

Competence Center (CoC) Predictive Maintenance SBB.

Referat im Rahmen des
13. FFHS Business Breakfast.

Urs Gehrig (Leiter CoC)
Bern, 30. November 2017



Wir gestalten die Mobilität der Zukunft –
einfach, persönlich, vernetzt.



Der Mobilitätsmarkt verändert sich.

Personenverkehr (Pkm)



+51%



+32%



+18%

Güterverkehr (Tkm)



+45%



+33%

Quelle: Bundesamt für Raumentwicklung,
ARE Verkehrsperspektiven 2040.
2010-2040, Basis Referenz-Szenario





SBB CFF FFS

Vertrauenswürdiger
Mobilitätsdienstleister.

Starke Eisenbahn.

Attraktiver
Entwicklungspartner.



- Organisation der Tür-zu-Tür-Mobilität für Menschen und Güter.
- Intermodal entlang der ganzen Mobilitätskette.
- Sowohl digital und persönlich.

- Grosse Beförderungskapazität auf kleinen Flächen in Ballungszentren.
- Hohe Effizienz ohne Staus auf langen Strecken, bei grossen Volumina/regelmässigem Verkehr.
- Rückgrat in ÖV und Logistik, leistet einen Beitrag an die Grundversorgung der Mobilität.

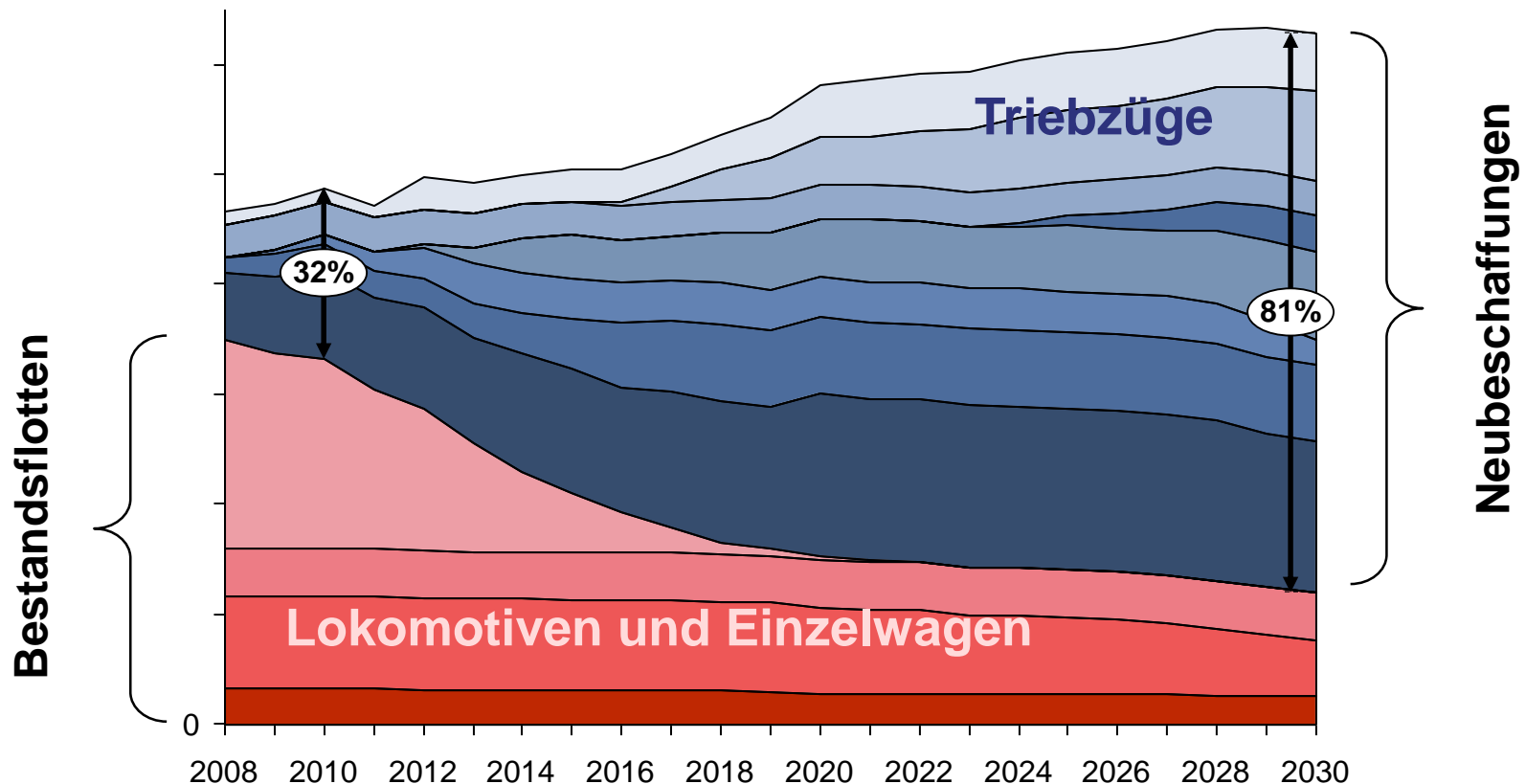
- Als Drehscheibe (Mobilitätshub) für Mobilitätsdienstleistungen.
- Smarte Mobilität für Smart Cities.
- Entwicklung von Bahnhöfen und Arealen zu attraktiven Lebensräumen.

Wir produzieren Bahn – «sicher, sauber, pünktlich».

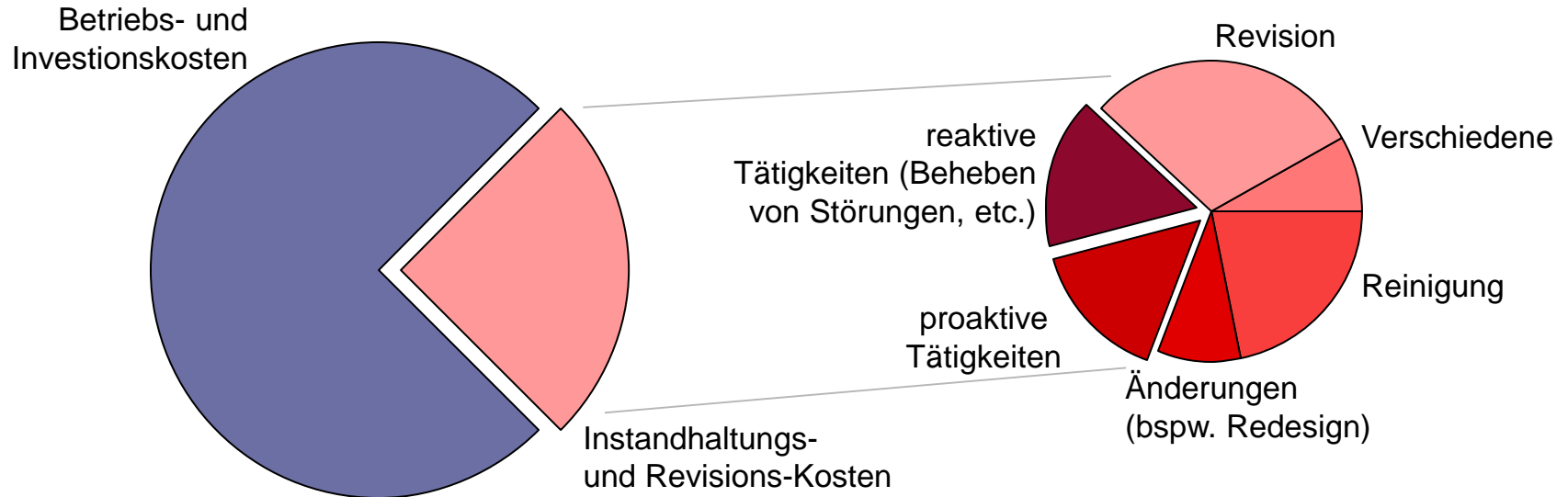


Herausforderung 1: Starkes Wachstum der Flotte Personenverkehr und Anteil der Triebzüge beeinflusst die Instandhaltung.

