

Heft 3-4

68. Jahrgang

# Österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft – ÖZV

(bis 1989 Verkehrsannalen)

Gedruckt mit Unterstützung unserer Kuratoriumsmitglieder

Medieninhaber und Herausgeber: Österreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (ÖVG);  
1090 Wien, Kolingasse 13/7, Telefon: +43 / 1 / 587 97 27, Fax: +43/ 1 / 585 36 15

Redaktion:      Chefredakteur:      Sektionschef i. R. Prof. Mag. Dr. Gerhard H. Gürtlich  
                  Redaktionsbeirat:      ao. Univ. Prof. Dr. Günter Emberger, Univ.-Prof. Dr. Norbert Ostermann,  
  Dr. Karl Frohner, Dr. Karl-Johann Hartig, Florian Polterauer, MBA,  
  Univ. Prof. Dr. Manfred Gronalt, Univ. Prof. Dr. Peter Veit  
  alle 1090 Wien, Kolingasse 13/7  
                  Redaktion                   Mag. Thomas Kratochvil, Rebacca Steinacher, BSc BA

Hersteller:      OUTDOOR PRINT-MANAGEMENT  
                  Getreidemarkt 10, 1010 Wien

Bezugsbedingungen:

Der Bezug der Österreichischen Zeitschrift für Verkehrswissenschaft ist an die Mitgliedschaft bei der ÖVG gebunden.

Jahresbeitrag:

Jungmitglieder	€ 18,-
ordentliche Mitglieder (Einzelpersonen)	€ 42,-
fördernde Mitglieder	€ 190,-
Unternehmensmitglieder unter 100 Mitarbeiter	€ 450,-
Unternehmensmitglieder über 100 Mitarbeiter	€ 900,-
Kuratoriumsmitglieder	€ 2.500,-

Darüber hinaus kann die Österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft zu einem Kaufpreis von € 12,00 je Einzelheft zuzüglich Versandkosten erworben werden.

Auskünfte erteilt das Sekretariat der ÖVG, 1090 Wien, Kolingasse 13/7,  
Telefon: +43 / 1 / 587 97 27, Fax: +43 / 1 / 585 36 15  
E-Mail: office@oevg.at, Homepage: www.oevg.at

Die Österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft erscheint viermal jährlich.

Manuskripte müssen druckfertig, wenn möglich in einem gängigen Textverarbeitungssystem, verfasst sein. Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Gewähr übernommen werden. Über die Annahme eines Beitrages entscheidet die Redaktion.

Der Nachdruck von Artikeln ist, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion gestattet.

Offenlegung gemäß Mediengesetz:

Ziel der Österreichischen Zeitschrift für Verkehrswissenschaft ist es, die Verkehrswissenschaft zu fördern, verkehrswissenschaftliche, -technische und -politische Themen zu behandeln, Lösungen aufzuzeigen sowie neue Erkenntnisse der verkehrswissenschaftlichen Forschung bekannt zu machen.



# Der Verkehrspolitische Standpunkt

Harald FREY

**Die Kraft, die der öffentliche Verkehr (ÖV) entfalten kann, wenn man ihn lässt – das heißt, wenn die Rahmenbedingungen stimmen, wenn – im komplexen System ÖV – kooperiert wird, und wenn die Ziele passen – ist eine Kraft, die in Zukunft benötigt wird, um die Herausforderungen einer Mobilitätswende zu bewältigen.**

Das Potenzial zur Entfaltung trägt das System des ÖV in sich, es wurde und wird leider nur permanent geschwächt. Wir fahren – ineffizient – mit angezogener Handbremse sozusagen. Ein besonderes Beispiel dafür bieten die Finanzierungsstrukturen, die einen bedeutenden Steuerungshebel darstellen, der für eine ökologische Neuausrichtung genutzt werden könnte.

Aktuell bleibt alles beim alten Dogma der Sektorfinanzierung. Mehrere Milliarden fließen jährlich in den Ausbau der Straßeninfrastruktur und gleichzeitig auch in den Ausbau der hochrangigen öffentlichen Verkehrsinfrastruktur. Diese Sowohl-als-Auch-Strategie entspricht alles andere als einer Verkehrswende. Aufgrund des jahrzehntelangen einseitigen Ausbaus der Straßeninfrastruktur wirkt jeder heute investierte Euro in diesen Sektor doppelt kontraproduktiv im Gesamtsystem. Erstens, weil damit alle Investitionen in den Umweltverbund (nicht nur jener in den Ausbau der Infrastruktur) konterkariert und Zielsetzungen der Nachhaltigkeit geschwächt werden, und zweitens, weil bisher ökologisch und ökonomisch negative Auswirkungen der Straßenverkehrsinfrastruktur weiter gefördert werden (Zersiedelung, Ressourcenverbrauch, CO<sub>2</sub>-Emissionen etc.)

Dieser Effekt wird offensichtlich, wenn die Mobilitätskennzahlen des Jahres 1983 mit jenen der letzten österreichweiten Mobilitätserhebung „ÖU“ aus dem Jahr 2014 verglichen werden. So war der Anteil der im ÖV in Österreich zurückgelegten Wege im Jahre 1983 anteilmäßig exakt so groß wie im Jahre 2014. Polemisch gesprochen wurde ein paar Jahrzehnte später und ein paar Milliarden Euro mehr wenig erreicht. Dies liegt jedoch nicht an der mangelnden Qualität des ÖV, ein „Nichtstun“ hätte den Anteil des ÖV sicherlich deutliche reduziert. Es liegt an den durch massive Investitionen in Straßeninfrastruktur gesteigerten Anteil des motorisierten Individualverkehrs (MIV) an den zurückgelegten Wegen auf Kosten des Umweltverbundes.

Die Ausdünnung des Infrastrukturnetzes der Schiene – „Stichwort Einstellung von Regionalbahnen“ – hat diese Entwicklungen weiter forciert. Der falsche Glaube, man könne ein System, wie jenes des ÖV, welches von der Flächenerschließung lebt, unter Effizienzkriterien ausschlichten, stößt an seine Grenzen, die Folgen dieser Handlungen werden offensichtlich und spürbar. Die Entfaltungskraft des ÖV gleicht jenem in einem Organismus, der sich auch Teile leistet, die einzeln

betrachtet mehr Kosten als Nutzen verursachen, die aber für die Lebensfähigkeit und Vitalität des Gesamtsystems entscheidend sind.

Seit vielen Jahren wird sowohl in der verkehrs- und umweltpolitischen als auch in der wissenschaftlichen Öffentlichkeit eine Diskussion zu den Kosten des Verkehrs und seiner Finanzierung, über die Ausgaben der verschiedenen staatlichen Ebenen, und die von den Nutzern geleisteten Zahlungen, insbesondere Steuern und Gebühren geführt (vgl. hierzu Bodewig 2013, 2016; Pällmann 2000). Aufgrund der hohen Komplexität der Infrastrukturfinanzierung und der fehlenden systematischen Darstellung der Finanzierung, können Fragen, wie beispielsweise jene nach den Ineffizienzen in der Verwendung von Mitteln zur Verkehrsfinanzierung oder nach der Berücksichtigung von Co- und Intermodalität des Verkehrs, kaum fachlich fundiert diskutiert werden. Ähnlich wie in Österreich fehlen auch in Deutschland verkehrsträgerübergreifende Betrachtungen mit einheitlichen Abgrenzungen der einbezogenen Ausgaben und Einnahmen. Vergleichbare Datenquellen existieren höchstens für Teilbereiche. Ein (zumindest nach innen) transparenter Überblick über Einnahmen und Ausgaben für die verschiedenen Verkehrsträger mit nachvollziehbarer und sachgerechter Methodik fehlt und damit eine zentrale Steuerungsmöglichkeit für eine ökologische Neuausrichtung im Verkehrssystem.

Dabei geht es nicht nur um die vielfach diskutierten Aspekte der sogenannten externen Kosten im Verkehr (die als Steuerungs-, Richt- und Argumentationsgröße für Mauteinnahmen etc. herangezogen werden können), sondern auch um die Schaffung von einheitlichen Kriterien, Abgrenzungen und Methoden um die Finanzflüsse, Ausgaben, Kosten und Einnahmen des Verkehrs, insbesondere der verschiedenen staatlichen Ebenen, darzustellen: Als Grundvoraussetzung um die Sektorfinanzierung im Verkehr schrittweise durch eine zielgerichtete verkehrsträgerübergreifende Systemfinanzierung abzulösen. Erst diese ermöglicht eine nachvollziehbare Diskussion über Opportunitätskosten, also jenen Aufwand für den Verzicht auf anderweitigen Einsatz des gebundenen Kapitals.

Vorreiter für eine transparente Übersicht über Kosten und Finanzierung im Verkehr (KFV) ist die Schweiz. Diese bietet einen jährlichen Überblick über die durch den Verkehr verursachten Kosten und wer diese getragen hat. Die Rechnung zur Straßeninfrastruktur vergleicht detailliert die Einnahmen der öffentlichen Hand aus dem motorisierten Straßenverkehr mit den Kosten für Gemeinden, Kantone und dem Bund. Dabei werden detailliert die Kosten für Neu- und Ausbau, Erhalt, Betrieb, Landerwerb und Verwaltung dargestellt. Ein Bild, das für Österreich gilt, zeigt sich

jedoch auch in der Schweiz: Ein deutlicher Anstieg der Gesamtausgaben im Verkehrssektor.

Im Sinne einer zielgerichteten Steuerung geht es heute weniger um die bekannten und unübersichtlichen Finanzierungsströme im öffentlichen Verkehr als um die zentrale Frage nach dem Gesamtsystem? Welche Finanzströme lösen welche verkehrspolitische Zielwirkung aus?

Dabei sind vor allem jene Prozesse und Strukturen kritisch zu hinterfragen, die auf die nächsten Jahrzehnte wirken und gegebene Pfadabhängigkeiten, z.B. jene von flächenintensiven und raumordnerisch kontraproduktiven Infrastrukturen stärken. Nach wie vor sind viele Entscheidungsstrukturen sowie Betriebskonzepte ausgerichtet, den Status-quo weiterzuführen und wirken damit als selbstverstärkende Systeme. Die raumstrukturverändernden Wirkungen durch die unterschiedlichen Verkehrsinfrastrukturen wirken auf Jahrzehnte. Werden Abhängigkeiten erkannt, finanzielle Mittel knapp oder ändern sich die Zielwerte bzw. die Wertehierarchie (einer Gesellschaft) sind diese Veränderungen mit den Prozessen und Entscheidungsstrukturen in Übereinstimmung zu bringen. Zweckdienlich für diese Bewertung sind Indikatoren und ihre Gewichtung auf deren Basis Entscheidungen zu treffen sind. Falsche und entgegen den Zielsetzungen gerichtete Entscheidungen dürfen finanziell nicht belohnt werden, sondern müssen allein durch ihre Kosten als Option ausgeschlossen werden.

Die Diskussion bei der Finanzierung des ÖV und deren Wirkung ist als Symptom einer fehlenden Struktur zur Verkehrssystemfinanzierung zu bewerten. In einer solchen Gesamtkostenrechnung, die alle Verkehrsträger umfasst, sind neben Kosten für Infrastruktur und Betrieb auch die Folgekosten zu berücksichtigen und verkehrsträgerübergreifend zu vergleichen. Ansätze einer verkehrsträgerübergreifenden Infrastrukturfiananzierungsgesellschaft, die Steuer- und Nutzerfinanzierung bündelt und anhand von verkehrspolitischen Zielsetzungen Mittel verteilt, wären zumindest zu überprüfen. Diese sollte auch die externen Kosten berücksichtigen und die Effekte der jeweiligen Verkehrsträger durch eine ökologische Gesamtausrichtung, die Bau und Betrieb betrachtet, steuern. Bezugnehmend auf eine volkswirtschaftliche Gesamtrechnung sind die Größenordnungen eindeutig: Aktuelle Studien aus Deutschland zeigen, dass beispielsweise der PKW-Verkehr in einer deutschen Großstadt die öffentliche Hand und die Allgemeinheit etwa das Dreifache wie der Öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) kostet.

Auch die Bewertungsgrundlagen für Investitionen sind systemkonform und vergleichbar zu gestalten: Während für den Verkehrsträger Schiene weitreichende Betriebskonzepte und Wirtschaftlichkeitsberechnungen gefordert werden und daraus Mindestanforderungen, wie an Fahrgastpotenziale, abgeleitet werden, existieren solche Ansätze im Straßenbereich nicht oder werden „situationselastisch“ interpretiert.

Eine laufende Überprüfung der Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit entfällt im Straßenbereich ebenfalls. Grundlagen für Ansätze zur Diskussion über eine Systemfinanzierung finden sich lediglich auf der Ebene der externen Kosten. Diese alleine wären jedoch als Argument für den Finanzierungsbedarf unzureichend. Als sinnvolle Förderungen für den Öffentlichen Verkehr, sind all jene Maßnahmen im Gesamtverkehrssystem zu sehen, die dem ÖV mehr Fahrgäste bringen, bei gleichzeitiger Reduktion des Verkehrsaufwandes im Straßenverkehr.

Um die Klimaziele in Österreich zu erreichen und einen Transformationspfad in der Praxis zu beschreiten, müsste ein Paradigmenwechsel in der Gesamtverkehrsplanung und -finanzierung eingeleitet werden. Die im Mobilitätsmasterplan Österreich angestrebte und notwendige Reduktion der zurückgelegten Personenkilometer mit dem PKW um rund ein Viertel bis zum Jahr 2040 bedeutet vor allem, dass die Mobilitätswende auch gleichzeitig als eine Infrastrukturwende ausgestaltet sein muss.

Die in Österreich realpolitisch existierende Zuruf-Planung durch die Länder an den Bund, insbesondere in den vergangenen Jahrzehnten, hat das Ungleichgewicht zwischen den Verkehrsträgern Straße und Schiene weiter verstärkt. Während die „Verlängerung“ der Bundesstraßen B beispielsweise deren Ausbau eher forciert als reduziert hat, hat die „Verlängerung“ der Regionalbahnstrecken überwiegend zu deren Einstellung geführt. Die Kosten und Folgekosten dieser Entscheidungen, ähnlich wie bei der örtlichen Raumplanung, treten aber auch auf den jeweils höheren Ebenen der Gebietskörperschaften auf. So wie schnelle Verkehrssysteme auch den Wettbewerb zwischen Gemeinden intensivieren – bis zu deren Ruin.

Zu warnen ist vor der Gefahr eines enormen Geldmitteleinsatzes für Einzelprojekte ohne Überprüfung der verkehrlichen Wirksamkeit dieser Mittel. Der ÖV entfaltet seine Kraft nicht nur entlang oder durch großvolumige und teure Einzelprojekte, sondern durch eine Vielzahl an Strategien, Akteuren und Wechselwirkungen im Umweltverbund. Der größte Konkurrent ist und bleibt der motorisierte Individualverkehr, den größten Nutzen erlangt der ÖV durch Einschränkungen und Kapazitätsreduktionen für den PKW bei gleichzeitig guter Angebotsqualität.

# Resilienz in der militärischen Logistik\*)

Gerhard GÜRTLICH, Stefan LAMPL

## 1. Einführung

Die Bedrohungsszenarien für eine kontinuierliche gesellschaftliche und wirtschaftlichen Entwicklung sind vielschichtig und reichen von kriegerischen Auseinandersetzungen, geführt mit der Gewalt der Waffe, bis hin zu strategisch ausgerichteten Konflikten, um jene Handlungsfelder in Besitz nehmen zu können, die in Zukunft einen strategischen Mehrwert aufweisen könnten. Zu nennen sind:

- „traditionelle“ militärische Auseinandersetzung
- terroristische Aktivitäten in Ländern der EU oder von Staaten außerhalb Europas „importiert“
- Cyberangriffe von staatlichen und nichtstaatlichen Organisationen
- Unruhen als Folge der Klimakrise und von Naturkatastrophen
- Instabilitäten ausgelöst durch Pandemien und Epidemien
- geopolitische und wirtschaftspolitische Rivalität zwischen etablierten Weltmächten oder aufsteigenden Wirtschaftsmächten.<sup>1</sup>

Bei genauer Betrachtung vieler Ereignisse in den letzten Jahrzehnten wird deutlich, dass neben den „klassischen Konfliktursachen“<sup>2</sup> Spannungen, ausgelöst durch ökonomische<sup>3</sup> und ökologische Veränderungen<sup>4</sup>, an Bedeutung gewinnen. Derartige Konfliktsituationen können zumindest zu Kampfhandlungen im traditionellen militärischen Sinn führen, denn unterschiedliche Akteure greifen zu Waffen, um Konflikte in ihrem Sinne zu lösen. Diese Vorgangsweise führt zu Auseinandersetzungen sowohl innerhalb eines Staates als auch zwischen Staatengemeinschaften; teilweise werden die historisch gewachsenen ethnisch-moralischen Strukturen von neuen Akteuren beeinflusst, aufgelöst oder in ihrem Sinne benutzt.

Ausgehend vom Phänomen der Gewaltbereitschaft und der Negierung des staatlichen Gewaltmonopols gewinnen nicht-staatliche Akteure immer mehr an Einfluss auf das Handeln von Staaten, beispielsweise durch ihren Wissensvorsprung, ihre Netzwerke oder ihre moralische Reputation, der Politik des „erhobenen Zeigefingers für den guten Zweck“ ist nur schwer zu begegnen.<sup>5</sup>

Einzelne Akteure sind darüber hinaus bereit, die eigenen (politischen) Zielsetzungen mit militärischer Gewalt durchzusetzen. Die Führungskräfte dieser Bewegungen vertrauen auf ihr Charisma, auch unter Nutzung von Aktivitäten im Informationsumfeld und im Cyber-Raum<sup>6</sup>, um eigene und verbündete Kräfte

mit Wirkmitteln (z.B. Waffen) auszurüsten und deren Einsatz zu rechtfertigen. Nicht-staatliche Akteure besitzen zunehmend die Voraussetzung (z.B. Geld, Logistik, Einfluss), sich mit neuesten militärischen Geräten auszurüsten, um (zeitlich begrenzt) Kräfte und Mittel auf der gefechtstechnischen und der unteren taktischen Führungsebene in einem konventionellen Einsatz zur Wirkung zu bringen.

Die Anwendung bewaffneter Gewalt durch nicht-staatliche Akteure scheint salonfähig geworden zu sein. Unter nicht-staatlichen Akteuren sind sowohl bewaffnete als auch nicht bewaffnete Gruppen und Verbände zu verstehen. „Gemeinsam ist ihnen, dass sie nicht Teil des staatlichen Gewaltmonopols sind und deshalb weitgehend unabhängig agieren können. In manchen Fällen sind ... sie politisch und ökonomisch vom Krieg abhängig oder profitieren davon. Die Trennung zwischen Opfer- und Tätergruppen ist gerade in diesem Kontext schwer oder unmöglich zu ziehen.“<sup>7</sup>

Die Kernkompetenz staatlicher Streitkräfte bleibt weiterhin die Fähigkeit zum Kampf, über diesen Umstand wird nicht zu verhandeln sein. Darüber hinaus gewinnen Kompetenzen im Bereich des Cyber-War, der Digitalisierung auf und neben den Gefechtsfeldern und des Nachrichtendienstes zunehmend an Bedeutung. Gescheiterte Staaten, Destabilisierung und mangelnde Perspektiven für große Bevölkerungsschichten sowie die Verwundbarkeit von Staaten durch die digitale Vernetzung werden zu einer erhöhten Sicherheitsgefährdung führen.<sup>8</sup> Unter dem Aspekt der hybriden Bedrohung wird es zu einer Anhebung der Reaktionsbereitschaft von Streitkräften, einer Awareness auf dem Gebiet der hybriden Bedrohung<sup>9</sup> und deren kompetenter Abwehr kommen müssen.

Eine hohe Reaktionsbereitschaft ist auch notwendig, um die kritische Infrastruktur eines Staates vor Beeinträchtigungen zu schützen. Kritische Infrastrukturen und Notversorgungseinrichtungen sind besonders verwundbare Stellen einer Gesellschaft, schon nach wenigen Stunden muss mit Ausfällen der Infrastruktur und mit signifikanten Versorgungslücken gerechnet werden. Diese Bedrohungslage erfordert eine Stärkung der Resilienz.<sup>10</sup> Neben einer allgemeinen Bedrohungslage, die aus der Geopolitik resultiert, bleibt das Risiko die Resilienz gefährdender Ereignisse, z.B. gravierende Blackouts, souveränitätsgefährdende Cyber-Angriffe, lange andauernde Pandemien und unkontrollierte Massenmigration, unvermindert hoch. „Das größte Risiko für eine nächste Systemkrise in Österreich bringt sicherlich ein flächendeckender Strom-, Infrastruktur- und Versorgungsausfall (Blackout).“<sup>11, 12</sup>

Schon vor 50 Jahren wurde konstatiert: „Eine jede in Friedenszeiten erarbeitete Doktrin [sei] falsch. Das spiele aber auch keine Rolle, denn es komme darauf an, es dann schnell richtig zu machen, wenn der Moment dazu gekommen sei. Und so gesehen sei es entscheidend, den Hauptakzent auf geistige und organisatorische Flexibilität und Anpassungsfähigkeit zu setzen.“<sup>13</sup> Ein „Lob auf die Resilienz“ aus dem Jahre 1973!

Künftig wird die Einsatzführung von Streitkräften geprägt sein von der Notwendigkeit zur Antifragilität, Autarkie, Agilität, Beweglichkeit und Resilienz sowie durch den militärischen Eigenschutz auf allen Gebieten, um nur die wesentlichsten Charakteristika zu nennen. Die Kommandantenverantwortung wird sich nicht mehr an (Einsatz-)Räumen abgrenzen lassen, sondern durch „effektbasiertes Handeln“.<sup>14</sup> Moderne Streitkräfte verfügen über die Fähigkeit, die eigene Wirkung weitreichend ebenso wie räumlich und zeitlich konzentriert zum Einsatz zu bringen. Weitreichende Waffensysteme in Verbindung mit einem „gläsernen Gefechtsfeld“ gewinnen an Bedeutung, der Grad an Autonomisierung und der Bedarf an Digitalisierung werden steigen,<sup>15</sup> die Anforderungen an die Resilienz von Streitkräften ebenso.

Die Resilienz steht immer im Kontext mit einem plötzlich auftretenden bedrohlichen Ereignis (Störung, Schock, Katastrophe, Stress, Naturereignis etc. sogenannte negative exogene Entwicklung) und ist nicht im Zusammenhang mit einer allmählichen graduellen Umweltveränderung (z.B. Klimawandel) oder einer schleichenden unternehmensinternen Fehlentwicklung (sogenannte endogene Fehlentwicklung) zu sehen.<sup>16</sup>

Die Resilienzforschung selbst entwickelte sich aus der „... Entwicklungspsychologie, die vor allem in den 1970er Jahren die Risikoeinflüsse auf die Entwicklung von Kindern untersuchte. Dabei wurde der Blick mehr oder weniger auf die Kinder gerichtet, die sich trotz schwierigster Bedingungen sehr gut entwickelten ... Anstatt Risiken und krankmachende Einflüsse zu bekämpfen, sollen Ressourcen gestärkt werden, um den Menschen gegen Risiken widerstandsfähig zu machen.“<sup>17</sup> In ihrem Kern sind Resilienz und Widerstandsfähigkeit zwei Seiten derselben Medaille.

