

# Zielorientierte Instandhaltung Fahrweg Schiene (Maintenance by Objectives)

– Teil 1 –

## Instandhaltungsziele formulieren und vereinbaren

Von Andreas Marx, Longuich\*)

**Hintergrund und Einleitung – Instandhaltungsmanagement und die Rolle von Eigentümer und Instandhalter – Zielfindung – Zielvereinbarung – Klassifizierung und Standardisierung – Zusammenfassung**

### 1. Hintergrund und Einleitung

Das Maß der Instandhaltung beeinflusst wesentlich die wirtschaftliche Nutzung der Schieneninfrastruktur. Die größte Herausforderung für Infrastrukturbetreiber ist es demnach, die Leistungsfähigkeit der Anlagen trotz kleinstem Budget zu maximieren. Der wachsende wirtschaftliche Druck wird die Zukunft der Instandhaltung des Fahrwegs Schiene immer stärker beeinflussen. Gleichzeitig vergrößert die Trennung von Netz und Betrieb die Distanz zwischen Anlageneigentümer und Instandhalter. Der Anlageneigentümer benötigt strategische Instrumente für eine erfolgreiche Delegation (i.S.v. Beauftragung) von Instandhaltungsverantwortung. Für den Instandhalter wiederum sind eindeutige und verlässliche Zielvorgaben die Basis für erfolgreiches Arbeiten.

Ein modernes Anlagenmanagement verfügt über dieses Potential, wenn es gelingt, Ziele zu delegieren und nicht nur Aufgaben.

Allgemein ist Sparen angesagt, aber sparen um jeden Preis? Unterlassene Instandhaltung zeigt sicherheitstechnisch zunächst kaum Folgen – eine Häufung von

Ausfällen tritt zeitverzögert auf. Aber wie alle über lange Zeiträume genutzte Anlagen verzeiht auch die Gleisanlage Instandhaltungsunterlassungen nicht: Die Lebensdauer der Anlage wird rapide verkürzt – die Lebenszykluskosten (LCC) steigen überproportional. Fehlen Daten über die Zustandsentwicklung, bleibt dieser kausale Zusammenhang verborgen.

Verbesserungen beim EDV-Einsatz, der Fahrwegdiagnose und der Inspektionsmethoden eröffnen neue Wege in der Instandhaltung. Der dazu notwendige Aufwand für die Datenerfassung und -verwaltung hat sich durch Datenbanksysteme wesentlich reduziert und ist beherrschbar geworden. So sind in vielen Fällen praktikablere und wirtschaftlichere Lösungen realisierbar [1].

Das Management fordert technisch und ökonomisch fundierte Planungen für eine optimierte Ressourcenallokation. Viele Instandhalter sehen sich deshalb mit steigenden Ansprüchen an die Transparenz und Nachvollziehbarkeit ihrer Instandhaltungsplanung und -steuerung konfrontiert. Der Informationsbedarf steigt – parallel dazu die zur Verfügung stehenden Datenmengen. Entscheidende Vorteile erzielt, wer mit ge-

ringem Aufwand aus Daten bedarfsgerechte Informationen für das Instandhaltungsmanagement bereitstellt; bedarfsgerecht im Hinblick auf Umfang und Qualität, also hinsichtlich der unmittelbaren Verwendbarkeit für die Planung und Steuerung der Instandhaltung.

Dieser aus 3 Kapiteln bestehende Beitrag soll Anlagenverantwortlichen neue Möglichkeiten zur Realisierung einer optimierten Instandhaltungsstrategie aufzeigen. Dabei wird ein durchgängiges, praktikables Konzept vorgestellt: Teil 1 behandelt schwerpunktmäßig die Grundlagen der Zielformulierung und -vereinbarung. Im Teil 2 steht die Zielverfolgung im Vordergrund. Dabei wird die Qualitätsüberwachung im Rahmen zustandsabhängiger Instandhaltung von Gleisen und Gleiskonstruktionen vorgestellt. Teil 3 widmet sich der Planung und Steuerung der Instandhaltung.

### 2. Instandhaltungsmanagement und die Rolle von Eigentümer und Instandhalter

Instandhaltungsmanagement definiert sich als Gesamtheit aller Maßnahmen zur Gestaltung, Lenkung und Entwicklung der Instandhaltung [2].

Das Instandhaltungsmanagement ist eingebettet in die übergeordnete Unternehmensstrategie (Anlagenstrategie), die vom Eigentümer bestimmt wird. Dieser muss den Bedarf heute und in Zukunft mit den finanziellen Möglichkeiten abgleichen.