Illustrative Darstellung der Entwicklung der Anzahl Wagenkasten im
 Regional- und Fernverkehr.



Herausforderung 2: Beeinflussbarkeit der Betriebs- und Anlagekosten.



Kostendarstellung illustrativ.

Elemente der Betriebs –und Anlagenkosten.

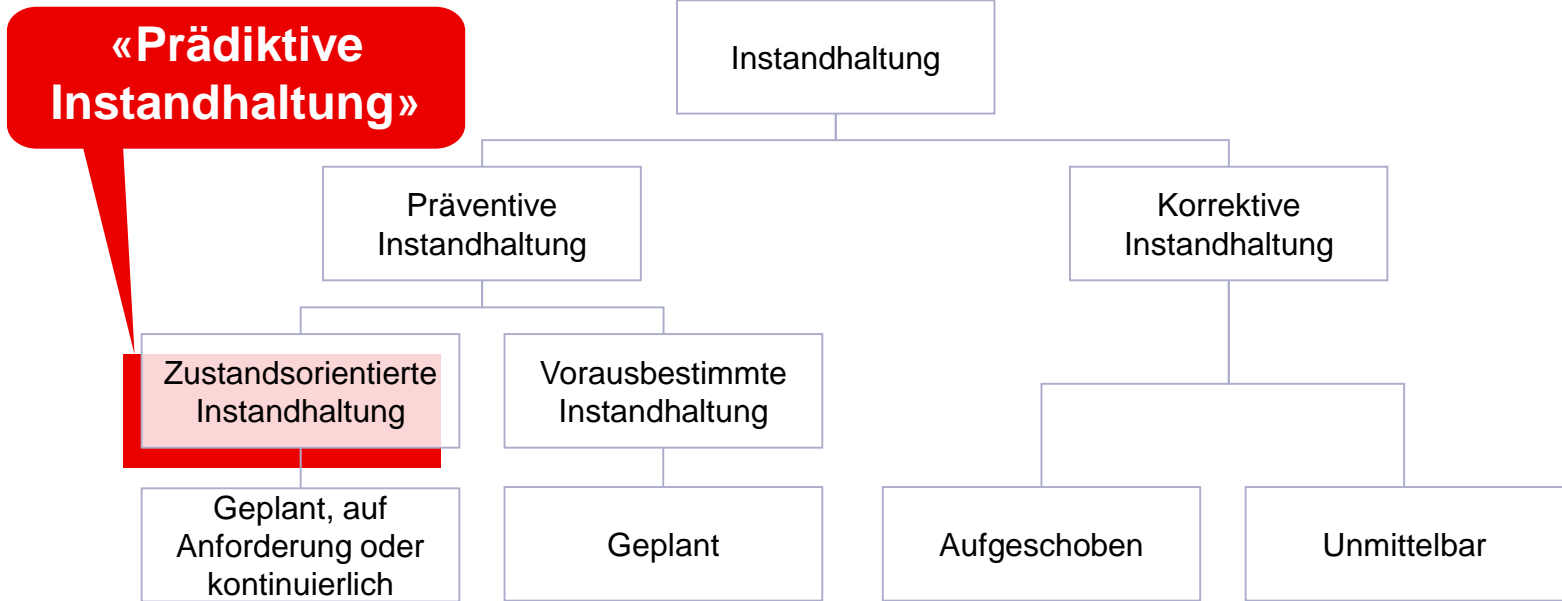
- Investitions- und Kapitalkosten kaum beeinflussbar; Life-Cycle ca. 40 Jahre.
- Betriebskosten wie Energie, Trassen-Entgelt je Zug, Betriebspersonal, etc.
- Instandhaltung und Revision als wesentlicher Teil der Anlagenkosten.

Kosteneffizienz bei Instandhaltung.

- Anlagenkosten sind **optimierbar**.
- Hebel insbesondere bei der Instandhaltungs-Optimierung, etwa im Bereich der **Störungs-Reduktion** und/oder **Störungs-Verhinderung** (Zuverlässigkeit).

Direkt beeinflussbar: **Kosten den Instandhaltung.**

Instandhaltung als Überbegriff von korrektiven und präventiven Tätigkeiten.



Auszug aus EN 13306.

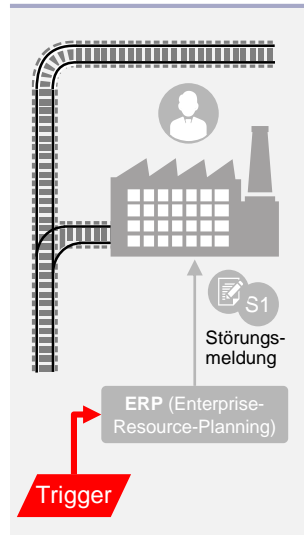
→ Die Instandhaltung ist **präventiv**, wenn sie ausgeführt wird in festgelegten Abständen oder nach vorgeschriebenen Kriterien zur Verminderung der Ausfallwahrscheinlichkeit oder der Wahrscheinlichkeit einer eingeschränkten Funktionserfüllung eines Systems.

→ Die Instandhaltung ist **korrektiv**, wenn sie ausgeführt wird nach der Fehlererkennung, um ein System in einen Zustand zu bringen, in dem das System eine geforderte Funktion erfüllen kann.

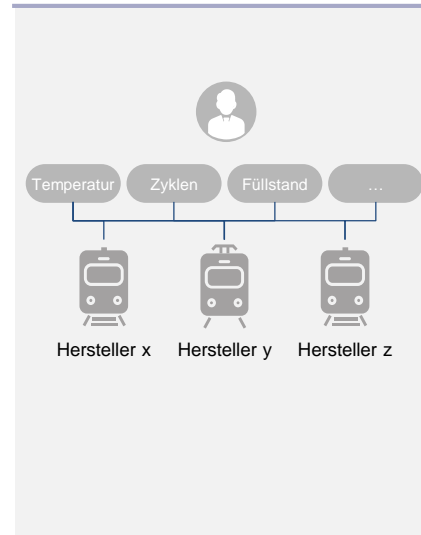
→ «Prädiktive bzw. voraussagende Instandhaltung» ist eine Form der zustandsorientierten Instandhaltung, die **nach einer Vorhersage**, abgeleitet von wiederholter **Analyse** oder **bekanntem Eigenschaften** und Bestimmung von wichtigen **Parametern**, welche den **Abbau des Systems** kennzeichnen, **durchgeführt** wird.

Der Weg zu «Predictive Maintenance» für Systeme unterschiedlicher Anlagen im Gesamtkontext SBB.

