

## Nachhaltige Eisenbahninfrastruktur Sustainable Railway Infrastructure

Stefan Marschnig



**Am Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft wird das System Eisenbahn als ein Gesamtsystem betrachtet. Nachhaltiges Anlagenmanagement oder das Erstellen von Machbarkeitsstudien sind nur einige Aufgaben des TU Graz-Instituts, das diverse Infrastrukturbetreiber-gesellschaften wie beispielsweise die Österreichischen Bundesbahnen in all ihren Anliegen unterstützt. Denn umsetzungsorientiertes und systematisches Denken sind jene beiden Prämissen, unter denen das Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft Forschung und Lehre betreibt.**

**At the Institute for Railway Engineering and Transport Economy, the railway system is looked at as a whole system. Sustainable asset management or carrying out feasibility studies are just two of the tasks of the institute at Graz University of Technology which supports a variety of infrastructure operators, such as the Austrian Railways, in all their concerns. Since implementation-oriented and systematic thinking are the two principles under which the Institute for Railway Engineering and Transport Economy carries out its research and teaching.**

Die Aufgaben einer modernen, auf Basis der europäischen Gesetzgebung aufgestellten Infrastrukturbetreiber-gesellschaft können in drei Hauptaspekte zusammengefasst werden:

Based on European legislation, the tasks of a modern infrastructure manager can be summed up in three main aspects:

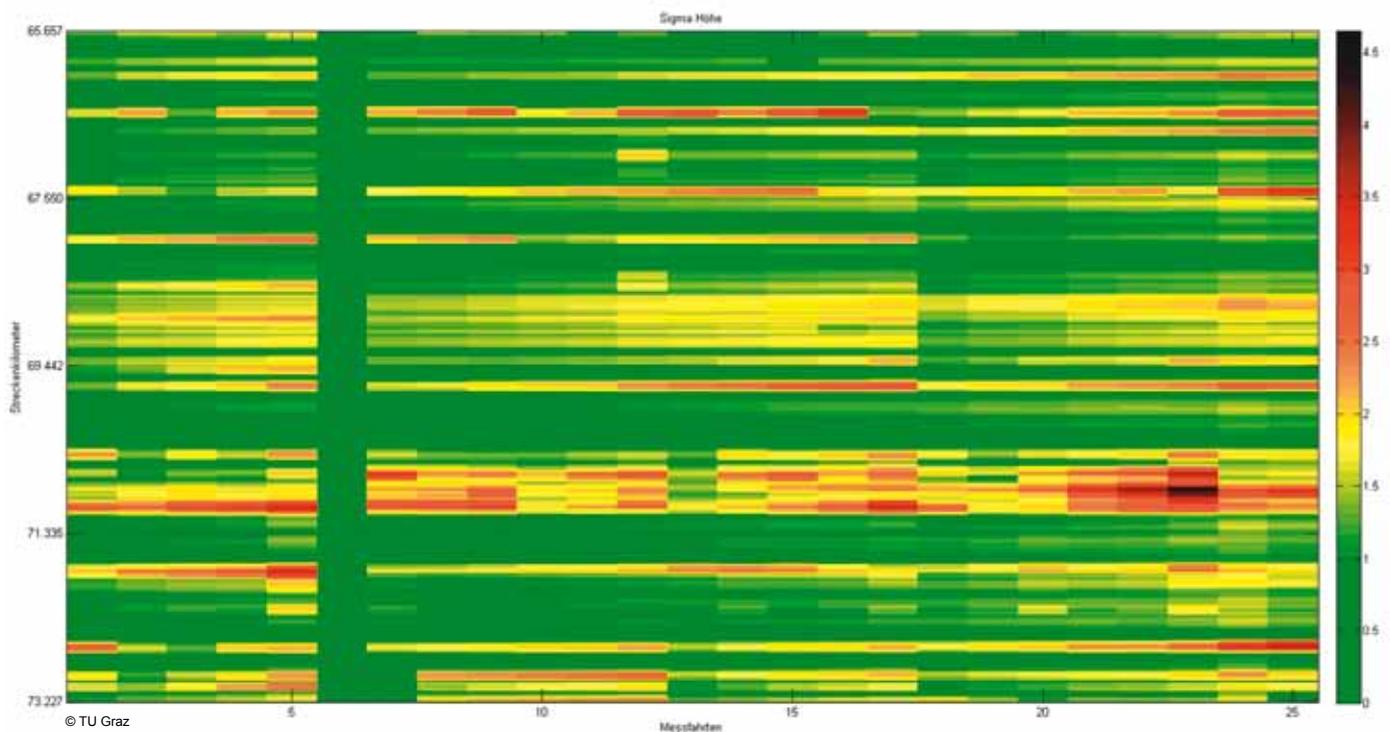
- Zurverfügungstellen einer marktadäquaten Infrastruktur, die in Auslegung und Ausgestaltung den Bedürfnissen der Nutzerinnen/Nutzer (Eisenbahnverkehrsunternehmen) und Endkundinnen und -kunden entspricht.
- Verfolgen eines Anlagenmanagements, das es ermöglicht, die Anlagen hinsichtlich ihrer aktuellen Qualität und spezifischen Nutzung zu beobachten und die zu setzenden Maßnahmen proaktiv zu planen, um die Kosten im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung so gering wie möglich zu halten.
- Konzeption eines effizienten Trassenmanagements, das die zur Verfügung stehende Kapazität bestmöglich nutzt, sowie die Anwendung eines Bepreisungsschemas, das die oben genannten Ziele unterstützt – sei es hinsichtlich der effizienten Nutzung der Kapazität oder in Bezug auf eine schonende Nutzung der Infrastruktur aus Verschleißsicht.

