

# Infrastruktur-Daten-Management für Verkehrsunternehmen

# IDM<sup>VU</sup>

Forschungsvorhaben Stufe 3 (FE 70.0814/2007)

## Innovatives Instandhaltungsmanagement mit IDMVU

### Teil 1

### Überblick Gesamtprozess

Version 1.0

31.08.2009

für das

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung  
Invalidenstraße 44, 10115 Berlin



der Firmen

momatec GmbH  
Diepenbenden 44, 52076 Aachen



interactive instruments GmbH  
Trierer Str. 70 – 72, 53115 Bonn



Schreck-Mieves GmbH  
In den Kreuzfeldern 2, 54340 Longuich (Trier)



GüteZert<sup>®</sup> GmbH  
Abraham-Lincoln-Str. 30, 65189 Wiesbaden



## Autoren

Dr. Andreas Kochs, momatec GmbH

Andreas Marx, Schreck-Mieves GmbH

## Historie des Dokuments

### Versionsübersicht

Nr.	Datum	Version	Änderungsgrund	Bearbeiter
1	01.06.2008	0.1	Erstellung	Kochs, Marx
2	20.01.2009	0.2	Überarbeitung nach Feed-back BEK	Marx
3	04.05.2009	0.3	Neugliederung und Schwerpunktbildung	Kochs, Marx
4	02.06.2009	0.4	Überarbeitung nach Feedback BEK	Marx
5	30.08.2009	0.5	Aktualisierung Datenmodellbezeichnungen nach Umstellung auf UML	Marx (Hettwer)
6	31.08.2009	1.0	Qualitätssicherung	Kochs

### Änderungsübersicht

Nr.	Version	Geändertes Kapitel	Beschreibung der Änderung
1	0.1	Alle	Erstellung
2	0.2	Alle	Grundsätzliche Überarbeitung
3	0.3	Alle	Grundsätzliche Überarbeitung 2 und Differenzierung in Teil 1 und 2
4	0.4	Alle	Überarbeitung nach Feedback BEK
5	0.5	Alle	Aktualisierung Datenmodellbezeichnungen nach Umstellung auf UML
6	1.0	Alle	Qualitätssicherung

# Inhaltsverzeichnis - Teil 1

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PROZESSÜBERSICHT INSTANDHALTUNGSMANAGEMENT</b> .....	<b>4</b>
2.1	Anlagenklassen festlegen (1).....	5
2.2	Messtechnische Zustandserfassung planen (2) .....	6
2.3	Visuelle Zustandserfassung planen (3) .....	7
2.4	Störungsmeldungen aufnehmen (4).....	8
2.5	Messtechnische Zustandserfassung durchführen (5) .....	9
2.6	Visuelle Zustandserfassung für Hauptprüfung durchführen (6) .....	9
2.7	Visuelle Zustandserfassung für Nebenprüfung durchführen (7) .....	10
2.8	Messwertverdichtung durchführen (8) .....	10
2.9	Messwertklassifikation durchführen (9) .....	10
2.10	Mangelbewertung durchführen (10).....	11
2.11	Ergebnisse der Hauptprüfung – bestehend aus Messungen und visuellen Zustandsprüfungen - zusammenführen (11).....	12
2.12	Sofortmaßnahmen einleiten (12) .....	12
2.13	Kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen planen (13).....	13
2.14	Maßnahmen durchführen (14).....	14
2.15	Maßnahmendurchführung dokumentieren (15) .....	14
2.16	Maßnahmenqualität bewerten (16) .....	15

Teil 2 des Leitfadens „Innovatives Instandhaltungsmanagement mit IDMVU“ enthält detaillierte Beschreibungen und Beispiele zu den einzelnen Prozessschritten.

# 1 Einleitung

Ziel dieses Leitfadens ist es, Orientierung für die Konzeption, Umsetzung und Anwendung eines innovativen und wirtschaftlichen Instandhaltungsmanagements zu geben.

Am Beispiel der Schieneninfrastruktur (Gleise und Weichen) wird dazu die Planung und Steuerung der Instandhaltung auf der Grundlage des IDMVU-Datenmodells aufgezeigt.

**Teil 1** gibt einen Überblick über den Gesamtprozess und die Umsetzung der einzelnen Teilprozesse und Prozessschritte des Instandhaltungsmanagements mit der Anwendung des IDMVU-Datenmodells, speziell des Zustandsdatenmodells.

**Teil 2** enthält detailliertere Beschreibungen und Beispiele für einsetzbare Methoden des Instandhaltungsmanagements.

Die grundlegende Methodik lässt sich ohne weiteres auf andere Objektarten der Infrastruktur wie Gleiskörper, Stromversorgung, Leit- und Sicherungstechnik, Haltestellen, Bauwerke, Kabel und Leitungen, Telekommunikation, Liegenschaften, Betriebshöfe, Notfall-einrichtungen übertragen, die im IDM-Modell als TOP-Ebene bezeichnet sind. Das IDM-Zustandsdatenmodell erlaubt es, die Zustandsdaten entweder auf einen Gleis-/Streckenabschnitt oder auf ein beliebiges IDM-Objekt zu beziehen, so dass das generelle Konzept auf alle Anlagenobjekte übertragen werden kann.

Der IDMVU-Standard bildet die für Instandhaltungslösungen notwendigen Datenstrukturen in Form eines konzeptionellen Datenmodells und eines Schnittstellenstandards zum Datenaustausch zwischen Inspektionssystemen und Instandhaltungsplanungs- und Steuerungssoftware für Bestands- und Zustandsdaten fach- und netzübergreifend ab. Aufgrund der Skalierbarkeit des IDMVU-Standards lassen sich sowohl kleine als auch mittlere und große, komplexe Netze gleichermaßen strukturiert darstellen und maßgeschneiderte Lösungen ableiten.

Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Forschungsvorhaben IDMVU zeigen, dass die täglichen Geschäftsprozesse in den Verkehrsunternehmen maßgeblich von strukturierten Abläufen mit einer anforderungsgerechten Datenbereitstellung und -auswertung der Verkehrsinfrastruktur geprägt sein müssen, sollen diese effizient und wirtschaftlich erfolgen. Die Infrastruktur der Verkehrsunternehmen mit ihren ortsfesten Anlagen bildet den Grundbaustein des Verkehrssystems. Im Fokus stehen dabei die betriebssichere und wirtschaftliche Vorhaltung der Infrastruktur und eine anforderungsgerechte Anlagenverfügbarkeit. Hierbei bilden die Hauptprozesse Planen, Bauen, Betreiben (Instandhalten) und – auch das gehört zum Lebenszyklus – das Entsorgen die zentralen Aufgabenbereiche der Verkehrsunternehmen.

Die Geschäftsprozesse im Bereich der Schieneninfrastruktur haben eine besonders hohe Datenrelevanz. Bei ihnen wirkt eine Vielzahl an Beteiligten mit, die ständig auf zuverlässi-

ge, aktuelle Daten angewiesen sind. Alle genannten Prozesse sollten eindeutig strukturiert, definiert und mit einer klaren Zuweisung der Verantwortlichkeiten versehen sein. Weiterhin sollte eine kontinuierliche Prozessoptimierung auf der Basis fortschreitender Innovation und Erfahrung nachhaltig erfolgen.

Es gilt daher, die Prozesse durch Bereitstellen von qualifizierten Daten zu optimieren. Prozessketten müssen medienbruchfrei und optimiert durchgeführt werden, damit alle Beteiligten denselben sicheren Datenbestand nutzen können. Beteiligte sind dabei nicht nur die unternehmensinternen Partner sondern auch externe wie z. B. Planungsbüros, Baufirmen und Behörden. Wesentlich sind einerseits die Bestandsdaten der ortsfesten Bahnanlagen wie z. B. Fahrweg oder Haltestellen, andererseits die darauf bezogenen Zustandsinformationen. Denn insbesondere die Instandhaltung der Infrastruktur zur Gewährleistung eines sicheren Betriebs verursacht jährlich einen erheblichen Aufwand.

Mit dem Forschungsvorhaben IDMVU wurden die Grundlagen für eine wirtschaftlichere Vorhaltung der Verkehrsanlagen durch fundierte praxisbezogene Datenstrukturen und Schnittstellenstrukturen geschaffen. Dies gilt nicht nur für die Bestandsdaten sondern auch für die Zustandsdaten, damit ein effizienteres Instandhaltungsmanagement betrieben werden kann.

Es ist davon auszugehen, dass das IDM-Datenmodell von Verkehrsunternehmen entweder vollständig oder in Teilen bei der Umsetzung ihres Infrastruktur Managements verwendet wird. Eine schrittweise Umsetzung ist ebenfalls möglich. Da das IDM-Datenmodell als Ausgangsbasis zur Betrachtung und Lokalisierung aller Anlagenobjekte des Fahrwegs das Gleis und/oder die Strecke festlegt, wird sich jede schrittweise Realisierung zunächst mit der Implementierung des Gleisnetzes, also der Gleise einschließlich der Weichen, Kreuzungen und Kreuzungsweichen, beschäftigen. Im Hinblick auf die Strukturierung und den Detaillierungsgrad ihrer Bestands- und Zustandsinformationen sollte in den Verkehrsunternehmen zügig und grundlegend über das innovative und strukturierte Vorgehen entschieden werden.

Im Rahmen der Projektarbeit der 3. Stufe des Forschungsvorhabens IDMVU wurde deutlich, dass Empfehlungen und Leitlinien zur grundlegenden Modellierung und praxisbezogenen Strukturierung der Datenmodelle nur dann erfolgreich umgesetzt werden können, wenn zuvor konkrete Anforderungen analysiert wurden. Die Darstellung eines ganzheitlichen wirkungsvollen Instandhaltungsmanagements für Gleisnetze ist notwendig, um die zu erwartenden Anforderungen an Zustandsdaten sowie deren Aufbereitung, Darstellung und Pflege deutlich zu machen.

Da die Anlagenobjekte eines Gleisnetzes von unterschiedlichen Fachabteilungen bearbeitet werden können, müssen die daraus zwangsläufig entstehenden, unterschiedlichen Anforderungen auch Berücksichtigung bei der Umsetzung des Datenmodells finden. So kann beispielsweise eine Weiche für den Fahrbahnverantwortlichen „Weiche 4711“ heißen, während die in der Weiche eingebaute Antriebseinheit vom Signaldienst mit „Stell-

einrichtung HWU“ angesprochen wird. Für die Gleissegmentierung wiederum ist die benannte Weiche unter Umständen ein Segmentierungs- und Strukturierungselement – da der Weichenanfang den Beginn eines neuen Gleisabschnittes darstellt. Für Instandsetzungsverantwortliche ist diese Weiche ein Anlagenobjekt, das z.B. in einem Turnus gereinigt und geschmiert wird. Die Aufzählung ließe sich noch weiter fortsetzen.

Im Weiteren wird eine mögliche Ausprägung des Instandhaltungsmanagements am Beispiel von Gleisen und Weichen beschrieben, um die Möglichkeiten in Bezug auf ein praktikables Informationsmanagement aufzuzeigen. Diese erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Eignung für jeden Anwendungsfall sondern ist als Anwendungsgrundlage zu verstehen. Sowohl das IDM-Datenmodell als auch die IDM-Standardschnittstelle bieten die Möglichkeit, weitere Messdaten zu implementieren; Zustandsdaten können in beliebiger Detaillierung ermittelt, ggf. verdichtet und übergeben werden.

Die Beschreibung des Managementkonzepts erfolgt in einer allgemeinen Form und verzichtet bewusst dann auf Details, wenn unterschiedliche Ausprägungen und Detaillierungsgrade in den Verkehrsunternehmen zu erwarten sind. Damit soll sichergestellt werden, dass die Gesamtkonzeption des Instandhaltungsmanagements unabhängig von der verwendeten Mess- und IT-Technik systemneutral anwendbar ist.

## 2 Prozessübersicht Instandhaltungsmanagement

Der Gesamtprozess des Instandhaltungsmanagements wurde zur besseren Übersicht in 16 Teilprozesse gegliedert. Diese operativen Teilprozesse wiederum bestehen aus einzelnen Prozessschritten.

