

Instandhaltungs- und Datenmanagement

Basis einer optimierten Ressourcenallokation

Von Andreas Marx, Longuich*)

Grundsätzliches zur Instandhaltung – Management der Instandhaltung – Nutzungsdauermanagement – Fazit

1. Grundsätzliches zur Instandhaltung

1.1 Ziel der Instandhaltung

Die Infrastruktur der Verkehrsunternehmen bildet mit ihren ortsfesten Anlagen den Grundbaustein des Verkehrssystems. Instandhaltung und Betrieb dieser Verkehrsanlagen verursachen mit ca. 65% der Lebenszykluskosten (LCC) hohe wirtschaftliche Aufwendungen. Im Fokus stehen dabei die betriebssichere und wirtschaftliche Vorkhaltung der Infrastruktur und eine anforderungsgerechte Anlagenverfügbarkeit.

Die VDV Schrift 170 „Instandhaltung von Schienenfahrzeugen nach BOSTrab“ beschreibt die Instandhaltungsziele sehr treffend: „Oberste Verpflichtung des Verkehrsunternehmens ist die sichere und ordnungsgemäße Betriebsführung im Rahmen der gesetzlichen Regelungen. Diesem Grundsatz haben sich alle Vereinbarungen der Beteiligten unterzuordnen.“

Das Ziel der Instandhaltung ist es, Fahrzeuge

- in einem vereinbarten Zustand,
- mit einer vereinbarten Verfügbarkeit,
- bei geringstmöglichem wirtschaftlichen Aufwand

zur Verfügung zu stellen. Vereinbarter Zustand heißt, dass, ausgehend von einem internen Kunden/Lieferanten-Verhältnis, mit den abnehmenden Organisationseinheiten Vereinbarungen über den von ihnen gewünschten Zustand und die benötigte Verfügbarkeit zu treffen sind.“¹⁾

Dass diese Zielbeschreibung auch auf die Instandhaltung der Infrastruktur zutrifft, ist obligatorisch und von den Autoren der VDV-Schrift bestätigt.

1.2 Besonderheiten der Fahrweginstandhaltung

Die Instandhaltung von Gleisnetzen ist durch eine Reihe von Besonderheiten gekennzeichnet.

Sie beschäftigt sich mit einer Vielzahl unterschiedlich komplexer Objekte – von Punktobjekten wie Weichen und Bauwerken bis zu Linienelementen wie Gleisen.

Da sich sowohl die Konfiguration aufgrund wechselnder Bauformen als auch der Zustand in unterschiedlichen Segmentlängen ändern kann, ist eine dynamische Segmentierung zur Verortung und Lokalisierung erforderlich. Auch die ortsgenaue Maßnahmenokumentation ist auf die flexible Segmentierung der Gleise angewiesen – zur Beurteilung und Verfolgung von Instandsetzungsarbeiten. Die extrem lange Nutzungszeit – von im Schnitt 20–30 Jahren – führt aufgrund der Langfristigkeit und Unumkehrbarkeit von einmal getroffenen Entscheidungen beim Bau der Infrastruktur zu einem hohen Planungsrisiko. Die lange Nutzungszeit ist zudem von Unsicherheiten aufgrund wechselnder Nutzungsarten und Nutzungsintensitäten geprägt, die die ehemals angesetzten Planungsgrundlagen unter Umständen ad absurdum führen. Zudem beeinflussen wechselseitige Einflüsse den Fahrweg, z. B. Rad/Schiene oder Stromabnehmer/Fahrleitung.

1.3 Informationstechnik (IT) in der Instandhaltung

Aktuelle und verlässliche Bestands- und Zustandsdaten, Informationen über die Zustandsentwicklung und durchgeführter Instandhaltungsmaßnahmen sind die Basis guter Entscheidungen, die ab einer Netzgröße von 30 km eigentlich nur noch datenbankgestützt zu bewältigen sind. Die lange Nutzungszeit stellt aber auch die Datenverarbeitung vor Probleme, wenn man bedenkt, welche technologischen Entwicklungsschritte alleine in den letzten 10 Jahren gemacht wurden. Fehlende Entscheidungsgrundlagen (Prüfdokumente, Interventionsgrenzen ...) zeugen von diesem häufig anzutreffenden Defizit und sind in Zeiten eines ständig wachsenden Informationsbedarfs oft Anlass für umfangreiche, manuelle Rechercharbeiten. Gleichzeitig

