Universitätsverlag als Imprint von VDG-Weimar, 2016

Bestellung über: bestellung@vdg-weimar.de

ISBN: 978-95773-215-6

Kurzfassung

Beförderungsangebote des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) werden in ihrer Eigenschaft als meritorisches Gut durch Gesetzgeber und öffentliche Hand reguliert, organisiert, bestellt und finanziert. Verkehrsunternehmen fungieren als Betreiber und stellen die bestellten Verkehrsleistungen auf der Basis der durch die Behörden formulierten Mindestanforderungen bereit. Diese beinhalten unter anderem sowohl quantitative als auch qualitative Mindestanforderungen an die einzusetzenden ÖPNV-Fahrzeuge, bei denen es sich nahezu ausnahmslos um Busse oder Bahnen handelt. Fahrzeuge, die sich nach vieljährigem Betriebseinsatz angesichts fortgeschrittenen Alters und ertragenem Beanspruchungsumfangs auf das Ende ihrer planmäßigen Nutzungsdauer zubewegen oder dieses bereits überschritten haben, werden in der verkehrsbetrieblichen Praxis als „Altbaufahrzeuge“ bezeichnet. Unter Verweis auf niedrigere Leistungsfähigkeit, höhere Betriebs- und Instandhaltungskosten, mangelnde Kundenakzeptanz sowie nachteilige Umweltbilanz unterbleibt häufig die vergleichende Gegenüberstellung des verkehrlichen Potentials, das Altbaufahrzeuge aufgrund des im Vergleich zu Neufahrzeugen signifikant niedrigeren Investitionsumfangs nach einer Revitalisierung bieten können.

Angesichts der Verknappung der für öffentliche Verkehrsangebote bereitstehenden öffentlichen Haushaltsmittel verstärkt sich aber (nicht nur) in Deutschland der Trend, Altbaufahrzeugen mittels umfangreicher Revitalisierungsmaßnahmen den Vorzug vor Neufahrzeugen einzuräumen. Jedoch bestehen in der wissenschaftlichen (insbesondere in der ingenieurtechnischen) Fachliteratur gleichzeitig eine unstrukturierte Terminologievielfalt und darüber hinaus auch ein Mangel an Fundstellen, die den gesamten Fahrzeug- und Flottenbewirtschaftungsprozess aus verkehrsbetrieblicher Sicht integriert darstellen.

Am Beispiel von Straßenbahnfahrzeugen (Tram, Stadtbahn, U-Bahn) erfolgt in der vorliegenden Arbeit daher eine didaktische Herleitung einer strukturierenden Revitalisierungsterminologie. Zudem werden Revitalisierung und die in den Lebenszyklus eingebettete Fahrzeugbewirtschaftung in einen verkehrsbetrieblichen Flottenmanagementbegriff integriert, der sich an das Normungsregelwerk zum Asset Management anlehnt.

Für die dargestellten Prozessbeschreibungen und Fachterminologien besteht eine Verwendungsfähigkeit sowohl innerhalb der verkehrsbetrieblichen Praxis und des anhängigen Regelwerkwesens als insbesondere auch bei der fachdidaktisch angemessenen Vermittlung branchenspezifischen Methodenwissens in der akademischen Lehre.

Danksagungen

Für die Möglichkeit, der Bauhaus-Universität Weimar diese Arbeit als externer Promovend vorlegen zu dürfen, danke ich der dortigen Fakultät Bauingenieurwesen und insbesondere meinem Doktorvater, Herrn Univ.-Prof. Prof. E.h. Dr.-Ing. Ulrich Brannolte, da er mir sowohl während der Bearbeitungsdauer als auch bereits in den davorliegenden Jahren stets fordernd und fördernd zur Seite gestanden hat.

Die Begutachtung der Arbeit nahmen im übrigen Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Köhler und Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Plank-Wiedenbeck vor. Für die sehr freundliche Annahme dieses sicherlich aufwendigen akademischen Ehrenamtes und die Mühe, die sie sich gemacht haben, danke ich allen drei Gutachtern herzlich.

Ohne die fachliche, kreative und ermunternde Unterstützung aus meinem beruflichen, privaten und nicht zuletzt familiären Umfeld hätte ich nicht die Ausdauer schöpfen können, die für Fertigstellung und Disputation erforderlich war. Über all dies habe ich mich sehr gefreut!