Dabei stehen folgende Fragen im Vordergrund:

- Wozu wird die Schieneninfrastruktur heute und in Zukunft benötigt?
- Welche Bedeutung hat die Anlage im Produktionsprozess heute und in Zukunft?
- Soll die Anlage (höchstens) so bleiben wie sie ist, muss sie erweitert werden oder höheren Belastungen standhalten?

\*) Andreas Marx, Schreck-Mieves GmbH, Geschäftsleiter Instandhaltung & Management (IH&M), Longuich.

## Wartungsverträge

Inspektion, Wartung und Instandsetzung  
technischer Einrichtungen

Von Andreas Fischer, Rechtsanwalt in Berlin

2., völlig überarb. Auflage 2003, 222 Seiten, € (D) 39,80/sfr. 68,-. ISBN 3 503 07419 8

Das Buch gibt einen Überblick über die rechtlichen Aspekte, die die Beteiligten solcher häufig standardisierten Verträge zu beachten haben. Neben vertragsrechtlichen Fragen werden auch sonstige, mit dem Instandhaltungsgeschäft unmittelbar im Zusammenhang stehende Probleme angesprochen.

Informationen und Bestellmöglichkeit online unter [www.ESV.info/3 503 07419 8](http://www.ESV.info/3_503_07419_8)

ESV

ERICH SCHMIDT VERLAG  
[www.ESV.info](http://www.ESV.info)  
E-Mail: [ESV@ESVmedien.de](mailto:ESV@ESVmedien.de)  
Fax 030/25 00 85-275

- Wer haftet bei Verletzungen gegen Verkehrssicherheitspflichten?
- Muss die Verfügbarkeit der Anlage erhöht werden? usw.

Zu den wichtigsten Aufgaben des Instandhaltungsmanagements zählen:

- die Ableitung der Instandhaltungsziele aus der Anlagenstrategie,
- die Festlegung der Instandhaltungsstrategien und
- die Weiterentwicklung der Instandhaltungsorganisation [3].

Durch die Definition der Instandhaltungsziele wird die Anlagenstrategie für den Instandhalter konkretisiert.

Der Instandhalter ist gefordert, durch einen optimalen Mix aus verschiedenen Instandhaltungsstrategien – reaktive, präventive oder zustandsorientierte – die gesteckten Instandhaltungsziele zu erreichen.

### 3. Zielfindung

Zielorientierte Instandhaltung dient der Klarheit und Sicherstellung zielgerichteter Aktivitäten – im Sinne der Anlagenstrategie des Eigentümers und der rechtlichen Sicherheit des Anlagenverantwortlichen. Die Erfüllung der Zielvereinbarung kennzeichnet die Sicherheit und Wirtschaftlichkeit des Betriebes der Anlage (im Kontext zur Anlagenstrategie).

Die Zielfindung stellt den ersten Schritt der Zielerreichung dar, dem die Zielvereinbarung und die Zielkontrolle folgen. Für die Instandhaltung besteht die Zieldefinition zwingend aus zwei Aspekten, den quantitativen und den qualitativen Zielen:

- Sicherheit (qualitativ)
- Zustand und Verfügbarkeit (qualitativ)
- Wirtschaftlichkeit (quantitativ)

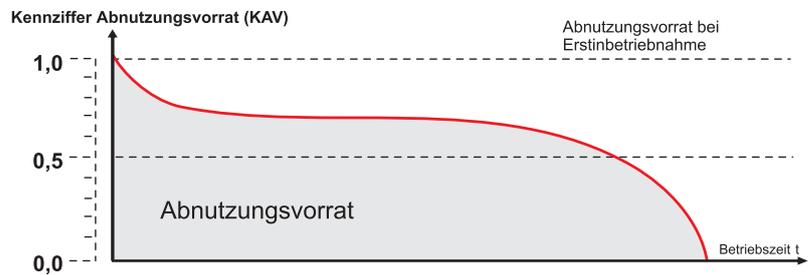
Die sichere und ordnungsgemäße Betriebsführung ist oberste Verpflichtung von Verkehrsunternehmen, der sich alle Vereinbarungen unterordnen müssen. Das Ziel der Instandhaltung ist es dabei, Fahrzeuge (und Anlagen)

- in einem **vereinbarten** Zustand,
- mit einer **vereinbarten** Verfügbarkeit und
- bei geringstmöglichem wirtschaftlichen Aufwand zur Verfügung zu stellen [1].