In Abbildung 1 sind die 16 Teilprozesse des Instandhaltungsmanagements (IHM) dargestellt. Anhand dieser Teilprozesse soll dargestellt werden wie das IHM - unterstützt durch den IDMVU-Standard - in Verkehrsunternehmen umgesetzt werden kann. Voraussetzung für die Prozesse des IHM ist das Vorhandensein von Netz- und Bestandsdaten, die als Input genutzt werden. Auf die Erfassung dieser Daten wird in diesem Dokument nicht weiter eingegangen. Ergänzende Informationen hierzu enthält Teil 2 dieses Leitfadens, sowie der Allgemeine Leitfaden für die Einführung eines Infrastruktur-Daten-Managements bei VU.

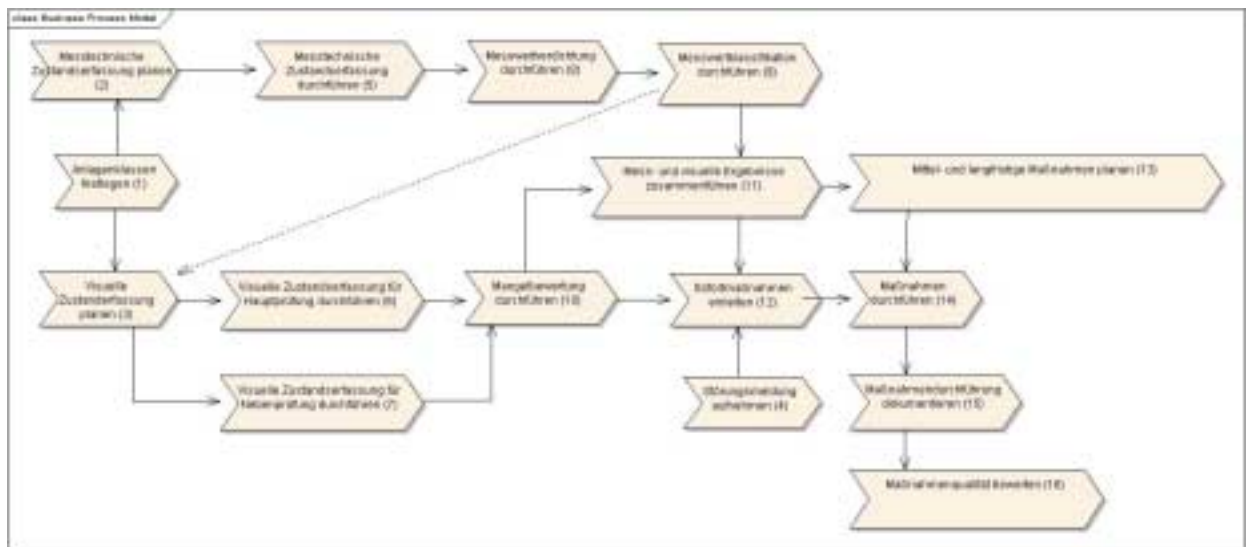


Abbildung 1: Das Prozess-Modell Instandhaltungsmanagement verdeutlicht die Reihenfolge, Abhängigkeiten und Verknüpfung der 16 Teilprozesse untereinander. Optionale visuelle Zustandserfassungen im Nachgang von Messungen sind gestrichelt dargestellt.

Die einzelnen Teilprozesse benötigen verschiedene Daten als Grundlage. IDMVU unterstützt diese Prozesse durch Bereitstellung der notwendigen Daten (Input). Beim Output handelt es sich um diejenigen Daten, die für nachfolgende Prozessschritte erforderlich sind und im jeweiligen Teilprozess erzeugt werden.

Im Folgenden werden die einzelnen Teilprozesse beleuchtet, ohne Zuordnung zu einem IT-System. Die Abwicklung der einzelnen Teilprozesse kann in unterschiedlichen Systemen geschehen, dabei ist es auch möglich, dass ein System mehrere Schritte integriert durchführt. Sind mehrere Systeme am Gesamtprozess beteiligt, erfolgt die Datenübergabe auf der Basis des IDM-Schnittstellenformats.

Innerhalb der einzelnen IT-Systeme kann das IDM-Datenmodell als strukturiertes Grundsystem genutzt werden, um die interne Datenstruktur zu definieren und abzubilden. Nachfolgend werden die einzelnen Teilprozesse beschrieben, wobei die Zahlen in Klammern den Bezug zu Abbildung 1 aufzeigen. Die Bezeichnung der Objektarten, z. B. <01\_Netzmodell\_Objektart> entstammt dem mit der Modellierungsplattform „Enterprise Architect“ erstellten UML-Modell und soll die Zuordnung erleichtern. Das UML-Modell gliedert die TOP-Ebene in 15 Pakete, von „01 Netzmodelle“ bis „15 Kaufmännische Daten“. TOP-Ebenen stellen die oberste Hierarchieebene innerhalb des Datenmodells dar. In den TOP-Ebenen des IDM-Modells werden die verschiedenen thematischen Bereiche (Leit- und Sicherungstechnik, Bauwerke, Zustandsdaten etc.) abgebildet.

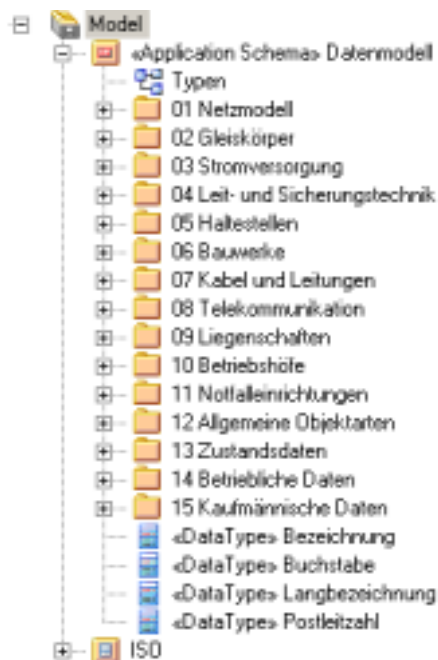


Abbildung 2: Die TOP-Ebene des IDM-Modells besteht aus 15 Paketen

Die einzelnen Objektarten sind den jeweiligen Paketen zuzuordnen. Die Objektartenbezeichnung entspricht folgender Syntax: <PaketNr.\_Paketbezeichnung\_Objektart>

## 2.1 Anlagenklassen festlegen (1)

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 bzw. genutzte. Aber die Sicherheit des Bahnbetriebes steht generell an erster Stelle.