Allen neuen Ansätzen zum Trotz hat sich ein Umstand jedoch nicht geändert und wird sich auch nicht so schnell ändern: Logistische Kräfte und militärische Versorgungsnetzwerke sind für die Durchhaltefähigkeit von Streitkräften entscheidend und daher ein lohnendes Ziel für staatliche und nicht-staatliche Akteure. Die Versorgung mit und die Verteilung von Versorgungsgütern im Einsatzraum ist sowohl in personeller als auch in materieller Hinsicht ressourcenintensiv. Daher werden logistische Kräfte am Ende der Versorgungskette zu „lohnenden Zielen“ für Konfliktparteien.<sup>18</sup>

## 2. Anforderungen an ein militärisches Versorgungsnetzwerk

Die Militärlogistik hat sich

- vom Paradigma des Kalten Krieges, bei dem der Versorgungsbedarf durch die Anhäufung massiver Vorräte und großer Reserven, an aufeinanderfolgenden Punkten, entlang von Versorgungslinien, die sich vom Versorgungsdepot bis zum Soldaten in der Kampfdecke erstreckte, gedeckt wurde, gelöst und

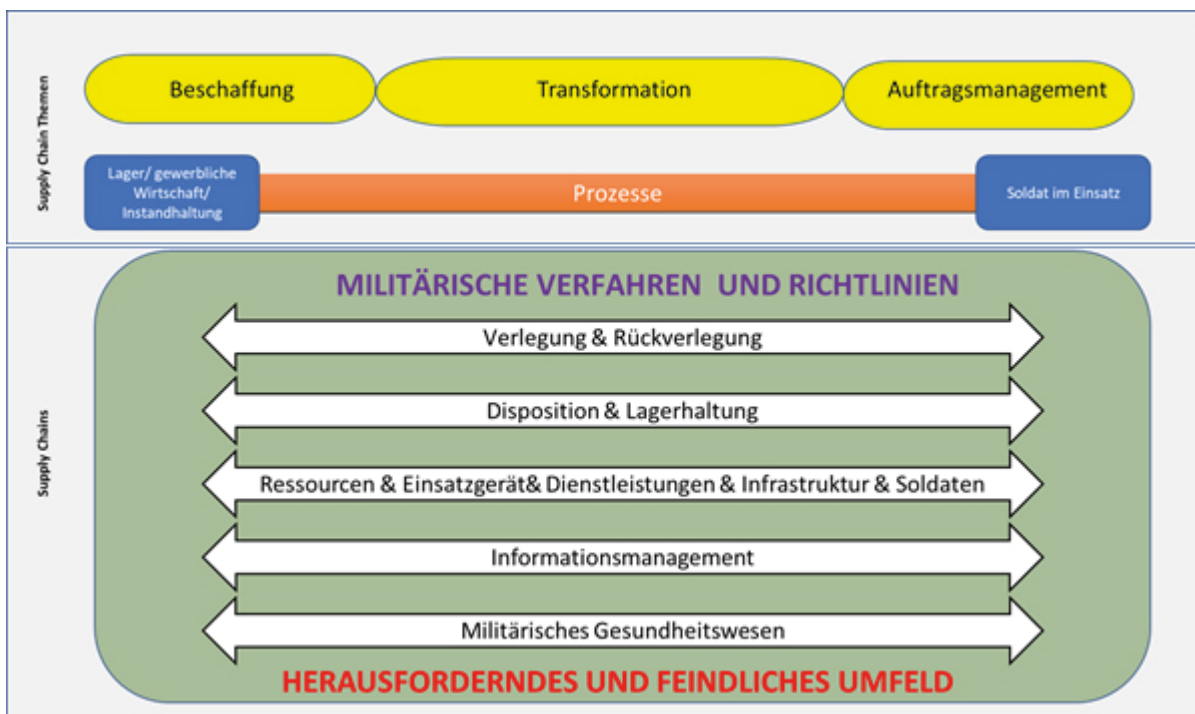


Abbildung 1: Militärische Versorgungsprozesse. Quelle: Eigene.

- sich das Just-in-Case-Konzept zu eigen gemacht<sup>19</sup>, bei dem die schnelle Bewegung von Nachschub und Ausrüstung den Bedarf an massiven Vorräten und großen Reserven reduziert<sup>20</sup>, und das auf der detaillierten Kenntnis und Vorhersehbarkeit von Angebot und Nachfrage aufbaut.<sup>21</sup>

In den gegenwärtigen Bedrohungsszenarien stehen die Militärlogistiker vor der Aufgabe, die benötigten Ressourcen, basierend auf Echtzeitinformationen über den Versorgungsbedarf des Soldaten im Einsatz, bereitzustellen. Grundvoraussetzung ist, dass auf den artikulierten Bedarf rasch reagiert werden kann. Dieser Ansatz basiert auf den Überlegungen des industriellen Supply-Chain-Managements<sup>22</sup>, angewandt auf die Anforderungen eines militärischen Versorgungsnetzwerkes. Im militärischen Einsatz ist der Soldat der Kunde, der auf die Produkte Waffen, Munition, Verpflegung, Wasser, Energie, Medizin, Hygiene, Bekleidung und Ausrüstung, Fahrzeuge, Kraftstoffe sowie auf Informationen und Informationstools angewiesen ist, um seinen Auftrag<sup>23</sup> erfüllen zu können.

Das militärische Versorgungsnetzwerk kann grundsätzlich in drei Bereiche mit unterschiedlichen Anforderungen unterteilt werden:

- Im ersten Bereich - dringender Bedarf mit geringem Volumen - werden Waren (z.B. Lebensmittel, Sanitätsmaterial, Bekleidung und Ausrüstung, Ersatzteile, Munition) bewegt, die nicht gewartet oder repariert werden müssen.
- Im zweiten Bereich - wesentliche Komponenten mit großem Volumen - werden Waffensysteme (z.B. Panzer, gepanzerte Fahrzeuge, Flugabwehrsysteme etc.) bewegt, die über längere Zeiträume gewartet und repariert werden müssen.
- Im dritten Bereich - Einsatzbereich - müssen Truppen in kurzer Zeit unter schwierigen Bedingungen (Gelände, Klima, Infrastruktur, Bedrohung etc.) transportiert und kontinuierlich versorgt werden.

Ein Umstand, der die Anforderungen an ein militärisches Versorgungsnetzwerk erhöht, besteht darin, dass es nicht nur eine Vorwärtsbewegung - wie bei den meisten Versorgungsabläufen im zivilen Bereich - sondern auch Rückwärts- und Seitwärtsbewegungen von Einsatzkräften sowie möglicherweise viele kleine, in mehreren (schwer zugänglichen) Räumen verteilte Einsatzkräfte gibt.

Ein militärisches Versorgungsnetzwerk muss in der Lage sein,

- eine Stadt mit 50.000 Einwohnern auf Basis einer kurzen Planungsphase in einem lebensfeindlichen Umfeld zu errichten,
- eine Ver- und Entsorgung für die darin lebenden Menschen zu garantieren und

- mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 10 km/h in unterschiedliche Richtungen marschfähig zu halten, sowie
- auf äußere Rahmenbedingungen, unvorhersehbare Bedarfsschwankungen oder auf Unterbrechungen der Versorgungswege „resilient zu reagieren“.

Reagieren auf veränderte (Rahmen-)Bedingungen und die Beherrschung von Katastrophen (Katastrophenmanagement<sup>24</sup>) eint ein gemeinsamer Ansatz: „In recent years ... resilience has gained prominence as a topic in the field of disaster research, supplanting the concept of disaster resistance.

- Disaster resistance emphasizes the importance of predisaster mitigation measures that enhance the performance of structures, infrastructure elements, and institutions in reducing losses from a disaster.
- Resilience reflects a concern for improving the capacity of physical and human systems to respond to and recover from extreme events ...

Resilient systems reduce the probabilities of failure and the consequences of failure - such as deaths and injuries, physical damage, and negative economic and social effects and the time for recovery.”<sup>25</sup>

### 3. Möglichkeiten zur Unterbrechung des militärischen Versorgungsnetzwerks

Der Idealzustand eines resilienten militärischen Versorgungsnetzwerkes wird dem Grunde nach durch vier Eigenschaften beschrieben:

- Robustheit - die Fähigkeit von Systemen, Katastrophenbelastungen ohne wesentliche Beeinträchtigung oder Leistungsverlust standzuhalten
- Redundanz - das Ausmaß, in dem Systeme in der Lage sind, funktionale Anforderungen zu erfüllen, wenn es zu einer signifikanten Beeinträchtigung oder einem Verlust der Funktionalität kommt
- Ideenreichtum - die Fähigkeit, Probleme zu diagnostizieren, zu priorisieren und Lösungen zu initiieren und
- Schnelligkeit - die Fähigkeit zur rechtzeitigen Wiederherstellung der Funktionalität.<sup>26</sup>

Allgemein ist zu konstatieren: „Ohne funktionierende Versorgung droht rasch ein Chaos, wie das auch bei der Versorgung mit wichtigen Schutzausrüstungsgütern während der Coronakrise zu beobachten war. Dabei hat die Logistik noch funktioniert, auch wenn bei einzelnen Gütern kurzfristige Versorgungslücken aufgetreten sind ... Die Coronakrise hat offengelegt ... [dass die moderne] Gesellschaft kaum auf weitreichende vernetzte Krisen und Versorgungsunterbrechungen vorbereitet ist.“<sup>27</sup>

Vier Eigenschaften sind geeignet einem eingespielten militärischen Versorgungsnetzwerk Stress zu verursachen:

- unberechenbar
- unsicher
- komplex
- mehrdeutig,

daher muss ein eingespieltes militärisches Versorgungsnetzwerk vier andere Eigenschaften aufweisen, um als resilient zu gelten:

- stabil (berechenbar)
- sicher
- einfach
- eindeutig.<sup>28</sup>

Bei der Planung eines militärischen Versorgungsnetzwerkes ist daher zu berücksichtigen, wo, wann und in welchem Ausmaß sich Stressfaktoren (Störungen) ergeben könnten, welche die Bereitstellung oder den Transport von Einsatzkräften, Ausrüstung, Waffensystemen und sonstigen Ressourcen be- oder verhindern.

Externe Störungen eines militärischen Versorgungsnetzwerkes können in drei Kategorien unterteilt werden:<sup>29, 30</sup>

- politische Störungen
- physische Störungen und
- Marktstörungen.

An politischen Störungen eines militärischen Versorgungsnetzwerkes sind v.a. zu nennen:

- Exportkontrollen (Embargos etc.) durch ausländische Regierungen
- Politische Unruhen und soziale Unruhen
- Einsatz von Guerillataktiken
- Arbeitskämpfmaßnahmen und Streiks, im In- und Ausland
- Epidemische Krankheiten
- Regierungsverbote gegen die Verwendung von spezifischen Waffensystemen.

An physischen Störungen eines militärischen Versorgungsnetzwerkes sind v.a. zu nennen:

- Militärische Angriffe auf das militärische Versorgungs- und Transportnetzwerk
- Militärische Konflikte mit Angriffen auf Produktionsstandorte und Infrastruktur
- Seekonflikte und maritime Angriffe auf Seewege und Häfen
- Terroristische Angriffe und Sabotage mit konventionellen und unkonventionellen Waffen
- Naturkatastrophen (Erdbeben, Überschwemmungen etc.)

- Störungen des (militärischen) Kommunikationssystems.

An Marktstörungen eines militärischen Versorgungsnetzwerkes sind v.a. zu nennen:

- Höhere Preise und Lieferverzögerungen auf Grund von erhöhter Nachfrage und reduziertem Angebot von Wehrmaterial und Ressourcen
- Monopolistische Kontrolle über Ressourcen und/oder den erforderlichen Transportmitteln
- Umstrukturierung der Industrie, was zu einer Reduzierung auf einen Ressourcenbereitsteller zu Folge haben könnte.

Neben diese externen Faktoren kann ein militärisches Versorgungsnetzwerk auch interne Störungen aufweisen, z.B. menschliches Versagen, mangelnde Vorbereitung oder Ausbildung, unzureichende Koordination, ungenügende Bereitstellung einsatzwichtiger Güter, Inflexibilität und mangelnde Resilienz. „Im Ingenieurwesen beschreibt Resilienz ... wie eine Struktur nach einer Störung wieder zum Ausgangszustand zurückkehren kann. In der Psychologie ist es die Fertigkeit eines Individuums ein Trauma zu verarbeiten. Allgemein beschreibt Resilienz die Fähigkeit eines Objektes oder eines Systems, sich an Änderungen anzupassen und dabei die Funktionsfähigkeit zu wahren.“<sup>31</sup>

Um ein militärisches Versorgungsnetzwerk sowohl anpassungs- als auch reaktionsfähig zu gestalten, bieten sich, abgeleitet aus dem zivilen Bereich, folgende Instrumente und Verfahren an:<sup>32, 33</sup>

- Etablierung eines transparenten und einheitlichen Bestandsmanagements im Einsatzraum, einschließlich eines Sicherheits-(Notfall)bestands, wenn nötig mit dem Ziel, den Bestand zu minimieren („Reduce/Optimizing the logistic footprint“<sup>34</sup>).
- Dual Sourcing von Ressourcen des täglichen Bedarfes im Einsatzraum, mit einer Aufteilung des Bedarfs auf einer 80/20-Basis mit der Maßgabe, dass der Zweit- oder Drittlieferant im Krisenfall 100 Prozent des Bedarfs decken kann.
- Alternative Beschaffungen von Gütern auch außerhalb des Einsatzraumes.
- Etablierung eines multinationalen, Führungsebenen übergreifenden Lagebildes über die Versorgungssicherheit im Einsatzraum.
- Aufbau einer Datenbasis über das Versorgungsangebot im Einsatzraum durch die Host Nation oder durch eine andere an einem Einsatz teilnehmende Nation.
- Nachverfolgung von Versorgungsgütern, so dass auch bei längeren Lieferketten die Sendungen von der Quelle bis zum Ziel überwacht werden können.



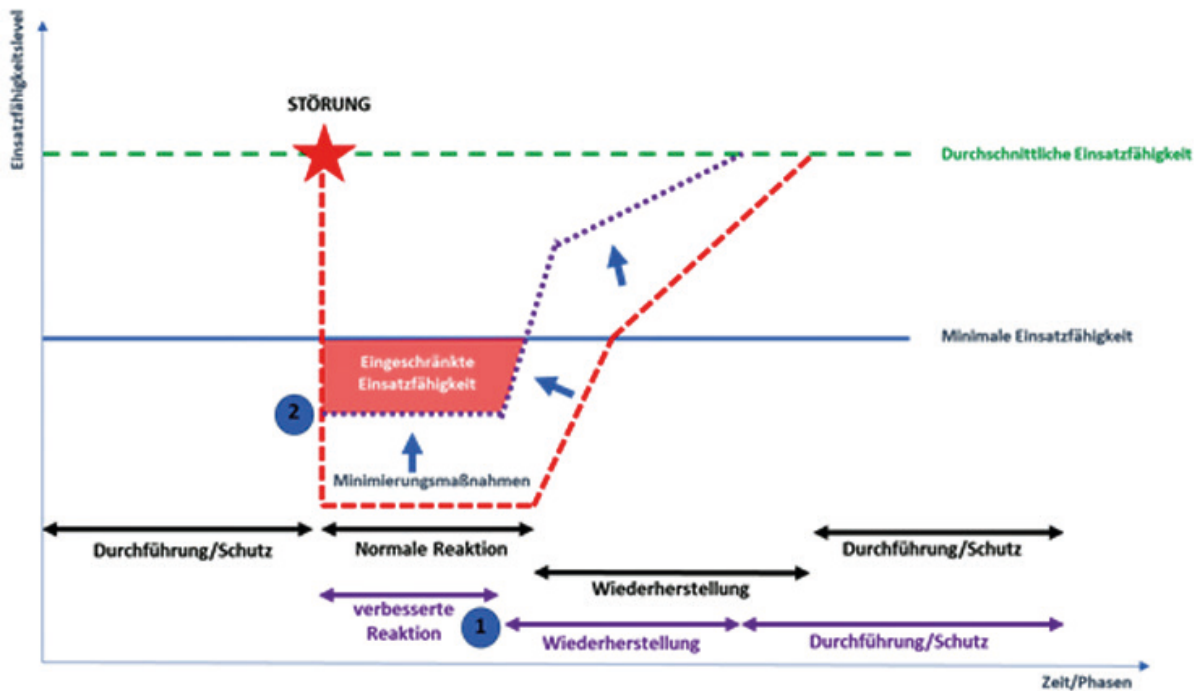


Abbildung 2: Phasen des Resilienzverlaufes<sup>40</sup> (Quelle: Eigene)

- Ausarbeitung von Alternativplänen, um die Auswirkungen größerer Störungen auf das militärlogistische Versorgungsnetzwerk modellieren und Handlungsoptionen festlegen zu können (Einsatz von Operational Research Modellen<sup>35</sup>).
- Zusammenarbeit mit allen Stakeholdern des militärischen Versorgungsnetzwerkes (z.B. Zusammenarbeit mit Regierungsbehörden des Host Nation Support, Ansprechpartnern der truppenstellenden Nationen, zivilen Dienstleistern).<sup>36</sup>

Ziel ist es, Lagerbestände im Einsatzraum in einer ausgeglichenen Balance (in einem Kräfteparallelogramm) zwischen Eigenbeweglichkeit der Truppe, Versorgungssicherheit bei Unterbrechungen und Verlust von Ressourcen auf Grund der Nichttransportfähigkeit von Gütern zu halten.

#### 4. Resilienz eines militärischen Versorgungsnetzwerkes

Die Staats- und Regierungschefs der NATO-Nationen haben bereits am Warschauer Gipfel im Jahre 2016 (8./9. Juli) eine Verpflichtung abgegeben, die Widerstandsfähigkeit der Allianz grundlegend zu verbessern<sup>37</sup>, indem sieben Grundforderungen für die zivile Versorgung anzustreben sind:<sup>38</sup>

- Sicherung des Fortbestandes von Staatsgewalt und von kritischen staatlichen Diensten
- widerstandsfähige und sichere Energieversorgung
- Fähigkeit, mit unkontrollierten Massenbewegungen von Personen effektiv umzugehen
- widerstandsfähige Nahrungsmittel- und Wasserversorgungssysteme

- Fähigkeit, mit Massenanfällen von Verletzten umzugehen
- widerstandsfähige zivile Kommunikationssysteme
- widerstandsfähige zivile Verkehrssysteme.

Diese Verpflichtungen basieren auf der Erkenntnis, dass

- sich das strategische Umfeld rasch und kontinuierlich verändern kann, und
- dass die Widerstandsfähigkeit von zivilen Strukturen, Ressourcen und Diensten sowohl eine lebensnotwendige Basis für die „modernen Gesellschaften von heute“ darstellt, als auch eine wesentliche Voraussetzung für die Durchführung von militärischen Operationen ist.

Eine Definition der US-Luftstreitkräfte reflektiert direkt auf die Widerstandsfähigkeit eines militärischen Systems: „The capability of an installation to sustain the projection of combat power by protecting against, responding to, and recovering from deliberate, accidental, or naturally occurring events that impede air, space, or cyberspace operations.“<sup>39</sup> Militärische Einrichtung impliziert nicht nur die physische Infrastruktur, sondern auch menschliche Arbeitsleistungen und die für ihren Betrieb notwendigen Unterstützungssysteme.

Der in Abbildung 2 dargestellte Verlauf der Auswirkung nach einer Störung zeigt, dass alle militärischen Führungskräfte auf allen Führungsebenen (also die gesamte Organisation) zur Resilienzplanung Beiträge leisten müssen, mit deren Hilfe

- die Durchführung von Risikobewertungen und Studien unterstützt wird, die zu einer schnellen Ent-

scheidungsfindung beitragen, um Gegenmaßnahmen einleiten können (Punkt 1),

- Richtlinien und Strategien implementiert werden, um eine Risikominimierung (Punkt 2) zu erreichen.

Die ISO-Norm 22316:2017(en)<sup>41</sup> definiert organisatorische Resilienz als „... is the ability of an organization to absorb and adapt in a changing environment to enable it to deliver its objectives and to survive and prosper. More resilient organizations can anticipate and respond to threats and opportunities, arising from sudden or gradual changes in their internal and external context. Enhancing resilience can be a strategic organizational goal, and is the outcome of good business practice and effectively managing risk.“

Darüber hinaus zählt die ISO-Norm die Resilienz fördernde Eigenschaften<sup>42</sup> auf, welche durch „gezielte Aktivitäten“ unterstützt werden können:

- gemeinsame Vision und klare Zielsetzung
- umfassendes Verständnis der internen und externen Umfeldbedingungen
- effektive Führung
- gemeinsamer Wertekanton
- gemeinsames Informations- und Wissensmanagement
- gemeinsames Kommunikationssystem
- Verfügbarkeit von Ressourcen
- Transparenter und synchronisierter Planungs- und Führungsprozess
- Verpflichtung zur kontinuierlichen Verbesserung und
- Fähigkeit zur Antizipation und den Willen der Umsetzung.

Die Stärke eines militärlogistischen Versorgungsnetzwerkes auf der operativen Führungsebene ist das Reaktionsvermögen auf veränderte Rahmenbedingungen. Reaktionsvermögen in der Militärlogistik ist ein umfassender Begriff, der alle logistischen Faktoren umfasst, welche die Kampfkraft<sup>43</sup> und Einsatzbereitschaft<sup>44</sup> von Streitkräften positiv beeinflussen können; allgemein, um auf Anreize aus der Umwelt schnell und angemessen reagieren zu können

Einzelne, sich addierende Minderleistungen des militärlogistischen Versorgungsnetzwerkes generieren eine logistische „Lücke“ zwischen dem Bedarf an Ressourcen und den tatsächlich verfügbaren Ressourcen. Die logistische „Lücke“ kann im Zeitablauf einen Punkt erreichen (insbesondere, wenn das Reaktionsvermögen des logistischen Systems permanent unzureichend ist), an dem die Einsatzaufgaben der taktischen Verbände mangels Versorgung nicht mehr auftragsgemäß durchgeführt werden können. Dieser Zustand, den das militärlogistische Versorgungsnetz-

werk zu diesem Zeitpunkt aufweist, wird als logistischer Kulminationspunkt bezeichnet. Das Ziel eines militärlogistischen Versorgungsnetzwerkes und der damit verbundenen Planungen ist es, den logistischen Kulminationspunkt nicht zu erreichen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich ein resilientes Military Supply Chain Management (militärlogistisches Versorgungsnetzwerk)

- sowohl jeder Leistungsänderung anpassen
- als auch schnell und nachhaltig von einer Störung erholen muss, und
- von Eigenschaften und Aktivitäten beeinflusst wird, welche in zeitlicher Hinsicht weit vor der Etablierung eines militärlogistischen Versorgungsnetzwerkes geschaffen werden müssen.

Somit bleibt zu konstatieren: „Resiliente Systeme sind in der Lage sich bei äußerem Druck zu verbiegen anstatt dran zu zerbrechen; Gedeihen trotz widriger Umstände.“<sup>45</sup>

## 5. Logistische Resilienz, alles in Ordnung?

Trotz aller Erkenntnisse und Fortschritte im Mikrokosmos der militärlogistischen Resilienz, verwundert der geradezu „frivole Umgang“ mit der Resilienz<sup>46</sup> auf makrologistischer Ebene.<sup>47</sup> Den Zustand des Welthandels bzw. des globalen Güterausstausches vom Steuerungsvermögen oder -glück auf einer 195 m breiten Wasserstraße<sup>48</sup> abhängig zu machen, verwundert (und ist dem Grunde nach eigentlich fahrlässig, jedenfalls nicht resilient).

Fast mit „ungläubigem Erstaunen“ wird durch die Presse konstatiert:

- „Eine Arterie des Welthandels ist verstopft ... Ein havariertes ... Containerschiff bringt die Durchfahrt des Suezkanals zum Erliegen. Dadurch kommt es auch zu Störungen des Welthandels ... Laut dem Betreiber des Suezkanals konnte das Frachtschiff wegen hoher Windgeschwindigkeiten und eines Sandsturms nicht mehr navigieren und ist auf Grund gelaufen. Seitdem liegt es quer und macht die Durchfahrt des Kanals unmöglich ... Über den Kanal ... wird rund 12 % des über den Schiffsweg transportierten Welthandelsvolumens abgewickelt. Der Anteil am weltweiten Containerverkehr ist mit knapp einem Drittel noch grösser.“<sup>49</sup>
- „Die Blockade des Sueskanals durch das querliegende Riesencontainerschiff „Ever Given“ wird immer mehr zu einem Problem für die „Just in Time“-Weltwirtschaft. Schiffsunternehmen müssen wohl Schiffe über das Horn von Afrika und das Kap der Guten Hoffnung umlenken - dabei geht die Angst vor Piraten um. Mehrere Unternehmen kontaktierten bereits die US-Marine aus Sorge um Schiffe, Personal und Ladung.“<sup>50</sup>

Diese Beschreibungen eines Istzustandes können wohl kaum als „Schulbeispiel“ für Resilienz herangezogen werden. Es gibt jedoch Hoffnung, zumindest für eine langfristige Verbesserung der Logistik des Welthandels: „Zwei Projekte sollen die Abhängigkeit von diesem Nadelöhr künftig verringern. So wollen die Vereinigten Arabischen Emirate künftig bis zu 17 Prozent des Erdöls, das heute noch durch den Suezkanal nach Westen transportiert wird, durch die ausgebaute Pipeline von Eilat am Roten Meer nach Aschkelon am Mittelmeer pumpen. Zudem planen Israel und die Vereinigten Arabischen Emirate den Bau einer Eisenbahnlinie vom Persischen Golf an den israelischen Mittelmeerhafen Haifa.“<sup>51</sup> Auch die Gaspipeline Nord Stream 2, durch die Erdgas aus Russland nach Deutschland und weiter zum Erdgasbinnenmarkt der EU geleitet werden soll, scheint plötzlich weniger umstritten zu sein; zumindest vorübergehend.

Wie man sieht: Resilienz in der Logistik belebt die Sinne!