Nach deutschem Recht ist der Betriebsleiter (BOStrab, EBO, BOA) für die Sicherheit der Anlagen verantwortlich. Ihm obliegt es,

## Funktions- bzw. Substanzwert von Anlagen

Kennziffer Abnutzungsvorrat (KAV 1,0 bis 0,0)  
Neuzustand  $\cdot$  Abnutzung = Rest-Abnutzungsvorrat



Die Grafik zeigt auf der Ordinate (y-Achse) den Abnutzungsvorrat während die Abszisse (x-Achse) die Betriebszeit der Anlage darstellt.

Die Kennziffer Abnutzungsvorrat (KAV) wird in regelmäßigen Inspektionen ermittelt und spiegelt die kurz- und mittelfristige Entwicklung der Anlagenqualität wieder.

Bild 1: Typischer Entwicklungsverlauf des Abnutzungsvorrats – ohne Intervention – mit dem Maßstab Kennziffer Abnutzungsvorrat (KAV) (Quelle: A. Marx)

adäquate Führungsmittel einzusetzen, mit denen die Anlagensicherheit gewährleistet und nachgewiesen werden kann. Ein solches Instrument ist die Zustandsdokumentation, die folgenden Kriterien entsprechen sollte:

- zuverlässige, reproduzierbare Ergebnisse durch eindeutiges Prozedere,
- aussagefähig, übersichtlich und klar verständlich,
- Transparenz stiftend, ohne Spezialkenntnisse oder weitere Hilfsmittel interpretierbar,
- detaillierte Einzelergebnisse, verdichtetes Gesamtergebnis,
- Rückverfolgbarkeit der Zustandsentwicklung der Anlage.

Eine aussagefähige und aktuelle Anlagendokumentation dient dem Nachweis der Pflicht zur Wahrung der Sicherheit.

In der Praxis steht meist ein quantitatives Instandhaltungsziel deutlich im Vordergrund – das Budgetziel. Sofern neben Sicherheitszielen qualitative Ziele überhaupt formuliert werden, betreffen diese in der Regel die Verfügbarkeit. Die Anlagenverfügbarkeit wird dabei als Quotient der verfügbaren Zeit zur Basiszeit ermittelt und erfasst. Ohne eine differenzierte Bewertung der betrieblichen Bedeutung hat die Kennziffer Anlagenverfügbarkeit jedoch nur einen eingeschränkten Informationswert. So würde beispielsweise der ganzjährige Ausfall von 4 strategischen Weichen (von 200) zwar eine rechnerische Verfügbarkeit aller Weichen von 98 % ergeben – der Betrieb der Gleisanlage wäre jedoch ganzjährig zum Erliegen gekommen. Auch Verspätungs-

minuten, als absoluter Wert oder als in Relation zur Verkehrsleistung gesetzte Kennzahl, lassen nur eingeschränkt auf Verursacher oder Ursache schließen. Mit Kennzahlen dieser Art kann die Verfügbarkeit abgegrenzter Systemelemente beschrieben werden – die Verfügbarkeit komplexer Infrastrukturen lässt sich damit jedoch nicht abbilden. Der qualitative Zielaspekt erfordert deshalb andere Bewertungsmaßstäbe.

Als praktikabler Qualitätsmaßstab bietet sich der technische Abnutzungsvorrat, nach DIN 31 051 als „Vorrat der möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen, der einer Betrachtungseinheit aufgrund Herstellung, Instandsetzung oder Verbesserung innewohnt“ [2] an (Bild 1).

Zur Messung des Abnutzungsvorrats von Gleisen und Weichen wurde eine empirische Methode entwickelt, die sog. Kennziffer Abnutzungsvorrat (KAV)<sup>1)</sup>. Diese bewertet den aktuellen qualitativen Zustand einzelner Anlagenobjekte im Hinblick auf ihren restlichen Funktionsvorrat bzw. Substanzwert in einer Kennziffer. Über die Längenproportion lassen sich die Einzelergebnisse bis hin zu einer Kennziffer für die Gesamtheit aller Gleisanlagen verdichten [4]. Kurz und prägnant – in einer einzigen Zahl.

### 4. Zielvereinbarung

Zielvereinbarungen sind verbindliche Absprachen zwischen zwei Ebenen für einen

1) Kennziffer Abnutzungsvorrat KAV ist ein von Schreck-Mieves GmbH entwickeltes Verfahren zur Bewertung und Verdichtung des Anlagenzustands.

festgelegten Zeitraum über die zu erbringenden Leistungen, deren Qualität und Menge, das hierzu erforderliche Budget bzw. die zur Verfügung stehenden Ressourcen sowie über Art und Inhalt des Informationsaustausches [5].