Zweck der Anlagenklassifizierung ist einerseits die Festlegung von Zyklen der Zustandserfassung und andererseits die Unterstützung der Priorisierung/Reihung von Maßnahmen im Hinblick auf einen zielgerichteten Mitteleinsatz für Ersatzinvestition, Prävention, In-  
*Innovatives Instandhaltungsmanagement mit IDMVU – Teil 1*



standsetzung, Wartung und Entstörung.

Die ABC-Analyse hat sich als praktikable Methode zur Identifizierung von Anlagenklassen bewährt. Sie stellt die praktische Anwendung der Pareto-Verteilung<sup>1</sup> im Rahmen betriebswirtschaftlicher Analysen dar. 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.

Parameter, die zur Anlagenklassifikation genutzt werden können, sind beispielsweise die Betriebsklasse nach Oberbaurichtlinie OR 4, die Anzahl der Achsübergänge oder wie bei der Bahn AG die Streckenerlöse.

Als Grundlage für die Anlagenklassifikation werden die Netzdaten benötigt, vor allem die IDMVU-Objektarten Gleis-Strecke <01\_Netzmodell\_GleisStrecke> und Gleisknoten <01\_Netzmodell\_Gleisknoten> aus dem Netzmodell, sowie Gleiskörper <02\_Gleiskörper\_Gleiskörper> und Weichenanlage <02\_Gleiskörper\_Weichenanlage> aus der TOP-Ebene Gleiskörper. Zusätzlich sind die Belastungsdaten einzubeziehen, die nicht im IDMVU-Datenmodell abgebildet sind.

Als Output des Teilprozesses steht nun für alle Infrastrukturobjekte eine Information zur Anlagenklasse vor, die im IDMVU-Datenmodell als Attribut „Anlagenklasse“ von Infrastrukturobjekten (Objektart: <12\_Allgemeine Objektarten\_InfrastrukturObjekt>) abgebildet ist.

## 2.2 Messtechnische Zustandserfassung planen (2)

Im Vorfeld der Durchführung der Zustandserfassung ist diese zu planen. Gegenstand sind dabei die Auswahl der zu messenden Objekte bzw. Netzabschnitte sowie die Wahl der einzusetzenden Messtechnik (wobei hier zumeist ein Messsystem ausgewählt wird, welches dann für alle folgenden Messkampagnen langfristig eingesetzt wird). Kriterien zur Wahl der Messtechnik sind Anforderung an die Art, den Umfang und den Zeitpunkt der Messungen, wobei hier auch Ausführungskombinationen gemeinsam mit der visuellen Zustandserfassung betrachtet werden. Die Planung erfüllt den Zweck der Disposition von Personal und Messmittel sowie der Planung der Einbeziehung der Messung in den Bahnbetrieb.

---

<sup>1</sup> Die Pareto-Verteilung, benannt nach dem italienischen Ökonom und Ingenieur 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.

Grundlagen für den Planungsprozess sind die Anlagenklasse (z. B. für die Wahl des Messzyklus), technische und gesetzliche Anforderungen der zu messenden Gleise und Weichen für die Festlegung des Prüfumfangs (Haupt- oder Nebenprüfung), die Anforderungen an die Messparameter und Messgenauigkeit sowie der Umfang des zu messenden Netzes für die Auswahl des Messverfahrens (Gleismessfahrzeug, Gleisbaumaschine, leichte fahrbare Messeinrichtungen oder Handmessgeräte).

Grundsätzlich können messtechnische Zustandserfassungen unterschieden werden in Messungen mit selbstfahrenden Systemen (z. B. Gleismesszügen) oder mit Messsystemen, die manuell bedient werden, so dass bei letztgenannten eine Kombination mit einer visuellen Zustandserfassung möglich ist.

Für die Planung müssen die Netzdaten, also vor allem die Objekte Gleis-Strecke <01\_Netzmodell\_GleisStrecke> und Gleisknoten <01\_Netzmodell\_Gleisknoten>, die Daten zur Konfiguration der Infrastruktur, also vor allem die Objektarten aus der TOP-Ebene 02 Gleiskörper wie Objektart Gleiskörper <02\_Gleiskörper\_Gleiskörper> und Weichenanlage <02\_Gleiskörper\_Weichenanlage> vorliegen. Dabei muss auch die Anlagenklasse aus Kapitel 2.1 berücksichtigt werden. Als Ergebnis dieses Teilprozesses stehen die Auswahl der zu messenden Netzbereiche sowie der Zeitpunkt und die Technik der Zustandserfassung fest. Die administrativen Daten für die Zustandserfassung, z. B. Zeitpunkt der Inspektion, Name der Inspektoren, verwendetes Messgerät etc, können im Datenmodell in den Objektarten Zustandserfassung <13\_Zustandsdaten\_Zustandserfassung> und Messgerät <13\_Zustandsdaten\_Messgerät> abgebildet werden.

Die Netz- und Bestandsdaten (die Objekte Gleis-Strecke <01\_Netzmodell\_GleisStrecke> und Gleisknoten <01\_Netzmodell\_Gleisknoten>, die Konfigurationsdaten der Infrastruktur, also vor allem die Objektarten aus den TOP-Ebenen 01 und 02 wie die Objektarten Gleis-Strecken-Abschnitt <01\_Netzmodell\_GleisStreckenAbschnitt> und Weichenanlage <02\_Gleiskörper\_Weichenanlage> der zu messenden Bereiche werden an die Messsysteme als Grundlage zur Referenzierung und Auswertung der Messparameter übergeben.