#### Literatur- und Quellenverzeichnis:

1. Alexander Balthasar, BMLV und ÖBH – wozu?, ÖMZ Sonderheft 2021, S. XII.
2. Siehe z.B. Anna Geis, Den Krieg überdenken. Kriegsbegriffe und Kriegstheorien in der Kontroverse, zitiert nach [https://www.pw.ovgu.de/ipw\\_media/Downloads/Geis/Geis\\_\\_Einleitung\\_Den\\_Krieg\\_berdenken\\_9\\_43-p-90.pdf](https://www.pw.ovgu.de/ipw_media/Downloads/Geis/Geis__Einleitung_Den_Krieg_berdenken_9_43-p-90.pdf) [23.03.2021] Die „... Kriegsursachen- und Konfliktforschung, die den Wandel des Krieges ... untersucht, verweist darauf, dass sich weniger die Realität verändert habe als vielmehr die Wahrnehmung, die viel zu lange von der Logik des Kalten Krieges verzerrt worden sei.“ [Ebenda S. 16]
3. Siehe z.B. Thieß Petersen, Fünf Thesen zu den zukünftigen Herausforderungen für die Wirtschaftspolitik, in: List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik, 46(2020), S. 259-268.
4. Siehe z.B. Susanne Dröge, Die Folgen des Klimawandels als sicherheitspolitische Herausforderung, in: Zeitschrift für Außen- und Sicherheitspolitik, 12(2019), S. 405-416.
5. Vgl. [https://www.osa.fu-berlin.de/politikwissenschaft/beispielaufgaben/internationale\\_beziehungen/index.html](https://www.osa.fu-berlin.de/politikwissenschaft/beispielaufgaben/internationale_beziehungen/index.html) [20.03.2021]
6. Siehe z.B. „Cyber-attacks are a continuous threat to DLA’s global supply chain due to the interconnectedness of our information technology-dependent operations. There are more electronic devices than people in DLA, and cyber-attackers are growing in their sophistication.“ <https://www.dla.mil/Info/strategicplan/SupplyChainSecurityStrategy/> [06.04.2021]
7. <http://www.whywar.at/akteure/nichtstaatliche-akteure/> [10.03.2021]
8. Vgl. Österreichisches Bundesheer (Hrsg.), Militärisches Konzept 2017, Wien 2017, S. 1.
9. Charakterisiert als gleichzeitige und anpassungsfähige Anwendung konventioneller und unkonventioneller Ansätze und Methoden zur Durchsetzung der eigenen Ziele, die zumindest auf eine Destabilisierung der Verhältnisse abzielen. Nach: Gerhard Gürtlich und Stefan Lampl, Logistik in Streitkräften und Einsatzorganisationen, in: Grundfragen der Militärlogistik und der Logistik von Einsatzorganisationen, Gerhard Gürtlich und Stefan Lampl (Hrsg.), 2. Aufl., Wien 2017, S. 549-551.
10. Vgl. Österreichisches Bundesheer (Hrsg.), Militärisches Konzept 2017, Wien 2017, S. 11.
11. Johann Frank, Risikobild Österreich 2021, in: Bundesministerium für Landesverteidigung (Hrsg.), Sicherheitspolitische Jahresvorschau 2021, Wien 2021, S. 35.
12. Dieser Umstand wurde auch von den Polizeikräften bereits erkannt: „Der Blackout ist eine der größten Bedrohungen für moderne Staaten. Polizei rüstet sich für überregionalen Netzzusammenbruch. Der Klimawandel und der rasche Ausbau erneuerbarer Energie machen diesen wahrscheinlicher.“ <https://kurier.at/chronik/oesterreich/oesterreichs-polizei-ruestet-sich-fuer-blackout-szenario/401749821> [5.10.2021]
13. Michale Howard, zitiert durch Bruno Lezzi, Doktrin - Leitfaden oder Regelwerk? In: ASMZ: Sicherheit Schweiz: Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift, 179(2013), H 6, S. 14.
14. Vgl. z.B. Landesverteidigungsakademie Institut für Höhere Militärische Führung (Hrsg.), Effektbasiertes Handeln - Lehrskriptum, Wien 2016, insb. S. 26 ff.
15. Kurz zusammengefasst: „Militärische Auseinandersetzungen werden zunehmend zeitgleich in mehreren Dimensionen (Land, Luft, See, Weltraum, Cyber) bestritten. Besonders die Bedeutung des Cyber- und Informationsraums steigt stark an. Als Reaktion darauf, kommen vermehrt neue Technologien zum Einsatz, die große Mengen an (teil-)autonom und automatisiert gesteuerte Systeme beinhalten. Daher gewinnen auch im militärischen Umfeld Themen, wie Künstliche Intelligenz, IoT, Cloud-Anwendungen, Automation und Autonomie an Bedeutung.“ <https://www.computerwoche.de/a/mit-der-ueberlegenheit-von-cyberinformationen-zum-erfolg,3550765> [23.03.2021]

16. Henrik Brinkmann et.al., *Ökonomische Resilienz, Gütersloh* 2017, S. 9.
17. Klaus Fröhlich-Gildhoff, Maike Rönna-Böse, *Resilienz*, 5. Aufl., München 2019, S. 14.
18. Andreas Alexa, *Militärlogistik 4.0. Trends und deren Auswirkungen auf die Militärlogistik*, Schriftenreihe der Landesverteidigungsakademie, Bd 6/2021, Wien 2021, S. 55.
19. Verstanden als bedarfssynchroner Einsatz von Gütern, bei dem nur jenes Material in einer Stückzahl produziert und nur zu jedem Zeitpunkt geliefert wird, wie diese zur Erfüllung einer Aufgabe (eines Auftrages) benötigt werden. In Anlehnung an: <https://de.wikipedia.org/wiki/Just-in-time-Produktion> [31.03.2021]
20. Obwohl „gefüllte Lager“ den angenehmen Effekt haben, Planungsfehler zu übertünchen und Informationsdefizite auszugleichen.
21. Ausgenommen die Bevorratung mit Gütern für strategische Zwecke, z.B. zur Bewältigung eines Blackouts oder von Pandemien.
22. „Eine Supply Chain ... umfasst alle an der Entwicklung, Erstellung, Lieferung und Entsorgung eines Produkts Beteiligten vom Rohstofflieferanten bis zum Endkunden.“ Kummer/Grün/Jammerneegg, *Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik*, 4. Aufl., Wien 2019, S. 82.
23. In der Sprache der Industrie würde man sagen „sein Produktionsziel“.
24. Als Katastrophenmanagement wird die Gesamtheit aller aufeinander abgestimmten Maßnahmen in den Bereichen Katastrophenvermeidung, Katastrophenvorsorge, Katastrophenbewältigung und Wiederherstellung nach Katastrophen, einschließlich der laufenden Evaluierung der in diesen Bereichen getroffenen Maßnahmen verstanden. <https://www.bmi.gv.at/204/Katastrophenmanagement/start.aspx> [01.04.2021]
25. Kathleen Tierney, Michel Bruneau, *Conceptualizing and Measuring Resilience. A Key to Disaster Loss Reduction*. [https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/trnews/trnews250\\_p14-17.pdf](https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/trnews/trnews250_p14-17.pdf) [22.03.2021]
26. In Anlehnung an Kathleen Tierney, Michel Bruneau, zitiert nach <https://www.coursehero.com/file/p2eokhfb/and-Redundancy-Resiliency-Triangle-Source-Tierney-and-Bruneau-2009/> [23.03.2021]
27. Herbert Saurugg, Herausforderung Blackout, in: Bundesministerium für Landesverteidigung (Hrsg.), *Sicherheitspolitische Jahresvorschau 2021*, Wien 2021, S. 316.
28. In Anlehnung an <https://www.resilienz-akademie.com/resilienz/> [20.02.2021]
29. Vgl. <https://www.dla.mil/Portals/104/Documents/Headquarters/StrategicPlan/SupplyChainSecurityStrategy.pdf> [06.04.2021]
30. Vgl. Jeremy C.D. Smith, *Defence Logistics – Enabling and sustaining successful military operations*, in: Kogan Page, (Ed.) London 2018, S. 99 ff.
31. Maximilian Rummel, *Elektromobilität. Resilienz in der deutschen Automobilindustrie*, München [2019], S. 2.
32. <https://www.brookings.edu/techstream/how-to-build-more-secure-resilient-next-genus-supply-chains> [06.04.2021]
33. Vgl. [file:///tmp/mozilla\\_vm0/RAND\\_RRA425-1.pdf](file:///tmp/mozilla_vm0/RAND_RRA425-1.pdf) [06.04.2021]
34. „The use of multinational logistic options can optimize the overall deployment of logistic resources and reduce infrastructure requirements.“ [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/907825/doctrine\\_nato\\_logistics\\_ajp\\_4.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/907825/doctrine_nato_logistics_ajp_4.pdf) [06.04.2021]
35. Es wird für einen Ausschnitt der Realität ein abstraktes Modell gebildet, mit dessen Hilfe Analysen durchgeführt werden können, um eine Basis für Entscheidungen zu schaffen. Anwendungsgebiete sind insbesondere Produktionsplanung, Supply Chain Management, Distribution, Standortplanung, Lagerhaltung, Personalplanung und Personaleinsatzplanung. <https://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/technologien-methoden/Operations-Research> [02.04.2021]
36. <https://www.brookings.edu/techstream/how-to-build-more-secure-resilient-next-genus-supply-chains> [06.04.2021]
37. Im Mittelpunkt der Beratungen standen die Stabilität im Osten und im Süden sowie Afghanistan. <https://www.consilium.europa.eu/de/meetings/international-summit/2016/07/08-09/> [02.04.2021]
38. <https://www.nato.int/docu/review/articles/2016/03/30/resilience-a-core-element-of-collective-defence/index.html> [23.03.2021]
39. <https://www.everycrsreport.com/reports/IN11566.html> [29.03.2021]
40. Quelle: <https://www.everycrsreport.com/reports/IN11566.html> [29.03.2021] mit Ergänzungen durch die Autoren.
41. ISO 22316:2017(en) - Security and resilience - Organizational resilience - Principles and attributes. [Principles providing the foundation for enhancing an organization's resilience.]

42. Auf einem relativ hohen Abstraktionsniveau.
43. „Ist das Leistungsvermögen einer Truppe, das vor allem durch die personelle und materielle Stärke, durch taktische Leistungsparameter und durch Kräftermultiplikatoren bestimmt wird.“ Militärlexikon ÖBH [30.03.21]
44. „Ist die dem personellen und materiellen SOLL-Zustand des Bundesheeres oder dessen Teilen entsprechende Fähigkeit, jeweils zugeordnete Einsatzaufgaben zu erfüllen.“ Militärlexikon ÖBH [30.03.21]
45. Rosmarie Welter-Enderlin, Resilienz und Krisenkompetenz, 2. Aufl., Heidelberg 2015, S. 16.
46. Auf Mikrologistik, welche die Logistiksysteme von Unternehmen sowie die Versorgungssysteme von Haushalten, militärischen Einrichtungen und anderen Institutionen (z.B. Krankenhäusern), die eine Versorgung mit Sachgütern benötigen, umfasst. In Anlehnung an <https://www.n-tu.de/logistik-lexikon/mikrologistik/> [02.04.2021]
47. Also auf der Ebene des Welthandels bzw. des globalen Güterausstausches.
48. Der Suezkanal hat seit 2010 eine Wassertiefe von 24 Meter. Im Norden ist der Kanal am Wasserspiegel 345 m und an der Sohle 215 m breit. Im Süden liegen die entsprechenden Maße bei 280 m und 195 m. <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=suezkanal+breite> [03.04.2021]
49. [https://www.nzz.ch/wirtschaft/eine-arterie-des-welthandels-ist-verstopft-welche-auswirkungen-hat-die-blockade-des-suezkanals-ld.1608299?utm\\_source=pocket-newtab-global-de-DE](https://www.nzz.ch/wirtschaft/eine-arterie-des-welthandels-ist-verstopft-welche-auswirkungen-hat-die-blockade-des-suezkanals-ld.1608299?utm_source=pocket-newtab-global-de-DE) [25.03.2021]
50. <https://orf.at/stories/3206872/> [26.3.2021] Am 23. März 2021 was Containerschiff „Ever Green“ im Suezkanal auf Grund gelaufen.
51. [https://www.faz.net/aktuell/politik/ausland/suezkanal-israel-und-emirate-planen-projekte-fuer-neue-route-17265576.html?utm\\_source=pocket-newtab-global-de-DE](https://www.faz.net/aktuell/politik/ausland/suezkanal-israel-und-emirate-planen-projekte-fuer-neue-route-17265576.html?utm_source=pocket-newtab-global-de-DE) [02.04.2021]
- \*) Erweitere und ergänzte Fassung des Beitrages „Resilience and Military Supply Chain Management“, in: Festschrift „100 Jahre Institut für Transportwirtschaft und Logistik der WU-Wien“, Wien 2021.



FÜR MEHR LEISTUNGSFÄHIGKEIT IM SCHIENENVERKEHR

# ATO over ETCS – sicher, wirtschaftlich, nachhaltig

Die Auslastung des weltweiten Schienenverkehrs nimmt stark zu. Die Kapazität soll sich erhöhen, die Netze optimiert werden. Wirtschaftlich und gleichzeitig nachhaltig. Die Lösung? Ein sicherer automatisierter Bahnbetrieb mit ATO over ETCS von Siemens Mobility. Unsere Technologie erhöht die Leistungsfähigkeit des Schienenverkehrs durch dichtere Zugfolgen, verbesserte Fahrplanstabilität und das bei gleichzeitig geringerem Energiebedarf. Die Umsetzung ist dabei so individuell wie Ihr Unternehmen und auf alle Strecken und Fahrzeugtypen anwendbar. Beispiel für unsere innovative Lösung ist die Digitale S-Bahn Hamburg: der erste hochautomatische Bahnbetrieb mit ETCS im deutschen Nah- und Fernverkehr. Überzeugen Sie sich selbst von unseren intelligenten und vernetzten Lösungen und gestalten Sie mit uns bereits heute den Bahnbetrieb von morgen.

[siemens.at/mobility](https://www.siemens.at/mobility)

**SIEMENS**

# Zur Zukunft der Regionalbahnen

Otfried KNOLL

## 1. Einleitung

In Österreich gibt es viele Nebenbahnen, nicht nur bei den ÖBB. Auch die klassischen Privatbahnen sind als solche konzessioniert, wenngleich sie ursprünglich Lokalbahnen hießen: Eine Bezeichnung, die ihrer gesellschaftspolitischen und funktionalen Bedeutung schon viel näherkommt. Erst im Dritten Reich wurden die Lokalbahnen zu Nebenbahnen - und heißen merkwürdigerweise ex lege noch heute so. Im neueren Sprachgebrauch werden sie nun zunehmend - weniger wertend - Regionalbahnen genannt.

Der Lokalbahnbegriff ist jedoch nicht ausgestorben, wie gerade die erfolgreichsten österreichischen Regionalbahnunternehmen in ihrem Firmennamen zum Ausdruck bringen: Wiener Lokalbahnen, Linzer Lokalbahn, Salzburger Lokalbahn, Pinzgauer Lokalbahn, Lokalbahn Lambach – Vorchdorf-Eggenberg usw. Andere geben sich wiederum einen klaren Regionsbezug wie Steiermarkbahn, Niederösterreichbahnen, Atterseebahn, Neusiedler Seebahn, Montafonerbahn oder Zillertalbahn.

In den Vereinigten Staaten heißen sie Short Lines und sind zumeist florierende Wirtschaftsbetriebe. Sie sind anerkannte regionale Institutionen, als integrierte Eisenbahnunternehmen Zubringer zu den großen Hauptbahnen und somit unverzichtbarer Bestandteil einer arbeitsteiligen Transportwirtschaft. Etliche Short Lines sind sogar als Familienunternehmen organisiert.

Alle diese Strecken haben eine Gemeinsamkeit: ihr Bau folgte dem Grundsatz „Global denken - lokal handeln“. An dieses auch heute gültige Prinzip hielten sich die erfolgreichen Bahngesellschaften schon vor mehr als hundert Jahren, gleichgültig ob sie sich im Staatsbesitz oder im Privateigentum befanden. Es war kein Widerspruch, dass zahlreiche Lokalbahnen unter dem Blickwinkel der Quersubvention durch gewinnbringende Hauptstrecken gebaut wurden; vielmehr geschah dies aus dem ökonomischen Kalkül, das Verkehrsgebiet der Hauptstrecken zu erweitern und mit flächiger Präsenz die Akquisition neuer Verkehre für die Hauptbahn zu ermöglichen. Wohl war auch schon damals die „Letzte Meile“ zu den Kunden mitunter die teuerste. Weil aber etliche von Bahnen nicht erschlossene Landstriche gegen Ende des 19. Jahrhunderts in die Bedeutungslosigkeit abzusinken drohten, während sich Orte an den Hauptbahnen rasant entwickelten, erließ der Staat mehrere Lokalbahn Gesetze, mit denen Erleichterungen beim Bahnbau und im Betrieb gestattet wurden: Ausführung größerer Steigungen, engerer Bögen, leichter Oberbau, Verzicht auf Schranken, Signale und deren Bedienpersonale, ver-

einfachte Fahrdienstvorschriften und ähnliches. War dies für die Aufbringung des nötigen Finanzkapitals zunächst durchaus erfolgversprechend, so erwiesen sich die damit erkauften niedrigeren Fahrgeschwindigkeiten mit aufkommender Pkw- und Autobuskonkurrenz zunehmend als Hemmnis für den damals noch nahezu ausschließlich eigenwirtschaftlichen Betrieb. Jahrzehntlang war auch die Parallelbedienung von Schienenstrecken mit Autobussen bei den ÖBB und manchen nicht bundeseigenen Bahnen gelebte Praxis, um einerseits Konkurrenz fernzuhalten und andererseits zusätzliche Einnahmen zu generieren. Dass dabei die Bahnen auf der Erlösseite zugunsten der Busbetriebe ausgehungert wurden, manifestierte sich vor allem in der augenscheinlichen Rückständigkeit der dort eingesetzten Schienenfahrzeuge. Eine zunehmende Abkehr der Bevölkerung von der Bahn als Alltagsverkehrsmittel war die Folge und führte zu mehreren Einstellungswellen im ehemals dichten Regionalbahnnetz.

## 2. Frühe Innovationen und aktuelle Entwicklungen

Vielfach vergessen ist, dass gerade die Lokalbahnen schon immer innovationsgetrieben handeln mussten. Aufgrund ihrer schwierigen finanziellen Rahmenbedingungen führte der Zwang zum Kostensparen sehr früh zum Einsatz von Triebwagen mit Dampf-, Benzin-, Diesel- und Elektroantrieb. Einmann-Bedienung der Triebfahrzeuge und Multifunktionalitäten beim Personal ermöglichten Rationalisierungseffekte und neue Geschäftszweige, ohne die zum damaligen Zeitpunkt notwendige Investitionen mangels staatlicher Zuzahlungen nicht finanzierbar gewesen wären. Die heute weit verbreiteten Rückfallweichen kamen z. B. erstmals auf der normalspurigen Linzer Lokalbahn im eisenbahnmäßigen Betrieb zum Einsatz. In der Fachwelt bekannt wurde in diesem Zusammenhang der personell unbesetzte Abzweighbahnhof Niederspaching, wo mit drei Rückfallweichen sämtliche Fahrtrelationen in sechs Richtungen ohne Bedienungshandlungen abgewickelt werden konnten. Im Jahre 1971 führte die Zillertalbahn den Zugleitbetrieb über analogen Sprechfunk ein, wodurch in den weiterhin personalbesetzten Stationen Zusatzdienstleistungen möglich wurden, die sogar in der Umgestaltung von Bahnhöfen zu Kundendienstzentren mit Reisebüro, anderwärts mit Friseur oder Gemischtwarenhandlung gipfelten. Mehrere nicht bundeseigene Eisenbahnen folgten bald diesen Beispielen, die heute in den Bahnstores der ÖBB eine gelungene Weiterentwicklung erfahren. Die ÖBB schlossen sich auch der Einführung des Zugleitbetriebes, beginnend 1983 auf der Donauuferbahn, an. Sie setzten mit der neu geschaffenen Funktion der Streckenbetreuer einen damals viel gelobten Akzent, um trotz Zügen ohne Zugbegleiter und

unbesetzten Bahnhöfen den Kontakt zu den Fahrgästen, Schulen und Gemeinden nicht zu verlieren. Leider wurden diese meist hoch motivierten Mitarbeiter nach wenigen Jahren wieder wegrationalisiert.

Erst mit den ab 1995 geschlossenen Verkehrsdienstverträgen und dem ÖPNRV-Gesetz 1999 kam Bewegung in die Regionalbahndebatte. Nun hatten die Bundesländer eine vordem nicht bestehende, gesetzlich geregelte Rolle als Aufgabenträger und damit - neben dem Bund – als weitere Besteller der Verkehrsleistungen auch Verantwortung für die Wirksamkeit ihrer Zuzahlungen zu übernehmen. Dieser Perspektivenwechsel verlief nicht von Anfang an friktionsfrei. Vor allem sorgte der sich dennoch verschlechternde Infrastrukturzustand etlicher Nebenstrecken, manifestiert in stark zunehmenden Langsamfahrabschnitten und Fahrzeitverlängerungen, für mediale Unruhe. Die nach außen den Bundesländern zugewiesene Verantwortung für Umfang und Qualität der Fahrpläne führte zu teils hitzigen politischen Debatten und gipfelte sehr verkürzt formuliert im Verkauf zahlreicher Regionalbahnstrecken der ÖBB an die Bundesländer Salzburg, Niederösterreich, Steiermark und Burgenland. Leider wurden nicht alle diese Strecken weiterhin als öffentliche Eisenbahnen betrieben. Andererseits investierten die neuen Eigentümer auf mehreren Regionalbahnen teils massiv in Infrastruktur und Fahrzeuge, sodass sich diese Bahnen heute tatsächlich zeitgemäß präsentieren. Die weitere Entwicklung kann hier als bekannt vorausgesetzt werden.

Neuerdings hat die österreichische Verkehrspolitik einer im Regierungsprogramm festgeschriebenen Rückbesinnung auf die Regionalbahnen auch erste Taten folgen lassen. Auf den derzeit 38 ÖBB-Regionalbahnstrecken mit ca. 1300 km Länge sind in mehreren Bereichen bereits im aktuellen Infrastruktur-Rahmenplan 2021 – 2026 Maßnahmen zur Attraktivierung verortet:

- Traisentalbahn St. Pölten - Traisen - Hainfeld/ Freiland: Streckenelektrifizierung (Inbetriebnahme 2026)
- Erlauftalbahn Pöchlarn – Scheibbs: Streckenelektrifizierung (Inbetriebnahme 2026)
- Puchbergerbahn: Bad Fischau – Puchberg: Attraktivierung
- Wiener Neustadt – Loipersbach-Schattendorf: Attraktivierung und Elektrifizierung
- Innkreisbahn Neumarkt-Kallham – Braunau am Inn: Streckenelektrifizierung (Inbetriebnahme 2028)
- Mattigtalbahn Friedburg – Braunau am Inn: Streckenelektrifizierung (Inbetriebnahme 2027)

- Donauuferbahn St. Valentin – St. Nikola-Struden: Streckenelektrifizierung (Inbetriebnahme 2028)
- Mühlkreisbahn Linz Urfahr – Aigen-Schlägl: Attraktivierung
- Almtalbahn Wels – Grünau im Almtal: Attraktivierung.

Als größtenteils umgesetztes ÖBB-Beispiel kann die Gailtalbahn genannt werden, die zwar auf die Hälfte verkürzt, aber auf der verbleibenden Strecke elektrifiziert und im Einvernehmen mit den Gebietskörperschaften gesamthaft technisch erneuert wurde. Aktuell sind auch die Überlegungen zum zukünftigen Einsatz von batterie-elektrischen Triebzügen, mit denen die von Fahrgästen und Verkehrsverbänden seit langem geforderten umsteigefreien Verbindungen zwischen Regional- und Hauptbahn zum nächsten Oberzentrum realisiert werden sollen. Selbst die chronisch unterdotierten nicht bundeseigenen Eisenbahnen können durch die ziemlich massive Aufstockung der Investitionsmittel für Infrastrukturausbauten längst überfällige Maßnahmen wie Elektrifizierung und sicherungstechnischen Ausbau starten.

### 3. Der Systemgedanke

Verkehr wird über die Raumordnung induziert, und jede Siedlungsform beeinflusst die Verkehrsmittelwahl. Es ist aber nicht nur die Siedlungsform: Jede Verkehrsart erreicht die Menschen auf ihrer mentalen Ebene am stärksten über das, was sie alltäglich sehen und beobachten können. Im öffentlichen Verkehr wird es in der Regel der Nahverkehr sein, im ländlichen Raum häufig auch eine Regionalbahn. In diesem in seiner Bedeutung viel zu lange unterbewerteten Sektor kann „die Bahn“ am nachhaltigsten Werbewirkung oder Ablehnung erzeugen. Um spürbar positive Effekte zu erzielen, wird sich der Fokus des Handelns wohl verstärkt auf das Umland zentraler Orte richten müssen. Denn dort ist parallel zu einem teils rasanten Bevölkerungswachstum auch ein stark steigendes Interesse an modernen, siedlungsnahen Schienenverkehrslösungen zu konstatieren.

Wenn aber dann die Frage gestellt wird, wie man Regionalbahnen wettbewerbsfähig machen könne, scheiden sich meist die Geister. Ist es ein betriebswirtschaftlicher, ein volkswirtschaftlicher oder ein technologieorientierter Maßstab, der angelegt werden soll? Ist eine abgespeckte Hauptbahn das Ziel? Oder müssen Regionalbahnen durchgängig als etwas Eigenes betrachtet werden? Eines ist klar: eigenwirtschaftlich zu führende Regionalbahnen gibt es schon länger nicht mehr. Die PSO-Verordnung der Europäischen Union über öffentliche Personenverkehrsdienste auf Schiene und Straße, konkretisiert durch das Vierte Eisenbahnpaket, hat im gemeinwirtschaftlichen Regionalverkehr das Bestellregime festgeschrieben. Hier-



bei vereinbarten Aufgabenträger (auf Landesseite die Verkehrsverbünde, auf Bundesseite die SCHIG mbH) Verkehrsleistungen in Form von Grund- und Zusatzangeboten, also Fahrplankarten und Zug/Buskilometern mit einer definierten Qualität zu einem festgelegten Preis. Spät, aber immerhin österreichweit hat sich die politische Einsicht durchgesetzt, dass nur ein gutes Angebot entsprechende Nachfrage schafft. Dementsprechend wurden die Verkehrsdienstbestellungen in den letzten Jahren stufenweise recht markant ausgebaut.