Führen mit Zielen ist die effektivste Methode zur Steuerung und Unterstützung der im Instandhaltungsprozess Beteiligten. Ziele unterscheiden sich von Maßnahmen durch drei Eigenschaften. Sie müssen konkret messbar, erreichbar und überprüfbar sein.

Die Zielvereinbarung für die Instandhaltung, abgeleitet aus der Anlagenstrategie des Eigentümers, ist ein wichtiger Maßstab für die Bewertung der Instandhaltungsleistung.

Vereinbarter Zustand und Verfügbarkeit bedeuten, dass Qualität und Zuverlässigkeit der Anlagen zwischen Nutzer und Instandhalter abgestimmt und festgelegt werden – wobei die Zielvereinbarungen immer oberhalb der Sicherheitsgrenze liegen müssen. Diese Zieldefinition kann in Form eines funktionalen Lastenheftes oder individueller Instandhaltungsrichtlinien, die für Rad und Schiene gelten sollten, erfolgen. Die Vereinbarungen betreffen in der Regel die Grenzen der Verkehrs- und Betriebssicherheit, die Qualitätsgrenzen von Rad und Schiene und deren Bewertungsgrundsätze sowie Termine bzw. Fristen zur Reinigung, Pflege, Wartung und Mängelbeseitigung.

Die Zielvereinbarungen bestimmen insofern auch den Aufwand der Instandhaltung und begründen die Wahl der Instandhaltungsstrategie.

Die Instandhaltungsstrategie (reaktiv, präventiv oder zustandsorientiert), also die Methode der Zielerreichung, wird vom Instandhalter festgelegt. Der Strategiemix ist Teil des dispositiven Freiraums des Instandhalters.

Fristen und Umfänge der Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten sollten möglichst dynamisch gehandhabt und regelmäßig auf Änderungsbedarf hin überprüft werden, damit eine optimale Nutzung der Abnutzungsvorräte ermöglicht wird.

Bild 2 zeigt ein Auswahlschema zur Bestimmung der richtigen Instandhaltungsstrategie an einem Fahrzeugbeispiel. Dieses lässt sich auch für Anlagen der Infrastruktur verwenden.

Insbesondere im ÖPNV wird sich jede Instandhaltungsstrategie für den Fahrweg Schiene aber auch daran messen lassen müssen, inwieweit sie zu einer Optimierung des Gesamtsystems beiträgt. Von daher sollte eine gemeinsame, aufeinander abgestimmte Instandhaltungsstrategie für Rad & Schiene höchste Priorität genießen. Dazu zählen insbesondere Vorgaben zur Rad/Schiene-Paarung, z.B. Nominalmaße, Betriebstoleranzen, Materialpaarung, Profilgebung usw. [6].

Dies kann bei Güterverkehrsanlagen nur in geringfügigem Umfang verlangt werden bzw. gelingen, da hier im Wesentlichen Fremdfahrzeuge fahren, die lediglich den Sicherheitsanforderungen genügen müssen.

Darüber hinaus ist die Festlegung einer einheitlichen Begriffswelt sinnvoll – insbesondere, um eine eindeutige und verständliche Sprachregelung für alle beteiligten Fachbereiche und -disziplinen zu schaffen.

## 5. Klassifizierung und Standardisierung

Die eindeutige Klärung der Begrifflichkeit gehört an den Anfang eines jeden Veränderungsprozesses.

Die Standardisierung von Informationen in Form kodierter Zustandsbeschreibung (Mangelcode) und der Therapie (Instandsetzungscode) ist für das Verständnis untereinander sehr hilfreich – bei der Verwendung von Datenbanksystemen sogar unumgänglich.

Als Kernelemente der Zielvereinbarung sind Regeln zur Beschreibung, Klassifizierung und Behandlung festgestellter Mängel und deren Beseitigung (Störung und Reaktion [SR]) von großem Vorteil für alle Beteiligten. Sie bedeuten verbesserte Entscheidungs- und Handlungssicherheit, eine Vereinheitlichung des Sprachgebrauchs und haben darüber hinaus eine sicherheitswahrende Bedeutung.

In der Praxis empfiehlt sich die Wahl einer mehrstufigen Klassifizierungsstrategie:

- Anlagenklassen: Priorisierung von Anlagenobjekten nach Belastung und Bedeutung,
- Fehlerklassen: Priorisierung von quantitativen (Messergebnisse) und qualitativen Mängeln (definierte Verschleißzustände) nach Sicherheitsrelevanz und Einfluss auf den Verschleißfortschritt.