### **2.3 Visuelle Zustandserfassung planen (3)**

Wie bei der Planung der messtechnischen Erfassung muss auch für visuelle Zustandserfassungen im Vorfeld festgelegt werden, welche Netzbereiche und Anlagenobjekte wann und auf welche Art und Weise erfasst werden sollen. Neben der Auswahl der visuell zu prüfenden Objekte, der einzusetzenden Prüftechnik aufgrund von Anforderung an Art, Umfang und Zeitpunkt der visuellen Zustandserfassung gilt es auch hier, Ausführungskombinationen gemeinsam mit Messungen zu berücksichtigen und die Disposition von Personal und Gerät sowie die Einbeziehung in den Bahnbetrieb festzulegen.

Bei den visuellen Prüfungen werden Haupt- und Nebenprüfung mit unterschiedliche Ziel-

setzung und Umfang unterschieden:

- Nebenprüfung: Nachweis der Betriebssicherheit, meist in Form von Begehungen
- Hauptprüfung: wie vor plus umfassende Zustandsinformation zur Planung der Instandhaltung, meist in Form von Inspektionen

Als Ergebnis dieses Teilprozesses stehen die Auswahl der zu prüfenden Netzbereiche und Objekte sowie der Zeitpunkt und der Umfang der visuellen Zustandserfassung fest. Die administrativen Daten für die Prüfung können im IDM-Datenmodell in der Objektart Zustandserfassung <13\_Zustandsdaten\_Zustandserfassung> abgebildet werden.

Die Netz- und Bestandsdaten (die Objekte Gleis-Strecke <01\_Netzmodell\_GleisStrecke> und Gleisknoten <01\_Netzmodell\_Gleisknoten>, die Konfigurationsdaten der Infrastruktur, also vor allem die Objektarten aus den TOP-Ebenen 01 und 02 wie die Objektarten Gleis-Strecken-Abschnitt <01\_Netzmodell\_GleisStreckenAbschnitt> und Weichenanlage <02\_Gleiskörper\_Weichenanlage> der zu prüfenden Anlagenobjekte können an die, die visuelle Zustandserfassung unterstützende (auf mobilen Erfassungsgeräten vorhandene) Software übergeben werden.

## 2.4 Störungsmeldungen aufnehmen (4)

Neben den Ergebnissen aus Messungen und visuellen Zustandserfassungen liegen Informationen zum Zustand der Infrastruktur auch aus automatisch erfassten oder manuell gemeldeten Störungen vor. In diesem Teilprozess geht es um die Erfassung der Meldungen und die verursachergerechte Zuordnung von Störungen zur rechtzeitigen Einleitung von Störungsbeseitigungsmaßnahmen, die der Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung von Funktion und Betriebssicherheit der Anlagen dienen. Dabei sollte eine Maßnahmenpriorisierung und die Schaffung einer Informationsbasis für eine Schwachstellenanalyse durchgeführt werden. Die Herkunft der Störungsmeldungen kann aus unterschiedlichen Quellen stammen, z. B. Fahrbetrieb, Revisions- und Wartungstrupps, Inspektions-team.

Grundlage für die Verwaltung von Störungsdaten sind alle Netzdaten sowie Bestandsdaten zu den Anlagenobjekten, die als Referenzierungsgrundlage für Störungsdaten vorhanden sein müssen.

Erfasst werden Störungsdaten wie Zeitpunkt, Art und Umfang von Störungen und die Zuordnung zum verursachenden Infrastrukturobjekt, sowie anschließend die Ableitung und Priorisierung von Maßnahmen. Relevante Störungsdaten sind im IDM-Datenmodell in den Objektarten Störung <13\_Zustandsdaten\_Störung>, mit dem Attribut Störungsart, die Wirkungen einer Störung in Zustandsänderung <13\_Zustandsdaten\_Zustandsänderung>, sowie in Mangelmeldung <13\_Zustandsdaten\_Mangelmeldung> strukturiert.

## 2.5 Messtechnische Zustandserfassung durchführen (5)

Entsprechend der Planung wird eine messtechnische Zustandserfassung durchgeführt. Dabei werden üblicherweise Messparameter wie geometrische Quermaße und Schieneneigenschaften von Gleisen und Weichen erfasst. Zielsetzung ist es, den Zustand wiederholbar, reproduzierbar, vergleichbar und eindeutig lokalisierbar zu erfassen.

Als Grundlage für die Durchführung werden die Ergebnisse der Planung aus Kapitel 2.2 genutzt. Netz- und Bestandsdaten des zu messenden Netzbereiches werden an das Messsystem übergeben.

Output dieses Teilprozesses sind die detaillierten Daten der Messparameter, die im Messsystem erfasst werden. Diese Messdaten werden meistens bereits im Messsystem Soll-Ist-Vergleichen unterzogen und anschließend verdichtet (vgl. Kapitel 2.8). Theoretisch können auch die Rohdaten im IDM-Datenmodell abgebildet werden. Dazu stehen die Objektarten Parameter <13\_Zustandsdaten\_Parameter>, Zustand <13\_Zustandsdaten\_Zustand> und Zustandswert <13\_Zustandsdaten\_Zustandswert> zur Verfügung. Im Instandhaltungsmanagement werden aber zumeist nur verdichtete, aggregierte und/oder kategorisierte Zustandsdaten genutzt.

## 2.6 Visuelle Zustandserfassung für Hauptprüfung durchführen (6)

Entsprechend der Planung (vgl. Kapitel 2.3) wird in diesem Teilprozess eine visuelle Prüfung des Ist-Zustands von Gleisen und Weichen in Ergänzung einer messtechnischen Zustandserfassung als Hauptprüfung durchgeführt. Ziel ist das Erkennen von Fehlerursachen, die Bewertung festgestellter Mängel im Hinblick auf deren Sicherheitsrelevanz sowie die Ableitung und Empfehlung ursachengerechter Instandsetzungsmaßnahmen.