Bestellvorgänge im Verkehrsbereich unterliegen grundsätzlich dem europäischen Vergaberecht, in wenigen Ausnahmefällen auch nationalem Recht. Man unterscheidet Vergaben im Wettbewerb, also Ausschreibungen, und Direktvergaben. Durch die Umsetzung des Vierten Eisenbahnpaktes sind Direktvergaben im gemeinwirtschaftlichen Verkehrssektor oberhalb gewisser Schwellenwerte künftig nicht mehr zulässig. In Österreich wurden zum europarechtlich letztmöglichen Termin die bereits derzeit im gemeinwirtschaftlichen Personenverkehr tätigen Eisenbahnverkehrsunternehmen nochmals direkt mit der Verkehrsdurchführung beauftragt. Da es sich bei diesen Verkehrsdienstverträgen sowohl um Netto- als auch um Bruttoverträge handelt, hat die Absicht zur Einführung des 1-2-3-Tickets für erhebliche Unruhe bei den Aufgabenträgern und Verkehrsverbänden, aber auch bei den mit Nettoverträgen betrauten Verkehrsunternehmen gesorgt. Man befürchtet Einnahmenverluste und fehlende Fahrzeugkapazitäten aufgrund steigender Inanspruchnahme. Hier gilt aber auch die alte Planerregel: Immer mehr vom Gleichen – selbst bei niedrigeren Preisen – wird als alleiniger Anreiz nicht genügen, um die Menschen stärker zum Bahnfahren zu veranlassen. Vielmehr müsste die neuerdings Klimaticket genannte österreichweit gültige Netzkarte mehrere unterschiedliche Erwartungshaltungen bedienen. Eine davon ist, endlich eine tatsächliche, unternehmensübergreifende Integration aller öffentlichen Verkehrsangebote im Bundesgebiet zu erreichen. Eine andere wäre, hohen Reisekomfort zu allen Tageszeiten zu bieten, usw. Was aber für die Fahrgäste zweifellos gut sein kann, wird für das gesamte Finanzierungsregime des öffentlichen Verkehrs mit seinen schon jetzt sehr vielfältigen Unternehmensformen zur ganz großen Herausforderung. Umso mehr wird eine langfristig finanzierbare Gesamtkostenstruktur im ÖV an Bedeutung gewinnen.

Hinzu kommt, dass mit Ablauf der derzeitigen Verkehrsdienstverträge - grosso modo um das Jahr 2030 – aufgrund der europäischen Gesetzeslage auch im Regionalbahnbereich mit Ausschreibungen von Verkehrsleistungen zu rechnen sein wird. Als Folge kann es zu einem Wechsel des beauftragten Eisenbahnverkehrsunternehmens kommen, ein Vorgang, der in den Nachbarländern seit Jahren zu beobachten ist. Diesbezüglich sind sowohl die verschiedenen Infra-

strukturbetreiber als auch die Verkehrsverbünde und insbesondere die Aufsichtsbehörden schon jetzt in der Verantwortung, künftige Streckenausrüstungen, Telematiksysteme und Fahrgastumgebungen betreiberneutral zu planen. Denn letztlich geht es aus Sicht der Steuerzahler bei Attraktivierungen von Strecken um die Optimierung der Nutzung vorhandener Infrastruktur. Die Optimierung leitet sich hierbei insbesondere auch aus einer berechtigten Erwartungshaltung der Fahrgäste und Güterkunden ab, und nicht nur aus Einsparungen beim Infrastrukturbetreiber.

Hinsichtlich des betreiberunabhängigen Verfügbarmachens von Funktionen und Informationen wird die Digitalisierung eine bedeutende Rolle spielen. So wie bei den Smartphones das Telefonieren zur Nebensache geworden ist, werden absehbar auch an den Infrastrukturanlagen der Eisenbahnstrecken neue Funktionalitäten entstehen, die in ihrer Gesamtheit zu einem zusätzlichen Systemnutzen führen müssen. Voraussetzung dafür wird sein, dass die digitalen Kommunikationsnetze in ihrer zukünftig technisch möglichen Qualität und Verfügbarkeit auch entlang von Regionalbahnen zur Verfügung stehen und dass deren Errichtung entsprechendes Augenmerk gewidmet wird. Andererseits ist zu konstatieren, dass gerade jene Regionalbahnen, die bereits Barrierefreiheit bei den Fahrzeugen und moderne Systeme der Zugsteuerung implementiert haben, die Fahrgäste trotzdem vorwiegend mit SchaffnerInnen betreuen, die aus der jeweiligen Region stammen und somit AnsprechpartnerInnen für die Fahrgäste sind. Aus volkswirtschaftlicher Sicht müssen daher neue technische Lösungen zumindest den gleichen Nutzen bei geringeren Kosten bieten als derzeit beschäftigte Menschen.

Ein Zwischenfazit könnte lauten:

- Regionalbahnen sind als zweckbestimmter Teil eines Gesamtsystems gebaut worden
- Gewollter Zweck war immer die örtliche Erschließung
- Die Erschließungsqualität kann durch raumordnerische Maßnahmen beeinflusst werden
- Regionalbahnen waren und sind von der Attraktivität des Gesamt-ÖV-Systems abhängig
- Regionalbahnen sind daher nur als zeitgemäße Einrichtungen existenzberechtigt
- Damit beeinflussen sie aber auch die Attraktivität des Gesamtsystems
- Funktionalität bei hoher Kundenorientierung muss die Standards bestimmen!

Das bedeutet, dass Bahnen im Regionalverkehr noch mehr und noch stärker individuelle Bedürfnisse erfüllen müssen, wenn sie zur vermehrten Nutzung

anregen sollen. Alle Erfahrungen haben gezeigt, dass dies nicht mit niedrigeren Standards, sondern nur mit glaubwürdig hoher Kundenorientierung zu erreichen ist.

Eine Planerregel besagt, dass die alleinige Optimierung von Teilsystemen zu Desintegration führen kann. Dieser Gedanke wurde auch in einer Veranstaltungsreihe der Österreichischen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft (ÖVG) mit der treffenden Bezeichnung „Lösungen gegen die Regelungswut“ aufgegriffen. Es wurde dort übereinstimmend festgestellt, dass die meisten Unternehmen in der Eisenbahnbranche diesbezüglich sowohl Opfer als auch Täter sind. Weiters wurde festgehalten, dass Innovation mit dem Fokus auf neuen Kundennutzen zu beurteilen ist, insbesondere dort, wo neue Schnittstellen zu bereits existierenden Systemen entstehen würden. Denn es ist Faktum, dass Regionalbahnen häufig mit vereinfachten Systemelementen ausgestattet wurden, um überhaupt neuen Nutzen realisieren zu können. In den Folgejahren wurden diese Systeme evolutionär weiterentwickelt, um weiterhin konkurrenzfähig zu sein. Dabei sind wiederum Innovationen entstanden, die unter Einhaltung der übergeordneten Anforderungen auf nationaler Ebene letztendlich Vorteile für die finanzierenden bzw. bestellenden Stellen ergeben haben.

Vor diesem Hintergrund hat sich die ÖVG-Arbeitsgruppe Rail and Road Traffic Management mit bereits bestehenden Zugsteuerungs- und Telematiksystemen auseinandergesetzt. Aus einer neutralen Position betrachtet, kommt es bei deren potenzieller Ausrollung auf weitere Strecken wohl darauf an, welche Systembrille man aufsetzt: Aus der alleinigen Perspektive der eigenen, selbst optimierten, durch mitunter auch selbst auferlegte Regeln entstandenen Lösung sehen Kompatibilitäten zu anderen, ebenfalls bewährten Lösungen regelungstechnisch kompliziert aus – und umgekehrt. Gerade Österreich und Deutschland haben aber bewiesen, dass die Verschränkung unterschiedlicher Anforderungen in zueinander zunächst nicht vollständig kompatiblen Systemen durchaus gut funktioniert, wenn man beispielsweise den Übergang von Triebfahrzeugen bei unterschiedlichen Stromsystemen, grenzüberschreitenden Verkehren oder Durchbindungen von Regionalbahnen zu regionalen Oberzentren betrachtet, etwa bei Weiz – Graz, Übelbach – Graz, der Montafonerbahn bis Bregenz, der „Haager Lies“ bis Wels oder der Neusiedler Seebahn zum ÖBB- wie auch zum MÁV-Netz usw.

Bis dato nicht wirklich beantwortet wurde hingegen die Frage, ob normalspurige Lokalbahnen vollumfänglich interoperabel gebaut, erneuert und betrieben werden müssen. Sowohl die europäische als auch die nationale Gesetzgebung lassen diesbezüglich Spiel- und Interpretationsräume zu. Es gibt Initiativen auf europäischer Ebene zu einer „TSI light“-Version, die

für strategisch unbedeutende, aber dennoch vernetzte Regionalbahnen Erleichterungen bringen sollen.

Tatsache ist jedenfalls, dass die Bedeutung der Flächenbedienung im Güterverkehr stark abgenommen hat und Anlagen des Güterverkehrs vielfach bereits rückgebaut wurden oder zum Rückbau vorgesehen sind. Gleichzeitig wurde nahezu auf allen noch bestehenden Regionalbahnen der Personenverkehr im Zuge von Verkehrsdienstbestellungen erheblich ausgeweitet. In einem österreichweit gültigen „Zukunftskonzept verbleibender Regionalbahnen“ sollte daher ein systemischer Ansatz verfolgt werden, der die Interessenslagen der jeweiligen Infrastrukturgebühren- und -betreiber, der Leistungsbesteller und der beauftragten Eisenbahnverkehrsunternehmen so vereint, dass maximaler Kundennutzen entsteht, wobei Kunden nicht nur die Passagiere und Frachtkunden sind, sondern auch die öffentliche Hand als Besteller gemeinwirtschaftlicher Verkehrsleistungen und Finanzier der dort eingesetzten Fahrzeuge sowie der notwendigen Infrastrukturmaßnahmen.

Kundennutzen, der zu einer tatsächlich verstärkten Inanspruchnahme des Schienenverkehrs geeignet ist, sollte angesichts der aktuellen, zeitlich sehr ambitionierten politischen Handlungsziele zur Abwendung der Folgen der Klimaveränderung tunlichst sofort entstehen, nicht erst in 20 Jahren – denn Migrationszeiträume wurden in der Vergangenheit schon oft genug unterschätzt, auch beim 1-2-3-Ticket. Gegenwärtig wird in Österreich in Entsprechung der hiesigen Klimaziele 2040 am Zielnetz 2040 für den Schienenverkehr der ÖBB gearbeitet. Aber nur dann, wenn ein integratives Ziel verfolgt wird, eine gemeinsame Systemsprache – gegebenenfalls mit einigen „regionalen Dialekten“ - gefunden wird und es dergestalt zeitnah zu tatsächlich integrierbaren Lösungen kommt, werden neue technische Anwendungen auch zu dem erwünschten „Shift to Local Rail“ beitragen.<sup>3,4</sup>

#### **4. Regelwerke als Voraussetzung für neue Technologien**

Innovation entsteht immer zunächst als Idee außerhalb von Bestehendem. Inwieweit eine Innovation anwendbar wird, hängt grundsätzlich auch von der Bereitschaft der Behörden ab, neue Lösungen zu akzeptieren und sich unbeeinflusst vorab damit auseinanderzusetzen. Innovationen müssen aber insbesondere auch in der Umsetzung von der Projektphase in den Echtbetrieb aktiv unterstützt bzw. gefördert werden. Wenn Innovation zu erhöhtem Kundennutzen bei gleicher oder ausreichender Sicherheit führen kann, sollte sie nicht mit Blick auf Bestehendes erschwert werden. Auch Dienstvorschriften, nach denen der Fahrbetrieb abgewickelt wird, und die eisenbahnbehördliche Aufsicht bzw. die Genehmigungsinstanzen müssen Innovation zulassen, sofern die Sicherheit des Bahnbetriebes nicht gefährdet wird. Die Motiva-

tion hierzu – auch in lokalen Dimensionen – darf nicht verlorengehen. Anhand von jüngeren Entwicklungen im Bereich der Betriebsführung auf Regionalbahnen in Österreich wird dies im Folgenden näher beleuchtet.

Gemäß § 21a EisbG haben Eisenbahnunternehmen das Verhalten ihrer Mitarbeiter durch „Allgemeine Anordnungen“ zur Gewährleistung der Sicherheit und Ordnung des Betriebes der Eisenbahn zu regeln. Diese allgemeinen Anordnungen werden üblicherweise als Dienstvorschriften bezeichnet. Sowohl in Österreich als auch in Deutschland haben die nicht bundeseigenen Bahnen - je nach Vernetzungsgrad – entweder die Dienstvorschriften der ÖBB bzw. DB übernommen oder diese für ihre besonderen Bedürfnisse adaptiert, in einigen Fällen aber auch eigene Regelwerke aufgestellt und eisenbahnrechtlich genehmigen lassen. Ohne hier auf deren komplexe Historie einzugehen, sind als österreichische Beispiele „integrierter Dienstvorschriften“ die im Jahr 1991 erstellte DV V3 StH der Firma Stern & Hafferl und die DV NÖVOG aus dem Jahr 2011 zu nennen. Beide wurden sowohl für die Betriebsregimes der ÖBB (Gemeinschaftsbahnhöfe, Gemeinschaftsstrecken, signalmäßiger Betrieb) als auch für die eigenen Infrastrukturbereiche auf Normalspur- und Schmalspurbahnen jeweils als kompaktes Werk konzipiert und aufsichtsbehördlich genehmigt. Mit diesen integrierten Vorschriftenwerken wurde vorausblickend die weitere technische Entwicklung der von der einheitlichen Dienstvorschrift umfassten vernetzten und nicht vernetzten Bahnen bis hin zum rechnergeführten Zugleitbetrieb abgedeckt, sodass neue Funktionalitäten der Zugsteuerung und Überwachung zum gegebenen Zeitpunkt integriert werden konnten.<sup>11</sup>

## 5. Datenfunkgeführte Zugleitbetriebe

Zugleitbetriebe für Regionalbahnen, die ohne ortsfeste Signale und weitgehend ohne klassische Stellwerke konzipiert wurden, gibt es schon lange. Grundgedanke bei deren Einführung war der Verzicht auf teure Infrastrukturelemente und besetzte Betriebsstellen. In Österreich haben sich, ausgehend vom klassisch analogen Zugleitbetrieb über Sprachfunk, in mehreren Entwicklungsstufen datenfunkgestützte Zugleitbetriebe etabliert. Hierzu soll eine überblicksartige Chronologie gegeben werden.

### 5.1. Stern & Hafferl Verkehrsgesellschaft mbH

Bereits Mitte der 1980er Jahre wurde bei der Stern & Hafferl Verkehrs GmbH in Oberösterreich die Umstellung des Zugmeldeverfahrens von drahtgebundenen auf funkbasierte Technologien forciert. Hierbei war die vollständige Zerstörung der Bahntelefonleitungen durch Eisregen im Jahr 1987 auf einer Strecke unmittelbarer Anlass für die beschleunigte Einführung von analogem Zugfunk im Zwei-Meter-Band. Aufgrund der damit gemachten Erfahrungen wurde gemeinsam mit der Firma AEG ein für damalige Verhältnisse auf Nebenbahnen innovatives und gleichzeitig kostengünstiges

Funk-Zugleitsystem im 70 cm-Band entwickelt. Es wurde bereits im Jahr 1990 auf der mit mehr als 100 Zugfahrten pro Tag stark belasteten Linzer Lokalbahn eingeführt. Diese 60 km lange, eingleisige Normalspurstrasse hat drei Streckenästen und ist in drei Gemeinschaftsbahnhöfen mit der ÖBB-Infrastruktur vernetzt. Zusammen mit der damals neu erstellten und aufsichtsbehördlich genehmigten Dienstvorschrift V3 StH bildete das folgend kurz beschriebene System die grundlegende Vorstufe der späteren rechnergestützten Zugleitsysteme in Österreich.<sup>6</sup>

Zur weitestgehend vollständigen Streckenausleuchtung mit der zugeteilten Funkfrequenz wurden zwei Relaisstationen an topografisch passenden Punkten errichtet. Neu und anders als bei den damals üblichen reinen Sprechfunklösungen wurden in den Funktelegrammen zusätzlich zur Zug-/Nebenfahrtnummer codierte Orts- und Statusinformationen als 8-stelliger Tonruf zur zentralen Fahrdienstleitung in Eferding gesendet. Hierzu wurden allen Betriebsstellen einschließlich der Anschlussbahnen und Haltestellen zweistellige Ortscodes zugewiesen und diese in einem digitalen Streckenatlas verortet. Für die Zuglaufmeldungen (Fahranfrage Fa, Ankunfts meldung An, Verlassensmeldung Vm, Kreuzungsmeldung mit Fahranfrage XF, Grenzfremmeldung Gr, Grundstellungsmeldung GF, usw.) wurden weitere einstellige Codes definiert. Der Triebfahrzeugführer hatte beim Erreichen des entsprechenden Punktes der Strecke gemäß Buchfahrplan oder Befehl den Orts- und Meldungscode am Bediengerät einzugeben und abzuschicken. Die Zuglaufmeldung, bestehend aus fünfstelliger Zugnummer, zweistelligem Ortscode der Betriebsstelle und einstelligem Meldungscode wurde in der zentralen Fahrdienstleitung decodiert und über einen Telegrammumsetzer via PC als vorab definierter Meldungstext auf einem Bildschirm (bei Bedarf als Ausdruck) dargestellt, z.B. „76975 Waizenkirchen Kreuzung vollzogen, Fahranfrage“. Die Fahrerlaubnis und weitere Aufträge wurden dem Triebfahrzeugführer sodann über Sprechfunk mündlich erteilt und dieser hatte sie in entsprechende Drucksorten einzutragen. Alle ein- und ausgehenden Meldungen und Gespräche wurden protokolliert bzw. mit Sprachspeicher aufgezeichnet.

Der Fahrdienstleiter in der Zentrale Eferding führte das übliche grafische Zugleitblatt und hatte auf einem grafischen Streckenspiegel mittels Magnetsymbolen verschiedene Informationen (Arbeiterrotten, besetzte Gleise usw.) festzuhalten. Er konnte nun bei mehreren gleichzeitig einlangenden Meldungen seine Dispositionen nach Prioritäten treffen, indem er am Bildschirm aus der Liste der eingegangenen Meldungen mittels Maus den Zug mit der höchsten Priorität auswählte und ihm die weiteren Aufträge erteilte. Seine Handlungen wurden dadurch erleichtert und verkürzt. Damit war das damals vorrangige Ziel erreicht, bei steigender Zugdichte (im Frühverkehr Taktfolgen

bis 7 Minuten) routinemäßige Betriebsabläufe zu beschleunigen, teilweise zu automatisieren, technisch zu dokumentieren und damit Fehlhandlungen zu minimieren. Als Besonderheit war im Bahnhof Eferding innerhalb der Einfahrsignale der ÖBB-Fahrdienstleiter für die Fahrwegprüfung und Fahrstraßensicherung nach den ÖBB-Regelwerken verantwortlich, der StH-Fahrdienstleiter hingegen für die Fahrerlaubnis in die und alle Dispositionen auf den anschließenden Zugleitstrecken. Beide Fahrdienstleiter kommunizierten über eine Gegensprechanlage.

Mehrere schwere Zugskollisionen auf Zugleitstrecken bei anderen Bahnunternehmen führten - auch ohne Anlassfall bei Stern & Hafferl - zur Entscheidung, dass trotz eindeutiger Bewährung dieses PC-gestützten Zugleitsystems eine höhere Sicherheitsstufe, die menschliches Versagen weitgehend ausschließt, anzustreben ist. In Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Wels wurde ein Projekt gestartet, um mit vertretbaren Investitions- und Umbaukosten die Sicherheit weiter zu erhöhen und die Betriebsabwicklung nochmals zu erleichtern. Dazu wurden folgende technische und betriebliche Ansätze entwickelt <sup>5, 7, 11</sup>:

- Abbildung der bewährten Betriebsweise Zugleitbetrieb gemäß DV V3 StH 1991 ohne ortsfeste Signale auf ein System mit erweiterter Computerunterstützung der Bedienhandlungen, wobei ein technisches System die ständige Kommunikation eines Zentralrechners in der Fahrdienstleitung mit den Fahrzeugeinrichtungen erzwingt
- Aufbau eines Datenfunksystems zwischen Fahrdienstleitung und allen Triebfahrzeugen
- Ausrüstung der Triebfahrzeuge mit einem Bordrechner zur Zugortung, Datenkommunikation, Visualisierung aller Aufträge auf einem Driver-Machine-Interface (DMI), automatische Ansteuerung des Bremsengriffes als Kollisionsschutz, Verhinderung von Fahrten ohne Fahrerlaubnis oder über die Fahrerlaubnigrenze hinaus
- Ortung der Züge durch differenzielles GPS (dGPS) und Wegmessung (Odometer), zunächst noch bei Verzicht auf gleisselektive Ortung in Bahnhöfen
- Erweiterter digitaler Streckenatlas mit zusätzlichen relevanten Betriebspunkten bzw. Streckenabschnitten
- Konzeption einer benutzerfreundlichen Bedienoberfläche auf Basis des Windows-Standards für die Fahrdienstleitung sowie einer rein textorientierten Oberfläche für das Bediengerät (DMI) der Triebfahrzeuge
- Nachbildung der PZB-Funktionalität am Triebfahrzeug für die technische Überwachung von Fahrerlaubnigrenzen

- Darstellung von Streckenbelegung und Betriebszuständen in elektronischen Streckengrafiken und Bildfahrplänen
- aus Kostengründen Verzicht auf Hardware-Redundanz.

Das derart erweiterte System wurde als ZLS StH bezeichnet. In der ersten Stufe (Vollbetrieb ab 2006) wurde es nicht als Sicherheitssystem im klassischen Sinn konzipiert, sondern das Betriebsverfahren Zugleitbetrieb sollte im Wesentlichen unverändert bleiben. Jedoch wurden die zuvor als Tonruf bzw. verbal abgesetzten Zuglaufmeldungen neu als digitale Datentelegramme verschickt. Auf dem DMI am Führerstand jedes Fahrzeuges werden Fahrerlaubnigrenzen, Zielgleisbezeichnungen, Befehle und notwendige Informationen im Klartext angezeigt und sind vom Triebfahrzeugführer zu quittieren. In der Fahrdienstleitung erfolgt eine Visualisierung der Fahrerlaubnisse, Streckenbelegungen usw. sowohl auf elektronischen Gleisbelegungsplänen als auch im elektronischen Zugleitblatt (Grafikon). Betriebliche Sonderfälle wie z.B. Arbeiterrotten, Gleis besetzt, geänderte La-Angaben usw. werden bei der Erteilung der Fahrerlaubnis mitgesendet und auf dem DMI im Triebfahrzeug angezeigt. Alle Aktionen werden rechnergestützt auf Plausibilität überwacht und teilweise automatisiert. Fehler wie unvollständige oder verstümmelte Textteile usw. sind für den Bediener durch entsprechende Fehlermeldungen erkennbar. Zusätzlich zu den Zuglaufmeldungen werden von den Fahrzeugen in Intervallen von ca. 10 Sekunden Positionstelegramme und von der Zentrale generierte dGPS Korrekturdaten (Intervall ca. 30 Sekunden) über Datenfunk gesendet. Hierzu wurde ein jeweils streckenspezifisches paketorientiertes Datenfunksystem mit der je nach Topografie notwendigen Anzahl von Repeatern aufgebaut. Bei Ausfall des ZLS-Funksystems oder einer systemrelevanten Komponente erfolgt der Austausch der Zuglaufmeldungen (ZLK) über eine auf dem GSM-Standard basierende, mit gleichen Funktionalitäten ausgeführte technische Rückfallebene.

Das ZLS StH der ersten Generation war noch nicht redundant und somit nicht signaltechnisch sicher aufgebaut, es ist auch kein vollautomatisches System. Der Bediener sorgt für die Richtigkeit der Eingaben. Das System überwacht jedoch insbesondere, dass nie zwei Fahrerlaubnisse gleichzeitig für einen Streckenabschnitt erteilt werden können, außer es handelt sich um baubedingt gesperrte Abschnitte. Die Einhaltung der Fahrerlaubnigrenze durch den Triebfahrzeugführer wird mit einer der PZB nachempfundenen Funktionalität überwacht: Wachsamkeitstaste, Befehls- und Freitaste sowie bei Nichtbeachtung Eingriff in die Fahrzeugsteuerung bis zur Notbremsung. Liegt keine gültige Fahrerlaubnis für den Zug oder keine Verschuberlaubnis vor, wird eine Zwangsbremmung ausgelöst. Auch der Fahrdienstleiter kann bei jeder Fahrt im Gefahrenfall einen Nothalt auslösen. Durch einen

von der übrigen Software getrennt arbeitenden Kollisionsschutz, der die Entfernung gegenläufiger Fahrten überwacht und eine Notbremsung auslöst, wenn sich zwei Züge zwischen zwei Bahnhöfen auf weniger als 1600 m nähern, wird auch bei Dienstruhe des Fahrdienstleiters die Sicherheit weiter erhöht. Damit kann in Schwachlastzeiten, z.B. bei nächtlichen Schneeräumfahrten, ein Betrieb ohne besetzte Fahrdienstleitung stattfinden, es erfolgt dann eine automatische Bestätigung der Anmeldung beim Zentralrechner und eine Überwachung der Weichenendlagen.