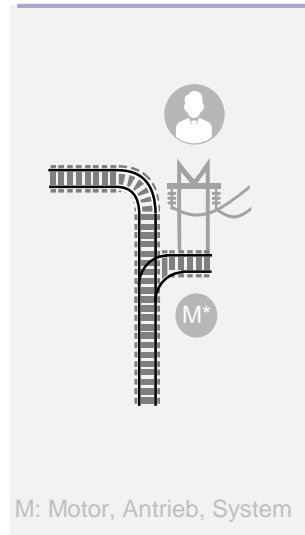
Instandhaltung



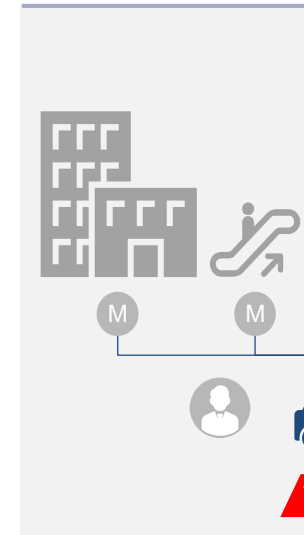
Rollmaterial



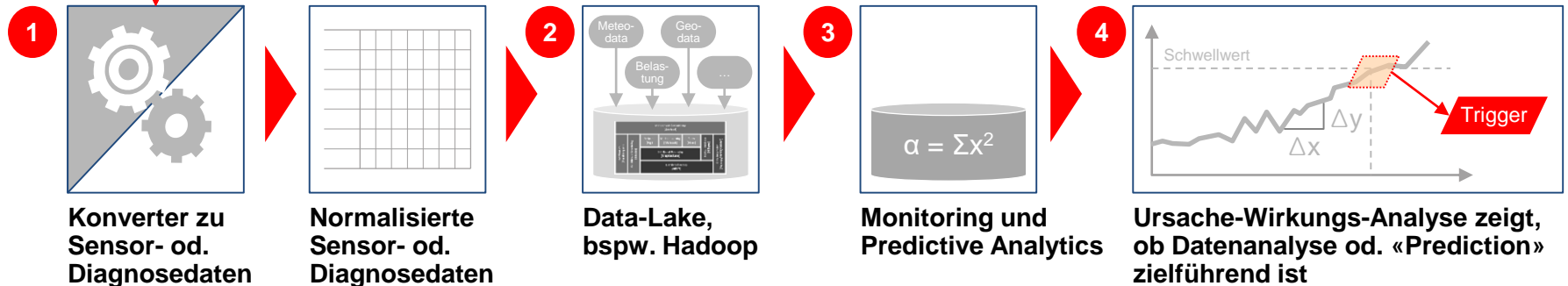
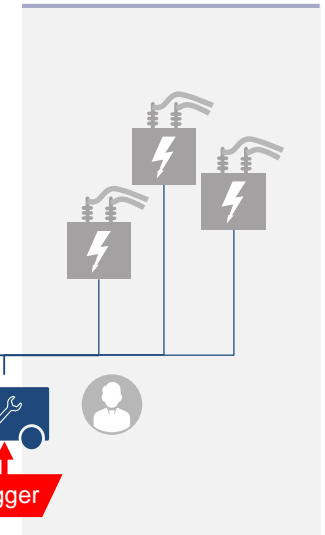
Infrastruktur



Immobilien



Energieversorgung



Fachexpertise auf Systemebene sind essentiell für die Nutzung der Potentiale aus «Predictive Maintenance».

Radabnutzung.

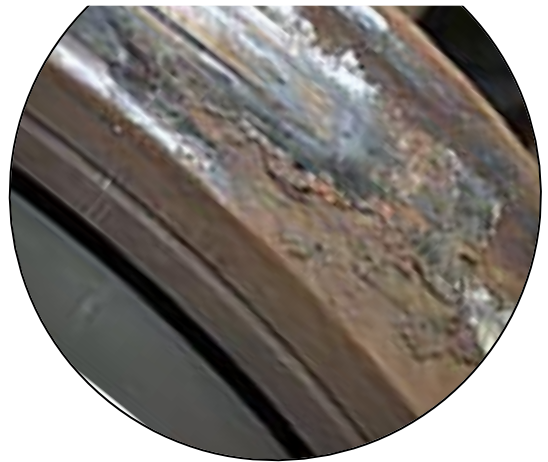


Abbildung rein illustrativ.

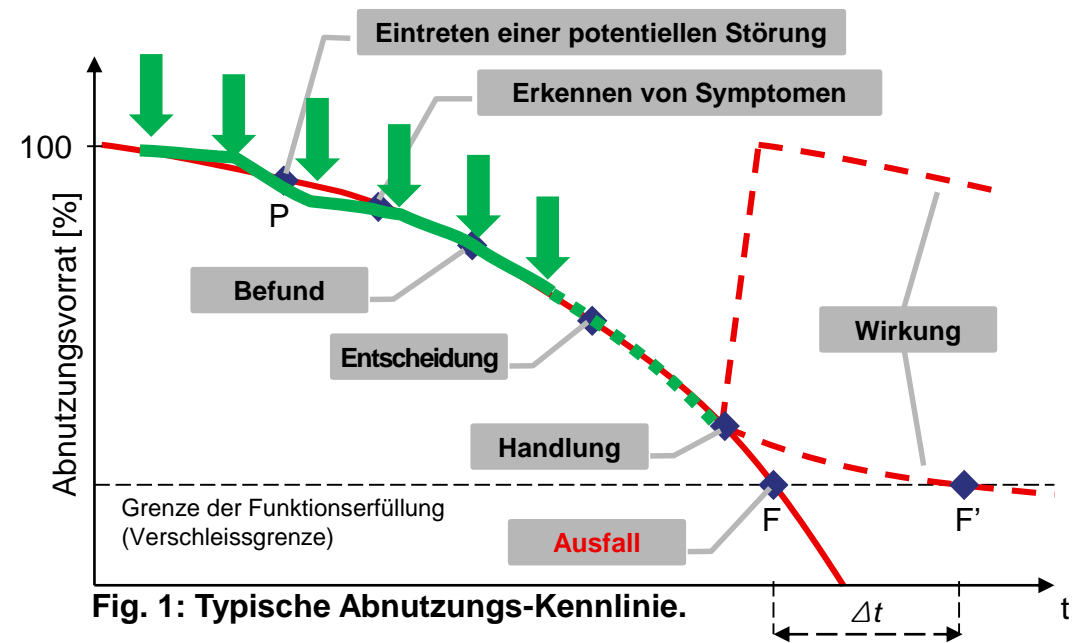
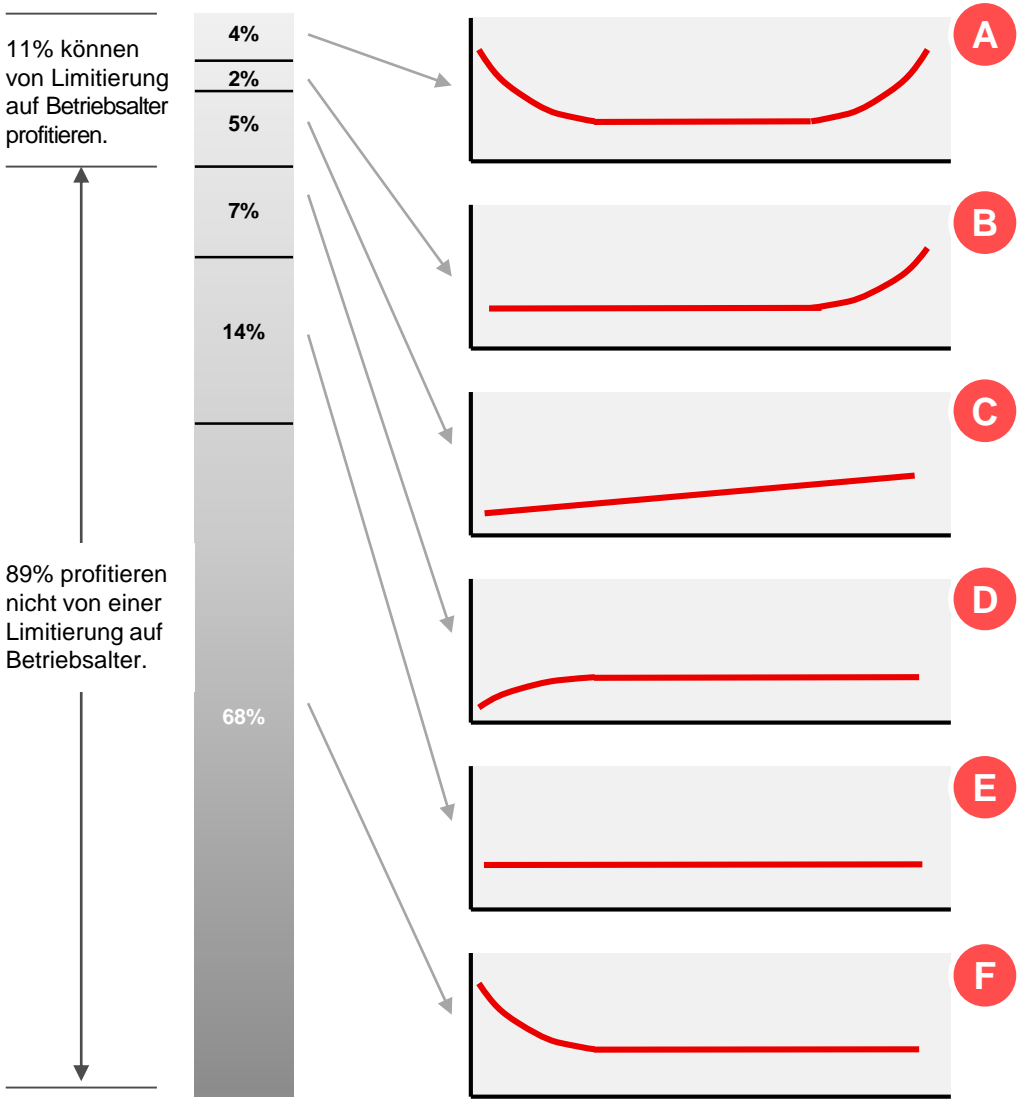