### 5.1 Anlagenklassen

Die Klassifizierung der Infrastruktur nach ihrer Bedeutung für den Bahnbetrieb erleichtert eine Fokussierung auf das Wesentliche. Wichtige und stark genutzte Anlagenobjekte sind intensiver und gründlicher instand zu halten als weniger wichtige und genutzte.

Weitere Kriterien sind Ausfallkosten im Störfall oder beim Totalausfall von Anlagen. Können diese Anlagen ersatzweise umfahren werden, gibt es alternative Fahrbeziehungen, die in einem solchen Fall genutzt werden können?

Die ABC-Analyse hat sich als praktikable Methode zur Identifizierung von Anlagenklassen bewährt. Sie stellt die praktische Anwendung der Pareto-Verteilung<sup>2)</sup> im Rahmen betriebswirtschaftlicher Analysen dar.

2) Die Pareto-Verteilung, benannt nach dem ital. Ökonom und Ing. Vilfredo Frederico Pareto, beschreibt, dass eine kleine Anzahl von hoch bewerteten Elementen in einer Menge sehr viel zum Gesamtwert der Menge beitragen, wohingegen der überwiegende Teil der Elemente nur sehr wenig zum Gesamtwert beiträgt. Daraus leitet sich das Pareto-Prinzip, auch 80:20-Regel oder 80/20-Verteilung ab: 80 % des Erfolgs erreicht man mit 20 % der Mittel, bzw. 20 % der strategisch richtig eingesetzten Zeit bringt 80 % der Ergebnisse.

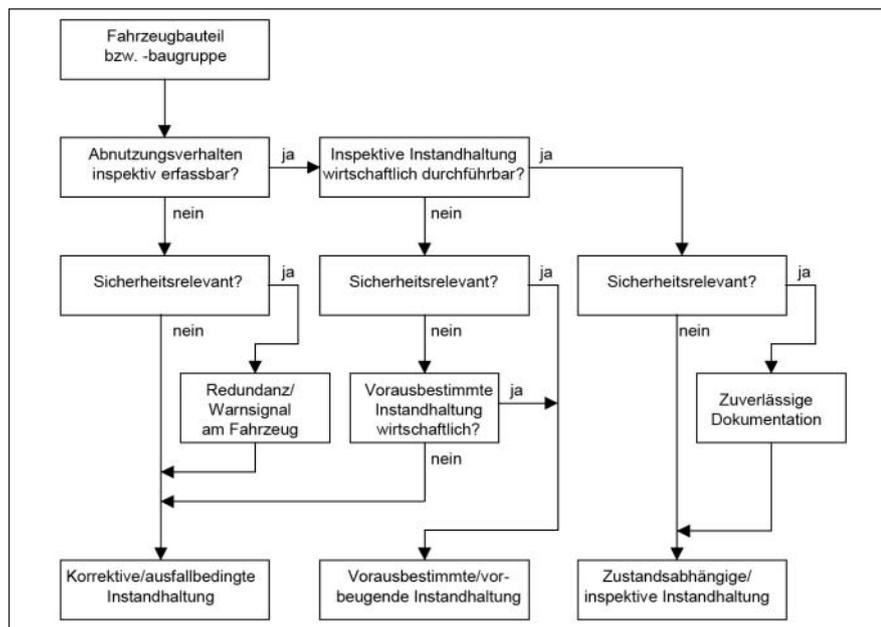


Bild 2: Auswahlkriterien zur Art der Instandhaltung (Quelle: VDV Schrift 170)