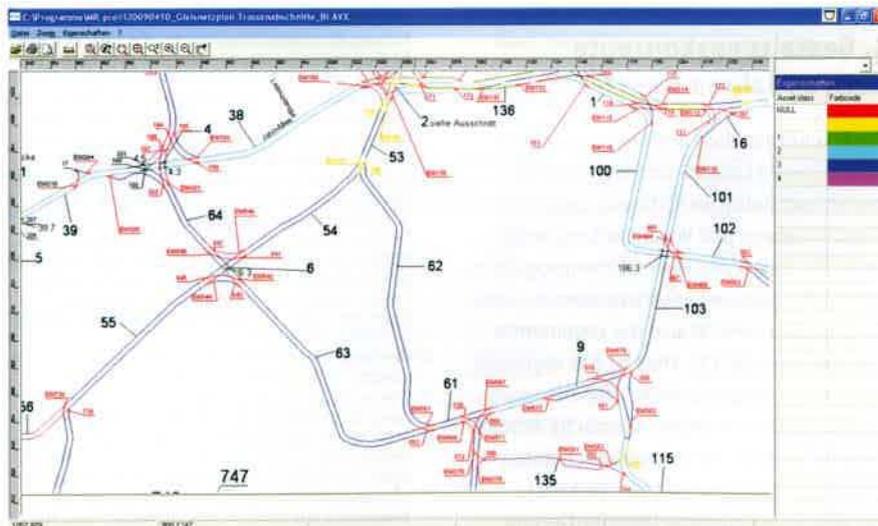


Bild 1: Farbcodierte Darstellung der Anlagenklassen im Gleisplan von MR.pro® (www.mr-pro.de)

*) Andreas Marx, Leiter des Fachbereichs Services, Schreck-Mieves GmbH, Longuich. Kurzfassung des Vortrags, den der Autor anlässlich der Fachtagung der TU Dresden „Management der Betriebsqualität bei alternden Anlagen und knappen Kassen“ gehalten hat. 1) VDV Schrift 170, S. 3.

Zeiträume zur Mängelbeseitigung in Monaten

Abgestimmt zwischen Betrieb und Instandhaltung am:

Fehlerkategorie	Fehlerbeschreibung	Maßnahme	Gleis			Weiche		
			Anlagenklasse			Anlagenklasse		
			A	B	C	A	B	C
1	SR _G	Grenzwert, Betriebsgefahr	Sofortige Instandsetzung bzw. Sicherungsmaßnahme oder Sperrung					
2	SR _{lim}	Sicherheitstoleranz, zu beseitigende Mängel zur Vermeidung von Betriebsgefahren und/oder wirtschaftlichen Schäden	Einrichtung Langsamfahrstelle (0,7 x V _{max})					
3	SR ₁₀₀	Wirtschaftliche Toleranz, zu beseitigende Mängel zur Verlängerung der wirtsch. Nutzungsdauer	Ausführung in Regelinstandsetzungszeitraum					
4	SR _A	Abnahmetoleranz, Abweichung vom Sollzustand	kein Handlungsbedarf					

5. kein Mangel

Bild 2: Beispiel für eine Vereinbarung von Interventionszeiten zur Mängelbeseitigung (Fehlerklasse 1 bis 4) in Abhängigkeit ihres Auftretens in unterschiedlichen Anlagenklassen (A-B-C) von Weichen und Gleisen

war es noch nie so einfach wie heute, große Datenmengen und Dokumente zu erzeugen. Ob diese Daten aber auch tatsächlich bedarfsgerechte Informationen darstellen, ist eng mit der Analyse und Interpretation der Ergebnisse verbunden. Meist sind Soft- und Hardwarehersteller von Messtechnik nicht bahnaffin, so dass der Anwender selbst ein hohes Maß an eigenem Wissen und Erfahrung benötigt, um brauchbare Ergebnisse für die Instandhaltungsplanung und Steuerung zu generieren. Auch so manchem Dienstleister von Messungen fehlt dieses Wissen – so dass der Kunde die Auswertungen von Mess- und Bilddaten, die die Kapazität von DVDs oft mehrfach übersteigen, selbst erstellen und notwendige Maßnahmen ableiten muss. Alles in allem brachte die moderne Informationsverarbeitung leider oft auch den Trend zur Verlagerung der Arbeit mit sich – weg von der Baustelle – hin zum Büro.