- Providing a market-adequate infrastructure meeting the needs of the users (railway companies) and consumers in conception and design.
- Setting up an asset management that allows monitoring of current quality and specific use of the assets in order to plan future measures proactively, keeping costs low.
- Following a train path management that assures an efficient use of the provided capacity combined with a pricing scheme supporting these aims and keeping wear of the assets low.

The Institute for Railway Engineering and Transport Economy supports infrastructure managers in all of the mentioned fields. One core area of the department is infrastructure development or, more precisely, the development of concepts and feasibility studies for extension of infrastructure. The most important projects in this field have been the feasibility study for the Koralm-link and the basic study for the concept of the Schober-Pyhrn-Axis<sup>1</sup>. Within such considerations it is necessary not only to focus on the civil engineering tasks but also to highlight the needs of the mar-

Stefan Marschnig ist Assistant Professor am Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft. Seine Forschungsschwerpunkte sind lebenszykluskostenbasierte Fahrwegstrategien mit Fokus auf Life Cycle Management sowie verursachungsgerechte, kostenbasierte Trassenpreise.

Stefan Marschnig is assistant professor at the Institute for Railway Engineering and Transport Economy. His main research areas are life-cycle cost-based permanent way strategies with main focus on life cycle management and cost-by-cause and cost-based track access charges.



Das Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft unterstützt Infrastrukturbetreibergesellschaften bei Fragestellungen aus allen oben genannten Bereichen. Schwerpunkte des Instituts sind die Entwicklung der Infrastruktur bzw. die Erstellung von Konzepten oder Machbarkeitsstudien für den Infrastrukturausbau. Als wichtigste Projekte diesbezüglich können die Machbarkeitsstudie für die Koralmbahn und die Basisstudie für die Ausgestaltung der Schober-Pyhrn-Achse<sup>1</sup> als aktuellste Arbeit genannt werden. Bei dieser Beschäftigung werden nicht nur die bauphysikalischen Aspekte untersucht, sondern es wird auch eine Prüfung der Marktadäquanz hinsichtlich der derzeitigen und zukünftigen Nutzung aus Kundinnen- und Kundensicht, der betrieblichen Auswirkungen verschiedener Infrastrukturvarianten und der langfristigen Kosten im System durchgeführt.