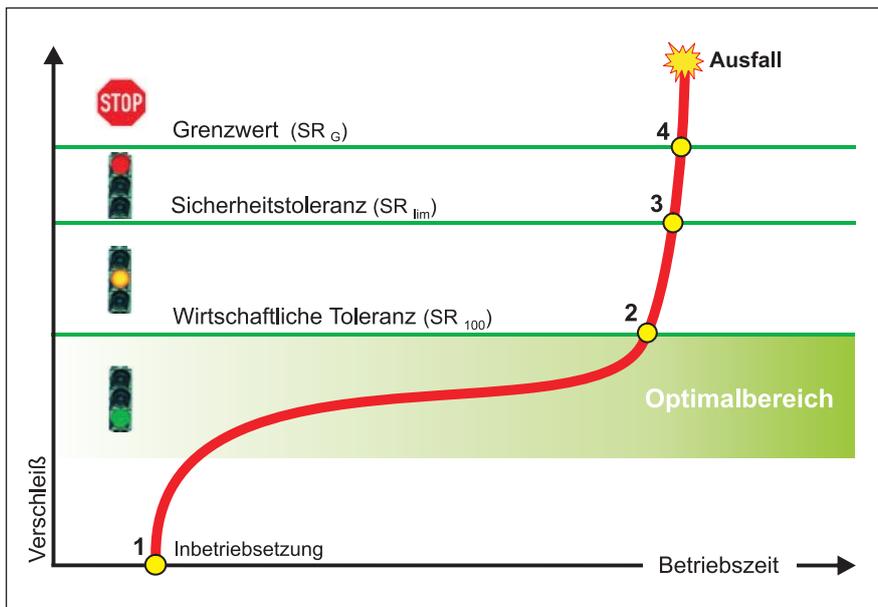


Bild 3: Schematischer Verlauf der Verschleißentwicklung mit abgestuften Toleranzen (SR) zur Bewertung von Messergebnissen (Quelle: A. Marx)

Demnach unterliegen Anlagen der Klasse A einer hohen Belastung und Bedeutung – Anlagen der Klasse C der geringsten. Die Anlagenklasse dient als Indikator für die durchschnittliche wirtschaftliche Nutzungsdauer von Anlagenobjekten und kann zur Einschätzung des theoretischen Ersatzzeitpunkts im Rahmen der Langfristplanung verwendet werden.

Anlagenklassifizierung ermöglicht:

- Das Wesentliche vom Unwesentlichen zu trennen,
  - Rationalisierungsschwerpunkte zu setzen,
  - unwirtschaftliche Anstrengungen zu vermeiden,
- und somit in der Summe sowohl die Sicherheit als auch die Wirtschaftlichkeit der Instandhaltung zu steigern.

## 5.2 Fehlerklassen – quantitativ

Inspektionen sollen Informationen für die Planung und Steuerung der Instandsetzung bereitstellen. Abweichungen vom technischen Sollzustand werden als Mängel festgestellt. Mangel meint dabei immer die negative Abweichung von einem vereinbarten Soll, während Schaden eine negative Veränderung aufgrund eines Mangels ist. Zur Einschätzung ihrer Wirkung auf die sichere Funktion der Anlage und somit zur Priorisierung ihrer Beseitigung hat sich die Einteilung in 4 Fehlerklassen in der Praxis bestens bewährt.

Damit die Ergebnisse von Messungen (quantitative Prüfungen) interpretierbar werden, sind verlässliche und plausible

Kriterien in Form von Betriebstoleranzen erforderlich. Mehrstufige Toleranzen, z.B.  $SR_0$ ,  $SR_{100}$ ,  $SR_{lim}$ ,  $SR_G^3$ ) erlauben differenzierte „Befund-Maßnahme-Frist“-Vorgaben – gegenüber dem K.O.-Kriterium der einstufigen Toleranz. Bei Verletzung einer Toleranzgrenze soll innerhalb einer zwischen Nutzer und Instandhalter vereinbarten Reaktionszeit gehandelt werden [7].

Die Ermittlung und Verifizierung dieser Kriterien erfolgt im ÖPNV-Bereich z.B. in Form spurführungstechnischer Untersuchungen unter Einbeziehung aller relevanten Fahrzeug- und Fahrwegparameter. Die Ganzheitlichkeit kann beispielsweise durch gemeinsame Maßhandbücher für die Instandhaltung von Fahrzeug & Fahrweg sichergestellt werden.

Die Toleranzgrenzen in Bild 3 berücksichtigen den typischen Verlauf eines Anlagenlebens. Nach der Inbetriebsetzung (1) findet in der Einfahrphase ein erster Verschleiß und die erste Kaltverfestigung statt. Der Abnutzungsvorrat des Anlagenobjekts nimmt im weiteren Verlauf – im grünen Bereich – zunächst nur wenig ab. Das System befindet sich in einem stabilen Zustand, der meist nur kleinere Maßnahmen erfordert. Ab dem Wendepunkt der Kurve (2) steigt der Verschleiß progressiv an. Korrektive Maßnahmen werden erforderlich. Die Toleranzgrenze  $SR_{100}$  wird auch als wirtschaftliche Toleranz bezeichnet, weil ausschließlich wirtschaftliche Aspekte und der Substanzerhalt im Vordergrund stehen. Bis zur Erreichung der Toleranzgrenze  $SR_{lim}$  (3) ist die Verfügbarkeit (Funktion) noch nicht eingeschränkt. Ab

$SR_{lim}$  setzt sich die Verschleißentwicklung exponentiell fort – was eine Reduzierung der dynamischen Belastung sowie erhöhte Aufmerksamkeit erfordert. Dies wird in der Regel durch eine Reduzierung der Geschwindigkeit ( $0,7 \times V_{max}$ ) und kürzere Inspektionsfristen sichergestellt. Mit Erreichen der Toleranzschwelle  $SR_G$  (4) ist die Sicherheit der Anlage beeinträchtigt – die Sicherheitsstrecke zu einem möglichen Funktionsausfall ist zwar noch vorhanden – aber nicht definierbar. Spätestens mit Erreichen der Toleranz  $SR_G$  ist die Anlage sofort instand zu setzen oder außer Betrieb zu nehmen.