2. Management der Instandhaltung

2.1 Ziele und Anforderungen zustandsabhängiger Instandhaltung

Erfolgreiche Instandhalter wissen, Ziel des Instandhaltungsmanagement ist es nicht, die Anlagen zu vergolden, sondern damit Geld zu verdienen. Dies kann auf vielfältige Art und Weise erreicht werden – eine möglichst lange wirtschaftliche Nutzungsdauer ist dabei immer richtig. Eine Optimierung dieser Nutzungsdauer lässt sich auch heute noch am besten mit bedarfsgerechter Instandhaltung, guter Planung und guter Steuerung der Instandhaltungsprozesse erzielen.

2.2 Information – Basis für Planung und Steuerung der Instandhaltung

Ein effizientes Instandhaltungsmanagement stellt Anforderungen an die Qualität von Bestandsdaten und Zustandsdaten. Der Informationsbedarf steigt – parallel dazu die zur Verfügung stehenden Datenmengen. Paradoxerweise nimmt jedoch der Informationsgehalt bei steigenden Datenmengen in der Regel erst einmal ab, bis Auswertung und Analyse mit dem Datenvolumen Schritt halten können. Entscheidende Vorteile lassen sich erzielen, wenn mit geringem Aufwand aus Daten bedarfsgerechte Informationen für das Instandhaltungsmanagement bereitgestellt werden – bedarfsgerecht im Hinblick auf Umfang und Qualität, also hinsichtlich der unmittelbaren Verwendbarkeit für die Planung und Steuerung der Instandhaltung.

Der Zusammenhang zwischen Informations- und Instandhaltungsqualität lässt sich an einem Beispiel erläutern: Eine zustandsorientierte Instandhaltung stützt sich auf regelmäßige Zustandsprüfungen. Alle bei diesen Inspektionen nicht erkannten Mängel werden auch nicht zur Beseitigung geplant – also auch nicht beseitigt. Kundige und verantwortungsvolle Instandsetzer erkennen das Manko und beseitigen den Mangel trotzdem – aufgrund fehlender Arbeitsvorbereitung allerdings in einem erneuten Anlauf. Wird der Mangel nicht beseitigt, entwickelt er sich irgendwann zu einem größeren Schaden – und damit zu einem erhöhten Instandsetzungsaufwand.

Gleiches gilt für die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Zustandsentwicklung und durchgeführter Instandset-

zungsmaßnahmen. Fehler an dieser Stelle beeinflussen die Entscheidungsgrundlagen und verhindern eine bedarfsgerechte Mittelverwendung.

2.3 Anlagen- und Zustandsklassifizierung

Damit aus Daten Informationen werden, sind Klassifizierungsstrategien das Mittel der Wahl. Die Anlagen- bzw. Belastungsklassen werden dabei in 4 Stufen, von hochbelasteten Anlagen A bis kaum befahrenen Anlagen D, unterteilt (Bild 1). Zur Ermittlung der Betriebsbelastung pro Anlagenobjekt eignet sich die Anzahl der Achsüberrollungen pro Tag (Durchschnitt von Werk-, Samstag, Sonn- und Feiertagen) und der spezifischen Achslast als maßgeblichem Kriterium.

Damit die Ergebnisse von Zustandsüberprüfungen gut interpretierbar sind, bieten sich mehrstufige Toleranzen oder Fehlerklassen zu deren Bewertung an. Diese erlauben differenzierte „Befund-Maßnahme-Frist“-Vorgaben. Dem gegenüber leisten einstufige Toleranz- oder Fehlerklassenvorgaben keine Differenzierungsmöglichkeiten in unterschiedliche Maßnahmenprioritäten. Bei Verletzung einer Toleranzgrenze soll innerhalb einer zwischen Nutzer und Instandhalter vereinbarten Reaktionszeit gehandelt werden (Bild 2).

3. Nutzungsdauermanagement

Zu einer guten Planung und Steuerung der Instandhaltung zählt auch der rechtzeitige Ersatz verschlissener Anlagen. Die Bestimmung eines möglichst optimalen Erneuerungszeitpunkts ist eine zentrale Frage, genauso wie die Auswirkungen unterlassener Instandhaltung oder die Nutzung der Anlagen über die wirtschaftliche Nutzungsdauer hinaus. Wie aber lässt sich die wirtschaftliche Nutzungsdauer von Infrastrukturanlagen bestimmen? Dazu ist zunächst die Begrifflichkeit zu klären:

- *technische Nutzungsdauer* (engl.: physical life), die den Zeitraum von der Inbetriebnahme bis zum technisch notwendigen Abbruch der Nutzung beschreibt – und eine Instandsetzung technisch unmöglich ist;
- *wirtschaftliche Nutzungsdauer* (engl.: economic life), Zeitraum von der Inbetriebnahme bis zum ökonomischen Abbruch der Nutzung, weil der Ersatz durch eine neue Einheit kostengünstiger als der Weiterbetrieb ist.