In der Zentrale werden hochwertige, aber handelsübliche Server mit entsprechenden Sicherungsmechanismen und der für die Ansteuerung notwendigen Peripherie verwendet. Das System besteht aus einem aktiven und einem Hot-Standby-Server mit Datenbank und gemeinsamem Speicher. Der Zentralrechner übernimmt die zentralen Funktionen der Zugsicherung, der Visualisierung und der Protokollierung; alle von den Zügen eintreffenden Meldungen werden in Verbindung mit dem digitalen Streckenatlas auf Plausibilität geprüft und verwaltet. In der ersten Stufe wurde die Genauigkeit der GPS-Ortung durch in der Zentrale generierte Korrekturdateninformationen, die über das Datenfunksystem an alle Fahrzeuge übermittelt werden, verbessert. Die Zuverlässigkeit der Eigenortung der Fahrzeuge auf Basis von GPS und richtungssensitiven Wegimpulsgebern (Odometer) wurde durch diese Maßnahme mit ausreichender Genauigkeit unterstützt. Die später erfolgte Ergänzung mittels Gleisbalisen wird weiter unten näher beschrieben.

Je nach Länge und Komplexität der Strecken sind diese bei Stern & Hafferl zu Teilnetzen zusammengefasst. Der Arbeitsplatz der jeweiligen zentralen Fahrdienstleitung ist mit mehreren Bildschirmen als Bedienoberfläche ausgestattet. Es wird jeweils die gesamte Strecke mit den Kreuzungsbahnhöfen, allen Haupt- und Nebengleisen sowie allen definierten Streckenabschnitten schematisch dargestellt. Durch die kontinuierliche Ortung der aktuell angemeldeten Züge erfolgt eine Visualisierung der Strecken- und Gleisbelegungen auf der Streckendarstellung. Zusätzlich wird eine ständig fortgeschaltete Zeit/Weg-Grafik am elektronischen Zugleitblatt – einem maßstäblichen Bildfahrplan mit Fahrerlaubnis- und Streckenbelegungsdarstellung – erzeugt und dem geplanten Zeit/Weg-Verlauf aus dem Fahrplan gegenübergestellt. Die Sollfahrplandaten werden aus dem Jahresfahrplan importiert, der mit einem externen Fahrplanbearbeitungsprogramm (Fbs) erstellt wird. Die Ist-Daten werden aus den Positionsmeldungen der Züge, bei Verschiebewegungen von den angemeldeten Fahrzeugen generiert und in der Datenbank gespeichert. Damit verbunden ist auch eine statistische Auswertung über die Pünktlichkeit der Züge und der Export zu den dynamischen Fahrgastinformationssystemen an den Haltestellen. Die Bedienhandlungen, Ereignisse und Telegramme einschließlich des gesamten Datenverkehrs werden am

Zentralrechner protokolliert und abgelegt. Auch die meisten Störungs- oder Fehlermeldungen, die von den Bordrechnern der Züge generiert werden, können dort erfasst und protokolliert bzw. nach Bedarf ausgewertet werden.

Am Bordrechner werden ausgewählte Bedienhandlungen des Triebfahrzeugführers ebenfalls protokolliert, regelmäßige Statusmeldungen der Fahrzeugrechner sorgen für eine quasi-lückenlose Überwachung der Züge und des Funkkanals, verlorene und vertauschte Telegramme werden erkannt. Die von den Messsystemen gelieferten Daten werden mit den Daten aus dem Streckenatlas verknüpft, sodass als Endergebnis der Ortung eine Positionsangabe in streckenspezifischen Koordinaten vorliegt.

Das ZLS StH wurde sowohl auf den interoperablen Strecken der Linzer Lokalbahn und der Lokalbahn Lambach – Vorchdorf-Eggenberg als auch auf den Schmalspurstrecken der Traunseetram und der Atterseebahn implementiert. Mit der vollständigen Einbindung der Linzer Lokalbahn in den Linzer Hauptbahnhof im Jahr 2005 wurde an der Betriebsgrenze StH-ÖBB die Einfahrt in den Hauptbahnhof bzw. aus dem Bahnhofsbereich in die Zugleitstrecke Richtung Eferding durch mit PZB ausgestattete Hauptsignale gesichert. Hierfür wurde eine technische Schnittstelle zwischen der ÖBB-Stellwerkstechnik und dem ZLS StH eingerichtet (siehe Grafik). Genauso, jedoch ohne ZLS-Schnittstelle erfolgte bis 2009 die Sicherung der Ein- bzw. Ausfahrt der Lokalbahnzüge von/nach Haag am Hausruck in die Westbahnstrecke bei Neukirchen bei Lambach. Die dort eingesetzten Zweisystemfahrzeuge Reihe 4855 waren mit PZB und analogem Zugfunk und Zugleitfunk ausgerüstet, jene der Linzer Lokalbahn verfügen sowohl über die konventionelle GSM-basierte PZB-Ausrüstung als auch über das ZLS StH und die Rückfallebene ZLK.

Mit einer tragbaren Bordrechnereinheit können Fremdfahrzeuge, Baufahrzeuge oder im Einzelfall nicht ausgerüstete Nostalgiefahrzeuge ebenfalls eingesetzt werden, einzige Voraussetzung ist ein 24-V-Anschluss am Fahrzeug. Ein Eingriff in die Bremssteuerung des Fahrzeugs und eine Ortung mit Wegimpulsgebern erfolgt bei diesen mobilen Systemen jedoch nicht.

In Bahnhöfen mit Rückfallweichen und/oder elektrisch angetriebenen Weichen ist die Zungen-Endlagenüberwachung in die Fahrerlaubnis integriert. Zusammen mit der Fahrerlaubnis wird damit auch die jeweilige ZugFahrstraße eingestellt und überwacht.

Der unbesetzte, bis dahin mit drei Rückfallweichen ausgestattete Abzweigbahnhof Niederspaching der Linzer Lokalbahn wurde im Jahr 2013 mit drei elektrisch angetriebenen Weichen ausgerüstet, welche mittels Einzelweichensteuerung in der standardisierten 4-Draht-Schaltung von Siemens gestellt und über-

wacht werden. Als Gleisfreimeldeeinrichtung wird das System ACS2000 mit dem Radsensor RSR 180 eingesetzt. Die Weichenstellung erfolgt einerseits ferngesteuert über Lichtwellenleiter von der Zentrale Eferding und andererseits mittels Ortsbedienung (Stellpult und Schlagschalter, Relaischaltung mit Signalrelais). Alle Zustände werden über zwei Kanäle jeweils antivalent übertragen. Bei der Umschaltung in den Ortsbetrieb wird geprüft, ob keine Fahrerlaubnis über die Weichen erteilt ist. Die entsprechende Rückmeldung von Orts- bzw. Fernsteuerbetrieb wird an den Zugleitbetriebsrechner gesendet. Es wurde der Nachweis erbracht, dass die Weichensteuerung im Bereich des Bahnhofes Niederspaching im Hinblick auf die Auswertung und Rückmeldung der zentralen Steuerung des Zugleitbetriebes als signaltechnisch sicher ausgeführt wurde.<sup>8</sup>

Einige Eisenbahnkreuzungs-Sicherungsanlagen auf den von Stern & Hafferl betriebenen Strecken sind mittlerweile als fernüberwachte Anlagen mit aktiver Bremskurvenüberwachung am Triebfahrzeug ausgeführt, analog zu der im Kapitel Niederösterreichbahnen beschriebenen Funktionalität. Auf der selektiv mit PZB ausgerüsteten Linzer Lokalbahn werden EK-Sicherungsanlagen, die unmittelbar nach einem Bahnhof liegen, vom haltenden Zug aus per Handsender eingeschaltet, um kurze Sperrzeiten für den Straßenverkehr zu realisieren. Die Überwachung der Ordnungsstellung bzw. der Zwangsbremseingriff erfolgen über streckenseitig angeordnete 2000 Hz-Magnete.

Im Zuge des Zusammenschlusses von Traunseebahn und Gmundner Straßenbahn zur Traunseetram im Jahr 2018 wurde das ZLS StH auf allen von StH betriebenen Strecken mit passiven Gleisbalisen ergänzt. Dadurch wurde die Folgezug- und Gegenfahrtsicherung bei vollständigem Verzicht auf ortsfeste Signale (außer an Weichen) auch auf die Straßenbahnstrecke in Gmunden ausgedehnt. Durch die Gleisbalisen wurde nun die gleisselektive Zugortung nicht nur in Bahnhöfen und eingleisigen Streckenabschnitten, sondern auch im zweigleisigen Innenstadtbereich von Gmunden möglich. Die Balisen sind an den Standorten der Trapeztafeln, Weichenenden, Grenzmarken, Verschubhalttafeln und sonstigen betriebswichtigen Punkten angeordnet. Der FdI kann die Fahrten nun auch bei Verschiebewegungen innerhalb einer Betriebsstelle genau verfolgen. Unerlaubtes Überfahren von Weichengrenzen oder Verschubhalttafeln führt auch beim Verschub zu einer Zwangsbremmung. Auch die historischen Fahrzeuge der Gmundner Straßenbahn wurden im Zuge der Adaptierungen für den eisenbahnmäßigen Betrieb mit dem ZLS StH ausgerüstet.<sup>12</sup>

## 5.2. Pinzgauer Lokalbahn (PLB)

Der Übernahme der Pinzgauer Lokalbahn von den ÖBB durch das Land Salzburg ging eine folgenschwere Zugskollision im Jahr 2005 voraus. Somit bestand

auch das Ziel, die Strecke mit einer modernen, aber den örtlichen Verhältnissen am besten entsprechenden Zugsicherungstechnik auszustatten. Hierzu wurde das von Stern & Hafferl eingesetzte ZLS-System durch die Firma Siemens in Kooperation mit der FH Wels weiterentwickelt. Es wurde auf der Pinzgauer Lokalbahn als RZL – mittlerweile als Produkt Trainguard STC - bezeichnet im Jahr 2012 in Betrieb genommen und als SIL-2 Sicherungssystem zertifiziert. Zur gleisselektiven und insgesamt verbesserten Zugortung wurden als Neuerung passive Balisen im Gleis eingebaut. Eine weitere Neuerung war die Einführung von Bahnhofrechnern, die die Weichenschlüssel in einem elektrischen Festlegeschloss sichern sowie weitere Überwachungs- und Steuerungsaufgaben in den Stationen (auch nicht sicherungstechnische, wie das Schalten der Beleuchtung oder der Weichenheizungen) übernehmen. Die Kommunikation zur Zentrale erfolgt in allen Fällen über Datenfunk. Durch die automatisierte Freigabe der Weichenschlüssel und die Überwachung der Verschubgrenzen wird die Sicherheit bei der Verschubabwicklung sowie bei Vorfahren und außerplanmäßigen Zugkreuzungen erhöht. Die Balisen sind an den Standorten der Trapeztafeln, Verschubhalttafeln, Zlm-Tafeln (entspricht dem Signal Fahrwegende) und an den jeweiligen Gleisanfängen sowie Weichengrenzen angeordnet. Eine erteilte Fahrerlaubnis reicht bis zur Zlm-Tafel der zugeordneten Betriebsstelle. Zunächst war zwischen den Bahnhöfen Tischlerhäusl und Zell am See LB die bestehende Stellwerksanlage und damit der signalmäßige Betrieb beibehalten worden, weil ein Umbau des Bahnhofes aufgrund der bestehenden Verknüpfung mit der ÖBB-Strecke in Form des Dreischienengleises damals noch zu aufwändig gewesen wäre. Für den Übergang vom Signalbetrieb zum RZL-Betrieb wurde eine technisch gesicherte Schnittstelle eingerichtet, die die Funktionalitäten „Fahrerlaubnis“ und „Fahrstraßen“ im Bereich der Ein- und Ausfahrtsignale im Bahnhof Tischlerhäusl verknüpft hatte.

Hauptkomponente der PLB-Fahrzeugausrüstung ist ein robuster Industrie-PC, der über das fahrzeuginterne Funkmodem Daten mit den zentralen Einrichtungen gemäß Standard EN 50159 austauscht. Die Fahrzeugeigenortung erfolgt durch Wegimpulsgeber an einer nicht-angetriebenen Achse sowie durch GPS-Empfänger und Balisenleser für die an den relevanten Standorten installierten Fixtelegrammbalisen. Die Überwachung der Fahrerlaubnisse mittels Balisen funktioniert auch bei ausgefallenem GPS-System. Zur Bestimmung des befahrenen Gleises (Gleisselektivität) wird ausschließlich die Ortung über das Balisensystem verwendet.

Falls mittels dGPS und Odometer ein Überfahren des Endes der Fahrerlaubnis detektiert wird, erfolgt eine Zwangsbremmung des Fahrzeuges, ebenso bei Überfahren der entsprechenden Balise am Fahrerlaubnis-Ende. Die Ortungsmessungen und die Be-

stimmung des aktuellen Streckenkilometers werden durch einen auf dem Bordrechner hinterlegten digitalen Streckenatlas abgeglichen, in dem die ID und die Standorte aller Balisen hinterlegt sind. Bei Erteilung der Fahrerlaubnis (Fe) in der Zentrale werden das Zielgleis, die dazugehörige Fahrerlaubnis-Ende-Balise sowie eine Liste von Ausschlussbalisen (z.B. Einfahrtsbalisen auf ein Gleis, das nicht dem Zielgleis entspricht) mitübertragen. Ebenso werden bei der Erteilung der Fahrerlaubnis alle überwachten Rückfallweichen auf korrekte Endlage geprüft. Wird ein falsches Zielgleis befahren, so wird bei Passieren der Einfahrtsbalise eine Zwangsbremung ausgelöst. Die Erkennung der Balisen erfolgt durch Auswertung des Streckenatlas im Fahrzeug. Alle planmäßig verkehrenden Fahrzeuge (inkl. Dampflokomotiven) haben zumindest dGPS-Ausrüstung und Balisenleser. Die Ortung von Sonderfahrzeugen (z. B. Fahrzeuge, die ohne Wegimpulsgeber oder Balisenleser ausgerüstet sind) wird auf Basis von dGPS realisiert. Ohne Balisenleser und Odometer dürfen nur spezielle Bau-Sonderfahrzeugen verkehren, weil diesfalls die Möglichkeit der gleisselektiven Ortung fehlt.

Am Ende des Gültigkeitsbereiches jeder Fahrerlaubnis wird mittels dreier virtueller Baken ein Überwachungsmechanismus realisiert, der das Überfahren des Haltepunktes verhindert. Diese Baken sind im digitalen Streckenatlas hinterlegt und können den Standorten der Fixtelegrogrammbalisen zugeteilt werden.

In der Zentrale werden Fahrerlaubnisse im Bildfahrplan und in der Streckendarstellung farblich richtungsabhängig und in Echtzeit „wandernd“ angezeigt. Die verschiedenen Zustände des Zugleitbetriebes (Gleisbelegungen, Schlüsselfreigaben, Verschieberlaubnis usw.) werden im Streckenschema dargestellt. Die Fahrerlaubnisse in der Streckendarstellung werden in Abhängigkeit vom jeweiligen Zielgleis entsprechend den befahrenen Gleisen der Planfahrstraße ausgeleuchtet.

Am Bediengerät der Fahrzeuge (DMI) werden angezeigt:

- Datum, Uhrzeit, Streckenkilometer, Zugnummer, Zugdaten
- im Klartext Ort und Zielgleis der erteilten Fahrerlaubnis sowie die dort erforderliche Zuglaufmeldung (Fa, TF, XF, An, Gr, An + Va, VaS, usw.)
- als Text weitere Aufträge wie Verlassensmeldung, Fahren auf Sicht, Vmax, Sperrschranken offen, Langsamfahrabschnitte usw.
- eingehende Meldungen wie Erhalt einer Fahrerlaubnis oder eine Kollisionswarnung, betont durch ein akustisches Signal.

Die Telegramme für die Zuglaufmeldungen Fa, An,

Vm, Gr, XF, TF, GF, Gm, Va oder Notruf werden durch Betätigen der entsprechenden Taste am DMI abgesendet. Die Meldungen GF, Gr und Gm gelten als Verschubende-Meldungen.

Bei Ausfall des RZL, einem längeren Ausfall des GPS-Systems bzw. einer Störung der Positionserfassung dient die vollständige Ausrüstung der Strecke mit den Signaltafeln „Kreuztafel“, „Trapeztafel“ und „Zuglaufmeldestelle“ in Verbindung mit der Abgabe von Zuglaufmeldungen über Sprechfunk als Rückfallebene. Die zur Anordnung/Verbuchung der dazugehörigen Meldungen erforderlichen Drucksorten werden auf den Triebfahrzeugen immer mitgeführt, alle korrespondierenden betrieblichen Regelungen sind funktionell dem RZL-Betrieb gleich gestaltet. Diese Betriebsart wird wöchentlich einmal routinemäßig durchgeführt, um für den Anlassfall entsprechend geübt zu bleiben.

Nach einer europaweiten Ausschreibung für die Ausrüstung der Murtalbahn haben sich auch die Steiermärkischen Landesbahnen Anfang 2021 für das von Siemens vertriebene System Trainguard STC entschieden.

### 5.3. Pionierarbeit in Tirol

Ausgelöst durch einen folgenschweren Unfall nach Überfahren des Kreuzungsbahnhofes wurde der Stubaitalbahnhof im Jahr 1995 die behördliche Auflage zur Implementierung eines technisch überwachten Zugleit- und Zugsicherungssystems erteilt. Ziel war, das bis dahin rein sprachgeführte Zugleitverfahren der Innsbrucker Verkehrsbetriebe (IVB) zu ersetzen. Unter der Bezeichnung Funkfahrbetrieb ging bereits 1996 die erste Stufe dieses von den Firmen AEG und RTS umgesetzten Systems in Betrieb. Die Strecke wurde in Blockabschnitte und Bahnhöfe unterteilt. Allen Betriebsstellen, Haltestellen und Anschlussgleisen wurden analog zur Ausführung bei Stern & Hafferl zweistellige Ortscodes zugewiesen und diese in einem digitalen Streckenatlas in der Zentrale verortet. An den relevanten Betriebspunkten wurden in den Schwellenfächern stehende Balisen im Gleis eingebaut, an den Triebwagen wurden Balisenleseantennen montiert und eine Odometriefunktion realisiert.

Ebenso wie bei Stern & Hafferl kamen eindeutige Zugnummern und Codes für die üblichen Zuglaufmeldungen zur Anwendung, daher auch die 8-Ton-Technik, jedoch im 2 m – Band ausgeführt. Als Neuerung wurde ein mit 100 ms festgelegter Zeitframe am Ende jeder Sekunde benutzt, um innerhalb dieses Slots Daten vom Zug in die Zentrale (Balisen- und Odometrieinformationen) und von der Zentrale in den Zug (Fahrerlaubnisgrenzen) zu übertragen. Der Triebfahrzeugführer konnte seine Fahrerlaubnis bzw. erteilte Befehle an einem Bediengerät mit zweizeiligem Display ablesen und über eine Tastatur entsprechend codierte Meldungen abgeben. Daten- und optionale

Sprachübertragung zur Befehlsübermittlung waren somit gleichzeitig möglich. Jede überfahrene Balise wurde zusammen mit der Odometrie zur Positionsbestimmung benutzt; die Daten wurden über ein Funkmodem am Tzf in die Zentrale gesendet und dort verarbeitet. Beim unerlaubten Überfahren einer Balise wurden alle auf der Strecke befindlichen Züge gewarnt, es gab aber noch keinen Eingriff in die Fahrzeugsteuerung mittels Zwangsbremung.

In der Zentrale liefen zwei Unix-Alpha-Rechner als führender und geführter Rechner, ohne Mehrheitsentscheidungsfunktionen. Bereits mit dieser Lösung wurde das in Innsbruck so genannte Zuglaufbelegblatt elektronisch geführt und kontinuierlich ausgedruckt. Für das als „ZLS 1.0 rechnergestütztes Zugleit- und Sicherungssystem für die Stubaitalbahn“ bezeichnete System war die Genehmigung in 2 Phasen beim BMVIT nach Eisenbahngesetz in der damaligen Fassung zu erwirken: Für die Bauphase mit eisenbahnrechtlicher Baugenehmigung und Genehmigung im Einzelfall sowie für die eisenbahnrechtliche Betriebsbewilligung im Behördenverfahren.

Im Jahr 2001 wurde das System von der Firma RDCS zur Version ZLS 2.0 weiterentwickelt, wobei nur Namensgleichheit mit dem von StH/FH Wels entwickelten ZLS StH bestand. Wesentliche Erweiterungen waren die Einführung einer dezentralen Systemstruktur durch Verwendung von Industrie-PCs als Bordrechner auf den Triebwagen mit integriertem Streckenatlas und die Eingriffsmöglichkeit der Rechner hinsichtlich einer Zwangsbremung.

Durch die Beschaffung der neuen Niederflur-Triebwagengeneration ab 2005 auf der Stubaitalbahn und die gleichzeitige Ausrüstung der Zillertalbahn mit dem RDCS-System Version 3.0 wurde auch die Stubaitalbahn auf die neue Version 3.0 hochgerüstet. Diese wurde als nach SIL 2 genehmigte Zugsicherung behördlich zugelassen.<sup>10</sup>

Mit der Durchbindung vom Stadtrand in das Stadtzentrum ab 1983 und dem Einsatz von modernen Niederflurtriebwagen - im Fahrgastbetrieb ab 2006 - stellte die Stubaitalbahn unter Beweis, wie sich eine Bahn von der Einstellungskandidatin zum verkehrspolitischen Vorzeigemodell entwickeln kann. Dazu haben insbesondere die Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung im Einzugsbereich der Stadt Innsbruck und die sukzessive Ausweitung des Verkehrsangebotes auf einen Halbstundentakt beigetragen. Die Verankerung bei der örtlichen Bevölkerung, nicht zuletzt aber die dynamische technische und gestalterische Entwicklung von Anlagen und Fahrzeugen waren weitere Erfolgsfaktoren. Ähnlich erfolgreiche Beispiele in Weiz, Gmunden und Baden zeigen, dass die umsteigefreie Verbindung von zentralen Orten auch bei wechselnden Betriebsregimes und unterschiedlichen Infrastruktureignern technisch, betrieblich und behördlich gelöst werden kann.

Ebenso hat die Zillertalbahn mit der Anschaffung neuer Wendezuggarnituren mit Niederflureinstiegen, der barrierefreien Ausgestaltung der Bahnhöfe und dem abschnittsweise zweigleisigen Ausbau der Strecke für den vom Land Tirol bestellten Halbstundentakt einen markanten Aufschwung erfahren. Die gestiegenen Anforderungen an die Zugleitfahrdienstleiter - damals auch durch den schweren Güterverkehr - wurden durch eine Erhebung des Belastungsprofils untermauert und führten zur europaweiten Ausschreibung einer mit den komplexen Betriebsverhältnissen kompatiblen Streckensicherungstechnik unter besonderer Beachtung von Kostengesichtspunkten. Den Zuschlag erhielt die Firma RDCS, die daraufhin die Version ZLS 2.0 einem kompletten Redesign unterzog. Daraus entstand in der Folge die SIL 2-zertifizierte Version ZLS 3.0. Diese ging 2008/2009 in den Vollbetrieb und wurde auch behördlich als SIL2-Anlage genehmigt. Die Bestandsstellwerke mit ferngesteuerten elektrisch angetriebenen Weichen wurden in das RDCS-System eingebunden.

Die wesentlichen Neuerungen können wie folgt zusammengefasst werden:<sup>10</sup>

- SIL-2 zertifiziertes Zugsicherungssystem
- digitales, paketvermitteltes Funksystem im 70 cm Band (als Black-Channel) mit eigenem Funkprotokoll zur signaltechnisch sicheren Signalübertragung, protokolltechnisch nach EN 50159
- Erweiterungen der Bordrechnerfunktionen um GPS/dGPS zur eigenständigen Fahrzeugortung mit digitalem Streckenatlas inklusive Balisen und Odometrie
- Eingriff fahrzeugseitig auf Zwangsbremung/Anfahrsperr/Traktionsmoment (eine Art Geschwindigkeitsüberwachung mit Abregelung bei einer gewissen Geschwindigkeit)
- Einlesen fahrzeugseitig von Grün-Schleife/Haltewunsch - wenn nicht gedrückt, Durchfahrt-Info an Triebfahrzeugführer
- Fahrgastinformationssystem über Bordrechner im Triebfahrzeug
- Komplette redundanter Aufbau zentralenseitig im „Hot-fail-over“-Server-Betrieb mit redundant abgesetzten Bedienplätzen für die Fahrdienstleiter
- Erweiterung um Rottenwarnsystem
- Einbindung der Bestands-Stellwerke.

Auf der grafischen Oberfläche für den Fahrdienstleiter werden sowohl eine dispositive Übersicht als auch eine Streckendarstellung neben dem elektronischen Zuglaufbelegblatt und den Meldungslisten in Echtzeit dargestellt.