Fig. 1: Typische Abnutzungs-Kennlinie.

In Anlehnung an: DIN 31051; J. Moubray, RCM.

- ○ **Verschleissverhalten** eines Systems steht in Zusammenhang mit **Betriebskontext**.
- Betriebskontext bezeichnet **Umgebung und Einflussfaktoren**, in welcher ein System verwendet wird.
- ○ **Ursachen-Wirkungs-Analysen** und weitere fachliche Auseinandersetzung mit dem System sind essentiell
- **Digitalisierung** (Data Analytics, Machine Learning, AI etc.) kann Fachexpertise **stärken** oder **ergänzen**.

Die typisierten Ausfallmuster nach Nowlan und Heap.



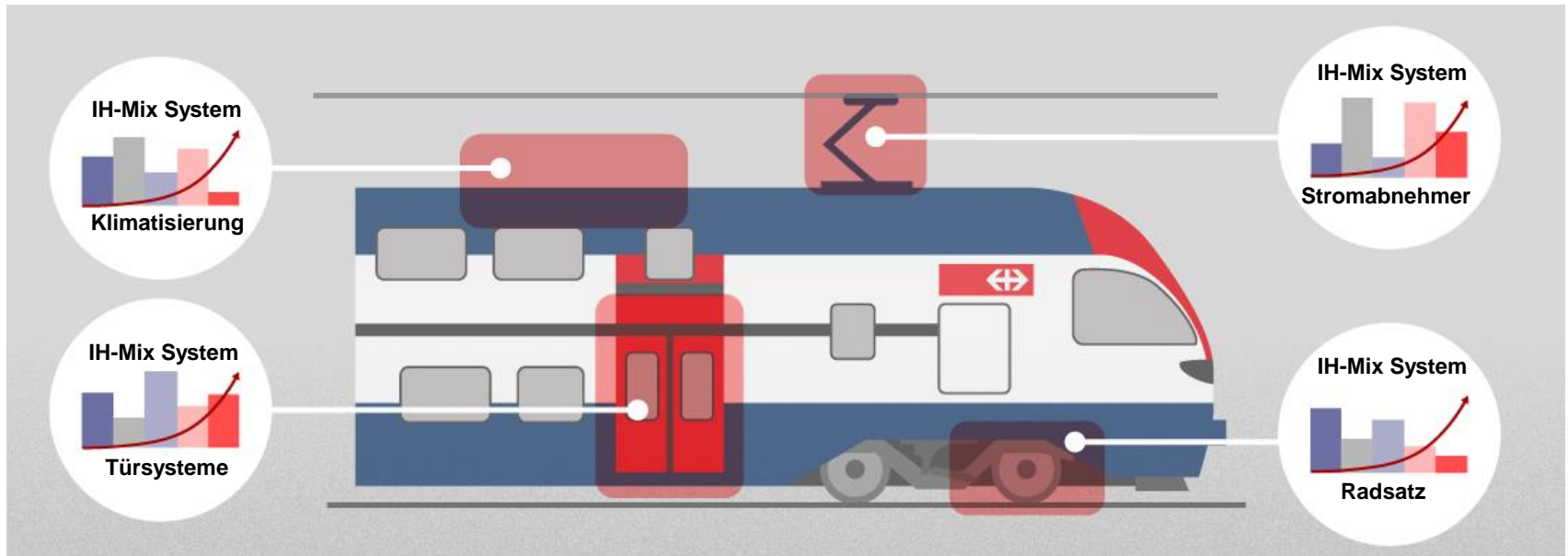
- Die **Mehrzahl** der Ausfälle ist **von Natur aus zufällig** und würde deshalb nicht von einem präventiven Instandhaltungsprogramm profitieren, das nur auf der Lebensdauer der Anlage oder dem Betriebsalter beruht.
- Nur **Ausfallmuster A und B** zeigen eine **deutliche Verschleisszone**, die darauf hinweist, dass Ausfallarten dieses Ausfallmusters aus einer altersorientierten Instandhaltungsstrategie profitieren würden.
- Die Beobachtung, dass die **grosse Mehrzahl** von Problemen **keine Verschleisszone** umfassen, hat für die Instandhaltung weitgehende Konsequenzen.
- Die Instandhaltung **im Bereich einer angenommenen Altersgrenze** trägt daher wenig bis nichts zur Verbesserung der Gesamtzuverlässigkeit bei.
- Die Ausfallrate spielt ausserdem eine relativ unbedeutende Rolle bei der Ableitung von Instandhaltungssystemen, wenn **keine Informationen über die möglichen Ausfallfolgen** bereitgestellt werden.

Quelle: Nowlan, F. S. ; Heap, Howard F.; Reliability-Centered Maintenance (1978); Nr. ADA066579; Seite 46; <http://www.dtic.mil/docs/citations/ADA066579>

Y-Achse: Ausfallwahrscheinlichkeit [%]
X-Achse: Betriebszeitraum (t)

Gesamtnutzen aus «Predictive Maintenance» zeigt sich anhand Instandhaltungs-Mix je System.

Der Instandhaltungs-Mix einer Anlage (System) steht in direktem Bezug zum jeweiligen Betriebskontext.