3.1 Empirisches Nutzungsdauermanagement

Da die Nutzungsdauer der Gleisinfrastruktur mit der Verkehrsbelastung der Anlagen korreliert, ist eine Berücksichtigung der Belastung zur näherungsweise Ermittlung der tatsächlichen Nutzungsdauer sinnvoll. Dazu hat sich in der Praxis eine Anlagenklassifizierung (s. o.) bewährt, die sich primär an der Verkehrsbelastung orientiert:

Die Anlagenklasse dient u. a. als Indikator für die durchschnittliche, wirtschaftliche Nutzungsdauer von Anlagenobjekten und wird zur Einschätzung des theoretischen Ersatzzeitpunkts im Rahmen der Langfristplanung verwendet. Die auf betrieblicher Erfahrung basierenden Nutzungsdauerannahmen können dann unterjährig mit Hilfe der regelmäßig erhobenen Inspektionsergebnisse feinjustiert werden und stellen mit einer praxisnahen Prognose der Restnutzungsdauer und

Projektion des zu erwartenden Ersatzzeitpunktes den wesentlichen Input für eine realistische mittel- und langfristige Erneuerungsplanung dar.

3.2 Ausgewogenheit von operativer Instandsetzung und Erneuerung

Art und Weise, Umfang und Höhe des Instandhaltungsaufwands werden maßgeblich von drei Schlüsselparametern der Anlagenstrategie (Bild 3)²⁾ bestimmt:

Bei der **Kapazität (1)** einer Anlage geht es um die Größe und Ausdehnung der Infrastruktur. Es liegt auf der Hand, dass ein kleines Netz in der Regel einen geringeren Instandhaltungsaufwand verursacht als ein großes Netz. Die Netzkapazität an sich wird von der Anlagenstrategie des Eigentümers bestimmt.

- Messgrößen der Kapazität sind: Gleislänge, Nutzlängen, Weichenanzahl etc.;

- Anpassung durch Investition (Streckenerweiterung) bzw. Desinvestition (Rückbau), aber auch durch Aufrüstung (Upgrade) vorhandener Anlagen beispielsweise durch neue Elektrifizierungs- oder Sicherungssysteme.

Unter **Substanz (2)** einer Anlage versteht man die verbleibende Rest-Nutzungsdauer (economic life). Eine junge Infrastruktur besitzt eine große Substanz (Bild 4).

Ein wesentlicher Aspekt der Substanz ist die wirtschaftliche Rest-Nutzungsdauer der Anlage. Diese Anlagensubstanz spiegelt sich technisch als Abnutzungsvorrat³⁾ wider. Dieser Verschleißvorrat ist ein wichtiger Indikator zur Bestimmung des optimalen Erneuerungszeitpunkts und macht eine werterhaltende Instandhaltung messbar.

- Messgrößen der Substanz von Gleisnetzen sind der Abnutzungsvorrat, die Nutzungsdauer und das Durchschnittsalter;
- Anpassung durch Erneuerung (Grundinstandsetzung) ganzer Anlagen oder Komponenten, z. B. Untergrundsanie- rung, Streckenumbau, Schienen- oder Schwellenwechsel.

Die **Qualität (3)** einer Anlage wird weitgehend von den Aspekten der Sicherheit und Verfügbarkeit bestimmt. Die Anlagenqualität verschlechtert sich durch die Verwendung (Verkehrsbelastung), durch auftretenden Verschleiß. Sie verbessert sich durch Instandsetzung und Erneuerung. Die