## 5.3 Fehlerklassen qualitativ

Zur Interpretation und Bewertung der Sichtprüfungsergebnisse im Hinblick auf ihren Einfluss auf die Sicherheit hat sich ebenfalls die Verwendung von 4 Fehlerklassen – analog zum SR-Schema – bewährt. Auch die qualitativen Fehlerklassen lassen sich mit vereinbarten Maßnahmen und Reaktionszeiten unterlegen. Die Einstufung der Fehler in definierte Fehlerklassen erfolgt in der Regel empirisch. Die Klassifizierung kann aber auch analytisch, z.B. durch eine Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA), unterstützt werden.

Auf der Basis eines Mangelkatalogs werden dazu die in Frage kommenden Mängel gelistet, mit Bedingungen verfeinert und nach ihrer Sicherheitsrelevanz bewertet. Die Einteilung nach Fehlerarten erleichtert weitere statistische Auswertungen. Detaillierte Mangelbeschreibungen und Fotos verdeutlichen Fehlerklassengrenzen und erleichtern die eindeutige Klassierung.

Fehlerklassifizierung ermöglicht (Bild 4):

- Konzentration auf das Wesentliche,
- Standardisierung und Objektivierung der Prüfungen,
- eindeutige Zielvereinbarung zur Anlagenqualität,
- klare Vereinbarung der Abhängigkeit Befund-Maßnahmen-Fristen,
- eindeutige Detektion und Beschreibung von Mängeln,
- wirkungsvolle Zielkontrolle,
- statistische Bewertung.

Die so entstandene Fehlerklassenliste wird mit Standard-Instandsetzungsmaßnahmen unteretzt, d.h. jedem Mangelcode werden ein oder mehrere geeignete Instandsetzungen

3) Die SR-Begriffe wurden von der DB AG entwickelt – sie entstammen der aktuellen DB Richtlinie Ril 821.

## Fehlerklassen

**Fehlerklasse 1: betriebsgefährdend sofortiger Handlungsbedarf**

**Fehlerklasse 2: sicherheitsrelevante Mängel hoher Priorität**  
Behebung des Mangels innerhalb 1 Monats erforderlich

**Fehlerklasse 3: Mängel, mittlerer Priorität - Einfluss auf die Haltbarkeit**  
Behebung des Mangels im Rahmen der nächsten geplanten Instandsetzung

**Fehlerklasse 4: Mängel, ohne Priorität - Abweichungen vom Sollzustand**  
die sich erst langfristig auswirken - kein Handlungsbedarf

Bild 4: Fehlerklassen – Maßstab für die Sicherheitsrelevanz festgestellter Mängel (Quelle: A. Marx)

gsverfahren und -wege in kodierter Form zugeordnet, die Instandsetzungs-codes. Die Systematik der Sichtprüfung am Beispiel einer Weichenprüfung:

- Prüfpunkt (Anlage Weichenzungenspitze an der Backenschiene)
- Lage (linke Zunge)
- Mangelcode (klafft)
- Bedingung (5-6 mm)
- Quantität (1 Stck)
- Fehlerklasse (FK 1)
- Instandsetzungscode (Zunge durch Verschlussbearbeitung zur Anlage bringen)
- Betriebsgefahr (ja)

Durch Erweiterung der Fehlerklassenliste um das Abnutzungsäquivalent (ÄÄ), das die Auswirkungen der jeweiligen Mängel auf den Abnutzungs-vorrat der Anlage widerspiegelt,

wird die Basis für die Ermittlung des Rest-Abnutzungs-vorrats (Kennziffer Abnutzungs-vorrat KAV) geschaffen.

### 6. Zusammenfassung

Neben der sicheren und ordnungsgemäßen Betriebsführung sind Vereinbarungen zur Anlagenqualität und zur Wirtschaftlichkeit die Ziele der Infrastruktur-instandhaltung. Instandhaltungsziele transportieren die Anlagenstrategie des Eigentümers in das operative Instandhaltungsmanagement.

Wirtschaftliche Instandhaltung setzt neben Kostenzielen Qualitätsvereinbarungen zum Anlagenzustand und deren regelmäßige Verifizierung voraus. Sie wird dadurch zum zielorientierten Anlagenmanagement.