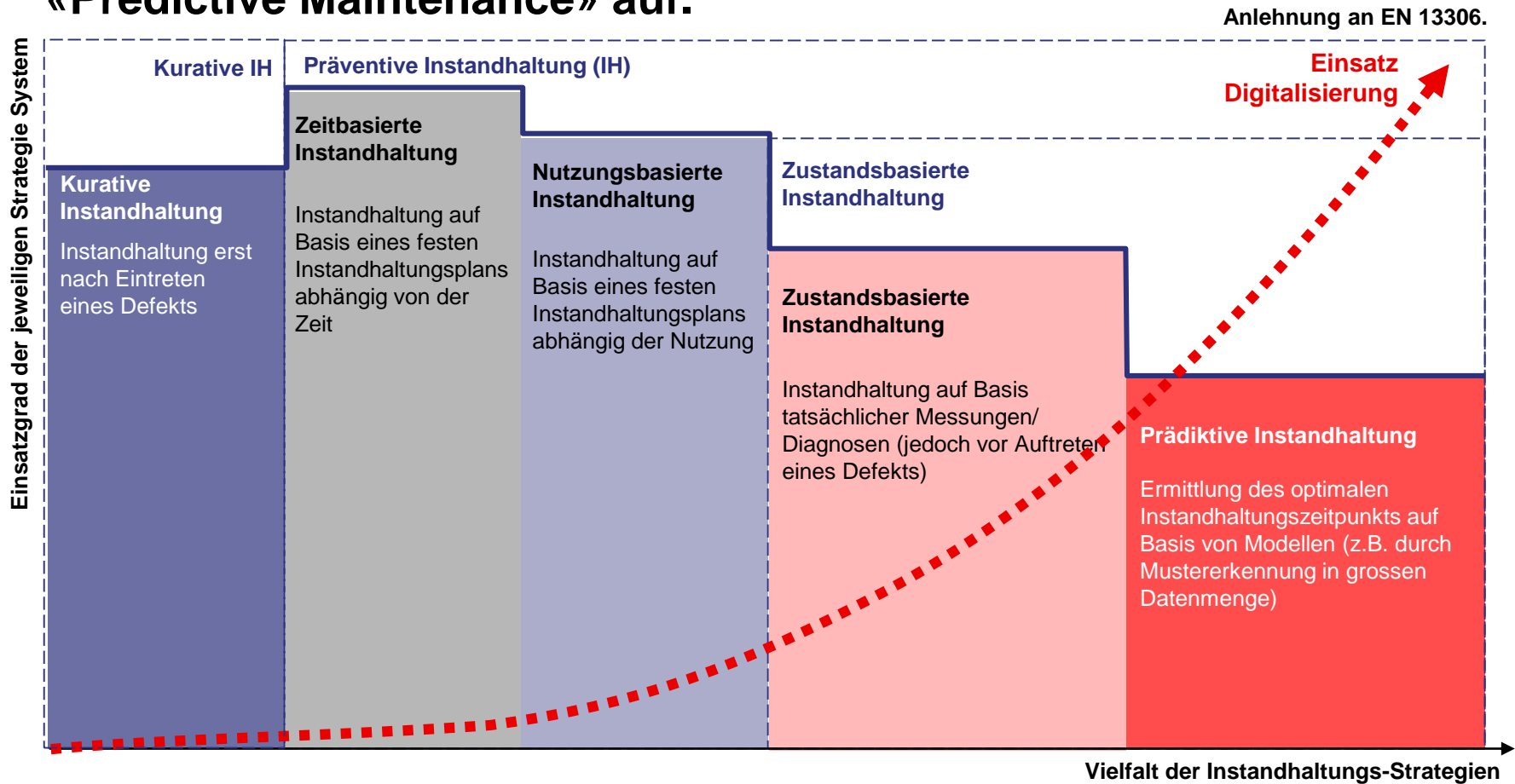


- **Komplexe Triebzüge** (Leittechnik, Sensorik, Software etc.) zeigen ungewohnte **Störungsbilder**.
- Wechselnder **Betriebskontext** beeinflusst das Verhalten der Systeme und deren Wechselwirkung.



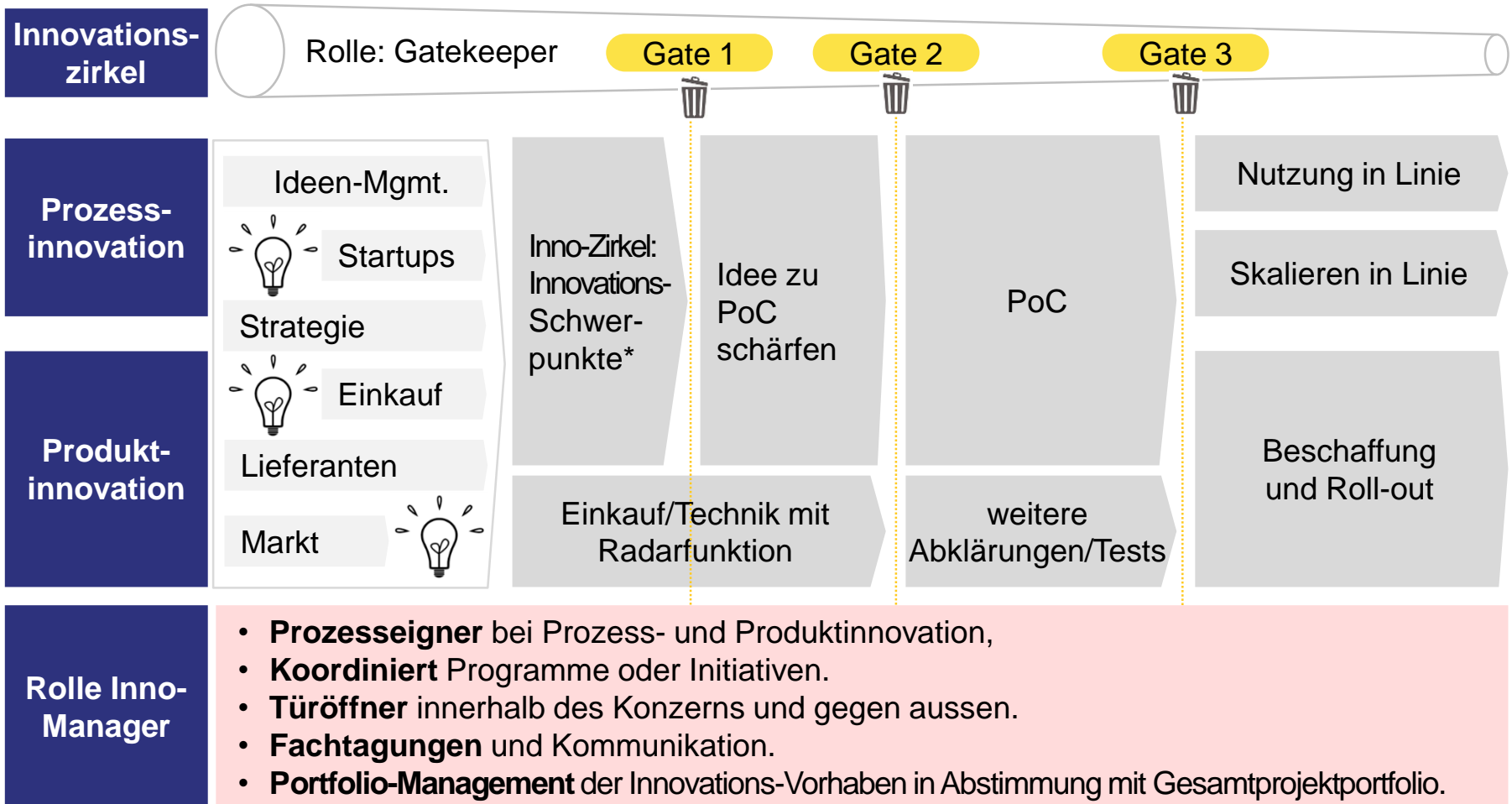
- **Ursache-Wirkungs-Analysen** («failure modes») und Festlegen des **Instandhaltungs-Mix** mittels RCM.
- RCM («**Reliability Centered Maintenance**») zeigt sinnvollen Einsatz von «**Predictive Maintenance**» auf.

Ein systematisch festgelegter Mix unterschiedlicher Instandhaltungsstrategien je System zeigt sinnvollen Einsatz von «Predictive Maintenance» auf.