Dazu wird zusammen mit oder nach einer messtechnischen Zustandserfassung eine visuelle Zustandserfassung von Gleisen und Weichen durchgeführt, die nicht (oder nur mit großem Aufwand) messbaren Mängel und die jeweilige Mangelursache kodiert als standardisierte Fehlerbeschreibung erfasst. Es erfolgt eine Positivprüfung der Weichen (Punkt-für-Punkt-Prüfung mittels Checkliste, Ergebnis: „in Ordnung“/„nicht in Ordnung“) und eine Negativprüfung der Gleise (Erfassung von Mängeln, Ergebnis: „nicht in Ordnung“).

Grundlage der Durchführung der Hauptprüfung sind die Ergebnisse der Planung aus Kapitel 2.3. Netz- und Bestandsdaten der zu prüfenden Netzbereiche und Objekte (z. B. Weichen) können an die die Prüfung unterstützende (auf mobilen Erfassungsgeräten vorhandene) Software übergeben werden.

Grundlage für die standardisierte Aufnahme von Mängeln ist ein vorab definierter Fehlerkatalog mit kodierten Mangelbeschreibungen, sog. Fehlercodes. Dieser Fehlerkatalog ist im IDM-Datenmodell in der Objektart Mangelmeldung

<13\_Zustandsdaten\_Mangelmeldung> modelliert.

## 2.7 Visuelle Zustandserfassung für Nebenprüfung durchführen (7)

Im Gegensatz zur Hauptprüfung zielt die Nebenprüfung auf eine Überprüfung der Anlagensicherheit und Funktion in mehreren kurzen Zeitintervallen zwischen zwei Hauptprüfungen ab. Der Umfang dieser Prüfung, die meist als Begehung oder Befahrung der Anlagen durchgeführt wird, ist in der Regel gegenüber dem der Hauptprüfung deutlich vermindert. Werden Checklisten als Leitfaden für die Durchführung verwendet, weisen diese einen verringerten Umfang und Detaillierungsgrad auf, da das Ergebnis von Nebenprüfungen vor allem der aktuellen Beurteilung und Bestätigung des betriebssicheren Zustands dient und somit nur bedingt als Input zur mittel- und langfristigen Instandhaltungsplanung herangezogen wird. .

Grundlagen und Ergebnisse von Nebenprüfungen gehen analog zu den Ergebnissen von Hauptprüfungen (vgl. Kapitel 2.6) in den weiteren Instandhaltungsprozess ein.

## 2.8 Messwertverdichtung durchführen (8)

Bei der messtechnischen Zustandserfassung wird eine Messwertverdichtung mit dem Ziel der Reduzierung der Datenmenge der primären Messdaten, einer Verbesserung der Handhabbarkeit für den Datenaustausch, sowie der Schaffung einer Basis für weitere Analysen und Ergebnisdokumentationen durchgeführt.

Es gibt kein standardisiertes Verfahren für die Verdichtung, sie steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Messwernerfassung und wird in der Regel durch das Erfassungssystem ausgeführt.

Grundlage für diesen Teilprozess sind die Ergebnisse der messtechnischen Zustandserfassung (vgl. Kapitel 2.5). Als Ergebnis stehen nun verdichtete Messwerte zur Verfügung, die im IDM-Datenmodell in den Objektarten Parameter <13\_Zustandsdaten\_Parameter>, Zustand <13\_Zustandsdaten\_Zustand> und Zustandswert <13\_Zustandsdaten\_Zustand> abgebildet werden können.

## 2.9 Messwertklassifikation durchführen (9)

Zweck des Teilprozesses ist es, basierend auf den verdichteten Messwerten eine Bewertung und Klassifikation der Messergebnisse durch Vergleich mit Toleranzen und Grenzwerten ( $SR_A$ ,  $SR_{100}$ ,  $SR_{lim}$ ,  $SR_G$ ), zur Kategorisierung, zur Detektion von Extremwerten und Einzelfehlern sowie zur Ableitung und Priorisierung von Maßnahmen vorzunehmen.

Dabei finden die Toleranzgrenzen  $SR_A$ ,  $SR_{100}$ ,  $SR_{lim}$ ,  $SR_G$  für die Einordnung der Messergebnisse in einzelne Zustandsklassen Anwendung (s. Beispiel Messausdruck, grafische

und numerische Auswertung von Toleranzen in Teil 2 des Leitfadens Instandhaltungsmanagement mit IDMVU). Die Festlegung der Toleranzgrenzen erfolgt in der Regel auf Basis von Vorschriften und Regelwerken (z.T. auch VU-intern).

Werden messtechnische und visuelle Zustandserfassung unabhängig voneinander durchgeführt, kann die Reihenfolge variieren. Bei getrennter Ausführung wird in der Regel zunächst die Messung durchgeführt - die visuelle Zustandserfassung, ausgestattet mit den Messergebnissen, erfolgt im Anschluss daran. Insbesondere zur Plausibilisierung von Gleismessergebnissen, die einen Ausfall an Toleranzgrenzen aufweisen, ist eine gesonderte visuelle Nachprüfung erforderlich, um ursachengerechte Maßnahmen veranlassen zu können.

Grundlage für die Messwertklassifikation sind die Ergebnisse der Messwertverdichtung (vgl. Kapitel 2.8) sowie die festgelegten Geometriegrenzen (Toleranzgrenzen) z. B. aus der Quermaßstabelle (Teil 2 – Abbildung 22). Ergebnis dieses Teilprozesses sind klassifizierte Zustandswerte, die im IDM-Datenmodell in der Objektart Kategorie <13\_Zustandsdaten\_Kategorie> abgelegt werden.

## 2.10 Mangelbewertung durchführen (10)

Dieser Teilprozess dient der Klassifizierung festgestellter Mängel, die aus einer visuellen Zustandserfassung, einer Störungsmeldung oder aus sonstigen Quellen stammen können.

Im Rahmen dieser Fehlerklassifizierung findet wiederum der Fehlerkatalog Anwendung, der neben kodierten Mangelbeschreibungen und Instandsetzungsmaßnahmen zugewiesene Fehlerklassen und Klassifizierung von Mängeln bereitstellt.