Der derzeit größte Themenkreis, der am Institut behandelt wird, ist ein nachhaltiges Anlagenmanagement. Grundlagenforschung und anwendungsorientierte Projektarbeit gehen dabei Hand in Hand, wobei die Übergänge zumeist fließend sind. Die seit Mitte der 1990er-Jahre aufgebaute Kompetenz hinsichtlich der Berechnung von Lebenszykluskosten für langlebige Infrastrukturanlagen des Eisenbahnfahrwegs und daraus ableitbaren Fahrwegstrategien bildet hier die Basis für weitreichende und internationale Arbeiten. Die genannten Basisstrategien wurden und werden neben dem Hauptkooperationspartner ÖBB-Infrastruktur AG auch für die kroatische Bahn, den norwegischen Infrastrukturbetreiber Jernbaneverket und die Schweizerische Bundesbahn<sup>2</sup> ausgearbeitet. Bereits aus den frühen Auswertungen für die ÖBB wurde jedoch

ket. Pointing out current and future benefits seen from the user's point of view, operational consequences of different infrastructure options, and long-term system costs results in an overall vision which compares what is planned and what is needed.

The currently far most important application area worked on at the Institute is sustainable asset management. Fundamental research is accompanied by application-oriented projects, mostly enmeshed with each other. Since the mid 1990s the Institute has been gathering competence on the calculation of life cycle costs of long-lasting railway infrastructure assets and the formulation of basic investment and maintenance strategies. This has led to numerous national and international activities. The mentioned basic strategies have been set up for Austrian Federal Railways (ÖBB) as well as for the Croatian and Norwegian infrastructure managers (HŽ and Jernbaneverket) and recently for Swiss Railways (SBB)<sup>2</sup>. Quite early on, the first elaborations showed that the followed methodology (experience-driven model) is not suitable for a through-going asset management for specific track sections. The site-specific long-term planning of maintenance and renewal actions requires detailed knowledge about the current condition of the assets and – and this is important – the development of this condition over time. Only a mathematical description of this development enables the infrastructure manager to carry out prognosis which is actually the precondition for estimating future needs. Since 2002 numerous master and doctoral theses have focused on the development of

Abb. 1: Zustand der Gleislagequalität über der Zeit.

Farbcode Grün: guter Zustand bis Rot: sehr schlechter Zustand.

Fig. 1: Status of geometric track quality over time. Colour code green: good condition, to red: very poor condition.

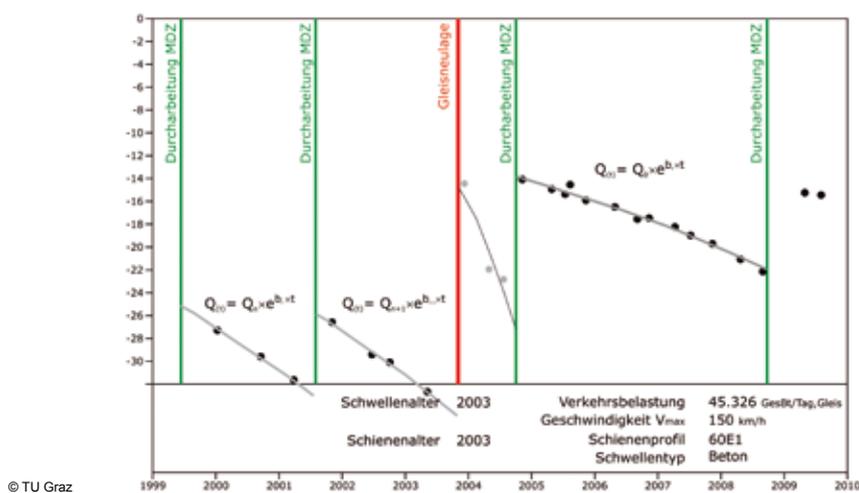


Abb. 2: Gleislagequalitätsfunktion.