2019 wurde die Zentrale der Zillertalbahnen auf RTMS v4.10 hochgerüstet, das im folgenden Kapitel beschrieben wird. Die Fahrzeugausrüstung ZLS 3.0 ist bei der Zillertalbahnen dank Rückwärtskompatibilität nach wie vor im Einsatz.

#### 5.4. Niederösterreichbahnen (NÖVOG)

Mit dem Verkauf diverser Strecken der ÖBB an das Land Niederösterreich im Jahr 2010 war auch die Erkenntnis verbunden, dass die damals dort bestehende Art der Betriebsabwicklung zeitgemäße Verbesserungen erforderte. Anderwärts bereits gemachte Erfahrungen mit technisch gestützten Zuglenkungssystemen zeigten auf, dass die Ausnützung der damit gegebenen Möglichkeiten maßgeblich von den zugrundeliegenden Dienstvorschriften bestimmt wird. Zudem zwang eine behördliche Vorschrift zur kurzfristigen Neuerstellung einer „DV NÖVOG“. Diese Aufgabe wurde an einen externen Sachverständigen (den Autor) vergeben. Innerhalb von nur vier Monaten konnte diese Aufgabe einschließlich des anstandslos verlaufenen eisenbahn- und arbeitnehmerschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens erfüllt werden.

Das neue betriebliche Regelwerk musste unabhängig von dem später zum Einsatz kommenden technischen Zuglenkungssystem ermöglichen, die Betriebsabwicklung auch im noch bestehenden Anlagendesign zu beschleunigen, zu vereinfachen und die Sicherheit zu erhöhen. Es war daher notwendig, für eine technisch bedingte Übergangszeit - Marktsichtung, Ausschreibung, Beschaffung und Implementierung des neuen Zuglenkungssystems - einerseits die Anwendung des bisher gebräuchlichen Zugmeldeverfahrens (V3-Betrieb) auf Teilstrecken beizubehalten, jedoch unabhängig davon alle Grundsätze einer modernen Betriebsführung frühestmöglich und - wo notwendig auch zunächst nur abschnittsweise – anzuwenden. Ebenso waren künftige Ausbaumaßnahmen auf der 84 km langen Mariazellerbahn, insbesondere das neue Betriebszentrum Laubenbachmühle mit Remisen, Werkstätten und örtlichem Stellwerk, aber auch der bestehende Zugbildebereich St. Pölten Alpenbahnhof zu berücksichtigen.

Unter Einbeziehung von bereits vorliegenden Erfahrungen mit zeitgemäßen Betriebs- und Sicherheitsphilosophien für Regionalbahnen (NÖSBB, Stern & Hafferl, Pinzgauer Lokalbahn, Stubaitalbahnen, Zillertalbahnen) wurde die DV NÖVOG als vollständig integrierte Dienstvorschrift unter folgenden Prämissen vollständig neu konzipiert:<sup>11</sup>

- Rechnergestützter Zugleitbetrieb (RZL) auf der Mariazellerbahn mit Führerstandssignalisierung inklusive Zugbeeinflussung als künftige betriebliche Hauptebene, jedoch ohne Vorwegnahme eines bestimmten Systems

- Zugleitbetrieb über Datenfunk im Mindeststandard der bereits bestehenden Systeme ZLS StH, ZLS IVB/ZVB und RZL PLB für die Mariazellerbahn
- Zugleitbetrieb über Sprechfunk, in besonderen Fällen über Telefon, jeweils unter Einsatz von Sprachspeichern, als Rückfallebene auf der Mariazellerbahn. Auf der Wachaubahn, der Strecke Retz – Drosendorf, der Citybahn Waidhofen und den Strecken der Waldviertler Schmalspurbahnen genügt diese Systemebene aufgrund der einfachen Verhältnisse und des geringen Verkehrsumfanges absehbar bis auf weiteres
- Berücksichtigung einer möglichen Beibehaltung des Signalbetriebes im Bereich St. Pölten Hauptbahnhof – St. Pölten Alpenbahnhof aufgrund der Komplexität der Verknüpfung mit dem bestehenden Stellwerk der ÖBB
- Berücksichtigung der stellwerkstechnischen Neuausstattung einzelner Betriebsbereiche (z.B. des neuen Betriebszentrums Laubenbachmühle oder des gesamten Bereiches St. Pölten)
- Geschwindigkeitserhöhung in den Bahnhöfen zwischen Einfahrsignal oder Trapeztafel und erster befahrener Weiche zwecks Fahrzeitgewinns, Aufwertungsmöglichkeiten je nach Weichengeometrie
- Beibehaltung des Buchfahrplanes und der dort enthaltenen Geschwindigkeitsangaben bis auf weiteres, jedoch mit der Übertragungsmöglichkeit auf elektronische Geräte
- Einsatz „schneller“ Rückfallweichen, die in die Ablenkung und beim Auffahren mit mehr als 20 km/h befahrbar sind, samt verbesserter Überwachung und Signalisierung
- Selektive Ausstattung der Haltestellen mittels Haltewunscheinrichtungen, als Zielzustand Übertragung des Haltewunsches statt auf ortsfeste Signale an der Haltestelle auf das DMI der Tzf
- Neuregelung der Sicherheitsphilosophie in Bahnhöfen mit Dienstruhe
- Beschleunigung der Abfertigung der Züge im bis auf weiteres bestehenden Signalbetrieb durch Neugestaltung der Abfertigungsmethodik
- Anpassung an die gültigen Arbeitnehmerschutzvorschriften.

Da der Zeitraum bis zum Wirksamwerden der Infrastrukturmaßnahme „Zuglenkungssystem“ absehbar noch ein längerer sein würde, galt als vorrangiges Ziel, im Interesse der Fahrgäste die Verspätungsanfälligkeit der Mariazellerbahn wirksam zu vermindern. Die neue DV NÖVOG ermöglichte es nun, je nach betrieblicher Notwendigkeit und vorhandener technischer

Ausrüstung auf den einzelnen Streckenabschnitten verschiedene „Modulzustände“ entweder beizubehalten oder neu einzuführen. Z.B. konnten auf der Mariazellerbahn die „modernisierten“ Bestimmungen des Zugmeldeverfahrens – subsummiert unter dem Begriff Signalbetrieb - so lange angewendet werden, als noch kein neuartiges Zuglenkungssystem zur Verfügung stand. Auf den übrigen Strecken konnte hingegen bereits ab Inkrafttreten der neuen Dienstvorschrift die „Endstufe Zugleitbetrieb“ eingeführt werden.

Im Jahre 2012 erfolgte die Ausschreibung des elektronischen Zuglenkungssystems für die Mariazellerbahn mit Erweiterbarkeit auf alle von der NÖVOG betriebenen Eisenbahnstrecken einschließlich der Zahnradbahn auf den Schneeberg (NÖSBB). Im EU-weiten Bestbieterverfahren erhielt die Firma RDCS im selben Jahr den Auftrag zur strecken- und fahrzeugseitigen Ausrüstung der Mariazellerbahn sowie der neuen Betriebsführungszentrale der NÖVOG im Bahnhof Laubenbachmühle. Mit eingeschlossen war der Auftrag zur Errichtung von drei örtlichen Stellwerken in den Bahnhöfen Laubenbachmühle, St. Pölten Alpenbahnhof und St. Pölten Hauptbahnhof.<sup>10</sup>

Das ZLS 3.0 wurde für die NÖVOG und die NÖSBB zur Version RTMS v4.10 in SIL-2 weiterentwickelt (Ausnahme: Stellwerk iLOCK-RC in SIL-4). Ausgehend von der Grundforderung einer exakten, ausfallsicheren Ortung aller Fahrten auf der Strecke und der ebenfalls ausfallsicheren, performanten Übertragung von Fahrbefehlen über Datenfunk waren die Kernanforderungen an das als „RDCS-rechnerbasierte Zugleit-system RTMS v4.10 mit Führerstandssignalisierung“ bezeichnete System wie folgt bzw. wurden derart weiterentwickelt:

- Erfüllung eines Lifecycles von 15 Jahren
- digitaler Streckenatlas mit Auflösung auf ein-Meter-Basis in 3 Achsen einschließlich Höhe, um auch im Bergstreckenabschnitt mit nahe bei- und übereinander liegenden Kehrschleifen eine sichere Zugortung zu ermöglichen
- kein Erfordernis oder Minimierung notwendiger streckenseitiger Signale und Komponenten
- zwei-aus-drei – Positionsbestimmung in Abschnitten von weniger als zwei Meter durch Balisen, Odometer, Globales Navigationssatellitensystem (GNSS)
- sichere und performante Übertragung von Fahrbefehlen über Datenfunk
- Ausrüstung von Gösing- und Eisbergtunnel mit Strahlerkabeln (Sprach- und Digitalfunk komplett übertragbar)

- automatische, dezentrale Sicherung des Fahrwegs durch den Bordrechner im Triebfahrzeug
- Integration von Stellwerken in das Leitsystem
- Gegenfahrerschutz für Kreuzungen im Bahnhof
- Gegenfahrerschutz auf der freien Strecke
- Gegenfahrerschutz für Verschiebfahrten
- Nachfahrerschutz auf der freien Strecke
- Flankenschutz
- Geschwindigkeits- und aktive Bremskurvenüberwachung
- Schutz von Arbeiterrotten.

Als weitere Anforderung wurde die Sicherung von öffentlichen und nicht öffentlichen Eisenbahnübergängen aufgenommen und mit folgenden Schwerpunkten realisiert:

- Direkte automatische Kommunikation zwischen Triebfahrzeug und Eisenbahnkreuzungs-Sicherungsanlage (EKSA) / Bahnübergangs-Sicherungsanlage (BÜSA), aktive Bremskurvenüberwachung
- Geringe Grabungs- und Wartungskosten durch Virtualisieren der Einschaltstelle und des EK-Überwachungssignals (über GNSS oder Balise), signaltechnisch sichere Übertragung des virtualisierten Überwachungssignals in den Führerstand mit SIL-2 über Datenfunk
- Einschaltung der EKSA/BÜSA im Bahnhofsbereich vom Führerstand oder automatisiert möglich
- Fernüberwachung und Diagnostizierbarkeit aller EKSA/BÜSA in der Betriebsführungszentrale
- Sicherung nicht-öffentlicher EÜ durch oranges Rundlicht
- bei Ausfall der EK-Sicherung automatischer Vorsichtsbefehl, Anfahrsperrung, Nothaltauftrag, Zwangsbremmung
- Sicherer Eingriff in die Tzf-Steuerung via SIL-4 -Sicherheits-SPS und Bordrechner.

Im Umsetzungsprozess wurden weitere Funktionalitäten im Sinne einer modular aufgebauten Turn-Key Solution entwickelt und implementiert. Als wesentlich sind zu nennen:

- Fernzugriff in Echtzeit über Administration Console Software
- Verwaltung der Vorsichtsbefehle
- Verwaltung der Eisenbahnkreuzungen und nicht öffentlichen Eisenbahnübergänge

- Verwaltung der Geschwindigkeitstafeln (VzG)
- Verwaltung der Baustellenmeldeblätter inkl. Historie
- Rottenwarnsystem
- Umlaufplanung
- Fahrplanplanung
- Wartungsplan für Triebfahrzeugrevision
- integrierte Systemüberwachung aller Komponenten
- Notizblockfunktion für Dienstübergabe
- Umfangreiche Statistikfunktionen (unter anderem Verspätung, gefahrene Kilometer) inkl. Exportfunktion (z.B. Excel, pdf-Format)
- Schnittstelle für Fahrgastinformationssysteme (VDV 452/453/454, DyFIS)
- Schnittstelle für Infrastrukturmanagementsysteme (3Binfra ZAK)
- gerichtstaugliches Sprachaufzeichnungssystem
- Vielzahl optionaler Erweiterungsmodule (z.B. Integration von Fremdsystemen, Bahnhofsbeschallung RTMS/INFRA-SONIC, Bahnhofsuhren, Gebäudeautomation, VoIP, etc.)
- Funkstationen leiten in den streckenparallel geführten LWL ein, im Störfall erfolgt ein „Hoppen“ zwischen den Funkstationen.<sup>10</sup>

Das Rail Traffic Management Systems (RTMS) ist eine sicherungstechnische Umsetzung des Zugleitbetriebs gemäß DV NÖVOG. Die folgenden Ausführungen sollen die wesentlichen Funktionalitäten erläutern. Sie wirken im vorhin beschriebenen ZLS bzw. RZL durchaus ähnlich, da beide Systeme die Bedienhandlungen der Mitarbeiter verifizieren, wobei die Führerstands-signalisierung einerseits und die Echtzeitdarstellung der Streckenbelegung in den Fahrdienstleitungen jeweils zentrale Merkmale darstellen. In beiden Fällen handelt es sich um keine vollautomatischen Systeme, da die Letztentscheidungsmöglichkeit bei den ausführenden Mitarbeitern liegt. Durch das Zusammenwirken von Mensch und Maschine innerhalb gültiger Regeln wird das Sicherheitsniveau jedoch sehr hoch gehalten. Die vom System zu erfüllenden Sicherheitsfunktionen wie Gegen- und Nachfahrerschutz folgen dem Blockabschnittskonzept, womit sichergestellt wird, dass eine Fahrerlaubnis nur in einen freien Blockabschnitt vergeben werden kann (Ausnahme Kreuzung im Bahnhof).

Das RTMS ist als dezentrales Sicherungssystem aufgebaut. Durch die Eigenintelligenz des Bordrechners mit der Fähigkeit der eigenständigen Ortung und Positi-

onsbestimmung auf der Strecke über GPS, ortsfeste Balisen und Odometer ist die Sicherung der Fahrerlaubnis auch bei Ausfall des Datenfunks oder der Betriebsführungszentrale (BFZ) gewährleistet. Die BFZ verfügt jedoch über redundante Arbeitsplätze und eine unterbrechungsfreie Stromversorgung.

Grundsätzlich werden Haltepunkte, Gefahrenpunkte, Formsignale, Weichenüberwachungssignale und Eisenbahnkreuzungen im RTMS erfasst und in den digitalen Streckenatlas integriert. An sicherungstechnisch relevanten Gefahrenpunkten, an denen die Möglichkeit einer Zugbeeinflussung durch Zwangsbremmung ausgelöst werden soll, werden Balisen (passive Transponder) im Gleis verlegt. Bei Überfahren einer Balise wird ein festcodierter Wert von der Balise an die Balisenleseantenne übertragen und in der Rechnerbaugruppe des Triebfahrzeugs ausgewertet. Alle Balisen und Signale werden zusätzlich exakt mit GPS-Koordinaten vermessen und mit diesen Koordinaten im digitalen Streckenatlas hinterlegt. Dadurch wird im Bordrechner auch die Einhaltung von Formsignalen überwacht und bei Nichteinhaltung mit definierten Maßnahmen wie Geschwindigkeits- und Bremskurvenüberwachung reagiert.

In das RTMS sind die örtlichen Stellwerke „iLock“ in St. Pölten Hauptbahnhof, St. Pölten Alpenbahnhof und Laubenbachmühle sowie die elektrischen Festlegeschlösser der Bahnhöfe Winterbach, Annaberg und Mariazell integriert. In allen anderen Bahnhöfen kommen ausschließlich Zentralschlösser zum Einsatz. Durch die Integration der Stellwerke und der Gleisfreimeldeeinrichtungen ist auch die gleisselektive Sicherung in Bahnhöfen mit elektrisch ferngesteuerten Weichen unter Sicherstellung des Flankenschutzes gewährleistet. Die elektrischen Weichen in St. Pölten Hauptbahnhof, St. Pölten Alpenbahnhof und Laubenbachmühle werden grundsätzlich durch den NÖVOG-Disponenten (Fahrdienstleiter) über das RTMS gesteuert, wobei aber Ortsbedienung ebenfalls möglich ist. Im Bahnhof Laubenbachmühle wird der Vershub mit Vershubstraßen abgewickelt, welche der Disponent im RTMS vergibt.

Die Strecke der Mariazellerbahn ist in Blockabschnitte aufgeteilt, wobei in den letzten Jahren zusätzliche Zugfolgestellen zwischen den Bahnhöfen zur Verbesserung der Betriebsstabilität eingerichtet und digital abgespeichert wurden. Eine vom Fahrdienstleiter vergebene Fahrerlaubnis in einen oder aufeinanderfolgende Blockabschnitte wird programmtechnisch verifiziert, auf Zutreffen der Voraussetzungen geprüft, über den digitalen Datenfunk signaltechnisch sicher in das Triebfahrzeug übertragen und dem Triebfahrzeugführer auf dem Bedienterminal (DMI) im Führerstand angezeigt. Das regelkonforme Verhalten von System und Triebfahrzeugführer wird durch den Tzf-Bordrechner verifiziert und gesichert. In diesem ist der digitale Streckenatlas zusammen mit dem Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindig-

keiten (VzG) hinterlegt. Der Bordrechner überwacht kontinuierlich den Bremsweg bis zu den nächsten Gefahrenpunkten bzw. bis zum zulässigen Haltepunkt und greift bei einer Regelverletzung direkt in das Fahrzeug mittels Anfahrsperrung oder Zwangsbremse ein. Zusätzlich werden die aktuell gültigen Langsamfahrstellen mit allfälligen individuellen Anordnungen dynamisch zum Bordrechner übertragen. Der Bordrechner überwacht kontinuierlich die Einhaltung der örtlich zulässigen Höchstgeschwindigkeit durch den Triebfahrzeugführer und setzt bei Überschreitung akustische und visuelle Warnungen am DMI. Außer bei überwachten Langsamfahrstellen erfolgt bei Geschwindigkeitsüberschreitungen aber derzeit keine Zwangsbremmung.

Bei den Neufahrzeugen - auch im Verbund mit den Panoramawagen - erfolgt die Zugintegritätsprüfung automatisch durch das Triebfahrzeug im Wege des Bordrechners und des Zugbus. Damit ist sichergestellt, dass automatische Verlassensmeldungen bei durchfahrenen Blockabschnitten nur dann übermittelt werden, wenn die Zugintegrität gewährleistet ist. Bei Fahrzeugtypen, bei denen dies nicht technisch durch den Bordrechner überprüft werden kann, erfolgt auch keine automatische Verlassensmeldung. Beim Absetzen von manuellen Ankunfts- und Verlassensmeldungen ist der Triebfahrzeugführer nach den Regelungen des Zugleitbetriebes für die Vollständigkeit und Grenzfreiheit des Zuges verantwortlich. Die Bestätigung der Zugvollständigkeit, also die manuelle Verlassensmeldung durch den Triebfahrzeugführer, wird diesem am DMI erst angeboten, wenn alle rechnerischen Kriterien für die korrekte Verlassensmeldung erfüllt sind und sichergestellt ist, dass das deckende Signal verlassen wurde (Zuglänge + Schutzabstand). Es ist daher bei allen Zügen wichtig, dass die tatsächliche Zuglänge bei der Garnituranmeldung korrekt eingegeben wird.

Das rechnergestützte Zugleitsystem RTMS ermöglicht es, technisch gesicherte Eisenbahnkreuzungen in das Sicherungssystem zu integrieren. Durch die Integration der EK-Sicherungsanlagen in das RTMS werden die so genannten RTMS-EKSA sowohl durch die zentralen Sicherungskomponenten in der BFZ fernüberwacht als auch durch die dezentralen Sicherungskomponenten im Triebfahrzeug (Bordrechner) mit aktiver Bremskurvenüberwachung ein sicheres Befahren bzw. vorheriges Anhalten ermöglicht.

Bei EKSA auf der freien Strecke, die in das RTMS-System integriert und daher bremskurvenüberwacht sind, erfolgt der Einschaltbefehl fahrtbewirkt, wobei die Einschaltstelle diesfalls mit einer RTMS-Streckenbalise versehen ist. Die Einschaltstrecke wird nun durch den Bordrechner mit aktiver Bremskurvenüberwachung gesichert: Der Bordrechner übermittelt per Datenfunk den Einschaltbefehl an die EKSA, nach

erfolgter Sicherung der EK durch die EKSA erfolgt die Rückübermittlung der Ordnungsmeldung oder im Störfall einer Störungsmeldung an den Bordrechner. Das Ergebnis wird dem Triebfahrzeugführer am DMI nur im Störfall angezeigt (Negativ-Logik für die Signalisierung). In so einem Fall muss der Triebfahrzeugführer die Störung über das DMI quittieren und die weitere Vorgangsweise laut Dienstvorschrift einhalten. Sollte die Quittierung im Störfall ausbleiben, erfolgt nach ca. 5 Sekunden eine Zwangsbremmung durch den Bordrechner.

Bedarfshalte werden im Fahrzeug oder an den Haltestellen angemeldet. Um ortsfeste Signale hierfür zu vermeiden, wird der Haltewunsch von den Haltestellen in das Fahrzeug übertragen und erscheint am DMI. Wenn bei Bedarfshaltestellen, die vor einer RTMS-EK liegen, ein Haltewunsch ansteht, wird der Einschaltbefehl durch den Bordrechner unterdrückt. Der Triebfahrzeugführer hat dann nach erfolgtem Fahrgastwechsel über eine Funktionstaste am DMI die EKSA einzuschalten. Im Störfall ist wie vorher beschrieben vorzugehen.

#### 5.5. Technischer Ausblick für das RDCS-RTMS

Nach Mitteilungen der Firma RDCS ermöglichen aktuelle Entwicklungen im GNSS-RTK -Bereich bereits eine bis auf 5 – 10 cm genaue Ortung von Objekten. Führt man den Gedanken aus Sicht von RDCS weiter, so könnte durch Integration dieser Technik in die Triebfahrzeuge die Ortung auf der Strecke sogar mit Gleisselektivität ermöglicht werden. Virtuelle Balisen mit dieser Auflösung könnten Festbalisen obsolet werden lassen und damit eine weitere Reduktion der Kosten bewirken. Ebenso wurde mitgeteilt, dass sich die Integration von Artificial Intelligence mit Objekterkennung und Übertragung in den Führerstand von Triebfahrzeugen gegenwärtig an Eisenbahnkreuzungs-Sicherungsanlagen in einer ersten Testphase befindet. Mittelfristig könnte dies zu neuen Möglichkeiten im EKSA – Bereich führen.

RDCS evaluiert aktuell in einem Projekt die Integration von Blockchain-Technologie und damit die Fälschungssicherheit sowie Echtheit von Befehlen mit dem Ziel der signaltechnisch sicheren Übertragung von Kommandos. Übertragungsmedien würden damit zu grey/black channels heruntergestuft (wo dann der SIL-Level keine Rolle spielt, da der „nicht sichere“ Übertragungskanal durch ein übergeordnetes „sicheres“ Protokoll laufend auf seine Integrität überwacht wird) und könnten aus Sicht von RDCS im Vergleich zum bestehenden Global System for Mobile Communications (GSM-R) kostengünstiger realisiert werden. Das Ausmaß von allfälligen Kostenvorteilen gegenüber dem Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) wird in weiterer Folge noch zu bestimmen sein.<sup>11</sup>

## 6. Entwicklungen in der Sicherungstechnik bei den ÖBB

Schon in der Vergangenheit haben die ÖBB für eine vereinfachte und kostengünstige Betriebsführung speziell auf Nebenbahnen abgestimmte Stellwerke errichtet. Hierzu zählten unter anderem die in Relais-technik errichteten Stellwerksbauformen VGS 80, KGS 90 und KSW 90. Als Nachfolgeprodukt mit einem für den Nebenbahnbereich angepassten Funktionalitätsumfang ist derzeit das elektronische Stellwerk der Bauform ZSB 2000 im Einsatz. Um auch für die zukünftigen Anforderungen auf Regionalbahnstrecken gerüstet zu sein, haben die ÖBB das „Innovationsprogramm Regionalbahntechnik“ ins Leben gerufen und damit erste Pflöcke eingeschlagen. Demzufolge brauche es zur Sicherstellung des langfristigen Fortbestandes der Regionalbahnen „...vereinfachte und kostengünstige Lösungen im Hinblick auf die Infrastruktur-Elemente, um die effiziente Betriebsführung und den Fortbestand von Regionalbahnen zu gewährleisten.“ Und weiter: „Zukünftig sollen die Regionalbahnen über ihre wichtige Zubringerfunktion hinaus den ländlichen Raum Österreichs mit umweltfreundlicher Mobilität versorgen, den Wirtschaftsstandort aufwerten und attraktiver für unsere KundInnen werden.“ Das Konzept hält dazu fest: „Bei der Neuausrüstung und Modernisierung der Infrastruktur ist es erforderlich, durch kostengünstige Ausrüstung, durch Einsatz innovativer Telematik und Sicherungstechnik sowie mit zukunftssträchtiger Betriebsführung bei gleichbleibender Sicherheit die Ausrüstungskosten nachhaltig zu senken“.<sup>2</sup>

Vorgelagert zu diesem Ende Jänner 2021 ÖBB-intern beschlossenen Programm wurden „sicherungstechnische Standards für Regionalbahnen“ definiert und die einzelnen Strecken drei Modulen zugeordnet:

- Modul 0: kein Ausrüstungsbedarf, somit keine Erweiterung der Stellwerkstechnik
- Modul 1: langfristiger Ausrüstungsbedarf, Anpassung der bestehenden Stellwerkstechnik
- Modul 2: mittelfristiger Ausrüstungsbedarf, Errichtung neuer Stellwerkstechnik in Nebenbahntechnik.