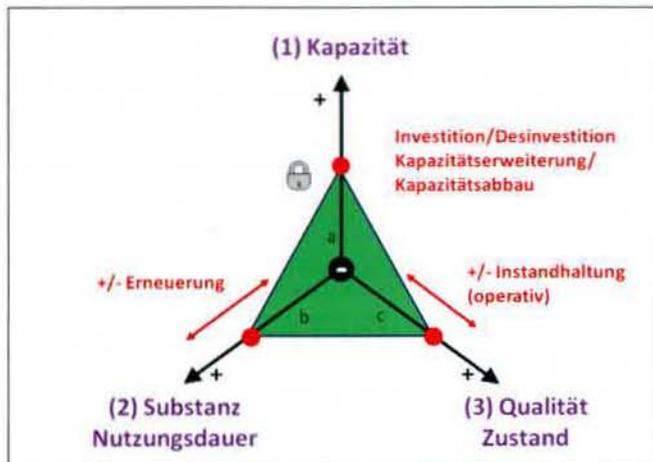


Bild 3: Die Schlüsselparameter der Anlagenstrategie und deren wichtigste Zusammenhänge. Das Ziel des Infrastruktur-Managers sollte eine möglichst gute Balance zwischen den drei Schlüsselparametern sein

2) Putallaz, Y./Rivier, R.: Strategic maintenance and renewal policy of a railway corridor, EPFL-LITEP Lausanne.

3) Abnutzungsvorrat ist gemäß DIN 31051:2003-06 definiert als Vorrat der möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen, der einer Anlage aufgrund der Herstellung, Instandsetzung oder Verbesserung innewohnt (Verschleißvorrat).

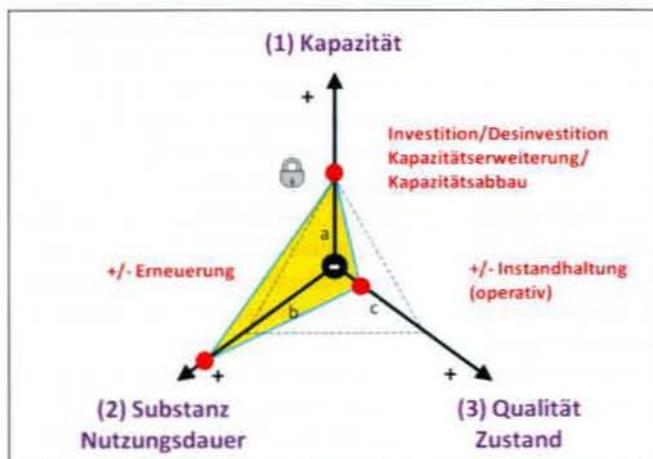


Bild 4: Die Schlüsselparameter der Anlagenstrategie einer neuen Infrastruktur zeigen einen extrem hohen Substanzwert (Substanz) bei gleichzeitig geringem operativen Instandhaltungsbedarf (Qualität)

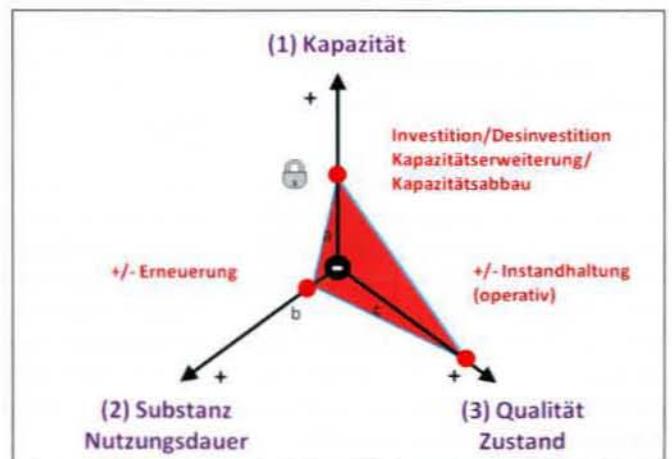


Bild 5: Ganz anders stellen sich die Schlüsselparameter bei einer alten/überalterten Infrastruktur dar. Hier bringt die geringe Anlagensubstanz einen extrem hohen Instandhaltungsbedarf (Qualität) mit sich

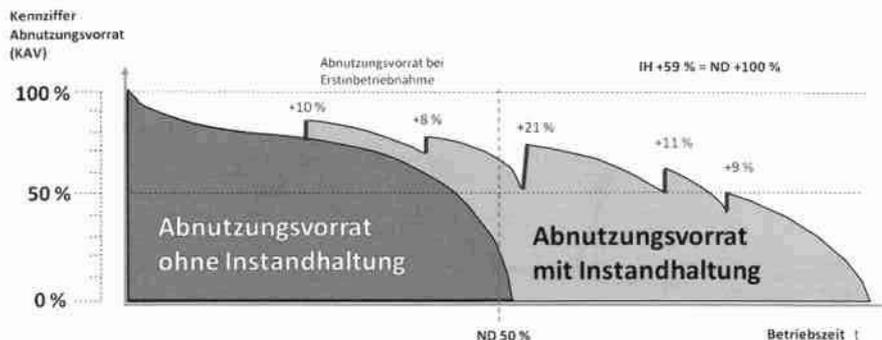


Bild 6: Substanzwert bzw. Rest-Abnutzungsvorrat einer Anlage. Durch regelmäßige und zeitgerechte Instandhaltung (59 % Input) lässt sich eine Verlängerung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer von 100 % erzielen

Netzqualität hängt ab vom Umfang und der Qualität der operativen Instandhaltung (Inspektion, Wartung, Instandsetzung) (Bild 5).