Andreas Friedrichsen



Fotomontage: © Stadtwerke Bonn, Martin Magunia)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	13
1.1	Problem- und Fragestellung	13
1.2	Ableitung der Zielstellungen	15
1.3	Stand der Wissenschaft	15
1.4	Eingesetzte Methoden	21
1.5	Strukturierung der Arbeit	22
2	Die bestellerseitigen Mindestanforderungen an Fahrzeugflotten	24
2.1	Spezifische Randbedingungen des Einsatzes von Straßenbahnen	25
2.1.1	Das Einsatzspektrum von Straßenbahnen	25
2.1.2	Ausreichende Bedienung, Daseinsvorsorge und distributionspolitische Zielstellungen	29
2.1.3	Gemeinwirtschaftliche Festlegung des Angebotsniveaus im Nahverkehrsplan	33
2.1.4	Gemeinwirtschaftliche Finanzierung des ÖPNV-Angebots	34
2.1.5	Die Bestellung öffentlicher Personennahverkehrsleistungen	39
2.1.6	Verkehrsleistungsvergabe und Verkehrsvertrag	45
2.1.7	Kommunale Eigenproduktion und Inhouse-Vergabe	49

2.2	Lastenheftanforderungen an bestellerseitig zu fordernde Fahrzeuge	51
2.2.1	Anforderungen an Nutzungszeitraum, Finanzierbarkeit und Gemeinwirtschaftlichkeit	51
2.2.2	Lastenheftanforderungen an die Netzzugangsbefähigung bestellerseitig zu fordernder Fahrzeuge	57
2.2.3	Lastenheftanforderungen an die Betriebsprogrammbefähigung bestellerseitig zu fordernder Fahrzeuge	72
2.2.4	Lastenheftanforderungen an fahrgastakzeptanzorientierte oder distributionspolitisch motivierte Gestaltungsmerkmale bestellerseitig zu fordernder Fahrzeuge	84
3	Altbaufahrzeuge als optionaler Bestandteil des verkehrsbetrieblichen Asset Managements	107
3.1	Die verkehrsbetriebswirtschaftliche Bedeutung von Altbaufahrzeugen	110
3.1.1	Fahrzeugalterung und Aussonderung	110
3.1.2	Die Bedeutung der Altbaufahrzeugrevitalisierung als Investitionsalternative	113
3.2	Bestandsveränderungen in ÖPNV-Flotten	116
3.3	Flottenmanagement als Kernbestandteil des verkehrsbetrieblichen Asset Managements	123
3.4	Bewirtschaftbarkeit und Verfügbarkeit von Altbaufahrzeugen	132
3.4.1	Lebenszyklusweite Kostenermittlung und -betrachtung	132
3.4.2	Die revitalisierungsbedingte Neudefinition des Lebenszyklus	138
3.5	Die Verfügbarkeit als dominantes Bewirtschaftbarkeitsmerkmal von ÖPNV-Fahrzeugen	139
3.6	Fahrzeugalterungsbedingtes Stillstandsmanagement	147

4	Die Revitalisierung von Altbaufahrzeugen als lebenszyklusmodifizierende Instandhaltungsmaßnahme	154
4.1	Revitalisierende Altbaufahrzeuginstandhaltung	154
4.1.1	Terminologie der Altbaufahrzeugrevitalisierungsvarianten	158
4.1.2	Instandsetzung und Grundüberholung	160
4.1.3	Modernisierung und Zweiterstellung	162
4.2	Die lebenszyklusphasenbasierte Revitalisierung eines Altbaufahrzeugs	164
4.2.1	Anpassung der abzuschließenden Lebenszyklusphase 5 (Betrieb und Instandhaltung) eines Altbaufahrzeugs	167
4.2.2	Anpassung der bevorstehenden Lebenszyklusphase 6 (Entsorgung) eines Altbaufahrzeugs	167
4.2.3	Besonderheiten der Lebenszyklusphasen 1 (Konzept und Neudefinition) und 2 (Entwurf und Entwicklung) eines revitalisierten Altbaufahrzeugs	168
4.2.4	Besonderheiten der Lebenszyklusphase 3 (Umbau) eines revitalisierten Altbaufahrzeugs	169
4.2.5	Besonderheiten der Lebenszyklusphase 4 (Inbetriebnahme) eines revitalisierten Altbaufahrzeugs	171
4.2.6	Besonderheiten der Lebenszyklusphase 5 (Betrieb und Instandhaltung) eines revitalisierten Altbaufahrzeugs	172
5	Die erstellerseitigen Festlegungen an Umfang und Güte verkehrsvertraglich geforderter Flotten	174
5.1	Begrenzung des umbaukostenbedingten Kapitaldienstes	176
5.2	Begrenzung der durch Betrieb und Instandhaltung entstehenden Besitzkosten	179
6	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	185
	Abkürzungsverzeichnis	193
	Abbildungsverzeichnis	195
	Tabellenverzeichnis	199
	Literaturverzeichnis	201