Ziel der Modulzuordnung ist gemäß ÖBB-Konzept eine Systematisierung, die die Wirtschaftlichkeit und Qualität erhöhen und eine bedarfsgerechte Steigerung der Kapazität auf Regionalbahnen ermöglichen soll. Dies soll durch Homogenisierung der Technik und Betriebsführung, durch Optimierung der funktionalen Anforderungen und daraus resultierend durch klare Vorgaben für die Anlagengestaltung sowie Planung und Bau erreicht werden.<sup>2</sup> Im Zielzustand sollen daher die Modul-1- Strecken (reinvestitionsgetrieben) in das Modul 2 übergeführt werden.

Als zentrale Fragestellungen wurden in dem Konzept identifiziert:

- Welche innovativen Lösungsansätze in der Stellwerkstechnik gibt es?
- Wie können Kostentreiber wie z.B. die Verkabelung minimiert werden?
- Welche Chancen bringt 5G mit sich?
- Wie können Züge mit ETCS-Ausrüstung zukünftig auf Regionalbahnstrecken verkehren?
- Wie kann die Betriebsführung weitestgehend automatisiert werden?

Hinterlegt ist dem Konzept eine Zeitachse mit mehreren Umsetzungshorizonten. Ausgehend von der Konsolidierung der Ergebnisse bisheriger Forschungs- und Entwicklungsschritte im ÖBB-internen „Innovationsprogramm Regionalbahntechnik“ wird mit einem mehrjährigen Zulassungsprozess neuer Technologien bis Ende 2025 gerechnet. Dieser soll durch das Programm „Shift to Rail II“ begleitet bzw. verstärkt werden. Die daraus entwickelte innovative Regionalbahntechnik soll ab 2026 zum Einsatz kommen.

Kerngedanke ist ein Gesamtkonzept für die Sicherungstechnik- und Telematik- Ausrüstung von Regionalbahnen. Dies betrifft die Entwicklung einer zentralen Sicherungslogik, die Entwicklung von drahtlos angesteuerten Außenelementen, die sichere Lokalisierung von Zügen mittels „Greenlight“ sowie die „Eisenbahnkreuzung Next Level“. Im Zuge von Pilotprojekten werden Demonstratoren konzipiert und unter realen Bedingungen auf einer ausgewählten Strecke im Burgenland getestet. Die ersten erfolgreichen Konzepttests konnten im Jahr 2020 abgeschlossen werden.<sup>2</sup>

## 7. Weiterführende Überlegungen und Initiativen

Seitens der FH Wels/Siemens angedachte Möglichkeiten, wie das ZLS/RZL-System weiterentwickelt werden könnte, Umstellung des Bahnhofsbereiches von Linz Hauptbahnhof auf ETCS Level 2, womit auch Auswirkungen auf die Linzer Lokalbahn (LILLO) verbunden sein werden, da sie direkt in den Hauptbahnhof eingebunden ist. Ein denkbarer Lösungsansatz ist die Kombination des auf den LILLO-Fahrzeugen vorhandenen ZLS/RZL-Systems mit einem ETCS-Balisenleser und die Erweiterung des Fahrzeug-Bordrechners dergestalt, dass er mit dem Radio Block Center (RBC) die erforderliche Kommunikation etwa zum Erhalt der Fahrerlaubnis usw. abwickeln kann. Umgekehrt wäre auch eine Aufrüstung der ZLS/RZL-Zentrale in Eferding möglich, um vice versa ein mit ETCS Level 2 ausgerüstetes Fahrzeug in die Zugleits- tracke einfahren zu lassen. Begünstigt wird dies dadurch, dass ZLS/RZL und ETCS jetzt schon die gleiche

Kommunikationssicherung haben. Die diesbezüglichen Funktionalitäten wurden zu einem erheblichen Teil im Rahmen des EU-Projekts „Satellite Based Operation and Management of Local Low Traffic“ (SAT-LOC) in Rumänien getestet.<sup>9,10</sup>

Auch seitens der ÖBB Holding gibt es Bestrebungen, bei der Europäischen Eisenbahngesellschaft (ERA) eine Revision des TSI Teilsystems Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung (TSI CCS) zu erreichen, in der die Bedürfnisse der Regionalbahnen stärker berücksichtigt werden. In eine zu entwickelnde Regionalbahn-TSI sollen nur jene Funktionen aufgenommen werden, die auf Regionalbahnen benötigt werden. Dadurch soll auch eine niedrigere Eintrittshürde für neue Anbieter in der streckenseitigen Zugsicherungstechnik geschaffen werden. Man erwartet sich dadurch unter anderem mehr Wettbewerb und letztlich günstigere Preise für die Umsetzung einer solchen Technik. Beispielsweise sei das sehr aufwendige „Reversing in ETCS“ eine Funktion, auf die in einer Regionalbahn TSI verzichtet werden könne, da auf Regionalbahnstrecken kaum längere Tunnel vorhanden seien.

Weiters gab es Überlegungen, wie auf Regionalbahnen bereits im Einsatz befindliche streckenseitige Zugsicherungssysteme in die mit ETCS ausgerüsteten On Board Units (OBU) von ÖBB-Fahrzeugen eingebunden werden können, um vorhandene Streckenausrüstungstechnologien - beispielsweise jene von Siemens oder RDCS - auch für ÖBB-Fahrzeuge nutzen zu können. Davon ausgehend, dass das europäische Zugsicherungssystem ETCS eine Grundvoraussetzung ist, um auf dem Kernnetz der ÖBB verkehren zu können, haben die ÖBB-Personenverkehr AG, aber auch die Rail Cargo Austria in ihren strategischen Konzepten eine Durchbindung der Fahrten von Haupt- und Regionalbahnen im Fokus, da es nicht mehr zeitgemäß ist, an den Einmündungsbahnhöfen (Abzweigungsbahnhöfen) einen fahrzeugseitigen Wechsel durchführen zu müssen. Es besteht daher der Bedarf, dass das fahrzeugseitige Zugsicherungssystem kompatibel zur Streckenausrüstung ist. Angedacht wurde ein sogenannter „Local-Mode“ am Fahrzeug beim Wechsel von der ETCS-Streckenausrüstung der Hauptbahn auf das „abgespeckte“ streckenseitige Zugsicherungssystem der Regionalbahn. Es bleibt abzuwarten, ob es gelingt, diese Philosophie in einer Regionalbahn TSI verankern zu können. Seitens des ÖBB Personenverkehrs ist jedenfalls die Entscheidung getroffen worden, die OBU ihrer Fahrzeuge mit dem europäischen Zugsicherungssystem ETCS auszurüsten.

Die GPS-Ortung von Fahrzeugen auf Regionalbahnen ist eine mittlerweile bewährte technische Funktion, die zu wesentlichen Kosteneinsparungen in der Streckenausrüstung führen kann. In der Eisenbahnsicherungstechnik muss bei Ausfall eines Systems aber aus Sicherheitsgründen eine Rückfallebene vorhanden sein. Neben der Anwendung der Odometrie

und den ebenfalls bewährten und mittlerweile sehr kostengünstigen Balisen gibt es auch weitere Innovationsansätze für die Lokalisierung von Fahrzeugen auf Regionalbahnen. So finden derzeit Versuche statt, neben der GPS-Ortung auch eine Ortung über die Schiene vornehmen zu können. Bei dieser Technik, als Differenz-Induktivitäts-Sensor (DIS) bezeichnet, werden die magnetischen Eigenschaften der Schiene als charakteristische Signatur aufgezeichnet, aus der sich dann die Position des fahrzeugseitigen Sensors auf der Strecke ableiten lässt. Erstaunlich dabei ist, dass jeder vorhandene Abschnitt (Punkt) einer Schiene eine einzigartige magnetische Signatur aufweist, aus der die Örtlichkeit abgeleitet werden kann. Voraussetzung ist aber, dass vorab durch Befahren der Strecke die Signatur der Schiene aufgenommen und in der Sensoreinheit abgespeichert wird. Im Herbst 2020 wurden diesbezügliche Versuche durchgeführt, die ein vielversprechendes Ergebnis dieser Technologie gezeigt haben. Abzuklären ist aber noch, in welchen zeitlichen Abständen die Signatur einer Strecke aktualisiert werden muss, da es doch, in sehr geringem Ausmaß, zu zeitlichen Veränderungen der Magnetisierung der Schiene kommt. Sollte es gelingen, diese Technologie zur Serienreife zu bringen, könnte hinkünftig eine stationäre Ortung der Fahrzeuge über Balisen als Rückfallebene bzw. Ergänzung zur GPS-Ortung nicht mehr erforderlich sein.

## 8. Automatischer Zugbetrieb

Im Rahmen des Projekts „autoBAHN2020“ erfolgten bereits im Zeitraum 2012 – 2018 Tests mit fahrerlosem Betrieb bei offenem Gleiszugang (GoA 3 / 4) auf der Lokalbahn Gmunden – Vorchdorf in Oberösterreich. Wesentliche Themen waren die Hinderniserkennung mit verschiedenartigen Sensorkombinationen (unter anderem Radar, Lidar, Infrarot) mit der Möglichkeit der Integration in das Zugleitsystem und der Untersuchung eines Pfades zur Systemzulassung.<sup>9</sup>

Perspektivisch hat aus Sicht der Fachhochschule Oberösterreich ein ATO-Betrieb mit GoA 3, eventuell GoA 4, realistische Chancen, die Attraktivität und die Wirtschaftlichkeit von Regionalbahnstrecken zu verbessern. Initiativen hierzu bestehen unter anderem im FFG-Projekt „Towards Automated Railway Operation“ (TARO) unter Beteiligung der FH Oberösterreich.

## 9. Resümee

Die in diesem Aufsatz beschriebenen technischen Varianten für Zugsicherungssysteme ohne Streckensignale und ohne konventionelle Stellwerkstechnik sind mittlerweile bei acht verschiedenen vernetzten und nicht vernetzten Nebenbahnen im Einsatz bzw. stehen vor der Errichtung. Es handelt sich sowohl beim Trainguard STC Siemens/FH Oberösterreich als auch beim RDCS-RTMS um erprobte, behördlich genehmigte und mittlerweile seit mehreren Jahrzehnten im Einsatz befindliche Systeme mit nachgewiesenem

Einsparungspotenzial bei hoher Verfügbarkeit. Die Entwicklung ist jedoch nicht am Ende angelangt. Sie verspricht jedenfalls mittelfristig - auch anhand der von den ÖBB vorgestellten Perspektiven – manchen derzeit Zeit vielleicht noch nicht allgemein erkannten weiteren Nutzen.

Was die sicherungstechnische Ausrüstung von Regionalbahnen betrifft, ist festzuhalten, dass sowohl die europäische als auch die nationale Gesetzgebung bezüglich der Interoperabilität Spiel- und Interpretationsräume zulassen, die derzeit in unterschiedlichem Ausmaß auch tatsächlich genutzt werden. Je nach Streckenart, strategischer Bedeutung einer Strecke für das europäische Netz und vorliegenden Zugangsbegehren gibt es zur Anwendung der TSI mehr oder weniger Bedarf, ein Umstand, dem der Gesetzgeber durch entsprechende Bestimmungen gefolgt ist.

Bei neutraler Betrachtung sind alle Bahnen, egal in wessen Eigentum sie stehen, Teil einer multimodalen Verkehrswelt und agieren auch ohne Ausschreibungswettbewerb in Konkurrenz um Kunden des motorisierten Individualverkehrs und/oder des Straßengüterverkehrs. Regionalbahnen und deren Kostenstruktur werden aber auch häufig in einen Vergleich mit Buslösungen gestellt, die keinerlei Infrastrukturausrüstungs- und Betriebssteuerungskosten zu tragen haben. In der politischen Überzeugungsarbeit ist es daher nicht nur legitim, sondern zwingend erforderlich, die Infrastrukturkosten im Auge zu behalten, was ja auch im Innovationsprogramm Regionalbahntechnik der ÖBB klar zum Ausdruck kommt.

Attraktivierungsvorhaben auf Regionalbahnen erfordern Finanzierungsübereinkommen mit den betroffenen regionalen Gebietskörperschaften, also Ländern und Gemeinden. Da diese bereits mit der Bestellerverantwortung und dem Anteil an den EKSA-Errichtungs- und Erhaltungskosten von in der Regel 50 % belastet sind, können bei künftigen Finanzierungsvorhaben zunehmend kritische Haltungen auf Landes- und Gemeindeebene erwartet werden. Die häufig geäußerte Sorge, dass eine - aus unternehmensinternen Synergiegründen durchaus nachvollziehbare – Forderung nach Vereinheitlichung von Systemmerkmalen zu „Gold Plating“ führen könnte, muss ernst genommen werden. Hier sollte der gesetzlich zulässige Spielraum dazu genutzt werden, die bestehenden Infrastrukturfinanzierungsregimes, nämlich Rahmenpläne der ÖBB und Mittelfristige Investitionsprogramme gemäß Privatbahngesetz, so effektiv wie möglich einzusetzen.

Ob eine Regionalbahn Zukunft haben kann, lässt sich meist ohne grobe Schätzfehler aus der Belastung parallel verlaufender Straßen ableiten. Will man aber Regionalbahnen wieder stärker in das allgemeine Bewusstsein rücken, muss der individuelle Nutzen für deren potenzielle Kunden und die dort leistungsbestellenden Behörden in den Fokus genommen

werden. Denn beim Bewusstsein für oder gegen die Bahn spielen persönlich empfundene und auf Gemeindeebene und in den sozialen Medien meist sehr lebhaft diskutierte Convenience-Faktoren eine Hauptrolle. Convenience, die glaubwürdig ist, muss die Bahn durchgängig bieten – auch zur Hauptreisezeit und vor allem auch im Winter. Pünktlichkeit allein ist kein Kriterium, das Kunden begeistert. Aber Unpünktlichkeit und Unsicherheit verärgern besonders im Berufsverkehr.

Regionalbahnen brauchen daher politische Unterstützung auf regionaler, insbesondere aber auf lokaler Ebene. Sie sind in der Region dann akzeptiert, wenn Kundenbedürfnisse und nicht Betreiberinteressen (Einsparungen) im Vordergrund stehen. Diese Akzeptanz in der Region ist daher gegen einzelwirtschaftliche Optimierungen abzuwägen. Gemeinden, die ihre Bahn nur als Stör- und Kostenfaktor (vor allem bei den Eisenbahnkreuzungen) wahrnehmen, können im politischen Entscheidungsprozess um die Zukunft einer Bahnlinie die entscheidenden Meinungsbildner sein.

Mit anderen Worten: Basisfunktionen und Leistungsfaktoren eines zeitgemäßen Fahrplanangebotes werden heute als selbstverständlich vorausgesetzt. Sie sind in den Verkehrsdienstverträgen ohnehin fix verankert. Vielmehr geht es darum, dass Innovation - sei sie nun technisch oder im Marktauftritt der Bahn - mit dem Lifestyle der zu gewinnenden Kunden vereinbar sein muss, um bei ihnen im Idealfall als Begeisterungsfaktor anzukommen. Hierbei kommt den Aufgabenträgern und Bestellern von Verkehrsleistungen insofern eine Schlüsselrolle zu, als ihre Angebotsplanungen den Rahmen für darauf gründende Infrastrukturausbauten bilden sollten.

Die Bahnhofsoffensiven von ÖBB und Privatbahnen haben dazu geführt, dass die Schnittstellen zwischen einzelnen Verkehrsmitteln tatsächlich für Kunden des 21. Jahrhunderts designt werden. Sie haben damit eindeutige Verbesserungen im Marktauftritt des öffentlichen Verkehrs bewirken können. Der nächste Schritt, die Digitalisierung aller Mobilitätsprozesse, darf aber nicht nur in der technischen Betriebsführung gemacht werden, sondern muss ganz besonders auch in der Erreichbarkeit und Betreuung der Kunden zu alltäglich spürbaren Positiverlebnissen führen. Denn das Potenzial einer Bahn ist nun einmal nicht automatisch „Einwohnerzahl dividiert durch Entfernung zur Bahnstation“. Vielmehr müssen gerade die Regionalbahnen maximal marktnah geführt werden, um ein zeitgemäßes Angebot an die Region darzustellen, nämlich vernunftorientiert mobil zu sein.

Nur dann, wenn sich um diese scheinbaren Selbstverständlichkeiten auch jemand in der Region kümmert, wird sich dort ein neues, positives Bahngefühl einstellen, das Entscheidungen zu Investitionen auch abseits der großen Zentren rechtfertigt. Und nur dann wird es wieder öfter heißen „Unsere Bahn“. Solche Bahnen werden auch alle Diskussionen überdauern.

### Literatur- und Quellenhinweise:

1. Berger, Johann, Sladky, Kurt: Der Zugleitbetrieb ZLB-01 für Nebenstrecken in Österreich. Eisenbahn-Revue International 11/2010, Luzern
2. ÖBB Infrastruktur AG, Innovationsprogramm Regionalbahntechnik\_01V00, Vortrag im ÖVG Arbeitskreis Rail and Road Traffic Management, Wien, 2021, sowie schriftliche Ergänzungen
3. Knoll, Otfried: Shift to Local Rail! Anforderungen & Lösungsansätze. Vortrag im ÖVG Arbeitskreis Rail and Road Traffic Management, Wien, 2020
4. Knoll, Otfried: Chancen für Regionalbahnen – Regelungen und Betrieb. Vortrag im ÖVG-Zyklus Lösungen gegen die Regelungswut Nr. 3, Wien, 2019
5. Knoll, Otfried: Train-led Traffic Control as a Chance for Regional Railways. International Rail Infrastructure Conference IRIC 2012, Bratislava, 2012
6. Knoll, Otfried: Zugleitfunk mit codierter Informationsübertragung bei den Stern & Hafferl-Bahnen. Eisenbahn-Revue International 09/1996, Luzern
7. Stadlmann, Burkhard, Zwirchmayr, Helmut: Einfaches Zugleitsystem für Regionalstrecken. Stern & Hafferl Verkehrsgesellschaft, Gmunden, 2010
8. Siemens Infrastructure & Cities, Stern & Hafferl Verkehrsgesellschaft mbH: Weichensteueranlage Bf. Niederspaching, Sicherheitsbetrachtung, Wien/Gmunden, 2013
9. Stadlmann, Burkhard, Zwirchmayr, Helmut: Moderne Zugleitsysteme. Vortrag im ÖVG Arbeitskreis Rail and Road Traffic Management, Wien, 2020, sowie schriftliche Ergänzungen
10. Ginner, Wolfgang, Kanovsky, Wolfgang: RDCS Rail Traffic Management System, Version 04.10. Vortrag im ÖVG Arbeitskreis Rail and Road Traffic Management, Wien, 2020, sowie schriftliche Ergänzungen und Bedienungsanweisungen
11. Knoll, Otfried: Entwicklung und Besonderheiten bei Betrieb und Vorschriftenwesen österreichischer Privatbahnen. Eisenbahn Österreich 09/2012, Luzern
12. Knoll, Otfried: Technische Lösungen beim Umbau historischer Fahrzeuge für die Traunseetram. Eisenbahn Österreich 09/2019, Luzern
13. Knoll, Otfried: Zur Zukunft der Regionalbahnen - neuere Entwicklungen bei datenfunkgeführten Betriebsverfahren. Eisenbahn Österreich 09/2021, Luzern.



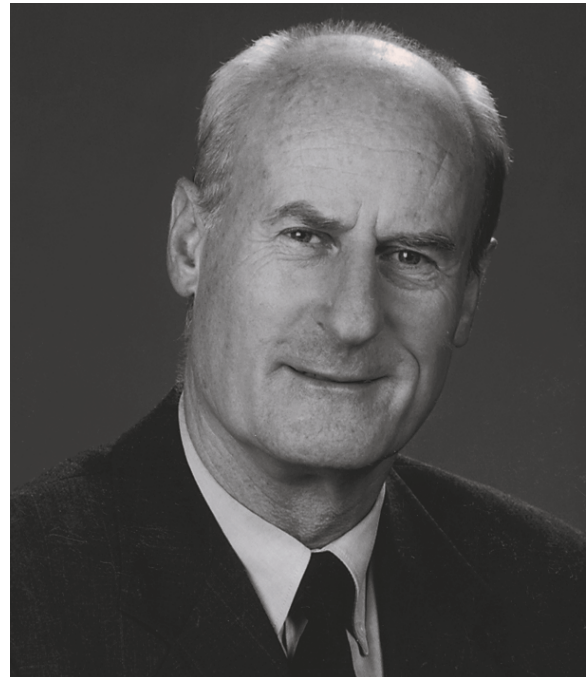
## Trauer um Gösta B. Ihde

**Am 22. Juni ist Prof. Dr. Gösta B. Ihde nach kurzer schwerer Krankheit im Alter von 83 Jahren verstorben.**

In Rostock geboren, kam Professor Ihde 1953 nach Westdeutschland. Das Abitur erlangte er in Goslar. Danach studierte er Volks- und Betriebswirtschaftslehre in Marburg, Saarbrücken und Göttingen. Bei Prof. Lücke, einem Schüler Gutenbergs, ging es dann „Schlag auf Schlag“: 1964 Dipl.-Kfm., 1966 Doktorat und nur drei Jahre nach seiner Promotion Habilitation an der Universität Göttingen. Nach kurzer Praxistätigkeit wurde er im Dezember 1970 als Nachfolge von Prof. Kirsch auf den Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Verkehrsbetriebslehre, an der Universität Mannheim berufen. Und nur ein halbes Jahr später, am 26. Mai 1971 stimmte der Senat der Universität Mannheim seinem Antrag auf Umbenennung seines Lehrstuhles in Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Logistik, insbesondere Verkehrsbetriebslehre, zu.

Aufbauend auf der Systemtheorie zur Analyse dynamischer Prozesse verknüpfte er die beiden Hauptrichtungen in der damaligen Betriebswirtschaftslehre, den funktionsorientierten mit dem entscheidungsorientierten Ansatz und bescherte damit schon 1972, in seinem ersten Buch Logistik, der Betriebswirtschaftslehre eine neue Qualität. Am 10. Oktober 1978 wurde er in den Vorstand der neu gegründeten Bundesvereinigung Logistik berufen. Der geniale Vordenker in der Logistik, Wolfgang Huss, stellte ihm und Prof. Baumgarten als Herausgeber ab 1979 seinen Verlag für die Schriftenreihe der Bundesvereinigung Logistik eV zur Verfügung, die auch als Multiplikator für hervorragende wissenschaftliche Arbeiten seines Lehrstuhles diente.

Doch auch seine eigenen Publikationen schrieben Geschichte: So ist in seiner „Distributionslogistik“ aus 1980 bereits von „Konnektivität“ und „Individualität der Bedarfe“ sowie die gleichrangige Anführung der Entsorgung neben der Versorgung mit Gütern zu finden. Weitere wissenschaftliche Beiträge finden sich u.a. im Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Handwörterbuch der Organisation, Handbook of German Business Management, der Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Die Betriebswirtschaft, Zeitschrift für Verkehrswissenschaft und Internationales Verkehrswesen. Gemeinsam mit Bloech gab er das erste Logistiklexikon, 1987 bei Vahlen erschienen, heraus. 1983 erschien die erste Auflage seines Standardwerks



„Transport, Verkehr, Logistik“, welches er bis 2001, dem Erscheinungsjahr der 3. Auflage sowohl in der Breite als auch in der Tiefe weiter entwickelte. Berater war er über viele Jahre als Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des Bundesverkehrsministeriums sowie in Aufsichtsräten und Beiräten von Unternehmen und in Kuratorien verschiedener Stiftungen aktiv.

So mancher Logistik-Preisträger ist auf seine Empfehlung gekürt worden. Nach seinem Ausscheiden aus dem Vorstand der BVL wurde ihm für seine Verdienste um die Logistik die Ehrennadel und die Ehrenmitgliedschaft der BVL verliehen, zu seiner Emeritierung widmeten ihm seine Schüler Merkel und Bjelicic, der heute noch als Honorarprofessor die Verkehrswirtschaft an der Universität Mannheim hochhält, eine Festschrift.

Der Verfasser dieser Zeilen verdankt Herrn Professor Ihde nicht nur die Vertiefung in das Fachgebiet Logistik in zwei Forschungssemestern an der Universität Mannheim und die Ermöglichung eines Logistik-Vortrages am Deutschen Logistikkongress 1986 sondern auch die tatkräftige Unterstützung bei der Erlangung der Habilitation an der Wirtschaftsuniversität Wien. Dafür werde ich ihm persönlich stets dankbar ein würdiges Andenken bewahren.

Bernd H. Kortschak

## Abschied von Gerhard Heimerl

**Der Initiator und Wegbereiter der Europäischen Plattform der Verkehrswissenschaften (EPTS) ist diesen Juni verstorben.**

Aus Stuttgart erreichte uns die Nachricht, dass das ÖVG-Ehrenmitglied Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. e.h. Gerhard Heimerl nach längerer schwerer Krankheit am 2.6.2021 verstorben ist. Damit ist ein Wissenschaftler-Leben für leistungsfähige Bahnsysteme zu Ende gegangen. „Stuttgart 21“ – die Umgestaltung und Erweiterung des Hauptbahnhofs Stuttgart von einem Kopfbahnhof zu einem Durchgangsbahnhof – wird für alle Zeiten mit seinem Namen verknüpft sein. Gerhard Heimerl war überzeugt, dass jede Generation verpflichtet ist, dem aus der Vergangenheit übernommenen Erbe an Wegenetzen und Stationsbauten etwas Sinnvolles hinzuzufügen.