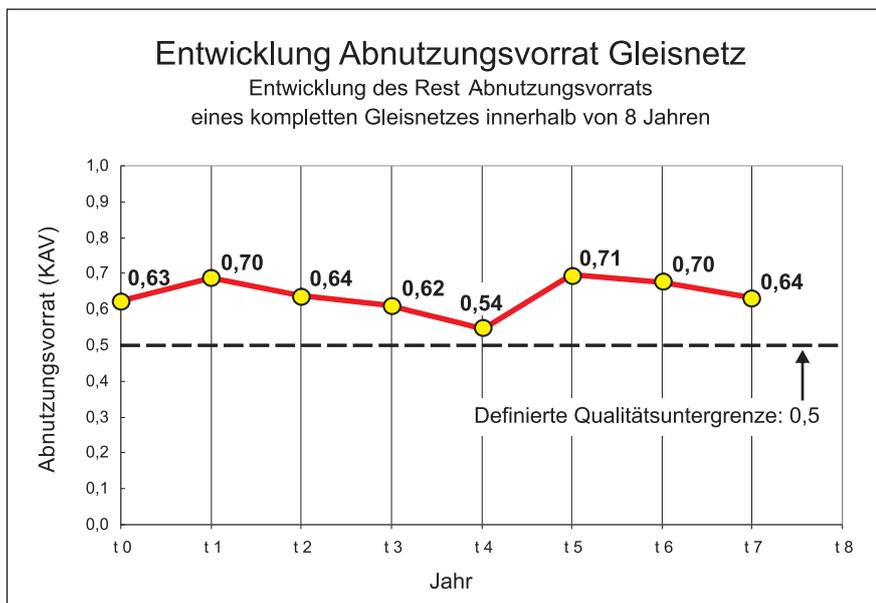


Bild 5: Kennziffer Abnutzungs-vorrat als Steuerungs- und Kontrollinstrument der Infrastruktur-instandhaltung (Quelle: A. Marx)

Zielfindung, Zielvereinbarung und Zielkontrolle erfordern Messbarkeit, Erreichbarkeit und Überprüfbarkeit der Ziele und somit eine neue Qualität der Zustandsbewertung und Dokumentation.

Die Klassifizierung von Anlagen und eine standardisierte Fehlerdiagnose erleichtern Instandsetzungsentscheidungen und machen sie nachvollziehbar und transparent. Sie bedeuten zusätzliche Sicherheit bei der Planung und Steuerung der Instandhaltung.

Standardisierte Vorgaben und eine neue Bewertungsmethode sorgen für die notwendige Transparenz und Nachvollziehbarkeit: Mit Hilfe der Kennziffer Abnutzungs-vorrat (KAV) – als übergreifendes Qualitätsmerkmal – kann 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 Abnutzungs-vorrat wertvolle Erkenntnisse hinsichtlich Höhe und Verwendung der eingesetzten Mittel und der Anlagenentwicklung gewinnen (Bild 5).

Nach Anlagen- und Fehlerklassen differenzierte Qualitätsgrenzen ermöglichen darüber hinaus eine ganz gezielte zustands- und belastungsabhängige Instandhaltung.

Der Optimierung des Gesamtsystems muss sich die Optimierung von Subsystemen unterordnen – deshalb ist die Einbeziehung der Fahrzeugseite in die Findung, Vereinbarung und Kontrolle von Instandhaltungszielen unumgänglich.

(Fortsetzung folgt)

#### LITERATUR:

- [1] Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), Schrift 170 10/00: Instandhaltung von Schienenfahrzeugen nach B0Strab.
- [2] DIN EN 13306 (DIN 31 051): Begriffe der Instandhaltung.
- [3] Alcalde Rasch, A.: Erfolgspotential Instandhaltung. Erich Schmidt Verlag 2000.
- [4] Haaß, M./Marx, A., Rolle, K.: Kennziffer Abnutzungs-vorrat (KAV) – Empirisches Verfahren zur Zustandsbewertung von Anlagen der Bahninfrastruktur. Nicht veröffentlicht.
- [5] Praxiseempfehlungen zu Zielvereinbarungen des BMI, Januar 2001.
- [6] Lehna, H./Lutz, V.: Optimierung der Spurführung von Schienenfahrzeugen. Nicht veröffentlicht.
- [7] Brackmann, H./Lutz, V.: Mehrstufige Betriebstoleranzen als Ergebnis spurführungstechnischer Untersuchung. Nicht veröffentlicht.