Ob dieser Teilprozess während der visuellen Zustandserfassung oder in einem separaten Schritt im Anschluss daran erfolgt, hängt in erster Linie von den technischen Voraussetzungen der Inspektoren statt. Die Mangelbewertung kann während der visuellen Zustandserfassung (2.6, 2.7) erfolgen, wenn diese IT-unterstützt stattfindet. Steht keine IT unmittelbar bei der Erfassung zur Verfügung, ist die Zuordnung von Fehlerklassen zu jedem festgestellten Mangel (Fehlerklassifizierung) in einem gesonderten, nachfolgenden Arbeitsschritt möglich.

Grundlage für die Mangelbewertung bilden die Ergebnisse der visuellen Zustandserfassung aus Haupt- oder Nebenprüfungen (vgl. Kapitel 2.6, 2.7). Das Ergebnis der Mangelbewertung ist die Fehlerklasse, die als Teil der Mangelmeldung im IDM-Modell als Objektart <13\_Zustandsdaten\_Mangelmeldung> abgebildet ist.

## 2.11 Ergebnisse der Hauptprüfung – bestehend aus Messungen und visuellen Zustandsprüfungen - zusammenführen (11)

Um eine solide Grundlage für planbare Instandhaltungsmaßnahmen zu schaffen sind die gegenseitigen Abhängigkeiten von messtechnischer und visueller Zustandserfassung aufzuzeigen. Da selbst klassifizierte und bewertete Messergebnisse keinen Hinweis auf die Mangelursache ermöglichen, ist eine ursachengerechte Instandhaltung ohne zusätzliche Informationen nicht oder nur eingeschränkt möglich. Deshalb ist es wichtig, die Ergebnisse der durchgeführten messtechnischen und der visuellen Zustandserfassung zusammenzuführen. Dabei werden visuell erkannte Mängel, die Auswirkungen auf Geometriemessungen haben, bestätigt – Messergebnisse finden neben der Bestätigung mit der Mangelbeschreibung einen konkreten Hinweis auf die Mangelursache.

Die Zusammenführung von klassifizierten Zustandsergebnissen aus Messung und visueller Prüfung erfolgt in Form eines zusammenfassenden Inspektionsberichts. Dabei werden Messergebnisse mit Toleranzverletzung den in diesem Netzelement festgestellten und bewerteten Mängeln zugeordnet und ergänzt. Neben der Plausibilisierung der u.U. zeitlich getrennt voneinander durchgeführten messtechnischen und visuellen Zustandserfassung bringt diese Zusammenfassung einen Erkenntnisgewinn im Hinblick auf gegenseitige Abhängigkeit und Zusammenhänge, und damit eine wichtige Entscheidungshilfe für die zustandsorientierte Instandhaltung.

Als datentechnische Grundlagen werden in diesem Integrationsschritt klassifizierte Messergebnisse und Ergebnisse der visuellen Zustandserfassung – im IDM-Modell Objektart Zustandswert <13\_Zustandsdaten\_Zustandswert> mit dem Attribut Zustandsklassifizierung, sowie klassifizierte Mängel aus der IDM-Objektart Mangelmeldung <13\_Zustandsdaten\_Mangelmeldung>, mit den Attributen Fehlerklasse und Maßnahmenvorschläge (Instandsetzungshinweis) zur Mangelbeseitigung genutzt.

## 2.12 Sofortmaßnahmen einleiten (12)

Die Einleitung von Sofortmaßnahmen dient der Wahrung und/oder Wiederherstellung der Betriebssicherheit und Funktion des Fahrweges. Sie wird als sofortige Reaktion auf Störungsmeldungen zur Entstörung ausgeführt.

Die im Rahmen der Störungsmeldung (vgl. Kapitel 2.4) aufgenommenen und mit hoher Priorität (Fehlerklasse 1 oder SR<sub>G</sub>) bewerteten Messergebnisse (vgl. Kapitel 2.9) und Mängel (vgl. Kapitel 2.10) werden als Sofortmaßnahmen beauftragt, wobei Instandsetzungsaufträge idealerweise als Maßnahme an ERP<sup>2</sup> übertragen werden (Workflow).

---

<sup>2</sup> Enterprise-Resource-Planning (ERP) bezeichnet die Aufgabe, vorhandene Ressourcen (Kapital, Betriebsmittel und Personal) möglichst effizient für den betrieblichen Ablauf einzuplanen.

Die Einleitung von Sofortmaßnahmen basiert auf den Ergebnissen bewerteter Störungsmeldungen, im Zustandsmodell des IDM als Objektart <13\_Zustandsdaten\_Störung>, und Mangelbewertung der IDM-Objektart <13\_Zustandsdaten\_Mangelmeldung>. Wie schon bei der Erfassung spielen Netzdaten sowie Bestandsdaten zu den Anlagenobjekten als Referenzierungsgrundlage eine wichtige Rolle bei der Lokalisierung der Störstelle und der Entsendung von Entstörungsteams.

Das Ergebnis ist ein Instandsetzungsauftrag mit Anlagenobjekt, Maßnahmeart und Ausführungszeitraum <13\_Zustandsdaten\_Maßnahme>.

## 2.13 Kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen planen (13)

Die Kurz-, Mittel- und Langfristplanung dient dem Zweck, Ressourcen zu optimierten unter weitgehender Ausnutzung der Abnutzungsvorräte durch planbare und zustandsabhängige Instandhaltung der Anlagen. Dieser Teilprozess unterstützt technisch und ökonomisch fundierte Planungen – wobei Kurzfristplanungen in der Regel einen 1-2 jährigen, Mittel- und Langfristplanungen einen Zeithorizont >2 Jahren abdecken.

Zu den mittel- und langfristigen Maßnahmen zählen neben den auf Inspektionsergebnissen basierenden zustandsabhängigen Maßnahmen auch solche der präventiven Instandhaltung, die entweder zeit- oder belastungsabhängig ausgelöst werden können, wie beispielsweise regelmäßige Wartungs- und Pflegemaßnahmen.

Entscheidungsgrundlagen für die Priorisierung, Planung, Steuerung und Budgetplanung, sind die festgelegten Anlagenklassen aus Kapitel 2.1, Bestandsdaten (Bahnkörper, Objekte, Nutzungsdauer), die bewerteten und zusammengeführten Inspektionsergebnisse (nur Hauptprüfung) und die daraus abgeleiteten und priorisierten Instandsetzungsmaßnahmen aus Kapitel 2.11. Eine monetäre Bewertung der für die einzelnen Jahre geplanten Maßnahmen ist auch ohne eine direkte ERP-Anbindung in manueller Form möglich.