In seiner Zeit als Präsident der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft (DVWG) – 2000 bis 2003 –, aber auch schon in den Jahren davor war die europäische Verkehrsintegration für Gerhard Heimerl ein zentrales Anliegen. Er favorisierte den Erfahrungsaustausch länderübergreifender verkehrswissenschaftlicher Veranstaltungen, insbesondere im Gebiet der Bodensee-Anrainerstaaten D–A–CH. Hier hatten sich die drei Gesellschaften DVWG, ÖVG und SVWG zusammengetan und vereinbart, alle drei Jahre gemeinsam eine verkehrswissenschaftliche Drei-Länder-Gemeinschaftsveranstaltung durchzuführen, wobei die Fixierung des Themenschwerpunktes und des Tagungsortes – aber natürlich auch die finanzielle Hauptverantwortung – bei der jeweils einladenden Gesellschaft lagen.

Dem integrativ orientierten und von der Integrationskraft der Transportsysteme überzeugten Experten Gerhard Heimerl war der Typus dieser Drei-Länder-Seminare nicht nur Bestätigung für sinnvolles Proze-



dere, sondern zugleich auch Ansporn zum nächstfolgenden größeren Integrationschritt: Schaffung einer European Platform of Transport Sciences. Die hier wiedergegebenen Fotos entstanden bei der legendären Konferenz auf einem Bodenseeschiff, bei der Gerhard Heimerl als Programmverantwortlicher des Lindauer Drei-Länder-Seminars 2000 (5./6. Oktober) den aus West- und Osteuropa angereisten Verkehrsexperten den Plan der Gründung einer Europäischen Plattform der Verkehrswissenschaften präsentierte und zur Diskussion stellte. Das Ergebnis dieser Beratung war sehr positiv, und Gerhard Heimerl wurde in weiterer Folge auch zum entscheidenden Wegbereiter für die European Platform of Transport Sciences, die nunmehr bereits seit 2 Jahrzehnten alljährlich den nach Friedrich List (1789 Reutlingen bis 1846 Kufstein) benannten Verkehrsforschungspreis ausschreibt und verleiht.

Herzlichen Dank für die exzellente Zusammenarbeit!  
Und liebe Abschiedsgrüße!

Peter Fallner



## Wir stellen vor

**Neues aus Paul Pietsch Verlage, Hauptstätter Straße 149, D-70178 Stuttgart, [www.paul-pietsch-verlage.de](http://www.paul-pietsch-verlage.de)**

### **Band I – IV aus dem Deutschen Lok-Archiv**

Manfred WEISBROD, Wolfgang PETZNICK,  
Hans MÜLLER

#### **Dampflokomotiven I. Baureihe 01 bis 39**

In diesem Band werden alle Schnellzug- und Personenzuglokomotiven mit Schlepptender beschrieben, die bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (DRG), der Deutschen Reichsbahn (DR) und der Deutschen Bundesbahn (DB) im Einsatz waren. Ergänzt durch technische Daten, Fotos und Skizzen, werden die Dampflokomotiven jeweils anhand der Entwicklungsgeschichte, der Betriebsbewährung und der unterschiedlichen konstruktiven Merkmale vorgestellt. Das vorliegende Werk umfasst 280 Seiten sowie zahlreiche Skizzen, Pläne und Abbildungen.

#### **Dampflokomotiven II. Baureihe 41 bis 59**

In diesem Band werden alle Güterzuglokomotiven mit Schlepptender beschrieben, die bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (DRG), der Deutschen Reichsbahn (DR) und der Deutschen Bundesbahn (DB) im Einsatz waren. Ergänzt durch technische Daten, Fotos und Skizzen, werden die Dampflokomotiven jeweils anhand der Entwicklungsgeschichte, der Betriebsbewährung und der konstruktiven Merkmale vorgestellt. Das Werk vorliegende umfasst 236 Seiten sowie zahlreiche Pläne und Abbildungen.

#### **Dampflokomotiven III. Baureihe 61 bis 98**

In diesem Band werden alle Schnellzug-, Personenzug- und Güterzugtenderlokomotiven beschrieben, die bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (DRG), der Deutschen Reichsbahn (DR) und der Deutschen Bundesbahn (DB) im Einsatz waren. Ergänzt durch technische Daten, Fotos und Skizzen, werden die Dampflokomotiven jeweils anhand der Entwicklungsgeschichte, der Betriebsbewährung und der konstruktiven Merkmale vorgestellt. Das vorliegende Werk umfasst 368 Seiten sowie zahlreiche Pläne und Abbildungen.

#### **Dampflokomotiven IV. Baureihe 99**

Dieser Band umfasst eine vollständige Darstellung aller Schmalspurlokomotiven, die bei den deutschen Staatsbahnen im Einsatz waren. Ergänzt wird die Darstellung durch technische Daten, Fotos und Skizzen. Die Dampflokomotiven werden jeweils anhand der Entwicklungsgeschichte, der Betriebsbewährung und der konstruktiven Merkmale vorgestellt. Das vorlie-

gende Werk umfasst 272 Seiten sowie zahlreiche Pläne und Abbildungen.

**Neues aus der Eisenbahn-Kurier-Verlag GmbH, Lörcher Straße 16, D - 79115 Freiburg/Breisgau, [alexandra.weber@eisenbahn-kurier.de](mailto:alexandra.weber@eisenbahn-kurier.de); [www.eisenbahn-kurier.de](http://www.eisenbahn-kurier.de)**

### **Stadtverkehr-Bildarchiv Damals auf Linie – 3. Omnibusse der siebziger und achtziger Jahre**

Peter F. LINHART

Die siebziger Jahre waren im westdeutschen Omnibusbau geprägt durch den neu entwickelten Standardbus, der sich in kurzer Zeit mehr und mehr Geltung verschaffen konnte. Mercedes, MAN und Magirus sowie anfangs noch Büssing brachten zwar jeweils eigene Standardbusse auf den Markt, doch aufgrund der VÖV-Vorgaben (ehemaliger Verband Öffentlicher Verkehrsbetriebe, heute Verband Deutscher Verkehrsunternehmen - VDV) waren diese einander überaus ähnlich. Mit dieser Vereinheitlichung wurde die Typenvielfalt der fünfziger und sechziger Jahre massiv zurückgedrängt. Dies hatte auch zur Folge, dass viele kleinere Aufbautenhersteller unter den neuen Rahmenbedingungen nicht mehr konkurrenzfähig waren und vom Markt verschwanden. Parallel zum Standardbus wurden weitere technische Innovationen entwickelt. Vor allem der von Mercedes entwickelte Schub-Gelenkbus mit Heckantrieb und elektronischer Knickwinkelsteuerung war ein „Meilenstein“ der Omnibus-Entwicklung. Ab dem Jahre 1979 wurden u.a. die ersten Prototypen von MAN, Mercedes und Magirus eingesetzt, auch kleinere Hersteller Neoplan beteiligten sich an der Entwicklung der Standard-II-Busse, und konnten innovativ Modelle auf den Markt bringen.

In dem nunmehr vorliegenden dritten Band der Reihe „Damals auf Linie“ hat der Autor Peter F. Linhart erneut sein Archiv „durchstöbert“ und zahlreiche interessante Fotos vom Alltagsbetrieb der siebziger und achtziger Jahre zusammengetragen.

Das vorliegende Werk umfasst 96 Seiten und 128 Abbildungen.

### **Dampfbetrieb der DR. Ein Streifzug von Nord nach Süd**

Hans MÜLLER

Die Neuauflage des Werkes „Schiene, Dampf und Kamera“ fand großen Anklang, daher wurde ein weiterer Bildband zusammengestellt. Die fotografische und technische Qualität der 6 x 6-Aufnahmen ist die

Grundlage für die Wirkung der Bilder. Die „Bilder-Reise“ führt vom Norden der DDR bis in das Erzgebirge. Die Aufnahmen entstanden in der Zeit ab 1967 bis in die 80er Jahre.

Das vorliegende Werk umfasst 192 Seiten und 287 Abbildungen.

### **Die Baureihe 01. Band 2. Einsatz bei den Bahnbetriebswerken**

Frank LÜDECKE / Horst TROCHE

Null-Eins – beim Klang dieser zwei Ziffern erscheint vor dem „geistigen Auge“ des Eisenbahnhistorikers das Bild der berühmten Schnellzug-Dampflokomotive mit den charakteristischen großen Windleitblechen, dem mächtigen Kessel und den knapp über 2 Meter großen Treibrädern. Entstanden vor 100 Jahren sind heute noch 14 Exemplare diese Baureihe erhalten, davon derzeit drei betriebsfähig. Frank Lüdecke konnte das vom hochgeschätzten Spezialisten und Fachautor, Dipl.-Ing. Horst Troche, begonnene Projekt fortführen und seine Materialsammlung übernehmen. Er entwirft vor dem Hintergrund geschichtlicher Zusammenhänge ein detailliertes Panorama und setzt dieser bemerkenswerten Lokomotive ein würdiges Denkmal. Der zweite Band ist ausschließlich dem Einsatz bei den Bahnbetriebswerken gewidmet. Der für den EK-Verlag typisch Statistikeil mit sämtlichen Lebensläufen, Kesselverzeichnissen, dem Verzeichnis der Lieferdaten und Verbleibe, Kohlenverbräuche, Laufleistungen und Erhaltungskosten wird die Datensammlung der Eisenbahnhistoriker erweitern.

Das vorliegende Werk umfasst 352 Seiten und 600 Abbildungen.

### **Die V 300-Familie der Deutschen Reichsbahn Band 2. Einsätze bei DR, DB AG, NE-Bahnen und im Ausland**

Kurt KÖHLER / Andreas STANGE / Matthias MICHAELIS

In der EK-Baureihen-Bibliothek erschien im Jahre 2001 erstmals ein Buch über die Lokomotiven der V 300-Familie der DR. Seit diesem Zeitpunkt hat sich bei den Maschinen, die zwischen 1970 und 1982 in 873 Exemplaren als Baureihen 130, 131, 132 und 142 in Dienst gestellt wurden, noch viel getan, seien es die Entwicklungen der Einsätze bei der DB AG, weitere Umbauten der 232 in die Baureihen 232, 233 und 241 oder inzwischen auch zahlreiche Verkäufe an NE-Bahnen und ins Ausland. Der EK-Verlag hat sich daher entschlossen, ein neues, zweibändiges Standardwerk über die V 300-Familie herauszugeben. Die ausführliche Abhandlung über diese Lokfamilie enthält zum einen wichtige Inhalte aus der Erstauflage, zum anderen aber auch alle notwendigen Fortschreibungen und Aktualisierungen bis in die heutige Zeit. In Band 2 stehen nun die Beheimatungen und die Einsätze der Lokomotiven bei DR und DB AG im Mittelpunkt. Auch die inzwischen zahlreichen an private Eisenbahn-Ver-

kehrsunternehmen in Deutschland verkauften sowie im Ausland verbliebenen Lokomotiven werden ausführlich vorgestellt. Eine große Statistik mit den Lieferdaten und den Daten des Verbleibes aller Lokomotiven runden Band 2 ab.

Das vorliegende Werk umfasst 630 Seiten und 570 Abbildungen.

### **Gläserne Züge. Die Aussichtstriebwagen der Deutschen Reichsbahn**

Heinz KURZ / Horst TROCHE

Im Januar 1937 verkehrte der erste elektrische Aussichtstriebwagen über die Mittenwaldbahn. Für Ausflugszwecke hatte die DRG zunächst zwei einzeln fahrende Triebwagen bei der Heidelberger Waggonfabrik Fuchs bauen lassen. Das neue EK-Buch schildert die technische Ausstattung, die Umbauten und die Einsatzgeschichte der ab 1940 als ET 91 bezeichneten Fahrzeuge. Nachdem ET 91 02 in den Kriegswirren 1943 in München verbrannt war, konnte der ET 91 01 nach seiner Aufarbeitung ab Sommer 1949 wieder in Betrieb genommen werden und erwarb sich über fast 50 Jahre eine große Fangemeinde. Erstmals wird ausführlich über die Untersuchungen des Geschäftsbereichs Fernverkehr der DB AG zur Wiederherstellung des Fahrzeuges im Jahr 1996 und die Planungen für Ersatzfahrzeuge berichtet. Nicht vergessen sind die drei Aussichtstriebwagen mit diesel-hydraulischem Antrieb, die für nicht elektrifizierte Strecken in den Jahren 1936 und 1939 ebenfalls bei Fuchs in Heidelberg beschafft wurden und für attraktive Tagesausflüge an Rhein, Mosel und Ahr sowie im Sauerland und der Sächsischen Schweiz vorgesehen waren.

Das vorliegende Werk umfasst 128 Seiten und 237 Abbildungen.

### **Das Bw Falkenberg (Elster). Eine Dienststelle mit zwei Bahnbetriebswerken**

Dietmar SCHLEGEL / Sebastian WERNER

Falkenberg (Elster), zwischen Leipzig und Cottbus gelegen, verfügte als Knotenpunkt der Strecken Halle/Leipzig – Cottbus, Jüterbog – Riesa sowie Elsterwerda-Biehla – Lutherstadt Wittenberg über ein großes Bahnbetriebswerk mit zwei Betriebsteilen sowie zwei Personen- und Güterbahnhöfe. Die Aufgaben der Bw unterer Bahnhof und oberer Bahnhof – die Bespannung von Reise- und Güterzügen und Rangierarbeiten – spiegelt sich schon zu Dampfzeiten in den hier beheimateten Baureihen, u.a. 2310, 3810-40, 52, 5280 und 945-8 wider. Mitte der sechziger Jahre begann im Bw unt. Bf der Traktionswechsel, zunächst mit den sowjetischen Großdiesellokomotiven der Baureihe 120, später kamen die BR 130, 131 und 132 hinzu. Mehr als 50 Maschinen der Baureihe 132 befanden sich zeitgleich im Bahnbetriebswerk, dennoch hielten sich hier auch einzelne Altbau-52 und 5280 bis in die acht-

ziger Jahre. Das Buch blickt zurück auf die interessante Geschichte des Eisenbahnknotenpunktes Falkenberg (Elster) und seines großen Bahnbetriebswerkes, dessen Anlagen, Fahrzeuge und Leistungen.

Das vorliegende Werk umfasst 240 Seiten und 465 Abbildungen.

### **Straßen- und Stadtbahnen in Deutschland. Band 20: Sachsen-Anhalt**

Michael KOCHEMS

Das Bundesland Sachsen-Anhalt mit seiner fast zentral gelegenen Hauptstadt Magdeburg besaß in seiner Geschichte eine recht hohe Anzahl von Straßenbahnbetrieben. Darunter gab es einige bis zuletzt mit Pferden bediente Verkehre, die bereits im ersten Viertel des 20. Jahrhunderts verschwanden. Der Betrieb in der kleinen Stadt Staßfurt musste nach dem Zweiten Weltkrieg als erster in der damaligen DDR den Verkehr einstellen.

In immerhin fünf Städten des Landes verkehren aber auch heute noch Straßenbahnen. Dazu zählen neben den kleinen Netzen in Dessau und Halberstadt, sowie dem durch den Einsatz historischer Zweiachser bekannten Kleinbetrieb in Naumburg auch die beiden großen Verkehrsunternehmen in Halle (Saale) und Magdeburg. Vor allem in der Landeshauptstadt ist die Tram in den letzten Jahren durch den Bau mehrerer neuer Strecken wieder deutlich auf dem Vormarsch.

Nicht nur in Größe und Nutzung unterscheiden sich die fünf Betriebe, sondern auch bei den Fahrzeugen gibt es eine bunte und interessante Mischung. Von modernen Niederflur-Gelenkwagen bis zu nostalgisch anmutenden Zweiachsern aus DDR-Produktion wird Trambahnfreunden planmäßig nach wie vor viel geboten.

Das vorliegende Werk umfasst 328 Seiten und 372 Abbildungen, davon 23 in Farbe.

### **Straßen- und Stadtbahnen Band 21: Mecklenburg-Vorpommern**

Michael KOCHEMS

Das im Nordosten der Bundesrepublik gelegene Bundesland Mecklenburg-Vorpommern ist mit 23.294 km<sup>2</sup> Größe das sechstgrößte Bundesland. Obwohl fünf Oberzentren mit Greifswald, Neubrandenburg, Rostock, Schwerin und Stralsund vorhanden sind, dienen heute lediglich zwei normalspurige Straßenbahnbetriebe dem ÖPNV: zum einen in der Hansestadt Rostock, zum anderen in der Landeshauptstadt Schwerin. Darüber hinaus gab es von 1900 bis 1966 eine Straßenbahn in Stralsund. Als vierte Bahn ist noch die elektrifizierte Strandbahn in Warnemünde zu nennen, die von 1910 bis 1945 in Betrieb war. Obwohl diese eigentlich keine Straßenbahn im engeren Sinne war (die Strandbahn wurde als Kleinbahn be-

trieben), wurden ihre Fahrzeuge und Anlagen nach der Stilllegung bei der Rostocker Straßenbahn weitergenutzt.

Der Fachautor Michael Kochems beschreibt in bewährter Weise die Geschichte dieser Bahnen. Zahlreiche Fotografen öffneten ihre Archive und stellten wertvolles Bildmaterial zur Verfügung.

Das vorliegende Werk umfasst 160 Seiten, 153 s/w- und 24 Farbabbildungen.

### **Herkules, Goliath & Co. Die Schienenkrane der deutschen Eisenbahnen**

Udo KANDLER

Die Schienenkrane oder Kranwagen, wie sie vorzugsweise von der Deutschen Reichsbahn einmal genannt wurden, sind bis heute unverzichtbarer Bestandteil des Eisenbahnwesens. Sie treten immer dann in Erscheinung, wenn es bei Schwertransporten sperrige wie schwere Lasten zu verladen gilt, beim Ein- und Ausbau von Gleisen und Weichen, der Durchführung von Brückenbaumaßnahmen und sonstigen Bauarbeiten. Aber auch bei Bergungs- und Aufräumarbeiten nach Bahnbetriebsunfällen jedweder Art. In den Bahnbetriebswerken waren gleisfahrbare Kräne mitunter für die Bekohlung der Dampflokomotiven zuständig. Die Stars unter den Schienenkranen sind die längst verschwundenen Dampfoliden, die bei der DB noch lange im Einsatz standen. Wir berichten umfangreich über die Entwicklung von Herkules, Goliath, ihre Vorfahren und ihre Nachfolger.

Das vorliegende Werk umfasst 152 Seiten und 228 Abbildungen.

### **EK-Special: Die DB-V 100**

Eine für alles – seit über 60 Jahren Als im Jahr 1958 die ersten Vorserienlokomotiven der Baureihe V 100 an die Deutsche Bundesbahn ausgeliefert wurden, ahnte wohl noch niemand, dass damit eine der erfolgreichsten deutschen Diesellokonstruktionen entstehen würde. Bis 1965 stellte die DB insgesamt 745 Exemplare dieser Mittelklasse-Diesellokomotiven in unterschiedlichen Versionen (wahlweise mit 1.100 oder 1.350 PS Leistung sowie für Steilstrecken) in Dienst, die ab dem Jahre 1968 die Baureihen Bezeichnungen 211, 212 und 213 trugen. Die DB-V 100 bewährt sich bis heute, so dass auch nach gut 60 Jahren immer noch rund 150 Exemplare dieser Lokomotiven mit ihrem markanten Mittelführerhaus in Deutschland existieren und größtenteils noch im aktiven Einsatz sind. Das neue EK-Special bietet einen aktuellen und umfassenden Überblick über diese Lokomotiven, sowohl bei den privaten Eisenbahn-Verkehrsunternehmen und Museumsbahnen als auch bei der Deutschen Bahn AG. Dabei werden auch die aus der Baureihe 212 entstandenen Umbauten wie z.B. die Baureihe 214 von Alstom/Gmeiner oder die

Zuglokomotiven der Baureihe 7141 für die neuen DB-Tunnelrettungszüge näher vorgestellt.

### **EK-Special: Deutsche Kriegslokomotiven**

Lokomotiven für den Kriegseinsatz. Hinter diesem Begriff verbergen sich nicht nur Dampflokomotiven der Baureihen 42 und 52, sondern zahlreiche weitere Lokomotiven für Reichsbahn, Privat- und Kleinbahnen, Wehrmacht und Industrie. Lokomotiven, die für eine Verwendung im Krieg geplant, deren Haupteinsatzzeit allerdings in Friedenszeiten lag. Mit dem von Albert Speer im Februar 1942 initiierten Programm zum Bau von 15.000 Kriegslokomotiven innerhalb von zwei Jahren verbanden sich umfangreiche Änderungen im Lokomotivbau. Neben Eingriffen in die Auftragsvergabe gingen umfangreiche Maßnahmen in Konstruktion und Fertigung einher. Der im Juli 1942 vorgelegte Katalog zur „Typenbereinigung und Auftragsregelung“ beinhaltete neben den Kriegs-Dampflokomotiven (KDL) auch Feuerlose-Lokomotiven (KFL), Kriegs-Motorlokomotiven (KML), Kriegs-Elektrolokomotiven (KEL) und Kriegs-Druckluftlokomotiven (KDrL). Das neue EK-Special beschreibt die Entwicklung hin zur Kriegslokomotive, stellt den Katalog und die darin enthaltenen Lokomotiven vor und zeichnet das Bild ausgewählter Lokomotivtypen in Kriegs- und Friedenszeiten in Deutschland und darüber hinaus nach.

### **EK-Special: Unter Strom. Die Elektrifizierung bei der DB 1949-1969**

Schon vor dem Ersten Weltkrieg begann in Deutschland die Elektrifizierung mit einem einheitlichen Stromsystem, die ab den zwanziger Jahren bis in den Zweiten Weltkrieg hinein weiter vorangetrieben wurde, jedoch noch lückenhaft blieb. Das neue EK-Special beschreibt die schwierige Ausgangssituation im westlichen Teil Deutschlands in der Nachkriegszeit und die Maßnahmen der „jungen“ Deutschen Bundesbahn, um wieder einen elektrischen Betrieb gewährleisten zu können. Das Hauptaugenmerk der Ausgabe liegt auf den Neubauprogrammen der DB ab dem Jahr 1949.

Wichtige Meilensteine sind die Einführung des elektrischen Betriebs an Rhein und Ruhr sowie die Anbindung der Nordseehäfen bis nach Süddeutschland, aber auch die Beschaffung leistungsfähiger Elektrotriebfahrzeuge in großer Stückzahl. So legte die DB in den fünfziger Jahren das Programm der Einheits-Elektrolokomotiven auf, die in den folgenden Jahrzehnten nach und nach die Hauptlast der Traktion übernahm.

men. Statistische Daten zum elektrischen Betrieb aus dieser Zeit runden das Special ab.

### **EK-Themen: Hamburg – Berlin 1846 – 2021. 175 Jahre von Metropole zu Metropole**

Berlin und Hamburg, Hauptstadt und Hafenstadt, das sind seit Langem unsere beiden größten Städte. Der Schienenweg, der die beiden Metropolen verbindet, würdigen wir anlässlich seines 175-jährigen Bestehens. Steigen Sie ein zu einer Zugreise durch die Zeit, der es an Abwechslung nicht mangelt: vom Verhandlungsgeschick bahnbauender Fürsten, Staaten, Städte und Kaufleute in den 1840er Jahren, über die Verstaatlichung der Bahngesellschaft, die Auswandererwelle und den technischen Fortschritt im Kaiserreich, anschließend durch den Tempogewinn bei den Reisezeiten zwischen den Kriegen. Der Zäsur von 1945 mit dem buchstäblichen Zusammenbruch dieser Verbindung folgt ein viereinhalb Jahrzehnte währender Betrieb im Zeichen der deutschen Teilung, durch dessen glückliches Ende die Bahn nach und nach ihre Bestimmung in der Moderne und für die Zukunft erfährt. Im zweiten Teil des Magazins begleiten Sie unsere Fotografen entlang der Strecke von Kilometer 0,0 in Berlin und Bahnhof für Bahnhof bis zum Endpunkt bei km 293,2 in Hamburg-Altona. Die neue Ausgabe umfasst auf 96 Seiten eine Vielzahl gut gestalteter Fotografien und seltenen Dokumenten zur Betriebsgeschichte.

### **EK-Aspekte: DB-Lokomotiven und Triebwagen. Stand: 1. Juli 2021**

Stationierungen aller Triebfahrzeuge der Deutschen Bahn Jedes Jahr im August präsentieren wir die kompletten Bestands- und Beheimatungslisten der Triebfahrzeuge der Deutschen Bahn AG (DB) zum Stichtag 1. Juli. Geordnet nach Baureihen sind hier alle zu diesem Datum bei der DB im Bestand befindlichen Lokomotiven und Triebwagen (eigene und angemietete) mit ihren jeweiligen Heimatdienststellen aufgelistet. Der einleitende Text informiert über die Veränderungen auf dem Triebfahrzeugsektor seit der letzten Ausgabe. Zahlreiche halbseitige Aufnahmen aus dem DB-Betrieb der letzten 12 Monate runden jede Ausgabe ab.

# Europäischer Systemanbieter in der Bahnelektrifizierung