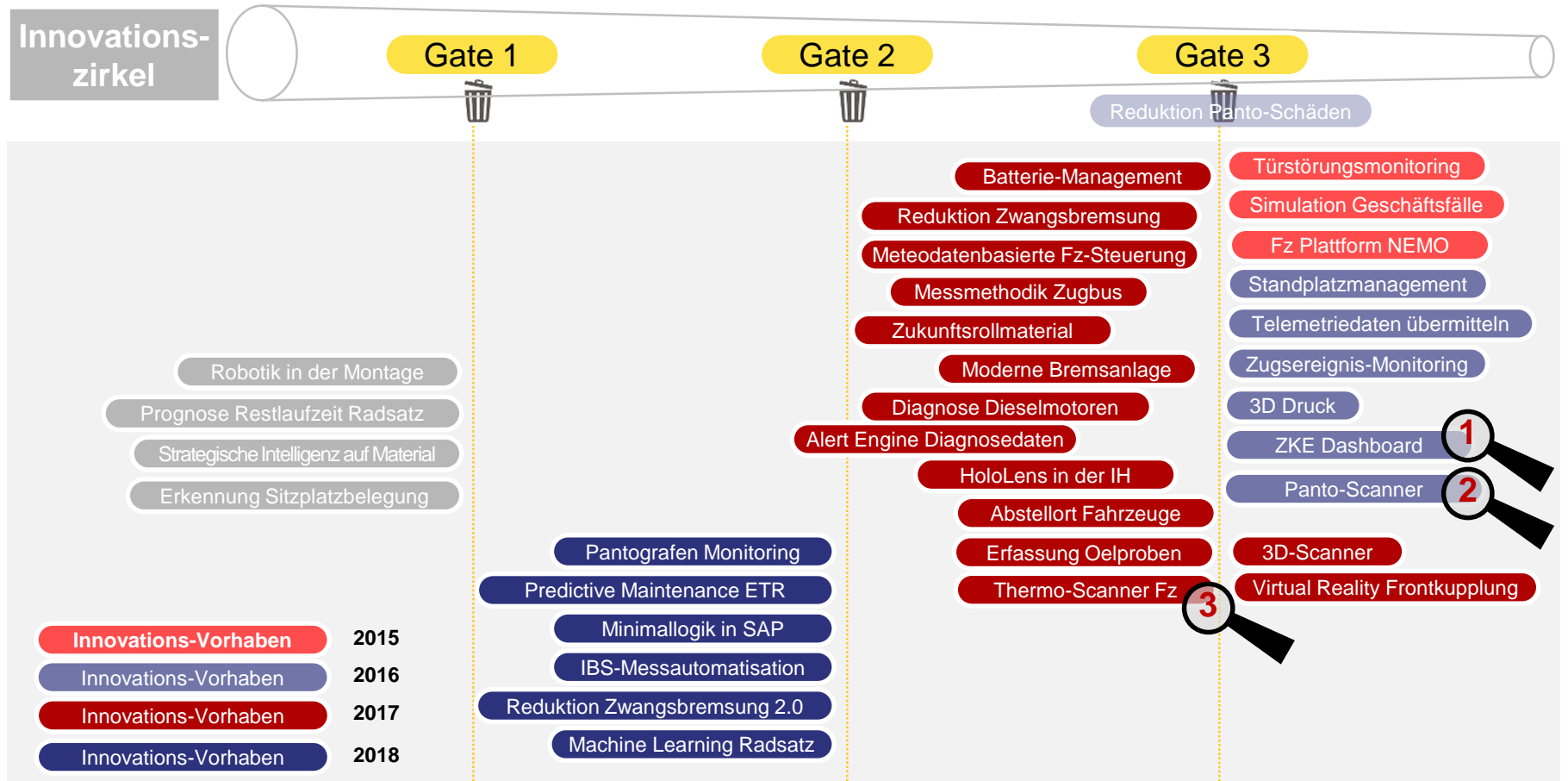
- **Umfang** der jeweiligen **Optimierungs-Potentiale** sind je nach **Absprungbasis** unterschiedlich gross.
- Geeigneter **Instandhaltungs-Mix je System** einer Anlage muss durch **Fachexpertise** erarbeitet werden.

Innovationsmanagement nutzen zur Implementierung von Vorhaben mit Aspekten von «Predictive Maintenance».



- * **Innovationsschwerpunkte:**
- 1 Wissen der Mitarbeitenden stärken und nutzen.
 - 2 Daten als Entscheidungsgrundlage nutzen.
 - 3 Alternative, erfolgsversprechende Produktionskonzepte vorantreiben.

Portfolio der Innovations-Vorhaben bei Operating.



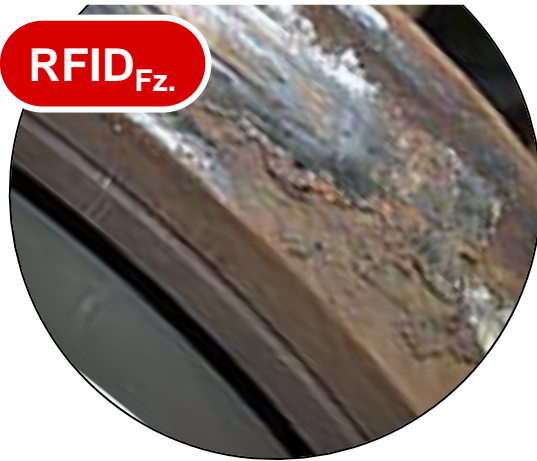
Operating hat den Innovations-Zirkel aus Vertretern verschiedener Fach-Disziplinen institutionalisiert. Der Zirkel definiert und initiiert konkrete Innovations-Vorhaben bei Operating und trifft Entscheidungen bei allen Gates (1 bis 3). Prozesse sind in der Prozesslandschaft verankert und bei relevanten Akteuren geschult.

Innovationsschwerpunkte Operating:

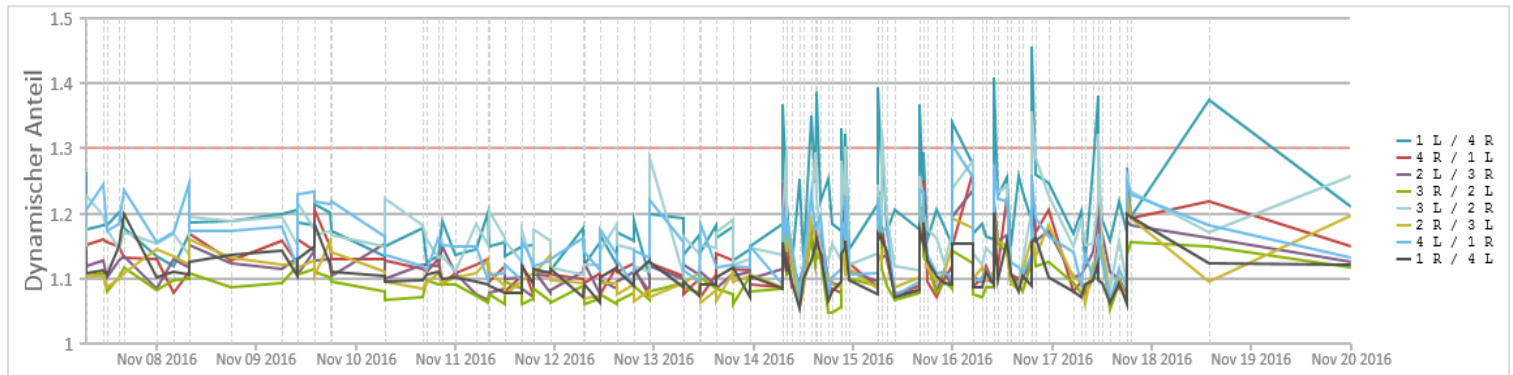
- 1** Wissen der Mitarbeitenden stärken und nutzen.
- 2** Daten als Entscheidungsgrundlage nutzen.
- 3** Alternative, erfolgsversprechende Produktionskonzepte vorantreiben.

Multiple Messquellen mit Radsatz-Daten werden analysiert und zur automatisierten Radsatz-Instandhaltungs-Planung weiterentwickelt.