1 Einleitung

In den fünf nachfolgenden Unterkapiteln erfolgen

- eine Beschreibung der dieser Arbeit zugrundeliegenden Problem- und Fragestellung (Kapitel 1.1),
- eine hierauf aufbauende Ableitung der Zielstellungen der Arbeit (Kapitel 1.2),
- eine Bilanzierung des in dieser Hinsicht relevanten Stands der Wissenschaft (Kapitel 1.3) sowie
- eine Benennung der zur Erreichung der Zielstellung eingesetzten Methoden (Kapitel 1.4) und
- der vor diesem Hintergrund gewählten Strukturierung der Arbeit (Kapitel 1.5).

1.1 Problem- und Fragestellung

Betrachtungsgegenstand sind zur Erstellung von Beförderungsangeboten des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) genutzte Fahrzeuge und sich aus solchen, zumeist Bussen oder Bahnen, zusammensetzende ÖPNV-Fahrzeugflotten. Als flottenzugehörig gilt die Gesamtheit der zwecks unmittelbarer (das heißt: ohne Hilfs- und Arbeitsfahrzeuge) Personenbeförderung bewirtschafteten Fahrzeuge eines ÖPNV-Unternehmens. In der vorliegenden Arbeit gilt hierbei ein besonderes Augenmerk Fahrzeugen, die sich nach vieljährigem Betriebseinsatz angesichts fortgeschrittenen Alters und Beanspruchungsumfangs auf das Ende ihrer geplanten Nutzungsdauer zubewegen oder dieses bereits überschritten haben und in der verkehrsbetrieblichen Praxis als „Altbaufahrzeuge“ bezeichnet werden. Altbaufahrzeuge basieren auf einem zum Betrachtungszeitpunkt nicht mehr aktuellen Stand der Fahrzeugtechnik.

Beförderungsangebote des ÖPNV werden in ihrer Eigenschaft als meritorisches Gut durch Gesetzgeber und öffentliche Hand reguliert, organisiert, bestellt und finanziert. Verkehrsunternehmen fungieren als Betreiber und stellen die bestellten (beziehungsweise konzessionierten) Verkehrsleistungen auf der Basis

der durch die Behörden formulierten Mindestanforderungen bereit.¹ Diese beinhalten unter anderem quantitative und qualitative Mindestanforderungen an die einzusetzenden ÖPNV-Fahrzeugflotten.

Unter Verweis auf

- niedrigere Leistungsfähigkeit,
- höhere Betriebs- und Instandhaltungskosten,
- mangelnde Kundenakzeptanz sowie
- nachteilige Umweltbilanz

unterblieb in der Vergangenheit häufig die vergleichende Gegenüberstellung des verkehrlichen Potentials, das Altbaufahrzeuge aufgrund des im Vergleich zu Neufahrzeugen signifikant niedrigeren Investitionsumfanges nach einer Revitalisierung bieten können.² Angesichts der Verknappung der für öffentliche Verkehrsangebote bereitstehenden öffentlichen Haushaltsmittel verstärkt sich aber (nicht nur) in Deutschland der Trend, Altbaufahrzeugen mittels umfangreicher Revitalisierungsmaßnahmen den Vorzug einzuräumen. Dies gilt in besonderem Maße für Schienenfahrzeuge. Insofern wird in dieser Arbeit auf Straßenbahnen fokussiert (siehe Beschreibung der eingesetzten Methoden im nachfolgenden Kapitel 1.4).