- Messgrößen der Netzqualität sind: Zustand, Verfügbarkeit, Fehlerklassen pro Einheit etc.;
- Anpassung mittels mehr (+) oder weniger (-) Instandsetzung, z. B. Einzelfehlerbeseitigung, Schleifen, Schweißen, Stopfen.

Die 3 Schlüsselparameter der Anlagenstrategie stehen in direkter gegenseitiger Abhängigkeit:

- Ein großes Netz erfordert mehr Instandhaltung als ein kleineres.
- Eine höhere Verkehrsbelastung verursacht mehr Verschleiß als eine geringere Belastung.
- Eine alte Anlage verursacht mehr Instandhaltungsaufwand als eine neue Anlage.
- Eine schlechte Anlagenqualität beschleunigt den Verschleißfortschritt und verkürzt die wirtschaftliche Nutzungsdauer; unterlassene oder schlecht ausgeführte Instandsetzung genauso.

Daher ist eine ausgewogene Anlagenstrategie der Schlüssel zur erfolgreichen Instandhaltung. Ausgewogenheit liegt dann vor, wenn sich Kapazität, Substanz und Qualität der Anlage im Gleichgewicht befinden. Eine nicht ausgewogene, einseitige Anlagenstrategie führt auf Dauer zu höheren Unterhaltskosten und damit zu einem beschleunigten Werteverzehr von langfristig eingesetztem Kapital.

Unterlassene Instandhaltung zeigt sicherheitstechnisch zunächst kaum Folgen – eine Häufung von Ausfällen tritt meist zeitverzögert auf. Aber wie alle über lange Zeiträume genutzte Anlagen verzeiht auch eine Gleisanlage Instandhaltungsunterlassungen nicht: Die Lebensdauer der Anlage wird rapide verkürzt – die Lebens-

zykluskosten steigen überproportional. Fehlen Daten über die Zustands- und Substanzentwicklung, bleibt dieser kausale Zusammenhang allerdings verborgen.

3.3 Der optimale Erneuerungszeitpunkt – wie lässt sich Anlagensubstanz messen?

Während die Zustandsqualität und Nutzungsintensität von Anlagen den Input für Instandsetzungsentscheidungen darstellen, bei der sowohl die Sicherheit als auch das Risiko sich vergrößernder Schäden eine Rolle spielen, ist der rechtzeitige Ersatz alter und instandhaltungsintensiver Objekte für die langfristige Substanzerhaltung von Anlagen entscheidend.

In der Praxis findet bislang ausschließlich das Alter der Anlagen zur Substanzbestimmung Anwendung. Wenn diese Angaben nach der betrieblichen Nutzung (Anlagenklassen) differenziert sind, lassen sich daraus zumindest statistische Werte für Mehrjahresvergleiche gewinnen. Wirklich verwendbar für die konkrete Planung sind die rein auf das Anlagenalter bezogenen Substanzermittlungen allerdings nicht.

Neben den bisherigen Verfahren sorgt eine neue Bewertungsmethode für die notwendige Transparenz und Nachvollziehbarkeit von Instandhaltungsentscheidungen: Die Messung des Abnutzungsvorrats von Gleisanlagen. Mit Hilfe der „Kennziffer Abnutzungsvorrat (KAV)⁴⁾“ können der Erfolg der Instandhaltung und die qualitative Entwicklung des Anlagenzustands reproduzierbar gemessen und plausibel dargestellt werden, sowohl für jedes einzelne Anlagenobjekt als auch für die Gesamtanlage. Im Mehrperiodenvergleich lassen sich aus der „Kennziffer Abnutzungsvorrat“ wertvolle Erkenntnisse hinsichtlich des Umfangs und der Verwendung eingesetzter Mittel und der Substanzentwicklung insgesamt gewinnen (Bild 6).