Radlastcheckpoint.

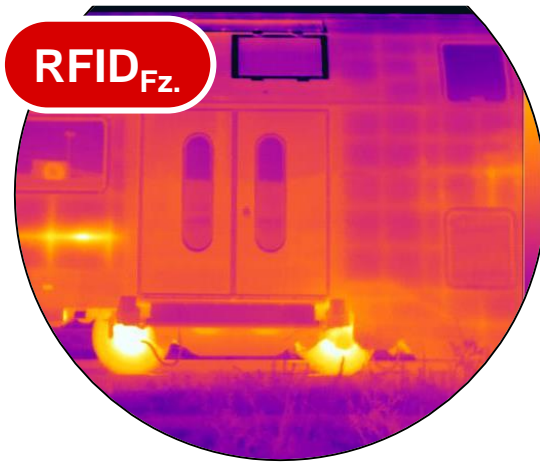


- Radscheiben aus Stahllegierungen erleiden eine **Abnutzung** im laufenden Betrieb.
- Abnutzung kann durch **normale Alterung** oder bspw. durch **Zwangsbremungen** erfolgen.
- Die **Qualität der Rundheit** der Räder ist nicht nur relevant für den **sicheren Betrieb**, sondern auch für den **Reisenden-Komfort** oder die **Wohnqualität** entlang von Bahnlinien.
- Die Radsatz-Instandhaltung ist heute schon **Daten-basiert**; **Schwellwerte** sind festgelegt und **semi-automatisierte Prozesse** etabliert.
- Proof-of-Concept mit **Machine-Learning** Ansatz läuft.

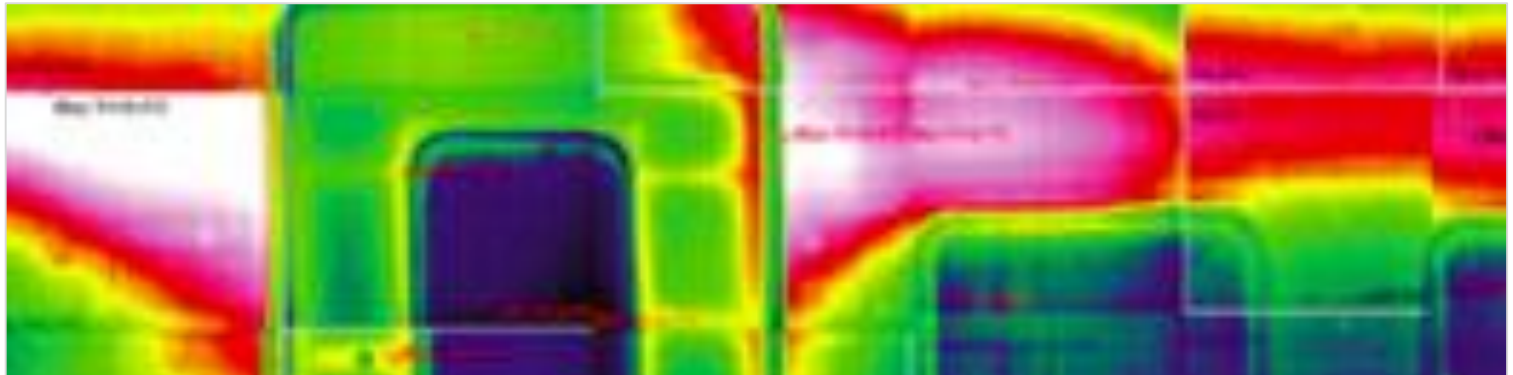


Optimierung der Energieeffizienz durch Erfassung von Zustandsbasierten, Alterungs-bedingten Veränderung der Fahrzeug-Isolation.

Thermo-Scanner.

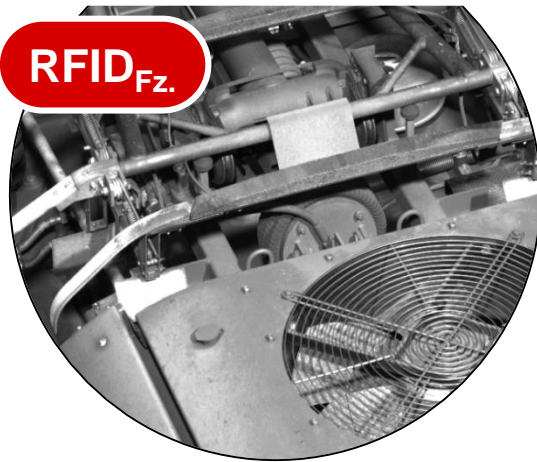


- Im Rahmen eines Proof-of-Concept werden Zustandsdaten zum **Isolationsverhalten** von Wagenkasten untersucht.
- Das innovative Vorhaben soll in einem ersten Schritt helfen, die Inspektion der Isolation von Wagenkasten-Strukturen zu **digitalisieren** und **sichtbar** zu machen.
- In einem weiteren Schritt sollen die Messungen vollautomatisiert werden, bspw. durch **Identifikation** der Wagen und Daten-Zuordnung anhand von **RFID Transpondern**.
- **Predictive Analytics** wird helfen, Auffälligkeiten zu identifizieren, um im Modernisierungs-Fall **zustandsgerechte, kostenoptimierte Massnahmen** einzuleiten.

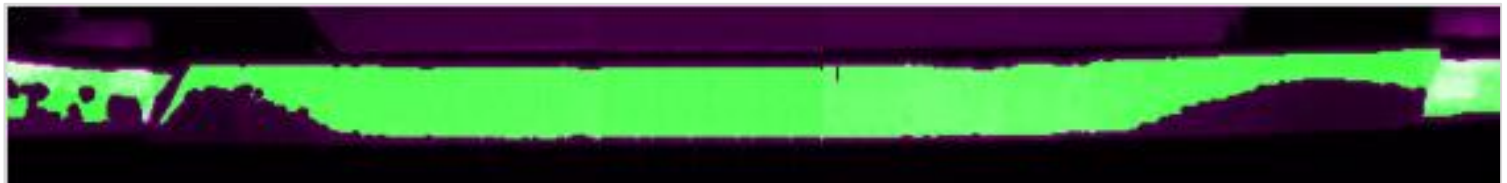
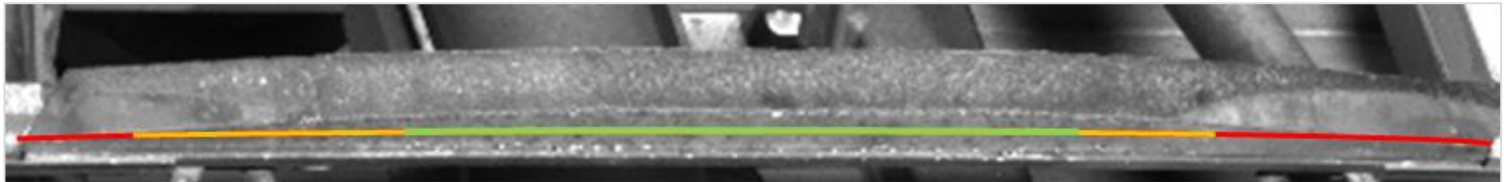


Die Kontrolle von «Stromabnehmer-Schleifstücken» erfolgt nach wie vor manuell und soll daher mindestens teil-automatisiert werden.

Panto-Scanner.



- Gegenwärtig erfolgt die **Überprüfung der Schleifstücke** der Stromabnehmer («Pantograph») durch einen Mitarbeiter, indem er auf das Fahrzeug-Dach steigt und eine **visuelle Kontrolle** der Schleifstück-Qualität durchführt.
- Mittels eines Proof-of-Concepts wird die Machbarkeit einer **automatisierten Zustandserfassung** (Akquisition der Daten über Zeit, Festlegen von Schwellwerten, Auslösen von Events, Einleiten von Massnahmen) des Schleifstücks überprüft.
- Erste Erkenntnisse sind vielversprechend, wobei die erfassten Bilder den **Mitarbeitenden am Objekt** bereits unterstützen zur Verfügung gestellt werden können.