Ergänzend dazu sind Erkenntnisse aus einem Nutzungsdauermanagement und aus der Substanzbewertung (Abnutzungsvorräte der Anlagenobjekte) der Infrastruktur des Verkehrsunternehmens bei der Bestimmung und Planung optimaler Erneuerungszeitpunkte von Bedeutung.

Die Instandhaltungsplanung bildet im Ergebnis Maßnahmen unterschiedlichen Umfangs und Zeithorizonte.

Den Input für diesen Teilprozess bilden die Ergebnisse von Teilprozess 2.1, Anlagenklasse, (Attribut der Objektart <12\_Allgemeine Objekte\_InfrastrukturObjekt>) sowie die zusammengefassten Ergebnisse aus Teilprozess 2.11: klassifizierte Messergebnisse - Zustandswert, Zustandsklasse (IDM-Objektart: <13\_Zustandsdaten\_Zustandswert>), klassifizierte Mängel - Mangelmeldung, Fehlerklasse und Maßnahmenvorschläge zur Mangelbeseitigung - Mangelmeldung, Instandsetzungshinweis (IDM-Objektart: <13\_Zustandsdaten\_Mangelmeldung>).



Im Ergebnis liefert der Prozessschritt Mittel- und Langfristplanung priorisierte, technisch begründete Maßnahmen und ein monetäres Instandhaltungsbudget für einen mittel- und langfristigen Planungshorizont (> 2 Jahre).

## **2.14 Maßnahmen durchführen (14)**

Instandsetzungsmaßnahmen dienen der Wiederherstellung des Soll-Zustands durch Erneuerungs-, Instandsetzungs- oder Wartungsmaßnahmen. Neben der in Kapitel 2.12 beschriebenen Einleitung von Sofortmaßnahmen, die zu den ungeplanten Instandsetzungsmaßnahmen zählen, geht es in diesem Teilprozess um die Durchführung von planbaren Instandsetzungsmaßnahmen aus der Kurzfristplanung in Kapitel 2.13, also um die Ausführung von planbaren und nicht planbaren (Entstörung) Instandhaltungsmaßnahmen in vereinbarter Zeit, Art, Umfang und Qualität.

Häufig findet bei Erneuerungsmaßnahmen ein Wechsel der Oberbauform, also eine Veränderung der Anlagenkonfiguration (Bestandsdaten) statt.

Das Ergebnis dieses Teilprozesses sind entweder entstörte (funktionsfähige), instandgesetzte oder erneuerte Anlagenobjekte.

## **2.15 Maßnahmendurchführung dokumentieren (15)**

Neben den Informationen zur Zustandsänderung stellen auch durchgeführte Instandsetzungsmaßnahmen als Teil der Anlagenhistorie wichtige Informationen für Instandhaltungsentscheidungen der Zukunft und den systematischen Erkenntnisgewinn hinsichtlich der Verschleißentwicklung und dem Erfolg von Maßnahmen dar.

Deshalb dient die Dokumentation der in Kapitel 2.14 ausgeführten Maßnahmen sowohl als Rück- oder Fertigmeldung im Projektmanagement als auch zur Aktualisierung von Bestands- und Zustandsdatenveränderungen, die im Zusammenhang mit den durchgeführten Maßnahmen hergestellt wurden. Die eindeutige Zuordnung der Projektdokumente zur jeweiligen Infrastruktur ist deshalb anzustreben.

Ein wichtiger Teil der Projektdokumentation ist die Abnahme, die gleichzeitig den Beginn der Gewährleistungslaufzeit darstellt und finanztechnische Auswirkungen hat. Auch hier ist eine Anbindung an ein ERP-System zur Rechnungsprüfung und Mittelfreigabe sinnvoll.

Durchgeführte Maßnahmen aus Sofortmaßnahmen sowie der Mittel- und Langfristplanung und die damit in Zusammenhang stehenden Bestandsveränderungen werden durch das Einpflegen von Fertigmeldungen und Änderungen von Bestands- und Zustandsdaten aktualisiert. Im Ergebnis entsteht ein aktualisierter Status sowie aktuelle Bestands- und Zustandsdaten.

## 2.16 Maßnahmenqualität bewerten (16)

Zur Beurteilung des Erfolg der in Kapitel 2.14 durchgeführten und in 2.15 dokumentierten Maßnahmen findet ein Abgleich der neu hergestellten Zustände mit den Sollwerten bzw. den technischen Instandsetzungsvorgaben – unter Einbeziehung der die Maßnahme auslösenden früheren Zustandsinformation statt.

Die geschieht entweder im Rahmen des Projektmanagements, unmittelbar während der Abnahme oder im Rahmen einer auf die Instandsetzung folgenden Inspektion. Darüber hinaus ist die Überwachung von Gewährleistungszeiträumen und der rechtzeitigen (vor Ablauf der Gewährleistung) durchgeführten Qualitätsprüfung, Gegenstand des Instandhaltungsmanagements. Zur kontinuierlichen Qualitätsüberwachung eignet sich eine automatisierte Gewährleistungsüberwachung, um einerseits wiederholt auftretende Mängel oder Mängel gleicher Gattung innerhalb eines Anlagen- oder Anlagenteilobjekts zu identifizieren und gesondert auf Ansprüche hin zu überprüfen und andererseits als Input für Schwachstellenanalysen.

Durchgeführte und dokumentierte Maßnahmen aus Sofortmaßnahmen sowie der Mittel- und Langfristplanung - verglichen mit Ergebnissen von nachfolgend durchgeführten Inspektionen stellen den wesentlichen Input für diesen Teilprozess dar.

Das Ergebnis dieses Teilprozess stellt Informationen über wiederholt aufgetretene Mängel gleicher Gattung zur Gewährleistungsverfolgung und Veranlassung weiterführender Abweichungs- und Schwachstellenanalysen zur Verfügung.