Fig. 2: Quality function of track geometry.

ersichtlich, dass der eingeschlagenen Methodik (erfahrungsbasiertes Modell) Grenzen gesetzt sind, wenn es um das Vor-Ort-Anlagenmanagement geht. Die ortsspezifische, langfristig vorausschauende Planung von Instandsetzungs- und Erneuerungsmaßnahmen bedarf einer detaillierten Kenntnis des Anlagenzustands ebenso wie der Entwicklung dieses Zustands über der Zeit. Erst wenn die Entwicklung der Qualität mathematisch beschrieben werden kann, ist eine Prognose möglich, die letztendlich für die Abschätzung künftig notwendiger Arbeiten Voraussetzung ist. Seit 2002 hatten mehrere Diplomarbeiten und Dissertationen die Entwicklung der Gleisqualität, deren Beschreibung und mögliche Prognosen zum Ziel. Datengrundlage aller dieser Arbeiten sind die durch das Diagnosefahrzeug der ÖBB aufgenommenen Messdaten, die in der TUG-Datenbank für mehr als 4.000 km und über eine Zeitreihe von nunmehr zehn Jahren vorliegen. Während die Grundlagenforschung weiterläuft, sind die ersten Ergebnisse bereits in der Umsetzung: Im Projekt Life Cycle Management wird ein datenbasiertes Anlagenmanagement für den Eisenbahnoberbau bereits gelebt<sup>3,4</sup>.

Nachhaltige Infrastruktur bedeutet neben richtig dimensionierten und optimal instand gehaltenen Anlagen aber auch, eine schonende und effiziente Nutzung dieser Anlagen sicherzustellen. Die Nutzerinnen und Nutzer der Anlagen, die Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU), die die Zugfahrten auf dieser Infrastruktur abwickeln, müssen zu einer systemadäquaten Nutzung angehalten werden. Die Stellschraube stellen hierbei die Trassen-nutzungsgebühren dar. Anforderungen an die Infrastruktur, spezifischer Kapazitätsverbrauch und Anlagenverschleiß variieren für verschiedene Marktsegmente und Fahrzeugtypen. Auch in diesem Bereich forscht das Institut bereits seit einiger Zeit (Triebfahrzeugfaktor<sup>5</sup>, VIBER<sup>6</sup>, Verschleißfaktor Fahrbahn, verursachungsgerechte Kosten-zuscheidung für die Trassen-nutzung). ■

track quality and its description, and on prognosis and planning of maintenance measures. The data for these analyses, which are stored in the TUG data warehouse, come from the ÖBB's recording car which measured a variety of wear phenomena and comprises more than 4,000 kilometres of track over a period of 10 years. While basic research continues, the first results have already been implemented. The Life Cycle Management project was started back in 2010 with ÖBB-Infrastruktur AG in order to realise a data-based asset management for the permanent way<sup>3,4</sup>.

Sustainable infrastructure does not only cover accurately designed assets maintained in a proper way, but also guarantees a gentle and efficient use of these assets. The users, the railway enterprises operating trains on the network, must be incentivised to use the assets according to the needs of the total system. The respective optimisation tool here is setting up cost-related track access charges. Demands, specific capacity use and wear vary significantly from user to user and from train to train. The elaboration of such cost-by-cause charges is another main research field of the Institute (Triebfahrzeugfaktor<sup>5</sup>, VIBER, Verschleißfaktor Fahrbahn, Verursachungsgerechte Kosten-zuscheidung für die Trassen-nutzung). ■

#### Literatur/References

<sup>1</sup> Pyhrn – Unteres Ennstal, Projektbericht – unveröffentlicht, 2011.

<sup>2</sup> Netzweite Investitions- und Instandhaltungsstrategien im Bereich Fahrbahnoberbau der SBB, Eisenbahntechnische Rundschau 6, 2012.

<sup>3</sup> Life Cycle Management in der Realität, ZEVrail 09, 2012.

<sup>4</sup> Der GleisPROPHET – ein Impuls zur Nachhaltigkeit, ZEVrail 09, 2012.

<sup>5</sup> Fahrzeugkonzeption und Gleisverschleiß – ÖBB-Triebfahrzeugfaktor, Elektrische Bahnen 110, 2012.

<sup>6</sup> VIBER: Verursachungsgerechte Infrastrukturbenützungsentgelt Rechnung.