Mit der Bestimmung des aktuellen Verschleißvorrats von Anlagen lässt sich beispielsweise erkennen, inwieweit werterhaltend instandgehalten oder auf Verschleiß gefahren wird.

Die Substanzbewertungsmethode „Kennziffer Abnutzungsvorrat KAV[®]“ verwendet zusätzlich zur o. g. Fehlerklassifizierung, bei der eine Bewertung der Schadbilder in Bezug auf deren Einfluss auf die Sicherheit und Verfügbarkeit der Anlagen stattfindet (Fehlerklassen 1–4), ein Abnutzungsäquivalent. Das Abnutzungsäquivalent dient dazu, eine Bewertung der erfassten Schadbilder im Hinblick auf deren Einfluss auf den Substanzverzehr vorzunehmen. Daraus entsteht eine nach Anlagenelementen bzw. Baugruppen differenzierte Bewertung von Gleisen und Weichen:

4) Haaß, M./Marx, A./Rolle, K.: Kennziffer Abnutzungsvorrat (KAV[®]) – Empirisches Verfahren zur Zustands- und Substanzbewertung von Anlagen der Bahninfrastruktur.

**Lichttaster
für Türsteuerung**

einseitig,
beidseitig,
einstellbar

Ersatz für
"Sick"

Vertrieb:
SOILTEC

Vereinigte Elektronikwerkstätten GmbH
Edlisonstraße 19 • 28357 Bremen
Fon: 0421/271530 Fax: -273608

- Schiene (bei Weichen zusätzlich Zungenvorrichtung und Herzstückbereich)
 - Befestigungselemente
 - Schwellen (offenes Gleis)
 - Eindeckung & Fugen (eingedecktes Gleis)
 - Bettung/Unterbau – Entwässerung
- Die Kennziffer Abnutzungsvorrat KAV[®] errechnet sich dann aus der Differenz von Neuzustand (1,0) abzüglich festgestellter Schäden, bewertet mit dem Abnutzungsäquivalent.

Wie bei zwischenbetrieblichen Vergleichen machen sich auch beim KAV[®] die betriebsbedingten Unterschiede in den Einsatz- und Rahmenbedingungen, der Topographie etc. durchaus bemerkbar. Deshalb ist eine auf die spezifischen Bedingungen abgestimmte Anpassung der Bewertungsparameter erforderlich, um mit einer realitätsnahen Wichtung der Elemente und Baugruppen eine langfristige Vergleichsbasis zu schaffen (Bild 7).

3.4 Wirtschaftliche und werterhaltende Instandhaltung – ein Widerspruch?

Ist eine kostenbewusste Instandhaltung, die gleichzeitig dem Erhalt der Anlagensubstanz dient, überhaupt möglich? Bekanntermaßen gelten Instandsetzungsmaßnahmen, die keine Beseitigung der Mangelursachen erzielen, als die größten Effizienzkiller in der Instandhaltung. Dass eine ursachengerechte, gut geplante und durchgeführte Instandhaltung vor allem eins ist, nämlich effizient und wirtschaftlich, lässt sich an konkreten Beispielen belegen:

Seit 2001 werden die Gleisanlagen eines Bergwerks von Schreck-Mieves inspiziert und ursachengerecht im Sinne einer möglichst langen wirtschaftlichen

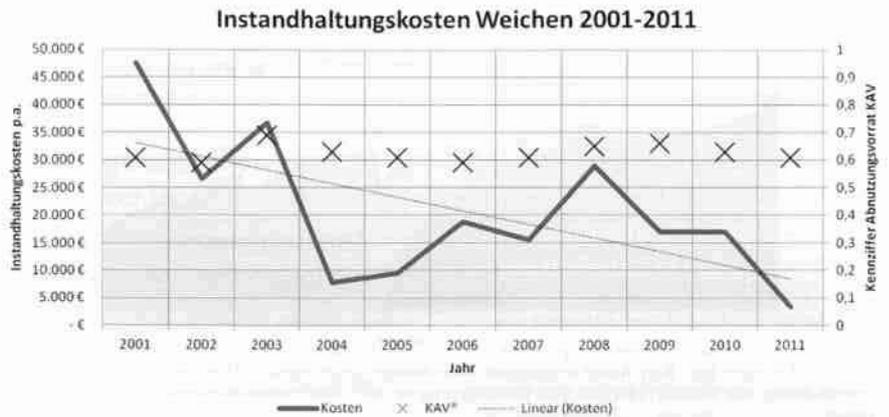


Bild 8: Instandhaltung wird häufig nur als Kostenverursacher gesehen. Dass die Instandhaltung auch werterhaltend ist, zeigt dieses Beispiel. Hier konnte trotz rückläufiger IH-Kosten die Substanz der Weichen über 10 Jahre konstant gehalten werden (KAV[®] Durchschnitt 0,62 = 62 % - der theoretische Substanzverlust ohne Instandhaltung würde hingegen ca. 3 % p.a. betragen).