Strukturierung von Vorhaben und Skalierung der geeigneten Projekte in die Kernprozesse.

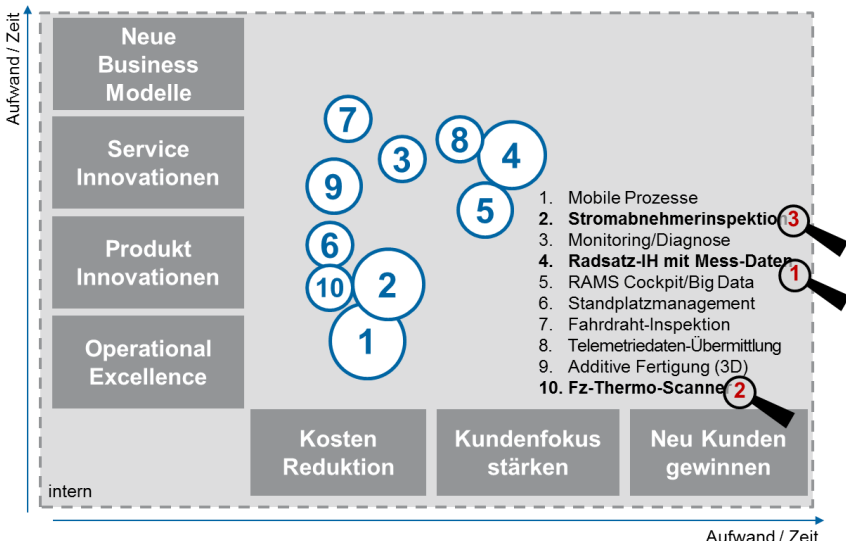


Fig. 1: Strukturierung der Vorhaben

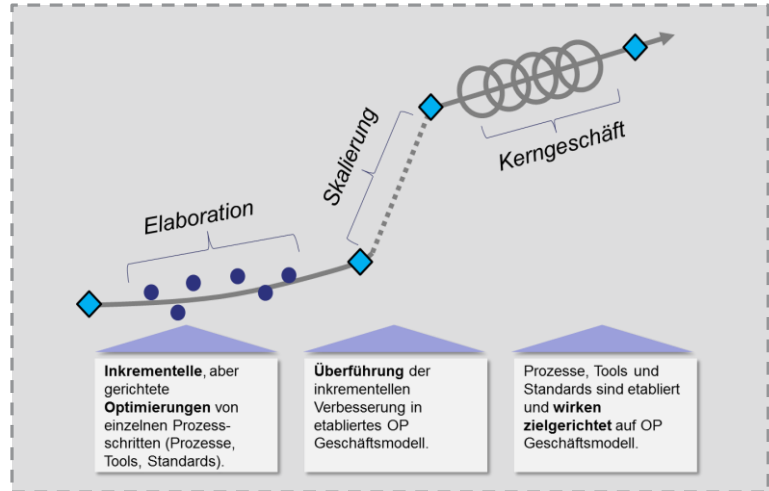


Fig. 2: Entwicklung der Vorhaben

- ➔ Eine «**Landkarte**» der Innovations-Vorhaben stellt strukturiert einerseits den Reifegrad und andererseits eine Indikation für den weiteren Entwicklungsbedarf der Vorhaben auf.
- ➔ Auf dem «**Weg zu Predictive Maintenance**» sind verschiedene Schritte zu tätigen; Grundlagen für eine erfolgreichen Einsatz von «Predictive Maintenance» können mittels Proof-of-Concepts **elaboriert** werden.
- ➔ Die **Skalierung in die Kernprozesse** jedoch erfordert erheblichen Kraftaufwand und Durchhaltevermögen; da verschiedene, oft interdisziplinär arbeitende **Fachdisziplinen** gefragt sind, ist ein agiles Vorgehen empfehlenswert.

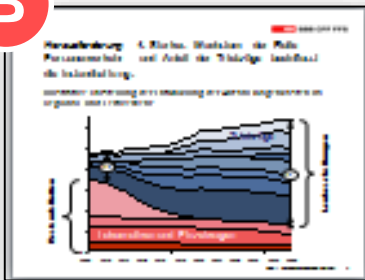
Zusammenfassung.

A



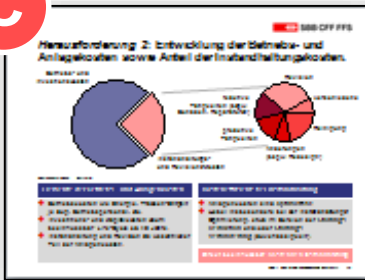
Mobilitätswachstum 2040

B



Flottenwachstum

C



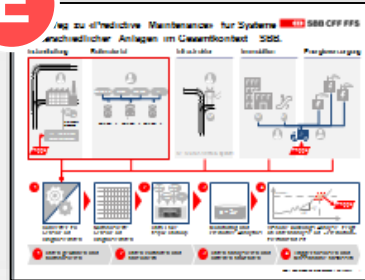
Kostenstruktur

D



Instandhaltungsarten

E



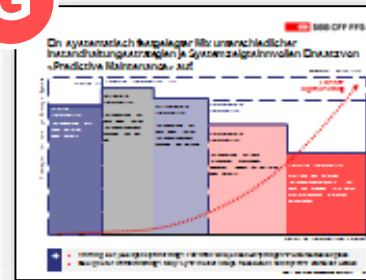
Anlagen-Betriebskontext

F



Systemkenntnis

G



Instandhaltungs-Mix

H



Automatisierung

J



Entwicklungsthemen

Erkenntnisse.

- «**Predictive Maintenance**» ist **eine** von mehreren Instandhaltungs-Strategien, wobei erst der richtige **Instandhaltungs-Mix** erst zur Optimierung von Kosten und zur Gewährleistung der im jeweiligen **Betriebskontext** erforderlichen Zuverlässigkeit eines Systems führt.
- Die **Treiber** für die Optimierung der Instandhaltung sind vielfältig und ändern über Zeit; neue Technologien, insb. der **Einsatz der Digitalisierung**, bspw. durch Schaffen eines «digitalen Abbilds» eines Systems oder von dessen Zustand, helfen, mit den sich verändernden Herausforderungen (bspw. Systemkomplexität) **Schritt zu halten**.
- Die Einführung **neuer Technologien**, Plattformen und Know-how in eine bestehende Organisation erfordert eine **Veränderungsbereitschaft**; agile Methoden und die Etablierung eines Innovationsmanagements helfen dabei.
- Die **gezielte Nutzung** vorhandener Betriebs- und System-Daten und deren Verknüpfung mittels Automatisierung erfassten Zustandsdaten muss **schrittweise** und unter **Einbezug der Organisation** erfolgen.

Besten Dank.

Referent.



Urs Gehrig ist Senior Consultant Unternehmensentwicklung und Leiter des Competence-Center (CoC) Predictive Maintenance SBB. Der Elektroingenieur und Jurist setzt sich konzernweit dafür ein, dass der robuste Betrieb von Anlagen zu Life-Cycle-optimierten Kosten durch einen geeigneten Instandhaltungs-Mix ermittelt werden kann.

Urs Gehrig
Senior Consultant Unternehmensentwicklung
Leiter Competence-Center Predictive Maintenance SBB

SBB AG
Personenverkehr Operating
Strategie und Projekte
Wylersstrasse 125
CH-3000 Bern 65
Tel. +41 79 772 45 04
urs.gehrig@sbb.ch / www.sbb.ch