Diese Maßnahmen werden der wissenschaftlichen (insbesondere in der ingenieurtechnischen) Fachliteratur vielfach geschildert. Jedoch bestehen dort gleichzeitig eine unstrukturierte Terminologievielfalt und darüber hinaus auch ein Mangel an Fundstellen, die den gesamten Fahrzeug- und Flottenbewirtschaftungsprozess aus verkehrsbetrieblicher Sicht integriert darstellen. Während die ungeordnete Terminologievielfalt zu ungenauen Beschreibungen revitalisierungsrelevanter Sachverhalte führt, wirkt sich auch der Fundstellenmangel insbesondere bei der fachdidaktisch angemessenen Vermittlung branchenspezifischen Methodenwissens in der akademischen Ausbildung nachteilig aus. Der Weg eines der öffentlichen Personenbeförderung

¹ Die Bestellung öffentlich finanzierter ÖPNV-Angebote ist im Personenbeförderungsgesetz [PBefG] (siehe Seite 24) verankert. Gleichzeitig wird dort auch die eigenwirtschaftlich finanzierte Verkehrsleistungserstellung definiert, die einzelwirtschaftlicher Initiative bedarf und konzessionspflichtig ist. Die Bedeutung von ÖPNV-Linienkonzessionen tritt in der Praxis angesichts der Meritorität von ÖPNV-Angeboten gegenüber öffentlich finanzierter Bestellungen jedoch in den Hintergrund und wird daher in der vorliegenden Arbeit nicht weitergehend betrachtet. Im Gegensatz zum beauftragten Verkehrsbetrieb verfügt der konzessionierte Verkehrsbetrieb in weiten Teilen über unternehmerische Entscheidungsfreiheit in Bezug auf Fahrzeug- und Flotteneinsatz und nimmt somit in der dieser Arbeit zugrundegelegten Didaktik sinngemäß die Bestelleraufgabe der Konfiguration des Verkehrsangebotsumfangs selber wahr.

² Neufahrzeuge bestehen ausschließlich aus fabrikneuen Komponenten und gelangen ohne vorherigen Betriebseinsatz direkt vom Hersteller zum Verkehrsunternehmen.

gewidmeten Fahrzeugs von der Wiege (Bedarfsermittlung) bis zur Bahre (Entsorgung) kann nur über Umwege, das heißt unter Einbeziehung didaktischer Brüche, nachgezeichnet werden.

Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit besteht daher darin, ob sich die aufgezeigten Defizite im Bereich von Prozessbeschreibungen und Fachterminologien beseitigen lassen.

1.2 Ableitung der Zielstellungen

Vor dem Hintergrund der vorangehend beschriebenen Problem- und Fragestellung besteht die Zielsetzung der Arbeit in einer fachdidaktisch nachvollziehbaren Ableitung entsprechender Prozessbeschreibungen und Fachterminologien, die sich auf folgende Teilziele richten:

- Ziel A** Strukturierung der verkehrlichen Anforderungen an den Fahrzeugeinsatz
- Ziel B** terminologische Klärung des auf der verkehrsbetrieblichen Fahrzeugbewirtschaftung beruhenden Flottenmanagementbegriffs
- Ziel C** Ableitung einer Revitalisierungsterminologie

Für die abzuleitenden Prozessbeschreibungen und Fachterminologien soll eine Verwendungsfähigkeit bestehen

- sowohl innerhalb der verkehrsbetrieblichen Praxis und des anhängigen Finanzierungs- und Regelwerkwesens
- als insbesondere auch bei der fachdidaktisch angemessenen Vermittlung branchenspezifischen Methodenwissens in der akademischen Lehre.

1.3 Stand der Wissenschaft

Der der vorliegenden Arbeit zugrundeliegende Stand der Wissenschaft wird hinsichtlich der in ihr verfolgten Arbeitsziele (Ziele A bis C; siehe oben) nachfolgend differenziert.

Stand der Wissenschaft zu Ziel A (Strukturierung der verkehrlichen Anforderungen an den Fahrzeugeinsatz)

Bei der Definition der an einen ÖPNV-Fahrzeugeinsatz zu richtenden Anforderungsparameter beschränkt sich die ingenieurwissenschaftliche