Nutzungsdauer instand gesetzt. Das Netz des Bergwerks bringt mit einer Betriebsbelastung von 20.000 Lasttonnen/Tag und teilweise problematischem Untergrund aufgrund von Bergschäden eher suboptimale Rahmenbedingungen für ein langes Anlagenleben mit.

Die anfangs höheren Instandhaltungskosten reduzierten sich Jahr für Jahr und stabilisierten sich ab 2005 auf einem durchschnittlichen Niveau von 20 k€ p. a. So sank der durchschnittliche Instandhaltungsaufwand seit dem Jahr 2001 von 40 k€ p.a. kontinuierlich auf unter 10 k€ p. a. in 2011, was einer mittleren Einsparung von 15 % p. a. entspricht.

Die Gründe dafür liegen hauptsächlich in der konsequenten Umsetzung der Instandsetzungsempfehlungen aus den Inspektionsergebnissen, die konsequent auf eine Beseitigung von Fehlern und deren Ursachen zielen. Mit der rechtzeitigen Beseitigung – auch kleinerer Mängel – wurde deren Anwachsen zu teuren Reparaturen bereits im Ansatz verhindert.

Nach der Wiederherstellung eines ordnungsgemäßen Zustands in den ers-

ten 3 Jahren konnte ab 2004 ein Mix aus zustandsabhängiger und präventiver Instandhaltung realisiert werden, der die Instandhaltungskosten dauerhaft reduziert hat. Ganz nebenbei wurden damit der Verschleißfortschritt der Anlagen nachhaltig gebremst und die wirtschaftliche Nutzungsdauer um den Faktor 2 verlängert (KAV[®] Durchschnitt 60%) (Bild 8).

4. Fazit

- Der Wettbewerb um knapper werdende Instandhaltungsmittel erfordert eine neue Qualität an Transparenz und Planungssicherheit.
- Ohne eine vernünftige Dokumentation von Bestands- und Zustandsinformationen kann heute kein Instandhalter mehr auskommen.
- Wirtschaftliche Instandhaltung von Bahnanlagen erfordert eine Instandhaltungsstrategie, die sich an der langen Nutzungsdauer orientiert.
- Zielvereinbarungen über Zustand und Verfügbarkeit können auf Dauer ein wirtschaftliches Zusammenspiel von Fahrzeugen und Schienenweg sicherstellen.
- Instandsetzung ohne Ursachenbeseitigung senkt die Effizienz der Instandhaltung.
- Konsequente Schwachstellendetektion betreiben, um Instandhaltungsstellen von Schwachstellen unterscheiden zu können (bestimmungsgemäßer Verschleiß).
- Möglichst frühzeitig mit dem Aufbau einer strukturierten Datenlage beginnen!

Anlagenelement	Schiene			Befestigungselemente	Schwellen	Bettung / Unterbau	KAV [®]
	Schiene	Zvg	Herzstück				
Wichtung	0,1	0,12	0,08	0,1	0,25	0,35	0,578
ist	0,088	0,102	0,074	0,069	0,044	0,201	
%	88%	85%	93%	69%	18%	57%	

Schienen	Zungen	Radlenker	Federlinge	Schwellen	Bettung
Laschenverb.	Gleitstühle	Weichenschrauben	Hakenschrauben		Bahngraben
Schweißungen	Zungenroller	Flügelstange	Klemmplatten		Erkörper
Richtung	Stützknaggen	Herzstück	Rippenplatten		Längshöhe
	Stützwinkel/SKM		Zwischenlagen		Frostschuttschicht
	Zungenanlage		Schwellenschrauben		Planungsschuttschicht
	Zungenroller				
	Backenschiene				
	Schieberstange				
	Gelenkzunge				

Bild 7: Bewertungsbeispiel KAV[®] einer Weiche: Die einzelnen Anlagenelemente mit ihrer Wichtung beeinflussen den Restabnutzungsvorrat von 57,8 %. Um die betrieblichen Besonderheiten bewerten zu können, ist eine kundenspezifische Anpassung (Customizing) erforderlich